

港湾の津波避難施設の設計ガイドライン（案）

港湾の津波避難施設の設計検討WG（第3回）資料

港湾の津波避難施設の設計検討WG メンバー

委員	名	簿
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 ガイドラインの適用範囲
 1. 2 用語の定義
 1. 3 関連法規等
 1. 4 対象施設の設計
 1. 5 対象施設の施工
 1. 6 対象施設の維持管理
 1. 7 環境等への配慮

2. 津波避難施設
 2. 1 避難施設の種類
 2. 2 避難施設の規模と配置
 2. 3 避難施設に設置する諸設備

3. 自然状況などの設定
 3. 1 津波に関する事項
 3. 2 地震動に関する事項
 3. 3 漂流物に関する事項
 3. 4 火災に関する事項
 3. 5 耐久性
 3. 6 その他

4. 構造設計法
 4. 1 構成する部材の要求性能
 4. 2 構造物の安定性
 4. 3 構造体の断面力
 4. 4 構造部材の耐力

5. 避難施設の誘導
 5. 1 情報伝達 放送など
 5. 2 避難誘導 掲示板など
 5. 3 津波避難訓練、避難計画書
SOLAS 施設（フェンス）

港湾の津波避難施設の設計検討WG（第3回）資料

（参考資料）

- ・具体的な設計事例、建設事例、**関連法規**を代表的な施設について示す

1. 総則

1. 1 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、臨港地区に立地し、かつ、津波から緊急的・一時的に避難することを目的とした施設が有することが望ましい要件を示しており、臨港地区において、津波から避難するための施設を建設・改良する場合に参考とすることができる。

また、市町村は、**港湾における避難対策ガイドライン（仮称）**等を参考にしつつ、港湾管理者と十分に協議して、臨港地区の防災計画を立案し、本ガイドライン等を避難施設の指定等に活用することができる。

【解説】

（1）港湾における避難施設

災害対策基本法に基づいて中央防災会議によって作成される防災基本計画¹⁾は、東日本大震災を受け、平成23年12月に「津波災害対策編」を追加して改訂された。この中で、国及び地方公共団体は、関係機関との連携の下、堤外地も含めた避難施設の整備その他避難対策の強化等の総合的な取組を進めるもの、と示されており、地域防災計画を立てる市町村は、堤外地に位置する臨港地区においても避難施設を指定すること等の検討に取り組む必要がある。

しかし、臨港地区は、地震発生から津波到達までの時間的猶予が短いにも関わらず鉛直避難が可能な高いビル等の建物が少なく、また、港頭地区等の SOLAS フェンスに囲まれ、水平避難が可能な場所まで避難するのに相当な時間を要する等、地理的に津波からの避難が困難な条件を有している。さらに、臨港地区は、埋立地が多く、地震時に地盤が液状化する恐れが高いこと等の避難施設の立地上の特殊条件も有している。また、堤外地では発生頻度が高い津波でも浸水する可能性があることから、避難を考える上で想定すべき津波の規模の範囲が広い。

（2）位置づけ

本ガイドラインでは、臨港地区に立地し、かつ、津波から緊急的・一時的に避難することを目的とした施設を「港湾の津波避難施設」として定義し、臨港地区の特殊性を踏まえて、「港湾の津波避難施設」が有することが望ましい要件を示す。

本ガイドラインは、臨港地区に津波から避難するための施設を建設・改良する場合、もしくは市町村がそれを避難施設として指定する際の参考にできるものであるが、「港湾の津波避難施設」は、法律等の根拠に基づいた位置づけを有していないことから、市町村が、地域防災計画の中で、「港湾の津波避難施設」を避難施設として位置づける際には、**港湾における避難対策ガイドライン（仮称）**等を参考にしつつ、港湾管理者と十分に協議して、「港湾の津波避難施設」の有するべき機能や要件について定める必要がある。

（3）適用範囲

本ガイドラインは、「津波避難ビル等に係るガイドライン」²⁾（以下、「旧ガイドライン」という）および「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）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」（以下、「新ガイドライン」といい、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」³⁾において解説されている）等の既存のガイドラインで示された要件を基本として作成したものであり、適用範囲はこれらガイドラインに準ずるものとする。

なお、「旧ガイドライン」で注意されているとおり、本ガイドラインの中で示されている要件は、やむを得ず緊急的・一時的に避難するための施設が有することが望ましいものであり、避難者の生命の安全を確実に担保するものではないことを理解しておく必要がある。また、専ら避難生活を送る場所として整備された避難場所ではないことに留意する必要がある。また、「新ガイドライン」は、国土交通省住宅局長から技術的助言として発出された通達であるが、客観的に妥当な行いをするように促したり、そのために必要な事柄を示したりするものであって、地方公共団体を拘束するものではない。さらに、「旧ガイドライン」で述べられているとおり、津波避難ビル等に多くの機能を求めすぎて、指定・普及が遅々として進まなくなるようになるのではなく、普及面に力点を置いた推進体制を整えることが望まれる。

（4）対象とする津波

「港湾の津波避難施設」で対象とする津波は、地域防災計画で想定される津波とすることを基本とする。すなわち、「港湾の津波避難施設」を津波防災地域づくり法の指定避難施設として位置づける場合においては、発生頻度は極めて低いが影響が甚大な最大クラスの津波を想定することとなる。

ただし、臨港地区は地理的に津波からの避難が困難な条件であること等を考慮に入れて、「港湾の津波避難施設」で対象とする津波の規模を検討することが望ましい。

1. 2 用語の定義



【解説】

津波避難施設

津波により浸水すると想定される地域における一時的な避難場所としての機能を有する堅固な建築物又は工作物をいう。津波対策に関する基本法ともいべき津波対策の推進に関する法律（平成二十三年六月二十四日法律第七十七号）で定義

港湾の津波避難施設

一時避難施設

指定避難施設

市町村長は、警戒区域において津波の発生時における円滑かつ迅速な避難の確保を図るため、警戒区域内に存する施設（当該市町村が管理する施設を除く。）であって次に掲げる基準に適合するものを指定避難施設として指定することができる。

津波浸水想定

都道府県知事が基本指針に基づき津波浸水想定（津波により浸水するおそれがある土地の区域及び浸水した場合に想定される水深）を設定し、公表する。

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であって、津波の発生時における避難並びに第七十三条第一項に規定する特定開発行為及び第八十二条に規定する特定建築行為の制限の基準となるべきものをいう。（津波防災地域づくり法第53条第2項）

基本指針

津波防災地域づくりの推進に関する基本的な指針（平成二十三年十二月二十七日）
津波防災地域づくりにおいては、最大クラスの津波が発生した場合でも「なんとしても人命を守る」という考え方で、地域ごとの特性を踏まえ、既存の公共施設や民間施設も活用しながら、ハード・ソフトの施策を柔軟に組み合わせて総動員させる「多重防御」の発想

により、国、都道府県及び市町村の連携・協力の下、地域活性化の観点も含めた総合的な地域づくりの中で津波防災を効率的かつ効果的に推進することを基本理念とする。

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。以下同じ。）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。

1. 3 関連法規等

「港湾の津波避難施設」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、さらに、本ガイドラインを含む関連資料が示す要件を満たしていることが望ましい。

【解説】

(1) 関連法規の基本

「港湾の津波避難施設」は、その施設の本来の設置根拠となる関連法令に適合していなければならない。例えば、「港湾の津波避難施設」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。具体的には、それが既存施設であれば、地震に対する耐震安全性を確保するために、現行の建築基準法（昭和25年法律第201号）の規定に適合するものほか、同法第3条の適用を受けている既存不適格建築物にあつては、建築物の耐震改修の促進に関する法律（平成7年法律第123号）第8条第3項第一号に基づく基準³⁾に適合するものである必要がある³⁾。

その他の工作物を「港湾の津波避難施設」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、静岡県吉田町では、津波避難タワーを町有地に設置する場合は、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としている⁴⁾。また、建築工作物以外の例として、同町では、町道上に設置する津波避難タワーについては、「横断歩道橋（道路法第32条第1項第五号）」および「津波避難施設（災害対策基本法第40条、地域防災計画に位置づけ）」が相互に効用を兼ねる施設であるとして、「道路法第20条第1項（兼用工作物の管理）」に該当する「兼用工作物」として取り扱っている⁴⁾。

現在のところ事例はないものの、「港湾の津波避難施設」として、港湾施設を利用することも考えられる。この場合においては、その施設は港湾の技術基準（港湾の施設の技術上の基準を定める省令（平成19年国交省令15号）、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））に適合している必要がある。

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⁵⁾、その目的と照らし合わせて、「港湾の津波避難施設」とすることが適切かどうか判断することが望ましい。

(2) 本ガイドラインが示す要件の拘束力

「新ガイドライン」は、国土交通省住宅局長による通達として発出された技術的助言であり、地方公共団体を拘束するものではない。「新ガイドライン」の適用範囲に準じている本ガイドラインについても同様の位置付けを予定している。ただし、津波防災地域づくり法に基づく指定避難施設として位置付ける場合には、必ずその要件に適合しなければならない

ず、「港湾の津波避難施設」を指定避難施設として位置づける場合もその要件に適合する必要がある。

（3）本ガイドラインで対象とする施設の例

「港湾の津波避難施設」の対象となる港湾施設は、**港湾における避難対策ガイドライン（仮称）**に示すとおりであるが、本ガイドラインでも下記のとおり例を示す。

{旅客施設や港湾管理施設等}

旅客施設や港湾管理施設等の建築物である場合、建築基準法に適合する必要がある他、「旧ガイドライン」や「新ガイドライン」を参考にしつつ、港湾の特殊性に関しては本ガイドラインを参考にして、避難施設として建設・改良または指定することができる。ただし、津波防災地域づくり法に基づく指定避難施設として位置づける場合は、津波防災地域づくり法で規定される構造上、避難上、管理上の要件に適合する必要がある。

{旅客乗降用固定施設や照明設備等}

旅客乗降用固定施設や照明設備等の港湾の技術基準対象施設である場合、港湾の技術基準省令および告示に適合する必要がある他、「旧ガイドライン」や「新ガイドライン」を参考にしつつ、港湾の特殊性に関しては本ガイドラインを参考にして、避難施設として建設・改良または指定することができる。

津波防災地域づくり法に基づく指定避難施設として位置づける場合は同上である。

{上屋や倉庫等}

上屋や倉庫等は、建築物であり、かつ、港湾の技術基準対象施設であることから、建築基準法及び港湾の技術基準省令および告示に適合する必要がある。その他、「旧ガイドライン」や「新ガイドライン」を参考にしつつ、港湾の特殊性に関しては本ガイドラインを参考にして、避難施設として建設・改良または指定することができる。

津波防災地域づくり法に基づく指定避難施設として位置づける場合は同上である。

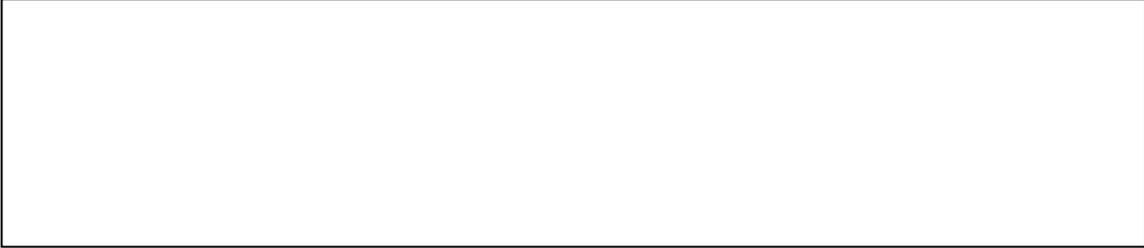
※地震に対する安全上耐震関係規定に準ずるものとして定める基準（平成18年国土交通省告示185号）。昭和56年6月1日時点の法第20条の規定に適合するもの（同法第4条第2項第三号に掲げる建築物の耐震診断及び耐震改修の実施について技術上の指針となるべき事項に定めるところにより耐震診断を行った結果、地震に対して安全な構造であるもの）を含む。

※※例えば、建築基準法と港湾の技術基準の目的は以下の通り。

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、もって公共の福祉の増進に資することを目的とする。

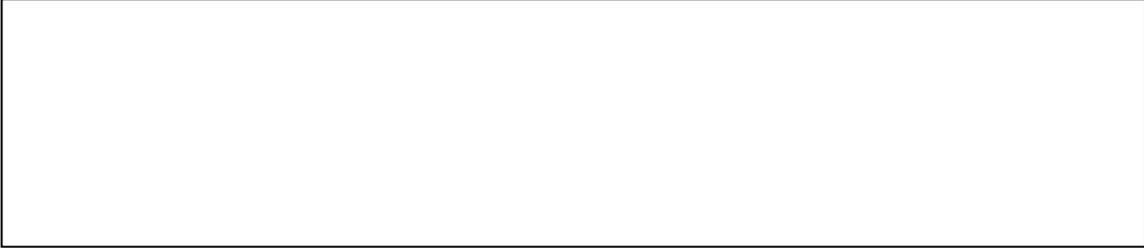
港湾の技術基準は、港湾の施設について、波浪による被害防止、耐震性確保等、港湾としての機能維持、港湾の利用者等の安全性確保の観点から、その建設・改良・維持にあたって安全性等を確保する技術上の基準に適合している必要があることを定めた規定である。

1. 4 対象施設の設計



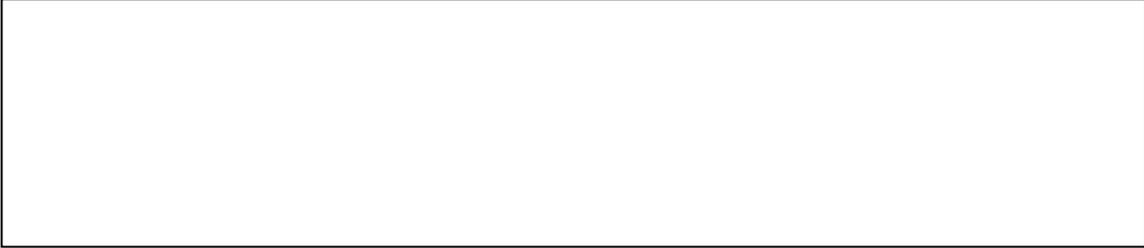
【解説】

1. 5 対象施設の施工



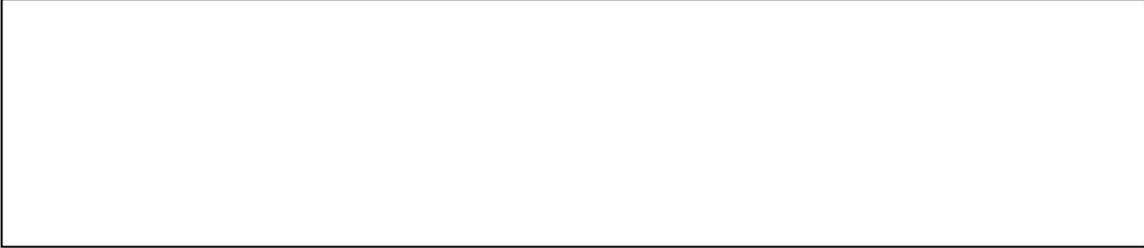
【解説】

1. 6 対象施設の維持管理



【解説】

1. 7 環境への配慮



【解説】

2. 津波避難施設

2. 1 避難施設の種類

2. 1. 1 一般

本ガイドラインに示す津波避難施設とは、臨港地区のうち避難困難地域の就業者・観光客等が一時的に避難を行うことができる建築物、又は工作物である。

【解説】

津波避難施設の種類を図-2.1に示す。

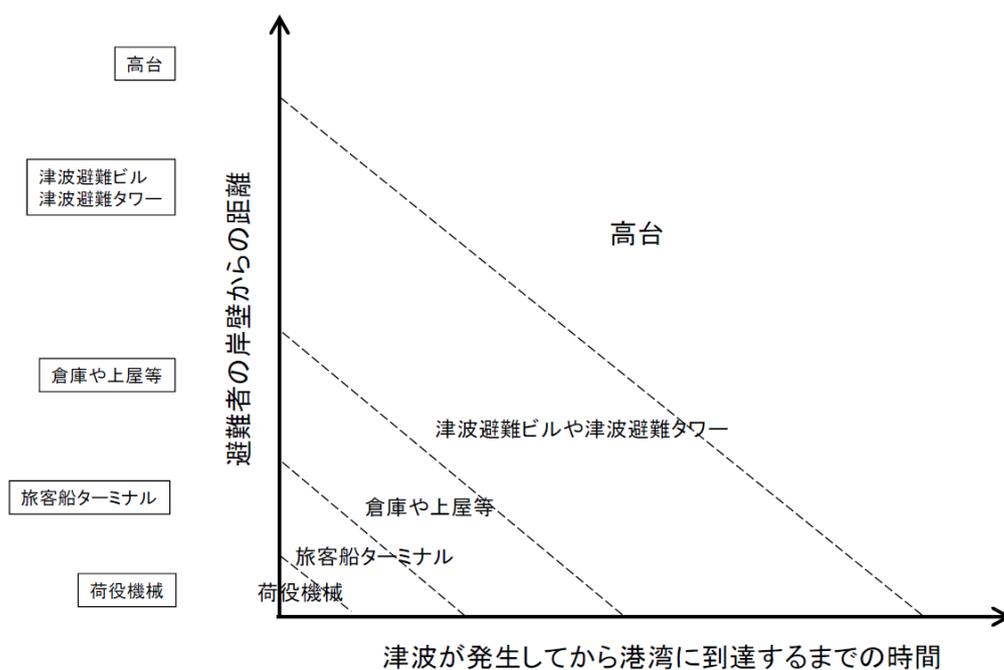


図-2.1 津波避難施設の種類

2. 1. 2 種類

津波避難施設の種類は、「津波避難ビル」、「津波避難タワー」、「上屋」、「盛り土」、「避難道路」等に分類される。

【解説】

津波避難ビルは、鉄筋コンクリート造、プレストコンクリート造、或いは鉄骨鉄筋コンクリート造の堅固な構造物をいう。また、津波避難タワーは、…

上屋は、…

盛り土は、…

更に、避難道路は、避難時に確実な避難が可能なものとし、

①地震に強い道路構造であること

②路側に停車車両があっても円滑な避難が出来る道路幅員を確保していること

③円滑な合流が可能な交差点構造であること

が望まれる。

2. 1. 3 要件

津波避難施設は、構造的要件および位置的要件を満たしたものとする。

【解説】

(1) 構造的要件

津波避難施設の構造的要件は、耐震性と津波に対する構造安全性を確保するものである。

1) 耐震性

津波に先立ち発生する地震に対する安全性を確保する必要がある。具体的には、耐震診断によって耐震安全性が確認されていること、または、新耐震設計基準（1981年（昭和56年）施行）に適合している建築物であることが望まれる。

また、液状化に対して構造的な支持力を確保していること等、安定していることが望まれる。

2) 津波に対する構造安全性

津波に対して、…

(2) 位置的要件

2. 1. 4 仮施設

港湾施設のうち、照明灯、コンテナクレーン、倉庫等は、津波避難施設としての要件を満たさないが、避難に際して距離的・時間的に他に避難する施設がなく、やむを得ない場合には、これを避難施設と設定してよい。

【解説】

照明灯、コンテナクレーン、倉庫等は、本ガイドラインを適用すると構造上の要件を満たさないが、……

2. 2 避難施設の規模と配置

2. 2. 1 津波浸水予想地域の確認

過去の津波来襲時における浸水実績や、津波シミュレーション等により作成された津波浸水予測図、津波ハザードマップをもとにして、津波浸水予想地域を確認する。

【解説】

過去の津波来襲時における浸水実績や、津波シミュレーション等により作成された津波浸水予測図、津波ハザードマップに示された浸水エリアをもって津波浸水予想地域とする。なお、津波浸水予想地域を検討する際は、津波の河川遡上による氾濫にも留意しておくことが必要である。

津波ハザードマップの作成にあたっては、「津波・高潮ハザードマップマニュアル」（平成16年3月：内閣府・農林水産省・国土交通省）等を参考とする。

2. 2. 2 津波困難地域の抽出

「2. 2. 1 津波浸水予想地域の確認」に基づき「避難対象地域」を設定し、この地域から「避難可能範囲」を除くことにより、「避難困難地域」を抽出する。

【解説】

（1）避難対象地域

避難対象地域は、津波が発生した場合、被害が予想されるために避難が必要な地域であり、避難勧告や避難指示を発令する際に避難の対象となる地域である。

実際にエリアの設定を行うにあたっては、津波浸水予想地域はあくまでも予測に基づいているため、安全側に立つ（広めに設定する）必要がある。

（2）避難可能範囲

避難対象地域において、津波到達時間までの時間内に、避難路もしくは避難経路を經由して、避難目標地点まで到達可能な範囲を「避難可能距離 L1」に基づいて設定し、これを避難可能範囲とする。なお、避難可能範囲の検討にあたっては、津波に向かう方向への避難は原則として行わないこととする。

①津波到達予想時間の想定

津波シミュレーション等の計算結果を用いて「津波到達予想時間 T」を想定する。

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。

この避難目標地点は、避難対象地域の外縁と避難路との接点付近とする。

③避難可能距離の算出

「津波到達予想時間 T」と「歩行速度 P1」との関係から、「避難可能距離 L1」を算出する。「避難可能距離 L1」とは、避難対象地域において、津波の第一波が到達するまでに避難目標地点に向かって移動できる距離を示す。なお、ここでの移動は徒歩を前提にしており、自動車等での移動は算定上考慮しない。

<避難可能距離 L1 の算定式>

$$\text{避難可能距離 L1} = \text{歩行速度 P1} \times (\text{津波到達予想時間 T} - t1 - t2)$$

(m) (m/秒) (秒)

ここに、

【歩行速度 P1】; 1.0m/秒を想定。ただし、歩行困難者、身体障害者、乳幼児、重病人等については、さらに歩行速度が低下する (0.5m/秒) ことを考慮する必要がある。

【津波到達予想時間 T】; 津波シミュレーション等により算出

【t1】; 「地震発生後、避難開始までにかかる時間 t1」については、1993年北海道南西沖地震でのアンケート調査結果 (表-2.1 参照) 等を参考に、対象人員の津波に対する意識、地域特性の違いや地理特性の違いを十分勘案して設定する。

【t2】; 「高台や高層階等までに上がるのにかかる時間 t2」については、「最大浸水深 H (m) / 「階段・上り坂昇降速度 P2 (m/秒)」で求める。「最大浸水深 H (m)」は津波シミュレーション結果等から設定し、「階段・上り坂昇降速度 P2 (m/秒)」を想定する (表-2.2 参照)。

(3) 避難困難地域

避難困難地域は、避難対象地域から避難可能範囲を除くことにより抽出する。

表-2.1 避難するまでの時間(北海道南西沖地震アンケート調査結果)

	N(実数)	%
1分以内に避難	8	4.4
1分後	5	2.7
2分後	9	4.9
3分後	30	16.5
4分後	20	11.0
5分後	65	35.7
6分後	2	1.1
7分後	2	1.1
8分後	2	1.1
10-14分後	21	11.5
15-19分後	1	0.5
20-24分後	4	2.2
30-34分後	1	0.5
無回答	12	6.6
計	182	

(平均：5.3分)

※「1993年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達－巨大津波と避難行動－」，東京大学境情報研究所「災害と情報」研究会，平成6年1月：地震後の津波発生地域における地域住民（奥尻町）に対するアンケート

表-2.2 歩行速度設定の目安

歩行速度		
通常歩行 P1	老人単独歩行速度 : 1.3m/秒（平均）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画(1980年) 「障害者を考慮した住宅団地の研究(その1)歩行行動からみた障壁の分析」 足立啓(関西大学助手)、小松和郎(金沢工業大学教授)、荒木兵一郎(関西大学教授 工博)
	群衆歩行速度 : 0.88~1.29m/秒（晴眼者）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画(1980年) 「視覚障害者の安全歩行空間計画に関する研究(その4)駅構内における歩行追跡調査」 芳村隆史(関西大学大学院生)、早瀬秀雄(関西大学大学院生)、荒木兵一郎(関西大学教授 工博)
	障害者の歩行速度 : 0.91m/秒（平均） （車いす利用者の場合）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画(1980年) 「障害者を考慮した住宅団地の研究(その1)歩行行動からみた障壁の分析」 足立啓(関西大学助手)、小松和郎(金沢工業大学教授)、荒木兵一郎(関西大学教授 工博)
昇降	階段昇降速度（老人） : 0.21m/秒	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画(1980年) 「障害者を考慮した住宅団地の研究(その1)歩行行動からみた障壁の分析」 足立啓(関西大学助手)、小松和郎(金沢工業大学教授)、荒木兵一郎(関西大学教授 工博)

※ここでの数値は、ある一定の条件下における実験から割り出された数値であるため、参考数値として示している。

※夜間における歩行速度、保育園・幼稚園児の歩行速度等については、わらに歩行速度が遅くなることが予想されるため、実際の訓練を行った結果の歩行速度等も参考にすることが望ましい。

2. 2. 3 対象人員

避難施設の規模と配置を設定するにあたり、避難の対象人数を算出する。

- ①避難困難地域に存在する就業者・港湾労働者
- ②避難困難地域に存在する観光客・旅客者・利用者 等

【解説】

(1) 避難困難地域に存在する就業者・港湾労働者

避難困難地域に存在する就業者・港湾労働者の人数を予め算出しておくことが望まれる。

(2) 避難困難地域に存在する観光客・旅客者・利用者

避難困難地域に観光地等が存在する場合は、可能な限り観光目的の滞在者についても、各種統計資料等から算出しておくことが望まれる。その他、旅客者・利用者についても予め算出しておくことが望まれる。

2. 2. 4 必要面積

避難施設の必要面積は、原則 2 名/1m²として算定する。

【解説】

避難施設の避難スペースの必要面積は、最低限として人が座ることの出来る状態を想定し、原則 2 名/1m²とする。

2. 2. 5 避難経路・避難方法

避難経路は、安全性を確保したものとする。また、避難方法は原則として徒歩によるものとする。

【解説】

(1) 避難経路

避難経路は、以下に示すような安全性を確保したものとする。

- ① 橋梁の耐震性を確保している。
- ② 周辺の建物の倒壊、転倒・落下物等がない。
- ③ 液状化による地盤の過大な不陸が生じない。

(2) 避難方法

以下の理由から、避難方法は原則として徒歩によるものとする。

- ① 港湾施設の倒壊、地盤の液状化による不陸、落下物等により円滑な避難ができない恐れが高いこと。
- ② 多くの避難者が自動車等を利用した場合、渋滞や交通事故等の恐れがあること。
- ③ 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あること。
- ④ 自動車は浮力があり、津波に流されやすい危険性があること。

2. 2. 6 避難スペースの高さ

避難スペースの高さは、避難者の安全性が確保できるものとし、津波の最大浸水深さに対して余裕高を考慮して設定することとする。

【解説】

津波避難施設の種類に応じて、避難スペースの高さを設定する。

(1) 津波避難タワー

津波の最大浸水深さから得られる高さに対して、余裕高として 2m から 4m を考慮した高さとする。

(2) 津波避難ビル

津波の最大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。

(3) その他

2. 2. 7 階段、手すり、柵など

津波避難施設には、階段（斜路含む）、手すり、防護柵及び落下物防止策などを設ける。

【解説】

（1）階段（斜路含む）、手すり

階段（斜路含む）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、外部階段を設ける方法がある。

（2）防護柵及び落下物防止柵

防護柵及び落下物防止柵は、経済性、施工性、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、転落防止のため避難スペース面より 1.1m（防護柵の設置基準・同解説 日本道路協会）とする。

また、落下物防止柵は、2.0m（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）の高さとする。

2. 2. 8 配置・形状・向き

津波避難施設は、津波シミュレーション等の結果を参考に、施設にとって影響を少なくするように配置する。また、津波の進行方向などを考慮して、適切な形状・向きを設定する。

【解説】

津波避難施設は、津波シミュレーション等の結果を参考に、港湾施設の開口部正面付近や到達時間が短い位置には配置しない。また、津波の進行方向に対して、抵抗が少ない形状・向きを設定する。

2. 2. 9 漂流物に対する配置に関する配慮事項

津波避難施設は、漂流物に対して可能な限り影響を少なくするように配置する。

【解説】

津波に伴う漂流物として引火性危険物や劇薬等が津波避難施設に衝突した場合、状況により避難者の安全性を損なうことになる。また、船舶・コンテナ等が漂流し同様に衝突した場合に、構造上主要な部分が破壊し、建築物全体の崩壊につながる可能性もある。従って、津波避難施設の配置に際しては、以下について配慮を行うものとする。

- (1) 引火性危険物や劇薬等の漂流
- (2) 船舶・コンテナ等の漂流物

2. 3 避難施設に設置する諸設備

津波避難施設は、津波が収束するまでの一次避難施設としての機能を有するものである。従って、同施設には、一次避難として必要な非常用の電源・通信等の設備や、非常食・飲料水・医薬品や各種防災機材を配備しておくことが望ましい。

【解説】

津波避難施設には非常用の設備、備品などを配備しておくことが望ましい。

(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。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

(3) 避雷針

(4) 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。その量は、一次避難を目的とし1日から2日分程度とする。

また、各種防災機材を配備しておく。

- 3. 自然状況などの設定
- 3. 1 津波に関する事項
- 3. 1. 1 津波波圧算定式

(1) 壁構造の津波避難施設の構造設計用の津波波圧は下式により算定する。

$$qz = \rho g(ah - z) \text{ ----- (3.1)}$$

ここに、

qz : 構造設計用の進行方向の津波波圧(kN/m²)

ρ : 水の単位堆積質量(t/m³)

g : 重量加速度(m/s²)

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。3とする。ただし、次の表に掲げる要件に該当する場合は、それぞれ a の値の欄の数値とすることができる。(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。)

	要件	a の値
(一)	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
(二)	(一)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

(2) 円筒構造の津波避難施設の構造設計用の津波波圧は下式により算定する。

$$q_2z(\theta) = \rho g(\beta h - z) \cdot \gamma(\theta) \text{ ----- (3.2)}$$

ここに、

$q_2z(\theta)$: 構造設計用の円周方向の津波波圧

β : 浸水深係数 ($\beta = 1.8 \sim 1.0$)

$\gamma(\theta)$: 円周方向の低減係数

【解説】

(1) 壁構造の壁面に作用する津波波圧算定式（3.1式）における水深係数の設定の考え方
水深係数の設定の考え方は以下による。

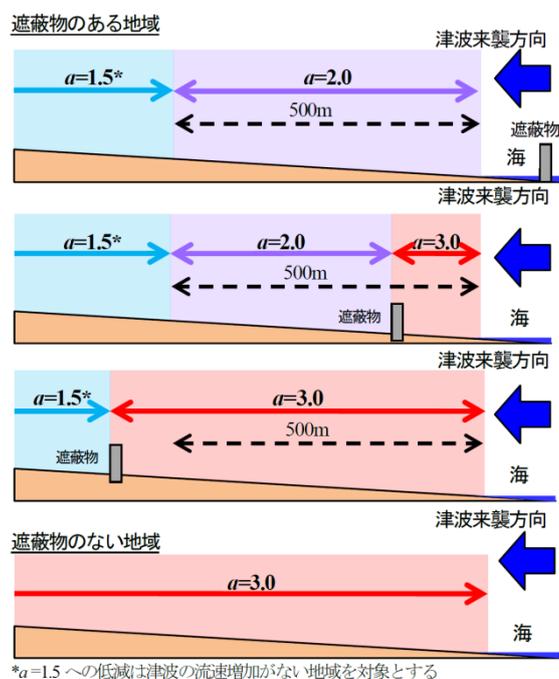


図3 遮蔽物の有無、海岸等からの距離と水深係数aの関係

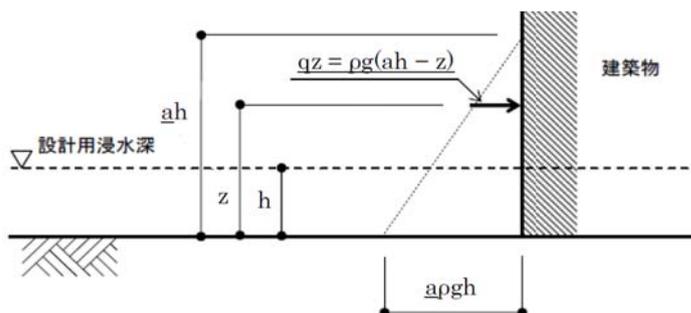


図-3.1.1 3.1式による津波波圧

(2) 円筒構造の壁面に作用する津波波圧の算定

円筒構造の壁面に作用する津波波圧は、「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力算定式を準用することができる。

図-3.1.2は、円筒構造の側面および底面に作用する津波波圧分布図である。

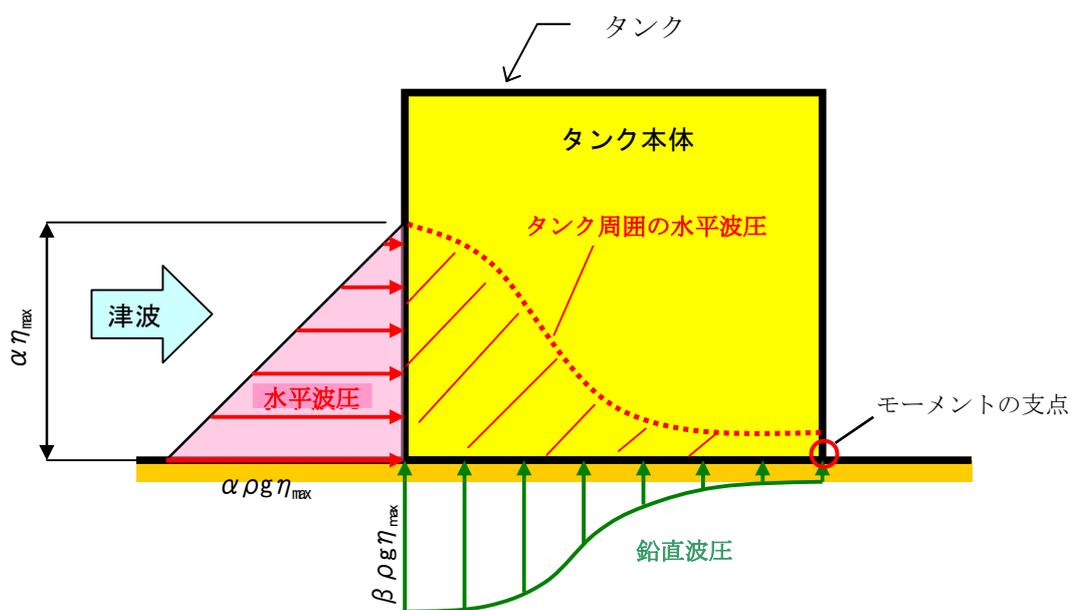


図-3.1.2 タンク本体に作用する津波波圧分布

(3) 津波波力算定式

構造設計用の進行方向の津波波力は、3.1 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。

$$Q_z = \rho g \int_{z_1}^{z_2} (ah - z) B dz \quad \text{-----} \quad (3.3)$$

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)

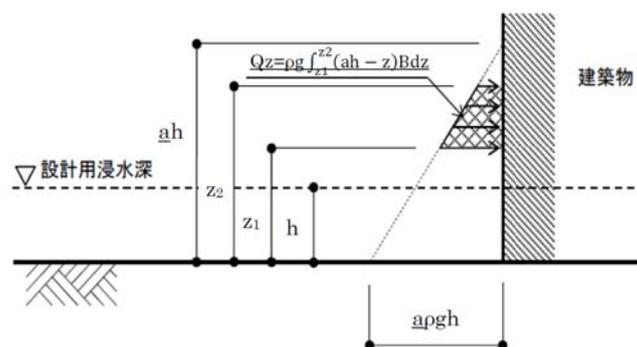


図-3.1.3 3.3 式による津波波力

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

$$Q_z = \rho g V$$

ここに、

Q_z : 浮力(kN)

V : 津波に浸かった建築物の体積(m³)

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。

3. 2 地震動に関する事項

「港湾の津波避難施設」の性能照査にあたっては、津波の規模と津波を引き起こす地震動についてシナリオを適切に設定し、津波を引き起こす地震動に対しては、構造の安定に重大な影響を及ぼさないことを基本とする。また、地震動と津波による複合作用等を評価する。

【解説】

（1）地震動の設定の基本

「港湾の津波避難施設」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。このため、「港湾の津波避難施設」の性能照査にあたっては、津波に先行する地震動によって地盤が液状化することはなく、かつ、その作用を十分に考慮する必要がある。また、臨港地区は、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。

なお、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」⁶⁾等を参考にすることができる。

（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⁶⁻¹⁾。これに対して、建築基準においては、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。

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）液状化の影響

（a）液状化の影響

「港湾の津波避難施設」が立地する地盤は、液状化によって地盤の支持力が低下することから、液状化しないことを基本とする。また、周辺の地盤が液状化した結果、「港湾の津波避難施設」が立地する地盤が側方流動による影響を受ける可能性がある場合は、その対策を検討する必要がある。やむをえず、これらの影響を受ける場所に「港湾の津波避難施設」が立地している場合においては、これらの影響により地盤が沈下し、「港湾の津波避難施設」に対する津波の作用が変わること等の影響を適切に評価して、性能照査することが望ましい。

また、避難経路においては、液状化により避難に支障が出ないようにする必要がある。

（b）液状化の判定

「港湾の津波避難施設」が立地する地盤においては、液状化の有無を判定し、液状化が予測される場合においては、施設の特性に応じて、適切な方法により地盤改良を行う必要がある。

液状化を判定する方法には、港湾における液状化の予測・判定法⁷⁾や「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」⁸⁾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。

液状化の判定を評価する場合には、避難施設の特性と判定法の適用範囲を十分に理解し、適切な方法を選択する必要がある。

（4）地殻変動量の評価

地殻変動量については、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し、適切に評価する必要がある。

3. 3 漂流物に関する事項

「港湾の津波避難施設」の照査においては、漂流物の衝突によっても施設全体が崩壊しないことを確かめる。この他、漂流物の衝突による作用力を低減させるため、「港湾の津波避難施設」の形状の工夫や避難施設周辺における防衝工等の設置を検討することが望ましい。

また、臨港地区においては、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) 漂流物が作用する条件

津波によって漂流する対象物には、船舶、車両、コンテナ、木材等が考えられ⁸⁻¹⁾、「港湾の津波避難施設」に作用する漂流物については、周辺の漂流対象物の有無や配置等を調査した上で、適切に設定する必要がある。なお、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危険性があり、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。

漂流対象物が津波によって漂流を開始する簡易的な条件は、漂流対象物の浮遊条件、すなわち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考えることができる。なお、津波による作用力 F が下式を満足する場合には浮遊する前に滑動を開始する。

$$F = \mu(W - B - L)$$

ここに、 F ：漂流対象物に作用する津波の流体力、 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、 μ ：漂流対象物の静止摩擦係数である。

また、海域からの漂流物が陸上に影響を及ぼす条件としては、下式が参考となる。

$$H > D$$

ここに、 H ：陸上の浸水深、 D ：漂流物の喫水である。

(2) 漂流物による作用の評価

「新ガイドライン」と津波防災地域まちづくり法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。漂流物が避難施設に衝突した場合の避難施設の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や漂流物の運動量を評価して建築物の許容力積と比較する方法等がある⁸⁻²⁾。漂流物の衝突力を評価する方法としては、丸太を想定した方法⁸⁻³⁾、⁸⁻⁴⁾、コンテナを対象にした方法⁸⁻⁵⁾、⁸⁻⁶⁾、丸太・コンテナに対応した方法⁸⁻⁷⁾等（新 FEMA

についてのレビューを入りたい)、いくつかの方法が提案されているものの、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³⁾。

（3）漂流物の対策

漂流物が直接、「港湾の津波避難施設」に作用することを防止する方法として、防衝工による衝突力の緩和⁸⁻⁸⁾や補足スクリーンによる漂流物のトラップ等⁸⁻¹⁾の対策がある。補足スクリーンの支柱の設計においては、漂流物のエネルギーを評価して、これと構造物の吸収エネルギーを比較する方法がある⁸⁻¹⁾。

漂流物と高さの関係（3. 避難上の要件）

3. 4 火災に関する事項

3. 4. 1 火災発生の要因

津波に起因する火災は、集積した家屋、自動車、流木、瓦礫に、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、プロパンガスボンベなどが出火源となり、これが引火して発生することが要因とされる。

【解説】

津波に起因する火災は、津波浸水域の境界付近まで流された家屋や自動車が、残っている家屋等の建物にせき止められ集積し、そこに火源や引火性の危険物が漂着して引火することにより発生すると考えられている。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や軽油、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き、火災が拡大する。

3. 4. 2 火災温度と時間

【解説】

(1)

3. 4. 3 耐火対策

鉄筋コンクリート構造、或いはプレストレストコンクリート構造の施設は、耐火対策は必要としない。鋼構造の施設は、コンクリート被覆を行う、或いは耐火塗料の塗布を行う。

また、漂着防止部材、緩衝帯の設置などが有効である。

【解説】

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、同構造或いはプレストレストコンクリート構造は、耐火対策は必要としないこととした。

なお、鋼構造の場合は、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

火対策を施すこととした。

また、津波により流された家屋、自動車、流木、瓦礫を施設に近づけない対策として、施設の周りに漂着防止部材や緩衝帯を設けることも有効である。

一方、施設の周囲の集積物による火災を想定し、避難者の安全確保のために避難スペースを火災発生箇所から遠ざける工夫を行う。

3. 5 耐久性

作文港湾がどのように特殊なのか？

【解説】

港湾の津波避難施設は、他の港湾構造物と同様に厳しい自然環境にさらされ、様々な荷重作用および環境作用を受ける。港湾の津波避難施設は、その要求性能を踏まえれば、予定された供用期間中、これらの作用により施設の安全性や使用性の低下を招くことがあってはならない。また、供用期間中においては、定期的な点検診断と適切な対策によりその要求性能を満足させることが重要である。しかし、例えば、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。このため、港湾の津波避難施設の設計・建設・改良においては、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配慮しておくことが望ましい。

3. 6 その他

新ガイドラインと津波まちづくり告示を参酌港湾がどのように特殊なのか？

【解説】

（1）洗掘に関する事項

新ガイドラインを参酌

4. 構造設計法

4. 1 構成する部材の要求性能

4. 1. 1 考慮する荷重と荷重の組み合わせ

津波荷重によるに対する建築物の構造設計では、以下に示す荷重を考慮する。
・「固定荷重」、「積載荷重」、「積雪荷重」、「津波荷重」、「地震荷重」、「風荷重」
また、構造設計においては、上記荷重を適切に組み合わせる。

【解説】

津波荷重に対する建築物の構造設計では、以下に示す荷重の組み合わせを考慮する。

$G + P + 0.35S + T$ （多雪地域）

$G + P + T$ （多雪地域以外の地域）

ここに、

G : 固定荷重によって生じる力

P : 積載荷重によって生じる力

S : 積雪荷重によって生じる力

T : 津波荷重によって生じる力

多雪地域は、特別な検討等による場合を除いて、建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)の規定に基づき特定行政庁が指定する区域とする。

また、津波荷重と地震荷重、津波荷重と風荷重は、組み合わせを行わない。

4. 1. 2 部材の要求性能

4. 1. 2. 1 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。

【解説】

(1) 耐圧部材の設計

耐圧部材は、終局強度以内とし、確実に構造骨組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。

(2) 非耐圧部材の設計

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。

4. 1. 2. 2 構造骨組の設計

【解説】

各方向、各階において、構造骨組みの水平耐力が、津波の水平荷重以上であることを下式により確認する。

$$Q_{ui} \geq Q_i$$

ここに、

Q_{ui} : i 層の津波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 層に生じる津波の水平荷重

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。

4. 2 構造物の安定性

4. 2. 1 転倒及び滑動の検討



【解説】

建築物が、浮力及び自重を考慮して、津波荷重によって転倒又は活動しないこと(杭基礎にあっては、杭の引き抜き耐力を超えないこと等)を確かめる。

4. 3 構造体の断面力



【解説】

4. 4 構造部材の耐力

--

【解説】

4. 5 その他の構造設計上の配慮

--

【解説】

(1) 洗掘

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。

(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。

参考文献

- 1) 中央防災会議：防災基本計画、平成24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、(一社)建築性能基準推進協会（、協力 独立行政法人 建築研究所）：津波避難ビル等の構造上の要件の解説、平成24年2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月版）、平成24年9月
- 5) 多賀谷一照：詳解 逐条解説 港湾法、平成24年7月
- 6) 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7月
- 6-1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成19年7月
- 7) 国土交通省港湾局：港湾の施設の技術上の基準・同解説、改訂版、<http://www.mlit.go.jp/common/000221249.pdf>、平成24年8月
- 8) 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、平成25年4月
- 8-1) (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25年〇月
- 8-2) 東京大学生産技術研究所：「40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」、平成23年度建築基準整備促進事業 中間報告書その2、平成23年10月
- 8-3) 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年5月
- 8-4) 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、2003
- 8-5) 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、2005
- 8-6) 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、2007
- 8-7) FEMA P-646: Guidelines for design of structures for vertical evacuation from Tsunamis
- 8-7-1) FEMA P-646: Guidelines for design of structures for vertical evacuation from Tsunamis –Second Edition–, April 2012
- 8-8) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻）、平成19年7

月

- 9) 国土交通省海事局、津波発生時における旅客避難マニュアル検討会：旅客船事業における津波避難マニュアルの作成の手引き、<http://www.mlit.go.jp/common/000994463.pdf>、
平成25年3月