

가스배관 내진설계 기준

Code for Seismic Design of Gas Pipes

가스기술기준위원회 심의·의결 : 2008년 12월 16일

지식경제부 승인 : 2008년 12월 30일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 윤 기 봉 : 중앙대학교 교수

부위원장 김 광 섭 : 한진도시가스(주) 상무

당 연 직 장 석 구 : 지식경제부 에너지안전과장
 범 희 권 : 기술표준원 에너지물류표준과장
 김 재 용 : 한국가스안전공사 기술안전이사

고압가스분야 김 연 종 : United Pacific PLG. 대표이사
 김 진 석 : 한국표준과학연구원 본부장
 김 청 균 : 홍익대학교 교수
 박 반 욱 : 한국기계연구원 책임연구원
 백 종 배 : 충주대학교 교수
 윤 기 봉 : 중앙대학교 교수
 최 문 규 : 에어프로덕츠코리아 부사장

액화석유가스분야 고 봉 식 : 대성셀텍(주) 대표이사
 권 순 영 : LP가스공업협회 전무
 안 병 성 : 한국과학기술연구원 책임연구원
 윤 재 건 : 한성대학교 교수
 장 석 응 : 에스이피엔씨(주) 회장
 황 정 호 : 연세대학교 교수

도시가스분야 김 광 섭 : 한진도시가스(주) 상무
 오 신 규 : 한국가스공사 수석연구원
 이 수 경 : 서울산업대학교 교수
 정 충 기 : 서울대학교 교수

이 기준은 「고압가스 안전관리법」 제22조의2, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제27조의2 및 「도시가스사업법」 제17조의3에 따라 가스기술기준 위원회에서 정한 상세기준으로, 이 기준에 적합하면 동 법령의 해당 기준에 적합한 것으로 보도록 하고 있으므로 이 기준은 반드시 지켜야 합니다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기준의 효력	1
1.3 용어정의	1
1.4 기준의 준용	2
1.5 경과조치(내용없음)	2
2. 설계 기준	2
2.1 등급분류	2
2.2 내진성능수준	3
2.3 설계지반운동	3
2.4 설계 거동한계	7
2.4.1 기능수행 수준	7
2.4.2 누출방지 수준	7
2.5 설계 방법 및 절차	7
2.6 지진해석	10
2.7 성능보증	11
2.8 지진기록 계측	11
2.9 그 밖의 설계기준	12

가스배관 내진설계 기준 (Code for Seismic Design of Gas Pipes)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 「고압가스 안전관리법」(이하 “고법”이라 한다) 및 「도시가스사업법」(이하 “도법”이라 한다)의 내진설계에 대하여 적용한다.

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 고법 제22조의2제2항 및 도법 제 17조의3제2항에 따라 고법 제33조의2에 따른 가스기술기준위원회의 심의·의결(안전번호 2008-2호, 2008년 12월 16일)을 거쳐 지식경제부장관의 승인(지식경제부 공고 제2008-379호, 2008년 12월 30일)을 받은 것으로 고법 제22조의2 제1항 및 도법 제17조의3제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 고법 제22조의2제4항 및 도법 제17조의3제4항에 따라 고법령 및 도법령의 기술기준에서 정하는 가스배관 내진설계 기준에 적합한 것으로 본다.

1.3 용어정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.3.1 “내진 특등급”이란 배관의 손상이나 기능상실로 인해 공공의 생명과 재산에 막대한 피해를 초래할 뿐만 아니라 사회의 정상적인 기능 유지에 심각한 지장을 가져올 수 있는 것으로서 도시가스배관의 경우에는 가스도매사업자가 소유하거나 점유한 제조소 경계 외면으로부터 최초로 설치되는 차단장치 또는 분기점에 이르는 최고사용압력이 6.9 MPa 이상인 배관을 말한다.

1.3.2 “내진 1등급”이란 배관의 손상이나 기능 상실이 공공의 생명과 재산에 상당한 피해를 초래할 수 있는 것으로서 도시가스배관의 경우에는 내진특등급 이외의 고압배관과 가스도매사업자가 소유한 정압기(지)에서 일반도시가스사업자가 소유하는 정압기까지에 이르는 배관 및 일반도시가스사업자가 소유하는 최고사용압력 0.5 MPa 이상인 배관을 말한다.

1.3.3 “내진 2등급”이란 배관의 손상이나 기능 상실이 공공의 생명과 재산에 경미한 피해를 초래할 수 있다고 판단되는 배관으로서 내진 특등급 및 내진 1등급 이외의 배관을 말한다.

1.3.4 “기능수행수준”이란 설계지진 하중 작용 시 내진설계구조물이 본래의 가스 수송기능을 정상적으로 수행할 수 있는 수준을 말한다.

1.3.5 “누출방지수준”이란 가스배관의 균열, 파열 등의 손상으로 가스가 누출되어 폭발 및 화재와 같은 재해가 초래되지 않는 수준을 말한다.

1.3.6 “설계지반운동”이란 정지작업이 완료된 지표면에서의 자유장운동으로 정의한다.

1.3.7 “위험도 계수”란 평균재현주기 500년 지진지반운동수준에 대한 평균재현주기별 지반운동수준의 비를 말한다.

1.4 기준의 준용

1.4.1 고법에 따른 배관 중 내진설계 적용 대상에 해당되는 고압가스배관에 대하여는 이 기준의 도시가스배관을 고압가스배관으로 본다.

1.4.2 이 기준에 불구하고 건축법령에 따라 내진설계를 하여야 하는 시설물은 건축법령이 정하는 바에 따른다.

1.5 경과조치(내용없음)

2. 설계 기준

2.1 등급분류

2.1.1 도시가스배관은 가스압력에 따라 고압배관, 중압배관 및 저압배관으로 분류하고 그 기능의 중요성과 지진으로 손상이 초래될 수 있는 재해의 규모와 범위를 고려하여 내진 특등급, 내진 1등급, 내진 2등급으로 분류한다.

2.1.2 고압가스배관의 중요도는 그 기능의 중요성과 지진으로 손상이 초래될 수 있는 재해의 규모와 범위를 고려하여 내진 특등급, 내진 1등급, 내진 2등급으로 분류하되, 그 분류기준은 다음과 같다.

2.1.2.1 독성가스를 수송하는 고압가스배관의 중요도는 내진 특등급으로 분류한다.

2.1.2.2 가연성가스를 수송하는 고압가스배관의 중요도는 내진 1등급으로 분류한다.

2.1.2.3 독성가스나 가연성가스 이외의 가스를 수송하는 고압가스배관의 중요도는 내진 2등급으로 분류한다.

2.2 내진성능수준

고압가스배관 및 도시가스배관은 지진하중 작용 시 기능수행수준 및 누출방지수준의 내진성능수준을 만족하는 것으로 설계하되, 내진 등급별 요구되는 내진성능수준은 다음과 같다.

2.2.1 내진 특등급으로 분류된 배관의 기능수행수준은 재현기간 200 년 지진 지반운동, 누출방지수준은 재현기간 2 400 년 지진 지반운동의 내진성능수준을 만족하는 것으로 한다.

2.2.2 내진 1등급으로 분류된 배관의 기능수행수준은 재현기간 100 년 지진 지반운동, 누출방지수준은 재현기간 1 000 년 지진 지반운동의 내진성능수준을 만족하는 것으로 한다.

2.2.3 내진 2등급으로 분류된 배관의 기능수행수준은 재현기간 50 년 지진 지반운동, 누출방지수준은 재현기간 500 년 지진 지반운동의 내진성능수준을 만족하는 것으로 한다.

2.3 설계지반운동

2.3.1 고압가스배관 및 도시가스배관의 지반운동을 설계할 때에는 다음 사항을 고려한다.

2.3.1.1 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려한다.

2.3.1.2 기본적인 지진 재해도는 암반지반을 기준으로 평가한다.

2.3.1.3 설계지반운동은 흔들림의 세기, 주파수 내용 및 지속시간의 세 가지 측면에서 그 특성이 잘 정의되도록 한다.

2.3.1.4 설계지반운동은 수평 2축 방향과, 수직방향 성분으로 정의한다.

2.3.1.5 설계지반운동의 수평 2축 방향 성분은 세기와 특성이 같다고 가정할 수 있다.

2.3.1.6 설계지반운동의 수직 방향 성분의 세기는 수평 방향 성분의 3분의 2로 가정할 수 있고, 주파수 내용과 지속시간은 수평방향 성분과 같다고 가정할 수 있다.

2.3.2 고압가스배관 및 도시가스배관의 설계지반운동 수준은 다음과 같이 분류한다.

- (1) 평균재현주기 50 년 지진지반운동 (5 년 내 초과확률 10%)
- (2) 평균재현주기 100 년 지진지반운동 (10 년 내 초과확률 10%)
- (3) 평균재현주기 200 년 지진지반운동 (20 년 내 초과확률 10%)

- (4) 평균재현주기 500년 지진지반운동 (50년 내 초과확률 10%)
- (5) 평균재현주기 1000년 지진지반운동 (100년 내 초과확률 10%)
- (6) 평균재현주기 2400년 지진지반운동 (250년 내 초과확률 10%)

2.3.3 지진구역은 표 2.3.3과 같이 I 지역과 II 지역으로 구분하고 각 지진구역에서의 지진구역계수(Z)는 I에서는 0.11, 구역 II에서는 0.07로 한다.

표 2.3.3 지진구역 구분

지진 구역	행정 구역		지진구역계수 (Z(g값))
I	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시	0.11
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 북동부	
II	도	강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도	0.07

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
 전라남도 북동부(군, 시) : 장성, 담양, 곡성, 구례, 장흥, 보성, 화순, 광양시, 나주시, 여주시, 순천시
 전라남도 남서부(군, 시) : 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포시

2.3.4 평균재현주기별 최대유효지반가속도의 비를 말하는 위험도 계수는 표 2.3.4와 같다.

표 2.3.4 위험도 계수

수준	기능수행수준			붕괴방지수준		
	II 등급	I 등급	특등급	II 등급	I 등급	특등급
내진등급						
재현주기(년)	50	100	200	500	1000	2400
위험도계수	0.40	0.57	0.73	1	1.4	2.0

2.3.5 고압가스배관 및 도시가스배관이 설치되는 부지에 대한 지진 재해도를 정밀하게 평가하고자 할 경우에는 이 기준 작성의 근거가 되는 지진 재해도해석으로부터 얻어진 등고선 형태의 지진 재해도를 사용할 수 있다.

2.3.6 지반의 분류는 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하고, 표 2.3.6과 같이 6종으로 분류한다.

표 2.3.6 지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반 특성		
		전단파속도 (m/s)	표준관입시험 $\bar{N} (\bar{N}_{CH})$ (blow/foot)	비배수전단강도(kPa), \bar{S}_u

S_A	경암지반	1500 초과	-	-
S_B	보통암지반	760에서 1500		
S_C	매우 조밀한 토사지반 또는 연암지반	360에서 760	> 50	> 100
S_D	단단한 토사지반	180에서 360	15에서 50	50에서 100
S_E	연약한 토사지반	180 미만	< 15	< 50
S_F	부지 고유의 특성 평가가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반 1) 액상화가 일어날 수 있는 흙, 키클레이(Quick Clay)와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반 2) 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반 3) 매우 높은 소성을 갖은 점토지반 4) 층이 매우 두꺼우며 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토			

2.3.7 설계지반운동의 특성 표현방법은 다음 기준에 따른다.

2.3.7.1 설계지반운동의 특성은 기본적으로 응답스펙트럼으로 표현하고, 응답스펙트럼은 다음과 같이 한다.

2.3.7.1.1 5% 감쇠비에 대한 표준설계응답스펙트럼은 그림 2.3.7.1.1의 것을 사용하고, 5% 이외의 감쇠에 대해서는 표 2.3.7.1.1의 감쇠보정계수를 곱하여 사용한다.

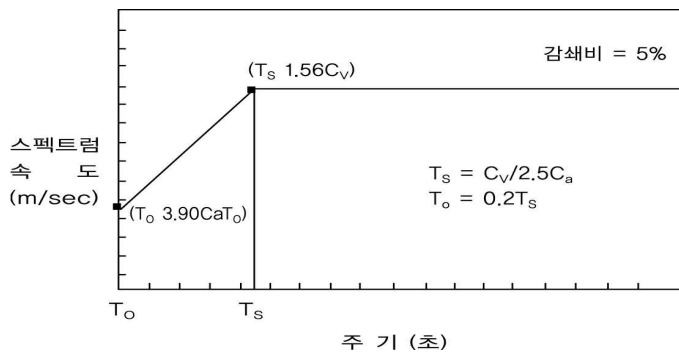


그림 2.3.7.1.1 표준설계응답스펙트럼

표 2.3.7.1.1 감쇠보정계수

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

위에서 표시되지 않은 감쇠에 대한 감쇠보정계수는 보간을 하여 사용한다.

2.3.7.1.2 그림 2.3.7.1.1에서 표준설계응답스펙트럼에 사용되는 지진계수 C_a 와 C_v 의 값은 표 2.3.7.1.2①과 표 2.3.7.1.2②에 따른다.

표 2.3.7.1.2① 지진계수 C_a

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

표 2.3.7.1.2② 지진계수 C_v

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

2.3.7.2 지표면의 한 점에서 지반운동은 파워스펙트럼으로 정의된 랜덤 프로세스(Random Process)로 표현할 수 있다. 파워스펙트럼은 2.3.7.1에 따른 응답스펙트럼과 지반운동의 특성을 표현할 때에는 일관성을 유지한다.

2.3.7.3 가속도 시간이력은 다음 기준에 따른다.

2.3.7.3.1 지반운동은 지반가속도 또는 속도나 변위의 시간이력으로 표현할 수 있다.

2.3.7.3.2 공간적인 모델이 필요할 때 지반운동은 동시에 작용하는 3개의 가속도 성분으로 구성한다.

2.3.7.3.3 시간이력은 부지에서 계측된 것을 사용하는 것을 원칙으로 하고, 필요시에는 부지에서 기대되는 시간이력과 유사하다고 판단되는 다른 지역에서 계측된 가속도 시간이력 또는 2.3.7.3.4에 따른 인공 가속도 시간이력을 사용할 수 있다.

2.3.7.4 인공 가속도 시간이력은 다음 기준에 따른다.

- (1) 인공가속도 시간이력은 응답스펙트럼과 잘 부합하도록 생성한다.
- (2) 지반운동의 장주기 성분이 구조물의 거동에 미치는 영향이 중요하다고 판단될 경우에는 지진원의

발전기구조 특성과 국지적인 영향을 고려하여 시간이력을 생성한다.

(3) 인공가속도의 지속시간은 지진의 규모와 발전기구조 특성 전파경로 및 부지의 국지적인 조건이 미치는 영향을 고려하여 합리적으로 결정한다.

2.3.7.5 모든 점에서의 똑같이 가진하는 것이 합리적일 수 없는 특징을 갖는 선상구조물에 대해서는 지반운동의 공간적 변화모형을 사용할 수 있다.

2.4 설계 거동한계

고압가스배관 및 도시가스배관의 내진설계 시 설계거동 한계는 다음 사항을 고려한다.

2.4.1 기능수행 수준

2.4.1.1 배관은 지진 지반운동에 의해 국부적으로 선형거동한계를 초과할 수 있으나 전체적으로는 탄성에 준하는 거동을 하고, 정상적인 기능수행이 가능한 것으로 한다.

2.4.1.2 지반의 영구변형은 도시가스 배관의 정상적인 기능수행에 지장을 주지 않는 범위 안에서 허용한다.

2.4.2 누출방지 수준

2.4.2.1 배관은 지진 지반운동에 의해 소성영역 안에서 거동하는 것은 허용하나, 가스가 누출될 수 있을 정도의 구조적 손상이 발생하지 아니하는 것으로 한다.

2.4.2.2 지반의 영구변형은 가스가 누출될 수 있을 정도의 손상을 유발시키지 않도록 허용한도를 초과하지 아니하는 것으로 한다.

2.4.2.3 배관이 설치된 지반은 지진 시 액상화, 단층작용, 사면활동 등이 발생하지 아니하도록 하고, 이들이 발생하더라도 가스누출이 발생하지 아니하도록 설치한다.

2.5 설계 방법 및 절차

2.5.1 고압가스배관과 도시가스배관의 내진설계 시 입력지반운동은 다음 사항을 고려한다.

2.5.1.1 설계지반운동은 그림 2.3.7.1.1을 참조하여 입지속도응답스펙트럼으로 나타낸다.

2.5.1.2 표층지반의 층상구조, 동적 물성치 등을 고려하여 지반의 분산곡선과 지반 진동의 겉보기 파장을 평가한다.

2.5.2 고압가스배관과 도시가스배관의 내진설계 시 지반조사는 다음 기준에 따른다.

2.5.2.1 지진 시 배관의 안정성 평가에 필요한 지반물성을 파악하기 위하여 부설 노선을 따라 지반조사를 실시한다.

2.5.2.2 지반조사는 기존자료의 수집 및 현지답사로 지반의 성질을 파악하는 기본조사와 현장 및 실내실험을 실시하여 지반의 성질을 세밀히 평가하는 상세조사로 나누어 실시한다. 다만, 상세조사의 실시 여부는 배관시설의 중요도와 지반의 안정성을 고려하여 결정한다.

2.5.2.3 지반조사는 표층지반의 층상구조, 지하수위, 각 지층의 역학적 특성, 탄성과 속도 등을 파악한다.

2.5.2.4 배관이 부설되는 노선상의 지반에 액상화 현상, 사면활동 등의 발생우려가 있는 경우 지반 안정성에 대한 조사를 실시한다.

2.5.3 고압가스배관과 도시가스배관의 내진설계 시 입지조건은 다음 기준에 따른다.

2.5.3.1 활성단층 지역이나 사면활동 가능성이 있는 지역은 가급적 통과하지 않도록 한다.

2.5.3.2 연약지반이나 액상화 잠재성이 현저한 곳은 가급적 피하고 불가피한 경우에는 지반을 개량하여 지진에 대한 저항능력을 증가시킨다.

2.5.3.3 유지관리와 손상된 부분의 보수 및 교체 작업이 용이한 지역에 설치한다.

2.5.4 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진설계를 할 때에는 지진재해로부터 피해가 없도록 다음 사항을 고려한다.

2.5.4.1 배관은 지진파에 따라 발생하는 지반진동에 대하여 내진 성능 요구조건을 만족하도록 설계한다.

2.5.4.2 지진으로 인한 사면붕괴, 액상화 등의 지반 파괴에 따른 영구변형에 대하여 내진성능 요구조건에 만족하도록 설계한다.

2.5.4.3 지진 시 배관에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때는 내압, 지중, 상재하중 등의 영향을 적절하게 고려한다.

2.5.4.4 지진 시 지형지질의 급변부 및 이형관과 같은 관로의 구조 급변부에 대한 영향을 적절하게 고려한다.

2.5.4.5 지진 시 지반진동으로 배관에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때에는 지진파의 종류, 지반진동의 크기, 입사각, 주기, 파장의 길이와 지반과 배관 사이의 마찰특성 등을 적절하게 고려한다.

2.5.4.6 지진 시 지반의 영구변형으로 배관에 전달되는 하중을 적절하게 고려한다.

2.5.5 내진설계 시 고압가스배관 및 도시가스배관의 재료 및 이음매는 다음 기준에 따른다.

2.5.5.1 가스압력과 설치장소, 지중매설 조건에 따라 충분한 기계적 강도와 변형성을 갖는 배관 및 이음매의 재료를 선정한다.

2.5.5.2 배관재료는 고법 및 도법에 따라 정해진 규격에 적합하거나 동등 이상의 기계적 성질을 갖는 것으로 한다.

2.5.5.3 배관재료는 배관의 기준 변형률을 만족하고, 설계변형률(혹은 사용변형률)은 재료의 허용 변형률보다 작으며, 배관의 사용압력은 내압시험최소압력보다 작은 것으로 한다.

2.5.5.4 배관에 사용하는 접합재료와 이음매는 고법 및 도법에 따라 정해진 규격에 적합하거나 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것으로 한다.

2.5.5.5 이음매의 설계변위(혹은 사용변위)는 기준변위를 만족하고 허용변위보다 작은 것으로 한다.

2.5.5.6 지반의 하중, 가스압력 및 온도의 변화는 배관계에 강제변위나 하중을 주므로 재료의 허용응력과 허용변형률에 따라 배관과 이음매를 설계한다.

2.5.5.7 지반의 진동하중, 가스압력 및 온도의 변동은 배관계에 강제반복변위나 강제하중을 주므로 배관과 이음매의 설계에는 재료의 피로변형, 피로강도 및 수명을 고려한다.

2.5.5.8 배관 이음매의 내진성능은 재료자체의 항복강도(내력)와 연신율, 좌굴 및 굽힘성능, 피로성능과 함께 배관 및 이음매의 기하학적 형상과 치수(관의 외경, 평균지름, 두께, 곡관의 곡률반경, 이형관과 이음매의 형상) 및 하중형식에 따라 결정한다.

2.5.5.9 배관과 이음매의 부식 및 기계적 손상에 따른 가스누출을 방지하기 위해 지중매설 강관과 이음매의 표면을 피복으로 처리하고, 전기방식조치를 한다.

2.5.6 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진성능평가 항목은 다음과 같다.

- (1) 지진파에 따라 발생하는 지반진동
- (2) 지반의 영구변형
- (3) 배관에 발생한 응력과 변형
- (4) 가스 누출방지 기능
- (5) 연결부의 취성파괴 가능성
- (6) 배관과 지반 사이의 미끄러짐을 고려한 상호작용
- (7) 사면 안전성
- (8) 액상화 잠재성

2.5.7 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진성능기준 만족 여부 평가방법은 다음과 같다.

2.5.7.1 설계가 성능기준을 만족시키기 위해서는 설계모델이 제공하는 공급내진 역량이 지진에 따라 발생하는 소요내진 역량을 충분한 안전여유를 가지고 초과하도록 한다.

2.5.7.2 안전여유는 설계지진동에 따라 배관에 발생하는 응력과 변위를 구하고 허용치와 비교하여 제공될 수 있고, 설계방법에 따라서 하중계수 및 강도감소계수가 도입된 지진재해도 해석과 신뢰도 해석에 기초해 확률론적으로 안전여유가 결정될 수도 있다.

2.5.7.3 공급 내진역량과 소요 내진역량 평가 시에는 시간과 사용에 따른 구조재료 특성의 변화를 고려한다.

2.5.7.4 지진 시 배관의 성능 만족 여부는 지진응답해석, 소 모형시험(Scale Model Test) 또는 원형시험(Prototype Test) 방법에 따라 평가할 수 있다.

2.5.7.5 지진응답해석의 기본사항은 2.6의 지진해석 방법과 절차를 따른다.

2.5.8 고압가스배관과 도시가스배관은 다음의 내진성능기준을 만족하도록 설계한다.

2.5.8.1 배관 전체가 연성거동을 보장할 수 있도록 설계하는 것을 원칙으로 한다.

2.5.8.2 연결부는 배관 본체가 상당한 연성거동을 하더라도 그 강도와 강성 및 일체성을 상실하지 아니하도록 설계한다.

2.5.8.3 배관이 매설되는 기초지반은 설계 지진동하의 어떠한 경우에도 그 지지 기능을 유지할 수 있도록 설계하고, 지반의 영구변형을 제한할 수 있도록 한다.

2.6 지진해석

2.6.1 고압가스배관 및 도시가스배관의 지진해석을 할 때의 공통적인 적용사항은 다음과 같다.

2.6.1.1 지반운동의 수평 2축방향 성분과 수직방향 성분을 고려한다.

2.6.1.2 배관-지반의 상호작용 해석 시 배관의 유연성과 지반의 변형성을 고려한다.

2.6.1.3 지반을 통한 파의 방사조건을 적절하게 반영한다.

2.6.1.4 내진설계에 필요한 지반정수들은 동적 하중조건에 적합한 값들을 선정하고, 특히 지반 변형계수와 감쇠비는 발생 변형률 크기에 알맞게 선택한다.

2.6.2 고압가스배관 및 도시가스배관의 기능수행수준 지진해석은 다음 기준에 따른다.

2.6.2.1 배관의 거동은 선형으로 가정한다.

2.6.2.2 배관의 지진응답은 선형해석법으로 해석한다.

2.6.2.3 응답스펙트럼 해석법, 모드 해석법, 주파수영역 해석법, 시간영역 해석법 등을 사용할 수 있다.

2.6.2.4 상세한 수치 모델링이나 보수성이 입증된 단순해석법을 사용할 수 있다.

2.6.3 고압가스배관 및 도시가스배관의 누출방지수준 지진해석은 다음 기준에 따른다.

2.6.3.1 배관의 지진응답은 비선형 거동특성을 고려할 수 있는 해석법으로 해석하되, 일반 구조물의 지진응답 해석법을 준용할 수 있다.

2.6.3.2 시간영역 해석법을 사용할 수 있다.

2.6.3.3 상세한 수치모델링이나 보수성이 입증된 단순해석법을 사용할 수 있다.

2.7 성능보증

2.7.1 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진 설계에 대한 적합 여부는 다음 기준에 따라 검토한다.

2.7.1.1 내진 설계된 내진설계구조물이 내진성능수준을 달성할 수 있는지 여부는 기술검토 또는 안전성향상 계획서 심사결과에 따른다.

2.7.1.2 내진 설계 검토는 개념설계, 기본설계, 실시설계 등 각 단계에 대하여 실시한다.

2.7.2 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진설계구조물을 시공할 때에는 다음 기준에 따른다.

2.7.2.1 시공 시 품질관리는 발주자 측의 감리, 독립적인 검사시험과 시공자에 의하여 종합적으로 수행한다.

2.7.2.2 시공단계에서의 품질관리 과정과 결과는 추후 문제발생시 책임소재가 명백하게 가려질 수 있도록 기록으로 보존한다.

2.7.2.3 내진설계구조물의 시공전반에 대해서는 도법 제15조에 따라 시공감리를 받는다.

2.8 지진기록 계측

2.8.1 고압가스배관 및 도시가스배관의 내진 등급별로 갖추어야 하는 지진기록계측기와 안전조치사항은 다음과 같다.

2.8.1.1 내진 특등급시설에는 지진응답계측을 위한 기기를 설치하고 운영한다. 다만, 당해 구간 인근에 설치된 정압기 등에 지진기록계측기가 설치된 경우에는 그 기기를 설치하지 아니할 수 있다.

2.8.1.2 관할기관은 내진 1등급 및 2등급시설에 대하여 필요하다고 판단될 경우 그 설치자나 관리자에게 지진응답계측을 위한 기기를 설치하고 유지하도록 요구할 수 있다.

2.8.2 2.8.1에 따른 지진기록계측기를 설치하는 목적은 다음과 같다.

2.8.2.1 지진 시 또는 지진 경과 후 배관의 안정성과 사용성을 확보한다.

2.8.2.2 내진설계의 가정을 검증하고 설계이론을 개선시키기 위하여 배관의 실제 동적거동에 대한 정보를 획득한다.

2.8.2.3 매설배관 및 주변 지반의 거동에 관한 자료를 취득하고 축적한다.

2.8.3 2.8.1에 따른 계측에는 가속도계, 속도계, 변위계, 간극수압계, 동토압계, 수압계 등을 사용한다.

2.8.4 2.8.1에 따른 계측 항목은 다음 기준에 따라 선정한다.

2.8.4.1 계측항목의 선정은 배관의 규모, 중요도, 지반 조건에 따라 달라지므로, 구체적인 계측결과의 활용목적, 평가수법 등을 명확하게 수립한 후 계측항목을 선정한다.

2.8.4.2 지하 매설배관의 특성상 구조물의 변형은 지반의 변형과 거의 동일하므로 지반 변형을 통해 응력을 계측할 수 있고 이로써 지진에 따른 배관의 안전성을 도모할 수 있으므로 이에 대한 계측계획을 적절히 수립한다.

2.8.4.3 액상화에 대한 관측을 위하여 지반에 간극수압계를 설치할 수 있다.

2.8.5 고압가스배관 및 도시가스배관의 유지관리 및 기록의 활용은 다음 기준에 따른다.

2.8.5.1 설치된 계측기기들은 항상 정상 작동상태를 유지하도록 한다.

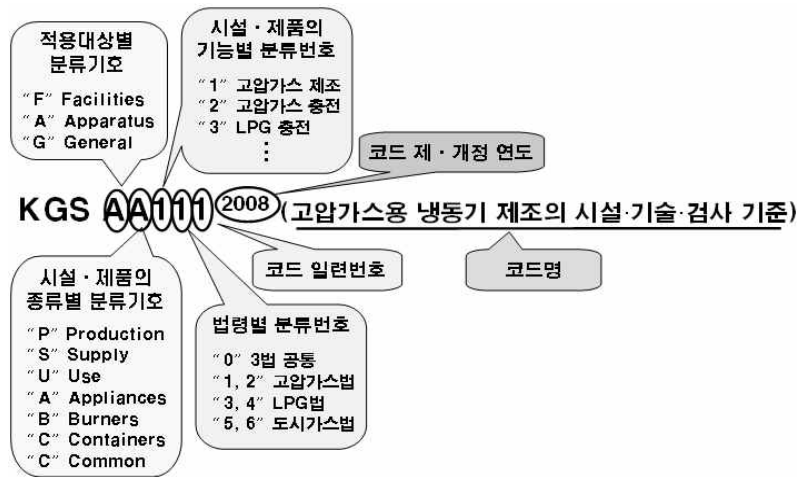
2.8.5.2 계측기기의 유지상태는 주기적으로 점검하고, 지진이 발생하면 가능한 빠른 시간 내에 점검하여 지진응답 계측기록을 회수한다.

2.9 그 밖의 설계기준

2.1부터 2.8.까지 이외의 세부적인 기술기준은 고법 시행규칙 제56조제2항제4호에 따른 심의를 거쳐 산업자원부장관이 승인한 가스안전에 관한 규격(부록 “도시가스 배관 내진설계 기준”)을 적용한다.

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 지식경제부에서 승인한 가스안전 분야의 기술기준입니다.



분 류	기 호	시 설 구 분	분 류	기 호	시 설 구 분			
제품(A) (Apparatus)	기구(A) (Appliances)	AA1xx	시설(F) (Facilities)	제조·충전 (P) (Production)	FP1xx	고압가스 제조시설		
		AA2xx			FP2xx	고압가스 충전시설		
		AA3xx			FP3xx	LP가스 충전시설		
		AA4xx			FP4xx	도시가스 도매 제조시설		
		AA5xx			FP5xx	도시가스 일반 제조시설		
		AA6xx		판매·공급 (S) (Supply)	FS1xx	고압가스 판매시설		
	AA9xx	FS2xx			LP가스 판매시설			
	연소기(B) (Burners)	AB1xx			FS3xx	LP가스 집단공급시설		
		AB2xx		FS4xx	도시가스 도매 공급시설			
		AB3xx		FS5xx	도시가스 일반 공급시설			
	용기(C) (Containers)	AC1xx		일반(G) (General)	저장·사용 (U) (Use)	FU1xx	고압가스 저장시설	
						AC2xx	FU2xx	고압가스 사용시설
						AC3xx	FU3xx	LP가스 저장시설
						AC4xx	FU4xx	LP가스 사용시설
		AC9xx				FU5xx	도시가스 사용시설	
	기타 용기류	AC9xx		기타 용기류	공통(C) (Common)	GC1xx	기본사항	
						GC2xx	공통사항	

