

防整技第4282号
令和2年3月24日

大臣官房会計課長
防衛大学校総務部管理施設課長
防衛医科大学校事務局経理部施設課長
防衛研究所企画部総務課長
統合幕僚監部総務部総務課長
陸上幕僚監部防衛部施設課長
海上幕僚監部防衛部施設課長
航空幕僚監部防衛部施設課長 殿
情報本部計画部事業計画課長
各地方防衛局調達部長
帯広防衛支局長
熊本防衛支局長
名護防衛事務所長
防衛装備庁長官官房会計官

整備計画局施設技術管理官
(公 印 省 略)

津波対策設計要領及び同解説について（通知）

標記について、関連文書に基づき、別紙のとおり定め、令和2年4月1日以降の入札公告を行う設計から適用することとしたので通知する。

関連文書：防整技第7161号（28. 3. 31）

添付書類：別紙

写送付先：整備計画局施設計画課長、整備計画局施設整備官

津波対策設計要領及び同解説

令和2年3月

【目 次】

1 総則.....	1
1・1 目的.....	1
1・2 適用範囲.....	1
1・3 用語の定義.....	2
1・4 関連する指針等.....	3
2 自衛隊施設の津波対策	4
2・1 津波対策の手順.....	4
2・2 津波対策の項目	5
3 津波防護施設.....	7
3・1 一般事項.....	7
3・2 設計手順.....	8
3・3 設計外力.....	9
3・4 配置検討.....	9
3・5 高さ検討.....	11
3・6 構造形式の選定.....	12
3・7 安全性の検討	15
4 漂流物対策施設	19
4・1 一般事項.....	19
4・2 設計手順.....	22
4・3 対象漂流物の設定	23
4・4 設計外力.....	23
4・5 配置検討.....	23
4・6 構造形式の選定.....	24
4・7 構造設計.....	26
5 津波避難対策施設.....	27
5・1 一般事項.....	27
5・2 設計手順.....	27
5・3 津波避難施設等の設計の条件整理	29
5・4 津波避難施設等の設計	29
5・4・1 津波避難施設等の基本.....	29
5・4・2 避難上の要件	30
5・4・3 構造上の要件	31
5・4・4 管理上の要件	31
5・5 避難誘導設備	33
5・5・1 配置検討.....	35
5・5・2 避難誘導設備の設計	35
5・6 警報設備.....	37
5・6・1 警報設備の選定.....	37

5・6・2 配置検討	38
6 個別施設の津波対策	39
6・1 一般事項	39
6・2 嵩上げ及び高所化	39
6・3 建築物の津波対策	40
6・3・1 設計の方針	40
6・3・2 開口部	40
6・4 建築設備の津波対策	44
6・4・1 設計の方針	44
6・4・2 建築設備の主な津波対策	44
6・4・3 屋内電力設備の浸水対策	45
6・4・4 屋内通信設備の浸水対策	47
6・4・5 屋内空気調和設備の浸水対策	47
6・4・6 屋内給排水衛生設備の浸水対策	48
6・4・7 屋外電力設備の浸水対策	48
6・4・8 屋外通信設備の浸水対策	48
6・4・9 屋外空気調和設備の浸水対策	48
6・4・10 屋外給排水設備の浸水対策	49
6・4・11 ガス設備の津波対策	49
6・4・12 給汽管の津波対策	49
6・5 燃料施設の津波対策	50
6・5・1 設計の方針	50
6・5・2 屋外タンク貯蔵所	50
6・5・3 既設燃料タンクの固定化・燃料流出防止対策	56
6・5・4 ポンプ設備	56
6・5・5 給油施設	57

1 総則

1・1 目的

本津波対策設計要領及び同解説（以下「本要領及び同解説」という。）は、「自衛隊施設の津波対策について（通知）」（防整技第15545号。27.10.1）添付書類「自衛隊施設の津波対策ガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）に基づき策定された津波対策計画を反映した施設整備における基本的な事項を定め、検討及び設計業務の円滑な実施を図ることを目的とする。

1・2 適用範囲

本要領及び同解説は、自衛隊施設の津波対策に係る施設整備の設計業務に適用する。
なお、本要領及び同解説に書かれていない事項は、他の適切な基準類を適用する。また、施設の特異性及びその他の理由により本要領により難しい場合は施設技術管理官と調整の上実施するものとする。

<解説>

その他の理由とは、自治体等と協力するなど地域的な条件がある場合などを想定している。

1・3 用語の定義

	用語	定義
1	自衛隊施設	ガイドライン 1 項に規定する沿岸地域に所在する駐屯地や基地等。
2	防衛施設等	ガイドライン 1 項に規定する自衛隊施設内の防衛施設及び装備品。
3	津波への対処水準	「自衛隊施設の津波対策ガイドラインに係る実施要領」（防整技第 15690 号。27. 10. 1 別紙。以下「実施要領」という。）別表に規定する防衛施設等の津波への対処水準。
4	L 1 津波	実施要領 2（2）に規定する発生頻度の高い津波。
5	L 2 津波	実施要領 2（1）に規定する最大クラスの津波。
6	対象とする津波	津波浸水シミュレーション結果における L 1 津波、L 2 津波のうち、自衛隊施設の管理者が当該施設の設計対象とする津波。
7	浸水深	津波により陸上が浸水した際に、対象地点における地盤高から水面までの高さ。
8	最大浸水深	対象地点における浸水深が時系列的に変化した場合の最大値。構造物の前面においては、せき上げの影響を含む。
9	せき上げ	津波が構造物に衝突することで生じる水位の上昇。せき上げ量は流速の大きさに依存するため、時々刻々と変化する。
10	基準水位	既設構造物がない地点においてせき上げを考慮した浸水深のうち最大となるもの。既設構造物の前面においては、最大浸水深と同水位となる。
11	避難困難地域	津波の到達までに、避難の必要がない安全な地域・建物等に避難することが困難な地域。

１・４ 関連する指針等

	基準・ガイドライン名	出典	公表日	対応項目
1	自衛隊施設の津波対策について（通知）	防衛省	H27. 10	総則
2	自衛隊施設の津波対策ガイドラインに係る実施要領について（通知）	防衛省	H27. 10	総則
3	港湾の施設の技術上の基準・同解説	（社）日本港湾協会	H30. 5	津波防護
4	海岸保全施設の技術上の基準・同解説	海岸保全施設技術研究会編	H30. 8	津波防護
5	港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル	（一財）沿岸技術研究センター	H28	津波防護
6	津波浸水想定の設定の手引き Ver. 2. 00	国土交通省 国土技術政策総合研究所	H31. 4	津波防護
7	構造物の衝撃挙動と設計法	土木学会	1994	津波防護
8	津波漂流物対策施設設計ガイドライン （資料編を含む）	（財）沿岸技術研究センター、（社）寒地港湾技術研究センター	H26. 3	漂流物
9	建築構造設計基準	国土交通省	H30. 4	避難
10	建築構造設計基準の資料	国土交通省	H30. 4	避難
11	津波避難ビル等の構造上の要件の解説	国土交通省 国土技術政策総合研究所	H24. 3	避難 個別施設 （建築）
12	屋外タンク貯蔵所設計要領	防衛省	R1. 9	個別施設 （燃料）
13	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書	消防庁	H23. 12	個別施設 （燃料）

2 自衛隊施設の津波対策

2・1 津波対策の手順

自衛隊施設の津波対策は、ガイドラインに示す手順に基づき実施する。

<解説>

各自衛隊施設における津波対策の手順は図 2.1 のとおりとする。

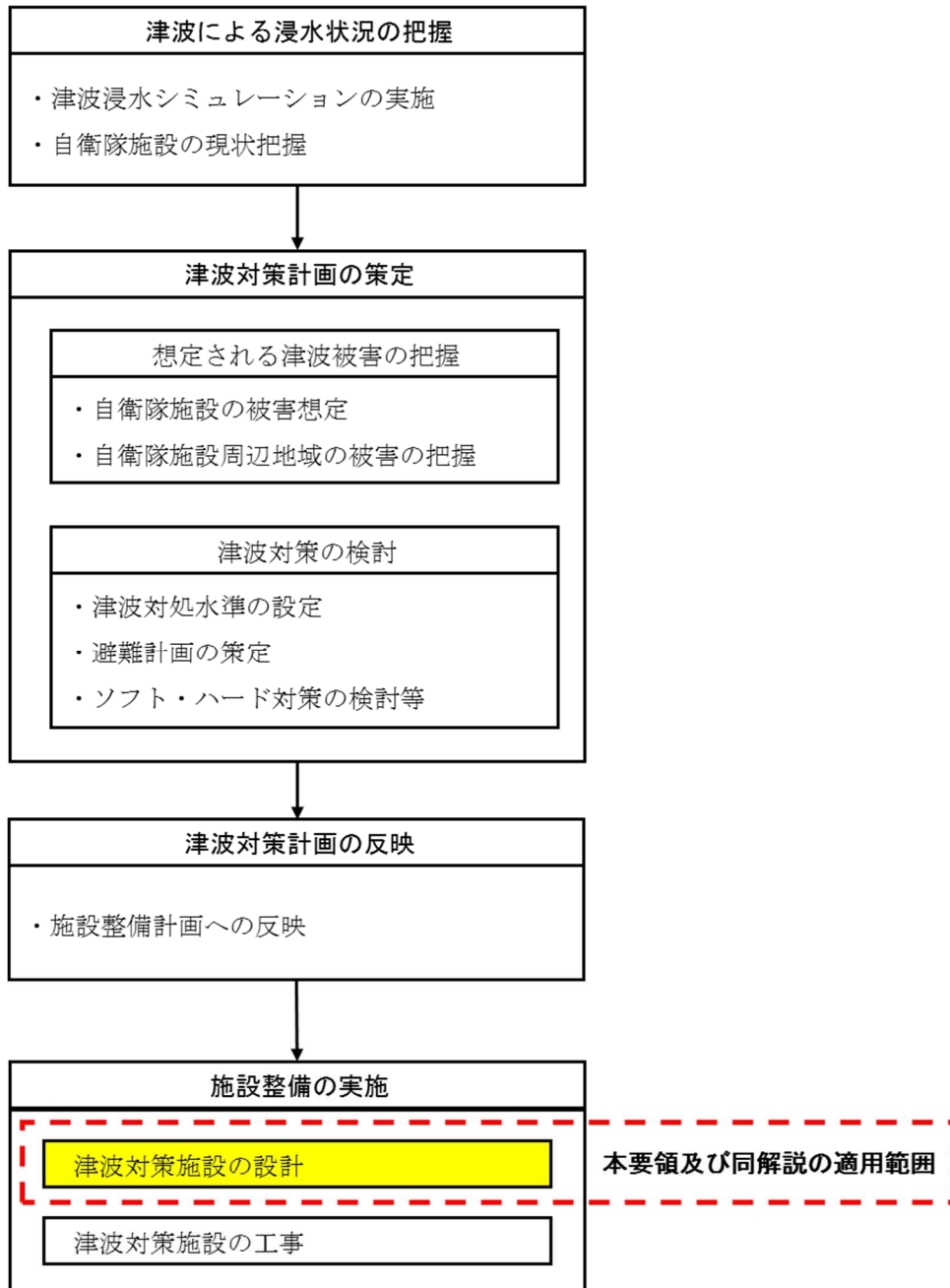


図 2.1 津波対策の手順

2・2 津波対策の項目

津波対策は、以下の項目に分類する。防衛施設等の津波への対処水準における対象とする津波に対する対処目標に達するために必要な対策を組み合わせる行う。

- (1) 津波防護施設
- (2) 漂流物対策施設
- (3) 津波避難対策施設
- (4) 個別施設の津波対策

<解説>

自衛隊施設は、災害が発生した際に災害等対処拠点としての役割を担うことからL2津波が来襲する場合でも、隊員等の人命確保を最優先とする。L2津波を沿岸の防護のみにより回避することは、想定津波の高さや、自衛隊施設の立地状況によっては必ずしも効率的、経済的でない場合がある。そのため、自衛隊施設の津波対策計画における工事を伴うハード対策では、津波対策の項目を複合的に組み合わせている。

本基準及び同解説は、図2.2に示すように、それぞれの対策について、体系化し効率的に設計できるよう、主となる目的によって4つに分類し取りまとめたものである。

自衛隊施設における津波対策のイメージを図2.3に示す。

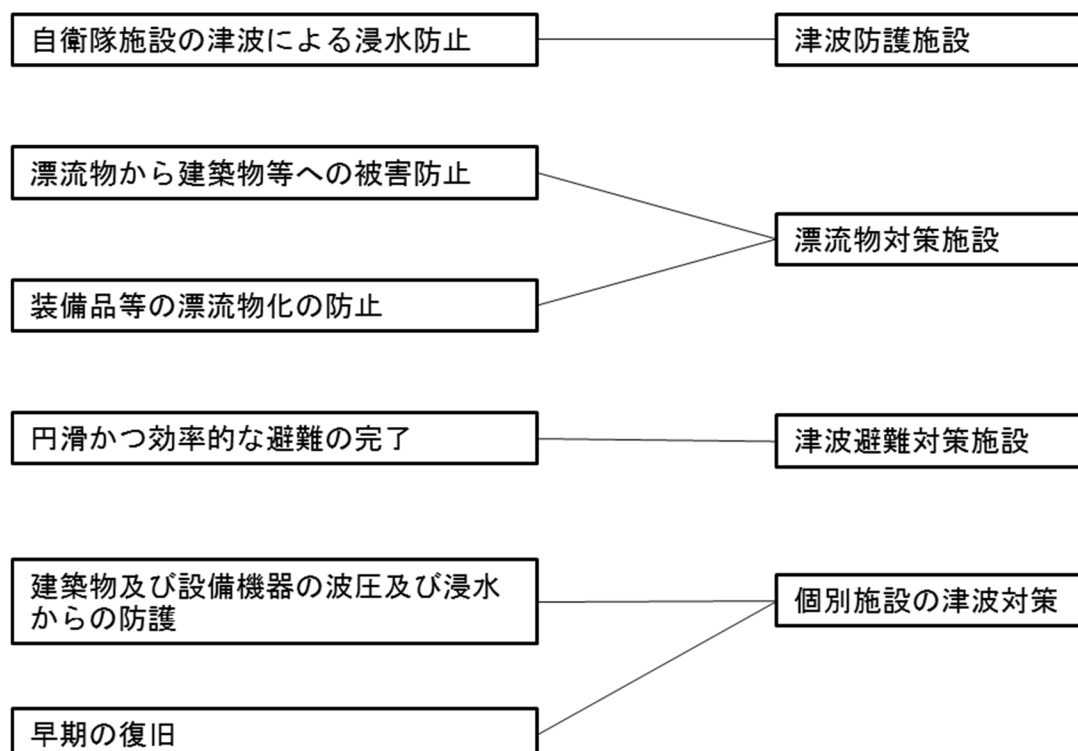


図 2.2 各津波対策の体系化のイメージ

3 津波防護施設

3・1 一般事項

津波防護施設は、来襲する津波の越流による自衛隊施設内の浸入を防止し、浸水による被害を防ぐことを目的とする。防潮堤及び防護壁の設置により津波の越流による海水の浸入を防止する。

津波防護施設の対象とする津波はL 1 津波又はL 2 津波とする。

<解説>

津波防護施設は、自衛隊施設の周囲（主に沿岸側）や津波対処への水準の高い防衛施設等の周辺に設置する。

自衛隊施設の敷地境界や敷地境界付近に敷地全体を囲む形で設置する津波防護施設を防潮堤とし、防衛施設等の周辺を囲む形で設置する津波防護施設を防護壁とする。

対象とする津波の作用に対して必要な構造と高さを持ち、海水の浸入を防止する機能を有する。

対象とする津波は、L 1 津波又はL 2 津波とし、防衛施設等の津波への対処水準における対処目標に基づき自衛隊施設の管理者が設定するものとする。

3・2 設計手順

津波防護施設の設計は、設計外力、配置検討、構造形式の選定、高さ検討、安全性の検討の手順で行い、必要に応じて測量調査と土質調査を実施する。

<解説>

津波防護施設の設計手順を図 3.1 に示す。

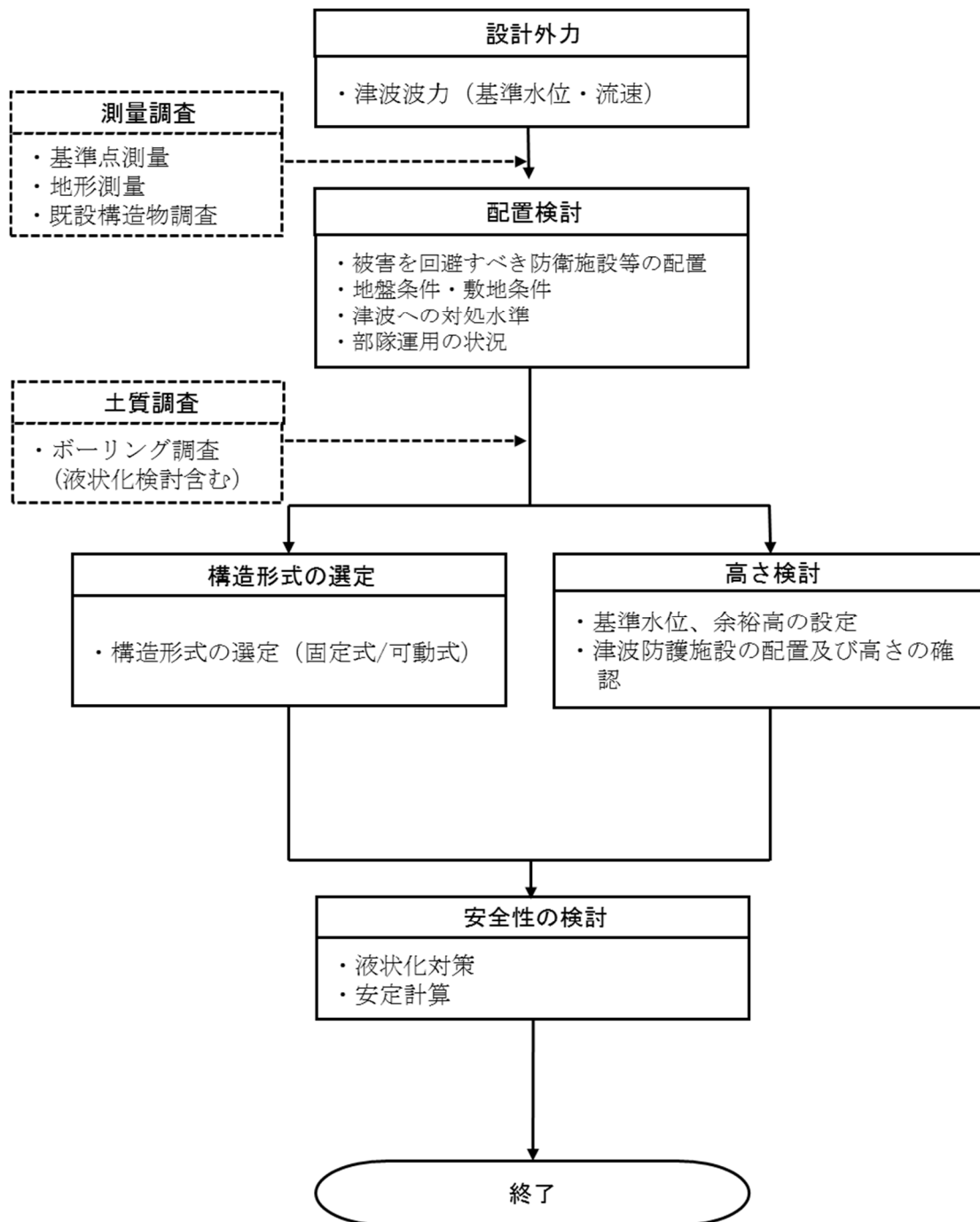


図 3.1 津波防護施設の設計手順

3・3 設計外力

設計外力は津波波力とする。

<解説>

津波波力については、港湾の施設の技術上の基準・同解説(以下「港湾基準」という。)の作用及び材料強度条件編第2章 6.7.2「陸上の直立壁に作用する津波波力」を準用する。算定における基準水位及び流速については津波浸水シミュレーション結果を用いる。

3・4 配置検討

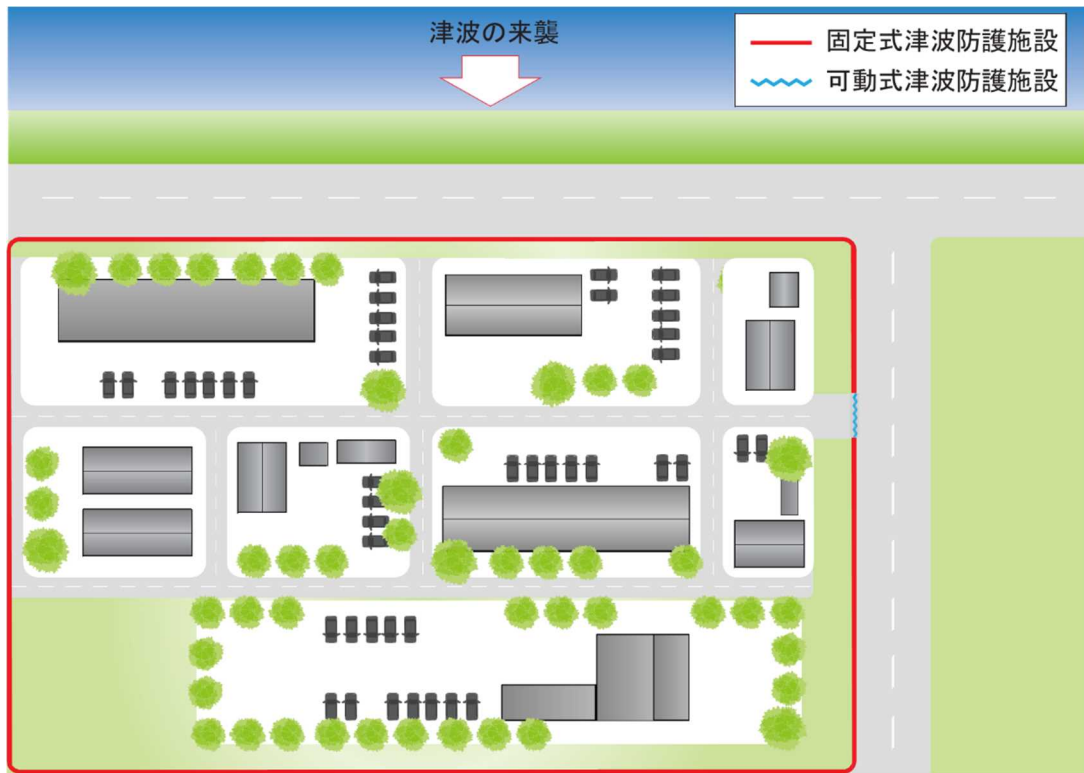
津波防護施設の配置は、被害を回避すべき防衛施設等の配置、地盤条件・敷地条件、津波への対処水準、部隊運用の状況などを勘案して検討する。

<解説>

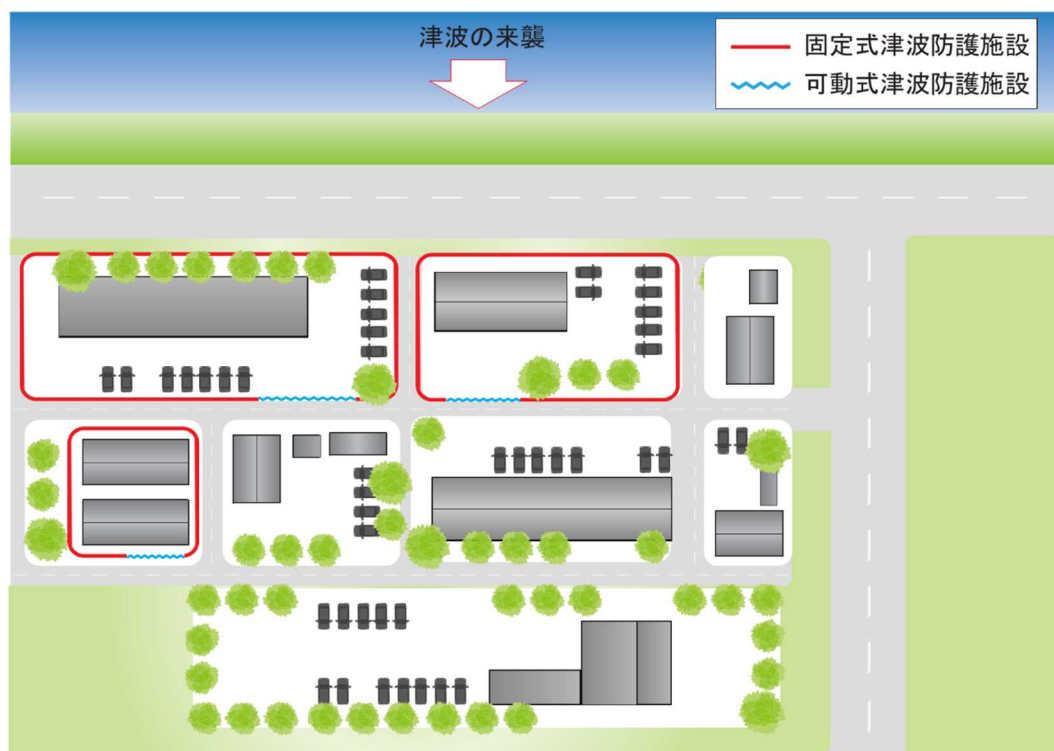
防潮堤及び防護壁による防護のイメージを図3.2に示す。

防護壁が高い場合は、建物に対する日照の悪化や建物内からの視界が遮られる可能性があるため、関係法令及び部隊運用に支障がないことを確認する。

なお、可動式防護施設は、部隊運用上必要な箇所に設置する。



＜防潮堤による防護＞



＜防護壁による防護＞

図 3.2 津波防護施設による対策のイメージ

3・5 高さ検討

対策高は、計画配置地点における津波防護施設海側の基準水位に余裕高を加えた高さとする。

基準水位は、津波浸水シミュレーションの結果を用いる。

<解説>

(1) 基準水位

津波浸水シミュレーションより算出する対象地点の基準水位を図 3.3 に示す。既設の構造物がある場合には、図 3.3(1)に示すようにせき上げを含む最大浸水深であり、既設の構造物がない場合には、図 3.3(2)に示すように最大浸水深にせき上げを考慮したものである。

せき上げの算定は、「津波浸水想定の設定の手引き Ver. 2.00」4.3 章「津波浸水シミュレーション結果の出力」を準用する。

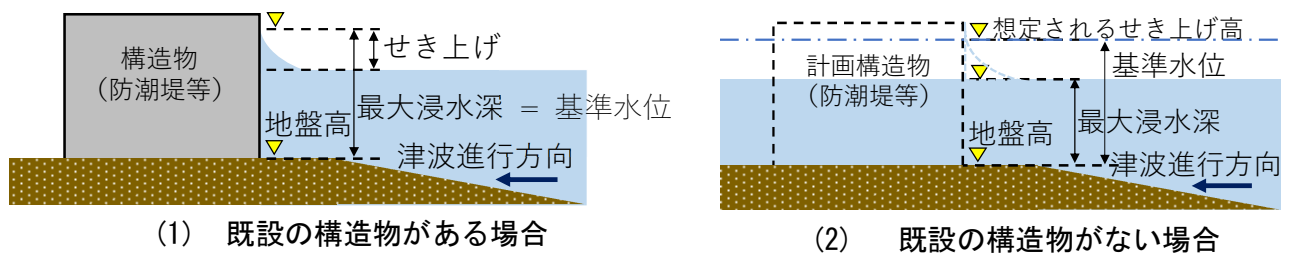


図 3.3 津波浸水シミュレーションにおける対象地点の基準水位

(2) 対策高の設定

対策高は最大浸水深やせき上げの他に不確実性を考慮した余裕高を含むものとし、余裕高は基準水位に 0.1 を乗じて算出する。対策高の算出は次式のとおりとするが余裕高の上限は 1 m とする。

対策高＝基準水位＋余裕高

(余裕高＝基準水位×0.1)

対策高は 10cm 単位になるよう設定し、端数は切り上げるものとする。

なお、算出結果が津波浸水シミュレーションにおける高潮の潮位より低い場合は高潮潮位を採用する。

(3) 津波防護施設の配置及び高さの確認

津波防護施設の設置状況によっては、津波防護施設の背後面では高さを低減できる可能性がある。また、津波の回り込みやせり上がりが生じることで、自衛隊施設内又は周辺において、基準水位が当初の想定より高くなる場合がある。

このことから、原則として再度津波浸水シミュレーションを実施し、津波防護施設設置後の津波の高さ、周辺の浸水状況の影響を確認することとする。

3・6 構造形式の選定

津波防護施設は固定式を基本として、必要に応じて可動式を組み合わせる。

構造形式の選定に当たっては、自然条件、対策高、構造物の配置状況、部隊運用、施工性及び経済性について検討し、現地に適合する形式とする。

<解説>

(1) 固定式津波防護施設

固定式津波防護施設には、「胸壁タイプ」と海岸の保全などに用いられる「堤防タイプ」がある。堤防タイプは、設置のために敷地と多量の堤体土砂（盛土材）を要するため、十分な敷地面積を確保でき、多量の土砂を容易に調達できる場合に適用する。

固定式津波防護施設の構造形式は、表 3.1 及び表 3.2 の適合条件を踏まえて選定する。

胸壁タイプ及び堤防タイプの断面の例を図 3.4 及び図 3.5 に示す。

表 3.1 固定式津波防護施設の構造形式（胸壁タイプ）

堤体型による分類	基礎による分類	適合条件
重力式	直接基礎	・用地確保が比較的容易な場合 ・基礎地盤が堅固な場合
	杭式	・用地確保が比較的容易な場合 ・基礎地盤が軟弱な場合
L 型 逆 T 型	直接基礎	・用地確保が容易でない場合 ・基礎地盤が比較的軟弱な場合
	杭式	・用地確保が容易でない場合 ・基礎地盤が軟弱な場合

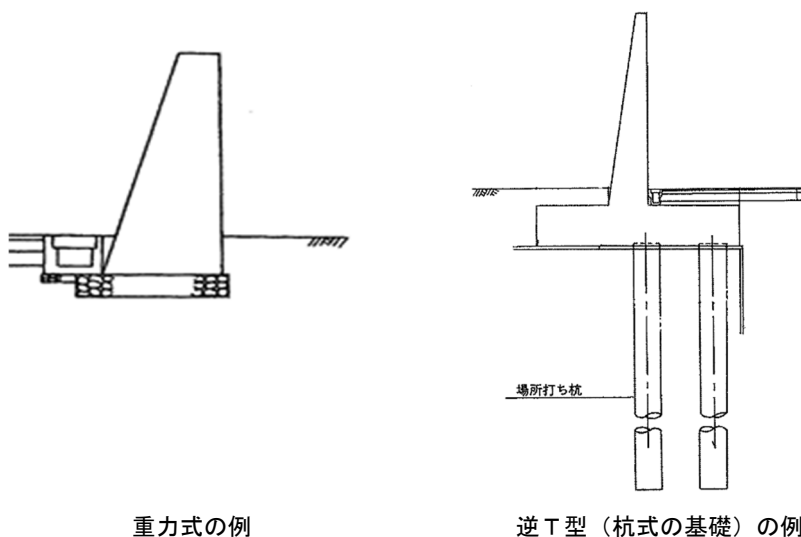


図 3.4 胸壁タイプの例

表 3.2 固定式津波防護施設の構造形式（堤防タイプ）

形式の分類	種類	適合条件
傾斜型	石張式、コンクリートブロック張式、コンクリート被覆式等	・基礎地盤が比較的軟弱な場合 ・堤体土砂が容易に得られる場合 ・堤防用地が容易に得られる場合
直立型	石張式、重力式、扶壁式等	・基礎地盤が比較的堅固な場合 ・堤防用地が容易に得られない場合
混成型	—	・傾斜型及び直立型の特性を生かした形式が望ましい場合

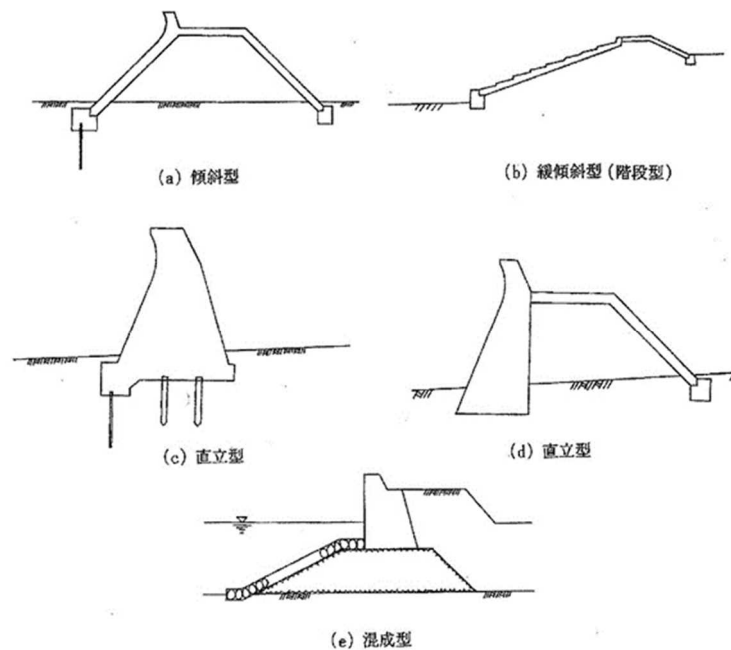


図 3.5 堤防タイプの例

（２）可動式津波防護施設

可動式津波防護施設の構造形式を表 3.3 及び図 3.6 に示す。構造形式は安全かつ必要となる開閉時間を確保できるものとし、以下ア又はイの条件を示し選定する。

横引き式、開き戸式の構造については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」（以下「海岸保全施設基準」という）3.11.4「^{りくこう}陸閘」を準用する。自動起立式の構造については「港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル」第４章「上部構造の設計」を準用する。

ア 横引き式・開き戸式

- （ア）対策高
- （イ）開口部分の幅
- （ウ）開閉速度

(エ) 動力（手動/電動）※遠隔操作の必要性及び電源の確保

(オ) 基礎データ（ボーリング柱状図、土質試験結果等）

イ 自動起立タイプ

(ア) 対策高

(イ) 開口部分の幅

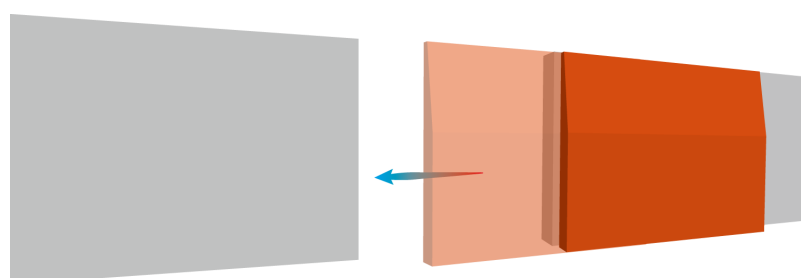
(ウ) 通過する車両の重量(輪荷重)

(エ) 基礎データ（ボーリング柱状図、土質試験結果等）

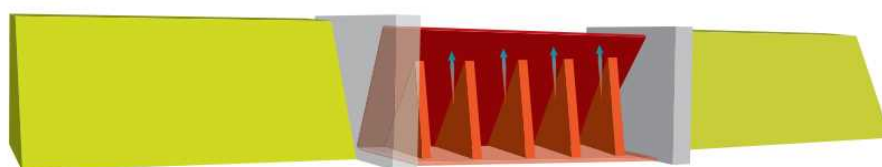
表 3.3 可動式津波防護施設の構造形式

分類	特徴	動力
横引き式	扉体は開口部横の擁壁部に収納されており、開口部まで移動させることで高潮・津波の浸水を防止する。	手動又は電動
開き戸式	扉体は常時は開口部横の擁壁部にヒンジで設置されており、非常時にヒンジを支点として回転し開口部を塞ぐことで高潮・津波の浸水を防止する。	手動又は電動
自動起立式	扉体の持つ浮力により自動で起立し閉扉する。手動による開閉操作も可能。	手動又は津波の浮力

※電動の場合は電力途絶対策を考慮するものとする。



<横引き式>



<自動起立式>

図 3.6 可動式津波防護施設の種類（例）

3・7 安全性の検討

対象とする津波に対して沈下、滑動、転倒しない構造とし、あわせて地盤のすべり、パイピング及び液状化に対して安全性の検討を行う。

なお、対象とする津波をL1津波とした場合は、設計条件を超える津波の作用に対して、背後地の状況を考慮して、当該施設の損傷等を軽減する構造上の工夫を図るものとする。

また、漂流物の衝突が想定される場合は対策検討を行う。津波を引き起こす地震に対しても耐震性を確保する。

<解説>

(1) 安全性の検討

津波防護施設については設計外力を作用させ安全性の検討を行う。

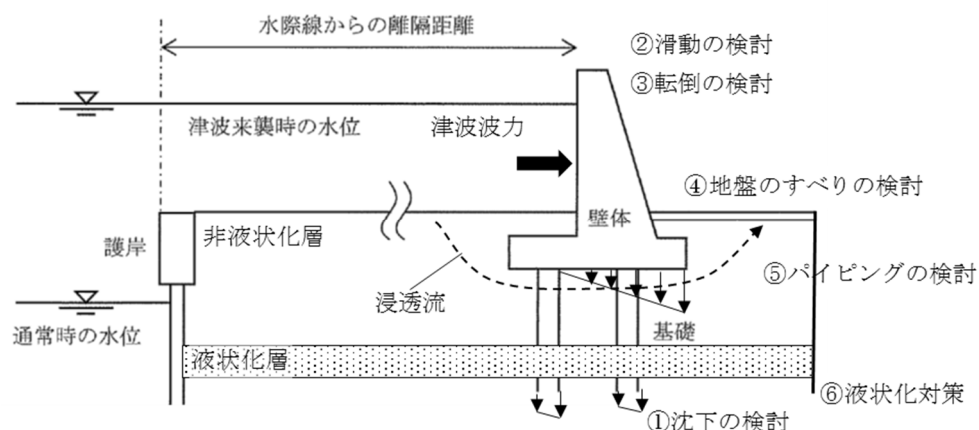
ア 胸壁タイプの安全性の検討

「海岸保全施設基準」3.4.5「目的達成性能の照査」及び3.4.6「安全性能の照査」を準用する。

また、構造諸元の設定においては液状化の予測・判定を行い、液状化する地盤については対策を行う。液状化の判定の方法については、「港湾基準」第7章「地盤の液状化」による。

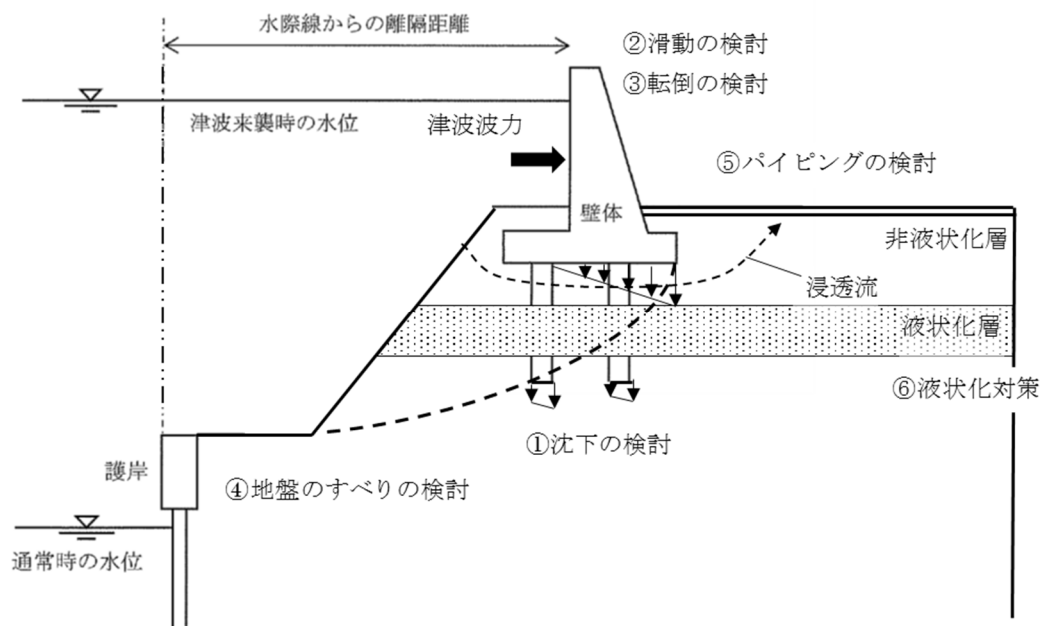
検討項目は以下の①から⑥とする。検討項目の概要を図3.7及び図3.8に示す。

- ① 沈下
- ② 滑動
- ③ 転倒
- ④ 地盤のすべり
- ⑤ パイピング
- ⑥ 液状化



※港湾基準に加筆

図3.7 安全性の検討時に考慮する作用（津波防護施設前面が斜面でない場合）



※港湾基準に加筆

図 3.8 安全性の検討時に考慮する作用（津波防護施設前面が斜面の場合）

イ 堤防タイプの安全性の検討

「海岸保全施設基準」3.2.5「目的達成性能の照査」及び3.2.6「安全性能の照査」を準用する。

波力を受ける傾斜構造物の表法面を被覆する捨石及びコンクリートブロックの所要質量の算定は、「港湾基準」作用及び材料強度条件編第2章6.6.3記載のイスバッシュ式で算定する。

また、津波防護施設の前面は洗堀の影響を受けやすいため、洗堀対策を講じる。対策工法としては、マット類（アスファルトマット、グラベルマット）敷設又は置換工を基本とする。

洗堀対策の範囲については、洗堀深と洗堀後の安定勾配から設定する。洗堀深及び洗堀後の安定勾配は以下の（ア）及び（イ）より算出する。概念図を図3.9に示す。

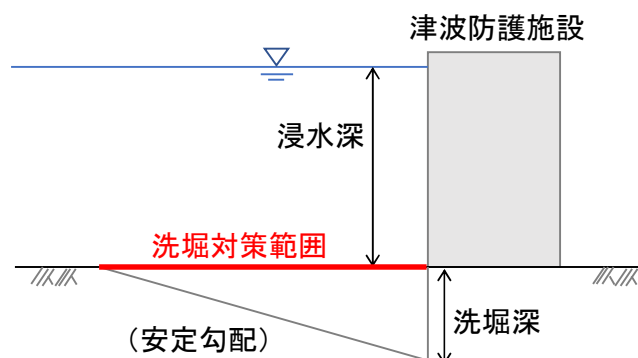


図 3.9 洗堀対策範囲の概念図

(ア) 洗堀深

洗堀深と浸水深の関係は、表 3.4 による。

表 3.4 浸水深に対するおおよその洗堀深

浸水深に対するおおよその洗堀深(Dames and Moore,1980)		
土の種類	洗堀深(%)	洗堀深(%)
	(海岸線からの距離<90m)	(海岸線からの距離>90m)
緩い砂	80	60
締まった砂	50	35
柔らかいシルト	50	25
固いシルト	25	15
柔らかい粘土	25	15
固い粘土	10	5

出典：津波防災地域づくりに係る技術検討報告書(案)に加筆

本表によると、海岸線から 90m 以上の内陸、柔らかいシルトの場合の洗堀深は、最大浸水深の 25%（最大浸水深が 10m の場合は 2.5m）となる。

(イ) 洗堀後の安定勾配

洗堀後の安定勾配は、表 3.5 による。

表 3.5 安定勾配

土 質			斜面勾配	摘 要
分 類	N 値	状 態		
粘土質土砂	4未満	軟 泥	1:3.0~5.0	
	4~8 #	軟 質	1:2.0~3.0	
	8~20 #	中 質	1:1.5~2.0	
	20~40 #	硬 質	1:1.0~1.5	
砂 質 土 砂	10未満	軟 質	1:2.0~3.0	
	10~30 #	中 質	1:1.5~2.0	
	30~50 #	硬 質	1:1.0~1.5	
砂 利			1:1.0~1.5	
岩 盤			1:1.0	

出典：港湾土木請負工事積算基準

(2) 漂流物に対する安全性の検討

津波防護施設に衝突する漂流物への対策は、津波防護施設前面に漂流物捕捉施設を設置することを基本とする。ただし、対象漂流物のエネルギーが小さく、壁体のコンクリート強度を対象漂流物が圧壊する強度以上とした方が、漂流物捕捉施設設置よりも経済的な場合は当該対策を用いる。

津波防護施設に衝突する漂流物は車両、船、木材など様々なものが想定される。木材や車両などは質量が小さいため、衝突した際にすぐに反発し大きな荷重は発生しないと考えられる。一方、船の場合は質量が大きいため、衝突後も慣性力によって圧壊しながら衝突する。そのためコンクリートの強度は船の圧壊強度を上回る値であればよい。

本要領では船首が衝突する場合の荷重として検討する。船首が圧壊する強度の算

定は、「構造物の衝撃挙動と設計法（土木学会、1994）、3.2.1 船首強度の算定」を準用する。

この場合、船首の衝突箇所の接触面積は、船首の傾斜部の破壊が進行し全部破壊された状態（船の断面積）とし、コンクリート強度が単位面積当たりの圧壊荷重を上回ることを確認する。

（３）耐震性検討

津波防護施設は、「港湾基準」の作用及び材料強度条件編第 6 章 1「地震動」に記されているレベル 1 地震動、レベル 2 地震動に対する耐震性に加え、対象とする津波を引き起こす地震についても耐震性を確保する。

津波防護施設の耐震検討は、「港湾基準」施設編第 4 章 17「胸壁」を準用する。

4 漂流物対策施設

4・1 一般事項

漂流物対策は、津波により発生する自衛隊施設内外の漂流物による被害を最小限にすることを目的とする。漂流物捕捉施設の設置等により漂流物の自衛隊施設への流入防止、防衛施設等の漂流物化防止、漂流物の衝突防止、漂流物による火災発生防止の機能を有するものとする。

対象とする津波はL 1 津波又はL 2 津波とする。

<解説>

漂流物対策施設は、流入防止対策、漂流物化防止対策、衝突防止対策及び火災発生防止対策とし、必要に応じ組み合わせるものとする。

対策及び対策内容の選定は、図 4.1 に従い行う。また、図 4.2 に自衛隊施設における漂流物の移動、滞留及び漂流物捕捉施設の機能のイメージを示す。

- (1) 流入防止対策は、津波浸水シミュレーションにおいて自衛隊施設外から流入が予想される漂流物を対象とし、対策内容は漂流物捕捉施設の設置とする。
- (2) 漂流物化防止対策は、津波浸水シミュレーションにおいて自衛隊施設から流出又は滞留が予想される漂流物及び施設の新設に伴い流出が予想される場合の漂流物を対象とし、対策内容は漂流が予想される装備品等の固定強化又は漂流物捕捉施設の設置とする。
- (3) 衝突防止対策は、建物及び設備機器の嵩上げに対する漂流物の衝突を対象とし、対策内容は建物本体又は設備機器の嵩上げ部の構造強化、漂流物捕捉施設の設置又は津波防護施設の設置とする。
- (4) 火災発生防止対策は、防衛施設等の一部又は全部が流出することで火災発生の可能性のある施設及び津波により流出し滞留することで火災の発生源となる防衛施設等を対象とし、対策内容は危険物の流出防止及び漂流物の捕捉とする。
- (5) 上記(1)から(4)により難しい場合は、別途基本検討業務等により、対策機能及び対策内容を検討するものとする。
- (6) 対象とする津波は(1)及び(3)については、L 1 津波又はL 2 津波とし、防衛施設等の津波への対処水準における対象とする津波に対する対処目標に達するために自衛隊施設の管理者が設定するものとする。同一施設で(1)及び(3)に対する対象とする津波のレベルが異なることのないように留意するものとする。

(2) 及び(4)については、最大クラスの津波発生時においても自衛隊施設外へ漂流物が流出することを回避するため、対象とする津波はL 2 津波とする。

漂流物の予測は、津波浸水シミュレーションにおける漂流物シミュレーションの結果を基にするが、対象とする津波をL 1 津波とする場合は必要に応じ、別途漂流物シミュレーションを実施するものとする。

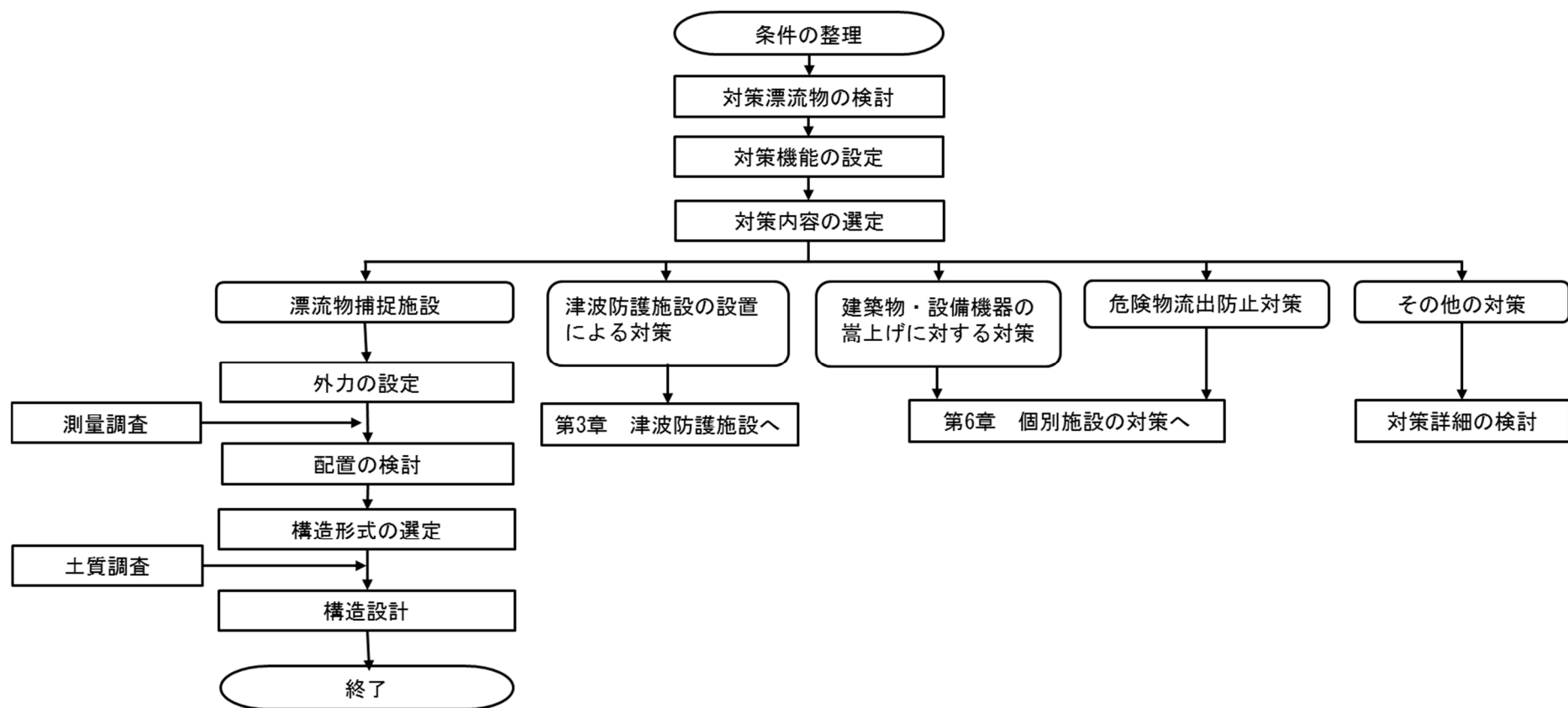


図 4.1 漂流物対策の対策機能及び対策内容の選定フロー

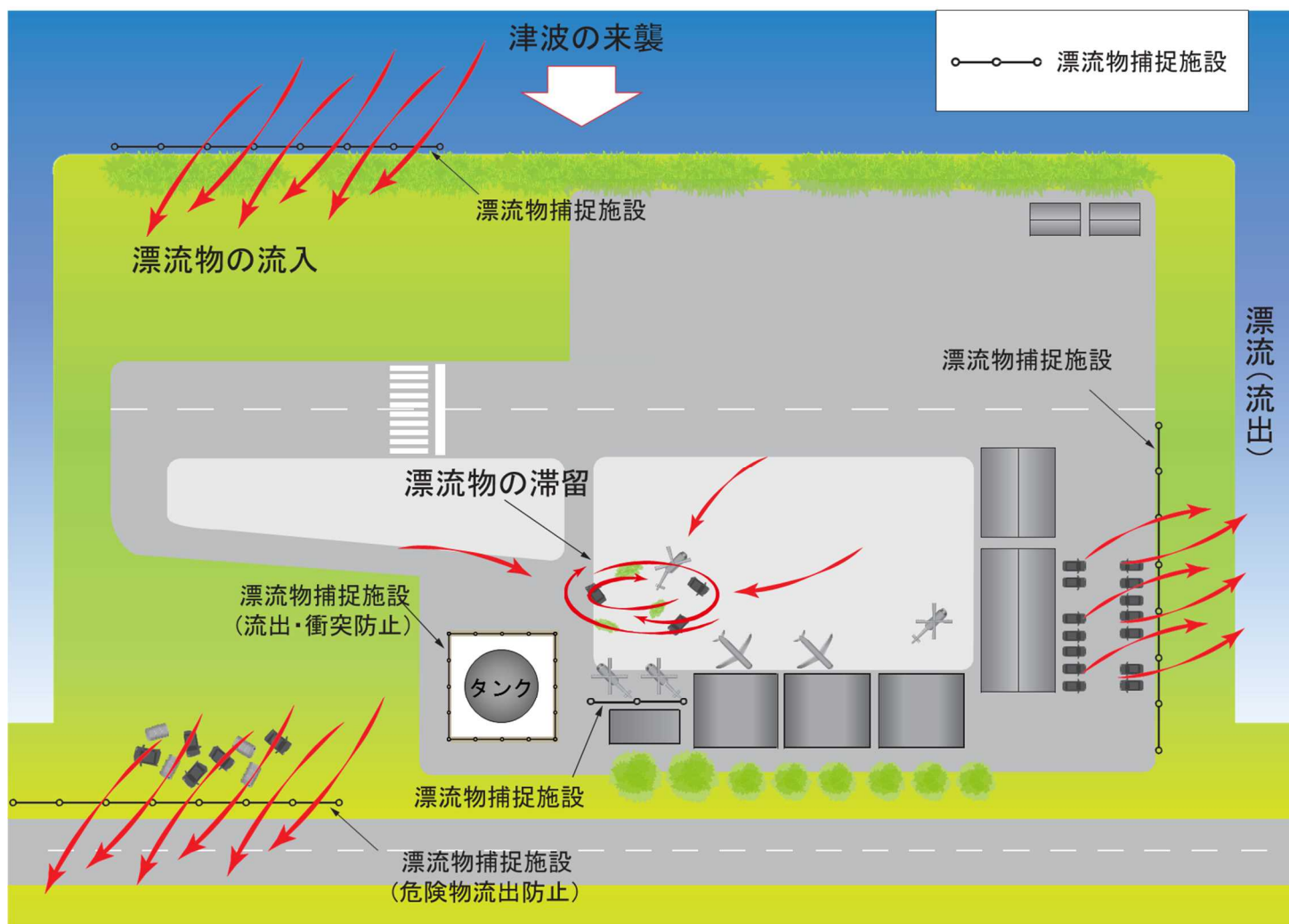


図 4・2 漂流物対策の種類と機能

4・2 設計手順

漂流物捕捉施設の設計は、対象漂流物の設定、設計外力、配置検討、構造形式の選定、構造設計の手順で行う。必要に応じて測量調査及び土質調査を実施する。

<解説>

漂流物捕捉施設の設計手順を図 4.3 に示す。

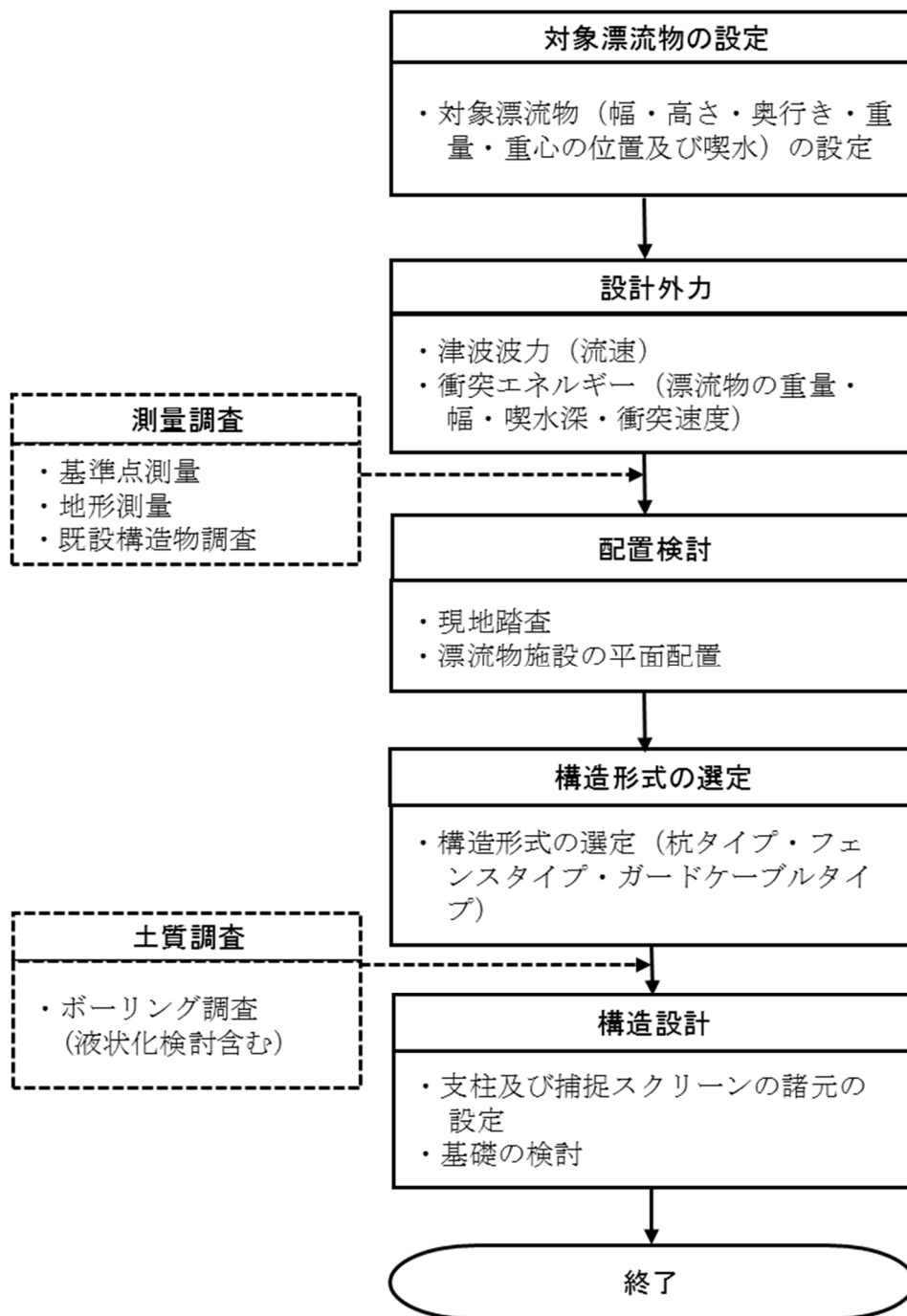


図 4.3 漂流物捕捉施設検討・設計フロー

4・3 対象漂流物の設定

津波浸水シミュレーションにおける漂流物シミュレーションをもとに、設計対象とする漂流物を決定する。

<解説>

対象漂流物は、検討箇所における漂流物の存在及び津波浸水シミュレーションにおいて実施されている漂流物シミュレーションによる被害想定の結果による漂流物とする。代表的な漂流物は、航空機、船舶、車両、コンテナ、木材、その他（工作物、危険物等）である。設計に必要なとなる漂流物の諸元（幅・高さ・奥行き・重量・重心の位置及び喫水）については津波浸水シミュレーションを参考とする。

4・4 設計外力

設計外力は、津波波力及び衝突エネルギーとする。

<解説>

（１）津波波力

津波波力の算定に当たっては、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」3.4.6「捕捉スクリーン閉塞時の抗力の算定」を準用する。

なお、算定における流速については、津波浸水シミュレーションの結果を用いる。

（２）衝突エネルギー

漂流物対策施設に衝突する漂流物の衝突エネルギーの算定に当たっては、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」3.4.5「漂流物の衝突エネルギーの算定」を準用する。

4・5 配置検討

漂流物捕捉施設は、漂流物の流出入、衝突及び滞留による火災を防止できるように、適切な位置に配置する。

<解説>

漂流物の発生、流出入箇所及び滞留範囲は、津波浸水シミュレーションにおいて実施されている漂流物シミュレーションにより特定する。漂流物捕捉施設の設置は、特定した箇所又は範囲に対し、漂流方向等の条件を考慮して、現地状況に応じた配置を検討する。

4・6 構造形式の選定

漂流物捕捉施設の構造形式の選定に当たっては、周囲の状況、部隊の運用状況、対象漂流物の種類及び経済性を勘案し、現地に最も適合する形式を採用する。

<解説>

(1) 漂流物捕捉施設の種類

漂流物捕捉施設の種類を表 4.1 及び図 4.4 に示す。

表 4.1 漂流物捕捉施設の種類

施設の形状	捕捉対象物の の大小	主な目的・適用
杭タイプ	大	船舶（大型）の漂流物を捕捉する。
フェンスタイプ	大～小	中小規模から大規模までの漂流物全般を捕捉する。
ガードケーブル タイプ	中～小	対象とする漂流物が船舶、車両、装備品などの中小規模のものを捕捉する。

※漁港の津波対策施設設計ガイドライン（案）（平成 28 年 12 月 水産庁漁港漁場整備部）を参考に作成

(2) 漂流物捕捉施設の諸元選定

漂流物捕捉施設は以下のア～ウを参考として、表 4.1 の施設の形状から最も適合する形状を選定する。

ア 漂流物捕捉施設の周囲の状況

(ア) 対象とする津波の諸元

(イ) 設置位置・設置幅

(ウ) 施工上の制約

イ 漂流物の種類

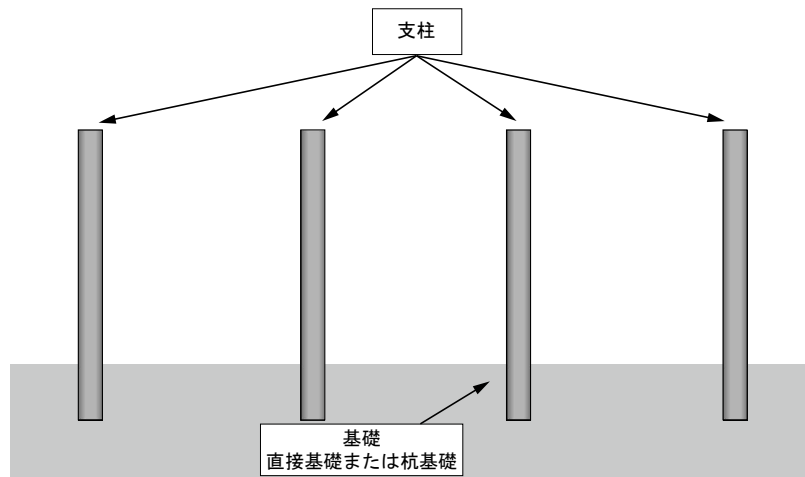
(ア) 漂流物の種類

(イ) 漂流物の諸元

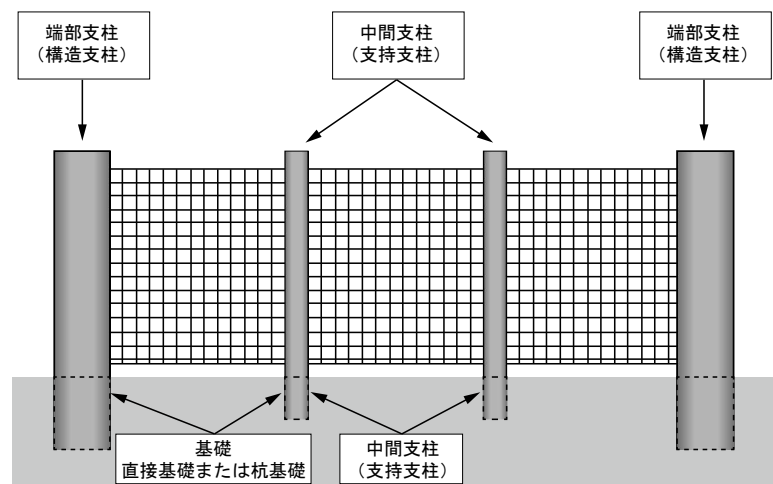
ウ 自衛隊施設内外における部隊の運用状況

(ア) 内外柵との共有

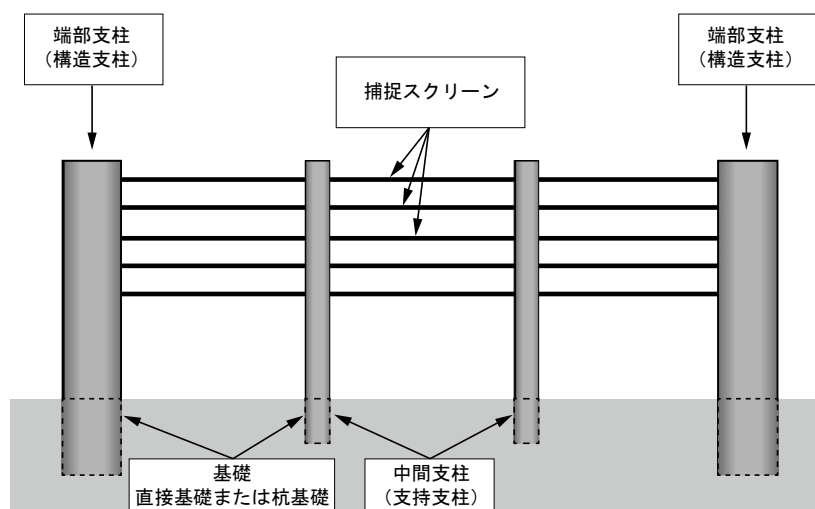
(イ) 部隊運用上特に必要となる事項



<杭タイプ>



<フェンスタイプ>



<ガードケーブルタイプ>

図 4.4 代表的な漂流物捕捉施設の種類

4・7 構造設計

漂流物捕捉施設は、設計外力に対し十分な強度を保持する構造とする。

<解説>

漂流物捕捉施設の構造設計は、前項で選定した支柱及び捕捉スクリーンに対して基礎の設計を行う。ただし、特別な調査又は研究により、漂流物捕捉施設の安全を確かめた場合は、その結果を用いてもよい。

基礎の形状は、施工場所の状況や経済性を踏まえて選定する。

(1) 杭基礎

津波来襲時の杭基礎に作用する力として、漂流物が衝突した場合と捕捉スクリーンが漂流物により閉塞した場合について検討する。

ア 漂流物が衝突した場合

漂流物が衝突した場合の杭基礎の検討は、杭の基礎部材の決定、杭の根入れ長及びエネルギー比較時における衝突力の決定の2つの段階に分けて行う。

イ 捕捉スクリーンが漂流物により閉塞した場合

捕捉スクリーンが漂流物により閉塞した場合における安全性の検討は、捕捉スクリーンに作用する張力に対して検討を行う。

詳細な検討手法は「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン 資料編」2章「本ガイドラインに基づく設計計算事例」を準用する。

(2) 浅い基礎（コンクリート基礎）

浅い基礎は、滑動、転倒及び支持力について検討を行う。

ア 滑動及び転倒

基礎の滑動、転倒及び基礎底面における地盤の支持耐力の検討とし、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」3.6.4(1)を準用するものとする。

イ 支柱の基礎への根入れ深さ

「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」3.6.5「支柱の基礎への埋め込み長」を準用する。

5 津波避難対策施設

5・1 一般事項

津波避難対策は、対象とする津波に対して、隊員等の人命の確保を目的とする。津波による浸水に対して隊員等を円滑かつ効率的に誘導し避難させるための機能を有するものとする。津波避難対策施設は津波避難施設・津波避難タワー・津波避難場所（以下「津波避難施設等」という）、避難誘導設備及び警報設備とする。

<解説>

自衛隊施設の津波避難対策は以下の目的に応じて、津波避難施設等、避難誘導設備及び警報設備を組み合わせる。

(1) 津波避難施設等

津波来襲時に隊員等が緊急的・一時的に避難するための施設。

(2) 避難誘導設備

津波来襲時に隊員等を津波避難施設等まで円滑かつ効率的に誘導する設備。

(3) 警報設備

津波来襲を速やかに隊員等に伝達する設備。

5・2 設計手順

津波避難対策の検討は、津波対策計画の条件整理を行い、津波避難施設等、避難誘導設備及び警報設備に分けてそれぞれ設計する。

(1) 津波避難施設等は、配置、形状の検討、設計の順に行う。

(2) 避難誘導設備は、津波避難施設等の配置を踏まえて設計する。設備の選定、配置検討、設計の順に行う。

(3) 警報設備は、設備の選定、配置検討、設計の順に行う。

<解説>

各対策施設の設計手順を図 5.1 に示す。

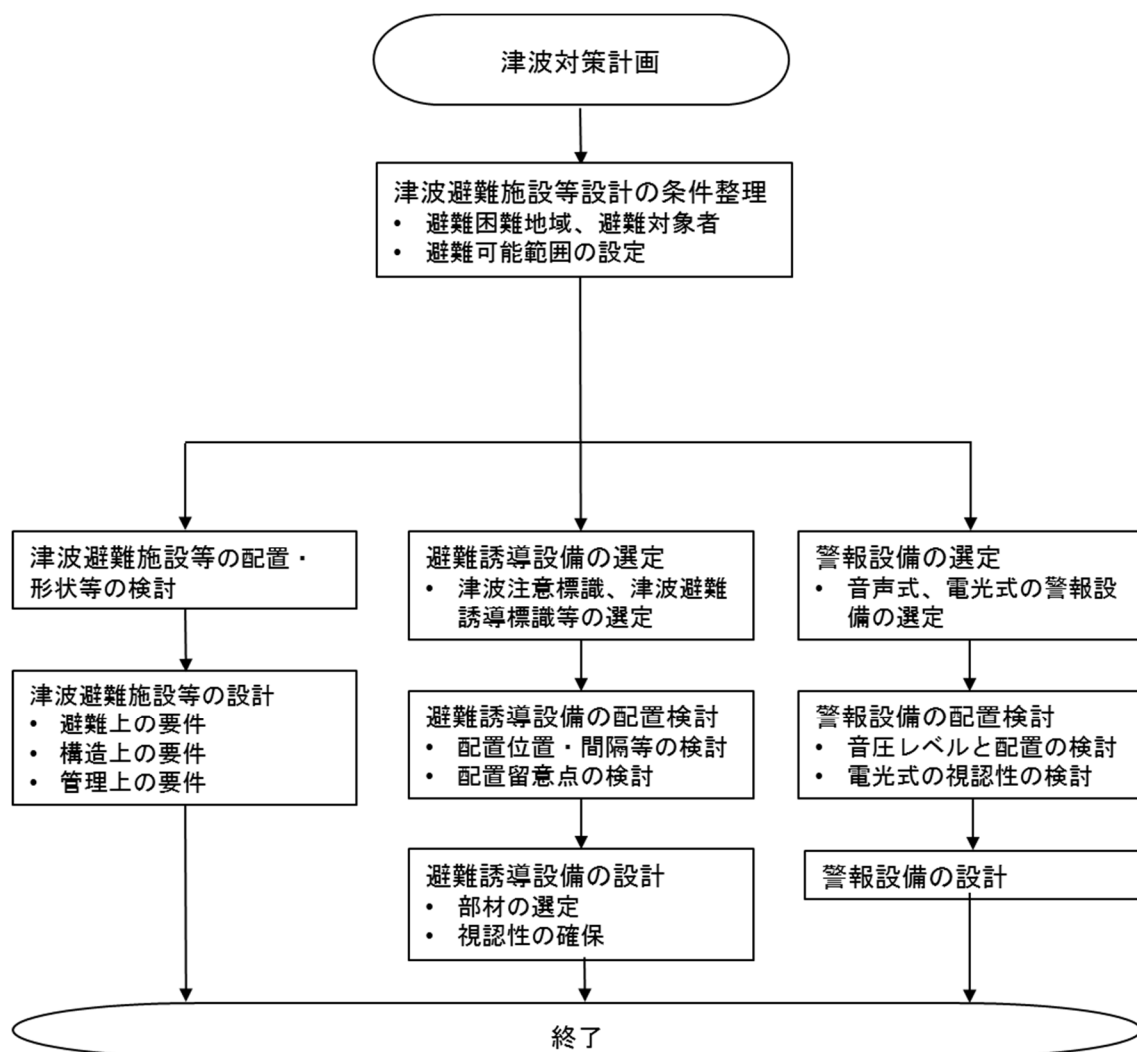


図 5.1 津波避難対策施設設計フロー

5・3 津波避難施設等の設計の条件整理

津波避難施設等の設計に当たって、津波避難計画から避難対象人員数を整理し、津波避難施設等の配置、形状と向き、避難スペースの必要面積を設定する。

<解説>

(1) 避難対象人員数

避難対象人員数は、自衛隊施設の管理者が決定し、避難困難地域は津波浸水シミュレーション結果による。

(2) 配置

避難困難地域の全ての避難対象人員が避難可能な位置に配置する。確認方法は、津波浸水シミュレーションの被害想定手法「津波による人的被害（避難成否の判定）」に基づく。なお、津波到達予想時間が早い場所には極力配置しない。

対象とする津波に先行する地震動によって液状化する可能性がある場所に設置する場合には、液状化対策を行う。

(3) 形状と向き

津波の進行とともに漂流する物に対して、影響が少ない形状・向きを設定する。なお、津波避難施設等を円形にすると、津波の流れの向きによらず、漂流物の施設への衝突エネルギーを低減できるなどの利点がある。

(4) 避難スペースの必要面積

必要面積は、原則 1 m² /人とする。

5・4 津波避難施設等の設計

5・4・1 津波避難施設等の基本

津波避難施設等の対象とする津波はL2津波とする。L2津波に対して避難上、構造上及び管理上の要件を検討するものとする。

<解説>

自衛隊施設における津波避難対策においては、隊員等の人命の確保を最優先とすることから、最悪の被害を想定して、対象とする津波はL2津波とする。

津波避難施設は、平常時は庁舎や隊舎として利用され、津波来襲時には津波避難先とされる主に対策高以上の高さを有する鉄筋コンクリート造の施設である。

津波避難タワーは津波避難を目的に建築される主に鉄骨造の施設である。

津波避難場所は高台等の津波による浸水の及ばない場所である。高台には、地形上の標高の高い場所に加え、盛土による人工的な高台もある。盛土による高台の構造や安定性の検討は、「3・6 構造形式の選定」、「3・7 安全性の検討」の固定式津波防護施設の構造形式（堤防タイプ）による。

5・4・2 避難上の要件

津波避難施設等は、以下に示す避難上の要件を満たすこと。

- (1) 自衛隊施設における津波避難施設等の避難スペースの高さはL2津波に対し、安全な高さとする。
- (2) 避難スペースまでの避難上有効な階段その他の経路があることを原則とする。
- (3) 津波避難施設等に設ける階段は、対象とする津波に先行する地震動の作用時において被災することなく、避難対象人員を確実に避難スペースに導くことが可能で、手すりを設置することを原則とする。
- (4) 津波避難タワーの避難スペースには、転落防止のための防護柵を設置する。
- (5) 津波避難タワーの避難スペースには、照明を設置する。

<解説>

(1) 津波避難施設等の避難スペースの高さ

津波避難施設の避難スペースは対策高以上の階に配置することを基本とするが、避難スペースの水密性が確保できる場合はこの限りでない。津波避難タワーの避難スペースは、「3・5 高さ検討」の対策高に配置する。

(2) 避難上有効な経路

津波避難施設等は、避難路に面し、進入口への円滑な誘導が可能であり、かつ、外部からの避難が可能な避難階段を設ける。

津波避難施設等や避難階段の入口には、津波避難施設等の進入口であることを示す避難誘導設備を設置する等、自衛隊施設の勤務者又は居住者以外でも避難スペースまでの経路が分かるような対策を行う。

(3) 階段、手すりの仕様

階段は、幅員に余裕を持たせることや比較的緩やかな勾配とすること、手すりを設置すること、複数箇所に設置すること等、避難を容易にすることに配慮する。

外付け階段を設置する場合は、折り返し階段とし、建築基準法により設置が義務付けられているものを除き、階段の幅は、避難場所の面積が100平方メートル以下の場合にあつては90cm以上、避難場所の面積が100平方メートルを超える場合にあつては120cm以上のものとする。また、津波に伴う漂流物の影響を少なくするため、津波の進行方向に対して施設の裏側などに設ける。

階段には誘導灯又は踏面に蓄光材料を用いた階段滑り止めを設置し、夜間に避難する必要が生じた場合でも避難経路が分かるようにする。蓄光材料の性能はJIS Z9096による。

(4) 津波避難施設等の防護柵

避難スペースの外周には防護柵を設置する。高さは、床面から1.1m以上とする。

(5) 津波避難施設等の照明

照明器具は床面における水平照度で1lx以上を確保する。

5・4・3 構造上の要件

津波避難施設等は、以下に示す構造上の要件を満たすこと。

- (1) 対象とする津波に対して、津波避難施設等としての機能を損なわず、安全に使用できること。
- (2) 対象とする津波に付随して生じる漂流物の衝突及び火災防止の対策を講じること。
- (3) 対象とする津波に先行する地震動の作用時において液状化による施設自体の沈下起きないようにすること。

<解説>

- (1) 設計外力及び構造検討

津波作用時の設計外力及び構造検討は「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」(以下「要件の解説」という。)を適用する。

- (2) 漂流物に対する対策

津波避難タワーについて、漂流物の流入の可能性がある場合は、津波避難施設等の周辺に漂流物捕捉施設を設置する。

- (3) 液状化による沈下に対する対策

液状化の発生可能性がある場合は、その程度を評価し、対策の要否を決定する。液状化判定については「建築構造設計基準」9.3「液状化等の検討」及び「構造設計基準の資料」9.3「液状化等の検討」を準用する。

5・4・4 管理上の要件

津波避難施設等は、以下に示す管理上の要件を満たすこと。

- (1) 津波の発生時において容易に開放されること。
- (2) 津波避難施設等に設置する諸設備へ対応すること。

<解説>

- (1) 津波の発生時における津波避難施設等の開放方法

階段等避難路の管理に当たっては、常時開放するか施錠するのかは、自衛隊施設の管理者が決定する。施錠する場合は、地震発生時に破壊可能なドア又は非常開装置付本締錠の設置を基本とする。

ただし、特別な管理が必要な場合は地震発生時に自動開錠又は遠隔操作で開錠できるものとする。開錠方法の種類を表 5. 1 に示す。

表 5.1 津波避難施設等の施錠・閉鎖及び解錠・開放の種類

施錠・閉鎖の方法	解錠方法	メリット	デメリット	概要図
破壊可能なドア	手動解錠	非常時にドアを蹴破って破壊する。 設置が容易である。 コストは低い。	セキュリティは脆弱	
非常開装置付本締錠		非常時には、鍵がなくてもプラスチックカバーを外してツマミを回すだけで解錠可能。 非常カバーの再利用が可能。 コストは低い。	セキュリティは脆弱	
防災ボックスに防災扉の鍵の収納	自動解錠（遠隔操作も可）	震度 5 弱以上の揺れ、又は、津波警報・注意報で鍵保管庫が自動解錠できる。 セキュリティは高い。	解錠が煩雑である。 地震以外の振動で解錠する可能性がある。 コストは大。	
自動解錠機能のある扉		上述と同じ。	上述と同じ。	

出典：津波避難ビル等に関わる事例集、内閣府、平成 29 年 7 月

(2) 津波避難施設等に設置する諸設備への対応

津波避難施設等の設計に当たっては、自衛隊施設の管理者が策定した避難計画、行動計画、部隊が運用する非常設備（自家発電設備、衛星電話等）、備蓄（非常食、医薬品、簡易トイレ等）の運用面にも十分配慮したものとする。

5・5 避難誘導設備

避難誘導設備は、津波注意標識、津波避難誘導標識及び津波避難施設等標識を目的に応じて適切に選定する。

<解説>

避難誘導設備のそれぞれの目的を以下に示す。なお、避難誘導設備の記載内容や表示例は表 5.2 のとおりとし、「津波避難誘導標識システム(JIS Z9097)」に適合したものとする。

- (1) 津波注意標識：津波が来襲する危険のある地域を示す標識
- (2) 津波避難誘導標識：津波が来襲した時に人々を安全な場所へ避難誘導することを目的とする標識
- (3) 津波避難施設等標識：当該施設が津波避難施設、津波避難タワー又は津波避難場所であることを示す標識

表 5.2 避難誘導設備の表示内容

標識種類	記載内容	表示例
津波注意標識	- 津波注意標識の図記号 - 注意、津波災害警戒区域であることを記載	 津波注意標識の図記号 注意、津波災害警戒区域であることを記載
津波避難誘導標識	- 避難方向矢印 - 津波避難施設等までの距離 - 津波避難施設等を表す図記号 - 津波避難施設等の名称を記載する	津波避難場所の場合  避難方向矢印 津波避難場所までの距離 津波避難場所を表す図記号 津波避難場所であることを記載 津波避難場所の名称を記載する。  避難方向矢印 津波避難場所を表す図記号 津波避難場所までの距離 津波避難場所であることを記載 津波避難場所の名称を記載する。

標識種類	記載内容	表示例
津波避難誘導標識		津波避難施設の場合  避難方向矢印 津波避難施設までの距離 津波避難施設を表す図記号 津波避難施設であることを記載 津波避難施設の名称
津波避難施設等標識	・津波避難施設等を表す図記号 ・津波避難施設等の名称 ・海拔(又は施設の高さ)	 津波避難場所を表す図記号 津波避難場所の名称 海拔 津波避難施設を表す図記号 津波避難施設の名称 施設の高さ 海拔

出典：「津波避難誘導標識システム(JIS Z9097)」に一部修正（避難先名称を修正）

5・5・1 配置検討

避難誘導設備は、津波浸水域において効率的かつ円滑な避難を実施するため、津波避難施設等までの経路に適切な位置及び間隔に配置する。

<解説>

(1) 避難誘導設備の配置

津波注意標識は、想定される津波情報や注意喚起を示すものであり、津波浸水シミュレーション結果から想定されている津波浸水域に適切に配置する。

津波避難誘導標識は、避難計画に定められた避難経路上の分岐点、カーブ及び直線道路に設置する。直線道路の設置間隔の目安は100～200mとし、避難路の分岐点には津波避難場所の方向を示す避難誘導設備を設置する。

津波避難施設等標識は、当該場所・施設が避難先であることが分かるように、避難通路の入口付近の遠方からでも確認できる高さに設置する。入口が2か所以上ある場合はそれぞれの入口付近に設置する。

(2) 避難誘導設備の配置に関する留意点

避難誘導設備を配置する際に留意する事項を以下に示す。

ア 正常な視野の範囲内で目立つ場所に設置する。

イ 日照時間が短い積雪地域や、雨水により避難誘導設備の設置環境を著しく変化させる場所において、蓄光材料を用いた避難誘導設備が当初の機能・効果を発揮できない場合は、路面配置を避ける。

ウ 視力が著しく低い避難対象人員の避難誘導設備への接近の妨げにならないように、可能であれば避難誘導設備前にはスペースを設けることが望ましい。

エ 避難誘導設備自体が部隊運用の支障にならないように配慮する。

オ 夜間の視認性にも配慮するものとする。

5・5・2 避難誘導設備の設計

避難誘導設備の設置高、部材は、視認性及び耐久性について検討し、現地に適合する形式とする。

<解説>

(1) 避難誘導設備の設置高

支柱に掲げる又は壁面に設置するなどの立面配置を行う場合、自衛隊施設全体を通じて避難誘導設備を同一の高さに設置する。避難誘導設備の設置高は、車いす使用者と立位の利用者視点の中間地点である135cmの高さを基本とする。盛土や津波防護施設等の高さがある場所についても視認性が確保できる高さとする。積雪地帯の場合、積雪時に避難誘導設備が判読できる高さとする。

(2) 避難誘導設備の部材

避難誘導設備の部材を表 5.3 に示す。壁面に取り付ける場合はアルミニウム複合板、支柱を立てて設置する場合はアルミニウム合金板を用いる。

また、屋内に設置する場合は合成樹脂板を用い、仮設の場合は鋼板を用いる。

表 5.3 避難誘導設備の部材

部材	メリット	デメリット	使用例
アルミニウム合金板	重量が軽く標識柱(支柱)、基礎等に有利。	鋼板と比較すると強度はやや低くアルカリに弱い。	支柱付きの屋外標識等に使われる。
アルミニウム複合板	発泡樹脂を薄いアルミで挟んだもの。耐食性が高く、軽量で安価。	強度が低いため、支柱を設けて設置するタイプには向かない。	屋外の壁面の標識等に使われる。
鋼板	防錆処理鋼板の場合、普通鋼板と比較して錆の発生防止の点で優れている。価格は安価。	普通鋼板の場合、防錆処理等を行う必要がある。防錆処理鋼板の場合、切断面及び溶接による加熱部分は錆が発生しやすい	支柱付きの屋外標識等に使われる。
合成樹脂板 (プラスチック等)	耐食性に優れ、軽量である。	強度及び補強加工にやや難点。材料変形が生じる可能性があるため長期使用は難しい。	屋内における非常口等を示す誘導灯に使用される。

(3) 外灯や夜間・雨天時及び電源喪失時の視認性の確保

避難誘導設備は視認性確保のため、原則として、既設又は新規の外灯周辺に設置する。また、電源が喪失した場合の対策として避難誘導設備に蓄光機能又は再帰性反射機能を持たせ、周辺に外灯がない場合はソーラー電源機能を付加する。

なお、蓄光材料及び再帰性反射材料の性能及び試験方法については「JIS Z9097 附属書 D 津波避難誘導標識システムの暗闇対策」を準用する。

5・6 警報設備

5・6・1 警報設備の選定

警報設備は、自衛隊施設内の騒音等を踏まえて確実に伝達できるよう音声式、電光式を適切に選定する。

<解説>

警報設備の種類を表 5.4 及び図 5.2 に示す。

警報設備は、音声式を原則とし、文章理解度（放送の内容を理解できる度合い）を確保するため、適切な音圧レベルを確保する。現地の騒音が 90dB 以上となるなど、文章理解度が確保できない可能性がある場合は、電光式を併用する。

各自衛隊施設内における騒音状況は、津波浸水域を考慮し、現地で測定・確認する。

表 5.4 警報設備の種類

警報設備の種類	名称	工法の概要
音声式（音による避難情報の伝達）	・防災無線（屋外） ・構内放送（屋内） ・モーターサイレン	緊急地震速報又は津波警報を受信し、防災無線、構内放送やサイレンにより受信を知らせる。
電光式（視覚による避難情報の伝達）	・電子掲示板 ・回転灯 ・フラッシュライト	緊急地震速報又は津波警報を受信し、電子掲示板に表示する。又は回転灯やフラッシュライトにより受信を知らせる。



図 5.2 音声式と電光式警報設備

5・6・2 配置検討

音声式は、部隊運用及び放送範囲を考慮した放送区域を検討し、明瞭に伝達できるように形式・種類・個数を決定する。

電光式は、視認性に留意し、形式・種類・個数を決定する。

<解説>

屋内における構内放送の警報装置の配置は、消防法における非常放送設備を準用する。

屋外における警報装置は、津波浸水域で全域に放送を伝達できるように配置することとし、音圧レベルを 75dB 以上確保することとする。なお、音声で伝達する場合は現地騒音レベルに対して音圧レベルが 10dB 以上、モーターサイレンの場合は 6dB 以上上回るものとする。

地域防災無線等への影響がある場合は、関係機関との調整による。

電光掲示板は、目視で確認できるように視認性について留意する。電光掲示板の輝度は、屋外で日中の場合で 3,000～5,000(cd/m²)、夜間で 0.1～1.0(cd/m²)とする。

6 個別施設の津波対策

6・1 一般事項

個別施設の津波対策は、建築物、建築設備及び燃料施設等（以下「建築物等」という。）について、対象とする津波からの被害を回避又は軽減することを目的とする。

津波防護施設で防護されていない場合の建築物等の津波対策は、嵩上げあるいは高所化を基本とし、浸水が免れない場合でも早期に復旧が可能となる措置を講じる。

個別施設の津波対策の対象とする津波はL 1 津波又はL 2 津波とする。

<解説>

津波防護施設で防護されていない場合の建築物の津波対策は、嵩上げあるいは高所化を基本とするが、これにより難しい場合は、建築躯体を波圧に耐えられる構造にするとともに、開口部から津波が浸入しないような対策を講じる。設備機器については、波圧に耐えられる構造にすることが困難であるため、嵩上げあるいは高所化で津波対策を講じる。

対象とする津波は、L 1 津波又はL 2 津波とし、防衛施設等の津波への対処水準における対処目標に基づき自衛隊施設の管理者が設定するものとする。

6・2 嵩上げ及び高所化

建築物等の嵩上げは、対策高以上に地盤高を上げる、あるいは建築物の床高を上げることによる。

建築物等の高所化は、対策水準の高い部屋を対策高以上に配置することによる。

<解説>

（1）建築物等の嵩上げ

盛土によって地盤高を上げる場合、構造形式の選定及び安全性の検討は、「3・6 構造形式の選定」、「3・7 安全性の検討」の固定式津波防護施設の構造形式（堤防タイプ、胸壁タイプ）による。

建築物の床高を上げる場合は、「6・3 建築物の津波対策」による。

（2）建築物等の高所化

対策水準の高い部屋は、対策高以上の高所階に配置する。

対策高は「3・5 高さ検討」の対策高による。

6・3 建築物の津波対策

6・3・1 設計の方針

建築物の津波対策設計に際しては、津波荷重を設定し、構造耐力上安全であることを確認する。

<解説>

津波荷重は、地震荷重と比較して大きな荷重となる場合がある。そのため、津波対策を講じる建築物では、地震と津波の両荷重を考慮した構造検討を行うとともに、開口部に対して適切な建具を選定する。

津波荷重を考慮した構造検討については、「要件の解説」を準用する。

なお、「要件の解説」(4.1) 式における「 h : 設計用浸水深」については津波浸水シミュレーション結果による基準水位とする。

開口部は、建築物内への津波の浸入を防ぐ観点で、開口部の配置を検討するとともに、建築建具に求める性能条件を検討する。

本要領では、津波対策に関する事項について記載するため、本基準に示されていない事項については、建築基準法（昭和 25 年法律 201 号）及びその他の関係法令を適用する。

6・3・2 開口部

建築物の開口部は、設置箇所を極力少なくするとともに、津波の来襲方向や対策高を考慮した位置に設置する。

また、耐波圧を考慮する建築物の開口部には、耐波圧性能を有する建具の設置等により、建築物内に津波が浸入することを防止する。

<解説>

(1) 耐波圧性能を有する建具

耐波圧性を有する建具は、建築物の扉部に設ける「防水扉」又は開口部前面に設ける「防水板」とする。分類と特徴を、表 6.1 及び表 6.2 に示す。選定に当たっては、対策高、部隊運用、施工性及び経済性について検討し、現地に適合する形式とする。

表 6.1 防水扉の分類

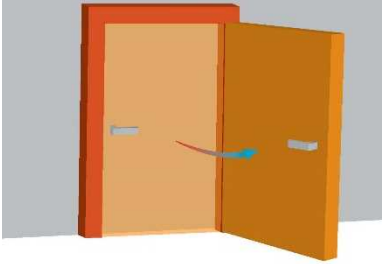
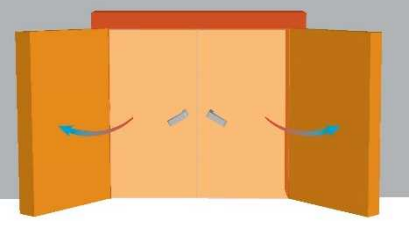
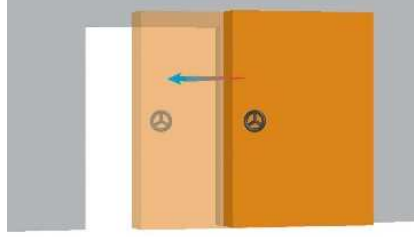
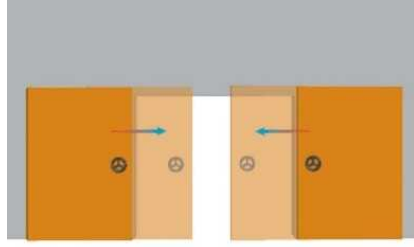
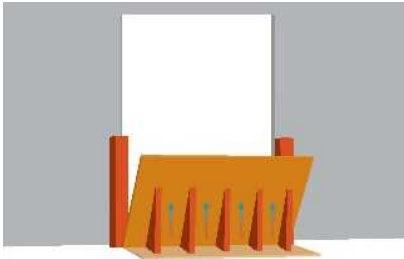
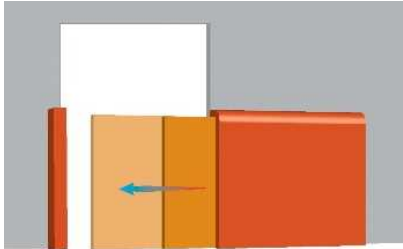
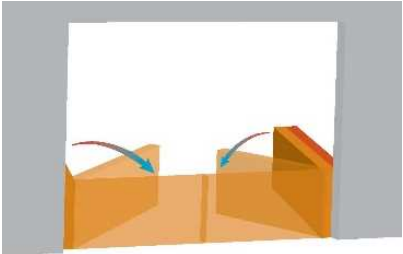
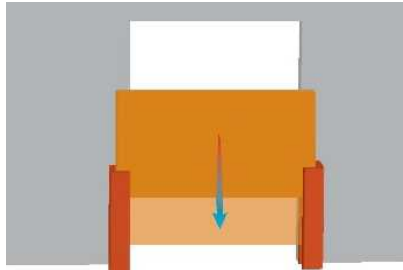
構造上の分類	概念図	メリット	デメリット
片開き式 (外開き)		・浸水深が大きい場所においても使用可能。 ・スライド式よりも大きな波圧に耐えることができる。	・手動タイプのものしかないため、設置箇所数が多く津波到達時間が短い場合は、津波来襲までに閉塞が間に合わないおそれがある。
両開き式 (外開き)			・開口間口が大きな場合は、扉体の重量が大きくなる（操作性に劣る）。
スライド式 (片引き)		・浸水深が大きい場所においても使用可能。 ・電動タイプのものもあり、ボタンによる操作で扉の閉鎖が可能。	・片開き式/両開き式の防水扉よりも耐えられる波圧が小さい。 ・扉のおさまり（戸袋）としてのスペースが必要となる。
スライド式 (両引き)			・開口間口が大きな場合は、扉体の重量が大きくなる（操作性に劣る）。

表 6.2 防水板の分類

構造上の分類	概念図	メリット	デメリット
起上式		・開口間口の広い箇所にも適用できる。 ・扉体を地下に収納するため、建物壁面に戸袋が不要である。 ・津波の来襲による水位の上昇に追従して扉体 that 起き上がる製品がある。	・浸水深が大きい場合、浸水を防げない。 ・扉体収納時に上部を通行する荷重を考慮する必要がある。 ・手動式を採用する場合は、扉体重量（操作性）に留意が必要である。 ・地下埋設物との取り扱いに留意が必要である。
スライド式		・開口間口の広い箇所に適用できる。 ・建物開口部の形状を問わず適用できる。	・浸水深が大きい場合、浸水を防げない。 ・建物壁面に戸袋が必要である。
スイング式		・開口間口の広い箇所に適用できる。 ・建物開口部の形状を問わず適用できる。 ・4つの形式の中では脱着式に次いで安価である。	・浸水深が大きい場合、浸水を防げない。 ・扉体の可動域が大きいことに留意が必要である。
脱着式		・他の工法に比して安価である。	・浸水深が大きい場合、浸水を防げない。 ・開口部の閉鎖（脱着）に時間を要する。（開閉頻度の低い場所に適する。）

(2) 開口部ごとの津波対策

開口部については、設置箇所数を極力抑えるとともに、津波の来襲方向や浸水深を考慮した位置に設置するほか、次の対策を講じる。

ア ドア類

防水扉の設置を基本とする。ハンガードアや自動ドアのように、防水扉の設置が不可の場合は、防水板の設置を基本とする。

イ 窓類

対策高以上に設置することを基本とする。対策高以上に設置することが不可の場合は、窓の周りに防水板を設置する。

ウ シャッター類

防水板の設置を基本とする。

エ その他

空調・換気ダクト、ユーティリティ引き込み部といった外壁貫通部については、浸水防止対策を備えたダクトやダンパーの設置を検討する。

(3) 建具の仕様設定に当たって考慮すべき条件

耐波圧性能を有する建具の仕様設定に当たって考慮すべき条件は、次のとおりとする。

ア 基準水位

イ 開口幅

ウ 設置に要する時間（浸水開始時間との関係）

手動式の建具は、扉体の設置（耐波圧性能の発揮）に時間を要することから、津波来襲時間と扉体の設置時間との関係を充分考慮する。

エ 水密性能（許容漏水量）

オ 通過耐荷重（起上式防水板の場合）

カ 周辺構造物との取り合い

建具の可動範囲と周辺構造物の位置関係に留意する。

特に、起上式の防水板の場合は、給水排水や電気通信などの地下構造物との取り合いに留意する。

キ 停電に対する対応

電動で作動する建具については、電源のバックアップ（非常用電源）を確保しておく、手動操作が可能な設備（ハンドル）を付加しておくなど、非常時の対応を考慮する。

ク 開き勝手

6・4 建築設備の津波対策

6・4・1 設計の方針

建築設備は、対象とする津波による浸水を防ぐこと及び浸水した場合は早期に復旧することを目的とする。

設備の種別ごとに対策を設定する。

<解説>

津波による建築設備の被害は、ほとんどが浸水破損であり、それらには浸水による直接的被害と、直接的被害を原因とする間接的被害がある。

そのため、建築設備の種類ごとに浸水によって引き起こされる被害を想定し、対策を設定する。

6・4・2 建築設備の主な津波対策

建築設備の主な津波対策は、次のとおりとする。

- (1) 建築設備の高所化
- (2) 建築設備設置室への津波侵入防止
- (3) 建築設備機器及び配線の系統の区分・分離

<解説>

(1) 建築設備の高所化

建築設備の高所化の方法は、高所階設置と嵩上げの2つとなる。

ア 高所階設置

建築物内に設置する建築設備は、対策高よりも高い階（非浸水階）に設置する。

イ 設備の嵩上げ

浸水する建築物内に設置する建築設備は、対策高よりも高い位置まで嵩上げを行う。屋内における嵩上げは、建築設備を設置する室内において設備基礎（コンクリート基礎、架台）の高さを上げる方法又は建築設備を設置する室の床高を上げる方法とする。

屋外に設置する建築設備の嵩上げは、鋼材を用いた架台又はコンクリート基礎によるものとする。架台又はコンクリート基礎の設計は、「6・3・1 設計の方針」による。

なお、架台に來襲する漂流物への対策は、漂流物捕捉施設の設置を基本とする。嵩上げた設備は飛沫水対策やケーブルの保護等を考慮する。

(2) 建築設備設置室への津波侵入防止

建築設備設置室への津波侵入を防止する対策を講じる場合は「6・3・2 開口部」による。

(3) 建築設備機器及び配線の系統の区分・分離

建築物内に設置する電力・通信の設備機器や配線は、非浸水階の機能維持を図るため、非浸水階と浸水階の系統を区分する。

6・4・3 屋内電力設備の浸水対策

(1) 受変電設備、発電設備（発電装置、ポンプ制御盤等）の浸水対策は次による。

ア 建築設備の高所化

イ 建築設備設置室への津波侵入防止

(2) 分電盤、制御盤、コンセント、電灯幹線、動力幹線の浸水対策は次による。

ア 建築設備の高所化

イ 建築設備設置室への津波侵入防止

ウ 建築設備機器及び配線の系統の区分・分離

(3) 電力引き込み設備の浸水対策は次による。

電力引き込み部の止水化

<解説>

電力引き込み部の浸水対策として、電力引き込み部では、無収縮モルタルや発泡レジン等で隙間を充填して止水化を図る。

受変電設備、発電設備の高所化概念図を図 6.1 に示す。電灯及び電力幹線の系統区分の概念図を図 6.2 に示す。

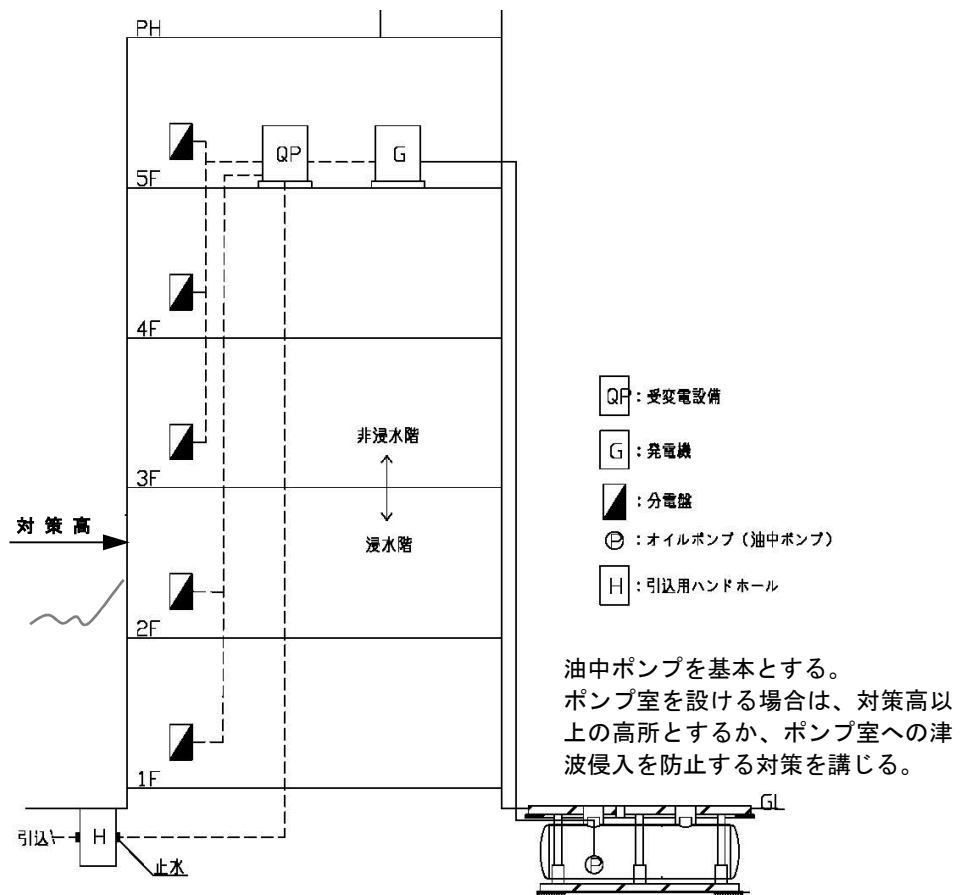


図 6.1 受変電設備・発電設備の高所階設置概念図

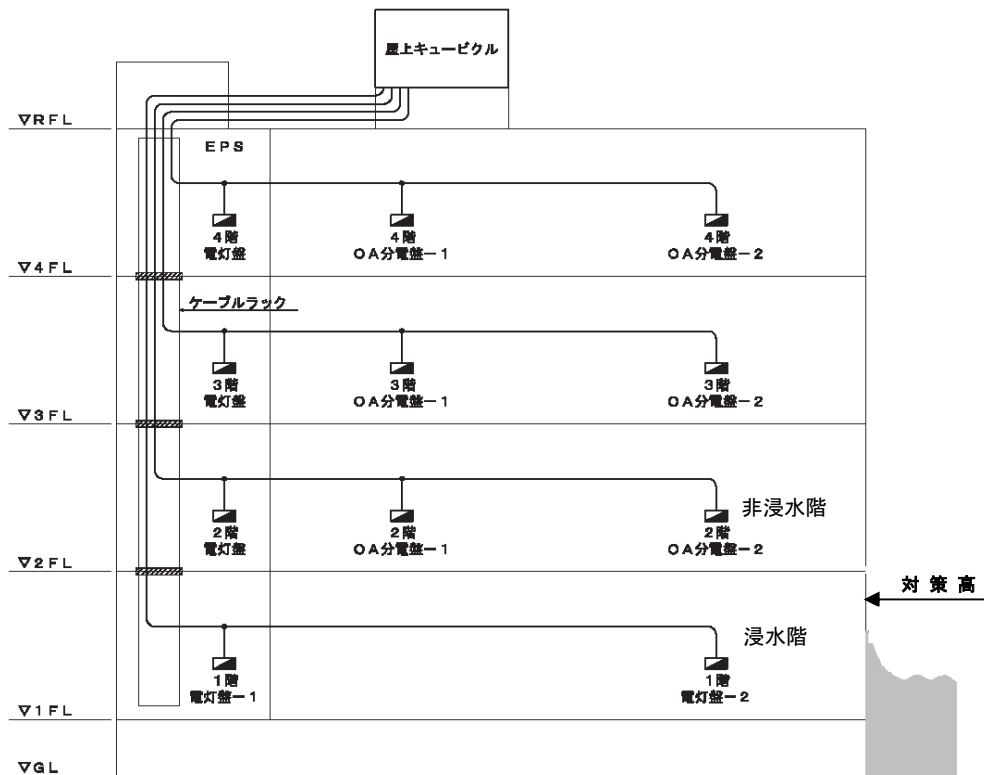


図 6.2 電灯・動力幹線の系統区分の概念図

6・4・4 屋内通信設備の浸水対策

- (1) 屋内通信設備の浸水対策は次による。
- ア 建築設備の高所化
 - イ 建築設備設置室への津波侵入防止
 - ウ 建築設備機器及び配線の系統の区分・分離
- (2) 通信引き込み設備の浸水対策は次による。
- 通信引き込み部の止水化

<解説>

通信引き込み部の止水化は、6・4・3 (3) 電力引き込み設備の浸水対策による。
屋内通信設備の系統区分・分離の概念図を図 6.3 に示す。

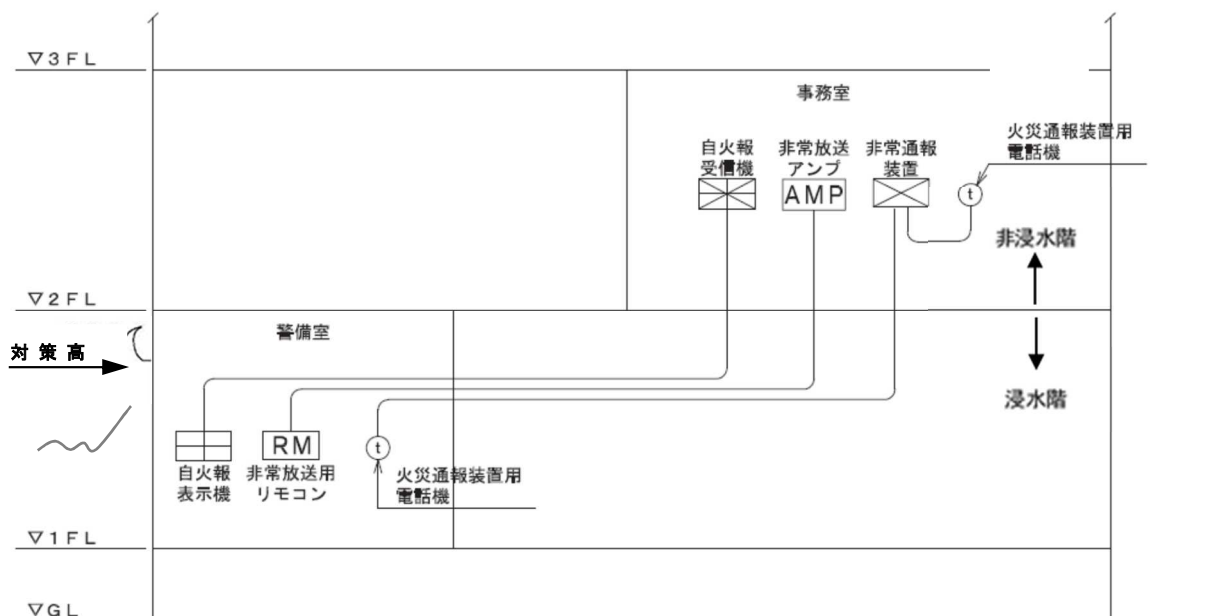


図 6.3 屋内通信設備の系統区分の概念図

6・4・5 屋内空気調和設備の浸水対策

- (1) 空気調和機器の浸水対策は次による。
- ア 建築設備の高所化
 - イ 建築設備設置室への津波侵入防止
- (2) 空気調和機器の配管における浸水対策は次による。
- ア 配管系統の区分・分離
 - イ 開口部ごとの浸水対策

<解説>

- (1) 配管系統の区分・分離

建築物の外壁に設ける給・排気口及び給・排気塔から津波が建築物内へと侵入す

ることから、空気調和機器の配管、給・排気ダクト、吸込口、吹出口、ガラリ、ダンパーは、非浸水階の機能維持を図るため非浸水階と浸水階で系統を区分する。

(2) 開口部の浸水対策

浸水階の外壁に設置される給・排気口及び給・排気塔には、建築物内への津波の浸入を防ぐため、浸水防止構造を備えたダクトやダンパーの設置を検討する。

6・4・6 屋内給排水衛生設備の浸水対策

給排水衛生設備の浸水対策は次による。

- (1) 設備の高所化
- (2) 設備設置室への津波侵入防止
- (3) 屋内排水槽の設置

<解説>

排水機能維持のため、屋内排水槽を設置する。確保すべき排水量については自衛隊施設の管理者と調整するものとする。

6・4・7 屋外電力設備の浸水対策

- (1) 受変電設備の浸水対策は次による。
建築設備の高所化
- (2) 構内線路の津波対策は次による。
配線は原則地中線路とする。
- (3) 外灯の浸水対策は次による。
配線の単独回路化

<解説>

外灯の浸水に伴って他の電気機器に影響を及ぼさないよう、単独回路にする。

6・4・8 屋外通信設備の浸水対策

屋外通信設備の浸水対策は次による。
建築設備の高所化

6・4・9 屋外空気調和設備の浸水対策

室外機、冷却塔の浸水対策は次による。
建築設備の高所化

6・4・10 屋外給排水設備の浸水対策

- (1) 受水槽の浸水対策は次による。
建築設備の高所化
- (2) 排水設備の浸水対策工法は次による。
ア 吐口部の逆流防止対策
イ マンホール蓋の飛散防止対策

<解説>

- (1) 津波の逆流が想定される合流式吐口や分流式雨水吐口には、逆流防止対策として、フラップゲートを設置する。設置に当たっては、下水道管理者、河川管理者等の占用許可権者と協議を行うものとする。
- (2) マンホールの蓋は、飛散防止蓋とする。

6・4・11 ガス設備の津波対策

ガス設備の津波対策工法は次による。
ガスボンベの屋内設置

<解説>

ガスボンベは原則として屋内保管庫にて保管することとし、チェーン等により壁に固定するものとする。

6・4・12 給汽管の津波対策

給汽管の津波対策は次による。
暗渠内配管又は地中配管

<解説>

津波及び漂流物により管路が破断して給汽機能の喪失といった被害が想定されるため、屋外配管は、原則として暗渠内配管又は地中配管とする。

6・5 燃料施設の津波対策

6・5・1 設計の方針

燃料施設の津波対策設計は、津波荷重及び基準水位を設定し、対象とする燃料施設の被害形態に応じた津波対策を講じるものとする。

<解説>

想定される被害形態と津波対策工法を表 6.3 に示す。

表 6.3 想定される被害形態と津波対策工法

屋外タンク貯蔵所	想定される被害形態	津波対策メニュー				備 考
		防護壁	被覆コンクリート・タンク本体の補強	防油堤の嵩上げ・補強	地盤の嵩上げ	
地上式 屋外タンク貯蔵所	転倒	○	—	○	○	左記対策の いずれかを実施
	滑動	○	—	○	○	
	浮上がり	○	—	○	○	
	内外水圧差による側板座屈	○	—	○	○	
覆土式 屋外タンク貯蔵所	転倒	—	○	○	○	左記対策の いずれかを実施
	滑動	—	○	○	○	
	浮上がり	—	○	○	○	
	本体構造（部材破壊）	—	○	○	○	
地中式 屋外タンク貯蔵所	浮上がり	—	○	—	—	
	本体構造（部材破壊）	—	○	—	—	

燃料施設	想定される被害形態	津波対策メニュー				備 考
		埋設化 地下化	地盤の嵩上げ	建築物 による対策	津波防護施設 による対策	
燃料配管	破断	○	—	—	—	
ポンプ設備	ポンプ室の破損	—	○	○	—	左記対策の いずれかを実施
	ポンプ室の浸水	—	○	○	—	
給油施設	燃料施設の破損	—	○	—	○	左記対策の いずれかを実施
	燃料施設の浸水	—	○	—	○	

6・5・2 屋外タンク貯蔵所

屋外タンク貯蔵所の津波対策は、次のとおりとする。

- (1) 地盤の嵩上げ
- (2) 設計外力を考慮したタンク本体構造及び基礎地盤の検討。設計外力は、津波波力及び浮力とする。

<解説>

- (1) 地盤の嵩上げは、「6・2 嵩上げ及び高所化」による。
- (2) 津波対策工法

屋外タンク貯蔵所の各形式における津波対策工法を図 6.4 に示す。

津波対策工法の選定に当たっては、部隊運用、経済性、施工性等のほか、消火活動への影響を勘案して決定する。

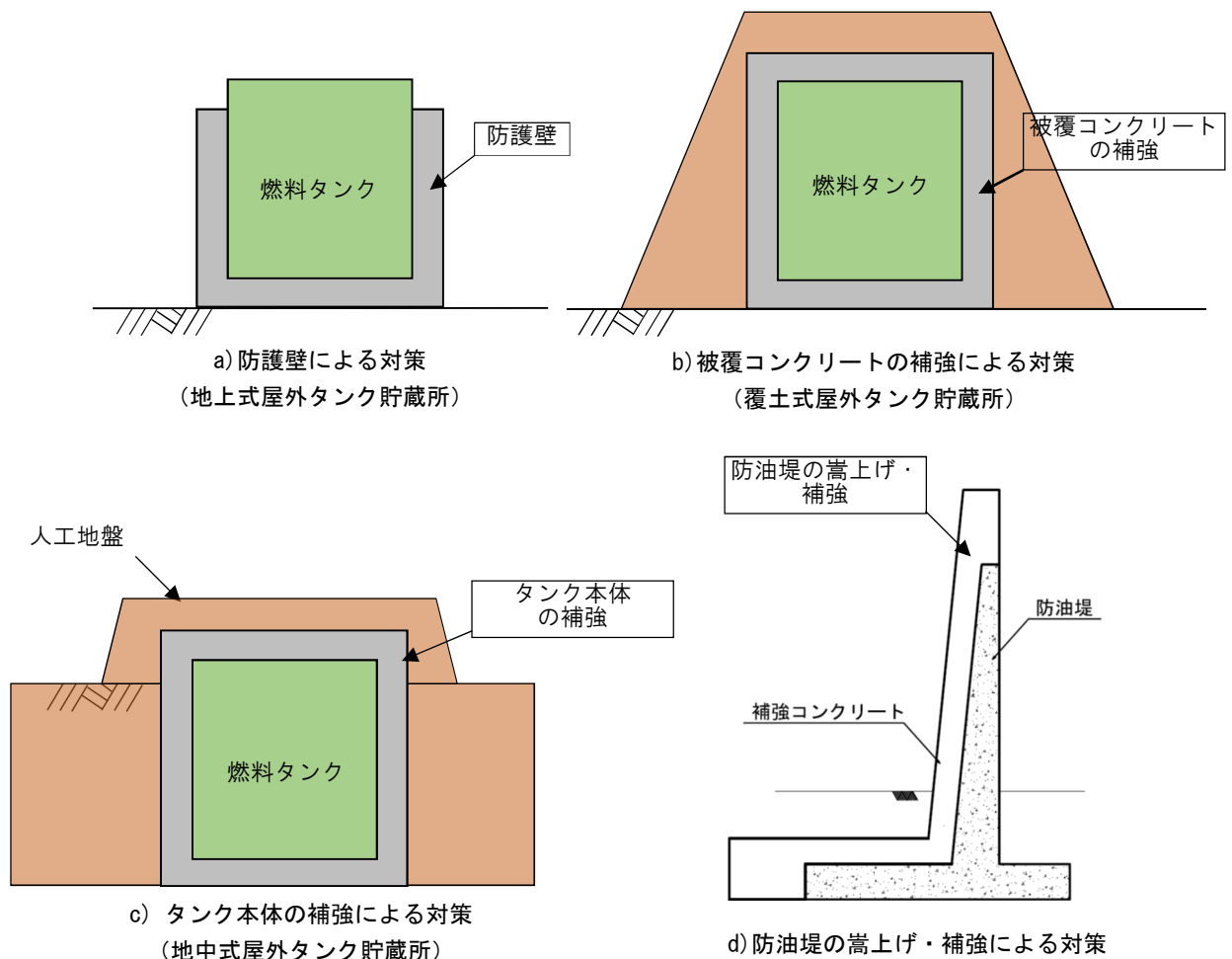


図 6.4 津波対策工法のイメージ図

(3) 設計外力

津波によって燃料施設に作用する力を算定する。

ア 津波波力

津波波力の算定方法は、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」参考資料 7「屋外貯蔵タンクに作用する津波波力の算定方法」を準用する。

イ 浮力

(ア) タンク高さ (H) が基準水位 (h) より低い場合 (図 6.5)

$$U = \pi/4 \times D^2 \times H \times 10\text{kN/m}^3 \quad (\text{kN})$$

(イ) タンク高さ (H) が基準水位 (h) より高い場合 (図 6.6)

$$U = \pi/4 \times D^2 \times h \times 10\text{kN/m}^3 \quad (\text{kN})$$

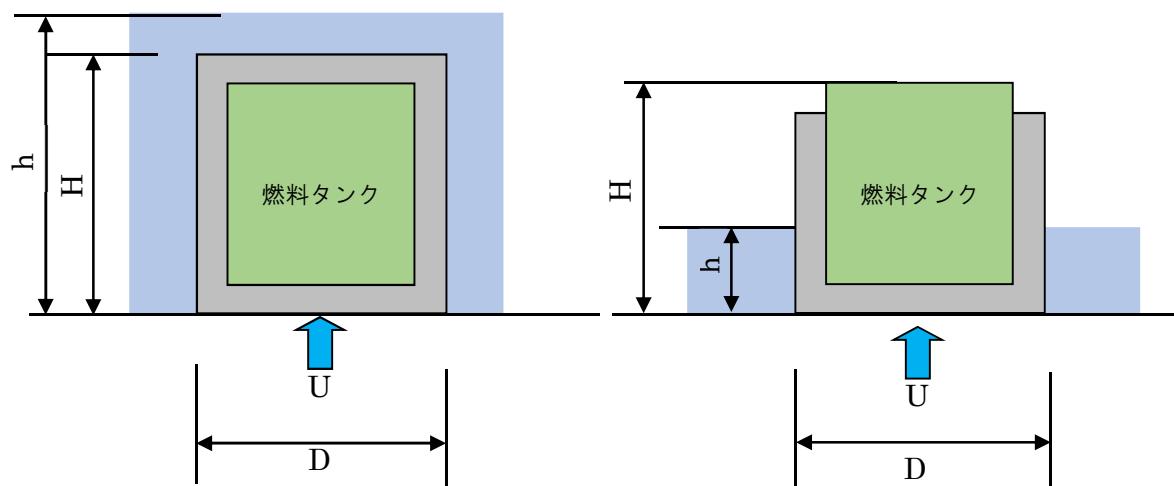


図 6.5 タンク高さが基準水位より低い場合

図 6.6 タンク高さが基準水位より高い場合

(4) 防護壁及び被覆コンクリートの補強の検討

ア 防護壁の高さ

「3・5 高さ検討」による。

イ 構造検討

構造検討は、「屋外タンク貯蔵所設計要領」第 3「覆土式屋外タンク貯蔵所」5「被覆コンクリートの構造」を準用する。

なお、対象とする荷重は、防護壁においては「屋外タンク貯蔵所設計要領」に規定された常時、強風時及び地震時の荷重と津波対策時の荷重とし、被覆コンクリートの補強においては「屋外タンク貯蔵所設計要領」に規定された常時及び地震時の荷重と津波対策時の荷重とする。表 6.4 に防護壁における荷重の組み合わせを示す。

ただし、強風時又は地震時の荷重と津波対策時の荷重は同時に作用させない。

表 6.4 荷重の組み合わせ

荷重の種類		荷重状態			
		常時	強風時	地震時	津波対策時
主荷重	屋外貯蔵タンク及び付属設備の自重	○	○	○	○
	貯蔵する危険物の重量	○	○	○	—
	内圧（ガス圧）	○	—	—	—
	温度変化	△	—	—	—
	活荷重	○	—	—	—
従荷重	積雪荷重	○	—	○	○
	風荷重	—	○	—	—
	地震荷重	—	—	○	—
	津波波力	—	—	—	○
	浮力	—	—	—	○
	タンク上部に係る水圧	—	—	—	○

※タンク上部に係る水圧は基準水位がタンク頂版より上部にある場合について検討する。

ウ 転倒の検討

屋外タンク貯蔵所（防護壁含む）の転倒に対する検討は、津波波力による転倒モーメントが抵抗モーメントを超えないことを確認する。

$$F = \frac{M_{t1} + M_{b2} - M_{f3}}{M_h}$$

M_{t1} : タンク自重による抵抗モーメント

M_{b2} : 防護壁自重による抵抗モーメント

M_{f3} : 浮力による転倒モーメント

M_h : 津波波力による転倒モーメント

$F < 1.0$: 転倒あり

$F \geq 1.0$: 転倒なし

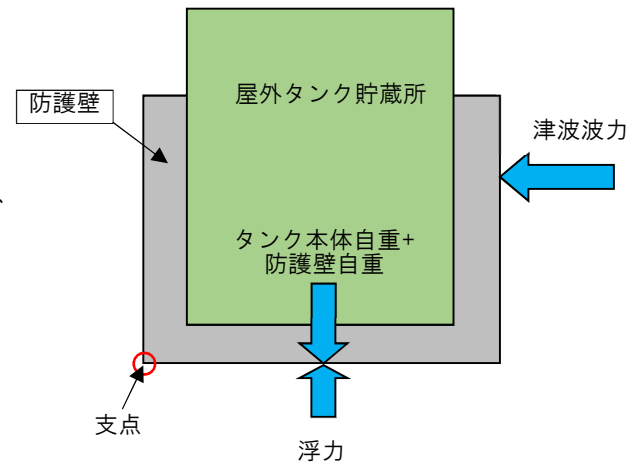


図 6.7 屋外タンク貯蔵所に作用する荷重の模式図（転倒）

エ 滑動に対する検討

屋外タンク貯蔵所（防護壁含む）の滑動に対する検討は、津波波力による水平力が「（タンク本体自重+防護壁自重-浮力）×静止摩擦係数」を超えないことを確認する。

静止摩擦係数の値を表 6.5 に示す。

表 6.5 静止摩擦係数

条件	静止摩擦係数
土とコンクリート	$\tan (2\phi / 3)$
土とコンクリートの間に栗石又は碎石を敷く場合	0.6 } の小さい方 $\tan \phi$
岩とコンクリート	0.6

※ ϕ は、基礎地盤のせん断抵抗角（又は、内部摩擦角）。

$$F = \frac{\mu (W_{t1} + W_{b2} - U)}{H_h}$$

W_{t1} : タンク自重

W_{b2} : 防護壁自重

U : 浮力

H_h : 津波波力による水平力

μ : 基礎とタンク本体の摩擦係数

$F < 1.0$: 滑動あり

$F \geq 1.0$: 滑動なし

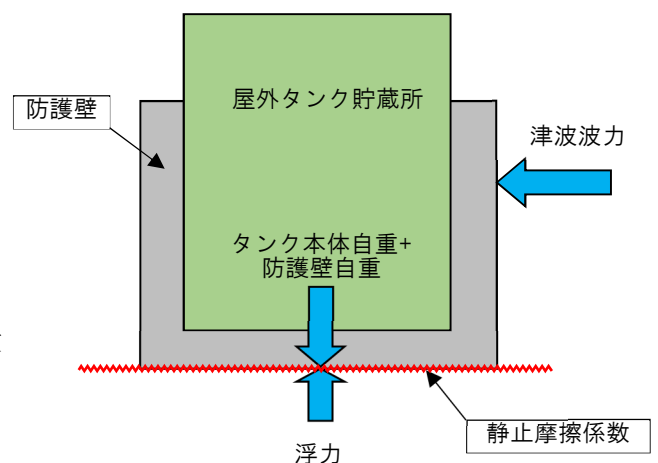


図 6.8 屋外タンク貯蔵所に作用する荷重の模式図（滑動）

オ 浮力に対する検討

屋外タンク貯蔵所（防護壁含む）の浮力に対する検討は、浮力が「タンク本体自重＋防護壁自重」を超えないことを確認する。

防護壁自重が不足する場合は、防護壁底版の増厚等による対策を行う。

$$F = \frac{W_{t1} + W_{b2}}{U}$$

W_{t1} ：タンク自重

W_{b2} ：防護壁自重

U ：浮力

$F < 1.0$ ：浮き上がりあり

$F \geq 1.0$ ：浮き上がりなし

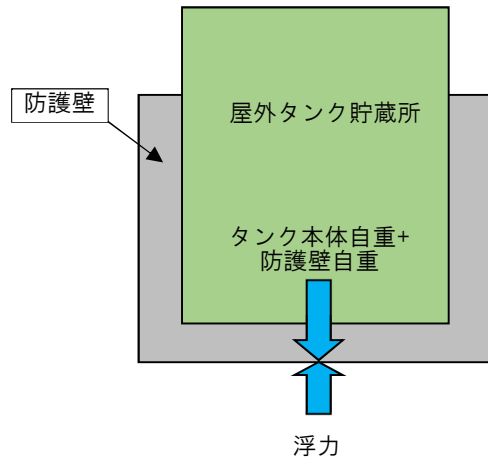


図 6.9 屋外タンク貯蔵所に作用する荷重の模式図（浮力）

カ 基礎地盤の検討（支持力・沈下）

津波対策工による増加荷重に対する基礎地盤の検討（支持力・沈下）は、「屋外タンク貯蔵所設計要領」第 2 「地上式屋外タンク貯蔵所」 1.4 「基礎及び地盤」を準用する。

キ 内外水圧差による側板座屈の検討

地上式屋外タンク貯蔵所における側板の座屈は、タンク本体（製缶）の外側から作用する水圧により発生する現象である。防護壁を設置することにより、タンク本体は外側からの水圧を受けないことから、内外水圧差による側板座屈は回避できる。

ク タンク側板外面塗装

地上式屋外タンク貯蔵所について防護壁を採用した場合の側板外面塗装は、「屋外タンク貯蔵所設計要領」第 3 「覆土式屋外タンク貯蔵所」 2.5 「腐食防止」を準用し、非特定化学物質型タールエポキシ樹脂塗装とする。

（5）タンク本体の補強

タンク本体工の構造検討に当たっては、「屋外タンク貯蔵所設計要領」第 4 「地中式屋外タンク貯蔵所」 3 「タンク本体工」を準用する。

なお、対象とする荷重は「屋外タンク貯蔵所設計要領」に規定された常時・地震時の荷重に加え、津波対策時の荷重について検討を実施する。

表 6.6 に荷重の組み合わせを示す。

表 6.6 荷重の組み合わせ

解析ケース			自重 上載荷重	常時土圧	地下水圧 揚 圧 力	液 圧	地震時 慣性力	動液圧	地震時 土 圧	地震時 慣性力 (上向き)	津波波力 (※1)	タンク上 部に係る 水圧(※2)
ケース 1	地震時	満液	○		○ H. W. L. L. W. L.	○	○	○	○			
ケース 2	地震時	満液	○			○	○	○	○			
ケース 3	地震時	空液	○		○ H. W. L. L. W. L.		○		○			
ケース 4	地震時	空液	○				○		○			
ケース 5	常 時	満液	○	○	○ H. W. L. L. W. L.	○						
ケース 6	常 時	満液	○	○		○						
ケース 7	常 時	空液	○	○	○ H. W. L. L. W. L.							
ケース 8	常 時	空液	○	○								
ケース 9	地震時	空液	○		○ H. W. L. L. W. L.				○	○		
ケース 10	波力対策時	満液	○	○	○ H. W. L. L. W. L.	○					○	○
ケース 11	波力対策時	満液	○	○		○					○	○
ケース 12	波力対策時	空液	○	○	○ H. W. L. L. W. L.						○	○
ケース 13	波力対策時	空液	○	○							○	○

※1 人工地盤を設置しない場合は、検討しない。

※2 基準水位がタンク頂版より上部にある場合は検討する。ただし、タンク上部に係る水圧と上載荷重は同時に作用させない。

(6) 防油堤の嵩上げ・補強

ア 嵩上げ高さ

防油堤により対策する場合の高さは対策高とする。嵩上げに対しては津波波力に対する構造検討を行うこととする。

ただし、防油堤の嵩上げ高さによっては、消火活動に支障を与えることから、所轄消防と協議をする。

イ 防油堤の補強

防油堤高さが対策高より高い場合であっても、津波荷重に対する構造検討を行い、必要に応じて防油堤の補強をする。

防油堤の構造検討に当たっては、「屋外タンク貯蔵所設計要領」第2「地上式屋外タンク貯蔵所」4「防油堤」で規定された、満液時・地震時・照査荷重載荷時の検討に加え、津波波力を設計荷重として検討する。

表 6.7 に荷重の組み合わせを示す。

表 6.7 荷重の組み合わせ

	満液時	地震時	照査荷重載荷時	津波対策時
防油堤自重（上載土砂等を含む）	○	○	○	○
液重量	○	○	○	－
液圧	○	○	○	－
常時土圧	○	－	○	○
照査荷重	－	－	○	－
地震時慣性力	－	○	－	－
地震時土圧	－	○	－	－
地震時動液圧	－	○	－	－
津波波力	－	－	－	○
浮力	－	－	－	○

6・5・3 既設燃料タンクの固定化・燃料流出防止対策

既設燃料タンクの固定化・燃料流出防止対策は、次による。

- (1) 津波防護施設の設置
- (2) 防油堤の構造強化・嵩上げ
- (3) 機械式緊急遮断弁の設置

<解説>

- (1) 津波防護施設の設置については、「3 津波防護施設」による。なお、津波防護施設については漂流物対策施設を兼ねるものとし、漂流物による衝突エネルギーの検討を行う。漂流物による衝突エネルギーは「4・4 設計外力」による。
- (2) 防油堤の構造強化・嵩上げについては、「6・5・2 (6) 防油堤の嵩上げ・補強」による。
- (3) 燃料配管破損時において、危険物の流出拡大及び流出による二次災害を防止することが可能である機械式緊急遮断弁による対策を検討する。

6・5・4 ポンプ設備

燃料施設に附帯するポンプピットの津波対策は次による。

- (1) 地盤の嵩上げ
- (2) ピット側壁及び屋根構造の補強

<解説>

- (1) 地盤の嵩上げは、「6・1 一般事項」による。
- (2) ピット側壁の補強は、「6・3 建築物の津波対策」による。

地中式屋外タンク貯蔵所のポンプピット（払い出しポンプ）は、タンク本体上部に設置されることからポンプピットの屋根は、火災などにより爆発的な燃焼現象が発生した場合において、早期に爆風圧を抜く（放爆）ために、軽量な不燃材料でふくこととしている。（危険物の規制に関する政令（昭和34年政令第306号）第11条第1項第10号の2ホ）

したがって、ポンプピットを津波対策仕様として屋根構造等を変更する場合でも放爆構造とする必要があることから、構造については、所轄消防と協議を行う。

屋根構造等を防爆構造とした場合のイメージを図6.10に示す。

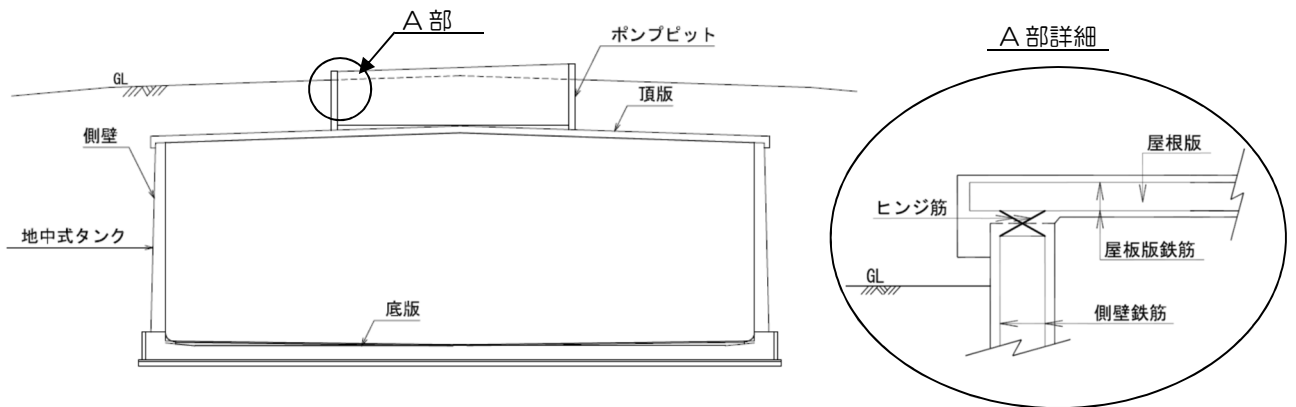


図 6.10 放爆構造イメージ図

6・5・5 給油施設

給油施設は次による。

- (1) 津波防護施設の設置
- (2) 地盤の嵩上げ

<解説>

- (1) 津波防護施設の設計は「3 津波防護施設」による。
- (2) 地盤の嵩上げは「6・2 嵩上げ及び高所化」による。地盤の嵩上げに当たっては周辺の地域条件を考慮する。