

神奈川県高圧ガス施設等耐震設計基準解説

(本文)

第1章 総 則

1 目 的

この基準は、高圧ガス製造施設等の耐震性を確保するための基本事項を具体的に定め、高圧ガス製造事業者等がこれを指針として高圧ガス設備等を設計施工することにより、高圧ガスによる地震時の災害を防止することを目的とする。

(解説)

1 「目的」について

- (1) この基準は、神奈川県地域防災計画（地震災害対策計画）において、「地震に強いまちづくりの目標とすべき地震」と示されている南関東地震を想定し策定したものである。
- (2) 高圧ガス製造施設等とは、高圧ガス製造施設、特定高圧ガス消費施設、高圧ガス貯蔵所の貯蔵設備及び保安上これに関連する施設をいう。
- (3) 高圧ガス製造事業者等とは、高圧ガス製造者、特定高圧ガス消費者、高圧ガス貯蔵所の所有者または占有者をいう。

(本文)

2 適用範囲

この基準は、次表に定める高圧ガス製造施設等について適用する。

| | 対 象 施 設 | 規 模 |
|-----------------------|---|--|
| 貯 槽 | (1) 球形貯槽 (2) 横置円筒形貯槽 (3) 平底円筒形貯槽 (4) C E貯槽及び縦型貯槽 | 貯蔵能力が3トン又は300立方メートル以上の貯槽 |
| 塔 | (1) スカート支持塔 (2) レグ支持塔 (3) 架構支持塔 | 最高位の正接線から最低位の正接線までの長さが5メートル以上の塔（縦型熱交を含む） |
| 架 構 ・ 基 礎 | (1) 架構 (2) 基礎 | 上記貯槽及び塔を支持する架構及び基礎 |

| | | |
|-----|--|---|
| 配管 | 高圧ガス配管 | <p>1 外径が45ミリメートル以上の配管で次のいずれかに該当するもの</p> <p>(1) 内容積が三立方メートル以上のもの</p> <p>(2) 塔槽類に接続されているもの</p> <p>2 液化ガス貯槽のうち、毒性ガスにあつては5トン以上、可燃性ガスにあつては200トン以上の貯蔵能力を持つ貯槽の配管で受入れ又は払い出し用の主な配管（以下「特定貯槽配管」という。）</p> |
| その他 | <p>(1) ガス設備</p> <p>(2) 防災設備</p> <p>(3) 建屋（計器室）</p> | — |

（解説）

2 「適用範囲」について

- (1) 本基準は、耐震設計構造物を新設、更新、増設など新たに設置する場合に適用するものとし、旧基準解説「4 「耐震設計手順」について」(2)、(3)、(5)により耐震判定を実施した施設については、従前の運用のとおりとする。
- (2) 表中「その他」欄の(1)から(3)の設備等の耐震設計は、別に定めるところによる。
- (3) 表中「その他」欄のうち(2)防災設備は、毒性ガス除害設備、防消火設備等災害の拡大防止のための設備をいう。

（本文）

3 用語の意義

この基準において、用語の意義は次に定めるところによるほか、高圧ガス保安法、関連法令等の定めによる。

(1) 重要度分類

耐震設計構造物に要求される耐震強度の重要度により分類されるもので、高圧ガス保安法高圧ガス設備等耐震設計基準（昭和56年通商産業省告示第515号。以下「耐震告示」という。）第3条第1項第1号に定めるものをいう。

(2) 許容応力度設計

構造物の弾性範囲内での設計法をいう。

(3) 終局強度設計

構造物の塑性変形を許容し、そのエネルギー吸収能力を評価する設計で保有耐力又は塑性率により評価する方法をいう。

(4) 保有耐力評価法

保有耐力が必要保有耐力以上であることを設計基準とする評価法をいう。

(5) 塑性率評価法

応答塑性率が許容塑性率以下であることを設計基準とする評価法をいう。

(6) 地盤の液状化

地震動による間隙水圧の急激な上昇により、飽和した砂質土層がせん断強度を失い土の構造に破壊を生ずることをいう。

(7) 地盤の流動

地盤の液状化に伴う地盤の水平移動及び沈下をいう。

(8) 地盤の液状化及び流動に係る設計

地盤の液状化により生ずる支持力の低下及び地盤の流動による耐震設計構造物の損傷を防止する設計をいう。

(解説)

3 「用語の意義」について

- (1) 関連法令等としては、建築基準法などの法令と、道路橋示方書（V耐震設計編 平成8年）（（社）日本道路協会編）、高圧ガス設備等耐震設計指針（平成12年）（高圧ガス保安協会編）など法令等補完する各種基準、指針等がある。
- (2) 終局強度設計については、耐震告示では塑性率評価法を、本基準では保有耐力評価法を用いている。なお、耐震告示第2条第1項第2号二、同条第2項第2号ハ、同条第3項第2号二に定める方法（以下「代替法」という。）も終局強度設計と同等と扱うものとする。

(本文)

第2章 耐震設計

1 耐震設計の方法

耐震設計構造物等の耐震設計の方法は、次によるものとする。

- (1) 重要度Ⅰa及びⅠとなる耐震設計構造物については、次の設計を行うものとする。

ア 許容応力度設計（耐震告示による。）

イ 終局強度設計（耐震告示（塑性率評価法等）及び本基準（保有耐力評価法）による。

ただし、設計修正水平震度として本基準で定める設計地震動を用いて塑性率評価法又は代替法により評価を行う場合は、本基準第3章2「終局強度設計」による評価を省略することが出来る。）

ウ 地盤の液状化及び流動に係る設計（原則として耐震告示による。）

- (2) 重要度Ⅱ及びⅢとなる耐震設計構造物については、次の設計を行うものとする。

ア 許容応力度設計（耐震告示による。）

イ 終局強度設計（高圧ガス配管は除く。）（本基準による。）

ウ 地盤の液状化に係る設計（耐震告示による。）

- (3) 特定貯槽配管（重要度Ⅰa及びⅠで（1）ウを行う高圧ガス配管は除く。以下同じ。）

については、地盤の液状化及び流動に対する設計を行うものとする。（本基準による。）

(解説)

1 「耐震設計の方法」について

- (1) 耐震設計を行うにあたっては、耐震告示及び本基準を満足するものとする。
- (2) 許容応力度設計法は、耐震告示第2条第1項第1号、同条第2項第1号、同条第3項第1号に対応し評価するものである。
- (3) 終局強度設計のうち塑性率評価法は、耐震告示第2条第1項第2号、同条第2項第2号、同条第3項第2号に対応する評価法であり、保有耐力評価法は本基準に対応する評価法である。
- (4) 耐震告示と本基準の相違は、次のとおりである。

ア 本基準の設計地震動は、地区により異なっており耐震告示のそれと等しいか上回るものとなっている。

イ 本基準は、鉛直地震動の影響を小さなものとして水平地震動のみを評価することとしている。

(本文)

第3章 耐震性能の評価

1 許容応力度設計

耐震設計構造物の設計地震動による応答解析を行い、耐震設計構造物の耐震上重要な部分に生ずる応力等が、その部材に応じて定められた許容応力等を超えないこと。

(解説)

1 「許容応力度設計」について

- (1) 許容応力度設計は、耐震告示によることとする。
- (2) 許容応力度設計にあたっては、昭和62、63年度に本県で開発した次の耐震計算プログラムを活用することとするが、このプログラムは SEISMITプログラム（経済産業省の耐震認定プログラム）と内容的にはほぼ同一であるので、どちらも使用することができる。

球形貯槽耐震計算プログラム SP-87

横置円筒形貯槽耐震計算プログラム HV-87

平底円筒形貯槽耐震計算プログラム DR-87

レグ支持塔及びCE貯槽耐震計算プログラム LTW-88

(本文)

2 終局強度設計

(1) 終局強度設計

終局状態における耐震設計構造物の設計地震動による応答解析を行い、耐震設計構造物の必要保有水平耐力 Q_{UN} が、その構造に応じて定まる保有水平耐力 Q_U を超えないこと。

$$Q_U \geq Q_{UN}$$

(解説)

2 (1) 「終局強度設計」について

(1) 終局強度設計法とは、地震に対して変形はするが倒壊はしない（内容物が漏洩しない）という限界値を構造物の各部材に求める設計法である。本基準は、この設計法を用いて、神奈川県地震被害想定調査報告（昭和60年8月）における南関東地震の地表面加速度に対して、耐震設計構造物が十分に耐えることを求めている。

なお、この終局強度設計法と同様な考え方が、建築基準法の二次設計にあたる。

(2) 保有水平耐力とは「エネルギー吸収能力を強度と変形能力の積で表現した場合の強度に相当するもの」、また、必要保有水平耐力とは「設計地震力及び塑性変形能力（ D_s によって表せられる。）によって決まる必要強度」をあらわしている。

(3) 終局強度設計の概略の手法は次のフローチャートによる。

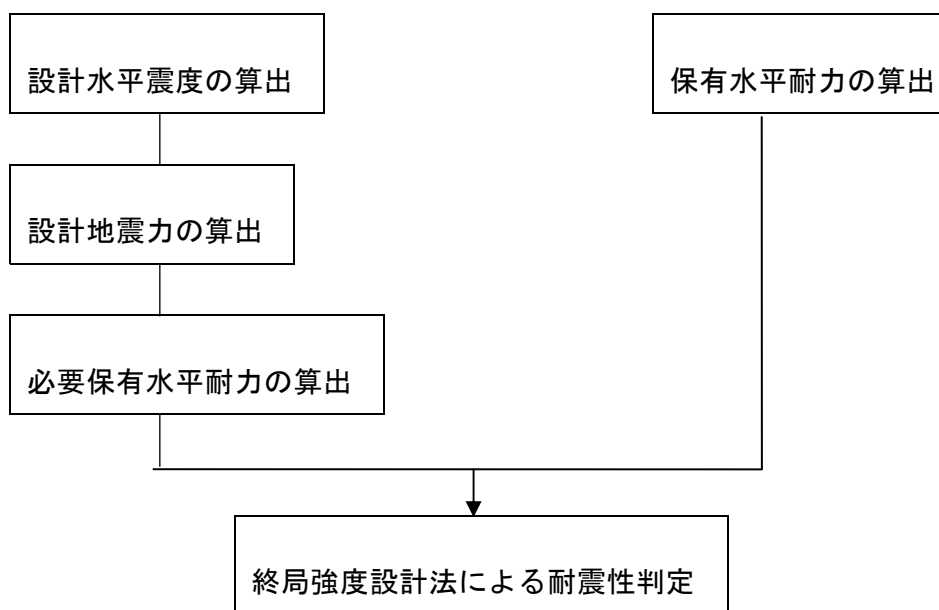


図 終局強度設計法の手順

(4) 終局強度設計にあたっては昭和62、63年度に本県で開発した次の耐震計算プログラムを活用すること。

球形貯槽耐震計算プログラム SP-87

横置円筒形貯槽耐震計算プログラム HV-87

平底円筒形貯槽耐震計算プログラム DR-87

スカート支持の自立式塔の耐震計算プログラム TW-88

レグ支持塔及びCE貯槽耐震計算プログラム LTW-88

(本文)

(2) 設計地震動

設計地震動の設計水平震度は、次の算式に定めるところによる。

$${}_p K_H = 0.15 \beta_1 \beta_2 \beta_2' \beta_3 \beta_5 \beta_p$$

この算式において ${}_p K_H$ 、 β_1 、 β_2 、 β_2' 、 β_3 、 β_5 、及び β_p は、それぞれ次の値を表すものとする。

${}_p K_H$: 耐震設計構造物の設計水平震度

β_1 : 重要度に基づく係数

β_2 : 地域係数

β_2' : 地区補正係数

β_3 : 表層地盤増幅係数

β_5 : 水平方向の応答倍率

β_p : 塑性設計係数

(解説)

2 (2) 「設計地震動」について

(1) β_1 は重要度に基づく係数で、耐震告示に定めるものとする。

(2) β_2 は地域係数で、耐震告示に定めるものとする。

(3) β_2' は地区補正係数で、神奈川県地震被害想定調査報告書(昭和60年3月)の南関東地震の地震動予測値を地区ごとに平準化することにより定めた入力の割増係数で次式にて求める値で付属書2.2に示す数値とする。

[参考]

地区ごとに定めた地表面加速度 (ガル)

300

(4) β_3 は表層地盤増幅係数で、耐震告示に定めるものとする。また、地盤種別は耐震告示に定めるものに準じる。

(5) β_5 は水平方向の応答倍率であって次のア、イ、ウまたはエに定めるものとする。

ア 耐震告示第6条第1項の図(a)に定める基準応答倍率曲線に同条の図(c)により求められる補正係数を乗じて得られる値。ただし横置円筒形貯槽以外については得られた倍率の最高値を低周期領域にそのまま延長し、平坦化したものとする。

イ アの規定にかかわらず重要度がⅡまたはⅢの耐震設計構造物であって次の①または②に掲げる耐震設計構造物の応答倍率は2.0とすることができる。

① 横置円筒形貯槽であって貯蔵能力が100t未満のもの

② スカート支持の塔類であって平均直径に対するベースプレートからの高さの比が4.0未満のもの

ウ 地下埋設貯槽については、ア、イの規定にかかわらず、応答倍率は2.0とすることができる。

エ 基礎部については、アからウの規定にかかわらず、耐震告示第5条第2項第1号に定め

る β_4' を用いるものとする。

- (6) β_p は終局強度設計における限界地震動を定めるにあたっての地震入力の割増係数で 2.0 とする。

(本文)

(3) 必要保有水平耐力

耐震設計構造物の必要保有耐力は、前号に定める設計水平震度に耐震設計構造物の運転重量を乗じて得られる設計地震力に構造特性係数 D_s を乗じ算出する。

(解説)

2 (3) 「必要保有水平耐力」について

- (1) 設計地震力は、耐震設計構造物の種類に応じて、表-1 に定める算式によって求める値とする。

表-1 設計地震力の算出式

| | | |
|---|--|---|
| ① | スカート支持の自立塔類であって平均直径に対するベースプレートからの高さの比が4.0以上のもの | ${}_p F_H = \mu \cdot {}_p K_H \cdot W_H$ |
| ② | ①以外の塔類および貯槽 | ${}_p F_H = {}_p K_H \cdot W_H$ |
| ③ | 架構上の塔槽類 | ${}_p F_H = \beta_7 \cdot \mu \cdot {}_p K_H \cdot W_H$ |
| ④ | 塔槽類の架構 | ${}_p F_H = \mu \cdot {}_p K_H \cdot W_H$ |
| ⑤ | 基礎 | ${}_p F_H = \lambda \cdot {}_p K_H \cdot W_F$ |
| <p>μ : 震度分布係数であって、塔類にあつては耐震告示第6条第3号イ、架構上の塔槽類にあつては耐震告示第6条第3号ハ、塔槽類の架構にあつては耐震告示第6条第3号ニ、に定める値</p> <p>W_H : 運転重量 (耐震告示第5条第1項第2号に定める。)</p> <p>${}_p K_H$: 第3章2(2)で定める終局強度設計水平震度</p> <p>β_7 : 塔槽類の架構に対する応答倍率であつて耐震告示第6条第3号ハに定める値</p> <p>λ : 根入れ深さに応じた低減係数であつて、耐震告示第5条第2項第2号に定める値</p> <p>W_F : 基礎の重量 (耐震告示第5条第2項第2号による。)</p> <p>なお、地下埋設貯槽のうち貯蔵能力100トン未満の横置円筒形貯槽に係る設計地震については、地下貯槽室床面を地表面とみなして地上式と同様に計算する。</p> | | |

(2) 構造特性係数 (Ds) は、次の式により表せられる塑性化する構造物の所要強度の低減率の係数で、耐震設計構造物の種類に応じて次のアからクに定めるものとする。

(詳細は付属書2及び3参照)

$$D_s = \frac{\text{構造物の塑性変形能力を評価して得られる所要強度}}{\text{構造物が概ね弾性にとどまる場合の所要強度}}$$

ア 球形貯槽

① ブレース

$$D_s = \frac{1}{(1 + 4 a \eta)^{1/2}} \quad (\text{鋼管ブレース})$$

$$\frac{1}{(1 + 4 a \eta)^{1/2}} \cdot \frac{1.42}{1 + 3 h_o + 1.2 h_o^{1/2}}$$

h_o: 減衰定数

a: 構造による定数 (0.75または1.0)

η: 支持構造の平均累積塑性変形倍率 (ただし、a, ηは0.75~3.0)

ただし、0.28 ≤ D_s ≤ 0.35とする。

② 支柱 D_s=0.35

③ 基礎ボルト、シャーププレート、ベースプレート D_s=0.5

イ 横置円筒形貯槽

$$D_s = 0.5$$

ウ 平底円筒形貯槽

① アンカーボルト・アンカーストラップ部

$$D_s = \frac{1}{1 + \frac{3 \cdot 3 t_b \cdot \sigma_y^2}{l_a \cdot P \cdot a \sigma_y} \cdot \frac{T_1^2}{T_o}} \quad 1/2$$

t_b: アニュラー板または底板の板厚

σ_y: アニュラー板または底板の降伏点

aσ_y: アンカーストラップの降伏点

P: 底板に作用する圧力

l_a: アンカーストラップの有効長さ

T₁: 底板部変形による固有周期

T_o: 貯槽の実際の固有周期

ただし、0.3 ≤ D_s ≤ 0.5 とする。

② 側板部

$$D_s = 0.5 \quad (\sigma_o / c \sigma_{cr} \leq 0.2 \text{ のとき})$$

$$D_s = 0.7 \quad (\sigma_o / c \sigma_{cr} > 0.2 \text{ のとき})$$

σ_o: 平均圧縮応力

cσ_{cr}: 座屈耐力

エ スカート支持塔

① 胴部、スカート部

$D_s=0.5$ ($\sigma_o/c\sigma_{cr}\leq 0.2$ のとき)

$D_s=0.7$ ($\sigma_o/c\sigma_{cr}> 0.2$ のとき)

σ_o : 平均圧縮応力

$c\sigma_{cr}$: 座屈耐力

② 基礎ボルト部

$$D_s = \frac{1}{(1+W_p/W_e)^{1/2}}$$

W_p : 基礎ボルトの塑性歪エネルギー

W_e : 基礎ボルトの弾性歪エネルギー

ただし、 $0.3 \leq D_s \leq 0.5$ とする。

オ レグ支持塔

① レグの曲げ降伏時、軸座屈時、レグ取付部の板曲げ降伏時

$D_s=0.35$

② 外殻の円筒座屈時

$D_s=0.50$

③ 基礎ボルトの軸部降伏時

エー②と同じ

カ 架構

$D_s=0.35$

キ 基礎

$D_s=0.4$ または 0.5

ク ラグ支持塔

① 胴板の圧縮座屈

エー①に同じ

② セットボルト引張り降伏

エー②と同じ

③ 取付部胴板曲げ降伏

オー①に同じ

(3) 必要保有水平耐力は、耐震設計構造物の種類に応じて付属書3に示す手法により算出する。

(本文)

(4) 保有水平耐力

保有水平耐力は、耐震設計構造物の損傷モードごとに算出する。

(解説)

2 (4) 「保有水平耐力」について

(1) 耐震設計構造物の種類による損傷モードを表-2に示す。

表-2 保有水平耐力を算出する部位及びその種類

| 耐震設計構造物の種類 | 損傷モード |
|------------|---|
| 球形貯槽 | 支柱の曲げ変形 筋かい材の降伏、座屈 支柱のせん断変形 支柱の座屈 基礎ボルトの降伏 シャーププレートの曲げ変形 ベースプレートの曲げ変形 |
| 横置円筒形貯槽 | 基礎ボルトのせん断、降伏 サドルの降伏 本体胴の降伏 |
| 平底円筒形貯槽 | 側板の座屈 基礎ボルトの降伏 |
| スカート支持塔 | 胴の座屈 スカートの座屈 基礎ボルトの降伏 |
| レグ支持塔 | 基礎ボルトの降伏 レグの曲げ降伏、座屈 レグ取付部の曲げ降伏 胴板の座屈 |
| 架 構 | 柱の降伏 はりの降伏 ブレースの降伏 |
| 基 礎 | 基礎ボルト定着部の引張、せん断 基礎コンクリートの曲げ、せん断 杭軸力、モーメント、地盤支持力、 引抜き力、直接基礎圧縮 |
| ラグ支持塔 | 胴板の圧縮座屈 セットボルトの引張り降伏 取付部胴板の曲げ降伏 |

(2) 保有水平耐力は、付属書3に示す手法により算出する。

(本文)

3 地盤の液状化及び流動に係る設計

高圧ガス製造施設等の基礎等は、基礎地盤及び周辺地盤の液状化の判定による杭支持力の低下、地盤の沈下及び地盤の移動の算定を行うことにより、適切な設計を行うものとする。

(解説)

3 「地盤の液状化及び流動に係る設計」について

(1) 地盤の液状化及び流動の判定及び設計等は、原則として耐震告示によるものとする。

(本文)

4 配管の耐震設計

高圧ガス配管の耐震設計は、耐震告示によるものとする。ただし、特定貯槽配管の貯槽接続部から緊急遮断弁を含む間までについては、地盤の液状化及び流動による影響を評価するものとする。

(解説)

4 「配管の耐震設計」について

(1) 特定貯槽配管への、地盤の液状化による沈下及び移動による影響の評価は、付属書4及び5によるものとする。なお、緊急遮断弁の支持部と貯槽が同一基礎であり、かつ支持部が緊急遮断弁と十分に緊結されているなど、評価部位に影響が少ないと評価される場合はこの限りでない。

附 則

- 1 本基準は平成14年4月1日から施行する。
- 2 本基準は平成2年6月1日から施行する。
- 3 昭和63年4月「高圧ガス配管耐震性判定指針」を廃止する。
- 4 昭和55年7月「地盤の流動化判定指針」を廃止する。