

2017년 화학물질 전문인력 교육

화학물질 장외영향평가서 작성 이론

2017. 6. 26



 WESRI (주)원일환경안전연구원

장외영향평가 책임컨설턴트
공학박사, 기술사 홍 성 호
bioe33@hanmail.net
☎ 010-3301-2138

본 장외영향평가서 작성안내서는 화학물질안전원에 제출 할 장외영향평가서의 정확한 작성을 돕기 위해 제공된 가이드라인을 토대로 작성한 것이므로 해당 목적으로만 활용하시기 바랍니다.



Contents

1. 기본평가정보
2. 장외평가정보
3. 다른 법률과의 관계



01

기본 평가정보



I. 사업장 일반정보 및 취급시설 개요

2 취급시설 개요

〈 (작성예시) 취급시설 개요 〉

구분	세부내용			
취급시설(설비)	BTX 취급시설			
부지(면적)	연면적: 000평(000 m ²)			
주요건물	○○○ 0층 연면적: 000평(000 m ²)			
공정개요	Extraction 에서 생산된 BZ, Tol Stream은 Extraction Product Tank에 저장된다. 다음으로 Clay Tower로 주입되는데 Clay Tower는 불포화 화합물을 흡착, 중합하여 제거한다. 그 후 BZ Tower로 주입되고 Side Stream을 통해 BZ를 생산한다. Tower BT Stream은 Tol Tower로 Feed되고 상단으로 Tol을 생산한다.			
장치·설비 종류 및 보유수량	<input checked="" type="checkbox"/> 상압저장탱크 (2대)		<input type="checkbox"/> 건조기 (대)	
	<input type="checkbox"/> 압력용기 (대)		<input type="checkbox"/> 가열로 및 히터 (대)	
	<input checked="" type="checkbox"/> 열교환기 (10대)		<input checked="" type="checkbox"/> 드럼 또는 용기 (2대)	
	<input checked="" type="checkbox"/> 탭조류(중류탑 등) (4대)		<input type="checkbox"/> 필터 (대)	
동력기계 및 보유수량	<input type="checkbox"/> 반응기 (대)		<input checked="" type="checkbox"/> 기타 설비 (2대)	
	<input checked="" type="checkbox"/> 펌프 (10대)		<input type="checkbox"/> 송풍기 (대)	
입출하 및 운반시설	<input type="checkbox"/> 압축기 (대)		<input checked="" type="checkbox"/> 기타 동력기계 (AFC 2대)	
	<input type="checkbox"/> 압출하 시설 (개소)		<input type="checkbox"/> 보유 탱크로리 (대)	
유해화학물질 및 취급량	유해화학물질 구분	화학물질명	제조·사용 수량(연간)	보관·저장 수량(설비 중 최대량)
	유독물·사고대비물질	벤젠	○○○○○톤	○○○○톤
	유독물·사고대비물질	톨루엔	○○○○○톤	○○○○톤
최초 가동일	○○○○.○○			
최근 변경일	○○○○.○○			
착공(예정)일	○○○○.○○			
가동(예정)일	○○○○.○○			

- ‘취급시설(설비)’에는 대상 공장 또는 대상 공정 명칭을 기재한다.
- ‘부지(면적)’는 대상 공장 또는 공정의 부지면적을 기재한다.
- ‘주요건물’은 대상 공장 또는 공정이 건물 내 있을 경우 건물의 층수 및 연면적을 기재한다.
- ‘공정개요’는 해당 공장(공정)에 대한 간단한 설명 및 개요를 작성하여야 한다.
- ‘장치·설비 종류 및 보유수량’에는 대상 공정에 포함된 장치·설비를 예시와 같이 표기하고 보유수량을 기재한다.
- ‘동력기계 및 보유수량’에는 대상 공정에 포함된 동력기계 및 보유수량을 기재한다.
- ‘유해화학물질 및 취급량’에는 해당 시설에서 취급하고 있는 유해화학물질의 종류와 연간제조, 사용량, 유해화학물질을 취급하는 시설(설비)들 중에서 최대로 보관 또는 저장할 수 있는 수량을 기재한다.
- 화학물질관리법 시행 이전에 가동 중인 기존시설의 경우에는 ‘최초 가동일’에 해당 공정 또는 시설(설비)의 최초 가동 날짜와 최근 변경 일자를 기재한다. 신규시설의 경우에는 착공(예정)일과 가동(예정)일 기재한다.

II. 유해화학물질 목록 및 취급량 등

1 유해화학물질의 목록 및 취급량

공정 구분	유해화학 물질명	CAS No.	분자식	물질 상태	농도 (%)	폭발 한계		독성값	인화점 (°C)	발화점 (°C)	끓는점 (°C)	증기압 (20 °C, mmHg)	부식성 (유, 무)	취급량 (kg)		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 %	• LD ₅₀ (쥐, 경구) : 810 mg/kg • LD ₅₀ (토끼, 경피) : 8,260 mg/kg • LC ₅₀ (쥐, 흡입) : 42.5~46.9 mg/L/4h • TWA : 1 ppm, 3 mg/m ³ • STEL : 5 ppm, 16 mg/m ³	-11	498	80	75.02	무	375, 830, 000	780, 000	유해 물질

- 작성하는 모든 물성 값은 자료가 없을 경우는 ‘자료없음’으로 작성하고 해당이 없을 경우는 ‘해당없음’으로 작성하여야 한다.
- (예) 질소의 인화점→해당없음, 메틸에틸케톤퍼옥사이드의 인화점→자료없음(인화성은 있으나 인화점이 얼마인지에 대한 자료가 없음)
- 취급 유해화학물질의 목록은 제출대상 공정 또는 설비에서 제조 또는 취급하는 모든 유해화학물질을 작성하여야 한다.
- ‘유해화학물질명’은 가능한 한글로 작성하고 상품명이나 고유의 화학물질명을 작성하여야 한다. 다만, 영문과 병행하여 명기할 경우에는 영문을 괄호 안에 표기하여야 한다.
- ‘CAS No.’는 화학물질안전관리정보시스(KISChem, <http://kischem.nier.go.kr>) 또는 물질안전보건자료(MSDS)를 참고하여 작성하여야 한다.
- ‘분자식’은 CH₄ 등 어떤 분자를 이루는 모든 원자들의 종류와 수를 전부 나타낸 식으로 작성하여야 한다.
- ‘물질상태’는 25 °C, 대기압에서의 기체, 액체 또는 고체 상태인지를 구분하여 작성하여야 한다.

- ‘폭발한계’는 공기 중에서 연소 및 폭발이 발생할 수 있는 공기 중의 농도의 범위로서 하한값은 폭발이 발생할 수 있는 최소의 농도 값, 상한값은 최대의 농도 값을 각각 작성한다.
- ‘독성값’은 화학물질 정보 등을 참고하여 작성하되, 급성독성값(경구(LD50), 경피(LD50), 흡입(LC50)) 또는 EPRG, AEGL, TWA 값 등을 최소 하나 이상 작성하여야 한다.
- ‘인화점’은 공기 중에 놓여 있는 어떤 물질이 점화원이 있는 상태에서 불이 붙을 수 있는 최소한의 증기를 발생시킬 수 있는 최저온도를 말하며 화학물질 정보 등을 참고하여 작성하여야 한다.
- ‘발화점’은 점화원 없이 자체적으로 불이 붙을 수 있는 최저온도를 말하며 화학물질 정보를 참고하여 작성하여야 한다.
- ‘끓는점’은 대기압에서의 액체가 끓는 온도를 작성하여야 한다.
- ‘증기압’은 20°C에서 액체 표면으로부터 발생하는 증기의 압력을 작성하고, 20°C의 증기압 자료가 없을 경우에는 측정온도에서의 증기압을 온도와 함께 작성하여야 한다. 다만, 상온에서 가스인 물질(질소, 산소 등)은 ‘해당없음’으로도 작성 가능하다.
- ‘부식성 유무’는 NaOH(강염기) 또는 HCl(강산)과 같이 금속을 부식시킬 수 있는 경우는 ○ 또는 유로 표기, 그렇지 않은 경우는 X 또는 무로 표기하여야 한다.
- ‘취급량’은 각 유해화학물질의 연간취급량과 일일최대량으로 구분하여 작성하되, 일일 최대량은 해당 설비·시설에서 제조·사용 또는 보관·저장할 수 있는 취급량 중에 가장 큰 값으로 작성하여야 한다.
- ‘비고’는 고압가스안전관리법, 위험물관리법 등의 타법의 적용여부 및 내용을 작성하여야 한다.

II. 유해화학물질 목록 및 취급량 등

#첨부: 소량기준 비교표

유해화학물질명	사업장 취급량		소량기준		소량적용 여부
	제조사용량 (kg)	보관,저장수량 (kg)	일일취급기준 (kg)	보관,저장기준 (kg)	
암모니아 25~30%	600	4500	100	1500	
질산수용액 60%	400	4000	100	1500	
염화제일주석 98%	80	1,500	400	6,000	소량
메틸알콜 98%	80	600	400	6,000	소량
수산화나트륨 98%	80	625	400	6,000	소량
포르말린 35~38%	18	240	50	750	소량
질산은 45~55%	500	-	200	3000	

II. 유해화학물질 목록 및 취급량 등

2 유해화학물질의 유해성 정보

- 유해성 정보는 다음 표의 세부내용을 포함하되, 환경부 화학물질안전관리정보시스템 (KISChem, <http://kischem.nier.go.kr>)의 화학물질 정보나 한국산업안전보건공단 (www.kosha.or.kr)의 물질안전보건자료(MSDS)를 참고하여 작성하여야 한다.

〈 유해성 정보 구성항목 〉

구 분	세부내용	
1. 취급물질의 일반정보	가. 물질명	
	나. 유사명	
	다. CAS 번호	
	라. UN 번호	
	마. 유해화학물질 관리번호	
	바. 농도(또는 함량 %)	
	사. 일일사용량	
	아. 연간취급량	
	자. 최대저장량	
	차. 용도	
	카. 제조자 정보	
타. 공급자/유통업자 정보(구매해서 사용 시)		
2. 위험·유해성 분류 및 표시정보	가. 유해성 분류	
	나. 그림문자	
	다. 신호어	
	라. 유해·위험 문구	
	마. 예방조치 문구	
3. 물리·화학적 성질	가. 물질의 상태	차. 용해도(물)
	나. 구조식	카. 용해도(용매)
	다. 분자량	타. 옥탄올/물 분배계수
	라. 냄새	파. 밀도
	마. pH	하. 비중
	바. 끓는점	거. 입도분석
	사. 녹는점	너. 점도
	아. 증기압	더. 해리상수
	자. 증기밀도	

III. 취급시설 목록 및 명세 등

3. 취급시설개요

3.1. 총괄

구분	세부내용	
취급시설(설비)	주요 생산품인 ITO(Indium Tin Oxide) 및 은나노잉크를생산하기 위한 취급시설	
부지(면적)	2653.4m ²	
주요건물	1공장, 2공장, 4공장, 5공장	
공정개요	1. 1공장: ITO를 생산하기 위하여 용해조에서 인듐과 질산으로 질산인듐 생성 후반응기에서 질산인듐과 암모니아수를 반응시켜 인듐수산화물을 생산하는 공정 2. 2공장: 은+질산+DIW(순수)를 함께 투입 후 질산은을 생산하는 공정으로 4공장 용해조 고장 또는 생산량 초과시 가동, 현재까지 가동 실적 없음 3. 4공장: 은+질산+DIW(순수)를 함께 투입하여 질산은 생산후 반응, 침전 등의 공정을 통하여 은나노잉크를 생산하는 공정 4. 5공장: 폴리이니드 필름을 상부 크레인을 통해 각 도금조에 투입, 반응 후 수세	
장치·설비 종류 및 보유수량	<input checked="" type="checkbox"/> 상압저장탱크 (9대) <input type="checkbox"/> 압력용기 (대) <input checked="" type="checkbox"/> 열교환기 (3대) <input type="checkbox"/> 탑조류(증류탑 등) (대)	<input type="checkbox"/> 건조기 (대) <input type="checkbox"/> 가열로 및 히터 (대) <input type="checkbox"/> 드럼 또는 용기 (대) <input checked="" type="checkbox"/> 필터(1대)
	<input checked="" type="checkbox"/> 반응기 (2대)	<input checked="" type="checkbox"/> 기타 설비 이동식 공급드럼 및 용기: <u>암모니아드럼(DR-1104) 1대, 질산드럼(DR-1105, DR-201, DR-401) 3대, 이동저장토트(TT-201, TT-401) 2대</u> 포르말린공급용기(T-501) 1대 스크러버 9대 유독물저장소1개소: <u>드럼45개, 말통12개, 포대:85개</u> 위험물저장소1개소: 드럼4개
동력기계 및 보유수량	<input checked="" type="checkbox"/> 펌프 (14대) <input type="checkbox"/> 압축기 (대)	<input type="checkbox"/> 송풍기 (대) <input type="checkbox"/> 기타 동력기계 (대)
	<input type="checkbox"/> 입·출하 시설 (개소)	<input type="checkbox"/> 보유 탱크로리 (대)

1 장치·설비 목록 및 명세

연번	구분기호	장치·설비명	취급물질	물질상태	연결구 정보	압력(MPa)		온도(℃)		용량(m ³)		사용재질	설계표준	비고
						설계	운전	설계	운전	설계	운전			
1	000-EA	Clay Tower	벤젠	액체	4인치, Carbon Steel (A106 Gr. B)	2.84	1.80	250	212	54.0	50.0	A516-70	ASME	비파괴 (100%) 후열처리

- '구분기호'는 압력용기, 증류탑, 반응기, 열교환기 또는 탱크류 등 장치 및 설비의 고유번호(Item No.)를 작성하되 도면(PFD 및 P&ID)과 일치하도록 작성한다.
- '장치·설비명'에는 압력용기, 증류탑, 반응기, 탱크류 등 공정에 설치되어 있는 장치 및 설비의 명칭을 구체적으로 작성하고, 가열로, 응축기 등 열교환기류는 동체(Shell)와 관(Tube)으로 구분하여 각각 작성한다.
- '취급물질'은 해당 장치에서 취급하는 화학물질을 구체적으로 작성하고 열교환기류의 경우는 동체(Shell)와 관(Tube)으로 구분하여 작성하여야 한다.
- '연결구 정보'는 장치 및 설비 중 유해화학물질이 누출될 수 있는 가장 큰 연결구 크기와 배관의 형태(고정관 또는 가요관) 또는 재질을 작성한다. 다만, 해당 장치 및 설비의 상세 내역이 포함된 공정 배관·계장도(P&ID)를 제출한 경우에는 이를 생략할 수 있다.
- '압력' 및 '온도'는 장치·설비의 운전 및 설계 압력(gauge)과 온도를 작성하되, 상압 및 상온에서 운전하는 설비의 '운전'항목에는 '상압 또는 상온' 또는 'ATM' 으로 작성하고 '설계'항목에는 F·W(Full Water) 또는 F·L(Full Liquid)로 작성한다.
 - * 상압저장탱크를 설계할 경우 해당물질이 물보다 비중이 가벼운 경우는 F·W로, 물보다 비중이 무거운 경우는 F·L로 설계
- '용량'은 장치·설비의 설계 및 운전 용량(m³)(직경(mm)×높이(mm)), 또는 넓이(m²)×높이(mm)을 작성한다. 다만, 지하에 있을 경우에는 높이를 (-) 미리미터로 작성한다.
- '사용재질'은 장치 및 설비의 본체, 부속품 및 개스킷의 재질을 재질분류기호(KS 또는 ASTM 등)로 구체적으로 작성한다.
- '설계표준'은 취급시설의 설계 및 제작기준(KS, ASME, TEMA, API 등)을 작성한다.
- '비고'는 장치 및 설비의 비파괴검사 또는 후열처리 여부 등 기타사항을 작성한다.

2 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	A000-JA/B	Benzene Tower Reflux Pump	804-F	804-E	벤젠	0.76	55	140.4	45	- Casing : Carbon steel(SCPH2) - IMPELLER : Stainless steel(SCS1)	Centrifugal (원심형) 방폭
2	000-JA/JB	Benzene Product Pumps	808-FB	B5407-F	벤젠	0.62	30	150	45	- Casing : Carbon steel(SCPH2) - IMPELLER : Stainless steel(SCS1)	Centrifugal (원심형) 방폭

- ‘구분기호’는 펌프 또는 송풍기의 고유번호(Item No.)를 작성하되 도면(PFD 및 P&ID)과 일치하는지 확인한다.
- ‘동력 기계명’은 해당 기계(펌프류, 압축기류, 송풍기류 등 동력을 사용하는 모든 기계)명을 구체적으로 작성한다.
- ‘연결 설비명’은 동력기계 전·후단의 주요설비(스트레너 등을 제외한 용기 및 반응기 등 중요설비)를 작성한다. 다만, 해당 동력기계 및 연결설비의 상세내역이 포함된 공정 배관·계장도(P&ID)를 제출한 경우에는 이를 생략할 수 있다.
- ‘토출 압력’은 동력기계 후단에서 토출되는 압력(MPa)을 작성한다. 다만, 해당 동력기계의 상세내용이 포함된 공정 배관·계장도(P&ID)를 제출한 경우에는 이를 생략할 수 있다.
- ‘토출 온도’은 동력기계 후단에서 토출되는 온도(°C)를 작성한다. 다만, 해당 동력기계의 상세내용이 포함된 공정 배관·계장도(P&ID)를 제출한 경우에는 이를 생략할 수 있다.
- ‘토출 유량’은 동력기계 후단에서 토출되는 유량(kg/hr)을 각각 작성한다. 다만, 해당 동력기계의 상세내용이 포함된 공정 배관·계장도(P&ID)를 제출한 경우에는 이를 생략할 수 있다.
- ‘전동기용량’은 해당 동력기계의 전동기 정격용량(kW)을 작성하여야 한다.
- ‘주요 재질’은 동력기계의 재질을 KS(한국산업규격) 또는 ASTM(미국재료시험학회)의 재질 기호로 일관되게 작성한다. 다만, 원심펌프의 경우는 케이싱과 임펠러의 재질을 별도로 작성한다.
- ‘비고’는 펌프 및 압축기의 경우에 왕복동형 또는 원심형 등과 같은 형식과 방폭형 여부 등 기타사항을 작성한다.

3 배관 및 개스킷 명세

연번	구분 기호	취급물질	설계 압력 (MPa)	설계 온도 (°C)	명세	개스킷	비 고
1	3PID	벤젠 등 탄화수소 (Hydro carbon)	4.6	180	1/2"~1/2"PIPE : A335 SMLS SCH80 2"~2"PIPE: A335 SMLS SCH80 3"~10"PIPE: A335 SMLS SCH40 12"~12"PIPE: A335 SMLS STD 14"~14"PIPE: A335 SMLS SCH40 16"~16"PIPE: A335 SMLS STD	304SS CL 600, 스파이럴형 (Spiral wound) Filler : 순흑연	비파괴 (100%) 후열처리

- '구분기호'는 도면(P&ID)상의 배관의 구분기호(3PID,A1K 등)를 작성한다.
- '취급물질'은 배관을 통해 이송 또는 취급되는 화학물질명을 작성하여야 한다.
- '설계압력 및 설계온도'는 배관의 설계 압력 및 설계온도를 작성하여야 한다.
- '배관명세'는 KS(한국산업규격) 또는 ASTM(미국재료시험학회)에 따른 배관의 재질명, 제작형태(Seamless관 등), 두께(Schedule No)를 작성한다.
- '개스킷 명세'는 상품명인 아닌 일반명으로 작성하고 개스킷 재질(STS 304 등) 및 형태(스파이럴형 등)를 작성하여야 한다. 다만, 스파이럴형 형태의 경우는 후프(Hoop) 재질 및 충전(Filler)를 각각 작성한다.



- '비고'는 배관의 비파괴검사 또는 후열처리 여부 등을 작성하되, 실제 실시예정 또는 실시 여부를 기입하여야 한다.

4 안전밸브 및 파열판 명세

연번	구분기호	보호기기	취급물질	상태	노즐 크기		배출 용량		압력			안전밸브 재질		정밀도 (오차 범위)	배출 연결 부위	비고
					입구 (mm)	출구 (mm)	소요 배출 용량 (kg/hr)	정격 배출 용량 (kg/hr)	보호 기기 운전 압력 (MPa)	보호 기기 설계 압력 (MPa)	안전 밸브 설정 압력 (MPa)	몸체	취급 물질 접촉부			
1	PSV-803A	000-A	벤젠	증기	4	6	400	56,712	1.84	2.84	2.84	탄소강	316SS	± 3 %	플레이어 스택	외부 화재 (일반형)
2	PSV-804E	000-E	벤젠	증기	6	8	300	37,609	0.08	0.34	0.34	탄소강	316SS	± 0.14 kg/cm ²	플레이어 스택	전력 공급 실패 (일반형)

- ‘구분기호’는 공정 배관·계장도(P&ID 등)에 표기된 안전밸브 및 파열판의 고유번호(Item No.)를 작성하여야 한다.
- ‘보호기기’는 안전밸브 및 파열판이 설치된 장치 및 설비명 등을 작성한다. 다만, 배관의 경우에는 해당 배관의 공정 배관·계장도(P&ID) 번호 등을 기재한다.
- ‘취급물질’은 보호기기에서 취급하는 유해화학물질명을 작성한다.
- ‘상태’는 장치, 설비 등에서 안전밸브가 작동하여 취급물질이 토출될 때의 유체의 상태(가스, 증기, 액체)를 작성한다.
(예시) 액화가스가 상온에서 배출되는 경우는 증기로 작성
- ‘노즐크기’는 안전밸브의 입구(인입측)와 출구(토출측)의 크기를 작성한다. 다만, 안전밸브 내의 노즐에 대한 크기정보가 있을 경우에는 입구와 출구 작성란 사이 별도로 작성하여야 한다.
- ‘배출용량’에서 ‘소요 배출용량’은 과압 발생으로 보호기기에서 배출될 수 있는 최대용량을 기재하고, ‘정격 배출용량’은 해당 안전밸브의 설계 용량을 각각 작성한다. 다만, 정격 배출용량의 값은 소요 배출용량값 이상이어야 한다.
- ‘압력’에는 안전밸브를 설치하는 압력용기 또는 배관의 운전압력, 설계압력 및 안전밸브 설정압력(안전밸브가 작동하는 압력)을 각각 작성한다. 다만, 안전밸브의 설정압력은 보호기기의 설계압력 이하이어야 한다.

- ‘안전밸브 재질’에서 ‘몸체’는 안전밸브 몸체(Body)의 재질을 작성하고 ‘취급물질 접촉부’는 취급물질이 직접 접촉하는 접촉부(Trim)의 재질을 각각 작성한다.
- ‘정밀도’는 안전밸브 및 파열판의 설정압력 범위에 대한 정밀도를 말하며 아래의 정밀도 이내인지를 확인 후 작성한다.

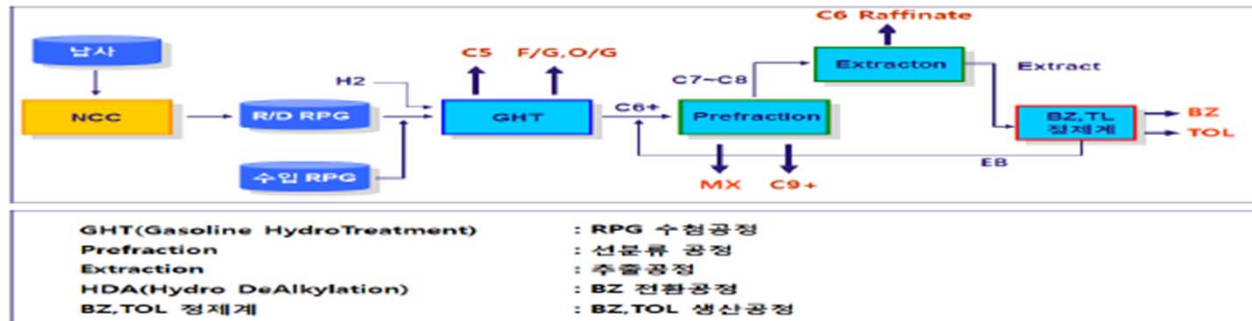
설정압력	안전밸브의 정밀도
0.5 MPa 미만	± 0.015 MPa 이내
0.5 MPa 이상 2.0 MPa 미만	± 3 % 이내
2.0 MPa 이상 10.0 MPa 미만	± 2 % 이내
10.0 MPa 이상	± 1.5 %이내

설정압력	파열판의 정밀도
0.3 MPa 미만	± 0.015 MPa 이내
0.3 MPa 이상	± 5 % 이내

- ‘배출연결부위’는 안전밸브 토출부가 연결된 용기 또는 설비(플레어 스택, 스크러버 등)를 작성하고, 스팀 등이 대기로 배출될 경우는 ‘대기’ 또는 ‘ATM’으로 작성한다. 다만, 인화성 물질은 플레어 스택으로, 독성물질은 스크러버로 연결되도록 하여야 한다.
- ‘비고’는 안전밸브의 작동원인(냉각수 차단, 전기공급중단, 외부 화재 또는 열팽창 등)과 안전밸브 형식(일반형 또는 Balanced bellows) 등 기타사항을 작성한다.
 ※ Balanced bellows 안전밸브는 후압(Back pressure)에 관계없이 설정압력에서 안전밸브가 작동하나 일반형 안전밸브는 그렇지 않음.

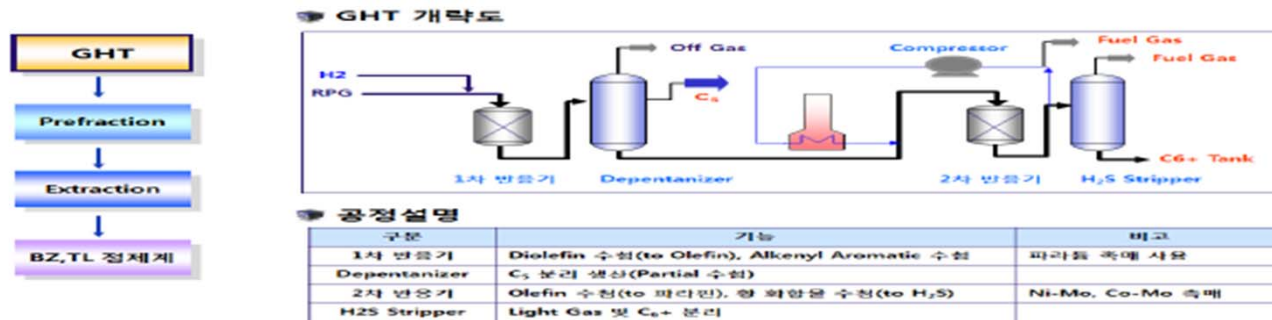
1 공정개요

- 공정개요에는 유해화학물질을 취급하는 공정위주로 해당 공정에서 일어나는 화학반응 및 처리방법, 운전조건, 반응조건 등의 사항들을 포함하여야 한다.
- 공정설명은 다음과 같이 단위공정별 흐름을 공정개요도로 작성하여 전체 공정을 쉽게 이해할 수 있도록 하여야 한다.



< (작성예시) 공정 개요도 >

- 필요한 경우 공정을 구성하고 있는 단위공정에 대해서도 다음 그림과 같이 흐름도를 포함하여 각 설비의 기능을 쉽게 이해할 수 있도록 작성하여야 한다.



< (작성예시) 단위공정 흐름도 >

2 운전 및 반응조건

- '운전 및 반응조건'에는 공정을 구성하고 있는 단위설비의 온도, 압력, 수위 등의 정상운전 및 반응 조건과 해당 설비의 이상 작동을 경계해야 하는 운전조건을 작성한다.

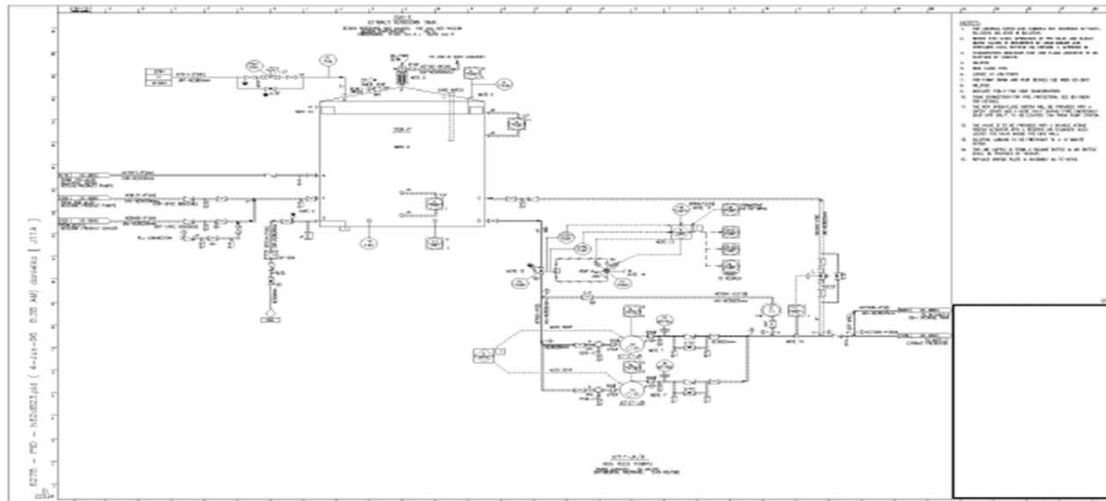
〈 (작성예시) 정상운전 조건 〉

구분	온도		압력		수위		기타	
	정상	경계	정상	경계	정상	경계	정상	경계
Extractor Rundown Tank			PDI 3 kg/cm ² 이하	PDI 5 kg/cm ² 이하				
Clay Column	상단 Tray ΔT(32단-7단) 2.5~10 °C	상단 Tray ΔT(32단-7단) 2.5~10 °C 범위 외	OVHD Pressure 0.2~1.0 kg/cm ²	OVHD Pressure 0.2 kg/cm ² 미만 1.0 kg/cm ² 초과				
Benzene Tower	BTM Temp 185~210 °C	BTM Temp 185~210°C 범위 외	OVHD Pressure 2.5~4.5 kg/cm ²	OVHD Pressure 2.5 kg/cm ² 미만 4.5 kg/cm ² 초과				
Toluene								
Benzene R/D Tank					Level 90 % 미만	Level 90 % 이상		

4 공정배관계장도(P&ID)

- 공정배관계장도(P&ID)는 공정의 정상운전, 비상운전, 시운전 및 운전정지 시에 필요한 모든 공정장치, 동력기계, 배관, 공정제어 및 계기 등이 표시되고 이들 상호간에 연관 관계를 알 수 있도록 작성한다.
- P&ID는 다음의 내용이 포함되도록 작성한다.
 - ① 모든 동력기계와 장치 및 설비의 명칭, 기기번호 및 주요 명세 등
 - ② 모든 배관의 공칭직경, 배관분류기호, 재질, 플랜지의 공칭압력 등
 - ③ 설치되는 모든 밸브류 및 모든 배관의 부속품 등
 - ④ 배관 및 기기의 열 유지 및 보온·보냉
 - ⑤ 모든 계기류의 번호, 종류 및 기능 등
 - ⑥ 제어밸브(Control Valve)의 작동 중지시의 상태
 - ⑦ 안전밸브 등의 크기 및 설정압력
 - ⑧ 인터록 및 조업 중지 시스템

〈공정배관계장도 예시〉



5 운전절차 및 유의사항

- 운전절차 및 유의사항에는 정상 운전절차와 비상 운전정지 조건 및 연동시스템, 비상시 운전절차 등을 작성한다. 다만, 단위공정 또는 단위설비가 많은 경우, 또는 기업비밀에 해당할 경우에는 해당 공정운전절차 목록 및 주요 구성내용만 작성하여 제출할 수 있다.

〈 (작성예시) 운전절차서 종류 및 제출목록〉

운전절차서 종류	구성 내용		
	정상 운전절차	비상시 운전절차	정상 운전정지 절차
000-E Clay 교체작업	√	√	
벤젠 컬럼 운전	√	√	√
톨루엔 컬럼 운전	√	√	√
벤젠 탱크 off-spec시 조치절차	√		√

IV. 공정정보, 운전절차 및 유의사항

방류벽및트렌치용적계산

대상시설및용량	방류벽및트렌치용량	충족율(%)	비고
1공장 실내암모니아저장탱크 (T-1104)용량: 3m ³ 실내질산저장탱크(T-1105) 용량: 3m ³	방류벽 1.9m × 1.9m × 2m =3.6m ³ 트렌치 1.9m × 1.9m × 2m =3.6m ³	120%	실내
1공장질산, 암모니아공급드럼 (0.2m ³)	방류벽 3.15m × 12.5m × 0.2= 7.8m ³	1000%이상	실내
2공장용해조(3m ³) 하단	방류벽 4.4m × 5.3m × 0.2m=4.7m ³	150%	실내
4공장용해조(3m ³)	집수조 0.8m × 0.8m × 0.65m=0.42m ³ 트렌치 75.2m × 0.2m × 0.17m=2.5m ³ 총용량: 2.96m ³	98.6%	실내
유독물저장창고	집수조 1m × 1m × 1.2m=1.2m ³ 트렌치 14.3m × 9.5m × 0.05, 폭 0.2m=0.25m ³ 총용량: 1.45m ³	해당물질에따라다름	실내
위험물저장창고	집수조 0.85m × 0.85m × 0.5m =0.36m ³ 트렌치 11m × 8.5m × 0.17,	메틸알루미늄보관량대비 50~60%	실내

IV. 공정정보, 운전절차 및 유의사항

유해화학물질별보관배치

구역	물질명	면적	적재방식	보관수량	기타
유독물저장소	98%염화제일주석 포대	9.52m ²	2단적재	25kg x 60	
유독물저장소	25%하이드록시 암모늄 드럼			200L x 25	
유독물저장소	98% 가성소다 포대			25kg x 25	
유독물저장소	60% 질산 드럼			200L x 20	
유독물저장소	35% 포르말린 말통			20L x 12	
위험물저장고	98%메틸알코올 드럼	2.5m ²	1단적재	200L x 4	

↵

2 주변지역 입지정보

- 사업장 주변지역 입지정보는 해당 사업장의 위치도와 주민분포, 사업장 주변의 주거용, 상업용, 공공건물, 자연보호구역 등의 보호대상 시설물의 목록 및 명세를 다음의 서식에 따라 작성하여야 한다.

〈 주변지역 입지정보 작성서식 〉

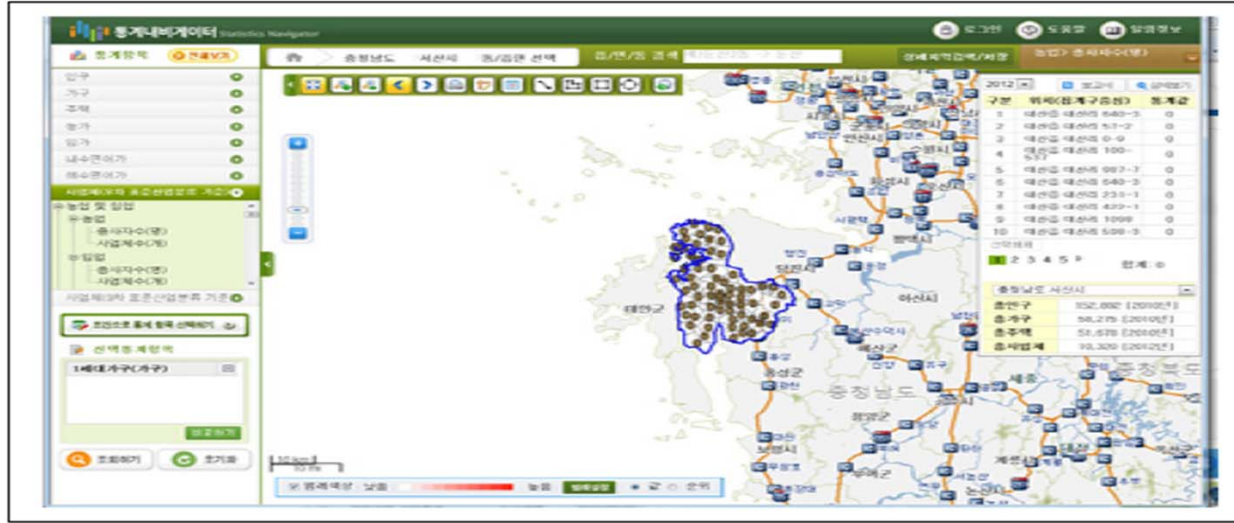
1. 사업장 위치도			
2. 사업장 주변 입지현황			
구 분			
총 인구수			
총 가구수			
사업체 현황			
농작지 현황			
상수원 및 취수원			
3. 보호대상 목록 및 명세			
보호대상	보호대상의 종류	실제거리(m)	비고
보호대상의 위치도			

- ‘사업장 위치도’는 해당 사업장과 「사고시나리오 선정에 관한 기술지침」에 따른 최악의 시나리오 영향범위에 있는 행정구역을 알 수 있도록 표시되어야 한다.
- ‘사업장 주변 입지현황’은 최악의 시나리오 영향범위에 있는 총 인구수, 총 가구수, 사업체 및 농작지, 상수·취수원 현황을 포함하여 작성하여야 한다. 총 인구수, 총 가구수, 사업체 및 농작지 현황 등 사업장 스스로 관련정보 획득이 어려운 경우에는 통계지리정보서비스(<http://sgis.kostat.go.kr>)의 통계네비게이터를 이용하여 작성할 수 있다.

〈통계지리정보서비스 초기 화면〉



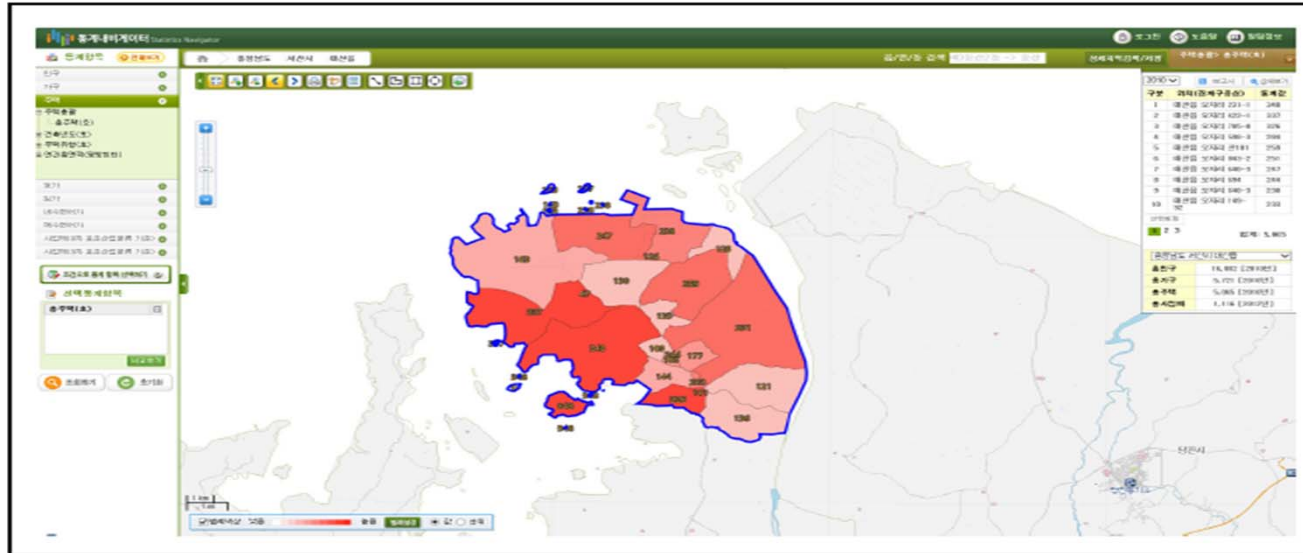
〈 통계네비게이터 화면 〉



- ‘보호대상 목록 및 명세’는 최악의 사고시나리오의 영향범위 내에 있는 보호대상의 목록과 명세를 작성한다. 환경부 고시 「유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지의 안전거리 고시」(이하 ‘안전거리 고시’라 한다) 별표 2, 3에서 규정하는 갑종 및 을종 보호대상의 존재여부를 확인하고, 유해화학물질 취급시설의 외벽으로부터 해당 보호대상까지의 실제거리를 기재하되, 다음 각 호의 내용을 포함한다.
 - ① ‘보호대상’에는 안전거리 고시의 별표 2, 3을 참고하여 실제 보호해야 하는 대상의 상호명 또는 명칭을 기재하여야 한다.
 - ② ‘보호대상의 종류’에는 안전거리 고시의 별표 2, 3의 보호대상 구분유형을 기재하여야 한다.
 - ③ ‘실제거리’에는 유해화학물질 취급시설의 외벽으로부터 해당 보호대상까지의 이격거리를 기재한다.
- ‘보호대상의 위치도’는 최악의 사고시나리오 영향범위 내에 있는 주요 건축물 및 생태·경관보호지역의 위치를 지도상에 표시하여야 한다.

< (작성예시) 주변지역 입지정보 >

사업장 위치도



사업장 주변 입지현황

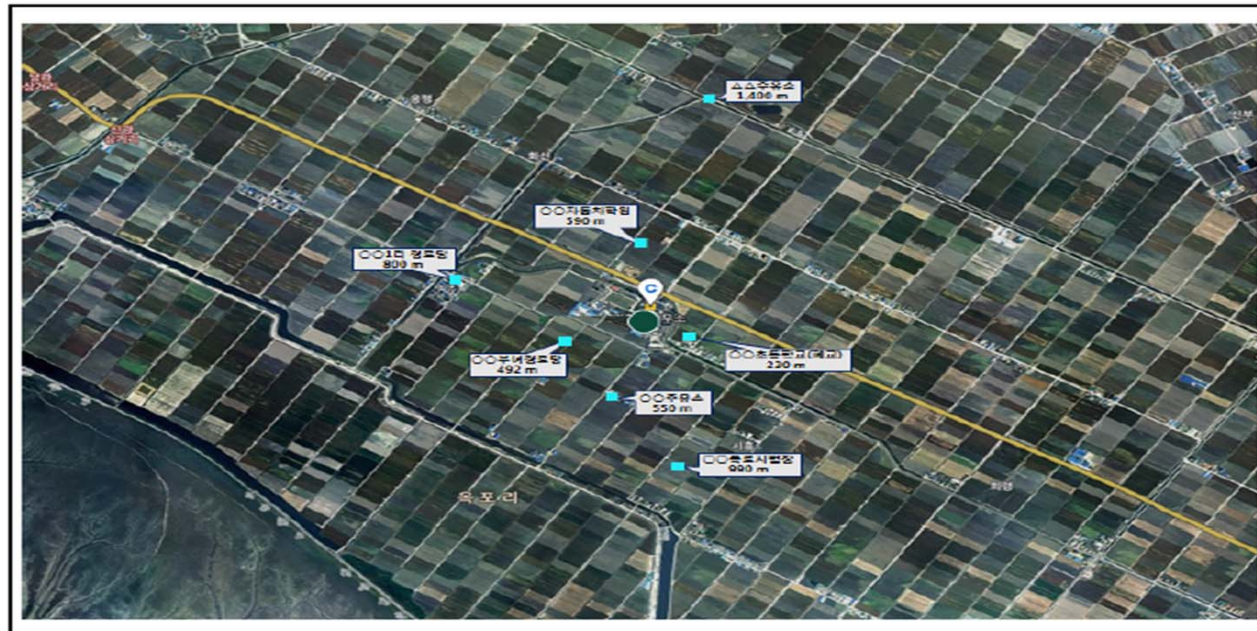
구 분	세부 내용
총 인구수	16,082명(2010년 기준)
총 가구수	5,721호(아파트 2,662세대)
사업체 현황	1,116개소
농작지 현황	논벼면적 : 48,153.42 ha 시설작물(상추) : 661 ha 시설작물(토마토) : 152,066 ha
상수원 및 취수원	해당사항 없음

V. 취급시설 및 주변지역 입지정보

보호대상 목록 및 명세

보호대상	보호대상의 종류	실제거리(m)	비고
○○ 초등학교(폐교)	교육·연구시설	230	
○○부녀경로당	노유자시설	492	
○○주유소	위험물 저장 및 처리시설	550	
○○자동차학원	자동차 관련시설	590	
○○경로당	노유자시설	800	
○○폭로시험장	주택·업무시설	990	
○○주유소	위험물 저장 및 처리시설	1,400	

보호대상의 위치도



V. 취급시설 및 주변지역 입지정보

〈 안전거리 고시에서 규정하는 보호대상의 종류〉

구 분	보호대상의 종류	
갑종 보호대상	문화· 집회시설	영화상영관, 공연장, 예식장·장례식장, 전시장(박물관, 미술관, 과학관, 문화관, 체험관, 기념관, 산업전시장, 박람회장, 그 밖에 이와 비슷한 것), 관람장, 동·식물원, 운동장, 그 밖에 이와 유사한 시설로서 300명이상 수용할 수 있거나 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것
	종교시설	교회, 그 밖에 이와 유사한 종교시설로서 300명이상 수용할 수 있는 건축물
	판매시설	도매시장(「농수산물 유통 및 가격안정에 관한 법률」에 따른 농수산물도매시장, 농수산물공판장), 소매시장(「유통산업발전법」 제2조제3호에 따른 대규모점포), 백화점, 쇼핑몰, 그 밖에 이와 유사한 공간으로 300명이상 수용할 수 있거나 사실상 독립된 부분의 연면적이 1천제곱미터 이상인 것
	운수시설	여객자동차터미널, 철도역사, 공항터미널, 항만터미널, 그 밖에 이와 유사한 공간으로 일일 300명 이상이 이용하는 시설
	의료시설	병원(종합병원, 병원, 치과병원, 한방병원, 정신병원 및 요양병원과 의원을 포함한다.)
	교육· 연구시설	학교(유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교, 전문대학, 대학, 대학교, 그 밖에 이에 준하는 각종 학교), 교육원(연수원, 그 밖에 이와 유사한 시설), 도서관, 연구소, 그 밖에 이와 유사한 시설
	노유자 시설	어린이집, 아동복지시설, 노인복지시설, 장애인복지시설, 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 20명이상 수용할 수 있는 건축물
	숙박시설	관광호텔, 여관, 휴양시설, 공중목욕탕, 고시원, 기숙사, 그 밖에 이와 비슷한 시설로서 300명이상 수용할 수 있는 시설
	관광휴게 시설	야외음악당, 야외극장, 어린이회관, 공원·유원지 또는 관광지에 부수되는 시설로서 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것
	수련시설	「청소년활동진흥법」에 따른 청소년수련관, 청소년문화의집, 청소년특화시설, 청소년수련원, 청소년야영장 및 유스호텔
을종 보호대상	주택 등	사람을 수용하는 건축물로서 300명이상 수용할 수 있거나 바닥면적의 합계가 1천 제곱미터 이상인 것
	주택·업무시설	단독주택, 공동주택(300명이상 수용할 수 있는 시설은 제외한다.) 공공업무시설, 일반업무시설, 교정시설, 갱생보호시설
	근린생활시설	제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설
	위험물 저장 및 처리시설	주유소 및 석유판매소, 액화석유가스 충전소·판매소·저장소, 고압가스 충전소·판매소·저장소, 그 밖에 이와 비슷한 시설
	기타 건축물	사람을 수용하는 건축물로서 독립된 부분의 연면적이 1백 제곱미터 이상 1천 제곱미터 이하인 것
생태·경관 보호지역	자연환경보전법 제2조제12조에 따라 지정된 생태·경관보호지역	

- 해당지역의 최소 1년간의 월별 평균 온도, 평균 습도, 대기안정도, 주 풍향, 평균풍속 등의 기상정보와 지표면의 굴곡도를 아래의 서식에 따라 작성한다.
- 주변지역 기상정보는 환경부에서 개발·배포하는 장외영향평가·위해관리계획 범용프로그램에서 제공하는 기상정보를 활용하거나 기상청의 과거 기후자료데이터 (http://www.kma.go.kr/weather/climate/data_monthly.jsp) 를 활용하여 작성한다.

〈 주변지역 기상정보 작성서식 〉

()지역

1. 평균기상 개황						
평균 온도 (°C)	평균 습도 (%)	주 풍향	평균 풍속 (m/s)	대기안정도	지표면의 굴곡도	

2. 월별 기상 현황						
년	월	평균 온도 (°C)	평균 습도 (%)	주 풍향	평균 풍속 (m/s)	비고
	1월					
	2월					
	3월					
	4월					
	5월					
	6월					
	7월					
	8월					
	9월					
	10월					
	11월					
	12월					

- '평균온도'에는 해당 월의 평균온도를 작성한다.
- '평균습도'에는 해당 월의 평균습도를 작성한다.
- '주 풍향란'에는 해당 월의 주 풍향(평균적으로 가장 우세한 바람의 방향)을 작성한다.
- '평균풍속'은 해당 월의 평균풍속을 작성한다.
- '대기안정도' D, E, F 중에서 해당지역의 특성에 맞게 작성한다.
- '지표면 굴곡도'는 인접지역에 빌딩 또는 나무 등이 많이 존재하는 지역은 도시지역, 평탄한 지역은 전원지형으로 작성한다.

〈 (작성예시) 주변지역 기상정보 〉

()지역

1. 평균기상 개황						
평균 온도 (°C)	평균 습도 (%)	주 풍향	평균 풍속 (m/s)	대기안정도	지표면의 굴곡도	
11.8	80.7	서북서	2.1	E	도시	

2. 월별 기상 현황						
년	월	평균 온도 (°C)	평균 습도 (%)	주 풍향	평균 풍속 (m/s)	비고
2013년	1월	-2.8	79.8	■ 서북서	1.7	
	2월	-0.9	71.5	■ 서북서	2.1	
	3월	3.8	73.4	■ 서북서	2.5	
	4월	8.6	74.0	■ 서북서	2.9	
	5월	16.3	79.0	■ 서북서	2.3	
	6월	22.2	81.7	■ 서북서	1.6	
	7월	25.1	93.3	■ 남	3.4	
	8월	26.6	89.5	■ 남	2.1	
	9월	20.7	83.8	■ 남	1.5	
	10월	14.8	78.8	■ 북서	1.8	
	11월	6.3	80.9	■ 북서	2.0	
	12월	0.5	82.4	■ 북서	1.8	

7. 주변지역기상정보

(대전) 지역

1. 평균기상 개황

평균온도 (°C)	평균습도 (%)	주풍향	평균풍속 (m/s)	대기안정도	지표면의굴곡도
13.4	72	NW	1.5	D	도시

2. 월별 기상 개황

년	월	평균온도 (°C)	평균습도 (%)	주풍향	평균풍속 (m/s)	비고
14년	1월	-0.1	65	NW	1.2	
	2월	2.7	64	NNW	1.6	
	3월	8.3	64	NW	1.7	
	4월	14.3	61	NW	1.7	
	5월	19.4	62	S	2	
	6월	22.9	77	S	1.7	
	7월	25.9	83	S	1.6	
	8월	24.2	87	E	1.6	
	9월	21.6	78	NW	1.3	
	10월	14.9	76	NW	1.4	
	11월	8.5	77	NW	1.2	
	12월	-1.3	75	NW	1.4	

02

장외 평가정보



1 공정 위험성 분석기법의 선정

- 기존시설의 경우 또는 공정 또는 설비 등에 관한 상세한 정보를 충분히 확보한 경우에는 다음의 기법 중에서 해당 공정에 적합한 분석기법을 적용하거나, 기존에 실시하였던 공정 위험성 분석결과를 활용할 수 있다.
 - ① 체크리스트 기법(Checklist)
 - ② 상대위험순위 결정 기법
 - ③ 작업자 실수 분석 기법
 - ④ 사고예상 질문 분석 기법
 - ⑤ 위험과 운전분석 기법(HAZOP)
 - ⑥ 이상위험도 분석기법
 - ⑦ 결함수 분석 기법
 - ⑧ 사건수 분석 기법
 - ⑨ 원인결과 분석 기법
 - ⑩ 예비위험 분석 기법
- 신규시설의 경우 또는 공정 또는 설비 등에 관한 상세한 정보가 없어 정밀한 공정 위험성 분석이 어려운 경우에는 다음 각 호의 내용에 초점을 맞추어 예비 위험성 분석을 실시하고 사고시나리오를 도출하여야 한다.
 - ① 취급하는 유해화학물질의 종류
 - ② 유해화학물질의 위험 유형
 - ③ 용기 또는 배관의 저장량
 - ④ 운전온도 및 운전압력 등 운전조건
- 해당 공정에 적합한 기법을 찾기 어려운 경우에는 사고시나리오 도출을 위해 본 가이드에서 제시하고 있는 기본적인 방법을 사용할 수 있다.

2 공정 개요 작성

- 공정 위험성 분석의 첫 번째 단계는 해당 공정의 잠재적인 위험과 대상 공정이 가진 위험 형태를 정의하는 것으로, 사업장의 기존 자료를 활용할 수 있다. 다만 별도의 자료가 없는 경우에는 다음의 서식에 따라 작성할 수 있다.

< (작성예시) 공정 개요 >

공정명	OO 공정	
공정개요	열분해한 탄화수소를 수소화 고리반응을 거쳐 BTX 및 기타 혼합물을 제조한 후 이를 분리·저장하는 공정	
주요 위험물질	벤젠, 톨루엔, 수소	
공정 잠재위험	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 화재 <input checked="" type="checkbox"/> 폭발 <input checked="" type="checkbox"/> 독성물질 누출 <input type="checkbox"/> 폭발반응 <input type="checkbox"/> 중합반응 <input type="checkbox"/> 기타(자연재해 등) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 과압 <input checked="" type="checkbox"/> 부식 <input type="checkbox"/> 과충전 <input type="checkbox"/> 오염 <input checked="" type="checkbox"/> 장비결함 <input type="checkbox"/> 냉난방·전기손실
대상공정의 위험 형태	<ul style="list-style-type: none"> ① 증류탑 하단 플랜지에서의 OO 누출로 인한 확산 ② 증류탑 하부에서 OO이 누출되어 화재폭발로 이어지는 경우 ③ 증류탑 상부 플랜지에서의 기상의 OO이 누출되어 대기 중으로 확산 	

- ‘공정명’에는 해당 공정명을 기재하여야 한다.
- ‘공정개요’에는 해당 공정에 대한 설명을 간략하게 정리하여 작성하여야 한다.
- ‘주요 위험물질’에는 해당 공정에서 취급되는 유해화학물질의 목록을 기재하여야 한다.
- ‘공정 잠재위험’에는 사고와 관련하여 해당 공정이 가지고 있는 주요 잠재위험을 표시하여야 한다.
- ‘대상공정의 위험형태’에는 화재·폭발 및 유출·누출사고와 관련하여 해당공정에서 발생 가능성 있는 사고의 형태를 작성하여야 한다.

1.1 공정개요

공정명		
공정개요		
주요 위험물질	질산(60%), 암모니아수(25~30%), 염화제일주석(98~100%), 메탄올(98~100%), 수산화나트륨(100%), 포르말린(35~38%)	
공정 잠재위험	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 화재 <input checked="" type="checkbox"/> 폭발 <input checked="" type="checkbox"/> 독성물질 누출 <input type="checkbox"/> 폭발반응 <input type="checkbox"/> 중합반응 <input type="checkbox"/> 기타(자연재해 등) 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 과압 <input checked="" type="checkbox"/> 부식 <input type="checkbox"/> 과충전 <input checked="" type="checkbox"/> 오염 <input checked="" type="checkbox"/> 장비결합 <input type="checkbox"/> 냉난방·전기손실
대상 공정의 위험 형태	<ul style="list-style-type: none"> ① 상압탱크 하부 플랜지(배관)에서 암모니아수, 질산 누출로 인한 확산 ② 상압탱크 파열로 인한 암모니아수, 질산 누출로 인한 확산 ③ 암모니아수, 질산 공급드럼에서 누출로 인한 확산 ④ 보관창고내 메탄올 드럼 파열로인한 화재, 폭발 	

3 예비 위험 분석 및 사고 시나리오 도출

- 예비 위험 분석은 다음 그림과 같이 사고시나리오는 다음 그림과 같이 3단계 절차에 따라 도출할 수 있다.

〈 예비 위험 분석 절차 〉



- (1단계)로 대상 공정에서 발생할 수 있는 사고 유형과 위험요인을 모두 파악하고 관련 설비를 선정한다. 이때 취급하는 유해화학물질의 화재·폭발, 독성물질 유출·누출 위험과 주요 설비의 취급량·저장량, 운전온도 및 압력 등의 운전조건을 모두 고려해야 한다.
 - 위험요인은 취급량·저장량, 고온/고압 등의 운전조건, 독성, Light Component 등을 고려하되, 기존 사고이력과 운전자의 경험이 반영하여 파악해야 한다.
 - * 일반적으로 대상설비의 취급·저장량이 클수록, 운전조건이 상온상태에서 벗어날수록 사고 위험이 크다고 할 수 있다.

3 예비 위험 분석 및 사고 시나리오 도출

- 예비 위험 분석은 다음 그림과 같이 사고시나리오는 다음 그림과 같이 3단계 절차에 따라 도출할 수 있다.

〈 예비 위험 분석 절차 〉



- (1단계)로 대상 공정에서 발생할 수 있는 사고 유형과 위험요인을 모두 파악하고 관련 설비를 선정한다. 이때 취급하는 유해화학물질의 화재·폭발, 독성물질 유출·누출 위험과 주요 설비의 취급량·저장량, 운전온도 및 압력 등의 운전조건을 모두 고려해야 한다.
 - 위험요인은 취급량·저장량, 고온/고압 등의 운전조건, 독성, Light Component 등을 고려하되, 기존 사고이력과 운전자의 경험이 반영하여 파악해야 한다.
 - * 일반적으로 대상설비의 취급·저장량이 클수록, 운전조건이 상온상태에서 벗어날수록 사고 위험이 크다고 할 수 있다.

〈 (작성예시) 위험요인 및 대상설비 선정 〉

위험요인	기기명	취급물질	취급·저장량 (kg)	운전조건		비고
				온도 (°C)	압력 (MPa)	
저장량	벤젠데이탱크	벤젠				
고온/고압	HDA 반응기	벤젠				
독성	벤젠탑 상부	벤젠				
	벤젠탑 하부	톨루엔				
Light Component	수소 흡수탑	수소				

- 유해화학물질을 취급하는 공정에서 발생 가능한 누출 유형으로 다음을 고려할 수 있다.
 - ① 호스의 균열이나 끊어짐으로 인한 누출·유출사고
 - ② 접합부, 밸브, 밸브 봉합 불량으로 인한 공정배관 사고
 - ③ 압력용기 및 펌프 사고
 - ④ 압력용기의 과충전 및 과압
 - ⑤ 저장탱크 및 용기의 파손 또는 누출
- (2단계) 취급하는 유해화학물질의 위험 유형에 따라 고려할 수 있는 사고 영향을 영향매트릭스로 작성하여 사고시나리오를 도출한다.
 - ① 독성물질
 - 누출에 의한 영향
 - ② 인화성 물질
 - 지연점화로 인한 증기운 폭발(VCE, Vapor Cloud Explosion)
 - 즉시 점화로 인한 BLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), Pool 화재, Jet 화재

1.2.1 예비위험분석

(1) 위험요인 및 대상 설비 선정

위험요인	기기명	취급물질	취급-저장량 (kg)	운전조건		비고
				온도 (°C)	압력 (MPa)	
저장량	실내 암모니아 저장탱크(T-1104)	암모니아수(수용액)	2560.5	20.0	0.0	
저장량	암모니아 드럼(DR-1104)	암모니아수(수용액)	201.0	20.0	0.0	
저장량	실내 질산저장탱크(T-1105)	질산(수용액)	3964.6	20.0	0.0	
저장량	질산드럼(DR-1105)	질산(수용액)	282.7	20.0	0.0	
저장량	암모니아수+증류수 저장탱크(MX-1101)	암모니아수(수용액)	810.0	20.0	0.0	
저장량	암모니아수+증류수 저장탱크(MX-1110)	암모니아수(수용액)	810.0	20.0	0.0	

I. 공정 위험성 분석

〈 (작성예시) 위험유형 영향매트릭스 〉

위험요인	기기명	물질	영향				
			독성	VCE	BLEVE	Pool fire	Jet fire
저장량	벤젠데이탱크	벤젠	#1	#2	-	#3	-
고온/고압	HDA 반응기	벤젠	#4	-	-	-	#5
독성	벤젠 탑 상부	벤젠	#6	-	-	-	#7
	벤젠 탑 하부	톨루엔	#8	#9	#10	-	#11

○ (3단계)로 각각의 사고시나리오에 대한 누출조건을 다음 표와 같이 매트릭스 형태로 분석한다.

〈 (작성예시) 사고시나리오 누출조건 분석 〉

No*	기기명	물질	온도 (°C)	압력 (MPa)	용량 (ton)	누출공의 크기 (m)	형태
1	벤젠 데이탱크	벤젠					누출
2							VCE
3							플화재
4	HDA 반응기	벤젠					누출
5							제트화재
6	벤젠 탑 상부	벤젠					누출
7							제트화재
8	벤젠 탑 하부	톨루엔					누출
9							VCE
10							BLEVE
11							제트화재

- '온도'는 해당설비의 운전온도를 작성한다.
- '압력'은 해당설비의 운전압력을 작성한다.
- '용량'은 해당설비의 운전용량 또는 관리상의 용량을 작성한다.
- '누출공의 크기'는 「사고시나리오 선정에 관한 기술지침」에 따라 작성한다.
- '형태'는 해당설비의 운전조건과 누출조건에서 발생할 수 있는 사고유형을 작성한다.

1 선정개요

- 공정 위험성 분석을 통해 도출된 사고시나리오 중에서 「사고시나리오 선정에 관한 기술 지침」에 따라 최악의 사고시나리오 및 대안의 사고시나리오, 사고시나리오를 구분하여 선정한다.
- 최악의 사고시나리오는 유해화학물질을 보유한 저장용기 또는 배관 등에서 최대량이 화재·폭발 및 유출·누출되어 사람 및 환경에 미치는 영향범위가 최대인 경우의 사고시나리오를 선정한다.
 - 이때 단위공장별로 모든 독성물질의 누출사고를 대표할 수 있는 사고시나리오와 모든 인화성물질의 화재·폭발사고를 대표할 수 있는 사고시나리오를 각각 하나씩 선정하여야 한다.
- 대안의 사고시나리오는 공학적 표준을 고려하여 현실적으로 발생 가능성이 높고 사람이나 환경에 미치는 영향범위가 사업장 밖까지 미치는 경우의 사고시나리오 중에서,
 - 화재·폭발사고는 유해화학물질 중 과압 및 복사열에 의한 영향범위가 가장 큰 경우를 선정하고, 유출·누출사고는 독성 영향범위가 가장 큰 시나리오를 선정하여야 한다.
 - 이때 단위공장별로 각 독성물질에 대하여 최소 하나 이상, 인화성 물질은 화재·폭발 사고를 대표할 수 있는 시나리오를 선정하여야 한다.
- 이 밖에도 사고로 인한 영향범위가 사업장 외부에 미치는 시나리오에 대해서는 사고시나리오로 선정하여야 하며, 사고로 인한 영향이 사업장 외부에 미치지 않으나 근로자에게 심각한 영향을 줄 수 있는 시나리오에 대해서도 사고시나리오로 선정할 수 있다.

2 최악의 사고시나리오 선정

- 공정 위험성 분석을 통해 도출된 사고시나리오를 다음의 표준 평가조건으로 영향범위를 계산하여 영향을 미칠 수 있는 거리가 최대인 시나리오를 선정한다.

〈 최악의 사고시나리오 표준 평가조건〉

- ① 끝점(Endpoint)
 - 독성물질 농도 : ERPG - 2
 - 복사열 : 5 kW/m^2 (40초)
 - 과압 : 1 psi
- ② 기상조건
 - 풍속 : 1.5 m/s
 - 대기안정도 : F(매우안정)
 - 대기온도 : 25 °C
 - 대기습도 : 50 %
- ③ 누출지점 : 지표면에서 누출되는 것으로 가정한다.
- ④ 지표면의 굴곡상태 : 지표면의 상태는 도시와 전원지형 중에서 선택한다.
 - 도시지형은 건물과 나무 등이 많은 지형을, 전원지형은 평탄한 지형을 의미한다.
- ⑤ 누출물질의 온도
 - 상온·상압 하에서 가스인 물질을 냉각에 의하여 액체상태로 만들어 취급하는 경우에는 운전온도를 사용한다.
 - 냉동액체 이외의 액체를 취급하는 경우에는 낮 시간의 최고온도 또는 운전온도 중 큰 수치를 적용한다.
- ⑥ 누출량 및 누출시간
 - 누출량 : 단일 용기 내에 저장되는 최대량 또는 단일 배관 내에서 보유하고 있는 최대량을 적용한다. 이때 방류벽 등과 같이 물리적 장벽이나 규정된 절차서 등 수동적 완화시스템에 의한 누출량 감소는 반영할 수 있다. 누출량 산정방법은 「사고시나리오 선정에 관한 기술지침」에 따라 작성하여야 한다.
 - 누출시간 : 용기나 배관에 있는 최대량이 10분 동안 누출되는 것으로 고려한다.

- 앞에서 도출된 각 사고시나리오 누출조건을 이용하여 사고시나리오별 영향범위를 분석한다. 이때 사고시나리오별 영향범위 평가결과에는 다음 표와 같이 영향범위 분석에 이용된 누출조건을 포함하여 작성한다.

〈 (작성예시) 사고시나리오별 영향범위 평가결과표 〉

시나리오	온도 (°C)	압력 (atm)	취급 물질	물질 성상	누출물 성상	누출공 크기 (m)	누출공 높이 H (m)	영향 범위 (m)
1. 데이탱크-독성								899
2. 데이탱크-플화재								151
3. 데이탱크-VCE								1600
4. HDA 반응기-독성								1000
5. HDA 반응기-제트화재								84
6. 벤젠탑상부-독성								476
7. 벤젠탑상부-제트화재								43
8. 벤젠탑하부-독성								1200
9. 벤젠탑하부-VCE								312
10. 벤젠탑하부-BLEVE								460
11. 벤젠탑하부-제트화재								54

- ‘시나리오’는 각 시나리오 대상시설과 누출유형을 기재하여야 한다.
- ‘온도’는 해당설비의 운전온도를 기재하여야 한다.
- ‘압력’은 해당설비의 운전압력을 기재하여야 한다.
- ‘취급물질’은 해당설비에서 취급되는 유해화학물질을 기재하여야 한다.
- ‘물질성상’은 해당설비에서의 물질성상을 기재하여야 한다.
- ‘누출물 성상’은 해당설비에서 누출이 발생한 이후의 물질성상을 기재하여야 한다.
- ‘누출공 크기’는 「사고시나리오 선정에 관한 기술지침」에 따라 작성하여야 한다.
- ‘누출공 높이’는 지면에서 누출이 발생하는 지점까지의 높이를 m단위로 기재하되, 최악의 사고시나리오의 경우에는 지표면에서 누출되는 것을 가정한다.
- ‘영향범위’는 끝점(Endpoint)까지의 거리를 말하며, 화학물질안전원의 「사고 영향범위 산정에 관한 기술지침」에 따라 평가한 값을 기재한다.

○ 각 시나리오별 영향범위 평가결과를 바탕으로 최악의 사고시나리오 선정한다.

3 대안의 사고시나리오 선정

- 사고시나리오별 영향범위 평가결과표에서 해당설비와 사업장의 경계까지의 거리보다 영향범위 평가결과가 큰 시나리오를 대안의 사고시나리오 후보 목록으로 선정한다.
- 앞의 사고시나리오별 영향범위 평가결과표에서, 해당 설비에서 사업장 외부까지의 거리가 475m이라고 가정하면 대안의 사고시나리오 후보 목록은 다음 표와 같다.

〈 (작성예시) 대안의 사고시나리오 후보 목록 〉

시나리오	온도 (°C)	압력 (atm)	취급 물질	물질 성상	누출물 성상	영향범위 (m)
1. 데이탱크-독성						899
3. 데이탱크-VCE						1600
4. HDA 반응기-독성						1000
6. 벤젠탑 상부-독성						476
8. 벤젠탑 하부-독성						1200

- 대안의 사고시나리오 후보 목록을 대상으로 공학적 표준을 고려하여 실제조건에서의 영향범위를 평가하여야 한다. 평가조건은 다음 표를 참고할 수 있다.

〈 대안의 사고시나리오 평가조건 〉

① 끝점(Endpoint)

- 독성물질농도 : ERPG-2
- 복사열 : 5 kW/m²(40초)
- 과압 : 1 psi

② 기상조건

- 풍속 : 현지기상을 적용하는 경우 최소 1년간의 평균풍속을 적용하며, 그렇지 않은 경우 3m/s를 사용한다.
- 대기안정도 : 현지기상을 적용하는 경우 최소 1년간의 대기상태 중에서 가장 안정한 상태의 대기안정도 적용한다. 그렇지 않은 경우 D(중립)을 사용한다.
- 대기온도 : 현지기상을 적용하는 경우 최소 1년간의 평균 대기온도를 적용하며, 그렇지 않은 경우 25℃를 사용한다.
- 대기습도 : 현지기상을 적용하는 경우 최소 1년간의 평균 대기습도를 적용한다. 그렇지 않은 경우 50%를 사용한다.

③ 누출지점 : 해당 시나리오 누출면의 높이를 적용한다. 그렇지 않은 경우 지표면의 높이 사용한다.

④ 지표면의 굴곡상태 : 지표면의 상태는 도시와 전원지형 중에서 선택한다.

- 도시지형은 건물과 나무 등이 많은 지형을, 전원지형은 평탄한 지형을 의미한다.

⑤ 누출물질의 온도 : 운전온도를 사용한다.

⑥ 누출량 및 누출시간

- 누출량 : 수동적 및 능동적 완화시스템에 의한 감소량을 고려하여 「사고시나리오 선정에 관한 기술지침」에 따라 산정하되, 다음 각 호의 산출방법을 참고하여 사업장에서 스스로 결정할 수 있다.
이 경우에는 누출량 선정방법에 관한 증빙자료를 제출하여야 한다.
- ㉠ KOSHA GUIDE(P-92-2012) 누출원 모델링에 관한 지침
- ㉡ KOSHA GUIDE(P-110-2012) 화학공장의 피해최소화대책 수립에 관한 기술지침
- ㉢ 미국 석유화학협회의 위험기반검사 기준(API 581)에 따른 누출공 산출방법
- 누출시간 : 현실적으로 발생 가능성이 있는 누출시간을 적용

- 실제조건에서의 영향범위를 평가하여 그 영향범위가 사업장 경계를 벗어나면, 사고시나리오로 선정한다. 또한 사고시나리오 중에서 영향이 가장 큰 경우의 사고시나리오를 대안의 사고시나리오로 선정한다.
- 이때 대안의 사고시나리오는 단위공장별로 각 독성물질에 대하여 최소 하나 이상, 인화성 물질은 화재·폭발 사고를 대표할 수 있는 시나리오를 선정하여야 한다.

〈 (작성예시) 실제조건에서의 영향범위 평가결과표 〉

시나리오	온도 (°C)	압력 (atm)	취급 물질	물질 성상	누출물 성상	영향범위 (m)
1. 데이탱크-독성						700
3. 데이탱크-VCE						<u>1300</u>
4. HDA 반응기-독성						500
6. 벤젠탑 상부-독성 ¹						400
8. 벤젠탑 하부-독성						<u>1100</u>

1. 영향범위가 사업장 경계를 벗어나지 않으므로 사고시나리오에서 삭제

※첨부: API581 에 따른 누출시간 산출

1. 검출시스템의 등급결정 기준

검출시스템 유형	검출 등급
시스템 운전조건의 변화에 따라 물질의 손실(즉, 압력 혹은 흐름손실)을 검출하기 위하여 특별히 고안된 시스템	A
압력설비 밖에 물질이 존재하는지를 결정하기 위해 적절히 설치된 검출기	B
육안검출, 카메라 혹은 검출기	C

2. 차단시스템의 등급결정 기준

차단시스템 유형	검출 등급
어떠한 운전자의 개입없이 공정기구나 검출기로부터 직접 차단되는 시스템	A
누출영역에서 멀리 떨어져 있는 제어실 또는 기타 적절한 위치에 있는 운전자에 의해서 제어되는 차단 시스템	B
수동운전 밸브에 의한 차단	C

3. 검출 및 차단시스템에 기반한 누출시간

검출시스템 등급	차단시스템 등급	누출시간
A	A	1/4 인치 누출의 경우엔 20 분, 1 인치 누출의 경우엔 10 분, 4 인치 누출의 경우엔 5 분
A	B	1/4 인치 누출의 경우엔 30 분, 1 인치 누출의 경우엔 20 분, 4 인치 누출의 경우엔 10 분
A	C	1/4 인치 누출의 경우엔 40 분, 1 인치 누출의 경우엔 30 분

B ₁	A 또는 B ₁	1/4 인치 누출의 경우엔 40 분, 1 인치 누출의 경우엔 30 분, 4 인치 누출의 경우엔 20 분.
B ₁	C ₁	1/4 인치 누출의 경우엔 1 시간, 1 인치 누출의 경우엔 30 분, 4 인치 누출의 경우엔 20 분.
C ₁	A, B 또는 C ₁	1/4 인치 누출의 경우엔 1 시간, 1 인치 누출의 경우엔 40 분, 4 인치 누출의 경우엔 20 분.

→검출시스템 C 등급, 차단시스템 C 등급, 누출공(1/4~2 인치: 대표치 1 인치)적용 시 40 분 산출

1 사고시나리오 영향범위 평가

- 사고시나리오 영향범위는 각 시나리오별로 「사고 영향범위 산정에 관한 기술지침」에 따라 작성하되, 다음 각 호의 방법 또는 이와 동등 이상의 방법으로 평가할 수 있다.
 - ① 미국 화학공학회 화학공정 정량적 위험성평가(Cheical Process Quantitative Risk Assessment) 등 국제적인 학회 등에서 발간한 문헌에 있는 공식에 의한 영향범위 계산
 - ② 네덜란드 국립응용과학연구소(The Netherlands Organizatioin of Applied Scientific Research)에서 발간한 문헌에 있는 공식에 의한 영향범위 계산
 - ③ 기타 이와 동등 이상의 신뢰도를 가진 소프트웨어에 의한 영향범위 계산
- 이 경우 평가에 사용한 기상조건, 평가조건과 함께 영향범위 평가결과, 정량적 위험성평가 모델 구현결과를 포함하여야 한다. 다음의 사고시나리오별 영향범위 평가결과 작성서식을 참고할 수 있다.

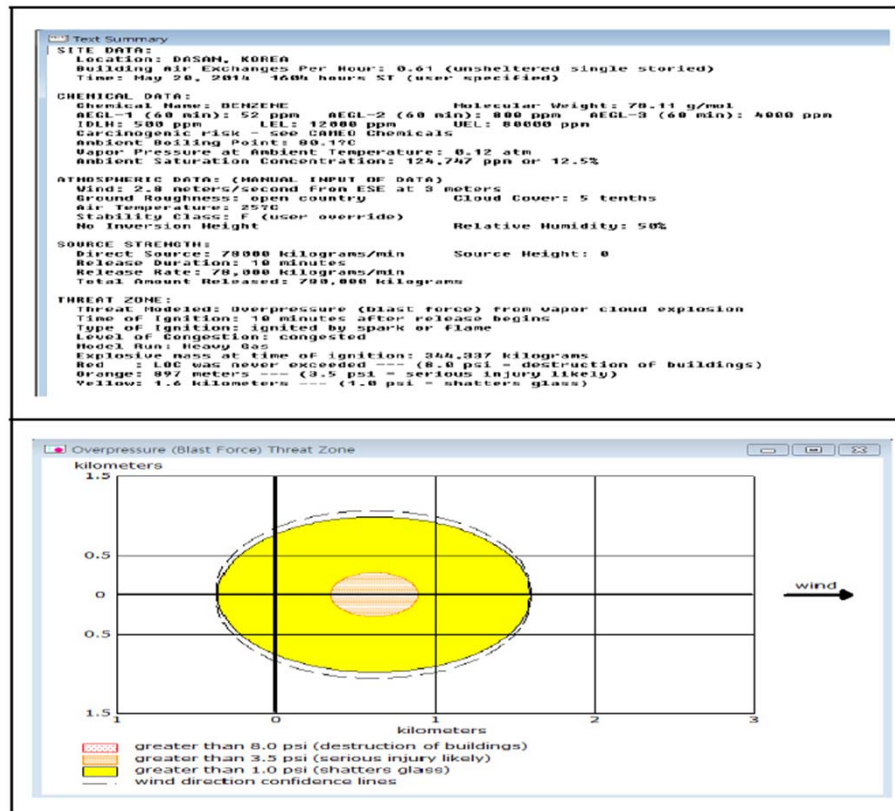
〈 (작성예시) 사고시나리오별 영향범위 평가결과〉

1. 기상조건					
온도(℃)	습도(%)	풍향	풍속(m/s)	대기안정도	지표면 굴곡도
2. 평가조건					
물질명			누출높이(m)		
운전온도(℃)			누출 시간(min)		
운전압력(Kg/cm ²)			누출률(kg/min)		
누출원			누출량(kg)		
누출공 크기(mm)					
3. 영향범위 평가결과					
사용프로그램					
평가기준 값					
영향거리(m)					

III. 사업장 주변지역 영향 평가

- '기상조건'에는 사고시나리오 영향평가에 적용한 대기온도, 대기습도, 풍향, 풍속, 대기안정도, 지표면 굴곡도 등을 포함하여 작성하여야 한다.
- '평가조건'에는 평가대상 설비에서 사용하고 있는 유해화학물질명, 운전온도 및 압력, 누출원, 누출공의 크기, 누출지점의 높이, 누출시간, 누출률, 누출량 등이 포함되어야 한다.
- '영향범위 평가결과'는 정량적 위험성 평가에 사용된 프로그램의 명칭, 영향평가 기준 값과 영향이 미치는 거리 등이 포함되어야 한다.

(작성예시) 정량적 위험성 평가모델 구현결과)



2 사업장 주변지역 영향 평가

- 각 사고시나리오에 대하여 누출원을 중심으로 사고로 인한 영향거리를 반경으로 하여 원을 그려서 원형 내에 위치하고 있는 주민의 수, 「건축법」 제2조제2호에 해당하는 건축물, 「자연환경보전법」 제2조 제12호에 따른 생태·경관보호지역 등의 포함하되, 다음의 서식에 따라 작성하여야 한다.

〈 (작성예시) 사업장 주변지역 영향 평가 〉

영향범위	취급시설을 중심으로 반경 1,600 m		
영향범위 내 주민의 수	393명		
공공수용체 (적용되는 모든 것에 표시)	<input checked="" type="checkbox"/> 학교 <input type="checkbox"/> 주택(주거용) <input type="checkbox"/> 교정시설 <input type="checkbox"/> 공업시설	<input type="checkbox"/> 병원 <input type="checkbox"/> 빌딩(상업용) <input type="checkbox"/> 공공휴양지(놀이 공원 등) <input checked="" type="checkbox"/> 주유소 및 LPG 충전소	<input type="checkbox"/> 공공건물(행정기관 등) <input checked="" type="checkbox"/> 다중이용시설 <input type="checkbox"/> 운송시설
환경수용체 (적용되는 모든 것에 표시)	<input type="checkbox"/> 국립공원 <input type="checkbox"/> 상수원 <input checked="" type="checkbox"/> 농경지	<input type="checkbox"/> 산림지 및 유적지 <input type="checkbox"/> 취수원 <input checked="" type="checkbox"/> 생태·경관보호지역	<input checked="" type="checkbox"/> 하천 <input type="checkbox"/> 기타()

주요 보호대상 위치



- '영향범위'는 끝점까지의 거리를 반경으로 하여 누출원을 중심으로 원으로 표시한다.
- '영향범위 내 주민의 수'는 원내의 주민의 수를 계산하여 작성하여야 한다. 주민의 수는 다음의 방법으로 계산할 수 있다.
 - ㉠ 원의 면적과 지역평균 인구밀도의 곱으로 계산한다.
 - ㉡ 주거용 시설의 인구밀도를 산정할 때 세대수 산정은 단독주택의 경우에는 2세대로 하고, 공동주택의 경우에는 전체세대수로 하며, 1세대의 인구수는 2명으로 계산한다.
 - ㉢ 업무용 및 그 밖의 시설의 인구밀도는 '㉠'의 방법을 이용하거나, 방문조사를 실시하여 계산한다.
- '공공수용체'는 영향범위 내에 환경부고시 「유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지의 안전거리 고시」에서 규정하는 보호대상에 해당하는 주거용, 상업용, 공공건물, 공공휴양지, 학교, 병원, 운송시설, 위험시설 등의 위치여부를 확인하여 서식에 따라 표시하여야 한다.
- '환경수용체'는 영향범위 내에 위치하고 있는 보호대상 중 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태·경관보호지역과 상수·취수원, 국립공원 등의 환경매체를 확인하여 서식에 따라 표시하여야 한다.
- '주요 보호대상 위치'는 지도상의 정보를 바탕으로 공공수용체 및 환경수용체의 위치를 지도상에 표시하여야 한다.

1 위험도 분석

- 앞에서 선정된 대안의 사고시나리오와 사고시나리오를 대상으로 사고의 영향과 사고 발생 빈도를 곱하여 위험도를 계산한다. 이때 위험도는 개인적 위험도(Individual Risk) 또는 사회적 위험도(Societal Risk)로 분석할 수 있다. 이 경우에는 위험도 분석결과를 증명할 수 있는 자료와 출처를 함께 포함하여 작성하여야 한다.
 - ① 개인적 위험도
 - 개인이 어떤 위치에서 작업을 수행할 경우, 그 상태에서 사망할 확률로 나타낸다.
 - ② 사회적 위험도
 - 시설의 위험정도를 임의의 수의 인명피해를 발생시킬 수 있는 누적빈도로 나타낸다. 사고에 대한 빈도분석(N) 및 사고피해 영향평가에서 얻은 사람의 수(사망의 치명도, F)를 나타내는 F-N Curve를 이용한다.
- 개인적 위험도 또는 사회적 위험도의 분석이 어려운 경우에는 다음의 간이 산정식을 이용하여 위험도를 계산할 수 있다.

$$\text{위험도} = \text{영향범위 내 주민 수} \times \text{사고 발생 빈도}$$

- ① ‘영향범위 내 주민의 수’는 끝점까지의 거리를 반경으로 하여 누출원을 중심으로 원을 그려서 원내의 주민의 수를 계산하여 기재하되, 사업장 주변지역 영향 평가에서 계산된 결과를 사용한다. 이때 끝점의 평가 기준 값은 다음과 같다.

- 독성물질 농도 : ERPG - 2
- 복사열 : 5 kW/m²(40초)
- 과압 : 1 psi

- ② ‘사고 발생 빈도’는 다음 각 호의 자료를 이용하여 분석한다.
 - ㉞ 사업장에서 장치·시설의 사고 및 고장 등의 자료를 정립하여 작성한 신뢰도 자료

- ㉔ 설비 제조자가 제공하는 고장빈도 자료
- ㉔ 다음 문헌의 신뢰도 자료나 이와 동등이상의 자료
 - Offshore Reliability Data Handbook
 - European Industry Reliability Data Bank
 - Nonelectronic Parts Reliability Data
- ㉔ 기타 CCPS, HSE 등의 국내·외 안전전문기관에서 작성한 사고 및 고장통계자료
- ③ 상기 자료의 획득이 어려운 경우에는 다음의 산정식을 이용하여 사고 발생 빈도를 계산할 수 있다.

$$\text{사고 발생 빈도} = [\sum(\text{주요기기 고장빈도} \times \text{안전성향상도})]$$

- ㉔ ‘주요기기 고장빈도’는 각 사고를 발생시킬 수 있는 각 개시사건의 전형적인 빈도 값에 해당 건수를 곱하여 계산한다.
- ㉔ ‘안전성 향상도’는 수동적/능동적 완화장치의 설치로 인한 위험도 감소율을 반영하며, 완화장치가 복수인 경우에는 각각의 안전성 향상도를 곱하여 계산한다.
- 이때 ‘주요 개시사건의 전형적인 빈도 값’ 및 ‘수동적/능동적 완화장치로 인한 위험도 감소율’은 다음의 표를 이용할 수 있다. 이때 방류벽 등 누출범위를 줄일 수 있는 완화장치의 경우에는 영향범위 평가 시에 이를 반영하였다면, 위험도 감소율에 반영할 수 없다.

〈주요 개시사건의 전형적인 빈도 값의 예〉

구분	개 시 사 건	빈 도
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}

〈수동적 완화장치(독립 방호 장치)의 안전성 향상도 값의 예〉

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

〈능동적 완화장치(독립 방호 장치)의 안전성 향상도 값의 예〉

구분	장치	CONTENTS	감소율
A-1	가스검지기 및 긴급차단밸브 (긴급차단시스템)	누출 시 즉시 감지하여 조치토록 하는 설비	1×10^{-1}
A-2	Relief Valve/Rupture Disc	기준 이상의 Over Pressure를 방지함	1×10^{-2}
A-3	Basic Process Control System	공정자동화시설	1×10^{-1}
A-4	기타 능동적 완화장치	상기 장치 이외의 능동적 완화장치	

2 각 사고시나리오별 위험도 분석

- 각 시나리오별 위험도를 화재·폭발 및 유출·누출 사고가 사업장 외부의 주민에게 미치는 영향과 해당 사고가 발생할 수 있는 빈도를 고려하여 계산한다. 이때, 위험도 분석은 대안의 시나리오와 사고시나리오에 한정한다.
- 위험도를 줄이기 위한 수동적 및 능동적 완화장치가 설치되어 있는 경우에는 각 시나리오별 완화장치 목록을 다음의 서식에 따라 작성하여야 한다.

〈 수동적/능동적 완화장치 목록 서식 〉

구분	완화장치(해당항목기록)		
수동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시)	<input type="checkbox"/> 방벽	<input type="checkbox"/> 방호벽	<input type="checkbox"/> 방류벽
	<input type="checkbox"/> 배수시설	<input type="checkbox"/> 저류조	<input type="checkbox"/> 기타()
능동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시)	<input type="checkbox"/> 중화설비(세정기 등)	<input type="checkbox"/> 소화설비	<input type="checkbox"/> 수막설비
	<input type="checkbox"/> 과류방지밸브	<input type="checkbox"/> 플래어시스템	<input type="checkbox"/> 긴급차단시스템
	<input type="checkbox"/> 기타()		

- 위험도 분석은 사업장 여건에 맞는 방법을 선택하여 계산하되, 위험도 분석에 사용된 각종 자료와 그 출처를 포함하여 작성하여야 한다.
- 다음은 본 가이드에서 제시했던 ‘산정식’에 따른 위험도 분석방법 예시를 보여주고 있다.
- ① 주요기기의 고장빈도를 계산하기 위해 시나리오에 해당되는 개시 사건의 빈도와 관련 기기의 개수를 확인하여 작성한다.

〈(작성예시) 염소 저장탱크 사고시나리오의 고장빈도〉

구분	개 시 사 건	빈 도	갯 수
1	Pressure Vessel Failure(고압용기파열)	1×10^{-6}	1
2	Piping Rupture/100m(배관파열)	1×10^{-5}	3
3	Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경)	1×10^{-3}	0
4	Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열)	1×10^{-3}	0
5	Gasket/Packing Blowout(플랜지 등 가스켓 파손)	1×10^{-2}	14
6	Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach (터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손)	1×10^{-4}	0
7	Third-party intervention(external impact by Back-hoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등)	1×10^{-2}	0
8	Lightning strike(낙뢰)	1×10^{-3}	0
9	Safety valve open(Failure)(안전밸브고장)	1×10^{-2}	1
10	Cooling Water failure(냉각수 공급 중단)	1×10^{-1}	0
11	Pump Seal Failure(펌프 고장)	1×10^{-1}	0
12	Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출)	1×10^{-1}	0
13	BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함)	1×10^{-1}	0
14	Regulator 등 Failure(조절밸브 고장)	1×10^{-1}	0
15	소규모 외부화재	1×10^{-1}	0
16	대규모 외부화재	1×10^{-2}	0

② 시나리오에서 주요 기기에 장치되어 있는 수동적/능동적 완화장치를 다음 표의 서식에 따라 목록화 한다.

<(작성예시) 수동적/능동적 완화장치 목록>

구분	완화장치 (해당항목기록)		
수동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시)	<input type="checkbox"/> 방벽 <input checked="" type="checkbox"/> 배수시설	<input type="checkbox"/> 방호벽 <input type="checkbox"/> 저류조	<input type="checkbox"/> 방류벽 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (빈도표 참조)
능동적 완화장치 (적용되는 모든 것에 표시)	<input type="checkbox"/> 중화설비 (세정기 등) <input type="checkbox"/> 과류방지밸브 <input checked="" type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 소화설비 <input type="checkbox"/> 플래어시스템	<input type="checkbox"/> 수막설비 <input checked="" type="checkbox"/> 긴급차단시스템

③ 주요기기의 고장빈도에 수동적/능동적 완화장치에 의한 안전성 향상도 값을 곱하여 주요기기가 고장 발생 빈도를 계산한다.

<(작성예시) 염소 저장탱크 사고시나리오의 위험도 감소율>

개시사건	빈도	개수	수동적 위험도 감소			능동적 위험도 감소			계
			1×10^{-2} [P-2]	1×10^{-2} [P-6]		1×10^{-1} [A-1]	1×10^{-2} [A-2]	1×10^{-1} [A-3]	
1 Pressure Vessel Failure(고압용기파열)	1×10^{-6}	1	1×10^{-2} [P-2]	1×10^{-2} [P-6]		1×10^{-1} [A-1]	1×10^{-2} [A-2]	1×10^{-1} [A-3]	1×10^{-14}
2 Piping Rupture/100m(배관파열)	1×10^{-5}	3	-	1×10^{-2} [P-6]	-	1×10^{-1} [A-1]	1×10^{-2} [A-2]	1×10^{-1} [A-3]	3×10^{-11}
3 Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
4 Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
5 Gasket/Packing Blowout(플랜지 등의 가스켓 파손)	1×10^{-2}	14	-	1×10^{-2} [P-6]	-	1×10^{-1} [A-1]			1.4×10^{-5}
6 Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach (터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손)	1×10^{-4}	0	-	-	-	-	-	-	0
7 Third-party intervention(external impact by Back-hoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등)	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
8 Lightning strike(낙뢰)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
9 Safety valve open(Failure)(안전밸브고장)	1×10^{-2}	1	-	-	-		1×10^{-2} [A-2]	-	1×10^{-4}
10 Cooling Water failure(냉각수 공급 중단)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
11 Pump Seal Failure(펌프 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
12 Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
13 BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
14 Regulator 등 Failure(조절밸브 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
15 소규모 외부화재	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
16 대규모 외부화재	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
완화장치에 의한 위험도 종합 감소값	Σ [(빈도 × 개수) × (수동적 위험도 감소) × (능동적 위험도 감소)]								1.14×10^{-4}

③ 주요기기의 고장빈도에 수동적/능동적 완화장치에 의한 안전성 향상도 값을 곱하여 주요기기가 고장 발생 빈도를 계산한다.

<(작성예시) 염소 저장탱크 사고시나리오의 위험도 감소율>

개시사건	빈도	갯수	수동적 위험도 감소			능동적 위험도 감소			계
1 Pressure Vessel Failure(고압용기파열)	1×10^{-6}	1	$1 \times 10^{-2}[P-2]$	$1 \times 10^{-2}[P-6]$		$1 \times 10^{-1}[A-1]$	$1 \times 10^{-2}[A-2]$	$1 \times 10^{-1}[A-3]$	1×10^{-14}
2 Piping Rupture/100m(배관파열)	1×10^{-5}	3	-	$1 \times 10^{-2}[P-6]$	-	$1 \times 10^{-1}[A-1]$	$1 \times 10^{-2}[A-2]$	$1 \times 10^{-1}[A-3]$	3×10^{-11}
3 Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
4 Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
5 Gasket/Packing Blowout(플랜지 등의 가스켓 파손)	1×10^{-2}	14	-	$1 \times 10^{-2}[P-6]$	-	$1 \times 10^{-1}[A-1]$			1.4×10^{-5}
6 Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach (터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손)	1×10^{-4}	0	-	-	-	-	-	-	0
7 Third-party intervention(external impact by Back-hoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등)	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
8 Lightning strike(낙뢰)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
9 Safety valve open(Failure)(안전밸브고장)	1×10^{-2}	1	-	-	-		$1 \times 10^{-2}[A-2]$	-	1×10^{-4}
10 Cooling Water failure(냉각수 공급 중단)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
11 Pump Seal Failure(펌프 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
12 Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
13 BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
14 Regulator 등 Failure(조절밸브 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
15 소규모 외부화재	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
16 대규모 외부화재	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
완화장치에 의한 위험도 종합 감소값	$\Sigma [(빈도 \times 개수) \times (수동적 위험도 감소) \times (능동적 위험도 감소)]$								1.14×10^{-4}

③ 주요기기의 고장빈도에 수동적/능동적 완화장치에 의한 안전성 향상도 값을 곱하여 주요기기가 고장 발생 빈도를 계산한다.

<(작성예시) 염소 저장탱크 사고시나리오의 위험도 감소율>

개시사건	빈도	갯수	수동적 위험도 감소			능동적 위험도 감소			계
1 Pressure Vessel Failure(고압용기파열)	1×10^{-6}	1	$1 \times 10^{-2}[P-2]$	$1 \times 10^{-2}[P-6]$		$1 \times 10^{-1}[A-1]$	$1 \times 10^{-2}[A-2]$	$1 \times 10^{-1}[A-3]$	1×10^{-14}
2 Piping Rupture/100m(배관파열)	1×10^{-5}	3	-	$1 \times 10^{-2}[P-6]$	-	$1 \times 10^{-1}[A-1]$	$1 \times 10^{-2}[A-2]$	$1 \times 10^{-1}[A-3]$	3×10^{-11}
3 Piping leak/100m(배관누출, 10%상당 직경)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
4 Atmosphere Tank Failure(상압 탱크 파열)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
5 Gasket/Packing Blowout(플랜지 등의 가스켓 파손)	1×10^{-2}	14	-	$1 \times 10^{-2}[P-6]$	-	$1 \times 10^{-1}[A-1]$			1.4×10^{-3}
6 Turbine/Diesel Engine overspeed with casing breach (터빈 등의 Overspeed로 인한 Casing 파손)	1×10^{-4}	0	-	-	-	-	-	-	0
7 Third-party intervention(external impact by Back-hoe, vehicle, etc) 외부 충격(차량 등)	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
8 Lightning strike(낙뢰)	1×10^{-3}	0	-	-	-	-	-	-	0
9 Safety valve open(Failure)(안전밸브고장)	1×10^{-2}	1	-	-	-		$1 \times 10^{-2}[A-2]$	-	1×10^{-4}
10 Cooling Water failure(냉각수 공급 중단)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
11 Pump Seal Failure(펌프 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
12 Unloading/ Loading Hose Failure(입출하 시설 누출)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
13 BPCS Instrument Loop Failure(BPCS 결함)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
14 Regulator 등 Failure(조절밸브 고장)	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
15 소규모 외부화재	1×10^{-1}	0	-	-	-	-	-	-	0
16 대규모 외부화재	1×10^{-2}	0	-	-	-	-	-	-	0
완화장치에 의한 위험도 종합 감소값	$\Sigma [(빈도 \times 개수) \times (수동적 위험도 감소) \times (능동적 위험도 감소)]$								1.14×10^{-4}

④ 영향범위 내 주민수와 고장 발생 빈도를 곱하여 위험도를 분석한다.

○ 영향범위 내 주민 수 : 640명

○ 고장 발생 빈도 : 1.14×10^{-4}

⇒ 따라서 사고시나리오에 대한 위험도는 $640\text{명} \times 1.14 \times 10^{-4} = 7.30 \times 10^{-2}$

3 안전성 확보 방안

- 취급시설 운영자는 사업장 외부의 주민이나 환경에 미치는 영향 정도 또는 사고 발생 빈도를 줄이기 위해 필요한 경우 위험도를 감소하거나 제거할 수 있는 안전성 확보 방안을 마련하여 포함하여야 한다.
- 안전성 확보방안은 시설 및 설비·장치에 대한 기술적 대책과 관리적 대책을 구분하여 작성하여야 하며, 기술적 대책은 영향정도 또는 사고 발생 빈도를 줄이기 위해 완화장치를 추가로 보강하는 것을 말하며, 관리적 대책에는 시설 및 설비·장치의 기능과 성능을 유지 또는 개선하기 위한 각종 조치계획이 포함된다.
- 안전성 확보방안은 각 시나리오의 중심에 있는 단위설비에 대해서 사고가 발생할 수 있는 원인과 현재 안전조치의 한계점을 분석하고, 개선 권고사항을 도출하는 위험성 검토 과정을 거쳐야 하며, 도출된 개선 권고사항을 반드시 반영하여 작성하여야 한다. 위험성 검토는 사업장 여건에 맞게 실시하되, 다음의 서식을 참고할 수 있다.

〈 위험성 검토서식의 예 〉

원인	결과	현재 안전조치	개선 권고사항

- 앞에서 제시했던 ‘염소 저장탱크’의 위험성을 검토한 결과 추가적인 안전장치 설치의 필요 없으나, 설치되어 있는 설비를 적절하게 관리할 수 있는 대책을 수립하여 시행함으로써 위험도를 감소할 수 있다.

구분	세부내용	위험도 감소
M-1	1. 설비·장치의 유지보수 계획 2. 자체 점검계획	1×10^{-1}
M-2	3. 기타 안전성을 확보할 수 있는 방안	1×10^{-1}

- 안전성 확보방안으로 위험도가 감소되었을 경우에는 위험도를 다시 분석하여 제시하여야 한다.

구분	단위설비	물질	원래 위험도	향상된 위험도
사고시나리오	염소 저장탱크	염소	7.30×10^{-2}	7.30×10^{-4}

4 관리적 대책

- 관리적 대책에는 설치되어 있는 설비를 적절하게 관리함으로써 위험도를 낮출 수 있는 설비·장치 유지보수 계획, 자체 점검계획, 기타 안전성을 확보할 수 있는 방안 등이 포함되어야 한다.
- 설비·장치 유지보수 계획은 다음 각 호의 내용을 포함하여 작성되어야 한다.
 - ① 유지·보수 대상 장치 및 설비 목록
 - ② 유지·보수 작업의 수행주체
 - ③ 작업일정
 - ④ 작업절차서, 작업안전관리계획서 작성
 - ⑤ 안전작업 허가계획
 - ⑥ 안전작업허가서 작성, 승인 및 확인
 - ⑦ 안전작업 전 점검사항 등
- 자체점검계획은 다음사항을 포함하여 작성한다.
 - ① 대상설비·장치, 설비의 우선순위 결정
 - ② 대상설비별 점검주기
 - ③ 점검방법 및 점검표
 - ④ 점검결과 작성
 - ⑤ 점검결과에 따른 사후관리계획
 - 취급시설별 점검주기는 화학물질관리법 제26조(취급시설 등의 자체 점검) 등 관련법에서 규정하는 점검주기와 각 설비의 위험도에 따라 점검주기를 달리하여 결정한다.
 - 위험도 등급은 사업장 기준에 따라 취급시설의 운전조건 및 취급하는 물질의 유해·위험성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

〈 (작성예시)기기의 중요도 등급 및 점검주기 〉

사업장명 : _____

단위공장명 : _____

대분류	소분류	위험도 등 급	해당기기 번호(Item No)	점 검 주 기						정 비 구 분				비 고	
				1주	2주	1 개월	2 개월	6 개월	년차 보수	운전 정비	예방 정비	예측 정비	고장 정비		
유해 화학물질 취급시설	염산 저장탱크	화관법 기준	D-101, D-102, D-103	○							○				육안
압력용기와 저장탱크 계통설비	Reactor	A	R-101, R-102, R-103		○		○		○	○	○	○	○		
		B	R-104, R-105			○		○	○	○	○				
		C	R-106				○			○				○	
회전기기	Centrifugal Pump	A	P-101, P-102, P-103	○	○				○	○	○	○	○		
		B	P-106, P-109, P-115	○		○			○	○	○		○		
		C	P-105, P-107, P-108	○			○			○	○		○		
		D	P-110, P-111, P-112, P-113, P-114		○			○						○	

○ 기타 안전성을 확보할 수 있는 방안으로 소화설비 배치계획, 유해감지시설 설치계획, 방재자원 확보계획 등을 포함하여 작성할 수 있다.

03

다른 법률과의 관계



- 유해화학물질 취급시설 설치·운영에 영향을 미치는 신고, 등록, 허가와 관련된 타 법령 및 관계규정을 다음의 서식에 따라 작성하여야 한다.

〈 타 법령과의 관계정보 작성서식 〉

구 분	개별법령 적용관계	관계규정	비고
위험물안전관리법	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
고압가스안전관리법	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
산업안전보건법	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
건축법	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		
그 밖의 관계법률	<input type="checkbox"/> 인·허가 <input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 신고 <input type="checkbox"/> 기타(직접기재)		

- '개별법령 적용관계'에는 유해화학물질 취급시설의 설치·운영에 필요한 인·허가, 등록, 신고사항을 표시하여야 한다.
- '관계규정'에는 개별법령의 법조항과 세부내용을 간략하게 작성하여야 한다.
- '비고'는 취급하는 유해화학물질의 법 적용여부를 기재하여야 한다.

감사합니다.

