

# 가스시설 내진설계 기준

Code for Seismic Design of Gas Facilities

가스기술기준위원회 심의·의결 : 2015년 12월 18일

산업통상자원부 승인 : 2016년 1월 8일



**가 스 기 술 기 준 위 원 회**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>위 원 장</b>    | 하 동 명 : 세명대학교 교수   |
| <b>부위원장</b>     | 양 영 명 : 한국가스공사 기술본부 기술본부장  |
| <b>당 연 직</b>    | 조 응 환 : 산업통상자원부 에너지안전과장<br>박 장 식 : 한국가스안전공사 안전관리이사   |
| <b>고압가스분야</b>   | 윤 기 봉 : 중앙대학교 교수<br>하 동 명 : 세명대학교 교수<br>문 일 : 연세대학교 교수<br>권 혁 면 : 산업안전보건연구원 원장<br>김 창 기 : 한국기계연구원 책임연구원<br>남 승 훈 : 표준과학연구원 책임연구원<br>박 두 선 : 대성산업가스(주) 전무이사 |
| <b>액화석유가스분야</b> | 이 창 언 : 인하대학교 교수<br>이 순 결 : 경희대학교 교수<br>신 미 남 : (주)두산퓨얼셀 사장<br>박 성 식 : LP가스판매중앙회 감사<br>변 수 동 : 큐 베스트 대표이사  |
| <b>도시가스분야</b>   | 이 수 경 : 서울과학기술대학교 교수<br>고 재 욱 : 광운대학교 교수<br>이 광 원 : 호서대학교 교수<br>양 영 명 : 한국가스공사 기술본부 기술본부장<br>김 중 남 : 에너지기술연구원 책임연구원<br>김 광 섭 : (주)대륜 E&S 상무                |

이 기준은 「고압가스 안전관리법」 제22조의2, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제45조 및 「도시가스사업법」 제17조의4에 따라 가스기술기준위원회에서 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(내용 없음) .....        | 2  |
| 1.5 경과 조치 .....                | 2  |
| 2. 설계기준 .....                  | 3  |
| 2.1 적용대상 .....                 | 3  |
| 2.1.1 고법 적용대상시설 .....          | 3  |
| 2.1.2 액법 적용대상시설 .....          | 3  |
| 2.1.3 도법 적용대상시설 .....          | 3  |
| 2.2 등급분류 .....                 | 3  |
| 2.2.1 고법에 따른 중요도 분류 .....      | 3  |
| 2.2.2 액법 및 도법에 따른 중요도 분류 ..... | 6  |
| 2.3 내진성능수준 .....               | 6  |
| 2.4 설계지반운동 .....               | 7  |
| 2.5 설계거동한계 .....               | 11 |
| 2.5.1 기능수행수준 .....             | 11 |
| 2.5.2 붕괴방지수준 .....             | 11 |
| 2.6 설계 방법 및 절차 .....           | 12 |
| 2.7 지진해석 .....                 | 14 |
| 2.8 성능보증 .....                 | 15 |
| 2.9 그 밖의 설계기준 .....            | 15 |





## 가스시설 내진설계 기준 (Code for Seismic Design of Gas Facilities)

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 기준은 「고압가스 안전관리법」(이하 “고법”이라 한다), 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」(이하 “액법”이라 한다) 및 「도시가스사업법」(이하 “도법”이라 한다)의 적용을 받는 가스시설의 내진설계에 대하여 적용한다.

#### 1.2 기준의 효력

**1.2.1** 이 기준은 고법 제22조의2제2항, 액법 제45조제2항 및 도법 제 17조의4제2항에 따라 고법 제33조의2에 따른 가스기술기준위원회의 심의·의결(안전번호 2015-10호, 2015년 12월 18일)을 거쳐 산업통상자원부장관의 승인(산업통상자원부 공고 제2016-6호, 2016년 1월 8일)을 받은 것으로 고법 제22조의2 제1항, 액법 제45조제1항 및 도법 제17조의4제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다. <개정 15.8.7, 16.1.8>

**1.2.2** 이 기준을 지키고 있는 경우에는 고법 제22조의2제4항, 액법 제45조제4항, 도법 제17조의4제4항에 따라 고법령, 액법령 및 도법령의 기술기준에서 정하는 가스배관 내진설계 기준에 적합한 것으로 본다. <개정 15.8.7, 16.1.8>

#### 1.3 용어정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

**1.3.1** "내진설계설비"란 내진 설계 적용대상인 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** "내진설계구조물"이란 내진설계설비, 내진설계설비의 기초 또는 내진설계설비와 배관 등의 연결부를 말한다.

**1.3.3** "설계지반운동"이란 정지작업이 완료된 부지(내진설계구조물이 설치되는 곳을 말한다)의 지표면에 서의 자유장운동을 말한다.

1.3.4 "위험도 계수"란 평균재현주기 500년 지진지반운동수준에 대한 평균재현주기별 지반운동수준의 비를 말한다.

1.3.5 "기능수행수준"이란 설계지진 하중 작용 시 내진설계구조물이 본래의 기능을 정상적으로 수행할 수 있는 수준을 말한다.

1.3.6 "붕괴방지수준"이란 설계지진 하중 작용 시 내진설계구조물의 구조부재에 취성과괴, 좌굴 및 구조적 손상이 발생하여 저장된 가스가 통제 불가능할 정도로 대량 유출되거나 가스유출로 인하여 대형폭발이나 화재와 같은 재해가 초래되지 않는 수준을 말한다.

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

1.3.8 "내진 특등급"이란 그 설비의 손상이나 기능상실이 사업소 경계밖에 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 1등급"이란 그 설비의 손상이나 기능상실이 사업소 경계 밖에 있는 공공의 생명과 재산에 상당한 피해를 초래할 수 있는 것을 말한다.

1.3.10 "내진 2등급"이란 그 설비의 손상이나 기능상실이 사업소 경계 밖에 있는 공공의 생명과 재산에 경미한 피해를 초래할 수 있는 것을 말한다.

1.3.11 "제1종 독성가스"란 독성가스 중 염소, 시안화수소, 이산화질소, 불소 및 포스겐과 그 밖에 허용농도가 1 ppm 이하인 것을 말한다.

1.3.12 "제2종 독성가스"란 독성가스 중 염화수소, 삼불화붕소, 이산화유황, 불화수소, 브롬화메틸 및 황화수소와 그 밖에 허용농도가 1 ppm 초과 10 ppm 이하인 것을 말한다.

1.3.13 "제3종 독성가스"란 독성가스 중 1.3.11 및 1.3.12의 제1종 및 제2종 독성가스 이외의 것을 말한다.

## 1.4 기준의 준용(내용 없음)

## 1.5 경과 조치

1999년 12월 31일 이전에 허가를 받은 고압시설은 이 기준을 적용하지 아니한다.

2003년 12월 30일 이전에 설치된 도법의 정압기지 및 밸브기지는 이 기준을 적용하지 아니한다.

## 2. 설계기준

### 2.1 적용대상

지진으로부터 가스설비를 보호하기 위하여 다음에 해당하는 가스설비를 시공하는 때에는 내진설계를 한다. 다만, 건축법령에 따라 내진설계를 하여야 하는 시설물은 건축법령에 따른다.

#### 2.1.1 고법 적용대상시설

2.1.1.1 고법의 적용을 받는 5톤(비기연성가스나 비독성가스의 경우에는 10톤) 또는 500m<sup>3</sup>(비기연성가스나 비독성가스의 경우에는 1000m<sup>3</sup>) 이상의 저장탱크(지하에 매설하는 것은 제외한다) 및 압력용기(반응·분리·정제·증류 등을 행하는 탭류로서 동체부의 높이가 5m 이상인 것만 적용한다. 이하 "탭류"라 한다), 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

2.1.1.1 고법의 적용을 받는 세로방향으로 설치한 동체의 길이가 5m 이상인 원통형 응축기 및 내용적 5000L 이상인 수액기, 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

#### 2.1.2 액법 적용대상시설

3톤 이상의 액화석유가스저장탱크(지하에 매설하는 것은 제외한다), 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

#### 2.1.3 도법 적용대상시설

저장능력이 3톤(압축가스의 경우에는 300m<sup>3</sup>) 이상인 저장탱크(지하에 매설하는 것은 제외한다) 또는 가스홀더, 지지구조물 및 기초와 이들의 연결부

## 2.2 등급분류

### 2.2.1 고법에 따른 중요도 분류

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

2.2.1.1.1 고압가스 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류

표 2.2.1.1.1① 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류  
(고압가스 제1종 독성가스)

| X(m) \ W(톤)     | W(톤) |               |                 |                  |        |
|-----------------|------|---------------|-----------------|------------------|--------|
|                 | 5 이하 | 5 초과<br>20 이하 | 20 초과<br>100 이하 | 100 초과<br>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 1 000 이하 | 2    | 2             | 2               | 1                | 1      |
| 1 000 초과        | 2    | 2             | 2               | 2                | 1      |

**[비 고]**  
위 표에서 X와 W는 각각 다음의 값을 표시한다. 이하 표 2.2.1.1.1①부터 표 2.2.1.1.6까지에서 같다.  
W : 저장능력(처리설비는 처리설비 안에 있는 가스의 중량을 말한다. 단위는 표에서 나타난 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 「수도법」에 따른 공업용수도
2. 화물수송용 전용철도
3. 공업전용지역과 전용공업지역이 되는 것이 확실한 지역 안의 토지. 다만, 현재 보호시설이 있는 경우에는 당해 보호시설까지의 거리로 한다.
4. 제조업(물품의 가공수리업을 포함한다), 전기공급업, 창고업에 관한 사업소의 부지중 현재 그 사업 활동에 이용되는 것
5. 1부터 4까지에 기재된 시설과 해당 사업소에 인접하는 철도와 도로
6. 앞에서 기재하는 것 외에, 보호시설이 설치되어 있는 토지로서 지식경제부장관이 안전상 지장이 없다고 특별히 인정하는 것
7. 해당 사업소에서 고압가스를 제조하는 자가 소유나 지상권 그 밖의 토지사용을 목적으로 하는 권리가 설정되어 있는 토지

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

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

| X(m) \ W(톤)    | W(톤) |               |                 |                  |        |
|----------------|------|---------------|-----------------|------------------|--------|
|                | 5 이하 | 5 초과<br>20 이하 | 20 초과<br>100 이하 | 100 초과<br>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 독성가스나 가연성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류

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

| X(m) \ W(톤) | W(톤)  |                 |                   |                     |             |
|-------------|-------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------|
|             | 10 이하 | 10 초과<br>100 이하 | 100 초과<br>1000 이하 | 1000 초과<br>10000 이하 | 10000<br>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 |

**2.2.1.14 고압가스특정제조시설에서 제1종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류**

표 2.2.1.1.4 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류  
(고압가스 특정제조 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      |
| 1 000 초과       | 2    | 2          | 2           | 2            | 1             | 특      |

**2.2.1.15 고압가스특정제조시설에서 제2종 독성가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류**

표 2.2.1.1.5 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류  
(고압가스특정제조 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      |
| 1 000 초과       | 2    | 2          | 2           | 2            | 1             | 특      |

**2.2.1.16 고압가스특정제조시설에서 제3종 독성가스 및 가연성 가스를 저장 또는 처리하는 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류**

표 2.2.1.1.6 저장탱크 및 탭류의 중요도 분류  
(고압가스특정제조 제2종 독성가스)

| X(m) \ W(톤)   | W(톤)  |              |                 |                    |           |
|---------------|-------|--------------|-----------------|--------------------|-----------|
|               | 10 이하 | 10 초과 100 이하 | 100 초과 1 000 이하 | 1 000 초과 10 000 이하 | 10 000 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 |

2.2.1.2 독성가스나 가연성가스 이외의 비가연성인 고압가스 및 액화가스의 중요도는 내진 2등급으로 분류한다.

### 2.2.2 액법 및 도법에 따른 중요도 분류

내진설계구조물의 중요도는 그 기능의 중요성과 지진에 따른 손상이 초래할 수 있는 재해의 규모와 범위를 고려하여 내진 특등급, 내진 1등급, 내진 2등급으로 분류하고, 세부적인 분류기준은 표2.2.2와 같다.

표 2.2.2 저장탱크 및 처리설비의 중요도 분류

| 저장탱크 및 처리설비의 중요도 분류 |      |       |                 |                   |                     |             |
|---------------------|------|-------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------|
| X(m)                | W(톤) | 10 이하 | 10 초과<br>100 이하 | 100 초과<br>1000 이하 | 1000 초과<br>10000 이하 | 10000<br>초과 |
|                     |      | 20 이하 | 1               | 1                 | 1                   | 1           |
| 20 초과 40 이하         | 2    | 2     | 1               | 1                 | 1                   | 1           |
| 40 초과 90 이하         | 2    | 2     | 2               | 1                 | 1                   | 1           |
| 90 초과 200 이하        | 2    | 2     | 2               | 2                 | 1                   | 1           |
| 200 초과 400 이하       | 2    | 2     | 2               | 2                 | 2                   | 1           |
| 400 초과 900 이하       | 2    | 2     | 2               | 2                 | 2                   | 2           |
| 900 초과 2000 이하      | 2    | 2     | 2               | 2                 | 2                   | 2           |
| 2000 초과             | 2    | 2     | 2               | 2                 | 2                   | 2           |

[비고]

표 2.2.2에서 X 및 W는 각각 다음의 값을 표시한다.

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

X : 내진설계대상설비 외면에서 사업소경계선까지의 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 공업용수도
2. 화물수송용 전용철도
3. 공업전용지역이나 전용공업지역이 되는 것이 확실한 지역 내의 토지. 다만, 현재 보호시설이 있는 경우에는 해당 보호시설까지의 거리로 한다.
4. 제조업(물품의 가공수리업을 포함한다), 전기공급업, 창고업에 관한 사업소의 부지중 현재 그 사업활동에 이용되는 것
5. 1부터 4까지의 시설과 해당 사업소에 인접하는 철도나 도로
6. 앞에서 게재하는 것 외에, 보호시설이 설치되어 있는 토지로서 산업자원부장관이 안전상 지장이 없다고 특별히 인정하는 것
7. 해당 사업소에서 고압가스를 제조하는 자가 소유, 혹은 지상권 그 밖의 토지사용을 목적으로 하는 권리가 설정되어 있는 토지

## 2.3 내진성능수준

내진설계는 내진설계구조물의 지진하중 작용 시 기능수행수준 및 붕괴방지수준의 내진성능수준을 만족하도록 설계하고, 내진 등급별 요구되는 내진성능수준은 다음과 같다.

**2.3.1** 내진 특등급으로 분류된 내진설계구조물의 기능수행수준은 재현기간 200년 지진지반운동, 붕괴방지수준은 재현기간 2400년 지진지반운동의 내진성능수준을 각각 만족하도록 한다.

**2.3.2** 내진 1등급으로 분류된 내진설계구조물의 기능수행수준은 재현기간 100년 지진지반운동, 붕괴방지수준은 재현기간 1000년 지진지반운동의 내진성능수준을 각각 만족하도록 한다.

**2.3.3** 내진 2등급으로 분류된 내진설계구조물의 기능수행수준은 재현기간 50년 지진지반운동, 붕괴방지수준은 재현기간 500년 지진지반운동의 내진성능수준을 각각 만족하도록 한다.

## 2.4 설계지반운동

**2.4.1** 지반운동을 설계할 때에는 다음 사항을 고려한다.

**2.4.1.1** 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려한다.

**2.4.1.2** 기본적인 지진구역은 암반지반을 기준으로 평가한다.

**2.4.1.3** 설계지반운동은 흔들림의 세기, 주파수 내용 및 지속시간 등 3가지 측면에서 그 특성이 잘 정의되도록 한다.

**2.4.1.4** 설계지반운동은 수평 2축 방향과, 수직방향성분으로 정의한다.

**2.4.1.5** 설계지반운동의 수평 2축 방향성분은 세기와 특성이 같다고 가정한다.

**2.4.1.6** 설계지반운동의 수직방향성분의 세기는 수평방향성분의 3분의 2로 하고, 주파수 내용과 지속시간은 수평방향성분과 같다고 가정한다.

**2.4.2** 설계지반운동 수준은 다음과 같이 분류한다.

- (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 1000년 지진지반운동(100년 내 초과확률 10%)
- (6) 평균재현주기 2400년 지진지반운동(250년 내 초과확률 10%)

**2.4.3** 지진구역은 표 2.4.3과 같이 I지역과 II지역으로 구분하고 각 지진구역에서의 지진구역계수( $Z$ )는

보통암 지반( $S_B$ )을 기준으로 구역 I에서는 0.11, 구역 II에서는 0.07로 한다.

표 2.4.3 지진구역 구분

| 지진 구역 | 행정 구역 |   | 지진구역계수 ( $Z(g_{\text{값}})$ ) |
|-------|-------|---|------------------------------|
| 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, 여수시, 순천시  
전라남도 남서부(군, 시) : 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포시

2.4.4 내진등급별 위험도 계수는 표 2.4.4와 같다. 표 2.4.4에서 기준은 평균재현주기 500년 지진이 사용되었고, 재현기간별 지진지반운동의 수준은 2.4.3의 지진구역계수에 위험도계수를 곱한 값으로 한다.

표 2.4.4① 위험도 계수

| 수준      | 기능수행수준 |      |      | 붕괴방지수준 |      |      |
|---------|--------|------|------|--------|------|------|
|         | II등급   | I등급  | 특등급  | II등급   | I등급  | 특등급  |
| 내진등급    |        |      |      |        |      |      |
| 재현주기(년) | 50     | 100  | 200  | 500    | 1000 | 2400 |
| 위험도계수   | 0.40   | 0.57 | 0.73 | 1      | 1.4  | 2.0  |

2.4.5 지반은 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하고, 표 2.4.5와 같이 6종으로 분류한다.

표 2.4.5 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  | 180미만 | < 15 | < 50 |
| $S_F$ | 부지 고유의 특성 평가가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반<br>1) 액상화가 일어날 수 있는 흙, 퀵클레이(Quick Clay)와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반<br>2) 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반<br>3) 매우 높은 소성을 갖은 점토지반<br>4) 층이 매우 두꺼우며 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토 |       |      |      |

2.4.6 설계지반운동의 특성 표현방법은 다음 기준에 따른다.

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

2.4.6.1.1 5% 감쇠비에 대한 표준설계응답스펙트럼은 그림 2.4.6.1.1에서 정의한 것을 사용하고 5% 이외의 감쇠에 대해서는 표 2.4.6.1.1의 감쇠보정계수를 곱하여 사용한다.

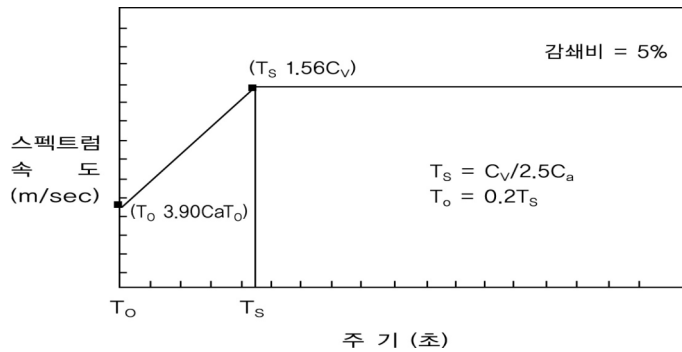


그림 2.4.6.1.1 표준설계응답스펙트럼

표 2.4.6.1.1 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   |

[비고] 위에 표시되지 않은 감쇠에 대한 감쇠보정계수는 보간을 하여 사용한다.

2.4.6.1.2 그림 2.4.6.1.1에서 표준설계응답스펙트럼에 사용되는 지진계수  $C_a$ 와  $C_v$ 의 값은 표 2.4.6.1.2 ①과 표 2.4.6.1.2②에 따른다.

표 2.4.6.1.2① 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 2.4.6.1.2② 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   |

**2.4.6.2** 지표면의 한 점에서 지반운동은 파워스펙트럼으로 정의된 랜덤 프로세스(Random Process)로 표현할 수 있다. 파워스펙트럼은 2.4.6.1에서 정한 응답스펙트럼과 지반운동의 특성을 표현할 때에는 일관성을 유지한다.

**2.4.6.3** 가속도 시간이력은 다음 기준에 따른다.

**2.4.6.3.1** 지반운동은 지반가속도 또는 속도나 변위의 시간이력으로 표현할 수 있다.

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

**2.4.6.3.3** 시간이력은 부지에서 계측된 것을 사용하는 것을 원칙으로 하고, 필요시에는 부지에서 기대되는 시간이력과 유사하다고 판단되는 다른 지역에서 계측된 가속도 시간이력 또는 2.4.6.4에 따른 인공 가속도 시간이력을 사용할 수 있다.

**2.4.6.4** 인공 가속도 시간이력은 다음 기준에 따른다.

**2.4.6.4.1** 인공가속도 시간이력은 응답스펙트럼과 잘 부합하도록 생성한다.

**2.4.6.4.2** 지반운동의 장주기 성분이 구조물의 거동에 미치는 영향이 중요하다고 판단될 경우에는 지진원의 발전기구 특성과 국지적인 영향을 고려하여 시간이력을 생성한다.

**2.4.6.4.3** 인공가속도의 지속시간은 지진의 규모와 발진기구특성, 전파경로 및 부지의 국지적인 조건이 미치는 영향 등을 고려하여 합리적으로 결정한다.

## 2.5 설계거동한계

내진설계를 할 때 설계거동의 한계는 다음 사항을 고려한다.

### 2.5.1 기능수행수준

**2.5.1.1** 저장탱크와 탭류의 구조부재 및 재료는 지진하중 작용 시 탄성한계 내에서 거동하는 것으로 한다.

**2.5.1.2** 지지구조물과 그 구조재료는 국부적으로 극히 경미한 구조적 손상 및 선형거동한계의 초과는 허용될 수 있으나 전체적으로 탄성거동에 준하고, 경미한 구조의 손상으로 인해 가스시설의 기본적인 기능이 저하되지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.1.3** 저장탱크, 탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부는 회복이 불가능한 구조적 손상이 발생되지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.1.4** 저장탱크 및 탭류와 다른 시설과의 연결부에는 본래의 기능이 저하되거나 손실될 수 있을 정도의 응력이나 변형이 발생하지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.1.5** 기초의 변형, 기초와 지지구조물과의 상대변위는 저장탱크, 탭류 및 처리설비의 정상적인 기능수행이 가능한 범위 내로 제한한다.

**2.5.1.6** 지반에는 과도한 변형이 발생하지 아니하도록 하고, 액상화로 인해 내진설계구조물의 정상적인 기능수행에 지장을 초래하지 아니하는 것으로 한다.

### 2.5.2 붕괴방지수준

**2.5.2.1** 저장탱크와 탭류의 구조부재와 재료는 지진하중 작용 시 탄성한계를 초과하는 소성거동을 허용할 수 있으나 이로 인하여 급작스런 취성파괴나 좌굴이 초래되지 아니하도록 하고, 저장되어 있는 액화가스나 압축가스에 대한 통제가 불가능할 정도로 대량 유출되지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.2.2** 지지구조물은 소성영역 안에서 거동하는 것은 허용되나, 이로 인하여 저장탱크와 탭류의 연결부 및 연결시설이 내용물 유출방지기능을 유지할 수 없는 수준의 과도한 손상과 변형이 발생하지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.2.3** 저장탱크, 탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부 처리설비 및 기초와 지지구조물의 연결부는

탄성한계를 초과한 거동이 허용될 수 있으나, 이로 인하여 지지구조물의 연성능력이 발휘될 수 없는 취성 파괴가 유발되지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.2.4** 저장탱크 및 다른 시설물과의 연결부는 그 내부에 저장되어 있는 가스가 통제 불가능할 정도로 대량 유출될 수 있는 정도의 구체적 손상이 발생되지 아니하는 것으로 한다.

**2.5.2.5** 기초의 변형 및 기초와 지지구조물과의 상대변위는 저장탱크, 탭류 및 처리설비의 내용물 유출방지 기능을 유지할 수 있는 범위 안에 있도록 한다.

**2.5.2.6** 지반에는 과도한 변형과 침하 또는 전단파괴가 발생하지 않도록 하고, 액상화로 인하여 내진설계구조물에서 저장물의 유출방지 기능수행에 지장을 초래하지 아니하도록 한다.

## 2.6 설계 방법 및 절차

**2.6.1** 내진설계 시 입력지반운동은 다음 사항을 고려한다.

- (1) 수평 2축 방향과, 수직방향 지반운동의 영향
- (2) 지반운동의 공간적 변화특성
- (3) 국지적인 토질조건과 지질, 지형조건이 지반운동에 미치는 영향

**2.6.2** 내진설계구조물의 내진설계와 안정성 평가에 필요한 지반물성을 파악하기 위하여 다음 기준에 따라 지반조사를 실시한다.

**2.6.2.1** 지반조사는 지층구성, 지하수위, 각 지층의 역학적 특성 파악 및 실내시험을 위한 시료의 채취 등을 위한 현장시험과 채취된 시료를 이용한 실내에서의 역학적 시험을 포함한다.

**2.6.2.2** 필요한 경우 전단파속도, 주상도 등을 얻을 수 있는 동적 현장시험을 실시하고, 지진에 취약한 지반의 경우 액상화 특성과 다양한 변형률 크기에 대한 변형계수와 감쇠비 특성을 얻을 수 있는 시험을 실시한다.

**2.6.3** 내진설계 시 다음의 입지조건에는 내진설계 설비를 설치하지 아니한다.

- (1) 내진설계구조물이 활성단층을 가로지르는 경우
- (2) 내진특등급구조물이 활성단층에 극히 인접한 경우(활성단층 반경 1 km 이내)
- (3) 사면의 붕괴로 인하여 내진설계 설비의 안정성이 위협받을 수 있는 지역

**2.6.4** 내진설계를 할 때에는 다음 기준에 따라 지진재해와 하중을 고려한다.

**2.6.4.1** 지반진동에 대하여 내진성능수준을 만족하는 것으로 한다.

**2.6.4.2** 지반진동으로 인한 사면붕괴·액상화·지반침하 등과 같은 지반파괴가 초래되더라도 내진성능수

준을 만족하는 것으로 한다.

**2.6.4.3** 지진 시 내진설계구조물에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때에는 내압, 운전하중, 온도하중, 연결된 다른 시설물과의 상대적인 변위 등의 영향을 고려한다.

**2.6.4.4** 지진 시 유체의 동압력의 영향과 액체표면의 요동에 따른 충격의 영향을 고려한다.

**2.6.5** 내진성능수준을 만족하기 위한 설계방법은 다음과 같다.

**2.6.5.1** 계획된 순서에 따라 구조물의 구조부재가 항복하도록 내진역량설계(Capacity Design)를 한다.

**2.6.5.2** 내진 설계 구조물의 연성거동을 보장할 수 있도록 설계한다.

**2.6.5.3** 저장탱크, 탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부, 처리설비 및 기초와 지지구조물의 연결부는 지지구조물이 상당한 연성거동을 하더라도 그 강도와 강성 및 일체성을 상실하지 아니하도록 설계한다.

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

**2.6.6** 내진 성능 평가항목은 다음과 같다.

- (1) 내진 설계 구조물에 발생한 응력과 변형상태
- (2) 내진 설계 구조물의 변위
- (3) 가스의 유출방지
- (4) 저장탱크·탭류 및 기초와 지지구조물의 연결부, 처리설비 및 기초와 지지구조물의 연결부에 대한 취성파괴 가능성
- (5) 액체표면의 요동
- (6) 사면의 안정성
- (7) 액상화 잠재성
- (8) 기초의 안정성

**2.6.7** 내진성능수준 만족 여부 평가방법은 다음과 같다.

**2.6.7.1** 내진설계 결과 설계모델이 제공하는 공급 내진역량은 지진에 따라 발생하는 소요 내진역량을 초과하게 한다.

**2.6.7.2** 공급내진역량과 소요내진역량 평가 시에는 시간과 사용에 따른 구조재료특성의 변화를 고려한다.

**2.6.7.3** 지진 시 내진설계구조물의 성능만족 여부는 지진응답해석, 축소모형시험(Scale Model Test) 또는 원형시험(Prototype Test) 방법에 따라 평가할 수 있다.

**2.6.7.4** 지진응답해석은 2.7에 따른다.

## 2.7 지진해석

2.7.1 지진해석방법에 관한 공통사항은 다음과 같다.

2.7.1.1 지반운동의 수평 2축방향 성분과 수직방향 성분을 고려한다.

2.7.1.2 내진설계구조물의 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.

2.7.1.3 지반을 통한 파의 방사조건을 적절하게 반영한다.

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

2.7.1.5 내진 설계에 필요한 지반 정수들은 동적 하중조건에 적합한 값들을 선정하고, 특히 지반변형계수와 감쇠비는 발생 변형률 크기에 적합한 것을 선택한다.

2.7.1.6 지반에서 지하수의 영향과 지반의 공간적 변화 특성도 고려한다.

2.7.1.7 기초와 지반사이의 미끄러짐, 들림 등과 같은 비선형성을 고려한다.

2.7.2 지진해석 시 기능수행수준은 다음 기준에 따른다.

2.7.2.1 내진설계구조물 부재의 거동은 선형으로 가정한다.

2.7.2.2 내진설계구조물의 지진응답은 선형해석법에 따른다.

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

2.7.2.4 상세한 수치 모델링이나, 보수성이 입증된 단순해석법을 사용할 수 있다.

2.7.3 지진해석 시 붕괴방지수준은 다음 기준에 따른다.

2.7.3.1 내진설계구조물의 지진응답은 비선형 거동특성을 고려할 수 있는 해석법으로 해석하되, 일반 구조물의 지진응답 해석법을 준용한다.

2.7.3.2 시간영역해석법을 사용할 수 있다.

2.7.3.3 상세한 수치모델링이나, 보수성이 입증된다면 단순해석법을 사용할 수 있다.

2.7.3.4 액상화 현상을 예측하기 위해서는 설계지진 가속도에 따라 지반에 작용하는 반복 전단응력과 액상화에 대한 지반의 강도를 결정한다.

## 2.8 성능보증

2.8.1 내진 설계에 대한 적합 여부는 다음 기준에 따라 검토한다.

2.8.1.1 내진 설계된 내진설계구조물이 내진성능수준을 달성할 수 있는지 여부는 기술검토나 안전성향상계획서 심사결과에 따른다.

2.8.1.2 내진 설계 검토는 기본구조계획, 구조계산, 상세설계 등에 대하여 실시한다.

2.8.2 내진설계구조물을 시공할 때에는 다음 기준에 따른다.

2.8.2.1 시공 시 품질관리는 발주자 측의 감리, 독립적인 검사·시험과 시공자에 의하여 종합적으로 수행한다.

2.8.2.2 시공단계에서의 품질관리 과정과 결과는 추후 문제발생 시 책임소재가 명백하게 가려질 수 있도록 기록으로 보존한다.

2.8.2.3 내진설계구조물의 시공 전반에 대해서는 고법 제16조, 액법 제36조 또는 도법 제15조에 따른 중간검사·안전성확인 및 완성검사·시공감리를 받는다.

2.8.3 도법 시행규칙 별표 5 제2호에 따른 정압기지 및 밸브기지에 설치하는 가열설비·계량설비·정압설비에 연결된 노출배관은 지진에 대하여 안전한 구조의 지지구조물로 고정한다.

## 2.9 그 밖의 설계기준

2.1부터 2.8까지에서 정한 것 이외의 세부적인 기술기준은 가스안전기술심의위원회의 심의를 거쳐 한국가스안전공사 사장이 정한다.





### 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.



| 분 류                  | 기 호                   | 시 설 구 분 | 분 류                | 기 호                          | 시 설 구 분 |              |
|----------------------|-----------------------|---------|--------------------|------------------------------|---------|--------------|
| 제품(A)<br>(Apparatus) | 기구(A)<br>(Appliances) | AA1xx   | 냉동장치류              | 제조·충전<br>(P)<br>(Production) | FP1xx   | 고압가스 제조시설    |
|                      |                       | AA2xx   | 배관장치류              |                              | FP2xx   | 고압가스 충전시설    |
|                      |                       | AA3xx   | 밸브류                |                              | FP3xx   | LP가스 충전시설    |
|                      |                       | AA4xx   | 압력조정장치류            |                              | FP4xx   | 도시가스 도매 제조시설 |
|                      |                       | AA5xx   | 호스류                |                              | FP5xx   | 도시가스 일반 제조시설 |
|                      |                       | AA6xx   | 경보차단장치류            |                              | FP6xx   | 도시가스 충전시설    |
|                      |                       | AA9xx   | 기타 기구류             | 판매·공급<br>(S)<br>(Supply)     | FS1xx   | 고압가스 판매시설    |
|                      | 연소기(B)<br>(Burners)   | AB1xx   | 보일러류               |                              | FS2xx   | LP가스 판매시설    |
|                      |                       | AB2xx   | 히터류                |                              | FS3xx   | LP가스 집단공급시설  |
|                      |                       | AB3xx   | 렌지류                |                              | FS4xx   | 도시가스 도매 공급시설 |
|                      |                       | AB9xx   | 기타 연소기류            |                              | FS5xx   | 도시가스 일반 공급시설 |
|                      | 용기(C)<br>(Containers) | AC1xx   | 탱크류                | 저장·사용<br>(U)<br>(Use)        | FU1xx   | 고압가스 저장시설    |
|                      |                       | AC2xx   | 실린더류               |                              | FU2xx   | 고압가스 사용시설    |
|                      |                       | AC3xx   | 캔류                 |                              | FU3xx   | LP가스 저장시설    |
|                      |                       | AC4xx   | 복합재료 용기류           |                              | FU4xx   | LP가스 사용시설    |
|                      |                       | AC9xx   | 기타 용기류             |                              | FU5xx   | 도시가스 사용시설    |
|                      |                       |         | 일반(G)<br>(General) | 공통(C)<br>(Common)            | GC1xx   | 기본사항         |
|                      |                       |         |                    |                              | GC2xx   | 공통사항         |

