

# 대기오염물질배출시설 해설집

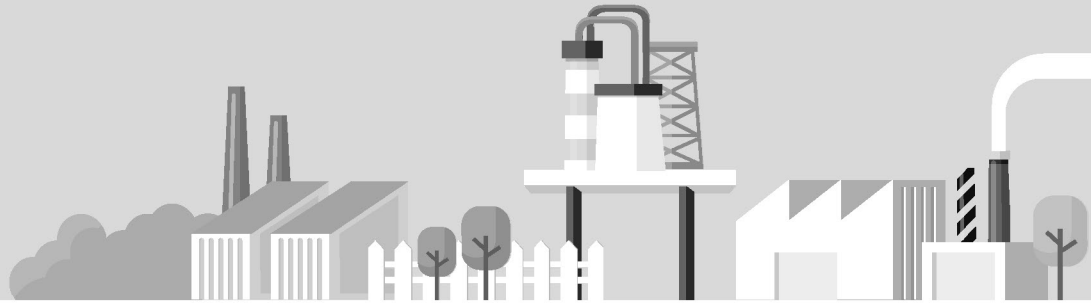
2020. 12.



# 해설집

## CONTENTS

<b>I. 섬유제품 제조시설</b> .....	<b>1</b>
1. 섬유제품 제조시설 .....	3
1.1 개요 .....	3
1.2 제조공정 .....	3
2. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	18
2.1 선별(選別)[혼타(混打)]시설 .....	18
2.2 다림질(텐터)시설 .....	18
2.3 코팅시설 .....	18
2.4 모소시설 .....	19
2.5 기모(식모)시설 .....	19
2.6 전모(剪毛, shearing)시설 .....	19
2.7 표백시설 .....	20
2.8 가열(加熱)시설(열매체 가열 포함) .....	20
2.9 혼합시설 .....	20
2.10 반응시설 .....	21
2.11 건조시설 .....	21
2.12 연사(撚擡, twisting) .....	21
2.13 열고정 .....	21
2.14 가호공정 .....	21
<b>II. 가죽·가방 및 신발 제조시설</b> .....	<b>23</b>
1. 가죽·가방 및 신발 제조시설 .....	25
1.1 개요 .....	25
1.2 제조공정 .....	25



2. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	35
2.1 도장(塗裝)시설 .....	35
2.2 염색시설 .....	35
2.3 접착시설 .....	35
2.4 건조시설 .....	35
2.5 연마(研磨)시설 .....	36
2.6 표백시설 .....	36
2.7 가열(加熱)시설(열매체 가열을 포함) .....	36
2.8 혼합시설 .....	37

### III. 펄프·종이·인쇄 및 기록매체 제조(복제)시설 ..... 39

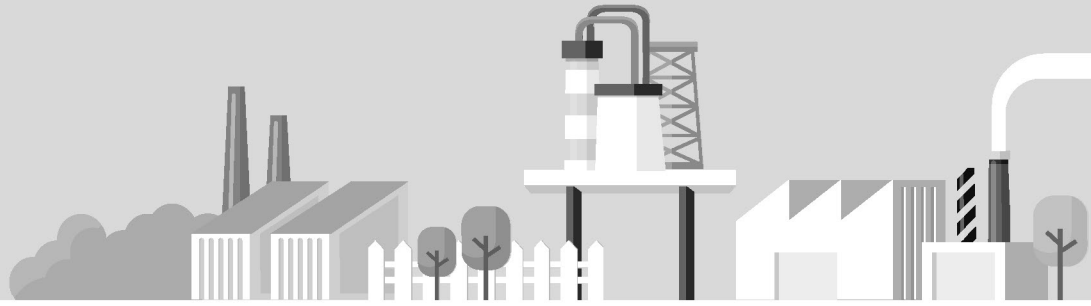
1. 펄프 제조시설 .....	41
1.1 개요 .....	41
1.2 제조공정 .....	41
2. 종이·종이제품 제조시설 .....	44
2.1 개요 .....	44
2.2 제조공정 .....	44
3. 인쇄 및 기록매체 제조(복제)시설 .....	48
3.1 개요 .....	48
3.2 제조공정 .....	49
4. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	51
4.1 증해(蒸解)시설 .....	51

# 해설집

## CONTENTS

4.2 표백(漂白)시설 .....	51
4.3 석회로(石灰爐)시설 .....	51
4.4 가열(加熱)시설(연소시설을 포함) .....	52
4.5 인쇄·건조시설 .....	52
4.6 제재(製材)시설 .....	53
4.7 도포(塗布)시설 .....	53
<b>IV. 코크스 제조시설 및 관련 제품 저장시설 .....</b>	<b>55</b>
1. 코크스 및 연탄 제조시설 .....	57
1.1 개요 .....	57
1.2 제조공정 .....	57
2. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	65
2.1 석탄 코크스 제조시설 및 저장시설 .....	65
2.2 석유 코크스 제조시설 및 저장시설 .....	65
<b>V. 석유 정제품 제조시설 및 관련 제품 저장시설 .....</b>	<b>69</b>
1. 석유 정제품 제조시설 .....	69
1.1 개요 .....	69
1.2 주요 석유 정제품 제조공정 .....	71
2. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	79
2.1 반응(反應)시설 .....	79
2.2 흡수시설 .....	80





2.3 응축시설	80
2.4 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함)	81
2.5 농축시설	81
2.6 표백시설	81
2.7 용융·용해시설	82
2.8 소성(燒成)시설	82
2.9 가열(加熱)시설	83
2.10 건조(乾燥)시설	83
2.11 회수(回收)시설	84
2.12 연소시설	85
2.13 중질유 분해시설의 일산화탄소 소각보일러	85
2.14 촉매재생시설	86
2.15 탈황(脫黃)시설	86
2.16 석유정제품 관련 저장시설	87

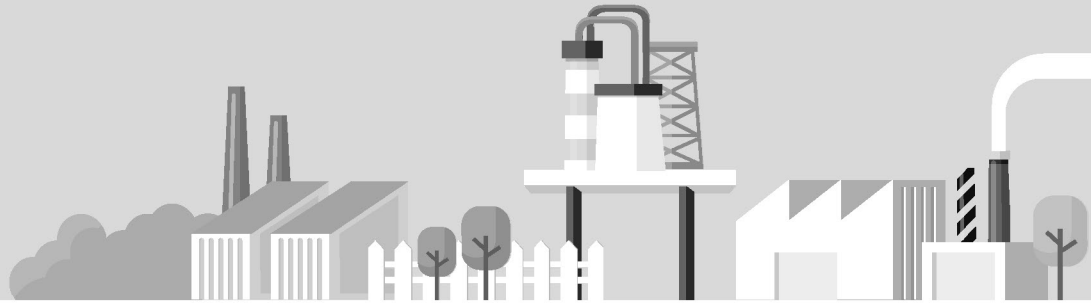
## VI. 화학물질 및 화학제품 제조시설 ..... 89

1. 기초유기화합물질 제조시설	91
1.1 개요	91
1.2 제조공정	95
2. 가스 제조시설	104
2.1 개요	104
2.2 제조공정	104
3. 기초무기화합물질 제조시설	108
3.1 개요	108

# 해설집

## CONTENTS

3.2 제조공정 .....	108
4. 무기안료·염료·유연제 및 기타 착색제 제조시설 .....	119
4.1 무기안료 제조시설 .....	119
4.2 염료 제조시설 .....	121
5. 비료 및 질소화합물 제조시설 .....	127
5.1 개요 .....	127
5.2 제조공정 .....	127
6. 의료용 물질 및 의약품 제조시설 .....	133
6.1 개요 .....	133
6.2 제조공정 .....	134
7. 기타 화학제품 제조시설 및 탄화시설 .....	138
7.1 개요 .....	138
7.2 제조공정 .....	138
8. 화학섬유 제조시설 .....	147
8.1 개요 .....	147
8.2 제조공정 .....	147
9. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	152
9.1 반응(反應)시설 .....	152
9.2 흡수시설 .....	153
9.3 응축 시설 .....	153
9.4 정제(精製)시설(분리 시설, 증류 시설, 추출 시설 및 여과 시설 포함) ..	154

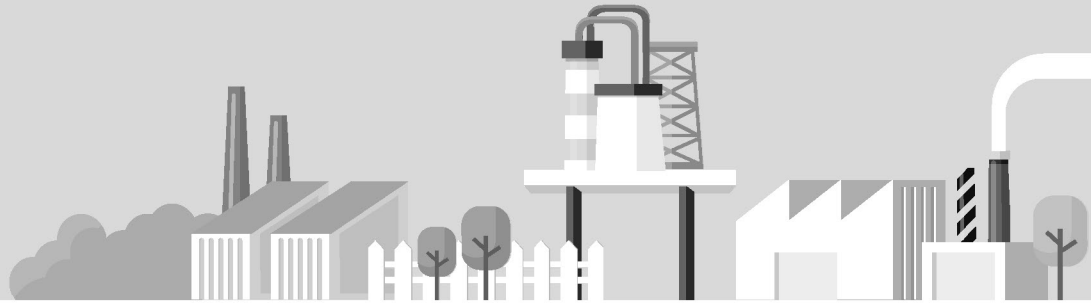


9.5 농축시설	154
9.6 표백시설	154
9.7 용융·용해시설	155
9.8 소성(燒成)시설	155
9.9 가열시설	156
9.10 연소시설	156
9.11 건조시설	157
9.12 회수(回收)시설	157
9.13 촉매 재생 시설	158
9.14 탈황(脫黃)시설	158
9.15 성형(成形)시설	158
9.16 염산 제조시설 및 폐염산 정제시설(염화수소 회수시설을 포함)	159
9.17 황산 제조시설	159
9.18 형석의 용융·용해시설 및 소성시설, 불소화합물 제조시설	160
9.19 과인산암모늄 제조시설	160
9.20 인광석의 용융·용해시설 및 소성시설, 인산 제조시설	160
9.21 혼합(混合)시설	160
9.22 입자상물질 계량시설	161
9.23 질소화합물 및 질산 제조시설	161
9.24 탄화(炭火)시설	161
9.25 전통식 숯가마시설	161
9.26 산·알칼리처리시설	162
9.27 분쇄(粉碎)시설	162
9.28 선별(選別)시설	163
9.29 저장(貯藏)시설	163
9.30 연마(研磨)시설	163
9.31 분리(分離)시설	164

# 해설집

## CONTENTS

<b>Ⅶ. 고무제품 및 플라스틱제품 제조시설</b> .....	<b>165</b>
1. 합성고무 및 플라스틱 물질 제조시설 .....	167
1.1 개요 .....	167
1.2 제조공정 .....	169
2. 고무제품 제조시설 .....	173
2.1 개요 .....	173
2.2 제조공정 .....	173
3. 플라스틱제품 제조시설 .....	182
3.1 개요 .....	182
3.2 제조 공정 .....	183
4. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	187
4.1 반응(反應)시설 .....	187
4.2 흡수시설 .....	187
4.3 응축시설 .....	187
4.4 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함) .....	187
4.5 농축시설 .....	188
4.6 표백시설 .....	188
4.7 용융·용해시설 .....	188
4.8 소성(燒成)시설 .....	189
4.9 가열시설 .....	189
4.10 건조시설 .....	189
4.11 회수(回收)시설 .....	190
4.12 정련시설 .....	190
4.13 소련(蘇鍊)시설 .....	190



4.14 분리(分離)시설 .....	191
4.15 접착(接着)시설 .....	191
4.16 가황(加黃)시설 .....	191
4.17 경화·압착(硬化·壓着)시설 .....	191
4.18 성형시설 .....	192

## **VIII. 비금속광물제품 제조시설 ..... 193**

1. 유리 및 유리제품 제조시설 .....	195
1.1 개요 .....	195
1.2 제조공정 .....	196
2. 도자기 및 요업제품 제조시설 .....	201
2.1 개요 .....	201
2.2 제조공정 .....	201
3. 시멘트, 석회, 플라스터 및 그 제품 제조시설 .....	211
3.1 개요 .....	211
3.2 제조공정 .....	211
4. 기타 비금속광물제품(아스콘 등) 제조시설 .....	222
4.1 개요 .....	222
4.2 제조공정 .....	222
5. 주요 대기오염물질 배출시설 .....	230
5.1 혼합시설 .....	230

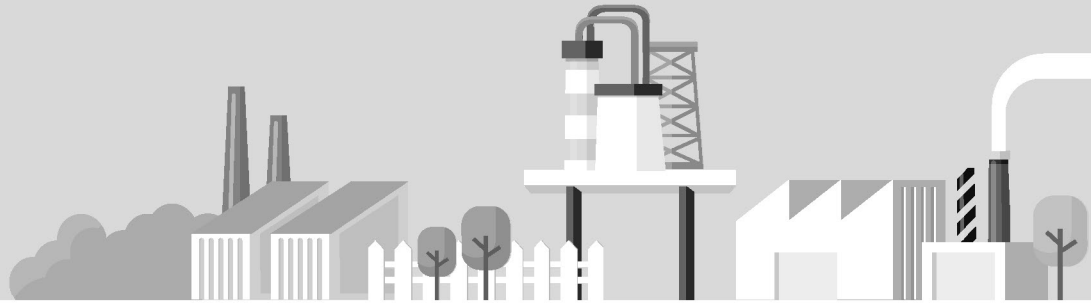
# 해설집

## CONTENTS

5.2 용융·용해시설	230
5.3 소성시설	230
5.4 유리제품 산처리시설(부식시설 포함)	230
5.5 입자상물질 계량시설	231
5.6 건조시설	231
5.7 냉각 시설	231
5.8 석면 및 암면제품 제조시설의 권취 시설	232
5.9 석면 및 암면제품 제조시설의 압착(壓着)시설	232
5.10 석면 및 암면제품 제조시설의 탈판시설	232
5.11 석면 및 암면제품 제조시설의 방사(紡絲)시설 및 집면(集綿)시설	232
5.12 석면 및 암면제품 제조시설의 절단 시설	233
5.13 가열·건조 시설	233
5.14 선별 시설	233
5.15 분쇄(粉碎)시설	234

### IX. 1차 금속 제조시설 ..... 235

1. 1차 철강 제조시설	237
1.1 개요	237
1.2 제조공정	239
2. 1차 비철금속 제조시설	252
2.1 개요	252
2.2 제조공정	252
3. 금속주조 제조시설	256
3.1 개요	256



3.2 제조과정 .....	256
<b>4. 주요 대기오염물질 배출시설 .....</b>	<b>260</b>
4.1 전기로(전기아크로, 전기유도로) .....	260
4.2 반사로(反射爐) .....	260
4.3 용선로(鎔銑爐) .....	261
4.4 제선로(製銑爐) .....	261
4.5 용광로(鎔鑛爐) .....	262
4.6 열풍로(熱風爐) .....	262
4.7 용선 출탕시설 .....	262
4.8 도가니로 .....	263
4.9 전로(순산소 상취전로(純酸素 上吹轉爐)를 포함) .....	263
4.10 정련로 .....	264
4.11 배소로(焙燒爐) .....	264
4.12 소결로(燒結爐) 및 관련시설(원료 장입, 소결광 후처리시설을 포함) .....	264
4.13 환형로(環形爐) .....	265
4.14 가열로(加熱爐) .....	265
4.15 용융·용해로(鎔融·鎔解爐) .....	266
4.16 열처리로(소둔로(燒鈍爐), 소려로(燒戾爐)를 포함) .....	266
4.17 전해로(電解爐) .....	267
4.18 건조로 .....	267
4.19 평로(平爐) .....	267
4.20 균질로(均質爐) .....	268
4.21 기타로 .....	268
4.22 도금(鍍金)시설 .....	268
4.23 탈지(脫脂)시설 .....	269
4.24 산·알칼리 처리시설(회수시설을 포함) .....	269
4.25 화성처리(化成處理)시설 .....	270
4.26 표면처리용 건조시설 .....	270

# 해설집

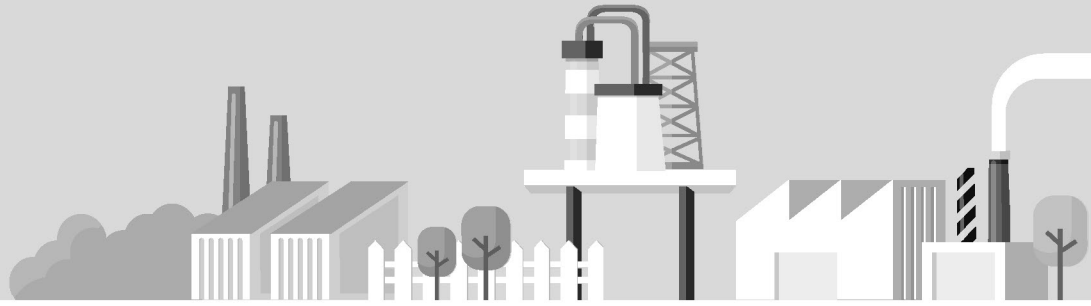
## CONTENTS

4.27 주물사(鑄物砂) 처리시설 .....	270
4.28 표면경화(表面硬化)시설 .....	271
4.29 산화환원(酸化·還元)시설 .....	271
4.30 담금질시설 .....	272
4.31 연마시설 .....	272
4.32 탈사(脫砂)·탈청(脫靑)시설 .....	272
4.33 선별(選別)시설 .....	273
4.34 정제(精製), 충전(充填), 충진(充鎮)시설(수는 사용에 한함) .....	273

### X. 금속가공제품·자동차·기타장비 저장시설 ..... 275

1. 금속가공제품 및 금속열처리·도금·피막처리 제품 제조시설 .....	277
1.1 개요 .....	277
1.2 제조공정 .....	278
2. 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조시설 .....	283
2.1 개요 .....	283
2.2 제조공정 .....	283
3. 기타 기계 및 장비 제조시설 .....	285
3.1 개요 .....	285
3.2 제조공정 .....	285
4. 자동차·트레일러·기타 운송장비 제조시설 .....	288
4.1 개요 .....	288
4.2 제조공정 .....	288





5. 주요 대기오염물질 배출시설 ..... 292

**XI. 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비·전기장비 제조시설 .. 293**

1. 반도체 제조시설 ..... 295

    1.1 개요 ..... 295

    1.2 제조공정 ..... 296

2. 기타 전자부품 제조시설 ..... 302

    2.1 개요 ..... 302

    2.2 제조공정 ..... 302

3. 컴퓨터·통신·영상기기·음향기기 제조시설 ..... 313

    3.1 개요 ..... 313

    3.2 제조공정 ..... 313

4. 주요 대기오염물질 배출시설 ..... 320

    4.1 증착(蒸着)시설 ..... 320

    4.2 식각(蝕刻)시설 ..... 320

    4.3 용융·용해로(鎔融·鎔解爐) ..... 320

    4.4 가열로(加熱爐) ..... 320

    4.5 도금시설 ..... 321

    4.6 탈지 시설 ..... 321

    4.7 산·알칼리 처리시설 ..... 322

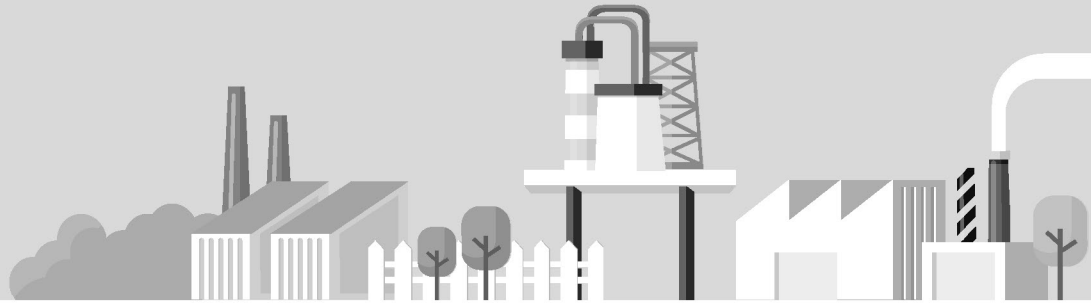
    4.8 화성처리(化成處理)시설 ..... 322

    4.9 표면처리용 건조시설 ..... 322

# 해설집

## CONTENTS

4.10 제재(製材)시설	323
4.11 연마시설	323
4.12 도포(塗布)시설	323
4.13 혼합(混合)시설	324
4.14 소성시설	324
4.15 분쇄(粉碎)시설	324
4.16 납땜 시설	325
<b>II. 공통시설</b>	<b>327</b>
1. 발전시설	329
1.1 화력발전시설	329
1.2 내연력발전	330
1.3 열병합발전시설	331
1.4 매립·바이오가스 사용 발전시설(120kW 이상인 발전시설)	332
1.5 석탄가스화 연료 사용시설(120kW 이상인 발전시설)	334
2. 폐수·폐기물·폐가스 소각시설(소각 보일러를 포함)	336
2.1 개요	336
2.2 폐기물 소각시설(소각보일러 포함)	336
2.3 폐수 소각시설	344
2.4 폐가스 소각시설	345
3. 폐수·폐기물 처리시설	349
3.1 폐수 처리시설	349
3.2 폐기물 처리시설	353

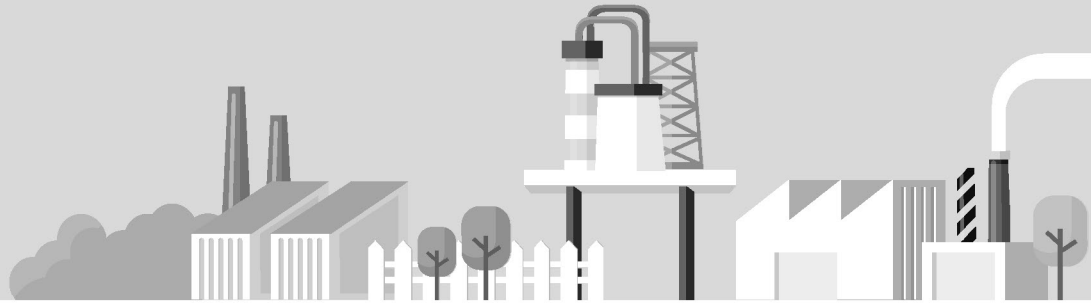


4. 보일러 .....	364
4.1 개요 .....	364
4.2 보일러의 종류 .....	366
4.3 흡수식 냉·온수기기 .....	370
5. 고형연료제품 제조·사용시설 및 관련시설 .....	372
5.1 고형연료제품 제조시설 .....	372
5.2 목재펠릿 제조시설 .....	377
5.3 고형연료제품 사용시설 .....	380
5.4 목재펠릿 사용시설 .....	381
5.5 바이오매스 관련시설 .....	381
5.6 바이오가스 관련시설 .....	383
6. 화장로 .....	386
6.1 개요 .....	386
6.2 화장로 공정 .....	386
7. 도장(塗裝)시설 .....	388
7.1 개요 .....	388
7.2 자동차의 생산 공정 중 도장공정 .....	389
7.3 소규모 자동차의 보수도장 .....	391
7.4 도장시설(소규모) 방지시설의 종류 .....	394
7.5 자동차 분리시설(샌딩시설) .....	396
8. 대기오염물질 배출시설 .....	398
8.1 열병합 발전시설 .....	398
8.2 내연기관 발전시설 .....	398

# 해설집

## CONTENTS

8.3 석탄 가스화 발전시설 .....	399
8.4 린번엔진 발전시설 .....	399
8.5 폐수·폐기물 소각시설 .....	400
8.6 폐가스 소각시설(소각 보일러를 포함한다) .....	400
8.7 농축시설(증발시설 포함) .....	400
8.8 건조·정제시설 .....	401
8.9 파쇄(破碎) 및 분쇄(粉碎)시설 .....	401
8.10 용융시설 .....	401
8.11 보일러 .....	401
8.12 고형연료제품 제조시설 .....	402
8.13 목재펠릿 제조시설 .....	402
8.14 고형연료제품 사용시설 .....	403
8.15 목재펠릿 사용시설 .....	403
8.16 바이오매스 관련시설 .....	403
8.17 바이오가스 관련시설 .....	403
<b>XIII. 그 밖의 제조시설 .....</b>	<b>405</b>
1. 음료·식료품 제조시설 .....	407
1.1 개요 .....	407
1.2 제조공정 .....	407
2. 목재·나무제품·가구 제조시설 .....	414
2.1 개요 .....	414
2.2 제조공정 .....	414



3. 대기오염물질 배출시설 .....	421
3.1 연마(研磨)시설 .....	421
3.2 제재(製材)시설 .....	421
3.3 제분(製粉)시설 .....	421
3.4 선별(選別)시설 .....	422
3.5 파쇄(破碎) 및 분쇄(粉碎)시설 .....	422
3.6 탈사(脫砂)·탈청(脫靑)시설 .....	422
3.7 입자상물질 계량시설 .....	423
3.8 혼합시설 .....	423
3.9 포장시설(소분시설 포함) .....	423
3.10 도정(搗精)시설 .....	424
3.11 저장(貯藏)시설 .....	424
3.12 반응(反應)시설 .....	424
3.13 흡수시설 .....	424
3.14 응축시설 .....	425
3.15 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함) .....	425
3.16 농축시설 .....	425
3.17 표백시설 .....	425
3.18 가열(加熱)시설(연소시설 포함) .....	425
3.19 성형(成形)시설 .....	426
3.20 건조시설 .....	426
3.21 도포(塗布)시설 .....	426
3.22 분리(分離)시설 .....	427
3.23 훈증(燻蒸)시설 .....	427
3.24 산·알칼리 처리시설 .....	427
3.25 소성시설 .....	428
3.26 접착제 혼합(接着劑混合)시설 .....	428



대기오염물질배출시설

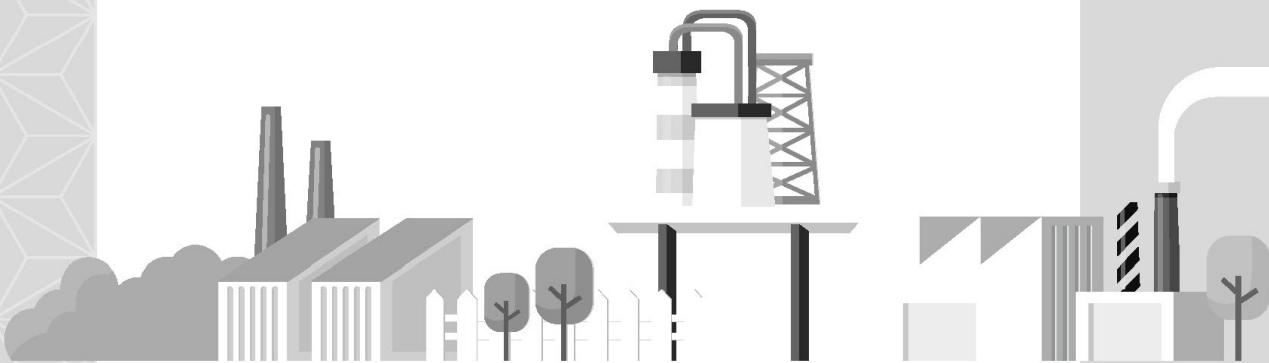
# 해설집

—

# I

## 섬유제품 제조시설

—







# I 섬유제품 제조시설

## 1 섬유제품 제조시설

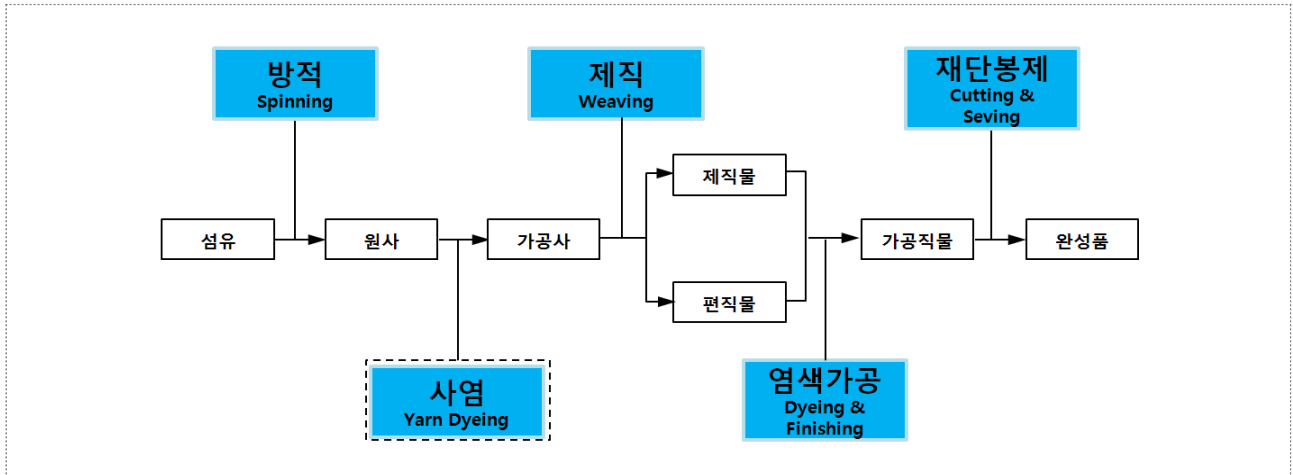
### 1.1 개요

섬유제품 제조시설은 섬유를 가공하여 생사 및 각종 섬유사, 연사, 끈, 조오프, 망, 광물직물, 세포직물, 편조직물, 카페트 및 자리 등의 직조 및 편조물제조, 식물제품의 염색, 표백 및 가공, 도포, 삼투, 경포, 방수처리, 펠트, 부직포, 제면 및 기타 섬유제품을 제조하는 시설을 말한다.

섬유제품 원료의 종류는 크게 천연섬유와 인조섬유(화학섬유)로 나눌 수 있으며 천연섬유는 면·아마·황마·대마·마닐라 등과 같은 식물성(셀룰로오스계) 섬유와 양모·산양모·캐시미어·가잠견·야잠견 등과 같은 동물성(단백질계) 섬유 그리고 석면(石綿) 등과 같은 광물질계 섬유로 구분된다. 화학섬유는 원료에 따라 크게 유기질섬유와 무기질섬유로 나누어지며, 유기질섬유는 그 원료가 자연에서 존재하는 것으로 만든 천연고분자계와 원료 고분자를 인공적으로 합성하여 만든 합성고분자계로 나누어진다. 무기질섬유는 금박사(金箔絲)·은박사 등의 금속섬유, 유리섬유·암석섬유·광재섬유 등의 규산염섬유 및 탄소 섬유 등이 있다.

### 1.2 제조공정

섬유제품은 다양한 섬유가공공정을 거쳐 완성품을 생산하게 된다. 넓은 의미의 섬유가공은 직물의 생지가 제조될 때까지의 공정을 크게 나누어서 방사, 방적, 제직 또는 편성으로 구분되며, 염색을 포함한 제직 이후의 모든 공정을 포함하며, 좁은 의미의 섬유가공은 정련, 표백, 염색 등으로 구분할 수 있다.



〈 섬유제품 제조시설의 전체 흐름도 〉

원사로 제직한 상태 또는 일반 염색한 직물은 의류용(衣類用)으로서 기능면이나 외관, 촉감이 충분하지 않기 때문에 섬유가 갖는 특성을 최대한 발휘하기 위해서 약제 및 가공기계로 처리해 직물의 성능을 개량하고 실용성과 상품의 가치를 높이는 것을 섬유가공이라고 한다.

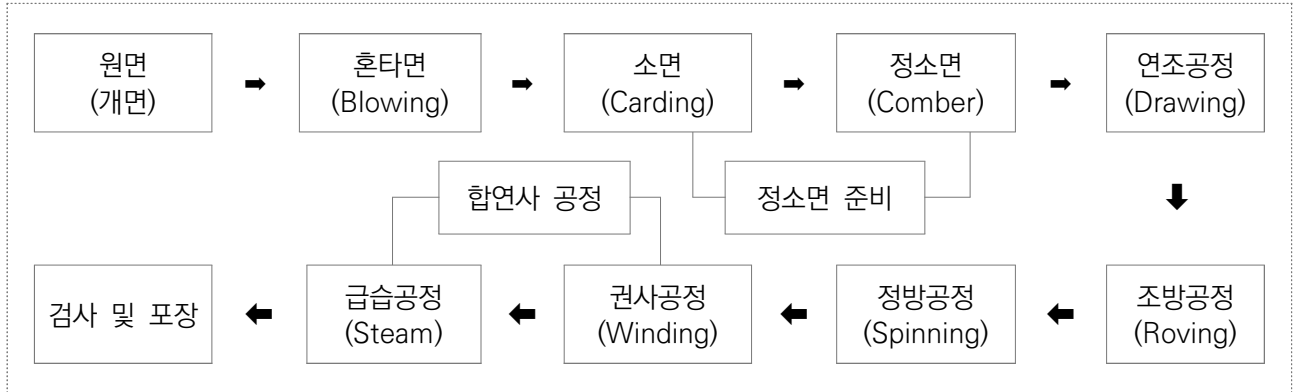
이러한 여러 가지 섬유가공과정 중 섬유(염색)제조공정은 크게 전처리과정, 염색과정 및 후처리 공정으로 나뉘어 진행된다. 대표적인 전처리공정은 직물 풀기, 세탁 및 표백 등으로 이루어지고 염색공정은 일반적인 염색 및 프린팅과 코팅 등으로 이루어진다. 후처리공정은 텐터시설(Tenter, 다림질시설)이며, 이 공정은 염색이 완료된 섬유를 텐터라는 일종의 다림질설비를 이용하여 열처리하는 공정이다.

염색의 일반적인 공정은 먼저 호제를 비롯한 피염물에 부착된 불순물들을 제거하는 호발·정련, 색소성분을 분해하여 희게 보이도록 하는 표백공정을 거쳐 염색하고 이어서 마무리 가공공정으로 이어진다. 염색공정의 경우 염색에 앞서 염색효율을 높이기 위한 전처리공정으로서 매염이나 흡진제 처리 등을 실시하기도 하며, 염색 후에는 염료의 성질, 염착상태 등에 따라 염료의 고착처리나 후매염, 소핑(soaping) 등의 후처리를 실시하기도 한다.

### 1.2.1 원사 제조공정(방적, Spinning)

원사 제조공정은 섬유의 소재가 되는 천연소재 재료를 섬유재의 칩으로 가공하거나, 실을 뽑는 원사제조(제사)공정이 있으며 이를 방적이라고도 한다. 보통 원사를 제조하는 공정을 ‘방적’ 혹은 ‘방사’라 하는데 천연섬유를 실로 만드는 모든 과정을 ‘방적’이라 하고, 화학섬유를 실로 만드는

모든 공정을 ‘방사’라고 한다. 원사 제조공정은 면, 모, 화학섬유 방적업, 연사 및 가공사 제조업, 기타 실을 만들어 내는 방적업이 여기에 해당한다.



〈 원사 제조공정(방적, Spinning) 〉

① 원면(개면)

원재료(원면, raw 코튼)를 선별하여 입고하는 공정을 말한다. 원면은 단단하게 압축포장 되어 있으므로 면 덩어리를 풀어헤쳐 부드럽게 만들어 주며, 이와 동시에 불순물을 제거한다.

② 혼타면(Mixing & Blowing)

원면을 개면하여 원면속에 포함되어 있는 불순물인 잎 부스러기 및 씨 조각 등의 잡풀을 제거하고 여러 종류의 원면을 혼합하여 균일한 Sheet를 만든다. 혼타공정은 서로 다른 원면을 섞어 품질을 고르게 하는 공정인 혼면공정과 개면과 비슷한 원면 중의 불순물을 제거하고 보다 면섬유를 부드럽게 하는 타면공정을 합한 공정을 일컫는다. 혼타공정으로부터 만들어진 반제품을 랩(LAP)이라 한다.

③ 소면(Carding) 공정

혼타면 공정에서 만들어진 랩 섬유 덩치를 풀어헤쳐 섬유를 한 올씩 분리한 후 빗질(Carding)하여 섬유 사이에 들어있는 작은 크기의 이물질과 단섬유 및 뱀을 제거(Cleaning)하고 남아있는 긴 섬유를 연신(Drawing)하고 평행하고 집속하여 빗줄 모양의 Sliver(소면공정으로부터 얻을 수 있는 중간 산물)로 만들어 캔(Can)에 담는다.

③-1. 코마준비(Lap Former, Combing Preparation)

소면(Carding)공정으로부터 제작된 Sliver를 여러가닥 합쳐서 넓고 평평한 Lap 상태로 만들어 준다.

#### ④ 정소면(Comber)

전 공정으로부터 제작된 Lap을 다시 빗질하여 섬유를 직선상으로 펴고 평행하게 간추리는 것과 동시에 일정 길이 이하의 섬유를 제거하여 섬유장의 분포상태를 좋게하고 Sliver에 잔류한 뭉친 섬유(넵)와 잡물을 완전히 제거하여 균일하고 평행성이 큰 실을 방출할 수 있는 Sliver를 만든다.

#### ⑤ 연조(Drawing) 공정

정소면을 거친 6~8 가닥의 Sliver를 Doubling 하고 연신하는 작용을 2~3회 반복하여 Sliver의 굵고 가는 부분을 서로 보충하여 균일한 굵기를 만듦과 동시에, 섬유를 똑바로 늘려 펴주어 길이 방향의 결점을 없애준다. 연조(Drawing) 공정으로부터 생산되는 반제품을 연조 Sliver라 한다.

#### ⑥ 조방(Roving) 공정

연조 Sliver를 더욱 가늘게 하여 균일한 원사로 방출 될 수 있도록 하는 일종의 정방 준비공정이라 할 수 있다. 이 조방공정의 결과물은 Sliver 보다 훨씬 가는 상태의 조사(Roving)의 형태로 만들어 지는데 취급 도중에 불규칙하게 연신되거나 절단되지 않도록 약간의 꼬임을 준 조사를 만든다.

#### ⑦ 정방(Spinning) 공정

조방에서 만들어진 조사(Roving)를 만들고자 하는 실의 굵기가 되게 잡아 늘여 연신하고, 여기에 꼬임을 부여하여 일정한 강력을 보유한 긴실을 뽑아내어 보빈(Bobbing)에 감아 다음 공정인 권사 공정으로 이송한다. 정방 공정으로부터 생산되는 반제품을 '단사'라고 한다.

#### ⑧ 권사(Winding)

정방(Spinning)의 보빈(Bobbing)에 권취된 실을 원통형 또는 원추형의 Tube에 원사를 다시 일정한 중량을 감는 권사(Winding)공정을 거치게 된다. 이 권사 공정에서는 실의 결점을 제거하는 기능도 동시에 수행한다.

#### ⑧-1. 연사 공정

방직공정에서 생산된 단사는 기술적인 문제로 방출할 수 있는 굵기가 한정되어 있으며, 강력이 약하므로 재봉사 등 특수 용도의 실을 만들거나 두터운 직물을 제직하기 위해 굵은 실을 만들 필요가 있을 때 두 가닥 이상 합쳐서 적당한 꼬임을 주어 합연사를 만든다.

### ⑨ 급습(Steam) 공정

정방공정에서 생산된 관사나 권사 공정에서 치즈 상태로 감긴 실은 정방 공정의 꼬임 조작으로 꼬임이 풀려지는 힘. 즉, 해연력이 있어 영키게 될 뿐만 아니라 촉감이 유연하지 못하다. 이러한 이유로 급습공정을 거치게 되는데 이러한 급습공정은 약 50~100℃의 온도에서 증기로 급습 처리하여 꼬임을 안정화시키고, 유연한 촉감을 부여한다.

## 1.2.2 사염공정

사염이란 직물로서 제직하기 전에 염색하는 공정을 말하며, 선염이라고도 한다. 사염공정은 방직공정에서 만들어진 실은 제직공정에서 사용하기 위하여 원사에 강도 및 색상을 입히는 공정으로 기술의 발전으로 인해 방직공정 후단 및 제직공정 전단에서 진행되는 경우도 있으며, 원단 자체를 염색하는 경우 생략될 수도 있다.

### ① 원사 입고

방직공정에서 만들어진 원사를 입고한다.

### ② Soft Winding

염색전 Soft하게 염색용 Bobbin에 감는 공정을 말한다. 이 공정은 염착을 용이하게 하기 위해서 콘(Cone)상태의 원사를 치즈(Cheese) 상태로 와인딩하는 공정을 말한다.

### ③ 염색공정(Cheese 염색기)

염색 준비가 완료된 원사를 염색하는 공정으로 Color별, 사종별 염색처방 및 염색법에 따라 염색하는 공정을 말한다.

### ④ 유연처리

염색 후 Touch를 부드럽게 하기 위해 유연성을 부여하는 공정을 말한다.

### ⑤ 탈수 및 건조

염색 및 유연처리가 끝난 원사에서 액상을 분리하기 위하여 탈수를 하고 염색된 색사의 잔여 수분을 고압 탈수 및 고압 고온으로 완전 건조하는 공정을 말하며, 고온고압 탈수공정을 거치 색사는 자연 건조시켜 완전하게 수분을 제거한다.

## ⑥ Re-Winding 공정

제품 최종완성 공정으로서 입고된 원사와 같은 형태로 색사를 되감는다.

### 1.2.3 원단 염색 가공공정

#### ① 모소

원료표면의 이물질을 제거하기 위해 털어내고, 원단표면을 불로 그을려서 보풀 및 잔털을 제거하며 그을린 이물질을 털어내어 제거한다.

#### ② 정련 및 밀링

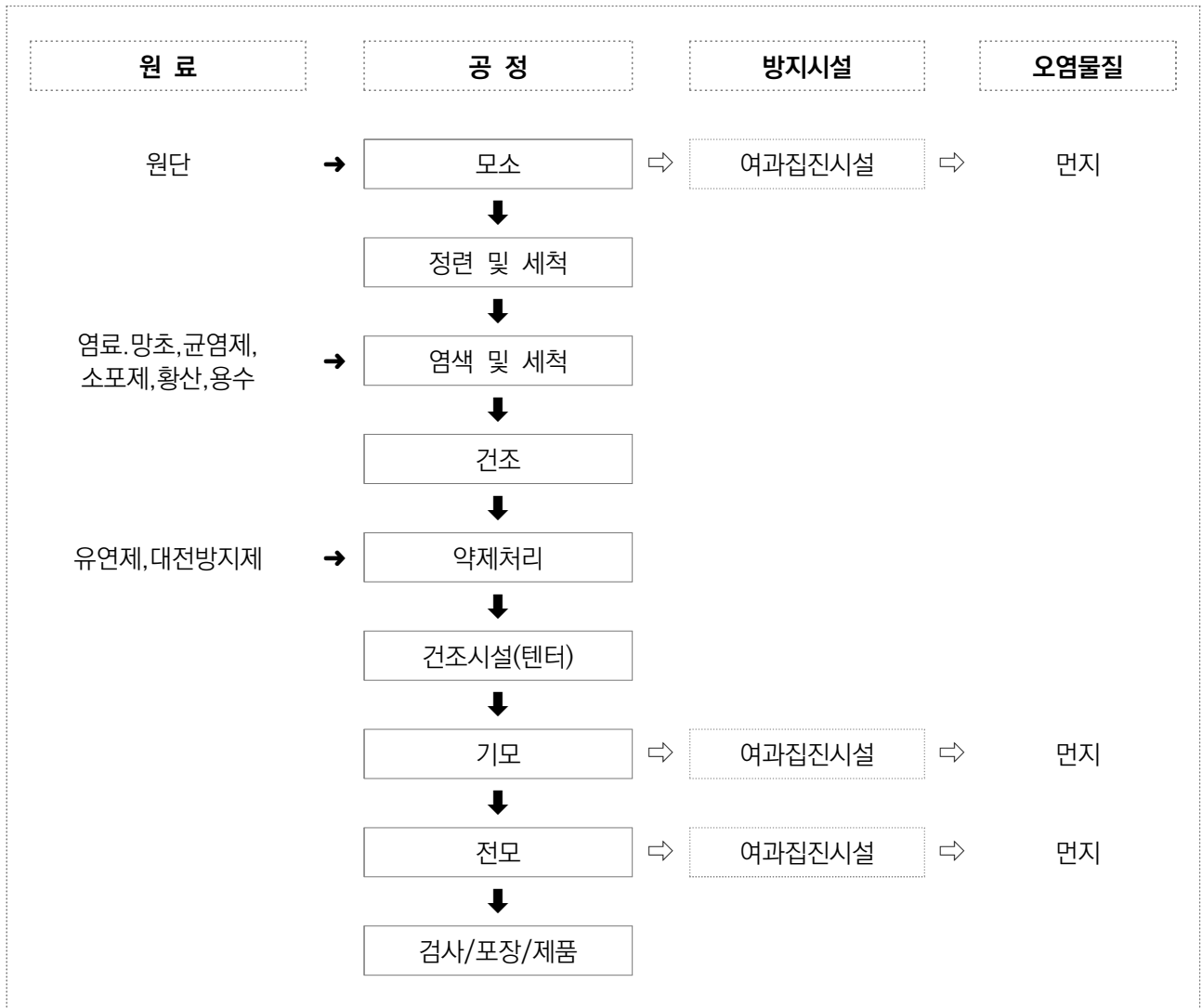
원단 표면의 불순물 제거 및 염색효과 증진을 위해 정련기에 원단과 조제약품을 투입하여 원단을 축소하여 원단의 울을 균질화한다.

#### ③ 탕신

정련된 원단을 고온(70~80℃)의 물에서 팽윤(Swelling) 후 냉각시켜 일정한 형태로 세팅하여 염색중의 작은 주름을 방지한다.

#### ④ 염색 및 세척

정련된 원단을 색상별로 염색하는 공정으로, 탕신된 원단, 염료 및 가성소다 등 각종 조제를 염색기에 투입하여 염색한 후에 세척한다.



〈 원단 가공공정 〉

⑤ 건조

탈수된 원단을 전기를 이용한 건조실(약 130℃)을 통과하여 수분을 건조한다.

⑥ 약제처리

조제(유연제, 대전방지제)를 물과 희석한 조제수에 원단을 침적시켜 섬유의 유연성 및 기능성을 부여하고 염료를 고착시킨 후에 롤러를 이용하여 탈수한다.

⑦ 다림질

일정한 함수율을 가진 원단을 180℃로 온도가 유지되는 다림질(텐터)시설을 통과시켜 염색

가공된 원단을 건조시키고, 이 과정에서 섬유조직을 조밀하게 하며 변형을 방지하여 제품의 질을 높이는 공정이다.

⑧ 기모

건조된 원료 표면의 이물질제거 및 보풀제거를 위해 롤러 브러시를 이용하여 보풀을 세운다.

⑨ 전모

기모시설에서 세워진 잔털 및 보풀을 커터 롤러를 이용하여 일정한 길이로 깎아 외관의 촉감 및 광택을 부여한다.

### 1.2.4 카시트 제조공정

① 정경공정(wapering)

제편하기 위해 정경빔이나 드럼에 감는 것을 말한다.

② 제편(knitting)

천을 짜는 공정

③ 폭조정(slitting)

천의 중앙부위를 개폭하는 공정

④ 전모(shearing)

털의 길이를 일정한 높이로 잘라주는 공정

⑤ 염색/세척

필요한 색상으로 염색/세척하는 공정

⑥ 확포

영켜진 천을 작업이 용이하도록 펴는 공정

⑦ 건조시설(텐터)

열을 가해 건조하는 공정





〈 카시트 제조공정 〉

1.2.5 인조잔디원사 제조공정

① 방사

원료를 녹여 실을 뽑는 공정

② 연신

굵은 인조실을 가늘게 세분하는 공정

③ 권취

세분되어진 실을 지관에 감는 공정

④ 주름(crimping)

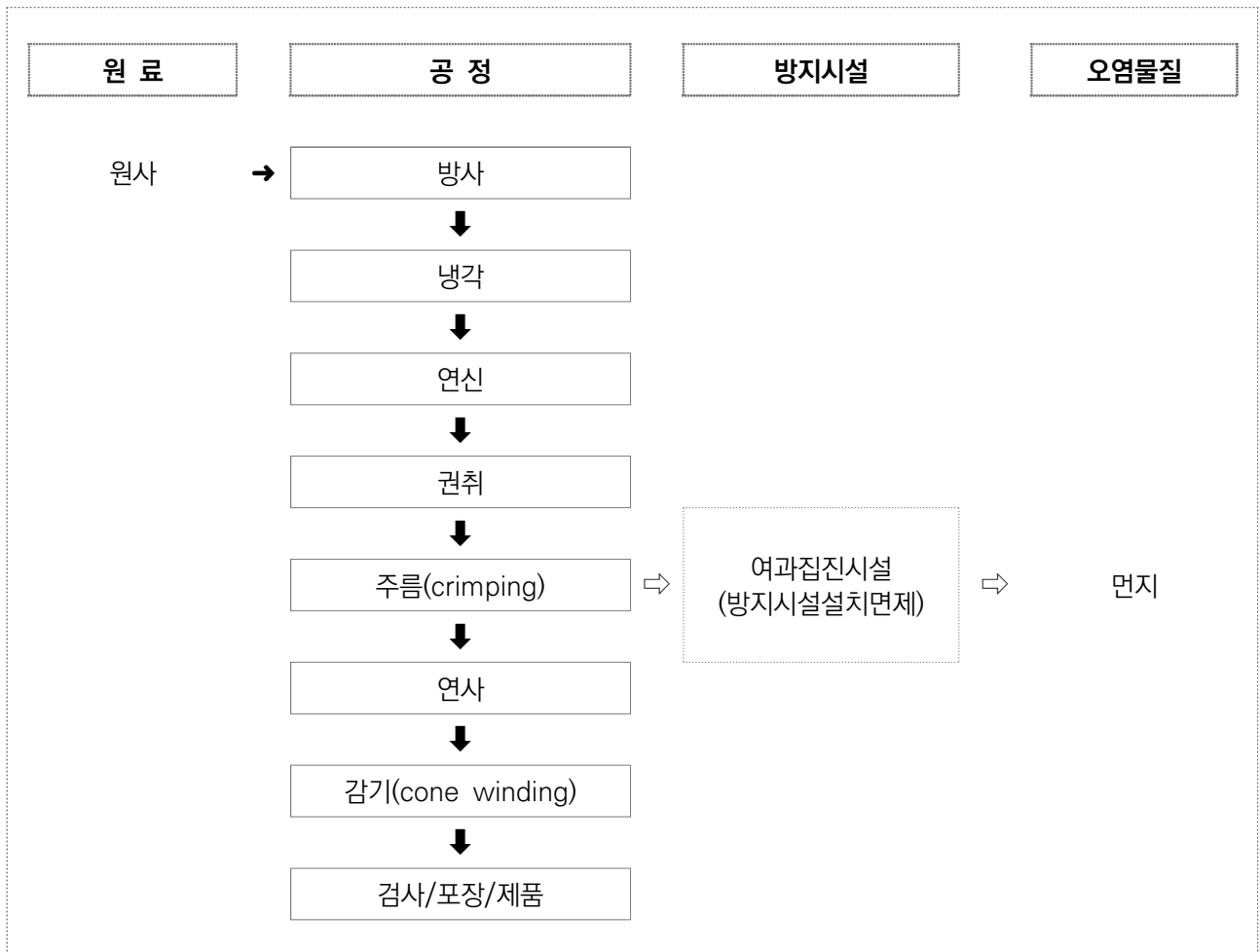
견과 화학섬유 등의 장섬유(실)에 양모와 같은 주름을 만들어 주는 가공공정으로 열가소성을 이용하여 가연(假燃)을 한 후 열셋트하는 방법이 주로 이용되며, 염류, 산류의 용액을 이용하는 방법도 있음

⑤ 연사

실을 꼬는 공정

⑥ 감기(cone winding)

가공사를 콘 형태로 감는 공정



〈 인조잔디원사 제조공정 〉

### 1.2.6 카펫·카매트 제조공정

① 연사(twister)

2~4 가닥의 원사에 꼬임을 주는 공정

② 열고정(heart set)

꼬인 실에 열을 가해 고정시키는 공정. 섬유의 열가소성을 이용하여 가연된 실에 적당한 온도 및 습도를 처리하여 꼬임을 고정시키는 공정

③ 사염(타래염색)

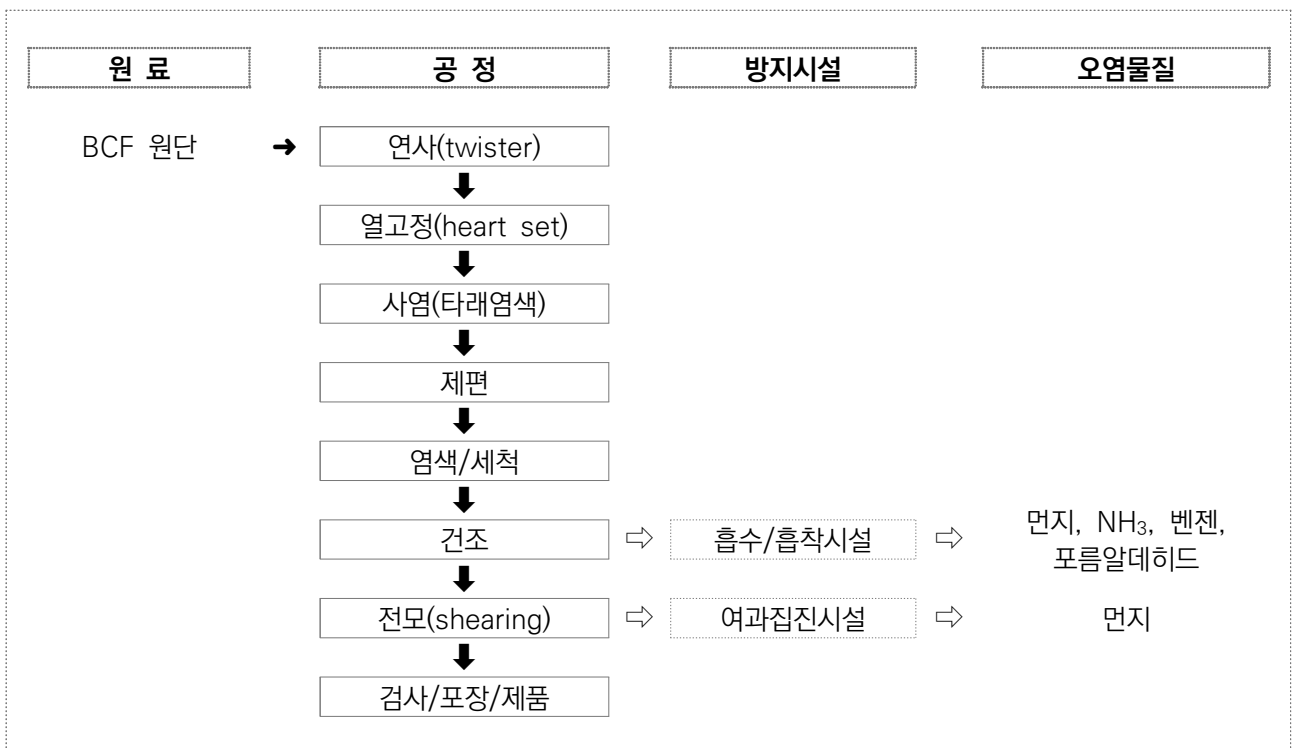
타래 상태의 실을 염색하는 공정

④ 제편

기포지에 실을 엮어서 원단을 만드는 공정

⑤ 전모(shearing)

털의 길이를 일정한 높이로 잘라주는 공정



〈 카펫·카매트 제조공정 〉

### 1.2.7 발열섬유 제조공정

① 발열섬유

전기 통전에 의한 발열 직물

② 프린팅

원단 표면에 발열, 전도층 인쇄

③ 건조/다림질(텐터)

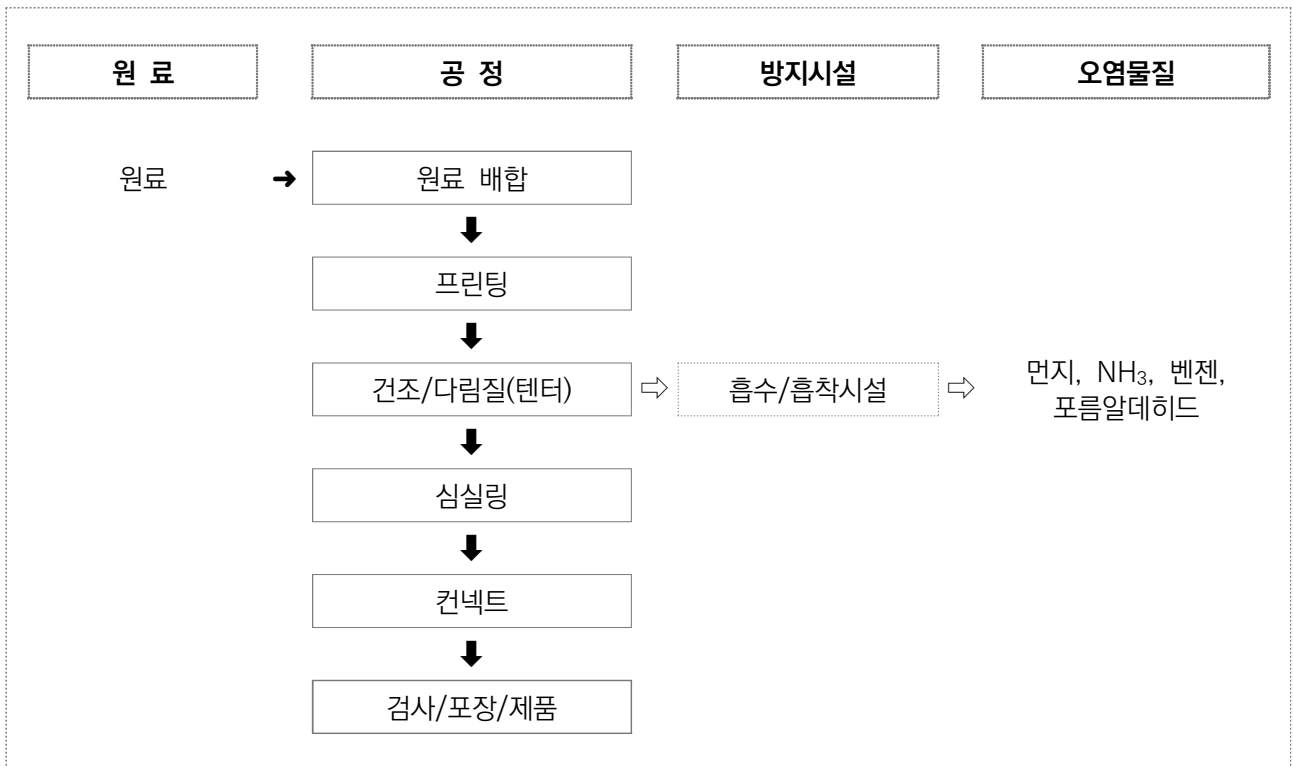
열을 가해 건조하는 공정

④ 심실링

원단 테두리 마감처리 공정

⑤ 콘넥트

전원 공급부 조립 공정



〈 발열섬유 제조공정 〉

## 1.2.8 방적사 가공공정

### ① 원 료

폴리에스테르, 울, 아크릴 등의 원료를 엄선하여 입고하여 저장하는 공정

### ② 정련 및 세척

원료 중의 불순물을 제거하기 위해 세척하고 염색을 준비하는 공정

### ③ 염 색

세척한 원료를 색상별로 염색하는 공정으로 염료 혼합한 후 염료를 넣은 염색 솥에 투입하여 배치(batch)식으로 행하는 공정

### ④ 세척 및 탈수

염색된 원료를 세척하고 원료에 함유된 물기를 짜서 없애는 공정

### ⑤ 건 조

탈수한 원료 중에 남은 물기를 완전히 제거하는 공정

### ⑥ 전 방

굵은 슬라이버의 불순물을 제거하고 섬유에 평행도를 주고 가는 조사를 만드는 공정

※ 슬라이버(Sliver) : 현대식 방적에 있어서 카딩(carding, 梳綿, 梳毛; 면화·양털을 잦기 전의 공정)이 끝난 섬유가 굵은 로프와 같은 섬유의 집합체로 얻어진 것

### ⑦ 정 방

만들어진 조사를 간접냉각수로 냉각하여 자은(yarn)으로 방출하는 공정

### ⑧ 후 방

방출된 반제품을 열고정하여 방출하는 공정

### ⑨ 사 염

원료를 색상별로 염색하는 공정으로 염료 혼합한 후 염료를 넣은 염색솥에 투입하여 배치식으로 행하는 공정

### ⑩ 탈 수

세척한 원료를 짜서 물기를 없애는 공정

⑪ 건 조

탈수한 원료중에 남은 물기를 완전히 제거하는 공정

⑫ 와인더

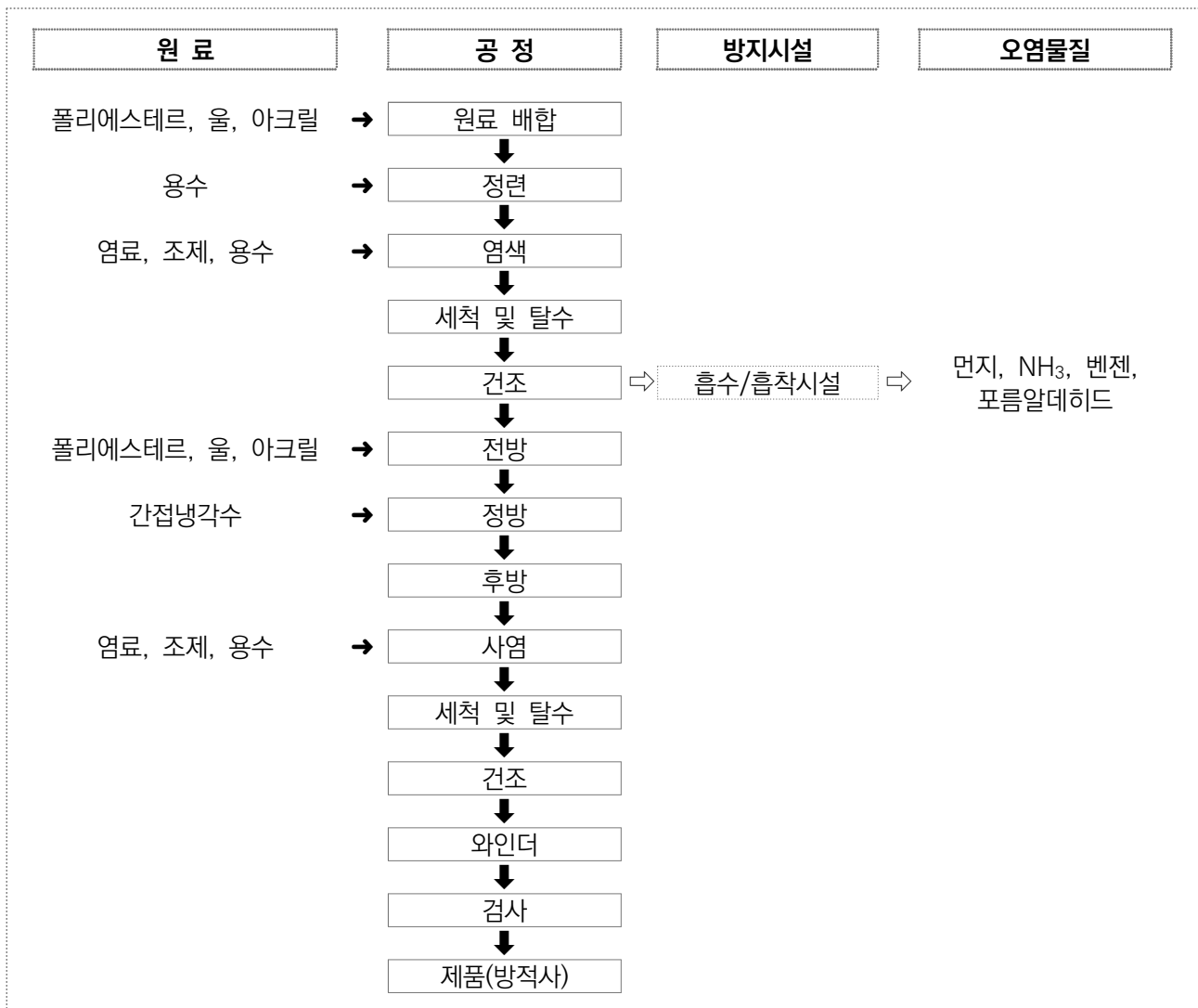
실에 불균일한 부분을 제거하는 공정

⑬ 검 사

불량품을 검사하는 공정

⑭ 계량/제품

일정한 양을 저울로 달아서, 완성품을 포장하여 저장하는 공정



〈 방적사 가공공정 〉

	
<p>기모 시설</p>	<p>전모 시설</p>
	
<p>다림질 시설</p>	<p>다림질 시설</p>
	
<p>섬유코팅시설</p>	<p>모소시설</p>
	
<p>냉각시설</p>	<p>가열시설</p>

〈 섬유제품 제조시설 〉

## 2 주요 대기오염물질 배출시설

### 2.1 선별(選別)[혼타(混打)]시설

면 등의 천연섬유, 나이론 등의 합성섬유, 인조섬유 등을 원래의 상태에서 조면(繰綿)상태로 만들기 위해 부풀리거나 불순물을 없앤 후 실을 뺄 수 있게 만드는 시설 중에 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 개면기(開綿機), 타면기(打綿機), 소면기(搔綿機) 등이 있다.

개면기는 원면(原綿)의 덩어리를 급속 회전하고 있는 철제의 굵은 빔(beam)에 장착(裝着)된 롤러 또는 피타를 때려서 서로 섞는 기계를 말한다. 타면기는 개면기에서 나온 면을 풀어 헤쳐 작은 덩어리를 더 잘 풀리게 하거나 혼재하고 있는 험잡물(挾雜物), 단섬유(短纖維) 및 파편 등을 떨어뜨려 면을 청결하게 하는 기계이다. 타면기에서 처리된 면(綿)에는 또 다른 작은 면(綿) 덩어리나 얇은 섬유 등이 남아있고, 또 개개의 섬유는 거의가 단섬유(短纖維) 형태로 되어 있다. 소면기는 이러한 것을 더 한층 풀어지게 함과 동시에 섬유를 길게 하는 한편 남아있는 비교적 짧은 섬유를 제거하고 개개의 섬유를 뽀뽀이 풀어 긴 상태로 만드는 기계이다.

### 2.2 다림질(텐터)시설

직조(織造)된 천에 그 종류별(種類別)로 유연제, 탈수제, 대전방지제(帶戰防止劑)등의 약품을 사용하여 가공한 후 원단의 천을 부드럽게 하거나 색상이나 광택이 나게 하고 원단의 규격을 고정(固定)시켜 반반하게 펴 말리거나 다림질하는 시설로 연료사용량이 시간당 60kg 이상, 용적이 5m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. LPG, 경유 등의 연료를 사용한 열원으로 직접 재양하는 시설이 대부분이나 보일러 등 열공급시설에서 생산된 증기를 이용하는 간접 재양시설도 있다.

### 2.3 코팅시설

직·편물 단독으로는 낼 수 없는 외관이나 물성, 성능 등을 부여하기 위해 각종 섬유의 직·편물의 표면에 아크릴 수지나 우레탄 수지 등 고분자 등을 습윤, 침지, 분사, 도포 등의 방법으로 얇은 균일한 피막을 입히는 시설로 실리콘·불소수지 외의 유연제 또는 방수용 수지를 사용하는 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 일반적으로 섬유의



코팅을 통해 방수, 발수, 방오, 투습(내부의 땀은 배출), 원단 고유의 패턴 유지, 원사에 광택 및 유연성 부여 등을 목적으로 한다.

## 2.4 모소시설

실 또는 직물표면의 잔털을 태워 직물의 표면을 평활하게 하고 조직을 선명하게 하기 위한 공정으로 소모 또는 털 태우기 시설이라고도 한다. 시설의 연료사용량이 일일 20kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 모소시설(모직물만 해당)을 말한다.

열판을 이용하는 방법은 가스를 이용한 털 태우기에 비해 불편하고 요철이 큰 조직에는 부적당하며, 가스를 이용하는 방법은 잔털까지 태워 직물이 얇아지는 느낌을 주며, 전열법은 니크롬선에 직물을 접촉시켜 잔털을 태우므로 비교적 편리하다.

## 2.5 기모(식모)시설

직물 또는 평성물 조직표면의 털이 불규칙하게 겹쳐 조직을 덮어 직물의 외관을 해치고 있는 것을 긁어서 일으키고, 여러 가지 모양의 외관을 나타냄과 동시에 태를 부드럽게 하고 천을 부풀게 하여 보온성을 좋게 하는 기계를 말한다. 이들 시설 중 동력이 7.5kW 이상인 시설을 대기배출시설로 분류하고 있다. 기모시설은 건조기모와 습윤기모가 있으며 습윤기모가 상대적으로 기모효과가 좋고 영구적이다. 가공은 사 스테이플 파이버중의 플래넬류, 레이온 직물중의 벨벳류, 방모직물 등에 행한다.

## 2.6 전모(剪毛, shearing)시설

축융공정(물, 열, 압력에 의해 섬유가 얽혀 시트형태로 만듦) 등을 거친 모직물은 표면과 조직내부에 잔털이 발생하므로 외관을 정돈하기 위해서 기계를 이용하여 직물표면의 잔털이나 직물의 파일을 고르게 깎아 다듬는 것을 전모라 한다. 방모직물 등의 축융 및 기모 공정을 거친 후에 행하여지며, 전모방식은 모직물을 환상(環狀)으로 하여 기계에 통과시켜 고속회전(800~1,200rpm)하는 회전 날과 평날 사이에서 잔털을 깎아 낸다. 동력이 7.5kW 이상인 전모시설을 대기배출시설로 분류하고 있다.

## 2.7 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질을 화학적으로 처리하여 그 물체를 상하게 하지 않고 될 수 있는 대로 순백으로 만드는 시설로서 연료사용량이 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 2.8 가열(加熱)시설(열매체 가열 포함)

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 각종 공정에 쓰이는 관식(管式)가열로(tubular heater)등을 말한다. 이는 피가열물체가 기계 또는 액체등의 유체(流體)에 한정되며 거의 연속운전인 점 그리고 열원(熱源)으로서 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화(直火)방식인 특징이 있다.

한편, 열매체(熱媒體)라 함은 장치를 일정한 온도로 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체를 말한다. 열매체는 조작온도 내에서는 유체로서 취급될 수가 있어야 하며, 열적(熱的)으로 안정하고, 단위체적당 열용량이 크며, 사용압력범위도 적당하고, 전달계수(轉漚係收)가 높아야 한다. 대표적으로 이용되는 열매체에는 유기열매체(디페닐에트드, 디페닐 등의 화합물), 수은, 열유(熱油), 온수유기열매체 등의 액상(液相)열매체와 과열수증기, 굴뚝가스, 공기 등의 기체성 열매체가 있다.

## 2.9 혼합시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질하게 하는 시설로 일반적으로 용융·용해시설도 큰 분류의 혼합시설에 포함되나, 여기서는 원래 상태의 물질이 물리·화학적 변화 없이 단순히 혼재되어 있는 경우로서 교반시설이나 교반조도 포함하여 말하는 것으로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

## 2.10 반응시설

한 종류 또는 두 종류 이상의 물질이 그 자신 혹은 상호간에 분해, 축합, 산화, 환원, 합성 등에 따라 그 조성이나 구조, 성분 등 물리화학적 성질이 본래와는 다른 물질을 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 2.11 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품에 함유된 수분 등을 증발시켜 말리는 시설로서 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다.

## 2.12 연사(撚擡, twisting)

실의 강도를 증가시키고 집속성을 향상시켜서 후공정 특히 제직공정에서의 작업능률을 향상시킨다. 방적사의 기본연에 다시 꼬임을 주는 것과 합성섬유의 필라멘트사에 꼬임을 주는 조작을 통틀어 연사라 한다.

## 2.13 열고정

실은 연사과정을 거친 후에 비틀림 힘이 생길 수 있다. 만약 비틀림 힘이 너무 크면 실말림 현상을 야기시키게 되며, 제직의 효율과 품질이 떨어질 수 있으므로 반드시 열고정 공정으로 연을 고정시켜 관리하고 제어하여야 한다. 섬유의 열가소성을 이용하여 가연된 실에 적당한 온도 및 습도를 처리하여 꼬임을 고정시키는 공정으로 원사 물성에 따라 적절한 조건을 설정하여야 한다.

## 2.14 가호공정

가호공정은 실에 풀을 먹이는 공정으로 "가호가 잘되면 절반은 제직한 것이나 다름없다"는 말이 있다. 이것은 가호 공정에서의 상태 여부에 따라 제직효율과 직물의 품질을 크게 좌우하기

때문에 비롯되었다. 제직공정 중에서도 준비작업, 특히 가호가 중요한 공정으로 인식되고 있는 것은 과거로부터 변함이 없다. 또한 최근 혁신적인 직조기 도입에 따른 직조기의 고속화, 다품종 소량생산, 고부가가치 직물의 증가, 품질기준의 고도화 등의 변화에 따라 가호의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

대기오염물질배출시설

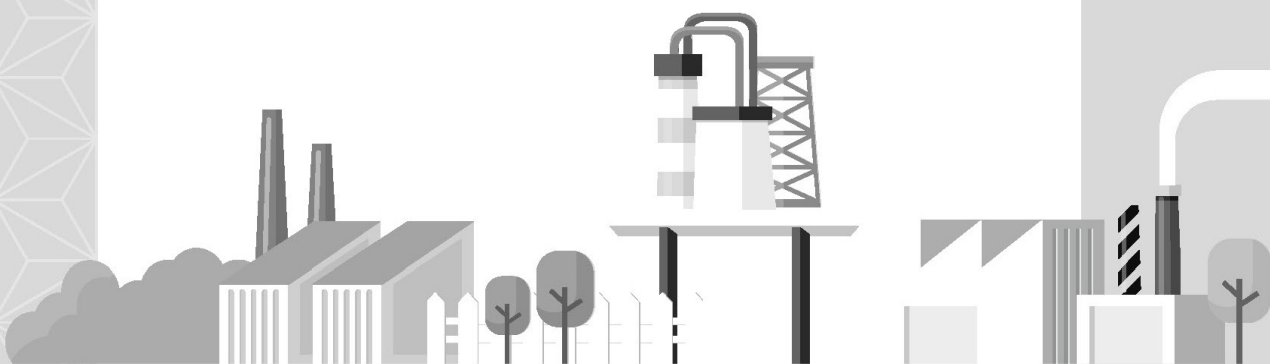
# 해설집

—

## Ⅱ

### 가죽·가방 및 신발 제조시설

—





## II 가죽·가방 및 신발 제조시설

### 1 가죽·가방 및 신발 제조시설

#### 1.1 개요

##### 1.1.1 가죽 및 가죽제품 제조시설

소, 말, 양, 염소, 파충류, 아가미동물 등의 원피를 무두질, 다듬질, 끝손질, 돛음새김질 및 윤내기, 염색 등을 하여 각종 천연가죽을 생산하는 시설과 천연 가죽조각 및 부스러기를 접착제 등으로 응집, 집합시켜 재생가죽을 생산하거나 또는 모조록피, 에나멜가죽, 금속가죽 등 직물 및 플라스틱 가죽이외의 인조가죽을 제조하는 시설을 말하며 대기배출시설로는 도장시설, 염색시설, 접착시설, 건조시설(유기용제를 사용하는 시설만 해당)등이 있다.

##### 1.1.2 신발 제조시설

가죽, 플라스틱, 고무, 방직용 섬유물질, 목재 등의 재료를 재단 및 재봉·접합·주형 등의 가공방법에 의하여 각종 신발, 각반, 정강이받이 등의 제품과 갑피, 갑피부품, 밑창 및 안창 등의 신발 부속품을 제조하는 시설이다.

#### 1.2 제조공정

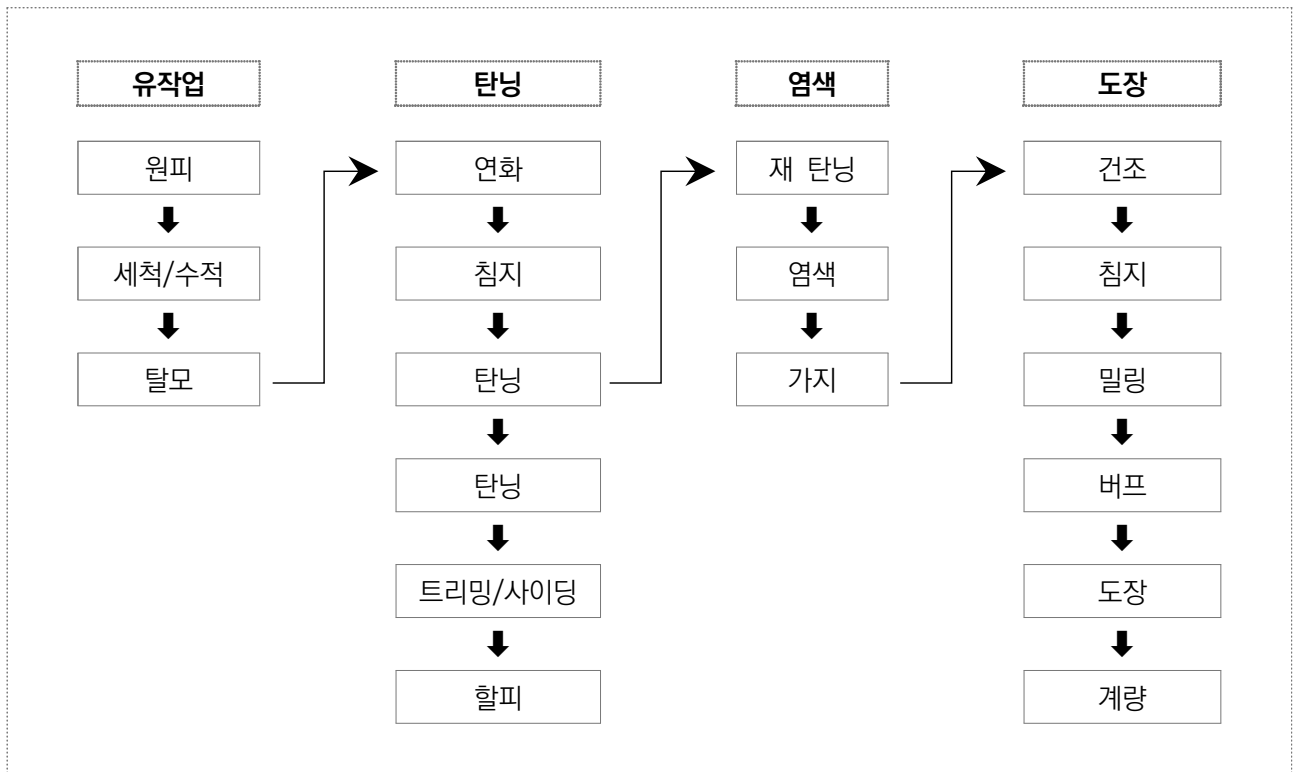
##### 1.2.1 피혁제품 제조공정

###### ① 원피

원피는 부패방지를 위하여 24시간동안 염수 용액에 저장 후 건조염을 첨가하여 염장상태로 운송되며, 도착 후 적절한 방역을 한 뒤에 원피 저장 창고에 보관한다.

###### ② 세척, 수적(soaking) 공정

염장처리 되어있는 원피를 물에 담가 염을 제거하여 최초 도살 직전의 단백질 조직으로 복원시켜 유연한 상태로 하는 공정이다. 물과 가죽 습윤화를 위한 습윤제 및 소독약 등의 화합물을 사용하여 가죽에 붙어있는 오물, 염분, 수용성 단백질을 세척하며 가죽의 두께에 따라 8~20시간 동안 수행한다.



〈 피혁제품 제조공정 〉

③ 탈모(unhairing) 공정/석회적(liming) 공정

탈모 공정은 수적(soaking)을 위해 사용된 것과 같은 드럼에서 가동된다. 가죽과 물을 포함한 드럼에 수산화칼슘[Ca(OH)<sub>2</sub>], 황화나트륨(Na<sub>2</sub>S)과 황화수소나트륨(NaHS) 같은 화학물질을 첨가하여 털을 뽑고 가죽 외피를 부드럽게 하며 표면의 단백질을 제거한다. 화학약품의 사용은 가죽의 산도(pH)를 높이고 가죽을 팽윤시키게 되며 가죽의 두께가 거의 두 배가 된다.

④ 연화(bating) 공정

연화(bating) 공정은 원피의 표면을 고르게 하거나 털 등의 찌꺼기를 제거하기 위하여 약품으로 처리하는 작업이다. 이 공정은 원기둥 형태의 통에서 가동되고 회전축에 삽입된 관을 통해 화학약품과 물이 투입된다. 이 공정은 탈모 공정에서 사용된 알칼리 성분의 제거 및 남아있는



가죽 내 불필요한 성분 제거를 위함이다.

염화암모늄( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )와 황산암모늄[( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$ ]와 같은 화학물질로 pH를 조절한 후 베이트(bate)라 불리는 동물성 효소를 드럼에 첨가여 털 모근과 가죽 내 색소를 파괴한다. 연화(bating) 공정의 결과는 탄닝 공정 전의 부드럽고 깨끗한 가죽을 제조하고 돼지나 양가죽의 경우에는 연화(bating) 후에 별도의 공정을 거친다. 탄닝 공정에 앞서 제거되어야 하는 지방과 그리스 성분을 많이 갖고 있어 용매를 사용한 탈지(degreasing) 공정이 추가된다.

#### ⑤ 침지(pickling) 공정

탄닝 공정에 앞서 가죽의 pH가 한번 더 조정되어야 되는 경우 거치는 공정이다. 곰팡이나 세균으로부터 보호하고 장기저장에 적합한 pH가 되도록 산에 침적하는 공정으로 연화(bating) 공정에 사용된 드럼을 사용하여 황산 등의 산성 약품을 이용하여 pH를 2~3으로 맞춘다.

#### ⑥ 탄닝(tanning) 공정

탄닝 공정은 더 이상 가죽이 생분해되지 않도록 가죽 내 콜라겐 섬유를 안정화 시키는 작업이다. 일반적인 탄닝공정인 크롬 탄닝은 식물 탄닝, 광물 탄닝 및 합성수지 탄닝(resin tanning) 방법들에 비하여 짧은 시간 안에 이루어지며, 가죽을 안정하고 더 사용하기 편리하게 만든다. 연화공정(bating)과 침지(pickling) 공정에 사용된 드럼을 사용하며 일반적으로 4~6시간 내에 완결한다.

이후 다공성 밑바닥을 가진 통에 넣어진 가죽은 과잉의 탄닝 용액을 가죽으로부터 제거한다. 탄닝된 가죽은 보통 파란색으로 나타나며, 가죽 탄닝과 마감 공정에서 약간의 크롬 방출이 일어날 수도 있다. 가죽은 탄닝 공정에 의해 내열성, 내부식성, 내부패성, 유연성 등의 성질을 갖게 된다.

#### ⑦ 절단(trimming & siding) 공정

탄닝 후, 가죽의 마감 공정에 방해가 되는 머리와 볼록한 부분 등을 잘라낸다. 절단(siding) 조작은 머리로부터 꼬리까지 등뼈를 따라 절단하는 공정이다.

#### ⑧ 셰이빙(shaving) 공정

셰이빙 기계를 이용하여 가죽의 육면을 긁어내고 원피를 용도에 따라 일정한 두께로 조절하는 공정이다.

⑨ 염색(syeing) 공정

염료를 사용하여 가죽을 원하는 색으로 염색하는 공정이다. 염료의 기본 요건은 색, 용해성 및 피혁에 대한 염착성(染着性)으로, 이러한 요건을 구비하고 있는 염료를 사용하여 소재를 착색한다.

⑩ 건조(drying) 공정

건조로를 이용해 인공건조를 하거나, 실내 혹은 야외건조장에서 자연건조 하는 공정이다.

⑪ 신장(toggling) 공정

건조용 넓은 판에 못 등으로 쳐서 펼쳐 놓거나, 그물망에 큰못(비녀 모양) 등으로 펼쳐 평편한 상태로 건조시켜 수분을 제거하는 공정이다.

⑫ 도장(finishing) 공정

외관상의 아름다움을 나타내기 위하여 색과 광택을 강조함은 물론, 가죽의 내구성을 부여하기 위하여 도료(塗料) 등을 표면에 도포하는 공정이다.

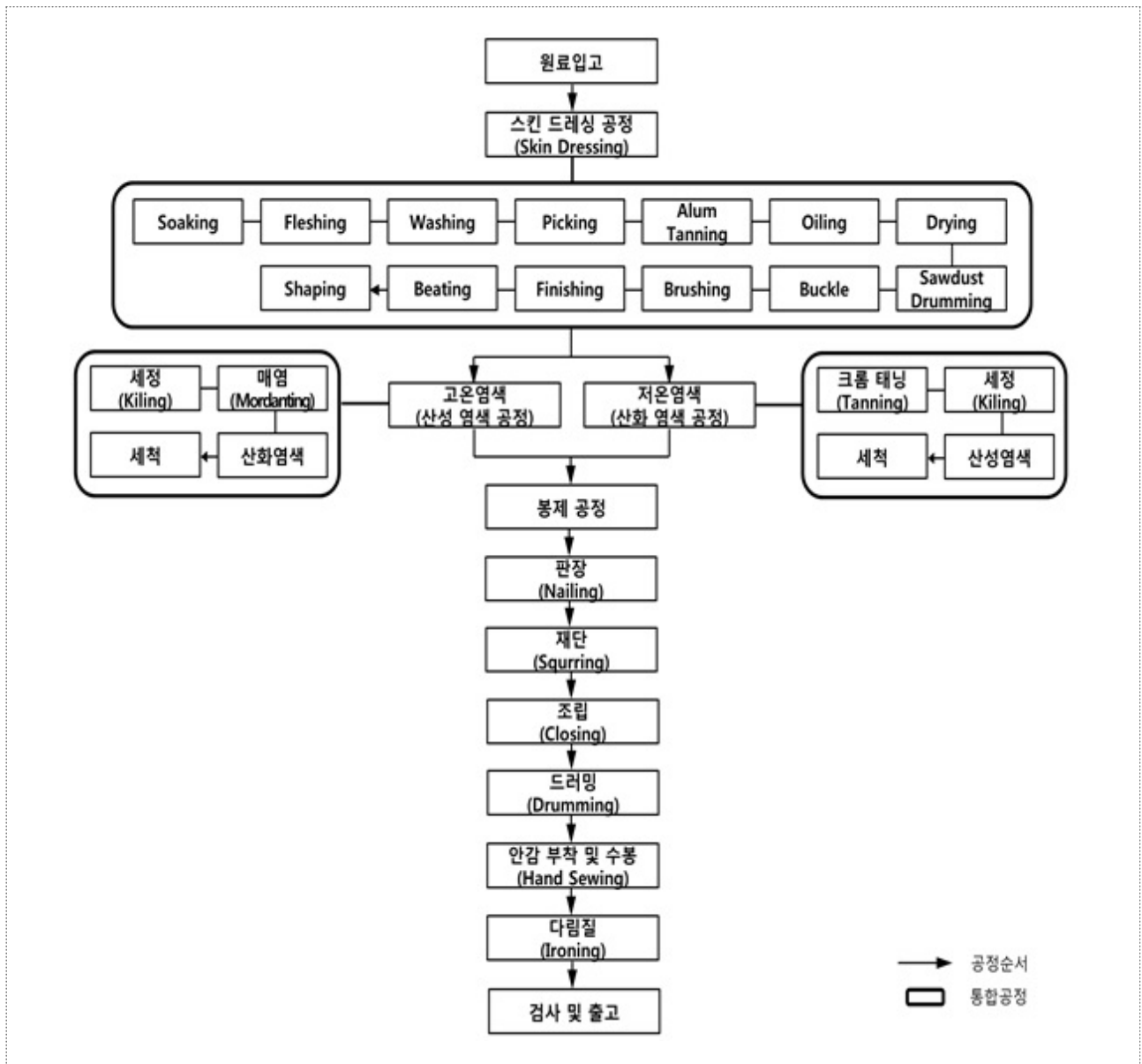
⑬ 엠보싱(Embossing) 공정

가죽의 무늬가 고르지 않고 상처, 주름 등을 감추고 균일한 품질을 구현하기 위한 공정으로 특별한 은면 효과를 얻기 위해 특정 패턴으로 된 프레스나 롤러를 사용한다. 엠보싱 공정은 좀 더 자연스러운 외관을 나타내기 위해 2~3회 반복하여 여러 가지 무늬를 형성하고, 최종 디자인을 고려하여 엠보의 크기와 깊이를 결정한다.

⑭ 계량(measuring) 공정

계량기에 걸어 가죽 면적을 계량하는 공정으로, 가죽의 계량 단위는 평(S/F: square feet) 또는 입방미터(S/M: square meter, m<sub>2</sub>)로 표현한다.

### 1.2.2 모피제품 제조과정



〈 모피 제조시설의 공정 〉

① 원료 입고

모피의 원료인 밍크(Mink), 라쿤, 설치류 및 유제류 등의 털을 입고하는 공정

② 스킨 드레싱 공정(Skin Dressing Process)

스킨 드레싱 공정(Skin Dressing Process) 공정은 가죽 제조시설 중 가죽의 전처리 공정에 해당하는 시설로서 세부 공정은 다음과 같다.

- (Soaking) 건조 상태에 있는 스킨에 충분히 물을 먹여 살아있었을 때와 가까운 상태로 되돌리는 공정을 말한다.
- (Fleshing) 털가죽 표면에 붙어있는 불순물을 제거하고, 두꺼운 부분을 적당한 가죽의 두께로 깎아 균일한 상태로 만드는 공정이다.
- (Washing) 약취의 원인이 되는 기름을 제거하고 털에 붙어있는 먼지나 기름기를 씻어내는 공정을 말한다.
- (Pickling) 스킨 안의 산가용성 단백질의 용출을 촉진시켜, 부드럽고 가벼운 가죽 부분을 얻는 공정이다. 가죽의 pH를 산성 쪽으로 내리면서, 다음 공정인 Tanning 약품의 침투를 촉진시킨다.
- (Alum Tanning) 스킨의 단백질(콜라겐)에 알루미늄을 결합시키는 공정을 말한다. 가볍고 유연한 가죽 부분을 얻을 수 있는 공정이다.
- (Oiling) 안정된 양질의 지방분을 가죽섬유에 균일하게 침투시키는 공정으로 유연한 가죽 부분을 얻을 수 있으며 섬유 조직의 유분은 가죽 보호의 역할도 할 수 있다.
- (Drying) 저온에서 서서히 건조하는 공정을 말한다.
- (Sawdust Drumming) 스킨에 붙어있는 잉여의 유분·약품·먼지 등을 톱밥 가루에 흡수시켜 제거하고 수분을 조정하는 작업이다.
- (Buckle) 가죽 부분을 종횡으로 늘려, 가죽 섬유를 풀고, 크기를 회복시킨다.
- (Brushing) 털이 짧은 모피는 와이어 브러시(Wire Brush)로, 긴 포피는 빗을 사용하여 털이 엉킨 것을 풀어주고 털 흐름을 좋게 하는 작업을 말한다.
- (Shaping) 털을 수직으로 늘리면서 형태를 정돈하는 공정이다.
- (Beating) 털에 붙어있는 미세한 가루 등을 기계로 때려 제거하는 작업이다.
- (Finishing) 색상별 선별을 하며 적당량의 스킨 수량만큼씩 묶어서 출고한다.

### ③ 고온 염색(산성 염색 공정)

- 크롬 태닝(Chrome Tanning)  
고온 산성 염색을 하는 모피는 가죽에 내열성을 갖게 해야 하며 이를 위해 3가 크롬 태닝이

널리 사용되고 있다. 크롬 태닝이 된 모피는, 내산성, 내 알칼리성이 더욱 뛰어나며 강하고 부드러워진다.

- 세정(Killing)

염색 공정에 들어가기 전, 털에 묻은 불순물을 제거하여, 염색이 더 용이하고 균일하게 되도록 하는 공정이다.

- 산성 염색(Acid Dyeing)

산성 염색은 털 단백질과 산성으로 결합하는 산성 염료를 사용하여 시행한다. 빨강, 파랑, 노랑의 삼원색과 검정 4색을 사용하면 대부분의 색상을 낼 수 있다. 단, 단모는 염색이 잘되나 장모는 염색하기 어려운 점이 있다.

- 세척(Washing of After-treatment)

염색 후 털에 잔류하고 있는 염료를 반드시 제거하여야 한다. 이 공정을 확실히 해두지 않으면, 제품 탈색 원인 중 하나가 된다.

④ 저온 염색(산화 염색 공정)

- 세정(Killing)

털에 잔류하고 있는 불순물을 제거시킨 후 털 조직을 부분 팽창시킴으로써 염료의 침투를 용이하게 하여, 균일한 염색 효과를 얻기 위해 산화, 환원, 알칼리 세정이 단독 또는 병행으로 진행된다.

- 매염(Mordanting)

크롬 염, 철염, 구리 염 등을 먼저 털의 단백질 섬유에 흡착시켜 다음 공정의 산화 염색제가 잘 흡착할 수 있도록 하기 위한 전처리공정이다.

- 산화 염색(Oxidation Dyeing)

털 조직 속에 침투한 염료 분자를 산화·중합시켜 발색시키는 방법이 산화염색이다. 산화염색은 산성 염색과 달리 단모와 장모도 잘 염색이 되는 특징을 가지고 있다.

- 세척(Washing of After-treatment)

산화 염색은, 공정 중에서 염료의 산화·중합 반응을 완결하는 것이 어려워, 많은 미반응 염료 및 중합 중간 생성물을 남겨두기 때문에, 이를 충분히 제거하지 않으면, 탈색의 원인 중 하나가 된다.

### ⑤ 봉제 공정

#### - 디자인 결정

최종 목표물의 디자인을 결정하는 단계이다.

#### - 패턴 제작

디자인이 결정되면 결정된 디자인에 맞게 모피의 패턴을 제작하는 공정이다.

#### - 스킨 판장(Skin Nailing)

모피의 형태를 잡기 위해 복부를 중심으로 세로로 펴, 뒷면을 물에 젖게 한다. 그 후 종횡으로 늘린 후 판장판에 스테이플러 등으로 고정시켜 상온에서 건조시키는 공정을 말한다.

#### - 선별 및 매칭(Sorting & Maching)

디자인이 결정된 의상의 소모량이 나오면, 용도에 맞는 적절한 품질의 동일한 색상과 질감, 부피를 가진 원자재를 구분(대선별)하여, 소요량 내에서 부위별로 배열 순서를 정한다(소선별)

#### - 성형 및 봉제

모피의 선별 및 매칭 작업이 완료된 후 최초 디자인에 맞춰 모피의 성형 및 봉제를 하는 공정을 말한다.

### ⑥ 판장(Nailing)

모피의 가죽 부분에 물을 축여 패턴이 그려진 판장대 위에 못이나 스테이플러로 고정시킨 후 건조시킨다. 이는 모피의 변형을 방지하고 옷의 모양을 유지하기 위한 공정으로 건조 후 핀이나 못을 제거한다.

### ⑦ 재단(Squaring)

판장이 끝난 반제품을 각 부분별로 패턴에 맞추어 재단하는 공정으로, 제품의 형태를 최종적으로 결정하는 공정이다.

### ⑧ 조립(Closing)

재단이 끝난 부분 별 반제품들을 결합하여 의상의 형태로 만들어 내는 과정이다.

⑨ 드리밍(Drumming)

모피의 가죽면을 부드럽게 하는 공정으로, 모피에 남아있는 이물질과 들뜬 털 등을 제거하는 공정을 말한다.

⑩ 안감 부착 및 수봉(Hand Sewing)

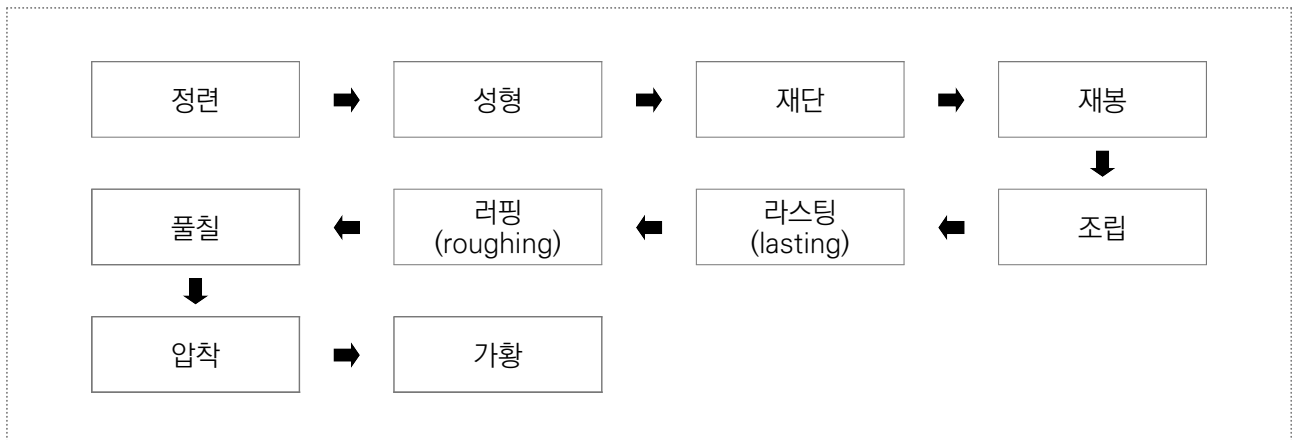
조립이 끝난 반제품에 안감을 결합하는 과정으로 심감, 어깨 패드 등을 시침한 뒤 주머니, 단추 등의 부속을 달고 안감을 결합하여 수봉으로 막는 공정이다.

⑪ 다림질(Ironing)

브러시로 들뜬 털을 제거하고, 스팀 다리미로 모피의 결을 정돈하여 형태가 반듯하게 고정되도록 하여 안감이나 기타 부위에 주름을 펴 마무리한다.

1.2.3 신발제품 제조공정

신발은 통상적으로는 발등과 발목 부위를 덮어서 보호하는 갑피(upper)와, 발바닥을 보호하면서 지면과의 마찰력을 높이며, 보행시 발바닥에 가해지는 충격을 완화시키도록 하는 신발창으로 구성되어 있다. 또한 신발창은 통상 신발용 깔창이 되는 안창(insole)과, 보행 시 인체의 하중을 탄력적으로 분산시키고 지지할 수 있도록 완충력이 우수한 고무나 발포수지 또는 스폰지 재질 등으로 제조되는 중창(midsole)과, 중창의 바닥면에 부착되어 보행 시 마찰력을 부여하기 위하여 고무 재질로 만들어지는 밑창(outsole)으로 이루어진다



〈 신발제품 제조공정 〉

① 정련

천연고무나 합성고무에 각종 약품을 배합하여 신발용 배합고무를 만든다.

② 성형

배합고무를 프레스로 성형시켜 필요한 형태의 신발 밑창을 만든다.

③ 재단

구두나 신발에 들어가는 가죽 등의 원자재를 각 부분별 원하는 형태로 잘라낸다.

④ 재봉

재단공정에서 재단한 각 부분을 재봉하는 공정으로 신발 갑피를 만든다.

⑤ 조립

갑피에 끈고리 끼우기와 화형과 중창의 접착 등의 준비과정을 거친 후, 성형 및 재봉공정에서 각각 만든 신발 밑창과 갑피를 조립하여 완제품을 만든다.

⑥ 라스팅(lasting)

화형에 갑피를 씌운 후 화형에 맞추어 갑피를 성형하는 공정이다.

⑦ 리핑(roughing)

갑피와 밑창이 쉽게 접착되도록 접착시킬 부분을 거칠게 하는 공정이다.

⑧ 풀칠

갑피와 밑창 결합을 위하여 접착제를 바르는 공정이다.

⑨ 압착

풀칠공정 후 결합 부위를 견고하게 밀착시키기 위해 상하, 측면, 사방 순으로 압착하는 공정이다.

⑩ 가황

포화 제조 시 조립공정 후 일정시간동안 압력과 온도를 가하는 공정이다.



## 2 주요 대기오염물질 배출시설

### 2.1 도장(塗裝)시설

페인트, 니스 등의 도료를 사용하여 제품을 공기, 물, 약품 등으로부터 보호하기 위해 표면을 차단하거나 또는 전지절연·장식 등을 위해 캐린더·압출·침지·분무 등의 가공법을 이용하여 물체표면을 피막처리 하는 시설로서 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다. 도장시설에서 페인트 등을 도포시킨 후 피도체를 건조하거나 화학제품 등의 액체상 또는 고체상 조립자(組粒子)등을 건조하기 위해 사용되는 건조시설을 포함한다.

### 2.2 염색시설

피혁염색은 염료를 사용하여 구두용 피혁, 핸드백 피혁, 의류용 피혁 등의 가죽에 원하는 색으로 염색하는 공정이 이루어지는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 2.3 접착시설

같은 종류나 서로 다른 종류의 두 고형물을 접착제 등을 이용하여 서로 붙이는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

접착제는 자체의 응집력이나 접착면에서 분자간의 힘이 강한 것이 요구되므로 분자간 사이에 극성을 띠거나 분산력의 원인이 되는 공액이중결합을 이루고 있는 것이 좋다. 천연제품으로는 젤라틴, 아라비아고무 등이 있으며, 공업적으로 사용되는 것으로는 대부분 합성수지이거나 합성고무이다. 대표적인 것으로는 페놀수지, 에폭시수지, 비닐수지, 아크릴수지 등이 있다.

### 2.4 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍(熱風) 등을 이용하여 제품에 함유되어 있는 수분을 증발시켜 말리는 시설로 가죽·모피가공시설 및 모피제품·신발 제조시설의 건조시설(유기용제를 사용하는 시설만 해당한다.)은 전기나, 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 2.5 연마(研磨)시설

연삭숫돌을 고속 회전시켜 재료를 절삭(切削) 혹은 가공하는 시설 또는 연마재(研磨材)의 절삭 능력이 작은 재료를 사용하거나 연마재(研磨材)를 사용하지 않고 표면 청정만을 목적으로 사용하는 시설을 말한다. 일반적으로 연마시설은 절삭·연마시설을 포함하며, 연마재를 사용하여 그 절삭 작용으로 표면층을 절삭해 내는 시설을 말한다. 대표적인 시설로 셰이빙(shaving)시설이 있다. 셰이빙 시설은 가죽의 육면(肉面)부위를 연마재를 이용하여 깎은 다음 원하는 두께로 조절하는 시설이다.

연마는 크게 나누어 기계적 연마와 습식연마로 구분되며, 기계적 연마에는 건식분사 연마방법, 습식분사 연마방법, 공구회전 연마방법, 배럴 연마방법, 벨트(abrasive belt) 연마방법, 고압매체 연마방법, 점성유체(黏性流體)의 가공 연마방법 등이 있으며, 습식연마에는 전해연마, 화학연마, 전해가공 등의 방법이 있다.

## 2.6 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질을 화학적으로 처리하여 그 물체를 상하게 하지 않고 될 수 있는 대로 순백으로 만드는 시설로서 연료사용량이 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 2.7 가열(加熱)시설(열매체 가열을 포함)

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 각종 공정에 쓰이는 관식(管式)가열로(tubular heater)등을 말한다. 한편, 열매체(熱媒體)라 함은 장치를 일정한 온도로 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체를 말한다.

## 2.8 혼합시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질하게 하는 시설로 일반적으로 용융·용해시설도 큰 분류의 혼합시설에 포함되나, 여기서는 원래 상태의 물질이 물리·화학적 변화 없이 단순히 혼재되어 있는 경우로서 교반시설이나 교반조도 포함하여 말하는 것으로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

		
수적	석회석	탈취
		
침산	염색	건조
		
밀링	탈취	코팅

〈 가죽, 가방 및 신발 제품 제조시설 〉



대기오염물질배출시설

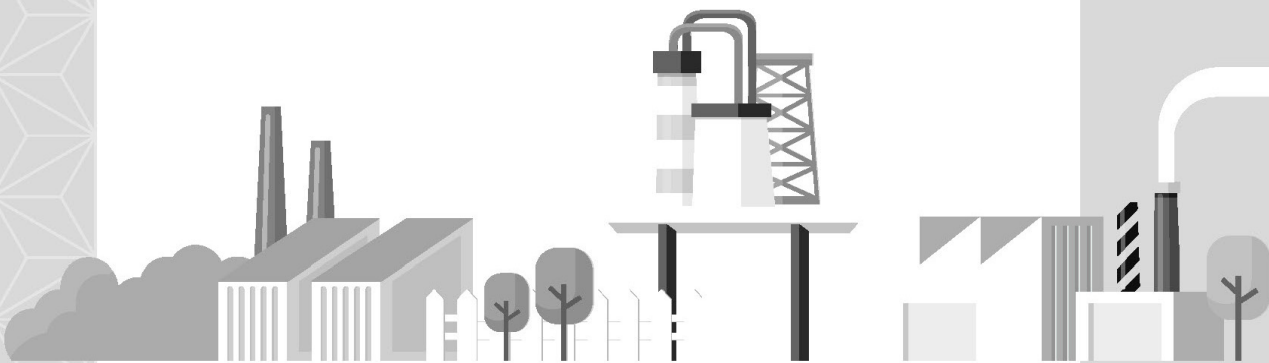
## 해설집

—

# Ⅲ

## 펄프·종이·인쇄 및 기록매체 제조(복제)시설

—





# Ⅲ 펄프·종이·인쇄 및 기록매체 제조(복제)시설

## 1 펄프 제조시설

### 1.1 개요

펄프란 목재나 그 밖의 섬유 식물에서 기계적·화학적 또는 그 중간 방법에 의하여 얻는 셀룰로오스 섬유의 집합체를 말한다. 본래 많은 수분을 포함하고 있어 죽 모양으로 되어 있거나, 압착 등의 방법에 의하여 탈수한 습윤물을 말하는데, 좁은 의미로는 식물을 구성하고 있는 섬유를 추출하여 모은 것을 말한다.

펄프(pulp)는 활엽수, 침엽수, 고지, 비목질계로부터 얻어진다. 일반적인 펄프 제조란 셀룰로오스 섬유질을 함께 묶고 있는 리그닌(lignin)이라고 하는 성분을 목재로부터 녹여내어 셀룰로오스 만을 추출하는 일을 의미하며, 그 방법으로는 크라프트(kraft)법, 아황산법, 중아황산법 등이 있다

이러한 각종 셀룰로오스(Cellulose)성 펄프를 얻기 위해 나무 등 식물성재료, 폐섬유, 고지 등으로부터 각종 형태의 셀룰로오스(cellulose)성 펄프를 제조하는 공정을 펄프 제조시설이라 하며 주요 대기배출시설로는 증해 시설, 표백시설, 석회로 시설, 가열시설 등이 있다.

### 1.2 제조공정

#### 1.2.1 펄프 제조공정

##### ① 목편

주원료인 목재칩은 목재를 일정크기의 작은 목편으로 가공하여 일정기간동안 야적장에 저장한 후 증해공정으로 공급한다.

## ② 증해(cooking)

공급된 목편에 스팀(steam)과 증해액(주성분-수산화나트륨(NaOH))을 투입하여 고온, 고압에서 삶아 나무를 구성하는 섬유분과 리그닌을 분리한다.

## ③ 세척

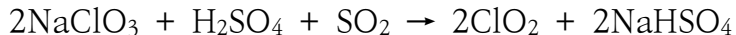
섬유분과 리그닌이 함유된 용액을 고-액 분리하는 공정으로 세척여액(리그닌 + 증해액 함유분)은 열원 및 약품 회수를 위해 증발공정으로 이송한다.

## ④ 정선

세척된 섬유질 중의 불순물을 정선, 분리한다.

## ⑤ 표백

정선공정을 거친 표백이 되지 않은 펄프 섬유질은 인쇄성이 좋은 백색으로 만들기 위해 표백약품인 이산화염소( $\text{ClO}_2$ )를 사용하여 몇 단계의 표백과정을 거쳐 표백된다. 일반적인 반응식은 다음과 같다.



## ⑥ 건조

표백된 펄프를 취급 및 운송이 편리하도록 건조시켜 판상으로 제조한다.

## ⑦ 증발

세척공정에서 분리된 세척 여액 중에 잔존하는 약품을 회수하고 열원으로 재이용하기 위해 증발, 농축한다.

## ⑧ 회수보일러

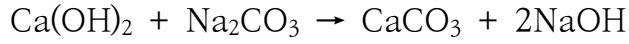
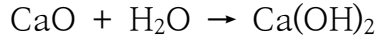
증발공정에서 농축된 흑액을 열원으로 하는 특수 수냉식 보일러로써, 흑액 중 리그닌을 완전 연소시켜 공정에 필요한 스팀을 생산하고 연소 후 남은 잔류물을 용해시켜 가성화 공정으로 이송한다. 잔류물을 용해시킨 용액은 녹액이라고 하며 주성분은 탄산나트륨( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )이다.

## ⑨ 가성화공정

공급된 녹액은 석회소성로에서 생성된 생석회를 반응시켜 수산화나트륨(NaOH)과 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ )을 생산하고, 수산화나트륨은 증해 공정으로 이송하여 증해액으로 사용하고



탄산칼슘은 석회소성로에서 재사용한다. 반응식은 다음과 같다.

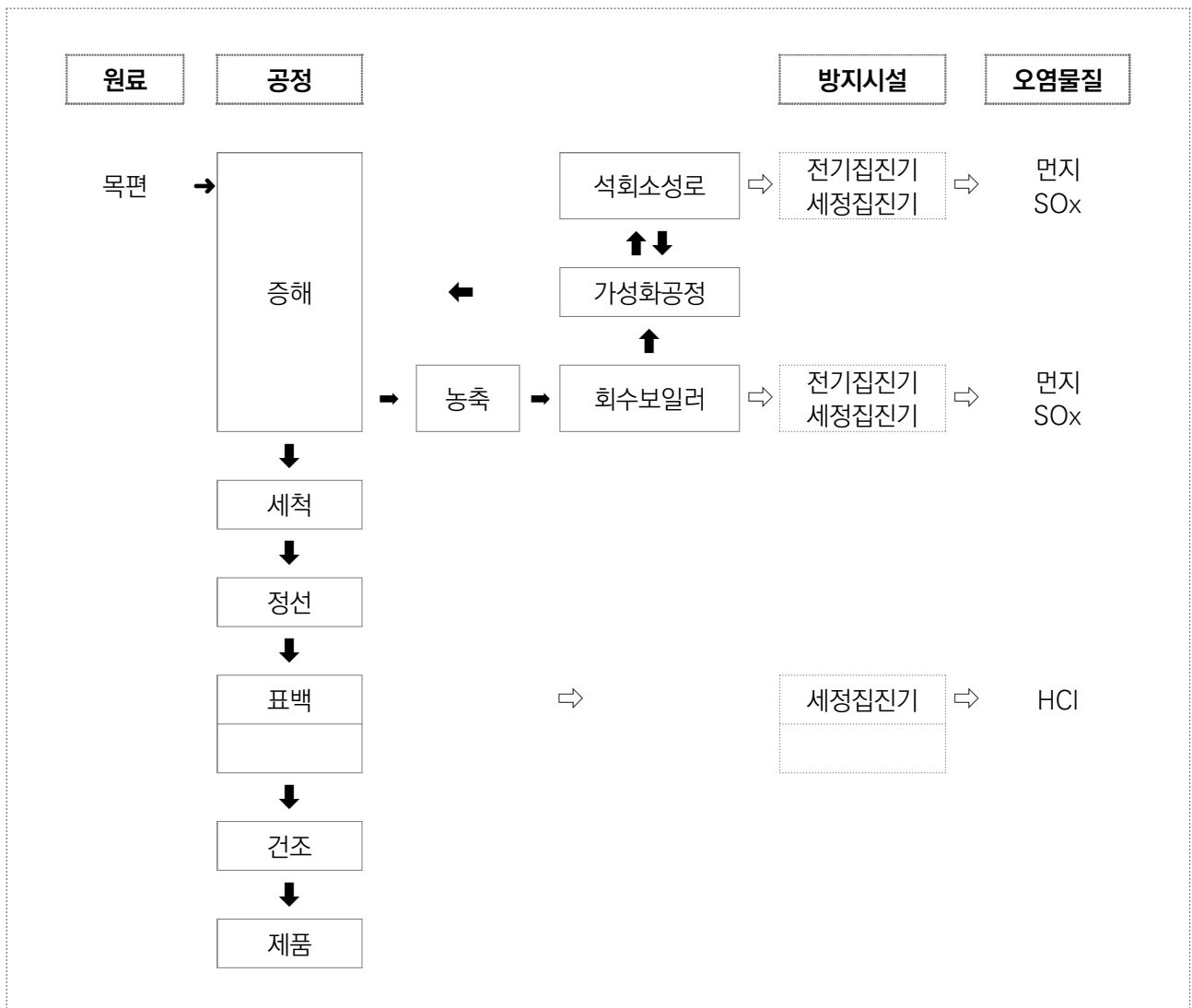


⑩ 석회소성로

석회석과 가성화공정에서 공급된 탄산칼슘을 로터리 킬른(rotary kiln)에 넣어 탄화칼슘(CaO)를 만든다. 생석회는 가성화공정에서 이용된다.

⑪ 제품

종이원료가 되는 표백화학펄프를 일정크기로 포장 공급한다.



〈 펄프 제조공정 〉



〈증해시설〉

〈표백시설〉

〈석회소성로〉

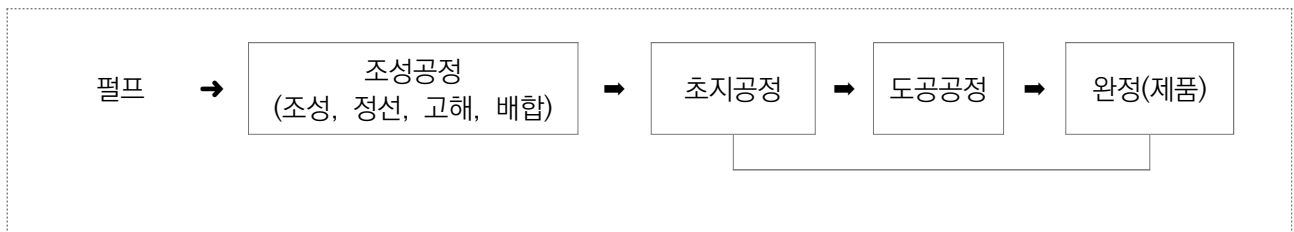
## 2 종이·종이제품 제조시설

### 2.1 개요

인쇄, 필기, 포장 등에 사용할 수 있도록 셀룰로오스 섬유가 망상 구조를 이루어 시트의 형태로 된 종이를 각종 처리로 용도에 알맞게 제조하는 시설을 말한다. 인쇄용지는 백상지, 증질지, 아트지 등 인쇄와 필기용으로 사용되는 지종이며 크라프트지는 미표백 화학펄프만을 주체로 한 중포대용지와 일반각저봉투, 서류봉투용으로 사용되는 일반용지 및 줄모양의 모표자국이 되어 있는 유선 크라프트지로 나누어진다. 골판지 원지는 크라프트라이너지, 테스트라이너지, 골심지로 구분되며 모두 상자제조에 이용된다. 산업용지는 주로 포장용도로 사용되며 제과, 의약품, 신발, 도석류, 식품용기 등의 제조에 이용된다.

### 2.2 제조공정

#### 2.2.1 제지 제조공정



〈 제지 제조공정도 〉

① 조성

펄프를 종이 제조에 적합한 조건으로 물과 혼합하여 해리시키고, 혼합된 원료를 알맞게 절단 또는 섬유화하여, 약품을 원하는 용도에 맞게 일정한 비율로 배합하여 종이원료를 만든다. 종이 제조에 필요한 원료를 만드는 공정이다.

- 조성

펄프는 기계적인 에너지를 이용하여 원료섬유(pulp, waste paper)를 분산시켜 섬유를 슬러리(slurry)로 만들어 주어 펌프로 이송 가능하게 만들어주는 역할을 한다.

- 정선(screening & cleaning)

펄프제지공정에서는 제지용 섬유로부터 규격보다 크거나 문제를 야기할 수 있는 불필요한 작은 이물질들을 제거하기 위하여 여러 가지 정선작업을 실시하고 있다. 여러 가지 형태의 screen이 이용되며, 모두 양질의 섬유를 통과시키고 원하지 않는 물질을 걸러 제거해 주는 천공판의 형태를 이용한다.

- 고해(refining)

물속에 풀어놓은 섬유에 기계적 처리를 하여 섬유의 형태나 구조를 변화시킴으로써 지료의 초지 적성을 조정하고 필요로 하는 종이의 특성을 만들어 내는 공정이다.

- 배합

섬유와 비섬유상 물질, 즉 사이즈조절제, 충전제, 보류향상제 등을 혼합밀폐용기 (mixing chest)에 첨가 및 혼합한다.

② 초지

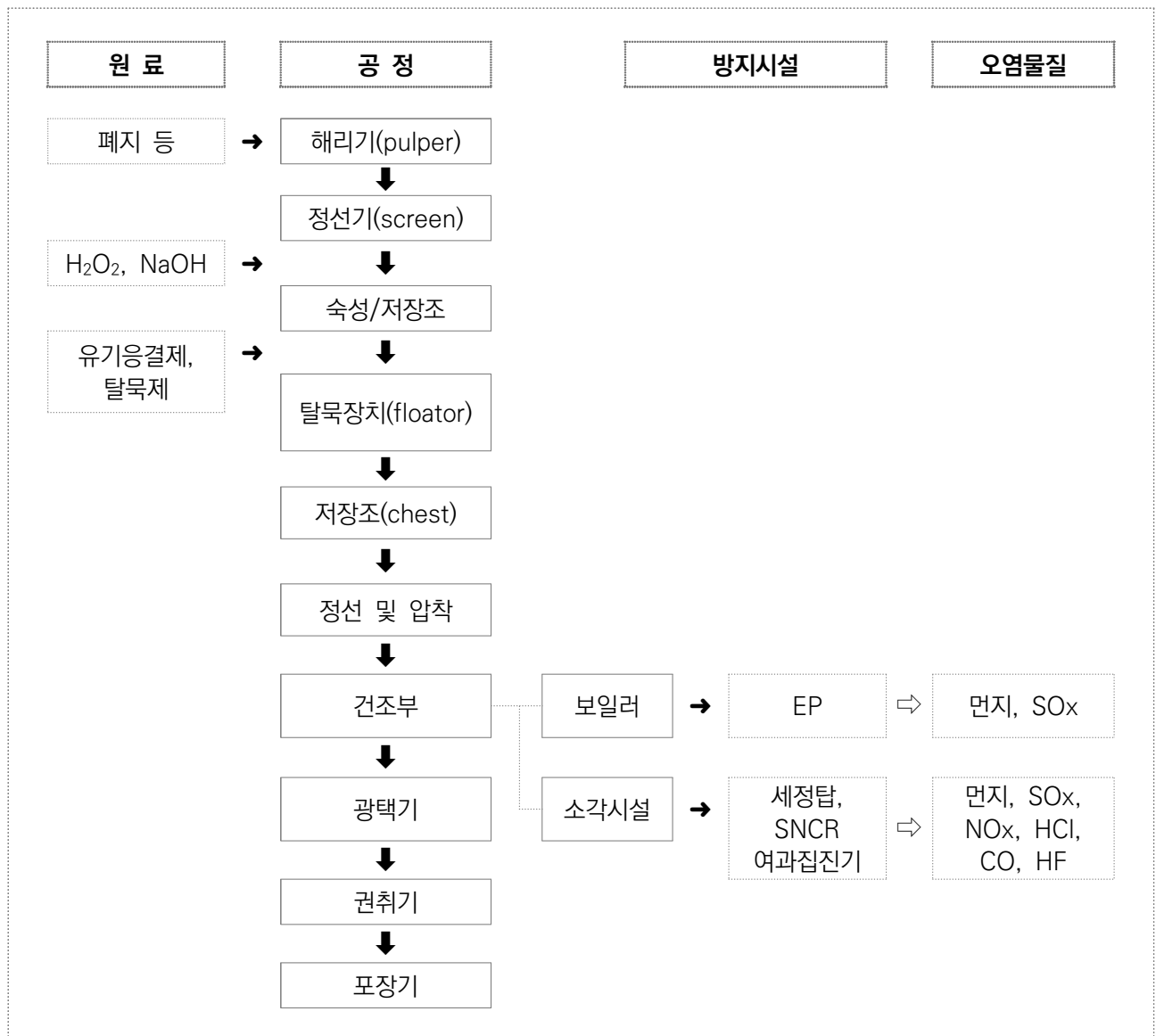
초지공정은 지료를 탈수 건조하여 종이를 초조하는 공정으로서, 지층형성, 압착, 탈수, 건조, 광택부여 등의 과정으로 이루어진다. 헤드박스에서 분출된 지료는 와이어 공정에서 지필로 형성된 다음, 프레스 공정에서 압착 탈수와 지필표면을 평활하게 하는 과정을 거치며, 드라이어 공정에서 잔류 수분을 증발한 다음 캘린더에서 종이의 표면 평활성과 두께가 조절된다. 캘린더(calender)를 통과한 시트(sheet)는 포프 릴(pope reel)에서 감긴 다음 되감기 공정(rewinder)에서 원하는 폭의 롤(roll)로 자르고 되감는 것이다. 신문용지, 크라프트지와 같은 경우는 직접 포장되어 수요자에게 공급되고 백상지, 판지, 티슈(tissue)의 경우 가공공정(도공, 광택처리, 기타)을 거친 다음 공급된다.

③ 도공

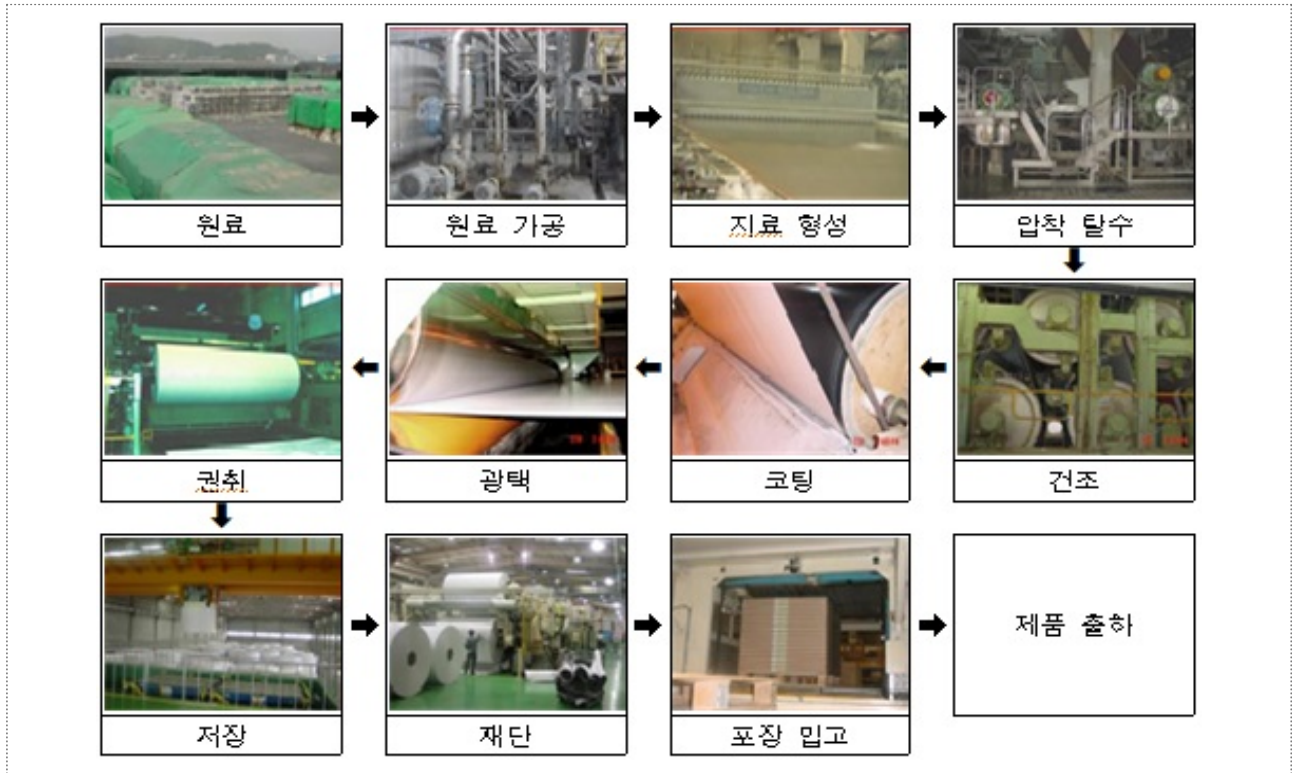
종이의 인쇄적성 및 화상 재현성을 좋게 하기 위하여 종이 표면에 도공약품(clay, CaCO<sub>3</sub>, latex 등)을 도피하는 공정이다. 표면에 도료를 블레이드나 로드 등으로 도피 면을 균일하게 하는 과정을 거치며 이어 드라이어에서 열풍으로 건조된 다음 슈퍼캘린더에서 표면에 고풍택이 부여된다.

④ 완성

초지 또는 도공공정이 끝난 종이를 수요자의 요구에 따라 또는 평판으로 재단하고 포장하는 공정으로서 이 공정을 거친 종이는 제품으로 수요자에게 공급된다.



〈 신문용지 제조공정 〉



### 3 인쇄 및 기록매체 제조(복제)시설

#### 3.1 개요

간행물을 발행하기 위해 인쇄기계 또는 컴퓨터용 전자저장장치를 이용하여 문자, 사진, 그림 등의 정보를 종이 또는 전자 매체를 통해 복제 및 생산하는 시설을 말하며, 대기배출시설로는 인쇄·건조시설(유기용제류를 사용하는 그라비아 인쇄시설과 이 시설이 연계되어 유기용제류를 사용하는 코팅시설만 해당한다) 등이 있다.

인쇄의 종류는 판의 종류에 따라 볼록판인쇄, 평판인쇄, 오목판인쇄, 공판인쇄로 분류된다. 볼록판인쇄는 명함, 신문, 서적 등에 사용되고 평판인쇄는 달력, 광고 전단지에 사용된다. 오목판인쇄는 종이는 물론 플라스틱, 셀로판지, 옷감 등에도 인쇄가 가능하며 그라비아 인쇄가 이에 속한다. 또한 공판인쇄는 스크린 인쇄에 사용된다.

인쇄의 종류	설명
마스터인쇄	마스터 오프셋인쇄기 등의 소형 인쇄 시설을 사용하는 소규모 인쇄로서 원고에서 바로 촬영하여 인쇄물을 신속하게 제판, 인쇄하는 방식이다.
공판인쇄	등사판, 스크린인쇄 등 스텐실(등사용 원지)을 써서 판의 뒤쪽에서 잉크를 밀어 인쇄하는 방식의 총칭
그라비아 오프셋인쇄	그라비아 제판으로 판을 만든 다음, 고무블랭킷에 잉크를 일단 전이하여 간접적으로 피인쇄체에 인쇄하는 방식이다. 베니어판에 나뭇결 무늬를 인쇄하거나 의약품 정제 표면에 인쇄하는데 사용된다.
셀로판인쇄	일반적으로 그라비아인쇄, 플렉소인쇄에 의해 셀로판의 표면 또는 뒷면에 인쇄하는 것으로 스티커, 라벨 등에 많이 활용된다.
스크린인쇄	틀에 견포(絹布), 기타 스크린을 걸고 손작업 혹은 사진 원리의 방법에 의해 화상 이외 부분의 스크린 결을 막고 스퀴지로 스크린 결을 통해 잉크를 압출하여 인쇄하는 방법으로 잉크층이 두껍기 때문에 포스터, 디스플레이의 인쇄, 플라스틱, 유리, 도자기 등의 용기 및 직물의 날염, 선전 장식의 분야, 프린트 배선, 각종 눈금판의 제작 등 공업분야에 있어서 그 용도가 다양하다.
오목판인쇄	판면의 오목하게 들어간 부분에 잉크를 채워 인쇄하는 인쇄방식. 볼록판 인쇄, 평판 인쇄와 함께 기본적인 인쇄방식의 하나이다. 사진 기술을 이용한 오목판 인쇄를 그라비아 인쇄라고 하여 출판물, 서적, 포장재료, 건재 등에 널리 이용하고 있다. 이에 대해 직각(直刻) 오목판과 식각(蝕刻)오목판을 이용하는 좁은 뜻의 오목판 인쇄는 위조 방지를 목적으로 한 증권이나 우표 등에 사용되고 있는 것 외에 예술적 분야의 판화에 사용되는데 불과하다.

#### 〈 인쇄의 종류 〉

### 3.2 제조공정

#### 3.2.1 잉크의 성분

인쇄 잉크는 잉크에 색을 주기 위한 색료, 색료를 인쇄판에 용이하게 옮기게 하는 비이클, 인쇄잉크의 활용강화를 위한 보조제로 구성된다.

##### ① 색료

색료는 잉크에 색을 주기 위한 재료이며 염료와 안료로 구분된다. 염료는 물, 기름, 알콜 등에 용해되는 색료이며 안료는 이런 것에 용해되지 않는 것을 말한다. 인쇄물에 있는 잉크가 용해되면 안 되므로 특수한 경우를 제외하고는 대부분 안료가 사용된다.

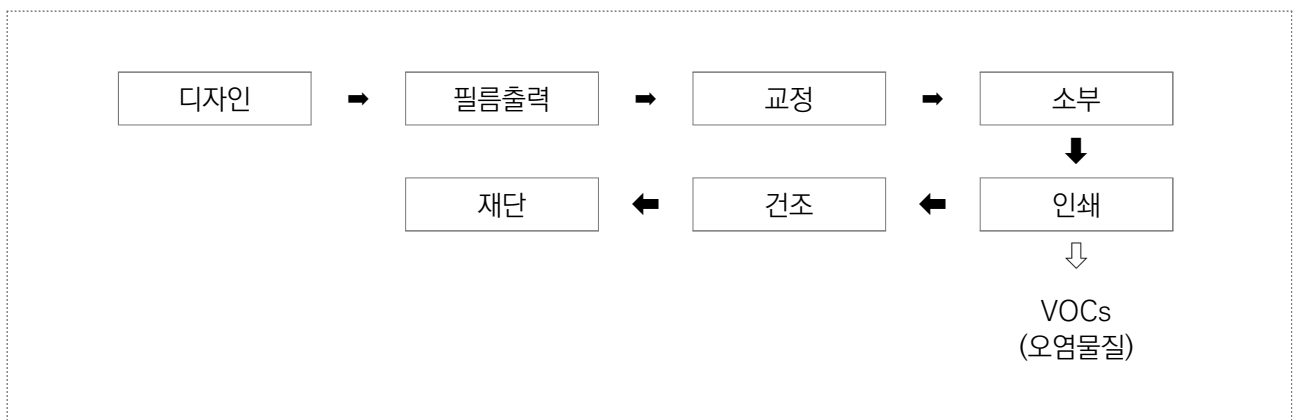
##### ② 비이클

비이클은 색료를 지면에 옮기는 역할과 그것을 고찰시키는 역할을 한다. 비이클은 잉크의 유동성, 건조성, 계면적성, 광택 인쇄소재의 접착성 등 여러 요소에 영향을 끼치며, 비이클에는 기름, 용제, 수지, 가소제, 왁스 등이 쓰인다.

##### ③ 보조제

보조제로는 잉크의 용도에 따라 드라이어, 증점제, 게로하제, 거품제거제, 곰팡이 제거제, 자외선 흡수제, 건조 억제제 등이 쓰인다.

#### 3.2.2 인쇄 공정



〈 인쇄공정 〉

### ① 디자인

인쇄할 내용을 입력 또는 드로잉하는 작업을 말한다. 대부분의 인쇄물은 제3자에게 전달, 홍보를 위한 것이다. 따라서 디자인 작업 이전에 미리 인쇄물의 크기, 수량 및 용지의 종류 등을 미리 선택한다.

### ② 필름 출력

디자인된 파일을 필름으로 만든다.

### ③ 교정

인쇄 작업 후 파일과 동일하게 나왔는지 확인한다.

### ④ 소부

필름을 아연판에 판박이 하는 작업이다. 필름을 판박이하는 것이 아니라 일정 규격에 맞게 핀을 맞추는 작업을 한 후에 소부작업을 한다.

### ⑤ 인쇄

소부한 아연판을 인쇄기에 걸어서 인쇄를 하게 된다. 미리 지정해둔 종이에 인쇄를 한다. 이 과정은 일반 프린터가 프린터 하는 것처럼 용지를 넣어서 잉크가 묻어 나오는 것과 같다.

### ⑥ 건조

인위적인 건조도 있지만 주로 자연건조 시킨다. 건조시간은 재단할 때 인쇄물의 앞뒤가 서로 묻어나서 보기 싫게 될 경우를 방지하기 위한 것이다.

### ⑦ 재단

인쇄된 내용물이 나오면 건조시간을 감안하여 여유를 둔 후 재단을 한다. 재단은 디자인 공정에서 미리 표시해 놓은 표시점을 따라 재단을 한다.



## 4 주요 대기오염물질 배출시설

### 4.1 증해(蒸解)시설

어떤 용액속의 내용물을 증기나 압력, 열 등을 이용하여 찌면서 소화(消化)시켜 요구하는 성질만을 뽑아내는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

여기서는 펄프 제조를 위해 목재칩(木材)과 톱밥을 가성소다와 아황산나트륨으로 이루어진 혼합액 속에 넣고 목재 속의 섬유질을 연결하고 있는 리그린(lignin)을 분해(分解)시키는 시설을 말한다. 증해는 일반적으로 온도 177℃, 압력 7.5kg/cm<sup>2</sup>에서 이루어지며 공정에 따라 회분식(回分式)과 연속식(連續式)이 있다.

### 4.2 표백(漂白)시설

어떤 물질에 포함된 유색물질(有色物質)을 화학적으로 제거하여 그 물체를 상하게 하지 않고 가능한한 순백(純白)으로 만드는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

표백에는 산화반응과 환원반응이 이용되며, 산화반응에는 과산화수소, 표백분, 하이포아염소산나트륨, 아염소산나트륨 등이 쓰이며, 환원반응에는 아황산, 하이드로설파이드 등이 쓰인다. 이 공정은 세척이 끝난 펄프를 염소 또는 과산화염소를 이용하여 표백함과 동시에 펄프 속에 잔존(殘存)하는 리그린을 추출하기 위한 시설을 말한다.

### 4.3 석회로(石灰爐)시설

탄산칼슘을 소성(燒成)시켜 산화칼슘(석회)를 생산하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 석회로 시설을 말한다.

펄프 제조시 사용된 백액(白液)은 목재 속의 리그린 등 불순물(不純物)과 혼합된 폐흑액(廢黑液) 상태로 배출되고, 이 폐흑액은 다시 산화·증발 등의 과정을 거쳐 녹액(綠液)을 형성하게 된다. 이 녹액은 다시 가성조(苛性槽)로 운반된다. 소석회로 처리과정에서 생성된 탄산칼슘은 진흙 상태로 침전(沈澱)되며, 이물질로부터 석회를 만들기 위해 소성시키는 시설을 석회로 시설이라 한다. 석회로는 일반적으로 수평으로 회전하는 소성로(kiln) 형태로 많이 되어 있으며

수직형태로는 원통·술병형 구조로 입자(粒子)를 조절하기 위해 벤츄리(venturi)방식을 이용하는 유동층(流動層)석회로 등이 있다.

#### 4.4 가열(加熱)시설(연소시설을 포함)

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 석유화학 및 유기화학공업 등의 각종 공정에 쓰이는 관식(管式) 가열로 등을 말한다. 이는 파이프스틸 가열기(pipe still heater)라고도 불린다. 피가열물체가 기체 또는 액체 등의 유체에 한정되고 거의 대부분이 연속운전을 한다. 열원으로 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화 방식인 특징이 있다.

외관형상은 직립 원통형, 캐빈형, 상자형으로 구분된다. 직립원통형은 전복사형(헬리컬코일 및 수직관식) 복사대류일체형, 복사·대류분리형(수직관식, 대류부수평관식) 등이 있으며, 상자형에는 수평관식-수직연소식, 수직관식-수평연소식, 수직관식-특수연소식, 수평관식-특수연소식 등으로 구별된다. 이들은 다시 스트레이트업형, 업드레프트 또는 캐빈형, 멀티체임버형, 후두트형, 비켓형, 각주형, 다운콤백손형, 테라스형, 다운파이어드형, 레이디언트월형 등 다양하게 분류된다.

한편, 열매체(熱媒體)라 함은 장치를 일정한 온도로 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체를 말한다. 열매체는 조작온도 내에서는 유체로서 취급될 수가 있어야 하며, 열적(熱的)으로 안정하고, 단위체적당 열용량이 크며, 사용압력범위도 적당하고, 전달계수(轉澁係收)가 높아야 한다. 대표적으로 이용되는 열매체에는 유기열매체(디페닐에트드, 디페닐 등의 화합물), 수은, 열유(熱油), 온수유기열매체 등의 액상(液相)열매체와 과열수증기, 굴뚝가스, 공기 등의 기체성 열매체가 있다.

#### 4.5 인쇄·건조시설

연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 합계용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 인쇄·건조시설(유기용제류를 사용하는 그라비아 인쇄시설과 이 시설과 연계되어 유기용제를 사용하는 코팅시설, 건조시설만 해당)을 말한다.

요판으로 행하는 일반적인 그라비아 인쇄시설은 판면 화상의 요점(잉크셀)에 인쇄잉크를 채우고 비화상부분의 인쇄잉크를 연강판의 칼로 깎아내면서 인쇄하는 시설이며 건조시설은 전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 시설을 말한다.

#### 4.6 제재(製材)시설

제재시설이란 제품이나 원료를 일정한 규격이나 형태로 절단하는 시설을 말한다. 톱날의 모양에 따라 세로톱, 가로톱, 양날톱 등 여러 종류가 있으며, 여기서는 톱을 장착(裝着)하여 물체를 자르는 동력구동식(動力驅動式)을 말하는 것으로 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

#### 4.7 도포(塗布)시설

접착제 등을 재단된 종이 및 제품 등에 바르는 시설로서 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설로서 건조시설을 포함한다.

크게 분류하여 도장시설에 포함되기도 하나, 여기서는 단순히 접착시키기 위해 접착제를 바르는 시설에 한정(限定)되며, 페인트, 니스 등 도료를 사용하여 물질을 공기, 물, 약품 등으로부터 보호하기 위하여 차단하거나 또는 전기절연, 장식 등을 위해 캘린더, 압출, 침지, 분무 등의 가공법을 이용하여 물체표면을 피막으로 쌓는 시설은 도장시설로 분류한다.



대기오염물질배출시설

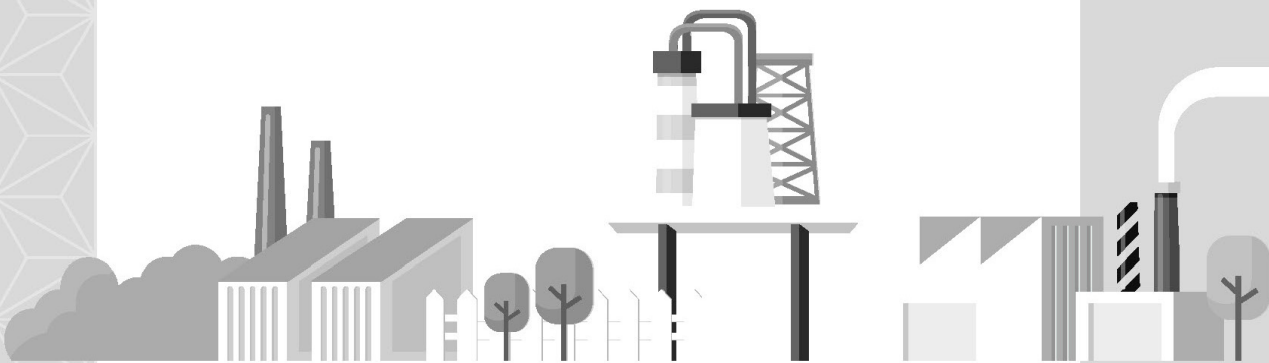
## 해설집

—

# IV

## 코크스 제조시설 및 관련 제품 저장시설

—





## IV 코크스 제조시설 및 관련 제품 저장시설

### 1 코크스 및 연탄 제조시설

#### 1.1 개요

코크스는 석탄이나 석유를 건류하여 생산되는 탄소를 주요 성분으로 하는 탄소질의 고체 연료로, 석탄을 용기에 넣어서 밀폐시켜 공기와 접촉시키지 않고 고온으로 가열하여 수분·휘발성 성분이 모두 날아가고 남은 고체 잔류물을 말한다.

대기배출시설로는 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 석탄 코크스 제조시설(코크스로·인출 시설·냉각시설을 포함한다. 다만, 석탄 장입시설 및 코크스 오븐가스 방산시설은 제외한다), 석유 코크스 제조시설 및 저장시설 등이 있다.

우리나라의 코크스 관련 산업은 제조된 코크스를 가공·처리하는 것이 주요 공정이므로, 이러한 공정에서는 코크스를 건조하는 건조로에서 연료연소에 의해 먼지, 황산화물, 질소산화물, 일산화탄소가 배출된다. 이송, 선별, 파쇄, 저장 및 포장 공정에서 먼지가 주로 발생하여 방지시설로 여과집진시설을 많이 이용하고 있다.

#### 1.2 제조공정

##### 1.2.1 석탄 코크스 제조공정

석탄 코크스 제조시설이란 가루 상태의 석탄을 로에 넣어 1,000~1,300℃의 고온으로 건류(고온 건류)시켜 다공질의 고체연료를 제조하는 시설을 일컬어 석탄 코크스 제조시설이라 하며, 코크스 제조시설로부터 만들어진 석탄 코크스를 저장하는 시설을 석탄 코크스 저장시설이라 한다.

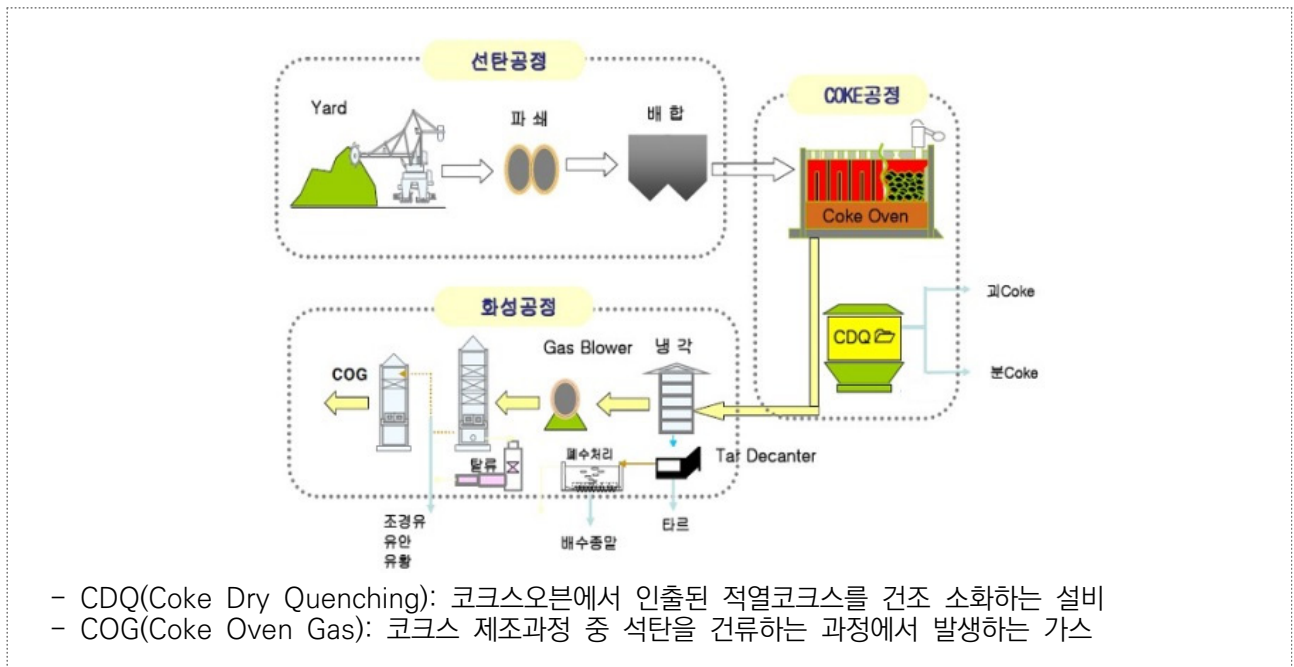
코크스는 사용 용도에 따라 성형 코크스, 파쇄상 코크스, 알갱이형 코크스 등으로 구분할 수 있으며, 현대 산업에서는 대부분 용광로용 및 주물용(연탄제조) 코크스로서 용도에 따라 구별하여 제조하고 있다. 용광로용 코크스는 강도를 필요로 하기 때문에 강점결탄을 대략 절반 정도

배합하여 제조하고, 강도 외에 치밀함이 필요한 주물용으로는 강점결탄, 무연탄 등을 배합하여 제조한다. 석탄 코크스는 제1차 금속제조시설 중 일관제철소에서 철광석을 녹여 선철을 만들어 내어, 용광로에서 사용한다.

코크스 공정으로부터 만들어진 코크스는 철과 산소의 화합물인 철광석을 고로 내에서 녹이는 열원인 동시에 철분을 철광석에서 분리시키는 환원제 역할뿐만 아니라 고로(용광로) 내의 가스 통풍을 양호하게 하는데 중요한 역할을 한다. 코크스는 용도에 따라 여러 종류가 있으나 고로(용광로)용 코크스로서 중요한 조건으로는 경도와 강도가 높을 것, 입도가 적당한 크기로 균일할 것, 탄, 수분, 기타 불순물(특히 유황)이 적을 것 등이다.



코크스 제조시설은 원료탄을 사전 처리하는 석탄공정과 코크스를 제조하는 코크스공정, 코크스 제조과정에서 발생하는 가스 등을 정제 처리하는 화성공정으로 구성되어 있다.



〈 석탄 코크스 제조공정 〉



### ① 선탄공정

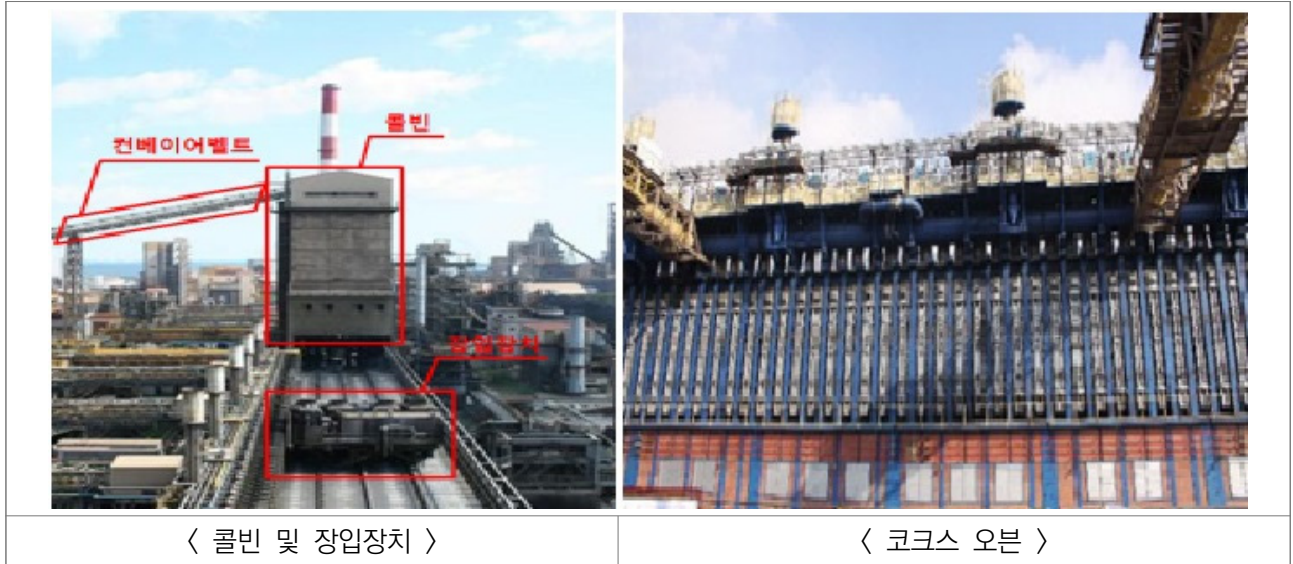
석탄 코크스(cokes) 제조를 위하여 원료탄을 야적, 이송, 파쇄 및 배합하는 공정을 말한다.

- (파쇄) 석탄야적장으로부터 컨베이어벨트로 운반해 온 석탄은 석탄저장호퍼(Raw Coal Hopper)에 저장된다. 석탄저장호퍼에 저장된 석탄은 하부에 위치한 급탄기(Coal Feeder)를 통해 파쇄기(Pulverizer Mill)에 적정량씩 공급되어, 파쇄기에서 파쇄되어 미분탄으로 제조된다.
- (배합) 용광로용 코크스는 강도를 필요로 하기 때문에 강점결탄을 대략 절반 정도 배합하여 코크스를 제조한다.

### ② 코크스 제조공정

석탄(점결탄)을 코크스로(爐) 안에 장입(裝入)하고, 노벽(爐壁)에서 1,200℃ 정도의 온도로 가열하여 휘발분을 제거하여 코크스를 제조하는 공정을 말한다. 이러한 간접 가열 방식은 석탄(점결탄)의 휘발성 물질을 간접적 고온을 이용해 제거하여 열효율이 좋은 고탄소(질소, 황, 수소, 산소 등을 소량 포함)의 코크스를 만들기 위해 공기와의 접촉을 최소화하기 위함이다. 이러한 코크스 공정은 임시 저장공간인 콜빈(Coal Bin) 장치, 장입장치, 코크스 오븐(Coke Oven), 인출시설, 냉각시설을 거쳐 최종 코크스 저장시설까지의 단계를 거치게 된다.

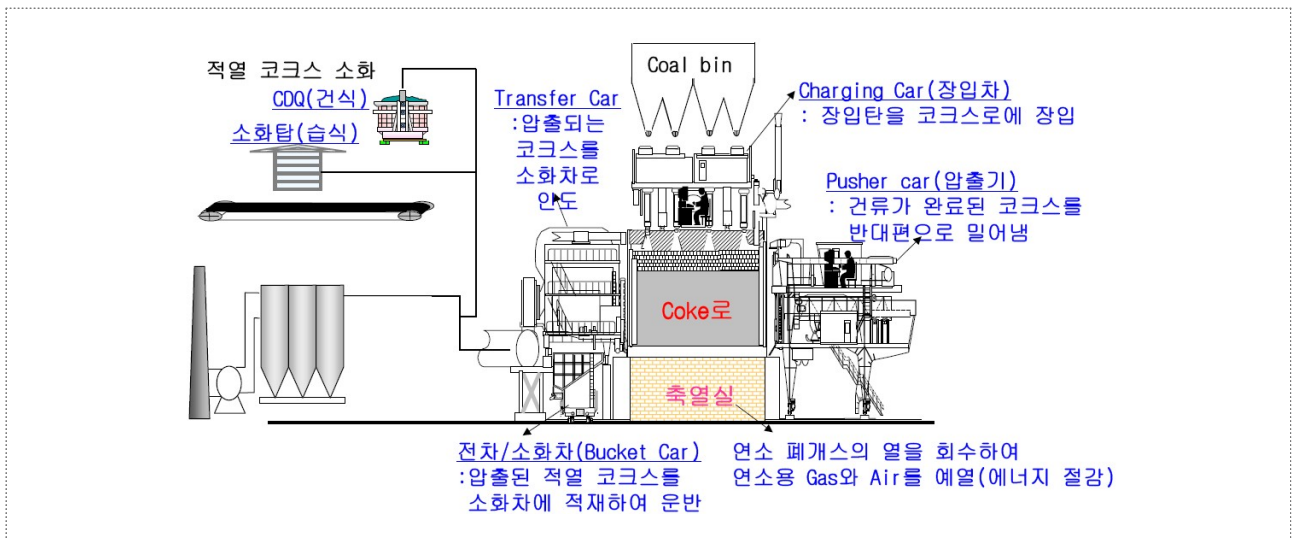
- (콜빈) 콜빈이란 석탄조(石炭槽)를 말하는데, 석탄을 저장해 두고 필요에 따라서 하부의 게이트를 열어 중력에 의하여 석탄을 배출하는 시설을 말한다.
- (장입장치) 장입장치란 콜빈(Coal Bin)으로부터 석탄을 받아 코크스로 탄화실의 장입구에 석탄을 옮기는 역할을 하는 장치를 말한다. 장입장치로 옮겨진 원료탄은 코크스 오븐 상부에 위치한 장입구를 통해 코크스 오븐의 탄화실에 원료탄을 장입시킨다.
- (코크스 오븐) 코크스를 제조하는 방법인 코킹(Coking)은 석탄 정제의 가장 오래된 방법으로서 공기가 없는 공간에서 간접 고온가열을 하는 방법을 말한다. 코크스 오븐(Coke Oven)이란, 석탄을 코킹하여 코크스를 만드는 시설을 말한다. 코크스 오븐(Coke Oven)은 그 생김새가 배터리처럼 생겨 코크스 배터리(Coke Battery)라 부르기도 한다. 코크스 오븐은 원료탄이 코크스가 되는 탄화실과 연료가스가 투입되어 연소가 되는 연소실로 구성되어 있다. 연소실은 탄화실 옆에 나란히 위치하는데, 코크스 오븐은 이 탄화실과 연소실을 연속적으로 겹겹이 위치시켜 하나의 공정으로 만든 형태를 말한다.



코크스 오븐(Coke Oven)에서의 코킹(Coking)법은 연소실에 투입된 연료가스를 연소시켜 약 1200℃ 고온상태를 유지하게 되면 연소실과 나란히 위치한 탄화실은 연소실의 고온에 간접적으로 영향을 받게 된다. 이때 탄화실에 위치한 석탄이 코킹되어 코크스가 된다. 원료탄이 코크스 오븐(Coke Oven)에 장입된 후 장입구의 밀봉이 완료되면 코크스 오븐을 완전 밀폐한 후 1200℃의 온도로 약 16~24시간 동안 가열하여 덩어리 형태의 적열 코크스를 만든다.

### ③ 인출시설

코크스로(coke oven)에서 코크스 제조가 완료된 적열코크스를 냉각·소화시설로 이송하기 위해 오븐(oven)에서 코크스를 인출하는 시설을 말한다.



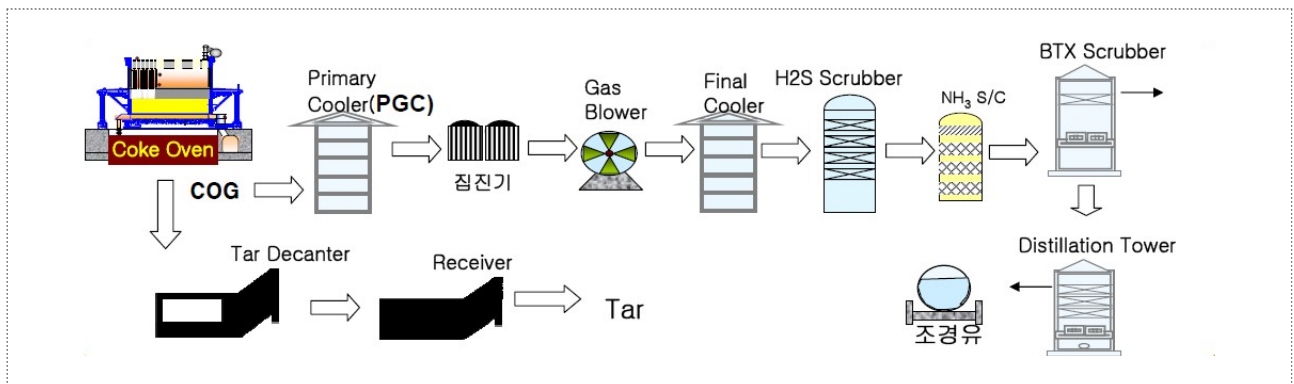
< 코크스로 및 코크스 인출로 >

④ 냉각시설

코크스로에서 생산된 적열코크스를 건식(질소가스 이용)으로 냉각 및 소화시키는 시설을 말한다. 적열코크스를 챔버(chamber)에 투입 시에 다량의 먼지가 발생할 수 있다.

⑤ 화성공정

코크스 제조과정에서 발생된 가스(COG)를 발전시설 및 연소시설 등의 연료로 재활용하기 위하여 정제 처리하는 공정을 말한다.



〈 화성공정 〉

코크스를 만들기 위한 모든 공정에선 코크스 가스(COG, Coke Oven Gas)가 발생하는데 이런 코크스를 만들며 생기는 부생 가스인 COG는 전량 수거하여 다음그림과 같이 제철소 내 주요 에너지원으로 사용하게 된다. COG 중 일부는 정제 공정의 정제과정을 거쳐 타르, 벤졸, 황 등으로 분류하며, 일부는 소결공장의 Ignition Furnace의 열원으로 사용한다. 또한, 정제 COG는 에너지원으로써 제철소 내의 필요한 공정에서 사용하게 되고, 일부는 고로 공정에서 부생되는 가스와 함께 코크스 오븐의 열원으로 재사용한다.

1.2.2 연탄 제조공정

무연탄을 주원료로 하여 여기에 다른 탄화물을 분쇄·배합하거나 점결제를 혼합해서 성형·건조시킨 원통형 고체연료를 제조하는 시설을 말한다.

① 원료공급

원재료를 열량별로 구분하여 저탄한다.

② 원료투입

중장비로 투입구까지 이동 후 스크루(screw)를 통해 원료를 투입한다.

③ 분쇄

분쇄기를 이용, 일정 크기로 원재료를 분쇄한다.

④ 회전체

스크린(screen) 이용, 체 거름 방식으로 적당한 입자크기 선별한다.

⑤ 검사

선별과정을 통한 제품의 외관을 검사한다.

⑥ 성형

윤전기를 이용하여 연탄 모양을 성형한다.

⑦ 혼합

연탄 제조를 위한 열량 및 수분함량을 조절한다.

⑧ 저장

회전체에서 입도 분리 후, 재료저장탱크에 저장한다. (재료공급조절)

⑨ 출하

생산된 연탄을 시장 및 소비자에게 보낸다.

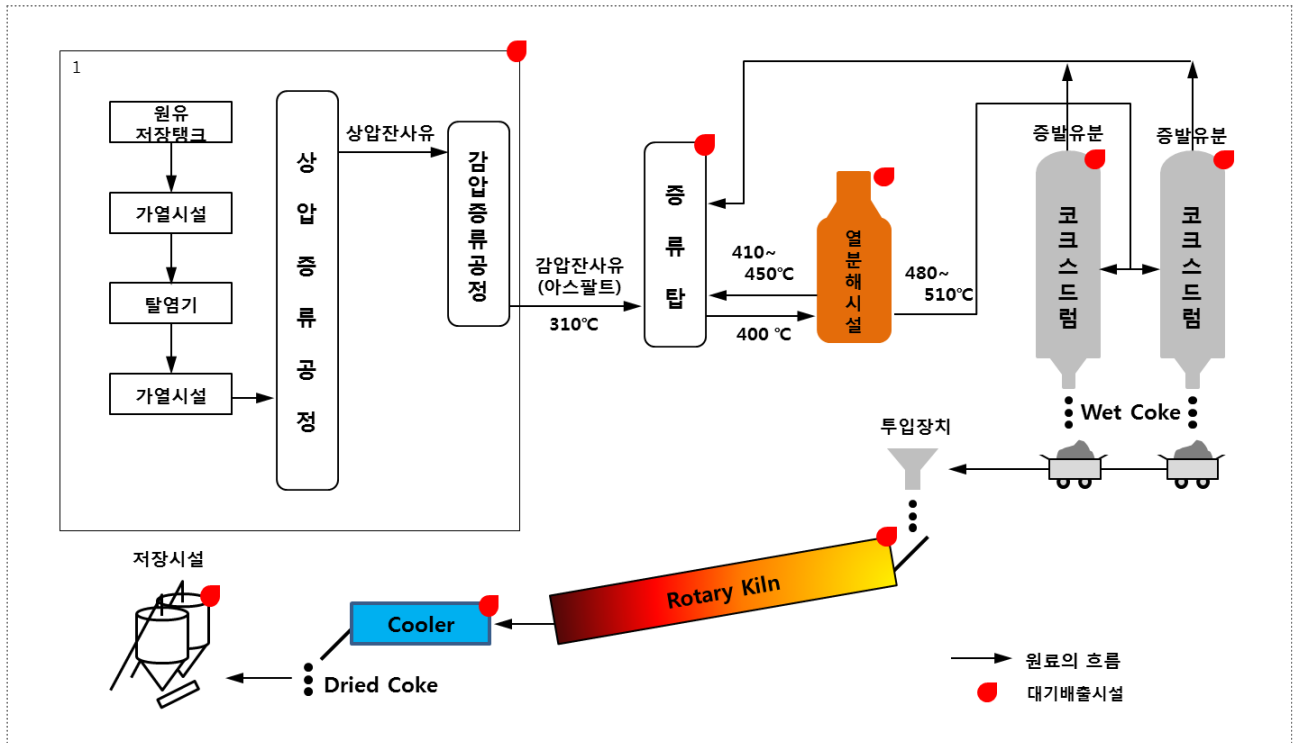


〈 연탄 제조과정 〉

### 1.2.3 석유 코크스 제조시설 및 저장시설

석유 코크스(Petroleum Coke)란 원유정제처리업 중 상압/감압 증유를 490℃로 고온 열분해하여 나프타, 등유 및 경유, LPG 등의 경질유분을 만들고 남은 부산물 이용하여 만드는 코크스를 말한다.

석유 코크스 제조시설은 감압잔사유(아스팔트)를 열분해공정(Delayed Coking)을 거쳐 코크스와 경질유분 및 가스로 분리시켜 코크스만을 취하는 공정을 말한다. 석유 코크스의 발열량은 8,500Kcal/kg 이하, 회분은 1% 이하, 휘발분은 15% 이하, 황 함유량은 0.5~8% 이하로 함유하고 있다. 석유 코크스의 62%는 energy source로 사용되고 있으며 주로 시멘트와 전력생산에 이용되고 있다.



〈 석유 코크스 제조공정(열분해공정 포함) 〉

#### ① 증류탑(Tray Tower)

증류탑은 섞여 있는 액체혼합물을 끓는점 차이에 의해 분리하는 방법인 분별증류의 원리를 이용하는 시설이다. 증류탑은 내부에 유체가 통과할 수 있는 판(tray)을 다량 설치하고 있는데 대부분 Bubble cap tray라 한다. 하단의 tray에서 증류한 저비점 성분의 증기는 bubble cap

주위의 tray상의 액 증으로 분출된다. 여기서 증기와 액은 서로 접촉하여 증기는 응축되고 액 중의 저비점인 성분은 증발하여 상단의 tray로 상승하고 고비점의 성분은 액이 되어 넘쳐둑(Weir)을 넘고 다운컴마를 흘러 하단의 트레이로 유도 된다.

### ② 열분해시설(Delayed Coke Unit)

감압잔사유(VR)의 약 80%는 고온(490℃)하에서 열분해되어 코크스와 경질유분 및 가스로 된다. 이 공정은 수소의 첨가 없이 유분자체를 열분해시킨다. 원래 감압잔사유가 포함하고 있는 레진(Resine), 아스팔텐(Asphalten), 그리고 아로마틱(Aromatic)과 같은 고비점 성분들은 분해되어 코크스를 형성한다.

### ③ 로터리 킬른

로터리 킬른은 회전로(回轉爐)라고도 하며, 내부를 내화 벽돌 붙임으로 한 강철제의 회전 원통 내에 원료를 넣고 열풍이나 불꽃을 불어 넣어 가열하는 노이다. 건조(200~400℃), 연소(700~900℃), 소결(1,100~1,300℃)의 조작을 동일한 노에서 연속적으로 할 수 있는 시설이다.

회전하는 원통형의 수평식 로타리킬른은 2~5도 경사를 이루고 있어 코크스는 이 로타리킬른을 통과하며 건조 및 연소하고 건조된 코크스는(Dried Coke)은 로타리킬른 후단으로 배출된 후 냉각시설로 이송된다.

## 2 주요 대기오염물질 배출시설

### 2.1 석탄 코크스 제조시설 및 저장시설

석탄을 일정한 크기로 파쇄·선별 후 코크스로에 넣어 1,000~1,300℃의 고온으로 장시간 굽는 제조시설로 연료사용이 시간당 30kg 이상인 시설(코크스로·인출시설·냉각시설을 포함한다. 다만, 석탄 장입시설 및 코크스 오븐가스 방산시설은 제외한다.)과 석탄 코크스 및 석탄을 저장하는 시설을 말한다.

석탄의 고온건류에 사용되는 노(爐)로 가스, 타르 등을 회수할 수 있는 부산물 회수식 코크스로와, 부산물을 회수할 수 없는 부산물 비회수식 코크스로로 구별되며 석탄 처리 능력이 크고, 열효율도 높다. 석탄을 균일하게 가열하므로 가스의 취득률이 좋고, 강도가 있는 코크스를 얻을 수 있다.

석탄을 건류하여 코크스를 제조하는 설비로 주로 고온 건조용으로 사용된다. 역사적으로 부산물을 회수하지 않는 노(爐)부터 근대적인 부산물을 회수하는 수평식 코크스로까지 각종 유형의 것이 알려져 있다.

### 2.2 석유 코크스 제조시설 및 저장시설

연료사용량이 시간당 30kg 이상인 석유 코크스를 제조하는 시설과 석유코크스를 저장하는 시설을 말한다.

석유코크스 제조시설은 일반적으로 상압증류하고 남은 석유의 저질잔류물(찌꺼기)을 원료로 사용하여 공기를 차단하고 열분해하면 가스, 경질유 및 중질유가 발생되고 마지막에 탄화하여 코크스가 생성되게 하는 시설을 말한다.





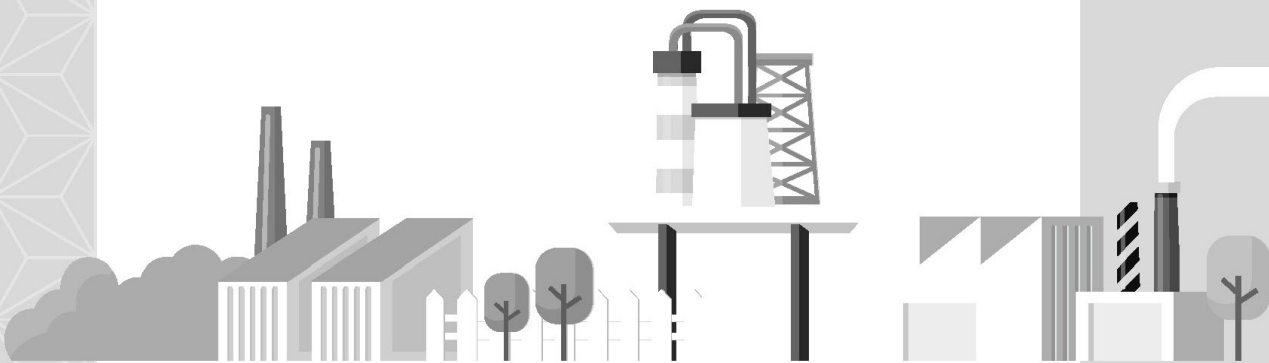
대기오염물질배출시설

## 해설집

—  
V

# 석유 정제품 제조시설 및 관련 제품 저장시설

—





## V

## 석유 정제품 제조시설 및 관련 제품 저장시설

## 1

## 석유 정제품 제조시설

## 1.1 개요

석유 정제품 제조시설은 원유 및 역청물질을 정제 또는 기타 처리하여 가솔린, 경유, 등유, 나프타, 연료유, 윤활유기유, 석유정제가스, 중유 및 벙커C유 등의 석유정제품을 만드는 시설이며, 원유정제 과정에서 생산된 원유정제 잔유물 또는 정제물을 구입하여 재정유, 혼합, 조합 및 기타 재처리하여 윤활유 그리스 및 석유정제품을 제조하는 시설도 포함된다.

석유 정제란 원유를 증류하여 각종 석유 제품과 반제품을 제조하는 것을 말하며 이를 정유(精油)라고도 부른다. 원유의 주성분은 탄소와 수소의 화합물인 탄화수소이며 이 밖에 황, 질소, 산소 등의 화합물이 소량 함유되어 있다. 원유의 주성분인 탄화수소는 증류에 의해 분리시킬 수가 있으며, 탄화수소들의 각기 끓는점이 다른 특성을 이용하여 원유로부터 휘발유 유분, 등유 유분, 경유 유분 등 주요 성분을 분리하여 뽑아낸다. 원유의 주성분인 탄화수소 혼합물들을 비등점 차이에 따라 분류하는 증류과정이 있으며, 이 증류 과정을 통해 뽑아낸 여러 가지 유분 중에 포함되어 있는 불순물을 제거하고 촉매를 첨가하여 탄화수소에 반응을 일으켜 다른 탄화수소를 만들어내는 전화(분해, 개질)과정이 있다.

일반적으로 석유정제공정은 크게 원유 분리공정, 석유 전화공정, 석유 정제공정, 석유 화학공업의 원료와 제품 취급 공정, 보조설비로 분류된다. 석유 정제품을 만드는데 포함되는 공정으로서의 증류, 흡수, 추출, 열분해 및 접촉분해, 이성화, 중합 등이 있다. 이들 공정 중 증류가 연속식으로 이루어지도록 고안된 것이 정류탑이다. 정류탑으로 뽑아낸 여러 가지 유분(정제되지 않은 반제품을 말하며 이것을 원료로 조합, 분해, 개질 등을 거쳐 석유 정제품을 만든다) 중에 포함되어 있는 불순물을 제거하고, 촉매를 첨가하여 탄화수소에 반응을 일으켜 성질이 다른 탄화수소를 만들어내는 것이다. 이와 같은 증류, 탈황, 분해, 개질 등의 공정을 총칭하여 석유정제라고 한다.

석유 정제품은 휘발유, 등유, 경유, 중질유, 제트유, 항공유, 나프타, 용제, 프로판, 부탄, 아스팔트 등 약 2,500여 가지가 석유로부터 완전히 혹은 부분적으로 생산된다. 대부분의 이들

제품은 각각의 정제 공정으로부터 생산된 물질의 혼합물이다.

## [석유정제품 종류 및 특징]

### ◎ 나프타(Naphtha)

거친 가솔린 또는 중질 가솔린으로 불리는 석유 성분의 하나로 가솔린과 등유의 중간 정도의 성분을 가지고 있다. 나프타는 옥탄가가 낮기 때문에 가솔린 조합원료 및 석유화학공업용 원료로 이용되는 경우가 많다. 경질 나프타(끓는점 100℃ 이하)와 중질 나프타(끓는점 약 100~200℃)로 구분된다.

### ◎ 휘발유(Gasoline)

나프타와 같은 비점의 석유제품이나, 조성상 내연기관에 적당하도록 제조된 경질 석유제품으로 비중은 0.65~0.75. 발열량은 46MJ/kg 정도이다. 제조방법에 의해 원유의 정유에 의해 제조되는 직류가솔린, 중질 석유잔분을 분해하여 제조하는 분해가솔린(cracked gasoline), 개질에 의해 제조되는 개질 가솔린(reformed gasoline) 등이 있다.

### ◎ 등유(Kerosene)

150~300℃에서 유출되는 성분으로, 주성분은 데칸( $C_{10}H_{22}$ )에서 헥사데칸( $C_{16}H_{34}$ )까지의 탄화수소이다. 등유는 석유라고 불리고 있으며, 난방 및 주방용, 석유발동기용, 제트연료의 원료, 등불용, 기계세정용 등의 원료로 이용되고 있다. 가정용 연료로는 연소가스를 실내에 방출하기 때문에 잘 정제된 연소하기 쉬운 파라핀계 탄화수소를 주체로 한 백등유를 사용하며, 일반적으로 농업용 기기에는 등유를 사용하고 있다.

### ◎ 경유(Light Oil)

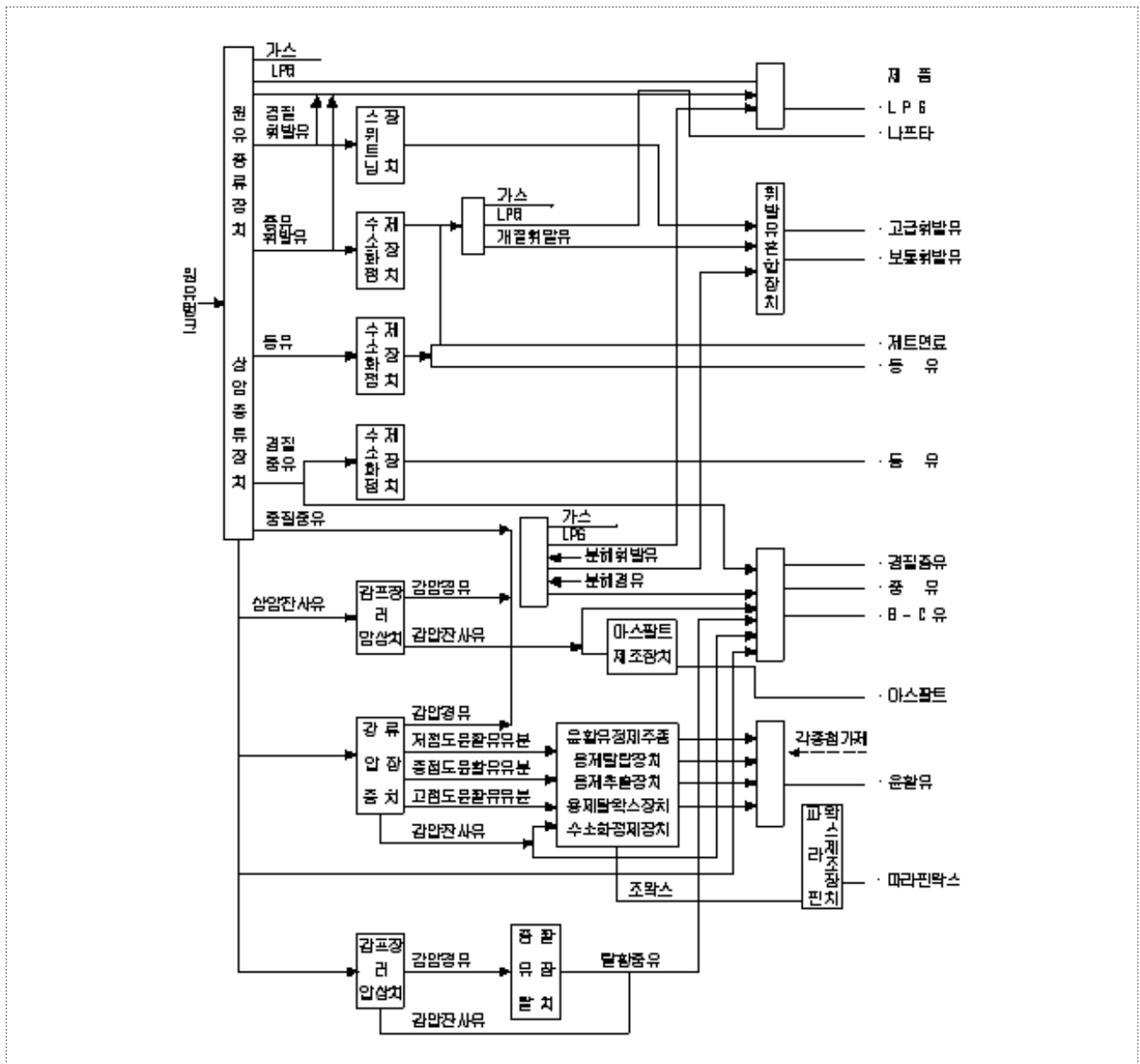
200~350℃ 사이에서 유출되는 유분으로, 석유기관이나 고속 디젤기관 연료, 수성가스 발열용, 석탄가스 중의 액화 성분 회수용 및 분해가솔린 제조용 등에 이용되고 있다. 고속 디젤용 연료에 대한 품질은 엄격하기 때문에 세탄가가 높고 착화성이 좋고 부식 성분을 포함하지 않는다. 비중은 0.83~0.88, 발열량은 42MJ/kg정도이다.

### ◎ 중유(Heavy Oil)

상압잔유 혹은 감압하에서 경질분을 유출 잔류(직류중유), 직류중유를 분해하여 가솔린을

뽑아낸 잔류 및 접촉분해에 의해 가솔린을 제조한 잔류(분해중유)분이다. 일반적으로는 A, B, C중유로 분류하는데, A중유는 유헴분, 회분 및 점성이 작아 요업용, 제련용, 소중형 저속 디젤기관용으로, B중유는 수분, 유헴분, 점성, 잔류탄소분이 비교적 적어 대형 저속 디젤기관용 및 소구기관용으로, C중유는 수분, 회분, 유헴분이 많고 점성도 커 가열로용, 화력발전용 연료로 사용된다.

### 1.2 주요 석유 정제품 제조과정



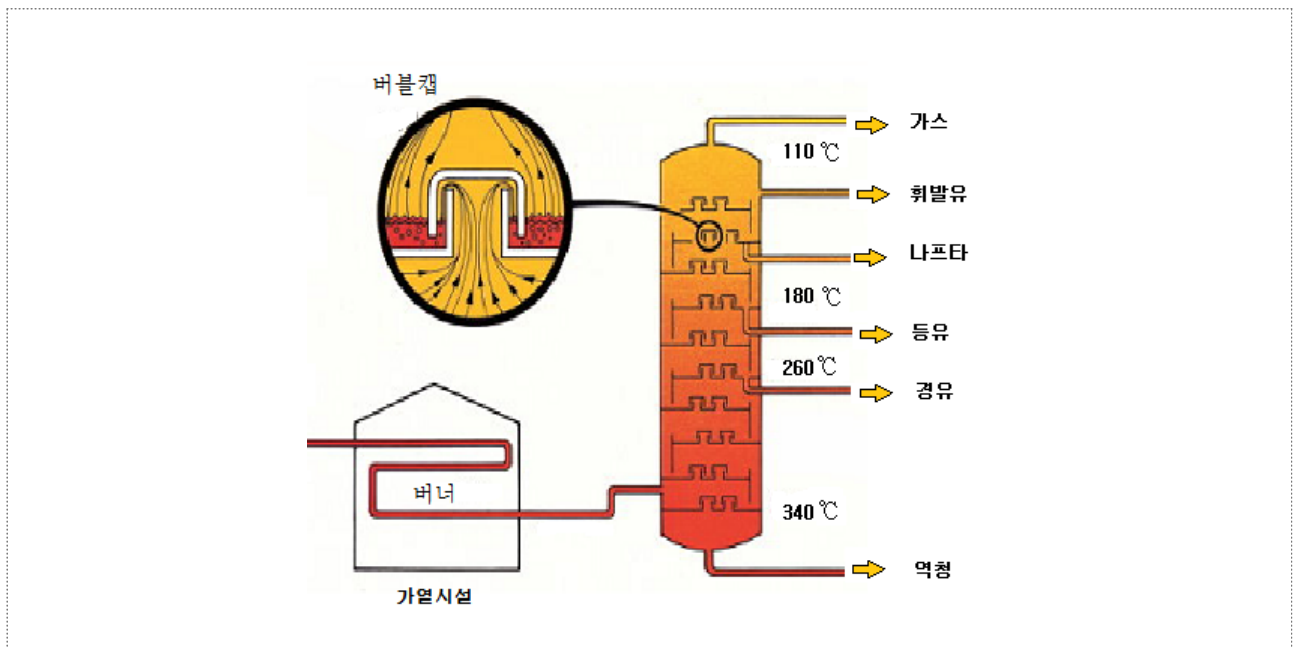
〈 석유 정제 제조과정 〉

### 1.2.1 상압 증류(crude distillation unit) 공정

원유의 상압 증류는 석유정제공정의 제1단계로서 보통 톱핑(topping)이라고 하며 원유 속에 포함된 각 성분별 탄화수소화합물의 비등점 차이를 이용하여 나프타(naphtha), 등유(kerosene), 가스오일(gas oil) 및 상압 잔사유(atmospheric residue)로 분리하는 공정이다.

증류탑의 내부는 대략 45~90cm 간격으로 트레이(tray)가 수십 단 겹겹이 설치되어 있고, 이 트레이는 미세한 구멍이 뚫려 있는 철판으로 되어 있다. 석유증기는 이 구멍을 통과하여 점차 증류탑 상부로 올라가며, 이 사이 비점이 높은 유분부터 각각의 트레이(tray)에 점차 응축된다. 이러한 과정을 거치며, 증류탑의 내부는 상부로 올라갈수록 저온으로 변하게 된다.

트레이(tray)의 상단에서 액화된 유분은 익류관(overflow weir)을 통하여 하단으로 내려가고 하단은 상단보다 고온이므로 하단의 액체 중 경질분은 다시 기화되어 상단으로 올라간다. 이와 같이 증류탑 내부에서는 기화와 액화가 계속 반복되어 재증류가 일어난다.



〈 정류탑 개념도 〉

### 1.2.2 감압증류(vacuum distillation unit) 공정

감압증류는 상압증류 공정의 탑저에서 얻어진 상압잔사유를 재차 증류하여 부가가치를 높일 수 있는 유분인 윤활유와 같은 고비점 유분이나 열분해용 유분을 얻기 위하여 사용된다.

상압증류로 증류할 수 없는 고비점 잔유(350℃ 이상)는 그대로 온도를 올리면 열분해를 일으켜 품질이 나빠지고 수율이 낮아지기 때문에 30~80 mmHg 정도로 감압하여 유분의 끓는점을 낮춰서 증류하는 것이다. 상압하 350℃의 비점을 가진 석유는 38 mmHg 감압하에서 비점이 240℃로 되고, 550℃ 고비점 유분이라도 38 mmHg정도의 감압하에서는 분해되지 않은 상태로 회수할 수 있다.

감압증류는 상압증류와 비슷한 정류탑(fractionator)으로 증류하는 것이나 감압배기 시설을 사용하여 탑내의 압력을 감압하여 시행하는데 이때 필요한 진공은 탑위에 부착된 여러 개의 연속된 수증기 이젝터(steam ejector)에 의하여 얻어진다. 감압증류탑에서 트레이의 간격이 너무 작으면 압력손실을 초래하므로 트레이의 간격은 상압증류탑보다 넓게 하고 탑의 지름도 같은 처리능력의 상압증류탑보다 크게하는 것이 일반적이다. 일반적으로 파라핀기의 원유로부터 상압잔유를 원료로 사용할 때는 비교적 저온으로 가열되며, 나프텐기의 원유로부터 원료를 사용할 경우에는 고온으로 가열된다.

감압증류는 윤활유 제조를 주목적으로 하는 것과 접촉분해나 수소화분해용의 원료를 제조하는데 사용된다. 감압증류는 상압증류탑에서 분리된 상압잔사유 (AR, Atmospheric Residue) 를 감압상태에서 증류하여 중질유 수첨분해공정의 원료로 사용되는 감압경질유분 (VGO, Vacuum Gas Oil), 중질유 수첨탈황공정 및 아스팔트 산화공정의 원료로 사용되는 감압잔사유 (VR, Vacuum Residue) 를 생산한다. 또한, 필요에 따라 직접아스팔트를 생산하기도 한다.

### 1.2.3 엘피지 메록스(LPG Merox) 공정

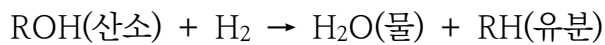
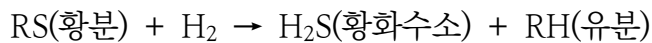
원유 중에서 분리된 엘피지(LPG)에는 황산화합물의 일종인 황화수소( $H_2S$ )와 메르캡탄(mercaptane:  $R-SH$ )이 포함되어 악취의 발생, 연소성 저하, 장치의 부식 등을 초래하므로 이들 물질을 분리 제거하거나 영향 주지 않는 성분으로 처리하는 공정이다.

### 1.2.4 케로신 메록스(kerosene merox) 공정

케로신 메록스 공정은 엘피지(LPG)메록스 공정과 유사하며 등유에 포함된 메르캡탄류( $R-SH$ )를 제거하는 공정이다. 촉매로 충전된 고정층 반응기에 통과하면 메르캡탄이 악취와 연소성애 문제가 없는 다이설파이드(disulfide)로 변화하게 된다.

### 1.2.5 나프타 수첨 탈황(naphtha hydro treating) 공정

가솔린의 주성분인 리포메이트(reformate)를 제조하는 나프타 개질 공정은 사용촉매 특성상 그 원료유의 황 함유량과 품질이 엄격히 통제된다. 나프타 수첨 탈황 공정은 이에 필요한 원료유인 중질 나프타(heavy naphtha)를 수소첨가 반응에 의하여 요구되는 품질로 개선하는데 목적이 있다.



### 1.2.6 나프타 개질(platforming) 공정

탄화수소간의 연결모양을 바꿈으로 유분의 성질을 개조하는 공정이다. 주반응은 백금과 레늄이 흡착된 알루미늄 담체의 촉매층을 통과하면서 수소와 반응하여 나프타 성분중 파라핀(paraffine)계통의 유분을 방향족(aromatic) 또는 이소파라핀(iso-paraffine)계통으로 변화시킨다. 이들 물질은 탄화수소 분자구조가 밀집된 화합물이다. 주요 화학반응은 다음과 같다.

나프텐의 탈수소반응에 의한 벤젠생성

파라핀의 탈수소 환화반응

파라핀의 이성화반응

파라핀의 수첨분해반응

올레핀의 수첨반응 등

### 1.2.7 산성 가스 제거(acid gas removal) 공정

각 공정의 비응축가스와 엘피지(LPG)에 포함된 황성분을 제거하는 공정이다. 황화수소는 아민수용액과 잘 반응하여 아민염을 생성하는 원리를 이용해 황수소를 제거한다. 생성된 황화아민염은 저압에서 가열하여 스트리핑하면 아민으로 재생된다. 재생된 아민은 약



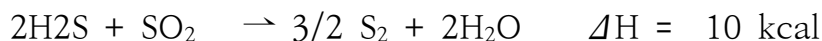
15~37wt%의 일정한 농도로 유지되어 각 공정의 아민 흡수탑으로 순환된다. 이 공정을 아민처리공정(amine treating unit)라고도 한다. 아민 스트리핑탑에서 제거된 가스는 대부분 황수소로서 황회수공정에서 황으로 회수된다.

### 1.2.8 황회수(sulfur recovery) 공정

각종 탈황공정, 분해공정 및 기타 공정으로 부터 발생하는 황화수소(H<sub>2</sub>S)는 아민흡수탑에서 흡수되어 산성가스처리공정에 모여져 스트리핑(stripping)에 의해 약 90% 정도 농축된 가스로 분리된다. 반면 각 공정에서 발생한 폐수 속에 용해된 황화수소와 암모니아(NH<sub>3</sub>)는 산성수 제거 공정으로 모여져 역시 스트리핑 효과에 의해 농축된 가스로 분리된다. 이들 두 가스는 황회수 공정으로 모여져 촉매공정을 거쳐 액상 황으로 회수되어 황화수소에 의한 환경오염을 방지하고 부산물로서 황 제품이 생산된다.

#### ① 열반응 단계

혼합가스는 반응로(reaction furnace)에서 혼입된 공기와 쉽게 연소하며 황화수소의 약 1/3 정도가 산화되어 이산화황이 되고 산화된 이산화황은 다시 황화수소와 반응하여 증기성상의 황이 되는데 이때 연소로의 온도는 약 1100~1300℃ 정도 된다. 주요반응식은 다음과 같다.



그러나 이 열반응에 의한 전환율은 약 69% 정도이다. 반응된 가스는 폐열회수보일러를 거쳐 스팀을 발생하고 약 380℃ 정도로 냉각되며, 응축기를 거치면서 전환된 증기성상의 황은 액상으로 응축되어 제품으로 회수 된다. 나머지 미반응 가스는 보조버너에서 예열후 반응기로 이송된다. 또한 암모니아 가스는 고온반응에서 수증기와 질소로 전환된다.

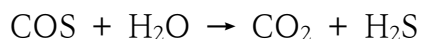
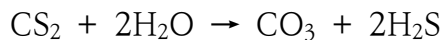
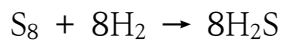
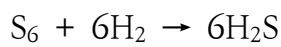
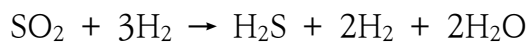
#### ② 촉매반응 단계

응축기를 거친 가스는 보조버너에서 약 240℃ 정도로 예열되어 제1반응기로 주입된다. 반응기(claus reactor)에는 활성알루미나가 주성분인 촉매층을 통과하면서 반응하며, 공급 황화수소 중의 약 16%가 황으로 회수되고 유사한 조건으로 제2반응기를 통과하면 전체 황화수소 중 약 10%가 응축 후 황 제품으로 회수된다. 나머지 미 반응된 황화수소는 후속공정인 잔여가스 처리공정으로 보내어 완전히 처리한다.

회수된 액상 황은 저장피트(pit)에 모아지고 가스제거 반응기에 의해 미량 함유된 황화수소를 제거하고 제품 저장조로 이송된다. 제품저장조의 벤트홀(vent hole)에서 미량으로 새어나온 황화수소는 스팀 이젝터에 의하여 폐가스소각로(incinerator)로 이송되어 소각 처리함으로써 악취 발생을 방지한다.

### 1.2.9 잔여가스 처리공정(tail gas unit)

각 공정에서 발생한 황화수소의 대부분은 황회수 공정에서 액상 황(S)으로 전환시켜 회수하지만 약 5% 정도의 황화수소 및 황화합물은 더 이상 반응하지 않고 잔여 가스에 남아 있기 때문에 가열버너(scot line burner)에서 280℃까지 가열 후 코발트, 몰리브덴 촉매가 충전된 반응기를 통과시킨다. 환원가스인 수소(H<sub>2</sub>) 존재 하에 다른 모든 황 화합물은 황화수소로 바뀐다. 그 반응식은 다음과 같다.



반응가스는 스코트 페열보일러에서 스팀을 생산하고 냉각탑을 거쳐 냉각(57℃)되어 흡수탑에서 아민용액과 접촉하여 황화수소는 거의 제거되고 소량의 흡수되지 않은 가스는 소각로로 보내어 연소시킨 후 대기로 방출한다.

### 1.2.10 방향족 물질 추출 및 벤젠/톨루엔 분리공정

석유화학의 원료가 되는 탄화수소화합물은 크게 3종류다. 첫 번째 에틸렌, 프로필렌과 같은 불포화탄화수소, 둘째 벤젠과 같은 방향족탄화수소, 셋째 세척제 등의 원료로 쓰이는 노말파라핀 계통의 탄화수소이다. 방향족탄화수소는 섬유,약품, 각종 수지의 원료로 쓰이며, 그 중 대표적인 화합물은 벤젠, 톨루엔, 자일렌이다. 공정가열로에서 발생하는 주요 오염물질로는 먼지,

황산화물, 질소산화물, 일산화탄소 등이 있다.

방향족 물질 추출공정(sulfolane unit)은 원료 중에 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등의 방향족 물질을 추출하는 공정이다. 주 공정시설로는 방향족 화합물질을 추출하는 추출공정, 비방향족 유분의 수세척공정 및 용매와 방향족 혼합물을 분리하는 분리공정이 있으며 부 공정시설로는 용매 재생공정과 세척수 정화공정이 있다.

벤젠-톨루엔 분리공정(B-T fractionation unit)은 주요 생산품인 벤젠을 생산하고 벤젠의 원료로 사용되는 톨루엔을 정제하는 공정이다. 주 시설로는 원료 중에 불순물을 제거하는 클레이 흡착탑(clay treater), 벤젠을 정제하여 생산하는 벤젠탑(benzene column) 및 톨루엔탑(toluene colum)으로 구성된다.

공정의 순서	내 용
설폴레인(Sulfolane) 공정	용제 추출공정은 원료중 방향족물질인 벤젠, 톨루엔 및 자일렌을 추출하는 공정으로 방향족 화합물질을 추출하는 추출공정, 비방향족 유분의 수세척공정 및 용매와 방향족 혼합물을 분리하는 분리공정이 있으며 부 공정시설로는 용매 재생공정과 세척수 정화공정이 있다.
BT 분리 공정	BT 분리 (Benzene Toluene Fractionation) 공정에서는 벤젠을 생산하고 벤젠의 원료로 사용되는 톨루엔을 정제하는 공정이다. 주 시설로는 원료중 불순물을 제거하는 클레이 흡착탑 (Clay Treater), 벤젠을 정제생산하는 벤젠탑 및 톨루엔탑으로 구성됨.
전환 공정	벤젠/톨루엔 분리시설에서 나온 톨루엔과 중질 방향족 분리탑 상부로부터 나온 C9 방향족을 원료로하여 벤젠과 자일렌을 반응생성하는 공정으로 반응공정과 분리정제 공정으로 이루어짐.
방향족 분리 공정	여러설비의 원료를 생산하는 설비로서 개질 분리공정, 자일렌 분리공정 및 중질 방향족분리 공정으로 구성됨.
자일렌 분리 공정	파라 자일렌을 생산하는 설비로서 흡착 및 탈착 공정, 잔류물 분리 공정 및 탈착제 정화공정, 파라 자일렌 분리 및 정화공정으로 구성됨.
이성화 공정	파라 자일렌 회수시설(PAREX Unit)의 잔류물 분리탑 상부에서 유입된 잔류물을 촉매를 이용하여 파라 자일렌 및 벤젠으로 전환시켜주는 공정으로 파라 자일렌 및 벤젠 생산을 최대화 하는데 있으며, 반응 공정과 분리공정으로 구성됨.

#### 〈 BTX공정의 공정 종류와 그 내용 〉

### 1.2.11 중질유분해(크래킹) 공정

원유를 1차 정제하면 가장 많이 생산되는 것이 벙커C(B-C)유이다. 원유에 포함되어 있는 B-C유 성분의 비율은 원유의 종류에 따라 다르지만 대략 30~50% 정도가 된다. B-C유는 연소과정에서 심한 매연을 발생시키기 쉽고 대기오염물질도 포함되어 있다. 따라서 환경오염 해결과 석유정제의 수익성 확보를 위해서 휘발유와 경유로 전환시키는 방법이 크래킹(cracking)이라는 공정이다. 크래킹은 B-C유 화학성분인 길고 큰 탄화수소 분자들을 크기가 작은 탄화수소로 잘라내는 공정이다. 큰 탄화수소 분자를 작은 조각으로 잘라내기 위해 뜨거운 열을 가해주거나 특별한 촉매를 사용한다.

탄화수소를 800℃ 이상의 고온으로 가열해서 분해하는 열분해 방법을 사용하면 에틸렌처럼 이중결합이 들어 있는 불포화 탄화수소가 많이 만들어진다. 불포화 탄화수소는 석유화학산업의 중요한 원료 물질이 되기도 한다. 그러나 불포화 탄화수소는 자동차용 휘발유에는 바람직하지 않은 성분이다. 그런 성분이 많이 들어 있으면 휘발유의 연료 탱크와 연료 공급라인에 고체의 침전이 생기기도 한다.

휘발유를 많이 생산하려면 열분해 과정에서 수소 기체를 불어넣어 주는 ‘수소열분해’ 공정을 사용해야 한다. 정유공장에서는 대부분 알루미나 또는 제올라이트와 같은 촉매를 사용하는 촉매 크래킹 방법을 사용한다. 뜨겁게 가열한 탄화수소를 고온 분말로 만든 촉매와 함께 섞어주면 분자들이 잘라져서 휘발유나 LPG와 같은 성분으로 분해가 된다.

중질유분해시설은 크게 수소화 분해와 유동상 접촉분해 방식이 있다. 중질유 분해시설 및 탈황시설을 고도화 시설(2차 정제시설)이라고 부르며, 날로 강화되는 환경기준에 적합한 제품 생산을 위해 탈황시설을 확충해야 하는 과제를 안고 있다.

### 1.2.12 아스팔트 산화공정(AOU, Asphalt Oxidizing Unit)

감압증류공정에서 경질유분을 분리하고 남은 감압잔사유 (Vacuum Residue)를 압축공기로 산화·중합시켜 아스팔트 제품을 생산하는 공정이다. 다양한 원유의 정제방법에 의한 처리 후 남은 잔류물을 204℃ 이상 가열된 상태로 산화반응기로 유입시켜 다공성 파이프를 통해 분산·유입되는 공기를 이용해 산화시킨다. 이러한 산화과정에서 생성되는 흠(fume)은 응축되거나 부유되는 기름 성분을 제거한 후 소각된다.

## 2 주요 대기오염물질 배출시설

### 2.1 반응(反應)시설

한 종류 또는 두 종류이상의 물질이 그 자신 혹은 상호간에 있어서 원자(原子)의 조환(組換)을 시행하여 그 조성이나 구조, 성분 등 물리화학적 성질이 본래와는 다른 물질을 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

연속반응시설, 균일계(均一系) 반응시설, 불균일계(不均一) 반응시설, 촉매(觸媒) 반응시설로 대별되며, 연속 반응시설은 어떤 화학반응의 생성물이 다시 다른 반응을 일으켜서 다른 생성물을 만드는 경우의 시설로서 연속 반응시설이라고도 한다. 연쇄 반응시설도 연속 반응시설의 일종이다. 균일계 반응시설은 균질(均質)인 물질계(物質係) 즉, 단일상(相 : 액체상, 기체상, 고체상) 으로 이루어진 계(系)에서 화학반응을 일으키는 시설을 말하며, 회분(回分) 반응시설, 관형 반응시설, 연속교반조 반응시설, 반회분 반응시설 등이 있다. 불균일계 반응시설은 두 종류 이상의 상이 공존하는 다상계(多相系)에서 화학반응을 일으키는 시설을 말하며, 액-액계 반응시설, 기-액계 반응시설, 기-고체 반응시설 등이 있다. 촉매반응시설은 촉매의 영향에 의하여 화학반응을 일으키는 시설을 말한다. 촉매란 화학반응속도를 변화시키거나, 반응을 시작하게 만들거나 또는 일어날 수 있는 여러 가지 화학반응 중에서 하나를 선택적으로 진행시켜서 생성물의 종류를 바꾸는 역할을 하는 물질을 말하며, 자신은 결과적으로 전혀 변화하지 않거나 변화하였다 하더라도 화학양론적(化學量論的)인 관계 즉, 화학반응에 영향을 미치지 아니하는 관계를 지속하는 물질을 말한다.

#### - 분해

한 종류의 화합물(化合物)을 두 종류 이상의 보다 간단한 물질로 변화시키는 것을 말한다.

#### - 중합

한 종류의 단위화합물의 분자가 두 개 이상 결합하여 단위화합물의 정수(整數)의 배(倍)가 되는 분자량을 갖는 화합물을 생성하게 하는 것. 개환(開環)중합, 환화(環化)중합, 이성화(異性化)중합 등이 있다.

#### - 축합

두 개 이상의 분자 또는 동일 분자내의 두 개 이상의 부분이 새로운 결합을 만드는 반응으로서 에스테르화, 피티히반응, 파아킨반응 등이 있으며, 반응보조제(反應補助劑)로서 축합제가 가해진다.

- 산화  
본래는 순(純)물질이 산소와 화합하는 것을 말하나, 일반적으로는 광범위하게 전자를 빼앗기는 변화 또는 이것에 수반되는 화학반응을 말한다.
- 환원  
본래는 산화된 물질을 본래 물질로 되돌리는 것을 말하나, 일반적으로 산화의 반대과정 즉, 전자를 첨가하는 변화 또는 이에 따른 화학반응을 말한다.
- 중화  
좁은 뜻으로는 산과 염기가 반응하여 염과 물이 생기는 것을 말하나 산과 염기의 정의에 의해서는 보다 넓은 뜻으로 사용된다.
- 합성  
단일물질에서 출발하여 화합물질을 만들거나 비교적 간단한 화합물에서 복잡한 화합물을 만드는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 합성가스, 합성고무, 합성섬유, 합성세제, 합성수지, 합성피혁 등을 제조하는 시설이 있으나, 여기서는 산업용 화학제품을 합성하는 시설을 말한다.

## 2.2 흡수시설

흡수란 물질 또는 에너지 등의 물리량(物理量)이 다른 물질에 빼앗겨 그 계(系)안으로 이끌려 들어가는 과정 또는 그에 따라 입자의 수나 강도를 감쇄하는 현상이나 화학적으로 빛의 흡수, 양자화된 상태 사이의 에너지차(差)에 해당하는 빛의 흡수, 저에너지 상태에서 고 에너지상태로 옮기는 것을 말한다. 이러한 현상을 일으키게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

대표적인 것으로 충전탑(充填塔), 단탑, 스프레이탑, 스크라버, 젖은 벽탑, 기포탑(氣泡塔) 등이 있다.

## 2.3 응축시설

일정한 온도로 냉각 또는 압력을 가하여 그 물질의 포화증기압을 넘도록 하여 기체가 액체 상태로 변화시키는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

증류시설의 경우 상부 물질인 가스를 냉각시켜 액상으로 변화시키는 시설이며 일반적으로

응축시설에 모인 액체의 일부는 증류탑 온도를 조절하기 위해 환류 시켜주고 나머지는 생산제품 또는 연관 공정으로 이송한다.

## 2.4 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함)

정제시설은 어떤 물질에 포함되어있는 불순물을 제거하여 그 물질의 순도가 더 높은 것으로 만드는 시설인데, 석유 정유의 경우에 원유(原油)를 증류(蒸溜)하여 각종 석유 정제품과 반제품을 제조하는 시설을 말하며, 석유 정유(精油) 시설이라고 한다. 이러한 용도로 사용되는 정제시설은 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설(분리(分離)시설, 증류(蒸溜)시설, 추출(抽出)시설 및 여과(濾過)시설을 포함)을 말한다.

## 2.5 농축시설

특정물질의 순도(純度)를 높이거나 용매를 증발시켜 용질(溶質)의 농도를 포화(飽和)농도 이상으로 하기 위하여 또는 진하게 엉키게 하기 위하여 바짝 줄이게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

화학공업에서 주로 쓰이는 정석(晶析)장치도 여기에 포함된다. 이것은 액상(液相) 또는 기상(氣相)에서 결정물질을 형성하게 하는 시설로서 고액(固液)간에서의 조작이 주 대상으로 되어있다. 결정물질의 생성은 액상내에서의 결정핵의 발생과 그 발생한 결정핵의 성장으로 생성되며, 과포화(過飽和)상태의 존재하에서 일어나는 것이 보통이다. 주로 비료, 제염(製鹽), 정당(精糖)공업 그 밖에 많은 고체 무기·유기물질의 분리법으로 적용되고 있다.

## 2.6 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질(有色物質)을 화학적으로 처리하여 그 물체를 순백(純白)으로 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

화학적인 표백은 표백제를 사용하는 것으로 산화표백과 환원표백으로 구분되며, 백색의 순도를 올리는 화학적 처리방법으로 산화반응과 환원반응을 이용한다. 표백제는 산화반응에 과산화수소,

표백분, 하이포, 아염소산나트륨 등을 사용하고 환원반응에 아황산, 하이드로슬파이드 등을 사용한다.

## 2.7 용융·용해시설

용융·용해시설은 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

용융시설은 고체상태의 물질을 가열하여 액체 상태로 만드는 시설을 말하고 용해시설은 기체, 액체 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체물질과 혼합시켜 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체(蓉體)를 만드는 시설을 말한다. 용체는 균일한 상(相)을 만들고 있는 혼합물로서 액체 상태인 경우에는 용액, 고체 상태인 경우에는 고용체, 기체상태일 때는 혼합기체라 한다. 여기서는 서로 다른 물질을 혼합시켜 원래 상태의 물질이 물리·화학적 성질변화를 일으키는 경우의 시설에 적용되며, 그러하지 아니하고 원래상태의 물질이 물질화학적 성질의 변화가 없이 단순히 혼재(混在)되어 있는 경우의 시설은 혼합시설로 분류한다.

## 2.8 소성(燒成)시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다. 소성시설의 종류는 크게 불연속소성시설과 연속소성시설로 구별되며, 불연속소성시설에는 원형, 각형, 통(筒)형 등의 시설이 있고, 연속소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형 시설(rotary kiln)을 사용하며, 회전형 시설에도 그 길이에 따라 short kiln, long kiln 등이 있고, 그 형태에 따라 lepol kiln, suspension pre-heater kiln, shaft kiln 등 다양하게 분류된다. 대표적인 것으로 화학비료 제조시에 사용되는 인광석(磷鑛石)소성시설이 있다. 이것은 채광 후 선별된 인광석 농축물을 인산, 규산, 가성소다 또는 소금 등과 섞어 뽕뽕한 slurry 상태로 만든 후 건조시키면서 10~20



mesh의 알맹이로 뭉친 다음 소성시설에서 약 1,400~1,540℃ 정도로 구워 인광석 속의 불소를 제거하는 시설이다.

## 2.9 가열(加熱)시설

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 석유화학 및 유기화학 공업 등의 각종 공정에 쓰이는 관식(管式) 가열로(tubular heater)등을 말한다. 이는 피가열물체가 기계 또는 액체등의 유체(流體)에 한정되며 거의 연속운전인 점 그리고 열원(熱源)으로서 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화(直火)방식인 특징이 있다. 외관형상(外觀形象)으로는 직립원통형, 캐빈형, 상자형으로 구분되며, 직립원통형은 전복사(全輻射)형, 복사대류일체형(輻射對流一體型), 복사·대류분리형(輻射·對流分離型) 등이 있으며, 상자형에는 수평관식-수직연소식, 수직관식-수평연소식, 수직관식-특수연소식, 수평관식-특수연소식 등으로 구별된다. 이들은 다시 스트레이트업형, 업드레프트 또는 캐빈형, 멀티체임버형, 후드트형, 비켓형, 각주형, 다운콤백손형, 테라스형, 다운파이어드형, 레이디언트월형 등 다양하게 분류된다.

한편, 열매체(熱媒體)라 함은 장치를 일정한 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체(流體)를 말한다. 열매체는 조작온도내에서는 유체로서 취급될 수가 있어야 하며, 열적(烈的)으로 안정하고, 단위체적당 열용량이 크며, 사용압력범위도 적당하고, 전달계수(轉達係收)가 높아야 할 필요성이 있으며, 또한 장치에 대한 부식이 적고, 불연성이며, 값싸고 무독(無毒)인 특성을 가져야 한다. 대표적으로 이용되는 열매체에는 유기열매체(디페닐 에트드, 디페닐 등의 혼합물), 수은, 열유(熱油), 온수유기열매체 등의 액상(液狀)열매체와 과열수증기, 굴뚝가스, 공기 등의 기체성 열매체가 있다.

## 2.10 건조(乾燥)시설

전기나 연료, 기타열풍(熱風) 등을 이용하여 제품에 함유되어 있는 수분을 증발시켜 말리는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

도장시설에서 페인트 등을 도포시킨 후 피도체를 건조하거나 화학제품 등의 액체상 또는 고체상

조립자(組粒子)등을 건조하기 위해 사용되는 건조시설을 포함한다. 일반적으로 습윤상태에 있는 물질은 수송이나 저장이 불편하고, 제품의 응집(凝集)이나 고형화가 쉽게 일어날 수 있다. 이러한 상태를 예방하고 제품이 요구하는 수준의 수분을 함유하게 하기 위해 건조작업이 행하여진다.

건조시설은 건조에 필요한 열을 전하는 방식에 따라 열풍수열식(熱風收熱式)과 전도수열식(傳導收熱式)으로 대별(大別)된다. 열풍 수열식은 열풍과 피건조 재료가 직접 접촉함으로써 열의 전달이 이루어진다. 전도 수열식은 일반적으로 금속벽을 통해 열원(熱源)으로부터 피건조 재료에 간접적으로 열의 전달이 이루어지며, 열손실이 적고 건조의 효율이 높으나 금속벽의 열용량이 크므로 효과적으로 건조하는데는 약간의 문제점이 있다. 그 외의 분류법으로 재료의 이동방법에 의한 본체회전식, 교반기식, 공기수송식, 유동층식, 벨트이동식 따위가 있다. 또 이들 이동방식을 2가지 이상 조합하여 하나의 건조시설로 하는 방식도 있다.

## 2.11 회수(回收)시설

액체상의 용질 중에서 필요로 하는 물질을 다시 거두어들이는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다. 사용된 촉매(觸媒)나 용매 중의 불순물을 제거하여 원래 상태로 재생시키는 시설도 포함된다. 대표적인 것으로 스티렌폴리머 등의 용해중합공정(溶解重合工程)에 사용되는 용재회수(溶劑回收)시설과 석유정제 공정의 촉매재생 시설, 황회수시설 등이 있다.

용해중합공정이란 용제가 반응 화합물에 첨가되고, 이것이 모노머, 폴리머 및 개시제(開始劑)를 녹여 중합시키는 공정을 말하며, 이 때 중합 과정이 끝난 후에는 용제를 다시 진공건조 등의 플래싱(flashing)공정을 거쳐 다시 회수하게 된다.

촉매재생 시설은 석유정제 등에서 사용되는 각종 유동층(流動層)의 촉매에 부착된 불순물을 연소시키거나 분리시켜 제거하여 다시 사용할 수 있도록 하는 시설을 말한다.

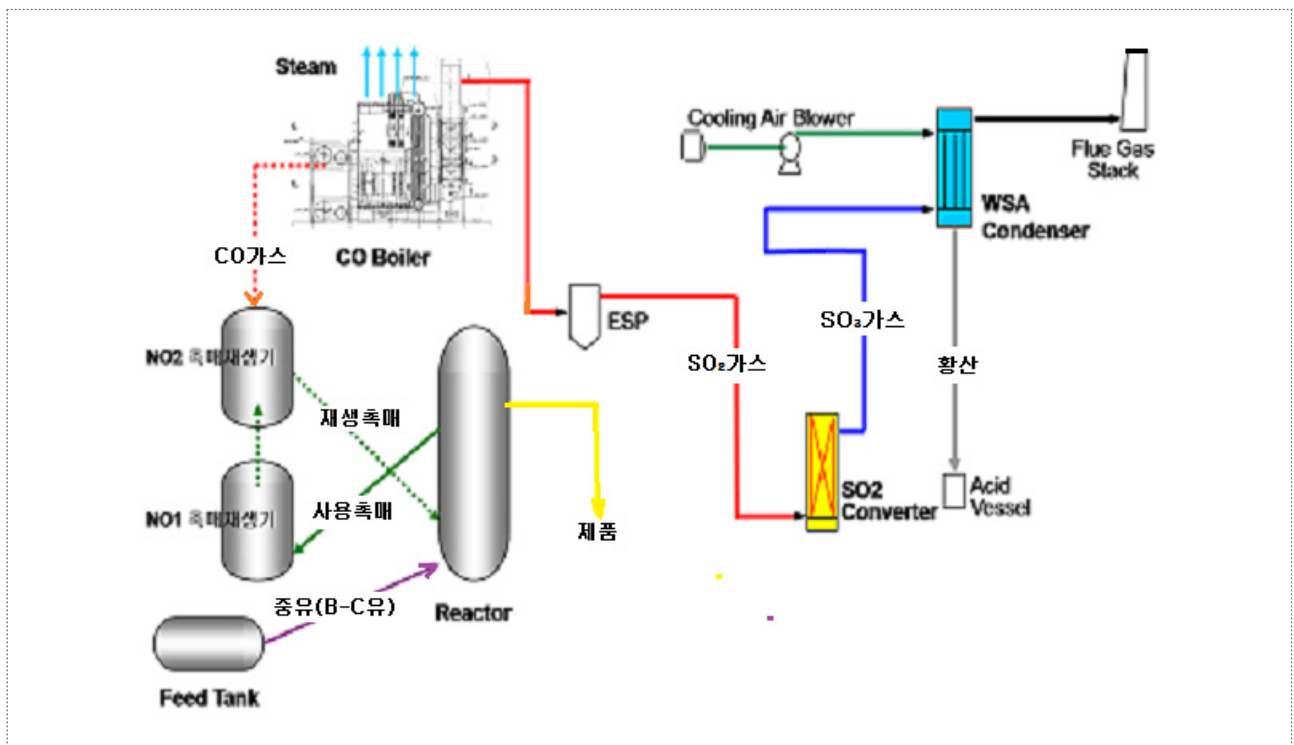
황회수시설(sulfur recovery system)은 석유 정제과정 중에서 생성된 각종 산성가스 중 황화수소를 황으로 회수하기 위한 시설을 말한다.

## 2.12 연소시설

석유 정제품의 연소시설, 중질유 분해시설의 일산화탄소 소각시설 및 황 회수 장치의 부산물만을 연소하는 시설로 연소로의 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

## 2.13 중질유 분해시설의 일산화탄소 소각보일러

중질유 분해시설의 소각보일러는 일산화탄소 가스(CO gas)를 연소에 의한 방법으로 제거하며 이 연소과정에서 발생하는 열은 증기(steam) 및 온수를 생산하는데 이용하고 있다. 여기서 중질유 분해시설은 반응기에 중유(B-C)를 공급받아 촉매와 고온 반응시켜 나프타 등의 제품을 생산하는 공정이며 이 반응에서 사용된 촉매는 재생기에서 공기를 이용하여 고온에서 산화반응을 통해 재생이 되며 일산화탄소 가스(CO gas)는 이때 발생하게 된다. 소각보일러 후단에는 촉매반응 전화탑(SO<sub>2</sub>에서 SO<sub>3</sub>으로 전환), SO<sub>3</sub> 응축제거시설 및 전기집진기 등이 설치되어 있다.



〈 소각보일러 공정 〉

## 2.14 촉매재생시설

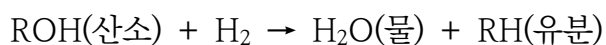
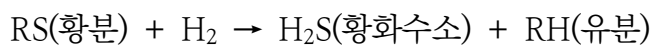
촉매는 다른 물질의 화학반응속도를 빠르게 하거나 늦춰서 화학적 반응속도를 변화시키는 물질인데 그 자신은 화학적 변화를 받지 않고 그대로 존속하기 때문에 재사용할 수 있다. 이러한 성질을 갖는 촉매를 재생하는 시설은 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

석유 정제공정의 촉매재생 원리는 나프타 개질공정에 사용된 촉매를 촉매 재생시설에서 연속적으로 재생되어 다시 개질반응기로 순환하여 사용하게 된다. 이 공정은 촉매 재생탑 상부에서 촉매성능 저하물질인 코크스가 촉매에 흡착되어 있는데 이것을 산소를 순환시켜 태우게 된다. 재생탑의 코크 연소부 하단에서는 촉매의 균형을 유지하기 위하여 염화물이 주입되어 촉매의 염화 및 산화반응이 일어난다. 재생탑의 산화반응(염화반응)부 하단에서는 코크 연소부에서 생성된 촉매상의 물을 제거하기 위하여 건조가스를 사용하여 촉매를 건조시킨다. 나프타개질 반응기 상단에 위치한 환원기에서는 재생탑에서 산화된 촉매를 촉매 중에 포함된 수소를 사용하여 개질반응에 가장 적합한 상태가 되도록 환원시킨다.

## 2.15 탈황(脫黃)시설

유기화합물의 분자에 포함되어 있는 황(S) 원자를 탈리하는 반응시설이나 석유 제품 또는 반제품에 함유된 황 성분을 제거하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

석유 정유공정에서 생산되는 석유 제품 또는 반제품에는 황, 질소, 산소 등을 포함하고 있어서 황 함유량이 낮은 제품을 생산하기 위하여 탈황과정을 거치게 된다. 탈황 공정의 주요 반응은 코발트와 몰리브덴이 흡착되어있는 알루미늄 촉매가 존재하는 상태에서 반응에 필요한 온도를 230℃, 압력 약 46atm 을 유지해주면 유분에 포함된 불순물들은 공급된 수소와 다음과 같이 반응되고 불순물은 공정 오프가스 또는 산성 수에 포함되어 빠져나간다.



탈황 공정에서 발생하는 황화수소( $H_2S$ )는 아민흡수탑에서 흡수되어 산성가스처리공정에 모아져 스트리핑(stripping)에 의해 90% 정도 농축된 가스로 분리되어 황회수 공정에서 모아져 촉매 공정을 거쳐 액상 황으로 회수된다.

## 2.16 석유정제품 관련 저장시설

제품 또는 원료, 반제품상태의 원료, 부원료, 첨가제 등 제품제조에 필요한 각종물질(반제품을 포함한다)을 저장하는 시설로서 용적이  $50m^3$  이상인 원유·휘발유·나프타 저장시설(주유소 저장시설은 제외)과 유기화합물(알켄족·알킨족·방향족·알데히드류·케톤류가 50% 이상 함유된 것만 해당한다) 을 말한다.

저장탱크의 형태는 그 디자인에 따라 보통 고정지붕형(fixed roof), 외부유동지붕형(external floating roof), 내부유동지붕형(internal floating roof), 가변(可變)형 탱크(variable vapor space tank), 압력형 tank(pressure tank) 등이 있다. 또 외형에 따라 원추형(cone roof), 원형(ball tank) 등으로 구분하기도 한다.



대기오염물질배출시설

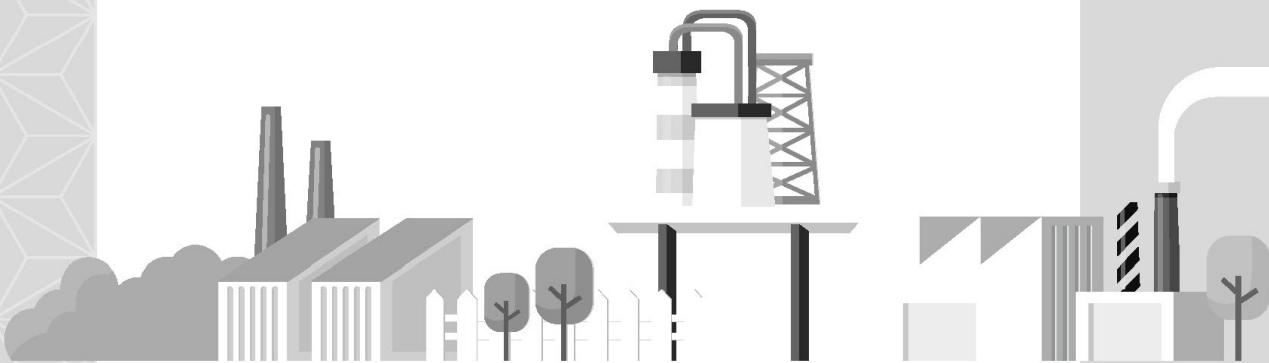
## 해설집

—

# VI

## 화학물질 및 화학제품 제조시설

—







## VI 화학물질 및 화학제품 제조시설

### 1 기초유기화합물질 제조시설

#### 1.1 개요

기초유기화합물은 석유화학계 기초화학물질, 천연수지 및 나무화학물질, 기타 기초유기화학물질 제조시설을 말한다.

석유화학계 기초화학물질 제조시설은 석유 또는 석유부생가스 중에 함유된 탄화수소를 분해·분리 또는 기타 화학 처리하여 석유화학계 기초제품과 그 유도체(탄화수소 할로젠화 유도체, 탄화수소 질산화 유도체, 탄화수소 유황화질산화 등)를 생산하는 시설을 말한다. 석유화학계 기초제품 제조에 연관된 지방족계 또는 방향족계 유도품 등을 제조하는 경우에도 여기에 포함된다. 이러한 석유화학계 기초화학물질 제조시설은 산업현장에서는 나프타(Naphtha) 분해공정(NCC, Naphtha Cracking Center)라고도 한다. 나프타 분해공정은 나프타를 스팀과 함께 800℃의 고온에서 경질 탄화수소 화합물로 열분해 반응시킨 후, 냉각, 압축, 정제공정을 거쳐 에틸렌, 프로필렌, 혼합C4유분, 열분해가솔린(P.G) 등을 생산하는 공장이다.

주요 석유화학계 기초 유기화학물질은 에틸렌(ethylene), 프로필렌(propylene), EHC(epichlorohydrin), EDC(ethylene dichloride), VCM(vinyl chloride monomer), PVC(polyvinyl chloride), 부타디엔, 스티렌모노머, 폴리에틸렌, 에틸렌옥사이드, 폴리프로필렌, 무수프탈산, 아닐린, 메틸렌디아닐린 등이 있다.

천연수지 및 나무화학물질 제조시설은 천연수지, 나무 및 식물성 피치 등을 증류하여 유연제 엑스를 제외한 증류물질 및 기타 관련 제품을 제조하는 시설을 말한다. 톨올오일, 수탄 및 폐수탄, 활성화된 광물성 제품을 생산하는 시설도 여기에 포함된다.

기타 기초유기화학물질 제조시설은 우레인 및 그 유도체·아민관능화합물, 질소관능화합물, 효소 및 기타 효소제품, 모노카르복시유지산, 알데히드·퀴논 관능화합물, 무기산 에스테르 및 그 염과 유도체, 알콜·페놀 및 그 유도체, 유기 황화합물, 에텔·과산화알콜·과산화에텔·에폭시드 아세탈 및 그 유도체, 산소관능 아미노화합물(리신과 그 에스테르 및 그 염 제외) 등을 제조하는 시설을 말한다.

물 질	특징 및 제조공법·용도
① 기초 유분 및 중간 원료	
에틸렌 (Ethylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색의 기체, 고압저온(-104℃ &gt;) 환경에서 액상</li> <li>- 석유 또는 천연가스 등 탄화수소(납사, 에탄, LPG, Gas oil, NGL 등)를 열분해 하여 제조</li> <li>- 폴리에틸렌, 에틸렌글리콜, PVC, SM, 아세트알데하이드 등의 원료로서 대표적인 기초유기화합물</li> </ul>
프로필렌 (Propylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색의 기체</li> <li>- 납사 등 분해시 에틸렌과 병산되거나 FCC의 부생가스로부터 추출, 또는 프로판을 탈수소하여 제조</li> <li>- 폴리프로필렌, AN, PG, EPR, 옥탄올 등의 원료로서 에틸렌과 함께 석유화학공업의 대표적인 기초유기화합물</li> </ul>
부타디엔 (Butadiene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상온에서 독특한 냄새가 있는 기체</li> <li>- 납사분해시 부생하는 C4 유분으로부터 추출하거나 부탄을 탈수소하여 제조</li> <li>- SBR(Styrene Butadiene Rubber), BR(Butadiene Rubber)등 합성고무와 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene), -,4-BDO등의 원료</li> </ul>
벤젠 (Benzene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 방향족계 탄화수소의 대표적 제품으로 방향(냄새)이 있는 액체</li> <li>- 납사분해설비(NCC)에서 열분해, 납사개질유(Reformate Naphtha)로부터 추출, 톨루엔의 탈알킬방법으로도 생산 가능</li> <li>- SM(Styrene Monomer), 타프로락탐, 알킬벤젠, 의약품, 농약, 유기약품 등의 원료</li> </ul>
톨루엔 (Toluene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 방향이 있는 액체</li> <li>- 납사분해설비나 납사개질유로부터 벤젠, 자일렌 등과 함께 생산</li> <li>- 향료, 화약, TDI(Toluene Diisocyanate), 사카린 등의 원료, 용제 등</li> </ul>
자일렌 (Xylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 방향이 있는 무색의 액체</li> <li>- 납사분해설비나 납사개질유로부터 벤젠, 톨루엔 등과 함께 생산, 톨루엔의 탈알킬방법으로도 생산 가능</li> <li>- 주로 파라자일렌(p-Xylene)으로 분류·정제되어 사용</li> </ul>
이염화에틸렌 (Ethylene Dichloride)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색유상의 액체</li> <li>- 에틸렌과 염소(Cl)와의 반응으로 제조</li> <li>- 대부분 VCM의 원료로 사용</li> </ul>
비닐클로라이드 (VCM, Vinyl Chloride Monomer)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색으로 약간의 감미가 있는 기체</li> <li>- EDC(Ethylene Dichloride)를 열분해하여 제조</li> <li>- 대부분 PVC의 원료로 사용</li> </ul>
스티렌 모노머 (SM, Styrene Monomer)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 방향이 있는 무색의 액체</li> <li>- 벤젠과 에틸렌을 원료로 합성한 에틸벤젠을 반응시켜 제조</li> <li>- PS(Poly Styrene), SBR(Styrene Butadiene Rubber), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), 도료 등의 원료</li> </ul>
올소 자일렌 (Ortho-Xylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색의 투명한 액체</li> <li>- (혼합)자일렌을 증류하거나 양성화하여 제조</li> <li>- PA(Phthalic Anhydride) 등의 원료</li> </ul>

물 질	특징 및 제조공법·용도
파라 자일렌 (Para-Xylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색의 투명한 액체</li> <li>- (혼합)자일렌을 증류하거나 양성화하여 제조</li> <li>- TPA(Terephthalic Acid)/DMT(Dimethyl Terephthalate)의 원료로 대규모 소비됨</li> </ul>
프로필렌옥사이드 (Propylene Oxide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색의 휘발성 액체</li> <li>- 프로필렌과 염소를 원료로 제조, 또는 프로필렌을 과초산이나 에틸벤젠의 과산화물로 직접 산화하여 제조</li> <li>- PG(Pressure Gasolin), PPG(Polypropylene Glyco)등의 원료</li> </ul>

② 합 성 수 지

저밀도폴리에틸렌 (Low Density Polyethylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상온에서 투명한 고체(분말또는입상)</li> <li>- 대표적인합성수지로, 에틸렌을중합하여제조</li> <li>- 밀도가 0.91~0.94, 결정화가 낮아 가공성과 유연성, 투명성이 우수</li> <li>- 농업용·포장용투명필름, 전선피복, 각종랩 등의 원료</li> </ul>
고밀도 폴리에틸렌 (High Density Polyethylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반투명고체(분말 또는 입상)</li> <li>- 대표적인 합성수지로 에틸렌을 중합하여 제조</li> <li>- 밀도가 0.94 이상, 강도가 우수하나 유연성, 가공성은 떨어짐</li> <li>- 일회용쇼핑백, 각종용기, 컨테이너, 파이프 등의 원료</li> </ul>
폴리프로필렌 (Polypropylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PE와 함께 석유화학제품을 대표하는 열가소성 수지로 고체</li> <li>- 프로필렌을 중합하여 제조</li> <li>- 인장강도와 충격강도, 표면강도, 내열·내약품성 우수</li> <li>- 포대용백, 필름, 섬유, 자동차 및 전기·전자부품, 컨테이너, 일용품 등의 원료로 가장 폭넓게 사용됨</li> </ul>
폴리스티렌 (Polystyrene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SM(Styrene monomer)를 중합하여 제조하는 열가소성 수지</li> <li>- 일반용(GP), 내충격성(HI), 발포성(EPS) 등이 있음</li> <li>- 가전제품의 케이스 및 부품, 유제품용기, 단열재나 발포포장제·충격완충제(EPS) 등의 원료로 사용</li> </ul>
ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 옅은아이보리색의 고체</li> <li>- AN과 부타디엔, 스티렌을 중합하여 얻어지는 공중합체</li> <li>- 착색이 용이, 표면광택, 기계적·전기적 성질, 내약품성 우수</li> <li>- 가정용, 사무실용 전자제품 및 자동차의 표면소재로 주로사용</li> </ul>
폴리염화비닐 (Polyvinyl Chloride)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VCM(Vynyl Chloride Monomer)의 중합으로 얻어지는 무취의 분말</li> <li>- 내약품성, 난연성, 전기절연성이 양호하나, 열, 자외선에 불안정, 유연성이 요구되는 용도에서는 가소제와 함께 사용됨</li> <li>- 바닥재와 창틀, 파이프 등 주택·건설용으로 주로사용, 농업용 필름 및 인조피혁 등의 원료</li> </ul>

③ 합 성 원 료

아크릴로니트릴 (Acrylonitrile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 달콤한 냄새를 지닌 액체</li> <li>- 프로필렌, 산소, 암모니아 혼합가스를 합성(SOHIO법)하여 제조</li> <li>- 아크릴섬유, ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene), NBR고무(Acrylonitrile Butadiene Rubber) 등의 원료</li> </ul>
----------------------------	---

물 질	특징 및 제조공법·용도
<p>카프로락탐 (Caprolactam)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액상 또는 플레이크상</li> <li>- 사이클로헥산을 공기산화하여 사이클로헥사논을 만든 후, 암모니아와 합성하여 제조</li> <li>- 나일론섬유(나이론6) 및 나일론수지의 원료로 의복이나 타이어코드, 어망, 카펫 등의 형태로 사용됨</li> </ul>
<p>테레프탈산 (Terephthalic Acid)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백색분말</li> <li>- 파라자일렌(P-Xylene)을 산화시켜 제조</li> <li>- 폴리에스터 섬유, PET(Polyethylene phthalate) Bottle, 폴리에스터 타이어코드 등의 원료로 사용됨</li> </ul>
<p>디메틸테레프탈레이트 (Dimethyl Terephthalate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백색결정</li> <li>- 파라자일렌(P-Xylene)을 산화시킨 후 메탄올과 반응시켜 제조</li> <li>- 폴리에스터 섬유 및 Film의 원료로 사용됨.</li> </ul>
<p>에틸렌글리콜 (Ethylene Glycol)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색무취의 액체</li> <li>- EO(Ethylene Oxide)을 물과 반응시켜 제조</li> <li>- 부동액의 원료, TPA((Terephthalic Acid) or DMT(Dimethyl Terephthalate))와 함께 투입되어 폴리에스터제품 원료로 사용</li> </ul>
<p>스티렌부타디엔고무 (Styrene Butadiene Rubber)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스티렌모노머와 부타디엔을 중합하여 제조, 고무상</li> <li>- 대표적인 합성고무로 천연고무에 비하여 내마모성과 내노화성, 내열성이 우수함.</li> <li>- 주로 타이어에 천연고무 및 카본블랙과 함께 사용됨</li> </ul>
<p>부타디엔고무 (Butadiene Rubber)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부타디엔을 중합하여 제조, 고무상</li> <li>- 탄성이 좋으며, 내한성 및 내마모성이 우수</li> <li>- 타이어, 튜브 등 고무제품의 원료, 합성수지의 충격개량제</li> </ul>
<p>알킬벤젠 (Alkyl Benzene)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색무취의 투명한 액체</li> <li>- 노말파라핀(Normal Paraffin)과 벤젠을 합성하여 제조</li> <li>- 계면활성제의 원료로 합성세제와 농약유화제 등으로 사용</li> </ul>
<p>무수프탈산 (Phthalic Anhydride)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 순백색 바늘모양의 결정으로 독특한 냄새가 있음.</li> <li>- O-Xylene을 기화시킨 후 공기의 산소와 반응시켜 제조</li> <li>- 가소제(DOP(Dioctyl phthalate), DBP(Dibutyl phthalate) 등, 폴리에스터수지, 염안료 중간체 등의 원료</li> </ul>
<p>무수말레인산 (Maleic Anhydride)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백색바늘 모양 또는 입상의 결정</li> <li>- 벤젠 또는 C4유분(부탄 또는 부타디엔)을 산화시켜 제조</li> <li>- 불포화 폴리에스터수지, PVC(Polyvinyl Chloride) 안정제, 도료, 가소제 등의 원료</li> </ul>
<p>페놀 (Phenol)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백색결정상</li> <li>- 벤젠과 프로필렌을 반응시켜 큐멘을 제조한 후, 큐멘을 산화분해하여 아세톤과 함께 제조(생성 비율은 페놀 1 : 아세톤 0.61)</li> <li>- 6비스페놀A, 페놀 수지의 원료로 주로 사용되며, 기타 산화방지제, 농약, 안정제의 원료로도 사용</li> </ul>
<p>아세톤 (Acetone)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색 유동성의 액체, 특유의 방향(냄새)이 있음</li> <li>- 벤젠과 프로필렌을 반응시켜 큐멘을 제조한 후, 큐멘을 산화분해하여 페놀과 함께 제조(생성 비율은 페놀 1 : 아세톤 0.61)</li> <li>- 주로 도료·페인트의 용제로 사용, 왁스·락카·고무에도 사용</li> </ul>

물 질	특징 및 제조공법·용도
옥탄올 (Octanol, 2-Ethyl Hexanol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색액체</li> <li>- 프로필렌에 일산화탄소와 수소를 반응시켜 제조</li> <li>- 주로 PVC(Poly-Vinyl Chloride) 가소제 원료로 사용, 합성윤활제-계면활성제의 중간 원료</li> </ul>
부탄올 (Butanol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색투명한 액체</li> <li>- 프로필렌을 옥소 반응시킬 때 옥탄올과 병산됨</li> <li>- 아크릴레이트, 가소제의원료, 용제로도 사용</li> </ul>
에탄올 (Ethanol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무색투명한 휘발성액체</li> <li>- 에틸렌과 물을 반응시키는 합성법과 천연곡물을 발효시키는 발효법이 있음. 전세계 에탄올의 90%이상이 발효법으로 생산</li> <li>- 합성법 에탄올은 화장품, 향료 등의 원료, 용제</li> </ul>
아세트알데하이드 (Acetaldehyde)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자극적인 냄새를지닌 무색의 액체</li> <li>- 에틸렌을 산소로 산화하여 제조, 화학적 반응성이 매우 활발함</li> <li>- 펜타에리스리톨, 초산, 초산에테르 등의 원료</li> </ul>
초산 (Acetic Acid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자극성 냄새가 있는 무색투명한 액체</li> <li>- 메탄올과 일산화탄소의 카르보닐레이션 반응으로 제조</li> <li>- 주로 TPA와 VAM(Vinyl Acetate Monomer)의 원료로 사용</li> </ul>
초산에틸 (Ethyl Acetate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (무색투명의 가연 액체, 방향(과실향)이 있음</li> <li>- 에탄올과 초산의 에스테르 반응에 의해 제조</li> <li>- 도료, 인쇄잉크, 접착제 등의 원료, 용제</li> </ul>
카본블랙 (Carbon Black)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설흘색이나 진회색의 분말</li> <li>- 석탄계의 크레오소트유(Creosote) 혹은 석유계의 중질유(FCC-Oil)를 불완전연소시켜 제조</li> <li>- 주용도는 고무 보강제의 원료로서 타이어의 마찰, 마손, 피로에 대한 저항력과 탄력성을 높이는 역할을 함. 기타벨트, 자동차와이퍼, 잉크, 전선 등에도 보강제나 착색제로 사용</li> </ul>

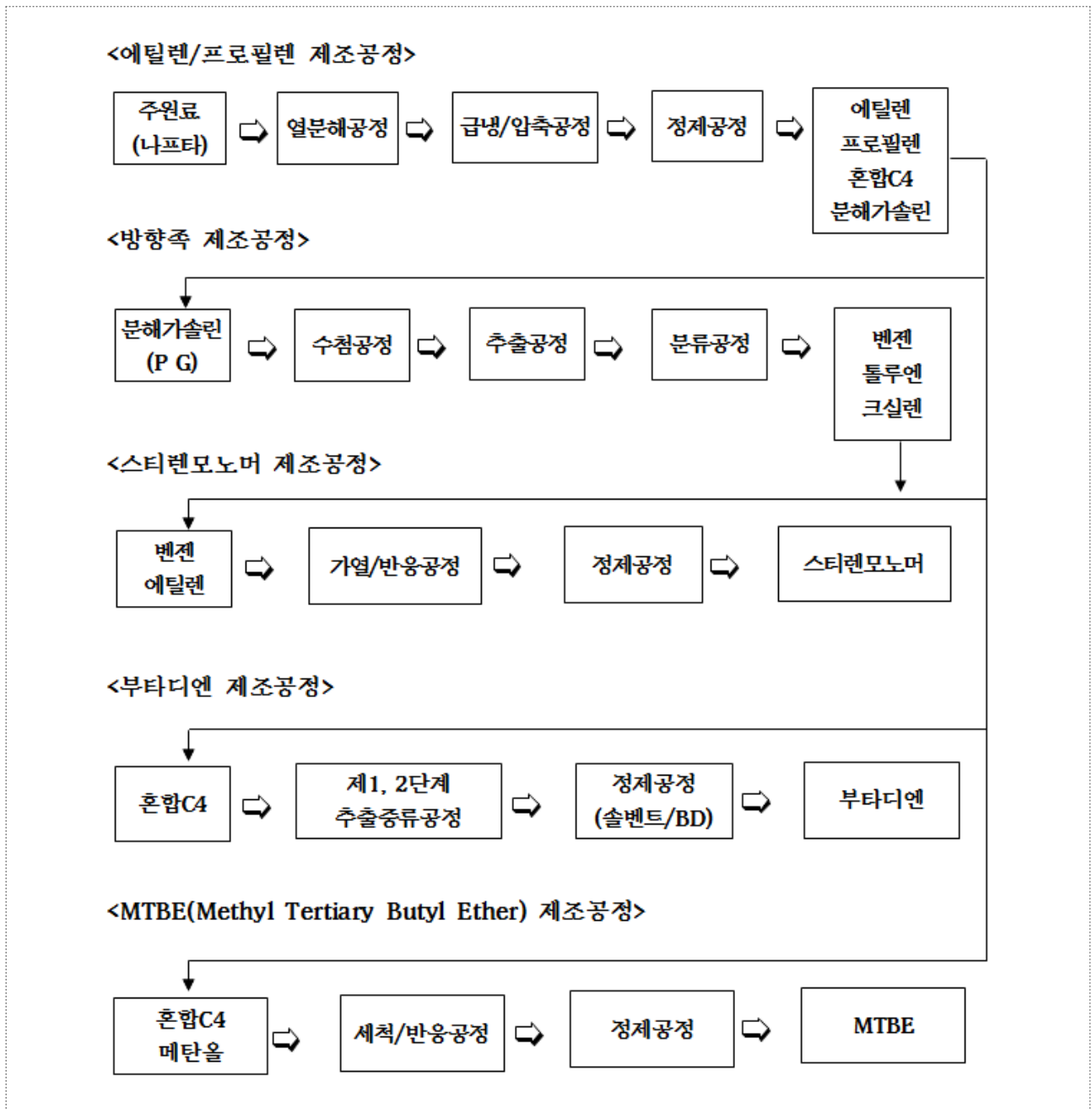
### 〈 주요 석유화학제품의 특징 및 제조공법·용도 〉

## 1.2 제조공정

### 1.2.1 에틸렌 공정

에틸렌은 아세틸렌의 부분산화, 에탄올의 탈수, 코크스로 가스로부터 분리 등의 방법으로 생산되었으나 현재는 대부분 탄화수소를 촉매 없이 고온에서 열분해(thermal cracking) 또는 수증기 열분해(steam cracking)하는 공정에서 생산된다.

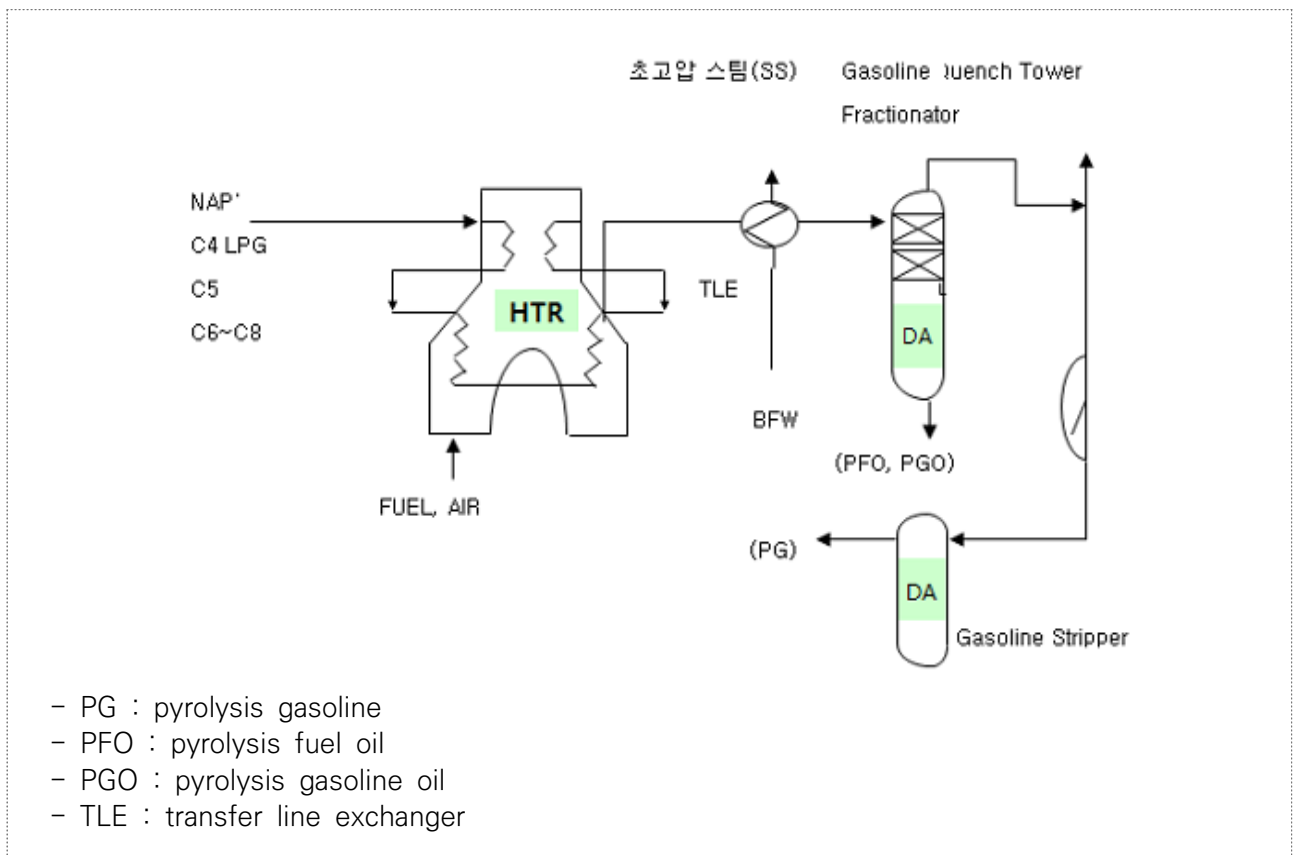
정유공장이나 천연가스 가공처리 시설에서 얻어진 탄화수소 공급원료(액화천연가스, 나프타) 등을 원료로 하여 열분해 공정, 급냉 공정, 압축 및 산성가스 제거 공정, 분리 공정으로 에틸렌, 프로필렌 혼합 C4, 분해가솔린을 생산한다. 에틸렌은 상온·상압 하에서 무색, 가연성인 가스이며, 탄화수소 특유의 냄새를 가지며 프로필렌과 함께 가장 중요한 기초석유화학제품이다.



〈 기초유기화합물 제조공정 〉

① 열분해(cracking) 및 급냉(quench) 공정

원료인 나프타를 분해로에 투입한 후 희석증기를 주입하여 고온(800~850℃)으로 가열시켜 열분해 반응에 의해 탄소 고리를 분해하여 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등으로 열분해시키고, 분해된 가스는 고온 열교환기를 통과한 다음 한 개 이상의 급냉 시스템에 의하여 급속히 냉각된다. 급냉 공정은 코크스 생성을 막아주고, C10보다 무거운 타르성 물질을 제거하고 압축기의 부하를 낮추어 주는 시설이다.

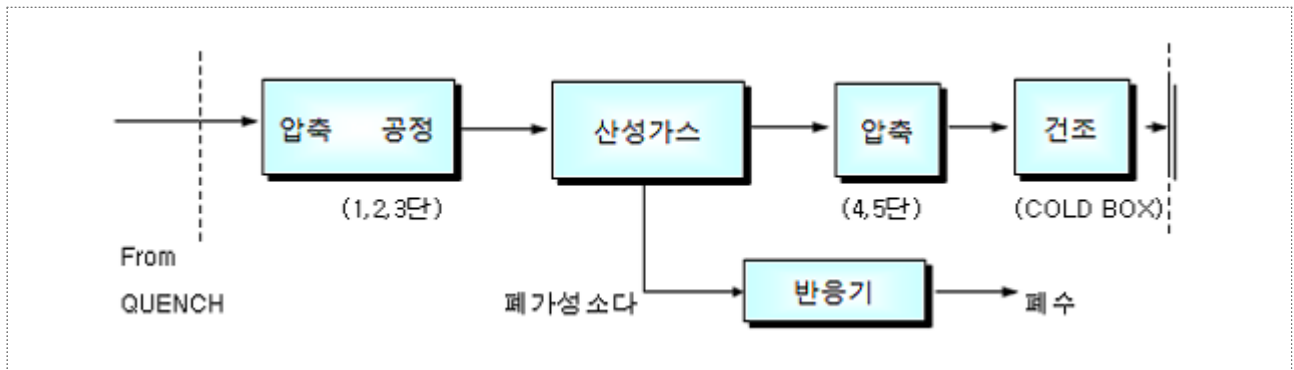


〈 열분해 공정 및 급냉 공정 〉

여기서 분해로는 원료물질(raw material)인 나프타(naphtha), C4(LPG) 및 에탄(ethane) 등을 공급하여 에틸렌공장에서 생산한 연료가스(주성분 메탄)를 이용하여 열분해(thermal cracking)하는 시설이다. 그리고 냉각 시설(quencher)은 가열단계에서 열분해 생성된 탄화수소 물질들 중 무거운 탄화수소 물질들(PG, PFO)을 분리하는 공정으로 가열단계에서 사용된 연료가스의 열량을 추가적으로 회수하는 공정이다.

### ② 압축 공정

냉각 단계(quench section)에서 분리되지 않은 가벼운 탄화수소물질을 압축하는 공정으로, 정제공정 및 후단 공정(down stream)의 운전에 저해 요인이 되는 산성가스(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S)를 제거하는 공정이다.



〈 압축 공정 〉

수처리 급냉공정을 거친 냉각·세척된 열분해가스는 원심압축기를 이용해 분류가 일어날 수 있는 압력까지 압축된다. 압축 건조된 가스는 냉각 계통(cold box)에서 15~167℃로 냉각되며 가스 중 메탄은 응축되고 무거운 탄화수소 혼합물과 95% 이상의 수소로 분리된다. 응축된 무거운 탄화수소 혼합물은 탈 메탄탑으로 보내져 냉각된 메탄이 생성된다. 메탄 냉동 압축기에서 고압 메탄으로 만들어져 저온 매체 제공 및 GTG(gas turbine generator)에 연료를 공급하게 된다. 또한 탑 저로는 C2 이상 성분이 분리되어 탈에탄탑로 공급되며, 탑정으로 C2계 그리고 탑저로 C3계로 분리된다.

### ③ 산성가스 제거 (acid gas removal) 공정

산성가스 제거 공정은 유힥을 포함하는 원료 사용 시 이용되는 공정이다. 산성가스는 아민계 화합물에 흡수시키고 가성소다용액으로 세척함으로 산성분이 10ppm 미만의 농도로 유지되도록 실시한다. 재생이 가능한 에탄올아민 흡수제는 유화수소를 흡수함에 있어 온도에 따라 상이한 친화도를 나타낸다. 저온의 흡수제에 흡수된 유화수소는 온도를 증가시킴으로서 흡수제로부터 유리된다. 압축가스는 흡수탑에서 아민계 용액과 향류로 접촉한다. 흡수탑으로는 충전탑이나 수평판이 내장된 탑이 이용된다. 유화수소가 제거된 가스는 상부로부터 나와 가성소다 세척탑으로 이송되고, 반면 산을 흡수한 아민 용액은 펌프로 탈거탑에 보내져 가열시킴으로서 유화수소가 분리 제거된다. 유화수소를 포함하는 아민용액은 재생된 아민용액과 열교환기에 의해



예열되고 증기재비기(reboiler)가 갖추어진 탈거탑에서 재생된다. 분리 제거된 산성가스는 태워버리거나 대기 중에 방출시켜 버린다. 이 작업 후에는 물로 세척하는 공정을 추가로 설치할 수도 있다. 세척과정의 모든 용액은 폐기하기 전에 반드시 중화 처리된다. 가성소다 용액으로 세척된 가스는 다시 압축된 후 건조 공정에 보낸다.

#### ④ 건조(water removal) 공정

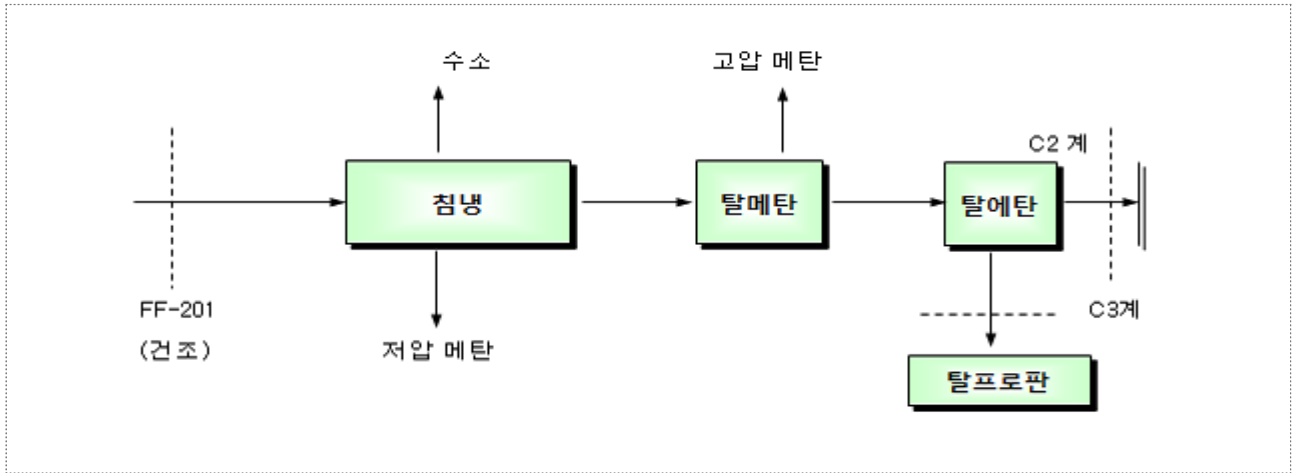
산성가스 흡수제거 공정을 거쳐서 나온 가스는 마지막으로 압축되어 건조 공정으로 보내진다. 수분제거는 알루미나 건조제나 분자체(molecular sieve)를 이용한 흡착 방법에 의해 이루어진다. 전형적인 건조기의 배치는 세 개의 탑으로 이루어져 있으며, 그 중 두 개의 건조탑이 운전되는 동안에 3번째 건조탑은 가열에 의해 재생된다.

#### ⑤ 탈메탄(demethanation) 공정

수분제거 공정에서 건조된 농축 가스는 냉각, 압축 및 가열되어 첫 번째 분별증류탑인 메탄가스 제거기에 들어간다. 에틸렌이 메탄가스 제거 시 탑상부를 통해 일부 손실되므로 메탄가스 제거 공정은 에틸렌 수율을 결정해 주는 중요한 단계이다. 또한, 운전에 따라 탑의 저부로부터 메탄가스가 함유되어 나오므로 제품의 순도에도 영향을 미친다. 탈메탄 공정은 탑상 제품인 메탄가스로부터 C2와 분자량이 큰 탄화수소를 분리시키며, 탑상부로부터 회수된 메탄함량이 높은 가스는 열교환과 팽창과정을 통해 저온의 열을 회수한 후, 연료로 사용되기도 한다. 메탄가스 제거탑에는 프로필렌의 응축열을 이용한 재비기가 설치되어 있으며, 탑상부의 환류기에는 에틸렌가스를 이용하여 메탄가스를 냉각 응축시키고 있다. 탈메탄탑 하부 생성물은 압축기 출구가스와 열교환하여 가열되어 탈메탄탑으로 보내 C2 유분과 C3 이상의 중질 유분이 분리된다.

#### ⑥ 냉각계통(cold box) & 수소/메탄/에탄 분리 공정

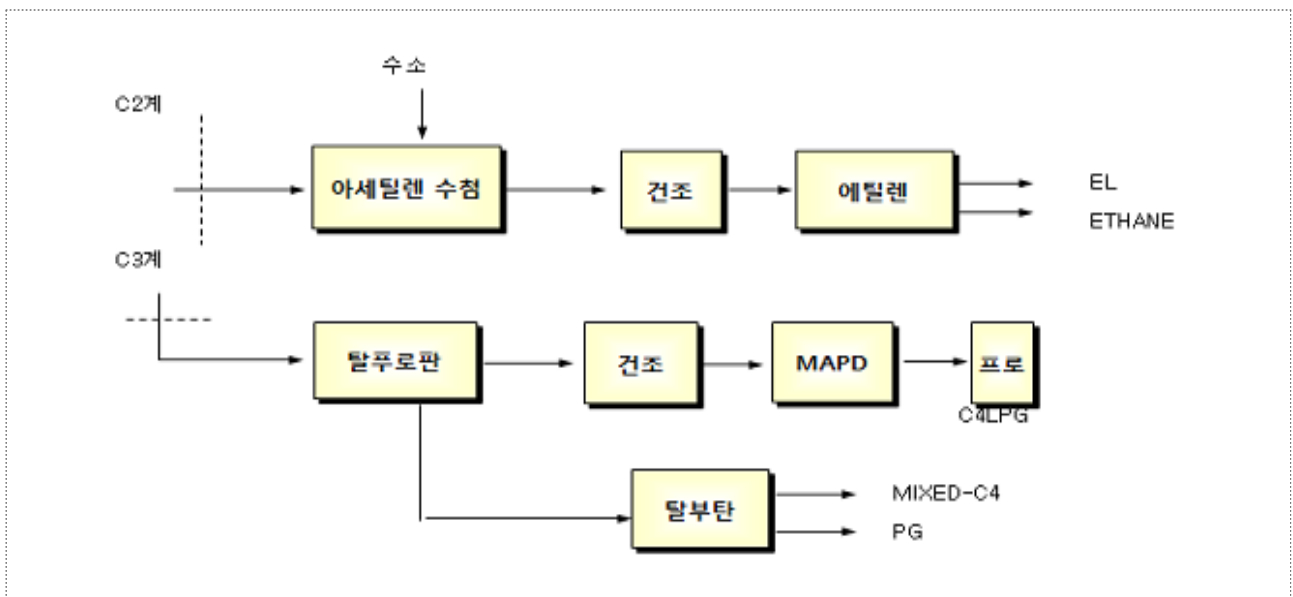
압축 건조된 농축가스(charge gas)는 냉각 계통(cold box)에서 15~167℃로 냉각되며 가스(gas) 중 메탄은 응축되고 무거운 탄화수소 혼합물과 95% 이상의 수소로 분리된다. 응축된 무거운 탄화수소 혼합물은 탈메탄탑으로 보내져 탑정으로는 냉각되어 메탄이 생성된다. 메탄 냉동 압축기에서 고압 메탄으로 만들어져 저온 매체 제공 및 GTG(gas turbine generator)에 연료를 공급하게 된다. 또한 탑저로는 C2 이상 성분이 분리되어 탈메탄탑로 공급되며, 탑정으로 C2계, 탑저로 C3계로 분리된다.



〈 냉각계통 & 수소/메탄/에탄 분리 공정 〉

⑦ C2계 & C3계 물질 제조 공정

C2계에 도입된 가스(대부분 에틸렌)는 아세틸렌 컨버터를 통해 에틸렌 중의 아세틸렌 성분을 수소 첨가 반응으로 제거하고, 에틸렌 정제타워에서 최종 생산품인 에틸렌을 생산하고 탑저에서 분리된 에탄은 다시 분해로 회수되어 분해(cracking)된다.



〈 C2계 & C3계 물질 제조공정 〉

에틸렌 제품은 고압탱크에 저장된 후 농축가스와 프로필렌 냉매에 의해 기화된 후 후단공정으로 공급된다. C3계에 도입된 가스는 탈프로판탑에서 C3 이상 유분과 C4 이하 유분으로 C4 이하

유분은 탈부탄탑에서 혼합 C4와 PG로 분리 생산된다. 그리고, C3 이상 유분은 MAPD(Methy Acetyl Propadien) 컨버터에서 선택적으로 수소 첨가시켜 MAPD 성분을 제거되어 지고 프로필렌 정제타워를 통해 프로판과 프로필렌이 생산되어 진다.

### ⑧ 프로필렌 냉동 압축기

프로필렌 냉동 시스템은 폐쇄 흐름(closed loop)으로 스팀터빈에 의해 구동되는 5단 원심 압축기 이다. 이 시스템은 4등급의 냉매(-40℃, -27℃, -6℃, 13℃)를 공급하며 냉동은 각각의 온도에 따른 압력에서 프로필렌이 기화되면서 이루어지고 그 결과로 생성된 냉매는 저온 공정흐름을 냉각시킨다.

### ⑨ 에틸렌 냉동 압축기

에틸렌 냉동 시스템은 3등급의 냉매(-101℃, -75℃, -63℃)를 공급하며 저온의 냉열이 필요한 공정의 정제 단계에 낮은 온도의 냉매를 공급한다. 냉동은 각각의 온도에 따른 압력에서 에틸렌이 기화되면서 이루어진다. 스팀터빈에 의해서 구동되는 3단 원심압축기이고 냉매는 냉각수에 의해 냉각되고 프로필렌 냉매에 의해 과잉 가열된다.\

## 1.2.2 BTX 공정

BTX 제조공정은 나프타를 열분해하여 생산된 열분해 가솔린중 방향족 계열의 탄화수소를 분리하는 공정으로써 열분해 가솔린에 수소를 첨가하여 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 생산하는 공정이다.

### ① 수소첨가 공정

에틸렌 공장에서 공급되는 원료인 열분해 가솔린중 다량 함유된 불포화계 탄화수소에 수소를 첨가하여 포화계 탄화수소로 전환시킨다. 또한 열분해 가솔린 중 방향족 성분이 들어 있지 않은 C5를 증류 분리하여 생산한다.

### ② 예비증류공정

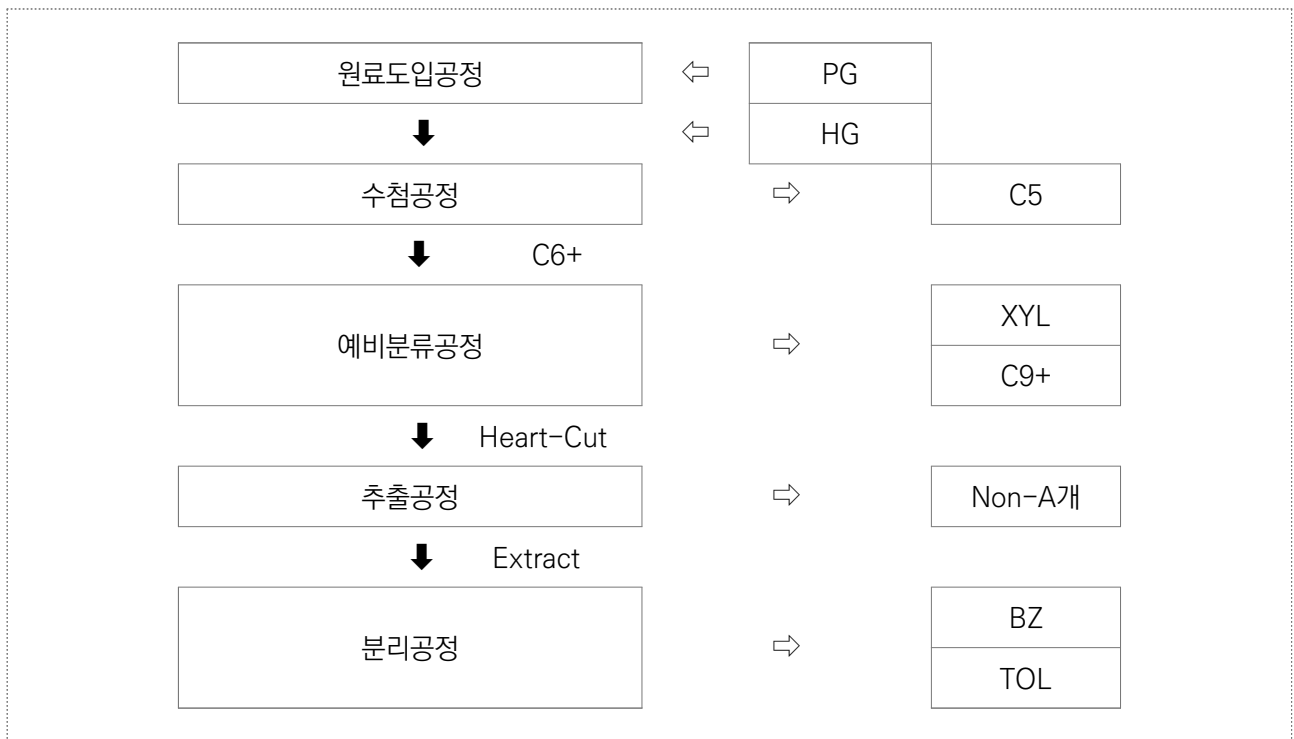
수소가 첨가되어 포화 탄화수소로 전환되고 C5가 제거된 열분해 가솔린을 끓는점 차이에 의해 분리하여 추출 공정의 원료인 하트컷(벤젠, 톨루엔, 비방향족 혼합물), 자일렌, C9+를 생산한다.

③ 추출공정

1차 증류공정에서 생산된 하트컷(벤젠, 톨루엔, 비방향족 혼합물)중 벤젠, 톨루엔을 비방향족 성분과 분리한다.

④ 분류공정

추출 공정에서 생산된 추출물(벤젠, 톨루엔 혼합물)을 끓는점 차이에 의해 분리하여 벤젠, 톨루엔을 생산한다.



〈 BTX 공정 〉

1.2.3 스티렌 모노머(Styrene Monomer) 공정

스티렌 모노머는 폴리스티렌, 합성고무, 폴리에틸렌, ABS(acrylonitrile butadiene styrene), 이온교환수지, 합성수지 도료 등을 제조하는데 사용된다. 스티렌모노머 제조방법은 에틸벤젠을 직접 탈수소화하는 방법, 산화·에폭시화하여 탈수화하는 방법 등이 있다. 모든 공정은 밀폐시설로 연결되어 있고, 공정 중 생성되는 불순물은 사업장의 연료로 이용하며, 고온·고압의 비상시에 배출되는 가스는 직접연소시설(플레어스택)에서 소각된다.

### 1.2.4 MTBE(methyl tert-butyl ether) 공정

MTBE는 비점이 55℃로 낮고 약간 독특한 냄새가 나는 약간 노란빛의 무색투명한 휘발성 액체이며, 옥탄가가 매우 높고, 벤젠함유도 및 증기압이 낮아서 저공해 자동차 연료로 사용이 증가하고 있다. MTBE는 산성촉매 하에서 메탄올과 이소부틸렌의 액상 가역발열반응에 의해 생성된다. 공정 중 생성되는 불순물은 사업장의 연료로 이용하며, 고온·고압의 비상시 배출되는 가스는 플레어스택에서 소각된다.

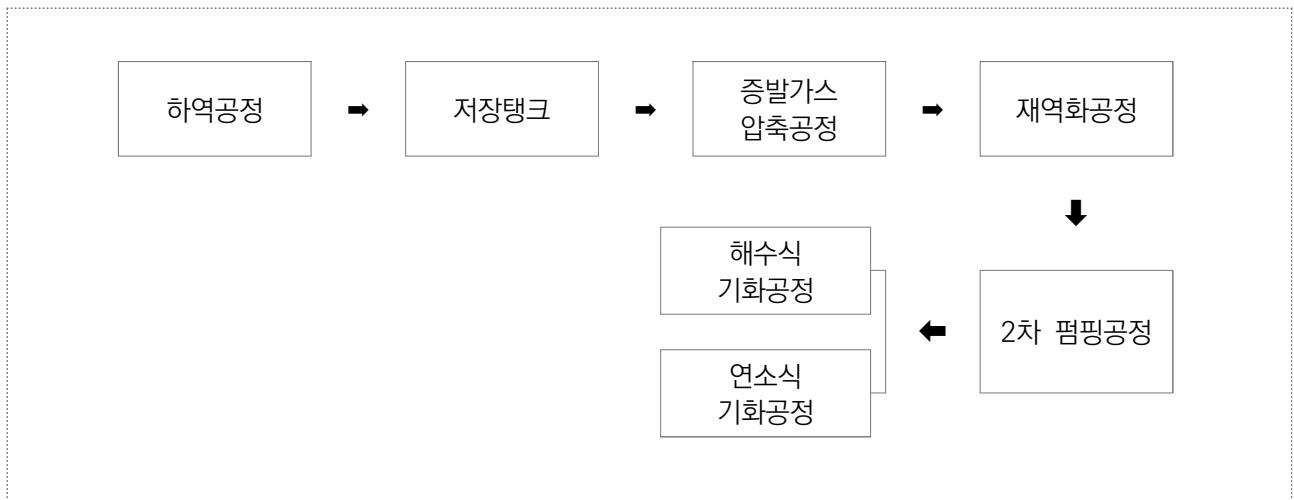
## 2 가스 제조시설

### 2.1 개요

「도시가스사업법 시행규칙 제2조 4」에서는 ‘가스제조시설’을 ‘도시가스의 하역·저장·기화·송출 시설 및 그 부속설비를 말한다.’라고 정의하고 있다. 또한, 「도시가스사업법 제2조」에서 ‘도시가스’란 용어의 정의를 ‘천연가스(액화한 것을 포함), 배관을 통하여 공급되는 석유가스, 나프타부생가스, 바이오가스 또는 합성천연가스’로 정의하고 있으며, 공업적 의미로는 일반적으로 도시가스는 석탄, 코크스, 나프타(naphtha), 원유, 증유, 천연 가스, LPG 등을 원료로 하여, 제조한 가스를 정제, 혼합하여 공급규정에 정해진 발열량으로 조정한 것을 의미한다. 즉 자연에 에너지를 포함하여 존재하는 여러 물질을 정제, 혼합하여 공급 규정에 맞게 발열량을 조정하는 공업적 시설을 가스제조시설이라고 한다.

### 2.2 제조과정

천연가스는 자연적으로 발생하여 지하에 매장되어 있는 혼합기체로 가스전에서 직접 채취하거나 액화천연가스를 기화시킨 기체상태의 연료용가스를 말한다.



〈 천연가스 생산공정 〉

#### ① 하역설비

채취된 천연가스에서 수분·황화합물·탄산가스·먼지와 유분 제거 등의 정제 공정을 거친 후

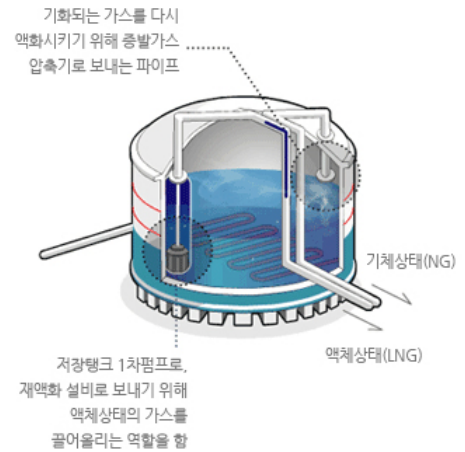
부피를 줄이기 위해 액화시킨 천연가스가 국내로 운송되면, LNG 하역암(Unloading Arm)과 NG 암을 연결하고 LNG선 측의 이송펌프를 이용하여 육상에 저장탱크로 하역배관을 통해 LNG를 이송한다.

LNG 하역이 시작되면 하역배관으로부터 LNG의 일부를 채취하여 LNG의 조성, 열량 및 중량 등을 분석한다.

### ② 저장탱크

특수콘크리트 외벽,  $-162^{\circ}\text{C}$  초저온 액체인 LNG를 외부의 열 유입으로부터 보호하기 위한 보냉제, 초저온에도 견디는 특수재질의 내벽과 펌프 등 부속설비로 구성되어 있다.

LNG 저장탱크는 도시가스 수요가 적은 계절에 LNG를 저장하였다가 수요가 공급보다 많은 동절기에 LNG를 보충해주어 수요와 공급 사이의 불균형을 해소하는 완충역할을 하며, 저장탱크 1기의 용량은 보통 10만kl(4만7천톤), 14만kl(6만6천톤), 20만kl(9만4천톤) 등으로 3가지 용량의 저장탱크가 있다.



### ③ 증발가스 압축공정

LNG는 끓는 온도가  $-162^{\circ}\text{C}$ 인 초저온 액체이므로 저장탱크 및 배관의 외부로부터 전달되는 열에 의해 증발하게 되는데, 이렇게 증발된 가스를 BOG(Boil Off Gas)라고 한다. 증발가스 압축공정에서는 증발가스 압축기라는 기기를 사용하여 BOG를 처리한다. 증발가스 압축기는 발생된 BOG를 재액화설비로 보내 다시 한 번 액화시키거나, 소내연료로 사용하기 위해서 증발가스를 압축하여 압력을 높이는 설비를 말한다.

재액화가 불가능한 경우를 대비하여 이렇게 압축된 증발가스를 고압으로 압축하여 고압송출배관으로 직접 송출할 수 있도록 고압가스압축기가 별도로 설치되어 있다.

### ④ 재액화공정

재액화설비란, 증발가스압축기에서 압축된 증발가스를 LNG와 혼합하여 다시 액화시키는 설비를 말한다.

LNG 저장탱크에 설치된 1차 펌프에 의해서 가입된 LNG와 증발가스압축기에 의해 승압된 증발가스는 각각 배관을 통해 재액화기로 주입되고 혼합된다. 온도가 낮은 LNG(-150℃~-160℃)와 상대적으로 온도가 높은 증발가스(5℃~35℃)는 서로 섞이며, 열교환을 통해 증발가스는 재액화기 내에서 LNG(-130℃~150℃)로 응축되어 2차 펌프로 이송된다.

LNG의 온도가 올라갔는데도 기화되지 않고 LNG 상태로 있을 수 있는 이유는 압력이 올라가면 액체의 끓는점이 올라가기 때문이다.

### ⑤ 2차 펌핑공정

전국 공급배관망을 통하여 수요처까지 천연가스를 공급하기 위해서는 높은 압력이 필요한데, 액체는 기체보다 쉽게 압력을 올릴 수 있는 물리적 특성을 이용해 액체상태의 LNG가 기화되기 전, 2차 펌프를 통해 약 80kg/cm<sup>2</sup>의 고압으로 압축한다. 이는 LNG의 압력이 높을 경우 기화시키는데 필요한 열량이 적게 소모되는 장점도 있다.

### ⑥ 해수식기화 공정

해수식기화공정은 해수식기화공정기를 이용하여 LNG를 기화시키는 공정을 말한다. 해수식 기화기는, 고압펌프로부터 이송된 LNG를 얇은 판의 형태로 만들어진 열교환기 내부의 하부에서 상부로 이동시키는 동시에, 상부에서 하부로 바닷물을 뿌려 해수의 현열을 LNG에 전달시키는 방식으로 LNG를 기화시킨다.

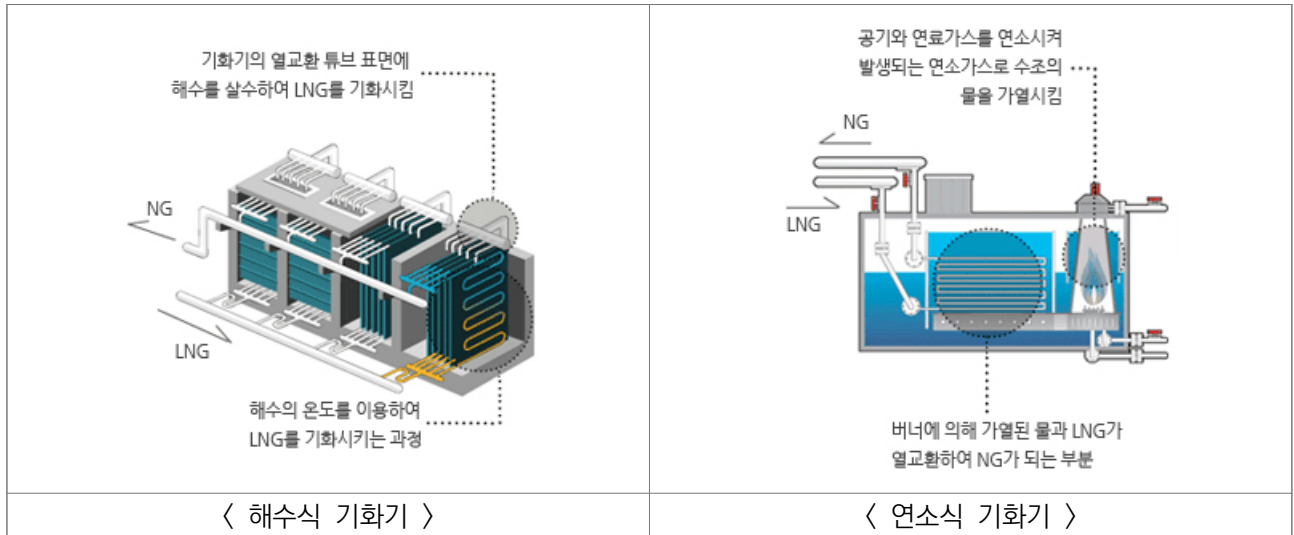
천연가스 수요가 증가하여 해수식기화기가 처리할 수 있는 용량 이상으로 천연가스 공급이 필요하게 되거나, 겨울철 낮은 해수 온도로 인해 해수식 기화기의 생산능력이 저하될 때에는 연소식 기화기를 사용한다.

### ⑦ 연소식기화공정

연소식기화공정이란, 연소식기화기를 사용하여 LNG를 기화시키는 공정을 말한다. 연소식 기화기는 열 교환기가 수조 속에 잠겨있는 방식으로 수조 안에 설치된 버너에서 공기와 천연가스를 연소시킨 후 발생하는 열로 물을 가열하여 LNG를 기화시키는 설비이다.

기화기를 거쳐 기체상태로 된 천연가스(NG)는 송출량의 계량을 위한 계량설비를 지나 가스가 누설될 경우 냄새로 확인할 수 있도록 부취제를 주입한 후 전국 배관망을 이용하여 천연가스 수요처에 공급된다.





### 3 기초무기화합물질 제조시설

#### 3.1 개요

무기화합물질이란 유기화합물질을 제외한 모든 화합물질 또는 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 시안화칼륨(KCN), 탄산나트륨(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)등 몇 가지를 제외한 주로 탄소 이외의 원소만으로 이루어진 화합물질을 뜻하는 것으로서 무기물이라고도 칭한다. 무기화합물질에는 다양한 결합을 가진 여러 종류가 있고, 성질도 다양하여 유기화합물에서 볼 수 있는 공통적인 성질은 나타나기 어렵다.

기초무기화합물질 제조시설은 산업용 가스 및 기타 화학 원소, 무기산, 알칼리 및 기타 무기화합물질과 그 유도체를 제조하는 시설을 말한다. 산업용 가스제조시설은 산업용 압축·액화 또는 냉동 공기, 원소 가스, 혼합 가스 등을 제조하는 시설이며, 기타 무기화학물질 제조시설은 무기화학원소, 무기산 및 비금속산화물, 알칼리 및 기타 기초무기화합물질을 제조하는 시설을 말한다.

대기배출시설로는 반응시설, 흡수시설, 응축시설, 정제시설(분리·증류·추출·여과시설을 포함한다.) 농축시설, 표백시설, 용융·용해시설, 소성시설, 가열시설, 건조시설, 회수시설, 연소시설(기초무기화합물의 연소시설만 해당한다.), 촉매재생시설, 탈황시설, 염산제조시설 및 폐염산 정제시설(염화수소 회수시설을 포함한다.), 황산제조시설, 형석의 용융·용해시설 및 소성시설, 불소화합물 제조시설, 과인산암모늄 제조시설, 인광석의 용융·용해시설 및 소성시설, 인산제조시설 등이 있다.

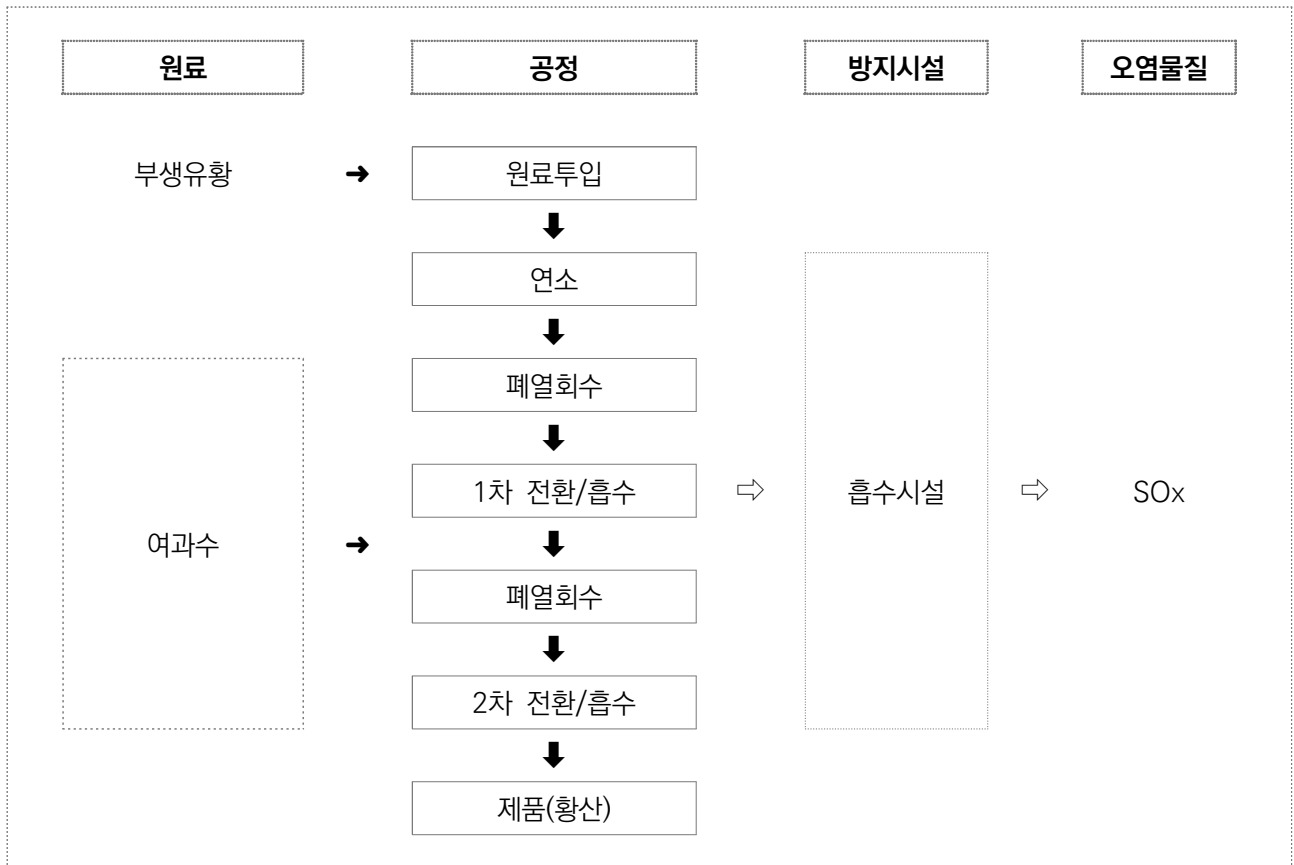
#### 3.2 제조공정

##### 3.2.1 황산 제조공정

황산은 상온에서 무색의 액체로서 농도가 높아짐에 따라 점도가 증가하며 진한 황산은 유상액체로 되며, 발연황산은 공기 중에 노출시키면 흰색 연기를 발생한다.

황산제조는 아연정광(ZnS), 연정광(PbS), 구리정광(CuS), 석탄, 석유, 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등의 원료 중의 황 성분을 연소 및 촉매전환 공정에 의하여 생산한다. 일반적인 제조공정은 각종 원료로부터 이산화황 제조공정, 이산화황을 삼산화황으로 산화하는 전환공정, 삼산화황을 진한

황산에 흡수시키는 흡수공정 등 3개 공정으로 구분할 수 있다. 유황연소에 의한 황산제조공정은 유황 연소부분, 전환부분, 열회수부분, 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 흡수부분 순으로 진행된다. 주요 배출오염물질은 황산으로 미전환된 황 성분으로 인한 아황산가스이다.



〈 황산 제조공정 〉

① 유황 연소단계

유황을 연소시켜 아황산가스로 전환시키는 공정( $S + O_2 \rightarrow SO_2$ )으로서 고체유황과 용융유황을 병행하여 사용할 수 있다. 고체유황은 유황 용융조에서 스팀으로 녹여 직접 침전조로 보내 불순물을 침전시킨 후 유황 연소로로 보낸다. 연소로에서 용융유황은 건조탑을 거쳐 나온 건조공기에 의해 연소되어 아황산가스로 변하며 이때 발생된 연소열은 폐열보일러에서 스팀을 발생시킨다.

② 전환단계

폐열보일러를 통과한 아황산가스는 바나듐촉매층에서 충전된 2개의 전환탑을 통과하면

황산가스( $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ )로 전환된다. 일차 전환탑에서 3단의 촉매층이 있으며 3단을 통과한 가스는 열회수탑에서 대부분의 황산가스로 전환된다. 일차 전환탑에서 3단의 촉매층이 있으며 3단을 통과한 가스는 열회수탑에서 대부분의 황산가스는 98% 순환 황산에 흡수되고 나머지는 아황산가스는 2차 전환탑에서 다시 황산가스로 전환된다.

### ③ 열회수

1차 전환탑을 통과한 황산가스가 열회수탑에서 황산에 흡수될 때의 흡수열을 회수하여 보통 보일러를 통과하면서 스팀을 발생시켜 전기를 생산하는 등 에너지원으로 이용한다.

### ④ 흡수

황산가스를 열회수탑과 흡수탑에서 황산에 흡수시켜 황산제품을 만드는 공정이다.

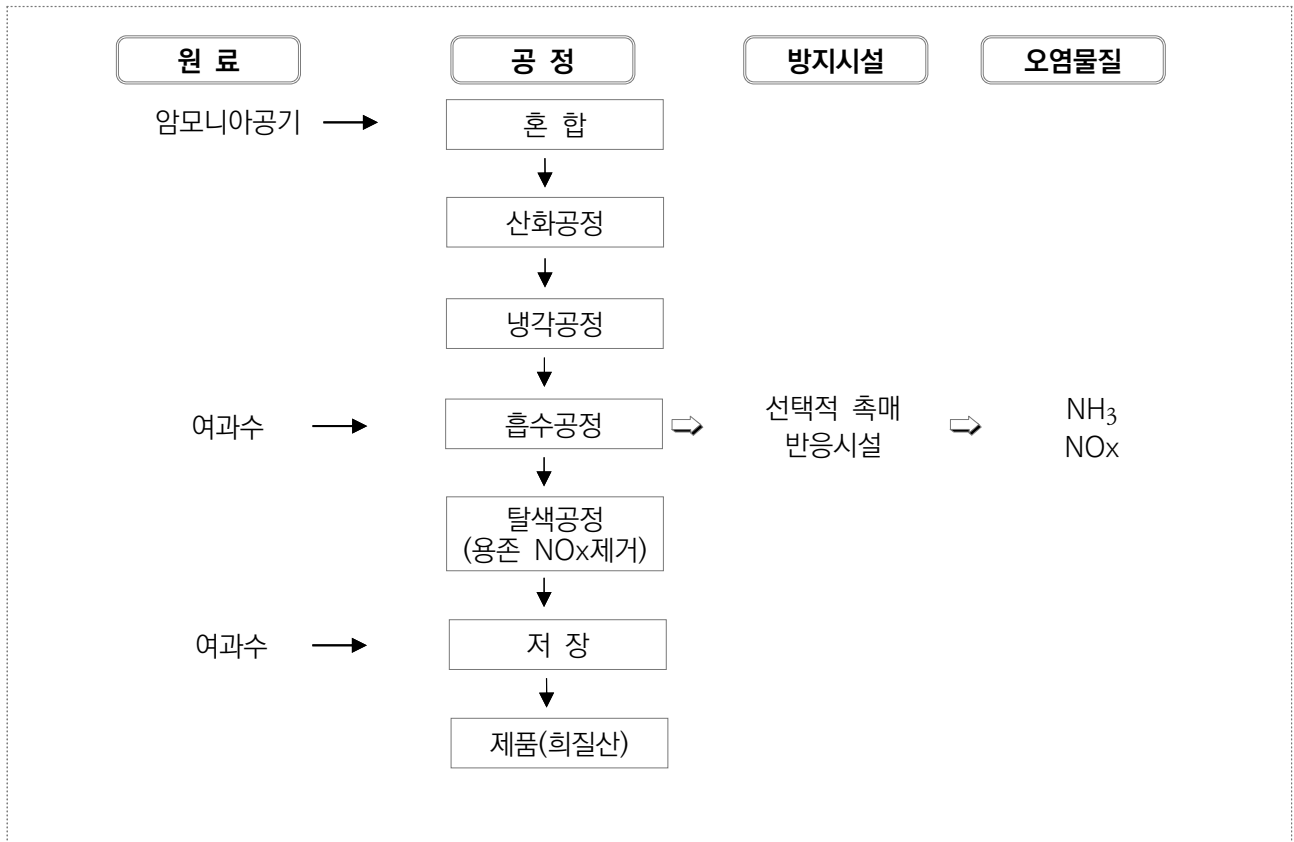


## 3.2.2 질산 제조공정

질산은 무색의 액체로 융점은  $43.3^\circ\text{C}$ , 비등점은  $86^\circ\text{C}$ 이며 물과 임의의 비율로 혼합된다. 강산으로서 강력한 산화제이며, 암모니아와 반응하여 질산암모늄을 생산시켜 비료나 폭약으로 이용된다. 또 탄수화물의 산화에도 쓰이며, 산화제로 작용하는 경우에는 이산화질소( $\text{NO}_2$ )를 방출한다.

질산 제조공정은 주로 암모니아 산화법으로 많이 이용하고 있는데 이 공정은 암모니아 원료로 연소 및 발열회수, 산화 및 흡수, 배기공정을 거쳐치며 중간 제품인 약 60% 희질산을 제조한 후 다시 황산으로 탈수시키면 최종적으로 약 98% 농질산이 제조된다.

질산 제조공정에서 배출되는 주요 오염물질은 흡수탑의 폐가스인 일산화질소, 이산화질소와 미량의 질산( $\text{HNO}_3$ ) 및 암모니아( $\text{NH}_3$ )가 배출된다. 질산 제조시설에서는 ‘희질산’ 제조 공정의 가동을 중지시켰을 때 질소산화물의 배출농도가 증가한다. 질소산화물의 배출농도가 증가하게 되는 이유는 공정을 가동 중단하기 위해 공정라인의 압력이 감소되도록 공기압축기를 정지하면 공정의 각 부분의 예열기 등도 가동을 정지함에 따라 잔존하는 암모니아와 질소산화물의 반응으로 초안이 생성(생성온도 :  $190^\circ\text{C}$  이하)된다. 이 초안은 폭발의 위험이 있고 또한 점막 형성으로 선택적 촉매반응시설에 악영향을 주기 때문에 방지시설인 촉매반응시설을 적정 가동할 수 없게 만든다.



〈 묶은 질산 제조공정 〉

① 연소 및 발열회수

증발기에서 기화된 암모니아 가스가 진공압축기에서 공급된 공기와 혼합기에서 혼합되어 백금 촉매가 있는 연소장치로 들어가 연소하여 산화질소(NO)를 생산한다. 산화질소 생성과정에서는 매우 많은 열이 발생하며, 이 열을 회수하기 위하여 폐열보일러를 통해 스팀을 발생시켜 공기압축기 터빈용으로 사용한다.

② 산화 및 흡수

몇 개의 열교환 장치를 거치는 동안 냉각되면서 일산화질소는 이산화질소로 산화되고, 산화된 이산화질소는 흡수탑 하부로 들어간다. 흡수탑 상부로는 공정수가 공급되어 산화질소가스와 함께 향류 접촉하여 희질산이 생성되며, 탑 하부로 내려와 탈색탑으로 보내져 용존상태의 질소산화물을 제거한 후 희질산 저장탱크로 보낸다.

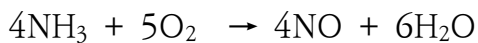
### ③ 배기 공정

흡수탑 상부로 나온 폐가스가 흡수탑에 들어가는 뜨거운 산화질소가스와 열교환하여 열을 흡수한 후, 공기 압축기의 동력원으로 사용 후 대기로 배출된다.

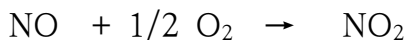
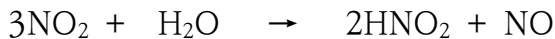
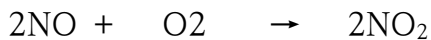
### ④ 황산에 탈수

황산에 탈수되어 최종적으로 98% 이상의 농질산이 제조된다.

- 연소 및 발열회수 반응



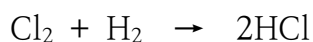
- 산화 및 흡수 반응



## 3.2.3 염산 제조공정

### 3.2.3.1 염소와 수소의 합성에 의한 방법

현재 염산은 거의 식염 전해 공업에서 생성되는 염소와 수소에서 직접 합성하는 방법을 활용해 제조되고 있으며, 반응식은 다음과 같다.



이러한 염소, 수소의 직접 합성법으로 만들어진 염산을 합성 염산이라 하며, 공업적 제법 중 가장 대규모이며, 또 순수하고 양질의 염산을 얻을 수 있는 방법으로 염소( $\text{Cl}_2$ )와 수소( $\text{H}_2$ )를 햇빛의 존재로 순간적으로 발열반응에 의해 염화수소를 만들며, 만들어진 염화수소를 냉각수에 흡수시켜 염산을 제조한다.

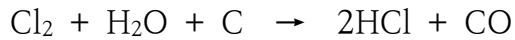
공업적으로는 식염 전해에 의해 얻어진 수소 가스( $\text{H}_2$ )와 염소( $\text{Cl}_2$ )를 반응시키는 타일러식 합성 염산 제조법이 있다. 타일러식 합성 염산 제조방법은 석영 유리제 연소관에 수소 가스를 충전하여 염소가스를 연소시키면 발열반응에 의해 염화수소(염산)를 제조하는 방법이다.

생성된 염화수소 가스를 석영 유리제 S형 냉각으로 보내어 외부 온도로서 냉각하며, 냉각된 염화수소를 흡수관 속에서 물로 용해하여 흡수시킨다. 이러한 타일러식 합성법은 순도가 높은

고농도 염화수소 가스를 이용하기 때문에 최종 결과물인 염산의 순도 또한 높다. 최근에는 석영 유리의 사용 대신 흑연을 주성분으로 한 ‘카베이트’가 널리 이용된다.

### 3.2.3.2 염소, 코크스, 수증기에서 제조하는 코크스법

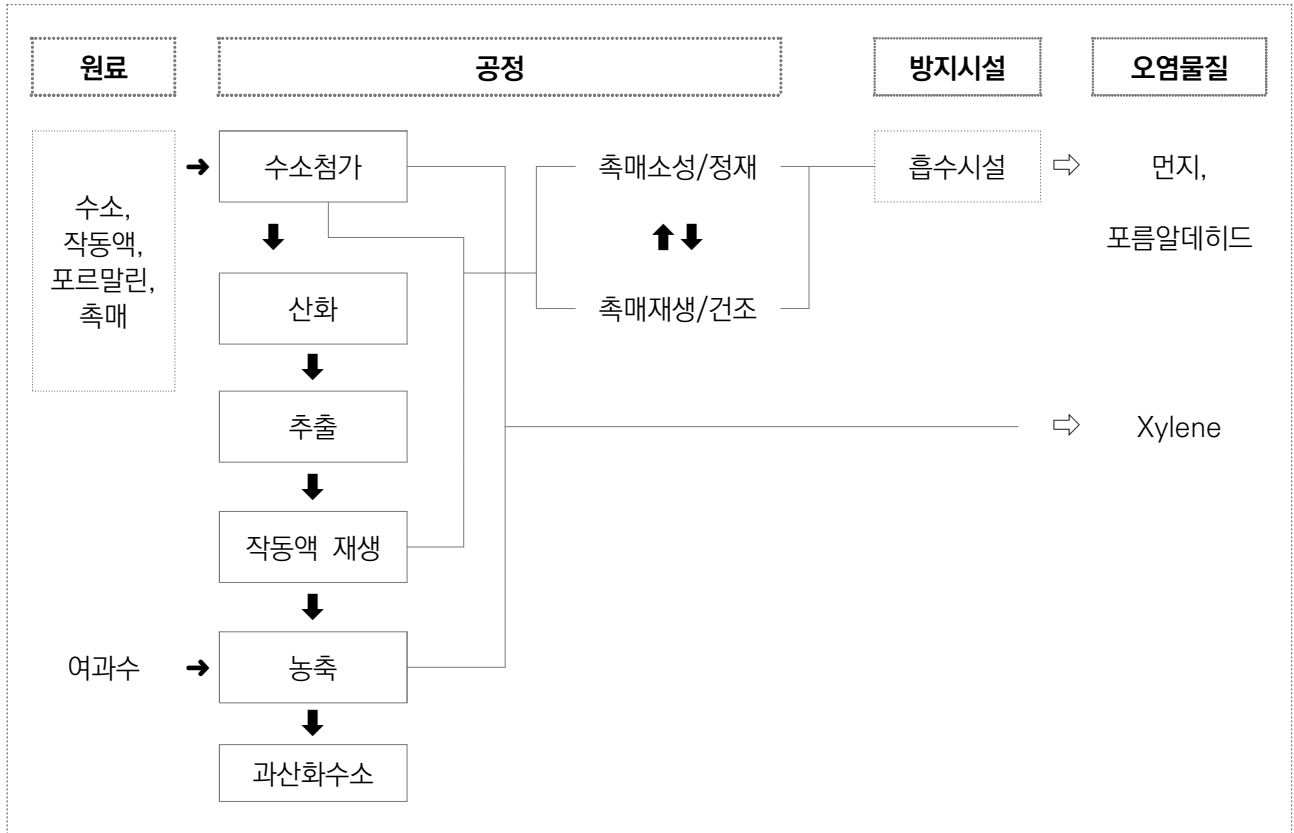
코크스 또는 목탄을 충전한 탑 속에서 염소와 수증기를 가열하(고온)에서 반응시켜 얻는 방식이다. 코크스 대신에 이산화황을 사용할 수도 있으나 현재 실시되고 있지 않다. 이러한 코크스법에 의한 염산의 제법에 사용되는 화학반응은 다음과 같다.



### 3.2.4 과산화수소 제조공정

공업적으로는 2-알킬안트라퀴논(수소첨가 작동액)을 자동 산화시켜서 얻는다. 동시에 생성되는 아놀라퀴논(작동액)을 수소환원하여 되돌릴 수 있으므로, 연속적이면서 대량으로 합성할 수 있으며 감압농축, 황산에 의한 탈수, 정류를 반복하여 순수화할 수 있다. 무색, 기름모양의 액체이며, 융점  $-0.89^\circ\text{C}$ , 비점  $151.4^\circ\text{C}$ 이다.

대기오염 배출특성은 원료 및 부원료의 상호반응에 의하여 가스상 오염물질이 배출되며, 먼지의 경우는 혼합, 분쇄, 포장 및 건조시설에서 주로 발생한다.



〈 과산화수소 제조공정 〉

① 수소첨가반응

수소와 작동액이 반응하여 수소첨가된 작동액을 생성하는 공정인데 수소첨가된 작동액은 탑내·외의 필터를 통해 촉매가 충분히 제거된 후, 산화반응공정으로 보내어지게 된다.

② 산화반응

수소첨가 작동액과 공기중의 산소가 서로 접촉반응하여 수소첨가 작동액은 다시 초기 작동액이 되면서 과산화수소가 생성된다. 즉 산화반응탑 내에서 작동액과 공기를 서로 접촉시키면 작동액 중에서 함유된 수소첨가 작동액은 공기 중의 산소에 의하여 산화되어 초기 작동액과 과산화수소로 되어 다음 공정인 추출공정으로 보내어진다.

③ 추출

순수 향류 접촉에 의해 수용성인 과산화수소를 순수쪽으로 추출해내고 작동액만 다시 수소첨가 반응공정으로 되돌려진다. 과산화수소 중 일부는 고농도 과산화수소(60%) 제조를 위한 농축부로 보내어지고 나머지는 저농도 제품(34%)탱크에 저장되어 최종 제품인 35%와 50%로 농도



조정되어 출하한다.

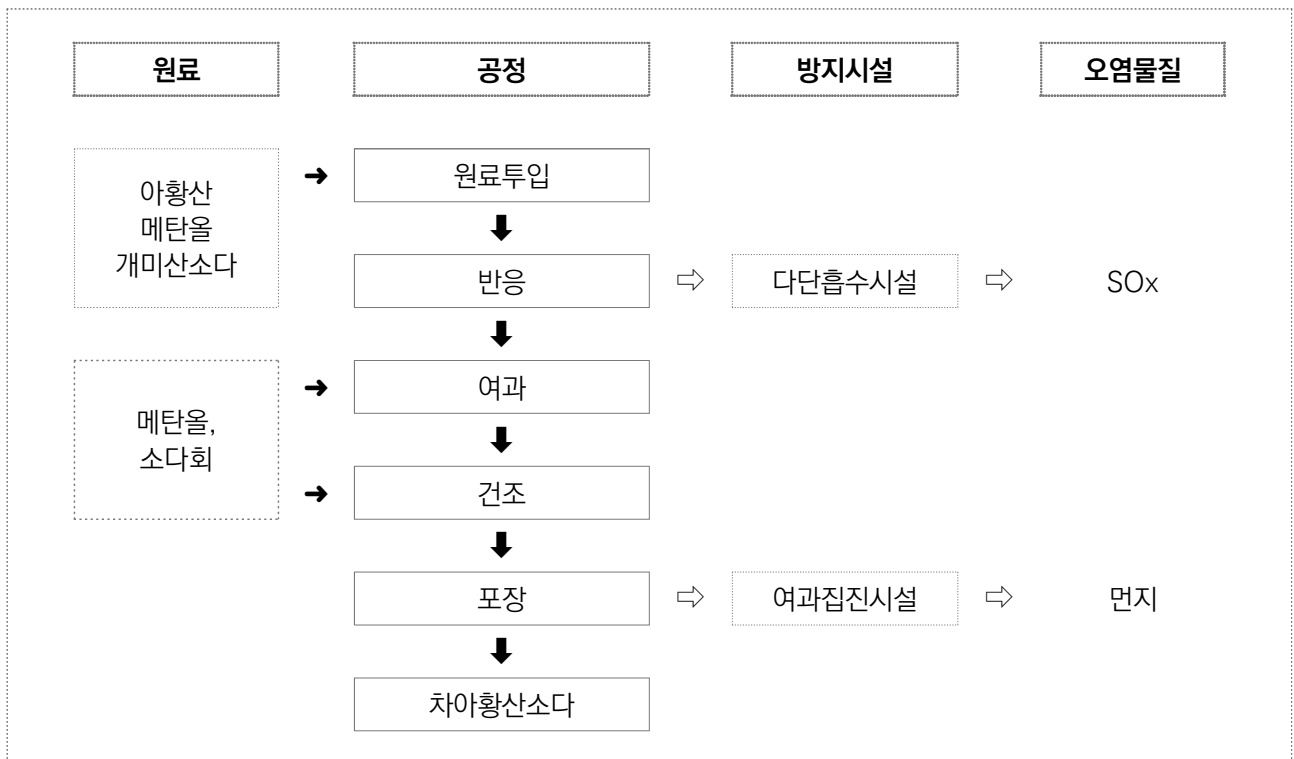
④ 작동액 재생 및 농축공정

작동액 중 수소첨가 반응과정에서 생성된 부 반응물질을 촉매 존재 하에서 에틸렌가스와 연속적으로 반응시켜 초기 작동액으로 재생시키고 수소첨가 반응공정으로 증류하여 농축하는 공정이다.

3.2.5 차아황산소다 제조공정

강력한 환원제인 차아황산소다는 섬유, 연료, 비구, 피혁, 합성고무 및 펄프공업에서 환원제 및 표백제로 널리 사용되고 있다. 또한 반응성이 매우 커 공기와 수분 및 열원에 노출될 경우 자연 발화할 수 있으며, 물질 자체는 인화성이 없으나 공기 중의 소량의 물이나 습기에 의하여 분해한다.

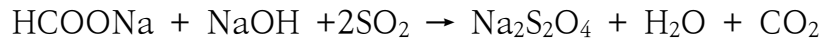
차아황산소다 제조공정 중 배출되는 오염물질은 개미소다와 아황산의 반응과정에서 미반응된 황산화물과 포장공정 중에서 배출되는 먼지가 있다.



〈 차아황산소다 제조공정 〉

### ① 반응공정

원료인 개미소다와 메탄올 그리고 액체 아황산과 가성소다를 일정한 시간동안 일정한 비율로 동시에 주입된다. 주입 완료 후 일정시간동안 서서히 승온시켜 숙성한다. 반응 및 숙성이 완료된 제품은 서서히 온도를 낮춘다. 반응숙성 중에 생성되는 이산화탄소 가스는 이산화탄소를 회수하기 위한 공정으로 분리된다.



### ② 세정공정

부산물로 생성된 이산화탄소 가스가 응축시설을 거쳐 이산화탄소 중의 아황산가스를 세정한 후 순수한 이산화탄소 가스 상태로 액체 탄산가스로의 제품화를 위하여 액화 탄산제조공정으로 이송된다.

### ③ 여과 및 건조 공정

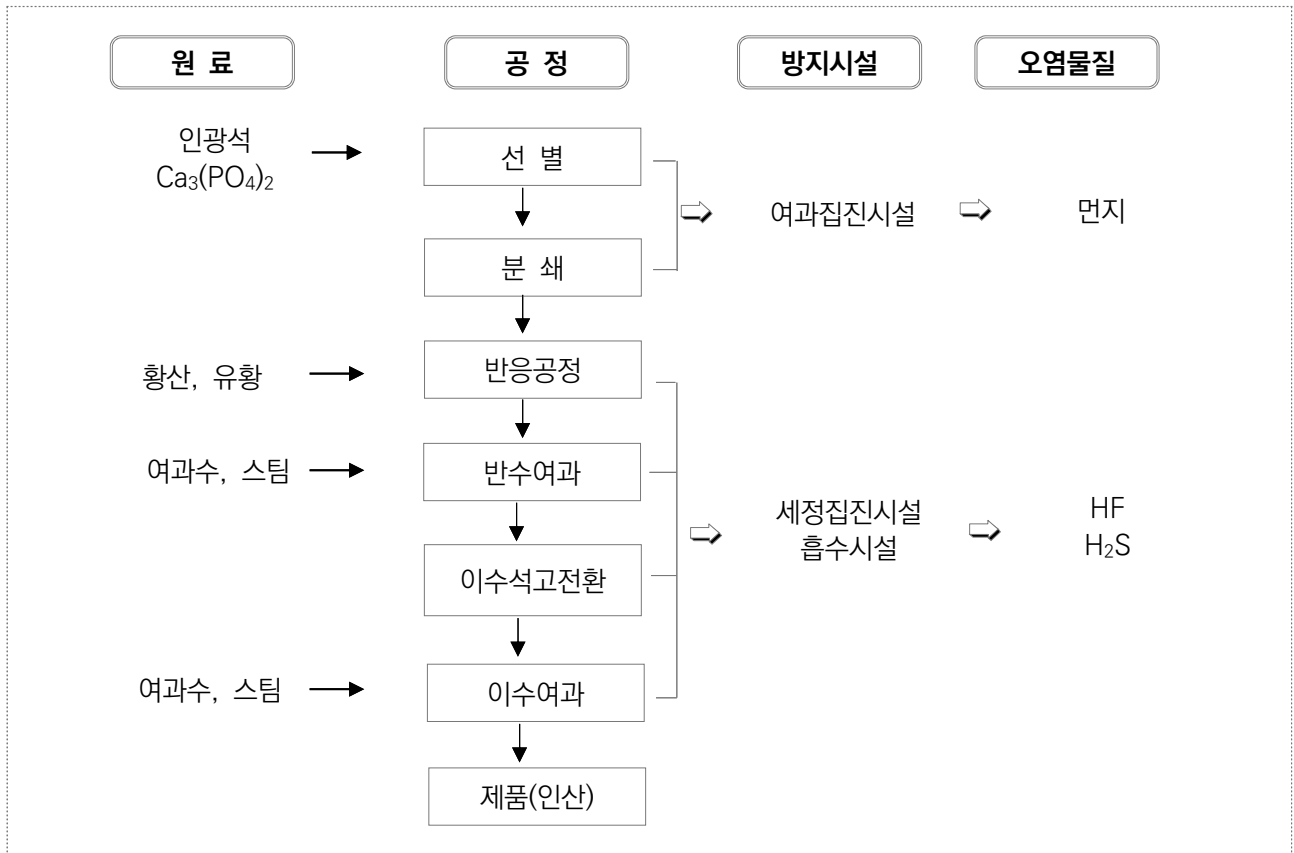
반응공정에서 넘어온 반응액을 진공여과하며, 여과 완료된 제품은 간접건조를 완료 후 제품이 출하된다.

### ④ 메탄올 증류공정

여과 건조기에서 나온 여과액을 증류탑에 공급하면서 증류, 응축하여 메탄올을 회수하여 재사용하기 위해 메탄올 저장탱크로 보낸다.

## 3.2.6 인산 제조공정

인산제조 공정은 인광석을 원료로 사용하며 습식과 건식방법이 있으며, 건식법은 주로 식품공업과 약품제조에 많이 이용되는데 먼저 황인을 만들고 이것을 오산화인으로 산화시켜 물에 용해시키면 인산이 제조된다. 습식법은 인광석을 황산으로 분해하여 만들며 습식인산은 주로 비료와 공업약품 제조에 이용된다.



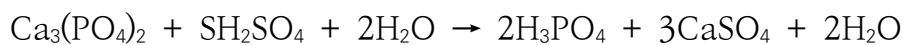
〈 인산 제조공정 〉

① 선별·분쇄공정

원료인 인광석은 분쇄기, 스크린 선별기 및 회전분쇄기로 미분쇄한다.

② 반응공정

반수석고 분해반응 공정은 반응조에서 황산에 의하여 분해되어 인산과 반수석고의 혼합물의 반 슬러리 상태가 된다.



③ 반수여과

반 슬러리(hemi-slurry) 상태의 혼합물을 벨트필터(belt filter) 등으로 여과공을 거치면 인산과 반수석고가 분리된다. 반수석고는 다시 저농도 인산으로 씻어 이수석고 전환부분의 수화탱크로 보내어 진다.

#### ④ 이수석고 전환

반수석고는 이수석고로 전환되며, 미반응 인광석을 분해시키기 위해 소량의 황산과 규조토를 첨가한 후 슬러리 온도를 반수석고 과정보다 약간 낮게 유지하면 이수석고 재결정이 촉진되어 결정이 커지고 고르게 된다.

#### ⑤ 이수여과

이수석고와 인산 혼합물은 여과 공정에서 인산과 이수석고를 분리되어 최종 인산 제품이 생산된다.

## 4

## 무기안료·염료·유연제 및 기타 착색제 제조시설

## 4.1 무기안료 제조시설

무기안료제조시설은 산화아연, 망간, 티타늄, 산화철과 수산화철, 산화니켈, 텅스텐 및 색소토 가공품 등과 같은 무기안료, 기타 금속산화물 및 무기염기를 제조하는 시설을 말한다. 알루미늄, 마그네슘, 스트론튬, 바륨의 산화물, 및 조제무기 안료 등은 제외된다.

무기안료란(CICP, Complex Inorganix Color Pigment) 천연광물을 가공·분쇄하여 만드는 것과 2개 이상의 Metal Oxide(혹은 Hydroxide 등)을 1,000℃ 전후의 고온에서 소성반응공정을 통해 Spinel 혹은 Rutile 등의 매우 안정된 형태의 분자구조를 갖는 무기안료 제조하는 것으로 나눌 수 있으며, 사용된 Metal의 종류 및 치환된 형태에 따라 Yellow, Brown, Blue, Black 등의 색상이 결정된다.

무기안료란 물이나 물질을 용해시키는 용제 등에 용해되지 않는, 색상을 띠는 분말을 통칭하는 물질을 말하며, 보통 전색제 등을 함께 사용하여 도료 및 (그림)물감, 인쇄잉크 등을 제조하는데 사용한다. 무기안료의 분류는 크게 유색안료와 백색 안료로 분류하며, 이는 각각 합성안료, 천연안료, 은폐력의 유무 등으로 구분하여 하위단계로 세분화하여 구분할 수 있다.

## 4.1.1 무기안료(이산화티타늄) 제조공정

이산화티타늄( $TiO_2$ )은 캐나다, 덴마크, 독일, 프랑스, 미국, 영국 등 수많은 환경 선진국에서도 사용이 인정되고 있는 비타르계 색소로 보통 물에서 용해되지 않는 무색의 착색료로 보통 유백화제, 매니큐어, 합성수지, 종이 기타 공업에서 기본원료로 사용된다.

이산화티타늄 제조공정은 원광석을 건조 및 분쇄하여 반응시킨 액을 정제, 분리 등의 과정을 거쳐 불순물을 제거한 후, 소성로에 투입하여 고온에서 건조시켜 분말 상태의 백색 안료를 제조하는 공정이다.

## ① 건조

티타늄 원광석을 유동층 건조로 등에서 건조시킨다.

## ② 분쇄

일정한 입도 크기로 분쇄한다.

③ 용해

분쇄된 티타늄 원석을 농황산과 혼합하여 용해시킨다.

④ 환원/여과/농축

혼합물 물과 철을 첨가하여  $Ti^{3+}$ 가 되도록 용액을 환원시켜 상등액만 취한다. 상등 분리된 액은 이물질 등을 제거하기 위하여 여과, 결정분리 원심분리과정을 반복하면서 정제된 티타늄 여액을 회수한다. 정제된 여액을 가열 농축한다.

⑤ 여과/세정

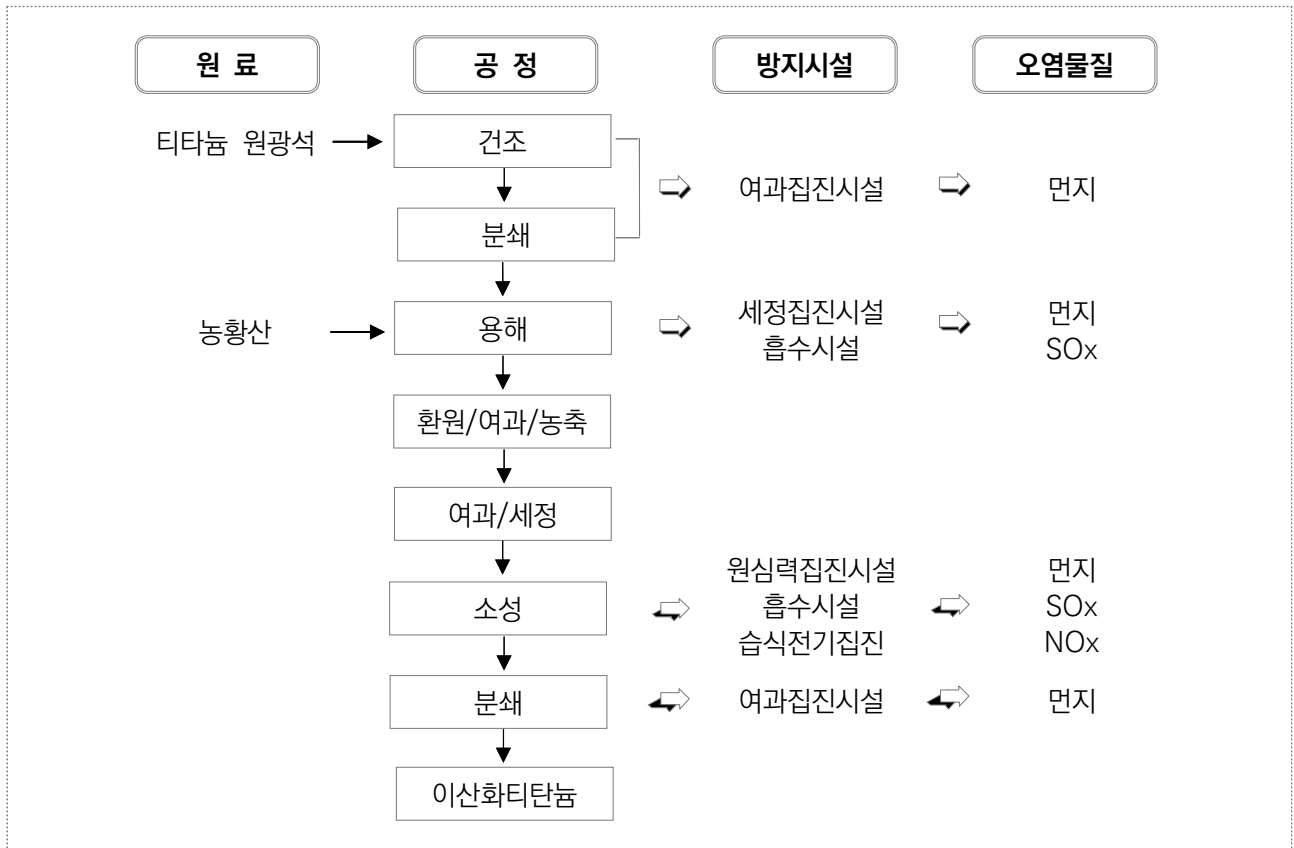
가열 농축된 여액을 수산화나트륨을 첨가하여 가수분해한 후, 이를 진공상태에서 여과·세척 한다.

⑥ 소성

여과 세척한 여액을 1,100~1,200℃의 로타리킬른에서 탈수 및 소성한다.

⑦ 분쇄

소성이 끝난 이산화티타늄은 약 60℃로 냉각시킨 후 분쇄기로 일정 입도로 분쇄·포장하여 제품으로 출하한다.



〈 무기안료(이산화티타늄) 제조공정 〉

#### 4.2 염료 제조시설

합성염료·유연제 및 기타 착색제 제조시설은 천연인디고(남색염료) 및 컬러케이크, 동·식물성 염료용·유연제용 엑스, 탄닌산 및 그 유도체, 합성 또는 조제 유연제 및 유연전 처리용의 효소계 조제품, 합성유기염료, 조제무기안료 및 기타 착색제를 제조하는 시설을 말한다.

염료란 방직 섬유 등, 다른 물질을 염색하는데 사용하는 색소를 말하며, 이러한 염료를 제조하는 산업활동을 염료제조공정이라 한다. 염료의 주요 용도는 방직 섬유의 염색이며, 섬유의 종류에 따라 반응성 염료, 분산염료, 불용성 아조 염료 등을 선택하여 사용한다. 또한, 섬유 제품 이외의 피혁이나 모피, 종이, 기타 잡화의 염색, 유지, 왁스 등의 착색에 이용된다. 이처럼 염료의 종류는 매우 다양하는 염료는 보통 염색적 성질로 다음과 같이 분류한다.

성질		명 칭	염료의 예
수용성		염기성염료	메틸렌 블루
		산성염료	오렌지 II
		직접염료	콩코 레드
		가용성 배트 염료	안트라졸 O
		산성 매염염료	에리오크롬 블랙 T
		매염염료	알리자린 레드 S
비수용성	환원에 의해 수용성이 되는것	황화염료	설퍼블랙 T
		배트염료	인단트론
	알코올에 용해	주정용염료	스피릿 블루
	유지·광유에 용해	유용염료	수단 II
	분산 상태로 사용되는 것	분산염료	셀리톤 패스트 바이올렛 B
섬유 기타 기질상에서 불용성 염료를 생성하여 염색하는 것		불용성 아조염료	나프톨 AS 패스트 레드 B 베이스
		산화염료	아날린 블랙
		광물염료	미네랄 카키

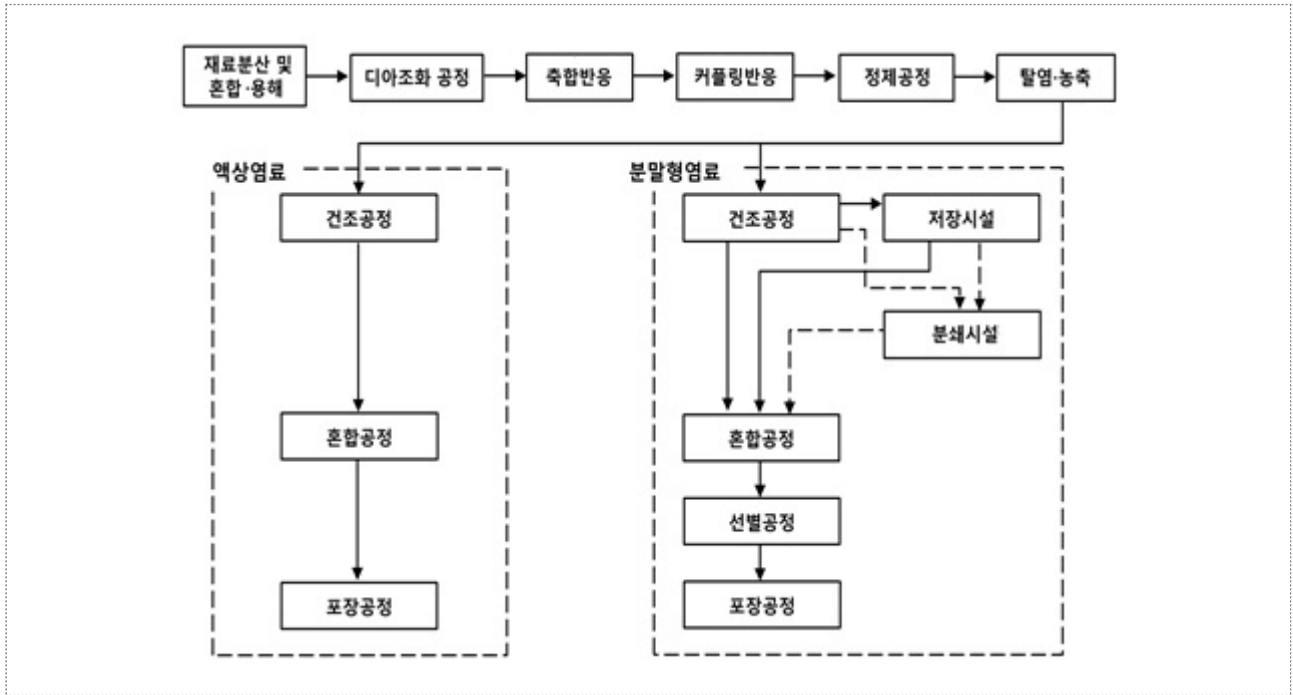
〈 염료의 염색적 성질에 따른 분류 〉

염료의 종류는 염색적 성질, 피염색체와의 반응에 따른 분류 등 분류법도 매우 다양하나, 대표적인 염료는 반응성 염료 및 분산염료이다.

4.2.1 반응성 염료 제조공정

반응성 염료는 염색 도중 섬유와 반응하여 습윤 안정성을 높이기 위한 공유결합 활성기(活性基)를 부여한 염료를 말하며, 이러한 반응성 염료를 제조하는 공정을 일컬어 반응성 염료 제조공정이라 한다. 반응성 염료는 보통 분말(Powder) 형태의 고체상과, 액체(Liquid)상 염료가 존재한다.





〈 반응성 염료 제조공정 〉

① 재료분산 및 혼합·용해 공정(반응공정)

아질산나트륨 및 기타 원료물질 등을 혼합조에 용수와 함께 투입하여 혼합 및 용해한다.

② 디아조화반응(Diazotization Reaction) 공정

디아조화(Diazotization) 반응이란, 방향족 제1급 아민에 아질산나트륨 혹은 아질산에스테르를 반응시켜 디아조기(-N<sup>+</sup>≡N)를 분자에 도입시키는 반응을 일컬어 디아조화반응이라 한다. 반응성염료는 염색 도중 섬유와 반응하여 흡윤 안정성을 높이는 활성기(活性基)를 부여하기 위해 디아조화반응 공정을 반드시 포함된다.

③ 축합반응(Condensation polymerization) 공정

축합 중합(Condensation polymerization)이란, 2개 이상의 분자 또는 같은 분자 내에 2개 이상의 관능기가 원자 또는 원자단을 간단한 화합물의 형태로 분리하여 결합하는 반응을 말한다. 축합반응 공정은 디아조화반응 공정의 결과물에 중합성(重合性)을 부여하기 위해 진행되는 공정이다.

④ 커플링반응(Coupling reaction)공정

커플링반응(Coupling reaction)이란, 2종의 화합물이 상이한 작용기 사이에서 축합반응을 일으켜, 새로운 공유결합을 생성하는 반응을 일반적으로 커플링 반응 또는 짝지음 반응이라 한다. 디아조 커플링과 같은 종의 화합물이 다른 종의 작용기 사이에서 반응하여 새로운 공유결합을 이루는 반응 등이 커플링 반응의 대표적인 예라 할 수 있다.

⑤ 정제공정

축합반응까지 완료된 중간 생성물 중 불순물을 제거하기 위해 여과기를 통과시키는 공정을 말한다.

⑥ 탈염·농축공정

정제공정으로부터 불순물이 제거된 중간 생성물 중의 염분을 없애고 농축시킨다.

⑦ 건조공정

농축된 중간물질 중 수분을 없앤다.

⑧ 분쇄공정

건조된 염료를 요구하는 입도에 맞게 분쇄한다. 이러한 분쇄공정은 분말(Powder)형의 염료를 제조할 때 존재하는 공정이다.

⑨ 혼합공정

여러 염료를 혼합하여 표준화하기 위한 공정을 말한다. 이러한 혼합공정은 고상·액상 염료를 제작할 때 모두 존재한다.

⑩ 선별공정

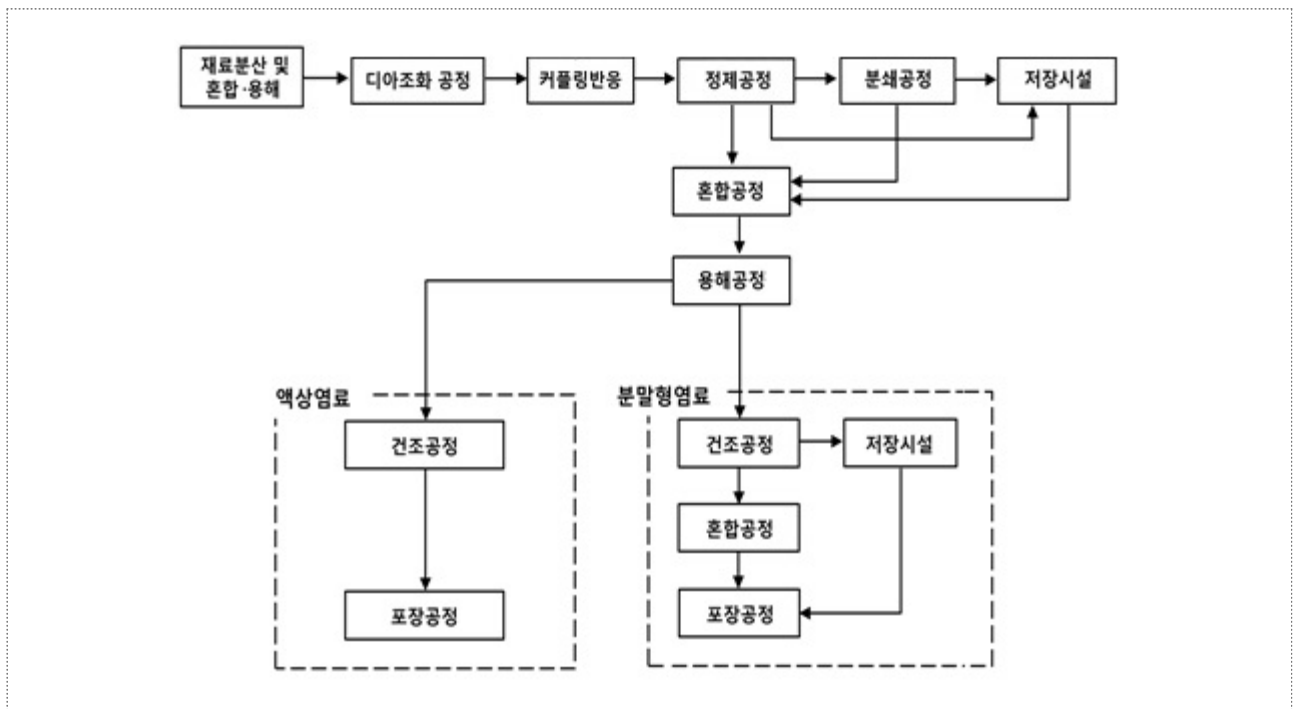
분말 형태로 혼합된 염료 중의 불순물을 제거하는 공정으로 분말형의 염료를 제조할 때 존재하는 공정이다.

**4.2.2 분산염료 제조공정**

분산염료란 물에 녹지 않거나 혹은 잘 녹지 않으며, 콜로이드에 가까운 물분산 상태로 섬유 중에 용해시켜 염색하는 염료를 말한다. 분산염료는 아세테이트계 섬유, 폴리에스테르계

합성섬유, 폴리아마이드계, 폴리아크릴로나이트릴계 합성섬유 등을 염색하기 위한 염료이다. 이러한 분산염료는 강친수성(強親水性)인 기(基)를 가지지 않은 염료이며, 아조·안트라퀴논·아조메틴·나이트로계 염료가 이에 해당하나, 아조 및 안트라퀴논계 염료가 주류를 이룬다.

분산염료 제조공정은 반응성염료 제조공정과 거의 흡사하나, 축합반응과 농축공정의 유·무 및 정제공정을 거친 후의 중간 생성물을 처리하는 방식에서 공정 차이가 발생한다.



〈 분산 염료 제조공정 〉

① 재료분산 및 혼합·용해 공정

트로실황산 및 아닐린, 기타 원료물질 등을 혼합조에 용수와 함께 투입하여 혼합 및 용해시킨다.

② 디아조화반응(Diazotization Reaction) 공정

반응성 염료와 같이 디아조화반응을 시킨다.

③ 커플링반응(Coupling reaction)공정

반응성 염료와 같이 커플링반응을 시킨다.

④ 정제공정

커플링반응(Coupling reaction) 공정까지 완료된 중간 생성물은 수분 함유량이 약 80%를

함유하고 있고, 정제공정을 거친 중간 생성물은 약 60% 수분을 함유하고 있다. 즉 분산염료 제조과정에서는 커플링 반응의 결과물을 여과기를 통해 필터링한 후 필터링 된 슬러지를 사용한다. 정제공정을 거친 중간 생성물을 필요에 따라 1·2차 분쇄공정을 거칠 수도 그렇지 않을 수도 있다.

#### ⑤ 1·2차 분쇄공정

정제공정을 마친 중간 생성물은 약 35~40%의 고형분을 함유하고 있다. 이러한 고형분의 입도는 염료로 사용할 수 없기 때문에 1·2차 분쇄를 진행한다. 보통 1차 분쇄 시 입도는 약 150~500 $\mu\text{m}$ 이고 2차 분쇄까지 완료되면 평균 1~2 $\mu\text{m}$ 의 크기로 분쇄된다. 이러한 1·2차 분쇄공정은 필요에 따라 가변적으로 운영된다.

#### ⑥ 저장시설

분쇄공정까지 완료된 중간 생성물을 색상별로 저장한다.

#### ⑦ 혼합공정

여러 염료를 혼합하여 목표로 하는 염료의 색상을 만들어 내기 위한 공정을 말한다. 분산염료 공정에서는 이러한 혼합공정이 건조공정 투입 전·후에 걸쳐 2단계로 진행되는데, 이는 최종 목표로 하는 염료의 색상을 정밀하게 조정하기 위함이다.

#### ⑧ 용해공정

혼합된 중간 생성물의 용해가 필요할 때 운영하는 시설로서, 분산제를 투입하여 용해시킨다. 용해공정은 필요에 따라 가변적으로 운영된다.

#### ⑨ 건조공정

혼합 혹은 용해가 완료된 중간물질 중 수분을 없애기 위한 공정을 말하며, 이러한 건조공정은 분말(Power)형의 염료를 제조할 때 존재하는 공정이다.

#### ⑩ 저장시설

건조가 완료된 분말형 염료를 색상별로 저장하는 시설을 말한다.

#### ⑪ 포장공정

각 공정을 거쳐 최종적으로 제조된 염료를 포장하는 시설을 말하며, 포장시설을 분말형태의 염료 포장시설과, 액상염료 포장시설이 있다.

## 5

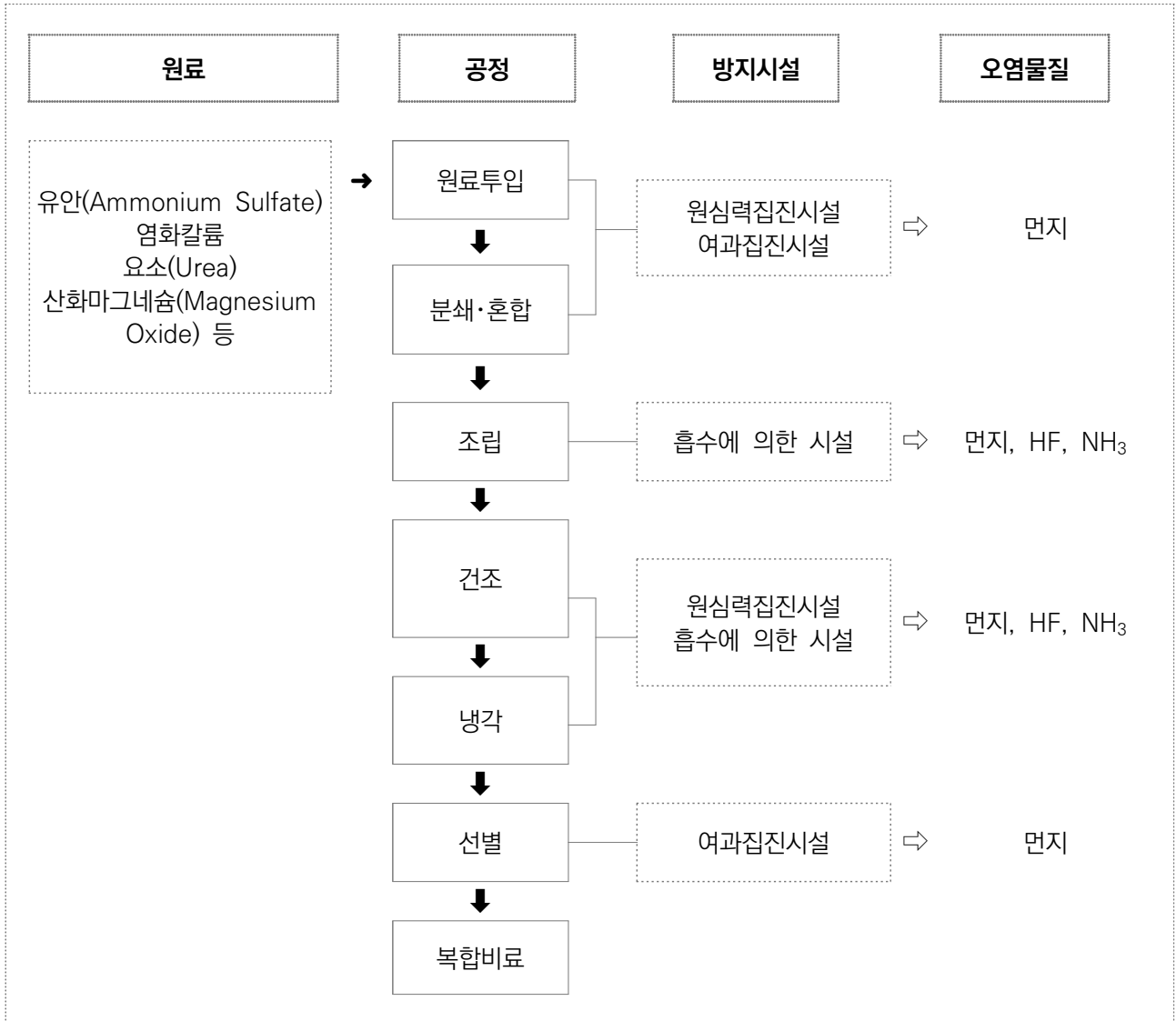
**비료 및 질소화합물 제조시설****5.1 개요**

비료란 식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질과 식물에 영양을 주는 물질, 그밖에 농림수산식품부령으로 정하는 토양개량용 자재 등을 말하는 것으로서, “보통비료”라 함은 부산물비료 외의 비료로서 비료관리법 제4조에 따른 공정규격이 정하여진 것을 말하며, “부산물비료”라 함은 농업·임업·축산업·수산업·제조업 또는 판매업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 인분뇨, 음식물류폐기물, 토양미생물제제(제제, 토양효소 제제를 포함한다), 토양활성제 등을 이용하여 제조한 비료로서 농림수산식품부 장관이 지정하는 것을 말한다.

비료 및 질소화합물 제조시설은 순수·혼합·화합·복합된 질소질, 인산질 및 칼리질 비료를 제조하는 시설을 말한다. 여기에는 요소, 질산, 암모니아, 산업용 염화암모늄, 질산칼륨 등의 질소비료 제조 산업에서 통상적으로 생산되는 질소화합물을 제조하는 시설이 포함된다. 질소·인산·칼리질비료 제조시설은 무기질 질소비료 및 질소화합물을 제조하거나 비료용 광물 및 기초화합물을 화학처리하여 인산질 또는 칼리질을 함유한 화학비료를 제조하는 시설을 말한다. 복합비료제조시설은 두 가지 이상의 화학비료성분을 함유한 비료를 직접 생산하거나 서로 다른 무기질비료성분을 구입·배합하여 복합비료를 생산하는 시설을 말한다. 기타 비료 및 질소화합물 제조시설은 천연 동·식물성 물질을 화학적으로 처리하여 유기질 비료를 제조하거나 유·무기질 비료의 배합물, 화분용 배합토, 구아노 화학처리, 비료용 광물슬래그 가공품, 토질개량용 토사석조제품을 제조하는 시설을 말한다. 미량 요소성분을 함유한 광물을 화학처리하거나 또는 성분을 조정·배합 등을 하여 특별히 비료용으로 제조할 경우도 포함된다.

**5.2 제조공정****5.2.1 복합비료 제조공정**

복합비료 제조공은 원료(암모니아, 요소, 황산, 인산, 질산)를 생산하는 화학공정과 여러 가지 원료를 혼합·조립하는 공정으로 구분된다. 국내 복합비료제조는 화학공정단계에서 생산하는 원료들은 외부에서 반입하여 사용하는 경우가 대부분이다.



〈 복합비료 제조공정 〉

① 원료 투입

요소, 인산암모늄, 염화칼륨 등 질소(N), 인(P), 칼륨(K)의 각 성분을 가지고 있는 제품과 보조제(석회고토, 소석고 등) 완제품 등을 투입한다.

② 분쇄·혼합

원료를 밀폐형 분쇄기에서 연속적으로 분쇄하는 공정으로 원료의 균일한 혼합 및 일정한 크기의 제품을 생산하기 위하여 불균일한 크기의 원료를 분말로 만들어 조립기로 투입한다.

### ③ 조립

분상의 각 제품을 조립수(공업용수)를 사용하여 입자상으로 만든다. 혼합·조립 공정은 질소비료(인산, 유산)와 무기염류(염화칼륨, 나트륨) 및 금속산화물(마그네슘) 등 비료의 원료 중 일부 고체상 원료를 분쇄하고 혼합시설에서 입자조성이 균질하도록 혼합한다. 복합비료 원료인 요소(urea)는 스팀에 의한 간접가열방식으로 용해시켜 조합한다. 혼합된 원료에 조립수(물+희황산)를 비료원료에 분사하여 알갱이를 형성하게 한다.

### ④ 건조

조립·성형된 제품에 포함되어 있는 수분을 직접가열방식으로 건조시킨다.

### ⑤ 냉각

건조된 제품은 외부공기 등으로 냉각시킨다.

### ⑥ 선별

건조·냉각된 제품은 일정 규격으로 선별하기 위해 진동스크린으로 선별하고 규격 이상인 반제품은 다시 분쇄기로 보내 선별, 분쇄를 반복한다. 필요에 따라서 제품에 기능성을 부여 및 제품특성을 보호하기 위한 코팅 공정을 거친 후 출하한다.

## 5.2.2 묽은질산 제조공정

무기화합물질 제조공정 중의 희질산 제조공정과 유사하다. 질산은 무색의 액체로 융점은  $-43.3^{\circ}\text{C}$ 이고 비등점은  $86^{\circ}\text{C}$ 이며, 강산으로서 강력한 산화제이며, 암모니아와 반응하여 질산암모늄을 생성시켜 비료나 폭약으로 이용된다. 또 탄수화물의 산화에도 쓰인다. 산화제로 작용하는 경우에는 이산화질소를 방출한다.

묽은질산(50~70%)은 질산암모늄, 질산칼륨 등과 같은 질소함유 비료제조 원료나 인광석 분해에 이용된다. 진한질산은 98%  $\text{HNO}_3$ 으로서 니트로셀룰로오스, 니트로글리세린 등의 니트로화합물의 합성과 염료, 의약품, 로켓의 연료 등에 이용된다. 공업적으로 중요한 다른 형태의 질산염으로 질산나트륨이 있는데, 주로 특수 비료나 유리범랑 공업의 산화제로 사용되고 있다.

### 5.2.3 암모니아 제조시설

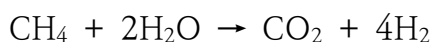
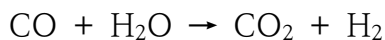
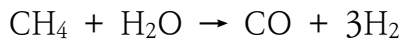
암모니아는 비료의 삼성분(질소질, 인산질, 가리질) 중의 질소질 성분이 되는 중간제품으로 나프타를 정유회사로부터 공급받아 원료로 사용하고 있다. 암모니아는 수소와 질소로 된 화합물이다. 수소는 석유정제품인 나프타에서 얻고 질소는 공기로부터 얻으며 제조공정은 일반적으로 나프타 탈황, 개질(1차 개질 및 2차 개질), 가스전환, 가스정제, 암모니아 합성 등 5단계와 단위공정을 통해 제조된다.

#### ① 나프타 탈황

원료 나프타에는 1,200ppm의 유황이 포함되어 있는데 이 유황이 촉매에 악영향을 미치므로 제거하여 사용하여야 한다. 유황을 제거하기 위해 나프타에 수소가스를 첨가하는 수첨반응탑을 거쳐 유화물을 유화수소로 전환시킨다. 탈황공정에 의하여 유황의 함유량을 약 0.05ppm까지 낮춘다.

#### ② 나프타 개질

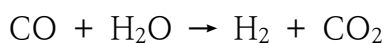
1차 나프타 개질의 목적은 탄화수소의 화합물인 나프타를 수증기와 반응시켜 암모니아 합성에 필요한 수소를 얻는 것이다. 이들 반응식은 다음과 같다.



2차 나프타 개질은 1차개질 공정을 거친 부분적으로 개질된 가스는 공기압축기에서 공급되는 공기와 함께 촉매가 들어있는 2차 개질에 보낸다. 2차개질 촉매층의 입구에서 1차 개질을 거친 가스와 공기 중의 산소와 연소되어 질소만 남게 되어 암모니아 합성에 필요한 질소를 얻을 수 있다. 이때 발생한 연소열을 2차개질 반응에 필요한 열공급원이 되며 2차 개질에서 나오는 고온 가스는 2개의 폐열보일러를 거쳐 가스전환공정으로 간다.

#### ③ 가스전환

일·이차 개질 과정에서 생성된 일산화탄소는 촉매층에서 수증기와 반응하여 수소와 탄산가스로 전환된다.

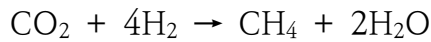




## ④ 가스정제

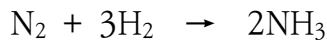
암모니아 공장의 이산화탄소 제거 공정은 화학용액(catacarb)을 이용하여 가스중의 이산화탄소를 흡수·분리한다. 흡수과정을 거쳐 탄산가스가 제거된 합성가스는 메탄화 공정으로 보내어 진다.

메탄화 공정에서 미량의 잔류 일산화탄소와 탄산가스를 촉매층에서 수소와 반응시켜 메탄으로 전환 시킨다.



## ⑤ 암모니아 합성

암모니아 합성에 필요한 가스는 수소와 질소 비율이 3 : 1 이며, 이 합성가스 비율은 2차 개질 과정에서 첨가되는 공기량에 의해 조성된다. 메탄화 공정을 통과한 정제된 합성가스는 대형 합성가스 압축기에 의해 150atm까지 압축되어 촉매가 들어 있는 합성탑에 들어가 암모니아가 합성된다. 합성탑에서 나온 암모니아와 미 반응 가스는 냉각되어 암모니아는 액화 분리되고 미반응 가스는 다시 합성탑으로 순환된다. 액화 분리된 암모니아는  $-33^\circ\text{C}$ 의 저온액체 암모니아 저장 탱크와 복비 및 요소 공장 등에 암모니아를 원료로 사용하게 된다.

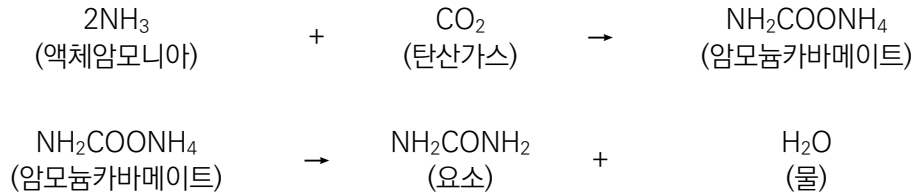


## 5.2.4 요소 합성공정

요소 합성 공정은 암모니아( $\text{NH}_3$ )와 탄산가스( $\text{CO}_2$ )를 원료로 사용하여 요소합성공정 분해공정 회수공정을 거쳐 결정화되어 최종 생산물인 요소를 합성하는 공정을 말한다.

## ① 요소 합성 및 분리 공정

요소 합성 공정은 암모니아 제조시설로부터 공급되는 탄산가스( $\text{CO}_2$ )와 액체암모니아( $\text{NH}_3$ )를 약 250기압으로 압축시켜 순환 카바메이트 용액과 함께 요소 합성탑으로 이송되어 요소합성반응이 이루어진다. 반응식은 다음과 같다.



합성반응 생성물은 요소(NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>), 암모늄카바메이트(NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>), 수소 및 과량의 암모니아를 포함한다. 따라서 반응생성물로부터 요소를 분리하기 위해 분해과정이 필요하며 이 과정은 고압 및 저압, 기체체분리의 3단계로 이루어진다. 이 공정을 분리공정이라 한다. 또한 분리공정 과정에서 과량의 암모니아는 압력이 감소할 때 기화되어 분리되고 암모늄카바메이트(NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>)는 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 탄산가스(CO<sub>2</sub>)로 분해되어 분리된다.

### ② 회수공정

분해과정에서 분리된 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 탄산가스(CO<sub>2</sub>)는 원심분리기에서 오는 모액에 흡수하여 암모늄카바메이트 용액이 되어 요소합성 공정으로 순환되어 요소합성공정에서 재사용된다.

### ③ 건조 및 냉각 공정

분해공정에서 나오는 요소용액은 결정화되기 전 공정내에서 결정이 되고 원심분리기에서 요소결정이 분리되어 뜨거운 공기에 의해 건조되는데 이때 수분이 0.3% 미만으로 된다.

건조된 결정은 유동건조기(Fluidizing Dryer)를 이용하여 제립탑(Prill Tower) 꼭대기로 운반한 후 증기로 가열하여 용융요소를 만든다. 그 후 분배기(Distributor)를 통하여 제립탑(Prill Tower)으로 용융요소를 흘려보내 작은방울을 형성하여 떨어뜨리는데 이때 제립탑(Prill Tower) 하부로부터 불어 올린 찬바람에 의해 응고되어 최종적으로 요소비료가 완성된다.

## 6 의료용 물질 및 의약품 제조시설

### 6.1 개요

의료용 물질 및 의약품제조시설은 크게 기초의약품물질 및 생물학적 제제 제조시설, 의약품 제조시설 및 의료용품 및 기타 의약 관련 제품제조 시설로 분류할 수 있는데 일반적으로 인간 또는 동물의 각종 질병을 진단, 치료, 예방하는데 사용되는 의약품 및 의료용품을 제조하는 시설을 말한다. 의약품 약제품은 완제의약품, 완료의약품, 마약, 향정신성의약품, 의약부외품(한약재, 위생용품, 화장품 포함) 등으로 분류된다. 의약산업은 기술집약적이고 부가가치가 높고 소량 다품종산업으로 에너지 및 자원 절약 산업으로서 시설투자비가 적게 소요되는 반면 부가가치가 높아 국내에서는 시장진입이 비교적 용이하였다. 이러한 특성으로 인해 국내 제약업계에는 영세한 규모의 기업들이 많이 있다. 실제로 국내에서 직접제조하거나, 수입할 수 있도록 허가된 품목은 약 4만 5천여 종이며 이중 제조를 허가받은 품목이 약 4만 여종, 제조허가를 받은 품목 중에 실제 생산된 품목은 1만 8천여 개에 달한다.

이렇게 다양한 의료용 물질 및 의약품 제조시설은 의약품의 분류에 따라 제조 공정이 다소 차이가 날 수 있으며, 이는 만들어지는 형상에 따라 약 29종으로 분류(대한약전상) 할 수 이렇게 다양한 의료용 물질 및 의약품 제조시설은 의약품의 분류에 따라 제조 공정이 다소 차이가 날 수 있으며, 이는 만들어지는 형상에 따라 약 29종으로 분류(대한약전상) 할 수 있는데 대표적으로 과립제, 산제, 시럽제, 액제, 연고제, 캡슐제 등을 꼽을 수 있다.

과립제	비산성인 약물을 가공하여 과립상으로 만든 제제
산제	Diastase, ediose 같은 가루로 된 약제
시럽제	당 또는 다른 당류, 감미제에 약물을 함유시켜 만든 용액 또는 현탁액으로 단맛과 향내가 나는 액상의 내복용제
액제	약물을 물에 녹인 것으로 안약, 주사약, 양치약 등
연고제	피부에 바를 수 있도록 점도가 있는 외용제
캡슐제	Gelatin 이나 전분으로 만든 경질캡슐과 연질캡슐 두 가지 종류로 구분, 여기에 분말, 액상, 과립상태의 약을 충전시킨 상태의 약제
타정제	과립제를 타정형태로 만든 약제
알약	타정제를 코팅하여 만든 약제

〈 의료용 물질 및 의약품의 형상에 따른 분류 〉

## 6.2 제조공정

의료용 물질 및 의약품 제조업은 제조업체에 따라 그 명칭 및 공정 순서가 다소 차이가 있으나, 완제 의약품의 통상적인 공정 흐름은 서로 유사하다.

### 6.2.1 세파계항생제 제조공정



〈 세파계 항생제 제조공정 〉

## ① 원료혼합

발효공정시 미생물의 영양분(배지)이 되는 탄소원(전분), 질소원(대두분), 지방(대두유) 등의 주원료를 혼합기를 이용하여 물과 함께 혼합하여 발효조로 이송한다.

## ② 발효

종균 배양단계를 거쳐 발효기에 미생물의 영양분(배지)이 되는 살균 냉각된 원료에 접종시켜 배양 최적조건이 되도록 무균공기를 주입 및 교반한다.

## ③ 고-액 분리

발효가 완료된 배양액을 진공드럼여과기로 균체와 목적성분을 고-액 분리한다. 목적성분은 여과액 중에 존재하며 제거된 균체는 고체물질로 부산물로서 폐기한다.

## ④ 수지

여과된 액은 수지공정을 통해 1차 불순물 및 색도를 제거한다. 불순물 및 색도가 제거된 여과액은 수지를 통해서 선택적으로 목적물질을 흡착 분리시킨다.

## ⑤ 농축

수지공정에서 분리된 목적물질이 포함된 액은 효소반응하기에 농도가 낮은 상태로 이를 역삼투압 농축기를 이용하여 일정 농도 이상으로 농축시킨다.

## ⑥ 효소반응

농축된 목적물질 용액에 실리카 성분의 담체에 고정화된 효소를 넣고 산소를 주입하여 반응시키며, 반응 완료된 반응액 중엔 전구물질의 경우에는 이를 다시 고정화 효소를 넣고 효소반응시켜 최종제품 형태로 반응시킨다.

## ⑦ 결정화

효소반응에서 얻은 최종 용액을 서서히 교반하여 최종 제품의 결정으로 석출된다.

## ⑧ 탈수

결정화된 제품을 원심탈수기 또는 가압 탈수설비를 이용하여 탈수한다.

## ⑨ 건조

탈수 완료된 제품을 진공 건조기에 넣고 건조시켜 최종 제품화한다.

## 6.2.2 정제류 약품 제조공정

### ① 원료혼합

주원료와 부형재를 혼합한다.

### ② 연합

혼합물에 조제된 결합액을 서서히 가하면서 일정시간동안 연합된다.

### ③ 제립

연합물을 입자화하는 공정이다.

### ④ 건조·정립

제립물을 건조기에 넣고 건조시킨 후, 균일한 과립을 만드는 공정이다.

### ⑤ 후혼합

과립과 활택제 첨가제를 넣어 지정시간 혼합하는 공정이다.

### ⑥ 타정 및 코팅

후혼합물을 지정모양 크기에 적하하게 정제를 만든 후, 필름 코팅하는 공정이다.



〈 정제류 약품 제조공정 〉

## 7 기타 화학제품 제조시설 및 탄화시설

### 7.1 개요

기타 화학제품 제조시설은 살충제 및 기타농약 제조시설, 잉크·페인트·코팅제 및 유사제품 제조시설, 세제·화장품 및 광택제 제조시설, 그 외 기타화학제품으로 사진용 화학제품 및 감광재료, 가공 및 정제염, 접착제 및 젤라틴, 화약 및 불꽃제품 등을 제조하는 시설이 포함된다.

### 7.2 제조과정

#### 7.2.1 농약 제조과정

농약은 농작물 재배를 위한 농경지 토양소독, 작물재배기간 중에 농작물을 병충해로 보호하고 수확한 농산물의 저장 시 병원충에 의한 농산물의 손실을 방지하기 위한 목적으로 사용되는 모든 약제를 농약이라 한다. 농약은 그 성상에 따라 분제, 입제, 수화제, 유제, 액제 등으로 구분되며, 용도와 작용효과에 따라 살충제, 살균제, 소독제, 제초제, 발아촉진제, 발아억제제 및 기타제로 분류한다.

농약제조시설은 투입하는 원료의 수에 따라 저장시설 및 계량시설의 수 또한 동일 할 수 있다. 원료 저장 및 계량시설 후단의 혼합, 반응, 저장시설은 목표로 하는 제조물질이 최종적으로 만들어지기까지 반복되는 특징을 가지고 있다. 이러한 공정은 아래 설명한 수화제 및 입제 농약제조시설 모두 동일한 특성을 가진다.

#### ① 원료계량

원·부원료 등을 계량하여 혼합시설에 투입하는 시설을 말한다.

#### ② 분쇄시설

원료를 계량하여 공정의 효율 및 균일한 혼합을 위해 분쇄하는 과정을 말한다. 이러한 분쇄공정은 원료가 고체일 때 사용하는 공정이다.

#### ③ 혼합시설

분쇄 공정을 거친 원료는 스프레이(액상) 혹은 고체상물질로 혼합시설에 투입하여 일정시간 동안 혼합한다.



④ 반응시설

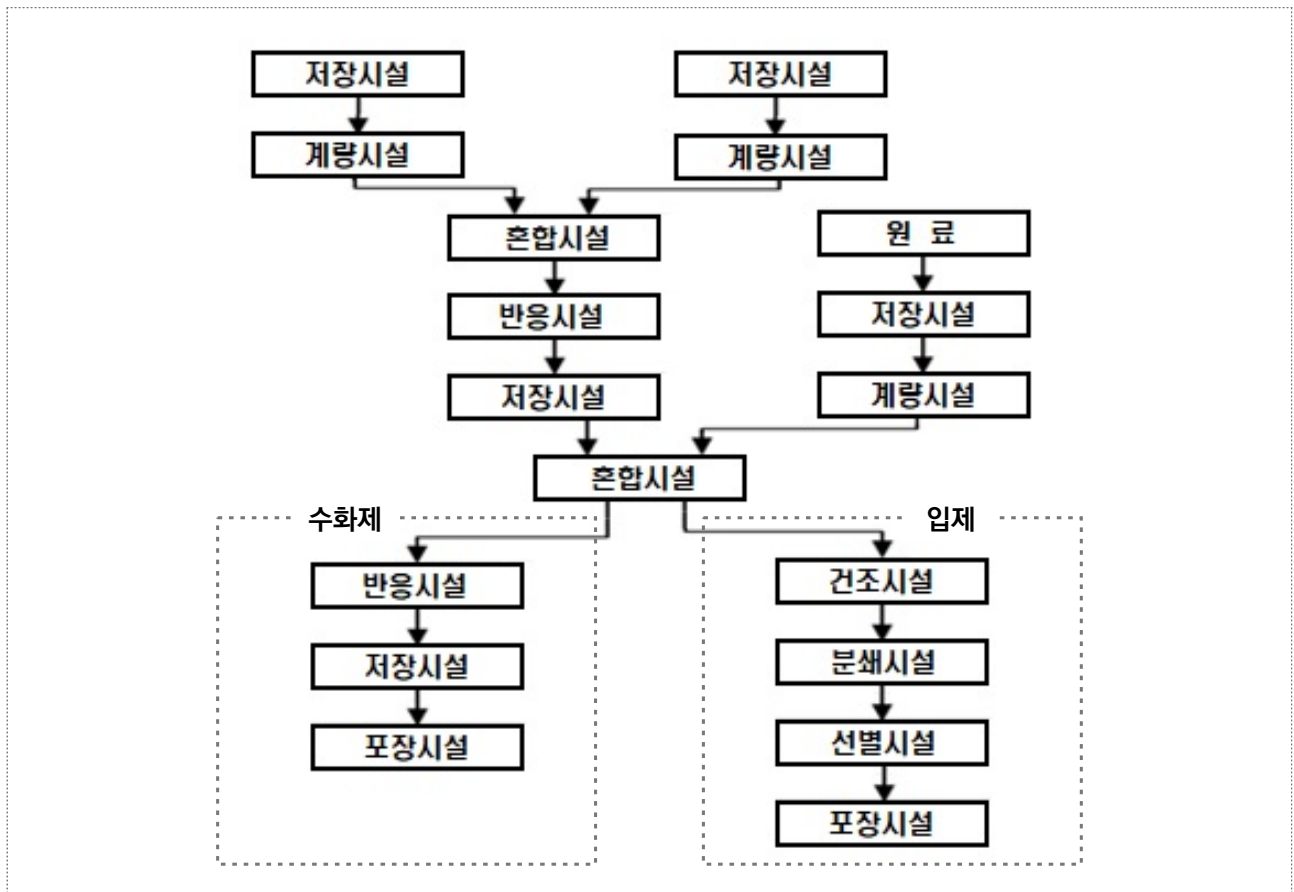
주로 수화제 농약제조시설에 존재하는 시설로서 투입된 원료간 반응이 원활하게 이루지기 위한 목적으로 일정량의 열을 가하여 반응하는 시설을 말한다.

⑤ 건조시설

혼합시설에서 혼합된 반제품은 습기를 제거하기 위해 건조시킨다(입제농약). 반응시설로부터 가해진 열을 낮추기 위한 시설이다(수화제 농약).

⑥ 선별시설

건조된 반제품을 진동체로 선별한다(입제농약 제조시설)



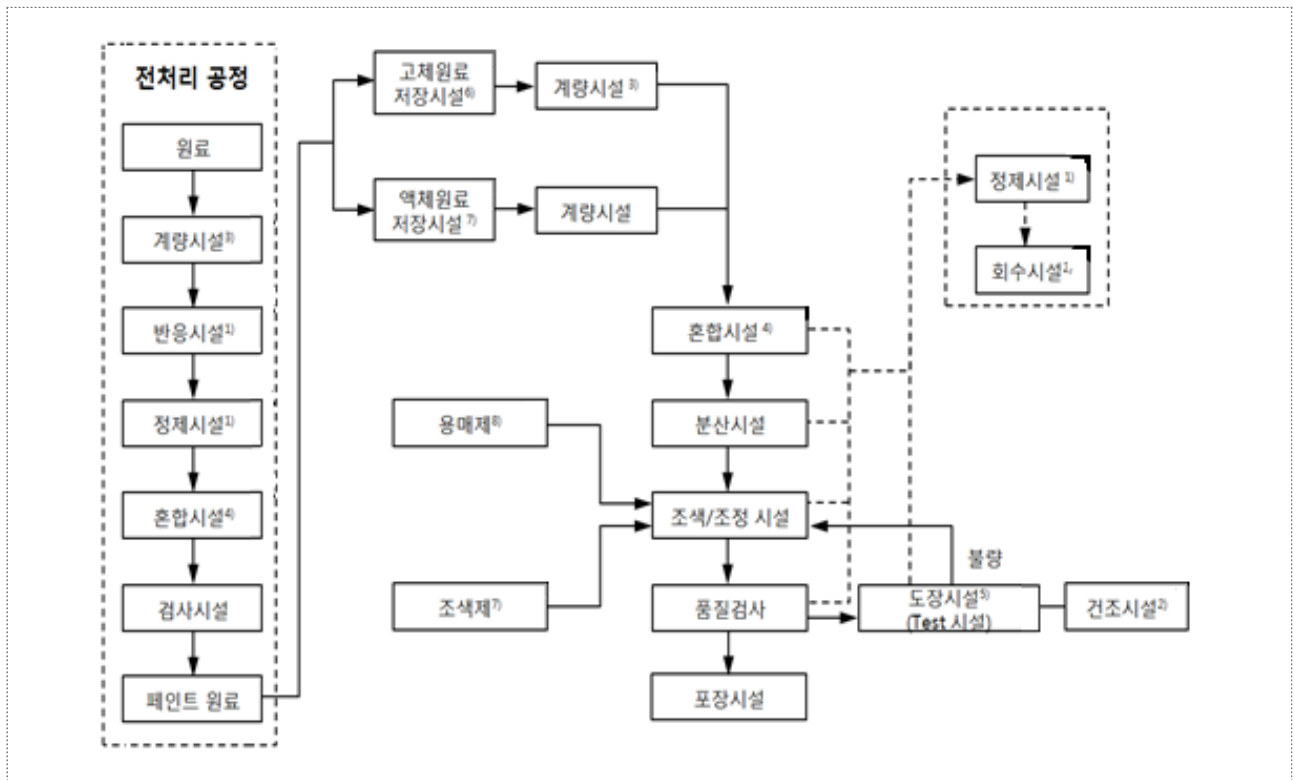
< 농약 제조시설의 제조공정(예) >

7.2.2 도료 제조시설

도료는 유동의 액상물질로 물체에 칠해져 건조 또는 경화반응에 의해 졸(sol)상태에서 겔(gel)로

변화하여 얇은 막을 형성하여 물체의 보호와 미관을 좋게 하는 재료이다. 도료는 수지(resin), 경화제, 안료, 첨가제, 용제 등의 성분으로 구성된다. 도료의 형태별로는 유성도료, 수성도료 및 분체도료로 구분된다.

유성·수성도료 제조공정은 원료(수지, 안료, 용제 등) 배합, 입자 큰 분체원료를 일정한 규격으로 미세 분쇄하는 분산공정, 도료의 점도 및 고형분을 일정한 규격으로 만들기 위한 조정작업, 원하는 색상을 얻기 위한 조색작업 등으로 이루어진다.



〈 일반용 도료 제조시설(예) 〉

① 전처리공정

도료 제조시설의 전처리 공정이라 함은 도료를 제조함에 있어 원료로 사용하는 물질을 제조하는 공정이라 말할 수 있다. 이러한 전처리공정은 물성에 따라, 수성 및 유성으로 서로 구분하여 제작한다.

㉞ 계량시설

도료의 원료(안료 등)를 제작하기 위해 기초 물질을 계량하는 시설을 말한다.

## ㉞ 반응시설

계량시설로부터 일정한 배합량에 따라 측정되어진 기초 물질을 원하는 물성으로 만들기 위한 시설이다. 이러한 반응시설은 필요에 따라 열을 가하기도 한다.

## ㉟ 정제시설

반응시설로부터 만들어진 중간물질의 불순물을 제거하는 시설이다.

## ㊱ 혼합시설

불순물이 제거된 중간물질을 서로 혼합하여 원하고자 하는 원료로서 만들기 위한 시설이다. 이러한 혼합시설은 필요에 따라 열을 가하기도 한다.

## ㊲ 검사시설

기본물질을 제작하기 위한 마지막 단계로서 도료제조 공정으로 이송 혹은 출하(도료의 원료로서 판매하기도 함)가 가능한지를 확인하는 단계이다.

## ② 도료 제조공정

## ㉡ 저장시설

전처리 공정으로부터 이송된(혹은 외부에서 구입한 원료) 원료를 저장하는 시설을 말한다.

## ㉢ 계량시설

도료제조시설의 계량시설은 저장시설의 원료를 배합기준에 맞게 계량하는 시설을 말한다. 이러한 계량시설은 분체상물질을 계량하는 시설만이 대기배출시설로서 분류된다.

## ㉣ 혼합시설

계량시설로부터 계량된 안료들을 서로 혼합시키는 시설을 말한다. 혼합시설은 목표로 하는 도료의 최종 색상에 맞추어 혼합비율에 맞게 혼합한다. 안료란 착색을 목적으로 하는 물질이다. 즉, 도료에 색을 띄게 만드는 물질이다.

## ㉤ 분산시설

혼합시설로부터 혼합되어진 안료를 분산제라 하는 물질을 사용하여 도료 내에 고루 분포시키고 차후 저장시설에서 안료끼리의 응집을 방지하는 것을 위하여 거치는 시설이다.



### 〈 도료용 안료 〉

#### ㉓ 조색/조정시설

도료 제조시설에서 가장 중요한 공정으로서 목표로하는 도료의 색상을 결정하기 위해 조색제 및 용매제를 첨가하여 도료의 색상을 맞추는 공정이다. 또한, 세부적으로 색상을 조정하기 위하여 수작업으로 안료 및 첨가제를 첨가한다.

#### ㉔ 검사(품질검사)

조색/조정단계에서 완성된 도료의 품질검사를 하는 단계로서 품질검사를 위해 도장시설을 포함하고 있다.

#### ㉕ 도장시설

도료제조시설의 도장시설은 대부분 품질검사를 위한 수단으로서 존재하며, 별도의 건조시설을 포함하고 있다. 도장시설로부터 합격 판정을 받은 도료는 포장시설로, 불합격 판정을 받은 도료는 조색/조정 설비로 돌려보내 다시 조색/조정단계를 거친다.

## 7.2.3 접착테이프 제조공정

### ① 접착제 코팅

테이프 원단은 접착제 고형분의 결합력을 향상시키기 위해서 표면을 깨끗이 처리하여 준비한다. 고상접착제는 톨루엔, 수지, 고무, 유화제 등을 이용하여 용해시켜 준비한다. 아크릴

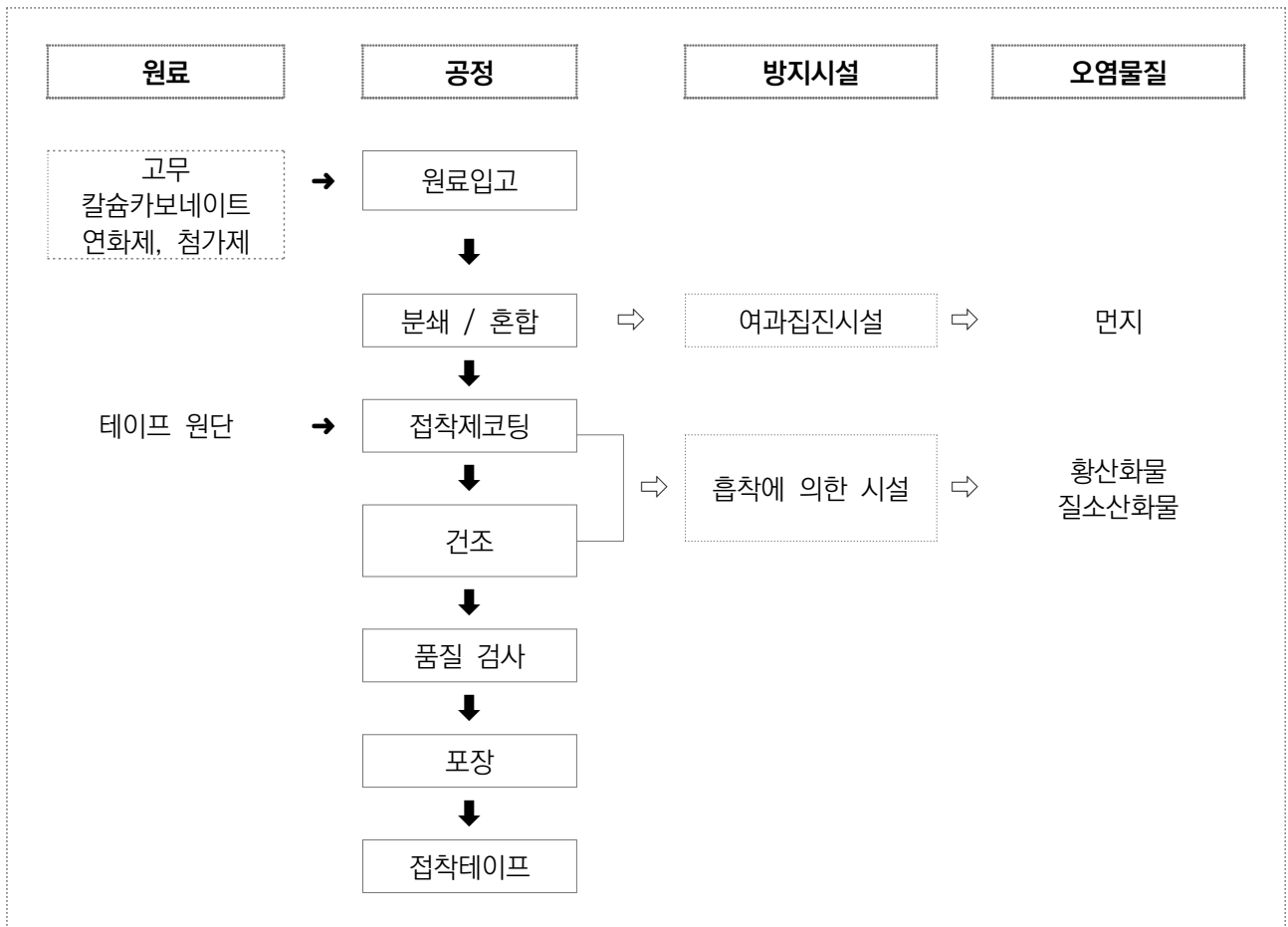
접착제의 경우는 주로 톨루엔, 에틸아세테이트의 용제를 함유하고 있으며 30 ~ 50% 고형분으로 이루어져 있다. 고무접착제 경우는 톨루엔, 헵탄의 용제를 포함하고 있으며, 60% 고형분으로 이루어져 있다.

② 건조

이들 접착제 테이프 원단에 코팅한 후 건조오븐을 통과시키는데, 이 때 접착제에 포함된 용제가 휘발되면서 악취와 VOCs가 배출된다. 이들은 활성탄 흡착시설에 의해 처리된다.

③ 품질검사 / 포장

생산된 접착테이프는 품질검사 등을 거친 후 포장하여 출하한다.



〈 접착테이프 제조공정 〉

### 7.2.4 탄화시설

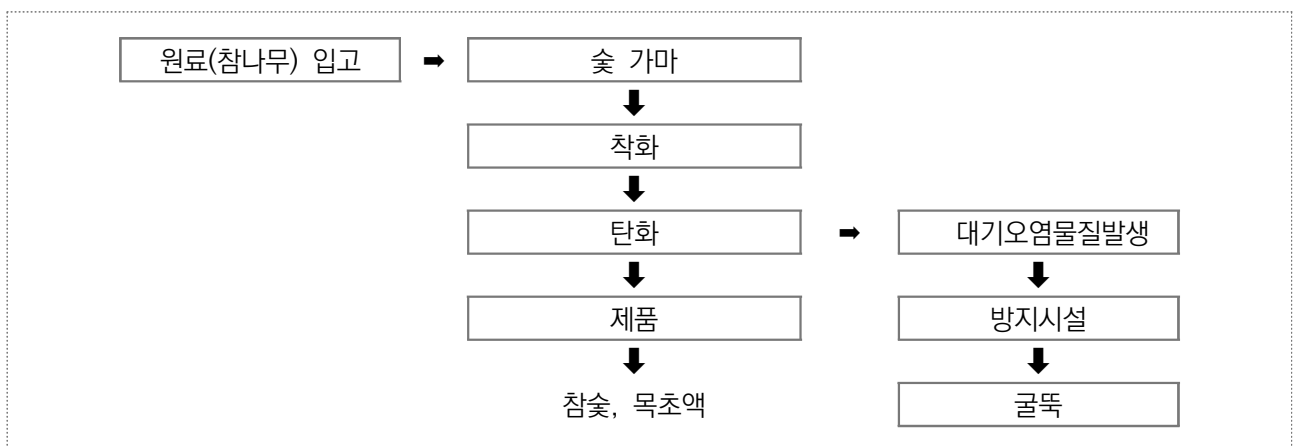
숯이란 목탄이라고도 불리며, 재료로는 일반적으로 재질이 단단한 나무가 사용된다. 한국에서는 참나무류(갈참나무·굴참나무·물참나무·줄참나무 등)가 주로 사용되는데, 특히 참나무류로 만든 숯을 참숯이라고 한다. 이러한 숯을 만들어 내는 시설을 숯가마라고 한다.

국내 생물성연소 부분에서 대기오염배출의 기여가 가장 큰 발생원으로 숯가마를 추정하고 있다. 숯 제조는 재래식 숯가마를 사용하여 숯을 제작하는 방법과 기계식 탄화로를 이용하여 굽는 방법으로 구별된다. 재래식 숯가마에서는 숯의 제조 방법에 따라 백탄과 검탄으로 나눌 수 있으며, 기계식 탄화로에서는 제조 온도에 따라 고온탄, 중온탄, 저온탄으로 분류된다.

숯의 제품생산까지는 일반적으로 7~10일 정도가 소요되며, 원료(참나무)가 착화되는 1~2일간은 먼지, 황산화물 및 악취 등의 오염물질이 최대로 발생된다. 이러한 숯의 제조과정을 보면 다음과 같다.

비고	재래식 숯가마		기계식 탄화로	
제탄과정	원목 쌓기 → 불 지피기(탄화) → 출탄 (7~10일 소요)		적재 → 점화 → 착화 → 탄화 → 냉각 →출탄(24시간 소요)	
숯의 종류	백 탄	검 탄	고온탄	저온탄
탄화온도	1000℃ 이상	400~600℃	1000℃ 이상	400~600℃
제조공정	탄화 완료시 공기와 접촉시켜 숯을 꺼내 후 또는 재로 냉각	탄화 완료후 밀폐 1주일간 서냉 후 출탄	기계식 전용 탄화로 이용 탄화 완료 후 정련 과정을 거친 후 밀폐시켜 20시간 냉각 후 출탄	
특 성	휘발분 제거, 탄소 함량 90%이상	휘발분이 잔존, 탄소함량 70%	백탄과 같은 효능	검탄과 같은 효능

〈 재래식 숯가마와 기계식 탄화로의 비교 〉



 <p>1) 나무 선별 작업</p>	 <p>2) 가마 내 목재를 쌓는 작업</p>	 <p>3) 숯 꺼내기 직전 가마 내부 모습</p>
 <p>4) 숯 꺼내는 작업</p>	 <p>5) 숯을 모두 꺼낸 후 식히기 직전의 모습</p>	 <p>6) 모래와 재를 덮어 숯의 온도를 낮추는 작업(약 2~3일 소요)</p>

〈 숯의 제조과정 〉

7.2.4.1 재래식(전통식) 숯가마의 종류

① 무개제탄법

무개제탄법은 가장 원시적인 방법으로서 평지 또는 오목한 곳에 주로 지조재를 쌓고 연소시키면서 순차적으로 원재료를 쌓아 불완전연소로 탄화시키며 흙으로 소화시킨다. 품질이 조잡하고 소탄정이며 수거율을 10% 정도이다.

② 갱내제탄법

갱내제탄법은 목탄과 타르를 동시에 얻기 위하여 땅속에 깔대기 모양의 구멍을 파고 탄재를 넣은 후 상부를 흙으로 덮고 밑에서부터 점화시키며 적당한 구멍을 통하여 하부로부터 통풍시켜 탄화시키는 방법으로서 품질이 불량하고 수량이 적다.

③ 퇴적제탄법

퇴적제탄법은 유럽에서 옛날부터 사용해 오던 방법(Meiller법)으로서 탄재를 세로 또는 가로로 쌓고 그 위를 지조내나 수피로 덮은 후 다시 바깥쪽을 흙으로 덮어 공기유통을 제한하고 배연구를 하나 설치한 다음 제탄한다. 품질은 좋지 못하지만 건류탄보다는 양호하며, 수탄율이 16~18% 정도이다.

④ 축요제탄법

축요제탄법은 한국, 일본, 중국 등지에서 옛부터 사용해 오던 방법으로서 토석, 연와, 내화벽돌,

단열시멘트, 콘크리트, 철판 등으로 제탄요(carcoal kiln)을 구축하여 탄화시키며 질이 좋은 숯을 만들 수 있다.

탄요와 탄화조작의 차이에 따라 흑탄요와 백탄요로 구분하며, 이와 같은 축요제탄법은 앞에서 설명한 퇴적제탄법의 경우보다 요가 작고 생산성이 낮지만 목탄은 비교적 경질이다. 흑탄요는 적당한 흙을 사용하며 만들며, 탄재를 넣어 350~400℃로 탄화시키고 최후에 약 700℃로 온도를 높혀 탄을 정련(charcoal refining) 시킨 후 요입구, 통풍구, 연통구등을 밀폐시키고 그대로 2~3일 동안 방치하여 냉각시킨 다음 출탄한다.

#### - 요내소화법

흑탄을 600kg 생산하는데 필요한 요의 크기는 깊이 300cm, 최대횡폭 250cm, 요벽의 높이 80cm 탄화실의 용적 7~8m<sup>3</sup>로서 주탄재가 약 3.5ton 필요하다. 제탄시간은 200시간(건조기 40시간, 탄화기 90시간, 정련기 10시간, 냉각기 60시간)이며 수탄율은 15~20%이다.

백탄요는 돌로 요벽을 만들고 적당한 흙을 사용하여 천정을 만들며, 먼저 약 300℃로 탄화시키고 최후에 요입구를 서서히 넓혀 900~1,000℃ 로 목탄을 충분히 정련시켜 백열시킨것을 조금씩 밖으로 꺼내 미리 준비해 둔 소분 (흙, 탄분, 회분등을 혼합한 후)을 덮어 급히 소화하고 냉각시킨다.

#### - 요외소화법

백탄을 150kg 생산하는데 필요한 탄요의 크기는 전구형으로서 길이 210cm, 탄화실의 용적 약 3m<sup>3</sup>이며, 주탄재가 약 1.5ton 필요하다. 제탄기간은 50~150시간(건조기 15~70시간, 탄화기 30~60시간, 정련기 5~20시간, 출탄기 2~3시간)이며 수탄율은 10~15%이다. 구미의 축요제탄법에서 사용하는 요에는 원형요와 각형요가 있다.

원형요는 벌집요(beehive kiln)라고도 하며 주로 연와로 만들고 대형으로 탄실의 용적인 100~300m<sup>3</sup>인 데 비해 각형요는 중형으로서 벽을 내화블록, 천정을 철판으로 만들며 탄화실의 용적이 25~70m<sup>3</sup>이다. 그밖에 이동하며 제탄하고자 할 때에는 이동식 철판제탄요를 사용하기도 한다.

### ⑤ 평요제탄법

수분이 많은 톱밥,수피,목편등의 공장폐재를 탄화시키는데 적합한 방법이다. 탄율은 원료에 대해 10~20%이고, 탄화중의 요저온도가 200~300℃로서 낮다.



## 8 화학섬유 제조시설

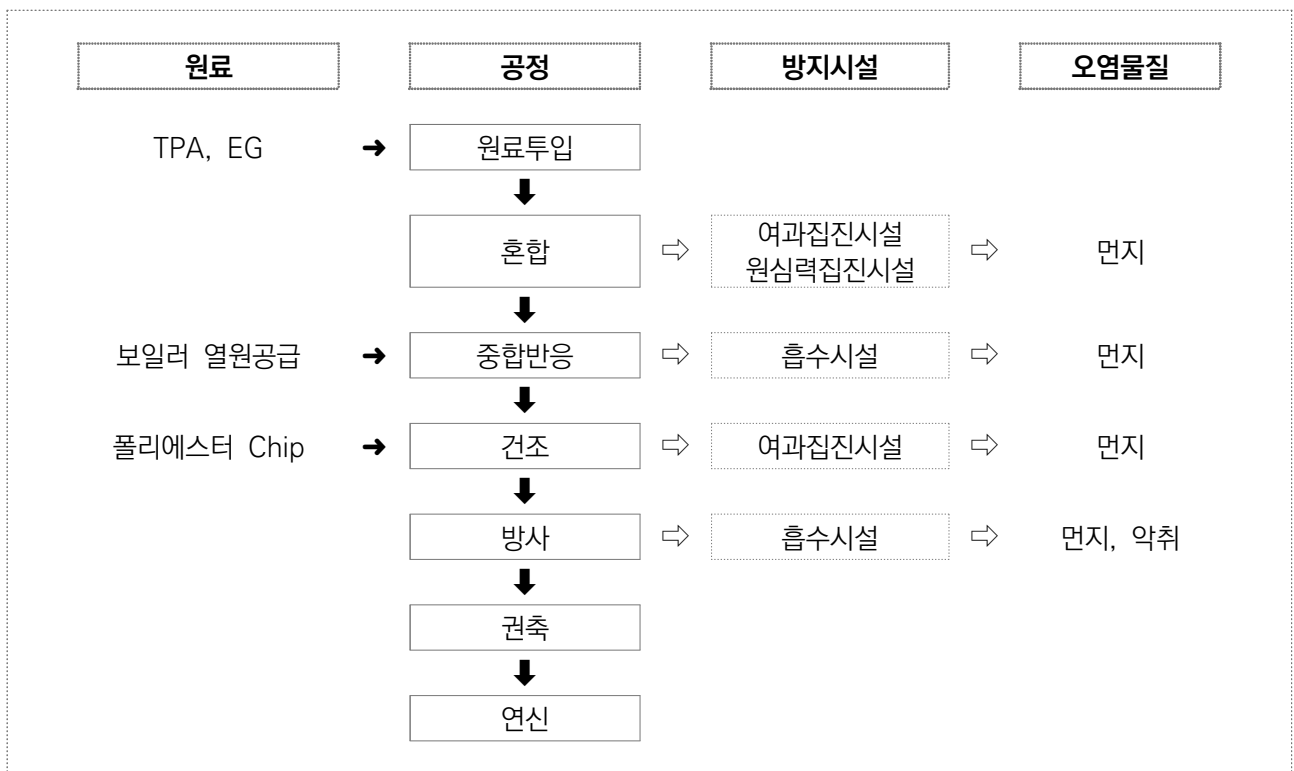
### 8.1 개요

화학섬유 제조시설은 방적전처리를 하지 않은 필라멘트사, 스트립, 토우 및 스테이플 상태의 합성 또는 인조섬유를 제조하는 시설로 나일론 및 비닐론, 아라미드 합성섬유, 폴리염화비닐리덴, 폴리염화비닐, 폴리에스터, 폴리에틸렌, 아크릴, 폴리프로필렌 등과 같은 합성섬유를 제조하는 시설이다.

합성섬유는 합성의 근원을 갖는 비셀룰로오스계 섬유로 정의된다. 대표적인 합성섬유는 폴리에스터, 나일론, 아크릴, 아세테이트 등 4대 섬유로 구분할 수 있다. 그리고 천연유기폴리머(중합체)를 화학적으로 재생 또는 반합성하여 유기폴리머섬유인 레이온섬유, 초산 셀룰로오스섬유, 아세테이트 섬유, 알기네이트섬유 등과 같은 재생섬유를 제조하는 시설이 있다.

### 8.2 제조공정

#### 8.2.1 합성섬유 제조공정



〈 폴리에스터 섬유 제조공정 〉

### ① 원료투입

원료인 테레프탈산을 탱크로리로 입고하여 저장시설에 투입할 때 용적증가로 발생된 먼지는 회수설비에 집진 후 저장시설에 다시 투입한다.

### ② 혼합

저장시설에서 투입된 테레프탈산과 에틸렌글리콜을 혼합하여 슬러리화시키는 혼합공정을 거친다.

### ③ 중합반응

혼합시설에서 공급된 테레프탈산 슬러리를 설정온도 프로그램에 따라 가열하여 에스테르(ester)화 교환반응을 시켜 BHT(butylated hydroxytoluene)를 생성한다. 에스테르(ester)화 반응에서 생성된 BHT를 일정온도 상압에서 서서히 감압하고 EG를 제거하면서 고분자화하는 공정인 중축합반응공정을 거친다. 반응이 완료된 폴리머(polymer)가 다공판을 통하여 여러 가닥으로 토출되면 냉각수로 냉각시킨 다음 일정한 형태로 잘라 칩(chip)화시키는 절단공정을 거친다.

### ④ 건조공정

저장시설에서 공급된 칩은 약 0.4% 수분을 함유하고 있는데 용융방사에 필요한 최저의 수분을 가져야 함으로 가열된 열풍으로 건조 및 결정화시키는 공정을 거치며, 이때 발생하는 칩 가루는 여과집진시설을 이용해 회수한다.

### ⑤ 가열/용융

건조 칩을 용융압출기에 공급받아 전기 가열시켜 칩을 녹는점 이상으로 가열, 가압시키면서 용융 및 비용융 상태의 폴리머(polymer)를 내압에 의해 혼합시키면서 완전히 용융시켜 일정한 양으로 압출하는 용융공정을 거친다.

### ⑥ 용융 방사

용융상태의 폴리머를 용융시설로부터 공급받아 기어펌프(gear pump)에 의해 계량되고, 계량된 폴리머는 다수의 가는 노즐을 통하여 실 형태로 토출된다. 방사될 때 에어컨에 의해 바로 냉각·고화되어 실의 성질과 형태를 가지며, 실의 마찰을 감소하기 위해 계면활성제인 유제를 부여하며, 연신 전의 토우(tow) 형태로 만드는 공정이다.

크게 나누어 습식방사, 건식방사, 용융방사가 있다. 습식방사는 방사할 때 비스코스레이온과 같이 방사액을 베이스에서 응고욕(산욕)중에 토출시켜 고체의 고분자(高分子)섬유를 제조하는 방식이며, 건식방사는 섬유의 원료가 되는 고분자(高分子)재료를 적당한 용매에 녹여 방사실에서 기체중에 토출(吐出)시키면 이 용매가 증발하여 고분자의 섬유가 제조된다. 용융방사는 합성섬유의 대부분을 차지하는 방사 방법으로 합성된 원료의 폴리머(polymer)를 가열·용융하여 노즐에서 밀어내고 이를 냉각하여 고체로 한 다음 그것을 늘여서 실을 만드는 방법이다.

### ⑦ 권축

섬유나 실에 곱슬곱슬하게 파형(波形)을 부여함으로써 부피를 크게 하고, 스트레치성을 주어 신축성이 풍부하게 만드는 것을 말한다. 섬유를 시판할 수 있는 제품으로 변성(變性)시키는 공정중의 하나이며, 섬유에 벌크와 탄성을 주기 위한 공정이다.

### ⑧ 연신(延伸, drawing)

분자의 배향성(配向性)을 좋게하고 필요한 점도 및 강·신도를 얻기 위하여 유제의 부여 및 결정화 온도 이상의 고온으로 열처리하여 분자를 고정하는 공정이다.

## 8.2.2 재생섬유 제조공정

비스코스 레이온은 펄프를 주원료로 하여 제조하는데, 주로 낙엽송의 목재 펄프와 면 린터(Linter)의  $\alpha$ -셀룰로우스( $\alpha$ -Cellulose)를 사용하며, 현재 국내 재생섬유 제조 산업은 대부분이 비스코스레이온(Viscose Rayon)제조 시설이 가장 큰 비중을 차지한다.

### ① 혼합공정

혼합공정에서는 셀룰로오스(약 90~94%)를 함유하고 있는 정제펄프와 약 17.5%의 가성소다(NaOH)를 함께 혼합하는 공정을 말한다. 혼합공정은 가성소다와 펄프 시트를 혼합된 상태로 습도 및 온도를 일정하게 1~4시간 유지하는 침지공정, 가성소다를 함유한 펄프를 압착하여 알칼리 셀룰로우스 시트를 만드는 압착공정, 알칼리 셀룰로우스 시트를 분쇄하는 분쇄공정 순으로 진행된다. 정제펄프는 원료인 목재를 분쇄하여 아황산으로 처리하여 리그린 및 기타 이물질들을 제거한 후, 하이포 염소산염으로 표백하여 시트(Sheet) 형태로 사용한다.

### ② 가성소다 회수 공정

압착(Press) 공정으로부터 배출되는 가성소다액을 필터(Filter)를 통과시켜 새로이 제조된

가성소다액을 첨가시켜 가성소다를 재사용하는 공정이다.

### ③ 노성(Ageing) 공정

분쇄된 알카리 셀룰로오스(Alkali Cellulose)를 공기 중에 노성하여 가수분해 및 산화작용에 의해 중합도(Degree of Polymerization)를 낮추는 동시에 점도를 낮추는 공정을 말한다.

### ④ 1차 용해공정(황화공정)

분쇄공정과 노성 공정을 거친 크럼(Crumb)을 공기가 차단된 로에 넣고 중량 약 10% 정도의 황화탄소( $CS_2$ )를 첨가하는 공정을 말한다. 1차 용해공정을 거침으로서 크럼(Crumb)은 크산레이트(Xanthate)가 형성된다.

### ⑤ 2차 용해 및 여과(Filtration) 공정

1차 용해 공정으로부터 만들어진 크산레이트(Xanthate)를 약 5~8% 농도의 가성소다액으로 용해시킨 후 용해되지 않은 입자 및 불순물을 걸러낸다.

### ⑥ 숙성(Ripening) 공정

여과(Filtration) 공정을 통과한 크산테이트(Xanthate)에 비스코스액을 첨가하여 방사공정에 사용이 가능한 점도가 되도록 숙성시키는 공정을 말한다.

### ⑦ 방사공정

숙성(Ripening) 공정으로부터 이송된 방사액을 습식방사법을 사용하여 방사한 후, 황산이 들어있는 응고욕을 통과시킨다. 이때 방사액은 물리, 화학적 반응이 동시에 일어나 레이온 필라멘트사가 형성된다.

### ⑧ 연신공정

필라멘트사에 최종 완제품으로서 갖추어야 할 강도를 부여하기 위하여 배향화 및 결정화를 진행하는 공정을 연신공정이라 한다. 즉 연신공정고에서는 섬유축 방향으로 분자가 규칙적으로 배열 시키며 결정화를 진행하여 필라멘트사를 약 3~4배 신장시켜 연신사(Draw Twist Yarn)를 제조한다. 이러한 연신공정은 상온에서 행하는 냉연신과, 고온에서 행하는 열연신으로 분류할 수 있다.

### 8.2.3 타이어코드지 제조공정

#### ① 연사

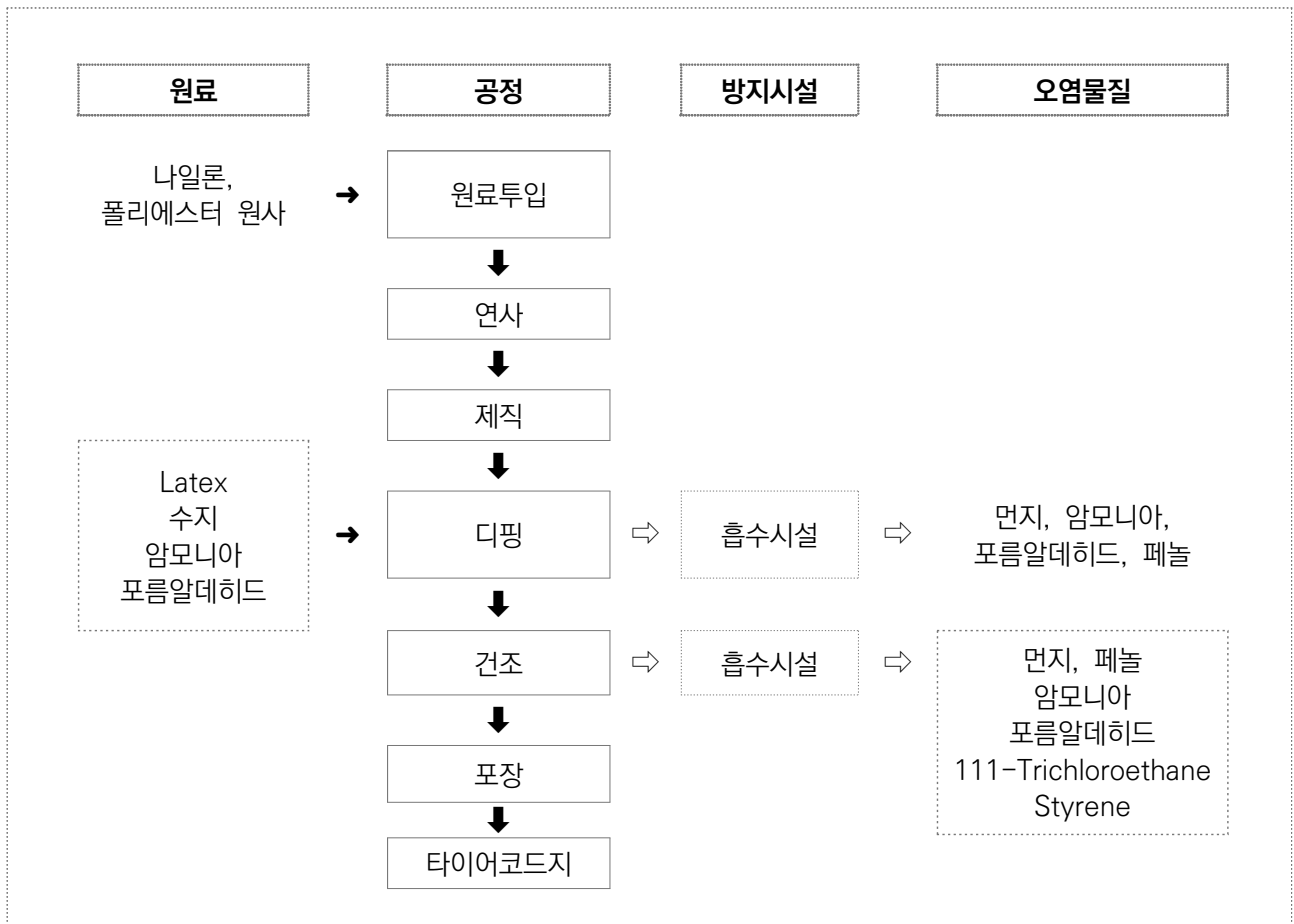
하연과 상연의 2공정으로 구분되며, 하연공정은 규정된 연수를 하연기에서 코드연사에 부여하고 규정된 사장을 보빈에 권취하는 공정이다. 상연공정은 생산된 하연사를 상연기에서 소정본수(2~3본)만큼 포함하여 규정된 연수를 부여 보빈에 권취하는 공정이다.

#### ② 제직

연사공정에서 생산된 상연사를 규정된 본수로 직기의 크릴스탠드(creel stand)에 투입하고 일정한 장력으로 인출하여 규정의 위사를 타입시켜 타이어코드지를 짜는 공정이다.

#### ③ 열처리

타이어코드지(raw fabric)에 접착제를 처리하는 공정으로 접착제로는 레조르시놀(resorcinol)과 암모니아의 초기축합물에 라텍스(latex)를 혼합한 액을 사용한다.



〈 타이어코드지 제조공정 〉

## 9 주요 대기오염물질 배출시설

### 9.1 반응(反應)시설

한 종류 또는 두 종류이상의 물질이 그 자신 혹은 상호간에 있어서 원자(原子)의 조환(組換)을 시행하여 그 조성이나 구조, 성분 등 물리화학적 성질이 본래와는 다른 물질을 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 연속 반응시설, 균일계(均一系) 반응시설, 불균일계(不均一系) 반응시설, 촉매(觸媒) 반응시설로 구분된다.

연속반응시설은 어떤 화학반응의 생성물이 다시 다른 반응을 일으켜서 다른 생성물을 연속적으로 만드는 시설을 말하며, 연쇄반응시설도 연속반응시설의 일종이다.

균일계 반응시설은 균질(均質)인 물질계(物質係) 즉, 단일상(相 : 액체상, 기체상, 고체상) 으로 이루어진 계(系)에서 화학반응을 일으키는 시설을 말하며, 회분(回分) 반응시설, 관형 반응시설, 연속교반조 반응시설, 반회분 반응시설 등이 있다.

불균일계 반응시설은 두 종류 이상의 상이 공존하는 다상계(多相系)에서 화학반응을 일으키는 시설을 말하며, 액-액계 반응시설, 기-액계 반응시설, 기-고계 반응시설 등이 있다.

촉매 반응시설은 촉매의 영향에 의하여 화학반응을 일으키는 시설을 말한다. 촉매란 화학반응속도를 변화시키거나, 반응을 시작하게 만들거나 또는 일어날 수 있는 여러 가지 화학반응 중에서 하나를 선택적으로 진행시켜서 생성물의 종류를 바꾸는 역할을 하는 물질을 말하며, 자신은 결과적으로 전혀 변화하지 않거나 변화하였다 하더라도 화학양론적(化學量論的)인 관계 즉, 화학반응에 영향을 미치지 아니하는 관계를 지속하는 물질을 말한다.

#### - 분해

한 종류의 화합물(化合物)을 두 종류 이상의 보다 간단한 물질로 변화시키는 것을 말한다.

#### - 중합

한 종류의 단위화합물의 분자가 두 개 이상 결합하여 단위화합물의 정수(整數)의 배(培)가 되는 분자량을 갖는 화합물을 생성하게 하는 것. 개환(開環) 중, 환화(環化) 중합, 이성화(異性化) 중합 등이 있다.

#### - 축합

두 개 이상의 분자 또는 동일 분자내의 두 개 이상의 부분이 새로운 결합을 만드는

반응으로서 에스테르화, 피티히 반응, 파아킨 반응 등이 있으며, 반응보조제(反應補助劑)로서 촉합제가 가해진다.

- 산화

본래는 순(純)물질이 산소와 화합하는 것을 말하나, 일반적으로는 광범위하게 전자를 빼앗기는 변화 또는 이것에 수반되는 화학반응을 말한다.

- 환원

본래는 산화된 물질을 본래 물질로 되돌리는 것을 말하나, 일반적으로 산화의 반대과정 즉, 전자를 첨가하는 변화 또는 이에 따른 화학반응을 말한다.

- 중화

좁은 뜻으로는 산과 염기가 반응하여 염과 물이 생기는 것을 말하나 산과 염기의 정의에 의해서는 보다 넓은 뜻으로 사용된다.

- 합성

단일물질에서 출발하여 화합물질을 만들거나 비교적 간단한 화합물에서 복잡한 화합물을 만드는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 합성가스, 합성고무, 합성섬유, 합성세제, 합성수지, 합성피혁 등을 제조하는 시설이 있으나, 여기서는 산업용 화학제품을 합성하는 시설을 말한다.

## 9.2 흡수시설

흡수란 물질 또는 에너지 등의 물리량(物理量)이 다른 물질에 빼앗겨 그 계(系)안으로 이끌려 들어가는 과정 또는 그에 따라 입자수나 강도를 감쇄하는 현상으로서 화학적으로는 빛의 흡수, 양자화된 상태 사이의 에너지차(差)에 해당하는 빛의 흡수, 저에너지 상태에서 고에너지 상태로 옮기는 것을 말한다. 이러한 현상을 일으키게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 충전탑(充填塔), 단탑, 스프레이탑, 스크라버, 젖은 벽탑, 기포탑(氣泡塔) 등이 있다.

## 9.3 응축 시설

증류시설 상부 물질인 가스를 냉각시켜 받아 놓는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

일반적으로 응축시설에 모인 액체의 일부는 증류탑 온도를 조절하기 위해 환류시켜주고 나머지는 생산제품 또는 연관 공정으로 이송한다.

#### 9.4 정제(精製)시설(분리 시설, 증류 시설, 추출 시설 및 여과 시설 포함)

서로 다른 물질이 혼재되어있는 혼합물에서 특정물질의 물리·화학적 특성을 활용하여 각종 석유정제품과 반제품을 제조하는 시설을 말하며 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설[분리(分離)시설, 증류(蒸溜)시설, 추출(抽出)시설 및 여과(濾過)시설을 포함]을 말한다.

#### 9.5 농축시설

특정물질의 순도(純度)를 높이기 위하여 용매를 증발시켜 용질(溶質)의 농도를 포화(飽和)농도 이상으로 하기 위하여 또는 진하게 엉키게 하기 위하여 바짝 줄이게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

화학공업에서 주로 쓰이는 정석(晶析)장치도 여기에 포함된다. 이것은 액상(液相) 또는 기상(氣相)에서 결정물질을 형성하게 하는 시설로서 고액(固掖)간에서의 조작이 주 대상으로 되어있다. 결정물질의 생성은 액상내에서의 결정핵의 발생과 그 발생한 결정핵의 성장으로 생성되며, 과포화(過飽和)상태의 존재하에서 일어나는 것이 보통이다. 주로 비료, 제염(製捻), 정당(精糖)공업 그 밖에 많은 고체 무기·유기물질의 분리법으로 적용되고 있다.

#### 9.6 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질(有色物質)을 화학적으로 제조하여 그 물체를 상하게 하지 않고 될 수 있는 대로 순백(純白)으로 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 표백공정은 산화반응과 환원반응이 이용되며, 산화반응에는 과산화수소, 표백분, 하이포, 아염소산나트륨 등이 쓰이고, 환원반응에는 아황산, 하이드로슬파이드 등이 쓰인다.



## 9.7 용융·용해시설

고체상태의 물질을 가열하여 액체 상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체 물질과 혼합시켜 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체(蓉體)를 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

이 때 용체라 함은 균일한 상(相)을 만들고 있는 혼합물로서 액체 상태인 경우에는 용액, 고체 상태인 경우에는 고용체, 기체상태일 때는 혼합기체라 한다. 여기서는 서로 다른 물질을 혼합시켜 원래 상태의 물질이 물리·화학적 성질변화를 일으키는 경우의 시설에 적용되며, 그렇지 아니하고 원래상태의 물질이 물리화학적 성질의 변화가 없이 단순히 혼재(混在)되어 있는 경우의 시설은 혼합시설로 구분한다.

## 9.8 소성(燒成)시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다.

소성시설의 종류는 크게 불연속 소성시설과 연속 소성시설로 구별되며, 불연속 소성시설에는 원형, 각형, 통(筒)형 등의 시설이 있고, 연속 소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형 시설(rotary kiln)을 사용하며, 회전형 시설에도 그 길이에 따라 short kiln, long kiln 등이 있고, 그 형태에 따라 lepol kiln, suspension pre-heater kiln, shaft kiln 등 다양하게 분류된다. 대표적인 것으로 화학비료 제조에 사용되는 인광석(燐鑛石) 소성시설이 있다. 이것은 채광 후 선별된 인광석 농축물을 인산, 규산, 가성소다 또는 소금 등과 섞어 뽕뽕한 슬러리(slurry) 상태로 만든 후 건조시키면서 10~20mesh의 알맹이로 뭉친 다음 소성시설에서 약 1,400~1,540℃ 정도로 구워 인광석 속의 불소를 제거하는 시설이다.

## 9.9 가열시설

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 각종 공정에 쓰이는 관식(管式) 가열로(tubular heater)등을 말한다. 이는 pipe still heater라고도 불리우며, 피가열 물체가 기계 또는 액체 등의 유체(流體)에 한정되며 거의 연속운전인 점 그리고 열원(熱源)으로서 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화(直火) 방식인 특징이 있다. 외관형상(外觀形象)으로는 직립 원통형, 캐빈형, 상자형으로 구분되며, 직립 원통형은 전복사(全輻射)형, 복사대류일체형(輻射對流一體型), 복사·대류분리형(輻射·對流分離型) 등이 있으며, 상자형에는 수평관식-수직연소식, 수직관식-수평연소식, 수직관식-특수연소식, 수평관식-특수연소식 등으로 구별된다. 이들은 다시 스트레이트업형, 업드레프트 또는 캐빈형, 멀티체임버형, 후두트형, 비켓형, 각주형, 다운콤백슨형, 테라스형, 다운파이어드형, 레이디언트월형 등 다양하게 분류된다.

한편, 열매체(熱媒體)라 함은 장치를 일정한 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체(流體)를 말한다. 열매체는 조작온도내에서는 유체로서 취급될 수가 있어야 하며, 열적(烈的)으로 안정하고, 단위체적당 열용량이 크며, 사용압력범위도 적당하고, 전달계수(轉達係收)가 높아야 할 필요성이 있으며, 또한 장치에 대한 부식이 적고, 불연성이며, 값싸고 무독(無毒)인 특성을 가져야 한다. 대표적으로 이용되는 열매체에는 유기열매체(디페닐에트드, 디페닐 등의 혼합물), 수은, 열유(熱油), 온수유기열매체 등의 액상(液狀)열매체와 과열수증기, 굴뚝가스, 공기 등의 기체성 열매체가 있다.

## 9.10 연소시설

중질유 분해\시설의 일산화탄소 소각시설 및 황 회수 장치의 부산물 연소시설을 포함한 화학물질 및 화학제품을 연소하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

화학제품을 연소하는 시설의 경우 황, 인 등 무기 화학제품을 산소와 결합시켜 빛과 열을 발생시키는 시설을 말하고 산소 이외에도 플루오르, 염소, 질산성 화합물 등이 사용되기도 하며, 이들을 산화제(酸化濟) 또는 지연성 물질이라고도 한다. 일반적으로 연소의 주반응은 기체상태

중에서 일어나나 고체의 표면이 촉매작용을 갖는 경우에는 주반응이 고체의 표면에서 일어나기도 한다. 이를 표면 연소라 한다. 화학제품의 연소 시설 중 대표적인 것으로 황연소시설이 있다. 이것은 황을 연소시켜 이산화황(二酸化黃)을 만드는 시설이며, 대부분 원통형 구조를 가진다. 고체상태의 황을 가열하여 녹인 후에 버너를 이용 건조공기로 연소시켜 8~11mole 농도의 이산화황을 만든다. 버너에서 생성된 뜨거운 연소가스는 폐열보일러를 지나면서 냉각되고 흡수탑과 전환기(convertor)를 거쳐 황산으로 만들어진다.

### 9.11 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품에 함유된 수분 등을 증발시켜 말리는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

여기서는 도장시설에서 페인트 등을 도포시킨 후 피도체를 건조하거나 화학제품 등의 액체상 또는 고체상 조립자(組粒子) 등을 건조하기 위해 사용되는 건조시설을 포함한다. 일반적으로 습윤상태에 있는 물질은 수송이나 저장이 불편하고, 제품의 응집(凝集)이나 고형화가 쉽게 일어날 수 있다. 이러한 상태를 예방하고 제품이 요구하는 수준의 수분을 함유하게 하기 위해 건조작업이 행하여진다.

건조시설은 건조에 필요한 열을 전하는 방식에 따라 열풍수열식(熱風收熱式)과 전도수열식(傳導收熱式)으로 대별(大別)되며, 열풍수열식은 열풍과 피건조재료가 직접 접촉함으로써 열의 전달이 이루어지며, 열풍이 재료가동방향과 같은 경우에는 병류식(並流式), 역방향인 경우는 향류식(向流式)이라 한다. 전도수열식은 일반적으로 금속벽을 통해 열원(熱源)으로부터 피건조재료에 간접적으로 열의 전달이 이루어지며, 열손실이 적고 건조의 효율이 높으나 금속벽의 열용량이 크므로 효과적으로 건조하는데는 약간의 문제점이 있다. 그 외의 분류법으로 재료의 이동방법에 의한 본체회전식, 교반기식, 공기수송식, 유동층식, 벨트이동식 따위가 있다. 또 이들 이동방식을 2가지 이상 조합하여 하나의 건조시설로 하는 방식도 있다.

### 9.12 회수(回收)시설

액체상의 용질 중에서 필요로 하는 물질을 다시 거두어들이는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

사용된 촉매(觸媒)나 용매중의 불순물을 제거하여 원래 상태로 재생시키는 시설도 포함된다. 대표적인 것은 스티렌폴리머 등의 용해중합공정(溶解重疊工程)에 사용되는 용재회수(溶劑回收) 시설과 석유정제 과정에서의 촉매재생시설, 황회수시설 등이 있다. 용해 중합공정이란 용제가 반응화합물에 첨가되고, 이것이 모노머, 폴리머 및 개시제(開始劑)를 녹여 중합시키는 공정을 말하며, 중합 과정이 끝난 후에는 용제를 다시 진공건조 등의 flashing공정을 거쳐 다시 회수하게 된다. 촉매재생시설은 석유정제 등에서 사용되는 각종 유동층(流動層)의 촉매에 부착된 불순물을 연소시키거나 분리시켜 제거하고 다시 사용하기 위하여 조작하는 시설을 말한다. 황회수시설은 석유정제과정 중에서 생성된 각종 산성가스 중 황화수소를 황으로 회수하기 위한 시설을 말한다.

### 9.13 촉매 재생 시설

촉매에 형성되는 coke(촉매성능 저하물질)을 운전 중에 연속적으로 제거하므로, 가동시간을 증가시키고 촉매성능을 지속적으로 유지시켜 주는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

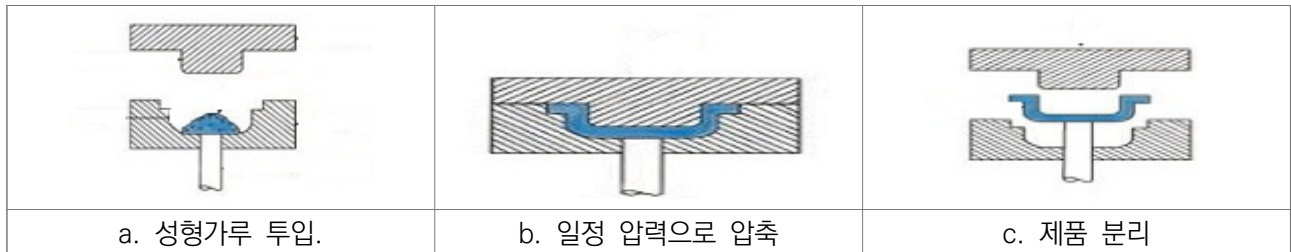
### 9.14 탈황(脫黃)시설

석유 정제품 제조시설, 기초유기화합물 제조시설 및 기초무기화합물 제조시설 등의 제품 또는 반제품속에 함유된 황(S) 성분을 제거하기 위한 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

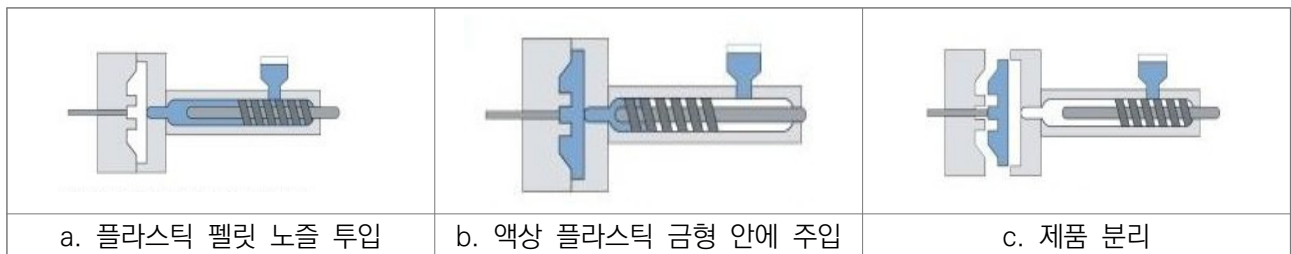
### 9.15 성형(成形)시설

재료를 일정한 크기나 규격, 단면형상(斷面形象)을 가진 금형(金型)이나 형판(形板)에 넣고 힘이나 압력을 가하여 요구하는 형태의 제품으로 만들어내는 시설로서 기초유기화합물 제조시설은 사용하는 동력이 37.5kW 이상인 성형시설[압출(壓出), 압연(壓延) 또는 사출(射出) 방법에 의한 시설을 포함]을 말하고, 고무·플라스틱물질·플라스틱제품 제조시설의 경우 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌 외의 물질을 원료로 사용하는 동력이 187.5kW 이상인 성형시설[압출, 압연 또는 사출 방법에 의한 시설을 포함]을 말하며, 기타 다른 업종의 제조시설의 경우에는 연료사용량이 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

성형 방법은 크게 압출과 사출이 있다. 압출(押出)이라 함은 용기모양의 공구 속에 소재소각(pellet)을 삽입하고, 램에 의하여 가압함으로써 형판에 뚫린 구멍으로부터 재료를 압출하여 형판 구멍의 단면형상(斷面形象)을 가진 제품을 만드는 시설을 말한다. 전방(前方)압출과 후방(後方)압출이 있으며, 보통 스크류 형 회전식 기계가 대부분이다. 사출(射出)이라 함은 가열한 실린더 속에 열가소성수지(熱可塑性樹脂)를 가열시켜 유동화(流動化)한 후 이것을 사출램에 의해 금형 속에 넣고 플렌저로 압입하여 성형하는 방법이다. 사출성형기에는 플렌저식과 스크류 인라인식이 있다.



〈 플라스틱제품 압축성형공정 〉



〈 플라스틱제품 사출공정 〉

### 9.16 염산 제조시설 및 폐염산 정제시설(염화수소 회수시설을 포함)

염산을 제조하는 시설과 폐염산을 정제하는 모든 시설(염화수소 회수시설을 포함)을 말한다.

### 9.17 황산 제조시설

아연정광(ZnS), 납정광(PbS), 구리정광(CuS), 석탄, 석유, 유황 및 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등의 원료 중의 황 성분을 연소 및 촉매전환공정 등에 의하여 황산을 제조하는 모든 시설을 말한다.

### 9.18 형석의 용융·용해시설 및 소성시설, 불소화합물 제조시설

형석의 용융·용해시설 및 소성시설은 일반적인 용융·용해시설 및 소성시설과 동일한 기능을 갖는 시설로서 모든 시설을 말하고, 불소화합물 제조시설은 불소화합물을 제조하는 모든 시설을 말한다.

형석은 제강조업에서 용제로서 주로 사용되는 광물로서 용강의 표면에 첨가하면 염기성 용제의 녹는점이 저하되며, 또 P 및 S의 불순물을 제거한다. 화학성분은  $\text{CaF}_2$ 로 표시되는 플루오르화칼슘이며, 결정, 입상 또는 괴상을 하고 있다. 형석은 불투명 유리 제조, 불소화합물, 석회질소, 시멘트 제조 원료로 사용된다.

### 9.19 과산인산암모늄 제조시설

과산인산암모늄을 제조하는 모든 시설을 말한다.

### 9.20 인광석의 용융·용해시설 및 소성시설, 인산 제조시설

인광석의 용융·용해시설 및 소성시설은 일반적인 용융·용해시설 및 소성시설과 동일한 기능을 갖는 시설로서 모든 시설을 말하고, 인산제조시설은 인산을 제조하는 모든 시설을 말한다. 인광석은 인산칼슘을 다량으로 함유하고 있는 광석을 가리키는데, 대표적인 것으로는 인회석, 인회토, 구아노 등이 있으며, 인산비료의 원료가 된다.

### 9.21 혼합(混合)시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질하게 하는 시설로 용적이  $3\text{m}^3$  이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

균질(均質)이란 임의로 채취한 샘플중의 각성분의 비율(농도)이 재료 전체의 평균값과 상등(相等)한 상태를 말한다. 이와 같은 상태에서는 각성분 상호간의 접촉 면적이 최대로 되어있다. 따라서 혼합시설이란 불균질한 성분으로 되어 있는 재료에 적당한 조작을 가함으로써 성분농도 분포를 균일화하는 시설 또는 각성분 상호간에 접촉면적을 증대시키는 시설을 말한다.

일반적으로 용융·용해시설도 큰 분류(分類)의 혼합시설에 포함되나, 여기서는 원래 상태의 물질이 물리·화학적 변화 없이 단순히 혼재(混在)되어 있는 경우로서 교반시설이나 교반조도 포함하여 말한다.

## 9.22 입자상물질 계량시설

제품을 구성하는 각종 원료 또는 부원료를 그 조성비율(造成比率)에 따라 배합하기 전·후(煎·後)에 평량기 등을 이용하여 그 무게를 다는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

## 9.23 질소화합물 및 질산 제조시설

암모니아(NH<sub>3</sub>) 등과 같은 질소(N) 성분이 함유된 무기화합물인 질소화합물 그리고 비료의 원료로 이용되는 희질산 및 질산을 제조하는 모든 시설을 말한다.

## 9.24 탄화(炭火)시설

어떤 물질 중에서 탄소 이외의 것을 제거하고, 순수한 탄소만을 남기거나 유기화합물을 열분해 또는 다른 화학적 변화를 일으키게 하여 탄소를 만드는 시설로 용적이 30m<sup>3</sup> 이상인 탄화시설(『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』제36조 제1항 제1호 및 제2호에 따른 도시지역 및 관리지역에서 판매와 관계없이 숯을 만드는 시설을 포함)을 말한다.

대표적인 것으로 카아본블랙이나 착화탄 제조 시 사용되는 탄화로(炭火爐)가 있다. 이것은 원료인 톱밥을 넓은 탄화조(炭火槽)에 넣고 하부에서 점화(點火)하면 서서히 연소되면서 상부쪽으로 화염이 옮겨가 톱밥을 태우거나 톱밥을 일정한 규격이나 길이로 압착시킨 후 일정한 용적의 가마에 넣고 톱밥 원료에 점화시키면 톱밥 자체의 연소력에 의하여 서서히 연소되면서 타는 시설을 말한다.

## 9.25 전통식 숯가마시설

전통식 숯가마란 내부는 진흙, 돌 내화벽돌 등을 사용하고 외부를 동일 자재 또는 강재(鋼材)를

사용하여 축조하여 숯 및 목초액을 제조하는 시설로서 용적이 100m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 용적을 산정할 때에는 숯을 제조하는 가마 및 부대시설을 합산한다. 한편, 목재를 연료로 사용하는 육장업의 숯가마 또는 찹질방의 경우에는 목재 연소시설 및 그 열을 활용하는 시설 등 부대시설을 합산한 용적이 30m<sup>3</sup> 이상인 경우 배출시설에 해당된다.

## 9.26 산·알칼리처리시설

산이나 알칼리용액에 어떤 제품을 담구어 원료 및 제품을 산성이나 알칼리성의 변화를 유도하거나 또는 가수분해(加水分解)시키는 시설로서 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 유지제조의 검화시설이 있다.

## 9.27 분쇄(粉碎)시설

원료인 고체를 쉽게 가공처리 할 수 있게 하기 위하여 고체분자간의 결합력을 끊어 주는 조작을 하는 시설로서 석탄가스화 연료 제조시설의 가스 제조시설 및 기초무기화합물 제조시설의 카본블랙 제조시설에서는 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

분쇄시설은 크게 분류하여 파쇄기(crusher), 분말기(grinder), 초미분말기(ultrafinegrinder) 등으로 분류되며, 분쇄물의 요구되는 입경(粒經)에 따라 파쇄기는 다시 조쇄기, 미세기로 구분되며, 분말기는 중간분쇄기, 미분말기 등으로 분류된다. 분쇄물에 함유된 수분은 분쇄에 중요한 영향을 미치게 되는데, 특히 분쇄물의 압축강도에만 영향을 주는 것뿐만 아니라 분쇄물의 점결성(粘結性)과 유동성(流動性)에도 영향을 줌으로 수분함량에 따라 습식분쇄 또는 건식분쇄방법이 선택된다.

여기서 습식분쇄시설이라 함은 원료 중에 분쇄물과 결합되지 않은 수분이 15% 이상인 경우와 당해작업을 수용액 중에서 행하는 경우로서 대기오염물질 발생이 거의 되지 않는 수준의 시설을 말한다.



### 9.28 선별(選別)시설

체, 유체, 비중 등을 이용하여 원료나 제품을 일정한 크기나 형상별로 분류하는 시설로서 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 고정식과 운동식 그리고 기타형식으로 대별(大別)되며 고정식에는 평면선별기, 회전식별기 등이 있고 운동식에는 수평설치식과 진동선별기가 있다. 현재 공업용으로 대부분 진동선별기가 사용되고 있다. 습식선별기는 선별기에 수세효과를 갖도록 하는 경우에 사용되며 선별기 상부에서 직접 물을 뿌리거나 흐르게하여 처리물에 부착된 불순물을 제거할 수 있는 구조로 된 것을 말한다.

### 9.29 저장(貯藏)시설

제품 또는 원료, 반제품상태의 원료, 부원료, 첨가제 등 제품제조에 필요한 각종물질(반제품을 포함한다)을 저장하는 시설로서 고체입자상물질, 유·무기산 및 유기화합물(알켄족·알킨족·방향족·알데히드류·케톤류가 50% 이상 함유된 것만 해당한다)을 저장하는 50m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

다만, 원료나 제품을 일정 용기, 상자 또는 포대 등에 일차 포장한 후 저장하는 창고 등의 시설, 사업장에서 직접 사용하는 각종 연료 및 윤활제(B-C유, 등유, 경유, 윤활유, 그리스 등)의 저장시설, 비산먼지 신고사업장에서 야적물질의 시설관리 기준을 준수하기 위한 시설물 등은 포함되지 아니한다.

### 9.30 연마(研磨)시설

연삭숫돌을 고속회전시키면서 재료를 절삭(切削) 혹은 가공하는 시설과 연마재(研磨材)의 절삭능력이 작은 재료를 사용하거나 연마재(研磨材)를 사용하지 않고 표면청정만을 목적으로 사용하는 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 일반적으로 연마시설에는 절삭·연삭(研削)시설을 포함한다.

여기서는 이른바 연마재를 사용해서 그 절삭작용으로서 표면층을 절삭해내는 시설을 말한다. 기계적연마와 습식연마로 대별되며 기계적연마에는 건식분사 연마방법, 습식분사연마방법, 공구회전연마방법, 배럴연마방법, 아브레시브벨트연마방법, 고압매체연마방법, 점성유체(黏性流體)의 가공연마방법 등의 있고, 습식연마에는 전해연마와 화학연마, 전해가공 등의 방법이 있다.

### 9.31 분리(分離)시설

상(相)이 다른 2개 이상의 화합물로 구성된 물체를 각각의 화합물로 물리화학적 성분이나 조성·구조 등의 변화가 없이 서로 나누는 시설로 여기에서는 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 기액(氣液)분리, 고액(固液)분리 등이 있으며, 같은 상(相)의 물질이라도 서로의 비중차(比重差)를 이용해 분리하는 방법도 있다. 중력·압력·진공·원심력과 같은 기계적인 힘을 이용하여 분리하는 것을 기계적 분리라고 한다.

대기오염물질배출시설

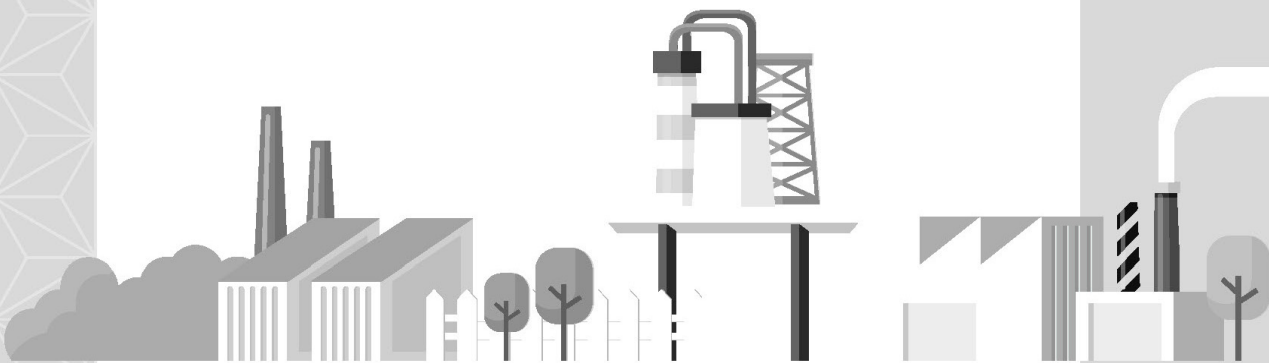
## 해설집

—

# VII

## 고무제품 및 플라스틱제품 제조시설

—





## Ⅶ 고무제품 및 플라스틱제품 제조시설

### 1 합성고무 및 플라스틱 물질 제조시설

#### 1.1 개요

합성고무 및 플라스틱 물질 제조시설은 원료형태의 합성수지 및 재생섬유소 등의 각종 플라스틱물질, 합성고무와 기름에서 유도한 팩티스, 천연고무 물질의 혼합물을 제조하는 시설을 말한다.

합성고무 제품은 부타디엔고무, 클로로프렌고무, 아크릴로니트릴, 천연 및 합성고무의 혼합물, 스티렌, 이소부렌, 이소프렌고무 등과 같은 합성고무(합성고무 라텍스 포함)와 기름에서 유도되는 팩티스, 천연고무 및 유사 천연검의 혼합물 등이 있다.

화학적 합성방법에 의하여 액상, 분말, 입상 및 기타 원료상태의 합성수지물질을 제조하거나 식물성 물질을 처리하여 천연중합체, 재생섬유소 및 그 화학 유도체를 제조하는 시설과 액상, 분말, 입상 및 기타 원료상태로 제조된 플라스틱물질 원료를 혼합, 배합, 착색 등을 하여 가공원료를 생산하거나 재생용 플라스틱물질을 용해하여 액상, 분말, 입상 및 기타 상태의 재생원료(수지)를 생산하는 시설 등이 포함된다.

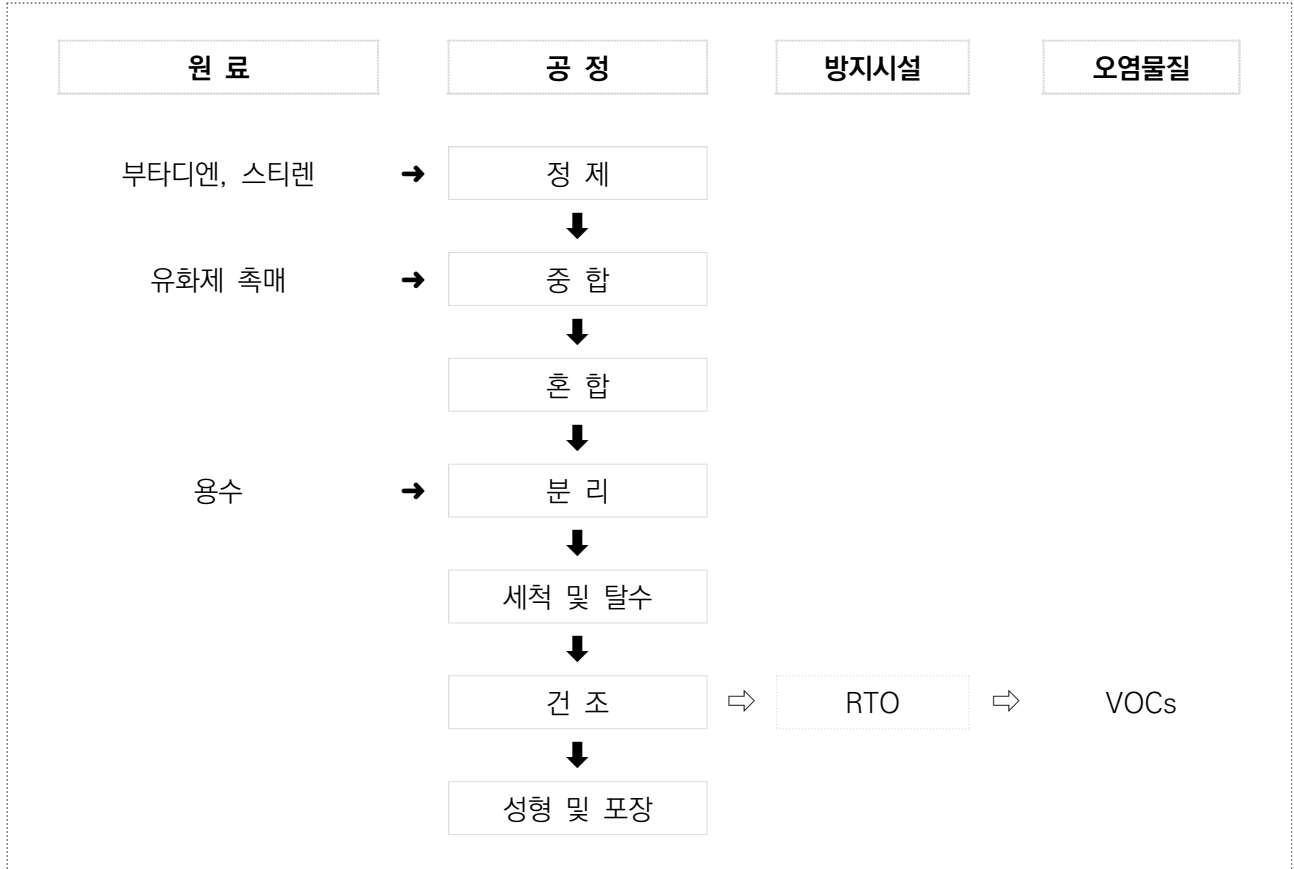
고무의 종류	중합법 및 가황물질	비 고
스티렌부타디엔 고무 (SBR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>스티렌과 부타디엔의 에멀션화중합법</li> <li>가황제 : 황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 일반적인 합성고무로 천연고무와 흡사한 성질</li> <li>종이의 사이징, 접착제로 사용</li> </ul>
폴리클로로프렌 고무 (CR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>클로로프렌의 에멀션화 중합법</li> <li>가황제 : 산화마그네슘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내열·내후·내유성이 높음. 내한성은 떨어짐</li> <li>금속-고무, 플라스틱-고무, 고무 상호간 등의 접합제로 널리 사용</li> </ul>
니트릴고무 (acryloNitrile-Butadiene Rubber, NBR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>부타디엔과 아크릴로니트릴의 에멀션화 중합법</li> <li>가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>탄화수소에 대한 내유성이 가장 뛰어나고 내열성·내오존성·내마멸성도 우수</li> <li>NBR에 폴리염화비닐을 40% 이상 혼합한 고무는 난연성·내오존성이 우수</li> </ul>

고무의 종류	중합법 및 가황물질	비 고
부틸고무 (Isoprene-Isobutylene Rubber, IIR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 이소부틸렌과 약 5% 이소프렌을 혼성중합</li> <li>· 가황제 : 황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내노화성·내오존성이 우수, 접착성이 적음</li> <li>· 기체투과율이 작다는 등의 특징이 있어 타이어 내부 튜브, 전선케이블 등에 사용</li> </ul>
부타디엔고무 (Butadiene Rubber, BR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 부타디엔을 중합하여 시스-1, 4 구조를 가지는 중합체 제조</li> <li>· 가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일정한 입체구조를 가지고 있음</li> <li>· SBR보다 기계적으로 우수하며, 특히 반발탄성·내한성·내마멸성이 높고, 발열성이 낮으므로 타이어용으로 주로 생산</li> </ul>
이소프렌고무 (Isoprene Rubber, IR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 이소프렌을 중합</li> <li>· 가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합성천연고무라고도 하는 스테레오고무</li> <li>· 천연고무보다 더 백색임</li> </ul>
에틸렌프로필렌 고무 (Ethylene Propylene Rubber, EPR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 에틸렌 60~70%, 프로필렌 30~40% 비율로 혼성 중합체</li> <li>· 가황제 : 디엔화합물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내열성·내오존성, 내후성·유전성 등 여러 성질이 우수</li> <li>· 전선·케이블의 피복, 컨베이어 벨트 등의 제조에 이용</li> </ul>
다황화물계고무 (Polysulfide Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 알칼리성 폴리설파이드와 적당한 알칼할라이드의 축합중합</li> <li>· 가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내유성·내용매성 등이 우수하며, 기체가 거의 통과하지 못하고, 내노화성·내오존성도 좋으나 내열성·내마멸성·인장강도 등이 좋지 않음</li> <li>· 가솔린 호스·유류탱크·격막·가스킷 등의 제조에 주로 사용</li> </ul>
실리콘고무 (Silicone Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 디클로로실란을 가스분해하여 얻음</li> <li>· 가황제 : 유기과산화물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내열성 ·내한성, 내수성·전기절연성 우수</li> <li>· 여러 가스킷·실, 전선 및 케이블 피복, 더운 유체의 도관 등 내열 및 전기절연재료로 이용</li> </ul>
플루오로고무 (Fluoro Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 플루오린을 함유하는 합성고무의 총칭</li> <li>· 가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내열성이 매우 좋으나 값이 비싸기 때문에 내열성이 요구되는 특수한 용도에만 사용</li> </ul>
우레탄고무 (Urethane Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폴리에스테르와 디이소시아네이트의 반응</li> <li>· 가황제 : -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 탄성·내유성·내용매성이 우수하여 타이어의 표면, 소형의 공업용 바퀴, 구두 뒤축 표면 등의 제조에 많이 사용됨</li> </ul>
아크릴고무 (Acrylic Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 아크릴산에틸과 아크릴산부틸 등의 중합체</li> <li>· 가황제 : 폴리아민 및 황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내열성·내유성은 좋으나 물·수증기에 약함</li> </ul>

〈 합성고무의 종류 및 중합법 〉

## 1.2 제조공정

### 1.2.1 부타디엔 합성고무 제조공정



#### 〈 합성고무 제조공정 〉

##### ① 부타디엔 및 용매 정제공정

정제공정은 크게 부타디엔 정제공정과 솔벤트 정제공정으로 구분할 수 있는데, 정제공정은 부타디엔 공정의 후레쉬 부타디엔과 회수공정에서 회수된 부타디엔 중의 수분과 불순물을 제거하여 중합공정으로 보내진다. 그리고 솔벤트 정제공정은 wet solvent 중 수분 및 중질분의 폐기물질을 정제한 후 정제된 솔벤트를 중합공정에서 사용한다. 회수된 용매 중에 포함된 불순물은 촉매잔사, 중합 정지제, 안정제 등이다.

##### ② 중합공정

BR(부타디엔고무) 중합은 정제 탈수된 부타디엔, 용매 및 촉매를 첫번째 반응기에 투입하여 연속반응기를 거치는 동안에 polymer가 만들어진다. BR은 발열반응으로 냉매에 의해 반응열을

제거하는데 용액중합에 있어 교반, 반응열 제거, 겔(gel) 발생방지, 이송효율, 용제 회수할 때의 경제성을 고려, 용제 모노머 비율을 최적화하는 것이 중요하다. 반응기에서 나온 polymer solution은 반응 정지제 및 노화 방지제가 첨가 된 후 혼합공정으로 이송된다.

### ③ 혼합공정

혼합 공정은 중합공정에서 저장 tank에 저장된 polymer solution을 조건에 맞게 혼합시켜 filter를 통해 polymer gel과 이물질을 제거한 후, 회수공정으로 이송하는 공정이다.

### ④ 미반응 모노머 및 용제 회수공정

회수공정은 혼합공정에서 나온 폴리머 용액 중 미반응된 모노머와 용제를 회수하는 공정이다. 이 공정 중 스트리퍼(stripper)에 들어간 폴리머 용액은 스팀에 의해서 가열되고 용매와 고무 입자인 크럼(crumb)으로 분리된다. 스트리퍼에서 나온 고무입자(crumb slurry)는 제2, 3의 스트리퍼로 이송된다. 용매 및 증기는 여과장치를 통과하여 열교환기를 거쳐 응축되어 유수분리기인 디칸터 (decanter)로 보내지며, 이 곳에서 물과 용매로 분리되어진다.

### ⑤ 탈수 및 포장공정

용액중합 BR은 유화중합 SBR에 비해 유동성이 크며, 크럼(crumb)도 다공성이 아니어서 통상적으로 압출형태의 건조기를 사용해 탈수, 건조한다. 용매 회수공정에서 나온 크럼 슬러리는 저장탱크로 이송된 후 농도를 10% 되게 한다. 크럼은 1단계로 압출용 건조기에서 약 10wt% 정도까지 탈수된다. 2단계로 스크루식의 압출기 중간에서 가열, 압축하여 작은 출구를 통해 대기 중으로 급격히 압출시키면, 고무 중의 수분이 순간적으로 증발하게 된다. 건조된 크럼상의 고무는 성형기로 성형된 다음, 금속채지기를 통과하여 베일로 포장 후 출하하게 된다.

## 1.2.2 알키드 수지 제조공정

### ① 반응시설

주입된 원료를 승온·교반하여 축합반응을 진행시키며, 승온에 의한 원료의 증기는 대부분 환류시키고, 미환류 원료 및 축합수증기를 배출한다. 미환류 원료 및 축합수증기는 콘덴서에서 30℃ 이하로 조절 응축시켜 유수분리기에서 미환류 원료를 분리 반응기로 되돌리고 축합수는 폐액조로 보낸다.



② 회수(fume box)

반응조 회수탑의 작동이 중지되면 배출되지 못한 축합 수증기와 가스상의 미반응 원료는 디에틸렌글리콜을 분무액으로 사용 80℃에서 미반응 물질을 회수한다.

③ 혼합

톨루엔 또는 크실렌을 주입하고 반응조로부터 에스테르화 화합물을 이송 받아 냉각하면서 교반·희석한다. 이때 원료저장조 및 반응조로부터 이송 받은 용제 및 축합물의 부피만큼 희석조내 용제로 포화된 가스는 회수시설로 배출된다.

④ 회수(콘덴서+회수조)

배출되는 가스 중 용제를 응축 회수하여 재이용하고 vent는 소각로로 보내진다.

⑤ 정제(여과기)

희석조 내부온도가 40℃ 이하로 되면 제품을 이송받아 규조토로 여과하여 포장기로 보낸다. 이때 악취가스는 촉매연소시설로 배출한다.

**1.2.3 ABS(acrylonitrile butadiene styrene) 수지 제조공정**

① PBL(polybutadiene latex) 저장

PBL 공정에서 만들어진 PBL을 저장탱크에서 일정량을 계량하여 반응기에 투입한다.

② 정제 및 저장

PBL, AN(acrylonitrile), SM 및 유화제 및 부재료를 등급별로 일정비율로 투입하여 교반, 가열 및 냉각의 온도조절로 유화반응을 시켜 ABS latex를 생성시킨다. 다음 단계로 ABS latex polymer를 저장탱크에 저장한다.

③ 응집

ABS latex는 일정 유량으로 1차 응집기에 연속적으로 공급하여 응집제(황산)를 투입하면서 응집상으로 만들어 2차 응집기에서 가성소다로 중화시킨 후, 3차 응집기에서 가열, 고화시켜 물과 분리하기 쉬운 slurry 상으로 만든다.

④ 탈수

slurry 상으로 된 polymer는 연속적으로 공급하면서 slurry를 처리하여 다시 물로 세척시킨 후 2차 탈수하여 건조시설로 보낸다.

⑤ 건조

탈수시설에서 탈수된 슬러리(slurry)를 1차 건조시설에서 열풍으로 건조하고 유동층 건조기에서 열에 의한 간접가열과 열풍에 의한 직접 가열로 건조시킨다.

⑥ 파우더(powder) 저장

건조된 파우더는 계량한 후 저장시설(silo)에 저장한다. 이송 시에 발생하는 미세 파우더는 원심력집진시설과 여과집진시설로 포집한다.

## 2 고무제품 제조시설

### 2.1 개요

고무 및 고무제품 제조시설은 고무를 기본 원료로 하여 여러 가지 첨가제를 혼합한 후 배합 고무를 만들고, 이 배합 고무를 성형·가황시켜 타이어, 공업용 부속품, 호스 등 각종 형태의 고무제품을 제조하는 시설을 말한다.

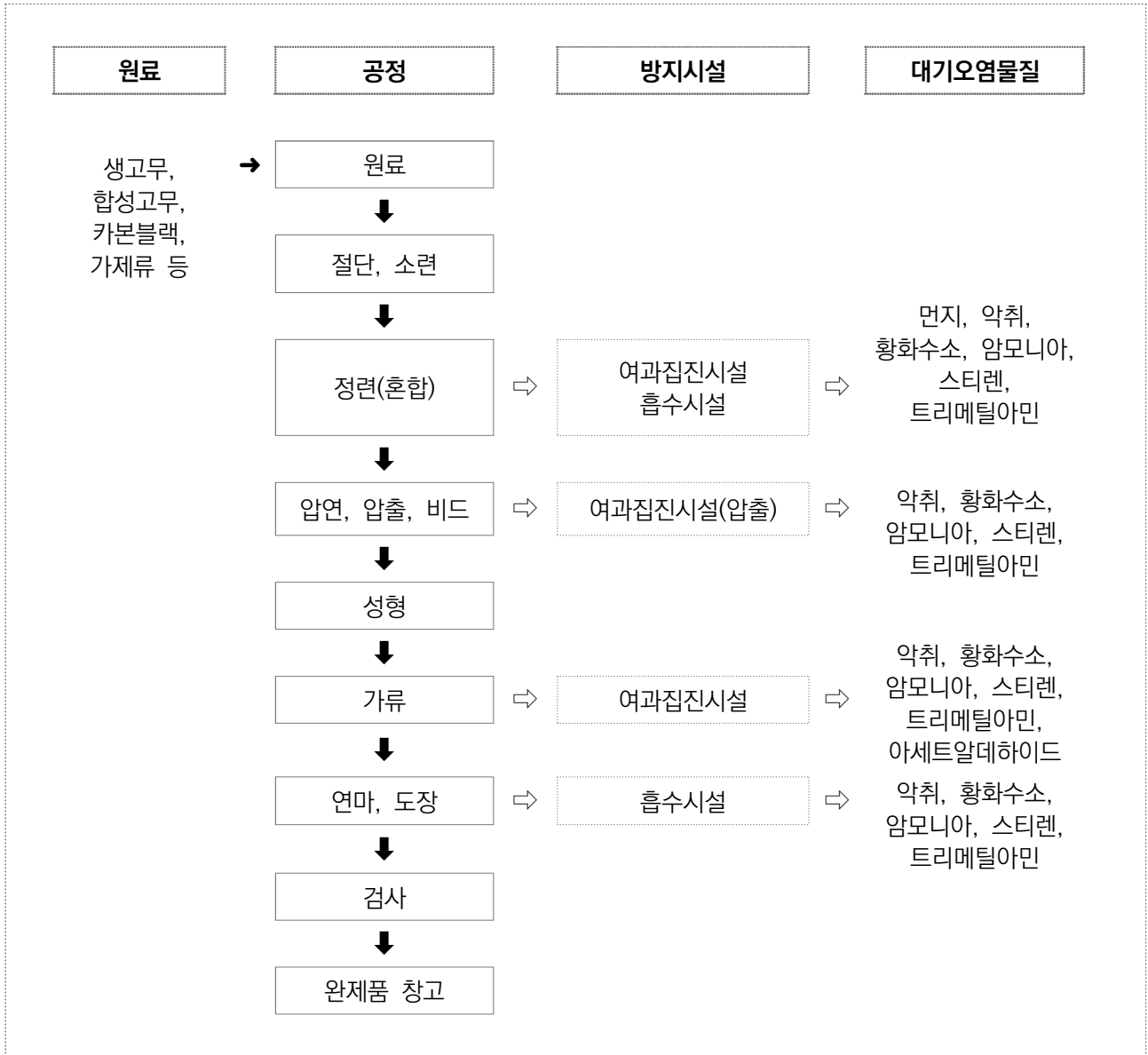
해당업종	비 고
타이어 및 튜브 제조업	각종 차량, 항공기용 공기 쿠션 또는 솔리드 고무 타이어, 자전거, 이륜자동차용 타이어, 튜브 및 타이어 재생용 부분품을 생산하는 산업 활동을 말한다.
타이어 재생업	중고타이어를 재생하는 산업활동을 말한다.
산업용 비경화제품 제조업	비경화 고무 배합물, 용액 및 분산액, 1차형태 및 기타 형태의 산업용 비경화제품을 제조하는 산업활동을 말한다. 가황용 및 방직용 섬유물질로 보강된 것도 포함된다.
고무의류 및 기타 위생용 고무제품 제조업	비경화 가황고무를 압출 또는 칼렌더링·성형·접합하여 의복, 의복액세서리 및 기타위생용 고무제품을 제조하는 산업 활동을 말한다.
그 외 기타 고무제품 제조업	각종 형태의 경화고무제품 및 발포 성형고무제품을 제조하거나 비경화 고무제품을 절단·접합·표면 가공하여 각종 고무제품을 제조하는 산업 활동을 말한다.

#### 〈 고무 및 고무제품 제조시설의 종류 〉

### 2.2 제조공정

#### 2.2.1 타이어 제조공정

타이어는 정련공정, 반제품 제조공정, 성형공정, 가류공정 등 크게 4가지 제조과정으로 분류할 수 있다. 정련공정은 생고무, 합성고무, 카본블랙, 가류제 등의 타이어의 원재료를 혼합 비율에 맞게 혼합하여 타이어의 주 재료가 되는 고무를 생산하며, 정련공정에서 생산된 고무를 압출·압연 등을 통해 반제품을 만든 후, 타이어의 형태로 만들어 타이어의 신장성 및 탄성을 주기 위한 가류공정을 거쳐 제조한다.



〈 타이어 제조공정 〉

① 원료

생고무(천연고무), 합성고무, 카본블랙(Carbon Black), 가제류(유황 및 기타 화학약품) 등의 원료를 투입한다.

② 절단, 소련

생고무의 가소성(可塑性)을 낮추어 제품의 가공성을 향상시키기 위하여 황(黃)의 다리결합(結合)이 일어나지 않을 정도의 낮은 온도(약 100℃ 이하)로 가열하여 분자상 결합형태를 조절한다. 소련촉진제로 나프틸메르캅탄 등이 있다.

③ 정련(혼합)

천연고무와 합성고무에 카본, 유황 등의 배합을 통해 트레드, 사이드 월, 이너 라이너 등 타이어 각 부위별 성능에 따라 요구되는 특성에 알맞은 혼합고무인 파이널믹싱(Final Mixing)을 만든다.

④ 반제품 공정(압연·압출·비드)

정련공정으로부터 만들어진 합성고무를 이용하여 타이어를 구성하는 각 부품을 만들어낸다.

- 압출(Extrusion)

정련공정에서 냉각 보관 된 배합고무를 open roll에서 분쇄 및 가열 투입시켜 일정한 양, 가소도, 온도, 속도로 압출기에 공급하여 규격에 맞는 형상으로 압출한다. 타이어의 외장인 트레드와 옆면인 사이드 월 등을 제조한다.

- 압연(Calendering)

압연은 돌고 있는 한 쌍의 롤러 사이에 스틸코드나 패브릭 코드를 통과시켜 고무를 입히는 작업을 말하는 것으로, 타이어의 형성을 이루는 뼈대 역할을 하는 부분의 재료를 만드는 공정이다. 압출 공정에 의한 결과물은 단순히 고무만으로 구성되어 있으며, 압연 공정의 결과물은 스틸코드나 패브릭 코드가 포함된 고무로 되어 있다.

- 비드(Bead)

비드는 차체의 림(rim)과 서로 맞닿는 부분으로 주행시 림으로부터 타이어가 이탈하지 않도록 하는 것은 물론 지면으로부터 충격이 차체에 전달될 때에 힘을 많이 받는 부분으로 매우 정밀한 공정을 거쳐 1mm의 오차도 허용되지 않는다.

비드의 구성은 도금된 강철 와이어에 고무를 코팅한 다음 타이어 규격에 따라 와이어를 감는데, 많이 감을수록 힘을 많이 받는 차종의 타이어가 된다. 이렇게 만들어진 비드에 얇은 삼각형 고무를 덧붙여 비드의 강도를 보강하면 비드 과정이 모두 완성된다.

⑤ 성형(Building)

정련공정과 반제품공정을 거치며 생산된 타이어의 구성 요소들을 결합해 타이어의 형태를 만드는 공정을 말한다.

⑥ 가류(Curing, 가황)

성형공정에서 만들어진 반제품을 일정시간 가열하여 형태를 가공한다.

- 스프레이(Spray) : 타이어가 가류기(몰드)에서 가류를 마친 후 몰드로부터 분리가 용이하게 이형제를 내·외측에 도포한다.

- 가류(Curing) : 일정한 압력과 열을 가한 후 타이어의 종류에 따른 트레드 패턴을 완성시킨다.

⑦ 연마, 도장

타이어 측면에 백태 가공 및 도장한다.

⑧ 검사

타이어의 외관 검사 및 밸런스 테스트, 규격 등 검사공정을 진행한다.

## 2.2.2 재생타이어 제조공정

재생타이어란 폐타이어 케이싱의 원 형태는 보존하면서, 트레드 및 기타 부위를 새로운 제품으로 교체하여 타이어의 기능을 재생한 것을 말한다.

① 검사공정

폐타이어 재생을 위해 결함이 있는 부분을 찾기 위해 타이어 외관에 대한 육안검사, 미세구멍이나 못 등의 자국을 찾기 위한 비파괴 검사(NDT, Non Destructive Test), 타이어 내부의 결함을 확인하는 레이저 검사를 진행한다.

② 버핑 공정

폐타이어의 낡은 트레드를 제거한다.

③ 수리공정

버핑공정이 끝난 타이어는 육안, 비파괴, 레이저 검사를 통해 확인한 결점 부위를 고무패치 등을 사용하여 수리한다.

④ 성형공정

수리가 끝난 타이어 케이싱에 일종의 부착제인 쿠션 검(Cushion Gum)을 도포한 후 새로운 트레드를 부착한다.

⑤ 가류공정

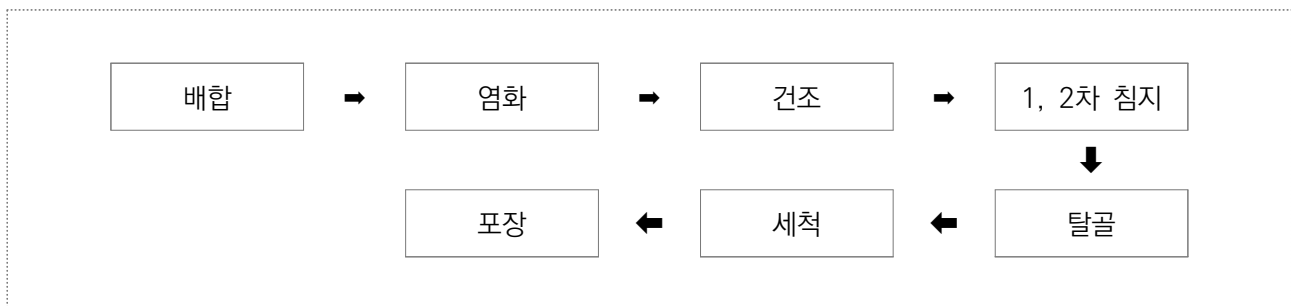
일정한 압력과 열을 가한 후 타이어의 종류에 따른 트레드 패턴을 완성시킨다.

⑤ 검수공정

가류 공정까지 완료된 타이어는 타이어의 외관 검사 및 밸런스 검사(balance test), 규격 검사, 신뢰성 검사 등의 검사 공정을 거친다.



2.2.3 고무장갑 제조공정



① 배합

라텍스, 탄산칼슘, 아연화, 유황 등의 재료를 섞는 단계이다.

② 염화

알루미늄의 손모양 골조를 소독하는 단계이다.

③ 건조

염수에 디핑한 손모양의 제품을 말리는 작업이다.

④ 침지

건조가 끝난 손모양을 배합된 원료를 침지조에 디핑하는 단계이다.

⑤ 탈골

1, 2차 침지조에 디핑이 끝난 손모양을 손모양이 고무와 분리하는 작업이다.

⑥ 세척

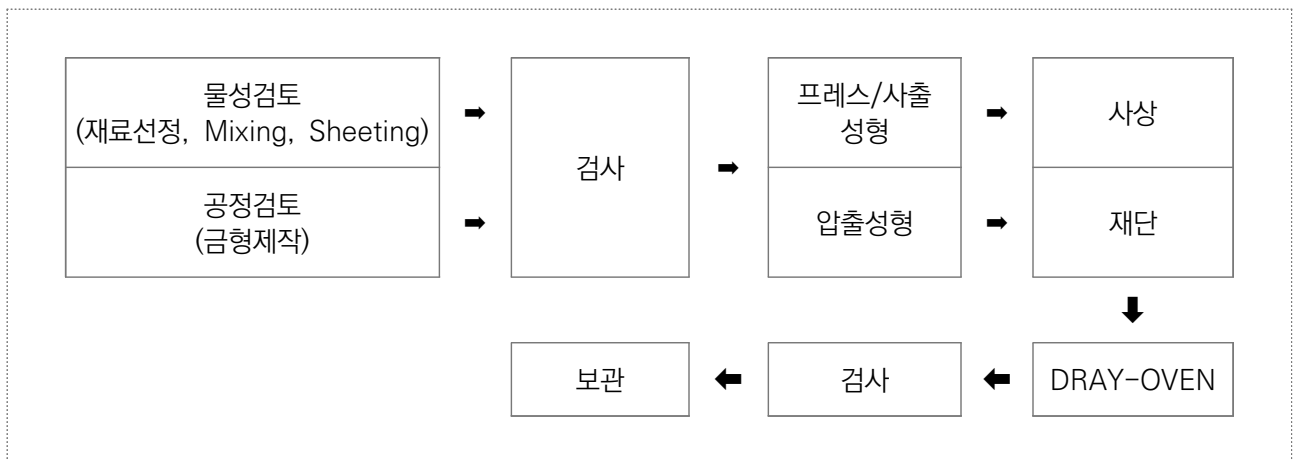
염산과 차아염소산에서 씻어내는 작업이다.

⑦ 포장

건조하여 포장하는 단계이다.

2.2.4 가스켓(gaskets)류 고무제품 제조공정

가스켓은 각종 연결부나 부착부를 기능적으로 유입, 누설로부터 안전하게 보호하고 각종 기기나 부품간의 밀폐, 차폐용으로 사용된다.



〈 가스켓(Gaskets)류 고무제품 제조공정 〉

① 재료설계

각종 원재료를 제품의 성능, 특성, 용도에 적합하게 설계, 선정하고 제품의 제조공정 유효성까지 고려하여 최종 선택한다.



② 금형설계

각종 제품에 따른 최적의 양산체제로 가동될 수 있도록 금형 및 자동화 설비를 설계 운용한다.

③ 제품생산

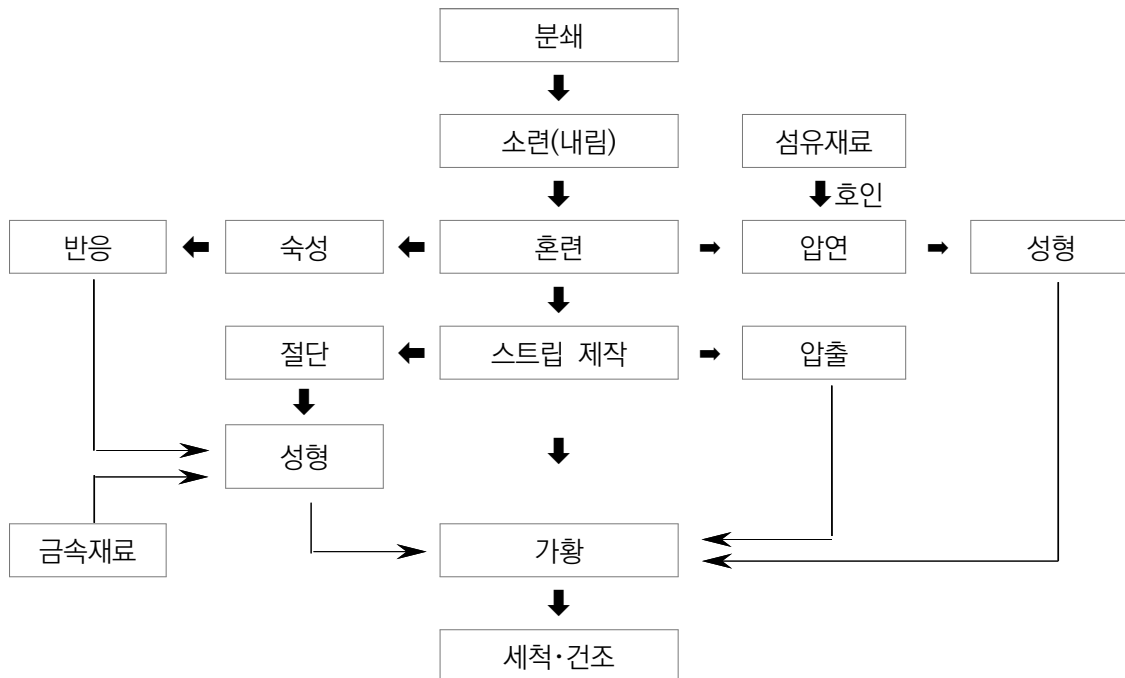
제품특성에 적합하게 생산된 재료로 성형온도, 시간, 설비압력, 진공압력, Air분출 등의 관리를 하며 성형작업을 한다.

④ 제품검사

신뢰성검사, 재료물검사, 치수검사, 누수검사, Air검사를 실시한다.

2.2.5 일반적 고무제품 제조공정

고무는 최종 목표로 하는 제품이 되기 위하여 각 목적에 맞는 공정을 거쳐 제품이 된다. 이러한 공정은 매우 다양하게 존재하지만, 고무제품을 생산하는 일반적인 방법은 생산하고자 하는 제품이 되는 원료 고무와 첨가제를 혼합한 후 열을 가하여 원하는 형태의 제품을 생산(성형)하는 과정을 거치게 된다.



〈 고무제품 제조공정 〉

### ① 분쇄공정

고무 제품을 만들기 위한 원료 고무는 통상적으로 대형(Bale)의 상태로 되어 있기 때문에 소련(내림) 공정에서 필요로 하는 크기로 분쇄하여야 한다.

### ② 소련(내림, mastication) 공정

소련(내림)이란 개방형 또는 밀폐형 혼련기로 원료 고무의 분자사슬을 기계적으로 절단, 사슬상태의 분자간의 꼬임을 풀어서 중합도를 낮추어 점탄성을 떨어뜨리고, 가소성을 크게 하는 공정이다. 분쇄공정으로부터 분쇄된 원료 고무는 이러한 소련공정을 거치게 되는데 이는 원료 고무의 탄성을 줄여 혼합 이후의 조작성이 쉬워지게 하기 위함이다.

### ③ 혼련공정 및 스트립 제작공정

혼련공정이란 소련공정으로부터 소련된 고무에 촉진제 및 배합제(KOH, R-WAX, CaCO<sub>3</sub>, 안료, ZnO 등) 등의 약품을 섞거나, 목표로 하는 최종 생산품에 필요한 물성이 다른 고무 등을 혼합하는 공정을 말한다.

혼련을 거친 배합고무는 일반적으로 일정한 두께와 크기를 가지는 판으로 만든 후 냉각하여 계량하는데 이러한 반제품을 스트립이라 한다. 스트립은 숙성 등을 위해 일시적으로 보존한다.

### ④ 압출공정

혼련공정으로부터 만들어진 스트립을 회전하는 밀링 롤에 넣고 가소성을 부여하여 고무 반제품을 제작한다. 이러한 압출기는 성형을 위한 성형 틀을 갖추고 있고, 목적에 따라 관, 봉, 시트 등을 만들어 낸다.

### ⑤ 압연(Calendering) 공정

압연은 돌고 있는 한 쌍의 롤러 사이에 스틸코드(금속소재)나 패브릭 코드(섬유소재)를 통과시켜 고무를 입히는 작업을 말한다. 이러한 압연 공정은 고무 자체의 특성만으로는 제 기능 수행이 어려운 제품을 생산할 때 사용하는 방법으로 예컨대, 고무호스에 섬유 재질을 압연시켜 그 수명과 기능을 높이는 공정이다.

### ⑥ 호인 공정

호인공정은 고무제품 제조공정 중 필요에 따라 수행되는 공정으로서, 1차적으로 가공된 스틸코드(금속소재)나 패브릭 코드(섬유소재)에 고무와의 접착력을 높이기 위해 풀칠작업을 하는 공정을 말한다.

⑦ 성형 공정

칼렌더 및 스트립 제작을 거친 반제품을 최종 목표로 하는 제품의 형틀에 따라 성형하는 시설을 말한다.

⑧ 가황공정

가황이란 생고무에 황을 넣고 온도와 압력을 가하면 고무의 물리적 성질이 변화하는 원리를 이용하는 공법이다. 가황공정을 거치게 되면 고무를 탄성 변화가 감소되고, 인장 강도는 증대되어 탄성이 강한 물리적 성질을 가지게 된다. 가황공정은 고무의 물리적 성질을 변화시켜 탄성이 강한 고무를 만들기 위한 공정을 말한다.

		
압출	가황	밴딩
		
절단	성형	조립

〈 고무제품 제조시설 〉

## 3

## 플라스틱제품 제조시설

## 3.1 개요

화학적 합성방법에 의하여 액상, 분말, 입상 및 기타 원료상태의 합성수지물질을 제조하거나 식물성 물질을 처리하여 천연중합체, 재생섬유소 및 그 화학 유도체를 제조하는 시설과 액상, 분말, 입상 및 기타 원료상태로 제조된 플라스틱물질 원료를 혼합, 배합, 착색 등을 하여 가공원료를 생산하거나 재생용 플라스틱물질을 용해하여 액상, 분말, 입상 및 기타 상태의 재생원료(수지)를 생산하는 시설 등이 포함된다.

플라스틱 제조시설은 크게 1차 플라스틱 제조시설·플라스틱 발포(성형)제품 제조시설·강화 플라스틱 (성형)제품 제조시설·산업용 플라스틱 (성형)제품 제조시설·가정용 플라스틱 (성형)제품 제조시설·플라스틱 (성형)포장용기 제조시설·플라스틱 (성형)신발 제조시설·1차 플라스틱 가공 제조시설 등이 있다.

플라스틱제품 제조시설은 플라스틱 재료를 성형·압출 및 조립하여 적층판(積層板), 필름, 봉, 관, 절연용구성품, 신발, 가구, 식기, 식탁 및 주방용품, 포장용기 등 개인, 가정 및 산업용 플라스틱제품을 만드는 시설을 말한다.

## - 제1차 플라스틱 제조시설

원료상태의 플라스틱 기초재료를 압출·사출·성형하여 필름, 시이트, 판, 봉, 관 등 1차 형태의 플라스틱제품을 제조하는 시설로서 직물, 종이 및 기타 보강재료에 플라스틱물질을 완전 도포(塗布)하여 플라스틱레더, 적층판, 벨트, 호스, 관 등 연성 일차도포 및 침적(沈積)제품제조와 플라스틱재생재료로 재생원료 및 기타 1차 제품을 제조하는 경우도 포함한다.

## - 플라스틱 발포성형 제품 제조시설

구입한 플라스틱물질을 발포 성형하여 판, 관, 용기 등 각종 용도 또는 각종 형태의 발포성형제품을 제조하는 시설을 말한다.

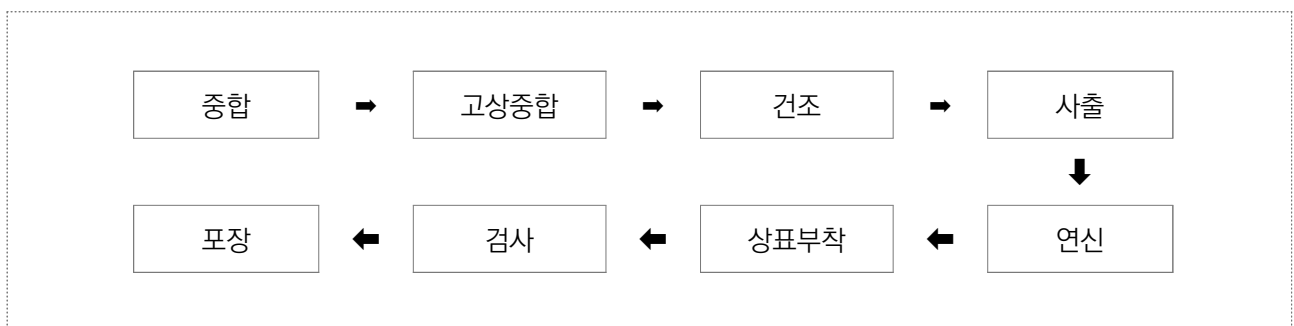
## - 강화 플라스틱 발포성형 제품 제조시설

유리섬유, 탄소섬유 등 특수보강재(補強材)를 침적 및 적층하거나 강화촉매, 충전재 및 기타 강화재를 첨가 또는 기타특수방법으로 판, 봉, 관, 기계 및 장비용부분품, 전지용품, 교량부품, 운동용구부품 등 각종 강화플라스틱 성형제품을 제조하는 시설을 말한다.

- 산업용 플라스틱 발포성형 제품 제조시설  
 플라스틱재료를 성형하여 개인, 가정, 식탁 및 주방용품을 제조하는 시설로서 접시, 주발, 컵, 바가지, 칼, 포오크, 수저 등의 식탁 및 주방용품, 세면기, 목욕탕, 물동이, 요강, 타올걸이, 비누갑, 쓰레기통과 같은 위생 및 화장용품, 장식용품, 조상 및 등갓, 재떨이, 구두주걱, 옷걸이, 머리핀, 핀, 단추 등을 생산하는 시설을 말한다.
- 플라스틱 발포성형 포장용기 제조시설  
 플라스틱재료를 성형하여 병, 통, 상자 등 플라스틱포장 및 선적용기를 제조하는 시설을 말한다.
- 플라스틱 성형신발 제조시설  
 플라스틱 기초재료를 성형하여 슬리퍼, 방수신발 등 성형플라스틱 신발과 신발부속품을 제조하는 시설을 말한다.
- 1차 플라스틱 가공품 제조시설  
 발포성형 1차 재료 및 강화플라스틱제품을 포함한 포일, 필름, 판, 봉, 관 등 구입한 플라스틱 1차 성형재료를 절단, 압단, 접합, 조합 등의 방법으로 가공하여 각종 형태의 플라스틱가공품을 제조하는 시설을 말한다. 이외에는 플라스틱성형의복, 플라스틱성형인형, 장난감 및 유사소형품 등을 생산하는 시설을 포함한다.

### 3.2 제조 공정

#### 3.2.1 PET용기 제조공정



〈 PET용기 제조공정 〉

① 중합

PET의 원료인 TPA와 EG를 축중합하여 폴리머를 만드는 공정이다.

② 고상중합

중합공정의 resin을 PET병용의 품질로 점도를 올리는 공정이다.

③ 원료 건조

고상중합 이후 다시 흡습된 수분을 재건조하는 공정이다.

④ 사출

각각 요구되는 PET병의 용기에 맞는 중간제품(프리폼)을 원료를 녹인 뒤 사출하는 공정이다.

⑤ 연신

적정하게 재가열된 프리폼을 성형 금형에 주입하여 고압의 공기로 연신하는 공정이다.

⑥ 상표부착

고객이 요구하는 상표를 제작하여 부착하는 공정이다.

⑦ 검사

식품용기이므로 오염, 흠집 등의 미세한 불량이라도 선별하는 공정이다.

⑧ 포장

자동포장기에서 요구하는 적정 수량으로 포장하여 창고로 저장하는 공정이다.

### 3.2.2 엔지니어링 플라스틱 제조공정



〈 엔지니어링 플라스틱(EP) 제조공정 〉

#### ① 저장

원료인 ABS(acrylonitrile butadiene styrene), SAN(styrene-acrylonitrile), PC(polycarbonate)를 지정된 사일로(silo)에 저장한 다음 등급에 따라 혼합시설로 보낸다.

#### ② 혼합

원료와 부원료, 착색제(colorant) 등을 등급별로 물성에 맞게 정확히 계량한 다음, 충분히 혼합하고 이것을 압출시설로 보낸다.

#### ③ 압출

혼합 파우더(powder)를 압출기에서 압출하여 펠릿(pellet)화하기 위하여 수지를 용융시킨다.

④ 냉각

압출기에서 용융된 수지를 펠릿(pellet)화하기 위하여 냉각수로 온도를 낮추어 고형화한다.

⑤ 절단, 선별

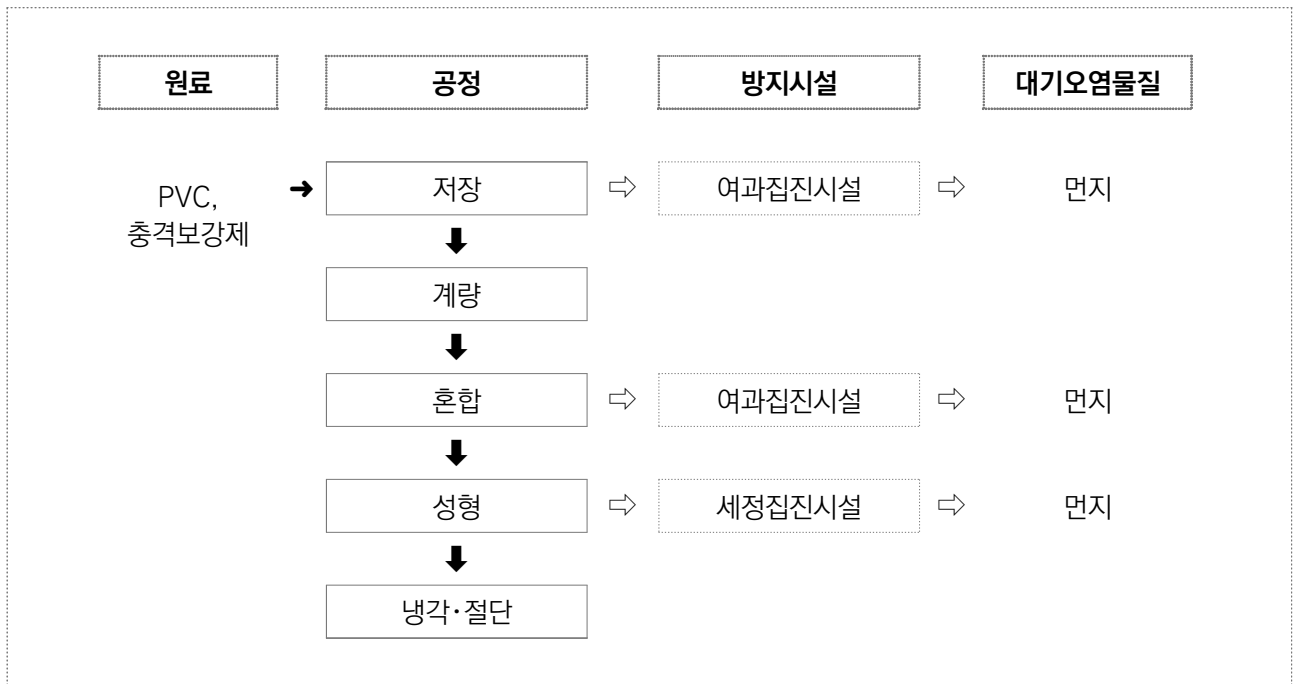
펠릿(Pellet)하기 위하여 절단기에서 일정 크기로 절단하고 절단된 일정한 크기의 펠릿(pellet)만을 제품화하기 위하여 진동체(vibrating screen)으로 선별한다.

⑥ 저장

선별된 펠릿(pellet)를 건조한 다음 지정된 사일로(silo)에 이송한다.

3.2.3 창호재 제조과정

창호재는 창문, 문틀, 문살 따위를 만드는 재료를 말한다.



〈 창호재 제조과정 〉



## 4 주요 대기오염물질 배출시설

### 4.1 반응(反應)시설

한 종류 또는 두 종류이상의 물질이 그 자신 혹은 상호간에 있어서 원자(原子)의 조환(組換)을 시행하여 그 조성이나 구조, 성분 등 물리화학적 성질이 본래와는 다른 물질을 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 연속 반응시설, 균일계(均一系) 반응시설, 불균일계(不均一系) 반응시설, 촉매(觸媒) 반응시설로 구분된다.

### 4.2 흡수시설

흡수란 물질 또는 에너지 등의 물리량(物理量)이 다른 물질에 빼앗겨 그 계(系)안으로 이끌려 들어가는 과정 또는 그에 따라 입자수나 강도를 감쇄하는 현상으로서 화학적으로는 빛의 흡수, 양자화된 상태 사이의 에너지차(差)에 해당하는 빛의 흡수, 저에너지 상태에서 고 에너지상태로 옮기는 것을 말한다. 이러한 현상을 일으키게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 충전탑(充填塔), 단탑, 스프레이탑, 스크러버, 젖은 벽탑, 기포탑(氣泡塔) 등이 있다.

### 4.3 응축시설

증류시설 상부 물질인 가스를 냉각시켜 받아 놓는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 일반적으로 응축시설에 모인 액체의 일부는 증류탑 온도를 조절하기 위해 환류시켜주고 나머지는 생산제품 또는 연관 공정으로 이송한다.

### 4.4 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함)

서로 다른 물질이 혼재되어 있는 혼합물에서 특정물질의 물리·화학적 특성을 활용하여 각종 석유정제품과 반제품을 제조하는 시설을 말하며 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설[분리(分離)시설, 증류(蒸溜)시설, 추출(抽出)시설 및 여과(濾過)시설 포함]을 말한다.

## 4.5 농축시설

특정물질의 순도(純度)를 높이기 위하여 용매를 증발시켜 용질(溶質)의 농도를 포화(飽和)농도 이상으로 하기 위하여 또는 진하게 영키게 하기 위하여 바짝 줄이게 하는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

화학공업에서 주로 쓰이는 정석(晶析)장치도 여기에 포함된다. 이것은 액상(液相) 또는 기상(氣相)에서 결정물질을 형성하게 하는 시설로서 고액(固液)간에서의 조작이 주 대상으로 되어있다. 결정물질의 생성은 액상 내에서의 결정핵의 발생과 그 발생한 결정핵의 성장으로 생성되며, 과포화(過飽和)상태의 존재하에서 일어나는 것이 보통이다. 주로 비료, 제염(製鹽), 정당(精糖)공업 그 밖에 많은 고체 무기·유기물질의 분리법으로 적용되고 있다.

## 4.6 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질(有色物質)을 화학적으로 제조하여 그 물체를 상하게 하지 않고 될 수 있는 대로 순백(純白)으로 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 표백공정은 산화반응과 환원반응이 이용되며, 산화반응에는 과산화수소, 표백분, 하이포, 아염소산나트륨 등이 쓰이고, 환원반응에는 아황산, 하이드로슬파이드 등이 쓰인다.

## 4.7 용융·용해시설

고체상태의 물질을 가열하여 액체 상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체 물질과 혼합시켜 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체(蓉體)를 만드는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

이 때 용체라 함은 균일한 상(相)을 만들고 있는 혼합물로서 액체 상태인 경우에는 용액, 고체 상태인 경우에는 고용체, 기체 상태일 때는 혼합기체라 한다. 여기서는 서로 다른 물질을 혼합시켜 원래 상태의 물질이 물리·화학적 성질 변화를 일으키는 경우의 시설에 적용되며, 그렇지 아니하고 원래 상태의 물질이 물리화학적 성질의 변화가 없이 단순히 혼재(混在)되어 있는 경우의 시설은 혼합시설로 구분한다.

#### 4.8 소성(燒成)시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다.

#### 4.9 가열시설

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다. 고무제품, 합성고무 및 플라스틱물질, 플라스틱제품의 연소시설도 포함한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 여기서는 각종 공정에 쓰이는 관식(管式) 가열로(tubular heater)등을 말한다. 이는 pipe still heater라고도 불리우며, 피가열 물체가 기계 또는 액체 등의 유체(流體)에 한정되며 거의 연속운전인 점 그리고 열원(熱源)으로서 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화(直火) 방식인 특징이 있다.

#### 4.10 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품에 함유된 수분 등을 증발시켜 말리는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

여기서는 도장시설에서 페인트 등을 도포시킨 후 피도체를 건조하거나 고무·플라스틱제품의 액체상 또는 고체상 조립자(組粒子) 등을 건조하기 위해 사용되는 건조시설을 포함한다. 일반적으로 습윤상태에 있는 물질은 수송이나 저장이 불편하고, 제품의 응집(凝集)이나 고형화가 쉽게 일어날 수 있다. 이러한 상태를 예방하고 제품이 요구하는 수준의 수분을 함유하게 하기 위해 건조작업이 행하여진다.

#### 4.11 회수(回收)시설

액체상의 용질 중에서 필요로 하는 물질을 다시 거두어들이는 시설로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 시설을 말한다.

사용된 촉매(觸媒)나 용매중의 불순물을 제거하여 원래 상태로 재생시키는 시설도 포함된다. 대표적인 것은 스티렌폴리머 등의 용해중합공정(溶解重合工程)에 사용되는 용재회수(溶劑回收) 시설 등이 있다. 용해 중합공정이란 용제가 반응화합물에 첨가되고, 이것이 모노머, 폴리머 및 개시제(開始劑)를 녹여 중합시키는 공정을 말하며, 중합 과정이 끝난 후에는 용제를 다시 진공건조 등의 flashing 공정을 거쳐 다시 회수하게 된다.

#### 4.12 정련시설

천연고무나 합성고무에 카본블랙과 같은 보강제, 유황 등 각종 화학약품으로 구성된 가류제 등 타이어의 원재료에 해당되는 모든 구성물을 혼합하는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

정련은 보통 카본블랙을 혼합하는 1차 혼합과 유황을 혼합하는 2차 혼합을 거치면서 타이어의 최종 원료가 되는 혼합고무인 파이널믹싱(Final Mixing)이 만들어진다. 이때 다양한 형태의 천연고무와 합성고무를 분쇄하고 다른 합성물질과 고무를 혼합하기 위해 사용하는 기계를 뱅버리 믹서라 한다. 뱅버리 믹서를 통해 완벽하게 배합된 타이어용 고무는 트레드, 사이드월, 이너 라이너 등 타이어 컴파운드별로 구분된 파이널믹싱의 형태가 되며, 정련을 통해 생산된 고무 시트는 압출과 압연, 비드, 재단이 포함된 반제품 공정으로 이어진다.

#### 4.13 소련(蘇鍊)시설

고무제품 제조시설 등에서 생고무의 가소성(可塑性)을 낮추어 제품의 가공성을 향상시키기 위하여 황(黃)의 다리결합(結合)이 일어나지 않을 정도의 낮은 온도(약 100℃ 이하)로 가열하는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다. 사용되는 소련촉진제로 나프틸메르캡탄 등이 있다.

#### 4.14 분리(分離)시설

상(相)이 다른 2개 이상의 화합물로 구성된 물체를 각각의 화합물로 물리화학적 성분이나 조성·구조 등의 변화가 없이 서로 나누는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 기액(氣液)분리, 고액(固液)분리 등이 있으며, 같은 상(相)의 물질이라도 서로의 비중차(比重差)를 이용해 분리하는 방법도 있다. 중력·압력·진공·원심력과 같은 기계적인 힘을 이용하여 분리하는 것을 기계적 분리라고 한다.

#### 4.15 접착(接着)시설

같은 종류나 서로 다른 종류의 두 고체(古體)를 접착제 등을 이용하여 서로 붙이는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다. 접착제는 천연산으로서 젤라틴, 아라비아고무 등이 있고 공업적으로 사용되는 것은 대부분 합성수지이거나 합성고무이다. 대표적인 것으로는 페놀수지, 에폭시수지, 비닐수지, 아크릴산수지 등이 있다.

#### 4.16 가황(加黃)시설

고무제품의 신장성(伸張性)과 탄성(彈性)을 늘리게 하기 위하여 고무에 황(黃)을 섞고 가열하는 기능을 갖는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 15kW 이상인 시설(열과 압력을 가하여 제품을 성형하는 시설 포함)을 말한다.

이 시설은 가류(加硫)시설이라고도 한다. 생고무에 가황제(加黃劑)를 섞어서 고무분자 사이에 가교구조(架橋構造)를 생기게 하기 위하여 열과 압력을 가해 배합과정에 투입된 가황제를 반응시켜 고무 내의 황과 고무분자가 완전히 결합하여 안정된 고유성질과 독특한 디자인을 얻을 수 있게 하는 시설이다. 가황제로 사용되는 약품은 고무의 종류에 따라 황, selenium, tellurium, tetermethyl thriuran disulfide, 퀴니온 디옥심, 아연화, 마그네슘 등이 있다.

#### 4.17 경화·압착(硬化·壓着)시설

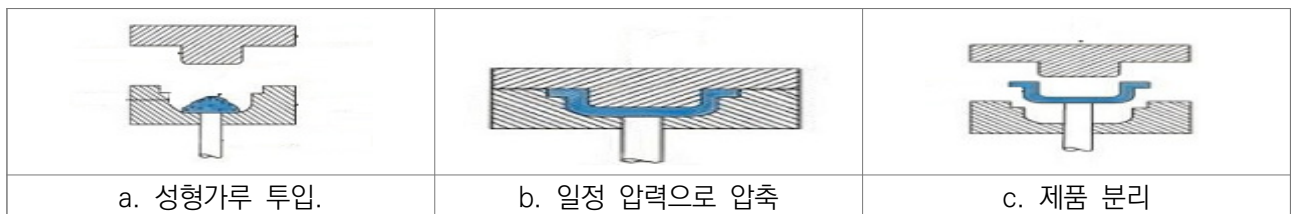
재료를 단단히 굳게 하거나 레버, 나사, 수압 등을 이용하여 재료를 강압(強壓)시켜 일정한 모양의 형틀로 유지시키게 하기 위한 시설을 말한다. 일명 프레스라고도 한다. 특히 고무제품의

경우 열경화성수지(熱硬化性樹脂)를 접착제로 사용하는 경우에는 반드시 열과 압력을 동시에 갖고 있는 프레스를 통과시켜 접착시킨다.

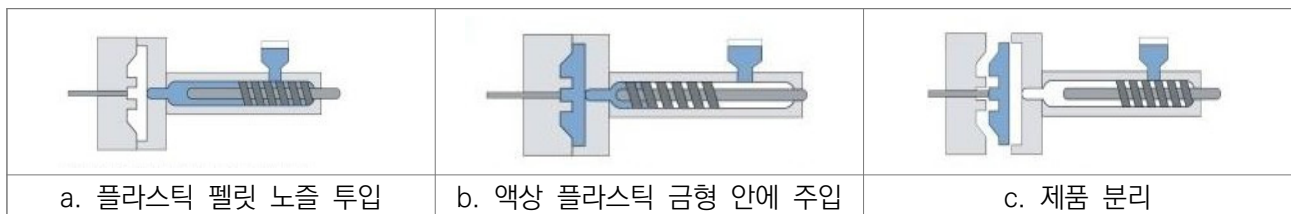
#### 4.18 성형시설

재료를 일정한 크기나 규격, 단면형상(斷面形象)을 가진 금형(金型)이나 형판(形板)에 넣고 힘이나 압력을 가하여 요구하는 형태의 제품으로 만들어내는 시설이며 고무·플라스틱물질·플라스틱제품 제조시설의 경우 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌 외의 물질을 원료로 사용하는 동력이 187.5kW 이상인 성형(成形)시설[압출(壓出) 방법, 압연(壓延) 방법 또는 사출(射出) 방법에 의한 시설을 포함]을 말한다.

압출(押出)이라 함은 용기모양의 공구 속에 소재소각(pellet)을 삽입하고, 램에 의하여 가압함으로써 형판에 뚫린 구멍으로부터 재료를 압출하여 형판 구멍의 단면형상(斷面形象)을 가진 제품을 만드는 시설을 말한다. 사출(射出)이라 함은 가열한 실린더 속에 열가소성수지(熱可塑性樹脂)를 가열시켜 유동화(流動化)한 후 이것을 사출램에 의해 금형 속에 넣고 플렌저로 압입하여 성형하는 방법이다.



〈 플라스틱제품 압축성형공정 〉



〈 플라스틱제품 사출공정 〉

대기오염물질배출시설

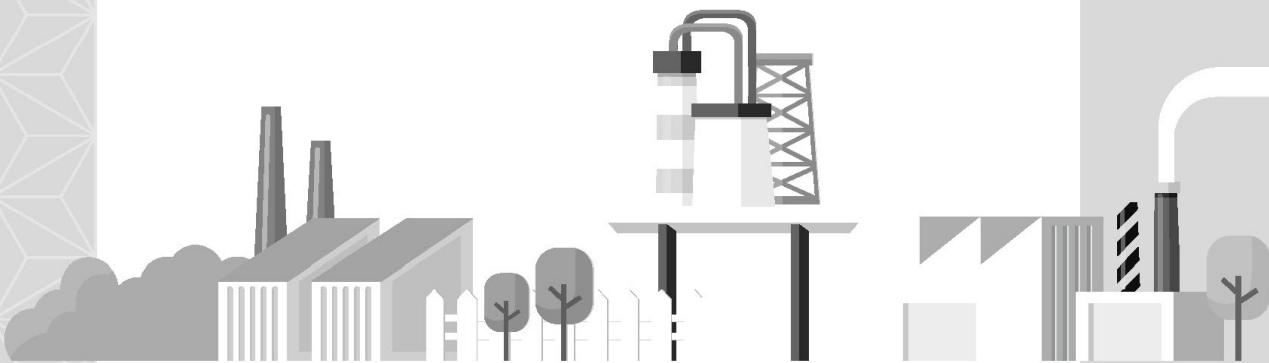
## 해설집

—

# VIII

## 비금속광물제품 제조시설

—







## VIII

## 비금속광물제품 제조시설

## 1

## 유리 및 유리제품 제조시설

## 1.1 개요

유리, 유리섬유 및 기타 유리제품을 제조하는 시설을 말한다. 크게 나누어 제1차 유리 제조시설, 제1차 유리가공품 제조시설, 이화학 및 기타 산업용 유리제품 제조시설, 포장용 유리용기 제조시설, 광학유리 제조시설, 가정용 유리제품 제조시설, 유리섬유 및 유리섬유제품 제조시설 등이 있다.

## - 1차 유리 제조시설

광학유리를 제외한 판, 구, 봉, 관, 슬래브, 괴, 분 등 각종 형태의 1차 유리제품을 성형하는 시설을 말한다.

## - 1차 유리 가공품 제조시설

구입한 1차 유리제품을 용해하지 않고 절단, 조립, 가열 및 냉각, 변형, 식각, 강화, 표면처리 및 표면장식 등에 의하여 거울, 곡상유리제품, 유리병 등을 생산하는 시설을 말한다. 구입한 판유리를 재가열 및 냉각처리 또는 물리화학적 방법으로 복합처리하거나 수지물질을 적층(積層)하여 안전유리를 제조하는 시설도 포함된다.

## - 이화학 기타산업용 유리제품 제조시설

압출, 사출 및 기타 성형하여 전구용 유리관 및 구, 유리아자 및 절연부착물, 조명기구용 유리제품, 시계유리, 신호등, 보온속병 등의 유리제품 등 산업용 성형유리 제품을 제조하는 시설을 말한다.

## - 포장용 유리용기 제조시설

압출, 사출 및 기타 성형하여 음·식료품용, 화장품용, 화공약품용 및 의약품 등 각종 포장용 유리용기를 제조하는 시설을 말한다.

## - 광학유리 제조시설

광학기구제조에 사용되거나 교정렌즈제조용 특수 광학 유리 생지를 성형 제조하는 시설을 말한다.

- 가정용 유리제품 제조시설  
식탁 및 주방용유리제품, 문구유리제품 등 가정용 유리제품을 생산하는 시설을 말한다.
- 유리섬유 및 유리섬유제품 제조업  
유리섬유 직물 및 유리섬유, 유리사 및 유리섬유제품(내열 및 방음재 등)을 생산하는 시설을 말한다. 이외에 유리제의 모조진주, 모조귀석 및 준귀석, 유사장식용품, 장난감용 인조눈 등을 제조하는 시설도 포함된다.

## 1.2 제조과정

### 1.2.1 유리제품 제조과정



〈 유리제품 제조과정 〉

## ① 원료 및 저장

규사, 석회석, 소다회, 장석, 파유리 등을 주원료로 사용한다.

## ② 파유리 파쇄, 선별

불량제품을 파쇄, 선별하여 파유리로 회수한다.

## ③ 배합

각 원료는 규정의 배합비로 계량하여 믹서로 충분히 배합한 후 로 상부에 있는 저장 호퍼에 엘리베이터로 이송 투입한다. 배합 비는 유리의 성질이나 비용을 결정하는 기본적인 것으로 시험생산이나 실적에 의하여 결정한다.

## ④ 용융·용해

원료를 용해로에 투입하여 1,600℃ 온도로 가열하여 용해 또는 용융시킨다.

## ⑤ 성형

제품성형에 알맞게 만들어진 유리물의 온도를 저하시켜 제조하고자 하는 제품 형태를 만들고 유리의 크기와 두께를 조절한다.

## ⑥ 서냉

성형공정에서 가공된 제품이 그대로 냉각되면 작은 충격에도 파손될 위험이 있으므로 약 600℃까지 가열했다가 서서히 냉각하여 균열을 방지한다.

## ⑦ 절단·면취

가공된 유리를 규격에 따라 일정한 크기로 절단하고, 절단된 유리의 모서리를 다듬는다.

## ⑧ 세척 및 검사

유리제품을 깨끗이 세척한 후 규격에 적합한지 검사한다.

## ⑨ 포장

파손 방지를 위하여 유리와 유리 사이에 간지를 삽입하고 나무상자 등에 포장한다.

		
용해	성형	냉각
		
검사	인쇄	포장

〈 유리제품 제조공정 〉

### 1.2.2 판유리 제조공정

① 저장

규사, 파유리 등의 원료를 저장한다.

② 용해

판유리 원료를 용해로에 투입하여 1,600℃ 온도로 가열하여 용해한다.

③ 성형

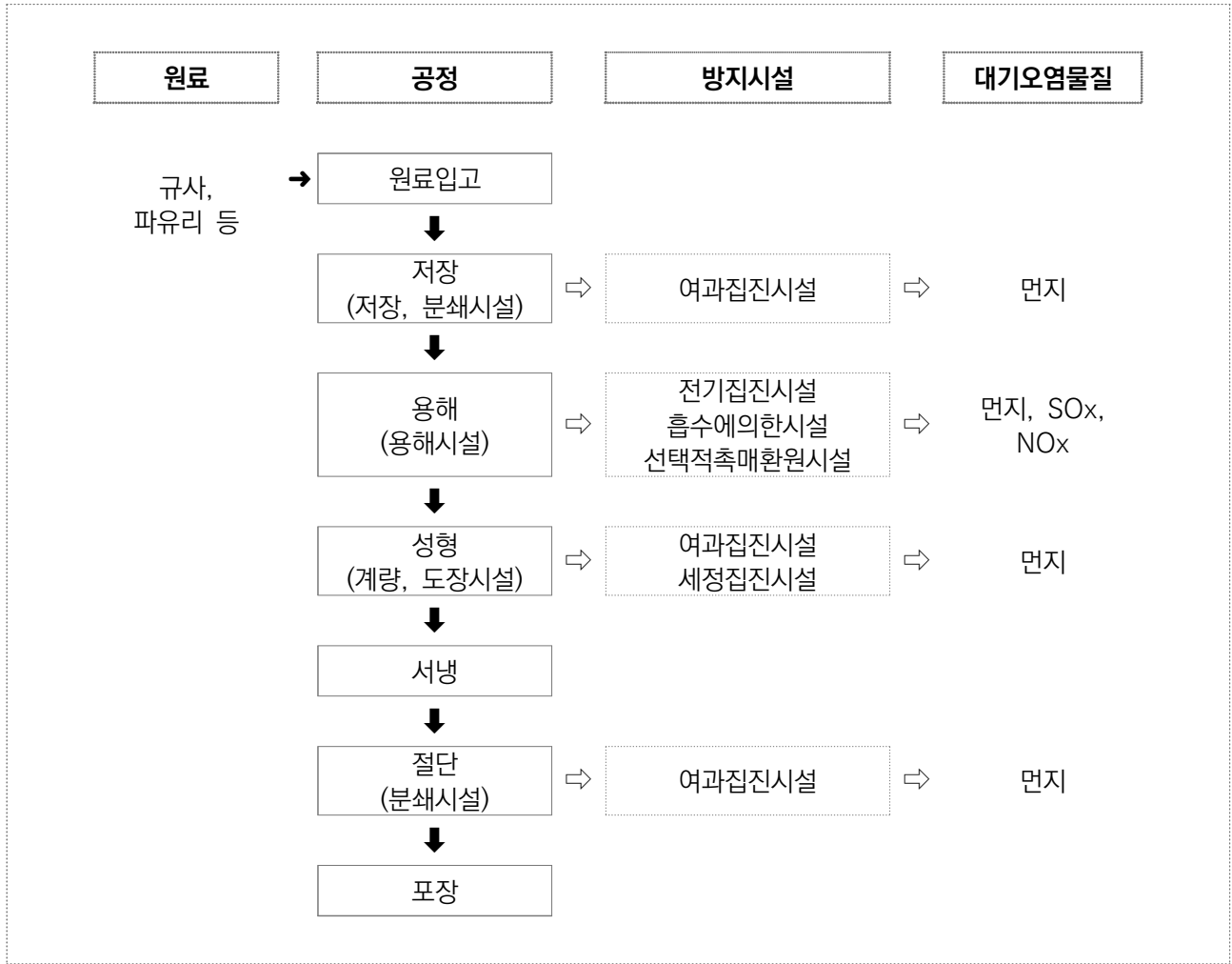
제품성형에 알맞게 만들어진 유리물의 온도를 저하시켜 유리의 크기와 두께를 조절한다.

④ 서냉

성형공정에서 가공된 제품이 그대로 냉각되면 작은 충격에도 파손될 위험이 있으므로 약 600℃까지 가열했다가 서서히 냉각하여 균열을 방지한다.

⑤ 절단

가공된 유리를 규격에 따라 일정한 크기로 절단한다.



〈 판유리 제조공정 〉

### 1.2.3 정밀박판유리 제조공정

#### ① 원료 입고

규사, 알루미나 등을 투입한다.

#### ② 파유리 파쇄, 선별

불량제품을 파쇄, 선별하여 파유리로 회수한다.

#### ③ 평량·혼합

원료의 양을 제어 혼합시설에 투입하여 적절히 batch 혼합한다.

④ 용융

밀폐된 상태로 용해로 내부로 투입하여 원료를 용융시킨다.

⑤ 성형

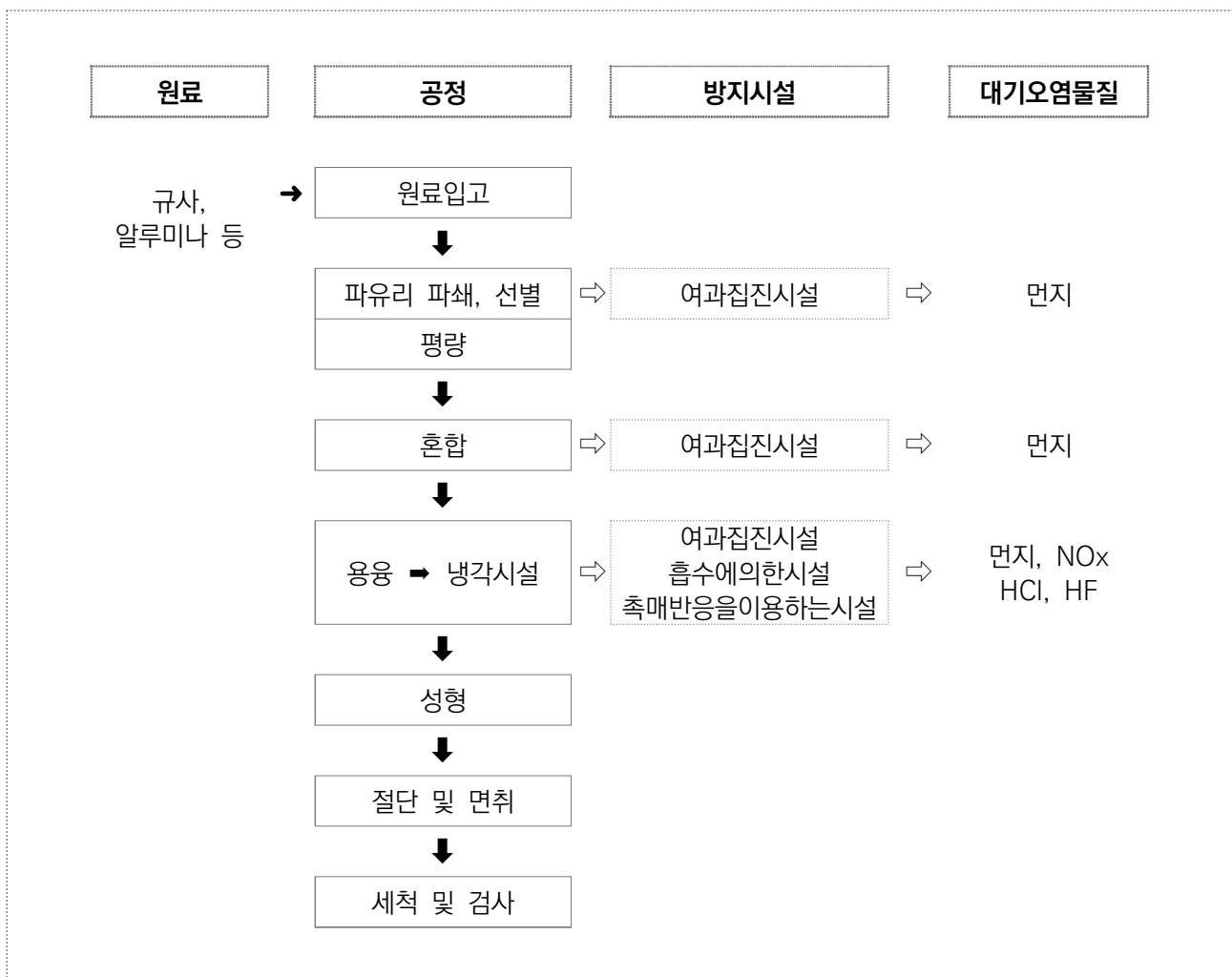
용융된 것을 성형한다.

⑥ 절단 및 면취

성형된 유리를 일정한 크기로 자른 후 절단된 유리의 모서리를 다듬는다.

⑦ 세척 및 검사

절단된 유리를 깨끗이 세척한 후 유리의 규격에 적합한지 검사한다.



〈 정밀박판유리 제조공정 〉

## 2 도자기 및 요업제품 제조시설

### 2.1 개요

도자기 및 요업제품 제조시설은 크게 도기·자기 및 토기 제조시설, 구조점토제품 제조시설, 내화물 제조시설을 포함한다.

도기·자기 및 토기 제조시설은 투명, 반투명, 도기 및 자기와 유약을 바르지 않은 불투명 또는 조잡한 적색토기 등을 고온에 구워서 각종 도기, 자기, 토기, 석기제품을 제조하는 시설을 말하며, 식품 및 음료의 조리, 접대 또는 저장용품, 식탁 및 주방용품, 연관부착물 및 비품, 전기산업용품, 산업 및 이화학용품, 화분 등을 제조하는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 토기제조시설, 가정용 도기제품제조시설, 위생도기제조시설, 전기전자용도기제품제조시설, 이화학 및 산업용도기제품 제조시설, 장식용도기제품제조시설 등이 있다. 이외에도 일반용의 상자 및 케이스, 잉크스탠드, 램프갓 및 램프부품, 문손잡이, 간판, 숫자, 문자 등을 제조하는 시설과 도기제조용 조제 원료를 생산하는 시설이 포함된다.

구조점토제품 제조시설은 점토를 성형하고 구워서 벽돌, 타일, 파이프, 건축용 테라코파, 스토브리이닝, 굴뚝 등의 구조점토제품을 생산하는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 벽돌제조시설, 기와제조시설, 벽타일제조시설 등이 있으며, 흙을 구워서 굴뚝, 굴뚝라이너, 건축물의 장식물, 파이프도관, 연탄난로라이너 등을 생산하는 시설도 포함된다.

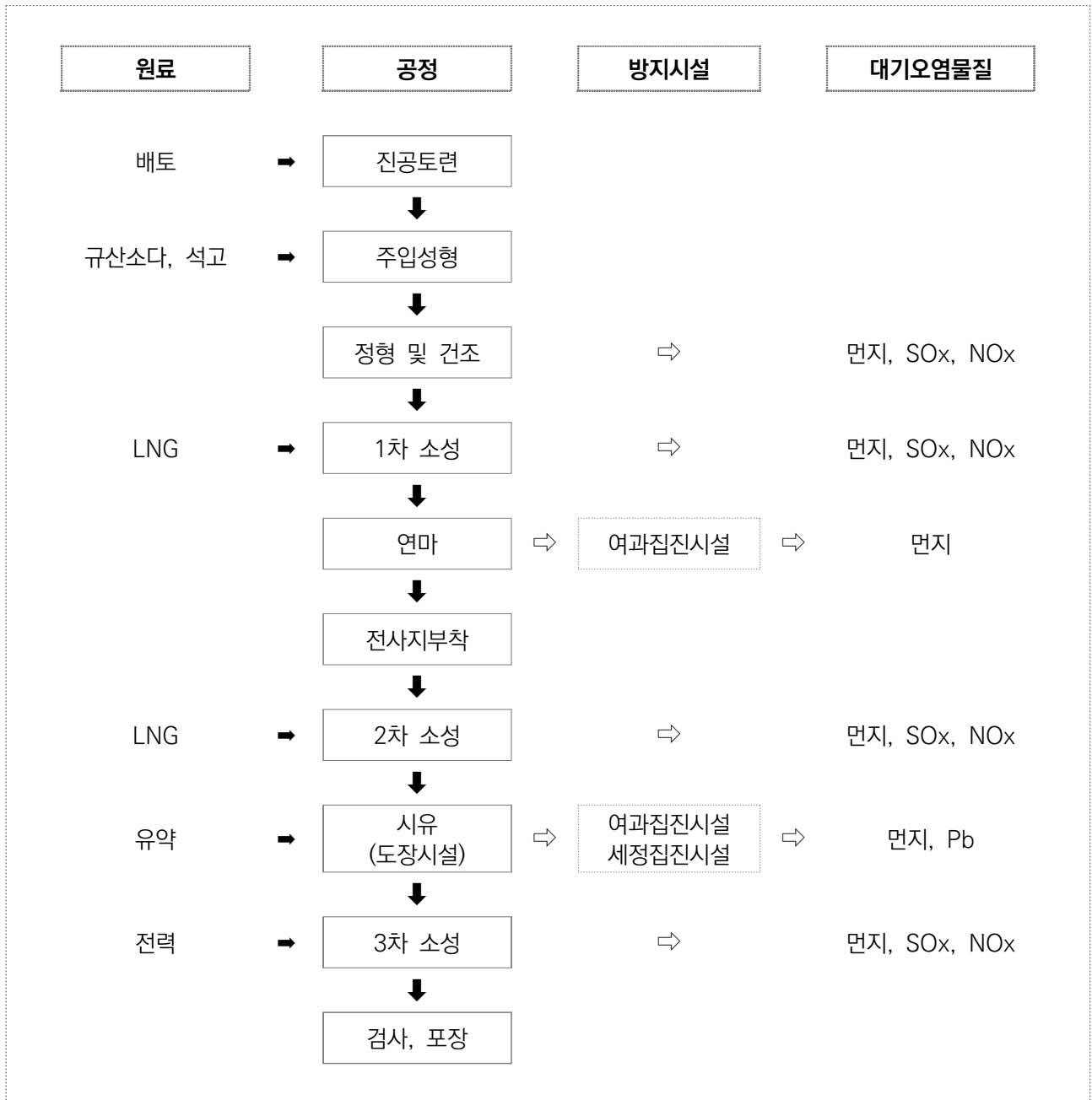
내화물 제조시설은 점토질, 고알루미나, 탄소질 등 각종 내화물용 원료로 단열 및 흑연도가니, 탄소도가니, 기타 내화용 도가니를 제조하는 시설, 고령질샤멧트, 점토질 샤멧트, 마그네시아크링커, 운모마이트크링커, 몰라이트, 다이나스토 등 정형(定形) 및 부정형(不定形) 내화물용 원료를 제조하는 내화용 원료 제조시설, 내화용 시멘트, 몰타르 등 부정형 내화물을 제조하는 시설이 있다.

### 2.2 제조공정

#### 2.2.1 도기·자기 및 토기 제조공정

##### ① 원료 입고

밀스톤, 점토 등을 혼합하고 분쇄하여 비중을 맞추어 탈수한 후 케익 상태의 원료를 사용한다.



〈 가정용 도기제품 제조공정 〉

② 진공 토련

흙의 중간에 존재하는 입자 기포를 제거하고 흙의 수분과 입자를 균일하게 하기 위하여 혼합하는 시설로 진공토련기에 의해 진공된 원료를 일정 두께, 중량으로 절단하여 성형기의 원료로 사용한다.



## ③ 주입성형 및 성형

형틀에 흙물을 주입하거나 성형기 하부의 석고몰드에 원료를 넣고 고속회전 압축시켜 일정한 모양으로 성형한다.

## ④ 정형 및 건조

성형품의 거친 부분을 성형기계와 수작업으로 정교하게 다듬고, 성형품의 수분을 제거하기 위해 직접 또는 폐열을 이용하여 건조한다.

## ⑤ 1차 소성

성형품을 소성로에서 초벌구이한다.

## ⑥ 연마

초벌구이 된 제품의 거친 표면을 연마기로 가공한다.

## ⑦ 전사지부착

초벌구이 된 제품을 가열한 후 접착제를 발라서 전사지를 필요한 규격대로 부착한다.

## ⑧ 2차 소성

제품에 부착된 전사지의 불필요한 이물질을 없애고 필요한 문양만을 완전, 용착한다.

## ⑨ 시유

전사지가 부착되고 채색이 끝난 제품의 표면에 일정하게 유약을 도장한다.

## ⑩ 3차 소성

유약이 도장된 제품을 약 1,100℃ 의 고온으로 소성하여 완제품을 만든다.

## ⑪ 검사 및 포장

완제품을 세밀하게 견본품과 비교, 검사하여 포장한다.

### 2.2.2 위생도기 제조공정



〈 위생도기 제조공정 〉

① 원료입고

소지와 유약의 기초 재료인 장석, 규석, 점토, 고령토 등의 원광석을 입고한다.

② 분쇄

성형 제품의 원료를 만들기 위해 원광석을 미세 분쇄한다.

③ 저장(숙성)

물을 섞은 분쇄된 원료를 교반기로 회전시켜 저장고 안에서 4일 동안 숙성한다.

④ 제형

케이스 몰드에 석고를 주입하여 대량 생산을 위한 석고 몰드를 제작한다.

⑤ 성형

석고 몰드와 고압 몰드에 원료를 주입하여 초기제품을 만드는 공정이다.

⑥ 건조

대차를 이용하여 성형제품을 건조시설로 이동하여 말리는 공정이다.

⑦ 시유

건조된 성형제품에 다양한 색의 유약을 입혀 내식성, 내마모성, 광택 효과를 향상시키는 공정이다.

⑧ 소성

시유된 성형제품을 1,200℃ 의 높은 온도로 가마에서 구워내는 공정이다.

⑨ 검사

완제품을 KS규격 및 회사 기준에 맞게 검사하는 공정이다.

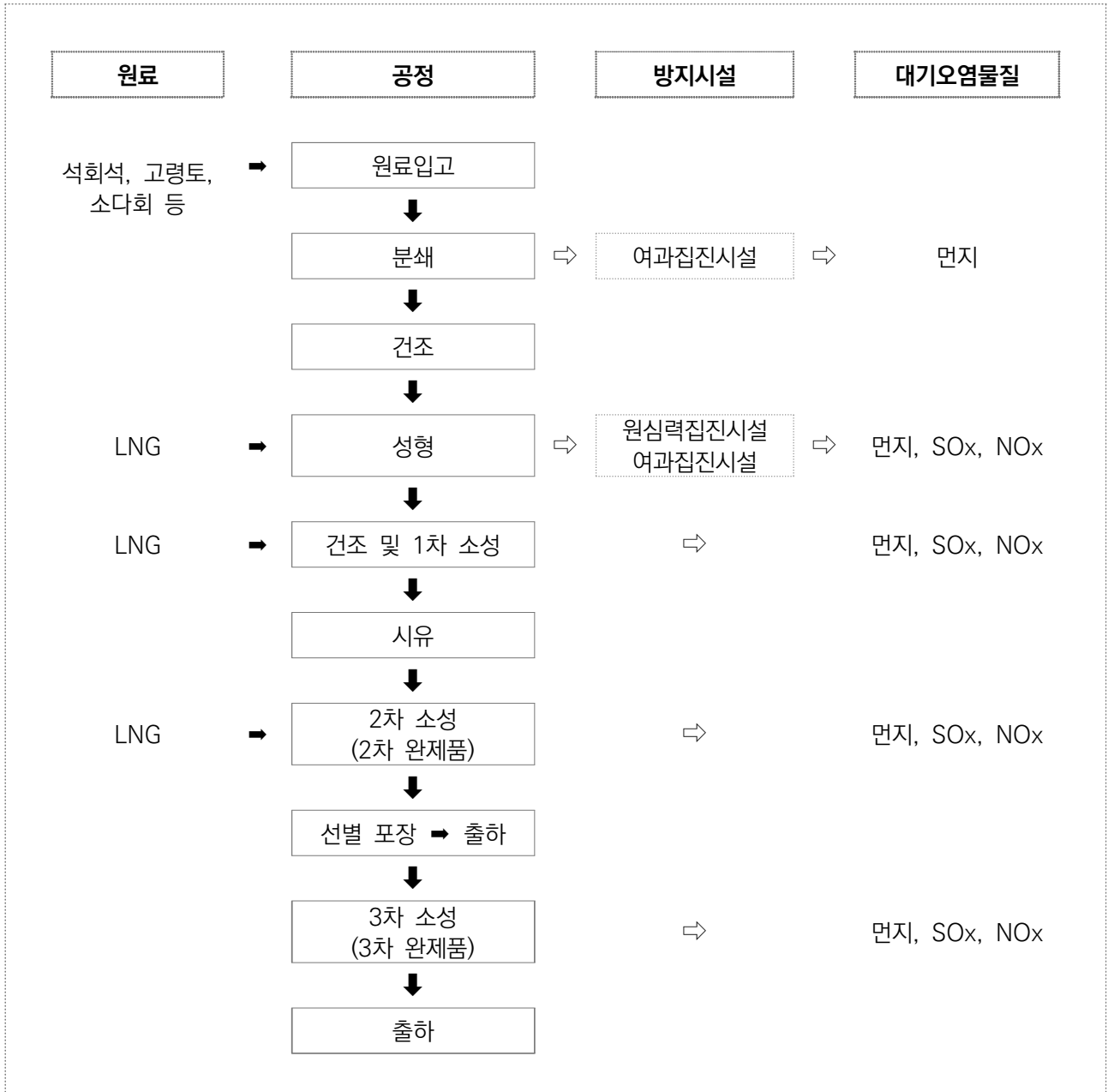
⑩ 포장 및 출하

합격된 완제품을 포장하여 상차 및 출고하는 공정이다.



〈 도기 제조시설 〉

### 2.2.3 타일 제조공정



〈 타일 제조공정 〉

#### ① 원료 입고

석질원료(납석, 도석, 석회석), 토질원료(고령토, 점토), 첨가제(소다회, 규산소다)를 입고한다.

## ② 분쇄

석질원료, 토질원료, 첨가제, 물을 정해진 비율에 따라 볼밀에 투입, 분쇄하여 소지슬립, 유약슬립을 생산한다.

## ③ 분무 건조

소지슬립을 성형공정에 맞도록 분무 건조시설(spray dryer)로 건조하여 구형의 입자상태(배토)로 만드는 공정이다.

## ④ 성형

분무건조 공정에서 생산 후 숙성 된 배토를 유압프레스로 가압 성형하여 타일의 기본 성형품을 만드는 공정이다.

## ⑤ 건조, 1차 소성

성형품을 1차 소성로에서 약 1,100℃ 내외의 온도에서 건조 및 소성시킨다.

## ⑥ 시유, 프린트

1차 소성 반제품에 유약 슬립을 시유한 후 시유품 위에 프린트하여 여러 색상과 디자인을 표현하는 공정이다.

## ⑦ 2차 소성

시유 및 프린트된 반제품을 2차 소성로에서 약 1,020℃ 내외의 온도에 소성시켜 완제품을 만든다.

## ⑧ 3차 소성

2차 소성 완제품에 장식용 프린트를 추가하여 3차 소성한 후 가공을 한다.

### 2.2.4 내화물(마그네시아클링커) 제조공정

마그네시아 클링커는 마그네사이트( $MgCO_3$ )나 수산화마그네슘( $Mg(OH)_2$ ) 등을 1,500℃ 이상의 높은 온도에서 구워 만든 덩어리( $MgO$ )로 염기성 광재에 견디는 성질이 커서 야금 공업에 쓰는 내화벽돌이나 시멘트 소성로의 내장재로 쓴다.



〈 마그네시아클링커 제조공정 〉

① 원료 입고

석회석과 건조 분쇄한 코크스를 입고한다.

② 석회소성로

석회석과 코크스를 1,350℃로 소성한다.

③ 석회유 제조

소성로에서 만들어진 생석회를 공업용수와 증기로 소화한다.

④ 이온 치환 반응

해수 중에 함유한 마그네슘 성분과 석회유를 치환 반응한다.

⑤ 침전농축

수산화마그네슘을 침전시키고 농축한다.

⑥ 건조

수산화마그네슘 슬러리를 진공여과기로 케익상태로 탈수시킨 후 성형에 용이한 수분이 되도록 건조한다.

⑦ 성형

예비성형기에 의해 예비 가압 후 고압 성형기에서 고밀도 압밀체를 성형한다.

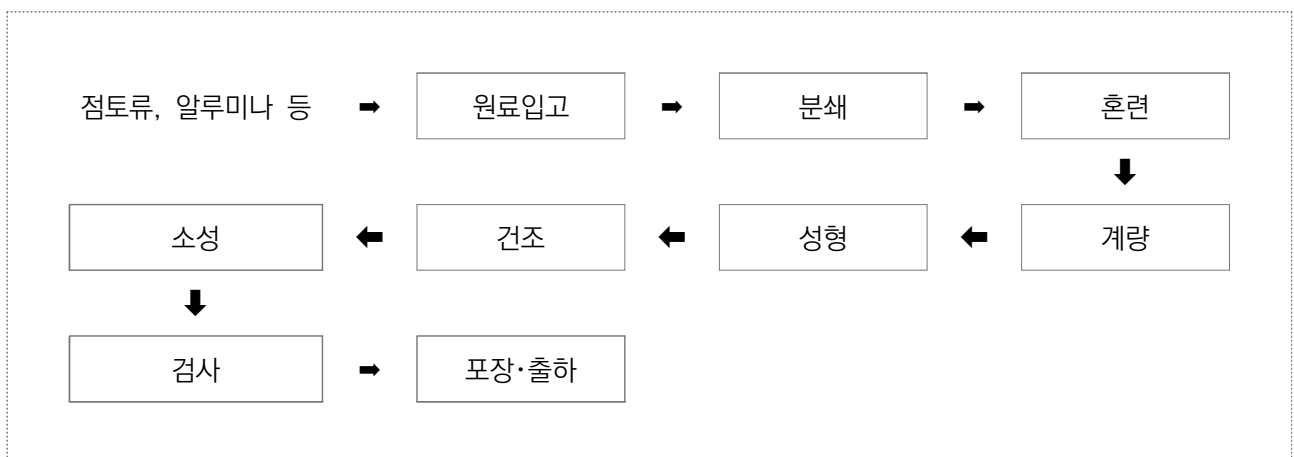
⑧ 소성

각 제품에 따라 1,800~2,100℃ 이상 고온 소성 후 소성된 산화마그네슘은 냉각시설에서 100℃까지 냉각한다.

⑨ 선별

소성된 산화마그네슘 클링커를 입도별로 분리하고 저장한다.

2.2.5 내화물(내화벽돌) 제조과정



〈 내화벽돌 제조과정 〉

① 원료 입고

내화물 제조 시 사용되는 내화점토, 규석, 고알루미나, 마그네시아 등의 원료를 입고한다.

② 분쇄

원료를 원하는 크기별로 분쇄하여 성형을 쉽게 하고, 성형된 벽돌이 치밀한 조성을 갖도록 원료를 분쇄한다.

③ 혼련

입도나 종류가 다른 분쇄된 원료 분말을 특성에 맞게 일정 비율로 칭량한 뒤 균일하게 혼합하고 수분 및 첨가제를 넣어서 성형이 잘 되도록 한다.

④ 계량

혼합된 원료를 일정하게 정량화하여 계량한다.

⑤ 성형

혼련된 배토를 용도에 적합한 형태로 만들기 위해 일정한 틀에 배토를 넣어 높은 압력을 가하여 형상화한다.

⑥ 건조

성형한 벽돌의 수분을 제거함으로써 소성 시 급격한 수분 증발로 인한 변형과 균열을 방지하고, 취급에 용이한 강도를 부여한다.

⑦ 소성

성형품을 적절한 가마를 이용하여 고온에서 미리 가열하여 열화학적 변화를 일으켜 줌으로써 노에서 사용할 때에 변형을 방지하고 안정적으로 사용할 수 있는 결합조직을 갖게 한다.

⑧ 검사

품질 요건에 적합하도록 엄격한 물리 화학적 특성에 대한 검사를 한다.



### 3 시멘트, 석회, 플라스터 및 그 제품 제조시설

#### 3.1 개요

포틀랜드, 천연 메이슨리, 포조라나, 로만 및 킨스시멘트 등 각종 형태의 시멘트, 수경석 석회, 새석회 및 돌로마이트 석회와 하소석고를 포함해서 황산칼슘 기저의 플라스터를 제조하는 시설을 말한다.

시멘트의 제조는 석회석을 구워 생석회를 만들고 이것에 물을 가해 미분말의 소석회를 만든 다음 점토를 혼합하고 다시 석회로에서 800℃까지 소성하여, 클링커를 생산한 후 미분쇄한다. 가장 일반적으로 사용되는 시멘트는 포틀랜드시멘트이다. 시멘트의 분류는 용도 및 재료에 따라 포틀랜드시멘트, 혼합시멘트, 특수시멘트, 모르타르 제품, 연관 제품으로 분류할 수 있으며 기타 다른 종류의 시멘트는 포틀랜드시멘트에 다른 첨가물을 첨가하여 사용목적에 따라 개량한 것이 대부분이다. 한 해 동안 우리나라에서 사용되는 시멘트는 약 5천만ton 정도이다.

석회는 일반적으로 생석회를 지칭하지만 소석회, 석회석을 총칭하여 석회라고 하며, 석회석은 탄산칼슘, 생석회는 산화칼슘, 소석회는 수산화칼슘이다. 생석회는 석회석의 소성을 통하여 제조되며 소석회는 생석회를 수화 반응시켜 제조한다. 석회제품으로는 생석회, 소석회, 석회석을 분쇄한 미분을 입도에 따라 분급한 중질탄산칼슘석회, 생석회, 소석회와 탄산가스가 반응하여 합성되는 경질탄산칼슘, 석회석분 및 석회질비료 등으로 나눌 수 있다. 생석회는 탈황, 탈인제용(제강), 건축자재용, 토질안정용, 소독용으로 쓰이며, 소석회는 식품첨가물용, 공업폐수처리용 및 수돗물 정화용, 소각매연 탈황용, 계면활성제용으로 쓰인다.

플라스터는 석고 또는 석회, 물, 모래 등의 성분으로 이루어져 마르면 경화하는 성질을 응용하여 벽·천장 등을 도장하는 데 사용하는 풀 모양의 건축 재료로 석고 플라스터와 돌로마이트 플라스터로 구별할 수 있다.

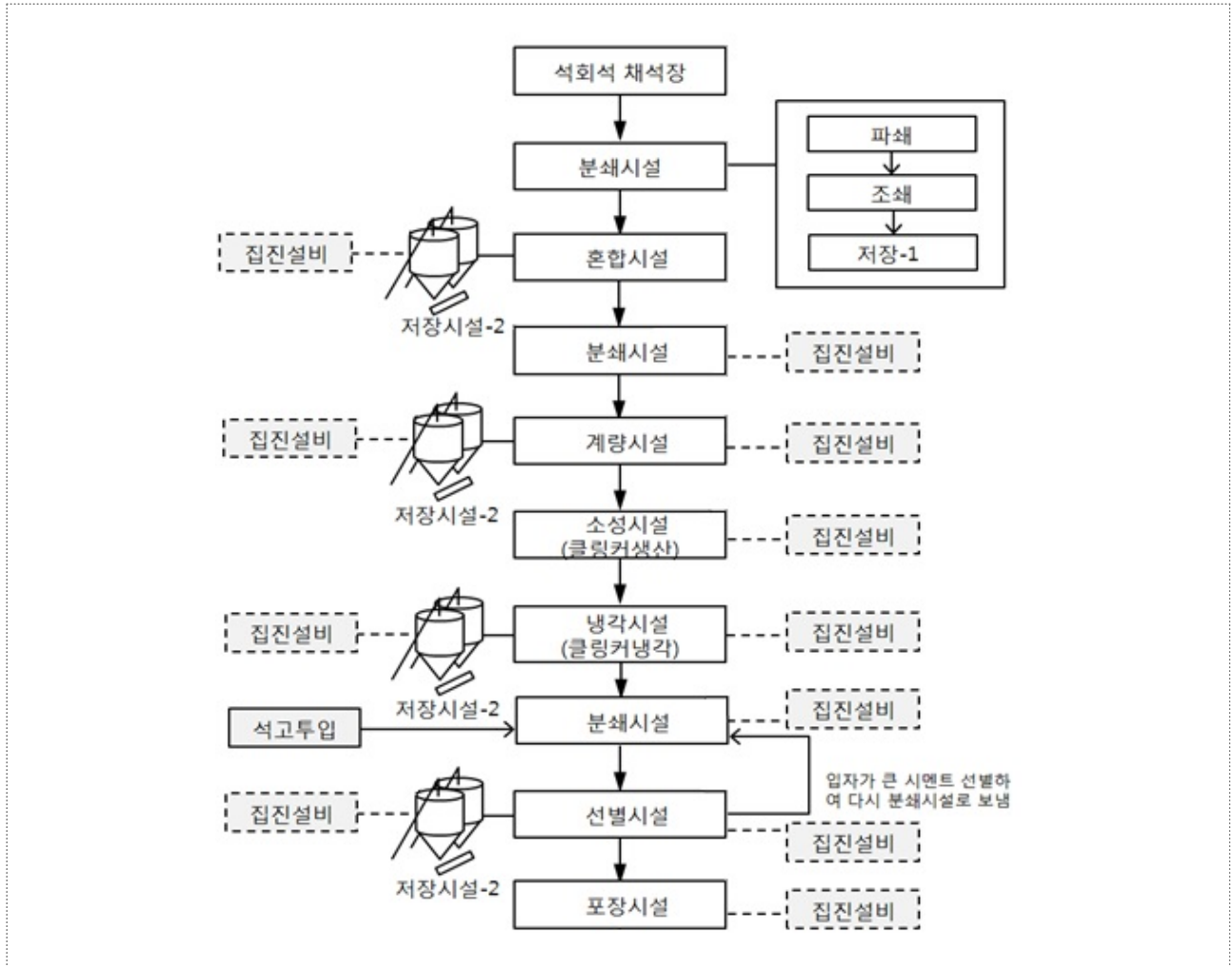
#### 3.2 제조공정

##### 3.2.1 시멘트 제조공정

시멘트의 제조는 석회석을 구워 생석회를 만들고 이것에 물을 가해 미분말의 소석회를 만든 다음 점토를 혼합하고 다시 석회로에서 800℃까지 소성하여, 클링커를 생산한 후 잘게 분쇄하여

제조한다.

시멘트의 제조공정에는 크게 석회석의 채광, 원료 조합, 소성, 제품 및 출하 공정으로 나눌 수 있다. 시멘트는 원료가 되는 석회석을 채굴할 수 있는 강원도를 중심으로 대부분 산재되어 있고 석회굴은 노천 채굴로 계단식 채굴 방법이 주로 사용된다.



〈 시멘트 제조공정 〉

① 채석장

광산에서 채광된 석회석을 적재, 운반 후 조쇄기에 투입하는 공정이다. 석회석은 주로 계단식 채굴 방법(Bench cut)을 사용한다. 이러한 계단식 채굴 방법은 안정성 및 중장비 투입이 용이하여 대규모 채굴이 가능하다는 장점이 있다. 채석장에 채굴하는 석회석의 크기는 보통 400mm~1,000mm 정도이며 대형 트럭으로 운반되어 분쇄시설(1차 크라샤)로 운반된다.



〈 석회석 채광현장 〉

### ② 분쇄시설

분쇄공정은 채광된 원료 광석의 크기를 작게 하는 공정으로 파쇄시설이라고도 한다. 광산에서 채굴한 대형 석회석을 1, 2차 조쇄공정을 거쳐 30mm 이하의 크기로 조쇄한 후 벨트컨베이어 등에 의해 예비 혼합 저장고로 이송한다.



〈 채광 조쇄 전경(좌) 및 2차 조쇄기 모습(우) 〉

### ③ 혼합시설

석회석의 품질이 일정하도록 혼합 및 저장하여 원료분쇄기로 석회석을 공급하는 시설로서 미분쇄된 석회석과 함께 규산질, 알루미나질 및 산화철 등을 시멘트 성분에 맞도록 혼합하는 공정이다. 혼합공정에서의 혼합이 잘 이루어져야 소성공정에서 클링커의 소결이 잘 이루어지기 때문에 매우 중요한 공정이다.



〈 원료 사전 혼합(좌) 및 스프링 쿨러 설치 모습(우) 〉

#### ④ 분쇄

이 공정은 소성로에 투입할 원료를 미세하게 분쇄하는 공정이다. 보통 분급기(Separator)라 불리는 시설을 통해 분쇄가 이루어지는데 이러한 분급기를 거친 석회석 혼합물은 미분과 조분으로 분리되며, 미분은 저장시설로 조분은 분쇄과정을 다시 한 번 거치게 된다.



〈 분쇄 밀(Raw Mill) 가동모습 〉

#### ⑤ 저장

분쇄과정을 거친 석회석 혼합물 중 미분(보통 입자의 크기는 88 $\mu$ m 정도)만을 저장하는 시설이다.

#### ⑥ 소성시설

소성공정은 시멘트 제조과정 중에서 가장 중요한 공정으로 원료분쇄기에서 공급하는 원료를 약 850~900 $^{\circ}$ C까지 예열하고, 이 원료를 회전식 소성로에서 약 1,450 $^{\circ}$ C까지 고온으로 소성하여

시멘트 반제품인 클링커(Clinker)를 제조생산하는 시설이다.

현재 시멘트 제조시설의 소성시설은 대부분 Rotary kiln시설이 적용되고 있다. Rotary kiln은 그 용량에 따라 차이가 있지만 약 2~6m의 직경에 길이가 약 40~100m인 원통형 설비이며, 대략 3~5°의 경사를 가지고 있다. 이러한 Rotary kiln은 약 2~3rpm의 속도로 회전한다.



〈 소성로 가동 모습(Kiln) 〉

#### ⑦ 냉각시설

냉각시설이란 Rotary kiln에서 배출된 약 1,450℃ 정도의 클링커(Clinker)를 냉각하는 설비이다. 냉각기에는 수(water)냉식과 공(Air)냉식이 있으며 현재 국내 각 시멘트회사의 대부분은 공랭식(AQC : Air Quenching Cooler) 냉각기를 많이 사용하고 있다. 일부 사업장은 냉각기에서 클링커를 냉각하면서 발생하는 뜨거운 공기를 활용하여 폐열발전 보일러 설비를 운영하는 사업장도 일부 존재한다.

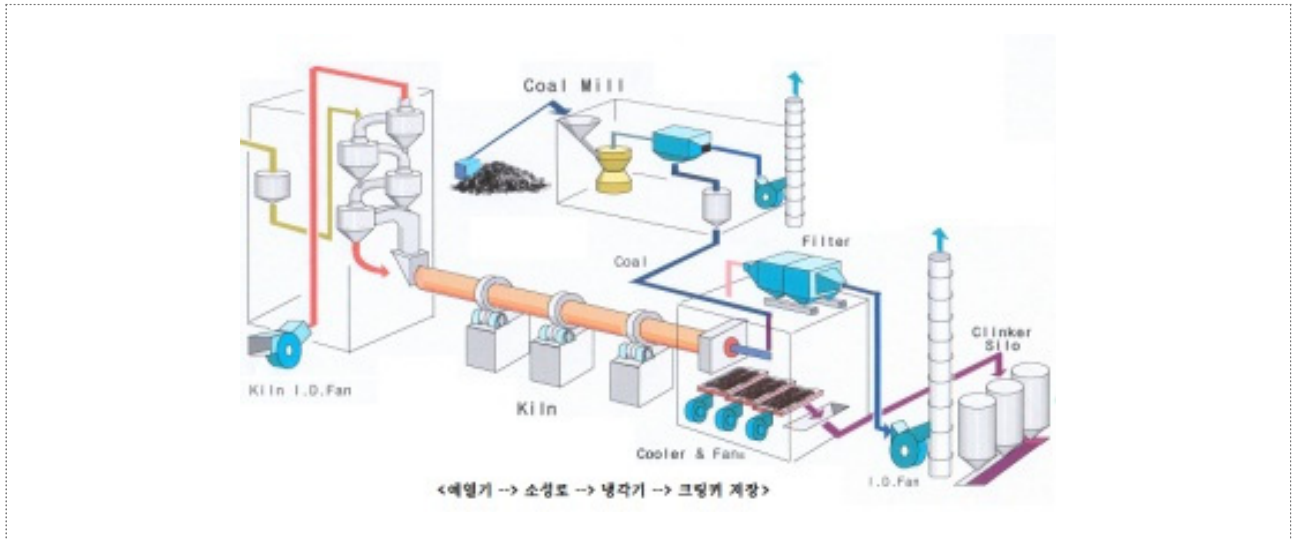
#### ⑧ 시멘트 분쇄

소성공정에서 생산된 클링커와 함께 응결지연제로서 사용하는 석고를 계량하여 시멘트분쇄기에 투입, 입자를 44 $\mu$ m 이하로 아주 곱게 분쇄하여 시멘트 저장고인 사일로(Silo)에 시멘트 완제품을 저장하는 공정이다.

#### ⑨ 출하

저장된 시멘트 완제품을 소비자의 요구에 따라 포장 혹은 벌크(Bulk) 상태로 화차 및 트럭을 이용하여 소비자 및 출하기지로 수송한다. 일반적인 출하방법으로 지대로 포장된 포장품의 형태와 벌크 상태로 트럭·화차·선박 등을 통해 출하 된다.

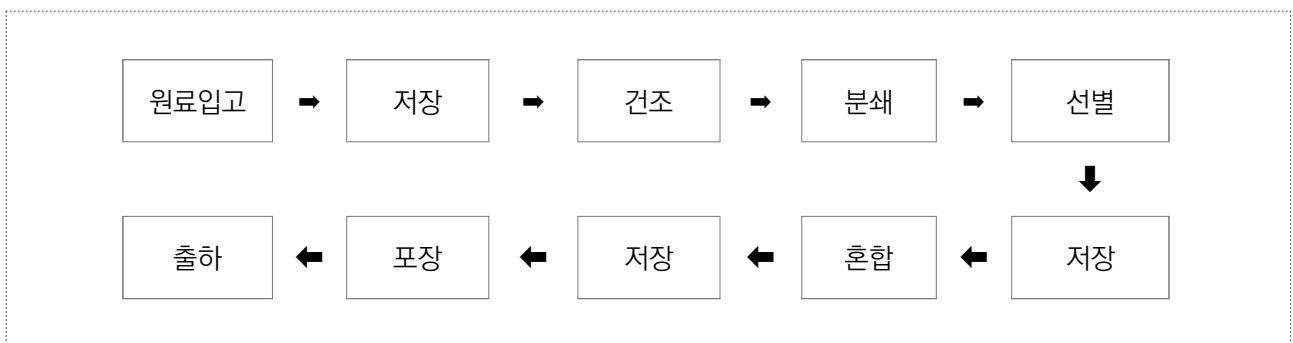




〈 시멘트 제조공정의 예열, 소성 및 냉각시설 〉

### 3.2.2 고로슬래그 시멘트 제조과정

고로슬래그 시멘트는 용광로에서 선철을 제조할 때 생기는 부산물인 슬래그(광재)에 포틀랜드시멘트와 석고를 혼합하여 만든 혼합시멘트로 용광로 슬래그의 혼입량에 따라 A종·B종·C종 등의 종의 구별이 있으며, 그 성질도 다소 차이가 있다. 고로슬래그시멘트는 일반적인 포틀랜드시멘트에 비해 시멘트의 경화과정에서 발생하는 열인 수화열이 낮고, 내구성이 높으며 화학저항성이 큰 한편, 투수가 적은 특징이 있다.



〈 고로슬래그시멘트 제조과정 〉

#### ① 원료 입고/저장

원료인 포틀랜드시멘트, 석고, 슬래그를 입고하여 저장한다.

## ② 건조

슬래그를 열풍으로 건조하여 적정한 함수율의 슬래그를 만든다.

## ③ 분쇄

건조된 슬래그를 석고와 함께 분쇄한다.

## ④ 선별

분쇄된 슬래그 분말을 선별하여 저장시설로 보낸다.

## ⑤ 저장

선별된 슬래그 분말을 저장하여 혼합시설로 이송한다.

## ⑥ 혼합

슬래그 분말과 포틀랜드시멘트를 적정 비율로 혼합하여 고로슬래그시멘트를 제조한다.

## ⑦ 저장

생산된 고로슬래그시멘트를 저장한다.

### 3.2.3 석회 제조공정

석회는 일반적으로 생석회를 지칭하지만 소석회, 석회석을 총칭하여 석회라고 하며, 석회석은 탄산칼슘, 생석회는 산화칼슘, 소석회는 수산화칼슘이다. 생석회는 석회석의 소성을 통하여 제조되며 소석회는 생석회를 수화 반응시켜 제조한다. 석회 제품으로는 생석회, 소석회, 석회석을 분쇄한 미분을 입도에 따라 분급한 중질탄산칼슘석회, 생석회, 소석회와 탄산가스가 반응하여 합성되는 경질탄산칼슘, 석회석분 및 석회질비료 등으로 나눌 수 있다. 생석회는 탈황, 탈인제용(제강), 건축자재용, 토질안정용, 소독용으로 쓰이며, 소석회는 식품첨가물용, 공업폐수처리용 및 수돗물 정화용, 소각매연 탈황용, 계면활성제용으로 쓰인다.



〈 생석회, 소석회 제조공정 〉

① 원료입고

원료인 석회석을 입고한다.

② 분쇄

석회석을 일정한 크기로 분쇄한다.

③ 소성

분쇄된 석회석을 소성로에서 소성하여 생석회를 만든다.



④ 포장, 출하

생산된 생석회를 포장하여 수요자에게 공급한다.

⑤ 혼합

생석회와 물의 수화반응을 통해 소석회를 생산한다.

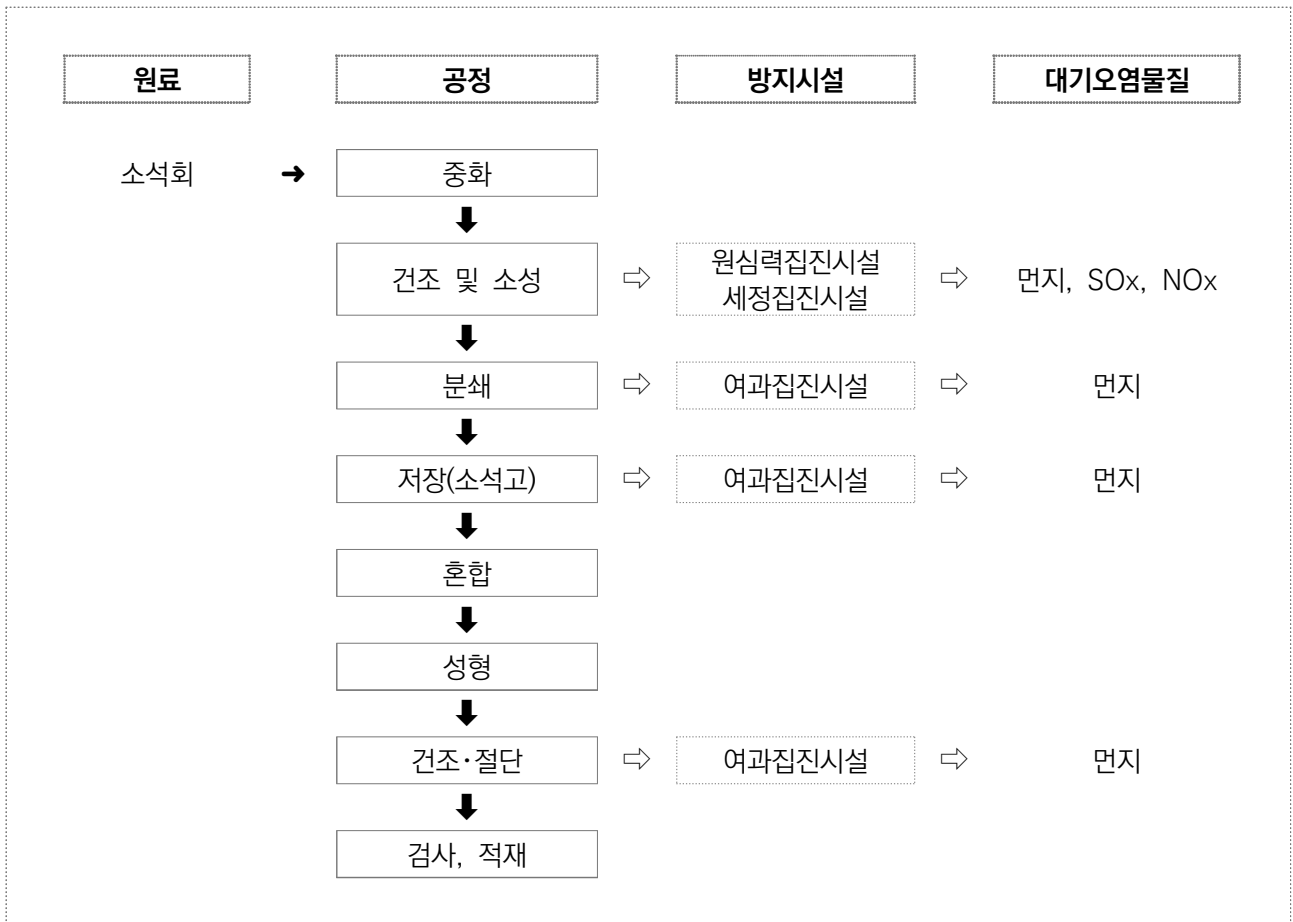
⑥ 저장

생산된 소석회를 저장한다.

⑦ 포장, 출하

생산된 소석회를 포장하여 수요자에게 공급한다.

3.2.4 석고보드 제조공정



〈 석고보드 제조공정 〉

① 원료입고

인산석고, 탈황석고 등의 원료를 운송하여 저장한다.

② 중화

소석회를 석회로 중화한다.

③ 건조

원료석고는 자유수분을 함유하고 있어 건조기에서 자유수분을 완전 건조시킨다.

④ 소성

소성로에서 약 150℃ 정도까지 가열·탈수하는 공정이며, 석고의 품질을 좌우한다.

⑤ 분쇄

소성된 석고를 고성능 분쇄밀로 분쇄한다.

⑥ 저장

분쇄된 소석고가 저장 silo에 도달하게 되면 소성공정이 완료된 것이다.

⑦ 혼합

소석고와 물, 각종 첨가제가 함께 혼합되어 소석고 슬러리가 만들어진다.

⑧ 성형

석고보드 표면지+소석고슬러리+석고보드 이면지 상태로 샌드위치된 젖은 석고판을 성형기에 통과하여 경화시킨다.

⑨ 건조·절단

젖은 석고보드를 건조기로 건조한 후 규정된 규격으로 규격절단기로 절단한다.

### 3.2.5 석고플라스터 제조공정

플라스터는 석고 또는 석회, 물, 모래 등의 성분으로 이루어져 마르면 경화하는 성질을 응용하여 벽·천장 등을 도장하는 데 사용하는 풀 모양의 건축 재료로 석고 플라스터와 돌로마이트 플라스터로 구별할 수 있다.



〈 석고플라스터 제조공정 〉

① 원료 입고

인산석고 등의 원료를 입고한다.

② 중화

석고를 석회로 중화한다.

③ 소성·저장

중화된 석고를 소성하여 소석고를 만든 후 저장한다.

④ 분쇄·포장

소석고를 일정한 크기로 분쇄하고, 분쇄된 소석고를 포장한다.

## 4 기타 비금속광물제품(아스콘 등) 제조시설

### 4.1 개요

기타 비금속광물제품 제조시설은 암면 및 석면제품, 판석, 흑연제품, 인공경량골재, 인조보석, 연마재, 채취, 채굴 활동과 연관되지 않은 토사석 분쇄 처리, 석제품 등을 제조하는 시설을 말한다.





아스콘 제조시설은 석유, 아스팔트, 타르 등 역청물질 혼합물과 벽돌 및 블록 등 포장용 재료를 도포, 침착, 혼합 및 조합하여 건설용 아스콘을 제조하며, 레미콘 제조시설은 시멘트, 모래, 자갈 등을 혼합하여 굳지 않은 상태로 구매자에게 공급되는 콘크리트용 혼합물을 생산하는 시설을 말한다.

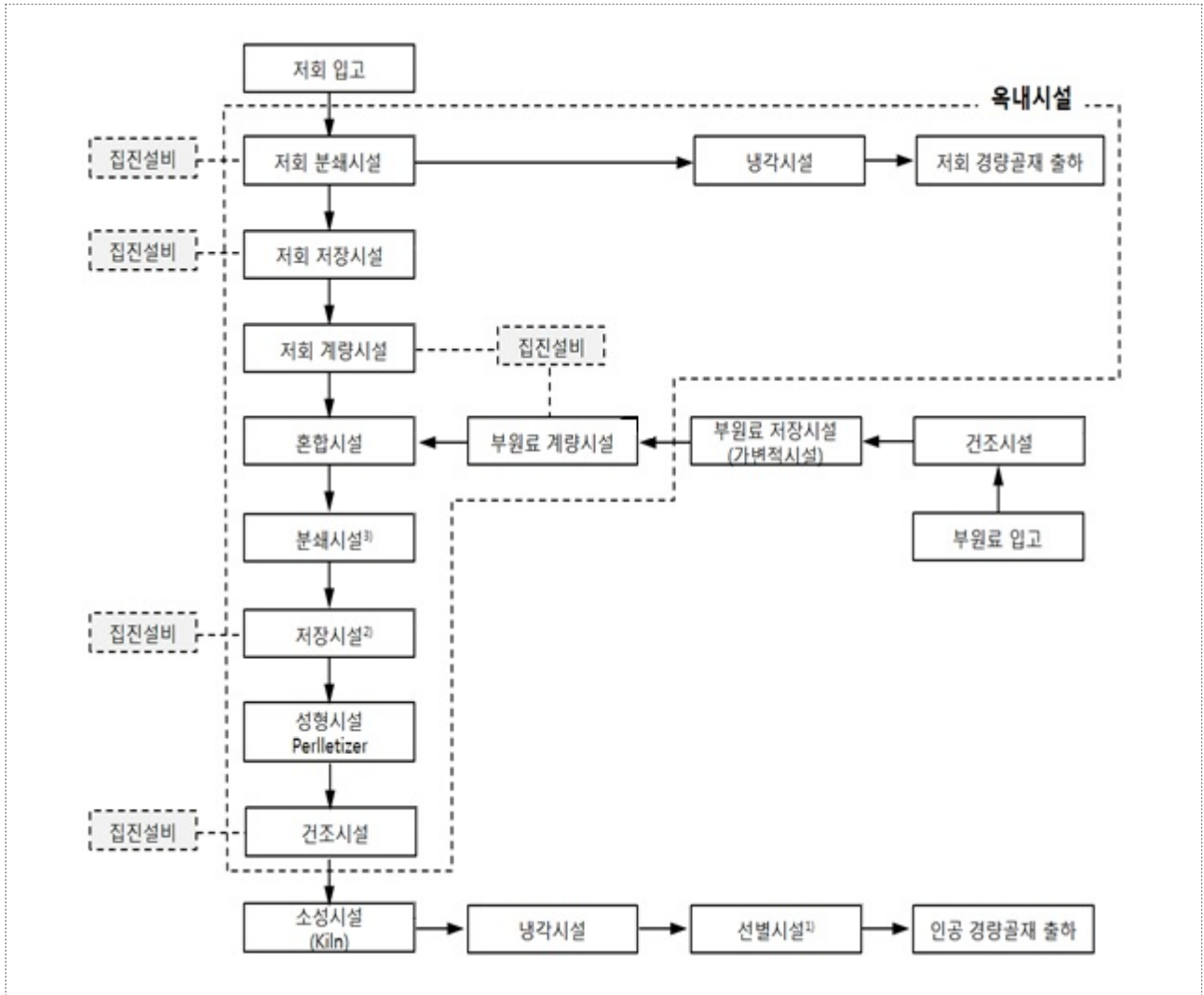
### 4.2 제조공정

#### 4.2.1 인공경량골재 제조공정

인공경량골재는 보편적으로 원구체로 거칠고 단단하며 내동성, 흡수율, 안정성, 연화계수 등의 방면에서 매우 강한 내구성을 갖춘 물질이라 할 수 있다. 경량골재(Lightweight aggregate)는 천연경량골재와 인공경량골재로 구분되어지며 천연 경량 골재는 부석(Pumice), 화산암/재(Volcano rock/ash)등을 일컬으며 인공경량골재는 적용되어지는 출발소재에 따라서 혈암(shale), 점토(clay/mud), 산업폐기물/부산물 등을 출발소재로 하여 적절한 가공과정을 경유하여 요구되는 물리적 특성에 적합하도록 소성팽창(발포)하는 방법으로 제조된다.

인공경량골재는 팽창 점토, 팽창 혈암, 비산재(Fly Ash) 등을 1,050~1,200℃로 소성하여 만든 인공골재로 표면 껍질부는 치밀한 유리질로 이루어지고 내부는 무수한 다공성의 기포가 존재하여 비중이 1.2~1.8에 이르는 인조골재를 지칭한다. 화력발전소에서 발생하는 바닥재(bottom ash)를 재활용하여 인공경량골재를 제조하기도 한다.

인공경량골재				
규격	13~20mm	8~13mm	5~8mm	5mm이하
단위용적중량	880kg/m³이하			1,120kg/m³이하



〈 인공경량골재의 제조공정 〉

① 저회 분쇄/저장시설

인공경량골재의 원료가 되는 입고 저회를 분쇄한 후 저장하는 시설을 말한다.

② 계량시설

인공경량골재의 원료인 저회와 부원료를 계량하여 적량을 혼합시설에 투입하는 시설을 말한다. 계량시설은 저회와 부원료의 수에 따라 각각 존재한다.

③ 혼합시설

계량된 저회와 부원료 등을 혼합하는 시설이다.

④ 분쇄/저장시설

혼합시설로부터 혼합된 저회와 부원료를 80~100 $\mu$ m의 고운 가루(Powder) 형태로 분쇄한 후 성형시설로 보내기 전 저장하는 시설이다.

⑤ 성형시설(성형기, Pelletizer)

분쇄시설에서 만들어진 고운 입자를 Pelletizer(성형기)를 사용하여 알갱이 모양의 골재 형태로 만들기 위한 시설이다.

⑥ 건조시설

성형시설을 거친 중간 물질에 포함된 수분을 제거하기 위해 일정 함수율(7~9%) 범위로 건조한다. 이러한 건조는 소성(Kiln)공정의 안전성을 위하여 실시한다.

⑦ 소성시설

성형 완료된 소재를 소성로에 투입하여 일정온도(1,050~1,200 $^{\circ}$ C)로 소성한다.



⑧ 냉각·선별시설

소성공정을 거친 고온의 인공경량골재를 냉각시키고 입도별로 선별한다.

### 4.2.2 아스콘 제조과정

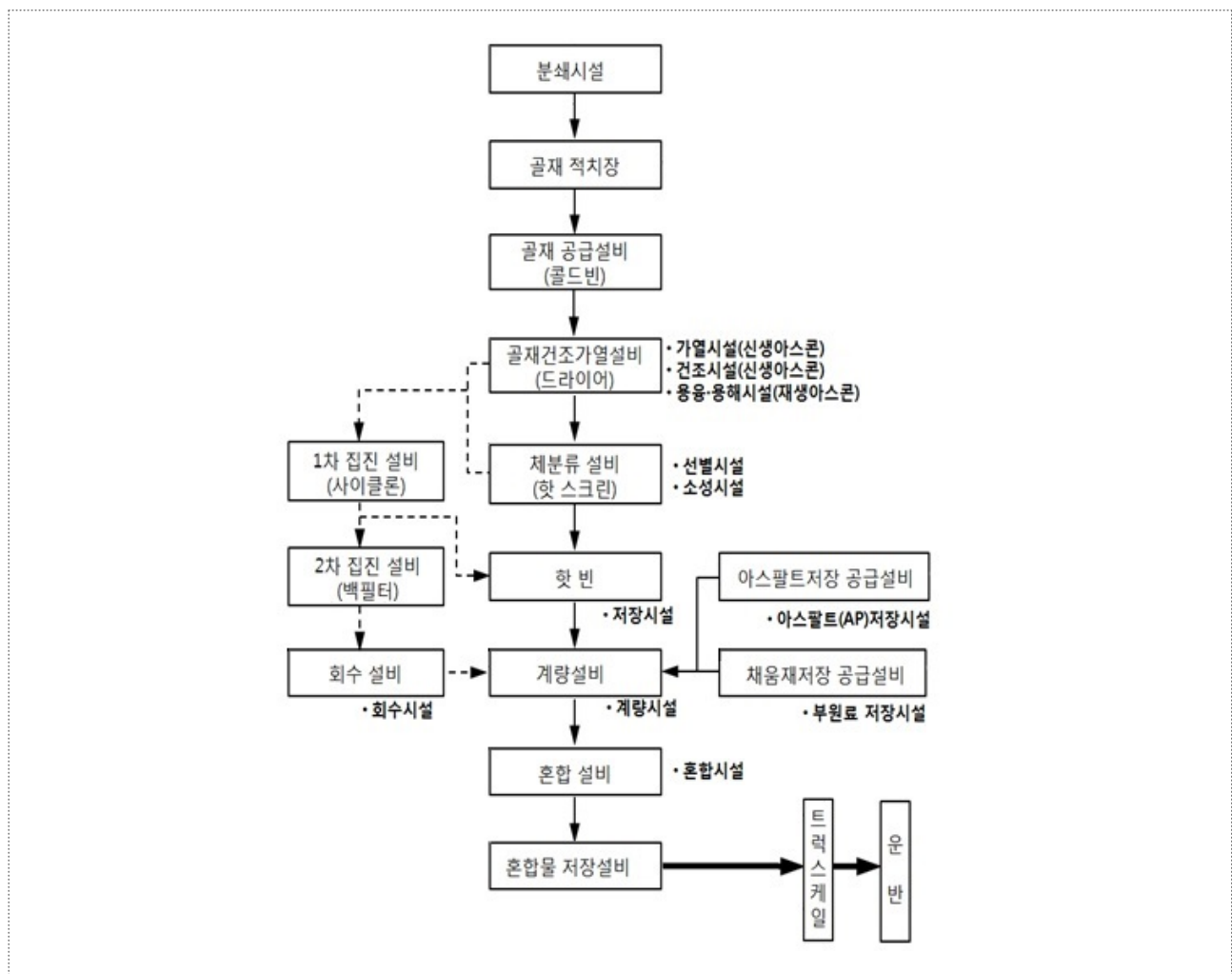
아스콘은 아스팔트 콘크리트(asphalt concrete)를 줄인 명칭이며, 아스팔트, 아스팔트 혼합물, 아스팔트 콘크리트, 가열혼합·가열포설 역청 포장용 혼합물, HMA(hot mix asphalt)등 여러 가지로 호칭되고 있다.

아스팔트 콘크리트 혼합물(이하 "아스콘"이라 함)은 아스팔트(asphalt)와 굵은 골재(자갈:

aggregate), 잔골재(모래: sand) 또는 포장용 채움재(필러, 석분: mineral filler)를 가열 또는 상온으로 혼합한 것으로 도로포장이나 주차장 등에 사용되고 있으며, 사용목적이나 용도, 기능, 공법에 따라 여러 가지로 구분하고 있다. 아스팔트(asphalt)는 유기혼합물과 미량의 무기화합물 등이 포함된 수천 종 이상의 고분자 탄화수소(CH)가 매우 복잡하게 구성된 흑색 또는 흑갈색 고체 또는 반고체의 열가소성 물질을 뜻하며 미국은 아스팔트 시멘트(asphalt cement), 유럽은 비투먼(bitumen: 역청)으로 통용된다. 국내에서는 아스팔트를 천연 아스팔트, 석유 아스팔트, 타르로 구분하고 있다.

### ① 분쇄시설

채석장에서 골재를 채광하게 되면 필요한 크기에 따라 1차적으로 분쇄하기 위한 분쇄공정이 이루어진다. 분쇄공정은 일반적으로 채석장에서 함께 이루어진다.



〈 아스콘 제조공정 〉

② 골재 공급설비(콜드빈)

골재 공급설비는 일반적으로 콜드 빈이라 하며, 아직 가열되지 않은 골재를 공급하기 위해 저장하는 공간을 말한다. 골재를 공급하기 위한 설비는 호퍼, 골재를 건조 및 가열공정으로 보내는 운송(혹은 이송)장치와 투입장치 등으로 구성된다.

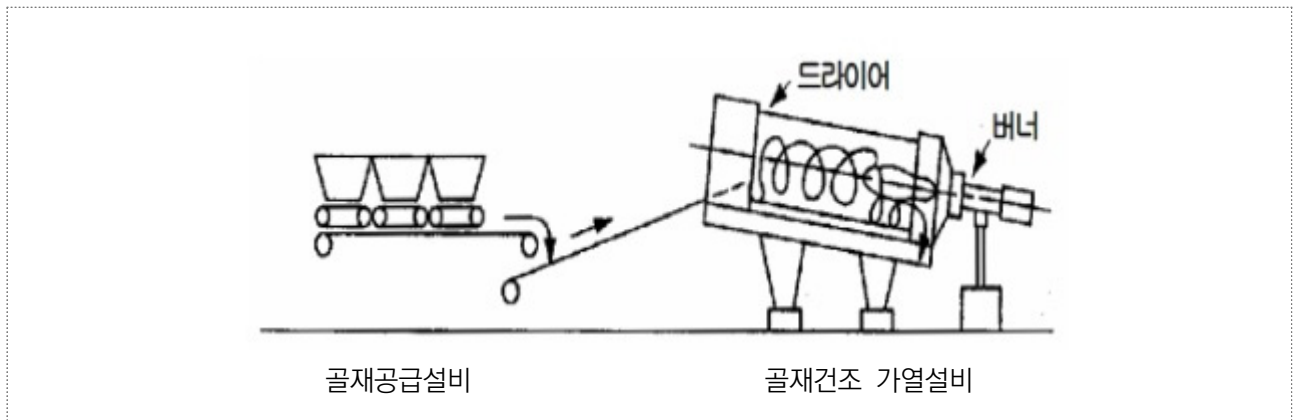


〈 골재 공급설비(콜드빈) 〉

골재는 저장설비에서 각 입경별(골재의 크기)로 설치한 여러 개의 콜드빈 호퍼에 공급하여, 호퍼의 배출구를 지나 건조·가열 공정으로 이동하게 된다.

③ 골재 건조가열설비(드라이어)

골재 속에 함유되어 있을 수 있는 수분을 제거하고, 일정한 온도로 골재를 가열하는 설비로서 드라이어와 버너로 구성되어 있다. 드라이어란 골재의 수분을 제거하고 골재를 일정한 온도로 가열하기 위해 균일하게 확산 이동시키면서 건조 및 가열하는 시설이다.



④ 체 분류설비(핫 스크린)

체 분류설비는 하트 엘리베이터 장치와 체 분류 장치로 구성되어 있는데 핫 엘리베이터란 드라이어에서 건조 가열된 골재를 체 분류장치에 운반하는 장치로 밀폐된 설비이다. 핫 스크린이란 핫 엘리베이터로 운반된 골재를 입도별로(크기별로) 분류하는 장치를 말한다.

⑤ 핫 빈

핫 스크린을 통해 입도 별로 분류된 골재가 크기별(입도별)로 저장하는 장치를 말한다. 핫 빈을 여러 개의 구획으로 나누어져 있어 각 빈에 저장된 골재는 서로 섞이지 않게 한다.



⑥ 계량설비

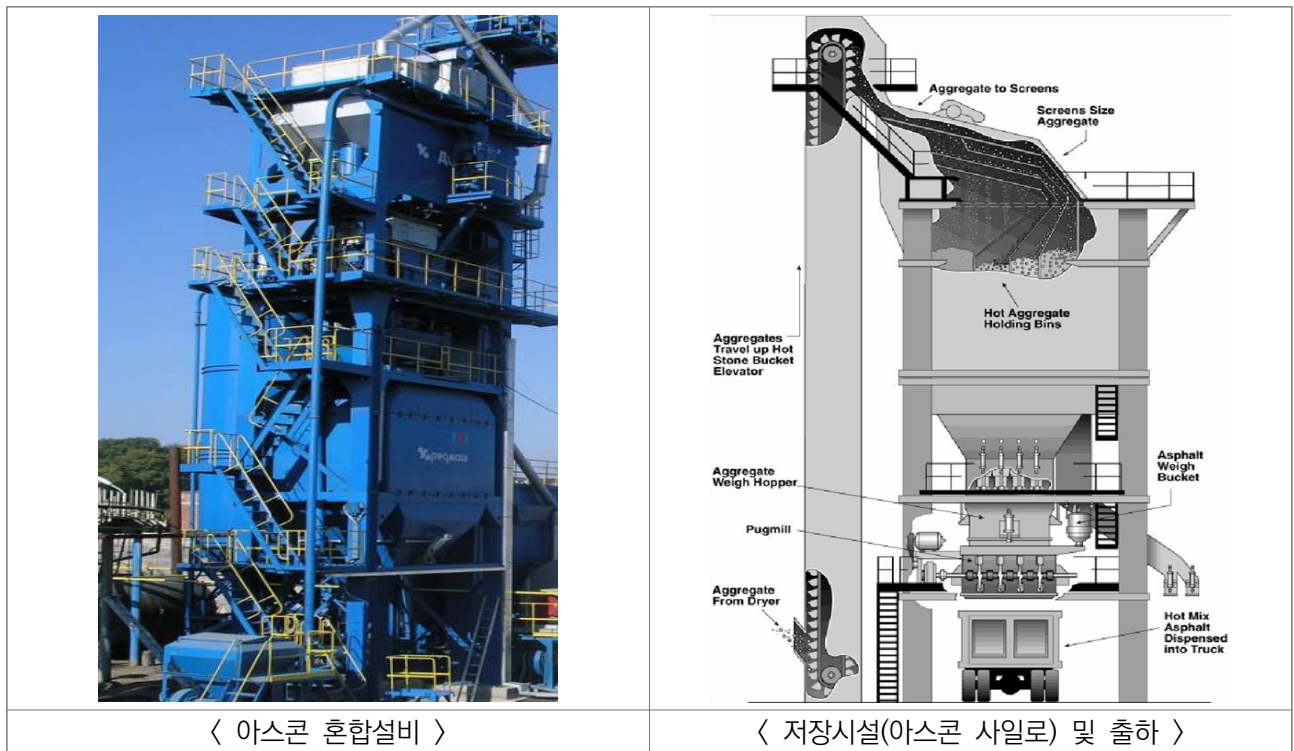
가열골재, 아스팔트, 채움재, 회수더스트 등을 계량(무게를 측정)한다.

⑦ 혼합설비

가열된 골재와 아스팔트, 채움재 등을 혼합하는 설비를 말한다. 혼합설비로부터 혼합된 최종 산물을 아스콘이라 한다.

⑧ 혼합물 저장시설

혼합설비 공정으로부터 혼합한 아스콘을 저장하는 설비이다. 저장시설에서의 가장 중요한 점은 아스콘의 온도이다. 아스콘은 일정온도 이상으로 유지하지 않으면 굳어지기 때문에 아스콘을 저장할 때에는 항상 180~200℃ 정도로 보온을 하는 것이 일반적이다. 아래 그림과 같이 아스콘 저장시설(사일로)에 저장된 아스콘은 저장시설 하부의 후퍼를 통해 트럭으로 옮겨져 출하된다.



4.2.3 레미콘 제조공정

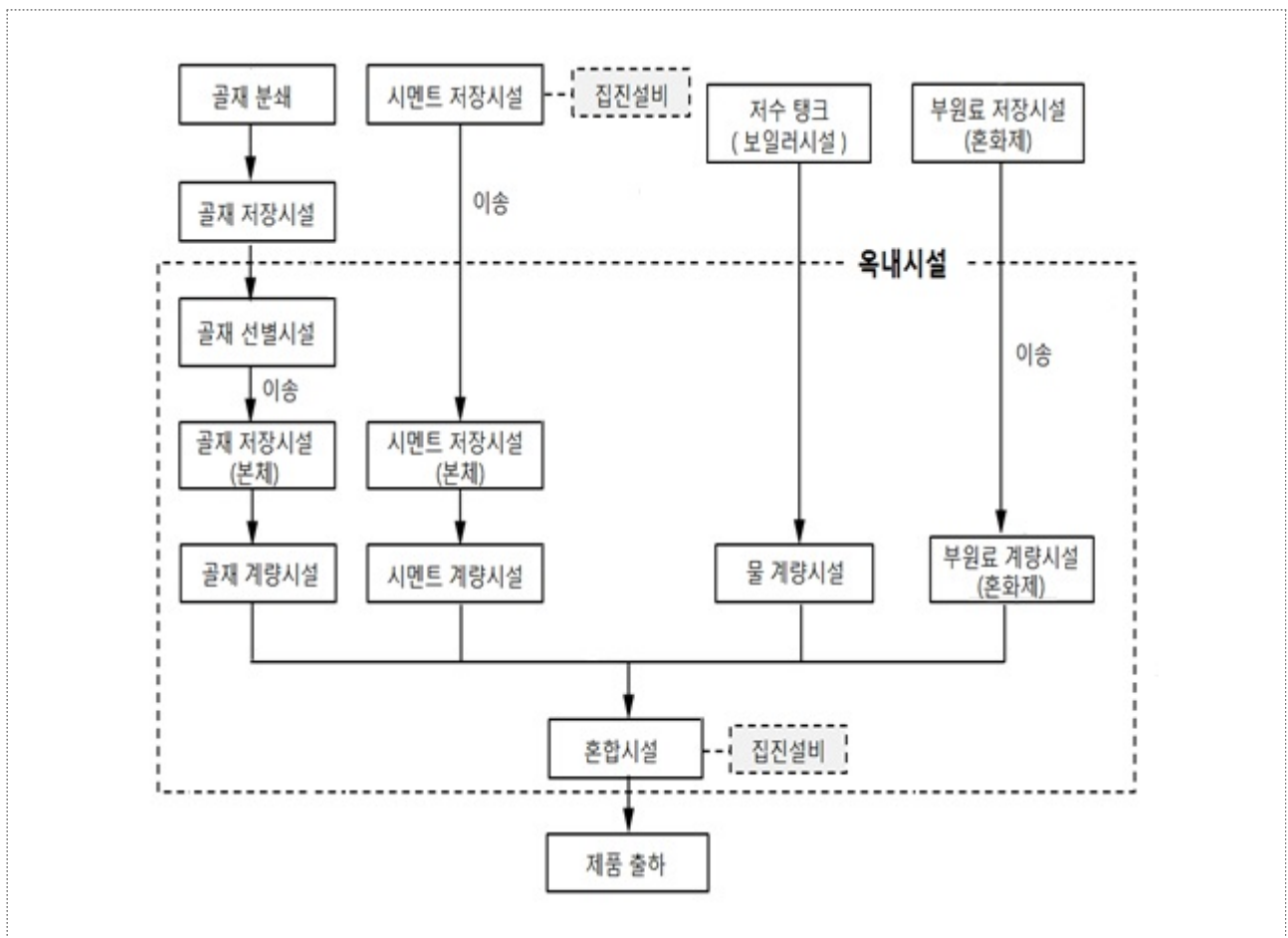
레미콘이란 레디믹스트 콘크리트(Ready Mixed Concrete)의 약자로서 콘크리트 제조설비를 갖추고 있는 공장에서 생산되어 굳지 않은 상태에서 믹서트럭에 의해 수요자에게 배달되는 콘크리트를 말한다.

레미콘은 시멘트와 물의 수화반응(Hydration)이 일어나기 전에 제조에서 타설까지의 모든 공정을 완료해야 하므로, 공급반경이 지역적으로 한정되어 일정거리 이상은 출하가 불가능한 지역형 사업이라는 특성을 가지고 있다. 또한 조골재 최대치수, 압축강도, 슬럼프(Slump)의 조합에 따라 무수히 많은 규격이 존재하는 다품종이므로, 수요자의 주문에 의한 주문생산이라는 특성을 가진다.

레미콘은 콘크리트 종류, 굵은 골재 최대치수, 호칭강도, 슬럼프 등에 따라 100여개 이상의 많은 규격이 있으며, 일반적으로 용도에 따라 일반콘크리트와 특수콘크리트로 나누고, 계절에 따라 차별화된 배합 및 설비를 갖추고 생산하는 한중콘크리트, 서중콘크리트 등이 있다

① 저장시설

레미콘의 원료인 시멘트, 물(저수탱크), 골재, 부원료(혼화제)를 입고하여 저장하는 시설을 말한다.



〈 레미콘 제조공정 〉

② 골재 선별시설

저장된 골재를 입도별로 1차 선별하여 본체 저장시설로 보낸다.

③ 저장시설(본체)

레미콘 제조시설 안의 저장시설으로서 골재, 시멘트 저장시설이 있다. 통상적으로 골재 저장빈, 시멘트 저장빈이라 일컫는다.

④ 계량시설

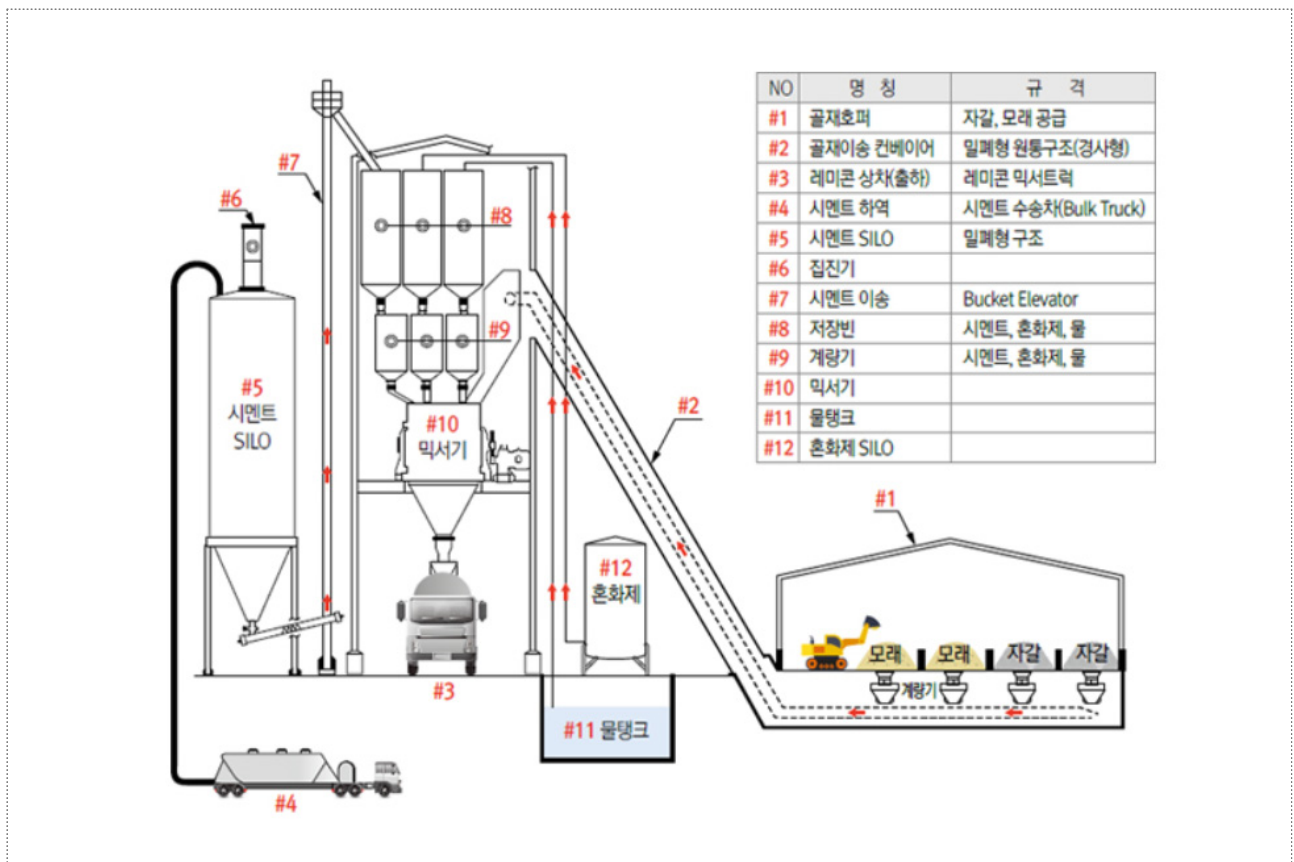
레미콘의 원료인 시멘트, 물, 골재, 혼화제(부원료)를 배합비에 맞게 계량하는 시설을 말한다.

⑤ 혼합시설

계량시설로부터 계량된 시멘트, 물, 골재, 혼화제(부원료)를 혼합하는 시설을 말한다.

⑥ 제품 출하

혼합설비로부터 제조된 레미콘을 레미콘 차량에 이송하여 제품을 출하시킨다.



〈 레미콘 제조시설 〉

## 5

## 주요 대기오염물질 배출시설

## 5.1 혼합시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질화하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 5.2 용융·용해시설

고체상태의 물질을 가열하여 액체 상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체물질과 혼합시켜 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체(蓉體)를 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 5.3 소성시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다. 소성시설의 종류는 크게 불연속소성시설과 연속소성시설로 구별되며, 연속소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형 시설(rotary kiln)을 사용하며, 회전형 시설에도 그 길이에 따라 short kiln, long kiln 등 다양하다.

## 5.4 유리제품 산처리시설(부식시설 포함)

황산·불산(弗酸)등 각종 산성물질을 이용하여 유리 등의 비금속광물을 절단하거나 광택을 내게 하는 등 화학적 처리를 하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인

시설을 말한다. 대표적인 것으로 유리부식시설이 있다. 이것은 유리면에 무늬를 넣기 위해 불산 등을 이용하여 부식·가공하는 시설이며, 그 가공방법에 따라 깊은 부식과 얇은 부식이 있다. 그 외에 유리의 절단면을 기계로 다듬어 완제품으로 만드는 기계적 연마방법 대신에 불산(弗酸)과 황산의 혼합액에 유리를 담구어 절단면을 가공하는 산 닦기(acid polishing)시설이 있다.

## 5.5 입자상물질 계량시설

제품을 구성하는 입자상물질인 각종 원료 또는 부원료를 그 조성비율(造成比率)에 따라 배합하기 전·후(煎·後)에 평량기 등을 이용하여 그 무게 또는 부피를 측정하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 5.6 건조시설

화학물질·화학제품 제조시설의 건조시설과 동일하며 여기서는 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 시멘트 양생시설은 건조시설에서 제외한다. 시멘트 양생시설은 일반적으로 모르타르나 콘크리트에 물을 가하여 반죽하면 일정시간이 지난 후에 가소성 특성을 잃고 응고하여 굳어지며 경화하게 되는데 이와 같이 시멘트제품이 잘 경화하도록 충분한 습기와 적당한 온도를 줄 수 있도록 만든 시설이다

## 5.7 냉각 시설

공기, 물, 기타 냉각제 등을 이용하여 제품에 함유된 열(熱)을 뺏어 차게 하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다. 대표적인 것으로 유리제품의 서냉로와 시멘트제품의 쿨러(cooler) 등이 있다. 서냉로는 유리속의 기계적 성질을 개선하고 물리적인 제성질(諸性質)을 안정화 또는 균일화하게 하는 것이 목적이며, 유리를 그 성분에 따라 정해진 일정한 온도에 놓고 적당한 시간을 유지시킨 다음 비교적 완만하게 냉각시키는 시설이다.

시멘트 제조공정의 쿨러는 소성로(rotary kiln)에서 소성된 클링커에 필요한 성분의 조성을 액상(液相)속에 남겨서 순결성(純潔性)을 경감하거나 혹은 결정성(結晶性) 산화마그네슘의 생성을

방지하여 클링커의 악성팽창을 미연에 방지하는 등 시멘트 품질을 안정시키거나 클링커가 지니고 있는 고열(高熱)을 회수하기 위하여 또는 시멘트만의 분쇄효율을 높이기 위하여 사용된다.

## 5.8 석면 및 암면제품 제조시설의 권취 시설

권취는 섬유 제조시설의 방적(紡績) 공정이나 방사(紡絲) 공정에서 실을 제직(製織) 준비공정에 거는 최초의 기계로서 실을 적당한 모양으로 되감는 시설을 말하나, 여기서는 주로 암면 및 석면제품 제조에 사용되는 시설을 말한다.

## 5.9 석면 및 암면제품 제조시설의 압착(壓着)시설

레버, 나사, 수압 등을 이용하여 금형(金型) 등에 재료를 강압(強壓)하여 일정한 형태나 모양으로 성형하는 기기를 총칭하여 말하나 여기서는 성형시설을 제외한 일반적인 압착시설 즉, 재료와 원료의 접착성(接着性)을 높이고 잘 굳게 하거나 재료입자간의 밀도(密度)를 높여 재료속의 공극을 최대한 축소시키는 단순압착시설(presser)을 말한다. 수동식은 핸드프레스, 편심프레스 등이 있고, 동력식에는 수압식, 유압식, 기계식 프레스 등이 있다.

## 5.10 석면 및 암면제품 제조시설의 탈판시설

금형(金型)이나 형틀에 압착된 재료를 금형이나 형틀로부터 떼어내는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 석면 및 암면제품 제조시설의 탈판·분리시설이 있다.

## 5.11 석면 및 암면제품 제조시설의 방사(紡絲)시설 및 집면(集綿)시설

방사 시설은 합성섬유나 화학섬유를 제조할 때 방사액(紡絲液)을 다수의 극소구멍이 있는 방사베이스에서 압력을 가하여 밀어내어 실을 제조하는 시설을 말하나, 여기서는 주로 석면(石綿) 및 암면(巖綿) 제조 시 제직공정(製織工程)에 사용되는 각종 기계를 총칭하여 말한다.

방사 시설은 크게 나누어 습식 방사기, 건식 방사기, 용융 방사기가 있다. 습식 방사기는 방사할 때 비스코스레이온과 같이 방사액을 베이스에서 응고욕(산욕) 중에 토출시켜 고체의

고분자(高分子) 섬유를 제조하는 방식의 기계로써 비닐론 등도 이 방식으로 제조된다. 건식 방사기는 섬유의 원료가 되는 고분자재료 예를 들면 펄프 등과 같은 물질을 적당한 용매(溶媒)에 녹여 방사실에서 기체 중에 토출(吐出)시키면 이 용매가 증발하여 고분자의 섬유가 제조되는 시설을 말한다.

용융 방사기는 합성섬유의 대부분을 차지하는 방사시설로서 이것은 합성된 원료의 polymer를 가열 용융하여 노즐에서 밀어내고 이를 냉각하여 고체(古體)로 한 다음 그것을 늘여서 목적으로 하는 실을 만드는 기계이다. 석면(石綿) 및 암면(巖綿) 제조 시 대부분이 용융방사방법을 채택하고 있으며, 이것은 원심력을 이용한 Spinner Wheel을 고속으로 회전시키면서 석면(석면) 또는 암면(암면)의 용융물(원료)를 낙하시키면 용융물은 spinner wheel의 회전에 의해 생기는 공기(空氣)에 의해 대기(大氣) 중으로 부상하게 된다. 이때 spinner wheel의 주위에 설치된 미세한 노즐을 통해 섬유간의 접착을 위한 접착제로서 페놀수지 및 착색제 등을 동시에 분사시키는데 이러한 시설 등을 총칭하여 말한다.

집면 시설은 하부에 설치된 팬(fan)을 사용하여 공기를 흡인(吸引)시키면서 그 흡인력(吸引力)에 의해 대기 중에 부상하고 있는 석면 또는 암면을 하부의 바닥으로 모으는 시설을 말한다.

### 5.12 석면 및 암면제품 제조시설의 절단 시설

석면 및 암면제품을 제품 특성에 맞게끔 일정한 형태나 규격으로 자르는 시설을 말한다.

### 5.13 가열·건조 시설

아스콘 제조시설에서는 골재 속에 함유되어 있을 수 있는 수분을 제거하고, 아스팔트와의 혼합을 용이하게 하기 위하여 일정한 온도로 가열하는 설비로서 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 5.14 선별 시설

연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 5.15 분쇄(粉碎)시설

원료인 고체를 쉽게 가공처리 할 수 있게 하기 위하여 고체분자간의 결합력을 끊어 주는 작업을 하는 시설로서 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

분쇄시설은 크게 분류하여 파쇄기(crusher), 분말기(grinder), 초미분말기(ultrafinegrinder) 등으로 분류되며, 분쇄물의 요구되는 입경(粒經)에 따라 파쇄기는 다시 조쇄기, 미세기로 구분되며, 분말기는 중간분쇄기, 미분말기 등으로 분류된다. 분쇄물에 함유된 수분은 분쇄에 중요한 영향을 미치게 되는데, 특히 분쇄물의 압축강도에만 영향을 주는 것뿐만 아니라 분쇄물의 점결성(粘結性)과 유동성(流動性)에도 영향을 줌으로 수분함량에 따라 습식분쇄 또는 건식분쇄방법이 선택된다.

여기서 습식분쇄시설이라 함은 원료중에 분쇄물과 결합되지 않은 수분이 15% 이상인 경우와 당해 작업을 수용액 중에서 행하는 경우로서 대기오염물질 발생이 거의 되지 않는 수준의 시설을 말한다.



대기오염물질배출시설

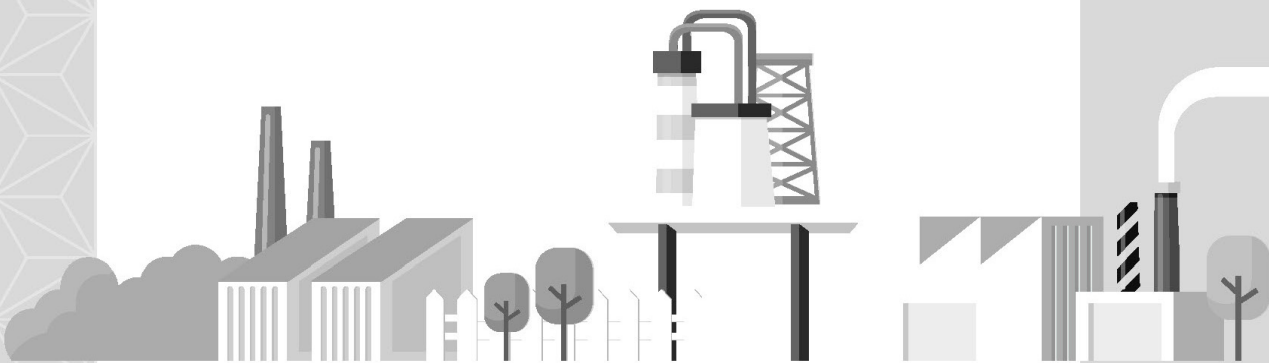
# 해설집

—

## IX

### 1차 금속 제조시설

—





## IX 1차 금속 제조시설

### 1 1차 철강 제조시설

#### 1.1 개요

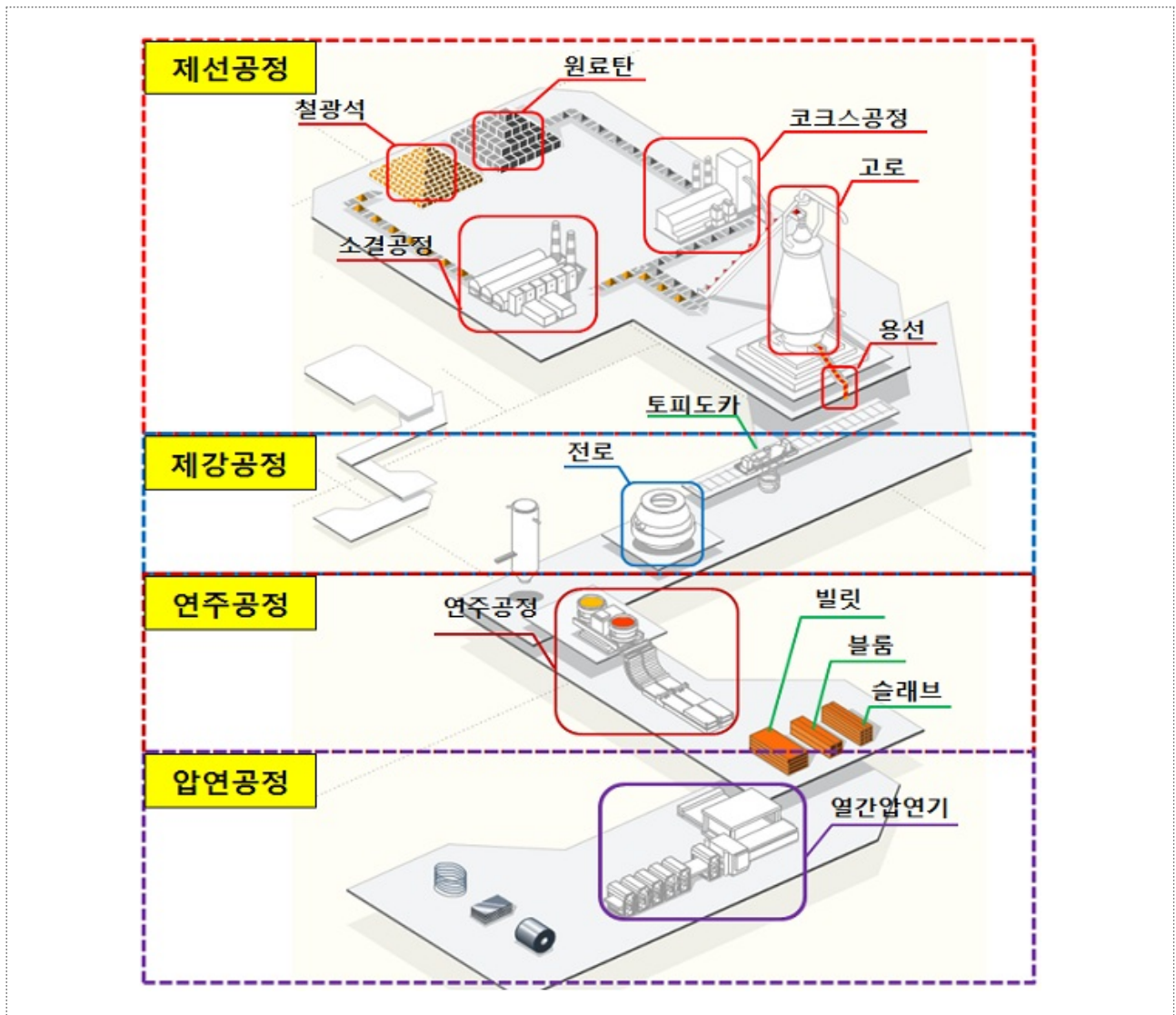
철 혹은 철강이라고 불리우는 금속은 대부분 성분이 철이고, 그 밖에 탄소(C), 규소(Si), 망간(Mn), 인(P), 유황(S), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 등 여러 가지 금속의 합금으로 구성되어 있다. 철광석을 원료로 철을 만드는 과정을 제철이라 한다. 일반적으로 2.0% 이상의 탄소를 함유한 철은 주철(cast iron)이라 하고, 2.0% 이하로 함유한 것을 강철(steel)이라 한다. 철과 함께 철강의 성질을 가장 크게 좌우하는 것은 통상 0.01~0.7% 정도 함유된 탄소의 양인데, 탄소의 함량이 적을수록 연하고 늘어나기 쉬우며, 탄소량이 증가할수록 강도나 경도는 증가하지만 탄력성과 신장률은 감소한다.

고로(용광로)에서는 철광석, 석회석, 유연탄을 예비 처리한 코크스 등 세 가지 물질이 순차적으로 층을 이루어 노 꼭대기로부터 장입하고, 불필요한 성분인 실리카 등은 석회석이 열분해해서 생기는 산화칼슘과 결합하여 슬래그(광재, slug)가 되어 노 바닥으로 흘러내린다. 불순물은 환원반응으로 제거한 철은 차례로 탄소를 흡수하여, 탄소 4% 전·후의 선철(pig iron)이 되며, 고로 하부에 있는 용탕풀(고온대)에 괴이게 된다. 용탕풀에 괴인 슬래그는 용탕풀에 설치된 출선구를 통해 선철과 슬래그를 유출시키고, 선철은 쇳물목(ladle)에 모아 제강용 용선으로 사용하거나, 주형에 주입하여 괴상을 만드는 데 이것을 냉선이라고 한다.

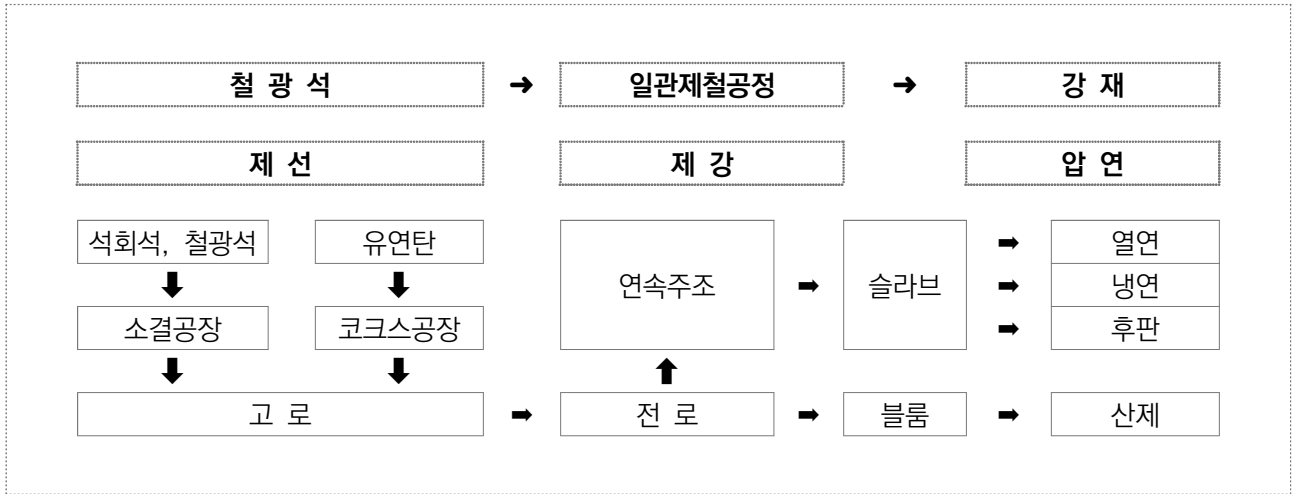
한편, 슬래그는 슬래그시멘트(slag cement)의 원료가 되거나 슬래그 울(slag wool)의 원료로 사용된다. 이와 같이 오늘날에는 고로에서 일단 선철을 만들고, 다시 제강로에 의해 강을 만드는 간접제강법이 일반적이거나, 과거에는 화력과 기술이 오늘날 같지 않아 환원온도가 낮기 때문에 탄소성분은 적고 슬래그가 많이 함유된 강을 생산하는 직접제강법이었다.

철의 제련은 제선, 제강, 압연의 3요소로 이루어지며, 이와 같은 조업 형태를 일관하여 제철공정이라 한다. 철강제련공정은 철의 원료에 물리화학적 조작을 가하여 여러 가지 형태의 철제품의 소재인 조강편을 제조하는 공정이다. 철에만 국한하지 않고 광석을 주원료로 하는 치금공정에는 일반적으로 구분하여 3가지 공정으로 나누어진다. 제1공정은 철광석으로부터

다양한 철강 제품을 제작하기 위해 원재료인 철광석을 녹여 용선을 제작하는 제선과정, 제2공정은 제련과정에서 필연적으로 조금속 중에 둘러 쌓인 공존원소를 제거하여 순수한 상태의 목적금속을 얻는 제강과정, 제3공정은 얻어진 금속의 성분을 조절하는 마감 정련과 제강공정으로부터 만들어진 용강을 가공하여 최종 제품을 만들어내는 압연공정이 있다. 이와 같이 제선, 제강, 압연공정을 모두 갖춘 사업장을 일컬어 일관제철소라 말하며, 이러한 일관제철소를 제철업이라 한다.



〈 일관제철소의 전체공정 〉

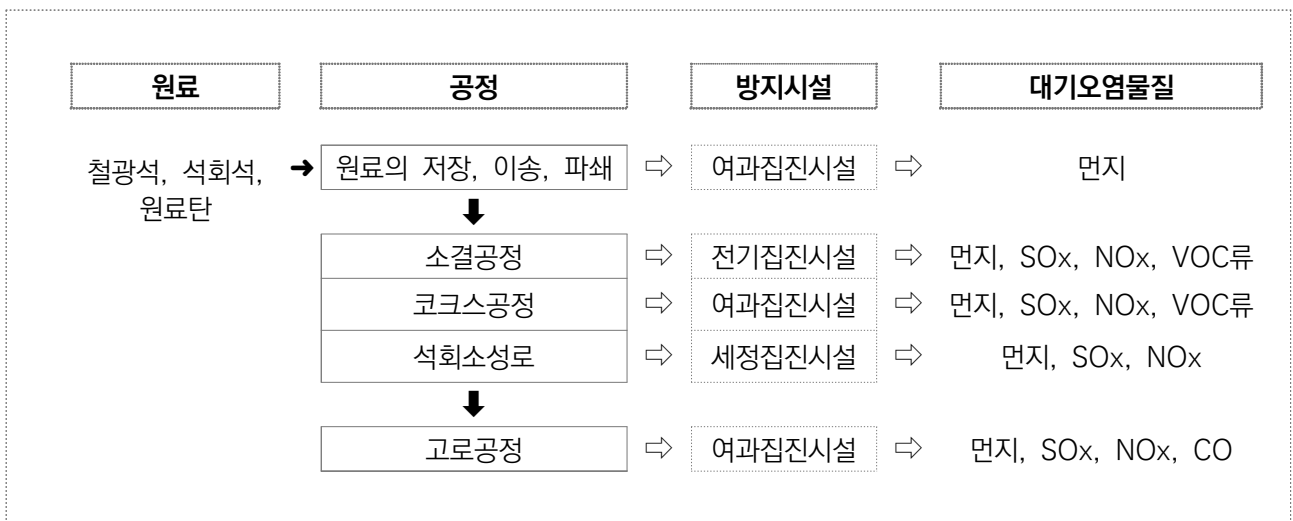


〈 철강제품 제조공정 〉

1.2 제조공정

1.2.1 제선 공정

자연계에 존재하는 철은 이온화 경향이 커 쉽게 산화가 이루어져 안정 상태인 철광석( $Fe_2O_3$ )으로서 존재한다. 이러한 철광석으로부터 철을 얻기 위해서는 고온의 열처리를 통하여 철광석에서 산소를 제거(탈산과정)하여야 한다. 이러한 탈산과정을 제선(Iron making)이라 하며, 제선을 위한 시설을 갖춘 공정을 제선공정이라 한다. 제선공정은 철광석을 가열하여 용선을 얻어내는 과정인 만큼 원료인 철광석을 소결하는 소결공정과, 탈산을 위한 에너지원(보통 석탄 및 유연탄을 사용)을 다듬는 코크스공정으로 세분화할 수 있다.



〈 제선공정 〉

① 원료 공정

- a. 철광석 : 철광석은 주로 외국에서 해상으로 수송하기 때문에 해안에 부두 하역설비 가 필요하다. 이들 원료를 하역하여 원료 하역장에 저장된다.
- b. 석회석(보충)
- c. 유연탄 : 유연탄은 원료탄으로서의 역할은 다음 3가지로 요약될 수 있다.

㉠ 환원제의 역할

철광석 내의 산화철은 환원 과정을 거쳐야 철로 생산되므로 유연탄으로 코크스를 만들어 환원제로 사용한다.

- 직접환원반응:  $FeO + C \Rightarrow Fe + CO$
- 간접환원반응:  $FeO + CO \Rightarrow Fe + CO_2$

㉡ 열원으로서의 역할

코크스가 송풍기로부터 공급된 공기 중의 산소를 이용하여 연소하면서 내는 연소열을 이용하여 철광석의 용융 및 환원에 필요한 열량 공급한다.

㉢ 통기성 및 통액성 확보

통기성은 철광석이 용융되기 전 고로 상부의 덩어리 상태에서 코크스의 크기는 철광석보다 크므로 고로 내부 가스 흐름의 균일화와 원활함을 좌우하는 중요한 인자이며, 이 코크스의 입도와 강도에 의해서 고로의 안정적인 조업에 영향을 미친다. 통액성은 고로 하부에서 장입물은 용융돼 액체 상태로 존재하게 되고 코크스만이 고체 상태로 존재하므로 쇳물과 슬래그가 원활하게 노상으로 떨어질 수 있는 공간을 확보하는 역할을 한다.

② 코크스 공정

코크스공정은 가루 상태의 석탄, 유연탄 등(원료탄)을 고로에 투입하기 전 코크스 오븐이라 부르는 로에 넣어 약 1,000~1,300℃의 고온으로 가열하여 일정크기의 코크스광을 만드는데 그 목적이 있다. 코크스광은 철광석으로부터 산소를 제거하기 위한 열원으로서 사용되고, 원료탄을 코크스광으로 만드는 이유는 소결광과 마찬가지로 로 내의 가스 통풍을 원활하게 하기 위함이다.



〈 코크스오븐 〉

### [코크스 제조 공정]

코크스는 석탄의 파괴 증류법으로 무산소 상태의 코크스 오븐 안에 일어난다. 각 오븐에는 코크스 제조, 가열 그리고 재생 등을 위한 3개의 챔버(chamber)가 있다. 각각의 코크스 오븐은 발생가스의 일관성을 지키기 위하여 각 오븐의 운영시간을 간헐적으로 운영한다. 벽체의 온도는 1,100℃ 이상 유지하고, 내부 최고 온도는 1,100~1,500℃ 정도이다. 투입구는 투입 후에 닫히고 진흙 같은 물질로 밀봉된다. 제조시간은 12~20시간 정도 소요된다. 이 과정에서 VOC와 코크스는 완전 분리 된다.

코크스 오븐의 1차 목적은 철강공업을 위해 질 좋은 코크스의 생산이다. 석탄의 약 35% 정도가 코크스로 회수된다. 질 좋은 코크스를 생산하기 위해 고온의 탄화 과정을 거치는데 약 900℃ 정도에서 주로 기체로 화학 변화를 일으킨다.

고열 탄화 과정에서 생기는 기체 제품은 수소, 메탄, 에틸렌, 일산화탄소, 이산화탄소, 황화수소, 암모니아, 및 질소로 이루어져 있다. 액체 제품은 물, 타르, 및 조경유를 포함한다. 코크스로 만드는 과정에서 석탄의 톤 당 코크 오븐 가스(COG)가 대략 338,000L 발생한다. 이 정제 되지 않은 가스는 수증기, 타르, 경질유, 고체 입자상물질, 고분자 탄화수소 및 복잡한 탄소 화합물을 포함한다. 정제 코크 오븐 가스를 얻기 위하여 응축 가능한 물질은 배기가스에서 제거된다. 코크스 오븐 가스는 약한 암모니아를 분무함으로서 타르 그리고 암모니아를 응축하여 정제된다. 모여진 석탄 타르는 저장 탱크나, 타르 증류기, 또는 연료로 이용한다. 잔여 가스는 콘덴서를 통해서 냉각되고 잔여 가스는 탈기장치에 의해 압축된다. 잔여 석탄 타르는 전기 집진 장치 또는 금속 표면 충돌(임핀저)에 의하여 제거 된다. 가스는 아직도 원래 암모니아의 75% 및 원래 경질유의

95%를 포함한다. 암모니아는 5~10%의 황산을 사용하는 포화기에서 황산과 암모니아가 반응하여 황산암모늄으로 결정화되어 제거된다.

가스 중의 경질유는 흡수탑에서 물과 "straw oil(밀짚 기름)"을 섞은 흡수제로 제거된다. 최종 정제과정은 가스에서 황화수소의 제거이다. 황화수소는 에탄올아민의 용액을 포함하는 흡수탑으로 제거한다. 정제된 COG(코크스 오븐 가스)는 코크스 오븐 연료, 다른 공정의 연소가스로 이용되거나 판매된다.

코크스 공정을 살펴보면 야적장에 적치된 원료탄은 컨베이어벨트를 통해 코크스공정의 콜빈으로 이송된 후 장입장치를 통해 코크스오븐으로 보내어진다. 코크스 오븐에 장입된 원료탄은 약 1,200℃의 고온상태에서 코크스광이 되고, 코크스오븐으로부터 이 코크스광을 고로로 이송한다.



※ 콜빈 : 원료탄을 저장해 두고 필요에 따라서 하부의 게이트를 열어 중력에 의하여 원료탄을 배출하는 저장고

### ③ 소결 공정

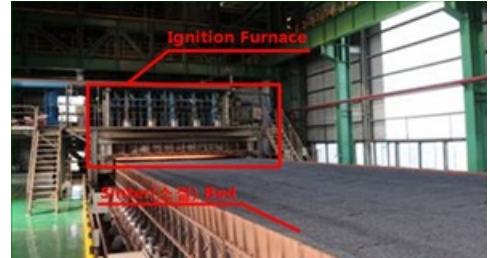
소결이란 분말 성형체(powder compact)를 가열에 의해 조립화(coarening) 또는 치밀화(densification)를 이루는 과정을 말한다.

철광석은 보통 30~70%의 철분을 함유한 광석을 의미한다. 좋은 철광석은 철분의 함량이 높고, 황, 인, 동과 같은 유해 성분이 적으며 크기가 일정한 것을 말한다. 이와 같은 이상적인 철광석은 흔치 않으며 원산지에 따라 품질, 성분, 형상이 각기 다르다. 따라서 고로에 투입하기 전에 철광석 가루를 일정한 크기로 만드는 과정이 필요한데 이를 소결공정이라 한다. 철광석은 고로에 넣기 전에 10~30mm 크기로 파쇄하고, 분광석은 소결고로 보내어져 6~50mm의 소결광으로 만든다. 미분광은 조립기와 소성로에서 처리하여 10~30mm의 펠렛으로 만든다.



제철소에서 소결공정이 필요한 이유는 분체상의 철광석을 소결하여 소결광으로 만들어 고로(용광로)에 장입하기 위함이다. 이처럼 소결광으로서 고로에 장입하는 이유는 고로 내 통풍성의 확보와 고로 하단으로부터 주입되는 고온의 바람에 의한 비산먼지의 발생을 최소화하기 위함이다.

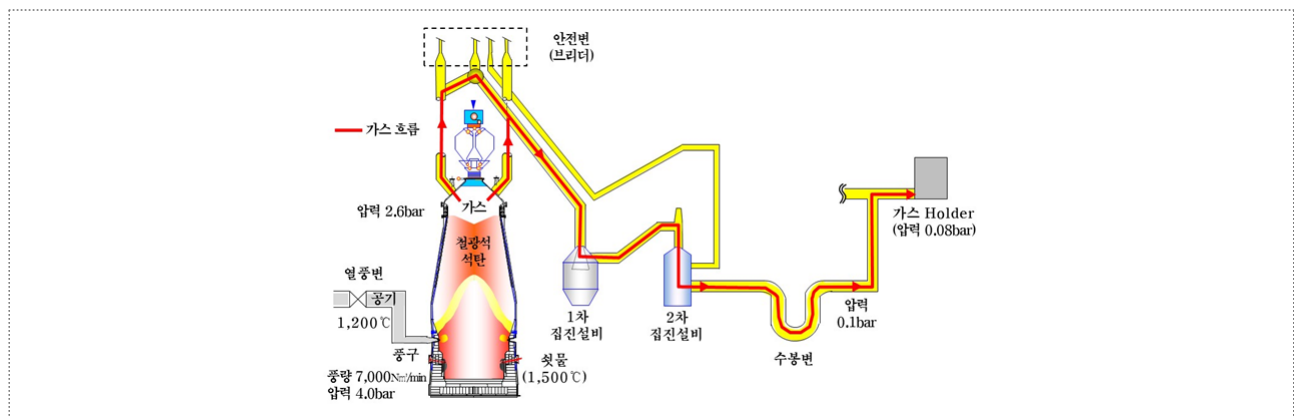
소결공정은 최초 투입호퍼로부터 철광석이 소결베드에 주입되면 Ignition Furnace를 열원으로 하여 소결이 이루어진다. 소결된 소결광은 배광부에서 낙하하여 쿨링시스템을 통해 냉각되어진 후 고로로 투입된다.



〈 철광석이 소결되는 모습 〉

#### ④ 고로 공정

고로란 '키가 큰 용광로'란 뜻으로서 고로의 외부는 철로 내부는 특수 내화물로 축조되어 있다. 고로(높이 약 100m)의 상부를 통하여 철광석, 소결광, 코크스가 투입되고 하부에서 고온의 열풍(약 1,200℃)을 불어 넣어 코크스를 연소 시킨다. 이때 코크스가 연소되며 발생하는 일산화탄소가 철광석과 환원반응을 일으키면서 쇳물이 생산된다. 코크스가 연소하면서 높은 온도가 형성되어 고로 내에 투입된 원료가 녹으면서 환원해서 쇳물이 되며, 높은 비중에 의해 고로(용선로) 하부로 가라앉고 불순물(Slag)은 상부로 뜨게 된다. 고로가스는 상부로 배출되고 쇳물 및 슬래그는 순차적으로 하부로 배출된다. 고로에서는 기체-액체-고체 상이 공존하며, 상변화, 열전달, 물질이동이 동시에 일어난다. 고로에 장입된 철광석은 장입 이후 쇳물로(약 1,500℃) 나오는데 소요되는 시간은 5~6 시간 정도가 된다. 이때 생산된 쇳물은 탄소 및 유황 등의 불순물이 포함되어 있다. 이 쇳물을 용선이라 한다. 배출된 용선과 슬래그는 스킴머(skimmer)에 의해 분리되며, 분리된 용선은 '토펬도카'라 불리는 어뢰 모양의 용선 운반차에 옮겨져 제강공장으로 보내어진다.



〈 제철소 고로 및 발생가스의 흐름 〉



### 1.2.2 제강 공정

고로에서 생산된 쇳물(용선)은 탄소의 함량이 높고 인(P), 황(S)과 같은 불순물이 포함되어 있어 경도가 높고 가공 실용성이 없다. 이러한 용선을 강(steel)으로 제조하기 위하여 탄소량과 불순물을 줄이고 강도를 높이기 위해 다시 정련하는 과정을 거치게 되며 이를 위해 용선을 전로(converter)에 넣는다. 고철과 용선, 그리고 산화제를 제강로에 넣고 용융시켜 쇳물에 포함된 불순물인 탄소, 인, 황 등을 제거하고 탄소의 함량을 용도에 적합하게 조절하여 강으로 만든다. 전로는 보통 용량이 300ton 정도의 규모로 고철과 용선을 넣은 후 고압의 순수 산소를 불어 넣는다. 이 과정에서 철의 불순물은 제거되고 용강이 된다.

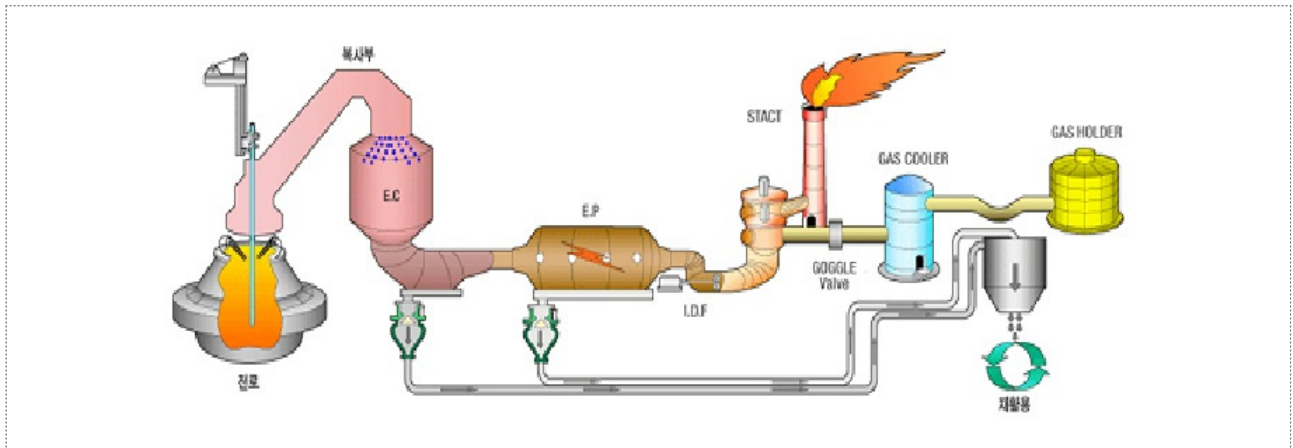
일관제철소의 제강공정은 제강업의 공정과 사용하는 로의 타입(제철소의 로는 전로를 사용하고, 제강소의 로는 전기로를 사용한다)이 다를 뿐 모든 공정은 동일하다. 이 제강공정을 시작점으로 하는 업종을 제강업이라 한다.

#### [전로(converter) 제강 공정]

제철업 제강공정의 전로는 용선을 주원료로 하며, 고철은 전로 장입량의 10~30% 정도로 강의 성분을 조절할 목적으로 사용된다. 주원료에 이미 열에너지를 포함하고 있기 때문에 따로 열에너지를 공급할 필요는 없지만, 빠른 공정을 요구한다.

전로 제강공정은 전로를 회전시켜 고철과 용선을 장입한 후, 부원료를 투입하고 산소를 분사시켜 취련한다. 산소 취련 중 발생하는 대부분의 일산화탄소는 배가스처리 설비에 의하여 집진처리 후 회수되어 제철소내의 연료로 사용된다. 일반적으로 조업시간은 15~18분 정도이며, 취련이 완료되면 측온, 측산, 시료채취를 한다. 적정온도와 성분으로 조업이 되면 출강시

탈산재와 합금철 등을 투입하여 성분을 조정한다. 출강된 용강은 2차 정련 설비로 보내져 성분과 온도를 미세하게 조정하거나 개재물의 저감, 탈황, 온도상승 및 탈가스를 한다. 제강로에서 생산된 용강은 조괴작업으로 강괴를 만들거나, 연속 주조하여 강편(빌릿·슬래브·블룸)을 만들어서 압연공장에 보내진다.



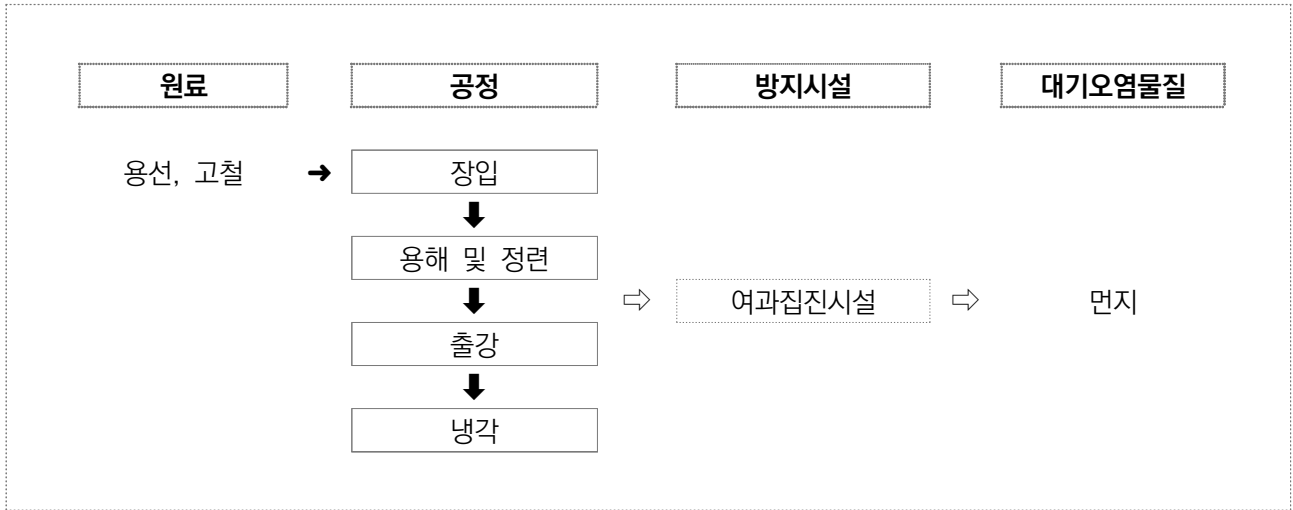
〈 전로 제강공정 〉

### [전기로(electric arc furnace) 제강 공정]

전기로는 전열을 이용하여 강을 제조하는 노(爐)로서, 전기양도체인 전극에 전류를 통하여 고철과의 사이에 발생하는 아크(arc)열에 의하여 고철을 녹이는 아크로와 도가니의 주위를 감은 코일에 전열을 통해서 유도전류에 의한 저항열로 정련하는 유도로의 두 가지 방식이 있다. 따라서 전기로는 제강시, 특히 고철 용해시 막대한 전력이 소요된다는 것이 특징이다. 이에 따라 전기로 공장 내에는 고전압 수전설비가 필수적으로 설치되어 있다.

유도로는 노의 용량이 10ton 미만의 소규모이므로 내열강, 고속도강 등의 고급 특수강이나 주물을 제조하는데 사용되고 있으며, 사용하는 전류의 주파수에 따라 고주파유도로와 저주파유도로로 구분한다. 그러나 아크로만큼 일반화되어 있지 않기 때문에 대체로 전기로라고 할 때에는 아크로를 지칭한다.

전기로의 조업은 고철과 선철의 장입으로부터 시작된다. 전기로의 뚜껑이 열리고 기중기가 고철로 채워진 바켓의 하부를 열고 고철을 전기로에 투입한다. 투입한후 뚜껑을 닫고 용융하기 시작하는데 이때 불순물은 슬래그로 제거된다. 슬래그 거품을 생성하기 위하여 생석회와 산소를 첨가하기도 한다. 출탕한 용융철은 강괴 또는 일부는 주물로 사용된다.



〈 제강공정(전로 및 전기로) 〉

전기로에서 용해된 쇳물은 커다란 그릇에 담겨 옮겨지며, 이러한 그릇을 ladle라고 한다. 이 그릇에 담긴 쇳물은 LF(ladle furnace)라는 설비에 옮겨진다. 이 설비는 쇳물의 화학성분을 고객의 요구에 맞게 더욱 세밀하게 조절해주며, 불순원소(유황, 가스)를 제거하여(정련) 고순도의 쇳물을 생산하기 위한 것이다.

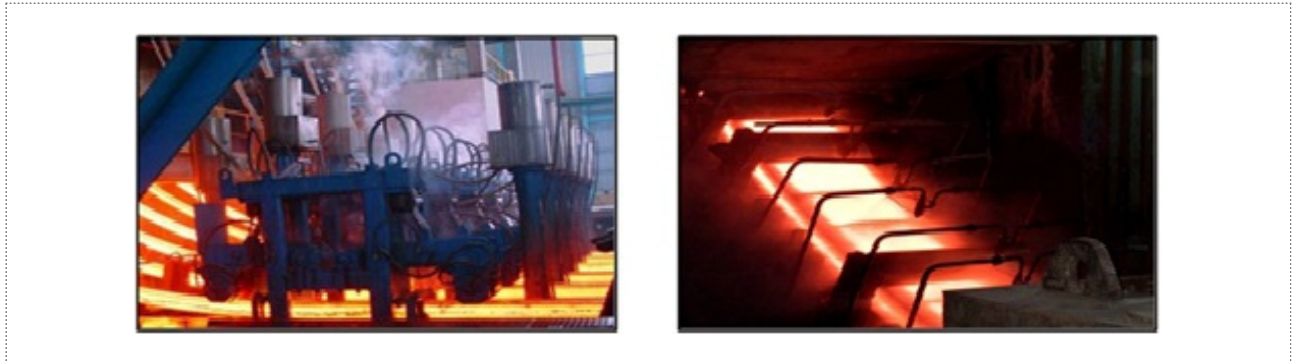
전기로를 사용하는 제강 업체는 제강공정에 철스크랩을 녹이는 조업 이외의 다른 공정이 더 포함되어 있는데 이를 정련 공정이라고 한다. 제강업의 정련 공정은 일관제철소의 제강공정과 동일하게 쇳물의 불순물과 성분비를 맞추는 공정이며, 이 정련 공정이 이루어지는 로를 정련로라 한다. 정련로에 투입하는 부재료에는 일반적으로 가탄재, 석회석, 생석회, 형석 등이 있고, 이 부재료는 각각 쇳물의 불순물과 성분비를 맞추기 위해 그 비율을 조절한다.

1.2.3 연주공정(continuous casting)

쇳물을 모양이 있는 틀 안에 넣고 물로 냉각시키면서 고체를 만드는 과정으로 이 과정에서 빌릿, 블룸, 빔 블랭크 등이 생산되는데 빌릿은 철근과 작은 사이즈의 형강, 블룸은 중·대형 형강, 빔 블랭크는 H빔의 소재가 된다.

연주공정이란 제강공정으로부터 만들어진 용강(순수한 철의 쇳물)을 연속 주조기(CCM, Continuous Casting Machine)라 불리는 틀에 주입하여 연속적으로 여러 가지 모양의 중간 소재를 만드는 과정을 말한다. 중간 소재란 연속 주조기의 주형에 따라 단면이 직사각형인 굵은

막대 모양의 블룸(Bloom), 두꺼운 널빤지 모양의 슬래브(Slab), 단면이 정사각형인 긴 막대 모양의 빌릿(Billet) 등으로 구분할 수 있다. 일관제철소와 제강업은 주로 이러한 연주공정 설비를 갖추고 있지만 일관제철소나 제강업에서 만들어진 블룸, 슬래브, 빌릿을 구매하여 최종적으로 목적인 제품을 생산해내는 사업장도 있다. 이러한 연주공정으로부터 만들어진 중간 소재를 가공하는 공정을 압연공정이라 한다.



〈 연주공정의 연속주조기 〉

#### 1.2.4 압연공정(강편압연기, 후판압연기, 열간 압연기, 소둔, 아연도금)

압연이란 연속 주조 공정에서 생산된 슬래브, 블룸, 빌릿 등을 회전하는 여러 개의 롤 사이를 통과시켜 연속적인 힘을 가함으로써 늘리거나 얇게 만들어 사용 목적에 맞게 다양한 철강제품인 열연제품, 냉연제품, 도금제품, 전기 강판, 후판제품, 선재제품, 스테인리스 제품 만드는 일련의 과정을 말한다. 압연 공정을 통해 만들어지는 최종 제품은 사업장별로 무수히 다른 종류가 있으며, 그 공정 또한 더 다양화·세분화 되는 추세에 있다. 이 압연공정과 연주공정을 시작점으로 하는 업종을 철강 압연, 압출 및 연신 제품제조업이라 한다.

연속주조 공정에서 생산된 슬래브, 블룸, 빌릿 등을 압연하기 적당한 온도인 1,100~1,300℃로 가열한 후 회전하는 여러 개의 롤(roll) 사이를 통과시켜 연속 힘을 가함으로써 늘리거나 얇게 만드는 과정을 말한다. 이 압연과정에서 크게 열간압연과 냉간압연의 두 가지 방법으로 나눈다.

열연 강판은 자동차, 건설, 조선, 파이프, 산업기계 등, 산업 전반에 중요한 소재로 사용되고 있다. 열간 압연공정을 거쳐 생산된 열연 제품은 그대로 판매되기도 하고, 일부는 냉연공장에서 가공돼 다양한 제품이 생산된다. 이 공정에는 두꺼운 철판을 만든 후판공정, 긴 철선을 만드는 선재 공정도 포함되어 있다. 가열로에서는 반제품을 늘리고 모양을 만들어 제품화하기 위해서는 열을 가해 주어야 한다. 압연을 위한 반제품의 적정온도는 약 1,200℃ 정도이며, 이때 대장간의



화로와 같은 역할을 하는 것이 가열로이다.

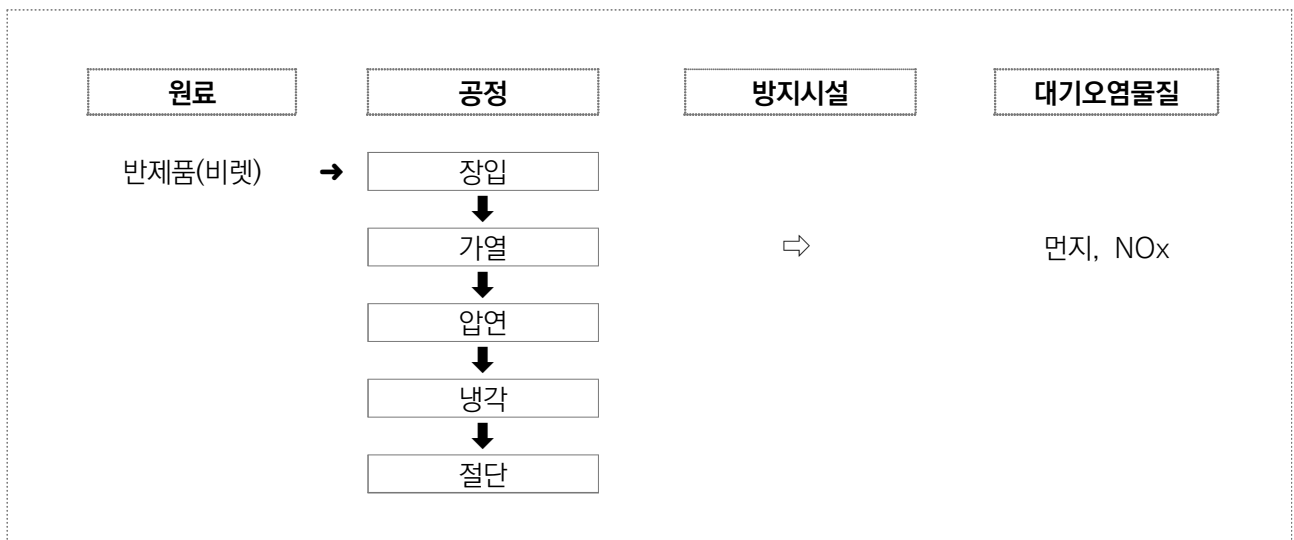
조압연은 대장간에서 낫을 만들때 뜨거운 불에 달구어진 쇠를 두드리는 과정이다. 이는 쇠를 다져지게 하고, 모양을 만들어가는 과정이다. 사상압연은 조압연을 통과한 반제품을 사상압연기의 여러개 롤을 통과하면서 더욱 정교한 제품으로 가공된다.

소둔은 냉간압연을 거치면 강판의 경도가 높아지고 가공성이 떨어지게 된다. 이러한 문제는 냉연 강판을 600~850℃로 가열하고 일정시간 유지시켜서 부드럽게 만들어 주는 소둔공정을 통해 해결할 수 있다. 소둔 공정에는 소량생산에 적합한 상자식 소둔법과 대량생산에 적합한 연속식 소둔법이 있다.

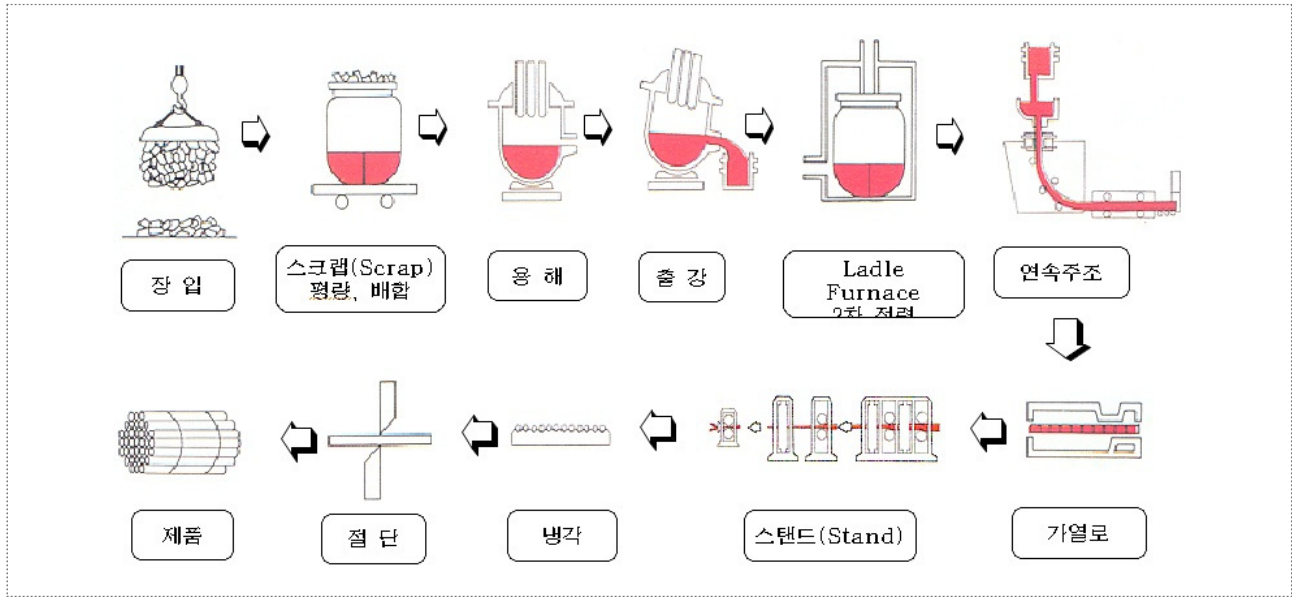
냉각상은 생산된 제품을 식혀주는 단계이다. 이 단계에서 제품에 흠집이 생기거나 이 물질이 묻으면 제품의 완성도가 크게 떨어진다. 교정기는 냉각된 제품의 평탄도와 직진도를 향상시키기 위한 설비이다. 절단기는 수요자가 요구하는 치수 대로 제품을 절단해 주는 설비이다.



〈 포항제철 압연공정 〉



〈 압연공정(가열로) 〉



〈 전기로 제강공정 및 압연공정 〉

### 1.2.5 파이넥스(FINEX) 공정

파이넥스 공정은 기존 고로공법과는 달리 소결, 코크스공정을 거치지 않고 산소와 결합된 철광석에서 철 성분만 분리해 내는 환원과정을 미리 거쳐 철광석과 석탄 덩어리를 만들지 않는 제철기술을 말한다.

기존 용광로(고로)는 철광석을 녹일 때는 철광석과 석탄을 함께 넣고 엄청난 열기를 불어넣어 주는데 이때 석탄이 타는 열에 의해 1,500~1,600℃에서 철광석이 녹아서 용선(쇳물)이 된다. 그러나 가루로 된 철광석과 석탄을 함께 넣으면 철광석과 석탄이 딱 밀집돼 녹기 어렵다. 이러한 문제로 인해 철광석은 찌서 소결광이란 덩어리로 만들고 석탄은 구워서 코크스라는 덩어리로 만든다. 덩어리가 된 철광석과 코크스를 넣으면 둘 사이 공간이 많아 철광석이 잘 녹게 된다. 따라서 덩어리 형태의 철광석과 유연탄을 용광로에서 녹기 쉽도록 철광석에서 산소를 떼어내고 녹이는 작업이 원활히 이루어지도록 철광석과 석탄을 덩어리 형태로 만드는 사전가공절차를 거쳐야 한다.

#### ① 유동로(유동환원로)

환원반응으로 가루형태의 철광석에 포함하고 있는 산소를 떼어내어 철 성분을 분리해 내는 작업이 이루어지고 낮은 압력으로 일정한 크기로 짝어낸 철 덩어리인 열간압축철(HCI, hot compacted iron)이 제조될 수 있도록 하는 공정이다.

② 성형탄

유연탄(분탄)을 덩어리로 만드는 공정이다.

③ 용융로







쇳물을 만들기 위해 성형철을 녹이고 불순물을 제거하는 공정이다.

원료	공정	방지시설	대기오염물질
철광석(분광)	→ 유동로	⇨ 여과집진시설 원심력집진시설 세정집진시설	⇨ 먼지
유연탄(분탄)	→ 성형탄	⇨ 여과집진시설 원심력집진시설	⇨ 먼지
	↓ 용융로	⇨ 여과집진시설 원심력집진시설	⇨ 먼지



< 파이넥스 제조공정 >



	
<p>전기로</p>	<p>탈사시설</p>
	
<p>선별시설</p>	<p>가열로</p>
	
<p>소둔로</p>	<p>철근가열로</p>
	
<p>산처리시설</p>	<p>알칼리처리시설</p>

〈 1차 금속 제조시설 〉

## 2

## 1차 비철금속 제조시설

## 2.1 개요

비철금속이란 철을 제외한 100여종에 달하는 금속류를 지칭하며, 비중이나 금속의 성질에 따라서 동, 연, 아연, 주석, 니켈 등의 중금속과 알루미늄, 마그네슘, 티타늄 등의 경금속, 금, 은 등의 황금속 및 방사성금속, 희유금속, 신금속으로 구분된다. 비철금속은 기계, 항공, 자동차 산업의 경량화와 금속의 성질을 이용하는 전자, 전기, 화학산업분야 등에 주로 사용되어지며, 세계적으로 소비량이 많은 것은 동, 연, 아연, 알루미늄, 주석, 니켈 등의 6대 금속과 황금속과 희유금속 중 텅스텐, 몰리브덴 등이다.

구리, 납과 아연은 주로 황화물의 형태로 존재하며, 노천 광산이나 지하 심부에서 채굴작업으로 채취한다. 채취된 광석체 내의 광물들의 농도는 매우 낮다. 예를 들어 구리(Cu)의 경우 광석 내 함량은 약 0.5~2% 정도이다. 전 세계적으로 Cu의 약 90% 정도가 황화석으로 산출된다. 주된 불순물은 철(Fe)이며 소량의 니켈(Ni), 금(Au), 은(Ag) 등이 포함되어 있고 미량의 아연(Zn), 납(Pb), 비소(As) 등이 포함되어 있다.

제련 및 정련이란 원광석으로부터 조금속을 추출하는 것으로 이를 1차 용련한다. 광석을 포함하는 많은 양의 암석을 파쇄 선별하여 얻어지는 정광을 배소, 용해, 환원 등의 건식제련공정을 거치면서 순도를 향상시켜간다. 광석의 제련 및 정련 작업은 드로스(광재 : 용융 제련시 용탕 위로 떠오르는 불순물)를 회수하더라도, 회수 가능한 물질의 비율이 적은 반면, 유황의 산화물, 증기, 먼지와 입자상 물질의 대기로 배출되는 비중이 매우 크다. 특히 이중 황산화물의 배출을 제어하고자 각 공정의 후단에 황산 제조시설을 설치하여 일부를 다시 회수하고 있다.

## 2.2 제조공정

## 2.2.1 전기동 제조공정

## ① 건조

동정광(Cu 2%) 내의 수분을 제거하기 위한 공정이다.

## ② 제련

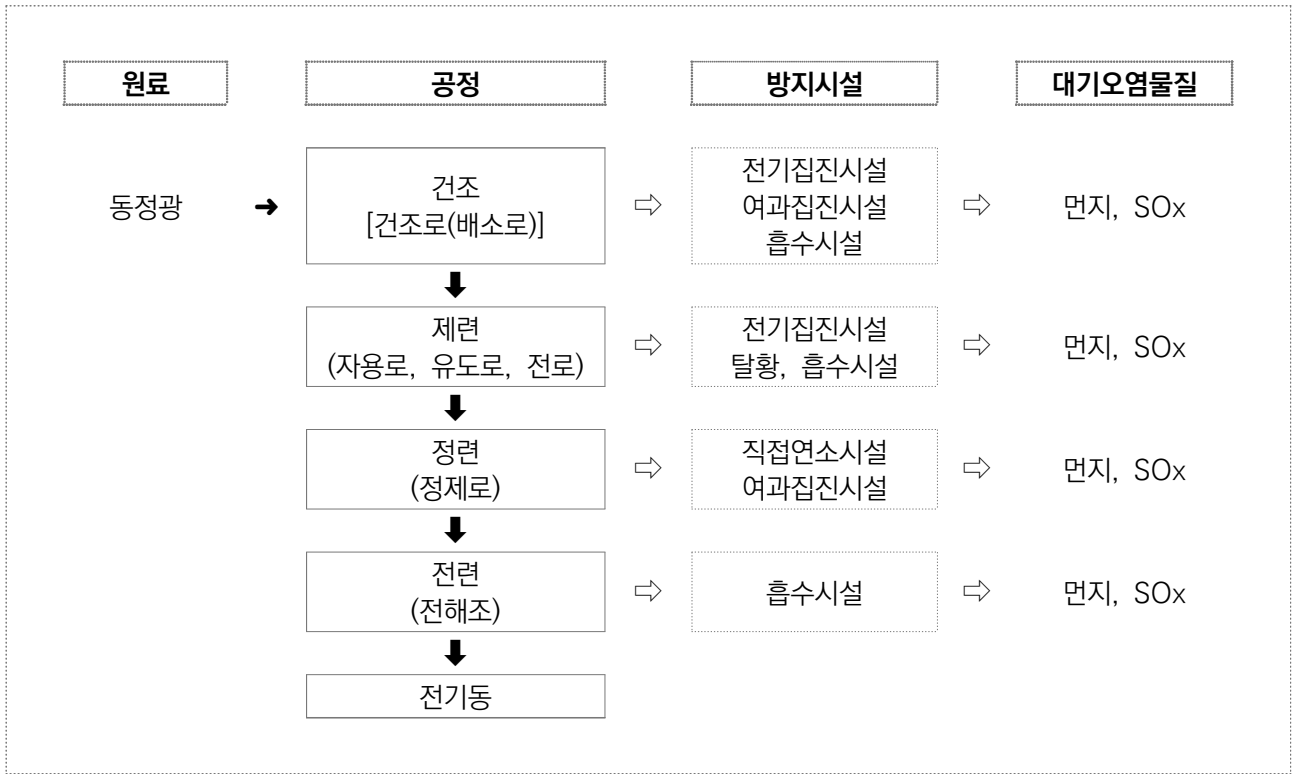
동정광을 용해(자용료)시킨 후 비중차를 이용하여 불순물인 슬래그를 제거하고 다시 정제하여 99%의 조동을 생산한다.

③ 정련

전로에서 장비된 조동 중 미량의 S와 O<sub>2</sub>를 제거하여 99.5%의 정제동 생산한다.

④ 전련

정제동을 전기분해하여 Cu 함량 99.99%인 전기동을 생산한다.



〈 전기동 제조공정 〉

2.2.2 폐로망간 제조공정

① 저장

원료를 종류별로 일시 저장하는 시설이다.

② 전기아크로

원료를 투입하고 전기를 열원으로 하여 제련한다.

③ 출탕

로 내에 생성된 제품(폐로망간)을 로외로 배출한다.

④ 냉각

제품을 제품상에 받아 100℃ 이하로 공냉한다.

⑤ 분쇄

분쇄기를 이용하여 제품을 일정한 크기로 분쇄하는 공정이다.

⑥ 포장, 출하

일정한 크기로 분쇄된 제품을 포장하여 출하한다.



〈 페로망간 제조공정 〉

2.2.3. 아연 제조공정

① 배소로

아연정광 원료는 노 내 850~900℃ 온도에서 태워 S은 SO<sub>2</sub> 가스로 만든 후 황산제조공정으로 보내며 아연 입자는 용해공정으로 보낸다.

## ② 폐열 보일러

배출가스를 400℃로 강하하기 위해 폐열을 회수한 후 스팀을 만들어 사용한다.

## ③ 용해

소광입자는 황산에 용해 후 Fe, Cu 성분은 제거하는 공정이다.

## ④ 정액

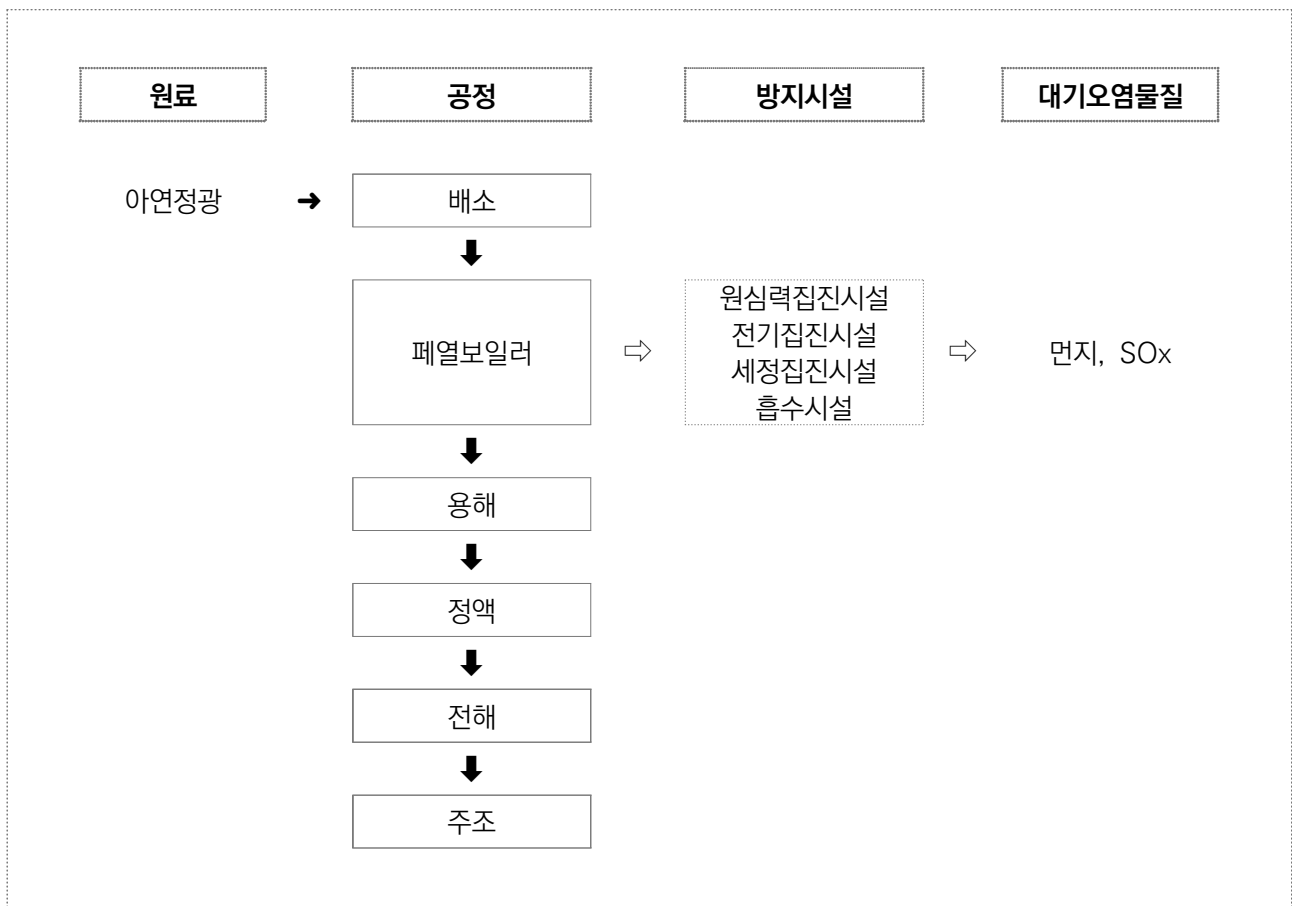
아연액 중 Co, Ni 성분을 정제한 후 순수한 아연액을 제조하는 공정이다.

## ⑤ 전해

아연액은 전해조에서 전기분해한 후 아연판을 추출하는 공정이다.

## ⑥ 주조

아연판을 전기 용융한 후 틀에 부어 제품(아연괴)을 제조하는 공정이다.



〈 아연 제조공정 〉

## 3

## 금속주조 제조시설

## 3.1 개요

채취한 광석에서 유용한 금속 성분만을 추출하여 제련, 정련, 합금하는 것을 1차 용련산업이라 하며, 생산된 금속소재를 원하는 성상을 갖춘 소재로 재생산하거나 폐기된 금속(scrap)원료로 새로운 제품을 생산하는 것을 2차 용련산업이라 한다. 1차 용련산업은 대규모의 제조시설과 에너지를 다소비하는 자본집약적 산업으로 시설이 대규모로 생산량이 많지만 제품의 형태는 괴, 바, 빌릿, 슬래브 등 단순한 것에 비해, 비철금속의 2차 용련산업은 시설의 규모, 제조공정 그리고 제품 종류도 다양하며 비철금속의 압연 압출 및 연신제조업, 비철금속의 주조업, 기타 제1차 비철금속산업 등이 있다.

2차 용련 산업의 주요 제조공정은 금속소재를 용융, 주조하여 압연, 압출 표면 처리하는 공정으로 다양하지만 기본적으로 금속의 용융을 중심으로 한 용융로 산업으로 오염물질 배출에 대한 비중이 높다고 볼 수 있다.

주물제품은 선철 및 고철 그리고 합금철 등을 용융, 합금 및 주형을 뜨는 공정을 통하여 생산한다. 주물제품 생산에서 주요한 공정들은 원재료의 취급, 금속용융, 주형과 코어(core)의 생산 그리고 주물주조와 다듬질·연마공정 등이며, 생산제품의 구성에 따라 주철주물과 강주물로 나뉜다.

주철(선철)주물이란 선철과 고철을 전기로나 유도로 등의 용융로에서 용해하여 주형에 주입하여 만든 제품이다. 주강은 주조할 수 있는 강(steel)이란 뜻으로 압연으로 만들 수 없는 형태의 강재를 생산하기 위해 용융된 금속을 주형(mold)에 부어서 냉각시켜 생산한다.

## 3.2 제조공정

## 3.2.1 비철금속 2차 용련 제조공정

## ① 용해주조

금속소재를 제품사양에 따라 원료를 배합하여 용해로에서 용융시키고 이를 일정 틀에서 주조하는 공정이다.

## ② 가열로

용해주조 후 생산된 소재를 열간압연을 위하여 가열하는 공정이다.

③ 열간압연

주조된 조재를 가열시켜 재결정 온도이상의 고온에서 압연하는 공정이다.

④ 산·알칼리처리

압연공정에서 금속재 표면에 부착된 먼지나 압연유 등을 포함한 이 물질을 산·알칼리 용액으로 제거한다.

⑤ 냉간압연

표면 처리된 소재를 재결정온도 이하에서 보다 정밀하게 압연·압출한다.

⑥ 소둔

냉간압연 소재의 열경화현상으로 인한 크랙 방지를 위한 열처리 공정이다.



〈 비철금속 2차 용련 제조공정 〉

### 3.2.2 주물제품 제조공정

#### ① 원료의 취급

입하, 하역, 저장 및 주조에 사용되는 모든 원재료의 운반 등을 포함한다. 원재료에는 선철, 쇠조각과 강철조각 순환주조, 금속반전, 합금, 탄소첨가물, 플릭스(석회석, 소다재 형석, 칼슘카바이드), 모래, 모래첨가물 및 결합재 등이 있다. 이 원재료들은 야적장으로 이송되어 저장되고 제품 생산공정에 투입된다.



〈 주물제품 제조공정 〉



## ② 탈지

고철에 흡착되어 있는 지방유를 제거한다. 고철에 유기물이 있으면 전기유도로에서 폭발하므로 중요한 공정이다.

## ③ 용융·제련

- 선철, 고철, 합금, 탄소 및 플럭스 등의 노내 장입
- 로의 밀폐 및 용융
- 탄소함량을 조절하는 제련(정제) 과정
- 슬래그를 제거하고 금속의 화학적 성질을 조절하기 위하여 용융 강철 속으로 산소를 주입시키는 산소 렌싱(lancing) 과정
- ladle을 이용하거나 직접 용융금속을 주형에 붓는 출탕(tapping) 과정

## ④ 주형과 코아 생산

코아는 주물속의 내부 공간을 만드는 것이며 주형(mold)은 주물의 외부 모양을 만드는 틀이다.

## ⑤ 주물 주조

용융공정이 완결되면 용융된 금속은 합금 혹은 다른 화학첨가제를 넣어서 주형에 붓고 냉각시킨다. 서서히 냉각된 주물(casting)은 진동격자 위에 놓고 흔들어 주형의 모래와 코아를 주물과 분리시킨다.

## ⑥ 탈사

정선과 다듬질 공정에서 달라붙은 것(burrs), 주형틈 붙임(risers), 그리고 주형공에 붙은 것(gates)들을 주물의 윤곽을 만들기 위하여 떼어내고 표면을 연마한다. 그 후 남아 있는 주형의 모래와 스케일을 제거한다.

## ⑦ 도장

생산된 주물의 녹 방지를 위해 크로메이트조를 통과시키거나 페인트, 방청제 등으로 도장한다.

## 4 주요 대기오염물질 배출시설

### 4.1 전기로(전기아크로, 전기유도로)

금속의 용융·용해 및 열처리시설 중 시간당 300kW 이상인 전기아크로(전기 유도로(誘導爐) 포함)를 말한다. 전기로는 크게 나누어 전기아크로(arc furnace)와 전기유도로(induction furnace)가 있으며, 전기아크로는 주로 대용량의 연강(mild steel) 및 고합금강의 제조에 사용되고 전기유도로는 주로 고급특수강이나 주물을 주조하는데 사용된다.

전기아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 고철과 전극 사이에 발생하는 아크(arc)열을 이용하여 고철 등 내용물을 산화·정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원·정련함으로서 탈산·탈황작업을 하게 된다. 원료는 선철이나 고철이 사용되며, 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어지는데 원료 투입 시에는 로(爐) 상부의 선회식(旋回式) 뚜껑이 열리고 드롭보텀식 바켓(drop bottom bucket)에 담겨진 고철 등을 기증기를 이용하여 로(爐) 상부에서 투입한다. 로의 형태에 따라 고정식과 경동식(傾動式)이 있으며 고정식은 출강구를 통하여 경동식은 로 자체를 일정한 기울기만큼 기울여 출강한다.

유도로는 로(爐) 주위를 감고 있는 전류코일에 전류를 주어 발생하는 유도전류에 의한 저항가열로 정련하는 시설이며, 고주파 유도호와 저주파 유도호가 있다. 로의 용량은 10ton 미만의 소규모가 많고 내열강, 고속도강(高速度綱) 등의 고급특수강이나 주물을 주조하는데 사용된다.

티타늄 등 특수금속의 주조에는 진공방식을 사용한 용해로를 사용하고 있다. 진공 아크 재용해로는 진공 분위기에서 아크를 발생시켜 수냉동 도가니 내에서 용해하여 잉고트를 제조하며 2회 이상의 재용해 과정을 거친다. 진공 유도 용해로는 열원으로 유도전기를 사용하며 유도전기가 흘러 장입된 금속이 도가니와 접촉하지 않는 상태에서 장입된 금속을 용해하는 용해로이다.

### 4.2 반사로(反射爐)

금속의 용융·용해 및 열처리시설 중 노상면적이 4.5 m<sup>2</sup> 이상인 반사로를 말한다. 주로 비철금속제련에 있어서 건식정련을 목적으로 장입물의 용융이나 최종 용융물의 정제, 가열 등에 사용되며 일반적으로 화염이 직접 천장을 따라 용해실로 들어가 로내의 천장, 벽 등으로부터

생긴 복사열과 용탕의 반응열에 의해 장입물이나 용탕을 용해하는 시설을 말한다. 용탕 속에 포함된 불순물의 휘발성금속을 휘발시키기도 한다. 비교적 규모가 작고 생산성이 떨어지는 단점이 있다. 연료로는 중유, 미분탄(微粉炭), 가스 등을 사용하며 특수 작업이 요구되기도 하기 때문에 그 종류와 디자인이 다양하고, 대표적으로 개방형, 실린더형, 회전경동형(rotary tilting)등이 있다.

### 4.3 용선로(鎔銑爐)

용융·용해 또는 열처리시설 중 1회 주입 연료 및 원료량의 합계가 0.5ton 이상이거나 풍구(노복)면의 횡단면적이 0.2㎡ 이상인 용선로를 말한다.

회주철을 대량 생산하기 위해 사용되며, 가장 오래되고 광범위하게 사용되는 회주철 용해시설이다. 일명 큐폴라(cupola)라고도 한다. 보통 직립로(直立爐)이며, 외장은 주로 강판을 이용하고 내면은 내화연와가 부착되어 있다. 상부의 장입구에서 연료, 용제(flux), 선철을 주입하여 용융시킨 후 아래 부분에서 유출시킨다. 하부의 송풍구에서 고온송풍기를 이용하여 상부에서 투입된 석회석, 코크스 등의 연료를 연소시키며 상부는 좁게 하여 연통에 연결시킴으로써 열의 방출을 최대한 억제시키고 있다. 원료로는 주철이나 선철이 주로 쓰이며, 원료 속에 포함된 구리, 황동, 청동, 납 등을 제거시키거나 이러한 물질을 용융시키는데도 쓰인다. 제조공법에 따라 산성법과 염기성법이 있으며 공급공기의 형태에 따라 열풍식, 냉풍식이 있다.

### 4.4 제선로(製銑爐)

용융·용해 또는 열처리시설 중 1회 주입 연료 및 원료량의 합계가 0.5톤 이상이거나 풍구(노복)면의 횡단면적이 0.2㎡ 이상인 시설을 말한다.

철광석을 용해하여 선철을 생산하는 로로서 일반적으로 고로 또는 용광로라고 한다. 본체는 원탑형으로 되어 있으며, 외체는 두꺼운 철판으로 되어 있고 내부는 내화벽돌로 두껍게 쌓여져 있다. 원료로는 철광석, 코크스, 석회석 등이 사용된다. 이들 원료는 운송장치에 의하여 자동으로 로상부에 운반되어 장입(裝入)된다. 로내의 온도는 상부 200~300℃ 이고 하부로 내려갈수록 고온이 되어 송풍구 부분에서는 1,500~2,000℃에 달한다. 철광석은 하부에서 올라오는 고온의 코크스 연소가스에 의하여 가열되며, 가스중의 CO에 의해 간접 환원되면서 하강한다. 그 후에는

코크스의 탄소에 의하여 직접 환원되어 선철로 용해되면서 최하부의 탕류(湯溜) 부분에 모이게 된다. 한편 장입원료 중 맥석(脈石) 등 불순물은 대부분 용해되어 석회석과 화합하여 광재(鑛滓)가 되고, 이것은 비중이 가벼우므로 탕류부분 용선의 상층으로 부상하게 된다.

#### 4.5 용광로(鎔鑛爐)

용융·용해 또는 열처리시설 중 1회 주입 연료 및 원료량의 합계가 0.5톤 이상이거나 풍구(노복)면의 횡단면적이 0.2m<sup>2</sup> 이상인 용융로·용광로 및 관련시설(원료처리시설, 열풍로 및 용선출탕시설을 포함하되, 고로슬래그 냉각시설은 제외)을 말한다.

일반적으로 철광석을 용해하여 선철을 생산하는 로로서 고로(高爐)라고도 말하며, 여기서는 철광석외의 다른 광석 즉 연광석, 황철광 등을 용융시키는 로를 포함하여 말한다. 대표적인 것으로 연용광로가 있으며, 원료로는 연광 소결제, 철, 코크스를 사용한다. 이들 원료는 상부 로정(爐頂)에서 장입되고 용융온도는 650~730℃ 정도이며 일반적으로 일일 약 20~80ton의 처리용량을 가진다. 주철용선로와 비슷한 구조를 가지며 외부는 수직 강판으로 되어 있고, 내부는 내화벽돌로 이루어져 있다. 공기는 로 하단의 풍구(tuyere)를 통해 주입되며 코크스의 일부는 연광석을 용해시키는데 사용되며 나머지 코크스는 산화납을 납으로 환원시키는데 사용된다.

#### 4.6 열풍로(熱風爐)

철강공장의 제선로, 용선로, 용광로, 소결로 등에 1,200~1,300℃의 열풍을 공급하는 로를 말하며 보통 소결로에서 생성된 폐가스를 이용하여 공기를 가열한다. 일정시간 로 내에서 폐가스를 연소시킨 후 이를 차단하고 다음에 공기를 흡입, 가열하는 방식으로 되어있다. 3~4개가 1조가 되고 교대로 작업하여 연속적으로 고온의 열풍을 배출한다. 로내의 압력은 보통 760~1,500mmHg로 유지되며, 배출가스에는 ZnCl<sub>2</sub> 그리고 알칼리염등과 같은 휘발점이 낮은 화합물이 포함되기도 한다.

#### 4.7 용선 출탕시설

용융·용광로 및 관련시설 중의 용선출탕시설은 전기로, 제선로, 용광로 등에서 용융된 철광석,

회주철 등의 물질을 출탕하는 작업을 할 수 있도록 만든 시설을 말한다. 전기로의 경우 용융된 쇳물 등을 기울여 출탕하는 방식과 전기로의 하부로 출탕하는 EBT(eccentric bottom tapping)와 OBT(offset bottom tapping) 방식이 있다.

#### 4.8 도가니로

금속의 용융·용해 또는 열처리시설 중 1회 주입 원료량이 0.5ton 이상이거나 연료사용량이 시간당 30kg 이상인 도가니로를 말한다.

도가니로는 약 1,400℃ 이하의 용융점을 가진 물질 등을 용융하거나, 세계 가열하여 용해시키는 로를 말한다. 내부는 용도에 따라 연철제, 흑연, 백금, 석영, 실리콘, 진흙, 기타 내화물 위에 용접된 철로 lining되어 있으며, 외부는 철로 둘러 쌓여져 있다. 뚜껑도 내부와 비슷한 물질로 제조된다. 내부연소물질을 배출시키기 위해 도가니 상부에 작은 구멍이 있다. 일반적으로 경동식, Pit식, 고정식으로 분류되며 그 모양과 규모가 다양하다. 연료로서 유류, 가스류 등을 사용하며 로 바닥 근처에 연소장치(버너)가 설치되어 있다. 화염은 로 외부로 직접적으로 가열하게 되며, 도가니는 복사열과 열풍의 접촉에 의하여 가열된다.

#### 4.9 전로(순산소 상취전로(純酸素 上吹轉爐)를 포함)

금속의 용융·용해 또는 열처리시설 중 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 전로를 말한다. 용광로에서 제조된 선철(용선)을 정련하여 용강으로 만드는데 사용되며, 주로 탈탄(脫炭) 또는 탈인(脫磷)반응에 이용된다. 그 방법에는 산성(酸性) 전로법과 염기성(鹽基性)전로법이 있으며, 원료로 용선과 소량의 고철을 사용한다. 산화제로는 순산소 가스(순도 99.9% 이상)를 이용하고 용제(Flux)로는 석회석과 형석이 사용되며, 초음속의 순산소제트를 용선에 불어 넣어 약 40분 이내에 급속히 정련시키므로 비교적 제강시간이 짧고 고철의 사용비가 적다. 또한 생산비가 낮으며, 품질은 양호한편으로 순산소 상취전로(LD로)가 전세계 조강생산의 약 60% 이상을 점유하고 있다. 최근에는 BBM(bottom blowing method) 또는 Q-BOP(quicker refining basic oxygen process)라고 하는 저취전로(低吹轉爐)가 가동되고 있기도 하다.

#### 4.10 정련로

정련로는 고로 또는 전기로 등에서 생산된 쇳물(용선)에 산화제를 넣고 용융시켜 쇳물에 포함된 인(P), 황(S)과 같은 불순물을 제거하여 탄소의 함량을 용도에 적합하게 조절하여 강(steel)으로 제조하기 위한 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속의 정련로를 말한다.

정련로에 투입하는 부재료는 일반적으로 가탄재, 석회석, 생석회, 형석 등이 있고, 이 부재료는 각각 쇳물의 불순물과 성분비를 맞추기 위해 그 비율을 조절한다.

#### 4.11 배소로(焙燒爐)

배소로는 광석이 용해(融解)되지 않을 정도의 온도에서 광석과 산소, 수증기, 탄소, 염화물 또는 염소 등을 상호 작용시켜서 다음 제련 조작에서 처리하기 쉬운 화합물로 변화시키거나 어떤 성분을 기화시켜 제거하는데 사용되는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 배소로를 말한다.

목적물이 각각 산화물, 황산염, 염화물인 경우 각각 산화배소, 황산화배소, 염화배소라고 부르며 산화물광석을 환원하는 환원배소, 물에 가용인 나트륨염으로 하는 소다배소 등이 있다. 종류에는 다단배소로, 로터리 킬른(rotary kiln), 유동배소로 등이 있다.

#### 4.12 소결로(燒結爐) 및 관련시설(원료 장입, 소결광 후처리시설을 포함)

분체(粉體)를 용점 이하 또는 그 일부에서 액상이 생길 정도로 가열하여 구우면서 단단하게 해 어느 정도의 강도를 가진 고체로 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 소결로 및 관련시설(원료 장입, 소결광 후처리시설을 포함한다)을 말한다.

소결로는 금속정련 특히 분말야금 서어멧이나 각종 요업제품제조에 널리 응용되고 있다. 여기서는 주로 금속정련 특히 용광로에서 널리 사용되는 분광 괴성법(粉鑛塊成法)으로서 미세한 분(粉) 철광석을 부분 용융에 의하여 괴성광으로 만드는데 사용된다. 세계적으로 연속식인 DL이 많이 사용되고 있다. 그 과정은 철광석, 석회석, 코크스 등 각종 원료를 일정한 비율로 혼합기에서 혼합시켜 조립한 다음 이것을 로내에 장입하고 점화로에서 그 표면에 착화(着火)시키면 원료중의

코크스가 연소되면서 1,300~1,480℃의 온도에서 소결이 진행되고 다시 냉각, 파쇄, 체질을 하여 용광로에 투입하기에 적당한 소결광으로 만들어 용광로에 보내진다. 연소용 공기는 공기속에 포함된 각종 먼지 등 이물질질을 제거시킨 후에 소결로 옆에 붙어있는 wind box를 통해 공급된다.

#### 4.13 환형로(環形爐)

금속의 용융·용해 또는 열처리시설 중 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 환형로(環形爐)를 말한다. 철분을 함유하고 있는 더스트, 슬러지를 고온(1,100~1,300℃)에서 환원시켜 직접 환원철(DRI-direct reduced iron)을 생산하는 설비로 생산된 제품(DRI)은 고로(용광로) 또는 전기로의 원료로 활용한다.

#### 4.14 가열로(加熱爐)

연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속의 용융·용해 또는 열처리시설로 금속재료를 가열하여 재료의 조직 및 결정상태를 가공에 적당한 상태로 유도하기 위해 사용되는 로를 총칭하여 말하나 여기서는 상기에 명시되지 않은 각종 열처리시설을 말한다. 대표적인 것으로 회분로와 연속 주조로가 있다.

- 회분로는 로의 가열실 전부가 균일한 온도분포가 되도록 유지되며 소정의 온도 사이클로 가열, 유지, 냉각이 반복되는 풀림로이다. 로의 내화물이 장입물과 대략 동일한 사이클로 가열냉각되기 때문에 열적손실이 크지만 소용량의 풀림에는 유리하다. 강재의 재질크기에 제약이 없고 skid mark의 마찰에 의한 상처 등이 적으며 사면가열(四面加熱)도 가능하다는 장점과 설비면적당 가열능력이 적고 작업효율이 나쁜 편이고 단위능력당 설비비가 높다는 단점이 있다.
- 연속주조로는 터널모양의 연속풀림 혹은 열처리로이다. 한쪽으로부터 컨베이어 또는 대차위에 실려서 넣어진 소재는 일정한 속도 또는 피치로 로내를 이동하며, 다른쪽의 출구에서 꺼내진다. 로 내는 항상 일정한 온도곡선을 유지하도록 가열되며, 형식에 따라 회전형, pusher형, waling beam형이 있다.

#### 4.15 용융·용해로(鎔融·鎔解爐)

금속을 용융·용해시키는데 사용되는 각종 로(爐)를 총칭하는 것으로서 용융로는 고상인 물질이 가열되어 액상의 상태로 되는데 사용되는 로를 말하며, 용해로는 액체 또는 고체물질이 다른 액체 또는 고체물질과 혼합하여 균일한 상의 혼합물 즉 용체(鎔體)를 만드는데 사용되는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속의 용융·용해로를 말한다.

용융로로서 대표적인 것이 용광로, 단지(pot)로 등이 있으며, 용해로로서는 도가니로, 반사로, 전로, 평로, 전기로, 용선로 등이 있다. 여기서는 배출시설(해당시설)에 규정되지 아니한 용융로, 정련로, 단지로 등 각종 용융·용해로를 말한다.

#### 4.16 열처리로(소둔로(燒鈍爐), 소려로(燒戾爐)를 포함)

금속의 용융·용해 또는 열처리시설 중 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 열처리로를 말한다.

##### ① 소둔로(燒鈍爐)

강재의 기계적 성질 또는 물리적 성질을 변화시켜서 강재의 경정조직을 조정하여 내부응력을 제거하거나 가스를 제거할 목적으로 가열 냉각 등의 조작을 하는 로(爐)를 말하며 보통 내부응력의 제거와 연화(軟化)를 목적으로 사용한다. 적당한 온도로 가열 후 서냉(徐冷)하며 결정조직의 조정을 목적으로 할 경우에는 AC3 변태점(가열중에 페라이트 또는 페라이트와 시멘타이트에서 오오스티나이트 형태로 변태가 완료하는 온도)보다 약 50℃ 정도 높은 온도로 가열한 후 노냉(爐冷) 또는 탄냉(炭冷)한다.

##### ② 소려로(燒戾爐)

강재의 조직 및 특정한 성질을 부여하기 위하여 강(鋼)의 변태점(變態點) 또는 용해도선 이상의 적당한 온도로 가열한 후 적당한 방법에 의하여 급히 냉각시키는 소입(quenching) 작업을 하게 되는데, 이 과정에서 생긴 불안정한 조직에 대하여 변태(變態) 또는 석출(析出)을 진행시켜 안정한 조직에 가깝게 하거나, 강재의 성질 및 상태를 주기 위하여 AC1(가열중에 오오스티타이트가 나타나기 시작하는 온도) 또는 용해도선 이하의 적당한 온도로 적당한 시간 동안 가열한 후에 적당한 속도로 냉각 조작하는데 사용되는 로를 말한다. 일반적으로 유욕로(oil bath) 또는 염욕로(salt bath)가 있으며 납을 용융해서 제품을 가열하는 연욕로(lead bath)가 있다. 주로



Ni강, Cr-V강, Mn강, Cr-Mn강, Ni-Mn강 등 소려태성(燒戾胎性)이 잘 일어나는 특수강을 열처리하기 위하여 사용되며, 탄소강에서도 일부 사용되기도 하나 그리 흔하지는 않다.

#### 4.17 전해로(電解爐)

전해질용액이나 용융전해질 등의 이온전도체(傳導體)에 전류를 통해서 화학 변화를 일으키는 로를 지칭하는 것으로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 전해로를 말한다.

주로 비철금속 계통의 물질을 용융시키는데 이용되며 대표적인 것으로 알루미늄 전해로가 있다. 알루미늄 전해로의 경우 빙정석(氷晶石)이 사용되며 이는 원료인 알루미늄에 대한 전해질의 역할과 로의 내면은 탄소로 입혀져 있으며 보통 직사각형의 구조를 가진 shell 또는 pot형으로 되어 있고, 그 내부에 탄소 전극봉이 꽂혀있다. 탄소 전극봉에서는 양극을 제공하며 로의 내면에 코팅된 탄소는 음극을 제공함으로써 양극사이에 전류가 형성된다. 이때 용융된 빙정석은 전해질 역할을 하게 되고 두극 사이의 전류의 흐름으로 인해 발생하는 저항열 때문에 로내의 온도가 유지된다. 보통 로 내 온도는 950~1,000℃ 정도이며, 알루미늄은 음극쪽으로 모이게 되어 용조의 표면 바로 밑에 용융된 상태로 존재한다. 탄소전극봉은 반응기간동안에 형성된 산소와 반응하여 지속적으로 소모되며 CO와 CO<sub>2</sub>를 생성하게 된다. 알루미늄 전환 cell은 사용되는 양극의 형태와 배열상태에 따라 구분되며, pot는 일반적으로 prebakde(PB), horizontal stud soderberg(HSS), vertical stud soderberg(VSS)로 구분된다.

#### 4.18 건조로

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 석탄·광석과 같은 원료, 거푸집이나 주물과 같은 반제품, 도장 제품에 함유되어 있는 수분이나 용제를 말리는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 건조로를 말한다.

#### 4.19 평로(平爐)

제선로(용광로)에서 만들어진 선철(용선)중의 불순물 제거, 탈탄(脫炭)처리, 합금원소 첨가 등

정련작업을 하여 강재를 생산하는데 사용되는 로를 말한다. 얇은 직사각형의 구조를 가지는 것이 보통이며 원료로는 중유, 미분탄, 발생로 가스등을 사용한다. 제강용로 중 비교적 규모가 큰편으로 대규모 생산에 유리하나 단위생산성이 비교적 낮은 관계로 전 세계적으로 감소추세에 있다. 원료 투입시에는 먼저 석회석과 편철류를 투입하여 편철류를 완전히 용융시킨 다음 선철을 투입한다. 로 내부의 온도가 증가하면 석회석의 분해가 이루어지면서 CO<sub>2</sub>가 발생되고 이 CO<sub>2</sub>는 로 내부의 물질들을 서로 교반시키는 역할을 하게 된다. 강재의 성분조성 또는 탈탄작업을 위하여 산소를 주입하기도 한다. 한공정이 끝나기까지는 대략 8~10 시간 소요된다.

#### 4.20 균질로(均質爐)

균열로(均熱爐)라고도 한다. 강괴(鋼塊)의 내·외부 온도를 균일화하기 위해 쓰이는 로이며, 강괴는 항상 수직으로 유지되고 있다. 로의 온도는 1,300℃ 부근이고, 로 내에서 완전연소, 변형교정, 용체화 처리를 한다. 균질로에는 가열방식에 따라 가열식과 자연식이 있으며, 강괴의 수용형식에 따라 단좌식과 복좌식이 있으며, 연소용 공기가열방식에 따라 축열식과 환열식 등 여러 종류가 있다.

#### 4.21 기타로

상기한 로(爐)로 규정하지 아니한 시설로서 금속의 용융 제련이나 열처리에 사용되는 로를 말한다.

#### 4.22 도금(鍍金)시설

금속의 산화방지 등을 위해서 표면에 금, 은, 크롬, 주석 등의 얇은 막을 입히는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

도금물질에 따라 금도금, 동도금, 니켈도금, 크롬도금, 아연도금, 기타 합금도금 등이 있으며, 도금하는 방법에 따라 전기도금, 용융도금, 무전해도금, 진공도금, 기상(氣相)도금 등 다양하게 분류된다. 또 근래에는 ABB수지 등 플라스틱물질을 도금시키기 위한 플라스틱도금법이 개발되었으나, 여기서는 주로 금속제품과 관련된 도금시설을 말한다. 도금방법에 따라 분류 중

가장 대표적인 것은 용융도금 또는 전기도금이다.

#### - 용융도금

용융금속 속에 피처리물을 침적(沈積)시킨 후 이를 끄집어 올려 용융금속을 피처리물의 표면에서 응고시켜 금속피막을 형성하게 하는 방법으로 비교적 두꺼운 도금층을 얻을 수 있으며, 부식을 방지하거나 고온에서 내산화(耐酸化)를 목적으로 하는 경우가 많다. 대표적인 것으로 알미늄도금, 아연도금, 주석도금, 납도금 등이 있다.

#### - 전기도금

금속이온을 함유한 수용액속에 처리하려는 제품을 침적시켜 음극으로 하고 적당한 가용성 또는 불용성 양극사이에 직류전류를 통해 제품표면에 금속막을 전해석출(電解析出)케 하는 방법을 말하며 사용목적에 따라 장식용, 방식용(防蝕用), 공업용 등으로 구별된다.

### 4.23 탈지(脫脂)시설

피도금물의 표면에 부착되어 있는 유지, 산화물, 금속염 또는 기타오염물을 유기용제 등으로 용해하여 제거하는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

탈지 방법에 따라 용액탈지, 전해탈지, 초음파탈지 등으로 나누어지며, 용액탈지는 용제탈지, 유화탈지, 알칼리탈지로 구분된다. 전해탈지에는 음극 전해탈지, 양극 전해탈지, PR 전해탈지의 3종류가 있다. 초음파탈지에는 초당 16kHz 이상의 주파수를 가진 초음파를 사용하며 탈지작용은 전기에너지가 진동자(진동자)에 의하여 음향에너지로 변환되어 일어난다. 탈지에 사용되는 주요약품은 가성소다, 규산소다, 청화소다, 케로신 등이 있으며, 최근에는 반도체공업에서 트리클로로에틸렌, 트리클로로에탄이 사용되기도 한다.

### 4.24 산·알칼리 처리시설(회수시설을 포함)

산이나 알칼리용액에 어떤 제품을 담구어 표면처리하거나 원료 및 제품을 중화시키는 시설과 산·알칼리 처리시설에서 사용한 산 또는 알칼리용액을 회수하여 정제 등으로 처리하여 재사용 하도록 하는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 산·알칼리 처리시설(회수시설을 포함)을 말한다.

대표적인 것으로서 도금공정의 전처리시설로 이용되는 산세척시설이 있으며, 전자공업에서의 화학약품을 사용하여 금속표면을 용해제거하는 부식(식각)시설과 공작기계로 하는 물리적인

절삭을 대신하여 화학약품용액 속에서 금속의 화학적인 용해작용을 이용하여 절삭 가공하는 케미컬밀링 등도 이에 포함된다.

#### 4.25 화성처리(化成處理)시설

금속표면에 화학적으로 비금속의 화성피막(conversion coating)을 형성시키는 것으로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속 표면처리시설을 말한다.

통상 200℃ 정도 이하에서 처리하는 인산염피막, 크롬산염피막, 산화피막, 수산염피막, 기타 각종 화학착색법을 일컫는 경우가 많다. 그러나 500℃ 이상의 온도로서 처리하는 질화처리(窒化處理) 혹은 황화처리(黃化處理)까지도 포함한다. 화성피막 중 현재 가장 많이 이용되고 있는 것은 철강의 인산염피막이다. 이는 철강과 처리액이 접촉하여 화성되는 것이며, 접촉시키는 방법에 따라 Vertak법, 슬리퍼디이트법, 스티임호우스페이팅법, 송풍본디라이트법 등이 있다.

#### 4.26 표면처리용 건조시설

전기나 연료, 기타열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 금속의 표면처리시설 중 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 표면처리용 건조시설(수세 후 건조시설 제외)을 말한다.

#### 4.27 주물사(鑄物砂) 처리시설

금속표면처리시설 중 시간당 처리능력이 0.1ton 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 주물사 사용 및 처리시설(저장시설, 혼합시설, 코어 제조시설 및 건조시설, 주형 장입 및 해체시설, 주물사 재생시설 포함)을 말한다.

주조공정에 있어서 각종 용융금속을 주입해서 응고시켜 일정한 형상을 취하는데 사용하는 형틀을 주형(鑄型)이라 하고, 그 구성 재료가 되는 모래를 주물사(鑄物砂)라고 하며, 사용하고 난 주형을 다시 분쇄·선별하여 주물사로 재사용할 수 있게끔 처리하는 시설을 주물사 처리시설이라 한다. 일반적으로 주물사 처리시설은 분쇄기, 스크린, 컨베이어, 연마기, 혼합기,

모래 저장통 등 일련의 시스템으로 구성된다. 따라서 주물사처리시설로 허가를 득한 경우에는 동 시설의 분쇄, 선별, 연마시설은 별도 허가를 득하지 않아도 무방하다. 주물사는 적당한 점결성과 성형성(成形性), 강도, 통기성, 내화학성(耐化學性) 등의 성질이 갖추어져야 한다.

코아는 주조물 내에 원하는 크기의 공극을 만들려고 할 경우 그 공간을 형성할 수 있게 하거나 그 주위에 용융금속이 흘러들어갈 수 있게 하기 위해 사용되는 것으로서 주로 모래와 점결재(粘結材)를 섞어서 만든다. 제조된 코아는 일정한 강도에도 깨지지 않고 용융금속이 주입될 때 수축되거나 뒤틀리지 않게 하기 위하여 일정한 온도의 오븐(oven)속에서 가열하게 되는데 이 시설을 코아 제조시설이라 한다. 코아 제조시설에는 연속식과 회분식(Batch)이 있으며 작업시간은 사용하는 점결재의 종류에 따라 다르다. 보통 1~5시간이 소요된다.

#### 4.28 표면경화(表面硬化)시설

금속의 표면에 흠집, 균열, 갈라짐 등이 생기거나 마찰에 의해 표면손상 또는 마멸되는 것을 방지하기 위해 표면층을 바꾸는데 사용되는 시설과 금속의 표면을 다른 물질로 피복하는데 사용되는 시설을 말한다.

일반적으로 표면 경화법에는 표면층 변성법(變成法)과 표면 피복법(被覆法)이 있으며, 전자는 금속체의 표면에서 원소를 침투·확산시켜 표면층의 화학조성을 바꾸거나 또는 금속체의 화학조성을 바꾸지 않고 표면층의 조직을 바꾸는 것을 말한다. 따라서 광의의 표면경화시설에는 담금질시설, 도금시설 등이 포함되나, 여기서는 별도의 배출시설로 규정된 이러한 시설을 제외하고 고체침탄(浸炭), 가스침탄, 질화(窒化) 및 염욕(鹽浴)에 의한 표면경화에 사용되는 각종 침탄조, 변성조, 처리조 등을 말한다.

#### 4.29 산화환원(酸化·還元)시설

주로 알루미늄 등 비철금속의 표면에 인공적으로 두꺼운 두께의 산화물 층을 만드는데 쓰이는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 알루미늄 양극 산화시설이 있다. 이것은 알루미늄 표면에 강한 전장(電場)을 주어 그 힘에 의하여 알루미늄 이온을 끌어내어 산소와 화합시켜 표면을 산화알루미늄으로 전환시키는 시설을 말한다. 양극 산화법에는 황산, 수산, 크롬산, 혼산(混酸)등 전해액의 종류에 의한 방법, 직류법, 교류법, 직류펄스 등 전원파형(電源波形)에 의한 방법,

처리속도에 따라 보통법, 고속도법, 초고속도법 그리고 응용목적에 따라 경질법, 광휘법 등 매우 다양한 방법이 있다.

#### 4.30 담금질시설

금속재료를 고온으로 가열한 후 급냉시켜 도중의 전이(轉移)을 막아 고온에서 안전한 상태 또는 중간상태를 실온(室溫)으로 유지시키는 조작을 반복하는 시설을 말한다. 냉각제로는 거의가 액체를 사용하나 자체적으로 경화(硬化)되는 성질을 가지는 금속의 경우에는 압축공기 또는 수소 등을 사용하는 경우도 있다. 대표적인 냉각수로서 냉수, 식염수, 경유(鯨油), 종유(種油), 유화유(乳化油), 용염(鎔鹽), 용해연(鎔解鉛) 등이 있으며, 유지류(油脂類)를 원료로 하여 열처리 목적에 따라 정제한 시판냉각제 등도 있다.

#### 4.31 연마시설

연삭숫돌을 고속 회전시키면서 재료를 절삭(切削) 혹은 가공하는 시설과 연마재(研磨材)의 절삭 능력이 작은 재료를 사용하거나 연마재(研磨材)를 사용하지 않고 표면청정만을 목적으로 사용하는 시설을 말한다. 일반적으로 연마시설에는 절삭·연삭(研削)시설을 포함한다.

여기서는 이른바 연마재를 사용해서 그 절삭작용으로서 표면층을 절삭해 내는 시설을 말한다. 기계적 연마와 습식연마로 대별되며 기계적 연마에는 건식분사 연마방법, 습식분사 연마방법, 공구회전 연마방법, 배럴 연마방법, 아브레시브벨트 연마방법, 고압매체 연마방법, 점성유체(黏性流體)의 가공 연마방법 등의 있고, 습식연마에는 전해연마와 화학연마, 전해가공 등의 방법이 있다.

#### 4.32 탈사(脫砂)·탈청(脫靑)시설

유체의 분사나 원심력을 이용하여 금속품에 붙어 있는 모래를 제거하여 표면을 깨끗하게 하는 시설을 말한다. 쇼트블라스트, 샌드블라스트, 탐블러 등이 있다.

##### - 쇼트블라스트

고속으로 회전하는 임펠러로 철환(鐵丸)입자를 투사하여 주물표면에 맞추어 금속의 표면을

청소하는 시설을 말한다.

- 샌드블라스트

모래를 2~5kg/cm<sup>2</sup>의 공기로 분사시켜 금속의 표면에 깨끗이 하는 시설을 말한다.

- 탐블러

주물통속에 처리할 작은 주물을 채우고 철환을 넣어 매분 40~60회로 회전시켜 금속의 표면을 깨끗이 하는 시설을 말한다.

### 4.33 선별(選別)시설

체, 유체, 비중 등을 이용하여 원료나 제품을 일정한 크기나 형상별로 분류하는 시설을 말한다. 고정식과 운동식 그리고 기타형식으로 대별(大別)되며 고정식에는 평면 선별기, 회전 식별기 등이 있고 운동식에는 수평 설치식과 진동 선별기가 있다. 현재 공업용으로 대부분 진동선별기가 사용되고 있다. 습식선별기는 선별기에 수세 효과를 갖도록 하는 경우에 사용되며 선별기 상부에서 직접 물을 뿌리거나 흐르게 하여 처리물에 부착된 불순물을 제거할 수 있는 구조로 된 것을 말한다.

### 4.34 정제(精製), 충전(充填), 충전(充鑄)시설(수은 사용에 한함)

온도계, 체온계, 형광등 등에 수은을 주입하기 전에 수은 속의 함유된 녹 또는 습기 등을 제거하기 위하여 수은을 증류하는 시설과 일정한 체적을 가진 용기 내에 온도계, 체온계 등을 넣고 밀폐시킨 후 진공(眞空) 상태로 만들어 수은을 주입하는 수은 주입시설을 말한다.





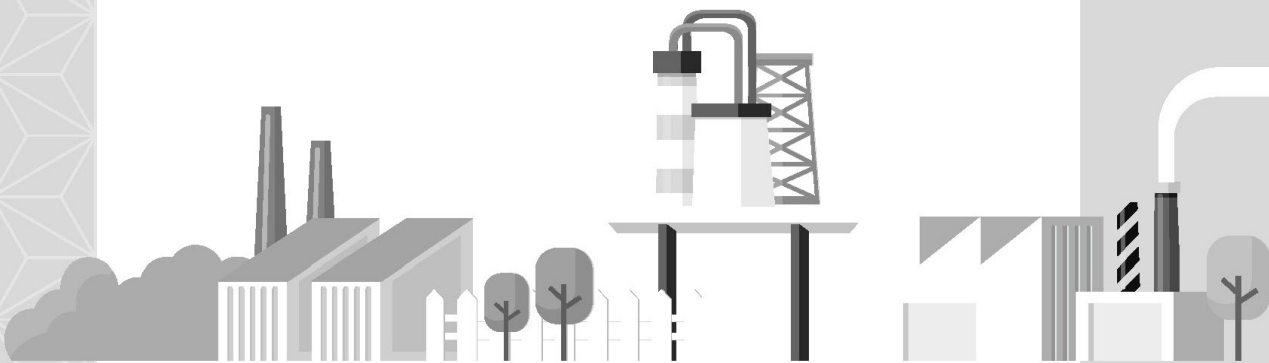
대기오염물질배출시설

## 해설집

—  
X

금속가공제품·자동차·  
기타장비 제조시설

—





## X

## 금속가공제품·자동차·기타장비 저장시설

## 1

## 금속가공제품 및 금속열처리·도금·피막처리 제품 제조시설

## 1.1 개요

## 1.1.1 금속 열처리업

금속재료의 열처리는 소정의 온도로 가열하여 확산 또는 변태를 일으켜 재료의 조직을 조정하거나 내부의 변형을 제거하고, 서냉 또는 급랭시켜 확산 및 변태의 일부를 제지하여 목적하는 성질이나 상태를 부여하기 위해 실시하는 일체의 가열 및 냉각에 대한 열조작을 말한다. 이러한 열처리로 재료의 특성이 발휘되어 물리적, 화학적 성질 특히 기계적 성질이 크게 개선된다.

현재 열처리에 가장 많이 사용하는 금속재료는 철강 재료이며, 이러한 철강 재료는 열처리 특성이 양호하기 때문에 적합한 열처리를 실시하면 재료의 특성을 충분히 발휘할 수 있어 공학적인 응용을 넓힐 수 있다.

강의 표면층만을 경화시키고 내부는 인성을 있는 그대로 유지하면서 표면층에 내마모성과 내피로성을 부여하는 열처리를 표면경화라 한다. 표면경화에 있어 가장 보편적인 처리법은 침탄경화이며 이외에 질화, 화염경화, 고주파 유도경화, 금속시멘테이션, 방전경화, 그리고 hard facing 등이 있다.

## 1.1.2 도장 및 피막 처리업과 도금업

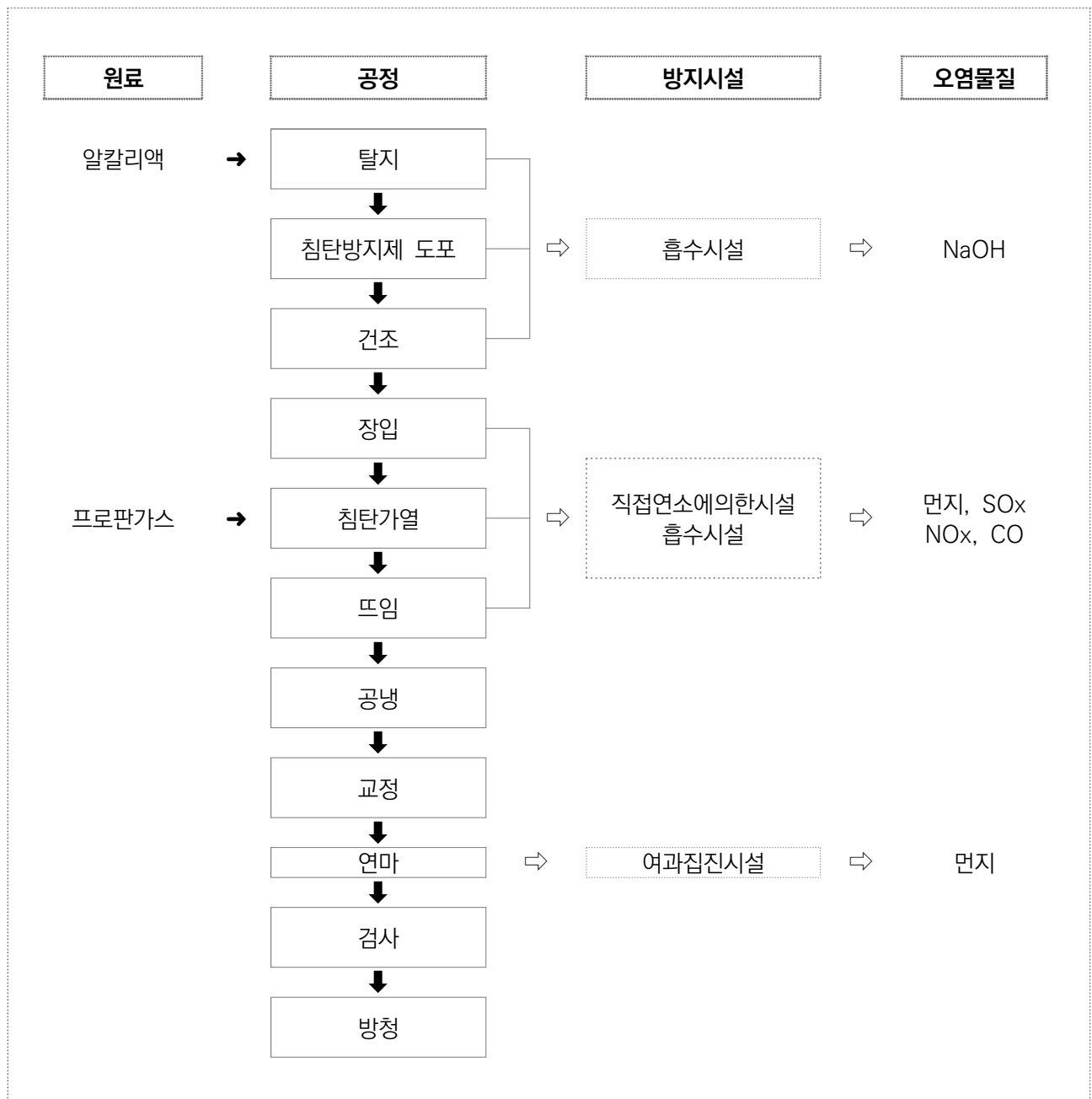
금속은 자유전자가 자유로이 운동할 수 있는 전도체의 성격을 가진다. 이러한 금속이 절단되었을 때 이제까지의 금속 원자를 대신해서 여러 가지로 결합하지 않으면 안정하게 존재할 수 없으므로 공기 중에서는 곧 산화피막이 형성된다. 이러한 금속의 성질을 안정하게 유지시키기 위해 철의 표면에 도금이나 도장 등으로 표면을 처리하여 금속표면의 내구성을 향상시켜 준다.

도장작업은 제품의 표면을 더러움이나 부식으로부터 보호하거나 아름답게 보이기 위하여 도료를 제품표면에 얇게 칠한 후 굳히는 과정을 말한다. 이러한 보호 및 미장뿐만 아니라 전기의

전도, 반전도, 오염방지, 방화, 온도변화를 표시하는 도장, 자기도장 등의 특수한 목적을 위하여 도장작업을 하기도 한다.

## 1.2 제조공정

### 1.2.1 가스침탄 공정



〈 가스침탄 공정 〉

## ① 탈지

알칼리용액을 사용하여 기름 등을 씻어낸다.

## ② 침탄방지제 도포

제품에 부분적인 침탄을 방지하기 위해 그 부분만 침탄 방지제를 붓으로 도포한다.

## ③ 건조

제품에 도포되어 있는 침탄방지제를 자연 상태에서 건조한다.

## ④ 장입

건조된 제품을 침탄가열로에 장입시킨다.

## ⑤ 침탄가열

제품표면층의 내마모성을 향상시키기 위해 밀폐된 상태에서 850~920℃까지 가열 후 프로판가스를 투입하여 일정한 시간을 유지한다. 이때 프로판이 분해되면서 제품의 표면에 침탄이 이루어진다.

## ⑥ 뜨임

가열이 끝난 제품의 강인성을 향상시키기 위해 밀폐된 상태에서 전기의 열을 이용하여 150~600℃로 일정시간 가열한다.

## ⑦ 공냉

뜨임된 제품을 자연 상태에서 서서히 냉각시킨다.

## ⑧ 교정

제품의 휘어짐 등의 변형이 있을 시에 가압(press)으로 교정한다.

## ⑨ 연마

공냉된 제품을 슛 블라스터(shot blasting)처리한다.

## ⑩ 검사 및 방청

경도 물성치 검사한 후 녹방지를 위해 방청유를 발라준다.

## 1.2.2 냉연강판 제조공정

### ① 산세

열연강대를 스케일 브레이커 및 염산탱크에 통과시켜 최종 냉연제품의 표면결함의 원인인 산화물 피막을 제거한다.

### ② 냉간압연

용도에 맞는 두께와 재질 확보를 위해 40~90%의 통상압하율로 진행되며, 균일한 두께 및 형상제어로 자동두께제어, 자동형상제어 등의 첨단제어기기를 이용한다.

### ③ 전해청정

소둔에 앞서 냉연강판을 알칼리 용액에 통과시켜 기계적, 화학적 반응을 통해 압연유와 오물을 제거한다.

### ④ 소둔

냉간압연 시 경화된 강대의 재질을 연화시키기 위한 공정이며 급속가열 및 급속냉각을 통해 심가공용에서 고장력강까지 생산하는 생산성이 뛰어난 제조방법으로 상자소둔과 연속소둔 방법을 이용한다.

### ⑤ 조질압연

소둔을 거친 강대에 나타나기 쉬운 스트레치 스트레인 등의 결함을 판위에 약 1% 정도의 압하를 가한 압연을 통해 제거하고 적당한 조도를 부여하여 미려한 표면의 제품으로 생산한다.

### ⑥ 정정

생산의 최종 공정으로 고객이 원하는 사이즈로 맞추어 제품의 결함 검사 및 용도 적합 여부를 판단한다.



〈 냉연강판 제조공정 〉

### 1.2.3 도금공정

① 원료투입

피막 처리할 금속재를 투입한다.

② 탈지

산 처리한 제품의 표면에 남아 있는 산을 씻어낸다.

③ 산세척

탈지공정에서 제거되지 못한 이물질을 염산, 황산용액으로 산화시킨다.

④ 화성처리

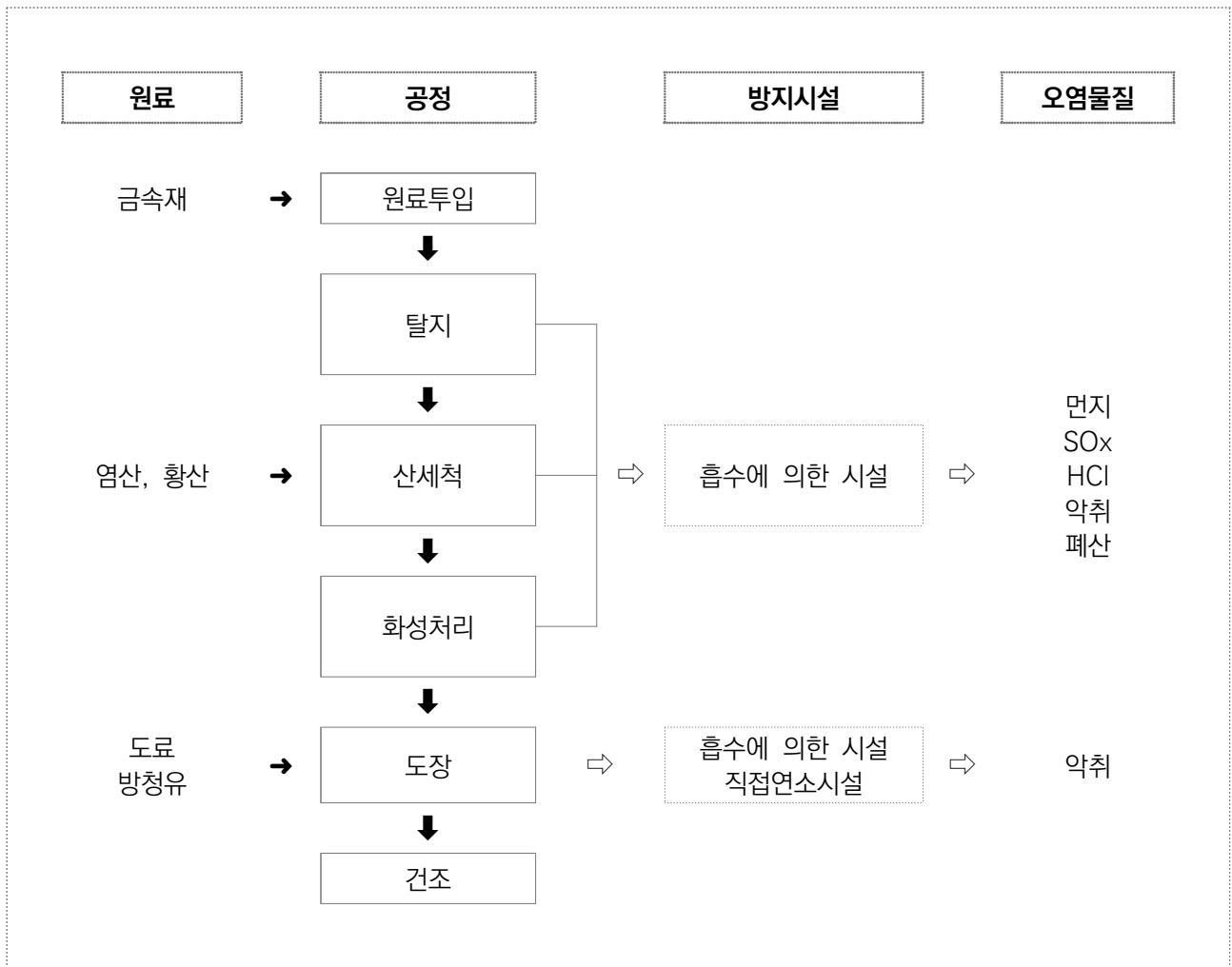
화학적 처리에 의해 금속표면에 산화막이나 무기염의 얇은 피막을 만들어 금속의 방청이나 도장하지로 만드는 처리를 말한다.

⑤ 도장

금속재 표면에 도료 및 방청유 등을 분사하여 피막 처리한다.

⑥ 건조

도장처리한 금속재 표면을 열풍으로 건조시킨다.



〈 도금 공정 〉



## 2 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조시설

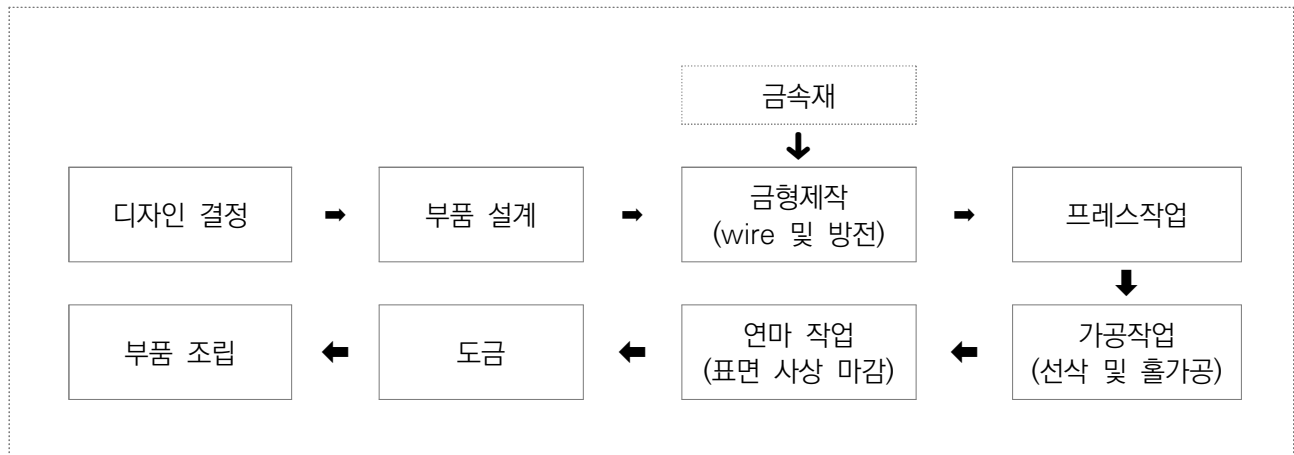
### 2.1 개요

의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조시설이란 광학기계·시계·계측기기·사무용기기·시험기계·정밀공작기계·재봉기 등 가공도가 높고 정밀한 작동을 하며 오차의 범위가 극히 작은 고도의 기능을 수행하는 기계를 제조하는 공정을 말한다. 이러한 산업활동을 크게 분류하면 산업용 기계기구(측정기·시험기 등)와 기초적인 기계요소(베어링·기어·나사)를 공급하는 산업용 정밀기기 부문 및 광학기계(카메라·망원경·현미경), 시계·가정용 재봉기·타이프라이터 등을 주로 하는 민생용(民生用) 정밀기기 부문 등으로 되어 있다. 정밀기계는 많은 부분품을 조립해서 구성한 것이어서 부품을 제조하는 전문 제조회사와 하청가공업체도 많다.

표준산업분류에서는 정밀기계 기구 제조업으로서 계량기(計量器)·측정기·분석기기·시험기, 측량기기, 의료용 기기·용품, 이화학기기(理化學機器), 광학기기·렌즈, 안경, 시계 및 그 부품으로 분류한다.

### 2.2 제조공정

#### 2.2.1. 시계 제조공정



#### 〈 시계 제조공정 〉

##### ① 표면사상

- 광(polish) : 제품의 표면을 경면처리 하는 것

- 스킨(stripe) : 12-6 H, 3-9 H, 원형, 방사선 방향의 줄무늬를 말함
- 호닝(honging) : 작은 입자로 제품의 표면에 무늬(뿌영계)를 내는 것

## ② 도금

금속은 재질에 따라 다소의 차이는 있으나 공기 중에 방치하면 표면이 부식되는 현상이 있다. 특히 팟과 같은 염기성 환경에는 부식 정도가 더욱 심하게 발생되므로 금속 표면의 부식 방지(녹슬음 방지)와 금속 표면의 미관을 아름답게 하기 위하여 금속 표면에 부식에 강한 금속 피막을 입히는 작업을 도금이라 한다.

## ③ 부품별 조립

hands(시침, 분침, 초침) 및 밴드를 결합하고, 앞면의 glass를 장착한다.

## ④ 방수테스트

압축공기를 이용한 테스트기에서 일정한 압력을 가해 방수기능이 되는지 확인한다.

## 3 기타 기계 및 장비 제조시설

### 3.1 개요

기타 기계 및 장비 제조시설이란 ①철강재 및 고철 등을 원료로 사용하여 철강분 제조와 고철 등을 잘게 분쇄하는 시설, 구입한 일차 또는 반성 비철금속재료로 비철금속분말 제조 분쇄처리, 표면처리 등을 하는 철 및 비철금속제조시설과 ②철선제품 이외의 코일스프링, 평스프링, 체인(동력전달용 제외) 및 쇠사슬, 금속박판가공품, 용접봉, 벨, 조명부착물 및 비전기식 조명장치(가구제외) 등을 제조하는 기타조립금속제품 제조시설, ③산업용 분무기, 금속용해 또는 처리용 로와 식품조리용 로를 제외한 기타산업용 로, 로 연소기, 급탄기, 가스발생기, 재방출기, 소화기, 소화장비 및 소화용 스프링클러, 카브레터, 피스톤, 피스톤링 및 내연기관용 밸브 등의 기타 기계 및 장비제조시설, ④전기도관, 조인트 및 부착물, 절연체 및 절전기용 탄소제품 등 기타 전기 및 전자기기제조시설, ⑤화물 및 여객차량, 손수레, 인력거 등과 같은 운수장비 및 그 전용부품을 제조하는 기타 운수장비제조시설, ⑥항해용 기구, 나침반, 항공기기구, 의료용품 이외의 전시용 또는 교육용 모형 및 기구 등을 제조하는 기타 전문, 과학, 측정 및 제외장비 제조시설 등 각종 철 및 비철금속을 제조가공하는 시설을 포함하여 말한다.

대기배출시설로는 전기아크로(유도로를 포함한다.), 반사로, 용선로 또는 제선로, 용광로 및 관련시설(원료처리시설, 열풍로 및 용선출탕시설을 포함하되, 고로슬래그 냉각시설은 제외한다), 도가니로, 전로, 정련로, 배소로, 소결로 및 관련시설, 환형로, 가열로, 용융·용해로, 열처리로(소둔로, 소려로를 포함한다.), 전해로, 건조로, 도금시설, 탈지시설, 산·알칼리시설, 화성처리 시설, 금속의 표면처리용 건조시설(수세 후 건조시설은 제외한다.), 주물사 처리시설(저장시설, 혼합시설, 코어, 제조시설 및 건조시설, 주형, 장입 및 해체시설, 주물사 재생시설을 포함) 등이 있다.

### 3.2 제조공정

#### 3.2.1 피스톤 제조공정

##### ① 원료 투입/용해

알루미늄 인고트를 용해로에 장입시켜 용해된 금속의 형태로 출탕한다. 일반적으로 기타 금소재료와 합금을 제조한다.

② 주조

용해된 금속을 주형 속에 넣고 응고시켜 원하는 모양의 금속형태로 만든다.

③ 열처리

피스톤 주물에 열처리를 하여 강도와 내구성을 높인다.

④ 가공

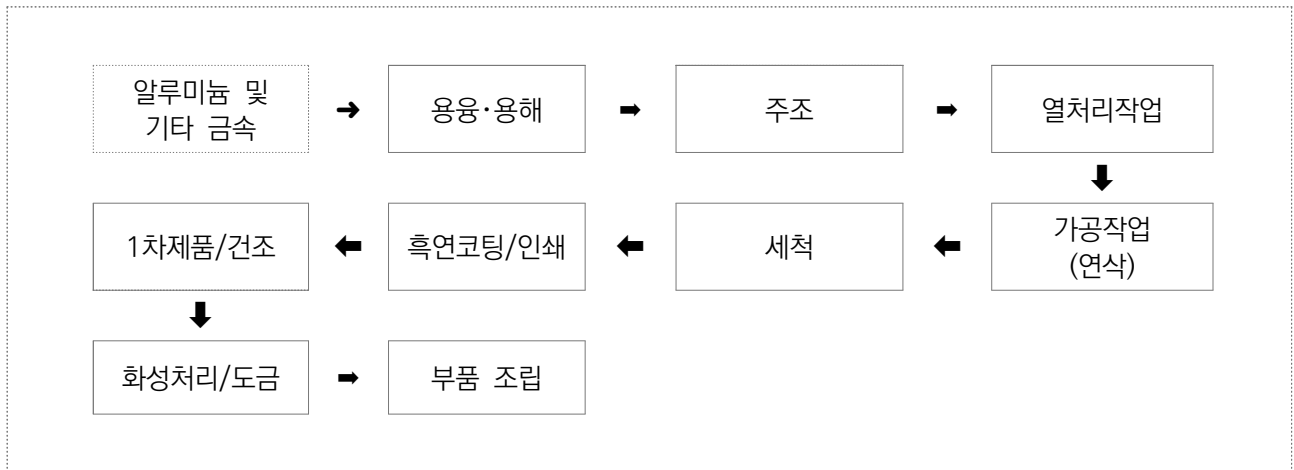
모방선반 및 CNC 장비를 이용하여 피스톤 표면과 속을 정밀 가공하여 실린더와 결합할 때 오차를 최소화한다.

⑤ 표면처리/세척

피스톤 표면에 도금 및 코팅 처리를 통해 열 과부하에 대한 보호장치 역할 및 운동성을 개선 후 세척과정을 거친다.

⑥ 조립

피스톤에 링, 핀과 콘로드를 조립하여 피스톤 모듈을 완성한다.



〈 피스톤 제조공정 〉

3.2.2 실린더 제조공정

① 절단공정(Tube Cutting)

원재료인 철재 Tube를 톱날 등을 이용하여 생산하려는 제품의 규격에 맞게 절단하는 공정을 말한다.

② 1차 용접공정(Welding)

Tube Sub와 Tube End 사이의 용접을 진행하는 공정을 말한다. 사용할 Tube는 보통 공정을 진행하기 앞서 세척 한 후 사용한다.

③ 정밀연마(Skiving Roller Burnishing)

Tube 원통 내면을 고속 정밀 연마하는 공정을 말한다.

④ 선반가공(Computer Numerical Control)

용접 및 정밀연마 공정이 끝난 Tube를 원하는 모양으로 가공한다.

⑤ 2차 용접공정

Tube Sub와 Pipe 용접실린더를 용접하는 공정을 말한다.

⑥ 조립공정

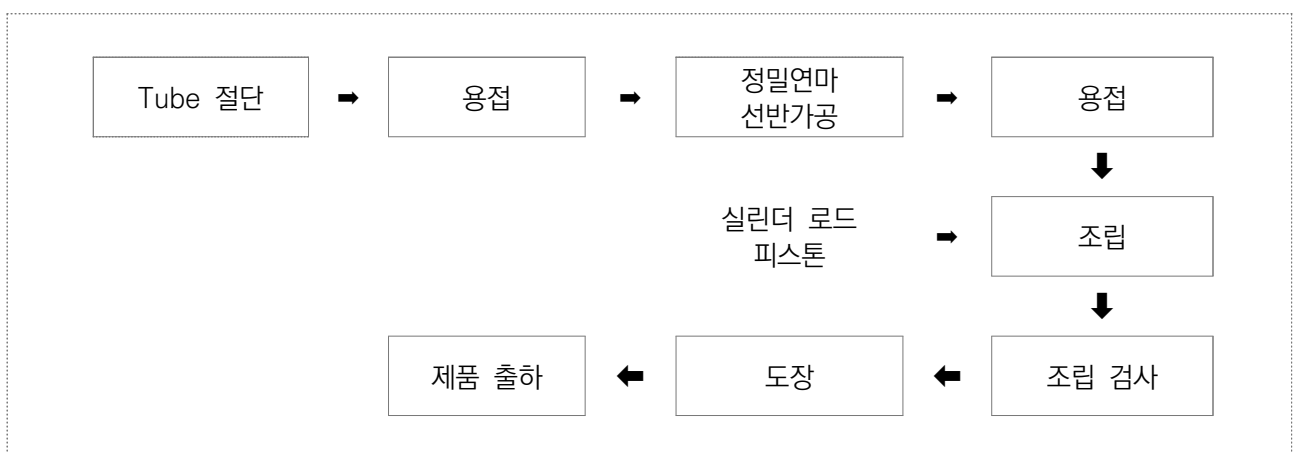
피스톤 및 Seal, Sub Parts 등을 ROD(실린더 부품으로 조립때 결합되는 긴원통모양의 막대)와 체결하여 가공 및 용접된 Tube Assembly와 조립하여 실린더 완제품을 생산한다.

⑦ 검사공정

완성된 실린더를 무부하작동, 내압시험, 기계 내·외부 누유 등 제 기능을 정상적으로 가동하는지 검사한다.

⑧ 도장공정

검사가 끝난 제품을 녹방지 및 제품사양에 맞는 도료를 사용해 도색한다.



〈 실린더 제조공정 〉

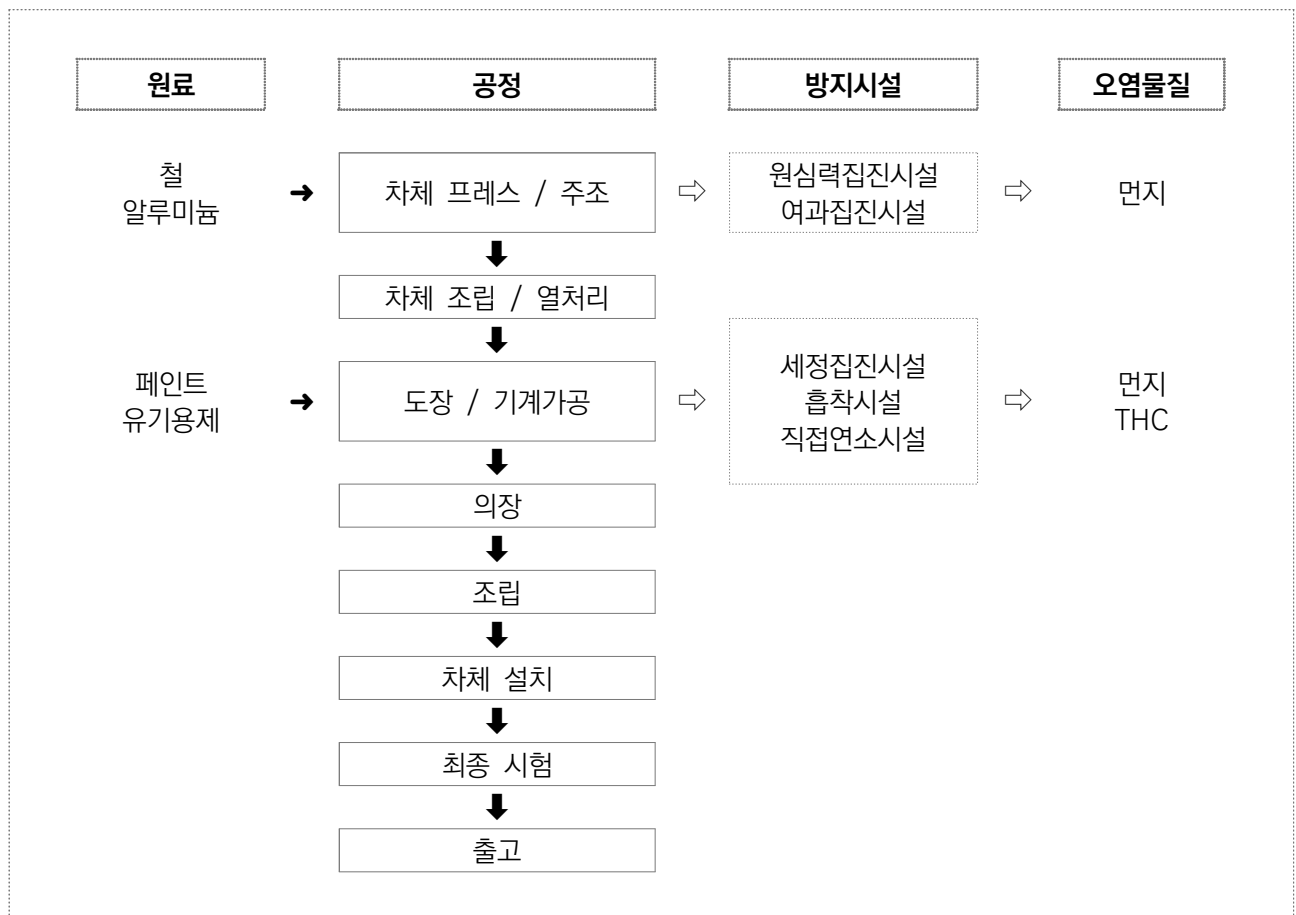
## 4 자동차·트레일러·기타 운송장비 제조시설

### 4.1 개요

자동차 생산공정은 승용차를 기준으로 크게 프레스(철판 절단 및 압축성형), 차체(프레스 철판의 용접, 조립), 도장(차체의 방음, 방진, 방청 처리 및 색도장), 의장(차체의 내·외장 및 샤시 조립), 최종 테스트 등으로 구성되며, 엔진 및 변속기 등 핵심부품의 공정으로는 주조, 단조, 소결, 열처리, 기계가공, 조립공정이 있다. 트레일러·기타 운송장비 제조시설은 자동차 생산공정과 공정 자체는 비슷하나 자동연속성이라는 부분에서 차이가 난다.

### 4.2 제조공정

#### 4.2.1 자동차 제조공정



〈 자동차 제조공정 〉

## ① 프레스 공정

철판을 차체 부품별 크기로 절단하고 모양별로 프레스하여 차체 부품을 형성한다.

## ② 차체 조립

프레스 공정 제품을 용접하여 차체를 형성한다.

## ③ 엔진, 기어 기계가공공정

주조, 단조품을 가공, 조립하여 엔진, 기어를 생산한다.

## ④ 도장 공정

탈지, 피막, 전착, 하도, 중도, 상도, 건조 등을 거쳐 차체에 도료를 입히는 공정

## ⑤ 의장 공정

도장 차체에 엔진, 시트 등 의장부품을 조립하여 차량 완성한다.



< 프레스 작업 >



< 차체 제작 작업 >



<엔진, 기어 공정>



<도장 공정>

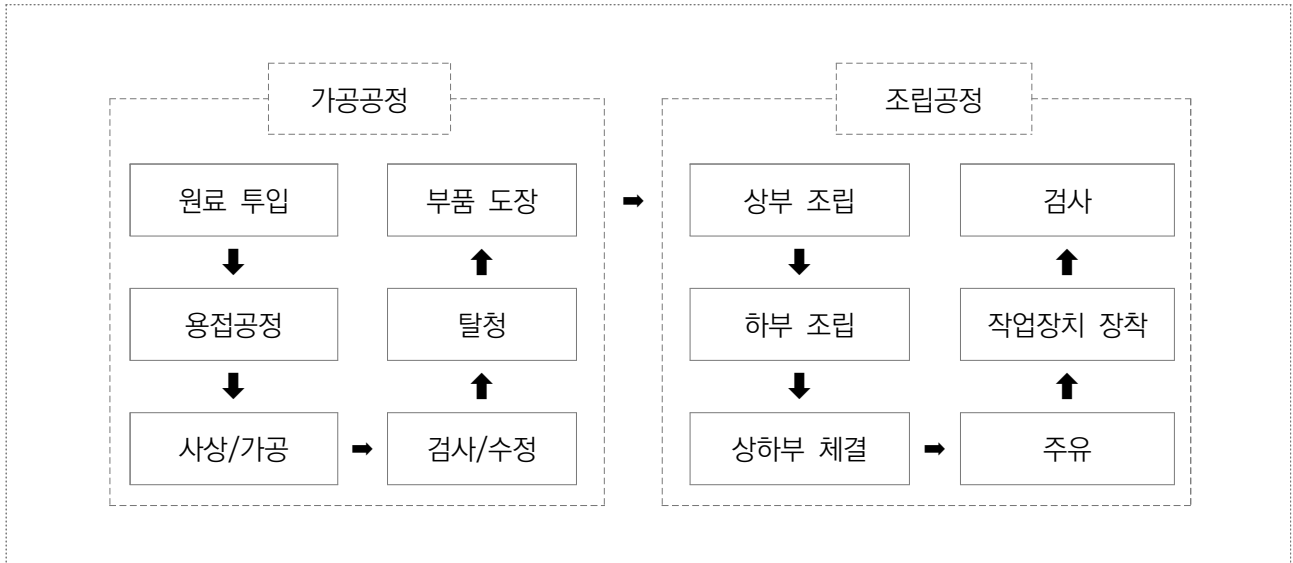


< 의장 공정 >



< 완성 차량 >

### 4.2.2 중장비 제조공정



〈 중장비 제조공정 〉

#### (가) 중장비 가공공정

① 가공소재 투입

절단, 벤딩, 연마된 원자재 철판을 생산계획에 따라 투입한다.

② 용접공정

철판 단품을 가접하여 일정한 형태를 갖추고 본 용접으로 부분품을 만든다.

③ 사상 및 가공 공정

제품의 부분품을 절삭, 드릴링 등 가공하여 제품 소재를 만든다.

④ 검사·수정 공정

가공 완료된 제품소재를 검사하고 수정한다.

⑤ 탈청공정

검사에 합격한 제품을 탈청하여 녹을 제거한다.

⑥ 반제품 도장 공정

탈청 완료된 제품을 도장(하도 및 상도), 건조하여 반제품을 만든다.



## (나) 중장비 조립과정

### ① 상부 조립과정

상부 프레임을 장착하고 그 기능품들을 조립하는 공정으로서 전장배선·엔진·MCV·Upper Frame, Pilot Hose 등의 부품이 결합되는 공정을 말한다.

### ② 하부 조립과정

하부 프레임을 장착하고 그 기능품들을 조립하는 공정을 말하며, 구성품으로는 S/Gear, T/Motor, Roller, Track, T/M, R/Spring/Idler 등이 있다.

### ③ 상·하부 체결 공정

기능품들의 조립이 완료된 상부 및 하부 프레임을 체결하는 공정을 말하며, 구성품으로는 S/Motor, B/Plate, Tuel/T 등이 있다.

### ④ 주유공정

장비작동에 필요한 연료유·유압유·부동액 등을 주입한다.

### ⑤ 작업장치 장착 공정

작업장치 서브를 완료하여 장비본체에 장착하는 공정을 말하며, 구성품으로는 Boom, Bucket, CYL, Dipper, Tube류 등이 있다.

### ⑥ 검사 및 수정 공정

조립이 완료된 굴삭기의 기능을 검사 확인하여 문제가 있는 부분은 수정하는 공정을 말한다.

		
<p>〈상부 조립〉</p>	<p>〈상하부 체결〉</p>	<p>〈작업장치 장착〉</p>

## **5** 주요 대기오염물질 배출시설

1차 금속 제도시설의 대기오염물질 배출시설과 동일하다.

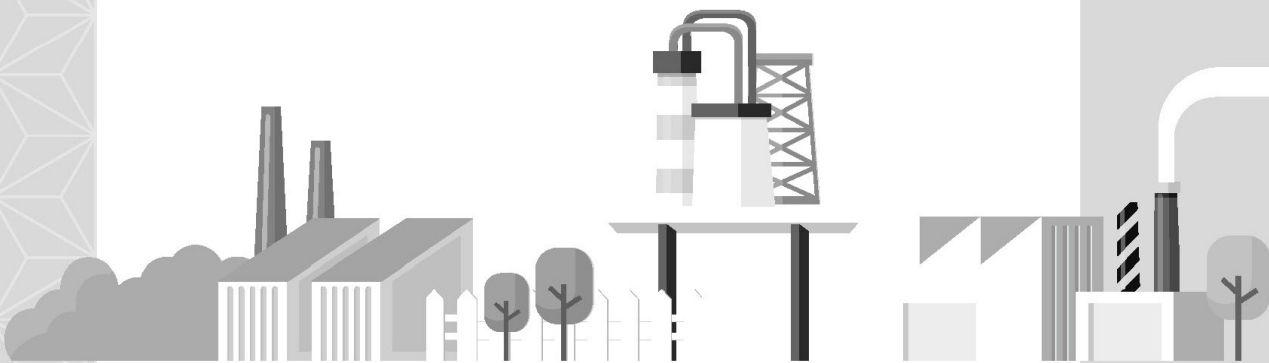
대기오염물질배출시설

## 해설집

# — XI

전자부품·컴퓨터·영상·  
음향·통신장비·전기장비  
제조시설

---





## XI

## 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비·전기장비 제조시설

## 1

## 반도체 제조시설

## 1.1 개요

순수한 반도체는 부도체처럼 전기가 거의 통하지 않는다. 하지만 부도체와는 달리 빛이나 열, 또는 불순물을 가해주면 도체처럼 전기가 흐르고 또한 조절도 가능하다. 또한 도체는 전기가 잘 통하지만 사람이 조절하기 어려운 반면에 반도체는 사람이 어떻게 조작하는가에 따라 조절이 용이하다. 즉 산업적으로 반도체는 전기전도도의 조절 용이성이 바로 가장 큰 특징이다.

반도체의 발달과정은 현대산업에서 통신기술과 계산능력이 발달함에 따라 급속히 발전하였다. 반도체가 나오기 전엔 부피가 크고 단순한 기능을 하는 진공관이 사용되었으며, 다이오드와 트랜지스터가 개발되어 기초적인 기능의 반도체가 최초로 제작되었으며, 현재엔 이들의 수백 수만개의 기능을 가지고 있는 반도체가 이용되고 있다. 일반적으로 반도체를 집적회로라고 하며, 수천, 수만개의 트랜지스터, 저항, 캐패시터가 집적되어 기계를 제어하거나 정보를 기억하는 일을 수행하고, 이러한 반도체집적회로를 IC(integrated circuit)라고 한다.

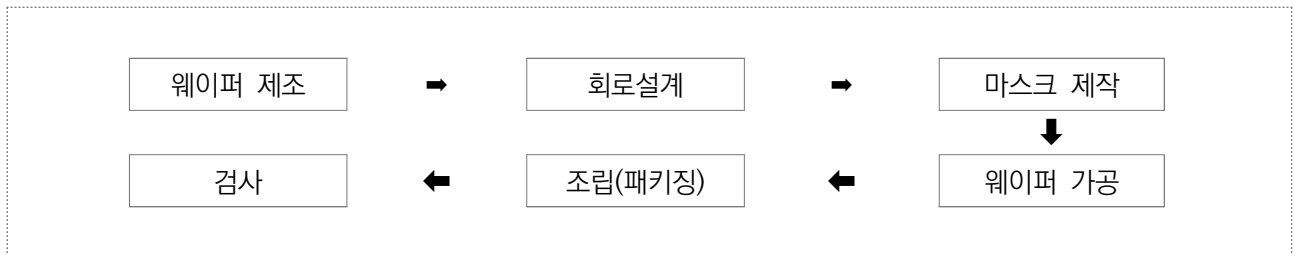
반도체의 기능은 기본적으로 전기신호의 교류 및 직류를 바꿔주는 정류기능(다이오드), 전기신호를 전달시키기 위한 증폭기능(트랜지스터)과 전기신호를 빛이나 소리 등으로 바꿔주는 변환기능이 있다. 이러한 기본적인 기능을 이용하여, 반도체 소자는 일반 제품에서 정보 데이터의 전환, 저장 및 기억, 계산 및 연산과 기계나 설비를 제어한다.

반도체 제품은 크게 메모리 부문, 메모리 부문을 제외한 마이크로 부문 및 특수 사업 제품으로 구분된다. 메모리 부문은 정보를 저장할 수 있도록 만든 반도체 IC이며, 읽고 쓸 수 있는 램 제품과 읽기만 할 수 있는 롬 제품 그리고 캠코더용 화상 저장 소자인 CCD, 기타 메모리로 구분된다. 마이크로 제품은 메모리 부문을 제외한 마이크로 컴퓨터를 구성하기 위한 핵심 부품, 제반 신호의 표현 및 처리를 연속적인 신호변화에 의해 인식하는 Analog IC, Poxer IC 및 LCD드라이버 IC 등의 반도체 제품을 통칭하여 마이크로 제품이라고 하다. 특수사업 부문은 도체의 기본 원료인 실리콘 외 다른 물질을 사용하거나 또는 저장한 정보를 표시하는 디스플레이 분야(graphic IC)로 그 응용분야를 확대할 수 있다. 대표적인 것이 실리콘 대신 갈륨비소반도체

(Ga, As)를 사용하는 화합물반도체와 액정표시방식, 감열기록방식을 이용한 디스플레이 제품이 있다.

## 1.2 제조과정

일반적으로 반도체를 직접회로(IC, Intergrated Circuit)라고 하며, 이러한 직접회로는 수천, 수만개의 트랜지스터, 진공관 등의 능동소자와 콘덴서, 저항 등의 수동소자가 집적되어 기기제어 및 정보기억 등 특별한 기능(RAM, CPU 등)을 수행할 수 있다. 이러한 반도체 제조시설은 크게 웨이퍼 제조과정, 웨이퍼 가공과정, 반도체 패키징 공정으로 분류할 수 있다.



〈 반도체 제조과정 〉

### 1.2.1 웨이퍼 제조과정

모래로부터 고순도 단결정 실리콘 잉곳을 만들고 얇은 두께로 절단하여 연마를 통하여 웨이퍼를 제조하는 공정이다.

#### ① 잉곳(Ingot) 제조과정

원료인 고순도 실리콘을 고온의 열로 녹여 액화시킨 후 초크랄스키법(Czochralski) 혹은 플로팅 존법(Floating Zone) 등의 방법으로 실리콘 기둥인 잉곳을 제조한다.

#### ② 성형공정(잉곳 절단 공정, Wafer Slicing)

잉곳 제조공정으로부터 제작되어진 잉곳(Ingot)을 타ਿਆ몬드 톱을 이용하여 균일한 두께로 얇게 절단한다. 얇게 절단된 실리콘 판을 웨이퍼(Wafer)라 한다.

#### ③ 연마공정(Lapping & Polishing)

성형을 마친 웨이퍼(wafer)의 흠결 및 거친 표면을 연마액과 연마 장비를 이용하여 웨이퍼의 표면을 매끄럽게 연마한다.

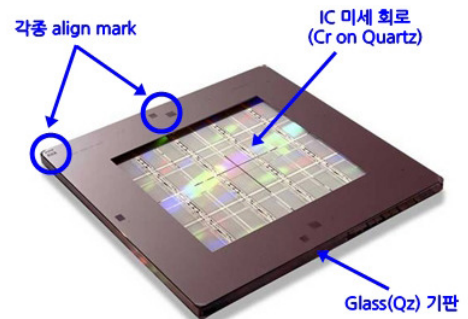


### 1.2.2 회로 설계

제작된 웨이퍼(Wafer)에 그려 넣을 회로를 컴퓨터 시스템(CAD, Computer -aided Design)을 이용하여 설계한다. 이러한 회로설계는 웨이퍼 상에 구현될 전자 회로를 설계하는데, 보통 회로설계는 일정한 패턴으로서 설계한다.

### 1.2.3 마스크 제작

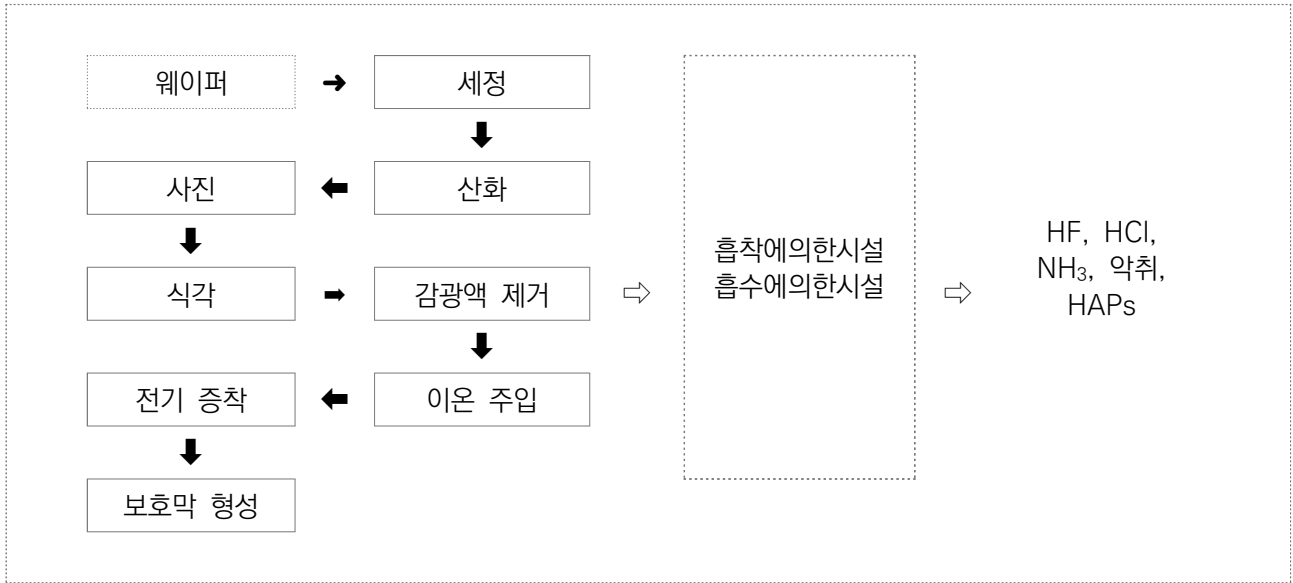
회로설계가 완료되면 설계된 회로의 패턴은 E-Beam이라 일컫는 설비를 이용하여 석영 유리판 위에 그리게 되는데 이것을 MASK(Reticle) 혹은 포토 마스크(Photo Mask)라 부른다. 이러한 MASK는 회로의 패턴이 담긴 네거티브 필름(Negative Film)으로 사진용 원판의 구실을 하게 된다.



〈 MASK 〉

### 1.2.4 웨이퍼 가공공정

웨이퍼의 표면에 여러 종류의 막을 형성시켜 마스크를 사용하여 특정부분을 선택적으로 깎아내는 작업을 반복하여 전자회로를 구성해 나가는 공정이다.



〈 웨이퍼 가공공정 〉

① 세정

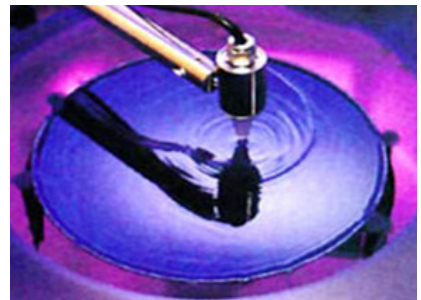
웨이퍼 제조공정으로부터 제작된 웨이퍼 표면에 묻어 있는 이물질을 제거한다.

② 확산(산화, Oxidation)공정

웨이퍼 표면을 보호하기 위해 웨이퍼의 표면에 얇은 막을 증착시키는 공정을 말한다. 산화(Oxidation)공정에서는, 고온(800~1,200℃)에서 산소 혹은 수증기를 웨이퍼 표면에 뿌려 얇고 균일한 실리콘 산화막(SiO<sub>2</sub>)를 형성시킨다.

③ 사진(Photo)공정

감광액을 도포하고 패턴을 사진 및 현상하는 공정으로 우선 웨이퍼 표면에 빛에 민감한 물질인 감광액(PR, Photo Resist)을 바른다. 웨이퍼 표면에 균일하게 입혀진 감광액(PR)은 빛의 반응에 따라 양성(positive) 혹은 음성(negative)로 분류되며, 양성 감광액의 경우 현상공정을 통해 노광된 영역이 제거되고, 음성 감광액의 경우 노광된 영역만 남게 되어 원하는 패턴을 그릴 수 있다.



〈 감광액 도포 〉

감광액이 도포된 웨이퍼에 노광장비를 사용하여 회로 패턴이 그려져 있는 MASK에 빛을 통과시켜 투과된 빛의 노광(Stepper Exposure)패턴을 만든다. 노광공정 후 웨이퍼에 현상액을



뿌리며 노광된 영역과 노광되지 않은 영역을 선택적으로 제거해 회로 패턴을 현상(Develop)한다.

④ 식각공정(Etching)

웨이퍼(Wafer)에 액체 또는 기체의 부식액(etchant)을 이용해 불필요한 부분을 선택적으로 제거해 반도체 회로 패턴을 만드는 공정으로 식각 반응을 일으키는 물질의 상태에 따라 습식(wet)방식과 건식(Dry)방식으로 나눌 수 있다.

⑤ 감광액 제거(Ashing)

웨이퍼 위에 묻어 있는 감광액을 제거한다.

⑥ 이온주입(Ion Implantation)

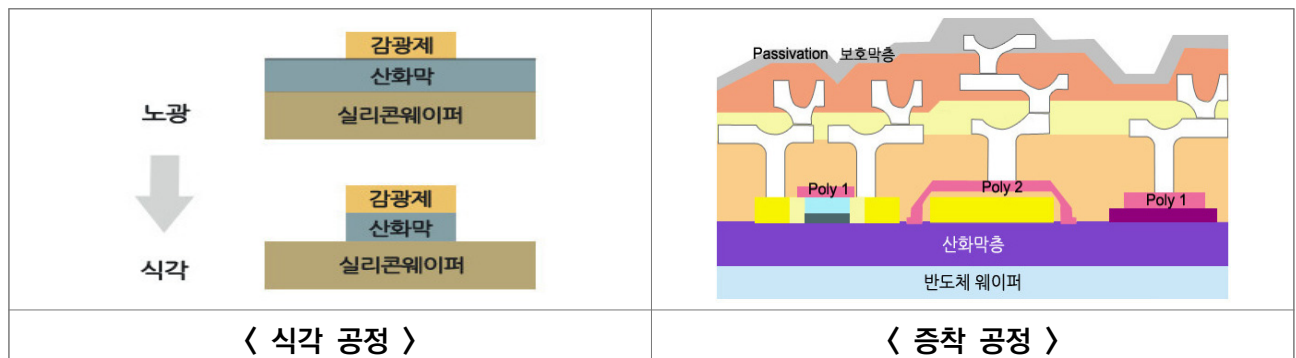
불순물 이온을 이온가속장치에 의해 웨이퍼에 침투시킨다.

⑦ 증착(Deposition)

웨이퍼 위에 원하는 분자 또는 원자 단위의 물질을 박막의 두께로 입혀 전기적인 특성을 가지게 한다.

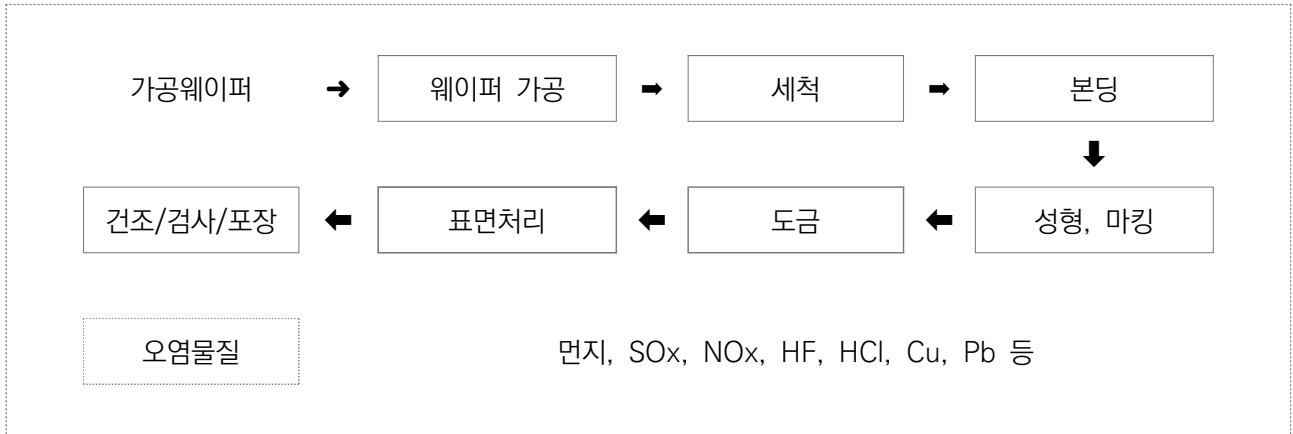
⑧ 보호막 형성

가스를 이용, 보호막을 형성시킨 후 제품(가공 웨이퍼)이 완성된다.



1.2.5 반도체 패키징 제조공정

웨이퍼상의 칩을 날개로 잘라서 외부와 신호를 주고 받을 수 있도록 리드프레임과 결합하고, 외부환경으로부터 보호하는 형태의 완제품으로 조립한다.



### 〈 반도체 패키징 제조공정 〉

#### ① 웨이퍼 가공

가공된 원형 웨이퍼를 필요한 형태의 크기의 반도체 칩으로 절단·가공한다.

#### ② 세척공정

웨이퍼 가공 시 생기는 불순물을 초순수로 세척한다.

#### ③ 본딩공정

- 다이본드 : 절단된 단위 칩을 리드 프레임(lead frame)에 얹어 부착한다.
- 와이어본드 : 반도체 칩과 lead 사이를 금선과 알루미늄선으로 연결한다.

#### ④ 성형(Molding)

반도체 칩을 보호하고 들어갈 제품에 적합한 형태로 화학수지를 이용하여 일정한 고유형태로 밀봉한다. 몰딩 화합물은 에폭시수지와 세라믹 종류를 사용한다.

#### ⑤ 마킹

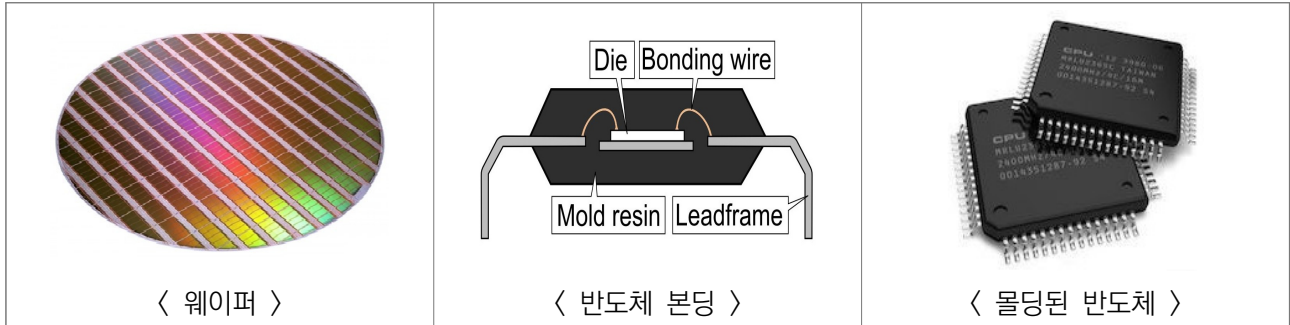
캡슐화된 반도체에 상호 및 level을 인쇄한다.

#### ⑥ 도금

lead 프레임의 전도성을 우수하게 하고 부식을 방지하기 위해 도금한다.

⑦ 표면처리, 건조, 검사, 포장

도금공정까지 완료된 반도체는 제품으로 포장되기 전 후처리 작업인 표면처리, 건조, 검사를 차례로 진행된 후 최종 포장



## 2

## 기타 전자부품 제조시설

## 2.1 개요

반도체 외 기타 전자부품으로는 인쇄회로기판(동박적층막, 휴대폰용 인쇄회로 기판), 전자 축전지(콘덴서, 인덕터) 그 외 기타 전자부품 제조업 등이 있다.

인쇄회로기판은 집적 회로, 저항기 또는 스위치 등의 전기적 부품들이 납땜되는 얇은 판이다. 전지는 원재료가 사용되면 그 유용 수명이 끊어져 버리는 일차전지(일명 건전지)와 그 자체의 원 전류량을 소모해 버린 다음 반대 방향으로 전류를 통하게 외부에서 재충전함으로써 복귀되는 이차전지 혹은 축전지로서(보통 배터리라 한다) 2가지로 구분된다.

기타 전자부품의 제조공정은 그 제품의 종류가 매우 다양하며, 일반 제조공정 중 투입되는 원료와 세부 제조공정은 약간씩 차이가 있으나, 공통적인 배출 특성은 타 전자산업과 마찬가지로 투입되는 많은 화학물질의 처리를 위한 산·알칼리처리 시설과 결합 및 접착을 위한 건조, 도금, 표면처리 및 탈지시설 등에서 유해화학물질 및 중금속 등의 대기오염물질 배출이 있다. 기타 전자부품은 최소화된 규격 및 주문생산으로 같은 품목 일지라도 제조공정 중 투입원료와 최종 제품의 종류는 상당히 많은 다품종 소량 생산일 경우가 많다.

## 2.2 제조공정

## 2.2.1 인쇄회로기판 제조공정

## ① 기준 홀 가공

## ② 내층회로 형성

패널상의 노광, 현상 및 에칭을 통한 내층회로를 형성한다.

## ③ 흑화처리

적층 press 시 접착력을 증대하기 위해 동박표면에 조도를 생성한다.

## ④ lay-up 및 적층

내층회로 형성이 완료된 제품과 층과 층 사이를 접합 성형한다.

⑤ 드릴공정

부품의 삽입과 내·외층을 연결하기 위한 홀을 가공한다.

⑥ 수평도금

제품상에 내·외층을 전기적 연결위해 패널 전체에 동도금을 한다.

⑦ 외층회로 형성

노광, 현상을 통하여 외층회로를 형성한다.

⑧ 외층 에칭

에칭을 통하여 외층회로를 형성한다.

⑨ 인쇄

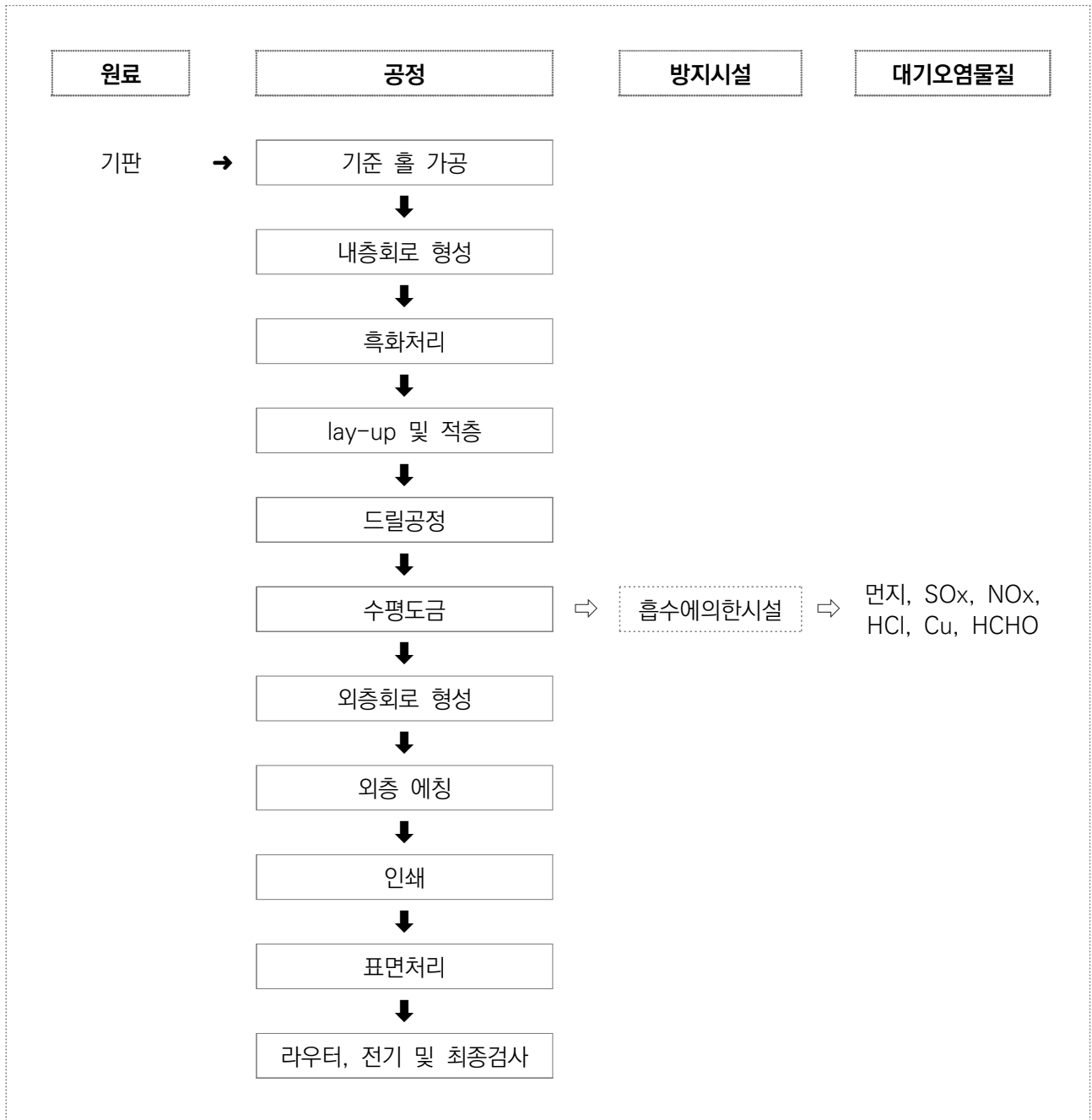
부품 등을 장착시 불필요한 부분의 솔다 부착을 방지하며 표면회로를 외부 환경으로부터 보호를 위한 잉크 도포를 한다.

⑩ 표면처리

표면상 요구사양에 따라 화학약품을 처리한다.

⑪ 라우터, 전기 및 최종검사

외각을 가공하여 고객이 원하는 크기를 만든다.



〈 인쇄회로기판 제조공정 〉

## 2.2.2 축전지 제조공정

### ① 기판 주조

납 연피를 용해로에 녹여 기판을 형성한다.

### ② 습식분쇄

원료를 분쇄하고 혼합시설로 이송한다.

### ③ 연분연도

혼합된 연분을 기판표면에 바른다.

### ④ 숙성건조

생극판주의 수분과 납함량을 감소시켜 화성이 용이 하도록 한다.

### ⑤ 화성

전기적 에너지를 화학적 에너지로 변환한다.

### ⑥ 수세

황산분을 물로 세정한다.

### ⑦ 건조절단

수분 제거 후 극판 상부의 미미를 절단한다.

### ⑧ 조립

전조에 극판 등을 넣고 조립한다.



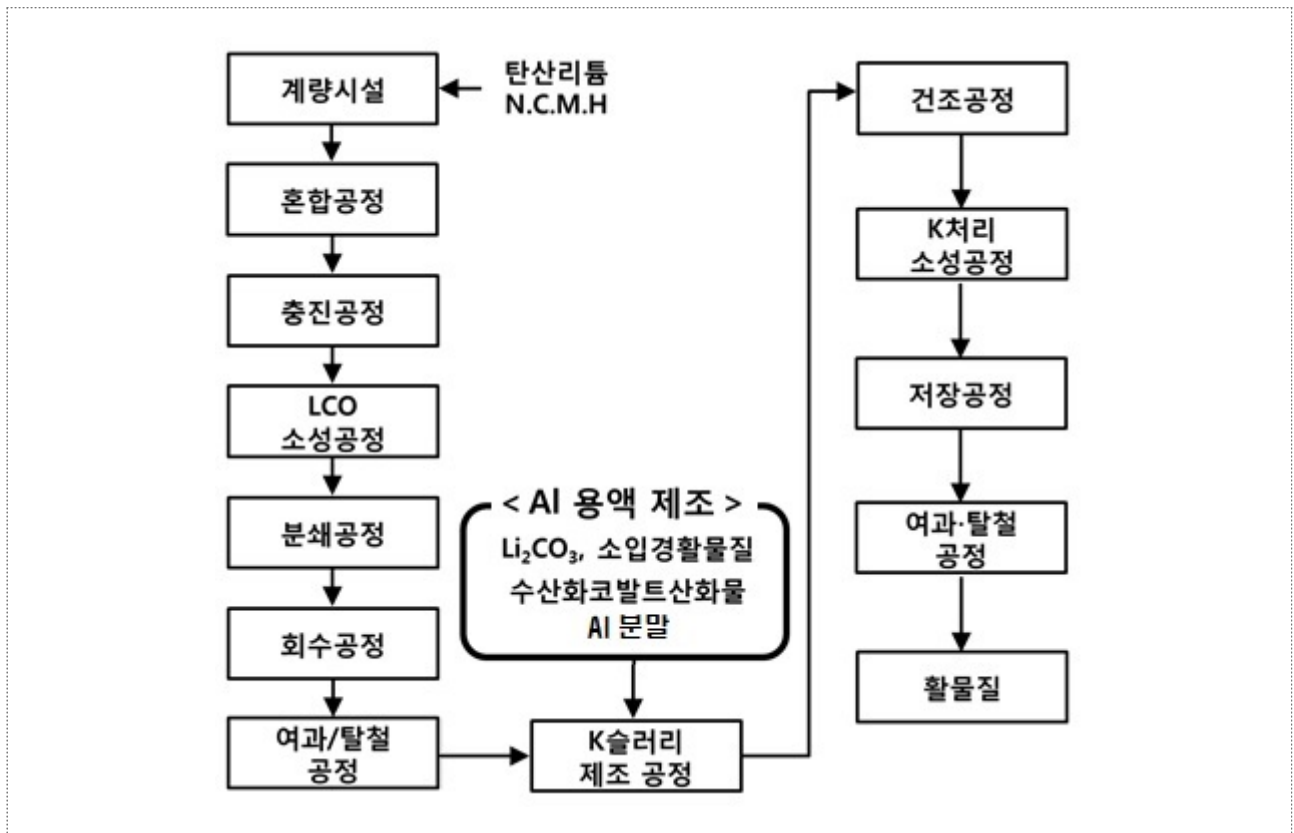
〈 축전지 제조공정 〉

### 2.2.3 리튬이온 전지 제조공정

리튬이온 (축)전지(Lithium-ion battery, Li-ion battery)는 이차전지의 하나로서, 방전 과정 중 리튬 이온이 음극에서 양극으로 이동하는 전지를 말한다. 충전 시에는 리튬이온이 방전 과정과 반대로, 양극에서 음극으로 이동하여 본래 자리로 돌아오게 된다. 리튬이온전지(Lithium-ion battery, Li-ion battery)는 충전 또는, 재사용이 불가능한 리튬 전지(일차 전지)와는 다르며, 고체 폴리머를 이용하는 리튬이온폴리머전지(Lithium-ion polymer battery)와도 다르다. 이러한 리튬-이온 (축)전지 제조공정은 활물질을 제조하는 공정과 활물질을 이용하여 리튬-이온 (축)전지를 제조하는 공정으로 나뉜다.



### 2.2.3.1 활물질 제조공정



〈 활물질 제조공정 〉

#### ① 계량·혼합시설

전지원료인 탄산리튬과 N.C.M.H(Nickel Cobalt Maganese Hydroxide)를 계량하여 혼합한다.

#### ② 충전공정

혼합이 완료된 원료를 소성용이게 계량하여 충전한다.

#### ③ LCO 소성공정

소성용기에 충전된 원료를 밀폐 후 소성로를 통과시키면서 소성한다. 반응식은 다음과 같다.



④ 분쇄공정

소성이 완료된 케이크를 수 mm의 크기로 분쇄한다.

⑤ 회수공정

분쇄된 소성물을 여과·탈철하기 위하여 공기(Air)를 이용, 이송과정에서 비산되는 소성물을 회수하여 후단공정으로 보낸다.

⑥ 여과·탈철 공정

분쇄된 케이크를 체분리리한 후 이물질과 철분을 제거하여 후단공정으로 이송하거나 반제품으로 포장한다.

⑦ Al 용액 제조공정

$\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 소입경 활물질, 수산화코발트 산화물과 함께 Al(알루미늄, 양극기재, 이하 Al) 분말을 에탄올에 균일하게 분산시켜 Al용액을 제조한다.

⑧ K슬러리 제조공정

양극활물질인  $\text{S}_2\text{O}$ 와 Al용액을 혼련하여 K슬러리를 제조한다.

⑨ 건조공정

슬러리 내 에탄올을 증발시켜 Al혼합물을 코팅한다.

⑩ K처리 소성공정

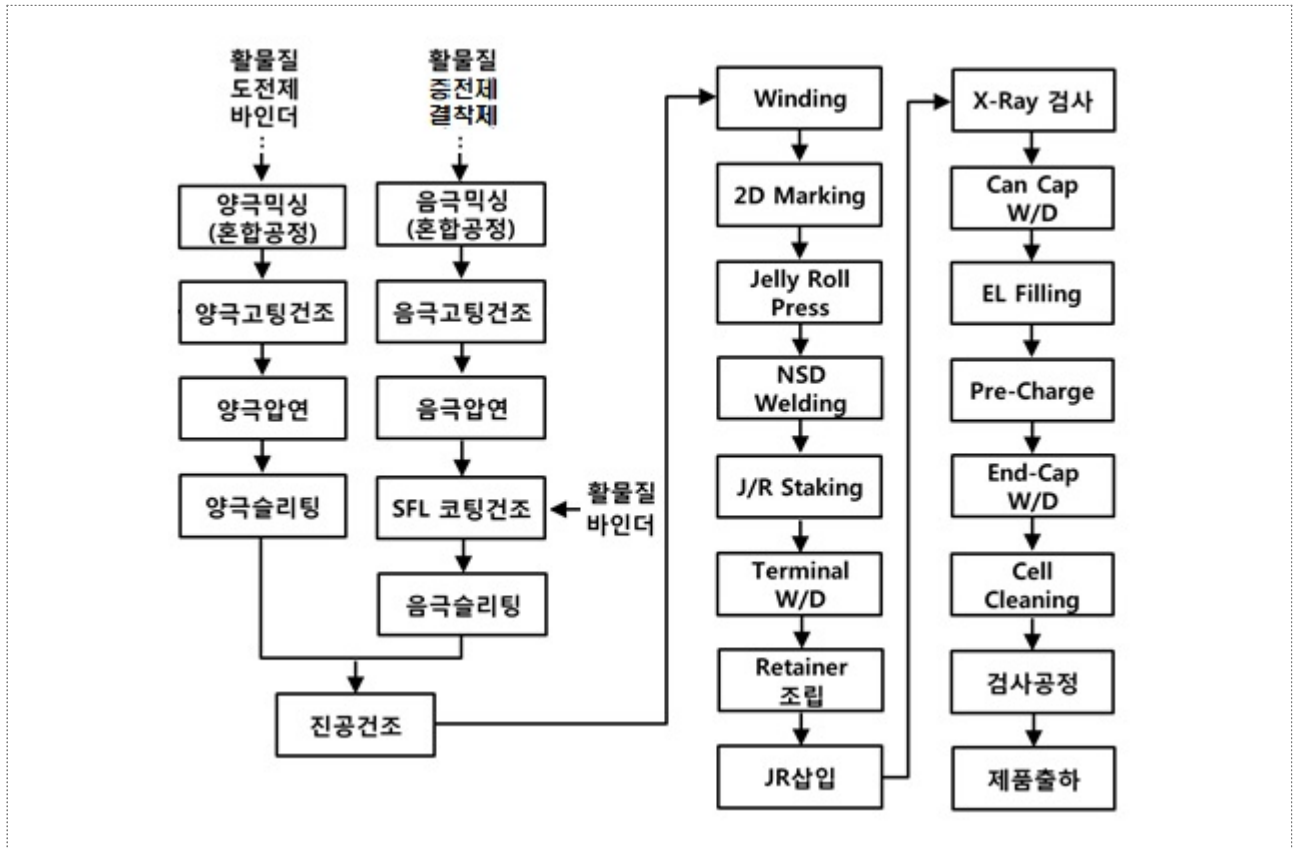
건조분말을 소성용기에 담고 소성용기를 K처리 소성로에 투입하여 일정온도와 시간의 조건으로 열처리한다.

⑪ 여과·탈철공정

공정 작업 중 혼입된 이물질을 걸러내고 입자의 크기를 일정하게 조절하기 위해 일정 크기의 SUS시브를 사용하여 여과한다. 여과·탈철 공정까지 완료되면 양극활물질 CM15V2이 생산된다.

### 2.2.3.2 리튬이온 전지 제조과정

만들어진 활물질을 활용하여 음극판, 양극판을 제조하고 양극과 음극 사이에 분리막을 넣어 조립하는 공정이다.



〈 리튬이온 전지 제조과정 〉

#### 〈양극판 제조과정〉

##### ① 양극믹싱(혼합공정)공정

원료인 활물질(NCM·LMO·NCA)과 도전제(D/B), 바인더(Solef6020), 솔벤트(Solvent, NMP)를 각각 계량하고 혼합기로 혼합하여 슬러리를 만든다.

##### ② 양극코팅건조공정

양극믹싱공정에서 혼합되어진 슬러리를 양극기재(Al)에 붙이고 제품의 내부에 포함된 용매를 약 120℃에서 건조시킨다.

③ 양극압연공정

건조가 완료된 양극코팅극판을 일정한 두께로 압착가공한다.

④ 양극슬리팅공정

압착가공된 양극판을 전지설계 폭에 따라 일정한 폭·길이의 크기로 절단한다.

**[음극판 제조공정]**

⑤ 음극믹싱(혼합공정)공정

원료인 활물질(MC08/MC20), 증전제(CMC), 결합제(SBR), Solvent(물)를 각각 계량하고 혼합기로 혼합하여 슬러리를 만든다.

⑥ 음극코팅건조공정

음극믹싱공정에서 혼합되어진 슬러리를 음극기재(구리, 이하 Cu)에 붙이고 기재에 붙여진 슬러리를 건조한다.

⑦ 음극압연공정

건조가 완료된 음극극판을 일정한 두께로 압착가공한다.

⑧ SFL 코팅건조공정

활물질( $Al_2O_3$ ), 바인더(BM520B), Solvent(NMP)를 혼합하여 SFL코팅액을 제조하여 압착완료된 음극극판에 일정한 두께로 알루미나 막을 덧붙여 약 120℃에서 건조한다.

⑨ 음극슬리팅공정

SFL코팅이 완료된 음극극판을 설계조건에 따라 절단한다.

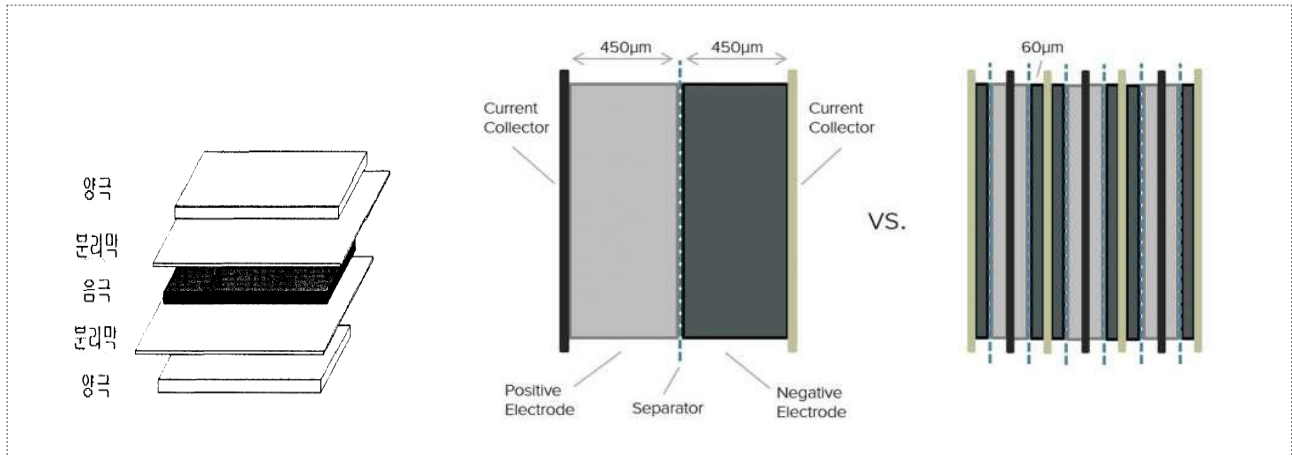
⑩ 진공건조공정

극판에 잔류된 용매나 수분을 최종 제거한다.

## [조립공정]

### ⑪ Winding공정

양극/음극합제(J/R, Jelly & Roll)를 Sepa로 분리하여 일정길이 만큼 Winding한다.



〈 양극/음극합제(J/R)의 개념도 〉

### ⑫ 2D Marking공정

Winding된 J/R에 극판 정보를 추적하기 위해 레이저로 2D Marking 한다.

### ⑬ Jelly Roll Press공정

J/R(Jelly & Roll)이 담기는 Can에 삽입성을 좋게하기 위해 일정한 시간 및 가압으로 J/R을 압착한다.

### ⑭ NSD Welding공정

Cell 관통 특성을 만족하기 위해 J/R 외곽에 Cu 기재를 초음파로 용접한다.

### ⑮ J/R Stacking공정

전지 용량을 확보하기 위해 여러개의 J/R을 적층한다.

### ⑯ Terminal W/D(Welding)공정

외부에 전류를 인가하기 위해 단자를 초음파로 용접다.

⑰ Retainer 조립공정

Can 내부 J/R의 유동을 방지하기 위해 Can 측면 및 하부에 Retainer를 삽입하고 J/R을 Al Can 내부에 삽입한다.

⑱ X-Ray검사공정

Can에 삽입된 J/R 내부에 쇼트(Short) 방지를 위하여, 빈공간이 있는지 X-Ray를 투시하여 검사한다.

⑲ Can Cap W/D(Welding)공정

삽입이 완료된 Cell에 Laser를 이용하여 Can과 Cap Plate를 밀폐한다.

⑳ EL Filling공정

Li-ion이 양극판에 전달될 수 있게 매개체 역할을 하는 전해액을 주입한다.

㉑ Pre-Charge공정

전지 내부 Gas 배출 및 계면을 안정화하기 위해 전해액이 주입된 Cell을 일정가량 충전한다.

㉒ End-Cap W/D(Welding)공정

Pre-Charge가 완료된 Cell의 전해액 주입구를 Laser를 이용하여 밀폐한다.

㉓ Cell Cleaning공정(세척공정)

Cell 외부 오염물질(전해액, 기타 이물질)을 순수(水)를 이용하여 세정한다.

㉔ 검사공정

Cell 활성화를 위해 충/방전을 진행하여 용량, 출력, IR/OCV 등을 측정하여 양호/불량을 선별한다.

### 3 컴퓨터·통신·영상기기·음향기기 제조시설

#### 3.1 개요

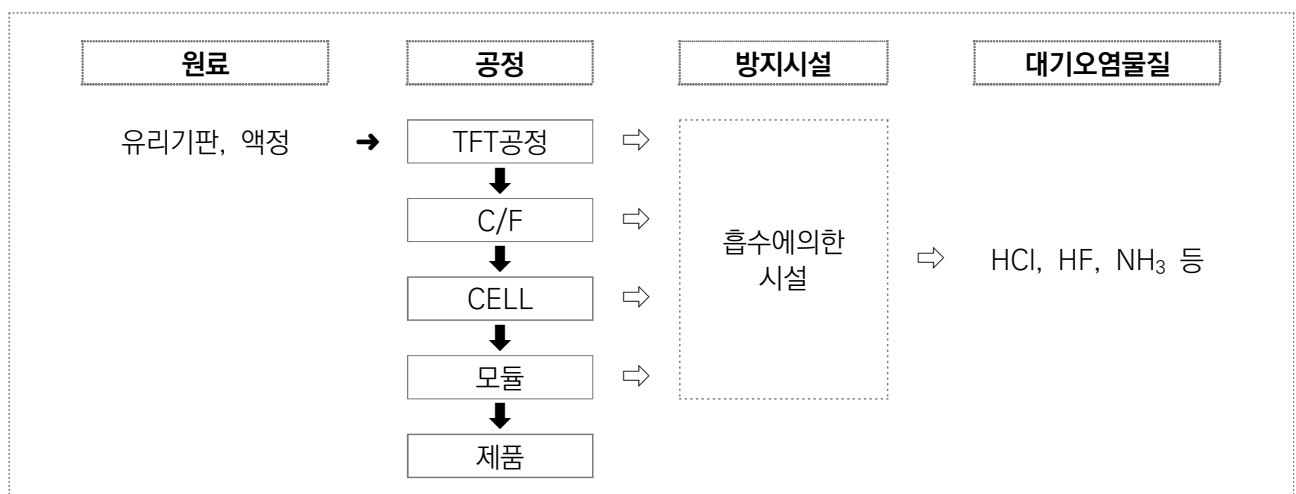
전자기기란 전자공학의 기술을 응용한 전기제품, 정보를 디지털 처리하는 기기 및 영상, 음성을 전기적인 아날로그로 처리하는 기기 등을 말한다. 전자제품은 가정에서 사용하는 전기기기로 가전제품이라고도 한다. 반도체와 인쇄회로기판 등 전자부품을 이용하여 전자제품을 용도에 맞게 제조한다. 전자제품은 난방/냉방 기구(전기난로, 에어컨 등), 영상/음향 기기(텔레비전, 라디오 등), 주방용 기구(전자레인지, 냉장고 등), 청소기구(진공청소기), 컴퓨터 및 주변기기(컴퓨터, 프린터 등), 기타(헤어드라이어)로 분류된다.

#### 3.2 제조공정

##### 3.2.1. TFT-LCD 제조공정

TFT-LCD는 크게 TFT(thin film transistor)가 형성되어 있는 아래 유리기판, C/F(color filter)가 형성되어 있는 윗 유리기판, 그리고 그 사이에 주입된 액정(liquid crystal)로 구성되어 있다. 따라서 LCD 제조공정은 크게 TFT, C/F, cell, 모듈공정으로 크게 나눌 수 있으며, 단위공정에서 생산된 중간 제품은 일반적으로 각각 TFT, color filter, panel, TFT-LCD라 칭한다.

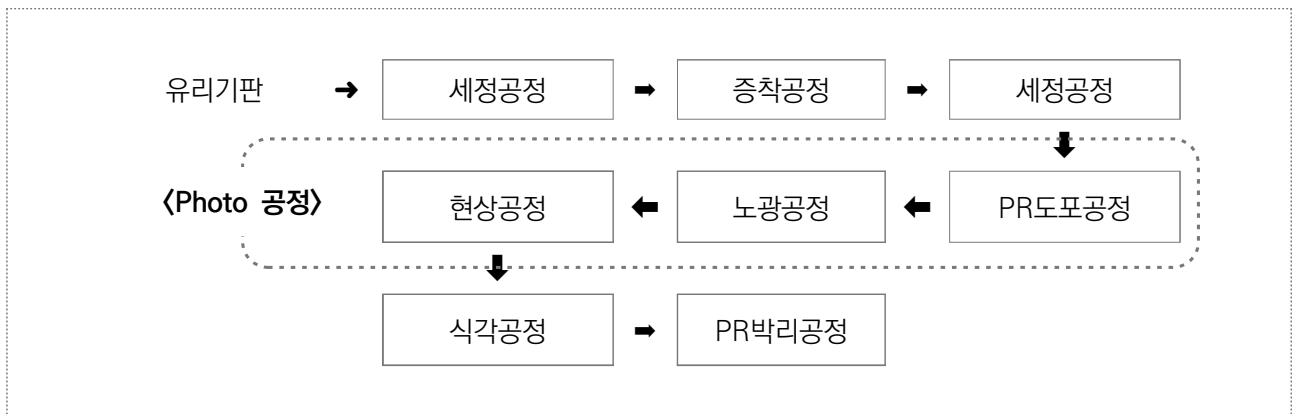
TFT는 전기적 신호를 전달, 제어하는 역할을 하며, 액정은 인가된 전압에 따라 분자구조를 달리하여 빛의 투과를 제어한다. 그렇게 제어된 빛은 color filter를 통과하면서 원하는 색과 영상으로 나타나게 된다.



〈 TFT-LCD 제조공정 〉

### 3.2.1.1 TFT(Thin Film Transistor) 단위공정

반도체 제작공정과 매우 유사하며 증착공정, 사진공정, 식각공정을 반복하여 유리기판 위에 박막 트랜지스터를 배열하여 제작하는 공정이다. 웨이퍼 대신 유리를 사용한다는 점에서 반도체와 다르다. 세부공정은 원재료 투입, 세정, 증착, PR도포, 노광, 현상, 식각, 박리, 세정 순으로 진행되며 이들 공정은 수회 반복한다.



< TFT 제조공정 >

#### ① 세정공정

TFT(Thin Film Transistor, 박막 트랜지스터)를 배열할 유리기판을 세정한다.

#### ② 증착(Deposition) 공정

유리기판위에 박도체막, 절연막, 금속막 등을 물리·화학적 방법으로 막을 입힌다.

#### ③ 세정공정

증착(Deposition)이 완료된 유리판을 다시 한번 세정한다.

#### ④ PR 도포(Photoresist Coating)공정

Photoresist란 빛에 반응하는 감광성 고분자 물질로서, 빛을 받은 부분과 그렇지 않은 부분을 선택적으로 제거할 수 있도록 도움을 주는 물질을 말한다. PR 도포 공정은 Photoresist 물질을 유리기판 위에 도포하는 공정으로 도포한 Photoresist 물질이 기판에 잘 접촉되도록 약 90~110℃의 온도로 가열하는 Baking 공정도 함께 진행되는 것이 일반적이다.



⑤ 노광(Stepper Exposure)공정

노광장비를 사용하여 회로 패턴이 그려져 있는 MASK에 빛을 통과시켜 투과된 빛의 노광패턴을 만들어 내는 공정으로 반도체 제조시설의 노광공정과 같다. 다만, TFT 공정은 웨이퍼(Wafer) 대신 유리기판을 사용하는 것에서 차이점이 있다.

⑥ 현상(Develop)공정

유리기판에 현상액을 뿌리며 노광된 영역과 노광되지 않은 영역을 선택적으로 제거해 회로 패턴을 현상(Develop)한다.

⑦ 식각(Etching)공정

웨이퍼(Wafer)에 액체 또는 기체의 etchant를 이용해 불필요한 부분을 선택적으로 제거해 반도체 회로 패턴을 만든다.



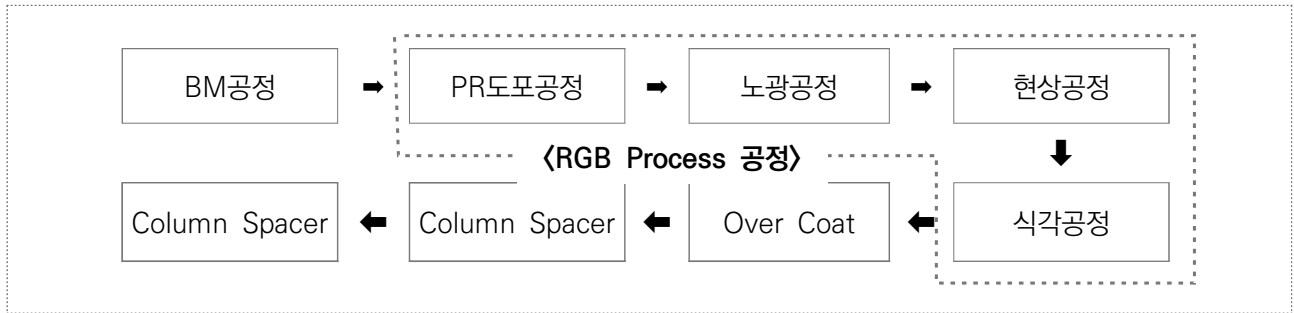
〈 식각(Etching) 공정 〉

⑧ PR 박리공정

유리기판 위에 묻어 있는 Photoresist를 제거한다.

### 3.2.1.2 C/F(Color Filter) 단위공정

TFT와 세부공정이 동일하며, 박막트랜지스터 대신 색을 구현하는 color filter를 형성하는 부분만 다르다.



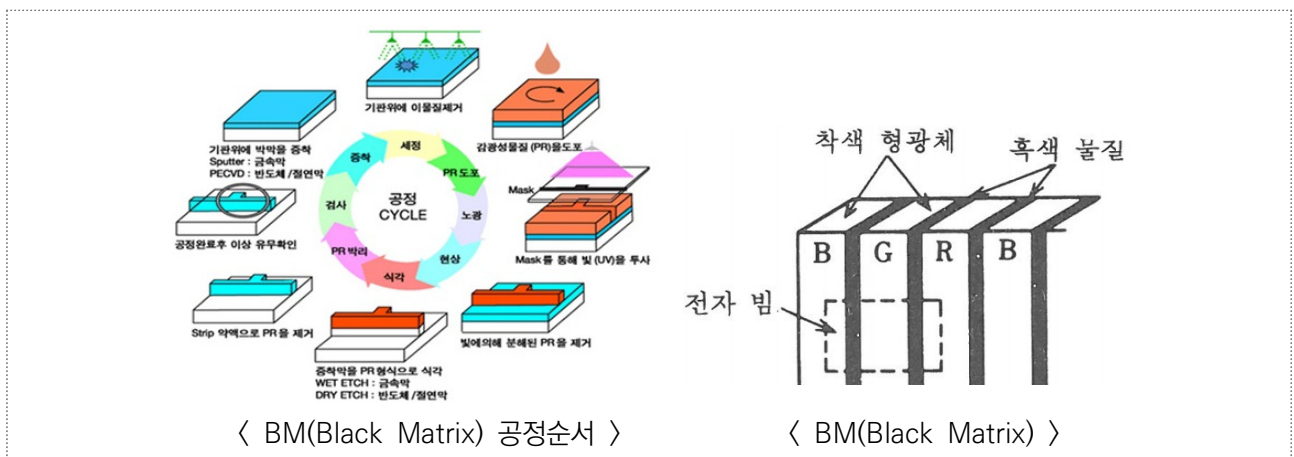
< C/F(Color Filter) 제조공정 >

#### ① BM(Black Matrix)공정

BM(Black Matrix)란 외광 반사를 흡수하고, 명암비를 높이기 위해 형광면의 형광체 사이에 일정한 간격을 만들어 흑색 물질을 넣는 것을 말한다. BM공정은 유리기판 위에 이러한 Black Matrix 패턴을 형성하는 공정으로서 TFT 공정의 증착, 세정, PR코팅, 노광, 현상, 식각, PR박리공정을 순차적으로 반복한다.

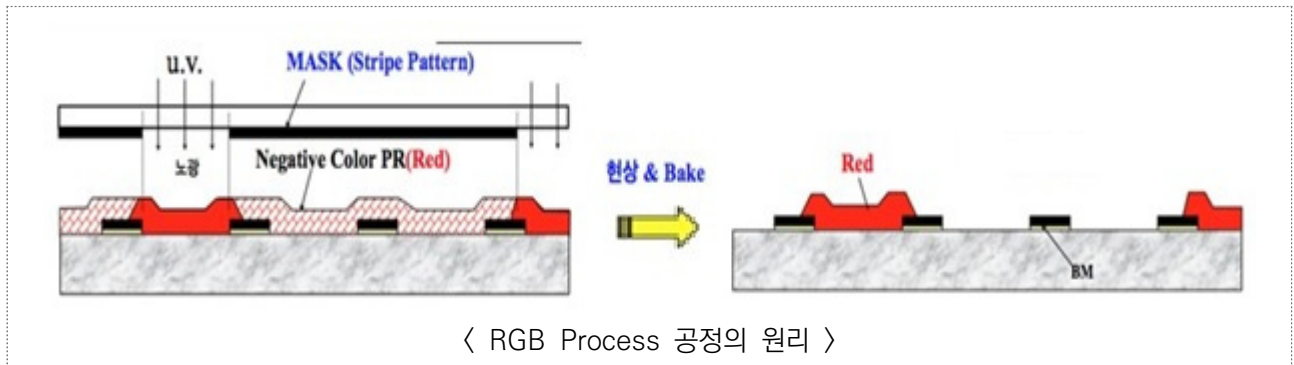
#### ② RGB Process공정

TFT-LCD는 Red, Green, Blue 3가지 색상의 셀을 가지므로 각 셀을 생성하기 위한 별도의 패턴 공정이 필요하다. 유리판 위에 Photoresist를 발라 약 90~110℃의 온도로 가열하는 Baking공정을 거쳐 막을 형성한 후, MASK를 올려 노광하여 빛에 노출되지 않은 부분을 식각한다. 즉, 색상별로(Red, Green, Blue) PR도포, 노광, 현상, 식각 공정을 반복한다.



< BM(Black Matrix) 공정순서 >

< BM(Black Matrix) >



### ③ Overcoat공정

RGB Process 공정에서 완료된 각 색상 셀의 높이를 맞추기 위한 공정으로 셀위에 투명한 코팅제를 코팅하여 높이를 모두 동일하게 맞춰준다.

### ④ C/F(Color Filter) ITO

빛을 내기 위해 ITO(Indium Tin Oxide)라 불리는 투명전극제(+극)를 BM공정처럼 패턴화하여 생성하는 공정이다.

### ⑤ CS(Column Spacer) 형성 공정

TFT 공정에서 완성된 TFT판과 결합 시 일정한 간격을 유지시켜 주기 위해 완성된 컬러필터판 위에 작은 기둥(Column Spacer)를 만들어준다.

## 3.2.1.3 Cell(액정) 단위공정

TFT 하판과 color filter가 형성된 상판에 배향막을 형성하고, 배향막에 액정이 잘 정렬할 수 있도록 배향한 후, spacer를 산포하고 seal 인쇄를 하여 합착한다. 합착 후에 모세관 현상을 이용하여 액정을 내부에 주입한 후 주입구를 봉지함으로써 LCD공정은 마무리된다.

### ① 세정공정

완성된 C/F판과, TFT판을 세정하는 공정을 말한다.

### ② 배향막(Polyimide)인쇄 공정

세정이 완료된 C/F판과, TFT판 위에 배향막을 도포하는 공정을 말한다.

③ Rubbing 공정

배향막위를 일정한 속도, 힘, 방향으로 롤러로 문질러 작은 홈을 만들어 액정이 바라볼 방향을 정해주는 공정을 말한다.

④ 합착공정

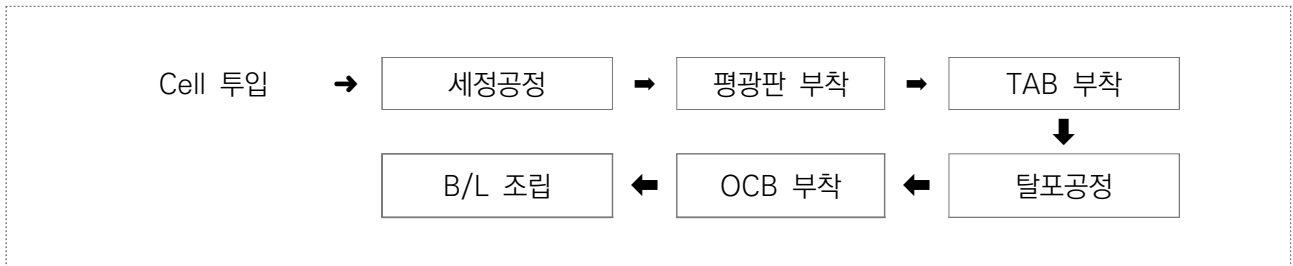
Rubbing 공정이 완료된 두 기판 중 한 기판에 접착제를 도포, 나머지 한 기판에는 액정을 떨어뜨려 진공상태에서 합착하는 공정을 말한다.

⑤ 절단공정

합착된 기판을 절단하여 각각의 패널로 분리하는 공정을 말한다.

3.2.1.4 모듈(Module) 단위공정

이상의 단위공정을 거친 중간 제품을 최종적으로 사용자에게 전해지는 제품 품질을 결정하는 단계이다. 완성된 panel에 편광판을 부착하고 drive-IC를 실장한 후 PCB(printed circuit board)를 조립하여 최종적으로 backlight unit과 기구물을 조립함으로써 완성된다.



〈 모듈(Module) 공정 〉

① 세정공정

Cell 공장에서 완성된 Cell의 이물질을 제거하는 공정으로서 순수(水)와 유기재질의 사포를 사용하여 표면을 깨끗이 씻어준다.

② 편광판 부착 공정

Cell 패널의 상부와 하부에 편광판을 부착한다. 여기서 편광판이란 빛이 한쪽 방향으로만 투과되도록 만들어 주는 얇은 막을 뜻한다.

### ③ TAB 부착 공정

전기적 신호가 패널로 전달될 수 있도록 하는 구동칩(TAB)을 부착한다.

### ④ 탈포(Autoclave)공정

패널에 TAB의 접착력을 높이기 위해 고온·고압 처리를 한다.

### ⑤ OCB 부착 공정

패널에 OCB를 부착한다. OCB란 외부로부터 전달받은 신호를 TAB이 내장된 필름에 전달해주는 장치를 말한다.

### ⑥ B/L(Back Light) 및 외부 기구물 조립공정

TFT-LCD 패널은 자체적으로 빛을 낼 수 없기 때문에 램프가 장착되어 있는 백라이트를 부착하여 빛의 발광원으로 사용한다. B/L(Back Light) 조립까지 완료되면 외부의 충격을 보호하는 외부기구물을 조립한다.

## 4 주요 대기오염물질 배출시설

### 4.1 증착(蒸着)시설

반도체 및 기타 전자부품 제조시설 중 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 증착시설을 말한다. 진공상태에서 금속이나 화합물 따위를 가열·증발시켜 그 증기를 물체 표면에 반도체막, 절연막, 금속막 등을 얇은 막으로 입히는 시설로서 렌즈의 코팅, 전자 부품이나 반도체 따위의 피막 형성에 이용한다.

### 4.2 식각(蝕刻)시설

액체 또는 기체의 부식액(etchant)을 이용해 불필요한 부분을 선택적으로 제거하는 시설로 반도체 및 기타 전자부품 제조시설 중 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 식각시설을 말한다.

반도체 제조공정 중의 하나로 에칭(etching)시설이라 하기도 하며, 작업공정은 습식이나 건식으로 나뉘어진다. 습식은 용액으로 에칭하며, 건식은 가스를 이용한 방식으로 에칭하고자 하는 곳 이외의 부분에 감광제(photo resist)를 바르고 용액 또는 가스에 노출시키면 감광제에 의해 가려진 부분을 제외한 증착막이 제거된다.

### 4.3 용융·용해로(鎔融·鎔解爐)

금속을 용융·용해시키는데 사용되는 각종 로(爐)를 총칭하는 것으로서 용융로는 고상인 물질이 가열되어 액상의 상태로 되는데 사용되는 로를 말하며, 용해로는 액체 또는 고체물질이 다른 액체 또는 고체물질과 혼합하여 균일한 상의 혼합물 즉 용체(鎔體)를 만드는데 사용되는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속의 용융·용해로를 말한다.

용융로로서 대표적인 것이 용광로, 단지(pot)로 등이 있으며, 용해로로서는 도가니로, 반사로, 전로, 평로, 전기로, 용선로 등이 있다. 여기서는 배출시설(해당시설)에 규정되지 아니한 용융로, 정련로, 단지로 등 각종 용융·용해로를 말한다.

### 4.4 가열로(加熱爐)

연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속의 용융·용해 또는 열처리

시설로 금속재료를 가열하여 재료의 조직 및 결정상태를 가공에 적당한 상태로 유도하기 위해 사용되는 로를 총칭하여 말하나 여기서는 상기에 명시되지 않은 각종 열처리시설을 말한다. 대표적인 것으로 회분로와 연속주조로가 있다.

## 4.5 도금시설

금속의 산화방지 등을 위해서 표면에 금, 은, 크롬, 주석 등의 얇은 막을 입히는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

도금물질에 따라 금도금, 동도금, 니켈도금, 크롬도금, 아연도금, 기타 합금도금 등이 있으며, 도금하는 방법에 따라 전기도금, 용융도금, 무전해도금, 진공도금, 기상(氣相)도금 등 다양하게 분류된다. 또 근래에는 ABB수지 등 플라스틱물질을 도금시키기 위한 플라스틱도금법이 개발되었다. 도금방법에 따라 분류 중 가장 대표적인 것은 용융도금 또는 전기도금이다.

### - 용융도금

용융금속속에 피처리물을 침적(沈積)시킨 후 용융금속을 피처리물의 표면에서 응고시켜 금속피막을 형성하게 하는 방법으로 비교적 두꺼운 도금층을 얻을 수 있으며, 부식을 방지하거나 고온에서 내산화(耐酸化)를 목적으로 한다.

### - 전기도금

금속이온을 함유한 수용액속에 처리하려는 제품을 침적시켜 음극으로 하고 적당한 가용성 또는 불용성 양극사이에 직류전류를 통해 제품표면에 금속막을 전해석출(電解析出)하게 하는 방법을 말하며 사용 목적에 따라 장식용, 방식용(防蝕用), 공업용 등으로 구별된다.

## 4.6 탈지 시설

피도금물의 표면에 부착되어 있는 유지, 산화물, 금속염 또는 기타오염물을 유기용제 등으로 용해하여 제거하는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

탈지 방법에 따라 용액탈지, 전해탈지, 초음파탈지 등으로 나누어지며, 용액탈지는 용제탈지, 유화탈지, 알칼리탈지로 구분된다. 전해탈지에는 음극 전해탈지, 양극 전해탈지, PR 전해탈지의

3종류가 있다. 초음파탈지에는 초당 16kHz 이상의 주파수를 가진 초음파를 사용하며 탈지작용은 전기에너지가 진동자(진동자)에 의하여 음향에너지로 변환되어 일어난다. 탈지에 사용되는 주요 약품은 가성소다, 규산소오다, 청화소오다, 케로신 등이 있으며, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 트리크로로에탄이 사용되기도 한다.

#### 4.7 산·알칼리 처리시설

산이나 알칼리용액에 어떤 제품을 담구어 표면처리하거나 원료 및 제품을 중화시키는 시설과 산·알칼리 처리시설에서 사용한 산 또는 알칼리용액을 회수하여 정제 등으로 처리하여 재사용하도록 하는 시설로서 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 산·알칼리 처리시설(회수시설을 포함)을 말한다.

대표적인 것으로서 도금공정의 전처리시설로 이용되는 산세척시설이 있으며, 전자공업에서의 화학약품을 사용하여 금속표면을 용해제거하는 부식(식각)시설과 공작기계로 하는 물리적인 절삭을 대신하여 화학약품용액 속에서 금속의 화학적인 용해작용을 이용하여 절삭 가공하는 케미컬밀링 등도 이에 포함된다.

#### 4.8 화성처리(化成處理)시설

금속표면에 화학적으로 비금속의 화성피막(conversion coating)을 형성시키는 것으로 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 금속 표면처리시설을 말한다.

통상 200℃ 정도 이하에서 처리하는 인산염피막, 크롬산염피막, 산화피막, 수산염피막, 기타 각종 화학착색법을 일컫는 경우가 많다. 그러나 500℃ 이상의 온도로서 처리하는 질화처리(窒化處理)혹은 황화처리(黃化處理)까지도 포함한다. 화성피막 중 현재 가장 많이 이용되고 있는 것은 철강의 인산염피막이다. 이는 철강과 처리액이 접촉하여 화성되는 것이며, 접촉시키는 방법에 따라 Vertak법, 슬리퍼디이트법, 스티임호우스페이팅법, 송풍본드라이트법 등이 있다.

#### 4.9 표면처리용 건조시설

전기나 연료, 기타열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 금속의 표면처리시설 중 연료사용량이



시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 표면처리용 건조시설(수세 후 건조시설은 제외)을 말한다.

#### 4.10 제재(製材)시설

제재시설이란 제품이나 원료를 일정한 규격이나 형태로 절단하는 시설을 말한다. 톱날의 모양에 따라 세로톱, 가로톱, 양날톱 등 여러 종류가 있으며, 여기서는 톱을 장착(裝着)하여 물체를 자르는 동력구동식(動力驅動式)을 말하는 것으로 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

#### 4.11 연마시설

연삭숫돌을 고속 회전시키면서 재료를 절삭(切削) 혹은 가공하는 시설과 연마재(研磨材)의 절삭능력이 작은 재료를 사용하거나 연마재(研磨材)를 사용하지 않고 표면청정만을 목적으로 사용하는 시설을 말한다. 일반적으로 연마시설에는 절삭·연삭(研削)시설을 포함한다.

여기서는 이른바 연마재를 사용해서 그 절삭작용으로서 표면층을 절삭해 내는 시설을 말한다. 기계적 연마와 습식연마로 대별되며 기계적 연마에는 건식분사 연마방법, 습식분사 연마방법, 공구회전 연마방법, 배럴 연마방법, 아브레시브벨트 연마방법, 고압매체 연마방법, 점성유체(黏性流體)의 가공 연마방법 등의 있고, 습식연마에는 전해연마와 화학연마, 전해가공 등의 방법이 있다.

#### 4.12 도포(塗布)시설

접착제 등을 제품 등에 바르는 시설로서 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설로서 건조시설을 포함한다.

크게 분류하여 도장시설에 포함되기도 하나, 여기서는 제품을 공기, 물, 약품 등으로부터 보호하기 위하여 차단하거나 또는 전기절연, 장식, 부품의 고정 등을 위해 캘린더, 압출, 침지, 분무 등의 가공법을 이용하여 물체표면을 피막으로 쌓는 시설로 한정한다.

### 4.13 혼합(混合)시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질하게 하는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

균질(均質)이란 임의로 채취한 샘플 중의 각성분의 비율(농도)이 재료전체의 평균값과 상등(相等)한 상태를 말한다. 이와 같은 상태에서는 각성분 상호간의 접촉 면적이 최대로 되어있다. 따라서 혼합시설이란 불균질한 성분으로 되어 있는 재료에 적당한 조작을 가함으로써 성분농도 분포를 균일화하는 시설 또는 각성분 상호간에 접촉면적을 증대시키는 시설을 말한다. 일반적으로 용융·용해시설도 큰 분류(分類)의 혼합시설에 포함되나, 여기서는 원래 상태의 물질이 물리·화학적 변화 없이 단순히 혼재(混在)되어 있는 경우로서 교반시설이나 교반조도 포함하여 말한다.

### 4.14 소성시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다. 소성시설의 종류는 크게 불연속소성시설과 연속소성시설로 구별되며, 연속소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형 시설(rotary kiln)을 사용하며, 회전형 시설에도 그 길이에 따라 short kiln, long kiln 등 다양하다.

### 4.15 분쇄(粉碎)시설

원료인 고체를 쉽게 가공처리 할 수 있게 하기 위하여 고체분자간의 결합력을 끊어 주는 조작을 하는 시설을 말한다. 분쇄 시설은 크게 분류하여 파쇄기(crusher), 분말기(grinder), 초미분말기(ultrafinegrinder) 등으로 분류되며, 분쇄물의 요구되는 입경(粒經)에 따라 파쇄기는 다시 조쇄기, 미세기로 구분되며, 분말기는 중간분쇄기, 미분말기 등으로 분류된다. 또 분쇄기는

분쇄물의 경도(硬度)에 따라 고경도물분쇄, 중간경도물분쇄, 연성분쇄로 나누어질 수도 있다. 분쇄물에 함유된 수분은 분쇄에 중요한 영향을 미치게 되는데, 특히 분쇄물의 압축강도에만 영향을 주는 것뿐만 아니라 분쇄물의 점결성(粘結性)과 유동성(流動性)에도 영향을 줌으로 수분함량에 따라 습식분쇄 또는 건식분쇄방법이 선택된다. 여기서 습식분쇄시설이라 함은 분쇄물의 수분함량이 15% 이상인 경우와 당해작업을 수용액 중에서 행하는 경우로서 대기오염물질 발생이 거의 되지 않는 수준의 시설을 말한다.

#### 4.16 납땀 시설

납땀인두를 약 300℃ 로 달군 다음 염화아연이나 염산 등의 용제에 담귀 끝을 깨끗이 한 후 땀납을 녹여 접합부를 문지르거나 결합시키는데 사용되는 시설을 말한다. 땀납은 주석과 납의 합금으로서 연질 땀납과 경질 땀납이 있으나 보통 연질땀납을 말하며 용점이 낮고 작업하기에도 용이하므로 연관류의 접합, 식기류, 기타 판금가공에 널리 쓰인다. 납땀시설에는 자동식과 수동식이 있으며, 최근에는 납용해조를 사용하지 않고 납크림을 사용하여 이를 인쇄하는 새로운 납땀시설이 사용되기도 한다.



대기오염물질배출시설

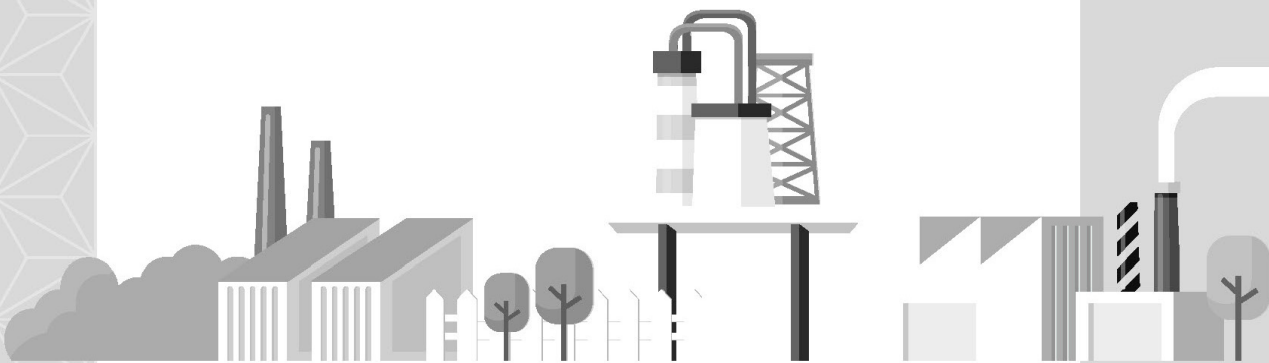
# 해설집

—

## XII

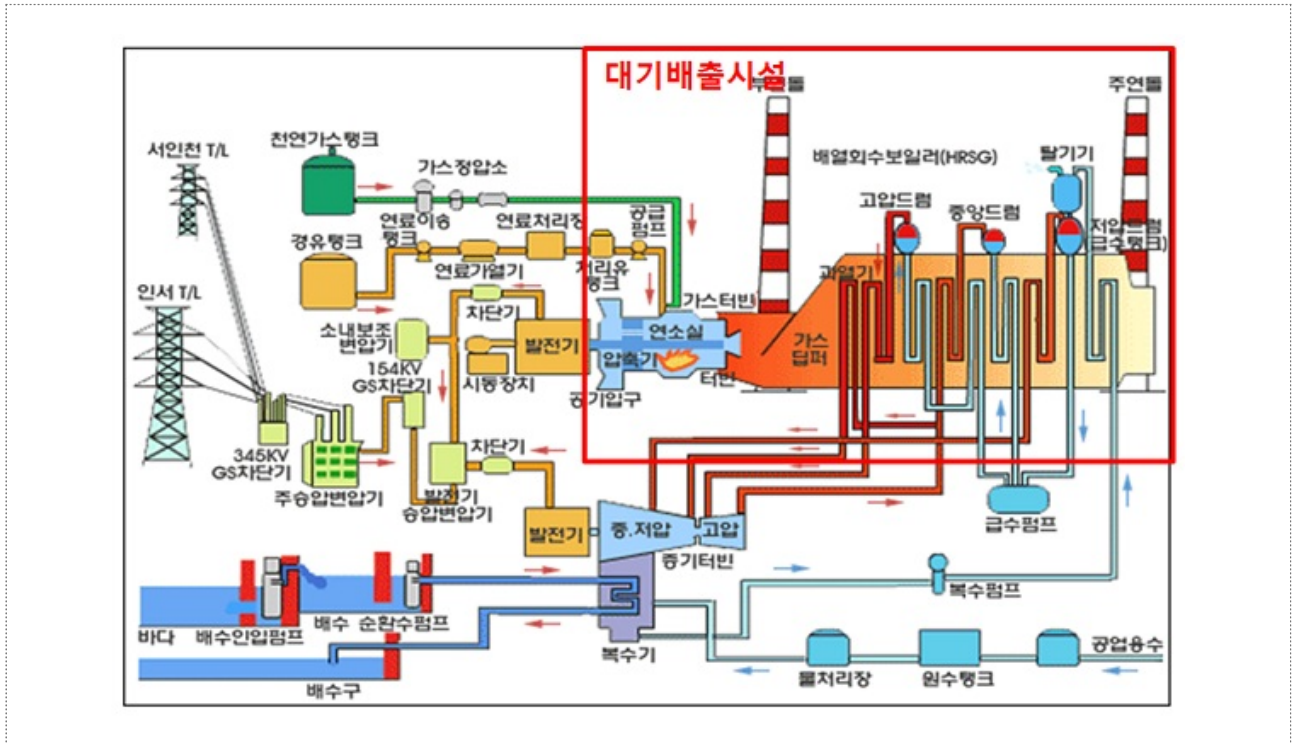
### 공통 시설

—









〈 복합화력발전 공정 〉

## 1.2 내연력발전

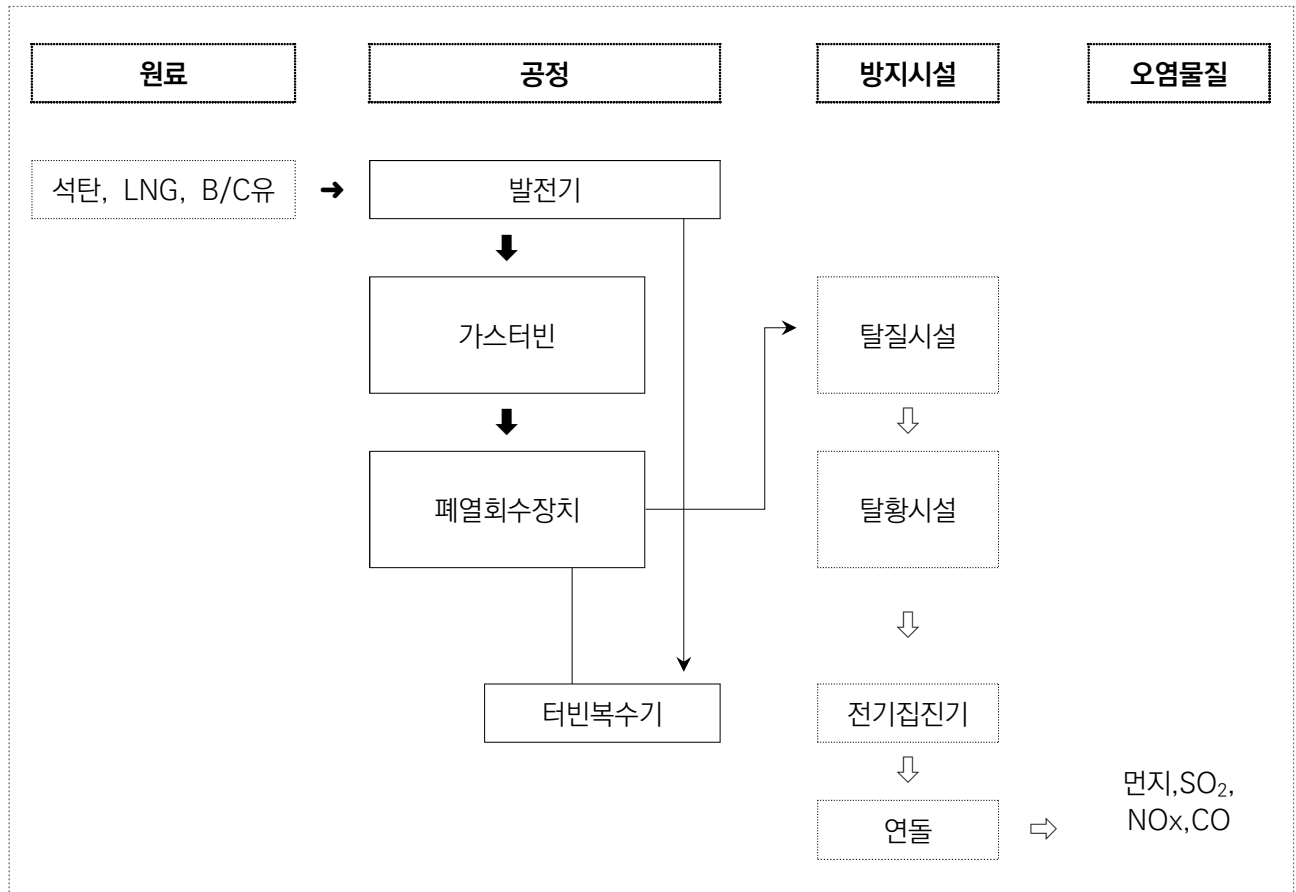
내연발전소는 열에너지를 운동에너지로 변화하는 매개체가 물이 아닌 연료 연소 후 가스라는 점에서 기력발전소와 차이가 있다. 내연발전소는 기체 혹은 액체연료를 연소시켜 얻어지는 열에너지를 운동에너지 및 전기적 에너지로 변화하는 형태에 따라 가스터빈 타입과 엔진타입으로 구분할 수 있다.

엔진형 내연발전소는 자동차의 엔진과 같은 구조로서 실린더 내에서 공기와 혼합된 연료를 폭발적으로 연소시켜 발생한 고온 고압의 가스를 사용하여 피스톤 기구를 왕복운동 하게하여 나온 에너지를 크랭크축에 의해 발전기를 회전시켜 전기를 생산하는 방식이다. 가스터빈 발전은 연소용 공기를 압축하는 압축기, 연료를 연소시키는 연소기, 원동기인 가스터빈, 전기를 생산하는 발전기로 구성되어 있다.

가스터빈형 내연발전소는 터빈을 구동시키는 매개체가 연소 후 가스라는 점 외에는 기력설비와 동일한 형태로 구성된다. 단 “화력발전의 복합화력발전소”에서 설명한 바와 같이 가스터빈을 가동시킨 후 배출되는 연소가스가 열에너지를 대량 포함하고 있어 이 열에너지를 이용하는



기력설비를 추가로 설치하여 에너지 이용 효율을 높이는 형태가 일반적이는데, 이런 시설이 복합화력발전소이다.

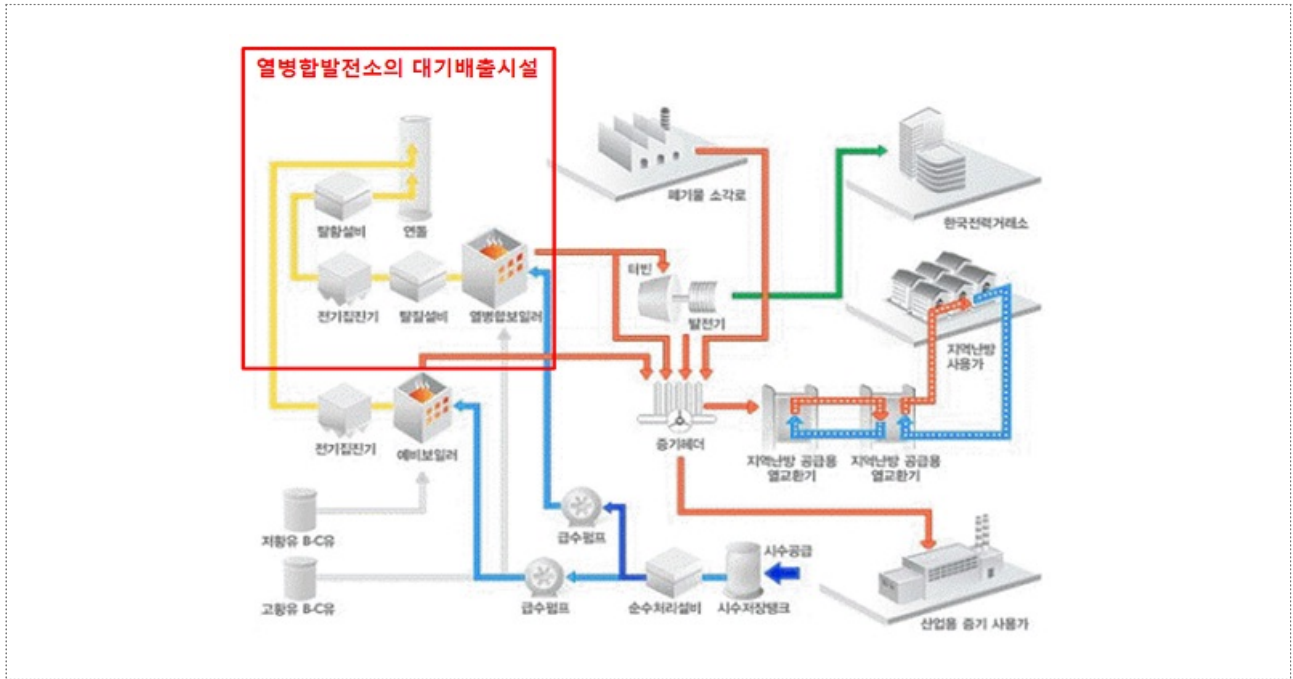


〈 내연발전의 예 〉

### 1.3 열병합발전시설

열병합발전시설은 화석에너지를 이용해 증기를 생산, 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하며, 또 그와 동시에 증기 및 온수를 이용할 수 있도록 설계된 시설을 말한다. 단순히 전력만을 생산하는 것과 비교해 보면 두 배 가까운 열효율(약 60~70%)을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.

열병합발전은 동일한 연료를 사용하여 두 가지의 유형의 에너지(열, 전기)를 동시에 생산하는 종합에너지시스템으로서 일반적으로 고온부는 전기, 저온부는 공정열 혹은 지역 냉·난방으로 사용한다. 이러한 열병합발전시설에서의 보일러시설은 보일러 가동으로 인한 증기로 전기를 생산하는데 그 목적이 있다.

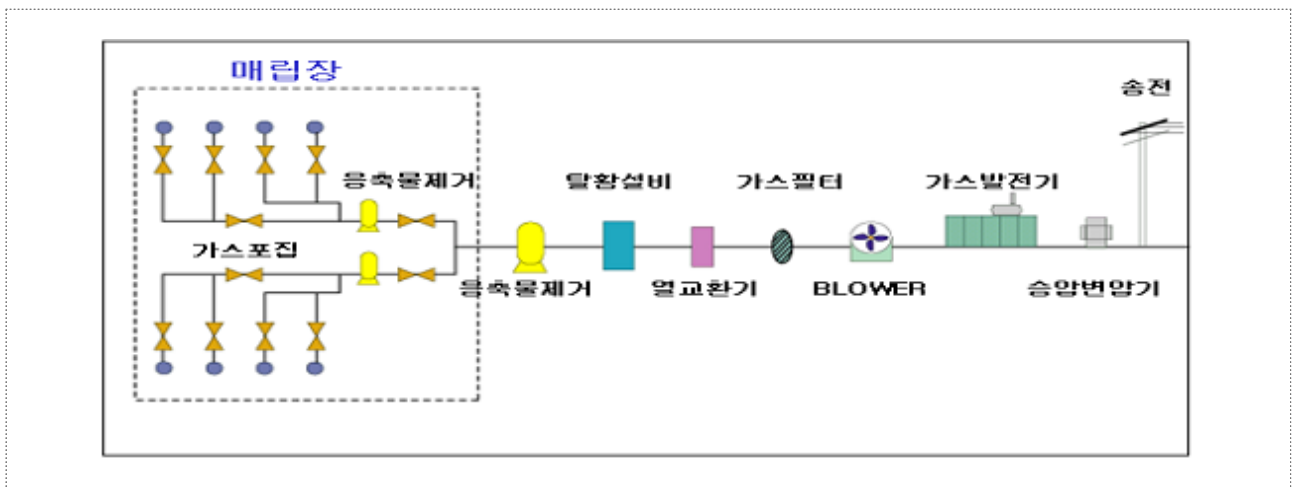


〈 열병합발전 시스템의 예 〉

## 1.4 매립·바이오가스 사용 발전시설(120kW 이상인 발전시설)

### 1.4.1 매립가스 사용 발전시설

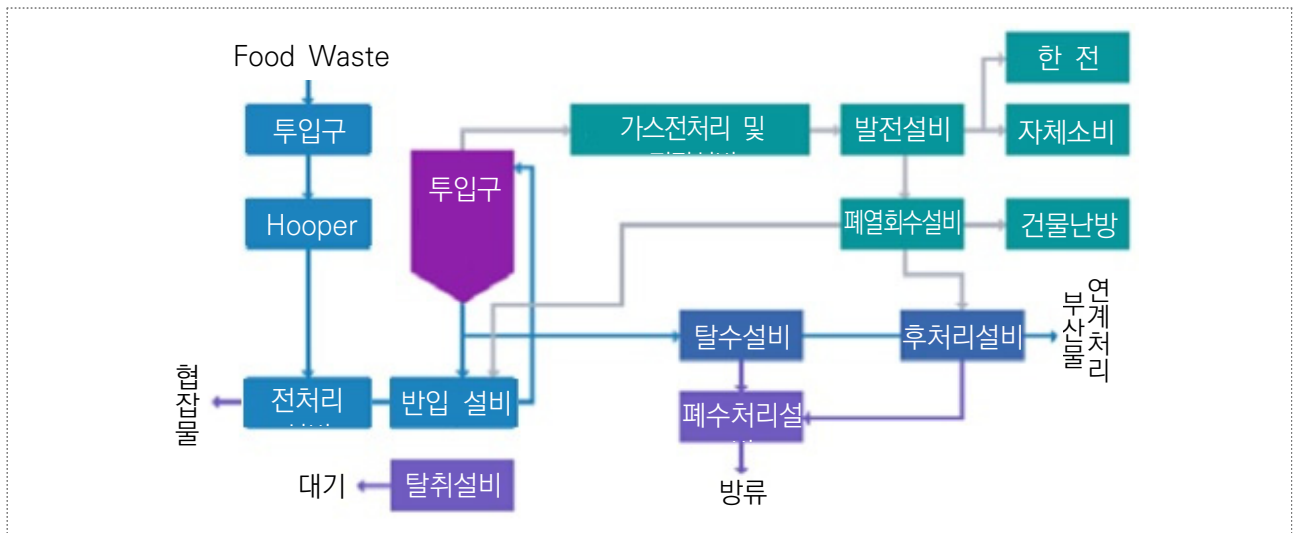
매립·바이오가스 사용시설 중 발전시설이란 매립장에서 발생하는 매립가스(land fill gas)를 포집하여 응축물 및 탈황 등의 전처리를 거친 매립지 가스를 연료로 사용하여 전기를 생산하는 시설이다.



〈 매립가스 발전공정 〉

### 1.4.2 음식물 자원화 바이오가스 사용 발전시설

음식물 자원화 바이오가스 사용 발전시설이란 음식물쓰레기를 소화처리하는 공정 등에서 발생하는 바이오가스(bio gas)를 발전용 내연기관 등의 연료로 사용하여 전기를 생산하는 시설을 말한다.



〈 음식물 자원화 바이오가스 발전 공정 〉



〈LFG 내연기관〉



〈LFG 발전설비 외부〉



〈가스저장탱크〉



〈내연기관 엔진〉

〈 매립가스 발전(음식물자원화 발전) 〉

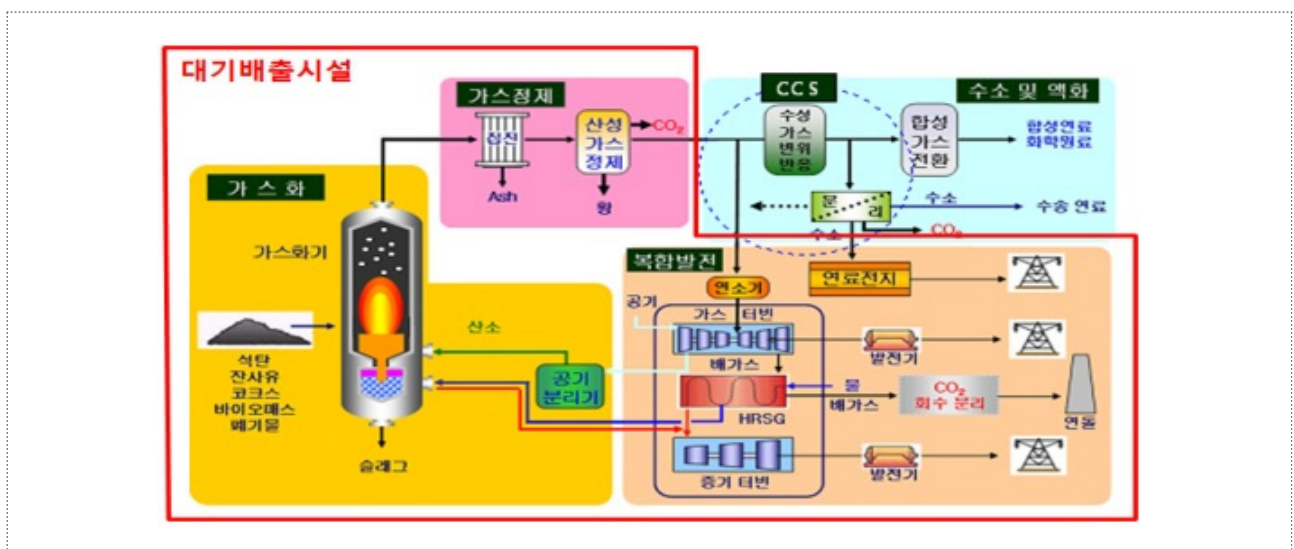
### 1.5 석탄가스화 연료 사용시설(120kW 이상인 발전시설)

석탄가스화 복합발전(integrated gasification combined cycle)은 석탄을 수소와 일산화탄소를 주성분으로 한 합성가스로 전환한 뒤 합성가스 중에 포함된 분진(dust)과 황산화물 등 유해물질을 제거하고 천연가스와 유사한 수준으로 정제하여 발전시설의 연료 등으로 이용하는 기술이다.

석탄가스화(gasification of coal)는 높은 온도에서 석탄에 산소·수소를 반응시켜 합성가스를 얻는 기술이며, 만들어진 합성가스는 화학원료, 연료 등으로 폭넓게 이용될 수 있다. 석유나 석탄 등을 원료로 만들어지는 가스인 SNG (synthetic natural gas)는 메탄이 주성분인 천연가스와 성분이 비슷하다.

□ 석탄가스화 복합발전(IGCC, integrated gasification combined cycle)

석탄가스화로 생성된 주성분 CO, H<sub>2</sub>가스를 제조·정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하는 발전기술이다. 이 기술은 발전효율(기존 설비 40% → IGCC 42%)을 높여 온실가스와 환경오염물질 배출량을 저감하는데 도입 목적이 있다. 석탄, 바이오매스, 잔사유, 코크스 등 다양한 연료의 사용이 가능하며 석탄가스화를 이용한 복합발전과 수소의 제조 및 이용으로부터 이산화탄소의 분리 회수 및 고정(CCS)에 이르기까지 일련의 기술을 통합하는 기술이라고 할 수 있다.



〈 석탄가스화 복합발전 공정 〉

## ① 석탄 전처리과정

석탄을 가스화기로 공급하기 전에 건조, 분쇄하는 공정이다.

## ② 가스화과정

석탄을 산화제(산소 또는 공기)와 고온, 고압하에서 반응시켜 수소(H<sub>2</sub>)와 일산화탄소(CO)가 주성분인 가연성가스를 만드는 공정으로 가스는 상단부로 배출되어 냉각과정을 거쳐서 정제공정으로 공급되며, 석탄의 회분은 가스화기의 하단부로 배출된다.

## ③ 가스 정제과정

가스화기에서 발생된 가스중의 입자상물질과 산성가스를 제거하는 설비로서 가스 중의 황은 흡수제로 회수하여 황산제조의 원료로 사용되며, 입자상물질(회분)은 비회(fly ash)로 회수하여 건축자재로 재활용하게 된다.

## ④ 복합발전설비

정제공정을 거친 가스를 가스터빈 연소기에서 연소시켜 1차로 전기를 생산하고, 2차로 가스터빈 배기가스의 폐열을 회수하는 보일러에서 증기를 생산하여 증기터빈을 돌려 전기를 생산하는 공정으로서 복합발전방식을 적용하기 때문에 열효율이 높은 특징을 가진다.

## ⑤ CCS와 수소생산 공정

미래에 기술개발을 통해서 적용될 CO<sub>2</sub>의 분리 및 회수기술, 합성가스 및 수소 제조 기술로서 합성가스는 다양한 물질의 합성원료나 화학원료로 이용이 가능하며, 수소는 연료전지나 수송 수단 등의 연료로서 활용이 가능하며, CCS 기술로 분리 회수된 CO<sub>2</sub>는 고정, 저장 등의 방법으로 처리하게 된다.

## 2 폐수·폐기물·폐가스 소각시설(소각 보일러를 포함)

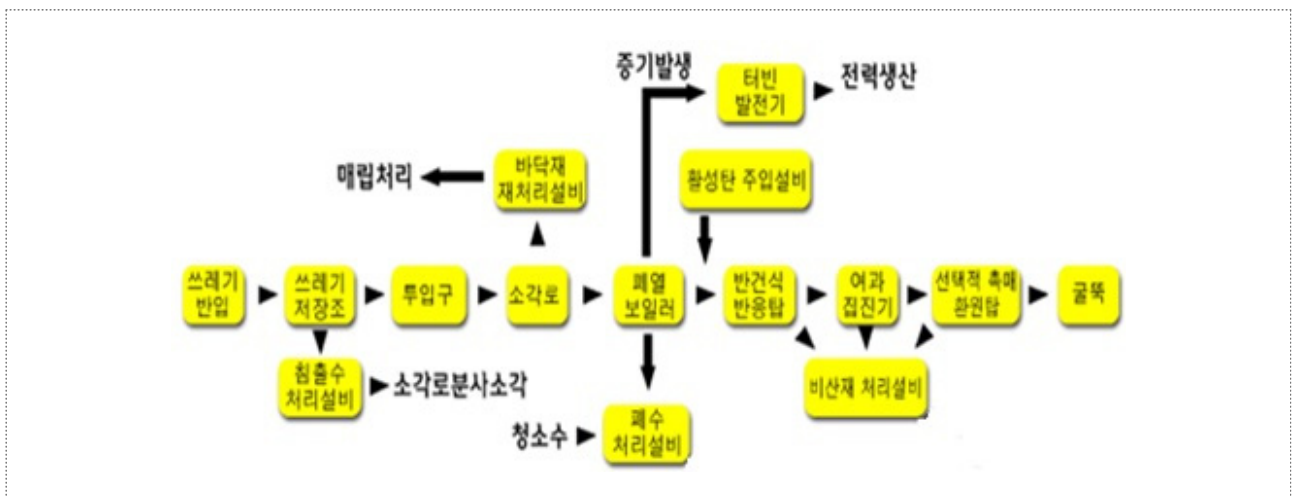
### 2.1 개요

폐수·폐기물·폐가스소각시설은 석탄, 유류, 가스 등 정상적인 연료 이외의 물질을 소각하는 시설을 말한다. 여기서는 시간당 소각능력이 25kg 이상인 폐수·폐기물소각시설, 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 폐가스소각시설·폐가스소각보일러 또는 소각능력이 시간당 100kg 이상인 폐가스소각시설을 포함한다. 다만, 비산배출시설 I·III업종의 공정배출시설과 IV업종의 옥내도장시설에서 배출되는 배기가스를 처리하기 위해 설치한 직접연소시설, 별표 16에 따른 휘발성유기화합물 배출억제·방지시설 및 악취소각시설(악취를 제거하기 위해 설치한 시설로서 대기배출시설의 방지시설은 제외한다)은 대기배출시설에서 제외한다.

### 2.2 폐기물 소각시설(소각보일러 포함)

폐기물 소각시설은 폐기물 처리시설 중 중간처리시설의 한 파트로서 건축폐기물, 생활 및 의료폐기물, 사업장폐기물 등을 소각을 통해 처리하는 시설을 말한다.

폐기물 소각시설은 폐기물을 반입, 소각시설로 이동시키는 반입공급설비(투입구)와 실질적으로 폐기물을 소각하는 소각설비, 소각에서 발생하는 폐가스를 활용하거나 처리하여 대기로 배출하는 연소가스 처리설비로 세분화할 수 있다.

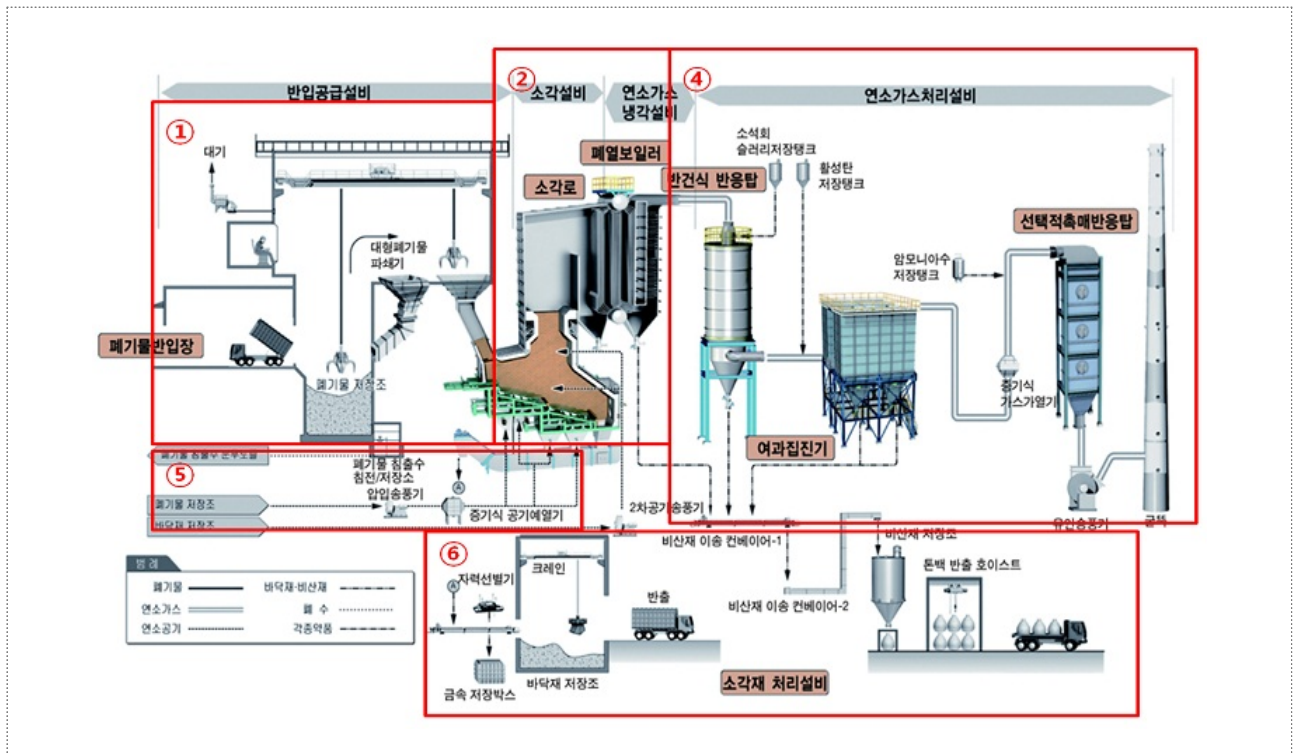


〈 폐기물 소각시설의 공정도의 예 〉



소각보일러는 통상적으로 폐기물 등을 소각시켜 발생하는 열을 회수하여 보일러를 가동하고 이때 생산되는 증기나 열을 난방 등에 재이용할 목적으로 보일러 등 열회수 장치가 설치된 소각시설을 말한다.

소각설비의 전체공정을 자세히 살펴보면 폐기물을 반입하는 반입장, 소각로 내에 폐기물을 공급하는 투입호퍼(Hopper), 역화방지를 위한 체절문, 폐기물을 로 내부로 밀어 넣는 공급장치(Feeder), 발생가스의 완전연소를 위한 소각로 본체, 소각 시 발생하는 고온으로 인해 상승하는 외부온도를 낮게 하는 내화물, 폐기물의 질의 저하 및 소각시설을 시동 또는 정지하기 위한 보조연료를 적절히 조절하기 위한 연소보조장치, 폐기물 오수를 로내에 분무시켜 소각하기 위한 폐기물 오수분무노즐 등으로 세분화할 수 있다.



〈 폐기물 처리시설 〉

① 폐기물 저장시설

폐기물반입량과 소각량을 조정하기 위하여 폐기물 수집 운반 차량의 쓰레기를 일시 저장하는 시설이다. 폐기물을 소각로로 투입하기 위한 크레인, 대형폐기물을 소각하기 적당한 크기로 파쇄하는 파쇄기 등으로 구성되어 있다.

		
<p>쓰레기 반입</p>	<p>폐기물 저장조</p>	<p>폐기물 투입구</p>

## ② 소각로

소각로는 폐기물 저장호퍼, 폐기물 공급 장치, 역화 방지위한 체절문, 화격자, 화격자 유압장치, 폐기물을 로내로 밀어 넣는 공급장치, 소각로 본체, 보조연료 연소장치 등으로 구성되어 있다. 소각로는 기능에 따라 연속식 소각로, 회분식 소각로로 구분되며, 연소방식에 따라 화격자방식, 상연소방식, 유동층방식, 부유방식, 분무방식, 촉매방식 등으로 구분된다.

## ③ 폐열회수설비

소각된 후 발생하는 고온의 배기가스에서 열을 회수하는 시설로서 폐열 보일러, 열교환기 등으로 구성된다. 회수된 열은 발전기의 동력원으로 사용되거나 지역의 난방등으로 사용된다.

## ④ 유해가스 및 분진 제거설비

폐기물이 소각되면서 발생하는 배기가스 중에는 황산화물, 염화수소 및 질소산화물 등의 대기오염물질이 많이 포함되어 있다. 이러한 오염물질을 제거하기 위한 시설로 전기집진장치, 배연탈황(FGD)장치, 배연탈질(SGD)장치 등 다양한 방지시설로 구성될 수 있다.

## ⑤ 통풍설비

소각로에서 연소에 필요한 산소를 얻고, 연소 시 발생한 배기가스를 대기 중으로 배출하는 시설로서 각 설비를 연결하면서 배기가스의 흐름 통로가 되는 덕트, 송풍기, 연돌 등으로 구성된다. 또한, 통풍설비는 폐기물의 뭉침을 방지하여 소각공정의 원활한 동작을 유도한다.

## ⑥ 소각재 저장 및 침출수 처리시설

소각시설에서 발생하는 모든 소각재와 침출수는 반출차량을 통하여 반출할 때까지 일시로



저장하는 시설이다. 이러한 소각재 저장 및 침출수 처리시설은 방지사설로부터 모여진 분진을 모아 제거하는 시설에도 포함된다.

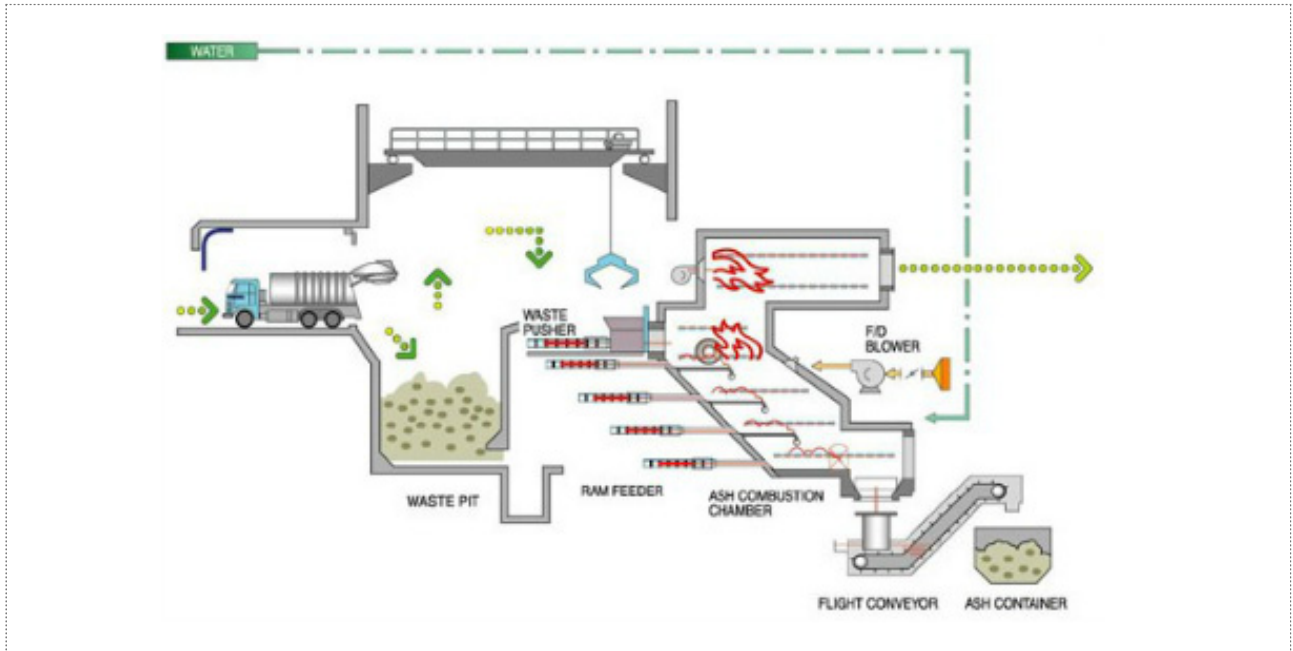
### 2.2.1 폐기물 소각방식의 종류

폐기물 처리시설의 소각로는 공정의 연속성을 따져 크게 고정상식과 연속식으로 나눌 수 있다. 고정상식은 폐기처리할 폐수 및 폐기물을 소각로에 투입시킨 후 소각을 시행하는 방법으로 연속적이지 않은 방식을 고정상식이라 한다. 이와 반대로 폐기물의 투입과 소각이 연속적으로 행하여지는 방식을 연속식 소각로라 하는데 이는 크게 스토커식, 유동상식, 로타리킬른식, 다단로식, 분무연소식으로 나눈다.

#### ○ 화격자식(스토커식, Stoker type) 소각로

화격자식 소각로는 로 내부에 고정된 또는 구동하는 화격자를 설치하고 화격자 위에서 피소각물을 연소시키는 방식으로 연소잔재는 화격자 사이를 통하여 로 하부로 떨어지게 된다. 화격자의 형식은 크게 고정화격자, 구동화격자로 구분되며 소형소각로의 경우에는 대부분 간헐적으로 사용하기 때문에 설치비가 저렴한 고정화격자식 소각로를 주로 설치하며, 소각용량이 많아 연속가동을 목적으로 하는 경우 구동화격자식 소각로를 설치한다. 화격자식 소각로는 발열량이 낮은 폐기물에서 발열량이 높은 폐기물에 이르기까지 적용 범위가 넓기 때문에 산업체에서 발생하는 고형폐기물이나 도시쓰레기 소각에 널리 적용되고 있다. 다만 피소각물이 용융, 적하 연소하는 특성을 지녔거나 분말상태일 경우에는 적합하지 않다.

화격자식 소각로에서 연소공기는 화격자의 아래쪽으로부터 피소각물을 통하여 위쪽으로 향하도록 하는 상향식 연소방식이 이용되며 휘발분이 많고 열분해가 되기 쉬운 물질을 소각할 경우에는 반대로 화격자 적재물의 위쪽으로부터 화격자 아래쪽으로 통기시키는 하향식 연소방식으로 소각하는 경우도 있다. 발열량이 낮은 폐기물을 소각할 경우에는 상향식 연소방식이 연소속도가 빠르고 유리하나 분해속도가 빠르고 발열량이 높은 물질의 경우 상향연소시키면 불완전 연소된 분해가스가 다량 발생하여 연소실로 들어오기 때문에 매연 생성을 제거하기 위하여 2차 연소실을 설치하여야 한다.



〈 화격자식(연속하향식) 소각로의 예 〉

화격자식 소각로는 다른 방식의 소각로에 비해 상대적으로 소요전력이 낮고, 운전의 조작이 용이하다. 그러나 화격자라는 운영 특성상 플라스틱의 혼입한계는 25% 정도로 제한되고, 시동 및 정지의 소요시간이 1~2시간 정도로 길며, 소각 가능 폐기물질이 일정부분 제한된다는 점은 단점으로 꼽힌다.

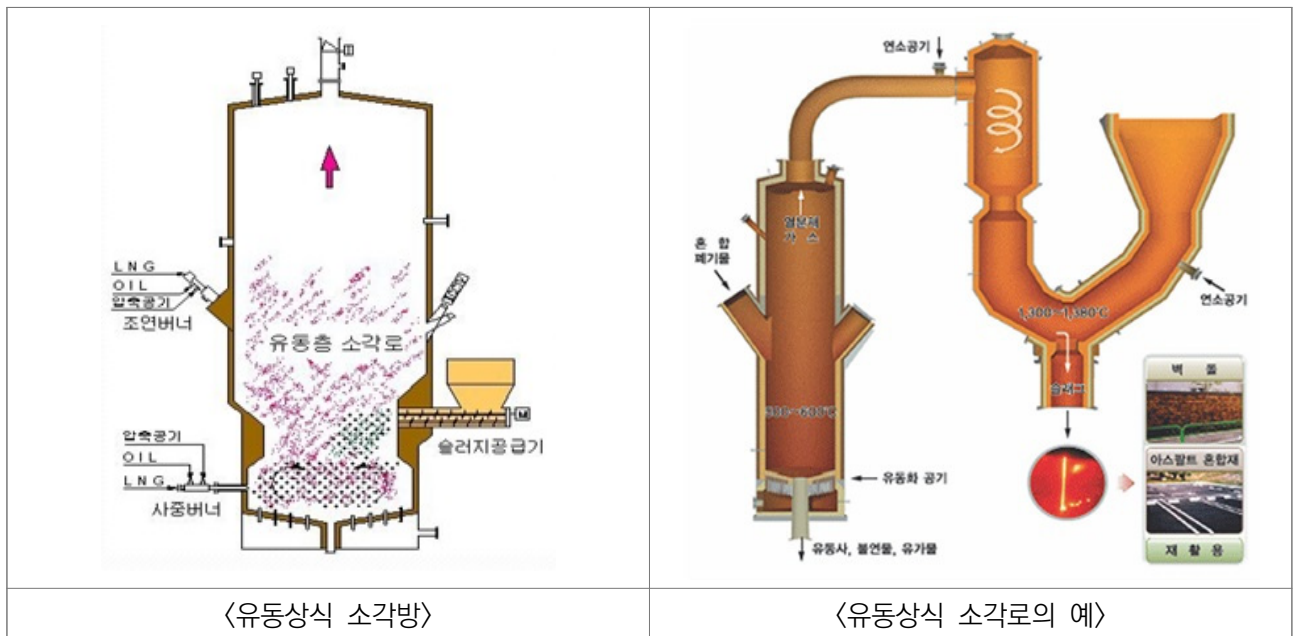
- 유동층식(Fluidized bed type) 소각로

유동상 소각로는 모래 등의 내열성 분립체를 유동매체로 충전하고 바닥에 설치된 공기 분사판을 통하여 고온가스(1,200~3,500 mmH<sub>2</sub>O, 200~500℃)를 불어 넣어 더운 물이 끓는 것과 같이 유동층상을 형성시켜 연소시키는 방식이다.

반응기 하부에 있는 다공 분사판으로 연소공기를 주입하면 분사판 위의 불활성 매체(유동사)가 유동을 시작한다. 이때 반응기내의 압력강하가 층면적당 고체의 무게와 같아지면 고체들이 상호움직임을 갖기 시작(최소 유동화상태)하고 계속적으로 유속을 증가시키면 압력강하는 거의 일정하게 유지되지만 고체층이 팽창하면 고체들의 거동은 액체와 같은 특성을 보이기 시작한다. 이를 기포라고 하며 이 기포의 거동은 층을 매우 격렬하게 끓는 액체와 같은 형상으로 만든다. 이러한 성상을 기포유동층(bubbling

fluidized bed)이라고 한다.

유동층이 형성된 후 공기의 속도를 크게하여도 공기압력 강하는 공기유속 증가에 일정하게 유지되며 비등상태가 계속된다. 약 50mm 이하로 파쇄된 폐기물과 유동매체를 고압 연소용공기로 유동화시켜서 소각시키는 유동층 연소방식은 유동매체의 열용량이 크고 피소각물이 실재 없이 유동상태로 있기 때문에 교반, 반전 매체간의 접촉빈도가 높고 열전달계수가 커서 건조속도, 연소효율 등이 우수하다.



유동상식 소각로의 적용 가능한 대상 폐기물 : 난연성 폐기물, 슬러지, 폐유, 폐윤활유 및 광범위한 폐기물

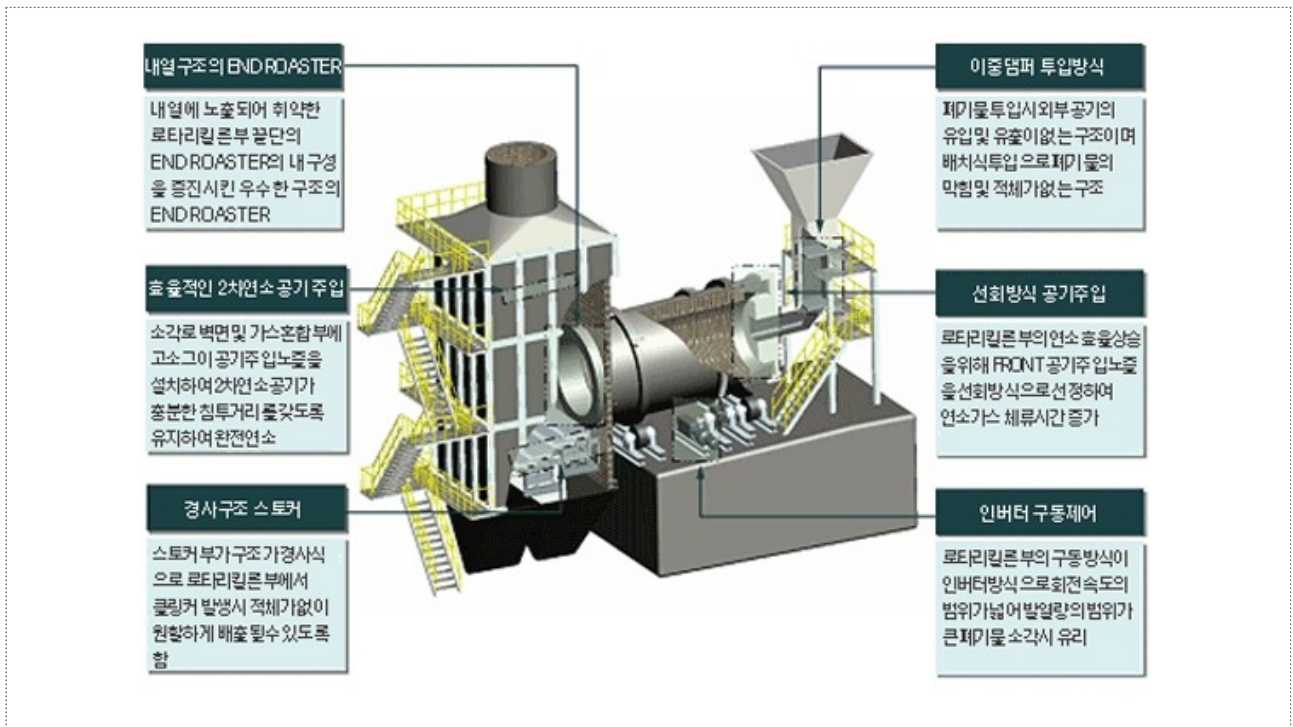
- 로타리 킬른식

소각물의 흐름 방향으로 원통형의 Kiln을 저속(대략 0.5~8rpm)으로 회전시켜 소각물질을 이송, 소각시키는 형식으로, Rotary Kiln은 투입되는 소각물의 양과 질의 변화에 대응하여 연소공기 공급량과 Kiln의 회전속도를 조절함으로써 연속체류시간 조절이 가능하며 따라서 최적의 연소상태를 유지할 수 있다.

Kiln의 회전에 따라 반전이 반복되는 소각물은 연속적으로 연소공기와 접촉하게 되어 연소를 촉진 시키고, 고온의 공기가 소각물 배출구 방향으로 흐름과 동시에 연소중인

쓰레기에서의 복사열이 전달되어 소각물이 건조, 가열되어 소각물의 열분해를 촉진하게 됨으로써 연소 Zone에서 소각이 원활해지고 후연소 부분에서의 크링커 형성이 방지된다.

별도의 전처리 없이 소각물의 Mass Burning이 가능하나, Kiln 회전부가 구조적으로 완벽한 Sealing이 불가능한 점 등이 있어 Stoker Type에 비해 기술적 신뢰성이 열세하다. Unit당 적정처리 용량은 200~300톤/일 정도까지 가능하며, 정상가동률(Availability)은 80~85% 정도를 유지한다.



구 분		소각대상물질
생활폐기물		종이류, 나무류, 고무 피혁류, 플라스틱류, 음식물, 채소류
사업장 폐기물	사업장 일반폐기물	종이류, 나무류, 폐합성수지, 폐합성섬유, 폐합성고무, 폐합성피혁, 고분자화합물, 각종 오니류, 동식물성 잔재물, 동식물성 폐식용유
	지정폐기물	비 할로겐족 폐 유기용제, 폐농약(액상), 각종오니(중금속함유), 폐유, 폐페인트 및 페락카, 폐합성고무, 폐합성수지, 할로겐족 폐유기용제, PCB함유 화합물, 폐산, 폐알칼리
감염성 폐기물		적출물, 탈지면, 실험동물의 사체 등 의료기관이나 시험, 검사기관에서 배출되는 물질

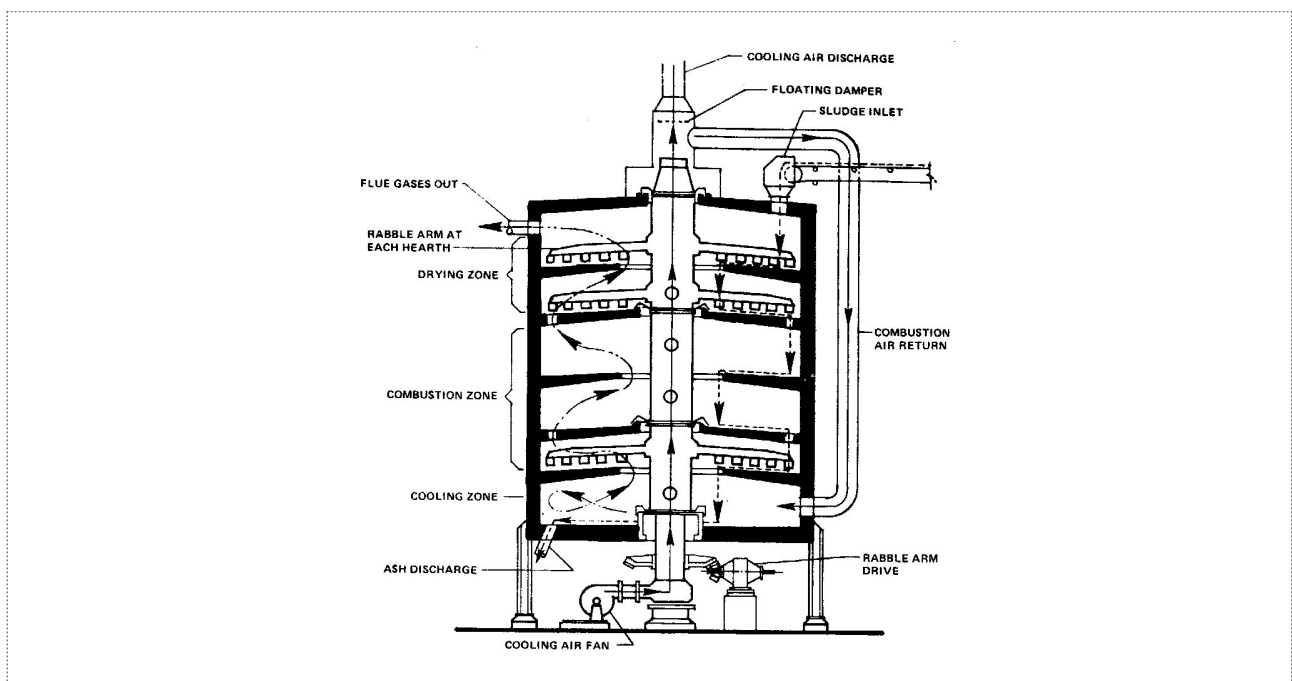
〈 로타리킬른식 소각로의 적용 가능한 대상 폐기물 〉

### - 다단로식 소각로(Multiple Hearth)

다단로는 1934년에 하수 슬러지를 소각하기 위하여 설계되었으나 최근에는 하수 슬러지는 물론 하수, 타르와 같이 액상, 기상, 고상 및 가연성 폐기물의 연소에도 사용할 수 있게 되었다.

슬러지나 입상 고형폐기물은 나선형 공급장치나 밸트식 문, 날개식 문(flap gate)으로 공급된다. 회전축은 폐기물을 상주의 상부에서 하부로 이송하여 최종 재가 배출될 때까지 다음 상으로 연속적으로 이동하게 된다. 다단로는 내화물을 입힌 가열판, 중앙의 회전축, 일련의 평판상을 구성하는 교반암(Rabble arms)으로 구성되어 있다. 액상이나 기상의 가연성 폐기물은 보조버너 노즐(nozzle)에 의해서 시스템내로 주입된다. 액상 및 기상 폐기물의 이용은 보조연료의 양을 감소시켜 운전비용을 절감할 수 있는 일석이조의 효과를 꾀할 수 있다.

이러한 다단로식 소각로는 연소가 완만하고 취급이 용이하며 균등한 건조로인해 국부연소가 방지되고 열효율이 좋다. 다단로식 소각로는 사용동력이 낮고 분진발생이 적으며 온도제어가 용이하고 조작성이 쉬운 반면, 로 내가 회전구조로 열량이 높은 폐기물에는 부적합하다. 또한 가동부분의 고장이 잦으며, 산성가스가 발생하는 폐기물에 부적합하다.



〈 다단로식 소각로의 구조 〉

## 2.3 폐수 소각시설

폐수 중에 휘발성 물질 또는 농도가 높은 폐수를 소각처리하기 위한 시설로 대기오염물질 배출시설은 시간당 소각능력이 25kg 이상인 폐수 소각시설을 말한다.

### 2.3.1 폐수 소각시설 소각로의 종류

#### - 분무연소식 소각로

액상 폐기물을 고온의 로 내로 분사시켜 소각하는 system을 분무연소식 소각로라 한다. 분무연소식 소각로는 수분 99%의 유기 폐액도 소각이 가능하다. 액상 폐기물의 운송은 펌프나 배관으로 이루어져 밀폐구조가 가능하여 악취나 휘발성분의 외부유출이 없어 유기성 폐유 및 일반 폐유 소각에 적합한 소각방식이다. Atomizer에 의해 폐액을 미세한 액적으로 만들어 소각로 내부로 분사하고 내부에서 복사, 대류 전열, 증발 가스화를 촉진시켜 연소속도, 연소효율을 높이는 연소방법으로써 분무형식에는 가압분무, 2유체분무, 회전식분무 등이 있다. 분무하는 액체의 입경은 10-30 $\mu$ m 범위가 일반적이며 액적입경이 작을수록 연소상태는 양호해진다. 액적의 연소시간은 분무입경의 자승에 비례하며 미립화하면 불완전연소, 분진감소에 현저한 효과가 있다. 석유화학 계통의 공정에서 발생하는 고농도 유기 성폐수나 유기용제류, 같은 액상폐기물의 소각처리에 주로 사용되고 있다.

#### - 음식물 폐수 소각시설

음식물 폐수 소각시설은 기존의 폐기물 소각로에 추가설비를 갖추어 소각로 운전과정 중 발생한 고온의 열을 이용하여 음식물 폐수를 분사 소각하여 처리하는 시설이다. 음식물류 폐기물 처리시설 등의 선별기를 통해 액상(음식물 폐수)과 고상(음식 폐기물)으로 분류하여 음식물 폐수만을 따로 처리하게 된다.

음식물 폐수 소각시설의 대표적인 기술로는 고온 분사 소각 등이 있다. 이 고온 분사 소각 기술은 고온 연소와 배출가스의 후처리 공정을 통해 대기오염물질을 효과적으로 줄일 수 있다고 알려져 있다. 고온 분사 소각은 염분에 의한 다이옥신 발생 문제를 고온의 연소과정과 배출가스의 후처리 공정을 거치면서 처리할 수 있는 장점이 있다.

이러한 음식물 폐수의 고온 분사 소각 방식은 음식물 폐수에 포함된 메탄가스 등 인화성

물질에 의한 이상고온 현상을 막기 위하여 연소실 온도 조절이 필요한 단점을 가지고 있다. 그러나 음식물 폐수의 고온 분사 소각 방식은 기존의 음식물 폐수 처리방식인 해양투기가 2013년 부로 금지됨에 따라 대안으로서 사용 가능 할 뿐 아니라 하수 연계처리, 육상 폐수처리, 해양투기 등에 비해 처리비용이 적다는 장점이 있다. 또한 음식물 폐수 처리과정에서 소요되는 시간을 절약할 수 있고, 고온 소각의 효과로 인해 소각로(爐) 내화물 벽면의 청결 상태를 유지할 수 있는 장점이 있다.

## 2.4 폐가스 소각시설

연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 폐가스소각시설·폐가스소각보일러 또는 소각능력이 시간당 100kg 이상인 폐가스소각시설을 말한다.

다만, 비산배출시설 I·III업종의 공정배출시설과 IV업종의 옥내도장시설에서 배출되는 배기가스를 처리하기 위해 설치한 직접연소시설, 별표 16에 따른 휘발성유기화합물 배출억제·방지시설 및 악취소각시설(악취를 제거하기 위해 설치한 시설로서 대기배출시설의 방지시설은 제외한다)은 대기배출시설에서 제외한다.

폐가스소각시설은 공정 중에 발생하는 각종 휘발성(揮發性)유기물질이나 가연성(可燃性)가스 또는 냄새가 심하게 나는 물질들을 모아 산화(酸化)시키는 시설로 크게 나누어 직접연소시설, 촉매산화시설 등이 있다.

직접연소시설은 내화물질로 구성된 연소시설과 한개 내지 둘 이상의 연소장치, 온도조정장치, 안전장치 그리고 열교환기와 같은 열회수장치들로 구성되어 있다. 가스는 연소실 상부에서 화염과 혼합되어 연소실내의 연도를 따라 밖으로 배출된다. 연소실의 형태는 보통 원형이나 각형으로 되어 있고 내부는 내화물질로 되어 있으며 외부는 강철로 되어 있다.

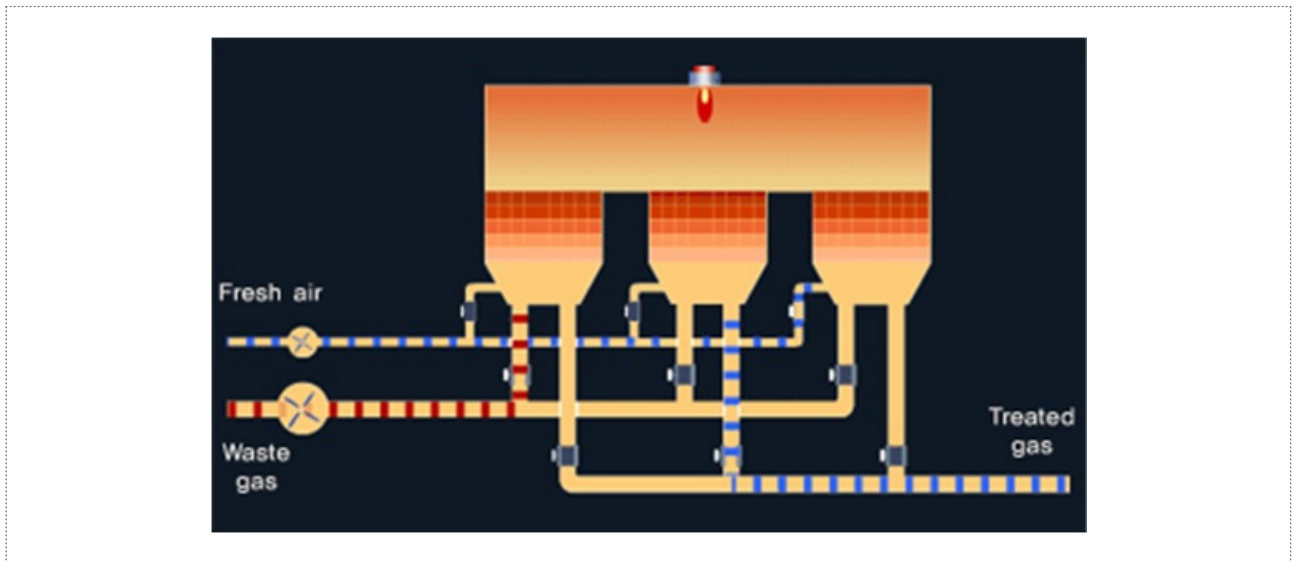
촉매산화연소시설은 주로 직접연소의 효율이 떨어지는 가스상 물질을 촉매층을 통과시켜 연소하기 쉬운 물질로 만든 후에 산화시키는 시설이다. 이것은 직접연소법에 비하여 비교적 내부온도가 낮은 상태에서도 산화가 잘 이루어질 수 있다. 예열연소장치와 촉매층이 부착된 연소실, 주연소시설, 온도조정장치, 안전장치 그리고 열회수장치로 이루어져 있다. 예열연소장치는 가스를 촉매층을 통과시키기 전에 일정한 온도를 유지시켜 줌으로서 산화와 연소가 비교적 쉽게 일어나게 하기 위한 시설이다. 이외에 석유화학 계통에서 많이 설치되는 배출시설 겸 방지시설인 플레어스택(Flare Stack) 등이 있다.



### 2.4.1 폐가스 소각시설 소각로의 종류

- 축열식 소각로(RTO : Refenerative Thermal Oxidizer)

축열식 소각로란 Ceramic을 축열재로 사용하여 배기가스 폐열을 흡기가스 예열에 이용하는 설비로 휘발성유기화합물(VOC) 및 악취를 제거하는 에너지 절약형 소각로이다. 이러한 축열식 소각로의 특징은 배출가스의 처리효율(약 99%)과 열회수율(약 95%)이 높고 장치 수명이 길고 안정적이며 2차 공해요인이 적다. 또한 유입 유기물 농도가 1.5~2g/Nm<sup>3</sup>이면 무연료로 운전이 가능하여 매우 친환경적이다. 축열식 소각로는 페인트부스, 오븐, 폐수처리장, 화학공정, 유기물 저장탱크에서의 배기가스, 저농도 가스, 대풍량 가스 등을 배출하는 공정에 적용 가능하다.



〈 축열식 소각로의 원리 〉

- 플레어스택(긴급방출장치, Emergency release equipment)

플레어스택은 긴급방출장치(Emergency release equipment)라고도 하며 반응기, 탑, 용기, 탱크 등에 누설, 화재 등의 이상 사태가 발생했을 때 위해 가스를 신속하게 외부로 방출하여 폭발을 방지하고 미처리 대기오염물질을 안전하게 처리하기 위한 장치이다.

일반적으로 유입가스는 H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, 메탄, 에틸렌, 부타디엔, 벤젠, 톨루엔, 스티렌, 메탄올 등이며, 가스의 배출 시에는 배출구 불꽃에 의해 폐가스에 포함되어 있는 유해 물질을 완전 산화시켜 대기로 배출하게 된다.



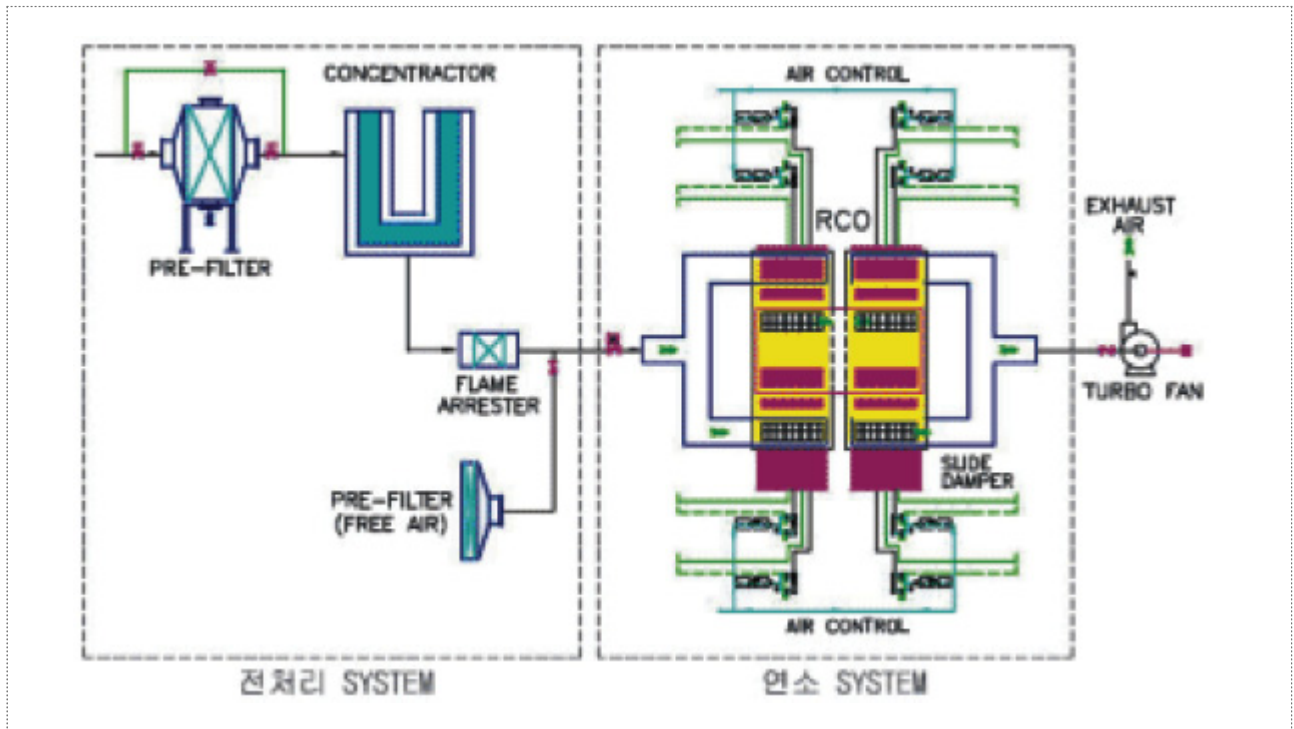
플레어스택은 대기환경보전법상 폐가스소각시설로서 대기배출시설이며 동시에 직접 연소시설로서 방지시설에 해당되나, 농도 측정 및 굴뚝자동측정기기(TMS) 부착 등이 불가하여 비산배출시설 관리기준을 적용하여 관리하고 있다.



〈 플레어스택 〉

- 축열축매연소장치(RCO : Refenerative Combustion Oxidation)

축열축매연소장치는 VOC 등의 함유가스를 연소온도보다 낮은 온도(250~ 350℃) 범위에서 축매층을 통하여 연소시키며 상승된 열을 축열재에서 회수하여 재사용하는 방법이다. 축열축매연소장치의 특징은 저렴한 운전비용(산화연소 온도가 250~350℃ 전후로 낮기 때문에 운전비 절약, 축열재를 열 교환 재료로 사용함으로써 90% 이상의 열에너지를 회수, 재이용), 안전성, 폐열 재이용성 등을 들 수 있다. 이러한 축열축매연소장치는 석유화학공장 및 석유정제공정, 인쇄공정, 도장 및 수지가공 공정, 휘발성 유기용제 사용공정, 각종 악취발생 공정 등에 적용 가능하다.



〈 촉열촉매연소장치 〉

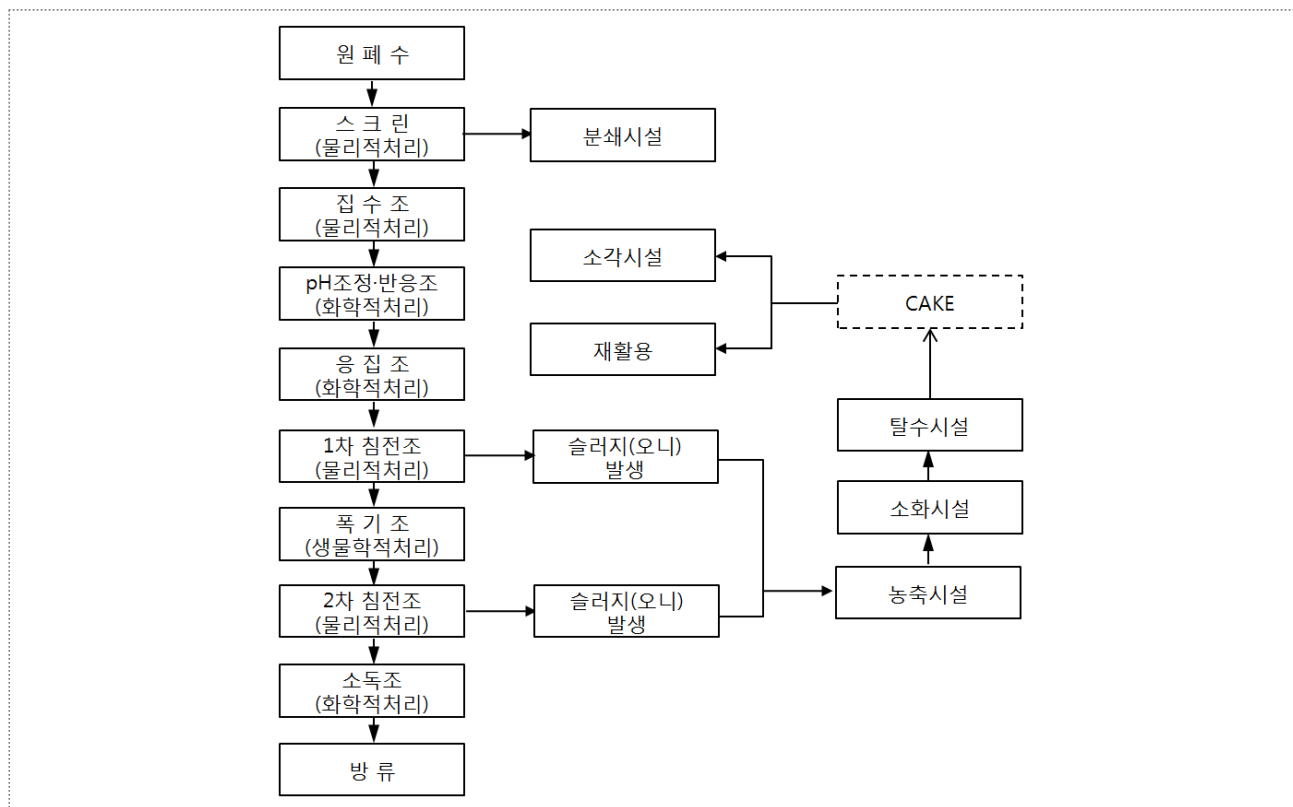
### 3 폐수·폐기물 처리시설

#### 3.1 폐수 처리시설

폐수란 물에 고체·액체·기체 형태의 폐기물이 혼입되어 있어 그대로 사용할 수 없는 물을 말한다. 폐수처리의 목적은 폐수 중에 함유된 오염물질을 화학적·물리적·생물학적 등의 처리과정을 거쳐 폐수를 무해물질로 전환시켜 하천 등의 자연환경을 오염시키지 않도록 처리하는데 있다.

폐수처리시설은 처리 방식에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 처리로 구분된다. 오염물질별로 보면, 자연분리물은 물리적 처리에서 제거되고, 수용성 오염물질 및 콜로이드성 입자는 화학적 및 생물학적 처리에서 처리된다. 또한, 질소, 인, 미량의 유기물과 무기물은 생물학적 처리 또는 분리막 등의 고도처리에서 제거된다. 국내 폐수 처리는 생물학적 처리방식이 많이 사용되고 있으나, 난분해성 폐수의 경우 물리화학적인 전처리 과정이 필요하고, 최근에 들어 오존, 과산화수소 등을 이용한 화학적 산화방법도 이용되고 있다.

폐수처리시설은 위에서 언급한 것처럼 여러 경로의 처리방법이 있지만 보통 물리, 화학, 생물학적 처리방식이 복합적으로 사용된다.



< 폐수의 일반적인 처리과정(예) >

### ① 스크린(Screen)

원폐수가 유입되면 스크린(Screen)에서 부피가 큰 부유물질을 제거하여 폐수 중에 함유된 고형물질을 1차적으로 줄인다. 스크린은 망 간격의 차이에 따라 조(50mm 이상), 중(25~50mm), 세(25mm 미만)으로 나뉜다.

### ② 집수조

집수조에서는 유량 및 생화학적 산소요구량(BOD, Biochemical Oxygen demand), 총부유물질(Suspended Solids)에 대한 농도 및 부하량을 일정하게 유지하는 탱크로서 균등조 또는 유량조정조라고 하기도 한다.



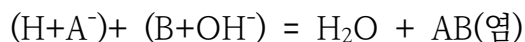
〈폐수 스크린(Screen)〉



〈폐수처리장 집수조〉

### ③ pH 조정·반응조

pH조정조는 폐수의 성상에 따라 산성 또는 알칼리성의 pH 조정제를 주입하여 폐수의 pH를 조정하는 단계이다. 폐수가 강산성이나 강알칼리성일 경우에 산과 염기를 가하여 폐수와 반응시켜 최종적으로 폐수를 pH 7(보통 pH 6.8~8.5 사이 유지)의 중성으로 반응시키는 단계이다. 일반적으로 반응식은 다음과 같다.



### ④ 응집조

응집은 폐수중의 진흙 입자, 유기물, 미생물, 색소, 콜로이드, 현탁입자 등을 분리 제거하기 위한 시설이다. 응집조에서는 화학약품을 주입하여 폐수중의 부유물질을 응집시켜 미세한 플러(Floc)으로 응결시키는 단계이다.

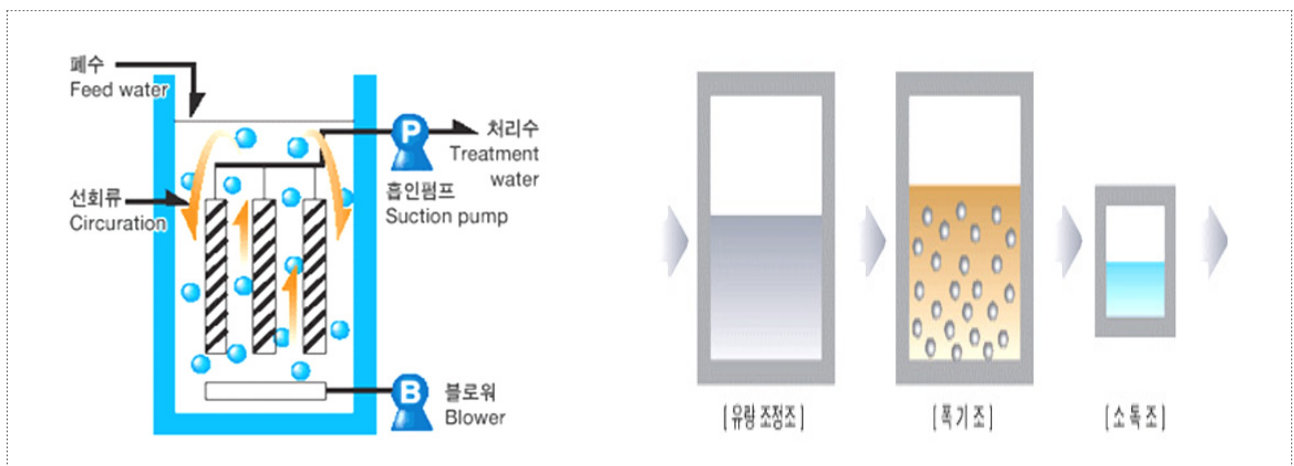
⑤ 1차 침전

응집조에서 생성된 플럭(Floc)을 침강시켜 폐수중의 부유물질을 분리하여 제거시키는 과정으로 정제(Clarification) 또는 농축(Thickening)시설이라고도 하며, 이러한 침전은 보통 응집조 내에서 일어난다. 침전에 의해 저변에 가라앉은 슬러지를 “오니”라 하며 이러한 오니는 별도의 처리시설을 거쳐 처리한다.

⑥ 폭기조

폭기조(aeration tank)란 폐수에 활성 오니를 혼입하여 산소를 공급하는 탱크를 말한다. 폭기조에서는 1차 침전지에서 침전 되지 않은 유기물질이 산소를 공급 받은 미생물의 작용에 의해 제거된다. 산소를 투입하는 방법은 압축 공기를 송입하는 산기식과 오수를 뒤섞어 대기와 직접 접촉하게 하는 기계 교반식이 있다. 탱크의 용량은 계획 1일 최대 오수량을 기준으로 하여 에어레이션 시간 또는 BOD-SS 부하로부터 정한다. 이러한 폭기조는 폐수 정제시설에 해당한다.

활성슬러지법은 폭기하는 시간에 따라 장기폭기법<sup>1)</sup>(extended aeration), 산화구법<sup>2)</sup>(oxidation ditch)등으로 구분할 수 있다.



< 폭기조의 원리(예) >

⑦ 2차 침전

2차 침전은 1차 침전과 마찬가지로 폭기를 마친 물에서 유출되어 나오는 미생물을 침전

1) 활성슬러지 방법의 응용으로서 활성슬러지법의 표준 처리시간보다 폭기시간이 약 18~36시간으로 길다.  
 2) 생물학적 처리 중에서 가장 간단한 방식으로서 충분한 부지 면적을 염가로 확보할 수 있는 경에 가장 유리한 방식이며 장기폭기법의 일종이나 폭기시간이 더 길다.

제거시키는 것을 말하며 폭기조에서 작업이 이루어진다.

⑧ 소독조

폭기와 2차 침전까지 마친 물에 주로 염소를 주입하여 병원성 미생물을 사멸시키는 것으로, 이러한 소독까지 마친 물은 수계로 방류된다.

⑨ 슬러지(오니) 처리시설

1·2차 침전조로부터 발생하는 슬러지(오니)는 별도의 공정을 통해 처리된다.

㉠ 농축시설

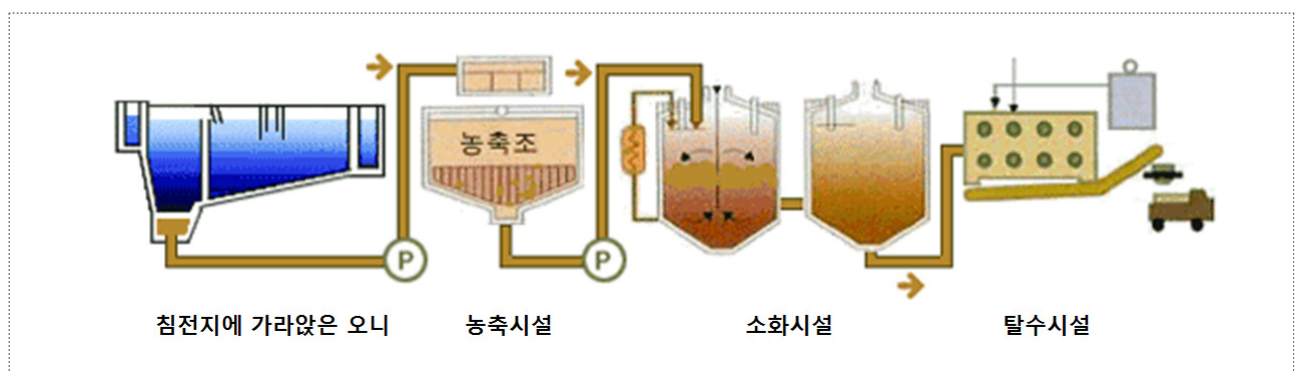
1·2차 침전조로부터 발생된 슬러지(오니)를 농축시켜 슬러지의 양을 감소시킨다.

㉡ 소화시설

소화시설은 밀폐된 탱크 속에서 오니를 가온하여 교반하면 오니의 유기물이 분해되어 부산물과 메탄가스를 발생시킨다.

㉢ 탈수시설

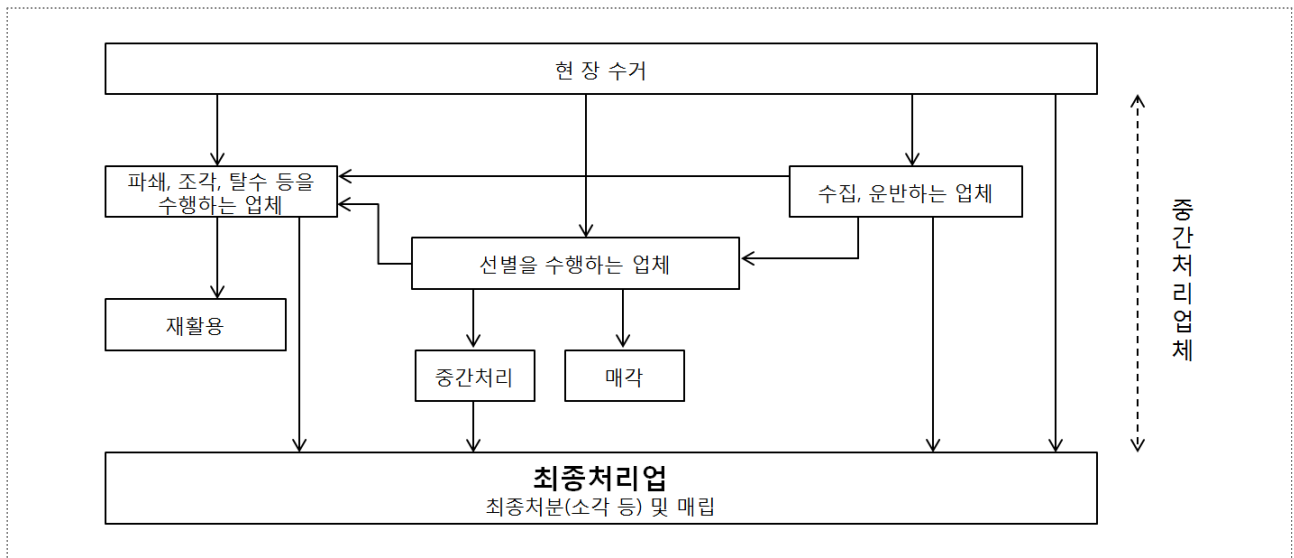
소화 처리된 오니는 탈수작업으로 부피와 무게를 감소시켜 케이크 상태로 만들어 운반과 처분을 쉽게한다. 탈수시설까지 마친 슬러지(오니)를 케이크(Cake)라 하며 이러한 케이크는 최종적으로 소각처리 혹은 재활용된다.



〈 슬러지(오니)의 처리과정 〉

### 3.2 폐기물 처리시설

폐기물 처리시설이란 폐기물을 소각, 기계적·화학적·생물학적 처리 또는 매립 등을 통해 처리하는 시설을 말한다. 폐기물 처리시설은 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 아니하게 된 물질(폐기물)을 현장으로부터 수거하여 최종 처리하는데 그 과정을 크게 나누면 중간 처리시설과 최종처리시설로 나눌 수 있다.



〈 폐기물 처리시설의 처리범위 〉

#### 3.2.1 폐기물 처리시설의 종류

현재 폐기물 관리법상 폐기물의 구분은 가정생활폐기물, 사업장 폐기물로 나눌수 있으며 가정 폐기물은 음식물, 유리병, 금속 캔, 폐지 등으로 구분할 수 있고, 사업장 폐기물은 사업장 생활폐기물, 건설폐기물, 폐목재 폐기물, 지정폐기물 등으로 구분할 수 있다.

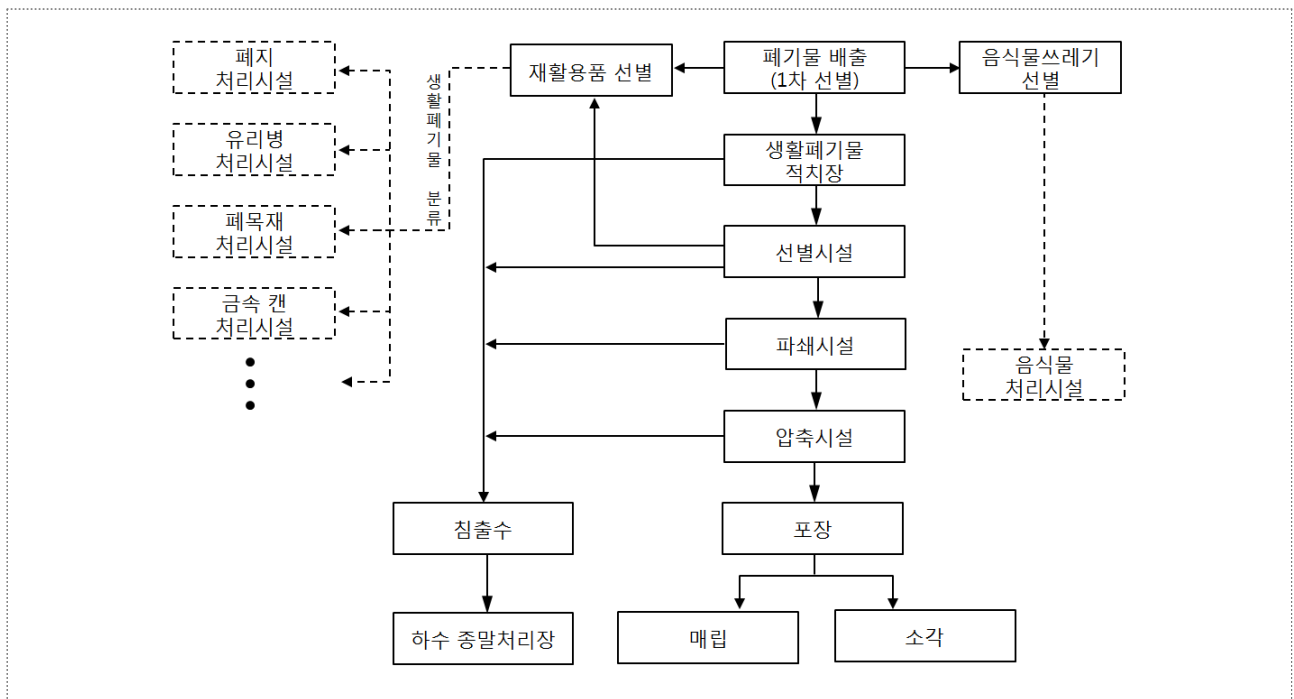
##### 3.2.1.1 생활폐기물 처리시설

생활폐기물이란 사업장 폐기물 이외의 폐기물을 말하며 음식물 준비 및 조리 과정중 발생하는 음식물, 먹고 남은 음식물, 변질된 음식물 등을 총괄하여 지칭하는 음식물 폐기물, 인간의 생활을 영위하면서 발생하는 종이류(신문, 잡지, 교과서, 포장용지, 포장상자 등), 나무류(나무상자, 가구, 건축재, 합판 등), 유리제품(컵, 병, 유리창 등)등으로 분류할 수 있다.



생활 폐기물의 처리는 먼저 배출된 폐기물을 분리하여 생활폐기물 적치장으로 이송하여 선별과정을 거쳐 파쇄되는데, 선별과정 중 재활용이 가능한 폐지, 유리병, 폐목재, 금속 캔 등을 분류하여 각각 처리시설로 이송한다. 파쇄된 생활폐기물은 압축시설을 거쳐 매립 및 소각시설로 보내져 최종 처리된다.

또한 생활폐기물 중 음식물 쓰레기는 재활용품 처리시설처럼 별도로 음식물 쓰레기 처리시설로 보내어진다. 또한 생활폐기물을 처리하는 도중 발생하는 침출수는 별도로 수집하여 하수 종말 처리장에서 처리한다.



〈 생활폐기물 처리시설(예) 〉

① 생활폐기물 배출

가정 및 사업장의 생활폐기물을 분리수거에 의해 배출한다. 이때 생활폐기물은 음식물 폐기물(쓰레기), 재활용품, 생활 폐기물로 분류하여 배출한다.



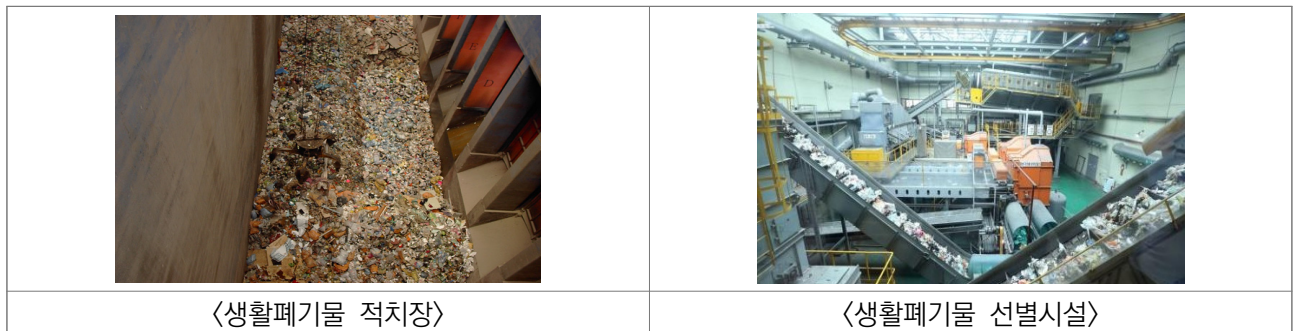


② 생활폐기물 적치장

분리수거 된 폐기물중 생활폐기물만을 수집·운반 차량을 이용하여 생활폐기물 처리시설의 적치장에 저장한다.

③ 선별시설

적치장의 저장되어있는 생활폐기물을 분류하는 시설을 말한다.



④ 파쇄시설

선별된 생활폐기물을 일정한 크기로 파쇄하는 시설을 말한다.

⑤ 압축시설

파쇄된 생활폐기물을 부피를 줄이기 위해 압축하는 시설을 말한다.

⑥ 포장시설

압축된 생활폐기물을 포장하는 시설을 말한다.

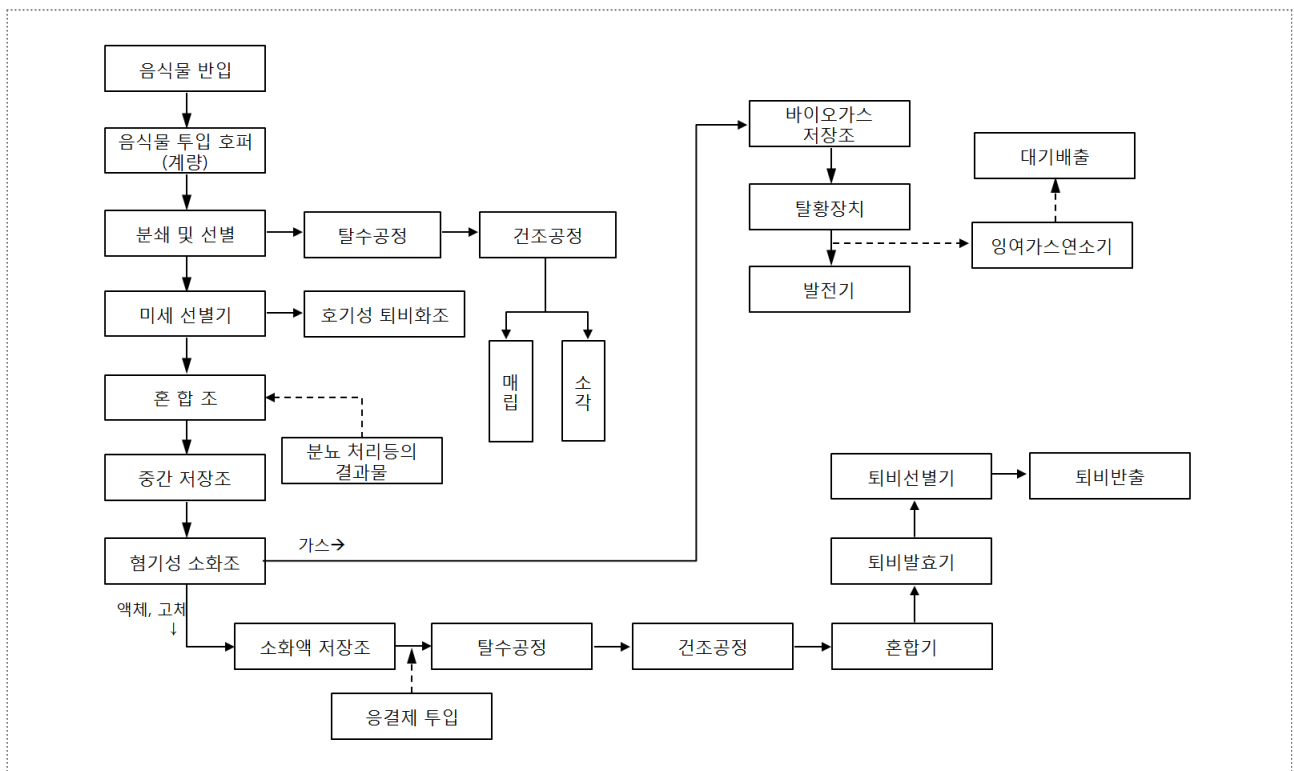


### 3.2.1.2 음식물 폐기물 처리시설

음식물 폐기물이란 음식의 준비 및 조리 과정중 발생하는 음식물, 먹고 남은 음식물, 변질된 음식물 등을 총괄하여 지칭한다. 즉, 식품의 유통, 가공, 생산, 조리과정에서 발생하는 농·수·축산물 쓰레기, 먹고 남긴 음식 찌꺼기를 말한다.

우리나라의 음식물 폐기물은 수거차량이 수거하여 음식물 처리시설로 수송한다.

음식물 폐기물이 음식물 처리시설로 반입이 되면 음식물은 계량되어 분쇄 및 선별시설로 이송되고 이중 일부는 탈수공정과 건조공정을 거쳐 매립지에 매립되거나 소각장에서 소각되어진다. 음식물 폐기물은 별도의 처리를 거쳐 발전시설의 원료로 사용되거나, 퇴비로서 재이용된다.



〈 음식물 처리시설 및 자원화 시설(예) 〉

#### ① 음식물 투입 호퍼

수거된 음식물 폐기물을 음식 처리시설 및 퇴비화 시설로 투입하는 시설을 말한다.

#### ② 분쇄 및 선별시설

투입된 음식물의 분쇄 및 이물질(플라스틱, 나무, 유리 등)을 선별, 제거하여 후단 공정 기기에

부하 방지 및 생산 퇴비의 품질을 향상시키기 위한 공정을 말한다.

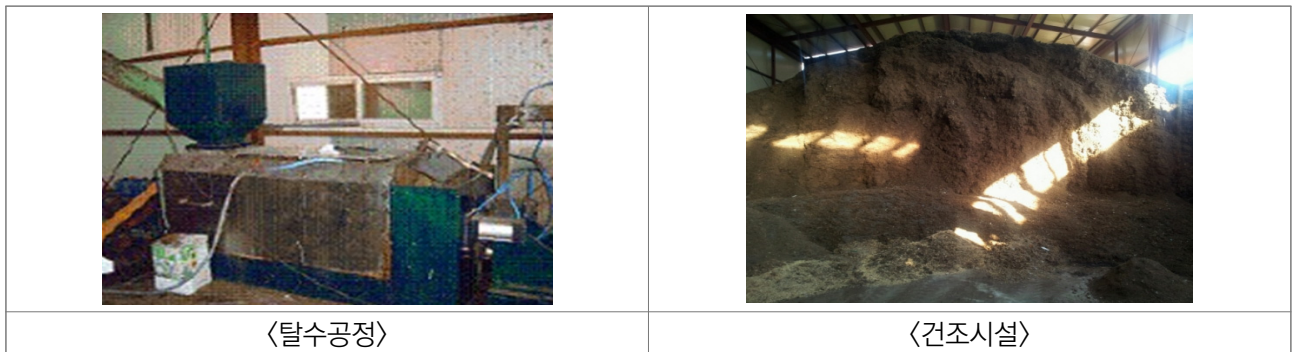


③ 탈수공정

후단 공정인 폐수처리 및 퇴비화, 소각의 효율을 높이기 위하여 수분함량이 높은 음식폐기물의 탈수한 후 탈리액을 분리한다.

④ 건조공정

탈수공정을 거친 음식폐기물을 건조한다. 건조가 끝난 음식폐기물 중 유기성 음식폐기물은 소각시설로, 소각이 어려운 음식폐기물은 매립시설로 보내어져 최종 처리를 한다.



⑤ 미세 선별기

1차 선별시설에서 미처 선별하지 못한 미세한 이물질을 선별한다.

⑥ 혼합조

미세한 이물질까지 제거된 음식폐기물은 전처리 과정을 거친 가축 분뇨 및 기타 분뇨 등과 혼합조에서 혼합한다.

⑦ 중간 저장조

혼합조에서 혼합된 음식폐기물의 중간 생성물을 저장하는 공간을 말한다.

⑧ 혐기성 소화조

혐기성 소화는 혐기성 분해라고도 하는데, 이는 무산소성 균이 음식폐기물 중의 유기물을 섭취하여 환원 분해하여 무용한 무기화합물을 방출하는 것을 말한다. 혐기성 소화조에서는 혐기성균의 작용으로 주로 탄화수소가 분해된 후 유기산과 질소화합물 등이 분해되며 최종적으로 유기물의 대부분이 분해되어, 탄산가스와 메탄가스가 발생하고 폐기물은 안정화된다. 이때 발생한 탄산가스와 메탄가스는 탈황장치를 거쳐 발전시설의 원료로서 재활용한다.



⑨ 소화액 저장조

혐기성 소화조에서 안정화된 음식폐기물을 저장하는 중간 저장조를 말한다. 이 공정에서 응결제를 투입하여 안정화된 음식폐기물의 응결을 실시한다.

⑩ 탈수·건조공정

수분함량이 높은 음식폐기물의 탈수하여 탈리액을 분리한 후 음식폐기물을 건조시킨다.

⑪ 혼합공정

건조가 끝난 음식폐기물과 별도의 첨가제(톱밥 등)를 혼합한다.

⑫ 퇴비발효공정

퇴비 발효공정에서는 보통 발효실 바닥으로 공기를 공급하며 천천히 섞어주며 50℃ 이상의 고온 호기성 발효과정을 3일 이상 거친다. 이때 세균 기생충 등이 소멸한다. 이 퇴비 발효공정에서는 악취가 많이 발생하기 때문에 보통 별도의 악취 처리시설을 갖춘다.

### ⑬ 퇴비선별공정

퇴비 발효 공정으로부터 생성된 퇴비 중 양질의 퇴비만을 선별하는 공정이다.

#### 3.2.1.3 가축분뇨 처리시설(퇴비화 시설)

가축분뇨 처리시설은 보통 퇴비화시설로서 많이 이용되고 있다. 퇴비화는 미생물의 호기적 유기물 분해를 이용한 가축분뇨 처리방법 중 하나로 가축분뇨를 바로 토양에 매립할 때 발생하는 악취, 침출수에 의한 지하수 오염, 동물, 인체 병원균 전파 등의 문제를 감소시킬 수 있고 또 퇴비화 과정중 유기탄소가 미생물 호흡에 의해 이산화 탄소로 소실되므로 전체적인 가축분뇨의 분량이 감소된다. 가축분뇨의 퇴비화 처리공정은 음식물 퇴비화 시설과 매우 흡사하다.

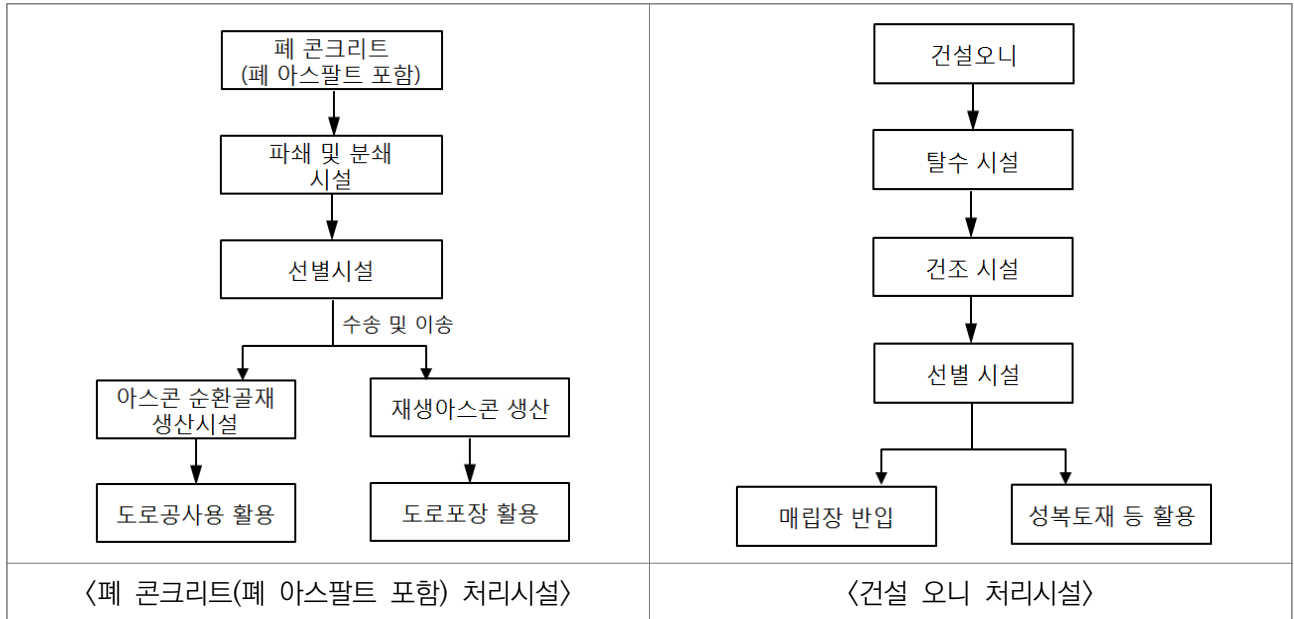
#### 3.2.1.4 사업장 폐기물 처리시설

사업장폐기물은 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호의 규정에 의한 공장으로서 대기환경보전법·수질환경보전법 또는 소음·진동규제법의 규정에 의하여 배출시설을 설치·운영하는 사업장, 그 외에 지정폐기물을 배출하는 사업장, 폐기물을 1일 평균 300kg 이상 배출하는 일련의 공사·작업 등으로 인하여 폐기물을 5톤 이상 배출하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.

사업장 폐기물은 사업장 생활폐기물과 건설 폐기물, 지정폐기물로 분류할 수 있으며, 사업장 생활폐기물은 3.2.1.1에서 설명한 바와 같이 처리된다.

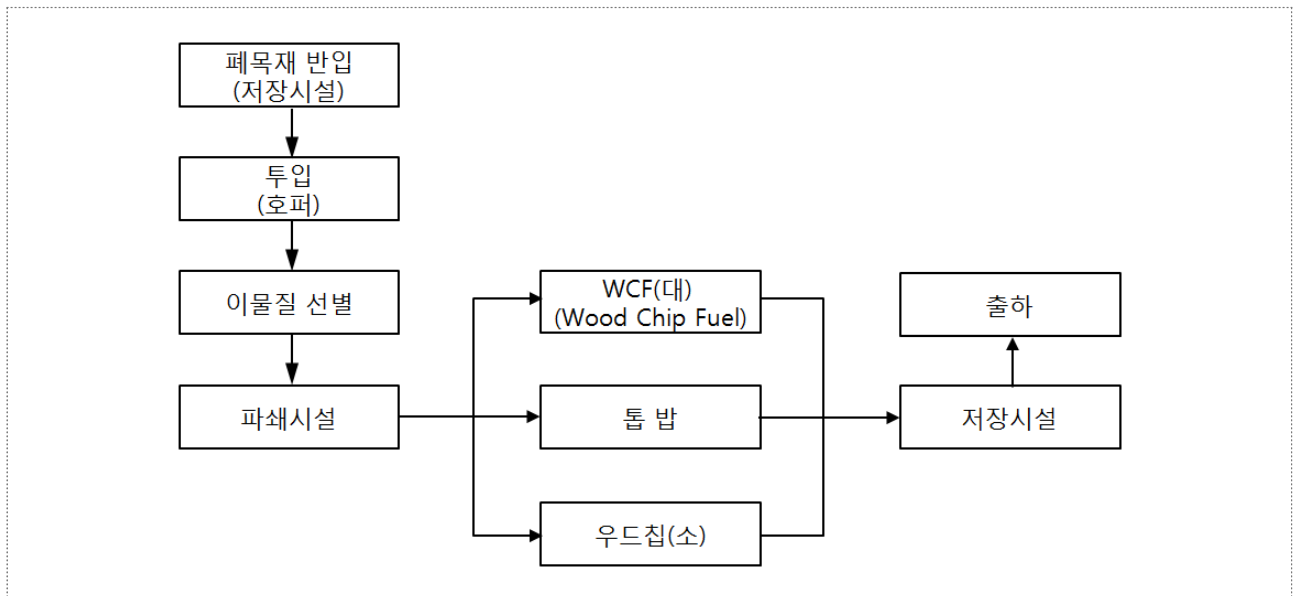
건설폐기물이란 건설·토목공사로 인하여 발생하는 폐기물로서, 기존 건축물 및 구조물 철거시 발생하는 건설폐재류(폐콘크리트, 폐아스팔트콘크리트, 건설오니 등) 및 합성수지류, 목재류, 고철류 등의 기타 폐기물로 구성된다. 건설폐기물의 대부분을 차지하는 건설폐재류는 파쇄처리한 후 불순물을 제거하여 건설·토목공사현장의 성토재·기층재 등으로 재활용이 가능하며, 기타 합성수지류, 목재류 등의 가연성폐기물은 재활용되거나 소각처리되고 있다.

① 폐콘크리트(폐아스팔트) 및 건설오니 처리과정



② 폐목재류 처리시설

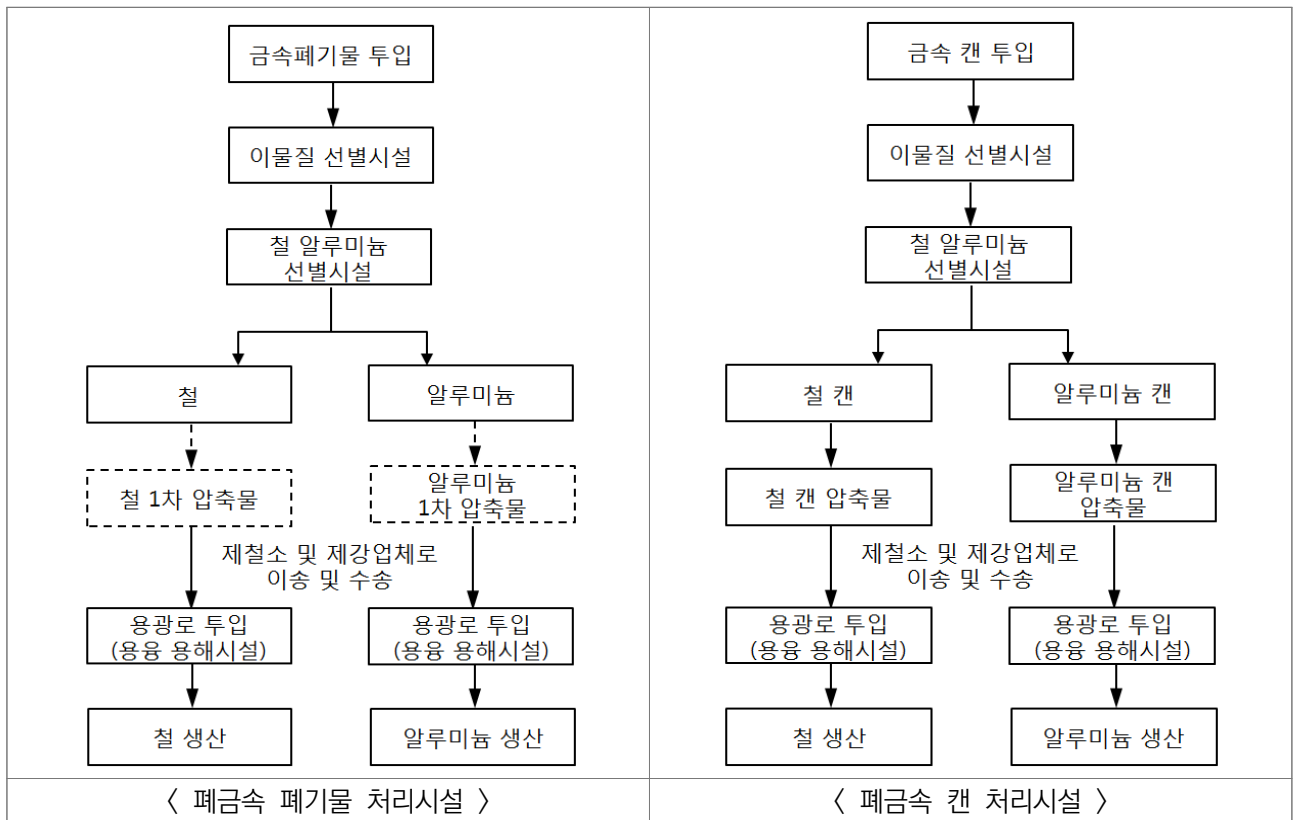
건설폐기물 중 폐 목재류는 생활폐기물의 폐목재류와 같은 방법으로 처리된다. 폐목재는 대부분 이물질들을 선별하고 파쇄시설로 보내어 WCF(Wood Chip Fuel), 톱밥 등으로 재활용하여 활용한다.





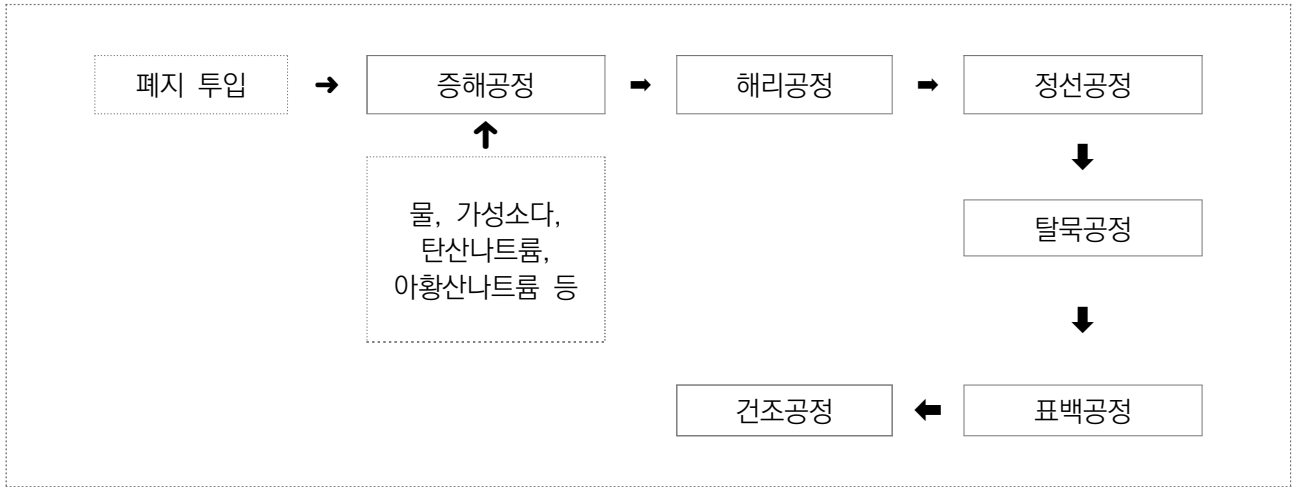
③ 폐금속(캔, 고철류) 처리시설

건설폐기물 중 고철은 생활폐기물의 철 캔 및 알루미늄 캔의 처리 방식과 매우 흡사하다. 이러한 고철은 먼저 각종 금속 폐기물을 모아 처리시설로 보내어지면 이물질을 선별하고 철과 알루미늄으로 분류하여 제철소 및 제강소로 보내어 철 및 알루미늄으로 재생산하여 처리한다.



④ 폐지 처리시설

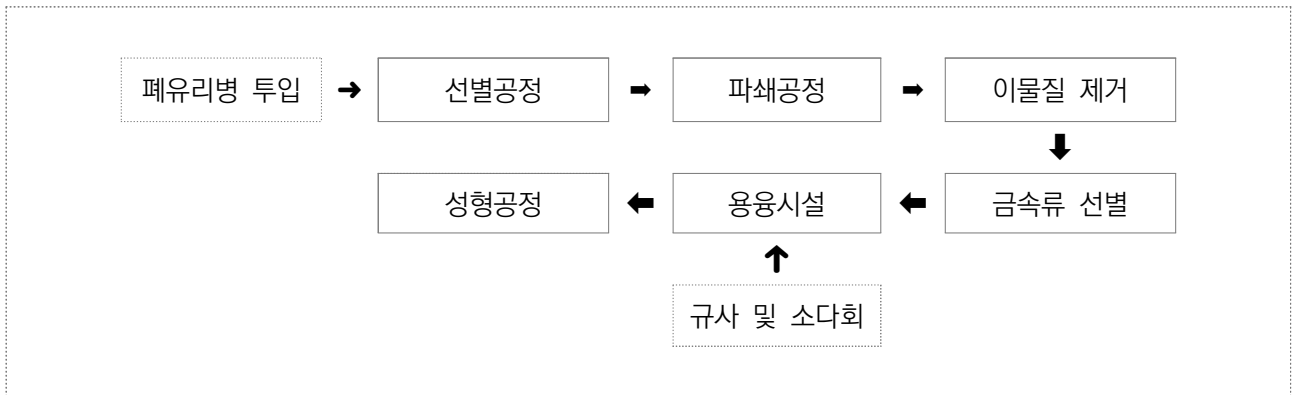
건설 폐기물이나 생활폐기물 중 폐지에 대한 처리시설은 먼저 폐지를 더운 물, 가성소다, 탄산나트륨, 아황산나트륨 등과 함께 가마에 투입하여 삶아서 펄프를 만드는 공정인 증해 공정을 거친다. 그 후 인쇄 잉크 또는 도포제의 성질에 따른 불완전 해리를 막기 위한 공정인 해리공정을 거치고, 해리된 펄프 속의 불순물을 제거하는 정선공정을 거쳐 해리된 펄프 속의 잉크 입자나 안료등을 제거하는 탈묵공정을 진행한다. 이러한 탈묵공정을 지나 종이의 백색도를 높이기 위한 표백공정을 거쳐 건조시킨 후 재활용한다.



〈 폐지 처리시설(예) 〉

⑤ 폐유리병 처리시설

건설폐기물이나 생활폐기물에서 배출되는 폐유리병은 유리병의 선별시설을 거쳐 파쇄한 후 이물질 및 금속류 선별시설을 거쳐 규사 및 소다회를 투입하여 용융시켜 재활용한다.



3.2.1.5 지정폐기물 처리시설

지정폐기물이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다. 이러한 지정폐기물은 그 종류별 처리방법에 의해 각각의 처리시설로 보내어 처리한다.



구 분		소각	고온소각	고온용융	고형화	매립	중화, 안정화, 정제등
폐산, 폐알카리	고 상					○	○
	액 상	○				○	○
폐유	고상·액상	○					○
	타르핏치류	○				○	
폐유기 용재	할로겐족		○				
	기타	○					○
폐합성고분자화합물	폐합성수지	○				○	
	폐합성고무	○					
페페인트 및 페락카			○				
폐석면				○	○		
폐흡수제, 폐흡착제		○	○		○		○
폐농약			○	○		○	
PCB함유 폐기물			○	○			
오니		○			○	○	○
안정화, 고형화처리물						○	
폐유독물			○	○	○		○
광재, 폐주물사, 폐사, 폐내화물, 도자기조각, 폐촉매, 분진, 소각재					○	○	○
감염성폐기물		○					○

〈 지정폐기물의 종류별 처리방법 〉

## 4 보일러

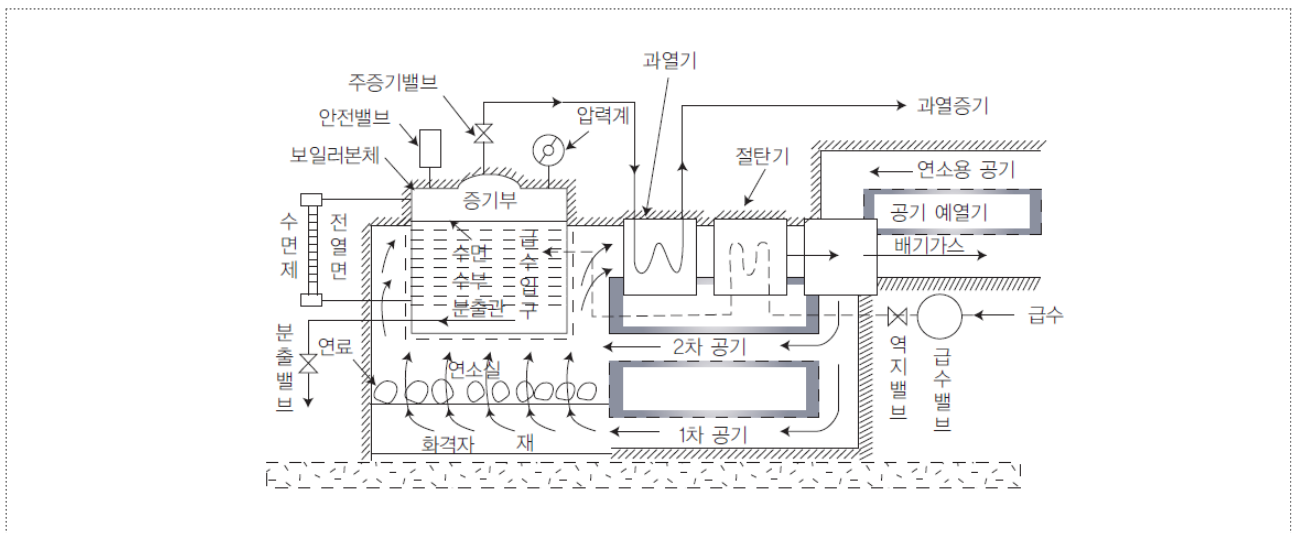
### 4.1 개요

보일러란 연료의 연소열에 의하여 물 또는 열매체를 가열하여 증기 또는 온수 등을 발생시키는 시설이다. 일반적으로 한 지역의 집단 난방 및 산업시설 등에 증기 또는 온수를 공급하기 위하여 널리 사용되고 있다.

보일러에 대한 대기오염물질 배출시설은 다른 배출시설에서 규정한 보일러는 제외하며 시간당 증발량이 0.5ton 이상이거나 시간당 열량이 309,500kcal 이상인 보일러를 말한다. 다만, 환경부장관이 고체연료 사용금지 지역으로 고시한 지역에서는 시간당 증발량이 0.2ton 이상이거나 시간당 열량이 123,800kcal 이상인 보일러만 해당한다.

단, 가스 또는 경질유[경유·등유·부생(副生) 연료유1호(등유형)·휘발유·나프타·정제연료유(「폐기물관리법 시행규칙」 별표 5의2의 열분해방법 또는 감압증유(減壓蒸溜) 방법으로 재생처리한 정제연료유만 해당)] 만을 연료로 사용하는 시설의 경우 시간당 증발량이 2ton 이상이거나 시간당 열량이 1,238,000kcal 이상인 보일러만 해당하며, 화력발전용 증기터빈에 고온고압의 증기를 공급하여 전기를 생산하는 발전시설 및 열병합발전시설은 포함되지 않는다.

보일러의 연료는 석탄, 중질유, 가스류(액화천연가스, 액화석유가스, 공정부생가스 등) 등을 다양하게 사용되어진다. 일반적인 보일러의 구성은 계측기(압력계, 수면계, 유류 유량계, 통풍력 계측기, 온도계 등), 안전장치, 송기계통 장치, 급수계통 장치, 폐열회수장치 등으로 되어 있다.



〈 보일러의 기본 계통도 〉

보일러는 연소장치, 본체, 부속장치로 구성되며 연소장치는 버너와 연소실로 구분된다. 보일러의 연소실은 보일러 본체와 하나로 구성되는 경우가 많고, 사용용도에 따라서는 본체 밖에 설치되는 경우도 있다. 본체는 연소에 의한 발생열을 이용해 물을 가열하거나 증발시키는 부분으로 원통형의 동체 또는 드럼과 지름이 작은 관(수관 혹은 연관)으로 구성되고, 물로부터 발생한 포화증기를 내부에 보유한다. 보일러 본체에서 발생한 포화증기를 그대로 뽑아내어 사용하는 경우도 많지만, 동력발생을 목적으로 하는 경우 등에서는 과열증기가 요구된다. 이 경우에는 포화증기를 끌어내 고온으로 가열하기 위한 과열기가 설치된다. 보일러 본체와 과열기에 열을 주어 온도가 내려간 연소가스는 연도를 통해 굴뚝에서 배출되지만 중형이상의 보일러에서는 배기가스의 여열을 충분히 흡수하여 열효율 증진을 꾀하기 위해 연도 가운데 보일러로 보내는 급수를 예열하는 절탄기(economizer)나 연소장치에 보내는 공기를 가열하는 공기에열기를 설치하는 것이 많다.

보일러는 열매에 따라서 온수보일러, 증기보일러, 열매체 보일러 등으로 분류하고, 온수나 증기를 만들기 위하여 사용하는 열원에 의해 유류보일러, 가스보일러, 석탄보일러, 전기보일러, 폐열보일러 등으로도 분류를 하며, 용도에 따라서 가정용보일러, 산업용보일러, 발전용보일러 등으로 분류하기도 하고, 구조에 따라서 분류하기도 한다. 산업용보일러(난방용 보일러 포함)로서 사용되고 있는 것 중에는 노통연관식 보일러, 수관식 보일러, 소형관류보일러 등으로 구분할 수 있지만, 최근에는 새로운 기술향상에 의해 고효율화 및 고성능화가 추진되어 현재 생산되고 있는 산업용보일러의 종류는 다양해지고 있다.

종 류	형 식
원통보일러	입형보일러
	연관보일러(내화식, 외화식)
	노통보일러(코니시, 랭카셔 보일러)
	노통연관보일러(일반형, 증기드럼 별도형)
수관보일러	자연순환식 보일러
	강제순환식 보일러
	복사보일러
관류보일러	관류보일러(벤손, 술저 보일러 등)
	소형 관류보일러(진공식, 무압식 등)
기타 보일러	간접가열 보일러(진공식, 무압식 등)

종 류	형 식
	응축잠열회수식(콘덴싱) 보일러
	특수연료보일러(유동층보일러, 목재보일러 등)
	특수 열매체 보일러(다우섬 보일러 등)
	폐열보일러(소각 폐열보일러 등)
	기타(전기보일러 등)

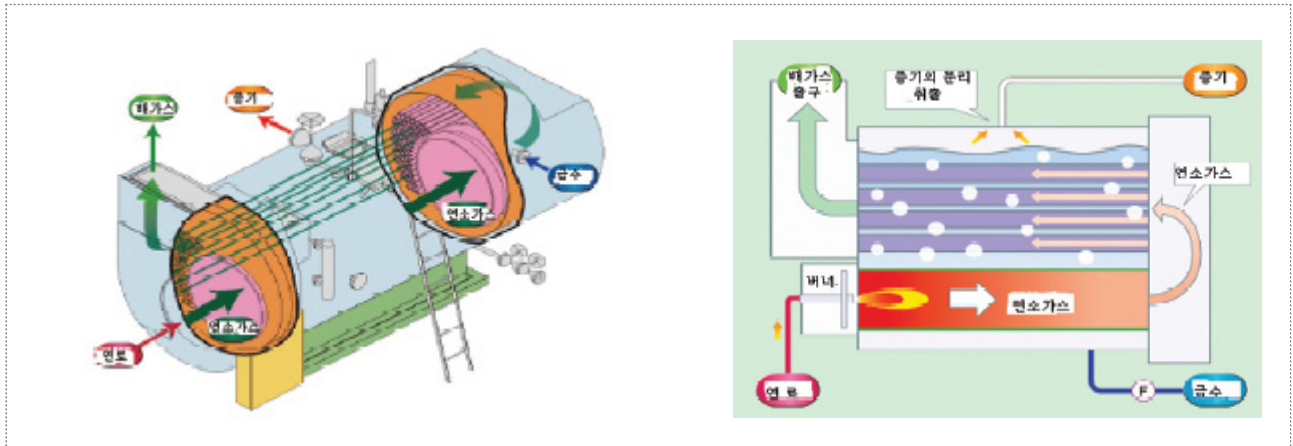
〈 본체구조 및 물 순환 방식에 따른 보일러의 분류 〉

## 4.2 보일러의 종류

### ① 노통연관식 보일러(Flue&Smoke Tube Boiler)

노통연관식보일러는 지름이 큰 동체를 몸체로 하여 그 내부에 노통과 연관을 동체축에 평행하게 설치하고, 노통을 나온 연소가스가 연관을 통해 연도로 빠져 나가도록 되어 있는 구조의 보일러이다. 버너에서 연소실로 분출된 연료와 공기는 연소실이 노통내부에서 반응하여 화염을 형성하고, 연소가스는 연관군에 들어가 동체 내부에 있는 보일러수로 열전달을 한 후 연도로 배출된다. 이 노통연관식 보일러는 보일러수와 증기로 채워지는 큰 동체를 갖고 있기 때문에 강도면에서 최고사용압력이 제한된다. 그러나 노통연관식 보일러는 가격이 저렴하고, 유지관리가 용이하기 때문에 소형보일러에 많이 이용되고 있다. 노통연관식 보일러의 최고사용압력은 15kg/cm<sup>2</sup> 정도이지만, 일반적으로 10kg/cm<sup>2</sup> 이하의 보일러에 널리 이용되고 있다.

노통연관식 보일러의 생산용량은 0.1~25ton/h 정도이다. 난방용보일러나 소형온수보일러는 대부분 노통연관식 보일러가 사용되고 있으며, 증발량 10ton/h 이하의 중소형 보일러에 가장 보편적으로 사용되고 있다. 노통연관식 보일러는 버너를 일반적으로 수평으로 부착하여 수평화염이 형성되는 구조를 택하고, 2~3pass 방식이 주로 이용되고 있다. 연소량제어 방식으로서는 비례제어방식이 주로 채택되고 있지만, 소형의 노통연관식보일러는 2위치 제어나 3위치 제어가 사용되는 경우도 있다. 또한 노통연관보일러는 조립을 제조공장에서 하여 사용현장까지 운반이 가능하도록 Package식으로 된 것이 많아 수송, 운반이 간편하고 운반 후 정지하여 부대 배관, 전원 배선을 하면 운전이 가능하도록 간편한 점이 있다. 노통(원통형)과 연관(동체 내부에 다수의 강관)을 조합시킨 구조의 노통연관식 보일러는 각종 제조업 등에 널리 이용되고 있다.



노통연관식 보일러의 구조와 운용원리

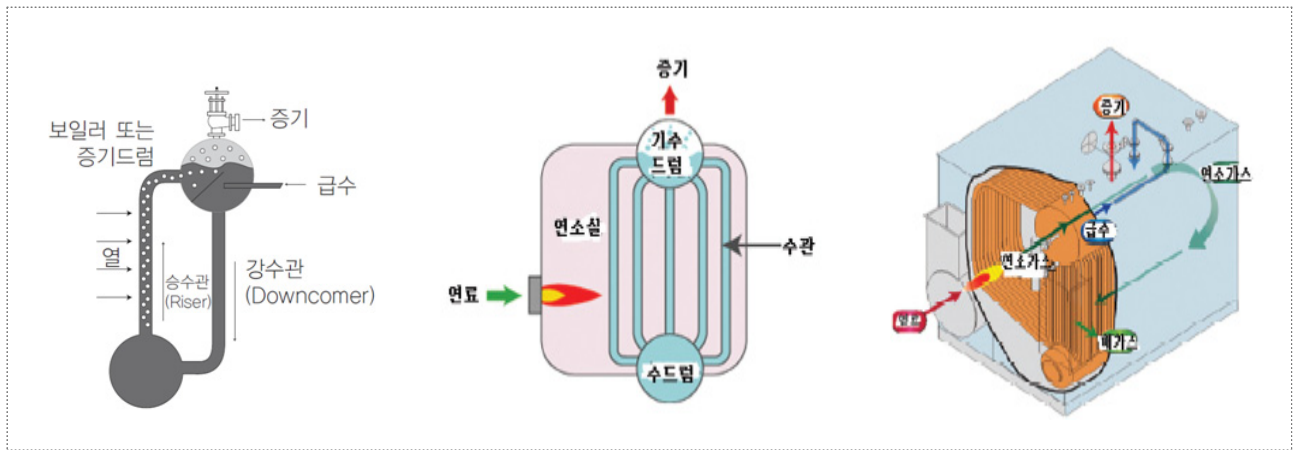
## ② 수관식 보일러(Tube Boiler)

수관식보일러는 전열면을 형성하는 수관군과 기수분리 및 수관군의 지지를 위해 설치된 드럼(Drum)으로 구성되어 있으며, 관의 내부는 보일러수로 채워지고 관의 외부를 연소가스가 가열하여 증기를 얻는 구조로 되어 있다. 즉, 물이 흐르는 가는 수관을 여러 개 늘어놓고 수관과 직각 내지 평행으로 연소가스를 지나게 하여 증기를 발생시킨다. 수관식 보일러는 관의 지름이 작아 고압에 견디고, 전열면적을 원하는 대로 넓힐 수 있으며 화실의 형태도 필요에 따라 마음대로 바꿀 수 있다. 물을 위에서 아래로 흐르게 하는 강수관(降水管)과 증기를 발생시키는 증발관의 조합으로 보일러 물의 순환이 쉽고 증발량이 많아 고온·고압의 큰 용량의 보일러가 대부분이다. 수관내의 청소가 곤란하므로 불순물이 없는 양질의 물이 필요하며 수관외의 끼움 청소를 위한 수관의 배열등에도 설계시 충분히 고려하여야 한다. 관내 유체의 온도에 따른 밀도차를 이용한 자연순환식과 순환펌프에 의한 강제순환식이 있으며, 긴 관의 한 끝에서 물을 들여보내 가열하여 다른 끝에서 고온·고압의 증기를 얻는 관류식 보일러도 있다.

산업용 수관식보일러는 버너를 일반적으로 수평으로 부착하여 수평화염이 형성되는 구조를 택하고, 2~3pass 방식이 주로 이용되고 있다. 연소량 제어 방식으로는 비례제어방식이 주로 채택되고 있다. 일반적으로 증발량 30ton/h 이하의 보일러는 팩키지형으로 제작되고 있으며, 증발량 30ton/h를 초과하는 보일러는 일반적으로 현장조립으로 제작되고 있다. 이 수관식보일러는 보일러수로와 증기로 채워지는 부분들이 노통연관식 보일러의 동체에 비해서 작은 수관이나 드럼으로 구성되기 때문에 강도면에서 제작할 수 있는 최고압력의 제한이 거의 없다.

일반적으로 10ton/h 이하의 보일러는 노통연관식보일러나 관류보일러에 비해 고가이기 때문에 특수용도 특히 고압의 증기가 필요한 경우에 주로 사용이 되나 증발량 15ton/h 이상 용량에서는 수관식보일러가 널리 사용되고 있다. 수관보일러는 사용증기압이 고압인 경우 또는 대용량이 필요한 경우에 많이 이용되기 때문에 대부분의경우에 주문생산을 하고 있다.

따라서 수관식보일러를 생산하기 위해서는 주문사양에 적합한 보일러를 신속하고 정확하게 설계하는 기술이 필요하다. 수관식보일러의 강도계산은 노통연관식 보일러보다도 간단하기 때문에 큰 어려움이 없지만 열설계와 통풍설계는 쉽지 않으며, 기수드럼의 드럼인터널 설계도 상당한 기술을 요구한다. 그 동안 국내의 중소기업에서 제작된 수관식보일러의 형식은 모두 수평형이고, 최대용량 200ton/h 정도이다.



〈 수관식 보일러의 구조와 운영원리 〉

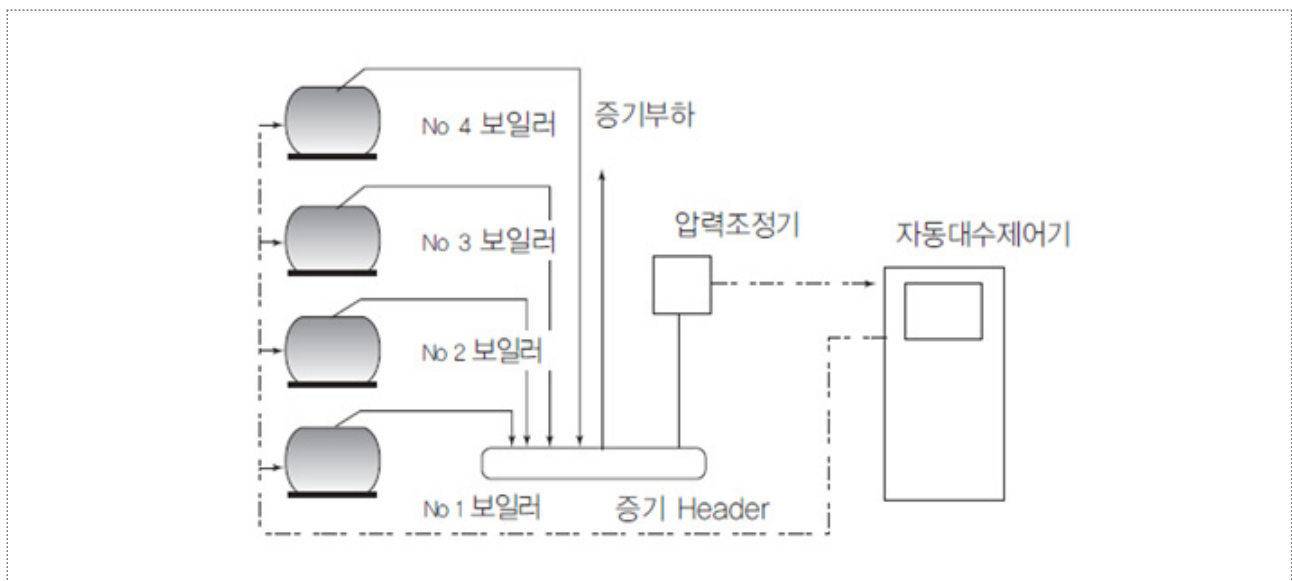
### ③ 관류식보일러

관류보일러는 강제순환식 보일러로서 급수가 수관으로 공급되어 수관을 통과하면서 그 관내에서 예열된 후에 증발되는 보일러로서 대형고압보일러로 많이 사용되어 왔다. 이 고압의 대형관류보일러를 산업용으로 개발된 것이 다관식 관류보일러(소형 관류보일러라고도 함)이다. 다관식 관류보일러의 정의는 다음과 같다.

- 관군으로만 구성되고 급수펌프에 의해 일단으로 부터 압입된 물 또는 열매가 예열, 증발 (또는 과열)되어 타단으로부터 증기 및 열수 등을 뽑아내는 수관식 보일러를 말한다. 다만 급수펌프 이후에 급수예열기(절탄기)를 가진 것은 급수예열기의 수순환방식이 관류식에 한한다.

- 둘 이상의 가열관 및 헤더에 의해 구성되는 다관식의 증기 보일러의 경우에는 가열관 전부가 상승관인 것에 한한다. 또한 이들 상승관은 상호 연락함이 없이 개별 단관식의 구조이어야 한다.

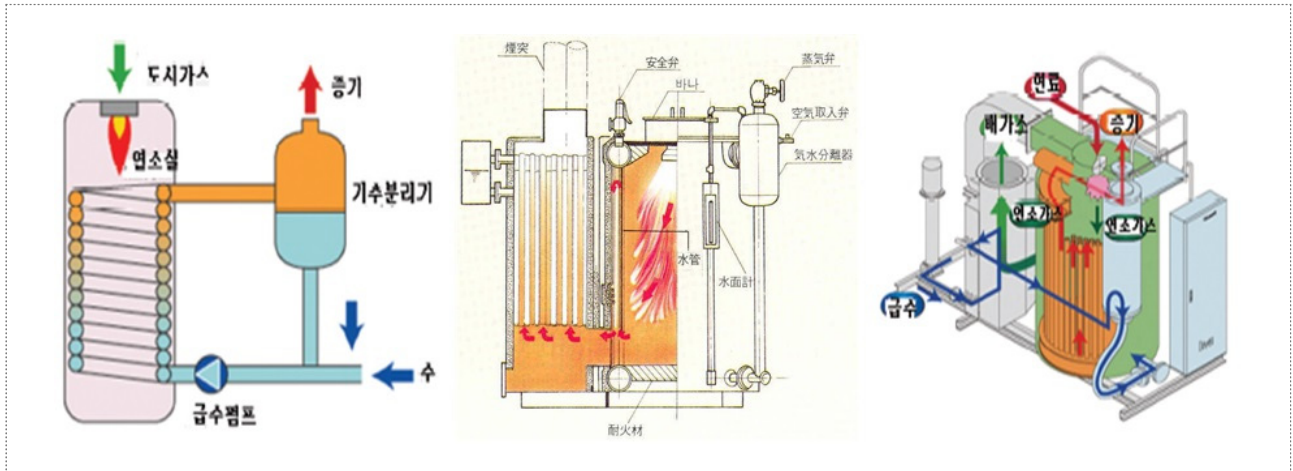
다관식 관류보일러는 다수의 수관이 병렬로 연결되어 헤더(header)에서 분류 또는 합류되는 구조로 이루어지는 구조로 되어 있으며, 보일러 관수는 펌프에 의해 강제순환하며, 증발용량은 0.1~3ton/h이고 사용압력은 7~10kg/cm<sup>2</sup> 정도이다.



#### 〈 관류보일러의 원리 〉

관류보일러는 용량이 3ton/h 이하로 비교적 작고, 사용압력도 거의 일정하기 때문에 계획 생산하여 대리점을 통하여 판매를 하고 있다. 0.1ton/h 이하 용량의 보일러는 2위치제어(on-off)가 주로 사용되고, 0.1~1.5ton/h 의 보일러는 3위치제어(high-low-off)가 주로 사용되며, 1.5ton/h 초과 보일러는 4위치제어(high-middle-low-off)가 많이 이용된다. 일반적으로 보일러의 효율은 부분부하에서 낮아지기 때문에 여러 대의 소형 관류보일러를 설치하고 부하에 적합한 수만큼 보일러를 100% 부하로 운전하는 대수제어시스템이 적용되고 있다. 각 사업장에 설치 운전되고 있는 보일러의 상태를 원격으로 점검하고 진단하는 기능을 갖는 원격 점검시스템이 일부 도입되었다.





〈 다관식보일러의 구조와 운영원리 〉

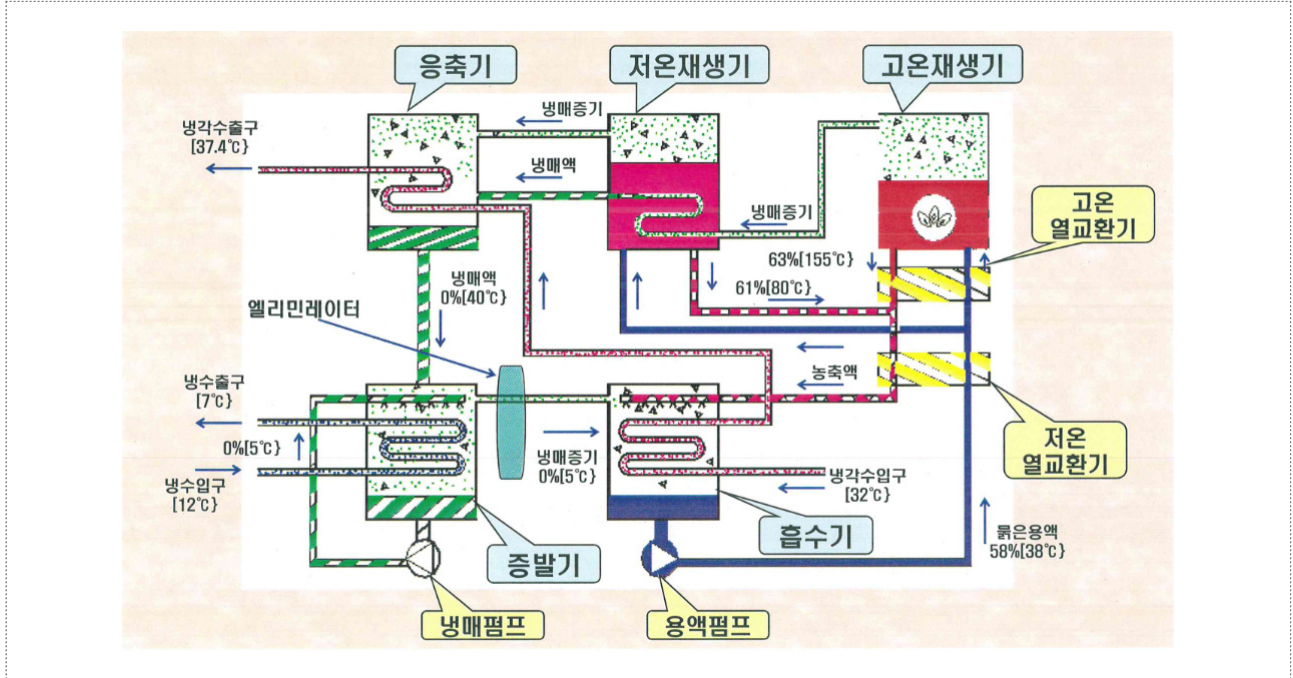
### 4.3 흡수식 냉·온수기기

다른 냉난방 시스템에 비해 기계실의 점유면적을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 진공상태에서 운전되므로 안전하고 취급이 용이하며, 오존층 파괴 주범인 CFC(염화불화탄소)류의 냉매를 사용하는 압축식 냉방기에 비해 물을 냉매로 사용하는 등 장점을 가지고 있는 냉·난방 시스템이다.

흡수식 냉·온수기의 작동원리를 살펴보면 냉방의 경우 두 개의 밀폐용기에서 한쪽에는 냉매로 물을 넣고(증발기), 다른 한쪽에는 흡수용액으로 리튬브로마이드(LiBr) 수용액을 넣은 후(흡수기), 두 용기 내에 있는 불응축 가스를 진공으로 뽑아내면, 증발기 내의 물은 6.5mmHg(포화온도 약 5℃ 정도)에서 증발하기 시작하고 그 증발열에 의해 증발기 전열관의 냉수는 약 7℃까지 냉각된다. 그러나 증발기에서 증발이 계속되면 수증기 분압이 점점 높아져 증발온도가 상승하게 되고, 적정 냉방용량을 얻을 수 없게 되므로 이를 방지하기 위해 LiBr 수용액을 넣은 흡수기를 증발기와 연결하여 증발된 수증기(냉매)가 LiBr 수용액으로 흡수하여 증발압력 및 온도는 일정하게 유지된다. 그러나 흡수작용을 계속하면 LiBr 수용액은 점점 묽게 되어 흡수작용을 멈추므로, 농도가 저하된 흡수용액은 재생기로 보내져, 가스나 증기 등의 열원을 사용하여 냉매를 분리시킨다. 냉매를 분리하여 농축된 흡수용액은 다시 흡수기로 들어가고, 재생기에서 나온 냉매증기(수증기)는 응축기로 보내져, 냉각수에 의해 냉각, 응축된다. 응축기에서 생성된 냉매액은 약 56mmHg로 다시 증발기로 보내지며, 증발기의 낮은 압력(약 6.5mmHg) 때문에 증발을 일으켜 전열관 내에 흐르는 물은 냉매의 증발잠열을 빼앗김으로써 냉각되어 냉수가 생성되는 과정을 만든다.



난방의 경우는 응축기의 역할이 없어 고온재생기에서 바로 증발기로 보내 난방수와 열교환 후 난방을 한다.



< 흡수식 냉·온수기 냉·온수 유니트 계통 >

## 5 고형연료제품 제조·사용시설 및 관련시설

### 5.1 고형연료제품 제조시설

#### 5.1.1 개요

고형연료제품이란 가연성 폐기물(지정폐기물 및 의료 폐기물을 제외)로부터 에너지를 회수·이용하기 위해 불연물, 유기물 등을 제거하고 가연분을 분리한 후 전처리(선별·파쇄·건조·성형)를 거쳐 고형연료제품 품질·등급기준에 맞춰 일정량 이하의 수분을 함유한 고체상의 연료를 사용하는 시설을 말하며, 그 종류는 일반 고형연료제품(SRF), 바이오고형연료제품(Bio-SRF)이 있다.

고형연료 제품 종류	정의 [자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률 시행규칙 별표1]	비고
일반 고형연료 제품 [SRF(Solid Refuse Fuel)]	「폐기물관리법」 제2조제4호의 지정폐기물이 아닌 다음의 가연성 고형폐기물을 사용(다음의 폐기물을 서로 혼합하거나 다음의 폐기물과 나목의 바이오 고형연료제품 제조에 사용되는 폐기물을 혼합하여 사용하는 경우를 포함한다)하여 제조한 것 1) 생활폐기물(폐가구류 등 대형 가연성 고형폐기물을 포함하며, 음식물류폐기물은 제외한다) 2) 폐합성수지류[자동차 파쇄잔재물(ASR)은 제외한다] 3) 폐합성섬유류 4) 폐고무류(합성고무류를 포함한다) 5) 폐타이어 6) 그 밖에 에너지로 사용이 가능하다고 환경부장관이 인정하여 고시하는 가연성 고형폐기물	생활폐기물 고형 연료제품[RDF (Refuse Derived Fuel)]  페플라스틱 고형 연료제품[RPF (Refuse Plastic Fuel)]
바이오 고형연료제품 [BIO-SRF (Biomass-Solid Refuse Fuel)]	「폐기물관리법」 제2조제4호의 지정폐기물이 아닌 다음의 가연성 고형폐기물을 사용(다음의 폐기물을 서로 혼합하는 경우를 포함한다)하여 제조한 것을 말한다. 1) 폐지류 2) 농업폐기물(왕겨, 쌀겨, 옥수수대 등 농작물의 부산물을 말한다) 3) 폐목재류(원목으로 된 폐가구류 및 제재부산물을 포함하며, 철도용으로 사용된 침목과 전신주로 사용된 것은 제외한다) 4) 식물성잔재물(땅콩껍질, 호두껍질, 팜껍질, 코코넛껍질, 굴껍질 등을 말하며, 음식물류폐기물은 제외한다) 5) 초본류 폐기물 6) 그 밖에 에너지로 사용이 가능하다고 환경부장관이 인정하여 고시하는 바이오매스(Biomass) 폐기물	폐타이어 고형 연료제품[TDF (Tire Derived Fuel)]  폐목재 고형연료 제품[WCF(Wood Chip Fuel)]

#### 〈 고형연료제품의 종류/정의 〉

### 5.1.2 생활폐기물 고형연료제품(舊 RDF) 제조과정

생활폐기물 중 가연성 물질만을 선별하여 파쇄, 선별, 건조, 성형 공정을 거쳐 고형연료제품을 일반적으로 생산한다.

#### ① 선별, 파쇄

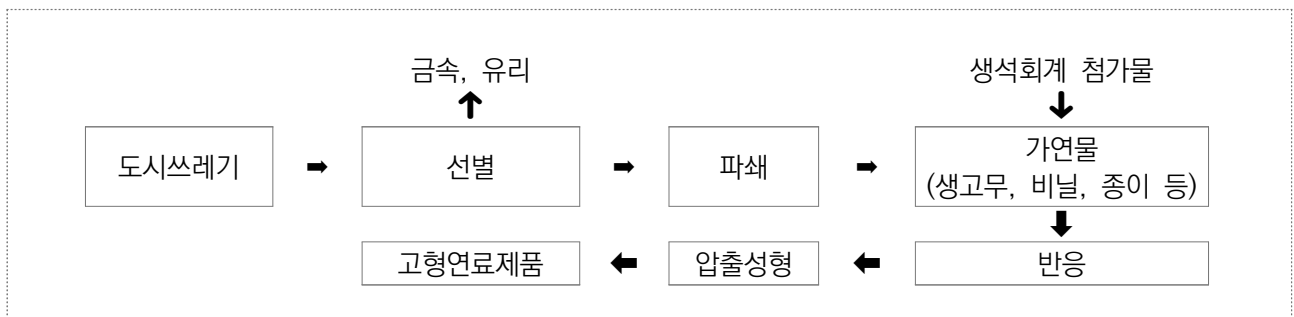
회전식 스크린 등을 이용하여 불순물(금속, 유리, 재, 불연물 등)을 제거하고 파쇄기로 파쇄하여 가연물 조성을 높이기 위한 공정이다.

#### ② 반응(가열)

직접가열 방식을 이용하여 가연물을 가열하여 건조시킨다.

#### ③ 성형

선별, 파쇄, 반응 공정을 거친 폐기물을 압축, 성형하여 부피를 줄이거나 첨가물 등을 섞어 연소가 가능한 형태로 성형하는 공정이다.



〈 고형연료제품(RDF) 제조과정 〉



〈 고형연료 제품 〉

### 5.1.3 폐합성수지류 고형연료제품(舊 RPF) 제조공정

플라스틱류의 폐기물에서 이끌어낸 고형 연료로, 폐플라스틱을 기준 중량으로 60% 이상 사용하여 크기, 수분, 회분, 황, 발열량, 금속성분 등의 규격에 준하는 고형연료 제품이다. RDF 제조공정과 거의 유사하다.

① 선별

불순물(재, 불연물 등) 제거하며 공정으로 가연물 조성을 높이기 위한 공정이다.

② 파쇄·분쇄

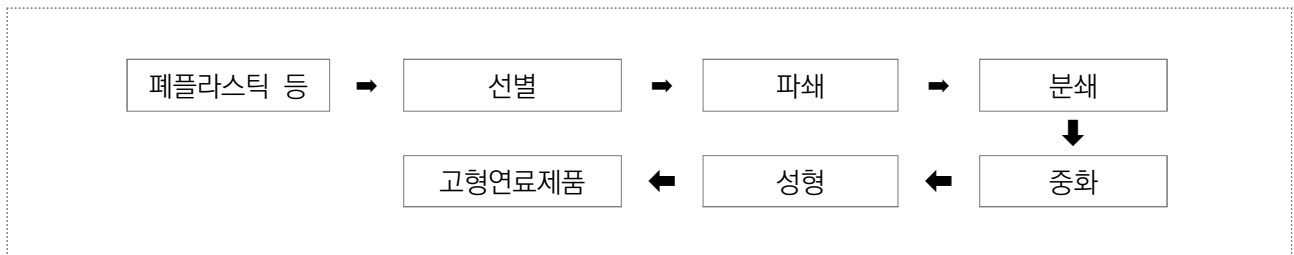
선별된 가연성 폐기물을 파쇄한 후, 파쇄된 폐기물을 잘게 분쇄시키는 공정이다.

③ 중화

파쇄된 폐기물을 잘게 분쇄시켜 건조시킨 후 중화제를 투입한다.

④ 성형

전처리 및 선별공정을 거친 폐기물을 압축, 성형하여 부피를 줄이거나 첨가물 등을 섞어 연소가 가능한 형태로 성형하는 공정이다.



〈 고형연료제품(RPF) 제조공정 〉

### 5.1.4 폐타이어 고형연료제품(舊 TDF) 제조공정

폐타이어를 재활용한 고형연료제품(TDF, Tire Derived Fuel, 이하 TDF)은 폐타이어만을 사용하여 제조한 고형연료제품은 면, 크기의 일관성을 유지하고 선별·파쇄·절단 등의 방법으로 가공하고, 일반 고형연료제품의 성상 중 황분 함유량을 2.0 wt.%한 고형연료를 말한다. 폐타이어는 고무분말 제조, 고무뱃줄제조, 산업용 TDF 생산, 시멘트 킬른 등에 재활용되고 있다.

① 페타이어 비드 분리기(Tire Bead Remover)

페타이어를 TDF로서 재활용하기 위하여 타이어에 있는 금속성분을 제거하여야 한다. 금속성분은 먼저 타이어의 비드(Bead)부분을 제거한다.

② 철심분리기

타이어 사이사이에 존재하는 철심을 분리하는 공정을 말한다. 분리된 철심은 철심 파쇄공정으로 이송된다.

③ 철심 파쇄공정

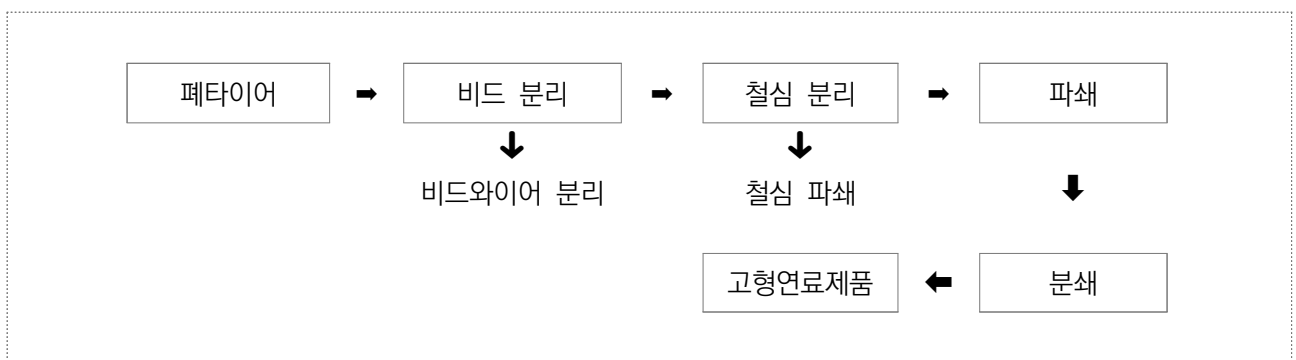
철심 분리공정으로부터 분리된 철심을 잘게 부수는 공정을 말한다.

④ 파쇄 및 분쇄 공정

철심 분리가 완료된 페타이어를 잘게 부수는 공정을 말하며, 파쇄는 입도가 큰 페타이어를 잘게 부수는 공정을 말하고, 분쇄공정은 파쇄가 완료된 페타이어를 더욱 작은 입도로 잘게 부수는 공정을 말한다. 분쇄공정까지 완료된 페타이어는 조각난 고무 형태를 가지게 되며, 이를 TDF(Tire Derived Fuel)이라 한다.



< TDF(Tire Derived Fuel) >



< 고형연료제품(TDF) 제조공정 >

### 5.1.5 유기성 폐기물 고형연료제품(Bio-SRF) 제조과정

유기성 폐기물 고형연료제품(Bio-SRF, BioMass-Solid Refuse Fuel)이란 폐지류, 식물성 잔재물, 폐목재류 외 환경부 장관이 인정하여 고시하는 바이오매스 폐기물로 제조한 재활용 연료를 말한다. 현재 국내에서 생산하는 Bio-SRF는 전량 WCF(Wood Chip Fuel)만을 제조하고 있으며, 폐지류, 식물성 잔재물 등의 폐기물은 전처리를 거쳐 SRF제조시설에서 첨가물로 활용하고 있다.

우드칩 연료(WCF, Wood Chip Fuel, 이하 WCF)란 폐목재 및 기타 건축용 목재로 사용하지 못하는 뿌리와 가지 등을 연소가 용이하게 칩(Chip) 형태로 분쇄하여 고형연료제품의 품질기준에 맞게 제조한 연료를 말한다. Bio-SRF 중 WCF는 목재 펠릿과 달리 폐목재를 원료로 사용한다.

#### ① 건조시설

건조시설이란 가열시설로부터 열공급을 받아, 폐목재 혹은 건축용 목재로 사용하지 못하는 가지나 뿌리 등의 수분을 증발·건조시키는 시설을 말한다. 건조시설은 주로 로터리 킬른(rotary kiln) 방식이 사용되며, 목재의 수분은 건조시설을 거쳐서 WCF 혹은 목재펠릿 성형에 양호하도록 수분함량을 조절한다.

#### ② 선별과정

폐목재에 포함되어 있을 수 있는 이물질을 선별한다.

#### ③ 1차 분쇄시설

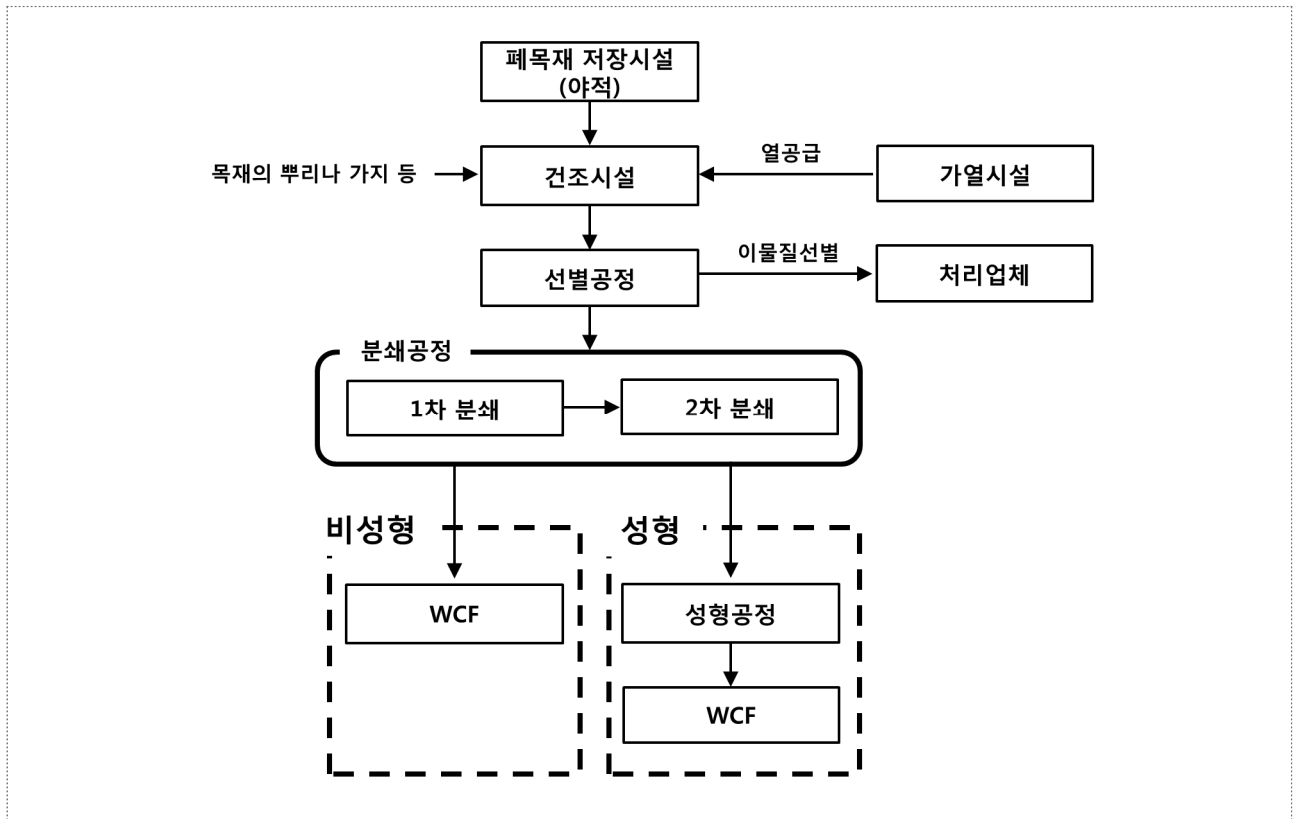
건조 및 이물질까지 제거된 폐목재에 산림 벌채 목 및 나뭇가지 등을 함께 넣고 분쇄하여 톱밥 형태로 만드는 시설이다.

#### ④ 2차 분쇄시설

1차 분쇄시설로부터 분쇄된 톱밥을 펠릿 형태로 성형할 수 있도록 더욱 미세하게 분쇄한다. 분쇄시설까지 완료된 폐목재는 분쇄된 상태로 WCF(Wood Chip Fuel)로서 활용하기도 하지만, 성형이 필요한 경우 성형공정과 냉각공정을 거치는 경우도 있다.

#### ⑤ 성형공정(WCF 성형기)

분쇄공정이 완료된 톱밥을 펠릿 형태로 성형하는 공정을 말한다.



〈 Bio-SRF 제조공정 〉

## 5.2 목재펠릿 제조시설

### 5.2.1 개요

「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법」 제39조 제1항과 동법 시행령 제71조 제2항제5호의 규정에 의한「목재펠릿 품질규격」제2조에 따른 “목재펠릿”이란 유해물질에 의해 오염되지 않은 목재를 압축 성형하여 생산하는 작은 원통 모양의 표준화 된 목질계 고체바이오연료를 말한다. 목재펠릿의 종류는 목질부를 원료로 한 목부펠릿, 수피를 원료로한 수피펠릿과 일반펠릿으로 아래와 같이 구분한다.

- 목부펠릿: 수피 함량이 5% 이하인 목재펠릿
- 수피펠릿: 주원료가 수피로 수피가 50% 이상인 목재펠릿
- 일반펠릿: 수피함량이 5% 초과하며 50% 미만인 목재펠릿

## 5.2.2 목재펠릿 제조공정

### ① 원료입고

원료인 원목을 입고한다.

### ② 1차 분쇄시설

산림의 벌채 목이나 나뭇가지 및 소경목 그리고 제재 폐목재 등을 분쇄하여 톱밥형태로 만드는 시설이다.

### ③ 열풍 건조시설

보조연료(LPG 등)를 사용하기도 하며, 연료(톱밥)가 연소될 때 발생하는 연소가스의 열을 이용하여 톱밥의 수분을 증발·건조시키는 시설을 말하며, 건조시설은 로터리 킬른(rotary kiln) 방식이 주로 사용된다. 목재의 수분은 건조시설을 거쳐서 목재펠릿 성형에 양호하도록 수분함량을 맞춘다.

### ④ 2차 분쇄시설

건조된 톱밥을 펠릿 성형할 수 있도록 아주 미세하게 분쇄하는 시설이다. 2차 분쇄시설을 거친 원료는 원심력집진시설을 거쳐 성형시설로 들어간다.

### ⑤ 펠릿 성형기

톱밥을 압출시켜 펠릿형태로 성형시키는 시설이다.

### ⑥ 포장, 출하

성형 된 목재펠릿을 냉각하고 포장하여 수요자에서 출하한다.





〈 목재펠릿 제조공정 〉

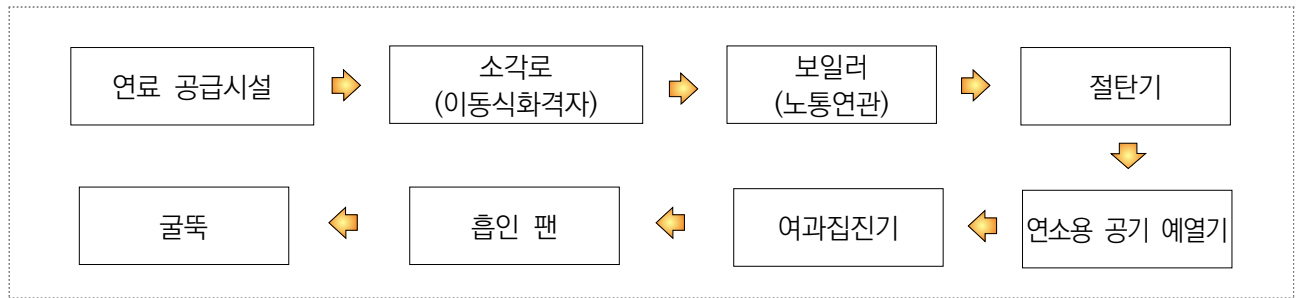


### 5.3 고행연료제품 사용시설

「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에 따른 고행연료제품 품질·등급기준에 맞춰 일정량 이하의 수분을 함유한 고체상의 연료를 사용하는 시설로서 동법 제25조의2의 규정에서 정한 다음의 시설을 말한다.

- 시멘트 소성로(燒成爐)
- 화력발전시설, 열병합발전시설 및 발전용량이 2MW 이상인 발전시설
- 석탄사용량이 시간당 2ton 이상인 지역난방시설, 산업용보일러, 제철소 로(爐)
- 재활용품 중 폐기물을 이용하여 만든 고행연료제품 사용량이 시간당 200kg 이상인 보일러시설(「폐기물관리법 시행규칙」 별표 9에 따른 소각시설의 설치기준 및 같은 법 시행규칙 별표 10에 따른 소각시설의 검사기준에 적합한 시설로서 초기 가동 시 연소실 출구 온도가 800℃ 이상이 될 때 고행연료제품을 자동 투입할 수 있는 장치를 갖춘 시설만 해당)
- 환경부장관이 고행연료제품의 사용에 적합하다고 인정하여 고시하는 시설

### 5.4 목재펠릿 사용시설



〈 목재펠릿 사용시설의 공정도 〉



### 5.5 바이오매스 관련시설

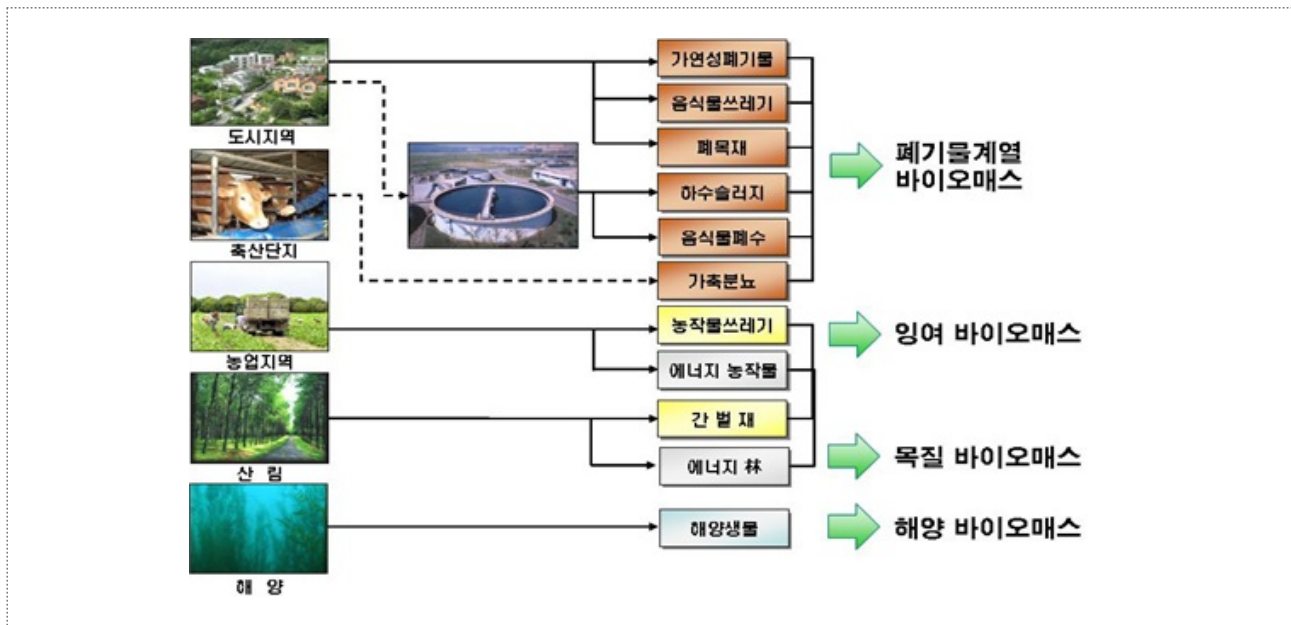
‘바이오매스’란 광합성에 의하여 생성되는 다양한 조류(藻類) 및 식물 자원, 즉 나무(순환목, 벌채목, 간벌목), 풀, 농작물의 가지, 잎, 뿌리, 열매 등을 일컫는다. 하지만 최근에는 이보다 광범위한 의미로 모든 산업 활동에서 발생하는 유기성 폐자원, 예를 들면 톱밥, 벚짳 등과 같은 농·임업 부산물, 하수슬러지(sludge)를 포함하는 각종 유기성 산업 슬러지, 음식 및 농수산 시장에서 발생하는 쓰레기, 축산 분뇨 등을 모두 바이오매스라고 한다.

바이오매스의 주요 자원인 농작물과 산림은 공기 중 이산화탄소와 태양 에너지를 이용하여 식량을 생산하면서 산소를 발생하는 이로운 자원이지만, 이외에도 축산 분뇨, 산업슬러지 등은 토양과 하천 오염의 주원인으로 골치 아픈 바이오매스 자원이기도 하다. 현재까지 바이오에너지의

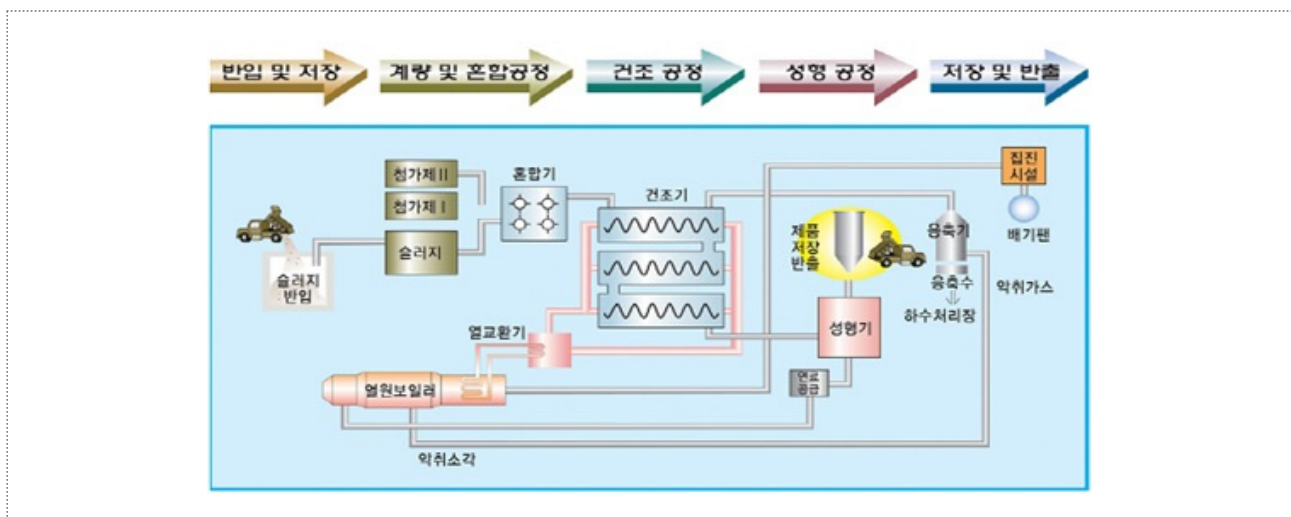
활용단계는 바이오매스를 이용하여 고체, 액체 또는 기체 연료를 만들어 열이나 전기형태(보일러 연료, 발전, 자동차연료, 도시가스 등)로 이용하는 수준이다.

- 바이오매스의 종류 및 사용분야

구분	종류	사용분야
목질계	임목(순환목, 벌채목), 폐목재 및 간벌잔재	열원용 연료
유기성	음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 등, 동·식물 잔재물	발전 및 자동차 연료
초본계, 해양계	유채, 옥수수, 벚집, 왕겨, 해조류 등	자동차 연료



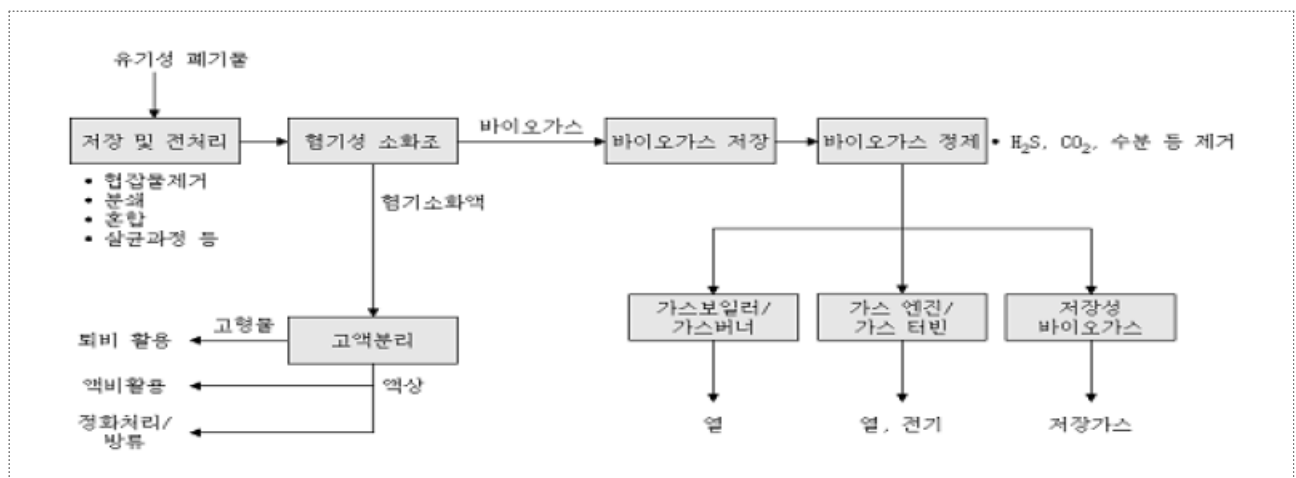
< 발생원별 주요 바이오매스 >



< 하수슬러지 고형연료화 공정(예) >

### 5.6 바이오가스 관련시설

바이오가스란 생물체 또는 그 배설물을 미생물에 의해 분해시켜 얻은 가연성 가스(주로 메탄가스)를 말한다. 원료로서는 giant kelp(미역의 일종), 도시쓰레기, 하수오니 등을 들 수 있다. 또한, 중온의 혐기소화조에서 음식물, 가축분뇨, 음폐수 등의 생분해성 유기성 폐기물을 일정기간 소화시켜 유기물이 미생물에 의해 산소상태로 분해되면서 생성되는 기체혼합물 및 유기성폐기물의 매립과정에서 발생하는 기체혼합물도 이에 포함되며, 메탄, 이산화탄소, 황화수소, 수소, 수분 등을 포함한 가스를 말한다.



〈 유기성폐기물의 바이오가스화 공정 및 에너지화 개념도 〉

바이오가스는 미이용의 자원이지만 폐기물을 재생하는 것, 깨끗한 에너지원의 것, 분산형인 것이 특징이다. 최근에는 바이오가스를 정제하여 발전이나 열에너지 생산용 연료 또는 수송용 연료로 활용하는 과정을 바이오가스화라 말한다.

#### ① 선별 및 분쇄공정

바이오가스 제조공정에서는 고형유기물의 발생환경이나 상황에 따라 여러 종류의 발효부적절물이 포함되어 있다. 발효부적절물에는 혐기성난분해성 물질(툼밥과 같은 목질이나 섬유 등)이나 전혀 분해 불가능한 물질(비닐, 발포스티로폼 등의 플라스틱이나 토사 등)이 있다. 선별까지 완료된 폐기물은 파쇄공정에서 길이가 긴 짚 등을 발효에 적절하도록 파쇄한다.

#### ② 탈수공정

메탄발효에서는 습식 또는 건식, 중온발효 또는 고온발효 등 각각의 시스템에 따라 발효원료의

함수율을 조정한다. 탈수과정에서는 함수율의 조정을 위해 물을 주입하기도 하고, 중력을 이용해 수분을 제거하기도 한다.

③ 위생처리과정

메탄발효의 원료가 되는 바이오매스는 성상이 다양하여 병원균 및 기생충 등을 함유하는 경우가 있다. 폐기물의 반입 시 또는 메탄발효 후에, 특히 메탄발효 후의 소화액을 액비로서 이용할 때에 필요에 따라 위생처리를 한다. 위생처리법으로는 가열살균 하는 것이 일반적이다.

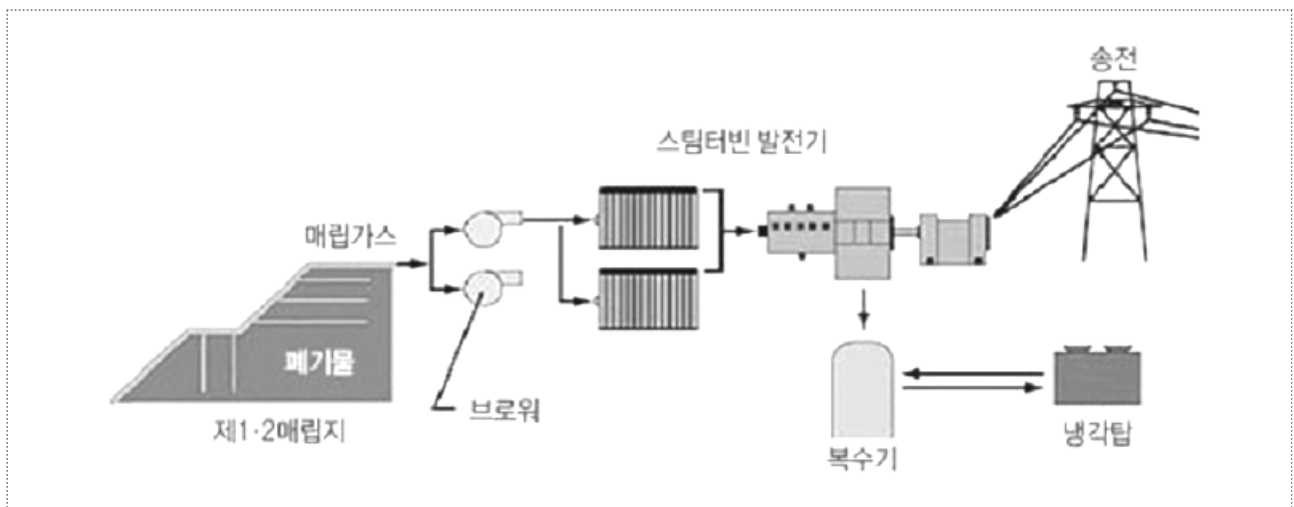
④ 혐기성 소화과정

혐기성 발효란 메탄(CH<sub>4</sub>)과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 즉 바이오가스를 생성하는 생물학적 발효를 말한다. 바이오가스는 메탄 박테리아가 유기물을 분해하는 과정에서 발생하는 대사물질 중 하나로서, 생분해성고분자유기물을 메탄 박테리아에 노출 시키면 약 80~90% 수준으로 바이오가스(메탄과 이산화탄소의 혼합가스)로 전환되는데 이러한 바이오가스는 메탄가스 포집공정에서 포집되고, 10~20%는 비분해성고형물과 함께 고액분리공정으로 이송된다.

⑤ 정제과정

바이오가스의 탈황은 탈수와 함께 부식작용 경감을 목적으로 한 가장 중요한 처리다. 탈황방법에는 건식, 습식, 그리고 생물탈황 방식이 있다. 현재 가장 널리 쓰이는 방법은 건식탈황(산화철탈황)과 미생물탈황이다.

탈황공정까지 마친 바이오가스는 발전시설 및 바이오가스 생산공정 내 열원, 보일러 시설 등에 바이오가스를 공급하거나 바이오가스 저장시설로 이송된다.



< 발생 매립가스 사용 공정(예) >



〈 음식물류폐기물을 이용한 바이오가스 제조 및 사용공정(예)(Dranco Process) 〉

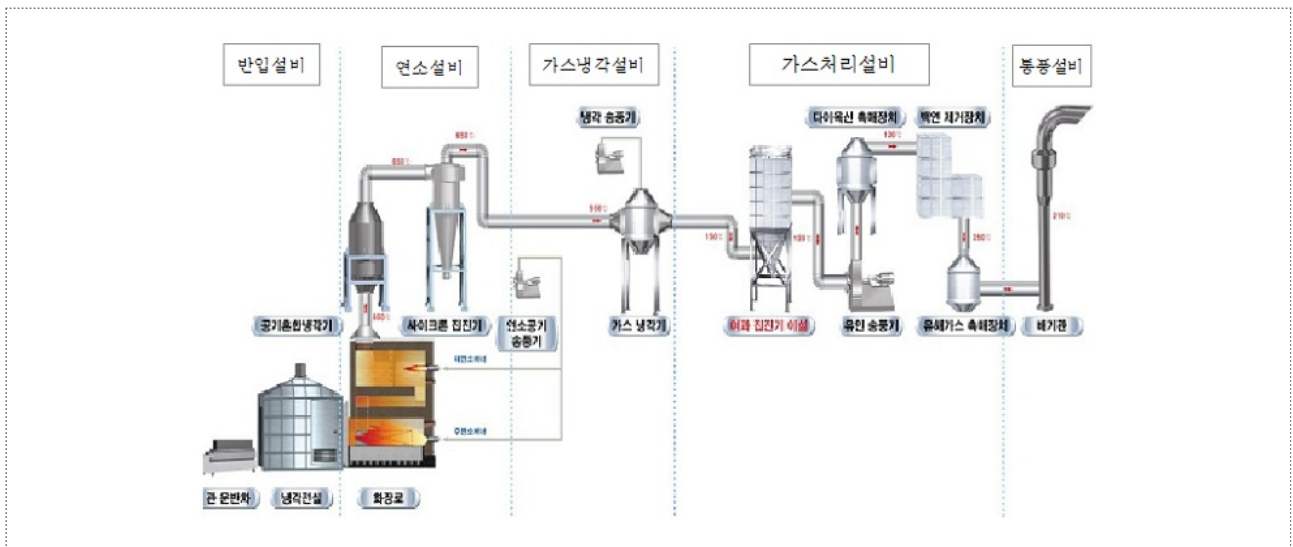


## 6 화장로

### 6.1 개요

화장시설이란 시체 또는 유골을 화장하기 위한 시설을 말하며, 화장로의 구조는 시체 또는 유골을 완전연소하고, 대기오염물질의 배출을 줄이기 위해 주연소로와 재연소로로 구분하여 설치, 운전하고 있다. 주연소로에서는 대차가 화장로 안으로 들어가는 구조로 되어 있다. 부대장치로 연료공급장치, 연소장치(버너), 배기가스 냉각장치, 강제배기장치(유인배풍기), 계기제어장치, 집진장치 등으로 이루어져 있다.

### 6.2 화장로 공정



〈 화장로 공정도 〉

#### ① 화장장 반입

화장장으로 운반 후 시신을 화장로에 투입한다.

#### ② 주연소실(1차 연소실)

주연소로에서는 점화 후 약 20분 정도까지 관, 부장품들이 연소되며, 그 이후부터 약 70분까지 시체가 소화된다. 관, 부장품 연소 시에는 로 내 온도가 700℃ 이하로 유지되며, 시체가 소화될 때는 700~900℃까지 고온으로 유지된다. 주연소실용 버너의 용량은 일반적으로 40~50만kcal/hr이다.



③ 재연소실(2차 연소실)

재연소실은 주연소실에서 발생한 불완전 연소가스를 다시 연소시키는 대기오염물질을 처리하는 오염방지장치의 중요한 시설이다. 불화수소(HF), 염화수소(HCl), 중금속(Heavy metal)을 제외한 대부분의 대기오염물질(악취, 먼지 등)은 2차 연소실의 온도와 체류시간을 조절하면 그 발생을 최소화할 수 있다.

특히, 다이옥신류(Dioxins), 다환방향족탄화수소류(PAHs) 등과 같은 유해대기오염물질들을 제거하기 위해 재 연소실의 온도를 850℃ 이상, 산소농도가 6% 이상, 2초 이상 유지되도록 설계한다. 재연소실용 버너는 일반적으로 40만~65만kcal/hr 용량의 것을 사용한다.

④ 배기가스 냉각장치/대기오염방지장치

연소가스를 찬 공기와 열 교환하여 가스의 현열을 낮추고, 여과집진기, 원심력집진기(싸이클론), 전기집진기(EP) 등이 일반적으로 사용되는데, 원심력집진기를 1차 방지시설(전처리장치), 여과집진기인 백필터(Bagfilter)나 전기집진기를 활용하여 오염물질을 처리한다.

또한, 배기가스 중 다이옥신류를 제거하기 위하여 활성탄을 사용하는데, 이러한 활성탄은 여과집진기 전단에서 분무한다. 그 후 다이옥신류를 흡착한 활성탄은 여과집진기인 백필터에서 제거하는 방식의 활성탄분무법과, 촉매(Catalyst)를 사용하여 다이옥신류를 분해하는 촉매탑(Selective catalyst reactor, SCR)이 고효율의 처리장치로 사용된다.



## 7 도장(塗裝)시설

### 7.1 개요

페인트, 니스등 도료를 사용하여 물질을 공기, 물, 약품, 등으로부터 보호하기 위해 차단하거나 또는 전지절연·장식 등을 위해 캘린더·압출·침지·분무 등의 가공법을 이용하여 물체표면을 피막으로 쌓는 시설을 말하며, 금속 또는 비금속물질의 표면에 페인트 등을 도포하는 시설도 이에 포함된다. 사용되는 도료에는 특수합성수지도료, 무용제도료, 에멀존페인트, 전착도료, 수용성합성수지도료, 분체도료 등 그 종류가 다양하다. 도장시설의 규모가 용적 5m<sup>3</sup> 이상이거나 도장시설의 동력이 2.25kW 이상인 경우에만 해당되며, 붓 또는 롤러만을 사용하는 도장시설은 도장시설에 포함되지 않는다.

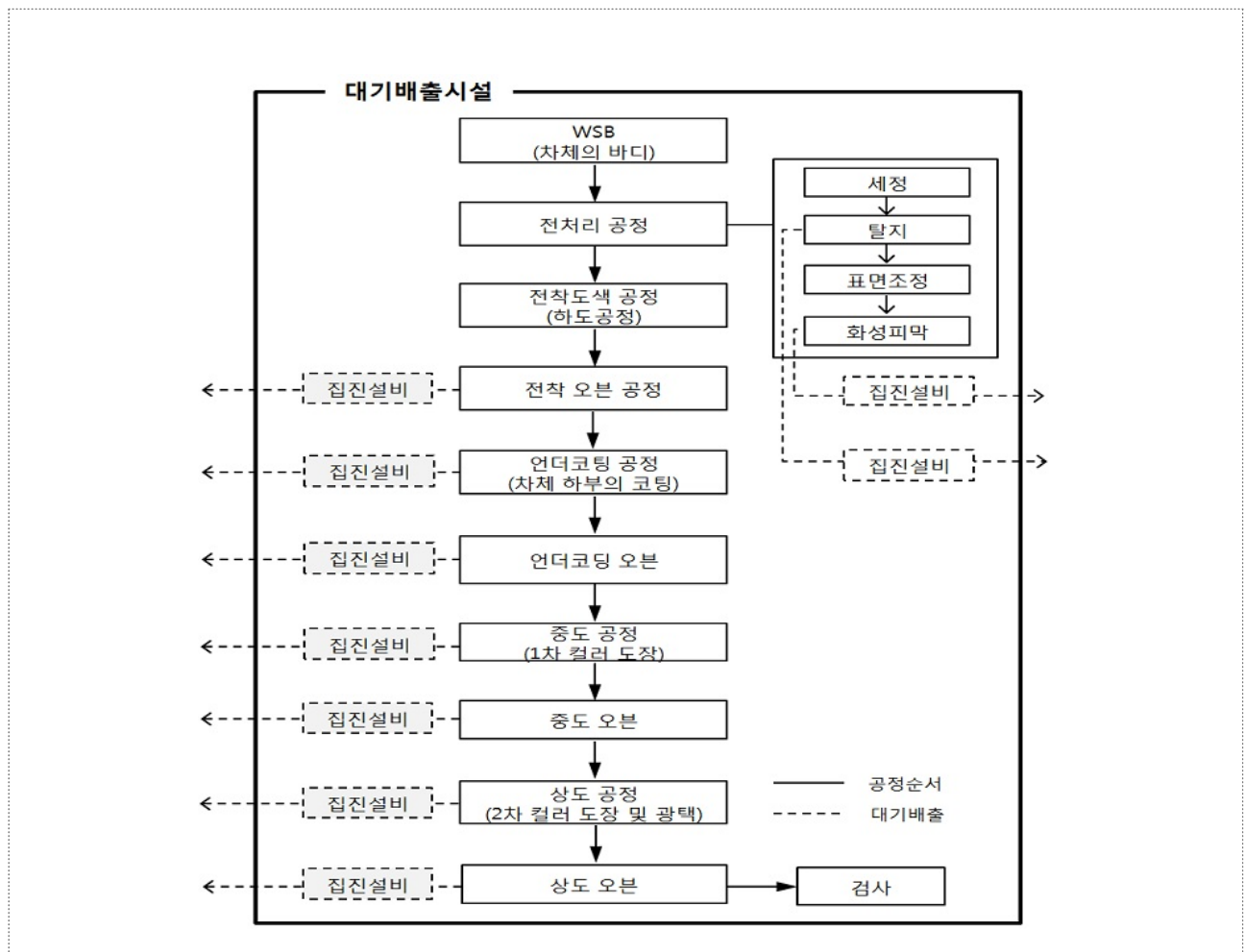
구분	도장방법
공기분사 도장시설	도료를 압축공기의 분사에너지를 이용하여 분무형태를 부채꼴로 하여 연속적으로 도장을 확대해가는 시설
에어레스분무 도장시설	건축구조물, 선박, 교량등 고점도의 두꺼운 막을 형성하는데 사용하는 도장로 60kg/cm <sup>2</sup> 이상의 초고압을 사용하여 0.2 mm 이상의 유출공을 가진 노즐칩에서 도료를 분무시켜 도장
희분무 도장시설	도료를 가온(加溫)하여 도료의 점도를 저하시켜 분무도장하는 시설로 플랜저펌프, 전열히터, 도료탱크, 도료호스, 흡용에어레스총 등으로 구성
정전도장시설	접지한 피도물을 양극(+)으로 하고 도장시설을 음극(-)으로 하여 (-)극에 직류고전압을 하전(荷電)하여 두극 간에 정전계(靜電界)를 만들어 도료 손실이 적도록 도장하는 시설을 말한다. 정전분무화식, 공기분무화식, 수직이동식, 자동정전도장시설 등이 있음.
전착(電着) 도장시설	금속전기도금 원리와 비슷하며 수성도료 속에 피도물을 침적시켜 피도물에 양극을 접속하며 도료탱크는 음극이 되도록 직류고전압을 하전하여 도장하는 시설. 전하(電荷)방법에 따라 피도물전하와 도료탱크전하방식이 있음.
분체도장시설	합성수지의 열용융간성을 이용해서 피막형성을 하는 시설을 말한다. 피도물을 예비가열한 후에 분체도료를 부착시켜 가열용융하는 방식과 정전기를 활용하여 피도물에 부착시킨 후에 가열용융하는 방법이 있다. 분체도료에는 폴리에스텔, 염화비닐, 셀룰로우스, 에폭시, 폴리에틸렌, 나이론, 아크릴 등 종래의 액체도장으로 활용하지 못했던 고분자수지의 도료화가 가능함.
자동도장시설	각종 도장시설을 기계화해서 균일한 도장이 되도록 하는 시설을 말한다. 일반적으로 평면형과 회전형 그리고 수직형이 있음.

#### 〈 도장방식에 따른 도장시설의 종류 〉

### 7.2 자동차의 생산 공정 중 도장공정

도장 공정의 목적은 차량 외부의 철재를 ‘녹’ 등의 부식으로부터 소재를 보호하는 기능, 아름다운 색채로 외관을 향상시키는 기능등의 목적이 있다. 자동차 생산공정의 도장막은 대체로 약 100 $\mu$ m(0.1mm)로서 이루어지며, 전처리(1~2 $\mu$ m)와 하도(20~50 $\mu$ m)는 방청을, 중도(20~40 $\mu$ m)는 마무리나 외관향상을 위한 표면 조정을, 상도(40~50 $\mu$ m)는 마무리나 외관의 내구성을 확보한다.

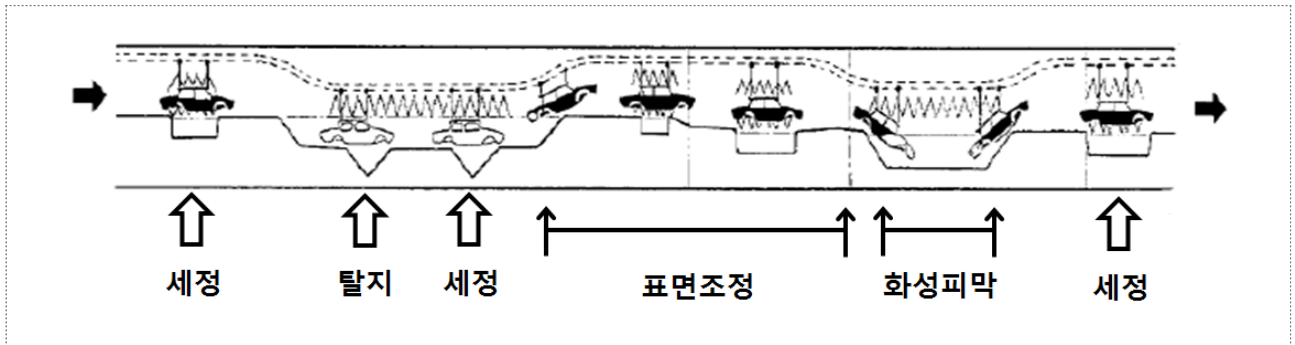
자동차 도장공정은 크게 자동차 body 내·외부의 각종 이물질 및 오일류를 제거하는 전처리 과정(세정 및 탈지, 화성처리)과 자동차에 도료를 입히기 전 도료의 부착성을 높이기 위한 전착도장, 이후 건조과정을 지나 1차로 색을 입히는 중도과정을 거친다. 중도도장 후 도장의 결합 부위의 이물질 제거 및 차체 표면을 고르게 하는 모이스트 샌딩 공정, 마지막 공정인 상도 공정 등으로 나뉠 수 있다.



〈 제작자동차 도장공정 〉

① 전처리과정

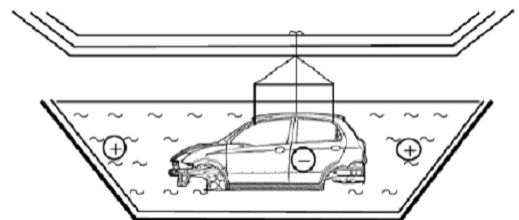
전처리과정에서는 WSB(White Body Storage, 차체의 바디)라 일컫는 차체의 바디를 세정, 탈지, 화성피막을 입히는 공정을 말한다. 세정공정에서 WSB에 묻은 용접 찌꺼기, 불순물 등을 깨끗이 세척한 후, 차체에 묻은 오일이나 방청유 등의 유기물질을 제거하는 탈지 공정, 차체의 표면을 고르게 하는 표면조정 작업(수작업), 차체 표면에 산 또는 알칼리성 수용액 등을 사용하여 화학적 피막을 생성시키는 화성피막 공정 등을 거친다.



〈 전처리 공정 〉

② 전착도색공정(하도공정)

전착도색공정(하도공정)은 차체의 부식 방지를 그 목적으로 전기영동 현상을 이용하여 차체의 내/외면에 내식성이 우수한 도료를 일정 두께로 형성시킨다. 자동차 생산공정의 전착도장은 도료 용액에 차체를 담그고 지나가는 공정으로서 대량 생산 방식에 적합한 방식이다. 이러한 전착도장은 한 번 도막이 부착되어서 전기가 흐르지 않게 되면 재도장은 매우 어렵다는 단점이 있다.



〈 전착도색 〉

③ 전착오븐공정

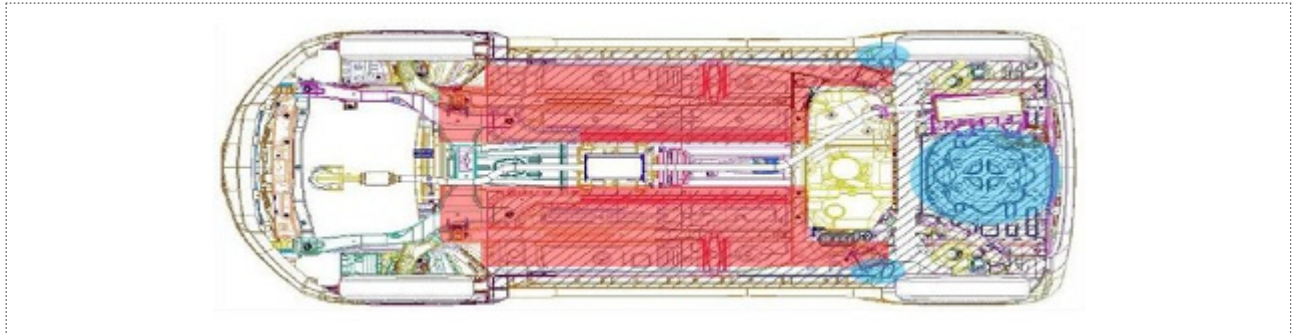
전착도색공정(하도공정)의 전착도색을 건조시키는 공정을 말한다.

④ 언더코팅공정

차체 하부에 PVC 코팅을 해서 주행간 돌이나 금속 충격에 의한 손상을 방지하고, 방음/방진 효과를 부여하는 과정이다.

## ⑤ 언더코팅오븐

언더코팅된 차체를 건조시키는 공정을 말한다.



〈 언더코팅 부위(붉은색 부분)〉

## ⑥ 중도공정(1차 컬러 도장)

전착도장 이후 상도 작업전 층간 부착 및 내판작업을 목적으로 중도 도료를 도장하는 공정을 말한다. 흔히 프라이머라고 말하는 페인트를 도색하는 과정을 일컫는다. 상도 도장이 잘 달라붙게 표면을 정래해 주고, 내부식성도 향상시켜주기 위해 중도공정을 실시하며, 차체에 1차로 색상을 입힌다.

## ⑦ 중도오븐

중도를 거친 차체를 건조시키는 공정을 말한다.

## ⑧ 상도공정

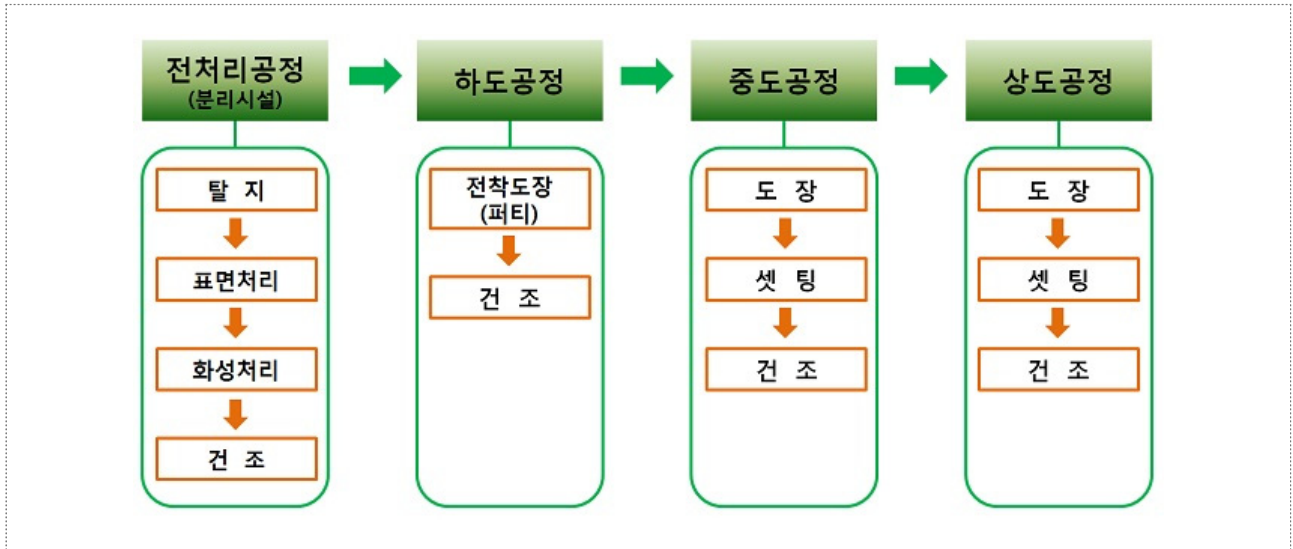
자동차 도장의 최종 도장작업공정으로 차량 겉으로 보이는 색상(칼라 베이스)을 입히고, 투명 페인트(광택)로 마감하는 공정이다.

## ⑨ 상도 오븐 및 검사

차체를 건조시킨 후 차체의 결함부위를 확인 검사 후 의장공정으로 이송된다.

### 7.3 소규모 자동차의 보수도장

자동차의 보수 도장은 신차 도장에 비하여 도장면의 상태와 도장 범위, 작업 공정, 설비기기와 사용자 등의 폭이 매우 넓으므로 많은 종류의 도료가 사용된다.



〈 보수도장공정의 개요도(소규모 도장시설) 〉

소규모 정비 사업장의 보수도장공정은 먼저 전처리 공정에서는 흠집 및 손상된 부위의 점검을 한 후 손상된 부분을 샌딩 페이퍼를 사용하여 요철 부분을 구분하는 연마과정을 거친다. 그 후 손상된 부위의 이물질 및 유분을 제거하는 탈지작업 후 손상부위 제거 및 미관개선을 위한 퍼티(화성작업)작업 후 건조한다.

※ 퍼티는 아크릭 수지(Acrylic resin)를 주재료한 계열로써 자연건조형의 제품으로 작은 크기의 흠집 및 요철같은 부위, 얇은 스크래치 부위에 대한 흠집을 메꾼다.

전처리공정이 종료된 후에는 도료의 부착력 증가 및 샌드페이퍼의 흠집 부분을 제거하기 위한 하도 작업 후 자동차의 흠집 부위에 자동차 동일 색상을 조색하거나 페인트 제품회사에서 공급되는 페인트 안료를 분사하는 중도 작업을 실시, 페인트의 안료를 보호하고 자동차의 표면을 매끄럽게 하거나 깨끗하게 유지하기 위한 작업 및 겉으로 보이는 차량 색상을 입힌다. 그 후 투명 페인트로 마감하는 과정의 상도 과정을 거친다. 또한, 상도공정에서는 자동차의 부분적인 도료를 분사함에 따라서 기존의 자동차 도장 표면과의 차이와 오렌지필 상태를 제거하고 자동차의 부분 도장면의 경계선을 보이지 않도록 하기 위한 도장 작업 후 자동차의 부분적인 도장작업 시 발생하는 먼지나 티, 도장의 흐름, 오렌지필과 같은 결함부위를 제거하고 연마, 컴파운딩, 폴리싱, 코팅과정을 거쳐 건조 시킨다.



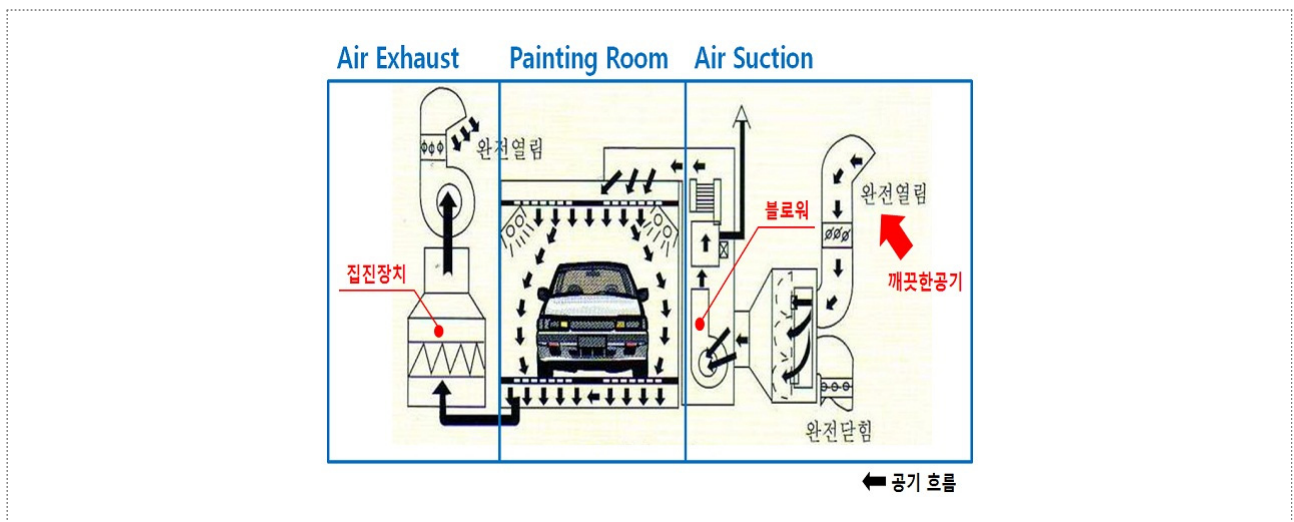
전 처 리 공 정	차량 입고	자동차 흠집 차량 입고 및 손상된 부위 및 부분 점검 확인
	↓	
	차량 흠집부분 연마	손상된 부분 또는 부위를 샌딩 페이퍼(사포)를 사용하여 요철 부분 구분 
	↓	
	차량 흠집부분 탈지작업	손상된 부분 또는 부위의 이물질(분진) 및 유분을 제거하기 위하여 탈지작업 
↓		
차량 흠집부분 퍼티작업	자동차의 흠집 및 스크래치 부분(요철 부분)을 제거하기 위한 작업 	
↓		
하도공정	자동차의 흠집 부위(요철 부분)를 방청, 부착력 증가 및 샌드페이퍼의 흠집 부분을 제거하기 위한 작업 	
↓		
중도공정	자동차의 흠집 부위에 자동차 동일 색상을 조색하거나 페인트 제품회사에서 공급되는 페인트 안료를 분사하는 작업 	
↓		

상  도 공  정	차량 흠집부분 상도작업	자동차의 흠집부위의 페인트안료 도장후(중도 도장작업) 페인트의 안료를 보호하고 자동차의 표면을 매끄럽게 하거나 깨끗하게 유지하기 위하여 차량 색상을 입히고, 투명 페인트로 마감하는 과정
	↓	
	차량 흠집부분 이음새작업	자동차의 부분적인 도료를 분사함에 따라서 기존의 자동차 도장 표면과의 차이와 오렌지필 상태를 제거하고 자동차의 부분 도장면의 경계선을 보이지 않도록 하기위한 도장 작업
	↓	
정	차량 흠집부분 마무리 작업	자동차의 부분적인 도장작업시 발생하는 먼지나 티, 도장의 흐름, 오렌지필과 같은 결함부위를 제거하고 연마, 컴파운딩, 폴리싱, 코팅과정을 거쳐 마무리하는 작업

〈 소규모 정비 사업장의 보수도장공정 〉

### 7.4 도장시설(소규모) 방지시설의 종류

도장부스의 집진원리를 살펴 보면, 먼저 Air Suction부에서 외부의 깨끗한 공기를 블로워를 통해 Painting Room(도장부스)에 불어 넣어 준다. 외부로부터 주입된 깨끗한 공기는 도장작업 시 발생하는 휘발성유기화합물(VOCs) 및 기타 대기오염물질을 강제로 도색부스 하부쪽으로 이송시키는 역할을 하게 되고, 하부로 옮겨진 VOCs 및 기타 대기오염물질은 집진장치를 거쳐 대기로 배출된다.



〈 소규모 자동차 도장시설에 대한 방지시설의 예 〉



도료(페인트) 중 안료(pigments), 수지(resins/binders)와 일부첨가제(additives)는 비휘발성 물질로 분류되고, 용제(solvents/diluents/thinners)와 수분은 휘발성물질로 분류된다. 도장과정에서 대부분의 용제는 휘발되어 배출되고, 피도장체에 도착되지 못한 페인트는 일반적으로 세정장치를 통과하는 동안 제거된다. 용제가 휘발되어 배출되는 부분은 배출구 후단에 방지시설을 설치하여 처리하고, 이때 휘발성 성분과 함께 피도장체에 도착되지 못한 페페인트가 후단 방지시설에 유입되어 배출되는 것을 방지하기 위하여 세정시설 또는 여과집진기를 설치하고 있다. 도장시설 내부에 설치된 세정집진시설의 형태는 도장제품의 종류 및 도장 방법에 따라서 몇 가지 형태로 이루어져 있다.

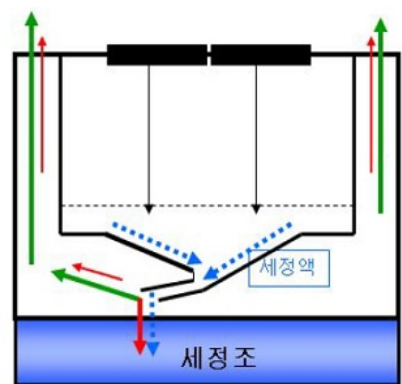
- 페페인트 제거를 위한 습식세정법

한쪽 벽에 세정액이 내려오고 이 벽을 향하여 스프레이 도장이 이루어지는 방식으로, 세정액에 뿌려지는 페페인트를 세정액으로 제거하는 방법이다. 이때 후단부에서 공기 흡입이 이루어져, 휘발성물질과 부유하는 페페인트가 수막 하단부를 통과하면서 세정액에 의해 세정된다.



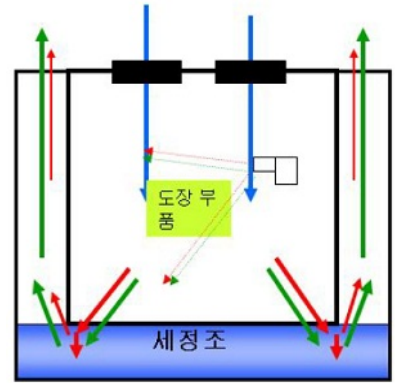
- 벤츄리스크리버 방식을 이용한 습식세정

벤츄리스크리버 방법은 급기가 위쪽에서 이루어지고, 하단으로 배기가 이루어지는 도장부스의 세정방법이다. 세정액과 페페인트 및 휘발성물질이 함께 혼합되어 하단으로 이동하면서 페페인트는 세정액과 함께 세정조로 이동하고, 휘발성물질과 공기는 양쪽 배관을 통하여 후단 방지시설로 이동하는 방법이다.



- 세정조의 수막을 이용한 세정방법

세정조의 수막을 이용한 세정방법은 도장부스 하단 세정조의 수면이 양쪽 벽면보다 약간 높게 구성되어 있고, 후단 방지시설 쪽에서 공기를 흡입하면서 페페인트 및 휘발성 물질이 수막을 통과하면서 세정이 이루어지는 방법이다.





- 필터 방법을 이용한 페페인트 제거


세정액을 사용하지 않고 단순히 필터를 사용하여 페페인트를 제거하는 방법이다.

### 7.5 자동차 분리시설(샌딩시설)

자동차 분리시설이란 자동차정비공장에서 판금차량 또는 도색이 필요한 차량의 도색면에 샌딩기를 이용하여 연마 작업하는 밀폐형 구조의 시설물을 말한다. 이러한 자동차 분리시설은 주로 정비공장에서 도색이 필요한 자동차에 대하여 도색작업 전 전처리 과정으로서 진행되어 진다.

자동차 도장시설의 전처리 공장인 분리시설은 대기환경보전법 시행규칙 별표 3의 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상인 건조시설(도포시설, 도장시설 및 분리시설을 포함)로서 대기배출시설에 해당한다.

절 차	작 업 내 용	
1. 판금, 도장차량 입고 · 작업 시간 : 약 0.5시간	차량 입고 후 판금(흡집) 부분 확인	
2. 판금, 표면처리(원형복원, 오염물질 제거 단계) · 작업 시간 : 약 2.3시간	샌딩기를 사용하여 작업표면을 연마 후, 손상된 부분을 스팩용접기 또는 그라인딩 장비를 이용해 원형에 가깝게 복원, 판금작업 후 고르기 작업을 통해 표면 연마	
3. 퍼티 작업 · 작업 시간 : 약 1.0시간	판금작업 부위에 이크릭 수지 계열의 제품(빠다)를 충분히 도포 후 헤라를 이용하여 평탄화	

절 차	작 업 내 용	
4. 샌딩 작업 · 작업 시간 : 약 2.0시간	충분히 자연건조된 판금 부위를 그라인딩 작업을 통해 거친 표면이 생기지 않도록 하며, 도장이 잘 정착되도록 흡착제를 뿌린 후 샌딩기를 이용하여 연마	

- 국소배기장치 및 집진시설

샌딩작업 시 발생하는 분진을 후드, 덕트 등을 통해 포집하고 집진설비를 통해 먼지를 제거하는 일련의 설비를 말한다. 보통 샌딩룸에 함께 설치되어진다.

- 샌딩설비

수리가 필요한 입고된 자동차의 표면을 연마하는 설비시설로서 압축공기를 이용한 이동식 샌딩기 등이 있다.



〈에어 샌딩기〉

## 8

## 대기오염물질 배출시설

## 8.1 열병합 발전시설

화석연료를 연소시켜 증기터빈 또는 가스터빈을 통해 전기를 생산하고 동시에 그 폐열을 유효하게 이용하는 종합적인 발전 시스템으로 발전 설비용량이 120kW 이상인 시설을 말한다.

화력발전소에서 화석에너지(석탄, 석유, LNG 등)을 연소시켜 물을 끓이고, 발생한 증기를 이용하여 증기터빈을 구동시켜 전기를 생산하고 온도가 높은 배기가스의 폐열을 열교환기를 통해 증기를 발생시켜 아파트 단지나 공동주택의 난방 등에 활용된다. 증기터빈 이외에 가스터빈을 이용하는 경우도 있으며, 증기를 대량으로 사용하는 공장에서는 자가용 화력발전소를 열병합발전으로 운영하는 곳도 있다. 화력발전을 통해 전기만을 생산하는 경우 폐열과 송·배전에서 발생하는 손실 등으로 그 효율이 35~43% 정도에 그치나, 열병합발전 방식은 폐열을 회수함으로써 전력과 열 수요를 합하여 에너지 효율을 70~80% 정도까지 향상시킬 수 있다.

## 8.2 내연기관 발전시설

기관의 내부에서 연료를 연소시켜 얻은 고온·고압의 연소가스를 통해 발전기를 가동시켜 발전을 하는 시설로 발전 설비용량이 120kW 이상인 시설을 말한다. 다만, 도서지방용으로 사용하는 경우에는 1.5MW 이상인 경우에 한하여 배출시설에 포함되며, 비상용, 수송용 발전시설은 배출시설에서 제외된다.

비상용 발전기는 일반적으로 사고 등 비상사태를 대비한 것으로 단전 등 외부 전원이 공급되지 않을 경우 일시적으로 사용하는 시설을 말하는 것으로, 사고 등으로 인해 외부전원 단전, 전력비상사태 시 전력공급기관의 요청에 따른 가동, 비상시 정상적인 운영하기 위한 정기점검 시 가동에 대해서는 비상용으로 볼 수 있으나, 단지 전력수요를 위한 비상발전기 가동은 비상용에 해당하지 않는다.

## - 가솔린 내연기관

대표적으로 4행정 사이클 기관을 통하여 흡입-압축-폭발-배기행정이 반복되며, 휘발유와 공기의 혼합유체를 실린더 속으로 흡입하고 압축한 다음, 전기 불꽃으로 폭발시켜 그 팽창되는 힘으로 동력을 얻는 기관으로 회전 속도가 빠르고 소형이면서 높은 출력을

얻을 수 있다.

#### - 디젤 내연기관

디젤기관은 실린더 안으로 공기만을 흡입하고 압축하여 얻어진 고온의 압축 공기에 연료를 분사하여 폭발시킨 후 그 팽창되는 힘으로 동력을 얻는 기관으로 가솔린 기관과 작동 방식은 유사하지만 열효율이 높아 트럭이나 배, 기관차 등 대형 기관에 주로 이용되고 있다.

#### - 가스터빈 내연기관

연소실 안에서 연소된 고온·고압의 연소가스로 터빈 날개를 돌려 동력을 얻는 기관으로 고속회전이 가능하고 구조가 간단하며, 진동이 적어 발전용, 선박용, 항공기용 등에 사용하고 있다.

### 8.3 석탄 가스화 발전시설

고온의 수증기와 산소 혹은 수증기와 공기에 석탄을 주입하여 반응시켜서 기체 연료를 생성하고, 생성된 기체 연료를 통해 발전하는 시설로서 설비용량이 120kW 이상인 시설을 말한다.

석탄 가스화 기술은 석탄을 고온·고압 상태의 가스화기에서 한정된 산소와 함께 불완전연소시켜 CO와 H<sub>2</sub>가 주성분인 합성가스를 생성하고, 생성된 합성가스가 고효율 청정에너지로 활용될 수 있도록 분진 및 H<sub>2</sub>S, HCl, NH<sub>3</sub> 등 오염물질을 제거하는 정제공정을 거쳐 발전원료를 만든다.

정제된 합성가스를 사용하여 1차로 가스터빈을 구동시켜 전기를 생산하고 배기가스의 열을 이용한 보일러로 증기를 발생시켜 2차로 증기터빈을 구동시켜 발전하는 석탄가스화복합발전(IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle) 시스템이다.

### 8.4 린번엔진 발전시설

엔진의 실린더로 들어가는 혼합기에서 공기가 차지하는 비율을 높이고 연료의 비율을 적게 하여 연비 성능을 향상시키는 린번엔진을 활용하여 발전하는 시설로서 설비용량이 120kW 이상인 시설을 말한다.

일반적인 가솔린엔진에서 연소되기 적합한 공기와 연료의 질량비는 14.7 대 1이다. 이 질량비보다 비율이 적은 경우를 희박(lean) 상태라고 하며, 희박 상태 혼합기의 질량비 한계는 22~23 대 1 정도로 알려져 있다. 린번엔진은 일정 속도로 달리는 고출력이 필요 없는 상황에서 희박한 혼합가스를 연소시켜 연비 향상을 꾀한다.

## 8.5 폐수·폐기물 소각시설

석탄, 유류, 가스 등 정상적인 연료 이외의 폐수 또는 폐기물을 연소시켜 처리하는 시설로 시간당 소각능력이 25kg 이상인 시설을 말한다.

## 8.6 폐가스 소각시설(소각 보일러를 포함한다)

공정 중에 발생하는 각종 휘발성(揮發性)유기물질이나 가연성(可燃性)가스 또는 냄새가 심하게 나는 물질들을 모아 산화(酸化)시키는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 폐가스소각시설·폐가스소각보일러 또는 소각능력이 시간당 100kg 이상인 시설을 말한다.

다만, 비산배출시설 I·III업종의 공정배출시설과 IV업종의 옥내도장시설에서 배출되는 배기가스를 처리하기 위해 설치한 직접연소시설, 별표 16에 따른 휘발성유기화합물 배출억제·방지시설 및 악취소각시설(악취를 제거하기 위해 설치한 시설로서 대기배출시설의 방지시설은 제외한다)은 대기배출시설에서 제외한다.

## 8.7 농축시설(증발시설 포함)

폐수 또는 폐기물 처리를 용이하게 하기 위하여 특정물질의 순도(純度)를 높이거나 용매를 증발시켜 용질(溶質)의 농도를 포화(飽和)농도 이상으로 하기 위하여 또는 진하게 엉키게 하기 위하여 바짝 줄이게 하는 시설로 용적이 0.5m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 8.8 건조·정제시설

전기나 연료, 기타열풍(熱風) 등을 이용하여 폐수 또는 폐기물에 함유되어 있는 수분을 제거하거나 포함되어 있는 불순물을 제거하여 시설로서 용적이 0.15m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

## 8.9 파쇄(破碎) 및 분쇄(粉碎)시설

원료인 고체를 쉽게 가공처리 할 수 있게 하기 위하여 고체분자간의 결합력을 끊어 주는 조작을 하는 시설을 말하는 것으로 파쇄는 해당 물품을 잘게 부수는 것을 말하며, 분쇄는 아주 미세하게 만드는 것으로 연료 사용량이 시간당 30kg 이상이거나 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

분쇄시설은 크게 분류하여 파쇄기(crusher), 분말기(grinder), 초미분말기(ultrafinegrinder) 등으로 분류되며, 분쇄물의 요구되는 입경(粒經)에 따라 파쇄기는 다시 조쇄기, 미세기로 구분되며, 분말기는 중간분쇄기, 미분말기 등으로 분류된다. 또 분쇄기는 분쇄물의 경도(硬度)에 따라 고경도물분쇄, 중간경도물분쇄, 연성분쇄로 나누어질 수도 있다. 분쇄물에 함유된 수분은 분쇄에 중요한 영향을 미치게 되는데, 특히 분쇄물의 압축강도에만 영향을 주는 것뿐만 아니라 분쇄물의 점결성(粘結性)과 유동성(流動性)에도 영향을 줌으로 수분함량에 따라 습식분쇄 또는 건식분쇄방법이 선택된다.

## 8.10 용융시설

고체상태의 폐기물을 가열하여 액체 상태로 만드는 시설로서 연료 사용량이 시간당 30kg 이상이거나 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

## 8.11 보일러

연료의 연소를 통해 물 또는 열매체를 가열하여 증기 또는 온수를 발생시키는 시설로서 사용하는 연료가 고체 또는 액체인 경우에는 시간당 증발량이 0.5ton 이상이거나 시간당 열량이 309,500kcal 이상인 보일러를 말하나, 환경부장관이 고체연료 사용금지 지역으로 고시한 지역에서는 시간당 증발량이 0.2ton 이상이거나 시간당 열량이 123,800kcal 이상인 보일러만 해당한다.

한편 가스 또는 경질유[경유·등유·부생(副生) 연료유1호(등유형)·휘발유·나프타·정제연료유(「폐기물관리법 시행규칙」 별표 5의2의 열분해방법 또는 감압증유(減壓蒸溜) 방법으로 재생처리한 정제연료유만 해당)] 만을 연료로 사용하는 경우에는 시간당 증발량이 2ton 이상이거나 시간당 열량이 1,238,000kcal 이상인 보일러만 해당하며, 화력발전용 및 열병합발전용 보일러, 고형연료를 사용하는 보일러 등 다른 배출시설에서 규정한 보일러는 제외한다.

## 8.12 고형연료제품 제조시설

「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」제25조의8에 따른 일반 고형연료제품(SRF) 제조시설, 바이오 고형연료제품(Bio-SRF) 제조시설 중 연료 사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3세제곱미터 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 다음의 시설을 말한다.

- 선별시설
- 건조시설 및 가열시설
- 파쇄시설 및 분쇄시설
- 압축시설 및 성형시설

## 8.13 목재펠릿 제조시설

「목재의 지속가능한 이용에 관한 법률」제14조에 따른 목재펠릿 제조시설 중 연료 사용량이 시간당 30kg 이상이거나 또는 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 다음의 시설을 말한다.

- 선별시설
- 건조시설 및 가열시설
- 파쇄시설 및 분쇄시설
- 압축시설 및 성형시설



### 8.14 고형연료제품 사용시설

고형연료제품 사용량이 시간당 200kg 이상이고 사용비율이 30% 이상인 시설(「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제25조의7에 따른 시설만 해당) 중 다음의 고형연료제품을 사용하는 시설을 말한다.

- 일반 고형연료제품 사용시설(SRF)
- 바이오 고형연료제품 사용시설(Bio-SRF)

### 8.15 목재펠릿 사용시설

「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」제39조에 따른 목재펠릿을 시간당 200kg 이상 사용하는 시설(다만, 다른 연료와 목재펠릿을 함께 연소하는 시설 및 발전시설은 제외)을 말한다.

### 8.16 바이오매스 관련시설

- 바이오매스 제조시설 중 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW(파쇄·분쇄시설은 15kW) 이상인 다음의 시설을 말한다.
  - 선별시설
  - 건조시설 및 가열시설
  - 파쇄시설 및 분쇄시설
  - 압축시설 및 성형시설
- 바이오매스 사용시설 중 연료 사용량이 시간당 200kg 이상인 시설을 말한다. 다만 다른 연료와 함께 연소하는 시설 및 발전시설은 제외한다.

### 8.17 바이오가스 관련시설

바이오가스 생산량이 시간당 1Nm<sup>3</sup> 이상인 제조, 회수, 생산시설 및 바이오가스 사용량이 시간당 1Nm<sup>3</sup> 이상인 모든 시설을 말한다.



대기오염물질배출시설

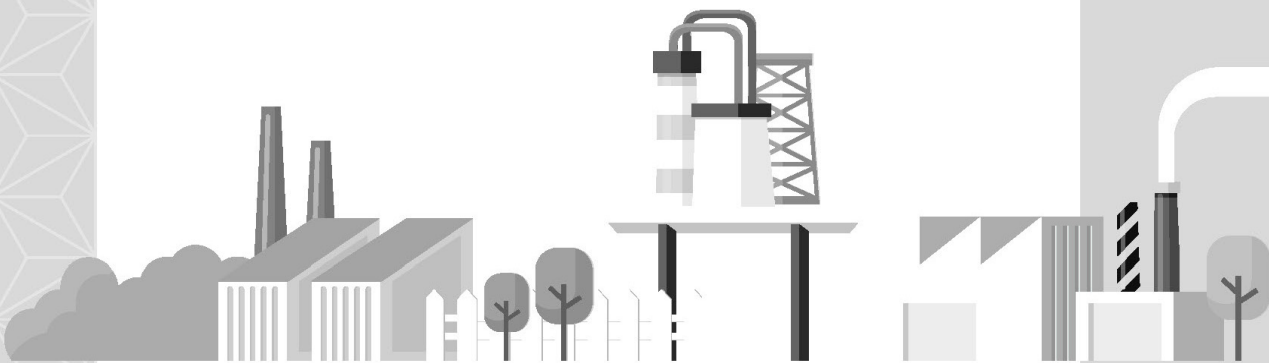
# 해설집

—

## XII

### 그 밖의 제조시설

—





## XIII 그 밖의 제조시설

### 1 음료·식료품 제조시설

#### 1.1 개요

음료 및 식료품 제조업은 사람 또는 동물이 먹을 수 있는 각종 음식료품 및 동물사료, 식용 또는 비식용 동·식물성 유지 및 관련 제품을 제조하는 산업 활동을 포함한다. 가축의 도축, 육류가공, 가공류가공, 수산물가공, 과일·채소가공 및 저장처리, 동물성·식물성유지 제조, 낙농제품·식용빙과류 제조, 곡물가공품·전분·전분제품 제조, 기타 식품(빵·떡·과자류, 설탕, 면류, 조미료, 커피 가공 등) 및 동물용 사료 및 조제식품을 제조하는 시설 등이 있다.

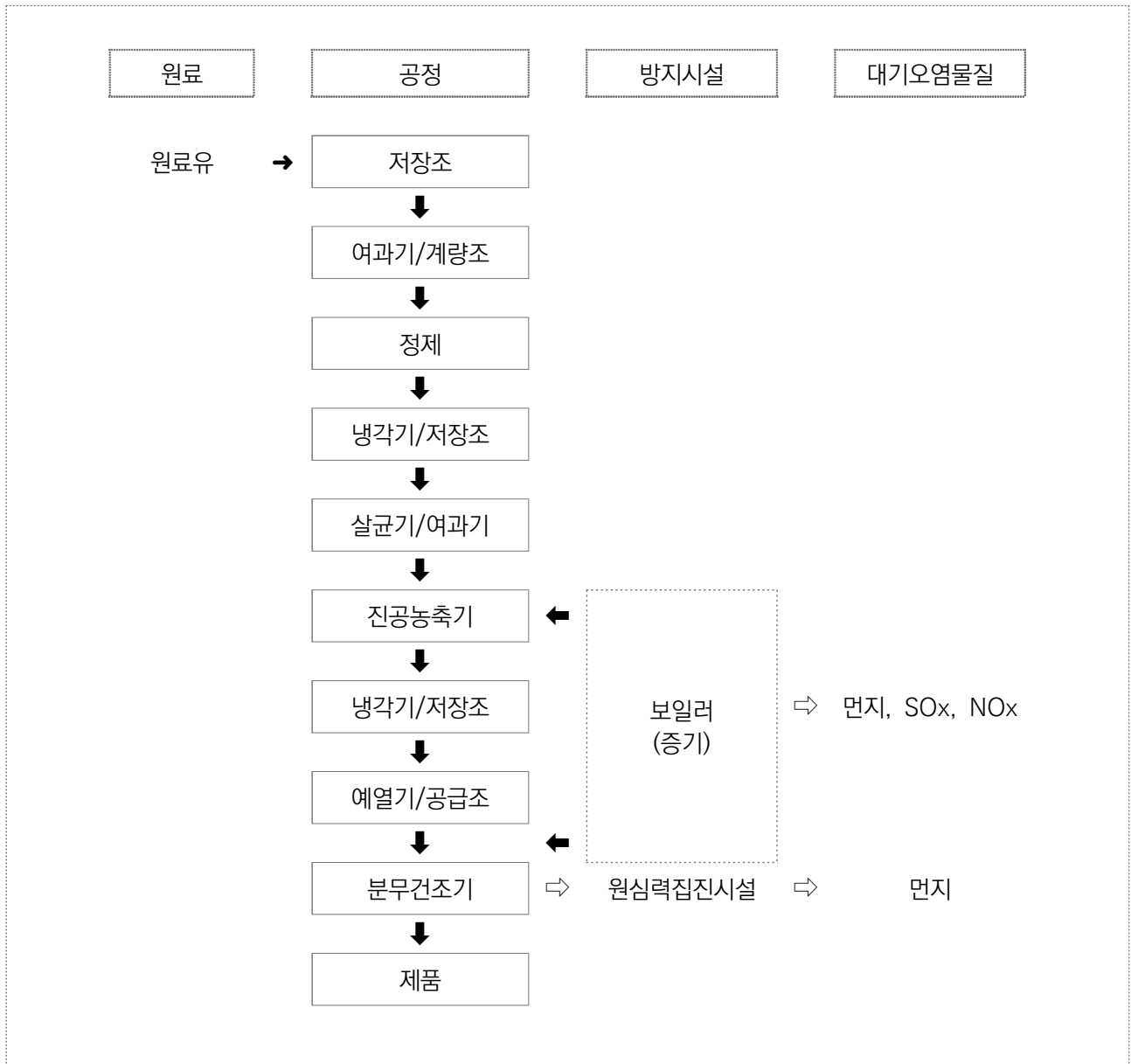
#### 1.2 제조공정

##### 1.2.1 동물고기 가공 및 저장처리 시설

고래 및 수렵물을 포함한 각종 동물을 도축 및 가공하여 신선·냉장·냉동한 고기생산, 건조·훈연·염장·염수장 및 기타 방법으로 가공 및 저장 처리한 고기제품, 소시지 및 유사제품, 식용 또는 비식용의 짐승고기 분말 등을 생산하는 시설을 말한다.



〈 소시지 제조공정 〉



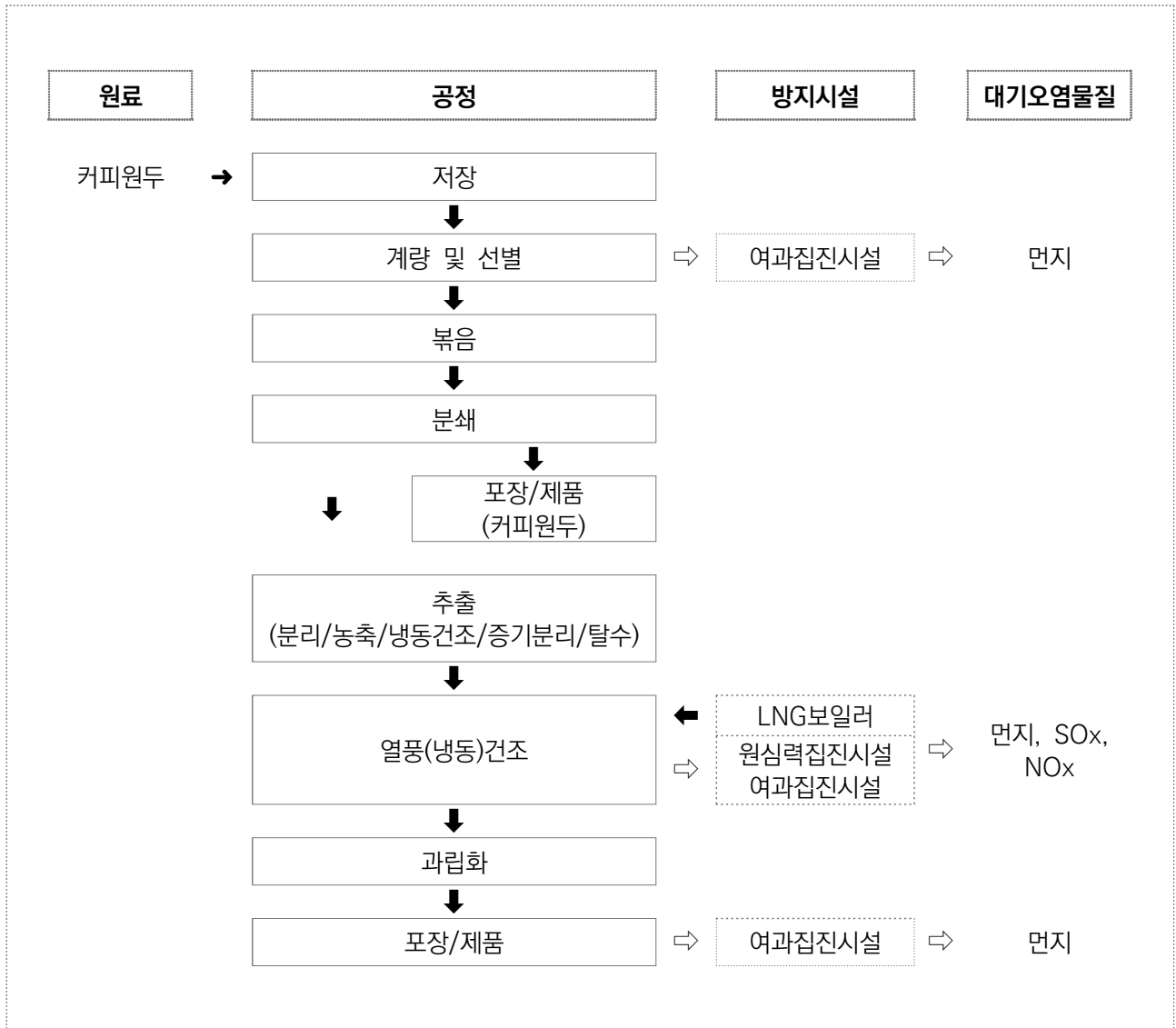
〈 분유(噴霧乾燥方式) 제조공정 〉

### 1.2.2 수산물 가공 및 저장처리 시설

물고기, 갑각류, 연체동물, 해조류 및 기타 수산물을 가공·처리하여 진공상태의 통조림 또는 병조림 수산식품을 제조하는 시설, 수산식물을 가공·처리하여 한천식품을 제조하는 시설, 수산동물의 껍질, 뼈, 내장, 지느러미 등의 불순물을 완전히 제거하여 물고기의 저민살고기, 생어단을 생산하는 시설과 수산물 소시지, 어묵 등을 제조하는 시설, 수산·동식물의 소건품, 자건물, 염건품, 동건품을 제조하는 시설 그리고 통조림 이외의 수산물 스프, 추출물 및 소스 제조, 건어물의 세정 등을 제조하는 시설을 말한다.

### 1.2.3 과일, 채소가공 및 저장처리 시설

과실이나 채소를 직접 가공하여 농축원액 및 주스를 생산하거나 과실, 채소 및 감자를 건조, 절임, 조리, 냉동 및 기타 가공하여 과실, 채소를 주성분으로 하는 잼, 제리, 과실통조림, 과실페이스트 및 기타 가공식품을 생산하는 시설을 말한다.



〈 커피가공 제조공정 〉

### 1.2.4 곡물 가공품, 전분 및 사료 제조시설

곡물가공품 제조시설은 각종 곡물을 도정, 제분, 압착, 분쇄, 볶음, 튀김, 조리, 조제 및 기타 가공하여 정미, 곡물분말, 거친 가루, 압맥, 튀밥, 콘플레이크, 곡물을 주재료로 한 혼합분말,



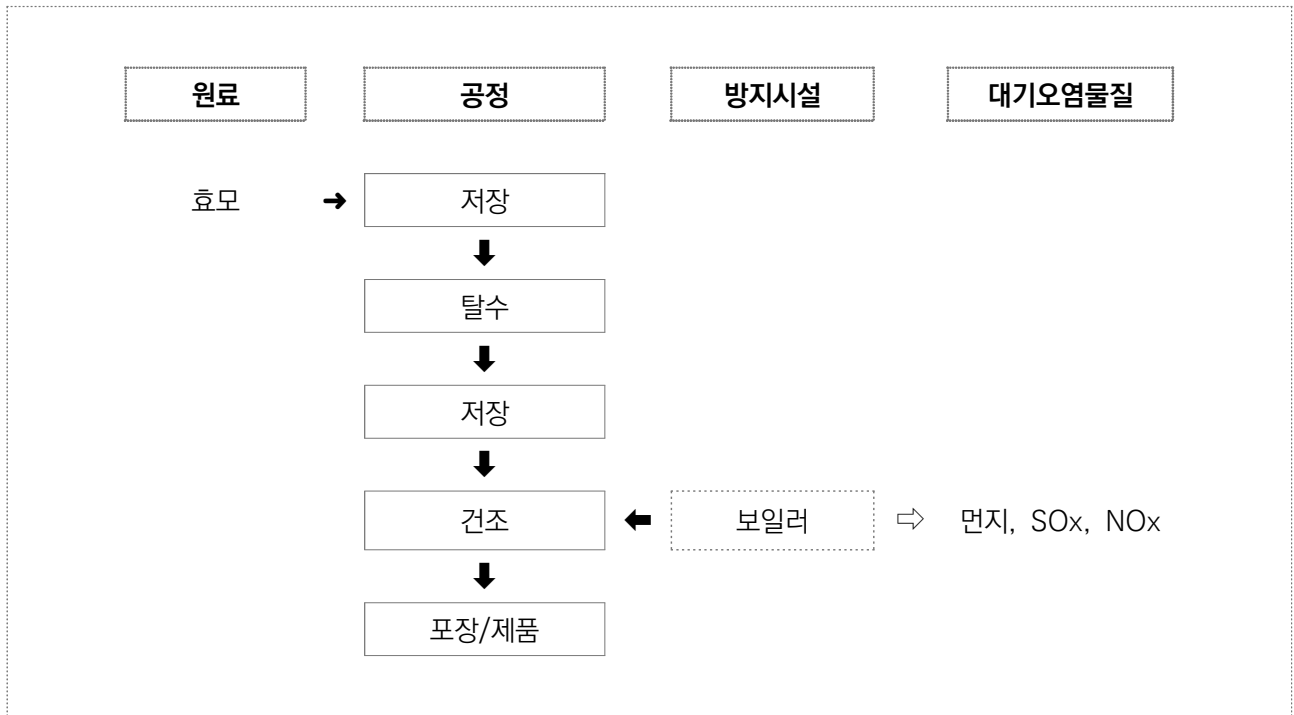
식사용 곡물조리식품 및 유사 가공식품을 제조하는 시설과 건조된 콩과류, 건조된 식용견과, 식량 및 사료작물의 뿌리, 줄기를 분쇄 처리하여 분 및 조분을 생산하는 시설을 말한다.

전분 및 전분제품 제조시설은 쌀, 옥수수 등의 각종 곡물 및 고구마, 감자, 등의 식물성 재료로 전분, 글루텐, 타피오카를 제조하거나 전분으로 타피오카 대용품 및 당류를 제조하는 시설과 건조되지 않은 옥수수 가공품을 제조하는 시설을 말한다.

사료 제조시설은 애완동물용 조제사료를 포함하여 실험용 동물, 가축 및 가금 등의 각종 동물사육용 또는 어류 양식용 배합사료 및 조제사료와 배합사료용 혼합조제품 및 조제보조사료 등을 제조하는 시설과 개껌 및 비스킷 등의 애완동물용 기호식품의 제조하는 시설을 말한다.



〈 사료(사료용 효모) 제조공정 〉



〈 단세포단백질 사료(건조효모) 제조공정 〉

### 1.2.5 동·식물 유지 제조시설

육지 및 수산 동물성 물질로 수산동물유지, 동물(소, 돼지 등)지방, 어류의 간유 등을 생산하는 시설, 각종 식물성 물질로부터 대두유, 식물성 왁스, 옥수수기름 추출, 면실유 등을 생산하는 시설 및 동식물성 기름을 정제, 경화 및 기타 가공하여 식용 정제유, 식용 경화유 및 기타 식용 가공 기름을 생산하는 시설을 말한다.

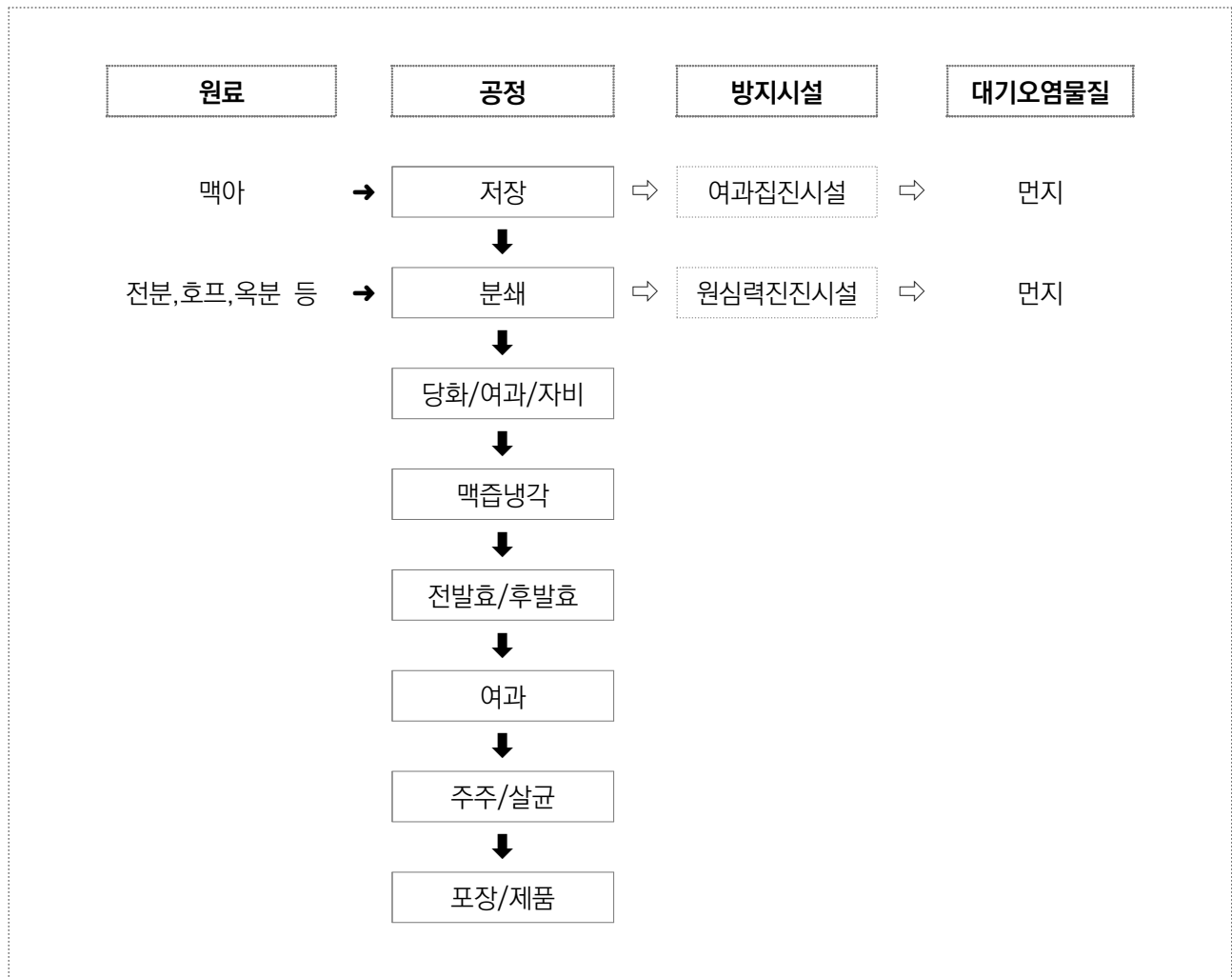
### 1.2.6 낙농제품 및 식용빙과류 제조시설

젖(乳)을 살균, 분리, 농축 및 건조, 발효, 냉동 및 기타 가공하여 생크림, 치즈, 전비분유, 탈지유, 발효유 등의 액상 및 기타 형태의 각종 식용 낙농제품을 제조하는 시설과 식용빙과류 아이스크림 등을 제조하는 시설을 말한다.

### 1.2.7 음료 제조시설

알콜음료 제조시설은 곡물, 과일 및 채소 등을 발효시켜 증류한 것을 정제 또는 합성하여 각종 증류주 및 합성주를 생산하는 시설을 말한다.

비알콜성 제조시설은 물에 설탕, 감미료 또는 향미료를 첨가한 음료를 생산하거나, 과일주스, 과일추출물 또는 기타 합성추출물을 첨가하여 청량음료 또는 기타 비알콜성 음료를 제조하는 시설과 천연광수 및 천연탄산수를 생산하여 병에 포장하는 시설을 말한다.



〈 맥주 주정 제조 및 주조시설 〉

## 2

## 목재·나무제품·가구 제조시설

## 2.1 개요

## 2.1.1 제재, 목재, 나무제품 제조시설

제재목, 건축용 목재제품, 조립용 목재부품 및 구성품, 단판 및 합판, 하드보드, 재생목재, 화장목재, 목재용기 및 통의 구성 재료, 기타 목제품 재료, 목분, 대패밥 등을 생산하는 시설을 말하며 나무방부처리를 위한 시설도 포함된다.

목재 및 나무제품 제조업은 단판 및 합판 및 유사적 층판 제조, 표면가공목재 및 특수제재 목제조, 강화 및 재생 목재 제조업 등으로 분류되어 있으며 주요 생산제품은 크게 합판(plywood), 파티클보드(PB, particle board), 중밀도 섬유판(MDF, medium density fiberboard)으로 구분할 수 있다. 주요 생산공정은 거의 유사하며 발생하는 배출물질은 가공, 재단 공정에서의 먼지와 열압 및 접착공정에서 발생하는 유해대기오염물질 등이 있다.

## 2.1.2 가구 제조시설

가구제조업은 세부적인 업종에 따른 제조공정이 유사하며 주요 배출원은 재단, 가공, 연마, 도장, 건조공정이다. 주요 대기오염물질은 가공, 연마공정에서의 먼지와 도장, 건조공정에서 배출되는 유해대기오염물질로 구분될 수 있다.

## 2.2 제조공정

## 2.2.1 합판(plywood) 제조공정

## ① 단판제조

원목의 수피를 제거한 후 로타리 단판제조기로 적절한 길이로 절단한 후 단판을 제조한다.

## ② 단판건조

단판을 열기 건조기에서 건조(함수율 7~8%)한다.

③ 조판공정

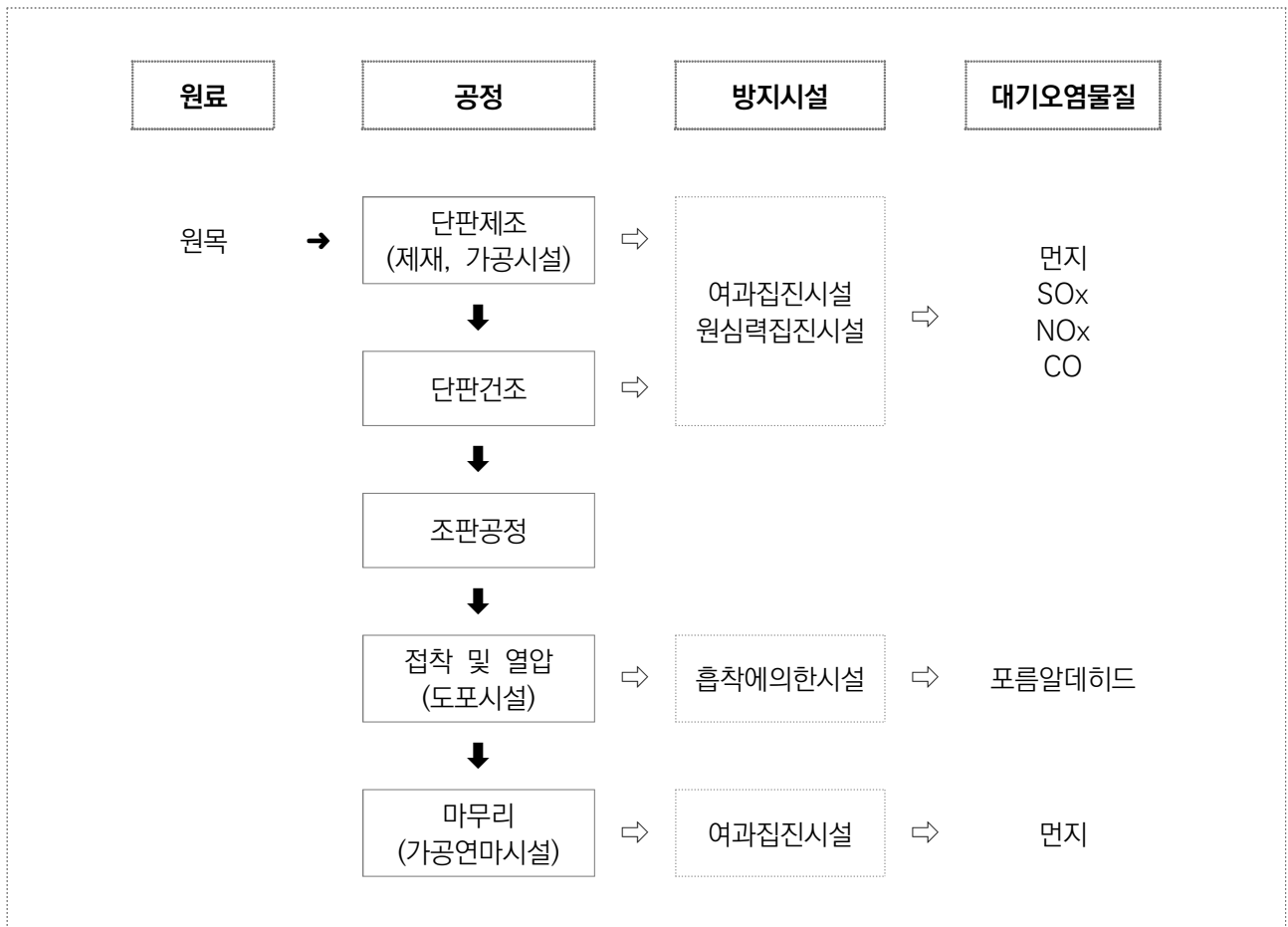
단판을 건조한 다음 단판을 심판용과 표판용을 분류하여 여러 가지 결함을 보수하고 단판의 구성을 결정하는 공정이다.

④ 접착 및 열압

요소수지와 페놀수지 등의 열경화성 접착제로 도포 후 열압기로 열압한다.

⑤ 마무리

가공기 또는 연마기로 마무리한다.



〈 합판 제조공정 〉

## 2.2.2 파티클보드(PB, particle board) 제조공정

### ① 칩제조

수피가 제거된 원료의 크기를 감소시키기 위해 칩핑과정을 거친다. 파티클보드 제조용 파티클의 크기는 장폭비가 150 : 1 정도가 적절하다.

### ② 칩건조

칩핑에서 제조된 파티클은 건조공정을 거친다. 건조 후 파티클의 함수율은 2~5% 정도이며 접착제 도포시 4~6%의 함수율이 증가한다.

### ③ 선별

건조된 파티클은 표층용과 심층용으로 크기에 따라 선별한다. 또 이 선별과정에서 분진과 미세입자들을 제거한다.

### ④ 접착제 도포

일반적으로 파티클과 접착제의 혼합은 혼합기를 통해 이루어지며 접착제의 함량은 파티클 전건무게 기준으로 2.5~10% 정도이다.

### ⑤ 매트성형

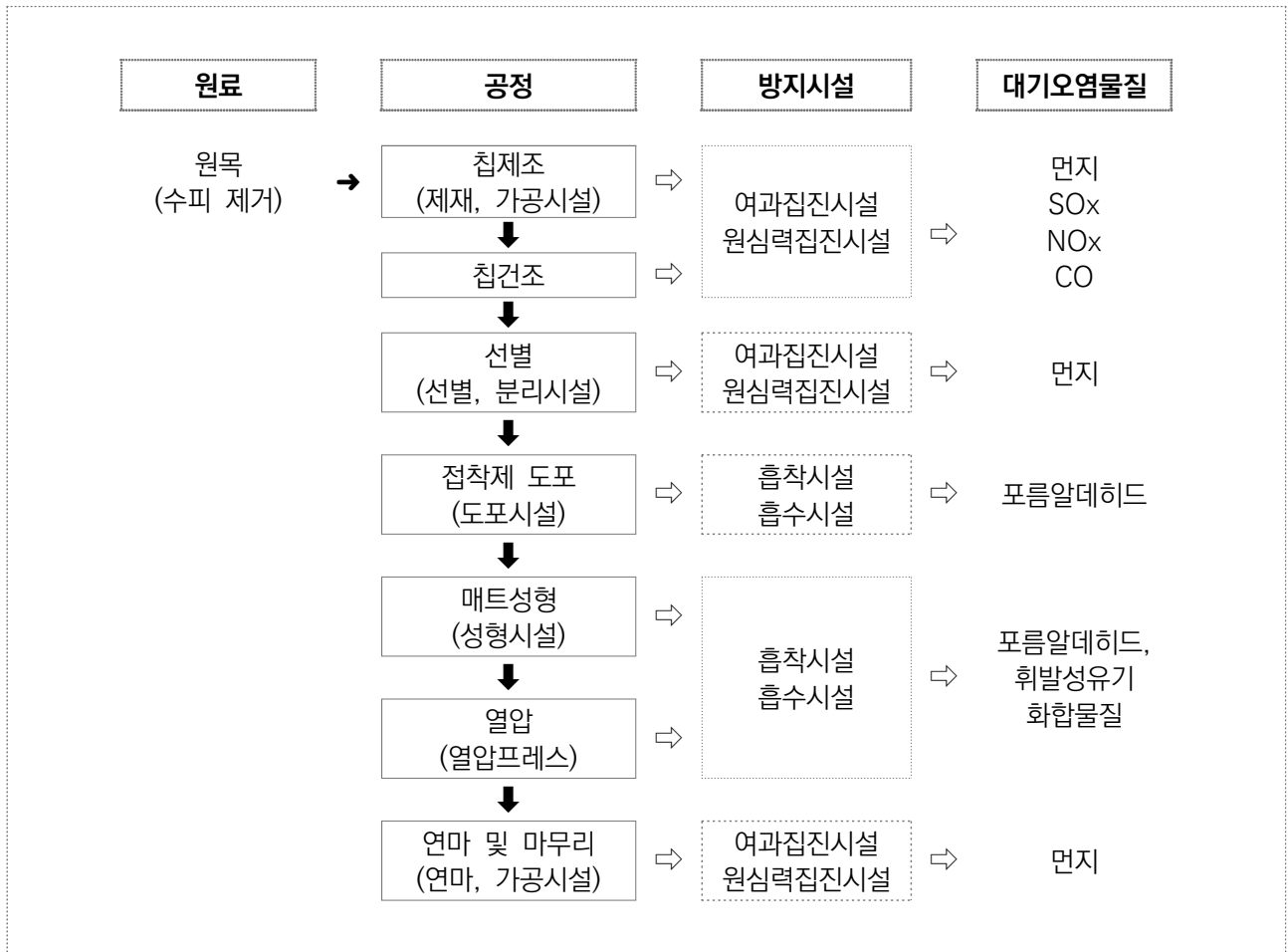
열압기로 들어가기 전 과정으로 그 목적은 가능한 한 파티클의 균일한 분포로 균일한 무게 분포를 얻는 공정이다.

### ⑥ 열압

성형된 파티클 매트는 열압기로 들어간다. 일반적으로 다단 열압기가 주로 사용되고 있지만 최근에는 연속식 열압기가 많이 사용된다.

### ⑦ 연마 및 마무리

냉각, 조습, 연마공정 등 마무리 공정으로 최종 재단으로 파티클보드를 생산한다.



〈 파티클보드 제조공정 〉

### 2.2.3 중밀도 섬유판(MDF, medium density fiberboard) 제조공정의 예

① 전처리

칩염수칩을 연화하기 위해 스팀을 이용하여 고온고압(6~7atm, 165℃ 이하)에서 3~4분 정도 처리한다.

② 해섬

목재칩으로부터 섬유를 생산하는 공정으로 원료의 특성, 즉 수종, 형태 및 화학적 조성에 따라 그 조건들이 달라지는바 이에 따라 섬유의 질이 좌우된다.

③ 접착제 도포

접착제 도포 및 혼합은 refiner에서 건조기로 이어지는 blow line을 통해 이루어지며, 접착제는 주로 요소수지가 고형분 기준으로 12~14% 정도 사용된다.

④ 건조

접착제가 혼합된 섬유는 건조기를 통과하여 목표함수율 10% 정도로 건조한다.

⑤ 매트성형

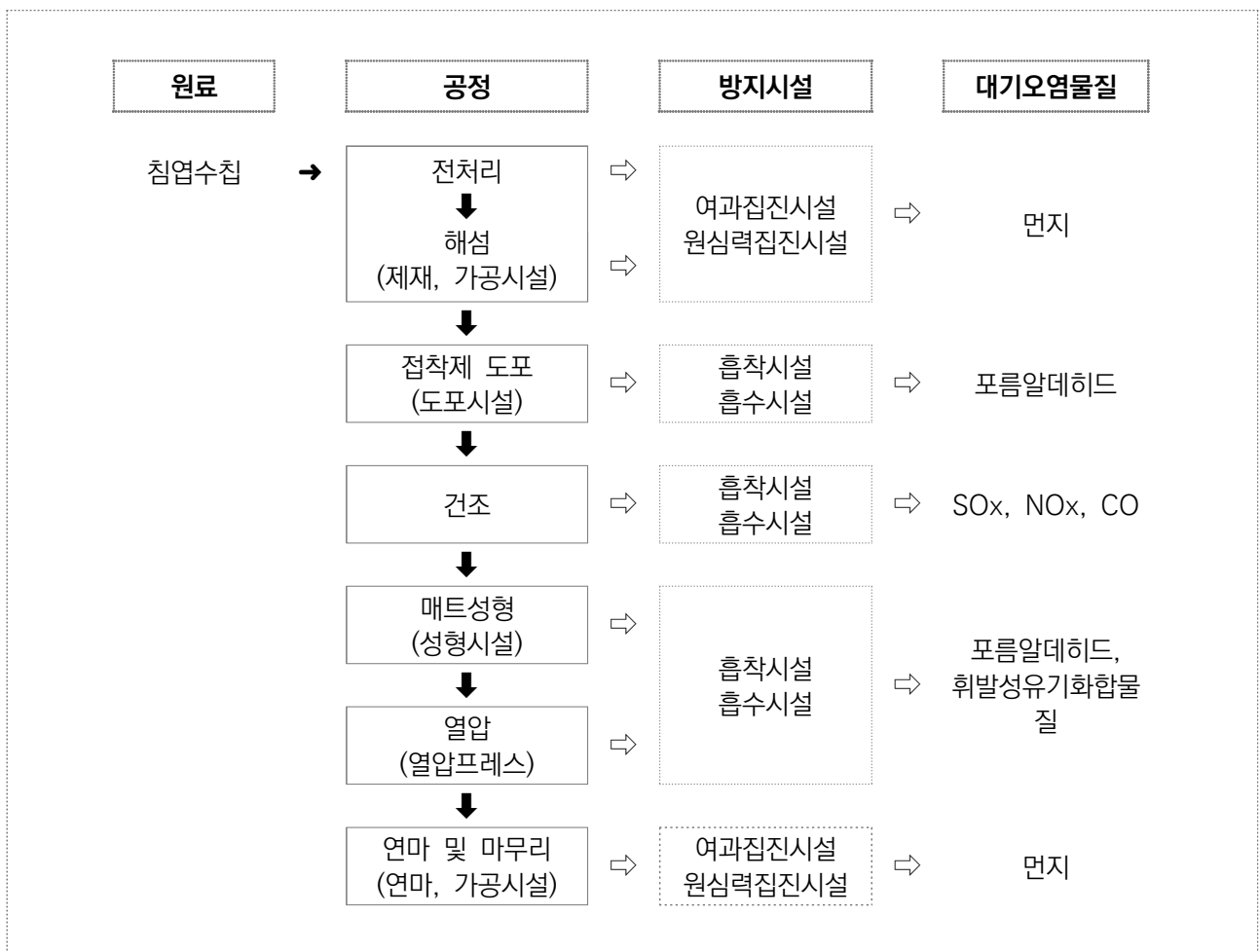
접착제가 혼합되고 건조된 목섬유는 매트 성형공정으로 이어지고 매트가 성형된다.

⑥ 열압

성형된 파티클 매트는 열압기로 들어간다. 일반적으로 다단 열압기가 주로 사용되고 있지만 최근에는 연속식 열압기가 많이 사용된다.

⑦ 연마 및 마무리

냉각, 조습 및 연마공정 등 마무리 공정으로 이어 최종 재단으로 중밀도섬유판이 생산한다.



〈 중밀도 섬유판 제조공정 〉



## 2.2.4 가구 제조공정

### ① 재단 및 절단작업

가구의 몸체를 만드는 작업으로 패널, 보드나 합판을 절단하여 재단한다.

### ② 세공작업

경첩이나 나사, 서랍레일 등 조립이나 연결, 받쳐 주기 위한 구멍을 뚫는다.

### ③ 접착 및 연마

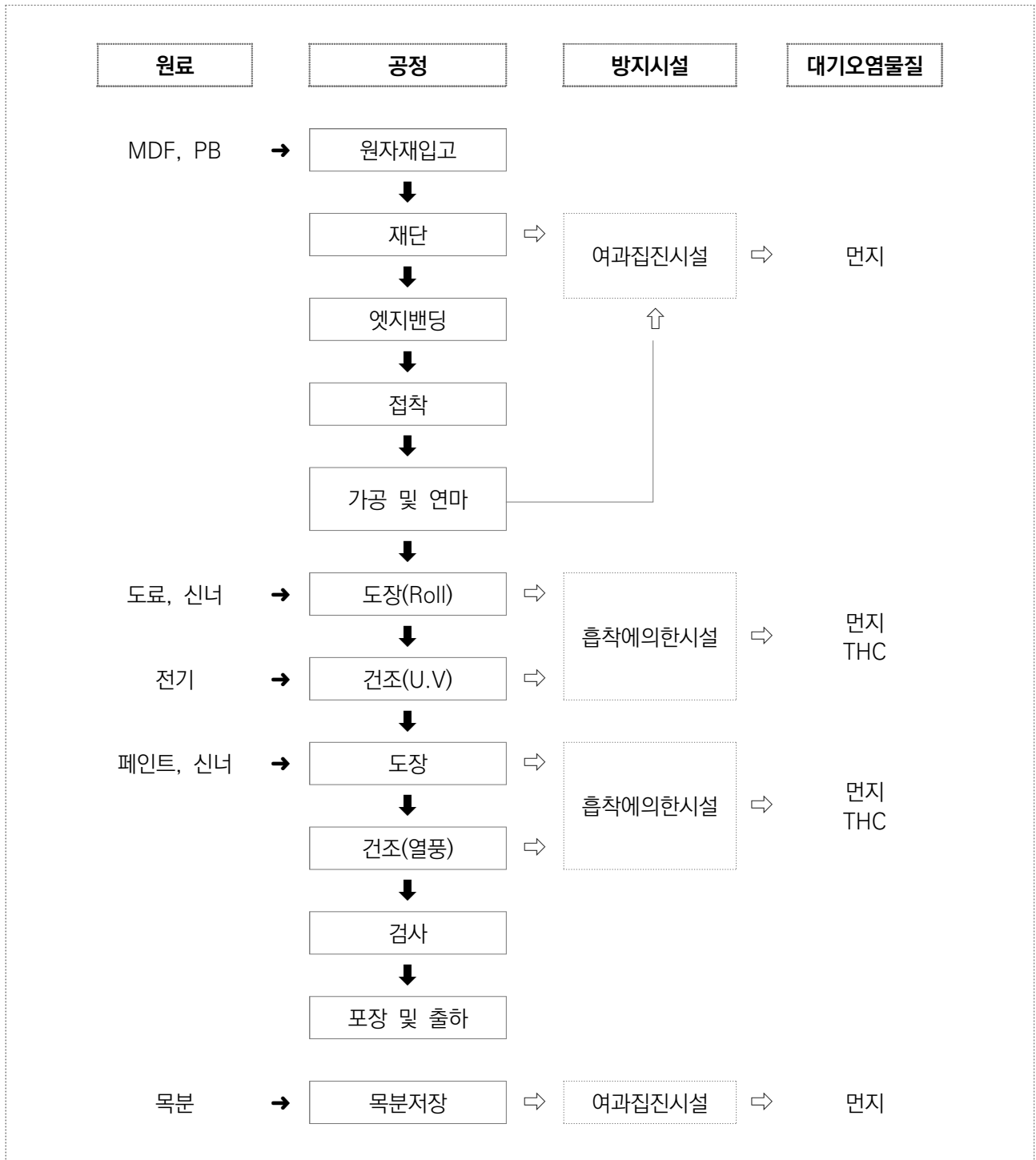
에지부분, 몰딩부분, 보드의 모서리 부분을 샌드페이퍼로 다듬는다. 즉 절단·재단·구멍 뚫기를 마친 다음 접착과 샌딩을 통해 상품의 끝마무리를 다듬는다.

### ④ 도장작업

하도-중도-상도 작업에서 연마와 착색, UV작업, 우레탄으로 마무리를 한다.

### ⑤ 조립 및 포장작업

완성된 패널과 부분품을 가지고 몸통과 서랍을 조립하고 손잡이, 경첩 등을 조립한 후 다시 마무리 상도 도장을 해준 다음 최종검사를 거쳐 출고한다.



〈 가구 제조공정 〉

## 3

## 대기오염물질 배출시설

## 3.1 연마(研磨)시설

연삭숫돌을 고속 회전시켜 재료를 절삭(切削) 혹은 가공하는 시설 또는 용융알루미나, 탄화규소, 석류석, 에머리, 규석 등의 연마재가 부착된 연마포지(研磨布紙)를 사용하거나 연마재의 절삭작용에 의해 목재의 표면을 깨끗하게 완성시키는 시설 또는 연마재(研磨材)를 사용하지 않고 표면청정만을 목적으로 사용하는 시설로 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 일반적으로 연마시설은 절삭·연마시설을 포함하며, 연마재를 사용하여 그 절삭작용으로 표면층을 절삭해 내는 시설을 말한다.

연마는 크게 나누어 기계적 연마와 습식연마로 구분되며, 기계적 연마에는 건식분사 연마방법, 습식분사 연마방법, 공구회전 연마방법, 배럴 연마방법, 벨트(abrasive belt) 연마방법, 고압매체 연마방법, 점성유체(黏性流體)의 가공 연마방법 등이 있으며, 습식연마에는 전해연마, 화학연마, 전해가공 등의 방법이 있다.

## 3.2 제재(製材)시설

목재, 종이, 플라스틱 등을 일정한 규격이나 형태로 절단하는 시설로 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 톱날의 모양에 따라 세로톱, 가로톱, 양날톱 등 여러 종류가 있으며, 여기서는 톱을 장착(裝着)하여 목재를 자르는 동력구동식(動力驅動式)을 말한다. 이들 시설은 크게 나누어 띠톱, 둥근톱, 왕복톱 등이 있으며, 띠톱은 프레임에 부착된 상·하 또는 좌·우 2개의 톱니바퀴에 상·하가 없는 띠톱을 걸고 한쪽 톱니바퀴를 구동(驅動)시켜 주로 목재의 가로 켜기, 세로 켜기 등의 가공을 하는 시설이며, 둥근톱은 원형판에 톱날이 있어 여러 가지 공작물을 절삭(切削)하는 시설이며 왕복톱은 왕복운동을 하는 곧은 날의 간톱으로 목재를 절삭하는 시설을 말한다.

## 3.3 제분(製粉)시설

곡물을 분쇄하여 가루로 만드는 시설로서 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 대부분이 롤(roll)이 부착(附着)되어 있으며, 롤은 금속, 고무, 비닐 등으로 되어 있다. 롤식(式) 이외에 충격식(衝擊式)이 있으나 비능률적이어서 최근에는 거의 사용하지 않고 있다. 종류로는 멧돌형,

원추철(圓錐鐵)절구형, 롤형, 충격형(볼밀, 헤머밀)등이 있다.

### 3.4 선별(選別)시설

체, 유체, 비중 등을 이용하여 원료나 제품을 일정한 크기나 형상별로 분류하는 시설로서 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다. 고정식과 운동식 그리고 기타형식으로 대별(大別)되며 고정식에는 평면선별기, 회전식별기 등이 있고 운동식에는 수평설치식과 진동선별기가 있다. 현재 공업용으로 대부분 진동선별기가 사용되고 있다. 습식선별기는 선별기에 수세효과를 갖도록 하는 경우에 사용되며 선별기 상부에서 직접 물을 뿌리거나 흐르게 하여 처리물에 부착된 불순물을 제거할 수 있는 구조로 된 것을 말한다.

### 3.5 파쇄(破碎) 및 분쇄(粉碎)시설

원료인 고체를 쉽게 가공처리할 수 있게 하기 위하여 고체분자간의 결합력을 끊어 주는 조작을 하는 시설을 말하는 것으로 파쇄는 해당 물품을 잘게 부수는 것을 말하며, 분쇄는 아주 미세하게 만드는 것으로 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

분쇄시설은 크게 분류하여 파쇄기(crusher), 분말기(grinder), 초미분말기(ultrafinegrinder) 등으로 분류되며, 분쇄물의 요구되는 입경(粒經)에 따라 파쇄기는 다시 조쇄기, 미세기로 구분되며, 분말기는 중간분쇄기, 미분말기 등으로 분류된다. 또 분쇄기는 분쇄물의 경도(硬度)에 따라 고경도물분쇄, 중간경도물분쇄, 연성분쇄로 나누어질 수도 있다. 분쇄물에 함유된 수분은 분쇄에 중요한 영향을 미치게 되는데, 특히 분쇄물의 압축강도에만 영향을 주는 것뿐만 아니라 분쇄물의 점결성(粘結性)과 유동성(流動性)에도 영향을 줌으로 수분함량에 따라 습식분쇄 또는 건식분쇄방법이 선택된다.

### 3.6 탈사(脫砂)·탈청(脫靑)시설

유체의 분사나 원심력을 이용하여 제품 표면에 붙어 있는 모래, 녹 또는 불순물을 제거하여 표면을 깨끗하게 하는 시설로서 동력이 15kW 이상인 시설을 말한다.

- 쇼트블라스트

고속으로 회전하는 임펠러로 철환(鐵丸)입자를 투사하여 주물표면에 맞추어 금속의 표면을 청소하는 시설을 말한다.

- 샌드블라스트

모래를 2~5kg/cm<sup>2</sup>의 공기로 분사시켜 금속의 표면에 깨끗이 하는 시설을 말한다.

- 탐블러

주물통 속에 처리할 작은 주물을 채우고 철환을 넣어 매분 40~60회로 회전시켜 금속의 표면을 깨끗이 하는 시설을 말한다.

### 3.7 입자상물질 계량시설

제품을 구성하는 각종 원료 또는 부원료를 그 조성비율(造成比率)에 따라 배합하기 전·후(煎·後)에 평량기 등을 이용하여 그 무게를 다는 시설로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

### 3.8 혼합시설

2개 이상의 불균질한 성분으로 되어 있는 재료를 균질하게 하는 시설로 일반적으로 용융·용해시설도 큰 분류의 혼합시설에 포함되나, 여기서는 원래 상태의 물질이 물리·화학적 변화 없이 단순히 혼재되어 있는 경우로서 교반시설이나 교반조도 포함하여 말하는 것으로 용적이 3m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 7.5kW 이상인 시설을 말한다.

### 3.9 포장시설(소분시설 포함)

제품이나 원료를 포장하거나 벌크 상태의 제품을 소량의 용기 또는 제품으로 나누어 담는 시설로 처리능력이 시간당 100kg 이상인 시설을 말한다.

### 3.10 도정(搗精)시설

현미(玄米)를 찧거나 쏘아서 등겨를 내어 희고 깨끗하게 만드는 시설을 말하나 두개의 roller사이의 마찰에 의하여 곡물의 껍질을 벗겨내는 시설을 총칭하여 말하며 동력이 52.5kW 이상인 시설을 말한다. 보통 2개 이상의 시설이 연속되어 설치되고 하나의 전동기(電動機)에 의하여 개개의 시설을 벨트(belt)로 연결 가동할 수 있으며 개개의 시설마다 독립된 전동기를 설치하여 가동할 수 있다. 정맥기(精麥機), 정미기(精米機), 압맥기(壓麥機) 등도 여기에 포함된다.

### 3.11 저장(貯藏)시설

제품 또는 원료, 반제품상태의 원료, 부원료, 첨가제 등 제품제조에 필요한 각종물질(반제품을 포함한다)을 저장하는 시설로서 고체입자상물질, 유·무기산 및 유기화합물(알켄족·알킨족·방향족·알데히드류·케톤류가 50% 이상 함유된 것만 해당한다)을 저장하는 50m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

다만, 원료나 제품을 일정 용기, 상자 또는 포대 등에 일차 포장한 후 저장하는 창고 등의 시설, 사업장에서 직접 사용하는 각종 연료 및 윤활제(B-C유, 등유, 경유, 윤활유, 그리스 등)의 저장시설, 비산먼지 신고사업장에서 야적물질의 시설관리 기준을 준수하기 위한 시설물 등은 포함되지 아니한다.

### 3.12 반응(反應)시설

한 종류 또는 두 종류 이상의 물질이 그 자신 혹은 상호간에 있어서 원자(原子)의 조환(組換)을 시행하여 그 조성이나 구조, 성분 등 물리화학적 성질이 본래와는 다른 물질을 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 3.13 흡수시설

물질 또는 에너지 등의 물리량(物理量)이 다른 물질에 빼앗겨 그 계(系) 안으로 이끌려 들어가는 과정 또는 그에 따라 입자의 수나 강도를 감쇄하는 현상을 일으키게 하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 3.14 응축시설

일정한 온도로 냉각 또는 압력을 가하여 그 물질의 포화증기압을 넘도록 하여 기체가 액체 상태로 변화시키는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 3.15 정제(精製)시설(분리시설, 증류시설, 추출시설 및 여과시설 포함)

어떤 물질에 포함되어 있는 불순물을 제거하여 그 물질의 순도가 더 높은 것으로 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설(분리(分離), 증류(蒸溜), 추출(抽出) 및 여과(濾過)시설 포함)을 말한다.

### 3.16 농축시설

특정물질의 순도(純度)를 높이거나 용매를 증발시켜 용질(溶質)의 농도를 포화(飽和)농도 이상으로 하거나 진하게 영키게 하기 위하여 바짝 줄이게 하는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 3.17 표백시설

어떤 물질 속에 포함된 유색물질(有色物質)을 화학적으로 처리하여 그 물체를 순백(純白)으로 만드는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

화학적인 표백은 표백제를 사용하는 것으로 산화표백과 환원표백으로 구분되며, 백색의 순도를 올리는 화학적 처리방법으로 산화반응과 환원반응을 이용한다. 표백제는 산화반응에 과산화수소, 표백분, 하이포, 아염소산나트륨 등을 사용하고 환원반응에 아황산, 하이드로슬파이드 등을 사용한다.

### 3.18 가열(加熱)시설(연소시설 포함)

어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설로 연료사용량이 시간당 30kg

이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 각종 공정에 쓰이는 관식(管式) 가열로 등을 말한다. 이는 파이프스틸 가열기(pipe still heater)라고도 불린다. 피가열 물체가 기체 또는 액체 등의 유체에 한정되고 거의 대부분이 연속운전을 한다. 열원으로 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화 방식인 특징이 있다.

### 3.19 성형(成形)시설

재료를 일정한 크기나 규격, 단면형상(斷面形象)을 가진 금형(金型)이나 형판(形板)에 넣고 힘이나 압력을 가하여 요구하는 형태의 제품으로 만들어내는 시설로서 연료사용량이 30kg 이상이거나 용적이 1m<sup>3</sup> 이상인 시설을 말한다.

### 3.20 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품에 함유된 수분 등을 증발시켜 말리는 시설로 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다. 도포시설 및 분리시설 관련 공정에서는 도포시설 및 분리시설을 포함하여 규모를 산정한다.

### 3.21 도포(塗布)시설

조제된 접착제를 재단된 합판이나 목재 등에 바르는 시설 및 제품을 공기, 물, 약품 등으로부터 보호하기 위하여 차단하거나 또는 전기절연, 장식, 부품의 고정 등을 위해 캘린더, 압출, 침지, 분무 등의 가공법을 이용하여 물체표면을 피막으로 쌓는 시설을 말한다. 도포시설은 크게 분류하여 도장시설에 포함되기도 하나, 페인트, 니스 등 도료를 사용하여 물체표면을 피막으로 쌓는 시설은 도장시설로 분류한다.



### 3.22 분리(分離)시설

다른 2개 이상의 화합물로 구성된 물체를 각각의 화합물로 화학적 성분이나 조성·구조 등의 변화가 없이 서로 나누는 시설을 말한다. 대표적인 것으로 기액(氣液)분리, 고액(固液)분리 등이 있으며, 같은 상(相)의 물질이라도 서로의 비중차(比重差)를 이용해 분리하는 방법도 있다. 중력·압력·진공·원심력 등과 같은 기계적인 힘을 이용하여 분리하는 것을 기계적 분리라고 한다.

### 3.23 훈증(燻蒸)시설

기체상의 유효성분을 확산시켜 제품에 특성을 부여하거나 살균 등 효과를 얻기 위한 시설로 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다.

식료품, 사료, 목재 등의 병충해 등 유해한 동식물 번식을 방지하거나 곡류, 콩류 등 농작물의 장기 보관을 위한 훈증이 있으며, 식품의 훈증은 살충, 살균력이 강하고 인체에 무해하고 처리 후 간단하고 안전하게 제거할 수 있는 것이 바람직하다. 또한, 식품의 풍미를 높이기 위한 훈연도 포함한다.

### 3.24 산·알칼리 처리시설

산이나 알칼리용액에 어떤 제품을 담구어 표면처리하거나 원료 및 제품을 중화시키는 시설과 산·알칼리 처리시설에서 사용한 산 또는 알칼리 용액을 회수하여 정제 등으로 처리하여 재사용하도록 하는 시설로서 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다.

대표적인 것으로서 도금공정의 전처리시설로 이용되는 산세척시설이 있으며, 전자공업에서의 화학약품을 사용하여 금속표면을 용해제거하는 부식(식각)시설과 공작기계로 하는 물리적인 절삭을 대신하여 화학약품용액 속에서 금속의 화학적인 용해작용을 이용하여 절삭 가공하는 케미컬밀링 등도 이에 포함된다.

### 3.25 소성시설

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설로 연료사용량이 시간당 60kg 이상이거나 용적이 5m<sup>3</sup> 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 시설을 말한다.

소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상(鑛物相)으로 변화시키거나 충분한 강도(強度)를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다. 소성시설의 종류는 크게 불연속소성시설과 연속소성시설로 구별되며, 연속소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형 시설(rotary kiln)을 사용하며, 회전형 시설에도 그 길이에 따라 short kiln, long kiln 등 다양하다.

### 3.26 접착제 혼합(接着劑混合)시설

주로 합판제조에 쓰이는 요소(要素)수지나 메라민 등의 합성수지에 증량제(增量劑), 경화제(硬化劑)를 배합하는 시설을 말한다. 접착제의 배합 시에는 상부가 개방된 원통형의 시설에 합성된 수지를 넣고, 증량제로서 소맥분과 왕겨를 넣고, 경화제로 소량의 염화암모늄을 첨가하는 것이 보통이다.

특히 합판(合板)의 접착제로 사용되는 수지의 합성에 포르말린이 많이 사용되는데 이러한 포르말린 제조시설이 사업장 내에 있는 경우에는 산업용 화학제품시설로 허가를 득하여야 한다. 포르말린의 제조는 보통 메탄올과잉법, ICI법, 과잉공기법 등이 있으며, 국내 합판공장에서는 주로 메탄올과잉법으로 생산하고 있다. 또 일부 공장에서는 접착제로 사용되는 요소수지나 메라민수지, 페놀수지 등을 직접 제조하는 경우도 있는데 이러한 시설들도 화합물 및 화학제품 제조시설로 허가를 득하여야 한다.

## 【참고 문헌】

- 산업공정과 대기오염물질 배출계수(III)(2004. 6, 환경부, 국립환경과학원)
- 산업공정과 대기오염물질 관리(시멘트·레미콘·아스콘제조업)(2003. 11, 환경부)
- 대기오염물질 배출시설 해설집(2007, 환경부)
- 대기오염물질 배출허용예고기준 및 최적방지시설 설계기준 마련을 위한 연구조사(2006. 3, 환경부)
- 대기환경보전법(환경부)
- 총량관리 대기오염 배출시설 기술자료집(2010. 12, 수도권대기환경청, 한국환경공단)
- 산업공정과 오염발생(1981, 환경부)
- 통합적 환경관리와 현행 배출인허가제도(한국환경정책평가연구원, 2007)
- 폐기물소각과 대기오염처리기술(환경보전협회, 2011)
- 2015 대기관리 |전문관리자과정|(환경보전협회, 2015)
- 유해물질 산업보건편람 아스팔트 흙(한국산업안전공단, 2006)
- 설비공학편람 제2권(대학설비공학회, 2011)
- 최근의 산업용 고효율소형 보일러 운용시스템(한국기계산업진흥회, 2014)
- 대기공학(동종인 저, 2003)
- 대기오염개론(동종인, 홍지형, 공성용 공저, 2000)
- 대기관리기술사(박성복 저, 2013)
- 건국대학교 자동차 생산기술 수업자료
- 소규모 자동차 수리업체의 도장으로 인한 대기배출물질 관리 및 저감 방안 연구 (한국대기환경학회, 2013)

- 산업안전대사전
- 환경공학용어사전
- 화학대사전
- 대기배출사업장 운영관리 가이드라인 연구(1)

〈 기타 홈페이지 자료(사진자료 및 기술자료) 〉

- [www.defra.gov.uk/industrial-emission](http://www.defra.gov.uk/industrial-emission)
- <http://www.rec.org/REC/Programs/REREP/BERCEN/PDF/Zoran.doc>
- <http://blog.daum.net/p-mount/5641267>
- 충주 Clean energy park
- <http://joyful-jss.tistory.com/568>
- 첨단에너지(주)
- 보람이엔티(주)(<http://kr.gobizkorea.com>)
- [http://cafe.daum.net/\\_c21\\_/bbs\\_search\\_read?grpId](http://cafe.daum.net/_c21_/bbs_search_read?grpId)
- 한라산업개발 주식회사
- (주)지애텍 [http://www.gandtech.co.kr/sub/bus\\_02.php](http://www.gandtech.co.kr/sub/bus_02.php)
- (주)키이엔지니어링
- <http://blog.naver.com/gas7466?Redirect=Log&logNo=90190789461>
- 국가 환경산업기술 정보시스템([www.konetic.or.kr](http://www.konetic.or.kr))
- 다음 카페 '환경공학연구'
- Alibaba.com(<http://korean.alibaba.com/product-gs-img/--117471582>)

- 디와이산업개발주식회사
- (주)한일기공
- [http://www.clien.net/cs2/bbs/board.php?bo\\_table=park&wr\\_id=36555897](http://www.clien.net/cs2/bbs/board.php?bo_table=park&wr_id=36555897)
- [www.korea.kr/policy/mainView.do?newsId=148762003](http://www.korea.kr/policy/mainView.do?newsId=148762003)
- 울산광역시 자원회수시설
- 수도권매립지관리공사
- EN Tech
- SRF 열병합 발전소
- 부산시 음식 자원화 시설
- 환경부 블로그 기자단 자료
- 서울시 음식 자원화 시설
- <http://m.blog.daum.net/ecowalker188/178>
- 한국건설자원협회
- (사)한국목재 재활용협회
- 한국폐기물 협회
- 한국금속캔자원협회
- 한국유리병재활용협회
- 폐기물처리기술(이종협 서울대 응용화학부 교수 홈페이지 자료)
- [http://hntech.kr/skin\\_default/sub\\_page.php?page\\_idx=17](http://hntech.kr/skin_default/sub_page.php?page_idx=17)
- 신림참숯(<http://www.backtan.co.kr>)
- <http://dspcharcoal.co.kr/korea/charcoal/charcoal03.htm>

- <http://dhghtjrdl.blog.me/220453078817>
- (주) 황등산업
- [www.haein.com](http://www.haein.com)
- <http://www.speco-europe.com>
- <http://kredmash.all.biz>
- 삼덕특수아스콘 주식회사
- [www.hanil.com](http://www.hanil.com)
- 인공경량골재(한아기초소재주식회사 기술자료)
- 포스코, 현대제철, 동부제철 홈페이지
- SIEMENS Company, Germany
- JFE Steel Company(japan)
- Encyclopedia of safety
- Wuxi Bolong Machinery Company, China
- 한국산업인력공단
- 요소설비 기술(보일러본체)(에너지관리공단 홈페이지자료)
- <http://blog.naver.com/jooly21?Redirect=Log&logNo=60009214645>
- 에너지 solution center(주)템스크이앤지(<http://blog.daum.net/josajeon/13813208>)
- (주)이엔이테크놀러지(<http://enetek.co>)
- <http://www.enviworld.co.kr/sample/2004.8.23/dkb23sample.htm>
- 한성더스킹 기술자료(<http://www.dustking.co.kr>)
- 화학공학소재연구정보센터 홈페이지 자료

- Neundorfer(<http://www.neundorfer.com>)
- 블루버드환경(주), <http://www.blbird.co.kr>
- 휴먼에너지(주)(<http://www.hmenergy.net>)
- SM's e-Home(<http://www.separationprocesses.com>)
- 에스에이치 컴퍼니(<http://blog.naver.com/safehu01?Redirect>)
- (주)신기엔지니어링
- 크린에어테크(주)(<http://cleanat.com>)
- 두산엔진(<http://www.doosanengine.com/>)
- 서울시 온라인 뉴스
- 음식물 쓰레기도 자원

