

【省令】（用語の定義）

- 第一条** この省令において使用する用語は、港湾法（昭和二十五年法律第二百十八号）において使用する用語の例によるほか、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
- 一 要求性能 技術基準対象施設に必要とされる性能をいう。
 - 二 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。
 - 三 変動波浪 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波浪のうち、当該施設の設計供用期間中に発生する可能性の高いものをいう。
 - 四 偶発波浪 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波浪のうち、当該施設の設計供用期間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。
 - 五 レベル一地震動 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地震動のうち、地震動の再現期間と当該施設の設計供用期間との関係から当該施設の設計供用期間中に発生する可能性の高いものをいう。
 - 六 レベル二地震動 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地震動のうち、最大規模の強さを有するものをいう。
 - 七 耐震強化施設 港湾計画の基本的な事項に関する基準を定める省令（昭和四十九年運輸省令第三十五号）第十六条に定める大規模地震対策施設又は大規模な地震が発生した場合においてこれと同等の機能を有する必要がある施設であつて、技術基準対象施設であるものをいう。

【告示】（用語の定義）

- 第一条** この告示において使用する用語は、港湾の施設の技術上の基準を定める省令（平成十九年国土交通省令第十五号。以下「省令」という。）において使用する用語の例によるほか、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
- 一 永続作用 自重、土圧、環境作用（腐食現象等の施設を構成する材料の劣化を引き起こし、施設の性能を損なうおそれのある力学的、物理的、化学的又は生物学的な作用をいう。以下同じ。）等、設計供用期間中に常に生じるものと想定される作用をいう。
 - 二 変動作用 風、波浪、水圧、水の流れ、船舶の接岸及び牽引による作用、レベル一地震動、載荷重等、設計供用期間中に生じる可能性が高いと想定される作用をいう。
 - 三 偶発作用 津波、レベル二地震動、偶発波浪、船舶の衝突、火災等、設計供用期間中に生じる可能性が低く、かつ、当該施設に大きな影響を及ぼすと想定される作用をいう。
 - 四 性能規定 性能照査を行えるよう、要求性能を具体的に記述した規定をいう。
 - 五 性能照査 技術基準対象施設が性能規定を満足していることを確認する行為をいう。
 - 六 永続状態 性能規定及び性能照査で考慮する一の作用又は二以上の作用の組合せの状態のうち、主たる作用が永続作用であるものをいう。
 - 七 変動状態 性能規定及び性能照査で考慮する一の作用又は二以上の作用の組合せの状態のうち、主たる作用が変動作用であるものをいう。
 - 八 偶発状態 性能規定及び性能照査で考慮する一の作用又は二以上の作用の組合せの状態のうち、主たる作用が偶発作用であるものをいう。
 - 九 震源特性 震源断層の破壊過程が地震動に与える影響をいう。
 - 十 伝播経路特性 震源から当該地点の地震基盤に至る伝播経路が地震動に与える影響をいう。
 - 十一 サイト特性 地震基盤上の堆積層等が地震動に与える影響をいう。
 - 十二 危険物 港則法施行規則の危険物の種類を定める告示（昭和五十四年運輸省告示第五百四十七号）で定める危険物をいう。
 - 十三 港湾管理用基準面 技術基準対象施設を建設し、改良し、又は維持する場合において基準となる水面であつて、最低水面（水路業務法施行令（平成十三年政令第四百三十三号）第一条の規定に基づき定められた最低水面をいう。）をいう。ただし、潮汐の影響が大きい湖沼又は河川に係る技術基準対象施設の港湾管理用基準面にあつては、港湾の利用の安全を確保するため渇水期等における水位の極めて低い状態を勘案して定めるものとする。

表-2.5.2 施設又は構造形式ごと、並びに、設計状態及び照査項目ごとに想定される性能照査の方法 (1/4)

施設 又は 構造形式	設計状態	照査項目	想定される性能照査法				経験的な判 断に基づく 方法	類似の構造 形式や他基 準に準じる 方法	当該性能照査の方法に準じ ることができる施設
			信頼性設計法		過去の設計 法における 設定に基づく 方法 (形式的な部 分係数法)	数値解析法 (動的解析法)			
			レベル1/信頼 性設計法 (部分係数法)	レベル3/信頼 性設計法 (確率的変形 量を考慮し た方法)					
混成堤	自重に関する永続状態 波浪に関する変動状態	地盤のすべり破壊	○						直立堤、重力式特殊防波堤、 防砂堤、突堤、導流堤 等
		直立部の滑動及び転 倒、基礎地盤の支持力	○	○					
	レベル1地震動に関する 変動状態			○	○				
	偶発状態	変形量/損傷			○	設計津波等			
傾斜堤	自重に関する永続状態 波浪に関する変動状態	天端高、静穏度等				○			捨石式護岸 等
		地盤のすべり破壊				○			
	上部工の滑動及び転 倒、地盤等の破壊				○				
	レベル1地震動に関する 変動状態	上部工の滑動及び転 倒、地盤等の破壊				○			
	偶発状態	上部工の滑動及び転 倒、地盤等の破壊				○	設計津波等		
	天端高、静穏度等						○		
杭式防波堤	全般								
軟弱地盤着底式 防波堤	全般								
護岸	全般						○	係留施設等 を参照	堤防、胸壁、防潮堤 等
閘門	全般						○		水門等

※ 想定される照査を○印で表示。なお、この表は、あくまでも本書において想定している性能照査手法を照査項目毎にまとめたものであり、これ以外の適切な方法による照査を否定して
いるわけではない。なお、表中には、液状化の判定や沈下の検討は、含まれていないので、別途検討する必要がある。

5 津波

【告示】(津波)

第九条 設計津波については、既往の津波記録又は数値解析をもとに、津波高さ等を適切に設定するものとする。

〔解説〕

(1) 津波の設定

施設の性能照査に用いる設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波は、再現期間が数十年から百数十年の発生頻度の高い津波の規模以上とし、当該施設の重要度に応じて適切に設定する。

(1) 津波に関する用語の定義

- ① 津波は、主に地震による海底面の隆起あるいは沈降によって生じる海水面の上下変位が沿岸に伝わった波である。海底地震に伴う地殻変動の他の津波発生原因には、沿岸部の大規模な崖崩れ、海底火山の爆発などがある。

地震による海底面の隆起・沈降は数 10km 以上の規模で起こるのに対し、水深は深いところでも数 km であるため、海底面の変動がそのまま海面に伝わる。この海面変動が津波の初期波形となる。その波長は水深に比較して非常に長いので、この海面変動は周囲に長波として伝播する。津波の用語の定義を図-5.1 に示す。

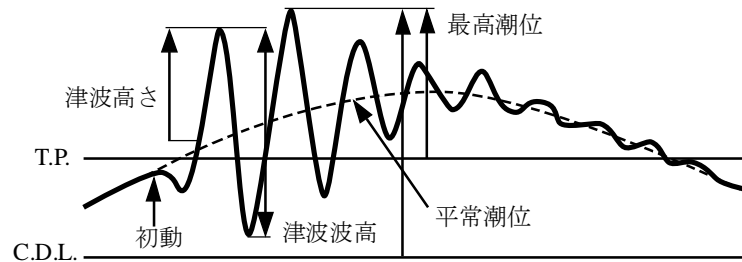


図-5.1 津波の用語

- ② 平常潮位 (推定潮位)

一般海域における平常潮位とは、津波が来襲しなかった場合の海面高さである。観測された潮位から津波によると考えられる周期の成分及びそれより短い副振動の成分を平滑化して取り除いた潮位であり、東京湾平均海面 T.P.又は最低水面 C.D.L.を基準とした値で示す。なお、この平常潮位は、基本的には天文潮位であるが、気圧変化、風、沿岸部の海流の変化などによって、調和定数から推算される天文潮位からずれている場合がある。

- ③ 津波高さ

津波の来襲中に観測された海面水位から平常潮位を差し引いたものを偏差といい、その最大値を津波高さ又は最大偏差という。

- ④ 最高潮位

津波の来襲中に観測された潮位の最高値を最高潮位といい、東京湾平均海面 T.P.又は最低水面 C.D.L.を基準とした値で示す。

- ⑤ 津波波高・周期

津波の波形は一般に不規則に変動する。これを風波と同様にゼロアップクロス法によって整理することによって1波毎の津波の波高や周期が定義できる。観測された海面水位が平常潮位を負側から正側に横切る点から次に負側から正側に横切る点までを1つの波として定義し、その間の最高水位と最低水位の差を津波波高、その間の時間を津波周期とする。さらに、連続した津波波高の中で最大のを最大津波波高と定義する。

- ⑥ 初動

津波が観測地点に到達し、観測潮位が平常潮位からずれ始める時刻を示す。最初に観測された津波による海面水位変動が平常潮位より高い場合を押し波初動、平常潮位よりも低い場合を引き波初

H_1 : 幅 b_1 、水深 h_1 の断面における津波波高

H_2 : 幅 b_2 、水深 h_2 の断面における津波波高

ただし、式(5.2)は幅や水深が緩やかに変化し、反射波を生じないという仮定のもとで成り立つものであり、海底摩擦によるエネルギー損失は考慮されていない。水深の浅いところや、反射波の影響を強く受ける湾奥などでは適用できない。

(5) 段波津波³⁾

1983年日本海中部地震津波の著しい特徴は、1/200程度の緩勾配の海岸が30kmにわたって広くひろがっている秋田県北部海岸において、津波が海岸に向けて伝播するとともに波形が著しく変形して段波状になり、周期5~10秒程度の短い周期変動を伴ったことである。同一の津波が男鹿半島西岸のように1/50程度の比較的急勾配の海岸に入射したところでは、顕著な段波津波とはならず、重複波的であった。入射津波の津波高が同じであれば、段波津波の方が重複波的な津波より遡上高が高くなる傾向にある。

(6) エッジ波

沖合で発生した津波が沿岸に斜めに入射すると、海岸で沖に向けて反射した津波が屈折により沿岸部に補足され、沿岸に沿って伝播することがある。例えば、2003年十勝沖地震津波では、襟裳岬から釧路に至る海岸にエッジ波と考えられる津波が確認された。このエッジ波により津波が長時間続いたため、地震発生から数時間後の満潮に津波が重なって浸水被害を発生させることがある⁴⁾。

(7) 津波の波力

① 津波波力の算定手順

直立壁に作用する津波波力は、津波シミュレーションの有無、波状段波、越流の発生の有無を考慮して適切に設定する。津波シミュレーションを実施する場合、図-5.2に示す算定手順をもとにして波力算定式を用いることができる。

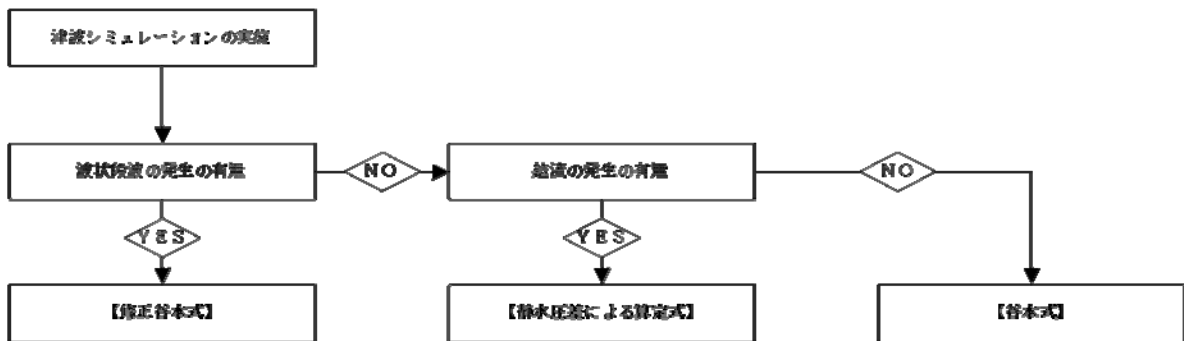


図-5.2 直立壁に作用する津波波力の算定手順

② 津波波力式の適用の考え方

(a) 波状段波が発生する場合

津波は、まず段波状かそうでないかに分類でき、波長の長い津波先端部が短周期の複数の波に分裂（ソリトン分裂）しながら段波形状になった波状段波については、衝撃段波波力が極めて大きな値となり、谷本式では明らかに過小評価になるため適用できない⁵⁾。海底勾配が非常に緩やかであると波状段波となり、また、波高水深比（津波高さ/水深）が小さい場合や海底勾配が比較的急な場合には段波にはならない。

このため、波状段波が発生する場合には、津波波力が大きくなるため、これに対応した修正した谷本式（修正谷本式）を波力算定に適用することができる。波状段波波力を考慮する条件は、おおむね入射津波高さが水深の30%以上（シミュレーション等による津波高さが水深の60%以上）で、かつ海底勾配が1/100以下程度の遠浅である場合と考えることができる。

(b) 波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生しない場合

(a)に示す波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生しない場合には、谷本式を適用することができる。

(c) 波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生する場合

(a)に示す波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生する場合には、ケーソン前面と背面に作用する静水圧差を補正した算定式を適用することができる。なお、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態に谷本式を適用した方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較の上、適切に適用する必要がある。

③ 津波シミュレーションを行う場合の静水面の設定

基準水面は一般的に朔望平均満潮面 (H.W.L.) を基準水面として取り扱う。

④ 谷本式及び修正谷本式における入射津波の静水面上の高さの設定

防波堤に作用する津波波力を求めるための津波高さの算定にあたっては、防波堤を考慮した数値シミュレーションを行うことを原則とする。

谷本式に用いる a_I (入射津波の静水面上の高さ) は、数値シミュレーション等による津波高さ (静水面からの高さ) の 1/2 を入射津波高さとして定義し、波力算定にはこれを用いるものとする。

なお、一般に、津波高さという場合には、浸水等の影響を考慮するための水位 (反射波の影響を含む) である。したがって、これらの津波高さについても、原則としてその 1/2 の値を入射津波高さ a_I とする。こうした津波高さは、一般に T.P.上の水位で表されていることが多いので、設計潮位 (通常は H.W.L.) 上の高さに換算してから 1/2 にする必要がある。

⑤ 津波波力の算定式

(a) 修正谷本式（静水面の無次元波圧強度を 3.0 に割増した谷本式）

静水位上 $\eta^* = 3.0a_I$ の高さで $p=0$ 、静水位で $p=3.0\rho_0ga_I$ となる直線分布で、静水位以下は、一様な波圧分布とする⁵⁾。

1) 背面の水位が押し波時に静水面より下がらない場合

$$\eta^* = 3.0a_I \quad (5.3)$$

$$p_1 = 3.0\rho_0ga_I \quad (5.4)$$

$$p_u = p_1 \quad (5.5)$$

ここに、

η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)

a_I : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)

ρ_0g : 海水の単位体積重量 (kN/m³)

p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m²)

p_u : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m²)

なお、浮力については前面静水面を背面まで考慮した場合の容積（斜線の部分）として計算する。

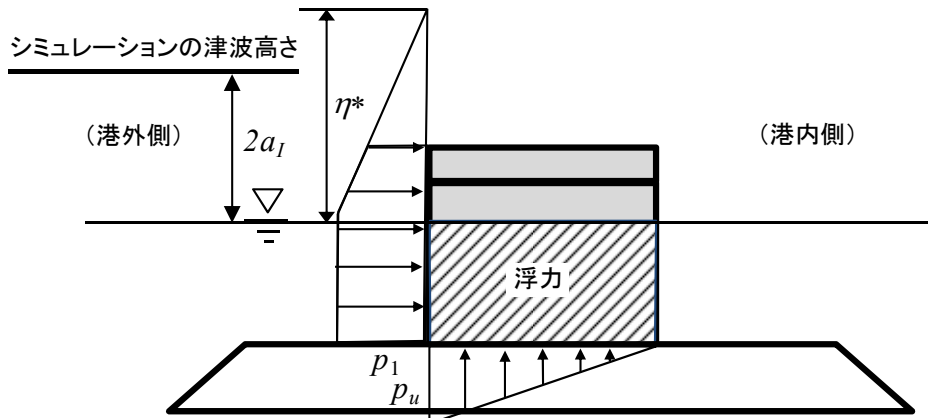


図-5.3 修正谷本式による津波波力の考え方
(背面の水位が押し波時に静水面より下がらない場合)

2) 背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合

背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合には（引き波初動時あるいは2波目以降に限る）、必要に応じて下がった水位で検討を行う。

$$\eta^* = 3.0a_I \quad (5.6)$$

$$p_1 = 3.0\rho_0ga_I \quad (5.7)$$

$$p_2 = \rho_0g\eta_B \quad (5.8)$$

$$p_u = p_1 \quad (5.9)$$

$$p_L = p_2 \quad (5.10)$$

ここに、

η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)

η_B : 直立壁背面で静水面から下がった水位 (m)

- a_I : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)
- $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m^3)
- p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m^2)
- p_2 : 直立壁背面における負圧 (kN/m^2)
- p_u : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m^2)
- p_L : 直立壁背面下端における揚圧力 (kN/m^2)

なお、浮力については前面静水面を背面まで考慮した場合の容積 (斜線の部分) として計算する。

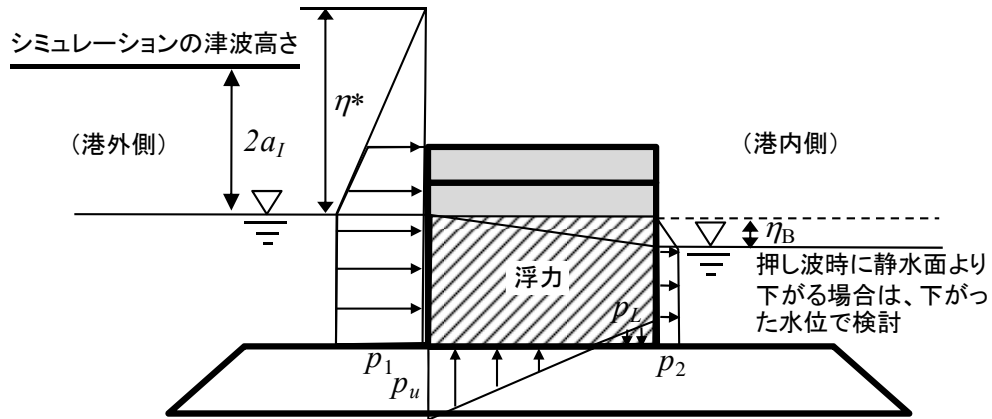


図-5.4 修正谷本式による津波波力の考え方
(背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合)

(b) 谷本式

静水位上 $\eta^* = 3.0a_I$ の高さで $p = 0$ 、静水位で $p = 2.2\rho_0ga_I$ となる直線分布で、静水位以下は、一様な波圧分布とする³⁾。

1) 背面の水位が押し波時に静水面より下がらない場合

$$\eta^* = 3.0a_I \quad (5.11)$$

$$p_1 = 2.2\rho_0ga_I \quad (5.12)$$

$$p_u = p_1 \quad (5.13)$$

ここに、

η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)

a_I : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)

ρ_0g : 海水の単位体積重量 (kN/m^3)

p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m^2)

p_u : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m^2)

なお、浮力については前面静水面を背面まで考慮した場合の容積 (斜線の部分) として計算する。

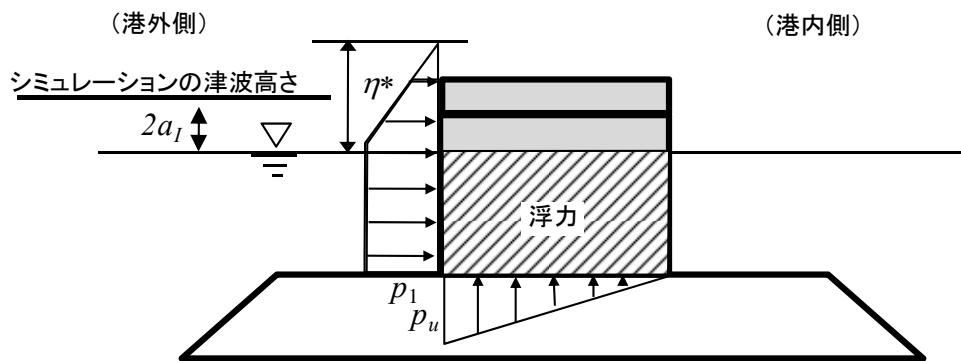


図-5.5 谷本式による津波波力の考え方

(背面の水位が押し波時に静水面より下がらない場合)

2) 背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合

背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合には (引き波初動時あるいは2波目以降に限る)、必要に応じて下がった水位で検討を行う。

$$\eta^* = 3.0a_I \quad (5.14)$$

$$p_1 = 2.2\rho_0ga_I \quad (5.15)$$

$$p_2 = \rho_0g\eta_B \quad (5.16)$$

$$p_u = p_1 \quad (5.17)$$

$$p_L = p_2 \quad (5.18)$$

ここに、

η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)

η_B : 直立壁背面で静水面から下がった水位 (m)

a_I : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)

- $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m^3)
- p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m^2)
- p_2 : 直立壁背面における負圧 (kN/m^2)
- p_u : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m^2)
- p_L : 直立壁背面下端における揚圧力 (kN/m^2)

なお、浮力については前面静水面を背面まで考慮した場合の容積（斜線の部分）として計算する。

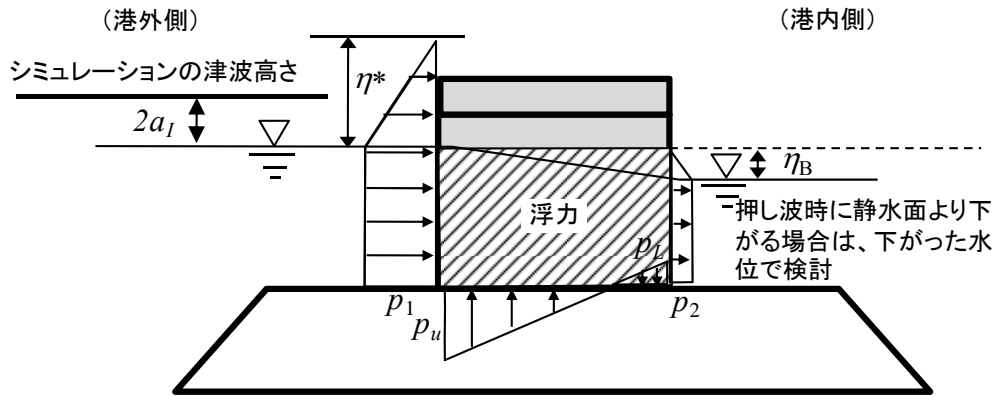


図-5.6 谷本式による津波波力の考え方
(背面の水位が押し波時に静水面より下がる場合)

(c) 静水圧差による算定式

$$p_1 = \alpha_f \rho_0 g (\eta_f + h') \quad (5.19)$$

$$p_2 = \frac{\eta_f - h_c}{\eta_f + h'} p_1 \quad (5.20)$$

$$p_3 = \alpha_r \rho_0 g (\eta_r + h') \quad (5.21)$$

ここに、

- p_1 : 直立壁前面の底面における波圧強度 (kN/m²)
- p_2 : 直立壁前面の天端面における波圧強度 (kN/m²)
- p_3 : 直立壁背面の底面における波圧強度 (kN/m²)
- $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³)
- h' : 直立壁の底面の水深 (m)
- h_c : 静水面から直立壁天端面までの高さ (m)
- η_f : 直立壁前面の静水面からの津波高さ (m)
- η_r : 直立壁背面の静水面からの津波高さ (m)
- α_f : 直立壁前面の静水圧補正係数
- α_r : 直立壁背面の静水圧補正係数

水理模型実験による検証から、前面の静水圧補正係数 α_f に 1.05、背面の静水圧補正係数 α_r に 0.9を使用することができる⁵⁻¹⁾。

なお、浮力については水没している堤体全体（前面水位を背面まで考慮した場合の容積：斜線の部分）として計算する。揚圧力は考慮しない。

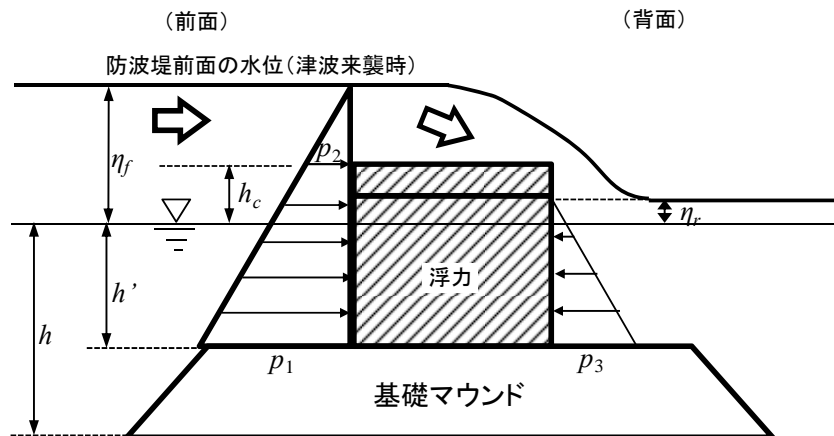


図-5.7 静水圧差による算定式による津波波力の考え方

(8) 津波の流速

津波は風波と異なり海表面から海底面までの海水が運動する。津波による海水の動きは一般的には海表面から海底面まで一様であり、その流速 u は式(5.22)によって与えられる。次式が示すように津波の流速は水深が浅くなるほど速くなる。

$$u = \frac{C\eta}{h} = \eta \sqrt{\frac{g}{h}} \quad (5.22)$$

ここに、

η : 平常潮位を基準とした津波による海面変動 (m)

C : 波速 (m/s)

h : 水深 (m)

g : 重力加速度 (m/s^2)

(9) 検潮記録上での津波

- ① 検潮記録は津波の記録として非常に有効である。ただし、そのデータの取扱いには次の各項に留意する必要がある¹⁾。
- ② 検潮所が港内にある場合には、港の防波堤等の施設の影響により、港外周辺の津波の状況と異なる可能性が高い。
- ③ 比較的周期の短い津波では、海水が検潮所の導水管を通して検潮井戸に入るまでにエネルギー損失が生じ、検潮所の周りに来襲した津波よりも小さな津波となる。表-5.1より、日本海中部地震津波のときの、各港内の検潮記録の偏差と検潮所付近において得られた津波の痕跡高又は目視観測の結果より推定した偏差と比較すると、検潮記録が小さめになっている。

の粗度公式等で評価できる底面摩擦と防波堤開口部の断面の急縮・急拡による運動量損失がある。釜石湾口防波堤に関する模型実験¹⁸⁾と数値計算との比較から釜石湾口防波堤の開口部における運動量損失係数として0.5が提案されている⁸⁾。

また、開口部潜堤周辺の流れや潜堤に作用する波力を流動の3次元性を考慮できる数値モデルによって評価する試みも行われるようになってきており¹⁹⁾²⁰⁾、こういった手法を用いることによって津波力を含めた津波の数値解析が期待できる。

(12) 発生頻度の高い津波と最大クラスの津波

津波対策を構築するにあたっては、二つのレベルの津波を想定する²¹⁾。

発生頻度の高い津波は、対象地域における既往最大津波、比較的多くのデータが揃っている近年の津波で防災上適切と考えられる規模の津波、地震空白域における想定地震に基づいた津波を適切に踏まえて設定する。なお、**設計津波の水位の設定方法**²²⁾を踏まえ、痕跡高や歴史記録・文献等の調査で判明した過去の津波の実績と、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを用いて、一定頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生する津波を設定する方法も参考とすることができる。

最大クラスの津波は、出来るだけ過去に遡って地震・津波の発生等をより正確に調査し、古文書等の史料の分析、津波堆積物調査、海岸地形等の調査等の科学的知見に基づく調査を行い、その調査結果を対象地域の防災の観点から幅広く整理・分析し、あらゆる可能性を考慮して設定する²³⁾。なお、中央防災会議により公表された津波断層モデルを参考とすることができる。

これらの津波は、対象地域の港湾管理者及び海岸管理者等の関係者間で十分に調整を図った上で、地域防災計画等を踏まえ適切に設定する。

(13) 施設の性能照査に使用する津波の考え方

港湾の施設の設計において作用として考慮する津波には、施設の安定性を照査するための設計津波と、偶発対応施設の防波堤、防潮堤、水門、閘門、護岸、堤防、胸壁、廃棄物埋立護岸において、構造上の工夫を施すことで可能な限り、粘り強く施設の安定を保ち、減災効果の発揮や被災直後から港内の静穏度を確保することを目指す、設計津波を超える規模の強さを有する津波がある。

設計津波については、再現期間が数十年から百数十年の発生頻度の高い津波の規模以上の津波を設定するものであるが、一般的には発生頻度の高い津波を設定するケースが多いと考えられる。発電所等の重要度が著しく高い施設を守る場合や、人・財産・産業等の極度に集積している地域を守る場合などは、当該施設の重要度に応じて、最大クラスの津波も踏まえて適切に設定する必要がある。

設計津波を超える規模の強さを有する津波については、最大クラスの津波までの範囲内で、可能な限り、粘り強く施設の安定を保つための構造上の工夫に要する費用とその効果の観点、当該施設の重要度に応じて、適切な規模の津波を設定する必要がある²⁴⁾。

また、多くの場合、津波来襲前に地震の影響を受けるため、この地震動に対する施設の耐震性を確保するとともに、津波の作用による性能照査時において、地震動及び地殻変動による施設の沈下量、変形量、残存耐力等の影響を考慮することが重要である。

なお、GPS波浪計は、直接ブイに取り付けられたアンテナの位置座標をサンプリング間隔1秒で計測することが可能なことから、津波による海面変動を計測することができる²⁵⁾。このため、GPS波浪計で得られた津波による海面変動の観測結果は、その海域における伝搬計算の検証データとして活用できる。

[参考文献]

- 1) 高山知司，鈴木康正，鶴谷広一，高橋重雄，後藤智明，永井紀彦，橋本典明，長尾毅，細山田得三，下迫健一郎，遠藤仁彦，浅井正：1993年北海道南西沖地震津波の特性と被害，港湾技術研究所資料 No.775，pp.225，1994
- 2) 首藤伸夫，松富英夫，卯花政孝：北海道南西沖地震津波の特徴と今後の課題，海岸工学論文集，第41巻，pp.236～240，1994
- 3) 谷本勝利，高山知司，村上和男，村田繁，鶴谷広一，高橋重雄，森川雅行，吉本靖俊，中野晋，平石哲也：1983年日本海中部地震津波の実態と二，三の考察，港湾技術研究所資料 No.470，pp.299，1983
- 4) 富田孝史，河合弘泰，柿沼太郎：平成15年(2003年)十勝沖地震津波による被害と津波の特性，港湾

- 空港技術研究所資料 No.1082, pp.30, 2003
- 5) 池野正明, 松山昌史, 榊山勉, 柳沢賢: ソリトン分裂と砕波を伴う津波の防波堤に作用する波力評価に関する実験的研究, 海岸工学論文集 第 52 巻, pp.751~755, 2005
 - 5-1) 有川太郎, 佐藤昌治, 下迫健一郎, 富田孝史, 辰巳大介, 廉慶善, 高橋研也: 釜石湾口防波堤の津波による被災メカニズムの検討—水理特性を中心とした第一報—, 港湾空港技術研究所資料 No.1251, pp.40~43, 2012
 - 6) 高山知司, 平石哲也: 須崎港における津波に関する水理模型実験, 港湾技術研究所資料 No.549, pp.131, 1986
 - 7) 鶴谷広一, 中川康之: 北海道南西沖地震津波による奥尻港東防波堤の被災再現実験, 港湾技術研究所資料 No.789, pp.20, 1994
 - 8) 後藤智明, 佐藤一央: 三陸沿岸を対象とした津波数値計算システムの開発, 港湾技術研究所報告 Vol.32 No.2, pp.3~44, 1995
 - 9) 首藤信夫: 津波と防災, 土木学会論文集 No.369/II-5, pp.1~11, 1986
 - 10) 岩瀬浩之, 見上敏文, 後藤智明: 非線形分散波理論を用いた実用的な津波計算モデル, 土木学会論文集 No.600/II-44, pp.119~124, 1998
 - 11) 岩瀬浩之, 藤間浩司, 見上敏文, 柴木秀之, 後藤智明: 波数分散効果を考慮した日本海中部地震津波の遡上計算, 海岸工学論文集 第 49 巻, pp.266~270, 2002
 - 12) 佐藤良輔, 阿部勝征, 岡田義光, 島崎邦彦, 鈴木保典: 日本の地震断層パラメータ・ハンドブック, 鹿島出版会, pp.10~27, 1989
 - 13) Mansinha, L., Smylie, D.E.: The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 61, No. 5, pp.1433~1440, 1971
 - 14) 岩崎敏夫, 真野明: オイラー座標系による二次元津波遡上の数値計算, 第 26 回海岸工学講演会論文集, pp.70~74, 1979
 - 15) 小谷美佐, 今村文彦, 首藤伸夫: GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集 第 45 巻, pp.356~360, 1998
 - 16) 本間仁, 安芸白公一: 物部水理学, 岩波書店, pp.232~237, 1962
 - 17) 土木学会編: 水理公式集 平成 11 年度版, 丸善, pp.713, 1999
 - 18) 谷本勝利, 木村克俊, 宮崎啓司: 津波防波堤開口部潜堤の安定性に関する実験的研究, 港湾技術研究所報告 Vol.27 No.4, pp.93~122, 1988
 - 19) 正村憲史, 藤間功司, 後藤智明, 飯田邦彦, 重村利幸: 2 次元・3 次元ハイブリッドモデルを用いた津波の数値解析, 土木学会論文集 No.670/II-54, pp.489~61, 2001
 - 20) 富田孝史, 柿沼太郎, 島田昭男: 3 次元流動モデルによる津波防波堤の防護効果に関する数値計算, 海岸工学論文集 第 51 巻, pp.296~300, 2004
 - 21) 交通政策審議会: 港湾における地震・津波対策のあり方(答申)~島国日本の生命線の維持に向けて~, 2012.6.13
 - 22) 農林水産省, 国土交通省: 設計津波の水位の設定方法等について, 2011.7.8
 - 23) 中央防災会議: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 2011.9.28
 - 24) 国土交通省港湾局: 防波堤の耐津波設計ガイドライン, 2013.9
 - 25) 河合弘泰, 佐藤真, 川口浩二, 関克己: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震津波の特性, 港湾空港技術研究所報告, Vol.50, No.4, pp.3~63, 2011

なお、設計津波を設定し、設計津波とそれに先行する地震動に対して性能を規定する場合、設計津波と組み合わせる地震動は、必ずしも、当該港湾で想定される最も強い地震動（レベル2地震動）ではない場合がある。例えば、ある港湾で、内陸活断層地震と海溝型地震の両者が想定され、内陸活断層地震に対してより強い揺れが想定されるものとする。このとき、内陸活断層地震は津波を伴わないので、内陸活断層地震による地震動の直後に津波が到来するといった状況を想定することは不合理であり、過大な投資につながる。そこで、レベル2地震動以外に、設計津波に先行する地震動を評価する必要のある場合がある。その場合の地震動の評価方法は、対象地震がレベル2対象地震から設計津波の原因となる地震に変更されるだけであって、以下に述べる評価方法はそのまま適用することができる。

1. 3. 3 震源パラメータの設定

レベル2地震動の評価に必要な震源パラメータには巨視的震源パラメータ（基準点位置、走向、傾斜、長さ、幅、面積、地震モーメント）、微視的震源パラメータ（アスペリティの数、アスペリティの面積、アスペリティの地震モーメント、ライズタイムなど）及びその他のパラメータ（破壊開始点、破壊伝播速度、破壊伝播様式）がある。それらのパラメータの意味するところを図-1.3.3に示す。震源パラメータは、以下に示す標準的な設定方法に従って設定するか、もしくは別途詳細な調査を行って設定する。

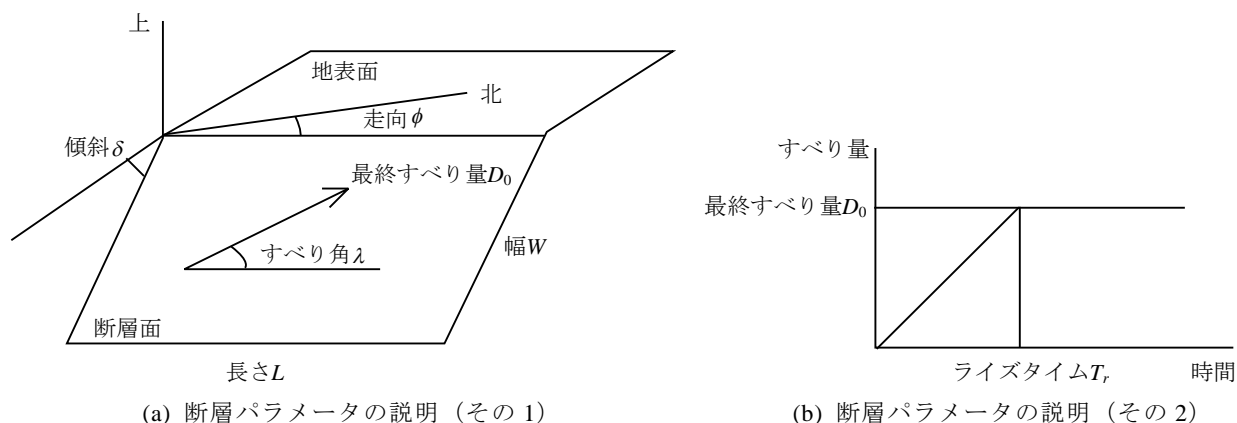


図-1.3.3 震源パラメータの意味

(1) 過去に大きな被害をもたらした地震の再来を想定する場合

東南海・南海地震のように、過去に大きな被害をもたらした地震の再来を想定する場合には、過去に実際に発生した地震（過去のイベントという）に関する資料を可能な限り活用することが望ましい。

巨視的震源パラメータについては、過去のイベントのパラメータが明らかにされている場合には、それらのパラメータを用いることができる。過去の多くの地震の巨視的震源パラメータについて文献35)に記載がある。地震モーメント M_0 と断層面積 S のうち、一方のみが与えられ他方を推定しようとする場合には、次式⁵⁷⁾⁵⁸⁾により推定することができる（式(1.3.1)と Eshery⁵⁹⁾による円形クラックの式を組み合わせると断層面全体の平均的な応力降下量は3MPaとなる。）。

$$S(\text{km}^2) = 1.88 \times 10^{-15} \times M_0^{2/3} (\text{dyne} \cdot \text{cm}) \quad (1.3.1)$$

微視的震源パラメータ（アスペリティ位置など）については、過去のイベント（地震）に関するデータの多寡に応じて異なる対応が必要となる。まず、波形データ等に基づいて過去のイベントの微視的震源パラメータがよく調べられている場合には、それらのパラメータを用いることができる。例えば1923年関東地震⁶⁰⁾の再来や1968年十勝沖地震⁴⁴⁾の再来、1978年宮城県沖地震⁴⁴⁾の再来を考えるとこれがこれに相当する。次に、過去のイベントの波形データは残されていない場合、歴史資料から各地の震度がわかっているならば、その震度情報と整合するように設定された微視的震源パラメータを用い

形を参照することができる。

〔3〕構造形式の選定及び断面の設定

- (1) 防波堤の断面の設定にあたっては、各構造形式の特性を考慮し、配置条件、自然条件、利用条件、重要性、施工条件、経済性、工期、材料入手の難易、維持管理の難易について比較検討して、構造形式を選定することが望ましい。
- (2) 防波堤は構造形式及び機能・目的により、一般に図-2.1.1のように分類されている。なお、図中の通常の防波堤とは、基本的な機能を有する防波堤を意味している。
- (3) 港内海水の循環を促進するためには防波堤構造を透過形式にした方が有利であるが、この場合、漂砂の流入、透過波の増大も招くこともあるので採用にあたっては、利害得失を十分に考慮する必要がある。
- (4) 港内及び港外における生物付着促進のための創意工夫を行うこともある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。
- (5) 防波堤の法線形状が隅角部を含む場合には、隅角部付近の波高が増大する。このため、隅角部付近は低反射構造とすることが望ましい。
- (6) 防波堤の消波機能における消波工の断面諸元の設定にあたっては、所要の消波効果が発揮されるように、水理特性等を適切に考慮する必要がある。特に、消波工の天端高は、堤体に衝撃砕波圧が作用しないように、堤体の天端高と同程度にすることが望ましい。
- (7) 津波の掃流力により、開口部に設置された潜堤の天端部が被災を受けること、及び、基礎マウンド等を通る海水等の流れが生じて基礎マウンド及びその下部の地盤が洗掘されることがあるので、必要に応じて、適切な洗掘防止対策を行う必要がある。
- (8) 高潮時に基礎等の構造により施設の海水の透過性が高くなれば、高潮の低減効果が小さくなることに注意する必要がある。また、高潮による港内外の潮差により、基礎マウンド等の内部を通る海水等の流れが生じて基礎マウンド等の下部の地盤が洗掘されることがあるので、必要に応じて、適切な洗掘防止対策を行う必要がある。

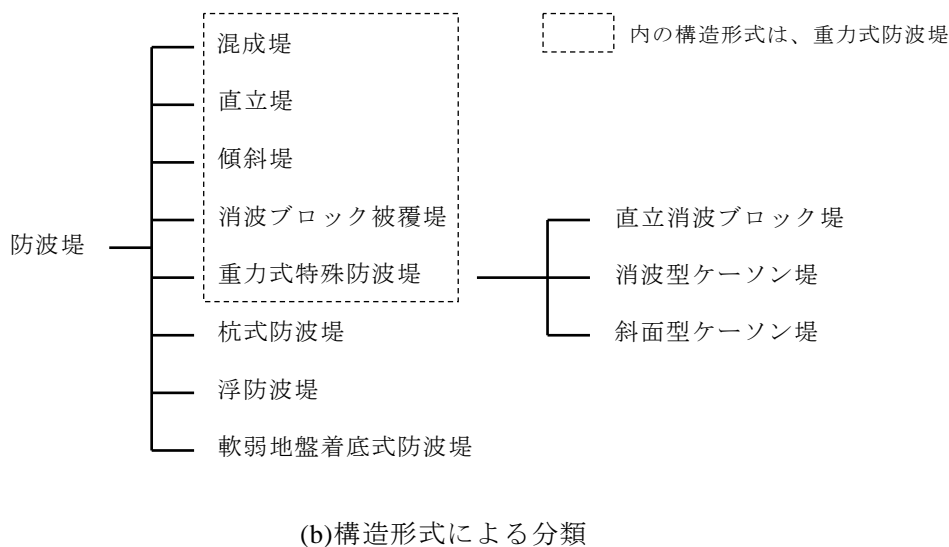
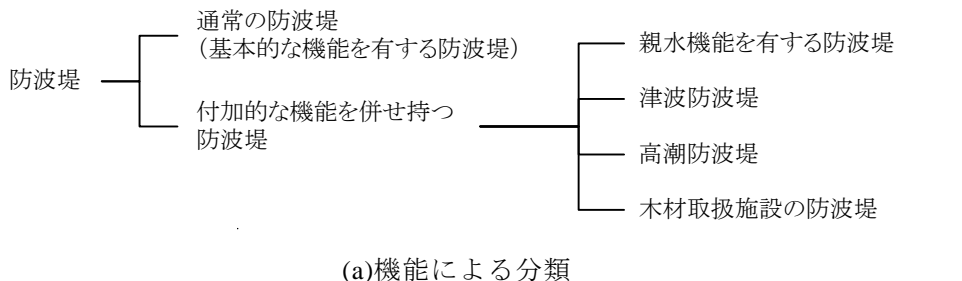


図-2.1.1 防波堤の分類

2. 2 性能照査

- (1) 防波堤の性能照査にあたっては、荷役及び避泊等に必要な港内の静穏が維持できるよう、防波堤の天端高、防波堤の位置と水域施設との関係、港口の位置と方向を検討すべきである。なお、泊地の静穏度に関する性能照査にあたっては、第3編第2章4. 5 静穏度の考え方を参照することができる。また、台風等の荒天時においても背後の港湾施設が保全できるようにすることが望ましい。
- (2) 静穏度の確保に必要な防波堤の天端高は、一般に、朔望平均満潮面上、防波堤の安定の検討において用いる有義波高($H_{1/3}$)の0.6倍以上の適切な高さとしてすることができる。この場合、適切な高さは、背後の水域の静穏度、背後の港湾の施設の保全等を勘案して設定する。既設の防波堤にあつては次のように天端高を決めている例が多い。
 - ① 大型船の出入する港湾で、防波堤背後の水域が広く、多少の越波を許せる防波堤にあつて、高潮の影響を考慮する必要がない場合には、天端高を朔望平均満潮面上 $0.6H_{1/3}$ としている。
 - ② 防波堤背後の泊地の停泊船舶が小型で、かつ泊地面積が狭いため越波を極力抑えたい防波堤にあつては、天端高を朔望平均満潮面上 $1.25H_{1/3}$ としている。
- (3) 高潮の影響を考慮する必要のある港湾では、過去の記録から朔望平均満潮面に適切な偏差を加えた潮位を、天端高を求める際の基準面とすることが望ましい。
- (4) 大型船の出入する港湾で、防波堤背後の水域が広い場合であっても、設計波に近い波が頻繁に来襲し長時間続く港においては、朔望平均満潮面上 $0.6H_{1/3}$ の天端高では、越波の影響によって港湾活動が制限を受ける場合が多い。このような港では天端高を朔望平均満潮面上 $0.6H_{1/3}$ よりも高くすることが望ましい。
- (5) 反射波の影響に関する性能照査にあたっては、第3編第2章4. 3. 4 波の反射を参照することができる。
- (6) 3. 1 重力式防波堤（混成堤）以下では、個別の構造形式ごとに標準的な性能照査方法や部分係数などが示されているが、近年採用されている防波堤には、複数の構造的特徴を有するものがある。このような場合の部分係数については、それぞれの構造的特徴を考慮して、波力などの設計パラメータの従う確率分布を適切に評価したうえで決定する必要がある。文献 11)では、このような場合の例として、消波ブロック被覆上部斜面堤を例として部分係数の設定方法を示しており、参考にすることができる。

2. 3 偶発対応施設の防波堤

偶発対応施設の防波堤については、以下の記述を参照のこと。

(1) 偶発対応施設の重力式防波堤

① 概説

偶発対応施設の重力式防波堤の性能規定及び設計状態（偶発状態に限る）に関する設定は表 2.2.1 のとおりである。

表 2.2.1 偶発対応施設の重力式防波堤の性能規定及び設計状態（偶発状態に限る）に関する設定

省令 条 項 号	告示 条 項 号	要求性能 状態	設計状態		照査項目	標準的な限界値の指標	
			主たる作用	従たる作用			
14 2 3	34 2 4	安全性・修復性	偶発	L2地震動	自重、水圧	堤体の変形	残留変形量の限界値
				設計津波	自重、水圧、水の流れ	堤体の滑動・転倒、基礎地盤の支持力	滑動に関する限界値 転倒に関する限界値 支持力に関する限界値
				偶発波浪	自重、水圧	堤体の滑動・転倒、基礎地盤の支持力	滑動に関する限界値 転倒に関する限界値 支持力に関する限界値

② 主たる作用がレベル二地震動の偶発状態

(a) 変形量

ここでは、主たる作用がレベル二地震動の偶発状態に対する損傷の程度の限界値を、堤体の変

形量として示している。ここで、性能照査をこの指標により行う場合には、堤体の許容残留変形量を適切に設定する必要がある。なお、許容残留変形量の設定に当たっては、許容される損傷の程度を、堤体の転倒、基礎マウンドからの滑落及び許容以上の沈下が生じない程度とすることができる。

③ 主たる作用が設計津波の偶発状態

(a) 地震動による影響の考慮

設計津波に関する性能照査に当たっては、想定する設計津波が対象施設の近傍を震源とする地震により発生する場合において、当該施設が、設計津波の作用を受ける前に、当該地震による地震動の作用を受けることを適切に考慮する必要がある。ここで、このような場合には、設計津波に先行する地震動の作用による影響を考慮した上で、設計津波に関する性能照査を行う必要がある。なお、このような場合に想定される設計津波に先行する地震動は、必ずしもレベル二地震動と同一ではないことに注意が必要である。

(b) 防波堤に求められる機能

主たる作用が設計津波の偶発状態に対する損傷の程度の限界値の設定に当たっては、当該防波堤の機能のみならず、背後の護岸や水門等の外郭施設及び周辺のその他の施設の整備状況、並びに当該地域における減災・防災面でのソフト対策等を総合的に考慮する必要がある。

④ 主たる作用が偶発波浪の偶発状態

(a) 損傷の程度

主たる作用が偶発波浪の偶発状態に対する損傷の程度の限界値の設定に当たっては、②(a)（主たる作用がレベル二地震動の偶発状態に対する堤体の許容残留変形量の設定）の考え方に準拠することができる。

⑤ 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性

設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性を検討する耐津波設計については、**防波堤の耐津波設計ガイドライン¹²⁾**を参照することができる。ただし、同ガイドラインにおいて対象とする構造形式は混成堤及び消波ブロック被覆堤であり、これ以外の構造形式については、適切に検討する必要がある。

(2) 偶発対応施設の浮防波堤

① 概説

偶発対応施設の浮防波堤の性能規定及び設計状態（偶発状態に限る）に関する設定は表-2.2.2のとおりである。

表-2.2.2 偶発対応施設の浮防波堤の性能規定及び設計状態（偶発状態に限る）に関する設定

省令		告示		要求性能	設計状態		照査項目	標準的な限界値の指標		
条	項号	条	項号		状態					
14	2	3	34	2	4	偶発	L2地震動	自重、水圧	係留アンカー等の安定性	係留アンカー等の抵抗力(水平, 鉛直)
							設計津波	自重、水圧、水の流れ		
							偶発波浪	自重、水圧		

② 防波堤に求められる機能

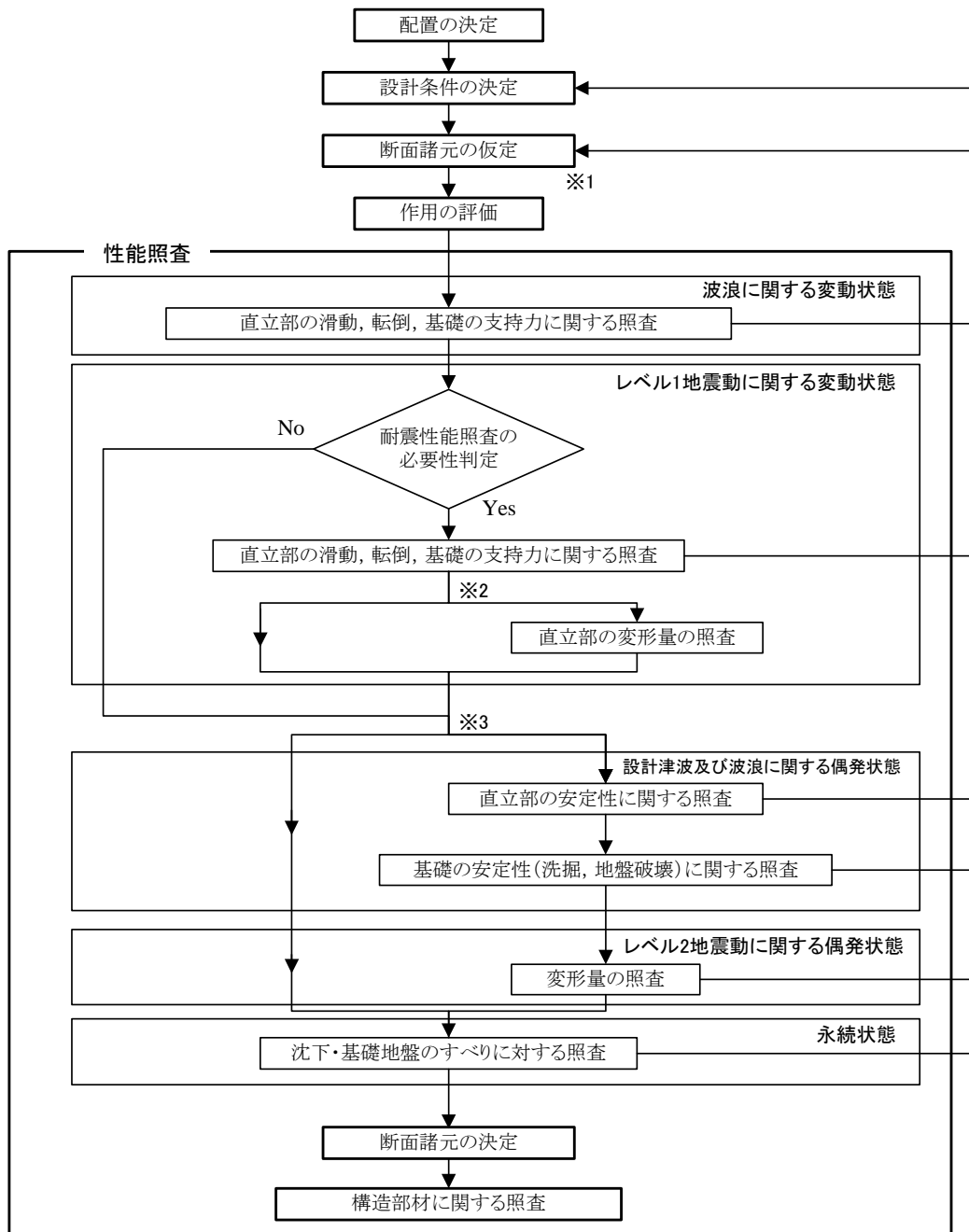
主たる作用が設計津波及び偶発波浪の偶発状態に対する係留アンカー等の安定性の照査に当たっては、設計津波又は偶発波浪によって浮体構造物が漂流して周辺に重大な影響を及ぼさないような配慮が必要である。

[参考文献]

- 1) 古川恵太, 室善一朗, 細川恭史: 港湾構造物への生物付着促進のための凸部周辺の流速分布に関する検討, 港湾技術研究所報告第33巻第3号, pp.3~26, 1994
- 2) 浅井正, 小笹博昭, 村上和男: 付着生物群集の着生に及ぼす物理的環境条件の影響, 港湾技研資料 No.880, p.27, 1997
- 3) 浅井正, 小笹博昭, 村上和男: ブロック式構造物への海洋生物の着生実験とその着生条件について, 港湾技研資料 No.881, p.40, 1997
- 4) 運輸省港湾局編: 環境と共生する港湾<エコポート>, 大蔵省印刷局, 1994
- 5) 磯部雅彦編著: 海岸の環境創造ウォーターフロント学入門, 朝倉書店, 1994
- 6) エコポート(海域)技術WG編: 港湾における海域環境を考える8つの視点, 港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所, 1996
- 7) 港湾環境創造研究会: よみがえる海辺環境創造21, 山海堂, 1997
- 8) エコポート(海域)技術WG編: 自然と生物にやさしい海域環境創造事例集, 港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所, 1999
- 9) 海の自然再生ワーキング・グループ著: 海の自然再生ハンドブックーその計画・技術・実践ー, ぎょうせい, 2003
- 10) 北海道開発局: 寒冷地における自然環境調和型沿岸構造物の設計マニュアルー藻場・産卵機能編ー, 寒地港湾技術研究センター, 1998
- 11) 宮脇周作, 長尾毅: 複数の構造的特徴を有する重力式防波堤の部分係数設定方法に関する研究ー消波ブロック被覆上部斜面堤を例としてー, 国土技術政策総合研究所資料 No.350, 2006
- 12) 国土交通省港湾局: 防波堤の耐津波設計ガイドライン, 2013.9

3. 1. 1 性能照査の基本

(1) 混成堤の性能照査順序の例を図-3.1.1に示す。ただし、図-3.1.1には、地震動による液状化の影響の評価については表示していないので、第3編第6章 地盤の液状化を参照して、液状化の有無及びその対策について、適切に検討する必要がある。なお、耐震性能照査の必要性判定の詳細については、3. 1. 4 性能照査の(15)耐震性能照査の必要性判定による。



※1：液状化及び沈下の影響の評価については表示していないため、別途考慮する必要がある。

※2：必要に応じて、レベル1地震動に対して動的解析による変形量の検討を行うことができる。なお、当該施設の被災により人命及び財産並びに社会活動に重大な影響を及ぼすと想定される施設にあっては、動的な検討により変形量の検討を行うことが望ましい。

※3：当該施設の被災により人命及び財産並びに社会活動に重大な影響を及ぼすと想定される施設は、偶発状態に対する照査を行うことが必要である。偶発状態に対する照査等は、2. 3 偶発対応施設の防波堤による。なお、波浪に関する偶発状態の照査は、直背後に危険物を取り扱う施設等があり、当該施設の被災により甚大な影響が及ぶと想定される場合に行う。

図-3.1.1 混成堤の性能照査順序の例

準的な強度定数 $c'=20\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=35^\circ$ が発揮されることとする。なお、性能照査に用いる部分係数は、すべて十分な肩幅のある断面に対して設定された値である。肩幅が狭い場合は、標準的な強度定数が発揮できないと考えられるため、注意する必要がある。なお、港内側マウンド肩幅 BM_2 の参考推定式として吉岡ら¹⁾による式(3.1.1)等がある。

$$BM_2 = 1.0 + 0.2H_{1/3} + 0.3(H_C + T_U) + 0.2B_C \quad (3.1.1)$$

ここに、

$H_{1/3}$: 有義波高 (m)

H_C : ケーソン高 (m)

T_U : 上部工厚さ (m) (パラペットがある場合はそれを含まない)

B_C : 堤体幅 (m) (フーチングがある場合はそれを含まない)

- (10) 直立部の滑動抵抗を増すため背面に捨石を高く盛ることがある。この場合には、越波による散乱が起りやすいので十分注意が必要である。必要な場合は方塊又は異形ブロックで被覆することが望ましい。性能照査にあたっては、以下に示す 3. 1. 4 (11) 直立部の港内側を補強する場合を参照し、適切に性能照査を行う。
- (11) 捨石部には、直立部から伝達される荷重を広く分布させる、直立部の据付け地盤を水平にする、波による洗掘を防ぐなどの効果があるので、1.5m 以上の厚さであることが望ましい。
- (12) 捨石部ののり勾配は安定計算上決まるが、波の状況によって一般に港外側は 1:2~1:3 程度、港内側は 1:1.5~1:2 程度にすることができる。

3. 1. 4 性能照査

(1) 混成堤の安定性の照査において考慮する事項

混成堤は堤体の重量によって安定を保つものであるため、一般に次の事項について検討する。

- ① 直立部の滑動
- ② 直立部の転倒
- ③ 基礎地盤の支持力
- ④ 地盤のすべり
- ⑤ 沈下
- ⑥ レベル 1 地震動に関する安定

これらの性能照査に用いる部分係数は、(7) 滑動、転倒、基礎地盤の支持力破壊及び円弧すべりに対する性能照査及び部分係数の表-3.1.1を参照する。

また、レベル 2 地震動に関する偶発状態に関する性能照査は(17) レベル 2 地震動に対する性能照査による。設計津波に関する偶発状態に関する性能照査は(18) 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する性能照査による。

(2) 堤体の滑動に対する検討

- ① 堤体の滑動に対する安定の検討には、式(3.1.2)を用いることができる。なお、以下において、添字 d は設計用値を示す。

$$f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d}) \geq P_{H_d} \quad (3.1.2)$$

ここに、

f : 壁体底面と基礎との摩擦係数

W : 堤体の重量 (kN/m)

P_B : 浮力 (kN/m)

P_U : 揚圧力 (kN/m)

P_H : 水平波力 (kN/m)

式中の設計用値は以下の式により算出することができる。なお、以下において、記号 γ はその添字に関する部分係数であり、添字 k 及び d はそれぞれ特性値及び設計用値を示す。

(17) レベル2地震動に対する性能照査

レベル2地震動に対する偶発状態における性能照査は、重力式係船岸に準じ2.2.3(9)地震動に対する性能照査(詳細法)を参照することができる。ただし、一般的に、防波堤は沈下するのみであり、沈下量を問題にする場合以外は検討の必要がない場合が多い。また、沈下量の予測については、1次元の解析結果から簡便に行う方法が提案されており、沈下量予測値の必要精度によっては、簡便法で代用することも可能である(上記(15)⑨参照)。

(18) 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する性能照査

① 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する性能照査にあたっては、6津波防波堤を参照することができる。

② 部分係数

設計津波に関する偶発状態における混成堤の直立部の滑動、転倒及び基礎地盤の支持力不足による破壊に対する安定性の検討に用いる部分係数については、表-3.1.5の数値を参考にすることができる。ただし、表-3.1.5に示す値は、偶発作用として、施設の建設地点において想定される設計津波波力を設定した場合の標準値である。よって、設計津波波力の特性値の算定にあたり不確実性が想定される場合には、必要に応じて、構造解析係数を適切な値に設定するべきである。

設計津波を超える規模の強さを有する津波に関する混成堤の直立部の滑動、転倒及び基礎地盤の支持力不足による破壊に対する安定性の検討については、照査において滑動安全率等が1.0を上回るレベルとすることが一つの目安になると考えられる。

表-3.1.5 設計津波に対する性能照査で用いる部分係数

		γ	α	μ/X_k	V	
滑動	γ_f 摩擦係数	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$ 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_{wl}	$r_{wl}=1.5$	1.00	—	—	—
		$r_{wl}=2.0, 2.5$	1.00		—	—
		H.H.W.L.	1.00		—	—
	$\gamma_{W_{RC}}$	RCの単位体積重量	1.00	—	—	—
	$\gamma_{W_{NC}}$	NCの単位体積重量	1.00	—	—	—
	$\gamma_{W_{SAND}}$	中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—
γ_a	構造解析係数(設計津波)	1.20	—	—	—	
	構造解析係数(偶発波浪)	1.00	—	—	—	
転倒	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$ 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_{wl}	$r_{wl}=1.5$	1.00	—	—	—
		$r_{wl}=2.0, 2.5$	1.00		—	—
		H.H.W.L.	1.00		—	—
	$\gamma_{W_{RC}}$	RCの単位体積重量	1.00	—	—	—
	$\gamma_{W_{NC}}$	NCの単位体積重量	1.00	—	—	—
	$\gamma_{W_{SAND}}$	中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—
γ_a	構造解析係数(設計津波)	1.20	—	—	—	
	構造解析係数(偶発波浪)	1.00	—	—	—	
基礎地盤の支持力	γ_{P_H} 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_g 分割細片の上載荷重	1.00				
	γ_w' 分割細片重量	1.00				
	$\gamma_{\tan\phi'}$ 地盤強度：せん断抵抗角の	1.00				
	γ_c' 地盤強度：粘着力	1.00				
	γ_a 構造解析係数	1.00				

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り(平均値/特性値)、V: 変動係数である。

※2: RC: 鉄筋コンクリート、NC: 無筋コンクリートである。

※3：水深変化緩／急：海底勾配 1/30 未満／以上

※4： r_w は、既往最高潮位（H.H.W.L.）と朔望平均満潮位（H.W.L.）の比である。

(19) 偶発波浪に対する性能照査

偶発波浪に対する性能照査は、偶発波浪による作用を適切に評価したうえで、波浪に関する変動状態の照査に準じることができる。ただし、静的な釣り合いに基づいて照査を行う場合の部分係数については、表-3.1.5に示される設計津波に対する性能照査に用いる部分係数を準用することができる。

(20) 傾斜部の安定性に関する性能照査

- ① 混成堤では捨石部のすべりに対して検討するが、それについては偏心傾斜荷重によるすべりによって検討することができる。
- ② 偏心傾斜荷重によるすべりについては本編第2章2.2.5 偏心傾斜荷重に対する支持力を参照することができる。
- ③ 捨石部の被覆材は波力に対して十分安定な質量であるほか、内部の材料が吸出されないような厚さとすべきである。
- ④ 被覆材料の必要質量は本編第2章1.7.2 波浪に対する混成堤マウンドの被覆石及びブロックの所要質量を参照することができる。
- ⑤ 被覆材の下の捨石及びブロックの必要質量は、被覆材質量の約 1/20 以上であることが望ましい。その下の石の質量は、さらにその約 1/20 以上とすることが望ましい。
- ⑥ サンドマスチックで法面を被覆する場合については、過去の実施例、研究成果²⁶⁾を参考にすべきである。

(21) 堤頭部、隅角部の安定性に関する性能照査

- ① 混成堤の堤頭部は堤幹部に比べ、基礎の洗掘や作用に不明な点があるので、被覆石及び被覆ブロックの質量を堤幹部より大きくしておくことが望ましい。被覆材の質量の算定は本編第2章1.7.2 波浪に対する混成堤マウンドの被覆石及びブロックの所要質量を参照することができる。
- ② 軟弱な地盤の場合には、防波堤法線方向のすべりについても検討すべきである。この場合、側面摩擦抵抗を考慮してもよい。
- ③ 防波堤の法線方向のすべりについては、本編第2章3 斜面の安定を参照することができる。
- ④ 隅角部の性能照査には、波高の増大を考慮すべきである。
- ⑤ 灯台が設置される堤頭部は、灯台が建設されても安全なようにする必要がある。また、灯台の機能を維持するのに必要な附属施設等を設けるように配慮すべきである。灯台に作用する風圧力については、第3編第2章2 風を参照することができる。
- ⑥ 海浜から出た防波堤の元付部を簡易な構造としたために災害を受けた例があるので、注意すべきである。
- ⑦ 隅角部を含む混成堤の法線形において、隅角部自体における波の集中のほか、法線各部からの反射波の重ね合わせに基づく波高の増大が周辺にも生じる。これに起因すると考えられる被災例もあるので法線形の決定及び安定計算などに際しては、第3編第2章4.3 波浪の変形及び4.7.2 (8) 法線形の影響を考慮した波力の算定により検討することができる。

3. 1. 5 構造部材の性能照査

ケーソン、セルラーブロック、ハイブリッドケーソンの構造部材の性能照査は、本編第2章1 構造物の部材を参照することができる。

3. 1. 6 構造細目

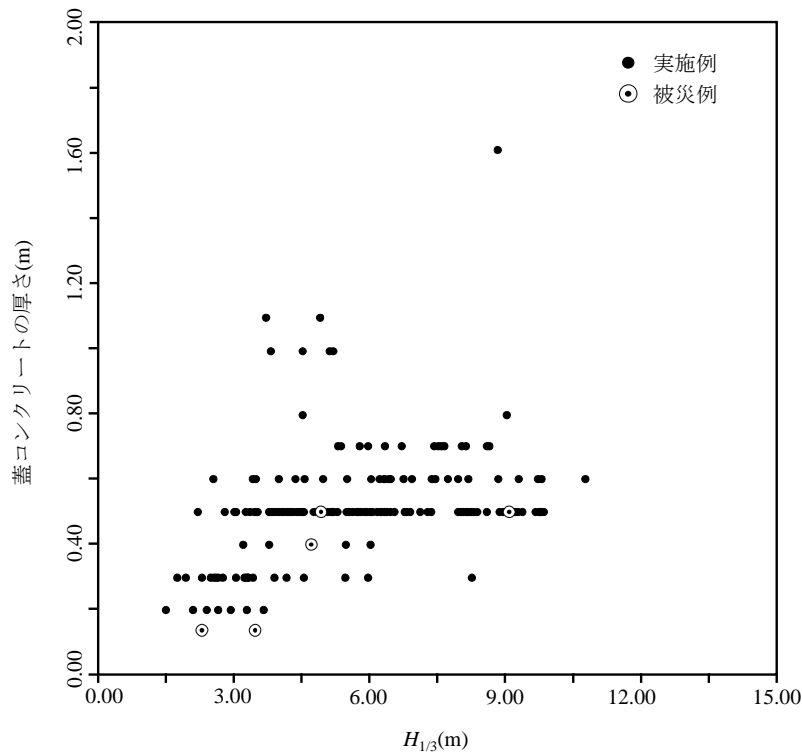
(1)～(4)で直立部の形式ごとの項目、(5)以降で共通する項目について述べる。

(1) ケーソン式混成堤

- ① ケーソン堤の蓋コンクリートの厚さは、波浪条件、施工条件を考慮して慎重に決定すべきである。
- ② ケーソンの中詰には、コンクリート、コンクリートブロック、石、砂利、砂、鉾さい（滓）等が用いられており、その選定にあたっては工費、施工条件、自然条件等を考慮することが望ましい。一般には砂が多く用いられるが、砂、砂利等を中詰材として用いる場合は、表面を完全に蓋コンクリート又はブロックで被覆する必要がある。鉾さいはその種類によっては吸水し、膨張するものが

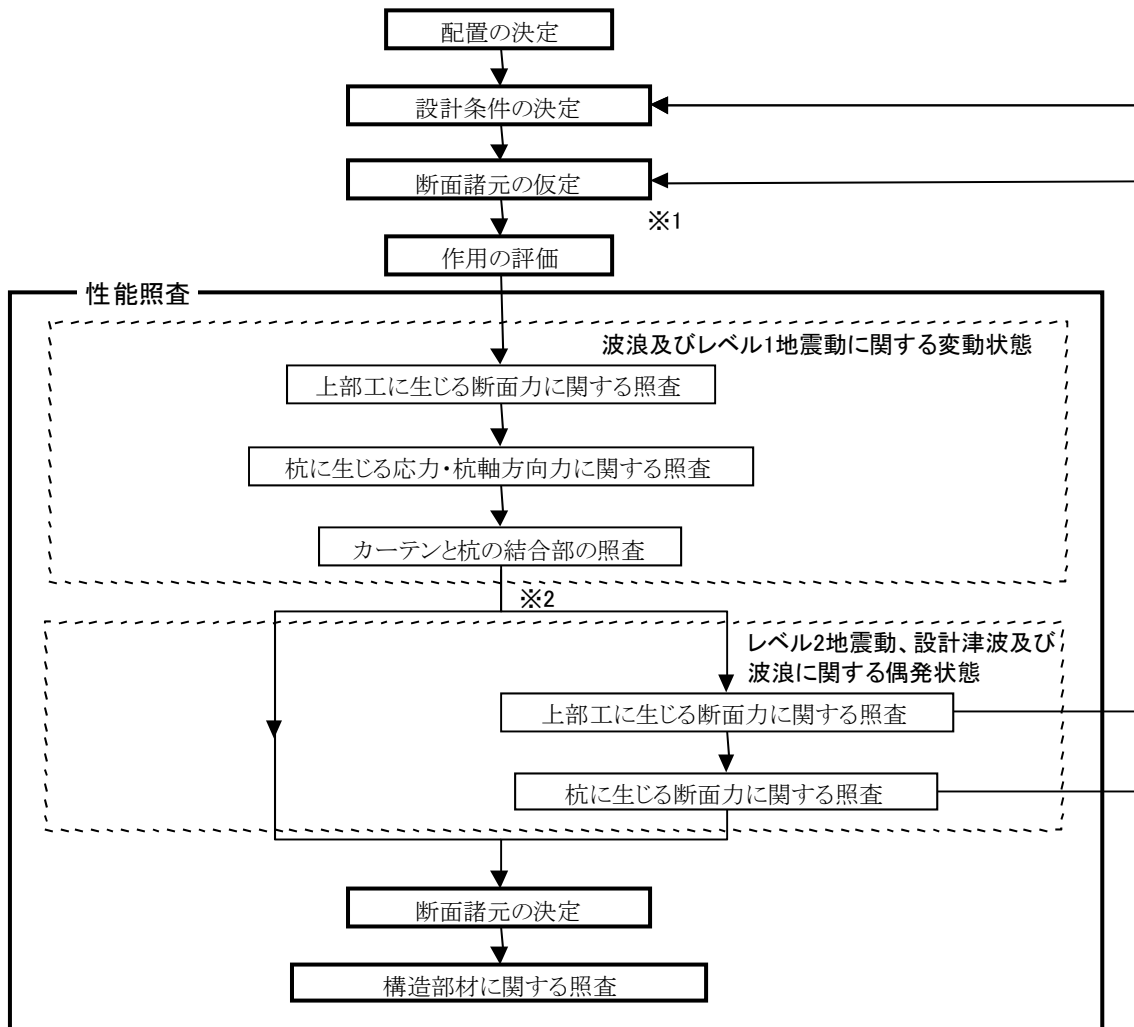
ある。したがって、鉤さいを用いるときはケーソン中詰前の鉤さいの処理方法も含めて、中詰材としての鉤さいの材質に注意すべきである。

- ③ 蓋コンクリートの厚さは、通常 30cm 以上、波の荒いところでは 50cm 以上とすべきである。波浪条件が悪く、蓋コンクリートの状態で長期間放置する場合 1.0m 以上としている例もある（図-3.1.16 参照）。波の荒い所でプレキャストの蓋コンクリートを用いると、プレキャストとケーソンの隙間に詰めた現場打コンクリートが波で飛ばされ、中詰砂が吸い出されることがあるので、この場合は蓋コンクリートの下に割石を 30~50cm 敷くこともある。また、波の荒い所で蓋コンクリートが波にたたかれて亀裂が入った場合、中詰砂が吸出しにより流出するので、その対策として蓋コンクリートと中詰砂の間にはん(帆)布を敷設している例もある。
- ④ 上部コンクリートに作用する波力については不明な点が多いので堤体と一体となるように施工すべきである。打継目の施工は土木学会コンクリート標準示方書によることができる。さらに一体化を増すために、ケーソンに上部コンクリートをくいこませて打つ方法、蓋コンクリートに凹凸をつける方法（プレキャストの場合が多い）、鉄筋や形鋼を入れる方法等がある（図-3.1.17 参照）。また、パラペットと上部コンクリートは一体となるように、打継目には、ほぞを設けたり、鉄筋や形鋼を入れるなどの方法をとるのが望ましい。
- ⑤ 直立部下部は基礎が洗掘されやすいので、岩盤でない場所では根固工を十分に施工すべきである。



3. 8. 1 性能照査の基本

- (1) 杭式防波堤は、カーテン式防波堤と鋼管防波堤に大別される。カーテン式防波堤は、透過性の杭式構造物で内湾等の比較的波高の小さい水域あるいは海底地盤が軟弱である場所等における防波堤として適用することを目的に開発されたものである。また鋼管防波堤はカーテン式防波堤からカーテン部を取り除き、杭のみで波を止める防波堤である。
- (2) カーテン式防波堤は、反射率、透過率等を考慮して適切な構造を選定し、必要に応じて水理模型実験を行って性能照査を行うことが望ましい。
- (3) カーテン式防波堤の性能照査順序の例を図-3.8.1に示す。ただし、図-3.8.1には、地震動による液状化の影響の評価については表示していないので、第3編第6章 地盤の液状化を参照して、液状化の有無及びその対策について、適切に検討する必要がある。

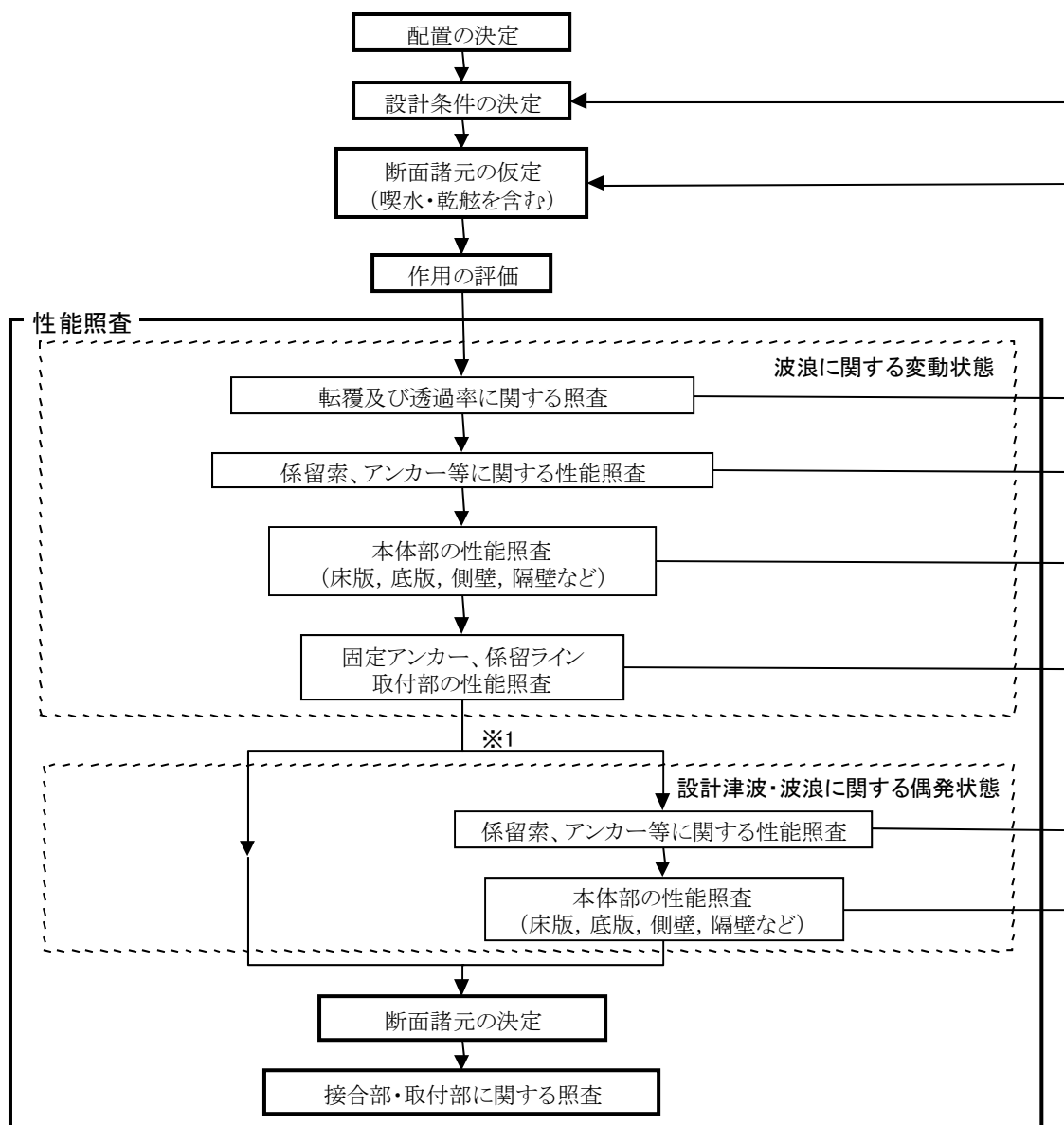


※1： 液状化の影響の評価については表示していないため、別途考慮する必要がある。

※2： 当該施設の被災により人命及び財産並びに社会活動に重大な影響を及ぼすと想定される施設は、偶発状態に対する照査を行うことが必要である。偶発状態に関する照査等は、2. 3 偶発対応施設の防波堤による。なお、波浪に関する偶発状態の照査は、直背後に危険物を取り扱う施設等があり、当該施設の被災により甚大な影響が及ぶと想定される場合に行う。

図-3.8.1 杭式防波堤の性能照査順序の例

- (4) カーテン式防波堤は、波の進行方向に対してコンクリート板等のいわゆるカーテンをどのように配置するかによって、一重カーテン式及び二重カーテン式防波堤に大別される。さらに、カーテンを保持する杭構造の形状又は、カーテンに設けるスリットの形状によって種々の形式が考えられる。杭式防波堤の断面の例を図-3.8.2に示す。



※1：当該施設の被災により人命及び財産並びに社会活動に重大な影響を及ぼすと想定される施設は、偶発状態に対する照査を行うことが必要である。偶発状態に対する照査等は、2. 3 偶発対応施設の防波堤による。なお、波浪に関する偶発状態の照査は、直背後に危険物を取り扱う施設等があり、当該施設の被災により甚大な影響が及ぶと想定される場合に行う。

図-3.10.1 浮防波堤の性能照査順序の例

6 津波防波堤

- (1) 津波防波堤については、構造形式に応じて、3 通常の防波堤に準じる他、以下によって性能照査を行うことができる。
- (2) 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性を検討する耐津波設計については、防波堤の耐津波設計ガイドライン¹⁻¹⁾を参照することができる。ただし、同ガイドラインにおいて対象とする構造形式は混成堤及び消波ブロック被覆堤であり、これ以外の構造形式については、適切に検討する必要がある。

6. 1 性能照査の基本

- (1) 津波防波堤にあつては、防波堤による津波の影響の低減効果等を勘案して、法線、天端高等を適切に設定する必要がある。
- (2) 津波防波堤にあつては、波浪等の作用に対する施設の安定性のほか、津波の来襲時の特性を勘案して施設の安定性を確保する必要がある。

6. 2 作用

- (1) 津波については、第3編第2章5 津波を参照することができる。
- (2) 津波に対する性能照査にあつては、数値シミュレーションをもとに津波作用時の防波堤の内外水位差を適切に評価することが望ましい。なお、防波堤背後の水位は、津波の流入流出によって必ずしも静水面と一致しない点に留意するべきである。
- (3) 津波波力の算定にあつては、第3編第2章5 (7)津波の波力を参照することができるが、未解明な部分が多いことから、水理模型実験等の適切な方法により波力を確認することが望ましい。

6. 3 基本断面の設定

津波防波堤の天端高は、適切に設定された潮位において、波浪及び設計津波が作用した場合の越波に対して必要な天端高とする必要がある。

6. 4 性能照査

- (1) 設計津波に関する偶発状態における津波防波堤の性能照査においては、一般に、直立部の滑動、転倒及び基礎地盤の支持力不足による破壊に対する安定性の検討を行うものとする。
- (2) 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する直立部の滑動及び転倒に対する安定性の検討にあつては、式(6.4.1)及び式(6.4.2)を用いることができる。なお、以降の式において、記号 γ はその添字に関する部分係数であり、添字 k 及び d はそれぞれ特性値及び設計用値を示す。

① 滑動

$$f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d}) \geq \gamma_a P_{H_d} \quad (6.4.1)$$

ここに、

f : 壁体底面と基礎との摩擦係数
 W : 堤体の重量 (kN/m)
 P_B : 浮力 (kN/m)
 P_U : 津波の揚圧力 (kN/m)
 P_H : 津波の水平波力 (kN/m)
 γ_a : 構造解析係数

② 堤体の転倒

$$a_1 W_d - a_2 P_{B_d} - a_3 P_{U_d} \geq \gamma_a a_4 P_{H_d} \quad (6.4.2)$$

ここに、

W : 堤体の重量 (kN/m)
 P_B : 浮力 (kN/m)

- P_U : 津波の揚圧力 (kN/m)
 P_H : 津波の水平波力 (kN/m)
 $a_1 \sim a_4$: 各作用のアーム長 (m) (3. 1 重力式防波堤 (混成堤) の図-3.1.5 参照)
 γ_a : 構造解析係数

式(6.4.1)及び式(6.4.2)中の波力の設計用値 P_{Hd} , P_{Ud} は 3. 1 重力式防波堤 (混成堤) の式(3.1.3)により算出することができる。堤体の重量の設計用値 W_d は、3. 1 重力式防波堤 (混成堤) の式(3.1.4)により算定することができる。また、ケーソンがフーチングを有しない場合、浮力の設計用値 P_{Bd} の算定には、3. 1 重力式防波堤 (混成堤) の式(3.1.5)を用いることができる。

(3) 設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する基礎地盤の支持力不足による破壊に対する検討にあたっては、混成堤の波浪に関する変動状態に準じて 3. 1. 4 性能照査を参照することができる。ただし、照査に用いる部分係数は、以下の(4)部分係数によるものとする。

(4) 部分係数

設計津波に関する偶発状態における津波防波堤 (混成堤) の直立部の滑動、転倒及び基礎地盤の支持力不足による破壊に対する安定性の検討に用いる部分係数については、表-6.4.1の数値を参考にすることができる。ただし、表-6.4.1に示す値は、偶発作用として、施設の建設地点において想定される設計津波波力を設定した場合の標準値である。よって、設計津波波力の特性値の算定にあたり不確実性が想定される場合には、必要に応じて、構造解析係数を適切な値に設定するべきである。

設計津波を超える規模の強さを有する津波に関する津波防波堤 (混成堤) の直立部の滑動、転倒及び基礎地盤の支持力不足による破壊に対する安定性の検討については、照査において滑動安全率等が 1.0 を上回るレベルとすることが一つの目安になると考えられる。

表-6.4.1 津波防波堤の設計津波に対する性能照査で用いる部分係数

		γ	α	μ/X_k	V	
滑動	γ_f 摩擦係数	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$ 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_{w_l}	$r_{w_l}=1.5$	1.00	—	—	—
		$r_{w_l}=2.0, 2.5$	1.00			
		H.H.W.L.	1.00			
	$\gamma_{W_{RC}}$ RCの単位体積重量	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{W_{NC}}$ NCの単位体積重量	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{W_{SAND}}$ 中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—	
γ_a 構造解析係数	1.20	—	—	—		
転倒	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$ 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_{w_l}	$r_{w_l}=1.5$	1.00	—	—	
		$r_{w_l}=2.0, 2.5$	1.00			
		H.H.W.L.	1.00			
	$\gamma_{W_{RC}}$ RCの単位体積重量	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{W_{NC}}$ NCの単位体積重量	1.00	—	—	—	
	$\gamma_{W_{SAND}}$ 中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—	
γ_a 構造解析係数	1.20	—	—	—		
基礎地盤の支持力	γ_{P_H} 設計津波波力	1.00	—	—	—	
	γ_q 分割細片の上載荷重	1.00				
	γ_w' 分割細片重量	1.00				
	$\gamma_{\tan\phi'}$ 地盤強度：せん断抵抗角の	1.00				
	γ_c' 地盤強度：粘着力	1.00				
	γ_a 構造解析係数	1.00以上				

※1： α ：感度係数、 μ/X_k ：平均値の偏り（平均値/特性値）、 V ：変動係数である。

※2： RC：鉄筋コンクリート、NC：無筋コンクリートである。

※3： 水深変化緩／急：海底勾配 1/30 未満／以上

※4： r_{w_l} は、既往最高潮位（H.H.W.L.）と朔望平均満潮位（H.W.L.）の比である。

- (5) 津波防波堤は、水深の大きい場所につくられることが多いが、この場合は堤体高も大きくなり、地震動作用時の安定性が特に問題となるため、マウンド材料の非線形性を考慮した地震応答計算を行って、耐震性を検討することが望ましい。また、マウンドの地震動作用時の安定性についても検討することが望ましい。マウンドの地震動作用時の安定性に関する性能照査については、混成堤に準じて、3. 1. 4 性能照査を参照することができる。

6. 5 構造細目

- (1) 狭い港口部に津波が来襲した場合、流速が増大し、水流の渦等が生じ、これらが潜堤部のマウンドの被覆材の安定性に大きな影響を与えることが、谷本ら¹⁾の実験的研究で確認されている。また、高潮よりも大きいと言われていた津波の掃流力の影響もあり、特に港口部に対する直立部の安定性及び基礎地盤の洗掘防止を図るなど、十分に補強すべきである。
- (2) 水深が大きくなるにしたがって高マウンドとなるため、波力に対するマウンドの安定やマウンド斜面での波の変形に注意すべきである。また、マウンドの圧縮量が大きくなるので捨石の余盛高等に配慮すべきである。

6. 6 津波防波堤の津波低減効果

津波防波堤の効果は、十勝沖地震津波（1968年5月）の際に大船渡湾で観測された潮位記録による湾の副振動の解析によると、津波防波堤築造前に行われた観測値と比較して、図-6.4.1のように周期 T

の長い低次の振動において、防波堤のある場合の波高増幅率 M （湾奥振幅／入射振幅）が防波堤のない場合に比べてかなり減少し、津波低減効果を発揮していることが確かめられた²⁾。また、伊藤ら³⁾の数値計算によっても検証されている。

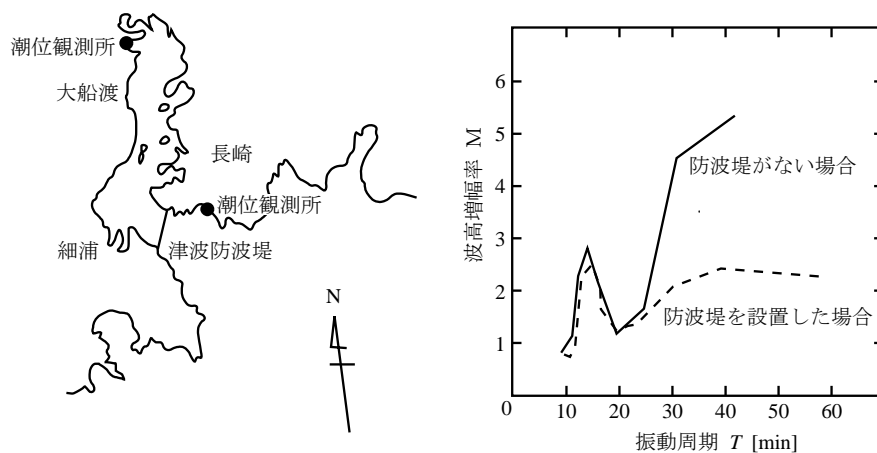


図-6.4.1 津波防波堤の効果（大船渡湾の場合）

[参考文献]

- 1) 谷本勝利, 木村克俊, 宮崎啓司: 津波防波堤開口部潜堤の安定性に関する実験的研究, 港湾技術研究所報告 Vol.27 No.4, pp.93~121, 1988
- 1-1) 国土交通省港湾局: 防波堤の耐津波設計ガイドライン, 2013.9
- 2) 堀川清司, 西村仁嗣: 津波防波堤の効果について, 第16回海岸工学講演会講演集, pp.365~369, 1969
- 3) 伊藤喜行, 谷本勝利, 木原力: 長周期波に対する防波堤の効果に関する計算(第4報), 港湾技術研究所報告 Vol.7 No.4, pp.55~83, 1968

防潮堤の性能照査にあたっては、**海岸保全施設の技術上の基準・同解説¹⁾**を参考にすることができる。
なお、詳細については以下の記述を参考にすることができる。

① 越波流量及び許容越波流量

防潮堤の性能照査における配置及び諸元（防潮堤の構造、断面諸元及び附帯設備）の設定に当たっては、越波流量が許容越波流量を超えないことを適切に照査する必要がある。ここで、防潮堤の性能照査における越波流量の評価に当たっては、当該防潮堤の置かれる自然状況及び構造特性を適切に考慮する必要がある。また、防潮堤の性能照査における許容越波流量の設定に当たっては、当該防潮堤の背後地の人家、公共施設等の密集度及びそれらの利用状況、並びに、背後地の排水設備の能力を適切に考慮する必要がある。

② レベルー地震動による沈下の影響

防潮堤は、地盤の沈下後においても適切に越波を制御する機能を発揮する必要があるため、防潮堤の性能照査における越波流量の評価に当たっては、レベルー地震動の作用による地盤の沈下の影響を適切に考慮する必要がある。

③ 附帯設備

防潮堤の性能照査に当たっては、波浪及び高潮からの背後地の適切な防護が可能となるように、越波に対して背後地を保護するための水叩き工、排水溝及び水抜き孔、並びに、背後地の冠水を防止するための排水設備等の附帯設備について適切に考慮する必要がある。

④ 吸出し防止対策

防潮堤の性能照査に当たっては、構造形式に応じて、堤体の背後の土砂の吸出しの防止に対する注意が必要であり、必要に応じて、防砂シート又は防砂板の設置等による土砂の吸出し防止対策を講じる必要がある。

⑤ 偶発対応施設の防潮堤

偶発対応施設の防潮堤の諸元に関する性能規定は、想定する自然状況がレベル二地震動、津波及び偶発波浪であること以外は、上記①から④に示している全ての防潮堤に共通する諸元に関する性能規定のとおり。

設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性を検討する耐津波設計については、**港湾における防潮堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン²⁾**を参照することができる。

[参考文献]

- 1) 海岸保全施設技術委員会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，2004
- 2) 国土交通省港湾局：港湾における防潮堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン，2013.11

地盤の沈下の影響、並びに、当該水門内外及び周辺の地盤内の水位等を、適切に考慮する必要がある。また、船舶が通航する水門にあっては、敷高の設定に当たって、船舶の通航に支障を及ぼさない高さにする等を適切に考慮すること。

④ 附帯設備

水門の性能照査に当たっては、ゲートの安全かつ円滑な操作及び保守管理が行えるように、必要に応じて管理橋、階段、手摺り等の保守管理用の附帯設備の設置について検討する必要がある。

(2) 施設の安定性

① 部材の健全性

水門を構成する部材の性能照査に当たっては、当該水門の構造形式に応じて、その健全性に関する性能規定を適切に設定する必要がある。

② 構造の安定性

水門の構造に関する性能照査に当たっては、当該水門の構造形式に応じて、その安定性に関する性能規定を適切に設定する必要がある。

③ 水門システムの安定性

水門システムとは、水門が稼動するために必要な機能の総称のことであり、照査項目における水門システムの安定性の照査とは、構造物としての構造の安定性のみならず、水門の稼動が確保できる程度の構造の安定性を確保することを意味している。なお、水門システムに関する性能照査に当たっては、当該水門の構造形式等に応じて、その安定性に関する性能規定を適切に設定する必要がある。

④ その他

レベルー地震動に関する性能照査に当たっては、地盤の沈下及び地盤の液状化により当該水門に求められる機能が損われる恐れがあるため、基準告示第十五条（地盤の沈下）及び第十七条（地盤の液状化）に定めているとおり、レベルー地震動の作用による地盤の沈下及び地盤の液状化の影響を適切に評価する必要がある。

(3) 偶発対応施設の水門

① 偶発対応施設の水門の諸元に関する性能規定は、当該水門に求められる機能に設計津波による越流を制御することが含まれていること以外は、(1)に示している全ての水門に共通する諸元に関する性能規定を準用するものとする。

② 構造及び断面諸元

偶発対応施設の水門の性能照査に当たっては、想定される設計津波による越流を制御することができるように、その構造及び断面諸元を適切に設定する必要がある。

③ 損傷の程度

(a) 偶発対応施設の水門の性能照査における、主たる作用がレベル二地震動、設計津波及び偶発波浪の偶発状態に対する損傷の程度の限界値の設定に当たっては、当該水門の機能のみならず、周辺の外郭施設及びその他の背後地を防護するための施設の整備状況、並びに当該地域における減災・防災面でのソフト対策等を総合的に考慮する必要がある。要求性能が修復性である偶発対応施設の水門にあっては、損傷の程度の限界値の設定に当たって、許容される修復期間を適切に考慮する必要がある。

(b) 設計津波に先行して作用する地震動による損傷の程度

要求性能が修復性である偶発対応施設の水門の設計津波の偶発状態に対する性能照査に当たっては、設計津波に先行して作用する地震動による損傷がゲートの開閉が可能な程度に留まるように、限界値を設定する必要がある。

④ 主たる作用が設計津波の偶発状態

設計津波に関する性能照査に当たっては、想定する設計津波が対象施設の近傍を震源とする地震により発生する場合において、当該施設が、設計津波の作用を受ける前に、当該地震による地震動の作用を受けることを適切に考慮する必要がある。すなわち、設計津波に先行する地震動の作用による影響を考慮した上で、設計津波に関する性能照査を行う必要がある。なお、このような場合に想定される設計津波に先行する地震動は、必ずしもレベル二地震動と同一ではないことに注意が必

要である。

⑤ その他

偶発対応施設の水門の性能照査に当たっては、想定される当該水門の利用状況に応じて、必要に応じて船舶の衝突による作用を適切に考慮する必要がある。

(4) その他

水門の性能照査にあたっては、**海岸保全施設の技術上の基準・同解説¹⁾**を参考にすることができる。

[参考文献]

- 1) 海岸保全施設技術委員会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，2004

(2) 捨石式護岸の性能照査にあたっては、13.1.3 性能照査、3.3 重力式防波堤（傾斜堤）及び本編第2章1.7 被覆石及びブロックを参考にすることができる。

13.6 消波ブロック被覆護岸の性能照査

(1) 波当たりが強い場所で、各構造形式の護岸の前面に消波工を設けたものである。

(2) 消波ブロック被覆護岸の性能照査にあたっては、13.1.3 性能照査、3.4 重力式防波堤（消波ブロック被覆堤）及び構造形式毎の性能照査を参考にすることができる。

13.7 偶発対応施設の護岸

設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性を検討する耐津波設計については、防波堤の耐津波設計ガイドライン¹⁾及び港湾における防潮堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン²⁾を参照することができる。

[参考文献]

1) 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン，2013.9

2) 国土交通省港湾局：港湾における防潮堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン，2013.11

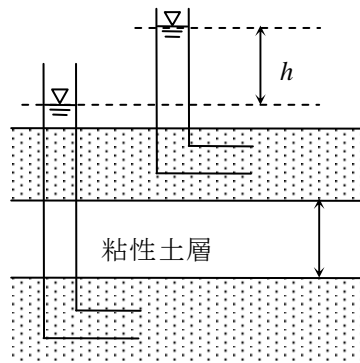


図-2.4.1 浸透距離と水位

式(2.4.1)を用いて不透水性地層(厚さ5m以上、透水係数 $k=1\times 10^{-5}\text{cm/s}$ 以下)と同等の浸透時間を要する層厚を算出すると、透水係数が $k=1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ の粘性土層の場合には、計算上は層厚が1.6m以上となる。不透水性地層の層厚、地層の連続性はボーリング調査等で確認するものとする。なお、層厚の決定に際しては、土層の不均質性を考慮して、余裕を見込むことが望ましい。

- (4) 廃棄物埋立護岸の場合、護岸の外側が海面である上、最終処分基準省令に定める遮水工を有していることから、護岸外側の海面と護岸内側の保有水等との間で水位差が生じる。しかも護岸の外側の海面の潮位変動により護岸内外の水位差も変動する。管理型廃棄物埋立護岸の内部の埋立空間に雨水等が流入した場合、保有水等を水処理を行った上で排水する必要がある。海面処分場内側から外側への保有水等の漏出防止のためには、保有水等の水位は、低い方が望ましい。また、遮水シートによる遮水工の場合には、護岸周辺における埋立処分が進行して、遮水工の安定性が高まるまでは、海面処分場内の水位を高く設定しておくことが考えられる。このように相反する要素を考慮し、管理水位を適切に設定する必要がある。更に、異常降雨及び高波に伴う越波がある場合には、保有水等の水位が一時的に高くなる可能性があるが、このような場合にも、異常時の水位を設定し、護岸の安定性を確保する必要がある。
- (5) 管理型廃棄物埋立護岸の設計供用期間は、護岸内部に存在する保有水等が最終処分基準省令上の廃止基準(第1条第3項若しくは第2条第3項第3号)に至るまでに要する年数、施設の重要性、周辺環境、経済性、土地利用計画等を総合的に判断して決定するものとする。これまでの事例では、設計供用期間を50年としている場合が多い。
- (6) 管理型廃棄物埋立護岸では、廃棄物処分場の廃止後も遮水性能を有しており、降雨等により保有水のレベルが管理水位を超えることにより、護岸の構造安定性を損なうことも想定される。そのため、性能照査時において廃止後に想定される保有水の最高水位における護岸の安定性を確認しておく等が必要となる。
- (7) その他、管理型廃棄物埋立護岸の性能照査・施工にあたっては、**管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル¹⁾**を参考にすることができる。
- (8) 偶発対応施設の廃棄物埋立護岸において、設計津波及び設計津波を超える規模の強さを有する津波に対する安定性を検討する耐津波設計については、**防波堤の耐津波設計ガイドライン²⁾**及び**港湾における防潮堤(胸壁)の耐津波設計ガイドライン³⁾**を参照することができる。

[参考文献]

- 1) 財団法人港湾空間高度化環境研究センター：管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル，2008.8
- 2) 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン，2013.9
- 3) 国土交通省港湾局：港湾における防潮堤(胸壁)の耐津波設計ガイドライン，2013.11