

〔 港湾における護岸等の耐震性調査・耐震改良のためのガイドライン 〕
平成 30 年 6 月

用語集

(1) FLIP

FLIP は、1988 年に運輸省港湾技術研究所（現、(国研)海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所）において開発された、地盤の液状化を考慮できる 2 次元地震応答解析プログラムであり、現在までに岸壁や護岸に対する多くの適用実績がある。図 1 に兵庫県南部地震で被災した重力式岸壁の再現解析結果を示す。

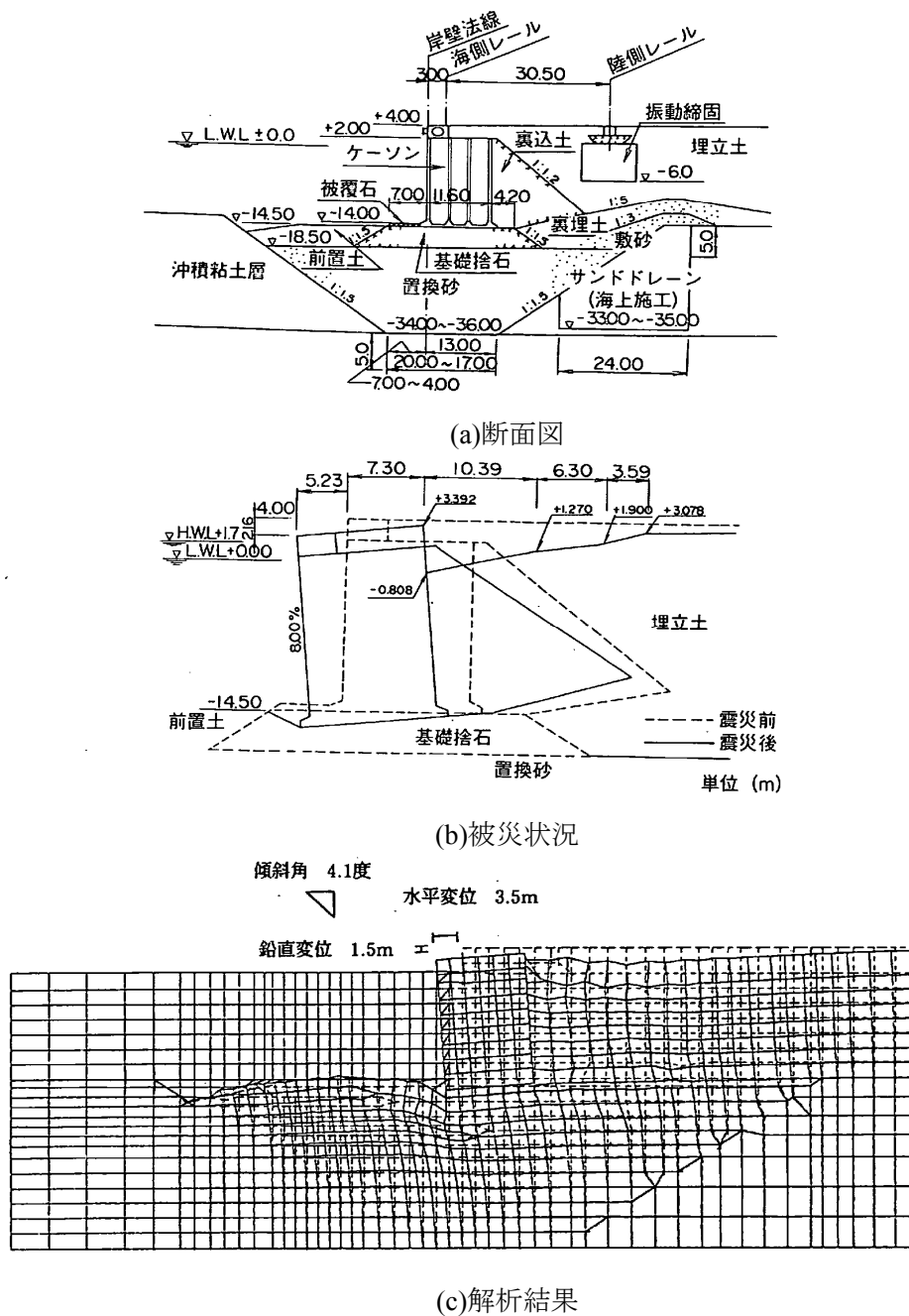


図 1 重力式岸壁の被災事例の解析(港湾技研資料 No.813 兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察)

(2) N 値 (N ち)

N 値とは、標準貫入試験によって得られる地盤の工学的性質である。
一般的に、固い締まった地盤ほど N 値は高くなる。

【標準貫入試験（ひょうじゅんかんにゅうしけん）】

図 2 に示す装置を用い、質量 63.5kg のハンマーを高さ 760mm の高さからアンビルに落下させて SPT サンプラーを打ち込む。N 値は、SPT サンプラーを 300mm 打ち込むのに必要な打撃回数である。

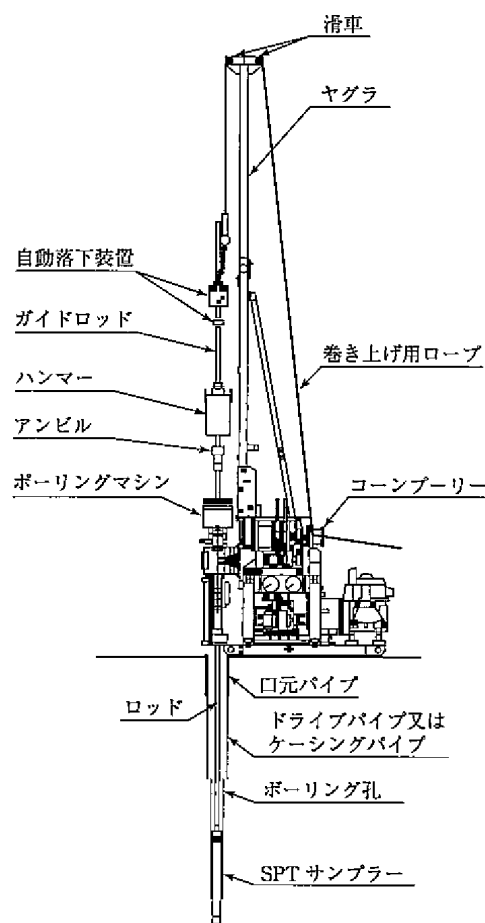


図 2 標準貫入試験装置及び器具の名称
(公益社団法人 地盤工学会：地盤調査の方法と解説)

【等価 N 値（とうか N ち）】

等価 N 値とは、各土層の N 値を有効上載圧力¹が 66kPa の場合の同一の相対密度²の土層の N 値に換算したものを言う。この換算は 1989 年改定より前の「港湾の施設の技術上の基準・同解説(昭和 54 年)」において示された予測法において、地下水面付近の土層の N 値をもって液状化の判定を行っていることに対応させたものである(埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版))。等価 N 値は次式によって算定する。

$$(N)_{65} = \frac{N - 0.019(\sigma_v' - 65)}{0.0041(\sigma_v' - 65) + 1.0}$$

ここに、

$(N)_{65}$: 等価 N 値

N : 土層の N 値

σ_v' : 土層の有効上載圧力 (kN/m²)

(等価 N 値の算定における有効上載圧力は、標準貫入試験を行った時点での地盤高に基づいて求めることに注意する。)

【限界 N 値（げんかい N ち）】

限界 N 値とは、液状化する地盤の N 値と液状化しない地盤の N 値との境界値である。港湾の施設の技術上の基準・同解説においては、図 3 に示す等価 N 値と等価加速度³との関係図において、赤線上の等価 N 値のことを指す。

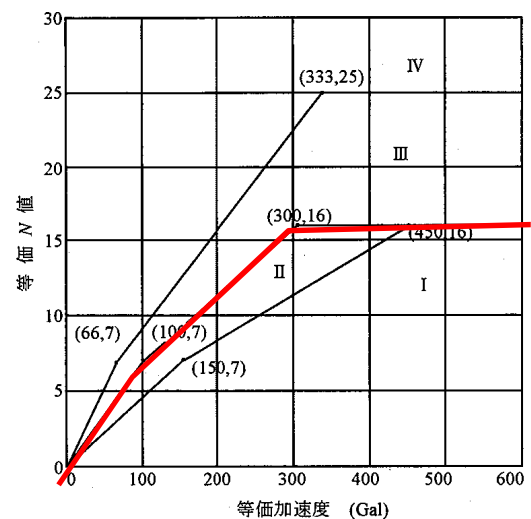


図 3 等価 N 値と等価加速度による土層の区分

1) 有効上載圧力(ゆうこうじょうさいあつりょく) : 地盤内に生じる鉛直方向の圧力(単位面積あたりに作用する力)のうち、土骨格が受け持つ圧力のこと。その他の圧力は間隙水の水圧が受け持つ。

2) 相対密度(そうたいみつど) : 相対密度 = (最大間隙比 - 間隙比) ÷ (最大間隙比 - 最小間隙比) で表され、間隙比 = 最大間隙比のとき相対密度はゼロ、間隙比 = 最小間隙比のとき相対密度は 1 となる。間隙比は、土以外の水や空気の体積 / 土粒子の体積で表される。最大間隙比や最小間隙比は、決められた方法に基づいた土質試験によって求められる。

3) 等価加速度(とうかかそくど) : 地盤の地震応答解析により求まる最大せん断応力を用いて、等価加速度 = $0.7 \times \text{最大せん断応力} / \text{有効上載圧} \times \text{重力加速度}$ で算出される。

(3) PSI 値 (PSI ち)

PSI 値は、地震動の強さを評価する指標の一つである。野津⁴⁾により定義され、港湾構造物の変形量の推定に用いる評価指標として用いられている。今、地震動に対して、式(1)、式(2)に示す時刻歴波形の振幅値の 2 乗の積分値を評価指標として用いることとする。これは、 $f(t)$ のフーリエ変換を $F(\omega)$ としたとき、式が成り立つことから、周波数に対する積分値で表され、フーリエスペクトルから容易に計算することが可能である。したがって、加速度や速度の最大値よりも、スペクトル全体を対象に比較することができる(図 3-1 参照)。

$$\text{加速度：} \quad \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} a^2(t)dt} \quad (1)$$

$$\text{速度：} \quad \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} v^2(t)dt} \quad (2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t)dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(\omega)d\omega \quad (3)$$

($f(t)$ は $a(t)$ または $v(t)$ 、 $F(\omega)$ は $A(\omega)$ または $V(\omega)$ を表す)

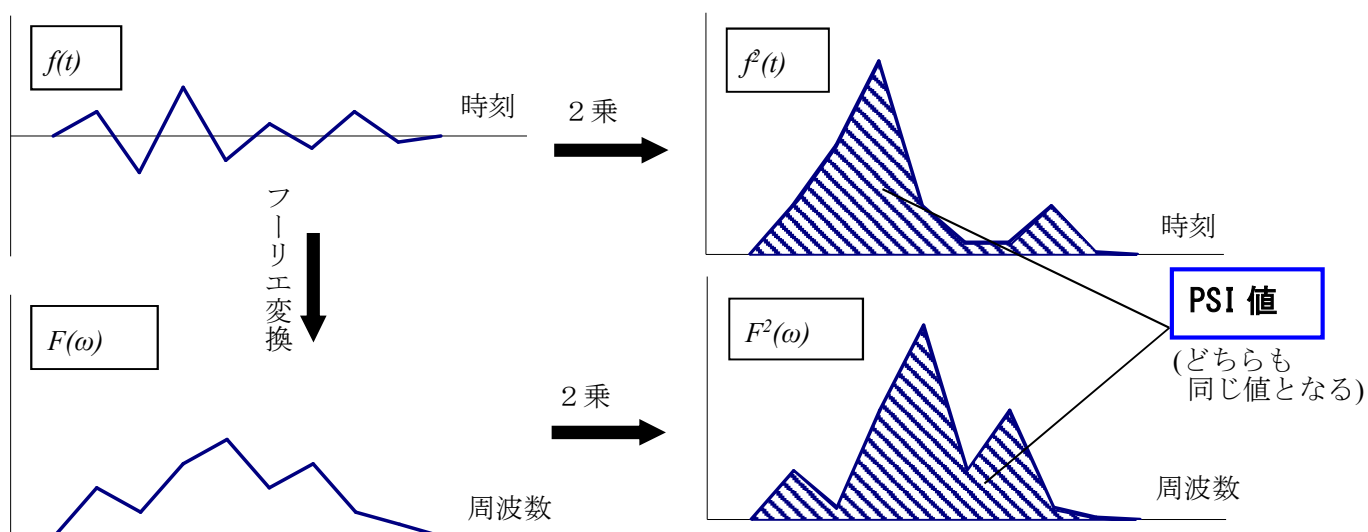


図 4 PSI 値の算定方法

⁴⁾ 野津厚，井合進（2001）：岸壁の即時被害推定に用いる地震動指標に関する一考察，第 28 回関東支部技術研究発表会講演概要集，土木学会関東支部，pp. 18-19.

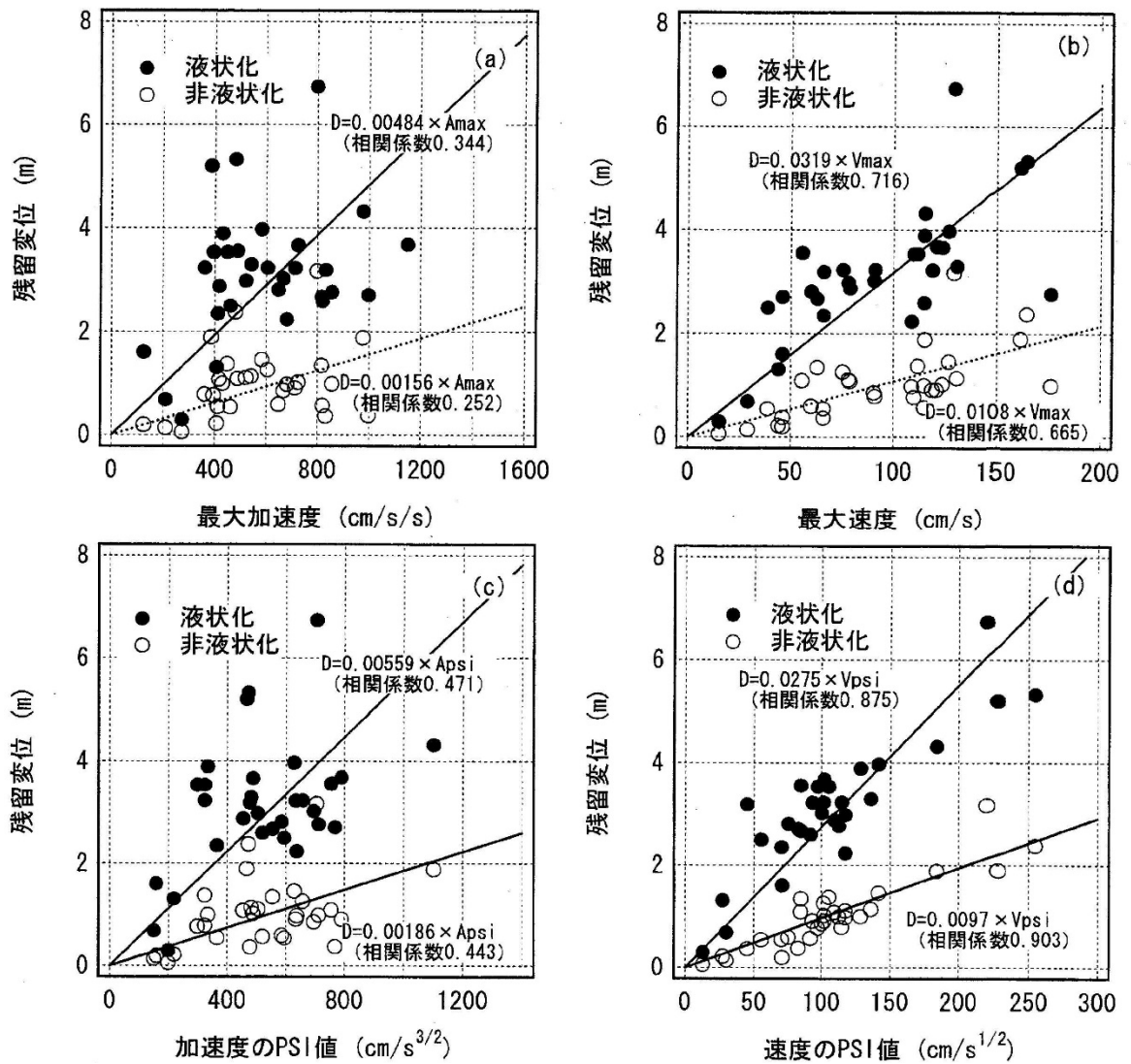


図 5 岸壁の変形量と地震動の指標との関係
(速度の PSI 値と非常に相関が高いが、最大加速度値との相関は低い)

(4) 維持管理（いじかんり）

構造物に備わった性能及び機能を要求水準以上に保持していくための行為の総称。

厳しい自然状況下における劣化、損傷などの変状を適時適切な点検診断によりの確に把握し、その結果を総合的に評価し、所要の維持工事などの適切な対策を施す一連の手順。

（財団法人 沿岸技術研究センター(2007)：港湾の施設の維持管理技術マニュアル p.3-6）

(5) 永続状態（えいぞくじょうたい）

性能規定⁵及び性能照査⁶で考慮する一の作用又は二以上の作用の組合せ状態のうち、主たる作用⁷が永続作用であるものをいう(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示)。

永続作用とは、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、化学的作用又は生物学的な作用をいう。）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(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示)。

設計供用期間とは、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⁸を満足し続けるものとして設定される期間である(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める省令)。

5) 性能規定（せいのもきてい）：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。

6) 性能照査（せいのもしょうさ）：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。

7) 主たる作用（しゅたるさよう）：性能照査において考慮する作用のうちの主要な作用であって、原則として、一つの設計状態に一つ設定されるものである。

8) 要求性能（ようきゅうせいのう）：目的を達成するために当該施設が保有すべき必要な性能。

(6) 液状化（えきじょうか）

液状化については多くの書籍が発行されているが、ここでは、「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)」から引用する。

本ガイドラインで対象とする液状化とは、「ゆるく堆積した砂質地盤が、地震動によって液体状になる現象」である。

地震前(常時)から地震後に地盤が液状化する場合の過程を、以下に示す。

地震前の地盤は、水で飽和した砂質土の砂粒子の接触点によって力の伝達が行われており、構造物を支持するための抵抗力を発揮している。

砂地盤を単純化して図 6 に示す。

地震時の地盤は振動によってせん断応力を受け、せん断変形を生じようとする。

図 6 に示すようにせん断変形する時の粒子間の間隙を見てみると、間隙が小さくなるのが分かる。もし、間隙水の逃げ道がなければ水圧が上昇することは容易に理解できる。せん断変形が非常にゆっくりと進行するならば、過剰間隙水圧は消散していくが、地震のように非常に早くせん断変形が繰返し発生する場合には、水圧の上昇と消散のバランスの関係から過剰間隙水圧が上昇していくことになる。

こうして、液状化した地盤が、全体として砂粒子の懸濁した液体状(図 8)を呈することになる。

地震後の地盤は、液状化が発生した後に過剰間隙水圧の消散によって再び砂粒子間の接触が回復を始める。間隙水が流出するために地盤の沈下が生じる。

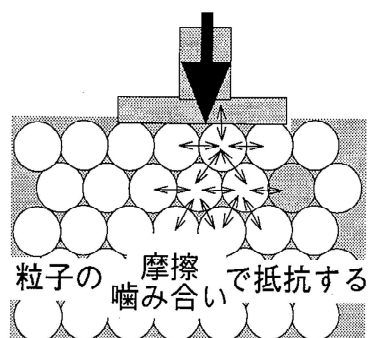


図 6 地盤内の砂粒子配列の概念図

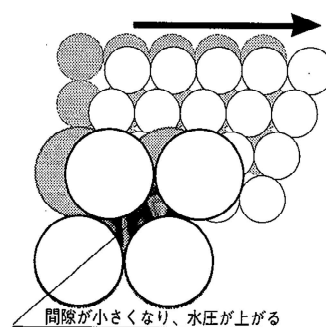


図 7 地震時の粒子配列の変形

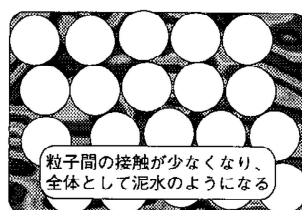


図 8 液状化状態の概念図

(7) 岸壁（がんぺき）

船舶をロープやワイヤーで安全に停泊させる施設が係留施設であり、岸壁は、係留施設を代表する施設の 1 つである。

岸壁の規模は、それを利用する船舶に応じて水深、長さが決定される。なかでも重要なのが水深で、一般的には船舶の喫水に 10% の余裕をもたせた深さとしている。水深 4.5m 以上を岸壁といい、それ以下は物揚場として区別する。

岸壁の構造は、大きく「重力型」と「矢板型」に分けられる。図 9 に、重力型の代表として重力式の例を、矢板型の代表として矢板式の例を示す。

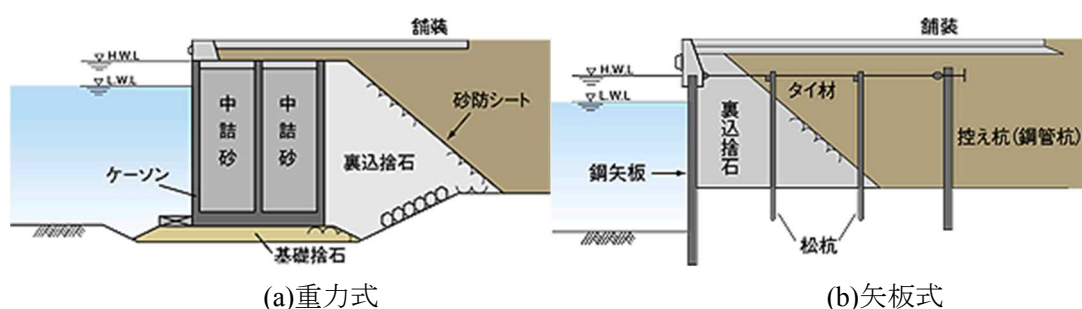


図 9 岸壁の例

図や文章は、一般社団法人 日本埋立浚渫協会の web サイトから引用した。

<<http://www.umeshunkyo.or.jp/108/prom/220/page.html>>

(8) 偶発状態（ぐうはつじょうたい）

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状態のうち、主たる作用が偶発作用であるものをいう(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示)。

偶発作用とは、確率的な予測が困難、又は、確率的な予測が可能な場合にあってはその年超過確率が変動作用⁹⁾のそれと比較して小さいもののうち、その特性値¹⁰⁾が非常に大きいために社会的に無視できない作用のことである。

9) 変動作用（へんどうさよう）：設計供用期間中の時間的変動が平均値に比較して無視できず、かつ一方的でない作用であって、その特性値が確率的に与えられる作用。

10) 特性値（とくせいち）：設計において定量的に考慮される作用または材料の特性を示す値をいう。JIS 等において定められている各種の規格値（鋼材降伏応力度など）等である。

(9) 限界 N 値（げんかい N ち）

(2)N 値(N ち) 参照。

(10) 護岸（ごがん）

護岸の目的は、当該施設の背後地を波浪、高潮または津波から防護することにある。通常の埋立地の外郭は、係留施設がある場合を除き護岸で囲まれる。したがって埋立護岸は埋立土の流出を防止し、かつ安定的な土留め工であるとともに、波浪に対しても安定で、かつ越波及び高潮から背後の埋立地を防護すべきものである(港湾の施設の技術上の基準・同解説)。

(11) 栈橋（さんばし）

栈橋は、橋梁のような形状をした港湾構造物で、現在のわが国の代表的な埠頭の係留施設に多く採用されている。構造物としては軽量で、軟弱地盤においても比較的建設が容易な係留施設である。

栈橋は、柱状の構造物の上に床を乗せて係船岸とした係留施設である。柱などの支柱による支持とし、杭頭を桁で連結して床板を載せたものが基本的な構造である。陸地から突き出して建設するものを単に「栈橋」、陸地と平行につくられる栈橋を「横栈橋」として区別している。

栈橋式の構造断面図の例を図 12 に示す。

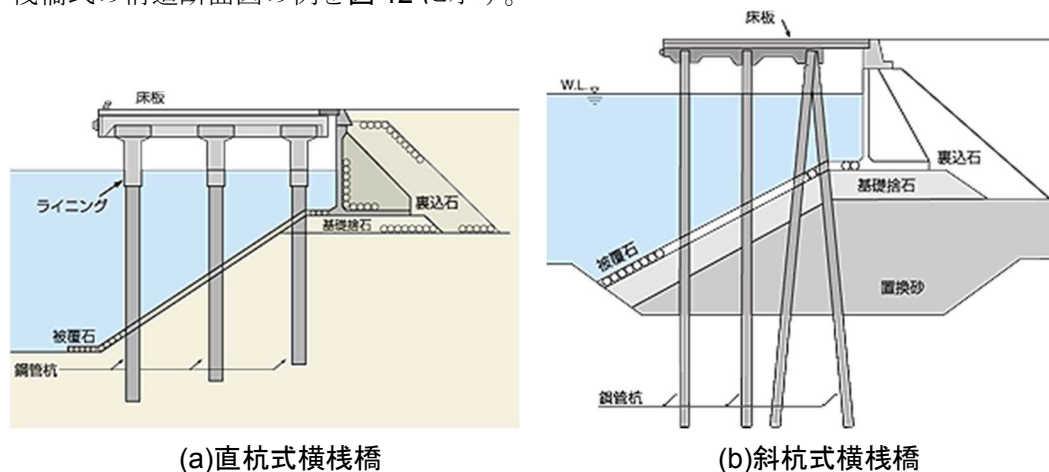


図 12 栈橋式の例

図や文章は、一般社団法人 日本埋立浚渫協会の web サイトから引用した。

< <http://www.umeshunkyo.or.jp/108/prom/221/page.html> >

(12) 重力式(直立型) (じゅうりよくしき (ちょくりつがた))

重力式は、壁体の自重と摩擦力で外力に耐える構造である。ケーソンやL型ブロックなどで垂直壁をつくり、背後の土圧に耐えるように設計する。壁状構造であり、内部には中詰砂を入れ、裏込石も使われる。ケーソンやブロックではなく、場所打ちコンクリートとする場合もある。

重力式の構造断面図例は、図 9 に示す。

文章は、一般社団法人 日本埋立浚渫協会の web サイトから引用した。

<<http://www.umeshunkyo.or.jp/108/prom/220/page.html>>

(13) 照査用震度 (しょうさようしんど)

施設の重量に係数 k_h を乗じると地震動による慣性力が求まる。この k_h を震度と呼ぶ。性能照査のために設定する震度を照査用震度と呼ぶ。ここでいう震度は、気象庁の発表する震度とは全く別物である(港湾の施設の技術上の基準・同解説)。

(14) 使用性 (しょうせい)

使用上の不都合を生じずに施設等を使用できる性能のことであり、作用に対して想定される施設の構造的な応答においては、損傷の可能性が十分に低いこと、又はわずかな修復により速やかに所要の機能が発揮できる程度の損傷に留まることを指す。

(15) 性能規定 (せいのうきてい)

(5) 永続状態 参照

改良とは、既存の技術基準対象施設に対して、用途変更や設計条件等の変更により、既存施設の一部または全部を利用し、以下の目的を達成する行為をいう。対象施設は、改良時点における基準省令、基準告示及び施工告示への適合が求められる。

- 本ガイドラインで用いている「耐震改良」は、このうちの2)にあたるものである。

地盤調査のために実施したボーリングにおいて、ボーリング孔ごとの調査結果を示すのが柱状図である。柱状図には、コアボーリングや標準貫入試験などにより採取した試料の観察結果及びボーリング時に記録した掘削速度、掘削流体の状況などを総合的に判断し、土質又は地質名、地層の境界、各地層の特徴、硬さや締まりの程度、地下水位、サンプリング位置、原位置試験の実施位置などの情報を記載する。図 10 に土質ボーリング柱状図の様式を、図 11 に凡例を示す。

図 10 土質ボーリング柱状図様式

柱状図および土質区分

第 1 分類			第 2 分類			第 3 分類		
区分	分 類 名	図模様	区分	分 類 名	図模様	区分	分 類 名	図模様
土質材料	礫 (G)	○ ○ ○ ○	補助記号	砂 質 (S)		岩石材料	硬 岩 (HR)	
	礫 質 土 (GF)	○ ○ ○ ○		シルト 質 (M)	-----		中 硬 岩 (MR)	
	砂 (S)	● ● ● ●		粘 土 質 (C)	//////		軟岩、風化岩 (WR)	
	砂 質 土 (SF)	● ● ● ●		有 機 質 (O)			玉 石 (B)	○ ○ ○ ○
	シルト (M)	-----		火 山 灰 質 (V)			浮 石 (軽 石) (Fm)	△ △ △ △
	粘 性 土 (C)	//////		玉 石 混 り (-B)	○ ○ ○ ○		シ ラ ス (Sl)	△ △ △ △
	有 機 土 (O)			砂 利、礫 混 り (-G)	○ ○ ○ ○		ス コ リ ア (Sc)	△ △ △ △
	火山灰質粘性土 (V)			砂 混 り (-S)			火 山 灰 (VA)	
土質材料	高有機質土(腐植土) (Pt)		記号	シルト 混 り (-M)	-----	土質材料	ロ ム (Lm)	
				粘 土 混 り (-C)	//////		黒 ボ タ (Kb)	
				有機質土混り (-O)			マ サ (WG)	
				火 山 灰 混 り (-V)			表 土 (Ss)	
				貝 殻 混 り (-Sh)	○ ○ ○ ○	土質材料	埋 土 (Fl)	
							廃 棄 物 (W)	

試料採取方法

- ① シンウォールサンプラーによる
- ② アニソンサンプラーによる
- ③ 貫入試験器による
- ④ フォイルサンプラーによる
- ⑤ () による

備考

図 11 柱状図に用いる記号等の凡例

図や文章は、地盤調査の方法と解説(地盤工学会)から引用した。

(18) 等価 N 値 (とうか N ち)

(2) N 値 参照

(19) 標準貫入試験 (ひょうじゅんかんにゅうしけん)

(2) N 値 参照

(20) 表面波探査 (ひょうめんはたんさ)

表面波探査は、物理探査手法の一つである。物理探査は、主として地上や海上で測定した物理量を用いて間接的に地盤性状を解析する調査技術の総称である。

地表でハンマー打撃やバイブレータなどを使って人工的に弾性波を発生させると、地盤中に実態波(P 波あるいは S 波)が伝播する一方、地表面に沿って表面波が伝播する。この表面波(レイリー波とラブ波)を用いた方法が表面波探査であり、一般にはレイリー波を用いることが多い(港湾の施設の技術上の基準・同解説 参考技術資料)。

(21) 変動状態 (へんどうじょうたい)

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状態のうち、主たる作用が変動作用であるものをいう(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示)。

変動作用とは、風、波浪、水圧、水の流れ、船舶の接岸及び牽引による作用、レベルー地震動、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(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示)。

(22) ボーリング調査（ぼーりんぐちょうさ）

建設工事における設計・施工のためにおこなう地盤調査の一つであり、主に地盤の強度・変形特性を得るために行われる。ボーリングの目的は、大きく次のようである。

- 1)地質の構成や基盤の深さなどを調べる。
- 2)各種室内試土質試験の試料を得るためのサンプリングやボーリング孔を利用するサウンディングを実施する。
- 3)種々の計器を埋設する孔を提供する。

(2)N 値 参照

(23) 物揚場（ものあげば）

(7)岸壁 参照

(24) 要求性能（ようきゅうせいのう）

(5)永続状態 参照

(25) 劣化度（れっかど）

部材等の性能の低下の程度。港湾施設の点検診断ガイドラインでは、4 段階(a,b,c,d)で表される。

表 1 点検診断における部材の劣化の判定基準

部材の劣化度	部材の劣化度の判定基準
a	部材の性能が著しく低下している状態
b	部材の性能が低下している状態
c	変状はあるが、部材の性能の低下がほとんど認められない状態
d	変状が認められない状態

注) 目視による点検診断において、b あるいは c で劣化度の判定を迷う場合は、劣化度を b と判定するとよい。

(26) 性能低下度（せいのおていかど）

点検診断の項目ごとの部材等の劣化度から総合的に評価した施設全体の性能低下の程度。港湾施設の点検診断ガイドラインでは、4段階(A,B,C,D)で表される。

表 2 点検診断における性能低下度の評価基準

性能低下度	性能低下度の評価基準
A	施設の性能が相当低下している状態
B	施設の性能が低下している状態
C	変状はあるが、施設の性能の低下がほとんど認められない状態
D	変状は認められず、施設の性能が十分に保持されている状態

(27) レベル 1 地震動（れべる 1 じしんどう）

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(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める省令)。

(28) レベル 2 地震動（れべる 2 じしんどう）

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(港湾の施設の技術上の基準の細目を定める省令)。

(29) 矢板式（やいたしき）

矢板式は、所定の深さに矢板を打ち込んで壁面をつくり、上部にタイ材を設けて緊張、アンカーブロックや控え工と連結して構築する。わが国で広く採用されている構造の 1 つ。水深が深い場合には、鋼管矢板を採用する場合もある。

矢板式の構造断面図例は、図 9 に示す。

文章は、一般社団法人 日本埋立浚渫協会の web サイトから引用した。

<<http://www.umeshunkyo.or.jp/108/prom/220/page.html>>