

내진설계 및 지진영향 점검 체크리스트

구 분	점 검 항 목	결과	비 고
내진설계			
1-1.	건축물, 고압가스설비, 압력용기 등에 대해 내진설계를 하였는가?		
1-2.	내진설계시 내진등급(특, I, II) 및 위험도계수의 선정은 적절한가?		<표1-1> <표2-1/2>
1-3.	내진설계시 지진구역과 구역계수의 선정은 적절한가?		<표1-2> <표2-3/4>
1-4. (고법, 산법)	지진계수(C_a , C_v)의 선정은 적절한가?		<표2-6> <표2-7>
1-5. (고법)	감쇠비와 감쇠보정계수의 선정은 적절한가?		<표2-8> <표2-9>
1-6.	지진응답계수(설계지진가속도, 최대지반가속도)는 얼마인가? * 수직 및 수평의 각각에 대한 기능수행수준 및 붕괴방지수준 검토 필요(단위 : $g = 980 \text{ gal} = 980 \text{ c/s}^2$)		
1-7.	지진응답계수에 의한 내진의 진도와 규모는?		<그림2-1>
1-8.	지진하중은 얼마인가? * 가동전 및 가동중 기능수행수준 및 붕괴방지수준 검토 필요		
1-9.	지진하중과 다른 하중(자중 등)을 조합하였는가? * 풍하중은 지진하중과 조합하지 않으며 2개의 값 중 큰 값 사용		
1-10.	각 부분의 하중은 허용응력이내인가?		
공정안전자료			
2-1.	건축물, 고압가스설비, 압력용기, 전기설비 등은 외관상 이상이 없는가?		고시
2-2.	펌프, 압축기 등 동력기계의 축정렬(Alignment) 및 진동상태는 적절한가?		고시
2-4.	압력용기, 상압저장탱크 등 장치 및 설비의 지지대는 기초볼트 등 고정상태는 적절한가?		고시
2-5.	배관의 지지대 및 열팽창 흡수장치와 플랜지의 볼트/너트의 체결상태는 양호한가?		고시
2-6.	안전밸브, 파열판 등 압력방출장치의 설치상태는 과압해소에 영향은 없는가?		고시
2-7.	위험물 저장탱크 등의 방유제는 위험물 누출시 확산방지기능에 손상이 없는가?		고시
2-8.	소방펌프, 소방용물탱크, 소화전, 가스 소화제 용기 등의 소화설비와 화재탐지경보설비는 정상상태인가?		고시
2-9.	현장에서 설치된 각종 가스감지경보설비는 정상적으로 작동하고 있는가?		고시
2-10.	플래어스택과 환경오염물질 처리설비의 설치상태는 양호하고 정상적으로 작동하고 있는가?		고시

구 분	점 검 항 목	결과	비 고
위험성평가			
3-1.	지진발생에 대한 정성적위험성평가를 실시하였는가?		고시
3-2.	위험성평가 결과 개선조치는 개선완료시까지 체계적으로 관리되고 있는가?		고시
3-3.	지진발생에 대한 시나리오를 작성하여 사고영향분석을 실시하였는가?		고시
3-4.	위험성평가 결과에 대한 교육을 실시하였는가?		고시
안전운전계획			고시
4-1	지진발생시 비상정지절차는 마련되어 있는가?		고시
4-2.	지진발생시의 정상운전절차는 마련되어 있는가?		고시
4-3.	지진발생에 의한 비상정지 후 재가동절차는 마련되어 있는가?		고시
4-4.	지진발생시의 설비유지관리절차는 마련되어 있는가?		고시
4-5.	지진발생시의 위험작업에 대한 안전작업허가 및 절차는 검토되었는가?		고시
4-6	지진발생시의 조치, 행동요령등에 대해 도급업체에 제공하였는가?		고시
4-7	지진발생시에 대한 조치, 행동요령 등에 대한 교육을 실시하였는가?		고시
4-8.	지진발생시 재가동에 따른 가동전점검 절차는 마련되어 있는가?		고시
4-9.	단위공장별로 지진발생시 재가동에 따른 가동전점검 체크리스트는 마련되어 있는가?		고시
4-10.	지진발생시에 피해에 대한 조사절차는 마련되어 있는가?		고시
비상조치계획			고시
5-1	지진발생에 대한 시나리오를 반영한 비상조치계획은 작성되어 있는가?		고시
5-2.	지진발생에 대한 시나리오를 반영한 비상조치계획에 대한 교육·훈련을 실시하였는가?		고시
5-3.	지진발생시의 비상연락망은 작성되어 있는가?		고시

덧붙임 목록

☐ 관련기준

☐ 건축법 관련

<건축법 관련 내용>

<건축물의 중요도 분류>

<표 1-1> 내진등급과 중요도 계수

<표 1-2> 지진구역 구분 및 지여계수

<표 1-3> 지반의 종류

<그림 1-1> 지진응답계수(최대지반가속도)-진도-규모 환산방법

☐ 고압가스안전관리법 관련

<내진설계 검토 요령>

<시설물의 분류와 등급결정>

<분류기준 예(고압가스시설 제1종 가스시설)>

<그림 2-1> 내진설계 절차

<표 2-1> 내진등급별 성능기준

<평균재현주기>

<표 2-2> 위험도 계수

<표 2-3> 지진구역

<표 2-4> 구역계수

<표 2-5> 지반종류

<표 2-6> 지진계수(Ca)

<표 2-7> 지진계수(Cv)

<표 2-8> 가스시설물의 감쇠비

<표 2-9> 감쇠보정계수

☐ 산업안전보건법 관련

<내진설계방법>

<위험기계기구·의무안전인증고시 내용>

☐ 고압가스설비 기술검토 사례

<덧붙임>

□ 관련 기준

- 건축물 : 건축법 건축구조기준(국토교통부 고시 제2016-317호)
- 고압가스설비 : 고압가스안전관리법 고압가스안전관리기준통합고시
- 압력용기 : 산안법 위험기계기구 의무안전인증 고시 별표 4

□ 건축법(건축구조기준)

< 건축법 관련 내용 >

(건축법)

제2조(정의) ① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

2. "**건축물**"이란 토지에 정착(定着)하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가(高架)의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 그 밖에 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

② 건축물의 용도는 다음과 같이 구분하되, 각 용도에 속하는 건축물의 세부 용도는 대통령령으로 정한다.

제48조(구조내력 등) ① 건축물은 고정하중, 적재하중(積載荷重), 적설하중(積雪荷重), 풍압(風壓), 지진, 그 밖의 진동 및 충격 등에 대하여 안전한 구조를 가져야 한다.

② 제11조제1항에 따른 건축물을 건축하거나 대수선하는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 구조의 안전을 확인하여야 한다.

③ 지방자치단체의 장은 제2항에 따른 구조 안전 확인 대상 건축물에 대하여 허가 등을 하는 경우 내진(耐震)성능 확보 여부를 확인하여야 한다.

④ 제1항에 따른 구조내력의 기준과 구조 계산의 방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

제48조의2(건축물 내진등급의 설정) ① 국토교통부장관은 지진으로부터 건축물의 구조 안전을 확보하기 위하여 건축물의 용도, 규모 및 설계구조의 중요도에 따라 내진등급(耐震等級)을 설정하여야 한다.

② 제1항에 따른 내진등급을 설정하기 위한 내진등급기준 등 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

< 건축법 관련 내용 >

(건축법 시행령)

제3조의5(용도별 건축물의 종류) 법 제2조제2항 각 호의 용도에 속하는 건축물의 종류는 별표 1과 같다.

제11조(건축허가) ① 건축물을 건축하거나 대수선하려는 자는 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. 다만, 21층 이상의 건축물 등 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물을 특별시나 광역시에 건축하려면 특별시장이나 광역시장의 허가를 받아야 한다.

제32조(구조 안전의 확인) ① 법 제48조제2항에 따라 법 제11조제1항에 따른 건축물을 건축하거나 대수선하는 경우 해당 건축물의 설계자는 국토교통부령으로 정하는 구조기준 등에 따라 그 구조의 안전을 확인하여야 한다.

② 제1항에 따라 구조 안전을 확인한 건축물 중 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주는 해당 건축물의 설계자로부터 구조 안전의 확인 서류를 받아 법 제21조에 따른 착공신고를 하는 때에 그 확인 서류를 허가권자에게 제출하여야 한다.

1. 층수가 3층[대지가 연약(軟弱)하여 건축물의 구조 안전을 확보할 필요가 있는 지역으로서 건축조례로 정하는 지역에서는 2층] 이상인 건축물
2. 연면적이 500제곱미터 이상인 건축물. 다만, 창고, 축사, 작물 재배사 및 표준설계도서에 따라 건축하는 건축물은 제외한다.
3. 높이가 13미터 이상인 건축물
4. 처마높이가 9미터 이상인 건축물
5. 기둥과 기둥 사이의 거리가 10미터 이상인 건축물
6. 국토교통부령으로 정하는 지진구역 안의 건축물
7. 국가적 문화유산으로 보존할 가치가 있는 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 것
8. 제2조제18호가목 및 다목의 건축물

제60조(건축물의 내진등급기준) 법 제48조의2제2항에 따른 건축물의 내진등급기준은 별표 12와 같다.

< 용도별 건축물의 종류(시행령 별표-1) >

1. 단독주택
2. 공동주택
3. 제1종 근린생활시설
4. 제2종 근린생활시설
5. 문화 및 집회시설
6. 종교시설
7. 판매시설
8. 운수시설
9. 의료시설
10. 교육연구시설
11. 노유자(老幼者: 노인 및 어린이)시설
12. 수련시설
13. 운동시설
14. 업무시설
15. 숙박시설
16. 위락(慰樂)시설
17. 공장
18. 창고시설
19. 위험물 저장 및 처리 시설

「위험물안전관리법」, 「석유 및 석유대체연료 사업법」, 「도시가스사업법」, 「고압가스 안전관리법」, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」, 「총포·도검·화약류 등 단속법」, 「유해화학물질 관리법」 등에 따라 설치 또는 영업의 허가를 받아야 하는 건축물로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것. 다만, 자가난방, 자가발전, 그 밖에 이와 비슷한 목적으로 쓰는 저장시설은 제외한다.

가. 주유소(기계식 세차설비를 포함한다) 및 석유 판매소

나. 액화석유가스 충전소·판매소·저장소(기계식 세차설비를 포함한다)

다. 위험물 제조소·저장소·취급소

라. 액화가스 취급소·판매소

마. 유독물 보관·저장·판매시설

바. 고압가스 충전소·판매소·저장소

사. 도료류 판매소

아. 도시가스 제조시설

자. 화약류 저장소

차. 그 밖에 가목부터 자목까지의 시설과 비슷한 것

20. 자동차 관련 시설

21. 동물 및 식물 관련 시설

22. 자원순환 관련 시설

23. 교정(矯正) 및 군사 시설

24. 방송통신시설

25. 발전시설 : 발전소(집단에너지 공급시설을 포함한다)로 사용되는 건축물로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것

26. 묘지 관련 시설

27. 관광 휴게시설

28. 그 밖에 대통령령으로 정하는 시설

< 건축법 관련 내용 >

(건축물의 구조기준 등에 관한 규칙)

제1조(목적) 이 규칙은 「건축법」 제48조 및 같은 법 시행령 제32조에 따라 건축물의 구조내력(構造耐力)의 기준 및 구조계산의 방법과 그에 사용되는 하중(荷重) 등 구조안전에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제9조(설계하중) ①건축물의 구조설계에 적용되는 설계하중은 다음 각 호와 같다.

1. 고정하중
2. 적재하중(활하중)
- 2의2. 지붕적재하중(지붕활하중)
3. 적설하중
4. 풍하중
- 5. 지진하중**
6. 토압 및 지하수압
7. 온도하중
8. 유체압 및 용기내용물하중
9. 운반설비 및 부속장치 하중
10. 그 밖의 하중

②제1항에 따른 설계하중의 산정기준 및 방법은 「건축구조기준」에서 정하는 바에 의한다.

③건축물의 구조설계를 할 때에는 제1항 각 호의 하중과 이들의 조합에 따른 영향을 건축물의 실제상태에 따라 고려하여야 한다.

(건축구조기준)

- 건축물 : 토지에 정착하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 부수되는 시설물, 지하 또는 고가의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고 기타 「**건축법**」이 정하는 것
- 공작물 : 인공적으로 지반에 고정하여 설치한 물체 중 건축물을 제외한 것. 계단탑, 교통신호등·교통표지판 등 교통관제시설, 광고판, 광고탑, 고가수조, 굴뚝, 기계기초, 기념탑, 기계식주차장, 기름탱크, 냉각탑, 방음벽, 배관지지대, 보일러구조, 사일로 및 벙커, 송전지지물, 송전탑, 승강기탑, 옥외광고물, 옹벽, 우수저류조, 육교, 장식탑, 저수조, 전철지지물, 조형물, 지하대피호, 철탑, 플랜트구조, 항공관제탑, 항행안전시설, 기타 구조물을 포함한다.

< 건축물의 중요도 분류(건축법) >

건축물의 중요도는 용도 및 규모에 따라 다음과 같이 중요도(특), 중요도(1), 중요도(2) 및 중요도(3)으로 분류한다.

0103.1 중요도(특)

- (1) 연면적 1,000㎡ 이상인 위험물 저장 및 처리시설
- (2) 연면적 1,000㎡ 이상인 국가 또는 지방자치단체의 청사·외국공관·소방서·발전소·방송국·전신전화국
- (3) 종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원
- (4) 지진과 태풍 또는 다른 비상시의 긴급대피수용시설로 지정한 건축물

0103.2 중요도(1)

- (1) 연면적 1,000㎡ 미만인 위험물 저장 및 처리시설
- (2) 연면적 1,000㎡ 미만인 국가 또는 지방자치단체의 청사·외국공관·소방서·발전소·방송국·전신전화국
- (3) 연면적 5,000㎡ 이상인 공연장·집회장·관람장·전시장·운동시설·판매시설·운수시설 (화물터미널과 집배송시설은 제외함)
- (4) 아동관련시설·노인복지시설·사회복지시설·근로복지시설
- (5) 5층 이상인 숙박시설·오피스텔·기숙사·아파트
- (6) 학교
- (7) 수술시설과 응급시설 모두 없는 병원, 기타 연면적 1,000㎡ 이상인 의료시설로서 중요도(특)에 해당하지 않는 건축물

0103.3 중요도(2)

- (1) 중요도(특), (1), (3)에 해당하지 않는 건축물

0103.4 중요도(3)

- (1) 농업시설물, 소규모창고
- (2) 가설구조물 등

<표 1-1> 내진등급과 중요도계수

건축물의 중요도	내진등급	중요도계수(I_E)
중요도(특)	특	1.5
중요도(1)	I	1.2
중요도(2), (3)	II	1.0

<표 1-2> 지진구역 구분 및 지역계수

지진 구역	행 정 구 역		지진구역계수
Ⅰ	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.22g
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부*	
Ⅱ	도	강원 북부**, 제주	0.14g

* 강원 남부 : 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

** 강원 북부 : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

<표 1-3> 지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	평균지반특성		
		전단파속도 (m/s)	표준관입시험 $\bar{N}$ (타격횟수/300mm)	비배수전단강도 $\bar{s}_u$ ($\times 10^{-3}$ MPa)
S_A	경암 지반	1500 초과	—	—
S_B	보통암 지반	760에서 1500 미만		
S_C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760 미만	> 50	> 100
S_D	단단한 토사 지반	180에서 360 미만	15에서 50	50에서 100
S_E	연약한 토사 지반	180 미만	< 15	< 50

< 지진응답계수(최대지반가속도)-진도-규모 >

1) 최대지반가속도-진도 관계식

Gutenberg & Richter (1956) : $\log PGA = -0.5 + \frac{1}{3} MMI$

Trifunac & Brady (1975) : $\log PGA = 0.014 + 0.3 MMI$

2) 진도-규모 환산식 [기상청]: $M = 0.56 MMI + 1.73$

M : 규모 / MMI : 진도 / PGA : 최대지반가속도(gal) / $1g=980gal$

$$MMI = 2.20 \log PGA + 1.0$$

$$MMI = 3.66 \log PGA - 1.66$$

$$\log PGA = 0.3 MMI + 0.014 \quad (\text{Trifunac and Brady, 1975})$$

$$\log PGA = \frac{1}{3} MMI - 0.5 \quad (\text{Gutenberg and Richter, 1956})$$

$$M = 1.0 + \frac{2}{3} MMI \quad (\text{Gutenberg \& Richter, 1956 - 미국서부})$$

$$M = 1.75 + \frac{1}{2} MMI \quad (\text{Nuttli \& Hermann, 1979 - 미국중부})$$

$$M = 0.44 + \frac{2}{3} MMI \quad (\text{Mei, 1960 - 중국})$$

$$M = 1.75 + 0.58 MMI \quad (\text{Lee \& Lee, 2003})$$

$$M = 1.73 + 0.56 MMI \quad (\text{기상청, 2006})$$

MMI 계급	규모(M _L) 미국 동부	규모(M _L) 미국 서부	PGA(g)	EPA(g)	비율
I	2.25	1.67	0.002	0.001	0.01
II	2.75	2.33	0.004	0.002	0.02
III	3.25	3.00	0.008	0.003	0.03
IV	3.75	3.67	0.017	0.007	0.06
V	4.25	4.33	0.033	0.013	0.13
VI	4.75	5.00	0.066	0.026	0.25
VII	5.25	5.67	0.131	0.053	0.50
VIII	5.75	6.33	0.262	0.105	1.00
IX	6.25	7.00	0.523	0.209	2.00
X	6.75	7.67	1.043	0.417	3.98
XI	7.25	8.33	2.081	0.833	7.94
XII	7.75	9.00	4.153	1.661	15.85

※ S_B 지반을 기준으로 함

※ MMI 계급 (Modified Mercalli Intensity scale : 수정 머칼리 진도 계급)

※ M_L (Richter magnitude scale, 리히터 규모)

※ MMI와 M_L의 관계

M = ½ MMI + 1.75 (미국 동부지역 경험식, Nuttli & Hermann, 1978)

M = ⅔ MMI + 1.00 (미국 서부지역 경험식, Gutenberg & Richter, 1956)

※ MMI와 PGA(gal, cm/sec²)의 관계

Log₁₀ PGA = 0.3 x MMI + 0.014 (Trifunac and Brady, 1975)

Log₁₀ PGA = 0.33 x MMI - 0.5 (Gutenberg and Richter, 1956)

※ PGA와 EPA의 관계

EPA ≒ PGA/2.5로 가정

<그림 1-1> 지진응답계수(최대지반가속도)-진도-규모 환산방법

□ 고압가스안전관리법(고압가스시설의 내진설계 기준)

<내진설계 검토 요령 >

- 지역 및 지반종류에 따라 규정해 놓은 계수에 의해 지진응답계수 계산
- 구해진 설계지진가속도에 해석 대상 시설물의 질량을 곱하여 지진에 의해 시설물에 가해지는 힘을 구하고, 이때, 시설물의 중요도, 감쇠거동, 연성거동 등을 고려하여 보정 후 설계지진력을 가감하였는지 확인.
 - 국내 기준에서는 질량을 곱하기 전의 설계지진가속도 값에 대해 보정을 행하게 되며, 보정된 가속도 값을 지진응답계수라고 함.
- 지진력을 다른 하중(자중, 운전하중 등)과 조합하여 각 부분에 작용하는 응력을 구하였는지 확인. 이때, 바람하중은 측방향 힘으로 작용한다는 점에서 지진하중과 비교하여 보다 영향이 큰 것에 대해서 적용함으로써 하중의 중첩에 의한 과도한 설계는 피함.
- 구해진 각 부분의 응력이 허용응력 이내인 경우에는 지진에 대해 안전한 것으로 판정함.

<시설물의 분류와 등급 설정 >

○ 적용대상

1. 고압가스안전관리법의 적용을 받는 5톤(비가연성가스 또는 비독성가스의 경우에는 10톤) 또는 500세제곱미터(비가연성가스 또는 비독성가스의 경우에는 1,000세제곱미터)이상의 저장탱크 및 압력용기(반응, 분리, 정제, 증류 등을 행하는 탑류로서 동체부의 높이가 5m이상인 것에 한한다. 이하 “탑류”라 한다), 지지구조물 및 기초와 이것들의 연결부<개정 2003. 6. 26>
2. 고압가스안전관리법의 적용을 받는 세로방향으로 설치한 동체의 길이가 5m이상인 원통형 응축기 및 내용적 5천ℓ 이상인 수액기, 지지구조물 및 기초와 이것들의 연결부
3. 제1호중 저장탱크를 지하에 매설한 경우에 대하여는 내진 설계를 한 것으로 본다.

* 건축법령에 의한 내진설계를 하여야 하는 시설물은 건축법령에 정하는 바에 따름

- 내진설계구조물의 중요도는 그 기능의 중요성과 지진에 의한 손상이 초래될 수 있는 재해의 규모와 범위를 고려하여 내진 특급, 내진 1등급, 내진 2등급으로 분류
- 분류기준은 다음의 6가지에 따라 다름(고압가스안전관리기준 통합고시)
 - 고압가스시설에서 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류
 - 고압가스시설에서 제2종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류
 - 고압가스시설에서 제3종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류
 - 고압가스특정제조시설에서 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류
 - 고압가스특정제조시설에서 제2종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류
 - 고압가스특정제조시설에서 제3종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탑류

<분류기준 예(고압가스시설 제1종 가스시설)>

W(톤) X(m)	5이하	5초과 20이하	20초과 100이하	100초과 500이하	500초과
100이하	1	1	1	1	1
100초과 200이하	2	1	1	1	1
200초과 500이하	2	2	1	1	1
500초과 1000이하	2	2	2	1	1
1000초과	2	2	2	2	1

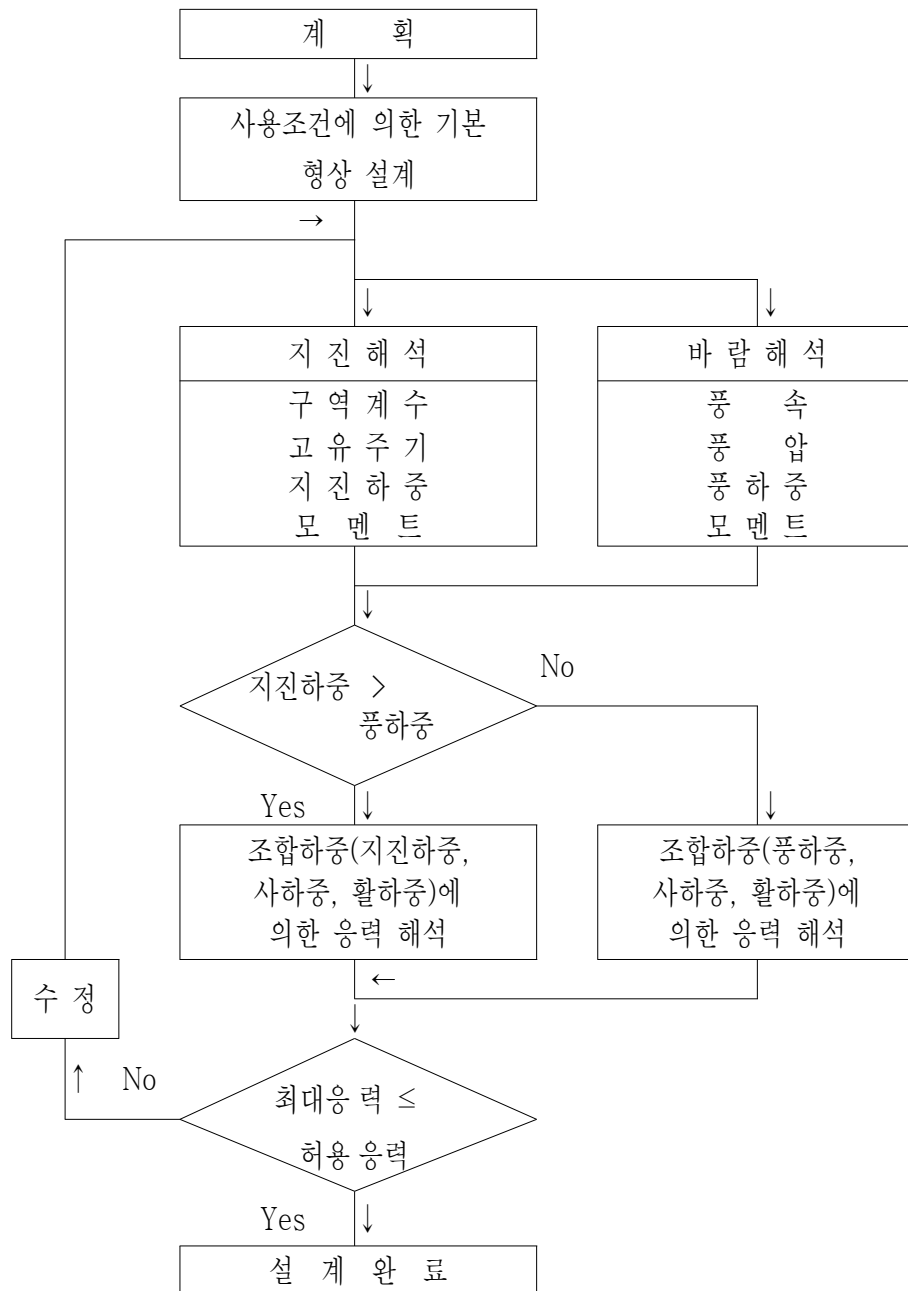
[비 고]

위 표에서 X 및 W는 각각 다음의 값을 표시한다. 이하 표 2내지 표6에서도 또한 같다.

W : 저장능력(처리설비에 있어서는 처리설비 내에 있는 가스의 중량을 말한다. 단위는 표에서 나타낸 값)

X : 내진설계대상설비 외면에서 사업소경계선까지의 최단거리(단위 : m). 다만, 사업소에 인접하여 다음과 같은 시설이 있는 경우에는 그 바깥까지의 거리 중에서 가장 가까운 위치까지의 수평거리(m)를 x로 한다.

1. 바다, 호수, 하천 및 수로 그리고 수도법에 의한 공업용수도
2. 화물수송용 전용철도
3. 공업전용지역 또는 전용공업지역이 되는 것이 확실한 지역내의 토지. 다만, 현재 보호시설이 있는 경우에는 당해 보호시설까지의 거리로 한다.
4. 제조업(물품의 가공수리업을 포함한다), 전기공급업, 창고업에 관한 사업소의 부지중 현재 그 사업활동에 이용되는 것.
5. 1에서 4까지에 기재된 시설과 당해 사업소에 인접하는 철도 및 도로
6. 앞 호에서 기재하는 것 외에, 보호시설이 설치되어 있는 토지로서 산업자원부장관이 안전상 지장이 없다고 특별히 인정하는 것.
7. 당해 사업소에서 고압가스를 제조하는 자가 소유, 혹은 지상권 그 밖의 토지사용을 목적으로 하는 권리가 설정되어 있는 토지



<그림 2-1> 내진설계 절차

<표 2-1> 내진등급별 성능수준

구분	설계지반운동	
	기능수행수준	붕괴방지수준
내진 2등급	재현기간 50년	재현기간 500년
내진 1등급	재현기간 100년	재현기간 1,000년
내진 특등급	재현기간 200년	재현기간 2,400년

< 평균재현주기 >

- ① 평균재현주기 50년 지진지반운동(5년 내 초과확률 10%)
- ② 평균재현주기 100년 지진지반운동(10년 내 초과확률 10%)
- ③ 평균재현주기 200년 지진지반운동(20년 내 초과확률 10%)
- ④ 평균재현주기 500년 지진지반운동(50년 내 초과확률 10%)
- ⑤ 평균재현주기 1,000년 지진지반운동(100년 내 초과확률 10%)
- ⑥ 평균재현주기 2,400년 지진지반운동(250년 내 초과확률 10%)

<표 2-2> 위험도 계수

재현주기(년)	50	100	200	500	1,000	2,400
위험도 계수(I)	0.4	0.57	0.73	1	1.4	2.0

<표 2-3> 지진구역

지진구역	행정구역	
Ⅰ	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 북동부
Ⅱ	도	강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도

<표 2-4> 구역계수

지 진 구 역	I	II
구역계수, $Z(g\text{값})$	0.11	0.07

<표 2-5> 지반종류

지 반 종 류	지 반 종 류 의 호 칭	상 부 30.0m 에 대 한 평 균 지 반 특 성		
		전 단 파 속 도 (m/s)	표 준 관 입 시 험 $\bar{N} (\bar{N}_{CH})$	비 배 수 전 단 강 도 $\bar{s}_u$ (kPa)
S_A	경 암 지 반	1500초과	-	-
S_B	보 통 암 지 반	760에 서 1500		
S_C	매 우 조 밀 한 토 사 지 반 또 는 연 암 지 반	360에 서 760	> 50	> 100
S_D	단 단 한 토 사 지 반	180에 서 360	15에 서 50	50에 서 100
S_E	연 약 한 토 사 지 반	180미 만	< 15	< 50
S_F	부 지 고 유 의 특 성 평 가 가 요 구 되 는 지 반			

<표 2-6> 지진계수 C_a

지 반종류	지진구역계수	
	Z=0.07	Z=0.11
S_A	0.05	0.09
S_B	0.07	0.11
S_C	0.08	0.13
S_D	0.11	0.16
S_E	0.17	0.22

<표 2-7> 지진계수 C_v

지 반종류	지진구역계수	
	Z=0.07	Z=0.11
S_A	0.05	0.09
S_B	0.07	0.11
S_C	0.11	0.18
S_D	0.16	0.23
S_E	0.23	0.37

<표 2-8> 가스시설물의 감쇠비

구 조 형 식	기능수행수준의 감쇠비(%)	붕괴방지수준의 감쇠비(%)
용접된 강구조	2	4
볼트 연결된 강구조 철근 콘크리트 구조	4	7

<표 2-9> 감쇠보정계수

감쇠비(%)	감쇠보정계수(η)
0.5	1.88
1	1.62
2	1.35
3	1.20
5	1.00
7	0.87
10	0.73
20	0.46

□ 산업안전보건법

< 내진설계 방법(의무안전인증 고시) >

- 동체의 길이가 5 m 이상인 수직형 압력용기
 - 건축법(건축구조기준)에 따라 설계
 - * 중요도계수(I)은 “1”을 적용(건축물의 중요도가 (2) 또는 (3)에 해당)
 - * 반응수정계수(R)는 스커트지지 수직형 압력용기는 “2.9”, 기타 압력용기 “2.2” 적용
 - 지진계수는 고압가스안전관리법(가스시설의 내진설계기준) 적용
- 기타 압력용기
 - 압력용기 전 중량의 15%에 상당하는 수평하중을 지진하중으로 고려

< 위험기계·기구 의무안전인증 고시 >

○ 동체의 길이가 5m 이상인 수직형 압력용기의 지진하중은 다음의 식에 따른다.

1) 밑면 전단력

$$V = \frac{C_v \cdot I}{R \cdot T} W$$

여기에서 V : 밑면전단력(N){kgf} , C_v : 지진계수

I : 중요도계수로써 1 , W : 압력용기의 전중량(N){kgf}

R : 응답수정계수로서, 스커트지지 수직형 압력용기는 2.9, 그 외의 압력용기는 2.2

T : 압력용기의 고유진동주기(초)

* 다만, 밑면전단력은 다음 식의 값보다 적어서는 안되지만,

$$V = 0.01C_a \cdot I \cdot W \text{ , 여기서, } C_a: \text{지진계수}$$

* 다음 식의 값을 초과할 필요는 없다.

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W$$

2) 최상부의 지진하중

$$F_t = 0.07TV \text{ , 여기서, } F_t: \text{최상부의 지진하중(N){kgf}}$$

* 다만, F_t 는 0.25V의 값을 초과할 필요는 없으며, 압력용기의 고유주기가 0.7초 이하일 경우에는 고려하지 않을 수 있다.

3) 해당 구간(Level)에서의 지진하중

$$F_x = \frac{(V - F_t) w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

여기에서, F_x : x 구간에서의 지진하중(N){kgf}

w_x : x 구간에서의 압력용기의 중량(N){kgf}

h_x : 압력용기의 밑면에서 x 구간까지의 높이(m)

○ 위의 적용을 받지 않는 압력용기는 압력용기 전 중량의 15%에 상당하는 수평하중