

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

## 科技研究發展計畫

# 高壓氣體設備耐震設計規範 (草案)

草案撰寫：黎文龍

國立台北科技大學 機電整合所

修訂版本：92.10.31

# 目 錄

## 第一章 通則

### 第 1 條 定義與一般原則

1. 名詞定義
2. 最小耐震設計性能
3. 依據與適用範圍

## 第二章 耐震性能評估

### 第 2 條 耐震性能之評定

1. 耐常發型地震之性能
2. 耐偶發型地震之性能

### 第 3 條 設計地動種類

1. 第一種設計地動之計算方法
  - (1) 地表面之水平震度及垂直震度
  - (2) 地表面之水平加速度及垂直加速度
2. 第二種設計地動之計算方法

### 第 4 條 響應解析

1. 第一種設計地動之響應解析
2. 靜態震度法
3. 第二種設計地動之響應解析

## 第三章 響應解析法

### 第 5 條 靜態震度法

- (1) 設計靜態水平震度
- (2) 設計靜態水平震力

### 第 6 條 修正震度法

- (1) 設計修正水平震度及設計修正垂直震度
- (2) 固有週期
- (3) 設計修正震力

### 第 7 條 模態解析法

### 第 8 條 歷時響應解析法

### 第 9 條 電腦輔助解析法

## 第四章 應力評估

## 第 10 條 塔類之應力評估

- (1) 支裙式之塔類
- (2) 支腳式之塔類
- (3) 支耳式之塔類

## 第 11 條 球形儲槽之應力評估

- (1) 支柱上部之應力
- (2) 支柱下部之應力
- (3) 拉桿之應力
- (4) 剪力板之應力
- (5) 基板之應力

## 第 12 條 臥式圓筒形儲槽之應力評估

- (1) 胴於鞍腳之應力
- (2) 胴於中央部之軸向應力
- (3) 端板之應力
- (4) 鞍腳之應力
- (5) 剪力板之應力

## 第 13 條 平底圓筒形儲槽之應力評估

- (1) 內徑在 20 m 以下
- (2) 前款以外者

## 第五章 安全容許應力

### 第 16 條 耐震設計用容許應力

- (1) 耐壓部之耐震設計容許應力
- (2) 耐壓部之耐震設計容許應力強度
- (3) 支持構造物之耐震設計用容許應力

## 附則

1. 中英名詞對照
2. 修訂說明

# 第一章 通則

第1條 定義與一般規定 本規範所使用之名詞、使用範圍等一般通用原則與規定均依本條各款之規定辦理。

## 1. 依據與適用範圍

本規範依據「高壓氣體勞工安全規則」第四十六條規定辦理。

本規範適用於「高壓氣體勞工安全規則」第十五條規定之「高壓氣體設備」，且固定於地盤者，但不含該設備之下列項目：

- (1) 基礎及基礎螺栓
- (2) 直接銲於本體以外之配管及其支架等
- (3) 非直接銲於本體之結構件

## 2. 最小耐震設計性能 耐震設計構造物所應保有之最小耐震性能依下列各款規定辦理：

- (1) 當發生常發型地震發生時，耐震設計構造物不得殘留有可能之危險變形，且該耐震設計構造物內之高壓氣體必須仍保有氣密性(以下簡稱「耐常發型地震之性能」)。
- (2) 當發生偶發型地震或地盤位移時，屬於本規範第3條第1項第(1)款規定之重要度I及Ia之耐震設計構造物，其內部之高壓氣體必須仍保有氣密性(以下簡稱「耐偶發型地震之性能」)。

## 3. 名詞定義 本規範所使用之名詞及其定義均依下列規定辦理：

- (1) 塔槽(Tower)：包括塔式及立式之圓筒形儲槽。
- (2) 儲槽(Tank)：係指依「高壓氣體勞工安全規則」第十二條規定之「固定於地盤之高壓氣體儲存設備」。
- (3) 塔槽類：塔槽及儲槽。
- (4) 耐震設計設備：塔槽類及其附屬之支持構造物。
- (5) 耐震設計構造物：含耐震設計設備、相關配管系、基礎及附屬零組件。
- (6) 第一種毒性氣體：包括氯、氰化氫、氟、光氣及二氧化氮等。

- (7) 第二種毒性氣體：包括二氧化硫、氯化氫、三氟化硼、氟化氫、溴化烷、硫化氫等。
- (8) 第三種毒性氣體：屬於「高壓氣體勞工安全規則」第六條所稱之毒性氣體，但不屬於第一種或第二種之毒性氣體者。
- (9) 可燃性氣體：指「高壓氣體勞工安全規則」第四條所稱之氣體，含丙烯腈、丙烯醛、乙炔、乙醛、氨、一氧化碳、乙烷、乙胺、乙苯、乙烯、氯乙烷、氯甲烷、氯乙烯、環氧乙烷、環氧丙烷、氟化氫、環丙烷、二甲胺、氫、三甲胺、二硫化碳、丁二烯、丁烷、丁烯、丙烷、丙烯、溴甲烷、苯、甲烷、甲胺、二甲醚、硫化氫、及其他爆炸下限在百分之十以下，或爆炸上限與下限之差在百分之二十以上之氣體。
- (10) 耐震性能：耐震設計構造物承受地震之能力。
- (11) 常發型地震：於耐震設計構造物使用期間內，發生機率比較高之地震。
- (12) 偶發型地震：於耐震設計構造物使用期間內，發生機率比較低、但震度高之地震，或其參考回歸期約為 475 年之地震。
- (13) 設計地動：若發生地震時，用以評定耐震設計構造物設計性能之地震動。
- (14) 第一種設計地動：用以評定耐震設計構造物所對應之耐震性能之設計地動震度或加速度。
- (15) 第二種設計地動：用以評定平底圓筒形儲槽因受到液面搖動影響之耐震性能之設計地動。
- (16) 地盤位移：耐震設計構造物之基礎地盤，由於土壤液化產生之地盤移動或土壤形狀改變。
- (17) 操作重量：耐震設計設備在正常操作狀態下，其本身重量(考慮附屬件、積雪等重量後)及其內容物之總重量。
- (18) 平均直徑：胴外徑與內徑(已扣除腐蝕裕度)之和之半。

## 第二章 耐震性能評估

### 第 2 條 耐震性能之評定

耐震設計設備之耐震性能評定依下列規定辦理：

#### 1. 耐常發型地震之性能依下列各款規定辦理：

- (1) 評估本項耐震設計構造物受地震之影響，應以平時正常操作狀態，依耐震構造物之設計地動實施響應解析，以計算該耐震設計構造物之耐震重要部位之應力等(以下簡稱「計算應力等」)，且確認該應力不得超過其構造材質所規定之容許應力等(以下簡稱「容許應力等」)。
- (2) 前款規定中，對設計地動之計算方法應依第 3 條規定，響應解析方法依第 4 至第 9 條之規定，計算應力等之計算方法依第 10 至 13 條之規定，耐震設計用容許應力等依第 16 條之規定辦理。
- (3) 前款規定中之性能評定部份，應分別依照第 3 條第 1 項規定之第一種設計地動，或同條第 2 項之第二種設計地動辦理。

#### 2. 耐偶發型地震之性能依下列各款規定辦理：

- (1) 評估本項耐震設計構造物受地震之影響，應以平時正常操作狀態，依耐震構造物之設計地動實施響應解析，以適當之計算方法計算該耐震設計構造物之耐震重要部位，在偶發型地震下所產生之最大塑性變形與降伏強度之比值(以下簡稱「響應塑性比」)，並確認該比值不得超過其構造材質之最大容許塑性變形與降伏強度之比值(以下簡稱「容許塑性比」)。
- (2) 前款規定中，對設計地動之計算方法應依第 3 條規定辦理。
- (3) 前第(1)款規定中之性能評定部份，應分別依照第 3 條第 1 項規定之第一種設計地動，或同條第 2 項之第二種設計地動辦理。
- (4) 前第(1)款規定中，第一種設計地動以耐偶發型地震之性能評定時，設計地動得以第 3 條第 1 項第(1)款規定之偶發型地震乘上 0.5 後之值，取代本條第 1 項之耐常發型地震之性能評定。

### 第 3 條 設計地動種類

#### 1. 第一種設計地動之計算方法依下列各款之規定：

- (1) 地表面之水平震度及垂直震度，分別依下列計算式計算：

$$K_H = 0.15 \mu_k \beta_1 \beta_2 \beta_3 \quad (3.1)$$

$$K_V = 0.075 \mu_k \beta_1 \beta_2 \beta_3 \quad (3.2)$$

上述計算式中， $K_H$ 、 $K_V$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、及 $\beta_3$ 等分別依下列各表規定辦理。但若 $\beta_1$ 與 $\beta_2$ 之乘積未滿0.33時，仍取0.33(以下均同)。

$K_H$  第一種設計地動之地表面水平震度。

$K_V$  第一種設計地動之地表面垂直震度。

$\mu_k$  地動大小之基礎樁係數。常發型地震取1.0；偶發型地震取2.0以上。

$\beta_1$  對應耐震設計構造物重要度之係數，依表3.1規定之值辦理。

表 3.1  $\beta_1$  係數

重要度	Ia	I	II	III
$\beta_1$	1.00	0.80	0.65	0.50

備考

1. 本表中耐震設計構造物之重要度，應就每一設備之高壓氣體種類，依下列各表 3.2、表 3.3 及表 3.4 所列舉者。
2. 屬於可燃性氣體及毒性氣體以外之高壓氣體者，其耐震設計構造物重要度，得列重要度為 III。
3. 設備儲存能力(依據「高壓氣體勞工安全規則」第十八條計算者；但如為處理設備，則係指處理設備內之氣體重量，以下同)，對可燃性氣體及第 3 種毒性氣體為 100 t 以上，第一種毒性氣體及第二種毒性氣體為 30 t 以上應依下列各表 3.2、表 3.3 及表 3.4 求得之重要度再提高一等級。此時，若在變更前之重要度為 I 者，其重要度應為 Ia。
4. 對已經充分考慮地震時及地震後，防止災害擴大之耐震設計構造物，得依其所設計考慮之對策程度變更重要度。

表 3.2 第一種毒性氣體耐震設計構造物之重要度分類

X W	未滿 100	100以上 未滿200	200以上 未滿500	500以上 未滿1000	1000以上
未滿5	I	II	III	III	III
5以上未滿 20	I	I	II	III	III
20以上 未滿100	I	I	I	II	III
100以上 未滿500	I	I	I	I	II
500以上	I	I	I	I	I

表 3.3 第二種毒性氣體耐震設計構造物之重要度分類

X \ W	未滿 50	50以上 未滿200	200以上 未滿500	500以上 未滿1000	1000以上
未滿5	I	II	III	III	III
5以上 未滿20	I	I	II	III	III
20以上 未滿100	I	I	I	II	III
100以上 未滿500	I	I	I	I	II
500以上	I	I	I	I	I

表 3.4 第三種毒性氣體及可燃性氣體耐震設計構造物之重要度分類

X \ W	未滿 20	20以上 未滿 40	40以上 未滿 90	90以上 未滿 200	200以上 未滿 400	400以上 未滿 900	900以上 未滿 2000	2000以上
未滿5	I	II	II	III	III	III	III	III
5以上 未滿20	I	I	II	II	III	III	III	III
20以上 未滿100	I	I	I	II	II	III	III	III
100以上 未滿500	I	I	I	I	II	II	III	III
500以上	I	I	I	I	I	II	II	III

備考 表 3.2 至表 3.4 中之 W 及 X，分別表示：

- W 塔槽類之儲存能力(單位：t)，依「高壓氣體勞工安全規則」第十八條之規定計算辦理者。
- X 自塔槽類外緣至設置該耐震設計構造物之場所邊界線(如連接於有海、河川、3 m 以上大排水溝、湖沼或與此同等效用之設施或土地時，該邊界線為其外緣)為止距離中之最短者 (單位：m)。

$\beta_2$  依據行政區畫分之地域係數。對應表 3.5 左欄所列之行政區分，地域係數即為同表右欄所列之值。



表 3.5 地域係數  $\beta_2$ 

區域	行政區分	$\beta_2$	
		常發型地震	偶發型地震
地震甲區	宜蘭縣、新竹市、新竹縣、苗栗縣、台中市、台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、嘉義縣、台南市、台南縣、花蓮縣、台東縣。 高雄縣：三民鄉、六龜鄉、內門鄉、甲仙鄉、杉林鄉、美濃鄉、桃源鄉、茂林鄉、旗山鎮。 屏東縣：九如鄉、三地門鄉、內埔鄉、里港鄉、車城鄉、牡丹鄉、恆春鎮、長治鄉、來義鄉、泰武鄉、高樹鄉、春日鄉、獅子鄉、瑪家鄉、萬巒鄉、滿洲鄉、霧台鄉、鹽埔鄉、麟洛鄉。	1.0	1.0
地震乙區	基隆市、台北市、台北縣、桃園縣、高雄市、澎湖縣。 高雄縣：大社鄉、大寮鄉、大樹鄉、仁武鄉、田寮鄉、永安鄉、岡山鎮、阿蓮鄉、林園鄉、梓官鄉、鳥松鄉、茄萣鄉、路竹鄉、湖內鄉、鳳山市、燕巢鄉、橋頭鄉、彌陀鄉。 屏東縣：竹田鄉、林邊鄉、東港鎮、佳冬鄉、枋山鄉、枋寮鄉、南州鄉、崁頂鄉、屏東市、琉球鄉、新埤鄉、新園鄉、萬丹鄉、潮州鎮。	0.6	0.7
地震丙區	金門、馬祖	0.4	0.7

備考 本表之震區劃分依據內政部八十八年十二月二十九日台(88)內營字第 8878473 號函之「建築物耐震設計規範」規定辦理。

**0.33 g:** 地震Ⅰ區：  
 宜蘭縣、新竹市、新竹縣、苗栗縣、台中市、  
 台中縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、  
 嘉義縣、台南市、台南縣。  
 高雄縣：三民鄉、六龜鄉、內門鄉、甲仙鄉、  
 杉林鄉、美濃鄉、桃源鄉、茂林鄉、  
 旗山鎮。  
 屏東縣：九如鄉、三地門鄉、內埔鄉、里港鄉、  
 車城鄉、牡丹鄉、長治鄉、東港鄉、  
 泰武鄉、高樹鄉、獅子鄉、瑪家鄉、  
 萬巒鄉、滿洲鄉、霧台鄉、鹽埔鄉、  
 麟洛鄉、佳冬鎮、春日鄉。

**0.23 g:** 地震Ⅱ區：  
 基隆市、台北市、台北縣、桃園縣、高雄市、  
 澎湖縣。  
 高雄縣：大社鄉、大寮鄉、大樹鄉、仁武鄉、  
 田寮鄉、永安鄉、岡山鎮、阿蓮鄉、  
 林園鄉、梓官鄉、高橋鄉、茄寮鄉、  
 路竹鄉、湖內鄉、鳳山市、燕巢鄉、  
 橋頭鄉、彌陀鄉。  
 屏東縣：竹田鄉、麟蹄鄉、東港鎮、佳冬鄉、  
 杉山鄉、麟寮鄉、南州鄉、崁頂鄉、  
 屏東市、琉球鄉、新埤鄉、新園鄉、  
 萬丹鄉、潮州鎮。  
 金門與馬祖不屬上述任一震區，但其水平加速  
 度係數可取地震Ⅱ區。

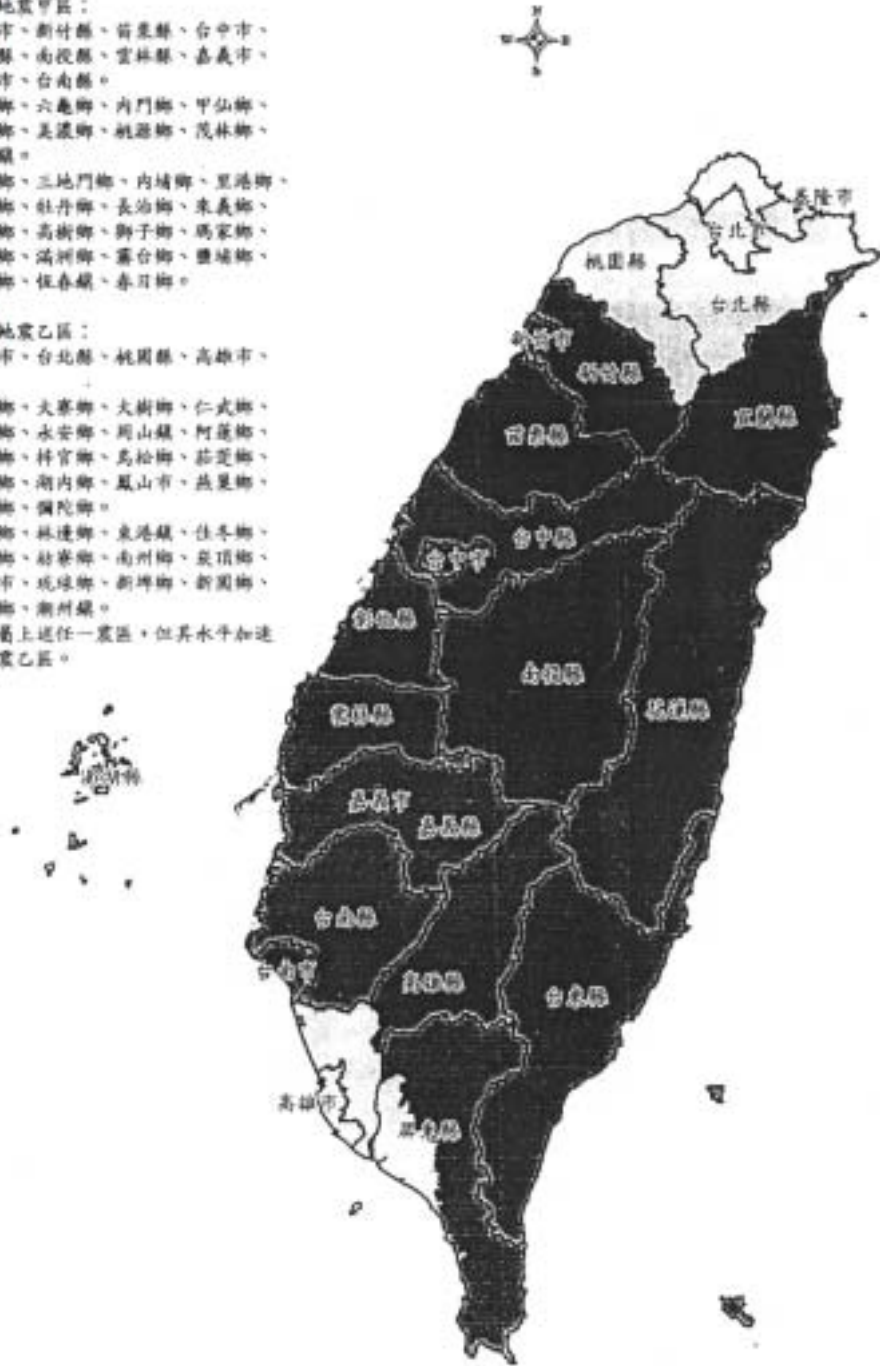


圖 3.1 震區劃分圖

$\beta_3$  表層地盤增幅係數。以表 3.6 左欄所列地盤種別，依同表右欄所列之值。但若該耐震設計構造物所設置之地點設有地震觀測或長期動態觀測時，得依觀測數值推定表層地盤之震動特性。

表 3.6 表層地盤增幅係數

地 盤 種 別	$\beta_3$
第 1 種地盤(第 3 世紀以前之地盤)	1.4
第 2 種地盤(洪積層地盤)	2.0
第 3 種地盤(第 1 種、第 2 種及第 4 種地盤以外之地盤)	2.0
第 4 種地盤(填埋土或沖積層厚度在 25 m 以上之地盤)	2.0

備考

在第 1 種地盤或第 2 種地盤上有表土層時，且適於下列 A 或 B 時，得就該地盤分別視為等同第 1 種地盤或第 2 種地盤：

- A. 基礎由第 1 種地盤或第 2 種地盤直接支持，及表土層厚度在 10 m 以下，且自該耐震設計設備之地表面至重心之高度之 1/2 以下時。
- B. 表土層厚度在 4 m 以下，且自該耐震設計設備之地表面至重心之高度之 1/5 以下時。

(2) 地表面之水平加速度及垂直加速度，依下列計算式計算：

$$\alpha_H = 150\mu_k \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad (3.3)$$

$$\alpha_V = 75\mu_k \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad (3.4)$$

上兩計算式中， $\alpha_H$ 、 $\alpha_V$ 、 $\mu_k$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$  及  $\beta_3$  分別定義如下：

$\alpha_H$  第一種設計地動之地表面水平加速度 (單位：gal)。

$\alpha_V$  第一種設計地動之地表面之垂直加速度 (單位：gal)。

另外， $\mu_k$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$  及  $\beta_3$  分別同前款之定義。

2. 第二種設計地動之計算方法依表 3.7 左欄所列液面搖動之固有週期區分，對應同表右欄所定之計算式，分別計算之地動速度或地動位移。

表 3.7 液面搖動所對應之地動速度或地動位移

$T$	$V_H$ 或 $D_H$
$7.5 \frac{\mu_d}{\mu_v}$ 以下	$V_H = 50\mu_v \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$
超過 $7.5 \frac{\mu_d}{\mu_v}$	$D_H = 60\mu_d \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$

備考

本表中之  $T$ 、 $V_H$ 、 $D_H$ 、 $\beta_1$ 、及  $\beta_2$  分別表示：

$T$  液面搖動之固有週期，依下列計算式求得之值 (單位：s)。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{D}{g\sqrt{27/2}}} \coth\left(\sqrt{\frac{27}{2}} \cdot \frac{H_\ell}{D}\right) \quad (3.5)$$

式中， $g$ 、 $D$ 及 $H_\ell$ 分別定義如下：

- $g$  重力加速度 (單位：m/s<sup>2</sup>)。
- $D$  內徑 (單位：m)。
- $H_\ell$  最高液面高度 (單位：m)。
- $V_H$  於地表面之水平地動速度(單位：cm/s)。
- $D_H$  於地表面之水平地動變位振幅 (單位：cm)。
- $\mu_v$  地表之地震速度之基礎樁修正係數。常發型地震時，取 1.0;偶發型地震取 1.0 以上。
- $\mu_d$  地表之地震變形之基礎樁修正係數。常發型地震時，取 1.0;偶發型地震取 1.0 以上。
- $\beta_1$ 及 $\beta_2$ 與前項第(1)款規定之值相同。

#### 第 4 條 響應解析

1. 依耐震設計設備之第一種設計地動之響應解析者，應將該耐震設計構造物置換為適當振動模型，並依第 6 條規定之修正震度法或第 7 條規定之模態解析法之規定計算之。此時，對重要度在 II 或 III 之耐震設計設備，得省略垂直方向之第一種設計地動之評估。但進行水平方向響應解析時，得使用適當之地震入力波，考慮適當之衰減，並依第 8 條第 1 項規定之歷時響應解析法計算之。
2. 重要度為 II 或 III 之耐震設計設備中，滿足表 4.1 所列舉者，其響應解析不受前項規定之限制，得使用第 5 條第 1 項規定之靜態震度法計算之。

表 4.1

塔槽類之種類	範圍
塔類	自基板起算之高度未滿 20 m者
球形儲槽	儲存能力未滿 80 t 者
平底圓筒形儲槽	外徑及側板部高度均未滿 10 m者
臥式圓筒形儲槽	儲存能力未滿 100 t 者

3. 依耐震設計設備之第二種設計地動之響應解析者，應依第 8 條第 2 項規定之歷時響應解析法及其他適當方法為之。但，液面搖動之衰減常數得設為 0.5%。

### 第三章 響應解析法

#### 第 5 條 靜態震度法

耐震設計設備依靜態震度法之響應解析，應依下列各款規定為之。

(1) 設計靜態水平震度，應依下列計算式計算

$$K_{SH} = \beta_4 \cdot K_H \quad (5.1)$$

式中之  $K_{SH}$ 、 $K_H$ 、及  $\beta_4$  分別表示如下：

$K_{SH}$  設計靜態水平震度，但低於 0.2 時，至少應為 0.2。

$K_H$  同第 3 條第 1 項第(1)款規定之值。

$\beta_4$  水平方向之響應倍率。由表 5.1 左欄所列耐震設備之自地表面高度  $H$  之區分，依同表右欄所列之值。

表 5.1 水平方向之響應倍率

$H$ (m)	$\beta_4$
16以下	2.0
超過16、35 以下	$1.04 + 0.06 H$
超過35	3.14

(2) 設計靜態水平震力，依下列計算式計算

$$F_{SH} = K_{SH} \cdot W_{SH} \quad (5.2)$$

式中之  $F_{SH}$ 、 $K_{SH}$  及  $W_{SH}$  分別表示如下：

$F_{SH}$  設計靜態水平震力(單位：N)。

$K_{SH}$  同前款規定之值。

$W_{SH}$  操作重量。但在塔類，為計算耐震設計設備之自重與內容物重量之和；在球形儲槽或平底圓筒儲槽，得為耐震設計設備之自重與有效液重量（於內容液重量，在球形儲槽為表 5.2 充填率所對應之有效液重量率；平底圓筒型儲槽為以第 13 條(13.4)式計算之  $f_1$  所示者所得之值）之和(單位：N)。

表 5.2 球形儲槽之有效液重量率

充 填 率	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60
有效液重量率	0	0.10	0.19	0.26	0.31	0.36	0.38	0.41

充 填 率	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.0
有效液重量率	0.44	0.48	0.52	0.57	0.63	0.7	0.81	1

備 考： 1. 充填率是指  $W_\ell$  與  $W_{100}$  之比，但此處

$W_\ell$  內容液重量(單位：N)

$W_{100}$  若內容液充填率為 100% 或全滿時，內容液之重量(單位：N)

2. 上表未列之有效液重量率者，得使用內插法計算之。

## 第 6 條 修正震度法

耐震設計設備之修正震度法響應解析，依下列各款之規定辦理。但，以支裙式(含設置於鋼筋混凝土台上者，以下同)支持之豎立式塔類之水平方向固有週期，超過表 6.1 所列地盤種類所對應之值者，該塔類水平方向之響應解析應以第 7 條規定之模態解析法為之。

表 6.1

地 盤 種 類	固有週期(s)
第 1 種地盤	0.5
第 2 種或第 3 種地盤	1.0
第 4 種地盤	1.5

(1) 設計修正水平震度及設計修正垂直震度應依下列計算式計算：

$$K_{MH} = \beta_5 \cdot K_H \quad (6.1)$$

$$K_{MV} = \beta_6 \cdot K_V \quad (6.2)$$

式中之  $K_{MH}$ 、 $K_{MV}$ 、 $K_H$ 、 $K_V$ ，及  $\beta_5$ 、 $\beta_6$  分別表定義如下：

$K_{MH}$  設計修正水平震度，但不得低於 0.2。

$K_{MV}$  設計修正垂直震度。

$K_H$  及  $K_V$  分別同第 3 條第 1 項第(1)款規定之值。

$\beta_6$  垂直方向之響應倍率。支裙式之塔類得取為 1.5，其他耐震設計設備得為 2.0。

$\beta_5$  水平方向之響應倍率，依下列 A 至 C 之規定辦理。

A. 依照第 3 條第 1 項第(1)款所列行政地域區分，分別對應地盤種類，由(6.3)至(6.10)式中，分別計算之基準響應倍率，並乘上表 6.2 之衰減修正係數後所得之值。此時，耐震設計設備之固有週期計算應依下列規定之方法，或使用其他適當之耐震設計設備之構造計算方法為之。

(A)地震甲區

a. 第 1 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 115.4 \times T^{1.585} & 0.05 < T \leq 0.1 \\ 3.0 & 0.1 < T \leq 0.33 \\ 1/T & 0.33 < T \leq 2.5 \\ 0.4 & 2.5 < T \end{cases} \quad (6.3)$$

b. 第 2 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 6.797 \times T^{0.6397} & 0.05 < T \leq 0.25 \\ 2.8 & 0.25 < T \leq 0.5 \\ 1.4/T & 0.5 < T \leq 2.5 \\ 0.56 & 2.5 < T \end{cases} \quad (6.4)$$

c. 第 3 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 3.961 \times T^{0.4595} & 0.05 < T \leq 0.4 \\ 2.6 & 0.4 < T \leq 0.9 \\ 2.34/T & 0.9 < T \leq 3.6 \\ 0.65 & 3.6 < T \end{cases} \quad (6.5)$$

d. 第 4 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 3.124 \times T^{0.3802} & 0.05 < T \leq 0.5 \\ 2.4 & 0.5 < T \leq 1.25 \\ 3/T & 1.25 < T \leq 4 \\ 0.75 & 4 < T \end{cases} \quad (6.6)$$

(B)地震乙、丙區

a. 第 1 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 115.4 \times T^{1.585} & 0.05 < T \leq 0.1 \\ 3.0 & 0.1 < T \leq 0.2 \\ 0.6/T & 0.2 < T \leq 2.0 \\ 0.3 & 2.0 < T \end{cases} \quad (6.7)$$

b. 第 2 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 9.220 \times T^{0.7415} & 0.05 < T \leq 0.22 \\ 3.0 & 0.22 < T \leq 0.35 \\ 1.05/T & 0.35 < T \leq 2.1 \\ 0.50 & 2.1 < T \end{cases} \quad (6.8)$$

c. 第 3 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 6.797 \times T^{0.6397} & 0.05 < T \leq 0.25 \\ 2.8 & 0.25 < T \leq 0.6 \\ 1.68/T & 0.6 < T \leq 3.0 \\ 0.56 & 3.0 < T \end{cases} \quad (6.9)$$

d. 第 4 種地盤

$$\beta_5 = \begin{cases} 1.0 & T \leq 0.05 \\ 3.124 \times T^{0.3802} & 0.05 < T \leq 0.5 \\ 2.4 & 0.5 < T \leq 1.25 \\ 3/T & 1.25 < T \leq 4 \\ 0.75 & 4 < T \end{cases} \quad (6.10)$$

(C) 衰減修正係數

水平方向響應倍率之修正係數( $C_\zeta$ )依塔槽之衰減常數( $\zeta$ ), 由表 6.2 對應所得者, 但  $\zeta$  之定義如下:

$\zeta$  衰減常數。衰減常數應依耐震設計設備種類不同訂定, 得依表 6.3 或表 6.4 所列之值。但附加有減震機構者, 則不在此限。

表 6.2 水平方向響應倍率之修正係數

$\zeta$	0.0	0.005	0.01	0.02	0.03	0.05
$C_\zeta$	2.33	1.79	1.55	1.32	1.18	1.0
$\zeta$	0.07	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
$C_\zeta$	0.89	0.78	0.65	0.56	0.50	0.44

備考: 得使用內插法計算上表所未列之修正係數值。

- B. 於 A 中, 若耐震設計設備之固有週期未滿 0.3 秒, 響應倍率低於 1.5 時應取 1.5; 固有週期在 0.3 秒以上, 響應倍率低於 0.75 時取 0.75。
- C. 下面所列耐震設計設備之響應倍率得取 2.0, 不受前 A 及 B 規定之限制。
- (A) 臥式圓筒形儲槽, 且儲藏能力低於 100 t 者。
  - (B) 支裙式之塔類, 且該塔類之平均直徑與自基板起算之高度比小於 4.0 者。



表 6.3 塔類、球形儲槽、臥式圓筒形儲槽及架構之衰減常數

耐震設計設備種類		衰減常數
塔類	$T$ 在未滿1.0者	0.03
	$T$ 在1.0以上，未滿1.5者	$0.07 \sim 0.04 T$
	$T$ 在1.5以上者	0.01
球形儲槽	拉桿支撐以銲接固定接合者	0.03
	拉桿支撐以銷接合者	0.05
臥式圓筒形儲槽		0.07

備考：表中之  $T$  表示耐震設計設備之固有週期(單位：s)。

表 6.4 平底圓筒形儲槽之衰減常數

平底圓筒形儲槽種類		衰減常數						
設置於第1種地盤者，或 $H_\ell/D$ 超過 1.0 者		0.05						
上欄以外者	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>D</math></td> </tr> <tr> <td><math>P</math></td> <td></td> </tr> </table>		$D$	$P$		未滿20	20以上 未滿40	40以上
			$D$					
$P$								
有基礎 樁者	未滿1.5	0.08	0.10	0.10				
	1.5以上未滿3.0	0.07	0.08	0.10				
	3.0以上	0.05	0.07	0.08				
無基礎樁者		0.05	0.07	0.10				

備考 表中之  $H_\ell$ 、 $D$  及  $P$  分別表示下列之值。

$H_\ell$  最高液面高度(單位：m)。

$D$  內徑(單位：m)。

$P$  基礎樁之間隔(單位：m)。

(2) 耐震設計設備之固有週期應考慮不同之耐震設計設備種類、構造等，分別依下列 A 至 D 所列計算式計算之。

A. 支裙式之豎立形塔類(以胴內徑及板厚變化較少者為限)，其對平均直徑與自基板起算之高度比在 4.0 以上者

$$T = \frac{CH_t}{\sqrt{K_{MH}D_m}} \quad (6.11)$$

上式中之  $T$ 、 $K_{MH}$ 、 $D_m$ 、 $C$  及  $H_t$  分別表示如下：

$T$  固有週期(單位：s)。

$K_{MH}$  前款規定之值。

$D_m$  胴之平均直徑(單位：m)。

$C$  0.025 至 0.03 間之係數，用以決定響應倍率 $\beta_5$ 為最大值者。

$H_t$  塔類之自基板起算之高度(單位：m)。

## B. 平底圓筒形儲槽

$$T = \frac{2}{\lambda} \sqrt{\frac{W_0}{\pi g E \cdot t_{1/3}}} \quad (6.12)$$

式中之 $\lambda$ 、 $g$ 、 $E$ 、 $t_{1/3}$ 及 $W_0$ 分別表示：

$T$  固有週期(單位：s)。

$\lambda$  依次式求得之值

$$\lambda = 0.46 - 0.30\left(\frac{H}{D}\right) + 0.067\left(\frac{H}{D}\right)^2 \quad (6.13)$$

式中之 $D$ 及 $H$ 分別代表：

$D$  內徑(單位：mm)。

$H$  最高液面高度(單位：mm)。

$g$  重力加速度(單位：mm/s<sup>2</sup>)。

$E$  側板材料之縱向彈性模數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t_{1/3}$  自底面至最高液面 1/3 之高度之側板板厚(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$W_0$  操作重量(單位：N)。

## C. A 及 B 所列塔槽類以外之塔槽類

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W_0}{K \cdot g}} \quad (6.14)$$

式中之 $T$ 、 $g$ 、 $W_0$ 及 $K$ 分別表示：

$T$  固有週期(單位：s)。

$g$  重力加速度(單位：mm/s<sup>2</sup>)。

$W_0$  耐震設計設備之操作重量。但球形儲槽時，依耐震設計設備自重，加上內容液重量乘以表 5.2 之有效液重量率所得之值與有效液重量之和(單位：N)。

$K$  耐震設計設備之水平剛性，分別依下列(A)及(B)所列之耐震設計設備種類，及相關計算式求得者(單位：N/mm)。

### (A) 支腳式之塔槽類

$$K = \frac{1}{\frac{\lambda}{K_1} + \frac{1}{K_2}} \quad (6.15)$$

式中之  $K$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  及  $\lambda$  分別表示：

$K$  水平剛性(單位：N/mm)。

$K_1$  及  $K_2$  分別依下列計算式計算之(單位：N/mm)：

$$K_1 = \frac{3nEAD^2}{2H_1^3} \quad (6.16)$$

$$K_2 = \frac{nK_c}{1 + \frac{H_1 K_c}{GA}} \quad (6.17)$$

但上式之  $K_c$  為依次式求得之值：

$$K_c = \frac{4E(I_1 + I_2)}{H_1^3} \quad (6.18)$$

上式中之  $H_1$ 、 $n$ 、 $E$ 、 $G$ 、 $A$ 、 $D$ 、 $I_1$  及  $I_2$  分別表示如下：

$H_1$  支腳之長度(單位 mm)。

$n$  支腳之數目。

$E$  支腳之材料之縱向彈性模數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$G$  支腳之材料之橫向彈性模數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A$  支腳之斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。

$D$  支腳之中心形成之節圓直徑(單位：mm)。

$I_1$  對支腳之周向軸之斷面積慣性矩(單位：mm<sup>4</sup>)。

$I_2$  對支腳之徑向軸之斷面積慣性矩(單位：mm<sup>4</sup>)。

$\lambda$  由於下式所求得之值

$$\lambda = \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^2 - \frac{H_2}{H_1} + 4 \quad (6.19)$$

式中之  $H_2$  為自基板起算至塔類重心之高度(單位：mm)。

## (B) 球形儲槽

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}} \quad (6.20)$$

式中之  $K$ 、 $K_1$ 、及  $K_2$  分別表示：

$K$  水平剛性(單位：N/mm)

$K_1$  及  $K_2$  分別依下列計算式求得之值(單位：N/mm)

$$K_1 = \frac{3nEA_{CL}D_B^2}{8H_C^3} \quad (6.21)$$

$$K_2 = nK_C \left( \frac{2C_1}{C_2 + \frac{4LK_C}{EA}} + 1 \right) \quad (6.22)$$

但  $K_C$ 、 $A$ 、 $C_1$  及  $C_2$  為依下列規定

$$K_C = \frac{3EI_C}{H_1^3} \quad (6.23)$$

$$A = \frac{1}{\frac{C_3}{A_B \cos^3 \theta} + \frac{C_4 \tan^3 \theta}{A_{CL}}} \quad (6.24)$$

$$C_1 = \frac{1}{4} \lambda_c^2 (3 - \lambda_c^2)^2 \quad (6.25)$$

$$C_2 = \lambda_c^2 (1 - \lambda_c)^3 (3 + \lambda_c) \quad (6.26)$$

算式中之  $H_C$ 、 $n$ 、 $E$ 、 $A_{CL}$ 、 $D_B$ 、 $L$ 、 $H_1$ 、 $I_C$ 、 $A_B$ 、 $\theta$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  及  $\lambda_c$  等，分別定義如下：

$H_C$  自基板起算至球殼中心之高度(單位：mm)。

$n$  支腳之數目。

$E$  支腳下部材料之縱向彈性係數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_{CL}$  支腳下部之斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。

$D_B$  支腳中心形成之節圓直徑(單位：mm)。

$L$  相鄰支腳之間距(單位：mm)。

$H_1$  支柱之有效高度，依下式求得之值(單位：mm)

$$H_1 = H_C - L_W \quad (6.27)$$

但其中  $L_W$  為依次式求得之值

$$L_W = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{D_C D_S}{2}} \quad (6.28)$$

上式中之  $D_C$  及  $D_S$  分別定義如下：

$D_C$  上部支柱之外徑(單位：mm)。

$D_S$  球殼內徑(單位：mm)。

$I_C$  支腳下部之斷面積慣性矩(單位：mm<sup>4</sup>)。

$A_B$  固定支撐之斷面積(單位 mm<sup>2</sup>)。

$\theta$  固定支撐之仰角(單位：度或弧度)。

$C_3$  及  $C_4$  依表 6.5 之拉桿種類決定之係數

表 6.5

係數符號	圓棒式支撐拉桿	鋼管式支撐拉桿
$C_3$	1.0	0.5
$C_4$	1.0	0

$\lambda_c$  由次式求得之值

$$\lambda_c = \frac{H_2}{H_1} \quad (6.29)$$

上式中之  $H_2$  為自基板起算至支撐拉桿安裝位置之高度(單位：mm)。

#### D. 塔槽類之架構

所謂「架構」是指「為支持塔槽類或設備所附加之結構」(以下統稱「架構等」)。

(A) 架構等之總重量相對於該塔槽類之操作重量比(以下稱「架構重量比」)之最大值在 0.1 以下者

$$T_s = 0.01H + 0.02H_t \quad (6.30)$$

算式中之  $H$  及  $H_t$  定義分別表示如下

$T_s$  固有週期(單位：s)

$H$  架構中，鋼骨構造部分之高度(單位：m)

$H_t$  架構高度(單位：m)

(B) 架構重量比之最大值超過 0.1 者

$$T_s = 0.057\sqrt{\eta} \quad (6.31)$$

式中  $T_s$  及  $\eta$  定義分別表示如下

$T_s$  固有週期(單位：s)

$\eta$  考慮架構等之重量情況下，架構等於水平方向之最大位移變形量。但，此時該塔槽類應視為剛體(單位：mm)。

(3) 設計修正震力應依下列 A 至 D 所列之耐震設計設備種類，就下列 A. 至 D. 所規定之計算式計算之。

A. 支裙式豎立塔類，對其平均直徑之自基板起算之高度比在 4.0 上者

$$F_{MH} = \mu \cdot K_{MH} \cdot W_H \quad (6.32)$$

$$F_{MV} = K_{MV} \cdot W_V \quad (6.33)$$

上式中之符號  $F_{MH}$ 、 $F_{MV}$ 、 $\mu$ 、 $K_{MH}$ 、 $K_{MV}$ 、 $W_H$ 、及  $W_V$  等，分別定義如下：

$F_{MH}$  設計修正水平震力(單位：N)。

$F_{MV}$  設計修正垂直震力(單位：N)。

$\mu$  震度分佈係數。依下列二式所得之值中之較大者

$$\mu = \frac{1.5H}{H_t} \quad (6.34)$$

$$\mu = \frac{1}{\beta_3\beta_5} \quad (6.35)$$

式中之  $H_t$ 、 $H$ 、 $\beta_3$  及  $\beta_5$  等，分別表示如下列式或表中：

$H_t$  計算耐震設計設備之自基板起算之高度(單位：mm)。

$H$  計算耐震設計設備之設計修正水平地震力位置距基板之高度(單位：mm)。

$\beta_3$  依第 3 條第(1)款規定之值。

$\beta_5$  依本條第(1)款規定之值。

$K_{MH}$  及  $K_{MV}$  依本條第(1)款之規定。

$W_H$  同前條第(2)款規定之值。

$W_V$  設計修正垂直震力，作用於耐震設計設備之計算位置之自重及其內容物重量之和(單位：N)。

#### B. 前 A.所列舉之塔類以外之塔槽類(但不含以架構支持者)

$$F_{MH} = K_{MH} \cdot W_H \quad (6.36)$$

$$F_{MV} = K_{MV} \cdot W_V \quad (6.37)$$

式中之  $F_{MH}$ 、 $F_{MV}$ 、 $K_{MH}$ 、 $K_{MV}$ 、 $W_H$  及  $W_V$  分別表示如下：

$F_{MH}$  設計修正水平震力(單位：N)。

$F_{MV}$  設計修正垂直震力(單位：N)。

$K_{MH}$  及  $K_{MV}$  同本條第(1)款之規定值。

$W_A$  同第 5 條第(2)款之規定值。

$W_V$  同前 A.之規定值。

#### C. 以架構支持之塔槽類

$$F_{MH} = \beta_7 \mu \cdot K_{MH} \cdot W_H \quad (6.38)$$

$$F_{MV} = K_{MV} \cdot W_V \quad (6.39)$$

式中之  $F_{MH}$ 、 $F_{MV}$ 、 $\beta_7$ 、 $\mu$ 、 $K_{MH}$ 、 $K_{MV}$ 、 $W_H$  及  $W_V$  分別表示如

下：

$F_{MH}$  設計修正水平震力(單位：N)。

$F_{MV}$  設計修正垂直震力(單位：N)。

$\beta_7$  對塔槽類架構之響應倍率，依次式求得之值

$$\beta_7 = 0.71 \sqrt{\frac{1 + \lambda^2}{\lambda^2 + (1 - \lambda^2)h_e^2}} \quad (6.40)$$

式中之  $\lambda$  及  $h_e$  分別為下列之值：

$\lambda$  由表 6.6 左欄列舉之塔槽類固有週期  $T_a$  之區分，依同表右欄所列計算式求得之值。

表 6.6

$T_a$	$\lambda$
0.36 $T_S$ 以下	$\sqrt{0.52 + 0.48\gamma}$
超過 0.36 $T_S$ 、0.9 $T_S$ 以下	$\sqrt{1 - (1 - \gamma)\left(\frac{1.8T_aT_S}{T_a^2 + 0.81T_S^2}\right)^2}$
超過 0.9 $T_S$ 、1.1 $T_S$ 以下	$\sqrt{\gamma}$
超過 1.1 $T_S$	$\sqrt{1 - (1 - \gamma)\left(\frac{2.2T_aT_S}{T_a^2 + 1.21T_S^2}\right)^2}$

備考 表中之  $T_a$ 、 $T_S$  及  $\gamma$  分別表示如下

$T_a$  塔槽類固有週期。依前款 A 至 C 之規定或下列式中所求得之值。但臥式圓筒形儲槽(但以儲藏能力未滿 100 t 者為限)，及自最高正切線至最低正切線之長度未滿 5 m 之支腳式豎立圓筒形儲槽者得為

$$T_a = 0.057 \sqrt{\eta_a} \quad (6.41)$$

式中之  $\eta_a$  表示當架構視為剛體且該塔槽類於操作重量，作用於水平方向時之最大變位(單位：mm)。

$T_S$  同前款 D.之規定值。

$\gamma$  架構重量比。但當架構與該架構上之塔槽類及其他設備具有相同振動特性時，對該塔槽類之操作重量得以該塔槽類及此等設備之總重量代替。

$h_e$  塔槽類之衰減常數修正係數，得由表 6.7 或其內插值計算之。

表 6.7

$\zeta$	0.001	0.002	0.004	0.005	0.007
$h_e$	0.0571	0.0579	0.0593	0.0608	0.0623
$\zeta$	0.01	0.015	0.03	0.04	0.05
$h_e$	0.0638	0.0718	0.0803	0.0894	0.0990
$\zeta$	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

$h_e$	0.109	0.120	0.131	0.142	0.154
-------	-------	-------	-------	-------	-------

備考 上表中  $\zeta$  為塔槽類之衰減常數，依本條第(1)款之規定。

$\mu$  震度分佈係數。由下列二式求得者，但不得小於 1.0 之值。架構等之最高高度未滿 10 m 時，得取為 1.0。

$$\mu = \frac{1.5H}{H_t} \quad (6.42)$$

$$\mu = 1.5 \frac{H_o}{H_t} \quad (6.43)$$

式中之  $H_t$ 、 $H$  及  $H_o$  分別表示下列之值。

$H_t$  架構等之最高高度(單位：mm)。

$H$  計算塔槽類之設計修正水平震力之位置之高度(單位：mm)。

$H_o$  塔槽類之最低位支持部之高度(單位：mm)。

$K_{MH}$  同本條第(1)款之規定。此時，響應倍率應以下列二式所得之固有週期之較大者計算，並且應考慮該塔槽所對應衰減常數。

$$T_1 = \sqrt{(1+\lambda) \frac{T_a^2 + T_s^2}{2}} \quad (6.44)$$

$$T_2 = \sqrt{(1-\lambda) \frac{T_a^2 + T_s^2}{2}} \quad (6.45)$$

$K_{MV}$  同本條第(1)款之規定值。

$W_H$  同前條第(2)款之規定值。

$W_V$  同本款 A. 之規定值。

#### D. 塔槽類之架構

$$F_{MH} = \mu \cdot K_{MH} \cdot W_H \quad (6.46)$$

$$F_{MV} = K_{MV} \cdot W_V \quad (6.47)$$

上式中之符號  $F_{MH}$ 、 $F_{MV}$ 、 $\mu$ 、 $K_{MH}$ 、 $K_{MV}$ 、 $W_H$ 、及  $W_V$  等，分別定義如下：

$F_{MH}$  設計修正水平震力(單位：N)

$F_{MV}$  設計修正垂直震力(單位：N)

$\mu$  震度分佈係數。依下列計算式所得之值，但若計算值小於 1.0 時，則至取該值為 1.0。



$$\mu = \frac{1.5H}{H_t} \quad (6.48)$$

式中之  $H_t$  及  $H$  分別表示

$H_t$  架構之高度(單位：mm)。

$H$  計算架構之設計修正水平地震力位置之高度(單位：mm)。

$K_{MH}$  及  $K_{MV}$  同本條第(1)款之規定值。

$W_H$  計算設計修正水平地震力部分之架構等重量(單位：N)。

$W_V$  作用於設計垂直地震力位置之架構等重量(單位：N)。

## 第 7 條 模態解析法

1. 耐震設計設備模態解析法之響應解析，應依本條下列各款之規定辦理。

(1) 設計水平響應加速度及設計垂直響應加速度，應依下列規定辦理：

$$A_H^{(i)} = \beta_5 \cdot \alpha_H \quad (7.1)$$

$$A_V = \beta_6 \cdot \alpha_V \quad (7.2)$$

上兩式中之  $A_H^{(i)}$ 、 $A_V$ 、 $\beta_5$ 、 $\beta_6$ 、 $\alpha_H$  及  $\alpha_V$  之定義分別表示如下：

$A_H^{(i)}$  第  $i$  個振動模態(但以固有週期超過 0.05 秒者為限)之設計水平響應加速度(單位：gal)。

$A_V$  設計垂直響應加速度(單位：gal)。

$\beta_5$  水平方向之響應倍率，依下列 A. 及 B. 之規定值：

A. 以第 3 條第 1 項第(1)款之規定地域區分及地盤種別，於前條(6.3)至(6.6)各式所求得之基準響應倍率，並以同款之修正係數修正後所得之值。此時，耐震設計設備固有週期之計算，得以該耐震設計設備之構造之適當方法為之。

B. 於前 A 中，如耐震設計設備固有週期小於 0.3 秒，則響應倍率低於 1.0 時，應取其為 1.0；固有週期在 0.3 秒以上，響應倍率低於 0.75 時，取其為 0.75。

$\beta_6$  同前條第(1)款之規定。

另， $\alpha_H$  及  $\alpha_V$  分別已定義於第 3 條第(2)款中。

(2) 用於設計之剪力、力矩、加速度及變形等，應使用前款規定求得

之設計水平響應加速度，就每一振動模態計算之剪力、力矩、加速度及變形等，依次式合成所得之值：

$$R = \sqrt{\sum_i \{R^{(i)}\}^2} \quad (7.3)$$

式中之  $R$  及  $R^{(i)}$  分別定義如下：

$R$  設計用之剪力、力矩、加速度及變形等。

$R^{(i)}$  作用於第  $i$  個之振動模態之剪力、力矩、加速度及變形等。

2. 於前項規定中，若耐震設計設備之第一個固有週期在 0.05 秒以下者，得依本規範第 5 條規定之靜態震度法辦理。

### 第 8 條 歷時響應解析法

1. 依第一種設計地動之歷時響應解析應按震波之輸入位置不同，依下列各款規定之最大水平加速度震波當作輸入，實施歷時響應解析。

#### (1) 震波輸入於地震基盤面

$$\alpha_{HT} = 150\mu_k \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (8.1)$$

上式中之  $\alpha_{HT}$ 、 $\mu_k$ 、 $\beta_1$ 、及  $\beta_2$  等分別定義如下：

$\alpha_{HT}$  作用於地震基盤面之第一種設計地動之最大水平加速度 (單位：gal)。

其他之  $\mu_k$ 、 $\beta_1$  及  $\beta_2$  分別與第 3 條第 1 項第(1)款中之規定相同。

#### (2) 震波輸入於地表面

$$\alpha'_{HT} = \alpha_H \quad (8.2)$$

式中之  $\alpha'_{HT}$  及  $\alpha_H$  分別表示如下：

$\alpha'_{HT}$  作用於地表面之第一種設計地動之最大水平加速度 (單位：gal)

另外， $\alpha_H$  與第 3 條第 1 項第(2)款之規定同。

2. 依第二種設計地動之歷時響應解析，應依第 3 條第 2 項之規定計算液面搖動之固有週期，且考慮與同項規定之地震速度或地震變形相當之適當震波，當作解析輸入，實施響應解析。

第 9 條 電腦輔助解析法 前述第 7 條及第 8 條之響應解析法，得以適當之電腦輔助解析法計算之。

- (1) 實施電腦輔助解析法之程式應提出佐證以確認其可靠性。
- (2) 實施電腦輔助解析法計算者，其計算用地震波輸入準用第 8 條第 1 項及第 2 項之規定辦理。
- (3) 實施電腦輔助解析法計算者，其容許計算應力等應以適當方式呈現，其耐震設計容許應力等準用本規範第十六條之規定辦理。

## 第四章 應力評估

第 10 條 塔類之應力評估 塔類受地震力作用之計算應力等之評估方法，應視該塔類之支持構造物種類，依下列各款之規定辦理：

(1) 支裙式之塔類 應考慮下列 A. 至 D. 各所列之應力，並分別依該 A. 至 D. 規定之計算式計算之。

A. 胴板之應力

(A) 抗拉應力

$$\sigma_t = \left( \frac{P_o D_m}{4 \cdot t} - \frac{W_V - F_V}{\pi D_m t} + \frac{4M}{\pi D_m^2 t} \right) \times \frac{1}{\cos \theta} \quad (10.1)$$

式中之  $\sigma_t$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $M$  及  $\theta$  分別定義表示如下：

$\sigma_t$  胴板之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$  胴板厚度(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$P_o$  正常操作之壓力(單位：MPa)。

$D_m$  胴板之平均直徑(單位：mm)。

$W_V$  作用於計算應力位置之耐震設計設備之自重與內容物重量之和(單位：N)。

$F_V$  設計垂直地震力(依第 6 條第(3)款規定之設計修正垂直地震力，或第 7 條第 1 項第(1)款規定之設計垂直方向地震力之謂，以下同)(單位：N)。

$M$  作用於計算應力之位置之力矩總和(如有偏心荷重時，應考慮該荷重所造成之力矩)(單位：N-mm)。

$\theta$  於圓錐形胴之圓錐頂角之半(單位：度)。

(B) 壓縮應力

$$\sigma_c = \left( \frac{P_o D_m}{4 \cdot t} + \frac{W_V + F_V}{\pi D_m t} + \frac{4M}{\pi D_m^2 t} \right) \times \frac{1}{\cos \theta} \quad (10.2)$$

式中之  $\sigma_c$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $M$  及  $\theta$  分別表示如下：

$\sigma_c$  胴板之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$P_o$  正常操作狀態下之最低壓力(單位：MPa)。

其他之  $t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $M$  及  $\theta$  等均同(A)之規定。

B. 支裙之應力

$$\sigma_c = \left\{ \frac{W_V + F_V}{(\pi D_m - Y)t} + \frac{4M}{(\pi D_m^2 - 2D_m Y)t} \right\} \times \frac{1}{\cos \theta} \quad (10.3)$$

式中之  $\sigma_c$ 、 $t$ 、 $Y$ 、 $D_m$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $M$  及  $\theta$  分別表示如下

$\sigma_c$  支裙之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)

- $P_o$  正常操作狀態下之最低壓力(單位：MPa)  
 $D_m$  支裙之平均直徑(單位：mm)  
 $Y$  支裙開口部之水平方向最大長度(單位：mm)。  
 $t$  支裙之板厚(單位：mm)。  
 $\theta$  圓錐形支裙之頂角之 1/2(單位：度)  
 其他之  $W_V$ 、 $F_V$  及  $M$  均同 A. 之規定。

### C. 基礎螺栓之應力

$$\sigma_t = \frac{1}{NA} \left[ -W_V + F_V + \frac{4M}{D} \right] \quad (10.4)$$

上式中之  $\sigma_t$ 、 $N$ 、 $A$ 、 $D$ 、 $W_V$ 、 $F_V$  及  $M$  分別表示如下：

- $\sigma_t$  基礎螺栓之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。  
 $N$  基礎螺栓之支數。  
 $A$  單一基礎螺栓之有效斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。  
 $D$  基礎螺栓中心形成之節圓直徑(單位：mm)。  
 另外， $W_V$ 、 $F_V$  及  $M$  均分別同 A. 之規定值。

### D. 基板之應力

#### (A) 非基塊形式者

$$\sigma_b = \frac{3L^2}{t^2} \left[ \frac{W_V + F_V}{A_b} + \frac{M}{Z} \right] \quad (10.5)$$

式中之  $\sigma_b$ 、 $t$ 、 $L$ 、 $A_b$ 、 $Z$ 、 $W_V$ 、 $F_V$  及  $M$  分別表示如下：

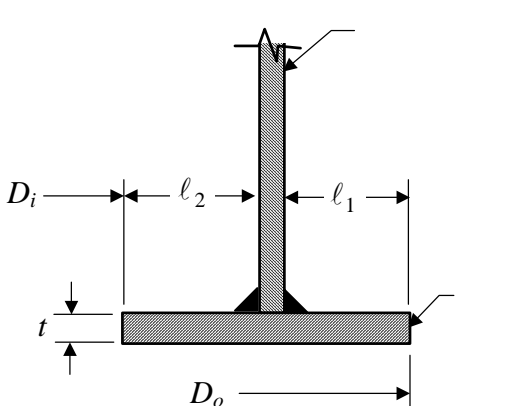
- $\sigma_b$  基板之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。  
 $t$  基板板厚(單位：mm)。  
 $L$  如圖 10.1 所示之  $l_1$  或  $l_2$  之較大值者(單位：mm)。  


圖 10.1

- $A_b$  基板之底面積(單位：mm<sup>2</sup>)。  
 $Z$  基板對徑向軸之斷面係數(單位：mm<sup>3</sup>)。  
 另外， $W_V$ 、 $F_V$  及  $M$  均同 A. 之規定值。

(B) 基塊形式者

依(A)所列計算式規定計算。但得考慮基塊之構造，另評估於基板所產生之彎曲應力。

(2) 支腳式之塔類 應考慮下列 A.與 B.所列之應力，並分別依該 A.與 B.規定之計算式計算之。

A. 發生於支腳之應力 依前款 A.之規定。但此時，自最高正切線至最低正切線之長度未滿 5 m 之豎立圓筒形儲槽得視為剛體。

B. 發生於支腳之應力

(A) 抗拉應力

$$\sigma_t = \frac{P}{nA} \quad (10.6)$$

式中之  $\sigma_t$ 、 $n$ 、 $A$  及  $P$  分別代表：

$\sigma_t$  支腳之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$n$  支腳之數目。

$A$  單一支腳之斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。

$P$  作用於基板主拉力，依下列計算式求得之值(單位：N)

$$P = -W_V + F_V + \frac{4F_H H_2}{D} \quad (10.7)$$

式中之  $W_V$ 、 $F_V$ 、 $F_H$ 、 $D$  及  $H_2$  分別表示如下：

$W_V$  操作重量(單位：N)。

$F_V$  設計垂直震力(單位：N)。

$F_H$  設計水平震力(第 5 條第 1 項第(2)款規定之設計靜態水平震力，第 6 條第(3)款規定之設計修正水平震力或第 7 條第 1(1)款規定之設計水平響應加速度求得之水平方向震力之謂。以下同，單位：N)。

$D$  支腳中心形成之節圓直徑(單位：mm)。

$H_2$  自基板起算至塔類重心之高度(單位：mm)。

(B) 壓縮應力

$$\sigma_c = \frac{1}{nA} (W_V + F_V + \frac{4F_H H_2}{D}) \quad (10.8)$$

式中之  $\sigma_c$ 、 $n$ 、 $A$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D$ 、 $F_H$  及  $H_2$  分別定義如下：

$\sigma_c$  支腳之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$n$ 、 $A$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D$ 、 $F_H$ 及 $H_2$ 分別同(A)之規定。

(C) 彎曲應力

$$\sigma_b = \frac{1.2 \cdot F_H H_1 e}{n(I_1 + I_2)} \quad (10.9)$$

式中之 $\sigma_b$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $H_1$ 、 $e$ 、 $n$ 及 $F_H$ 分別定義如下：

$\sigma_b$  支腳之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$I_1$  對支腳之周方向軸之斷面積慣性矩(單位：mm<sup>4</sup>)。

$I_2$  對支腳半徑方向軸之斷面積慣性矩(單位：mm<sup>4</sup>)。

$H_1$  支腳之長度(單位：mm)。

$e$  自支腳中立軸至外緣距離之最大值(單位：mm)。

$n$ 及 $F_H$ 分別同(A)之規定。

(D) 剪應力

$$\tau = \frac{F_H}{nA} \quad (10.10)$$

式中之 $\tau$ 、 $n$ 、 $A$ 及 $F_H$ 分別定義如下：

$\tau$  支腳之剪應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A$ 、 $n$ 及 $F_H$ 分別同(A)之規定。

(3) 支耳式之塔類 應考慮下列 A.及 B.所列之應力，並分別依該 A.與 B.之規定計算之。

A. 胴板之應力 依第(1)款 A.之規定辦理。此時，自最高正切線至最低正切線之長度未滿 5 m 之豎立圓筒形儲槽得視為剛體。

B. 安裝螺栓之應力 準用第(1)款 C.之規定。

第 11 條 球形儲槽之應力評估 球形儲槽之計算應力等之評估方式，應依下列各款所列之應力，分別依各該款規定之計算式等計算。但有剪力板時，得不實施第(4)款 B.之計算。

(1) 支柱上部之應力

A. 壓縮應力

$$\sigma_c = \frac{P_V}{A_{cu}} \quad (11.1)$$

式中之 $\sigma_c$ 、 $A_{cu}$ 及 $P_V$ 分別表示定義如下：

$\sigma_c$  支柱上部之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_{cu}$  支柱上部之斷面積(單位 mm<sup>2</sup>)。

$P_V$  作用於支柱上部壓縮力，依下列計算式求得之值(單位：N)

$$P_V = \frac{1}{n} \left\{ W_V + F_V + \frac{4L(H_C - H_2)F_H}{D_B^2} \right\} \quad (11.2)$$

式中之  $n$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D_B$ 、 $L$ 、 $H_C$ 、 $H_2$  及  $F_H$  分別定義如下：

- $n$  支柱支數。
- $W_V$  操作總重量(單位：N)。
- $F_V$  設計垂直震力(單位：N)。
- $D_B$  支柱中心形成之節圓直徑(單位：mm)。
- $L$  相鄰支柱間之距離(單位：mm)。
- $H_C$  自基板起算至球殼中心之高度(單位：mm)。
- $H_2$  自基板起算至支撐拉桿之固定位置之高度(單位：mm)。
- $F_H$  設計水平地震力(單位：N)。

#### B. 剪應力

$$\tau = \frac{2(\sqrt{C_1}KS_H + K_C F_H)}{A_{cu}K} \quad (11.3)$$

式中之  $\tau$ 、 $A_{cu}$ 、 $F_H$ 、 $K$ 、 $C_1$ 、 $K_C$  及  $S_H$  分別定義如下：

- $\tau$  於上部支柱所生之剪應力。
- $K$ 、 $C_1$  及  $K_C$  分別與 A 之規定相同。
- $S_H$  依下面公式所計算之值(單位：N)

$$S_H = \frac{4\sqrt{C_1}EAK_C F_H}{(C_2EA + 4LK_C)K} \quad (11.4)$$

式中之  $E$ 、 $C_2$ 、 $A$  及  $L$  分別定義如下：

- $E$  下部支柱之材料之縱向彈性模數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。
- $L$  同 A 之規定。
- $C_2$  及  $A$  分別同第 6 條第(2)款 C(2)規定之值。

#### C. 彎曲應力

彎曲應力依下列二式所得值中之較大者

$$\sigma_G = \frac{M_{G1} + M_{G2}}{Z_{cu}} \quad (11.5)$$

$$\sigma_o = \frac{|M_{o1} - M_{o2}|}{Z_{cu}} \quad (11.6)$$



式中之 $\sigma_G$ 、 $\sigma_o$ 、 $Z_{cu}$ 、 $M_{G1}$ 、 $M_{G2}$ 、 $M_{O1}$ 及 $M_{O2}$ 分別定義如下：

$\sigma_G$  參考圖 11.1 所示，G 點之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_o$  參考圖 11.1 所示，O 點之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

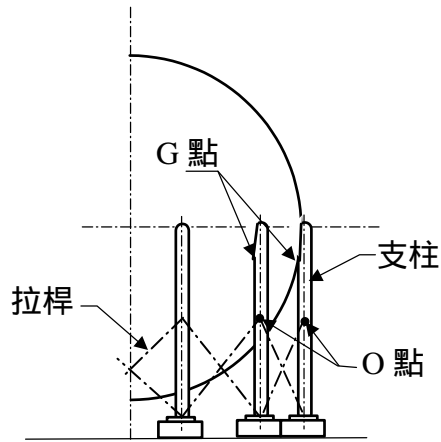


圖 11.1

$Z_{cu}$  支柱上部之斷面積係數(單位 mm<sup>3</sup>)。

$M_{G1}$ 、 $M_{G2}$ 、 $M_{O1}$ 及 $M_{O2}$ 分別如下列公式計算所得之值(單位：N-mm)

$$M_{G1} = \frac{\lambda_C \{ (1 - \lambda_C^2) H_1 - (3 - \lambda_C^2) L_w \} S_H}{2} \quad (11.7)$$

$$M_{G2} = \frac{K_C (H_1 - L_w) F_H}{K} \quad (11.8)$$

$$M_{O1} = \frac{\lambda_C (1 - \lambda_C)^2 (2 + \lambda_C) H_1 S_H}{2} \quad (11.9)$$

$$M_{O2} = \frac{K_C \lambda_C H_1 F_H}{K} \quad (11.10)$$

上式中， $\lambda_C$ 、 $H_1$ 、 $L_w$ 、 $K$ 及 $K_C$ 分別同第 6 條第(2)款第 C(B)之規定辦理。另， $F_H$ 及 $S_H$ 分別為：

$F_H$  同 A.之規定。

$S_H$  同 B.之規定。

## (2) 支柱下部之應力

### A. 壓縮應力

(A)如圖 11.2 所示之「A 柱」

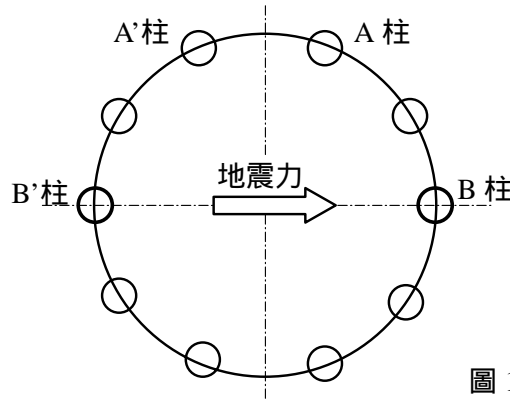


圖 11.2

$$\sigma_{CA} = \frac{P_A}{A_{CL}} \quad (11.11)$$

式中之  $\sigma_{CA}$ 、 $A_{CL}$  及  $P_A$  分別定義如下：

$\sigma_{CA}$  A 柱下部之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_{CL}$  單一支柱下部之斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。

$P_A$  作用於 A 柱下部之壓縮力，依次式所得之值(單位：N)

$$P_A = \frac{1}{n} (W_V + F_V + \frac{4F_H H_C L}{D_B^2}) \left[ C_4 + \frac{1 - C_4}{\frac{2A_B \sin^3 \theta}{A_{CL}} + 1} \right] + 0.67 C_4 S_H \tan \theta \quad (11.12)$$

上式中之  $A_B$ 、 $\theta$ 、 $n$ 、 $D_B$ 、 $H_C$ 、 $L$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $F_H$ 、 $S_H$  及  $C_4$  分別定義如下：

$A_B$  固定拉桿之斷面積(單位：mm<sup>2</sup>)。

$\theta$  固定拉桿之仰角(單位：度)。

$n$ 、 $D_B$ 、 $H_C$ 、 $L$ 、 $W_V$ 、 $F_V$  及  $F_H$  等，分別同前款 A. 之規定

$S_H$  同前款 B 之規定。

$C_4$  同第 6 條第(2)款 C(B)表 6.5 之規定值。

(B)如圖 11.2 所示之「B 柱」

$$\sigma_{CB} = \frac{P_B}{A_{CL}} \quad (11.13)$$

式中之  $\sigma_{CB}$ 、 $A_{CL}$  及  $P_B$  分別定義如下：

$\sigma_{CB}$  B 柱下部之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_{CL}$  同(A)之值。

$P_B$  作用於 B 柱下部之壓縮力，依下式所得之值(單位：N)

$$P_B = \frac{1}{n}(W_V + F_V + \frac{4F_H H_C}{D_B}) \left[ C_4 + \frac{1 - C_4}{\frac{2A_B \sin^3 \theta}{A_{CL}} + 1} \right] + 0.67C_4 S_H \tan \theta \quad (11.14)$$

上式中之  $n$ 、 $D_B$ 、 $H_C$ 、 $W_V$ 、 $F_V$  及  $F_H$  分別同前款 A. 之規定，另

$S_H$  同前款 B. 之規定。

$C_4$  同第 6 條第(2)款 C(B) 表 6.5 之規定值。

$A_B$  及  $\theta$  同(A)之規定。

## B. 彎曲應力

### (A) A 柱

$$\sigma_{bA} = \frac{|M_{O1} - M_{O2}|}{Z_{CL}} \quad (11.15)$$

式中之  $\sigma_{bA}$ 、 $Z_{CL}$ 、 $M_{O1}$  及  $M_{O2}$  分別定義如下：

$\sigma_{bA}$  A 柱下部之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$Z_{CL}$  單一支柱下部之斷面係數(單位：mm<sup>3</sup>)。

$M_{O1}$  及  $M_{O2}$  分別同前款 C. 之規定。

### (B) B 柱

$$\sigma_{bB} = \frac{\left| 2C_4 M_{O1} \sin^2\left(\frac{180^\circ}{n}\right) - M_{O2} \right|}{Z_{CL}} \quad (11.16)$$

式中之  $\sigma_{bB}$ 、 $Z_{CL}$ 、 $C_4$ 、 $n$ 、 $M_{O1}$  及  $M_{O2}$  分別定義如下：

$\sigma_{bB}$  B 柱下部之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$Z_{CL}$  同(A)之規定。

$C_4$  同第 6 條第(2)款 C(B) 表 6.5 之規定值。

$n$  同前款 A. 之規定。

$M_{O1}$  及  $M_{O2}$  分別同前款 C. 之規定。

## (3) 拉桿之應力

### A. 抗拉應力

$$\sigma_t = \frac{C_3 S_H}{A_B \cos \theta} - \frac{(1 - C_3) P_V \sin^2 \theta}{C_3 (2A_B \sin^3 \theta + A_{CL})} \quad (11.17)$$

式中之  $\sigma_t$ 、 $A_B$ 、 $\theta$ 、 $A_{CL}$ 、 $C_3$ 、 $P_V$  及  $S_H$  分別定義如下：

$\sigma_t$  拉桿之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_B$ 、 $\theta$  及  $A_{CL}$  分別同前款 A(A) 之規定。

$C_3$  同第 6 條第 2 款 C(B)之規定。

$P_V$  同第 1 款 A.之規定。

$S_H$  同第 1 款 B.之規定。

#### B. 壓縮應力(限鋼管式拉桿者)

$$\sigma_C = \frac{C_3 S_H}{A_B \cos \theta} + \frac{(1-C_3)P_V \sin^2 \theta}{C_3(2A_B \sin^3 \theta + A_{CL})} \quad (11.18)$$

式中之  $\sigma_C$ 、 $A_B$ 、 $\theta$ 、 $A_{CL}$ 、 $C_3$ 、 $P_V$  及  $S_H$  分別定義如下：

$\sigma_C$  拉桿之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_B$ 、 $\theta$  及  $A_{CL}$  分別同前款 A(A)之規定。

$C_3$  同第 6 條第 2 款 C(B)之規定。

$P_V$  第 1 款 A.規定之值。

$S_H$  第 1 款 B.規定之值。

#### (4) 剪力板之應力

##### A. 彎曲應力

$$\sigma_b = \frac{3R_{A'} b^2}{t^2} \quad (11.19)$$

式中之  $\sigma_b$ 、 $t$ 、 $b$  及  $R_{A'}$  分別定義如下：

$\sigma_b$  剪力板之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$  剪力板之板厚(單位：mm)。

$b$  剪力板之高度，如圖 11.3 中所示(單位：mm)。

$R_{A'}$  由基礎混凝土作用於每支  $A'$  柱剪力板之壓力，以下式計算所得之值(單位：N/mm<sup>2</sup>)

$$R_{A'} = \frac{Q_{A'}}{2ab} \quad (11.20)$$

式中之  $a$  及  $Q_{A'}$  分別表示：

$a$  剪力板長度，如圖 11.3 所示(單位 mm)

$Q_{A'}$  作用於  $A'$  柱基板之剪力，依次式求得者

$$Q_{A'} = \frac{S_H + K_C F_H}{K} \quad (11.21)$$

但，上式中之  $F_H$ 、 $S_H$ 、 $K$  及  $K_C$  分別定義如下：

$F_H$  同本條第(1)款 A.之規定。

$S_H$  同本條第(1)款 B.之規定。

$K$  及  $K_C$  分別同(6.15)及(6.10)式之規定。

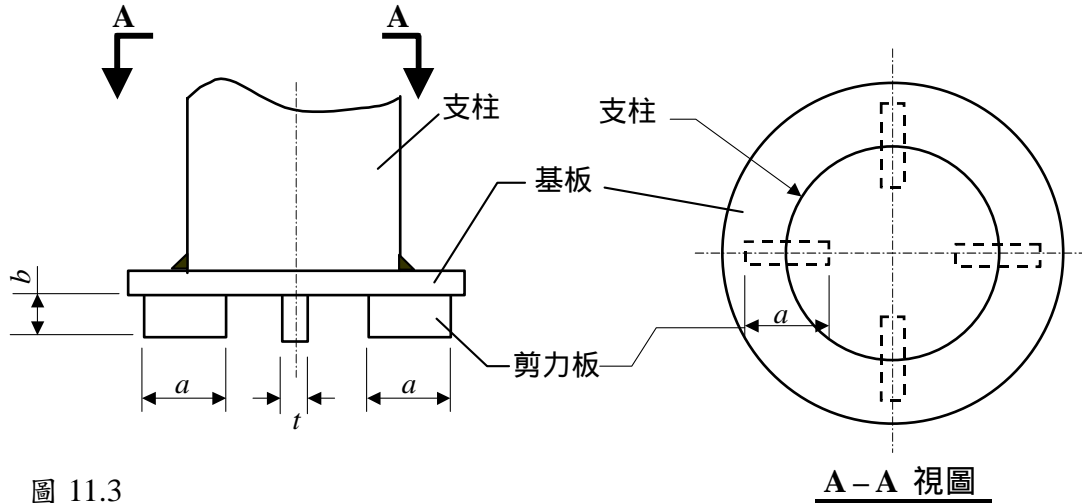


圖 11.3

### B. 剪應力

$$\tau = \frac{Q_A}{2at} \quad (11.22)$$

式中之  $\tau$ 、 $a$ 、 $t$  及  $Q_A$  分別定義如下：

$\tau$  剪力板之剪應力(單位： $\text{N}/\text{mm}^2$ )。

$Q_A$ 、 $a$  及  $t$  分別同前 A 款之規定。

### (5) 基板之應力

A. 彎曲應力：由基礎混凝土之支持壓力所引起之彎曲應力

$$\sigma_{b1} = \frac{3P_B^*(D_b - D_c)^2}{\pi t^2 D_b^2} \quad (11.23)$$

式中之  $\sigma_{b1}$ 、 $t$ 、 $D_b$ 、 $D_c$  及  $P_B^*$  分別定義如下：

$\sigma_{b1}$  基礎混凝土之支持壓力所引起之基板彎曲應力(單位： $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$t$  基板之板厚，如圖 11.4 所示(單位：mm)。

$D_b$  基板之直徑，如圖 11.4 所示(單位：mm)。

$D_c$  支柱外徑，如圖 11.4 所示(單位：mm)。

$P_B^*$  從 B 柱之基礎混凝土作用於基板之垂直反作用力，依下式計算之(單位：N)。

$$P_B^* = \frac{1}{n}(W_V + F_V + \frac{4F_H H_C}{D_B}) + 0.67C_4 S_H \tan \theta \quad (11.24)$$

式中之  $n$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D_B$ 、 $F_H$ 、 $H_C$ 、 $S_H$ 、 $\theta$  及  $C_4$  分別定義如下

$n$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D_B$ 、 $F_H$  及  $H_C$  分別同第(1)款 A. 之規定。

$S_H$  第(1)款 B. 之規定或參閱第(11.4)式。

$\theta$  第(2)款 A(A) 之規定。

C<sub>4</sub> 第 6 條第(2)款 C(B) 之規定。

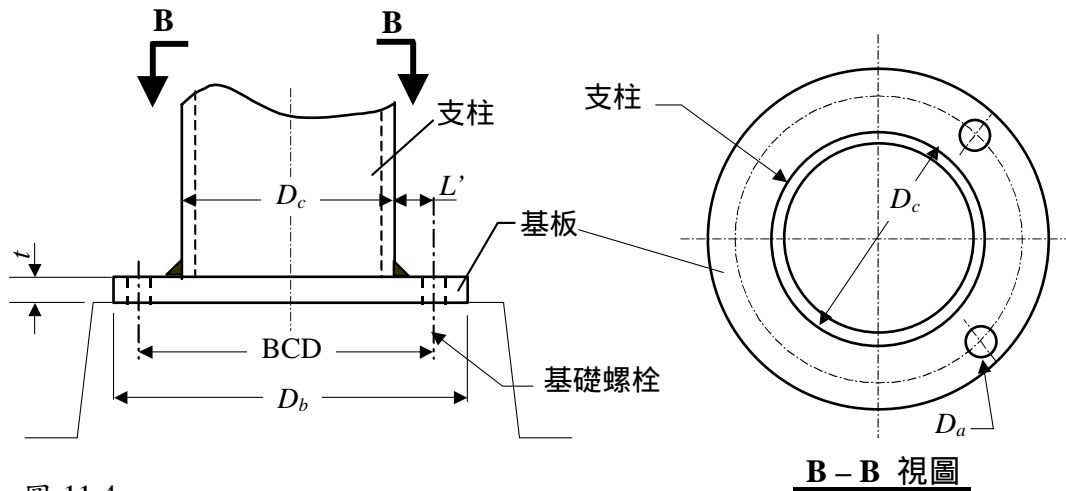


圖 11.4

B. 彎曲應力：由基礎螺栓之拉力所引起之彎曲應力

$$\sigma_{b2} = \frac{6P_{B'} \cdot L'}{n_a(D_a + 2L') t^2} \quad (11.25)$$

式中之  $\sigma_{b2}$ 、 $D_a$ 、 $t$ 、 $L'$ 、 $n_a$  及  $P_{B'}$  分別定義如下

$\sigma_{b2}$  由於基礎螺栓之拉力作用，於基板所引起之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$D_a$  基礎螺栓孔之徑(單位：mm)。

$L'$  如圖 11.4 所示之尺寸(單位：mm)。

$t$  基板之厚度(單位：mm)。

$n_a$  單一支柱之基礎螺栓數。

$P_{B'}$  作用於 B' 柱之基礎螺栓之拉力，得依次式計算，但若求得之值為負時，取其值為 0(單位：N)。

$$P_{B'} = \frac{1}{n}(-W_V + F_V + \frac{4F_H \cdot H_C}{D_B}) \quad (11.26)$$

式中之  $n$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $D_B$ 、 $F_H$ 、 $H_C$  分別同為第(1)款 A 之規定。

第 12 條 臥式圓筒形儲槽之應力評估 臥式圓筒形儲槽(但限以二支持者)之計算應力等之評估方法，應依下列各款各所列之應力，分別就各該款規定之計算式計算之。但若使用剪力板時，得不實施第(5)款 B 之計算。

(1) 洞於鞍腳之應力

A. 抗拉應力

$$\sigma_t = \frac{P_o D_m}{4 \cdot t} + \frac{M_{LS}}{Z_s} \quad (12.1)$$

式中之  $\sigma_t$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$ 、 $M_{LS}$  及  $Z_s$  分別定義如下：

$\sigma_t$  洞於鞍腳之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$  洞之板厚(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$P_o$  正常操作壓力(單位：MPa)。

$D_m$  洞之平均直徑(單位：mm)。

$M_{LS}$  作用於洞中央部之彎曲力矩，得依下式計算(單位：N-mm)。

$$M_{LS} = Q \left\{ A - \frac{6A(L-A) + 3(R_m^2 - H^2)}{2(3L+4H)} \right\} \quad (12.2)$$

上式中之  $Q$ 、 $A$ 、 $L$ 、 $H$ 、及  $R_m$  分別定義如下：

$Q$  由鞍腳施於洞之反力，得依下式計算(單位：N)。

$$Q = \frac{W_V + F_V}{2} + F_{ev} \quad (12.3)$$

上式中之  $W_V$ 、 $F_V$ 、及  $F_{ev}$  分別為

$W_V$  操作重量(單位：N)。

$F_V$  設計垂直震力(單位：N)。

$F_{ev}$  由下列二式計算之較大值者(單位：N)。

$$F_{Vx} = \frac{F_H H_V}{L_s} \quad (12.4)$$

$$F_{Vy} = \frac{3F_H H_V}{4B} \quad (12.5)$$

上二式中之  $F_{Vx}$ 、 $F_{Vy}$ 、 $L_s$ 、 $F_H$ 、 $H_V$ 、及  $B$  分別定義如下：

$F_{Vx}$  軸向之設計水平震力之等效垂直力(單位：N)。

$F_{Vy}$  垂直於軸向之設計水平震力之等效垂直力(單位：N)。

$L_s$  如圖 12.1，鞍腳之中心間距(單位：mm)。

$F_H$  設計水平震力(單位：N)。

$H_V$  如圖 12.1，基板至洞軸之高度(單位：mm)。

$B$  如圖 12.1，鞍腳之寬度(單位：mm)。

$A$  如圖 12.1，鞍腳中心至洞之正切線之距離(單位：mm)。

- $L$  如圖 12.1，胴之兩正切線間之距離(單位：mm)。
- $H$  如圖 12.1，端板之深度(單位：mm)。
- $R_m$  如圖 12.1，胴之平均直徑之半(單位：mm)。
- $Z_s$  胴於鞍腳部之斷面係數，依下列(A)或(B)之計算式計算(單位：mm<sup>3</sup>)。

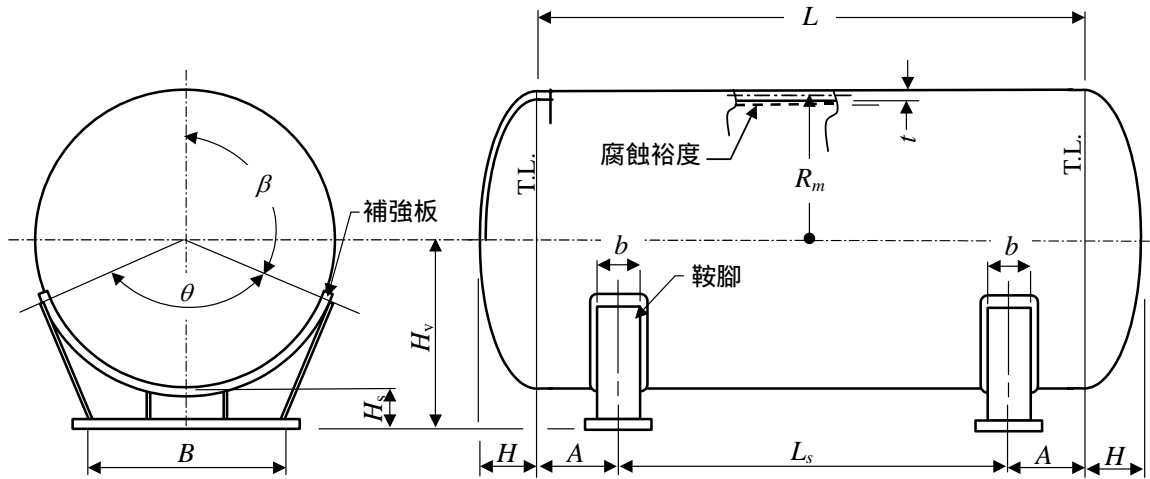


圖 12.1

(A) 胴以端板補強時(限  $A/R_m \leq 0.5$ )，或以補強板補強時

$$Z_s = \pi \cdot R_m^2 \cdot t \quad (12.6)$$

(B) 前(A)以外之情形

$$Z_s = G \cdot R_m^2 \cdot t \quad (12.7)$$

上式中之係數  $G$  為圖 12.1 所示之支持角  $\theta$  以下式計算或表 12.1 對應所得之係數值：

$$G = \frac{\Delta + \sin \Delta \cdot \cos \Delta - 2(\sin^2 \Delta / \Delta)}{(\sin \Delta / \Delta) - \cos \Delta}, \quad (12.8)$$

上式中之  $\Delta$  角以弧度表示，定義為

$$\Delta = \frac{\theta}{2} + \frac{\beta}{6} \quad (12.9)$$

但， $\beta = \pi - \theta/2$  且  $\theta$ 、 $\alpha$  及  $\beta$  等角均以弧度計，如圖 12.1 所示。

表 12.1 參數  $G$  之值

$\theta(^{\circ})$	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
$G$	0.171	0.206	0.245	0.288	0.335	0.387	0.443	0.505	0.571	0.642	0.718



備考：得使用內插法計算上表所未列之值。

## B. 壓縮應力

$$\sigma_c = \frac{K_1 Q}{(b + 1.56\sqrt{R_m t})t} \quad (12.10)$$

上式中之 $\sigma_c$ 、 $b$ 、 $R_m$ 、 $Q$ 、 $t$ 及 $K_1$ 等分別定義如下：

$\sigma_c$  胴於鞍腳之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$b$  如圖 12.1 所示鞍腳之寬度(單位：mm)。

$R_m$ 及 $Q$ 分別同 A.款之規定。

$t$  同 A.之規定。但若使用補強襯板，且該補強板寬度超過(12.11)式之值時，得以該胴板與補強板厚度之合計值替代。

$$b + 1.56\sqrt{R_m t} \quad (12.11)$$

$K_1$  以鞍腳之支持角 $\theta$ ，以下式計算或表 12.3 所對應之係數值。

$$K_1 = \frac{1 + \cos \alpha}{\pi - \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha}, \quad (12.12)$$

上式之 $\alpha$ 角定義為

$$\alpha = \pi - \left( \frac{\theta}{2} + \frac{\beta}{20} \right) \quad (12.13)$$

式中之 $\beta$ 角之規定同前 A.之規定， $\theta$ 、 $\alpha$ 及 $\beta$ 等角均以弧度計。

表 12.2 係數  $K_1$

$\theta$ (°)	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
$K_1$	0.989	0.913	0.852	0.802	0.76	0.726	0.697	0.673	0.654	0.637	0.624

備考：得使用內插法計算上表所未列之值。

## (2) 胴於中央部之軸向應力

### A. 抗拉應力

$$\sigma_t = \frac{P_o D_m}{4 \cdot t} + \frac{M_{LC}}{Z_C} \quad (12.14)$$

式中之 $\sigma_t$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$ 、 $M_{LC}$ 、及 $Z_C$ 分別定義如下：

$\sigma_t$  於胴中央部之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$ 、 $P_o$ 、 $D_m$  同前款 A.之規定。

$M_{LC}$  作用於胴中央部之彎曲力矩，依下式計算(單位：

N-mm)。

$$M_{LC} = Q \left\{ \frac{3L^2 + 6(R_m^2 - H^2)}{4(3L + 4H)} - A \right\} \quad (12.15)$$

上式中之  $Q$ 、 $L$ 、 $H$ 、 $R_m$ 、及  $A$  均同前款 A. 之規定。  
 $Z_C$  洞於中央部之斷面係數，依下式計算(單位：mm<sup>3</sup>)。

$$Z_C = \pi \cdot R_m^2 \cdot t \quad (12.16)$$

### B. 壓縮應力

$$\sigma_b = \frac{M_{LC}}{Z_C} \quad (12.17)$$

式中之  $\sigma_b$ 、 $Z_C$ 、及  $M_{LC}$  分別定義如下：

$\sigma_b$  洞於中央部之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$Z_C$ 、及  $M_{LC}$  同 A. 之規定。

### (3) 端板(限適用於洞以端板補強者)之應力

$$\sigma_t = \frac{K_2 Q}{R_m t_h} + \sigma^* \quad (12.18)$$

式中之  $\sigma_t$ 、 $R_m$ 、 $Q$ 、 $t_h$ 、 $K_2$ 、及  $\sigma^*$  分別定義如下：

$\sigma_t$  端板之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$R_m$  及  $Q$  同前第(1)款 A. 之規定。

$t_h$  端板之板厚(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$K_2$  以鞍腳之支持角  $\theta$ ，以下式計算或表 12.2 所對應之係數值：

$$K_2 = 0.375 \left[ \frac{\sin^2 \alpha}{\pi - \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \right] \quad (12.19)$$

其中， $\alpha$  角之定義同(1)之規定。

表 12.3 係數  $K_2$

$\theta$ (°)	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
$K_2$	0.624	0.555	0.496	0.445	0.401	0.362	0.327	0.295	0.266	0.24	0.216

備考：得使用內插法計算上表所未列之值。

$\sigma^*$  內壓於端板之抗拉應力。由表 12.4 左欄之端板形狀，依同表右欄之計算式計算所得之值(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

表 12.4 端板之內壓抗拉應力

端板之形狀	$\sigma^*$
半橢圓體形	$\frac{P_o D_h}{2t_h} \cdot \frac{1}{6} \left[ 2 + \left( \frac{D_h}{2h} \right)^2 \right]$
半球形	$\frac{P_o D_h}{4 \cdot t_h}$
淺碟形	$\frac{P_o D_h}{4 \cdot t_h} \cdot \frac{1}{4} \left[ 3 + \sqrt{\frac{R_m}{r}} \right]$

備考 表中之  $D_h$ 、 $h$ 、 $r$ 、及  $P_o$  分別定義如下：

$D_h$  半橢圓體形端板者代表該端板內側之橢圓體長徑。

半球形端板者為該端板之內徑。

淺碟端板者為該端板中央部內徑之值。

但，均為扣除腐蝕裕度後者(單位：mm)。

$h$  端板內側橢圓體之短徑之值(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$r$  端板內側**連接部**之小半徑(單位：mm)。

$P_o$  第(1)款 A.之規定。

#### (4) 鞍腳之應力

##### A. 一側鞍腳為固定時

$$\sigma_c = \frac{W_V + F_V}{2A_{SD}} + \frac{\{2F_H - 0.1 \cdot (W_V + F_V)\}H_S}{2 \cdot Z_{SD}} + \frac{F_H \cdot H_V}{A_{SD} \cdot L_S} \quad (12.20)$$

##### B. 雙側之鞍腳為固定時

$$\sigma_c = \frac{W_V + F_V}{2A_{SD}} + \frac{F_H H_S}{2Z_{SD}} + \frac{F_H \cdot H_V}{A_{SD} \cdot L_S} \quad (12.21)$$

A.及 B.之式中， $\sigma_c$ 、 $A_{SD}$ 、 $Z_{SD}$ 、 $H_S$ 、 $W_V$ 、 $F_V$ 、 $F_H$ 、 $L_S$  及  $H_V$  等，分別定義如下：

$\sigma_c$  鞍腳之壓縮應力 (單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$A_{SD}$  鞍腳之有效斷面積 (單位：mm<sup>2</sup>)。

$Z_{SD}$  鞍腳之有效斷面係數(單位：mm<sup>3</sup>)。

$H_S$  參照如第(1)款圖 12.1 所示之鞍腳基板至胴最底部之高度(單位：mm)。

$W_V$ 、 $F_V$ 、 $F_H$ 、 $L_S$  及  $H_V$  等分別同為第(1)款 A.之規定。

#### (5) 剪力板之應力

##### A. 彎曲應力

$$\sigma_b = \frac{3h^2 \cdot \sigma_{cp}}{t_{sp}^2} \quad (12.22)$$

上式中之 $\sigma_b$ 、 $t_{sp}$ 、 $h$ 及 $\sigma_{cp}$ 分別定義如下：

$\sigma_b$  剪力板之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t_{sp}$  剪力板之板厚(單位：mm)。

$h$  剪力板之高度(單位：mm)。

$\sigma_{cp}$  由於基礎混凝土之壓縮力所引起之剪力板壓縮應力。

參考表 12.5 左欄列舉之地震力方向，依同表右欄所對應之計算式計算所得之值(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

表 12.5 剪力板壓縮應力 $\sigma_{cp}$

地震力方向	$\sigma_{cp}$
洞之軸方向	$\frac{F_H}{b_y h}$
垂直於洞軸方向	$\frac{F_H}{b_x h}$

備考 上表中之 $b_y$ 、 $b_x$ 及 $F_H$ 分別定義如下：

$b_y$  剪力板於垂直洞軸方向之長度(單位：mm)。

$b_x$  剪力板於洞軸方向之長度(單位：mm)。

$F_H$  第 1 款同 A.之規定。

## B. 剪應力

參考表 12.6 左欄所列舉之地震力方向，依同表右欄列對應之計算式計算之(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

表 12.6 剪應力

地震力方向	$\tau$
洞之軸方向	$\frac{F_H}{b_y \cdot t_{sp}}$
垂直於洞之軸方向	$\frac{F_H}{b_x \cdot t_{sp}}$

備考 上表中之 $\tau$ 、 $b_y$ 、 $b_x$ 、 $t_{sp}$ 及 $F_H$ 分別定義如下：

$\tau$  剪力板之剪應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$b_y$ 、 $b_x$ 及 $t_{sp}$  同 A.之規定。

$F_H$  第 1 款同 A.之規定。

第 13 條 平底圓筒形儲槽之應力評估 平底圓筒形儲槽之計算應力等之評估方法，應視儲槽規模大小，參照下列各款之規定辦理。

- (1) 內徑在 20 m 以下、且內徑對側板部之高度比在 1.25 以下之平底圓筒形儲槽，其計算應力等，分別依下列 A.及 B.規定之計算式計算之。

## A. 側板之應力

### (A) 第一種設計地動之應力

$$\sigma_c = -\frac{P_o D}{4 \cdot t} + \frac{(1 + K_{MV})(W_S^* + W_r)}{\pi D t} + \frac{4M_1}{\pi D^2 t} \quad (13.1)$$

式中之  $\sigma_c$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D$ 、 $K_{MV}$ 、 $W_S^*$ 、 $W_r$ 、及  $M_1$  等分別定義如下：

$\sigma_c$  側板之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$  側板板厚(扣除腐蝕裕度後者。單位：mm)。

$P_o$  正常操作狀態下之最低壓力(單位：MPa)。

$D$  內徑(單位：mm)。

$K_{MV}$  同第 6 條第(1)款之規定。

$W_S^*$  作用於計算應力位置之側板重量(單位：N)。

$W_r$  儲槽頂板之總重量(應含其他附加荷重等，單位：N)。

$M_1$  作用於計算應力之位置之力矩，依下式計算(單位：N-mm)。

$$M_1 = K \left( 1 - \frac{h}{H_\ell} \right)^2 (W_S H_S + W_r H_r + W_1 H_1) \quad (13.2)$$

式中之  $K$ 、 $H_\ell$ 、 $h$ 、 $W_S$ 、 $H_S$ 、 $H_r$ 、 $W_1$ 、及  $H_1$  等分別定義如下：

$K$  同第 5 條第 1 項第(1)款規定之  $K_{SH}$ ，或第 6 條第(1)款規定之  $K_{MH}$

$H_\ell$  最高液面高度(單位：mm)。

$h$  自儲槽底面起至計算應力位置之高度(單位：mm)。

$W_S$  側板部總重量(單位：N)。

$H_S$  儲槽底面起至側板重心之高度(單位：mm)。

$H_r$  儲槽底面起至頂板重心之高度(單位：mm)。

$W_1$  第一種設計地動之有效液重量，依下式計算(單位：N)。

$$W_1 = f_1 \cdot W_\ell \quad (13.3)$$

式中之  $f_1$  及  $W_\ell$  分別定義如下：

$f_1$  有效液重量率，以  $(H_\ell/D)$  代入下式計算或表 13.1 對應所得之係數值

$$f_1 = \begin{cases} (H_\ell/D) \times \frac{\tanh[0.866/(H_\ell/D)]}{0.866} & \text{若 } H_\ell/D \leq 0.75 \\ 1 - \frac{0.218}{(H_\ell/D)} & \text{若 } H_\ell/D > 0.75 \end{cases} \quad (13.4)$$

$W_\ell$  內容液總重量(單位：N)。

表 13.1 有效液重量率  $f_1$  及  $f_2$

$H_\ell/D$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
$f_1$	0.542	0.62	0.683	0.728	0.758	0.782	0.802	0.818	0.832	0.844	0.855
$f_2$	0.437	0.374	0.324	0.286	0.253	0.23	0.209	0.192	0.177	0.164	0.153

備考：得使用內插法計算上表所未列之值。

$H_1$  自儲槽底面至與  $W_1$  有效液之重心位置之高度，下式計算(單位：mm)。

$$H_1 = h_1 \cdot H_\ell \quad (13.5)$$

式中之  $h_1$  為以  $(H_\ell/D)$  代入下式計算或表 13.2 對應所得之係數值

$$h_1 = \begin{cases} 0.375 & \text{若 } H_\ell/D \leq 0.75 \\ 0.5 - \frac{0.094}{H_\ell/D} & \text{若 } H_\ell/D > 0.75 \end{cases} \quad (13.6)$$

表 13.2 有效液重心高度係數  $h_1$  及  $h_2$

$H_\ell/D$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
$h_1$	0.375	0.375	0.375	0.383	0.396	0.406	0.415	0.422	0.428	0.433	0.437
$h_2$	0.605	0.636	0.666	0.693	0.719	0.741	0.761	0.778	0.794	0.808	0.828

備考：得使用內插法計算上表所未列之值。

(B) 第二種設計地動之應力

$$\sigma_c = -\frac{P_o D}{4 \cdot t} + \frac{W_s^* + W_r}{\pi D t} + \frac{4M_2}{\pi D^2 t} \quad (13.7)$$

上式中  $\sigma_c$ 、 $t$ 、 $P_o$ 、 $D$ 、 $W_s^*$ 、 $W_r$  及  $M_2$  分別定義如下：

$\sigma_c$  側板之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$t$ 、 $P_o$ 、 $D$ 、 $W_s^*$  及  $W_r$  均同前 (A) 之規定。

$M_2$  作用於計算應力之位置之力矩，依下式計算(單位：N-mm)。

$$M_2 = \left(1 - \frac{h}{H_\ell}\right)^{1.3} \times \frac{9\alpha_2 \cdot W_2 \cdot H_2}{g} \quad (13.8)$$

上式中之  $H_\ell$ 、 $h$ 、 $g$ 、 $\alpha_2$ 、 $W_2$  及  $H_2$  分別定義如下：

$H_\ell$  及  $h$  同前(A)之規定。

$g$  重力加速度(單位：cm/s<sup>2</sup>)。

$\alpha_2$  第二種設計地動之表面之水平加速度，以液面搖動之固有週期之區分，由表 13.3 決定之計算式計算

之值(單位：cm/s<sup>2</sup>)。

表 13.3  $\alpha_2$  之計算式

$T$ (s)	$\alpha_2$ (cm/s <sup>2</sup> )
7.5 以下	$V_H \frac{2\pi}{T}$
超過 7.5	$D_H \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$

備考：表中之  $T$ 、 $V_H$  及  $D_H$  定義與第 3 條第 2 項之規定相同。

$W_2$  第二種設計地動之有效液重量，依下式計算(單位：N)。

$$W_2 = f_2 \cdot W_\ell \quad (13.9)$$

式中之  $f_2$  及  $W_\ell$  分別定義如下：

$f_2$  以  $(H_\ell/D)$  由下式計算或表 13.1 對應所得之係數值

$$f_2 = \frac{0.23}{H_\ell/D} \times \tanh\left(\sqrt{\frac{27}{2}} (H_\ell/D)\right) \quad (13.10)$$

$W_\ell$  同(A)之規定(單位：N)。

$H_2$  自儲槽底面至與  $W_2$  有效液之重心位置之高度，下式計算(單位：mm)。

$$H_2 = h_2 \cdot H_\ell \quad (13.11)$$

式中之

$h_2$  以  $(H_\ell/D)$  由下式計算或表 13.2 對應所得之係數值

$$h_2 = 1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{27}{2}} \frac{H_\ell}{D} \times \tanh\left(\sqrt{\frac{27}{2}} \cdot \frac{H_\ell}{D}\right)} + \frac{1}{\sqrt{\frac{27}{2}} \frac{H_\ell}{D} \times \sinh\left(\sqrt{\frac{27}{2}} \cdot \frac{H_\ell}{D}\right)} \quad (13.12)$$

$H_\ell$  同前(A)之規定。

- (2) 前款所列平底圓筒形儲槽以外型式之平底圓筒形儲槽 分別依第一種設計地動及第二種設計地動，以適當方法計算表 13.4 所列計算應力等。

表13.4 其他型式之平底圓筒形儲槽之計算應力等

應力評估之部位	計算應力等
側板、連接板、頂蓋板及環狀頂蓋板，及構造上易受應力集中之部位	1次一般膜應力之大小 壓縮應力
頂蓋板與連接板之接合部，連接板與側板之接合部，及側板與環狀頂蓋板之接合部等	1次局部膜應力之大小 1次彎曲應力之大小 2次應力之大小
錨定拉板或拉條	抗拉應力



## 第五章 安全容許應力

第 16 條 耐震設計用之容許應力 耐震設計構造物之耐震設計用容許應力等，應依耐震設計構造物之應力或應力強度種類等，參照下列各款之規定辦理。

- (1) 耐震設計構造物之耐壓部，其耐震設計用容許應力應依表 16.1 之容許應力規定辦理。

表 16.1 耐壓部應力之容許應力

應 力 種 類	耐震設計用之容許應力
抗拉應力	$S$ (以銲接接合者，將 $S$ 乘以 $\eta$ 後所得之值)
彎曲應力	$S$
壓縮應力	$S$ 或 $S^*$ 之較小值。
剪 應 力	$0.6 S$

備考：表中之  $S$ 、 $S^*$  及  $\eta$  分別規定於下列各表中：

$S$  依表 16.2 左欄所列材質之種類，依同表右欄所得之規定值。

$S^*$  依表 16.3 規定之計算值。

$\eta$  銲接效率。

表 16.2 材質之強度  $S$

材 質 種 類	$S$
A. 室溫以下使用之低溫用鋁合金及 9% 鎳鋼	取下列(1)及(2)之較小之值 (1) $0.6 S_u$ (2) $0.9 S_y$
B. 室溫以上使用之沃斯田系不銹鋼及高鎳合金鋼	取下列(1)至(4)中之最小值 (1) $0.6 S_{uo}$ (2) $0.6 S_u$ (3) $0.9 S_{yo}$ (4) $S_y$
C. 前述A.及B.以外之材質	取下列(1)至(4)中之最小值 (1) $0.6 S_{uo}$ (2) $0.6 S_u$ (3) $0.9 S_{yo}$ (4) $0.9 S_y$

備考 上表中之  $S_u$ 、 $S_{uo}$ 、 $S_y$  及  $S_{yo}$  分別定義如下：

$S_u$  材質於設計溫度時之抗拉強度(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$S_{uo}$  材質於常溫時最小抗拉強度(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$S_y$  材質於設計溫度時之降伏點或 0.2%降伏強度(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$S_{yo}$  材質於常溫下之最小降伏點或 0.2%降伏強度(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

表 16.3 強度  $S^*$

耐震設計設備之種類	$S^*$
塔類及臥式圓筒形儲槽	$\frac{0.6Et}{(1+0.004\frac{E}{S_y^*})D_m} \quad (16.1)$
平底圓筒形儲槽	$\frac{Et}{3D} \quad (16.2)$

備考：上表中之  $S_y^*$ 、 $E$ 、 $D_m$ 、 $t$  及  $D$  分別定義如下：

$S_y^*$   $S_y$  及  $S_{yo}$  之較小值者

$E$  材質於設計溫度之縱向彈性模數(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$D_m$  胴之平均直徑(單位：mm)。

$t$  胴或側板之板厚(扣除腐蝕裕度後者，單位：mm)。

$D$  儲槽內徑(單位：mm)。

- (2)耐震設計構造物之耐壓部，其耐震設計用之容許應力強度值應依應力強度種類及表 16.4 規定之容許應力強度辦理。但，對同表之 C.已實施設計地動引起之應力疲勞解析，且確認疲勞累積係數在 1.0 以下者，則不在此限。

表 16.4 耐壓部應力強度之容許強度

應力強度之種類	耐震設計用之容許應力強度
A. 1次一般膜應力強度	$S$
B. 1次局部膜應力強度與1次彎曲應力強度之和	$1.5 S$
C. 設計地動之1次局部膜應力強度、1次彎曲應力強度以及2次應力強度之和，並以最大值與最小值之差循環作用	$2 S_y$

備考：上表中之  $S$  及  $S_y$  分別與前款之規定值相同。

- (3) 支持構造物之耐震設計用容許應力

各依下列之 A.及 B.所列舉之支持構件之種類，分別計算規定之容許應力值。

- A. 不直接銲接於耐壓構件之支持構造件

由表 16.5 之左欄所列舉之應力種類，依同表右欄規定之值。

但，對於導致多種應力之支持構件，應依表 16.6 左欄列舉之複合應力種類，及同表右欄列舉之判定式計算決定之。

表 16.5 耐壓構件容許應力

應力種類	耐震設計用之容許應力 (N/mm <sup>2</sup> )	
抗拉應力	$F$	
彎曲應力	$F$	
壓縮應力	(1)支裙 (2)鞍腳 (3)上列(1)及(2)以外之 支持構件	$F$ 或 $S^*$ 之較小值 $F$ $F$ 或 $F'$ 之較小值
剪應力	$F/\sqrt{3}$	

備考 表中之  $F$ 、 $F'$  及  $S^*$  等分別表示如下：

$F$  材料降伏點 或 0.2%降伏強度 或抗拉強度之 70%中之最小值者 (單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$F'$  考慮材料有效細長比後，檢討挫曲之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$S^*$  依第(1)款表列之塔類有關之計算式  $S^*$  所求得之值者。

表 16.6 耐壓構件複合應力之判定式

複合應力之種類	判定式
壓縮應力及彎曲應力之組合	$\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b} \leq 1$ (16.3)
抗拉應力及彎曲應力之組合	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{f_t + f_b} \leq 1$ (16.4)
壓縮應力、彎曲應力及剪應力之組合	$\sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + 3\tau^2} \leq f_t$ (16.5)

備考 表中之  $f_c$ 、 $f_b$ 、 $f_t$ 、 $\sigma_c$ 、 $\sigma_b$ 、 $\sigma_t$  及  $\tau$  分別表示：

$f_c$  支持構件之耐震設計用之容許壓縮應力，表 16.5。

$f_b$  支持構件耐震設計用之容許彎曲應力，表 16.5。

$f_t$  支持構件耐震設計用之容許抗拉應力，表 16.5。

$\sigma_c$  支持構件之壓縮應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_b$  支持構件之彎曲應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_t$  支持構件之抗拉應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

$\tau$  支持構件之剪應力(單位：N/mm<sup>2</sup>)。

B. 前 A.以外支持構造件

第(1)款之耐壓部構件之耐震設計用容許應力，或前 A.款之支持

構件之耐震設計用容許應力之較小值。但，如有產生複合應力時，準用前 A.款但書之規定。

## 附則

### 1. 中英名詞對照(依中文名詞之筆劃順序)

1 次應力	primary stress
2 次應力	secondary stress
一般膜應力	general membrane stress
支耳	lug
支柱	column
支裙	skirt
支腳	leg
固有頻率	natural frequency
拉桿	bracer
基板	base Plate
剪力板	shear plate
鞍腳	saddle

### 2. 修訂說明

- (1) 本規範於 92 年 01 月開始起草。
- (2) 本規範於 92 年 10 月完成初稿、並於 92 年 10 月 07 日舉行專家諮詢會，於 xx 年 xx 月 xx 日舉辦公聽會，廣徵各界修正意見；並於 xx 年 xx 月 xx 日公告實施。