

가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준

Code for Seismic Design of Gas Facilities and Aboveground Pipes

가스기술기준위원회 심의·의결 : 2022년 7월 15일

산업통상자원부 승인 : 2022년 8월 30일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수

부위원장 장 기 현 : 인하대학교 교수

당 연 직 황 윤 길 : 산업통상자원부 에너지안전과장
 광 채 식 : 한국가스안전공사 안전관리이사

고압가스분야 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수
 송 성 진 : 성균관대학교 부총장
 이 범 석 : 경희대학교 교수
 윤 춘 석 : (주)한울이엔알 대표이사
 안 영 훈 : (주)한양 부사장

액화석유가스분야 안 형 환 : 한국교통대학교 교수
 권 혁 면 : 연세대학교 연구교수
 천 정 식 : (주)E1 전무
 강 경 수 : 한국에너지기술연구원 책임
 이 용 권 : (주)대연 부사장

도시가스분야 신 동 일 : 명지대학교 교수
 김 정 훈 : 한국기계전기전자시험연구원 수석
 정 인 철 : (주)에스코 이사
 장 기 현 : 인하대학교 교수

수소분야 이 광 원 : 호서대학교 교수
 정 호 영 : 전남대학교 교수
 강 인 용 : 에이치엔파워(주) 대표
 백 운 봉 : 한국표준과학연구원 책임

이 기준은 「고압가스 안전관리법」 제22조의2, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제45조, 「도시가스사업법」 제17조의5 및 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」 제48조에 따라 가스기술기준위원회에서 정한 상세기준으로, 이 기준에 적합하면 동 법령의 해당 기준에 적합한 것으로 보도록 하고 있으므로 이 기준은 반드시 지켜야 합니다.

KGS Code 제·개정 이력	
종목코드번호	KGS GC203 ²⁰²²
코 드 명	가스시설 및 지상 가스배관 내진 설계 기준

제·개정 일자	내 용
2008.12.30	제 정 (지식경제부 공고 제2008-379호)
2015. 8. 7	개 정 (산업통상자원부 공고 제2015-436호)
2016. 1. 8	개 정 (산업통상자원부 공고 제2016-006호)
2017. 9.29	개 정 (산업통상자원부 공고 제2017-475호)
2018. 1.11	개 정 (산업통상자원부 공고 제2018-013호)
2018. 6.15	개 정 (산업통상자원부 공고 제2018-326호)
2018. 8.10	개 정 (산업통상자원부 공고 제2018-419호)
2018.10.16	개 정 (산업통상자원부 공고 제2018-512호)
2022. 5. 17.	개 정 (산업통상자원부 공고 제2022-421호)
2022. 8. 30.	개 정 (산업통상자원부 공고 제2022-641호)
	- 이 하 여 백 -

목 차

1 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기준의 효력	1
1.3 용어정의	1
1.4 기준의 준용(내용 없음)	3
1.5 경과 조치	3
2. 설계기준	4
2.1 적용대상	4
2.1.1 고법 적용 대상 시설	4
2.1.2 액법 적용 대상 시설	4
2.1.3 도법 적용 대상 시설	4
2.1.4 수소법 적용 대상 시설	5
2.2 내진등급분류	5
2.2.1 중요도등급	5
2.2.2 영향도등급	9
2.2.3 내진등급	9
2.3 내진성능수준	10
2.4 내진성능목표	10
2.5 설계지반운동	11
2.5.3 지진구역 및 지진위험도	11
2.5.4 유효수평지반가속도	12
2.5.5 지반의 분류	12
2.6 설계거동한계	16
2.6.1 기능수행수준	16
2.6.2 붕괴방지수준	16
2.7 설계 방법 및 절차	17
2.8 지진해석 방법	18
2.9 성능보증	19
2.10 그 밖의 설계기준	20
부록 A 지반분류(S1, S2, S3, S4, S5, S6) (2.5.5 관련)	21

가스시설 및 지상 가스배관 내진 설계 기준 (Code for Seismic Design of Gas Facilities and Aboveground Pipes)

1 일반사항

1.1 적용 범위

이 기준은 「고압가스 안전관리법」(이하 “고법”이라 한다), 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」(이하 “액법”이라 한다), 「도시가스사업법」(이하 “도법”이라 한다) 및 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」(이하 “수소법”이라 한다)의 적용을 받는 가스시설과 지상 가스배관의 내진 설계에 적용한다.

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 고법 제22조의2제2항, 액법 제45조제2항 및 도법 제17조의5제2항에 따라 고법 제33조의2에 따른 가스기술기준위원회의 심의·의결(안건번호 2022-6호, 2022년 7월 15일)을 거쳐 산업통상자원부 장관의 승인(산업통상자원부 공고 제2022-641호, 2022년 8월 30일)을 받은 것으로, 고법 제22조의2 제1항, 액법 제45조제1항 및 도법 제17조의5제1항에 따른 상세 기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 고법 제22조의2제4항, 액법 제45조제4항, 도법 제17조의5제4항에 따라 고법령, 액법령 및 도법령의 기술 기준에서 정하는 가스시설 및 지상 가스배관 내진 설계 기준에 적합한 것으로 본다. <개정 15.8.7, 16.1.8, 18.1.11 18.8.10>

1.3 용어 정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.3.1 "내진 설계 설비"란 내진 설계 적용 대상인 저장탱크·가스홀더·응축기·수액기(이하 "저장탱크"라 한다), 탭류 및 그 지지구조물과 압축기·펌프·기화기·열교환기·냉동설비·가열설비·계량설비·정압설비(이하 "처리설비"라 한다)의 지지구조물을 말한다.

1.3.2 "내진 설계 구조물"이란 내진 설계 설비, 내진 설계 설비의 기초 또는 내진 설계 설비와 배관 등의 연결부를 말한다.

1.3.3 "설계지반운동"이란 내진 설계를 위해 정의된 지반운동으로서, 구조물이 건설되기 전에 부

지 정지 작업이 완료된 지면에서의 지반운동을 말한다. <개정 18.1.11>

1.3.4 "위험도 계수"란 평균 재현 주기 500년 지진지반운동 수준에 대한 평균 재현 주기별 지반운동 수준의 비를 말한다.

1.3.5 "기능 수행 수준"이란 설계 지진 하중 작용 시 내진 설계 구조물이 본래의 기능을 정상적으로 수행할 수 있는 수준을 말한다.

1.3.6 "붕괴 방지 수준"이란 설계 지진 하중 작용 시 내진 설계 구조물의 구조부재에 취성 파괴, 좌굴 및 구조적 손상이 발생하여 저장된 가스가 통제 불가능할 정도로 대량 유출되거나 가스유출로 인하여 대형 폭발이나 화재와 같은 재해가 초래되지 않는 수준을 말한다.

1.3.7 "활성단층"이란 현재 활동 중이거나 과거 5만년 이내에 지표면 전단 파괴를 일으킨 흔적이 있다고 입증된 단층을 말한다.

1.3.8 "내진 특등급"이란 그 설비의 손상이나 기능 상실이 사업소 경계 밖에 있는 공공의 생명과 재산에 막대한 피해를 초래할 수 있을 뿐만 아니라 사회의 정상적인 기능 유지에 심각한 지장을 가져올 수 있는 것을 말한다.

1.3.9 "내진 I 등급"이란 그 설비의 손상이나 기능 상실이 사업소 경계 밖에 있는 공공의 생명과 재산에 상당한 피해를 초래할 수 있는 것을 말한다. <개정 18.1.11>

1.3.10 "내진 II 등급"이란 그 설비의 손상이나 기능 상실이 사업소 경계 밖에 있는 공공의 생명과 재산에 경미한 피해를 초래할 수 있는 것을 말한다. <개정 18.1.11>

1.3.11 "독성가스"란 공기 중에 일정량 이상 존재할 경우 인체에 유해한 독성을 가진 가스로서, 허용 농도(정상인이 1일 8시간 또는 1주 40시간 통상적인 작업을 수행할 때 건강상 나쁜 영향을 미치지 않는 정도의 공기 중의 가스의 농도)가 100만분의 200 이하인 것을 다음과 같이 분류한다. <신설 18.1.11>

(1) "제1종 독성가스"란 독성가스 중 염소, 시안화수소, 이산화질소, 불소 및 포스겐과 그 밖에 허용 농도가 1 ppm 이하인 것을 말한다.

(2) "제2종 독성가스"란 독성가스 중 염화수소, 삼불화붕소, 이산화유황, 불화수소, 브롬화메틸 및 황화수소와 그 밖에 허용 농도가 1 ppm 초과 10 ppm 이하인 것을 말한다.

(3) "제3종 독성가스"란 독성가스 중 (1) 및 (2)의 제1종과 제2종 독성가스 이외의 것을 말한다.

1.3.12 "응답수정계수"란 탄성 해석으로 구한 각 구조 요소의 내력으로부터 설계 지진력을 산정하기 위한 수정계수를 말한다. <신설 18.1.11>

1.3.13 "핵심 시설"이란 지진 피해 시 수급 차질이 심각하게 우려되는 시설, 대형사고 위험시설, 주거지에 인접한 대형 시설 등으로서, 재현 주기 4800년 지진에 대해 붕괴 방지 수준의 내진 성능을 확보하도록 관리하는 시설을 말한다. <신설 18.1.11>

1.3.14 “중요 시설”이란 지진 피해 시 국지적으로 수급 차질이 우려되는 시설, 주거지에 인접한 소형 시설, 배관 차단 가능 시설 등으로서, 재현 주기 2400년 지진에 대해 붕괴 방지 수준의 내진 성능을 확보하도록 관리하는 시설을 말한다. <신설 18.1.11>

1.3.15 “일반 시설”이란 1.3.13 및 1.3.14의 핵심 시설 및 중요 시설 이외의 소규모 시설, 안전 관련도가 비교적 낮은 시설, 기타 지진 피해 우려가 상대적으로 적은 시설 등으로서, 재현 주기, 1000년 지진에 대해 붕괴 방지 수준의 내진 성능을 확보하도록 관리하는 시설을 말한다. <신설 18.1.11>

1.3.16 “내진 성능 확인”이란 지진의 영향으로부터 가스 시설물의 안전성을 확보하고 기능을 유지하기 위하여 시설물이 안전한 구조인지를 확인하는 것을 말한다. <신설 18.1.11>

1.4 기준의 준용(내용 없음)

1.5 경과 조치

<삭 제> <18.1.11>

1.5.1 1999년 12월 31일 이전에 허가를 받은 고압 시설 및 액법 시설은 이 기준을 적용하지 않는다. <신설 18.1.11>

1.5.2 1999년 12월 31일 이전에 허가를 받은 도법의 저장탱크, 가스홀더, 압력용기와 그 지지구조물 및 기초는 이 기준을 적용하지 않는다. <신설 18.1.11>

1.5.3 2003년 12월 30일 이전에 설치된 도법의 정압기지 및 밸브기지는 이 기준을 적용하지 않는다. <신설 18.1.11>

1.5.4 2018년 1월 11일 이전에 설치되거나 기술 검토를 받은 가스시설 및 지상 가스배관은 종전의 기준을 따른다. <신설 18.1.11, 개정 18.6.15>

1.5.5 2018년 6월 15일 이전에 설치되거나 기술 검토를 받은 도법의 정압기지 및 밸브기지는 종전의 기준을 따른다. <신설 18.6.15>

1.5.6 2.2.1.2.2의 개정 기준은 2019년 4월 16일(승인일로부터 6개월 이후)부터 시행하며, 시행일 전에 설치되었거나 기술 검토를 받은 액화천연가스 저장탱크는 종전의 기준을 따른다. <신설 18.10.16>

2. 설계 기준

2.1 적용 대상

지진으로부터 가스설비를 보호하기 위하여 다음에 해당하는 가스설비와 지상배관을 시공하는 때에는 내진 설계를 한다. 다만, 가스설비 등이 내부에 있는 건축물의 경우에는 내부 가스설비 등의 내진등급이 요구하는 이상의 내진 성능을 확보할 수 있도록 내진 설계를 한다. <개정 18.1.11>

2.1.1 고법 적용 대상 시설 <개정 18.1.11>

2.1.1.1 5톤(비가연성가스나 비독성가스의 경우에는 10톤) 또는 500 m³(비가연성가스나 비독성가스의 경우에는 1000 m³) 이상의 지상 저장탱크

2.1.1.2 반응·분리·정제·증류 등을 행하는 탭류로서, 동체부의 높이가 5m 이상인 압력용기 (이하 “탭류” 라 한다)

2.1.1.3 세로 방향으로 설치한 동체의 길이가 5m 이상인 원통형 응축기

2.1.1.4 내용적 5000L 이상인 수액기

2.1.1.5 지상에 설치되는 사업소 밖의 고압가스 배관

2.1.1.6 2.1.1.1에서 2.1.1.5까지에 따른 시설의 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

2.1.2 액법 적용 대상 시설 <개정 18.1.11>

2.1.2.1 3톤 이상의 지상 저장탱크

2.1.2.2 지상에 설치되는 액화석유가스 배관망공급 제조소 밖의 배관(사용자 공급관과 내관은 제외한다) <신설 22. 8. 30.>

2.1.2.3 2.1.2.1 및 2.1.2.2에 따른 시설의 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부 <개정 22. 8. 30.>

2.1.2.4 액화석유가스 배관망공급사업자의 철근콘크리트 구조의 정압기실. 다만, 캐비닛 및 매물 형은 제외한다. <신설 22. 8. 30.>

2.1.3 도법 적용 대상 시설 <개정 18.1.11>

2.1.3.1 가스제조시설에서 저장능력이 3톤(압축가스의 경우에는 300 m³) 이상인 지상 저장탱크 (가스 도매 사업자가 소유하는 지중식 저장탱크를 포함한다)와 가스홀더

2.1.3.2 가스충전시설에서 저장능력이 5톤 또는 500 m³ 이상인 지상 저장탱크와 가스홀더

2.1.3.3 가스충전시설에서 반응·분리·정제·증류 등을 행하는 탑류로서, 동체부의 높이가 5m 이상인 압력용기(이하 “탑류” 라 한다)

2.1.3.4 지상에 설치하는 사업소 밖의 도시가스 배관(사용자 공급관과 내관은 제외한다)

2.1.3.5 2.1.3.1에서 2.1.3.4까지에 따른 시설 및 압축기, 펌프, 기화기, 열교환기, 냉동설비, 정제 설비, 부취제 주입 설비의 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

2.1.3.6 가스 도매 사업자(도법 제39조의2에 따른 도시가스 사업자 외의 가스 공급시설 설치자를 포함한다. 이하 같다)의 적용 대상 시설은 다음과 같다. <신설 18.6.15>

2.1.3.6.1 정압기지 및 밸브기지 내

- (1) 정압설비·계량설비·가열설비·배관의 지지구조물 및 기초
- (2) 방산탑
- (3) 건축물

2.1.3.6.2 사업소 밖의 배관에 긴급 차단장치를 설치 또는 관리하는 건축물

2.1.3.7 일반 도시가스 사업자의 철근콘크리트 구조의 정압기실. 다만, 캐비닛 및 매물형은 제외한다. <신설 18.6.15>

2.1.4 수소법 적용 대상 시설 <신설 22. 8. 30.>

2.1.4.1 설비 중량 5톤 이상인 수소저장설비와 수소저장설비의 지지구조물 및 기초

2.2 내진등급 분류 <개정 18.1.11>

내진등급은 2.2.1에 따른 중요도 등급과 2.2.2에 따른 영향도 등급을 고려하여 내진 특A등급, 내진 특등급, 내진 I등급, 내진 II등급으로 분류하고, 세부적인 것은 2.2.3에 따른다.

2.2.1 중요도 등급 <신설 18.1.11>

내진 설계 구조물의 중요도 등급은 그 기능의 중요성과 지진에 따른 손상이 초래될 수 있는 재해의 규모와 범위를 고려하여 특등급, 1등급, 2등급으로 분류하고, 세부적인 것은 다음 기준에 따라 분류한다.

2.2.1.1 고법에 따른 중요도 등급

2.2.1.1.1 고압가스시설에서 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.1 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스 제1종 독성가스)

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

[비 고]
위 표에서 X와 W는 각각 다음의 값을 표시한다. 이하 표 2.2.1.1.1부터 표 2.2.1.1.6까지와 같다. <개정 18.6.15>
W : 저장능력(처리설비는 처리설비 안에 있는 가스의 중량을 말한다. 단위는 표에서 나타낸 값)
X : 내진 설계 대상 설비 외면에서 사업소 경계선까지의 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 「수도법」에 따른 공업용 수도
2. 화물 수송용 전용 철도
3. 전용 공업지역이 되는 것이 확실한 지역 안의 토지. 다만, 현재 보호시설이 있는 경우에는 해당 보호시설까지의 거리로 한다.
4. 제조업(물품의 가공 수리업을 포함한다), 전기 공급업, 창고업에 관한 사업소의 부지 중 현재 그 사업에 이용되는 것
5. 1부터 4까지에 기재된 시설과 해당 사업소에 인접하는 철도와 도로
6. 앞에서 기재하는 것 외에, 보호시설이 설치되어 있는 토지로서, 지식경제부부 장관이 안전상 지장이 없다고 특별히 인정하는 것
7. 해당 사업소에서 고압가스를 제조하는 자가 소유나 지상권, 그 밖의 토지 사용을 목적으로 하는 권리가 설정되어 있는 토지

2.2.1.1.2 고압가스시설에서 제2종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.2 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스시설 제2종 독성가스)

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

2.2.1.1.3 고압가스시설에서 제3종 독성가스 및 가연성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.3 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스시설 제3종 독성가스, 가연성가스)

X(m) \ W(톤)	W(톤)				
	10 이하	10 초과 100 이하	100 초과 1000 이하	1000 초과 10000 이하	10000 초과
20 이하	1	1	1	1	1
20 초과 40 이하	2	1	1	1	1
40 초과 90 이하	2	2	1	1	1
90 초과 200 이하	2	2	2	1	1
200 초과 400 이하	2	2	2	2	1
400 초과	2	2	2	2	2

2.2.1.1.4 고압가스 특정 제조시설에서 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.4 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스 특정 제조 제1종 독성가스)

X(m) \ W(톤)	W(톤)					
	5 이하	5 초과 20 이하	20 초과 50 이하	50 초과 100 이하	100 초과 500 이하	500 초과
100 이하	1	1	1	특	특	특
100 초과 200 이하	2	1	1	특	특	특
200 초과 500 이하	2	2	1	특	특	특
500 초과 1000 이하	2	2	2	1	특	특
1000 초과	2	2	2	2	1	특

2.2.1.1.5 고압가스 특정 제조시설에서 제2종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.5 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스 특정 제조 제2종 독성가스)

X(m) \ W(톤)	W(톤)					
	5 이하	5 초과 20 이하	20 초과 50 이하	50 초과 100 이하	100 초과 500 이하	500 초과
50 이하	1	1	1	특	특	특
50 초과 200 이하	2	1	1	특	특	특
200 초과 500 이하	2	2	1	특	특	특
500 초과 1000 이하	2	2	2	1	특	특
1000 초과	2	2	2	2	1	특

2.2.1.1.6 고압가스 특정 제조시설에서 제3종 독성가스 및 가연성 가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류

표 2.2.1.1.6 저장탱크 및 탭류의 중요도 등급 분류
(고압가스 특정 제조 제3종 독성가스, 가연성가스)

X(m) \ W(톤)	W(톤)				
	10 이하	10 초과 100 이하	100 초과 1000 이하	1000 초과 10000 이하	10000 초과
20 이하	1	1	1	특	특
20 초과 40 이하	2	1	1	특	특
40 초과 90 이하	2	2	1	특	특
90 초과 200 이하	2	2	1	특	특
200 초과 400 이하	2	2	1	1	특
400 초과 900 이하	2	2	2	1	1
900 초과 2000 이하	2	2	2	2	1
2000 초과	2	2	2	2	2

2.2.1.1.7 독성가스나 가연성가스 이외의 비가연성인 고압가스 및 액화가스의 중요도 등급은 2등급으로 분류한다.

2.2.1.2 액법 및 도법에 따른 중요도 등급 분류

2.2.1.2.1 액화석유가스시설 및 도시가스시설에서 가연성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 처리설비의 중요도 등급 분류 <신설 18.6.15>

표 2.2.1.2.1 저장탱크 및 처리설비의 중요도 등급 분류 <개정 18.6.15>

X(m) \ W(톤)	W(톤)				
	10 이하	10 초과 100 이하	100 초과 1000 이하	1000 초과 10000 이하	10000 초과
20 이하	1	1	1	1	1
20 초과 40 이하	2	1	1	1	1
40 초과 90 이하	2	2	1	1	1
90 초과 200 이하	2	2	2	1	1
200 초과 400 이하	2	2	2	2	1
400 초과	2	2	2	2	2

[비고]

위 표에서 X 및 W는 각각 다음의 값을 표시한다.

W : 저장능력(처리설비는 처리설비 안에 있는 가스의 중량을 말한다. 단위는 표에서 나타난 값)

X : 내진 설계 대상 설비 외면에서 사업소 경계선까지의 최단거리(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 「수도법」에 따른 공업용 수도
2. 화물 수송용 전용 철도
3. 공업 전용지역이나 전용 공업지역이 되는 것이 확실한 지역 내의 토지. 다만, 현재 보호시설이 있는 경우에는 해당 보호시설까지의 거리로 한다.
4. 제조업(물품의 가공 수리업을 포함한다), 전기 공급업, 창고업에 관한 사업소의 부지 중 현재 그 사업에 이용되는 것
5. 1부터 4까지의 시설과 해당 사업소에 인접하는 철도나 도로
6. 앞에서 게재하는 것 외에, 보호시설이 설치되어 있는 토지로서, 산업통상자원부장관이 안전상 지장이 없다고 특별히 인정하는 것 <개정 17.9.29>
7. 해당 사업소에서 고압가스를 제조하는 자가 소유, 혹은 지상권, 그 밖의 토지 사용을 목적으로 하는 권리가 설정되어 있는 토지

2.2.1.2.2 2.2.1.2.1에도 불구하고 2.1.3.1에 따른 가스 도매 사업자의 액화천연가스 저장탱크는 중요도 등급을 특등급으로 한다. <신설 18.10.16>

2.2.1.2.3 2.1.3.6에 따른 가스 도매 사업자 시설 및 2.1.3.7에 따른 일반 도시가스 사업자 시설의 중요도 등급은 표2.2.1.2.3를 따른다. <신설 18.6.15><개정 18.10.16>

표2.2.1.2.3 가스 도매 사업자, 일반 도시가스 사업자 시설의 중요도 등급 분류 <신설 18.6.15>
<개정 18.10.16>

대상	구분 기준	중요도등급
가스도매사업자 시설	1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조제1호에 따른 도시지역 내에 가스배관시설이 설치된 건축물	특
	2. 1을 제외한 시설	1
일반도시가스사업자 시설	3. 최고사용압력이 0.5MPa 이상인 가스배관이 설치된 철근콘크리트 구조의 정압기실	1
	4. 최고사용압력이 0.5MPa 미만인 가스배관이 설치된 철근콘크리트 구조의 정압기실	2

2.2.2 영향도 등급 <신설 18.1.11>

2.2.2.1 내진 설계 구조물의 영향도 등급은 구조물의 피해로 초래되는 사회경제적 영향도로서, 시설물의 공공성, 시설물 인접 지역의 인구밀집도, 시설물 피해에 따른 복구 기간 등을 고려하여 영향도가 큰 경우 A등급, 그렇지 않은 경우 B등급으로 구분한다.

2.2.2.2 2.2.2.1에 따라 가스 도매 사업자는 영향도 등급 A를 적용하며, 가스 도매 사업자 외에는 영향도 등급 B를 적용한다. 다만, 가스 도매 사업자 외에도 시설물 관리 주체의 판단에 따라 영향도 등급 A를 선택하여 적용할 수 있다.

2.2.3 내진등급 <신설 18.1.11>

2.2.3.1 중요도 등급 및 영향도 등급에 따른 내진등급은 표 2.2.3.1과 같이 분류하고, 영향도 등급 A를 적용받는 가스 도매 사업자 시설은 내진등급별로 관리 등급을 부여하여 중점 관리한다.

표2.2.3.1 내진등급 분류 <개정 18.6.15>

중요도등급	영향도등급	관리등급	내진등급
특	A	핵심시설	내진 특A
	B	-	내진 특
1	A	중요시설	
	B	-	
2	A	일반시설	내진 II
	B	-	

2.2.3.2 지상 가스배관의 내진등급은 KGS GC204(매설 가스배관 내진설계 기준)에 따른다.

2.2.3.3 <삭 제 18.6.15>

2.3 내진성능 수준 <개정 18.1.1.1>

내진 설계는 내진 설계 구조물의 지진 하중 작용 시 기능 수행 수준 및 붕괴 방지 수준의 내진성능 수준을 만족하도록 설계하고, 내진 등급별 요구되는 내진성능 수준은 다음과 같다.

2.3.1 내진 특A등급으로 분류된 내진 설계 구조물의 기능 수행 수준은 재현 주기 200년 지진지반운동, 붕괴 방지 수준은 재현 주기 4800년 지진지반운동의 내진성능 수준을 각각 만족하도록 한다. <신설 18.1.11>

2.3.2 내진 특등급으로 분류된 내진 설계 구조물의 기능 수행 수준은 재현 주기 200년 지진지반운동, 붕괴 방지 수준은 재현 주기 2400년 지진지반운동의 내진성능 수준을 각각 만족하도록 한다.

2.3.3 내진 I 등급으로 분류된 내진 설계 구조물의 기능 수행 수준은 재현 주기 100년 지진지반운동, 붕괴 방지 수준은 재현 주기 1000년 지진지반운동의 내진성능 수준을 각각 만족하도록 한다.

2.3.4 내진 II 등급으로 분류된 내진 설계 구조물의 기능 수행 수준은 재현 주기 50년 지진지반운동, 붕괴 방지 수준은 재현 주기 500년 지진지반운동의 내진성능 수준을 각각 만족하도록 한다.

2.4 내진성능 목표 <신설 18.1.11>

가스시설의 내진성능 목표는 내진등급별로 설계지반운동에 대한 내진성능 수준으로 정의되며 표 2.4를 따른다.

표2.4 가스시설 내진성능 목표

	재현주기(년)	내진성능 수준	
		기능수행	붕괴방지
설계지반운동	50	내진 II등급	
	100	내진 I등급	
	200	내진 특등급	
		내진 특A등급	
	500		내진 II등급
	1000		내진 I등급
	2400		내진 특등급
4800		내진 특A등급	

2.5 설계지반운동 <개정 18.1.11>

2.5.1 지반운동을 설계할 때에는 다음 사항을 고려한다.

2.5.1.1 국지적인 토질 조건, 지질 조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려한다.

2.5.1.2 설계지반운동의 특성은 흔들림의 세기, 진동수 성분 및 지속 시간으로 정의한다.

2.5.1.3 설계지반운동은 통계학적으로 독립된 수평 2축 운동과 수직 운동으로 정의한다.

2.5.1.4 연약지반에 중요 구조물을 설치할 경우에는 현장 특성을 반영한 부지 특성 평가 기법을 적용하여 해당 부지에 적합한 설계지반운동을 결정할 수 있다.

2.5.1.5 지반운동의 공간적 변화 특성이 응답에 큰 영향을 주는 경우에는 이를 반영한다.

2.5.2 설계지반운동 수준은 다음과 같이 분류한다.

- (1) 평균 재현 주기 50년 지진지반운동(5년 내 초과 확률 10%)
- (2) 평균 재현 주기 100년 지진지반운동(10년 내 초과 확률 10%)
- (3) 평균 재현 주기 200년 지진지반운동(20년 내 초과 확률 10%)
- (4) 평균 재현 주기 500년 지진지반운동(50년 내 초과 확률 10%)
- (5) 평균 재현 주기 1000년 지진지반운동(100년 내 초과 확률 10%)
- (6) 평균 재현 주기 2400년 지진지반운동(250년 내 초과 확률 10%)
- (7) 평균 재현 주기 4800년 지진지반운동(500년 내 초과 확률 10%)

2.5.3 지진 구역 및 지진 위험도 <신설 18.1.11>

2.5.3.1 지진 구역은 표2.5.3.1과 같이 지진 구역 I 및 지진 구역 II의 두 지진 구역으로 구분한다. 재현 주기가 500년인 지진의 암반지반(S_1 지반)에서 각 지진 구역에서의 지진 구역 계수(Z)는 다음과 같다.

표2.5.3.1 지진 구역 및 지진 구역 계수(Z)

지진 구역	행정 구역		지진구역계수 (Z)
I	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 세종시	0.11 g
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도	
II	도	강원도 북부, 제주도	0.07 g
강원도 북부(군, 시) : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천시, 속초시 강원도 남부(군, 시) : 영월, 정선, 삼척시, 강릉시, 동해시, 원주시, 태백시			

2.5.3.2 재현 주기가 500년인 지진을 기준으로 재현 주기가 다른 지진의 최대 지반 가속도를 상대적 비율로 나타내는 계수인 위험도 계수(I)는 표2.5.3.2와 같다.

표2.5.3.2 위험도 계수(I)

재현주기(년)	50	100	200	500	1000	2400	4800
위험도계수	0.40	0.57	0.73	1	1.4	2.0	2.6

2.5.4 유효수평지반 가속도 <신설 18.1.11>

2.5.4.1 지진 하중을 산정하기 위한 지반운동 수준인 유효수평지반 가속도(S)는 국가지진위험지도 또는 행정구역에 따라 결정한다. 다만, 국가지진위험지도를 이용하여 결정하는 경우, 행정구역에 따라 결정한 값의 80%보다 작지 않아야 한다.

2.5.4.2 행정구역을 바탕으로 재현 주기에 따른 유효수평지반 가속도(S)를 결정할 때는 지진 구역 계수(Z)에 각 재현 주기의 위험도 계수(I)를 곱하여 다음 계산식으로 결정한다.

$$S = Z \times I$$

여기에서,

Z : 지진 구역 계수

I : 위험도 계수

2.5.5 지반의 분류

지반은 기반암의 깊이(H)와 기반암 상부 토층의 평균 전단파 속도($V_{s,Soil}$)에 근거하여 표 2.5.5와 같이 S₁, S₂, S₃, S₄, S₅, S₆의 6종류로 분류하며, 세부사항은 부록 A를 따른다.

표2.5.5 지반의 분류

지반분류	지반분류의 호칭	분류기준	
		기반압 깊이, H (m)	토층 평균 전단파속도, $V_{S,Soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 요구되는 지반		

[비고] 1. 기반압 : 전단파 속도 760 m/s 이상을 나타내는 지층
 2. 기반압 깊이와 무관하게 토층 평균 전단파 속도가 120 m/s 이하인 지반은 S_5 지반으로 분류

2.5.6 설계지반운동의 특성 표현 방법은 다음 기준에 따른다.

2.5.6.1 설계지반운동의 세기 및 진동수 성분은 기본적으로 응답스펙트럼으로 표현한다.

2.5.6.1.1 암반지반의 가속도 표준설계응답스펙트럼 <신설 18.1.11>

(1) 암반지반인 S_1 지반의 5% 감쇠비에 대한 수평 설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼은 그림 2.5.6.1.1(1) 및 표 2.5.6.1.1(1)로 정의한다.

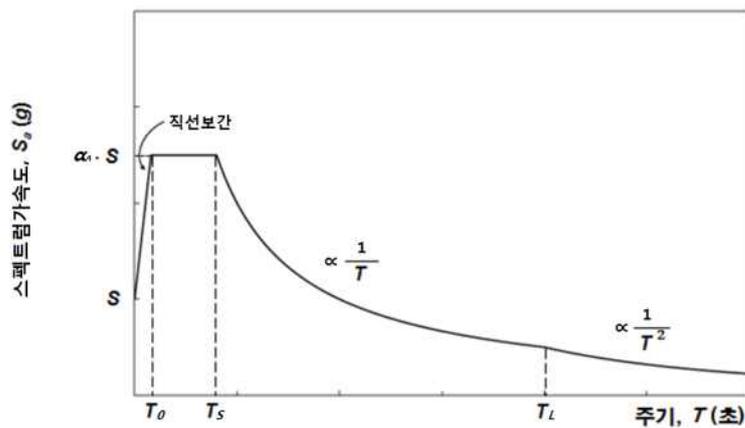


그림 2.5.6.1.1(1) 가속도 표준설계응답스펙트럼(암반지반)

표 2.5.6.1.1(1) 가속도 표준설계응답스펙트럼 전이 주기

구분	α_A (단주기스펙트럼 증폭계수)	전이주기(sec)		
		T_0	T_S	T_L
수평	2.8	0.06	0.3	3

(2) 5% 감쇠비에 대한 수직설계지반운동의 가속도 표준응답스펙트럼은 수평설계지반운동의 가속도 표준응답스펙트럼과 동일한 형상을 가지며, 최대 유효수평지반 가속도에 대한 최대 유효 수

직지반 가속도의 비는 0.77이다.

(3) 수평 및 수직 설계지반운동의 가속도 표준응답스펙트럼의 감쇠비(ξ , %단위)에 따른 스펙트럼 형상은 표 2.5.6.1.1(3)에 제시한 감쇠보정계수 C_D 를 표준응답스펙트럼에 곱해서 구할 수 있다. 단, 감쇠비가 0.5%보다 작은 경우에는 적용하지 않으며 해당 구조물의 경우 응답(시간) 이력 해석을 권장한다.

표 2.5.6.1.1(3) 감쇠보정계수(C_D)

주기(T , sec)	$T=0$	$0 \leq T \leq 0.06$	$0.06 \leq T$
C_D	모든 감쇠비에 대해서 1.0	$T=0$ 일 때, 1.0 $T=0.06$ 일 때, $\left(\frac{6.42}{1.42+\xi}\right)^{0.48}$ 그 사이는 직선보간	$\left(\frac{6.42}{1.42+\xi}\right)^{0.48}$

2.5.6.1.2 토사지반의 가속도 표준설계응답스펙트럼 <신설 18.1.11>

(1) 토사지반인 S_2, S_3, S_4, S_5 지반의 5% 감쇠비에 대한 수평지반운동의 가속도 표준설계응답 스펙트럼은 그림 2.5.6.1.2로 정의한다. 지반증폭계수는 표 2.5.6.1.2와 같으며 유효수평지반가속도 (S)의 값이 중간값에 해당할 경우 직선 보간하여 결정한다.

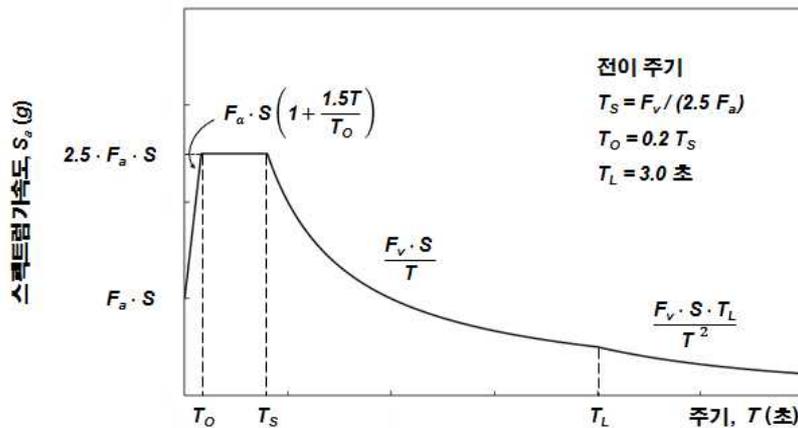


그림 2.5.6.1.2 토사지반 수평지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼

표 2.5.6.1.2 지반증폭계수

지반분류	단주기 증폭계수, F_a			장주기 증폭계수, F_v		
	$S \leq 0.1$	$S = 0.2$	$S = 0.3$	$S \leq 0.1$	$S = 0.2$	$S = 0.3$
S_2	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3
S_3	1.7	1.5	1.3	1.7	1.6	1.5
S_4	1.6	1.4	1.2	2.2	2.0	1.8
S_5	1.8	1.3	1.3	3.0	2.7	2.4

(2) 5% 감쇠비에 대한 S_2, S_3, S_4, S_5 지반의 수직지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼은 2.5.6.1.2(1)에 있는 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼과 같은 전이 주기를 가지며, 최대 유효수평지반 가속도에 대한 최대 유효수직지반 가속도의 비는 공학적 판단으로 값을 결정할 수 있다. <개정 18.6.15>

(3) 토사지반의 감쇠비에 따른 감쇠보정계수는 해당 토사지반에 적합한 가속도 시간 이력으로부터 서로 다른 감쇠비의 탄성응답스펙트럼을 작성하여 그 비를 적용하거나 공학적 판단으로 암반 지반에 적용할 수 있는 표2.5.6.1.1(3)의 감쇠보정계수를 적용할 수 있다. <개정 18.6.15>

(4) $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ 지반의 경우 표준설계응답스펙트럼 대신 부지 고유의 지반응답해석을 이용하여 결정한 스펙트럼을 사용할 수 있다.

2.5.6.2 지표면의 한 점에서 지반운동은 파워스펙트럼으로 정의된 랜덤 프로세스(random process)로 표현할 수 있다. 파워스펙트럼은 2.5.6.1.1과 2.5.6.1.2에서 규정한 표준설계응답스펙트럼과 일관성을 유지한다.

2.5.6.3 설계지반운동 시간 이력은 다음 기준에 따른다.

2.5.6.3.1 지반운동은 지반 가속도 또는 속도나 변위의 시간 이력으로 표현할 수 있다.

2.5.6.3.2 공간적인 모델이 필요할 때 지반운동은 동시에 작용하는 3개의 시간 이력으로 구성한다.

2.5.6.3.3 설계지반운동 시간 이력은 암반지반의 시간 이력을 사용하여 지반응답해석을 통해 결정한다.

2.5.6.3.4 시간 이력은 부지에서 계측된 것을 사용하는 것을 원칙으로 하고, 필요시에는 대상 부지에서 예상되는 시간 이력과 유사하다고 판단되는 다른 지역에서 계측된 지반운동 시간 이력 또는 2.5.6.4에 따른 인공 합성 지반운동 시간 이력을 사용할 수 있다.

2.5.6.4 인공 합성 지반운동 시간 이력은 다음 기준에 따른다.

2.5.6.4.1 실제 기록된 지진 지반운동을 표준설계응답스펙트럼에 부합하도록 수정하거나 표준설계응답스펙트럼에 부합하도록 인공적으로 합성하여 생성한다.

2.4.6.4.2 지반운동의 장주기 성분이 구조물의 거동에 미치는 영향이 중요하다고 판단될 경우에는 지진원의 특성과 국지적인 영향을 고려하여 시간 이력을 생성한다.

2.4.6.4.3 인공 합성 지반운동의 지속 시간은 지진의 규모와 특성, 전파 경로 및 부지의 국지적인 조건이 미치는 영향 등을 고려한다.

2.6 설계거동 한계 <개정 18.1.11>

가스시설이 보유해야 하는 내진성능은 피해 영향 등을 종합적으로 감안하여 결정되며, 성능 수준에 따른 가스시설의 설계거동 한계는 다음과 같다.

2.6.1 기능 수행 수준

2.6.1.1 저장탱크와 탭류의 구조부재 및 재료는 지진 하중 작용 시 탄성한계 내에서 거동하는 것으로 한다.

2.6.1.2 지지구조물과 그 구조 재료는 국부적으로 극히 경미한 구조적 손상 및 선형거동 한계의 초과는 허용될 수 있으나 전체적으로 탄성거동에 준하고, 경미한 구조의 손상으로 인해 가스시설의 기본적인 기능이 저하되지 않는 것으로 한다.

2.6.1.3 저장탱크, 탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부는 전체적으로 탄성거동에 준하고, 보강이 필요할 정도의 구조적 손상이 발생되지 않는 것으로 한다.

2.6.1.4 저장탱크 및 탭류와 다른 시설과의 연결부에는 본래의 기능이 저하되거나 손실될 수 있을 정도의 응력이나 변형이 발생하지 않는 것으로 한다.

2.6.1.5 기초의 변형, 기초와 지지구조물과의 상대 변위는 저장탱크, 탭류 및 처리설비의 정상적인 기능 수행이 가능한 범위 내로 제한한다.

2.6.1.6 지반에 과도한 변형이 발생하지 않도록 하고, 내진 설계 구조물의 정상적인 기능 수행에 지장을 초래하지 않는 것으로 한다.

2.6.2 붕괴 방지 수준

2.6.2.1 저장탱크와 탭류의 구조 부재와 재료는 지진 하중 작용 시 탄성 한계를 초과하는 소성거동을 허용할 수 있으나, 이로 인하여 급작스런 취성 파괴나 좌굴이 초래되지 않도록 한다. 또한 저장되어 있는 액화가스나 압축가스가 통제가 불가능할 정도로 대량 유출되지 않도록 한다.

2.6.2.2 지지구조물은 소성 영역 안에서 거동하는 것이 허용되나, 이로 인하여 저장탱크와 탭류의 연결부 및 연결시설이 내용물 유출 방지 기능을 유지할 수 없는 수준의 과도한 손상과 변형이 발생하지 않도록 한다.

2.6.2.3 저장탱크, 탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부 처리설비 및 기초와 지지구조물의 연결부는 탄성 한계를 초과한 거동이 허용될 수 있으나, 이로 인하여 지지구조물의 연성 능력이 발휘될 수 없는 취성 파괴가 유발되지 않도록 한다.

2.6.2.4 저장탱크 및 다른 시설물과의 연결부는 그 내부에 저장되어 있는 가스가 통제 불가능할 정도로

대량 유출될 수 있는 정도의 구체적 손상이 발생되지 않는 것으로 한다.

2.6.2.5 기초의 변형 및 기초와 지지구조물과의 상대 변위는 저장탱크, 탭류 및 처리설비의 내용물 유출 방지 기능을 유지할 수 있는 범위 안에 있도록 한다.

2.6.2.6 지반은 과도한 변형과 침하 또는 전단 파괴가 발생하지 않도록 하고, 액상화로 인하여 내진 설계 구조물에서 저장물의 유출 방지 기능 수행에 지장을 초래하지 않도록 한다.

2.7 설계 방법 및 절차 <개정 18.1.11>

2.7.1 내진 설계 시 입력지반운동은 다음 사항을 고려한다.

- (1) 수평 2축 방향과, 수직 방향 지반운동의 영향
- (2) 지반운동의 공간적 변화 특성
- (3) 국지적인 토질 조건과 지질, 지형 조건이 지반운동에 미치는 영향

2.7.2 내진 설계 구조물의 내진 설계와 안정성 평가에 필요한 지반 물성을 파악하기 위하여 다음 기준에 따라 지반 조사를 실시한다.

2.7.2.1 지반 조사는 지층 구성, 지하수위, 각 지층의 역학적 특성 파악 및 실내 시험을 위해 시료 채취 등에 필요한 현장 시험과 채취한 시료를 이용한 실내에서의 역학적 시험을 포함한다.

2.7.2.2 필요한 경우 전단파 속도, 주상도 등을 얻을 수 있는 동적 현장 시험을 실시하고, 지진에 취약한 지반의 경우 액상화 특성과 다양한 변형률 크기에 대한 변형계수 및 감쇠비 특성을 얻을 수 있는 시험을 실시한다.

2.7.3 내진 설계 시 다음의 입지 조건에는 내진 설계 설비를 설치하지 않는다.

- (1) 내진 설계 구조물이 활성단층을 가로지르는 경우
- (2) 내진 특등급 구조물이 활성단층에 극히 인접한 경우(활성단층 반경 1 km 이내)
- (3) 사면의 붕괴로 내진 설계 설비의 안정성이 위협받을 수 있는 지역

2.7.4 내진 설계를 할 때에는 다음 기준에 따라 지진 재해와 하중을 고려한다.

2.7.4.1 지반 진동으로 사면 붕괴·액상화·지반침하 등의 가능성이 현저한 곳은 가급적 피하고 부득이한 경우에는 지반을 개량하여 액상화 및 침하 방지조치를 한다.

2.7.4.2 지진 시 내진 설계 구조물에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때에는 고정 하중, 내압, 운전 하중, 온도 하중, 연결된 다른 시설물과의 상대적인 변위 등의 영향을 고려한다.

2.7.4.3 지진 시 유체의 동압력 영향과 액체 표면의 요동에 따른 충격의 영향을 고려한다.

2.7.5 내진성능 수준을 만족하기 위한 설계 방법은 다음과 같다.

2.7.5.1 계획된 순서에 따라 구조물의 구조 부재가 항복하도록 내진역량설계(capacity design)를 한다.

2.7.5.2 내진 설계 구조물의 연성거동을 보장할 수 있도록 설계한다.

2.7.5.3 내진 설계 구조물의 연성거동을 보장할 수 없거나 소성거동을 수용할 수 있는 내진 상세를 확보하고 있지 않은 경우에는 응답수정계수를 적용하지 않는다. 다만, 구조물이 탄성거동 한계를 초과한다면 비선형 응답 이력 해석을 수행하여 구한 지진응답을 사용할 수 있다.

2.7.5.4 기초는 어떠한 경우에도 지반의 변형과 침하에 그 지지 기능을 유지할 수 있도록 설계한다.

2.7.6 내진 설계 검토 항목은 다음과 같다.

- (1) 내진 설계 구조물에 발생한 응력과 변형 상태
- (2) 내진 설계 구조물의 변위
- (3) 가스의 유출 방지
- (4) 저장탱크·탑류 및 기초와 지지구조물의 연결부, 처리설비 및 기초와 지지구조물 연결부의 취성 파괴 가능성
- (5) 액체 표면의 요동
- (6) 사면의 안정성
- (7) 액상화 잠재성
- (8) 기초의 안정성

2.7.7 내진성능 수준 평가 방법은 다음과 같다.

2.7.7.1 내진 설계 결과 설계 모델이 제공하는 공급 역량은 지진에 따라 발생하는 소요 역량을 초과하게 한다.

2.7.7.2 공급 역량과 소요 역량 평가 시에는 시간과 사용에 따른 구조 재료 특성의 변화를 고려한다.

2.7.7.3 지진 시 내진 설계 구조물의 성능 만족은 지진응답해석, 축소모형시험(scale model test) 또는 원형시험(prototype test) 방법에 따라 평가할 수 있다.

2.8 지진해석 방법 <개정 18.1.11>

2.8.1 지진해석을 위한 설계지반운동은 2.5를 따른다.

2.8.2 지반운동은 수평 2축 방향 성분과 수직 방향 성분의 지반운동에 따른 영향을 반영한다.

2.8.3 내진 설계 구조물의 유체-구조물-지반 상호작용을 해석할 때에는 구조물의 유연성과 지반의 변형성을 고려한다. 다만, 유체-구조물의 상호작용이 경미할 경우에는 그 구조물을 강체(剛體)로 모델링할 수 있다.

2.8.4 지반을 통한 파의 방사 조건을 적절하게 반영한다.

2.8.5 지진 시 가스시설들이 액상화 피해를 입을 수 있으므로 지반의 액상화 가능성을 고려한다.

2.8.6 내진 설계에 필요한 지반 정수들은 동적 하중 조건에 적합한 값들을 선정하고, 특히 지반변형계수와 감쇠비는 발생 변형률 크기에 적합한 것을 선택한다.

2.8.7 지반에서 지하수의 영향과 지반의 공간적 변화 특성도 고려한다.

2.8.8 기초와 지반사이의 미끄러짐, 들림 등과 같은 비선형성을 고려한다.

2.8.9 가스시설의 지진 해석은 선형 정적해석, 선형 동적해석, 비선형 정적해석, 비선형 동적해석 등을 적용할 수 있으며, 시설물의 형상 및 응답 특성 등을 고려하여 적절한 해석 방법을 선정한다.

2.9 성능 보증 <개정 18.1.11>

2.9.1 내진 설계의 적합 여부는 다음 기준에 따라 검토한다.

2.9.1.1 내진 설계된 내진 설계 구조물이 내진성능 수준을 달성할 수 있는지는 기술 검토나 안전성 향상 계획서 심사 결과에 따른다.

2.9.1.2 내진 설계 검토는 기본구조 계획, 구조 계산, 상세 설계 등에 따라 실시한다.

2.9.2 내진 설계 구조물을 시공할 때에는 다음 기준에 따른다.

2.9.2.1 시공 시 품질관리는 발주자 측의 감리, 독립적인 검사·시험과 시공자가 종합적으로 수행한다.

2.9.2.2 시공 단계에서의 품질관리 과정과 결과는 추후 문제 발생 시 책임 소재가 명백하게 가려질 수 있도록 기록으로 보존한다.

2.9.2.3 내진 설계 구조물의 시공 전반에 고법 제16조, 액법 제36조 또는 도법 제15조에 따른 중간검사·안전성 확인 및 완성검사·시공감리를 받는다.

2.9.3 도법 시행규칙 별표 5 제2호에 따른 정압기지 및 밸브기지에 설치하는 가열설비·계량설비·정압설비에 연결된 노출 배관은 지진에 안전한 구조의 지지구조물로 고정한다.

2.9.4 내진성능 확인은 다음 기준에 따라 실시한다. <신설 18.1.11>

2.9.4.1 내진성능 확인은 1.5에 따른 경과조치에도 불구하고 2.1에 따른 대상 시설에 적용한다.

2.9.4.2 내진성능 확인 항목은 소요 역량과 공급 역량으로, 다음과 같다.

(1) 소요 역량은 지진 구역, 위험도 계수, 유효수평지반 가속도, 지반 분류, 응답스펙트럼 등으로 확인한다.

(2) 공급 역량은 단면 강도, 재료 강도, 항복 변형률, 극한한계 변형률 등으로 확인한다.

2.9.4.3 내진성능 확인 결과는 소요 역량에 비하여 공급 역량이 큰 경우 내진성능을 확보하고 있는 것으로 판정한다.

2.9.4.4 내진성능 확인 방법, 적용 시기, 그 밖에 필요한 사항은 한국가스안전공사 사장이 정한 '가스시설 및 지상 가스배관 내진성능 확인 세부 기술 기준' 을 적용한다.

2.10 그 밖의 설계 기준

2.1부터 2.9까지에서 정한 것 이외의 세부적인 기술 기준은 가스안전기술심의위원회의 심의를 거쳐 한국가스안전공사 사장이 정한다. <개정 18.1.11>

부록 A 지반 분류(S1, S2, S3, S4, S5, S6) (2.5.5 관련)

A.1 지반 분류 절차

A.1.1 범위

여기서는 표 2.5.5에 따라서 지반을 S₁부터 S₆까지 6종으로 분류하는 절차를 기술한다.

A.1.2 정의

지반의 종류는 다음과 같이 정의된다.

S₁ : 전단파 속도가 760m/s 이상인 기반암의 깊이(H)가 1m 미만인 지반

S₂ : $H \leq 20$ m이고, $V_{S,Soil} \geq 260$ m/s인, 기반암 깊이가 얇고 단단한 지반

S₃ : $H \leq 20$ m이고, $V_{S,Soil} < 260$ m/s인, 기반암 깊이가 얇고 연약한 지반

S₄ : $H > 20$ m이고, $V_{S,Soil} \geq 180$ m/s인, 기반암 깊이가 깊고 단단한 지반

S₅ : $H > 20$ m이고, $V_{S,Soil} < 180$ m/s인, 기반암 깊이가 깊고 연약한 지반

S₆ : 부지 고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 요구되는 다음 경우에 속하는 지반

- ① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 예민비가 8 이상인 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반
 - ② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토 지반(지층의 두께 > 3m)
 - ③ 매우 높은 소성을 띤 점토 지반(지층의 두께 > 7m이고, 소성지수(PI; Plasticity Index) > 75)
 - ④ 층이 매우 두껍고 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(지층의 두께 > 36m)
 - ⑤ 기반암이 깊이 50m를 초과하여 존재하는 지반
- ※ 예외: $V_{S,Soil}$ 이 120m/s 이하인 지반은 기반암 깊이에 관계없이 S₅ 지반으로 분류한다.

부지 고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 요구되는 지반, 즉 S₆로 분류할 때는 S₆에 대한 정의에서 제시한 기준을 고려하여야 한다. 만약 해당 부지가 이 기준과 일치하면 그 부지를 지반 종류 S₆으로 분류하여야 하며, 부지 고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 이루어져야 한다.

A.2 기반암의 정의

기반암은 전단파 속도 760m/s 이상을 나타내는 지층이다.

A.3 토층 평균 전단파 속도($V_{S,Soil}$)

$V_{S,Soil}$ 은 다음 공식에 따라 결정된다.

$$V_{S,Soil} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$$

여기에서, d_i = 기반암 깊이까지의 i 번째 토층의 두께, m

V_{si} = 기반암 깊이까지의 i 번째 토층의 전단파 속도, m/s

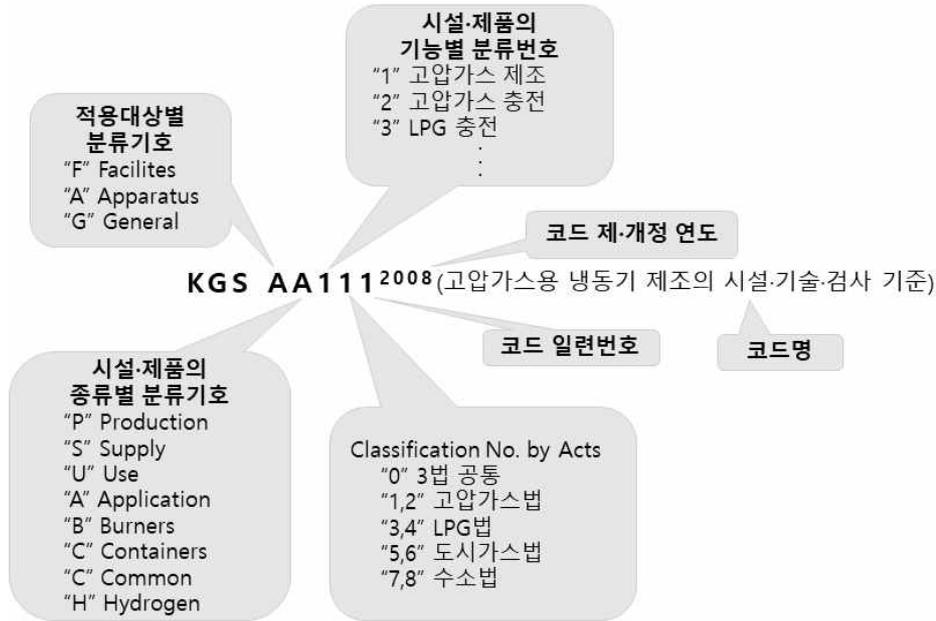
A.4 표준관입시험 관입저항치의 전단파 속도로의 변환

표준관입시험 관입저항치(SPT-N치)를 전단파 속도로 변환할 수 있다. 변환에는 국내 지반에 제안된 상관관계식(Sun et al. 2013* 등)을 활용할 수 있다. 표준관입시험 시 단단한 암질에 도달하여 향타 수가 50에 이르러도 30 cm 깊이를 관입하지 못할 경우 50타 수 이상의 N값은 선형적인 비례 관계를 토대로 30 cm 두께 관입 시 N값으로 환산한다. 이때 환산 N치의 최댓값은 300이다.

* Sun, C. G., Cho, C. S., Son, M., & Shin, J. S. (2013). Correlations between shear wave velocity and in-situ penetration test results for Korean soil deposits. *Pure and Applied Geophysics*, 170(3), 271–281.

KGS Code 기호 및 일련번호 체계

KGS(Korea Gas Safety) Code는 가스관계법령에서 정한 시설·기술·검사 등의 기술적인 사항을 상세기준으로 정하여 코드화한 것으로 가스기술기준위원회에서 심의·의결하고 산업통상자원부에서 승인한 가스안전 분야의 기술기준입니다.



분야 및 기호		종류 및 첫째 자리 번호		분야 및 기호		종류 및 첫째 자리 번호		
제품 (A) (Apparatus)	기구(A) (Appliances)	냉동장치류	1	시설 (F) (Facilities)	제조·충전 (P) (Production)	고압가스 제조시설	1	
		배관장치류	2			고압가스 충전시설	2	
		밸브류	3			LP가스 충전시설	3	
		압력조정장치류	4			도시가스 도매 제조시설	4	
		호스류	5			도시가스 일반 제조시설	5	
		경보차단장치류	6			도시가스 충전시설	6	
		기타 기구류	9			고압가스 판매시설	1	
		연소기 (B) (Burners)	보일러류			1	판매·공급 (S) (Supply)	LP가스 판매시설
	히터류		2		LP가스 집단공급시설	3		
	레인지류		3		도시가스 도매 공급시설	4		
	기타 연소기류		9		도시가스 일반 공급시설	5		
	용기(C) (Containers)	탱크류	1		저장·사용 (U) (Use)	고압가스 저장시설	1	
		실린더류	2			고압가스 사용시설	2	
		캔류	3			LP가스 저장시설	3	
		복합재료 용기류	4			LP가스 사용시설	4	
		기타 용기류	9			도시가스 사용시설	5	
	수소 (H) (Hydrogen)	수소추출기류	1			일반 (G) (General)	공통 (C) (Common)	수소 연료 사용시설
		수전해장치류	2		기본사항			1
		연료전지	3		공통사항		2	

