

別冊 4

原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備に係る補足説明

I 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備の構造強度及び耐震性について

1. ホウ酸水タンク

(1) 構造強度

ホウ酸水タンクについては、定格容量 20m^3 （水位 2m）における静水圧に対し、実験により確認した側板及び底板の許容水圧が大きいことを確認しており、ほう酸水注入系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している（図-1 参照）。

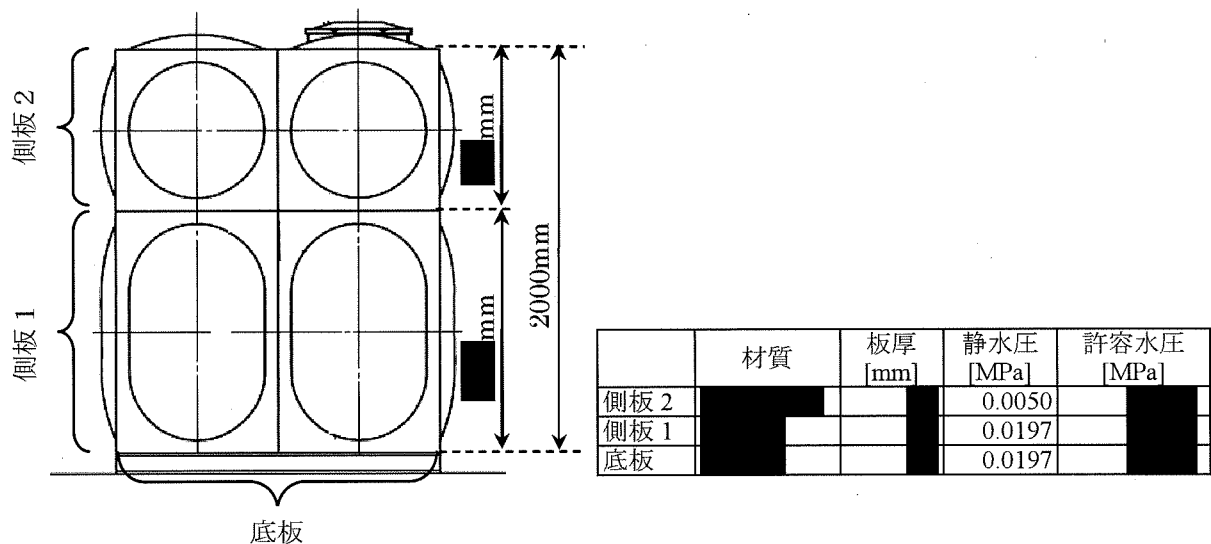


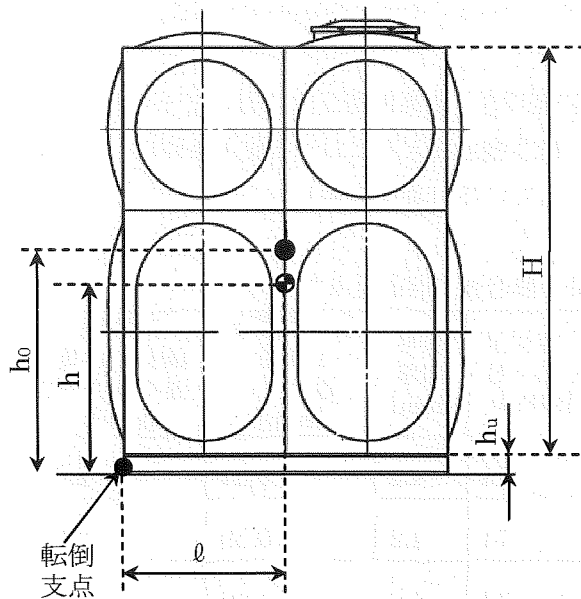
図-1 ホウ酸水タンクの構造強度評価結果

(2) 耐震性

ホウ酸水タンクは、事務本館脇海側駐車場に設置されており、ボルトにより固定されていないことを踏まえ、耐震性の評価として、タンクが転倒しないことの評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、静的地震力を用いて、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. ホウ酸水タンクの転倒評価

地震によるモーメントと自重によるモーメントを算出し、それらを比較することで転倒評価を行った。タンクが転倒するのは、地震によるモーメント > 自重によるモーメントの場合であるが、評価の結果、地震によるモーメント < 自重によるモーメントであり、タンクが転倒しないことを確認した。



C_H : 水平方向加速度

〔耐震 B クラス設備に適用される加速度 : 0.36 (1.8Ci) 〕
〔耐震 S クラス設備に適用される加速度 : 0.72 (3.6Ci) 〕

W : 機器重量 (kg)

g : 重力加速度

H : 水槽の高さ (mm)

h : 据付面から水槽の重心までの高さ (mm)
(保有水ありの場合)

h_0 : 据付面から水槽の重心までの高さ (mm)
(保有水なしの場合)

h_u : 受台高さ (mm)

ℓ : 転倒支点から機器重心までの距離 (mm)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times G \times \ell$

■ 転倒評価 (保有水がある場合)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times g \times \ell$

$$M_1 - M_2 = (WgC_Hh) - (Wg\ell) = Wg(C_Hh - \ell)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 : } (C_Hh - \ell) = - \text{ }$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合 : } (C_Hh - \ell) = - \text{ }$$

■ 転倒評価 (保有水がない場合)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h_0$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times g \times \ell$

$$M_1 - M_2 = (WgC_Hh_0) - (Wg\ell) = Wg(C_Hh_0 - \ell)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 : } (C_Hh - \ell) = - \text{ }$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合 : } (C_Hh - \ell) = - \text{ }$$

2. 鋼管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、ほう酸水注入系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している（表-1 参照）。

表-1 ホウ酸水注入系における鋼管の構造強度評価結果※1

	材料	外径 : D ₀ [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t [mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※2 [mm]
ホウ酸水タンクから ホウ酸水タンク出口ヘッダ まで	SGP	76.3	0.98	74	4.2	0.51	2.7
	SGP	89.1	0.98	74	4.2	0.59	3.0
	SGP	165.2	0.98	74	5.0	1.09	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-2 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-2 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (mm)

S : 最高使用温度における「設計・建設規格 付録材料図 表 Part5 表 5」に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

η : 長手継手の効率で、「設計・建設規格 PVC-3130」に定めるところによる。

表-2 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8