

# 港湾の津波避難施設の設計ガイドライン

平成25年10月

国土交通省港湾局

## はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災における津波は、これまでの港湾における防波堤や防潮堤等の設計外力を大きく上回るとともに、地域防災計画の避難想定をも超えるものであり、津波への防災について根底から見直しを迫るものであった。交通政策審議会港湾分科会防災部会では、東日本大震災における教訓と切迫する大規模地震に対応するため、平成24年6月に「港湾における地震・津波対策のあり方（答申）」をとりまとめ、港湾における地震・津波対策の施策方針の一つとして津波避難に係るガイドラインの策定の必要性を示した。

港湾は産業、物流機能の拠点であり、就労者や旅行者など様々な人が活動している。しかしながら、これら活動の場の多くが防護ライン（高潮・津波等から陸域を防護する防潮堤等）より海側に立地しているため、発生頻度の高い津波であっても浸水することが想定され、また、沿岸部の最前線にあり津波の到達が早く威力が大きいことや、避難に適した高台が近くにない地区や液状化しやすい埋立地が多いこと等、港湾は通常の沿岸部と比較して津波への対策を要する地域である。よって、港湾では、一般的な市街地における津波避難施設に対して、その特性を考慮した津波避難施設を設置することが不可欠である。

このため、港湾の特性を踏まえた津波避難施設を設計する際に参考となる「港湾の津波避難施設的设计ガイドライン」をとりまとめることを目的とし、「港湾の津波避難施設的设计検討WG」を設置し、平成25年3月から4回にわたるワーキンググループの検討を経て、本ガイドラインを策定したものである。また、本ガイドラインのとりまとめと並行して、港湾の特性を踏まえた津波避難対策を検討する際に参考となる「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の策定が進められており、本ガイドラインの内容は「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」と密接に連携するものである。

本ガイドラインのとりまとめにあたっては、「港湾の津波避難施設的设计検討WG（座長：清宮 理、早稲田大学理工学部社会環境工学科教授）」を通じて、学識経験者から貴重なご助言を頂いた。末筆ながら、各位に深甚なる謝意を表す。

国土交通省港湾局

港湾の津波避難施設の設計検討WG メンバー

座長	清宮 理	早稲田大学 理工学部 社会環境工学科 教授
委員	福田 功	(独)港湾空港技術研究所 理事
〃	下迫健一郎	(独)港湾空港技術研究所 海洋研究領域長
〃	富田 孝史	(独)港湾空港技術研究所 アジア・太平洋沿岸防災研究センター 副センター長
〃	加藤 絵万	(独)港湾空港技術研究所 構造研究チームリーダー
〃	小濱 英司	(独)港湾空港技術研究所 耐震構造研究チームリーダー
〃	浅井 正	国土技術政策総合研究所 沿岸防災研究室長
〃	宮田 正史	国土技術政策総合研究所 港湾施設研究室長
事務局	港湾局	技術企画課技術監理室、海岸・防災課

## 目 次

1. 総則	1
1. 1 総説	1
1. 2 ガイドラインの適用範囲	4
1. 3 用語の定義	5
1. 4 関連法規等	6
2. 港湾における津波避難施設的设计手順	8
2. 1 港湾における津波避難施設の概要	8
2. 1. 1 津波避難施設の基本	8
2. 1. 2 津波避難施設的设计に関する検討手順	10
2. 2 港湾における津波避難計画の基本的な考え方	12
2. 2. 1 港湾における避難対象者	12
2. 2. 2 対象地域	16
2. 2. 3 対象とする津波	16
2. 2. 4 地震発生後津波避難の対象とする期間	17
2. 2. 5 港湾における津波避難対策の対策期間	18
2. 3 避難困難地域の指定等	19
2. 3. 1 避難対象地域の把握	19
2. 3. 2 避難困難地域の抽出	19
2. 3. 3 対象人員の算出	22
2. 3. 4 その他	22
2. 4 津波避難施設の配置等	24
2. 4. 1 配置・形状・向き	24
2. 4. 2 必要面積	24
3. 避難上の要件と津波避難施設の規模	25
3. 1 避難上の要件の基本	25
3. 2 津波避難施設の高さと避難経路の確保	26
3. 2. 1 避難スペースの高さに関する配慮事項	26
3. 2. 2 階段、手すり、柵などの避難経路の仕様	26
4. 構造上の要件	28
4. 1 構造上の要件の基本	28
4. 2 構造上の要求性能と構造性能照査	29

4. 2. 1	設計供用期間	29
4. 2. 2	津波避難施設の構造上の要求性能	29
4. 3	作用	31
4. 3. 1	津波に関する事項	31
4. 3. 2	地震動に関する事項	38
4. 3. 3	漂流物に関する事項	39
4. 3. 4	火災に関する事項	43
4. 4	性能照査法	44
4. 4. 1	津波避難施設の性能照査	44
4. 4. 2	設計状態と作用の組み合わせ	46
4. 4. 3	液状化の検討	47
4. 4. 4	構造物の安定性	49
4. 4. 5	構造部材の断面力	51
4. 4. 6	構造部材の耐力	52
4. 4. 7	受圧面の設計	54
4. 4. 8	その他の構造設計上の配慮	55
5.	管理上の要件	58
6.	津波避難施設に設置する諸設備	59
	参考文献	61

## 1. 総則

### 1. 1 総説

港湾地域の津波避難対策において津波避難施設の設置・設定を行う際には、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」及び本ガイドラインを参照し、港湾の特性を考慮した上で適切に設計整備を行う必要がある。

#### 【解説】

##### (1) ガイドラインの位置付け

交通政策審議会港湾分科会防災部会では、東日本大震災における教訓と切迫する大規模地震に対応するため、平成 24 年 6 月に「港湾における地震・津波対策のあり方（答申）」をとりまとめ、港湾における地震・津波対策の施策方針の一つとして津波避難に係るガイドラインの策定の必要性が示された。

港湾は産業・物流機能や海上交通の拠点であり、就労者や旅行者など様々な人が活動している。しかしながら、これら活動の場の多くが防護ライン（高潮・津波から陸域を防護する防潮堤等）より海側に立地しているため、発生頻度の高い津波であっても浸水することが想定され、また、沿岸部の最前線にあり津波の到達が早く威力が大きいことや、避難に適した高台が近くにない地区や液状化しやすい埋立地が多いこと等、港湾は通常の沿岸部と比較して津波への対策を要する地域である。よって、港湾では、一般的な市街地における津波避難対策に対して、その特殊性を考慮したより一層の安全かつ迅速な津波避難対策を講じることが不可欠である。

このことを踏まえ、港湾地域において、津波避難対策が港湾の特殊性を考慮していない場合や、網羅していない場合において、港湾管理者、都道府県、市町村、立地・利用企業、関連主体及び国等が適切に連携して、港湾地域における就労者や利用者等が津波に対して安全かつ迅速に避難できるよう、対策を推進することを目指し、平成 25 年 9 月に「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」<sup>1)</sup>が策定された。

本ガイドラインは、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」に基づいて検討する港湾における津波避難対策において、港湾管理者及び民間事業者等が津波避難施設の設置を行う際に設計が合理的に行われることを目的に策定したものである。

なお、本ガイドラインは港湾の津波避難施設の設計について記載しているが、ガイドライン利用者の利便性を高めるため、津波避難の計画論的な事項についても、適宜「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」から引用して記載した。ただし、詳細については、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」を参照する必要がある。

また、港湾の津波避難施設の設計に関しては、未だ十分に解明されていない点も多く、今後も継続して技術的検討を進めていく必要があり、それらの検討結果、技術開発の成果、設計事例等を順次、本ガイドラインに反映していくこととする。

## (2) 津波避難施設

避難困難地域の避難者や避難が遅れた避難者が緊急に避難するための津波避難タワー等の津波避難施設の設置等に当たっては、港湾地域が埋立地であることが多いことを踏まえての液状化に対する評価や、船舶やコンテナなど津波によって漂流物になりやすいものが多いことを踏まえての津波漂流物の評価等、港湾の特性を踏まえて検討していく必要がある。また、津波避難施設については、災害時の使用だけでなく、平常時における利活用ができることが望ましいので、これについても考慮しながら検討する必要がある。例えば、民間の倉庫などの建物の新設の際に避難施設を併設したり、既存の施設の一部に避難のための階段や空間等を整備して避難施設として活用したりする等が考えられる。

津波避難施設の新規設置においては、最大クラスの津波に対応できる施設とすることを原則とし、本ガイドラインにおいて最大クラスの津波に対応できる港湾の特性を考慮した津波避難施設を津波避難施設（A種）という。

一方、既存施設を活用した津波避難施設の設置については、最大クラスの津波に対応できていることが望ましいが、次善の策として、暫定的に、発生頻度の高い津波以上の津波に対応できる施設についても必要に応じて検討する。また、港湾荷役機械や岸壁照明施設等の新設の港湾施設の中には、その施設本来の目的に津波避難機能を付加することにより、最大クラスの津波には対応できないものの、それ以下の津波に対して効果的な避難対策に資するものもある。これらの施設を本ガイドラインにおいては津波避難施設（B種）という。なお、津波避難施設（B種）は、最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」と位置付けられるものの、防護ラインよりも海側にある港湾の物流機能がある場であって、避難困難地域になりやすい場が多く存在する港湾地域の現状を踏まえると、津波に対して安全性を高める効果的な手段となり得るものである。

## (3) 津波避難施設設計の基本的考え方

津波避難施設の設計においては、設計対象施設が建築構造物もしくは土木構造物等の別を踏まえ、当該施設の設置根拠等となる法令の基準に適合することを前提として、本ガイドラインで示す港湾の特性を踏まえた作用等を考慮したものとする。

最大クラスの津波に対応する津波避難施設（A種）は、「港湾における地震・津波対策のあり方（答申）」で示された、発生頻度は極めて低いに影響が甚大で最大クラスの津波に対して最低限人命を守るという目標を具現化するための施設であり、本ガイドラインに示す港湾の特性を踏まえた避難上の要件及び構造上の要件並びに管理上の要件全てを満たすことを基本とする。

次善の策の暫定的な措置という位置付けである、発生頻度の高い津波以上の津波に対応できる津波避難施設（B種）は、最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機

能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」であることを周知する必要がある。従って、原則として、平常時における周知が困難であるような来訪者等がこれらの施設に退避することをあらかじめ検討することは適切ではなく、利用者がその特性を十分認識した上で活用していくことが不可欠であるため、津波避難施設としての性能を周知するための措置を講じることを前提として、暫定的措置という性質を踏まえて最低限必要となる要件を満たすことを基本とする。

なお、最大クラスの津波より小さな津波を対象とした津波避難施設であっても、津波避難施設（A種）と同等の構造上の要件等のより安全性の高い施設を設置等する際には、設定する設計津波等の諸条件を踏まえつつ、次章以下に示す津波避難施設（A種）の設計を準用することができる。



## 1. 2 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、港湾における津波避難対策において必要とされる津波避難施設を設計する際に適用する。

### 【解説】

本ガイドラインは、津波避難施設を港湾に設置するに当たっての考慮すべき事項を以下に示す既存の関連するガイドラインに追加したものであり、港湾に立地する津波避難施設の設計に適用するものである。

- 「津波避難ビル等に係るガイドライン」<sup>2)</sup>
- 「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)」(平成23年11月17日付国住指第2570号)における「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」<sup>\*</sup>

なお、本ガイドラインは、上記のガイドラインと同様に、津波避難施設を設計するための基本的な考え方をとりまとめたものである。

本ガイドラインを利用することで、港湾における津波避難施設の設計を実施する港湾管理者及び民間事業者等は港湾の特性への対応方法を考慮に入れた津波避難施設を設計することができ、市町村は港湾における津波避難施設を地域防災計画の中で指定する際に参考にすることができる。

---

<sup>\*</sup> 詳細に関しては、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」<sup>3)</sup>を参照。

### 1. 3 用語の定義

本ガイドラインで使用する用語を、以下のとおり定義する。

用語	用語の意味等
最大クラスの津波	発生頻度は極めて低いが影響が甚大な津波のこと。
津波浸水想定区域	最大クラスの津波が悪条件下を前提に発生したときの浸水の区域及び水深をいう。
避難対象地域	津波が発生した場合に避難が必要な地域で、津波浸水想定区域に基づき市町村が指定する。安全性の確保、円滑な避難等を考慮して、津波浸水想定区域よりも広い範囲で指定する。
避難困難地域	津波の到達時間までに、避難対象地域の外（避難の必要がない安全な地域）に避難することが困難な地域をいう。
津波避難ビル	避難困難地域の避難者や逃げ遅れた避難者が緊急に避難する建物をいう。避難対象地域内の建物を市町村が指定する。
津波避難施設（A種）	最大クラスの津波を対象とし、港湾における避難困難地域の避難者が津波から緊急的・一時的に避難することを目的としたものであり、港湾の特性への対応が考慮された津波避難施設のこと。津波避難ビル、津波避難タワー、高台等がある。
津波避難施設（B種）	最大クラスの津波に対応しないものの、発生頻度の高い津波以上の津波を対象とし、港湾における避難困難地域の避難者が津波から緊急的・一時的に退避する際に活用できる津波避難施設のこと。最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」と位置付けられる。既存の施設の機能的、構造的な補強を施して活用することや新設の港湾施設に津波避難機能も付加したものが考えられる。
防護ライン	高潮・津波による浸水から陸域を防護するための堤防や胸壁、水門・陸閘等。
堤外地	防護ラインを境界として海側の区域。港湾では、堤外地に多くの機能や施設があり、産業基盤やエネルギー基盤、流通基盤等が集積している。また、旅客船ターミナルや商業施設などが立地している港湾もある。
堤内地	防護ラインを境界として陸側の区域。倉庫や資材置き場、加工工場、レジャー施設など、港湾に関係のある施設や集客施設が立地している場合がある。
港湾地域	港湾における堤外地及び港湾と関係のある堤内地。
設計津波	技術基準対象施設を設置する地点において発生するものと想定される津波のうち、当該施設の設計供用期間（技術基準対象施設の設計に当たって、当該施設の要求性能を満足し続けるものとして設定される期間をいう。）中に発生する可能性が低く、かつ、当該施設に大きな影響を及ぼすものをいう。発生頻度の高い津波から最大クラスの津波までの間で設定される。

## 1. 4 関連法規等

津波避難施設は、施設の設置根拠等となる法令の基準に適合する必要がある。

### 【解説】

津波避難施設が、適合すべき法令を以下に示す。なお、それぞれの施設の設置根拠としている法律にはそれぞれの目的があることから\*、その目的と照らし合わせて、津波避難施設等とすることが適切かどうか判断することが望ましい。

#### (1) 災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）

災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）に基づいた津波を対象とした地域防災計画においては、最大クラスの津波を設定することとなっていることから、地域防災計画において指定される避難施設は、本ガイドラインでいう津波避難施設（A 種）に該当する。

#### (2) 津波防災地域づくりに関する法律（平成 23 年法律第 123 号）

津波防災地域づくりに関する法の中で位置付けられる指定避難施設は、警戒区域内にあり、かつ、避難上、構造上、管理上の要件を満たす施設でなければならない。

#### (3) 建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）

津波避難施設が建築物である場合、建築基準法に適合しなければならない。港湾施設であつても旅客施設、上屋、倉庫、港湾管理施設等は建築物であり、建築基準法に適合する必要がある。

その他の工作物を、津波避難施設として建設・改良もしくは指定しようとする場合においても、関連する法律に適合する必要がある。例えば、建築基準法施行令第 138 条第 1 項第四号で規定する“物見塔その他これらに類するもの”に該当する工作物として取り扱うことで津波避難タワーを町有地に設置しているケースがある<sup>4)</sup>。

#### (4) 港湾の施設の技術上の基準を定める省令（平成 19 年国交省令 15 号）

港湾施設を津波避難施設として利用することも考えられ、この場合、その施設は港湾の施設の技術上の基準を定める省令及び港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示（平成 19 年国交省告示 395 号）に適合する必要がある。

上屋や倉庫等は、建築物であるものの、港湾の技術基準対象施設でもあることから、港湾の技術基準省令及び告示にも適合する必要がある。また、その他、津波避難施設が港湾

\* 例えば、「建築基準法」と「港湾の施設の技術上の基準」の目的は以下のとおりである。

建築基準法第一条 この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もつて公共の福祉の増進に資することを目的とする。

港湾の施設の技術上の基準は、港湾の施設について、波浪による被害防止、耐震性確保等、港湾としての機能維持、港湾の利用者等の安全性確保の観点から、その建設・改良・維持にあたって安全性等を確保する技術上の基準に適合している必要があることを定めた規定である。

の技術基準対象施設である場合、港湾の技術基準省令及び告示に適合する必要がある。

## 2. 港湾における津波避難施設の設計手順

### 2. 1 港湾における津波避難施設の概要

#### 2. 1. 1 津波避難施設の基本

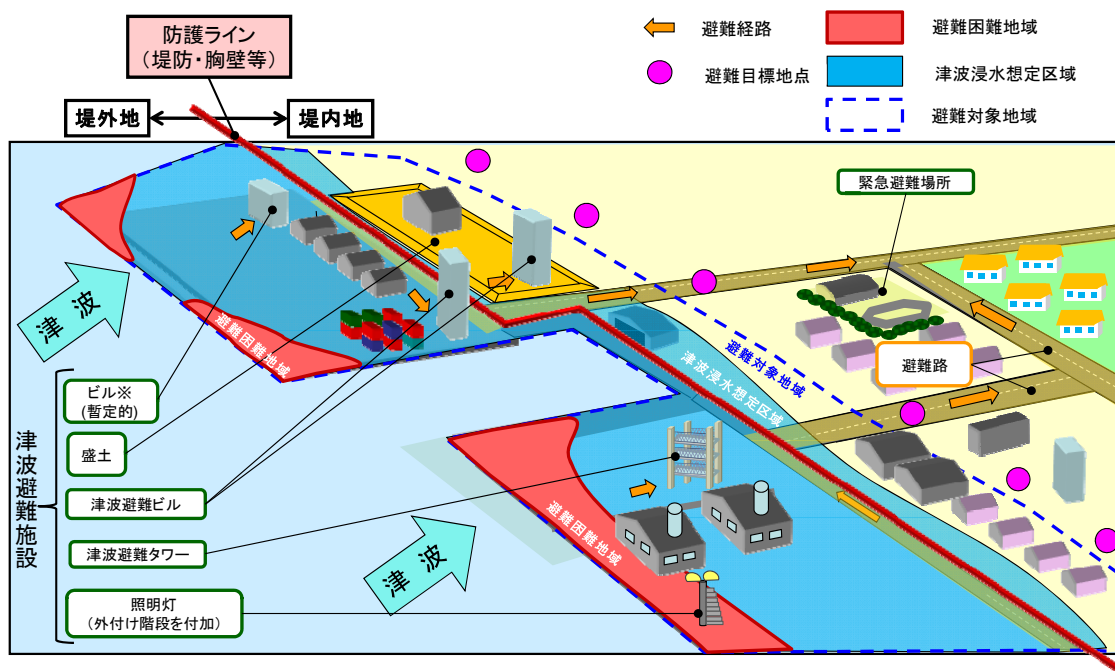
本ガイドラインが対象とする津波避難施設は、港湾における津波の避難困難地域の避難対象者が津波来襲時に緊急的・一時的に避難することができる施設であり、避難上、構造上、管理上の要件を考慮する必要がある。

#### 【解説】

##### (1) 港湾における津波避難施設

港湾は、その利用形態から、津波からの水平避難に時間を要し、かつ、鉛直避難が可能な既存の高いビル等の建物が少ない地域である。さらに、港湾の利用者は、立地利用企業の就労者及び関係者、船舶関係者、港湾利用者、居住者、漁業関係者、渡航や釣り客、レジャー等の一時的な来訪者、外国人利用者等、様々であり、これらを避難対象者として考慮に入れる必要がある。また、港湾は、通常の沿岸部に比べ、液状化の発生しやすい埋立地が多く、漂流物の影響を受けやすい等の特性を有している。

本ガイドラインが対象とする津波避難施設は、港湾における津波の避難困難地域の避難対象者が津波来襲時に緊急的・一時的に避難することができる施設のことであり、本ガイドラインは、港湾の特性に考慮した津波避難施設の配置及び作用条件に対する性能の確保について、避難計画及び構造安定性の観点から整理している。



※発生頻度の高い津波には対応しているが最大クラスの津波には対応していないなどの施設

図-2.1 港湾における津波避難対策の概念図

## (2) 津波避難施設が満たすべき要件

津波防災地域づくりに関する法律においては、指定避難施設が満たすべき要件として、避難上の要件、構造上の要件、管理上の要件を定義している。本ガイドラインもこれに従い、港湾の津波避難施設が考慮する必要のある要件を、以下のとおり分類した。

### ・避難上の要件

想定する津波に対しても十分な高さや避難する場所までの避難路が確保されている等、避難するための施設として求められる要件。

### ・構造上の要件

想定する津波波力等の作用に対しても、安全であるために求められる要件。

### ・管理上の要件

津波発生時に直ちに使用できるようにするために求められる要件であり、想定する津波の規模に依存しない要件。

## (3) 津波避難施設の種類

港湾における津波の避難対策においては、最大クラスの津波を想定することを原則としていることから、津波避難施設に求められる避難上及び構造上の要件についても最大クラスの津波を基に設定することを原則とする。本ガイドラインでは、最大クラスの津波を対象として設計した津波避難施設を津波避難施設（A種）と呼ぶ。津波避難施設の新規設置においては、津波避難施設（A種）を原則とする。

津波避難施設（A種）は、最大クラスの津波から緊急的・一時的に避難可能な津波避難施設であり、この施設への避難の対象者は港湾を利用する全ての人とする。津波避難施設（A種）としては、津波避難ビルや津波避難タワー等の堅固な構造物や高台等が考えられる。なお、津波避難ビルとは、鉄筋コンクリート造、プレストコンクリート造、あるいは鉄骨鉄筋コンクリート造の構造物であり、津波避難タワーは、主に鉄骨造の骨組み構造物である。港湾地域に多くある倉庫や上屋は、本ガイドラインに示す所要の要件を満たすものについては、津波避難ビルなど津波避難施設（A種）に該当する場合もある。高台は、築堤や盛土など人工的に地盤の高さを周囲より高くした場所、あるいは自然地形で標高の高い場所を立ち入りが可能なように整備した場所をいう。

一方、既存施設を活用した津波避難施設の設置については、最大クラスの津波に対応できていることが望ましいが、次善の策として、暫定的に、発生頻度の高い津波以上の津波に対応できる施設についても検討する。また、港湾荷役機械や岸壁照明施設等の新設の港湾施設の中には、その施設本来の目的に津波避難機能を付加することにより、最大クラスの津波には対応できないものの、それ以下の津波に対して効果的な避難対策に資するものもある。本ガイドラインでは、発生頻度の高い津波に対する避難上の要件を満たし、構造上の要件として、発生頻度の高い津波を想定した波力に対して安定性を確保できる津波避

難施設を、津波避難施設（B種）と呼ぶ。

津波避難施設（B種）は、最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」であることを周知する必要がある。従って、原則として、平常時における周知が困難であるような来訪者等がこれらの施設に退避することをあらかじめ検討することは適切ではなく、利用者がその特性を十分認識した上で活用していくことが不可欠であるため、津波避難施設としての性能を周知するための措置を講じることを前提とする。津波避難施設（B種）としては、構造的な補強、緊急避難用のステージ、昇降用の階段・梯子の取り付け等の必要な措置を実施した、荷役機械、照明施設、倉庫、上屋等が考えられる。また、特段の改修工事や追加的な措置を実施しない場合でも、津波避難施設（B種）の要件を満たす既存施設は、津波避難施設（B種）として設定することが可能である。

なお、本ガイドラインでは、「津波避難施設」と記述した場合、特段の注意書きが無い限りは、津波避難施設（A種）を指し示すものとする。

## 2. 1. 2 津波避難施設の設計に関する検討手順

津波避難施設の設計にあたっては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」に基づき、津波避難計画の基本的な考え方を踏まえ避難困難地域の指定等を行い、津波避難施設の配置等を検討する。

### 【解説】

津波避難施設の設計に関する手順は、図-2.2 に示すとおり、まず、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」に基づき、津波避難計画の基本的な考え方を踏まえ避難困難地域の指定等を行う。次に、津波避難施設の配置等を検討する。

配置する津波避難施設は原則として A 種とする。津波避難施設（A 種）としての要件を満たしている既存の施設を活用することが効率的であるが、既存の施設のみでは避難困難地域の避難対象人員をカバーできない場合、新規施設の配置もしくは既存施設の補強等により津波避難施設（A 種）を配置する。新規施設の配置においては、通常時の利用を可能な限り考慮すべきであり、民間の倉庫等の新設時に併設等の検討を行うことも重要である。

なお、次善の策の暫定的な措置という位置付けで、必要に応じて津波避難施設（B 種）の配置も検討する。

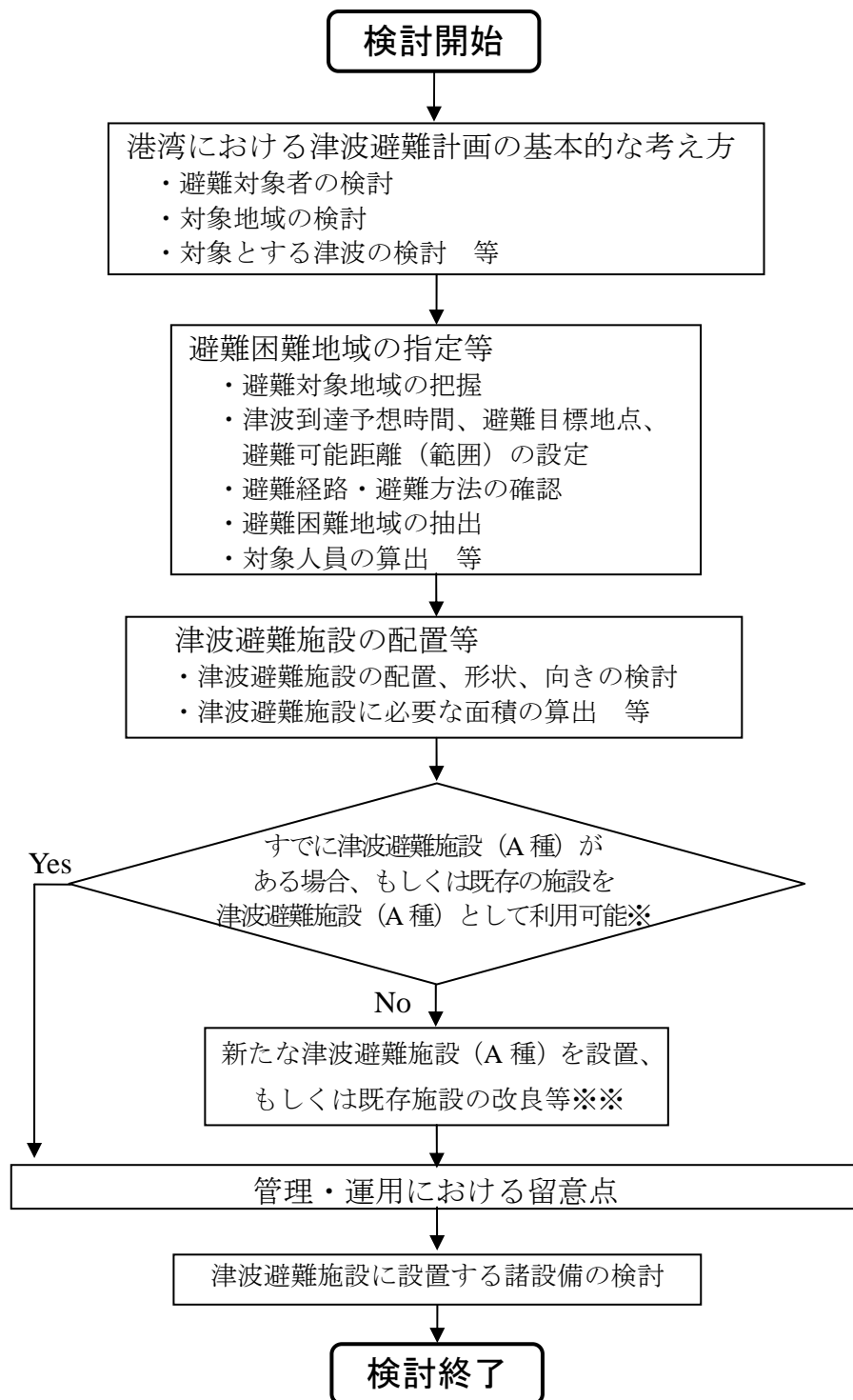


図-2.2 津波避難施設を設計するに当たっての作業フロー

※※

※ 避難上の要件（3章）と構造上の要件（4章）を満たしていることの確認。

※※ 次善の策の暫定的な措置という位置付けで、必要に応じて津波避難施設（B種）の配置も検討。



## 2. 2 港湾における津波避難計画の基本的な考え方

### 2. 2. 1 港湾における避難対象者

津波避難対策における避難対象者は、港湾地域に滞在する全ての人を対象とする。港湾においては、立地・利用企業の就労者及び関係者、船舶関係者、港湾利用者、居住者、漁業関係者、渡航や釣り客、レジャー等の一時的な来訪者、外国人利用者等、様々な目的の多様な利用者が存在する。

#### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「2. 4. 1 対象者」を参照できる。

#### 【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「2. 4. 1 対象者」

港湾における津波避難対策の検討の対象者は、港湾を利用する全ての人を対象とする。

港湾においては、立地・利用企業の就労者及び関係者、船舶関係者、港湾利用者、居住者、漁業関係者、渡航や釣り客、レジャー等の一時的な来訪者、外国人利用者等、様々な目的の多様な利用者が存在することから、各港湾の特徴に応じた検討の対象者の抽出が必要である。

例えば、立地・利用企業については、昼夜などの時間帯や平日・休日の別ごとに港湾に滞在する人数や避難誘導を行う体制が大きく異なることが考えられる。旅客船が就航する港では、一時的に多くの旅客・来訪者が滞在するとともに、外航船やクルーズ船等の利用による外国人が多い場合がある。港湾における緑地空間や公園施設は、市民の親水空間や憩いの場となるほか、港湾によっては、娯楽施設や博物館など、多くの来訪者を誘致・収容する施設も立地し、イベント等の際には一時的に多くの来訪者が集中する。コンビナートや漁港等の特徴のある機能をもつ港湾もある。港湾における立地・利用企業の中には多くの従業員数が就労する企業もあれば、少ない従業員で多くの来訪者を受け入れている企業もある。また、港湾工事関係者のように、最も沿岸部に近い箇所で活動している就労者も存在する。

このような港湾の特性に応じて対象者を抽出し、津波避難対策を検討する必要がある。以下に港湾における多様な利用者等の例を示す。

港湾における多様な利用者等の例

利用者区分	業種・種別	滞在箇所	利用時間帯	
			昼間 8時～ 20時	夜間 20時 ～8時
立地・利用企業、船舶関係者、漁業関係者	港湾運送事業者	岸壁、荷捌き地、倉庫等港湾物流機能関連施設、上屋、事業所、船舶、はしけ、いかだ	○	○
	倉庫事業者	倉庫、事務所	○	△
	海運事業者	荷捌き地、船舶、船員関連施設、事業所	○	○
	陸運事業者	荷捌き地、臨港道路、倉庫等港湾物流機能関連施設、事業所	○	○
	エネルギー産業	エネルギー関連施設、事業所	○	○
	製造業	製造事業所・工場	○	○
	船舶代理店	出入国手続関連施設等	○	△
	水先人	事務所、船舶	○	△
	旅客船事業者	旅客船ターミナル、船舶、事業所	○	△
	港湾工事等関係者	港湾施設、船舶、港湾地域、工事事務所	○	△
	漁業関係者	漁港、船舶、水産関連施設	○	△
	マリーナ運営者、商業、レジャー産業、ホテル業、飲食業、文化施設運営、医療	マリーナ施設、商業施設、レジャー関連施設、ホテル、レストラン・飲食店、博物館、文化施設、体育施設、病院	○	△
	小売り業、その他就労者	店舗、小規模飲食店、仕出等配達先、ガソリンスタンド	○	△
来訪者（外国人来訪者を含む）	旅客	旅客船ターミナル、旅行船舶、交通、宿泊施設等	○	○
	マリーナ利用、施設利用、レジャー、スポーツ	マリーナ施設、商業施設、レジャー関連施設、ホテル、レストラン・飲食店、博物館、文化施設、体育施設、病院	○	△
	釣り客、散策	堤防、岸壁、護岸、公園・緑地等	○	△
居住者	居住者	民家、マンション	○	○
行政関係者	港湾管理者	港湾事務所	○	△
	海上保安庁	合同庁舎、関連事務所、保有船舶係船・停泊	○	△
	税関・検疫所、出入国管理所	合同庁舎、関連事務所	○	△

○・・・ヒアリング等を通じて対象人数を把握すべき利用者等

△・・・対象人数が少ないと考えられるが、港湾利用があればヒアリング等を通じて対象人数を把握すべき利用者等

<立地・利用企業、船舶関係者、漁業関係者>

港湾での業務に従事しており、ある程度土地勘があるものと考えられる。業務中の所在については、業種によりある程度固定していると考えられる場合と、固定していないと考えられる場合があり、固定していない場合については情報提供の手段を検討し、就労者への津波避難情報を確保する必要がある。

また、旅客船事業者やマリーナ施設、商業施設、レジャー施設、ホテル等での業務に従事している就労者においては、旅客や利用者に対しての情報提供や避難誘導等を担う立場にある。

業種・種別	組織だった避難が可能か	土地勘があるか	所在が固定しているか	情報の伝達ができるか	来訪者・利用者に対する避難誘導の有無
港湾運送事業者	○	○	△	△	△
倉庫事業者			○	○	△
海運事業者			△	△	△
陸運事業者			△	△	△
エネルギー産業			○	○	△
製造業			○	○	△
船舶代理店			○	○	△
水先人			△	△	△
旅客船事業者			△	△	○
港湾工事等関係者			○	○	△
漁業関係者			△	△	△
マリーナ運営者、商業、レジャー産業、ホテル業、飲食業、文化施設運営、医療			○	○	○
小売り業、その他就労者	△		○	○	△

○・・・該当する

△・・・場所や規模、職種によって該当するものと、該当しないものがある

#### < 来訪者（外国人含む） >

来訪者は、その港湾には初めて来訪又は少数回来訪したという場合が多く、土地勘がないために避難先がわからない、津波避難に関する情報が寡少である。

また、マリーナ利用や釣り客など、港湾地域への来訪の頻度が高く、ある程度の土地勘があっても、津波襲来時の避難方法を知らないことがある。施設を利用中の者は施設管理者が避難誘導等を行う場合も想定されるが、施設を利用中ではない者に対しては、津波避難に係る情報を伝達することが困難である。

このため、津波避難施設や避難経路等の案内板を始め、来訪者に対する情報提供の手段を豊富にする等の工夫が必要である。また、来訪者のなかには外国人も含まれ、情報提供では多言語による案内等も検討すべきである。

業種・種別	組織だった避難が可能か	土地勘があるか	所在が固定しているか	情報の伝達ができるか	来訪者・利用者に対する避難誘導の有無
旅客	×	×	×	△	×
マリーナ利用、施設利用、レジャー、スポーツ		△	○	○	
釣り客、散歩		△	△	△	

○・・・該当する

△・・・頻度や目的、場所によって該当するものと、該当しないものがある

×・・・基本的には該当しない

#### <居住者>

居住者は、港湾地域に居住しており、特定の組織には所属しない一方、土地勘がある。所在が固定しており、津波に係る情報の伝達が比較的容易であり、津波防災に関する啓発や避難訓練への参加を通じて、津波避難対策を周知するなどの取り組みが必要である。

業種・種別	組織だった避難が可能か	土地勘があるか	所在が固定しているか	情報の伝達ができるか	来訪者・利用者に対する避難誘導の有無
居住者	×	○	○	○	×

○・・・該当する

×・・・基本的には該当しない

#### <行政関係者>

行政関係者は、港湾管理者のように港湾における津波の情報提供および避難誘導等について、主たる責を担い、各行政機関と連絡を取りつつ、当該港湾の事業者等に対して適切な情報提供を行う場合と、税関・検疫所等での業務に従事し民間企業等と同様に避難する場合がある。

業種・種別	組織だった避難が可能か	土地勘があるか	所在が固定しているか	情報の伝達ができるか	来訪者・利用者に対する避難誘導の有無
港湾管理者	○	○	○	○	○
海上保安庁					
税関・検疫所、出入国管理所					

○・・・該当する

## 2. 2. 2 対象地域

津波避難対策の対象地域は港湾地域とする。港湾地域は、港湾における堤外地（防護ラインの海側）及び港湾と関係のある堤内地（防護ラインの陸側）とする。

港湾における津波避難対策は、港湾背後の市町村における津波避難計画や地域防災計画との整合を図ることが必要である。

### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「2. 4. 2 対象地域」を参照できる。

### 【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「2. 4. 2 対象地域」

港湾は、海岸保全施設や防潮堤等の堤外地（防護ラインの外側）に機能や施設が多く立地しており、地域における産業基盤やエネルギー基盤、流通基盤等が集積している。また、旅客ターミナルや商業施設などには渡航や観光を目的とした来訪者なども存在し、様々な利用者が存在する。

堤内地（防護ラインの内側）においても、倉庫や資材置き場、加工工場、レジャー施設など、港湾活動に関連する施設や集客施設が立地し、これらを利用する来訪者が存在する。

津波避難対策における検討の対象者は、港湾を利用する全ての人を対象とすることから、本対策の対象地域を堤外地及び港湾と関係のある堤内地とする。なお、この際の堤内地については、港湾における一連の機能が含まれるように設定することが望ましいが、例えば、港湾における津波避難対策の対象地域の範囲としては、臨港地区を参考に設定することも考えられる。

また、港湾における津波避難を鑑みると、堤内地への避難が必要不可欠であり、港湾背後の市町村における津波避難計画や地域防災計画との整合を図ることが必要である。

## 2. 2. 3 対象とする津波

本ガイドラインで対象とする津波は、港湾地域における最大クラスの津波のほか、必要に応じて当該港湾地域の施設整備の状況や地域特性等を踏まえて選択した津波を対象とする。

### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「2. 4. 3 対象とする津波」を参照できる。

### 【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「2. 4. 3 対象とする津波」

「港湾における地震・津波対策のあり方（答申）」では、発生頻度が高い津波に対しては、できるだけ構造物で人命・財産を守りきる「防災」を、発生頻度は極めて低い影響が甚

大な最大クラスの津波に対しては、最低限人命を守り被害をできるだけ小さくする「減災」を目指すものとしている。

また、港湾はその立地条件から、発生頻度の高い津波でも浸水する恐れがあることや津波の到達が他の地域よりも早くなる恐れもあり、避難勧告や避難指示の発令を待たずに、避難の行動を行わなければならないこともある。

そのため、津波避難対策で対象とする津波として、港湾地域における最大クラスの津波への対策を目指すこととする。一方で、現時点の当該港湾地域の施設整備の状況や地域特性等を踏まえて、発生頻度の高い津波や津波警報や津波注意報の発令基準に従った津波高（気象庁参考で津波警報：1m～3m、津波注意報：0.2m～1m）についても検討の対象とする。また、本ガイドラインでは「最大クラスの津波」への対応を目標として記載しているが、地域によっては港湾地域への到達が早い津波など最も津波からの避難が困難とされる津波もあり得ることに留意する。

#### 2. 2. 4 地震発生後津波避難の対象とする期間

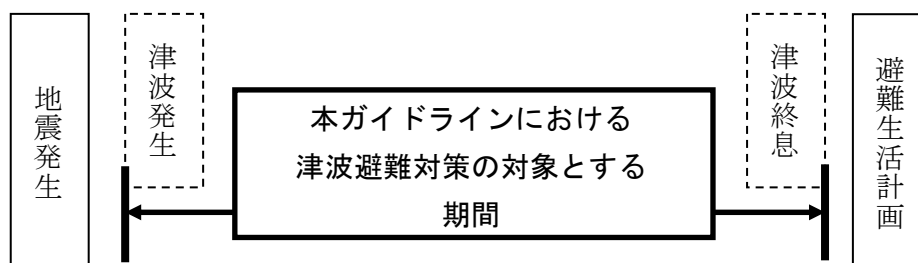
本ガイドラインにおける津波避難対策の対象とする期間は、地震・津波発生直後から津波が終息するまでとする。

##### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「2. 4. 4 地震発生後津波避難の対象とする期間」を参照できる。

【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「2. 4. 4 地震発生後津波避難の対象とする期間」

本ガイドラインにおける津波避難対策の対象とする期間は、地震・津波発生直後から津波が終息するまでの概ね数時間～数十時間の間、港湾における就労者や港湾利用者の生命、身体の安全を確保すべき期間とする。なお、津波終息までの一時避難後は、地域防災計画等の市町村における他の避難計画に基づき避難行動を行うものとする。



## 2. 2. 5 港湾における津波避難対策の対策期間

港湾における津波避難対策の対策期間については、短期的な対策と更なる対策の双方を  
考えることとする。

### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「2. 4. 5 港湾に  
おける津波避難対策の対策期間」を参照できる。

【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「2. 4. 5 港湾における津波避  
難対策の対策期間」

本ガイドラインにおいて対象とする港湾における津波避難対策の対策期間としては、情  
報伝達手段の整備や津波避難施設の設定、津波避難施設の整備等の短期的にとるべき対応  
と、防波堤や防潮堤の整備や港湾施設の配置の工夫などと連携した更なる対策の両方を視  
野に入れる必要がある。

また、避難訓練で明らかになった課題や、津波防災・減災対策の実施、技術的な革新、  
社会条件の変化に応じて、継続的に津波避難対策の見直しを行うことが必要である。

## 2. 3 避難困難地域の指定等

### 2. 3. 1 避難対象地域の把握

当該港湾における避難困難地域の検討を行うため、避難対象地域を把握する。

#### 【解説】

津波避難施設の設計にあたっては、避難対象地域を適切に把握する必要がある。避難対象地域の検討・設定に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「3. 4.

#### 1 避難対象地域の検討、設定」を参照できる。

【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「3. 4. 1 避難対象地域の検討、設定」

避難対象地域は、津波が発生した場合に被害が予想されるため避難が必要な地域である。

なお、港湾における避難対象地域の検討は、津波浸水想定区域に基づき検討するが、港湾は前面が海であり、区域の全部または広範な地区が避難対象地域として設定されることがある。

この津波浸水想定区域は、3. 3で述べたように、過去の津波被害の記録や津波浸水シミュレーションの結果から設定されるものであり、推定や予測の上での限界があるため、安全側に立って、広めに指定する必要がある。

なお、円滑な避難行動にあたっては、避難対象者自ら避難することはもとより、港湾においては立地・利用企業等における対策が不可欠であるとともに、避難対象地域を設定するにあたっては、一連の立地・利用企業等における津波避難対策が一体的なものとなるよう区域を設定することが重要である。

なお、津波防災地域づくり法第53条第1項に基づく津波災害警戒区域の指定がなされている場合や、市町村における津波避難計画における避難対象地域の指定を受けている場合は、区域の整合等に留意する必要がある。

### 2. 3. 2 避難困難地域の抽出

避難困難地域は、避難対象地域にあつて、津波の到達時間までに避難目標地点に避難することが困難な地域を抽出する。また、避難困難地域の抽出においては、以下の手順において検討する。

1. 津波到達予想時間の設定
2. 避難目標地点の設定
3. 避難可能距離（範囲）の設定
4. 避難経路等の検討・設定
5. 避難困難地域の抽出



なお、港湾の特徴として、SOLAS フェンス、液状化による避難障害、危険物が存在する場合における対応や、昼夜及び平日・休日別の利用者数について考慮のうえ検討する。

また、避難する場合の方法は、原則として徒歩とする。

#### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「3. 4. 2 避難困難地域の検討、抽出」及び「3. 4. 3 緊急避難場所等、津波避難施設、避難経路等の検討、設定」を参照できる。

【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「3. 4. 2 避難困難地域の検討、抽出」

避難困難地域とは、予想される津波の到達時間までに避難対象地域の外へ避難することが困難な地域をいう。

避難困難地域の検討においては、「津波避難対策推進マニュアル検討会報告書」（平成 25 年 3 月、消防庁）のほか、都道府県が示す津波避難計画策定指針や港湾が所在する市町村での津波避難計画を参考に、以下に示す条件を設定し、抽出すること。

#### 1 津波到達予想時間の設定

津波到達予想時間を、都道府県が実施した津波浸水シミュレーション結果等に基づき設定する。

#### 2 避難目標地点の設定

避難者が避難対象地域外へ脱出する際の目標地点を避難対象地域の外側に設定する。

避難目標地点は、避難対象地域の外縁と避難路、避難経路との接点付近となる。避難目標地点に到達後、指定された緊急避難場所へ向かって避難するなどといった避難の方法を考えておく必要がある。

この避難目標地点の設定にあたっては、袋小路となっている個所、あるいは背後に階段等の避難路や避難経路がない急傾斜地や崖地付近は避ける必要がある。

#### 3 避難可能距離（範囲）の設定

津波到達予想時間と避難する際の歩行速度等に基づき、避難開始から津波到達予想時間までの間に避難が可能な距離（範囲）を設定する。

避難可能距離（範囲）の設定は、「津波避難対策推進マニュアル検討会報告書」（平成 25 年 3 月、消防庁）」を参考とするが、港湾においては、例えば企業において避難をする対象者が就労者（特徴として健康体の成人が大半を占める）である場合は速度を上げることや、旅客船ターミナルビルにおいては、避難をする対象者が高齢者を含む場合は速度を下げること等、港湾の特徴に応じて適宜の検討を行うものとする。

#### 4 避難経路等の検討、設定

避難目標地点まで最も短時間で、かつ安全に到達できる避難経路等の設定をする。

避難路、避難経路は、堤外地から堤内地への最短かつ避難上安全なルートとして検討、設定することが必要である。最終的には、市町村が指定する港湾における避難路について、検討結果が反映されるよう関係機関で調整を図ることが望まれる。

港湾における安全なルートの設定においては、津波避難の障害となりえる以下の存在の確認も必要である。

- SOLAS フェンス
- 危険物の存在
- 液状化による障害

液状化による障害については、東日本大震災において長時間の地震動により液状化の被害が拡大したことや、埋立地が液状化しやすいことを踏まえ、液状化が発生しやすいと想定される箇所をできるだけ避けて避難経路等を検討する等、対策に反映する必要がある。

#### 5 避難困難地域の抽出

1～4までの検討に基づき、津波到達時間までに、設定した避難路、避難経路を通過して避難目標地点まで到達可能な範囲（避難可能距離（範囲））を設定し、この範囲から外れる地域を避難困難地域として抽出する。

以上の検討の過程は、避難可能距離に基づいて簡便に避難困難地域を抽出する方法を示しているが、実際の検討では、避難対象となる人数によって避難に要する時間が変化することなどの避難の条件を考慮して避難困難地域を設定することが望ましい。

また、避難困難地域の抽出にあたっては、地図上で想定するだけでなく、避難訓練等を実施して津波到達予想時間内に避難できるか否かを確認した上で、設定や見直しをすることが望ましい。

なお、避難困難地域の検討方法にあたっては、国土交通省都市局「津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）」などが参考となる。

#### 【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「3. 4. 3. 2 避難の方法」

港湾地域における避難にあたっては自動車等を利用することは、次の理由等により円滑な避難ができない恐れが高いことから、避難方法は原則として徒歩によるものとする。

- ・建物の倒壊、荷役機械の転倒、流出物、落下物、液状化による路面の凹凸等により自動車走行が困難となり、事故等に繋がりがやすく円滑な避難ができない恐れが高いこと。
- ・多くの避難者が自動車等を利用した場合、港湾地域では道路も限られ、港湾地域から一般道への流入による渋滞や交通事故等の恐れが高いこと。
- ・自動車の利用が徒歩による避難者の円滑な避難を妨げる恐れが高いこと。

しかし、箇所によっては、緊急避難場所や避難目標地点まで避難するには相当な距離がある場合もある。自動車等を利用した場合であっても、ヤード内や工場敷地内の移動など、渋滞や交通事故等の恐れや徒歩による避難者への妨げの恐れが低い場合や企業等において組織的な避難行動が可能な場合などには、自動車による避難方法をあらかじめ検討しておくことも可能である。この場合においても、液状化による通行不能等が生じないかどうか注意が必要である。また、自動車を放棄するタイミングや場所等を明確にしておくことが必要である。

また、自転車による避難については、渋滞等の恐れはないが、液状化による路面の凸凹等には注意が必要である。

### 2. 3. 3 対象人員の算出

避難施設の規模と配置を設定するにあたり、避難困難地域に存在する対象人数を算出する。

#### 【解説】

詳細に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」の「3. 4. 2. 6 避難困難地域における避難対象となる人数の把握」を参照できる。

【参考】「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」、「3. 4. 2. 6 避難困難地域における避難対象となる人数の把握」

抽出した避難困難地域に所在する人数（避難困難地域における避難対象となる人数）を把握する。

この際、港湾の時間帯別に変化する人口動態や避難先の収容可能人数等を考慮する必要がある。特に、港湾における日常的な立地・利用企業の就労者数やレジャー施設等の利用者等の一時的に来訪する港湾利用者数などの数を、平日・休日や昼間・夜間で区分して把握し、適切な避難対策を立案することが望ましい。

また、クルーズ船の来港時やイベント開催時には、一時的に多くの来訪者が集中することから、迅速な避難誘導を可能とするなどとあわせて対応を検討することなど、配慮することが求められる。

### 2. 3. 4 その他

港湾の避難対策に関しては、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」等を参照し、他に検討すべき事項の有無を確認するものとする。

**【解説】**

本ガイドラインでは、避難困難地域の検討に関して、「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」から設計に関わる主要な部分のみを抜粋している。避難困難地域の詳細な検討に当たっては、「港湾の避難対策に関するガイドライン」等を適宜参照する必要がある。

## 2. 4 津波避難施設の配置等

### 2. 4. 1 配置・形状・向き

津波避難施設の配置、形状、向きは、対象とする津波及びこれに先行する地震動の作用に対して、施設が影響を受けにくいものとする。

#### 【解説】

##### (1) 配置

津波避難施設は、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及び津波到達予想時間が早い場所には極力配置しない。やむを得ず、液状化する可能性がある場所に設置する場合には、そこへ至る避難経路を含め、液状化対策を行う必要がある。

##### (2) 形状と向き

津波の進行とともに漂流する船舶・コンテナ等に対して、影響が少ない形状・向きを設定する。特に、津波避難施設を円形にすると、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。

### 2. 4. 2 必要面積

避難スペースの必要面積は、避難対象人員に1名当たり必要な面積を乗じて算定する。

#### 【解説】

避難者1名当たり必要な面積は、これまでのガイドライン<sup>2)</sup>等にて設定されている考え方に基づき、原則1名/1m<sup>2</sup>とする。ただし、2名/1m<sup>2</sup>が用いられることも考えられる。<sup>4)</sup>

### 3. 避難上の要件と津波避難施設の規模

#### 3. 1 避難上の要件の基本

津波避難施設は、基準水位以上の高さに避難上有効な屋上その他の場所が配置され、かつ当該場所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。

#### 【解説】

##### (1) 避難するための場所の高さに関する要件

津波防災地域づくりに関する法律第 56 条第 2 号においては、基準水位（津波浸水想定に定める水深に係る水位に建築物等への衝突による津波の水位の上昇を考慮して必要と認められる値を加えて定める水位）以上の高さに避難上有効な屋上その他の場所が配置されることを指定避難施設の高さの要件として定めている。

また、想定浸水深さに対しては、下記の余裕高を設けることが望ましい。

##### ・津波避難タワー

津波避難タワーの余裕高は、津波の想定浸水深さから得られる高さに対して、2m から 4m を考慮した高さとする。<sup>5)</sup>

##### ・津波避難ビル

津波避難ビルは、津波の想定浸水深さに相当する階に 2 を加えた階に避難スペースを設ければ安全側である（「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」）。

なお、水密性の高い密閉した構造を有する津波避難施設の場合は、基準水位より下に避難スペースが設置される場合も考えられ、避難するための場所の高さに関する要件を満たさないことになる。しかし、基準水位より下に位置する避難スペースでも、密閉構造等で十分に安全が確保されれば避難上有効なスペースとして利用可能な場合もあると考えられる。

##### (2) 津波避難施設までのアクセスに関する要件

津波避難施設は、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階段があることが望ましい。

### 3. 2 津波避難施設の高さと避難経路の確保

#### 3. 2. 1 避難スペースの高さに関する配慮事項

津波避難施設について、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および地殻変動による施設自体の沈下の恐れがある場合は、液状化および地殻変動による沈下の影響も考慮に入れることが望ましい。

また、避難上有効な屋上その他の場所は、漂流物や火災等の影響が無視できない場合においては、その影響も考慮に入れることが望ましい。

#### 【解説】

##### (1) 沈下に対する配慮事項

津波避難施設が直接基礎構造の場合、地盤の液状化および地殻変動に伴い施設自体が沈下することが想定される。例えば、東日本大震災では、地殻変動量として1m以上の沈下が生じた箇所がある。

津波避難施設においては、その基礎構造と地盤の特性を考慮して、液状化に伴う沈下量の推定を行うとともに、地殻変動量について、対象とする地震の特性及び過去の地震に伴う地殻変動量を参考に適切に評価し、津波避難施設が沈下した場合においても、避難するための場所の高さに関する要件が満たされることに配慮することが望ましい。

##### (2) 漂流物や火災等に対する配慮事項

津波避難施設に避難する者に対して、漂流物や火災等が直接影響しないよう、避難上有効な場所が確保されることに配慮することが望ましい。

#### 3. 2. 2 階段、手すり、柵などの避難経路の仕様

津波避難施設に設ける階段（斜路含む）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、避難者を確実に避難ステージに導くことが可能で、手すり、防護柵及び落下物防止柵などを有することを原則とする。

#### 【解説】

##### (1) 階段（斜路含む）、手すりの仕様

階段（斜路含む）は、津波が来襲する前の地震動作用時においても、崩壊するなど被災しない構造とする。また、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、手すり等を設置すること、複数箇所に設置すること等、避難を容易にするように配慮する。また、施設内部に階段を設置することが困難な場合には、外付け階段を設ける方法がある。外付け階段は、建築基準法その他の法令により設置が義務付けられているものを除き、階段の幅が、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120平方メートルを超える場合にあつては120cm以上のものとされている事例が

ある<sup>6)</sup>。

階段（斜路含む）は、津波に伴う漂流物に対して影響を少なくするように、例えば津波の進行方向に対して施設の裏側などに設けると良い。また、2箇所設けると良い。

照明灯のように階段を設けることが困難な施設に対しては、梯子を設けて避難者が昇降可能な工夫を行う。

## （2）防護柵及び落下物防止柵の仕様

防護柵及び落下物防止柵は、経済性、維持管理性等に優れたアルミ製防護柵を採用するのが望ましい。

防護柵高さは、1.1m とする（「防護柵の設置基準・同解説」（日本道路協会））を参考にすることができる。<sup>4)6)</sup>

また、落下物防止柵は、2.0m の高さとする（「設計要領第五集交通安全施設編」（東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社））を参考にすることができる。<sup>4)</sup>



#### 4. 構造上の要件

##### 4. 1 構造上の要件の基本

津波避難施設は、対象とする津波および対象とする津波に先行する地震動の作用に対して、津波避難施設としての機能を損なわず、安全に使用できることが求められる。また、対象とする津波に付随して発生する事象に対しても、安全に使用できることが望ましい。

##### 【解説】

津波避難施設は、対象とする津波の来襲時にその機能を発揮する必要があることから、対象とする津波の津波波力に対しては、施設全体が安定であるとともに、主要部材に発生する断面力が耐力以下で安全であることが求められる。また、対象とする津波を引き起こす地震動に対しても、同様に安定、安全であることが求められる。

対象とする津波に付随して発生する事象としては、コンテナや小型船舶等の漂流物の津波避難施設への衝突、津波避難施設の周囲に漂着した浮遊物にガソリンや軽油が引火して発生する火災などがあり、これらの事象が発生した場合にも津波避難施設を安全に使用できることが望ましい。

なお、津波避難施設（B種）に関しては、最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」であり、暫定的な措置であるという位置付けから、対象とする津波に付随して発生する事象に対しては、必ずしも安全に使用できることを確認する必要はない。

#### 4. 2 構造上の要求性能と構造性能照査

##### 4. 2. 1 設計供用期間

津波避難施設の設計供用期間は、施設の目的や利用状況等をもとに適切に設定する。

##### 【解説】

設計供用期間または耐用年数については、建築基準法では規定はないが、港湾の施設の技術上の基準では、標準的な設計供用期間として50年が示されている。従って、津波避難ビルや津波避難タワー等の建築物や工作物の設計供用期間としては、50年を設定することが望ましい。

一方、盛土等の高台や自然地形で標高が高い場所を津波避難施設として用いる場合は、経年とともに安定することから、耐用年数を設定する必要はない。

##### 4. 2. 2 津波避難施設の構造上の要求性能

津波避難施設の構造上の要求性能は、当該施設に本来求められる構造上の要求性能のほかに、対象とする津波の来襲時において多数の避難者が安全に避難できるよう、次の要件を満たしていることとする。

- (1) 対象とする津波の最大浸水深さに対して、十分に安全な高さに避難者が避難できるスペースを確保すること。
- (2) 対象とする津波の作用による損傷等が、津波避難施設としての機能を損なわず、安全に使用できること。
- (3) 対象とする津波に先行する地震動の作用による損傷等が、津波避難施設としての機能を損なわず、安全に使用できること。
- (4) 対象とする津波に付随して発生する漂流物の衝突や施設近傍での火災、その他の予想される事象に対して著しい損傷等が少なく、津波避難施設として使用することが可能であること。

##### 【解説】

津波避難施設は、建築基準法やその他の技術基準で定められる構造上の要件に加え、対象とする津波及び対象とする津波に先行する地震動に対して、津波避難施設としての機能を損なわず、安全に使用できなければならない。特に、地震発生後に津波が来襲することから、地震後の施設の状態に対して、対象とする津波が作用しても、津波避難施設を安全に使用できる必要がある。

なお、津波避難施設(B種)に関しては、暫定的な措置であるという位置付けから、(4)に記載した性能は必ずしも要求しない。

港湾の特性を考慮した、津波避難施設に係る構造上の要件は、既存のガイドラインと比較すると、表-4.1のとおりである。

表-4.1 港湾の特性を考慮した津波避難施設の構造上の要件の整理

	津波防災地域づくりに関する法律及び関連規定*	「津波避難ビル等に係るガイドライン」	本ガイドライン
構造形式	—	・RCもしくはSRC構造	—
要求性能			
対象とする津波	・構造耐力上主要な部分が最大クラスの津波に対して安全であること	—	・同左
地震動	・建築基準法並びにこれに基づく命令及び条例の規定又は地震に対する安全上これらに準ずるものとして国土交通大臣が定める基準に適合するものであること	・耐震性を有していること	・施設の設置目的の基準に対応する地震動を設定し、それに対して安全であること ・最大クラスの津波に先行する地震動を考慮すること ・液状化及び地殻変動による沈下の影響に配慮
浮力の影響 その他の事情	・転倒、又は滑動しないこと	—	・同左
洗掘	・基礎杭を使用すること、若しくは転倒、滑動、又は著しい沈下がないこと	—	・同左
漂流物	・容易に倒壊、崩壊するおそれがない構造物であること	—	・同左
火災	—	—	・油の漂流による火災の可能性に配慮

\*津波防災地域づくりに関連する法律及び関連規定は、「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」（平成23年11月17日付 国住指第2570号）と同じ内容である。

#### 4. 3 作用

##### 4. 3. 1 津波に関する事項

津波避難施設の照査における津波については、避難施設設置位置での津波浸水深、津波流速、来襲方向、到達時間等をもとに、関連する技術資料を参考に、適切な方法で津波の影響を評価するものとする。

###### 【解説】

津波に関する作用の検討にあたっては、「津波避難ビル等に係るガイドライン」、「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」<sup>7)</sup>等の関連する技術資料を参照できる。

###### (1) 津波避難施設位置での津波の規模の設定

港湾の津波避難施設が設置される場所は、水際線から比較的近い位置であることが多いことから、津波浸水深、津波流速、来襲方向、到達時間等の津波の規模の設定にあたっては、岸壁・護岸等の形状や敷地地盤高を適切に考慮する必要がある。このため、既存の津波浸水予測図や津波ハザードマップのみでは情報が不足し、適切な設定ができない可能性がある。

このような場合には、別途津波シミュレーションを行って、津波避難施設位置での津波の規模を設定することが望ましい。

津波シミュレーションは、最大クラスの津波を対象とし、津波を引き起こす地震動により防波堤等の外郭施設が被災する可能性がある場合には、その影響を考慮することが望ましい。

###### (2) 矩形の構築物に対する津波の作用

港湾の津波避難施設のうち、倉庫や上屋、旅客ターミナル等の津波避難ビルなどの矩形の構築物に作用する津波荷重は、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」に示されている、下記の津波波圧算定式が適用できる。

$$qz = \rho g (ah - z) \quad (4.1)$$

ここに、

$qz$  : 構造設計用の進行方向の津波波圧(kN/m<sup>2</sup>)

$\rho$  : 水の単位体積質量(t/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)

$h$  : 設計用浸水深(m)

$z$  : 当該部分の地盤面からの高さ(0 ≤ z ≤ ah)(m)

$a$  : 水深係数(表-4.2 参照)(注: この係数は建築物等の前面でのせき上げによる津波の水位の上昇の程度を表したものでない。)

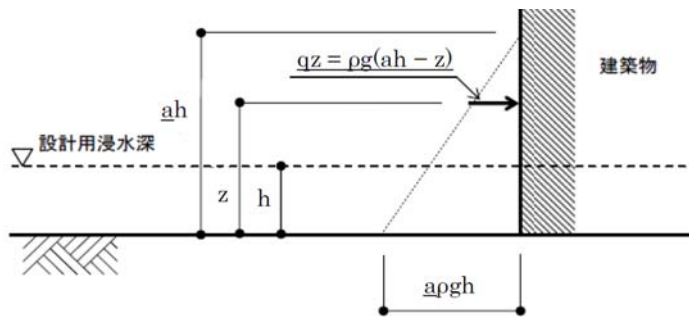
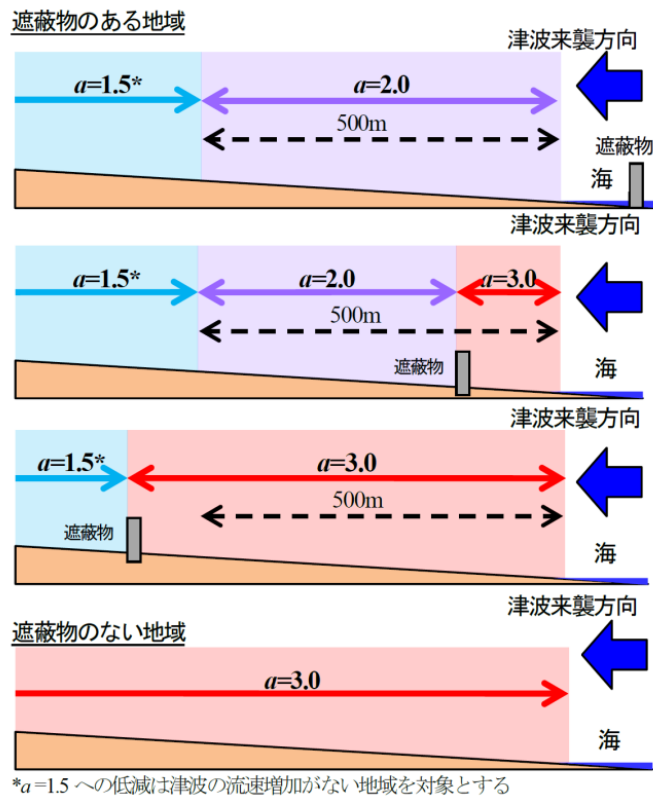


図-4.1 (4.1)式による津波波圧

表-4.2 水深係数： $a$

	要件	水深係数： $a$
①	下記②，③以外の場合	3
②	津波避難ビル等から津波が生じる方向に施設又は他の建築物がある場合(津波を軽減する効果が見込まれる場合に限る)	2
③	②の場合で、津波避難ビル等の位置が海岸及び河川から500m以上離れている場合	1.5

【海からの距離と遮蔽物の有無による水深係数】



「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

(3) 円筒形の構築物に対する津波の作用

津波避難施設のうち、円筒形の構築物に作用する津波荷重は、「危険物施設の津波・浸水対策に関する調査報告書（平成 21 年 3 月、総務省消防庁）」に示されている屋外貯蔵タンクに作用する津波波圧算定式を準用することができる。

円筒形構築物の側面に作用する津波波圧は次式のとおりである。

$$qz(\theta) = \rho g (\alpha h - z) \cdot \gamma(\theta) \quad (4.2)$$

ここに、

$qz(\theta)$  : 構造設計用の円周方向の津波波圧

$\theta$  : 津波の来襲方向を  $0^\circ$  とした円筒工作物の角度

$\alpha$  : 浸水深係数

$$\alpha = \begin{cases} 1.8 & F_r \geq 1.3 \\ 2.0F_r - 0.8 & 1.3 \geq F_r \geq 0.9 \\ 1.0 & 0.9 \geq F_r \end{cases}$$

$F_r$  : フルード数  $F_r = U / \sqrt{gh}$ ,  $U$  : 津波の流速 (m/s)

$\gamma(\theta)$  : 円周方向の低減係数

$$\gamma(\theta) = \sum_{m=0}^3 p_m \cos m\theta$$

$$p_0 = 0.680, p_1 = 0.340, p_2 = 0.015, p_3 = -0.035$$

上式を用いて津波波圧を算定する場合には、浸水深係数  $\alpha$  の設定のために津波避難施設の設置位置における津波流速が必要であり、そのためには津波シミュレーションを実施することが望まれる。ただし、津波シミュレーションが実施できない場合には、過去の津波の流速値を参考に設定するか、あるいは浸水深係数を  $\alpha = 1.8$  と設定してもよい。

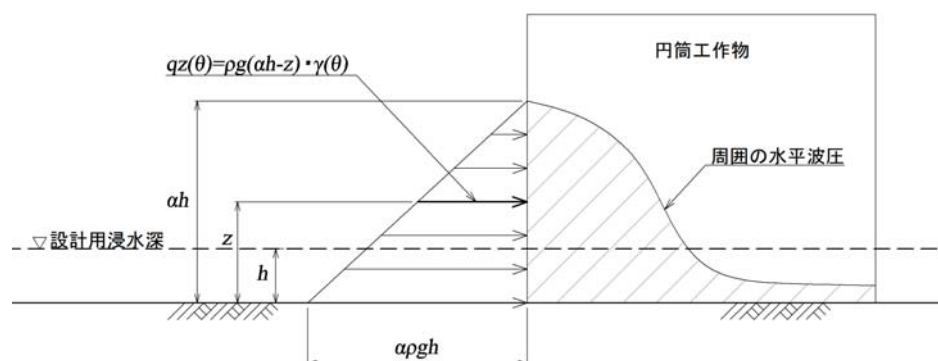


図-4.2 (4.2)式による津波波力

「危険物施設の津波・浸水対策に関する調査報告書（平成 21 年 3 月、総務省消防庁）」に基づく

(4) 柱状骨組み構築物に対する津波の作用

津波避難施設のうち、津波避難タワー等の柱状構築物の骨組み部材に作用する津波荷重は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示されている下記の海中部材に作用する波力算定式（モリソン式）を準用することができる。ここで、右辺第二項の慣性力項は無視することができる。

$$\vec{f}_n = \frac{1}{2} C_D P_o |\vec{u}_n| \vec{u}_n D \Delta S + C_M P_o \vec{a}_n A \Delta S \quad (4.3)$$

ここに、

$\vec{f}_n$  : 部材軸方向の微小長さ  $\Delta S$  (m) に作用する、部材軸と水粒子運動方向の共通面における部材軸に直角な方向の力 (kN)

$\vec{u}_n, \vec{a}_n$  : 部材軸と水粒子運動方向の共通面における、部材軸直角方向 ( $\vec{f}_n$  と同じ方向) の水粒子速度成分 (m/s) 及び加速度成分 (m/s<sup>2</sup>) (部材によって乱されない入射波による成分)

$|\vec{u}_n|$  :  $\vec{u}_n$  の絶対値 (m/s)

$C_D$  : 抗力係数 (表-4.3 参照)

$C_M$  : 慣性力係数 (表-4.4 参照)

$D$  :  $\vec{f}_n$  の方向から見た部材軸直角方向の部材幅 (m)

$A$  : 部材軸に垂直な面で切った部材断面積 (m<sup>2</sup>)

$P_o$  : 海水の密度 (通常は 1.03t/m<sup>3</sup>)

「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成 19 年 7 月)」に基づく

上式を用いて津波避難施設の骨組み部材に作用する津波荷重を算定する場合には、津波避難施設の設置位置における津波の流速値が必要となり、そのためには、津波シミュレーションを実施することが望まれる。ただし、津波シミュレーションを実施できない場合には、過去の津波の流速値を参考に設定してもよい。

表-4.3 抗力係数

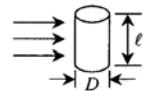
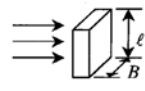
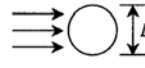
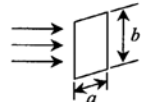
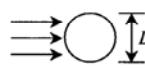
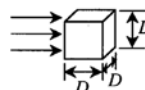
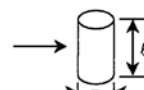

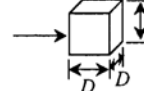
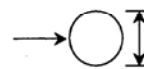

物体の形状	基準面積	抗力係数
円柱 (粗面) 	$Dl$	1.0 ( $l > D$ )
角柱 	$Bl$	2.0 ( $l > B$ )
円板 	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
平板 	$ab$	$a/b=1$ の場合 1.12 " 2 " 1.15 " 4 " 1.19 " 10 " 1.29 " 18 " 1.40 " $\infty$ " 2.01
球 	$\frac{\pi}{4} D^2$	0.5~0.2
立方体 	$D^2$	1.3~1.6

表-4.4 慣性力係数

物体の形状	基準体積	慣性力係数
円柱 	$\frac{\pi}{4} D^2 l$	2.0 ( $l > D$ )
正角柱 	$D^2 l$	2.19 ( $l > D$ )
立方体 	$D^3$	1.67
球 	$\frac{\pi D^3}{6}$	1.5
平板 	$\frac{\pi}{4} D^2 l$	$D/l=1$ の場合 0.61 $D/l=2$ の場合 0.85 $D/l=\infty$ の場合 1.00

「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年7月）」に基づく



### (5) 津波波力算定式

構造設計用の進行方向の津波波力は、(4.1)式の津波波圧が同時に生じると仮定し、下式により算定する。

$$Q_z = \rho g \int_{z_1}^{z_2} (ah - z) B dz \quad (4.4)$$

ここに、

$Q_z$  : 構造設計用の進行方向の津波波力(kN)

$B$  : 該当部分の受圧面の幅(m)

$z_1$  : 受圧面の最小高さ( $0 \leq z_1 \leq z_2$ )(m)

$z_2$  : 受圧面の最高高さ( $z_1 \leq z_2 \leq ah$ )(m)

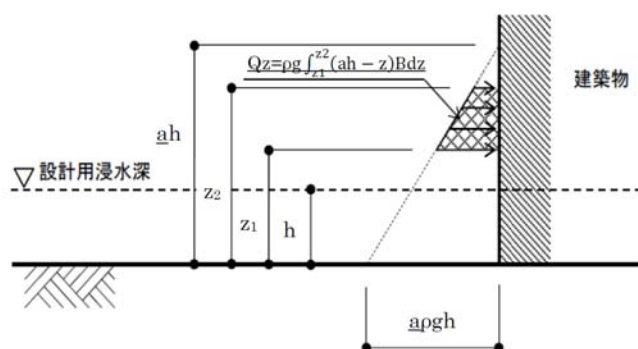


図-4.3 (4.4)式による津波波力

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成 24 年 2 月）」に基づく

### (6) 開口による低減

開口部（津波波圧により破壊するよう設計した非耐圧部材によるものに限る。以下同じ。）における津波波力は、各高さ毎の受圧面の幅から各高さ毎の開口部の幅を除外して津波波力を算定すること、又は受圧面の面積から開口部の面積を除外した面積を受圧面の面積で除して得た割合を津波波力に乗じることにより低減することができる。ただし、原則として、除外する前の津波波力の 7 割を下回らないこととする。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成 24 年 2 月）」に基づく

### (7) ピロティの取り扱い

ピロティを有する部分の津波波力は、ピロティ部分（柱・梁等の耐圧部材を除く。）に津波波圧が作用しないこととして、算定することができる。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成 24 年 2 月）」に基づく

### (8) 水平荷重の方向

津波の水平荷重は、すべての方向から生じることを想定する。

ただし、津波の進行方向が、シミュレーション等による浸水深の予測分布や海岸線の形状から想定できる場合は、この限りでない。また、実状に応じて引き波を考慮する。

### (9) 浮力算定式

津波によって生じる浮力は、下式により算定する。

$$Q_z = \rho g V \quad (4.5)$$

ここに、

$Q_z$  : 浮力(kN)

$V$  : 津波に浸かった建築物の体積(m<sup>3</sup>)

ただし、開口率を勘案して水位上昇に応じた開口部からの水の流入を考慮して算定することができる。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成 24 年 2 月）」に基づく

#### 4. 3. 2 地震動に関する事項

地震動については、レベル一地震動とレベル二地震動の他に、対象とする津波を引き起こす地震動を適切に設定し、地震動による荷重とそれによって引き起こされる液状化及び地殻変動の影響を評価するものとする。

##### 【解説】

##### (1) 地震動の設定の基本

津波避難施設は、津波から避難するための施設であるため、津波が来襲する前に、地震動によって倒壊することがあってはならない。また、堤外地は、発生頻度の高い津波よりも小さな規模でも浸水する可能性があるため、津波の作用とその津波を引き起こす地震動や余震による作用の複合作用について検討することが望ましい。

対象として設定する地震は、次のとおりである。なお、津波を引き起こさない地震は、本ガイドラインでは対象としない。また、津波に先行する地震動の設定については、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」<sup>8)</sup>等を参考にすることができる。

- ・ 稀に発生する地震（レベル一地震動相当）
- ・ 極めて稀に発生する地震（レベル二地震動相当）
- ・ 対象とする津波を引き起こす地震

##### (2) 地震動による荷重

港湾と建築の技術基準においては、地震動の考え方がそれぞれ異なる。港湾の技術基準では、レベル一地震動、レベル二地震動ともに、震源特性、伝播経路特性及びサイト特性を考慮した時刻歴波形が設定され、レベル一地震動においては確率論的地震危険度解析によって設定される。これに対して、建築の技術基準においては、保有水平耐力計算や時刻歴応答解析などが行われ、照査方法により地震力の設定方法が異なる。

##### 【参考】

建築基準における保有水平耐力計算の場合、建築物への地震力の算定において、全国を数区域に区分して 0.7 から 1.0 までの値（静岡県では、静岡県建築構造設計指針で 1.2）で設定した地震地域係数  $Z$  が用いられる。地震地域係数  $Z$  は、過去の地震記録等により得られた地震動の期待値の相対的な比を示すものであり、工学的判断と行政区域を考慮して設定されている。保有水平耐力計算を行う場合にはこの地震地域係数  $Z$  が必要となるが、震源・伝播・サイト特性を考慮して作成された地震動との関係は明確ではなく、その数値の選択には注意を要する。

時刻歴応答解析においては、工学基盤での加速度応答スペクトルで規定した告示波が主に用いられることとなっているが、断層、振動伝播等を考慮した建設地で想定される地震波形の使用を妨げるものではない。また、建築では一般的に複数の地震動に対する照査が

行われる。津波に先行する地震動については、その一つに加えて照査することが考えられる。

### (3) 地震動による地盤沈下

津波に先行する地震動により、津波避難施設の基礎地盤が液状化等により軟化するなどして支持力が低下し、津波避難施設が沈下する可能性がある。また、地殻変動によっても津波避難施設の沈下の可能性がある。

津波避難施設が沈下した場合、津波避難施設の避難上の要件が満足できないものとなる可能性がある。また、津波避難施設に作用する浮力及び波力が増大し、安定性が低下する可能性もある。

## 4. 3. 3 漂流物に関する事項

津波避難施設に作用する漂流物については、当該港湾の周辺にある漂流物になりえるものを勘案し、適切に設定する必要がある。また、堤外地においては、発生頻度の高い津波よりも小さな規模の津波でも浸水する可能性があり、その対策も検討することが望ましい。

### 【解説】

#### (1) 対象漂流物<sup>9)</sup>

港湾周辺における津波による漂流物には、船舶、車両、コンテナ、木材等が考えられる。これらは、過去の津波により流出流入被害を受けている。

船舶については、その種類は様々であるが、津波来襲時に被害を受ける可能性が高いものとして、比較的小さな船舶、漁船が挙げられる。特に上架している場合、船舶の喫水より大きな津波浸水深が生じたときに船舶が漂流物となる。オイルタンカーやコンテナ船、台船など比較的大きな船舶は、大規模な津波が来襲しなければ被害を生じにくい。一度、漂流して陸上に遡上すると、大きな凶器となって周辺の構造物を破壊すると予想される。

車両については、港湾利用者及び来訪者の車両が数多く駐車しており、その種類は普通乗用車、軽自動車、トラックやトレーラーヘッド、タンク車などの貨物自動車、フォークリフトなどの産業機械など多岐にわたる。これらの車両は、場所を問わず駐車していることが多いことから、津波来襲時には、港湾の至るところで車両が漂流し、津波避難施設等に衝突する可能性が高い。

港湾貨物を代表するコンテナは、資材置き場やコンテナヤードにその殆どが蔵置されていると思われるが、通常、二段、三段積になっていることが多く、そのコンテナがどのような条件で漂流するかは、最近少しずつ知見が明らかにされているところである。しかし、コンテナヤード以外の場所で平積になっているものもよく見られること、空コンテナも多

くあることから、津波により漂流した場合、特に平積の空コンテナであれば、津波の浸水深や流速が小規模の場合でも漂流し、被害を増大させると予想されることから、その対策が重要である。

木材を取り扱う港湾では、仮置きした木材が大量に積まれている。その木材がどんな条件で漂流するかは現状では明らかにされていない。木材は、一カ所に数多く積まれていることが多いことから、ひとたび漂流すると、その被害は大きなものになると予想される。

津波避難施設に対する漂流物の影響を検討する場合には、周辺の漂流対象物の有無や配置等を調査した上で、津波避難施設に作用する漂流物を適切に設定する必要がある。

### (2) 漂流物が作用する条件

対象物が津波によって漂流を開始する条件は、津波による浸水深が漂流対象物の喫水よりも大きくなった場合と津波による作用力が滑動抵抗を上回る場合が考えられる。

津波による浸水深が漂流対象物の喫水よりも大きくなった場合の漂流条件としては、下式が参考となる。

$$H > D \quad (4.6)$$

ここに、 $H$ ：陸上の浸水深、 $D$ ：漂流物の喫水である。また、津波による作用力が滑動抵抗を上回る場合の漂流条件としては、下式が参考となる。

$$F \geq \mu(W - B - L) \quad (4.7)$$

ここに、 $F$ ：漂流物として想定する物体への津波による作用力、 $W$ ：漂流対象物の重量、 $B$ ：漂流対象物に作用する浮力、 $L$ ：漂流対象物に作用する津波の揚力、 $\mu$ ：漂流対象物の静止摩擦係数である。

### (3) 作用条件の設定<sup>9)</sup>

津波避難施設に対する漂流物の衝突力を評価するためには、津波避難施設における津波の浸水深と流速をもとに漂流物の流速を算定する。

津波避難施設の設置位置における最大浸水深、最大流速は、津波シミュレーションによって算定する。既存の津波浸水予測図や津波ハザードマップでは最大浸水深しか示されていない場合が多く、これらから最大流速を求める場合は、下式が参考となる。

$$u = F_r \sqrt{gh} \quad (4.8)$$

ここに、 $u$ ：津波流速 (m/sec)、 $F_r$ ：流速を算出するための係数 ( $F_r = 0.9$  としても良い)、 $g$ ：重力加速度、 $h$ ：最大浸水深である。

漂流物の流速は、津波流速、対象漂流物と津波避難施設の位置などの状況に応じて、適切に設定する。非定常な流れの中にある物体が非定常運動する場合には、非定常性に起因する流れによる流体力が働く。流体の流速が一定でその他の外力が働かないと仮定した場合の物体の運動は下式のように表される。

$$m\ddot{x} = \frac{1}{2} \rho A C_D |U - \dot{x}|(U - \dot{x}) - \rho C_M v_0 \ddot{x} \quad (4.9)$$

ここに、 $m$ ：物体の質量、 $v_0$ ：物体の基準体積、 $A$ ：物体の水面下の投影面積、 $\ddot{x}$ ：物体の加速度、 $\dot{x}$ ：物体の速度、 $C_D$ ：抗力係数、 $C_M$ ：付加質量係数、 $\rho$ ：流体の密度、 $U$ ：流体の速度である。

これを数値積分することによって、時間の経過に伴う物体の位置とその位置での速度を計算することができる。

#### (4) 漂流物による作用の評価

漂流物が津波避難施設に衝突した場合における安定性の照査の方法としては、漂流物の衝突力を評価して部材にかかる作用力を検討する方法、漂流物のエネルギーと部材の吸収エネルギーを比較して検討する方法、漂流物の運動量変化と建物の許容力積を比較する方法等が考えられる。

##### 【漂流物の衝突力を評価する方法】

漂流物の衝突力を評価する方法としては、流木やコンテナを対象としたものがあるが、現状の技術では、それらを精度良く評価することは困難である。以下に、その方法の例を示す。

##### (流木の衝突力の評価)

流木の衝突力の評価方法として、松富の評価式<sup>10)</sup>と池野・田中の評価式<sup>11)</sup>がある。前者は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式であり、後者は、円柱以外にも角柱、球形状をした木材の評価式である。

$$\text{松富の評価式} \quad \frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{V}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left( \frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4} \quad (4.10)$$

$$\text{池野・田中の評価式} \quad \frac{F_m}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V}{g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25}} \right\}^{2.5} \quad (4.11)$$

ここに、 $F_m$ ：漂流物の衝突力、 $\gamma$ ：流木の単位体積重量、 $g$ ：重力加速度、 $D$ ：流木の直径、 $L$ ：流木の長さ、 $M$ ：漂流物の質量、 $C_{MA}$ ：見かけの質量係数（松富の式の場合、サージでは1.7、定常流では1.9。池野・田中の式の場合、円柱横向きでは2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向きでは2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）。円柱縦向きでは、2.0程度。球では、0.8程度）、 $V$ ：漂流物の衝突速度・移動速度、 $\sigma_f$ ：流木の降伏応力、であり、 $S$ は係数で5.0である。

(コンテナの衝突力の評価)

コンテナの衝突力の評価方法として、水谷らの評価式<sup>12)</sup>と有川らの評価式<sup>13)</sup>がある。

$$\text{水谷らの評価式} \quad F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V^2 + \frac{WV}{gdt} \quad (4.12)$$

ここに、 $F_m$ ：漂流物の衝突力、 $dt$ ：衝突時間、 $\eta_m$ ：最大遡上水位、 $\rho_w$ ：流体の密度、 $B_c$ ：コンテナ幅、 $W$ ：コンテナ重量、 $V$ ：コンテナの漂流速度、 $g$ ：重力加速度である。

$$\text{有川らの評価式} \quad F_m = \gamma_p \chi^{2/5} \left( \frac{5}{4} \tilde{M} \right)^{3/5} V^{6/5} \quad (4.13)$$

$$\chi = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2} \quad k = \frac{1 - \nu^2}{\pi E} \quad \tilde{M} = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \quad (4.14)$$

ここに、 $F_m$ ：漂流物の衝突力、 $a$ ：衝突面半径の1/2（コンテナ衝突面の縦横長さの平均の1/4）、 $E$ ：ヤング率（コンクリート版）、 $V$ ：衝突速度、 $\nu$ ：ポアソン比、 $\gamma_p$ ：塑性によるエネルギー減衰効果（0.25）であり、 $M$ （質量）や $k$ の添え字は、衝突体と被衝突体を示す。

(材木・丸太、コンテナの衝突力の評価)

材木・丸太、コンテナの衝突力の評価としてFEMAの方法<sup>14)</sup>がある。以下に東日本大震災後に改訂されたFEMAの式を示す<sup>14)</sup>。

$$F_m = 1.3u_{\max} \sqrt{kM(1+c)} \quad (4.15)$$

ここに、 $u_{\max}$ ：漂流物を運ぶ流体の最大流速（漂流物は流れと同じ速度で動くものと仮定される）、 $c$ ：質量係数（大きさ、形状、流れに対する漂流物の向きに依存する係数）、 $k$ ：漂流物と漂流物が衝突することで変形した構造物部材の有効剛性係数、である。それぞれの係数は下表のとおりである。

漂流物	質量 (M, kg)	質量係数 (c)	漂流物の剛性 (k, N/m)
材木もしくは丸太（軸方向）	450	0.00	$2.4 \times 10^6$
20ft 標準コンテナ（軸方向）	2200（空）	0.30	$85 \times 10^6$
20ft 標準コンテナ（法線方向）	2200（空）	1.00	$80 \times 10^6$
20ft 重量コンテナ（軸方向）	2400（空）	0.30	$93 \times 10^6$
20ft 重量コンテナ（法線方向）	2400（空）	1.00	$87 \times 10^6$
40ft 標準コンテナ（軸方向）	3800（空）	0.20	$60 \times 10^6$
40ft 標準コンテナ（法線方向）	3800（空）	1.00	$40 \times 10^6$

#### 【漂流物のエネルギーを評価する方法】

漂流物の質量と漂流速度から衝突エネルギーを算出する方法があり、防衝工の様な比較的簡易な構造物においては、衝突エネルギーの吸収を見積もることにより設計を行うことができる。詳細については、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」<sup>9)</sup>を参照できる。

漂流物の衝突力とエネルギーを評価する方法以外に、運動量を評価する方法もある。これは、運動量保存則から、耐震設計における応答加速度を考慮して建築物の許容力積を求めたもので、衝突加重の概算に用いることができる。

#### (5) 発生頻度の高い津波よりも小さな規模の津波に関する検討

港湾の場合には発生頻度の高い津波よりも小さな規模の津波でも浸水する可能性があり、それによって漂流対象物が浮遊して漂流する危険性があることに注意が必要である。

### 4. 3. 4 火災に関する事項

津波に起因する火災については、漂流する燃焼物や出火源となりえる引火性の危険物等の状況を勘案し、適切に考慮する必要がある。

#### 【解説】

津波来襲時は、家屋、自動車、流木、瓦礫等が津波浸水域の境界付近まで流され、残っている建物にせき止められて集積したところへ、引火性の危険物が漂着して引火し、火災が発生すると考えられる。出火源としては、自動車、小型船舶や港湾に設置された漁業用の燃料タンクから漏洩したガソリン・軽油、バッテリー、プロパンガスボンベ、地震や津波の衝撃により出火したまま流された家屋など様々なものが考えられる。

火種の周囲に瓦礫等の多量の可燃物が集積した状況が続くため、火災が拡大する恐れがあり、津波に起因する火災は、数時間から数日間続くことも考えられる。

津波避難施設近傍で火災が発生する恐れもあるので、津波に起因する火災に対しても、避難者の安全確保のための対策をあらかじめ検討することが望ましい。



#### 4. 4 性能照査法\*

##### 4. 4. 1 津波避難施設の性能照査

津波避難施設の性能照査は、建築基準法やその他の技術基準に準拠する。はじめに避難上の要件について検討を行い、それから津波等の各種作用（荷重）を算定し、全体安定性と部材安全性の照査を行う。

#### 【解説】

津波避難施設の規模と配置に係る検討を実施し、避難上の要件を満足したものに対して、構造上の要件について照査を行う。津波避難施設の標準的な性能照査フローを図-4.4に示す。ここに示すフローは、津波避難ビルおよび津波避難タワーを想定したフローであり、盛土等の土構造物については、地震に伴う円弧滑りや津波に対する洗掘に係る検討等を別途行う必要がある。

照査方法は、応力照査あるいは耐力照査を行う。照査区分、施設の取り扱い、適用基準の関係を表-4.5に示す。

表-4.5 照査区分と施設の取り扱いと適用基準

照査区分	施設の取り扱い	適用基準
応力照査	・建築物	・建築基準法、建築基準法施行令、告示（一次設計）
耐力照査	・建築物 ・港湾施設	・建築基準法、建築基準法施行令、告示（二次設計） ・港湾の技術基準（港湾の施設の技術上の基準を定める省令、港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示）

\* 本ガイドラインでは、主として津波避難ビルや津波避難タワー等の建築物やその他工作物である津波避難施設を対象とした性能照査法を記載する。盛土等の他の津波避難施設に関しては、本ガイドラインの内容を適用可能な範囲で適用するとともに、必要に応じて別途検討を行うものとする。

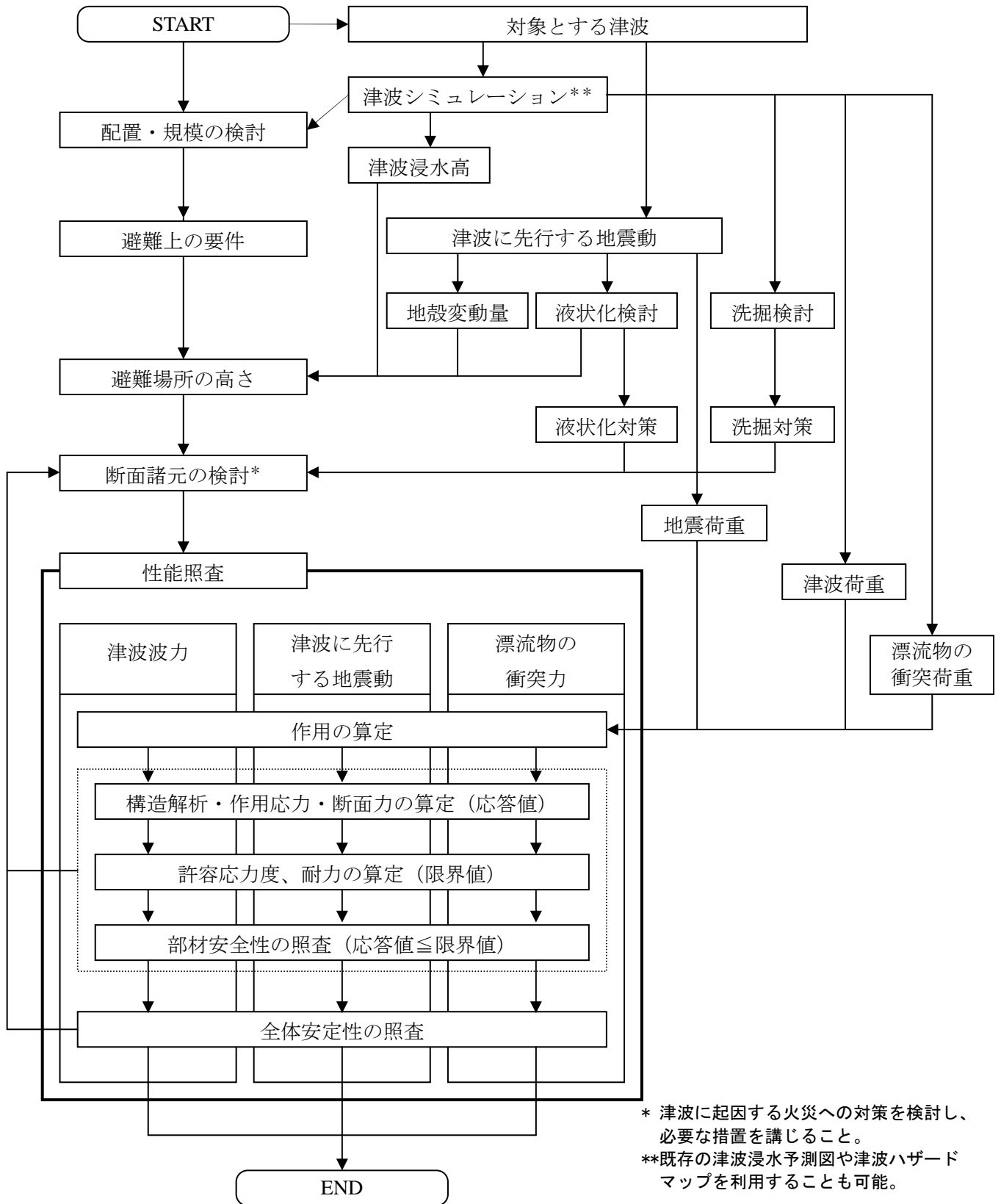


図-4.4 標準的な照査フロー

#### 4. 4. 2 設計状態と作用の組み合わせ

建築物の構造設計では、「固定荷重」、「積載荷重」、「積雪荷重」、「地震荷重」、「津波荷重」、「衝突荷重」、「風荷重」を考慮する。

また、上記荷重を適切に組み合わせ、構造部材に生じる応力度等を計算する。

##### 【解説】

建築物の構造設計では、「固定荷重」、「積載荷重」、「積雪荷重」、「地震荷重」、「津波荷重」、「衝突荷重」、「風荷重」を考慮する。なお、「温度荷重」は影響が少ないと想定されることからこれを除いたが、鋼構造物でこの影響が大きい場合には、これを考慮する。

上記荷重の組み合わせは、表-4.6による。

表-4.6 設計状態と作用の組み合わせ

力の種類	荷重・外力について想定する状態	荷重・外力の組み合わせ
長期に生じる力	避難時	$G + P$
短期に生じる力	地震時	$G + P + K$
	津波来襲時	$G + P + T$
	漂流物衝突時	$G + P + T + CO$
	暴風時	$G + P + W$

ここに、

$G$  : 固定荷重によって生じる力。固定荷重とは、構造物自体の重量または構造物上に常時固定されている物体の重量による荷重をいう。(建築基準法施行令第 84 条)

$P$  : 積載荷重によって生じる力。積載荷重とは、固定荷重に含まれない人間や移動がそれほど困難でない物品などの荷重を総称している。(建築基準法施行令第 85 条第 1 項)。なお、避難時には避難スペースに群集荷重を考慮する。

$S$  : 積雪荷重によって生じる力。積雪荷重とは、積雪の単位荷重に屋根の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量を乗じて計算する。(建築基準法施行令第 86 条)

$K$  : 地震荷重によって生じる力。4. 3. 2による。

$T$  : 津波荷重によって生じる力。4. 3. 1による。

$CO$  : 漂流物による衝突によって生じる力。4. 3. 3による。

$W$  : 風荷重によって生じる力。(建築基準法施行令第 87 条)

なお、多雪地域の場合は、表-4.6の荷重・外力に「長期に生じる力」に対しては  $0.7S$  を、

「短期に生じる力」に対しては0.35Sを加えるものとする。ここで、多雪地域とは、特別な検討等による場合を除いて、建築基準法施行令第86条第2項のただし書きの規定に基づき特定行政庁が指定する区域とする。

#### 4. 4. 3 液状化の検討

##### 4. 4. 3. 1 液状化の影響

津波避難施設の周辺が液状化すると、地盤の支持力の低下、地盤の沈下、護岸等から近い所では側方流動などの影響が生じる。

#### 【解説】

津波避難施設の周辺の液状化に伴い地盤の支持力が低下することから、直接基礎構造の場合には、傾斜や転倒が想定される。また、杭基礎構造の場合には、水平抵抗の低減が想定される。

一方、液状化後の地盤の沈下により、施設自体の沈下や施設基礎杭の突出が想定される。施設自体の沈下が想定される場合には、施設に作用する津波波力が沈下前よりも大きくなるため、影響が大きいと判断される場合には、施設が沈下後の津波波力による検討を行うことが望ましい。

更に護岸等の近傍では側方流動が生じ、施設の護岸側への移動が想定される。

##### 4. 4. 3. 2 液状化に対する評価

津波避難施設が立地する地盤においては、液状化の有無を適切に評価する必要がある。液状化の評価においては、避難施設の特性と液状化判定法の適用範囲を十分に理解し、地盤条件をもとに地震動による作用を考慮して適切な方法を選択することが望ましい。

#### 【解説】

液状化を評価する手法には、港湾における液状化の予測・判定法<sup>7)</sup>や「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」<sup>15)</sup>等がある。後者については、「中地震動（震度5程度）に対する宅地の液状化被害の可能性の程度の目安を示すもので、個別には建物特性等によって被害発生状況は異なり、被害の有無等を保証するものではない。」との注意が示されている。

#### 4. 4. 3. 3 液状化に対する対応策

液状化に対する対応策は、施設の特性に応じて適切に検討するものとする。  
なお、避難経路においては、避難者を確実に津波避難施設に導くものであることから、液状化により避難に支障がないように対応策を施す。

##### 【解説】

液状化の評価において、液状化が生じると予測・判定された場合には、施設の特性に応じて、適切な方法により液状化対策を行う必要があり、仮に液状化対策が実施できない場合においては、津波避難施設の新規設置は行わないこととする。また、液状化により側方流動の影響を受ける可能性がある場所においても同様である。

なお、避難経路においては、地盤流動化や過大な不陸が生じると避難に支障が生じる。そのため、避難経路に対しては、液状化に対して確実な対応策が求められる。

#### 4. 4. 4 建造物の安定性

##### 4. 4. 4. 1 転倒及び滑動の検討

建造物の構造設計では、浮力及び自重を考慮して、建造物が、地震荷重、津波荷重・衝突荷重によって転倒又は滑動しないこと（杭基礎にあつては、杭の引き抜き耐力を超えないこと等）を確かめる。

#### 【解説】

##### (1) 転倒に対する検討

建造物の転倒を防ぐため、各基礎構造において以下の検討を行う。

##### ①直接基礎構造

地震荷重、或いは津波荷重・衝突荷重の合計により発生する転倒曲げモーメントが、基礎重量を含んだ自重及による抵抗モーメントを上回らないこと等を確認する。この場合、浮力による転倒モーメントを考慮する。

##### ②杭基礎構造

地震荷重、或いは津波荷重・衝突荷重の合計により発生する転倒曲げモーメントが、基礎重量を含んだ自重及び杭の引き抜き耐力による抵抗モーメントを上回らないこと等を確認する。この場合、浮力による転倒モーメントを考慮する。また、杭の引き抜き耐力は、杭自重及び杭周面摩擦力の和とする。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

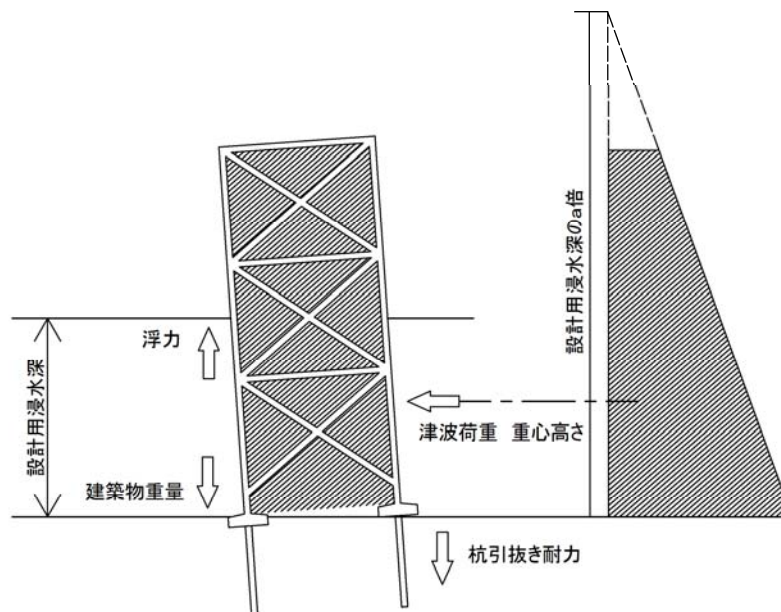


図-4.5 建造物の転倒に対する考え方（杭基礎構造、津波作用時）

(2) 滑動に対する検討

建築物の滑動を防ぐため、各基礎構造において以下の検討を行う。

①直接基礎構造

地震荷重、或いは津波荷重・衝突荷重の合計により建築物に作用する水平力が、施設の底面と地盤との間に作用する摩擦力を上回らないことを確認する。なお、摩擦力算定の際に、浮力による鉛直力の低減を考慮する。

②杭基礎構造

地震荷重、或いは津波荷重・衝突荷重の合計により杭に作用する水平力が、圧縮側及び引張側の杭の終局せん断耐力及び終局曲げせん断耐力の総和を上回らないことを確認する。

なお、杭の終局せん断耐力及び終局曲げせん断耐力を算定する際の軸力は、地震荷重、津波荷重・衝突荷重、自重、浮力による応力状態を適切に考慮して定める。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

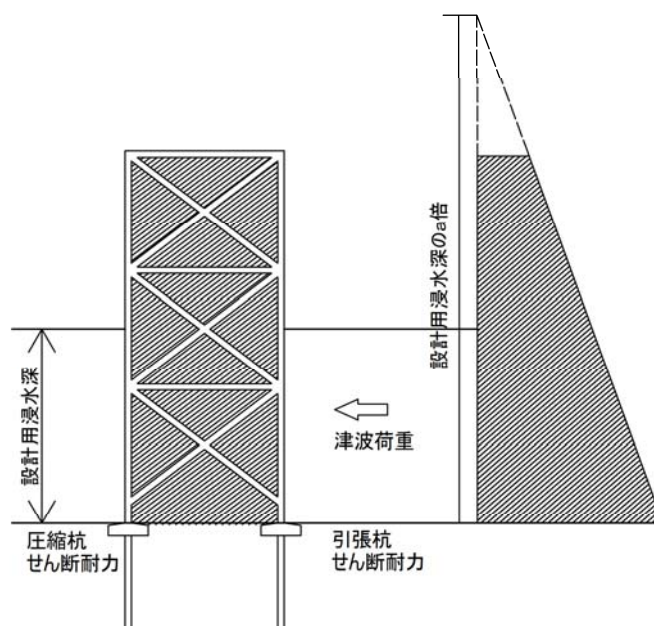


図-4.6 建築物の滑動に対する考え方（杭基礎構造、津波作用時）

#### 4. 4. 5 構造部材の断面力

津波避難施設の構造部材の断面力の算定は、構造体を骨組みにてモデル化を行い、これに各荷重状態において想定される荷重を作用させて断面力を算定するものとする。

なお、杭に作用する断面力は施設の上部構造と杭を一体化してモデル化する、或いはこれを分離して上部構造より得られる反力をもとに杭の断面力を算定する方法がある。

##### 【解説】

津波避難施設の構造部材の断面力の算定は、柱・梁を 2 次元、或いは 3 次元の骨組みにてモデル化する。なお、耐力壁については、これと等価な骨組みにてモデル化するのが合理的である。

上記モデルに各荷重状態において想定される荷重（「4. 4. 2 設計状態と作用の組み合わせ」参照）を作用させて断面力を算定する。

なお、杭基礎構造の場合で上部構造と杭とを一体化してモデル化することが複雑な場合には杭のみをモデル化し、上部構造より得られる反力を杭頭部に作用させて杭の断面力を算定するのが良い。



#### 4. 4. 6 構造部材の耐力

建築物の構造設計では、一次設計（許容応力度設計法）においては、各部材に生じる応力が材料の許容応力度を超えないことを確かめる。

二次設計（保有水平耐力計算法）においては、各方向、各階において、構造骨組みの水平耐力が、地震荷重、或いは津波荷重と衝突荷重の水平荷重以上であることを下式により確認する。

$$Q_{ui} \geq Q_i \quad (4.16)$$

ここに、

$Q_{ui}$  :  $i$  層の水平荷重に対する水平耐力(材料強度によって計算する各階の水平力に対する耐力等)

$Q_i$  :  $i$  層に生じる地震荷重、或いは津波荷重・衝突荷重の合計による水平荷重  
また耐圧部材は、設計した荷重の組み合わせに対して終局強度以内とする。

#### 【解説】

##### (1) 一次設計について

材料の許容応力度は、建築基準法施行令第 90 条から第 94 条による。

##### (2) 二次設計について

###### ①地震荷重

鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造の保有水平耐力の算定は、基準解説書<sup>16)</sup>に従うこととする。

###### ②津波荷重・衝突荷重の合計

鉄筋コンクリート造建築物の耐震設計ルート 1 及びルート 2 においては、各階の必要耐力が式として示されており、これを当該階の骨組みの必要耐力の算定式として概算的に用いることができる。ただし、これらの式を用いる場合には、建築物はそれぞれの耐震設計としてのルートも満足することを確認する必要がある。

- ・ ルート 1  $Q_u = \Sigma 2.5\alpha A_w + \Sigma 0.7\alpha A_c$  ( $\geq ZW A_i$  かつ 高さ 20m 以下)
- ・ ルート 2-1  $Q_u = \Sigma 2.5\alpha A_w + \Sigma 0.7\alpha A_c$  ( $\geq 0.75ZW A_i$  かつ 高さ 31m 以下)
- ・ ルート 2-2  $Q_u = \Sigma 1.35\alpha A_w + \Sigma 1.35\alpha A_c$  ( $\geq 0.75ZW A_i$  かつ 高さ 31m 以下)

ここに、

$A_c$  : 当該階の柱の水平断面積及び耐力壁以外の壁の水平断面積

$A_w$  : 当該階の耐力壁の水平断面積

$\alpha$  : コンクリートの設計基準強度による割り増し係数

$Z$  : 地震地域係数

$W$  : 当該階が支える部分の固定荷重と積載荷重との和

$A_i$  : 地震層せん断力の高さ方向の分布を表す係数

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成 24 年 2 月）」に基づく

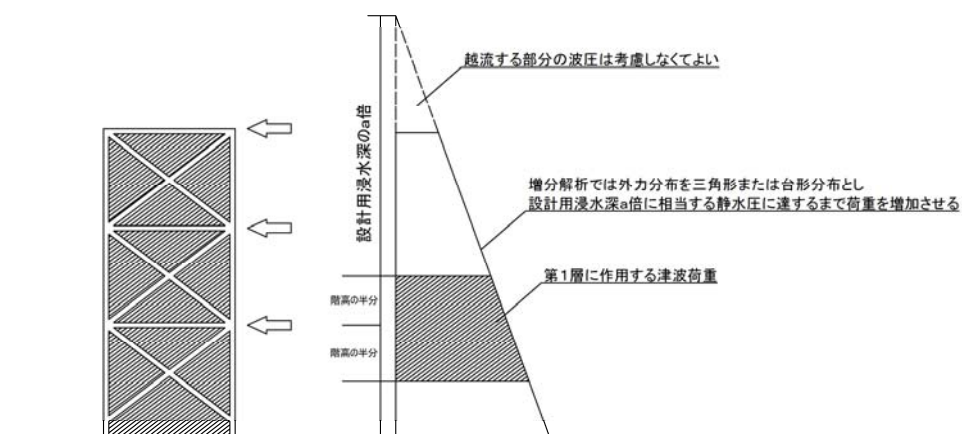


図-4.7 水平耐力の計算方法（津波作用時）

#### 4. 4. 7 受圧面の設計

受圧面の設計は、耐圧部材と非耐圧部材に分けて設計を行う。

耐圧部材は、終局強度以内とし、確実に構造骨組みに力を伝達できるようにする。また、必要に応じて止水に配慮する。

一方、非耐圧部材は、構造骨組みに損傷を与えることなく壊れることを容認する。

##### 【解説】

建築物に津波荷重が作用したとき、各部材には非常に大きな圧力が作用するため、設計者は耐圧部材、非耐圧部材を適切に設定しなければならない。ここで、耐圧部材として扱う必要のある部材は受圧面において水平耐力の算定に考慮している部材（柱、耐力壁など）であり、非耐圧部材はそれ以外の部材である。耐圧部材を受圧面の部材に限定したのは、津波が直接作用しない構面では、前面や側面に位置する開口部などから流入した波力が作用するが、受圧面に比べて弱まっていることが想定されるためであり、そのような部材については、耐圧部材としての検討を行わなくてもよいこととした。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

#### 4. 4. 8 その他の構造設計上の配慮

##### 4. 4. 8. 1 洗掘

津波避難施設は、洗掘に配慮し、杭基礎とするか又は直接基礎の場合は洗掘により傾斜しないようにする。

#### 【解説】

津波による流勢によって建築物の基礎部分や周辺部に地盤洗掘が発生し、沈降、傾斜などの被害が発生する可能性があることから、対策を行う。

##### (1) 杭基礎構造の採用

建築物の重量を杭が安全に支持し、沈降や傾斜を防止できることを確認する。津波避難施設では、ある程度の建築物高さや規模が求められるので、新設の場合は杭基礎構造を用いるのが望まれる。

##### (2) その他の方法

###### ①直接基礎構造

地下階や十分な深さの基礎根入によって、洗掘による沈降、傾斜を防止できるようにする。

###### ②周辺地盤の強化

津波による洗掘を防止できるように、建築物下部の地盤改良や周辺部を津波によって剥離しないような舗装を行う。また、建築物の周囲をシートパイルや地中連続壁で囲って地盤の流出を防ぐ対策も有効である。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

##### 4. 4. 8. 2 漂流物の衝突

漂流物の衝突による損傷を考慮し、衝突により構造耐力上主要な部分が破壊を生じないこと又は柱若しくは耐力壁の一部が損傷しても、建築物全体が崩壊しないことを確かめる。

#### 【解説】

「津波に対して構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について」（平成23年11月17日付 国住指第2570号）と津波防災地域まちづくりに関する法律の関連告示においては、避難施設の構造上の要件として、漂流物が衝突しても、構造耐力上主要な部分が破壊しないか、柱若しくは耐力壁の一部が損傷しても建築物全体が崩壊しないこと、と

している。

ただし、津波漂流物対策施設<sup>9)</sup>等の緩衝工を津波避難施設から独立して設置することにより、漂流物が津波避難施設に衝突することを防ぐことも可能である。緩衝工を津波避難施設から独立して設置する場合には、漂流物による衝突荷重に対する耐荷性能を必ずしも満たす必要はない。

東日本大震災における津波では、漂流物の衝突により外壁に局部的損傷が生じたと推測される建築物が見られる。また、既往の研究を踏まえた検討からも、漂流物の衝突の条件によっては部材が破壊する可能性が示されている。そこで、構造耐力上主要な部分の破壊は建築物全体の崩壊を招くおそれがあることを考慮し、漂流物の衝突により構造耐力上主要な部分が破壊を生じないこととした。また、衝突する漂流物によっては、柱や耐力壁のような鉛直部材の一部が破壊することを防止するのが困難である場合もあるため、柱や耐力壁の一部が破壊しても、それに伴い建築物全体が崩壊することがないことを確認すれば良いこととした。

具体的な方法としては、例えば漂流物の衝突によりいずれかの外柱が破壊し、当該柱が負担していた長期軸力を隣接する柱等の鉛直支持部材に伝達可能であることを確認し、かつ、当該鉛直支持部材が伝達後の軸力を負担可能であることを確認する方法等が考えられる。

そのほか、建築物に漂流物が直接衝突しないよう、建築物の周囲に防護設備・施設等を設けるといった計画も有効な方法として考えられる。

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（平成24年2月）」に基づく

#### 4. 4. 8. 3 津波に起因する火災への対策

津波に起因する火災への対策は、漂流する燃焼物や可燃性の危険物（家屋、自動車、流木、瓦礫、燃料タンクなど）を津波避難施設に近づけないことを基本とし、火災が生じた場合でも、避難者の安全確保のための対策を予め検討することが望ましい。

##### 【解説】

津波に起因する火災は、数時間から数日間続くことが想定されることから、津波避難施設の火災対策としては、施設の周りに漂着防止部材や緩衝帯を設けることにより、漂流する燃焼物や可燃性の危険物（家屋、自動車、流木、瓦礫、燃料タンクなど）を津波避難施設に近づけないことを基本とする。

仮に、燃焼物や可燃性の危険物が近づき施設の周りに火災が生じた場合には、これまでの火災被害調査によると、鉄筋コンクリート製の構造が高い耐火性能を有することから、

津波避難施設の構造は、同種の不燃性の材料を用いた構造とすることが望ましい。なお、鋼構造の場合は、火熱により柱の耐力が低下すると建築物全体の崩壊につながることから、コンクリート被覆を行う或いは耐火塗料を塗布するなどの耐火対策も有効である。また、避難スペースを火災発生個所から遠ざけるなどの工夫も考えられる。

#### 4. 4. 8. 4 耐久性

津波避難施設の耐用期間中の維持管理性を確保するため、設計・建設・改良時において耐久性向上のための配慮を行い、定期的な点検診断とこれに基づく適切な対策を実施することが望ましい。

##### 【解説】

津波避難施設は、他の港湾構造物と同様に厳しい自然環境にさらされ、様々な荷重作用及び環境作用を受ける。このため、設計・建設・改良時においては、使用する材料の選定、鉄筋や鉄骨に対するコンクリートのかぶり厚さの確保、鋼材の防食対策などの耐久性向上のための配慮とともに、定期的な点検診断と適切な対策によりその性能を維持することが重要である。

なお、施設の維持対策工事実施中にその施設を利用せざるを得ない状況が発生することも考えられるため、施設の構造形式、荷重作用や環境作用などを考慮し、あらかじめ維持管理の省力化にも配慮しておくことが望ましい。

## 5. 管理上の要件

津波避難施設は、津波の発生時において住民等に開放される等の管理に係る要件を満たす必要がある。

### 【解説】

民間等の施設を津波避難施設として指定する場合、これらの所有者や管理者の理解が必要である。なお、津波防災地域づくり法の指定避難施設として指定する場合には、「指定避難施設の管理及び協定避難施設の管理協定に関する命令」（平成 23 年内閣府令・国土交通省令第 8 号）で定める基準に適合する必要がある。

また、階段（斜路含む）の管理にあたっては、常時開放する或いは閉鎖するのかは、予め管理者が検討しこれを決定する。なお、施錠した場合、地震発生時に自動解錠を行うように設定する、或いは遠隔操作で解錠を行うように設定する方法も有効である。

なお、津波避難施設（B 種）は、最大クラスの津波が発生した際には津波避難施設として機能しなくなることから、最大クラスの津波に対応できる施設に避難できない場合に、やむを得ず一時的・緊急的に退避する、「津波緊急退避用施設」であることを周知する必要がある。従って、原則として、平常時における周知が困難であるような来訪者等がこれらの施設に退避することをあらかじめ検討することは適切ではなく、利用者がその特性を十分認識した上で活用していくことが不可欠であるため、津波避難施設としての性能を周知するための措置を講じる必要がある。

## 6. 津波避難施設に設置する諸設備

津波避難施設は、津波の危険から緊急的・一時的に避難するための施設であるが、津波が終息するまでに数時間～数十時間を要することもあることから、非常用の電源や通信設備、非常食・飲料水・医薬品等の各種防災機材を配備しておくことが望ましい。

また、施設に避難者を安全に誘導するための設備の設置を、適切に検討する必要がある。

### 【解説】

非常用の設備、備品としては以下のようなものがあり、また、「津波避難対策推進マニュアル検討会報告書」<sup>17)</sup>を参考にすることができる。

#### (1) 非常用電源

避難時には対象地区が停電となっている可能性があるため、津波による浸水の危険性がない場所に、非常用電源（自家発電設備等）を確保しておくことが望ましい。非常用電源の活用用途としては、以下のものが考えられる。

- ① 非常用の照明
- ② 冬期の暖房
- ③ 各種電気・通信機器類の充電
- ④ 調理 等

#### (2) 非常用通信設備

非常用の通信設備として、携帯電話が輻輳してつながりにくい状態でも通話が可能な衛星電話、戸別受信機、ラジオ等を配備しておくことが望ましい。

#### (3) 非常食・飲料水・医薬品

避難者のための非常食、飲料水、医薬品、簡易トイレ、毛布などを配備しておくことが望ましい。その量は、一時避難を目的とし1日から2日分程度とする。また、各種防災機材の配備を適切に検討する。

#### (4) 誘導設備

避難施設に避難者を安全に誘導するために、必要に応じて避難誘導用の照明や看板、標識灯などの設備を設けることが望ましい。なお、避難者の中には日本語が分からない外国人が含まれている可能性があるため、看板、標識などには日本語だけでなく、当該地に存在する外国人に対応した表示を行うことが望ましい。

なお、次善の策であり暫定的な措置と位置付けられるため、津波避難施設（B種）には、



必ずしも上記の諸設備の配備を求めるものではないが、浮輪等の水難対策用品や救命具を準備する等の簡易的な避難対策の併用も検討することが望ましい。

緊急避難場所の機能性の確保	<ul style="list-style-type: none"><li>・避難者1人当たり十分なスペースが確保されていること（最低限1人当たり1㎡以上を確保することが望ましい）。</li><li>・夜間照明及び情報機器（伝達・収集）等を備えていることが望ましい。</li><li>・一晚程度宿泊できる設備（毛布等）、飲食料等が備蓄されていることが望ましい。</li></ul>
---------------	--

「津波避難対策推進マニュアル検討会報告書（平成25年3月）」に基づく

## 参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：港湾の津波避難対策に関するガイドライン、平成 25 年 9 月
- 2) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会、内閣府政策統括官（防災担当）：津波避難ビル等に係るガイドライン、平成 17 年 6 月
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所：津波避難ビル等の構造上の要件の解説、国土技術政策総合研究所資料第 673 号、平成 24 年 3 月
- 4) 静岡県吉田町防災課：道路上に設置する津波避難タワーの標準仕様設計基準（静岡県吉田町適用基準 平成 24 年 9 月）抜粋版、平成 24 年 9 月
- 5) 高知県：津波避難タワー設計のための手引き、平成 24 年 9 月
- 6) 静岡県静岡市：津波避難ビル整備事業費補助金交付要綱、平成 24 年 8 月
- 7) (社) 日本港湾協会（監修：国土交通省港湾局）：港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成 19 年 7 月
- 8) 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン、平成 25 年 9 月
- 9) (一財) 沿岸技術研究センター、(一社) 寒地港湾技術研究センター：津波漂流物対策施設設計ガイドライン、平成 26 年（出版予定）
- 10) 松富英夫：流木衝突力の実用的な評価式と変化特性、土木学会論文集 No.621/II-47、111-127、1999.5
- 11) 池野正明、田中寛好：陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究、海岸工学論文集、第 50 巻、721-725、2003
- 12) 水谷法美、高木祐介、白石和睦、宮島正悟、富田孝史：エプロン上のコンテナに作用する津波力と漂流衝突力に関する研究、海岸工学論文集、第 52 巻、741-745、2005
- 13) 有川太郎、大坪大輔、中野史丈、下迫健一郎、石川信隆：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験、海岸工学論文集、第 54 巻、846-850、2007
- 14) FEMA P-646: Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis –Second Edition–, April 2012
- 15) 国土交通省都市局：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針、[http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06\\_hh\\_000009.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06_hh_000009.html)、平成 25 年 4 月
- 16) 建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会（監修：国土交通省住宅局建築指導課、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所、日本建築行政会議）：建築物の構造関係技術基準解説書、平成 19 年 8 月
- 17) 消防庁国民保護・防災部防災課：津波避難対策推進マニュアル検討会報告書、平成 25 年 3 月