

2.51 ゼオライト土嚢等処理設備

2.51.1 基本設計

2.51.1.1 設置の目的

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋の地下階には、東北地方太平洋沖地震発生直後にゼオライト土嚢及び活性炭土嚢（以下「ゼオライト土嚢等」という。）が設置されている。本設備は、地下階のゼオライト土嚢等を地上階に抜き出し、ゼオライト等保管容器に充填及び脱水した上で、高台に保管することを目的とする。

2.51.1.2 要求される機能

- (1) 抜き出したゼオライト土嚢等を遠隔操作によりゼオライト等保管容器に充填し、脱水できること。
- (2) 漏えい防止機能を有すること。
- (3) 万一、機器・配管から漏えいした場合においても、施設外への漏えい拡大を防止できること。

2.51.1.3 設計方針

(1) ゼオライト土嚢等の処理

ゼオライト土嚢等処理設備は、地下階から抜き出したゼオライト土嚢等を、遠隔操作によりゼオライト等保管容器に充填し、脱水できる設計とする。

具体的には、地下階において、ROV を使用して、ゼオライト土嚢等をゼオライト土嚢等処理設備まで移動させ、滞留水と共に地上階に抜き出し、ゼオライト等保管容器に充填・脱水する。

(2) 被ばく低減

ゼオライト土嚢等処理設備は、機器等の設計において遮へい機能を考慮した設計とし、機器表面から 1m での線量を 1.0mSv/h 以下とする。また、設備の運転は遠隔で実施可能な設計とし、保守作業時の作業員の被ばく低減のため、保守作業前に機器のフラッシングが行える設計とする。また、鉛遮へいのついたゼオライト等保管容器を使用することで、ゼオライト等保管容器表面において 1mSv/h 以下となるようにする。

その他、関係者以外の者が不要に近づくことがないように、標識や立入禁止区域等を設ける他、近傍の設備の操作やパトロール等の要員への被ばく影響を考慮し、影響があるエリアには、遮へい等により被ばく低減を図る。

(3) 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理

ゼオライト土嚢等処理設備は、放射性物質の漏えい防止及び漏えい拡大防止を考慮し、以下のような設計とする。高線量のゼオライト土嚢等と汚染水を扱うため、接液部は耐放射線性、耐食性を併せ持つ材質を使用する。ゼオライト土嚢等を移送する配管は耐食性を有する鋼管並びにポリエチレン管等とする。耐圧ホースは 2 重ホースを使用する等、漏え

いを防止する構造とする。ゼオライト等は滞留水と共に地上階へ移送した後、ゼオライト等保管容器に入れて脱水し、ゼオライト等のみが封入された状態とすることで、液体の漏洩リスクを下げ、一時保管施設まで運搬し、保管する運用とする。ゼオライト等保管容器にゼオライトが充填されることを検知するため、振動式のレベル計を用いる。レベル計の誤作動によりゼオライト等保管容器の容量を超えて移送されたゼオライト等が配管内に積もらないように、2つ設置する。また、補助的な検知手法として、コリメータ付き線量計を併用し、充填途中の状況を確認する。

ゼオライト土嚢等処理設備は、漏えい検知・漏えい拡大防止を考慮し、次のような設計とする。漏えい早期検知として、装置を設置する箇所には漏えい拡大防止堰を設けるとともに、漏えい検知器を設ける。ゼオライト土嚢等を移送する配管は、堰またはトラフ内に設置する。漏えいを検知した場合は、遠隔操作室に警報を発報するとともに、ゼオライト土嚢等処理設備の運転を停止させる。配管と各設備との取合い部はフランジ接続とするが、接続の位置は漏えい拡大防止のため受けパン又は堰（トラフ含む）の内部とすることで、漏えいの拡大を防止する。また、配管のうちポリエチレン管同士の接続部は漏えい発生防止のため融着構造とする。

(4) 放射性気体廃棄物の処理・管理

ゼオライト土嚢等処理設備の放射性物質の閉じ込めに関して、以下のような設計とする。PMB、HTIの地上階に設置し、容器封入作業中は、脱水時の地下階への排気やゼオライト等保管容器取り外し時のダストの影響への対応策として、ダストの管理を実施する。地下階のダスト等が地上階に拡散しないよう、ROV昇降口（既設開口）はシート等で養生するほか、建屋内に排気設備を設置するなど、地上階におけるダスト拡大防止対策を講じる。なお、排気設備は、建屋内吸排気とすることで、建屋内外の気圧差を変化させる事が無いため、建屋外に放射性物質を排出しない構造とする。また、ゼオライト等保管容器への移送は、系統内で行い、開放状態で扱わない構成を基本とする。ゼオライト等保管容器の搬出作業時、一時的にゼオライト等保管容器から移送配管（耐圧ホース）を取り外すため、放射性物質の拡大防止対策として、ハウスを作りエリアを区分する。ゼオライト土嚢等の放射性物質については、万が一放射性物質が系統外に漏えいした場合にもハウス内に閉じ込めることを基本とする。また、排気設備にてハウス外からハウス内に向かって空気が流れるよう管理し、ハウス内で発生したダストの外部への漏えいを防止する設計とする。

(5) 準拠規格及び基準

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する構築物、系統及び機器の設計、材料の選定、製作及び検査については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME)、日本産業規格(JIS)、American Society of Mechanical Engineers (ASME 規格)、日本水道協会規格(JWWA)等を適用することにより信頼性を確保する。

(6) 自然現象に対する設計上の考慮

a. 地震に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する構築物、系統及び機器は、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」(令和4年11月16日原子力規制委員会了承, 2023年6月19日一部改訂)に基づいて、耐震設計上の区分を行うとともに、適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

なお、主要な機器の耐震性を評価するにあたっては、原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)等に準拠する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。

ポリエチレン管、耐圧ホース等は、材料の可撓性により耐震性を確保する。

b. 地震以外に想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻、凍結等)に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、地震以外の想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻、凍結等)によって、施設の安全性が損なわれないよう設計する。

(7) 外部人為事象に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、想定される外部人為事象によって、施設の安全性を損なうことのない設計とする。また、第三者の不法な接近等に対し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計とする。

(8) 火災に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、火災発生防止及び火災影響軽減のため、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとともに設備周辺から可能な限り可燃物を排除する。また、初期消火の対応ができるよう、設備近傍に消火器を設置する。なお、火災発生は監視カメラ等により確認可能な設計とする。

(9) 環境条件に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備の構築物、系統及び機器は、経年事象を含む想定されるすべての環境条件に適合できる設計とする。

(10) 監視及び運転操作に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、遠隔操作室の監視・制御装置により、遠隔操作及び運転状況の監視が可能な設計とする。また、ゼオライト土嚢等処理設備は、運転する者による誤操作を防止できる設計とするとともに、異常事象や設備の運転に影響を及ぼしうる自然現象等が発生した状況下においても、運転する者がこれらの事象に対処するために必要な設備を容易に操作できる設計とする。

(11) 信頼性に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、ヒューマンエラーや機器の故障による放射性物質の漏えいが発生しないよう、高い信頼性を確保した設計とする。また、万が一、漏えいが発生したとしても、その量が極めて小さくなる設計とする。

(12) 検査可能性に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する構築物，系統及び機器は，それらの健全性及び能力を確認するために，適切な方法によりその機能を検査できる設計とする。

2.51.1.4 主要な機器

ゼオライト土嚢等処理設備は，垂直移送ポンプ，補給水ポンプ，ゼオライト等保管容器，補給水タンク及び配管等により構成する。

(1) 垂直移送ポンプ

垂直移送ポンプは，地下階のゼオライト土嚢等を地上階に抜き出し，ゼオライト等保管容器に移送する。

(2) 補給水ポンプ

補給水ポンプは，補給水タンクの R0 処理水又はろ過水を移送し，ゼオライト等保管容器及び配管をフラッシングする。

(3) ゼオライト等保管容器

ゼオライト等保管容器は，地下階から抜き出したゼオライト土嚢等を脱水及び保管する。

(4) 補給水タンク

補給水タンクは，ゼオライト等保管容器及び配管をフラッシングする R0 処理水又はろ過水を貯留する。

2.51.1.5 供用期間中に確認する項目

ゼオライト土嚢等処理設備は，供用期間が短いため定めない。なお、トラブル等により供用期間が延びる場合は、ゼオライト土嚢等の移送等ができることを確認する。

2.51.2 基本仕様

2.51.2.1 ゼオライト土嚢等処理設備の主要仕様

2.51.2.1.1 ゼオライト土嚢等処理設備（プロセス主建屋）

(1) ポンプ

a. 垂直移送ポンプ（完成品）

台 数	1 台
容 量	9 m ³ /h(公称値)
揚 程	42 m(公称値)

b. 補給水ポンプ（完成品）

台 数	1 台
容 量	22 m ³ /h(公称値)
揚 程	70 m(公称値)

(2) ゼオライト等保管容器

名称		ゼオライト等保管容器	
種類		たて置円筒形	
容量	m ³ /基	2.2 ^{※1}	
最高使用圧力	MPa	0.98	
最高使用温度	℃	40	
主要寸法	胴内径	mm	1193.8
	胴板厚さ	mm	12.7
	上部平板厚さ	mm	88.9
	下部平板厚さ	mm	88.9
	高さ	mm	2933.7
	胴遮へい厚さ	mm	65
	蓋遮へい鉛球充填高さ	mm	188
材料	胴板	-	ASME SA240 Type 316L
	上部平板	-	ASME SA240 Type 316L
	下部平板	-	ASME SA240 Type 316L
	胴遮へい	-	鉛
	蓋遮へい鉛球	-	鉛
基数	基	1 ^{※2}	

※1 容量は運用上の最大容量（物理的に入れることが可能な容量 2.45m³ の約 90%容量）とし，2.2m³を満充填とする。

※2 基数は，ゼオライト土嚢等の設置量に応じて設置する。現時点では PMB のゼオライト土嚢等の設置量は約 36m³（ゼオライト 16t，活性炭 8t）程度であり，20 基程度を想定している。なお，HTI にて使わなかったゼオライト等保管容器は PMB にて使用する。

(3) 補給水タンク

名称		補給水タンク	
種類		たて置円筒形	
容量	m ³	7	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	40	
主要寸法	胴内径	mm	2500
	胴板厚さ	mm	9.0
	底板厚さ	mm	12.0
	平板厚さ	mm	6.0
	高さ	mm	1821
材料	胴板	-	SUS304
	底板	-	SUS304
基数		基	1

(4) 主配管

a. 移送配管

主要配管仕様

名称	仕様	
垂直移送ポンプからゼオライト等保管容器入口接続部まで (耐圧ホース)	呼び径	50A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch40 50A 相当/Sch40S
	材質	SUS316LTP, ASME SA312 Gr. TP316L
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(ポリエチレン管)	呼び径	50A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃

b. 排水配管

主要配管仕様

名称	仕様	
ゼオライト等保管容器出口接続部から排水配管出口弁まで (耐圧ホース)	呼び径	40A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	40A/Sch80 50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	40A/Sch40 40A 相当/Sch40S
	材質	SUS316LTP, ASME SA312 Gr. TP316L
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
排水配管出口弁からプロセス主建屋地下階まで (耐圧ホース)	呼び径	50A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	静水頭
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	静水頭
	最高使用温度	40℃

c. 補給水配管

主要配管仕様

名称	仕様	
補給水タンク入口弁から補給水タンクまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch40 STPT410 静水頭 40℃
補給水タンクから補給水ポンプまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch40 STPT410 静水頭 40℃
補給水ポンプから移送配仕切弁まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch80 80A/Sch40 STPT410 0.98MPa 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 80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
移送配管仕切弁から移送配管まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch80 STPT410 0.98MPa 40℃

2. 51. 2. 1. 2 ゼオライト土嚢等処理設備（高温焼却炉建屋）

(1) ポンプ

a. 垂直移送ポンプ（完成品）

台 数	1 台
容 量	9 m ³ /h(公称値)
揚 程	42 m(公称値)

b. 補給水ポンプ（完成品）

台 数	1 台
容 量	22 m ³ /h(公称値)
揚 程	70 m(公称値)

(2) ゼオライト等保管容器

名 称			ゼオライト等保管容器
種 類			たて置円筒形
容量	m ³ /基		2.2 ^{※1}
最高使用圧力	MPa		0.98
最高使用温度	℃		40
主 要 寸 法	胴内径	mm	1193.8
	胴板厚さ	mm	12.7
	上部平板厚さ	mm	88.9
	下部平板厚さ	mm	88.9
	高さ	mm	2933.7
	胴遮へい厚さ	mm	65
	蓋遮へい鉛球充填高さ	mm	188
材 料	胴板	-	ASME SA240 Type 316L
	上部平板	-	ASME SA240 Type 316L
	下部平板	-	ASME SA240 Type 316L
	胴遮へい	-	鉛
	蓋遮へい鉛球	-	鉛
基数		基	1 ^{※2}

※1 容量は運用上の最大容量（物理的に入れることが可能な容量 2.45m³ の約 90%容量）とし、2.2m³を満充填とする。

※2 基数は、ゼオライト土嚢等の設置量に応じて設置する。現時点では HTI のゼオライト土嚢等の設置量は約 28m³（ゼオライト 10t、活性炭 7.5t）程度であり、15 基程度を想

定している。なお,HTI にて使わなかったゼオライト等保管容器は PMB にて使用する。

(3) 補給水タンク

名称		補給水タンク	
種類		たて置円筒形	
容量	m ³	7	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	40	
主要寸法	胴内径	mm	2500
	胴板厚さ	mm	9.0
	底板厚さ	mm	12.0
	平板厚さ	mm	6.0
	高さ	mm	1821
材料	胴板	-	SUS304
	底板	-	SUS304
基数	基	1	

(4) 主配管

a. 移送配管

主要配管仕様

名称	仕様	
垂直移送ポンプからゼオライト 等保管容器入口接続部まで (耐圧ホース)	呼び径	50A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch40 50A 相当/Sch40S
	材質	SUS316LTP, ASME SA312 Gr. TP316L
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(ポリエチレン管)	呼び径	50A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃

b. 排水配管

主要配管仕様

名称	仕様	
ゼオライト等保管容器出口接続部から排水配管出口弁まで (耐圧ホース)	呼び径	40A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	40A/Sch80 50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	40A/Sch40 40A 相当/Sch40S
	材質	SUS316LTP, ASME SA312 Gr. TP316L
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
排水配管出口弁から高温焼却炉建屋地下階まで (耐圧ホース)	呼び径	50A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	静水頭
	最高使用温度	40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ	50A/Sch80
	材質	STPT410
	最高使用圧力	静水頭
	最高使用温度	40℃

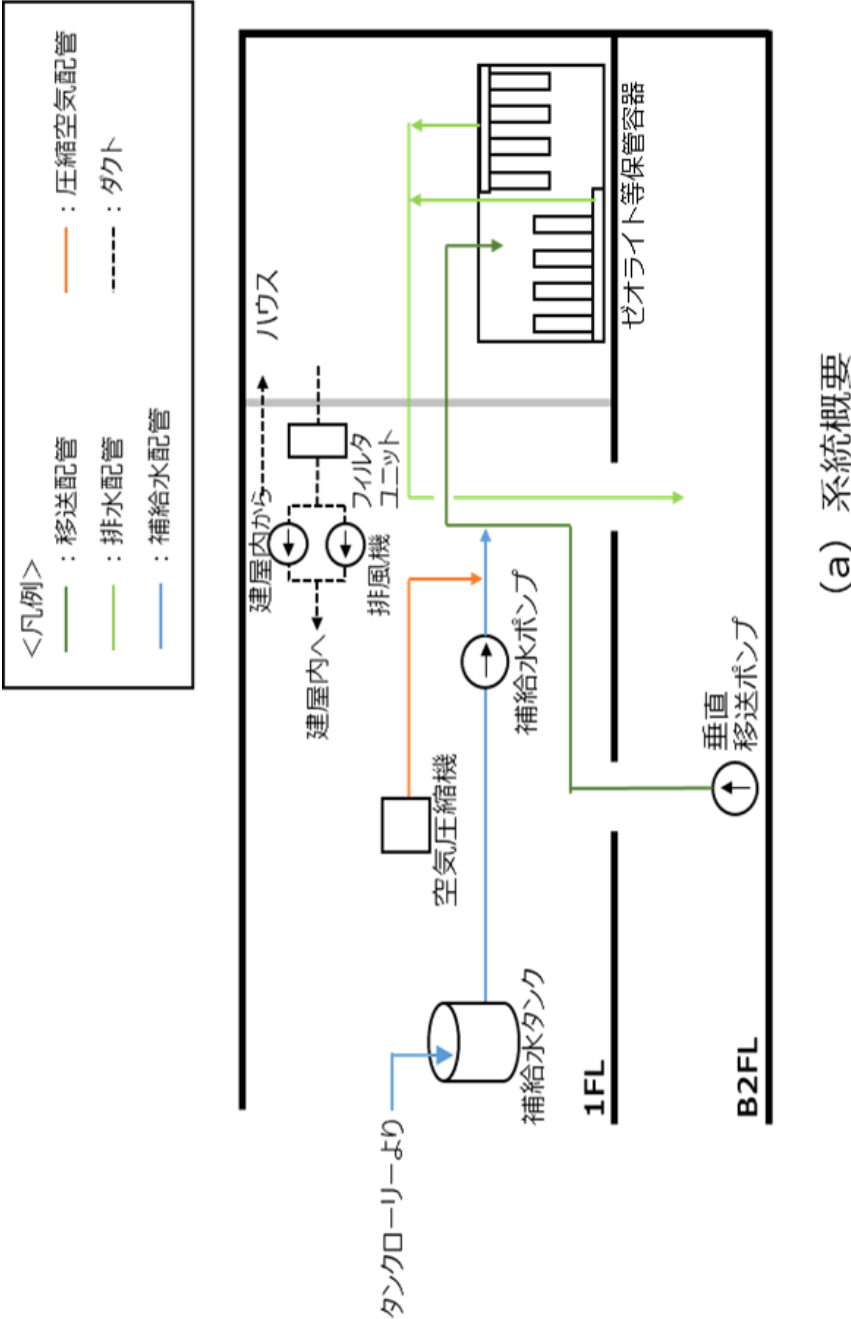
c. 補給水配管

主要配管仕様

名称	仕様	
補給水タンク入口弁から補給水タンクまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch40 STPT410 静水頭 40℃
補給水タンクから補給水ポンプまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch40 STPT410 静水頭 40℃
補給水ポンプから移送配管仕切弁まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch80 80A/Sch40 STPT410 0.98MPa 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 80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
移送配管仕切弁から移送配管まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch80 STPT410 0.98MPa 40℃

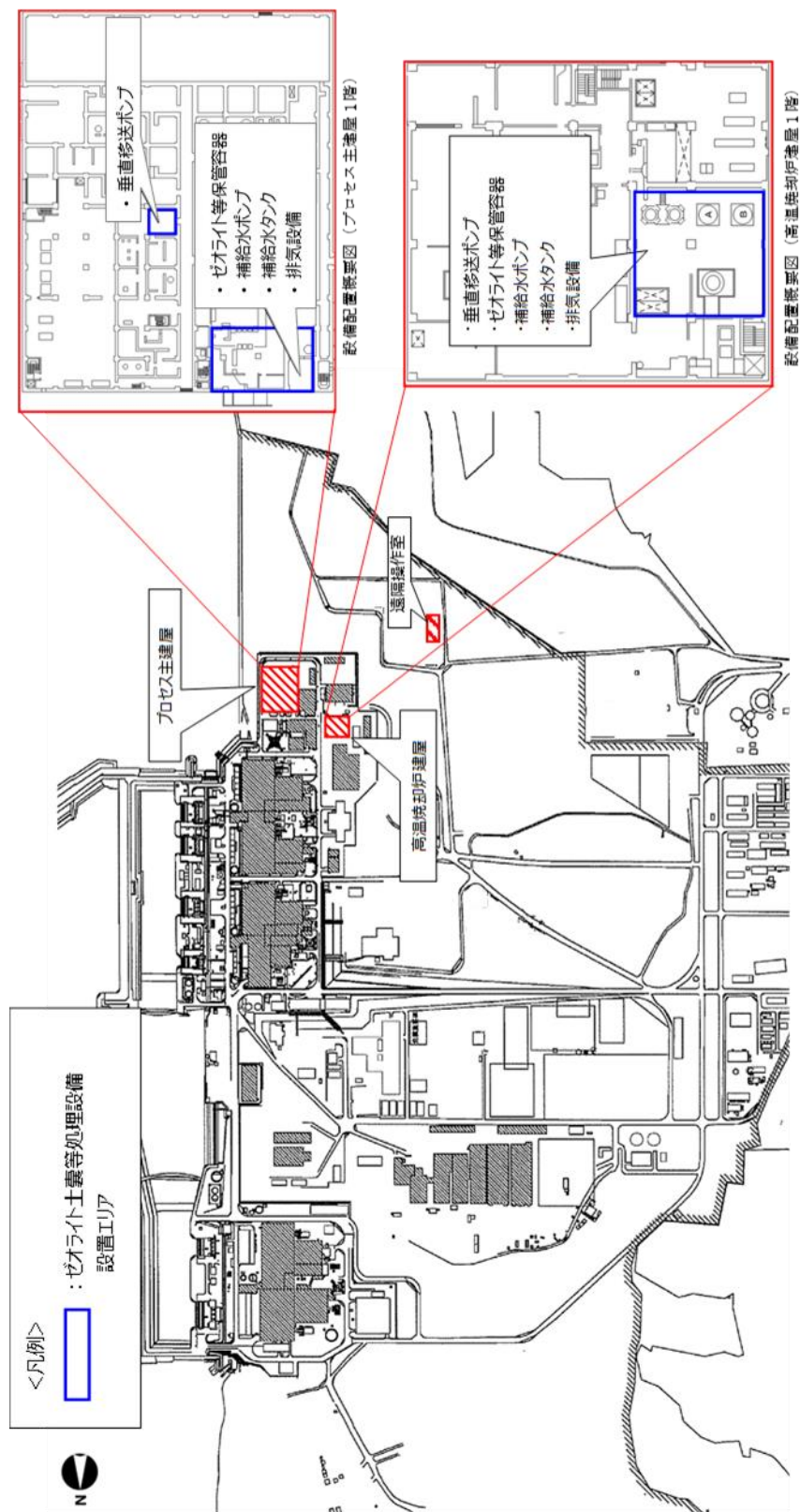
2.51.3 添付資料

- 添付資料－1 : ゼオライト土嚢等処理設備の全体概要図
- 添付資料－2 : ゼオライト土嚢等処理設備の具体的な安全確保策について
- 添付資料－3 : 工事工程表
- 添付資料－4 : ゼオライト土嚢等処理設備に係る確認事項



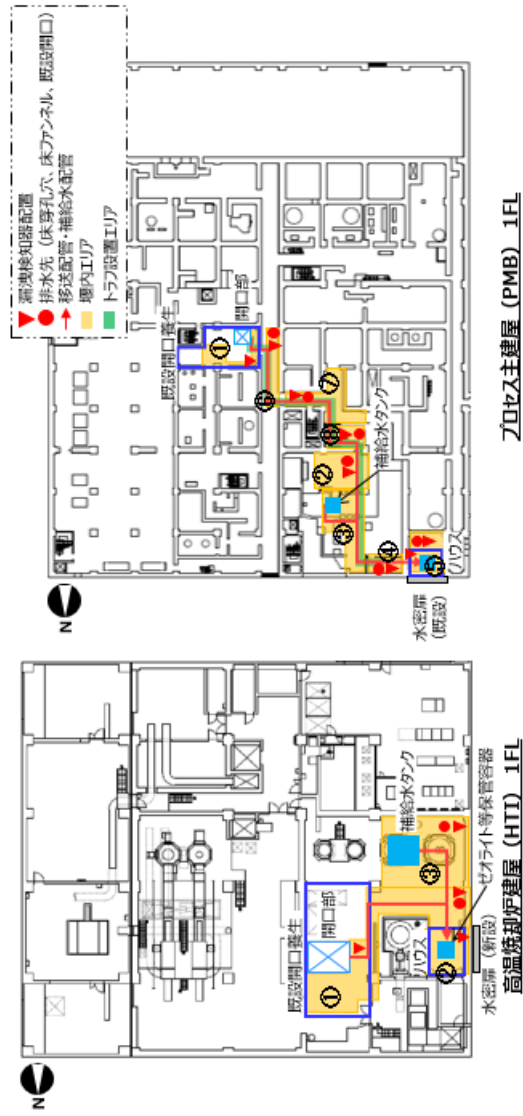
(a) 系統概要

図ー1 ゼオライト土嚢等処理設備の全体概要図 (1 / 3)



(b) 配置概要

図一1 ゼオライト土壌等処理設備の全体概要図 (2 / 3)



(c) 漏えい検知器及び火災の配置概要

図一1 ゼオライト土囊等処理設備の全体概要図 (3 / 3)

ゼオライト土嚢等処理設備の具体的な安全確保策について

ゼオライト土嚢等処理設備は、放射性物質を含むゼオライト土嚢及び活性炭土嚢（以下「ゼオライト土嚢等」という。）並びに汚染水を扱うため、漏えい発生防止対策、放射線遮へい対策、崩壊熱除去、可燃性ガス滞留防止、環境条件対策等について、具体的な安全確保策を以下のとおり定め実施する。

1. 電源の確保

ゼオライト土嚢等処理設備の電源は、設備近傍の 480V パワーセンターより A/B の 2 系統で低圧受電し、万一、外部電源が喪失した場合でも、非常用電源設備（可搬）を手動で接続することにより、放射性物質の閉じ込め機能及びその監視機能等をもつ設備に給電できる設計とする。

また外部電源、非常用電源設備（可搬）、その他の関連する電気系統設備の故障によって、必要とされる電力の供給が喪失することがないように、保護継電器等にて異常を検知し、しゃ断器にて異常回路を切り離すことで、その拡大及び伝播を防止する設計とする。

2. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理

ゼオライト土嚢等処理設備の設置に伴い発生する固体廃棄物の取扱いについては、福島第一原子力発電所（以下「発電所」という。）の放射性固体廃棄物の処理・保管・管理の対応に従う。（「Ⅱ 1.8 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」参照。）

3. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理

ゼオライト土嚢等処理設備の設置に伴い発生する液体廃棄物の取扱いについては、発電所の放射性液体廃棄物の処理・保管・管理の対応に従う。（「Ⅱ 1.9 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」参照。）

(1) 漏えい発生防止

- a. ゼオライト土嚢等処理設備は、高線量のゼオライト土嚢等と汚染水を扱うため、接液部は耐放射線性、耐食性を併せ持つ材質を使用する。
- b. ゼオライト土嚢等を移送する配管は耐食性を有する鋼管並びにポリエチレン管等とする。
- c. 耐圧ホースは 2 重ホースを使用する等、漏えいを防止する構造とする。
- d. ゼオライト等は滞留水と共に地上階へ移送した後、ゼオライト等保管容器に入れて脱水し、ゼオライト等のみが封入された状態とすることで、液体の漏洩リスクを下げ、

一時保管施設まで運搬し、保管する運用とする。脱水工程は圧縮空気を送り込んで、ゼオライト等保管容器内の水分を押し出し、排水ラインから地下階に排出する。

- e. ゼオライト等保管容器にゼオライトが充填されることを検知するため、振動式のレベル計を用いる。レベル計の誤作動によりゼオライト等保管容器の容量を超えて移送されたゼオライト等が配管内に積もらないように、2つ設置する（多重性）。

(2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 漏えい早期検知として、装置を設置する箇所には漏えい拡大防止堰を設けるとともに、漏えい検知器を設ける。
- b. ゼオライト土嚢等を移送する配管は、堰またはトラフ内に設置する。
- c. 漏えいを検知した場合は、遠隔操作室に警報を発報するとともに、ゼオライト土嚢等処理設備の運転を停止させる。
- d. 配管と各設備との取合い部はフランジ接続とするが、接続の位置は漏えい拡大防止のため受けパン又は堰（トラフ含む）の内部とすることで、漏えいの拡大を防止する。また、配管のうちポリエチレン管同士の接続部は漏えい発生防止のため融着構造とする。

4. 放射性気体廃棄物の処理・管理

ゼオライト土嚢等処理設備の設置に伴い発生する気体廃棄物の取扱いについては、発電所の放射性気体廃棄物の処理・管理の対応に従う。（「Ⅱ 1.10 放射性気体廃棄物の処理・管理」参照。）具体的な管理方針等については、「別紙ー1 ゼオライト土嚢等処理設備の放射性物質の閉じ込めに関する説明書」の通り。

5. 作業員の被ばく線量の管理等

ゼオライト土嚢等処理設備に対する作業員の被ばく線量の管理等は、発電所の作業員の被ばく線量の管理等に従う。（「Ⅱ 1.12 作業員の被ばく線量の管理等」を参照。）

- (1) ゼオライト土嚢等処理設備からの放射線による雰囲気線量当量率は、各機器に遮へいを設け、機器表面から1mでの線量を1.0mSv/h以下とする。また、鉛遮へいのついたゼオライト等保管容器を使用することで、ゼオライト等保管容器表面において1mSv/h以下となるようにする。
- (2) 設備の運転は、遠隔操作室にて運転操作及び監視を可能とする。
- (3) 保守作業時の作業員の被ばく低減のため、保守作業前に機器のフラッシングが行える設計とする。
- (4) ゼオライト土嚢等処理設備の運転等に係る関係者以外の者が不要に近づくことがないように、標識や立入禁止区域等を設ける。
- (5) ゼオライト土嚢等処理設備の設置は、プロセス主建屋・高温焼却炉建屋内の水処理設

備の操作やパトロール等の要員への被ばく影響を考慮し、影響があるエリアには、遮へい等により被ばく低減を図る。

6. 緊急時対策

ゼオライト土嚢等処理設備に対する緊急時対策は、発電所の緊急時対策に従う。（「Ⅱ 1.13 緊急時対策」を参照。）

7. 設計上の考慮

7.1 準拠規格及び基準

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する主要な機器は、「実用発電用原子炉及びその附属施設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と位置付けられる。これに対する適用規格は、「JSME S NC-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、機器区分クラス3の規定を適用することを基本とする。また、主要な機器のうちゼオライト等保管容器は、「ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Sec VIII)」に準拠する。ゼオライト土嚢等を内包する容器及び鋼管については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1）のクラス3機器の規定を適用または「ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Sec II)」に準拠する。

なお、クラス3機器に該当しないその他の機器は、JIS 等規格適合品を用いることとし、ポリエチレン管は、JWWA または ISO 規格に準拠する。

また、原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は、他産業での使用実績等を活用しつつ、必要に応じて試験等を行うことで、経年劣化等の影響についての評価を行う。

ゼオライト土嚢等処理設備の構造強度評価は、「別紙ー2 ゼオライト土嚢等処理設備の構造強度に関する説明書」に記載の通り。

7.2 自然現象に対する設計上の考慮

(1) 地震に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備の地震に対する設計上の考慮は、「別紙ー3 ゼオライト土嚢等処理設備の耐震性に関する説明書」に記載の通り。

(2) 地震以外に想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備に対する地震以外に想定される自然現象に対する設計上の考慮は以下の通り。

a. 津波

ゼオライト土嚢等処理設備は、日本海溝津波による浸水を防止するため、防潮堤内に設置する。また、日本海溝津波を上回る津波の襲来に備え、設置する建屋壁面に開口するゼオライト等保管容器の搬出入口に水密扉を設置する。

b. 豪雨

ゼオライト土嚢等処理設備は、豪雨による影響を受けにくい建屋内に設置する。

c. 積雪

ゼオライト土嚢等処理設備は、積雪による影響を受けにくい建屋内に設置する。

d. 落雷

ゼオライト土嚢等処理設備は、保安器やケーブルシールド等の設置により、落雷に伴う雷サージ侵入による設備の損傷を防止する設計とする。

e. 台風（強風，高潮）

ゼオライト土嚢等処理設備は、台風による影響を受けにくい建屋内に設置する。

f. 竜巻

ゼオライト土嚢等処理設備は、竜巻による影響を受けにくい建屋内に設置する。

g. 凍結

ゼオライト土嚢等処理設備は、建屋内に設置することから、凍結の恐れは小さいと考えるが、扉近傍等で外気の影響が懸念される機器には、保温材等を取付ける。

h. 紫外線

ポリエチレン管は、建屋内に設置することから、紫外線による劣化が無いものと考えられる。

i. 高温

ゼオライト土嚢等処理設備は、熱による劣化が懸念されるポリエチレン管については、処理対象水の温度がほぼ常温のため、熱による材料の劣化の可能性は十分低い。また、中心温度が高くなる可能性のあるゼオライト等保管容器において、金属材料に有意な特性変化は生じる温度には達しない。

j. 生物学的事象

ゼオライト土嚢等処理設備は、建屋貫通孔等からの小動物の侵入が想定されるため、建屋貫通孔や電路端部等に対してシール材を施工することにより、侵入を防止する設計とすることで対策を行う。

k. その他

ゼオライト土嚢等処理設備は、上記の自然現象の他、火山、森林火災等により設備損傷のおそれがある場合は、運転する者が手動により遠隔操作室から設備を停止できる設計とする。

7.3 外部人為事象に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備に対する主な外部人為事象は、発電所の外部人為事象に対する設計上の考慮に従う。（「Ⅱ 1.14 設計上の考慮」参照）。

(1) 電磁的障害

ゼオライト土嚢等処理設備は、電磁的障害による擾乱に対して、制御盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部からの信号入出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、影響を受けない設計とする。

(2) 不正アクセス行為（サイバーテロを含む）

不正アクセス行為（サイバーテロを含む）を未然に防止するため、ゼオライト土嚢等処理設備の操作に係る監視・制御装置が、電気通信回線を通じて不正アクセス行為（サイバーテロを含む）を受けることがないように、外部からの不正アクセスを遮断する設計とする。

7.4 火災に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備は、火災発生防止及び火災影響軽減のため、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとともに設備周辺から可能な限り可燃物を排除する。

また、初期消火の対応ができるよう、設備近傍に消火器を設置する。なお、火災発生は監視カメラ等により確認可能な設計とする。

7.5 環境条件に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備において使用する材料等に対して、環境条件に対する設計上の考慮は以下の通り。

(1) 圧力及び温度

ゼオライト土嚢等処理設備は通常運転時及び異常事象発生時に想定される圧力・温度を踏まえて、適切な最高使用圧力・最高使用温度を有する機器等を選定する。

(2) 腐食に対する考慮

ゼオライト土嚢等処理設備については、耐腐食性を有するステンレス鋼、ポリエチレン、合成ゴム、十分な肉厚を有する炭素鋼等を使用する。

(3) 放射線

ゼオライト土嚢等処理設備の材質として使用するポリエチレン等については、放射線による材料特性に有意な変化がない期間を評価した上で、当該期間を超えて使用する場合には、あらかじめ交換等を行う。

(4) 長期停止中の措置

ゼオライト土嚢等処理設備を長期停止する場合は、必要に応じてフラッシングするとともに、内部の水抜きを実施し、漏えいや腐食防止を図る。

(5) 可燃性ガス滞留防止対策

ゼオライト等保管容器において、水の放射線分解により発生する可燃性ガス（水素ガス）の滞留防止のため、ベントラインを設置する。水素評価は、「別紙－４ ゼオライト等保管容器の水素濃度評価」に記載の通り。

(6) 崩壊熱除去

ゼオライト等保管容器は、崩壊熱による内容物の温度上昇を考慮した設計とする。温度評価は、「別紙－５ ゼオライト等保管容器の温度評価」に記載の通り。

7.6 運転する者の操作に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備の運転する者の操作に対する設計上の考慮は以下の通り。

- (1) ゼオライト土嚢等処理設備の起動・停止などの運転操作は原則として遠隔操作室より遠隔操作で実施する。ゼオライト土嚢等処理設備はプロセス計器だけでなく、監視カメラを多用し、現場の状況を映像で確認することが可能な設計とする。
- (2) 誤操作・誤判断を防止するため、弁操作や運転モードの切替等の重要な操作に関してはダブルアクションを要する設計とする。

7.7 検査可能性に対する設計上の考慮

ゼオライト土嚢等処理設備の検査可能性に対する設計上の考慮は、「別紙－６ 検査可能性に関する考慮事項」に記載の通り。

以上

ゼオライト土嚢等処理設備の放射性物質の閉じ込めに関する説明書

(1) 放射性物質の拡大防止対策

a. 基本的な考え方

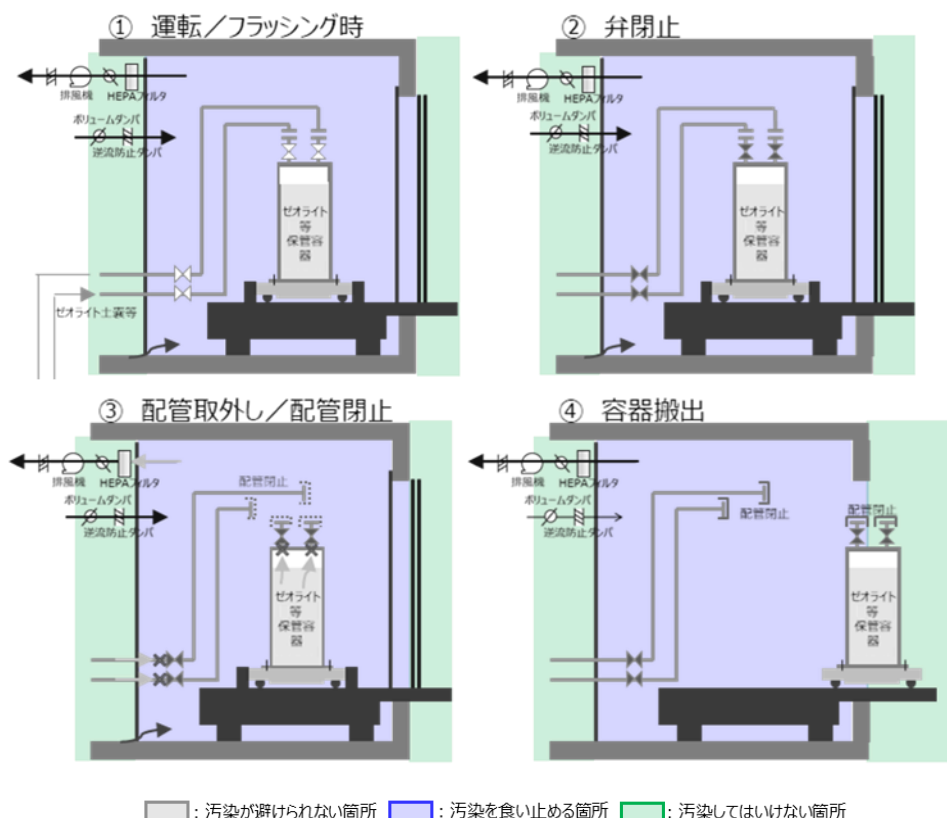
ゼオライト土嚢等処理設備については PMB, HTI の地上階に設置し、容器封入作業中は、脱水時の地下階への排気やゼオライト等保管容器取り外し時のダストの影響への対応策として、ダストの管理を実施する。

地下階のダスト等が地上階に拡散しないよう、ROV 昇降口(既設開口)はシート等で養生するほか、建屋内に排気設備を設置するなど、地上階におけるダスト拡大防止対策を講じる。なお、排気設備は、建屋内吸排気とすることで、建屋内外の気圧差を変化させる事が無いため、建屋外に放射性物質を排出しない構造とする。また、ゼオライト等保管容器への移送は、系統内で行い、開放状態で扱わない構成を基本とする。ゼオライト等保管容器の搬出作業時、一時的にゼオライト等保管容器から移送配管(耐圧ホース)を取り外すため、放射性物質の拡大防止対策として、ハウスを作りエリアを区分する。各エリアの考え方及び管理対策については下記の通り(表－１, 図－１参照)。

表－１ 各エリアの考え方及び管理対策

エリア	対象箇所	要求機能	管理対策
汚染が避けられない箇所	設備系統内	系統内にゼオライト等の放射性物質を閉じこめること	ゼオライト等の移送は閉じられた系統内で取り扱う設計とする。
汚染を食い止める箇所	ハウス内	ハウス内に放射性物質が拡散した場合、ハウス外への放出を防止すること	ハウス内はインリーク管理とし換気を行う。また、ダスト濃度等を監視し、異常があった際は作業を中断し、除染等を行う※
汚染してはいけない箇所	建屋内(ハウス外) 建屋外	系統内、もしくはハウス内からの放射性物質の放出を防止すること	ゼオライト等保管容器の搬出時や運転時においてダスト濃度を監視し、設定した管理値を超えた場合は作業を中断する。

※ 汚染が発生する可能性があるのは、配管開放時であるが、配管内部はフラッシング及び脱水済であること、短時間で配管を閉止することから汚染が拡散する可能性は低い。



図－１ 閉じ込め機能の概要図

ゼオライト土嚢等の放射性物質については、万が一放射性物質が系統外に漏えいした場合にもハウス内に閉じ込めることを基本とする。また、排気設備にてハウス外からハウス内に向かって空気が流れるよう管理し、ハウス内で発生したダストの外部への漏えいを防止する設計とする。

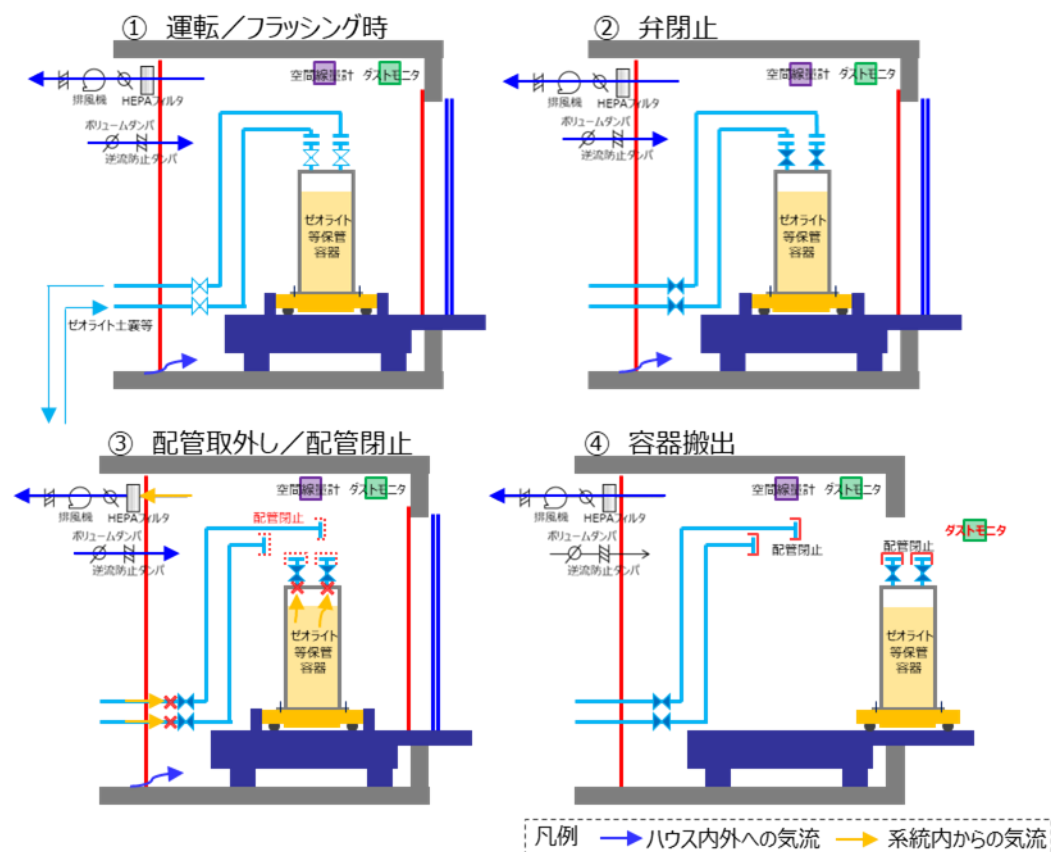
b. 想定される事象に対する閉じ込めの考え方

想定される事象に対する閉じ込めの考え方は以下のとおり（図－２参照）。

(1) 通常運転時

- ・地下階のダスト等が地上階に拡散しないよう、ROV 昇降口(既設開口)は養生する。
- ・ゼオライト等保管容器への移送は、系統内で行い、開放状態で扱わない構成を基本とする。
- ・ゼオライト等保管容器の搬出作業時、一時的にゼオライト等保管容器から移送配管（耐圧ホース）を取り外す。事前に配管取り外し作業時に液体等が漏洩しないよう、事前に配管フラッシングを行い（図－２ ①）、圧縮空気を用いて配管・ゼオライト等保管容器内の脱水を行い、弁を閉止し系統を隔離する（図－２ ②）。配管取り外し後は速やかに開口部を養生する。

- ・移送配管の取り外し作業はハウス内で行い、万が一、ダストを含む気体が発生した場合においても排気設備で放射性物質をハウス内に閉じ込める設計とする（図－2 ③）。排気設備には逆流防止ダンパを取り付ける。
- ・ゼオライト等保管容器を建屋外に搬出する際は、ゼオライト等保管容器は弁を閉止し密閉され、ノズルの開口部は閉止又は養生された状態で、ハウス及び水密扉を開放し、搬出する（図－2 ④）。



図－2 ゼオライト土嚢等処理設備における汚染拡大防止対策について

(2) 閉じ込め機能に必要な設備の機能喪失時^{※1}

閉じ込め機能に必要な設備の機能喪失時においても、開放状態でゼオライト等を直接扱わないことから、放射性物質は機器内に閉じ込められ、公衆に対し過度の放射線被ばくを及ぼさない。

※1 Bクラス地震によるCクラス設備の損傷時等、排風機が機能しない場合

c. ゼオライト等保管容器搬出入時におけるダスト管理

ゼオライト土嚢等処理設備におけるダスト濃度の監視については下記の通り（表－2）。

(1) 運転／フラッシング時（ハウス内外）

ハウス内外におけるダスト濃度等を監視し、管理値を超えた場合は作業を中断する。

(2) 弁閉止、配管取外し／配管閉止（ハウス内）

ハウス内に作業員が立ち入り作業を行う前には、ハウス内が作業可能なダスト濃度であることを確認する。なお、ハウス内はインリーク管理とし作業員の退出時にハウス外へのダスト飛散を防止する。配管隔離後、速やかに配管の開放端は閉止／養生し、ハウス内のダスト濃度等が上昇していないことを確認する。ハウス内のダスト濃度が管理値を超えた場合は作業を中止し、作業員はハウス内から退避する。

(3) 容器搬出（搬入）（ハウス内・建屋外）

ゼオライト等保管容器を搬入出する際は、事前にハウス内のダスト濃度を確認し、ハウス及び水密扉を開放しても問題がないこと（ダスト濃度の管理値以下であること）を確認する。また、ゼオライト等保管容器の搬出前は表面汚染密度を確認し、問題がないこと（4Bq/cm²未満）を確認する。

表－２ ダスト濃度の管理値

ダスト濃度の管理値			ダスト濃度が管理値を超えた場合
ハウス外 （建屋内）	ハウス内 （建屋内）	建屋外	
マスク着用上限を超過しない値に設定	建屋内と同程度であること※ ¹	マスク着用基準を超過しない値に設定※ ²	作業を中止し、作業員はハウス内から退避する。搬入口が開いている場合は、速やかに閉じる等の対策を講じる。

※¹ 建屋外がマスク着用基準未満を維持できるよう、これまでの作業実績等も考慮して、建屋内ダスト濃度の管理値を決定する。（全面マスク着用上限：2.0E-2 Bq/cm³，全面マスク着用基準：2.0E-4 Bq/cm³）。

※² 建屋内のバックグラウンド値は変化しうるものであるため、建屋外の基準はマスク着用基準を超えないような基準（構内連続ダストモニタの警報値）に設定する。建屋外のダスト濃度は既設の HTI 南側連続ダストモニタで確認する。

d. エリア区分

ゼオライト土嚢等処理設備におけるエリア区分は下記の通り（図－３参照）

(1) ハウス内

耐圧ホース取り外し時、配管内部はフラッシング及び脱水済で、短時間で閉止することから、汚染が拡散する可能性は低いですが、わずかでも滞留水が滴下する可能性ある作業であるため、作業員保護の観点でアノラック着用にて作業を実施する。なお、既実施のモックアップにおいて、滴下は確認されていない。

ハウス内の区域管理は R 又は Yβゾーンとして作業を実施し、ハウスの出入口にはチェンジングプレイスを設ける。

(2) ハウス外（建屋内）

既存の建屋内の区域管理同様，Y 又は Y β ゾーンとして作業を実施する。

(3) 建屋外

空气中放射性物質濃度がマスク着用基準を超えるおそれがないエリアであり，G ゾーンとして作業を実施する。

なお，既設開口部養生内の区域管理は R 又は Y β ゾーンとして作業を実施し，養生の出入口にはチェンジングプレイスを設けるとともに，作業員保護の観点でアノラック着用にて作業を実施する。

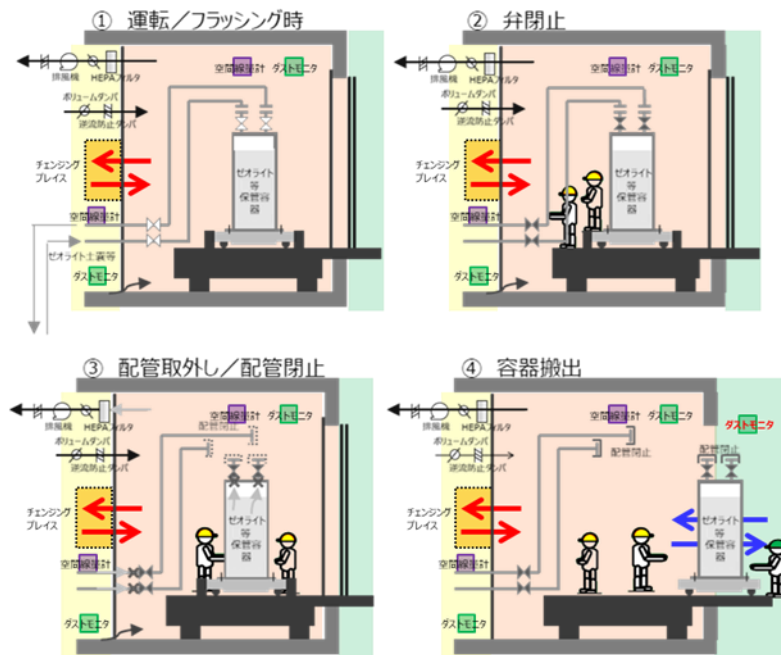
参考：

R ゾーン（Red zone）：1～3号機原子炉建屋内，滞留水を保有する原子炉建屋やタービン建屋地下階などのエリアに貯留する滞留水を保有するエリア，滞留水の除染エリア，汚染水を直接取り扱う作業を行うエリア

Y β ゾーン（Yellow β zone）：水処理設備を含む建屋内，汚染水／ストロンチウム処理水を内包するタンク内やタンク移送ラインに係る作業等

Y ゾーン（Yellow zone）：1～4号機周辺建屋内及び建屋周辺の一部，高濃度粉じん作業や汚染水等を取り扱う作業・作業環境に応じ随時設定

G ゾーン（Green zone）：空气中放射性物質濃度がマスク着用基準を超えるおそれがないエリア



図－３ エリア区分と作業員の動線について

以上

ゼオライト土嚢等処理設備の構造強度に関する説明書

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する設備について、構造強度評価の基本方針に基づき、構造強度の評価を行う。

1. 強度評価の基本方針

ゼオライト土嚢等処理設備のうち、ゼオライト土嚢等又は R0 処理水を内包する容器及び配管については、「JSME S NC1-2005/2007 追補版 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」のクラス 3 機器に準拠して評価を行う。主要な機器の準拠規格や基準は以下の通り。なお、胴フランジについては、「JIS B8265 圧力容器の構造・一般事項」に準拠して評価を行う。

設備	準拠規格及び基準
ゼオライト土嚢等処理設備※ ¹	設計・建設規格（JSME S NC1）クラス 3 ○垂直移送ポンプ※ ² ○補給水ポンプ※ ² ○補給水タンク ○主配管（国内製鋼管）

設備	準拠規格及び基準
ゼオライト土嚢等処理設備※ ¹	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Sec VIII) ○ゼオライト等保管容器

設備	準拠規格及び基準
ゼオライト土嚢等処理設備※ ¹	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Sec II) ○主配管（海外製鋼管）

設備	準拠規格及び基準	JIS 等規格
ゼオライト土嚢等処理設備※1		○主配管（ポリエチレン管）※3 ○主配管（耐圧ホース）※4 ○弁類※5

※1 準拠規格及び基準は、プロセス主建屋と高温焼却炉建屋で共通。

※2 「発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイド」に準じて、クラス3機器に接続するポンプについては「設計・建設規格」又は JIS を基にした強度に関する計算等を実施する。

※3 ポリエチレン管は ISO 規格または JWWA 規格に準拠する。

※4 耐圧ホースについては、製造者仕様範囲内の圧力及び温度で使用することで構造強度を有すると評価する。

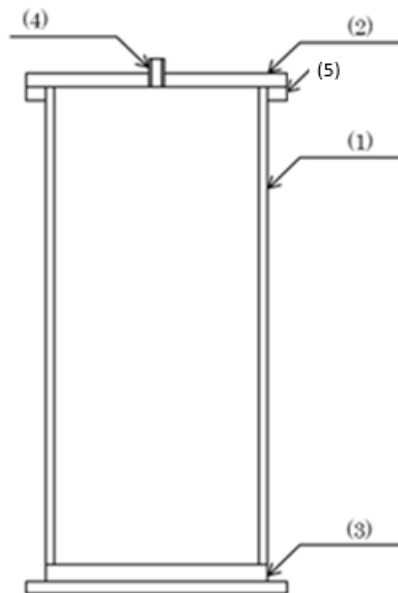
※5 弁についてはメーカー指定の方法で耐圧試験を実施する。

2. 強度評価の方法・結果

2.1 ゼオライト等保管容器

2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図－1に示す。



図中の番号は、2.1.2、2.1.3の番号に対応する。

図－1 ゼオライト等保管容器概要図

2.1.2 評価方法

(1) 胴板の評価

胴板の必要厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

胴板の最小厚さは、1.5mm とする。

b. 計算上必要な最小厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_i : 胴の内径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

(2) 上部平板の評価

上部平板の必要厚さは、次に掲げる値とする。

計算上必要な最小厚さ： t

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

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)

P : 最高使用圧力 (MPa)

S : 許容引張応力 (MPa)

(3) 下部平板の評価

下部平板の必要厚さは、次に掲げる値とする。

計算上必要な最小厚さ： t

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

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)
 P : 最高使用圧力 (MPa)
 S : 許容引張応力 (MPa)

(4) 管台の厚さの評価

管台の必要厚さは、次に掲げる値とする。

計算上必要な厚さ： t

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

t : 必要厚さ (mm)
 D_o : 管台の外径 (mm)
 S : 許容引張応力 (MPa)
 η : 継手効率 (-)
 P : 最高使用圧力 (MPa)

(5) 胴フランジの厚さの評価

胴フランジの計算厚さは、次に掲げる値とする。

計算上必要な厚さ： t

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_0}{\sigma_f(\pi \cdot C - n \cdot d_h)}}$$

t : 必要厚さ (mm)
 M_0 : 使用状態でフランジに作用する全モーメント (N・mm)
 σ_f : 最高使用温度におけるフランジ材料の許容引張応力 (MPa)
 C : ボルト穴の中心円の直径 (mm)
 n : ボルトの本数 (-)
 d_h : ボルト穴の直径 (mm)

(6) 補強を必要としない穴の最大径の評価

平板の穴の径が d の値の 1/2 以下のため、補強を必要としない。

2.1.3 評価結果

評価結果を表－1に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有すると評価している。

表－１ ゼオライト等保管容器の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
ゼオライト 等保管容器	(1) 胴の厚さ	7.32	11.70
	(2) 上部平板の厚さ	70.23	87.90
	(3) 下部平板の厚さ	63.31	87.90
	(4) 管台の厚さ（N1 入口）	0.26	3.42
	(4) 管台の厚さ（N2 上部フィルタ出口）	0.21	3.22
	(4) 管台の厚さ（N3 下部フィルタ出口）	0.21	3.22
	(4) 管台の厚さ（N4 ベント）	0.15	2.96
	(4) 管台の厚さ（N7 予備１）	0.21	3.22
	(4) 管台の厚さ（N8 予備２）	0.26	3.42
	(5) 胴フランジの厚さ	31.80	88.90

(1) 胴の厚さ

設計・建設規格 PVD-3010 及び 3110 （PVC-3120 準用）

胴板名称	(1) 胴板
材料	ASME SA240 Type 316L
最高使用圧力 P (MPa)	0.98
最高使用温度 (°C)	100
胴の内径 D_i (mm)	1193.8
許容引張応力 S (MPa)	115
継手効率 η (—)	0.70
継手の種類	裏当金(取り除く)を使用した突合せ片側溶接
放射線検査の有無	無し
規格上の必要厚さ t_1 (mm)	1.5
計算上の必要厚さ t_2 (mm)	7.32
t_1, t_2 の大きい値 t (mm)	7.32
呼び厚さ t_{SO} (mm)	12.7
最小厚さ t_s (mm)	11.7
評価 $t_s \geq t$, よって十分である。	

(2) 上部平板の厚さ

取付方法及び穴の有無

設計・建設規格 PVD-3310 及び PVD-3320

平板名称	(2) 上部平板
平板の取付方法	(a)
平板の穴の有無	有り
平板の径 d (mm)	1304.6
穴の径 d_h (mm)	61.93
評価： $d_h \leq d/2$, よって PVD-3322(1)b. により計算を行う。	

平板の厚さ

設計・建設規格 PVD-3322(1)b.

平板名称	(2) 上部平板
材料	ASME SA240 Type 316L
最高使用圧力 P (MPa)	0.98
最高使用温度 (°C)	40
許容引張応力 S (MPa)	115
取付方法による係数 K	0.17
平板の径 d (mm)	1304.6
平板の必要厚さ t (mm)	70.23
平板の呼び厚さ t_{p0} (mm)	88.9
平板の最小厚さ t_p (mm)	87.9
評価： $t_p \geq t$, よって十分である。	

(3) 下部平板の厚さ

取付方法及び穴の有無

設計・建設規格 PVD-3310

平板名称	(3) 下部平板
平板の取付方法	(j)
平板の穴の有無	無し
胴または管の計算上必要な厚さ t_{SF} (mm)	5.12
$1.25 \cdot t_{SF}$ (mm)	6.40
平板の径 d (mm)	1193.8
呼び厚さ t_{S0} (mm)	12.7
最小厚さ t_S (mm)	11.7
評価： $t_S \geq 1.25 \cdot t_{SF}$, よって十分である	

平板の厚さ

設計・建設規格 PVD-3310

平板名称	(3) 下部平板
材料	ASME SA240 Type 316L
最高使用圧力 P (MPa)	0.98
最高使用温度 (°C)	40
許容引張応力 S (MPa)	115
取付方法による係数 K	0.33
平板の径 d (mm)	1193.8
平板の必要厚さ t (mm)	63.31
平板の呼び厚さ t_{p0} (mm)	88.9
平板の最小厚さ t_p (mm)	87.9
評価： $t_p \geq t$, よって十分である。	

(4) 管台の厚さ

設計・建設規格 PVD-3010 及び 3110 (PVC-3610 準用)

N1 入口

管台名称	N1 入口	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	60.3
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.26
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.26
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.91
最小厚さ	t _n (mm)	3.42
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

N2 上部フィルタ出口

管台名称	N2 上部フィルタ出口	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	48.3
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.21
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.21
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.68
最小厚さ	t _n (mm)	3.22
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

N3 下部フィルタ出口

管台名称	N3 下部フィルタ出口	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	48.3
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.21
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.21
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.68
最小厚さ	t _n (mm)	3.22
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

N4 ベント

管台名称	N4 ベント	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	33.4
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.15
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.15
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.38
最小厚さ	t _n (mm)	2.96
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

N7 予備 1

管台名称	N7 予備 1	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	48.3
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.21
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.21
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.68
最小厚さ	t _n (mm)	3.22
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

N8 予備 2

管台名称	N8 予備 2	
材料	ASME SA312 Gr. TP316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.98
最高使用温度	(°C)	40
管台の外径	D _o (mm)	60.3
許容引張応力	S (MPa)	115
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.26
必要厚さ	t ₃ (mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t (mm)	0.26
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.91
最小厚さ	t _n (mm)	3.42
評価: t _n ≥ t ₁ , よって十分である。		

(5) 胴フランジの厚さ

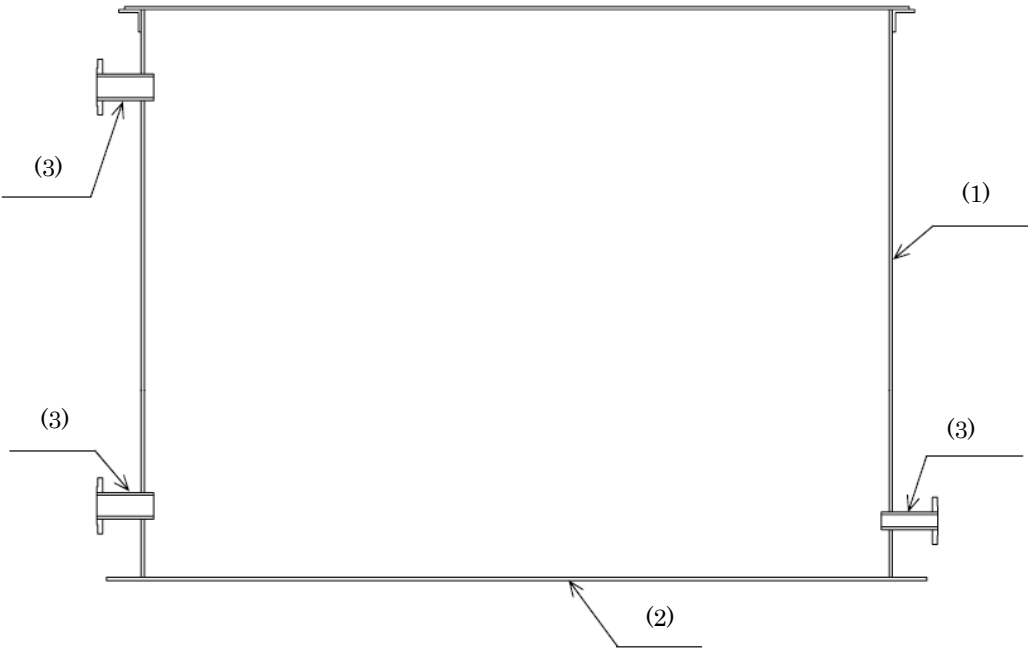
JIS B8265

名称	胴フランジ
材料	ASME SA182 Type F316L
使用状態でフランジに作用する全モーメント M_0 (N・mm)	52354411
最高使用温度におけるフランジ材料の許容引張応力 σ_f (MPa)	115
ボルト穴の中心円の直径 C (mm)	1304.6
ボルトの本数 n (-)	44
ボルト穴の直径 d_h (mm)	31.75
フランジの厚さ t_f (mm)	88.9
最小厚さ t_n (mm)	31.80
評価： $t_f \geq t_n$, よって十分である。	

2.2 補給水タンク

2.2.1 評価箇所

強度評価箇所を図－2に示す。



図中の番号は、2.2.2、2.2.3の番号に対応する。

図－2 補給水タンク概要図

2.2.2 評価方法

(1) 胴板の評価

胴板の必要厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

胴板の最小厚さは、1.5mm とする。

b. 計算上必要な最小厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

D_i : 胴の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1 未満の場合は 1 とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

(2) 底板の評価

基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは、3mm 以上であること (PVD-3010 クラス 3 容器より)。

(3) 管台の厚さの評価

管台の必要厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

管台の外径に応じ設計・建設規格 表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

b. 計算上必要な最小厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1 未満の場合は 1 とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

(4) 補強を必要としない穴の最大径の評価

胴板の穴の径が 85mm 以下のため、補強を必要としない。

2.2.3 評価結果

評価結果を表－3，4に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－3 補給水タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
補給水 タンク	(1) 胴の厚さ	1.50	6.56
	(2) 底板の厚さ	3.00	9.60
	(3) 管台の厚さ ((1) 補給水出口)	3.50	4.01
	(3) 管台の厚さ ((2) ドレン)	2.40	2.60
	(3) 管台の厚さ ((3) オーバーフロー)	3.50	4.01

表－4 補給水タンクの評価結果（胴の穴の補強計算要否確認）

機器名称	評価項目	補強の計算を要しない 穴の最大径(mm)	穴の径 (mm)
補給水 タンク	(4) 胴 ((1) 補給水出口管台)	85	81.08
	(4) 胴 ((2) ドレン管台)	85	55.30
	(4) 胴 ((3) オーバーフロー管台)	85	81.08

(1) 胴の厚さ

設計・建設規格 PVD-3010 及び 3110 (PVC-3920 準用)

- a. PVC-3920 (1) による胴の厚さ : t_1
- b. PVC-3920 (2) による胴の厚さ : t_2
- c. PVC-3920 (3) による胴の厚さ : t_3

胴板名称		(1) 胴板
材料		SUS304
水頭	H (m)	1.8030
最高使用温度	(°C)	40
胴の内径	D_i (m)	2.50
液体の比重	ρ	1.00
許容引張応力	S (MPa)	129
継手効率	η	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	t_1 (mm)	1.50
必要厚さ	t_2 (mm)	0.25
必要厚さ	t_3 (mm)	—
t_1, t_2, t_3 の大きい値	t (mm)	1.50
呼び厚さ	t_{so} (mm)	9.00
最小厚さ	t_s (mm)	6.56
評価 : $t_s \geq t$, よって十分である。		

(2) 底板の厚さ

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3960 準用)

底板名称		(2) 底板
材料	(mm)	SUS304
必要厚さ	t (mm)	3.00
呼び厚さ	t_{bo} (mm)	12.00
最小厚さ	t_b (mm)	9.60
評価 : $t_b \geq t$, よって十分である。		

(3) 管台の厚さ

設計・建設規格 PVD-3010 及び PVC-3110 (PVC-3980 準用)

a. PVC-3980 (1) による胴の厚さ : t_1

b. PVC-3980 (2) による胴の厚さ : t_2

補給水出口

管台名称		補給水出口
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	1.8030
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	D_i (m)	0.0781
液体の比重	ρ	1.00
許容引張応力	S (MPa)	129
継手効率	η	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
必要厚さ	t_1 (mm)	0.01
必要厚さ	t_2 (mm)	3.50
t_1 , t_2 の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	t_{no} (mm)	5.50
最小厚さ	t_n (mm)	4.01
評価 : $t_n \geq t$, よって十分である。		

ドレン

管台名称		ドレン
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	1.8030
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	D _i (m)	0.0527
液体の比重	ρ	1.00
許容引張応力	S (MPa)	129
継手効率	η	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.01
必要厚さ	t ₂ (mm)	2.40
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)	2.40
呼び厚さ	t _{no} (mm)	3.90
最小厚さ	t _n (mm)	2.60
評価： t _n ≥ t, よって十分である。		

オーバーフロー

管台名称	オーバーフロー	
材料	SUS304TP-S	
水頭	H (m)	1.8030
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	D _i (mm)	0.0781
液体の比重	ρ	1.00
許容引張応力	S (MPa)	129
継手効率	η	1.00
継手の種類	継手無し	
放射線検査の有無	—	
必要厚さ	t ₁ (mm)	0.01
必要厚さ	t ₂ (mm)	3.50
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	t _{no} (mm)	5.50
最小厚さ	t _n (mm)	4.01
評価： t _n ≥ t, よって十分である。		

(4) 補強を要しない穴の最大径

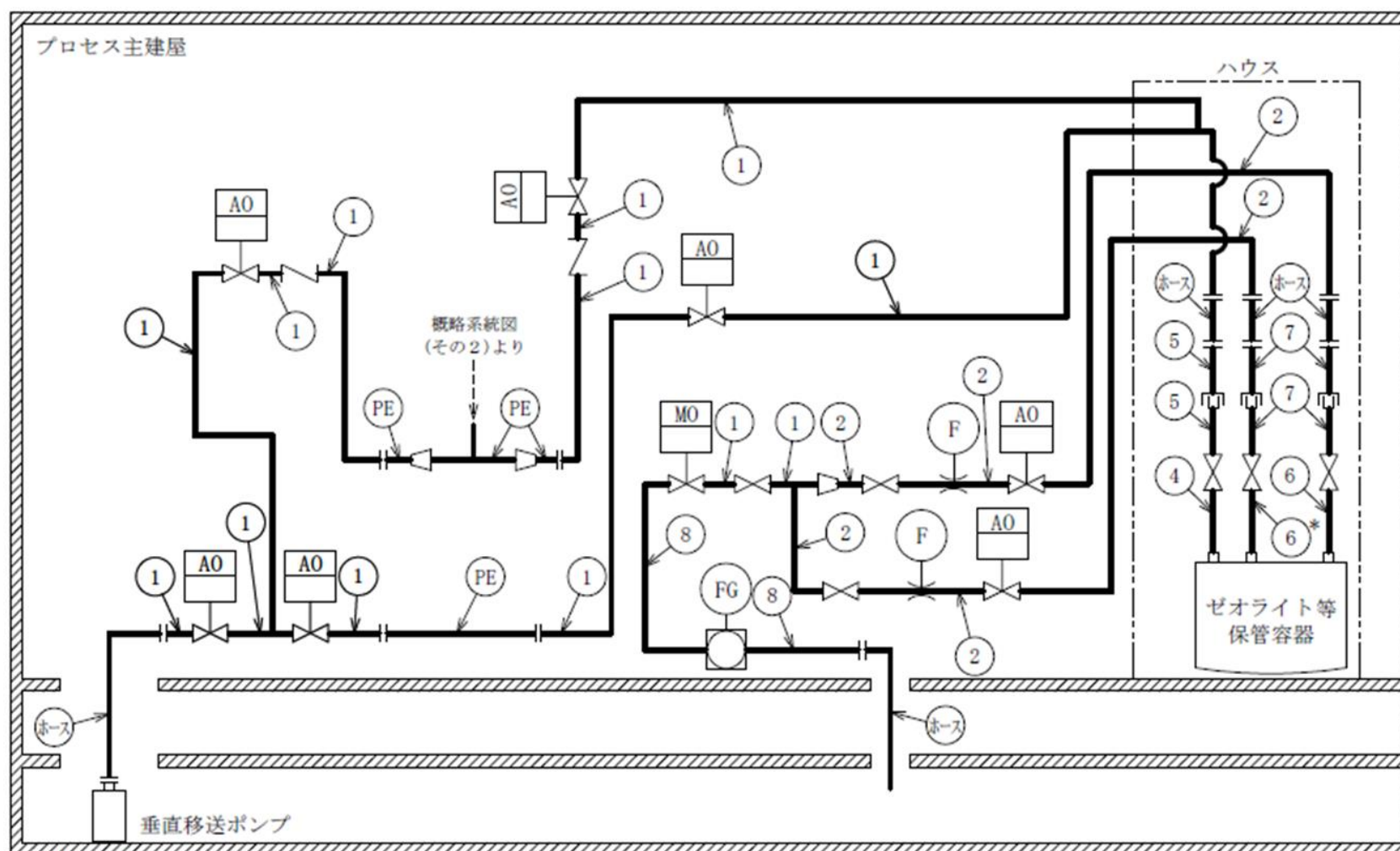
設計・建設規格 PVD-3512

胴板名称	胴板	
胴の穴の径 (補給水出口)	d (mm)	81.08
胴の穴の径 (ドレン)	d (mm)	55.30
胴の穴の径 (オーバーフロー)	d (mm)	81.08
評価：補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称	無し。 よって、穴の補強計算は不要である。	

2.3 主配管 (鋼管)

2.3.1 評価箇所

強度評価箇所を図－3～図－6に示す。



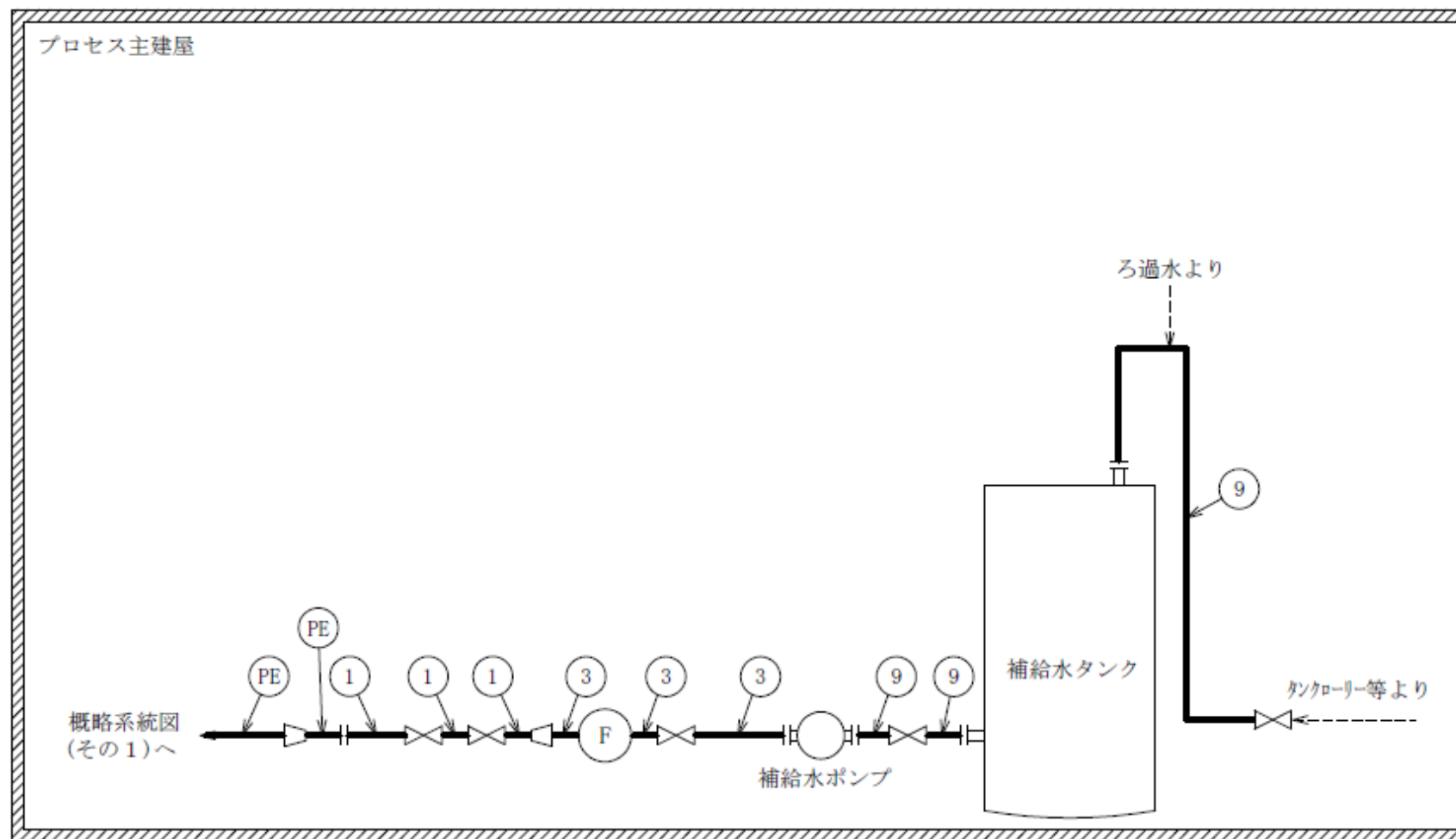
記号凡例

ホース：耐圧ホース

PE：ポリエチレン管(WED)

*：管継手

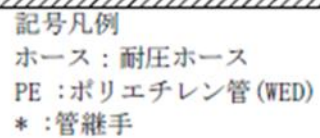
図-3 配管概略図 (1/4) (主配管 (プロセス主建屋))



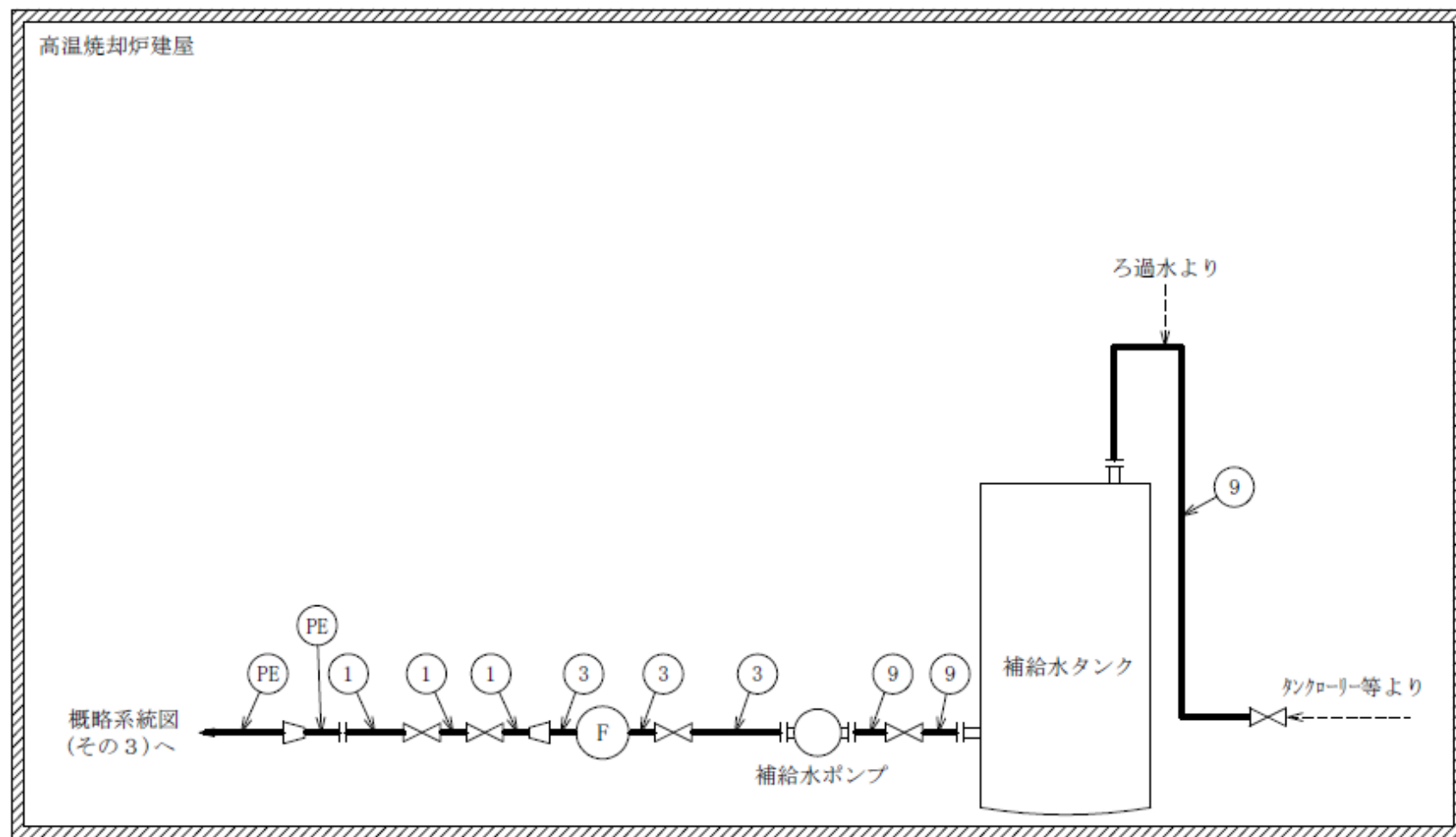
記号凡例

PE : ポリエチレン管 (WED)

図-4 配管概略図 (2/4) (主配管 (プロセス主建屋))



II-2-51-添 2-32



記号凡例

PE : ポリエチレン管 (WED)

図-6 配管概略図 (4 / 4) (主配管 (高温焼却炉建屋))

2.3.2 評価方法

鋼管の最小厚さが設計・建設規格 PPD-3411 式 (PPD-1.3) 又は設計・建設規格 PPD-3411 (3) の表 PPD-3411-1 によって求められる必要厚さを満足することを確認する。

管の必要厚さは次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

$$t = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t : 管の計算上の必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_0 : 管の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ : t_r

設計・建設規格 PPD-3411 (3) の表 PPD-3411-1 より求めた値

2.3.3 評価結果

評価結果を表－5に示す。必要厚さを満足しており，十分な構造強度を有していると評価している。

表－5 主配管（鋼管）の構造強度評価結果

No.	外径 (mm)	口径	Sch	材料	最高 使用 圧力 (MPa)	最高 使用 温度 (℃)	必要 厚さ (mm)	最小 厚さ (mm)
①	60.50	50A	80	STPT410	0.98	40	2.40	4.81
②	48.60	40A	80	STPT410	0.98	40	2.20	4.46
③	89.10	80A	40	STPT410	0.98	40	3.00	4.81
④	60.30	50A 相当	40S	ASME SA312 Type316L	0.98	40	0.26	3.42
⑤	60.50	50A	40	SUS316LTP	0.98	40	0.27	3.40
⑥	48.30	40A	40	ASME SA312 Type316L	0.98	40	0.21	3.22
⑦	48.60	40A	40	SUS316LTP	0.98	40	0.22	3.20
⑧	60.50	50A	80	STPT410	静水頭	40	2.40	4.81
⑨	89.10	80A	40	STPT410	静水頭	40	3.00	4.81

以上

ゼオライト土嚢等処理設備の公称値の許容範囲について

表－１ ゼオライト等保管容器の許容範囲について

主要寸法（mm）			許容範囲	根拠
胴板	内径	1244.6	±15.5mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
	厚さ	12.7	±1.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
上部平板	厚さ	88.9	+5.0mm －1.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
下部平板	厚さ	88.9	+5.0mm －1.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
高さ		3106.9	±27.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準

表－２ 補給水タンクの許容範囲について

主要寸法（mm）			許容範囲	根拠
胴板	内径	2500	±27.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
	厚さ	9.0	+1.6mm －2.4mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
底板	厚さ	12.0	+1.6mm －2.4mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
高さ		1821	±22.0mm	製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準

以上

ゼオライト土嚢等処理設備の耐震性に関する説明書

ゼオライト土嚢等処理設備を構成する設備について、耐震性の基本方針に基づき、構造強度の評価を行う。

1. 耐震設計の基本方針

ゼオライト土嚢等処理設備のうち、液体放射性物質を内包し、地上階に設置する設備については、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」（令和４年１１月１６日原子力規制委員会了承，２０２３年６月１９日一部改訂）を踏まえ、その安全機能が喪失した場合における公衆への放射線影響を評価した結果、直接線・スカイシャイン線による外部被ばく線量と、漏えいしたゼオライト土嚢等の一部がダストとして大気中に拡散した場合の外部及び内部被ばく線量を合わせた場合、その実効線量は５ｍＳｖ以下と評価されることから、耐震Ｂクラスと位置付けられる。また、ゼオライト土嚢等処理設備のうち、耐震上の安全機能に関わらない設備については耐震Ｃクラスと位置付けられる。

ゼオライト土嚢等処理設備は、耐震Ｂクラスまたは耐震Ｃクラスの設備に要求される地震動に対して必要な強度を確保する。主要な機器及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては、「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」等に準拠して耐震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。なお、ゼオライト土嚢等処理設備に使用する耐圧ホース、ポリエチレン管等については、材料の可撓性により耐震性を確保する。

また、ゼオライト土嚢等処理設備は、原子炉設置許可申請書及び工事計画認可申請書において、発災前に耐震Ｂクラスとして許可及び認可を受けたプロセス主建屋および高温焼却炉建屋に設置する。

1.1 設備重要度による耐震クラス分類

耐震クラス 設備	B	据付箇所	床面高さ
ゼオライト土嚢等 処理設備※ ¹	○垂直移送ポンプ※ ² ○補給水ポンプ ○ゼオライト等保管容器 ○補給水タンク ○主配管（弁含む）※ ³	プロセス主建 屋1階及び高温 焼却炉建屋1階	T.P.8.8※ ⁵ ま たは T.P.8.7 ※ ⁵

耐震クラス 設備	C	据付箇所	床面高さ
ゼオライト土嚢等 処理設備※ ¹	○圧縮空気配管※ ⁴ ○空気圧縮機※ ⁴ ○排風機※ ⁴ ○フィルタユニット※ ⁴ ○ダクト※ ⁴ ○ハウス※ ⁴ ○堰 ○漏えい検知器	プロセス主建 屋2階または 高温焼却炉建 屋1階 プロセス主建 屋1階及び高温 焼却炉建屋1階	T.P.12.6※ ⁵ ま たは T.P.8.7 ※ ⁵ T.P.8.8※ ⁵ ま たは T.P.8.7 ※ ⁵

※¹ 耐震クラス分類は、プロセス主建屋と高温焼却炉建屋で共通

※² 垂直移送ポンプは水中ポンプで固定しないことから、可撓性により耐震性を確保する。

※³ 鋼管（弁含む）について定ピッチスパン法で評価されるサポート間隔とする。ポリエチレン管，耐圧ホース等は，材料の可撓性により耐震性を確保する。
 なお，水道配水用ポリエチレン管(PE 管)は JWWAK145 の 9.12 引張試験において引張破断伸び 350%以上の性能要求があり，1 mの PE 管は 3.5mの伸びを許容する。PE 管はこの破断伸びまで可撓性を有する。

※⁴ 安全機能を有するが，運用上の措置（資機材等を用いるもの）として整理している。

※⁵ 基礎床レベル

1.2 構造

主 要 区 分	計 画 の 概 要		概 略 構 造 図	摘 要
	基礎・支持構造	主体構造		
(1) 平底たて置円筒形容器	基礎に設けた架台に、底板を取付ボルトで固定する。架台は基礎ボルトにて基礎に固定する。	たて置円筒形容器		補給水タンク ゼオライト等保管容器
(2) 横軸うず巻ポンプ	基礎に設けた架台に、ポンプベースを取付ボルトで固定する。架台は基礎ボルトにて基礎に固定する。	うず巻ポンプ		補給水ポンプ

※ 補給水タンク

本体，ゼオライト等保管容器本体，補給水ポンプ本体は HTI・PMB で同一。

※ 建屋内の干渉物の回避や，ゼオライト等保管容器の取り回し等のため架台上に設置する。

1.3 設計用地震力

項目	耐震 クラス	適用する地震動等		
		水平	鉛直	
ゼオライ ト土嚢等 処理設備	B	静的震度 ($1.8 \times C_i$ ※)	—	
	C	静的震度 ($1.2 \times C_i$ ※)	—	

※ C_i は、標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構造物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。PMB・HTI の 1F については 0.20、PMB の 2F については 0.24 を用いる。

1.4 荷重の組合せと許容限界

荷重の組合せと許容限界は、以下の通りとする。

記号の説明

D : 死荷重

P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

S_B : Bクラスの設備に適用される地震動より求まる地震力又は静的地震力

C_S : Bクラスの設備の地震時の供用状態

S_y : 設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5表8に規定される値

S_u : 設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5表9に規定される値

S : 許容引張応力 設計・建設規格 付録材料図表 Part5表5～7に規定される値

f_t : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して設計・建設規格
SSB-3121.1により規定される値。ボルト等に対して設計・建設規格SSB-3131により規定される値

f_s : 許容せん断応力 同上

f_c : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して設計・建設規格
SSB-3121.1により規定される値。

f_b : 許容曲げ応力 同上

f_p : 許容支圧応力 同上

τ_b : ボルトに生じるせん断応力

(1) 容器（クラス3容器）

耐震 クラス	荷重の組合せ	供用状態 (許容応力状態)	許 容 限 界		適用範囲
			一次一般膜応力	一次膜応力＋一次曲げ応力	
B	$D + P_d + M_d + S_B$	C_S (ⅢAS)	S_y と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記の値と $1.2 \cdot S$ の大きい方。	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記の値と $1.2 \cdot S$ の大きい方。	

(2) 支持構造物（クラス3支持構造物）（注1，注2）

耐震 クラス	荷重の組合せ	供用状態 (許容応力 状態)	許 容 限 界 (ボ ル ト 等 以 外)					許 容 限 界 (ボ ル ト 等)			適用範囲
			一 次 応 力					一 次 応 力			
			引 張	せん断	圧 縮	曲 げ	組合せ	引 張	せん断	組 合 せ	
B	D + P _d + M _d + S _B	C _S (ⅢAS)	1.5・f _t	1.5・f _s	1.5・f _c	1.5・f _b	1.5・f _t	1.5・f _t	1.5・f _s	Min{1.5・f _t , (2.1・f _t －1.6・τ _b)}	

注1：耐圧部に溶接により直接取り付けられる支持構造物であって，耐圧部と一体の応力解析を行うものについては，耐圧部と同じ許容応力とする。

注2：鋼構造設計規準（日本建築学会 2005年改定）等の幅厚比の規定を満足する。

(3) 支持構造物(ボルト等)

応力分類 供用状態	許容限界(ボルト等)		
	一次応力		
	引張	せん断	組合せ
C s	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$\min[1.5 \cdot f_t, 2.1 \cdot f_t - 1.6 \cdot \tau_b]$

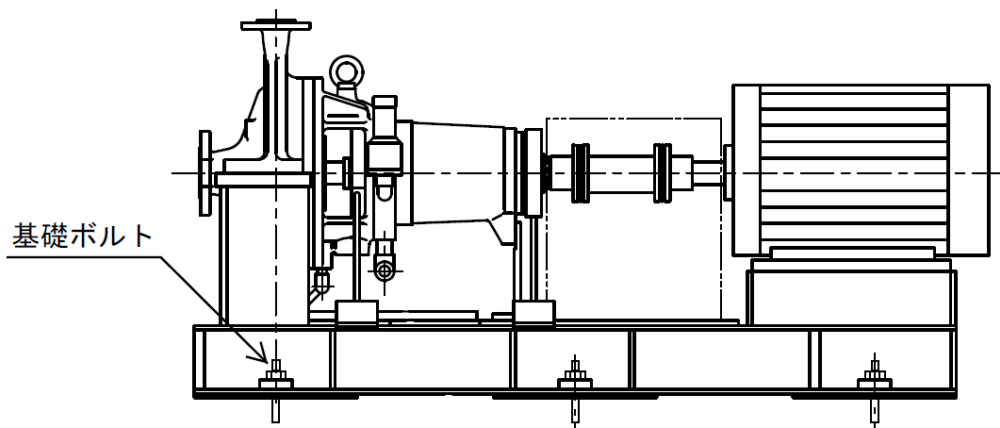
2. 耐震性評価の方法

2.1 ゼオライト土壌等処理設備（プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋）

2.1.1 補給水ポンプ

(1) 評価方法

基礎ボルトの耐震評価の応力評価箇所を図－１に示す。なお，横軸ポンプは明らかに剛であるため固有周期の計算は省略する。

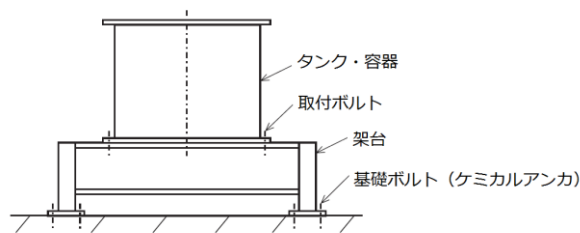


図－１ 補給水ポンプ評価箇所

2.1.2 ゼオライト等保管容器

(1) 評価方法

本評価の応力評価箇所を図－２に示す。

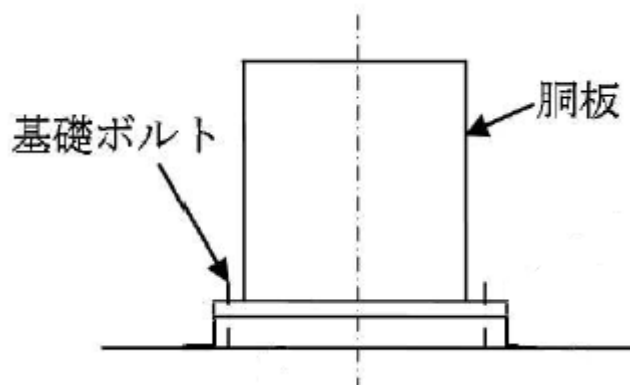


図ー 2 ゼオライト等保管容器評価箇所

2.1.3 補給水タンク

(1) 評価方法

本評価の応力評価箇所を図ー 3 に示す。



図ー 3 補給水タンク評価箇所

2.1.4 架台

(1) 評価方針

架台は、フレーム構造で建屋の床及び柱に基礎ボルト（ケミカルアンカ）で固定される。

機器は架台の上に取付ボルトで固定される。架台の評価は、機器との連成解析モデルを用いて固有値解析を行い、剛構造であることの確認を行うとともに、機器の荷重を加味した架台を支持する基礎ボルトの評価を行う。なお、架台は機器の直接支持構造物であるため耐震 B クラスとして評価する。架台が剛構造である場合、基礎ボルトの評価にあたっては、水平方向震度 0.36 (1.8Ci) による地震力を用いる。

2.1.5 主配管（鋼管）

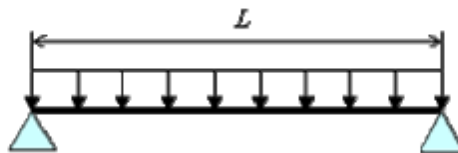
(1) 評価条件及び評価方法

a. 評価条件

耐震 B クラス設備として定ピッチスパン法（20Hz 振動数基準）にて配管支持間隔を確保する。評価条件として配管は、配管軸直角 2 方向拘束サポートにて支持される両端単純

支持はりモデル（図－４）とする。

次に、当該設備における主配管（鋼管）について、各種条件を表－２に示す。



図－４ 等分布荷重 両端単純支持はりモデル

表－２ 配管系における各種条件（１／２）

配管分類	主配管（鋼管）				
配管クラス	クラス３相当				
耐震クラス	Ｂクラス				
設計温度（℃）	４０				
配管材質	STPT410				
配管口径	４０Ａ	５０Ａ		８０Ａ	
Sch	８０	８０		４０	
設計圧力（ＭＰａ）	０．９８	０．９８	静水頭圧	０．９８	静水頭圧

表－２ 配管系における各種条件（２／２）

配管分類	主配管（鋼管）			
配管クラス	クラス３相当			
耐震クラス	Ｂクラス			
設計温度（℃）	４０			
配管材質	SUS316LTP		ASME SA312 Gr. TP316L	
配管口径	４０Ａ	５０Ａ	４０Ａ 相当	５０Ａ 相当
Sch	４０	４０	４０Ｓ	４０Ｓ
設計圧力（ＭＰａ）	０．９８	０．９８	０．９８	０．９８

３．耐震クラス分類に関する考え方

ゼオライト土嚢等処理設備のうち、液体放射性物質を内包し、地上階に設置する設備については、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震力の適用の考え方」（令和４年１１月１６日原子力規制委員会了承，令和５年６月１９日一部改訂）を踏まえ、その安全機能が喪失した場合における公衆への放射線影響を評価した結果、直接線・スカイシャイン線による外部被ばく線量と、漏えいした滞留水

の一部がダストとして大気中に拡散した場合の外部及び内部被ばく線量を合わせた場合、その実効線量は $50\mu\text{Sv}$ より大きいかつ 5mSv 以下と評価されることから、耐震 B クラスと位置付けられる。また、ゼオライト土嚢等処理設備のうち、耐震上の安全機能に関わらない設備については耐震 C クラスと位置付けられる。

3.1 機能喪失による公衆への放射線影響の程度について

ゼオライト土嚢等処理設備のゼオライト等保管容器について、機能喪失による公衆への放射線影響を確認するため、線量評価を実施した。評価条件については、設備から全量漏えいした場合を想定した条件にて設定する。評価条件については、ゼオライトの分析結果を放射能濃度として設定する（表－2）。

表－2 ゼオライト等保管容器の放射能濃度と放射性物質質量

核種	放射能濃度	ゼオライト量	放射能量
Cs-137	$1.8\text{E}+8\text{ Bq/g}$	2.2 m^3 (2.0 t)	$3.6\text{E}+14\text{ Bq}$
Cs-134	$1.1\text{E}+7\text{ Bq/g}$		$2.2\text{E}+13\text{ Bq}$
Sr-90	$1.4\text{E}+7\text{ Bq/g}$		$2.9\text{E}+13\text{ Bq}$

3.1.1 直接線・スカイシャイン線による被ばく評価

地震により安全機能（遮へい機能・閉じ込め機能）を失った際の公衆被ばく影響が、1 週間（7 日間）継続したことを想定する。最寄りの線量評価点（BP7）における直接線・スカイシャイン線による被ばく量は 0.50mSv 以下である。

3.1.2 大気中への拡散による被ばく評価

地震によって、ゼオライト等保管容器が滑動等により転倒し、損傷したゼオライト等保管容器上部の耐圧ホース部から容器内のゼオライト全てが漏えいし、ゼオライトから放射性物質が拡散したことを想定する。

実効放出継続時間を 2 時間と仮定した場合の、最寄り線量評価点（BP7）におけるクラウドシャイン線、グランドシャイン線による外部被ばくおよびクラウドの吸入による内部被ばく量は 0.27mSv 程度である。

以上

ゼオライト等保管容器の水素濃度評価

1. 概要

ゼオライト等保管容器は、水の放射線分解により発生する可燃性ガス（水素ガス）の滞留防止のため、脱水物から発生した水素を容器外に排出するベントラインを設置する。保管時は水素滞留を防止するため、ベント弁および外気導入流路となる弁を開とする。コンクリート製ボックスカルバート内に貯蔵される場合に発生する水素濃度を評価した。水素濃度は最大 3%程度となり、水素可燃領域の 4%を下回ったことから安全上の問題はないことを確認した。

2. 評価手法

水素は、吸着した核種の崩壊エネルギーが容器内に残留する水に吸収され発生する。水素発生量は次式により算出する。

$$H = \frac{G \times \alpha \times E}{A}$$

H：水素発生量 (mol/s)
 G：水がエネルギー吸収時に発生する水素分子数：0.45 (個/100eV)
 α：含水率：1.0
 E：水が吸収するエネルギー： 3.81×10^{18} (100eV/s)
 A：アボガドロ数 (6.02×10^{23} 個/mol)

以上から、水素発生量は 2.85×10^{-6} mol/s となる。なお、水素発生量は保守的に以下の条件で導出している。

- ・放射線エネルギーが全て水の分解に寄与すると仮定
- ・水素発生源となる水が常に存在すると想定
- ・放射線エネルギーについては、ゼオライトの放射能濃度より算出する。放射能濃度、設置量、比重にそれぞれ不確かさを有することを踏まえ、各核種の放射能濃度に保守的に 30%を加算して評価を行う。

ゼオライト等保管容器内のゼオライト充填領域から発生した水素は、ゼオライト等保管容器上部の空間部に排出され、空気との混合気体となる。ゼオライト等保管容器は、保管時にベント管と排水配管を開放し、上部空間の混合気体は空気との密度差により上昇しベント管から排出される。また、排出された混合気体の体積に応じて、排水配管から空気が流入する。このときの混合気体の排出と空気の流入量を算出し、ゼオライト等保管容器内の水素濃度を評価した。容器内の水素濃度は次式により算出し、 2.90×10^{-2} mol% となる。(同温、同圧条件により、モル分率と体積分率は等しい)

$$\begin{aligned}
 & \text{水素濃度(mol\%)} \\
 &= \text{水素濃度(vol\%)} \\
 &= \frac{\text{水素発生量(kg/s)/水素密度(kg/m}^3\text{)}}{\{\text{水素発生量(kg/s)/水素密度(kg/m}^3\text{)}\} + \{\text{換気流量(kg/s)/空気密度(kg/m}^3\text{)}\}}
 \end{aligned}$$

なお、換気流量は質量保存則とエネルギー保存則より算出する。

$$\text{換気流量(kg/s)} = \text{入口流量(kg/s)} = \text{出口流量(kg/s)} - \text{水素発生量(kg/s)}$$

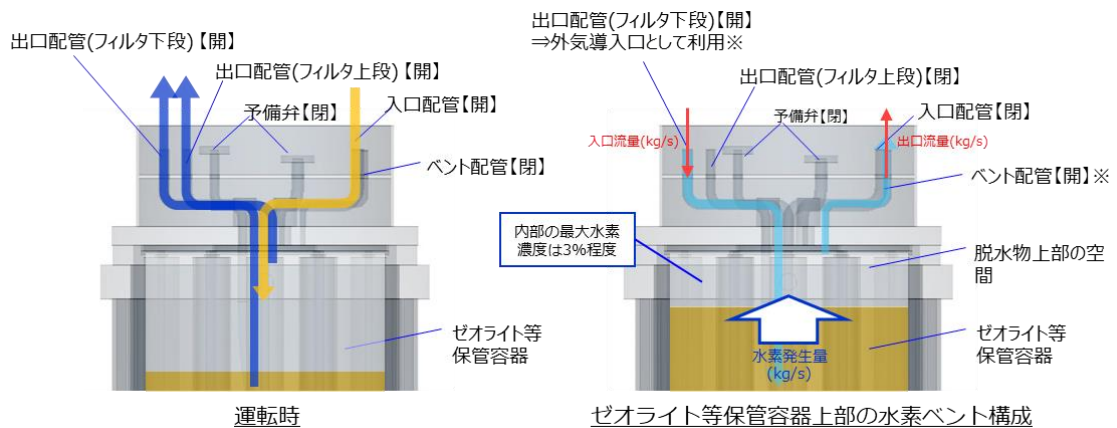
$$\text{出口圧[全圧]P2(Pa)} - \text{入口圧[全圧]P1(Pa)}$$

$$= \text{単位面積当たりの浮力 F(Pa)} - \text{配管圧損 } \Delta P(\text{Pa})$$

換気流量は、駆動力（出口圧と入口圧の差）と浮力（ゼオライト等保管容器内部の水素と空気の混合気体は外気よりも軽いためゼオライト等保管容器内に浮力が生じる）が、圧力損失（排水配管からベント管までの圧力損失の合計）と等しくなる時の流量として、 $2.75 \times 10^{-6} \text{ kg/s}$ となる。

3. 評価結果

ゼオライト等保管容器内部における水素濃度評価を実施し、可燃限界以下に水素濃度を抑えることができることを確認している（最大水素濃度 3%程度と評価）。



図ー1 ゼオライト等保管容器内部の水素濃度評価結果

以上

ゼオライト等保管容器の温度評価

1. 概要

ゼオライト等保管容器は、崩壊熱による内容物の温度上昇を考慮した設計とする。ゼオライト等保管容器を対象に、コンクリート製ボックスカルバート内に貯蔵される場合の内容物の温度を検討した。ゼオライト中の放射性物質による発熱を入熱条件とし、容器内容物の温度が許容温度以下となることを確認した。

2. ゼオライト等保管容器の温度評価

(1) 評価手法

熱解析プログラム STAR-CCM+により、発熱体からの自然対流熱伝達、熱輻射、固体熱伝導を考慮し、ゼオライト等保管容器の温度分布を解析した。

(2) 入熱条件

ゼオライト等保管容器 1 基当たり 61W とした。なお、ゼオライトに含まれる放射能濃度は、脱水状態のゼオライト分析結果を保守的に 1.3 倍した濃度を用いる。ゼオライト等保管容器 2 基をボックスカルバートに設置し、同時に設置されている容器からの入熱を考慮した。

考慮した崩壊熱

放射性核種	容器内放射エネルギー(Bq)	発熱量(W)
^{90}Sr	2.9×10^{13}	5.2※1
^{134}Cs	2.2×10^{13}	6.1
^{137}Cs	3.6×10^{14}	49.7※2
合計		61

※1 ^{90}Y の寄与を含む。

※2 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ の寄与を含む。

(3) 放熱条件

- ・ボックスカルバートの側面のうち 1 面からの放熱を考慮し、他のボックスカルバートに面する 3 面からの放熱は考慮しない。
- ・上蓋および床からの放熱は考慮しない。
- ・通気孔からの放熱は考慮しない。
- ・熱輻射による放熱は安全側に考慮しない。

(4) 評価条件

ゼオライト中の放射性物質による発熱を入熱条件とし、一次元の定常温度評価を行い、ゼオライト気温度を算出する。本評価では、ゼオライト及び内部フィルタをモデル化し、算出した発熱量およびゼオライト気温度をインプット条件とし、解析により温度評価を実施した。

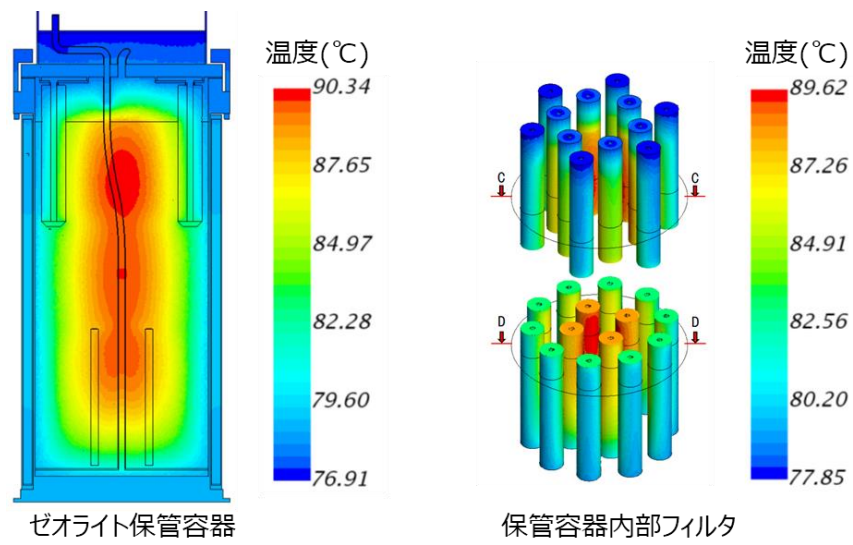
温度評価条件

伝熱箇所	熱伝導率
ゼオライト（内容物）	熱伝導率 0.215[W/(m・K)]（実測値）
フィルタ	熱伝達率 0.0272 [W/(m ² ・K)] (伝熱工学資料第4,5版に基づく 保守側に滞留空気(熱輻射無)の熱伝導率)
容器（SUS316L）	熱伝導率 16.3[W/(m・K)]
遮へい体（SUS304）	熱伝導率 16.0[W/(m・K)]
遮へい体（鉛）	熱伝導率 31.4[W/(m・K)]
空気	熱伝達率 0.0272 [W/(m ² ・K)] (伝熱工学資料第4,5版に基づく 保守側に滞留空気(熱輻射無)の熱伝導率)
ボックスカルバート (コンクリート)	熱伝導率 1.2[W/(m・K)]

3. 評価結果

評価の結果、コンクリートカルバート内に貯蔵される場合、ゼオライトからの発熱による中心部温度は約90℃となった。また、太陽光からの入熱による温度上昇を考慮すると約103℃となり、ゼオライトの健全性（吸着材は600℃程度までは安定でCsは吸着材から離脱しない）に影響を与えるものではないことを確認した。また、ゼオライトの耐熱温度は450℃（製品スペックより）、活性炭は、250℃以上（製品SDSより）であり、処理～保管まで考慮してもその温度まで到達しないことから安定性を持つ。

なお、ゼオライト等保管容器内部におけるフィルタについても温度は約90℃であり溶融分解、燃焼しない（フィルタの主要材質であるポリプロピレンは約260℃で分解し、約400℃で燃焼する）ことを確認している。



図ー1 ゼオライト等保管容器内部の温度評価結果

以上

検査可能性に関する考慮事項

ゼオライト土嚢等処理設備の設置にあたっては、今後の保全を考慮した設計とする。設備保全の管理については、点検長期計画を作成し、点検計画に基づき、点検を実施していく。

今回設置する機器は使用前検査対象に合わせて、代表的な機器の点検に対する考慮は以下の通り。

(1) タンク

- ・外観・フランジ点検

内部の点検が実施可能な設計とする。

(2) ポンプ、弁

- ・外観点検，取替，性能検査（ポンプ）

点検や取替が可能な設計とする。ポンプについては性能検査が可能な設計とする。

(3) 配管

- ・外観・フランジ点検

フランジ（シール）部のガスケット交換等の点検が実施可能な設計とする。

(4) 漏えい検知器

- ・外観点検，取替，機能確認

点検や，取替，機能確認が可能な設計とする。

なお，長納期の機器について予備品を確保する。

また，ゼオライト等保管容器については，ゼオライト等を充填後に一時保管施設にて保管する。保管時はⅢ特定原子力施設の保安における，汚染水処理設備等で発生した廃棄物の管理第40条にて管理する。

以上

工事工程表

	2025年				2026年								2027年								2028年																															
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3																					
ゼオライト土 囊等処理設備 設置 (HTI)																																																				
	①																					①②③																														
ゼオライト土 囊等処理設備 設置 (PMB)																																																				
																①															①②③																					

※各建屋の作業の進捗等に応じて、適宜、工程を見直す。

☐ : 現地据付組立

- ① : 構造、強度又は漏えいに係る試験をすることができる状態になった時
② : 設備の組立てが完了した時
③ : 工事の計画に係る工事が完了した時

ゼオライト土嚢等処理設備に係る確認事項

1. ゼオライト土嚢等処理設備（プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋）
 ゼオライト土嚢等処理設備に係る主要な確認事項を表－ 1 ～ 1 0 に示す。
 溶接検査に関する確認事項を表－ 1 1 に示す。

表－ 1 確認事項（ゼオライト等保管容器）

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記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	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	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力の 1.5 倍で一定時間保持後，同圧力に耐えていること，また，耐圧部からの漏洩がないことを立会または記録により確認する。	最高使用圧力の 1.5 倍に耐え，かつ構造物の変形等ないこと。また，耐圧部からの漏えいがないこと。
機能	監視機能確認	レベル高の信号により，警報が作動することを確認する。	警報が作動すること。

※ 現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－２ 確認事項（補給水タンク）

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記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	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	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	静水頭圧で一定時間保持後、同圧力に耐えていること。また、耐圧部からの漏えいおよび水位の低下がないことを立会または記録により確認する。	静水頭圧に耐え、かつ構造物の変形等ないこと。また、耐圧部からの漏えいおよび水位の低下がないこと。

表－３ 確認事項（垂直移送ポンプ）

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。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
機能	移送機能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また、異音、発煙、異常振動等がないこと※。

※ 現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－４ 確認事項（補給水ポンプ）

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。
	据付確認	機器の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
機能	移送機能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。また, 異音, 発煙, 異常振動等がないこと。

※：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する

表－５ 確認事項（主配管（鋼管））

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記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認※	最高使用圧力の 1.5 倍で一定時間保持後、同圧力に耐えていること、また、耐圧部からの漏洩がないことを立会または記録により確認する。	最高使用圧力の 1.5 倍に耐え、かつ構造物の変形等ないこと。また、耐圧部からの漏えいがないこと。

※：現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－６ 確認事項（主配管（ポリエチレン管））

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記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認※	製品の最高使用圧力以上で一定時間保持後、同圧力に耐えていること、また、耐圧部からの漏洩がないことを立会または記録により確認する。	製品の最高使用圧力に耐え、かつ構造物の変形等ないこと。また、耐圧部からの漏えいがないこと。

※：現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－７ 確認事項（主配管（耐圧ホース））

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記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認※	最高使用圧力の 1.5 倍で一定時間保持後、同圧力に耐えていること、また、耐圧部からの漏洩がないことを立会または記録により確認する。	最高使用圧力の 1.5 倍に耐え、かつ構造物の変形等ないこと。また、耐圧部からの漏えいがないこと。

※：現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－８ 確認項目（漏えい検出装置及び警報装置）

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。
	据付確認	装置の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・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－９ 確認項目（堰）

確認事項	確認項目	確認内容	判定
漏えい防止	寸法確認	主要寸法の記録を確認する。	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	堰の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。

表－１０ 確認項目（ゼオライト土嚢等処理設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定
性能	運転性能確認	通水可能であることを確認する。	ゼオライト等保管容器に通水することが可能であること。

表－１１ 確認事項（海外製品溶接検査）

確認事項	確認項目	実施計画記載事項※１	確認内容	判定
溶接検査	材料検査	ゼオライト等保管容器	溶接に使用する材料が, ASME Sec. VIII 等に適合するものであり, 溶接施工法の母材の区分に適合することを記録で確認する。	溶接に使用する材料が, ASME Sec. VIII 等に適合するものであり, 溶接施工法の母材の区分に適合するものであること。
	開先検査	ゼオライト等保管容器	開先形状等が, ASME Sec. VIII 等に適合するものであることを記録で確認する。	開先形状等が, ASME Sec. VIII 等に適合するものであること。
	溶接作業検査	ゼオライト等保管容器	ASME Sec. IX 等に定められた溶接施工法により, 溶接されていること及び溶接士の資格を有しているものにより, 溶接が行われていることを記録で確認する。	ASME Sec. IX 等で定められた溶接施工法及び溶接士により溶接施工をしていること。
	耐圧・漏えい検査	ゼオライト等保管容器	検査圧力で保持した後, 検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを記録で確認する。	検査圧力で保持した後, 検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと。
	外観検査	ゼオライト等保管容器	各部の外観を確認する。※２	外観上, 傷・へこみ及び変形等の異常がないこと。

※１：「表－１１ 確認事項(海外製品溶接検査)」の確認範囲は, 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」の第 26 条第 4 号に規定する範囲とする。なお, 適用する規格で使用が認められている材料の溶接部に係る確認は, 適用する規格の条件に適合していることについて行う。

※２：現地では実施可能な範囲とし, 必要に応じて記録を確認する。

以上