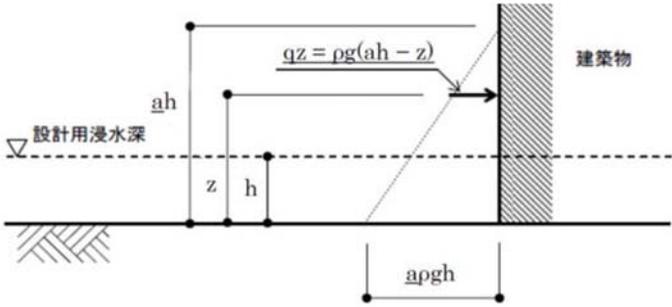


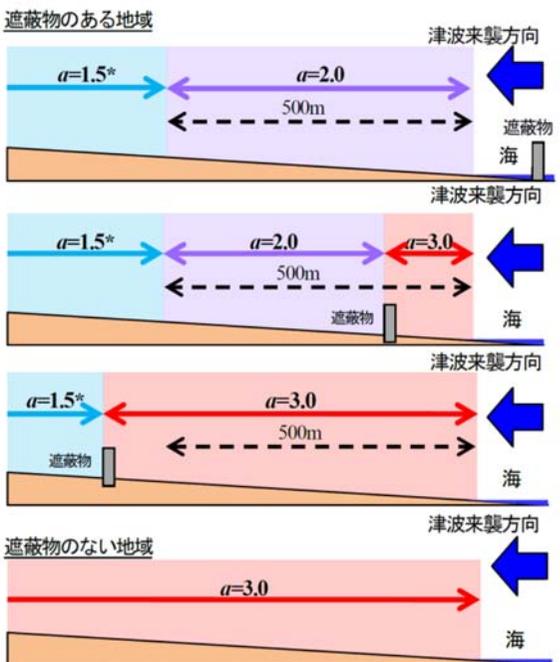
参考表 14.1 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

対象として設定されている構造物				
避難施設（港湾）				
出典資料（基準・ガイドライン）				
港湾の津波避難施設的设计ガイドライン				
発行者 / 発行年				
国土交通省港湾局 / 平成 25 年 10 月（2013.10）				
荷重の種類				
津波先端荷重	水平荷重	衝撃段波波力	—	—
		段波波力	波力と区別なし	—
		波力	○	参考表 14.2～14.4
	鉛直荷重	全揚圧力	—	—
津波非先端荷重	水平荷重	抗力	○	参考表 14.5
	鉛直荷重	揚圧力	—	—
		浮力	○	参考表 14.5
越流時荷重	水平荷重	水位差	—	—
		流体力	—	—
	鉛直荷重	揚圧力	—	—
		浮力	—	—
漂流物荷重	水平荷重	衝突荷重	○	参考表 14.6～14.8
		せき止め荷重	—	—

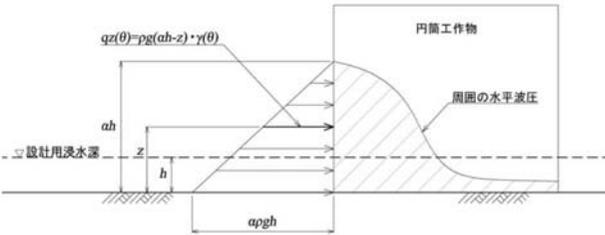
参考表 14.2 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
津波 先端部 荷重 (片側のみに水圧が作用している状態)	水平 荷重	波力	<p>・矩形の構造物に対する津波作用</p> $qz = \rho g (ah - z) \quad (\text{朝倉式})$ $Qz = \rho g \int_{z1}^{z2} (ah - z) B dz$ <p>a : 水深係数, qz : 構造物設計用の進行方向の津波波圧(kN/m²), ρ : 水の単位体積質量(t/m³), g : 重力加速度(m/s²), h : 設計用浸水深(m), z : 該当部分の地面からの高さ ($0 \leq z \leq ah$) (m), Qz : 構造物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), $z1$: 受圧面の最小高さ ($0 \leq z1 \leq z2$) (m), $z2$: 受圧面の最高高さ ($z1 \leq z2 \leq ah$) (m)</p>  <p>図 4.1 式による津波波圧</p> <p>出典：港湾の津波避難施設的设计ガイドライン</p> <p>※参考表 14.3 に続く。</p>	31・ 32・36	<p>算定式は、長周期波（ソリトン分裂波を含む）を造波する遡上津波の水理模型実験を行った朝倉らの算定式を参考にしたものである。</p> <p><参考文献> 朝倉良介, 岩瀬浩二, 池谷毅, 高尾誠, 金戸俊道, 藤井直樹, 大森政則: 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp.911-915, 2000 東京大学生産技術研究所: 平成 23 年度建築基準整備促進事業「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」, 中間報告書 (その 2), 2011 国土技術政策総合研究所: 津波避難ビル等の構造物上の要件の解説, 国総研資料第 673 号, 2012</p>

参考表 14.3 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
津波 先端部 荷重 (片側のみに水圧が作用している状態)	水平 荷重	波力	<p>・水深係数 a について</p>  <p>図 海岸からの距離と遮蔽物の有無による水深係数</p> <p>出典：港湾の津波避難施設の設計ガイドライン</p>	31・ 32・36	<p>・水深係数 $a=3.0$ の場合</p> <p>水深係数 $a=3.0$ は、ソリトン分裂が生じない条件での津波波圧を整理した値であり、衝撃波圧およびソリトン分裂には適用できない。</p> <p>・水深係数 $a=3.0$ 以外</p> <p>係数 $a=3.0$ 以外のときは、東日本大震災津波の被害調査結果を参考に係数を設定したものである。</p> <p>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は、遮蔽物の有無による比が1.5倍程度であることから、水深係数 a は 3.0 (朝倉ら) /1.5=2.0 としている。</p> <p>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は、津波の不確実要素を考慮して割増係数 (=1.5) を考慮して水深係数は 1.5 としている。</p>

参考表 14.4 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
津波 先端部 荷重 (片側のみに水圧が作用している状態)	水平 荷重	波力	<p>・円筒形の構造物に対する津波の作用</p> $qz(\theta) = \rho g(ah - z) \cdot \gamma(\theta)$ $\gamma(\theta) = \sum_{m=0}^3 p_m \cos m\theta$ $p_0 = 0.680, \quad p_1 = 0.340,$ $p_2 = 0.015, \quad p_3 = -0.035$ $\alpha = \begin{cases} 1.8 & Fr \geq 1.3 \\ 2.0Fr - 0.8 & 1.3 \geq Fr \geq 0.9 \\ 1.0 & 0.9 \geq Fr \end{cases}$ <p>α : 浸水深係数, $qz(\theta)$: 構造設計用の円周方向の津波波圧, θ : 津波の来襲方向を0°とした円筒工作物角度, Fr : フルード数, $\gamma(\theta)$: 円周方向の低減係数</p>  <p>図 (4.2)式による津波波力</p> <p>出典 : 港湾の津波避難施設の設計ガイドライン</p>	33	<p>算定式は、進行波の水深と浸水係数（フルード数を考慮）を用いてタンクに作用する水平波圧を評価したものである。</p> <p>この算定式を用いて津波波圧を算定する場合には、浸水深係数α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$\alpha=1.8$と設定してよいとされている。</p> <p><参考文献> 総務省消防庁：危険物施設の津波・浸水対策に関する調査報告書，pp.70-78，2009</p>

参考表 14.5 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
津波 非先端部 荷重	水平 荷重	抗力	<p>・柱状骨組み構造物</p> $\vec{f}_n = \frac{1}{2} C_D P_0 \vec{u}_n \vec{u}_n D \Delta S + C_M P_0 \vec{a}_n A \Delta S$ <p>f_n : 部材軸方向に微小長さ ΔS(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)</p> <p>u_n, a_n : 部材と水粒子運動方向の共通面における部材軸直角方向の水粒子速度成分(m/s)及び加速度成分(m/s²)</p> <p>u_n : u_n の絶対値, C_D : 抗力係数, C_M : 慣性力係数, D : 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(m²), P_0 : 海水の密度 (=1.03t/m³)</p>	34	<p>津波避難タワーの柱状構造物の骨組み部材に作用する津波荷重を海中部材に作用する波力算定式(モリソン式)として適用した算定式である。</p> <p><参考文献> 日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 2007</p>
津波 非先端部 荷重	鉛直 荷重	浮力	$Q_z = \rho g V$ <p>Q_z : 浮力(kN), V : 津波に浸かった建築物の体積(m³)</p>	37	<p><参考文献> 国土技術政策総合研究所: 津波避難ビル等の構造物上の要件の解説, 国総研資料第 673 号, p.I-18, 2012</p>

参考表 14.6 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
漂流物 荷重	水平 荷重	衝突 荷重	<p>・松富の評価式（流木の衝突力）</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{V}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>F_m：衝突力，C_{MA}：見かけの質量係数（段波，サージでは1.7），v_{A0}：流木の衝突速度，D：流木の直径，L：流木の長さ，σ_f：流木の降伏応力，γ：流木の単位体積重量，g：重力加速度，V：漂流物の衝突速度・移動速度</p>	41	<p>水路実験と空中での大規模実験を実施し，見かけの質量係数を定量化し，衝撃力評価式を理論的な考察から提案したものである。見かけの質量係数は，段波で1.7，定常流れて1.9と定めている。</p> <p><参考文献></p> <p>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，pp.111-127，1999</p>
			<p>・池野・田中の評価式（流木の衝突力）</p> $\frac{F_m}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V}{g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25}} \right\}^{2.5}$ <p>F_H：漂流物の衝突力，S：係数（=5.0），C_{MA}：付加質量係数，V_H：段波速度，D：漂流物の代表高さ，L：漂流物の代表長さ，M：漂流物の質量，g：重力加速度</p>	41	<p>漂流物の形状や配置による違いを考慮した漂流物の衝突力を表現した算定式である。漂流物の形状や配置は，付加質量係数 C_{MA} で表現している。</p> <p>算定式は，段波津波を造波させた実験を行い，円柱，角柱，球の3種類の漂流物（木材）が衝突した場合の結果との比較を行い，妥当性の確認を行っている。</p> <p><参考文献></p> <p>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，pp.721-725，2003</p>

参考表 14.7 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
漂流物 荷重	水平 荷重	衝突 荷重	<p>・水谷の評価式（コンテナの衝突力）</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V^2 + \frac{WV}{gdt}$ <p>F_m：漂流衝突力，dt：衝突時間，η_m：最大遡上水位，ρ_w：水の密度， B_c：コンテナ幅，V_x：コンテナの漂流速度，W：コンテナ重量，g：重力加速度</p>	42	<p>算定式は，規則波と孤立波を造波させ，エプロン上のコンテナ（アクリル製）を漂流させた実験結果と比較を行い，妥当性の検証を行っている。論文では，コンテナの長さ 2 種類，質量を 6 種類変化させた実験を実施し，算定式で実験結果を近似できることを示している。</p> <p><参考文献> 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，pp.741-745，2005</p>

参考表 14.8 対象として設定されている構造物（避難施設（港湾））

大項目	小項目	細目	算定式	ページ	備考
漂流物 荷重	水平 荷重	衝突 荷重	<p>・有川の評価式（コンテナの衝突力）</p> $F_m = \gamma_p \chi^{2/5} \left(\frac{5}{4} \tilde{M} \right)^{3/5} v^{6/5}$ $\chi = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, \quad k = \frac{1 - \nu^2}{\pi E}, \quad \tilde{M} = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2}$ <p>F: 衝突力, α: 衝突面半径 1/2, E: ヤング率 (コンクリート版), ν: ポアソン比, m: 質量, v: 衝突速度, γ_p: 塑性によるエネルギー減衰効果 (0.25), 添え字 k, m: 衝突体と被衝突体</p>	42	<p>Hertz の理論にもとづく算定式により, 鋼製コンテナ漂流物の衝突力が評価できることを実験結果から確認している。</p> <p><参考文献> 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, pp.846-850, 2007</p>
			<p>・FEMA の評価式（木材・丸太・コンテナの衝突力）</p> $F_m = 1.3 u_{\max} \sqrt{kM(1+c)}$ <p>F_i: 衝突力, u_{\max}: 漂流物を運ぶ流体の最大流速, k: 衝突漂流物 (剛性 k_d) と被衝突構造物 (剛性 k_s) の合成有効剛性 ($1/k=1/k_s+1/k_d$), m_d: 漂流物の質量, c: 付加質量係数</p>	42	<p><参考文献> FEMA : Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis, FEMA P-646, 2012</p>