

港湾技研資料

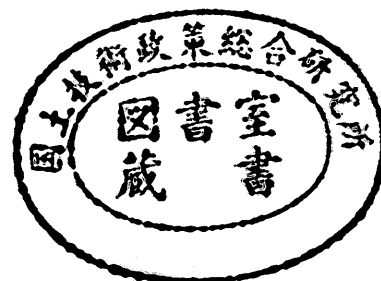
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 813 Sept. 1995

兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察

港湾施設被害検討委員会編

運輸省港湾技術研究所



序 文

稲富 隆昌*
稲垣 紘史**
輪湖 建雄***

平成7年1月17日午前5時46分に淡路島北部を震源とするマグニチュード7.2の地震が発生した。「平成7年（1995年）兵庫県南部地震」と命名されたこの地震は、高度に発達した都市を襲った初めての活断層型直下地震である。神戸市、芦屋市などでは震度7の激震を記録した。この強震により、神戸市を中心に5,500名を越す犠牲者を出すとともに、港湾施設、高速道路、新幹線、ライフラインなどの土木施設、また住宅、ビルなどの建築構造物に未曾有の被害を出し、長期間にわたり都市機能を麻痺させた。同時に、神戸港のポートアイランド、六甲アイランドなどの埋立地では、埋立土の「まさ土」が液状化し、その噴泥が地表面を大規模に覆い、液状化現象を全国に再認識させた。

運輸省第三港湾建設局神戸港工事事務所では、水平加速度が502Gal、上下加速度が283Galの地震動を記録した。被害が集中した神戸港の岸壁の多くはケーソン式岸壁で、被害形態は岸壁の移動と傾斜およびその背後地盤の沈下であった。全国のコンテナ貨物量の約3割を取り扱う神戸港のコンテナ埠頭においても、岸壁が数m移動するなど同様な被害が発生したため、クレーンの脚に損傷が生じ、港湾荷役は完全にその機能を喪失した。一方、このような被災状況下において、耐震性を高めた耐震強化岸壁はほとんど損傷することなくその機能を保持した。この耐震性の保証は、神戸港のみならず、全国に展開する港湾施設の耐震性強化にきわめて重要な技術情報を与えた。

地震から7カ月を経過した現在、被災地港湾では地震に強い港湾を目指して復興が始まっている。同時にケーソン式岸壁の被害の原因究明の調査、研究も図-1に沿って鋭意進められている。本報

兵庫県南部地震に対する ケーソン式岸壁の被害考察 —— 地震動・液状化を中心に ——

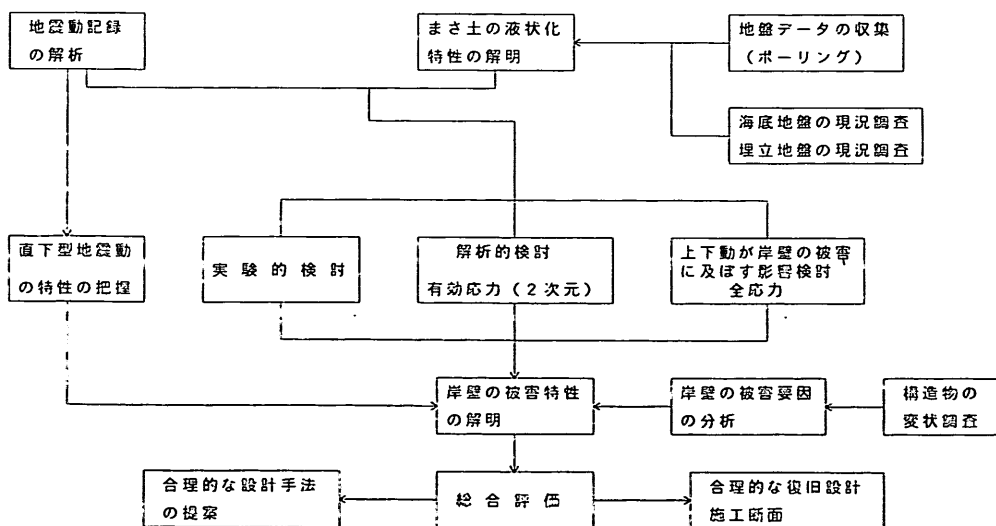


図-1 調査研究フロー

- * 構造部長
- ** 前 運輸省第三港湾建設局長
- *** 運輸省第三港湾建設局 震災復興建設部長

告は現在までに明らかになった研究成果等を速報的に紹介するものである。したがって、復興事業に伴って明らかになる現地情報の内容によっては成果の一部変更もあり、また、解析、実験的研究も継続して実施しているため、最終的な成果は後日に待つ必要がある。

報告では、港湾施設の被害状況および地震動の特性紹介から始まり、液状化を含む埋立地盤の特性、ケーソン式岸壁の変状の要因を明らかにし、また、実験的、解析的検討からケーソン式岸壁の変状を考察した。また、コンテナクレーンについても現地データを用いて被災の実態を明らかにした。

なお、本報告を取りまとめるに際して、運輸省港湾局、同第三港湾建設局、神戸市港湾局、同開発局、兵庫県土木部港湾課、神戸港埠頭公社等から多大なる支援をいただいた。ここに関係の方々に謝意を表す。

平成7年9月

兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察

目 次

序 文

- (その1) 強震記録宮田正史・佐藤幸博・井合 進..... 5
- (その2) 被災状況
- 岸壁、防波堤、海岸保全施設-外山進一・松永康男 51
 - 港湾荷役施設-藤本健幸 77
 - 臨港交通施設-横田 弘 95
- (その3) 神戸港のケーソン式大型岸壁の被災分析
.....上部達生・高野剛光・松永康男..... 127
- (その4) 埋立地盤の特性善 功企・山崎浩之・南 兼一郎・中島由貴..... 147
- (その5) 液状化の判定に関する検討山崎浩之・善 功企・佐渡篤史・館下 徹..... 167
- (その6) ケーソン式岸壁の被災に関する模型振動実験 ...菅野高弘・三藤正明・及川 研..... 207
- (その7) ケーソン式岸壁の有効応力解析井合 進・一井康二・森田年一..... 253
- (その8) ケーソン式岸壁の地震時滑動に関する数値解析
.....野津 厚・上部達生・高野剛光..... 281
- (その9) 神戸港ケーソン式岸壁の安定性に関する一考察
.....長尾 毅・小泉哲也・木阪恒彦・寺内 潔・細川浩二・門脇陽治・宇野健司..... 301
- (その10) コンテナクレーンの地震時挙動吉田由治..... 337

兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察

(その2) 被災状況 ー岸壁、防波堤、海岸保全施設ー

外山 進一*
松永 康男**

要 旨

兵庫県南部地震により神戸港は、壊滅的打撃を受けた。地震動は水平成分の南北方向が強大であったこと、活断層の直下型であり鉛直成分が大きかった。岸壁、防波堤、海岸保全施設は、重力式の構造が大半を占め、被災形態は類似していた。岸壁については、岸壁本体の2m程度の滑動、沈下、傾斜とエプロンの2m程度の大陥没が特徴的であった。防波堤は、移動は少なく2m程度沈下していた。海岸保全施設は、胸壁の目地開きと、水叩きの沈下が多かった。

* 構造部 構造振動研究室長
** 運輸省 第三港湾建設局 震災復興建設部 設計部 第二設計課長

**Mechanism of Damage to Port Facilities during
1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake
(Part 2) Damages
- Quaywalls, Breakwaters, Seawalls -**

Shinich TOYAMA*
Yasuo MATSUNAGA**

Synopsis

Hyogo-ken Nanbu Earthquake hits the Kobe Port which is one of major ports in the world, on the 17th JAN. '95. The aftermath is quite devastating. The prevailing facility is a gravity type quaywall which is mainly caisson. So damage patterns look like similar. A typical pattern is that a caisson slides about 2m, settles about 1m, and tilts a little with some 2m deep drops of apron area. This earthquake originates from faults near the Kobe City which is one of major centers of population in Japan. This earthquake has a big vertical component and a bigger NS horizontal component. Quaywalls suffer bigger deformations in NS direction. Breakwaters are free from sides forces, then just settle down about 2m. Port Island and Rocko Island are man made islands in the Kobe Port. Both Islands have quaywalls and seawalls surrounding themselves which suffer severe damages without restrictions, but new high rise buildings of the order of 40F suffer no noticeable damage, on Islands.

* Chief of Structural Dynamics Laboratory, Structural Division

** Chief Engineer, Technical Division, Earthquake Disaster Restoration Headquarters, The Third District Port Construction Bureau, Ministry of Transport

目 次

要 旨	51
1. はじめに	55
2. 岸壁、防波堤、海岸保全施設	55
2. 1 人工島	55
2. 2 岸 壁	55
2. 3 防波堤	56
2. 4 海岸保全施設	56
3. まとめ	56

1. はじめに

平成7年1月17日午前5時46分、平成7年兵庫県南部地震が発生した。地震のマグニチュードは7.2、震源地は淡路島北部(N36.6°, E135.0°)、震源の深さ20kmであった。地震は大都市神戸市を襲った活断層直下型地震であった。

被害は、死者、行方不明5,502人、負傷者36,938人、住家被害約23万棟、火災293件、被害総額10兆円と言われている。(国土庁)

神戸市など活断層沿いは、地震加速度が大きく、特に上下動の大きさは、日本の過去の観測地震結果も含め極めて大きかった。地震動は主要動5波程度、継続時間10秒ほどで、プレート地震のそれとは異なる衝撃的な地震動となっている。

今回の地震動は、地震動の方向性のため南北方向の加速度が大きく、東西方向の加速度が小さかったことが一つの特色に挙げられる。

地震がないと思われていた関西を突然襲った大地震は、大惨事となった。そこで関東大震災にも比すべきものとして、阪神大震災(阪神淡路大震災)という言葉も使われることとなった。報道は被災地を取り上げるためあたかも神戸市は全滅したかの感を与えた。しかし、目立たないわずかの損傷はあるかもしれないが、多くの構造物が健全であったのも事実である。被災施設が集中している場所、健全な施設の中に混在している被災施設、更に地盤、構造物の固有周期等が関係しているため容易には理解できそうにない複雑な被災施設など、被災の空間的広がりとは今後の検討課題である。

目立った被害について言及すると、三宮駅周辺の旧設計法で建設された多数のビルが、倒壊、傾斜、損傷、一部階の倒壊等の被害を受けている。しかしポートアイランド、六甲アイランドの40階程度の高層建築物は新耐震設計法に準拠し被害がなかった。瓦葺きの民家は、重い瓦に起因するトップヘビーのため各所で倒壊している。

鉄道は高架橋部分等の損傷により不通となった。通勤、通学を始めとする交通の大動脈であるため、交通の大混乱を招いた。4月にJR、新幹線、6月に阪急、阪神が相次いで不通箇所の改修を終えて、全線供用開始をした。

道路についても、橋、高架橋の損壊が自動車交通を止めた。

人工島と陸地を結ぶ、ポートライナー、六甲ライナーの新交通システムも高架橋、駅舎等の損壊のため不通となった。7月、8月に全線開通した。

橋、高架橋では、倒壊、落橋、沓の損壊、橋脚の亀裂等が主な被害である。

山手の宅地造成地で斜面崩壊も生じている。

電気、水道、電話などのライフラインも寸断され、都市機能の麻痺を招来し、高密度文化都市の脆弱さを露呈

することとなった。

2. 岸壁、防波堤、海岸保全施設

神戸港は世界第6位(1992)、日本第1位のコンテナを取扱う大港湾である。今回の地震被害は甚大であった。地震直後は、わずかの施設しか供用できず緊急物資輸送に困難を生じたが、陸上交通の混乱を助けて、海上交通は人、物の輸送に活躍した。

神戸港の港湾施設に関しては、海底は厚い軟弱地盤の粘土であり、基礎形式としてはマサ土による置換工法が主として用いられ、構造形式は重力式でコンクリートケーソンが主流である。設計震度は $kh=0.1-0.18$ が用いられている。

今回の地震により神戸港を始め多くの港湾施設に、なんらかの被害が生じたが、本報告では被害の大きかった神戸港の被災状況を示す。被災状況は標準断面と重ねて示した。地震で基準点も移動しているため被災後の形状は6月時点での値である。変状確認は水上の視認できる範囲であり、その他は、一部を除き推定である。

被害状況を概観できるよう岸壁、防波堤、海岸保全施設31施設について、法線出入、法線沈下、エプロン陥没、本体傾度の最大値を含めて表-1神戸港港湾施設被害一覧表に示した。表-1の各施設の位置は、対応図番により図-1神戸港の被災施設位置図の番号と一致する。各施設の被災前の標準断面と被災断面を重ねた図は、表-1の対応図番1-31が図2-32に対応している。各施設の被災写真は、表-1の対応図番1-31が写真1-31に対応している。

2.1 人工島

日本でも代表的な大型人工島、ポートアイランド1、2期826ha、六甲アイランド583haが被災していた。ポートアイランドは2期工事中であった。埋立土と置換土は大規模土工により裏六甲のマサ土が利用されていた。液状化に伴う噴砂がポートアイランド全面にわたって発生し地震直後は水と泥土が表面を覆い、かつ20-50cmの沈下が見られた。島は一体性を保ち、分断するような亀裂は発生しなかった。岸壁直背後では岸壁の滑動、大陥没のため液状化の痕跡はない。六甲アイランドでは一部で液状化の噴砂が見られた。埋立地の南側ではあまり噴砂は見られなかった。建築物は杭基礎を用いているため沈下がなく、周囲の地盤と段差が生じていた。

2.2 岸壁

水際の構造物は、陸側から常に土圧を受け、かつ海側の方には拘束がないため海側に変位し易い。岸壁は厚い粘土の海底で置換土基礎上に重力式構造物が大半を占めていた。被災形態も類似し、岸壁本体の海側への滑動、前傾、沈下及びエプロンの陥没であった。特にケーソンの滑動量とエプロンの陥没量が際だって大きいことが特

色であった。また、岸壁の法線は直線性を保持していた。新港地区、摩耶埠頭では、突堤先端部と突堤間の物揚場に水没あるいはそれに近いものが多かった。また、東西方向に法線を有する岸壁の被害が顕著であったことは南北方向の地震力が大きかったことと一致している。

耐震岸壁は摩耶埠頭の西側端部に、南北方向の法線で既存セル岸壁の前面に前だしして、岸壁-10mは栈橋、岸壁-12mはケーソンで築造された。基礎地盤が良好なので浅い置換基礎を使っている場所で、既設岸壁の直前にあるため土圧の作用が小さいことと、地震動の軌跡から東西方向の地震力が弱いという好条件が重なったため耐震岸壁の本体は軽微な被災に留まった。

コンテナクレーンはほぼ全て脚が損傷していたが、海側脚と陸側脚の基礎構造が違う点は今後の検討課題である。

2.3 防波堤

瀬戸内海は比較的波高が小さいから、幅が狭く背の高い本体構造となり、基礎形式は厚い粘土の海底に置換土である。

防波堤は、両側からの偏荷重がないため移動は少なく沈下のみが卓越していた。

沈下が2 m程度で、HWL近くまで天端が水没していた。

2.4 海岸保全施設

海岸保全施設としては、堤防、護岸、胸壁、突堤、離岸堤、水門、陸閘等があり、胸壁の延長が長い。被災形態は、胸壁の目地開き、水叩きの沈下が大半である。胸壁の前傾、ブロックの崩壊も見られる。最近整備の進んでいる階段護岸に代表される親水護岸も被災していた。

3. まとめ

今回の地震は従来の地震に比べて格段に大きい被害を残している。変状のオーダーが滑動2 m、沈下1 m、陥没2 m程度は多くの施設で見られた。

重力式構造物は免震性の大きい構造物である。一定値以上の外力に対しては、滑動することによりケーソン本体が破壊することはほとんど無いし、外力のエネルギーも消散させることができる。結果論としてであるが、背後のエプロンの陥没を埋め立てることにより早急な供用開始にこぎつけることができる。

今後、神戸港の港湾施設は2年程度で復旧することが計画されている。

本報告の資料は、神戸市、(財)神戸港埠頭公社、兵庫県、運輸省第三港湾建設局のご協力により提供を受けた。各関係機関の関係者に深甚なる感謝の意を表します。

表-1 神戸港湾施設被害一覽表 (その1)

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 m	構造型式	水深 -m	天端高 m	被災延長 m	法線出入 最大m	法線沈下 最大m	エプロン 陥没m	本体 傾度	被災状況概略	
中 突 堤	1	岸壁(1)	S7	580.6	L型ケーソン	9.0	3.0	580.6	1.1	1.1	1.3	10°	海側へ滑動, 沈下, 傾斜, エプロン陥没	
	2	岸壁(2)	S11	180.3	ケーソン	5.5	3.0	180.3	2.6	1.4	1.3	10°	"	
新 港	3	京橋-メイケン間護岸	S5	282.0	方塊ブロック	2.7	3.0	282.0	1.0	1.0			"	
	4	第2突堤西	T3	364.0	ケーソン	9.0	3.3	364.0	4.8	0.5	1.5		"	
	5	2-3突堤間物揚場	T4	145.0	方塊ブロック	2.5	3.3	145.0	4.5	水没	水没		"	
	6	第3突堤東	T9	378.0	ケーソン	10.0	3.3	378.0	2.7	0.4	1.2	2°	"	
	7	第4突堤西	T2	391.0	"	10.0	3.3	391.0	2.4	0.5	2.8		"	
	8	第4突堤岸壁(-12.0m)	T2	494.5	"	12.0	3.3	494.5	2.4	0.9			"	
	9	第4突堤東	S4	444.1	L型ケーソン	12.0	3.3	444.1	2.4	0.5	1.6		"	
	摩 耶 埠 頭	10	第1突堤第3岸壁	S59	200.0	棧橋	10.0	4.0						耐震岸壁
		11	第1突堤第1岸壁	S36	197.0	ケーソン	12.0	4.0						耐震岸壁
六 甲 ア イ ラ ン ド	12	岸壁(-12.0m)2	H2	423.1	"	12.0	4.0	423.1	4.5	1.5	2.0	6°	海側へ滑動, 沈下, 傾斜, エプロン陥没	
	13	岸壁(-7.5m)	H2	207.8	"	7.5	4.0	207.8	2.9	0.1	2.5	6°	"	
	14	物揚場(-4m)1	S49	831.3	"	11.0	3.0	831.3	3.9	2.4	1.0		"	
	15	岸壁(-10.0m)1	S57	1,200.0	"	10.0	4.0	1,200.0	3.1	1.2	2.0	2.5°	"	
	16	岸壁(-10.0m)2	S59	279.1	"	10.0	4.0	279.1	2.8	1.2	2.0	3.2°	"	
	17	岸壁(-12.0m)	H2	1,083.0	"	12.0	4.0	1,083.0	4.9	1.7	2.5	9.4°	"	
	18	コンテナ埠頭1	S59	350.0	"	13.0	4.0	350.0	1.9	0.8	1.8	1°	"	
	19	コンテナ埠頭5	H1	350.0	"	14.0	4.0	350.0	5.2	2.1	5.4	9°	"	
	20	コンテナ埠頭6	H6	350.5	"	14.0	4.0	350.0	5.2	1.7	3.7	6.1°	"	
	21	フェリー埠頭2	S63	268.3	"	9.0	4.0	268.3	2.7	1.3	2.5	2.9°	"	

表-1 神戸港湾施設被害一覧表(その2)

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 m	構造型式	水深 -m	天端高 m	被災延長 m	法線出入 最大m	法線沈下 最大m	エプロン 陥没m	本体 傾度	被災状況概略
ポートアイランド	22	コンテナ埠頭5	S47	450.0	ケーソン	12.0	4.0	450.0	2.8	1.1	2.5	3.3°	海側へ滑動, 沈下, 傾斜, エプロン陥没
	23	コンテナ埠頭11		350.0	"	12.0	4.0	350.0	4.4	1.4	3.4	8.8°	"
	24	コンテナ埠頭12		350.0	"	12.0	4.0	350.0	3.3	1.0	3.2	2.9°	"
和田岬地先	25	第1防波堤	T13	1,219.5		13.0	4.0	1,219.5	0.8	1.4			沈下, 出入り少ない
ポートアイランド東	26	第6防波堤	S46	1,051.5	ケーソン	13.0	5.0	1,051.5	0.0	1.6			"
六甲アイランド沖	27	第7防波堤	S57	4,180.0	"	15.0	5.0	4,180.0	0.3	2.5			"
兵庫運河	28	北護岸			コンクリート重力式	3.0	3.8	265.0	1.5	2.0			コンクリート胸壁が倒壊すんぜん
葦藻島	29	防潮堤			"	6.0	7.7	1,164.0	1.1	0.5			コンクリート胸壁が前傾
	30	運河北護岸			コンクリート方塊	3.6	4.2	263.0		水没			崩壊
長田東	31	防潮堤			コンクリート重力式	11.0	8.7	606.0	1.0	0.5			沈下

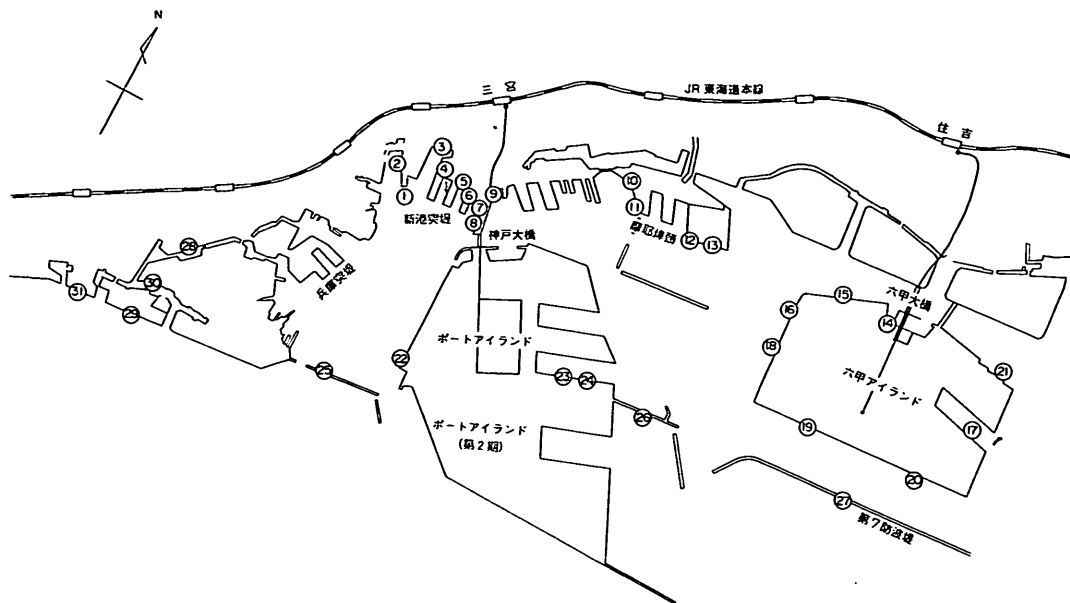


図-1 神戸港の被災施設位置図

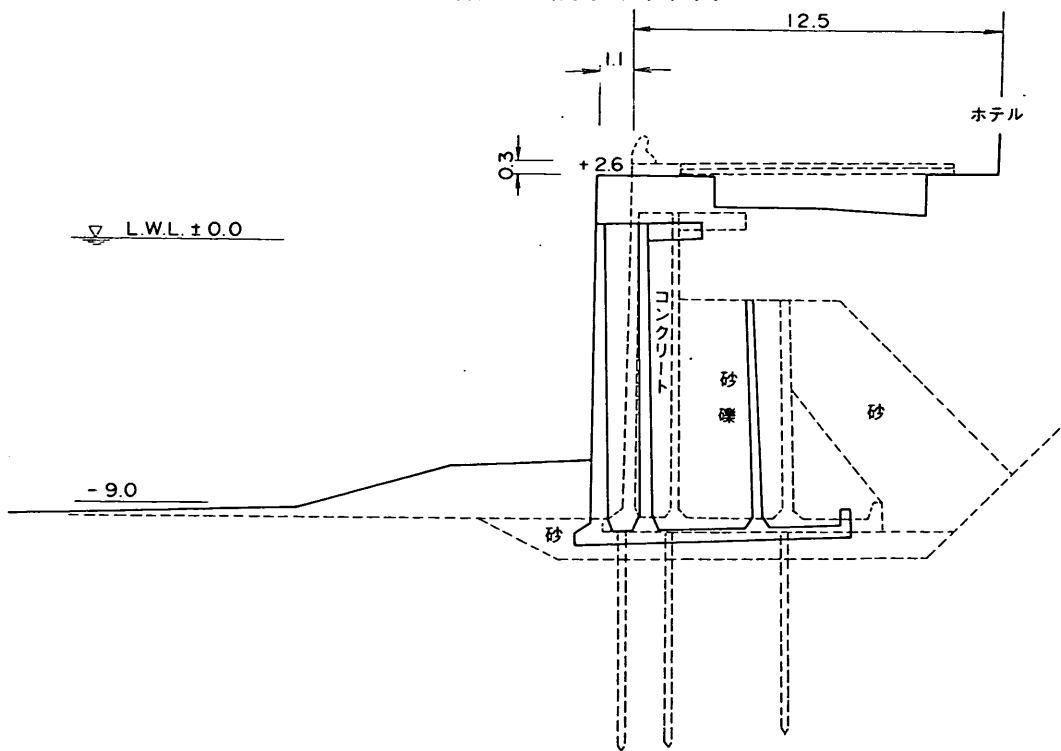


図-2 中突堤岸壁(1) 表1対応図番1

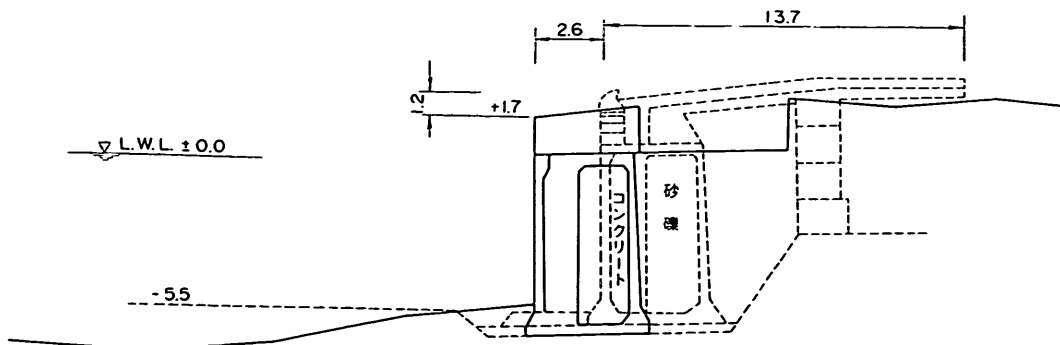


図-3 中突堤岸壁(2) 表1対応図番2

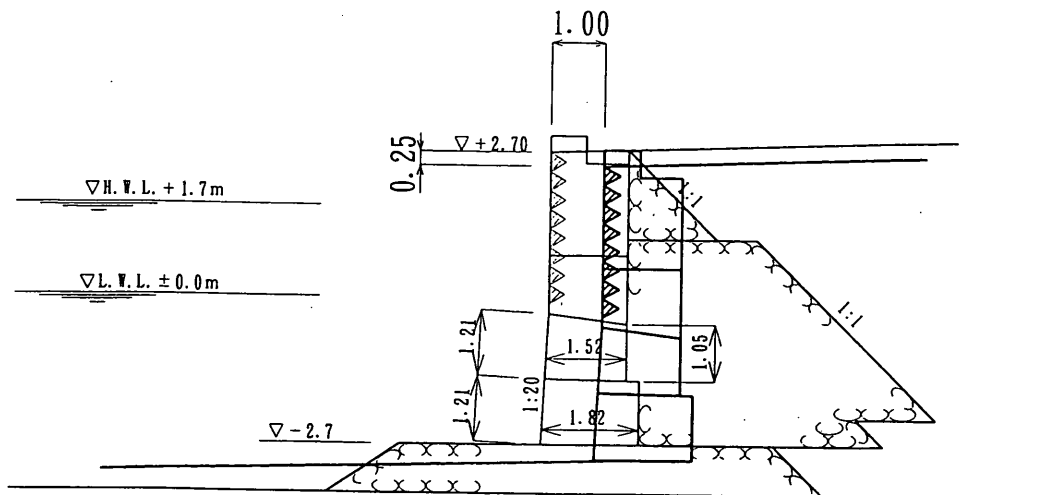


図-4 京橋-メリケン間護岸 表1対応図番3

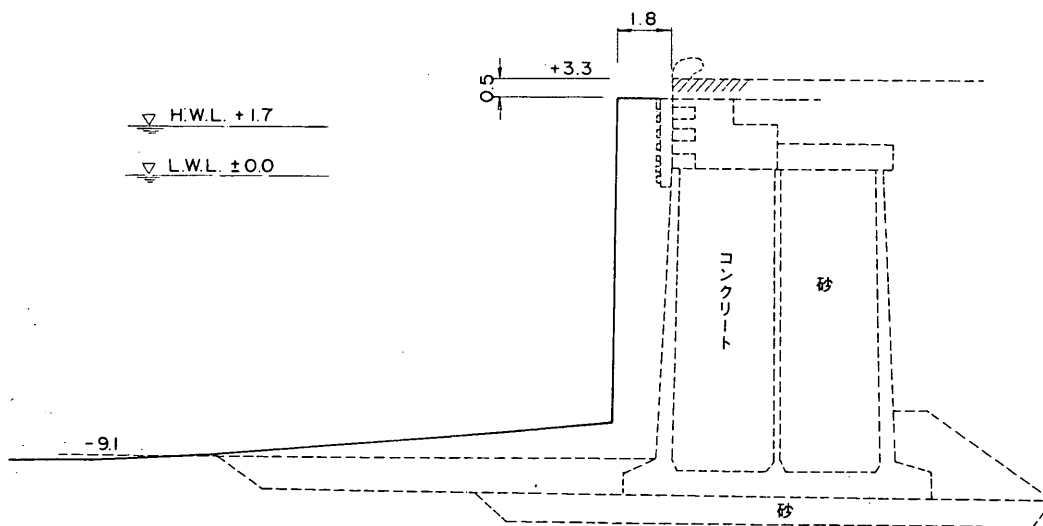


図-5 新港第2突堤西 表1対応図番4

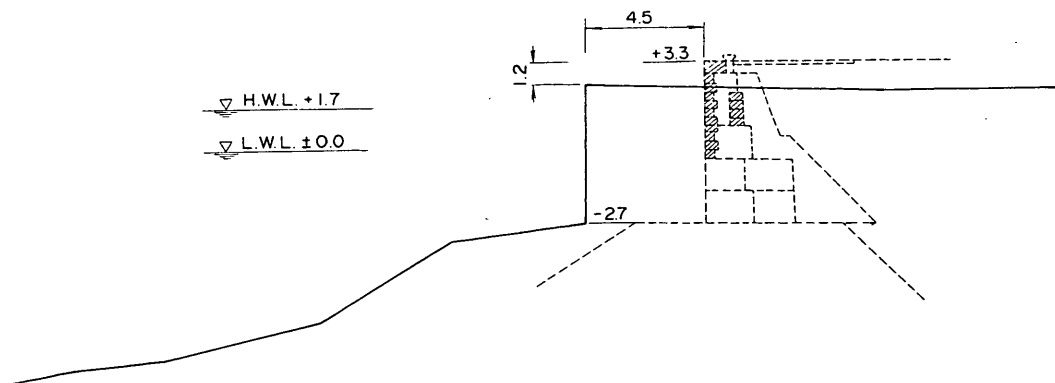


図-6 新港2-3突堤間物揚場 表1対応図番5

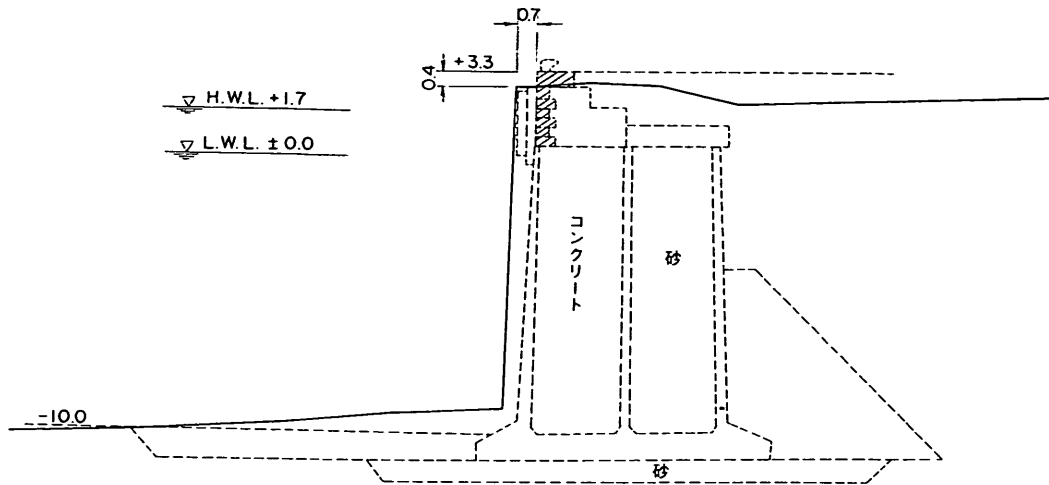


図-7 新港第3突堤東 表1対応図番6

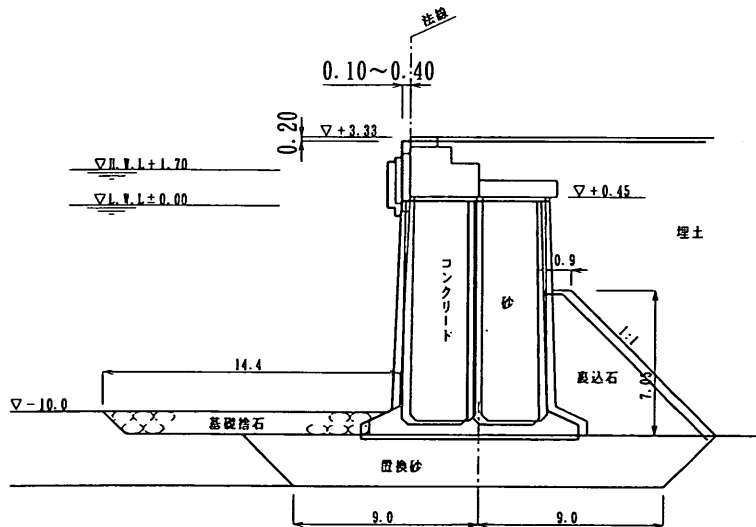


図-8 新港第4突堤西 表1対応図番7

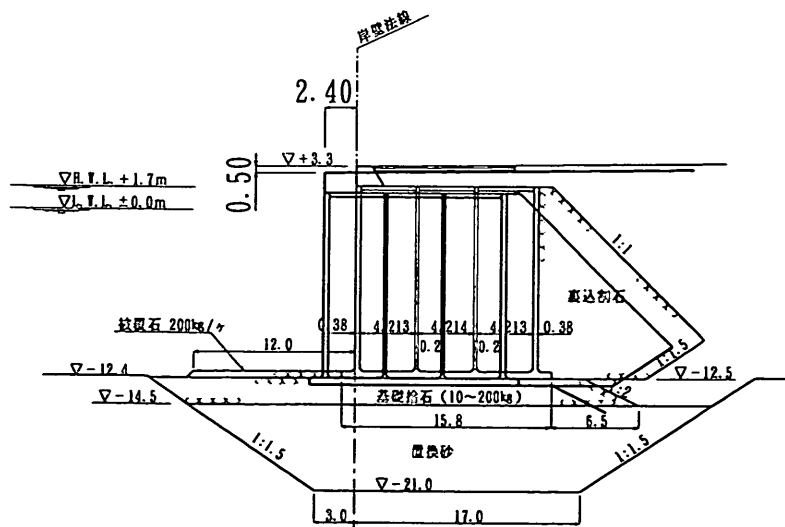


図-9 新港第4突堤岸壁 (-12.0m) 表1対応図番8

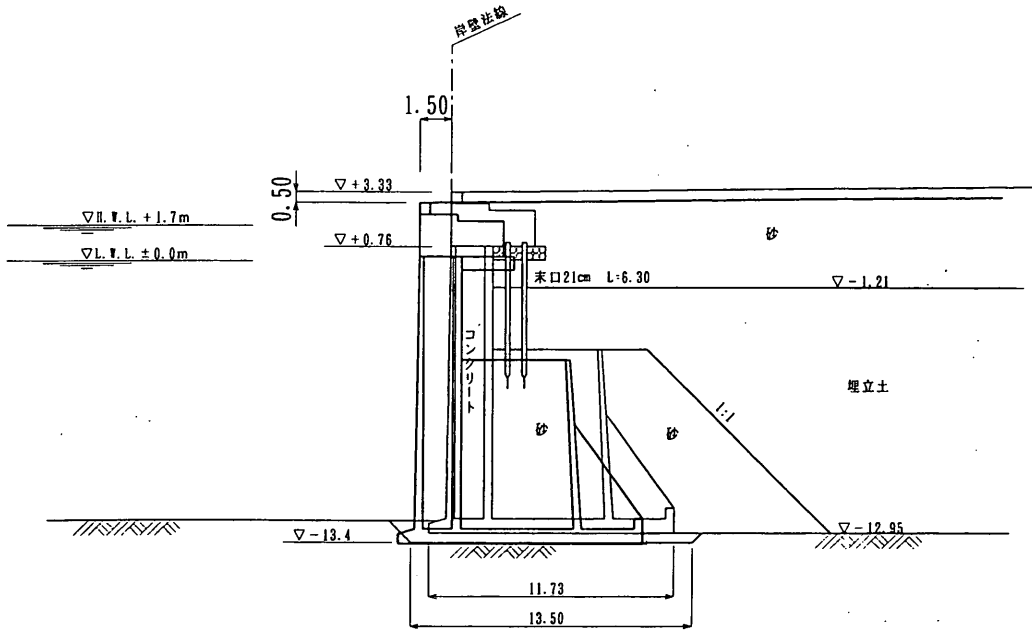


図-10 新港第4突堤東 表1対応図番9

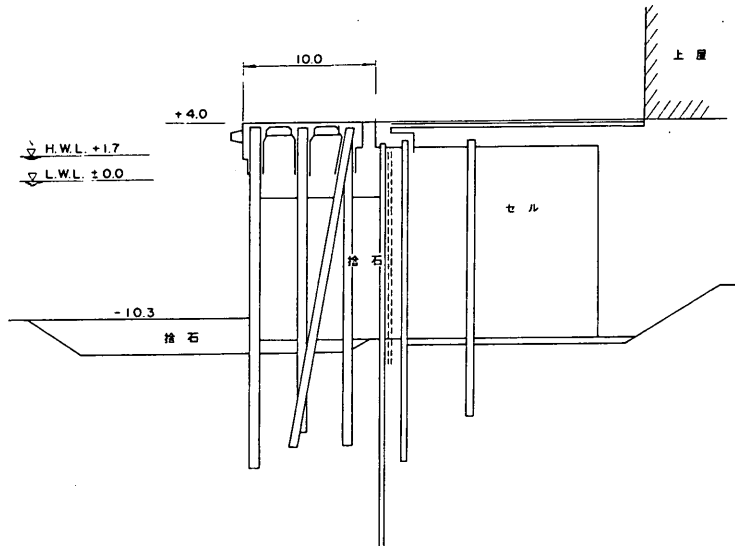


図-11 摩耶埠頭第1突堤第3岸壁 表1対応図番10
耐震岸壁

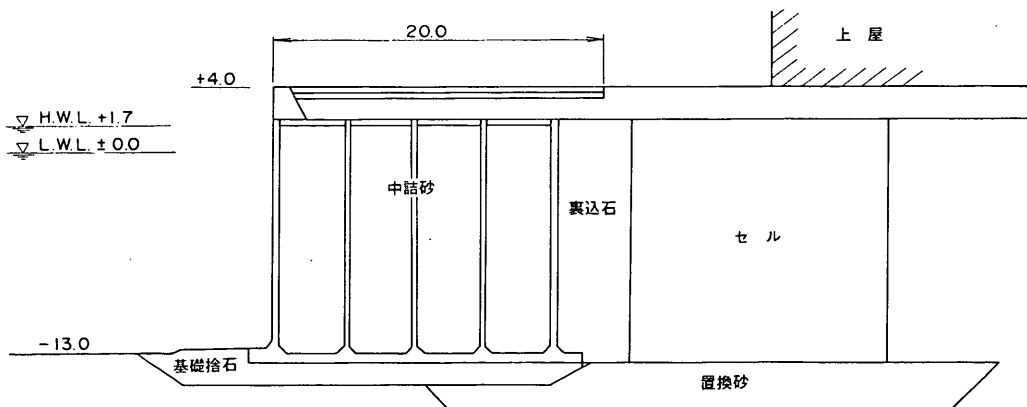


図-12 摩耶埠頭第1突堤第1岸壁 表1対応図番11
耐震岸壁

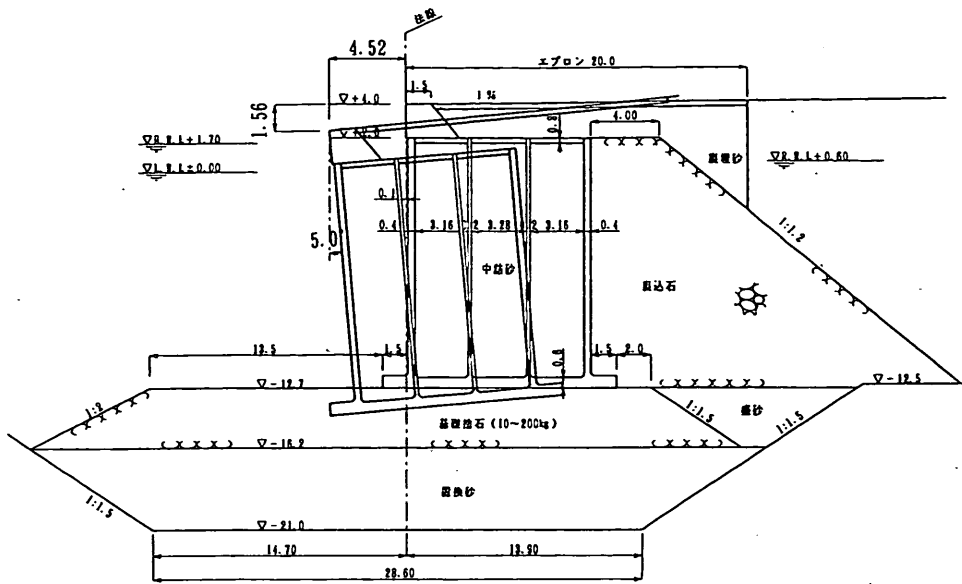


図-13 摩耶埠頭岸壁 (-12.0m) 2 表1対応図番12

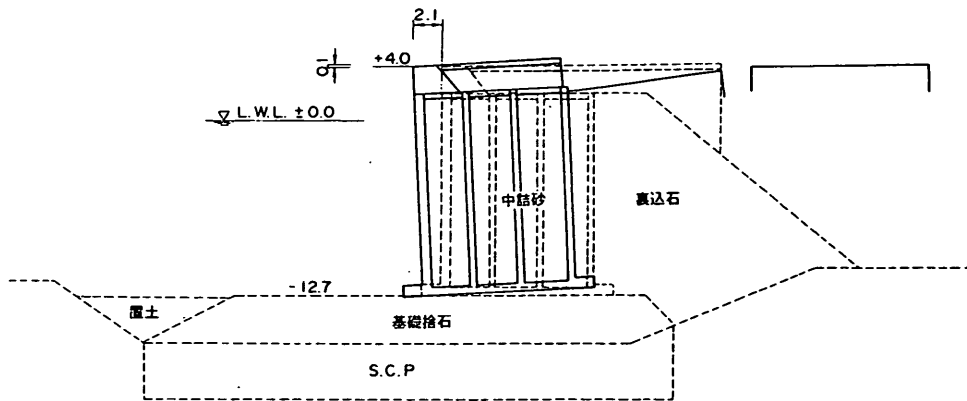


図-14 摩耶埠頭岸壁 (-7.5m) 表1対応図番13

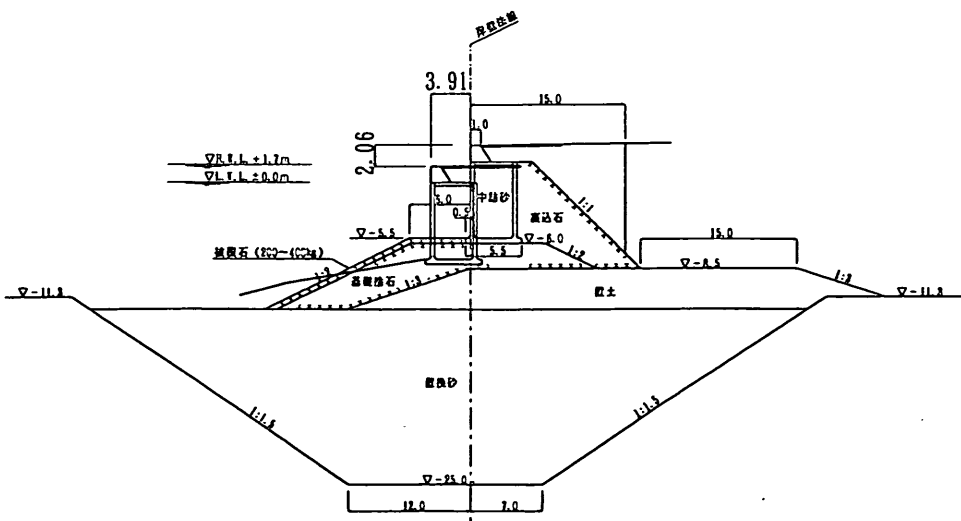


図-15 六甲アイランド物揚場 (-4m) 1 表1対応図番14

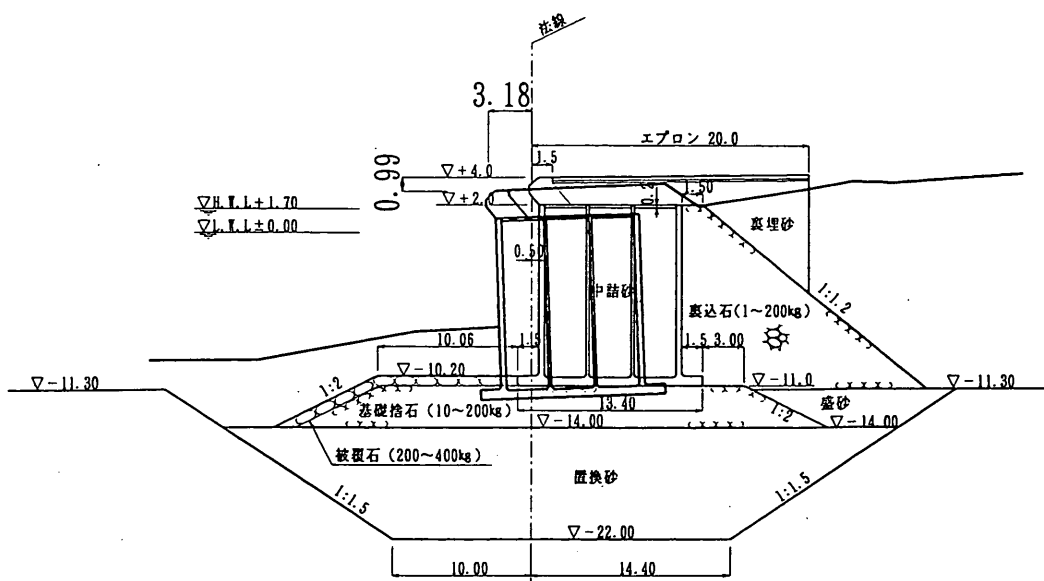


図-16 六甲アイランド岸壁 (-10m) 1 表1対応図番15

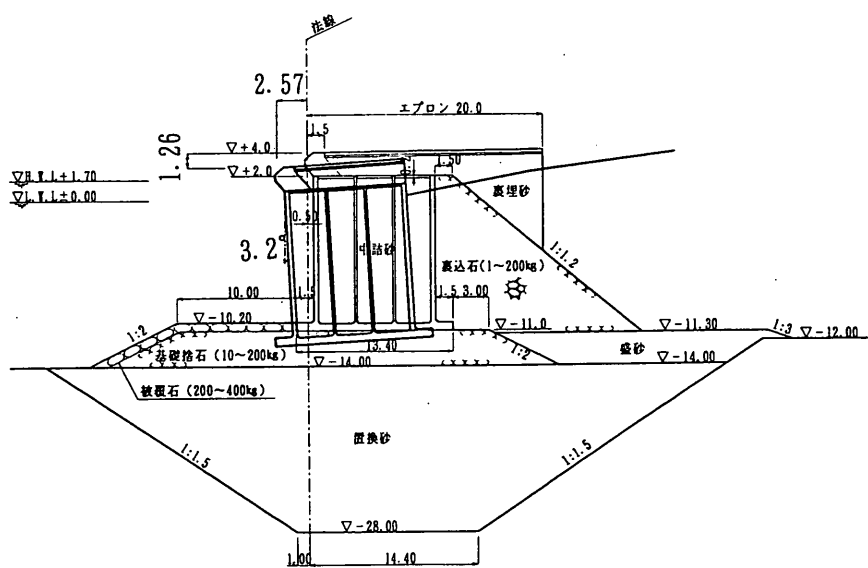


図-17 六甲アイランド岸壁 (-10.0m) 2 表1対応図番16

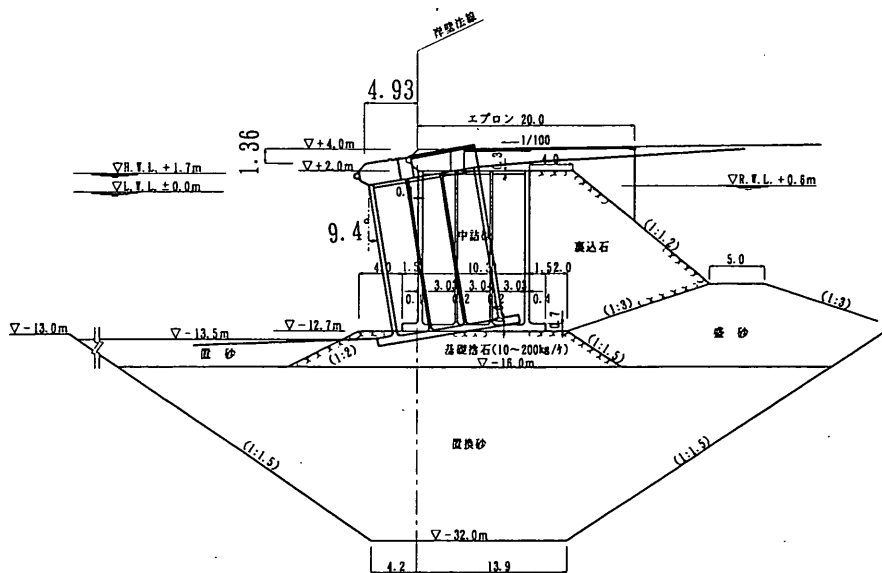


図-18 六甲アイランド岸壁 (-12.0m) 表1対応図番17

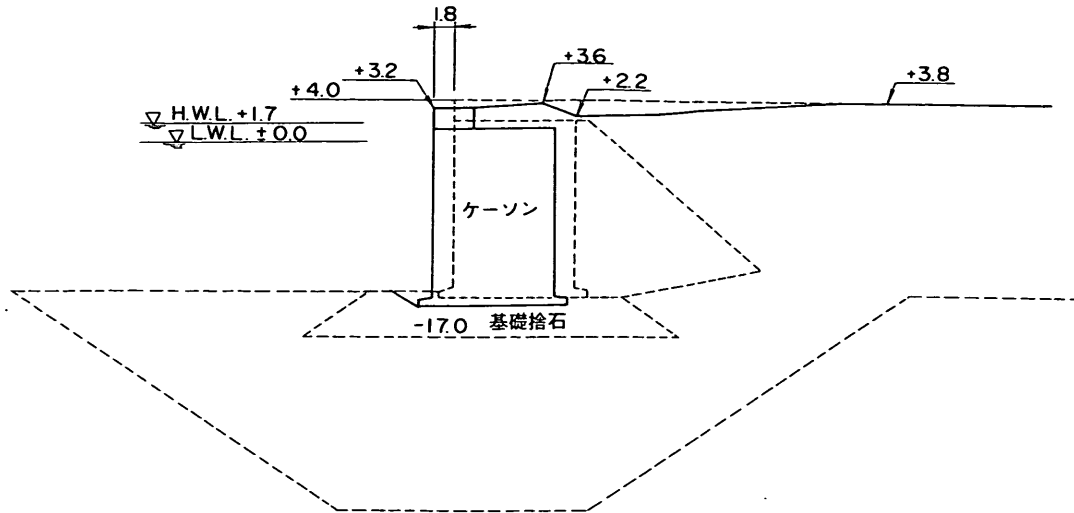


図-19 六甲アイランドコンテナ埠頭1 表1対応図番18

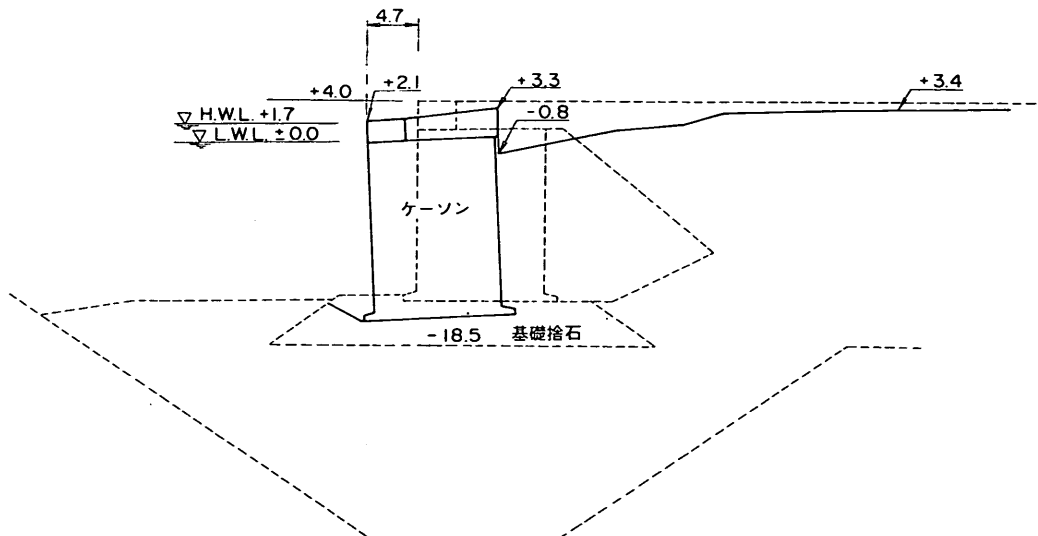


図-20 六甲アイランドコンテナ埠頭5 表1対応図番19

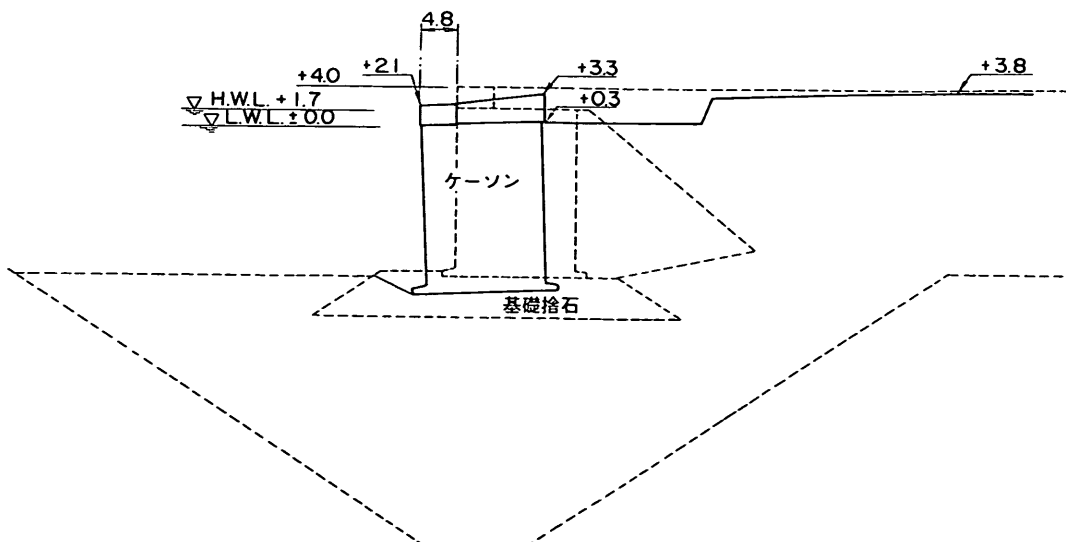


図-21 六甲アイランドコンテナ埠頭6 表1対応図番20

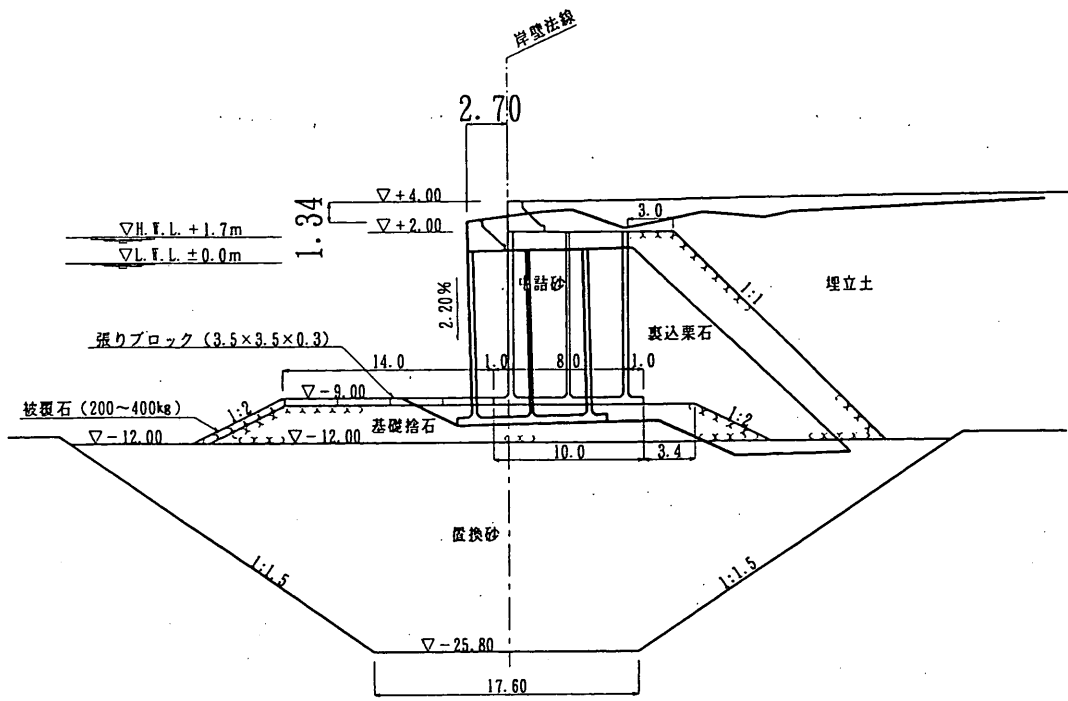


図-22 六甲アイランドフェリー埠頭2 表1対応図番21

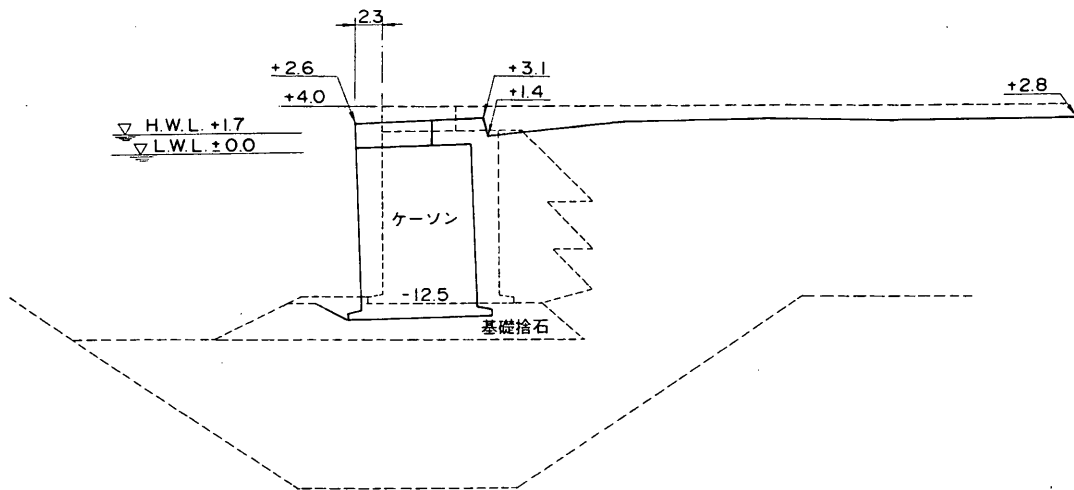


図-23 ポートアイランドコンテナ埠頭5 表1対応図番22

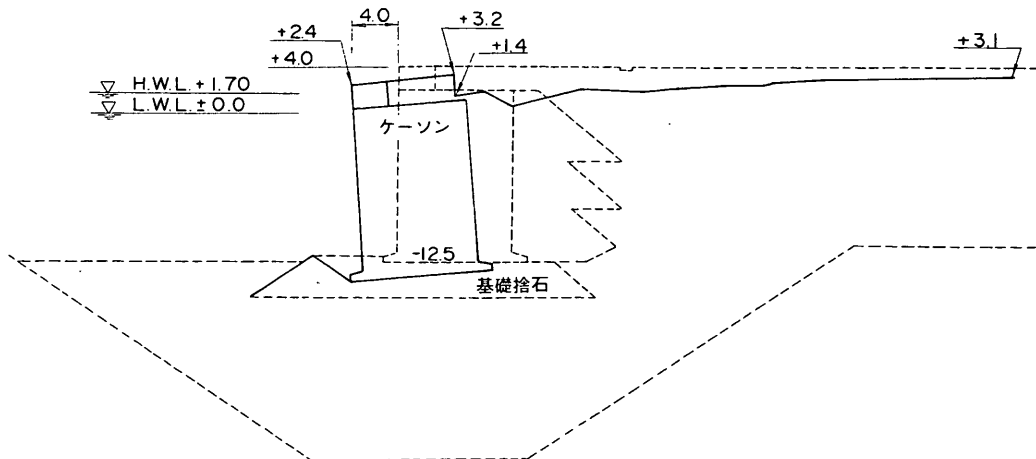


図-24 ポートアイランドコンテナ埠頭11 表1対応図番23

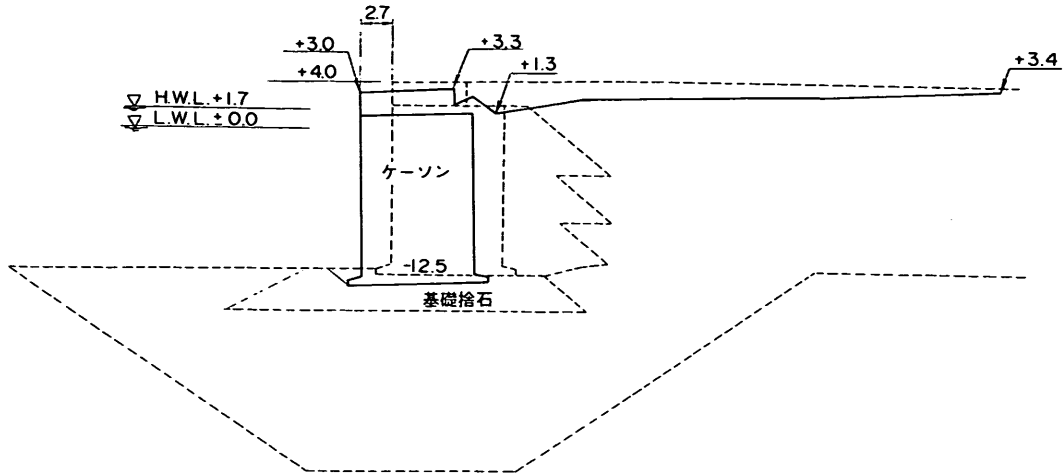


図-25 ポートアイランドコンテナ埠頭12 表1対応図番24

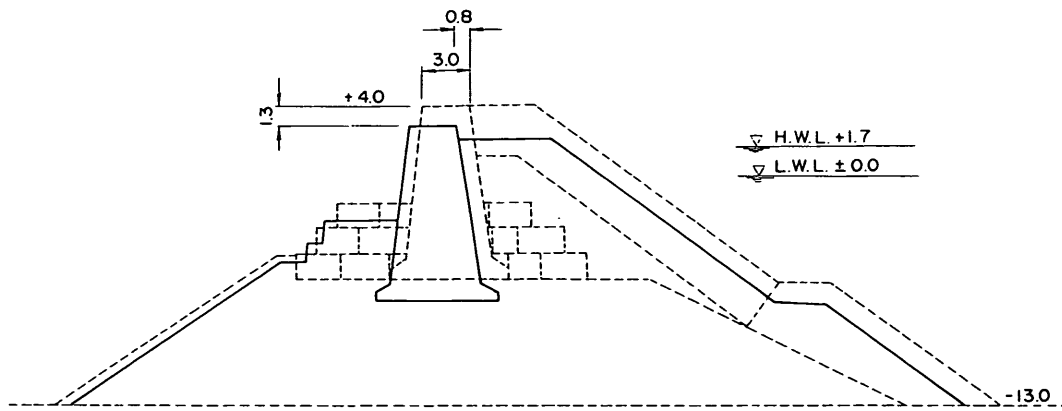


図-26 第1防波堤 表1対応図番25

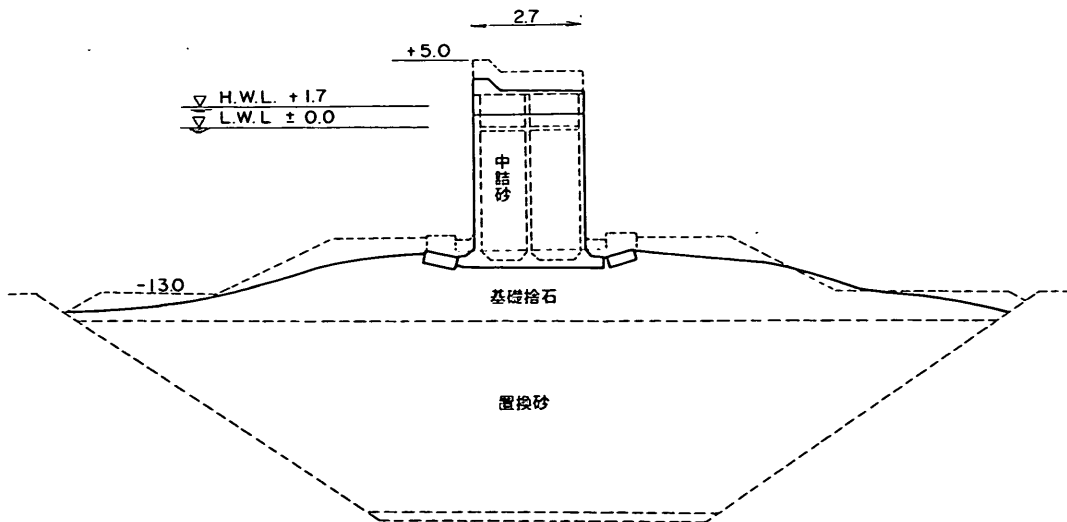


図-27 第6防波堤 表1対応図番26

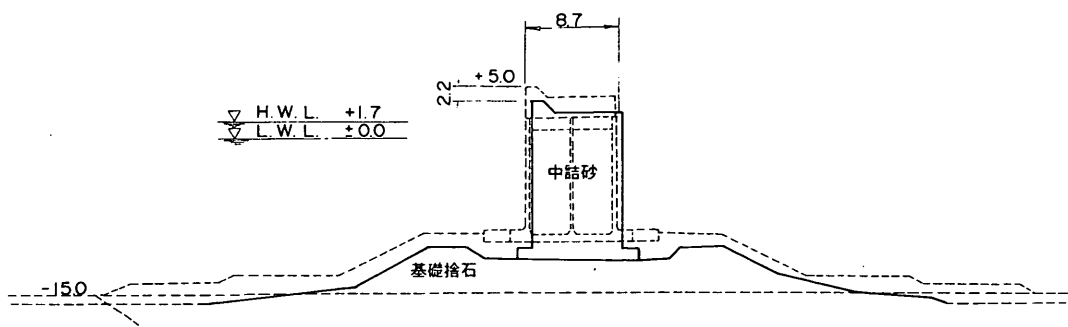


図-28 第7防波堤 表1対応図番27

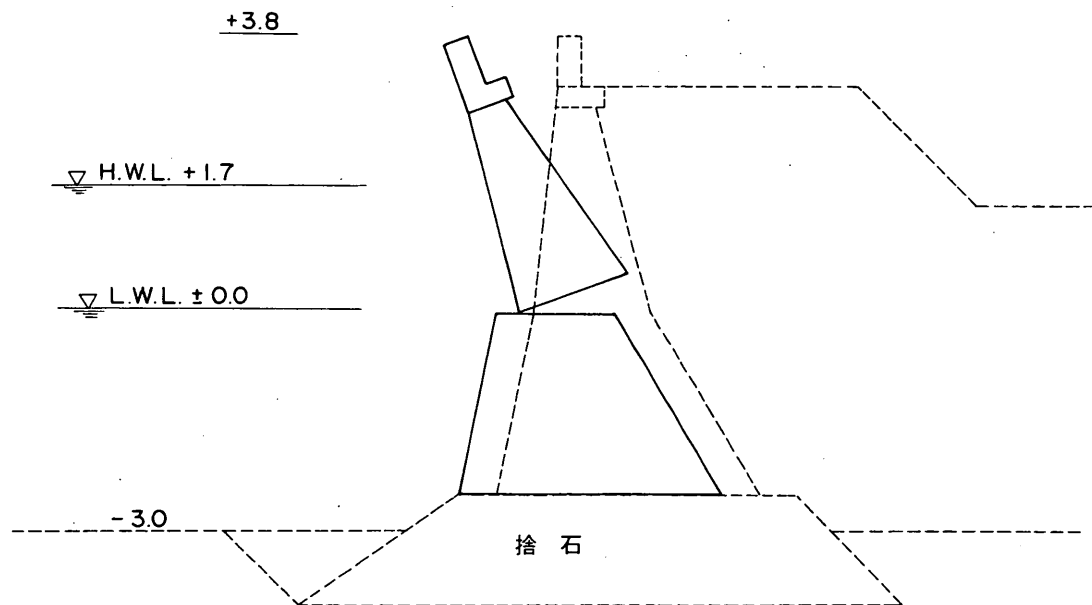


図-29 兵庫運河北護岸 表1対応図番28

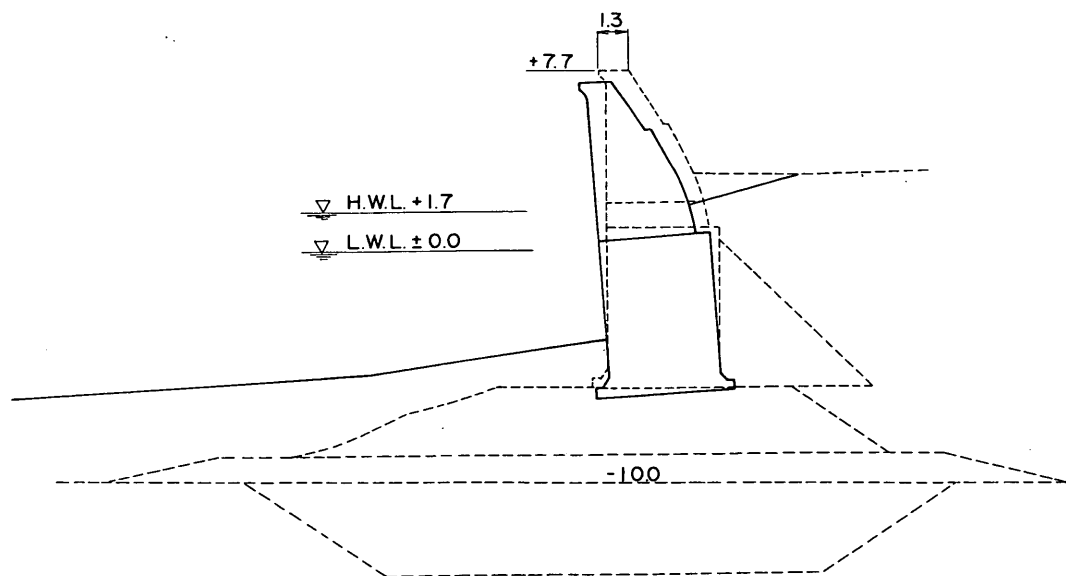


図-30 荻藻島工区防潮堤 表1対応図番29

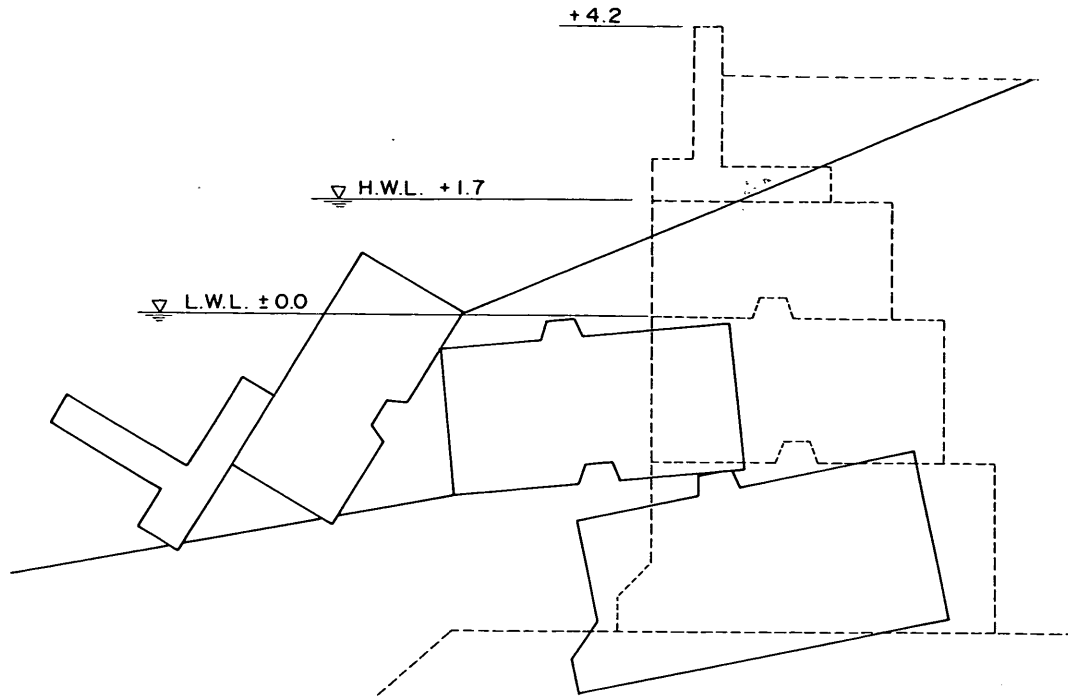


図-31 荻藻島工区運河北護岸 表1対応図番30

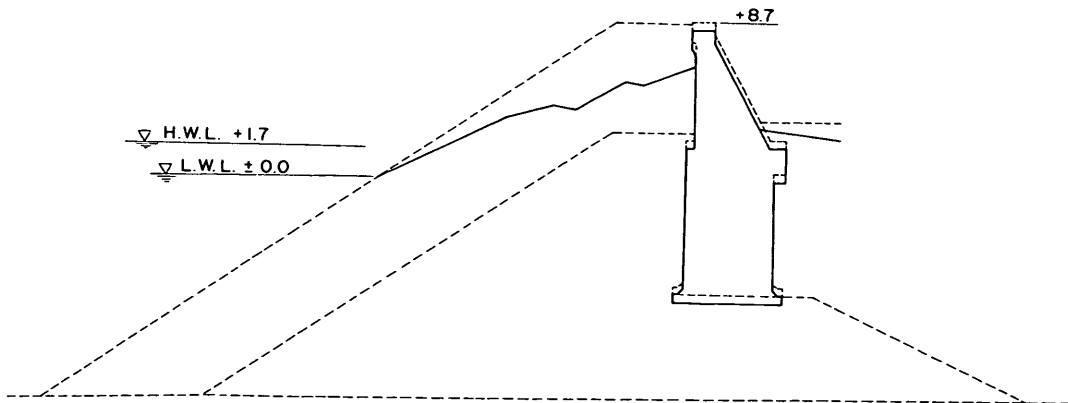


図-32 長田東工区防潮堤 表1対応図番31

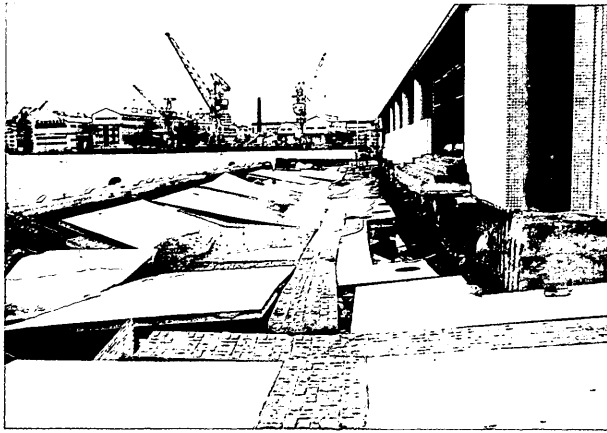


写真-1 中突堤地区岸壁(1)

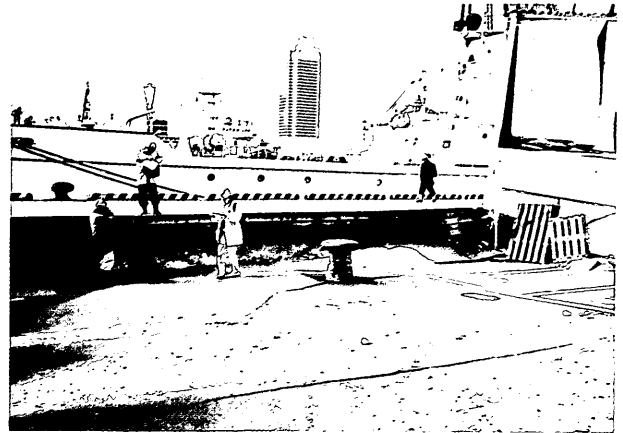


写真-4 新港第2突堤西



写真-2 中突堤地区岸壁(2)

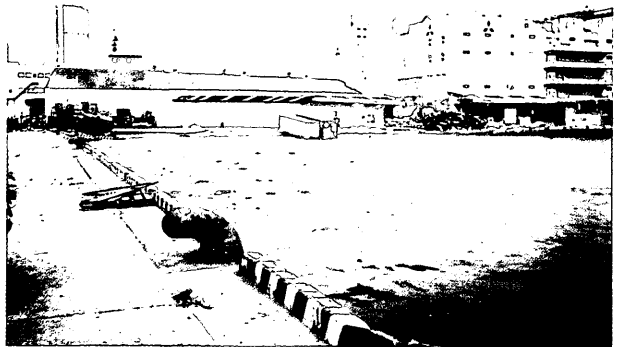


写真-5 新港2~3突堤間物揚場



写真-3 京橋~メリケン間護岸



写真-6 新港第3突堤東



写真-7 新港第4突堤西

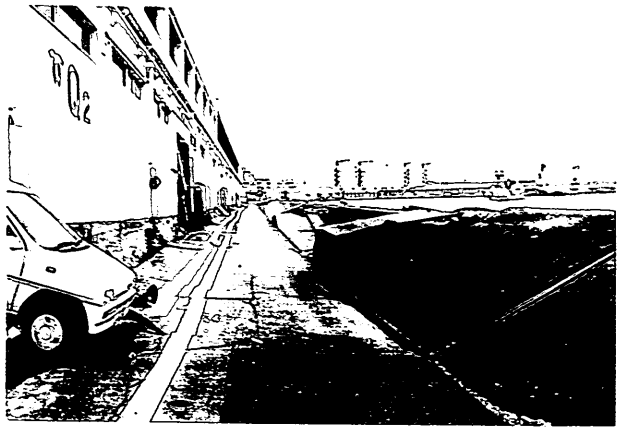


写真-9 新港第4突堤東

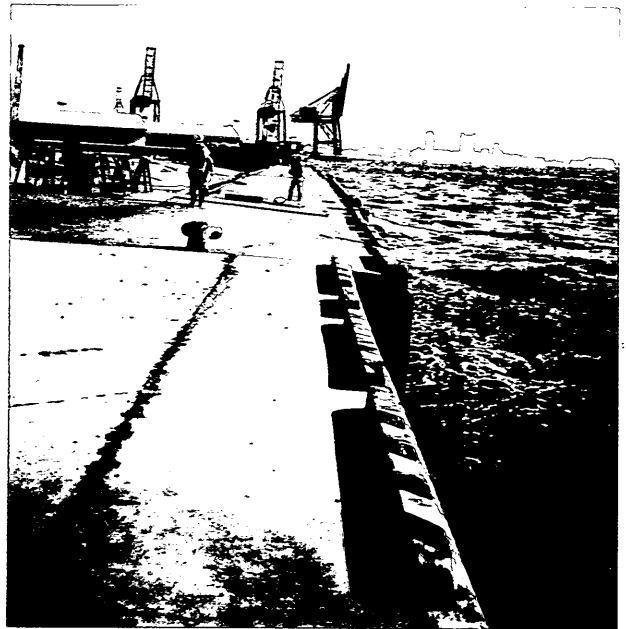


写真-10 摩耶埠頭第1突堤第3岸壁



写真-8 新港第4突堤岸壁(-12.0m)



写真-11 摩耶埠頭第1突堤第1岸壁

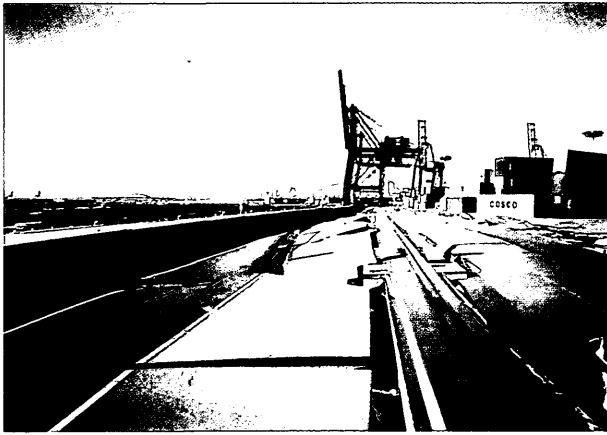


写真-12 摩耶埠頭岸壁 (-12.0m)②

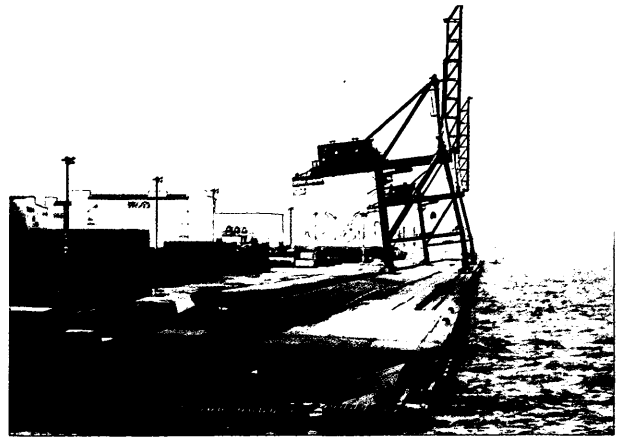


写真-15 六甲アイランド岸壁 (-10.0m)①



写真-13 摩耶埠頭岸壁 (-7.5m)

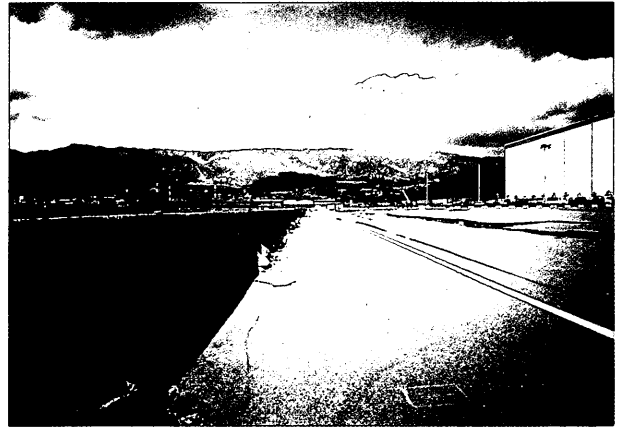


写真-16 六甲アイランド岸壁 (-10.0m)②



写真-14 六甲アイランド物揚場 (-4.0m)①



写真-17 六甲アイランド岸壁 (-12.0m)



写真-18 六甲アイランドコンテナ埠頭1



写真-21 六甲アイランドフェリー埠頭2



写真-19 六甲アイランドコンテナ埠頭5



写真-22 ポートアイランドコンテナ埠頭5



写真-20 六甲アイランドコンテナ埠頭6



写真-23 ポートアイランドコンテナ埠頭11



写真-24 ポートアイランドコンテナ埠頭12



写真-27 第7防波堤

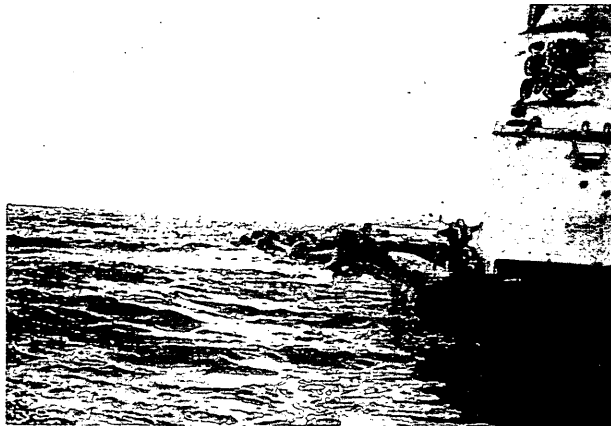


写真-25 第1防波堤

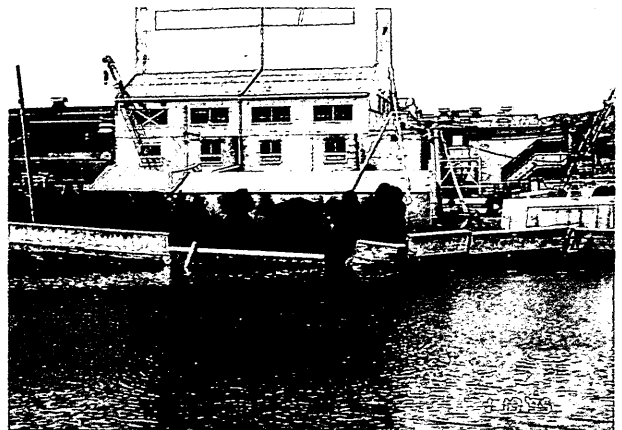


写真-28 兵庫運河北護岸

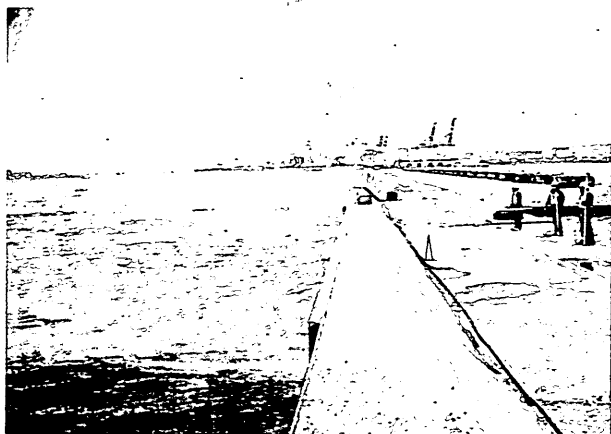


写真-26 第6防波堤

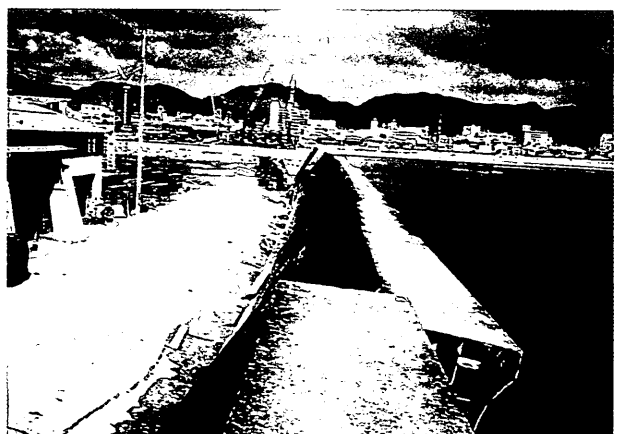


写真-29 荻藻島工区防潮堤

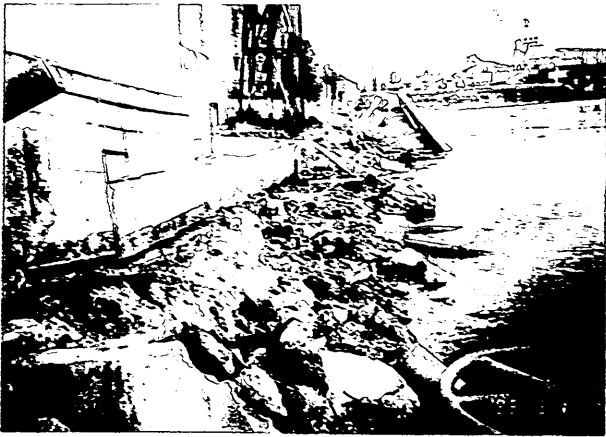


写真-30 荻藻島工区運河北護岸

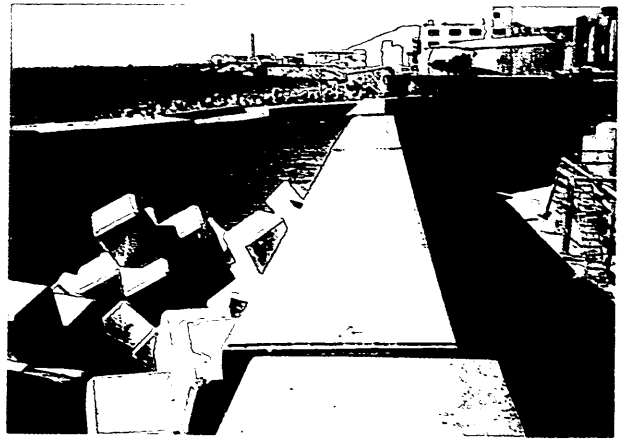


写真-31 長田東工区防潮堤

港湾技研資料 No.813

1995・9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 (有)つばさ印刷技研

Published by the Port and Harbour Research Institute. Nagasaki, Yokosuka, Japan.

Copyright © (1995) by P.H.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I.

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複製は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。