

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0074 改31
提出年月日	平成28年10月21日

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

重大事故等対処設備について
(補足説明資料)

平成28年10月

東京電力ホールディングス株式会社

目次

39 条

- 39-1 重大事故等対処設備の分類
- 39-2 設計用地震力
- 39-3 重大事故等対処施設の基本構造等に基づく既往の耐震評価手法の適用性と評価方針について
- 39-4 重大事故等対処施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せについて

41 条

- 41-1 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性について
- 41-2 火災による損傷の防止を行う重大事故等対処施設の分類について
- 41-3 火災による損傷の防止と行う重大事故等対処施設に係る火災区域・火災区画の設定について
- 41-4 重大事故等対処施設が設置される火災区域・火災区画の火災感知設備について
- 41-5 重大事故等対処施設が設置される火災区域・火災区画の消火設備について
- 41-6 重大事故等対処施設が設置される火災区域・火災区画の火災防護対策について

共通

- 共-1 重大事故等対処設備の設備分類及び選定について
- 共-2 類型化区分及び適合内容
- 共-3 重大事故等対処設備の環境条件について
- 共-4 可搬型重大事故等対処設備の必要数、予備数及び保有数について
- 共-5 可搬型重大事故等対処設備の接続口の兼用状況について
- 共-6 重大事故等対処設備の外部事象に対する防護方針について
- 共-7 重大事故等対処設備の内部火災に対する防護方針について
- 共-8 重大事故等対処設備の内部溢水に対する防護方針について

44 条

- 44-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 44-2 単線結線図
- 44-3 配置図
- 44-4 系統図
- 44-5 試験及び検査
- 44-6 容量設定根拠
- 44-7 その他設備
- 44-8 A T W S 緩和設備について
- 44-9 A T W S 緩和設備に関する健全性について
- 44-10 各号炉の弁名称及び弁番号

45 条

- 45-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 45-2 単線結線図
- 45-3 配置図
- 45-4 系統図
- 45-5 試験及び検査
- 45-6 容量設定根拠
- 45-7 その他の原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備について
- 45-8 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁（H0 弁）に関する説明書
- 45-9 各号炉の弁名称及び弁番号

46 条

- 46-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 46-2 単線結線図
- 46-3 配置図
- 46-4 系統図
- 46-5 試験及び検査
- 46-6 容量設定根拠
- 46-7 接続図
- 46-8 保管場所図
- 46-9 アクセスルート図
- 46-10 その他の設備
- 46-11 代替自動減圧機能について
- 46-12 代替自動減圧機能に関する健全性について

47 条

- 47-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 47-2 単線結線図
- 47-3 配置図
- 47-4 系統図
- 47-5 試験及び検査
- 47-6 容量設定根拠
- 47-7 接続図
- 47-8 保管場所図
- 47-9 アクセスルート図
- 47-10 その他設備
- 47-11 各号炉の弁名称及び弁番号

48 条

- 48-1 SA 設備基準適合性 一覧表

- 48-2 単線結線図
- 48-3 計測制御系統図
- 48-4 配置図
- 48-5 系統図
- 48-6 試験及び検査
- 48-7 容量設定根拠
- 48-8 接続図
- 48-9 保管場所図
- 48-10 アクセスルート図
- 48-11 その他の設備
- 48-12 各号炉の弁名称及び弁番号

49 条

- 49-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 49-2 単線結線図
- 49-3 配置図
- 49-4 系統図
- 49-5 試験及び検査
- 49-6 容量設定根拠
- 49-7 その他設備
- 49-8 各号炉の弁名称及び弁番号

50 条

- 50-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 50-2 単線結線図
- 50-3 計測制御系統図
- 50-4 配置図
- 50-5 系統図
- 50-6 試験及び検査
- 50-7 容量設定根拠
- 50-8 接続図
- 50-9 保管場所図
- 50-10 アクセスルート図
- 50-11 その他設備
- 50-12 各号炉の弁名称及び弁番号

51 条

- 51-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 51-2 単線結線図
- 51-3 配置図
- 51-4 系統図

- 51-5 試験及び検査
- 51-6 容量設定根拠
- 51-7 接続図
- 51-8 保管場所図
- 51-9 アクセスルート図
- 51-10 その他設備
- 51-11 各号炉の弁名称及び弁番号

52 条

- 52-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 52-2 単線結線図
- 52-3 配置図
- 52-4 系統図
- 52-5 試験及び検査
- 52-6 容量設定根拠
- 52-7 計装設備の測定原理
- 52-8 水素及び酸素発生時の対応について

53 条

- 53-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 53-2 単線結線図
- 53-3 配置図
- 53-4 系統図
- 53-5 試験及び検査
- 53-6 容量設定根拠
- 53-7 その他設備

54 条

- 54-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 54-2 単線結線図
- 54-3 配置図
- 54-4 系統図
- 54-5 試験及び検査
- 54-6 容量設定根拠
- 54-7 接続図
- 54-8 保管場所
- 54-9 アクセスルート図
- 54-10 その他の燃料プール代替注水設備について
- 54-11 使用済燃料プール監視設備
- 54-12 使用済燃料プールサイフォンブレイク孔の健全性について
- 54-13 使用済燃料プール水沸騰・喪失時の未臨界性評価

54-14 各号炉の弁名称及び弁番号

55 条

55-1 SA 設備基準適合性 一覧表

55-2 配置図

55-3 系統図

55-4 試験及び検査

55-5 容量設定根拠

55-6 接続図

55-7 アクセスルート図

55-8 その他設備

56 条

56-1 SA 設備基準適合性 一覧表

56-2 配置図

56-3 系統図

56-4 試験及び検査

56-5 容量設定根拠

56-6 接続図

56-7 保管場所図

56-8 アクセスルート図

56-9 その他設備

56-10 各号炉の弁名称及び弁番号

57 条

57-1 SA 設備基準適合性 一覧表

57-2 配置図

57-3 系統図

57-4 試験及び検査

57-5 容量設定根拠

57-6 アクセスルート図

57-7 設計基準事故対処設備と重大事故等対処設備のバウンダリ系統図

57-8 電源車接続に関する説明書

57-9 代替電源設備について

57-10 全交流動力電源喪失対策設備について（直流電源設備について）

57-11 燃料補給に関する補足説明資料

57-12 洞道内電路について

58 条

58-1 SA 設備基準適合性 一覧表

- 58-2 単線結線図
- 58-3 配置図
- 58-4 系統図
- 58-5 試験及び検査
- 58-6 容量設定根拠
- 58-7 アクセスルート図
- 58-8 主要パラメータの代替パラメータによる推定方法について
- 58-9 可搬型計測器について
- 58-10 主要パラメータの耐環境性について
- 58-11 パラメータの抽出について

59 条

- 59-1 SA 設備基準適合性一覧
- 59-2 単線結線図
- 59-3 配置図
- 59-4 系統図
- 59-5 試験及び検査性
- 59-6 容量設定根拠
- 59-7 保管場所図
- 59-8 アクセスルート図
- 59-9 その他設備
- 59-10 原子炉制御室について（被ばく評価除く）
- 59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について

60 条

- 60-1 SA 設備基準適合性一覧表
- 60-2 単線結線図
- 60-3 配置図
- 60-4 試験及び検査
- 60-5 容量設定根拠
- 60-6 保管場所図
- 60-7 アクセスルート図
- 60-8 監視測定設備について

61 条

- 61-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 61-2 単線結線図
- 61-3 配置図
- 61-4 系統図
- 61-5 試験及び検査性
- 61-6 容量設定根拠

- 61-7 保管場所図
- 61-8 アクセスルート図
- 61-9 緊急時対策所について（被ばく評価除く）
- 61-10 緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価について

62 条

- 62-1 SA 設備基準適合性 一覧表
- 62-2 単線結線図
- 62-3 配置図
- 62-4 系統図
- 62-5 試験及び検査
- 62-6 容量設定根拠
- 62-7 アクセスルート図
- 62-8 設備操作及び切替に関する説明書
- 62-9 その他設備

下線部：今回ご提出資料

55 条

55-1 SA 設備基準適合性 一覧表

55-2 配置図

55-3 系統図

55-4 試験及び検査

55-5 容量設定根拠

55-6 接続図

55-7 アクセスルート図

55-8 その他設備

55-1
SA 設備基準適合性 一覧表

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉
SA 設備基準適合性 一覧表 (可搬型)

55 条：工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備		大容量送水車、放水砲、泡原液混合装置、泡原液搬送車、放射性物質吸着材、汚濁防止膜、小型船舶		類型化区分		
第 43 条	第 1 項	第 1 号	環境温度・湿度・圧力／ 屋外の天候／放射線	屋外	D	
			荷重	(有効に機能を発揮する)	—	
			海水	海水を通水又は海で使用	I	
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	—	
			電磁波による影響	(電磁波により機能が損なわれない)	—	
			関連資料	55-2 配置図, 55-6 接続図		
	第 2 号	操作性	現場操作		B	
		関連資料	55-3 系統図, 55-6 接続図			
	第 3 号	試験・検査 (検査性, 系統構成・外部入力)	大容量送水車	ポンプ, ファン, 圧縮機	A	
			放水砲, 泡原液混合装置, 泡原液搬送車 放射性物質吸着材, 汚濁防止膜, 小型船舶	その他	M	
	関連資料	55-4 試験・検査説明資料				
	第 4 号	切り替え性	(本来の用途として使用)		対象外	
		関連資料	55-3 系統図			
	第 5 号	悪影響防止	系統設計	他設備から独立	A c	
			その他(飛散物)	—	対象外	
			関連資料	55-3 系統図		
	第 6 号	設置場所	現場操作		A a	
		関連資料	55-2 配置図, 55-6 接続図			
	第 3 項	第 1 号	可搬 SA の容量	その他設備		C
			関連資料	55-5 容量設定根拠		
		第 2 号	可搬 SA の接続性	常設設備と接続しない		対象外
			関連資料	55-2 配置図, 55-6 接続図		
		第 3 号	異なる複数の接続箇所の確保	常設設備と接続しない		対象外
			関連資料	55-2 配置図, 55-6 接続図		
第 4 号		設置場所	(放射線量の高くなるおそれの少ない場所を選定)		—	
		関連資料	55-2 配置図, 55-6 接続図			
第 5 号		保管場所	屋外(共通要因の考慮対象設備なし)		B b	
		関連資料	55-2 配置図			
第 6 号		アクセスルート	屋外アクセスルートの確保		B	
		関連資料	55-7 アクセスルート図			
第 7 号		共通要因故障防止	環境条件, 自然現象, 外部人為 事象, 溢水, 火災	同一機能の設備なし		対象外
			サポート系要因	サポート系なし		対象外
	関連資料		本文			

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-2
配置図

55-2-1

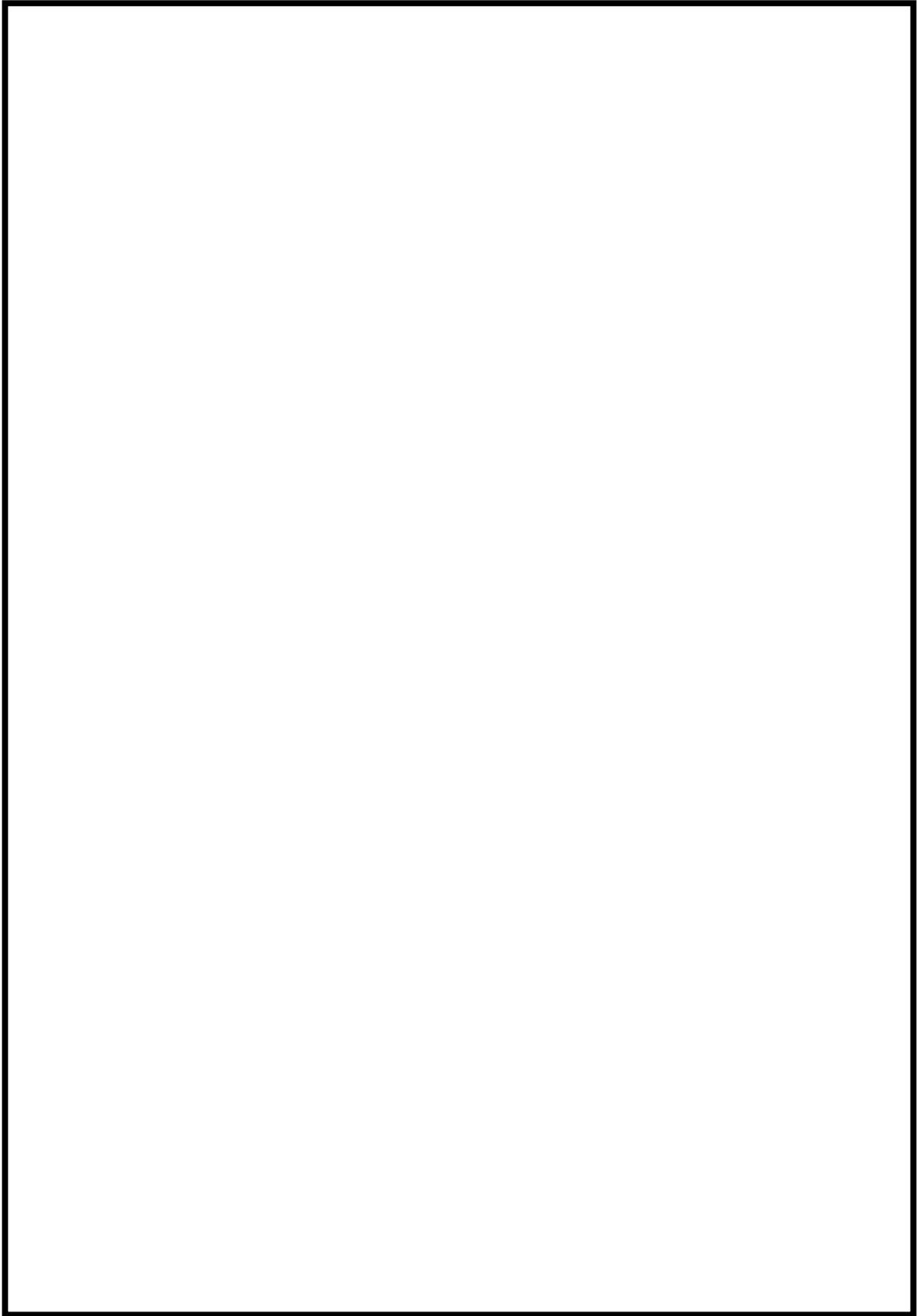


图 2-1 大容量送水車配置図

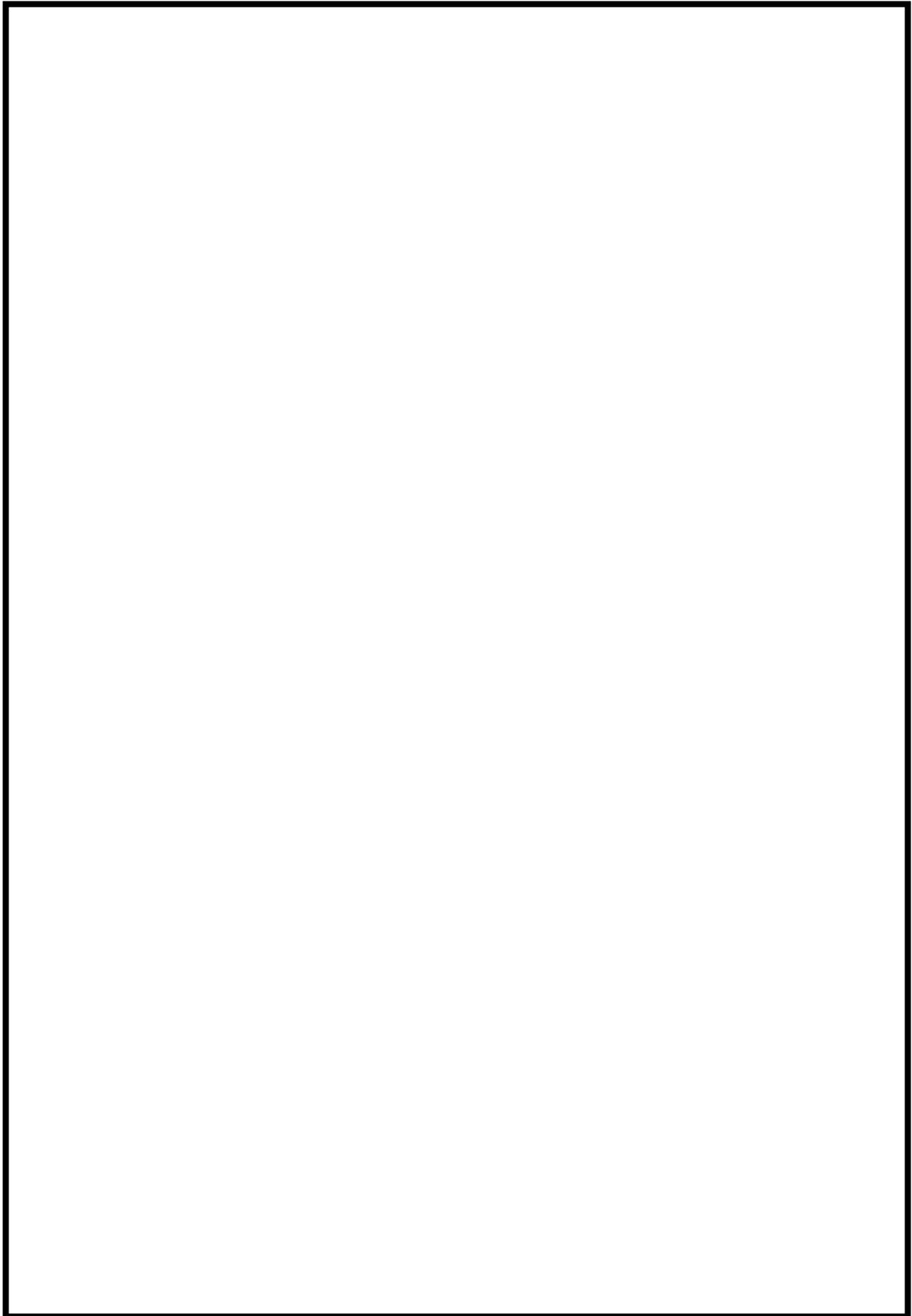


图 2-2 放水砲・泡原液混合装置・搬送車配置図

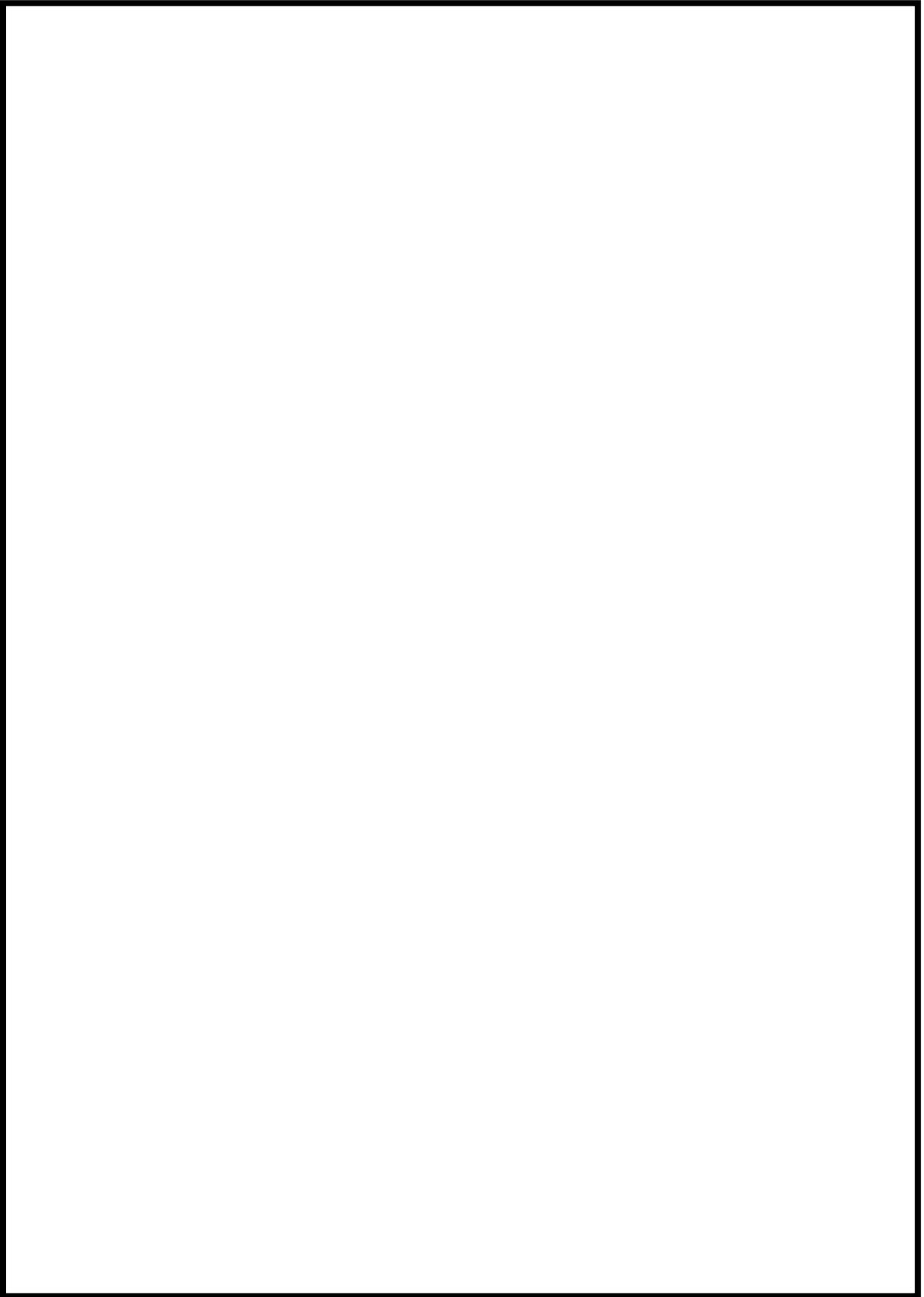


図 2-3 放射性物質吸着材配置図

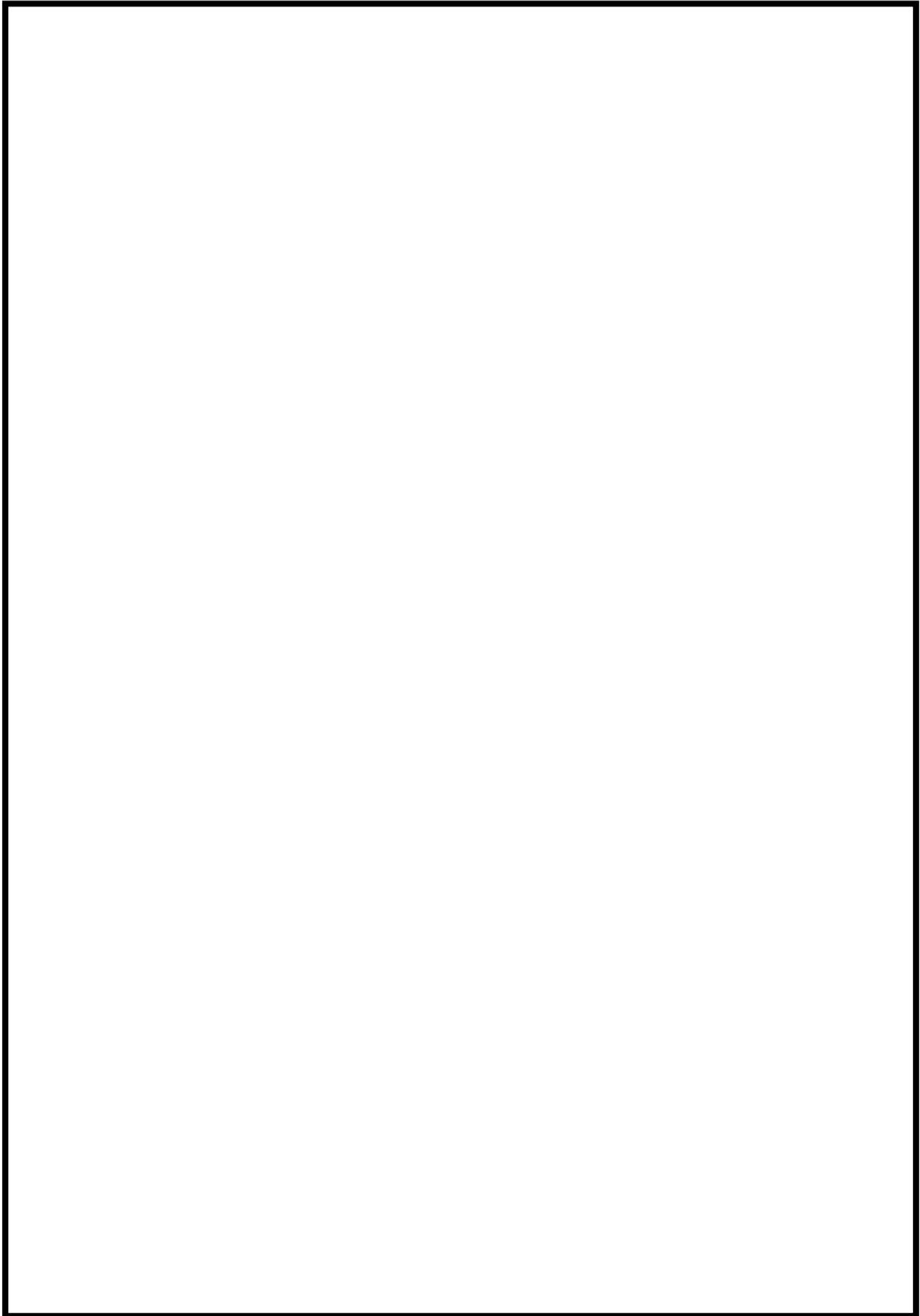


図 2-4 汚濁防止膜・小型船舶配置図

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-3
系統図

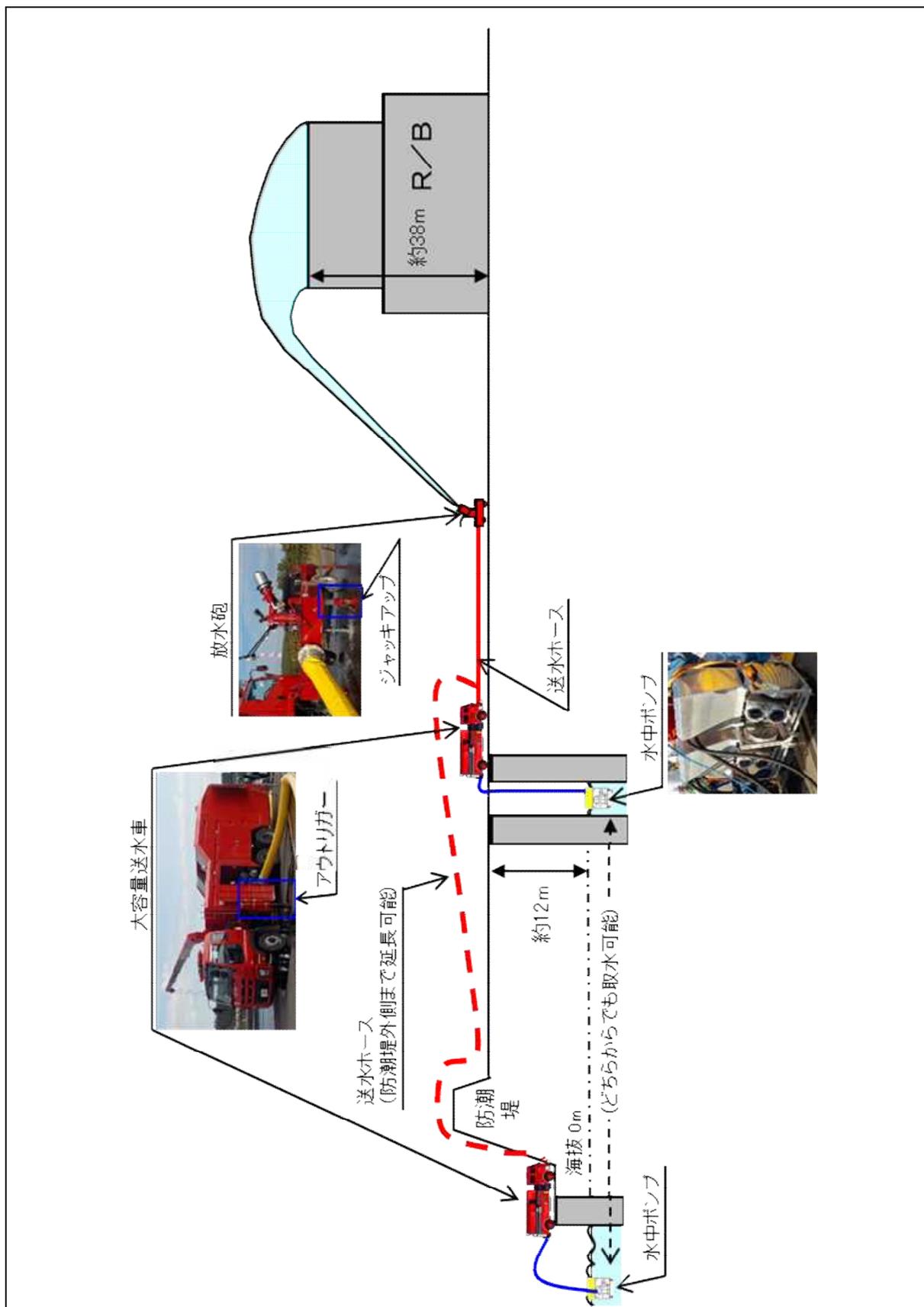


図 3-1 大気への拡散抑制 概略系統図

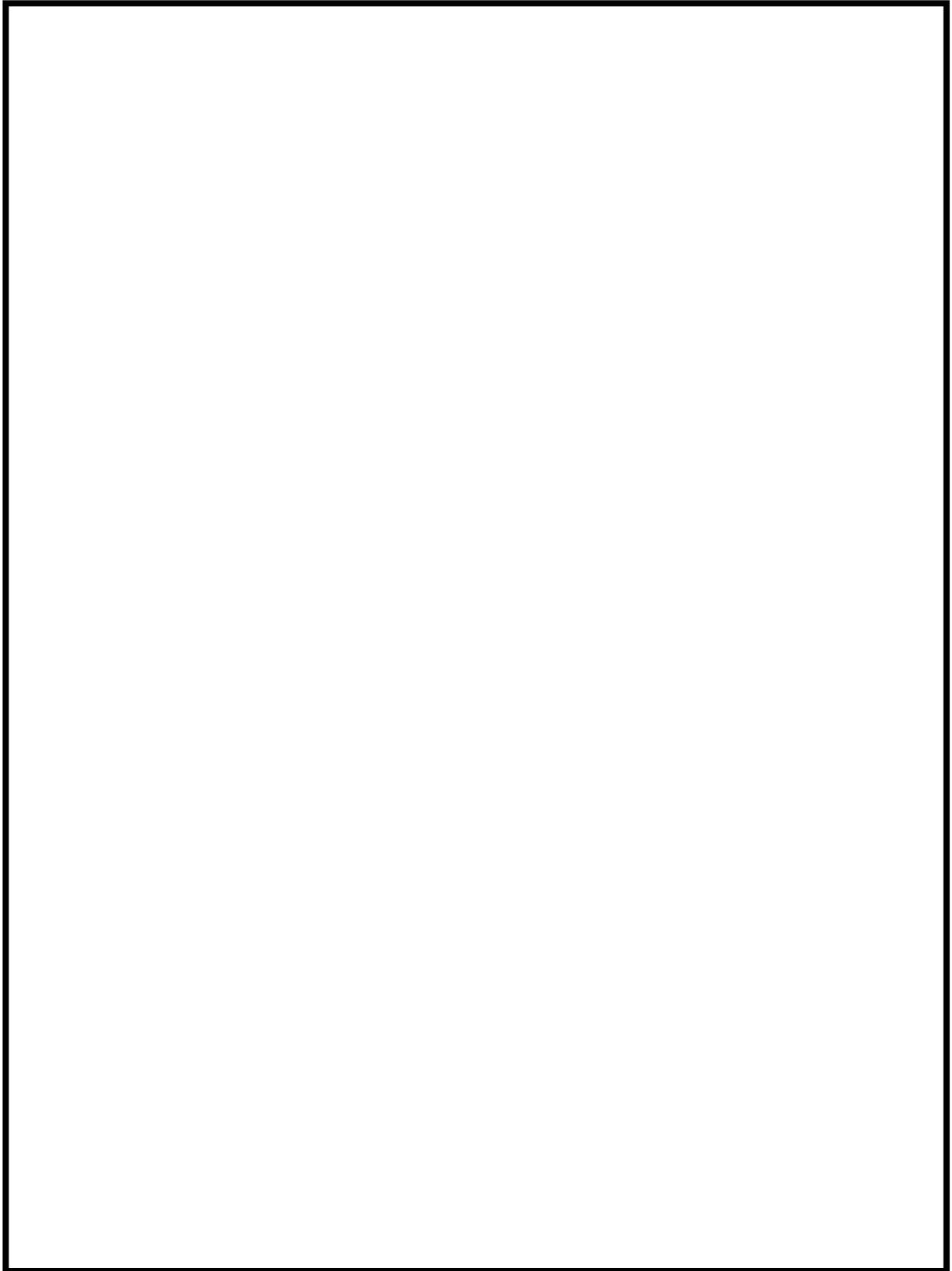


図 3-2 海洋への拡散抑制 概略系統図

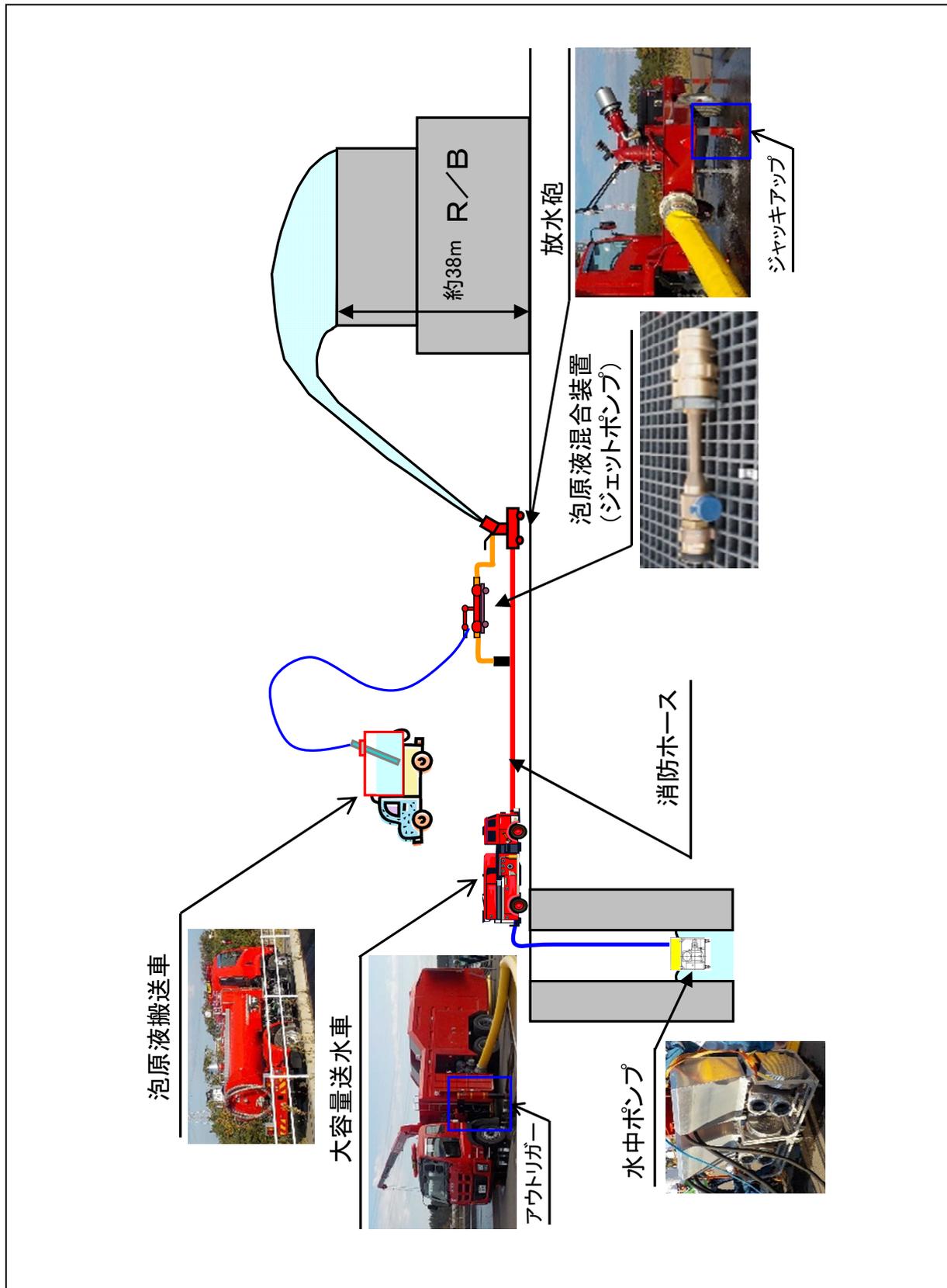


図 3-3 航空機燃料火災への泡消火 概略系統

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-4
試験及び検査

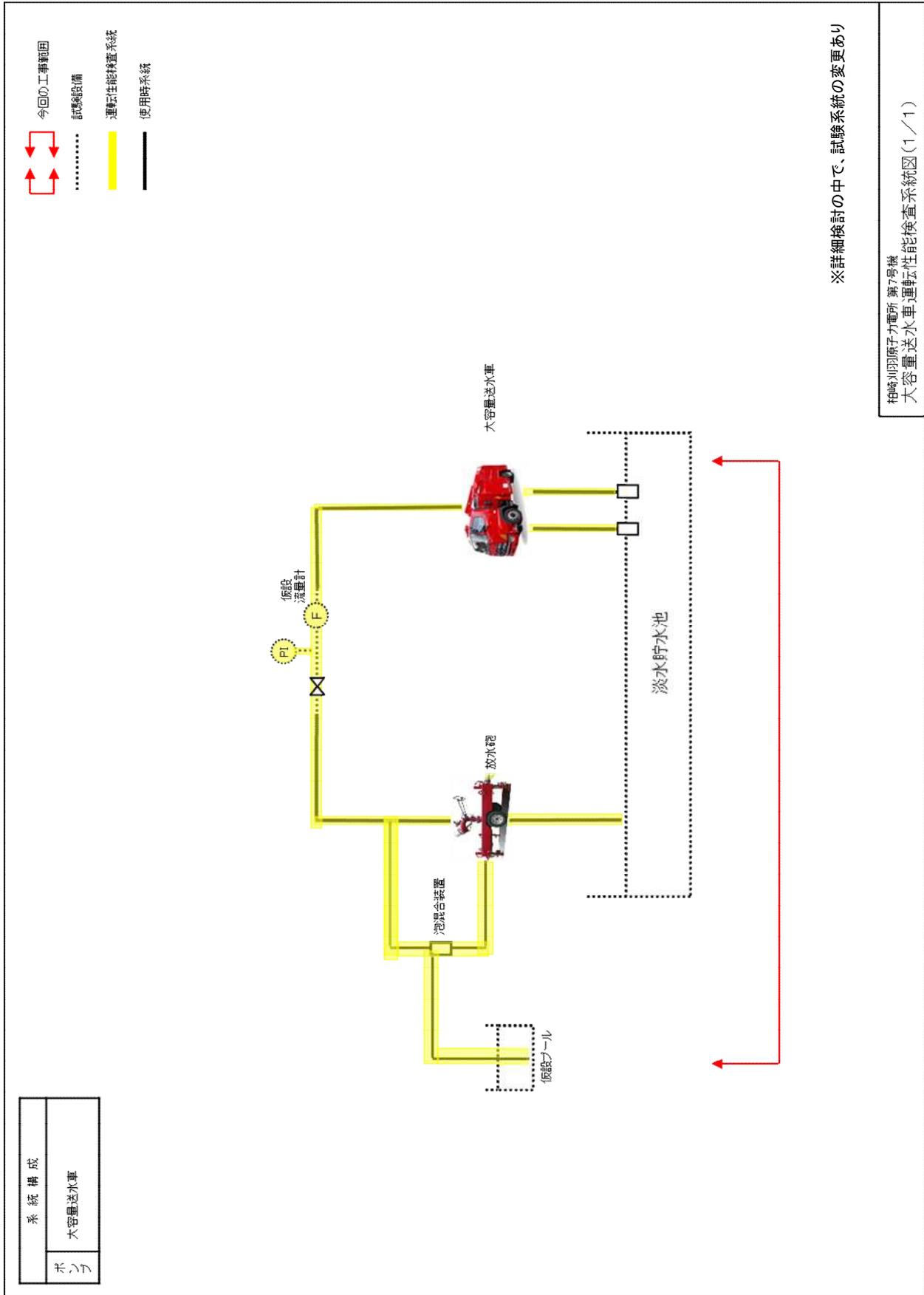


図 4-1 大容量送水車・放水砲・泡原液混合装置 試験系統

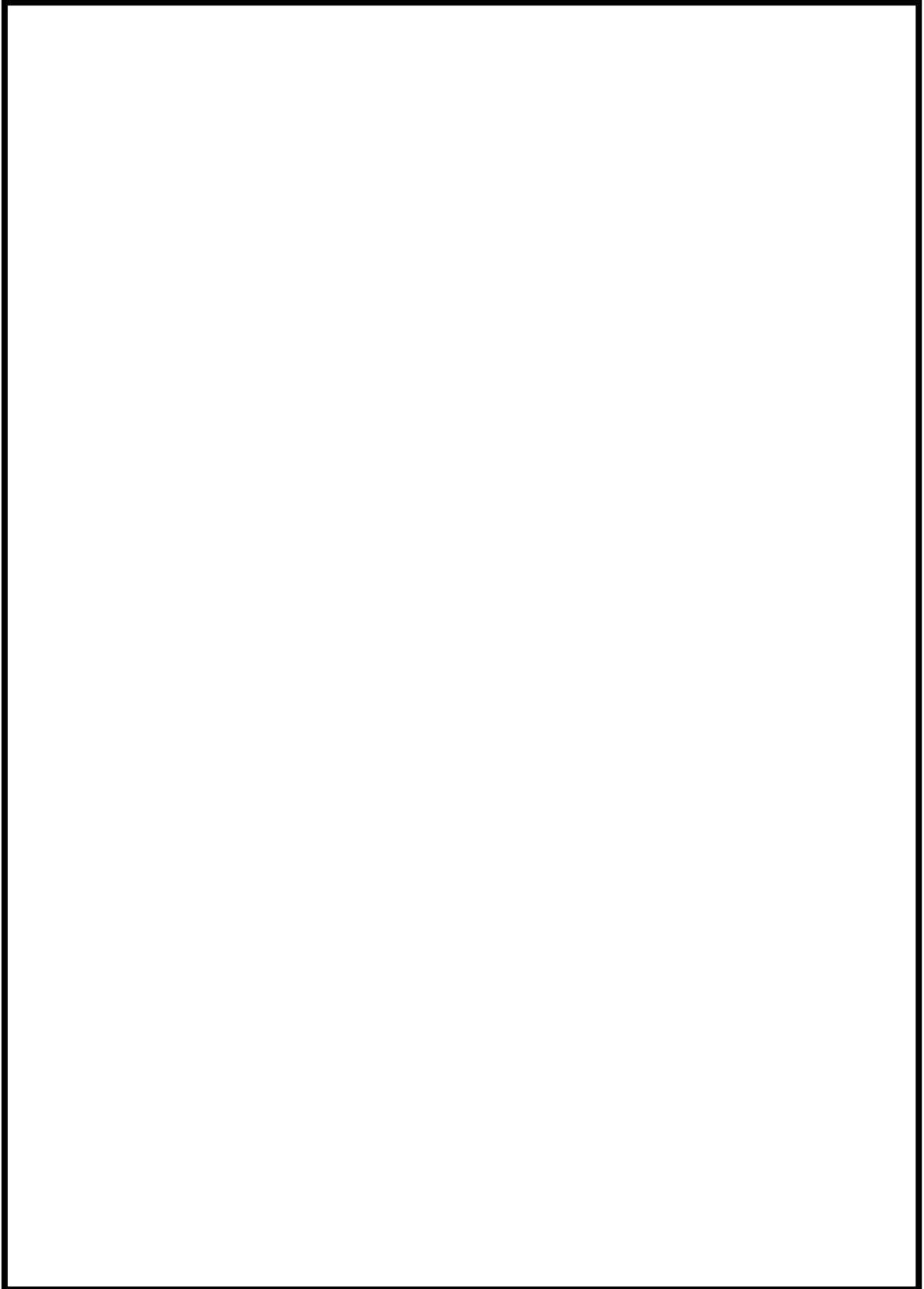


図 4-2 泡原液搬送車 外観図

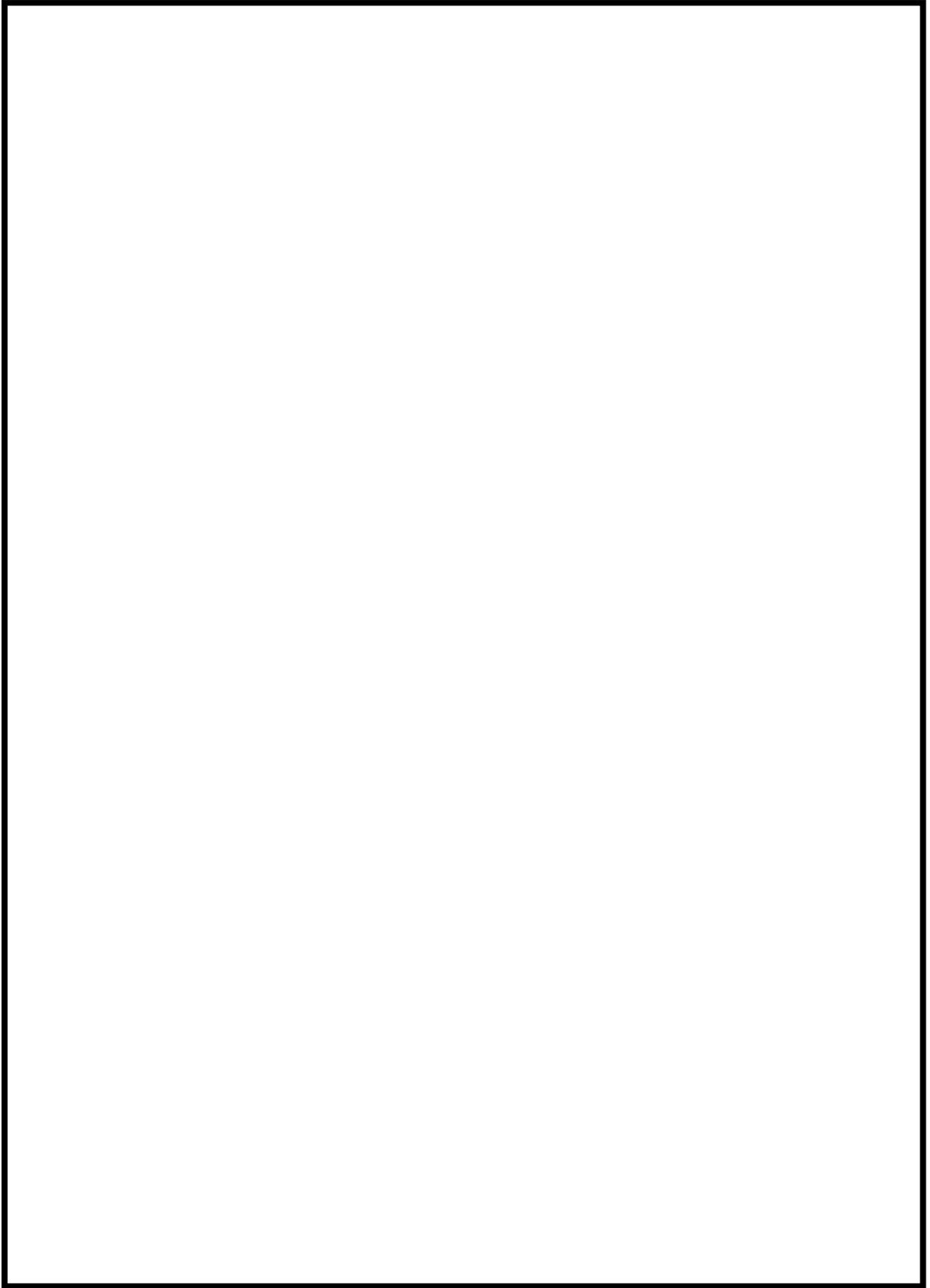


図 4-3 放射性物質吸着材 外観図

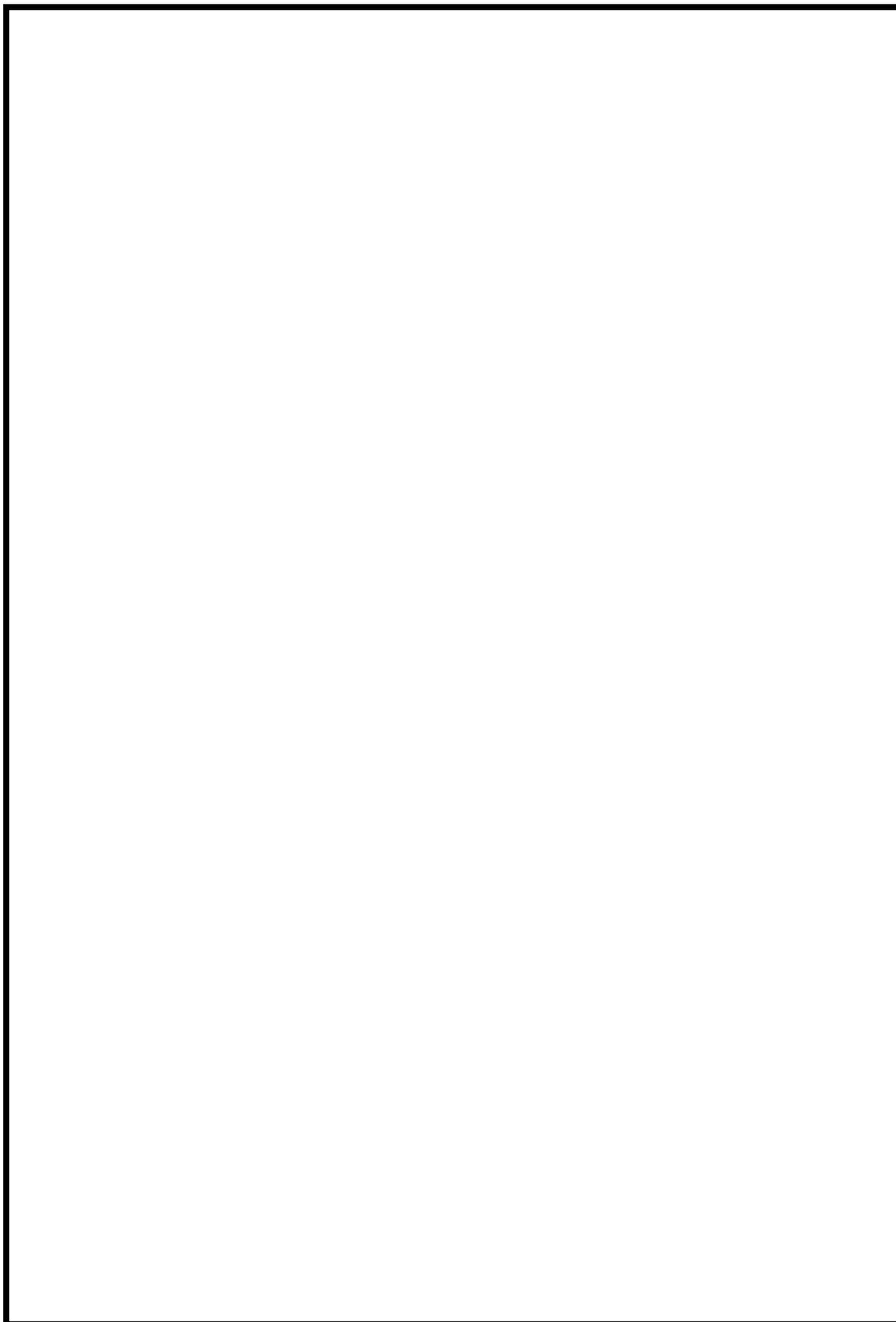


図 4-4 汚濁防止膜 外観図

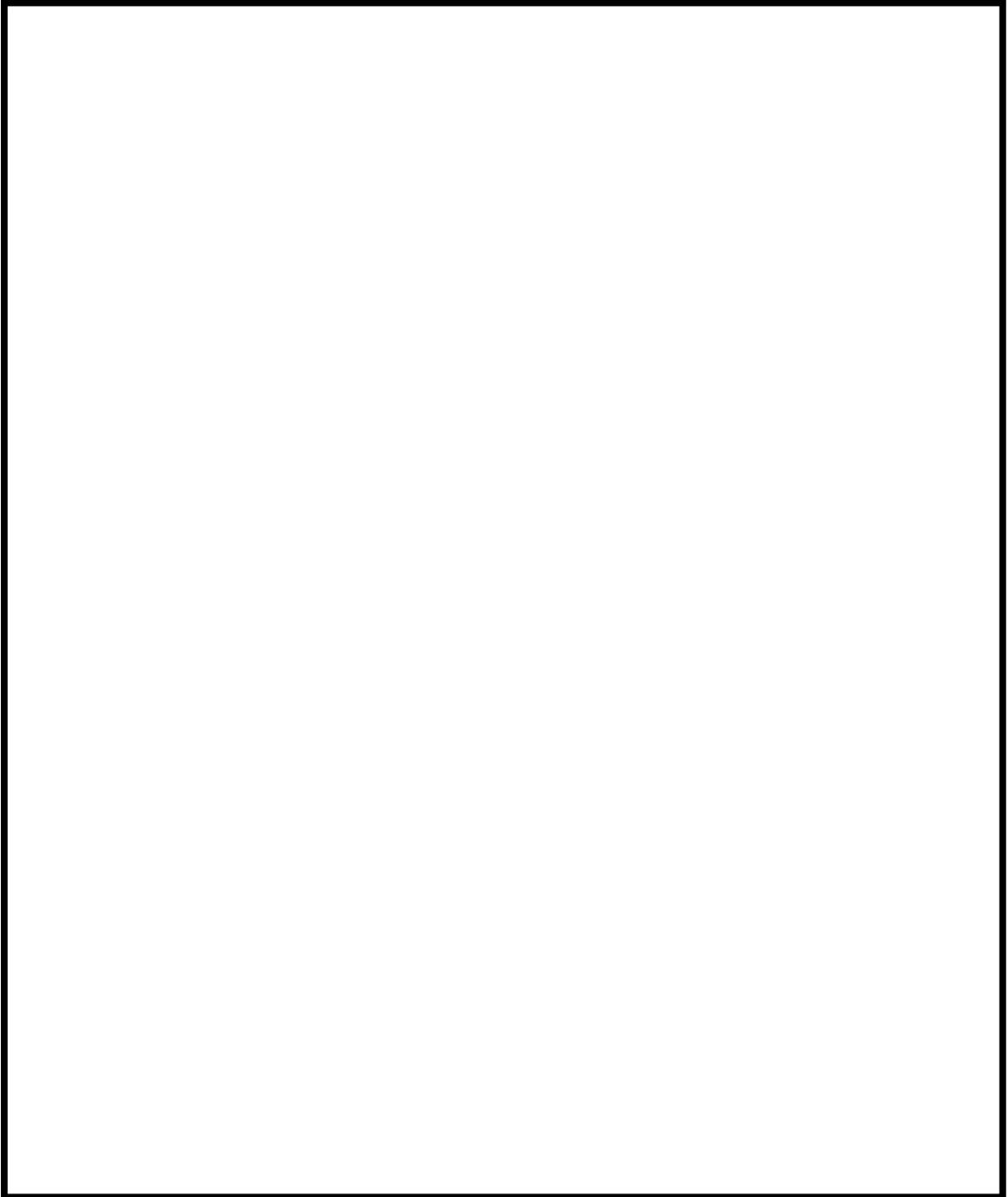


図 4-5 汚濁防止膜 外観写真

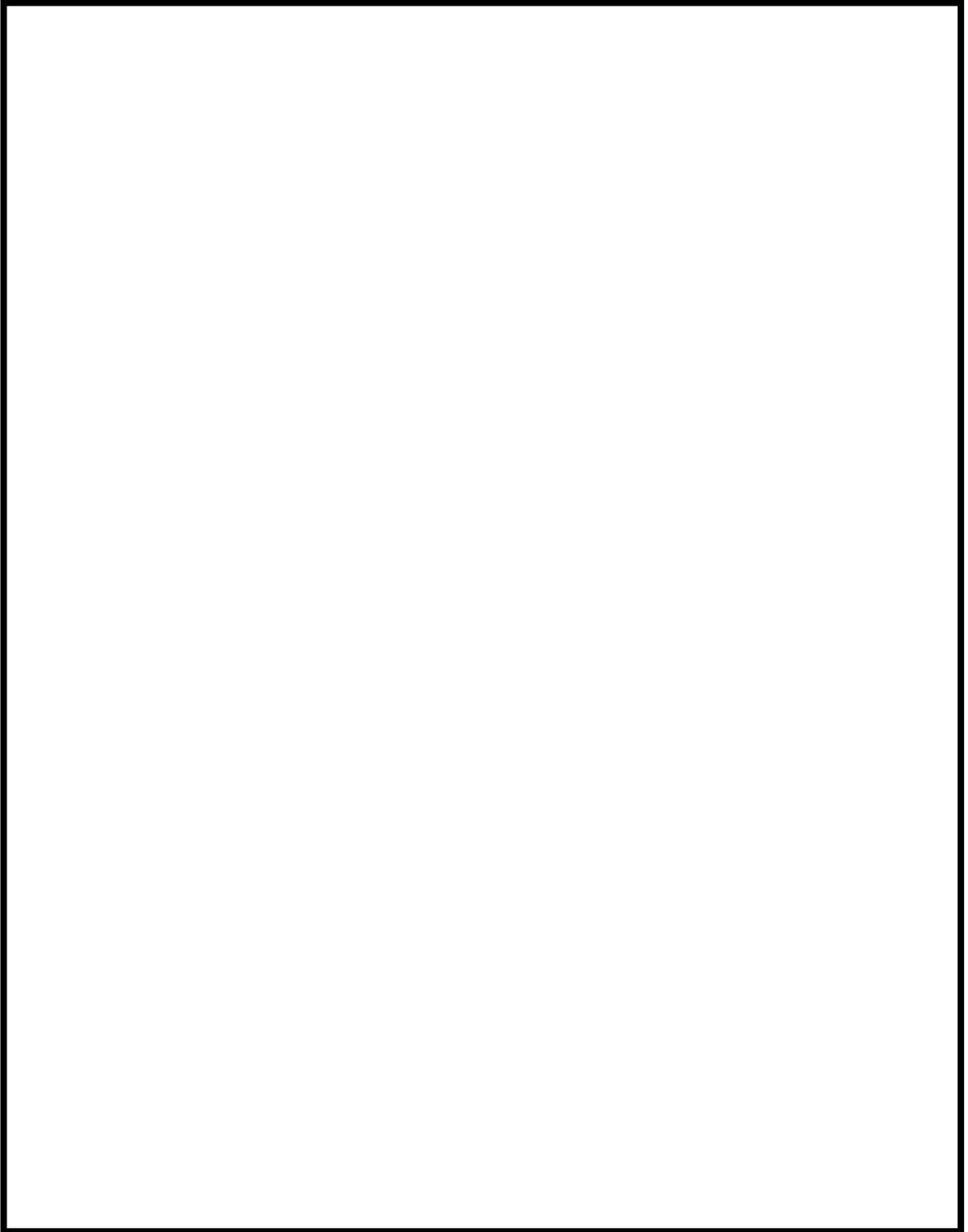


图 4-6 小型船舶 外觀图

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-5
容量設定根拠

55-5-1

名 称		大容量送水車	
流 量	m ³ /h	送水側	<u>900 (注 1), (900 (注 2))</u>
		取水側	<u>900 (注 1), (900 (注 2)) (2 基)</u>
吐 出 圧 力	MPa	<u>(送水側) 1.25 (注 1), (1.25 (注 2))</u> <u>(取水側) 0.20 (注 1), (0.20 (注 2))</u>	
最 高 使 用 圧 力	MPa	1.3	
最 高 使 用 温 度	℃	60	
原 動 機 出 力	kW/個	送水ポンプ	: <input type="text"/>
		取水ポンプ	: <input type="text"/>
機器仕様に関する注記		<u>注 1：要求値を示す</u> <u>注 2：公称値を示す</u>	
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において発電所外への放射性物質の拡散を抑制すること、原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災に対応するため、大容量送水車は以下の機能を有する。</p> <p>大気への拡散抑制として使用する大容量送水車は、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は使用済燃料プール内燃料体等の著しい損傷に至った場合において、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために設置する。</p> <p>その際、大容量送水車は、海水を水源として、大容量送水車に敷設されている取水ポンプにより取水口より取水し、ホースにより放水砲と接続でき、送水ポンプで送水することで、原子炉建屋屋上へ放水できる設計とする。大容量送水車及び放水砲は、設置場所を任意に設定でき、複数の方向から原子炉建屋屋上へ向けて放水できる設計とする。</p> <p>航空機燃料火災への泡消火として使用する大容量送水車は、原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災を消火するために設置する。</p> <p>その際、大容量送水車は、海水を水源として、大容量送水車に敷設されている取水ポンプにより取水口より取水し、可搬型ホースにより放水砲及び泡原液混合装置と接続でき、送水ポンプで送水することで、泡原液と混合しながら原子炉建屋屋上又は周辺に放水できる設計とする。</p> <p>なお、大容量送水車は、6号及び7号炉共用で基数の半数の1台、保守点検用又は故障時のバックアップ用として1台の合計2台を保管する。</p>			

1. 1 圧力・流量（送水側）

吐出圧力 1.25MPa （流量 900m³/h）

大容量送水車は、大気への拡散抑制又は航空機燃料火災への泡消火として使用するため、原子炉建屋屋上又は原子炉建屋周辺に放水する必要があるが、容量設定に当たっては、高所（原子炉建屋屋上）への放水を考慮して設定した。なお、原子炉建屋屋上（地上高約 []^{※1}）へ網羅的に放水するために必要となる、放水砲への送水圧力・流量は、[] 900m³/h である。



図 5-1 射程と射高の関係（ノンアスピレートノズル）



図 5-2 射程と射高の関係（ノンアスピレートノズル）（泡消火放水）

※1 :

[]

※2 : 本曲線は、実放射計測のデータから割り出した理論値（平均値）であり、射程は無風時を想定している。（日本機械工業株式会社）

・ホース敷設等による圧力損失を考慮

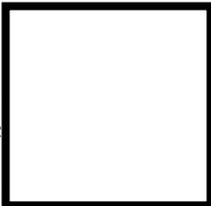
ホースの敷設は、放水砲によって複数方向（タービン建屋と接している西側以外の方向）から放水ができること、並びに、複数の取水箇所から取水できるとともに、その時の被害状況や火災の状況を勘案して柔軟な対応ができるよう複数のルート（敷地北側又は南側）が選択できるよう設定する。

なお、取水箇所の選定としては、ホース敷設長さや津波に対する頑健性を考慮すると、防潮堤内側から取水することを第一優先として考えるが、万が一、防潮堤内の取水口が使用できない場合も想定し、防潮堤外側からの取水を考慮したホース敷設ルートも設定する。

ホース敷設の圧力損失の評価は、防潮堤内及び防潮堤外からの取水を考慮し、ホース敷設ルートが保守的になる敷設ルートを考慮して算出した。

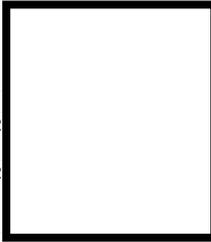
(1) 防潮堤内側

防潮堤内側のホース敷設ルートのうち保守的となる、6号炉取水路から取水し、敷地北側を經由して、7号炉原子炉建屋南東側からの放水を想定した場合の圧力損失を以下に示す。

放水砲必要圧力		
ホース直接敷設の圧損		(300A 50m×19本) ※1※2
ホース湾曲の影響		(90°湾曲3回, 45°湾曲4回) ※1
機器類圧損		
<hr/>		合計約 <u>1.212MPa</u>

(2) 防潮堤外側

防潮堤外側のホース敷設ルートのうち保守的となる、7号炉取水口から取水し、6号炉原子炉建屋付近からの放水を想定した場合の圧力損失を以下に示す。

放水砲必要圧力		
ホース直接敷設の圧損		(300A 50m×14本) ※1※2
ホース湾曲の影響		(90°湾曲4回, 45°湾曲2回) ※1
敷地高さの影響		
機器類圧損		
<hr/>		合計約 <u>1.247MPa</u>

※1：ホースの圧力損失及び湾曲の評価については、55-5-6～8 参照。

詳細設計においては、重大事故時のホースの取り回し、作業性、他設備の干渉を考慮し、ポンプ容量を変更しない範囲で適切に選定する。

※2：ホースの予備は、ホースの長さ毎に各1本以上確保する。

※3：大容量送水車設置高さ（T.M.S.L. 3m）と放水砲設置高さ（T.M.S.L. 12m）の水頭から算出

1.2 圧力・流量（取水側） 吐出圧力 0.2MPa（流量 450m³/h）

取水側の容量は、送水側の容量を満足する、900m³/h を確保する。なお、取水ポンプは、2基1セットとしており、各ポンプの取水容量は、450m³/h となる。

取水ポンプは大容量送水車に海水を送水するが、大容量送水車の設置位置は、防潮堤内側取水箇所（T. M. S. L. 12m）又は、防潮堤外側取水箇所（T. M. S. L. 3m）であり、海面と大容量送水車設置箇所の水頭を考慮して、吐出圧力を 0.2MPa と設定した。

2. 最高使用圧力(1.3MPa)

大容量送水車送水ポンプは、ホースの最高使用圧力と同等の 1.3MPa とする。

3. 最高使用温度(60℃)

放水砲を重大事故時等において使用する場合の最高使用温度は 60℃とする。

4. 原動機出力

○送水ポンプ

原動機出力は、定格流量点()での軸動力を考慮し、

○取水ポンプ（2台並列運用）

原動機出力は、定格流量点()での軸動力を考慮し、

1. ホースの湾曲や余長の圧力損失に対する考え方

消防用ホースの圧力損失の評価については、今後のホース調達先や年式等の種別による個体差等を考慮し、最も一般的な仕様である、『新・消防機器便覧「消防水力学」(東京消防庁監修, 東京消防機器研究会編著)』における理論値を使用する。

1-1. 消防用ホースの曲がりや余長による圧力損失への影響について

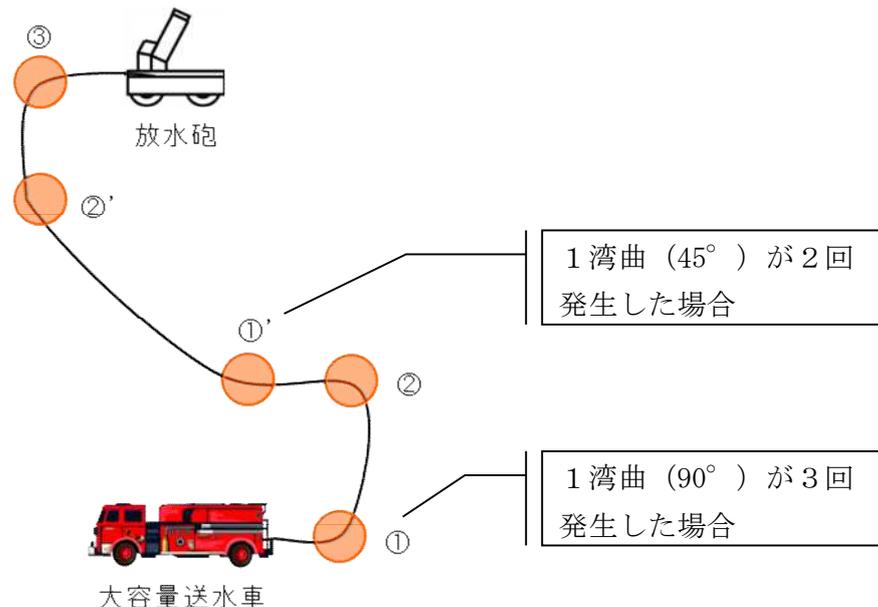


図 5-3 想定される消防ホースの引き回しパターン (イメージ図)

< 1湾曲(90°)あたりの圧力損失 h_c >

$$h_c = f_c \times (v^2 / (2g))$$

○損失係数 f_c

ホースの湾曲による損失係数は新・消防便覧上の曲率半径 1,000mm で 90° における $f_c = 0.068 \cdots (i)$ を引用する。

○流速 v

$$v = Q/A$$

・ Q = 流量について

大容量送水車流量は、900m³/h である。

・ A = 管路の断面積について

$A = \pi r^2$ であることから、 r = 管内径/2 となり、管内径 0.295m より、 $r = 0.1475$ 。よって、 $A = 0.06834$ [m²]

・流速 $v=Q/A$ より
 $v = \underline{3.659[m/s]} \dots\dots (ii)$

○ (i)(ii)より, 1 湾曲 (90°) あたりの圧力損失を求める
 $hc = fc \times (v^2/(2g))$ より, 重力加速度 $9.8[m/s^2]$ として
 $= 0.068 \times (3.659^2/(2 \times 9.8))$
 $= \underline{0.04645[m]}$

< 1 湾曲 (45°) あたりの圧力損失 hc >
 $hc = fc \times (v^2/(2g))$

○損失係数 fc
ホースの湾曲による損失係数は新・消防便覧上の曲率半径
1,000mm で 45° における $fc = \underline{0.034 \dots\dots (iii)}$ を引用する。

○上記(ii)(iii)より, 1 湾曲 (45°) あたりの圧力損失を求める
 $hc = fc \times (v^2/(2g))$ より, 重力加速度 $9.8[m/s^2]$ として
 $= 0.034 \times (3.659^2/(2 \times 9.8))$
 $= \underline{0.02323[m]}$

表 5-1 ホース長さ と 圧力損失 の 関係

送水流量[m ³ /h]		900
使用ホース口径	ホース連結本数 (送水距離)	圧力損失[MPa]
300A	1 (50m)	0.011
	2 (100m)	0.022
	3 (150m)	0.033
	4 (200m)	0.044
	5 (250m)	0.055
	6 (300m)	0.066
	7 (350m)	0.077
	8 (400m)	0.088
	9 (450m)	0.099
	10 (500m)	0.110
	11 (550m)	0.121
	12 (600m)	0.132
	13 (650m)	0.143
	14 (700m)	0.154
	15 (750m)	0.165
	16 (800m)	0.176
	17 (850m)	0.187
	18 (900m)	0.198
	19 (950m)	0.209
	20 (1000m)	0.220

2. 原子炉建屋への放水の網羅性について

原子炉建屋への放水は、大気への放射性物質拡散抑制のための放水、及び、泡消火放水があるが、射程の短い泡消火放水による原子炉建屋への放水の網羅性について検討する。

原子炉建屋は、オペフロ屋上の高さ（地上高 ），原子炉建屋下部屋上高さ（地上高 ）と高さの違いがあることから、放水方向によって、射程距離が異なる（図 5-4～6 参照）。以下に、射程距離を整理する。

- ① 原子炉建屋東側から西向きの放水 （放水砲から の範囲）
- ② 原子炉建屋東側から西向きの放水（下部屋上） （放水砲から の範囲）
- ③ 原子炉建屋北側又は南側からの放水： （放水砲から の範囲）

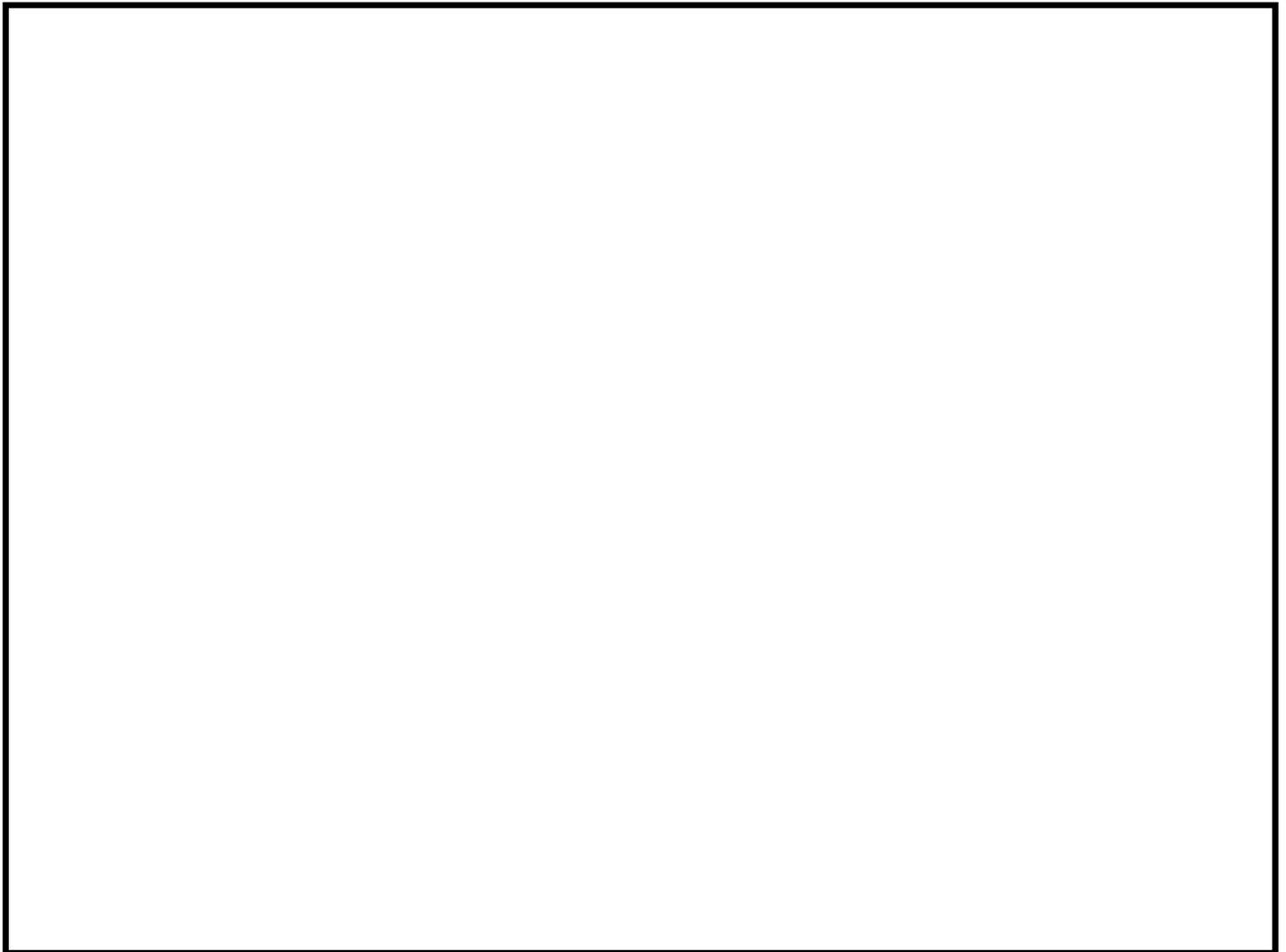


図 5-4 原子炉建屋断面図（6号及び7号炉）

(1) 原子炉建屋に対する放水曲線（放射性物質拡散抑制）



図 5-5 原子炉建屋東側からの放水曲線

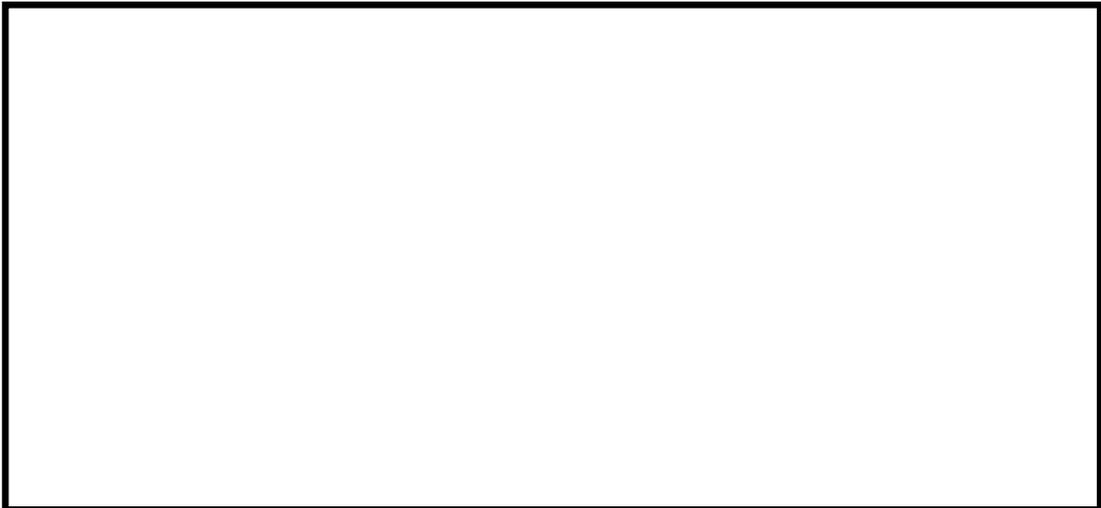


図 5-6 原子炉建屋東側から下部屋上への放水曲線



図 5-7 原子炉建屋北側又は南側からの放水曲線

(2) 原子炉建屋に対する放水曲線（泡消火）



図 5-8 原子炉建屋東側からの放水曲線



図 5-9 原子炉建屋東側から下部屋上への放水曲線



図 5-10 原子炉建屋北側又は南側からの放水曲線

上記の検討から、6号及び7号炉の放水範囲を、図5-11に示す。また、放水砲による放水に対して、干渉する可能性がある設備である所内変圧器及び排気筒についても考慮した。所内変圧器の高さは地面から10m程度であることから、放水に対して干渉することはない。また、排気筒については、放水砲を排気筒と干渉しない位置に設置することで、放水に対する影響はない。以上のことから、原子炉建屋屋上部に対する、放水の網羅性は確保されている。

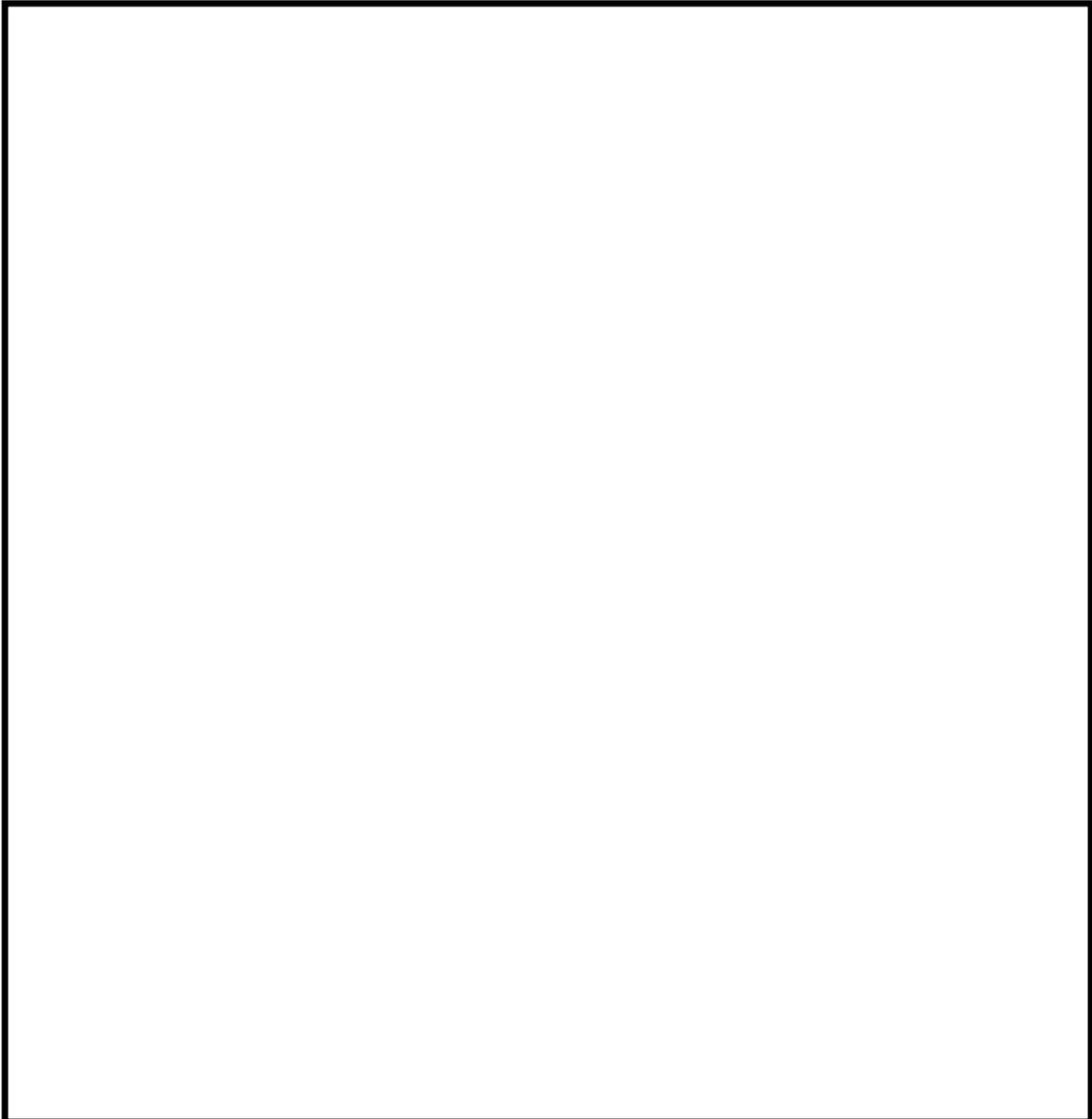


図5-11 6号及び7号炉放水範囲図

名	称	放水砲
最高使用圧力	MPa	0.9
最高使用温度	℃	60

【設定根拠】

炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において発電所外への放射性物質の拡散を抑制すること、原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災に対応するため放水砲は、以下の機能を有する。

放水砲は、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために設置する。

系統構成は、大気への拡散抑制として、放水砲は、可搬型ホースにより海水を水源とする大容量送水車と接続することにより、原子炉建屋屋上へ放水できる設計とする。大容量送水車及び放水砲は、設置場所を任意に設定でき、複数の方向から原子炉建屋屋上へ向けて放水できる設計とする。

航空機燃料火災への泡消火として、放水砲は、可搬型ホースにより海水を水源とする大容量送水車に接続し、泡原液と混合しながら、原子炉建屋周辺へ放水できる設計とする。

放水砲の保有数は、大容量送水車に合わせて、6号及び7号炉共用で基数の半数の1台、保守点検用又は故障時のバックアップ用として1台の合計2台を分散して保管する。

1. 最高使用圧力(0.9MPa)

放水砲を重大事故等時において使用する場合の最高使用圧力は、原子炉建屋屋上（地上高約38m）への放水が可能な圧力（）を満足する値である、メーカーが規定する0.9MPaとする。

2. 最高使用温度(60℃)

放水砲を重大事故時等において使用する場合の最高使用温度は60℃とする。

名 称		汚濁防止膜
幅	m/箇所	北放水口側 : 140 取水口側 (3箇所) : 80
高 さ	m	北放水口側 : 6 取水口側 (3箇所) : 8

【設 定 根 拠】

炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため汚濁防止膜は、以下の機能を有する。

汚濁防止膜は、敷地内から海洋への伝搬経路である、取水路及び放水路（一部排水路含む）に設置することで、大気への放射性物質の拡散を抑制するため放水砲による放水を実施した場合において、放水によって取り込まれた放射性物質の海洋への拡散を抑制できる設計とする。

また、汚濁防止膜の設置は、放射性物質拡散抑制機能の信頼性向上のため、2重に設置することとし、破れ等の破損時のバックアップとして各設置箇所に対して予備2本を確保する。

1. 幅

(1) 5～7号炉放水口付近

放水口付近を囲うために必要な汚濁防止膜の幅は、約100mである。そのため、重大事故時等に放水口付近に設置する汚濁防止膜の幅は、1本あたりの幅が約20mの汚濁防止膜を7本使用し、約140mとする。

(2) 5号、6号及び7号炉取水口付近

取水口付近を囲うために必要な汚濁防止膜の幅は、約55mである。そのため、重大事故時等に取水口付近に設置する汚濁防止膜の幅は、1本あたりの幅が約20mの汚濁防止膜を4本使用し、約80mとする。

2. 高さ

(1) 5～7号炉放水口付近

重大事故時等に放水口付近に設置する汚濁防止膜の高さは、満潮時の高さを考慮しても、海底（T.M.S.L.約-4m）まで届く高さである約6mとする。

(2) 5号、6号及び7号炉取水口付近

重大事故時等に取水口付近に設置する汚濁防止膜の高さは、満潮時の高さを考慮しても、海底（T.M.S.L.約-5.5m）まで届く高さである約8mとする。

凡例
— 汚濁防止膜



図 5-12 取水口の外形図



図 5-13 北放水口の外形図

放射性物質吸着材の容量及び吸着率について

放射性物質吸着材は、敷地内から海洋への伝搬経路である，排水路に設置することで，大気への放射性物質の拡散を抑制するため放水砲による放水を実施した場合において，放水によって取り込まれた放射性物質の海洋への拡散を抑制できる設計とする。

1. 6号及び7号炉雨水排水路集水柵用放射性物質吸着材容量

雨水排水路集水柵に6号及び7号炉で各1箇所を設置する。

放射性物質吸着材の容量は，雨水排水路集水柵に設置可能な量でかつ，放水によって生じた汚染水が排水可能な形状又は設置方法により空隙を確保した設計とする。

①設置箇所の寸法

6号及び7号炉雨水排水路集水柵寸法 (m)	縦：2.5，横：2.5，高さ ^{※1} ：約1.2
-----------------------	------------------------------------

※1：排水配管上端を集水柵の高さとした。

※2：詳細設計中であり変更の可能性がある。

②放射性物質吸着材の容量

放射性物質吸着材は，セシウムを吸着するプルシアンブルー類縁体の表面を水が流れることによりセシウムを吸着する。放射性物質吸着材は，プルシアンブルー類縁体をパッケージ化して用いる。放射性物質吸着材は，上記雨水排水路集水柵に設置可能であり，その寸法から，放射性物質吸着材の容量を以下の通りとする。なお，この場合の空隙率は，およそ33%となる。

放射性物質吸着材容量 (kg)	ユニット体積 5m^3 × 吸着材密度約 $200\text{kg}/\text{m}^3$ = 約 $1,000\text{kg}/1$ 箇所
-----------------	--

※：詳細設計中であり変更の可能性がある。

2. 5号炉雨水排水路集水柵及びフラップゲート入口用放射性物質吸着材容量

放水砲による放水の通常の排水ルートは6号及び7号炉の雨水排水路であるが，流路の閉塞・損傷又は排水可能な流量以上の雨水が流れた際には，雨水排水路より溢れる。その場合，5号炉の雨水排水路及びフラップゲートを經由して海に流れ込むこととなる。

①設置箇所寸法

5号炉雨水排水路集水柵寸法 (m)	縦：1.95，横：1.95，高さ ^{※1} ：約1.15
フラップゲート寸法 (m) (3箇所)	縦：2.0，横：2.0，高さ ^{※1} ：約0.9

※1：排水配管上端を集水柵の高さとした。

※2：詳細設計中であり変更の可能性がある。

②放射性物質吸着材の容量

放射性物質吸着材は、上記雨水排水路集水柵に設置可能な吸着材ユニットであり、その寸法から、放射性物質吸着材の容量を以下の通りとする。なお、この場合の空隙率は、およそ30～50%となる。

放射性物質吸着材容量 (kg)	ユニット体積 2.5m^3 × 吸着材密度約 $200\text{kg}/\text{m}^3$ = 約 $500\text{kg}/1$ 箇所
-----------------	--

※：詳細設計中であり変更の可能性はある。

3. 放射性物質吸着材の吸着率（参考値）

吸着率（放射性物質吸着材 1g に対して、吸着される Cs 量（破過値。）は、設計値*として と設定している。

※ 測定方法は、セシウムを添加させた水溶液中に吸着材を入れ吸着率を測定する。試験条件は、Cs 添加濃度 1,000ppm、固液比 100、吸着時間 24 時間。運用としては、汚染水が吸着材を通過することで、吸着材と接触することでセシウムを吸着させる。当該測定方法は、実際の運用とことなる測定方法のため、値は参考値として扱う。

名	称	泡原液混合装置
最高使用圧力	MPa	1.3
最高使用温度	℃	40
<p>【設定根拠】 原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災に対応するため放水砲は、以下の機能を有する。</p> <p>泡原液混合装置は、航空機燃料火災に対応するため、大容量送水車、放水砲及び泡原液搬送車に接続することで、泡消火剤を混合して放水できる設計とする。なお、6号及び7号炉共用で基数の半数の1台、及び、保守点検用又は故障時のバックアップ用として1台の合計2台を保管する。</p> <p>1. 最高使用圧力(1.3MPa) 泡原液混合装置を重大事故等時において使用する場合の最高使用圧力は、原子炉建屋屋上(地上高約38m)への放水が可能な圧力(<input type="text"/>)以上を満足する値である、メーカーが規定する1.3MPaとする。</p> <p>2. 最高使用温度(40℃) 泡原液混合装置を重大事故等時において使用する場合の最高使用温度は、40℃とする。</p>		

名	称	泡原液搬送車
容	量	L
4,000		
最 高 使 用 圧 力	MPa	0.03
最 高 使 用 温 度	℃	120

【設 定 根 拠】

原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災に対応するため泡原液搬送車は、以下の機能を有する。

泡原液搬送車は、航空機燃料火災に対応するため、大容量送水車、放水砲及び泡原液混合装置に接続することで泡消火できる設計とする。なお、6号及び7号炉共用で基数の半数の1台、及び、保守点検用又は故障時のバックアップ用として1台の合計2台を保管する。

1. 容量(4,000L)

泡原液の容量は、空港に配備されるべき防災レベル等について記載されている、国際民間航空機関（ICAO）発行の空港業務マニュアル（第1部）（以下、「空港業務マニュアル」という。）を基に設定する。

設定にあたっては、空港業務マニュアルで離発着機の大きさにより空港カテゴリーが定められており、最大であるカテゴリー10を適用する。また、保有している泡消火剤は、1%水成膜泡消火薬剤であり、空港業務マニュアルでは性能レベルBに該当する。

空港カテゴリー10かつ性能レベルBの泡消火材に要求される混合溶液の放射量は672m³/hであり、発泡に必要な水の量は32.3m³である。

必要な泡原液は、32.3m³×1%=323Lに対して、空港業務マニュアルでは2倍の量323L×2=646Lを保有することが規定されている。

以上より、必要保有量646Lに対して、泡原液搬送車のタンクに収まる4000Lを泡原液容量として設定した。

2. 最高使用圧力(0.03MPa)

積載する泡原液の水頭及び空間部の気圧を考慮して0.03MPaとする。

3. 最高使用温度(120℃)

泡原液混合装置を重大事故等時において使用する場合の最高使用温度は、大容量送水車と同様の60℃を満足する値である、メーカーが規定する120℃とする。

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-6
接続図

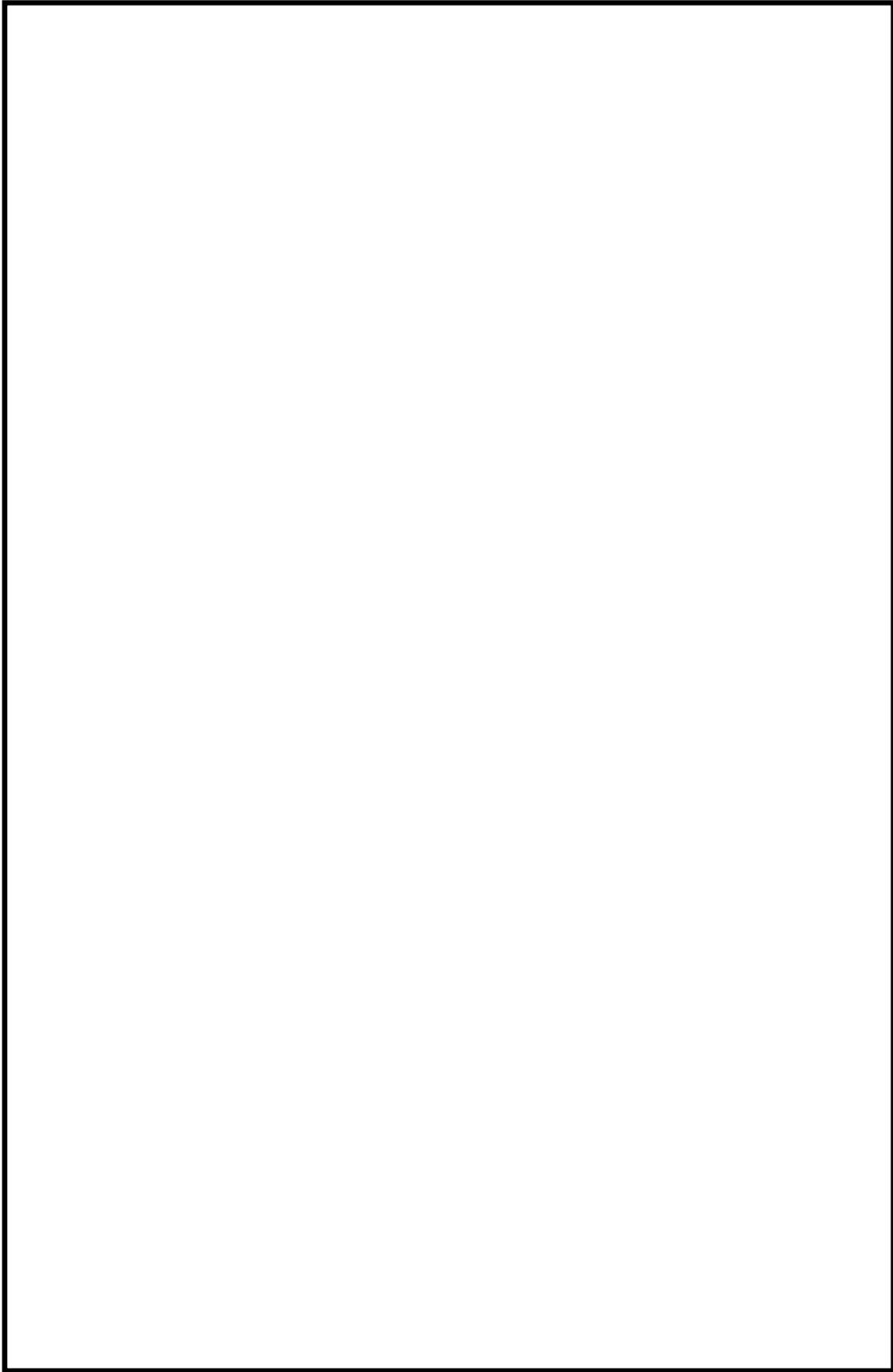


図 6-1 6号炉ホース敷設例

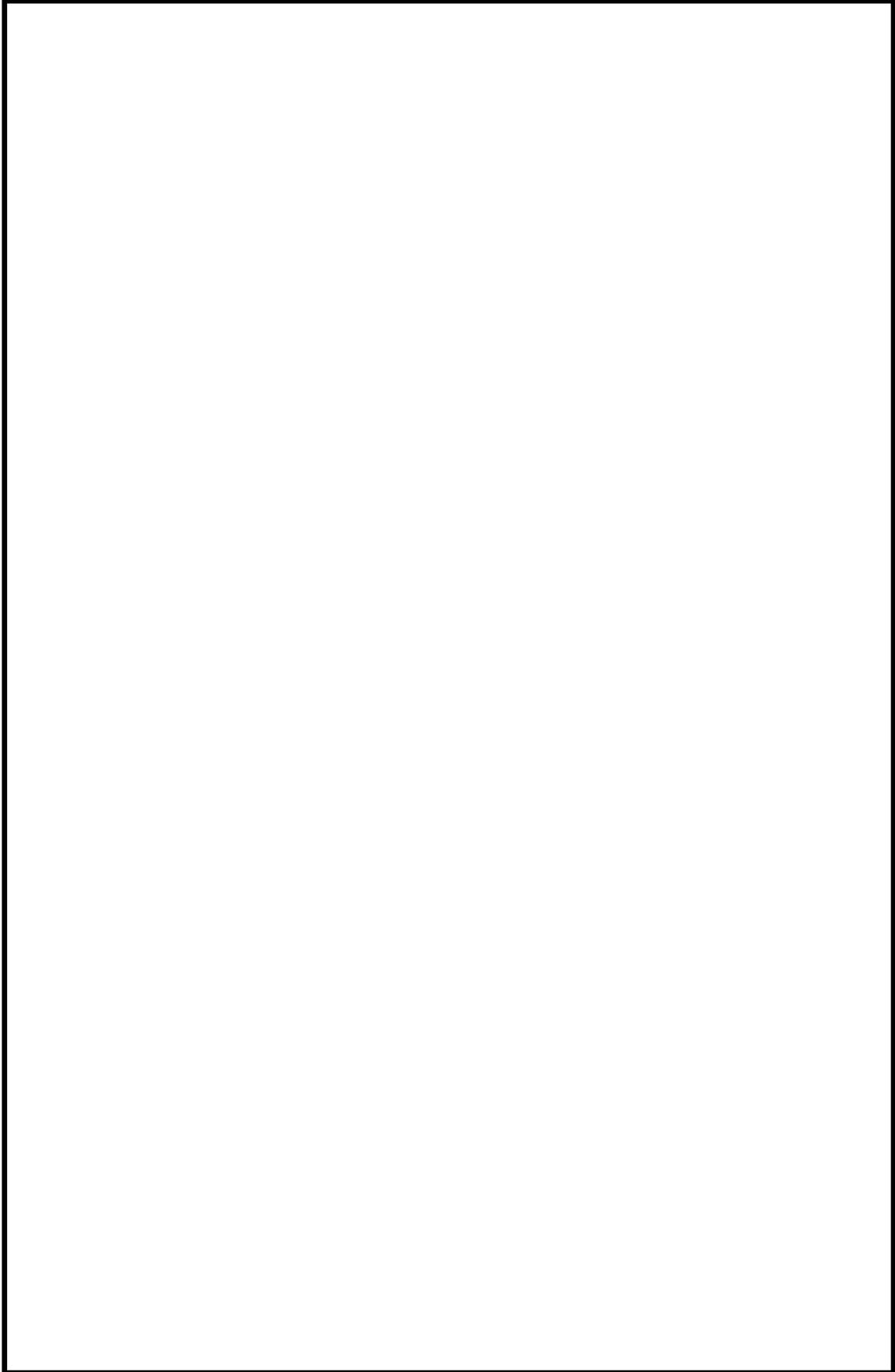


図 6-2 7号炉ホース敷設例

○汚染水の流出経路及び対策概要

1. 発生する汚染水とその流出経路

発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため、6号及び7号炉の原子炉建屋への放水により発生した汚染水は、屋上から建屋雨水路を経由して、6号及び7号炉近傍の構内の雨水排水路に導かれ、雨水排水路集水柵を経由し、放水口に至る。

その他の海洋への経路の可能性としては、上記雨水排水路の閉塞・損傷又は排水可能な流量以上の雨水が流れた際には、敷地に排水が溢れ、5号炉の雨水排水路又は防潮堤下部のフラップゲートを経由し、放水口に通じる経路が想定される。

2. 放射性物質の拡散抑制対策

放射性物質が発電所外へ拡散することを抑制するため、以下の対策を実施する。海洋への拡散抑制対策の概要を図6-3に示す。

(1) 6号及び7号炉雨水排水路集水柵へ放射性物質吸着材の設置

放水砲による大気への拡散抑制を実施する必要がある場合は、原子炉建屋への放水により汚染した水が、原子炉建屋雨水路を経由して、6号及び7号炉近傍の構内の雨水排水路に導かれることになるため、下流の雨水排水路集水柵2箇所を優先させ、放射性物質吸着材を設置し、放射性物質の拡散を抑制する。

(図6-3-①)

(2) その他海洋への経路への放射性物質吸着材の設置

(1)の通り、原子炉建屋への放水により発生した汚染水の海洋までの主要な経路となる雨水排水路集水柵に放射性物質吸着材を設置することとしているが、当該雨水排水路の損傷等により、汚染水が敷地に溢れた場合に、その他の海洋への経路の可能性もある。具体的流路としては、5号炉の雨水排水路及び防潮堤下部のフラップゲートであるが、5号炉の雨水排水路集水柵及びフラップゲート入口に放射性物質吸着材を設置し、放射性物質の拡散を抑制する。

(図6-3-②)

(3) 放水口への汚濁防止膜の設置

(1)及び(2)の対策を実施することで、放射性物質の海洋への拡散抑制をするが、放射性物質吸着材の設置完了後に汚濁防止膜の設置が可能な状況(大津波警報、津波警報が出ていない又は解除された)な場合、汚濁防止膜を設置する。なお、1.のとおり、6号及び7号炉への放水により発生した汚染水は、各号機の雨水排水路、又は、防潮堤下部のフラップゲートを経由し、放水口に導かれるため、放水口に汚濁防止膜を設置する。

(図6-3-③)

(4) 取水口への汚濁防止膜の設置

放水によって、原子炉建屋の内部に滞留した汚染水は、原子炉建屋からタービン建屋を経由して建屋外へ通じる配管によって、取水及び放水ピットを通じ取水路及び放水路へと流出し、最終的に海洋へ流出する。そのため、前項の対策に加え、取水口へも汚濁防止膜を設置することで、放射性物質の拡散を抑制

する。ただし，原子炉建屋の内部に滞留した汚染水が海洋へ流出するのは，放射線管理区域と非管理区域の境界壁，原子炉建屋及びタービン建屋の外壁，建屋外へ通じる配管等，複数の障壁の損傷が重畳した場合に限られ，障壁の通過には時間余裕があると考えられる。

(図 6-3-④)

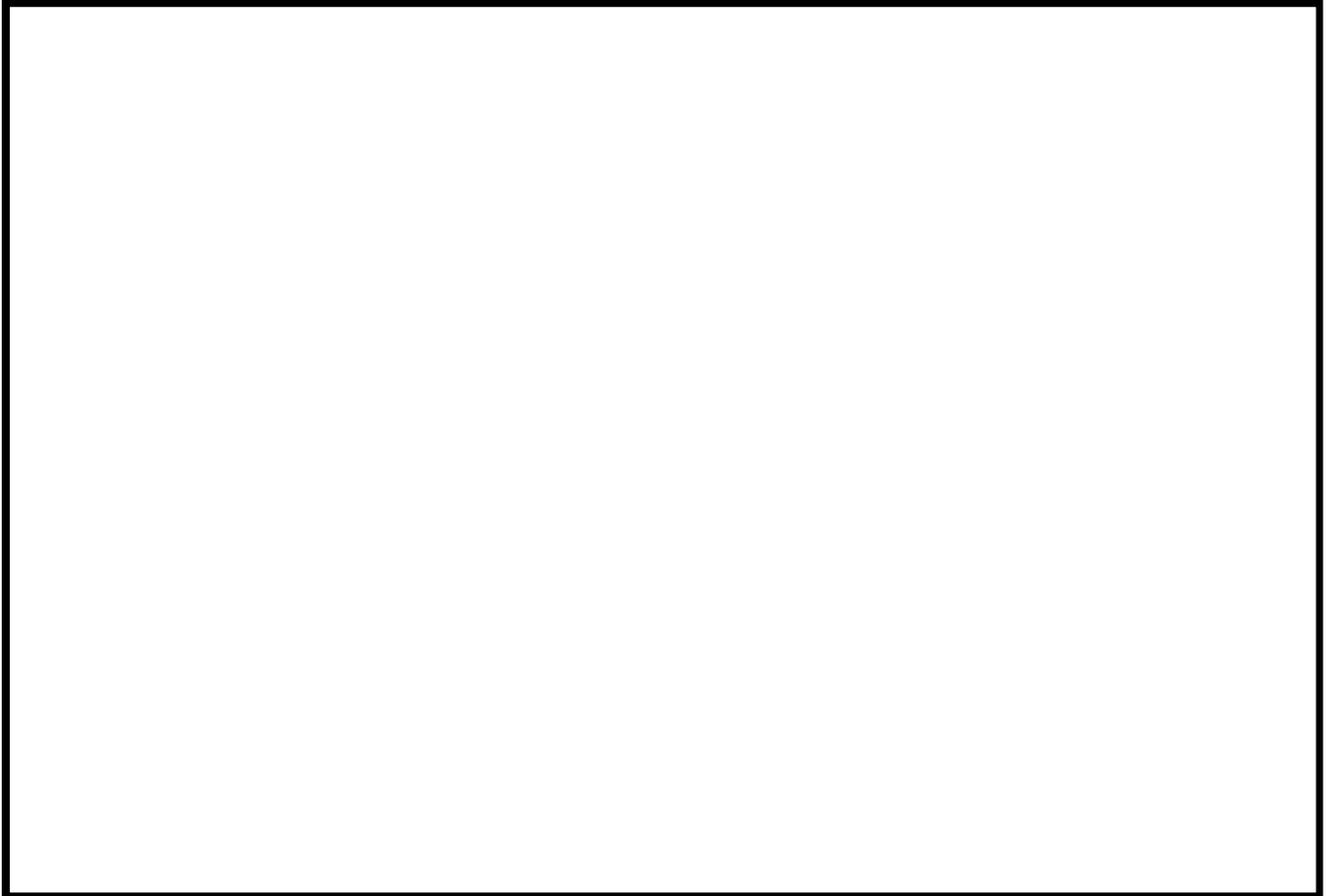


図 6-3 放射性物質吸着材の設置位置図

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

55-7
アクセスルート図

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉『可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて』より抜粋



図 7-1 保管場所およびアクセスルート図



図 7-2 地震・津波発生時のアクセスルート



図 7-3 森林火災発生時のアクセスルート



図 7-4 中央交差点が通行不能時のアクセスルート

55-8
その他設備

1. その他設備

1.1 航空機燃料火災に対する初期消火設備

原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災が発生した場合に、化学消防自動車単独，又は，化学消防自動車，水槽付消防ポンプ自動車及び高所放水車により初期対応における泡消火及び延焼防止を実施する。なお，本設備は事業者の自主的な取り組みで設置するものである。

本システムは，使用可能な淡水源がある場合は，防火水槽や消火栓（淡水タンク）を水源とし，使用可能な淡水源がない場合は，海水を使用する。

高所放水車を使用する場合は，泡原液備蓄車を接続するとともに，化学消防自動車又は，水槽付消防ポンプ自動車にて水源より取水し，高所放水車に送水する。（図 8-1）

化学消防自動車を使用する場合は，単独，又は，泡原液備蓄車を接続し，化学消防自動車にて水源より取水し，泡消火を実施する。（図 8-2）



図 8-1 高所放水車による初期消火



図 8-2 化学消防車による初期消火