

장외영향평가서 작성 실무

컨설팅 사업부 이동민 부장

Environment Technology



(주) 하이텍환경



1. 사업장 및 취급시설 개요(1)



사업장 일반정보

| 구분 | 작성내용 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------|--------|-----|-----|--------|-----|-----|----|--|--|--|--|--|
| 사업장명 | | | | | | | | | | | | | | |
| 대표자 | | | | | | | | | | | | | | |
| 우편번호/주소 | | | | | | | | | | | | | | |
| 관할기관 | | | | | | | | | | | | | | |
| 사업자 등록번호 | | | | | | | | | | | | | | |
| (예상) 근로자수 | | | | | | | | | | | | | | |
| 표준산업분류 (업종번호) | | | | | | | | | | | | | | |
| 연간 매출액 | 전체 사업장 : | 해당 공정 : | | | | | | | | | | | | |
| 대표전화 및 FAX | 담당자 및 연락처 | | | | | | | | | | | | | |
| 영업허가 구분 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>제조업</th> <th>사용업</th> <th>보관·저장업</th> <th>운반업</th> <th>판매업</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>내용</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | 구분 | 제조업 | 사용업 | 보관·저장업 | 운반업 | 판매업 | 내용 | | | | | |
| 구분 | 제조업 | 사용업 | 보관·저장업 | 운반업 | 판매업 | | | | | | | | | |
| 내용 | | | | | | | | | | | | | | |
| 제출대상 | <input type="checkbox"/> 장외영향평가서 <input type="checkbox"/> 위해관리계획서 | | | | | | | | | | | | | |
| 제출구분 | <input type="checkbox"/> 신규시설 <input type="checkbox"/> 변경 <input type="checkbox"/> 재 제출(직전 적합판정일 :) | | | | | | | | | | | | | |
| 사고예방제도 관계여부 | 1.공정안전보고서 <input type="checkbox"/> 대상 <input type="checkbox"/> 비대상 2.안전성향상계획서 <input type="checkbox"/> 대상 <input type="checkbox"/> 비대상 3.기타 () <input type="checkbox"/> 대상 <input type="checkbox"/> 비대상 | | | | | | | | | | | | | |
| 사고 영향범위내 주민여부 | <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 | | | | | | | | | | | | | |
| 최근 5년간 화학사고 여부 | <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 | | | | | | | | | | | | | |
| 위해관리계획서 작성 수준 | <input type="checkbox"/> 수준 1(영향범위내 주민이 없고 5년간 사고가 없을 경우) <input type="checkbox"/> 수준 2(수준 1이 아니면서 사고예방제도 비적용 사업장) <input type="checkbox"/> 수준 3(수준 1이 아니면서 사고예방제도 적용 사업장) | | | | | | | | | | | | | |
| 장외영향평가서 작성 수준 | <input type="checkbox"/> 간이 <input type="checkbox"/> 표준 <small>※ 장외영향평가서를 함께 제출하는 작성자의 경우 작성한다.</small> | | | | | | | | | | | | | |
| 위해관리계획서 작성자 | | 자격확인 | | | | | | | | | | | | |

사업자등록번호를 기준으로 사업장별로 작성!

각 공정별로 구분

원칙적으로 사업장 직접 작성!
그러므로 자격도 사업장에서 득해야 함!
수료증 첨부!

1. 사업장 및 취급시설 개요(2)



취급시설 개요

| 구분 | 세부내용 | | | |
|--------------|--|-------|---|--------------------|
| 취급시설(설비) | | | | |
| 부지(면적) | | | | |
| 주요건물 | | | | |
| 공정개요 | | | | |
| 장치·설비 및 보유수량 | <input type="checkbox"/> 상압저상탱크 (대) | | <input type="checkbox"/> 건조기 (대) | |
| | <input type="checkbox"/> 압력용기 (대) | | <input type="checkbox"/> 가열로 및 히터 (대) | |
| | <input type="checkbox"/> 열교환기 (대) | | <input type="checkbox"/> 드럼 또는 용기 (대) | |
| | <input type="checkbox"/> 탈조류(증류탑 등) (대) | | <input type="checkbox"/> 유해가스 처리설비 (대) | |
| | <input type="checkbox"/> 반응기 (대) | | <input type="checkbox"/> 기타 설비 (대) | |
| 동력기계 및 보유수량 | <input type="checkbox"/> 펌프 (대) | | <input type="checkbox"/> 송풍기 (대) | |
| | <input type="checkbox"/> 압축기 (대) | | <input type="checkbox"/> 기타 동력기계 (대) | |
| 입·출하 및 운반시설 | <input type="checkbox"/> 입·출하 시설 (개소) | | <input type="checkbox"/> 보유 탱크로리 (대) | |
| 유해화학물질 및 취급량 | 유해화학물질 구분 | 화학물질명 | 제조·사용 수량(연간) | 보관·저장 수량(설비 중 최대량) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 최초 가동일 | | | | |
| 최근 변경일 | | | | |
| 착공(예정)일 | | | | |
| 가동(예정)일 | | | | |

- 해당 단위공장에서 사용하는 모든 유해화학물질 작성!
- 다양한 농도의 사고대비물질이 있다면, 각각의 물질별 농도를 모두 작성!

2. 유해화학물질 목록 및 취급량 작성

유해성정보는??
고시 별지 제6호서식
작성 또는 MSDS 첨부!!

유해화학물질의 목록 및 취급량

| 공정 구분 | 유해 화학 물질명 | CAS No. | 분자식 | 물질 상태 | 농도 (%) | 폭발한계 | | 독성값 | 인화점 (°C) | 발화점 (°C) | 끓는점 (°C) | 증기압 (20°C, mmHg) | 부식성 (유, 무) | 취급량 (ton) | | 비고 |
|----------|---------------|----------|-------------------------------|-------|-------------|-------|-------|--|----------|----------|----------|------------------|------------|-----------|--------|----|
| | | | | | | 하한 | 상한 | | | | | | | 연간 취급량 | 일일 최대량 | |
| BT 분리 공정 | 벤젠 (Benzene) | 71-43-2 | C ₆ H ₆ | 액체 | 58.8 ~ 99.9 | 1.2 % | 7.8 % | <ul style="list-style-type: none"> LD₅₀(쥐, 경구) : 810 mg/kg LD₅₀(토끼, 경피) : 8,260 mg/kg LC₅₀(쥐, 흡입) : 42.5~46.9 mg/L/4h TWA : 1 ppm, 3 mg/m³ STEL : 5 ppm, 6 mg/m³ - ERPG : 150 ppm | -11 | 498 | 80 | 75.02 | 무 | 100,000 | 10,000 | - |
| BT 분리 공정 | 톨루엔 (Toluene) | 108-88-3 | C ₇ H ₈ | 액체 | 90 ~ 99.9 | 1.2 % | 7.1 % | <ul style="list-style-type: none"> LD₅₀(쥐, 경구) : 5,300~5,910 mg/kg LD₅₀(토끼, 경피) : 8,390~18,090 mg/kg LC₅₀(쥐, 흡입) : 12.5 mg/L TWA : 50 ppm, 188 mg/m³ STEL : 150 ppm, 560 mg/m³ - ERPG : 300 ppm | 4 | 480 | 111 | 28.4 | 무 | 100,000 | 10,000 | - |
| 공정 기재 | 한글명 | CAS No. | 분자식 | 성상 | 실제 함량 | 최대 농도 | 최소 농도 | 급성독성값, ERPG값 등 기재(MSDS참고) | MSDS | | | 금속부식성 | 전년도 실적기준 | 타법적용여부 | | |

- 사업장 영업허가증에 허가받은 모든 유해화학물질은 반드시 포함
- 공급업체 MSDS기준으로 작성하고 없는 물성값은 다른 참고 자료를 찾아서 작성(※ 첨부 MSDS와 값 일치)
- 지정수량 이상 해당 공장에서 취급하는 유해화학물질을 모두 작성



3. 장치·설비 목록 및 명세 작성



가. 장치·설비 목록 및 명세

(예시) 1.압력용기 2.증류탑 3.반응기 4.열교환기 5.탱크류 등

장치·설비 목록 및 명세

“압력, 온도, 용량” ?
설계값 > 운전값
다시 한번 Check!

유해화학물질이 누출될 수 있는 가장 큰 연결구!
생략하고 싶다면 P&ID 번호는 꼭 작성!

| 연번 | 구분 기호 | 장치·설비 명 | 취급물질 | 물질상태 | 연결구 정보 | 압력(MPa) | | 온도(°C) | | 용량(m ³) | | 사용재질 | 설계표준 | 비고 | |
|----|----------|------------|------|------|-----------|---------|----|--------|----|---------------------|----|------|------|----|--|
| | | | | | | 설계 | 운전 | 설계 | 운전 | 설계 | 운전 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

다양한 농도의 유해화학물질이 있다면!
농도도 같이 입력!

취급물질에 적합한지!
재질에 대한 근거자료 첨부!

해당 유해화학물질 취급 장치·설비에 표시!

▪ 일반적으로 모든 장치설비목록을 포함하여 작성, 유해화학물질 해당설비에는 음영처리

※ 음영처리된 해당설비의 수와 취급시설 개요의 설비의 수 일치여부 확인이 필수

4. 동력기계 목록 및 명세 작성



나. 동력기계 목록 및 명세

동력기계 목록 및 명세

(공정)

| 연번 | 구분 기호 | 동력기계 명 | 연결 설비명 | | 취급물질 | 토출압력 (MPa) | 토출온도 (°C) | 토출유량 (kg/hr) | 전동기 용량 (kW) | 주요 재질 | 비고 |
|----|----------|--------|--------|-----|------|---------------|--------------|-----------------|----------------|-------|----|
| | | | 인입측 | 토출측 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

해당 유해화학물질 취급 장치·설비에 표시!

재질에 대한 근거 자료 첨부!

5. 배관 및 개스킷 명세 작성



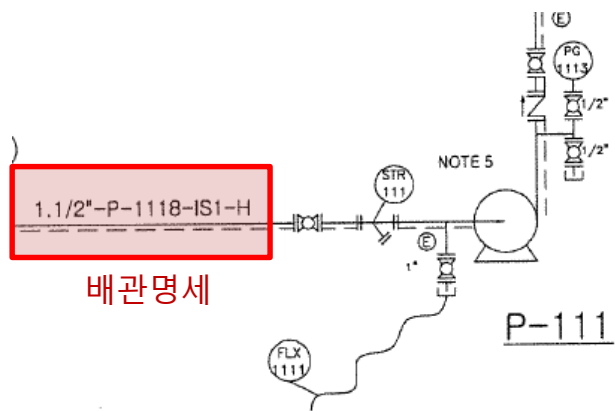
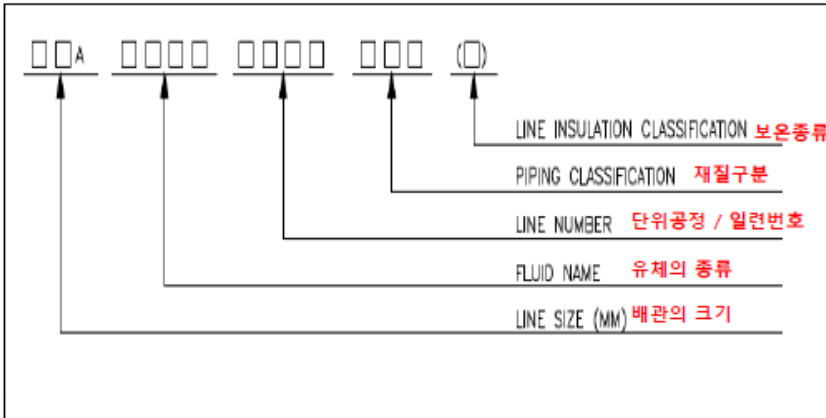
다. 배관 및 개스킷 명세

배관의 비파괴검사, 후열처리 여부를 작성!
 동일한 물질을 취급하는 재질은
 동일한 기준을 적용!

| 연번 | 구분기호 | 취급물질 | 설계압력 (Mpa) | 설계온도 (°C) | 배관 명세 | 개스킷 명세 | 비고 |
|----|----------|-------------------------|------------|-------------|--|-------------------------------|----------------|
| 1 | 배관의 구분기호 | 해당 배관에 흐르는 모든 물질의 종류 기재 | 해당배관의 설계압력 | 해당 배관의 설계온도 | <ul style="list-style-type: none"> - 배관의 직경(외경), 두께(외경-내경), 재질, 규격이 확인 가능하도록 - 필요한 경우 범례도 포함 | 개스킷의 재질 및 형태 기재 (상품명이 아닌 일반명) | 비파괴검사, 후열처리 여부 |
| 2 | A101 | NaOH, HCl | ATM | AMB | 2"~9" PIPE: D2575 C.S(SPP) KS | SPRIAL WOOD STS304 | 비파괴검사율: 100% |

해당 유해화학물질 취급 장치·설비에 표시!

재질에 대한 근거 자료 첨부!



6. 안전밸브 및 파열판 명세 작성



라. 안전밸브 및 파열판 명세

안전밸브 및 파열판 명세

“배출용량” ?

소요배출용량 ≤ 정격배출용량

다시 한번 Check!

“압력” ?

보호기기 운전압력 < 안전밸브 설정압력 ≤ 보호기기 설계압력

다시 한번 Check!

(공정)

| 연번 | 구분 기호 | 보호 기기 | 취급 물질 | 상태 | 노즐크기 | | 배출용량 | | 압력 | | | 안전밸브 재질 | | 정밀도 (오차 범위) | 배출 연결 부위 | 비고 |
|----|----------|----------|----------|----|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|-------------|-------------------|----------------|----|
| | | | | | 입구 (mm) | 출구 (mm) | 소요 배출용량 (kg/hr) | 정격 배출용량 (kg/hr) | 보호기기 운전압력 (MPa) | 보호기기 설계압력 (MPa) | 안전밸브 설정압력 (MPa) | 몸체 | 취급물질 접촉부 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

안전밸브 압력방출시험 계획

배출처리시설의 적절성 & 용량 검토!

- 안전밸브 작동원인 모두 고려!
- Governing Case가 적절한지 근거 제시!

안전밸브 용량검토서??

- 각 안전밸브별 작동원인 모두 고려(외부화재, 반응폭주, Power Failure 등)!
- 안전밸브를 통해 가장 최대량이 배출될 수 있는 경우(Governing Case) 선정!
- Governing Case의 분출용량이 플레어시스템 또는 스크러버 등의 처리용량(kg/hr)보다 충분히 적은 양인지를 비교·검토, 근거 제시!

[작성예시] 취급시설 목록 및 명세 등



가. 장치·설비 목록 및 명세

| 연번 | 구분기호 | 장치·설비명 | 취급물질 | 물질상태 | 연결구 정보 | 압력(MPa) | | 온도(°C) | | 용량(m ³) | | 사용재질 | 설계표준 | 비고 |
|----|---------|------------------------|----------|------|----------------------|---------|-----|--------|-------|---|--|----------------|------|---|
| | | | | | | 설계 | 운전 | 설계 | 운전 | 설계 | 운전 | | | |
| 1 | T-M-014 | PICKLING TANK (산처리 시설) | HCl(35%) | 액체 | 50A VS-HOSE C형 (가오관) | F.L | ATM | 90 | 10~35 | 91.2 m ³ (2,000W x 2,400H x 19,000L) | 69.9 m ³ (2,000W x 1,840H x 9,000L) | KS-CONIC + FRP | ASTM | 후열처리 여부: NO 비파괴 검사율: NO 유해화학물질 취급설비 |
| 2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

나. 동력기계 목록 및 명세

| 연번 | 구분기호 | 동력기계명 | 연결 설비명 | | 취급물질 | 토출 압력 (MPa) | 토출 온도 (°C) | 토출 유량 (kg/hr) | 전동기 용량 (kW) | 주요 재질 | 비고 |
|----|--------|----------|---------------|---------------|-----------|-------------|------------|---------------|-------------|--------------------------------------|---|
| | | | 인입측 | 토출측 | | | | | | | |
| 1 | AG-303 | AGITATOR | TK-304 | - | NaOH(25%) | - | 0~30 | - | 2.2 | TEFC (전폐주물 전동기) | - 방호장치: 안전카바, 동력 차단장치 - 형식: VERTICAL TYPE - 유해화학물질 취급설비 |
| 2 | PU-101 | PUMP | ST-101 (저장탱크) | MT-301 (계량탱크) | NaOH(25%) | 0.3 | AMB | 13,200 | 5.5 | Casing : STS316 Impeller : STS316 | - 방폭 : Ex d II B T4 - 형식 : 원심형 |

[작성예시] 취급시설 목록 및 명세 등



다. 배관 및 개스킷 명세

| 연번 | 구분기호 | 취급물질 | 설계압력 (MPa) | 설계온도 (°C) | 배관 명세 | 개스킷 명세 | 비고 |
|----|------|----------|------------|-----------|----------------|---------|--|
| 1 | HC | HCl(35%) | 0.3 | AMB | 50mm HOSE: PVC | PTFE 시트 | - 비파괴 검사율: NO - 후열처리여부: NO - 유해화학물질 취급 |
| 2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

라. 안전밸브 및 파열판 명세

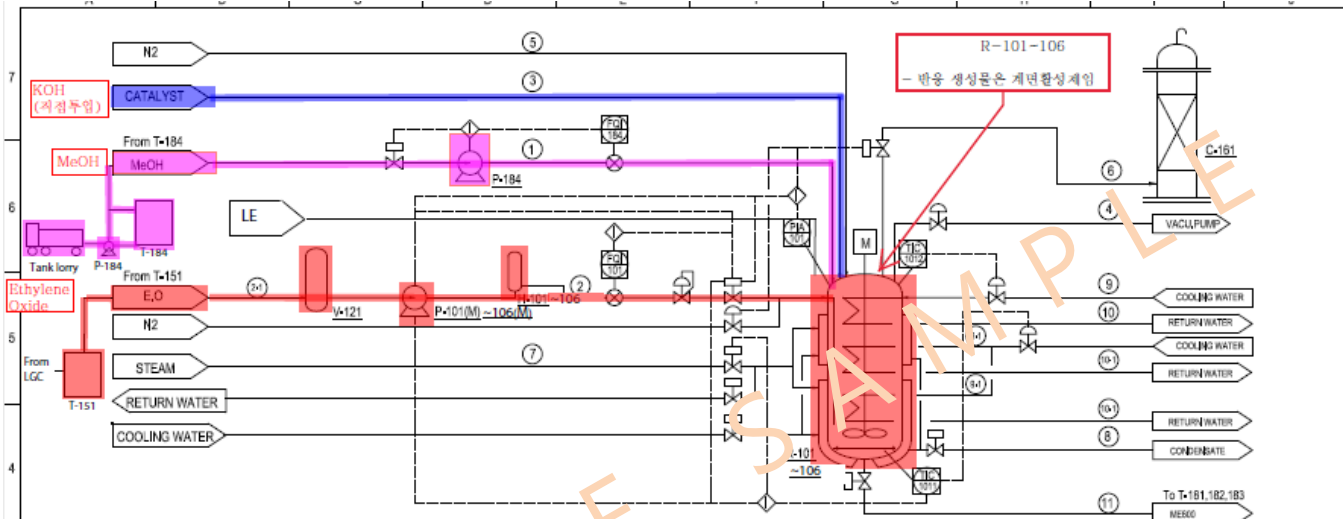
| 연번 | 구분기호 | 보호기기 | 취급물질 | 상태 | 노즐크기 | | 배출용량 | | 압력 | | | 안전밸브 재질 | | 정밀도 (오차 범위) | 배출연결부위 | 비고 |
|----|--------|---------------|-------|-----|---------|---------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|-------------|--------|-----|
| | | | | | 입구 (mm) | 출구 (mm) | 소요배출용량 (kg/hr) | 정격배출용량 (kg/hr) | 보호기기 운전압력 (MPa) | 보호기기 설계압력 (MPa) | 안전밸브 설정압력 (MPa) | 몸체 | 취급물질접촉부 | | | |
| 1 | PSV-01 | In/Out Piping | 암모니아수 | 액상 | 20 | 25 | 6,952 | 7,500 | 0.29 | 0.99 | 0.98 | A276-316 | A276-316 | ±0.014% | T-01 | 열장평 |
| 2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

7. 공정흐름도(PFD)



PFD

- 공정계통과 장치설계기준을 나타내 주는 도면
- 유해화학물질 취급장치 설비, 주요 동력기계는 색깔 표시



| STREAM NUMBER | ① | ②/⑤ | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨/⑩ | ⑩/⑪ | ⑪ |
|--------------------------------|---------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------|-------|------------|---------------|---------------|---------------------|
| FLUID | MeOH | ETHYLENE OXIDE | CATALYST (KOH) | WATER (VAPO) | NITROGEN GAS | VENT GAS | STEAM | CONDENSATE | COOLING WATER | COOLING WATER | NONIONIC SURFACTANT |
| RAW MATERIAL | 1.1% | | | | | | | | | | |
| ETHYLENE OXIDE | | 100% | | | | | | | | | |
| CATALYST | | | 100% | | | | | | | | |
| WATER | 0.1% | | | 100% | | | | | | | 1.2% |
| NITROGEN | | | | | 100% | 100% | | | | | |
| STEAM | | | | | | | 100% | | | | |
| CONDENSATE | | | | | | | | 100% | | | |
| COOLING WATER | | | | | | | | | 100% | 100% | |
| SURFACTANT | | | | | | | | | | | 99.95% |
| TOTAL(kg/BATCH) | 1,333 | 23,667 | 6,25 | 2 | | | | | | | 25,000 |
| FLOW RATE (kg/HR) | 9,000 | 2,500 | | | | | 500 | 500 | 40,000 | 40,000 | |
| (G : Me/HR) | | | | 1.2 | 36 | 36 | | | | | |
| SP.GR. (g/cm ³) | 0.79 | 0.897 | 1.51 | | | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.07 |
| PRESSURE (kg/cm ²) | 3 | 5.0/4 | ATM | 0.01 Torr | 3.0 | 3.0 | 7 | 1 | 4.0 | 4 | 2 |
| TEMPERATURE (°C) | AMBIENT | -5~0 | | 120 | AMBIENT | 60 | 148 | 100 | 37 | 45 | 50 |

R-101-106 V-121 AUTOCLAVE EO HEADER

H-101-106 P-101(M)-106 EO CUBIC METER EO FEED PUMP TANK

P-184 MeOH FEED PUMP

T-151 MeOH STORAGE TANK

T-181, 182, 183 MeOH STORAGE TANK

C-161 SCRUBBER

ISSUED FOR DESIGN CONFIDENTIAL

| | | | | | |
|-----|------|--------|--------|-------|---------|
| NO. | DATE | PERSON | DESIGN | CHECK | APPROV. |
| | | | | | |

PROJECT NAME: _____

DESIGN: S. J. LEE

DATE: 2010.01.08

SCALE: 1:1000

DATE: 10.06.11

REV: 1

PROCESS FLOW DIAGRAM

- 물질수지 (Material Balance)
- 흐름번호
 - 흐름명칭
 - 상(Phase)
 - 성분명칭 및 구성비
 - 유량
 - 유체특성(비중, 밀도)
 - 운전온도, 압력

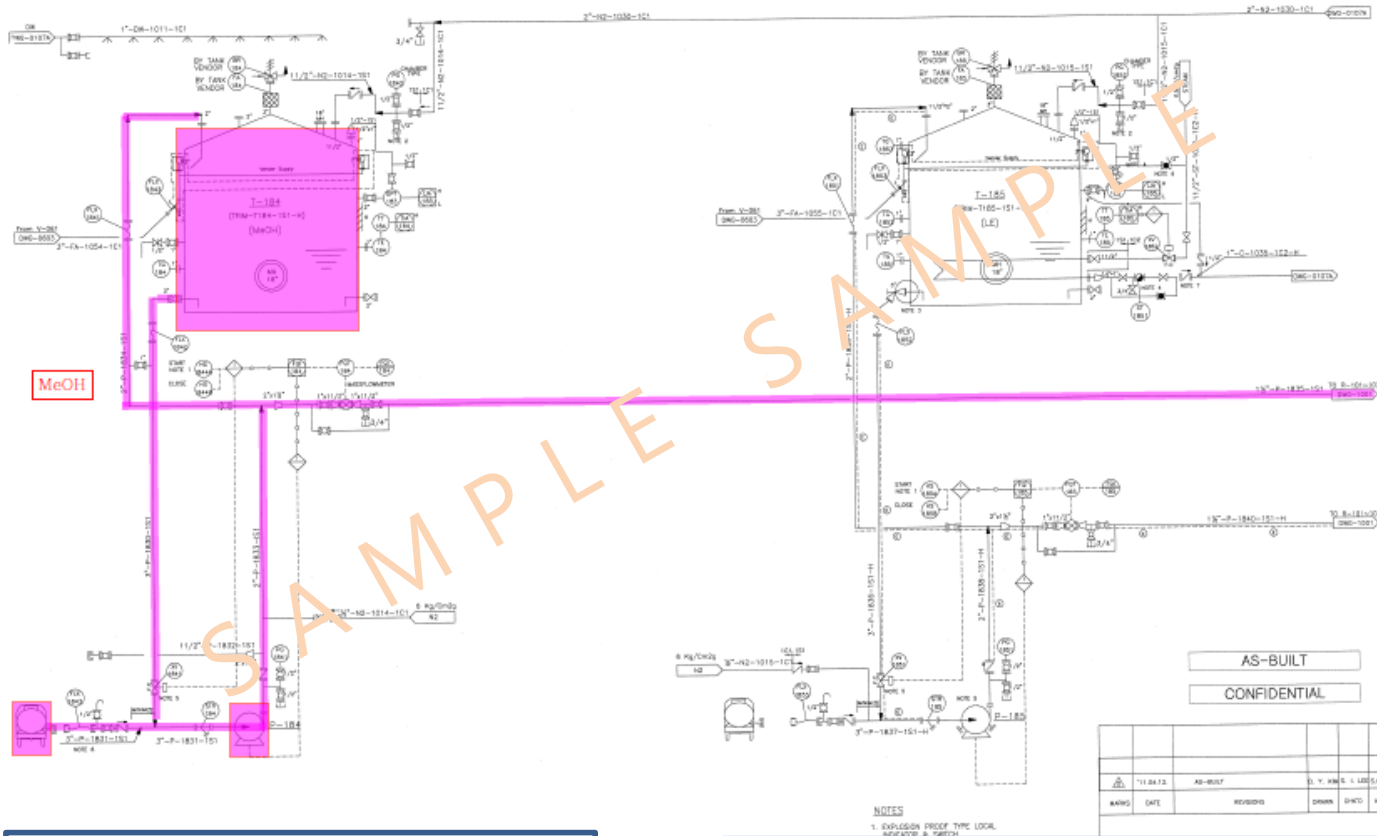


8. 공정배관계장도(P&ID)



P&ID

공정에 필요한 모든 공정장치, 동력기계, 배관, 공정제어 및 계기 등을 표시하고 상호 연관관계를 나타내주는 도면



※ 체크해야 할 사항

1. 유해화학물질 배관 색깔표시
2. 도면상에 도식화된 설비와 Short Spec. 일치여부
3. 주요 장치 및 동력 기기 등 표시여부
4. Short Spec과 명세서 일치여부

| I-184 | I-185 | P-184 | P-185 |
|--|--|--|---|
| MeOH STORAGE TANK 75 m ³ , ø3400 x 8500H A240-324 | LE STORAGE TANK 75 m ³ , ø3400 x 8500H A240-324 HEAT AREA : 10m ² | MeOH UNLOADING PUMP 20m ³ /HR, 70 Mtr Narrowed type A301-CFB | LE UNLOADING PUMP 12m ³ /HR, 70 Mtr Internal Gear type(W/Seal) A351-CFB |

*장치 및 동력 Short Spec. : 용량, 사이즈, 설계압력, 설계온도, 재질 등 포함

9. 취급시설의 입지정보(1)



가. 공장위치도

해당 사업장의 위치를 확인할 수 있도록 지도상에 표시



9. 취급시설의 입지정보(2)



나. 전체배치도(Overall Layout) 및 설비배치도



전체배치도는 ?

- 거리 표시! (축척 등 사용)
- 해당 설비를 중심으로 사업장 경계선, 주변 건물(인근 사업장 등) 모두 포함!
- 기타시설(사무실, 저장창고 등) 위치 표시!

설비배치도는 ?

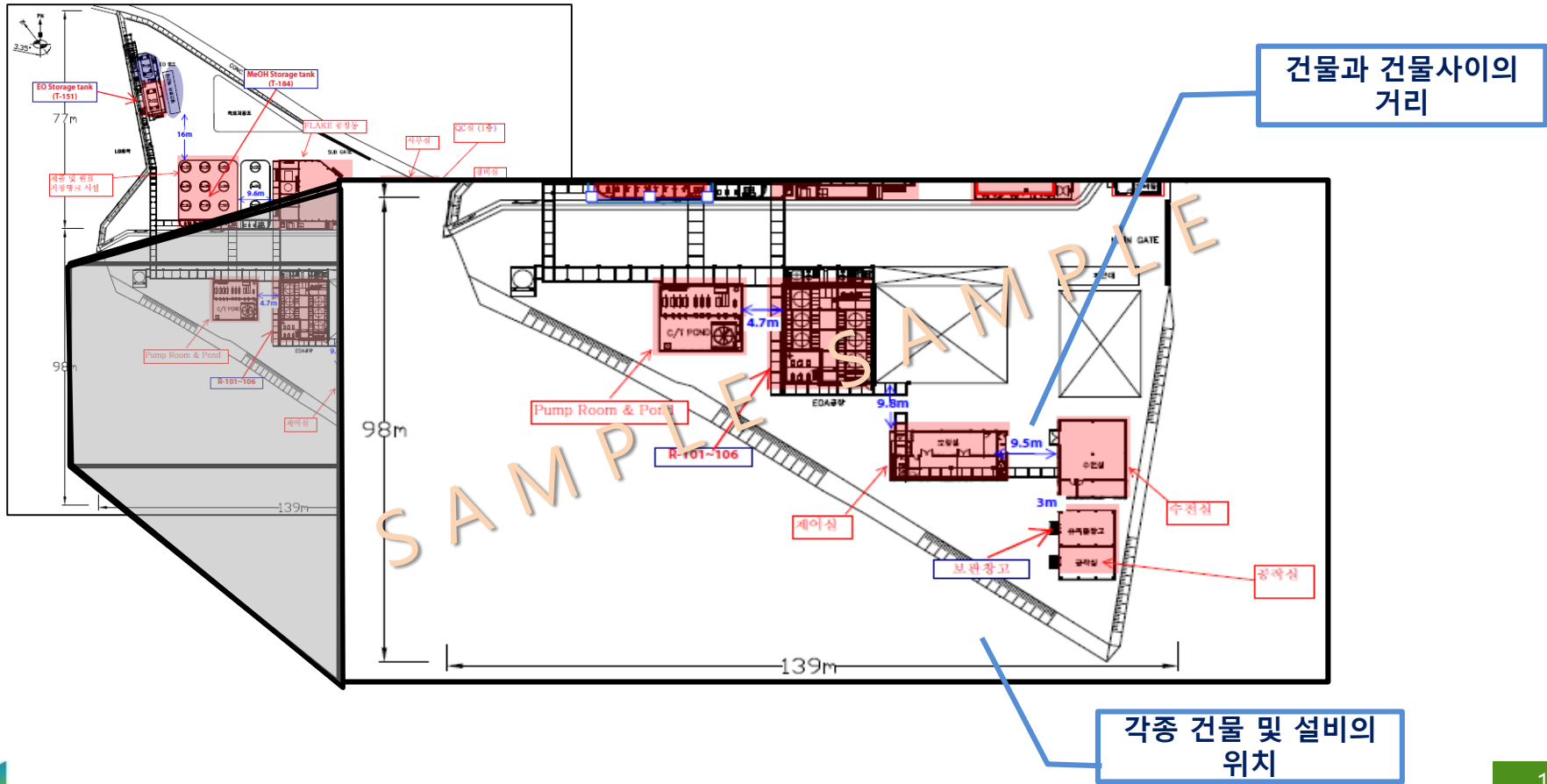
- 거리 표시! (축척 등 사용)
- 사고대비물질 취급시설 위치 표시!
- 설치 높이, 설비간 거리 등 포함!

9. 취급시설의 입지정보(3)



나. 전체배치도(Overall Layout) 및 설비배치도

전체배치도

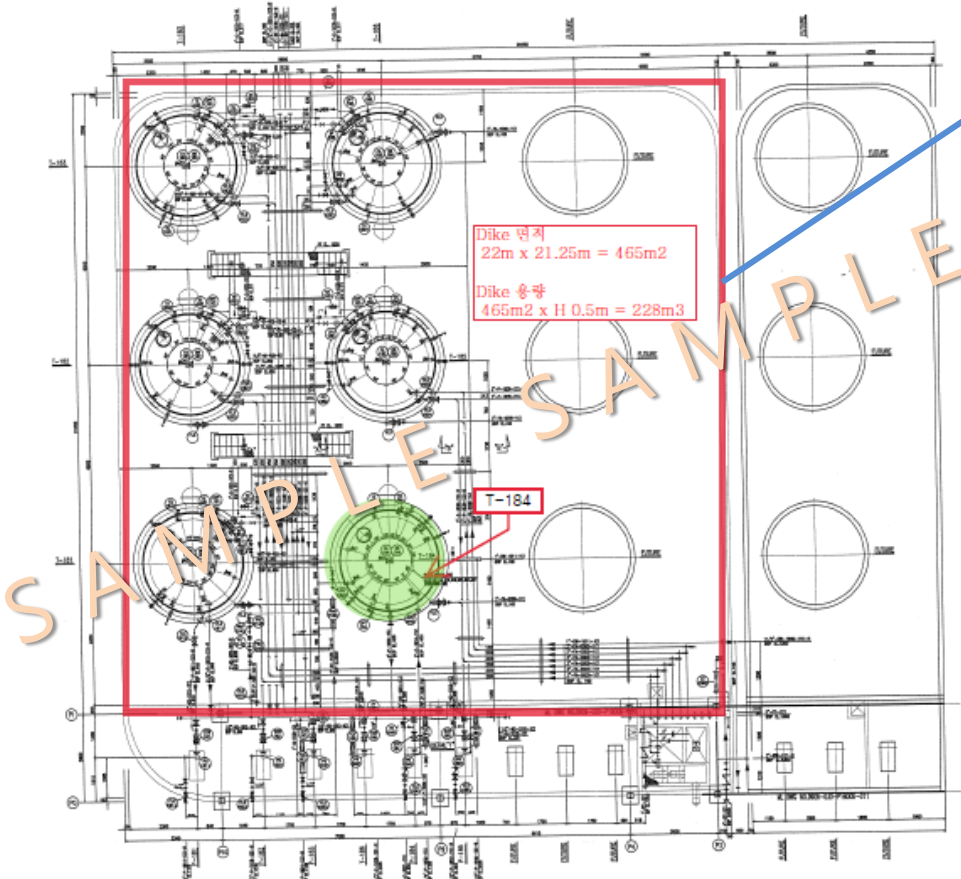


9. 취급시설의 입지정보(4)



나. 전체배치도(Overall Layout) 및 설비배치도

설비배치도



- 1. 축척표시
- 2. 유해화학물질 취급시설 위치 표시
- 3. 방류벽 및 트렌치 위치와 면적 표시

10. 주변지역 기상정보



해당지역의 최소 1년간의 기상정보 등을 관련고시 별지에 따라 작성 (기상청 자료를 참고하여 작성)

주변지역 기상정보

()지역

1. 평균기상 개황

| 평균 온도 (℃) | 평균 습도 (%) | 주 풍향 | 평균 풍속 (m/s) | 대기안정도 | 지표면의 굴곡도 |
|-----------|-----------|------|-------------|-------|----------|
| | | | | | |

주) ① 기상청에서 제공하는 해당지역의 최근 기상정보를 참고하여 작성한다.
 ② 평균온도, 평균습도, 평균풍속은 1년을 기준하여 평균값을 작성한다.
 ③ 주풍향은 1년 중 가장 빈도가 높은 풍향을 작성한다.
 ④ 대기안정도는 D, E, F 중에서 해당지역의 특성에 맞게 작성한다.
 ⑤ 지표면 굴곡도는 인접지역에 빌딩 또는 나무 등이 많이 존재하는 지역은 도시지형, 평탄한 지역은 전원지형으로 작성한다.

2. 월별 기상 현황

| 년 | 월 | 평균 온도 (℃) | 평균 습도 (%) | 주 풍향 | 평균 풍속 (m/s) | 비고 |
|---|-----|-----------|-----------|------|-------------|----|
| 년 | 1월 | | | | | |
| | 2월 | | | | | |
| | 3월 | | | | | |
| | 4월 | | | | | |
| | 5월 | | | | | |
| | 6월 | | | | | |
| | 7월 | | | | | |
| | 8월 | | | | | |
| | 9월 | | | | | |
| | 10월 | | | | | |
| | 11월 | | | | | |
| | 12월 | | | | | |

주) ① 기상정보는 기상청에서 제공하는 해당지역의 최근 기상정보를 참고하여 작성한다.
 ② 평균온도 및 평균습도란은 해당 월의 평균온도, 평균습도를 작성한다.
 ③ 주 풍향란에는 월별 주 풍향(평균적으로 가장 우세한 바람의 방향)을 작성한다.
 ④ 평균풍속란에는 월별 평균풍속을 작성한다.
 ⑤ 비고란은 기상정보에 대한 기타사항을 작성한다.

The screenshot shows the '국내기후자료: 과거자료' (Domestic Climate Data: Past Data) page. It displays a table of monthly climate data for a selected location. The table includes columns for month, average temperature, average humidity, average wind speed, and other metrics. A red box highlights the '지역기상형 선택' (Select Regional Climate Type), '연도 선택' (Select Year), and '요소(평균기온 등) 선택' (Select Element (Average Temperature, etc.)) options.

| 월 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 평균 온도 | 1.2 | -0.8 | -2.1 | 16.4 | 16.8 | 19.1 | 21.1 | 23.1 | 21.1 | 18.1 | 15.1 | 12.1 |
| 평균 습도 | 57 | 53 | 51 | 75.9 | 77.1 | 78.2 | 78.2 | 78.2 | 78.2 | 78.2 | 78.2 | 78.2 |
| 평균 풍속 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 10.1 | 10.7 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| 평균 풍향 | 151 | 151 | 151 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 |



10. 주변지역 기상정보



✓ 기상정보 사이트에서 단계별로 진행하여 엑셀파일을 획득

※ 「기상청국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr/jsp/home/contents/main/main.do>)」에 들어가서 왼쪽 상단의 「스마트 검색」을 선택

1

국가기후자료센터 스마트 검색 서비스

1. 관측분야 선택

1. 관측분야

2. 관측지점

3. 기후요소

4. 조회기간

관측분야

- 해양
- 지상기상관측
- 방재기상관측

※ 첫 번째 화면에서 관측분야를 지상기상관측을 선택한다. 지상기상관측을 선택하면 전국의 기상 관측소가 존재하는 지역을 선택하는 화면이 나타난다.

2

2. 관측지점 선택

다음 >

지도로 선택

설정된 지점으로 선택

원하시는 지역을 선택해 주세요

리스트로 보기

※ 사용자 사업장과 가장 근접한 지역을 선택한 후 우측 상단의 “다음” 버튼을 클릭하면 기후요소 선택화면으로 이동한다.

10. 주변지역 기상정보



✓ 기상정보 사이트에서 단계별로 진행하여 엑셀파일을 획득

3 이전 3. 기후요소 선택 다음 ▶

관측자료 통계자료

기온, 강수량, 바람, 기압, 습도, 일사/일조, 구름, 시정

지상기상관측

선택하신 기후요소 목록입니다. 초기화

평균기온 최고기온 최저기온 평균풍속

최대풍속 최대순간풍속 최다발생풍향 평균습도

최소습도

4 이전 4. 조회기간 선택

지점통계 ▶ 일별 ▶ 월별 ▶ 연도별 ▶

2013-01 ~ 2013-12

2013 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월 Today

2013 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월 Today

통계분석 결과보기

※ 기후 요소화면에서 상단 중앙의 통계자료 버튼을 클릭한 후 중앙 요소 버튼에서 기온, 바람, 습도를 선택하고 하단의 상세 요소에서 범용프로그램에서 필요한 평균기온, 평균풍속, 최다발생풍향, 평균습도만 선택하도록 한다. 모든 선택이 완료되면 우측 상단의 다음 버튼을 클릭하여 조회기간 선택으로 이동한다.

※ 하단의 조회기간선택 화면에서 보고서 제출 시기 기준 작년에 해당하는 기간을 "월별"로 지정한 후 1월부터 12월까지 기간을 입력하고 "통계분석결과보기" 버튼을 클릭한다.



10. 주변지역 기상정보



✓ 기상정보 사이트에서 단계별로 진행하여 엑셀파일을 획득

5

선택하신 조건에 대한 통계결과 화면입니다.

최대 1000건 까지 검색 가능합니다. (단, 파일 저장은 최대 10000건 까지 제공됩니다.)

다운로드하실 파일 종류를 선택해주세요.

원시자료 O/C자료 지점배타자료

| 지점번호 | 지점 | 일자 | 평균기온 (°C) | 평균 일최고 기온 | 평균 일최저 기온 | |
|------|-----|----|-----------|-----------|-----------|------|
| 1 | 108 | 서울 | 2013-01 | -3.4 | 0.3 | -6.6 |
| 2 | 108 | 서울 | 2013-02 | -1.2 | 2.8 | -4.9 |
| 3 | 108 | 서울 | 2013-03 | 5.1 | 10.8 | 0.7 |
| 4 | 108 | 서울 | 2013-04 | 10.0 | 15.0 | 5.7 |
| 5 | 108 | 서울 | 2013-05 | 18.2 | 23.6 | 13.7 |
| 6 | 108 | 서울 | 2013-06 | 24.4 | 29.2 | 20.5 |
| 7 | 108 | 서울 | 2013-07 | 25.5 | 28.3 | 23.4 |
| 8 | 108 | 서울 | 2013-08 | 27.7 | 31.1 | 24.8 |
| 9 | 108 | 서울 | 2013-09 | 21.8 | 25.9 | 18.0 |
| 10 | 108 | 서울 | 2013-10 | 15.8 | 21.2 | 10.9 |
| 11 | 108 | 서울 | 2013-11 | 6.2 | 10.7 | 2.1 |
| 12 | 108 | 서울 | 2013-12 | -0.2 | 3.5 | -3.5 |

기상데이터생성지스 [호환 모드] - Microsoft Excel

지점번호 지점 일자 평균기온 (°C) 평균일최고기온 평균일최저기온

| 지점번호 | 지점 | 일자 | 평균기온 (°C) | 평균일최고기온 | 평균일최저기온 | |
|------|-----|----|-----------|---------|---------|------|
| 1 | 108 | 서울 | 2013-01 | -3.4 | 0.3 | -6.6 |
| 2 | 108 | 서울 | 2013-02 | -1.2 | 2.8 | -4.9 |
| 3 | 108 | 서울 | 2013-03 | 5.1 | 10.8 | 0.7 |
| 4 | 108 | 서울 | 2013-04 | 10.0 | 15.0 | 5.7 |
| 5 | 108 | 서울 | 2013-05 | 18.2 | 23.6 | 13.7 |
| 6 | 108 | 서울 | 2013-06 | 24.4 | 29.2 | 20.5 |
| 7 | 108 | 서울 | 2013-07 | 25.5 | 28.3 | 23.4 |
| 8 | 108 | 서울 | 2013-08 | 27.7 | 31.1 | 24.8 |
| 9 | 108 | 서울 | 2013-09 | 21.8 | 25.9 | 18.0 |
| 10 | 108 | 서울 | 2013-10 | 15.8 | 21.2 | 10.9 |
| 11 | 108 | 서울 | 2013-11 | 6.2 | 10.7 | 2.1 |
| 12 | 108 | 서울 | 2013-12 | -0.2 | 3.5 | -3.5 |

관측분야 지상기상관측
조회기간 임의기간(월별): 2013년 01월 ~ 2013년 12월
관측지점 서울(108)
출력기후요소 평균기온, 평균습도, 평균풍속, 최대발생풍향

| 지점번호 | 지점 | 일자 | 평균기온 (°C) | 평균습도 (%) | 평균풍속 (m/s) | 최대풍향 (deg) | |
|------|-----|----|-----------|----------|------------|------------|-----|
| 9 | 108 | 서울 | 2013-01 | -3.4 | 57 | 2.6 | 70 |
| 10 | 108 | 서울 | 2013-02 | -1.2 | 54 | 2.2 | 70 |
| 11 | 108 | 서울 | 2013-03 | 5.1 | 49 | 2.8 | 77 |
| 12 | 108 | 서울 | 2013-04 | 10 | 54 | 2.5 | 75 |
| 13 | 108 | 서울 | 2013-05 | 18.2 | 58 | 2.4 | 85 |
| 14 | 108 | 서울 | 2013-06 | 24.4 | 60 | 1.9 | 115 |
| 15 | 108 | 서울 | 2013-07 | 25.5 | 79 | 2 | 122 |
| 16 | 108 | 서울 | 2013-08 | 27.7 | 69 | 2.2 | 99 |
| 17 | 108 | 서울 | 2013-09 | 21.8 | 63 | 2.8 | 75 |
| 18 | 108 | 서울 | 2013-10 | 15.8 | 59 | 2.5 | 79 |
| 19 | 108 | 서울 | 2013-11 | 6.2 | 58 | 2.3 | 78 |
| 20 | 108 | 서울 | 2013-12 | -0.2 | 60 | 2.7 | 69 |

※ 마지막 조회기간 선택화면에서 상단의 엑셀 저장 버튼을 클릭하면 최종 엑셀파일을 다운로드 받을 수 있다.

11. 사고시나리오 도출(1)



위험요인 및 대상설비 선정

- 유해화학물질 취급 장치, 설비를 모두 도출
- 소량기준 및 기준함량 미만 여부 판단

※ 1장 기본평가정보(장치명세, PFD, P&ID)에서 선정된 유해화학물질 취급설비가 누락되지 않았는지 검토

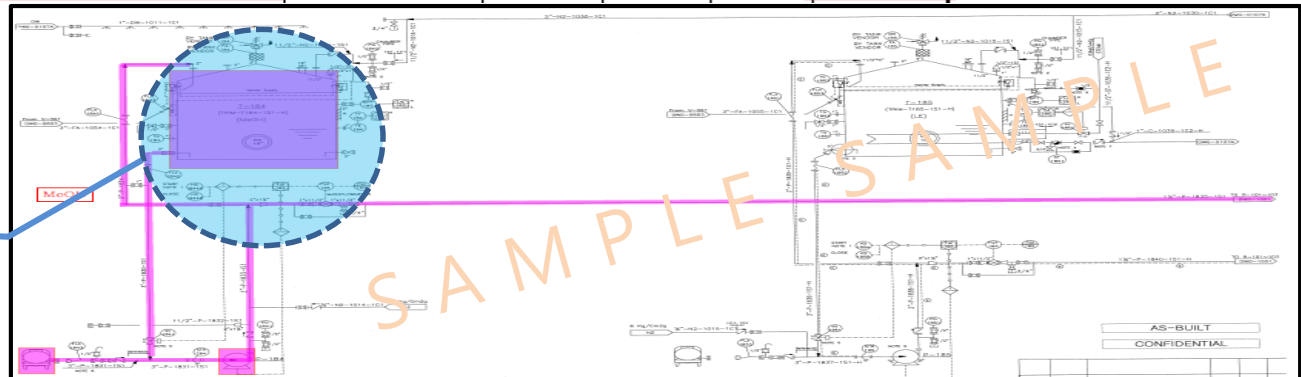
1.2.2 사고시나리오 도출

(1) 위험요인 및 대상설비 선정

장치 설비목록의 운전조건과 일치 여부확인

| 위험 요인 | 기기명 | 취급물질 | 취급· 저장량 (kg) | 운전조건 | | 비고 |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------|-------------|------|
| | | | | 온도 (°C) | 압력 (MPa) | |
| 저장량 | 폐수처리설비_수산화나트륨 보관창고 | 98% NaOH | 1,000 | 25 | - | 소량기준 |
| 저장량 | 폐수처리설비_황산 공급탱크(T-1608) | 70% H ₂ SO ₄ | 1,260 | 25 | 1.0 | |
| 저장량 | 폐수처리설비_수산화나트륨 공급탱크(T-1609) | 5%미만 NaOH | 685 | 25 | 1.0 | 함량미만 |
| 저장량 | 폐수처리설비_Chemical Mixing Tank(T-1609) | 10%미만 H ₂ SO ₄ | 9,000 | 25 | 0.1 | 함량미만 |

위험대상설비



11. 사고시나리오 도출(2)



위험요인별 영향매트릭스

위험요인

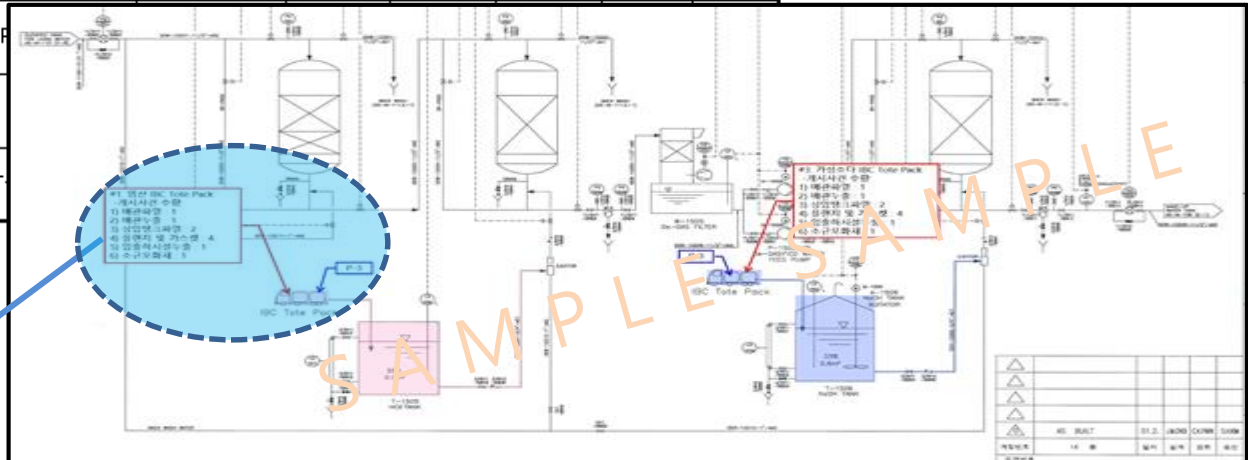
1. 독성: 독성물질이 대기 중으로 흘러나온 경우
2. 증기운폭발(VCE): 액화가스 저장탱크나 고압가연성 액체용기가 파괴되어 다량의 인화성 증기가 대기 중으로 급격히 방출되어 증기운을 형성하는 경우
3. 화구(BLEVE): 비점 이상의 압력으로 유지되는 액체가 들어있는 탱크 파열 시 발생하는 경우
4. 풀화재(Pool Fire): 인화성 액체가 누출되어 풀을 형성한 후 점화원에 의해 풀전체에 화재가 발생하는 경우
5. 제트화재(Jet Fire): 기압 혹은 액화 상태의 인화성 가스가 저장탱크 또는 배관 구멍의 균열에 의해 유출된 후 점화되었을 때 발생하는 경우

(2) 위험요인별 영향매트릭스

| 위험요인 | 기기명 | 취급물질 | 영향 | | | | |
|------|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|-----------|----------|-----|
| | | | Toxic | BLEVE | Pool Fire | Jet Fire | VCE |
| 저장량 | 폐수처리설비_황산 공급탱크(T-1608) | 70% H ₂ SO ₄ | ○ | | | | |
| 저장량 | 여열이용시설_염산 JBC Tote Pack | 35% HCl | ○ | | | | |

해당물질의 특성에 따라 영향 요인 선정

| | | |
|-----|-----------------------------|--|
| 저장량 | 여열이용시설_수산화나트륨 JBC Tote Pack | |
| 저장량 | 여열이용시설_염산 공급탱크(T-1505) | |
| 저장량 | 여열이용시설_수산화나트륨 공급탱크(T-1506) | |



도출시나리오 번호 P&ID의 해당설비에 표시



12. 시나리오 선정 및 결과 도출(1)



시나리오 선정

- KORA프로그램의 시뮬레이션 결과로 평가조건에 따라 최악, 대안의 조건으로 분류
- 최악과 대안의 시나리오를 분류하는 평가조건으로는 끝점, 기상조건, 누출조건이 있음

평가조건

○ 최악조건

- 끝점 (최악 및 대안 공통)
독성물질의 농도는 ERPG-2값
복사열은 5 kW/m²(40조)
과압은 1 psi 을 적용한다.

- 기상조건
풍속 : 1.5 m/s
대기안정도 : F (매우안정)
대기온도 : 25 °C
대기습도 : 50 %

- 누출조건
누출시간 : 최대 10분 동안 누출된다고 가정
누출량 : 단일 용기 내의 최대량 또는 보유하고 있는 최대량이 누출된다고 가정
누출물질의 온도 : 낮 시간의 최고온도 37°C 또는 운전온도 중 큰 수치를 적용
누출지점 : 지표면에서 누출되는 것으로 가정
지표면 굴곡상태 : 도시지역으로 가정

○ 대안조건

- 끝점 (최악 및 대안 공통)
독성물질의 농도는 ERPG-2값
복사열은 5 kW/m²(40조)
과압은 1 psi 을 적용한다.

- 기상조건 (구미지역)
풍속 : 1.7 m/s
대기안정도 : D (중립)
대기온도 : 13.5 °C
대기습도 : 64 %

- 누출조건
누출시간 : 발생가능성이 있는 누출시간 적용
누출량 : 수동적 완화시스템에 의한 감소량 고려
누출물질의 온도 : 해당 설비의 운전온도
누출지점 : 해당 설비의 실제 높이 또는 지표면의 높이로 가정
지표면 굴곡상태 : 도시지역 (구미지역)

1) 최악조건

| 시나리오 | 온도 (°C) | 압력 (MPa) | 용량 (kg) | 취급물질 | 물질상 | 누출량 (mm) | 누출률 (kg/sec) | 피해반경 (m) | 광의거리 (m) |
|----------------------------------|---------|----------|---------|------------------------------------|-----|----------|--------------|----------|----------|
| 폐수처리설비_황산 공급탱크(T-1608) - 특성 | 25 | 1.0 | 1,260 | 70% H ₂ SO ₄ | 액상 | 20 | 2.1 | 11 | 0 |
| 여열이용시설_염산 JBC Tote Pack - 특성 | 25 | 0.3 | 1,178 | 35% HCl | 액상 | - | 2.0 | 135 | 95 |
| 여열이용시설_수산화나트륨 JBC Tote Pack - 특성 | 25 | 0.3 | 1,370 | 33% NaOH | 액상 | - | 2.3 | 9 | 0 |
| 여열이용시설_황산 공급탱크(T-1505) - 특성 | 25 | 0.1 | 707 | 35% HCl | 액상 | - | 1.2 | 50 | 4 |
| 여열이용시설_수산화나트륨 공급탱크(T-1506) - 특성 | 25 | 0.1 | 822 | 33% NaOH | 액상 | - | 1.4 | 10 | 0 |

2) 대안조건

| 시나리오 | 온도 (°C) | 압력 (MPa) | 용량 (kg) | 취급물질 | 물질상 | 누출량 (mm) | 누출률 (kg/sec) | 피해반경 (m) | 광의거리 (m) |
|----------------------------------|---------|----------|---------|------------------------------------|-----|----------|--------------|----------|----------|
| 폐수처리설비_황산 공급탱크(T-1608) - 특성 | 25 | 1.0 | 1,260 | 70% H ₂ SO ₄ | 액상 | 20 | 1.90 | 11 | 0 |
| 여열이용시설_염산 JBC Tote Pack - 특성 | 25 | 0.3 | 1,178 | 35% HCl | 액상 | 50 | 33.28 | 77 | 37 |
| 여열이용시설_수산화나트륨 JBC Tote Pack - 특성 | 25 | 0.3 | 1,370 | 33% NaOH | 액상 | 50 | 33.11 | 9 | 0 |
| 여열이용시설_황산 공급탱크(T-1505) - 특성 | 25 | 0.1 | 707 | 35% HCl | 액상 | 20 | 3.19 | 29 | 0 |
| 여열이용시설_수산화나트륨 공급탱크(T-1506) - 특성 | 25 | 0.1 | 822 | 33% NaOH | 액상 | 20 | 3.19 | 10 | 0 |

12. 시나리오 선정 및 결과 도출(2)

화학물질안전원지침 제 2014-1호
사고시나리오선정에 관한 기술지침 참고

3) 사고시나리오별 영향범위 평가 결과표

| 시나리오 | | 구 분 | 온 도 (°C) | 압력 (MPa) | 중량 (kg) | 주요 물질 | 피해 대상 | 누출 거리 (mm) | 누출률 (kg/sec) | 피해 반경 (m) | 장외 거리 (m) | |
|------|----|----------------------------------|----------------|-------------|------------|----------|------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|
| 최악 | #1 | 여열이용시설_염산 JBC Tote Pack - 독성 | 최악 | 25 | 0.3 | 1,178 | 35% HCl | 액상 | - | 2.0 | 135 | 95 |
| 대안 | #1 | 여열이용시설_염산 JBC Tote Pack - 독성 | 대안 | 25 | 0.3 | 1,178 | 35% HCl | 액상 | 50 | 33.28 | 77 | 37 |
| 사고 | #2 | 폐수처리설비_황산 공급탱크 (T-1808) - 독성 | 사고 | 25 | 1.0 | 1,260 | 70% H ₂ SO ₄ | 액상 | 20 | 9.90 | 11 | 0 |
| | #3 | 여열이용시설_수산화나트륨 JBC Tote Pack - 독성 | 사고 | 25 | 0.3 | 1,370 | 33% NaOH | 액상 | 50 | 33.11 | 91 | 0 |

최악의 시나리오 선정

- 위험형태(독성, 화재폭발)에 따라 최악의 시나리오를 각각 선정(피해반경기준 최대치)

대안의 시나리오 선정

- 위험형태에 따라 대안의 시나리오 각각 선정(피해반경기준 최대치)
- 독성시나리오 중 대안으로 선정된 항목의 물질 이외에 다른 물질 중에서 피해반경 기준 최대치 항목 선정

사고 시나리오 선정

- 장외에 영향을 미치는 시나리오 중 대안의 시나리오로 선정되지 않은 모든 시나리오를 선정

13. 사업장 주변지역 영향평가



사고로 인하여 영향 받는 범위와 영향범위 내 주민의 수, 공공수용체¹⁾ 및 환경수용체²⁾ 확인

- 1) 「건축법」 제2조제2호에 해당하는 주거용, 상업용, 공공건물, 공공휴양지, 학교, 병원 등
- 2) 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태·경관보호지역, 상수·취수원, 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원, 「습지보전법」 제8조에 따른 습지보호지역 등

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--|--|
| 시나리오 영향범위 | 취급시설을 중심으로 반경 (135.1)m | | |
| 영향범위 내 주민의 수 | (2)명 (거주민 2명, 근로자 0명) | | |
| 공공수용체 (적용되는 모든 것에 표시) | <input type="checkbox"/> 학교 | <input type="checkbox"/> 병원 | <input type="checkbox"/> 공공건물(행정기관등) |
| | <input type="checkbox"/> 주택(주거용) | <input type="checkbox"/> 빌딩(상업용) | <input type="checkbox"/> 다중이용시설 |
| | <input type="checkbox"/> 교정시설 | <input type="checkbox"/> 공공휴양지 | <input type="checkbox"/> 운송시설 |
| | <input type="checkbox"/> 공업시설 | <input type="checkbox"/> 주유소 및 LPG 충전소 <input type="checkbox"/> 기타() | |
| 환경수용체 (적용되는 모든 것에 표시) | <input type="checkbox"/> 국립공원 | <input type="checkbox"/> 산림지 및 유적지 | |
| | <input type="checkbox"/> 상수원 | <input type="checkbox"/> 취수원 | <input type="checkbox"/> 하천 |
| | <input type="checkbox"/> 농경지 | <input type="checkbox"/> 생태·경관보호지역 | <input checked="" type="checkbox"/> 기타(호소) |
| 주요 보호대상 위치 | | | |

[주민의 수]

- 누출원을 중심으로 사고로 인한 영향거리를 반경으로 하여 원을 그려서 원형 내에 위치하고 있는 주민의 수 계산
- ① 원의 면적과 지역평균 인구밀도의 곱으로 계산 → 통계지리정보서비스 (<http://sgis.kostat.go.kr>)의 통계네비게이트 이용
- ② 가구수를 이용할 때
→ 단독주택은 2세대 / 공동주택은 전체세대수
→ 1세대의 인구수는 2명으로 계산
- ③ 방문조사
→ 체크포인트 !!! 사업장 부지의 경계를 벗어난 인접 공장 등의 사업장에 정기적으로 출·퇴근하는 근로자를 포함
- ④ KORA프로그램 산정결과 이용
→ 주위에 사업장만 존재하는 경우 : '인근 주민수'가 아닌 '인근 사업장 근로자수'로 산정되었는지 확인

[공공수용체]

- 「건축법」 제2조 제2호에 해당하는 건축물 중
→ '유해화학물질 취급시설 외면으로부터 보호대상까지의 안전거리(안)별표2, 별표3에 규정하는 보호대상시설 확인·체크 (계속)

[환경수용체]

- 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태·경관보호지역 포함여부 확인
→ 국립공원, 상수원, 취수원, 생태경관보호지역 등 확인
- ① 환경공간정보서비스 (<http://egisme.go.kr>)
- ② 구글,네이버 등의 지도정보로 확인



14. 위험도 분석(1)



위험도 산정식

$$\text{위험도} = \text{영향범위 내 주민수}^1) \times \text{사고 발생 빈도}(\sum(\text{주요기기 고장빈도}^2) \times \text{안전성향상도}^3))$$

1) 영향범위 내 주민수

- 영향거리(반경)를 기준으로 누출원 중심으로 원을 그려 원 내의 주민 수를 산정, 사업장 주변지역 영향 평가에서 계산된 결과를 사용

2) 주요기기의 고장빈도

- 대상 시나리오를 발생시킬 수 있는 **각 개시사건의 빈도와 해당 건수를 곱하여 계산**

※ '개시사건의 전형적인 빈도 값' 및 '수동적/능동적 완화장치로 인한 위험도 감소율은 다음의 표(CCPs, Simplified Process Risk Assessment: Layer of Protection Analysis, D.A. Crowl, ed. New York: American Institute of Chemical Engineers, 2001)를 이용

| 구분 | 개시사건 | 빈도 |
|------|--|--------------------|
| I-1 | Pressure Vessel Failure(고압용기파열) | 1×10 ⁻⁶ |
| I-2 | Piping Rupture/100m(배관파열) | 1×10 ⁻⁵ |
| I-3 | Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경) | 1×10 ⁻³ |
| I-4 | Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열) | 1×10 ⁻³ |
| I-5 | Gasket/Packing Blowout(플랜지 등 가스켓 파손) | 1×10 ⁻² |
| I-6 | Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach (터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손) | 1×10 ⁻⁴ |
| I-7 | Third-party intervention(external impact by Back-hoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등) | 1×10 ⁻² |
| I-8 | Lightning strike(낙뢰) | 1×10 ⁻³ |
| I-9 | Safety valve open(Failure)(안전밸브고장) | 1×10 ⁻² |
| I-10 | Cooling Water failure(냉각수 공급 중단) | 1×10 ⁻¹ |
| I-11 | Pump Seal Failure(펌프 고장) | 1×10 ⁻¹ |
| I-12 | Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출) | 1×10 ⁻¹ |
| I-13 | BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함) | 1×10 ⁻¹ |
| I-14 | Regulator 등 Failure(조절밸브 고장) | 1×10 ⁻¹ |
| I-15 | 소규모 외부화재 | 1×10 ⁻¹ |
| I-16 | 대규모 외부화재 | 1×10 ⁻² |

3) 안전성 향상도

- 수동적, 능동적 완화장치(안전장치)의 설치/작동으로 인한 위험도를 감소
- 완화장치가 복수인 경우에는 각각의 안전성 향상도를 곱하여 계산

- √ 수동적: 방호벽, 방류벽, 배수시설 등
- √ 능동적: 중화설비(세정기 등), 소화설비, 수막설비, 긴급차단시스템 등

[수동적 완화장치(독립 방호 장치)의 안전성 향상도 값]

| 구분 | 장치 | CONTENTS | 감소율 |
|-----|---|---|--------------------|
| P-1 | Dike | 탱크로부터의 누출범위를 축소시킴 | 1×10 ⁻² |
| P-2 | Underground Drainage System (지하 누출 배관 설비) | 배관으로부터의 누출범위를 축소시킴 | 1×10 ⁻² |
| P-3 | Open Vent with no valve | 과압 방지설비(대기압) | 1×10 ⁻² |
| P-4 | Fire Proofing(내화설비) | 장비로의 열전달보호로 인한 비상조치 가능시간을 길게 함 | 1×10 ⁻² |
| P-5 | Blast wall/Bunker | 대형사고에 대한 범위를 축소시킴 | 1×10 ⁻² |
| P-6 | Inherently Safety Design | 위험성 평가 등을 고려한 근본적인 안전설계 (위험성 평가 자료보완 및 주기적 교육 조건) | 1×10 ⁻² |
| P-7 | Flame Detonation Arrestor | 화염원의 탱크 또는 배관으로의 인입 제한 (설계,정비 자료보완 조건) | 1×10 ⁻² |
| P-8 | 기타 수동적 완화장치 | 상기 장치 이외의 수동적 완화장치 | |

[능동적 완화장치(독립 방호 장치)의 안전성 향상도 값]

| 장치 | CONTENTS | 감소율 |
|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| 스감지기 및 긴급차단밸브 | 누출 시 즉시 감지하여 조치토록 하는 설비 | 1×10 ⁻¹ |
| Relief Valve/Rupture Disc | 기준 이상의 Over Pressure를 방지함 | 1×10 ⁻² |
| DC Process Control System | 공정자동화시설 | 1×10 ⁻¹ |
| 기타 능동적 완화장치 | 상기 장치 이외의 능동적 완화장치 | 1×10 ⁻¹ |

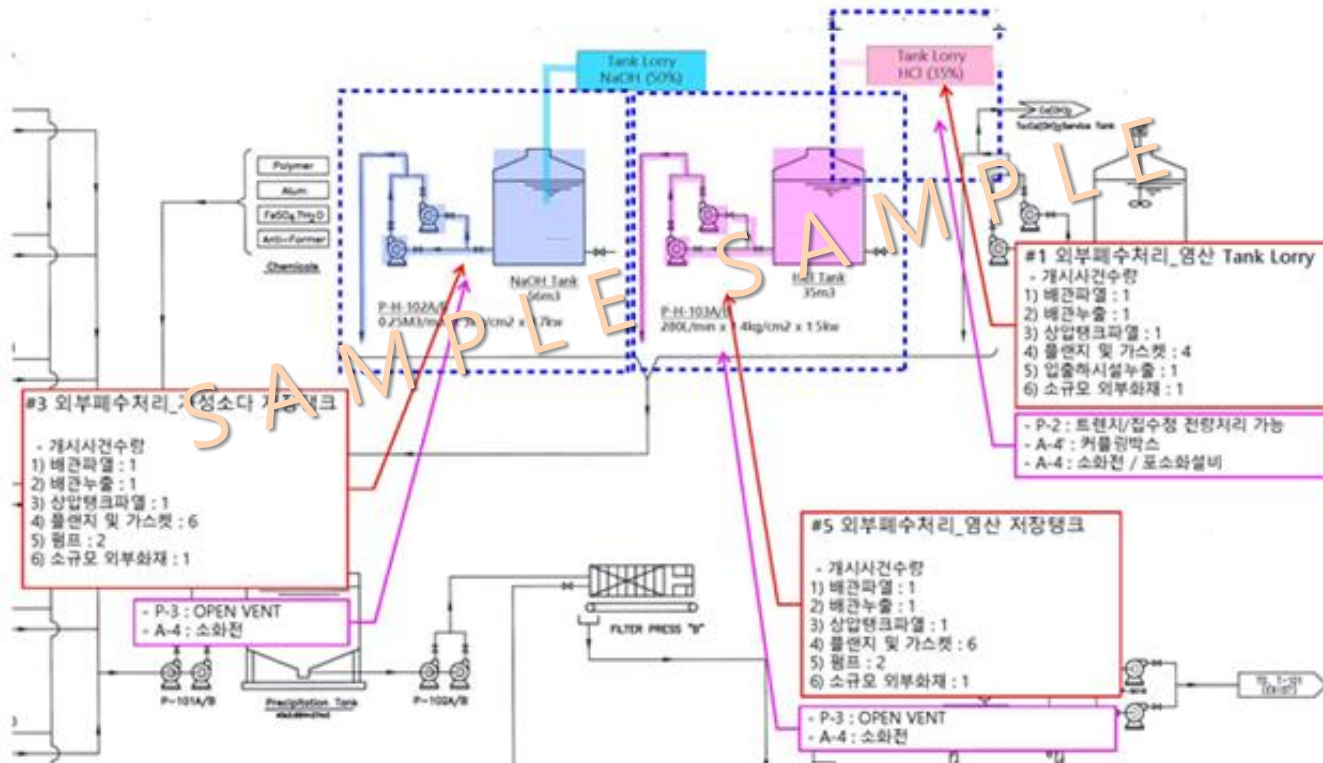
14. 위험도 분석(2)



Flange 마킹

위험도 분석대상 장치설비는 상세 도면과 같이 P&ID상에 표면

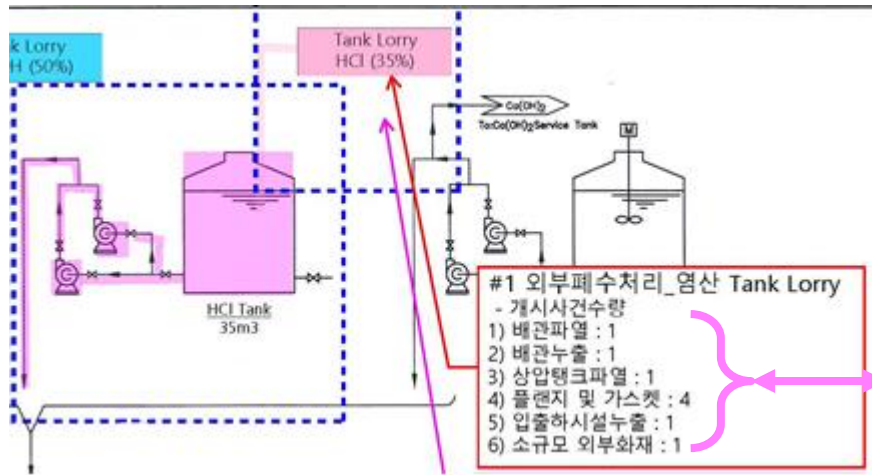
- PIPE: 파이프 100m를 기준으로 1개 산정 (대체로 100m이내이므로 1개)
- PLANGE: 분석 대상 설비에 연결된 플랜지 개수 모두 산정 (밸브의 경우 양 측단을 2개로 산정)
- SAFETY VALVE: 분석범위 내에 존재하는 안전밸브 개수 산정



14. 위험도 분석(3)



개시사건의 고장빈도



① 개시사건의 고장빈도

| 구분 | 개시사건 | 빈도 | 갯수 |
|------|---|--------------------|----|
| I-1 | Pressure Vessel Failure(고압용기파열) | 1×10^{-6} | |
| I-2 | Piping Rupture/100m(배관파열) | 1×10^{-5} | 1 |
| I-3 | Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경) | 1×10^{-3} | 1 |
| I-4 | Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열) | 1×10^{-3} | 1 |
| I-5 | Gasket/Packing Blowout(플랜지 등 가스켓 파손) | 1×10^{-2} | 4 |
| I-6 | Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach(터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손) | 1×10^{-4} | |
| I-7 | Third-party intervention(external impact by Backhoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등) | 1×10^{-2} | |
| I-8 | Lightning strike(낙뢰) | 1×10^{-3} | |
| I-9 | Safety valve open(Failure)(안전밸브고장) | 1×10^{-2} | |
| I-10 | Cooling Water failure(냉각수 공급 중단) | 1×10^{-1} | |
| I-11 | Pump Seal Failure(펌프 고장) | 1×10^{-1} | |
| I-12 | Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출) | 1×10^{-1} | 1 |
| I-13 | BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함) | 1×10^{-1} | |
| I-14 | Regulator 등 Failure(조절밸브 고장) | 1×10^{-1} | |
| I-15 | 소규모 외부화재 | 1×10^{-1} | 1 |
| I-16 | 대규모 외부화재 | 1×10^{-2} | |

14. 위험도 분석(4)



완화장치에 의한 위험도 감소

(1) 수동적/능동적 완화장치 목록

| 구분 | 완화장치 | | |
|-----------------------------|--|--|-------------------------------|
| 수동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시) | <input type="checkbox"/> 방벽 | <input type="checkbox"/> 방호벽 | <input type="checkbox"/> 방류벽 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 배수시설 | <input checked="" type="checkbox"/> 저류조 | <input type="checkbox"/> 기타 |
| 능동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시) | <input type="checkbox"/> 살수설비 | <input checked="" type="checkbox"/> 소화설비 | <input type="checkbox"/> 수막설비 |
| | <input type="checkbox"/> 중화설비 | <input type="checkbox"/> 과류방지밸브 | <input type="checkbox"/> 플래어 |
| | <input type="checkbox"/> 세정기 | <input type="checkbox"/> 긴급자단시스템 | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 기타(A-4 ¹⁾ 커플러박스, A-4 소화전/포소화설비) | | |

② 완화장치에 의한 위험도 감소

| 구분 | 개시사건 | 빈도 | 개수 | 수동적 위험도 감소 | | | | | | 능동적 위험도 감소 | | | | | | 계 |
|---------------------|---|---|----|------------|-------|---|---|---|----------|------------|----------|-------|---|----------|---|----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I-1 | Pressure Vessel Failure(고압용기파열) | 1.E-06 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-2 | Piping Rupture/100m(배관파열) | 1.E-05 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-05 |
| I-3 | Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경) | 1.E-03 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-4 | Atmosphere Tank Failure(상업 탱크 파열) | 1.E-03 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-5 | Gasket/Packing Blowout(플랜지 등 가스켓 파손) | 1.E-02 | 4 | - | - | - | - | - | 1.0.E-01 | [A-4] | - | - | - | - | - | 4.0.E-03 |
| I-6 | Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach(터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손) | 1.E-04 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-7 | Third-party intervention(external impact by Back-hoe,vehicle, etc) 외부 충격(차량 등) | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-8 | Lightning strike(낙뢰) | 1.E-03 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-9 | Safety valve open(Failure)(안전밸브고장) | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-10 | Cooling Water failure(냉각수 공급 중단) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-11 | Pump Seal Failure(펌프 고장) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-12 | Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출) | 1.E-01 | 1 | 1.0.E-02 | [P-2] | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-13 | BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-14 | Regulator 등 Failure(조절밸브 고장) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-15 | 소규모 외부화재 | 1.E-01 | 1 | - | - | - | - | - | 1.0.E-01 | [A-4] | 1.0.E-01 | [A-4] | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-16 | 대규모 외부화재 | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 완화장치에 의한 위험도 종합 감소값 | | I [(빈도 × 개수) × (수동적 위험도 감소) × (능동적 위험도 감소)] | | | | | | | | | | | | 8.0.E-03 | | |

14. 위험도 분석(4)



작성 예시

| 구분 | 개시사건 | 빈도 | 갯수 | 수동적 위험도 감소 | | | | | | 능동적 위험도 감소 | | | | | | 계 |
|---------------------|---|---|----|------------|-------|---|---|---|---|------------|-------|----------|-------|----------|---|----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I-1 | Pressure Vessel Failure(고압용기파열) | 1.E-06 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-2 | Piping Rupture/100m(배관파열) | 1.E-05 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-05 |
| I-3 | Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경) | 1.E-03 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-4 | Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열) | 1.E-03 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-5 | Gasket/Packing Blowout(플렌지 등 가스켓 파손) | 1.E-02 | 4 | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-01 | [A-4] | - | - | - | - | 4.0.E-03 |
| I-6 | Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach(터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손) | 1.E-04 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-7 | Third-party intervention(external impact by Back-hoe,vehicle, etc) 외부 충격(차량 등) | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-8 | Lightning strike(낙뢰) | 1.E-03 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-9 | Safety valve open(Failure)(안전밸브고장) | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-10 | Cooling Water failure(냉각수 공급 중단) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-11 | Pump Seal Failure(펌프 고장) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-12 | Unloading/ Loading Hose Failure(임출하 시설 누출) | 1.E-01 | 1 | 1.0.E-02 | [P-2] | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-03 |
| I-13 | BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-14 | Regulator 등 Failure(조절밸브 고장) | 1.E-01 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| I-15 | 소규모 외부화재 | 1.E-01 | 1 | - | - | - | - | - | - | 1.0.E-01 | [A-4] | 1.0.E-01 | [A-4] | - | - | 1.0.E-03 |
| I-16 | 대규모 외부화재 | 1.E-02 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 완화장치에 의한 위험도 종합 감소값 | | I [(빈도 × 갯수) × (수동적 위험도 감소) × (능동적 위험도 감소)] | | | | | | | | | | | | 8.0.E-03 | | |

- 영향범위 내 주민 수 : 55명 (거주민: 3명, 근로자: 52명)
- 고장 발생 빈도 : 8.0×10^{-3}

→ 따라서 사고시나리오에 대한 **위험도는 $55명 \times 8.0 \times 10^{-3} = 4.4 \times 10^{-1}$**

THANK YOU



(주)하이텍환경 컨설팅사업부

T 031-431-4850

F 031-431-4860

E hyenv-csd@daum.net