

## 2.33 5・6号機 放射性液体廃棄物処理系

### 2.33.1 5・6号機 既設設備

#### 2.33.1.1 系統の概要

放射性液体廃棄物処理系は、機器ドレン系、床ドレン系等で構成し、原子炉施設で発生する放射性廃液及び潜在的に放射性物質による汚染の可能性のある廃液を、その性状により分離収集し、処理する。

#### [系統の現況]

5・6号機タービン建屋等には津波により流入した大量の海水と地下水が、震災前から建屋内で管理されていた低濃度の放射性物質と共に滞留した。（以下、これを「滞留水」という）

地下水については止水処置を実施しているが、流入を完全に抑制できないことから建屋内水位が上昇した場合、冷温停止維持に必要な設備への影響が懸念される。

滞留水の発生抑制については、地下水の水位を低下させることが必要であるが、地下水を汲み上げて水位を下げる設備として建屋周辺に設置されているサブドレン設備は、震災により被災したことから、設備の浄化等を行いサブドレン設備の使用に向けた準備を実施する。

放射性液体廃棄物処理系については、一部未復旧の設備があるが、5・6号機で発生する廃液については、5号機にてろ過器、脱塩器による処理後、復水貯蔵タンクに回収することができる。しかし、大量の滞留水を処理することができないため、サブドレン設備及び放射性液体廃棄物処理系が復旧するまで、仮設の滞留水貯留設備にて処理している。なお、滞留水貯留設備のうちメガフロートについては、震災当初5・6号機の建屋内の滞留水を移送し、貯留していたが、港湾内の係留位置変更のため全量を受入タンクに移送した。係留位置変更後であっても変更前同様、最適な係留方法にて安全に位置保持している。なお、今後、滞留水を貯留する計画はない。（添付資料-1, 2, 3 参照）

#### 2.33.1.2 要求される機能

放射性液体廃棄物処理系は、原子炉施設で発生する廃液を、その性状により分離収集し、処理する機能を有すること。

### 2.33.1.3 主要な機器

系統概要図 添付資料-4に示す。

#### (1) 5号機

##### a. 機器ドレン系

##### (a) 廃液収集タンク

廃液収集タンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
工事計画認可申請書(57資庁第13908号 昭和57年11月9日認可)

##### (b) 廃液収集ポンプ

廃液収集ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

##### (c) 廃液ろ過器

廃液ろ過器については、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
工事計画認可申請書(62資庁第10732号 昭和62年12月4日認可)

##### (d) 廃液脱塩器

廃液脱塩器については、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

##### (e) 廃液サンプルタンク

廃液サンプルタンクについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

##### (f) 廃液サンプルポンプ

廃液サンプルポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

##### (g) 廃液サージタンク

廃液サージタンクについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(h) 廃液サージポンプ

廃液サージポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

b. 床ドレン系

(a) 床ドレン収集タンク

床ドレン収集タンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

工事計画認可申請書(57資庁第13908号 昭和57年11月9日認可)

(b) 床ドレン収集ポンプ

床ドレン収集ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

(c) 床ドレンろ過器

床ドレンろ過器については、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(d) 床ドレンサージタンク

床ドレンサージタンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

(e) 床ドレン濃縮器給液ポンプ

床ドレン濃縮器給液ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

工事計画認可申請書(61資庁第13609号 昭和62年2月5日認可)

(f) 床ドレン濃縮器

床ドレン濃縮器については、以下の工事計画届出書により確認している。  
工事計画届出書(総文発官57第685号 昭和57年9月25日届出)

(g) 床ドレン濃縮器復水器

床ドレン濃縮器復水器については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
建設時第5回工事計画変更認可申請書(49資庁第1067号 昭和49年4月26日認可)

(h) 凝縮水貯蔵タンク

凝縮水貯蔵タンクについては、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第8回工事計画軽微変更届出書(総官第534号 昭和49年7月29日届出)

(i) 凝縮水移送ポンプ

凝縮水移送ポンプについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
建設時第3回工事計画軽微変更届出書(総官第923号 昭和48年10月30日届出)

(j) 床ドレン脱塩器

床ドレン脱塩器については、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

(k) 床ドレンサンプルタンク

床ドレンサンプルタンクについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(l) 床ドレンサンプルポンプ

床ドレンサンプルポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)

c. 再生廃液系

(a) 廃液中和タンク

廃液中和タンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
工事計画認可申請書(57資庁第13908号 昭和57年11月9日認可)

(b) 廃液中和ポンプ

廃液中和ポンプについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。  
建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(c) 廃液濃縮器給液ポンプ

廃液濃縮器給液ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
工事計画認可申請書(63資庁第13号 昭和63年5月31日認可)

(d) 廃液濃縮器

廃液濃縮器については、以下の工事計画認可申請書により確認している。  
工事計画認可申請書(59資庁第10414号 昭和59年9月28日認可)  
工事計画認可申請書(元資庁第4474号 平成元年6月15日認可)

(e) 廃液濃縮器復水器

廃液濃縮器復水器については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。  
工事計画認可申請書(63資庁第14698号 平成元年2月23日認可)  
工事計画認可申請書(元資庁第4474号 平成元年6月15日認可)  
建設時第5回工事計画変更認可申請書(49資庁第1067号 昭和49年4月26日認可)

d. 主配管

主配管については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。  
工事計画認可申請書(56資庁第3240号 昭和56年8月19日認可)  
工事計画認可申請書(57資庁第13908号 昭和57年11月9日認可)  
工事計画認可申請書(61資庁第13609号 昭和62年2月5日認可)  
工事計画認可申請書(62資庁第10732号 昭和62年12月4日認可)  
工事計画認可申請書(63資庁第13号 昭和63年5月31日認可)

工事計画認可申請書(平成12・03・28資第17号 平成12年4月26日認可)  
工事計画認可申請書(平成14・05・24原第9号 平成14年6月11日認可)  
建設時第5回工事計画変更認可申請書(49資庁第1067号 昭和49年4月26日認可)  
建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)  
建設時第23回工事計画変更認可申請書(52資庁第519号 昭和52年3月1日認可)  
工事計画変更認可申請書(56資庁第15242号 昭和57年1月16日認可)  
建設時第13回工事計画軽微変更届出書(総官第237号 昭和50年6月20日届出)  
建設時第28回工事計画軽微変更届出書(総官第303号 昭和52年5月30日届出)

(2) 6号機

a. 機器ドレン系

(a) 機器ドレン収集タンク

機器ドレン収集タンクについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

(b) 機器ドレン混合ポンプ

機器ドレン混合ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第26回工事計画変更認可申請書(53資庁第14829号 昭和53年12月9日認可)

(c) ろ過器給液ポンプ

ろ過器給液ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第26回工事計画変更認可申請書(53資庁第14829号 昭和53年12月9日認可)

(d) 機器ドレンろ過器

機器ドレンろ過器については、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(e) 機器ドレンろ過水タンク

機器ドレンろ過水タンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

(f) 機器ドレンろ過水ポンプ

機器ドレンろ過水ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第26回工事計画変更認可申請書(53資庁第14829号 昭和53年12月9日認可)

(g) 機器ドレン補助ろ過器ポンプ

機器ドレン補助ろ過器ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

工事計画認可申請書(60資庁第8681号 昭和60年7月24日認可)

(h) 機器ドレン補助ろ過器

機器ドレン補助ろ過器については、以下の工事計画認可申請書により確認している。

工事計画認可申請書(60資庁第8681号 昭和60年7月24日認可)

(i) 機器ドレン脱塩器

機器ドレン脱塩器については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(j) 廃液サンプルタンク

廃液サンプルタンクについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

建設時第25回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

(k) 廃液サンプルポンプ

廃液サンプルポンプについては、工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)  
建設時第26回工事計画変更認可申請書(53資庁第14829号 昭和53年12月9日認可)

b. 床ドレン化学廃液系

(a) 床ドレン化学廃液収集タンク

床ドレン化学廃液収集タンクについては、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第25回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

(b) 床ドレン化学廃液混合ポンプ

床ドレン化学廃液混合ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

(c) 床ドレン化学廃液ろ過器

床ドレン化学廃液ろ過器については、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(d) 床ドレン化学廃液ろ過水タンク

床ドレン化学廃液ろ過水タンクについては、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第25回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

(e) 床ドレン化学廃液ろ過水ポンプ

床ドレン化学廃液ろ過水ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

(f) 蒸発濃縮器給液ポンプ

蒸発濃縮器給液ポンプについては、以下の工事計画届出書により確認している。  
工事計画届出書(総文発官6第1066号 平成7年2月17日届出)



(g) 蒸発濃縮器

蒸発濃縮器については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

工事計画認可申請書(59資庁第10413号 昭和59年9月21日認可)

工事計画届出書(総文発官57第470号 昭和57年7月20日届出)

(h) 蒸発濃縮器復水器

蒸発濃縮器復水器については、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(i) 蒸留水タンク

蒸留水タンクについては、以下の工事計画軽微変更届出書により確認している。

建設時第25回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

(j) 蒸留水ポンプ

蒸留水ポンプについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

(k) 蒸留水脱塩器

蒸留水脱塩器については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(l) 蒸留水サンプルタンク

蒸留水サンプルタンクについては、以下の工事計画認可申請書により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

(m) 蒸留水サンプルポンプ

蒸留水サンプルポンプについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

(n) 蒸発濃縮器循環ポンプ

蒸発濃縮器循環ポンプについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

工事計画届出書(総文発官59第928号 昭和59年11月19日届出)

c. 洗浄廃液系

(a) 洗浄廃液収集タンク

洗浄廃液収集タンクについては、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

(b) 洗浄廃液ポンプ

洗浄廃液ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

(c) 洗浄廃液ろ過器

洗浄廃液ろ過器については、以下の工事計画変更認可申請書等により確認している。

建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

d. 主配管

主配管については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

工事計画認可申請書(58資庁第2841号 昭和58年3月28日認可)

工事計画認可申請書(60資庁第8681号 昭和60年7月24日認可)

工事計画認可申請書(61資庁第8632号 昭和61年7月11日認可)

建設時第4回工事計画軽微変更届出書(総官第1193号 昭和50年2月26日届出)

建設時第16回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)

建設時第19回工事計画軽微変更届出書(総官第1268号 昭和52年12月12日届出)

建設時第25回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

(3) 5・6号機共用

a. シャワードレン系

(a) シャワードレン受タンク

シャワードレン受タンクについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(b) シャワードレン移送ポンプ

シャワードレン移送ポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(c) シャワードレンタンク

シャワードレンタンクについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

(d) シャワードレンポンプ

シャワードレンポンプについては、以下の工事計画変更認可申請書により確認している。

5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

b. サプレッションプール水サージタンク

サプレッションプール水サージタンクについては、以下の工事計画変更認可申請書及び工事計画認可申請書により確認している。

5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)

6号機：建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)

6号機：建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)

#### 2.33.1.4 構造強度及び耐震性

構造強度及び耐震性については、以下の工事計画認可申請書等により確認している。

##### (1) 5号機

建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
工事計画認可申請書(59資庁第10414号 昭和59年9月28日認可)  
工事計画認可申請書(61資庁第13609号 昭和62年2月5日認可)  
工事計画認可申請書(62資庁第10732号 昭和62年12月4日認可)  
工事計画認可申請書(63資庁第13号 昭和63年5月31日認可)  
工事計画認可申請書(63資庁第14698号 平成元年2月23日認可)  
工事計画認可申請書(元資庁第4474号 平成元年6月15日認可)  
建設時第5回工事計画変更認可申請書(49資庁第1067号 昭和49年4月26日認可)  
建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)  
建設時第2・3回工事計画変更認可申請書(52資庁第519号 昭和52年3月1日認可)  
建設時第4回工事計画軽微変更届出書(総官第1375号 昭和49年1月30日届出)

##### (2) 6号機

建設時第4回工事計画認可申請書(49資庁第21657号 昭和50年2月5日認可)  
工事計画認可申請書(59資庁第10413号 昭和59年9月21日認可)  
工事計画認可申請書(60資庁第8681号 昭和60年7月24日認可)  
建設時第7回工事計画変更認可申請書(51資庁第9100号 昭和51年10月8日認可)  
建設時第2・6回工事計画変更認可申請書(53資庁第14829号 昭和53年12月9日認可)  
建設時第1・6回工事計画軽微変更届出書(総官第704号 昭和52年8月15日届出)  
建設時第2・5回工事計画軽微変更届出書(総文発官第636号 昭和53年8月31日届出)

##### (3) 5・6号機共用

1号機：工事計画認可申請書(48公第657号 昭和48年3月3日認可)  
5号機：建設時第3回工事計画認可申請書(47公第11378号 昭和48年2月19日認可)  
5号機：建設時第9回工事計画変更認可申請書(49資庁第15900号 昭和50年3月10日認可)  
5号機：建設時第2・3回工事計画変更認可申請書(52資庁第519号 昭和52年3月1日認可)

## 2.33.2 5・6号機 仮設設備（滞留水貯留設備）

### 2.33.2.1 基本設計

#### 2.33.2.1.1 設置の目的

5・6号機タービン建屋等の大量の滞留水については、一部未復旧の設備がある既設放射性液体廃棄物処理系では処理できないことから、サブドレン設備復旧等による滞留水の発生量抑制及び放射性液体廃棄物処理系の復旧による滞留水の処理ができる時期（サブドレン設備復旧後3年を目途）まで、屋外に滞留水貯留設備を仮設にて設置し処理を行う。

#### 2.33.2.1.2 要求される機能

滞留水を貯留し、放射性物質を閉じ込める機能を有すること。

#### 2.33.2.1.3 設計方針

##### (1) 処理能力

地下水の流入により増加する滞留水に対して、十分対処できる貯留容量とすると共に、散水可能な放射能濃度を満足する性能を有するものとする。

##### (2) 規格・基準等

機器の設計、材料の選定、製作及び検査については、原則として適切と認められる規格及び基準によるものとする。

##### (3) 滞留水の漏えい防止及び管理されない放出の防止

滞留水の漏えい及び所外への管理されない放出を防止し、信頼性を確保するため、次の各項を考慮した設計とする。

- a. 漏えいを防止するため、滞留水貯留設備は、設置環境や滞留水の性状に応じた適切な材料を使用すると共に、タンク水位の検出器を設ける。
- b. 異常のないことを巡視点検等により容易に確認できる設備とし、漏えいを停止するための適切な処置ができるようにする。
- c. 堰内に溜まった雨水のうち、その放射能濃度が排水基準\*)を上回るものに対して、適切に処置できる設備とする。

なお、対象核種を含めて排水基準については、堰内雨水及び淡水化後の滞留水の詳細な核種分析をもとに平成27年度末までに別途見直すこととし、排水基準が確定するまでは、構内散水時と同様の確認を行い、雨水を構内散水する。

\*) 排水基準：サンプリング頻度を考慮して実効的に測定が可能な主要核種に基づいた評価として、下記の式を満足すること。

$$\frac{Cs-134 \text{濃度} [Bq/L]}{60[Bq/L]} + \frac{Cs-137 \text{濃度} [Bq/L]}{90[Bq/L]} + \frac{Sr-90 \text{濃度}^{\text{注}} [Bq/L]}{30[Bq/L]} + \frac{H-3 \text{濃度} [Bq/L]}{60000[Bq/L]} \leq 0.22$$

注) Sr-90は、分析値若しくは全βでの評価値とする。

(4) 遮へいに関する考慮

遮へいについては、内包する滞留水の線量が低いため設置は考慮しない。

(5) 監視

漏えいの検知及び貯留状況の確認に必要な水位を監視できる設計とする。また、設備の異常を検知できる設計とする。

(6) 設備の確認

滞留水貯留設備については、設備の健全性及び能力を確認できる設計とする。

2.33.2.1.4 供用期間中に確認する項目

滞留水貯留設備からの有意な漏えいがないこと。

2.33.2.1.5 主要な機器

系統概要図 添付資料-4 に示す。

滞留水は、6号機タービン建屋から移送設備により貯留設備に移送され、貯留する。

貯留設備に貯留された滞留水の一部は、浄化装置、浄化ユニット及び淡水化装置により放射性核種を除去した後、構内散水に使用し、滞留水を低減する。

滞留水は、これまでの実績より地下水の流入により約30m<sup>3</sup>/日で増加しており、構内散水により約25m<sup>3</sup>/日（実績）で増加を抑制している。なお、平成24年11月末現在、貯留タンクの設備容量約10,000m<sup>3</sup>に対し約70%貯留している。今後、滞留水は平衡状態にあるものの、地下水流入量の変動が予想されるため、貯留タンク全体の空き容量\*約2,000m<sup>3</sup>を目安に、貯留能力増強について計画する。

滞留水漏えい時の汚染拡大を防止し信頼性向上を図るため、受入タンク・油分分離装置エリア、受入タンクエリア、貯留タンクエリアの各エリアについて、堰（地面の防水処置含む）を設置する。（添付資料-5 参照）

震災以降緊急対応的に（平成25年8月14日より前に）設置した淡水化装置（以下、旧淡水化装置）については、新たに浄化ユニットを設置することに伴い廃止する。

\*：空き容量は、水位警報設定値の水位高までの容量とする。

(1) 貯留設備

a. タンク（受入タンク及び貯留タンク）

タンクは、屋外に設置された受入タンク及び貯留タンクで構成され、5・6号機の滞留水を貯留する。

受入タンクは、建屋からの滞留水を受け入れる。

貯留タンクは、受入タンクから必要に応じて油分除去した滞留水を受け入れた後、浄化装置又は浄化ユニットにより放射性核種を除去し、貯留する。また、淡水化装置の戻り水を貯留する。

b. メガフロート

メガフロートは、港湾内において安全に係留するために自然災害等を考慮した最適な場所を選定し、安全に位置保持する。

## (2) 移送設備

移送設備は、滞留水を貯留設備へ移送することを目的に、移送ポンプ、耐圧ホース及びポリエチレン管で構成する。

移送ポンプは、地下水の流入により増加する滞留水に対して十分対処可能な設備容量を確保する。滞留水の移送は、移送元のタービン建屋の水位や移送先となる貯留設備の水位の状況に応じて、移送ポンプの起動時間を適宜選定して実施する。

耐圧ホース及びポリエチレン管は、使用環境を考慮した材料を選定し、必要に応じて保温等を設置する。また、屋外で耐圧ホースを使用する箇所は、汚染拡大防止のため、継手部に抜け防止治具の取付けを実施し、継手が外れない処置をする。

## (3) 油分分離装置

油分分離装置は、滞留水に含まれる油分を活性炭により除去する。

## (4) 浄化装置

浄化装置は、内部に充填されたキレート樹脂及びゼオライトにより、滞留水に含まれる放射性核種を除去する。

浄化装置の使用済キレート樹脂及びゼオライトは水抜きした後、固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵する。

## (5) 淡水化装置

淡水化装置は、逆浸透膜の性質を利用して滞留水に含まれる放射性核種を散水可能な放射能濃度<sup>\*</sup>まで除去する。

また、淡水化後は散水し滞留水の低減を実施する。

淡水化装置の使用済逆浸透膜及びフィルタ類は水抜きした後、固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵する。

<sup>\*</sup>散水可能な放射能濃度：次式の通り、告示濃度比に対する割合の和が0.22以下を満足すること。

$$\frac{Cs-134 \text{ 濃度 } [Bq/L]}{60 [Bq/L]} + \frac{Cs-137 \text{ 濃度 } [Bq/L]}{90 [Bq/L]} + \frac{Sr-90 \text{ 濃度 } ^{\text{注}} [Bq/L]}{30 [Bq/L]} + \frac{H-3 \text{ 濃度 } [Bq/L]}{60000 [Bq/L]} \leq 0.22$$

注) Sr-90 は、分析値若しくは全βでの評価値とする。

## (6) 監視装置

滞留水貯留設備には、設備の状態を正確かつ迅速に把握できるように警報装置及び監視カメラを設置する。

警報装置は、タンク水位高・低及び移送ポンプ用電動機の過負荷を検知し、5・6号機の中央制御室に警報を発する。

## (7) 電源設備

電源設備については、II.2.32 参照。

#### (8) 浄化ユニット

浄化ユニットは、吸着塔に充填された活性炭により浮遊物質やコロイド状物質を除去し、さらに別の吸着塔に充填されたセシウム／ストロンチウム同時吸着材により、滞留水に含まれる放射性核種を除去する。（添付資料－ 8 参照）

浄化ユニットの使用済セシウム／ストロンチウム同時吸着塔は水抜きした後、使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時的に貯蔵する。

### 2.33.2.1.6 自然災害対策等

#### (1) 津波

滞留水を貯留するタンク等は、アウターライズ津波が到達しないと考えられる O.P. 13.0m以上の場所に設置する。（Ⅲ.3.1.3 参照）

また、メガフロートについても、アウターライズ津波の影響は小さいが、港湾内構造物に衝突する可能性は否定できないため、被害が最小限になるような場所に係留する。（添付資料－ 6 参照）

#### (2) 台風・豪雨・竜巻

滞留水貯留設備は、屋外に設置してあるため台風・豪雨・竜巻による直接的な被害を受ける可能性は否定できないが、台風・豪雨・竜巻の発生の可能性が予見される場合には、移送設備の停止等を行い、設備損傷による影響が最小限になるよう対策を図る。

#### (3) 外部人為事象

外部人為事象に対する設計上の考慮については、Ⅱ.1.14 参照。

#### (4) 火災

電源設備の近傍に消火器を設置し、初期消火の対応ができるようにする。また、その他の設備についても、可燃物の撤去及び監視カメラによる監視等、火災に対する措置を講じる。

#### (5) 環境条件

滞留水貯留設備については、屋外に設置されているため、紫外線による劣化及び凍結による破損が懸念されるが、貯留設備、油分分離装置、浄化装置、浄化ユニット及び淡水化装置は、主に鋼製の材料を使用していることから、問題ないとする。また、耐圧ホース及びポリエチレン管については、紫外線による劣化及び凍結による破損が懸念されるため、保温材を取り付ける。

### 2.33.2.1.7 構造強度

滞留水貯留設備を構成する機器は、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令上、廃棄物処理設備に相当するクラス3 機器と位置付けられる。この適用規格は、「JSME SNC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）で規定されるものであるが、各機器については、以下のとおり個別に評価する。



## (1) 貯留設備

### a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成25年8月14日より前に）設計に着手したタンク・メガフロート

震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成25年8月14日より前に）設計に着手したタンク・メガフロートは、「設計・建設規格」におけるクラス3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験を行い、有意な漏えいがないことを確認する。

また、これら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。

以上のことから、震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成25年8月14日より前に）設計に着手したタンク・メガフロートは、必要な構造強度を有するものと評価する。

（添付資料－7 参照）

### b. 平成25年8月14日以降に設計するタンク

平成25年8月14日以降に設計するタンクは、「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において、廃棄物処理設備に相当するクラス3 機器の規定を適用することを基本とする。クラス3機器の適用規格は、「設計・建設規格」で規定される。

以上のことから、平成25年8月14日以降に設計するタンクは、必要な構造強度を有するものと評価する。（添付資料－7 参照）

## (2) 移送設備

### a. 移送ポンプ

移送ポンプについては、「設計・建設規格」におけるクラス3 機器の要求を満足するものではないが、系統の温度（常温）、圧力（約0.25MPa）を考慮して仕様を選定した上で、試運転を行い有意な漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。

以上のことから、移送ポンプは、必要な構造強度を有するものと評価する。

### b. 耐圧ホース

「設計・建設規格」上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度（常温）、圧力（約 0.25MPa）を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験を行い、有意な漏えいがないことを確認する。従って、耐圧ホースは、必要な構造強度を有していると評価する。

### c. ポリエチレン管

「設計・建設規格」上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度（常温）、圧力（約 0.25MPa）を考慮して仕様を選定している。また、ポリエチレン管は、一般に耐食性、電気特性（耐電気腐食）、耐薬品性を有しており、鋼管と同等の信頼性を有している。また、以下により高い信頼性を確保している。

- ・ 日本水道協会規格（JWWA 規格）、ISO 規格に適合したポリエチレン管を採用。
- ・ 継手は可能な限り融着構造とする。
- ・ 敷設時には漏えい試験を行い、有意な漏えいがないことを確認する。

以上のことから、ポリエチレン管は、必要な構造強度を有するものと評価する。

### (3) 油分分離装置及び浄化装置

油分分離装置及び浄化装置は、「設計・建設規格」におけるクラス3 機器の要求を満足するものではないが、系統の温度（常温）、圧力（約0.25MPa）を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験を行い、有意な漏えいがないことを確認する。

以上のことから、油分分離装置及び浄化装置は、必要な構造強度を有するものと評価する。

### (4) 淡水化装置

淡水化装置は、「設計・建設規格」におけるクラス3 機器の要求を満足するものではないが、系統の温度（常温）、圧力（約0.25MPa）を考慮して仕様を選定した上で、試運転を行い、有意な漏えいがないこと及び運転状態に異常がないことを確認する。

以上のことから、淡水化装置は、必要な構造強度を有するものと評価する。

### (5) 浄化ユニット

浄化ユニットで使用する機器は、「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器の規定を適用することを基本とする。クラス 3 機器の適用規格は、「設計・建設規格」で規定される。「設計・建設規格」の適用が困難な機器については「設計・建設規格」適用品と同等の構造強度を有することを基本とする。非金属材料を使用している主要機器及び配管は、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことをもって評価を行う。

以上のことから、浄化ユニットは、必要な構造強度を有するものと評価する。

## 2.33.2.1.8 耐震性

滞留水貯留設備を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」上のBクラス相当の設備と位置付けられる。

耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠して構造強度評価を行うことを基本とするが、評価手法、評価基準について実態に合わせたものを採用する場合もある。

支持部材がない等の理由によって、耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては、可撓性を有する材料の使用等により、耐震性を確保する。（添付資料－7 参照）

## 2.33.2.1.9 機器の故障への対応

### (1) 移送ポンプの故障

移送ポンプが故障した場合は、ポンプの修理または交換を行い、1週間程度で機能を回復する。

### (2) 電源喪失

移送ポンプの電源が喪失した場合は、仮設発電機を使用することで、1週間程度で機能を回復する。

### (3) 受入タンク・貯留タンク等からの漏えい

受入タンク・貯留タンク等から滞留水の漏えいが発生した場合は、タンク等の修理を行い、1ヶ月程度で機能を回復する。ただし、漏えいに伴い堰内に溜まった雨水の放射能濃度が排水基準を上回った場合、その雨水\*1を処理することになるが1ヶ月以内\*2で処理可能であることからタンク等の修理と合わせて2ヶ月以内で機能を回復する。

\*1：発電所周辺の年間降雨量1,500mmが降雨したと仮定した場合、推定される堰内に溜まる雨量は、最も広い面積を有する貯留タンクエリアで約1,500m<sup>3</sup>程度である。

\*2：滞留水貯留設備は1ヶ月間で最大3,000m<sup>3</sup>の処理が可能である。

#### (4) 異常時の評価

滞留水貯留設備への移送が長期に停止した場合、地下水の流入により建屋内の水位が上昇し、冷温停止維持に必要な設備に電力を供給している所内高圧母線が被水する可能性がある。

移送停止後、建屋内水位が冷温停止維持に必要な設備に電力を供給している所内高圧母線が被水する可能性がある水位に達するまでの水量の余裕は、約4,500m<sup>3</sup>と想定しているため、地下水が約30m<sup>3</sup>/日で流入することを考慮しても約5ヶ月の余裕がある。

したがって、滞留水貯留設備の機器が故障した場合、長くても2ヶ月程度で機能を回復（受入タンク・貯留タンク等からの漏えい時）できるため、建屋内水位が電源設備に影響するまでの期間内（約5ヶ月）に十分復旧可能である。

### 2.33.2.2 基本仕様

#### (1) 貯留設備

##### a. 受入タンク（完成品）

合計容量	2,102 m <sup>3</sup>
基数	23 基
容量	35 m <sup>3</sup> /基 × 6 基
	42 m <sup>3</sup> /基 × 6 基
	110 m <sup>3</sup> /基 × 4 基
	160 m <sup>3</sup> /基 × 5 基
	200 m <sup>3</sup> /基 × 2 基

##### b. 貯留タンク

合計容量	21,901 m <sup>3</sup>
基数	39 基
容量	50 m <sup>3</sup> /基 × 4 基（完成品）
	90 m <sup>3</sup> /基 × 4 基（完成品）
	299 m <sup>3</sup> /基 × 3 基（完成品）
	508 m <sup>3</sup> /基 × 18 基（完成品）
	1,100 m <sup>3</sup> /基 × 5 基

(追 設)

1, 160 m<sup>3</sup>/基× 5 基

タンク型式	—	溶接型	
タンク容量	m <sup>3</sup>	1,160	
主要寸法	内 径	mm	11,000
	胴板厚さ	mm	12.0
	底板厚さ	mm	12.0
	高 さ	mm	13,000
管台厚さ	100A	mm	6.0
	200A	mm	8.2
	650A	mm	12.0
材 料	胴板・底板	—	SM400C
	管台	—	STPG370, SM400C

c. メガフロート (完成品)

主要寸法 136 m × 46 m × 3 m (長さ×幅×深さ)

基 数 1 基

d. 水位警報

(a) 受入タンク (35 m<sup>3</sup>, 42 m<sup>3</sup>)

設定値 水位高: 底部より 1, 835 mm 以下

水位低: 底部より 205 mm 以上

(b) 受入タンク (110 m<sup>3</sup>)

設定値 水位高: 底部より 2, 051 mm 以下

水位低: 底部より 206 mm 以上

(c) 受入タンク (160 m<sup>3</sup>, 200 m<sup>3</sup>)

設定値 水位高: 底部より 4, 100 mm 以下

水位低: 底部より 600 mm 以上

(d) 貯留タンク (50 m<sup>3</sup>)

設定値 水位高: 底部より 2, 200 mm 以下

水位低: 底部より 100 mm 以上

(e) 貯留タンク (90 m<sup>3</sup>)

設定値 水位高: 底部より 2, 500 mm 以下

水位低: 底部より 100 mm 以上

(f)貯留タンク (299m<sup>3</sup>, 508m<sup>3</sup>)

設定値 水位高：底部より 8, 242 mm 以下  
水位低：底部より 600 mm 以上

(g)貯留タンク (1, 100m<sup>3</sup>)

設定値 水位高：底部より 8, 800 mm 以下  
水位低：底部より 1, 500 mm 以上

(追 設)

(h)貯留タンク (1, 160m<sup>3</sup>)

設定値 水位高：底部より 12, 060 mm 以下  
水位低：底部より 1, 150 mm 以上

(2)移送設備

a. 移送ポンプ (完成品)

台 数 16台  
容 量 30 m<sup>3</sup>/日 (1台あたり)  
揚 程 20 m×3台  
33 m×2台  
54.4 m×5台  
65 m×1台

(追 設)

20 m×1台  
65 m×2台  
13 m×1台  
43.2 m×1台

(廃 止)

35 m×4台

b. 耐圧ホース (完成品)

呼び径 75A相当, 100A相当, 200A相当  
材 質 ポリ塩化ビニル  
最高使用圧力 0.98 MPa  
最高使用温度 50℃

c. ポリエチレン管 (完成品)

呼び径 50A相当, 75A相当, 100A相当  
材 質 ポリエチレン  
最高使用圧力 0.98 MPa  
最高使用温度 40℃

(追 設)

名 称	仕 様	
6号機タービン建屋内移送ポンプ出口合流から6号機タービン建屋出口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
6号機タービン建屋出口配管分岐から受入タンクまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
受入タンク出口配管分岐から貯留タンクまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当, 75A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
貯留タンク出口から浄化ユニット入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当, 75A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
浄化ユニット出口から貯留タンク入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
貯留タンク出口から移送ポンプ(65m)入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
移送ポンプ(65m)出口から貯留タンク入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当, 100A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃

名 称	仕 様	
貯留タンク出口から移送ポンプ（43.2m）入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当, 100A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch40 65A／Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
移送ポンプ（43.2m）出口から配管末端まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
貯留タンク出口から移送ポンプ（13m）入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A相当, 200A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
移送ポンプ（13m）出口から淡水化装置入口配管合流まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98 MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃

名 称	仕 様	名 称
移送ポンプ（20 m）（水中ポンプ）から貯留タンク出口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリ塩化ビニル 0.98 MPa 50 °C
貯留タンク出口から淡水化装置入口配管合流まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C

（廃 止）

名 称	仕 様	仕 様
6号機タービン建屋内移送ポンプ出口合流から6号機タービン建屋出口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリ塩化ビニル 0.98 MPa 50 °C
貯留タンク内の旧淡水化装置用移送ポンプ（35 m）（水中ポンプ）から貯留タンク出口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリ塩化ビニル 0.98 MPa 50 °C
貯留タンク出口から旧淡水化装置入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
旧淡水化装置から貯留タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75 A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
旧淡水化装置から淡水化処理した水を貯留タンクへ送水する配管の分岐まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50 A相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C

(3) 油水分離装置

処 理 量                    20 m<sup>3</sup>/h  
系 列 数                    直列2 系列  
最高使用圧力                0.6 MPa



(4)浄化装置

吸着剤	キレート樹脂及びゼオライト
処理量	20 m <sup>3</sup> /h
系列数	1 系列
最高使用圧力	0.6 MPa

(5)淡水化装置 (完成品)

処理量	100 m <sup>3</sup> /日
基数	1 基
最高使用圧力	静水圧～6.0 MPa

(廃止)

旧淡水化装置

(追設)

(6)浄化ユニット

吸着材	活性炭 セシウム/ストロンチウム同時吸着材
処理量	100 m <sup>3</sup> /日/系列
系列数	4 系列
最高使用圧力	0.98 MPa

a. 前置フィルタ

名 称		前置フィルタ	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	4.2	
最高使用圧力	MPa	0.98	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	339.8
	胴 板 厚 さ	mm	7.9
	上部鏡板厚さ	mm	8.0
	下部鏡板厚さ	mm	8.0
	高 さ	mm	1380.0
材 料	胴 板	—	SGP+ゴムライニング
	鏡 板	—	SS400+ゴムライニング
個 数	個/系列	1	
系 列 数	系列	4	

b. 吸着塔タイプ1

名 称		吸着塔タイプ1	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	4.2	
最高使用圧力	MPa	0.98	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 外 径	mm	508.0
	胴 板 厚 さ	mm	9.53
	上部, 下部平板厚さ	mm	50.0
	高 さ	mm	2286.0
材 料	胴 板	—	ASTM A106Gr. B (STPT410 相当) +ゴムライニング
	上部, 下部平板	—	SS400+ゴムライニング
個 数	個/系列	1	
系 列 数	系列	4	

c. 吸着塔タイプ2

名 称		吸着塔タイプ2	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	4.2	
最高使用圧力	MPa	0.98	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	700.0
	胴 板 厚 さ	mm	8.0
	上部鏡板厚さ	mm	8.0
	下部鏡板厚さ	mm	8.0
	高 さ	mm	1500.0 1550.0
材 料	胴 板	—	SUS316L
	鏡 板	—	SUS316L
個 数	個/系列	3	
系 列 数	系列	4	

d. 移送ポンプ (完成品)

台 数	1 台/系列
容 量	100 m <sup>3</sup> /日/台
揚 程	91 m

e. 出口フィルタ（完成品）

名 称		出口フィルタ	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	4.2	
最高使用圧力	MPa	0.98	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 外 径	mm	219.0
	胴 板 厚 さ	mm	3.0
	上 部 鏡 板 厚 さ	mm	3.0
	下 部 鏡 板 厚 さ	mm	3.0
	高 さ	mm	1308.0
材 料	胴 板	—	GB S31603 (SUS316L 相当)
	鏡 板	—	GB S31603 (SUS316L 相当)
個 数	個/系列	1	
系 列 数	系列	4	

f. 主要配管仕様

名 称	仕 様	
浄化ユニット入口から 移送ポンプまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch40 40A/Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98MPa 40℃
移送ポンプから 前置フィルタまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch40 32A/Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98MPa 40℃
前置フィルタから 出口フィルタまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch40 STPG370 +ポリエチレンライニング 0.98MPa 40℃
(耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A相当 EPDM (合成ゴム) 0.98MPa 40℃

名 称	仕 様	名 称
出口フィルタから 浄化ユニット出口まで (鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch40 40A/Sch40
	材質	STPG370 +ポリエチレンライニング
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃

(7)堰

受入タンク・油分分離装置エリア

高 さ 510mm以上\*

受入タンクエリア

高 さ 560mm以上\*

貯留タンクエリア

高 さ 580mm以上\*

\*：高さは、以下の各エリア毎に想定最大量及び堰内の面積から算出。

受入タンク・油分分離装置エリア	想定最大量 408 m <sup>3</sup>	堰内の面積 814 m <sup>2</sup>
受入タンクエリア	想定最大量 1,043 m <sup>3</sup>	堰内の面積 1,865 m <sup>2</sup>
貯留タンクエリア	想定最大量 3,301 m <sup>3</sup>	堰内の面積 5,751 m <sup>2</sup>

2.33.3 添付資料

- 添付資料－1 建屋内の滞留水による影響について
- 添付資料－2 6号機 放射性液体廃棄物処理系の未復旧期間における廃液の処理について
- 添付資料－3 6号機 原子炉建屋付属棟の一部没水機器について
- 添付資料－4 系統概要図及び全体概要図
- 添付資料－5 滞留水貯留設備の増設について
- 添付資料－6 メガフロート係留場所の津波に対する考慮について
- 添付資料－7 タンク等の構造強度及び耐震性に関する評価結果について
- 添付資料－8 滞留水貯留設備の増設及び廃止について
- 添付資料－9 浄化ユニット用ジャバラハウスの耐震評価について
- 添付資料－10 浄化ユニットからの敷地境界線量評価
- 添付資料－11 廃棄物発生量に関する評価

2.33.4 参考資料

- 参考資料－1 構内散水における被ばく評価

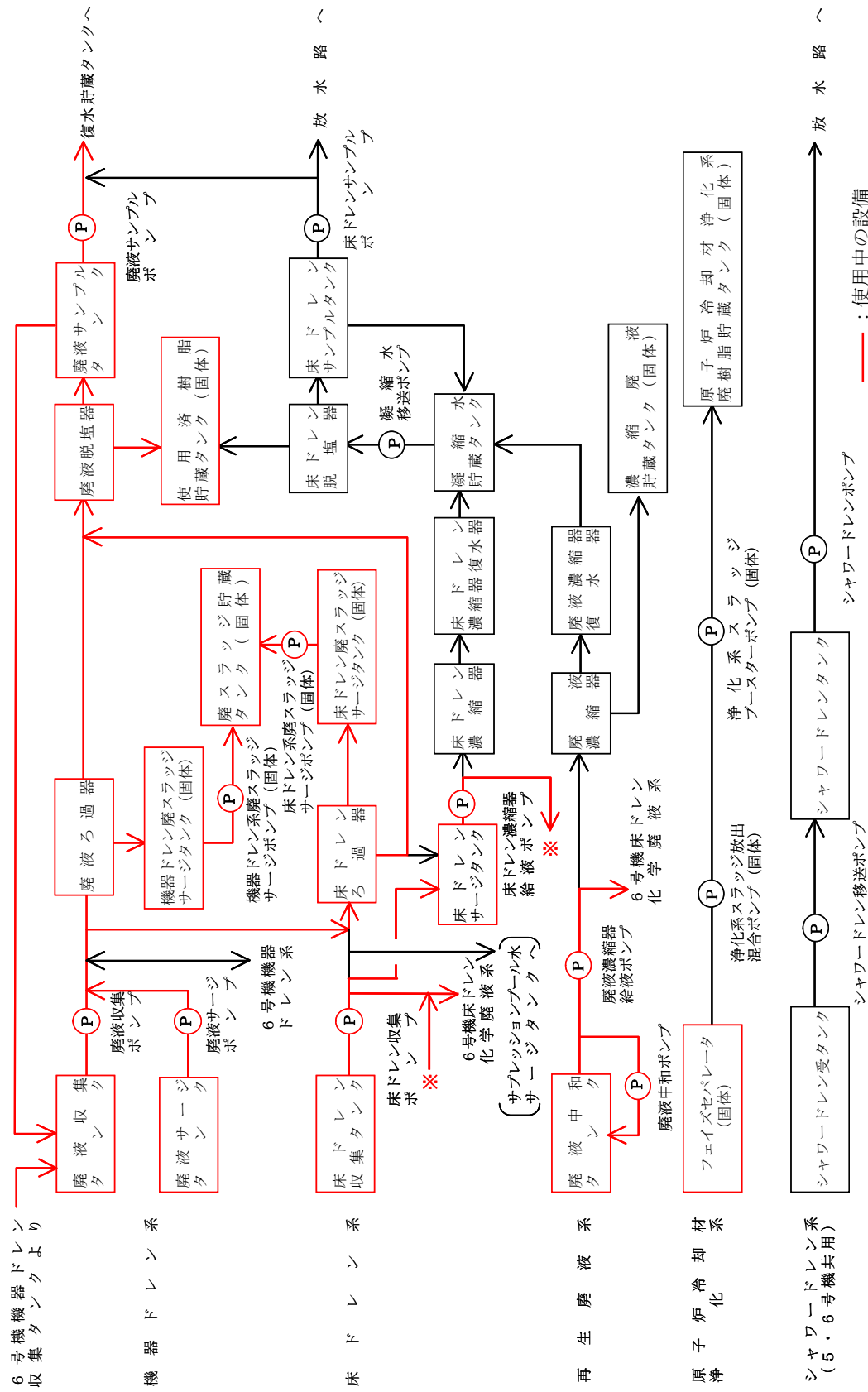


図-1 5号機 放射性液体廃棄物処理系 系統概要図

(固体)：放射性固体廃棄物処理系

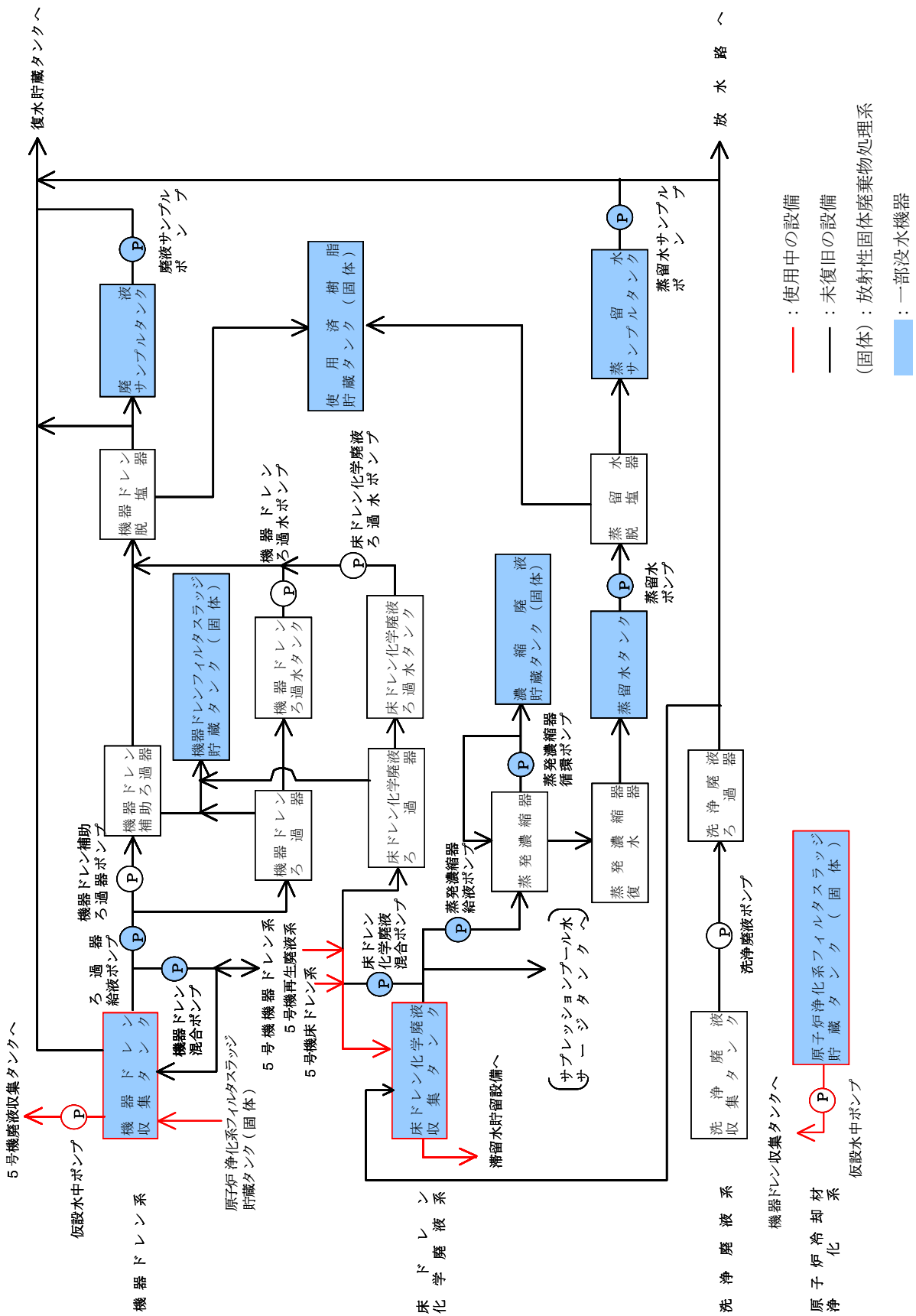


図-2 6号機 放射性液体廃棄物処理系 系統概要図

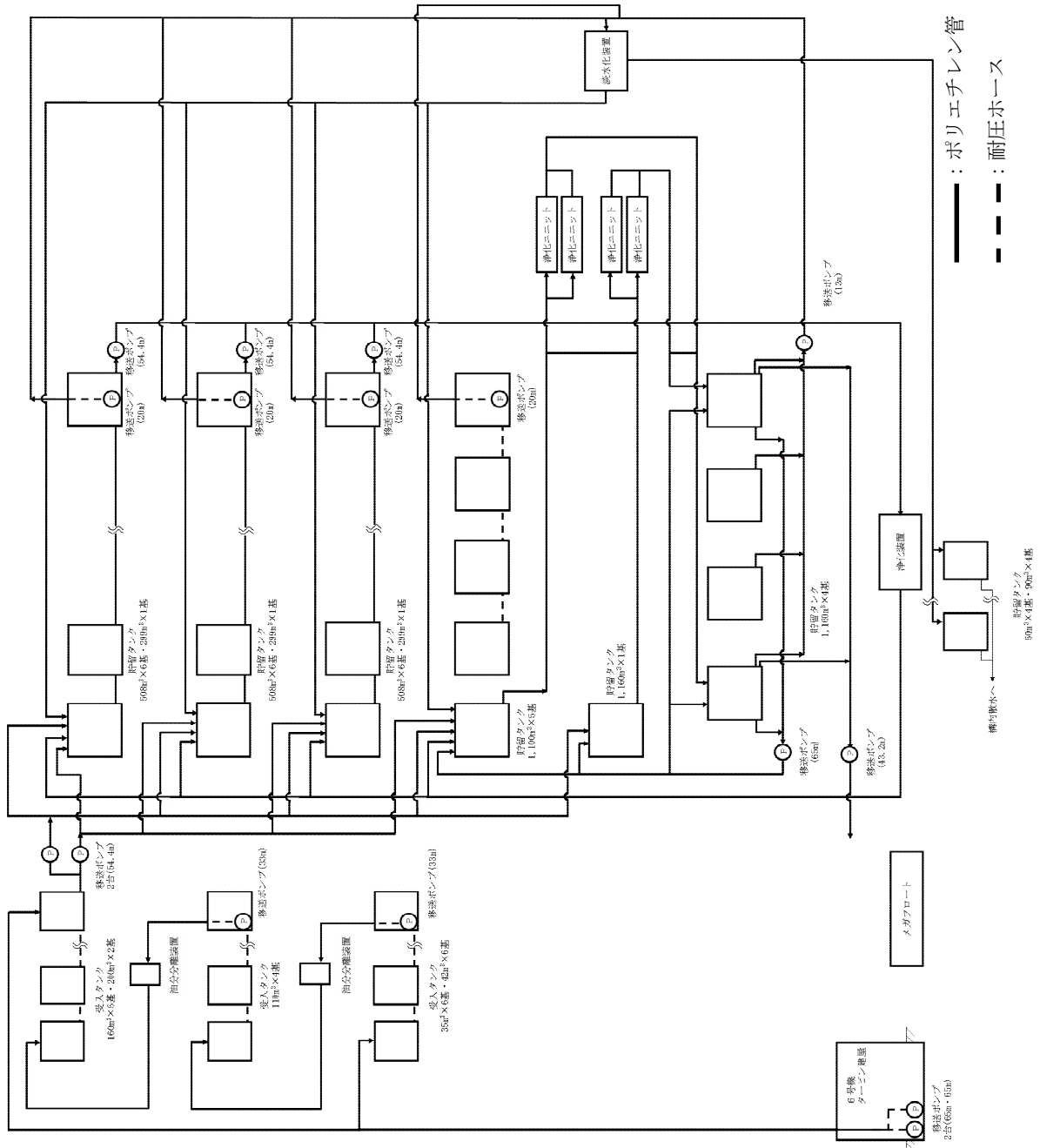


図-3 5・6号機 滞留水貯留設備 系統概要図

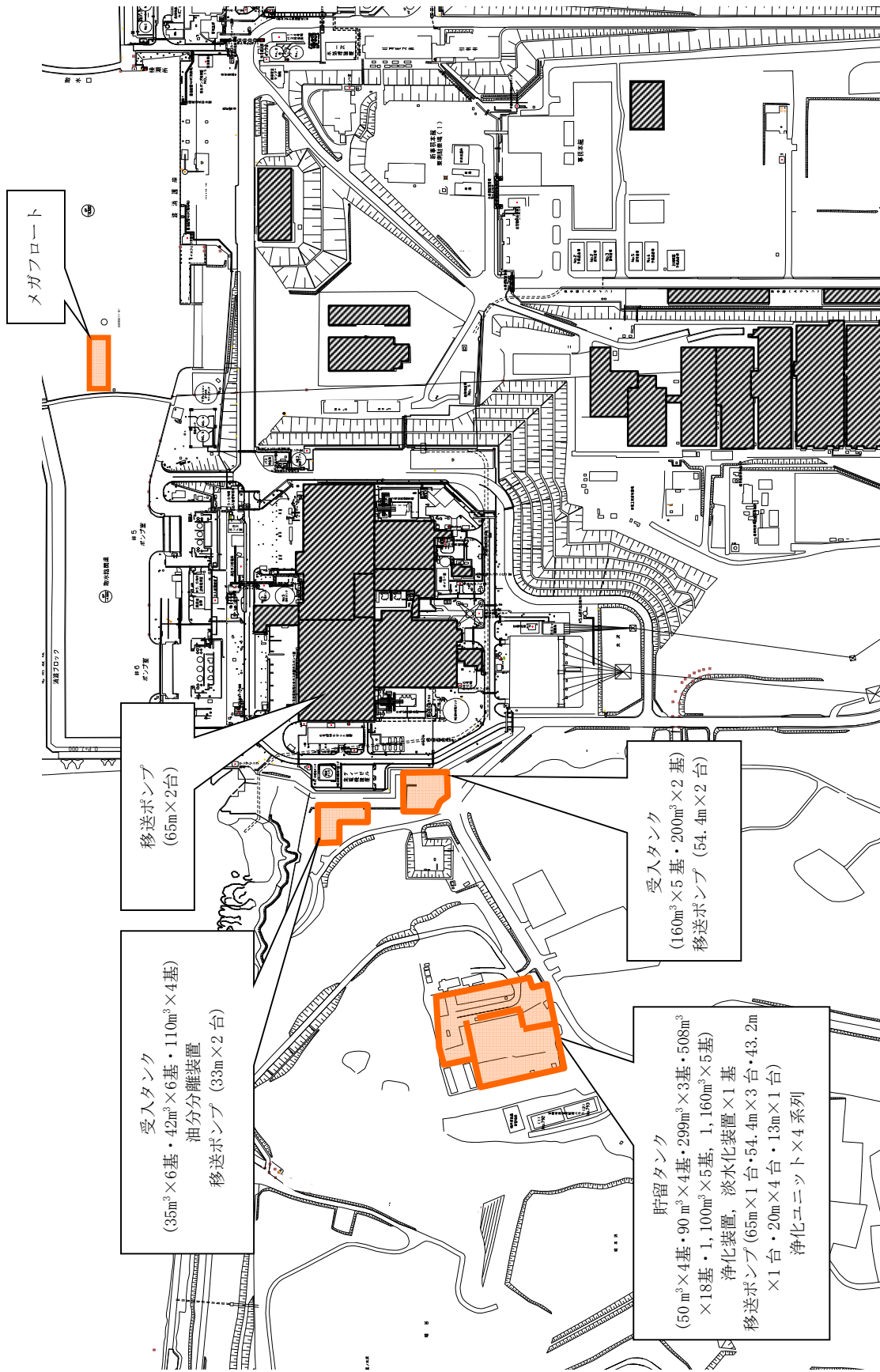


図-4 5・6号機 滯留水貯留設備 全体概要図



## 滞留水貯留設備の増設について

滞留水貯留設備は、貯留能力増強及び信頼性向上を目的とした以下の工事について計画し実施する。

### 1. 工事概要

#### (1) 貯留タンク増設

貯留設備の貯留能力増強を図るため、貯留タンクを増設する。増設計画は別添－ 1 に示す。

#### (2) 移送ポンプ増設

淡水化装置の増設に伴い、移送ポンプの増設を行う。

#### (3) 淡水化装置設置

淡水化装置の信頼性向上を図るため、増設を行う。

#### (4) 堰の設置

滞留水漏えい時の汚染拡大を防止し信頼性向上を図るため、受入タンク・油分分離装置エリア，受入タンクエリア，貯留タンクエリアの各エリアについて堰（地面の防水処置含む）の設置を行う。

### 2. 設備概要

淡水化装置概要図 別添－ 2 に示す。

### 3. 工 程

年度	2013				2014				
	6~12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
移送ポンプ*1							増設		
淡水化装置*1						増設			
堰				設置					

\*1：各設備付属配管の増設を含む。

図－1 工事工程

### 4. 確認事項

表－1 移送ポンプ（水中ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
性能	運転確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載の容量，揚程を満足すること。

表-2 淡水化装置

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	材料確認	納品書等に添付されている図面等により使用材料を確認する。	ろ過器：FRP 取水槽：FRP 前置ろ過器：SS400（FRPライニング） ろ過水槽：FRP チェックフィルタ：FRP ①耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管：ポリ塩化ビニル* ②ナイロンコーティング管：SUS316LTP（ナイロンコーティング）* ③ナイロンコーティング管：STPG370（ナイロンコーティング）* と相違ないこと。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	淡水化装置の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	運転状態にて、運転圧に耐え、かつ、漏えいのないことを確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
性能	性能確認	淡水化装置の性能確認を行う。	実施計画に記載の処理量を満足すること。また、淡水化後の水質が構内散水可能な放射能濃度を満足すること。

\*：別添-4 図-1 5・6号機 淡水化装置概要図 参照

表－3 各設備付属配管

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度・耐震性	材料確認	納品書等に添付されている図面，カタログ等により使用材料を確認する。	④耐圧ホース（完成品）：ポリ塩化ビニル* ⑤ポリエチレン管（完成品）：ポリエチレン* と相違ないこと。
	寸法確認	納品書等に添付されている図面，カタログ等により確認する。	確認書類に示される寸法が，実施計画の通りであること。 ④耐圧ホース（完成品）：75 A相当 ⑤ポリエチレン管（完成品）：75 A相当
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	耐圧・漏えい確認	運転状態にて，運転圧に耐え，かつ，漏えいのないことを確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。

\*：別添－4 図－1 5・6号機 淡水化装置概要図 参照

表－4 堰

確認事項	確認項目	確認内容	判定
性能	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	寸法確認	高さを確認する。	実施計画に記載の通りであること。
	据付確認	堰の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通り据付されていること。

## 5. 別添

別添－1 滞留水貯留設備の貯留タンク増設計画について

別添－2 淡水化装置概要図

### 滞留水貯留設備の貯留タンク増設計画について

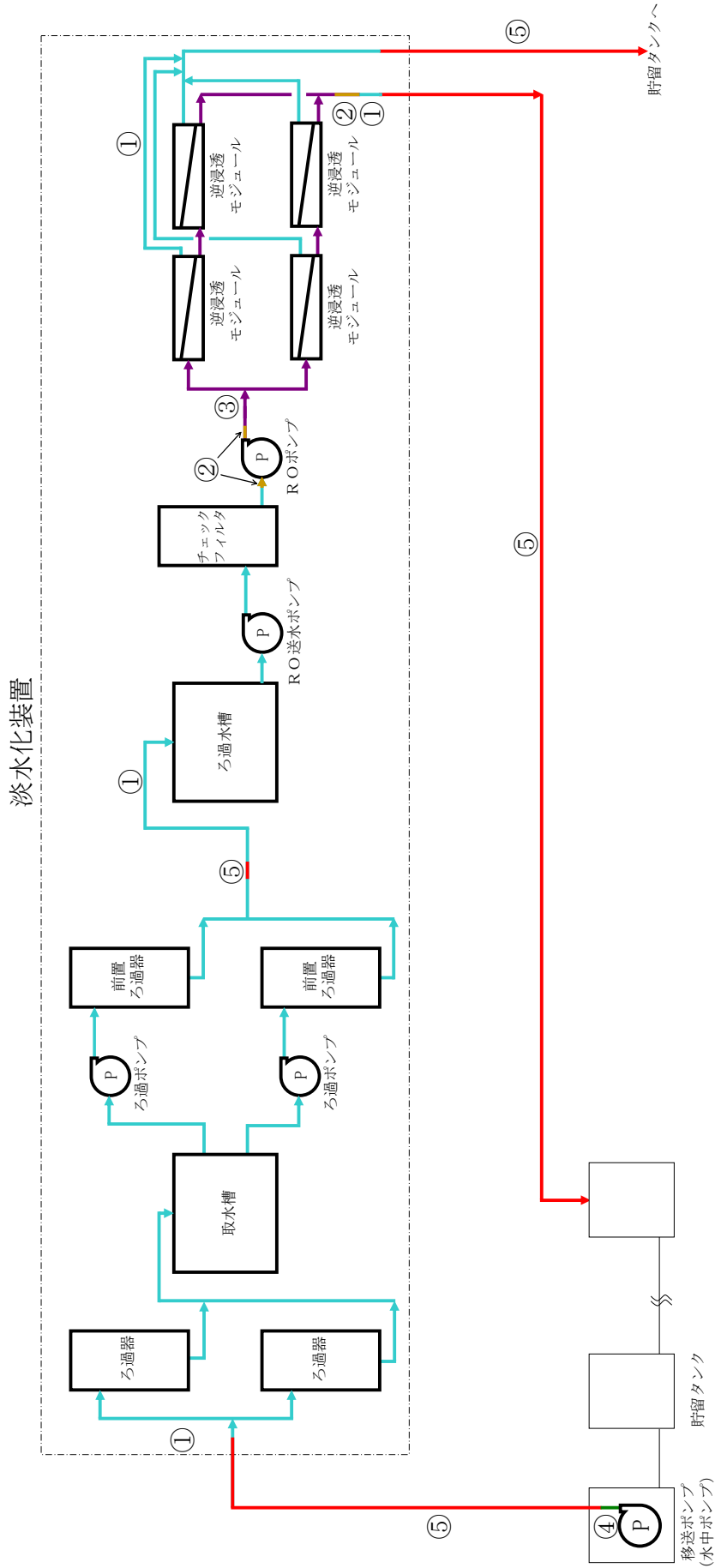
5・6号機の滞留水貯留設備は、貯留能力増強のため600m<sup>3</sup>タンク9基（フランジ型）の移設を計画していたが、1～4号機汚染水処理設備で発生したフランジ型タンクの漏えい事象に鑑み、移設するタンクが同型であったことからタンクの移設を中止した。

このため、貯留タンクの仕様をフランジ型から溶接型へ見直すと共に、1～4号機汚染水処理設備のタンク増設計画に影響を与えない範囲でタンクの増設を計画する。併せて、更なる信頼性向上を目的とした基礎外周堰の設置を計画する。

貯留タンク増設の方針は、以下のとおり。

- (1) 貯留タンク 溶接型
- (2) 適合規格 JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- (3) 工 程 平成 26 年度下期以降実施

なお、過去1年間の実績から建屋内への地下水流入量（約20m<sup>3</sup>/日）と構内散水量は平衡状態にあり、平成26年6月現在、貯留タンクの設備容量約16,000m<sup>3</sup>に対し約1,000m<sup>3</sup>の余裕があるため、当面、地下水の流入による冷温停止維持に必要な設備への影響はない。



別添—2

図—1 5・6号機 淡水化装置概要図

## タンク等の構造強度及び耐震性に関する評価結果について

## 1. 構造強度及び耐震性

滞留水貯留設備を構成する機器の構造強度及び耐震性についての評価を行う。

## 2. 構造強度

- (1) 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成25年8月14日より前に）設計に着手したタンク

円筒形タンクの板厚評価を実施した結果、水頭圧に耐えられることを確認した。

（表－1 参照）

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

$t$  : 胴の必要板厚

$Di$  : 胴の内径

$H$  : 水頭

$\rho$  : 液体の比重

$S$  : 最高使用温度における材料（SS400）  
の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

表－1 板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要板厚[mm]	板厚[mm]
受入タンク (容量：160m <sup>3</sup> )	胴板	1.5	4.5
受入タンク (容量：200m <sup>3</sup> )	胴板	1.9	6.0
貯留タンク (容量：50m <sup>3</sup> )	胴板	0.5	8.0
貯留タンク (容量：90m <sup>3</sup> )	胴板	0.9	21.0
貯留タンク (容量：299m <sup>3</sup> )	胴板	3.1	9.0
貯留タンク (容量：508m <sup>3</sup> )	胴板	4.0	9.0
貯留タンク (容量：1,100m <sup>3</sup> )	胴板	9.6	12.0



(2) 平成 25 年 8 月 14 日以降に設計するタンク

a. 貯留タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した。(表-2-1 参照)

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

$t$  : 胴の計算上必要な厚さ

$Di$  : 胴の内径

$H$  : 水頭

$\rho$  : 液体の比重

$S$  : 最高使用温度における  
材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

ただし、 $t$ の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3$ [mm]以上、その他の金属の場合は $t=1.5$ [mm]以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表-2-1 貯留タンクの胴の板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要板厚[mm]	板厚[mm]
貯留タンク (容量：1,160m <sup>3</sup> )	胴板	11.7	12.0

b. 貯留タンクの底板の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し、底板の厚さについて評価を実施した。評価の結果、必要板厚を確保していることを確認した。(表-2-2 参照)

表-2-2 貯留タンクの底板の板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要板厚[mm]	板厚[mm]
貯留タンク (容量：1,160m <sup>3</sup> )	底板	3.0 <sup>※1</sup>	11.2

※1 地面、基礎等に直接接触するものについては、3mm (設計・建設規格)

c. 貯留タンクの管台の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し、管台の板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した。(表-2-3 参照)

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

$t$  : 管台の計算上必要な厚さ

$Di$  : 管台の内径

$H$  : 水頭

$\rho$  : 液体の比重

$S$  : 最高使用温度における  
材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

ただし、管台の外径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表-2-3 貯留タンクの管台の板厚評価結果

機器名称	管台口径	評価部位	必要板厚[mm]	板厚[mm]
貯留タンク (容量：1,160m <sup>3</sup> )	100A	管台板厚	3.5 <sup>※2</sup>	5.25
	200A		3.5 <sup>※2</sup>	7.18
	650A		3.5 <sup>※2</sup>	11.2

※2 管台の外径：82mm以上のものについては3.5mm

d. 貯留タンクの胴の穴の補強評価

設計・建設規格に準拠し、胴の穴の補強について評価を実施した。評価の結果、補強に有効な面積が補強に必要な面積より大きいため、補強は十分であることを確認した。(表-2-4 参照)

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d)$$

$$-2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)(\eta t_s - Ft_{sr})t_n$$

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \text{Max}\left(d, \frac{d}{2} + t_s + t_n\right)$$

$$A_2 = 2((t_{n1} - t_{nr})Y_1 + t_{n2}Y_2)S_n / S_s$$

$$t_{nr} = \frac{PDi}{2S_n - 1.2P}$$

$$Y_1 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n1} + Te)$$

$$Y_2 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n2}, h)$$

$$A_3 = L_1L_1 + L_2L_2 + L_3L_3$$

$$A_4 = (W - Wi) \times Te$$

$$W = \text{Min}(X, De)$$

$$Ar = dt_{sr}F + 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)t_{sr}Ft_n$$

- $A_0$  : 補強に有効な総面積
- $A_1$  : 胴,鏡板又は平板部分の補強に有効な面積
- $A_2$  : 管台部分の補強に有効な面積
- $A_3$  : すみ肉溶接部の補強に有効な面積
- $A_4$  : 強め材の補強に有効な面積
- $\eta$  : PVC-3161.2 に規定する効率
- $t_s$  : 胴の最小厚さ
- $t_{sr}$  : 継ぎ目のない胴の計算上必要な厚さ (PVC-3122(1)において  $\eta = 1$  としたものの)
- $t_n$  : 管台最小厚さ
- $t_{n1}$  : 胴板より外側の管台最小厚さ
- $t_{n2}$  : 胴板より内側の管台最小厚さ
- $t_{nr}$  : 管台の計算上必要な厚さ
- $P$  : 最高使用圧力(水頭)=9.80665×10<sup>3</sup>H ρ
- $S_s$  : 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
- $S_n$  : 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
- $Di$  : 管台の内径
- $X$  : 胴面に沿った補強に有効な範囲
- $X_1$  : 補強に有効な範囲
- $X_2$  : 補強に有効な範囲
- $Y_1$  : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より外側)
- $Y_2$  : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より内側)
- $h$  : 管台突出し高さ (胴より内側)
- $L_1$  : 溶接の脚長
- $L_2$  : 溶接の脚長
- $L_3$  : 溶接の脚長
- $Ar$  : 補強が必要な面積
- $d$  : 胴の断面に現れる穴の径
- $F$  : 係数 (図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
- $Te$  : 強め材厚さ
- $W$  : 強め材の有効範囲
- $Wi$  : 開先を含めた管台直径
- $De$  : 強め材外径

表-2-4 貯留タンクの穴の補強評価結果

機器名称	管台口径	評価部位	Ar [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>0</sub> [mm <sup>2</sup> ]
貯留タンク (容量 : 1,160m <sup>3</sup> )	100A	管台	732	1,505
	200A		1,421	2,979
	650A		4,466	7,608

e. 強め材の取付け強さ

設計・建設規格に準拠し、強め材の取付け強さについて評価を実施した。評価の結果、溶接部の強度が十分であることを確認した。(表-2-5 参照)

$$F_1 = \frac{\pi}{2} d_o L_1 S \eta_1$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} d t_n S_n \eta_3$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d'_o t_s S \eta_2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} d_o L_2 S \eta_1$$

$$F_5 = \frac{\pi}{2} W_o L_3 S \eta_1$$

$$F_6 = \frac{\pi}{2} d'_o t_s S \eta_2$$

$$W = d'_o t_{sr} S - (t_s - F t_{sr}) (X - d'_o) S$$

$$W_1 = F_1 + F_2$$

$$W_2 = F_1 + F_6 + F_4$$

$$W_3 = F_5 + F_2$$

$$W_4 = F_5 + F_3$$

$$W_5 = F_1 + F_3$$

$$W_6 = F_5 + F_6 + F_4$$

$F_1$  : 断面 (管台外側のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ

$F_2$  : 断面 (管台内側の管台壁) におけるせん断強さ

$F_3$  : 断面 (突合せ溶接部) におけるせん断強さ

$F_4$  : 断面 (管台内側のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ

$F_5$  : 断面 (強め材のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ

$F_6$  : 断面 (突合せ溶接部) におけるせん断強さ

$d_o$  : 管台外径

$d$  : 管台内径

$d_o'$  : 胴の穴の径

$W_o$  : 強め材の外径

$S$  : 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力

$S_n$  : 管台材料の最高使用温度における許容引張応力

$L_1$  : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より外側) )

$L_2$  : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より内側) )

$L_3$  : 溶接部の脚長 (強め材)

$\eta_1$  : 強め材の取付け強さ (すみ肉溶接部のせん断)

$\eta_2$  : 強め材の取付け強さ (突合せ溶接部の引張)

$\eta_3$  : 強め材の取付け強さ (管台壁のせん断)

※表 PVC-3169-1 の値より

$W$  : 溶接部の負うべき荷重

$t_{sr}$  : 継目のない胴の計算上必要な厚さ  
(PVC-3122(1)において  $\eta = 1$  としたもの)

$F$  : 管台の取付角度より求まる係数  
(図 PVC-3161.2-1 から求まる値)

$X$  : 補強に有効な範囲

$W_1$  : 予想される破断箇所の強さ

$W_2$  : 予想される破断箇所の強さ

$W_3$  : 予想される破断箇所の強さ

$W_4$  : 予想される破断箇所の強さ

$W_5$  : 予想される破断箇所の強さ

$W_6$  : 予想される破断箇所の強さ

表-2-5 貯留タンクの強め材の取付け強さ

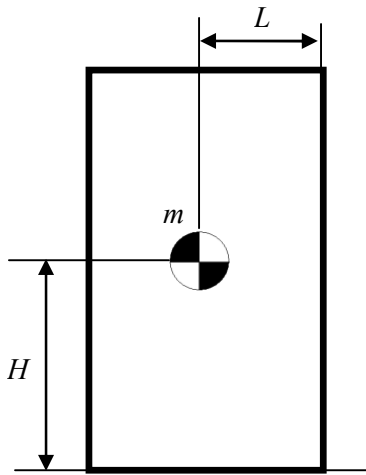
機器名称	管台 口径	溶接部の負 うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
		W [N]	W <sub>1</sub> [N]	W <sub>2</sub> [N]	W <sub>3</sub> [N]	W <sub>4</sub> [N]	W <sub>5</sub> [N]	W <sub>6</sub> [N]
貯留タンク (容量:1,160m <sup>3</sup> )	100A	35,520	105,278	249,921	117,143	214,608	202,743	261,786
	200A	61,220	288,929	566,723	291,336	432,427	430,020	569,130
	650A	163,240	1,160,164	1,873,460	1,491,562	1,641,871	1,310,473	2,204,858

### 3. 耐震性

(1) 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手したタンク

#### a. 転倒評価

地震時の水平荷重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により転倒評価を行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重による転倒モーメント<②自重による安定モーメント」となることから、転倒しないことを確認した。（表-3, 4 参照）



$C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$H$  : 据付面からの重心までの距離

$L$  : 転倒支点から機器重心までの距離

①地震時の水平荷重による転倒モーメント： $M_1 = C_H \times m \times g \times H$

②自重による安定モーメント： $M_2 = m \times g \times L$

#### b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重によるすべり力<②接地面の摩擦力」となることから、滑動しないことを確認した。（表-3, 4 参照）

①地震時の水平荷重によるすべり力： $F_L = C_H \times m \times g$

②接地面の摩擦力： $F_\mu = \mu \times m \times g$

$C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$\mu$  : 摩擦係数

(コンクリート上：0.4,

敷鉄板上：0.52)

c. 支持力評価

タンクの鉛直荷重と極限支持力を比較して、地震時の支持力に対する評価を行った。支持力の算定式は「社団法人日本道路協会（2002）：道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に基づき次式を用いた。評価の結果、「①タンクの鉛直荷重<②タンク基礎底面地盤の極限支持力」となり、安全性を有していることを確認した。（表-3，4 参照）

$$\textcircled{1} \text{タンクの鉛直荷重} : W = m \times g$$

$$\textcircled{2} \text{タンク基礎底面地盤の極限支持力} : Q_u = A_e \left( \alpha k c N_c S_c + k q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_r S_r \right)$$

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$A_e$  : 有効載荷面積

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数

$k$  : 根入れ効果に対する割増し係数

$c$  : 地盤の粘着力 ( $c=39\text{kN/m}^2$ )

$N_c, N_q, N_r$  : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

$q$  : 上載荷重 ( $q=\gamma_2 D_f$ )

$\gamma_1, \gamma_2$  : 支持地盤及び根入れ地盤の単位重量 ( $\gamma_1, \gamma_2=15.9\text{kN/m}^2$ )

$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ

$B_e$  : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 ( $B_e=B-2e_B$ )

$B$  : 基礎幅

$e_B$  : 荷重の偏心量

表-3 機器質量及び基礎幅一覧

機器名称	$m^*$ (t)	$B$ (m)
受入タンク (容量: 35m <sup>3</sup> )	43.3	2.0
受入タンク (容量: 42m <sup>3</sup> )	51.0	2.3
受入タンク (容量: 110m <sup>3</sup> )	127.6	4.7
受入タンク (容量: 160m <sup>3</sup> )	169.7	6.9
受入タンク (容量: 200m <sup>3</sup> )	211.9	6.9
貯留タンク (容量: 50m <sup>3</sup> )	93.5	3.1
貯留タンク (容量: 90m <sup>3</sup> )	133.5	3.1
貯留タンク (容量: 299m <sup>3</sup> )	329.3	6.9
貯留タンク (容量: 508m <sup>3</sup> )	553.7	9.0
貯留タンク (容量: 1,100m <sup>3</sup> )	1,165.0	12.2
移送ポンプ(横置き型ポンプ)	0.2	0.7
油分分離装置	108.7	4.4
浄化装置	17.0	1.3
淡水化装置 (コンテナ)	17.2	12.2

\* : タンク及び油分分離装置は水の質量も含む。



表-4 評価結果

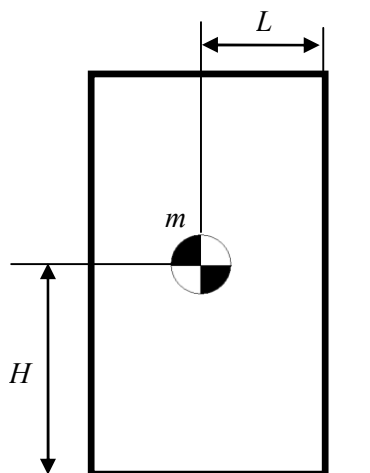
機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	①	②	単位
受入タンク (容量：35m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	172	428	kN・m
		滑動		153	220	kN
	地盤	支持力		425	3,164	kN
受入タンク (容量：42m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	203	579	kN・m
		滑動		181	260	kN
	地盤	支持力		501	3,937	kN
受入タンク (容量：110m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	577	2,940	kN・m
		滑動		451	650	kN
	地盤	支持力		1,252	11,210	kN
受入タンク (容量：160m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	1,348	5,658	kN・m
		滑動		600	865	kN
	地盤	支持力		1,665	10,048	kN
受入タンク (容量：200m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	2,058	7,065	kN・m
		滑動		749	1,080	kN
	地盤	支持力		2,079	9,241	kN
貯留タンク (容量：50m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	718	1,420	kN・m
		滑動		330	476	kN
	地盤	支持力		917	5,693	kN
貯留タンク (容量：90m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	1,025	2,028	kN・m
		滑動		472	680	kN
	地盤	支持力		1,309	4,960	kN
貯留タンク (容量：299m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	5,326	10,937	kN・m
		滑動		1,163	1,679	kN
	地盤	支持力		3,230	7,195	kN
貯留タンク (容量：508m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	9,026	23,989	kN・m
		滑動		1,955	2,823	kN
	地盤	支持力		5,430	14,926	kN

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	①	②	単位
貯留タンク (容量：1,100m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	21,645	68,548	kN・m
		滑動		4,113	4,569	kN
	地盤	支持力		11,425	29,867	kN
移送ポンプ (横置き型ポンプ)	本体	転倒	0.36	0.14	0.34	kN・m
		滑動		0.71	0.78	kN
	地盤	支持力		1.97	192	kN
油分分離装置	本体	転倒	0.36	471	2,337	kN・m
		滑動		384	554	kN
	地盤	支持力		1,066	9,949	kN
浄化装置	本体	転倒	0.36	62	110	kN・m
		滑動		60	66	kN
	地盤	支持力		167	188	kN
淡水化装置 (コンテナ)	本体	転倒	0.36	124	201	kN・m
		滑動		61	87	kN
	地盤	支持力		169	3,342	kN

(2) 平成25年8月14日以降に設計するタンク

a. 転倒評価

地震時の水平荷重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により転倒評価を行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重による転倒モーメント<②自重による安定モーメント」となることから、転倒しないことを確認した。(表-5, 6 参照)



$C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)

$m$  : タンク空質量+内包液体質量 (満水時)

$m_1$  : タンク胴+内包液体質量 (満水時)

$m_2$  : 屋根板質量

$g$  : 重力加速度

$H_1$  : 据付面からの胴部重心までの距離

$H_2$  : 据付面からの天板重心までの距離

$L$  : 転倒支点から機器重心までの距離

①地震時の水平荷重による転倒モーメント :  $M_1 = (m_1 \times H_1 + m_2 \times H_2) \times g \times C_H$

②自重による安定モーメント :  $M_2 = m \times g \times L$

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重によるすべり力<②接地面の摩擦力」となることから、滑動しないことを確認した。(表-5, 6 参照)

①地震時の水平荷重によるすべり力 :  $F_L = C_H \times m \times g$

②接地面の摩擦力 :  $F_\mu = \mu \times m \times g$

$C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$\mu$  : 摩擦係数

(コンクリート上 : 0.4)

表-5 機器質量及び基礎幅一覧

機器名称	$m^*$ (t)	$B$ (m)
貯留タンク (容量: 1,160m <sup>3</sup> )	1,305.0	11.1

\*: 水の質量も含む。

表-6 評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	①	②	単位
貯留タンク (容量: 1,160m <sup>3</sup> )	本体	転倒	0.36	$3.1 \times 10^4$	$7.1 \times 10^4$	kN・m
		滑動		4,608	5,119	kN

c. タンク基礎の支持力評価

(a) 評価方法

タンクの鉛直荷重と極限支持力を比較して評価を行う。支持力の算定式は「社団法人日本道路協会（2002）：道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に基づき次式を用いる。計算した結果、①タンクの鉛直荷重<②タンク基礎底面地盤の極限支持力であり、安全性を有していることを確認する。

$$\text{①タンクの鉛直荷重： } W = m \times g$$

$$\text{②タンク基礎底面地盤の極限支持力： } Q_u = A_e \left( \alpha k c N_c S_c + k q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_r S_r \right)$$

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$A_e$  : 有効載荷面積

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数

$k$  : 根入れ効果に対する割増し係数

$c$  : 地盤の粘着力

$N_c, N_q, N_r$  : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

$q$  : 上載荷重 ( $q = \gamma_2 D_f$ )

$\gamma_1, \gamma_2$  : 支持地盤及び根入れ地盤の単位重量 ( $\gamma_1, \gamma_2 = 15.9 \text{ kN/m}^2$ )

$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ

$B_e$  : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 ( $B_e = B - 2e_B$ )

$B$  : 基礎幅

$e_B$  : 荷重の偏心量

(b) 管理

地盤改良後、簡易支持力測定器（キャスポル）\*により地盤の強度を測定し、上記式により必要な極限支持力を有していることを確認する。

※ ランマー（重鎮）を一定の高さから地盤に自由落下させたときに生ずる衝撃加速度の最大値と地盤強度特性値と相関させる衝撃加速度法を基本原理とした簡易な測定器。

d. タンク基礎の不陸

(a) 評価方法

タンクの設置高さが、設計高さに対して許容値以内\*であることを確認する。

※ 設計高さ±30mm（社内基準値）

(b) 管理

タンク基礎高さ（レベル）を測量し、当該高さが設計高さに対して±30mm以内であることを確認する。

e. 応力評価及び座屈評価

貯留タンクについては、以下の通り貯留機能維持について評価する。

『JEAC4601-2008 原子力発電所耐震設計技術規程』に基づき、タンク胴板の応力評価及び座屈評価により、発生する応力が許容値を超えないことを確認した。(表-7, 8 参照)

(a) 評価

1. 胴の応力評価

イ. 組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。

応力の種類	許容応力 $S_a$
一次一般膜応力	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の0.6倍のいずれか小さい方の値

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

応力計算において、静的地震力を用いる場合は、絶対値和を用いる。

(1) 静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' g H D_i}{2t}$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' g H D_i C_v}{2t}$$

$$\sigma_{x1} = 0$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がベースプレートと接合する点には、胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x2} = \frac{m_e g}{\pi(D_i + t)t}$$

$$\sigma_{x3} = \frac{m_e g C_v}{\pi(D_i + t)t}$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x4} = \frac{4C_m m_0 g \ell_g}{\pi(D_i + t)^2 t}$$

$$\tau = \frac{2C_m m_0 g}{\pi(D_i + t) t}$$

(4) 組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi} &= \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \\ \sigma_{xt} &= \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \\ \sigma_{ot} &= \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xt})^2 + 4\tau^2} \right\}\end{aligned}$$

(b) 組合せ圧縮応力

$\sigma_{xc}$ が正の値（圧縮側）のとき、次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\begin{aligned}\sigma_{\phi} &= -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \\ \sigma_{xc} &= -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \\ \sigma_{oc} &= \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xc})^2 + 4\tau^2} \right\}\end{aligned}$$

したがって、胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{ot}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{oc}) \}$$

となる。一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

表-7 貯留タンク応力評価結果

機器名称	部材	材料	水平方向 設計震度	応力	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
貯留タンク (容量：1,160m <sup>3</sup> )	胴板	SM400C	0.36	一次一般膜	70	138



ロ. 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。  
 （座屈の評価）

$$\frac{\alpha(\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\alpha\sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$$

ここで、 $f_c$ は次による。

$$\frac{Di+t}{2t} \leq \frac{1200g}{F} \text{ のとき,}$$

$$f_c = F$$

$$\frac{1200g}{F} < \frac{Di+t}{2t} < \frac{8000g}{F} \text{ のとき,}$$

$$f_c = F \left[ 1 - \frac{1}{6800g} \left\{ F - \phi_1 \left( \frac{8000g}{F} \right) \right\} \left( \frac{Di+t}{2t} - \frac{1200g}{F} \right) \right]$$

$$\frac{8000g}{F} \leq \frac{Di+t}{2t} \leq 800 \text{ のとき,}$$

$$f_c = \phi_1 \left( \frac{Di+t}{2t} \right)$$

ただし、 $\phi_1(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \frac{E}{x} \left[ 1 - 0.901 \left\{ 1 - \exp \left( -\frac{1}{16} \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

また、 $f_b$ は次による。

$$\frac{Di+t}{2t} \leq \frac{1200g}{F} \text{ のとき,}$$

$$f_b = F$$

$$\frac{1200g}{F} < \frac{Di+t}{2t} < \frac{9600g}{F} \text{ のとき,}$$

$$f_b = F \left[ 1 - \frac{1}{8400g} \left\{ F - \phi_2 \left( \frac{9600g}{F} \right) \right\} \left( \frac{Di+t}{2t} - \frac{1200g}{F} \right) \right]$$

$$\frac{9600g}{F} \leq \frac{Di+t}{2t} \leq 800 \text{ のとき,}$$

$$f_b = \phi_2 \left( \frac{Di+t}{2t} \right)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \frac{E}{x} \left[ 1 - 0.731 \left\{ 1 - \exp \left( -\frac{1}{16} \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

$\alpha$  は安全率で次による。

$$\frac{Di+t}{2t} \leq \frac{1200g}{F} \text{ のとき,}$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{1200g}{F} < \frac{Di+t}{2t} < \frac{8000g}{F} \text{ のとき,}$$

$$\alpha = 1 + \frac{F}{13600g} \left( \frac{Di+t}{2t} - \frac{1200g}{F} \right)$$

$$\frac{8000g}{F} \leq \frac{Di+t}{2t} \text{ のとき,}$$

$$\alpha = 1.5$$

表-8 貯留タンク座屈評価

機器名称	部材	材料	水平方向 設計震度	座屈評価結果
貯留タンク (容量：1,160m <sup>3</sup> )	胴板	SM400C	0.36	0.36 < 1

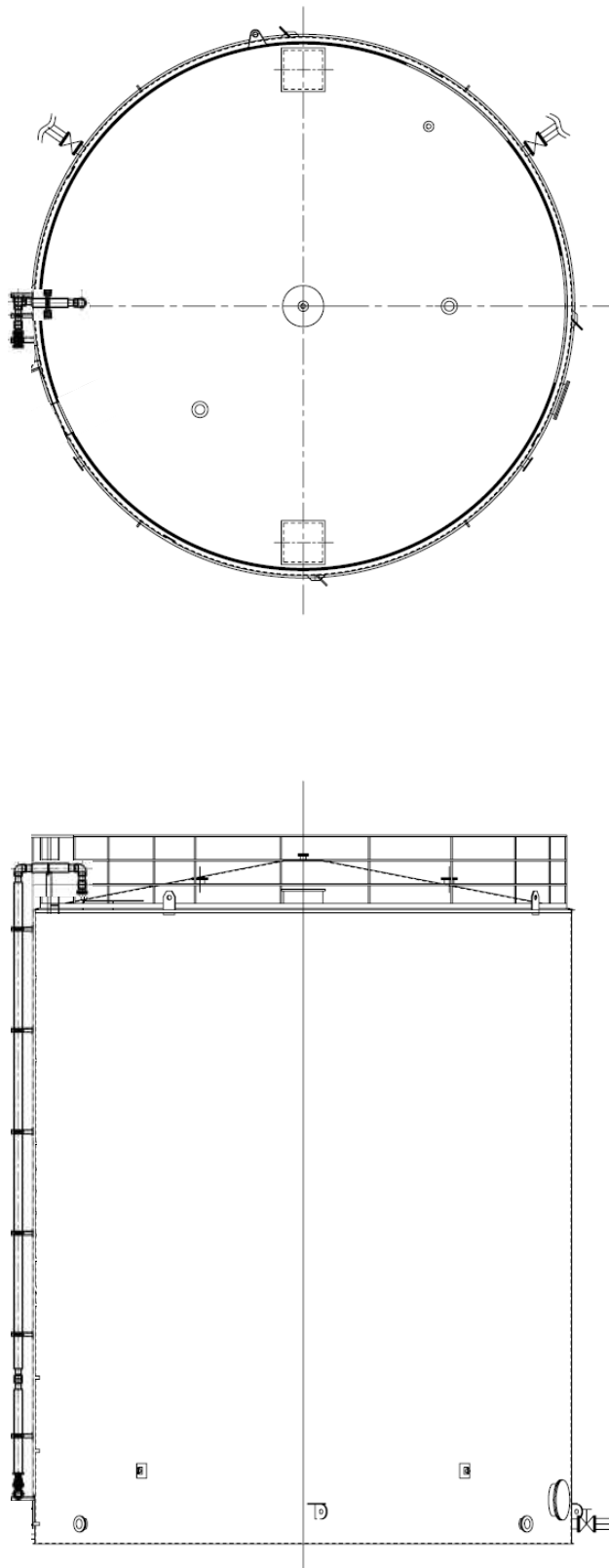
記号の説明

記号	記号の説明	単位
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_v$	鉛直方向設計震度	—
$D_i$	胴の内径	mm
$E$	胴の縦弾性係数	MPa
$F$	設計・建設規格 SSB-3121.1又はSSB-3131に定める値	MPa
$f_b$	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
$f_c$	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$H$	水頭	mm
$l_g$	基礎から容器重心までの距離	mm
$m_o$	容器の運転時質量	kg
$m_e$	容器の空質量	kg
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$t$	胴板の厚さ	Mm
$\alpha$	座屈応力に対する安全率	—
$\pi$	円周率	—
$\rho'$	液体の密度 (=比重×10 <sup>-6</sup> )	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_o$	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{oc}$	胴の組合せ圧縮応力	MPa
$\sigma_{ot}$	胴の組合せ引張応力	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
$\sigma_{x2}$	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
$\sigma_{x3}$	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
$\sigma_{x4}$	胴の水平方向地震による軸方向応力	MPa
$\sigma_{xc}$	胴の軸方向応力の和 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{xt}$	胴の軸方向応力の和 (引張側)	MPa
$\sigma_{\phi}$	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
$\tau$	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

4. 別添

別添－1 貯留タンク概略図

別添－2 滞留水貯留設備の貯留タンクに対するスロッシング評価



貯留タンク概略図

II-2-33-添 7-22

### 滞留水貯留設備の貯留タンクに対するスロッシング評価

滞留水貯留設備の貯留タンクについて地震発生時のタンク内包水のスロッシング評価を実施した。速度ポテンシャル理論に基づきスロッシング波高の評価を行った結果、スロッシング時のタンク内の液位がタンク天板に到達しないことを確認した。

スロッシング評価の流れは下記の通り。

- ・ 速度ポテンシャル理論に基づき、スロッシング固有周期（水面の一次固有周期）を算出する。
- ・ タンク設置エリアの地表面における基準地震動：Ss-1, 2, 3 に対する速度応答スペクトルから、スロッシング固有周期に応じた速度応答値を求める。
- ・ 速度ポテンシャル理論に基づき、速度応答値からスロッシング波高を算出する。
- ・ スロッシング波高がタンク高さを超えないことを確認する。

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{D}{3.68g} \coth\left(\frac{3.68H}{D}\right)}$$

$$\eta = 0.837 \left(\frac{D}{2g}\right) \left(\frac{2\pi}{T_s}\right) S_v$$

D : タンク内径 [m]

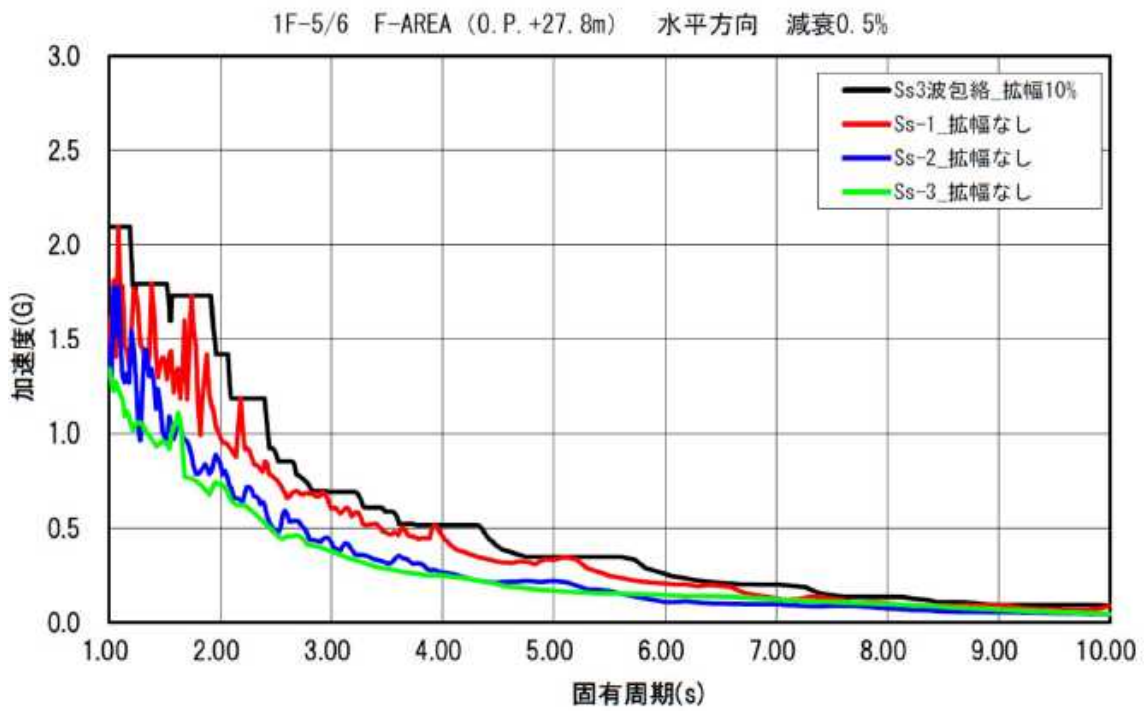
H : タンク液位 [m]

g : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]

T<sub>s</sub> : スロッシング固有周期 [s]

S<sub>v</sub> : 速度応答値 [m/s]

η : スロッシング波高 [m]



スロッシング床応答スペクトル

貯留タンクのスロッシング評価結果

機器名称	スロッシング波高 [mm]	スロッシング時液位 [mm]	タンク高さ [mm]
貯留タンク (容量: 1,160m <sup>3</sup> )	693	12,899	13,000

## 滞留水貯留設備の増設及び廃止について

### 1. 工事概要

滞留水貯留設備について、貯留タンク及び移送ポンプの増設、浄化ユニットの設置、堰の増設を実施する。

また、旧淡水化装置及びその移送設備並びに付属配管を廃止する。

### 2. 設備概要

工事概要図 別添－ 2 に示す。

系統概要図（廃止範囲） 別添－ 3 に示す。

系統概要図（増設及び取替範囲） 別添－ 4 に示す。

付属配管概要図（増設範囲） 別添－ 5 に示す。

浄化ユニット概要図 別添－ 6 に示す。

全体概要図（増設及び廃止後） 別添－ 7 に示す。

3. 工 程

図－1 工事工程

年度	2015	2016	2017				2018		
	9～12月	1～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
貯留タンク*1						増設			
移送ポンプ*1						増設			
浄化ユニット*1						設置			
堰						設置			
淡水化装置 移送ポンプ 付属配管						廃止			

\*1：各設備付属配管の設置を含む。



4. 確認事項

表－1 貯留タンク

確認事項	確認項目	確認内容	判定	
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書により確認する。	実施計画に記載の材料が使用されていること。	
	寸法確認	主要寸法（板厚，内径，高さ）を確認する。	実施計画に記載の通りであること。	
	外観確認	タンク本体（塗装状態含む）の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。	
	据付確認		据付状態を確認する。	据付状態に異常がないこと。
			タンク基礎の不陸について確認する。	異常な不陸がないこと。
	耐圧・漏えい確認	設計・建設規格に基づき耐圧・漏えい試験を行う。	各部からの有意な漏えいおよび水位の低下がないこと。	
地盤支持力確認	支持力試験にてタンク基礎の地盤支持力を確認する。	必要な支持力を有していること。		
機能 ・性能	監視確認	水位計について，6号機中央操作室にタンク水位が表示できることを確認する。	6号機中央操作室にタンク水位が表示できること。	
	貯留機能	漏えいなく貯留できることを確認する。	タンク及び付属設備（マンホール，ドレン弁）に漏えいがないこと。	

表－2－1 移送ポンプ（水中ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
性能	運転確認	ポンプの運転確認を行う。	必要な流量を有していること。

表－2－2 移送ポンプ（横置きポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
性能	運転確認	ポンプの運転確認を行う。	必要な流量を有していること。

表－3 浄化ユニット

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書により確認する。	実施計画の通りであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	浄化ユニットの据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていること及び耐圧部から漏えいがないことについて記録を確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
	運転時漏えい確認	運転時に漏えいの有無を確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
性能	性能確認	浄化ユニットの性能確認を行う。	実施計画に記載の処理量を満足すること。また、系統出口水の放射能濃度が入口放射能濃度より低減されていること。

\*：別添－6 図－1 5・6号機 浄化ユニット概要図 参照

表－4 漏えい検知器，警報装置

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通り、施工・据付されていること。
機能	漏えい警報確認	漏えい信号により、警報が作動することを確認する。	警報が作動すること。

表－5 各設備付属配管

確認事項	確認項目	確認内容	判定
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書により確認する。	実施計画の通りであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	実施計画の通りであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	運転時漏えい確認	運転時に漏えいの有無を確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。

\*：別添－5 図－1 5・6号機 付属配管概要図（増設範囲） 参照

表－6 堰

確認事項	確認項目	確認内容	判定
性能	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	寸法確認	堰の高さを確認する。	実施計画に記載の通りであること。
	据付確認	堰の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通り据付されていること。

表－7 淡水化装置，移送ポンプ，付属配管

確認事項	確認項目	確認内容	判定
機能	機能確認	淡水化装置，移送ポンプ，付属配管の廃止状態について確認する。	実施計画の通り廃止されていること。

## 5. 補足事項

- ・許容範囲について

表－8 許容範囲一覧

名称		寸法 (mm)	許容範囲 (mm)	根拠
堰の高さ	貯留タンクエリア	580 以上* <sup>2</sup>	580 以上	自主管理値* <sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>：想定最大量（水位警報設定値の水位高での容量）が漏えいしても堰外への汚染拡大を防止する。

\*<sup>2</sup>：高さは、以下の各エリア毎に想定最大量及び堰内の面積から算出。

貯留タンクエリア

想定最大量 3,301 m<sup>3</sup> 堰内の面積 6,227 m<sup>2</sup>

## 6. 別添

- 別添－1 浄化ユニット等の構造強度及び耐震性に関する評価結果について
- 別添－2 工事概要図
- 別添－3 系統概要図（廃止範囲）
- 別添－4 系統概要図（増設及び取替範囲）
- 別添－5 付属配管概要図（増設範囲）
- 別添－6 浄化ユニット概要図
- 別添－7 全体概要図（増設及び廃止後）
- 別添－8 浄化ユニットの安全確保策
- 別添－9 旧淡水化装置の撤去方法について
- 別添－10 浄化ユニット基礎に関する説明書
- 別添－11 貯留タンクの基礎外周堰の堰内容量に関する説明書

## 浄化ユニット等の構造強度及び耐震性に関する評価結果について

## 1. 構造強度評価

## (1) 前置フィルタ, 吸着塔タイプ1, 吸着塔タイプ2及び出口フィルタ板厚の強度評価

設計・建設規格に準拠し, 板厚評価を行った。評価の結果, 最高使用圧力に対して十分な厚さを有することを確認した。(表－1 参照)

a. 胴について, 以下の計算式により必要な厚さを計算した。

(a) 前置フィルタ, 吸着塔タイプ1, 吸着塔タイプ2及び出口フィルタ

$$t = \frac{P \cdot Di}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

ここで,

$t$  : 胴の計算上必要な厚さ

$P$  : 最高使用圧力

$Di$  : 胴の内径

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

b. 鏡板について, 以下の計算式により必要な厚さを計算した。

(a) 前置フィルタ, 出口フィルタ

以下の i, ii で計算した値のうちいずれか大きい値

i.

$$t = \frac{P \cdot Di}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

ここで,

$t$  : 鏡板の計算上必要な厚さ

$P$  : 最高使用圧力

$Di$  : 胴の内径

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

ii.

$$t = \frac{P \cdot D \cdot K}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここで、

$t$  : 鏡板の計算上必要な厚さ

$D$  : 鏡板の内面における長径

$K$  : 半だ円形鏡板の形状による係数で、以下の計算式により計算した値

$$K = \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right\}$$

$h$  : 鏡板の内面における短径の 1/2

$P$  : 最高使用圧力

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

$\eta$  : 鏡板を継ぎ合せて作る場合の当該継手の効率

(b) 吸着塔タイプ 1

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot P}{S}}$$

$$K = 0.20 + \frac{1.0 \cdot F \cdot hg}{W \cdot d}$$

ここで、

$t$  : 平板の計算上必要な厚さ

$d$  : 平板の径

$P$  : 最高使用圧力

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

$K$  : 平板の取付方法による係数

$F$  : 全体のボルトに作用する力

$hg$  : ボルトのピッチ円の直径と  $d$  との差の 1/2

$W$  : パッキンの外径又は平板の接触面の外径内の面積に作用する全圧力

(c) 吸着塔タイプ 2

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここで,

$t$  : 鏡板の計算上必要な厚さ

$P$  : 最高使用圧力

$R$  : 鏡板の中央部の内半径

$W$  : さら形鏡板の形状による係数で, 以下の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

$r$  : さら形鏡板のすみの丸みの内半径

$\eta$  : 鏡板を継ぎ合せて作る場合の当該継手の効率

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

表-1 前置フィルタ, 吸着塔タイプ1, 吸着塔タイプ2, 出口フィルタの強度評価

機器名称	評価部位	必要板厚 [mm]	板厚 [mm]
前置フィルタ	胴板	3.26	6.91
	鏡板	1.68	6.80
吸着塔タイプ1	胴板	3.00	7.43
	平板	41.78	49.00
吸着塔タイプ2	胴板	4.45	5.51
	鏡板	4.77	5.20
出口フィルタ	胴板	1.50	2.50
	鏡板	0.95	2.10

(2) 配管板厚の強度評価

設計・建設規格に準拠し、板厚評価を行った。評価の結果、最高使用圧力に対して十分な厚さを有することを確認した。(表-2 参照)

内面に圧力を受ける配管について、以下の計算式により計算した値及び設計・建設規格 表 PPD-3411-1 に定める値のいずれか大きい方の値以上であること。

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

ここで、

$t$  : 管の計算上必要な厚さ

$P$  : 最高使用圧力

$D_o$  : 管の外径

$S$  : 最高使用温度における材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

表-2 配管の板厚評価結果

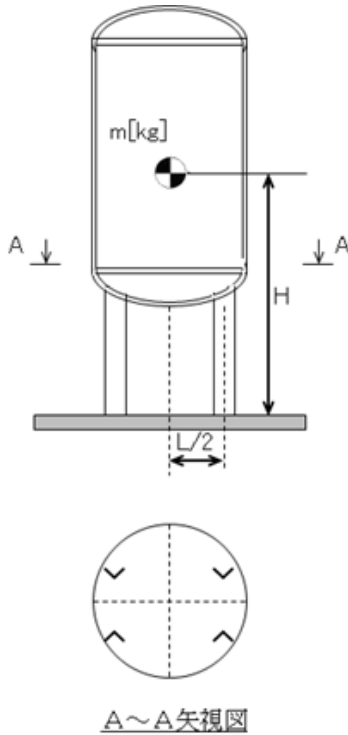
機器名称	口径	スケジュール	材質	最高使用温度 (°C)	必要板厚 (mm)	設計板厚 (mm)
配管	32A	40	STPG370	40	1.9	3.10
配管	40A	40	STPG370	40	2.2	3.20
配管	50A	40	STPG370	40	2.4	3.40
配管	100A	40	STPG370	40	3.4	5.25



## 2. 耐震評価

### (1) 前置フィルタの耐震評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 堅型容器レグ」の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、前置フィルタの胴板、脚及び取付ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-1 参照)



- $L$  : 脚断面の図心の描く円の直径
- $m$  : 機器重量
- $g$  : 重力加速度
- $H$  : 据付面から重心までの距離
- $A_b$  : 取付ボルトの軸断面積
- $C_H$  : 水平方向設計震度
- $C_V$  : 鉛直方向設計震度
- $\sigma_b$  : 脚に生じる曲げ応力
- $\sigma_c$  : 脚に生じる圧縮応力
- $\tau$  : 脚に生じるせん断応力
- $f_b$  : 脚の許容曲げ応力
- $f_c$  : 脚の許容圧縮応力
- $\sigma_{\phi 1}$  : 内圧による周方向応力
- $\sigma_{x 1}$  : 内圧による軸方向応力
- $\sigma_{x 2}$  : 運転時質量による軸方向応力
- $\sigma_{x 5}$  : 地震力により生じる転倒モーメントによる軸方向応力
- $\sigma_{x 7}$  : 胴の鉛直方向地震による軸方向応力

#### a. 取付ボルトの耐震評価

$$\text{取付ボルトの引張応力} : \sigma_{bt} = \frac{1}{A_b} \left\{ \frac{m \times g \times C_H \times H}{L} - \frac{m \times g \times (1 - C_V)}{4} \right\}$$

$$\text{取付ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{1}{4 \times A_b} \{ m \times g \times C_H - 0.1 \times m \times g \times (1 - C_V) \}$$

#### b. 脚の耐震評価

$$\text{脚の組合せ応力} : \sigma_s = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_c)^2 + 3 \times \tau^2}$$

$$\text{脚の座屈評価} : \frac{\sigma_b}{f_b} + \frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1$$

#### c. 胴板の耐震評価

$$\text{胴板の一次一般膜応力} : \sigma_0 = \text{Max} \{ \sigma_{0\phi}, \sigma_{0x} \}$$

$$\text{胴板の一次一般膜応力 (周方向)} : \sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\text{胴板の一次一般膜応力 (軸方向)} : \sigma_{0x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7}$$

d. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
前置フィルタ	耐震Bクラス相当	0.36	—	0.98	40	40

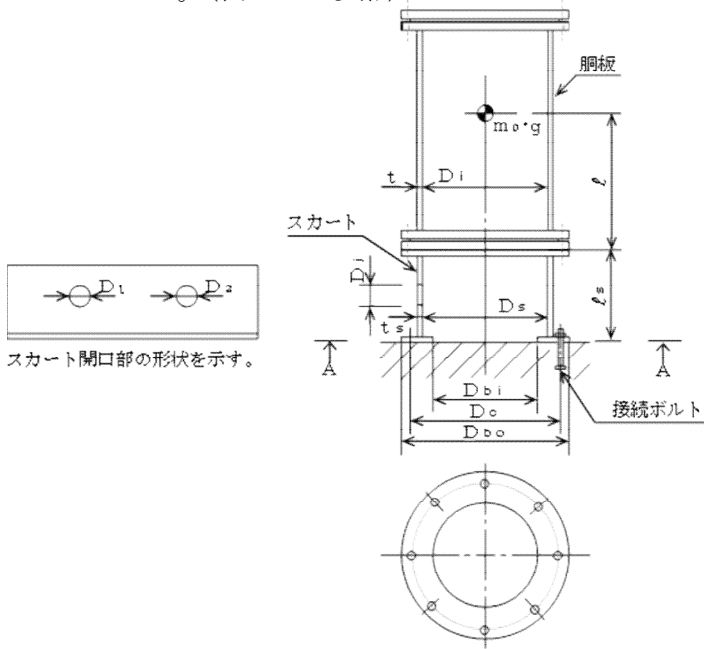
表-1 前置フィルタ耐震評価結果

部材	材料	応力	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	SGP	一次一般膜	$\sigma_o = 22$	147
脚	SS400	組合せ	$\sigma_s = 25$	245
		座屈	0.11 (無次元)	1 (無次元)
取付ボルト	SS400	引張	$\sigma_{b_t} = 10$	176
		せん断	$\tau_b = 1$	135

すべて許容応力以下である。

(2) 吸着塔タイプ1の耐震評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、吸着塔タイプ1の胴板、スカート及び取付ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-2 参照)



A~A矢視図

a. 取付ボルトの耐震評価

$$\text{取付ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{2 \times Ft}{t_1 \times Dc \times Ct}$$

$$\text{取付ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{C_H \times m_0 \times g}{n \times Ab}$$

b. スカートの耐震評価

$$\text{スカートの組合せ応力: } \sigma_s = \sqrt{(\sigma_{S1} + \sigma_{S2} + \sigma_{S3})^2 + 3 \times \tau_s^2}$$

$$\text{スカートの座屈評価: } \frac{\eta \times (\sigma_{S1} + \sigma_{S3})}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{S2}}{f_b} \leq 1$$

c. 胴板の耐震評価

$$\text{胴板の組合せ応力: } \sigma_0 = \text{Max}\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\text{胴板の組合せ引張応力: } \sigma_{0t} = \frac{1}{2} \times \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \times \tau^2} \right\}$$

$$\text{胴板の組合せ圧縮応力: } \sigma_{0c} = \frac{1}{2} \times \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \times \tau^2} \right\}$$

$m_0$  : 容器の運転時質量

$g$  : 重力加速度

$C_t$  : 取付ボルト計算における係数

$D_c$  : 取付ボルトのピッチ円直径

$t_1$  : 取付ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離

$n$  : 取付ボルトの本数

$A_b$  : 取付ボルトの軸断面積

$C_H$  : 水平方向設計震度

$F_t$  : 取付ボルトに作用する引張力

$\sigma_{S1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力

$\sigma_{S2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力

$\sigma_{S3}$  : スカートの鉛直方向地震力による軸方向応力

$\tau_s$  : 地震によりスカートに生じるせん断力

$\eta$  : 座屈応力に対する安全率

$f_b$  : 曲げモーメントに対する許容座屈応力

$f_c$  : 軸圧縮荷重に対する許容座屈応力

$\sigma_\phi$  : 胴の周方向応力の和

$\sigma_{xt}$  : 胴の軸方向応力の和 (引張側)

$\sigma_{xc}$  : 胴の軸方向応力の和 (圧縮側)

$\tau$  : 地震により胴に生じるせん断力

d. 条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
吸着塔タイプ1	耐震Bクラス 相当	0.36	—	0.98	40	40

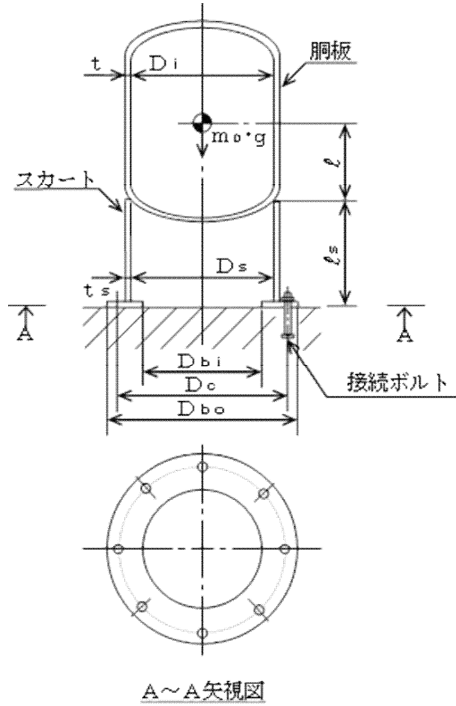
表-2 吸着塔タイプ1 耐震評価結果

部材	材料	応力	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	ASTM A106 Gr. B (STPT410相当)	組合せ	$\sigma_o=26$	245
スカート	ASTM A106 Gr. B (STPT410相当)	組合せ	$\sigma_s=7$	245
		座屈	0.03 (無次元)	1 (無次元)
取付ボルト	SS400	引張	$\sigma_b=6$	176
		せん断	$\tau_b=3$	135

すべて許容応力以下である。

(3) 吸着塔タイプ2 取付ボルトの耐震評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、吸着塔タイプ2の胴板、スカート及び取付ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-3 参照)



A~A矢視図

$m_0$  : 容器の運転時質量

$g$  : 重力加速度

$C_t$  : 取付ボルト計算における係数

$D_c$  : 取付ボルトのピッチ円直径

$t_1$  : 取付ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離

$n$  : 取付ボルトの本数

$A_b$  : 取付ボルトの軸断面積

$C_H$  : 水平方向設計震度

$F_t$  : 取付ボルトに作用する引張力

$\sigma_{S1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力

$\sigma_{S2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力

$\sigma_{S3}$  : スカートの鉛直方向地震力による軸方向応力

$\tau_s$  : 地震によりスカートに生じるせん断力

$\eta$  : 座屈応力に対する安全率

$f_b$  : 曲げモーメントに対する許容座屈応力

$f_c$  : 軸圧縮荷重に対する許容座屈応力

$\sigma_\phi$  : 胴の周方向応力の和

$\sigma_{xt}$  : 胴の軸方向応力の和 (引張側)

$\sigma_{xc}$  : 胴の軸方向応力の和 (圧縮側)

$\tau$  : 地震により胴に生じるせん断力

a. 取付ボルトの耐震評価

$$\text{取付ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{2 \times F_t}{t_1 \times D_c \times C_t}$$

$$\text{取付ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{C_H \times m_0 \times g}{n \times A_b}$$

b. スカートの耐震評価

$$\text{スカートの組合せ応力} : \sigma_s = \sqrt{(\sigma_{S1} + \sigma_{S2} + \sigma_{S3})^2 + 3 \times \tau_s^2}$$

$$\text{スカートの座屈評価} : \frac{\eta \times (\sigma_{S1} + \sigma_{S3})}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{S2}}{f_b} \leq 1$$

c. 胴板の耐震評価

$$\text{胴板の組合せ応力} : \sigma_0 = \text{Max}\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\text{胴板の組合せ引張応力} : \sigma_{0t} = \frac{1}{2} \times \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \times \tau^2} \right\}$$

$$\text{胴板の組合せ圧縮応力} : \sigma_{0c} = \frac{1}{2} \times \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \times \tau^2} \right\}$$

d. 条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
吸着塔タイプ2	耐震Bクラス 相当	0.36	—	0.98	40	40

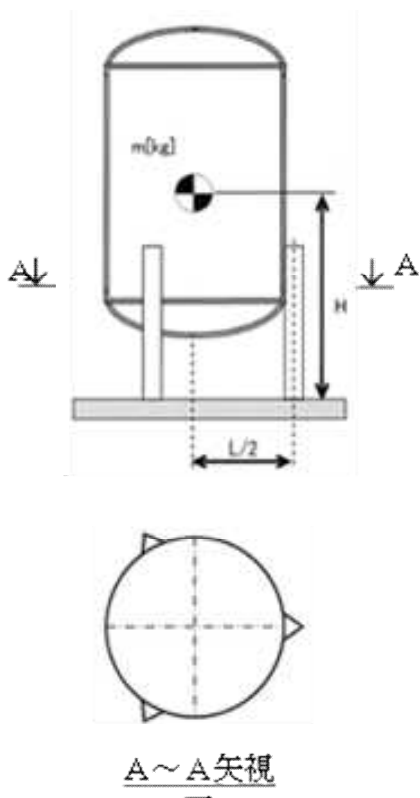
表-3 吸着塔タイプ2耐震評価結果

部材	材料	応力	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	SUS316L	組合せ	$\sigma_o=44$	175
		組合せ	$\sigma_s=2$	175
スカート	SUS316L	座屈	0.01 (無次元)	1 (無次元)
		引張	$\sigma_b=1$	161
取付ボルト	SS400	せん断	$\tau_b=2$	124

すべて許容応力以下である。

(4) 出口フィルタの耐震評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 堅型容器レグ」の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、出口フィルタの胴板、脚、取付ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-4 参照)



- $L$  : 脚断面の図心の描く円の直径
- $m$  : 機器質量
- $g$  : 重力加速度
- $H$  : 据付面から重心までの距離
- $A_b$  : 取付ボルトの軸断面積
- $C_H$  : 水平方向設計震度
- $C_V$  : 鉛直方向設計震度
- $\sigma_b$  : 脚に生じる曲げ応力
- $\sigma_c$  : 脚に生じる圧縮応力
- $\tau$  : 脚に生じるせん断応力
- $f_b$  : 脚の許容曲げ応力
- $f_c$  : 脚の許容圧縮応力
- $\sigma_{\phi 1}$  : 内圧による周方向応力
- $\sigma_{\phi 7}$  : 鉛直方向地震による胴の周方向応力
- $\sigma_{x 1}$  : 内圧による軸方向応力
- $\sigma_{x 2}$  : 運転時質量による軸方向応力
- $\sigma_{x 5}$  : 地震力により生じる転倒モーメントによる軸方向応力
- $\sigma_{x 7}$  : 胴の鉛直方向地震による軸方向応力

a. 取付ボルトの耐震評価

$$\text{取付ボルトの引張応力} : \sigma_{bt} = \frac{1}{3 \times A_b} \left\{ \frac{4 \times m \times g \times C_H \times H}{L} - m \times g \times (1 - C_V) \right\}$$

$$\text{取付ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{1}{3 \times A_b} \{ m \times g \times C_H - 0.1 \times m \times g \times (1 - C_V) \}$$

b. 脚の耐震評価

$$\text{脚の組合せ応力} : \sigma_s = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_c)^2 + 3 \times \tau^2}$$

$$\text{脚の座屈評価} : \frac{\sigma_b}{f_b} + \frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1$$

c. 胴板の耐震評価

$$\text{胴板の一次一般膜応力} : \sigma_0 = \text{Max} \{ \sigma_{0\phi}, \sigma_{0x} \}$$

$$\text{胴板の一次一般膜応力 (周方向)} : \sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

$$\text{胴板の一次一般膜応力 (軸方向)} : \sigma_{0x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 7}$$

d. 条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
出口フィルタ	耐震Bクラス 相当	0.36	—	0.98	40	40

表-4 出口フィルタ耐震評価結果

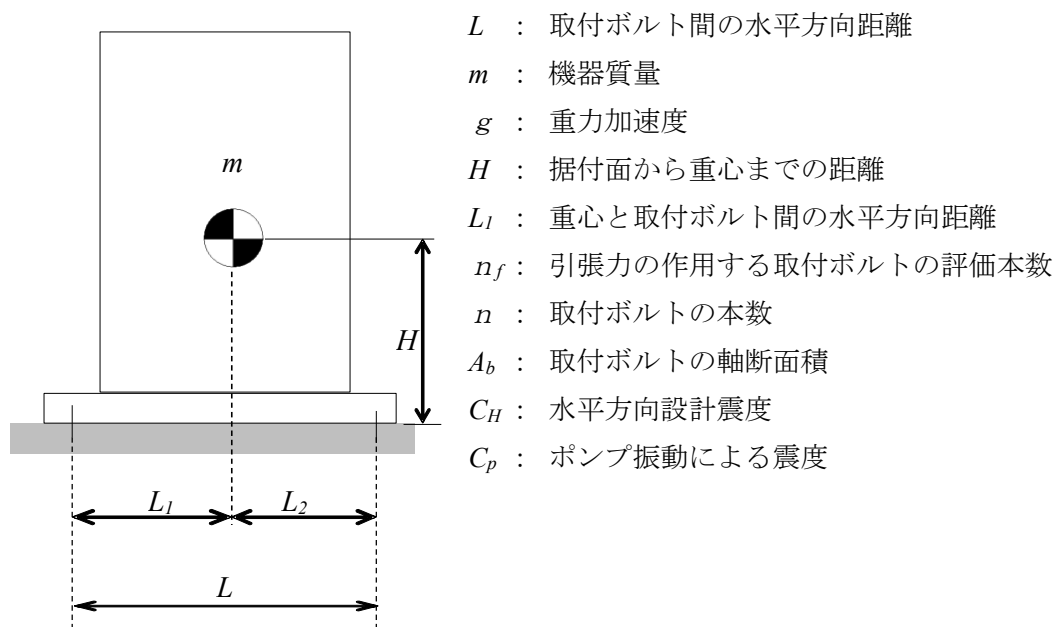
部材	材料	応力	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	GB S31603 (SUS316L相当)	一次一般膜	$\sigma_o=36$	175
		組合せ	$\sigma_s=51$	205
脚	AISI 304 (SUS304相当)	座屈	0.27 (無次元)	1 (無次元)
		引張	$\sigma_{bt}=34$	183
取付ボルト	SS400	せん断	$\tau_b=2$	141

すべて許容応力以下である。



(5) 移送ポンプ取付ボルトの耐震評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、取付ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-5 参照)



$$\text{取付ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times (C_H + C_p) \times H - m \times g \times L_1)$$

$$\text{取付ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

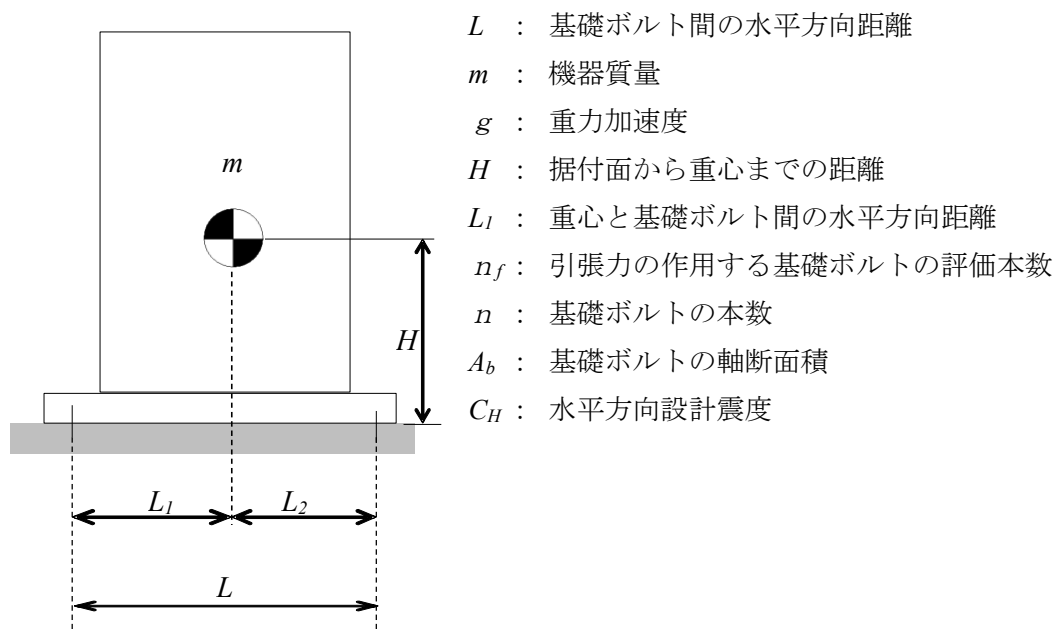
$$\text{取付ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times (C_H + C_p)}{n \times A_b}$$

表-5 移送ポンプ耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
移送ポンプ	取付ボルト	引張	0.36	—	153	MPa
		せん断	0.36	3	118	MPa

(6) 浄化ユニット基礎ボルトの耐震評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-6 参照)



- $L$  : 基礎ボルト間の水平方向距離
- $m$  : 機器質量
- $g$  : 重力加速度
- $H$  : 据付面から重心までの距離
- $L_1$  : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- $n_f$  : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- $n$  : 基礎ボルトの本数
- $A_b$  : 基礎ボルトの軸断面積
- $C_H$  : 水平方向設計震度

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

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

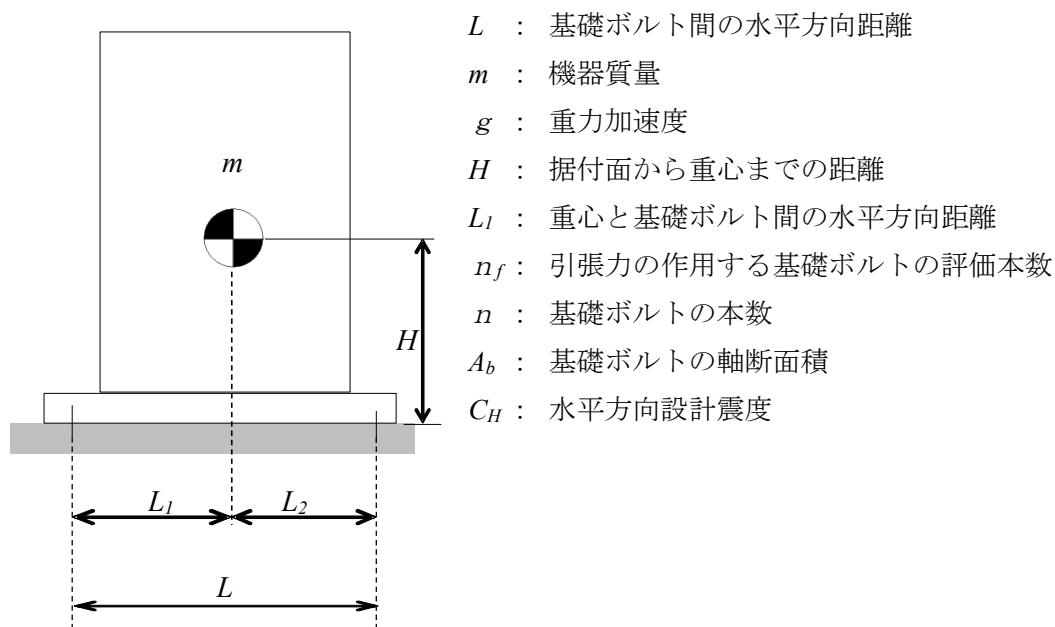
$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表-6 浄化ユニット耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
浄化ユニットA	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	18	38	MPa
浄化ユニットB	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	16	38	MPa
浄化ユニットC	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	17	38	MPa
浄化ユニットD	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	16	38	MPa

(7) 移送ポンプスキッド基礎ボルトの耐震評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠し、下記式にて評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されていることを確認した。(表-7 参照)



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

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

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

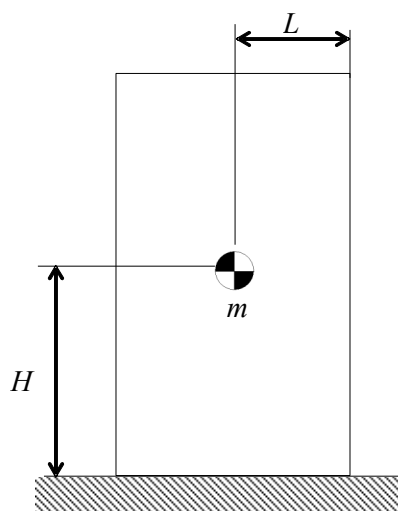
表-7 移送ポンプスキッド耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
移送ポンプ (6.5 m) スキッド	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	9	38	MPa
移送ポンプ (4.3. 2 m) スキッド	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	11	38	MPa
移送ポンプ (1.3 m) スキッド	基礎ボルト	引張	0.36	—	27	MPa
		せん断	0.36	5	38	MPa

(8) 浄化ユニットの耐震評価

a. 転倒評価

地震時の水平荷重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行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重による転倒モーメント<②自重による安定モーメント」となることから、転倒しないことを確認した。(表-8 参照)



- $C_H$  : 水平方向設計震度
- $m$  : 浄化ユニットの合計質量
- $g$  : 重力加速度
- $H$  : 地面から重心までの距離
- $L$  : 転倒支点から重心までの距離

①地震による転倒モーメント :  $M_1 = m \times g \times C_H \times H$   
 ②自重による安定モーメント :  $M_2 = m \times g \times (1-C_V) \times L$

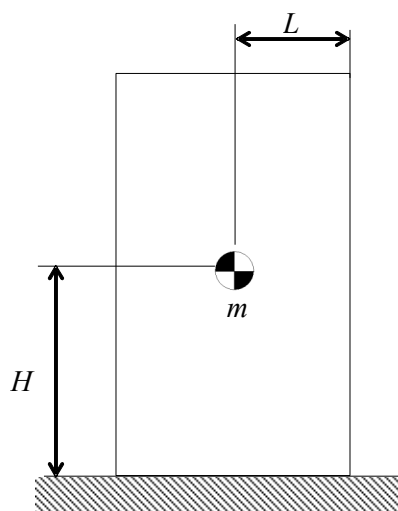
表-8 浄化ユニット耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	①	②	単位
浄化ユニットA	本体	転倒	0.36	110	304	kN・m
浄化ユニットB	本体	転倒	0.36	99	269	kN・m
浄化ユニットC	本体	転倒	0.36	99	280	kN・m
浄化ユニットD	本体	転倒	0.36	100	255	kN・m

(9) 移送ポンプスキッドの耐震評価

a. 転倒評価

地震時の水平荷重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により転倒評価を行った。評価の結果、「①地震時の水平荷重による転倒モーメント<②自重による安定モーメント」となることから、転倒しないことを確認した。(表-9 参照)



$C_H$  : 水平方向設計震度

$m$  : 移送ポンプスキッドの合計質量

$g$  : 重力加速度

$H$  : 地面から重心までの距離

$L$  : 転倒支点から重心までの距離

①地震による転倒モーメント :  $M_1 = m \times g \times C_H \times H$

②自重による安定モーメント :  $M_2 = m \times g \times (1-C_V) \times L$

表-9 移送ポンプスキッド耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	①	②	単位
移送ポンプ (6.5 m) スキッド	本体	転倒	0.36	8	26	kN・m
移送ポンプ (4.3.2 m) スキッド	本体	転倒	0.36	8	21	kN・m
移送ポンプ (1.3 m) スキッド	本体	転倒	0.36	4	6	kN・m

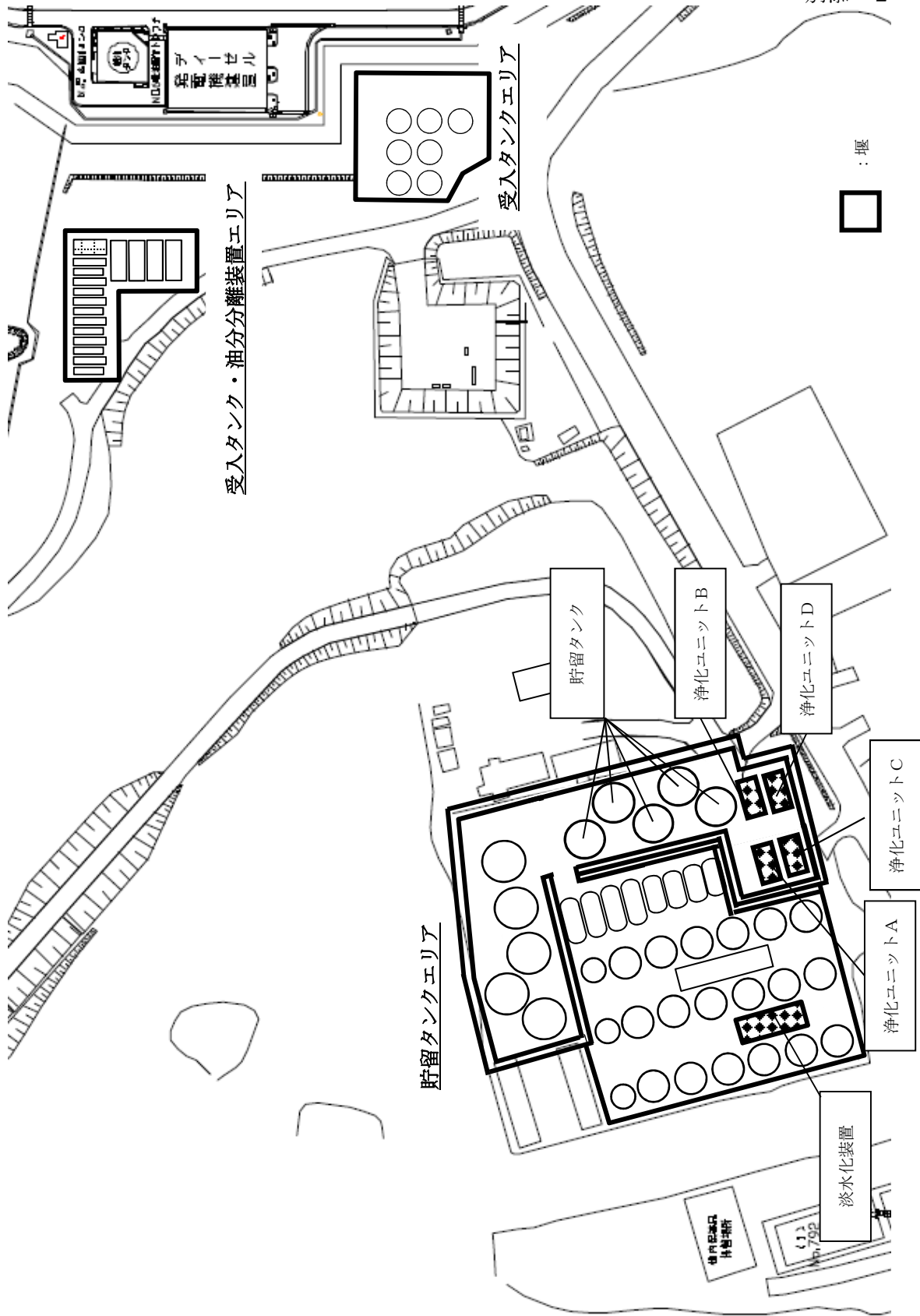


図-1 5・6号機 滞留水貯留設備 工事概要図

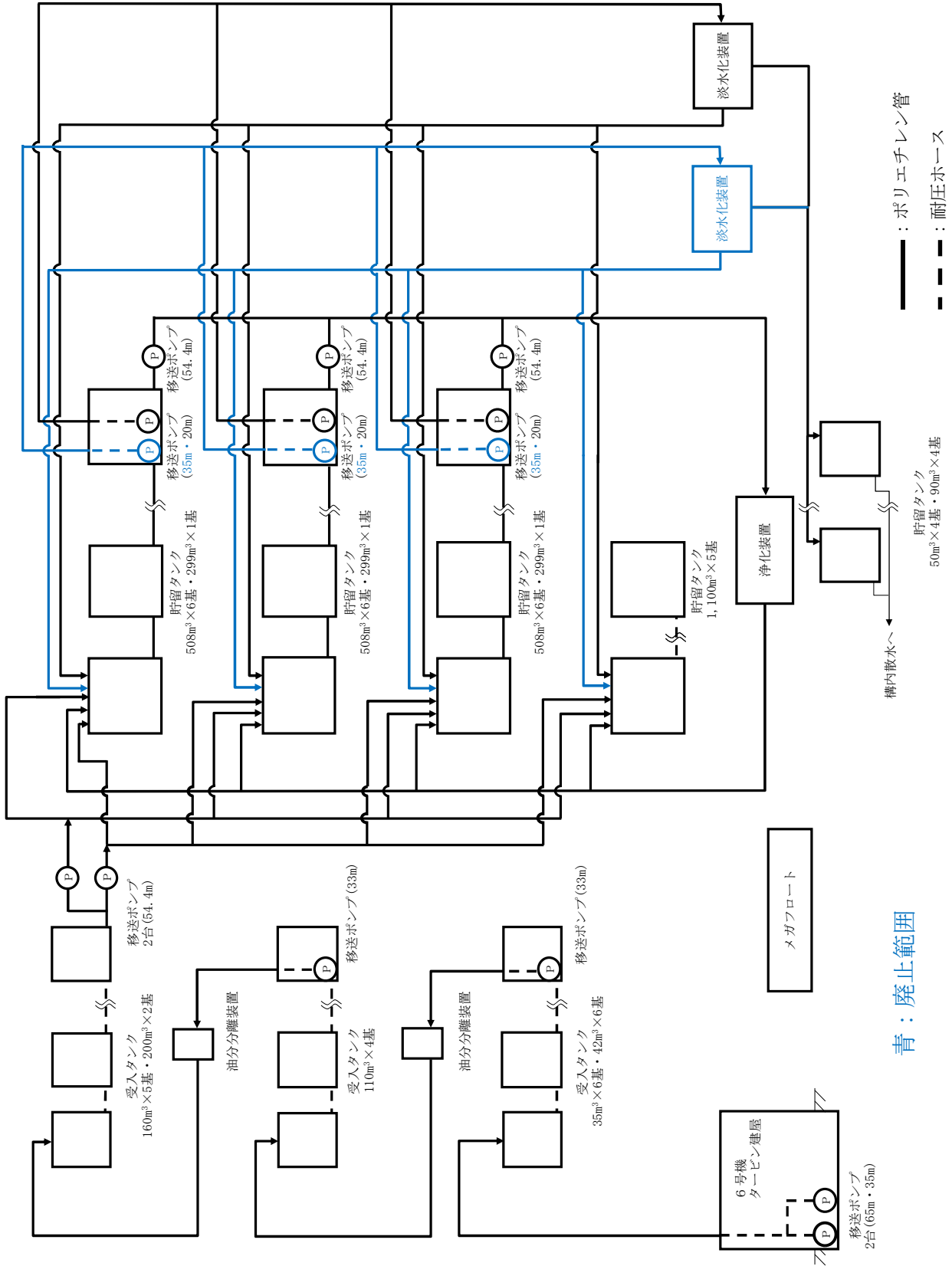


図-1 5・6号機 滞留水貯留設備 系統概要図 (廃止範囲)

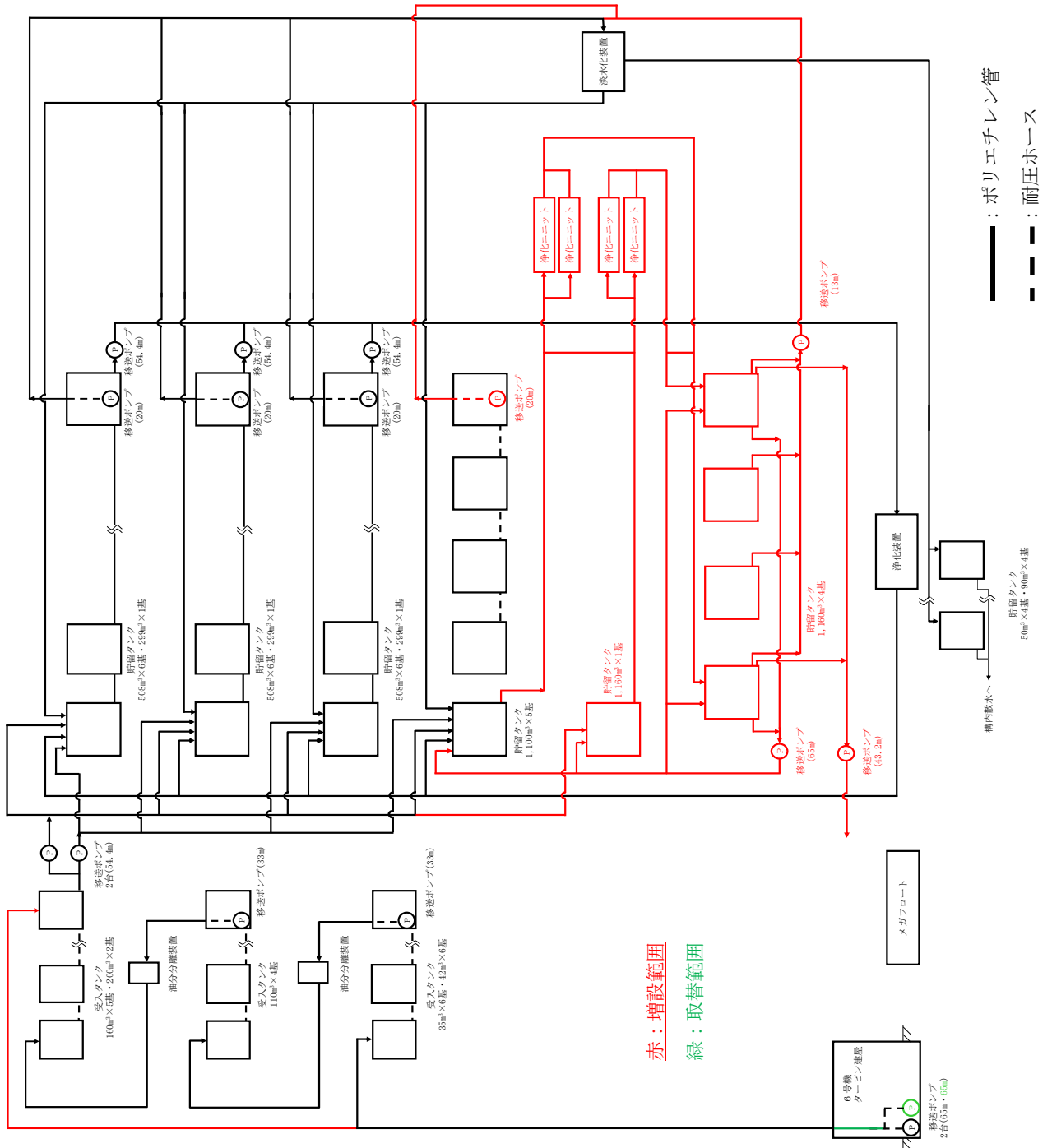
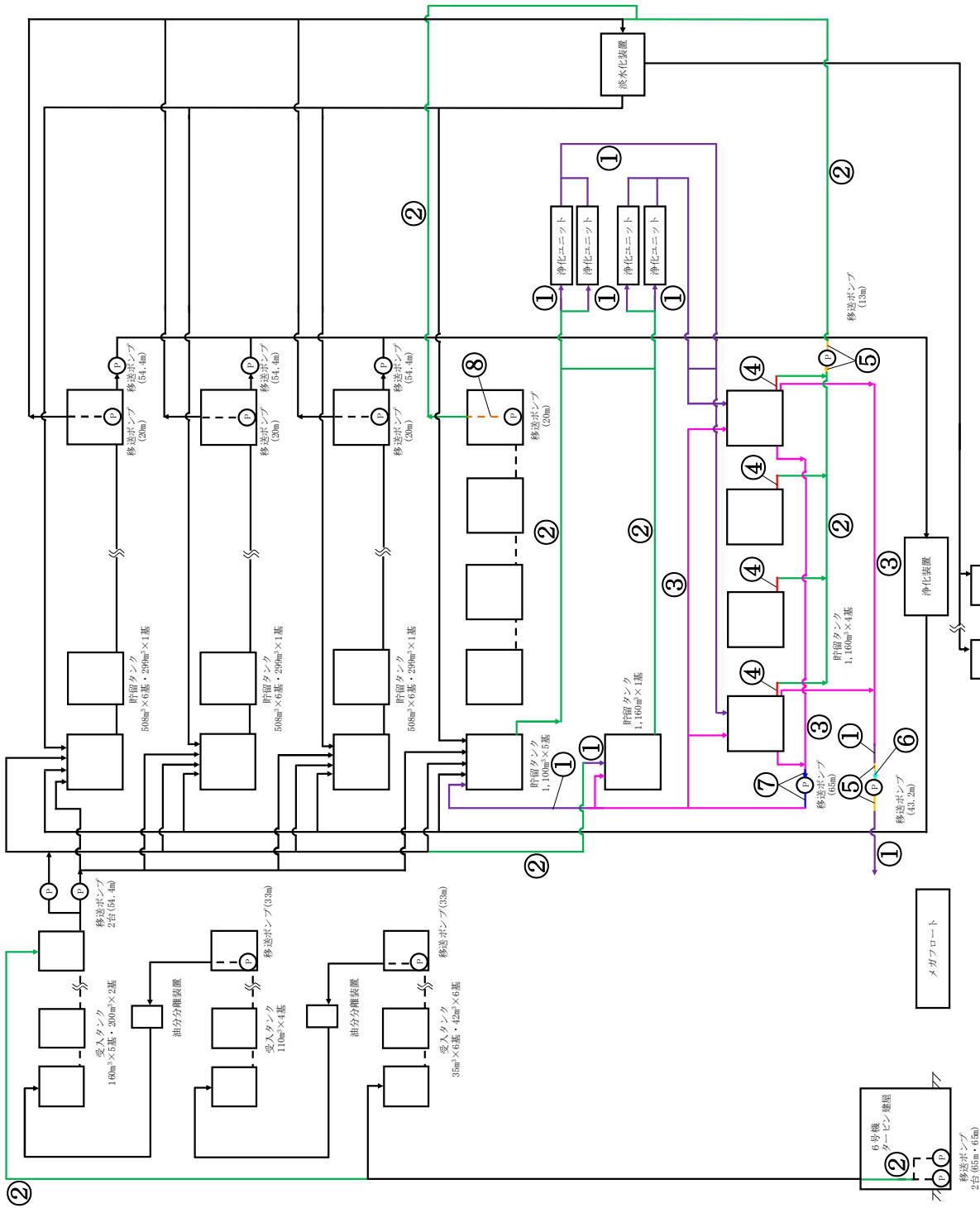


図-1 5・6号機 滯留水貯留設備 系統概要図 (増設及び取替範囲)

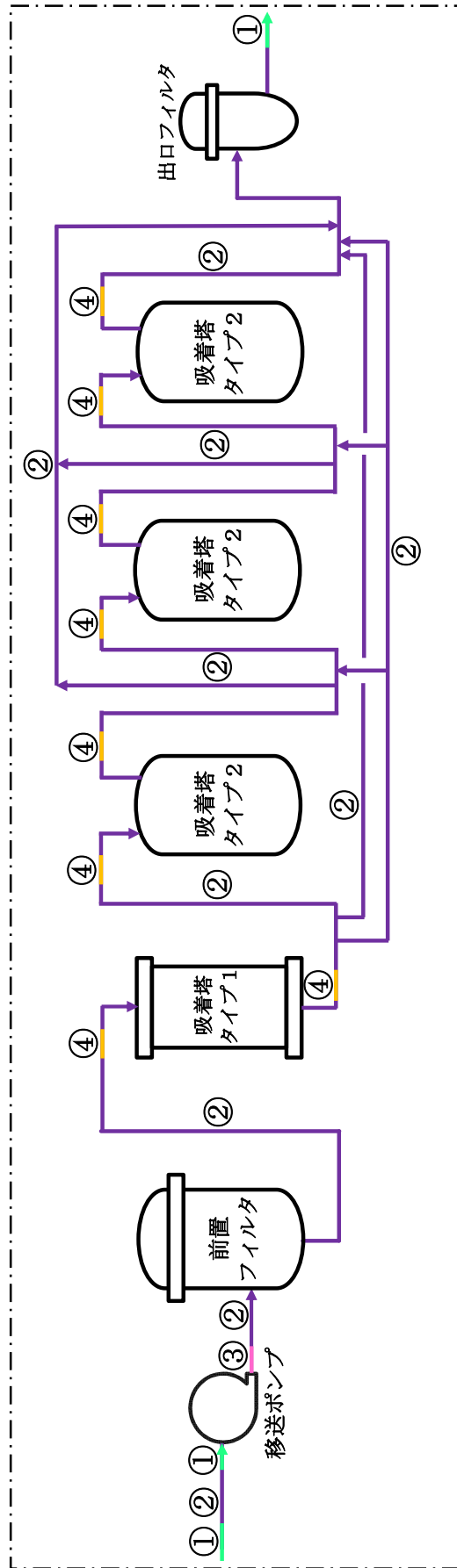




- ①: 50A相当 ポリエチレン管
- ②: 7.5A相当 ポリエチレン管
- ③: 100A相当 ポリエチレン管
- ④: 200A相当 ポリエチレン管
- ⑤: 50A STPG370+ポリエチレンライニング
- ⑥: 6.5A STPG370+ポリエチレンライニング
- ⑦: 100A STPG370+ポリエチレンライニング
- ⑧: 7.5A相当 耐圧ホース

図-1 5・6号機 滞留水貯留設備 付属配管概要図 (増設範囲)

浄化ユニット



- ①: 50A STPG370+ポリエチレンライニング
- ②: 40A STPG370+ポリエチレンライニング
- ③: 32A STPG370+ポリエチレンライニング
- ④: 40A相当 EPDM (合成ゴム)

図-1 5・6号機 浄化ユニット概要図

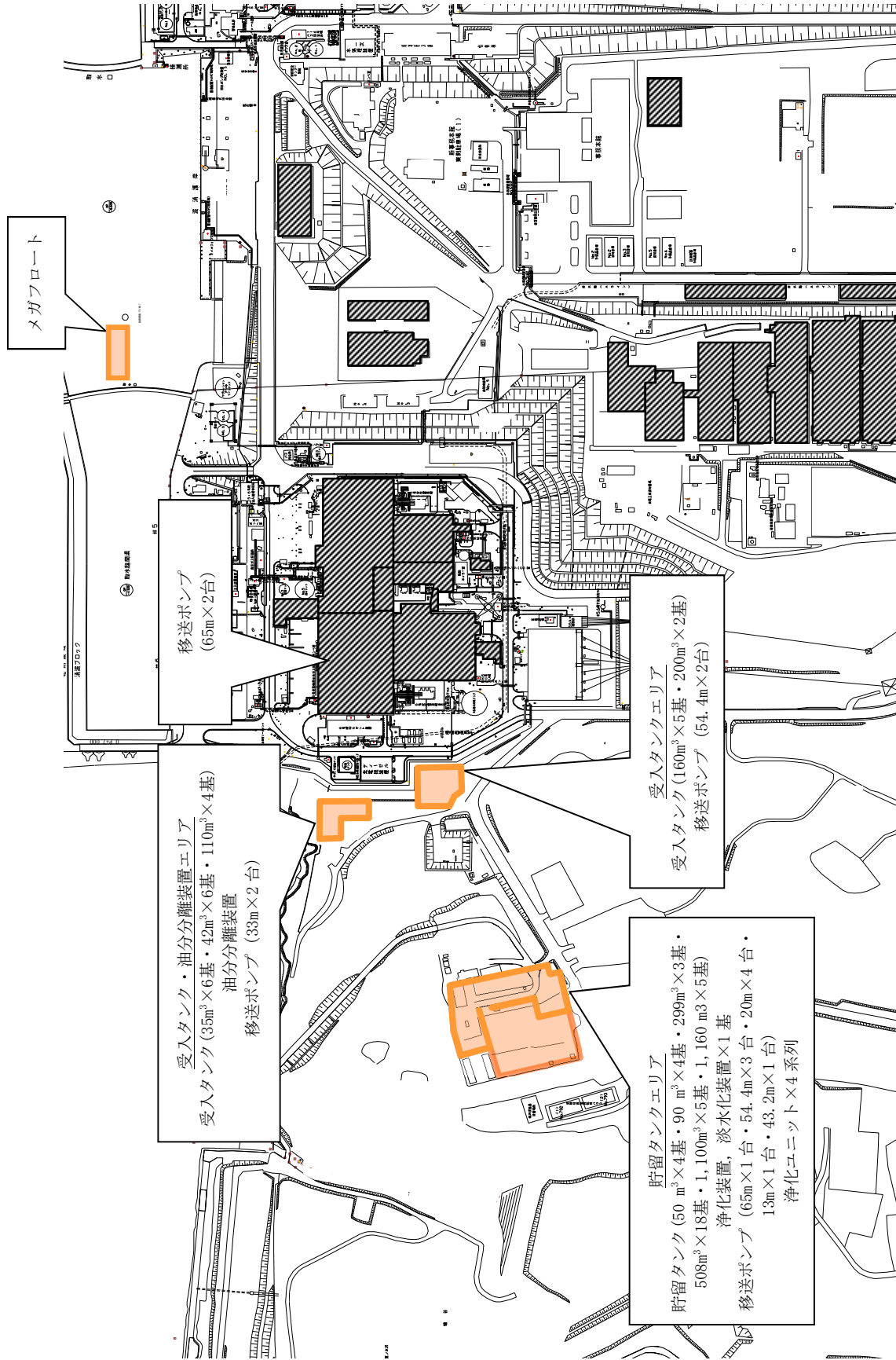


図-1 5・6号機 滯留水貯留設備 全体概要図 (増設及び廃止後)

## 浄化ユニットの安全確保策

浄化ユニットにおける漏えい防止対策、放射線遮へい、環境条件対策について具体的な安全確保策を以下の通り定め実施する。

## 1. 放射性物質漏えい防止等に対する考慮

## (1) 漏えい発生防止

処理対象水及び処理済水の移送配管は、耐食性を有するポリエチレン管を基本とする。また、浄化ユニット内の配管は、耐食性を有するよう炭素鋼に内面ポリエチレンライニングを施し、前置フィルタ及び吸着塔タイプ1は炭素鋼に内面ゴムライニング、吸着塔タイプ2及び出口フィルタは、耐食性を有するステンレス鋼とする。

浄化ユニット内の配管のうち可撓性を要する部分は、耐食性を有する合成ゴム (EPDM) 製耐圧ホースとする。なお、福島第一原子力発電所で発生した耐圧ホースと継手金属との結合部 (カシメ部) の外れ事象に鑑み、耐圧ホースと継手金属の結合部 (カシメ部) は外れを防止する設計とする。

装置運転中の処理対象タンクの水位管理については、6号機中央操作室にてタンク水位の監視を実施し、タンク溢水による放射性物質の漏えい発生を防止する。

## (2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 漏えいの早期検知として、ユニット毎に漏えいパンを設けるとともに、漏えい検知器を設ける (図－1)。各ユニットの機器の取合点は、漏えいパン内に設置し、漏えい水は漏えいパンに受ける設計とする。
- b. 上記漏えいを検知した場合には、6号機中央操作室に警報を発するとともに、浄化ユニットの移送ポンプが自動停止し、装置内の隔離弁が自動閉止する。運転操作員は、移送ポンプの停止確認や漏えい拡大防止等の必要な措置を講ずる。
- c. 浄化ユニットは、運転開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良、装置の初期欠陥等による大規模な漏えいの発生を防止する。また、浄化ユニット内包水が漏えいした場合でもユニット内の漏えいパン内に収まることから、系外へ漏えいが拡大することはない。(表－1)

- d. 移送配管は、運転開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良、装置の初期欠陥等による大規模な漏えいの発生を防止する。また、移送配管は、可能な限り堰内に配置し、運転中は定期的なパトロールを実施して、漏えい検知、漏えい拡大防止を図る。タンク等との接合部、装置との接合部はフランジ接合とするが、タンク堰内やユニット内に設置することで漏えい拡大を防止する。移送配管は、サポートにより地表面から離すことにより、漏えい検知を容易にする。

運転中の浄化ユニットの流量は、常時監視する。異常の場合は速やかに現場の状況を確認し、タンク止め弁の閉操作等適切な対応を取る。

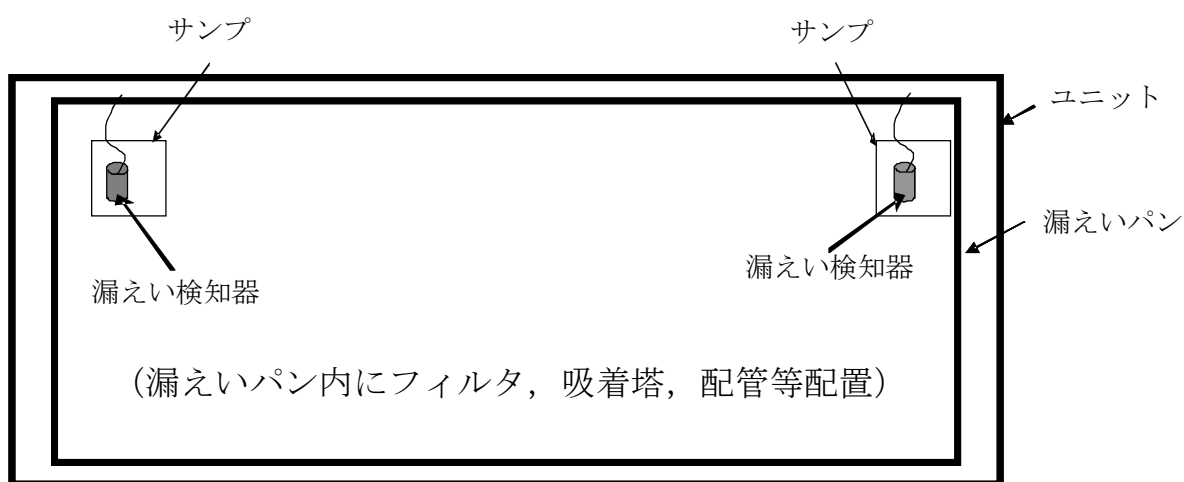


図-1 漏えいパンの概念図

表-1 各浄化ユニットの漏えいパン仕様

対象設備	縦幅 (m)	横幅 (m)	高さ (m)	容積※ <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> )	容器単体の 最大容量 (m <sup>3</sup> )
浄化ユニットA	12.198	2.288	0.3	6.69	3.04
浄化ユニットB	9.988	2.288	0.3	5.48	3.04
浄化ユニットC	11.488	2.288	0.3	6.30	3.04
浄化ユニットD	10.188	2.288	0.2	3.72	3.04

※1：漏えいパン容積のうち20%を機器の一部、サポートが占めると評価した値

## 2. 放射線遮へい・被ばく低減に対する考慮

5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）にて取り扱う滞留水は、含まれている放射性物質は100Bq/cm<sup>3</sup>以下であり、放射線遮へいは不要である。

なお、放射線遮へいの必要が生じた場合には、状況に応じて適切な放射線遮へいを行う。

## 3. 崩壊熱除去

5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）にて取り扱う滞留水は、含まれている放射性物質は100Bq/cm<sup>3</sup>以下であることから、崩壊熱を考慮する必要はない。

## 4. 可燃性ガスの滞留防止

5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）にて取り扱う滞留水は、含まれている放射性物質は100Bq/cm<sup>3</sup>以下であることから、水の放射線分解による可燃性ガスの発生を考慮する必要はない。

## 5. 使用済吸着塔の貯蔵

### a. 使用済吸着塔の発生量

使用済吸着塔は、淡水置換し、水切りした後、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（Ⅱ2.5.2.1.2 参照）のコンクリート製ボックスカルバート内に保管する。

使用済吸着塔の発生量は、最大でも年間4基程度、ボックスカルバートの使用数では最大でも年間2基程度と想定される。

使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第1施設、第3施設、第4施設）におけるボックスカルバートの空き保管容量は363基（平成29年2月時点）であり、平成33年3月まで貯蔵に支障をきたすことはない。また、必要に応じて保管施設を増設する。

使用済吸着塔の貯蔵による敷地境界への直接線・スカイシャイン線による寄与は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設に貯蔵される他の廃棄物と同程度であり、同施設の敷地境界線量の評価結果に包絡される。

## 旧淡水化装置の撤去方法について

旧淡水化装置の廃止に伴い、放射性物質に汚染されている可能性のある旧淡水化装置、移送ポンプ、配管等の解体・撤去作業について定める。

## 1. 漏えい防止策及び漏えい拡大防止策

旧淡水化装置、移送ポンプ、配管等は内部水抜き、残水回収後に汚染拡大防止を図った上で撤去し、構内で保管する。継続使用する設備との切り離しはフランジ部とし、開放部を閉止する。

## (1) 残水処理作業時の漏えい防止策及び漏えい拡大防止策

旧淡水化装置、移送ポンプ、配管等に残る残水の回収処理作業では、仮設ホース、仮設ポンプ、仮設タンク等を使用し回収する。回収した残水は淡水化装置等を用いて処理する。

当該作業を行う際の漏えい防止策及び漏えい拡大防止策は以下の通り。

- a. 仮設ホースの継手部がレバーロック式カプラの場合、継手部を固縛し外れ防止を行う。
- b. 漏えい拡大防止策として、仮設ホースの接続部を袋養生することにより、漏えい時に汚染水を受けられるようにすると共に、仮設ポンプ等の設置エリアには仮設の堰を設ける。また、残水移送中は作業員による常時監視を行う。

## 2. 作業員の被ばく低減

旧淡水化装置の構成機器、移送ポンプ、配管等の表面線量は約 0.02mSv/h 以下であり、撤去作業で作業員が過剰被ばくすることはない。

## 3. 瓦礫類発生量

## (1) 旧淡水化装置

旧淡水化装置解体・撤去に伴い、約 180m<sup>3</sup>の瓦礫類が発生する見込みである。

## (2) 移送ポンプ、配管等

移送ポンプ、配管等の解体・撤去に伴い、約 20m<sup>3</sup>の瓦礫類が発生する見込みである。表面線量率に応じて定められた瓦礫類の一時保管エリアにて一時保管する。

## 浄化ユニット基礎に関する説明書

## 1. 浄化ユニット基礎の支持力

## (1) 評価方法

浄化ユニットの鉛直荷重と極限支持力を比較し評価を行う。支持力の算定式は「社団法人日本道路協会（2002）：道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に基づき次式を用いる。計算した結果、①浄化ユニットの鉛直荷重<②浄化ユニット基礎底面地盤の極限支持力であり、安全性を有していることを確認する。

$$\textcircled{1} \text{ タンクの鉛直荷重： } W = m \times g$$

$$\textcircled{2} \text{ タンク基礎底面地盤の極限支持力： } Q_u = A_e \left( \alpha k c N_c S_c + k q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_r S_r \right)$$

$m$  : 機器質量

$g$  : 重力加速度

$A_e$  : 有効載荷面積

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数

$k$  : 根入れ効果に対する割増し係数

$c$  : 地盤の粘着力

$N_c, N_q, N_r$  : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

$q$  : 上載荷重 ( $q = \gamma_2 D_f$ )

$\gamma_1, \gamma_2$  : 支持地盤及び根入れ地盤の単位重量 ( $\gamma_1, \gamma_2 = 15.9 \text{ kN/m}^3$ )

$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ

$B_e$  : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 ( $B_e = B - 2e_B$ )

$B$  : 基礎幅

$e_B$  : 荷重の偏心量

## (2) 管理

地盤改良後、簡易支持力測定器（キャスポル）※により地盤の強度を測定し、上記式により必要な極限支持力を有していることを確認する。

※ ランマー（重鎮）を一定の高さから地盤に自由落下させたときに生ずる衝撃加速度の最大値と地盤強度特性値と相関させる衝撃加速度法を基本原理とした簡易な測定器。



## 2. 浄化ユニット基礎の不陸

### (1) 評価方法

浄化ユニットの設置高さが、設計高さに対して許容値以内<sup>\*</sup>であることを確認する。

※ 設計高さ±30mm (社内基準値)

### (2) 管理

浄化ユニット基礎高さ (レベル) を測量し、当該高さが設計高さに対して±30mm 以内であることを確認する。

## 貯留タンクの基礎外周堰の堰内容量に関する説明書

貯留タンクエリアは、既設貯留タンクを残置するため、既設分を含めた堰内貯留量及び堰高を計算する。想定漏えい容量は貯留タンクエリア想定最大量の3,301m<sup>3</sup>とする。堰内はタンク以外に浄化ユニット等も含まれるため、それらの機器占有面積を削除し計算する。

なお、浄化ユニットの占有面積はジャバラハウスの面積とする。

貯留タンクエリアの基礎外周堰の高さ、堰内容量を表-1に示す。

表-1 貯留タンクエリアの基礎外周堰の堰内容量

想定最大漏えい量 (m <sup>3</sup> )	貯留可能面積 (m <sup>2</sup> )
3,301	6,227

$$\begin{aligned}
 \text{必要最低堰高 (m)} &= \text{想定最大漏えい量 (m}^3\text{)} \div \text{貯留可能面積 (m}^2\text{)} \\
 &= 3,301 \div 6,227 \\
 &= 0.53
 \end{aligned}$$

よって、貯留タンクエリアの堰高は0.53m以上とする。

なお、現在の貯留タンクエリアの堰高は0.58m以上で管理されている。

## 浄化ユニット用ジャバラハウスの耐震評価について

### 1. 評価方針

浄化ユニットの上屋であるジャバラハウスは耐震Bクラス相当として設計する。

浄化ユニット用ジャバラハウスは、鉄骨造の地上1階建てで、全4棟の内、最大寸法は平面が約15m（NS）×約4.6m（EW）の建物で、地上高さは約5mである。

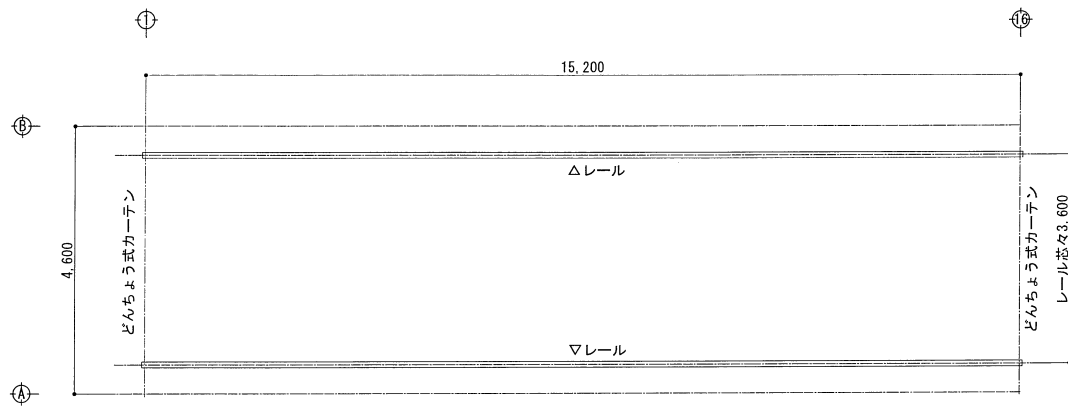
最大のジャバラハウスの平面図及び断面図を図－1に示す。

上屋に加わる地震時の水平力を、NS方向は柱・梁ともトラス形式のフレーム、EW方向はブレースで負担する。

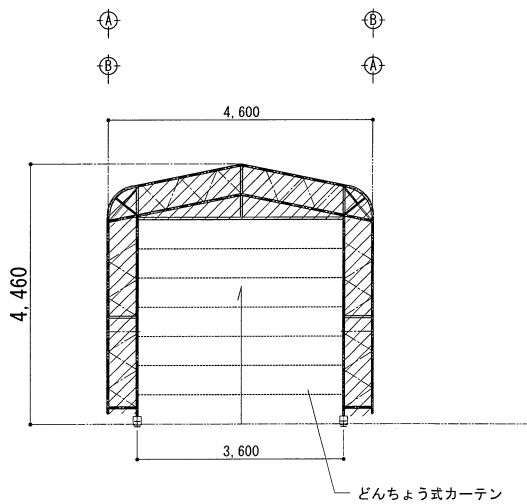
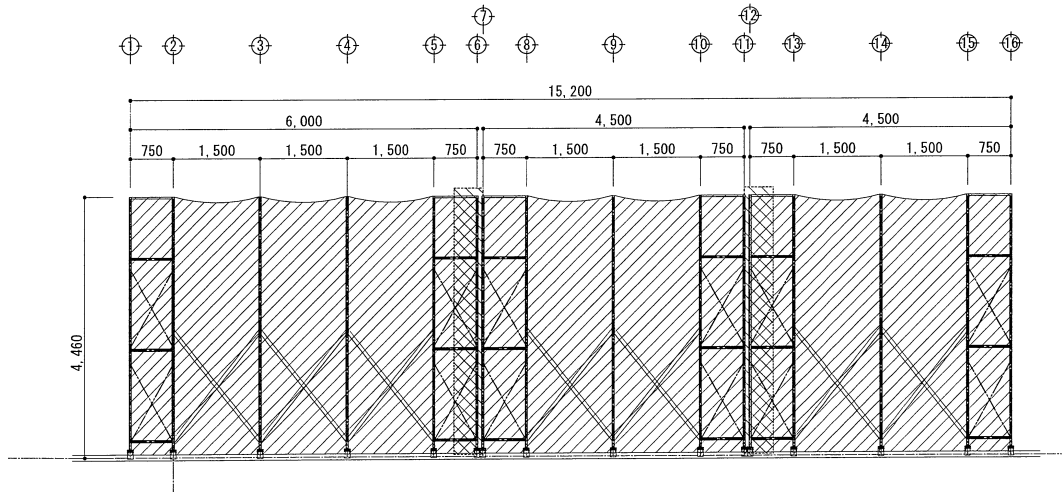
耐震性の評価は、地上1階の地震層せん断力係数として  $1.5 \cdot C_i$  を採用した場合の当該部位の応力に対して行う。

浄化ユニット用ジャバラハウスからの基礎への荷重算出手順を図－2に示す。

また、ジャバラハウスの設計は、建築基準法に準拠し、積雪荷重及び風荷重についても評価する。



平面図 S=1/100



妻面立面図 S=1/100

図一 1 ジャバラハウス

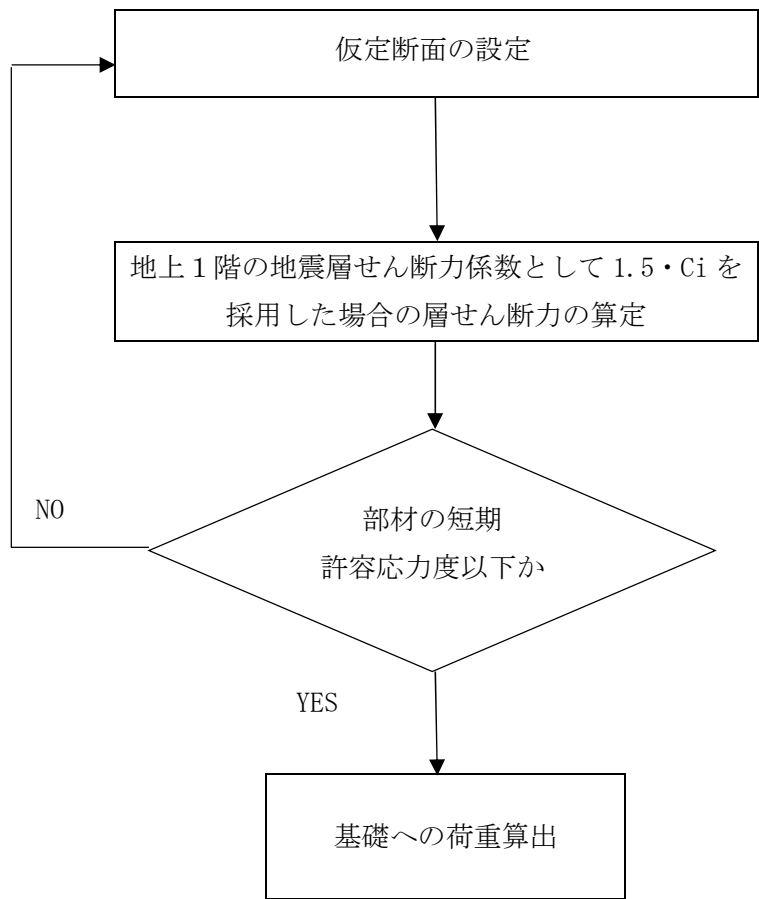


図-2 ジャバラハウスからの基礎への荷重算出手順

2. 評価条件

2. 1 使用材料並びに材料の許容応力度

浄化ユニット用ジャバラハウスの上屋に用いる鋼材及び膜材の許容応力度を表-1, 2に示す。

表-1 構造用鋼材の許容応力度

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

	板厚	材料	基準強度 F	許容応力度
構造用鋼材	t ≤ 40 mm	STK400	235	「鋼構造設計規準」に従って左記 F の値により求める。

注：日本建築学会「鋼構造設計規準・同解説」による。

表-2 膜材の許容応力度

(単位：N/cm, N/mm<sup>2</sup>)

	方向	基準強度 (Fm)	長期 (Fm/60 t)	短期 (Fm/30 t)
膜材	縦	866	27.23	54.47
	横	891	28.02	56.04

## 2. 2 荷重及び荷重の組合せ

### (1) 荷重

設計で考慮する荷重を以下に示す。

#### 1) 鉛直荷重 (V L)

鉛直荷重は、固定荷重とする。

#### 2) 積雪荷重 (S N L)

積雪荷重は、建築基準法施行令及び福島県建築基準法施行規則細則に準拠し以下の条件とする。

積雪量：30 cm, 単位荷重：20N/m<sup>2</sup>/cm

#### 3) 風荷重 (W L)

建築基準法施行令第 87 条, 建設省告示第 1454 号に基づく速度圧及び風力係数を用いて算定する。

- ・基準風速：30m/s
- ・地表面粗度区分：Ⅲ

#### 4) 地震荷重 (S E L)

水平地震力は下式による算定する。

地震層せん断力係数及び設計用地震力を表-3に示す。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

ここで,

$Q_i$  : 水平地震力 (kN)

$n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 ( $n=1.5$ )

$C_i$  : 地震層せん断力係数

$W_i$  : 当該層以上の重量 (kN)

$Z$  : 地震地域係数 ( $Z=1.0$ )

$R_t$  : 振動特性係数 ( $R_t=1.0$ )

$A_i$  : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

$C_o$  : 標準せん断力係数 ( $C_o=0.2$ )

表－3 水平地震力の算定結果

建物高さ (m)	Wi (kN)	地震層せん断力係数 1.5・Ci		設計用地震力 (kN)	
		NS	EW	NS	EW
5	0.92	0.30		0.3	

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せについて表－4に示す。

表－4 荷重の組合せ

荷重状態	荷重ケース	荷重の組合せ	許容応力度
常時	A	VL	長期
積雪時	B	VL+SNL	短期
暴風時	W1	VL+SWL(S→N方向)	
	W2	VL+SWL(W→E方向)	
地震時	C1	VL+SEL(S→N方向)	
	C2	VL+SEL(W→E方向)	

注：「建築基準法施行令第82条」による。



### 3. 評価結果

#### 3. 1 浄化ユニット用ジャバラハウスの評価結果

解析モデルは、全ての部材を線材置換した平面モデルで、柱脚は半固定とする。

検討により得られた部材対応の内、検定比が最大となる鉄骨部材の断面検討結果を表一5に示す。また、外装材の検定比が最大となる膜材の断面検討結果を表一6に示す。

これより、鉄骨部材の応力度および外装材は、許容応力度以下であることを確認した。

表一5 鉄骨部材の応力度と短期許容応力度

部位	荷重条件	応力度 (kN/c m <sup>2</sup> )		許容応力度 (kN/cm <sup>2</sup> )		検定比 $\sigma_b / f_b + \sigma_c / f_c$
		曲げ: $\sigma_b$	圧縮: $\sigma_c$	曲げ: $f_b$	圧縮: $f_c$	
主フレームトラス梁 (STK400)	風荷重	7.08	0.43	12.16	12.16	$0.62 \leq 1.0$

表一6 外装材の応力度と短期許容応力度

部位	荷重条件	応力度 (N/mm) 引張: T	許容応力度 (N/mm) 引張: Ft	検定比 T/Ft
膜材	風荷重	3.61	28.87※1	$0.13 \leq 1.0$

※1: 膜材の短期許容引張応力度  $F_t = \text{短期許容応力度} \times \text{厚み} = 28.87 \text{ (N/mm)}$

※上表の通り主フレームの断面算定は風荷重にて行っているが、地震荷重については下記のように風荷重に対して十分小さいことを確認している。

#### 風荷重と地震荷重の比較

風荷重による水平力  $Q_w = 4.1 \text{ kN/1 フレーム}$

地震荷重による層せん断力  $Q_k = 1.5 \text{ kN/1 フレーム}$

$$\therefore Q_w > Q_k$$

### 3. 2 浄化ユニット用ジャバラハウス固定部の評価

浄化ユニット用ジャバラハウスアンカの強度評価を、浄化ユニット用ジャバラハウスの主フレームからの基礎への荷重により行った。浄化ユニット用ジャバラハウスの主フレームからの基礎への荷重を表-7に示す。

なお、浄化ユニット用ジャバラハウスの固定部はM16メカニカルアンカを使用する。

これより、浄化ユニット用ジャバラハウスの主フレームからの基礎への荷重算出値はM16メカニカルアンカの許容値以下であることを確認した。(表-8 参照)

表-7 主フレームからの基礎への荷重

	軸力 (kN)	せん断力 (kN)	曲げ モーメント (kN・m)
長期	1.04	0.00	0.00
短期(雪)	3.15	0.00	0.00
短期(風)	2.51	4.10	0.00
短期(地震)	0.58	0.60	0.00

表-8 ジャバラハウス固定部評価結果

機器名称	評価 部位	荷重 条件	評価 項目	算出値 (kN)	許容値 (kN)
ジャバラ ハウス	M16 メカニカル アンカ	風荷重	引張	1.26	5.50
			せん断	2.05	7.29

浄化ユニットからの敷地境界線量評価

浄化ユニットからの吸着塔起因の敷地境界に対する直接線・スカイシャイン線の寄与を評価する。

1. 評価概要

○ 評価手法：

- ・ 解析コード MCNP を用いて評価

○ 評価条件：

- ・ 浄化ユニットから最寄りの敷地境界線量の合算値が最大となる評価地点（敷地境界評価地点 No. 78, 距離約 620m）を評価した（図-1）。
- ・ 評価上考慮する吸着塔は、浄化ユニットでは12基（3基×4系列）とした。
- ・ 吸着塔は遮へい鉄 8mm で評価した。
- ・ 評価点における直接線・スカイシャイン線の評価値は、吸着塔1基あたりの評価値を基数倍して算出した。

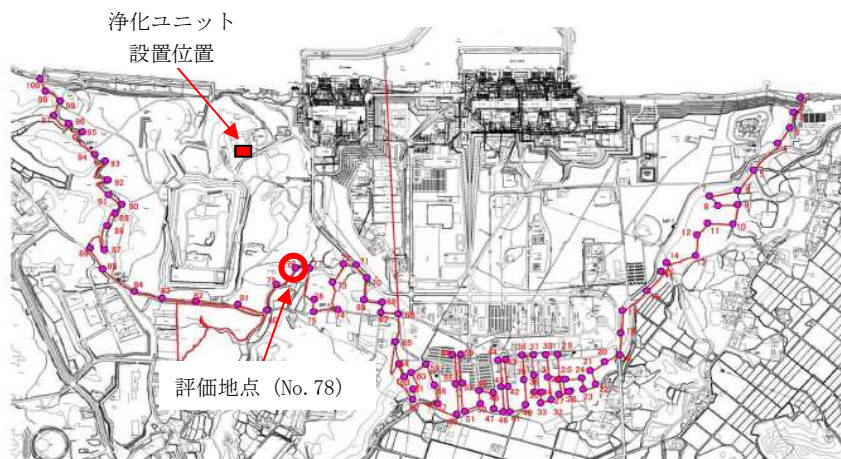


図-1 浄化ユニット設置位置と評価点の位置関係

表－1 吸着塔の線源条件

機器名称	核種	線源強度 (Bq/塔)
吸着塔	Cs-134	2.45E+08
	Cs-137	8.27E+08
	Ba-137m	8.27E+08
	Sr-90	1.41E+09
	Y-90	1.41E+09

2. 評価結果

上記条件により、評価を行った結果、各評価地点における直接線・スカイシャイン線の寄与は表－2の通りとなった。

表－2 浄化ユニットの敷地境界線量評価結果

評価地点	浄化ユニット評価値 (mSv/年)
No. 78	5.06E-04

平成29年3月7日現在、評価地点No. 78において浄化ユニットの影響を除く実効線量は、約0.39mSv/年であり、浄化ユニットによる寄与を加えても、1mSv/年は下回る。

## 廃棄物発生量に関する評価

5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）の運用に伴い、浄化装置、淡水化装置及び浄化ユニットから、廃棄物が発生する。5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）を運用した場合の廃棄物発生量について評価を行った。

## 1. 計算条件

計算条件は以下の通りとする。

- ・浄化装置は、定格処理量（ $26\text{m}^3/\text{h}$ ）とする。
- ・淡水化装置は、定格処理量（ $100\text{m}^3/\text{日}$ ）とする。
- ・浄化ユニットは、定格処理量（ $200\text{m}^3/\text{日}$ ）とする。

## 2. 評価結果

## 2.1. 浄化装置

浄化装置のキレート樹脂及びゼオライトは3～4か月を目途に取替を実施する。年間の廃棄物発生量は約 $34\text{m}^3$ 程度となる。

## 2.2. 淡水化装置

## a. 逆浸透膜

淡水化装置の逆浸透膜は膜差圧又は装置下流の導電率に応じて取替を実施する。交換頻度は、滞留水の水質により変動するが、30～40日に1回程度と想定する。年間の廃棄物発生量は約 $4\text{m}^3$ 程度となる。

## b. フィルタ類

淡水化装置のフィルタ類はフィルタ容器圧力又はポンプ吐出流量に応じて取替を実施する。交換頻度は、滞留水の水質により変動するが、2ヶ月に1回程度と想定する。年間の廃棄物発生量は約 $5\text{m}^3$ 程度となる。

## 2.3. 浄化ユニット

浄化ユニットのセシウム／ストロンチウム同時吸着塔は吸着塔差圧又は装置下流サンプリング水の測定結果に応じて取替を実施する。交換頻度は、滞留水の水質により変動するが、最大1年に4塔程度と想定する。年間の廃棄物発生量は約 $4\text{m}^3$ 程度となる。

## 3. 貯蔵計画

5・6号機仮設設備（滞留水貯留設備）で発生する固体廃棄物については、容器に収納し、表面の線量率を測定した上で、キレート樹脂及びゼオライト並びに逆浸透膜及びフィルタ類は固体廃棄物貯蔵庫、セシウム／ストロンチウム同時吸着塔は使用済セシウム吸着

塔一時保管施設に貯蔵する。処理対象の放射性物質濃度が低く，固体廃棄物への遮へいは不要である。

構内散水における被ばく評価

5・6号機滞留水を浄化装置及び淡水化装置にて処理した水を構内に散水した場合の被ばく評価を行った。

1. 実際の処理水（浄化試験結果）を散水した場合の評価

(1) 処理水の水質について

5・6号機滞留水を浄化処理した水の分析結果と告示濃度限度に対する割合の和を以下に示す。

	告示濃度 (Bq/L)	処理水 (Bq/L)
Cs-134	60	0.6
Cs-137	90	1.8
Sr-90	30	0.8
H-3	60000	2500
告示濃度限度に対する割合の和*		0.10

$$\ast \frac{\text{Cs-134濃度}[Bq/L]}{60[Bq/L]} + \frac{\text{Cs-137濃度}[Bq/L]}{90[Bq/L]} + \frac{\text{Sr-90濃度}^{\text{注}}[Bq/L]}{30[Bq/L]} + \frac{\text{H-3濃度}[Bq/L]}{60000[Bq/L]}$$

注) Sr-90 は、分析値若しくは全βでの評価値とする。

(2) 被ばく評価について

<計算条件>

- ・散水量：1年間継続して60,000kg/日を散水したと仮定
- ・散水面積：1,000m<sup>2</sup>（最も面積が小さい箇所に散水したと仮定）
- ・放射能濃度：Cs-134・・・0.6Bq/L, Cs-137・・・1.8Bq/L, H-3・・・2500Bq/L,  
Sr-90・・・0.8Bq/L
- ・放射性物質は地表5cmに留まると仮定（ただし、H-3は、地表に留まることは無いと考えられるため、1日の散水量等より実効線量を算出する）
- ・作業員の滞在時間は、年間2000時間と仮定

<評価結果>

a. 作業員への実効線量

① 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量

Srは、Csに比べ土壌分配係数が約1/10小さく、線質についても透過係数が十分に小さいことから、Csのみに着目して評価を実施する。

$$E_{gw} = \sum_i A_i \cdot B_i \cdot T$$

$E_{gw}$  : 地面に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線に起因する実効線量 (mSv/年)

$A_i$  : 土壤汚染からの被ばくに対する換算係数  $\left(\frac{mSv/h}{kBq/m^2}\right)$  注1

Cs-134・・・5.4E-6, Cs-137・・・2.1E-6

$B_i$  : 1 m<sup>2</sup> 当たりの放射エネルギー (Bq/m<sup>2</sup>)

$B_i$  = 散水する放射能濃度 (Bq/L) × 散水量 (kg) ÷ 散水面積 (m<sup>2</sup>)

$T$  : 1 年間における作業時間 (h/y) 2000

上記による計算の結果、地面に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線に起因する実効線量は年間約  $8.4 \times 10^{-4}$  mSv である。

② H-3 を吸入摂取した場合の実効線量

$$E_{bw} = C \cdot M_a \cdot K \cdot T$$

$E_{bw}$  : H-3 を吸入摂取した場合の実効線量 (mSv/年)

$C$  : 水蒸気中の H-3 濃度 (Bq/L)

$C$  = H-3 の放射能濃度 (Bq/L) × 飽和水蒸気量 (g/m<sup>3</sup>)

飽和水蒸気量 : 17.2 (20°C の場合)

$M_a$  : 呼吸率 (L/年) 注2 成人で  $8.1 \times 10^6$

$K$  : 吸入摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq) 注3  $1.8 \times 10^{-8}$

$T$  : 1 年間における作業時間 (h/y) 2000

上記による計算の結果、H-3 を吸入した場合の実効線量は、年間約  $1.4 \times 10^{-3}$  mSv である。

なお、H-3 は生体組織中での平均飛程が約  $0.65 \mu m$  であるため、H-3 による被ばくに関しては内部被ばくのみ考慮する。

b. 敷地境界における一般公衆への実効線量

散水場所が敷地境界付近である場合も想定し、距離による減衰は考慮せずに評価を実施した。

① 地面に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線に起因する実効線量

Sr は、Cs に比べ土壤分配係数が約 1/10 小さく、線質についても透過係数が十分に小さいことから、Cs のみに着目して評価を実施する。

$$E_{gw} = \sum_i A_i \cdot B_i$$

$E_{gw}$  : 地面に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線に起因する実効線量 (mSv/年)

$A_i$  : 土壤汚染からの被ばくに対する換算係数  $\left(\frac{mSv/h}{kBq/m^2}\right)$  注1

Cs-134・・・5.4E-6, Cs-137・・・2.1E-6



$B_i$  : 1 m<sup>2</sup> 当たりの放射能 (Bq/m<sup>2</sup>)

$$B_i = \text{散水する放射能濃度 (Bq/L)} \times \text{散水量 (kg)} \div \text{散水面積 (m}^2\text{)}$$

上記による計算の結果、地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量は年間約  $3.7 \times 10^{-3}$  mSv である。

なお、本評価結果は、距離による減衰を考慮しない保守的なものであり、散水場所の敷地境界からの距離に応じて、実効線量は減少する。

## ② H-3 を吸入摂取した場合の実効線量

$$E_{bw} = C \cdot M_a \cdot K$$

$E_{bw}$  : H-3 を吸入摂取した場合の実効線量 (mSv/年)

$C$  : 水蒸気中の H-3 濃度 (Bq/L)

$$C = \text{H-3 の放射能濃度 (Bq/L)} \times \text{飽和水蒸気量 (g/m}^3\text{)}$$

飽和水蒸気量 : 17.2 (20°C の場合)

$M_a$  : 呼吸率 (L/年) <sup>注2</sup> 成人で  $8.1 \times 10^6$

$K$  : 吸入摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq) <sup>注3</sup>  $1.8 \times 10^{-8}$

上記による計算の結果、H-3 を吸入した場合の実効線量は、年間約  $6.3 \times 10^{-3}$  mSv である。H-3 は生体組織中での平均飛程が約  $0.65 \mu\text{m}$  であるため、H-3 による被ばくに関しては内部被ばくのみ考慮する。

なお、本評価結果は、距離による減衰を考慮しない保守的なものであり、散水場所の敷地境界からの距離に応じて、実効線量は減少する。

また、散水時における一般公衆への直接飛沫による被ばくは、散水場所から敷地境界までである程度の距離があり、影響が小さいと考えられるため考慮しない。

## 2. 運用範囲\*において理論上とりうる放射能濃度を仮定した場合の被ばく評価

放射能濃度以外の計算条件及び評価に関わる数式等は、1. と同様である。

<計算条件>

・放射能濃度 : 浄化試験データから想定しがたいものの、各評価について、運用範囲\*内において、理論上、評価結果の最も厳しくなる放射能濃度を仮定する。

### ① 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量

$$\text{Cs-134} \cdots 8\text{Bq/L}, \text{Cs-137} \cdots 8\text{Bq/L}, \text{H-3} \cdots 0\text{Bq/L}, \text{Sr-90} \cdots 0\text{Bq/L}$$

### ② H-3 を吸入摂取した場合の実効線量

$$\text{Cs-134} \cdots 0\text{Bq/L}, \text{Cs-137} \cdots 0\text{Bq/L}, \text{H-3} \cdots 13200\text{Bq/L}, \text{Sr-90} \cdots 0\text{Bq/L}$$

$$* \frac{\text{Cs-134濃度}[\text{Bq/L}]}{60[\text{Bq/L}]} + \frac{\text{Cs-137濃度}[\text{Bq/L}]}{90[\text{Bq/L}]} + \frac{\text{Sr-90濃度}[\text{Bq/L}]}{30[\text{Bq/L}]} + \frac{\text{H-3濃度}[\text{Bq/L}]}{60000[\text{Bq/L}]} \leq 0.22$$

注) Sr-90 は、分析値若しくは全βでの評価値とする。

<評価結果>

a. 作業員への実効線量

① 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量

1. (2)と同様に計算した結果、地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量は年間約  $7.2 \times 10^{-3}$  mSv である。

② H-3 を吸入摂取した場合の実効線量

1. (2)と同様に計算した結果、H-3 を吸入した場合の実効線量は、年間約  $7.6 \times 10^{-3}$  mSv である。

作業員への実効線量は、放射能濃度に応じて求められる地表に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量と H-3 を吸入摂取した場合の実効線量の和となる。この和の評価については、H-3 を吸入摂取した場合の実効線量評価の方がγ線に起因する実効線量評価よりも評価結果に与える影響が大きい。したがって、運用範囲内において評価結果が理論上最大となる放射能濃度は、②の条件となる。以上より、作業員への実効線量は年間約  $7.6 \times 10^{-3}$  mSv である。

b. 敷地境界における一般公衆への実効線量

散水場所が敷地境界付近であるため、距離による減衰は考慮せずに評価を実施した。

① 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量

1. (2)と同様に計算した結果、地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量は年間約  $3.2 \times 10^{-2}$  mSv である。

なお、本評価結果は、距離による減衰を考慮しない保守的なものであり、散水場所の敷地境界からの距離に応じて、実効線量は減少する。

② H-3 を吸入摂取した場合の実効線量

1. (2)と同様に計算した結果、H-3 を吸入した場合の実効線量は、年間約  $3.3 \times 10^{-2}$  mSv である。

なお、本評価結果は、距離による減衰を考慮しない保守的なものであり、散水場所の敷地境界からの距離に応じて、実効線量は減少する。

また、散水時における一般公衆への直接飛沫による被ばくは、散水場所から敷地境界まである程度の距離があり、影響が小さいと考えられるため考慮しない。

なお、本評価結果は、距離による減衰を考慮しない保守的なものであり、散水場所の

敷地境界からの距離に応じて、実効線量は減少する。

敷地境界における一般公衆への実効線量は、放射能濃度に応じて求められる地表に沈着した放射性物質からの $\gamma$ 線に起因する実効線量と H-3 を吸入摂取した場合の実効線量の和となる。この和の評価については、H-3 を吸入摂取した場合の実効線量評価の方が $\gamma$ 線に起因する実効線量評価の方よりも評価結果に与える影響が大きい。したがって、運用範囲内において評価結果が理論上最大となる放射能濃度は、②の条件となる。以上より、敷地境界における一般公衆への実効線量は年間約  $3.3 \times 10^{-2}$  mSv である。

「出典」

- 注 1) IAEA-TECDOC-1162 Generic Procedures for Assessment and Response during Radiological Emergency
- 注 2) 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針
- 注 3) 東京電力株式会社福島第一原子力原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示（平成二十五年四月十二日原子力規制委員会告示第三号）

以上