

別冊 14

雨水処理設備等に係わる補足説明

I. 雨水処理設備等の構造強度・耐震性に係る補足説明

1. 雨水処理設備

1.1 構造強度評価

1.1.1 モバイルRO膜ユニットおよびRO膜ユニット

(1) J I S規格に準拠している。

(2) メーカー仕様範囲内の圧力及び温度の運用とすることで構造強度を有する。

	圧力, RO膜加圧ポンプからRO膜間を除く	RO膜加圧ポンプからRO膜間圧力	温度
モバイルRO膜装置	0.5MPa以内	1.0MPa以内	40℃以下
淡水化处理RO膜装置	0.5MPa以内	1.35MPa以内	40℃以下

1.2 耐震性評価

1.2.1 転倒評価

1.2.1.1 計算条件

(1) 地震による転倒モーメントと自重による安定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する。

(2) モバイルRO膜装置—モバイルRO膜ユニット, 淡水化处理RO膜装置—RO膜ユニット, ポンプユニットは基礎ボルトで固定する。

1.2.1.2 記号の説明

(1) 転倒評価

記号	記号の説明	単位
m	機器質量	kg
g	重力加速度	m/s ²
H	据付面からの重心までの距離	m
L	転倒支点から機器重心までの距離	m
C _H	水平方向設計震度	—

(2)基礎ボルトの強度評価

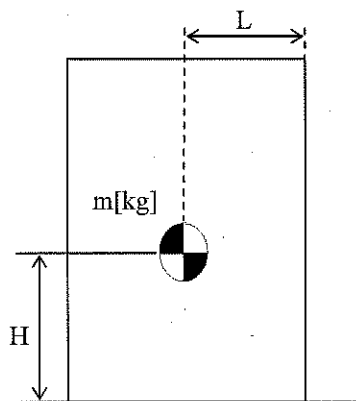
記号	記号の説明	単位
m	機器質量	kg
g	重力加速度	m/s ²
H	据付面からの重心までの距離	m
L	基礎ボルト間の水平方向距離	m
L ₁	重心と基礎ボルト間の水平方向距離	m
n _f	引張力の作用する基礎ボルトの評価本数	本
n	基礎ボルトの本数	本
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—

1.2.1.3 計算方法

(1)転倒評価

地震による転倒モーメント： $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

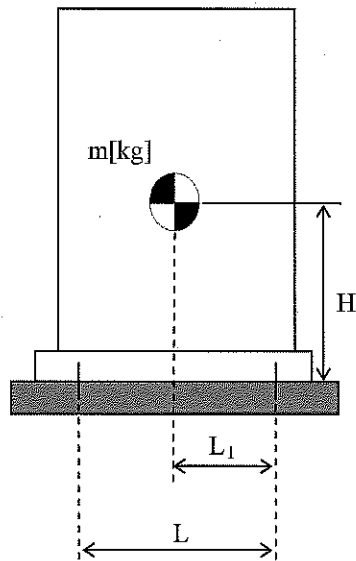


(2)基礎ボルトの強度評価

基礎ボルトに作用する引張力：
$$F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

基礎ボルトの引張応力：
$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

基礎ボルトのせん断応力：
$$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$



1.2.1.4 設計条件

(1)転倒評価

	重力加速度	水平方向設計震度
モバイルRO膜装置	$g=9.80$	$C_H=0.36$
淡水化处理RO膜装置	$g=9.80$	$C_H=0.36$

(2)基礎ボルトの強度評価

	重力加速度	水平方向設計震度	垂直方向設計震度
モバイルRO膜装置	$g=9.80$	$C_H=0.36$	$C_V=0.36$
淡水化处理RO膜装置	$g=9.80$	$C_H=0.36$	$C_V=0.36$

1.2.1.5 機器要目

(1) 転倒評価

	機器質量 m (kg)	据付面からの重心 までの距離 H (m)	転倒支点から機器 重心までの距離 L (m)
モバイルRO膜装置	■	■	■
淡水化处理RO膜装置	■	■	■

(2) 基礎ボルトの強度評価

	機器質量 m (kg)	据付面 からの 重心ま での距 離 H (m)	基礎ボ ルト間 の水平 方向距 離 L (m)	重心と基 礎ボルト 間の水平 方向距離 L ₁ (m)	引張力の 作用する 基礎ボル トの評価 本数 n _f (本)	基礎ボ ルトの 本数 n (本)	基礎ボル トの軸断 面積 A _b (mm ²)
モバイルRO膜装置	■	■	■	■	■	■	■
淡水化处理RO膜装置	■	■	■	■	■	■	■

1.2.1.6 評価結果

(1) 転倒評価

地震による転倒モーメントは自重による転倒モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。

	地震による転倒モーメント (kN・m)	自重による転倒モーメント (kN・m)
モバイルRO膜装置	2.6	7.9
淡水化处理RO膜装置	2.2	6.5

(2) 基礎ボルトの強度評価

基礎ボルトの強度が確保されることを確認した。

(2)-1 基礎ボルトの引張応力

	基礎ボルトの引張応力 σ_b (MPa)	許容値 (MPa)
モバイルRO膜ユニット 基礎ボルト	<0	176
RO膜ユニット 基礎ボルト	<0	176
ポンプユニット 基礎ボルト	<0	176

(2)-2 基礎ボルトのせん断応力

	基礎ボルトのせん断応力 τ_b (MPa)	許容値 (MPa)
モバイルRO膜ユニット 基礎ボルト	5	135
RO膜ユニット 基礎ボルト	5	135
ポンプユニット 基礎ボルト	3	135

表-1 雨水処理設備耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
モバイルRO膜装置	モバイルRO膜ユニット	転倒	0.36	26	79	kN・m
	モバイルRO膜ユニット 基礎ボルト	せん断	0.36	5	135	MPa
		引張	0.36	<0	176	MPa
淡水化处理RO膜装置	RO膜ユニット	転倒	0.36	22	65	kN・m
	RO膜ユニット 基礎ボルト	せん断	0.36	5	135	MPa
		引張	0.36	<0	176	MPa
	ポンプユニット	転倒	0.36	16	50	kN・m
	ポンプユニット 基礎ボルト	せん断	0.36	8	135	MPa
		引張	0.36	<0	176	MPa

2. タンク

2.1 構造強度評価

2.1.1 モバイルRO膜装置雨水受入タンク，モバイルRO膜装置処理水タンク，淡水化処理RO膜装置雨水受入タンク，淡水化処理RO膜装置処理水タンク

(1) 水頭圧による漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。

水頭圧による漏えい試験等	有意な変形	漏えい	運転状態
モバイルRO膜装置雨水受入タンク	ない	ない	異常がない
モバイルRO膜装置処理水タンク	ない	ない	異常がない
淡水化処理RO膜装置雨水受入タンク	ない	ない	異常がない
淡水化処理RO膜装置処理水タンク	ない	ない	異常がない

(2) これらのタンクは全て大気開放のため，水頭圧以上の内圧が作用することはない。

(3) JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。

2.1.1.1 計算条件

(1) JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に準拠し，板厚評価をする。

2.1.1.2 記号の説明

(1) 板厚評価

記号	記号の説明	単位
t	胴の計算上必要な厚さ	mm
Di	胴の内径	m
H	水頭	m
ρ	液体の比重	kg/m ³
S	最高使用温度における材料の許容引張応力	m
η	長手継手の効率	—

2.1.1.3 計算方法

(1) 板厚評価

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

2.1.1.4 設計条件

(1)板厚評価

	水頭 H (m)	液体の比重 ρ (kg/m ³)	長手継手の効 率 η	最高使用温度 における材料 の許容引張応 力 S (m)
モバイルRO膜 装置雨水受入タ ンク	■	■	■	■
モバイルRO膜 装置処理水タン ク	■	■	■	■
淡水化处理RO 膜装置雨水受入 タンク	■	■	■	■
淡水化处理RO 膜装置処理水タ ンク	■	■	■	■

2.1.1.5 機器要目

(1)板厚評価

	胴の計算上必要な 厚さ t (mm)	胴の内径 Di (m)
モバイルRO膜装置雨 水受入タンク	4.5	■
モバイルRO膜装置処 理水タンク	4.5	■
淡水化处理RO膜装置 雨水受入タンク	4.5	■
淡水化处理RO膜装置 処理水タンク	4.5	■

2.1.1.6 評価結果

(1) 板厚評価

評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した。

表-2 円筒型タンク板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚 [mm]	肉厚 [mm]
モバイルRO膜装置雨水受入タンク	600m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0
モバイルRO膜装置処理水タンク	600m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0
淡水化処理RO膜装置雨水受入タンク	600m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0
淡水化処理RO膜装置処理水タンク	600m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0

2.2 耐震性評価

2.2.1 転倒評価

2.2.1.1 計算条件

(1) 地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価をする。

2.2.1.2 記号の説明

(1) 転倒評価

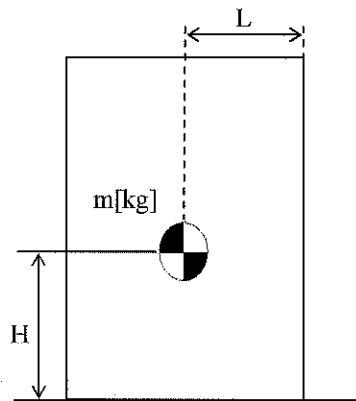
記号	記号の説明	単位
m	機器質量	kg
g	重力加速度	m/s ²
H	据付面からの重心までの距離	m
L	転倒支点から機器重心までの距離	m
C _H	水平方向設計震度	—

2.2.1.3 計算方法

(1)転倒評価

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m]=m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m]=m \times g \times L$



2.2.1.4 設計条件

(1)転倒評価

	重力加速度	水平方向設計震度
モバイルRO膜装置雨水受入タンク	$g=9.80$	$C_H=0.36$
モバイルRO膜装置処理水タンク	$g=9.80$	$C_H=0.36$
淡水化処理RO膜装置雨水受入タンク	$g=9.80$	$C_H=0.36$
淡水化処理RO膜装置処理水タンク	$g=9.80$	$C_H=0.36$

2.2.1.5 機器要目

(1)転倒評価

	機器質量 m (k g)	据付面からの重心 までの距離 H (m)	転倒支点から機器 重心までの距離 L (m)
モバイルRO膜装置雨 水受入タンク	■	■	■
モバイルRO膜装置処 理水タンク	■	■	■
淡水化処理RO膜装置 雨水受入タンク	■	■	■
淡水化処理RO膜装置 処理水タンク	■	■	■

2.2.1.6 評価結果

(1)転倒評価

地震による転倒モーメントは自重による転倒モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。

なお、最大貯留量 400t では地震によるスロッシングの影響もない。

	地震による転倒モーメント (kN・m)	自重による転倒モーメント (kN・m)
モバイルRO膜装置雨 水受入タンク	19602	49103
モバイルRO膜装置処 理水タンク	19602	49103
淡水化処理RO膜装置 雨水受入タンク	19602	49103
淡水化処理RO膜装置 処理水タンク	19602	49103

表-3 円筒型タンク耐震評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
モバイルRO膜装置雨水受入タンク	600m ³ 容量	本体	転倒	0.36	19602	49103	kN・m
モバイルRO膜装置処理水タンク	600m ³ 容量	本体	転倒	0.36	19602	49103	kN・m
淡水化処理RO膜装置雨水受入タンク	600m ³ 容量	本体	転倒	0.36	19602	49103	kN・m
淡水化処理RO膜装置処理水タンク	600m ³ 容量	本体	転倒	0.36	19602	49103	kN・m

3. 配管

3.1 構造強度評価

3.1.1 配管（鋼管）

(1) 配管の主要仕様から JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。

3.1.1.1 計算条件

(1) JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に準拠し、板厚評価をする。

3.1.1.2 記号の説明

(1) 板厚評価

記号	記号の説明	単位
t	管の計算上必要な厚さ	mm
D ₀	管の外径	mm
P	最高使用圧力	MPa
S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
η	長手継手の効率	—

3.1.1.3 計算方法

(1)板厚評価

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$$

3.1.1.4 設計条件

(1)板厚評価

	最高使用温度における材料の許容引張応力 S (MPa)	長手継手の効率 η
配管①	■	■
配管②	■	■
配管③	■	■
配管④	■	■
配管⑤	■	■
配管⑥	■	■
配管⑦	■	■
配管⑧	■	■
配管⑨	■	■
配管⑩	■	■
配管⑪	■	■
配管⑫	■	■

3.1.1.5 機器要目

(1)板厚評価

	管の計算上必要な厚さ t (mm)	管の外径 D_0 (mm)	最高使用圧力 P (MPa)
配管①	0.11	■	0.5
配管②	0.16	■	0.5
配管③	0.42	■	1.35
配管④	0.20	■	0.5
配管⑤	0.52	■	1.35
配管⑥	0.26	■	0.5
配管⑦	0.66	■	1.35
配管⑧	0.30	■	0.5
配管⑨	0.58	■	1.0
配管⑩	0.38	■	0.5
配管⑪	0.28	■	0.5
配管⑫	0.52	■	0.5

3.1.1.6 評価結果

(1)板厚評価

評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した。

表－4 配管（鋼管）構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	25A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.11	2.8
配管②	40A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.16	2.8
配管③	40A	20S	SUS304TP	1.35	40	0.42	3.0
配管④	50A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.20	2.8
配管⑤	50A	20S	SUS304TP	1.35	40	0.52	3.5
配管⑥	65A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.26	3.0
配管⑦	65A	20S	SUS304TP	1.35	40	0.66	3.5
配管⑧	80A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.30	3.0
配管⑨	80A	20S	SUS304TP	1.0	40	0.58	4.0
配管⑩	100A	10S	SUS304TP	0.5	40	0.38	3.0
配管⑪	50A	80	STPT370	0.5	40	0.28	5.5
配管⑫	100A	40	STPT370	0.5	40	0.52	6.0