

モデル港湾における耐震検討に関する事例集 (簡易手法による変形量予測の実施)

平成 26 年 3 月

国土交通省 中国地方整備局

目次

はじめに	1
1. 検討条件の設定	3
1.1. 検討対象施設・範囲の選定	3
1.2. 対象地震動の設定	4
1.3. 代表断面の設定（ゾーニングの設定）	5
2. 地震による変形量予測	8
2.1. 変形量予測手法の選定	8
2.2. 簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測	9
3. 簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測	10
3.1. 直立型（重力式）の計算事例	10
3.1.1. 施設名称等の入力	10
3.1.2. 施設情報の入力	11
3.1.3. チャート式耐震診断システム検討結果	23
3.2. 傾斜型護岸タイプの計算事例	26
3.2.1. 施設名称等の入力	26
3.2.2. 施設情報の入力	27
3.2.3. チャート式耐震診断システム検討結果	36
3.3. 控え直杭式矢板の計算事例	39
3.3.1. 施設名称等の入力	39
3.3.2. 施設情報の入力	40
3.3.3. チャート式耐震診断システム検討結果	50
3.4. 控え組杭式矢板の計算事例	54
3.4.1. 施設名称等の入力	54
3.4.2. 施設情報の入力	55
3.4.3. チャート式耐震診断システム検討結果	65
3.5. 自立式矢板の計算事例	69
3.5.1. 施設名称等の入力	69
3.5.2. 施設情報の入力	70
3.5.3. チャート式耐震診断システム検討結果	80
4. 検討対象施設の地震変形による被害の想定	84

はじめに

本事例集は、『港湾護岸等の耐震性検討マニュアル』で簡易な変形量予測手法として紹介している『チャート式耐震診断システム』に基づき、モデル港湾における港湾護岸等の耐震性検討を行った過程をとりまとめたものである。

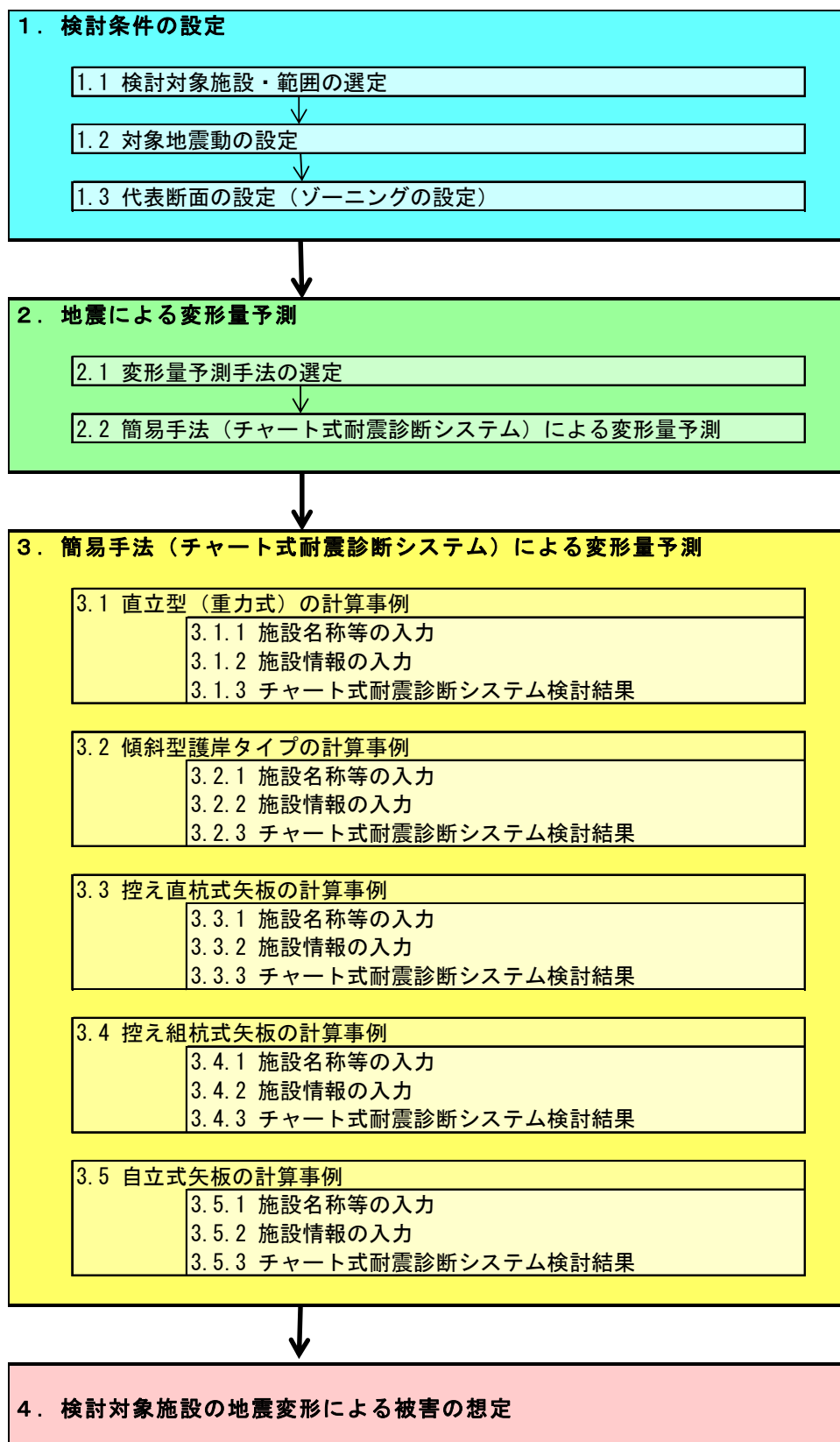
特に、港湾護岸等の変形量を算出した事例では、具体的な施設断面図や土質柱状図と、診断システム入力画面を対比させ、説明を加えることにより、必要なデータの照会先や入力の仕方などが分かり易く示されている。

（本事例集では異なる 5 種類の構造形式について算出事例を示している）

以上のプロセスを次ページにフロー化して示すとおり、本事例集を参考とすることにより、『港湾護岸等の耐震性検討マニュアル』を使った、港湾全体の耐震性の検討を効率よく進めることが出来る。

また、本事例集に目を通してから、改めてマニュアルを読んで頂くと、いっそう分かり易さが向上する。

については、港湾護岸等の施設管理者（実務担当者）が構造物の安全性を検討する際に、本事例集が一助になれば幸いである。



1. 検討条件の設定

1.1. 検討対象施設・範囲の選定

港湾護岸等の施設管理者（実務担当者）は、施設およびその背後の重要度に応じて検討対象施設・範囲を選定する。

モデル港湾である水島港水島地区の検討対象施設を選定し、一連する港湾護岸等を検討対象範囲として設定した。

なお、港湾護岸等の施設管理者が所有する特定の施設を検討する場合は、検討対象範囲の選定を実施する必要はない。

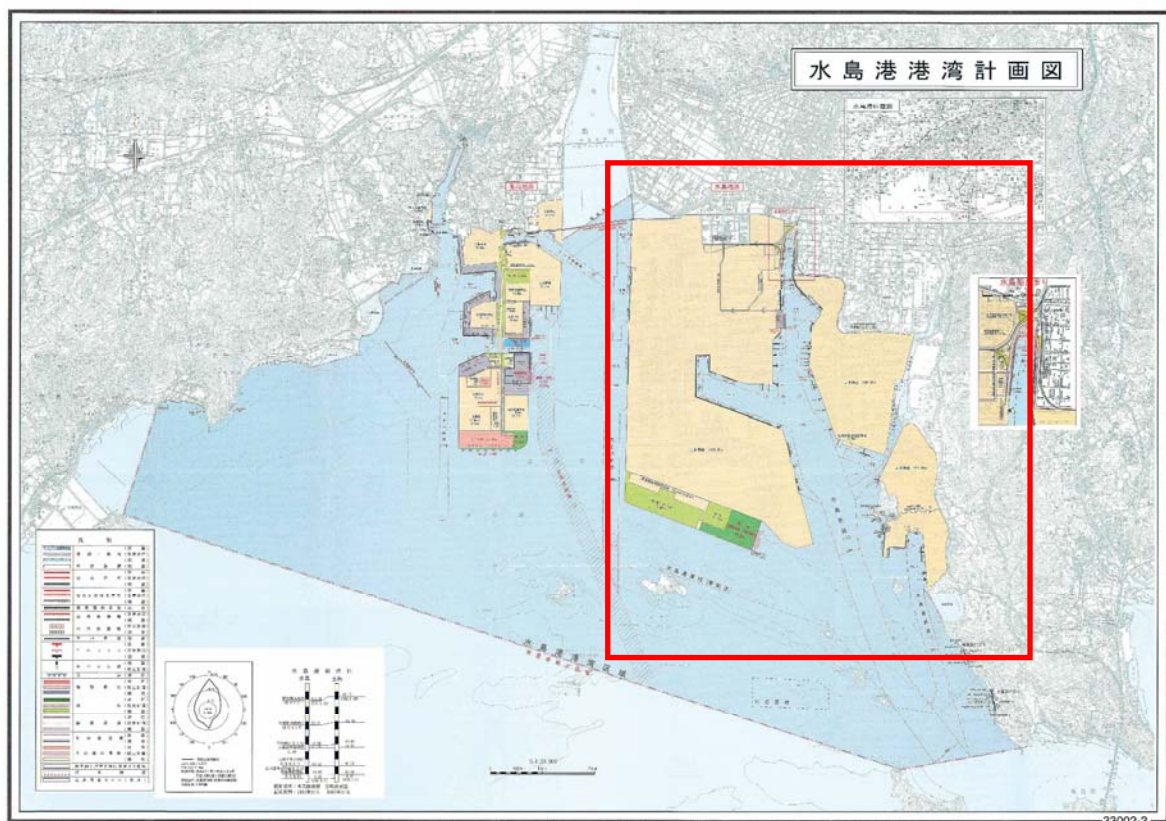


図 1.1 検討対象範囲（水島港水島地区）

1.2.対象地震動の設定

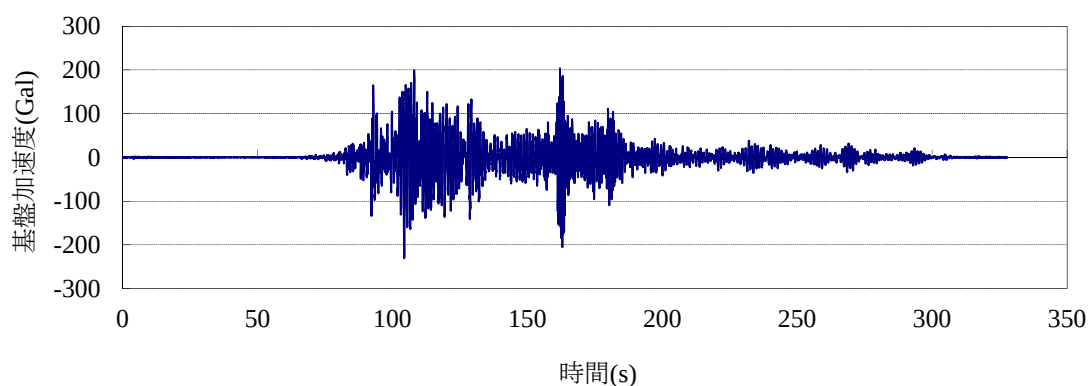
検討する港湾護岸等の対象地震を想定し、その地震により、もたらされる地震動を適切に設定する。設定方法は、**解説 A**にある。

なお、サイト増幅特性を考慮した地震動波形データがない場合でも、簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形予測は可能である。

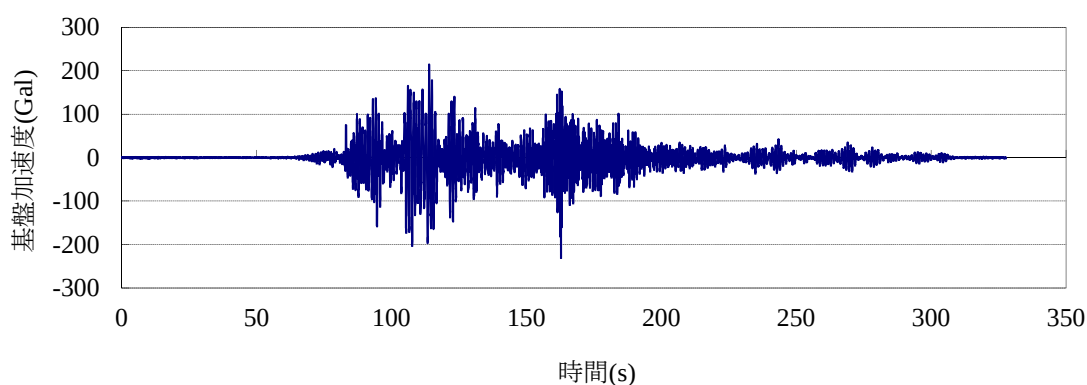
ただし、港湾護岸等の耐震設計を行う場合は、サイト増幅特性を考慮した地震動波形データを設定し、詳細手法（FLIP【地震応答解析】）による変形予測を行う必要がある。

（独）港湾空港技術研究所が提案している南海トラフの巨大地震等（最大クラスの津波に先行する地震）による地震動（SPGA50%非超過波）により設定した。

水島港水島地区の地震動時刻歴波形（N-S 成分、E-W 成分）を以下に示す。



(1) N-S 成分



(2) E-W 成分

図 1.2 地震動時刻歴波形

1.3.代表断面の設定（ゾーニングの設定）

検討範囲が広域である場合や複数の港湾護岸等の検討を行う場合、地盤条件や地震特性などを考慮した面的なゾーニング、施設ごとの線的なゾーニングを行うことで費用の削減や検討時間の短縮を図ることができる。代表断面の設定（ゾーニングの設定）方法は、解説 B にある。

検討対象範囲の標準断面図を可能な限り収集し、構造形式によるゾーニングを行い、検討断面の抽出を行った。

対象とする施設は全 63 施設であり、この中からマニュアル（解説 B）に示す小区分の考え方により施設数の絞り込みを行った。対象とする全施設は表 1.1 に示すとおりである。

ゾーニング（小区分）により設定した断面は表 1.2 の通りである。

表 1.1 検討断面(全施設)

施設番号	チャート式の構造形式	施設番号	チャート式の構造形式
施設番号1	—	施設番号35	控え直杭式矢板
施設番号2	—	施設番号36	傾斜型護岸タイプ
施設番号3	傾斜型護岸タイプ	施設番号37	控え直杭式矢板
施設番号4	傾斜型護岸タイプ	施設番号38	控え直杭式矢板
施設番号5	控え組杭式矢板	施設番号39	控え直杭式矢板
施設番号6	控え組杭式矢板	施設番号40	傾斜型護岸タイプ
施設番号7	控え組杭式矢板	施設番号41	控え直杭式矢板
施設番号8	控え組杭式矢板	施設番号42	傾斜型護岸タイプ
施設番号9	控え組杭式矢板	施設番号43	控え直杭式矢板
施設番号10	—	施設番号44	控え直杭式矢板
施設番号11	—	施設番号45	控え直杭式矢板
施設番号12	傾斜型護岸タイプ	施設番号46	控え直杭式矢板
施設番号13	傾斜型護岸タイプ	施設番号47	控え直杭式矢板
施設番号14	傾斜型護岸タイプ	施設番号48	控え組杭式矢板
施設番号15	傾斜型護岸タイプ	施設番号49	控え組杭式矢板
施設番号16	—	施設番号50	控え組杭式矢板
施設番号17	傾斜型護岸タイプ	施設番号51	控え組杭式矢板
施設番号18	傾斜型護岸タイプ	施設番号52	控え組杭式矢板
施設番号19	直立型(重力式)	施設番号53	控え組杭式矢板
施設番号20	自立矢板式	施設番号54	控え組杭式矢板
施設番号21	控え直杭式矢板	施設番号55	控え組杭式矢板
施設番号22	控え直杭式矢板	施設番号56	控え組杭式矢板
施設番号23	控え直杭式矢板	施設番号57	控え組杭式矢板
施設番号24	傾斜型護岸タイプ	施設番号58	控え直杭式矢板
施設番号25	傾斜型護岸タイプ	施設番号59	控え直杭式矢板
施設番号26	直立型(重力式)	施設番号60	直立型(重力式)
施設番号27	直立型(重力式)	施設番号61	控え直杭式矢板
施設番号28	控え直杭式矢板	施設番号62	自立矢板式
施設番号29	傾斜型護岸タイプ	施設番号63	控え直杭式矢板
施設番号30	傾斜型護岸タイプ	施設番号64	控え直杭式矢板
施設番号31	傾斜型護岸タイプ	施設番号65	控え直杭式矢板
施設番号32	傾斜型護岸タイプ	施設番号66	控え組杭式矢板
施設番号33	自立矢板式	施設番号67	控え組杭式矢板
施設番号34	自立矢板式	施設番号68	堤防タイプ

表 1.2 検討断面（ゾーニングによる検討断面の抽出）

施設番号	チャート式の構造形式	施設番号	チャート式の構造形式
施設番号3	傾斜型護岸タイプ	施設番号35	控え直杭式矢板
施設番号5	控え組杭式矢板	施設番号38	控え直杭式矢板
施設番号6	控え組杭式矢板	施設番号40	傾斜型護岸タイプ
施設番号12	傾斜型護岸タイプ	施設番号41	控え直杭式矢板
施設番号13	傾斜型護岸タイプ	施設番号42	傾斜型護岸タイプ
施設番号14	傾斜型護岸タイプ	施設番号43	控え直杭式矢板
施設番号15	傾斜型護岸タイプ	施設番号48	控え組杭式矢板
施設番号18	傾斜型護岸タイプ	施設番号52	控え組杭式矢板
施設番号19	直立型(重力式)	施設番号57	控え組杭式矢板
施設番号20	自立矢板式	施設番号58	控え直杭式矢板
施設番号21	控え直杭式矢板	施設番号59	控え直杭式矢板
施設番号22	控え直杭式矢板	施設番号60	直立型(重力式)
施設番号23	控え直杭式矢板	施設番号61	控え直杭式矢板
施設番号24	傾斜型護岸タイプ	施設番号62	自立矢板式
施設番号27	直立型(重力式)	施設番号63	控え直杭式矢板
施設番号28	控え直杭式矢板	施設番号66	控え組杭式矢板
施設番号32	傾斜型護岸タイプ	施設番号67	控え組杭式矢板
施設番号33	自立矢板式	施設番号68	堤防タイプ

- ※1 施設番号 1～2 は、背後が山地のため施設の沈下が背後地に与える影響は殆ど無いと判断して除外した。
- ※2 施設番号 3 及び 4 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、堤体高が高く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 3 を代表断面とした。
- ※3 施設番号 6～9 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、航路が近く施設の損傷が被災後の荷役作業等に大きく影響すると思われる施設番号 6 を代表断面とした。
- ※4 施設番号 10～11 は延長が短く、背後が山地のため施設の沈下が背後地に与える影響は殆ど無いと判断して除外した。
- ※5 施設番号 15、17 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、堤体高が高く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 15 を代表断面とした。
- ※6 施設番号 16 は突堤であり、施設背後に施設番号 15 が存在するため、除外した。
- ※7 施設番号 24～25 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、堤体高もほぼ同じであるため施設番号 24 を暫定的に代表断面とした。
- ※8 施設番号 26～27 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、堤体高が高く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 27 を代表断面とした。
- ※9 施設番号 29～32 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、堤体高が高く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 32 を代表断面とした。
- ※10 施設番号 33～34 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、形状もほぼ同じであるため施設番号 33 を暫定的に代表断面とした。
- ※11 施設番号 37～39 は構造形式が概ね同じであるため、同一のゾーンと設定し、水深が深く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 38 を代表断面とした。

- ※12 施設番号 43～47 は構造形式が概ね同じであると判断し、同一のゾーンと設定し、水深が深く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 43 を代表断面とした。
- ※13 施設番号 48～51 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、水深が深く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 48 を代表断面とした。
- ※14 施設番号 52～57 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、水深が深く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 57 を代表断面とした。
- ※15 施設番号 63～65 は構造形式が同じであるため、同一のゾーンと設定し、水深が深く沈下量が大きく生じると想定される施設番号 63 を代表断面とした。

2.地震による変形量予測

2.1.変形量予測手法の選定

港湾護岸等の地震による被害を予測する手法について、目的、求められる推定精度、作業に要する費用、時間を勘案して適切に選定する。変形量予測手法は、**解説 C**にある。

港湾護岸等の施設管理者（実務担当者）が自ら計算することが可能な変形予測手法は、「簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測」である。

詳細手法（FLIP【地震応答解析】）は、専門のコンサルタントに外注が必要であるため、事例集の対象外としている。

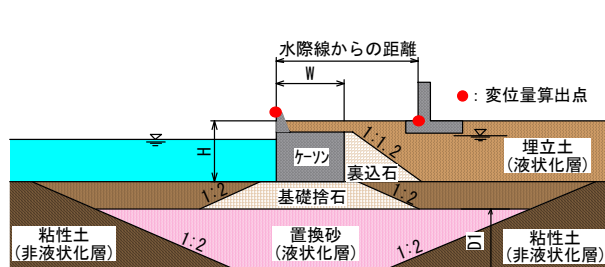
2.2.簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測

チャート式耐震診断システムは、地震に対して危険性の高い施設を「簡易」に「早く」抽出するシステムである。

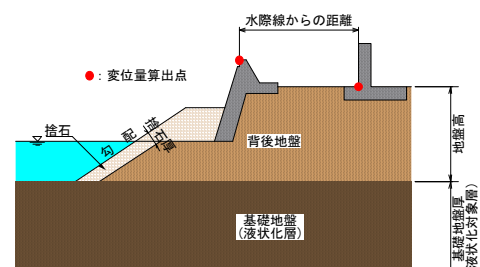
対象とする港湾護岸等に対してチャート式耐震診断を実施し、地震による港湾護岸等の変形量を算定する。本システムを使用するにあたっては、システムの特徴と必要な設定条件等を十分に理解した上で算定結果を適切に扱う必要がある。

簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測手法は、**解説 D**にある。

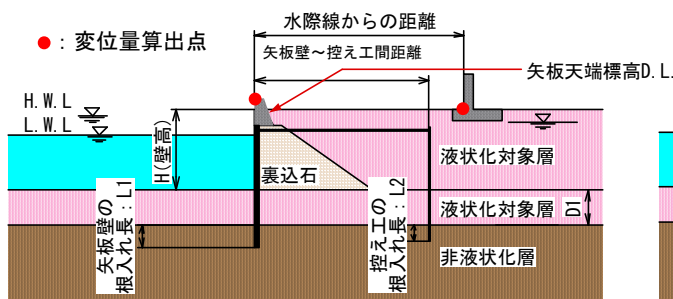
直立型（重力式）、傾斜型護岸タイプ、控え直杭式矢板、控え組杭式矢板、自立矢板式の各構造形式による計算事例を紹介する。



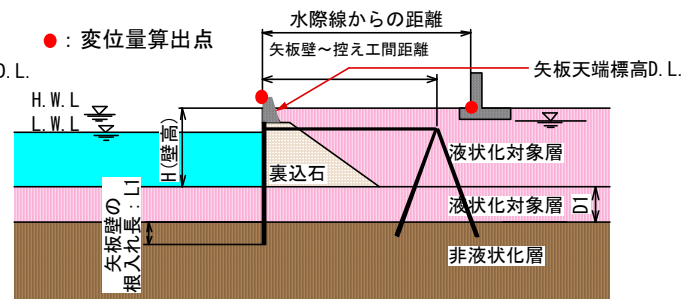
(1) 直立型（重力式）



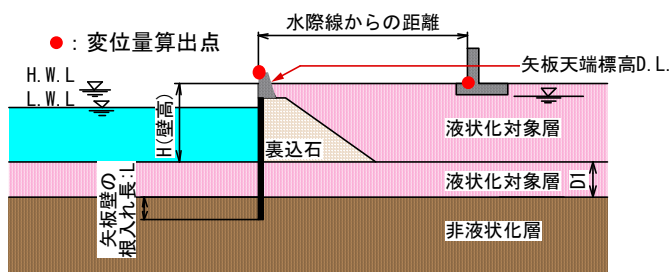
(2) 傾斜型護岸タイプ



(3) 控え直杭式矢板



(4) 控え組杭式矢板



(5) 自立式矢板

3.簡易手法（チャート式耐震診断システム）による変形量予測

3.1. 直立型（重力式）の計算事例

3.1.1. 施設名称等の入力

施設名称等、付属図の有無および付属データの有無は耐震診断結果に直接関係しないが、耐震診断の整理のため入力する。

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（重力式）		
整理番号:	護岸（重力式）－2	管理者:	〇〇県
施設延長:	240m	建設時期:	1990年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

図 3.1 施設名称等の入力

(1) 施設名称

対象施設の名称を入力する。

(2) 整理番号

対象施設および耐震診断結果を整理しやすいよう、番号等を入力する。

(3) 管理者

対象施設の管理者名を入力する。

(4) 施設延長

対象施設の施設延長を入力する。

(5) 建設時期

対象施設の建設時期を入力する。

(6) 付属図の有無および付属データの有無

プルダウンにより、付属図および付属データの有無を選択する。

3.1.2. 施設情報の入力

標準断面図及び土質調査結果により、施設情報の入力に必要な情報を整理して入力する。

		値		備考
施設位置	東経133	44分	59秒	国土地理院のHP (2万5千分1地図) 等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	28分	36秒	
天端標高	T. P	2. 47	(m)	左記は、1990 年の 施工図面 による値。
	D. L	4. 20	(m)	
H. H. W. L	D. L	3. 99	(m)	
H. W. L	D. L	3. 27	(m)	
地表面標高	D. L	3. 30	(m)	
直立式 (重力式)	高さ:H	12. 80	(m)	3. 0～20. 0が概ね適用範囲
	幅:W	6. 90	(m)	
	D1	0. 00	(m)	
	W/H	0. 54		自動計算 (0. 35～1. 05が概ね適用範囲)
	D1/H	0. 00		自動計算 (0. 00～1. 95が概ね適用範囲)
	埋立土の等価N値	5. 00	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	置換砂の等価N値	25. 00	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波 高さの補正係数	1. 00	—	当面の間は、1. 0を使用
	防潮施設の水際からの位置	0. 00	(m)	防潮施設の水際からの距離

図 3. 2 施設情報の入力

(1) 施設位置

予想地震動がない場合、断層からの距離補正に必要となるため、施設位置情報として、緯度および経度を入力する。なお、施設の緯度・経度については国土地理院のホームページ（ウオッチ地図：<http://watchizu.gsi.go.jp/>）が参考となる。

予想地震動がある場合は、省略することができる。

(2) 天端標高

対象施設の天端標高を入力する。（図 3. 3：入力項目①）なお、TP は DL との関係がある場合に入力する。

また、天端標高が「施工図面」による値か「実測」による値かを入力する。

(3) 潮位

対象施設の潮位を入力する。（図 3. 3：入力項目②）

(4) 地表面標高

地表面標高を入力する。（図 3.3：入力項目③）

(5) 高さ、幅、基礎地盤液状化層厚（D1）

高さ、幅、基礎地盤液状化層厚（D1）を入力する。（図 3.3：入力項目④～⑥）

対象施設の標準断面図より、天端標高、潮位、地表面標高、高さ、幅、基礎地盤液状化層厚を設定した。（図 3.3：入力項目①～⑥）

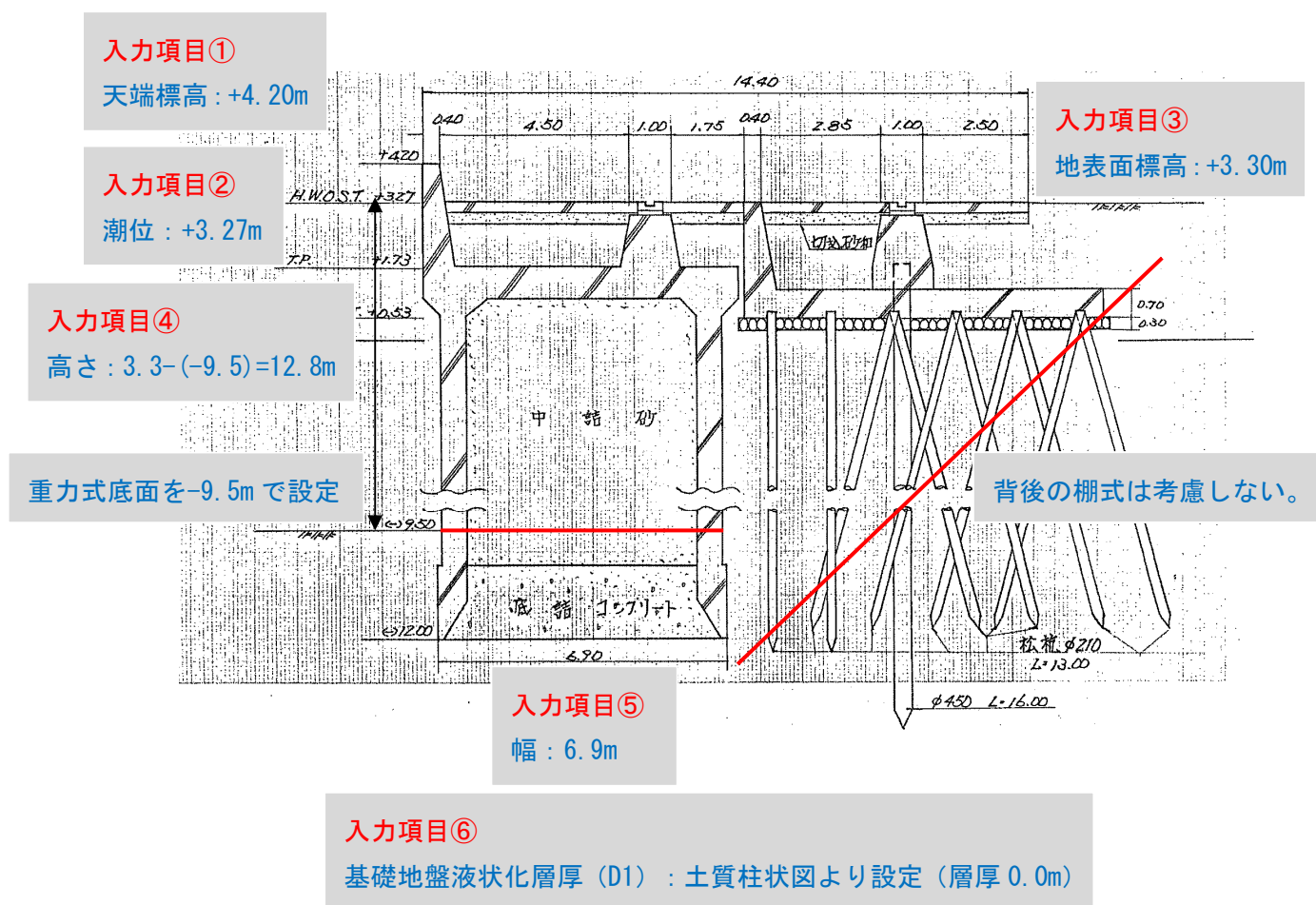


図 3.3 標準断面図

(6) 埋立土、置換砂の等価 N 値の入力

耐震診断に必要な地盤条件として、埋立土の等価 N 値、置換砂の等価 N 値を算定する。

この結果、埋立土の等価 N 値は 3.5 と算定された。そのため、等価 N 値はチャート式耐震診断システムの適用範囲下限値である 5.0 を使用した。(図 3.4)

置換砂の等価 N 値は、施設下端以深は、非常に大きな N 値となっているため、置換砂の等価 N 値はチャート式耐震診断システムの適用範囲上限値である 25.0 を採用した。

埋立土の等価N値	5.00	—	5 ≤ 等価N値 ≤ 25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
置換砂の等価N値	25.00	—	5 ≤ 等価N値 ≤ 25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値

地盤条件の適用範囲

(等価 N 値の算定)

直立型（重力式）のチャート式耐震診断システムは、背後地盤と基礎地盤の等価 N 値を個別に指定することが可能である。補助システムである等価 N 値算定シートを用いて背後地盤と基礎地盤の等価 N 値を算定した。

等価 N 値算定シートでは、背後地盤及び基礎地盤部に複数の層がある場合は層厚による加重平均により等価 N 値を評価するシートとなっている。

$$N_{65} = \frac{\sum (N_{65i} \times H_i)}{\sum H_i}$$

N_{65} : 耐震診断に用いる等価 N 値

N_{65i} : i 層の等価 N 値

H_i : i 層の層厚(m)

1) チャート式耐震診断補助シート等価 N 値の算定

チャート式耐震診断補助シートを用いて、液状化対象層の平均等価 N 値を算定する。

チャート式耐震診断補助シート：等価N値の算定

対象施設名	〇〇港〇〇地区護岸（重力式）	プルダウンにより、構造形式を選択
ボーリング名	No. 1	
ボーリング位置	護岸直背後	
調査年月日	1985年10月3日	
構造形式	直立型（重力式）	入力項目①
孔口標高 D.L (T.P)	3.37 m	
地下水位 D.L (T.P)	1.44 m	

平均等価N値	3.5	液状化対象層A（背後地盤（埋立層）の液状化対象層）
	-	液状化対象層B（基礎地盤（置換砂）の液状化対象層）

土層		標高 D.L (T.P) (m)		湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	各土層の 平均等価N値 N ₆₅
		上端	下端			
砂質土	非液状化対象層	3.37	1.44	18.0	20.0	5.8
砂質土	液状化対象層A	1.44	0.87	18.0	20.0	6.2
砂質土	液状化対象層A	0.87	-1.94	18.0	20.0	2.9
粘性土	非液状化対象層	-1.94	-7.24	14.0	14.0	2.2

入力項目②

土層中心の 深度または 測定深度 G.L (m)	平均N値 または 実測N値 N	等価N値 N ₆₅
1.30	4.0	5.8
2.30	5.0	6.2
3.30	3.0	3.6
4.30	3.0	3.2
5.30	2.0	1.9
6.30	3.0	2.8
8.10	2.0	1.6

(注意事項. 1)
同一土層であっても、地下水位の
下で土層は分けて下さい。

(注意事項. 2)
ボーリング調査時の土層構成で等
N値を算定して下さい。

(注意事項. 3)
孔口標高は必ず入力して下さい。

入力項目③

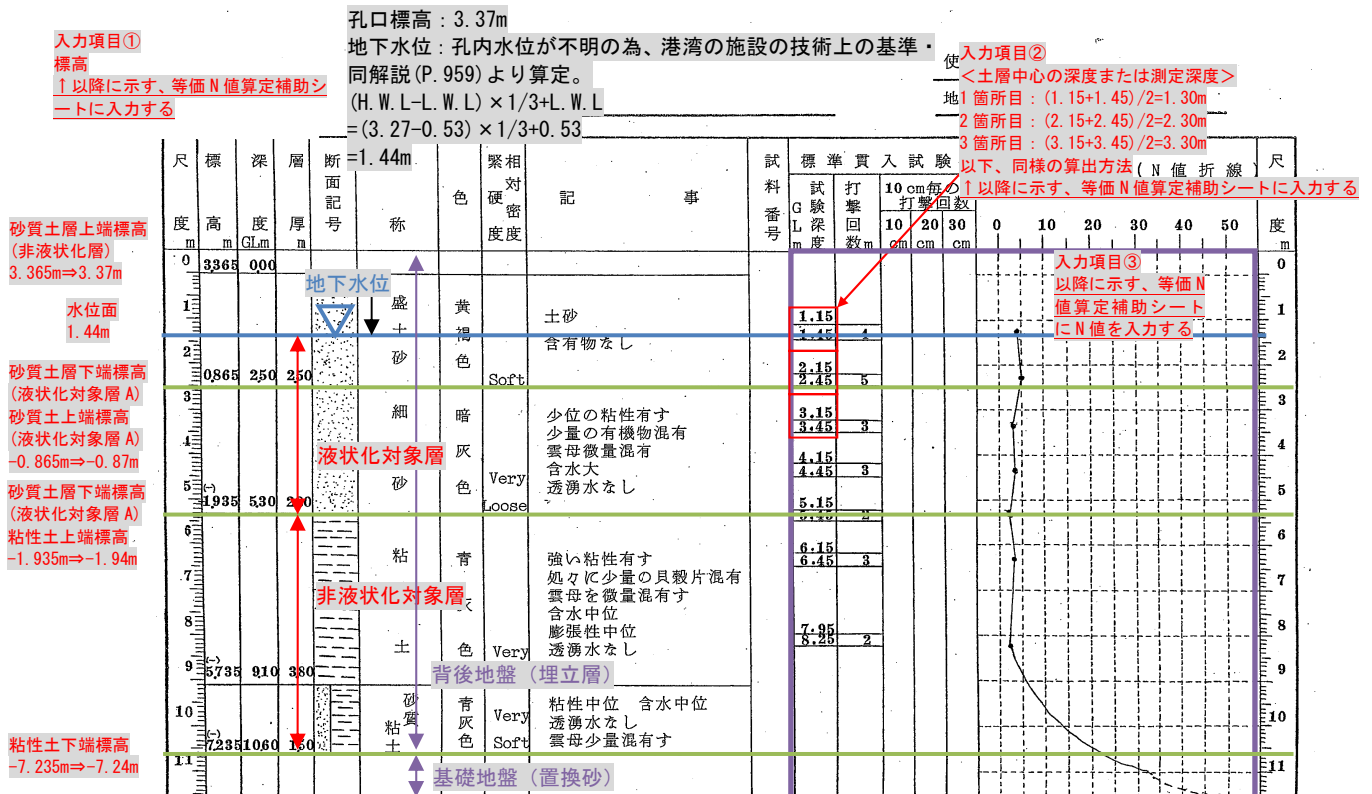
試験値から単位体積重量
が解る場合は、その値を
入力する。不明な場合は、
一般的な単位体積重量を
入力する。

※一般的な単位体積重量
砂質土：
湿潤重量 18kN/m³
飽和重量 20kN/m³
粘性土：
湿潤重量 14kN/m³
飽和重量 14kN/m³

プルダウンにより、土層区分を選択
なお、同一土層区分であっても地下
水位の上下で土層分けを行う。

プルダウンにより、液状化対象層を区分
埋立土の液状化対象層⇒液状化対象層 A
置換砂の液状化対象層⇒液状化対象層 B
粘性土など液状化を考慮しない層⇒非液状化対象層

図 3.4 等価 N 値の算定



技術者判断によるが、シルト層で砂分が多い層は全て液状化対象層としている。

液状化対象層の間に薄層の非液状化対象層が含まれる場合は、液状化対象層として設定している。

(7) 地震・津波に関する情報

1) 地震情報の入力

対象地震のシナリオおよび予測震度を入力する。入力に当たっては、中央防災会議・各地方自治体で定める地域防災計画などを参考にする。

対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値

プルダウンにより、予測気象庁震度を選択

2) 津波に関する情報

当該地点において津波高さが設定されている場合は、その値を入力する。これは「余裕高さによる耐震性評価」の検討に必要な値であるが、検討不要の場合は省略しても良い。

津波高さ	T.P	1.27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D.L	3.00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0.3	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値

3) 地震に関する情報

チャート式耐震診断補助シートを用いて、速度の PSI 値を算定する。

PSI値の計算

波形データのフォルダ	D:\波形	
波形データの名称	50.ACC	
波形の種類	1	1:加速度、2:速度
データ補正	1	1:倍率、2:最大値
倍率の場合	1	この倍率を元データに
最大値の場合		この値を絶対値最大に
データ間隔(S)	0.01	
データ読み飛ばし行数	5	何行無視するか
1行のデータ数	8	
1データの文字数	10	
データの貼付	1	1:貼付、2:残さない

データの個数(個)	32768
速度のPSI値(cm/s ^{1/2})	59.70

図 3.5 施設情報の入力 (SPGA50%非超過波)

ファイル(E) 編集(E) 検索・置換・ジャンプ(S) ツール(I) マクロ(M) ウィンドウ(W) 設定(O) ヘルプ(H)

1行 1桁 | 1 Line | 20H | 1/672,004 Byte | テキスト | 日本語(シフトJIS)

1	32768	0.01000000							
2	DIRECTION=HT								
3	MAXACC= 675.2413GAL								
4	PSI(ACC)= 941.3275								
5	PSI(VEL)= 210.5196								
6	-8.2107	-7.6252	-6.9746	-6.3072	-5.7673	-5.4493	-5.3125	-5.2099	
7	-5.0860	-5.0122	-5.0855	-5.2904	-5.5219	-5.6639	-5.7271	-5.7846	
8	-5.8989	-6.0670	-6.2387	-6.3521	-6.4048	-6.4276	-6.4578	-6.5108	
9	-6.5523	-6.5064	-6.3233	-6.0439	-5.7380	-5.4678	-5.2104	-4.9369	
10	-4.6609	-4.4580	-4.3881				5.0924	-5.3170	
11	-5.5816	-5.8961	-6.2131				6.8584	-6.7800	
12	-6.5851	-6.3056	-5.9111				3.1364	-2.4742	
13	-1.8499	-1.2556	-0.7391				0.0996	-0.0391	
14	-0.3259	-0.6194	-0.7891				0.8859	-0.2467	
15	0.4331	1.1384	1.7621				4.4609		

項目	値			備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波			
予測気象庁震度	5弱	—		中央防災会議等の公表値
津波に関する情報				
津波高さ	T.P	1.27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D.L	3.00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0.2	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関			地震動がデータベース化されている場合は、プルダウンにより選択。
	港湾			
	地区			
	地震動 方向			
データベース内の地震動の有無				2. 「有り」の場合、以降入力が必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無				1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 3. 2. サイト特性を考慮して合成した予想地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有り」場合
地震に関する情報				
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合				
耐震診断に用いる地震波の種類 ^{注2)}				1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元 ^{注1)}	マグニチュード	-6	8.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)
	断層面距離	-6	102.78 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	355.98 (gal)			「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報				
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合				
耐震診断に用いる地震波の種類 ^{注2)}				1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度	50.00 (gal)			予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報				
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合				
予測地震動の速度のPSI	59.70 (cm/s ^{1/2})			※「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価				
耐震診断に用いる速度のPSI	59.70 (cm/s ^{1/2})			入力項目より、自動計算

注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海南波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的柔らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

図 3.6 地震・津波に関する情報の入力 (SPGA50%非超過波)

【参考】

＜予測地震動の波形の有無で1を選択する場合＞

データベース内の地震動の有無					2	1.「有り」の場合、以降入力が必要なし 2.「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無					1	1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予想地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報：						
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合						
耐震診断に用いる地震波の種類 ^{注2)}					3	1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元 ^{注1)}	マグニチュード	-6	8.70	—	気象庁マグニチュード [°] (中央防災会議)	
	断層面距離	-6	124.69	(km)	断層面への最短距離	
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)			317.66	(gal)	「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成11年4月)の補正最大加速度	

対象とする地震波の種類
を選択する。

マグニチュード及び断層面距離は、以下に従って対象とする波形より選択する。

各自で設定する場合は、マグニチュードを入力する。

中央防災会議の断層モデルを用いる場合は、以下の数値を入力する。

- 1：東海地震 -4：東海+東南海地震
- 2：東南海地震 -5：東南海+南海地震
- 3：南海地震 -6：東海+東南海+南海地震

【参考】

＜予測地震動の波形の有無で2を選択する場合＞

データベース内の地震動の有無		2	1.「有り」の場合、以降入力の必要なし 2.「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		2	1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報：			
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類 ^{注1)}		4	1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元 ^{注1)}	マグニチュード	-6	8.70
	断層面距離	-6	124.69 (km)
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)		317.66	(gal)
地震に関する情報：			
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類 ^{注2)}		3	1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度		50.00	(gal)

対象とする地震波の種類を選択する。

与えられている最大加速度を入力する。

※ 上記は、その他構造形式についても同様である。

【参考】

＜地震動がデータベース化されている場合＞

検討対象地点において、地震動がデータベース化されている場合については以下の例のように地震動条件を設定する。

プルダウンにより選択する。 入力後、クリックする。

検討対象港湾・海岸および地震動の選択	機関	中国地方整備局		プルダウンによる選択	波形クリア
	港湾	水島港			
	地区	水島玉島地区右岸側			
	地震動方向	東南海・南海地震 NS			
データベース内の地震動の有無			1. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要		
予測地震動の波形の有無			1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有り」場合		波形取得
地震に関する情報					
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合					
耐震診断に用いる地震波の種類 (注2)			1-直下型 2-海溝型 3-海南波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)		
距離減衰式による予測諸元	マグニチュード	-6	8.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)	
	断層面距離	6	102.70	(km) 断層面への最短距離	
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)			355.98	(gal) 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成11年4月)の補正最大加速度	
地震に関する情報					
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合					
耐震診断に用いる地震波の種類 (注2)			1-直下型 2-海溝型 3-海南波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)		
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度			50.00	(gal) 予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。	
地震に関する情報					
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合					
予測地震動の速度のPSI			69.09	(cm/s ^{1/2}) ※「速度のPSI算定シート」が利用出来る。	
地震動評価					
耐震診断に用いる速度のPSI			69.09	(cm/s ^{1/2}) 入力項目より、自動計算	

(8) 対策工の制約条件

対策工の制約条件や、耐震診断結果に関係しないが、対策工を実施する際の参考となるように事前に整理して入力する。

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考.1		
備考.2		

注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

図 3.7 対策工の制約条件の入力

3.1.3. チャート式耐震診断システム検討結果

沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：直立型（重力式）（1）

：入力項目

施設名称	〇〇港〇〇地区護岸（重力式）		
整理番号	護岸（重力式）－2	管理者	〇〇県
施設延長	240m	建設時期	1990年

付属図の有無：

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

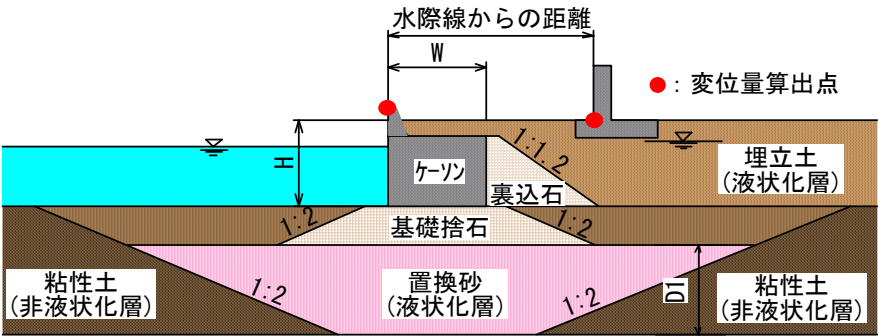
付属データの有無：

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

(1) 施設情報

施設分類： 直立型（重力式）

		値		備考
施設位置	東経133	44分	59秒	国土地理院のHP（2万5千分1地図）等から設定。 （数字だけ入力）
	北緯34	28分	36秒	
天端標高	T.P	2.47	(m)	左記は、1990年の施工図面による値。
	D.L	4.20	(m)	
H.H.W.L	D.L	3.99	(m)	
H.W.L	D.L	3.27	(m)	
地表面標高	D.L	3.30	(m)	
直立型（重力式）	高さ：H	12.80	(m)	3.0～20.0が概ね適用範囲
	幅：W	6.90	(m)	
	D1	0.00	(m)	
	W/H	0.54		自動計算（0.35～1.05が概ね適用範囲）
	D1/H	0.00		自動計算（0.00～1.95が概ね適用範囲）
	埋立土の等価N値	5.00	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	置換砂の等価N値	25.00	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	—	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの位置	0.00	(m)	防潮施設の水際からの距離



沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：直立型（重力式）（2）

：入力項目

(2) 地震・津波に関する情報

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P. 1.27 (m)	中央防災会議等の公表値
	D.L. 3.00 (m)	
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	プルダウンによる選択
データベース内の地震動 の有無		2. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		3. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 3. 「無し」の場合、以下入力が必要
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海溝波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
距離減衰式に よる予測諸元	マグニチュード -6 0.70 断層面距離 -6 102.70 (km)	気象庁マグニチュード(中央防災会議) 断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最 大加速度(参考値)	355.98 (gal)	港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海溝波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
予測地震動が有りの場合 の基盤最大加速度	50.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を採り取る。
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合		
予測地震動の速度のPSI	59.70 (cm/s ^{1/2})	*「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	59.70 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

- 注1)：中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。
- 注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海溝波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
- 注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

(3) 対策工法の制約条件

項目	コメント
背後地に増築可能	不明
前面海域に増築可能	不明
背後から重機進入可能	可
前面海域からの施工可能	可
掘削が可能	不明
周辺環境 (例：民家に隣接する。)	
備考.1	
備考.2	

- 注1)：上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
 対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果：直立型（重力式）

(1) 地震後の残留変位

入力項目		高さ:H	12.80	(m) (3.0～20.0が概ね適用範囲)	
		幅:W	6.90	(m)	
		D1	0.00	(m)	
		埋立層の等価N値	5.00	5≦等価N値≦25	
		置換砂の等価N値	25.00	5≦等価N値≦25	
		速度のPSI値	59.70	(cm/s ^{1/2})	
		W/H	0.54	自動計算(0.35～1.05が概ね適用範囲)	
		D1/H	0.00	自動計算(0.00～1.95が概ね適用範囲)	
出力項目	標準タイプ	残留水平変位	1.62	(m)	
		残留鉛直変位	0.50	(m)	
	補正係数 (水平変位)	(1H)=W/H	1.16		
		(2H)=D1/H	0.37		
		(3H)=H	1.22		
		(4H)=置換砂・埋立層の等価N値	0.40		
		(5H)=地震動レベル(速度のPSI)	0.66		
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.14		
	補正係数 (鉛直変位)	(1V)=W/H	1.34		
		(2V)=D1/H	0.35		
		(3V)=H	1.31		
		(4V)=置換砂・埋立層の等価N値	0.44		
		(5V)=地震動レベル(速度のPSI)	0.66		
		(1V)・(2V)・(3V)・(4V)・(5V)	0.18		
	対象施設	残留水平変位	0.3	(m)	(参考) 23cm
			0.3	(m)	水際からの距離を考慮したもの
残留鉛直変位		0.1	(m)	(参考) 9cm	
		0.1	(m)	水際からの距離を考慮したもの	

(2) 液状化・転倒に対する検討結果

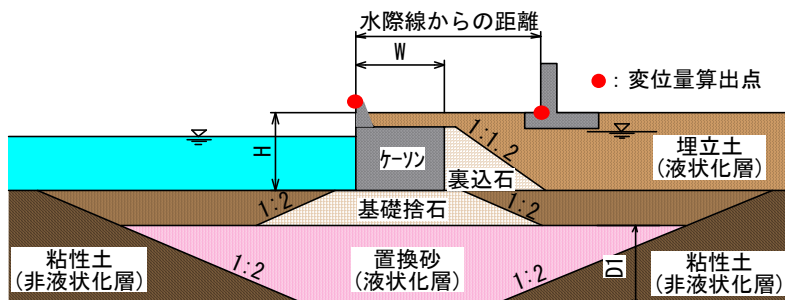
液状化により変形が発生する可能性	低い
転倒する可能性	低い

適用範囲外の値

(3) 余裕高さによる耐震性評価

①：天端標高	4.20	(m) (値は、D.L表示)
②：沈下量(残留変位)	0.10	(m) (正の値=沈下) 水際からの距離を考慮したもの
③：津波高さ	3.00	(m) (値は、D.L表示)
④：排水沈下量	0.00	(m) (正の値=沈下) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量
⑤：地盤沈降量	0.20	(m) (正の値=沈下)
⑥：護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	当面の間は、1.0
⑦：余裕高さ	0.90	(m) $\text{⑦}=\text{①}-\text{②}-\text{③} \times \text{⑥}-\text{④}-\text{⑤}$ 水際からの距離を考慮したもの

注1: 余裕高さが負の場合は、天端高よりも津波高が高い。



③津波高さ及び⑤地盤沈降量を入力した場合は、⑦に施設の津波に対する余裕高さが示される。
③津波高さ及び⑤地盤沈降量が不明な場合、施設の沈下量は、②沈下量及び④排水沈下量から対象施設の沈下量を算出し、地震後の施設の沈下量の評価を行う。

3.2. 傾斜型護岸タイプの計算事例

3.2.1. 施設名称等の入力

施設名称等、付属図の有無および付属データの有無は耐震診断結果に直接関係しないが、耐震診断の整理のため入力する。

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（傾斜型）		
整理番号:	護岸（傾斜型）－5	管理者:	〇〇県
施設延長:	150m	建設時期:	1983年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

図 3.8 施設名称等の入力

(1) 施設名称

対象施設の名称を入力する。

(2) 整理番号

対象施設および耐震診断結果を整理しやすいよう、番号等を入力する。

(3) 管理者

対象施設の管理者名を入力する。

(4) 施設延長

対象施設の施設延長を入力する。

(5) 建設時期

対象施設の建設時期を入力する。

(6) 付属図の有無および付属データの有無

プルダウンにより、付属図および付属データの有無を選択する。

3.2.2. 施設情報の入力

標準断面図及び土質調査結果により、施設情報の入力に必要な情報を整理して入力する。

		値		備考
施設位置	東経133	44分	16秒	国土地理院のHP (2万5千分1地図) 等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	29分	42秒	
天端標高	T. P	4. 77	(m)	左記は、1983 年の 施工図面 による値。
	D. L	6. 50	(m)	
H. H. W. L	D. L	3. 99	(m)	
H. W. L	D. L	3. 27	(m)	
傾斜型 (護岸タイプ)	地盤高	5. 60	(m)	2. 0～10. 0が概ね適用範囲
	捨石厚	0. 45	(m)	0. 0～3. 0が概ね適用範囲
	勾配	1:1. 00	—	1:〇〇の〇〇を数字のみ入力 (1:1. 0～1:3が概ね適用範囲)
	基礎地盤厚 (液状化対象層)	2. 84	(m)	0. 0～25. 0が概ね適用範囲
	背後地盤の等価N値	6. 20	—	5≤等価N値≤25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	基礎地盤の等価N値	6. 20	—	5≤等価N値≤25 (ただし、背後地盤の等価Nより大きい値を入力) ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波 高さの補正係数	1. 00	—	当面の間は、1. 0を使用
	防潮施設の水際からの位置	0. 00	(m)	防潮施設の水際からの距離

図 3. 9 施設情報の入力

(1) 施設位置

予想地震動がない場合、断層からの距離補正に必要となるため、施設位置情報として、緯度および経度を入力する。なお、施設の緯度・経度については国土地理院のホームページ (ウォッチ地図: <http://watchizu.gsi.go.jp/>) が参考となる。

予想地震動がある場合は、省略することができる。

(2) 天端標高

対象施設の天端標高を入力する。(図 3. 10 : 入力項目①) なお、TP は DL との関係がある場合に入力する。

また、天端標高が「施工図面」による値か「実測」による値かを入力する。

(3) 潮位

対象施設の潮位を入力する。(図 3. 10 : 入力項目②)

(4) 地盤高、捨石厚、勾配、基礎地盤液状化層厚

地盤高、捨石厚、勾配、基礎地盤液状化層厚を入力する。(図 3. 10 : 入力項目③～⑥)

対象施設の標準断面図より、天端標高、潮位、地盤高、捨石厚、勾配、基礎地盤液状化層厚を設定した。（図 3.10：入力項目①～⑥）

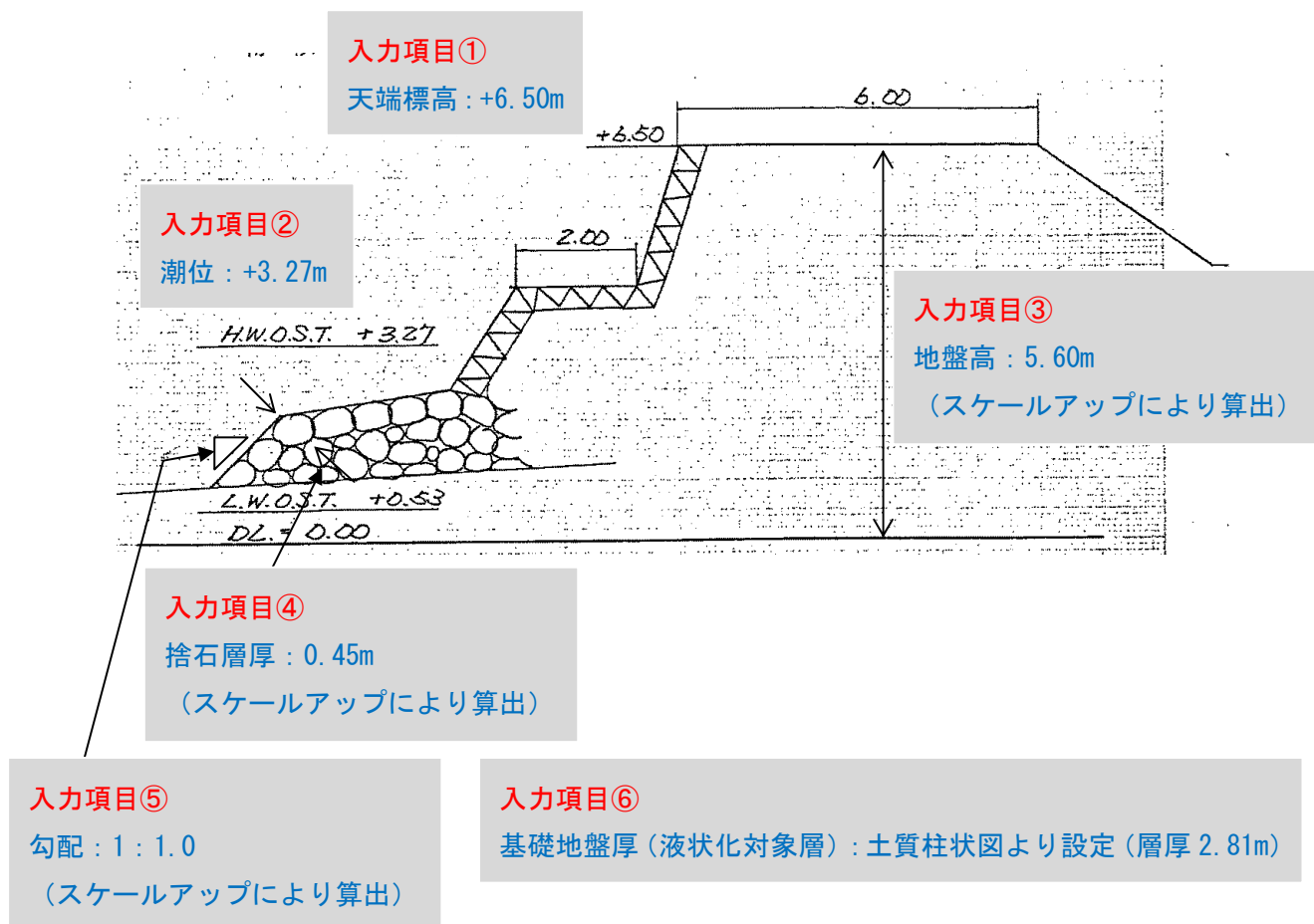


図 3.10 標準断面図

(5) 背後地盤、基礎地盤の等価 N 値

耐震診断に必要な地盤条件として、背後地盤の等価 N 値、基礎地盤の等価 N 値を算定する。

この結果、背後地盤の等価 N 値は 6.2、基礎地盤の等価 N 値は 2.9 と算定された。(図 3.11)

なお、基礎地盤の等価 N 値は背後地盤の等価 N 値より大きい値を入力することとなっているため、基礎地盤の等価 N 値は 6.2 として設定した。

背後地盤の等価N値	6.20	—	5 ≤ 等価N値 ≤ 25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
基礎地盤の等価N値	6.20	—	5 ≤ 等価N値 ≤ 25 (ただし、背後地盤の等価Nより大きい値を入力) ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値

地盤条件の適用範囲

(等価 N 値の算定)

傾斜型護岸タイプのチャート式耐震診断システムは、背後地盤と基礎地盤の等価 N 値を個別に指定することが可能である。補助システムである等価 N 値算定シートを用いて背後地盤と基礎地盤の等価 N 値を算定した。

等価 N 値算定シートでは、背後地盤及び基礎地盤部に複数の層がある場合は層厚による加重平均により等価 N 値を評価するシートとなっている。

$$N_{65} = \frac{\sum (N_{65i} \times H_i)}{\sum H_i}$$

N_{65} : 耐震診断に用いる等価 N 値

N_{65i} : i 層の等価 N 値

H_i : i 層の層厚(m)

1) チャート式耐震診断補助シート等価 N 値の算定ー

チャート式耐震診断補助シートを用いて、液状化対象層の平均等価 N 値を算定する。

チャート式耐震診断補助シート：等価N値の算定

対象施設名	〇〇港〇〇地区護岸（傾斜型）	プルダウンにより、構造形式を選択
ボーリング名	No. 3	
ボーリング位置	護岸直背後	
調査年月日	1979年6月20日	
構造形式	傾斜型護岸タイプ	入力項目①
孔口標高 D.L(T.P)	3.37 m	
地下水位 D.L(T.P)	1.44 m	

平均等価N値	6.2	液状化対象層A(背後地盤(埋立層)の液状化対象層)
	2.9	液状化対象層B(基礎地盤(置換砂)の液状化対象層)

土層		標高 D.L(T.P) (m)		湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	各土層の 平均等価N値 N ₆₅
		上端	下端			
砂質土	非液状化対象層	3.37	1.44	18.0	20.0	5.8
砂質土	液状化対象層A	1.44	0.90	18.0	20.0	6.2
砂質土	液状化対象層B	0.90	-1.94	18.0	20.0	2.9
粘性土	非液状化対象層	-1.94	-7.24	14.0	14.0	2.2

入力項目②

土層中心の 深度または 測定深度 G.L (m)	平均N値 または 実測N値 N	等価N値 N ₆₅
1.30	4.0	5.8
2.30	5.0	6.2
3.30	3.0	3.6
4.30	3.0	3.2
5.30	2.0	1.9
6.30	3.0	2.8
8.10	2.0	1.6

(注意事項. 1)
同一土層であっても、地下水位の
下で土層は分けて下さい。

(注意事項. 2)
ボーリング調査時の土層構成で等
N値を算定して下さい。

(注意事項. 3)
孔口標高は必ず入力して下さい。

入力項目③

試験値から単位体積重量
が解る場合は、その値を
入力する。不明な場合は、
一般的な単位体積重量を
入力する。

※一般的な単位体積重量
砂質土：
湿潤重量 18kN/m³
飽和重量 20kN/m³
粘性土：
湿潤重量 14kN/m³
飽和重量 14kN/m³

プルダウンにより、土層区分を選択
なお、同一土層区分であっても地下
水位の上下で土層分けを行う。

プルダウンにより、液状化対象層を区分
埋立土の液状化対象層⇒液状化対象層 A
置換砂の液状化対象層⇒液状化対象層 B
粘性土など液状化を考慮しない層⇒非液状化対象層

図 3.11 等価 N 値の算定

31

(6) 地震・津波に関する情報

1) 地震情報の入力

対象自身のシナリオおよび予測震度を入力する。入力に当たっては、中央防災会議・各地方自治体で定める地域防災計画などを参考にする。

対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値

プルダウンにより、予測気象庁震度を選択

2) 津波に関する情報

当該地点において津波高さが設定されている場合は、その値を入力する。これは「余裕高さによる耐震性評価」の検討に必要な値であるが、検討不要の場合は省略しても良い。

津波高さ	T. P	1. 27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D. L	3. 00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0. 4	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値

3) 地震に関する情報

チャート式耐震診断補助シートを用いて、速度の PSI 値を算定する。

PSI値の計算

波形データのフォルダ	D:\波形	
波形データの名称	50.ACC	
波形の種類	1	1:加速度、2:速度
データ補正	1	1:倍率、2:最大値
倍率の場合	1	この倍率を元データに
最大値の場合		この値を絶対値最大に
データ間隔(S)	0.01	
データ読み飛ばし行数	5	何行無視するか
1行のデータ数	8	
1データの文字数	10	
データの貼付	1	1:貼付、2:残さない

データの個数(個)	32768
速度のPSI値(cm/s ^{1/2})	59.60

図 3.12 施設情報の入力 (SPGA50%非超過波)

ファイル(E) 編集(E) 検索・置換・ジャンプ(S) ツール(I) マクロ(M) ウィンドウ(W) 設定(O) ヘルプ(H)

1行 1桁 | 1 Line | 20H | 1/672,004 Byte | テキスト | 日本語(シフトJIS)

1	1	32768	0.01000000						
2	DIRECTION=HT								
3	MAXACC= 675.2413GAL								
4	PSI(ACC)= 941.3275								
5	PSI(VEL)= 210.5196								
6	-8.2107	-7.6252	-6.9746	-6.3072	-5.7673	-5.4493	-5.3125	-5.2099	
7	-5.0860	-5.0122	-5.0855	-5.2904	-5.5219	-5.6639	-5.7271	-5.7846	
8	-5.8989	-6.0670	-6.2387	-6.3521	-6.4048	-6.4276	-6.4578	-6.5108	
9	-6.5523	-6.5064	-6.3233	-6.0439	-5.7380	-5.4678	-5.2104	-4.9369	
10	-4.6609	-4.4580	-4.3801	-4.3007	-4.0373	-3.8777	-3.1364	-2.4742	
11	-5.5816	-5.8961	-6.2101	-6.3551	-6.4314	-6.3587	-6.2888	-6.2281	
12	-6.5851	-6.3056	-5.9151	-5.3551	-4.6314	-3.8777	-3.1364	-2.4742	
13	-1.8499	-1.2556	-0.7399	-0.3551	-0.1314	-0.0587	-0.0288	-0.0181	
14	-0.3259	-0.6194	-0.7854	-0.8551	-0.8314	-0.7587	-0.6888	-0.6281	
15	0.4331	1.1384	1.7644	2.3551	2.8314	3.1587	3.3888	3.5281	

図 3.13 波形データファイル(例)

項目	値		備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波		
予測気象庁震度	5弱	—	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報			
津波高さ	T.P	1.27 (m)	中央防災会議等の公表値
	D.L	3.00 (m)	
地殻隆起あるいは沈降量	-0.4	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報			
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関		地震動がデータベース化されている場合は、プルダウンにより選択。
	港湾		
	地区		
	地震動 方向		
データベース内の地震動の有無			2. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無			1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報			
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類 ^(注2)			1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元 ^(注1)	マグニチュード	6 8.70	気象庁の「マグニチュード」(中央防災会議)
	断層面距離	6 104.97 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	351.90 (gal)		「港湾の施設のはね出しの基準(同解説)」(平成11年4月)の修正最大加速度
地震に関する情報			
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類 ^(注2)			1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
予測地震動が「有る」場合の基盤最大加速度	500.00 (gal)		予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を採り取る。
地震に関する情報			
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有る」場合			
予測地震動の速度のPSI	59.60	(cm/s ^{1/2})	*)「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価			
耐震診断に用いる速度のPSI	59.60	(cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海南波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波: 対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的柔らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

図 3.14 地震・津波に関する情報の入力 (SPGA50%非超過波)

【参考】

地震に関する情報で下記の入力をする場合は、P17～P19 を参照する。

＜予測地震動の波形の有無で 1 を選択する場合＞

＜予測地震動の波形の有無で 2 を選択する場合＞

＜地震動がデータベース化されている場合＞

(7) 対策工の制約条件

対策工の制約条件や、耐震診断結果に関係しないが、対策工を実施する際の参考となるように事前に整理入力する。

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考.1		
備考.2		

注1)：上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、

対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

図 3.15 対策工の制約条件の入力

3.2.3. チャート式耐震診断システム検討結果

沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：傾斜型（護岸タイプ）（1）

：入力項目

施設名称：〇〇港〇〇地区護岸（傾斜型）		
整理番号：護岸（傾斜型）－5	管理者：〇〇県	
施設延長：150m	建設時期：1983年	

付属図の有無：

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

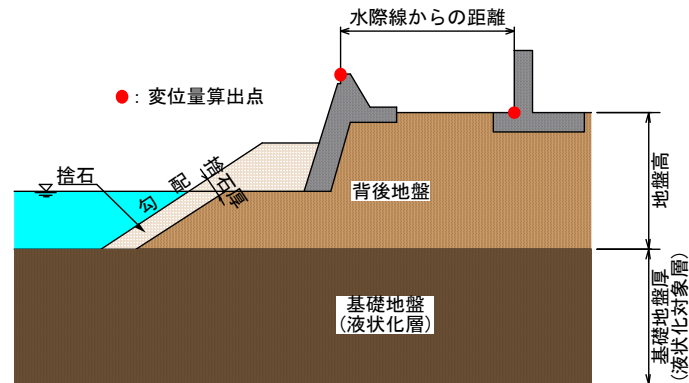
付属データの有無：

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

（1）施設情報

施設分類： 傾斜型（護岸タイプ）

		値	備考
施設位置	東経133	44分 16秒	国土地理院のHP（2万5千分1地図）等から設定。 （数字だけ入力）
	北緯34	29分 42秒	
天端標高	T. P	4. 77 (m)	左記は、1983 年の 施工図面 による値。
	D. L	6. 50 (m)	
H. H. W. L	D. L	3. 99 (m)	
H. W. L	D. L	3. 27 (m)	
傾斜型（護岸タイプ）	地盤高	5. 60 (m)	2. 0～10. 0が概ね適用範囲
	捨石厚	0. 45 (m)	0. 0～3. 0が概ね適用範囲
	勾配	1：1. 00	1：〇〇の〇〇を数字のみ入力（1：1. 0～1：3が概ね適用範囲）
	基礎地盤厚（液状化対象層）	2. 84 (m)	0. 0～25. 0が概ね適用範囲
	背後地盤の等価N値	6. 20	5≤等価N値≤25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	基礎地盤の等価N値	6. 20	5≤等価N値≤25（ただし、背後地盤の等価Nより大きい値を入力） ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1. 00	当面の間は、1. 0を使用
	防潮施設の水際からの位置	0. 00 (m)	防潮施設の水際からの距離



沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：傾斜型（護岸タイプ）(2)

：入力項目

(2) 地震・津波に関する情報

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P 1.27 (m) D.L 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.4 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	ブルダウンによる選択
データベース内の地震動 の有無		2 1.「有り」の場合、以降入力が必要なし 2.「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		3 1.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2.サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合 3.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有り」場合
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類		1-直下型 2-海溝型 3-海溝波(海溝型) 4-横断波(海溝型) 5-東京波(海溝型)
距離減衰式に よる予測値	マグニチュード -6 8.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)
断層面距離	-6 104.97 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基礎 最大加速度(影響値)	351.00 (gal)	「港湾の施設の技術上の基準・同規格」 (平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類		1-直下型 2-海溝型 3-海溝波(海溝型) 4-横断波(海溝型) 5-東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合 の基礎最大加速度	500.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を採り取る
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合		
予測地震動の速度のPSI	59.60 (cm/s ^{1/2})	※「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	59.60 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

注1)：中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。

-1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震

-5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震

上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。

各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。

海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。

海溝波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)

横断波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)

東京波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基礎最大加速度、③距離減衰式による基礎最大加速度

(3) 対策工法の制約条件

項目	コメント
背後地に増築可能	不明
前面海域に増築可能	不明
背後から重機進入可能	可
前面海域からの施工可能	可
掘削が可能	不可
周辺環境 (例：民家に隣接する。)	
備考.1	
備考.2	

注1)：上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、

対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 傾斜型(護岸タイプ)

(1) 地震後の残留変位

入力項目	地盤高	5.60	(m) (2.0~10.0が概ね適用範囲)
	捨石厚	0.45	(m) (0.0~3.0が概ね適用範囲)
	勾配	1.00	(1:1.0~1:3が概ね適用範囲)
	基礎地盤厚(液状化対象層)	2.84	(0.0~25.0が概ね適用範囲)
	背後地盤の等価N値	6.20	$5 \leq \text{等価N値} \leq 25$
	基礎地盤の等価N値	6.20	$5 \leq \text{等価N値} \leq 25$ (ただし、背後地盤の等価N値より大きい値を入力)
	速度のPSI値	59.60	(cm/s ^{1/2})
出力項目	標準タイプ	残留鉛直変位	0.14 (m)
	補正係数(鉛直変位)	(1H)=地盤高	0.97
		(2H)=捨石厚	1.23
		(3H)=勾配	1.49
		(4H)=基礎地盤厚	1.51
		(5H)=背後・基礎地盤の等価N値	1.92
		(6H)=地震動レベル(速度のPSI)	0.66
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)・(6H)	3.44
	対象施設	残留鉛直変位	0.5 (m) (参考) 48cm
			0.5 (m) 水際からの距離を考慮したもの

(2) 液状化に対する検討結果

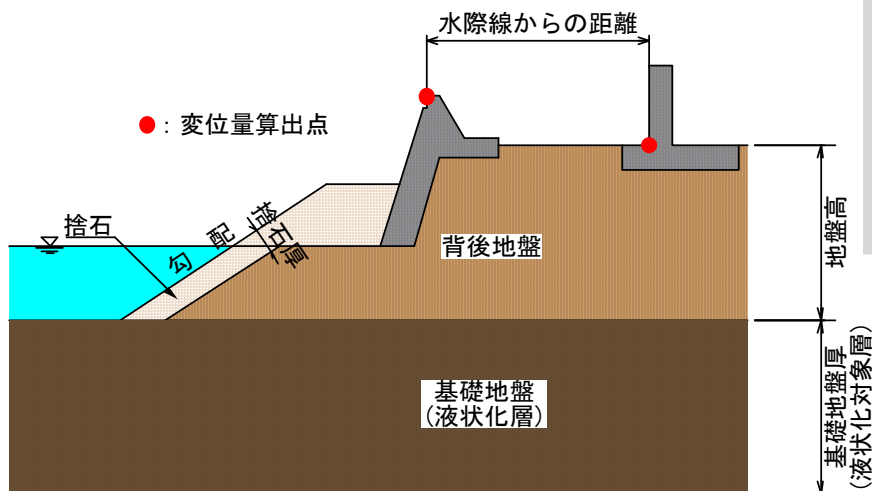
液状化により変形が発生する可能性	高い
------------------	----

適用範囲外の値

(3) 余裕高さによる耐震性評価

①: 天端標高	6.50	(m) (値は、D.L表示)
②: 沈下量(残留変位)	0.50	(m) (正の値=沈下) 水際からの距離を考慮したもの
③: 津波高さ	3.00	(m) (値は、D.L表示)
④: 排水沈下量	0.13	(m) (正の値=沈下)
⑤: 地盤沈降量	0.40	(m) (正の値=沈下) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量
⑥: 護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	当面の間は、1.0
⑦: 余裕高さ	2.47	(m) $\text{⑦} = \text{①} - \text{②} - \text{③} \times \text{⑥} - \text{④} - \text{⑤}$ 水際からの距離を考慮したもの

注1: 余裕高さが負の場合は、天端よりも津波高が高い。



③津波高さ及び⑤地盤沈降量を入力した場合は、⑦に施設の津波に対する余裕高さが示される。
③津波高さ及び⑤地盤沈降量が不明な場合、施設の沈下量は、②沈下量及び④排水沈下量から対象施設の沈下量を算出し、地震後の施設の沈下量の評価を行う。

3.3. 控え直杭式矢板の計算事例

3.3.1. 施設名称等の入力

施設名称等、付属図の有無および付属データの有無は耐震診断結果に直接関係しないが、耐震診断の整理のため入力する。

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（控え直杭式矢板）		
整理番号:	護岸（控え直杭式矢板）-1	管理者:	〇〇県
施設延長:	100m	建設時期:	1988年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

図 3.16 施設名称等の入力

(1) 施設名称

対象施設の名称を入力する。

(2) 整理番号

対象施設および耐震診断結果を整理しやすいよう、番号等を入力する。

(3) 管理者

対象施設の管理者名を入力する。

(4) 施設延長

対象施設の施設延長を入力する。

(5) 建設時期

対象施設の建設時期を入力する。

(6) 付属図の有無および付属データの有無

プルダウンにより、付属図および付属データの有無を選択する。

3.3.2. 施設情報の入力

標準断面図及び土質調査結果により、施設情報の入力に必要な情報を整理して入力する。

		値		備考
施設位置	東経133	41分	42秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	29分	1秒	
天端標高	T. P	2.47	(m)	左記は、2010年の実測による値。
	D. L	4.20	(m)	
H. H. W. L	D. L	3.99	(m)	
H. W. L	D. L	3.27	(m)	
L. W. L	D. L	0.53	(m)	
矢板天端標高	D. L	2.20	(m)	
矢板下端標高	D. L	-11.50	(m)	
控え杭下端標高	D. L	-1.80	(m)	
タイロッド取付位置	D. L	1.80	(m)	矢板とタイロッドの取付位置。
控え工距離		19.00	(m)	
矢板の種類		鋼矢板		
控え直杭式矢板構造	設計震度	0.15	—	0.10～0.25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H: 壁高	8.20	—	3.0m～15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液状化層への根入れ長: L1	-8.90	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	控杭の非液状化層への根入れ長: L2	-1.63	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液状化層厚: D1	8.90	(m)	
	L1/H: 自動計算	-1.09	—	-0.5～0.5が概ね適用範囲
	L2/H: 自動計算	-0.20	—	-0.9～0.5が概ね適用範囲
	D1/H: 自動計算	1.09	—	0.3～2.0が概ね適用範囲
	液状化層の等価N値	10.10	—	5≤等価N値≤25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	—	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0.00	(m)	

図 3.17 施設情報の入力

(1) 施設位置

予想地震動がない場合、断層からの距離補正に必要となるため、施設位置情報として、緯度および経度を入力する。なお、施設の緯度・経度については国土地理院のホームページ（ウオッシュ地図：<http://watchizu.gsi.go.jp/>）が参考となる。

予想地震動がある場合は、省略することができる。

(2) 天端標高

対象施設の天端標高を入力する。（図 3.18：入力項目①）なお、TP は DL との関係がある場合に入力する。

また、天端標高が「施工図面」による値か「実測」による値かを入力する。

(3) 潮位

対象施設の潮位を入力する。（図 3.18：入力項目②）

(4) 矢板天端標高、矢板下端標高、控え杭下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、控え杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚

矢板天端標高、矢板下端標高、控え杭下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、控え杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚を入力する。（図 3.18：入力項目③～⑭）

対象施設の標準断面図、土質柱状図より、天端標高、潮位、矢板天端標高、矢板下端標高、控え杭下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、控え杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚を設定した。（図 3.18：入力項目①～⑭）

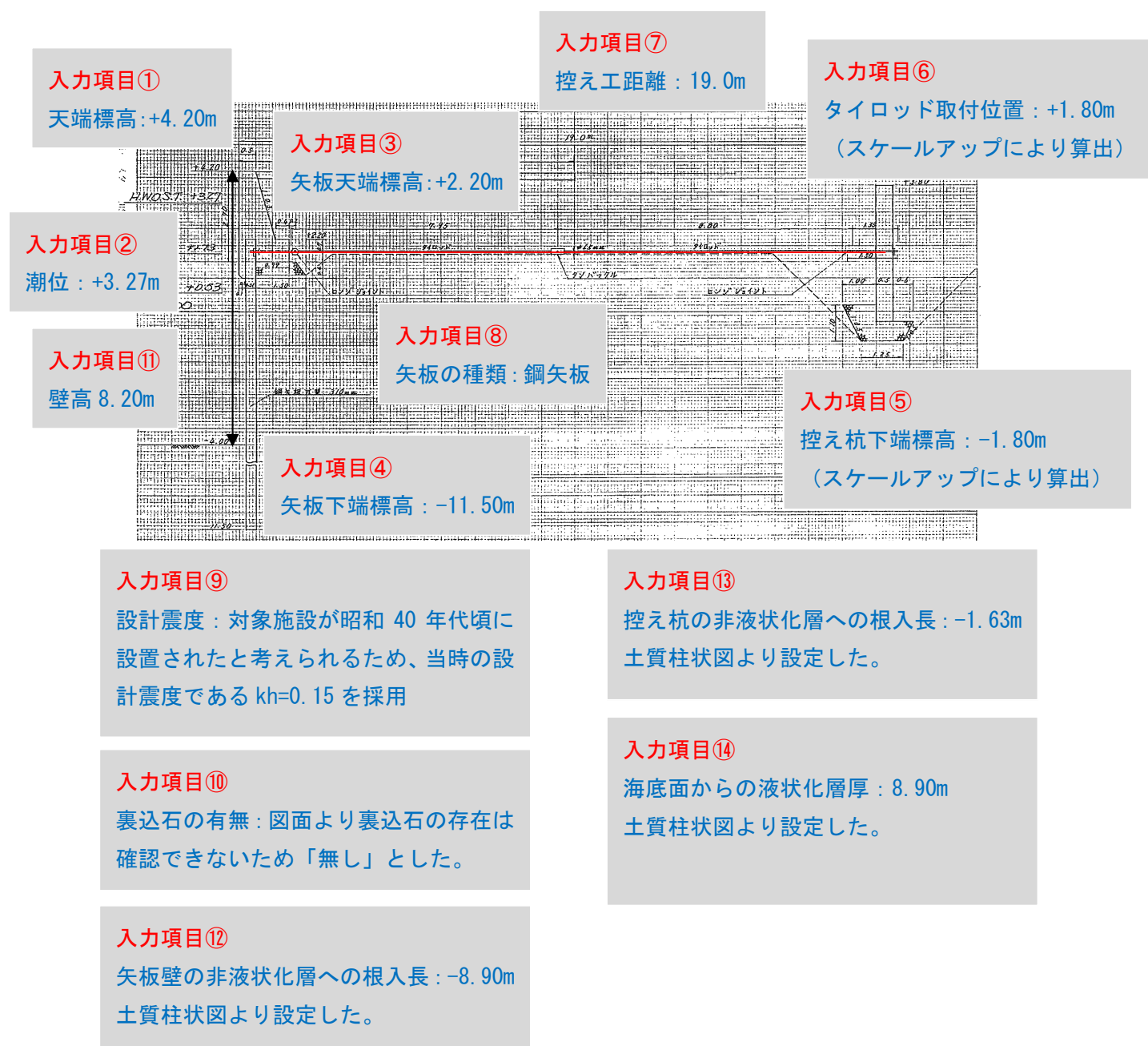


図 3.18 標準断面図

(5) 液状化層の等価 N 値

耐震診断に必要な地盤条件として、液状化層の等価 N 値を算定する。

この結果、液状化層の等価 N 値は 10.1 と算定された。（図 3.19）

液状化層の等価N値	10.10	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
-----------	-------	---	----------------------------------

地盤条件の適用範囲

（等価 N 値の算定）

直杭式矢板のチャート式耐震診断システムは、液状化層の等価 N 値を指定することが可能である。補助システムである等価 N 値算定シートを用いて液状化層の等価 N 値を算定した。

等価 N 値算定シートでは、液状化層が複数ある場合は層厚による加重平均により等価 N 値を評価するシートとなっている。

$$N_{65} = \frac{\sum (N_{65i} \times H_i)}{\sum H_i}$$

N_{65} ：耐震診断に用いる等価 N 値

N_{65i} ：i 層の等価 N 値

H_i ：i 層の層厚(m)

1) チャート式耐震診断補助シート－等価 N 値の算定－

チャート式耐震診断補助シートを用いて、液状化対象層の平均等価 N 値を算定する。

チャート式耐震診断補助シート：等価N値の算定

対象施設名	〇〇港〇〇地区護岸（控え直杭式）	プルダウンにより、構造形式を選択
ボーリング名	No. 2	
ボーリング位置	護岸直背後	入力項目①
調査年月日	1984年8月3日	
構造形式	矢板式	
孔口標高 D.L (T. P)	4.57 m	
地下水位 D.L (T. P)	2.36 m	

平均等価N値	10.1	液状化対象層A(背後地盤、海底地盤の液状化対象層)
	-	

土層		標高 D. L (T. P) (m)		湿潤重量 γ_t (kN/m^3)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m^3)	各土層の 平均等価N値 N_{65}
		上端	下端			
砂質土	非液状化対象層	4.57	2.36	18.0	20.0	22.7
砂質土	液状化対象層A	2.36	1.67	18.0	20.0	28.3
砂質土	液状化対象層A	1.67	-0.73	18.0	20.0	9.7
砂質土	液状化対象層A	-0.73	-2.73	18.0	20.0	4.3
砂質土	液状化対象層A	-2.73	-3.43	18.0	20.0	
粘性土	非液状化対象層	-3.43	-11.93	14.0	14.0	2.1
砂質土	液状化対象層B	-11.93	-20.83	18.0	20.0	19.1

入力項目②

土層中心の 深度または 測定深度 G. L. (m)	平均N値 または 実測N値 N	等価N値 N_{65}
1.30	18.0	22.7
2.30	25.0	28.3
3.30	12.0	13.0
4.30	12.0	12.3
5.30	4.0	3.8
6.30	8.0	7.2
7.30	2.0	1.4
8.30	1.0	0.3
9.30	1.0	0.2
10.35	2.0	1.0
11.35	2.0	1.0
12.30	1.0	0.0
13.30	1.0	0.0
14.30	7.0	4.8
15.30	9.0	6.2
16.30	8.0	5.3
18.30	26.0	18.1
19.30	31.0	21.0
20.30	24.0	15.4
21.20	32.0	20.4
22.30	21.0	12.3
23.30	23.0	13.2
24.30	46.0	27.2
25.25	44.0	25.2

(注意事項. 1)
同一土層であっても、地下水位の上下で土層は分けて下さい。

(注意事項. 2)
ボーリング調査時の土層構成で等価N値を算定して下さい。

(注意事項. 3)
孔口標高は必ず入力して下さい。

入力項目③

試験値から単位体積重量が解る場合は、その値を入力する。不明な場合は、一般的な単位体積重量を入力する。

※一般的な単位体積重量

砂質土：

湿潤重量 18kN/m^3

飽和重量 20kN/m^3

粘性土：

湿潤重量 14kN/m^3

飽和重量 14kN/m^3

プルダウンにより、液状化対象層を区分

埋立土の液状化対象層⇒液状化対象層 A

置換砂の液状化対象層⇒液状化対象層 B

粘性土など液状化を考慮しない層⇒非液状化対象層

プルダウンにより、土層区分を選択
なお、同一土層区分であっても地下水位の上下で土層分けを行う。

図 3. 19 等価 N 値の算定

ボーリング柱状図

孔口標高：4.57m

地下水位：孔内水位が不明の為、港湾の施設の技術上の基準・

同解説(P.990)より算定。

(H.W.L-L.W.L) × 2/3 + L.W.L

= (3.27 - 0.53) × 2/3 + 0.53

= 2.36m

調査名 MGC 物流 4号

事業・工事名

ボーリングNo

シートNo

ボーリング名	Bor. No. 3	調査位置	北緯
発注機関		調査期間	平成 20年 9月 30日 ~ 20年 10月 日
調査業者名		主任技師	東経
孔口標高	4.57m	現代人	コア
総掘進長	25.40m	試錐機	YSO-1H
		エンジン	NSD-1.2
		ハンマー	落下用
		ポンプ	SP40

入力項目①

標高
↑以降に示す、等価N
値算定補助シートに入
力する

入力項目②

<土層中心の深度または測定深度>

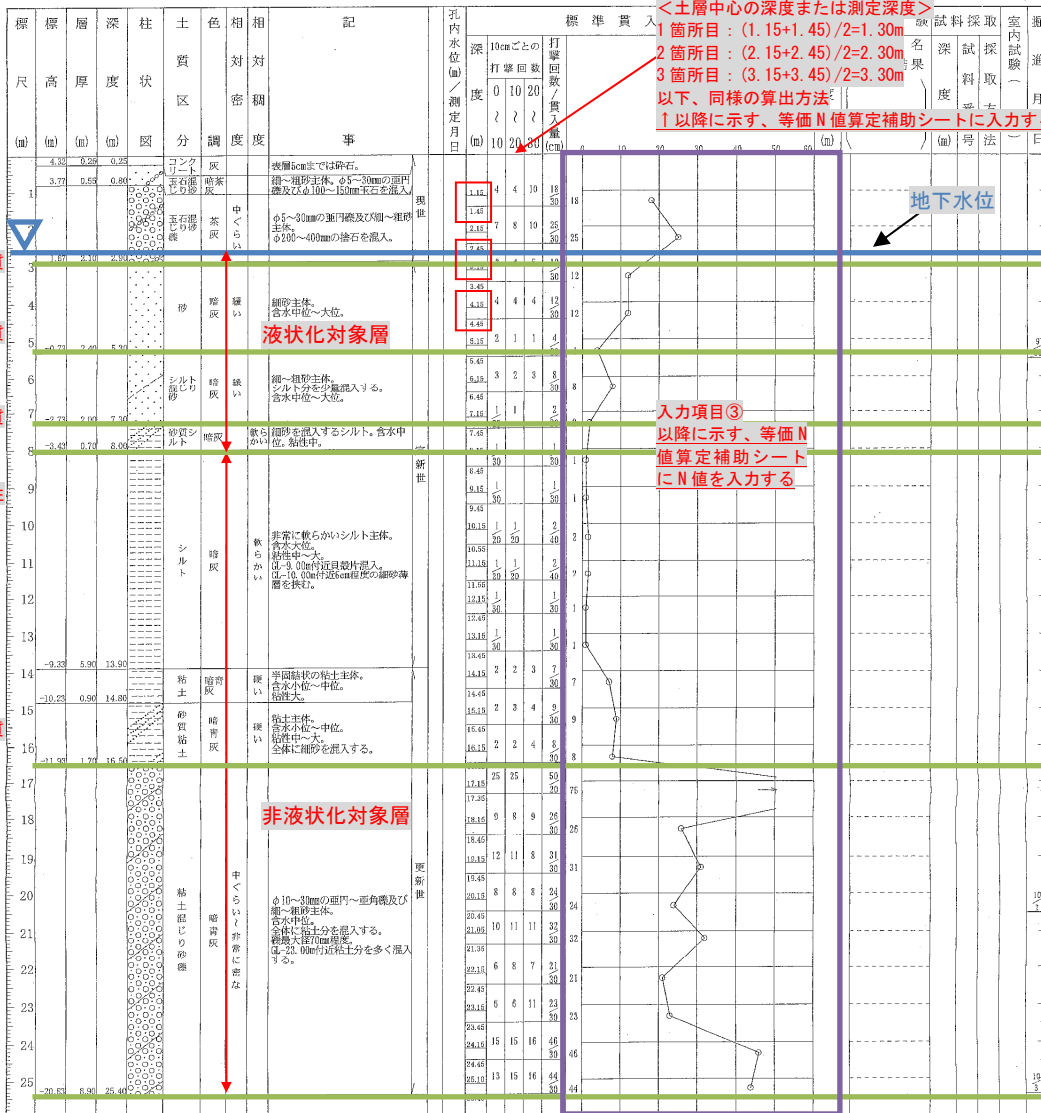
1箇所目：(1.15+1.45)/2=1.30m

2箇所目：(2.15+2.45)/2=2.30m

3箇所目：(3.15+3.45)/2=3.30m

以下、同様の算出方法

↑以降に示す、等価N値算定補助シートに入力する



技術者判断によるが、シルト層で砂分が多い層は全て液状化対象層としている。

液状化対象層の間に薄層の非液状化対象層が含まれる場合は、液状化対象層としている。

(6) 地震・津波に関する情報

1) 地震情報の入力

対象自身のシナリオおよび予測震度を入力する。入力に当たっては、中央防災会議・各地方自治体で定める地域防災計画などを参考にする。

対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値

プルダウンにより、予測気象庁震度を選択

2) 津波に関する情報

当該地点において津波高さが設定されている場合は、その値を入力する。これは「余裕高さによる耐震性評価」の検討に必要な値であるが、検討不要の場合は省略しても良い。

津波高さ	T. P	1. 27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D. L	3. 00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0. 2	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値

3) 地震に関する情報

チャート式耐震診断補助シートを用いて、速度の PSI 値を算定する。

PSI値の計算

波形データのフォルダ	D:\波形	
波形データの名称	50.ACC	
波形の種類	1	1:加速度、2:速度
データ補正	1	1:倍率、2:最大値
倍率の場合	1	この倍率を元データに
最大値の場合		この値を絶対値最大に
データ間隔(s)	0.01	
データ読み飛ばし行数	5	何行無視するか
1行のデータ数	8	
1データの文字数	10	
データの貼付	1	1:貼付、2:残さない

データの個数(個)	32768
速度のPSI値(cm/s ^{1/2})	63.90

図 3.20 施設情報の入力 (SPGA50%非超過波)

ファイル(E) 編集(E) 検索・置換・ジャンプ(S) ツール(I) マクロ(M) ウィンドウ(W) 設定(O) ヘルプ(H)

1行 1桁 | 1 Line | 20H | 1/672,004 Byte | テキスト | 日本語(シフトJIS)

1	32768	0.01000000							
2	DIRECTION=HT								
3	MAXACC= 675.2413GAL								
4	PSI(ACC)= 941.3275								
5	PSI(VEL)= 210.5196								
6	-8.2107	-7.6252	-6.9746	-6.3072	-5.7673	-5.4493	-5.3125	-5.2099	
7	-5.0860	-5.0122	-5.0855	-5.2904	-5.5219	-5.6639	-5.7271	-5.7846	
8	-5.8989	-6.0670	-6.2387	-6.3521	-6.4048	-6.4276	-6.4578	-6.5108	
9	-6.5523	-6.5064	-6.3233	-6.0439	-5.7380	-5.4678	-5.2104	-4.9389	
10	-4.6609	-4.4580	-4.38				-5.0924	-5.3170	
11	-5.5816	-5.8961	-6.21				-6.8584	-6.7800	
12	-6.5851	-6.3056	-5.91				-3.1364	-2.4742	
13	-1.8499	-1.2556	-0.73				-0.8886	-0.0391	
14	-0.3259	-0.6194	-0.78				0	-0.2467	
15	0.4331	1.1384	1.78				5	4.4609	

データ間隔(s) : 0.01s

データ読み飛ばし行数 : 5 行

1 行のデータ個数 : 8 個

1 データの文字数 : 10 個 (空欄・符号・小数点含む)

波形データ

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P. 1.27 (m) D.L. 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	地震動がデータベース化されている場合は、プルダウンにより選択。
データベース内の地震動の有無		1.「有り」の場合、以降入力が必要なし 2.「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		1.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2.サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報		
1.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類		1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元	マグニチュード 6 8.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)
断層面距離	6 105.20 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	351.48 (gal)	港湾施設の技術上の基準・同解説(平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2.サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類		1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度	300.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報		
3.サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有る」場合		
予測地震動の速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	*)「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海南波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波: 対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

図 3.21 地震・津波に関する情報の入力 (SPGA50%非超過波)

【参考】

地震に関する情報で下記の入力をする場合は、P17～P19 を参照する。

＜予測地震動の波形の有無で 1 を選択する場合＞

＜予測地震動の波形の有無で 2 を選択する場合＞

＜地震動がデータベース化されている場合＞

(7) 対策工の制約条件

対策工の制約条件や、耐震診断結果に関係しないが、対策工を実施する際の参考となるように事前に整理入力する。

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考.1		
備考.2		

注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

図 3.22 対策工の制約条件の入力

3.3.3. チャート式耐震診断システム検討結果

沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート:控え直杭式(1)

:入力項目

施設名称:〇〇港〇〇地区護岸(控え直杭式矢板)			
整理番号:護岸(控え直杭式矢板)-1		管理者:	〇〇県
施設延長:100m		建設時期:	1988年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

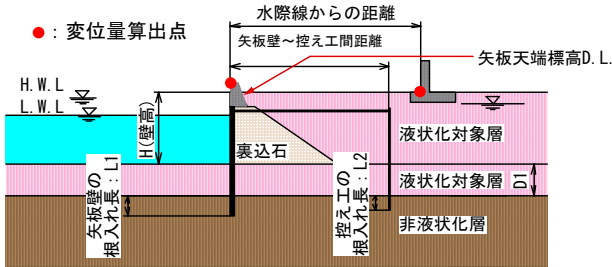
付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

(1) 施設情報

施設分類: 傾斜型(堤防タイプ)

		値		備考
施設位置	東経133	41分	42秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	29分	1秒	
天端標高	T.P	2.47	(m)	左記は、2010年の実測による値。
	D.L	4.20	(m)	
H.H.W.L	D.L	3.99	(m)	
H.W.L	D.L	3.27	(m)	
L.W.L	D.L	0.53	(m)	
矢板天端標高	D.L	2.20	(m)	
矢板下端標高	D.L	-11.50	(m)	
控え杭下端標高	D.L	-1.80	(m)	
タイロッド取付位置	D.L	1.80	(m)	矢板とタイロッドの取付位置。
控え工距離		19.00	(m)	
矢板の種類		鋼矢板		
控え直杭式矢板構造	設計震度	0.15	—	0.10~0.25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H:壁高	8.20	—	3.0m~15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液状化層への根入れ長:L1	-8.90	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	控杭の非液状化層への根入れ長:L2	-1.63	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液状化層厚:D1	8.90	(m)	
	L1/H:自動計算	-1.09	—	-0.5~0.5が概ね適用範囲
	L2/H:自動計算	-0.20	—	-0.9~0.5が概ね適用範囲
	D1/H:自動計算	1.09	—	0.3~2.0が概ね適用範囲
	液状化層の等価N値	10.10	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	—	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0.00	(m)	



沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：控え直杭式(2)

入力項目

(2) 地震・津波に関する情報

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P. 1.27 (m) D.L. 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	ブルダウンによる選択
データベース内の地震動 の有無		1.「有り」の場合、以降入力が必要なし 2.「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有り」場合
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海内波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
距離減衰式による予測諸元	マグニチュード 6 B 10 断層面距離 6 105.20 (km)	気象庁マグニチュード(中央防災会議) 断層面への最短距離
距離減衰式による基礎最 大加速度(参考値)	351.48 (gal)	港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海内波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
予測地震動が有りの場合 の基礎最大加速度	300.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合		
予測地震動の速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})*	「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

- 注1) :中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。
- 注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海内波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
- 注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基礎最大加速度、③距離減衰式による基礎最大加速度

(3) 対策工法の制約条件

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考 1		
備考 2		

- 注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 控え直杭式(1)

(1) 地震後の残留変位

入力項目	矢板天端標高 D.L.	2.20 (m)
	矢板下端標高 D.L.	-11.50 (m)
	控え下端標高 D.L.	-1.80 (m)
	タイロッド取付位置 D.L.	1.80 (m) 矢板とタイロッドの取付位置
	控え工距離	19.00 (m)
	設計震度	0.15 0.10~0.25が概ね適用範囲
	裏込石の有無	無し
	H: 壁高	8.20 (m) 3.0m~15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液化化層への根入長: L1	-8.90 (m)
	控杭の非液化化層への根入長: L2	-1.63 (m)
	海底面からの液化化層厚: D1	8.90 (m)
	L1/H	-1.09 -0.5~0.5が概ね適用範囲
	L2/H	-0.20 -0.9~0.5が概ね適用範囲
	D1/H	1.09 0.3~2.0が概ね適用範囲
	液化化層の等価N値	10.10 $5 \leq$ 等価N値 ≤ 25
	速度のPSI値	63.90 (cm/s ^{1/2})
標準タイプ	矢板天端変位	2.71 (m)
	矢板のたわみ変位	0.02 (m)
	矢板下端変位	0.39 (m)
	残留鉛直変位	0.08 (m)
	矢板の曲率比	2.83 地震時最大値。 全塑性時曲率に対する割合。
	控杭の曲率比	3.01 地震時最大値。 全塑性時曲率に対する割合。
	タイロッドの力比	0.42 地震時最大値。 破断強度に対する割合。
補正係数 (矢板 天端変位)	(1H)=L1/H	1.00
	(2H)=L2/H	0.98
	(3H)=D1/H	1.01
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	0.79
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.78
補正係数 (矢板 たわみ変位)	(1H)=L1/H	1.00
	(2H)=L2/H	1.00
	(3H)=D1/H	1.00
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	1.00
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.99
補正係数 (矢板 下端変位)	(1H)=L1/H	1.74
	(2H)=L2/H	1.00
	(3H)=D1/H	1.00
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	0.76
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.32
補正係数 (矢板の曲 率比)	(1H)=L1/H	0.91
	(2H)=L2/H	1.00
	(3H)=D1/H	1.00
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	1.00
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.91
補正係数 (控杭の曲 率比)	(1H)=L1/H	1.00
	(2H)=L2/H	1.00
	(3H)=D1/H	1.00
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	1.00
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.00
補正係数 (タイロッドの力比)	(1H)=L1/H	1.00
	(2H)=L2/H	1.00
	(3H)=D1/H	1.00
	(4H)=裏込石	1.00
	(5H)=壁高	1.00
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.00
対象施設	最大はらみ出し量	2.2 (m) (参考) 212cm
	残留鉛直変位	0.1 (m) (参考) 8cm
	矢板の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。(参考) $\phi_{max}/\phi_p=$ 2.58
	控杭の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。(参考) $\phi_{max}/\phi_p=$ 3.02
	タイロッドの健全性(地震時最大値で評価)	破断しない。(参考) $N_{max}/N_d=$ 0.42

適用範囲外の値

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 控え直杭式(2)

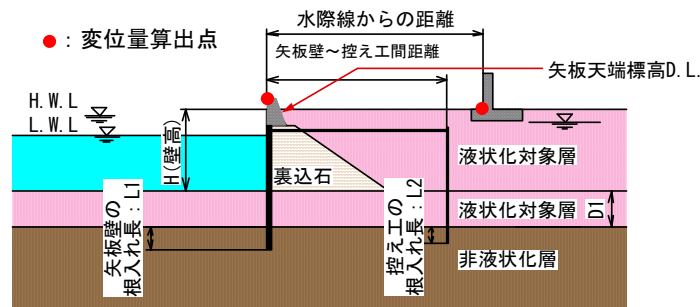
(2) 液状化に対する検討結果

液状化により変形が発生する可能性	高い
------------------	----

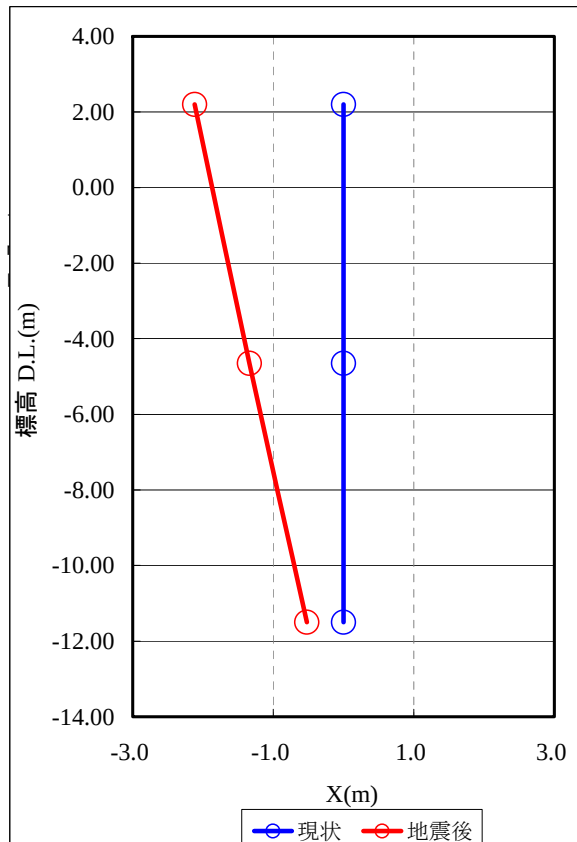
(3) 余裕高さによる耐震性評価

①: 天端標高	4.20	(m) (値は、D.L表示)
②: 沈下量(残留変位)	0.10	(m) (正の値=沈下)
③: 津波高さ	3.00	(m) (値は、D.L表示)
④: 排水沈下量	0.27	(m) (正の値=沈下) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量
⑤: 地盤沈降量	0.20	(m) (正の値=沈下)
⑥: 護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	当面の間は、1.0
⑦: 余裕高さ	0.63	(m) ⑦=①-②-③×⑥-④-⑤

注1: 余裕高さが負の場合は、天端高よりも津波高が高い。



沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 控え直杭式(2)



地震後矢板形状

※) 正: 陸側、負: 海側

③津波高さ及び⑤地盤沈降量を入力した場合は、⑦に施設の津波に対する余裕高さが示される。
③津波高さ及び⑤地盤沈降量が不明な場合、施設の沈下量は、②沈下量及び④排水沈下量から対象施設の沈下量を算出し、地震後の施設の沈下量の評価を行う。

3.4. 控え組杭式矢板の計算事例

3.4.1. 施設名称等の入力

施設名称等、付属図の有無および付属データの有無は耐震診断結果に直接関係しないが、耐震診断の整理のため入力する。

施設名称: ○○港○○地区護岸（控え組杭式矢板）		
整理番号: 護岸（控え組杭式矢板）-1	管理者:	○○県
施設延長: 80m	建設時期:	1992年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

図 3.23 施設名称等の入力

(1) 施設名称

対象施設の名称を入力する。

(2) 整理番号

対象施設および耐震診断結果を整理しやすいよう、番号等を入力する。

(3) 管理者

対象施設の管理者名を入力する。

(4) 施設延長

対象施設の施設延長を入力する。

(5) 建設時期

対象施設の建設時期を入力する。

(6) 付属図の有無および付属データの有無

プルダウンにより、付属図および付属データの有無を選択する。

3.4.2. 施設情報の入力

標準断面図及び土質調査結果により、施設情報の入力に必要な情報を整理して入力する。

		値		備考
施設位置	東経133	42分	8秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	27分	30秒	
天端標高	T.P	3.37	(m)	左記は、2011年の実測による値。
	D.L	5.10	(m)	
H.H.W.L	D.L	3.99	(m)	
H.W.L	D.L	3.27	(m)	
L.W.L	D.L	0.53	(m)	
矢板天端標高	D.L	2.50	(m)	
矢板下端標高	D.L	-18.50	(m)	
タイロッド取付位置	D.L	2.00	(m)	矢板とタイロッドの取付位置。
控え工距離		18.50	(m)	
矢板の種類		鋼管矢板		
控え組杭式矢板構造	設計震度	0.15	-	0.10~0.25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H:壁高	10.10	(m)	3.0m~15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液状化層への根入れ長:L1	-5.30	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	押込み杭の非液状化層への根入れ長:L2	-0.75	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	引抜き杭の非液状化層への根入れ長:L3	-0.75	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液状化層厚:D1	15.15	(m)	
	L1/H:自動計算	-0.52	-	-0.5~0.5が概ね適用範囲
	L2/H:自動計算	-0.07	-	-0.15~0.15が概ね適用範囲
	L3/H:自動計算	-0.07	-	-0.15~0.5が概ね適用範囲
	D1/H:自動計算	1.50	-	0.3~2.0が概ね適用範囲
	液状化層の等価N値	5.60	-	5≤等価N値≤25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	地震時の極限押込み抵抗力	1000.00	(kN/m)	打設ピッチを考慮し、単位奥行き辺りの値を入力。液状化層の周面摩擦は考慮しない。
	地震時の極限引抜き抵抗力	1000.00	(kN/m)	打設ピッチを考慮し、単位奥行き辺りの値を入力。液状化層の周面摩擦は考慮しない。
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	-	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0.00	(m)	

図 3.24 施設情報の入力

(1) 施設位置

予想地震動がない場合、断層からの距離補正に必要となるため、施設位置情報として、緯度および経度を入力する。なお、施設の緯度・経度については国土地理院のホームページ（ウオッシュ地図：<http://watchizu.gsi.go.jp/>）が参考となる。

予想地震動がある場合は、省略することができる。

(2) 天端標高

対象施設の天端標高を入力する。（図 3.25：入力項目①）なお、TP は DL との関係がある場合に入力する。

また、天端標高が「施工図面」による値か「実測」による値かを入力する。

(3) 潮位

対象施設の潮位を入力する。（図 3.25：入力項目②）

(4) 矢板天端標高、矢板下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、押込み杭の非液状化層への根入長、引抜き杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚、地震時の極限押込み抵抗力、地震時の極限引抜き抵抗力

矢板天端標高、矢板下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、押込み杭の非液状化層への根入長、引抜き杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚、地震時の極限押込み抵抗力、地震時の極限引抜き抵抗力を入力する。（図 3.25：入力項目③～⑭）

標準断面図、土質調査結果より、天端標高、潮位、矢板天端標高、矢板下端標高、タイロッド取付位置、控え工距離、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板壁の非液状化層への根入長、押込み杭の非液状化層への根入長、引抜き杭の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚、地震時の極限押込み抵抗、地震時の極限引抜き抵抗を設定した。

(図 3.25 : 入力項目①～⑯)

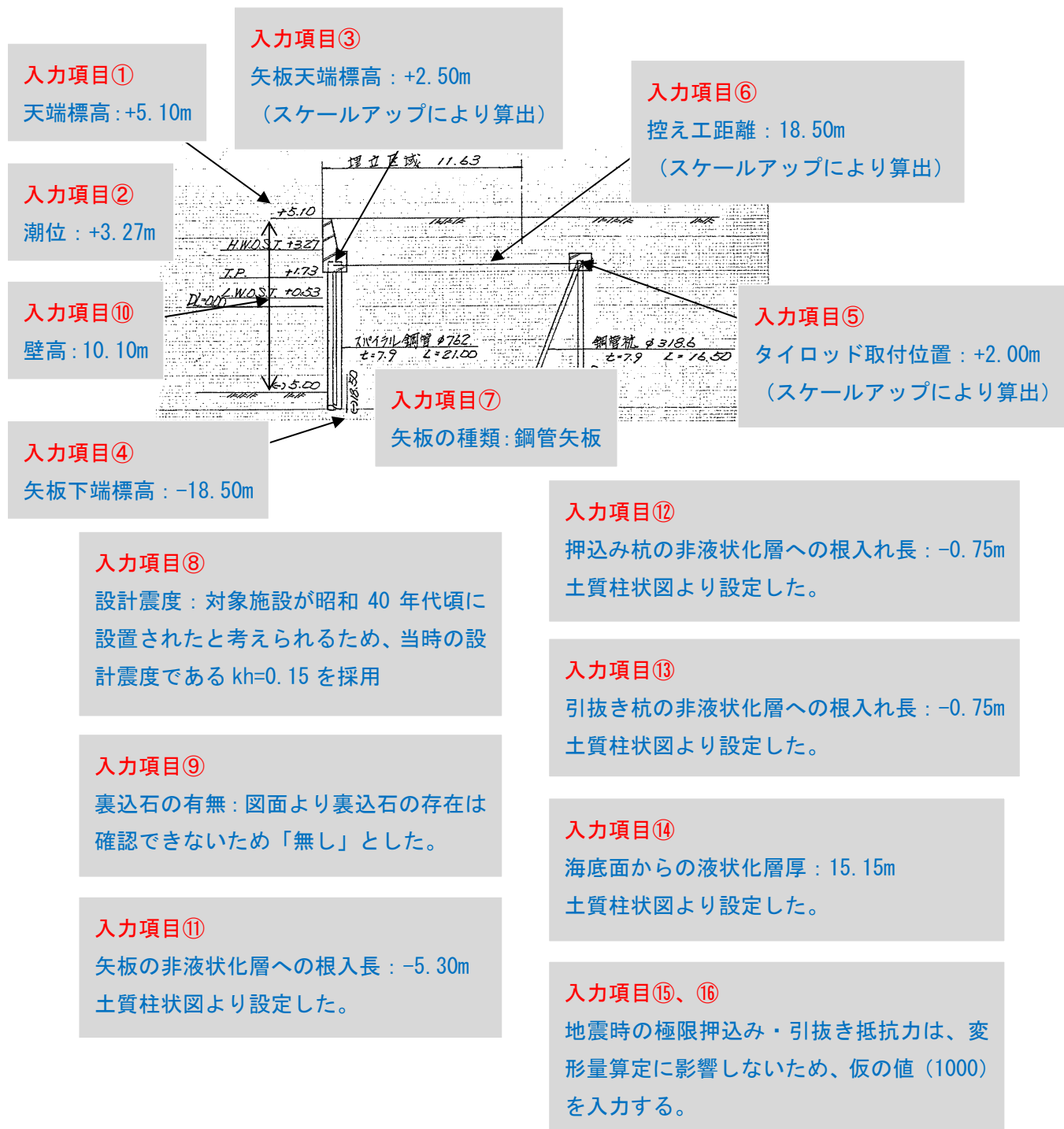


図 3.25 標準断面図

(5) 液状化層の等価 N 値

耐震診断に必要な地盤条件として、液状化層の等価 N 値を算定する。

この結果、液状化層の等価 N 値は 5.6 と算定された。(図 3.26)

液状化層の等価N値	5.60	—	5 ≤ 等価N値 ≤ 25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
-----------	------	---	--------------------------------------

地盤条件の適用範囲

(等価 N 値の算定)

控え組杭式矢板のチャート式耐震診断システムは、液状化層の等価 N 値を指定することが可能である。補助システムである等価 N 値算定シートを用いて液状化層の等価 N 値を算定した。

等価 N 値算定シートでは、液状化層が複数ある場合は層厚による加重平均により等価 N 値を評価するシートとなっている。

$$N_{65} = \frac{\sum (N_{65i} \times H_i)}{\sum H_i}$$

N_{65} : 耐震診断に用いる等価 N 値

N_{65i} : i 層の等価 N 値

H_i : i 層の層厚(m)

1) チャート式耐震診断補助シート－等価 N 値の算定－

チャート式耐震診断補助シートを用いて、液状化対象層の平均等価 N 値を算定する。

チャート式耐震診断補助シート：等価N値の算定

対象施設名 ○○港○○地区護岸（控え組杭式）
 ボーリング名 No. 1
 ボーリング位置 護岸直背後
 調査年月日 1987年11月23日
 構造形式 矢板式
 孔口標高 D. L (T. P) 5.10 m
 地下水位 D. L (T. P) 1.87 m

プルダウンにより、構造形式を選択

入力項目①

平均等価N値 **5.6**

液状化対象層A(背後地盤、海底地盤の液状化対象層)

土層		標高 D. L (T. P) (m)		湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	各土層の 平均等価N値 N ₆₅
		上端	下端			
砂質土	非液状化対象層	4.85	1.87	18.0	20.0	22.7
砂質土	液状化対象層A	1.87	-10.70	18.0	20.0	4.5
粘性土	非液状化対象層	-10.70	-11.70	14.0	14.0	0.0
砂質土	液状化対象層A	-11.70	-14.75	18.0	20.0	8.1
粘性土	非液状化対象層	-14.75	-17.40	14.0	14.0	4.4
砂質土	液状化対象層A	-17.40	-23.80	18.0	20.0	6.6

入力項目②

土層中心の 深度または 測定深度 G. L (m)	平均N値 または 実測N値 N	等価N値 N ₆₅
0.70	25.0	34.0
1.30	23.0	29.4
2.32	3.6	4.7
3.30	16.0	16.9
4.32	6.4	6.4
5.30	7.0	6.6
6.30	8.0	7.1
7.30	10.0	8.4
8.30	7.0	5.4
9.30	5.0	3.4
10.33	1.7	0.5
11.30	3.0	1.3
12.24	1.3	0.0
13.30	3.0	1.0
14.33	2.6	0.5
15.33	3.4	0.9
16.25	1.2	0.0
17.31	5.8	2.3
18.30	12.0	6.1
19.30	28.0	15.9
20.30	14.0	6.9
21.30	11.0	4.9
22.24	5.3	1.4
23.30	6.0	1.7
24.30	3.0	0.0
25.30	13.0	5.3
26.30	22.0	10.1
27.30	27.0	12.5
28.30	23.0	10.0

(注意事項. 1)
同一土層であっても、地下水位の上下で土層は分けて下さい。

(注意事項. 2)
ボーリング調査時の土層構成で等価N値を算定して下さい。

(注意事項. 3)
孔口標高は必ず入力して下さい。

入力項目③

プルダウンにより、液状化対象層を区分

埋立土の液状化対象層⇒液状化対象層 A

置換砂の液状化対象層⇒液状化対象層 B

粘性土など液状化を考慮しない層⇒非液状化対象層

試験値から単位体積重量が解る場合は、その値を入力する。不明な場合は、一般的な単位体積重量を入力する。

※一般的な単位体積重量

砂質土：
 湿潤重量 18kN/m³
 飽和重量 20kN/m³

粘性土：
 湿潤重量 14kN/m³
 飽和重量 14kN/m³

プルダウンにより、土層区分を選択
 なお、同一土層区分であっても地下
 水位の上下で土層分けを行う。

図 3. 26 等価 N 値の算定

FLは航空標高の為、地表面標高+5.10mとした。
右に示す矢板の残留水位と孔内水位が調和的であることを確認している。

$5.10\text{m} - 3.23\text{m} = 1.87\text{m}$
矢板の残留水位 $= (3.27 - 0.53) \times 2/3 + 0.53 = 2.36\text{m}$
大きく逸脱した違いとなっていない。

ボーリング柱状

入力項目①
地表面標高を+5.10m
とした場合の標高
↑以降に示す、等価N
値算定補助シートに入
力する

水位面
 $5.10 - 3.23 = 1.87\text{m}$

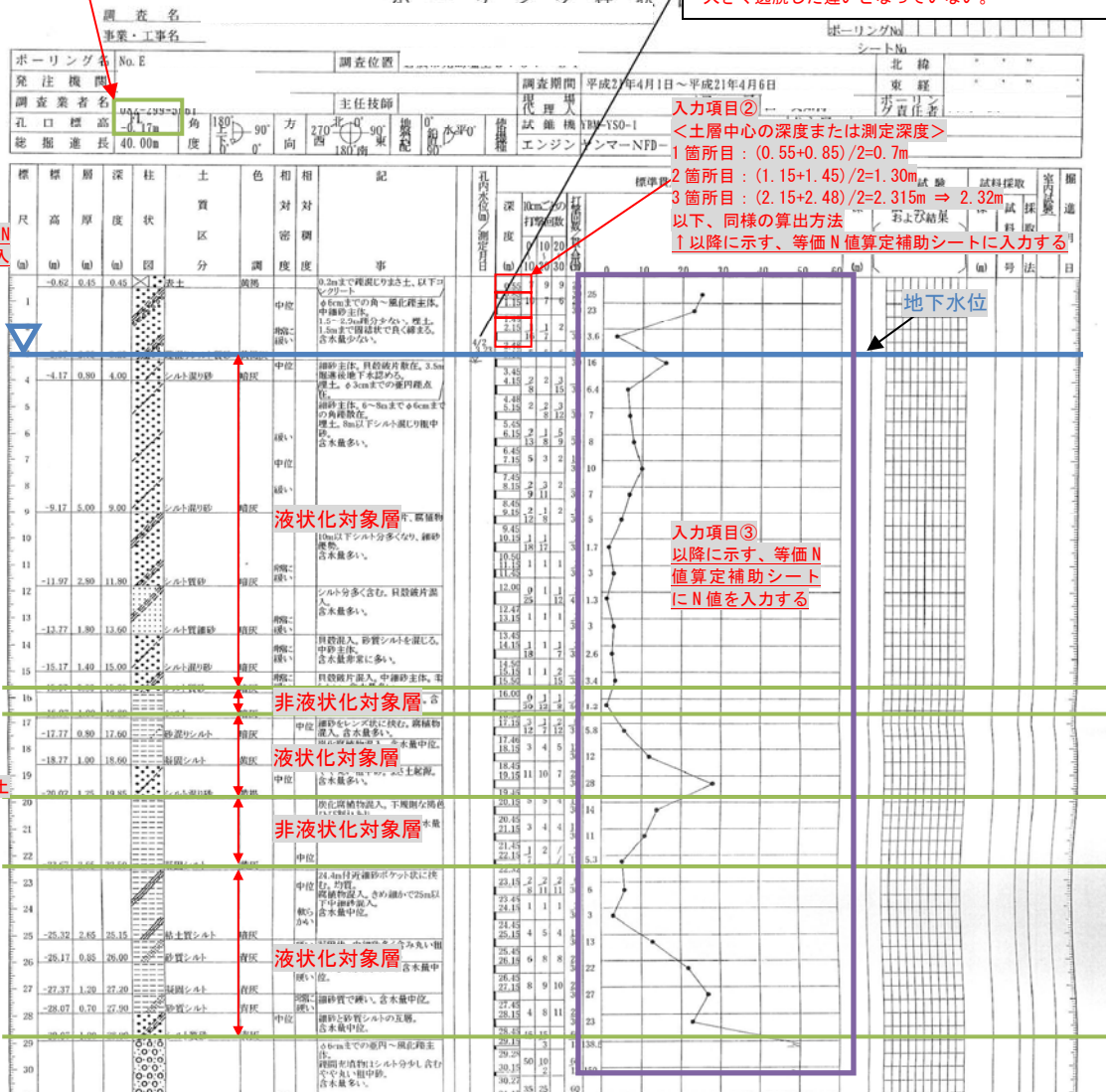
砂質土層下端・粘性
土層上端標高
 $5.10 - 15.80 = -10.7\text{m}$

粘性土層下端・砂質
土層上端標高
 $5.10 - 16.80 = -11.7\text{m}$

砂質土層下端・粘性土
層上端標高
 $5.10 - 19.85 = -14.75\text{m}$

粘性土層下端・砂質
土層上端標高
 $5.10 - 22.5 = -17.4\text{m}$

砂質土層下端標高
 $5.10 - 28.9 = -23.8\text{m}$



技術者判断によるが、シルト層で砂分が多い層は全て液状化対象層としている。
液状化対象層の間に薄層の非液状化対象層が含まれる場合は、液状化対象層としている。

(6) 地震・津波に関する情報

1) 地震情報の入力

対象自身のシナリオおよび予測震度を入力する。入力に当たっては、中央防災会議・各地方自治体で定める地域防災計画などを参考にする。

対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値

プルダウンにより、予測気象庁震度を選択

2) 津波に関する情報

当該地点において津波高さが設定されている場合は、その値を入力する。これは「余裕高さによる耐震性評価」の検討に必要な値であるが、検討不要の場合は省略しても良い。

津波高さ	T. P	1. 27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D. L	3. 00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0. 2	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値

3) 地震に関する情報

チャート式耐震診断補助シートを用いて、速度の PSI 値を算定する。

PSI値の計算

波形データのフォルダ	D:\波形	
波形データの名称	50.ACC	
波形の種類	1	1:加速度、2:速度
データ補正	1	1:倍率、2:最大値
倍率の場合	1	この倍率を元データに
最大値の場合		この値を絶対値最大に
データ間隔(s)	0.01	
データ読み飛ばし行数	5	何行無視するか
1行のデータ数	8	
1データの文字数	10	
データの貼付	1	1:貼付、2:残さない

データの個数(個)	32768
速度のPSI値(cm/s ^{1/2})	63.90

図 3.27 施設情報の入力 (SPGA50%非超過波)

ファイル(E) 編集(E) 検索・置換・ジャンプ(S) ツール(I) マクロ(M) ウィンドウ(W) 設定(O) ヘルプ(H)

1行 1桁 | 1 Line | 20H | 1/672,004 Byte | テキスト | 日本語(シフトJIS)

0.01000000

データ間隔(s) : 0.01s

データ読み飛ばし行数 : 5 行

波形データ

1 行のデータ個数 : 8 個

1 データの文字数 : 10 個 (空欄・符号・小数点含む)

1	1	32768	0.01000000						
2	DIRECTION=HT								
3	MAXACC= 675.2413GAL								
4	PSI(ACC)= 941.3275								
5	PSI(VEL)= 210.5196								
6	-8.2107	-7.6252	-6.9746	-6.3072	-5.7673	-5.4493	-5.3125	-5.2099	
7	-5.0860	-5.0122	-5.0855	-5.2904	-5.5219	-5.6639	-5.7271	-5.7846	
8	-5.8989	-6.0670	-6.2387	-6.3521	-6.4048	-6.4276	-6.4578	-6.5108	
9	-6.5523	-6.5064	-6.3233	-6.0439	-5.7380	-5.4678	-5.2104	-4.9369	
10	-4.6609	-4.4580	-4.38				-5.0924	-5.3170	
11	-5.5816	-5.8961	-6.21				-6.8584	-6.7800	
12	-6.5851	-6.3056	-5.91				-3.1364	-2.4742	
13	-1.8499	-1.2556	-0.73				-0.0391		
14	-0.3259	-0.6194	-0.78				-0.2467		
15	0.4331	1.1384	1.78				4.4609		

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P. 1.27 (m) D.L. 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	地震動がデータベース化されている場合は、プルダウンにより選択。
データベース内の地震動の有無		2. 「有り」の場合、以降入力が必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 3. 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有り」場合
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類		1-直下型 2-海溝型 3-海南波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)
距離減衰式による予測諸元	マグニチュード -6 8/10	気象庁の「マグニチュード」(中央防災会議)
断層面距離	-6 102.47 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	356.56 (gal)	「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類		1-直下型 2-海溝型 3-海南波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度	300.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合		
予測地震動の速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	*)「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

注1) :中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海南波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的柔らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

図 3.28 地震・津波に関する情報の入力 (SPGA50%非超過波)

【参考】

地震に関する情報で下記の入力をする場合は、P17～P19 を参照する。

＜予測地震動の波形の有無で 1 を選択する場合＞

＜予測地震動の波形の有無で 2 を選択する場合＞

＜地震動がデータベース化されている場合＞

(7) 対策工の制約条件

対策工の制約条件や、耐震診断結果に関係しないが、対策工を実施する際の参考となるように事前に整理入力する。

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考.1		
備考.2		

注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

図 3.29 対策工の制約条件の入力

3.4.3. チャート式耐震診断システム検討結果

沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：控え組杭式(1)

入力項目

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（控え組杭式矢板）		
整理番号:	護岸（控え組杭式矢板）-1	管理者:	〇〇県
施設延長:	80m	建設時期:	1992年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

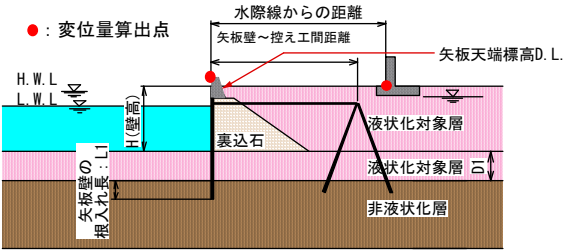
付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

(1) 施設情報

施設分類: 傾斜型(堤防タイプ)

		値		備考
施設位置	東経133	42分	8秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	27分	30秒	
天端標高	T.P	3.37	(m)	左記は、2011年の実測による値。
	D.L	5.10	(m)	
H.H.W.L	D.L	3.99	(m)	
H.W.L	D.L	3.27	(m)	
L.W.L	D.L	0.53	(m)	
矢板天端標高	D.L	2.50	(m)	
矢板下端標高	D.L	-18.50	(m)	
タイロッド取付位置	D.L	2.00	(m)	矢板とタイロッドの取付位置。
控え工距離		18.50	(m)	
矢板の種類		鋼管矢板		
控え組杭式矢板構造	設計震度	0.15	-	0.10~0.25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H: 壁高	10.10	(m)	3.0m~15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液状化層への根入れ長: L1	-5.30	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	押込み杭の非液状化層への根入れ長: L2	-0.75	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	引抜き杭の非液状化層への根入れ長: L3	-0.75	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液状化層厚: D1	15.15	(m)	
	L1/H: 自動計算	-0.52	-	-0.5~0.5が概ね適用範囲
	L2/H: 自動計算	-0.07	-	-0.15~0.15が概ね適用範囲
	L3/H: 自動計算	-0.07	-	-0.15~0.5が概ね適用範囲
	D1/H: 自動計算	1.50	-	0.3~2.0が概ね適用範囲
	液状化層の等価N値	5.60	-	5≦等価N値≦25 ただし、細粒含有率による補正は実施しない値
	地震時の極限押込み抵抗力	1000.00	(kN/m)	打設ピッチを考慮し、単位奥行き辺りの値を入力。液状化層の側面摩擦は考慮しない。
	地震時の極限引抜き抵抗力	1000.00	(kN/m)	打設ピッチを考慮し、単位奥行き辺りの値を入力。液状化層の側面摩擦は考慮しない。
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	-	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0.00	(m)	



沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：控え組杭式(2)

：入力項目

(2) 地震・津波に関する情報

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P. 1.27 (m) D.L. 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	ブルダウンによる選択
データベース内の地震動の有無		2. 「有り」の場合、以降入力が必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予想地震動は「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類	1-直下型 2-海溝型 3-海内波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)	
距離減衰式による予測種元	マグニチュード 6 0.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)
断層面距離	6 102.47 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	356.56 (gal)	「港湾の施設の技術上の基準-同解説」(平成11年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有る」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる地震波の種類	1-直下型 2-海溝型 3-海内波(海溝型) 4-撫養港波(海溝型) 5-東京波(海溝型)	
予測地震動が有る場合の基盤最大加速度	300.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を試み取る。
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有る」場合		
予測地震動の速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})*	「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	63.90 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

- 注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
-1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
-5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。
- 注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
海内波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
- 注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

(3) 対策工法の制約条件

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考.1		
備考.2		

- 注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果：控え組杭式(1)

(1) 地震後の残留変位

刀頂	矢板天端標高 D.L.	2.50	(m)
	矢板下端標高 D.L.	-18.50	(m)
標準タイプ	タイロッド取付位置 D.L.	2.00	(m) 矢板とタイロッドの取付位置
	控え工距離	18.50	(m)
	設計震度	0.15	0.10～0.25が概ね適用範囲
	裏込石の有無	無し	
	H：壁高	10.10	(m) 3.0m～15.0mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液化化層への根入長：L1	-5.30	(m)
	海底面からの液化化層厚：D1	15.15	(m)
	L1/H	-0.52	-0.5～0.5が概ね適用範囲
	L2/H	-0.07	-0.15～0.15が概ね適用範囲
	L3/H	-0.07	-0.15～0.5が概ね適用範囲
出力項目	D1/H	1.50	0.3～2.0が概ね適用範囲
	液化化層の等価N値	5.60	5≤等価N値≤25
対象施設	速度のPSI値	63.90	(cm/s ^{1/2})
	矢板天端変位	1.02	(m)
標準タイプ	矢板のたわみ変位	2.24	(m)
	矢板下端変位	0.39	(m)
	残留鉛直変位	0.09	(m)
	矢板の曲率比	55.71	地震時最大値。 全塑性時曲率に対する割合。
	押込杭の曲率比	21.24	地震時最大値。 全塑性時曲率に対する割合。
	引抜杭の曲率比	15.08	地震時最大値。 全塑性時曲率に対する割合。
	タイロッドの力比	0.66	地震時最大値。 破断強度に対する割合。
	(1H)=L1/H	1.00	
	(2H)=L2/H, L3/H	2.31	
	(3H)=D1/H	1.00	
補正係数 (矢板天端変位)	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	0.67	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.54	
補正係数 (矢板たわみ変位)	(1H)=L1/H	1.00	
	(2H)=L2/H, L3/H	0.72	
	(3H)=D1/H	1.00	
	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	0.90	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.64	
補正係数 (矢板下端変位)	(1H)=L1/H	1.83	
	(2H)=L2/H, L3/H	1.00	
	(3H)=D1/H	1.00	
	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	1.00	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.83	
補正係数 (矢板の曲率比)	(1H)=L1/H	1.00	
	(2H)=L2/H, L3/H	0.85	
	(3H)=D1/H	1.00	
	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	1.00	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.85	
補正係数 (引抜杭の曲率比)	(1H)=L1/H	1.00	
	(2H)=L2/H, L3/H	1.00	
	(3H)=D1/H	1.00	
	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	1.00	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	1.00	
補正係数 (タイロッドの力比)	(1H)=L1/H	1.00	
	(2H)=L2/H, L3/H	0.95	
	(3H)=D1/H	1.00	
	(4H)=裏込石	1.00	
	(5H)=壁高	1.00	
	(1H)・(2H)・(3H)・(4H)・(5H)	0.95	
対象施設	最大はらみ出し量	2.6	(m) (参考) 258cm
	残留鉛直変位	0.1	(m) (参考) 9cm
		-	(m) 水際からの距離を考慮したもの (参考) -
	矢板の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。	(参考) $\phi_{max}/\phi_p=$ 47.13
	押込杭の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。	(参考) $\phi_{max}/\phi_p=$ 21.24
	引抜杭の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。	(参考) $\phi_{max}/\phi_p=$ 15.08
	タイロッドの健全性(地震時最大値で評価)	破断しない。	(参考) $N_{max}/N_y=$ 0.63
	押込杭の健全性(地震時最大値で評価)：支持力	極限支持力以下。	(参考) $N_{max}/Ra=$ 0.91
	引抜杭の健全性(地震時最大値で評価)：支持力	極限引張力以下。	(参考) $N_{max}/Ru=$ 0.87

適用範囲外の値

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果:控え組杭式(2)

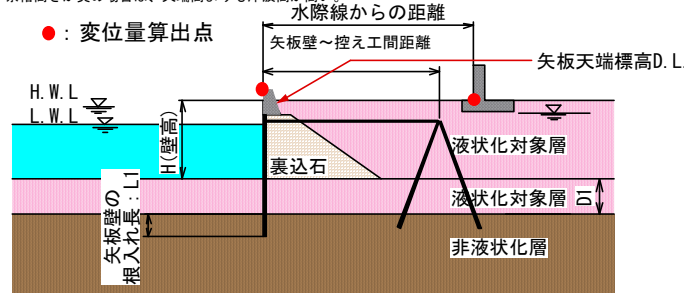
(2) 液状化に対する検討結果

液状化により変形が発生する可能性	高い
------------------	----

(3) 余裕高さによる耐震性評価

①: 天端標高	5.10	(m) (値は、D.L表示)
②: 沈下量(残留変位)	0.10	(m) (正の値=沈下)
③: 津波高さ	3.00	(m) (値は、D.L表示)
④: 排水沈下量	0.16	(m) (正の値=沈下) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量
⑤: 地盤沈降量	0.20	(m) (正の値=沈下)
⑥: 護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	当面の間は、1.0
⑦: 余裕高さ	1.64	(m) ⑦=①-②-③×⑥-④-⑤

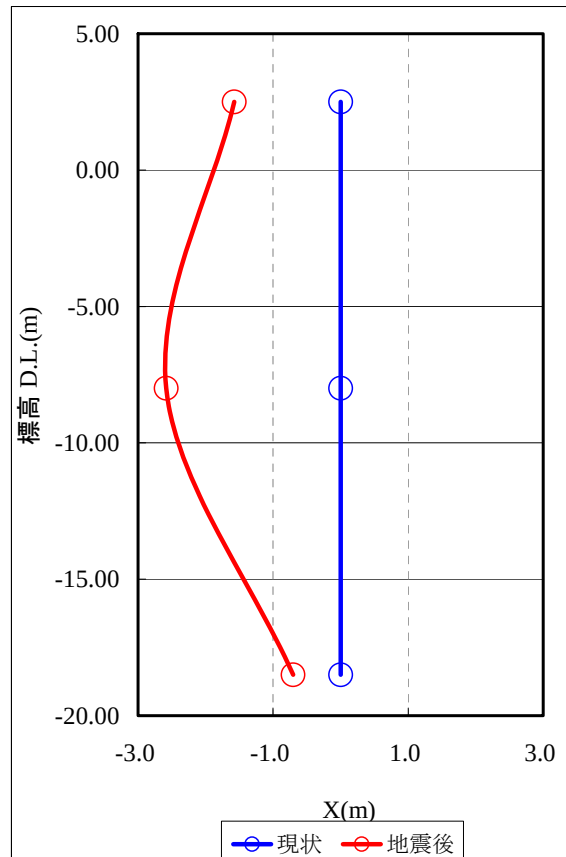
注1: 余裕高さが負の場合は、天端高よりも津波高が高い。



③津波高さ及び⑤地盤沈降量を入力した場合は、⑦に施設の津波に対する余裕高さが示される。

③津波高さ及び⑤地盤沈降量が不明な場合、施設の沈下量は、②沈下量及び④排水沈下量から対象施設の沈下量を算出し、地震後の施設の沈下量の評価を行う。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果:控え組杭式(2)



地震後矢板形状

※) 正: 陸側、負: 海側

3.5. 自立式矢板の計算事例

3.5.1. 施設名称等の入力

施設名称等、付属図の有無および付属データの有無は耐震診断結果に直接関係しないが、耐震診断の整理のため入力する。

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（自立式矢板）		
整理番号:	護岸（自立式矢板）-3	管理者:	〇〇県
施設延長:	200m	建設時期:	1995年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

図 3.30 施設名称等の入力

(1) 施設名称

対象施設の名称を入力する。

(2) 整理番号

対象施設および耐震診断結果を整理しやすいよう、番号等を入力する。

(3) 管理者

対象施設の管理者名を入力する。

(4) 施設延長

対象施設の施設延長を入力する。

(5) 建設時期

対象施設の建設時期を入力する。

(6) 付属図の有無および付属データの有無

プルダウンにより、付属図および付属データの有無を選択する。

3.5.2. 施設情報の入力

標準断面図及び土質調査結果により、施設情報の入力に必要な情報を整理して入力する。

		値		備考
施設位置	東経133	45分	37秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	27分	21秒	
天端標高	T.P	5.47	(m)	左記は、2009年の実測による値。
	D.L	7.20	(m)	
H.H.W.L	D.L	3.99	(m)	
H.W.L	D.L	3.27	(m)	
L.W.L	D.L	0.53	(m)	
矢板天端標高	D.L	5.20	(m)	
矢板下端標高	D.L	-3.30	(m)	
矢板の種類		鋼矢板		
自立矢板式	設計震度	0.15	(m)	0.10~0.25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H: 壁高	4.90	—	3.0m~7.5mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液化化層への根入れ長: L	0.20	(m)	非液化化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液化化層厚: D1	3.45	(m)	
	L/H: 自動計算	0.04	—	-0.4~2.0が概ね適用範囲
	D1/H: 自動計算	0.70	—	0.00~3.00が概ね適用範囲
	液化化層の等価N値	10.80	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	—	当面の間は、1.0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0.00	(m)	

図 3.31 施設情報の入力

(1) 施設位置

予想地震動がない場合、断層からの距離補正に必要となるため、施設位置情報として、緯度および経度を入力する。なお、施設の緯度・経度については国土地理院のホームページ(ウォッチ地図: <http://watchizu.gsi.go.jp/>)が参考となる。

予想地震動がある場合は、省略することができる。

(2) 天端標高

対象施設の天端標高を入力する。（図 3.32：入力項目①）なお、TP は DL との関係がある場合に入力する。

また、天端標高が「施工図面」による値か「実測」による値かを入力する。

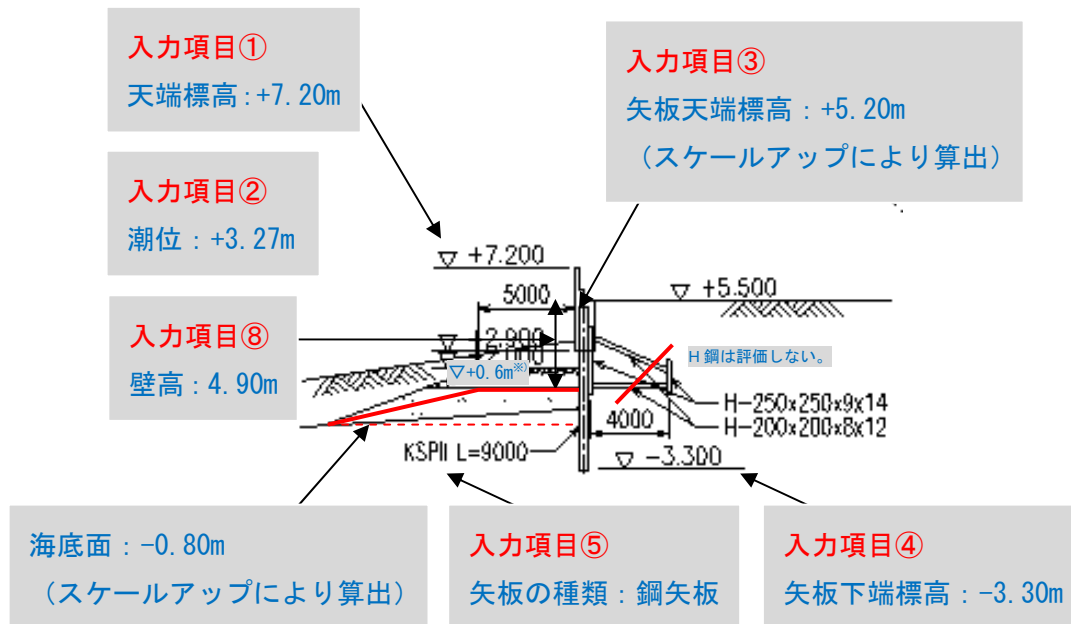
(3) 潮位

対象施設の潮位を入力する。（図 3.32：入力項目②）

(4) 矢板天端標高、矢板下端標高、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚

矢板天端標高、矢板下端標高、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚を設定する。（図 3.32：入力項目③～⑩）

標準断面図、土質調査結果より、天端標高、潮位、矢板天端標高、矢板下端標高、矢板の種類、設計震度、裏込石の有無、壁高、矢板の非液状化層への根入長、海底面からの液状化層厚を設定した。



※) $\nabla +0.6\text{m}$ は港湾の施設の技術上の基準・同解説 (P1111) 等 に示されている仮想地表面高さとして算出している。

図 3.32 標準断面図

(5) 液状化層の等価 N 値

耐震診断に必要な地盤条件として、液状化層の等価 N 値を算定する。

この結果、液状化層の等価 N 値は 10.8 と算定された。(図 3.33)

液状化層の等価N値	10.80	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
-----------	-------	---	----------------------------------

地盤条件の適用範囲

(等価 N 値の算定)

自立式矢板のチャート式耐震診断システムは、液状化層の等価 N 値を指定することが可能である。補助システムである等価 N 値算定シートを用いて液状化層の等価 N 値を算定した。

等価 N 値算定シートでは、液状化層が複数ある場合は層厚による加重平均により等価 N 値を評価するシートとなっている。

$$N_{65} = \frac{\sum (N_{65i} \times H_i)}{\sum H_i}$$

N_{65} : 耐震診断に用いる等価 N 値

N_{65i} : i 層の等価 N 値

H_i : i 層の層厚(m)

1) チャート式耐震診断補助シート－等価 N 値の算定－

チャート式耐震診断補助シートを用いて、液状化対象層の平均等価 N 値を算定する。

チャート式耐震診断補助シート：等価N値の算定

対象施設名	〇〇港〇〇地区護岸（自立式矢板）	
ボーリング名	No. 5	
ボーリング位置	護岸直背後	プルダウンにより、構造形式を選択
調査年月日	1990年1月17日	
構造形式	矢板式	
孔口標高 D.L(T.P)	0.50	入力項目①
地下水位 D.L(T.P)	0.50	

平均等価N値	10.8	液状化対象層A(背後地盤、海底地盤の液状化対象層)
	-	

土層		標高 D.L(T.P) (m)		湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	各土層の 平均等価N値 N ₆₅
		上端	下端			
砂質土	液状化対象層A	0.50	-1.60	18.0	20.0	10.2
砂質土	液状化対象層A	-1.60	-2.40	18.0	20.0	19.1
砂質土	液状化対象層A	-2.40	-3.10	18.0	20.0	3.0
粘性土	非液状化対象層	-3.10	-12.20	14.0	14.0	1.6
粘性土	非液状化対象層	-12.20	-13.00	14.0	14.0	16.2
砂質土	液状化対象層A	-13.00	-14.15	18.0	20.0	

入力項目②

土層中心の 深度または 測定深度 G.L (m)	平均N値 または 実測N値 N	等価N値 N ₆₅
1.30	7.0	10.2
2.30	15.0	19.1
3.30	2.0	3.0
4.30	2.0	2.8
6.00	0.0	0.4
13.30	17.0	16.2

(注意事項. 1)
同一土層であっても、地下水位の
下で土層は分けて下さい。

(注意事項. 2)
ボーリング調査時の土層構成で等
N値を算定して下さい。

(注意事項. 3)
孔口標高は必ず入力して下さい。

入力項目③

試験値から単位体積重量
が解る場合は、その値を
入力する。不明な場合は、
一般的な単位体積重量を
入力する。

※一般的な単位体積重量

砂質土：

湿潤重量 18kN/m³

飽和重量 20kN/m³

粘性土：

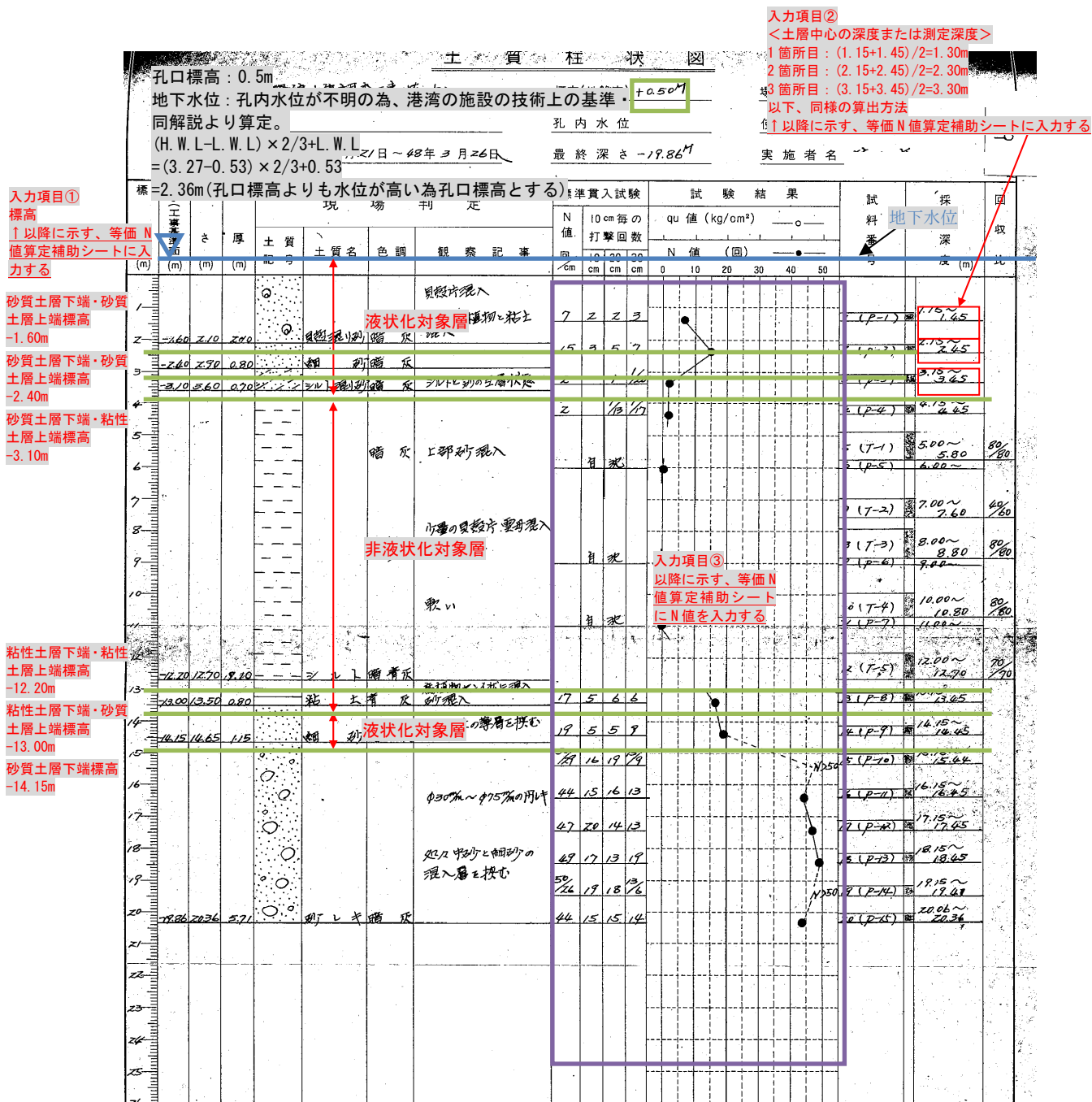
湿潤重量 14kN/m³

飽和重量 14kN/m³

プルダウンにより、土層区分を選択
なお、同一土層区分であっても地下
水位の上下で土層分けを行う。

プルダウンにより、液状化対象層を区分
埋立土の液状化対象層⇒液状化対象層 A
置換砂の液状化対象層⇒液状化対象層 B
粘性土など液状化を考慮しない層⇒非液状化対象層

図 3.33 等価 N 値の算定



技術者判断によるが、シルト層で砂分が多い層は全て液状化対象層としている。
 液状化対象層の間に薄層の非液状化対象層が含まれる場合は、液状化対象層としている。

(6) 地震・津波に関する情報

1) 地震情報の入力

対象自身のシナリオおよび予測震度を入力する。入力に当たっては、中央防災会議・各地方自治体で定める地域防災計画などを参考にする。

対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値

プルダウンにより、予測気象庁震度を選択

2) 津波に関する情報

当該地点において津波高さが設定されている場合は、その値を入力する。これは「余裕高さによる耐震性評価」の検討に必要な値であるが、検討不要の場合は省略しても良い。

津波高さ	T. P	1.27	(m)	中央防災会議等の公表値
	D. L	3.00	(m)	
地殻隆起あるいは沈降量		-0.2	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値

3) 地震に関する情報

チャート式耐震診断補助シートを用いて、速度の PSI 値を算定する。

PSI値の計算

波形データのフォルダ	D:\波形	
波形データの名称	50.ACC	
波形の種類	1	1:加速度、2:速度
データ補正	1	1:倍率、2:最大値
倍率の場合	1	この倍率を元データに
最大値の場合		この値を絶対値最大に
データ間隔(s)	0.01	
データ読み飛ばし行数	5	何行無視するか
1行のデータ数	8	
1データの文字数	10	
データの貼付	1	1:貼付、2:残さない

データの個数(個)	32768
速度のPSI値(cm/s ^{1/2})	63.90

図 3.34 施設情報の入力 (SPGA50%非超過波)

ファイル(E) 編集(E) 検索・置換・ジャンプ(S) ツール(I) マクロ(M) ウィンドウ(W) 設定(O) ヘルプ(H)

検索

1行 1桁 | 1 Line | 20H | 1/672,004 Byte | テキスト | 日本語(シフトJIS)

1 32768 0.01000000

2 DIRECTION=HT

3 MAXACC= 675.2413GAL

4 PSI(ACC)= 941.3275

5 PSI(VEL)= 210.5196

6 -8.2107 -7.6252 -6.9746 -6.3072 -5.7673 -5.4493 -5.3125 -5.2099

7 -5.0860 -5.0122 -5.0855 -5.2904 -5.5219 -5.6639 -5.7271 -5.7846

8 -5.8989 -6.0670 -6.2387 -6.3521 -6.4048 -6.4276 -6.4578 -6.5108

9 -6.5523 -6.5064 -6.3233 -6.0439 -5.7380 -5.4678 -5.2104 -4.9369

10 -4.6609 -4.4580 -4.38 -5.0924 -5.3170

11 -5.5816 -5.8961 -6.21 -6.8584 -6.7800

12 -6.5851 -6.3056 -5.91 -3.1364 -2.4742

13 -1.8499 -1.2556 -0.73 -0.0391

14 -0.3259 -0.6194 -0.78 -0.2467

15 0.4331 1.1384 1.76 4.4609

5 行の読み飛ばし

データ読み飛ばし行数 : 5 行

データ間隔(s) : 0.01s

波形データ

1 行のデータ個数 : 8 個

1 データの文字数 : 10 個 (空欄・符号・小数点含む)

項目	値		備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波		
予測気象庁震度	5弱	—	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報			
津波高さ	T.P	1.27 (m)	中央防災会議等の公表値
	D.L	3.00 (m)	
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2	(m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報			
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関		地震動がデータベース化されている場合は、プルダウンにより選択。
	港湾		
	地区		
	地震動 方向		
データベース内の地震動の有無			2. 「有り」の場合、以降入力が必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無			1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合 2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有る」が時刻歴データが「無い」場合 3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データが「有る」場合
地震に関する情報			
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類			1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
距離減衰式による予測結果	マグニチュード	6 8.70	気象庁マグニチュード(中央防災会議)
	断層面距離	6 100.38 (km)	断層面への最短距離
距離減衰式による基盤最大加速度(参考値)	360.51 (gal)		「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成11年4月)の修正最大加速度
地震に関する情報			
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有る」が時刻歴データが「無い」場合			
耐震診断に用いる地震波の種類			1=直下型 2=海溝型 3=海南波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)
予測地震動が有りの場合の基盤最大加速度	300.00 (gal)		予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報			
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有る」場合			
予測地震動の速度のPSI	63.60	(cm/s ^{1/2})	*)「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価			
耐震診断に用いる速度のPSI	63.60	(cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。

注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海南波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波: 対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波: 対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的柔らかい地点の波形(工学的基盤上)

注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

図 3.35 地震・津波に関する情報の入力 (SPGA50%非超過波)

【参考】

地震に関する情報で下記の入力をする場合は、P17～P19 を参照する。

＜予測地震動の波形の有無で 1 を選択する場合＞

＜予測地震動の波形の有無で 2 を選択する場合＞

＜地震動がデータベース化されている場合＞

(7) 対策工の制約条件

対策工の制約条件や、耐震診断結果に関係しないが、対策工を実施する際の参考となるように事前に整理入力する。

項目		コメント
背後地に増築可能	不明	
前面海域に増築可能	不明	
背後から重機進入可能	可	
前面海域からの施工可能	可	
掘削が可能	不可	
周辺環境 (例：民家に隣接する。)		
備考. 1		
備考. 2		

注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、
対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

図 3.36 対策工の制約条件の入力

3.5.3.チャート式耐震診断システム検討結果

沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：自立式矢板(1)

：入力項目

施設名称:	〇〇港〇〇地区護岸（自立式矢板）		
整理番号:	護岸（自立式矢板）-3	管理者:	〇〇県
施設延長:	200m	建設時期:	1995年

付属図の有無:

断面図	有り
柱状図	有り
施設位置図	有り
ボーリング位置図	有り

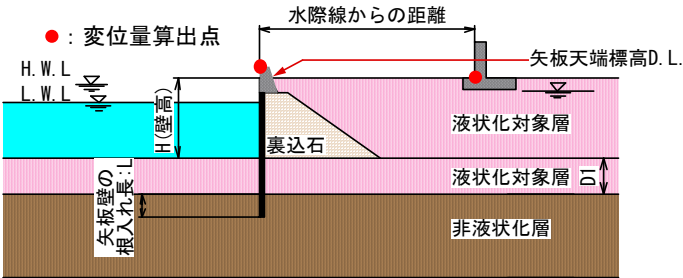
付属データの有無:

地震動波形	有り
液状化判定資料	無し
FEMメッシュデータ	無し

(1) 施設情報

施設分類: 傾斜型(堤防タイプ)

		値		備考
施設位置	東経133	45分	37秒	国土地理院のHP(2万5千分1地図)等から設定。 (数字だけ入力)
	北緯34	27分	21秒	
天端標高	T. P	5. 47	(m)	左記は、2009 年の実測による値。
	D. L	7. 20	(m)	
H. H. W. L	D. L	3. 99	(m)	
H. W. L	D. L	3. 27	(m)	
L. W. L	D. L	0. 53	(m)	
矢板天端標高	D. L	5. 20	(m)	
矢板下端標高	D. L	-3. 30	(m)	
矢板の種類		鋼矢板		
自立矢板式	設計震度	0. 15	(m)	0. 10~0. 25が概ね適用範囲 「設計震度算定シート」より求めた設計深度を入力
	裏込石の有無	無し	(m)	「有り」、「無し」から選択
	H: 壁高	4. 90	—	3. 0m~7. 5mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液状化層への根入れ長: L	0. 20	(m)	非液状化層に根入れされている場合「+」
	海底面からの液状化層厚: D1	3. 45	(m)	
	L/H: 自動計算	0. 04	—	-0. 4~2. 0が概ね適用範囲
	D1/H: 自動計算	0. 70	—	0. 00~3. 00が概ね適用範囲
	液状化層の等価N値	10. 80	—	5≦等価N値≦25 ただし、細粒分含有率による補正は実施しない値
	護岸形状による津波高さの補正係数	1. 00	—	当面の間は、1. 0を使用
	防潮施設の水際からの距離	0. 00	(m)	



沿岸構造物のチャート式耐震診断システム入力シート：自立式矢板(2)

：入力項目

(2) 地震・津波に関する情報

項目	値	備考
対象地震のシナリオ	SPGA50%非超過波	
予測気象庁震度	5弱	中央防災会議等の公表値
津波に関する情報		
津波高さ	T.P 1.27 (m) D.L 3.00 (m)	中央防災会議等の公表値
地殻隆起あるいは沈降量	-0.2 (m)	隆起=正の値、沈降=負の値
地震に関する情報		
検討対象港 湾・海岸名および地震動の 選択	機関 港湾 地区 地震動 方向	ブルダウンによる選択
データベース内の地震動 の有無		2. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 2. 「無し」の場合、以下入力が必要
予測地震動の波形の有無		3. 「有り」の場合、以降入力の必要なし 3. 「無し」の場合、以下入力が必要
地震に関する情報		
1. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海溝波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
距離減衰式に よる予測諸元	マグニチュード -6 8.70 断層面距離 -6 100.38 (km)	気象庁マグニチュード(中央防災会議) 断層面への最短距離
距離減衰式による基盤 最大加速度(参考値)	360.01 (gal)	「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成14年4月)の補正最大加速度
地震に関する情報		
2. サイト特性を考慮して合成した予測地震動は「有り」が時刻歴データが「無い」場合		
耐震診断に用いる 地震波の種類	1=直下型 2=海溝型 3=海溝波(海溝型) 4=撫養港波(海溝型) 5=東京波(海溝型)	
予測地震動が有りの場合 の基盤最大加速度	300.00 (gal)	予測地震動の加速度の(絶対値)最大値を読み取る。
地震に関する情報		
3. サイト特性を考慮して合成した予測地震動が「有り」時刻歴データも「有り」場合		
予測地震動の速度のPSI	63.60 (cm/s ^{1/2})	*「速度のPSI算定シート」が利用出来る。
地震動評価		
耐震診断に用いる速度のPSI	63.60 (cm/s ^{1/2})	入力項目より、自動計算

- 注1) : 中央防災会議で用いられている断層モデルを用いる場合は、以下の数字を入力。
 -1=東海地震、-2=東南海地震、-3=南海地震、-4=東海+東南海地震
 -5=東南海+南海地震、-6=東海+東南海+南海地震
 上記の数字を入力するとマグニチュードが自動で与えられ、かつ施設の位置情報(緯度経度)を入力していれば、自動で断層面距離を算定する。
 各自で設定する場合は、マグニチュード、断層面距離をそれぞれ入力する。
- 注2) 2の海溝型を選んだ場合には、下記の3つの地震波のうち最も大きい変形量を算定。
 海溝型地震波の3波は、以下の特性がある。
 海溝波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
 撫養港波：対象地震は、「東南海・南海地震」で、地盤が比較的固い地点の波形(工学的基盤上)
 東京波：対象地震は、「南関東地震」で、地盤が比較的軟らかい地点の波形(工学的基盤上)
- 注3) 地震動の評価方法として精度が高い順番に①予測地震動から求めた速度のPSI、②予測地震動による基盤最大加速度、③距離減衰式による基盤最大加速度

(3) 対策工法の制約条件

項目	コメント
背後地に増築可能	不明
前面海域に増築可能	不明
背後から重機進入可能	可
前面海域からの施工可能	可
掘削が可能	不可
周辺環境 (例：民家に隣接する。)	
備考.1	
備考.2	

- 注1) : 上記の記入内容は、耐震診断には直接関係ない項目であるが、対策工が必要となった場合に、対策工の立案に必要な項目である。

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果：自立矢板(1)

(1) 地震後の残留変位

入力項目	矢板天端標高 D. L.		5.20	(m)
	矢板下端標高 D. L.		-3.30	(m)
	設計震度		0.15	0.10~0.25が概ね適用範囲
	裏込石の有無		無し	
	H：壁高		4.90	(m) 3.0m~7.5mが概ね適用範囲
	矢板壁の非液化化層への根入長：L		0.20	(m)
	海底面からの液化化層厚：D1		3.45	(m)
	L/H		0.04	-0.40~2.00が概ね適用範囲
	D1/H		0.70	0.00~3.00が概ね適用範囲
	液化化層の等価N値		10.80	5≤等価N値≤25
	速度のPSI値		63.60	(cm/s ^{1/2})
	速度のPSI値		63.60	(cm/s ^{1/2})
出力項目	標準タイプ	最大はらみ出し量	2.37	(m)
		残留鉛直変位	0.01	(m)
		矢板の曲率比	21.62	地震時最大値。 降伏時曲率に対する割合。
	補正係数 (最大はらみ出し量)	(1H)=L/H	1.00	
		(2H)=D1/H	1.03	
		(3H)=裏込石	1.00	
		(4H)=壁高	0.96	
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)	0.99	
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)	0.99	
	補正係数 (矢板の曲率比)	(1H)=L/H	1.98	
		(2H)=D1/H	1.03	
		(3H)=裏込石	1.00	
		(4H)=壁高	0.96	
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)	1.95	
		(1H)・(2H)・(3H)・(4H)	1.95	
	対象施設	最大はらみ出し量	2.4	(m) (参考) 235cm
			0.1	(m) (参考) 1cm
		残留鉛直変位		(m) 水際からの距離を考慮したもの (参考) -
				(参考) -
		矢板の健全性(地震時最大値で評価)	全塑性応力に至る。	(参考) $\phi_{max}/\phi_y=$ 42.14

適用範囲外の値 : 適用範囲外の値

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 自立矢板 (2)

(2) 液状化に対する検討結果

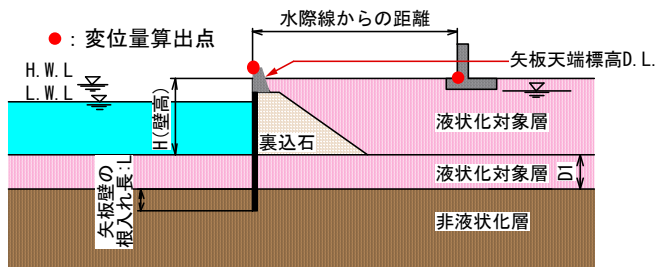
液状化により変形が発生する可能性	高い
------------------	----

(3) 余裕高さによる耐震性評価

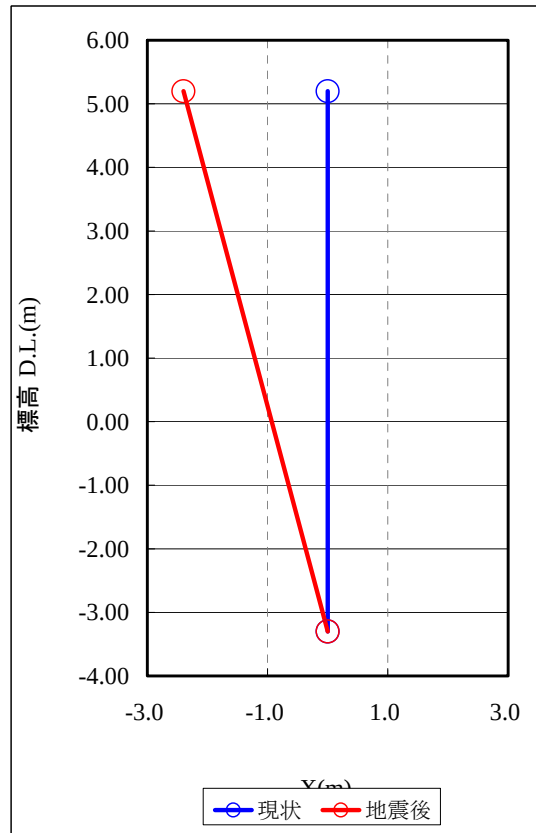
①: 天端標高	7.20	(m) (値は、D.L表示)
②: 沈下量(残留変位)	0.10	(m) (正の値=沈下)
③: 津波高さ	3.00	(m) (値は、D.L表示)
④: 排水沈下量	0.00	(m) (正の値=沈下) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量
⑤: 地盤沈降量	0.20	(m) (正の値=沈下)
⑥: 護岸形状による津波高さの補正係数	1.00	当面の間は、1.0
⑦: 余裕高さ	3.90	(m) $\text{⑦}=\text{①}-\text{②}-\text{③}\times\text{⑥}-\text{④}-\text{⑤}$

注1: 余裕高さが負の場合は、天端高よりも津波高が高い。

③津波高さ及び⑤地盤沈降量を入力した場合は、⑦に施設の津波に対する余裕高さが示される。
③津波高さ及び⑤地盤沈降量が不明な場合、施設の沈下量は、②沈下量及び④排水沈下量から対象施設の沈下量を算出し、地震後の施設の沈下量の評価を行う。



沿岸構造物のチャート式耐震診断システムによる検討結果: 自立矢板 (2)



地震後矢板形状

※) 正: 陸側、負: 海側

4. 検討対象施設の地震変形による被害の想定

検討対象施設の直接的な被害、およびこれらの被害による航路閉塞や産業機能への影響など、目的に応じて地震後の施設や背後地盤の変形量等の把握を行い、津波来襲時の施設周辺の沈下状況や背後地盤の土砂流出の危険性を評価する。

地震変形による被害の想定は、**解説 F**にある。

前章までの検討を対象施設ごとに全て実施することにより、港湾全体としての弱点部の評価が可能となる。ここではその一例を示す。弱点部を明確化することにより、地震により被災を受けるであろう箇所を予め把握することが可能となる。また、より詳細な検討としてFLIP(地震応答解析)を実施すべき箇所を洗い出すことも可能となる。

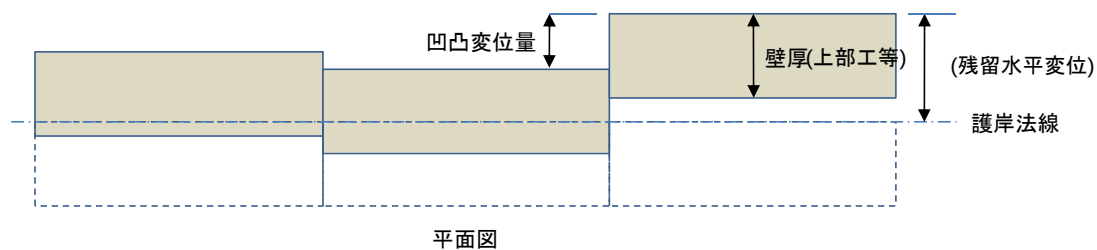
弱点部の評価項目は、①土砂流出の危険性及び②背後地盤の沈下量の2点について着目する。

- ① 土砂流出の危険性は、水平変位を把握することにより照査する。
- ② 背後地盤の沈下量は、鉛直変位を把握することにより照査する。

具体的には、以下の方法により照査する。

＜土砂流出の危険性の評価＞

施設背後の土砂流出の危険性検討は一井ら^{※1)}により示されている以下の関係から想定する。なお、チャート式耐震診断の傾斜護岸では水平変形量を算定できないため、藤村・長尾^{※2)}により示されている水平変形量と鉛直変形量の関係を流用した場合についても検討を行う。ただし、藤村・長尾により示されている式はケーソン式構造物における関係である。



兵庫県南部地震の事例調査結果(一井ら)より、連続するケーソンや上部工の凹凸変位量は残留水平変位の1/2倍となる。

したがって、護岸・岸壁の残留水平量の性能規定を行うに当たり、残留水平変位は凹凸変位の2倍以下に抑えなければならないといえる。隣り合うケーソンや上部工の目地が開く限界は凹凸変位量が壁厚(上部工等)以上となった場合であることから、次の式が成立する。

$$\text{凹凸変位量} = \text{残留水平変位量} / 2$$



『残留水平変位 $\times 1/2 \geq$ 壁厚』
となる施設については、背後土砂流出の危険性があると判断する。

図 4.1 水平変位と土砂流出の危険性の評価方法

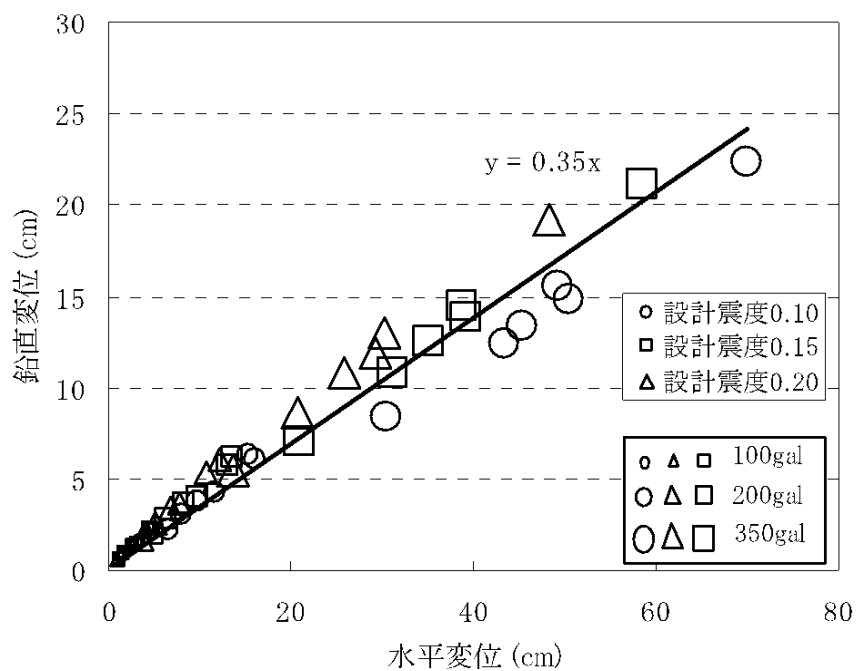


図 4.2 水平変位と鉛直変位の関係

なお、弱点部の評価には、東日本大震災の港湾施設の被災に関する高橋らの知見(相馬港、小名浜港、茨城港)^{※3)}も考慮した上で設定を行う。東日本大震災の港湾施設の被災状況からは、構造形式の如何に問わず、被災を受けている箇所は施設の隅角部が顕著であることが確認されている。

※1) 一井ら：地震時における重力式岸壁の許容被災変形量の評価，第10回地震工学シンポジウム(1998)

※2) 藤村・長尾：越波流量の算定精度を考慮した護岸天端高の設定方法に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，No.312，June 2006

※3) 高橋ら：2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報，港湾空港技術研究所資料，No.1231，April 2011

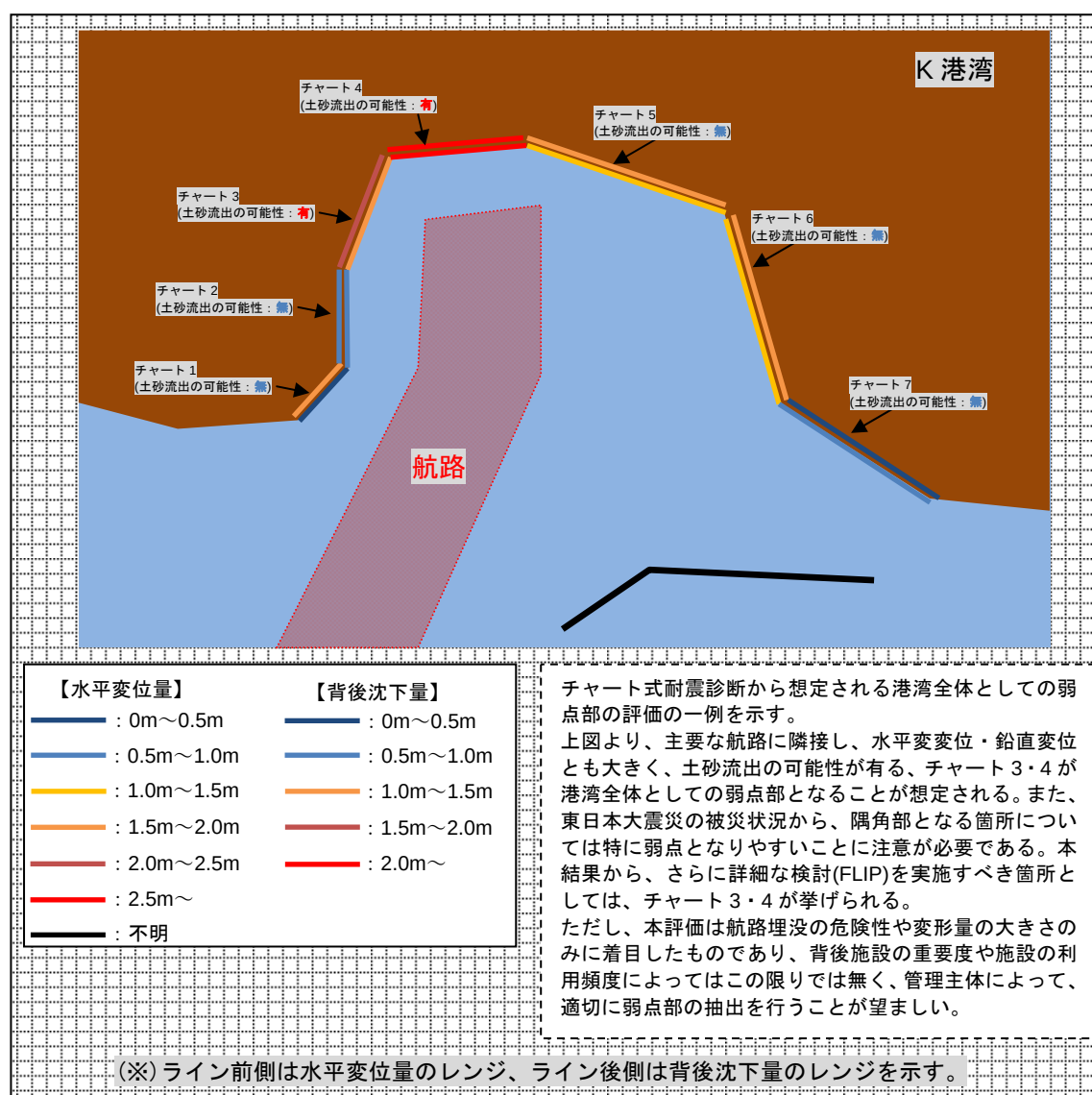


図 4.3 港湾全体としての弱点部の抽出の一例