

港灣技研資料

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

No. 766

Dec. 1993

1993年釧路沖地震港灣施設被害報告

茂昌生進樹男 幸昭郎 則
隆達 基康 健喜 一 一 義
田富部合間 永本池 井口 本
真信
上種上井風松藤菊宮関藤

運輸省港灣技術研究所



目 次

要 旨	4
まえがき	5
1. 地 震	5
1.1 地震の概要	5
1.2 強震記録	5
1.3 最大加速度の距離減衰	6
2. 被害の概要	19
2.1 一般被害	19
2.2 港湾、空港、漁港被害	19
3. 釧路港の被害	37
3.1 釧路港の概要	37
3.2 釧路港東港区	38
3.2.1 南埠頭地区、南新埠頭地区、知人町地区	38
3.2.2 入船地区、錦町地区、幸町地区	38
3.2.3 中央埠頭地区	39
3.2.4 北埠頭地区	40
3.2.5 漁港地区	41
3.2.6 副港地区	42
3.3 釧路港西港区	132
3.3.1 船溜・漁港地区	132
3.3.2 第1埠頭地区	132
3.3.3 第2埠頭地区	134
3.3.4 第3埠頭地区	136
3.4 釧路港の液状化	237
3.4.1 釧路港の液状化対策	237
3.4.2 釧路港港湾地域における液状化の発生状況	237
3.4.3 施設被害と液状化との関連	237
4. 釧路港以外の港湾の被害	247
4.1 浦河港	247
4.1.1 浦河港の概要	247
4.1.2 浦河港の強震動	247
4.1.3 浦河港の被害	247
4.2 十勝港	247
4.2.1 十勝港の概要	247
4.2.2 十勝港の強震動	248

4.2.3	十勝港の被害	248
4.3	霧多布港	248
4.3.1	霧多布港の概要	248
4.3.2	霧多布港の強震動	249
4.3.3	霧多布港の被害	249
4.4	根室港（花咲地区）	251
4.4.1	根室港（花咲地区）の概要	251
4.4.2	根室港（花咲地区）の強震動	252
4.4.3	根室港（花咲地区）の被害	252
5.	漁港施設の被害	285
5.1	厚岸漁港	285
5.2	大樹漁港	287
5.3	千代ノ浦漁港	288
6.	釧路空港の被害	391
6.1	釧路空港の概要	391
6.2	釧路空港の強震動	391
6.2.1	強震計の設置・観測状況	391
6.2.2	強震観測地点の土質	391
6.2.3	観測記録	391
6.3	滑走路および誘導路の被害	392
6.4	空港高盛土および周辺施設の被害	392
6.5	地震後の高盛土の変形	393
7.	港湾荷役機械の被害	418
7.1	荷役機械本体の被害	418
7.2	コンベア設備の被害	418
7.3	荷役機械基礎の被害	419
7.4	その他の機械設備	419
8.	港湾施設の機能制限	443
8.1	地震後の各施設の利用状況	443
8.2	緊急復旧工事	443
9.	まとめ	447
9.1	地震動	447
9.2	各種構造形式の被害概要	447
9.3	液状化	448
9.4	復旧工法の概要	448
あ	と	
が	き	
		453

Damage to Port Structures by the 1993 Kusiro-oki Earthquake

Shigeru UEDA ¹⁾
Takamasa INATOMI ²⁾
Tatsuo UWABE ³⁾
Susumu IAI ⁴⁾
Motoki KAZAMA ⁵⁾
Yasuo MATSUNAGA ⁶⁾
Tateyuki HUJIMOTO ⁷⁾
Yoshiaki KIKUCHI ⁸⁾
Shinitiro MIYAI ⁹⁾
Shinitiro SEKIGUCHI ¹⁰⁾
Yosinori HUJIMOTO ¹¹⁾

Synopsis

On January 15, 1993, an earthquake of Magnitude 7.8 occurred with its epicenter off Kusiro. Structures in various ports mainly in Kusiro port were damaged by it, and the total cost equivalent to the damage of public port facilities of the Ministry of Transport was about 12,900,000,000 Yen.

This report presents the result of the field investigations on damage to port and airport structures by the investigation team which was organized by the government organizations in concern.

This report contains data on the ground motion in port area, details of damaged and undamaged structures, and other data related to damage. Facilities investigated herein are various berthing facilities, breakwaters, revetments, dock roads, quay sheds, cargo handling equipments, fishing port facilities and airport facilities. and airport facilities.

This report does not include analysis of earthquake damage but description of damage in detail.

Key Words : Earthquake, Damage, Earthquake Motion, Port Facilities, Fishing Port Facilities and Airport Facilities

¹⁾ Director, Structural Engineering Division
²⁾ Chief, Structural Dynamics Laboratory, Structural Engineering Division
³⁾ Chief, Earthquake Disaster Prevention Laboratory, Structural Engineering Division
⁴⁾ Chief, Geotechnical Earthquake Engineering Laboratory, Structural Engineering Division
⁵⁾ Senior Research Engineer, Structural Engineering Division
⁶⁾ Member, Geotechnical Earthquake Engineering Laboratory, Structural Engineering Division
⁷⁾ Chief, Machinery Systems Laboratory, Machinery Division
⁸⁾ Senior Research Engineer, Geotechnical Engineering Division
⁹⁾ Senior Research Engineer, Planning and Design Standard Division
¹⁰⁾ Senior Engineer, Port and Harbor Division, Hokkaido Development Bureau
¹¹⁾ Deputy Chief, Disaster Prevention Division, Fishing Port Department, Fisheries Agency

1993年釧路沖地震港湾施設被害報告

上 田 茂¹⁾
稱 富 隆 昌²⁾
上 部 達 生³⁾
井 合 進⁴⁾
風 間 基 樹⁵⁾
松 永 康 男⁶⁾
藤 本 健 幸⁷⁾
菊 池 喜 昭⁸⁾
宮 井 真 一 郎⁹⁾
関 口 信 一 郎¹⁰⁾
藤 本 義 則¹¹⁾

要 旨

1993年1月15日に、釧路沖を震源とするマグニチュード7.8の地震が発生した。この地震により北海道東部太平洋岸の各港で被害が発生し、その被災額は約129億円に達した。港湾関係諸機関は協力して調査にあたり、その結果を取りまとめたのが本報告書である。

この報告では、港湾地域強震観測網による地震動の資料、各港の施設（無被災施設を含む）に関する資料、被災施設の被災状況の資料等を収録した。対象となった主な施設は、各種係船岸、防波堤、護岸、臨港道路、荷さばき場、荷役機械、上屋、漁港施設、空港施設である。

この報告は、構造物の被害の詳細を記録したものであり、被害の関する詳しい解析は含んでいない。

キーワード：地震、被害、地震動、港湾施設、漁港施設、空港施設

¹⁾ 構造部長

²⁾ 構造部 構造振動研究室長

³⁾ 構造部 地震防災研究室長

⁴⁾ 構造部 地盤震動研究室長

⁵⁾ 構造部 主任研究官

⁶⁾ 構造部 地盤震動研究室

⁷⁾ 機械技術部 機械作業システム研究室長

⁸⁾ 土質部 主任研究官

⁹⁾ 計画設計基準部 主任研究官

¹⁰⁾ 北海道開発局 港湾部港湾建設課 港湾技術対策官

¹¹⁾ 水産庁漁港部 防災海岸課 課長補佐

まえがき

平成5年1月15日20時6分に釧路沖の深さ107kmを震源とするマグニチュード7.8の地震が発生した。この地震は「平成5年（1993年）釧路沖地震」と命名された。各地の震度は釧路で震度VIの烈震、浦河、帯広、広尾、八戸で震度Vの強震であった。震度VIは1982年の浦河沖地震の際に浦河で観測されて以来11年ぶりであった。この地震により、北海道東部太平洋沿岸の釧路港、霧多布港、十勝港、根室港、浦河港の港湾、厚岸漁港等の漁港、釧路空港で被害が発生した。港湾施設の災害復旧費は約129億円（起債事業関係復旧費約16億円を含む）に達した。この災害復旧費の約9割が釧路港である。

本報告は、港湾施設、空港土木施設、漁港施設の構造的な被害を中心にとりまとめたものである。調査対象には主要な無被災施設も含まれている。

以下には、まず港湾地域強震観測網で得られた記録を示し、今回の地震動の特徴を示す。次に、災害復旧費のほとんどを占める釧路港をとり上げ、その被害状況を詳しく述べる。ここでは、主要な被害原因である液状化について詳述する。さらに、その他の港湾施設の被害、漁港施設の被害、釧路空港の土木施設の被害を述べる。今回の地震では港湾荷役機械の本体にも被害が発生しており、この港湾荷役機械の被害を釧路港を中心に示す。また、港湾施設の機能に与えた地震の影響の観点から、地震後の各施設の利用状況を記述する。最後に、これらを取りまとめるとともに、復旧工法の主要な考え方を示す。

1. 地震

1.1 地震の概要

1993年1月15日20時06分、釧路沖の深さ107kmを震源とするマグニチュード7.8の地震が発生した。気象庁はこの地震を「平成5年（1993年）釧路沖地震」と命名したり。同地震の諸元は表-1.1に示すとおりである。

同地震の本震および余震の震央分布は、図-1.1に示すとおりであり、同図では本震の震央を大△印で示している²⁾。同図に示すとおり、余震域は、本震を含む釧路沖の領域と厚岸沖の領域に分かれているが、本震の破壊領域（断層面）は、釧路沖の余震域を囲む40km×30kmの範囲であるとされている。また、a-a'方向への断面に投影した震源分布は図-1.2のとおりとなり、太平洋から北海道へもぐり込む太平洋プレートの内部に断層面が位置し、断層面はほぼ水平となっていることが理解される。同図に矢印で示すとおり、断層面の上盤が右に、下盤が左にずれ、そのくいちがい量は約8mと推定されている³⁾。

本地震は、震央距離約15kmにある釧路で震度VIを記録したのをはじめとして、北海道および東北の各地に激しい地震動をもたらした。気象庁発表による各地の震度⁴⁾および港湾地域強震観測による各港湾の最大加速度は図-1.3のとおりである。同図では、気象庁震度階による震度をローマ数字で、また、港湾地域強震観測による最大加速度の値をアラビア数字（Gal=cm/s²単位）で示している。なお、最大加速度につづけて示されている括弧書きのアルファベットは、方向成分を表すものであり、NS、EW、UDがそれぞれ南北、東西、上下成分を表す。また、各観測地点名に続けて示されているアルファベットは、強震計の機種を示すものであり、その説明は、図中の凡例に示されている。同図に示すとおり、釧路港では、南北方向に最大加速度469Galが記録されており、昭和39年より開始された港湾地域強震観測史上、地盤においては最も大きな加速度となっている。

1.2 強震記録

(1) 強震計の種類と最大加速度の関係

先に触れたとおり、港湾地域強震観測では、図-1.3の凡例に示す4種類の強震計が用いられている。これらのうち、従来の港湾地域強震観測ではSMAC-B2強震計が主力となっていた。同強震計による地震動記録は、1968年十勝沖地震における八戸港の記録⁵⁾をはじめとして、耐震工学関連の研究や設計実務において中心的な役割を果たしてきた。その一例として、1970年代の野田・上部による最大加速度の距離減衰、最大加速度と設計震度の関係などが挙げられる⁶⁾。現在でも、図-1.3でSというアルファベットつきの地点名で示されている観測点においてはSMAC-B2強震計が用いられているが、それらの大多数は今後数年の内にデジタル記録方式の強震計に更新される予定である。

計測器としての強震計の特性は、強震計の種類により異なる。やや平易な言葉を用いてその相違を説明すれば、ERS-M、F、G強震計は地盤の加速度を忠実に計測するのに対し、SMAC-B2強震計は地盤の加速度波形の高振動数成分（細かいギザギザの部分）に対しては感度がふくなっており、これらをなめらかにした波形を計測する。このため、同じ加速度を観測した場合でも、もし、その地盤加速度に高振動数成分が優勢に含まれていれば、SMAC-B2強震計により記録される最大加速度は、高周波成分が除去された分だけ小さい値となる。概ね7Hz以上の振動数成分が、ここでいう高振動数成分とみてよい。逆に、もともとの地盤加速度に高振動数成分が含まれていなければ（はじめから地盤加速度波形がなめらかであ

れば), SMAC-B2強震計により記録される最大加速度は, ERS強震計によるものと同じ値となる。平成5年(1993年)釧路沖地震の地震動波形には, ここでいう高振動成分が優勢に含まれる地震動が観測されている地点が多く, 例えば釧路港での地震動では, 次項で説明するとおり, ERS-G強震計で得られている最大加速度469Galの波形をSMAC-B2強震計による記録に換算すると, その最大加速度は315Galとなる。なお, 以上に述べた強震計の種類とその特性については, 港湾地域強震観測関連報告書⁹⁾に詳しい説明がなされている。

これらの点を考慮して, 観測された最大加速度を相互に比較しやすい形に変換したものを, 表-1.2に示した。同表において, 補正加速度は, 理想的な計器特性を持つ地震計により得られるに変換した加速度を, また, SMAC-EQUIVALENT加速度は, SMAC-B2と同じ特性を持つ強震計により得られる加速度に変換した加速度を示している。

(2)地震動波形および応答スペクトル

港湾地域強震観測で得られた記録のうちから, 震央距離約15kmの釧路港で得られた記録波形を図-1.4~5に示す。同港では, 1991年から開始された港湾地域強震観測網の更新5カ年計画に従い, 1992年9月から地表および地中(-77m)において地震動の同時観測が開始されていたところである。本観測地点は, 釧路川の河口に位置し, その地盤条件は, 図-1.6に示すとおりである。現在, 本観測記録を用いて, 地盤の増幅特性に関する詳細な研究を実施中であり, その成果は別報にて報告される予定であるが, 図-1.4~5に示す観測結果については, 以下のことがいえる。

釧路港の地盤は, 東から西にかけて基盤が深くなっており, 東港の東端では, 基盤上に直接岸壁が建設されているのに対して, 西港では概ね強震観測地点での基盤の深さ(-77m)と同じ深さとなっている。したがって, 大まかには, 釧路港の内で東港の東端では図-1.5に示す基盤の波形に相当する地震動が, また, 西港においては, 図-1.4に示す地表の波形に相当する地震動が作用したものと見られる。最大加速度の値は, 両者で約2倍程度の差異が見られる。

先に触れたとおり, 釧路港にはERS-G強震計が設置されており, 地盤の加速度を忠実に観測するという観点からは, 従来型のSMAC-B2強震計による計測値よりも信頼性がある記録が得られているものといえる。しかし, 港湾構造物をはじめとする土木構造物は, 一般に重量かつ大型であり, これらの構造物に破壊力として実効的に作用する成分としては, 短時間に変動する高周波成分の

寄与は小さく, むしろSMAC-B2強震計による計測値の方が直接的な関係を持つものと考えられる。また, 設計実務に取り入れられている野田, 上部による最大加速度と設計震度との関係を利用する上では, SMAC-B2強震計による最大加速度が必要となる。これらの観点から, 釧路港で得られた図-1.4~5に示す波形から, SMAC-B2強震計で得られる波形に換算し, これらを図-1.7~8に示す。

また, 釧路港で得られた図-1.4~5に示す波形に対する応答スペクトルを図-1.9に示す。応答スペクトルは, 例えば, 荷役機械などのように, 特定の周期で振動しやすい構造物の応答倍率を求めたい時などに利用することができる。一例として, 荷役機械の固有周期が1秒, 減衰定数が5%とすれば, 図-1.9の最上段の図より, 南北方向には地盤の最大加速度の約2倍の加速度が荷役機械本体に加わるものと推定される。

(3)加速度, 速度および変位の軌跡

図-1.10は, 釧路港における地震動の加速度, 速度, 変位の軌跡を示すものである。同図より, 加速度については, 特定の方向への卓越は見られないが, 速度, 変位については, 明かに南北方向へ卓越するものとなっている。先に触れた断面面のずれの方向と, おおまかには整合するものとなっている。

1.3 最大加速度の距離減衰

今回の地震で観測された各地の最大加速度と震源距離の関係を図-1.11に示す。既往の港湾地域強震観測結果の回帰分析による水平最大加速度の距離減衰の関係¹⁰⁾としては, 以下の関係が得られている。

$$\log a = 0.552M - 1.965 \log(\Delta + 30) + 2.103 \quad (1)$$

$$\log a = 0.559M - 2.057 \log X + 2.187 \quad (2)$$

$$\log a = 0.490M - \log X - 0.00173X + 0.634 \quad (3)$$

ここに, a : 水平最大加速度(Gal), M : 気象庁マグニチュード, Δ : 震央距離(km), X : 震源距離(km)である。

これらの回帰式は, 種々の強震計による最大加速度を基にして得られたものである。これらの距離減衰式のうち, 式(2)および(3)による関係は, 今回の地震における震源距離100km以上の条件では, ほぼ一致する関係となる。そこで, 式(1)および(2)を比較の対象として, 今回の地震のマグニチュード7.8の条件に当てはめて, 今回の地震において観測された最大加速度との比較を, 図-1.11に試み

た。今回の地震の最大加速度としては、地震計の計器特性の補正を行ったものおよびSMAC-EQUIVALENTに変換したものを、比較の対象とした。同図に示すように、既往の地震の最大加速度を代表すると考えられる距離減衰式と比べて、今回の地震の最大加速度は、2～3倍程度大きい値を示しているが、距離減衰の勾配は、従来の地震のものと同様である。

参考文献

- 1) 気象庁地震火山部：1993年1月地震火山概況，No.346，1993年2月，19p.
- 2) 笠原 稔，本谷義信，小平秀一：1993年1月15日釧路沖地震（M7.8）とその周辺の前後の地震活動，1993年1月15日釧路沖地震被害調査報告，土木学会耐震工学委員会，1993年3月，pp.1-4
- 3) 土田 肇，倉田栄一，須藤克子：1968年十勝沖地震とその余震の港湾地域における強震記録，港湾技研資料，No.80，1969年6月，p.476
- 4) 野田節男，上部達生，千葉忠樹：重力式岸壁の震度と地盤加速度，港湾技術研究所報告，第14巻，第4号，1975年12月，pp.67-112.
- 5) 倉田栄一，井合 進：港湾地域強震観測年報（1991），港湾技研資料，No.727，1992年6月，p.230
- 6) 井合 進，倉田栄一，向井 健：地震最大加速度の距離減衰，港湾技研資料，No.724，p.232

表-1.1 地震諸元

発震年月日	1983年1月15日
時刻	20時6分
震源地	釧路沖
震源地名	北緯 42度51分
緯度	東経 144度23分
経度	107km
深さ	7.8
マグニチュード	

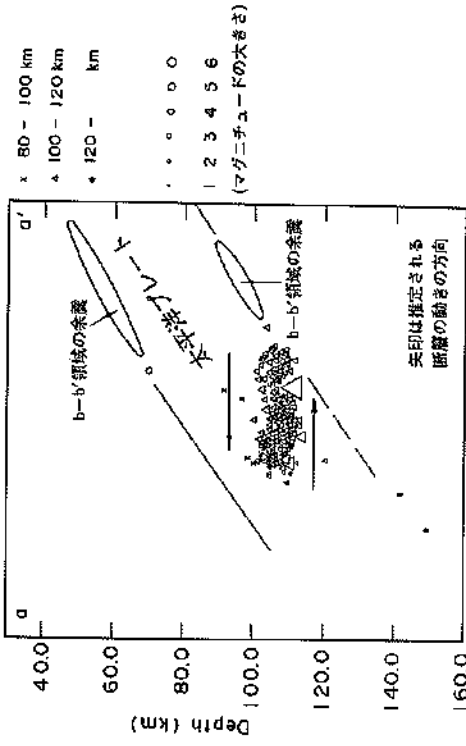


図-1.2 釧路沖(a-a'領域)の震源断面と断層のずれの方向 (文献2)に加筆

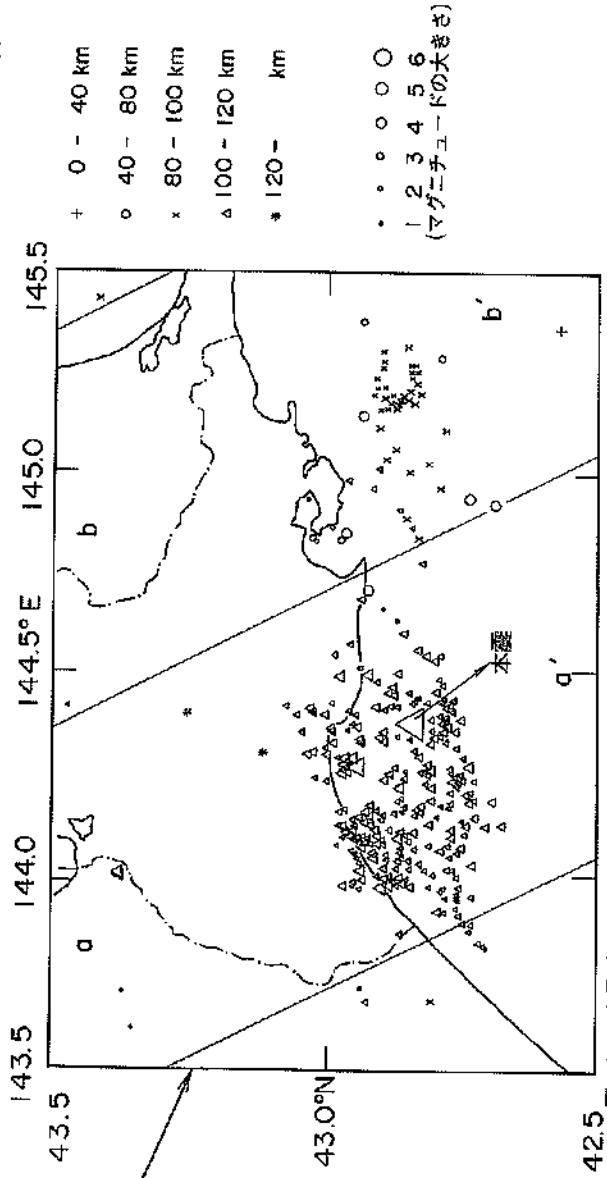


図-1.1 本震 (1983年1月15日) から (2月10日12時) までの震央分布

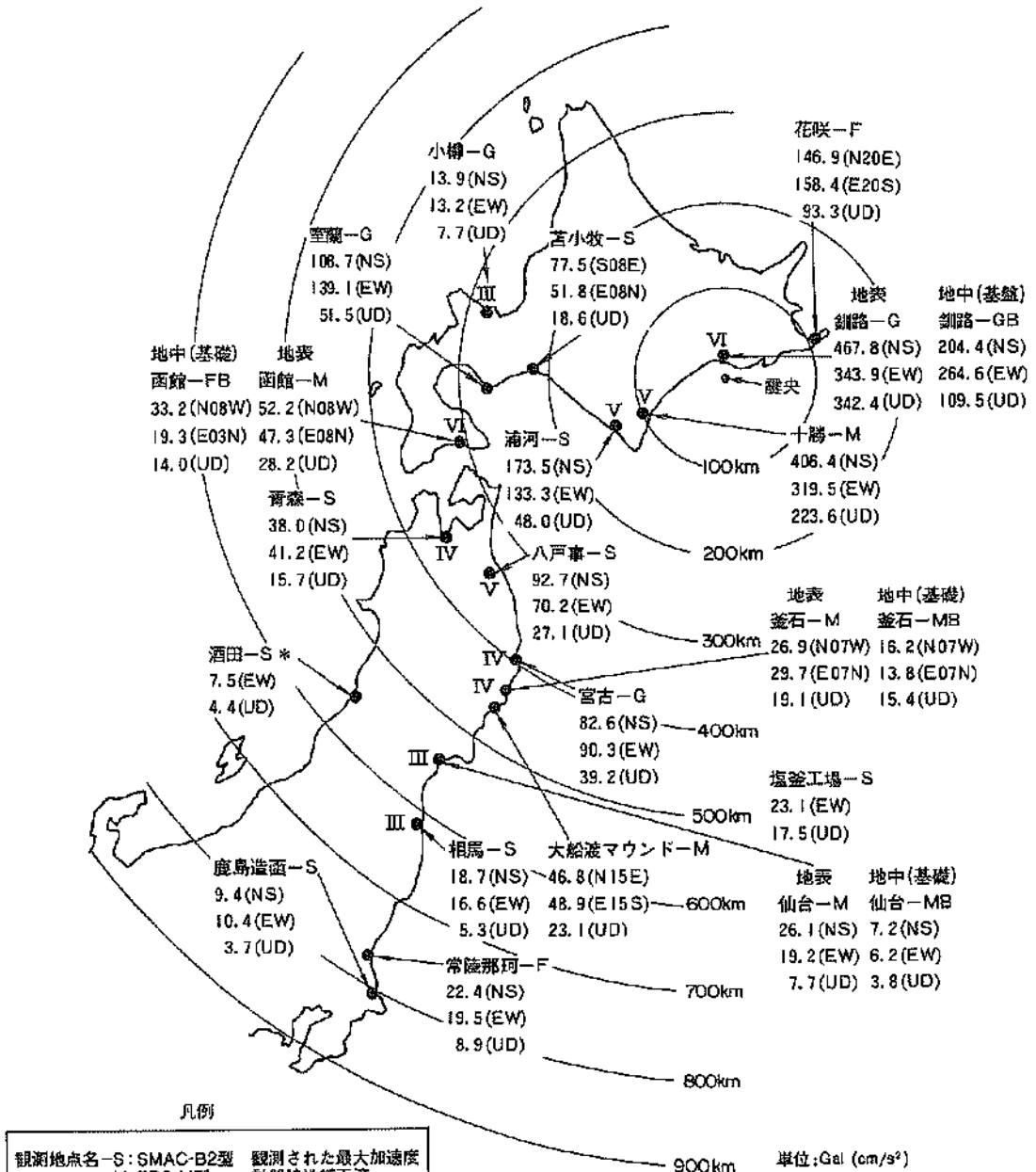


図-1.3 各地の震度と最大加速度

表-1.2 港湾地域強震観測網による最大加速度一覧表 (その1)

観測地点	機種	震央距離(km)	DATA名	EW成分 (Gal)	NS成分 (Gal)	UD成分 (Gal)
銅路 - G B	ERS-G	16.3	観測記録	262.1	204.2	122.1
			SMAC EQ	184.7	155.4	50.0
			補正記録	264.6	204.4	109.5
銅路 - G	ERS-G	16.3	観測記録	344.2	469.3	381.5
			SMAC EQ	246.1	314.7	91.1
			補正記録	343.9	467.8	342.4
十勝 - M	ERS-C	107.0	観測記録	317.6	410.6	222.0
			SMAC EQ	260.0	209.0	95.7
			補正記録	319.5	405.4	223.6
花咲 - F	ERS-F	109.3	観測記録	163.3 E20S	148.9 N20E	92.6
			SMAC EQ	75.1	110.9	42.9
			補正記録	158.4	146.9	93.3
浦河 - S	SMAC-B2	152.8	観測記録	133.3	173.5	48.0
			SMAC EQ	133.3	173.5	48.0
			補正記録	170.2	317.1	87.9
苫小牧 - S	SMAC-B2	227.7	観測記録	51.8 E08N	77.5 S08E	18.6
			SMAC EQ	51.8	77.5	18.6
			補正記録	90.4	93.0	27.2
小樽 - G	ERS-G	275.1	観測記録	13.3	13.8	7.7
			SMAC EQ	11.3	11.9	6.7
			補正記録	13.2	13.9	7.7
室蘭 - G	ERS-G	286.9	観測記録	139.5	109.5	51.0
			SMAC EQ	118.5	89.6	34.7
			補正記録	139.1	108.7	51.5
函館 - M	ERS-C	323.7	観測記録	48.4 E08N	56.0 N08W	27.8
			SMAC EQ	40.7	47.5	24.8
			補正記録	47.3	52.2	28.2
函館 - F B	ERS-F	323.7	観測記録	19.1 E03N	33.3 N03W	14.1
			SMAC EQ	17.6	30.0	12.9
			補正記録	19.3	33.2	14.0
八戸事 - S	SMAC-B2	350.7	観測記録	70.2	92.7	27.1
			SMAC EQ	70.2	92.7	27.1
			補正記録	99.5	150.2	41.2
青森 - S	SMAC-B2	375.9	観測記録	41.2	38.0	15.7
			SMAC EQ	41.2	38.0	15.7
			補正記録	51.6	43.6	19.7
宮古 - G	ERS-G	409.2	観測記録	88.5	82.6	38.4
			SMAC EQ	51.9	47.2	20.9
			補正記録	90.3	82.6	39.2
釜石 - M	ERS-C	451.8	観測記録	30.8 E07E	26.9 N07W	19.0
			SMAC EQ	14.0	17.7	10.3
			補正記録	29.7	26.9	19.1

(注) 観測記録：基線の補正のみ行ったもの、
補正記録：強震計の計器特性による補正を施したもの

表-1.2 港湾地域強震観測網による最大加速度一覧表 (その2)

観測地点	機種	震央距離(km)	DATA名	EW成分 (Gal)	NS成分 (Gal)	UD成分 (Gal)
釜石-MB	ERS-D	451.8	観測記録	13.6 E07N	16.6 N07W	15.7
			SMAC EQ	10.3	11.5	10.0
			補正記録	13.8	16.2	15.4
大船渡マツト-M	ERS-C	480.6	観測記録	48.9 E15S	47.8 N15E	22.6
			SMAC EQ	40.2	29.4	16.7
			補正記録	48.9	46.8	23.1
塩釜工場-S	SMAC-B2	577.3	観測記録	23.1	-----	17.5
			SMAC EQ	23.1	-----	17.5
			補正記録	-----	-----	-----
酒田-S	SMAC-B2	579.9	観測記録	7.5	-----	4.4
			SMAC EQ	7.5	-----	4.4
			補正記録	-----	-----	-----
仙台-M	ERS-C	581.7	観測記録	19.5	24.4	7.5
			SMAC EQ	10.5	10.8	3.3
			補正記録	19.2	26.1	7.7
仙台-MB	ERS-D	581.7	観測記録	6.1	7.1	3.8
			SMAC EQ	4.5	5.6	2.8
			補正記録	6.2	7.2	3.8
相馬-S	SMAC-B2	628.7	観測記録	16.6	18.7	5.3
			SMAC EQ	16.6	18.7	5.3
			補正記録	29.6	32.7	7.5
常陸那珂-F	ERS-F	786.8	観測記録	19.9	21.9	8.7
			SMACEQ	11.5	10.6	5.0
			補正記録	19.5	22.4	8.9
鹿島造函-S	SMAC-B2	831.1	観測記録	10.4	9.4	3.7
			SMAC EQ	10.4	9.4	3.7
			補正記録	11.7	10.9	6.0
釧路空港-F R 1	ERS-F	26.0	観測記録	843.8 E44S	575.8 N44E	526.3
			SMAC EQ	454.8	354.2	177.3
			補正記録	821.5	527.0	550.6
釧路空港-F R 2	ERS-F	26.0	観測記録	409.9 E44S	518.5 N44E	592.5
			SMAC EQ	292.9	316.9	163.7
			補正記録	412.1	522.2	564.2
釧路空港-F R 3	ERS-F	26.0	観測記録	578.9 E44S	585.4 N44E	810.6
			SMAC EQ	371.4	368.7	259.0
			補正記録	593.1	589.8	804.3
釧路空港-F B	ERS-F	26.0	観測記録	236.5 E44S	287.3 N44E	113.3
			SMAC EQ	174.1	189.7	47.5
			補正記録	238.5	284.2	115.6
釧路空港-F	ERS-F	26.0	観測記録	925.8 E44S	1026.0 N44E	579.4
			SMAC EQ	735.7	827.5	365.7
			補正記録	903.2	1063.0	587.6

(注) 観測記録：基線の補正のみ行ったもの、 SMAC EQ：SMAC-B2型強震計の計器特性に換算したもの
補正記録：強震計の計器特性による補正を施したもの

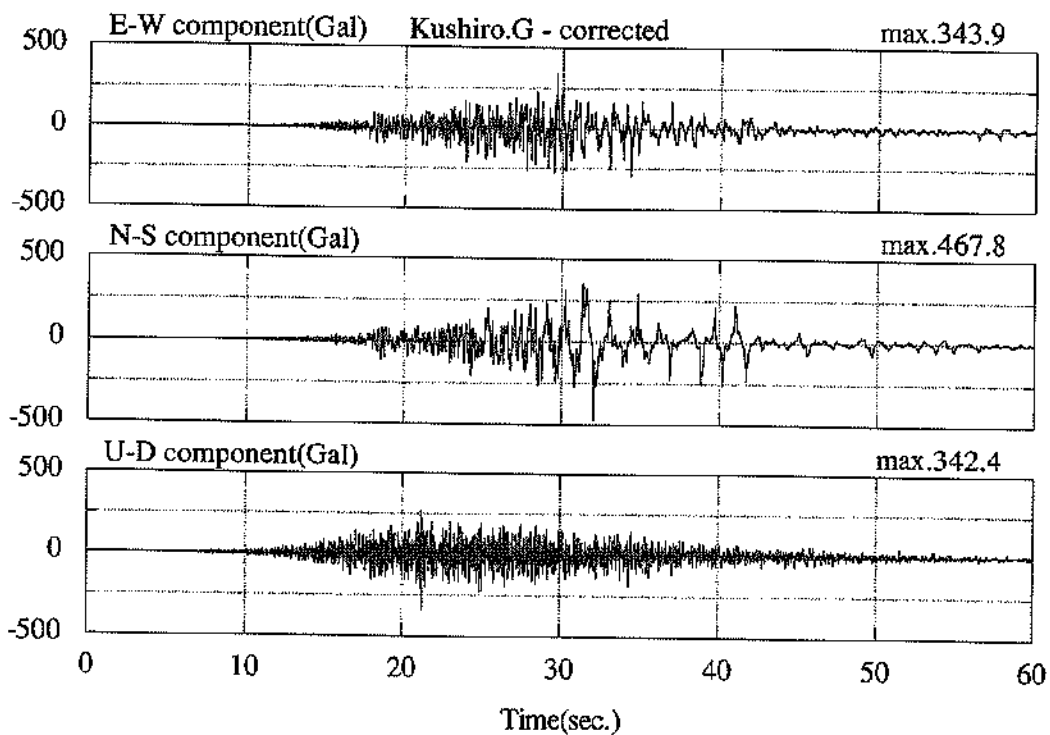


図-1.4 釧路港における加速度波形 (地表)

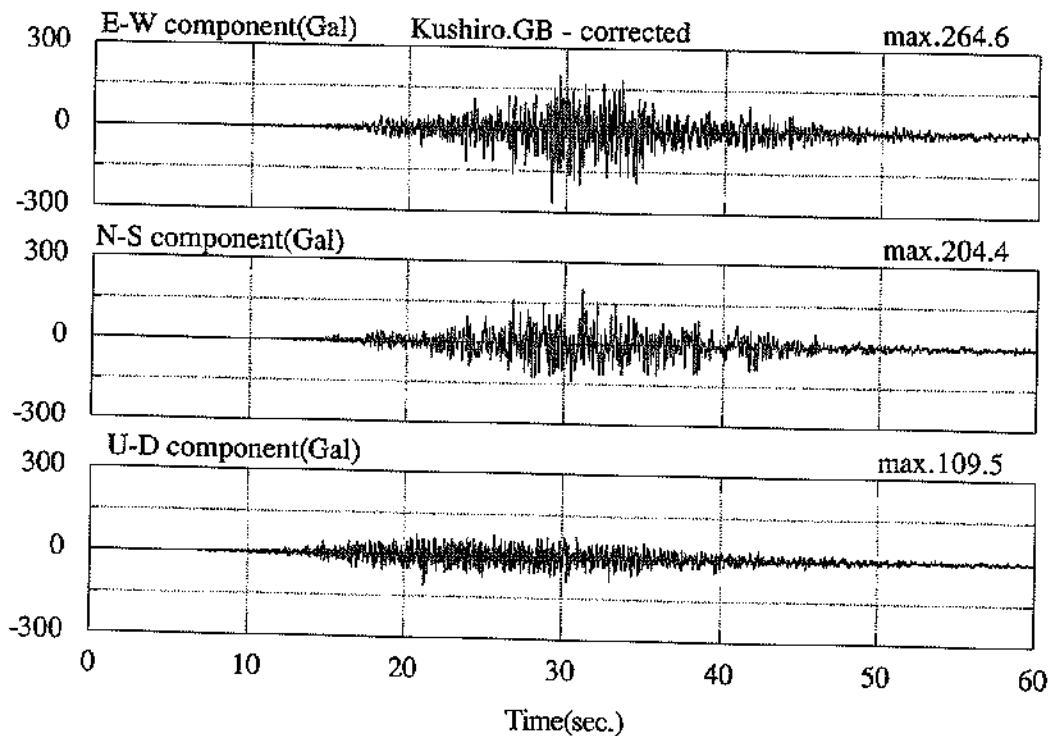


図-1.5 釧路港における加速度波形 (地中基盤: GL-77m)

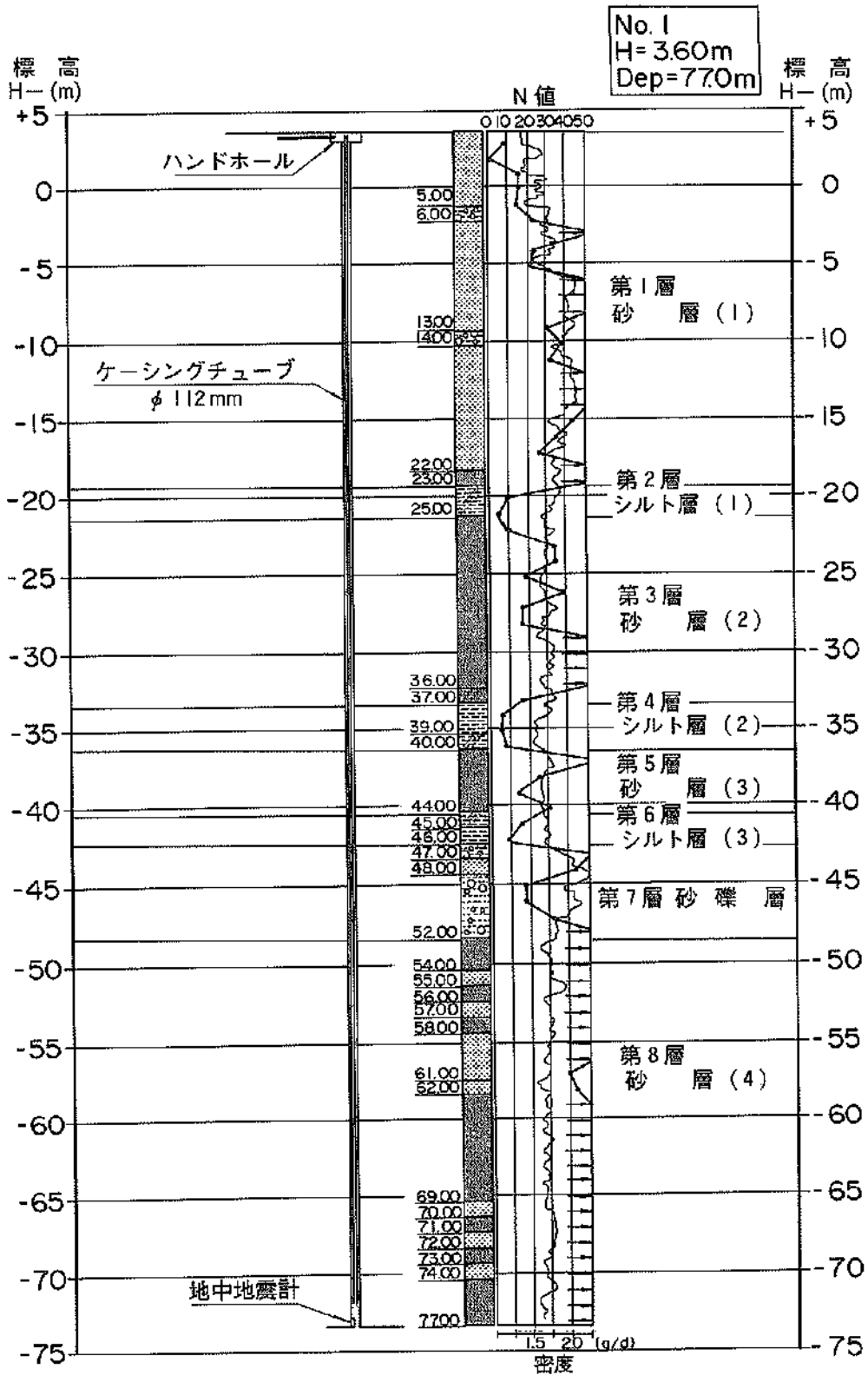


図-1.6 釧路港の強震観測地点の地盤条件

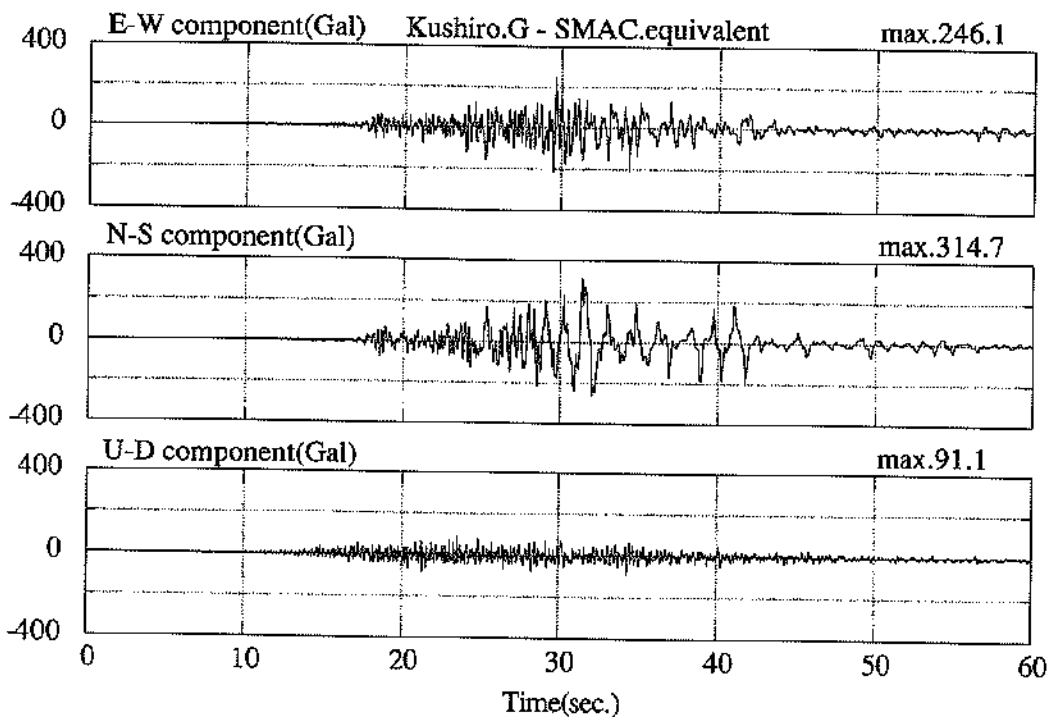


図-1.7 釧路港のSMAC-EQUIVALENT波形（地表）

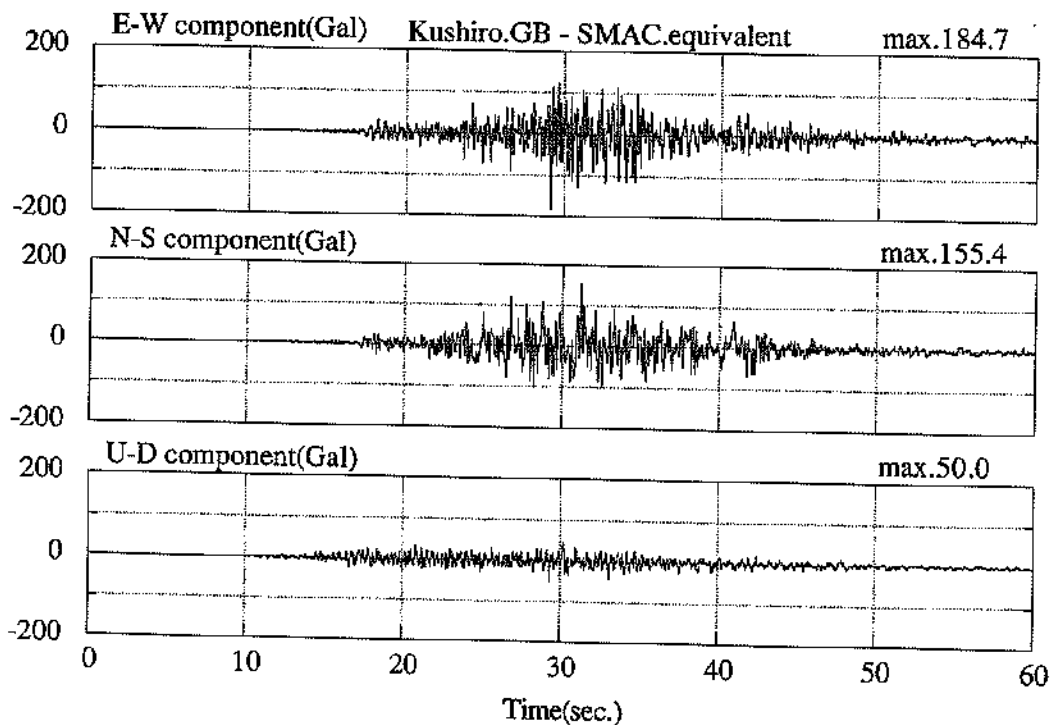
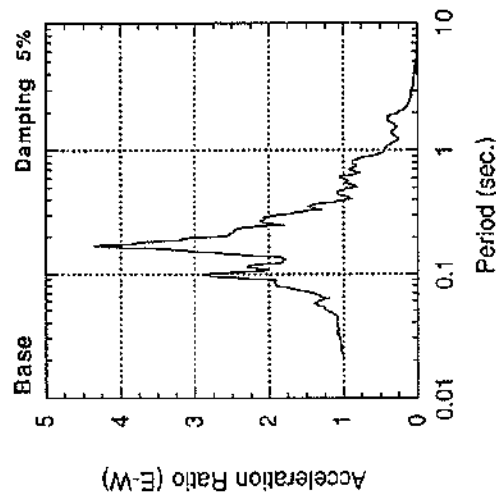
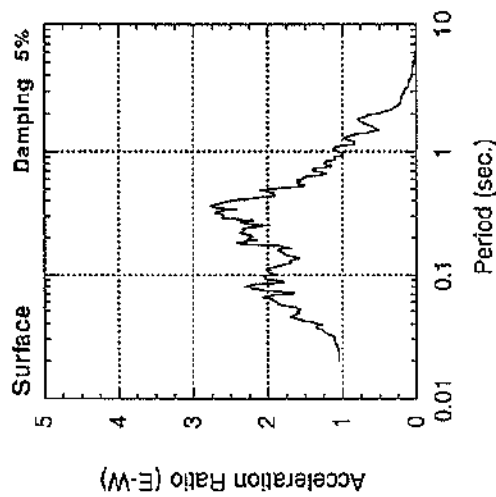
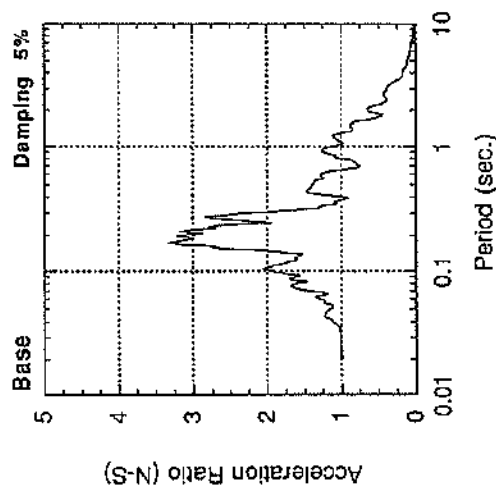
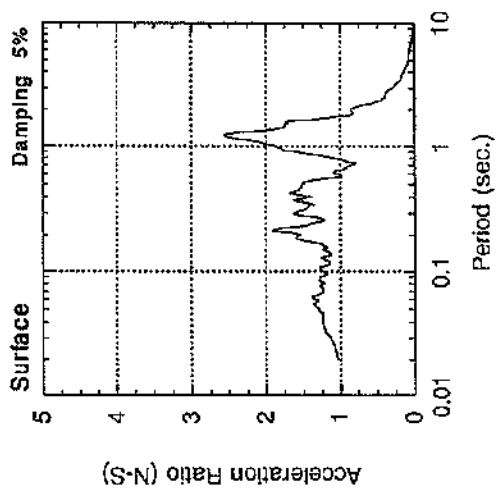
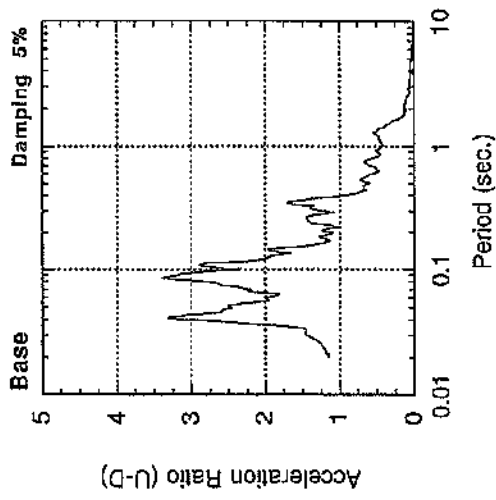
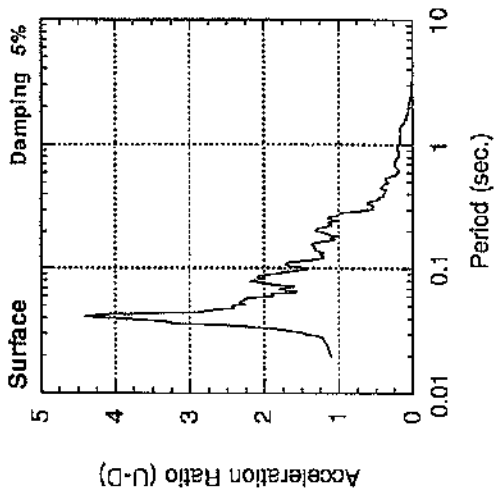
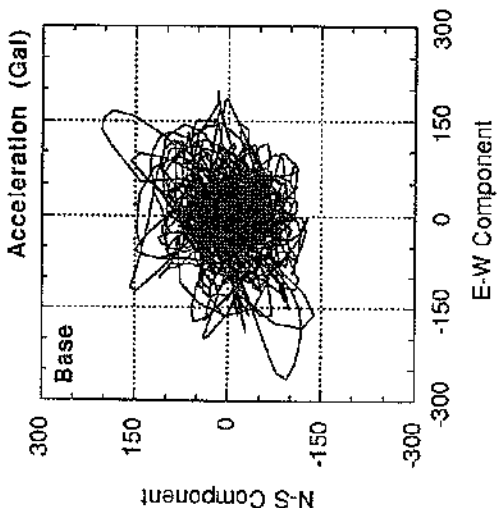
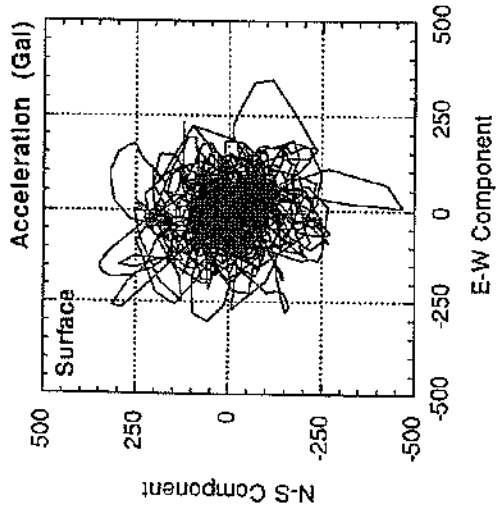
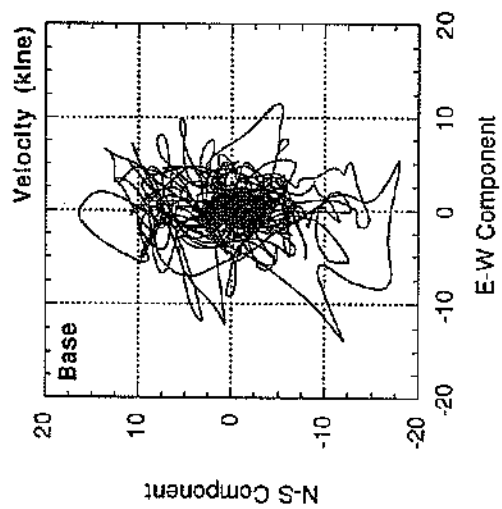
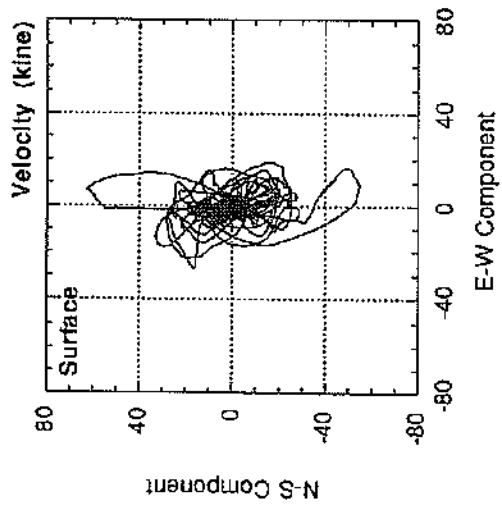
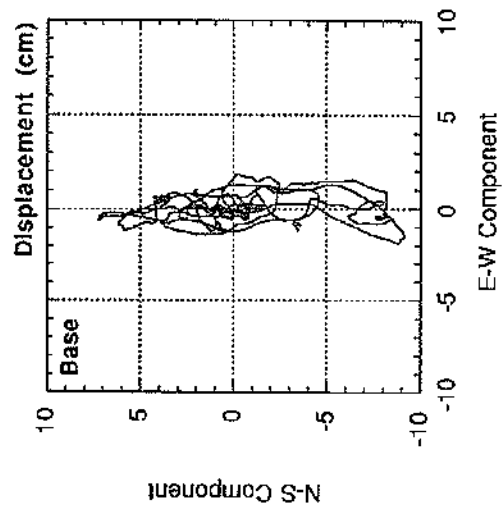
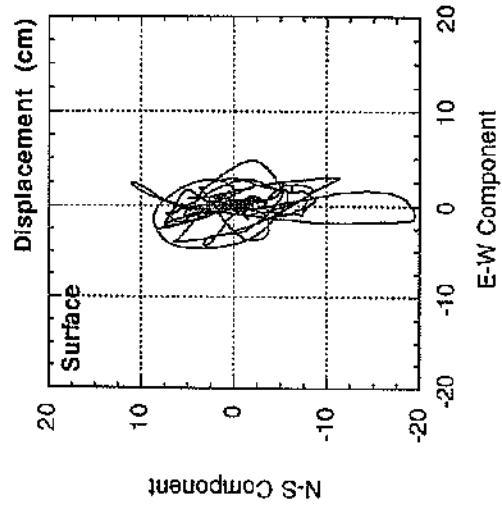


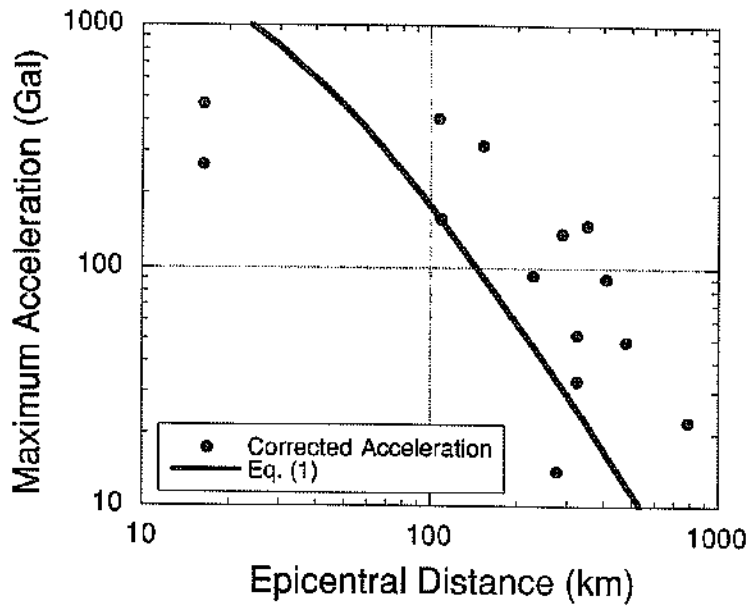
図-1.8 釧路港のSMAC-EQUIVALENT波形（地中基盤：GL-77m）



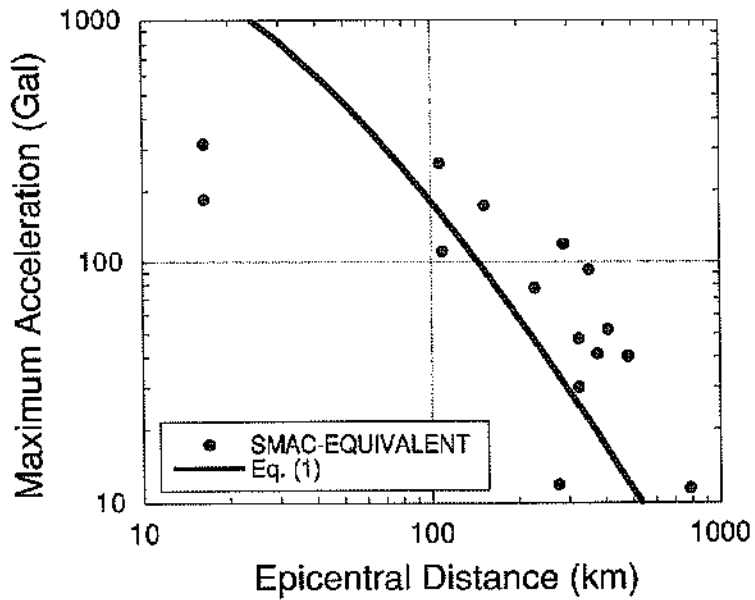
図一1.9 釧路港の地表の地震動の応答スペクトル



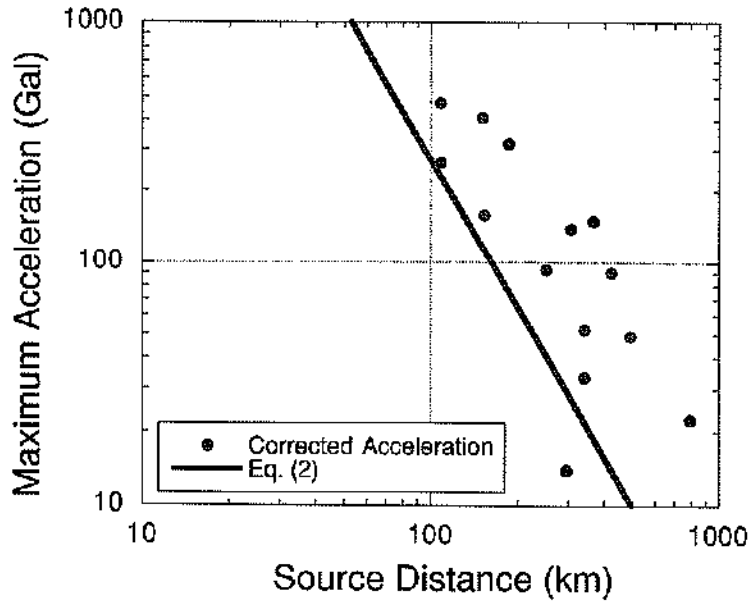
図一.1.10 鋼路港の加速度, 速度, 変位の軌跡



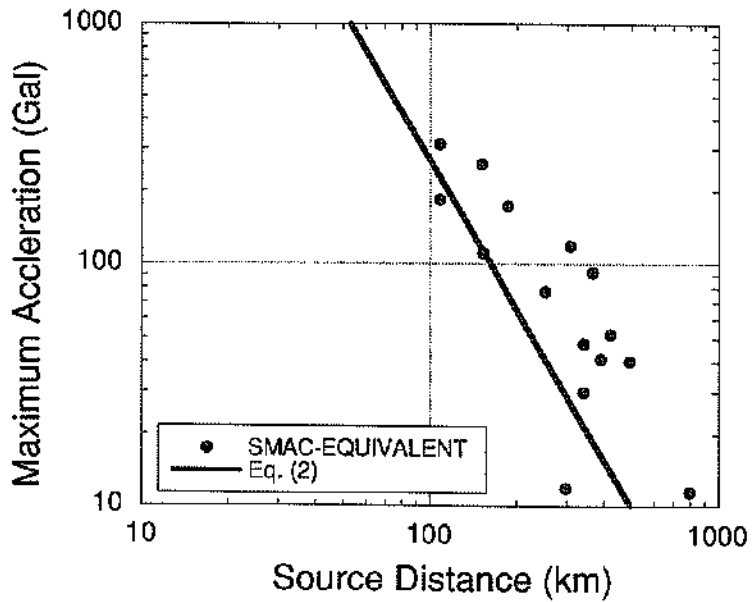
図一.11(a) 震央距離に対する距離減衰式(式(1))と補正最大加速度との比較



図一.11(b) 震央距離に対する距離減衰式(式(1))とSMAC-EQUIVALENT最大加速度との比較



図一1.11(c) 震源距離に対する距離減衰式(式(2))と補正最大加速度との比較



図一1.11(d) 震源距離に対する距離減衰式(式(2))とSMAC-EQUIVALENT最大加速度との比較

2. 被害の概要

2.1 一般被害

釧路沖地震は震源がかなり深かったため、津波が発生しなかった。このため地震による被害は地震動だけによるものであり、北海道東部太平洋沿岸の釧路、十勝支庁管内を中心に被害が発生した。表-2.1.1に一般被害と各種施設被害等を示す。1.において示したように地震の規模が大きく、地震動も激しかったにもかかわらず、死者の数は2名(ガス中毒による1名も含む)、住宅の全半壊数も48棟と少数にとどまった。ちなみに、1983年日本海中部地震(マグニチュード7.7)の死者は104名、全壊住宅数は1,584棟、1978年宮城県沖地震(マグニチュード7.4)の死者は28名、全壊住宅数は1,377棟であった。

各種施設の被害は表-2.1.1に示す通りであるが、主要な土木施設の被害の概要を以下に述べる。道路橋で軽微な損傷を含め橋本体になんらかの影響を受けたものは、釧路開発建設部の管内で15橋、帯広開発建設部の管内で5橋、北海道釧路土木現業所の管内で10橋、同帯広土木現業所の管内で28橋、釧路市管内で1橋の合計59橋である。橋本体の被害形態は、橋台の傾斜、支承部の損傷、橋脚の損傷である。大規模な陥没の生じた道路盛土は、釧路開発建設部管内で2箇所、釧路土木現業所管内で4箇所の合計6箇所である。その被害形態は、陥没、沈下、路肩崩壊であり、鉄道施設の土木構造物の被害は、根室本線(含花咲線)の98箇所、釧網本線の60箇所が発生した。特に被害の大きかった箇所は、根室本線の利別一池田間の橋、直別一尺別間および釧網本線の茅沼一五十石間の路盤陥没である²⁾。河川施設では、11水系32河川で合計114箇所、延長30.552kmで被害が発生した。堤防の被害は71箇所、28.5kmに達し、その被害形態は天端および法面の縦断クラック、天端の沈下、原形を留めないほどの堤体破壊である。護岸の被害は13箇所、延長2.07kmで発生した³⁾。

2.2 港湾、空港、漁港被害

港湾等では、北海道東部太平洋沿岸の釧路港、霧多布港、十勝港、根室港、浦河港で被害が発生した。図-2.2.1に被害を受けた港湾の位置を示す。これらの災害復旧費は表-2.2.1に示すように合計で約129億円に達している。この災害復旧費の約9割が釧路港であり、今回の地震の被害が釧路港に集中しているのがわかる。

表-2.2.2~2.2.4に港湾施設の被害一覧表を示す。表-2.2.2と表-2.2.3が釧路港、表-2.2.4がその他の被災港湾である。釧路港は釧路川を挟んで、大きく西港区と東港

区に分けられるので、表-2.2.2に東港区、表-2.2.3に西港区を示す。表-2.2.2、2.2.3には、無被災施設も含めた全ての施設が示されている。図-2.2.2、2.2.3には、釧路港の各施設位置図を示す。図中の番号は表の対応図番の欄の数字に対応している。図-2.2.4には直轄災、図-2.2.5には補助災として決定された施設の位置図を示す。図中の番号は直轄災、補助災のそれぞれの番号であり、表-2.2.2、2.2.3のそれと対応している。釧路港以外の港湾の施設位置図等は4.で示す。

表-2.2.2、2.2.3に示すように、釧路港の岸壁の構造は重力式と鋼矢板式がほとんどであり、全体の岸壁に対するそれぞれが占める割合は67%、27%である。重力式ではケーソン式の構造がほとんどである。

表-2.2.2、2.2.3には被害を受けた釧路港の港湾施設について、その被災程度を表-2.2.5に示す評価基準に従い4段階で評価した結果を示している。この評価基準は新潟地震以降の各地震の被害調査報告書で適用されたものと同一である。ただし、各地震の被災施設の被災程度は同一の調査員により評価されていないので、被害の格付けは同一であっても、その被災程度は若干異なっている可能性はある。図-2.2.6にはこの各施設の被災程度を示す。表-2.2.2、2.2.3によれば、各施設のそれぞれの被災程度の占める割合は、無被災施設が36%、被災程度Iが40%、IIが22%、IIIが2%である。このように、ほとんどの被災施設の被災程度はIかIIである。被災程度IIIの施設は3例しかないが、これらの大きな被害は液状化等によるものと推定されている。

表-2.2.4に示すように釧路港以外の港湾の被災岸壁の構造も重力式がほとんどである。その被災程度は全てIであり、軽微な被害となっている。

釧路空港では、滑走路北端の高さ約60mの高盛土の法面の三ヶ所に水平方向に軽微な亀裂が発生した。また、滑走路南端の場周道路の盛土部分の法面で大きな亀裂、段差が生じた。さらに、滑走路、誘道路には横断方向にヘアクラックが発生したが、これらの被害により空港機能に支障は生じなかった。

漁港施設の被害は北海道東部の23漁港69施設で発生し、その総被災延長は約14.5km、総被災額は約14億円に及んだ。被災した施設は岸壁が21施設、物揚場が18施設、船揚場が11施設、道路が12施設、防波堤と護岸がそれぞれ3施設、水門が1施設であった。被災した漁港では厚岸漁港の被災施設が最も多く、18施設が被災した。岸壁のはらみ出しと沈下、エプロンの段差、クラック等が発生したが、その被害程度は軽微であった。ここでは、主な被災漁港として厚岸漁港、大樹漁港、千代の浦漁港を

とりあげ5.においてその被害状況を記述する。

参考文献

- 1) 川島一彦, 速上茂樹, 杉田秀樹, 中島 燈:平成5年
釧路沖地震特集, 2.3道路施設, 地震工学振興会ニュー
ース, No.130, 平成5年5月
- 2) 中村 豊:平成5年釧路沖地震特集, 2.4鉄道施設,
地震工学振興会ニュース, No.130, 平成5年5月
- 3) 古賀泰之, 島津多賀夫, 吉見精太郎, 川上哲広:平成
5年釧路沖地震特集, 2.6河川施設, 地震工学振興
会ニュース, No.130, 平成5年5月

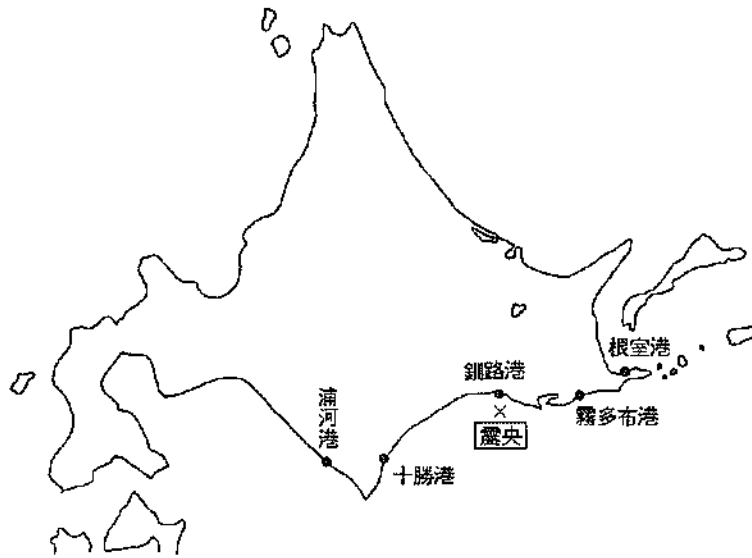
表—2.2.1 港湾施設の被害復旧額

(単位：千円)

港湾名	直轄災害復旧費		補助災害復旧費		小計		起債事業関係復旧費		合計		備考
	工事件数	事業費	工事件数	事業費	工事件数	事業費	工事件数	事業費	工事件数	事業費	
浦河港	1	23,538			1	23,538	—	—	1	23,538	
十勝港	3	41,162	12	143,146	15	184,308	1	1,040	16	185,348	
根室港	1	3,098			1	3,098	1	420	2	3,518	
霧多布港	3	961,724			3	961,724	2	27,720	5	989,444	
釧路港	20	8,483,067	70	1,615,877	90	10,098,944	21	1,773,000	111	11,871,944	
計	28	9,512,589	82	1,759,023	110	11,271,619	25	1,802,180	135	13,072,799	

注) 1. 直轄災、補助災の災害復旧費は査定額(平成5年12月現在)を示す。

2. 起債事業関係復旧費は、港湾管理者による災害復旧予定額(平成5年12月現在)を示す。



図—2.2.1 被災した港湾

表-2.2.2 朝鮮港港灣施設被害一覽表（東港區その1）

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天幕高 (m)	設計 坡度	復旧延 長(m)	被災額 (千円)	災害査定 番号	被災 程度	被災状況簡略
南浜頭	①	岸壁	S5	217	重力式(砂打+DWT)	-7.5	+2.3	不明	217	20,880	補助災1号	I	路盤下がゆるみ舗装工と上部工に段差・隙間及び亀裂が生じた。 また、上部工(係船柱基礎)に亀裂が生じた。
	②	岸壁	S5	9+18	重力式(砂打+DWT)	-5.4	+2.3	不明	91	7,718	補助災2号	I	路盤下がゆるみ舗装工と上部工に段差・隙間及び亀裂が生じた。 また、上部工(係船柱基礎)に亀裂が生じた。
南新浜頭	①	防浪護岸	S38	250	重力式(砂打+DWT)	-1.2	+2.5	不明	165.2	3,142	補助災3号	I	上部工と舗装工に段差・隙間が生じ一部舗装工に亀裂が生じた。
	②	護岸	S38	90	重力式(DWT+DWT)	-7.5	+2.73					I	
	③	岸壁	S44	130	重力式(既設DWT+DWT+ 新設DWT)	-7.5	+2.5	0.15				0	無被災
	④	西側DWT	S44	30		-5.0	+2.78					1	
知人町	⑤	西側護岸	S38	49	重力式(砂打+DWT)		+2.7	不明	41.5	5,291	補助災4号	I	上部工が移動し目地が閉じた。また、舗装工が亀裂及び剥離した。
	⑥	物揚場+護岸	S38	158	重力式(DWT+DWT)	-2.0	+2.77		23.4	4,001	補助災5号	I	上部工が前面に移動し舗装工が亀裂及び剥離した。
	①	船溜場	S54	155	斜線DWT+打毛	-3.0	+2.6					0	無被災
	②	棧橋	S48	200	鋼管杭	-4.0	+2.6					0	無被災
	③	護岸	S34	112	重力式(L型DWT)		+3.0					0	無被災
	④	船溜岸壁	S56	15+195	重力式(DWT+DWT)	-6.0	3.0					1	
	⑤	物揚場	S56	73	重力式(直立消波DWT)	-4.0	2.7	0.15	71.13	6,792	補助災5号	II	上部工と舗装工に段差・隙間が生じた。
	⑥	船溜岸壁	S57	20+30	重力式(DWT+DWT)	-5.0	2.7	0.15	110.6	10,351	補助災6号	II	上部工及び旧現体と舗装工に段差が生じた。
	⑦	船溜岸壁	S11	187	重力式	-3.69	2.5					0	無被災
	⑧	築港護岸	S11	70	重力式(L型DWT)		+2.5					0	無被災
	⑨	船溜岸壁	不詳	51	重力式(DWT)							0	無被災
	⑩	物揚場	不詳	125	重力式(L型DWT)	-2.0	+1.6					0	無被災
	⑪	船入西北防波	S12	73	重力式	-3.0	2.5					0	無被災
⑫	保安部棧橋	S41	82	鋼管杭	-5.0	+2.5					0	無被災	
⑬	護岸	S11	100			+2.5					0	無被災	

表-2.2.2 釧路港湾施設被害一覧表（東港区その2）

地区名	対応 型式	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天端高 (m)	設計 震度	御日礎 長(m)	被災額 (千円)	災害査定 番号	被災 程度	被災状況概略
知人町	①	盛岸	S11	50		-4.0	±2.5					0	無被災
		岸壁	S60	130+13.4	重力式(枠工)	-7.5	2.7	0.20	42.6	12,352	補助災7号	I	上部工崩壊及び補装工に亀裂が生じた。また、上部工と鋪設工に 段差が生じた。
入舟	②	岸壁	S60	260	重力式(枠工+付)	-6.0	2.7	0.20				0	無被災
	③	岸壁	S13	280	L型(付)	-3.0	2.63					0	無被災
	④	岸壁	S63	165	重力式(枠工)	-6.0	2.3	0.20	177.9	9,245	直轄災1号	I	延長177.9mのエプロン中央部の舗装面に0~1cmの亀裂が発生し また、エプロン後端スパンにおいて10~20cmの沈下が生じている
	⑤	岸壁	S44	250	鋼管杭橋式	-6.0	2.2					0	無被災
	⑥	緑地護岸	H1	60		-	2.5					I	
鎌町	①	岸壁	H2改	190	箱式(枠工+付)	-6.0	2.5	0.15	201.5	11,466	補助災8号	I	段差が減少するみ、I'の下部の付加部分に70%補装が亀裂・隆起・ 沈下した。
	②	岸壁	H1	120	箱型抗(セル式)	-6.0	2.5		117.4	11,852	補助災77号	I	段差がゆるみ、上部工及び補装工に段差が生じた。
幸町	③	物揚場	S25	290	重力式(方塊)	-2.0	2.3	0.15	290	32,537	補助災10号	I	支持地盤がゆるみ、I'の下部の付加部分に亀裂・沈下した。導 岸を延長しI'の補装下の段差が沈下しI'の亀裂が生じた。一部 すくい出しを受け深い所では1m程段差・段込み部分に空所がある。
	④	護岸	H1	40	重力式(方塊)		2.5		32.6	2,308	補助災67号	I	支持地盤がゆるみ、I'の下部の付加部分に補装が亀裂・沈下した。
中央埠頭	①	物揚場	S42改	100	鋼矢板式、L型(付)	-3.0	+3.0	0.15	85	4,214	補助災14号	I	I'の沈下0~10cm、I'の目地部段差0~7cm発生、手戻り工にて別 処。
	②	東側岸壁 第6バース	改良中	130	矢板セル	-7.5	3.0	0.15				I	延長125.9mのI'の目地部に2~7cmの段差が発生し、I'の沈下 が0~10cm生じている。
③	東側岸壁 第5バース	水中引上げ	H4	130	鋼矢板式(控直杭)	-7.5	3.0	0.20	38	4,165	直轄災2号	I	延長51.8mにわたり、上部工とI'の間に7~15cmの段差と沈下が 発生し、またI'の目地部に3cm程度の開きと掘削方向斜面上に 0~2cmの亀裂が生じている。
④	東側岸壁 第4バース	S86	69	矢板式(付+付+付)	-10.0	3.0	0.15				I	延長51.8mにわたり、上部工とI'の間に7~15cmの段差と沈下が 発生し、またI'の目地部に3cm程度の開きと掘削方向斜面上に 0~2cmの亀裂が生じている。	
⑤	岸壁取付部	S86	180	矢板式()	-10.0	3.0	0.15				I		
⑥	西側岸壁	S89	340	矢板式(控直杭式)	-9.0	+2.5	0.15	339	73,894	補助災12号	I	支持地盤がゆるみ、I'の下部の付加部分に補装が亀裂・沈下した。	
⑦	西側岸壁	S91	50	矢板式(控直杭式)	-9.0	+2.5	0.15	34.8	4,632	補助災19号	I	支持地盤がゆるみ、I'の下部の付加部分に補装が亀裂・沈下した。	

表-2.2.2 釧路港港湾施設被害一覧表（東港区その3）

地区名	対応箇所	施設名	完成年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天端高 (m)	総計 露度	復旧延長 (m)	被災額 (千円)	災害査定 番号	被災 程度	被災状況概略
中央埠頭	①	物揚場 (道路橋岸)	S12	138	重力式(L型ア-7)	-2.0	2.7	不明	—	—	—	II	車道部、歩道部に亀裂、段差、陥没が生じた。上部工が一部破損した。
			S12 S30改 十勝沖	107	重力式(L型ア-7)	-2.6	+2.7	不明	107.2	33,242	補助災15号	II	エプロンに亀裂・段差・陥没が生じ上部工も破損した。
			S25 S30改 十勝沖	148	重力式(ク-7)	-8.1	+3.0	0.15	露装 155.2	415,798	直轄災3号	II	延長L=148.9mにわたり、本体工(ク-7)及び上部工法線が最大でL9m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。またL7.07は全延長に5~30cmの亀裂が縦線全面に生じ、段差は20~40cmが全延長に発生。
北埠頭	③	南側岸壁	S25 S30改 十勝沖	109	重力式(ク-7)	-8.0	+3.0	0.15	125.2	621,519	直轄災4号	III	延長L=109mにわたり、前面法線は、1~1.5m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。またL7.07は全延長にわたって5~30cmの亀裂と沈下による段差が20cm~1m生じている。
			S25 S30改 十勝沖	383	重力式(ク-7)	-9.0	+3.0	0.15	398.1	2,047,819	直轄災5号	II	延長L=383mにわたり、前面法線は、1~1.5m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。またL7.07は全延長にわたって5~30cmの亀裂が縦線全面に生じ、段差は10~30cmが全延長に発生。
			S15 S30改 十勝沖	161	重力式(ク-7)	-9.0	+2.6	不明	150.8	85,845	補助災17号	II	エプロンに亀裂・段差・陥没が生じ上部工も破損した。
南埠頭	④	岸壁(直轄部)	S15 S30改 十勝沖	157	重力式(ク-7)	-8.1	+2.6	不明	156.7	87,494	補助災18号	I	エプロンに亀裂・段差・陥没が生じ上部工も破損した。
			S13 S30改 十勝沖	56	鋼矢形式	-5.0	+2.6	不明	56.3	32,055	補助災19号	I	エプロンに亀裂・段差・陥没が生じ上部工も破損した。
			S55	26+05	重力式(ク-7)	-7.0	+2.7	0.20	404.8 取付 26.2	355,247	直轄災6号	II	延長L=431.3mにわたり、前面法線は50cm~1.5m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。またL7.07は全延長にわたって5~30cmの亀裂と沈下による段差が20~80cm生じた。
南埠頭	②	東側岸壁	S55	200	鋼矢形式(徳組杭)	-7.5	+2.7	0.20	203.0	1,398,554	直轄災7号	III	全延長L=200mにわたり、本体矢形が水深3~4mの位置で折損しており、躯体自体が不安定な状態となっている。前面法線は0~50cm海側に傾斜しており、上部工天端は20~30cm沈下している。
			S55	320+23	重力式(ク-7)	-7.0	+2.7	0.20	320.0 取付 16.6	208,753	直轄災8号	II	延長L=342.9mにわたり、前面法線は50cm~1.5m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。またL7.07は全延長にわたって10~30cmの亀裂と沈下による段差が20~80cm生じている。

表-2.2.2 釧路港湾施設被害一覽表(東港区その4)

地区名	対象区番	施設名	完成年度	施工延長(m)	構造形式	水深(m)	天端高(m)	設計坡度	復旧延長(m)	被災額(千円)	災害査定番号	被災程度	被災状況説明
副港	①	岸壁	S45	150	剛矢板式	-6.0	+2.7	0.15	150	438,083	直轄災19号	II	延長L=150mにわたり、前面法線は30cm~70cm海側に迫り出し、上部工天端は20~30cm沈下している。またJ7の体金延長にわたって亀裂が発生し、沈下による段差が10~40cm生じている。
	②	岸壁	S45改	171	剛矢板式	-5.0	2.7	0.15	172.6	92,975	直轄災110号	II	延長L=216.3mにわたり、J7の舗装に5~30cmの亀裂と沈下による段差が10~40cm生じている。また、取付部は本体の方橋と上部J7外枠が弱れ落ち、ほぼ連続状態に近いといえる。
	③	取付部	S45改 S61改	40	重力式(7-0+7)(南側) 重力式(7-77)(北側)	-5.0	+2.7 +2.3	不明	45.5			II	
	④	波除堤北側	S62改	955	重力式(7-77)	-5.0	+2.2	0.20	347.0 229.6	84,124 85,710	補助災27号 補助災26号 (道路)	II	エプロンに亀裂・沈下・陥没が生じた。
	⑤	岸壁	S62改	150	重力式(7-77)	-5.0	+2.0	0.20	206.0			II	II
	⑥	岸壁	S62改	150+5	重力式(7-77)	-5.0	+2.2	0.20		57,406	補助災28号	II	無被災
	⑦	岸壁	S62改	50+5	重力式(7-77)	-5.0	2.3	0.20				II	無被災
	⑧	物揚場	S62改	50 (70)	重力式(7-77)	-5.0 (-4.0)	2.3	0.20				0	無被災
	⑨	物揚場	S66	89	重力式(L型7-0+7)	-4.0	+2.0	不明	69.9	14,295	補助災25号	II	上部工が法線より約10cm海側にずれ、J7のJに亀裂・沈下・陥没が生じた。
	⑩	物揚場	S62改	47	矢板式	-2.0	2.5					0	無被災
	⑪	物揚場	S62改	80	矢板式	-3.0	2.5					0	無被災
	⑫	物揚場	S12	69		-2.5	2.45					0	無被災
	⑬	物揚場	S24	144	斜路7777-1打ち	-2.5	1.0					0	無被災
	⑭	東倉物揚場	S12	171	剛矢板式	-3.0	2.45					0	無被災
	⑮	浜町地先 相揚場	S38	135	斜路7777-1打ち	-2.5	0.6					0	無被災
外郭施設	①	道路護岸		122								0	無被災
	②	消防液罐庫	S2	396	重力式(777-7-0+7)	-4.0	+6.5 →+3.0	不明	207.5	21,987	補助災32号 (道路)	I	車道部に亀裂・陥没・段差が生じた。また、側溝についても一部陥没した。
	③	消防液罐庫		71								0	無被災

表一2.2.2 剱路港港湾施設被害一覧表（東港区その5）

地区名	施設 図番	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天地位 (m)	設計 高さ	復旧延 床(m)	被災額 (千円)	災害認定 番号	被災 程度	被災状況簡略	
外郭施設	④	西防波堤		578		-4.5	+4.5					0	無被災	
	⑤	北防波堤	未完	1246			+5.0					Ⅱ	地震により防波堤本体が数10cm沈下（手戻り工にて対応）	
	⑥	南防波堤		205								0	無被災	
	⑦	南防波堤		505								0	無被災	
	⑧	南埠頭堤防壁	B4	623		-5.3 ~-6.3	+6.0					0	無被災	
	⑨	南埠頭道路護		193								0	無被災	
	⑩	南埠頭防波取 行護岸		120								0	無被災	
													0	無被災
													0	無被災
													0	無被災

被災程度 0：無被害

I：本体に異常は無いが、付属構造物に甚傷や甚状が認められるもの、

II：本体にかなり変状の起こったもの、

III：形はとどめていいるが、構造体に破損が起こったものと認められるもの、

IV：全壊して形をとどめていないもの

表一2.2.3 釧路港港湾施設被害一覽表（西港区その1）

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工長さ (m)	構造形式	水深 (m)	元端高 (m)	設計 密度	復旧延 長(m)	被災額 (千円)	災害査定 番号	被災 程度	被災状況照略	
船舶・ 流港地区	①	遠廻護岸	S45	192	重力式(圓形7'0x7')	—	4.5	—	—	—	—	0	無被災	
	②	東防波護岸	S45	330	重力式(中割石)	—	4.5	—	—	—	—	0	無被災	
	③	東防波堤	S51	270 + 935	重力式(0-7%)	—	—	—	—	—	—	0	無被災	
	④	船舶A防波堤	S46	100	重力式(方塊7'0x7')	-3.0	3.0	—	—	—	—	0	無被災	
	⑤	埋立護岸	S45	160	重力式(方塊7'0x7')	-3.0	3.0	—	—	—	—	0	無被災(17'07'に若干の沈下、亀裂が生じている)	
	⑥	物揚場取付護岸	S46	63	重力式(方塊7'0x7')	-3.0	3.0	—	—	—	—	0	無被災(17'07'に若干の沈下、亀裂が生じている)	
	⑦	船舶B防波堤	S47	100	重力式(方塊7'0x7')	-3.0	3.0	—	—	—	—	0	無被災	
	⑧	船舶場	S48	30	斜路	—	—	0.15	—	—	—	0	無被災(斜路部に数カ所亀裂が入っている)	
	⑨	物揚場	S48	415	}	鋼矢板式-控え直杭	-3.0	2.7	0.15	415.3	94,344	補助災33号	I	17'07'に沈下、亀裂が発生し、上部工と17'07'の目地部に5~10cm程度の段差が生じ、東端部で17'07'が陥没している。
	⑩	物揚場	S48			鋼矢板式-控え直杭	-3.0	2.7	0.15					
	⑪	物揚場	S48		鋼矢板式-控え直杭	-3.0	2.7	0.15				I	17'07'に亀裂、段差が生じ、17'07'の沈下により上部工と17'07'の目地部に5~30cm程度の段差が生じている。左側の前面への高さも5~30cm程度と異なる。右端では方塊7'0x7'が約70cm前面へ突出するとともに、17'07'が陥没し、すい出しを受けている。	
	⑫	船舶C防波堤	S46	52	重力式(0-7%)	-3.0	3.0	—	—	—	—	I	無被災(堤体に若干の沈下、目地開きが生じている)	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	車道部、歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡、縁石破損が生じた。	
第1埠頭 地区	①	石油護岸	S49	302	重力式(0-7%)	-5.5	3.0	—	80	11,460	補助災34号	I	17'07'に亀裂が生じるとともに、一部17'07'が陥没している。	
	②	石油棧橋	S49	520	鋼管柱	—	—	0.2	—	—	—	0	無被災	
	③	東側岸壁	S51	90	鋼矢板-控え直杭	-5.5	3.0	0.2	—	—	—	0	無被災	
	④	東側岸壁	S51	165	鋼矢板-控え直杭	-9.0	3.0	0.2	—	—	—	0	無被災(17'07'に若干の沈下が生じている)	
	⑤	東側岸壁	S51	165	鋼管矢板-控え直杭	-9.0	3.0	0.2	—	—	—	0	無被災(17'07'に若干の沈下が生じている)	
	⑥	南側岸壁	S50	30 + 240	鋼管矢板-控え直杭	-12.0	3.0	0.2	—	—	—	0	無被災	

被災程度 0：無被害 I：本体に異常は無いが、付属構造物に破損や変状が認められるもの II：本体にかなり形状の起こったもの III：形状とどめていないが、構造体に破壊が起こったものと認められるもの IV：形状とどめていないが、構造体に破壊が認められるもの

表-2.2.3 釧路港港湾施設被害一覽表(西港区その2)

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天端高 (m)	設計 震度	復旧延 長(m)	被災額 (千円)	被害査定 番号	被災 程度	被災状況概略
第1埠頭 地区 (基点)	①	西側岸壁	S50	30 + 185	鋼管矢張-控え遺杭	-10.0	3.0	0.2	211.6	17,544	直轄災11号	I	17' 07' 幅差の横断面方向3ヶ所に4~10cmの亀裂が発生し、全延長にわたって0~8cm沈下が生じている。法線の変位は少ない。
	②	西側岸壁	S50	185	重力式(4-77)	-9.0	3.0	0.2	354.4	283,739	直轄災12号	II	17' 07' 幅差中央部に5~10cmの亀裂が発生し、沈下による段差が10~35cm生じ、上部工と17' 07' の目地部が約200mに渡って、5~10cm開いている。上部工が全延長に渡って20~35cm沈下し、法線が前面に最大で70cm程度生じている。
	③	西側岸壁	S50	165 + 30	重力式(4-77)	-9.0	3.0	0.2			II	II	II
	④	第1埠頭地区 物揚場	S50	316	重力式(4-77)	-4.0	3.0	0.15	317.9	43,887	補助災41号	I	法線が30~35cm前面に変位するとともに、上部工が約10cm沈下して いる。17' 07' に沈下、亀裂が認められる。
第2埠頭 地区	—	道路	—	—	—	—	—	—	1847.4	100,813	—	I	車道部、歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂等、縁石破損が生じた。
	①	東側岸壁	S53	45 + 90	重力式(4-77)	-5.5	3.0	0.2	90.1	2,841	直轄災13号	I	法線の前面への変位は20~25cm、上部工の沈下は約10cmである。17' 07' に1~10cmの亀裂が発生し、段差が3~10cm生じている。上部工と17' 07' の目地部が約5cm開き、段差が約5cm生じている。
	②	東側岸壁	S57	130	重力式(4-77)	-7.5	8.0	0.2	180.0	191,038	直轄災14号	I	法線の前面への変位は10cm前後、上部工の沈下は10~30cmである。 17' 07' 中央部に0~2cmの亀裂が発生し、沈下による段差が0~10cm 生じている。上部工の一部に目地開きが生じている。
	③	東側岸壁	S57	185 + 30	重力式(4-77)	-10.0	3.0	0.2	213.5			I	法線の前面への変位は5cm程度、上部工の沈下は25~30cmである。 17' 07' 中央部に0~8cmの亀裂が発生し、沈下による段差が0~10cm 生じている。南端部付近が沈下により段差が5~15cm生じており、 上部工も延長20mに渡って5cm程度の目地部の開きが生じている。
	④	南側岸壁 東側	S57	240	重力式(4-77)	-12.0	3.0	0.2	403.7	1,967,799	直轄災15号	II	法線の前面への変位は20~30cm、上部工の沈下は30~45cmである。 17' 07' 後面位置において17' 07' に20~70cmの段差が生じ、上部工と17' 07' の目地部に0~3cmの開き、17' 07' に亀裂が生じている。また、 17' 07' 背後地盤の補強面に亀裂、段差が多数発生している。前夜施 設として7707-、44707-、44707-にも被害が発生している。
	⑤	南側岸壁 西側	S57	240	重力式(4-77)	-12.0	3.0	0.2				II	II
	⑥	西側岸壁	S60	165 + 30	重力式(4-77)	-9.0	3.0	0.2	190.2	314,050	直轄災16号	III	法線の前面への変位は20~30cm、多い所で40cm程度、上部工の沈下 は30~40cmである。17' 07' 中央部に5~10cmの亀裂が発生し、沈下 による段差が最大で30cm程度生じている。南端の上部工延長30mに 渡って幅10cm程度の目地開きおよび段差が10~20cm生じている。
⑦	西側岸壁	S63	130	重力式(4-77)	-7.5	3.0	0.2	160.8	I			法線の前面への変位は10~25cm、上部工の沈下は10~30cmである。 17' 07' 中央部に2~3cmの亀裂が発生し、沈下による段差が0~10cm 生じている。岸壁背後地盤も10~20cm沈下している。	

被災程度 0:無被害 I:本体に異常は無いが、付属構造物に破壊や変位が認められるもの II:本体にかなり変位が生じたもの III:本体に異常は無いが、付属構造物に破壊や変位が認められるもの IV:形ほどめてはいるが、構造物に破壊が生じたものと認められるもの

表一2.2.3 釧路港港灣施設被害一覽表 (西港区その3)

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天橋高 (m)	設計 深度	復旧延 長(m)	被災額 (千円)	災害査定 番号	被災 程度	被災状況細略
第2埠頭 地区 (続き)	③	橋除堤	S63	50	直積消波7.0x7.0型	-4.0	2.6	—	20.0	7,509	補助災47号	I	堤体が最大で12cm傾斜へ移動し、最大で7cmの沈下が生じている。
	④	西側物揚場	S63	125	重力式(4-7F)	-4.0	3.0	0.15	125.1	22,370	直積災17号	I	法線の前面への変位が20~50cm、上部工の沈下が10~30cmである。17' Dの全延長にわたって、上部工と隣する部分に10~40cmの目地崩れが生じている。沈下による段差が5~10cm生じている。
	⑤	第2埠頭地区 物揚場	S65	205	鋼矢板式-控え直杭	-4.0	3.0	0.15	205.0			I	法線の前面への変位が10~30cm、上部工の沈下が5cm程度である。17' Dが0~10cm沈下し、上部工と隣する部分に3~10cmの段差を生じている。
第3埠頭 地区	—	—	—	—	—	—	—	—	636.7	81,579	—	I	埠頭部、歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡、縁石破損が生じた。
	①	東側物揚場	S62	100	重力式(4-7F)	-4.0	3.0	0.15	95.6	7,716	直積災18号	I	法線は0~20cm前面に変位し、上部工は5~10cm沈下している。上部工と17' Dの目地部に5cm程度の段差、崩れが生じている。
	②	東側岸壁	S63	30 + 90	重力式(4-7F)	-5.5	3.0	0.2	—	—	—	I	17' Dと前後地盤の境界部に5cm程度の段差が生じ、背後地盤に亀裂、地割れが生じている。
	③	東側岸壁	S59~ 未完	130	重力式(4-7F)	-7.5	3.0	0.2	—	—	—	I	法線は5~15cm前面に変位し、上部工は10~15cm沈下している。岸壁背後地盤に若干の沈下が生じている。
	④	東側岸壁	S59~ 未完	130	重力式(4-7F)	-7.5	3.0	0.2	36.9	—	—	II	法線は5~15cm前面に変位し、上部工は10~15cm沈下している。南端部の上部工30mにわたり、亀裂による段差が5~20cm生じ、4-7' D目地部に10cm程度の目が生じている。
	⑤	南側岸壁	H4	30+240 +30	重力式(4-7F)	-12.0	3.0	0.2	289.8	47,807	直積災19号	II	法線は土5cm程度前面に変位し、上部工が10~15cm沈下している。上部工と17' D目地部に数cm程度の開きが発生した。4-7' D背面位置で17' Dに2~5cmの亀裂が発生し、17' Dと背後地盤との境界で5~35cmの段差が発生した。また、17' D下部に空洞が生じている。
	⑥	西側岸壁	H4	240	重力式(4-7F)	-12.0	3.0	0.2	231.0	26,156	直積災20号	II	法線は5~25cm前面に変位し、上部工は約10cm沈下し、上部工と17' Dの目地部に1~5cmの開きが生じている。4-7' D背面位置において17' Dに亀裂が発生し、17' Dと背後地盤との境界で20~40cmの段差が発生した。また、17' D下部に空洞が生じている。
⑦	西側岸壁	S63~ 未完	185 + 40	重力式(4-7F)	-10.0	3.0	0.2	5.0	—	—	—	I	法線は15~25cm前面に変位し、上部工は10~15cm沈下している。上部工延長30mにわたり沈下による段差が5cm程度生じ、目地開きが5~10cm生じた。未舗装の17' Dに地割れ、段差が生じている。

被災程度 0:無被害 I:本体に異常は無いが、付属構造物に段差や変位が認められるもの
II:形ほどとめているが、構造物に破壊が生じたものと認められるもの
III:形ほどとめているが、構造物に破壊が生じたものと認められるもの
IV:全壊して形をとめていないもの

表-2.2.3 釧路港港湾施設被害一覽表（西港区その4）

地区名	対応 図番	施設名	完成 年度	施工延長 (m)	構造形式	水深 (m)	天棚高 (m)	設計 階段	復旧延 長(m)	被災額 (千円)	被害査定 番号	被災 程度	被災状況取略
第3 因頭 地区 (続き)	⑥	第3 堤防地区 物揚場	H2~ 未完	25+200 +25	重力式(レール)	-4.0	3.0	0.2				I	法線は數十mのオーダーで前面に表位し、上部工も沈下している。未 復旧の 17 m 部に沈下、地割れが認められる。
		道路							474.3	54,495	補助災 48号~54号	I	車道部、歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡、積石散出が生じた。
外郭施設		南防波堤	H1~ 未完	120+1800 +377	重力式		6.2					0	
		西防波堤	S62~ 未完	1117	重力式		4.0					0	
		離岸堤		300								0	
		大浜毛津岸		706								0	
その他		荷役機械							4 件	1,427,700			
		上屋							1 件	28,300			
		埠頭用塩等								125,000			

被災程度

0 : 無被害
III : 形ほどどめているが、構造体に破損が起ったものと認められるもの

II : 本体にかなり表状が認められるもの

IV : 全壊して形をとどめていないもの

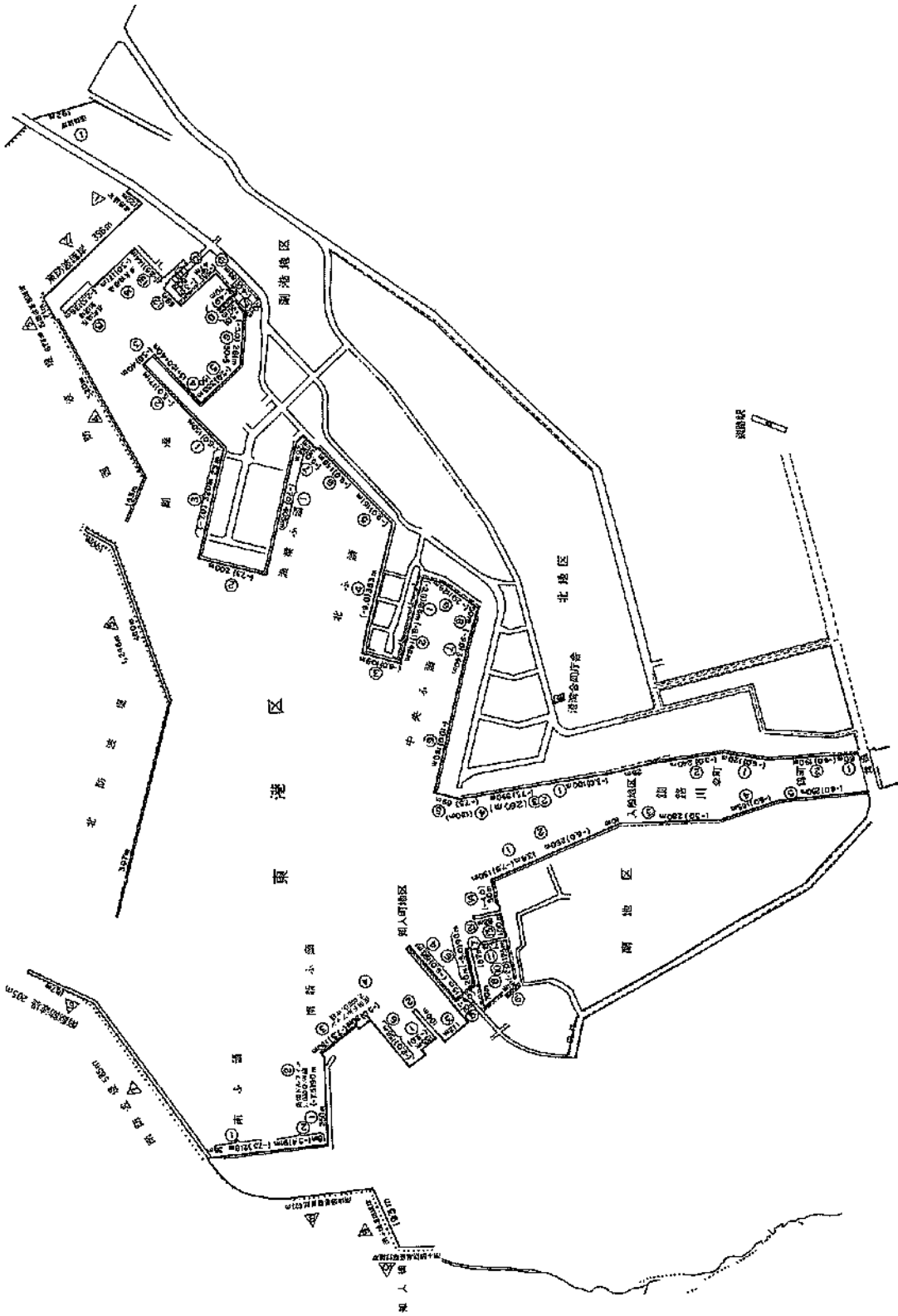
表-2.2.4 釧路港以外の港湾施設設置一覧表

地区名	施設名	施設種別	施設形式	水深 (m)	天端高 (m)	設計震度	得回延長 (m)	視界幅 (千円)	災害想定番号	被災程度	被災状況概略	
釧路港	1 岸壁	H3	重力式(ウ-Ⅱ)	-7.5	2.7	0.2	128.5	23,538	直轄災 1号	I	エドロ中央部に幅2~4cmの亀裂と10cm前後の沈下が発生し、一部エドロ下部に空腐が生じた。岸壁法線はほとんど変位していない。	
												10階港
	第3埠頭地区	2 岸壁(簡)	H3	重力式(7'W-Ⅱ)	-5.5	2.7	0.1	90.0	7,785	直轄災 2号	I	上部工が5~10cm沈下、エドロが10~15cm沈下している。上部工とエドロの目地部に5~10cmの自地開き、段差が生じている。
	霧多布港	1 中央地区臨港道路	S58	7'W-Ⅱ付橋	-	-	-	189.3	-	-	I	道路に5~30cmの沈下・陥没が発生し、約10箇所亀裂が生じている。河原と道路の沈下に付随して被災を受けている。
		3 岸壁	S58	重力式(直立消波ブロック付)	-5.0	2.5	0.15	89.5	-	-	I	法線が前面に1~21cm変位し、上部工とエドロの目地部に5cm程度の開き、8~35cmの段差、エドロに沈下、亀裂が生じている。
		5 東物揚場	S56	重力式(7'W-Ⅱ)	-4.0	2.3	0.15	150.0	-	-	I	法線が前面に20~40cm変位し、上部工が約10cm沈下、上部工とエドロの目地部に開き、段差、エドロに沈下、亀裂が生じている。
7 物揚場		H4	重力式(水中コウクリ)	-2.0	2.0	0.15	156.33	-	-	-	I	法線が前面に10~20cm変位し、上部工が約10cm沈下、上部工とエドロの目地部に開き、段差、エドロに沈下、亀裂が生じている。
9 本町地区物揚場	S50~S58	重力式(7'W-Ⅱ)	-4.0	2.08 & 2.3	0.2	270.5	304,551	-	-	I	法線が前面に10~45cm変位し、上部工が約10cm沈下、上部工とエドロの目地部に開き、段差、エドロに沈下、亀裂が生じている。	
												10 物揚場
1.1 波除堤(中)	H4	重力式(直立消波ブロック付)	-3.0	2.3	-	-	-	-	-	I	両側から突き出ている先端部の面に、5~10cmの沈下、10cm程度の目地開き、5cm程度の沖側への移動が生じている。	
												1 岸壁(東)
2 用壁堤岸	H3	重力式(ウ-Ⅱ)	-	3.0	0.15	5.1	3,098	直轄災 1号	I	懸崖の延長約5mに亘りて上部工が約5cm前面に変位した他、上部工の一部に亀裂、段差が発生した。		

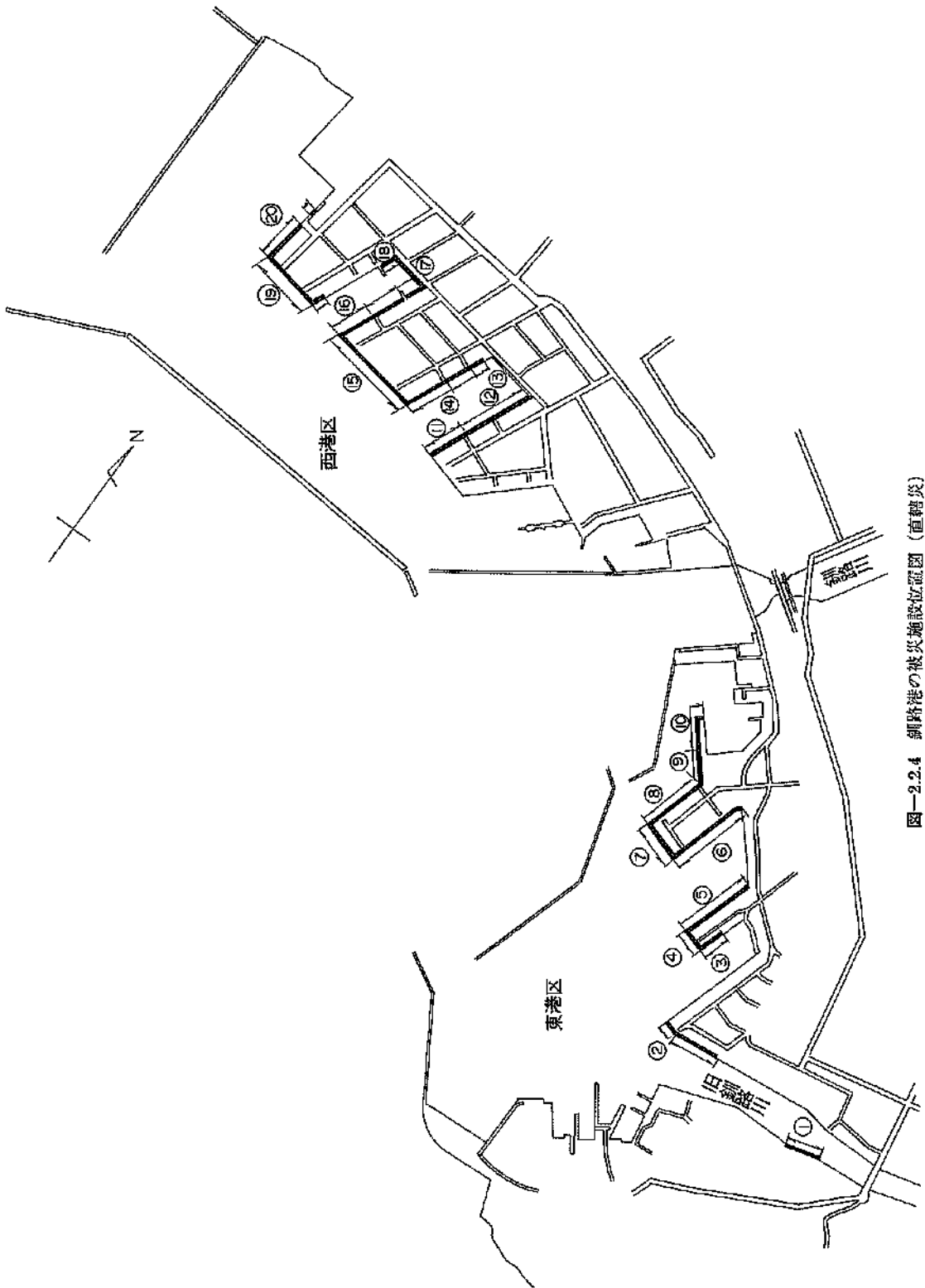
被災程度 0:無被害 I:本体に被害はないが、付属構造物に破壊や変位が認められるもの II:本体にかなり変位が認められるもの III:全壊して廃棄と認められるもの

IV:形はとどめているが、構造物に破壊が生じたものと認められるもの

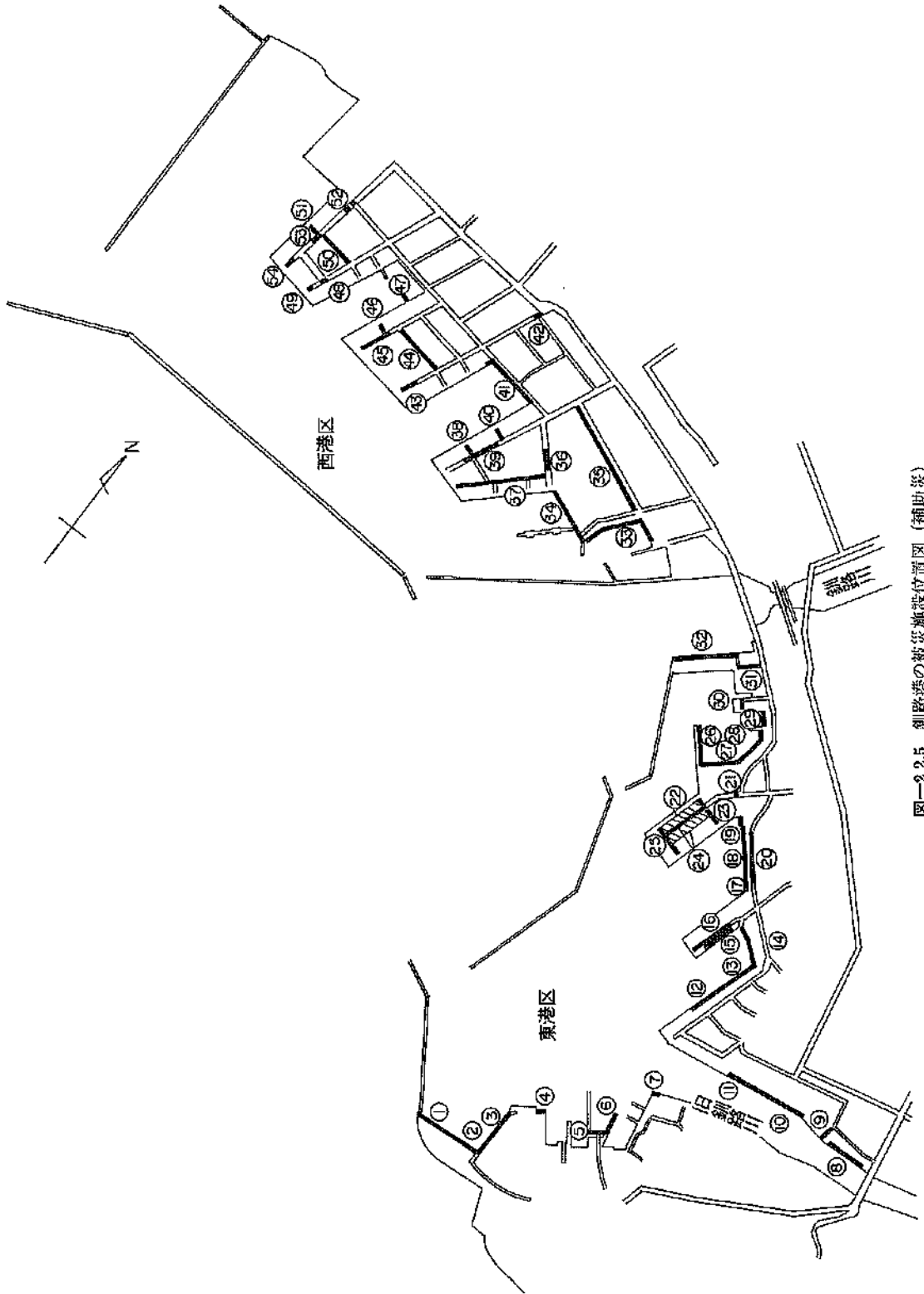
V:全壊して廃棄と認められないもの



图一-2.2.2 东港(东港地区)港湾施設等位置图



图—2.2.4 新潟港の被災施設設置位置図（直轄災）



図一2.2.5 釧路港の被災施設位置図(補助表)

表-2.2.5 被災程度

被災程度	被災の状況
0	無被災
I	本体に異常はないが、付属構造物に破壊や変状が認められるもの。
II	本体にかなり変状の起こったもの。
III	形はとどめているが、構造物体に破壊が起こったものと認められるもの。
IV	全壊して形をとどめていないもの。

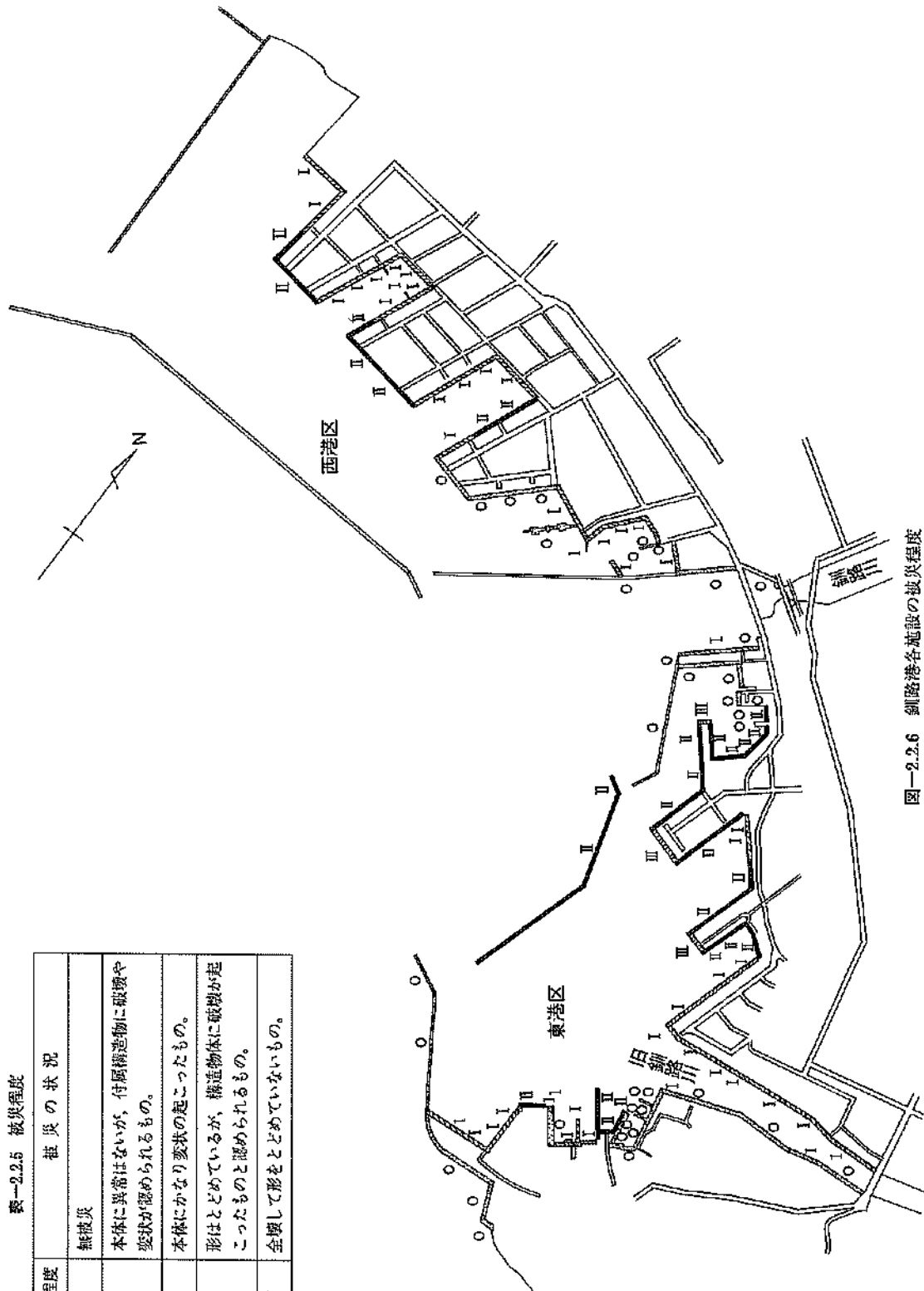


図-2.2.6 釧路港各施設の被災程度

3. 釧路港の被害

3.1 釧路港の概要¹⁾²⁾

釧路港は、北海道東部の太平洋岸に位置し、釧路、根室、十勝、網走の各支庁に跨る広大な地域を背後に持つ重要港湾である。釧路港の歴史は、寛永9年(1632)松前藩がアイヌとの交易所を設置し、次いで寛永12年(1635)釧路川上流のクッチャロのアイヌが当地に漁場を開き久寿里場所を設けたことに始まる。その後、明治2年(1869)に北海道開拓使が設置され、久寿里は釧路と改名され現在に至っている。

本港(現在の東港区)の基本計画は、明治20年(1887)に英国人C・S・マーク氏による港湾調査から開始され、21年の歳月を経て明治41年(1908)に樹立された。明治32年(1899)には港が開港されたが、本格的な港の整備は明治42年(1909)の築港事務所の設置とともに始まった。当時の主な施設としては、大正11年(1922)南防波堤1409m、昭和4年(1929)南埠頭岸壁、昭和9年(1934)北防波堤1395m、昭和17年(1942)西防波堤延長600m、昭和25年(1950)北埠頭などが完成した。ただし、太平洋戦争の勃発により昭和16年から昭和21年までの間は修築計画が遅れることとなった。

その後、戦後の経済復興とともに釧路港の重要性も次第に高まり、昭和25年(1950)の港湾法の施行を受け、翌年に釧路港が重要港湾に指定された。しかしながら、昭和27年(1952)十勝沖地震により北埠頭を中心として港湾施設は壊滅的な被害を受け、その復旧は昭和32年(1957)まで続いた。北埠頭は、当初は釧路埠頭株式会社が昭和13年から昭和25年にかけて施工したものであるが、災害後は同埠頭を国に移管している。

この頃から、経済の急速な発展による企業立地が増加するとともに、北米ガルフ航路の開港などにより釧路港における取扱い貨物量が飛躍的に増大した。このような状況に対処するため、昭和38年(1963)南新埠頭、昭和41年(1966)貯木場、昭和43年(1968)中央埠頭などが完成するとともに、昭和44年(1969)現在の東港区と同程度の規模をもつ西港区の建設に着手した。そして、昭和48年(1973)西港区東防波堤1120m、昭和49年(1974)西港区石油配分地区、昭和50年(1975)西港区第1埠頭地区、同年西港区南防波堤1337mなどが完成した。また、昭和57年(1982)に西港区第2埠頭地区が完成し、昭和59年(1984)に西港区第3埠頭地区の建設に着手した。現在、第3埠頭地区の各施設は一部を除きほぼ完成している。

この間、昭和47年(1972)に釧路～東京間のフェリー

が就航した他、昭和59年(1984)に米国ニューオリンズ港と姉妹提携を結んでいる。また、昭和48年(1973)根室半島沖地震の際には、東港区の中央埠頭の一部および西港区の船溜・漁港地区の一部で被害が発生している。

一方、東港区においては、漁獲量の増大・漁船の大型化に対処するため、昭和55年(1980)に副港地区漁業埠頭が完成した他、旧釧路川右岸の老朽化した岸壁を改修するとともに、平成元年(1989)にはフィッシャーマンズワーフを完成させる等してウォーターフロントの再開発を行っている。

釧路港の取扱い貨物量は、平成3年(1991)には約2100万tとなっている他、全国有数の漁業基地として13年連続日本一の79万2千t余りの漁獲量を誇っている。平成3年(1991)の取扱い貨物量は、20,992千tであり、その内上位5品目の内訳は、フェリー3,541千t、その他木材2,964千t、石炭2,616千t、紙・パルプ1,789千t、石油製品1,788千tとなっている。これら取扱い貨物量の中で、西港区の占める割合は釧路港全体の約70%となっている。

また釧路港においては、昭和58年(1983)日本海中部地震によって秋田港などが液状化による甚大な被害を受けたことを受けて、-7.5m以上の岸壁について液状化の発生の予測・判定を行うとともに、液状化対策の必要な岸壁に対してその対策の実施を鋭意実施してきた。現在では、旧釧路川沿いの錦町地区、東港区中央埠頭地区、西港区第1埠頭地区、西港区第3埠頭地区において液状化対策を実施した岸壁が存在する。これらについては、各施設の被害のところで報告するとともに、3.4 釧路港の液状化でまとめて報告している。

参考文献

- 1) 北海道の港湾・空港(1993):北海道開発局編
- 2) くしろ 釧路開発建設部40年史:(財)北海道開発協会、1992年3月。

3. 2 釧路港東港区

釧路港の東港区は西港区よりも古くから開発された地域である。このため、漁業埠頭地区を除いて、昭和27年(1952)、43年(1968)の十勝沖地震(釧路の震度4、無被災²⁾)、昭和48年(1973)の根室半島沖地震(釧路で震度5を3度記録)の3回の大きな地震を経験している。このうち昭和27年の十勝沖地震では北埠頭地区、根室半島沖地震では中央埠頭錦町(-6m)のセルラブロック部が被災を受けたことが報告されている³⁾。

3. 2. 1 南埠頭地区、南新埠頭地区、知人町地区

これらの地区は、釧路港の最東端、旧釧路川の左岸に位置し、一般的に岩盤線が高く、今回の地震被害の中では被害が軽微な地区である。

南埠頭地区の施設は、昭和5年に供用が開始され、その後、昭和50年に改良が加えられた施設である。南新埠頭地区の施設は、昭和30年代の後半から昭和40年代の前半にかけて建設された施設である。知人町地区の施設の古いものは昭和初期に建設されているが、昭和40年代以降も順次新たな施設が建設されている。今回の地震で被害のあった施設は、主として昭和50年代につくられた施設である。

(1)岸壁(-7.5m)(施設番号南埠頭①)

本施設は、昭和5年に完成し、昭和50年に改良された重力式(セルラブロック)の施設である。被災状況図を図-3.2.1に示す。この施設では、重力式構造物本体には被害がほとんどないが、地震によって裏埋土がゆるめられ、舗装が沈下し、舗装にひび割れが生じ、上部工と舗装の間に亀裂が生じる被害があった。

(2)岸壁(-5.4m)(施設番号南埠頭②)

本施設の被災状況図を図-3.2.2に示す。この施設は、前面水深が異なるだけで、施工の経緯、今回の被災の様子とも、(1)岸壁(-7.5m)と同様である。

(3)南側護岸(施設番号南新埠頭①)

本施設は昭和38年に完成した重力式(セルラブロック)の施設である。図-3.2.3に被災状況図を示す。この施設の場合にも、本体にはほとんど変状が見られず、わずかに、上部工と舗装工の間に段差・隙間が生じ、舗装に亀裂が生じた。

(4)西側護岸(施設番号南新埠頭⑤)

本施設は昭和38年に完成した重力式(セルラブロック)の施設である。図-3.2.4に被災状況図を示す。この施設では、本体にはほとんど変状が見られず、上部工と舗装工の間に段差・隙間が生じ、舗装に亀裂が生じ、崩落した部分がある。

(5)船溜岸壁(-6.0m)(施設番号知人町④)

この施設は昭和56年に完成した、重力式突堤式構造物であり、基部90m区間はプレキャストコンクリートと直積ブロックよりなり、先端部約129m区間はスリットケーソン式となっている(図-3.2.5)。この施設では、先端の1函だけが沖側に移動している現象がみられた。

(6)物揚場(-4.0m)(施設番号知人町⑤)

この施設は昭和57年に完成した重力式の直積ブロック式となっている(図-3.2.6)。この施設は既設の法線を10m前出しして施工された。この地点の土質柱状図を図-3.2.7に示す。この地区は表層に近いところにやや緩い砂地盤があるが、-9.0m付近から岩盤が現れる比較的良好な地盤条件になっている。このため、本体工はほとんど変状せず、裏埋土の部分がわずかに沈下したのみである。この施設の被災状況写真を写真-3.2.1、3.2.2に示す。

(7)船溜岸壁(-5.0m)(施設番号知人町⑥)

この施設は昭和57年に完成した重力式の直積ブロック式となっており、旧堤体に隣接して施工されている(図-3.2.8)。この地点の土質柱状図を図-3.2.9に示す。この施設では本体工と旧施設の間の裏込石の部分が沈下し、上部工及び旧堤体と舗装工の間に段差が生じた。

(8)その他の無被災施設(施設番号南新埠頭③、知人町①~③、⑦~⑩)

これらの地区の被災施設の場合の被災原因は裏埋土にあると考えられ、上部工と舗装工の間の隙間や、舗装工の沈下量は数cm以下と比較的軽微であった。無被災施設は、裏埋土のゆるみが顕著でなかった場合であると考えられる。

3. 2. 2 入船地区、錦町地区、幸町地区

これらの地区は、旧釧路川の河口部に位置しており、釧路港の発祥以来の地区であるが、昭和50年代後半からの改良工事に伴い、ほとんどの施設は昭和50年代の後半に建設されている。

(1)岸壁(-7.5m)(施設番号入船①)

本施設は昭和60年に施工された重力式(ケーソン)構造の構造物である。現在の施設は既存の施設から22~24m前出しする事により建設されている。本施設の構造図を図-3.2.10に、土質柱状図を図-3.2.11に示す。この地点では、河口に向かって岩盤線が急激に深くなっており、岩盤線の深い区間で主な被害が生じている。被災は、上部工や舗装に亀裂が生じ、上部工と舗装工の間に段差が生じた。被災状況写真を写真-3.2.3に示す。

(2)岸壁(-6.0m)(施設番号入船④)

本施設は昭和63年に施工された重力式(ケーソン)構

造の構造物である。現在の施設はおおむね20m既存の施設から前出しする事により建設されている。本施設の被災状況図を図-3.2.12に、土質柱状図を図-3.2.13に示す。この地点では、幣舞橋方向に向かって岩盤線が急激に深くなっており、図-3.2.14、3.2.15に示すように、岩盤線の深い区間で主な被害が生じている。被災は、上部工や舗装に亀裂が生じ、上部工と舗装工の間に段差が生じており、特にエプロン後端の沈下が顕著である。なお、図-3.2.14と3.2.15においては右が河口側であり、左が幣舞橋側である。

(3)岸壁(-6.0m) (施設番号錦町②)

本施設は平成2年に改良が行われたセル式(A部)及びセルラブロック式(B部)の構造物である(図-3.2.16、3.2.17)。これらの構造の配置は図-3.2.19に示されるようになっており、地盤の条件としては、表層付近の砂層は比較的軟弱なもの、岩盤線は比較的浅い(図-3.2.18)。

本施設のセルは直径9.47mで、図-3.2.16と図-3.2.19に示すように、前側に二列PCパイルを打設してある。後側は、昭和63年に液状化対策としてグラベルドレーンが6列打設された。一方、隣接したセルラーは、下セルラーの幅が4.5m、上セルラーの幅が3.0mである。この部分では、裏込に砕石を用いており、液状化の恐れがなかった。

この区間は、「釧路港東港区再開発計画」の一環としてエプロン部の舗装にインターロッキングブロックが用いられている。図-3.2.20に示すように、被害そのものは取り立てて甚大ではないが、広い範囲にわたり細かな隆起や沈下、目地の開き、ひび割れなどがみられる。被災状況写真を写真-3.2.4、3.2.5、3.2.6に示す。エプロンの沈下測量の結果を図-3.2.21に示す。図中の距離は、幣舞橋側からのものであり、セルの部分はほとんど沈下せず、セルラブロックの部分だけが沈下した様子が明らかである。この沈下状況の違いは、構造の違いによるものと考えられる。

(4)物揚場(-2.0m) (施設番号幸町②)

本施設は昭和26年に築造された重力式(ケーソン)の構造物である。被災状況図を図-3.2.22に示す。また、エプロンに発生したクラックの様子を図-3.2.23に示す。このように、この施設では、エプロン部分が沈下し、舗装にクラックが生じた。図-3.2.24にエプロン沈下の測量結果を示す。被災状況写真を写真-3.2.7、3.2.8に示す。この施設に隣接する護岸(施設番号①と②)の間の40m区間の被災状況図を図-3.2.25に示す。この施設は既設の矢板式構造物の法線を2.4m前出しするかたちで昭和

63年に築造された。構造は、重力式(方塊ブロック)である。この施設では、路盤が沈下し舗装に亀裂・段差が生じた。被災状況写真を写真-3.2.9に示す。もっとも大きなもので1.0mの空洞が確認された。

(5)その他の無被災施設(施設番号入舟②、③、⑤)

図-3.2.26に無被災施設の入船岸壁(-6.0m)(施設番号入舟②)の標準断面図を示す。他の施設については標準断面図を入手していない。

3.2.3 中央埠頭地区

中央埠頭は、旧釧路川右岸に位置し、昭和33年、大型岸壁6バースを要する埠頭として建設に着手され、昭和43年に中央埠頭全体が完成した。その後、昭和62年に策定された「釧路港東港区再開発計画」の一環として、旧釧路川河口右岸部分の改良工事が進められている。

(1)物揚場(-3.0m) (施設番号中央埠頭①)

本施設は昭和24年に築造され、昭和42年に改良された構造物である。構造は、重力式(L型ブロック)の部分と鋼矢板式の部分がある。図-3.2.27には重力式部分の被災状況図を示す。裏込土がゆるみ、エプロン部のコンクリート舗装が沈下する被害があった。

(2)第6バース(-7.5m) (施設番号中央埠頭②)

本施設は昭和42年に完成し、改良工事が予定されている区間である。この区間はすでに設計が終了しており、水中ストラット構造になる区間である。旧来の中央埠頭の施設は矢板式構造が主であったが、第6バースは岩盤線が浅く矢板の打ち込みが困難であったため、図-3.2.28に示すように根入れが浅くすむ鋼矢板セル式となっている。このセルの直径は14.92mである。この施設も若干の被害が生じているが、改良施工途中の手戻りとして処理されており、被害額が明確にされていない。

(3)第5バース(-7.5m) (施設番号中央埠頭③)

本施設は平成4年に改良工事が行われた。本施設は水中ストラット構造になっている第5バースの被災状況断面図は図-3.2.29に示すとおりである。水中ストラット構造は、土留めに鋼管矢板を用い、前面の鋼管杭との間に斜材を用いた構造となっている。鋼管杭と鋼管矢板の間は水面になっており、水深は前面水深と同じである。第5バースでは、本体の沈下はおおむね4cm、エプロンと本体の間は、エプロンの沈下により2cm~4cmの段差が生じた。被災状況写真を写真-3.2.10~12に示す。

本施設は改良時に液状化対策が施工された。図-3.2.30に液状化対策の施工図を示す。この図では、第5号上屋の一部にしか液状化対策工がなされていないようにかかれているが、実際には、全区間にわたり、C-C断面の

ように液状化対策がなされている。このバースの直背後には上屋があるため、ほとんどの区間で広い範囲に液状化対策をとることができず、ストラット背後と上屋前面の間の狭い区間にだけ、グラベルドレーンを5列打設してある。第四バースに近い区間では、ストラット構造の背後に7列グラベルドレーンが施工され、さらにその背後は12列サンドコンパクションが施工されている。このような状況であったが、第五バースでは、エプロン部の沈下は上述のように小さなものであった。

(4)第4バース (-7.5m) (施設番号中央埠頭④)

本施設は昭和39年に鋼矢板式岸壁として施工されたが、老朽化により平成2年に改良工事が行われた。構造は鋼矢板式(控直杭)である。図-3.2.31に被災状況図を示す。図には、控えの構造が示されていないが、控え直杭($\phi 700 \times t10$, SKK-41, 根入れ深度-11.5m)が矢板から27.5m離れた地点に施工されている。図に示してあるように、矢板の背後8m区間には碎石ドレーンで、そのさらに背後はサンドコンパクションにより地盤改良をしている。図-3.2.32に土質柱状図を示す。この背後地盤は埋立地であり、地盤が緩く液状化の恐れがあったため、液状化対策として地盤改良を行ったものである。図-3.2.33と図-3.2.34にエプロンクラック平面図とエプロン沈下断面図を示す。これらの図は、第5バースから先端の取り付け部までを含んでいる。(写真-3.2.13, 3.2.14)すでに述べたように、第5バースは水中ストラット構造であり、第4バースは矢板構造で、液状化対策の地盤改良を行っている。取り付け部は、旧来の施設のままで、液状化対策がなされていない。図-3.2.33を見ると、水中ストラット部分が最もエプロンの段差が少なく、液状化対策をしていない取付部が、エプロンの段差、クラックとも大きく、相対的に被害が大きい。図-3.2.34は、それぞれの構造物の後端の頂部の沈下量を示しており、第4、第5バースではおおむね4cm、取付部では場所によりやや大きな沈下があったことがわかる。第4バースの2カ所で空洞化調査が行われ、その結果、エプロンの下に2cm~3cmの空洞ができていたことがわかった(図-3.2.35)。第4バースでは、エプロンが最大10cm沈下し、エプロンの目地部に2~7cmの段差が発生した。矢板壁本体にはほとんど変状がなく、この地点の液状化対策が有効に働いていたことを示している。

(5)岸壁 (-10m) (施設番号中央埠頭⑤)

本施設は昭和39年に築造された、鋼矢板式(デッドマンアンカー)の構造物である。標準断面図を図-3.2.36に示す。延長約52mにわたり、上部工とエプロンの目地部に7~15cmの段差が生じた。また、エプロンの目地部に3

cm程度の開きと亀裂が生じている。

(6)岸壁 (-9m), 取付護岸 (施設番号中央埠頭⑦, ⑧)

岸壁(-9m)は昭和41年に築造された鋼矢板式(控え直杭式)の構造物である。取付護岸部分は昭和35年に築造された鋼矢板式(控えブロック式)構造物である。岸壁(-9m)の被災状況図を図-3.2.37に、取付護岸の被災状況図を図-3.2.38に示す。また、エプロンのクラック平面図を図-3.2.39に、エプロンの沈下測量結果を図-3.2.40に示す。ここでは支持地盤がゆるみエプロン部のコンクリート舗装に亀裂・沈下が生じた。

(7)物揚場 (-3.0m) (施設番号中央埠頭⑨)

本施設は昭和12年に施工された古い施設である。構造は、重力式(L型ブロック)である。ここでは、車道部、歩道部に亀裂、段差、陥没が生じ、一部上部工が破損した。被災状況写真を写真-3.2.15に示す。

3.2.4 北埠頭地区

北埠頭地区の施設はもともと釧路埠頭株式会社昭和13年から昭和25年にかけて築造したものである。本地区の施設は昭和27年3月の十勝沖地震の際に壊滅的な被害を受けており、昭和30年にその復旧工事が終了している。しかしながら、その当時の復旧断面などの資料がないため、今回の地震前の構造断面の詳細は不明である。今回の地震により施設延長のほとんどが被災を受けており、被害の大きい地区である。

(1)物揚場 (-2.8m) (施設番号北埠頭①)

本施設は、昭和25年度に完成した重力式(L型ブロック)の施設である。設計震度は、古い施設のため不明である。図-3.2.41に本施設の被災状況図、図-3.2.42にエプロンクラック平面図を示す。写真-3.2.16に本施設の被災状況を示す。

今回の地震によりエプロンに亀裂、段差が生じ上部工も破損した。エプロンには最大1mの陥没が生じた。

(2)東岸壁 (-8.1m) (施設番号北埠頭②)

本施設は、昭和25年度に完成した重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.43に被災状況図、図-3.2.44にエプロンクラック平面図、図-3.2.45に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図を示す。写真-3.2.17~18に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により岸壁前面は、最大1.9m海側に迫り出し、上部工天端は20~50cm沈下している。また、エプロンは全延長に5~30cmの亀裂が舗装全面に生じ、段差が20~40cm生じた。

図-3.2.46に土質柱状図(土質調査地点番号No.261)を示すが、地表から-4.5mまではN値10前後の砂層が統

いている。この部分は埋立用の土砂と考えられるが、土質名（シキ混じり細砂）から判断する限り液状化しやすい均質な細砂ではないようである。

(3)南岸壁（-8.0m）（施設番号北埠頭③）

本施設は、昭和25年に完成した重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.47に被災状況図を、図-3.2.48にエプロンクラック平面図、図-3.2.49に法線の出入りとエプロンの沈下断面図を示す。写真-3.2.19~22に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により、延長109mに渡り岸壁法線は海側に1~1.5m迫出し上部工天端は20~50cm沈下した。また、エプロンは全延長にわたって5~30cmの亀裂が入り、沈下による段差が20cm~1m生じた。

同地点の土質柱状図（図-3.2.46土質調査地点番号No.262参照）を見ると、地表から-9.5m付近まではN値10以下の緩い細砂層が続いており、これが本施設の被害を大きくした一因と考えられる。

(4)西岸壁（-9.0m）（施設番号北埠頭④）

本施設は、昭和25年度に完成した重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.50に被災状況図、図-3.2.51にエプロンクラック平面図、図-3.2.52に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図を示す。写真-3.2.23~26に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により岸壁前面は、1~1.5m海側に迫出し、上部工天端は20~50cm沈下している。また、エプロンは全延長にわたって5~30cmの亀裂が舗装全面に生じ、段差10~30cm生じた。

図-3.2.53に土質柱状図（土質調査地点番号No.263,264）を示すが、地表面付近の下は、コンクリート塊、N値の高い地盤構成となっている。

(5)岸壁（-9.0m）（施設番号北埠頭⑤）

岸壁（-8.0m）（施設番号北埠頭⑥）

両施設は、昭和15年度に完成した重力式ケーソン岸壁である。今回の地震でエプロンに亀裂が入り、上部工も破損したが、復旧は地表面付近のみであり、北埠頭突堤部の被害に比較すると軽微な被害である。写真-3.2.27~30に本施設の被災状況を示す。

図-3.2.54に土質柱状図（土質調査地点番号No.265,266：図-3.2.53,71参照）を示すが、地表から0~-2.5mまでは砂礫および礫混じり細砂、それ以深は-4.5~-7.5mまで全体的に均質で粒径のそろったN値7前後の細砂層がある。また、ケーソンの岩底地盤はN値25以上の固い地盤である。両施設は、築造後50年以上が経過していること、十勝沖地震の被災履歴を受けていること、突堤部よりも埋め立てが少ないと考えられること

から、比較的安定的な地盤であったと推定される。

(6)岸壁（-5.0m）（施設番号北埠頭⑦）

本施設は、昭和13年度に完成した鋼矢板式岸壁である。今回の地震でエプロンに亀裂が入り、上部工も破損したが、復旧は地表面付近のみであり、北埠頭突堤部の被害に比較すると軽微な被害である。写真-3.2.31に本施設の被災状況を示す。なお、ここに示していないが本地点の土質柱状図から、原地盤はN値30以上の中粒砂が標高-15mほどまで続いている、工学的に安定な地盤と言える。

3.2.5 漁港地区

本地区の施設は、昭和55年に全面埋め立てにより完成したもので、築造後約23年が経過している。この間、地震による被災履歴はない。本地区の被害は東港区の中で最も顕著なものである。地震直後の埠頭内では噴砂の跡が多くみられ、液状化が発生したと考えられる。また、地震直後の荷役作業の可否を決定するため、被災箇所のエプロンのコア抜き取り調査を実施した。図-3.2.55はその調査地点と空洞の有無を示したものである。

(1)東側岸壁（-7.0m）（施設番号漁港埠頭①）

本施設は、昭和55年度に完成した重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.56~58に被災状況図、図-3.2.59にエプロンクラック平面図、図-3.2.60に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図、図-3.2.61に上部工被災断面、図-3.2.62に本施設施工前の土質柱状図を示す。写真-3.2.32~35に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により岸壁前面は、50cm~1.5m海側に迫出し、上部工は20~50cmほど沈下した。また、エプロンは全延長にわたって5~30cmの亀裂が舗装全面に生じ、段差は10~30cm生じた。岸壁法線のほらみだしが一様であることからわかるとおり、全延長にわたり一様な変状が生じた。

(2)南側岸壁（-7.5m）（施設番号漁港埠頭②）

本施設は、昭和55年度に完成した鋼矢板式の控え組杭式の岸壁である。図-3.2.63に本施設施工前の原地盤の土質調査結果、図-3.2.64に同縦断面図、平面図を示す。原地盤は水深-6m~-10mになっており、一部分は置き砂が行われている。また、図-3.2.65に標準断面図を示す。図-3.2.66に被災状況図、図-3.2.67にエプロンクラック平面図、図-3.2.68に岸壁法線の出入りとエプロン沈下断面図、図-3.2.69に上部工被災断面を示す。また、写真-3.2.36~41に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により全延長にわたり矢板本体が変形し構造的に重大な被害を被った。このため本施設は地震直後

から荷役作業はもとより船舶の係留も制限された。被害の主な原因は、エプロンが大きく沈下しコンクリートの亀裂から噴砂現象が確認されている(写真-3.2.42, 43参照)ことから、液状化現象により矢板背後に過大な土圧が作用したためと考えてよい。これによって、矢板本体は水深-3m~-4mの位置で折損しているのが確認されている。なお、矢板の折損した位置は、電気防食の陽極の設置点に対応しており、電気防食による材料の劣化と矢板の折損に因果関係があるかどうか調査が必要である。また、この調査については背後地盤が液状化した場合の矢板の曲げモーメントの分布の推定も重要な検討事項となる。

図-3.2.70に埋め立て地盤部を含む土質柱状図(土質調査地点番号No.267:図-3.2.71参照)を示すが、埋め立てられた砂は N 値10以下の均質な細砂であり、液状化の発生を裏付けるものである。

(3)西側岸壁(-7.0m)(施設番号漁港埠頭③)

本施設は、昭和55年度に完成した重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.71に本施設施工前の原地盤土質柱状図(土質調査地点番号No.116)を示す。図-3.2.72に被災状況図、図-3.2.73にエプロンクラック平面図、図-3.2.74に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図、図-3.2.75に上部工被災断面を示す。写真-3.2.44~45に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により岸壁前面は、50cm~1.5m海側に迫出し、上部工天端は20~50cm沈下している。また、エプロンは全延長にわたり10~30cmの亀裂と沈下による段差が20~60cm生じている。ケーソン本体の背後や荷さばき地において噴砂現象が確認されていることから、本施設の被災の原因の一つに液状化現象が挙げられる。

3.2.6 副港地区

副港地区は、新釧路川河口部東側に位置する。本地区の各施設は、昭和12年から36年にかけて完成したものであり、釧路港の中でも古くからの施設といつてよい。主な利用目的は、漁船の陸揚げである。昭和62年には漁獲高の増加に伴って施設の改良工事が行なわれている。

(1)岸壁(-6.0m)(施設番号副港①)

本施設は、昭和45年度に完成した鋼矢板式岸壁である。本施設施工前の土質調査結果を図-3.2.71(土質調査地点番号No.113)に示す。図-3.2.76に被災状況図、図-3.2.77にエプロンクラック平面図、図-3.2.78に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図を示す。写真-3.2.46~47に本施設の被災状況を示す。

岸壁前面法線は、30~70cm海側に迫出し、上部工天端

は20~30cm沈下した。また、エプロンには全延長にわたって亀裂が発生し、沈下による段差が10~40cm生じた。

(2)岸壁(-5.0m)(施設番号副港②, ③)

本施設は、昭和45年度に改良施工され鋼矢板式岸壁である。なお、取り付け部は南側がブロック式(昭和45年度に改良施工)、北側が重力式ケーソン岸壁(昭和61年度に改良施工)である。図-3.2.79に被災状況図、図-3.2.80, 81にエプロンクラック平面図、図-3.2.82に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図を示す。写真-3.2.48~49に本施設の被災状況を示す。

今回の地震によりエプロン舗装に5~30cmの亀裂と沈下による段差が10~40cm生じた。また、取り付け部本体の方塊と上部コンクリートが崩れ落ち、壊滅状態となった。

(3)岸壁(-5.0m)(施設番号副港④, ⑤)

本施設は、昭和62年度に改良施工された重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.83に昭和62年度の改良工事の際の土質想定断面図を示すが、-5m以深はシルト分20%を含む砂である。図-3.2.84に被災状況図、図-3.2.85上段にエプロン沈下断面図を示す。写真-3.2.50に本施設の被災状況を示す。地震により車道部に亀裂、沈下、陥没が生じた。その沈下量は、一様で約10cmであった。

(4)岸壁(-5.0m)(施設番号副港⑥, ⑦)

本施設は、昭和62年度に改良施工された重力式ケーソン岸壁である。図-3.2.86に被災状況図、図-3.2.87にエプロンクラック平面図、図-3.2.88下段に岸壁法線の出入りとエプロン沈下図を示す。写真-3.2.51~52に本施設の被災状況を示す。

今回の地震により上部工が岸壁法線より約10~20cm海側にずれ、エプロンに亀裂、沈下、段差が生じた。

また、図-3.2.88に土質柱状図(土質調査地点番号No.1~4)を示すが、海底面から-15mまでの土質はシルト分約20%を含む砂であり、その N 値は20前後となっている。

(5)物揚場(-4.0m)(施設番号副港⑧)

本施設は、昭和26年度に完成した重力式L型ブロックの岸壁である。図-3.2.89に被災状況図、図-3.2.90にエプロンクラック平面図を示す。写真-3.2.53に本施設の被災状況を示す。

(6)その他の無被災施設(⑨, ⑩~⑮)

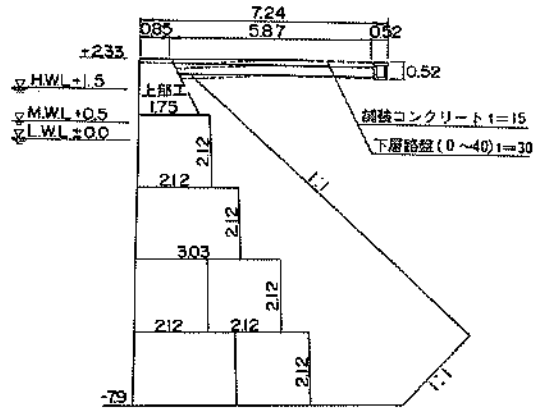
副港地区の無被災の施設は、比較的水深が浅く、古くからの施設である。無被災施設のほとんどは、第2期拓殖計画(昭和2~21年度)の際、112,320m²の埋め立てが実施された部分に位置する。

なお、東港区の写真撮影位置は、図-3.2.91に示した。

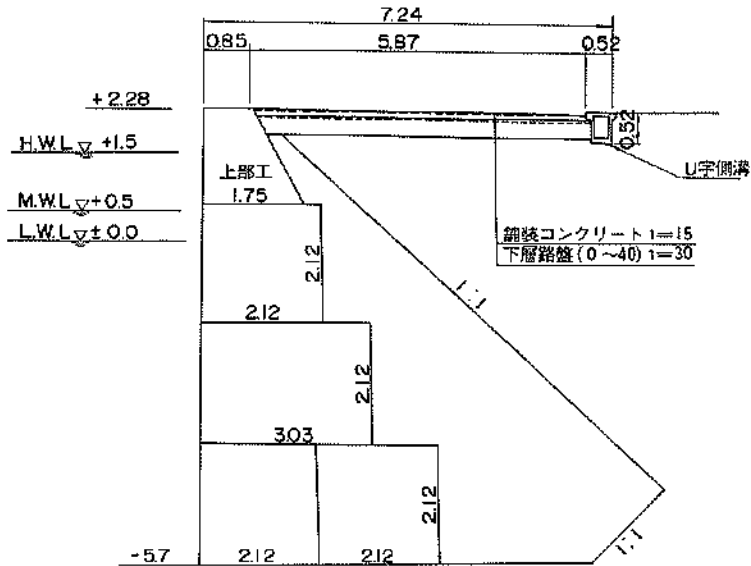
参考文献

- 1) くしろ：御路開発建設部40年史，(財)北海道開発協会，1992年3月。
- 2) 1968年十勝沖地震 港湾被害報告，津波調査報告：昭

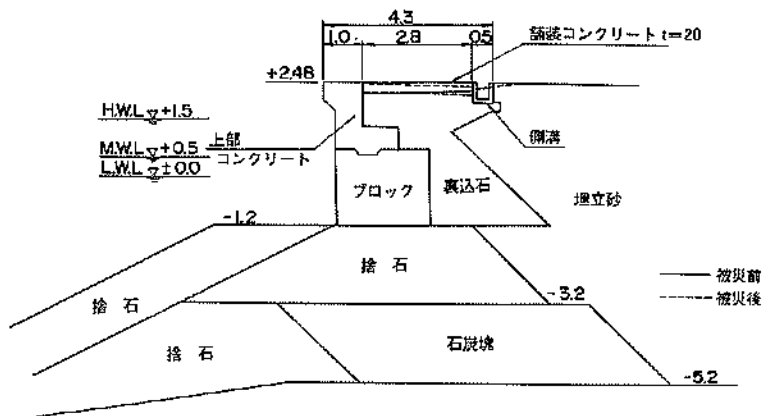
- 和43年12月，運輸省港湾局，港湾技術研究所，第二港湾建設局，北海道開発局港湾部。
- 3) 1973年根室半島沖地震 港湾被害報告，津波調査報告：昭和48年10月，運輸省港湾局，港湾技術研究所，北海道開発局港湾部。



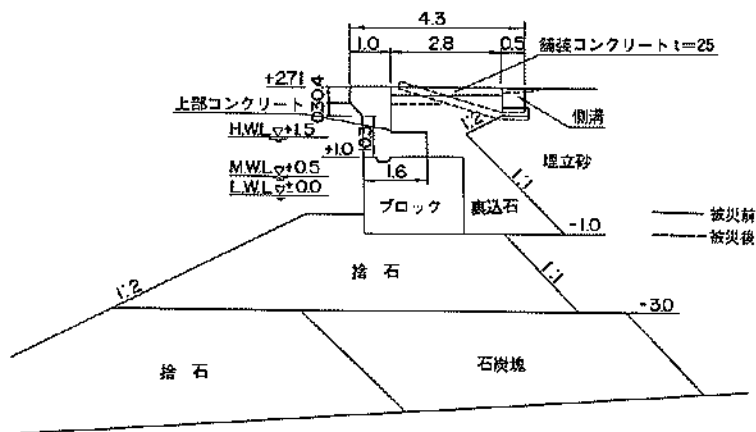
図—3.2.1 被災状況図 (南埠頭地区，①岸壁(-7.5m))



図—3.2.2 被災状況図 (南埠頭地区，②岸壁(-5.4m))

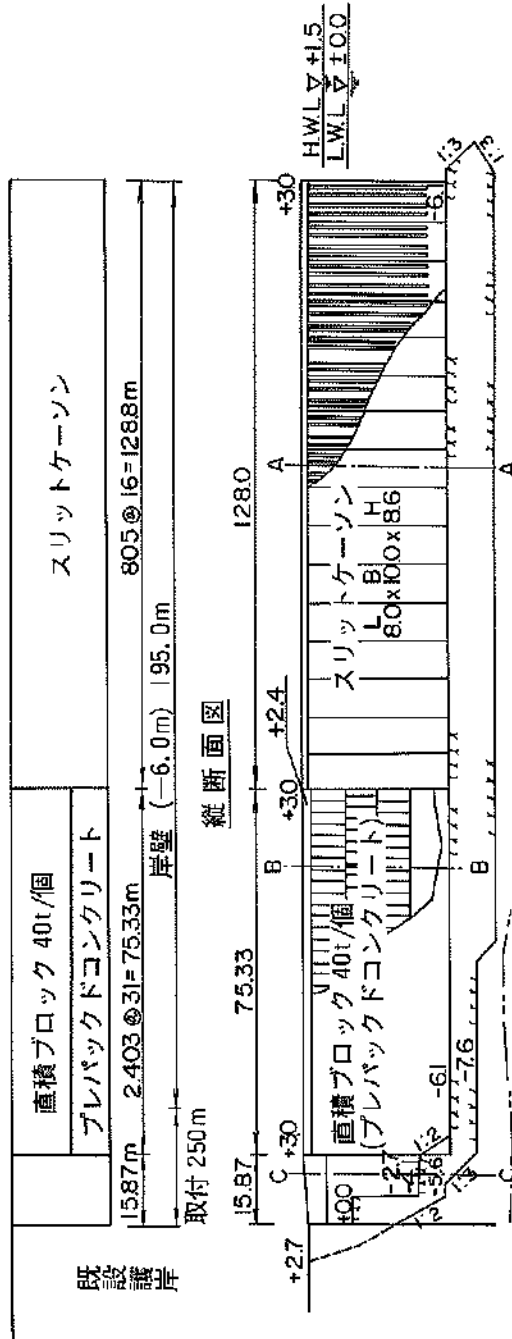


図一3.2.3 被災状況図 (南新埠頭地区, ①南側護岸)

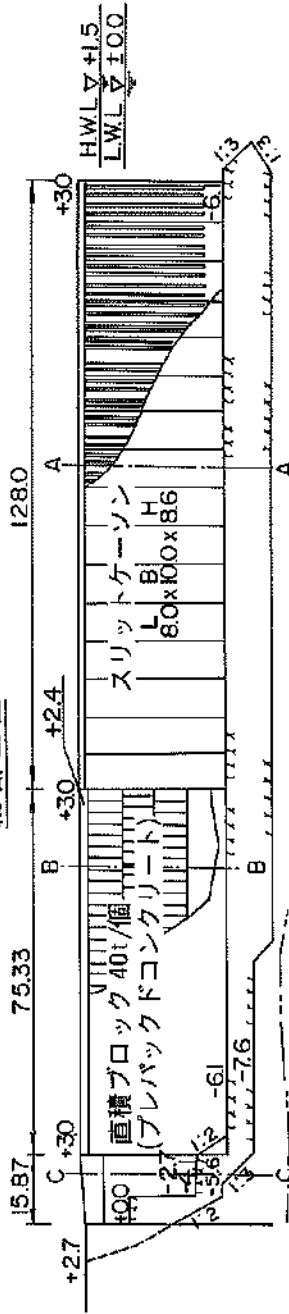


図一3.2.4 被災状況図 (南新埠頭地区, ⑤西側護岸)

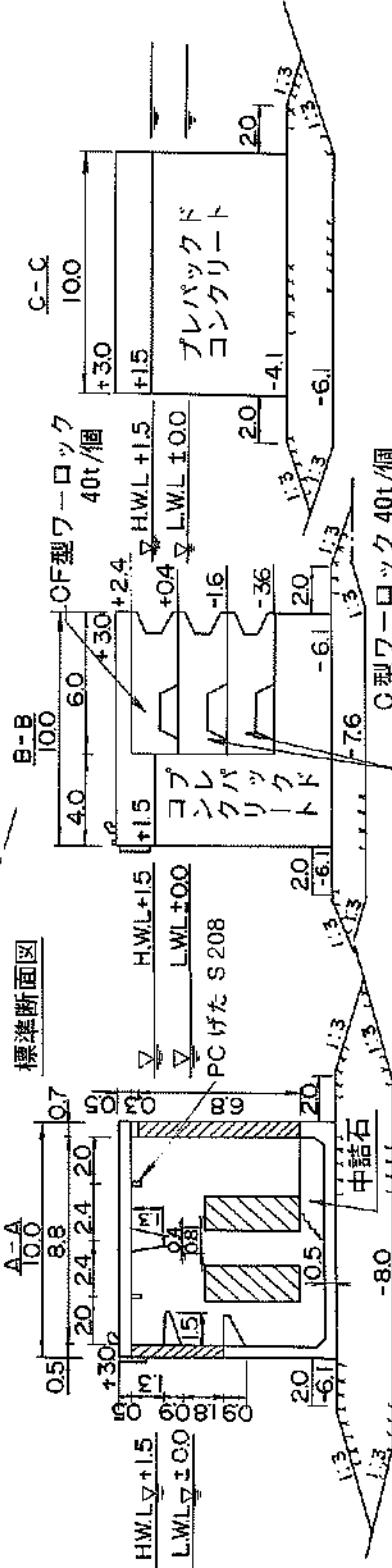
平面図



縦断面図



標準断面図



図—3.2.5 構造図 (知人町地区, ④船溜岸壁 (-6.0m))

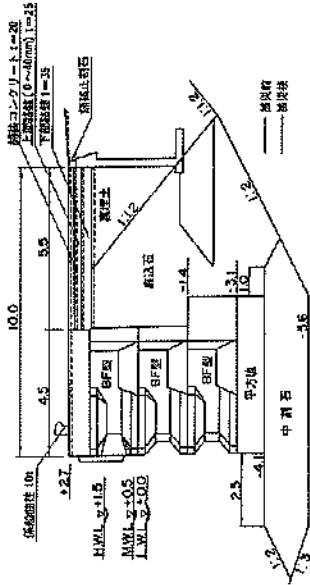


図-3.2.6 被災状況図 (知人町地区, ⑤物掃場 (-4.0m))

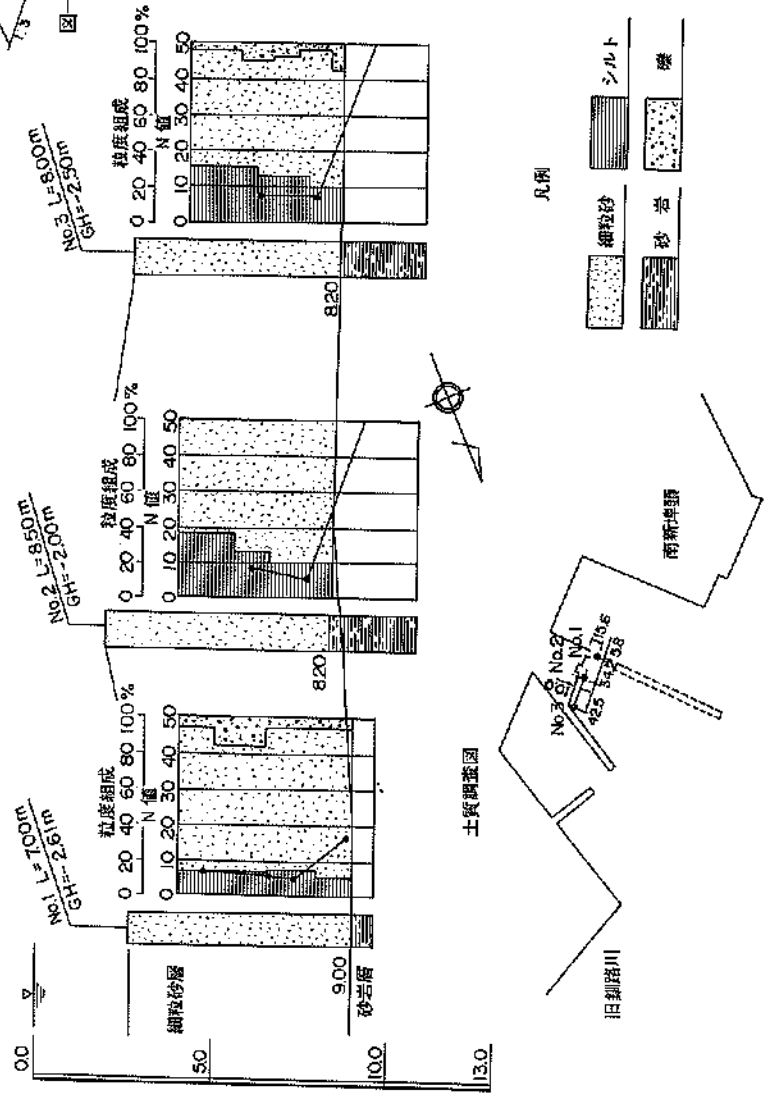


図-3.2.7 土質調査図 (知人町地区, ⑤物掃場 (-4.0m))

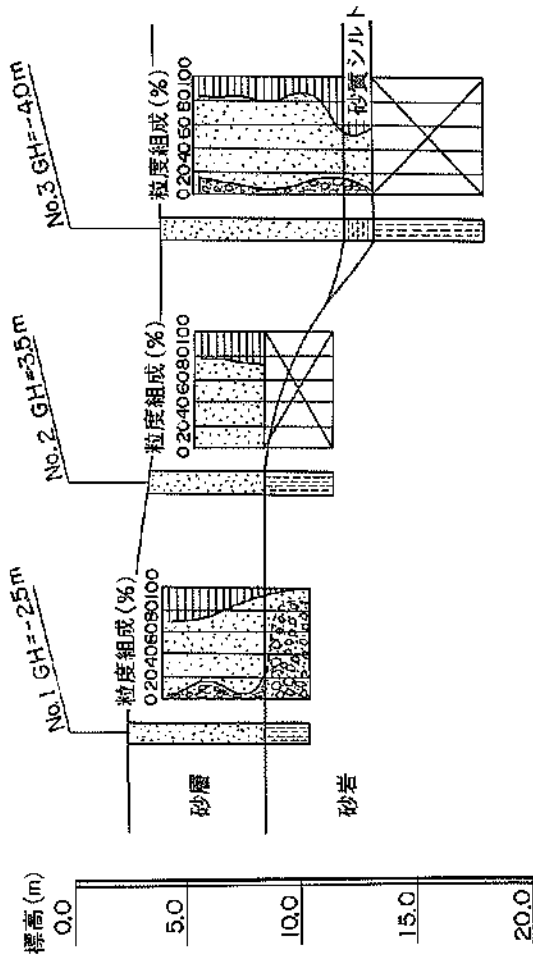
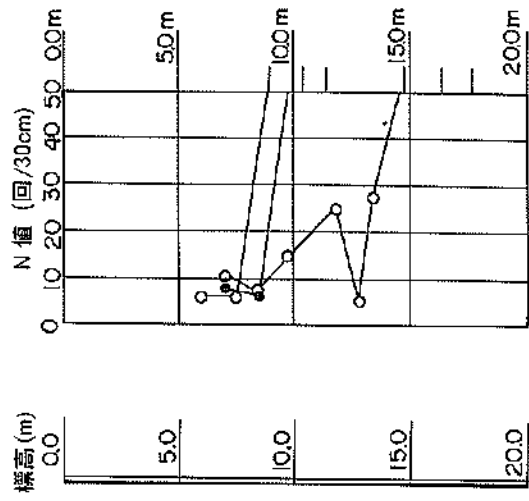


図-3.2.9 土質柱状図 (知人町地区, ⑥船溜岸壁 (-5.0m))



○—○ No. 1
●—● No. 2
○—○ No. 3

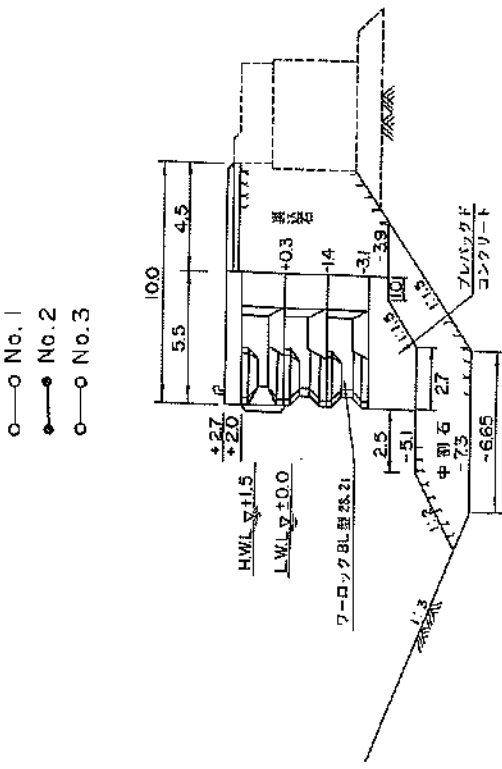
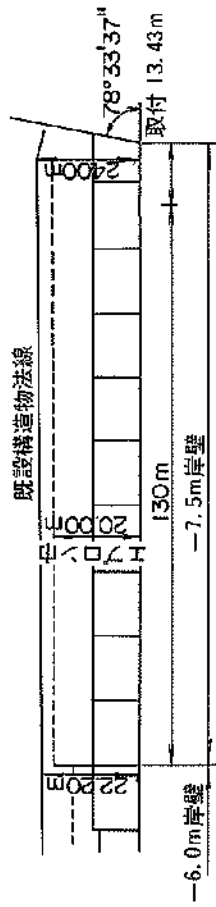


図-3.2.8 標準断面図 (知人町地区, ⑥船溜岸壁 (-5.0m))

平面図



縦断面図

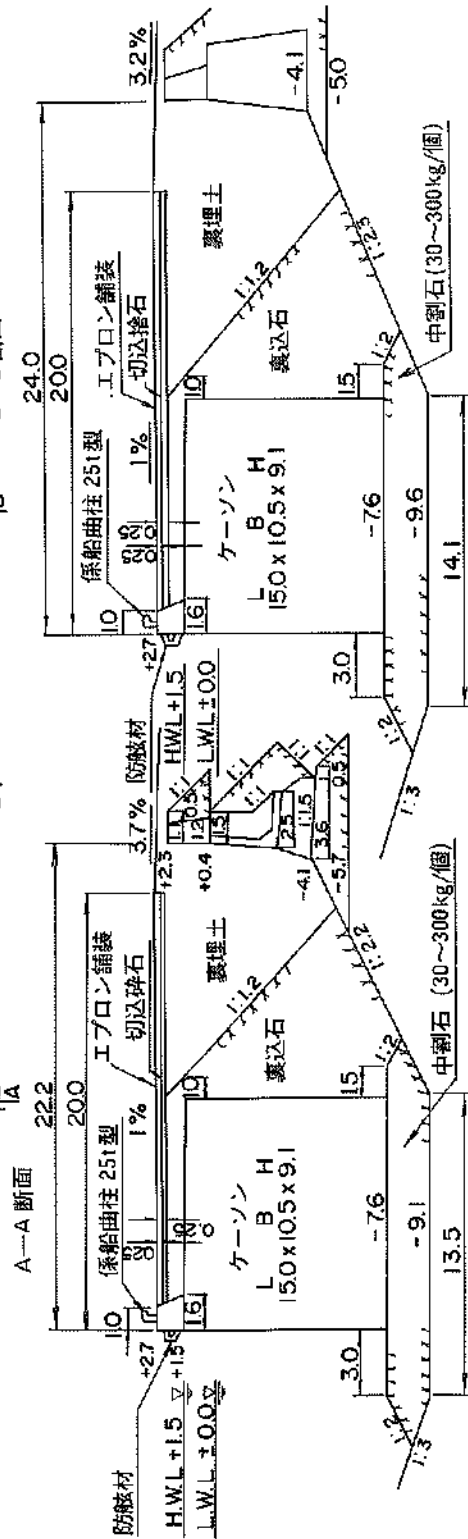
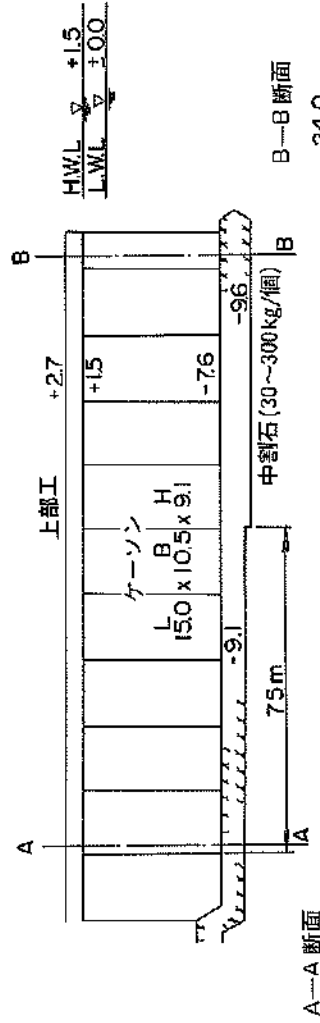


図-3.2.10 構造図 (入舟地区, ①岸壁(-7.5m))

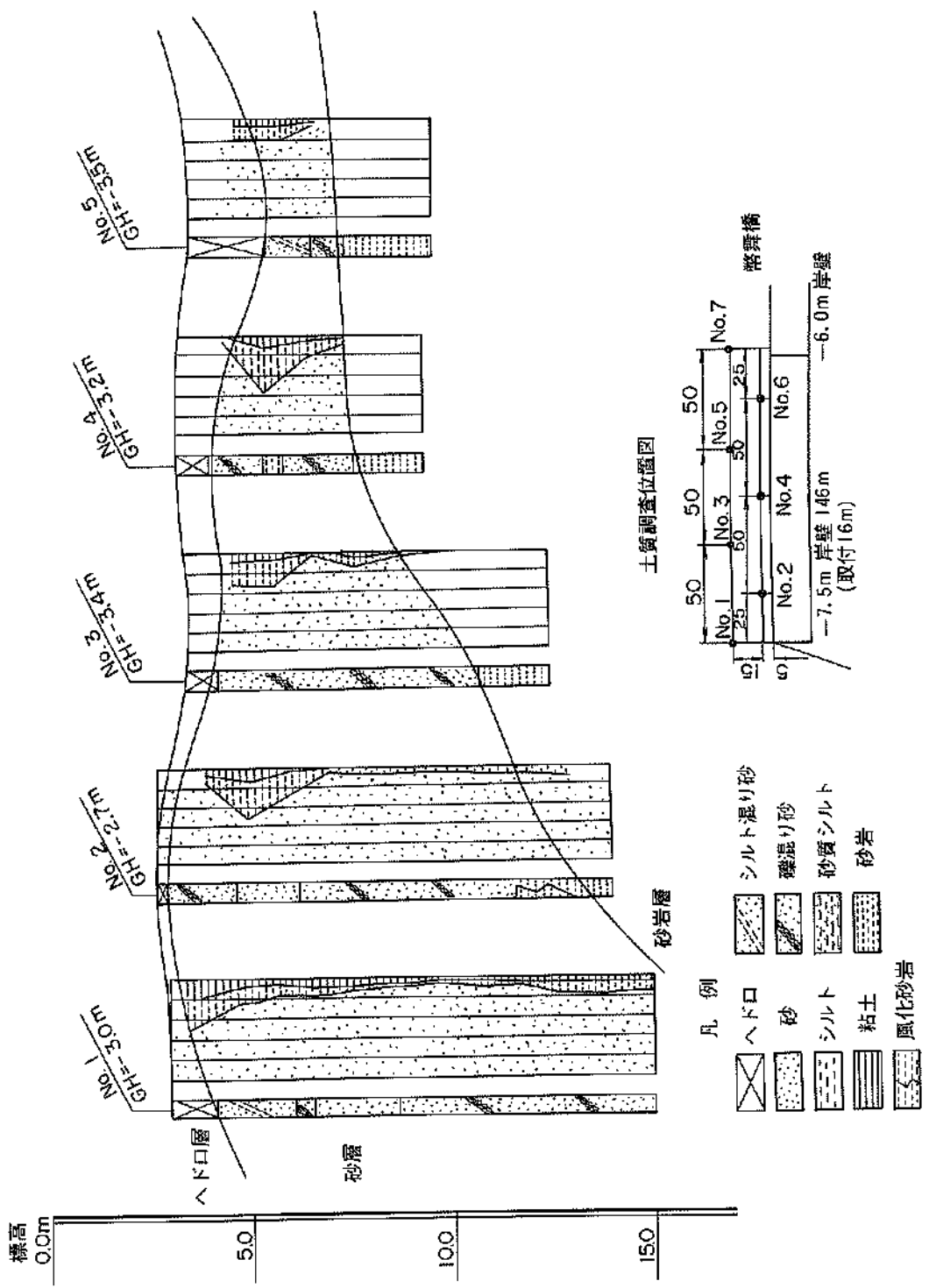
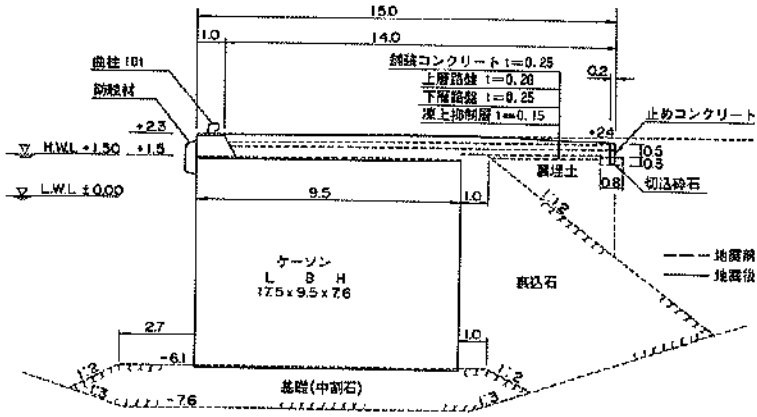
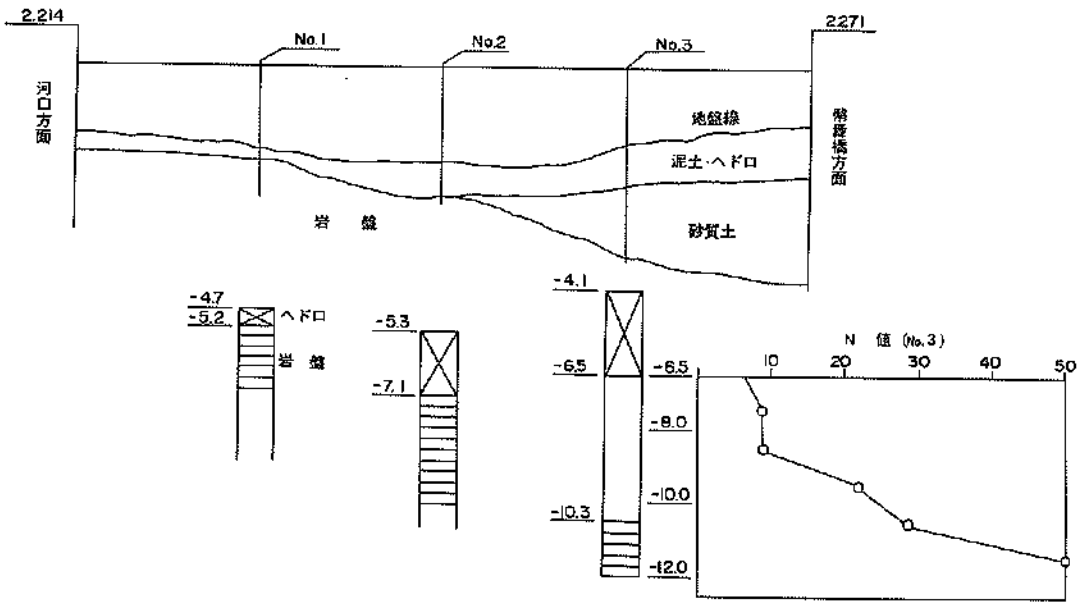


図-3.2.11 土質柱状図 (入舟地区, ①岸壁(-7.5m))



図—3.2.12 変状図 (入舟地区, ④岸壁(-6.0m))



図—3.2.13 土質柱状図 (入舟地区, ④岸壁(-6.0m))

平面図

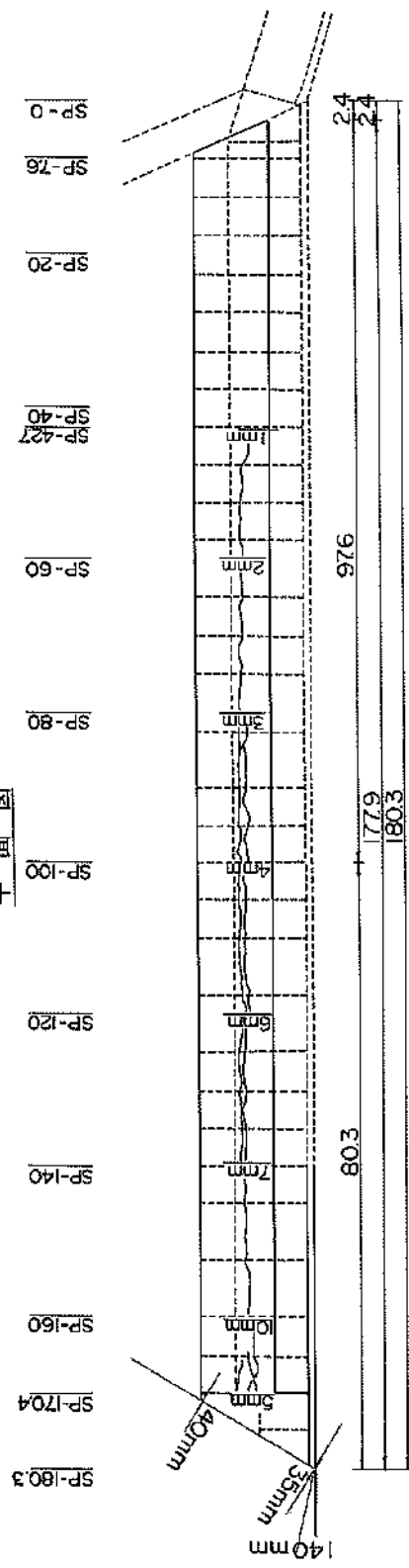


図-3.2.14 エプロンクラック平面図 (入舟地区, ④岸壁(-6.0m))

縦断面図(法線から15m)

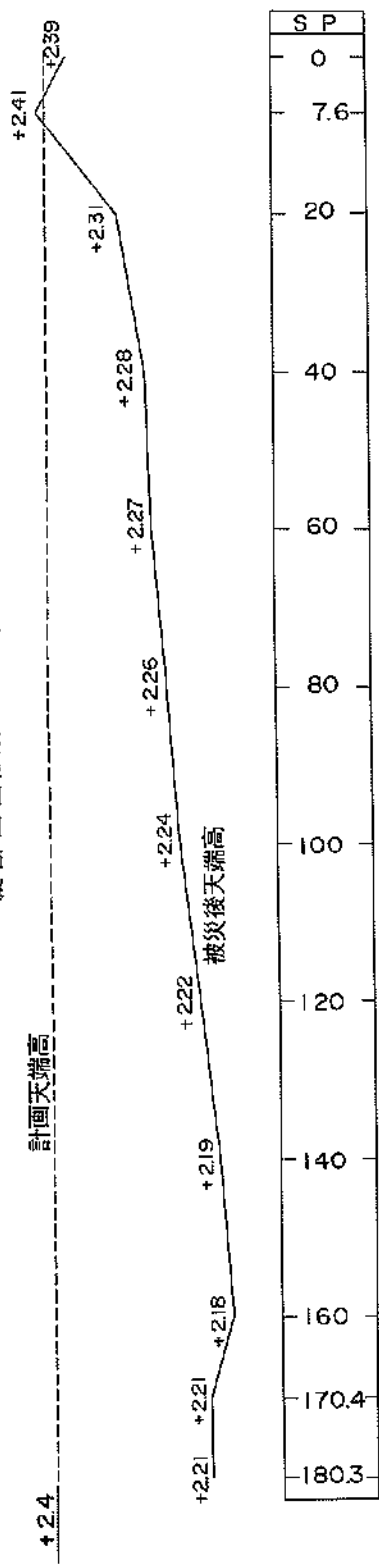
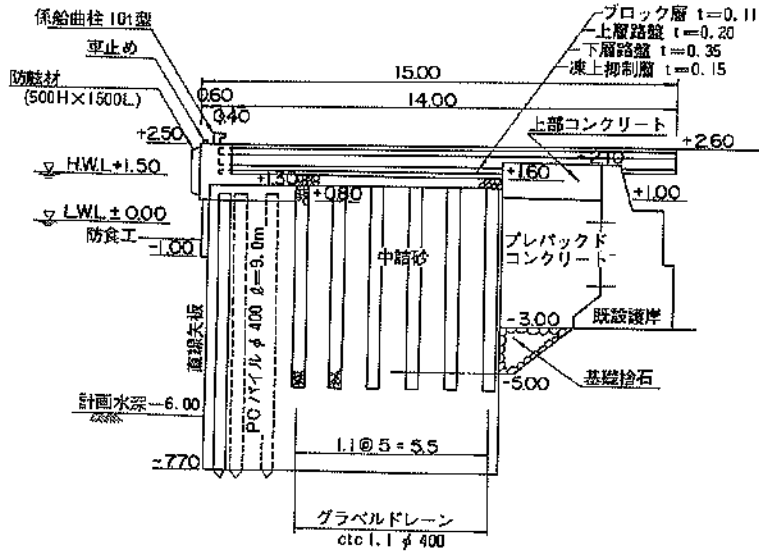
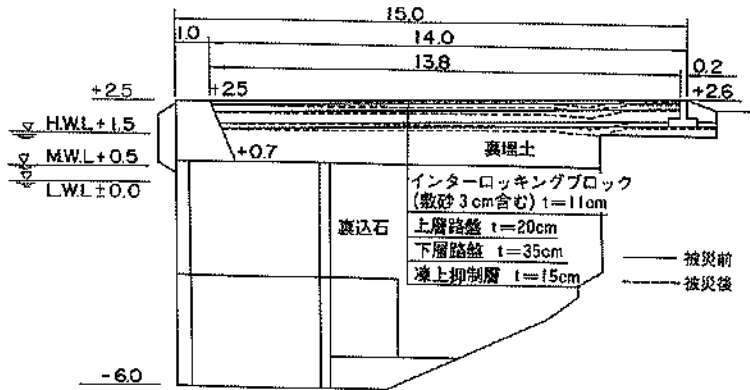


図-3.2.15 エプロン沈下断面図 (入舟地区, ④岸壁(-6.0m))



図一3.2.16 標準断面図 (錦町地区, ②岸壁(-6.0m))



図一3.2.17 被災状況図 (錦町地区, ②岸壁(-6.0m))

旧制錦川

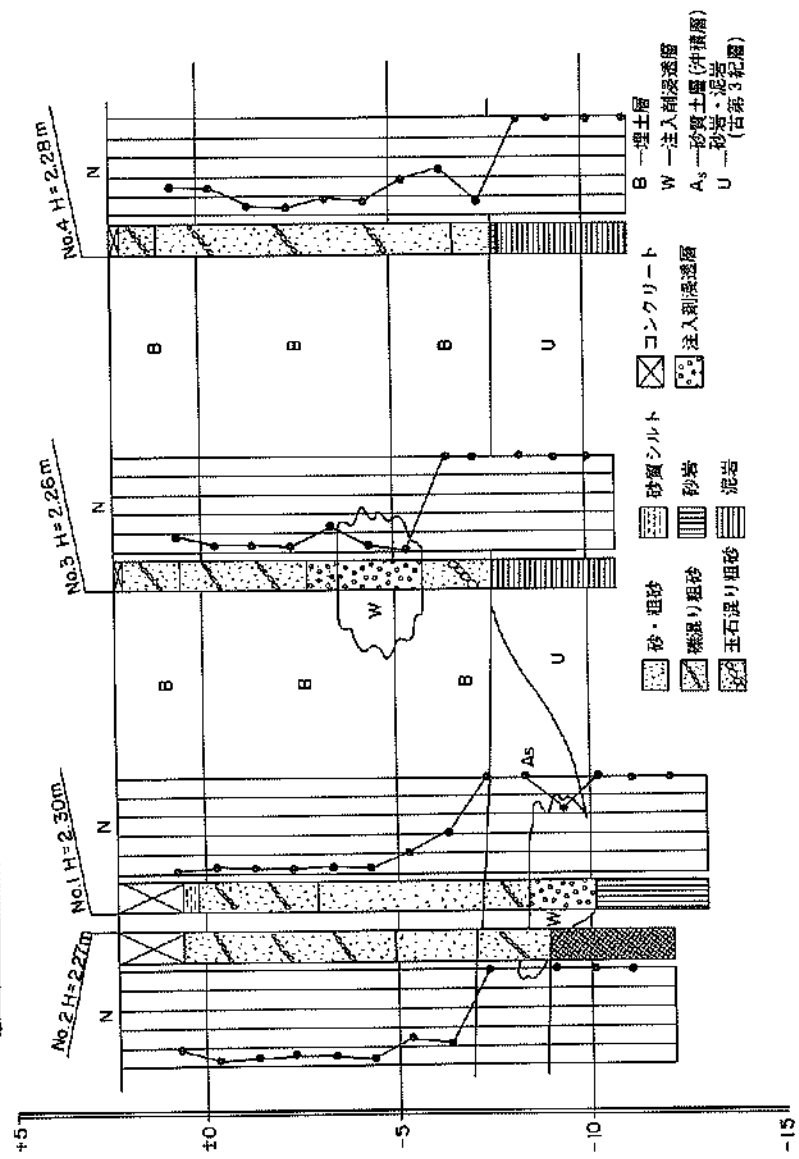
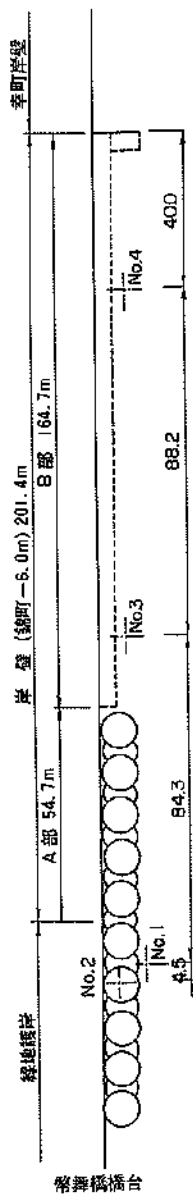
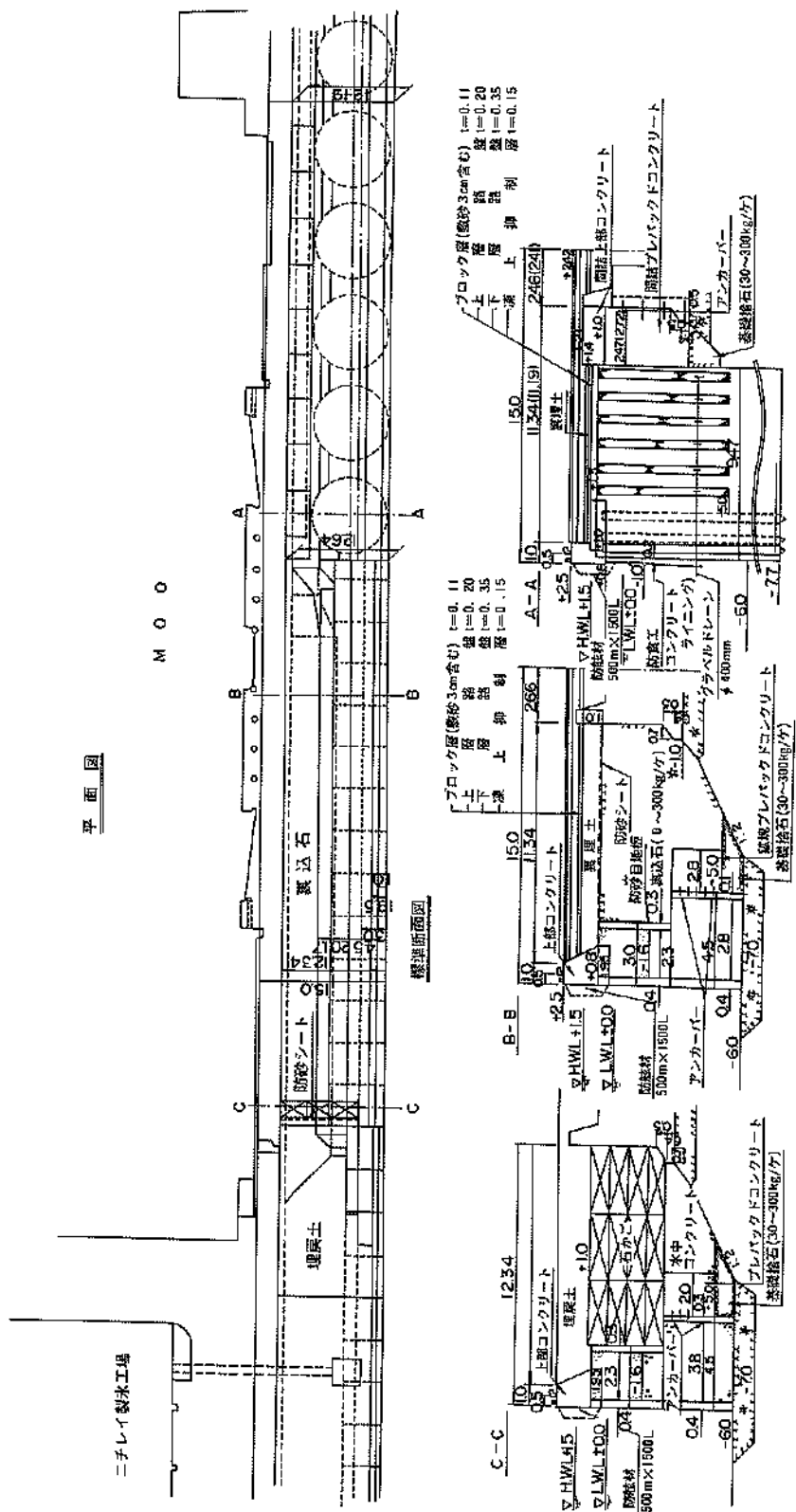
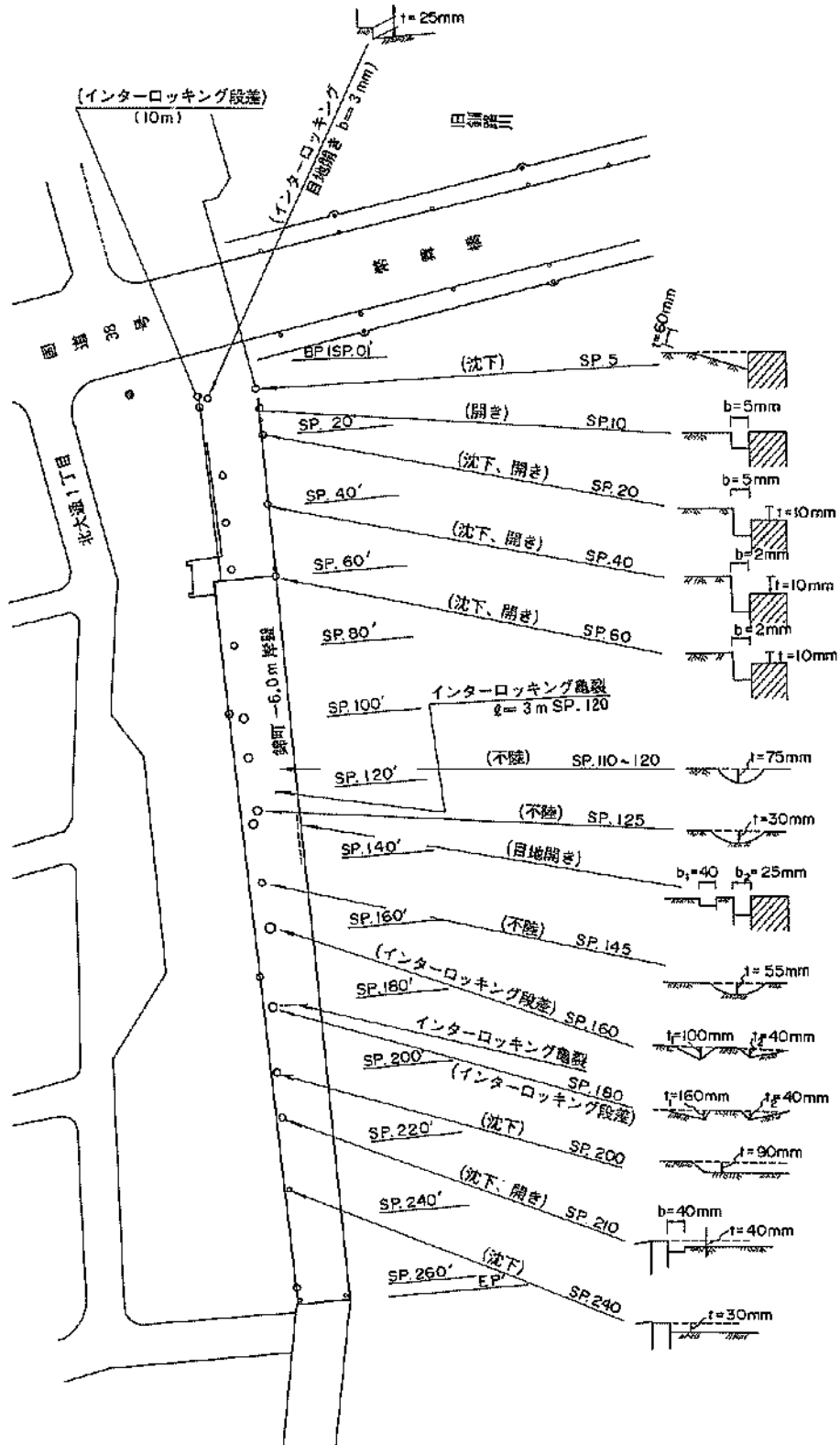


図-3.2.18 土質柱状図(錦町地区、②岸壁(-6.0m))



図→3.2.19 液状化対策工平面図 (錦町地区, ②岸壁(→6.0m))



図一3.2.20 エアロロック平面図 (錦町地区、②岸壁(一6.0m))

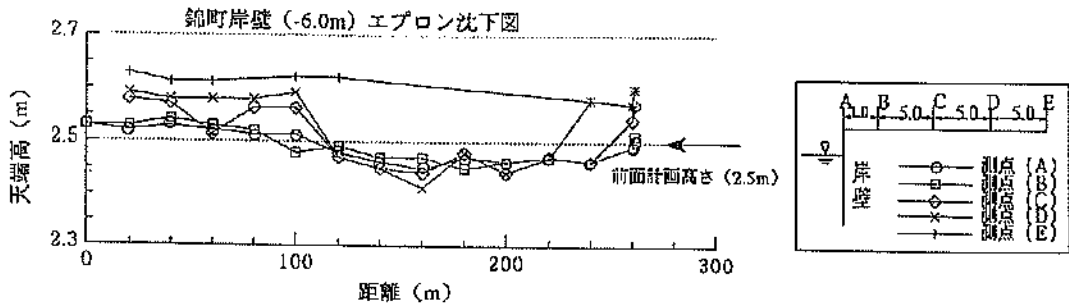


図-3.2.21 エプロン沈下図 (錦町地区, ②(-6.0m))

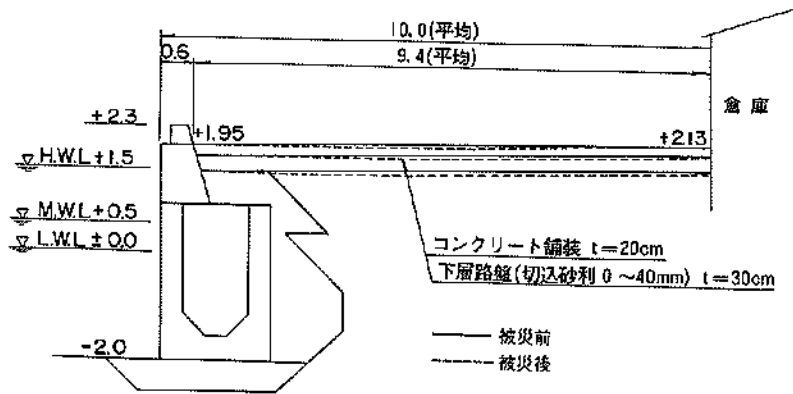
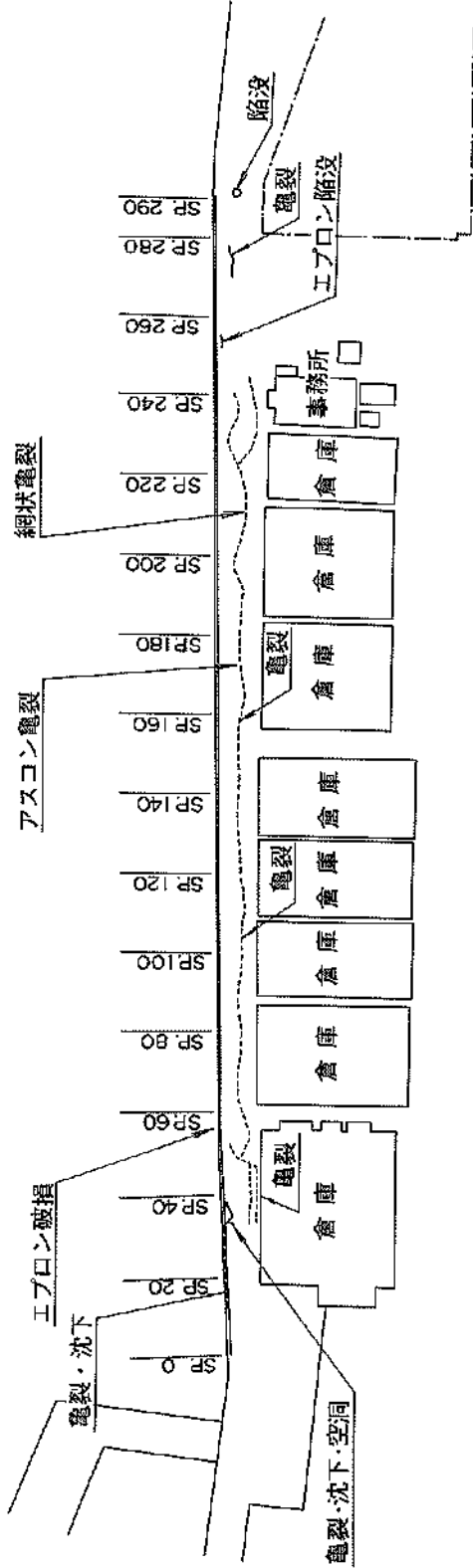
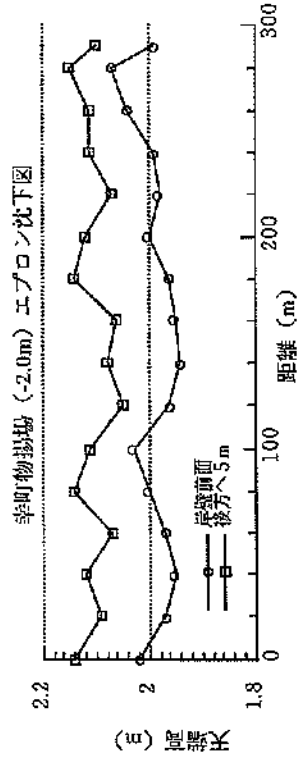


図-3.2.22 被災状況図 (幸町地区, ②物揚場(-2.0m))



図—3.2.23 エプロンクラック平面図 (幸町地区, ②物揚場(-2.0m))



図—3.2.24 エプロン沈下図 (幸町地区, ②物揚場(-2.0m))

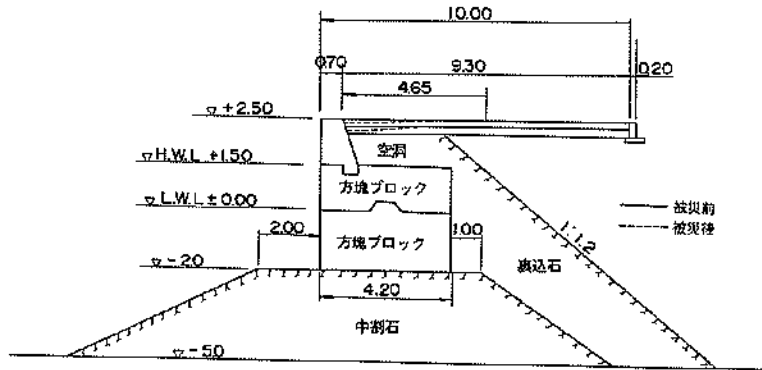


図-3.2.25 被災状況図 (幸町地区, ㊸物揚場(-2.0m)に隣接する護岸)

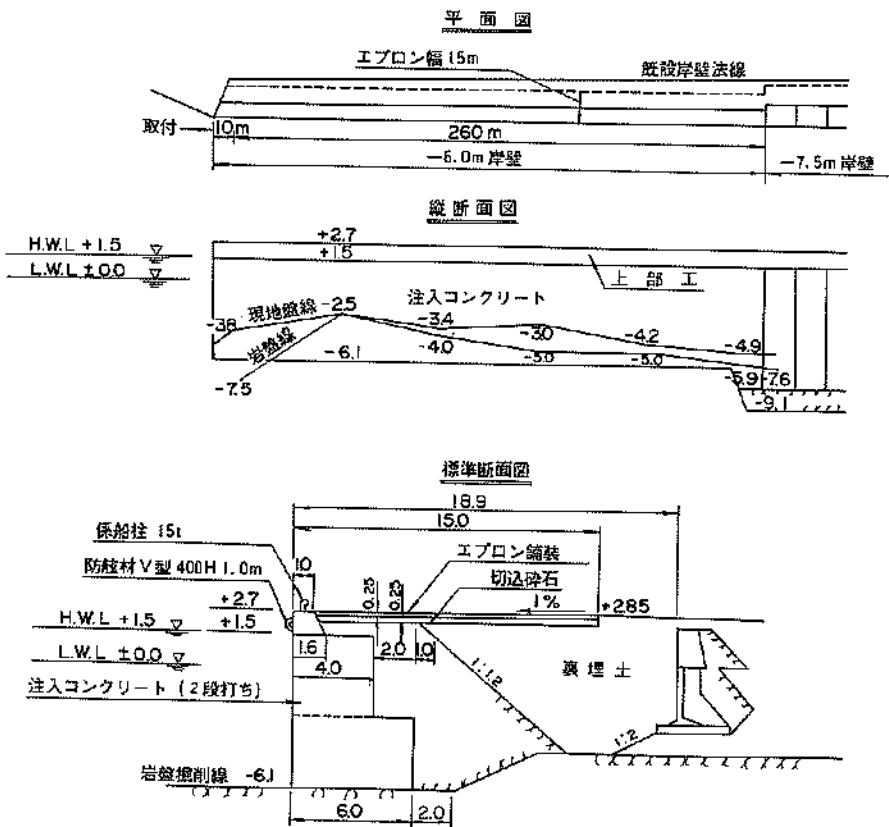
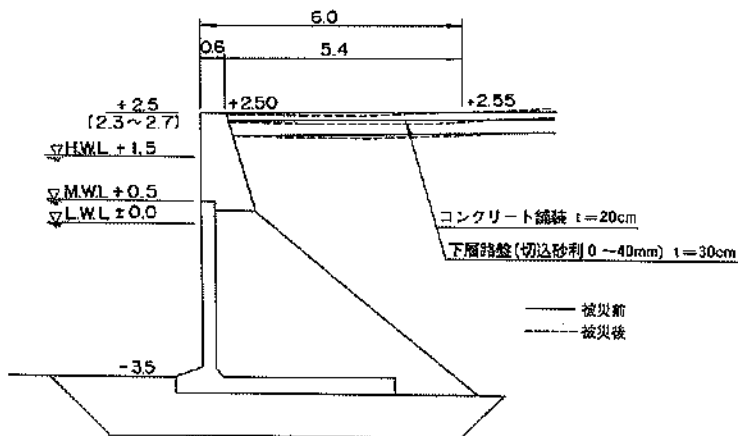
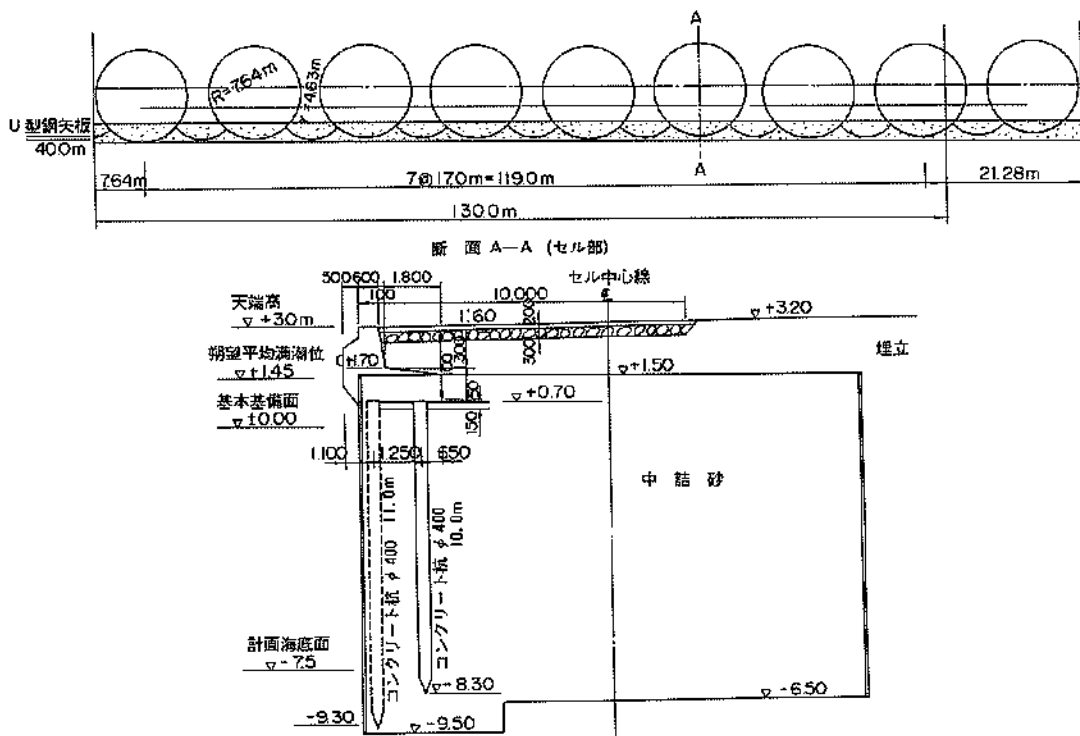


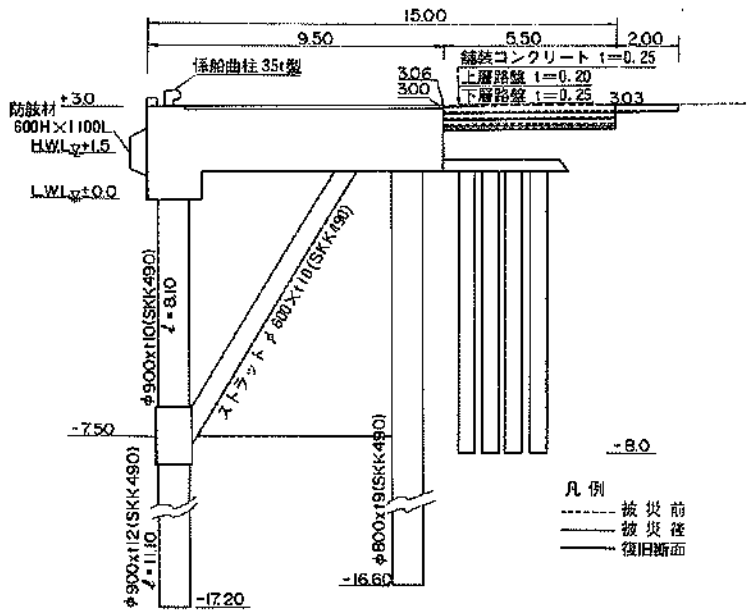
図-3.2.26 構造図 (入舟地区, ㊸岸壁(-6.0m))



図—3.2.27 被災状況図 (中央埠頭地区, ①物揚場(-3.0m))



図—3.2.28 標準断面図 (中央埠頭地区, ②第6ベース(-7.5m))



図—3.2.29 被災状況図 (中央埠頭地区, ③第5ノース(-7.5m))

平面図

130.00

A ← B ←

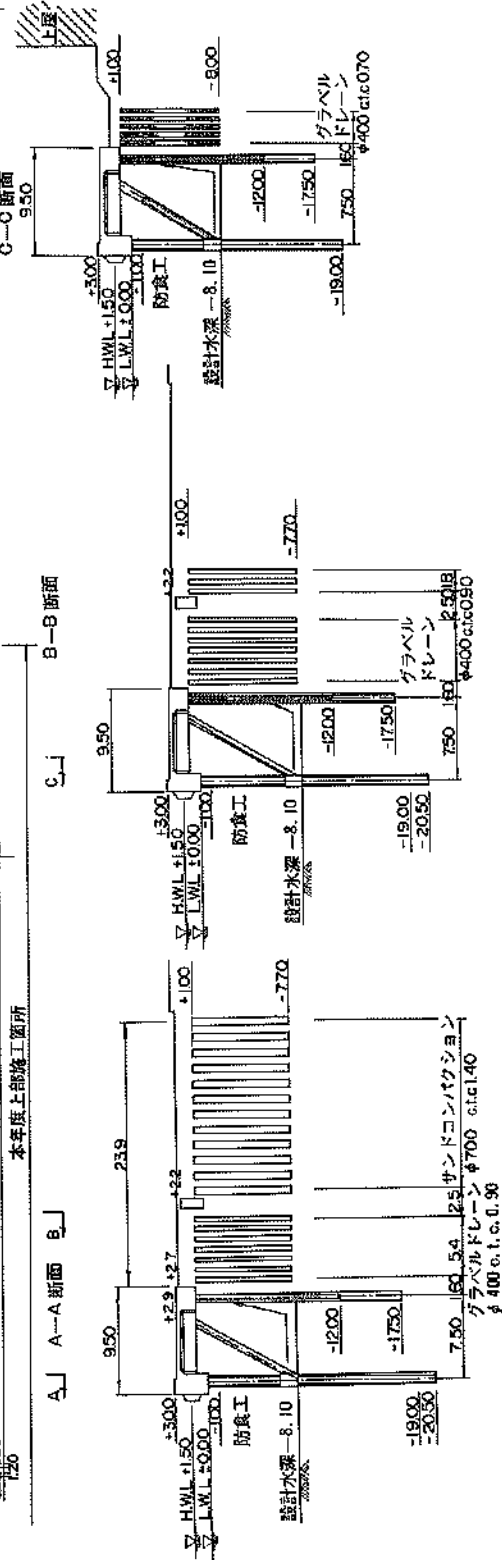
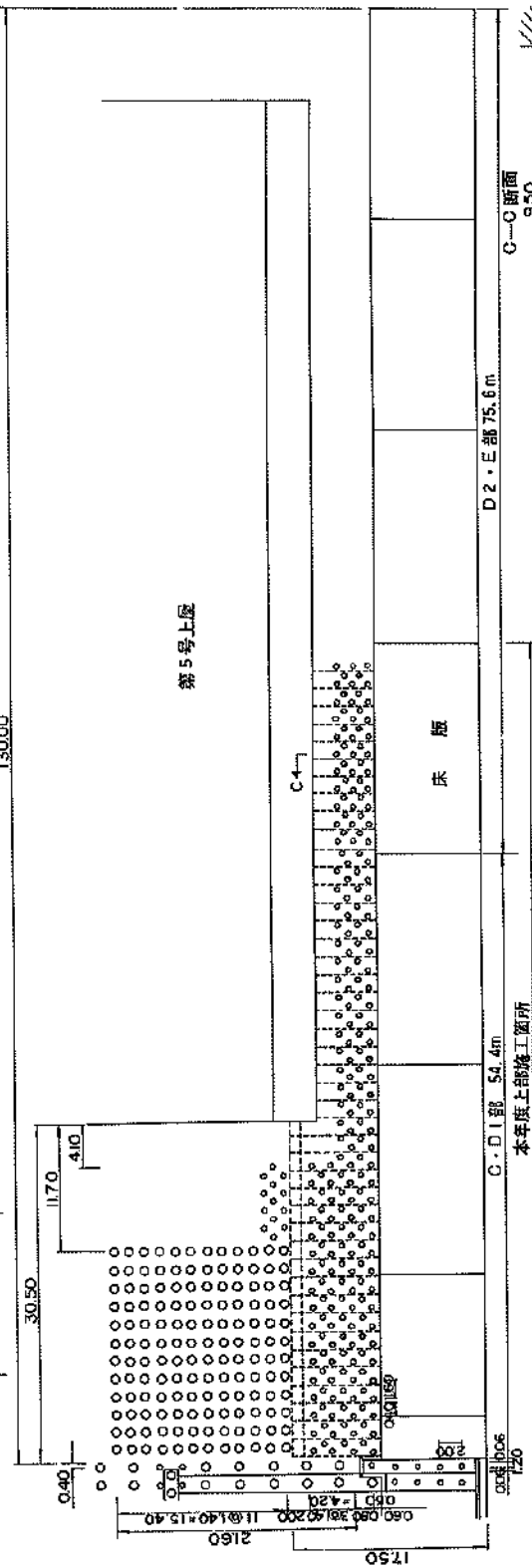
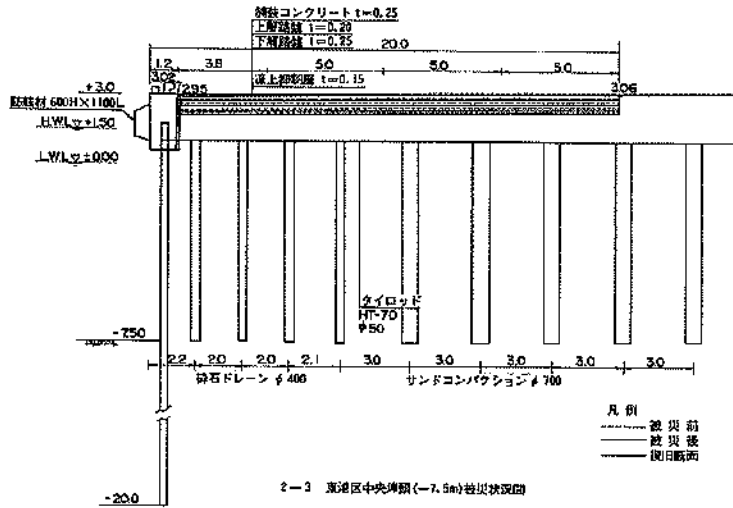


図-3.2.30 液状化対策工平面図 (中央埠頭地区、③第5号上屋 (-7.5m))



図一3.2.31 被災状況図 (中央埠頭地区, ④第4ベース(-7.5m))

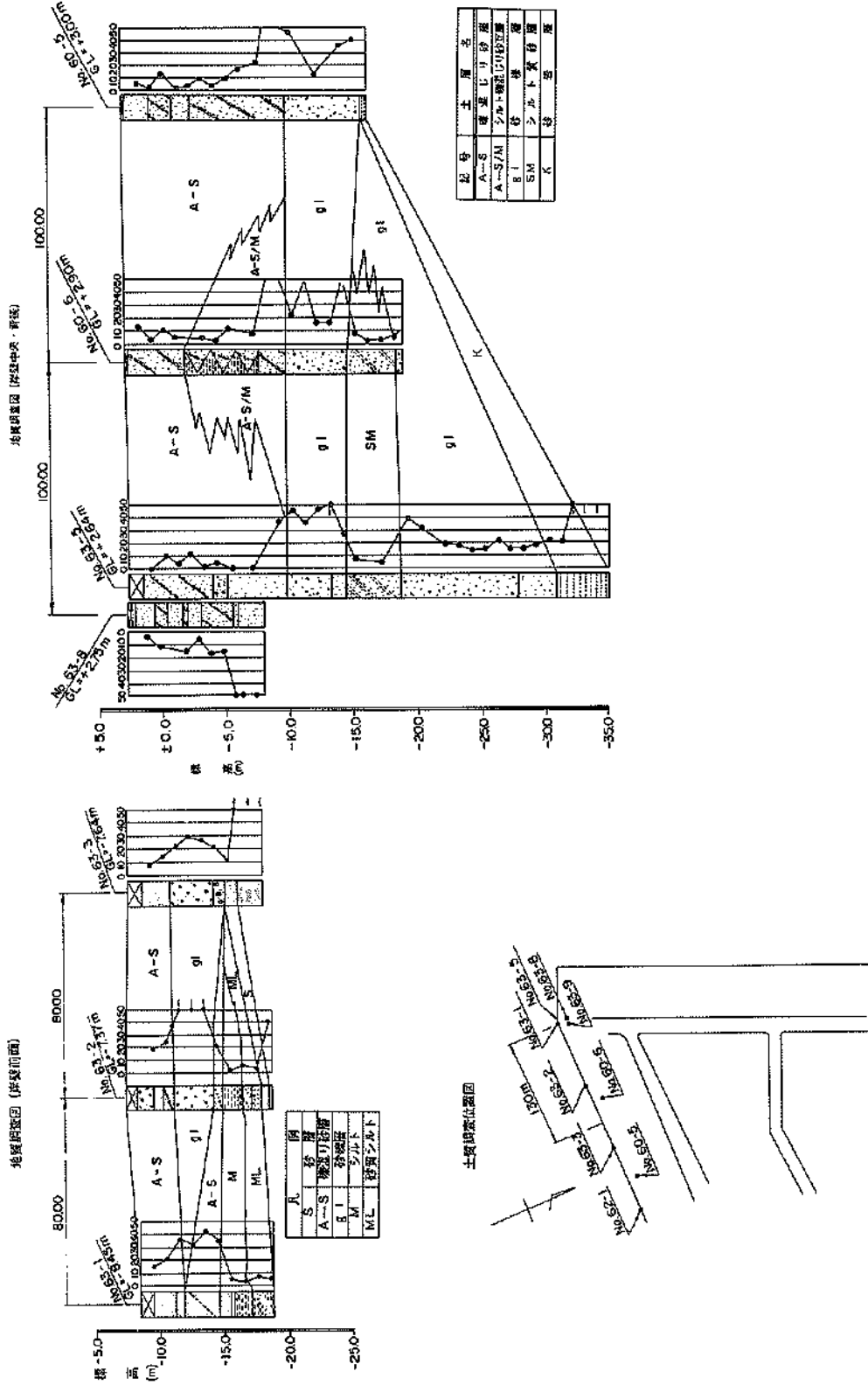
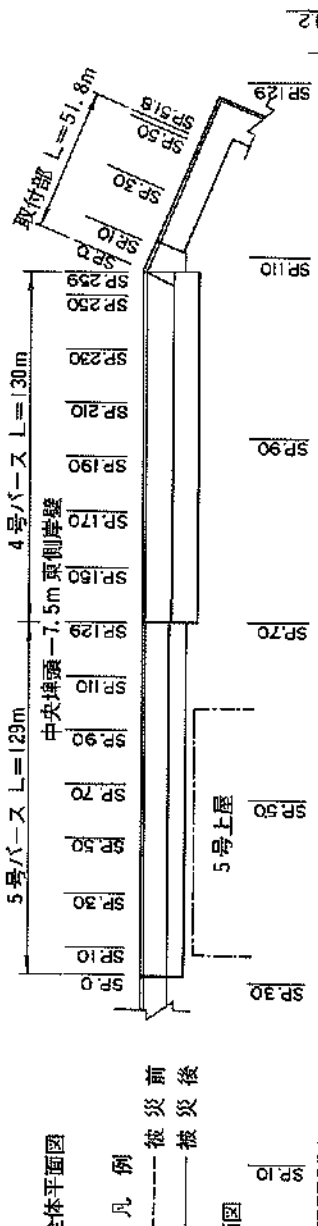
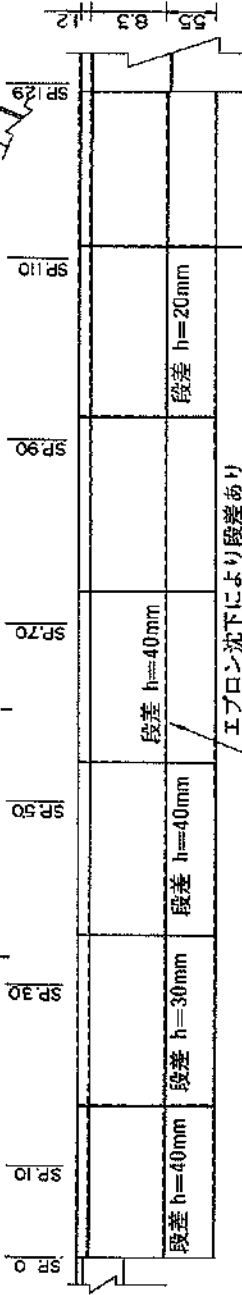


図-3.2.32 土質柱状図 (中央埠頭地区, ④第4バース (-7.5m))

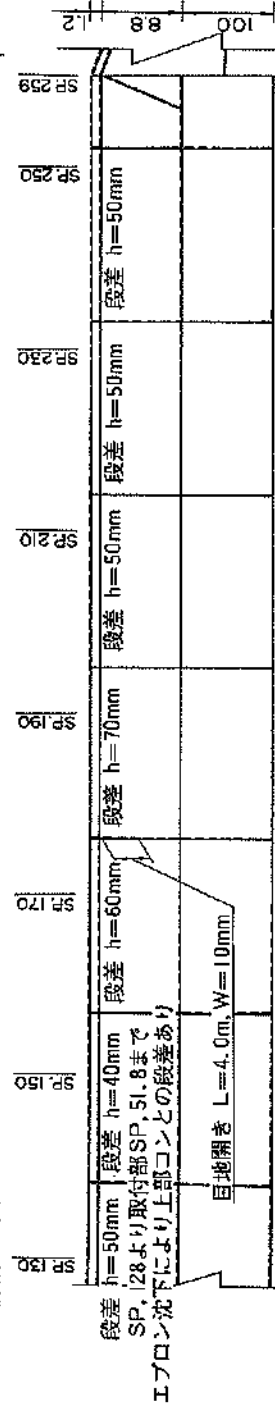
全体平面図



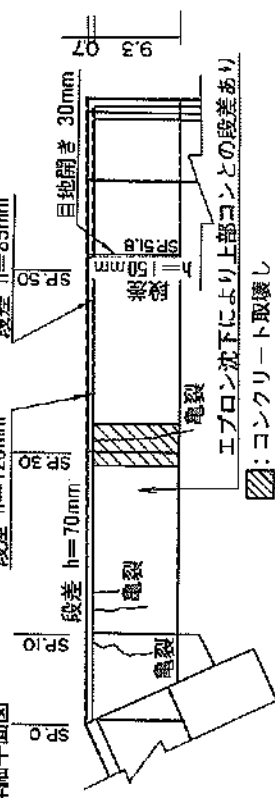
5号バース詳細平面図



4号バース詳細平面図



取付部詳細平面図



現場位置図

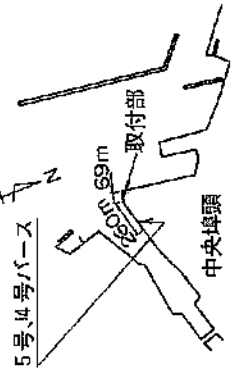


図-3.2.33 エプロンクラック平面図 (中央埠頭地区, ④岸壁(7.5m))

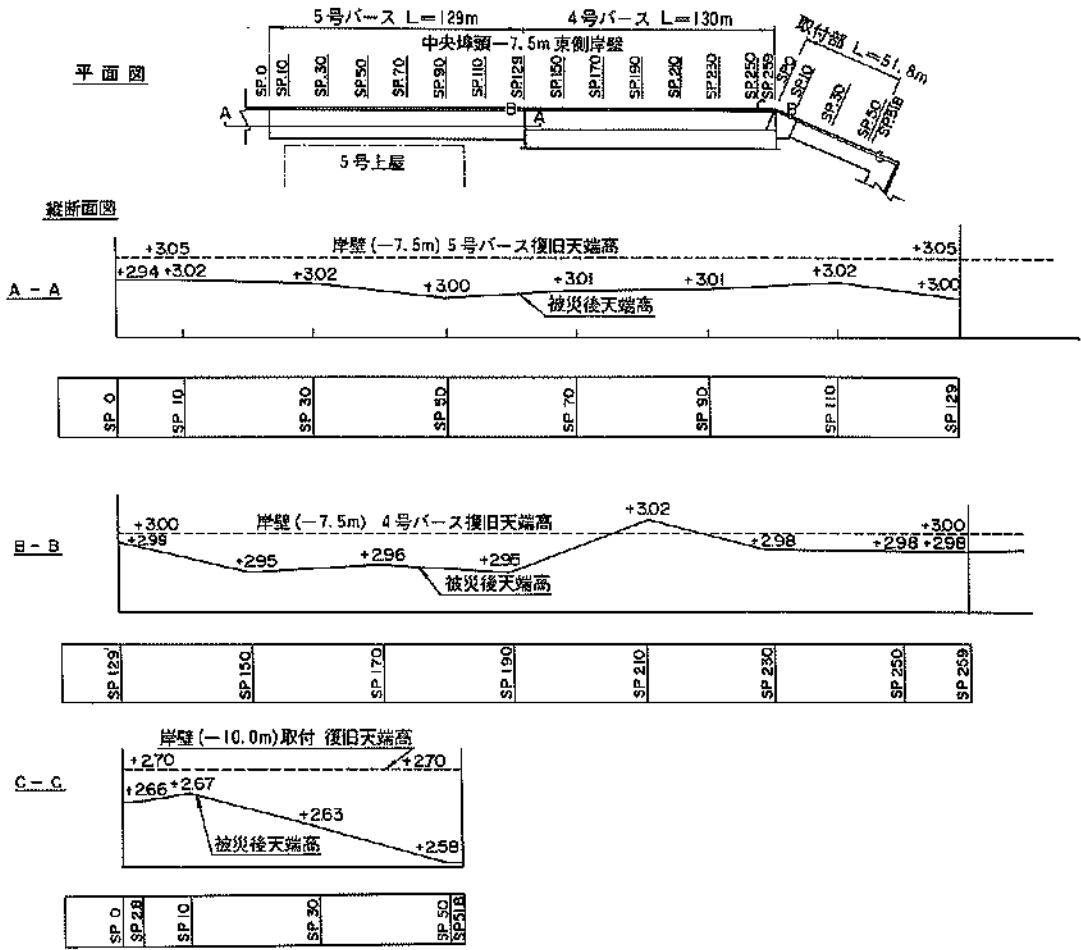


図-3.2.34 エプロン沈下断面図 (中央埠頭地区, ④岸壁 (-7.5m))

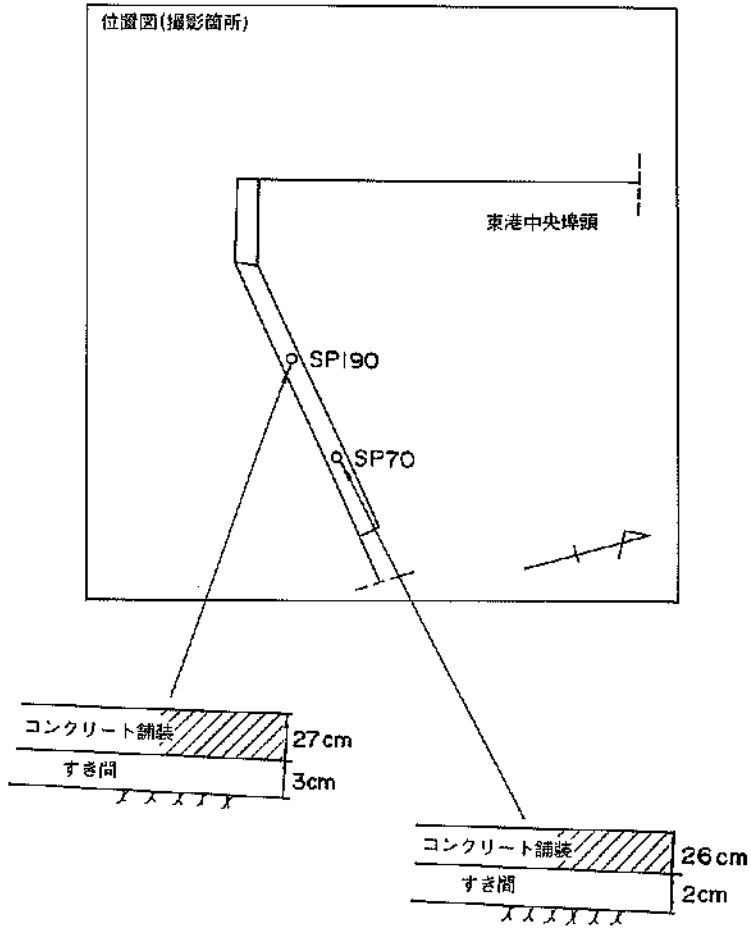


図-3.2.35 エプロン下空洞調査 (中央埠頭地区, ④第4バース(-7.5m))

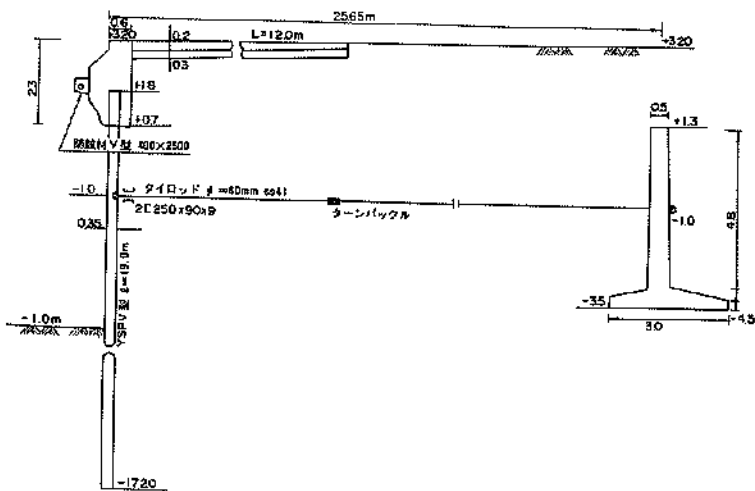


図-3.2.36 標準断面図 (中央埠頭地区, ⑥岸壁(-10.0m))

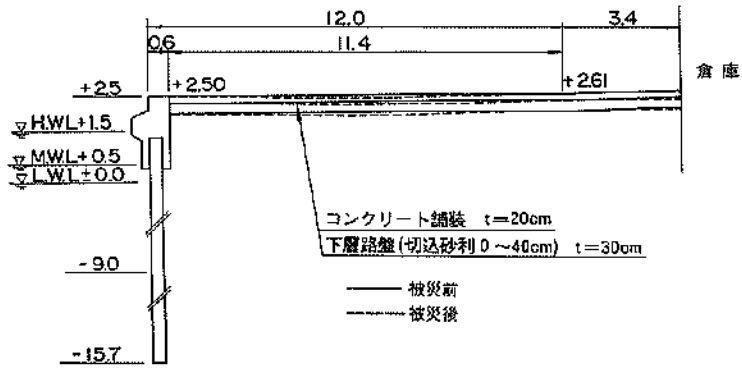


図-3.2.37 被災状況図 (中央埠頭地区, ⑦岸壁(-9.0m))

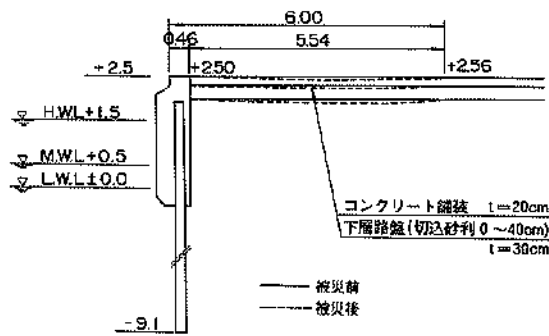


図-3.2.38 被災状況図 (中央埠頭地区, ⑧取付護岸)

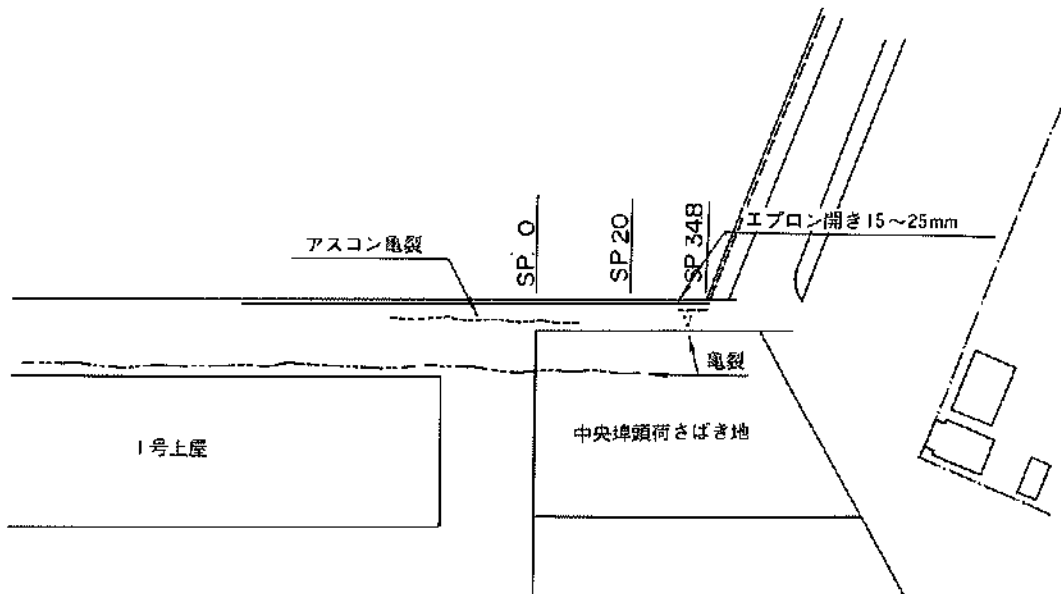


図-3.2.39 エプロンラック平面図 (中央埠頭地区⑦⑧岸壁(-9.0m))

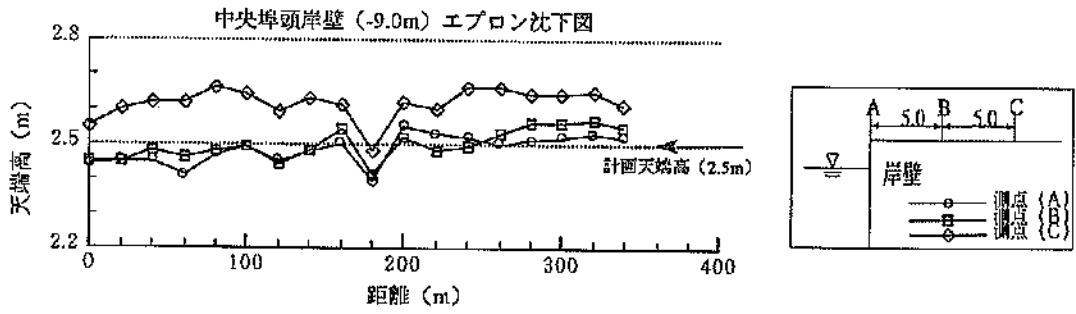


図-3.2.40 エプロン沈下図 (中央埠頭地区, ⑦⑧岸壁 (-9.0m))

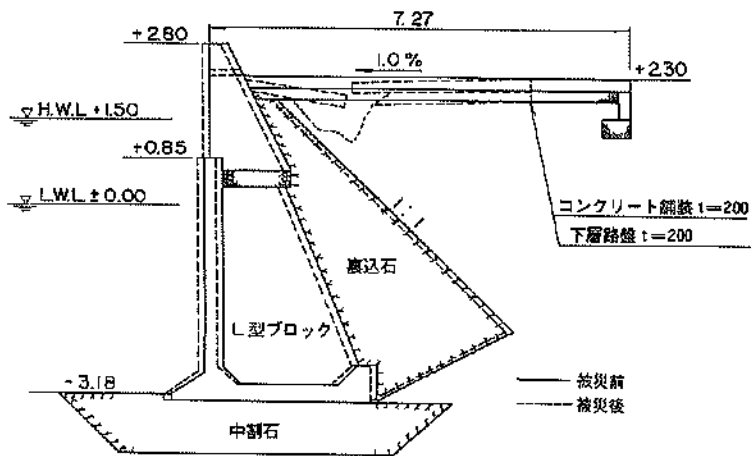
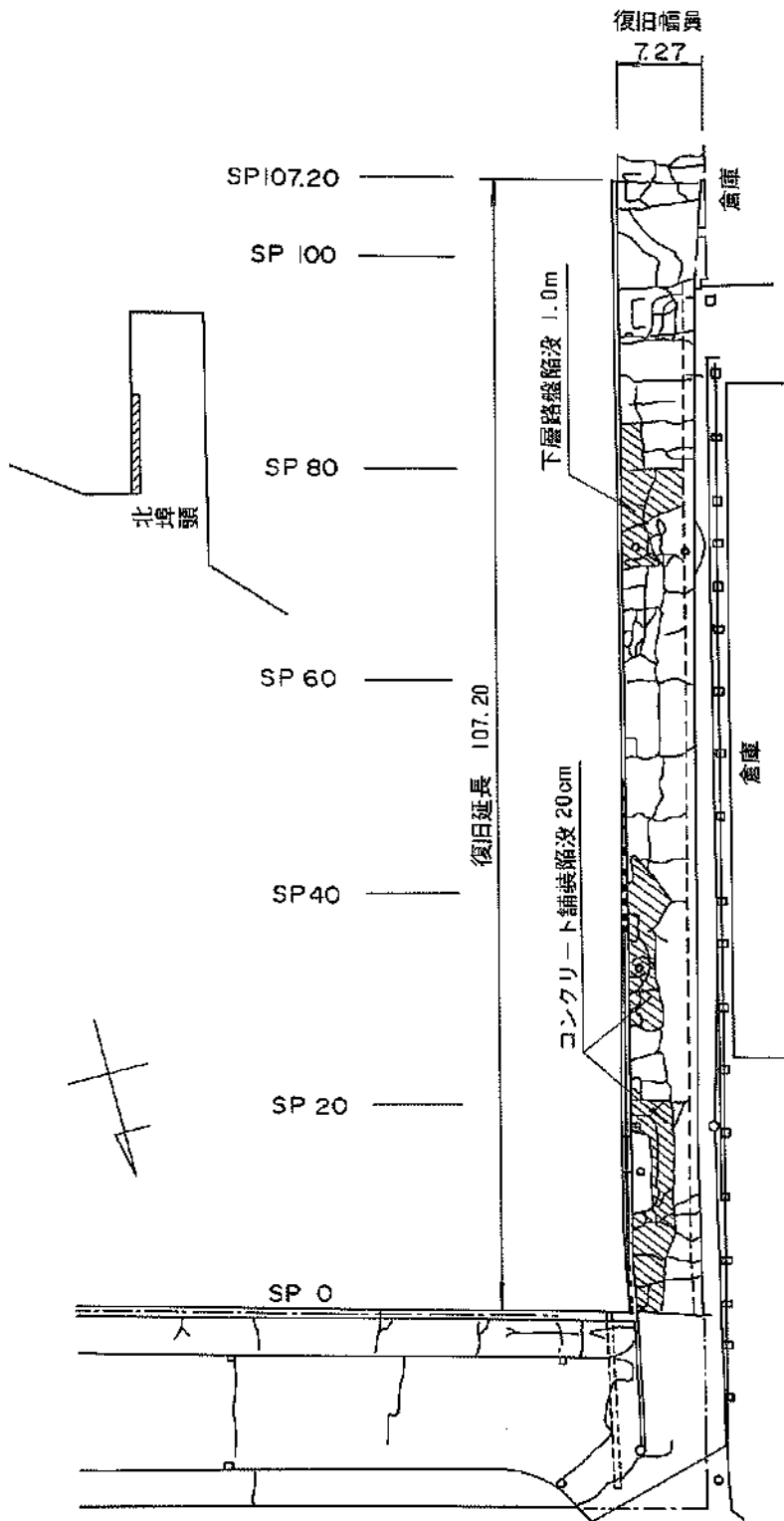


図-3.2.41 被災状況図 (北埠頭, ①物揚場 (-2.8m))



図—3.2.42 エプロンクラック平面図 (北埠頭、①物揚場(-2.8m))

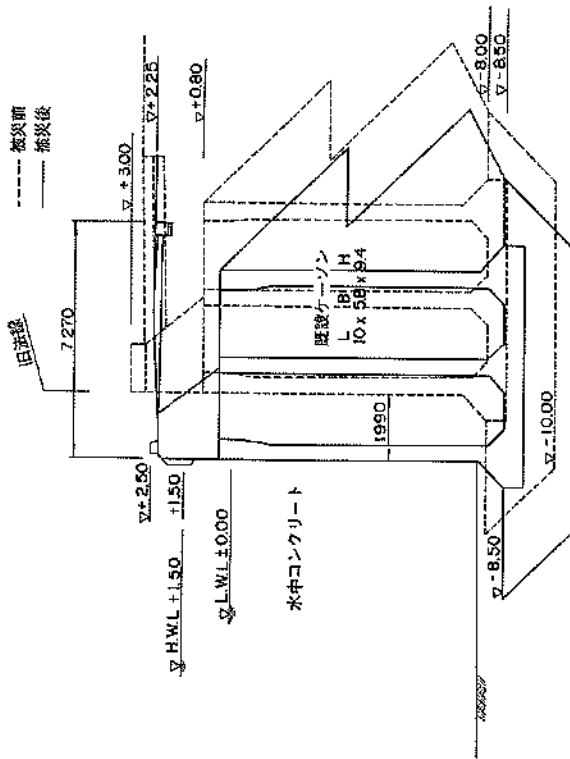


図-3.2.43 被災状況図 (北埠頭, ②東岸壁 (-8.1m))

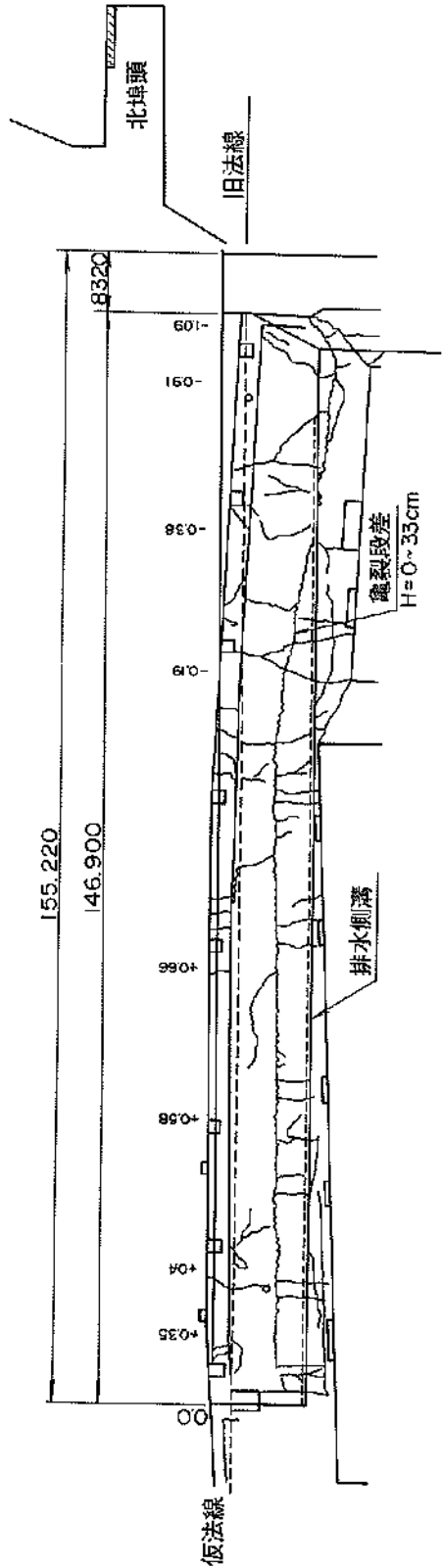


図-3.2.44 エプロンラック平面図 (北埠頭, ②東岸壁 (-8.1m))

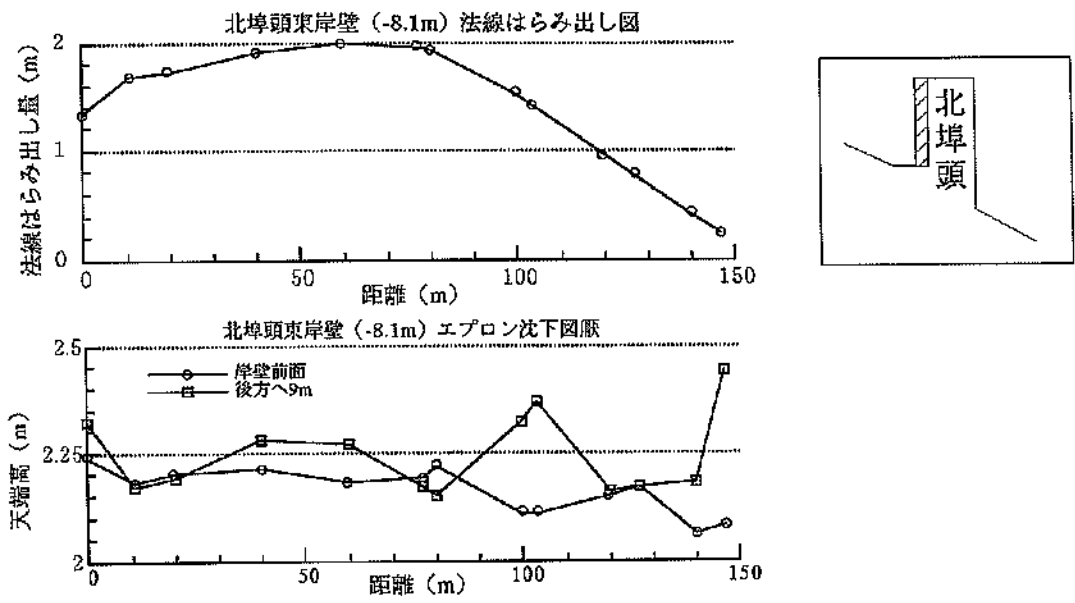


図-3.2.45 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (北埠頭, ②東岸壁 (-8.1m))

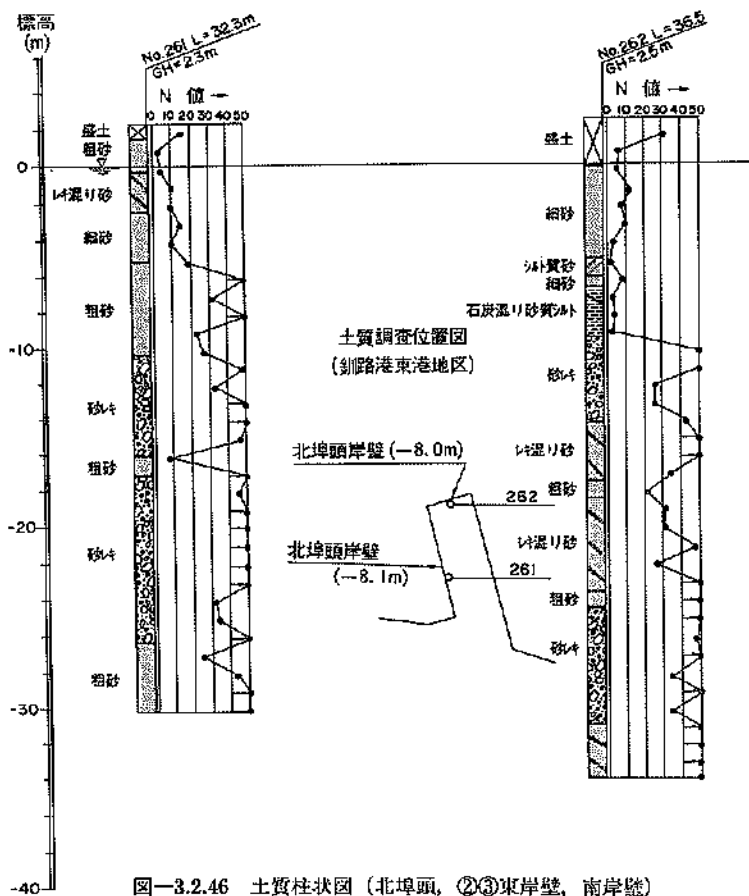


図-3.2.46 土質柱状図 (北埠頭, ②③東岸壁, 南岸壁)

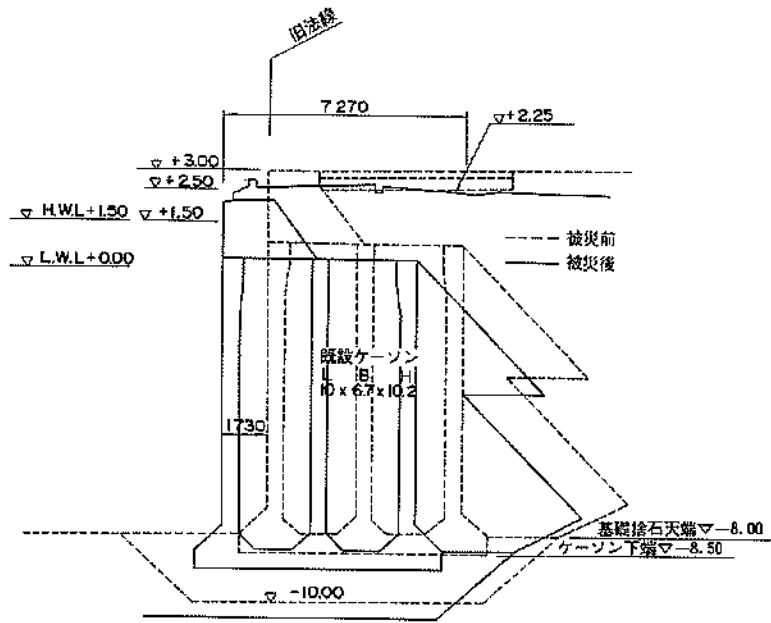


図-3.2.47 被災状況図 (北埠頭, ③南岸壁(-8.0m))

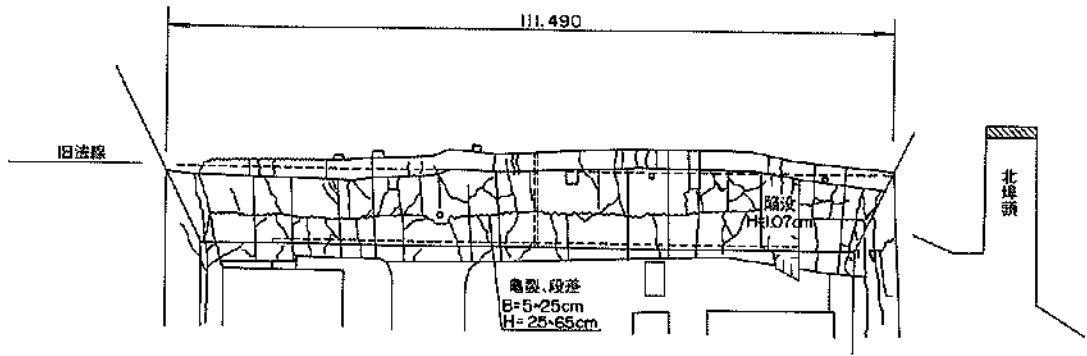
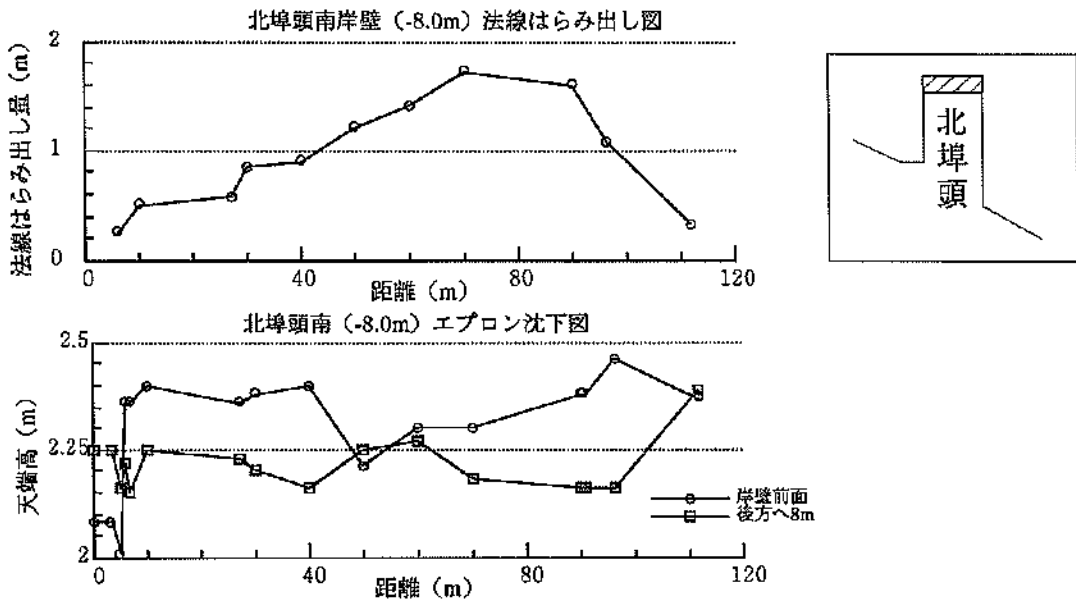
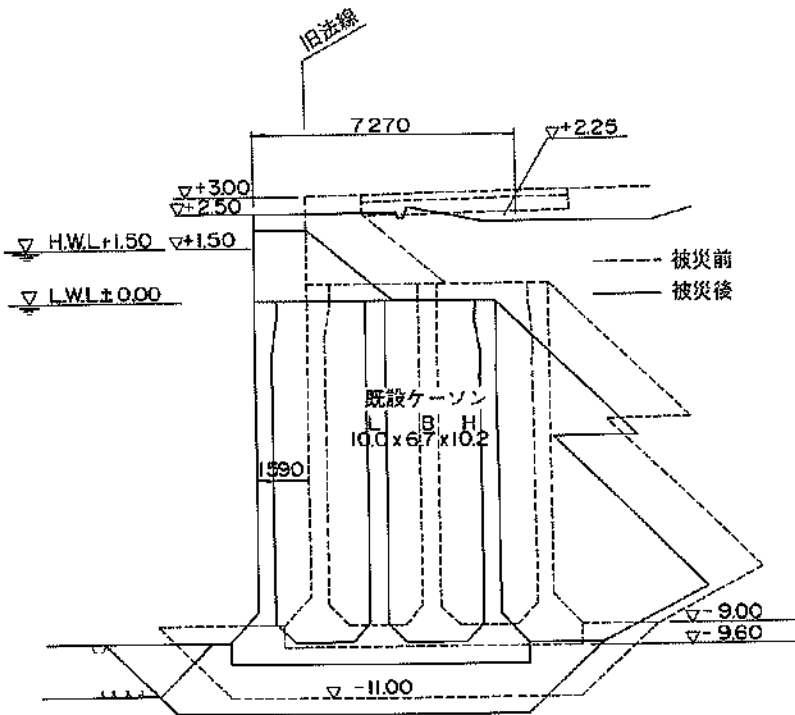


図-3.2.48 エプロンクラック平面図 (北埠頭, ③南岸壁(-8.0m))

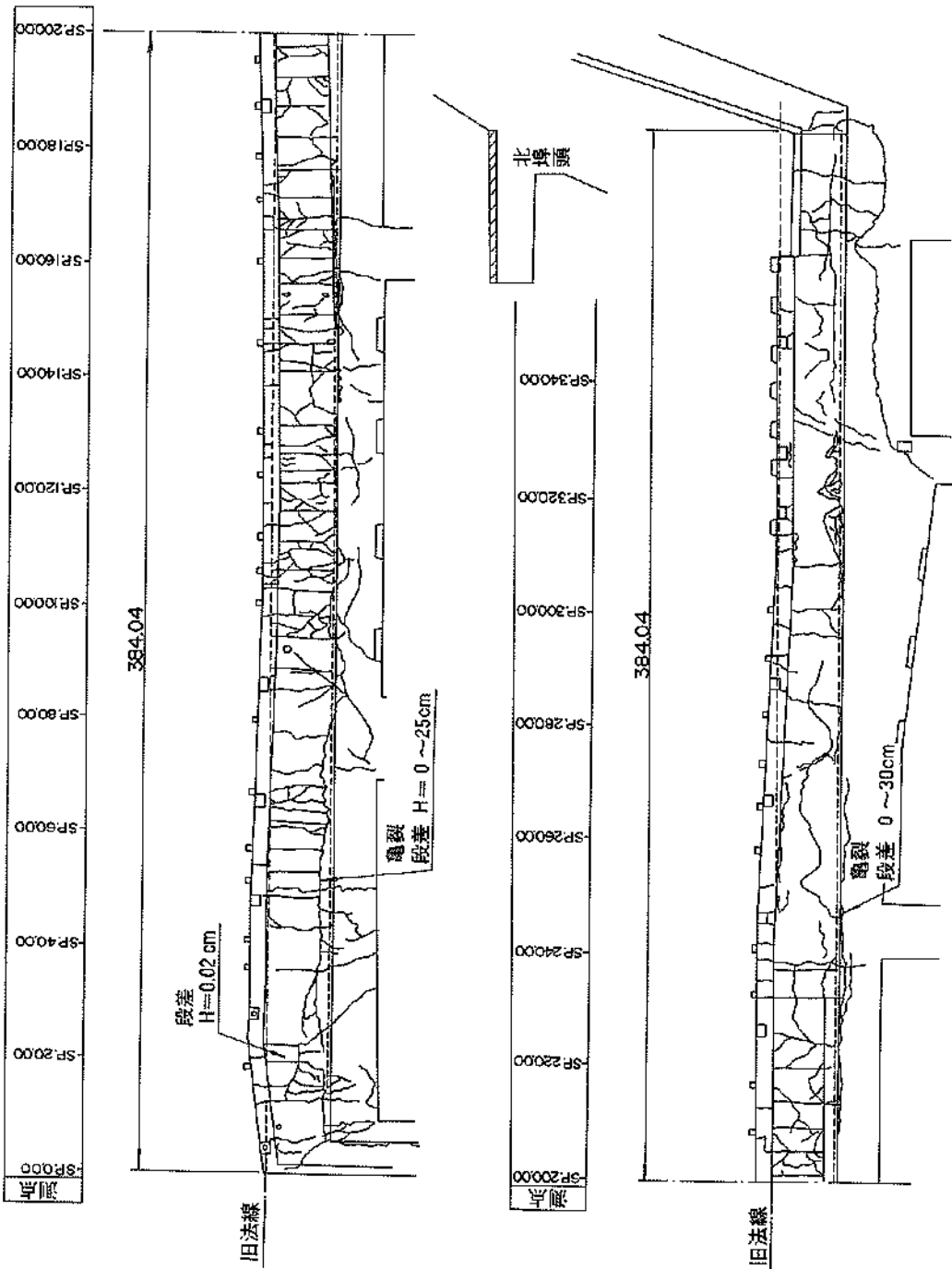


図一3.2.49 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (北埠頭, ③南岸壁 (-8.0m))



図一3.2.50 被災状況図 (北埠頭, ④西岸壁 (-9.0m))

平面図



図—8.2.51 エプロンクラック平面図 (北埠頭, ④西岸壁(-9.0m))

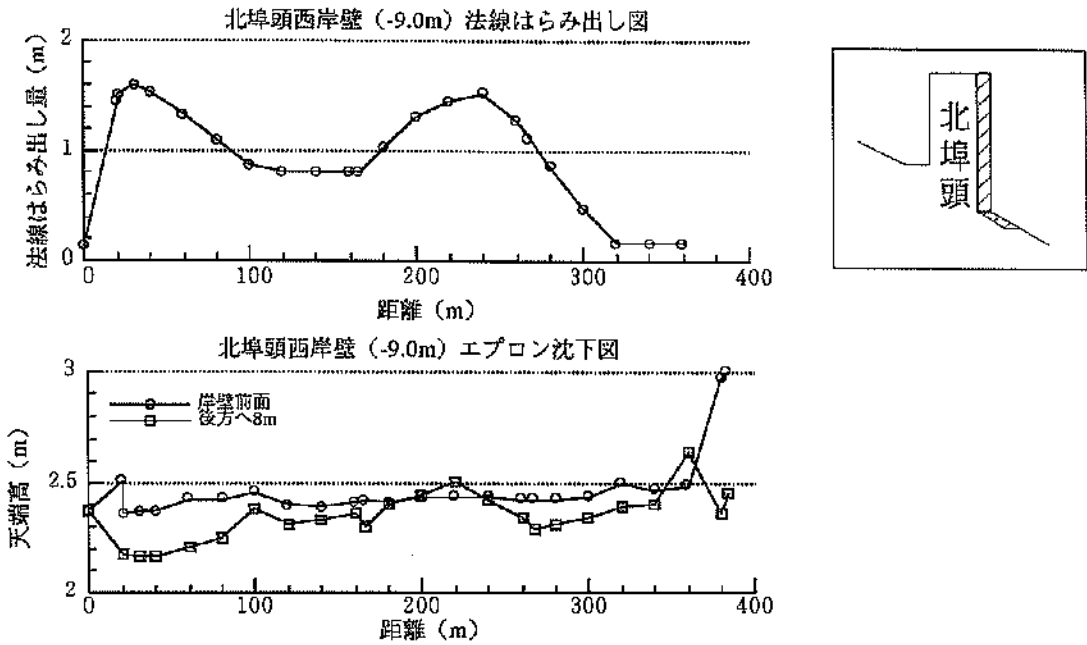


図-3.2.52 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (北埠頭, ④西岸壁(-9.0m))

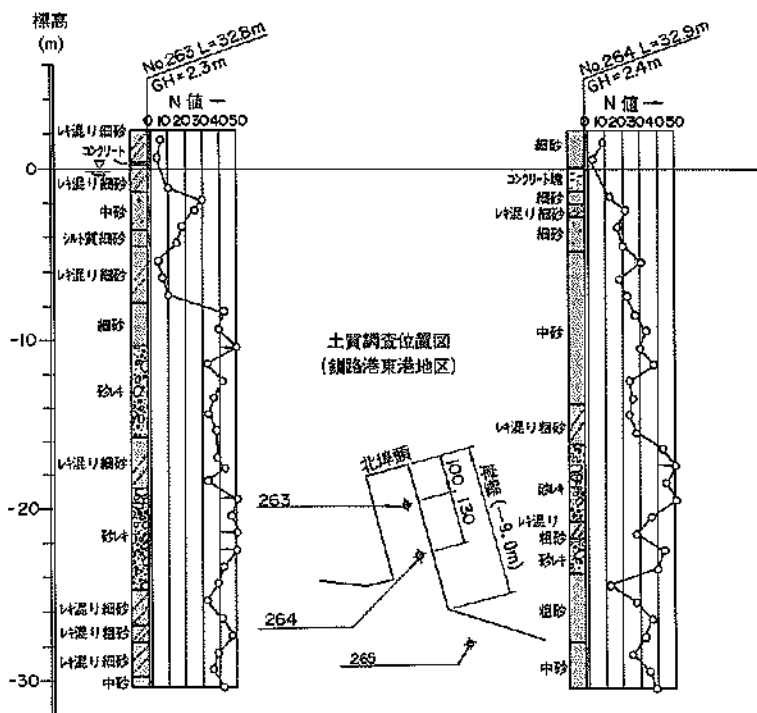


図-3.2.53 土質柱状図 (北埠頭, ④西岸壁)

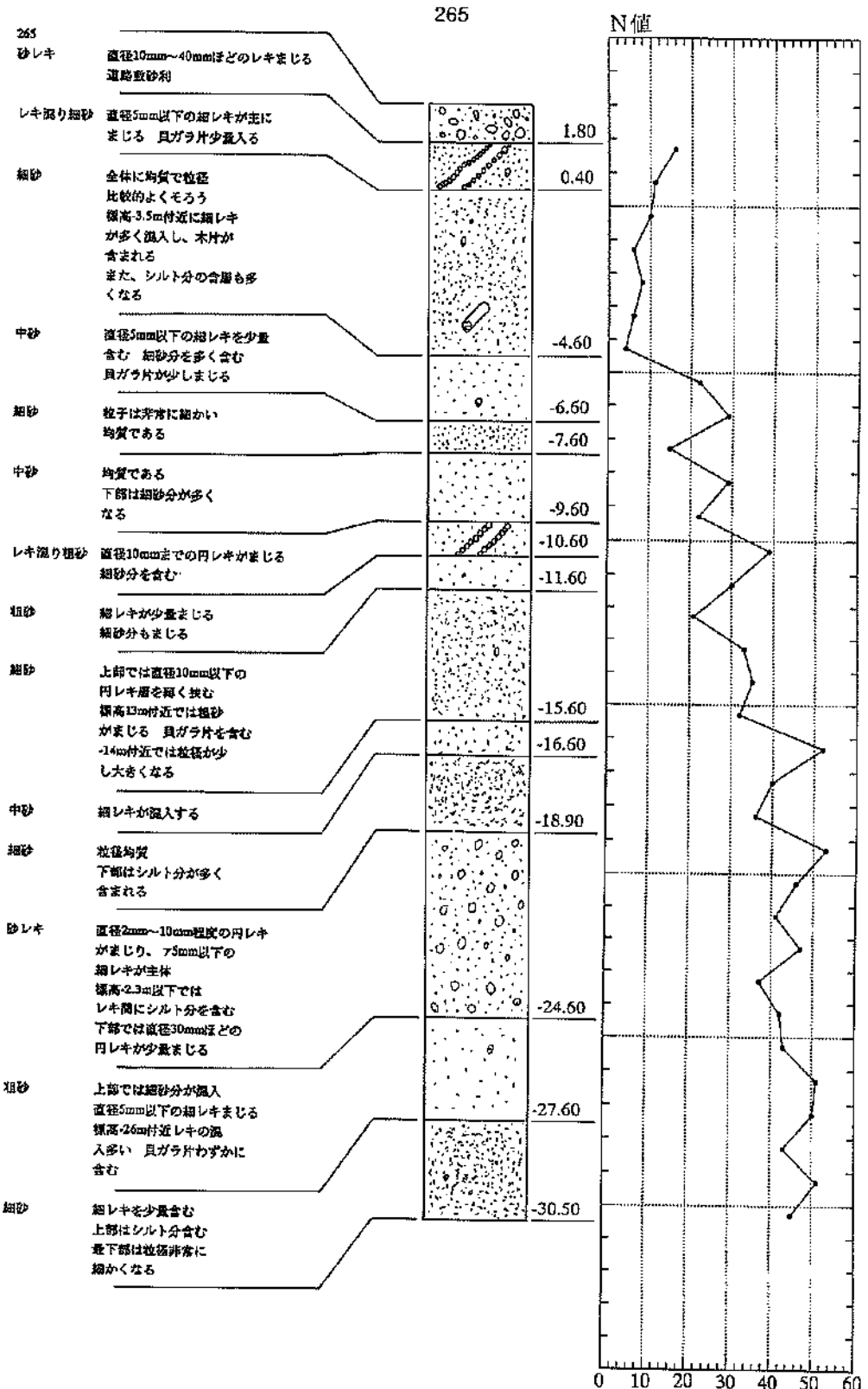


図-3.2.54 土質柱状図その1, 2 (北埠頭, ⑤⑥⑦岸壁(-9.0m))

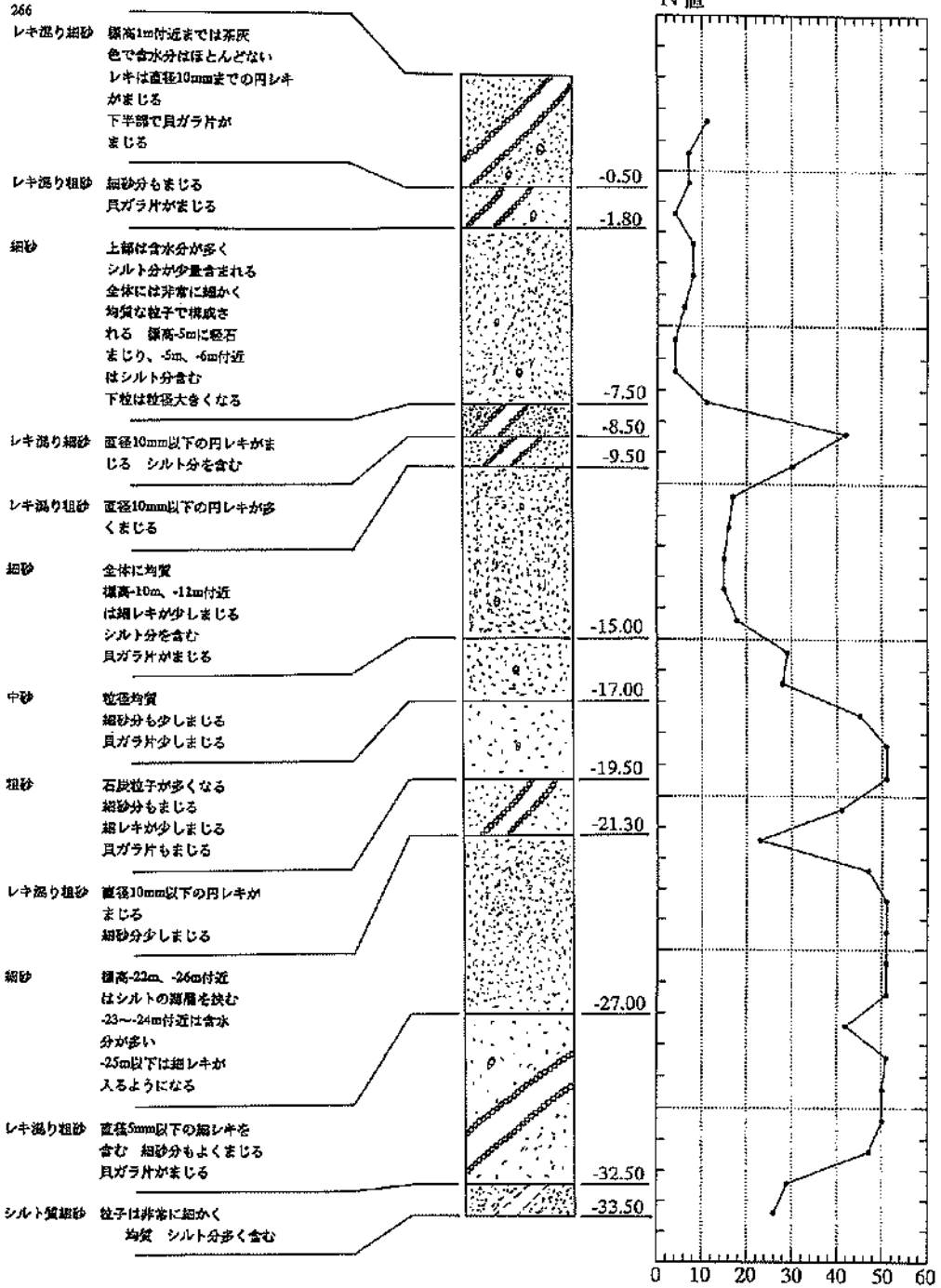


図-3.2.54 土質柱状図 (北埠頭, ⑥⑦岸壁(-9.0m)) (その2)

No	調査結果	No	調査結果
18	空腐あり 1.0cc	25	空腐なし
19	空腐なし	27	空腐なし
20	空腐なし	28	空腐なし
21	空腐なし	29	空腐なし
22	空腐あり 1.0cc	30	空腐なし
23	空腐なし	31	空腐なし
24	空腐なし	32	空腐なし
25	空腐なし	33	空腐なし

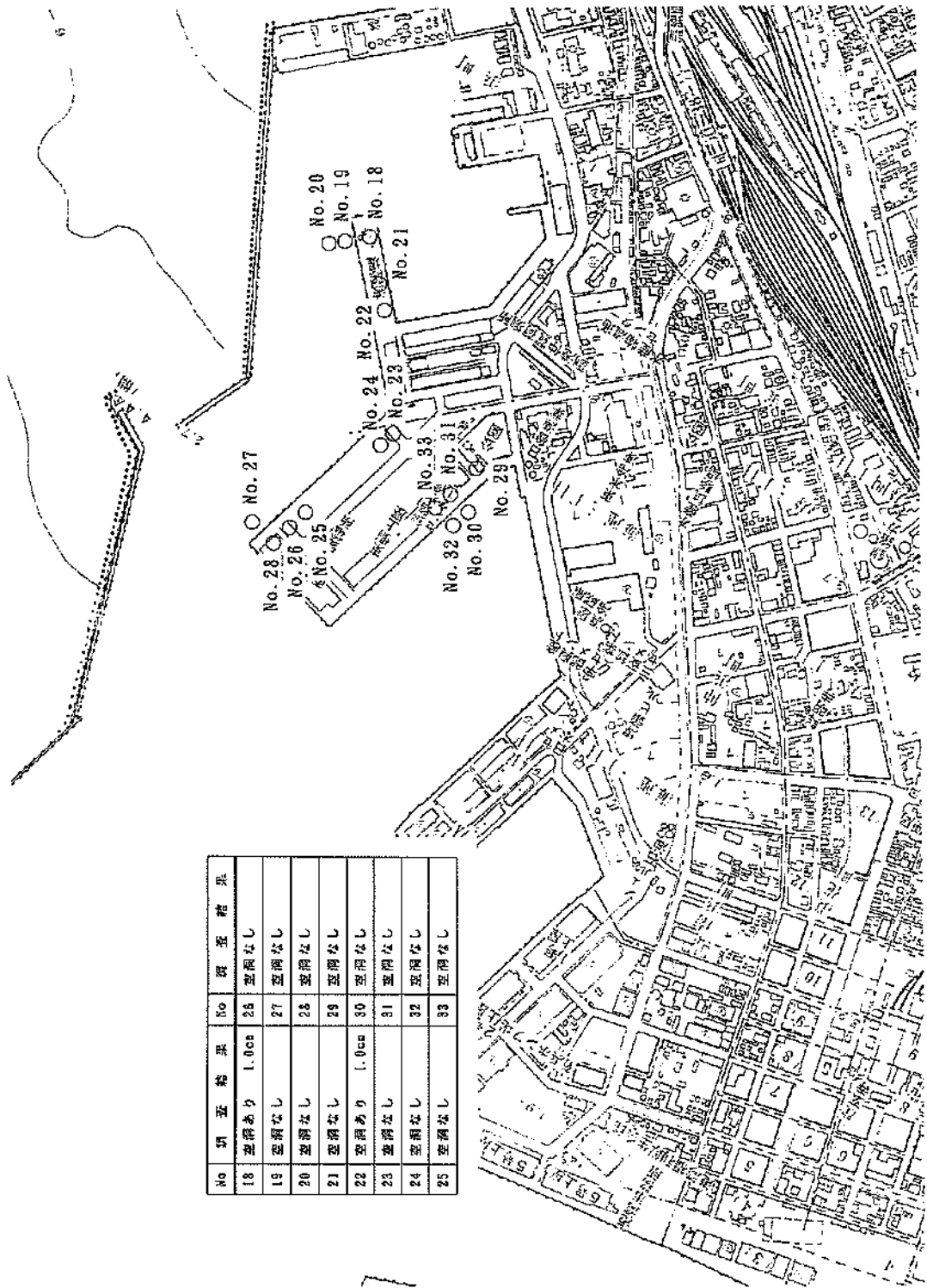


図-3.2.55 エアロン空腐調査 (湘港地区)

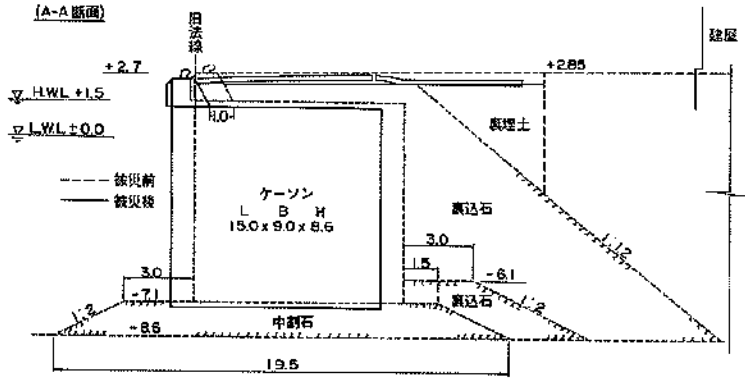


図-3.2.56 被災状況図 (A-A断面) (漁港埠頭, ①東側岸壁(-7.0m))

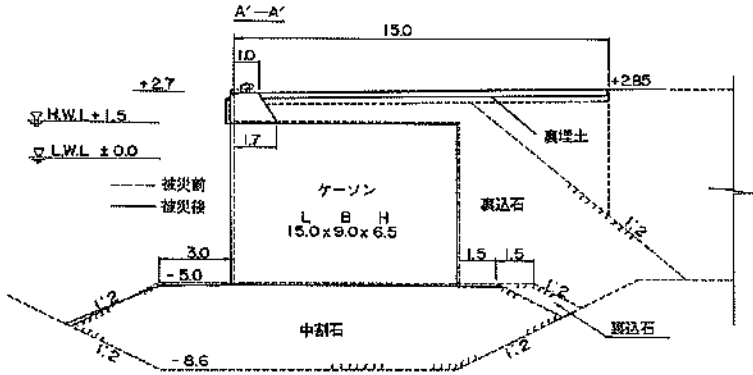


図-3.2.57 被災状況図 (A'-A'断面) (漁港埠頭, ①東側岸壁(-5.0m))

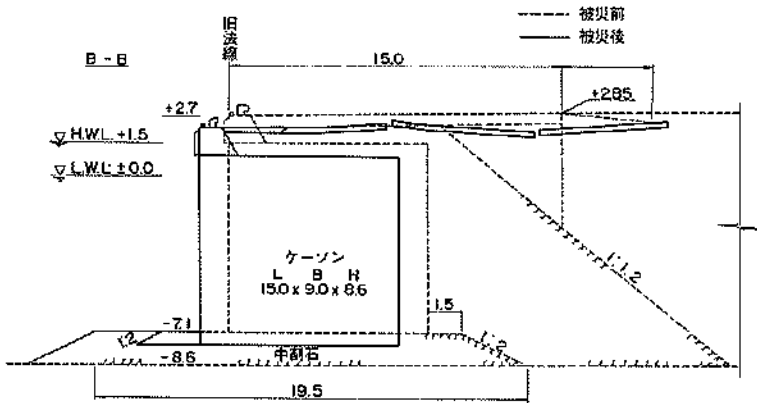


図-3.2.58 被災状況図 (B-B断面) (漁港埠頭, ①東側岸壁(-7.0m))

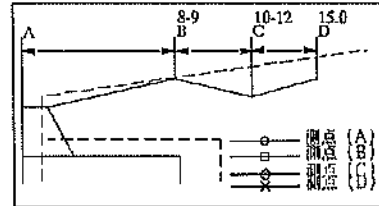
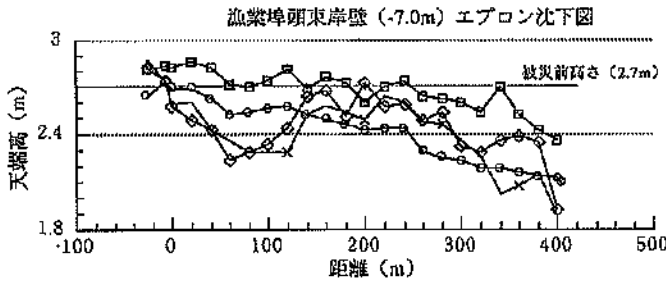
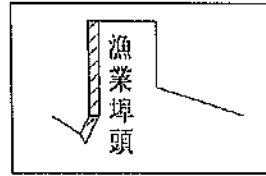
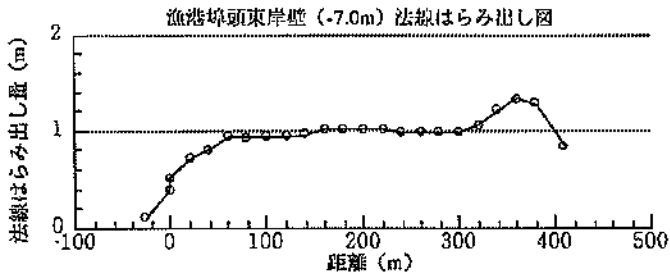
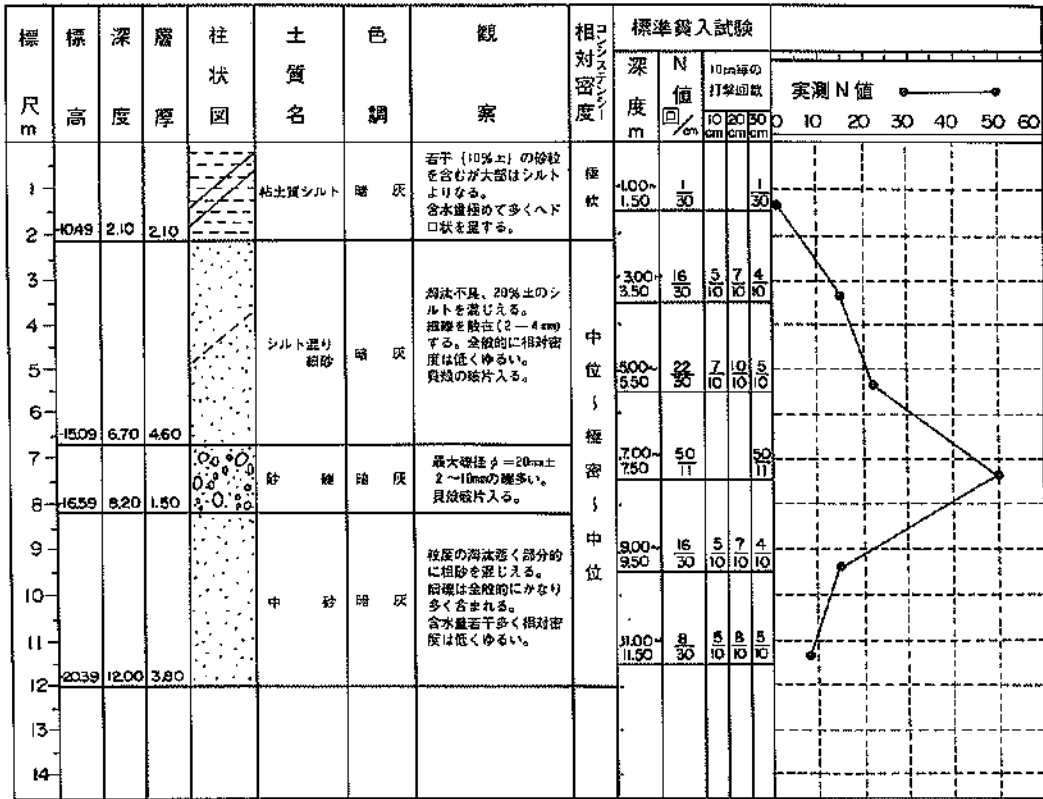


図-3.2.60 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (漁港埠頭, ①東側(-7.0m))

調査地点 138 地盤高—8.39m



図—3.2.62 施工前原地盤土質柱状図 (漁港埠頭, ①東側岸壁(-7.0m))

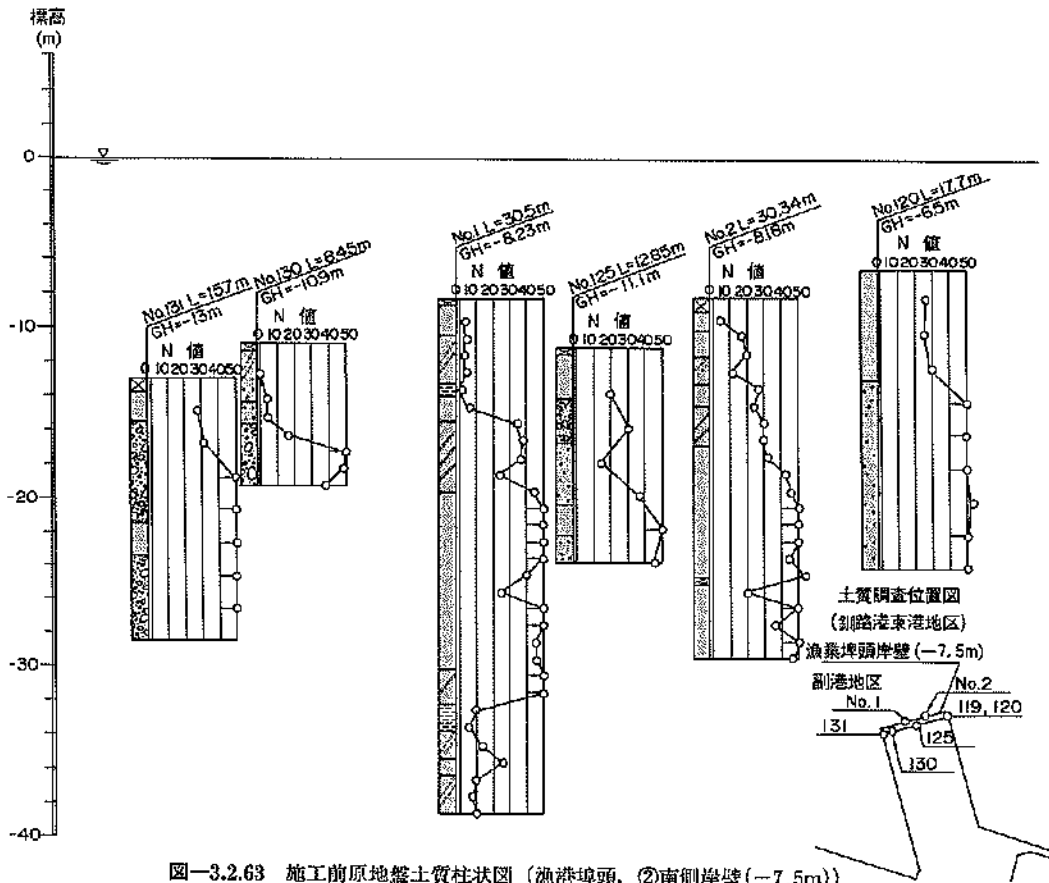


図-3.2.63 施工前原地盤土質柱状図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))

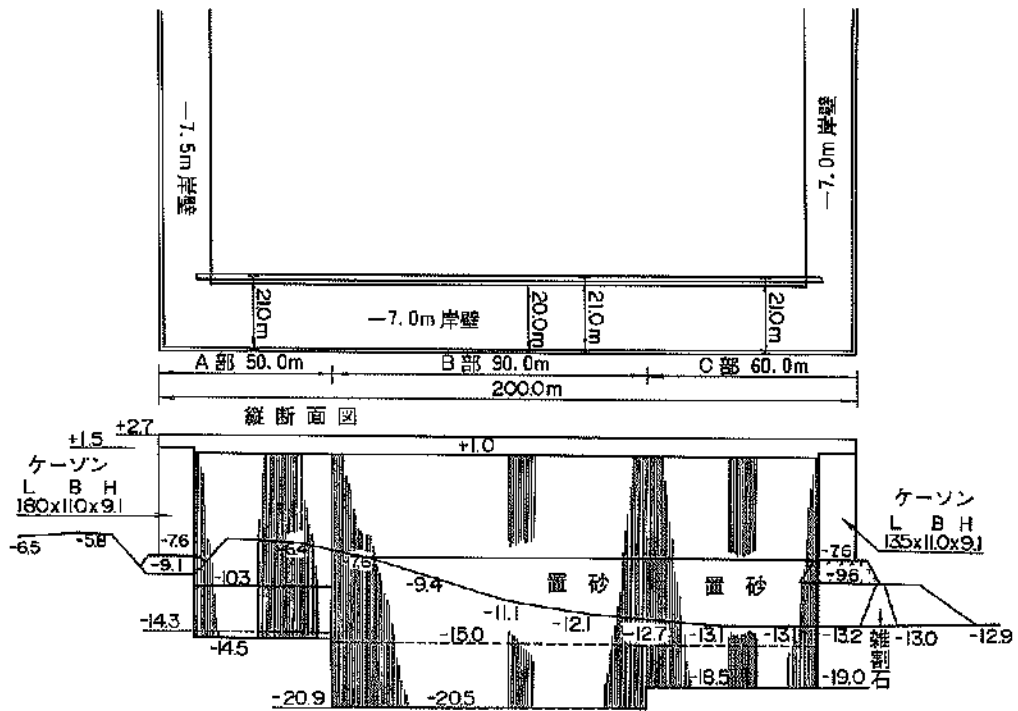
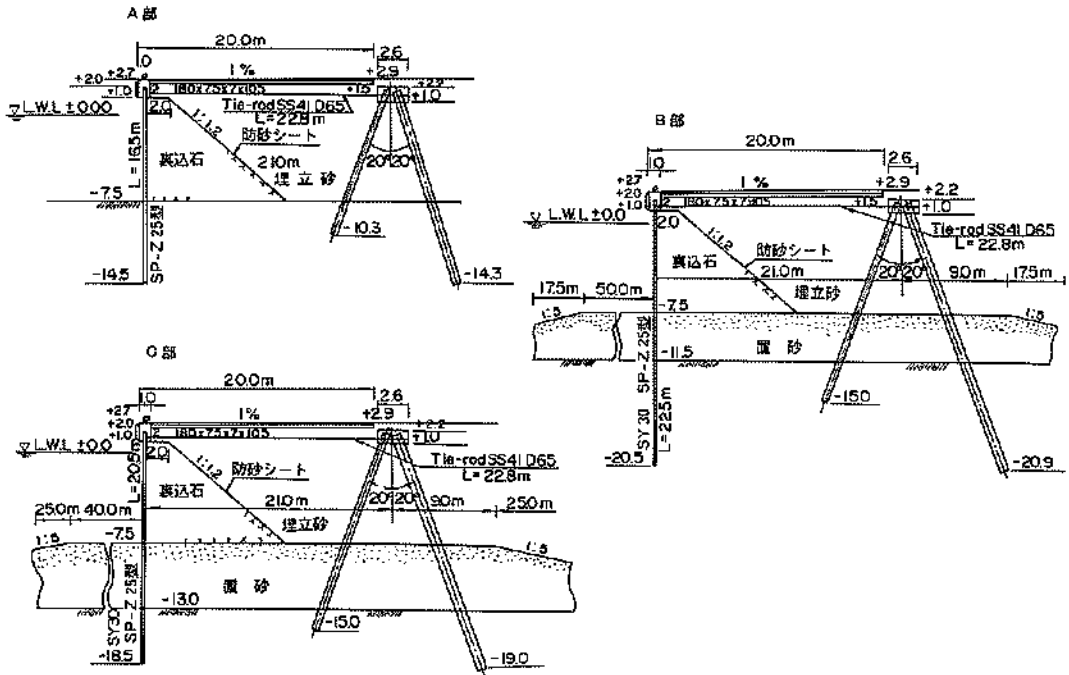
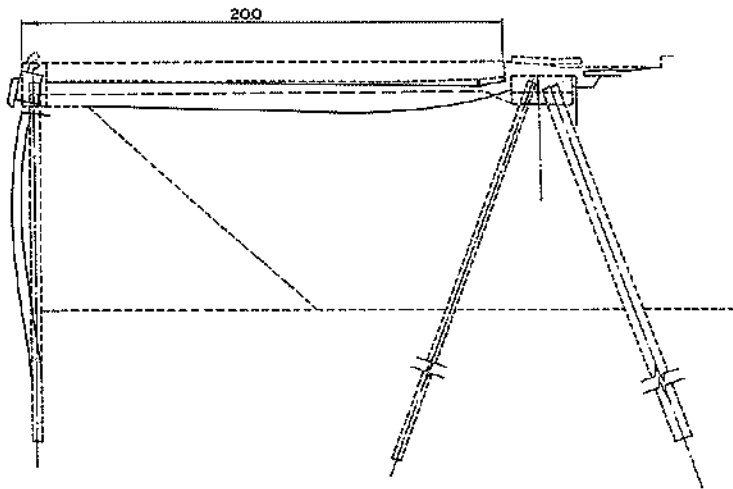


図-3.2.64 縦断面図, 平面図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))



図一3.2.65 標準断面図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))



図一3.2.66 被災状況図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))

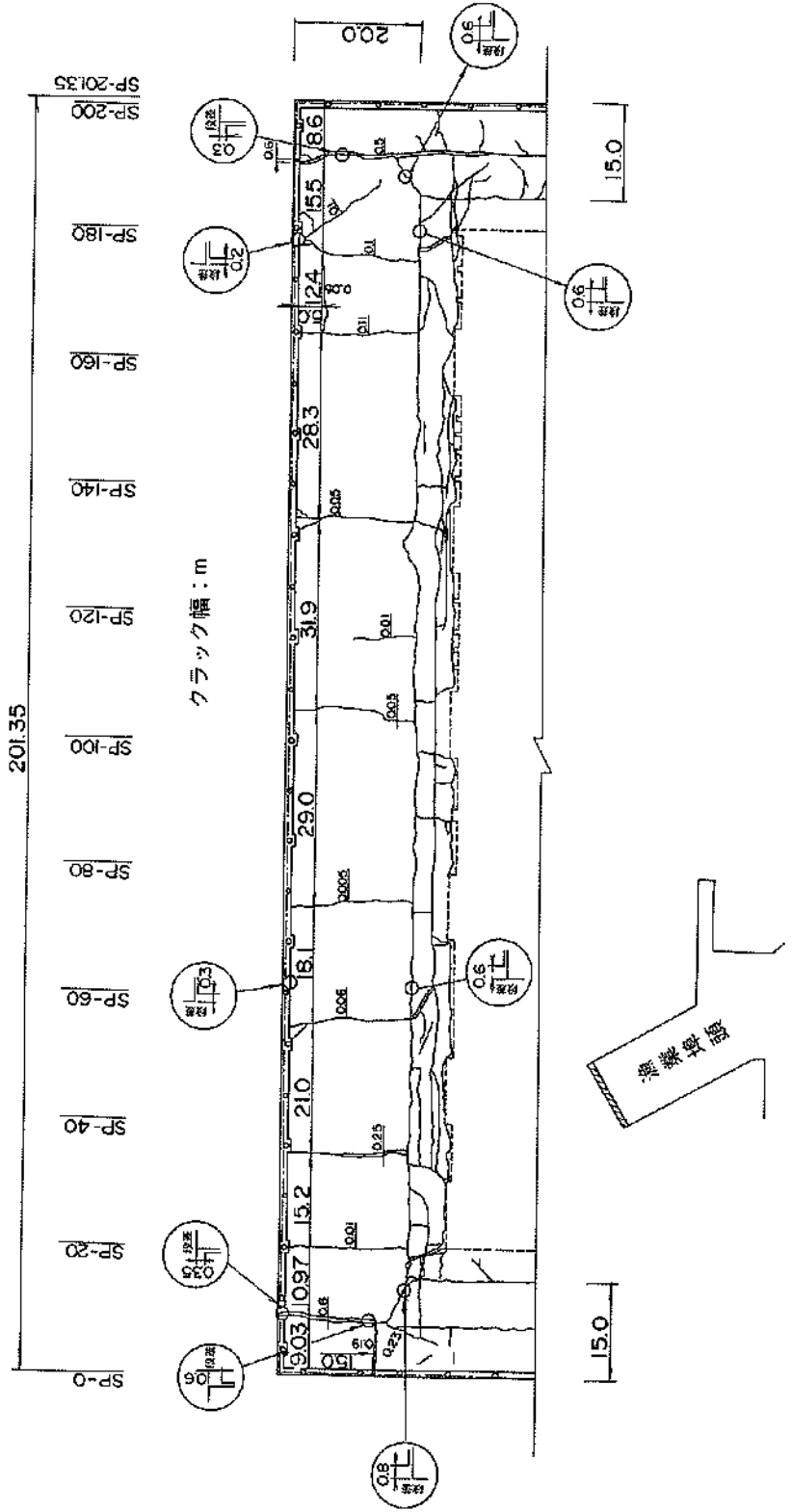


図-3.2.67 エプロンクラック平面図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))

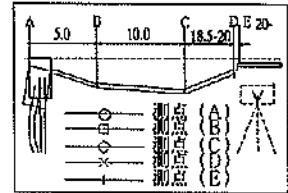
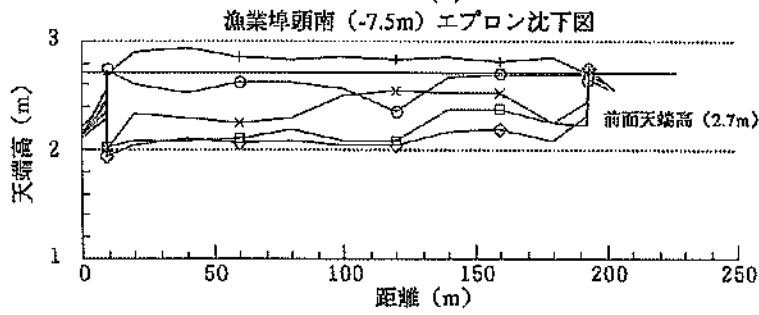
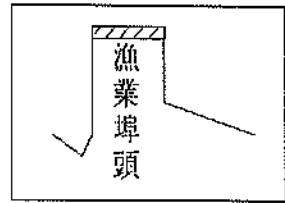
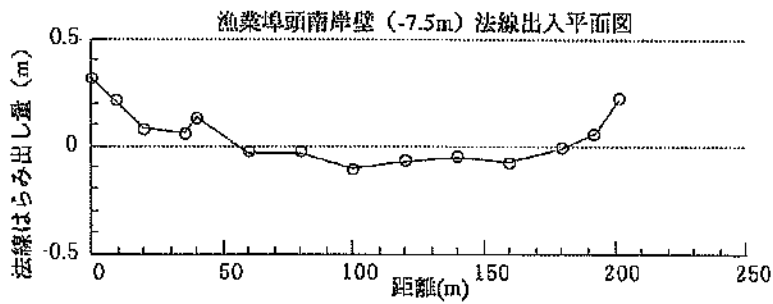
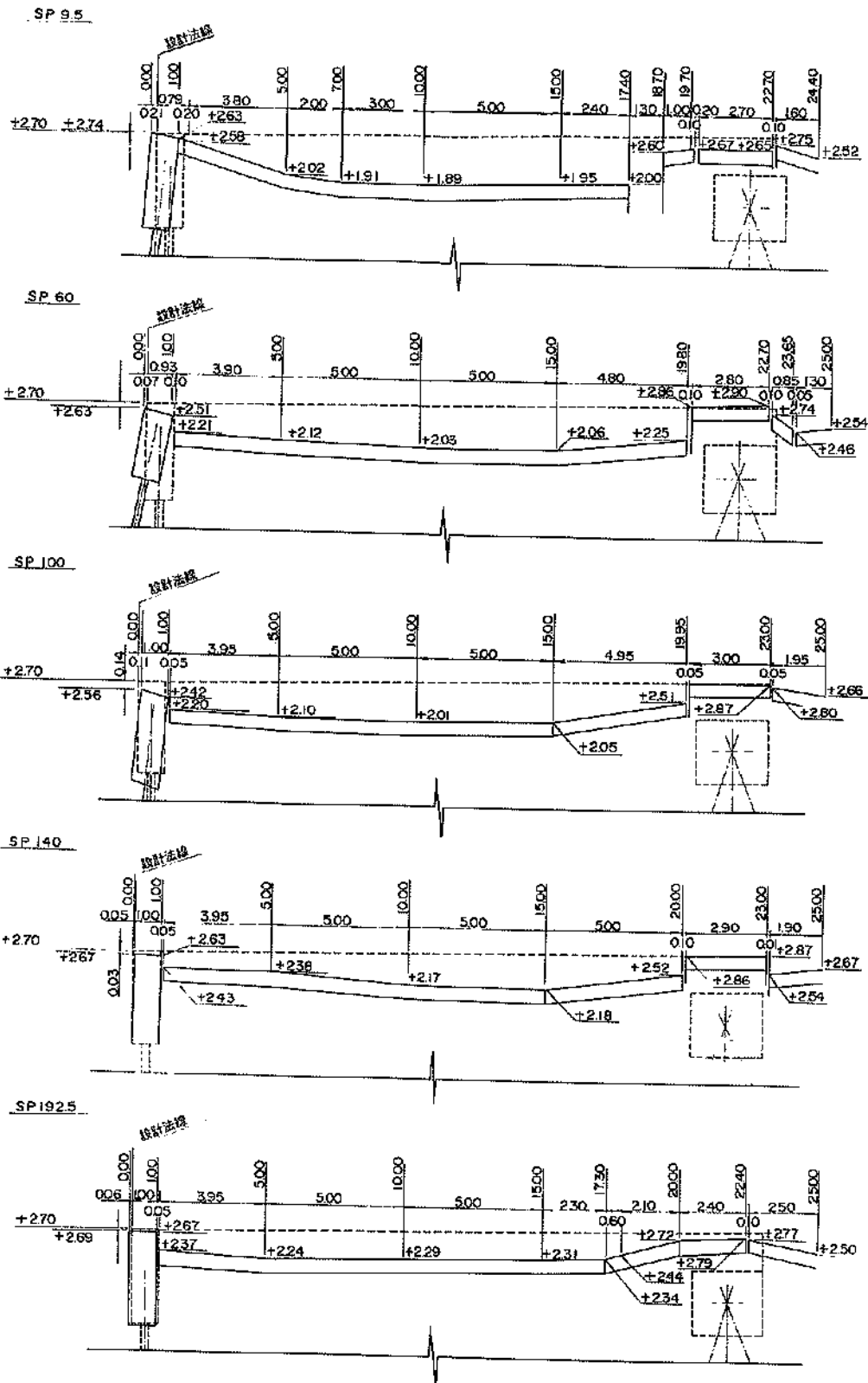
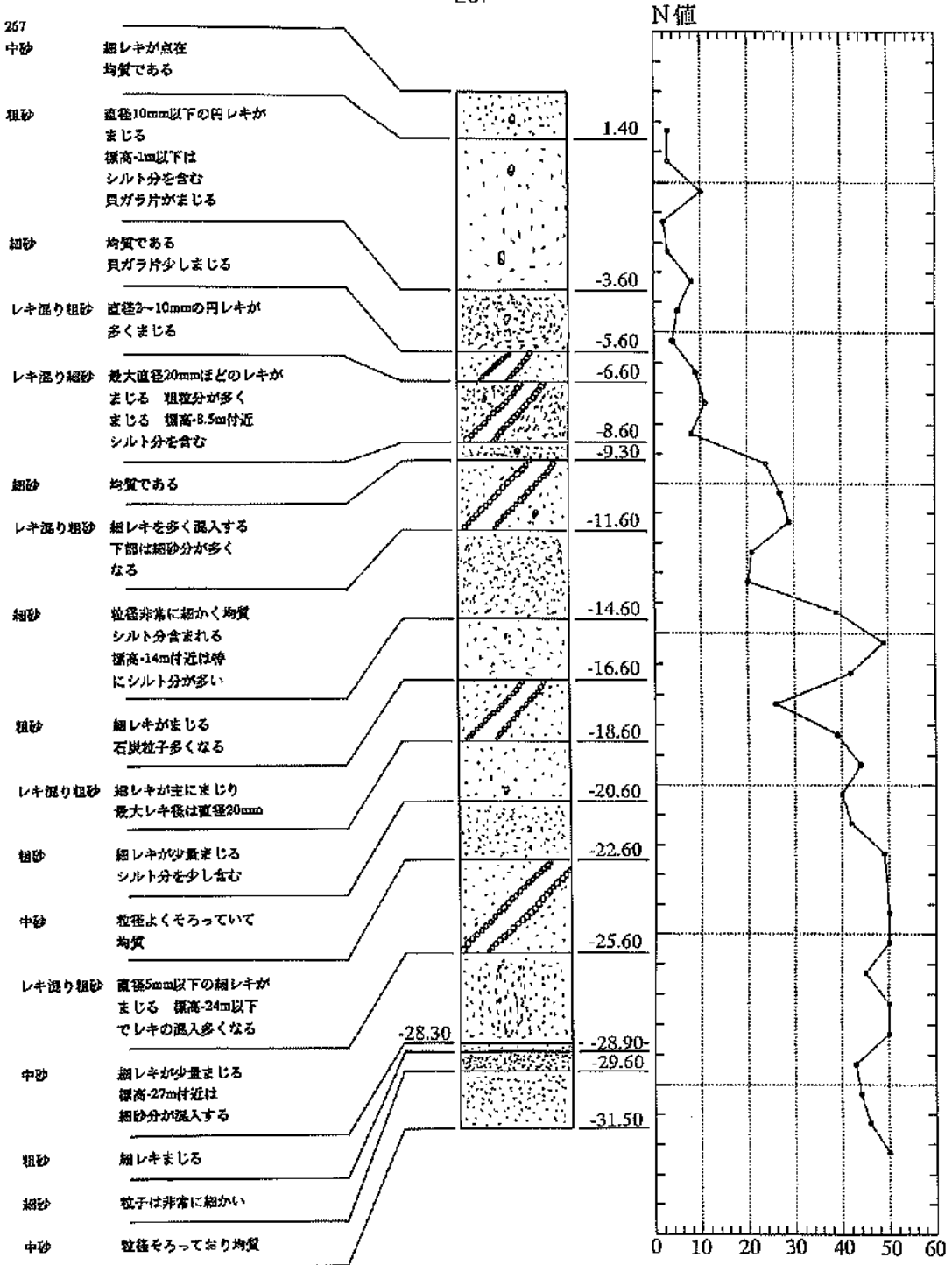


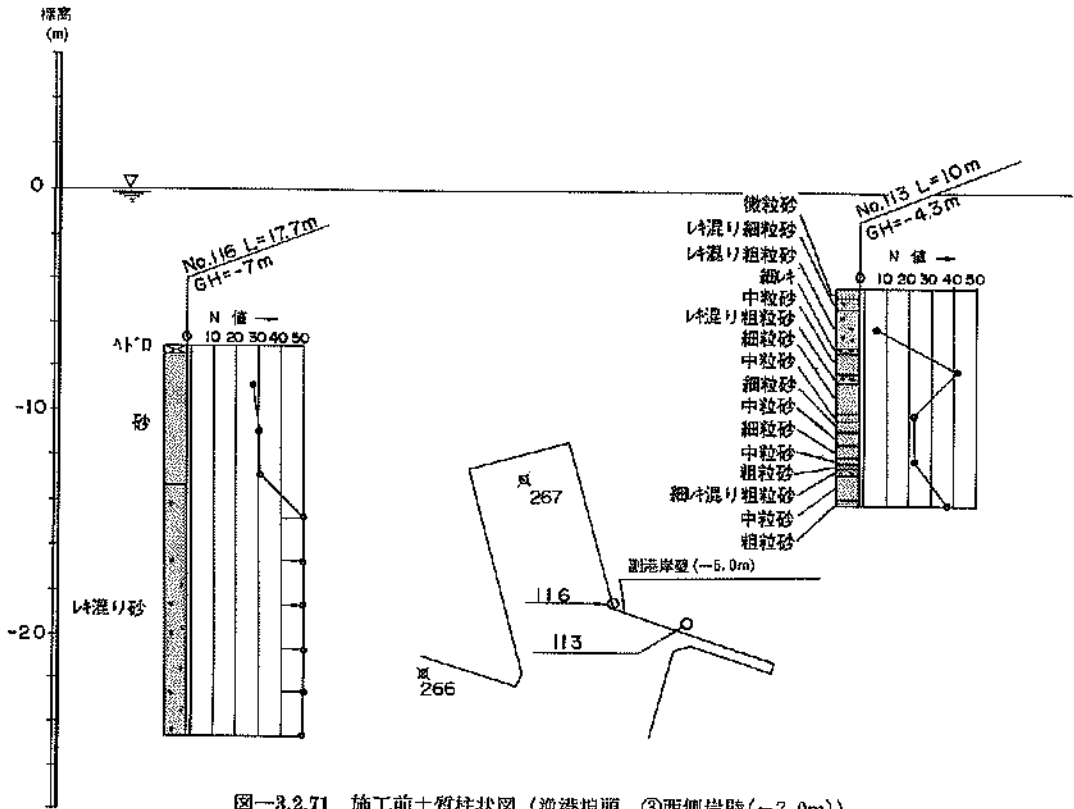
図-3.2.68 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))



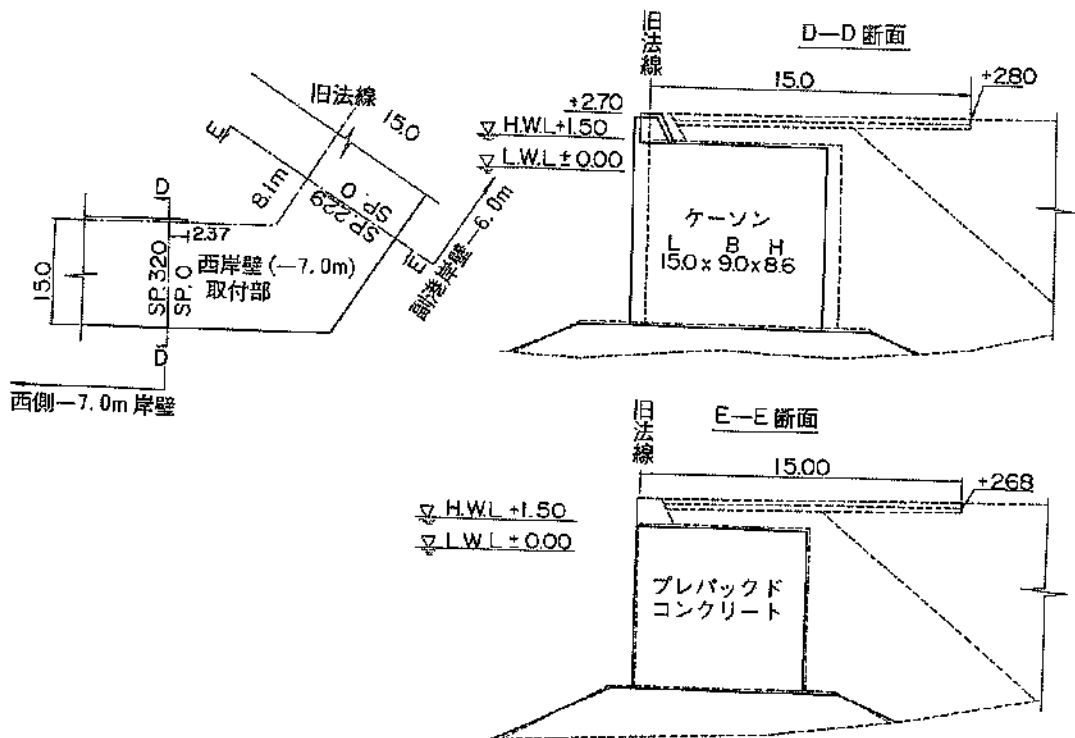
圖—3.2.69 上部工被災断面圖 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))



図—3.2.70 土質柱状図 (漁港埠頭, ②南側岸壁(-7.5m))



図一3.2.71 施工前土質柱状図 (漁港埠頭, ③西側岸壁(-7.0m))



図一3.2.72 被災状況図 (漁港埠頭, ③西側岸壁(-7.0m))

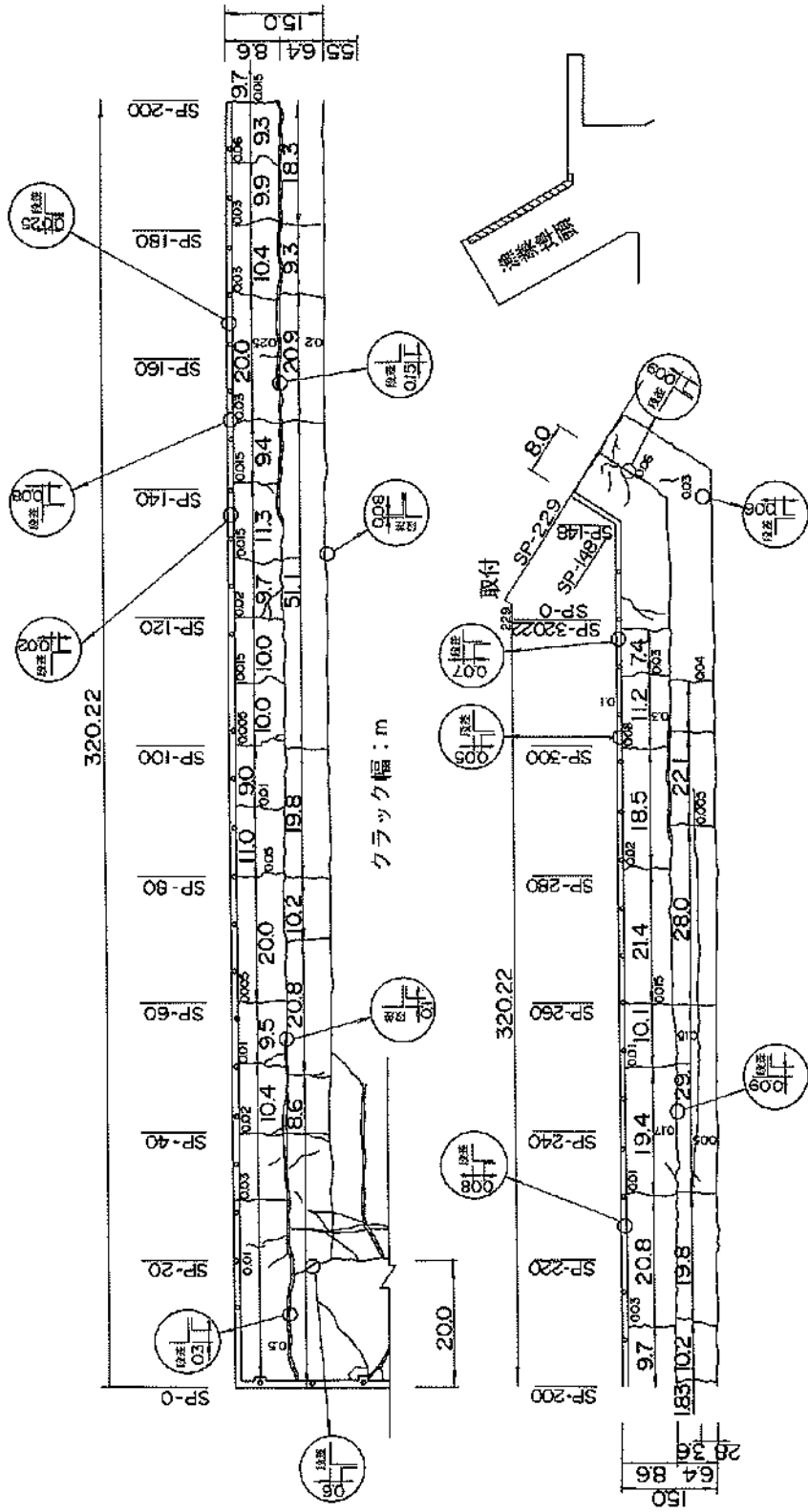


図-3.2.73 エプロンクランク平面図 (漁港埠頭, ③西側岸壁 (-7.0m))

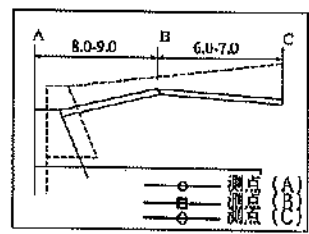
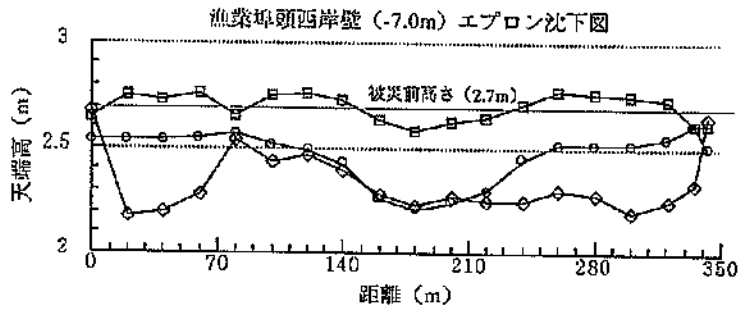
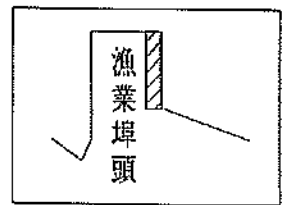
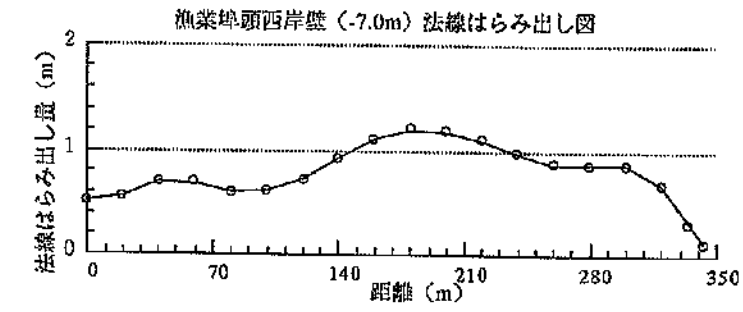


図-3.2.74 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (漁港埠頭, ③西側岸壁(-7.0m))

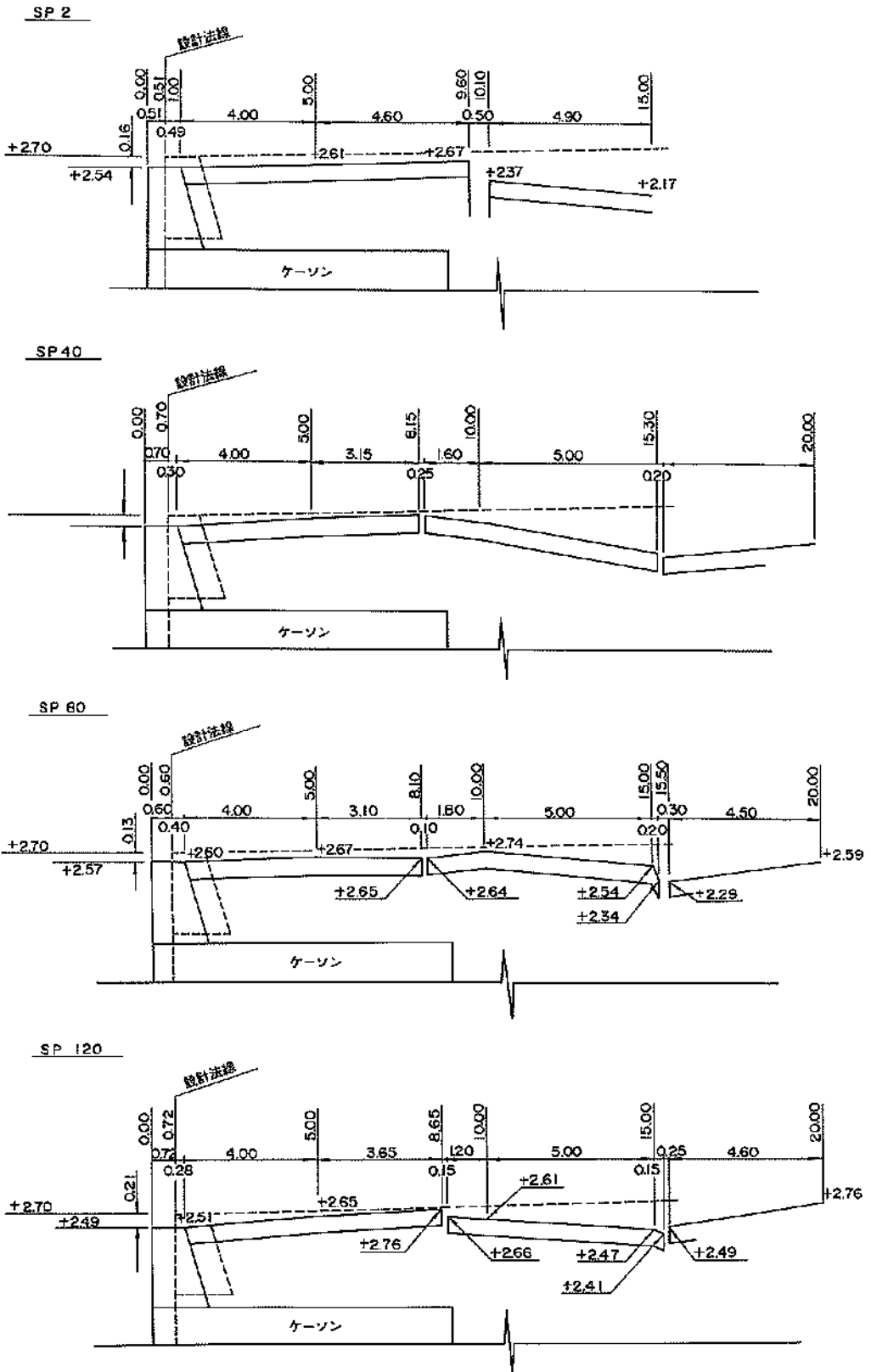
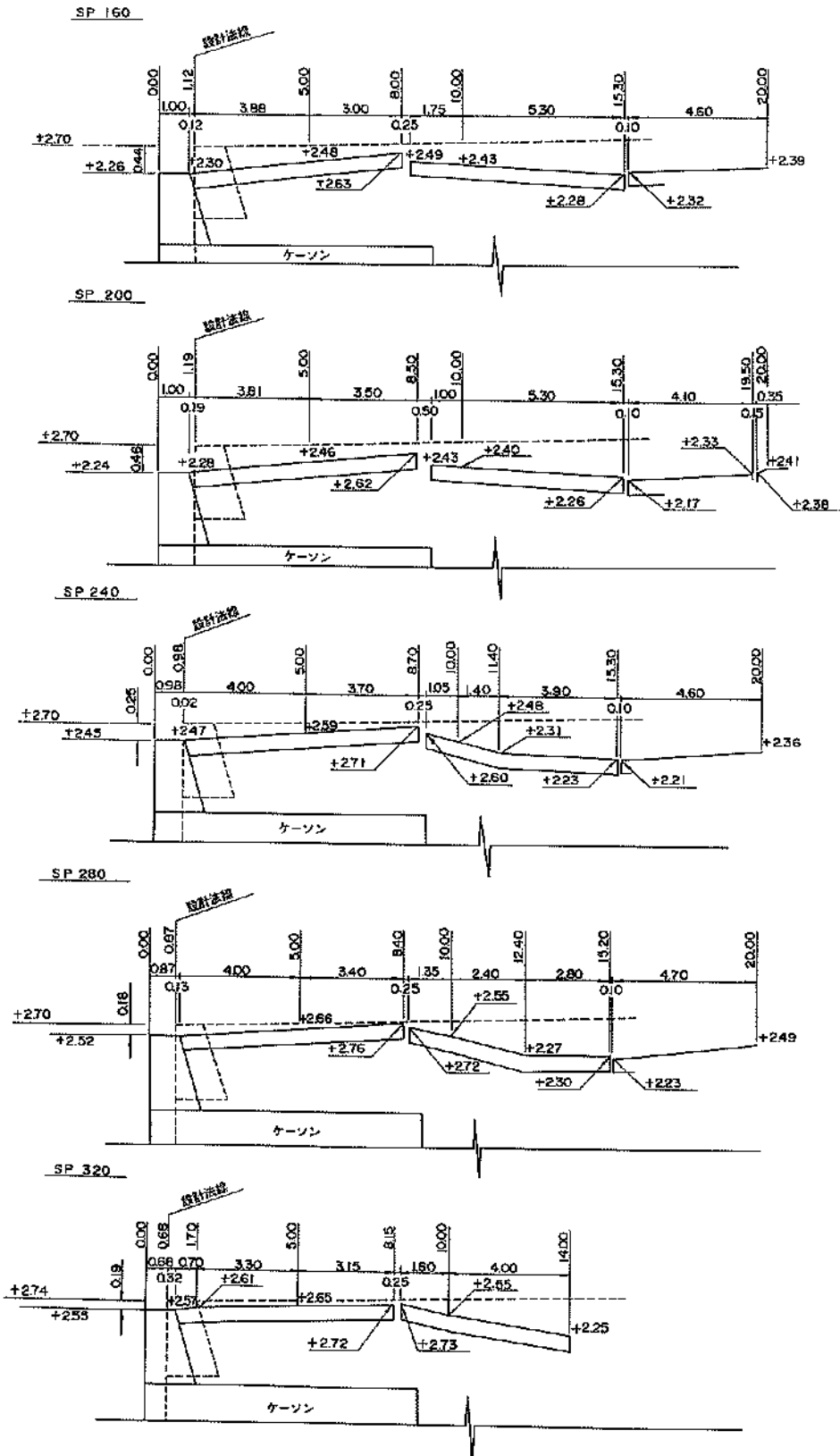
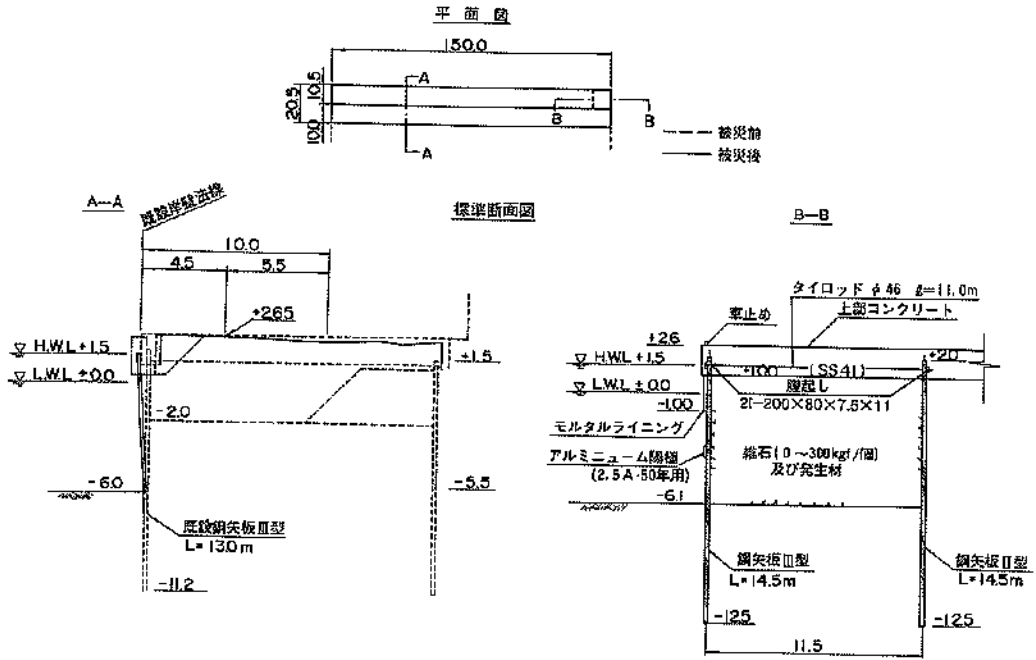


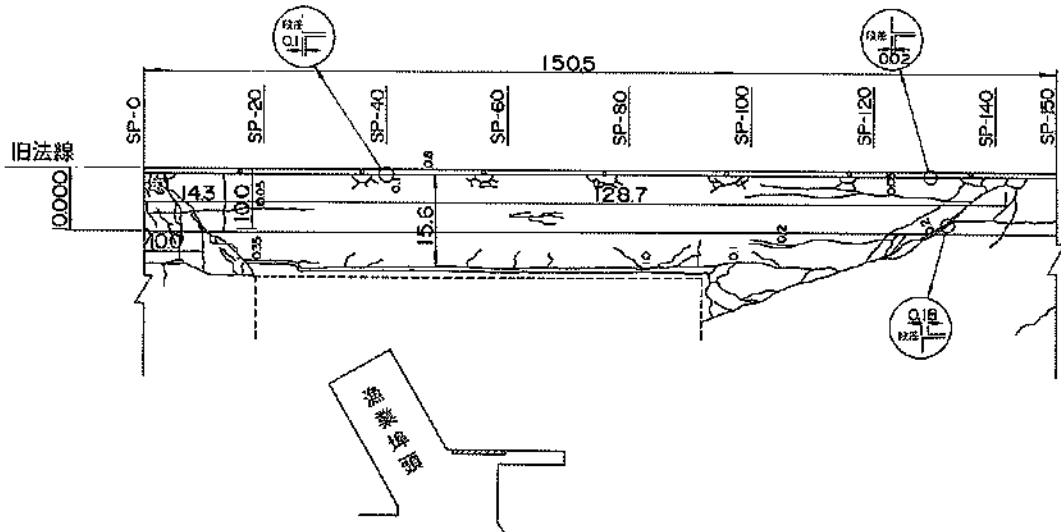
図-3.2.75 上部工被災断面図その1, 2 (漁港埠頭, ③西側岸壁(-7.0m))



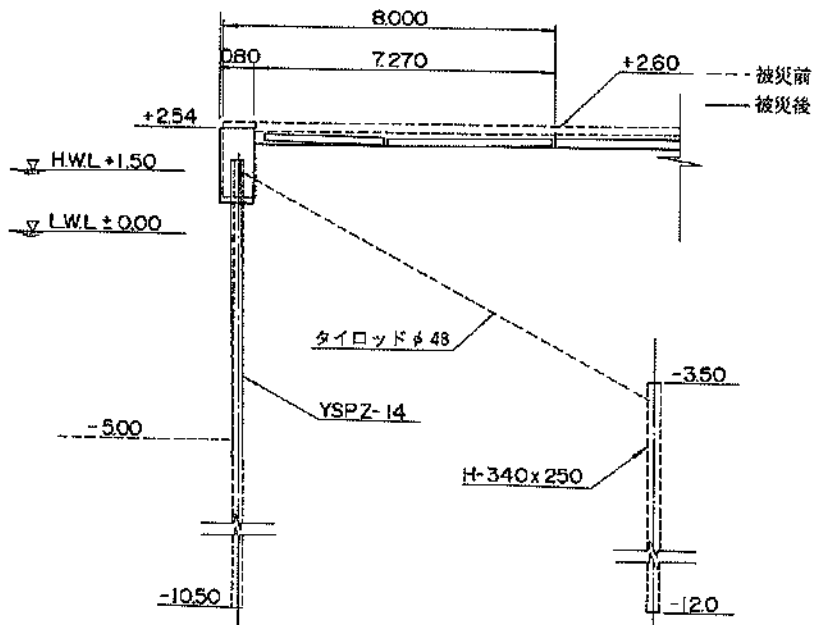
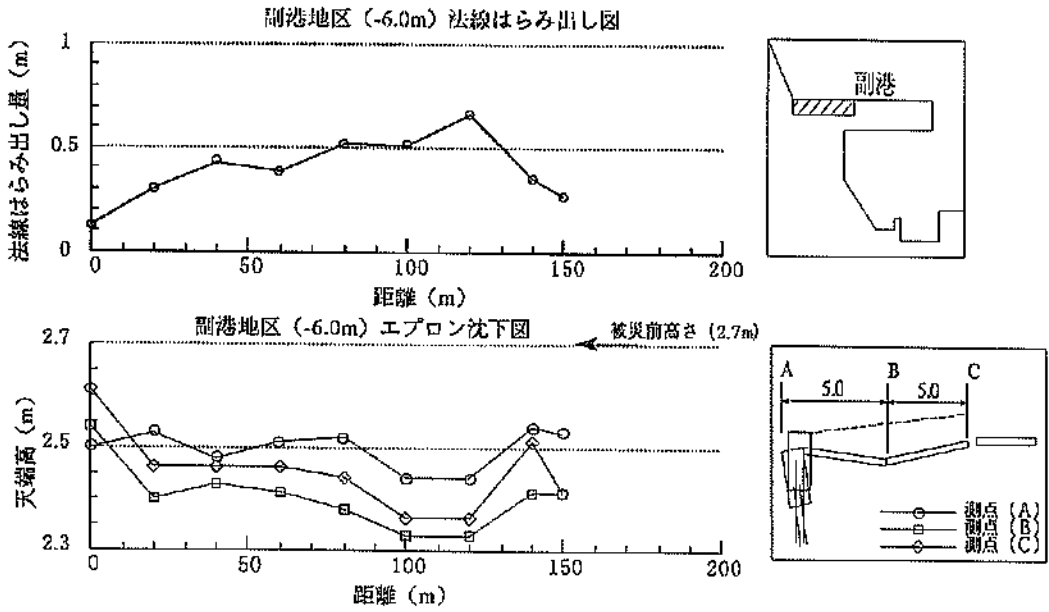
図一3.2.75 上部工被災断面図（漁港埠頭，③西側岸壁（-7.0m））（その2）

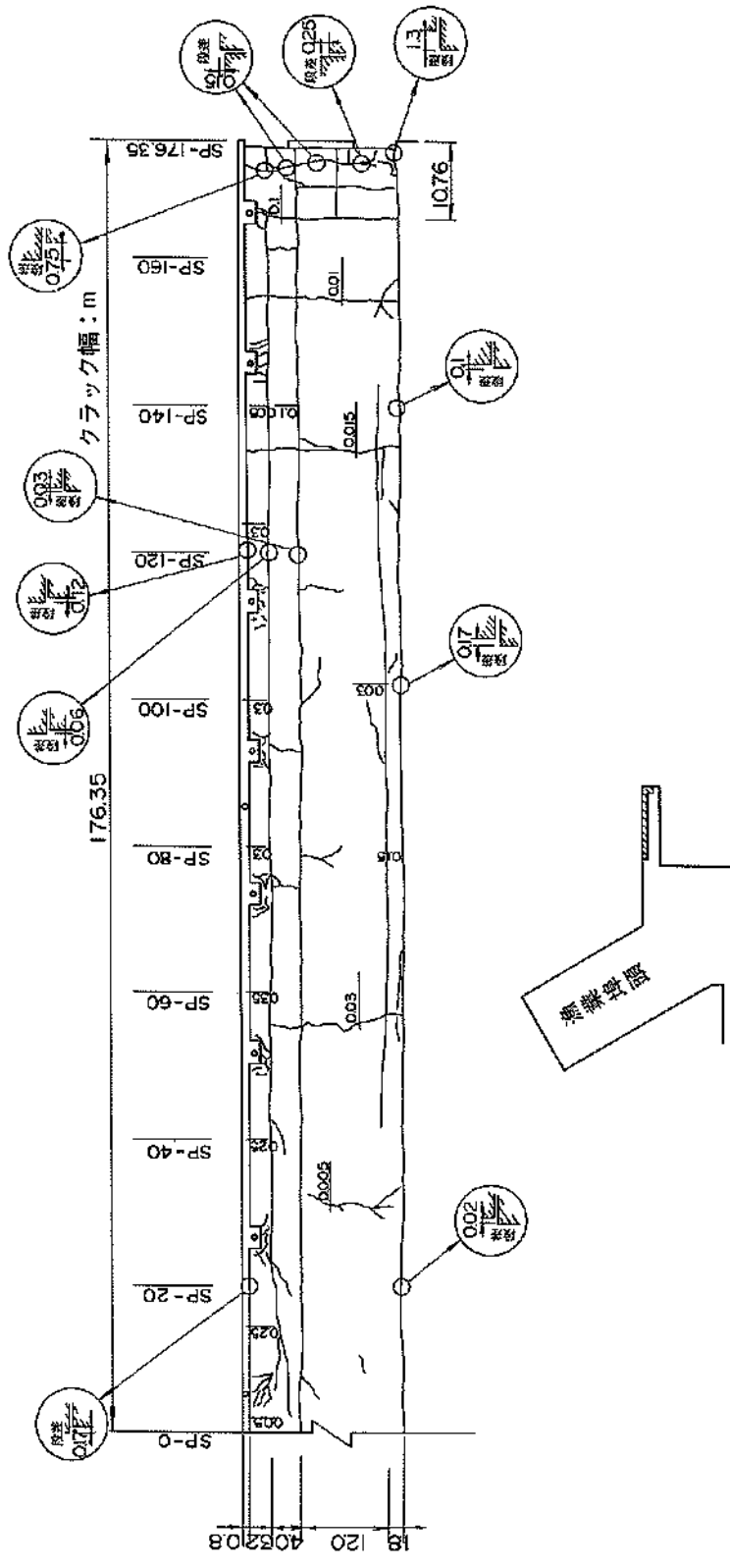


図一3.2.76 被災状況図 (副港地区, ①岸壁(-6.0m))



図一3.2.77 エプロンブラック平面図 (副港地区, ①岸壁(-6.0m))





図一3.2.80 エブロンクラック平面図その1 (副港地区, ②岸壁 (-5.0m))

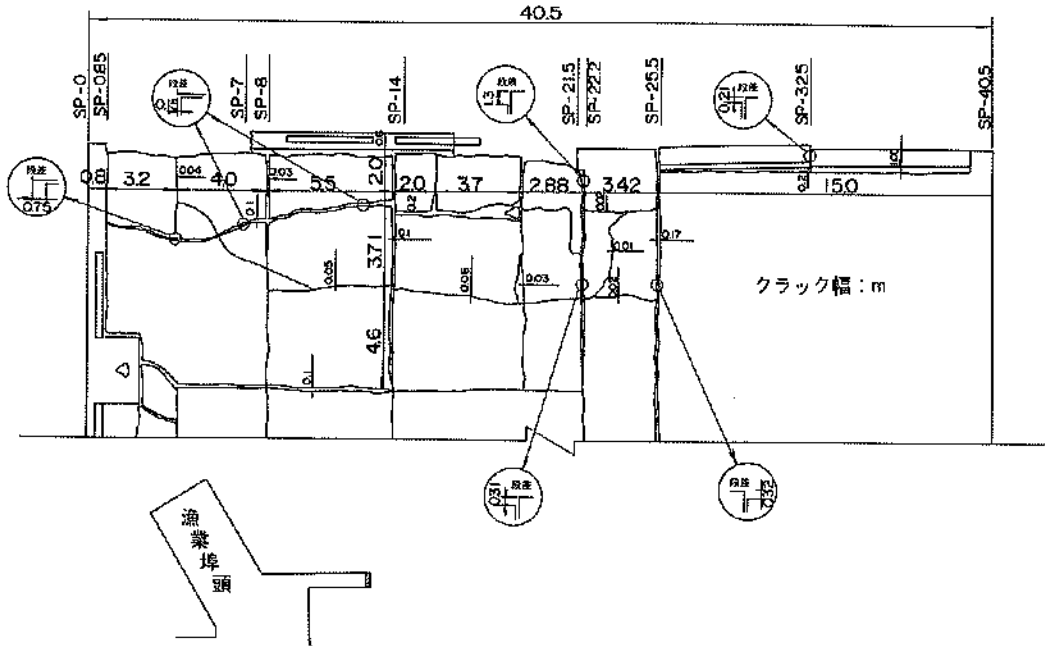


図-3.2.81 エプロンクラック平面図その2 (副港地区, ②③岸壁(-5.0m))

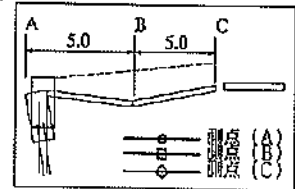
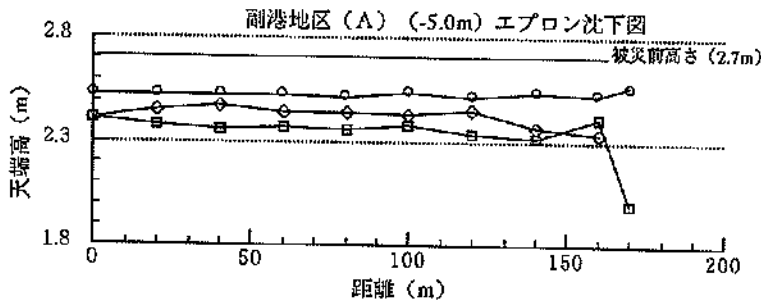
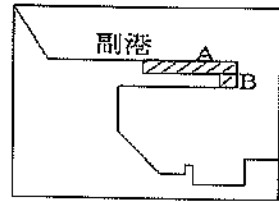
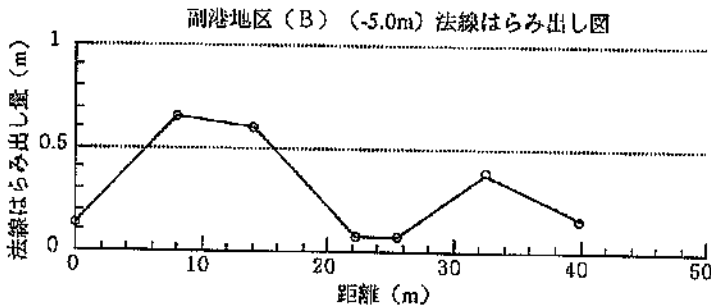
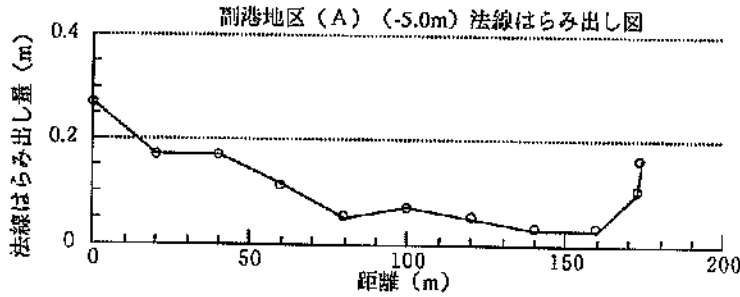


図-3.2.82 岸壁法線変化図およびエプロン沈下断面図 (副港地区, ②③岸壁(-5.0m))

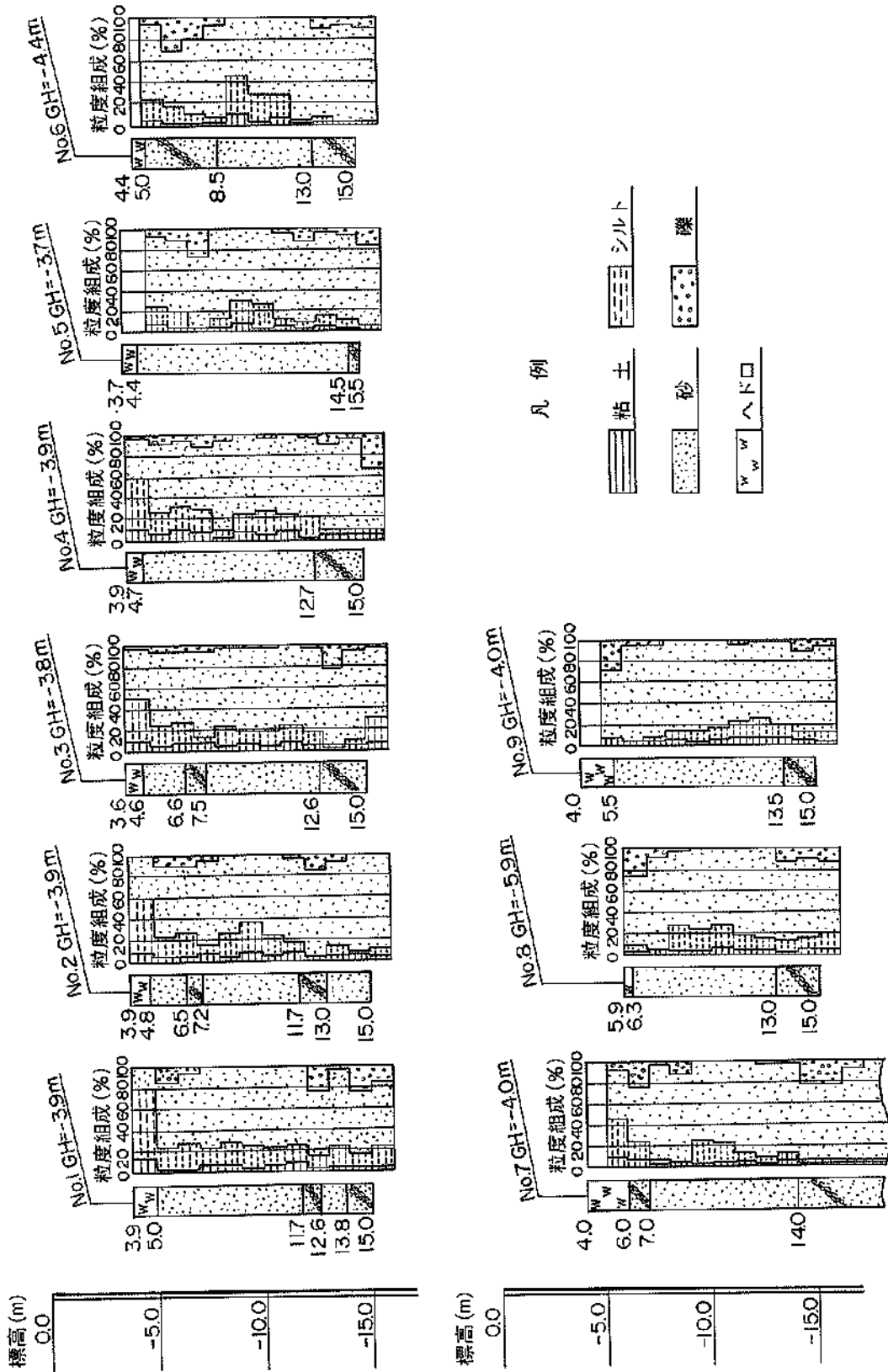


图---3.2.83 施工前土質想定図 (副港地区, ④⑤岸壁(-5.0m))

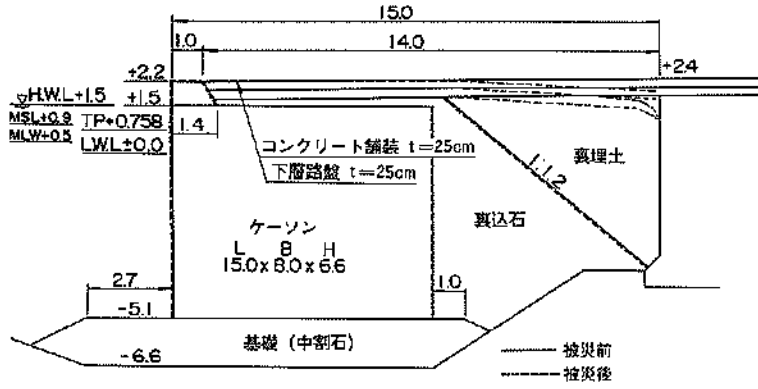


図-3.2.84 被災状況図 (副港地区, ④⑤岸壁(-5.0m))

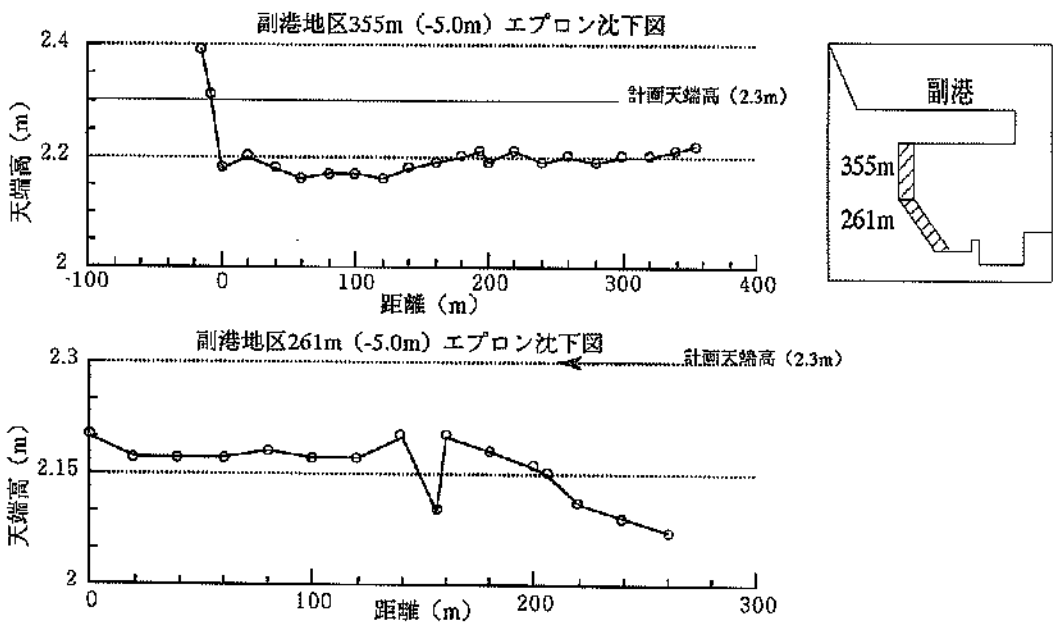


図-3.2.85 エプロン沈下断面図 (副港地区, ④⑤岸壁(-5.0m))

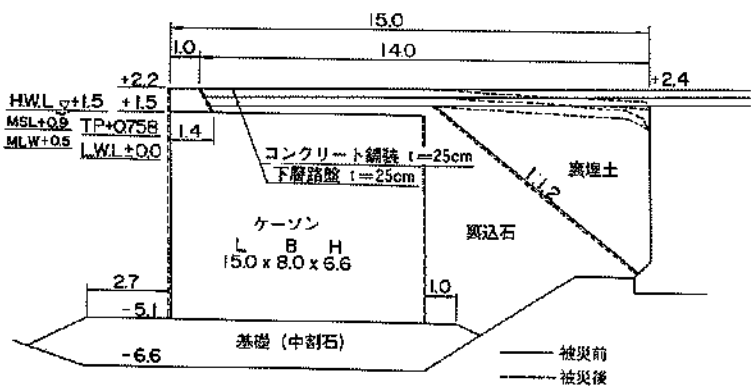


図-3.2.86 被災状況図 (副港地区, ⑥⑦岸壁(-5.0m))

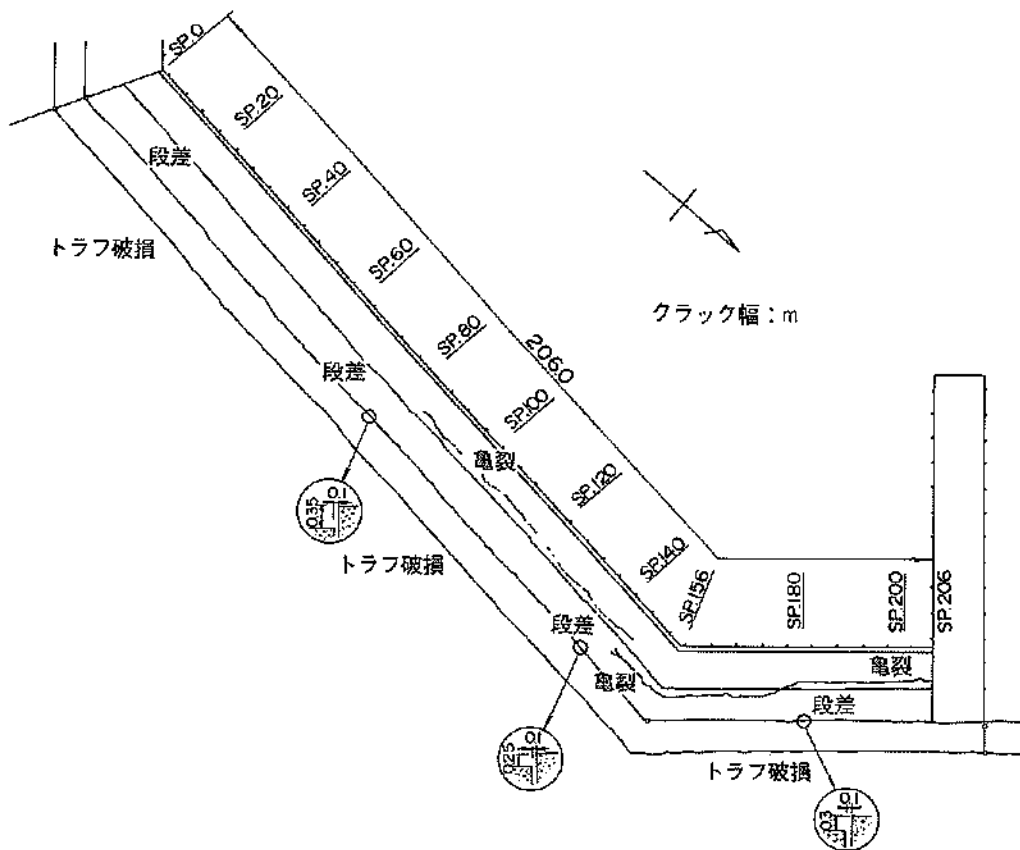


図-3.2.87 エブロンクラック平面図 (副港地区, ⑧岸壁(-5.0m))

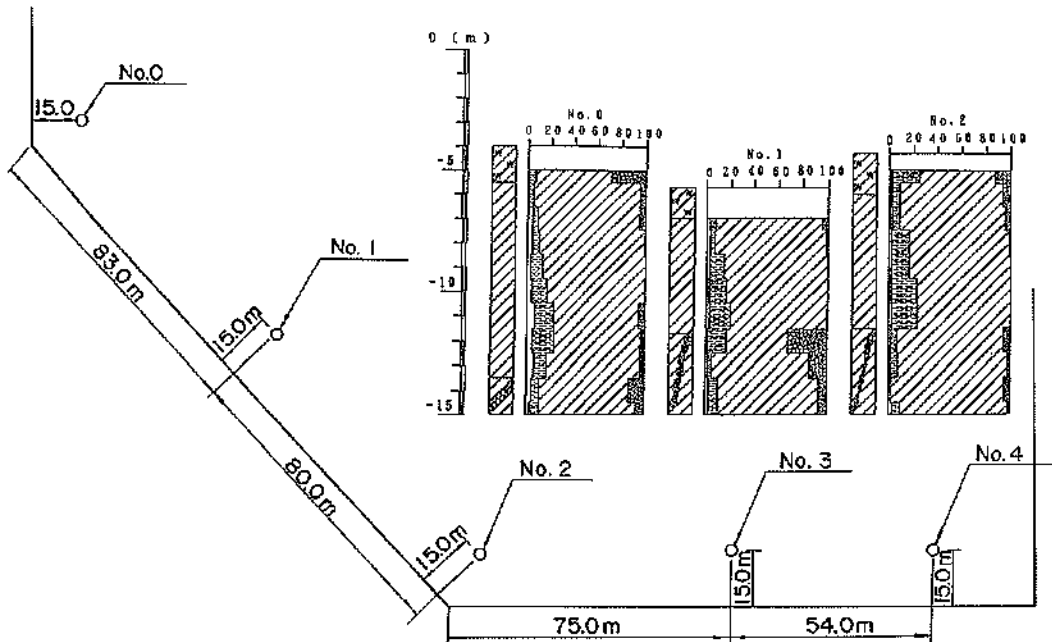


図-3.2.88 土質柱状図 (副港地区, ⑥⑦岸壁(-5.0m)) その1

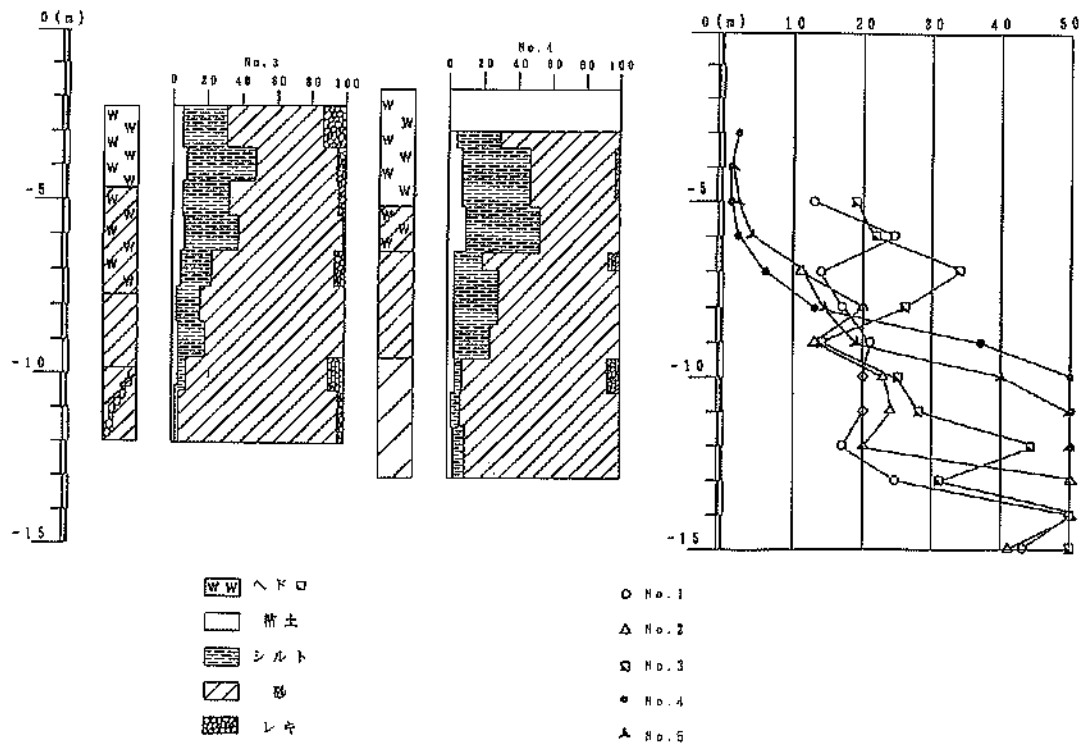
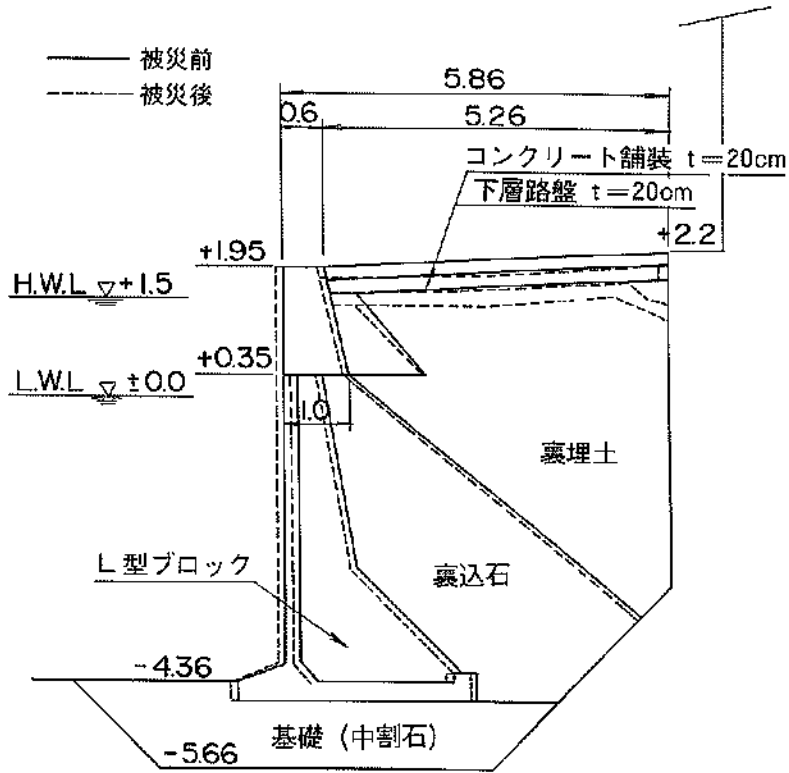
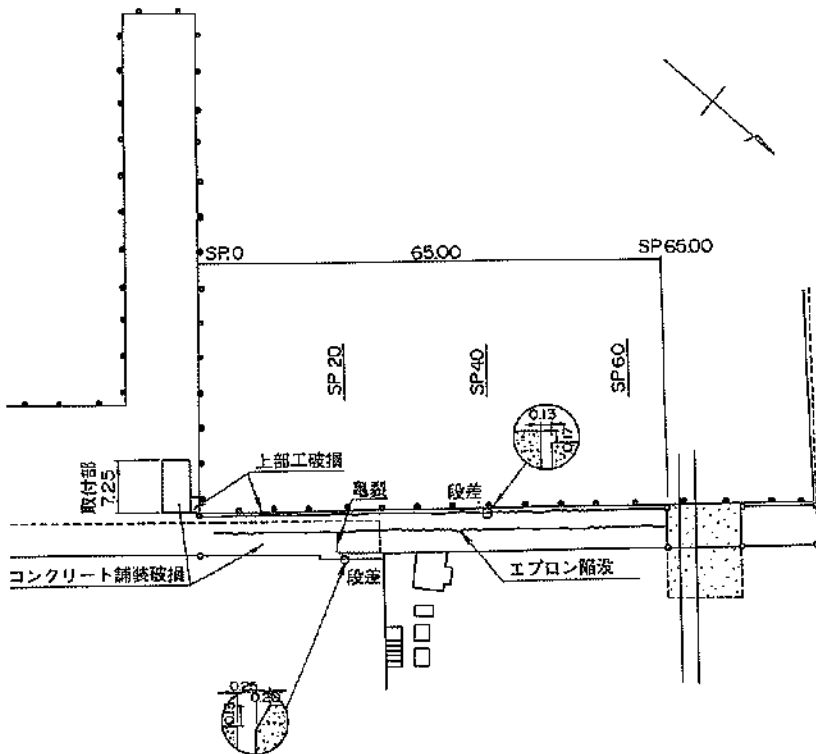


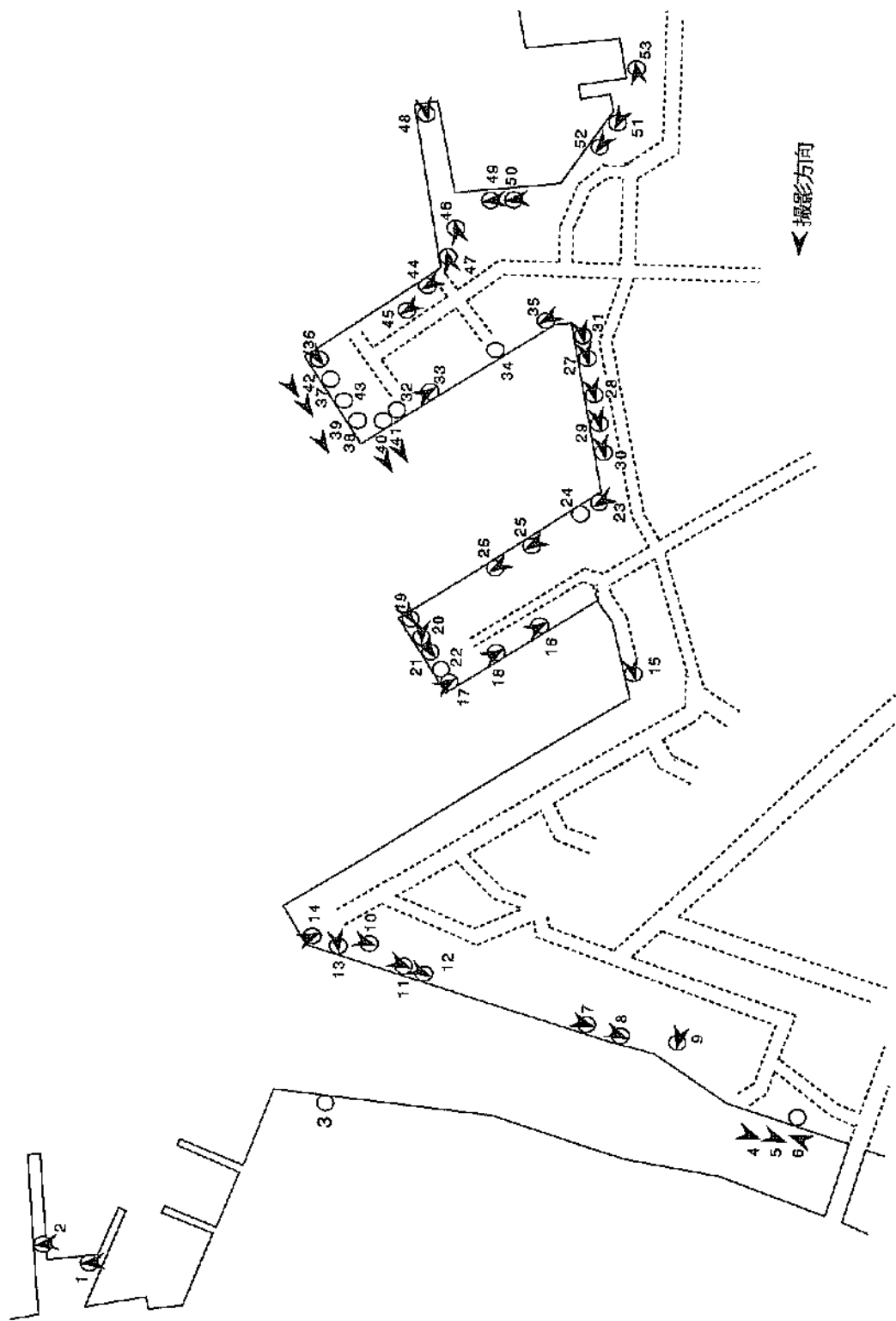
図-3.2.88 土質柱状図 (副港地区, ⑥⑦岸壁(-5.0m)) その2



図—3.2.89 被災状況図 (副港地区, ㊸物揚場(-4.0m))



図—3.2.90 エプロンクラック平面図 (副港地区㊸物揚場(-4.0m))



图—3.2.91 写真摄影位置图

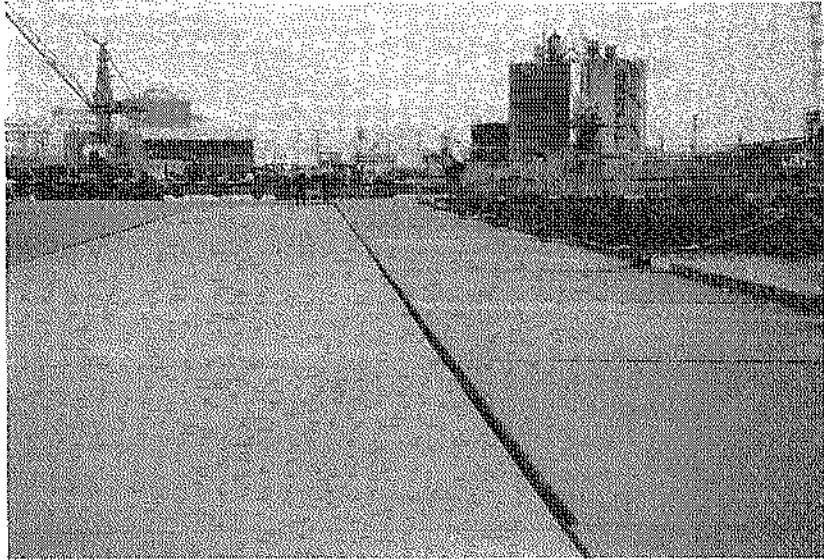


写真-3.2.1 知人地区, ⑤物揚場(-4.0m)

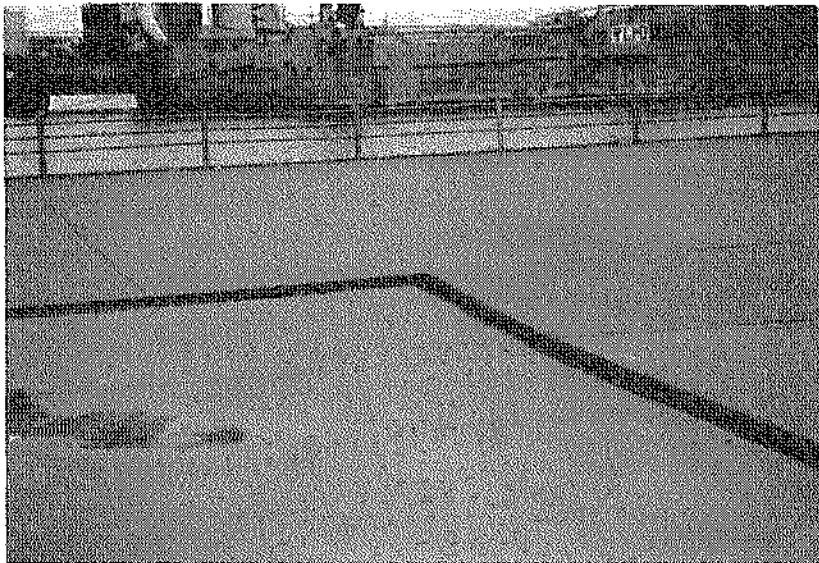


写真-3.2.2 ④船溜岸壁(-6.0m)

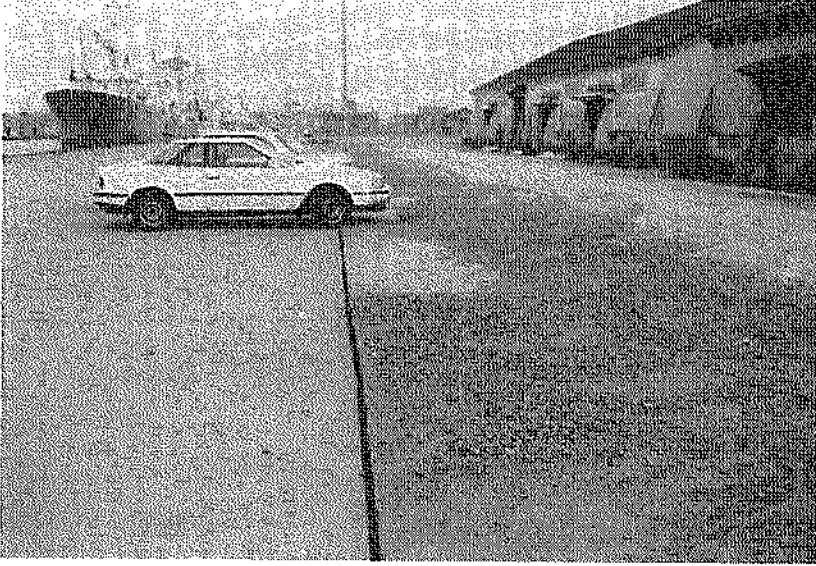


写真-3.2.3 入船地区, ①岸壁(-7.5m)

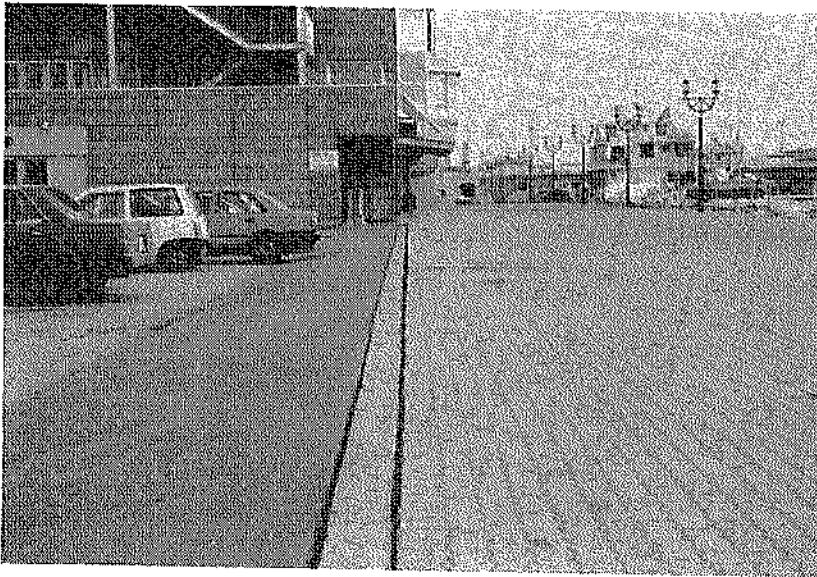
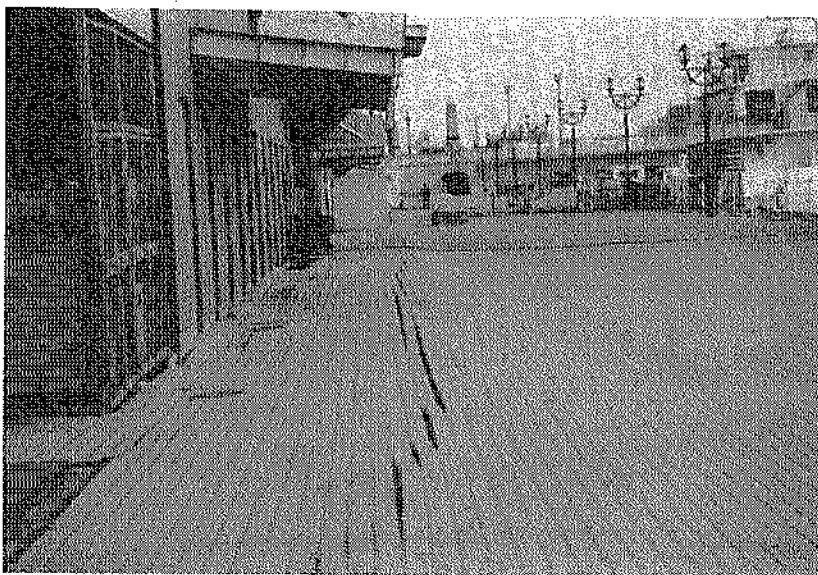
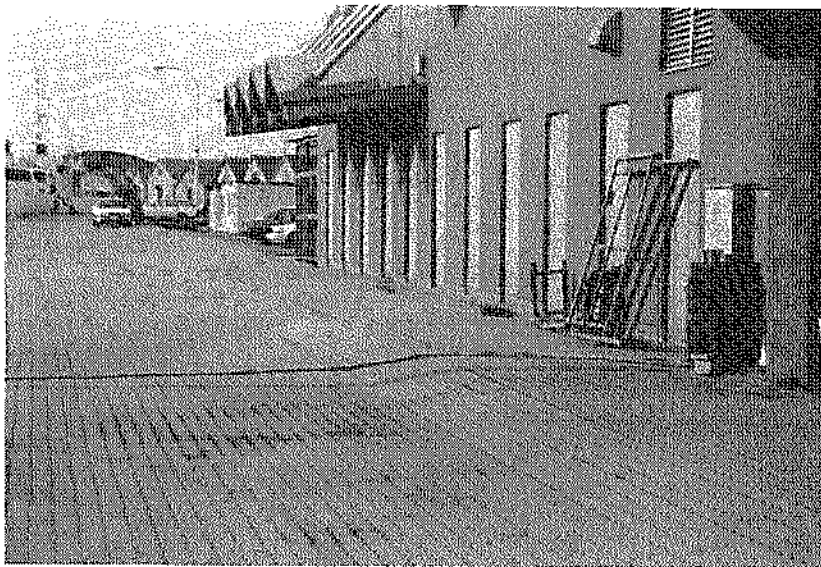


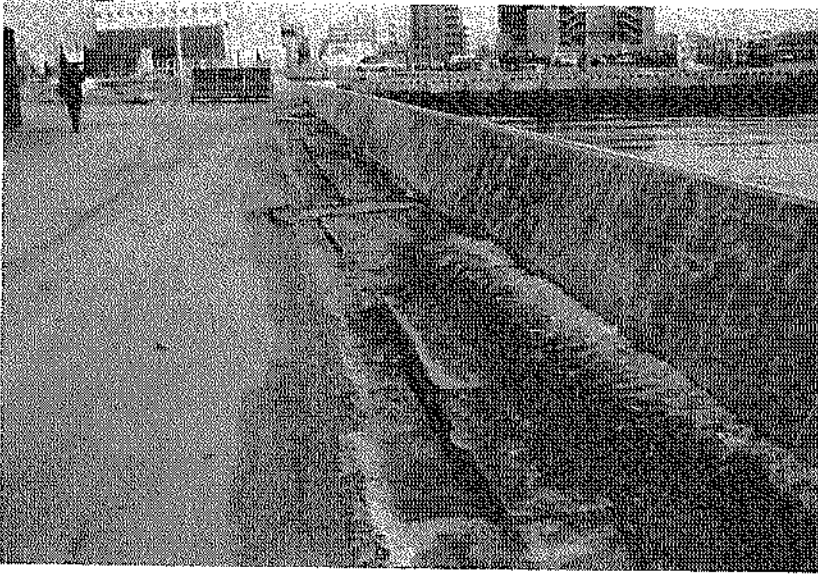
写真-3.2.4 錦町地区, ②岸壁(-6.0m)



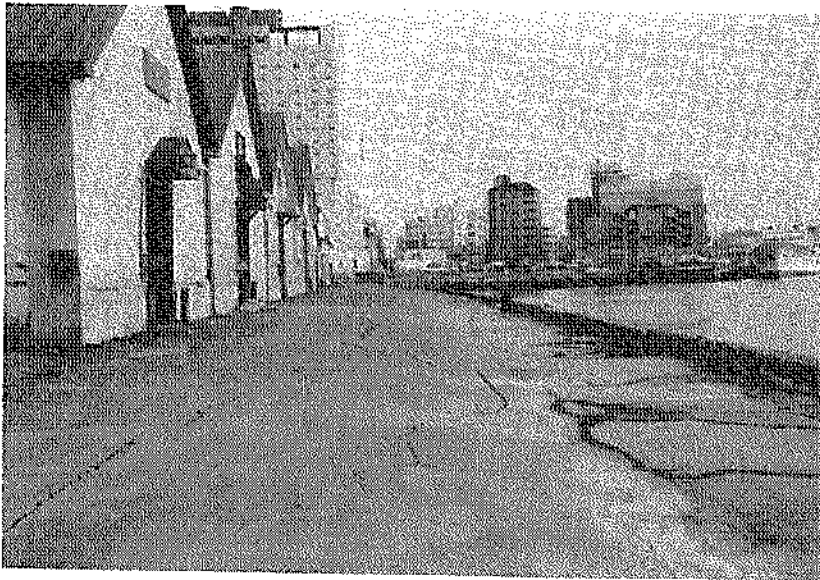
写真—3.2.5 錦町地区, ②岸壁(-6.0m)



写真—3.2.6 錦町地区, ②岸壁(-6.0m)



写真—3.2.7 幸町地区, ②物揚場(-2.0m)



写真—3.2.8 幸町地区, ②物揚場(-2.0m)



写真-3.2.9 幸町地区、②物揚場(-2.0m)に隣接する護岸

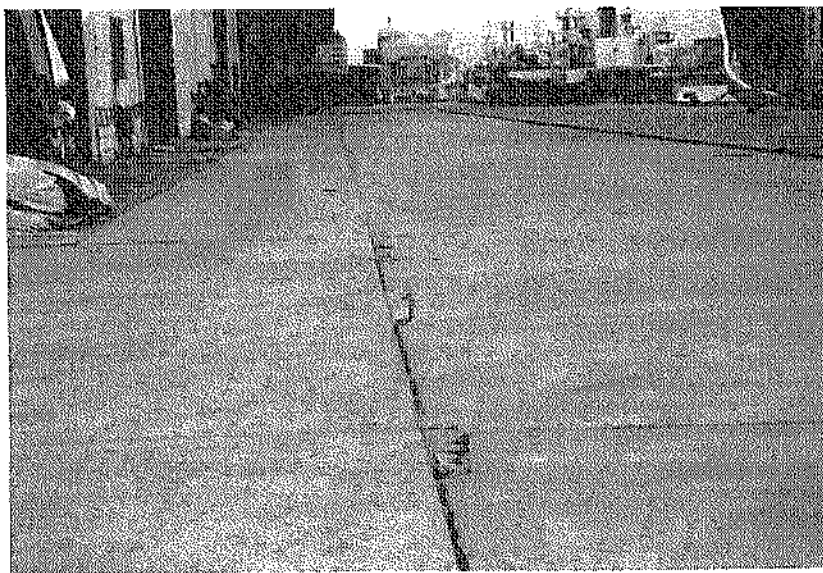


写真-3.2.10 中央埠頭地区、③第5バース(-7.5m)

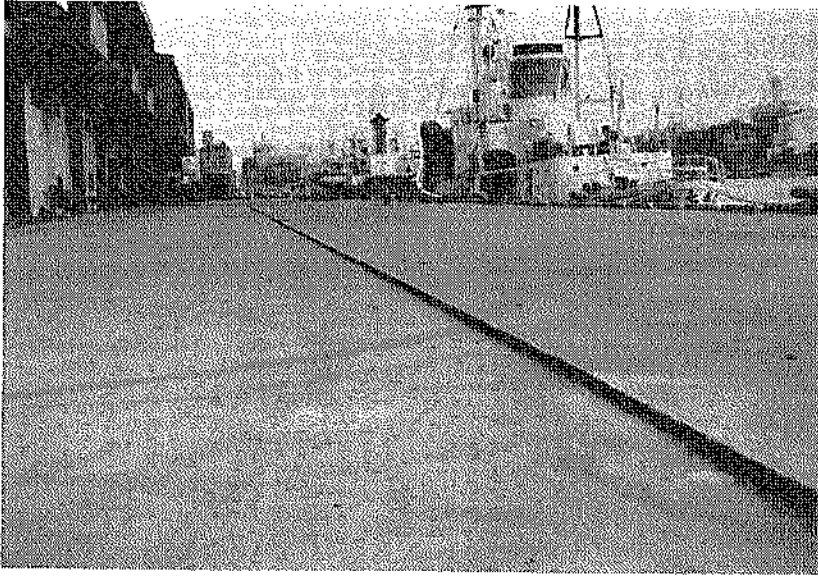


写真-3.2.11 中央埠頭地区, ㊦第5バース(-7.5m)

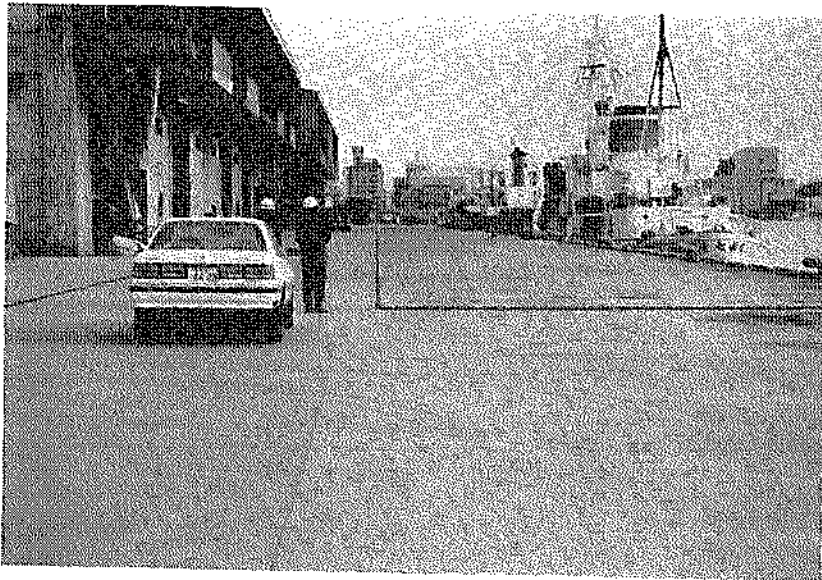


写真-3.2.12 中央埠頭地区, ㊦第5バース(-7.5m)

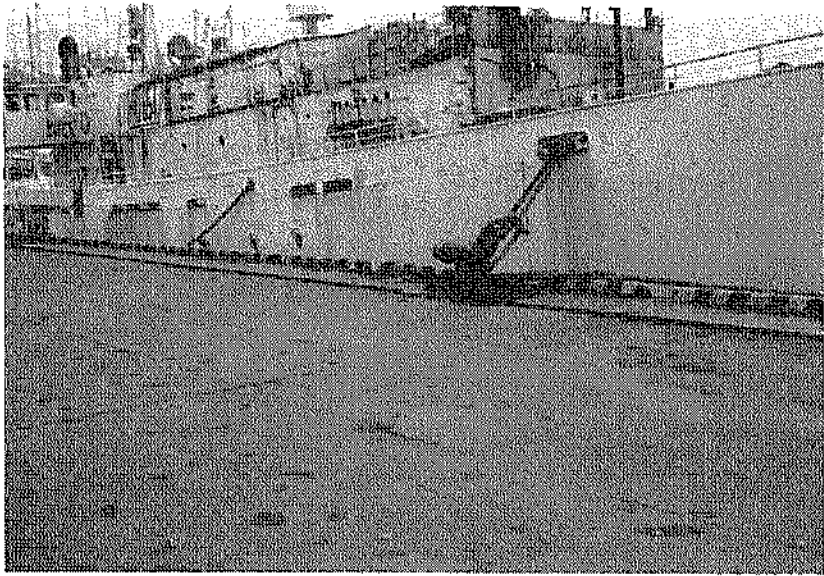


写真-3.2.13 中央埠頭地区, ④第4バース(-7.5m)

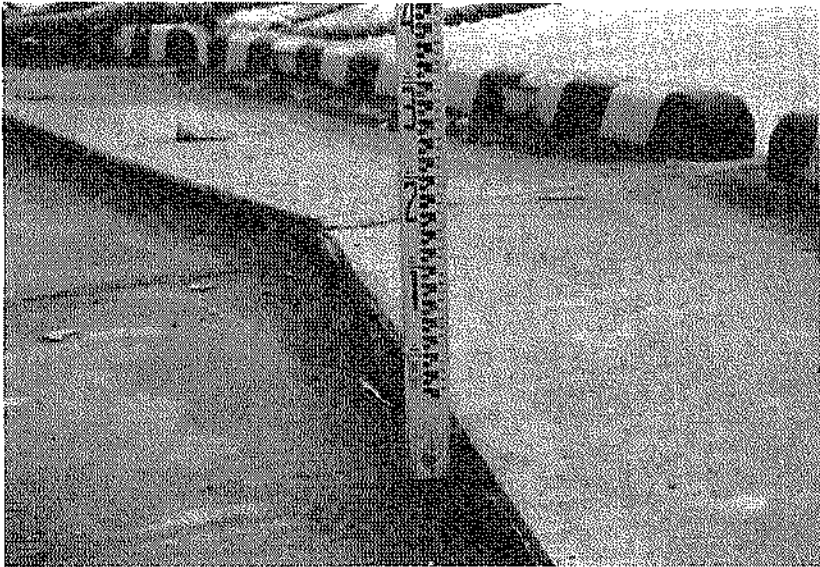


写真-3.2.14 中央埠頭地区, ⑤壁取付部(-10.0m)

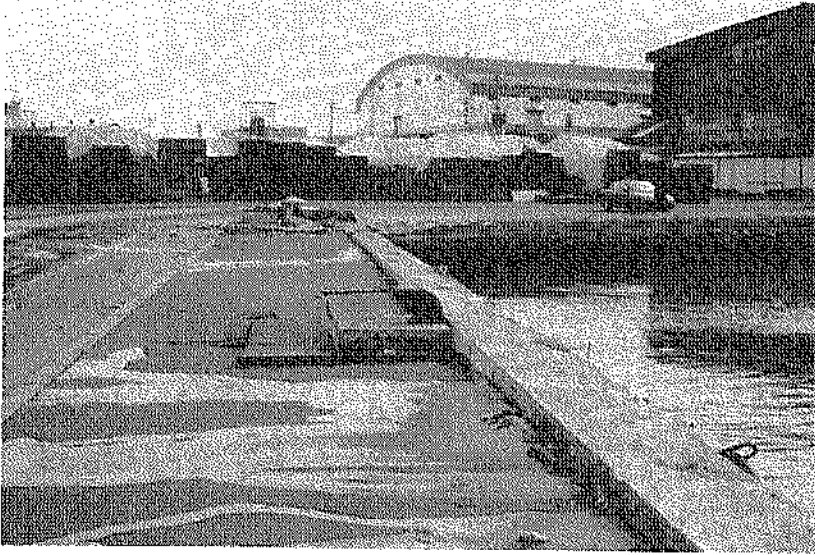


写真-3.2.15 中央埠頭地区，物揚場(-2.0m)

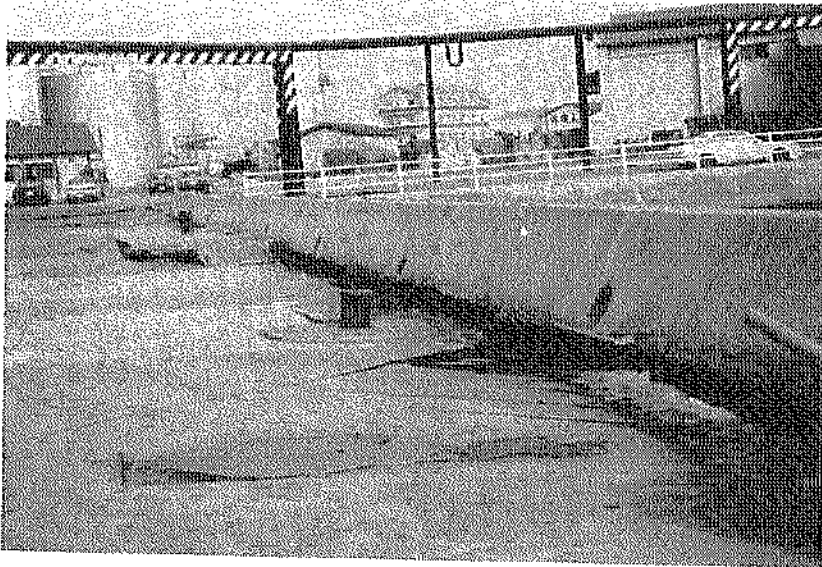


写真-3.2.16 被災状況北埠頭，①物揚場(-2.8m)

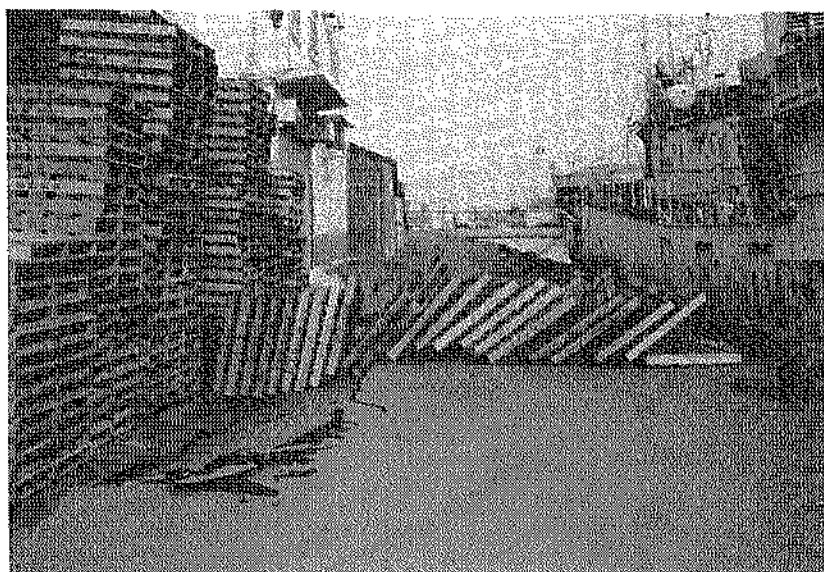


写真-3.2.17 被災状況北埠頭②東岸壁 (-8.1m)

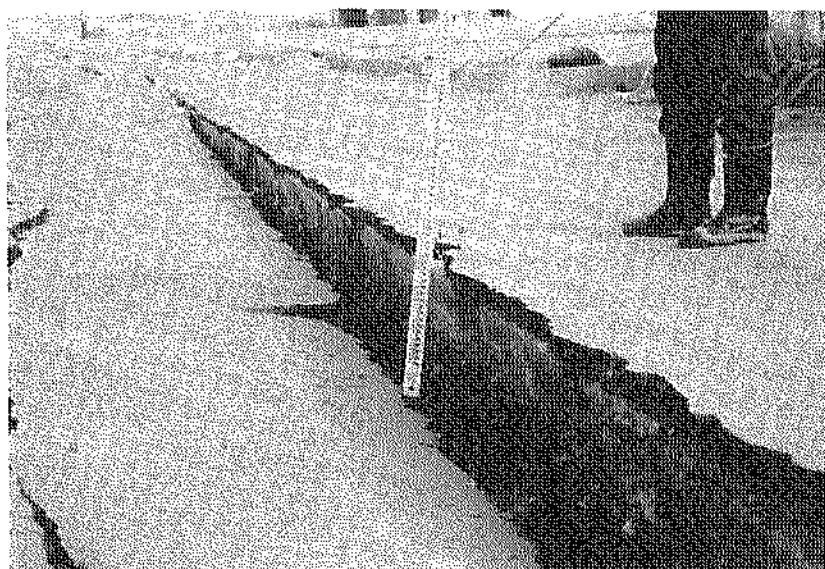
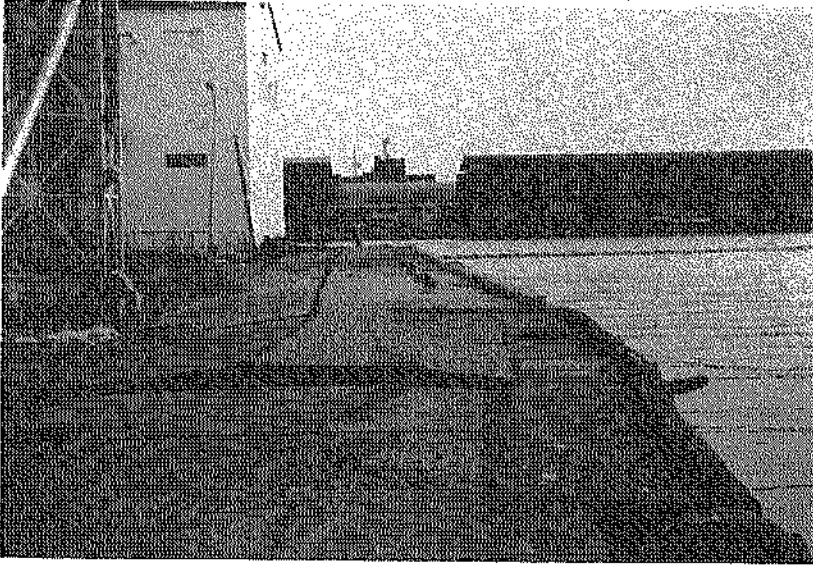
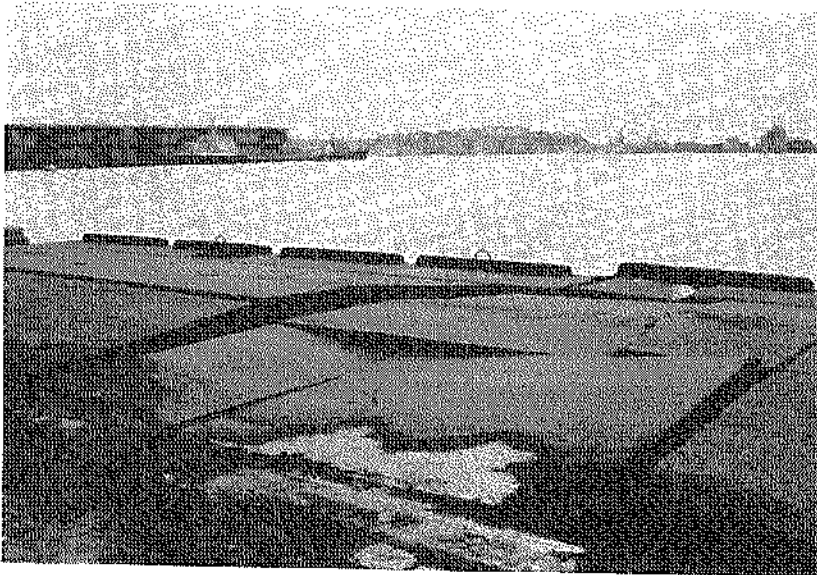


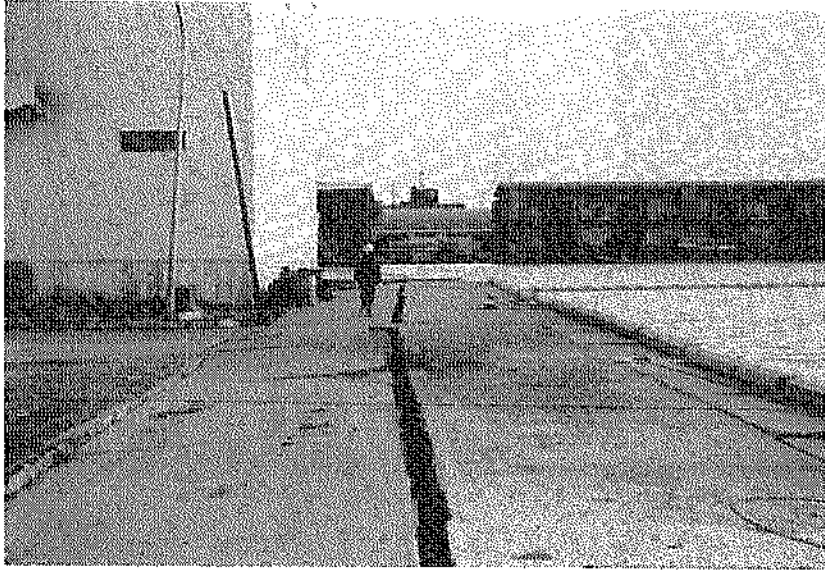
写真-3.2.18 被災状況北埠頭②東岸壁 (-8.1m)



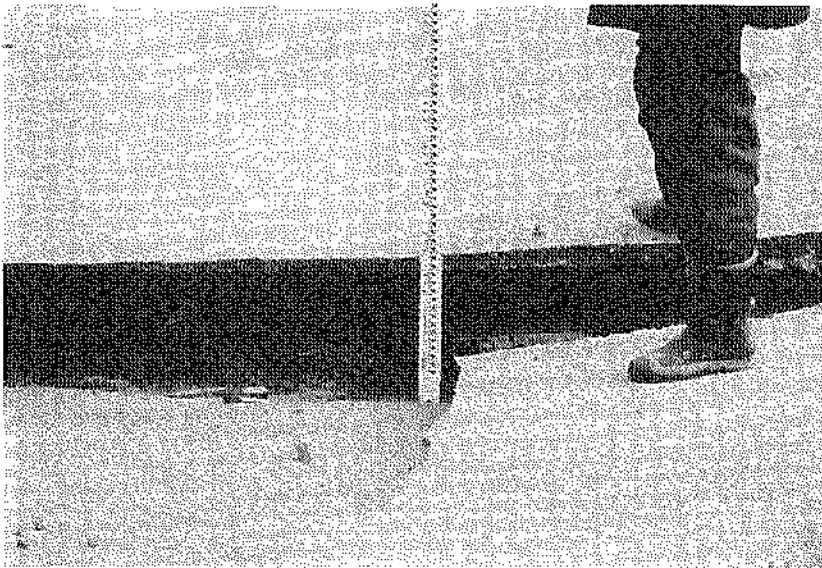
写真—3.2.19 被災状況北埠頭③南岸壁 (-8.0m)



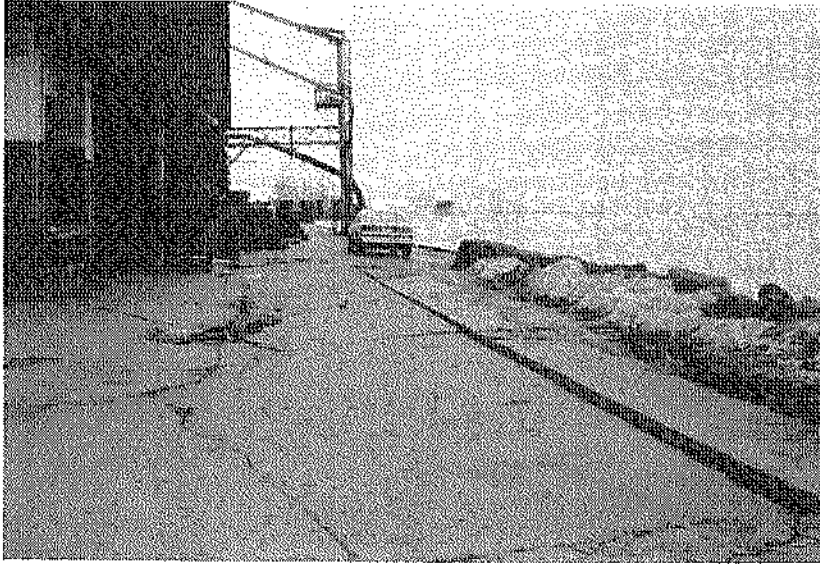
写真—3.2.20 被災状況北埠頭③南岸壁 (-8.0m)



写真—3.2.21 被災状況北埠頭③南岸壁（-8.0m）



写真—3.2.22 被災状況北埠頭③南岸壁（-8.0m）



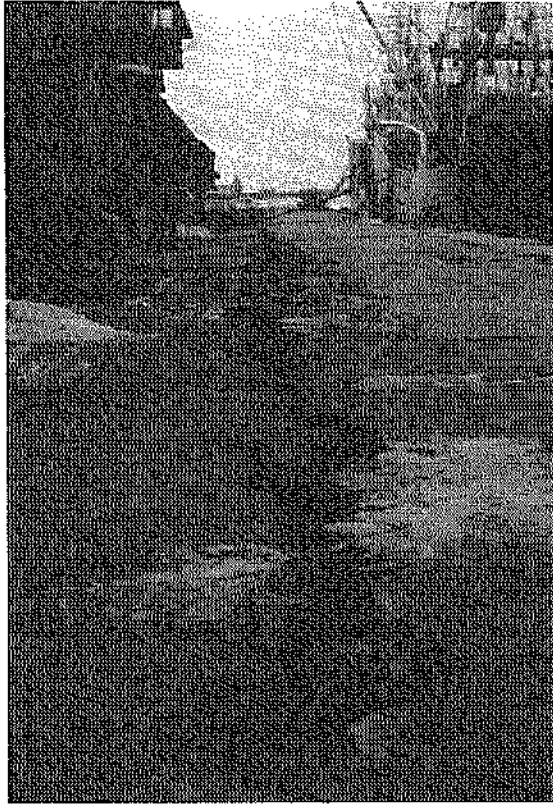
写真—3.2.23 被災状況北埠頭④西岸壁 (-9.0m)



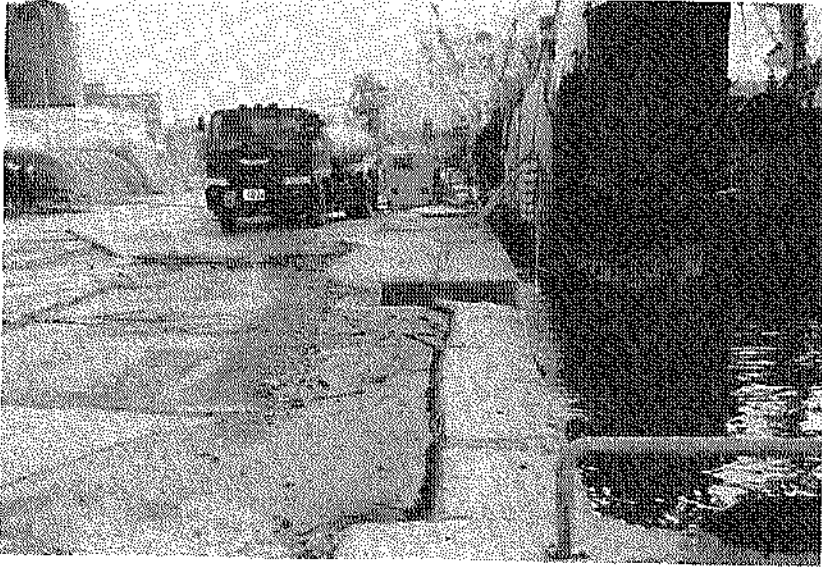
写真—3.2.24 被災状況北埠頭④西岸壁 (-9.0m)



写真—3.2.25 被災状況北埠頭④西岸壁（-9.0m）



写真—3.2.26 被災状況北埠頭④西岸壁（-9.0m）



写真—3.2.27 被災状況北埠頭⑤岸壁 (-9.0m)



写真—3.2.28 被災状況北埠頭⑤岸壁 (-9.0m)

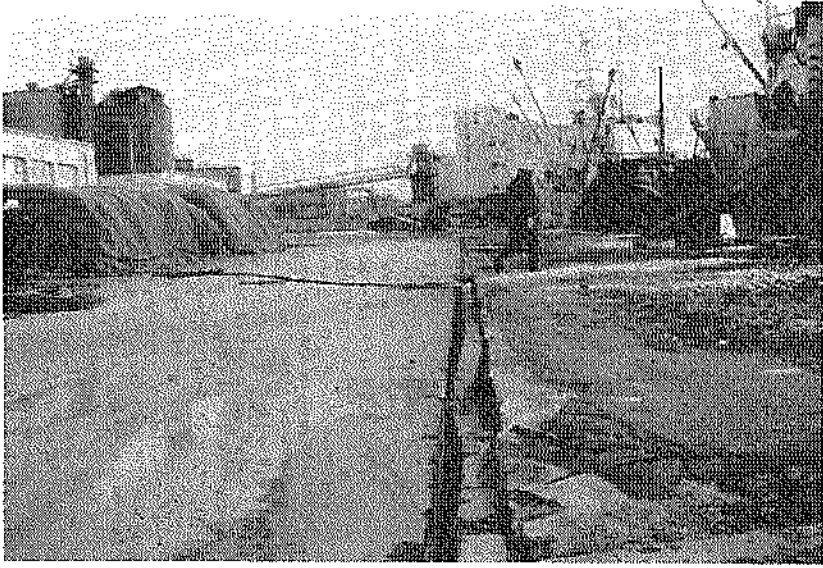


写真-3.2.29 被災状況北埠頭⑤岸壁 (-9.0m)

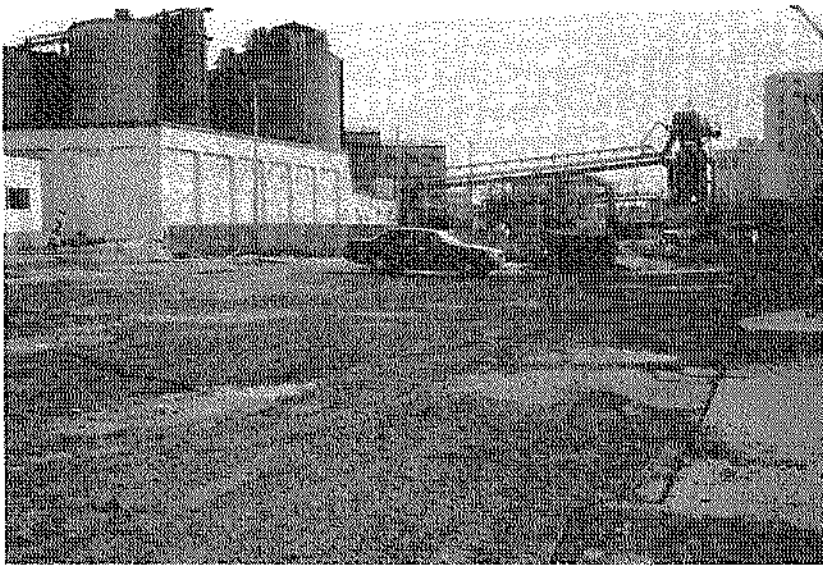
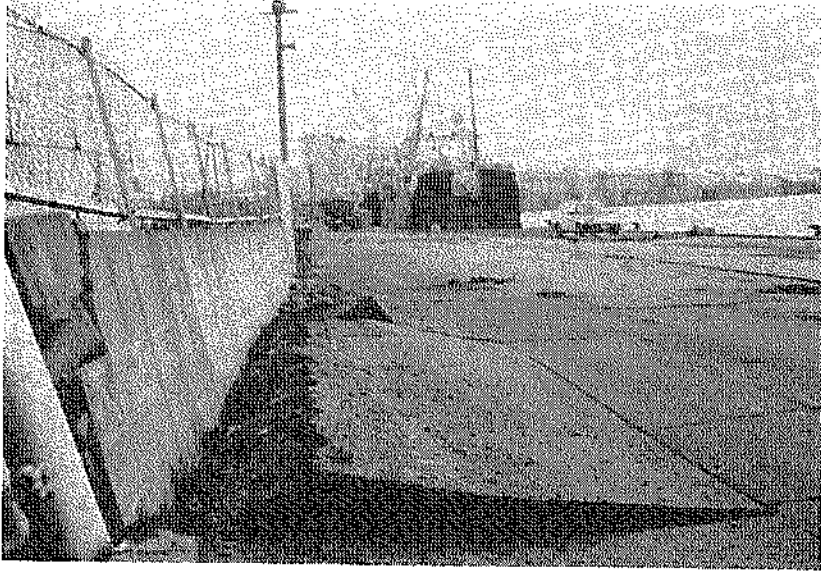


写真-3.2.30 被災状況北埠頭⑤岸壁 (-9.0m)



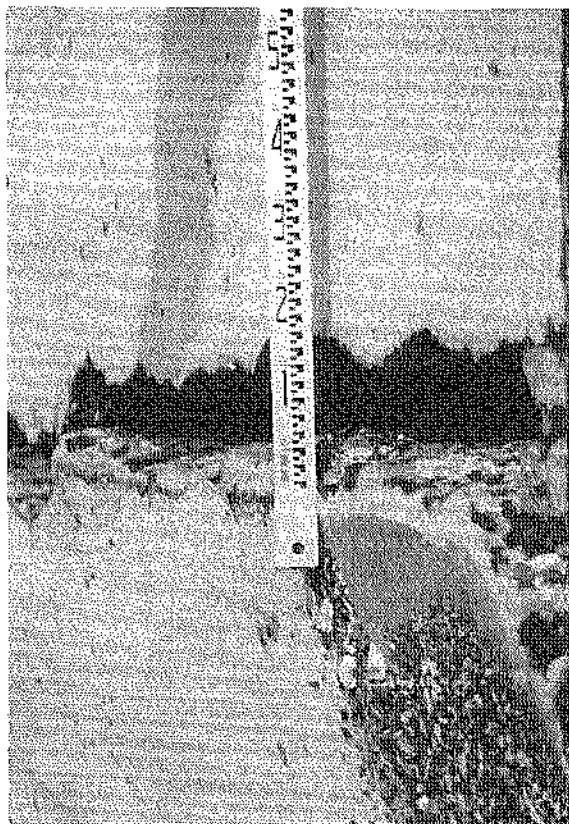
写真—3.2.31 被災状況北埠頭①岸壁 (-5.0m)



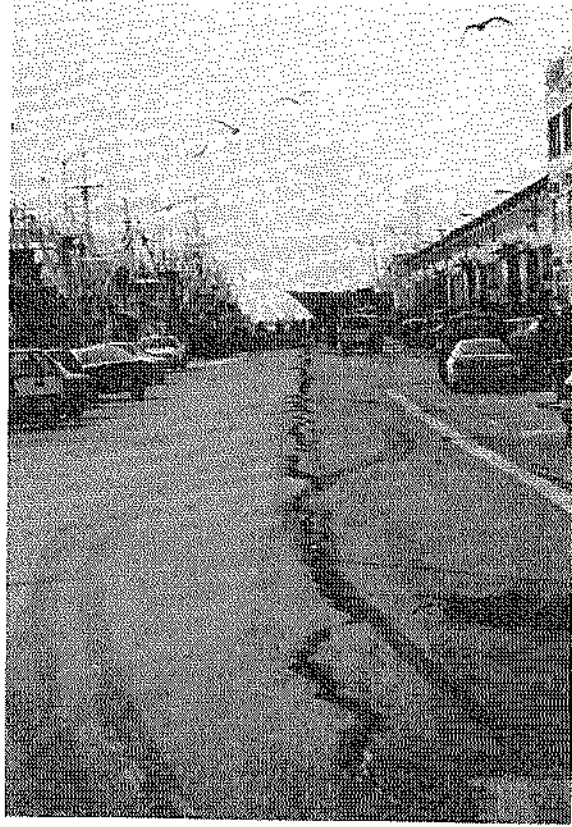
写真—3.2.32 被災状況漁業埠頭, ①東側岸壁 (-7.0m)



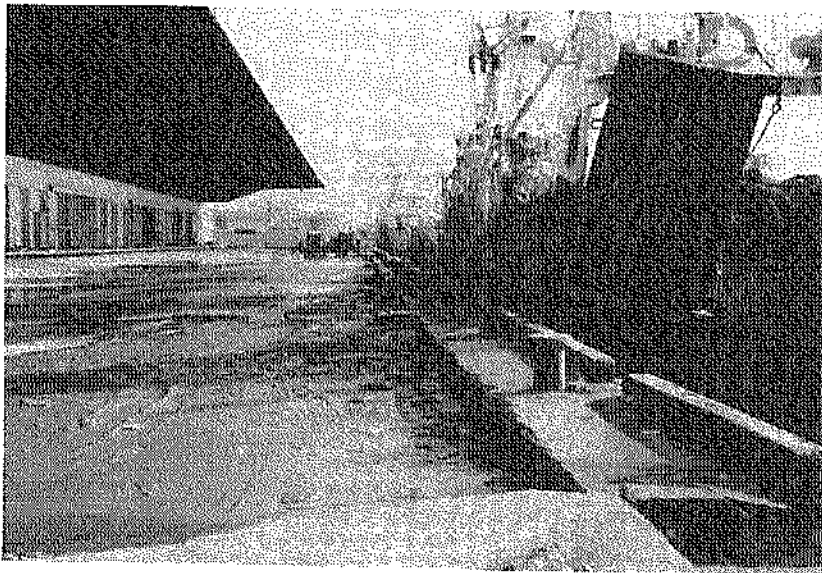
写真—3.2.33 被災状況漁業埠頭①東側岸壁 (-7.0m)



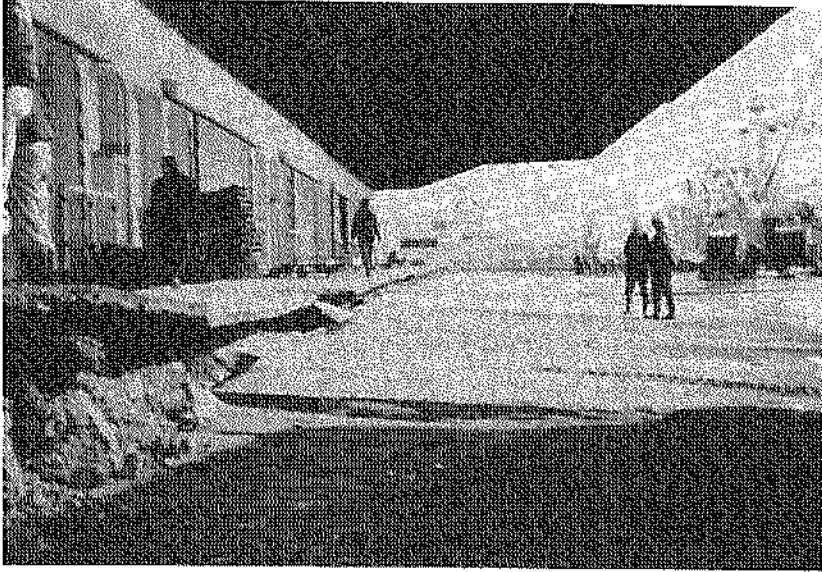
写真—3.2.34 被災状況漁業埠頭①東側岸壁 (-7.0m)



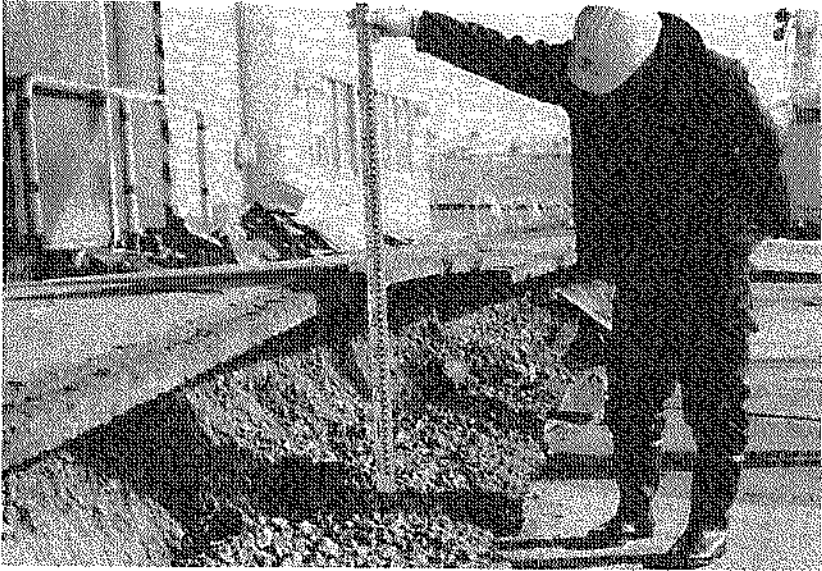
写真—3.2.35 被災状況漁業埠頭①東側岸壁 (-7.0m)



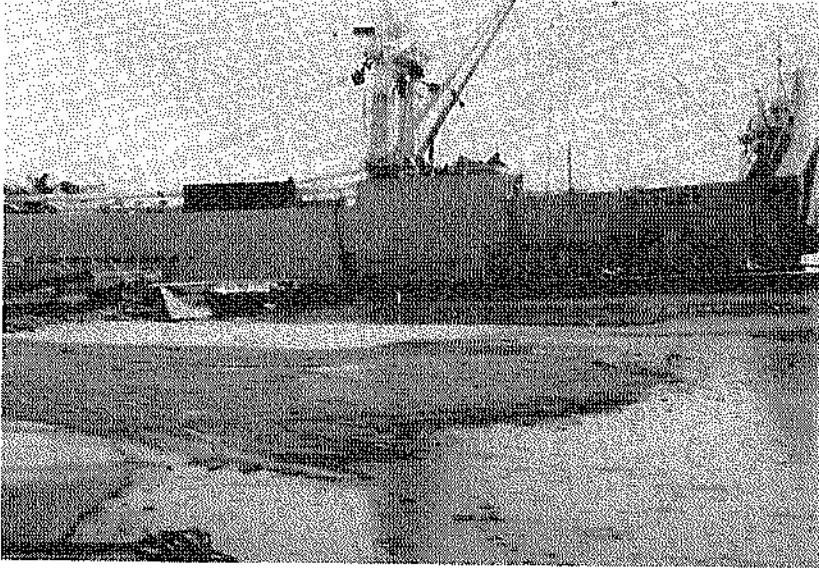
写真—3.2.36 被災状況漁業埠頭②南側岸壁 (-7.5m)



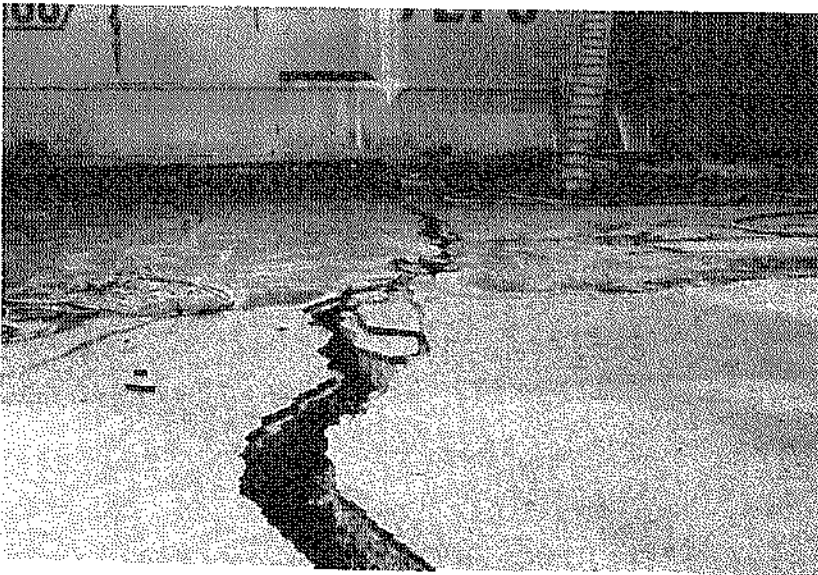
写真—3.2.37 被災状況漁業埠頭②南側岸壁（-7.5m）



写真—3.2.38 被災状況漁業埠頭②南側岸壁（-7.5m）



写真—3.2.39 被災状況漁業埠頭②南側岸壁 (-7.5m)



写真—3.2.40 被災状況漁業埠頭②南側岸壁 (-7.5m)

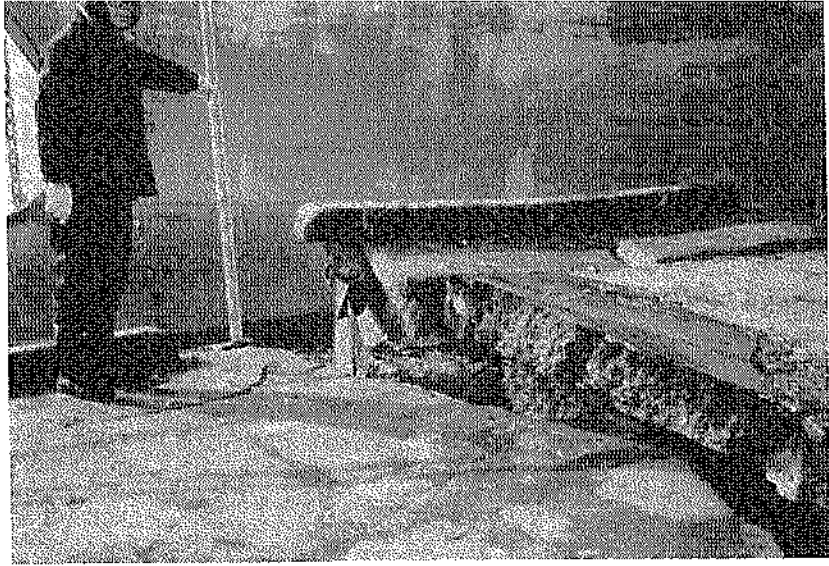


写真-3.2.41 被災状況漁業埠頭②南側岸壁 (-7.5m)

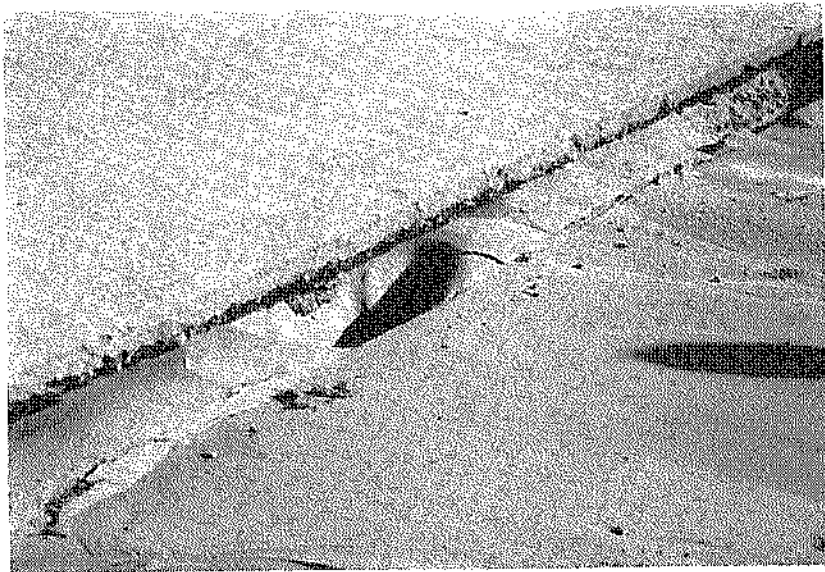


写真-3.2.42 被災状況漁業埠頭②南側岸壁の噴砂現象



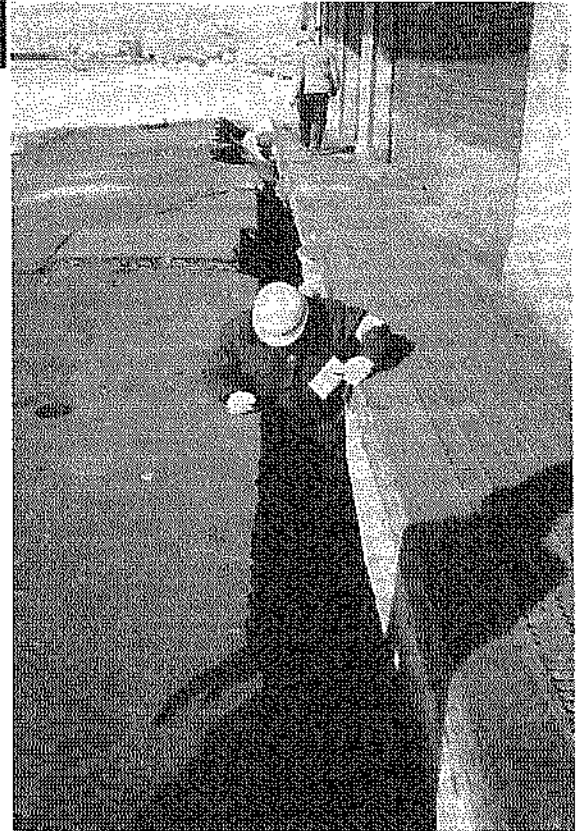
写真—3.2.43 被災状況漁業埠頭②南側岸壁の噴砂現象



写真—3.2.44 被災状況漁業埠頭③西側岸壁 (-7.0m)



写真—3.2.45 被災状況漁業埠頭③西側岸壁 (-7.0m)



写真—3.2.46 被災状況副港地区①岸壁 (-6.0m)



写真-3.2.47 被災状況副港地区①岸壁 (-6.0m)

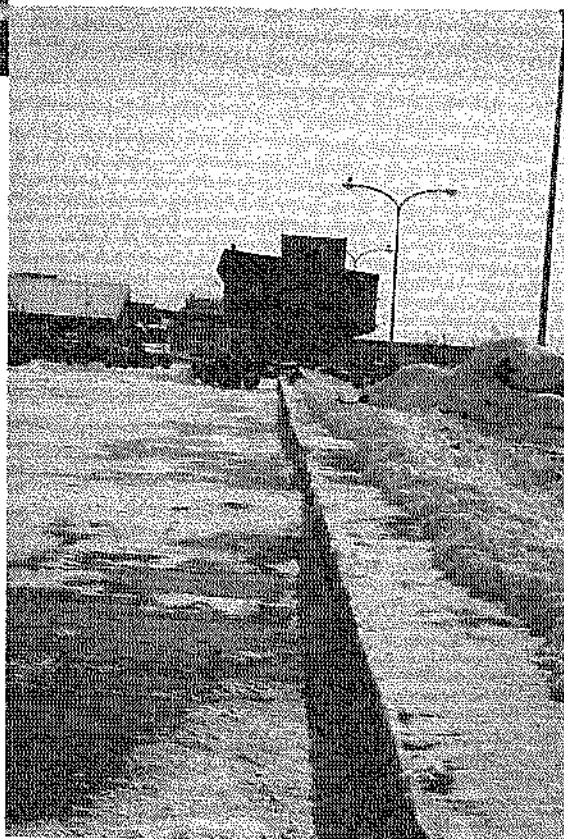


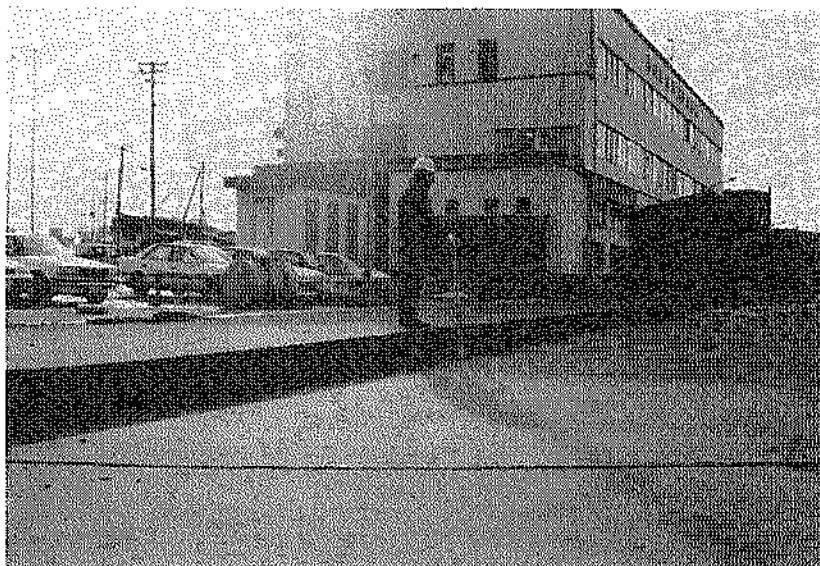
写真-3.2.48 被災状況副港地区③岸壁 (-5.0m)



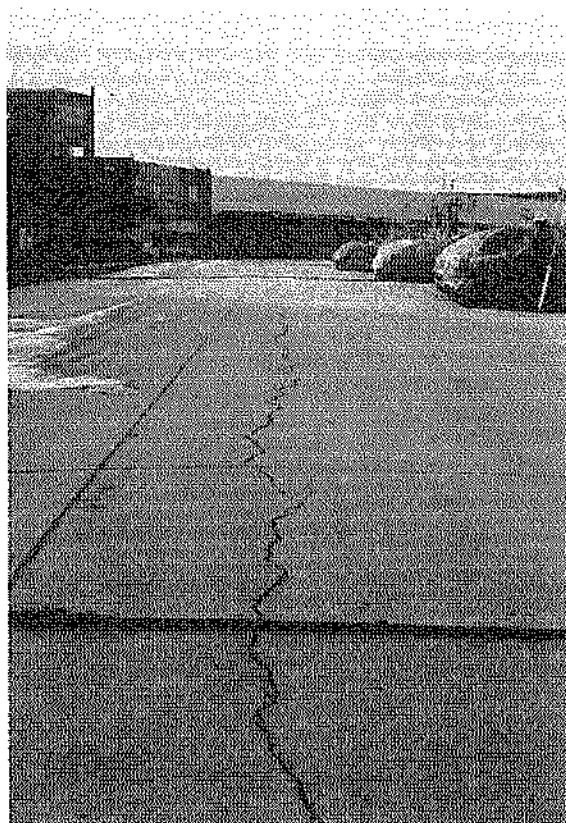
写真—3.2.49 被災状況副港地区⑤岸壁 (-5.0m)



写真—3.2.50 被災状況副港地区⑤岸壁 (-5.0m)



写真—3.2.51 被災状況副港地区㊸岸壁 (-5.0m)



写真—3.2.52 被災状況副港地区㊸岸壁 (-5.0m)



写真—3.2.53 被災状況副港地区④物揚場（—4.0m）

3.3 釧路港西港区

釧路港西港区は、昭和36年に東港区と同程度の規模をもつ新しい港区としてその計画案が発表された。これは、釧路港における貨物量の急激な増大により、将来的には東港区のみでは貨物の処理能力が不足することが予測されたことによるものであった。しかしながら、実際に建設が始まったのは昭和44年12月のことであり、前年の昭和43年には、既に東港区の貨物処理能力が満杯状態となっていたため、その建設は急を要するものであった。昭和44年12月の建設開始を受けて、昭和49年に石油配分地区、昭和50年に第1埠頭地区、昭和57年に第2埠頭地区が完成し、現在では、昭和59年に着工した第3埠頭地区が一部を除きほぼ完成している。現在、西港区の取扱い貨物量は釧路港全体の約70%となっている。

西港区の建設は昭和44年12月に開始されたが、着工前から現在までの釧路港西港区の変遷として、西港区各施設の完成年を表-2.2.3中に示すとともに、航空写真による西港区の変遷を写真-3.3.1~写真-3.3.17に示す。航空写真から明らかのように、西港区の建設開始以前には、JRの線路が旧海岸線沿いに走っており、それより海側の埠頭地域は全て埋め立てられたものとなっている。各埠頭の建設順序としては、まず東側の岸壁を建設し、埠頭内側をある程度埋め立てた後、南側および西側の岸壁を施工して、最後に残りの部分の埋め立てに入っている。埋立は全て陸上からの土砂投下によるものである。ただし、漂砂の卓越方向が白糠側（西）から釧路側（東）に向かっていることから、西防波堤の建設以前には、東側の岸壁を建設することにより埠頭内側に漂砂が堆積したものと考えられる。

以下に、西港区の各施設の被害について報告する。

3.3.1 船溜・漁港地区

船溜・漁港地区の港湾施設は、昭和45~48年に東防波堤の延伸部以外の全施設が完成している。今回の地震では、物揚場（-3.0m）において被害が発生した。西港区の各施設は完成年が新しく、過去の地震被害を受けた施設はほとんど存在しないが、今回の地震によって被害を受けた物揚場（-3.0m）が、唯一昭和48年（1973年）根室半島沖地震の際に地震被害を受けた施設である。

以下に本施設の被害について報告するが、各施設の位置については、図-2.2.3中に示す船溜・漁港地区の施設番号で対応させることとする。尚、各施設の構造ならびに被害に関する総括は、表-2.2.3中に示されている。

(1)物揚場（-3.0m）（施設番号㉑-㉒）

本施設は、昭和48年に完成した控え直杭式鋼矢板の物

揚場であり、施設延長は410mである。本施設の被災状況平面図を図-3.3.1、標準断面図を図-3.3.2に示す。

本施設の被害としては、施設の全延長に渡って上部工が損傷を受け、上部工とエプロンの目地部にエプロン沈下によって5~30cmの段差が生じている（写真-3.3.18）。エプロンの沈下は施設番号㉑が最も大きくなっており、物揚場法線の前面への変位は5~30cm程度と推定される。施設番号㉒の施設では、法線の前面への変位にもなって、控え工付近で地表に幅20~30cm程度の地割れが生じており、東端部ではエプロンが陥没している。施設番号㉑の南端では、方塊ブロックが約70cm前面に移動し、エプロン部分が陥没するとともに、舗装に亀裂、段差が生じた。方塊ブロックが移動した箇所では、吸い出しを受けている。

本施設は、昭和48年（1973年）根室半島沖地震による被害を受けた施設であり、今回も噴砂跡が多数見られることから、前回と同様に被害の主な原因は液状化によるものと思われる。また、エプロンが陥没している部分では、吸い出し等により地震前にエプロン下部に空隙が生じていた可能性が大きいものと推測される。

(2)その他の無被災施設（施設番号㉓~㉕、㉖）

船溜・漁港地区のその他の施設では、今回の地震による被害は軽微あるいは無視できる程度のものであった。上部工・エプロンなどに沈下、亀裂、段差が生じているものがあつたが、被災施設と比較してその被災程度は軽微なものであり、ここでは無被災施設として扱った。また、船溜・漁港地区の道路被害は、図-2.2.5に示す区間で発生しており、車道部および歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡が見られる他、緑石が破損したところもある。

3.3.2 第1埠頭地区

第1埠頭地区の各施設は、昭和49~51年に完成したものであり、現在の主な取扱い貨物は、セメント、チップ、フェリー、石油等である。今回の地震により、第1埠頭地区では約半数の施設において被害が発生した。

以下に各施設の被害について報告するが、各施設の位置については、図-2.2.3中に示す第1埠頭地区の施設番号で対応させることとする。尚、構造ならびに被害に関する総括は、表-2.2.3中に示されている。

(1)石油護岸（施設番号㉑）

本施設は、昭和49年に完成した重力式ケーソンの護岸であり、施設延長は300mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.3、標準断面図・被災変形図を図-3.3.4に示す。

災害復旧延長は護岸東端より80mの区間であり、被害

がこの区間に集中している。被害としては、護岸法線が6～2cm前面に変位し、上部工が破損している。またこの区間では、エプロン舗装に亀裂、段差が生じている。他、東端部の約30mではエプロンが陥没し、舗装下に空隙が生じている(写真-3.3.19)。船溜・漁港地区の物揚場(-3.0m)と同様に、エプロンが陥没している部分では、吸い出し等により地震前にエプロン下部に空隙が生じていた可能性が大きいものと推測される。

上記の災害復旧以外の区間においても、エプロン舗装目地部で数cmの段差・開きが生じている。

(2)石油栈橋(施設番号②)

本施設は、昭和49年に完成した鋼管柱による石油用栈橋であり、施設延長は520mである。本施設では、地震による被害は見られず無被災施設となっている。

(3)東側岸壁(-5.5m)(施設番号③)

本施設は、昭和51年に完成した控え直杭式の鋼矢板岸壁であり、施設延長は90mである。本施設の平面図、縦断面図、標準断面図を図-3.3.5に示す。本施設では、控え工の耐力不足を補うために、埋立土の軟弱地盤対策として控え工の前面および背面をパイプロコンポーザーにより改良している。この改良による効果のためか、本岸壁では地震による被害は全く見られなかった。

(4)東側岸壁(-9.0m)(施設番号④)

本施設は、施設番号⑥の施設とともに昭和51年に完成した控え直杭式の鋼矢板岸壁(一部、鋼管矢板岸壁)であり、施設延長は165mである。本施設の平面図、縦断面図、標準断面図を施設番号⑥の施設とともに図-3.3.6に示す。本施設では、施設番号③の施設と同様に、控え工の耐力不足を補うための軟弱地盤対策として、控え工の前面および背面をパイプロコンポーザーにより改良している。また、その後の液状化の予測・判定時には、本岸壁背後地盤での液状化の発生は予測されなかった。

本岸壁では、地盤改良の効果の影響も大きいものと思われるが、地震による岸壁本体の被害はほとんど見られなかった。しかしながら、上部工とエプロンの目地部に若干の段差が生じており、また地震後エプロンに雨水の溜まっている状況を考えると、エプロン表面が若干沈下し、エプロンの勾配が逆勾配になったものと思われる。エプロンの沈下は、主に岸壁本体背後のパイプロコンポーザーによる改良が行われていない区域で生じているようである。また、上屋の基部において舗装との目地部に若干の開きが生じている。

(5)東側岸壁(-9.0m)(施設番号⑤)

本施設は、施設番号④とともに昭和51年に完成した控え直杭式の鋼管矢板岸壁であり、施設延長は165mであ

る。本施設の平面図、縦断面図、標準断面図を施設番号④の施設とともに図-3.3.6に示す。本施設では、施設番号③、④の施設と同様に、控え工の耐力不足を補うための軟弱地盤対策として、控え工の前面および背面をパイプロコンポーザーにより改良している。また、その後の液状化の予測・判定時には、本岸壁背後地盤での液状化の発生は予測されなかった。

本施設では、地盤改良の影響も大きいものと思われるが、地震による岸壁本体の被害はほとんど見られなかった。しかしながら、施設番号④の施設と同様に、上部工とエプロンの目地部に若干の段差が生じており、また地震後エプロンに雨水が溜まっている状況(写真-3.3.20)を考えると、エプロン表面が若干沈下し、エプロンの勾配が逆勾配になったものと思われる。エプロンの沈下は、主に岸壁本体背後のパイプロコンポーザーによる改良が行われていない区域で生じているようである。エプロンに溜まっている雨水の量は、施設番号④の施設よりも多くなっていることから、エプロンの沈下量は施設番号④よりも若干大きいものとなっている。また、エプロン後方地盤の舗装面に若干亀裂が生じている。

(6)南側岸壁(-12.0m)(施設番号⑥)

本施設は、昭和50年に完成した控え直杭式の鋼管矢板岸壁であり、施設延長は岸壁部240mおよび取付部30mの計270mである。本施設の平面図・縦断面図・標準断面図を図-3.3.7に示す。本施設では、控え工の耐力不足を補うための軟弱地盤対策として、控え工の前面および背面をサンドコンパクションパイル工法(S.C.P.)により改良している。また、その後の液状化の予測・判定結果から、本岸壁背後地盤での液状化の発生が予測されたため、グラベルドレーン工法(G.D.)およびサンドコンパクションパイル工法(S.C.P.)による液状化対策を岸壁背後に実施している。本液状化対策の平面図を図-3.3.8に示す。液状化対策断面図は、図-3.3.7の標準断面図中に示す通りである。また、本岸壁の地盤条件として、岸壁背後地盤でのN値の分布を図-3.3.9に示す。

本施設では、地震による岸壁本体の被害は全く見られず、法線の変位およびエプロンの沈下等も全く発生していない。控え工前面および背面のS.C.P.ならびに岸壁本体背後のG.D.およびS.C.P.による対策の結果、これら対策の効果が完全に機能したものと考えられる。ただし、エプロン後方の舗装面に法線と平行方向に舗装の圧縮破壊(盛り上がり破壊)が発生している箇所がある(写真-3.3.21)。

(7)西側岸壁(-10.0m)(施設番号⑦)

本施設は、昭和50年に完成した控え直杭式の鋼管矢板

岸壁であり、施設延長は取付部30mおよび岸壁部185mの計215mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.10、縦断面図を図-3.3.11、標準断面図・被災変形図を図-3.3.12、地盤条件を図-3.3.13に示す。本施設では、図-3.3.8の南側岸壁の平面図に示すように、南側岸壁の岸壁および控え工の地盤対策工が、本岸壁南端の取付部の控えにかかっていることから、この部分については対策が実施されていると考えることができる。

本施設の被害としては、施設番号⑧の南側岸壁の控え工の付近で、エプロンに本岸壁の法線直角方向に亀裂が生じている。また、施設全体に20~30cmの上部工の沈下が生じるとともに、岸壁法線が岸壁背面側に5~10cm変位している。一部、法線の変位が岸壁背面側に25cm生じている箇所がある。ただし、これらの被害によって本岸壁での荷役作業に大きな支障は出ていない。

(8)西側岸壁(-9.0m)(施設番号⑧)

本施設は、昭和50年に完成した重力式ケーソン岸壁であり、施設延長は165mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.14、縦断面図を図-3.3.15、標準断面図・被災変形図を図-3.3.16に、それぞれ施設番号⑨の岸壁とともに示す。また、本岸壁の地盤条件を図-3.3.17に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が5~70cm前面に変位し、その変位量は北側(施設番号⑨の施設との境界付近)ほど大きくなっている。また、上部工には20~30cm程度の沈下が発生し、上部工とエプロンの目地部で0~10cmの開きが発生している。エプロン中央部には、ケーソン背面位置で幅5~10cmの亀裂が発生し、この位置で岸壁背後地盤の沈下により10~35cmの段差が生じている(写真-3.3.22)。さらに、エプロン後方の上屋と舗装との境界部に5~10cmの段差および5~20cmの開きが生じている(写真-3.3.23)。

(9)西側岸壁(-9.0m)(施設番号⑨)

本施設は、昭和50年に完成した重力式ケーソン岸壁であり、東京~釧路間のフェリー用岸壁として使用されている。施設延長は岸壁部165mおよび北側(陸側)の取付部30mの計195mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図、縦断面図、標準断面図を、上記の施設番号⑧の施設とともに図-3.3.14、図-3.3.15、図-3.3.16に示す。また、本岸壁の地盤条件を図-3.3.18に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が20~75cm前面に変位し、その変位量は岸壁中央部から南側(施設番号⑧の施設との境界付近)ほど大きくなっている(写真-3.3.24)。また、20~35cmの上部工の沈下が発生し、上部工間で5cm程度の開きおよび段差、そして上部工とエプロン

の目地部で5~10cmの開きが発生している。エプロン中央部には、ケーソン背面位置で幅5~10cmの亀裂が発生し、この位置で岸壁背後地盤の沈下により10~35cmの段差が生じている(写真-3.3.25)。エプロン後背地域は、フェリー用の駐車場となっているが、全体に渡って舗装面に沈下、亀裂、段差が発生し(写真-3.3.26)、一部配水管の破損した箇所がある。また、フェリーターミナルの基礎部分では、周辺地盤の沈下、変位にともない、不陸が発生するとともに(写真-3.3.27)、フェリーターミナルの西側(岸壁側)基礎部分では、岸壁法線の変位にともない40cm程度の開きおよび地盤の沈下によって30cm程度の段差が生じている(写真-3.3.28)。ターミナルの東側基礎部分では開きは発生せず、地盤の沈下による段差のみが生じている。

(10)第1埠頭地区物揚場(-4.0m)(施設番号⑩)

本施設は、昭和50年に完成した重力式ケーソンの物揚場である。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.19、標準断面図・被災変形図を図-3.3.20に示す。

本施設の被害としては、物揚場法線が30~35cm前面に変位するとともに、上部工が約10cm沈下している。エプロン舗装に亀裂、沈下、段差が生じ、舗装工の下に空洞が生じている箇所あるいは上部工の一部に損傷を受けている箇所がある。エプロンの沈下については、エプロン後端部と隣接道路との境界部で大きくなっている。

(11)第1埠頭地区道路

本施設の被害としては、車道部および歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡が見られる他(写真-3.3.29)、縁石が破損したところもある。道路被害を受けた場所は、図-2.2.5に示す通りである。

3.3.3 第2埠頭地区

第2埠頭地区は、昭和50年に着工し昭和57年に完成した埠頭であり、現在の主な取扱い貨物は、石材、紙、パルプ、原木、化学薬品、飼料、輸送機械等である。今回の地震により、第2埠頭地区では全ての施設で被害が発生した。

以下に各施設の被害について報告するが、各施設の位置については、図-2.2.3に示す第2埠頭地区の施設番号で対応させることとする。尚、構造ならびに被害に関する総括は、表-2.2.3に示している。

(1)東側岸壁(-5.5m)(施設番号①)

本施設は、昭和53年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施設延長は90mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.21、縦断面図を図-3.3.22、標準断面図・被災変形図を図-3.3.23、地盤条件を図-3.3.

24に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が20～25cm程度前面に変位し、上部工に約10cmの沈下が生じている。上部工には、2カ所で幅2cm程度の目地の開きが発生している。また、エプロンにはケーソン背面位置付近で幅1～10cmの亀裂(開き)が発生している他、3～10cmの段差が生じている(写真—3.3.30)。さらに、上部工とエプロンの目地部で、0～5cmの開きおよび5cm程度の段差が生じている。今回の地震で発生したこれらの被害は比較的軽微であり、本岸壁での荷役作業に大きな支障は出ていない。

(2)東側岸壁(—7.5m)(施設番号②)

本施設は、昭和57年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は130mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図—3.3.25、縦断面図を図—3.3.26、標準断面図・被災変形図を図—3.3.27、地盤条件を図—3.3.28に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が10cm程度前面に変位しているが、陸側の施設番号①に接している部分で19cmの変位と、法線の変位は北側(陸側)が大きく南側(沖側)で小さくなっている。逆に、上部工の沈下は10～30cm程度と南側ほど大きくなっている。上部工には、2カ所で幅2cm前後の目地の開きが発生している。また、エプロンにはケーソン背面位置で0～2cmの亀裂が施設全長に渡って発生するとともに、沈下による段差が0～10cm生じている。ただし、これらの被害は比較的軽微であり、本岸壁での荷役作業に大きな支障は出ていない。

(3)東側岸壁(—10.0m)(施設番号③)

本施設は、昭和57年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施設延長は、岸壁185mおよび南端に取付部30mの計215mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図—3.3.29、縦断面図を図—3.3.30、標準断面図・被災変形図を図—3.3.31、地盤条件を図—3.3.32に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が5cm程度前面に変位し、上部工が25～30cm沈下している。エプロンには、ケーソン背面位置で0～3cmの亀裂が施設全長に渡って発生し、沈下による段差が0～10cm生じている。また、南端の取付部付近では、沈下により5～15cmの段差が生じるとともに、延長20mに渡ってケーソン目地部に5cm程度の開きが生じている(写真—3.3.31)。全般的に南端の取付部側に被害は大きいですが、岸壁部での被害程度は比較的軽微であり、荷役作業に大きな支障は出ていない。

(4)南側岸壁(—12.0m)(施設番号④、⑤)

本施設は、昭和57年に完成した重力式ケーソンの岸壁

であり、施設延長は、東側240mおよび西側240mの計480mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図—3.3.33、縦断面図を図—3.3.34、標準断面図・被災変形図を図—3.3.35、地盤条件を図—3.3.36(a),(b)に示す。

本施設の被害としては、全延長に渡って岸壁法線が20～30cm前面に変位し、上部工が30～45cm沈下している。また、両端部のケーソンにおいては、上部工の目地が約5cm開くとともに1～5cmの段差が生じている。岸壁全般に渡って、上部工とエプロンの目地部に、0～3cmの開きが生じている。施設番号④で示す東側240mの区間では、エプロン敷カ所に幅0～3cmの亀裂・ひび割れが発生しているが、施設番号⑤で示す西側240mの区間においては、エプロンに幅2～20mmの亀裂・ひび割れが多数発生している。

本岸壁には、荷役用のアンローダーが3機据え付けられており、エプロン上にはアンローダー移動用のレールが設置されている。レール基礎は、海側の基礎がケーソン函の内部隔壁上、陸側の基礎がケーソン背面の壁面上に設置されており、この位置でエプロン舗装が縁切られた状態になっている。このため、岸壁が前面に変位したことおよびケーソン背後地盤が沈下したことにより、全延長に渡ってエプロンにケーソン背面位置で20～70cmの段差が発生した(写真—3.3.32、写真—3.3.33)。尚、アンローダー3機および背後地盤のベルトコンベアーについては、いずれも機械本体の基部およびレールの変状により使用不能となった。また、本施設の西端(第2埠頭の南西端)に置かれていたアンローダー1機についてはカウンターウェイト取付部が座崩し、機械本体の機能が完全に損なわれた(写真—3.3.34)。

全般的に、施設番号⑤で示される西側の施設の方で被害が大きくなっている。ケーソン背面位置におけるエプロンの段差は、東側では20～30cmであるのに対し、西側では40～70cmと大きく、エプロンの亀裂・ひび割れも西側に集中している。被害程度から考えれば、東側部分に比べ西側部分の地盤の方が脆弱であったと判断できる。また、岸壁の変位にともない、岸壁背後地盤においても岸壁法線と平行方向に数カ所で亀裂が発生するとともに地盤が沈下し、舗装面に多くの亀裂、段差が生じている(写真—3.3.35)。さらに、エプロンの段差部からは多くの噴砂の痕跡が見られ、液状化現象も本被害の主因の一つと考えることができる。これらの被害により、本施設の荷役作業はほぼ不可能となった。

(5)西側岸壁(—9.0m)(施設番号⑥)

本岸壁は、昭和60年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施設延長は、岸壁165mおよび北側に取付部30m

の計195mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.37、縦断面図を図-3.3.38、標準断面図・被災変形図を図-3.3.39、地盤条件を図-3.3.40(a),(b)に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が概ね20～30cm前面に変位しているが、南端の取付部に隣接するケーソン1函については40cm以上の前面への変位となっている。また、上部工が30～40cm沈下するとともに、部分的に上部工およびケーソンの目地部に10cm程度の開きおよび10～20cmの段差が発生した所もある(写真-3.3.36)。特に、南端の上部工延長50mに被害が大きい。エプロンには、ケーソン背面位置で幅5～10cmの亀裂および最大で30cm程度の段差が発生している他(写真-3.3.37)、エプロン舗装と上屋側舗装との間にも幅5～20cmの亀裂および最大で40cm程度の段差が発生している(写真-3.3.38)。上屋との接合部でも10cm程度の開きおよび段差が発生している。これらの被害により、本岸壁での荷役作業はほぼ不可能となった。

(6)西側岸壁(-7.5m)(施設番号㉗)

本施設は、昭和63年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は130mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.41、縦断面図を図-3.3.42、標準断面図・被災変形図を図-3.3.43、地盤条件を図-3.3.44に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が10～25cm前面に変位し、上部工が10～30cm沈下している。エプロンには、ケーソン背面位置で幅2～3cmの亀裂および0～10cmの段差が発生している他、部分的に亀裂・ひび割れの発生している所もある。また、岸壁背後地盤の沈下により、エプロン背後の係船柱の周りで10～20cmの段差が生じている(写真-3.3.39)。

(7)波除堤(施設番号㉘)

本施設は、平成元年に完成した直立消波ブロックによる構造の波除堤であり、施工延長は50mである。本施設の被害としては、堤体が最大で12cm沖側へ移動し、最大で7cmの沈下が発生している。全体に沖側に向かって凹状の歪みを呈している。

(8)西側物揚場(-4.0m)(施設番号㉙)

本施設は、昭和63年に完成したプレバクトコンクリートによる重力式の物揚場であり、施工延長は125mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.45に施設番号㉙の物揚場とともに示す。また、縦断面図を図-3.3.46、標準断面図・被災変形図を図-3.3.47、地盤条件を図-3.3.48に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が25～50cm前面に変

位し、上部工が10～20cm沈下している。また、エプロン全延長に渡って上部工と接する部分に10～40cmの目地開きおよび5～10cmの段差が生じている他、数カ所で見られる細かい亀裂があり、施設番号㉙の物揚場との接合部でエプロンに幅5cm程度の亀裂(目地開き)が生じている。被害程度からみれば、北側の埠頭取付部側で被害が大きくなっている。

(9)第2埠頭地区物揚場(-4.0m)(施設番号㉚)

本施設は、昭和56年に完成した控え直杭式の鋼矢板岸壁であり、施設延長は205mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を、施設番号㉚の西物揚場と合わせて図-3.3.45に示している。また、本施設の縦断面図を図-3.3.49、標準断面図・被災変形図を図-3.3.50、地盤条件を図-3.3.51に示す。

本施設の被害としては、岸壁法線が10～30cm前面に変位し(写真-3.3.40)、上部工が5cm程度沈下している。また、上部工とエプロンの目地部にエプロンの沈下によって3～10cmの段差が生じている。法線変位ならびに上部工、エプロンの沈下量は、第3埠頭側で大きくなっている。

(10)第2埠頭地区道路

本施設の被害としては、車道部および歩道部に亀裂・沈下・陥没、噴砂跡が見られる他、緑石が破損したところもある。道路被害を受けた場所は、図-2.2.5に示す通りである。

3.3.4 第3埠頭地区

第3埠頭地区は、昭和59年より建設が開始され、現在までに一部を除きほぼ完成しており、徐々に本格的な荷役作業に入りつつある状況にあった。今回の地震により、第3埠頭地区ではほぼ全ての施設で被害が発生した。

以下に各施設の被害について報告するが、各施設の位置については、図-2.2.3に示す第3埠頭地区の施設番号で対応させることとする。尚、構造ならびに被害に関する総括は、表-2.2.3に示している。

(1)東側物揚場(-4.0m)(施設番号㉛)

本施設は、昭和62年に完成した重力式ケーソンの物揚場であり、施工延長は100mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.52、縦断面図を図-3.3.53、標準断面図・被災変形図を図-3.3.54、地盤条件を図-3.3.55に示す。

本施設の被害としては、物揚場法線が0～20cm前面に変位し、上部工が5～10cm沈下している。エプロンには、ケーソン背面位置で舗装面に幅数mmのクラックが発生している。北側(陸側)の延長約20mの区間では、上

部工とエプロンの目地部に5~10cmの開きおよび上部工の沈下による2~5cmの段差が発生しており、その大きさは北側ほど大きいものとなっている(写真-3.3.41)。

(2)東側岸壁(-5.5m)(施設番号②)

本施設は、昭和63年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は岸壁90m および南側(沖側)に取付部30mの計120mである。本施設の平面図・標準断面図を図-3.3.56、地盤条件を図-3.3.57に示す。

本施設の被害としては、ケーソン背面位置でエプロン舗装面に法線と平行方向に幅数mmのクラックが発生している他、背後地盤の沈下によってエプロン舗装に接続する道路とエプロン舗装との境界部で5cm程度の段差が生じている(写真-3.3.42)。また、背後地盤および道路表面に法線と平行方向に地割れ、亀裂が発生している。ただし、岸壁本体の機能に大きな支障は生じていない。

(3)東側岸壁(-7.5m)(施設番号③)

本施設は、昭和59年に施設番号④で示す南側(沖側)の岸壁とともに着工し、未だ完成には至っていないが、エプロン舗装を残すのみとなっている。構造は重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は130mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図、縦断面図および標準断面図・被災変形図を施設番号④の岸壁とともに図-3.3.58、図-3.3.59、図-3.3.60に示す。また、本岸壁の液状化対策平面図・断面図を図-3.3.61、岸壁下部の地盤条件を図-3.3.62、改良後の地盤条件を図-3.3.63に示す。

本施設では、液状化の発生が予測されたため、配水管の埋設されている区域についてはグラベルドレイン工法で対策し、その他の区域についてはサンドコンパクションバイブル工法によって対策を実施している。

本施設の被害としては、岸壁法線が岸壁背面側に0~4cm程度変位し、上部工が10~15cm沈下している。また、岸壁背後地盤で若干沈下が発生している。岸壁法線がほとんど変位していないことを考えれば、液状化対策工の効果が十分に発揮されたことが伺える。岸壁の沈下に関しては、ケーソン本体下部地盤の影響によるものと考えられる。以上が本施設の被害であるが、エプロン部が未舗装であり、岸壁本体および岸壁背後地盤の沈下量も比較的小さいことを考えれば、ほぼ無被災と扱えるものである。

(4)東側岸壁(-7.5m)(施設番号④)

本施設は、昭和59年に施設番号③で示す北側(陸側)の岸壁とともに着工し、未だ完成には至っていないが、エプロン舗装を残すのみとなっている。構造は重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は130mである。本施設の

被災状況平面図・法線変位図ならびに縦断面図を施設番号③の岸壁とともに図-3.3.58、図-3.3.59に示す。また同様に、標準断面図・被災変形図を図-3.3.60、岸壁下部の地盤条件を図-3.3.62、固化処理による改良後の地盤条件を図-3.3.63に示す。

本岸壁では、背後地盤の埋立柱材へのドロ処理として、埋立柱材の強度増加を見込むため埋立柱材にセメントによる固化処理²⁾を施した岸壁である。埋立柱材に固化処理を行ったためか、液状化の予測・判定時には液状化の発生が予測されなかったため、構造形式は施設番号②と同一でありながら液状化対策が実施されていない岸壁である。尚、この埋立柱材の固化処理は、施設番号⑤で示す南側岸壁の東側にも用いられている。

本施設の被害としては、岸壁法線が5~15cm前面に変位し、上部工が10~15cm沈下している。ただし、施設番号⑤の南側岸壁と接する部分では、1箇のみが25cm程度沈下しており、南端部の上部工延長30mに渡り、亀裂による段差が5~20cm生じ、上部工およびケーソンに10cm程度の目地の開きが生じている(写真-3.3.43)。また、これに追隨して背後地盤に本岸壁法線と直角方向に地割れが生じている。未舗装のエプロン部では、ケーソンの背面位置において地表面に法線と平行方向に地割れが発生し、岸壁背後地盤が20~30cm程度沈下している(写真-3.3.44)。本岸壁には、液状化の発生が予測されなかったため液状化対策工が施工されていないが、断面が同じである施設番号③の施設と比較して、被害程度が大きくなっている。

(5)南側岸壁(-12.0m)(施設番号⑤)

本施設は、平成4年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は、岸壁240mおよび両端部に各々取付部30mの計300mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を図-3.3.64に施設番号⑥の施設とともに示す。また、縦断面図を図-3.3.65、標準断面図・被災断面図を図-3.3.66、液状化対策平面図・断面図を図-3.3.67、岸壁下部の地盤条件を図-3.3.68、改良後の地盤条件を図-3.3.69に示す。

本施設は、岸壁本体に構造上の違いはないが、背後地盤の取扱いによって二つの部分に分かれている。前項の施設番号④の所でも述べたように、本岸壁東側130mの区間では、背後地盤の埋立柱材にセメントによる固化処理を行っている。ただし、延長130mのうち、岸壁部が100m、取付部が30mである。固化処理が行われていたためか、液状化予測・判定時には液状化の発生が予測されなかったため、この区間には液状化対策が実施されていない。

一方、本岸壁西側の170mの区間では、背後地盤の埋立

材が東側部分の埋立柱よりも良質であったため、埋立柱に固化処理を施していない。本区間では、液状化予測・判定時には液状化の発生が予測されたため、液状化対策工としてサンドコンパクションパイル(S.C.P.)工法によって対策を実施している。ただし、延長170mのうち、岸壁部が140m、取付部が30mである。

本施設の被害としては、岸壁法線が $-7 \sim +6$ cm前面に変位し、上部工が10~20cm沈下するとともに、上部工とエプロンの目地部に若干の開きが発生している。岸壁法線の変位に関しては、東側の固化処理を施した区間では、前面(海側)への変位傾向を示しているのに対し、西側のS.C.P.で改良した区間では、逆に岸壁背面側への変位傾向を示している。また、エプロン舗装と背後地盤との境界部においては、地盤の沈下による段差が5~35cm生じており、その沈下量は西側のS.C.P.で改良した区間では5cm程度、東側の固化処理を実施した区間では20~35cmとなっている(写真-3.3.45)。この沈下によりエプロン下部に空隙が生じており、エプロン舗装と縁切りされていたマンホール部は地盤の沈下に追随する形で沈下し、エプロン舗装面との間に同程度の段差が生じた(写真-3.3.46)。両端部では施設番号④および⑤の施設のエプロン舗装との接合部に10~15cmの目地開き、段差が発生している(写真-3.3.47、写真-3.3.48)。

本岸壁には荷役機械としてアンローダーが設置されており、エプロンにはアンローダー移動用のレールが備え付けられている。通常、アンローダー用のレール基礎は、ケーソン函体の壁面または内部の隔壁の上部に設置されるが、本岸壁では、アンローダーのレール幅とケーソン函体の隔壁の位置とが一致しなかったため、ケーソン背面の壁面と内部隔壁間にコンクリート製の梁をレール延長に渡って約5m間隔に配し、その上部に陸側のレール基礎を設置している。海側のレール基礎はケーソン内部隔壁上部に設置されている。本レール基礎のため、エプロン舗装がこの位置で縁切りされた状態となっている。第2埠頭地区南側岸壁のように、ケーソン背面位置とアンローダーの陸側のレール位置が一致していれば、本岸壁においてもこの部分で第2埠頭地区南側岸壁に生じたような段差が発生したと思われる。しかしながら、本岸壁では、陸側のレール基礎が先にも説明したコンクリート製の梁の上に乗っており、それより後方部分のエプロン舗装がこの梁の上から張り出す形となっているため、第2埠頭地区南側岸壁のような被害形態とはならなかった。被害形態としては、岸壁西側のS.C.P.で改良した区間では、陸側のレール位置でレールより岸壁背面側(埠頭内側)のエプロン舗装が5~7cm程度盛り上がる

形になった(写真-3.3.49)。これは、この区間では岸壁法線が埠頭内側に変位し、また岸壁背後地盤(裏込め石とS.C.P.最前列の間の領域)で沈下を呈していることから、エプロン後端部で沈下傾向にあるところを、岸壁の変位により埠頭内側に押されたため、このような被害形態になったものと考えられる。東側の固化処理で改良された区間では、岸壁法線が前面に変位しているためか、陸側のレール位置で段差は発生せず、むしろエプロン後端部で岸壁背後地盤の沈下による段差が発生している。

アンローダー用のレールは岸壁中央部の約210mの区間に設置されており、岸壁両端部のレール基礎がない部分では、エプロン舗装はレール基礎で縁切りされていない。このため、西端部では、ケーソン背後地盤(裏込め石とS.C.P.最前列の間の領域)の沈下により、ケーソン背面位置でエプロンに幅2cm程度の亀裂が発生し、エプロン後端部で5~10cm沈下している(写真-3.3.50)。また、東端部のレール基礎がない部分でも同様の被害が発生している。ただし、東側部分では、背後地盤の沈下量が西側部分に比べて大きいこと、ケーソン背面位置におけるエプロン舗装の亀裂は、アンローダー用のレールが設置されている領域まで及んでいる。地震後、これらエプロンに発生した亀裂およびエプロン後端部の沈下は、エプロン下部に空隙が生じていたため、荷役作業車両などの通行により、徐々に拡大していく傾向にあった。

全般的な被害として、岸壁法線の変位が小さかったことを考えれば、地盤改良および液状化対策の効果はある程度発揮されたものと思われる。ただし、上部工(岸壁本体)に沈下が発生するとともに、エプロンに亀裂、沈下が発生し、エプロン舗装後端部で背後地盤の沈下による段差が発生した。岸壁法線の変位が小さいことから、上部工の沈下に関しては岸壁下部地盤の影響と考えられるが、エプロン舗装の被害程度に関しては、エプロン後端部付近の地盤すなわち裏込め背後の地盤の沈下によって大きく影響を受けることが分かる。

(6)西側岸壁(-12.0m)(施設番号⑥)

本施設は、平成4年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は240mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図を施設番号⑥の施設とともに図-3.3.64に示す。また、縦断面図を図-3.3.70、標準断面図・被災変形図を図-3.3.71、液状化対策平面図・断面図を図-3.3.67および図-3.3.72、岸壁下部の地盤条件を図-3.3.73(a)~(c)、改良後の地盤条件を図-3.3.74に示す。

本施設は、液状化の発生が予測されたため液状化対策を実施した岸壁である。液状化対策工としては、グラベルドレーン工法(G.D.)とサンドコンパクションパイル

工法(S.C.P.)の2種類を用いている。対策延長としては、施工延長240mのうち、南端の約85mの区間をS.C.P.で改良している。ただし、延長約85mのうち、南側岸壁のケーソン幅および裏込め部が約25mあり、実質のS.C.P.による改良延長は約60mである。このうち約14mは南側岸壁との共通の改良域である。また、S.C.P.改良域の北側(陸側)の約125mの区間をG.D.およびS.C.P.で改良し、北端の約26mの区間をG.D.のみで改良している。G.D.を用いた区間では、既にエプロンが舗装されていたため、S.C.P.の施工による舗装への影響を考慮してエプロン近傍でG.D.を選んだものであり、係船柱の近傍では全対策範囲をG.D.としている。

本施設の被害としては、岸壁法線が南側のS.C.P.のみで改良した区間で5~15cm程度前面に変位し、北側(陸側)のG.D.とS.C.P.およびG.D.のみで改良した区間で20~25cm前面に変位している。また、上部工は全延長に渡って約10cm沈下し、上部工とエプロンの目地部に1~5cmの開き、上部工間に若干の段差が生じている。背後地盤地表面においても法線と平行方向に地割れが発生している。エプロンには、ケーソン背面位置で法線と平行方向に亀裂が発生した他、エプロン舗装とエプロン背後地盤との境界部に背後地盤の沈下による段差が10~40cm程度生じている。また、背後地盤の沈下によりエプロン下部に空隙が生じている。エプロンに発生した亀裂については、地震後エプロン下部に空隙が生じたため、荷役作業車両などの通行により徐々に拡大していく傾向にあった。エプロン背後地盤の沈下により、エプロン舗装と縁切りされていたマンホール部は地盤の沈下に追従する形で沈下し、エプロン面との間に同程度の段差が発生した。このエプロン舗装と背後地盤との境界部での段差は、S.C.P.のみで改良した部分では10~20cm程度であるが(写真-3.3.51)、G.D.を使用した部分では20~40cm程度生じている(写真-3.3.52)。G.D.で対策された区間の方が、岸壁法線の変位量が10cm程度大きいことから、エプロン後端部での段差量に違いが現れたものと考えられるが、G.D.を用いた区間では、対策工の施工前にエプロン舗装が完成していたため、この影響により被害程度に違いが生じた可能性もある。いずれにせよ、岸壁本体の被害程度と比較して、エプロン後端部付近での被害程度が大きく、裏込め背後の地盤の状態によって被害程度に大きな差が生じる傾向にある。また、この部分の地盤の状態によって法線の変位量も左右されるようである。

(7)西側岸壁(-10.0m)(施設番号⑦)

本施設は、昭和63年に着工し未だ完成には至っていないが、エプロン舗装を残すのみとなっている。構造は重

力式ケーソンの岸壁であり、施工延長は、岸壁185mおよび取付部40mの計225mである。本施設の被災状況平面図・法線変位図・縦断面図を図-3.3.75、標準断面図・被災変形図を図-3.3.76、液状化対策平面図・断面図を図-3.3.77に示す。また、岸壁下部の地盤条件を図-3.3.73(b)、(c)に示すとともに、改良後の地盤条件を図-3.3.78に示す。

本施設においても、液状化の予測・判定の結果を受けて、液状化対策を実施している。対策工としては、施設番号⑥に続く南側の16mの区間では、エプロン舗装が施工済みであったことからG.D.とS.C.P.の両方を併用し、残りの区間はS.C.P.のみによる対策を施している。

本施設の被害としては、岸壁法線の前面への変位が、施設番号⑥に続く約30mの区間では20~25cm、残りの区間では15cm前後の変位となっている。上部工は全延長に渡って10~15cm沈下し、部分的に幅5~10cmの目地開き、亀裂および5cm程度の段差が発生している。エプロンは未舗装であるが、ケーソン背面位置で法線と平行方向に地表面に幅5cm程度の地割れおよび段差が発生している(写真-3.3.53、写真-3.3.54)。

(8)第3埠頭地区物揚場(-4.0m)(施設番号⑧)

本施設は、平成2年に着工し未だ完成には至っていない。現状は、ケーソン据え付け後、背後地盤を埋め立てた程度である。構造は重力式ケーソンの物揚場であり、施工延長は物揚場200mおよび両側に各々取付部25mの計250mである。

本施設の被害としては、岸壁法線が数十cmのオーダーで前面に変位している他、上部工が沈下し、上部工間に開き、段差が生じている。エプロン部は未舗装であるが、ケーソン背面位置において地表面に地割れが発生し、背後地盤で20~30cmの沈下が生じている(写真-3.3.55)。

(9)第3埠頭地区道路

本施設の被害としては、車道部および歩道部に亀裂、沈下、陥没、噴砂跡が見られる他、縁石が破損したところもある。道路被害を受けた場所は、図-2.2.5に示す通りである。

参考文献

- 1) 1973年根室半島沖地震港湾被害報告：運輸省港湾局・港湾技術研究所、北海道開発局編、昭和48年10月。
- 2) 平山裕義・関野高志・吉田吉伸：釧路西港液状化軟泥の固化処理工法、平成3年度第35回北海道開発局技術研究発表会。

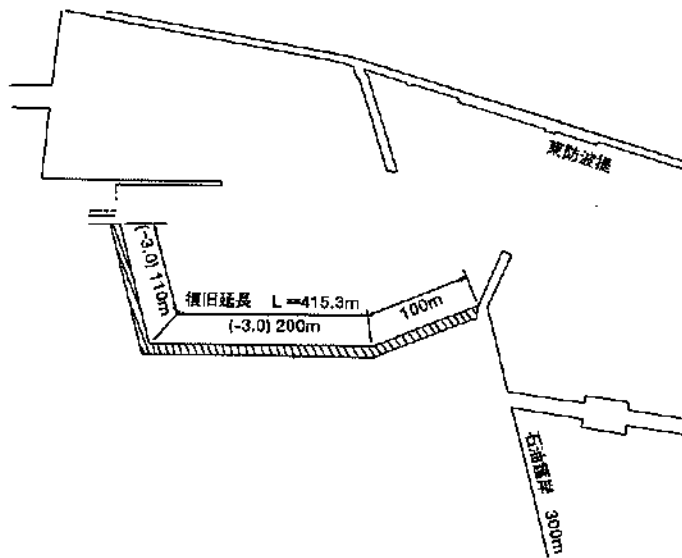


图-3.3.1 被災狀況平面図 (船溜・漁港地区, ㊸~㊹物揚場(-3.0m))

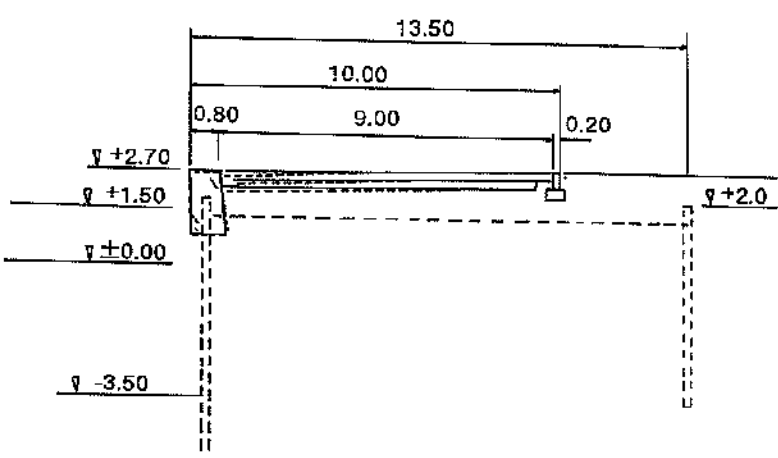


图-3.3.2 標準断面図 (船溜・漁港地区, ㊸~㊹物揚場(-3.0m))

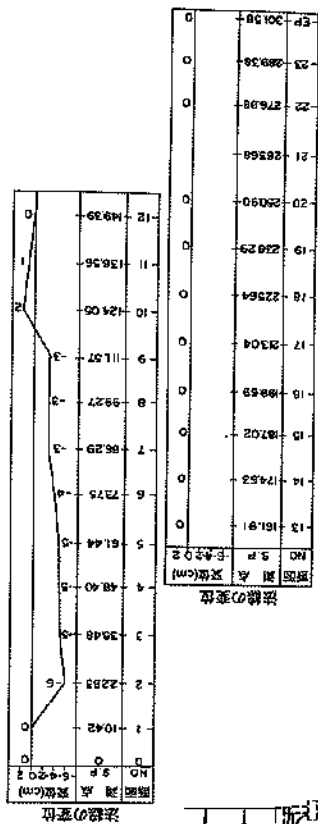
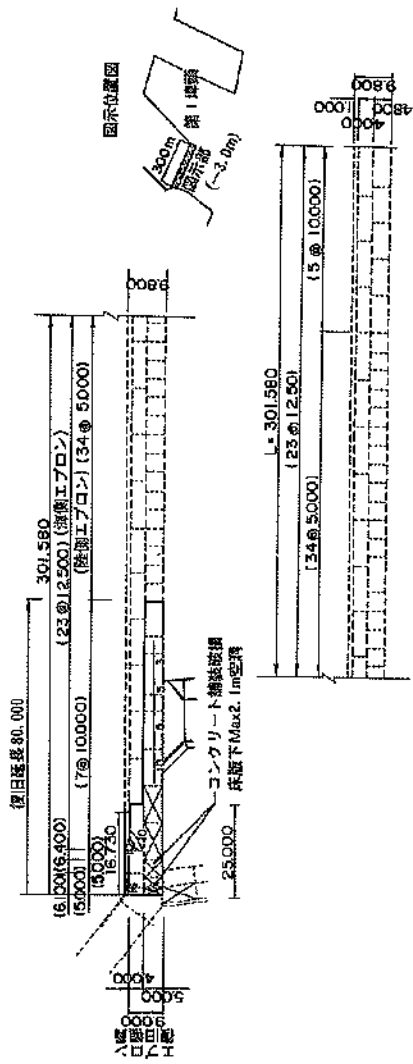


図-3.3.3 被災状況平面図・法線変位図 (第1埠頭地区, ①石油護岸)

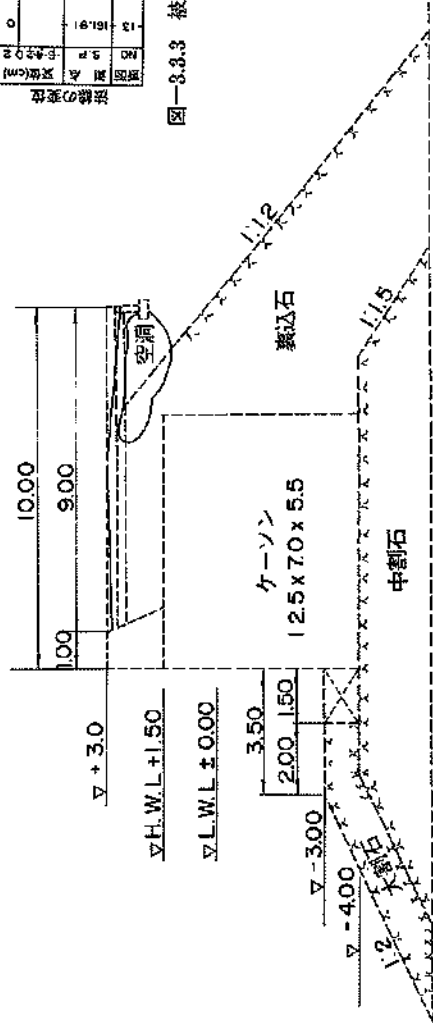
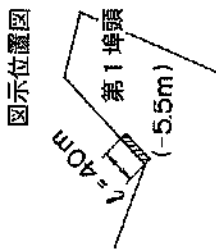
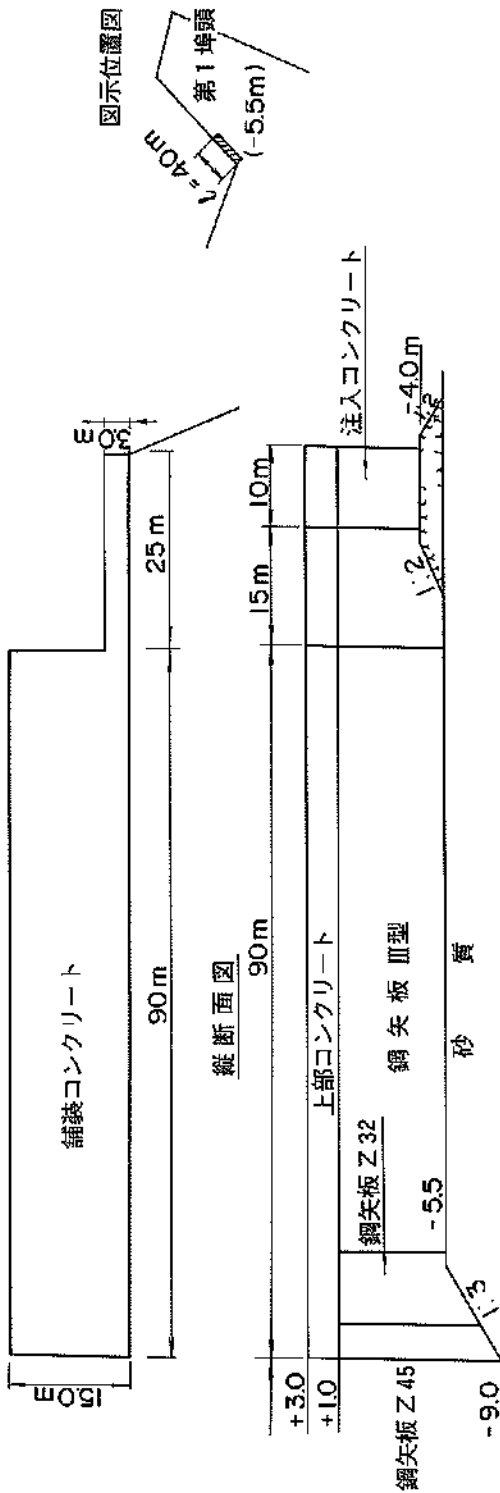


図-3.3.4 標準断面図・被災変形図 (第1埠頭地区, ①石油護岸)

平面図



標準断面図

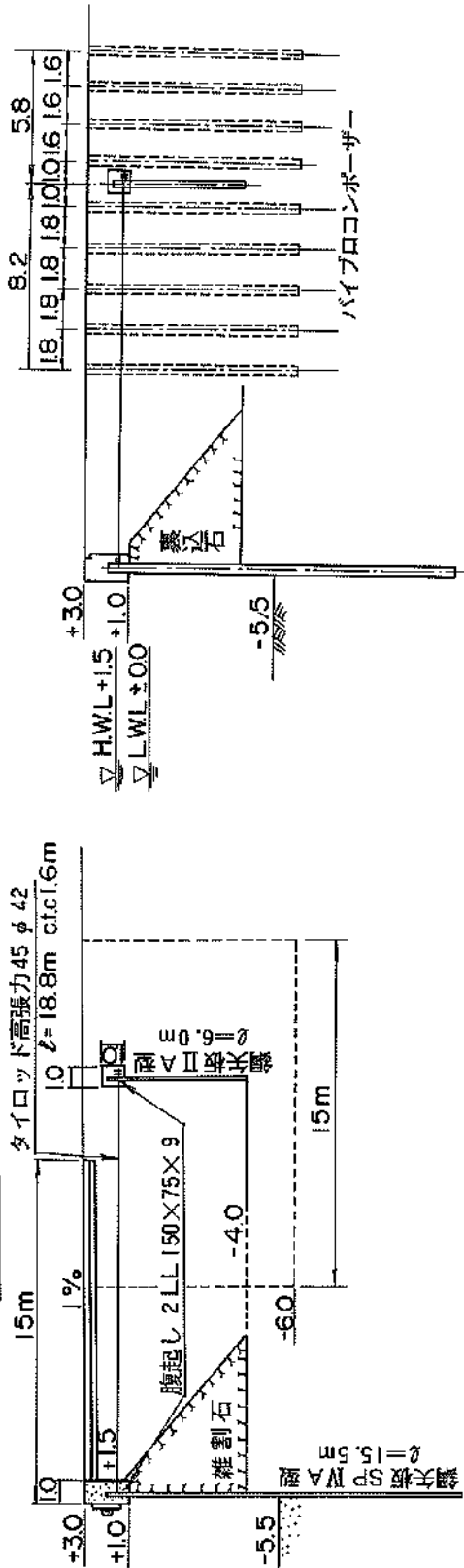
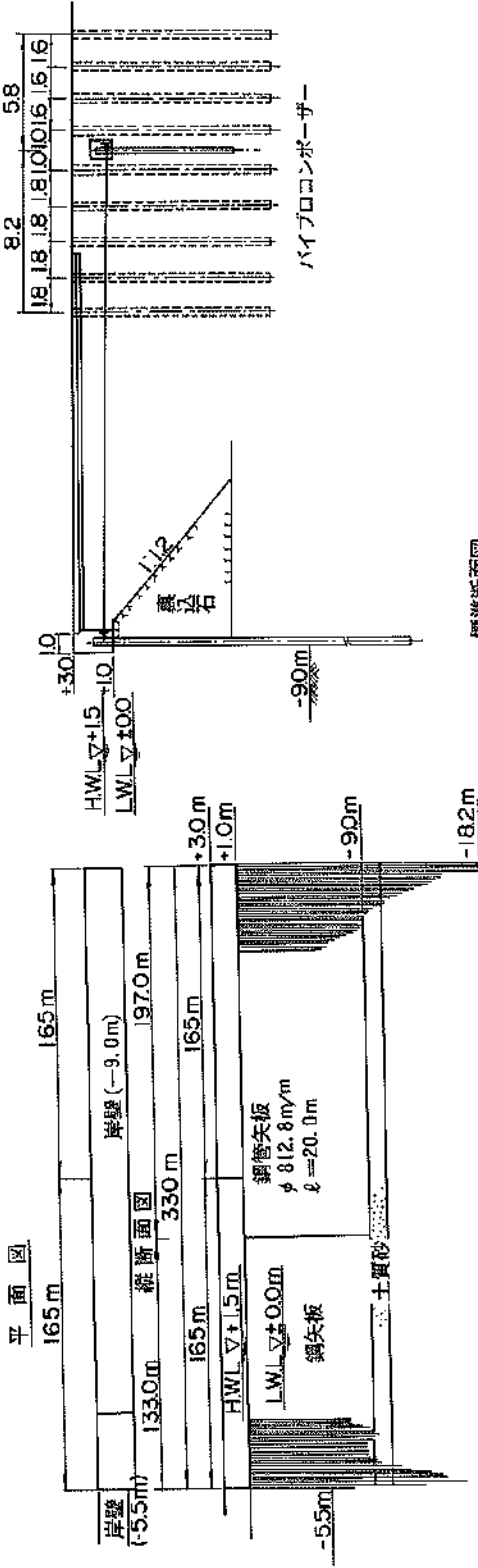


図-3.3.5 平面図・縦断面図・標準断面図(第1埠頭地区, ③東側岸壁(-5.5m))

西港第1埠頭東(-9.0m) 地盤改良工標準断面図(-9.0m)岸壁

西港第1埠頭東(-9.0m)



標準断面図

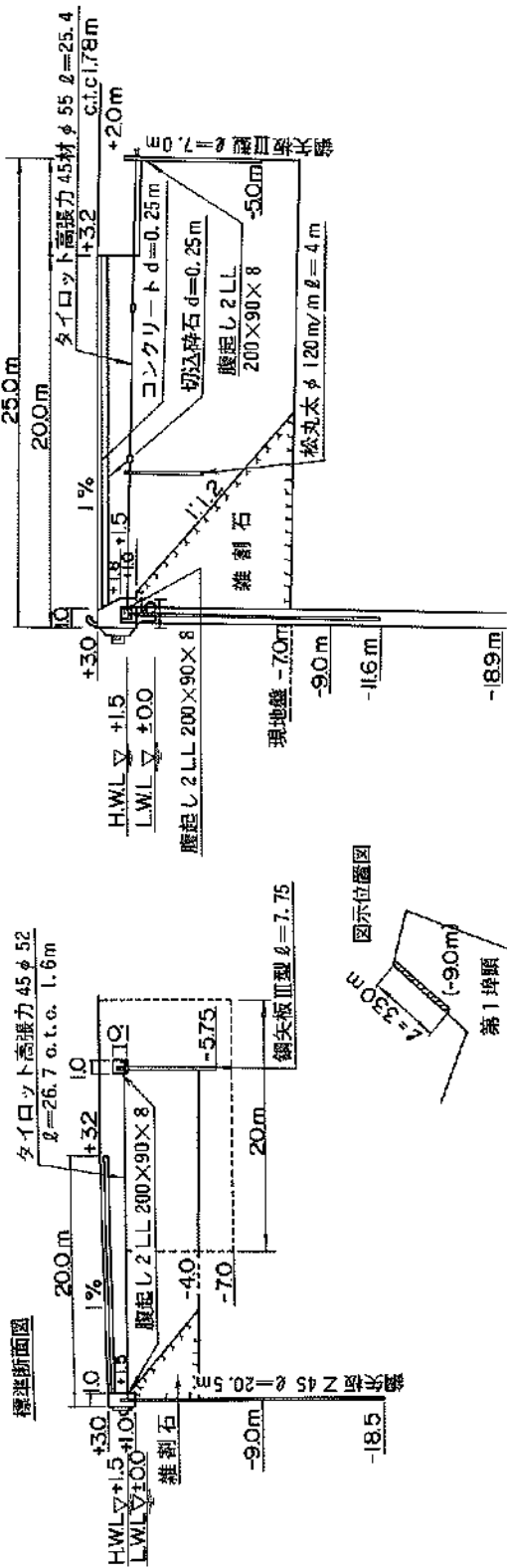
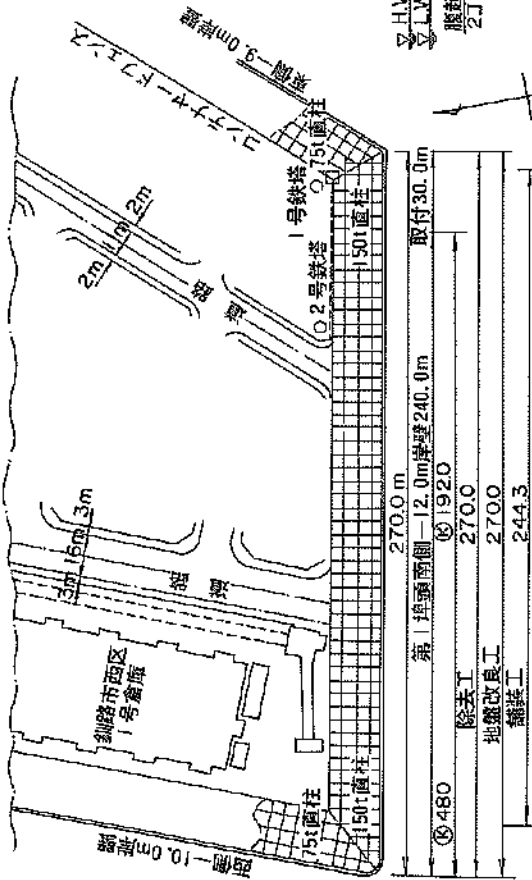
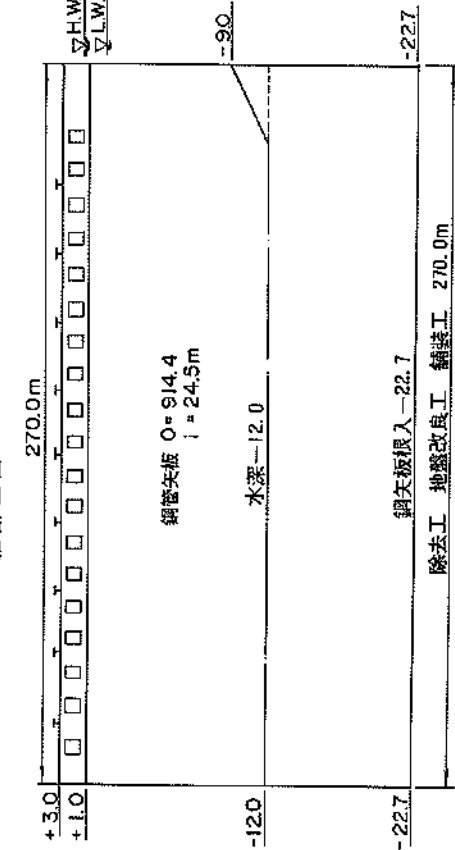


図-3.3.6 平面図・縦断面図・標準断面図 (第1埠頭地区、④・⑤取割岸壁(-9.0m))

平面図



縦断面図



第1埠頭南 (-12.0m)

標準断面図

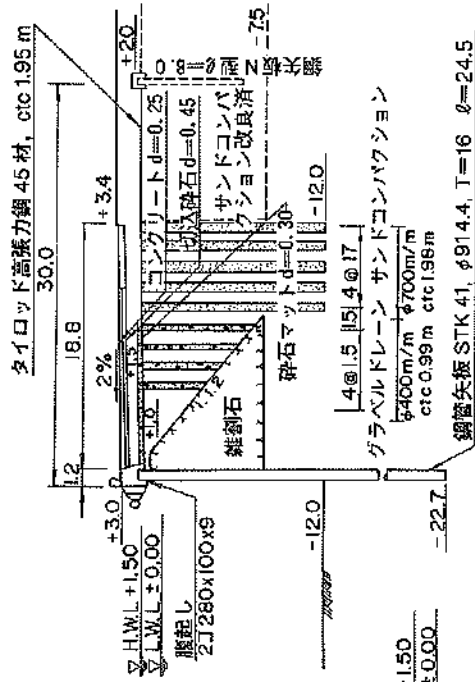
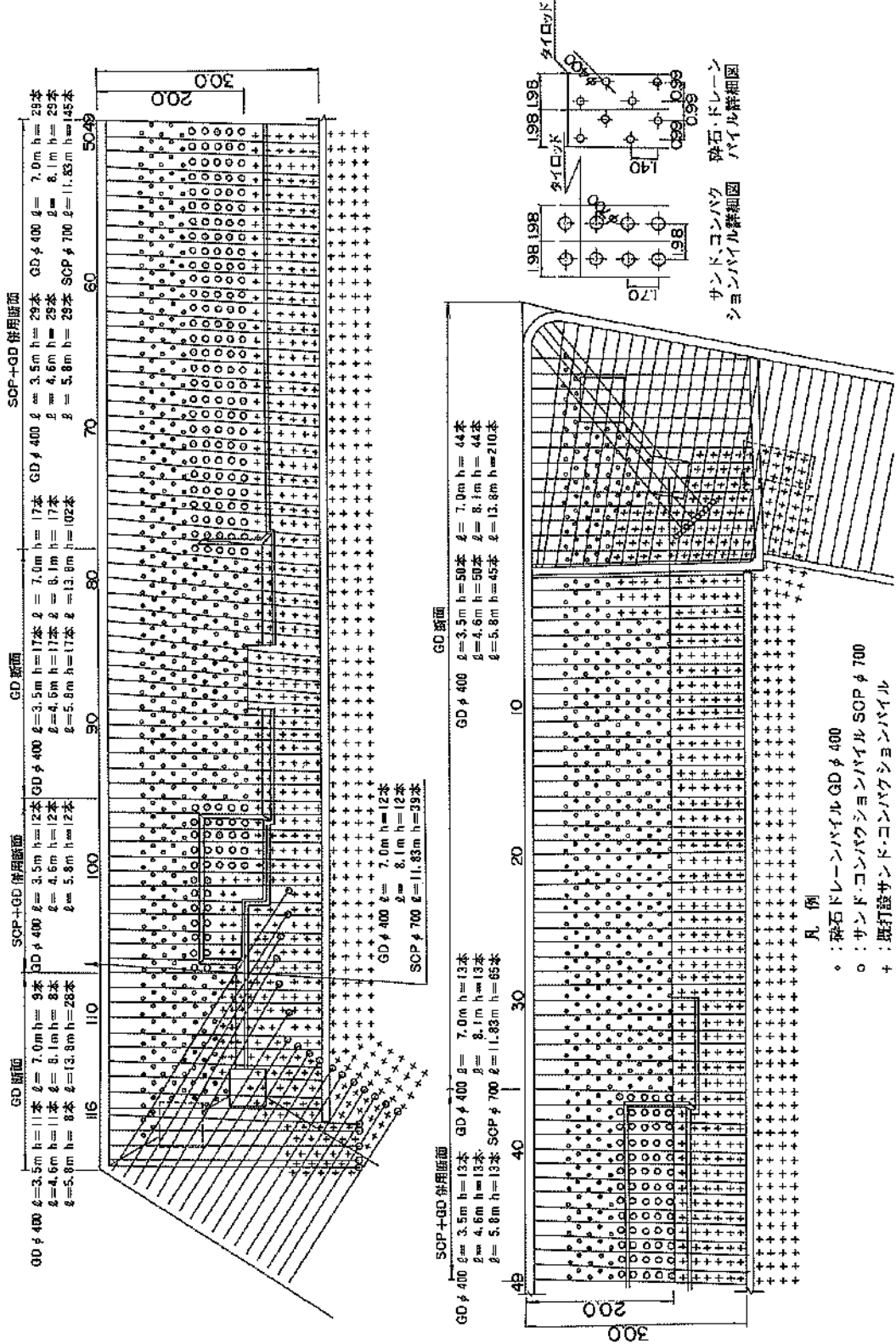


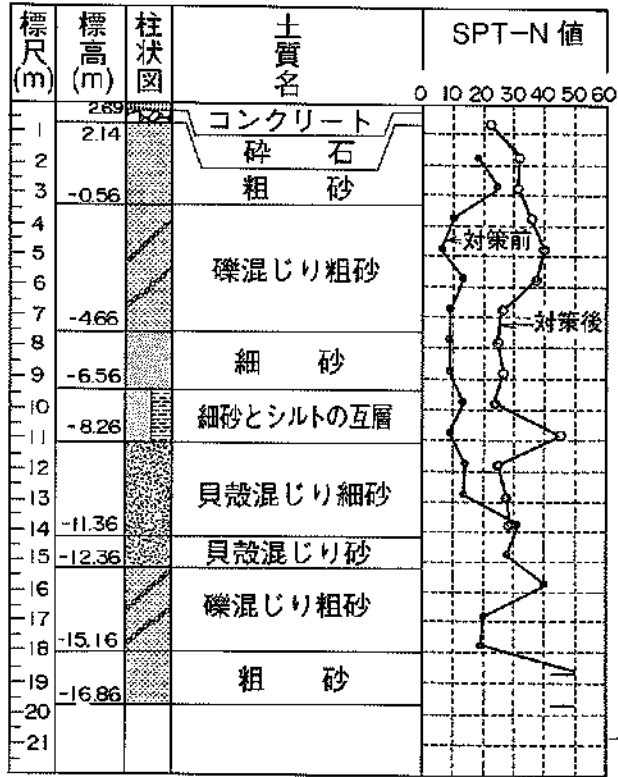
図-3.3.7 平面図・縦断面図・標準断面図 (第1埠頭地区、㊦南側岸壁 (-12.0m))



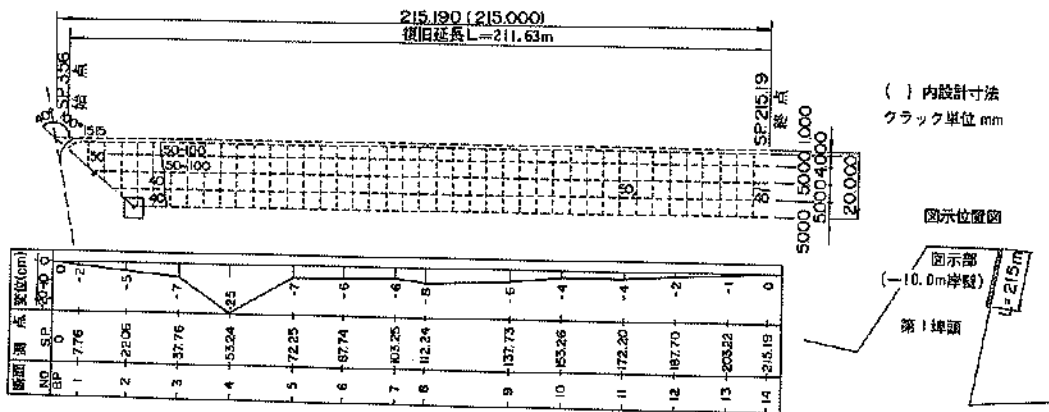
- 凡 例
- ◊ : 砕石ドレーン パイル GD φ 400
 - : サンド・コンバク ションパイル SCP φ 700
 - +

図-3.3.8 液状化対策平面図(第1埠頭地区、⑥南側岸壁(-12.0m))

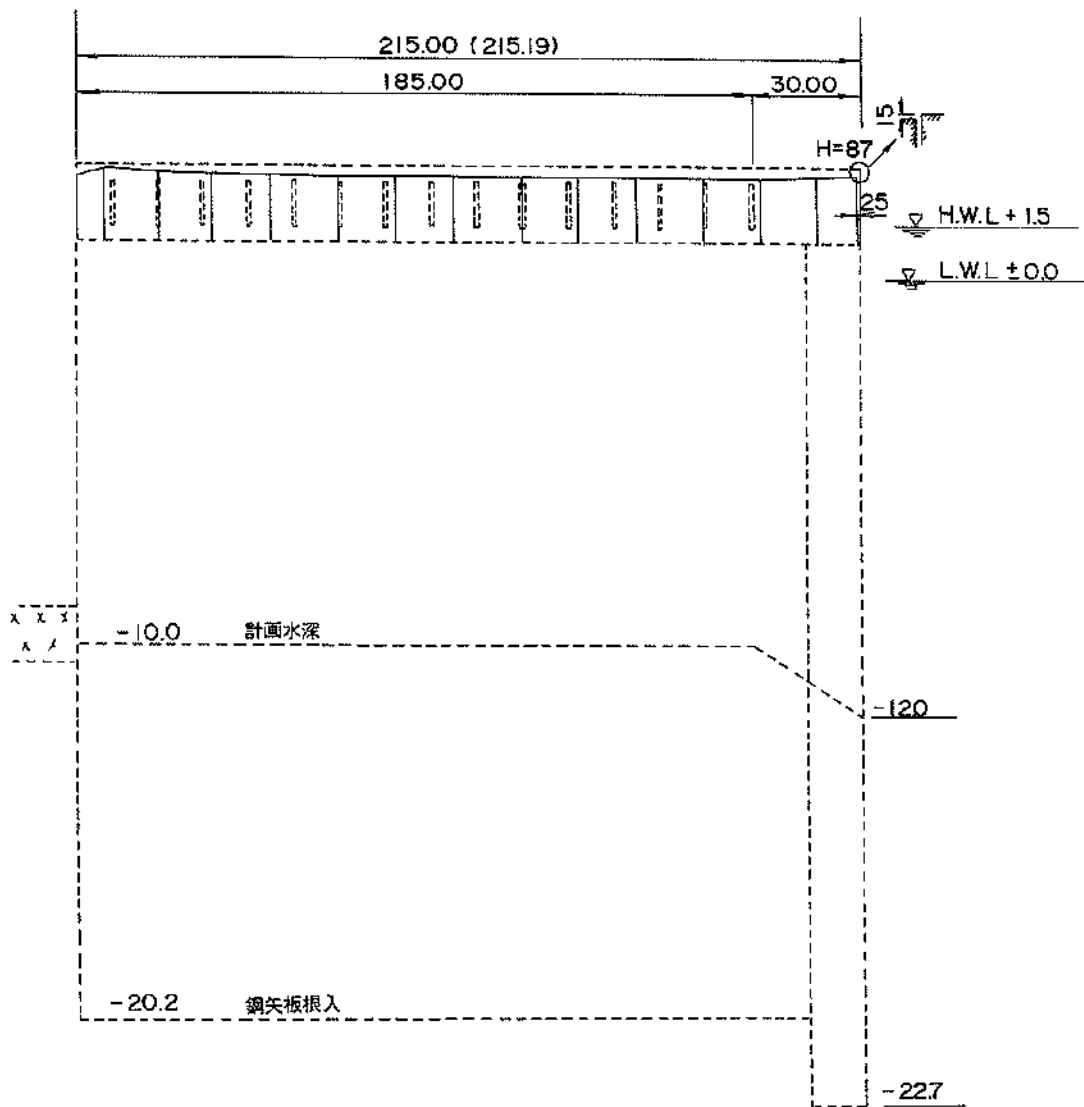
地盤高 2.94 m



図一3.3.9 地盤条件 (第1埠頭地区, ⑥南側岸壁(-12.0m), 岸壁背後地盤)

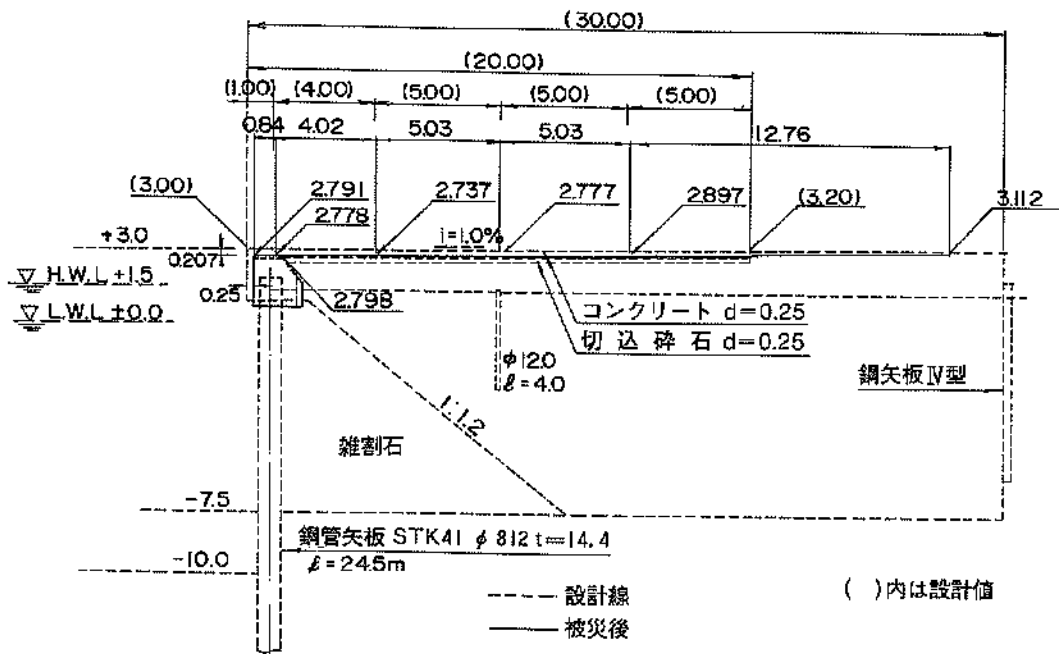


図一3.3.10 被災状況平面図・法線変位図 (第1埠頭地区, ⑦西側岸壁(-10.0m))



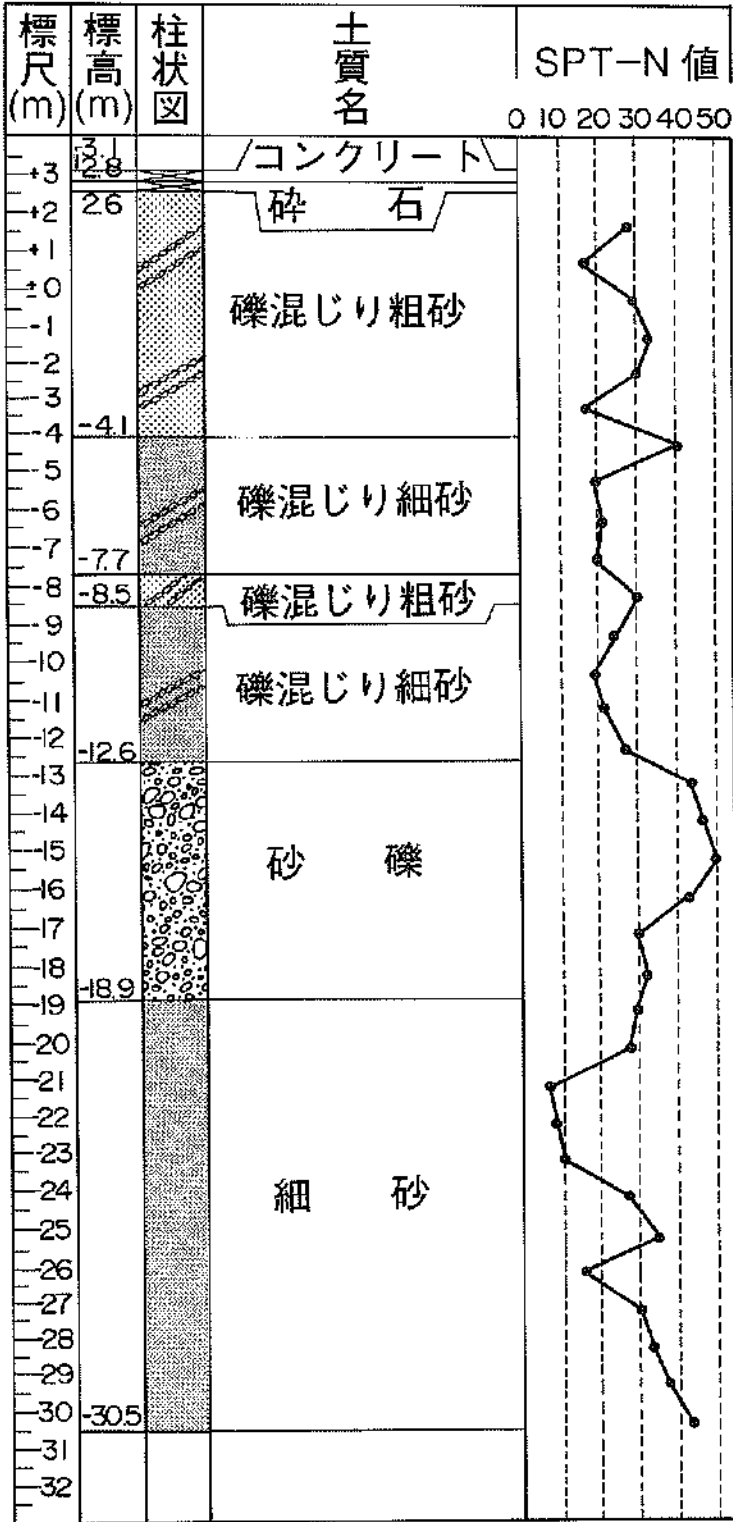
測点 No.	距離	追加 距離	竣工時		被災後		上部工		前面の 高低差
			天端高	前面	前面	背面	前面	背面	
0	0.00	0.00	3	2.765	2.767	0.235			
-1	7.76	7.76	3	2.913	2.913	0.087			
-2	14.30	22.06	3	2.859	2.859	0.141			
-3	15.70	37.76	3	2.828	2.823	0.172			
-4	15.48	53.24	3	2.791	2.778	0.209			
-5	19.01	72.25	3	2.763	2.774	0.237			
-6	15.49	87.74	3	2.749	2.747	0.251			
-7	15.51	103.25	3	2.736	2.728	0.264			
-8	18.99	122.24	3	2.727	2.725	0.273			
-9	15.49	137.73	3	2.737	2.736	0.263			
-10	15.53	153.26	3	2.751	2.736	0.249			
-11	18.94	172.20	3	2.738	2.737	0.262			
-12	15.50	187.70	3	2.752	2.713	0.248			
-13	15.52	203.22	3	2.760	2.752	0.240			
-14	11.97	215.19	3	2.779	2.775	0.221			

図一3.3.11 横断面図 (第1埠頭地区, ㊷西側岸壁(-10.0m))



図一3.3.12 標準断面図・被災変形図 (第1埠頭地区, ⑦西側岸壁(-10.0m))

地盤高 3.10 m



図—3.3.13 地盤条件 (第1埠頭地区, ⑦西側岸壁(-10.0m), 岸壁背後地盤)

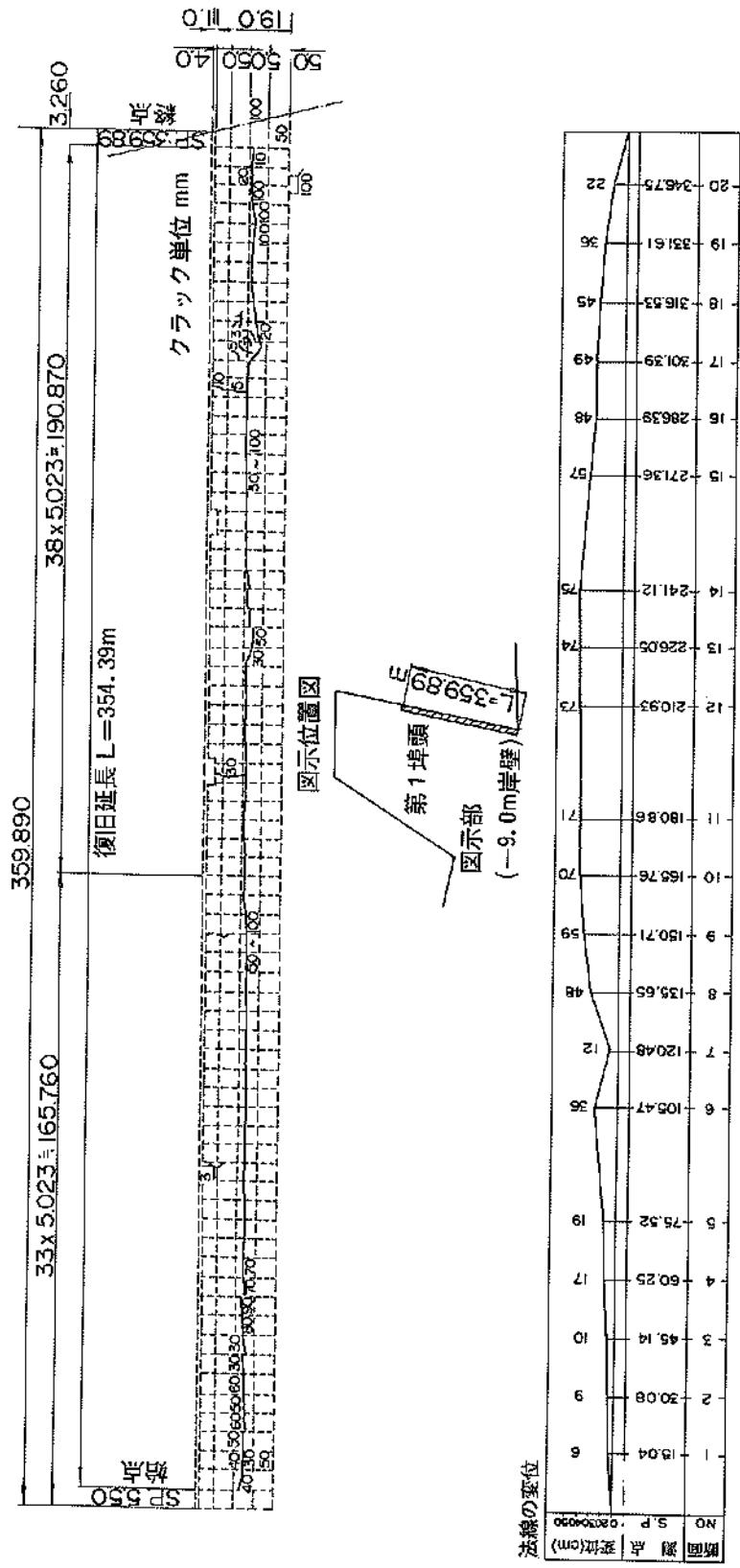


図-3.3.14 被災状況平面図・法線変位図 (第1埠頭地区, ㊸・㊹西側岸壁(-9.0m))

地盤高 3.10 m

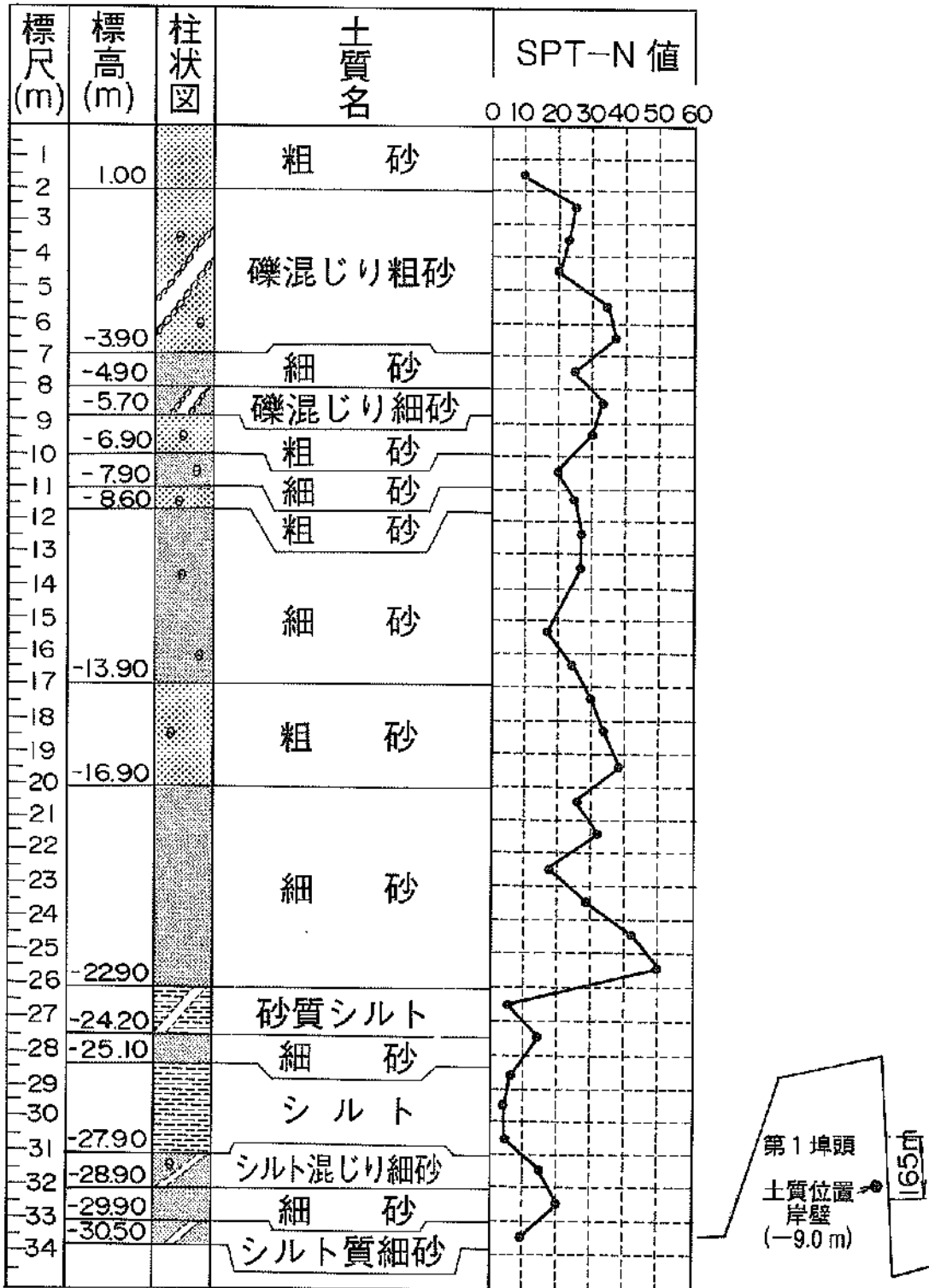


図-3.3.17 地盤条件 (第1埠頭地区, ②西側岸壁(-9.0m), 岸壁背後地盤)

地盤高 3.20 m

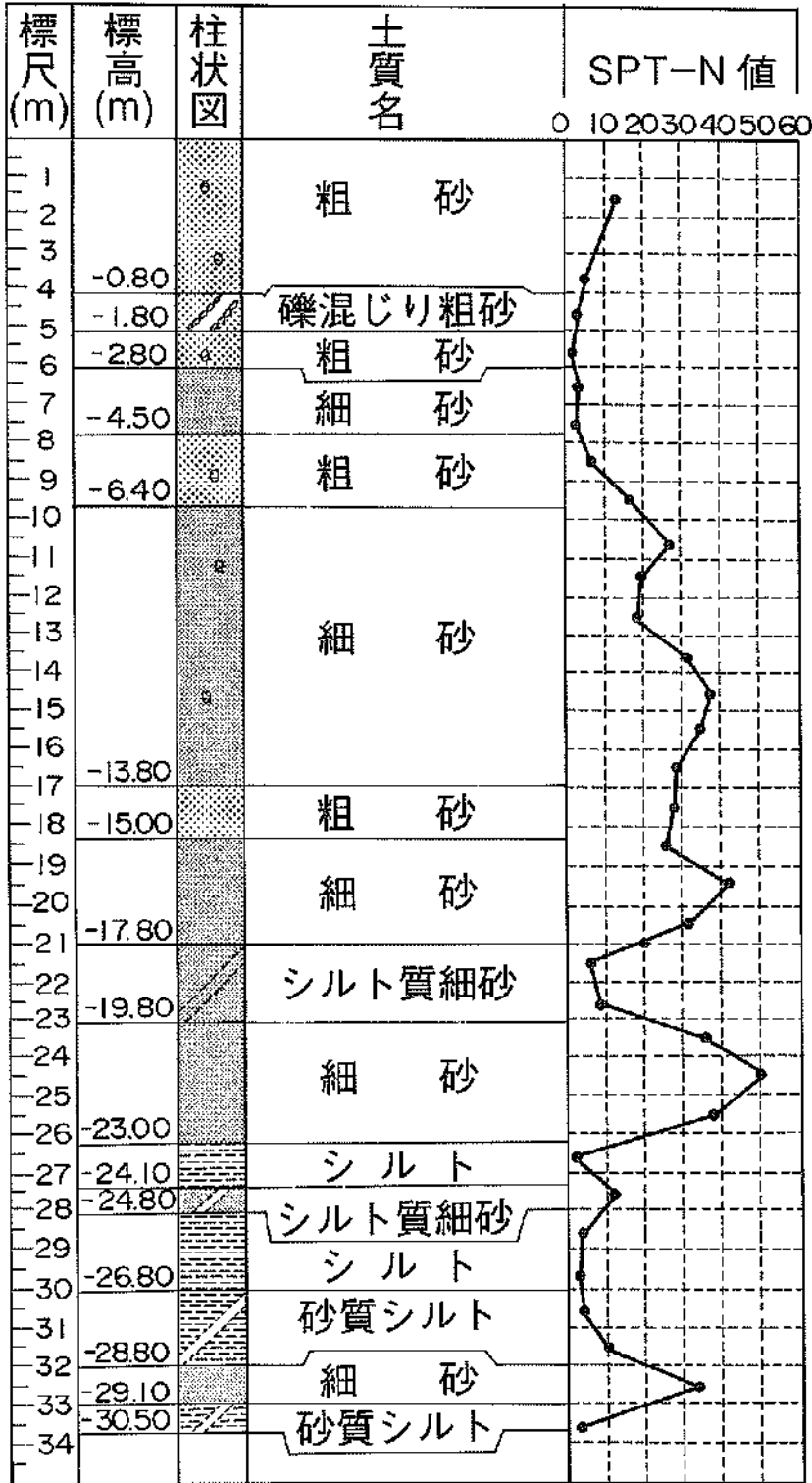
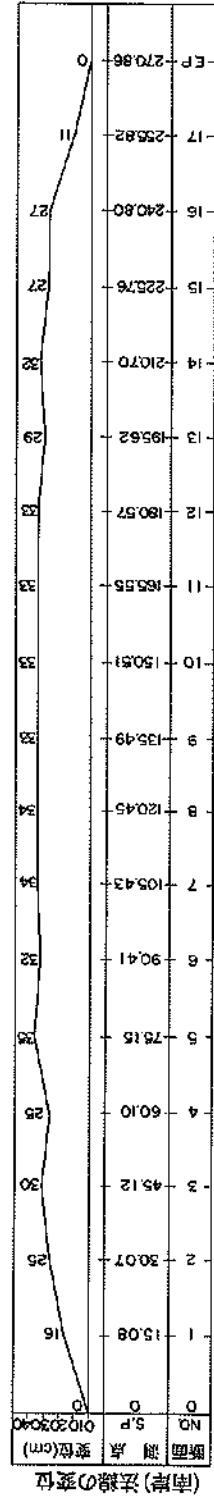
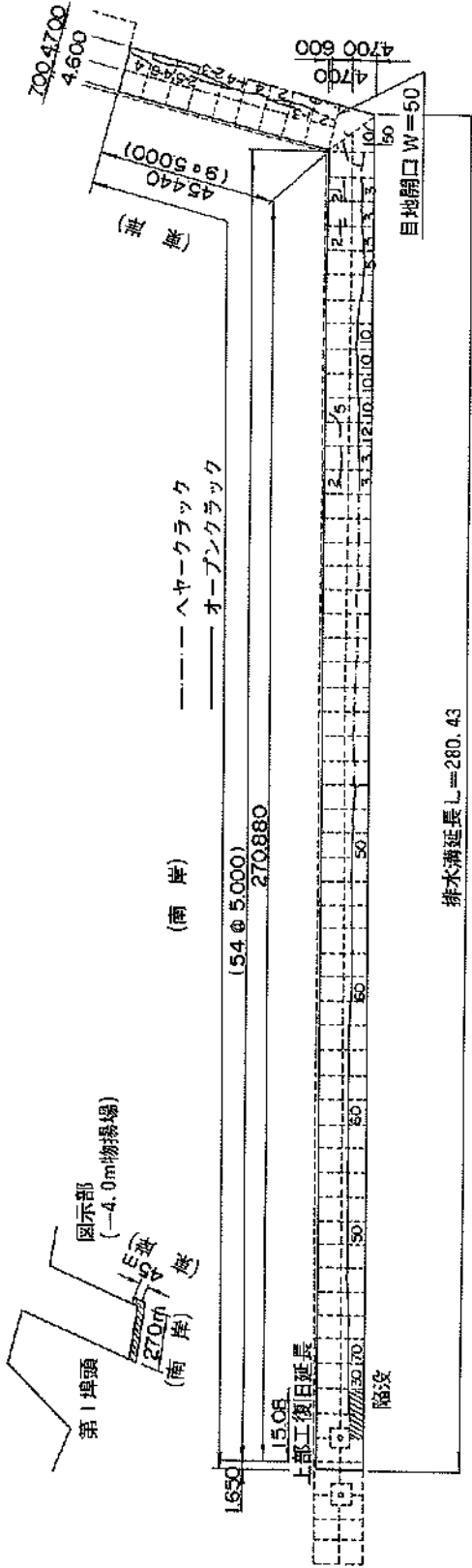


図-3.3.18 地盤条件 (第1埠頭地区, ㊸西側岸壁(-9.0m), 岸壁背後地盤)

図示位置図



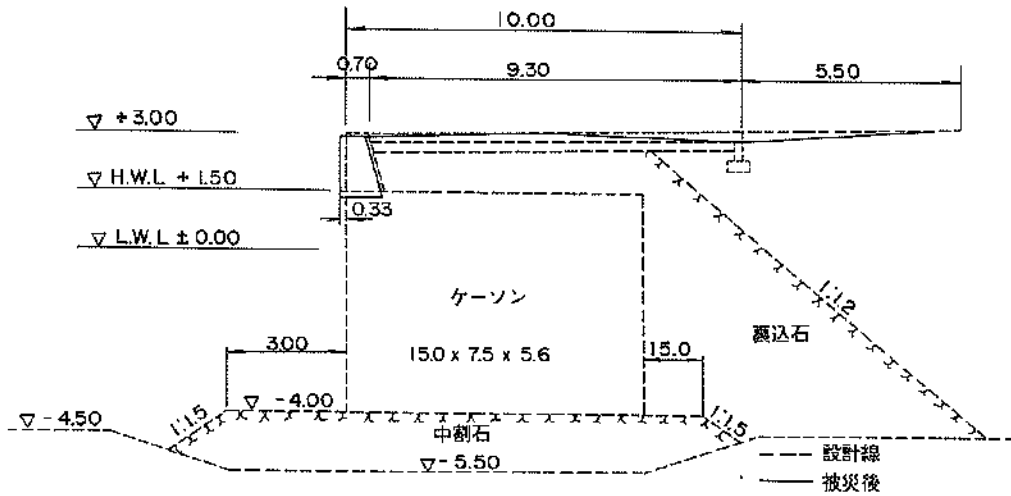
(南岸)法線の變位

断面 NO	測点 SP	變位 (cm)
0	0	0
1	15.11	3
2	30.14	0
3	45.44	23

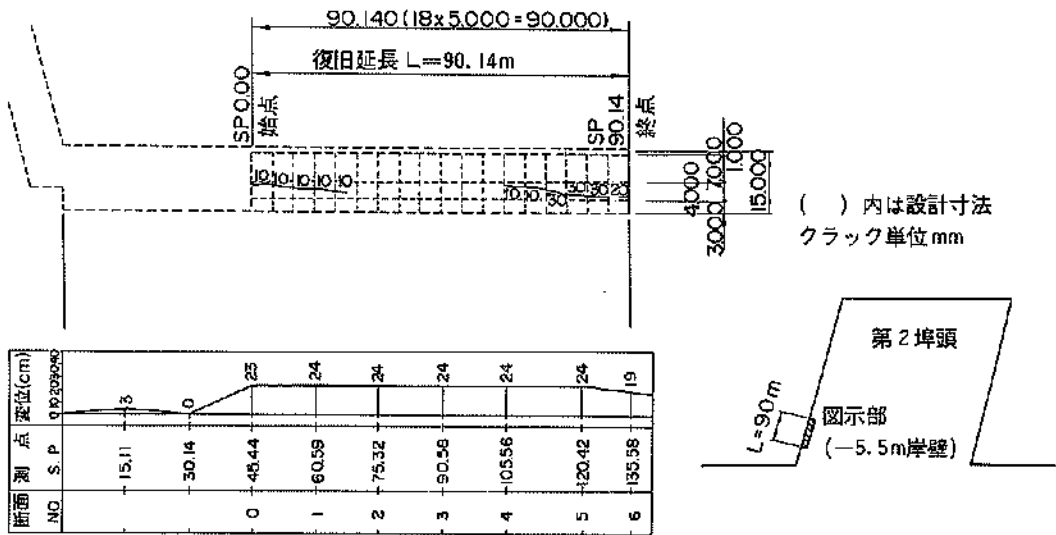
(北岸)法線の變位

断面 NO	S.P	變位 (cm)
0	0	0
1	15.08	16
2	30.07	25
3	45.12	30
4	60.10	25
5	75.15	28
6	90.41	32
7	105.43	35
8	120.45	38
9	135.49	38
10	150.51	33
11	165.55	33
12	180.57	33
13	195.62	29
14	210.70	32
15	225.76	27
16	240.80	27
17	255.82	11
EP	270.86	0

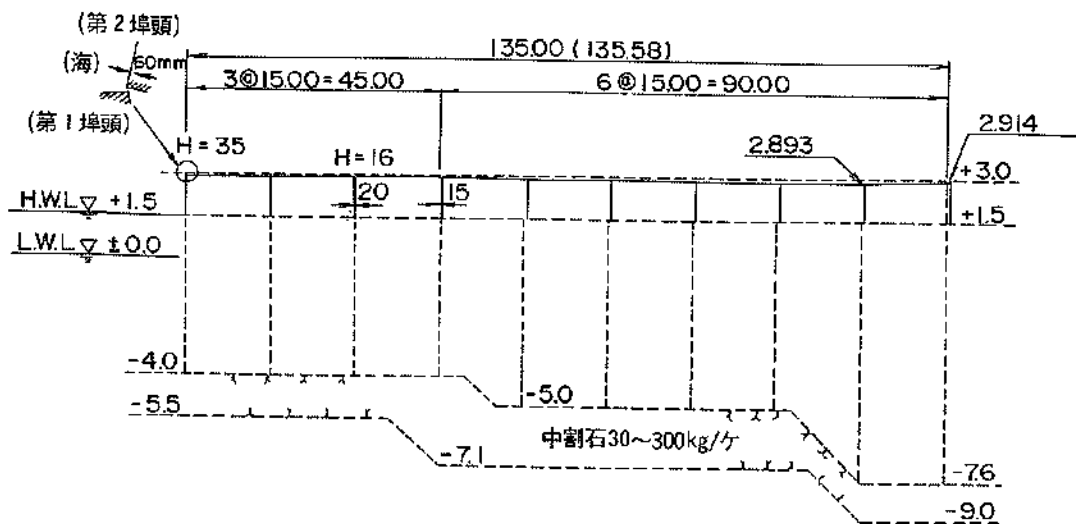
図—3.3.19 被災状況平面図・法線變位図 (第1埠頭地区, ①物揚場 (-4.0m))



図一3.3.20 標準断面図・被災変形図 (第1埠頭地区, ㊸物揚場(-4.0m))



図一3.3.21 被災状況平面図・法線変位図 (第2埠頭地区, ㊹東側岸壁(-5.5m))



測点 No.	距離	追加 量	竣工時		竣工後		前面の高差
			天端高	前面	背面	高差	
0	0.00	0.00	3	2.906	2.913	0.094	
-1	15.11	15.11	3	2.928	2.934	0.072	
-2	15.03	30.14	3	2.965	2.977	0.035	
-3	15.03	45.44	3	2.965	2.965	0.035	
-4	15.15	60.59	3	2.916	2.916	0.084	
-5	14.73	75.32	3	2.931	2.931	0.069	
-6	15.26	90.58	3	2.922	2.922	0.078	
-7	14.98	105.56	3	2.901	2.901	0.099	
-8	14.85	120.42	3	2.893	2.893	0.107	
-9	15.16	135.58	3	2.914	2.914	0.086	

図-3.3.22 縦断面図 (第2埠頭地区, ①東側岸壁(-5.5m))

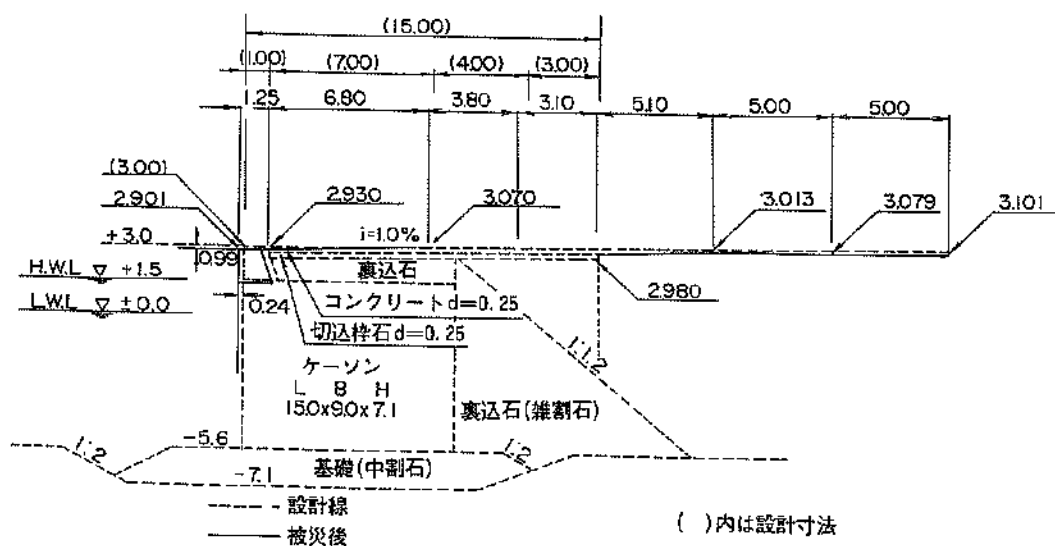


図-3.3.23 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ①東側岸壁(-5.5m))

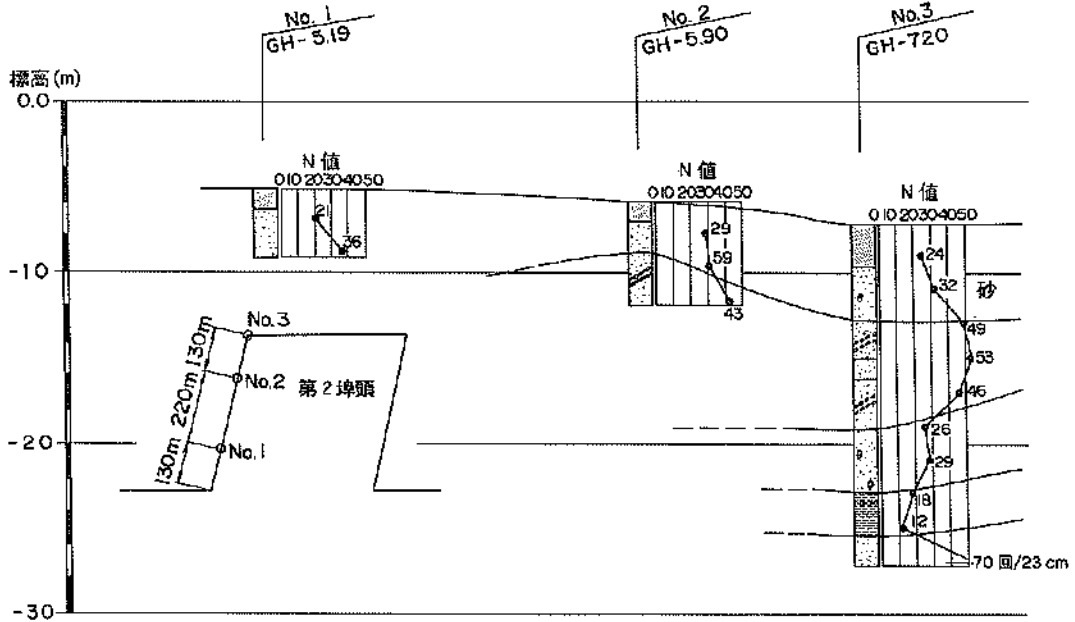


図-3.3.24 地盤条件 (第2埠頭地区, ①東側岸壁(-5.5m), ②東側岸壁(-7.5m), ③東側岸壁(-10.0m), 岸壁下部地盤)

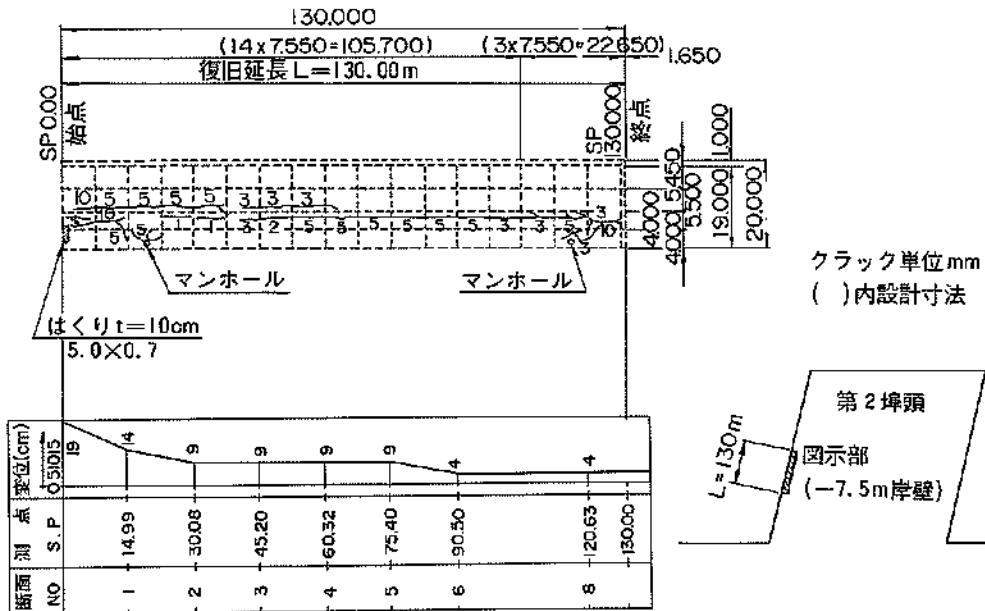
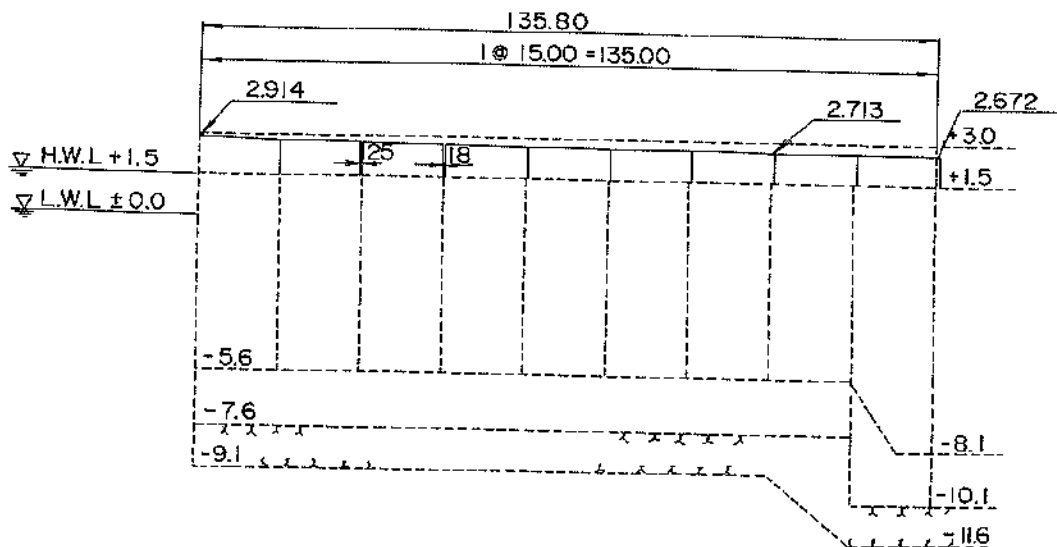


図-3.3.25 被災状況平面図・法線変位図 (第2埠頭地区, ②東側岸壁(-7.5m))



測点 No.	距離	追加 距離	竣工時 天端高	竣工後 前面	竣工後 背面	前面の 高低差
0	0.00	0.00	2.914	2.914	2.914	0.066
-1	14.99	14.99	2.892	2.892	2.892	0.108
-2	15.09	30.08	2.863	2.863	2.863	0.137
-3	15.12	45.20	2.799	2.799	2.799	0.201
-4	15.12	60.32	2.798	2.798	2.798	0.202
-5	15.08	75.40	2.781	2.781	2.781	0.219
-6	15.10	90.50	2.726	2.726	2.726	0.274
-7	15.06	105.56	2.713	2.713	2.713	0.287
-8	15.07	120.63	2.679	2.679	2.679	0.321
-9	15.17	135.80	2.672	2.672	2.672	0.328

図-3.3.26 縦断面図 (第2埠頭地区, ②東側岸壁(-7.5m))

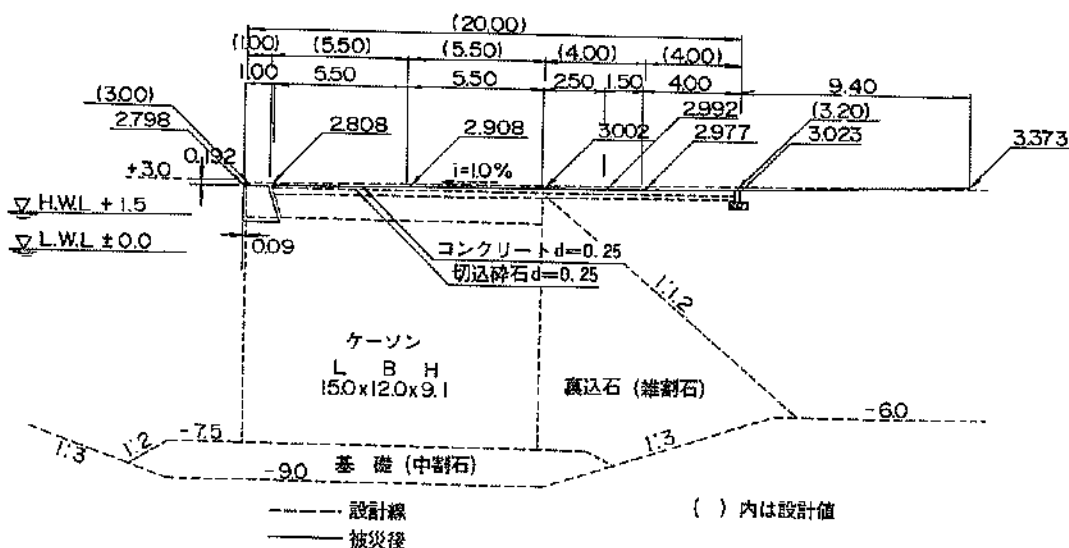


図-3.3.27 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ②東側岸壁(-7.5m))

地盤高 3.20 m

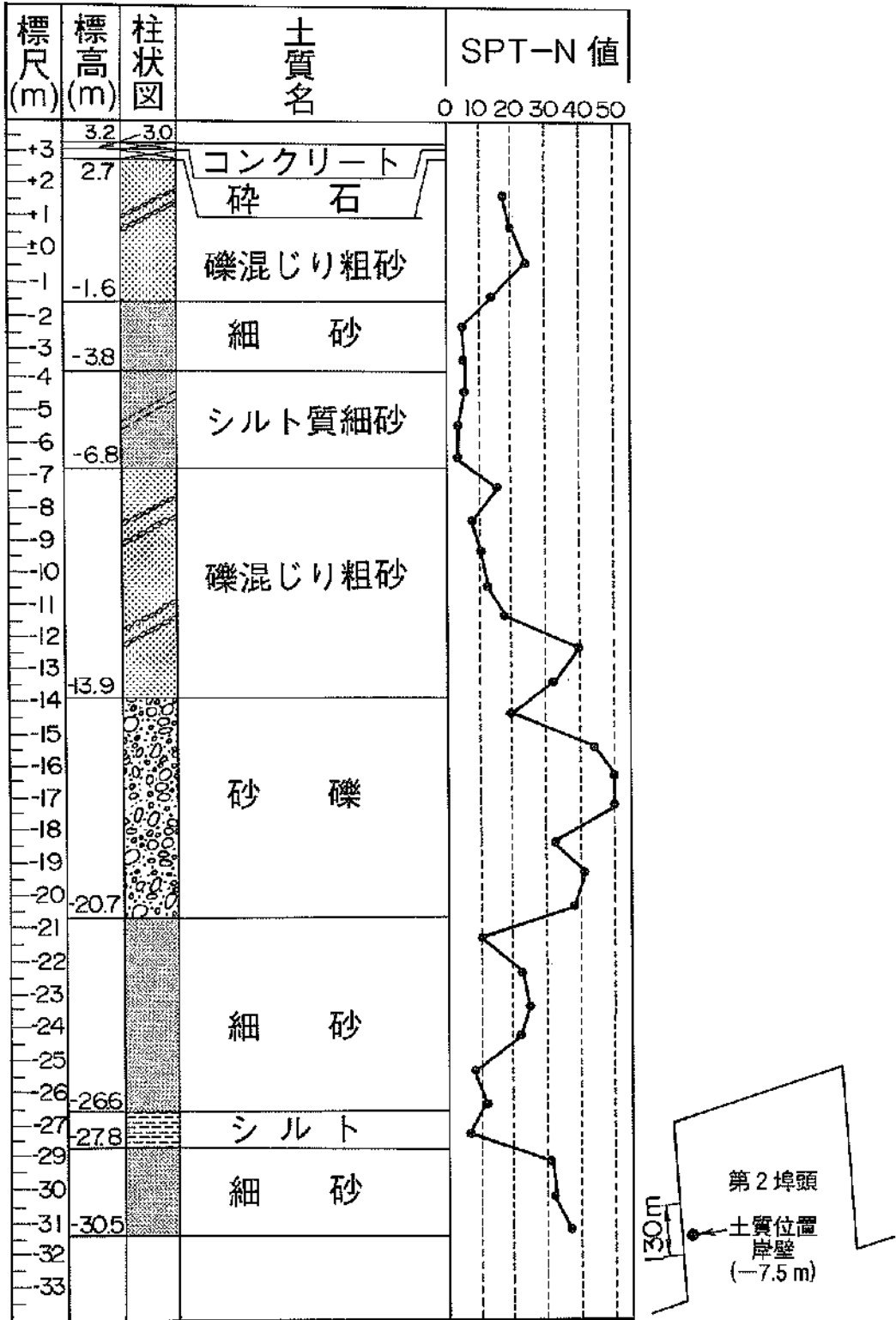
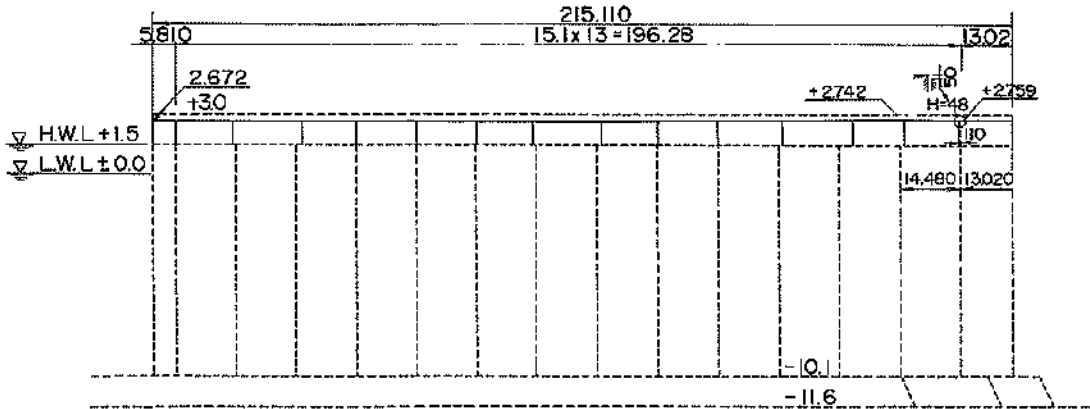
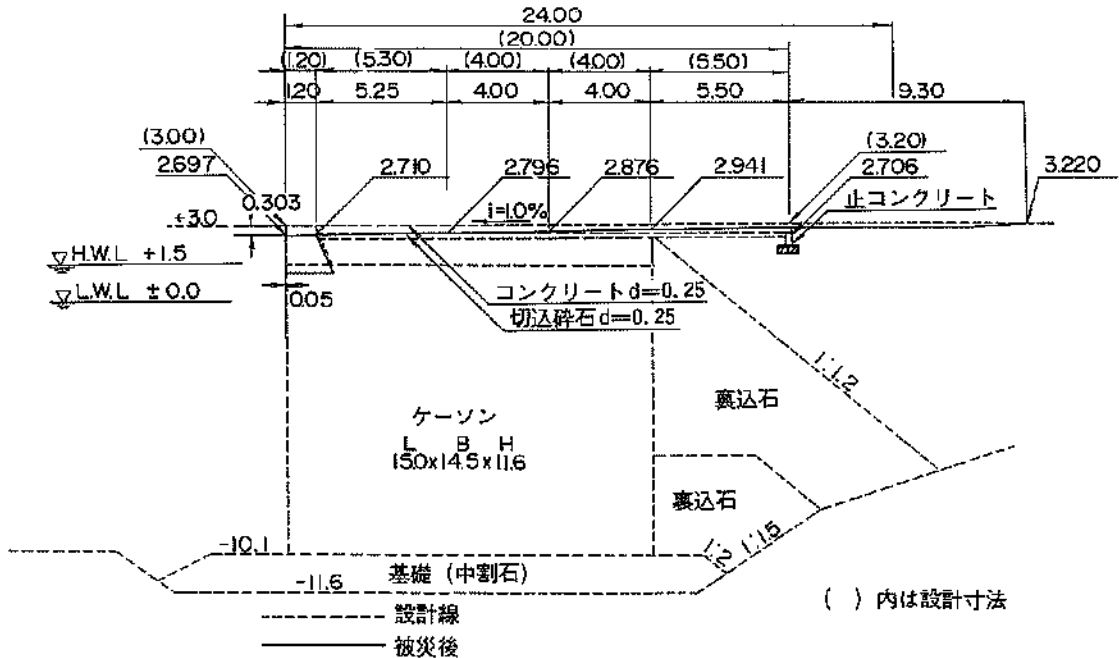


図-3.3.28 地盤条件(西港区第2埠頭地区, ②東側岸壁(-7.5m), 岸壁背後地盤)



深さ	距離	法面	法面傾斜	法面面積	法面体積	法面重量	法面重心	法面重心距離	法面重心高さ
0	0.00	0.00	3	2.97	2.97	0.28			
-1	5.81	5.81	3	2.86	2.86	0.34			
-2	14.41	26.82	3	2.82	2.62	0.31			
-3	17.47	31.60	3	2.79	2.30	0.27			
-4	13.35	31.02	3	2.69	2.02	0.19			
-5	15.09	56.11	3	2.71	2.65	0.29			
-6	15.13	81.24	3	2.68	2.62	0.22			
-7	13.95	95.18	3	2.68	2.61	0.15			
-8	12.42	112.66	3	2.68	2.69	0.19			
-9	13.83	128.47	3	2.67	2.70	0.19			
-10	15.03	141.54	3	2.71	2.76	0.23			
-11	16.10	157.64	3	2.70	2.76	0.23			
-12	17.46	175.81	3	2.71	2.72	0.26			
-13	12.51	181.51	3	2.72	2.75	0.19			
-14	14.48	202.89	3	2.73	2.73	0.24			
-15	13.02	215.11	3	2.71	2.72	0.23			

図一3.3.30 縦断面図 (第2埠頭地区, ③東側岸壁(-10.0m))



図一3.3.31 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ③東側岸壁(-10.0m))

地盤高 3.20 m

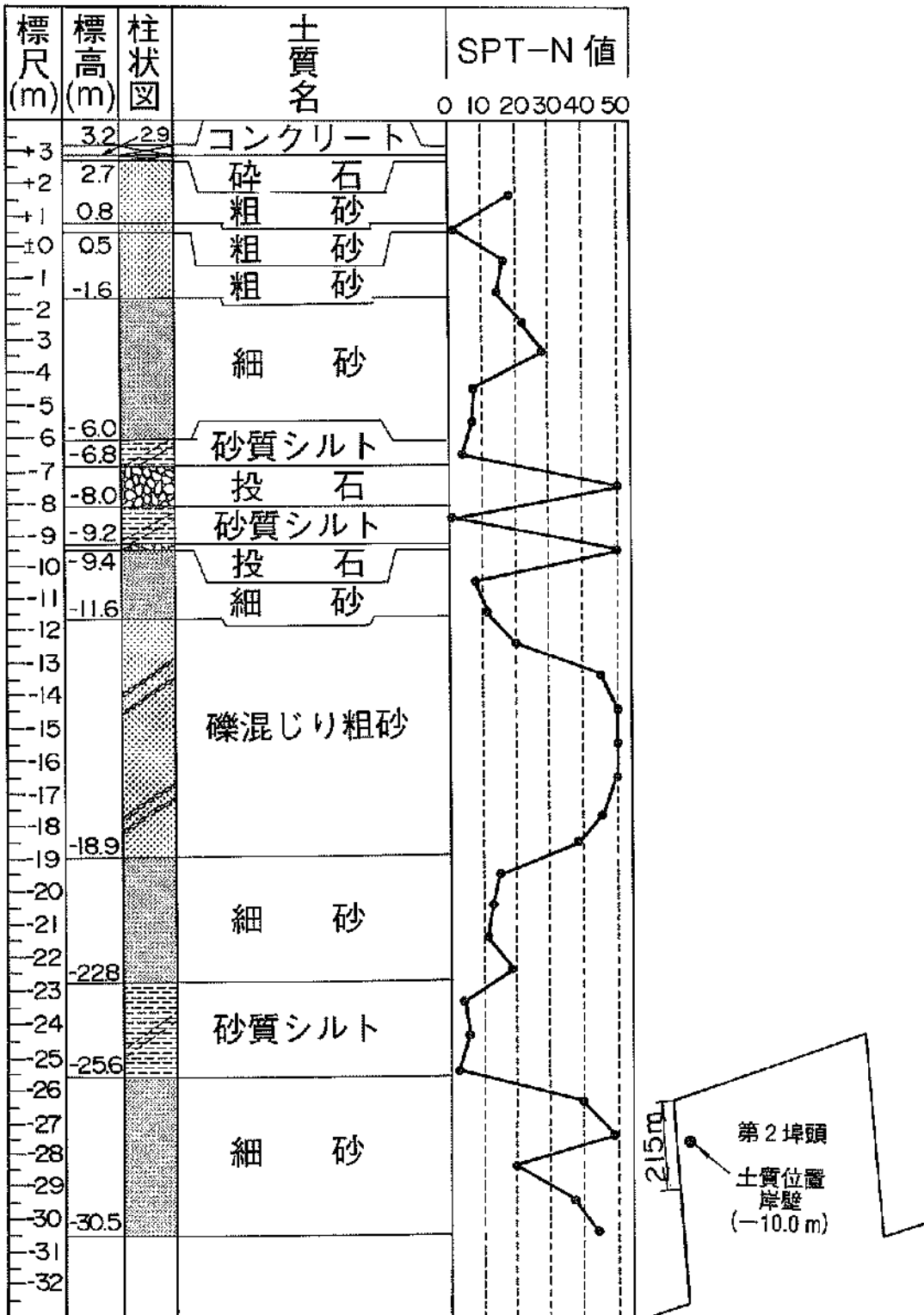
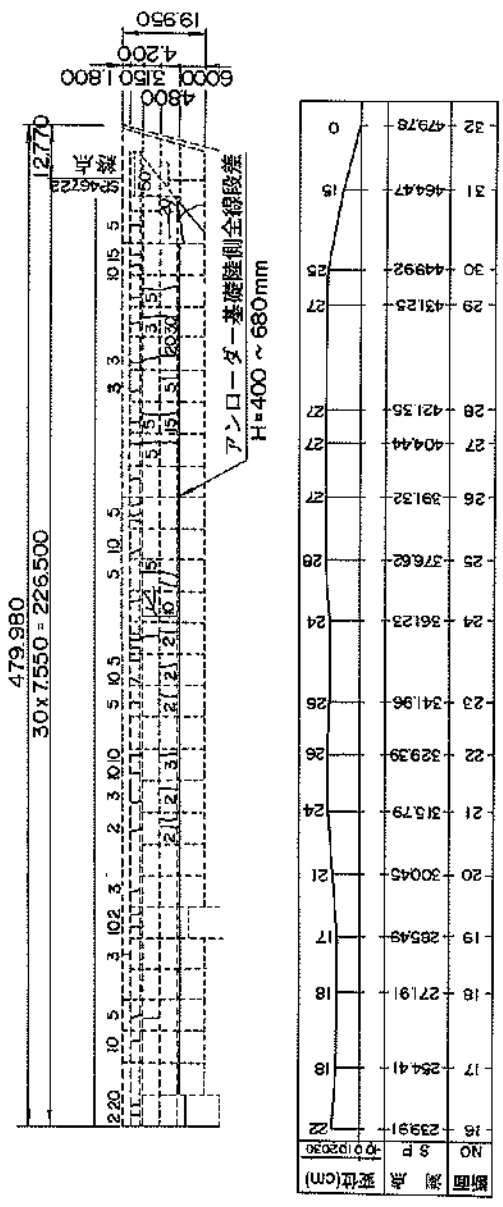
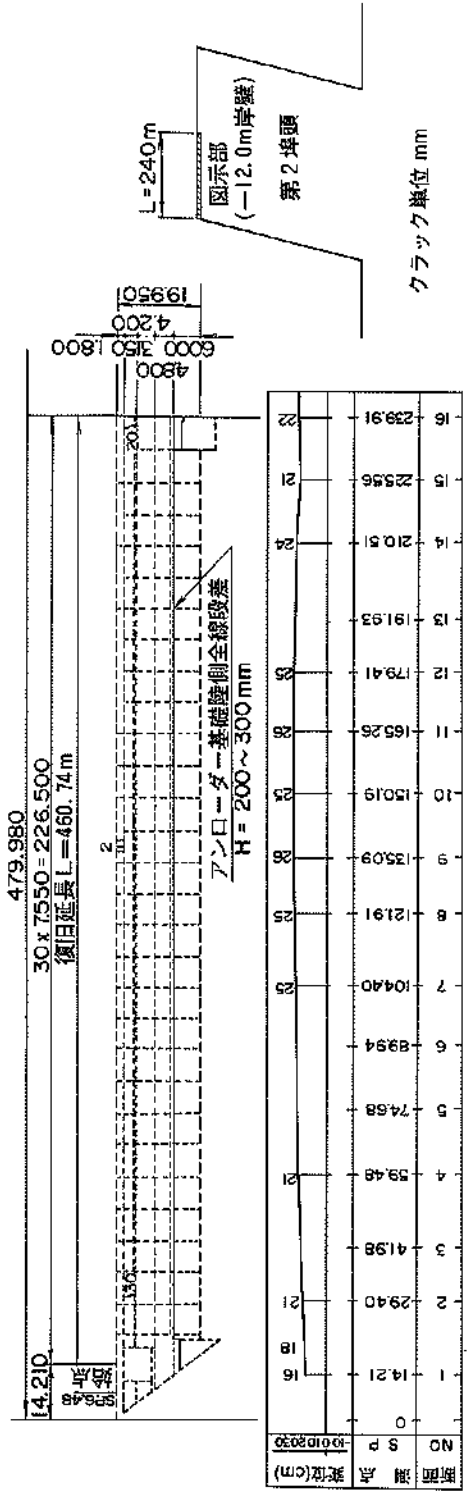
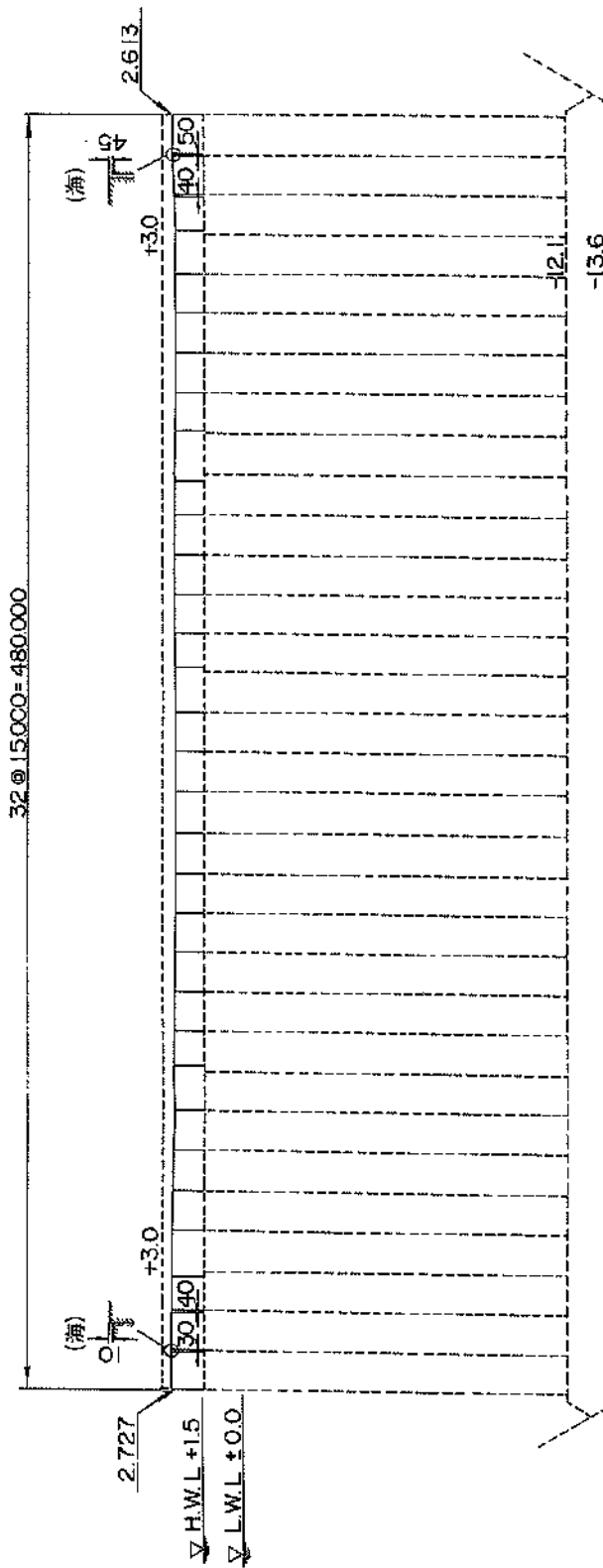


図-3.3.32 地盤条件 (第2埠頭地区, ③東側岸壁(-10.0m), 岸壁背後地盤)



図一3.3.33 被災状況平面図・法線方位図 (第2埠頭地区, ④・⑤南側岸壁 (-12.0m))



No.	距離	追加	竣工時	天候	距離	背	No.	断面の	
								高さ	位置
0	0.00	0.00	3	2.727	2.727	0.273			
1	14.21	14.21	3	2.715	2.729	0.283			
2	15.19	29.40	3	2.696	2.710	0.304			
3	12.58	41.98	3	2.671	2.672	0.329			
4	17.50	59.48	3	2.648	2.644	0.352			
5	15.20	74.68	3	2.636	2.646	0.364			
6	15.26	89.94	3	2.618	2.648	0.382			
7	14.46	104.40	3	2.578	2.599	0.422			
8	17.51	121.91	3	2.605	2.616	0.355			
9	13.18	135.09	3	2.593	2.601	0.407			
10	15.10	150.19	3	2.575	2.580	0.425			
11	15.07	165.26	3	2.563	2.570	0.437			
12	14.15	179.41	3	2.545	2.547	0.455			
13	12.52	191.93	3	2.540	2.545	0.460			
14	18.58	210.51	3	2.530	2.569	0.470			
15	15.05	225.56	3	2.524	2.537	0.466			
16	14.35	239.91	3	2.548	2.570	0.452			
17	14.50	254.41	3	2.576	2.603	0.424			
18	17.50	271.91	3	2.610	2.612	0.390			
19	13.98	285.89	3	2.618	2.618	0.382			
20	15.06	300.95	3	2.611	2.623	0.389			
21	15.04	315.99	3	2.603	2.623	0.397			
22	13.40	329.39	3	2.609	2.604	0.391			
23	12.57	341.96	3	2.607	2.585	0.393			
24	20.00	361.23	3	2.599	2.613	0.401			
25	14.99	376.22	3	2.559	2.586	0.441			
26	15.10	391.32	3	2.554	2.554	0.446			
27	13.12	404.44	3	2.555	2.565	0.445			
28	17.41	421.85	3	2.586		0.414			
29	15.00	436.85	3	2.598		0.402			
30	13.07	449.92	3	2.605		0.395			
31	14.55	464.47	3	2.622		0.378			
32	15.11	479.98	3	2.613		0.387			

図一3.3.34 縦断面図 (第2埠頭地区, ④・⑤南側岸壁(-12.0m))

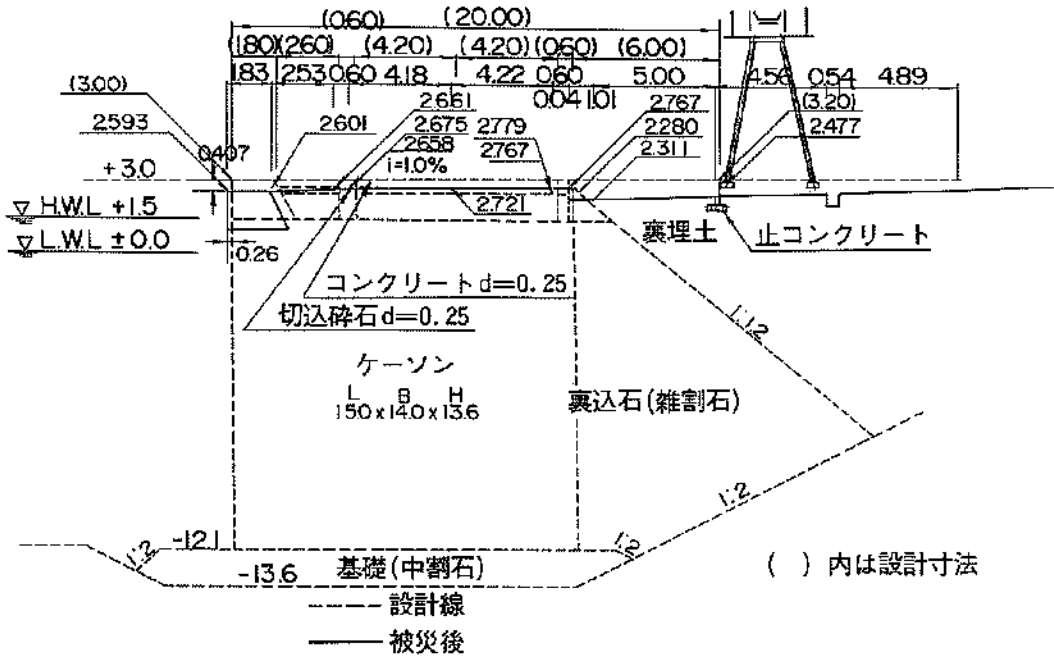
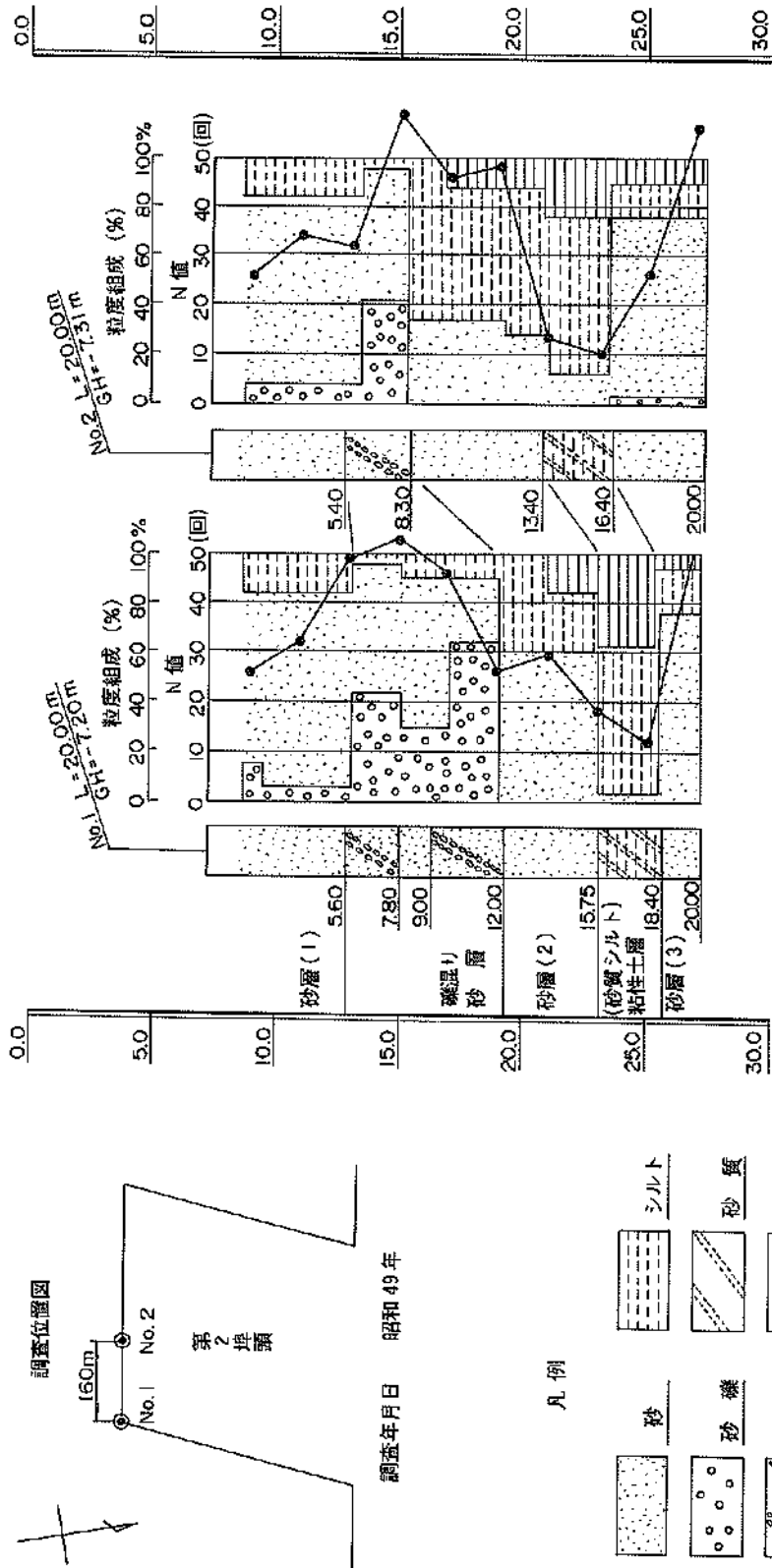
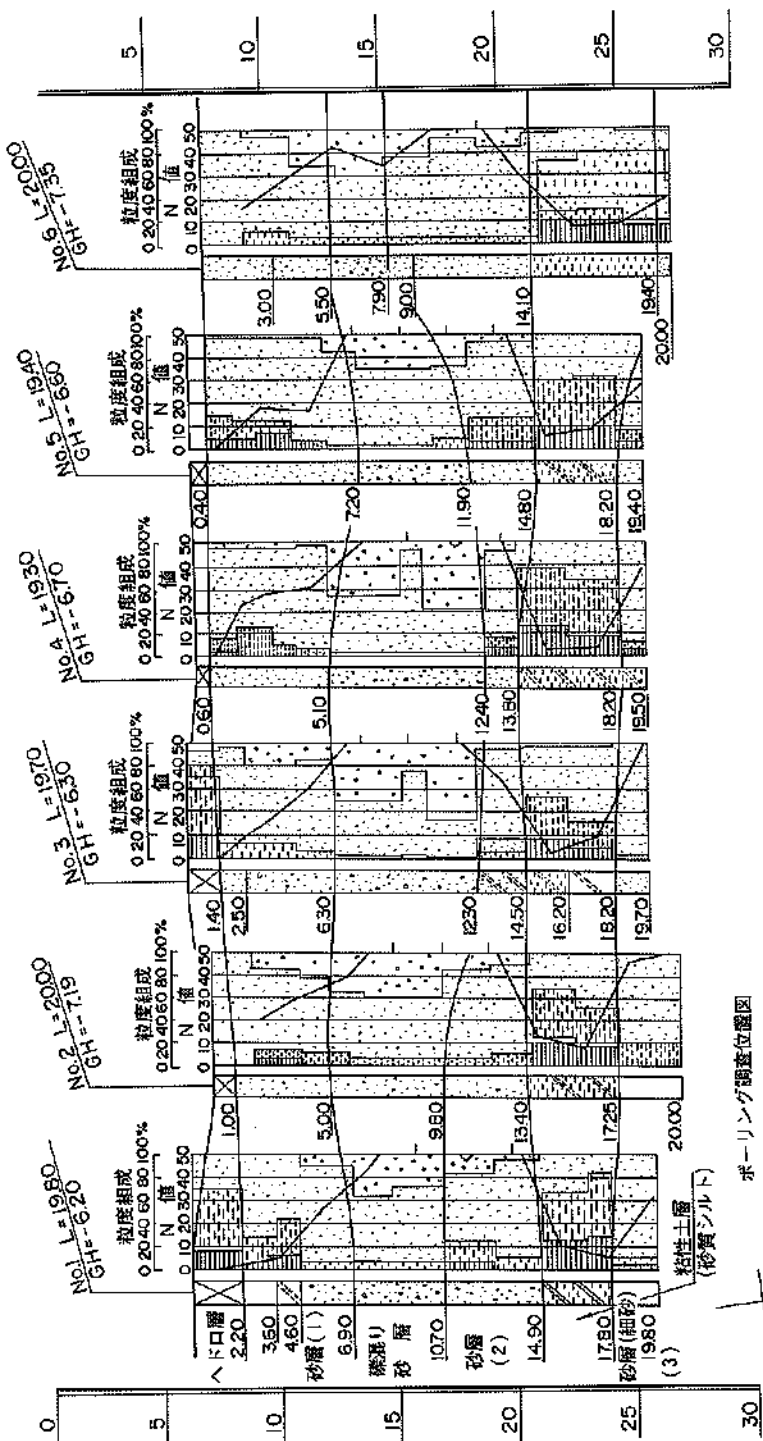


図-3.3.35 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ④・⑤南側岸壁(-12.0m))



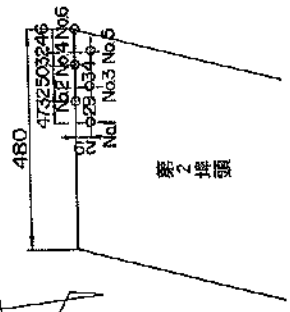
図一-3.3.36(a) 地盤条件 (第2埠頭地区, ④南側岸壁(-12.0m), 岸壁下部地盤)



凡例

- 粘土質
- 礫混り
- 砂質
- シルト質
- へり口
- 砂
- 砂礫
- シルト
- 粘土

ボーリング調査位置図



図—3.3.36(b) 地盤条件 (第2 球頭地区, ⑤南側岸壁 (—12.0m), 岸壁下部地盤)

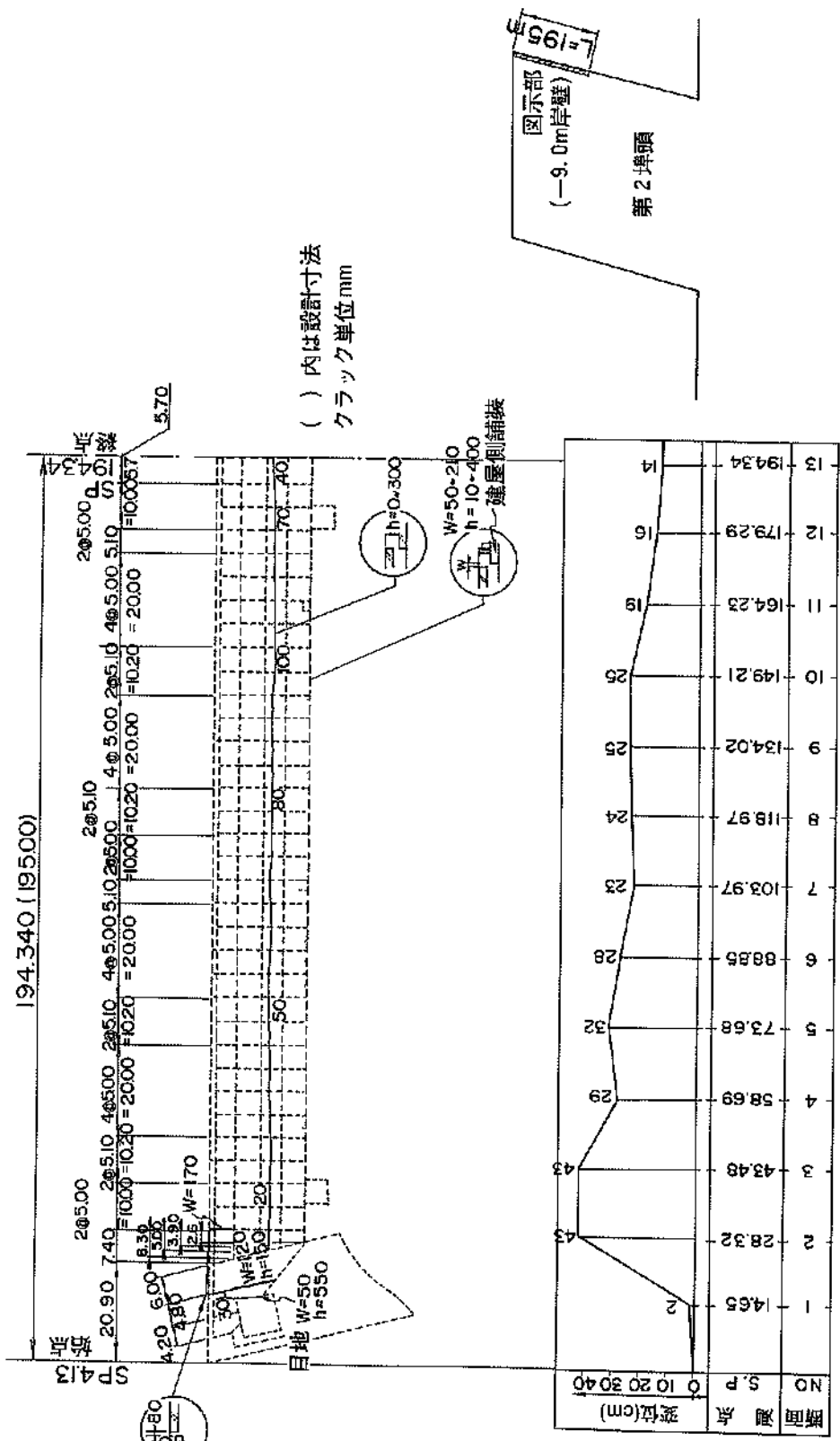
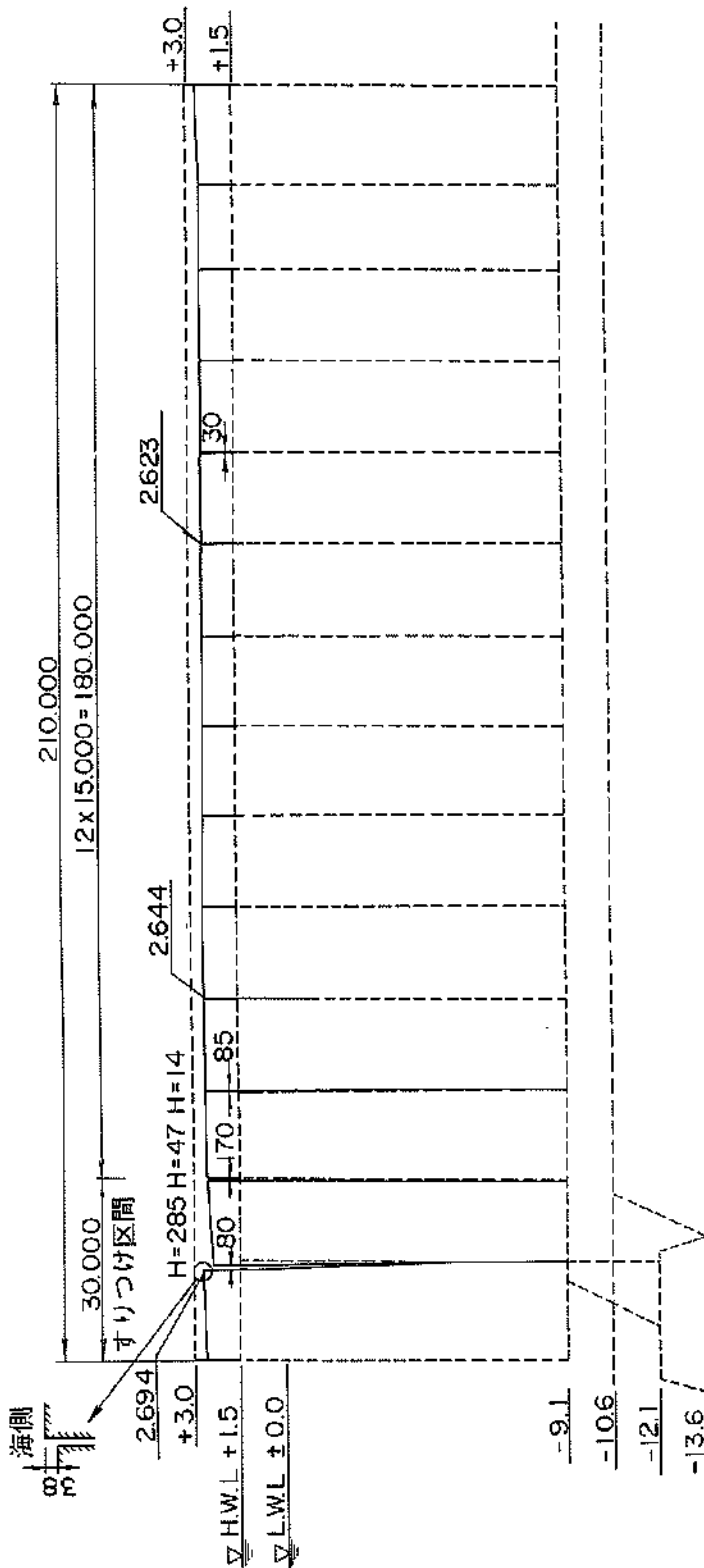


図-3.3.37 被災状況平面図・法線変位図(第2埠頭地区, ⑥西側岸壁(-9.0m))



測点 No.	距離	追加	竣工時	竣工後		上部工	前面の
				天端後	前面		
0	0.00	0.00	3	2.619	2.619	0.387	
-1	14.65	14.65	3	2.694	2.694	0.306	
	14.65	14.65	3	2.409	2.694	0.591	
-2	13.67	28.32	3	2.544	2.594	0.456	
	13.67	28.32	3	2.594	2.594	0.406	
-3	15.16	43.48	3	2.589	2.604	0.411	
	15.16	43.48	3	2.604	2.604	0.396	
-4	15.21	58.69	3	2.644	2.644	0.356	
-5	14.99	73.68	3	2.634	2.634	0.366	
-6	15.17	88.85	3	2.621	2.621	0.379	
-7	15.12	103.97	3	2.621	2.621	0.379	
-8	15.00	118.97	3	2.631	2.631	0.369	
-9	15.05	134.02	3	2.623	2.623	0.377	
-10	15.19	149.21	3	2.641	2.641	0.359	
-11	15.02	164.23	3	2.646	2.646	0.354	
-12	15.06	179.29	3	2.656	2.656	0.344	
-13	15.06	194.35	3	2.671	2.671	0.329	
-14	15.23	209.48	3	2.700	2.700	0.300	

図一3.3.28 縦断面図 (第2埠頭地区, ⑥西側岸壁 (-9.0m))

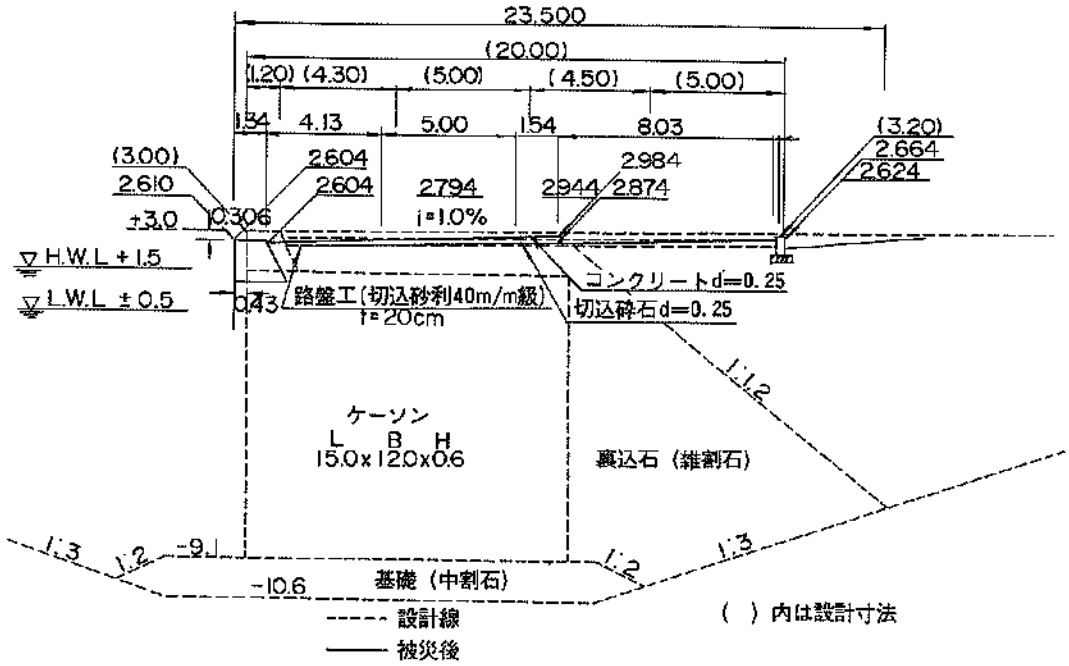
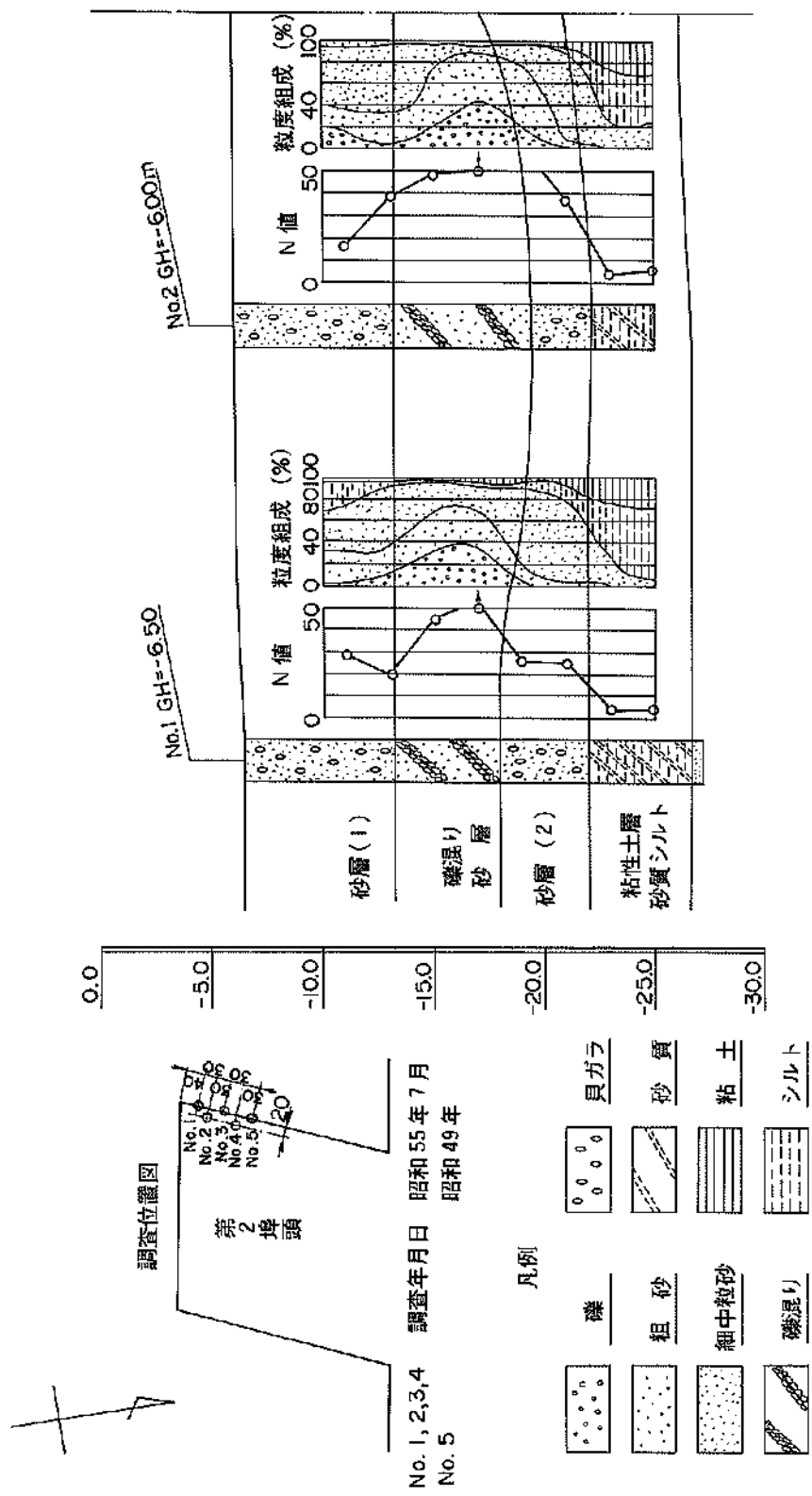
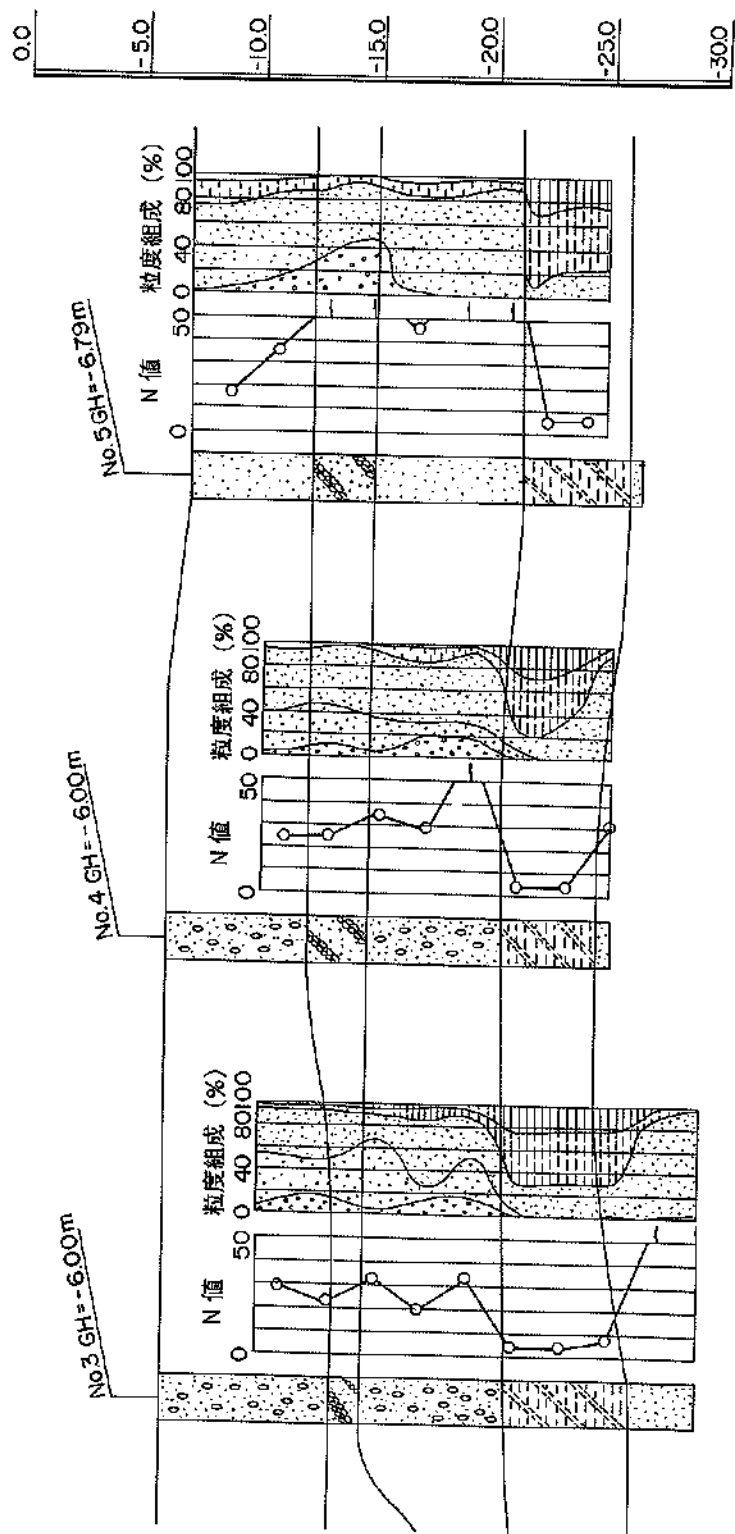


図-3.3.39 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ⑤西側岸壁(-9.0m))



図一3.3.40(a) 地盤条件 (第2埠頭地区, ⑥西側岸壁(-9.0m), 岸壁下部地盤)



图—3.3.40(b) 地盤条件 (第2埠頭地区, ⑤西側岸壁(-9.0m), 岸壁下部地盤) 西港区第3埠頭地区

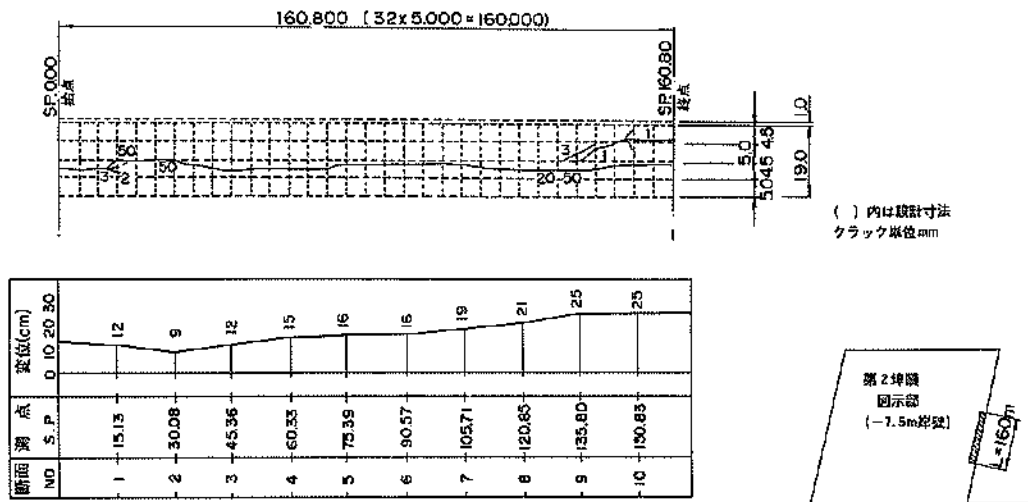


図-3.3.41 被災状況平面図・法線変位図 (第2埠頭地区, ⑦西側岸壁(-7.5m))

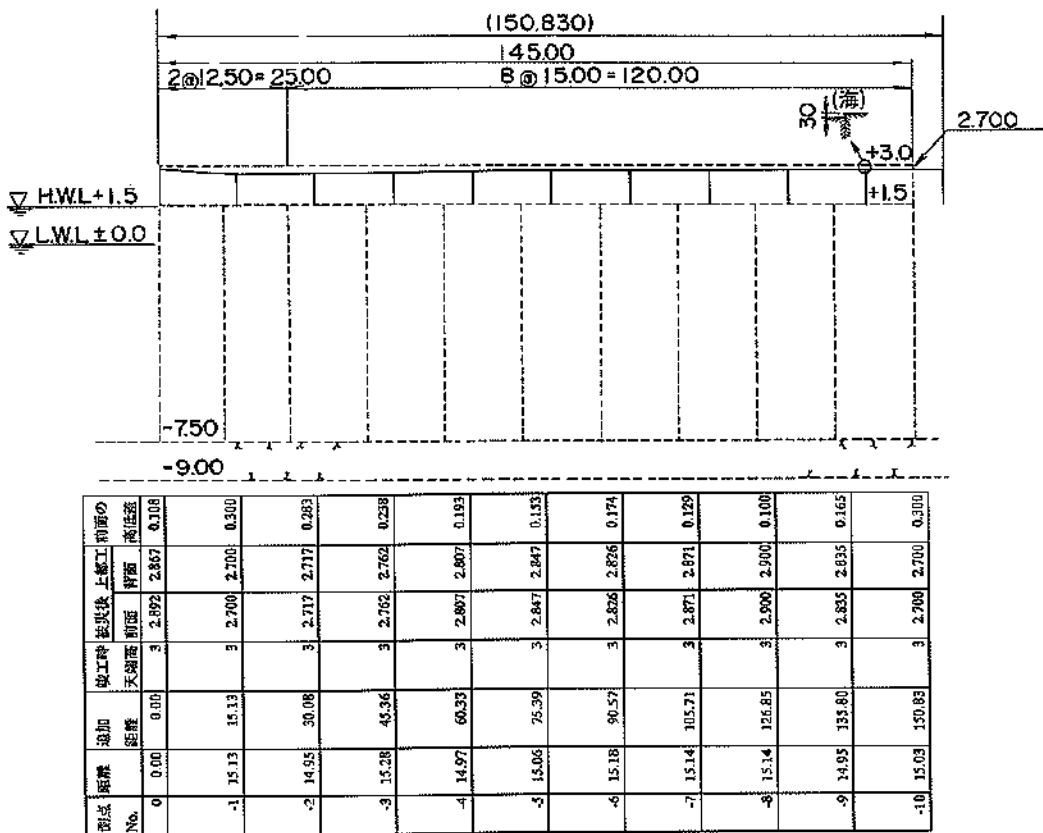
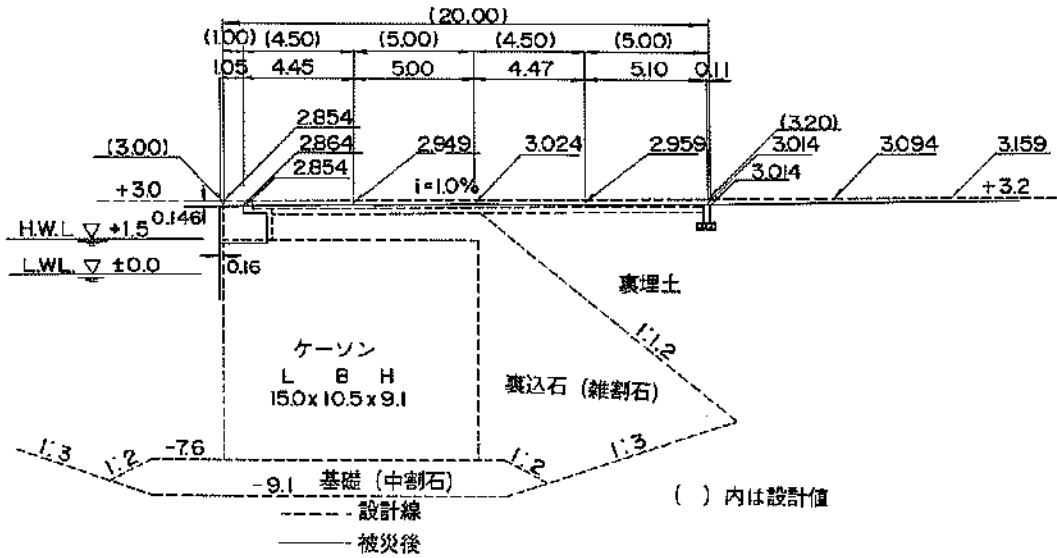
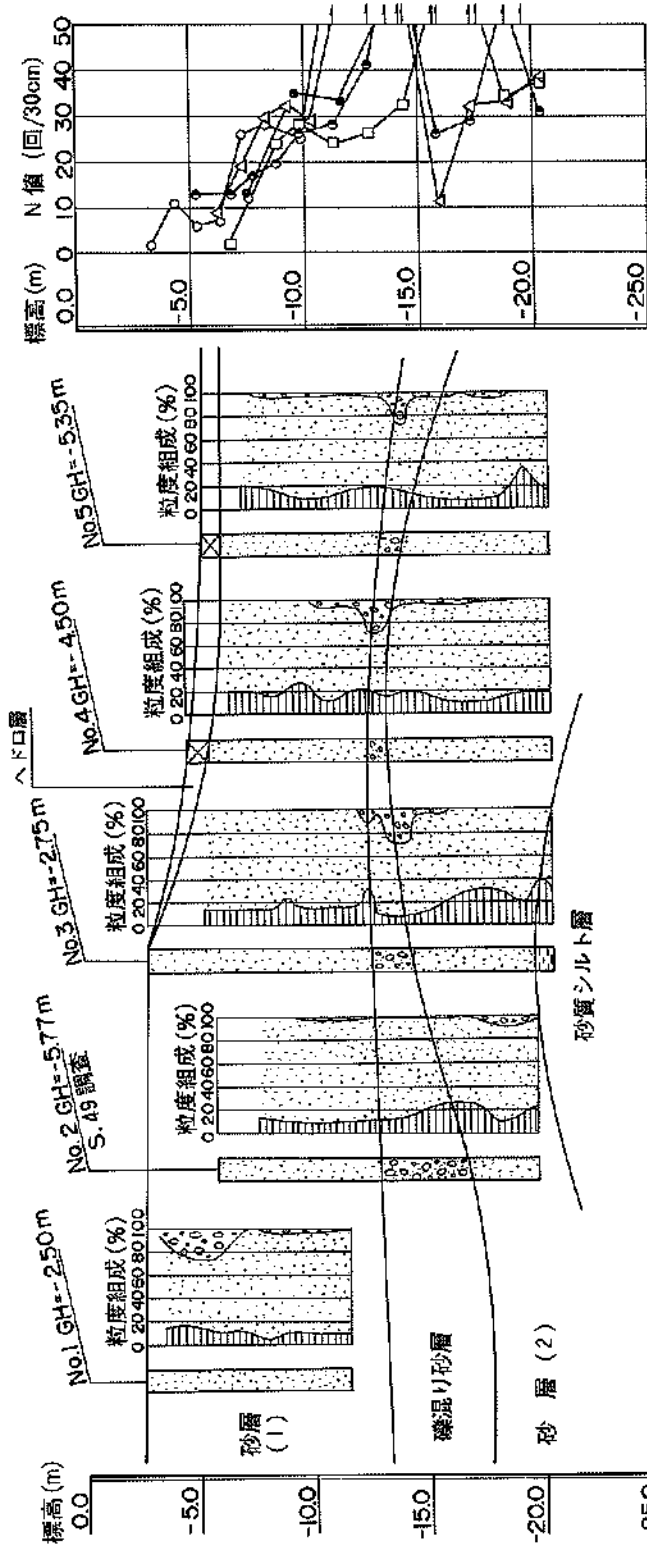


図-3.3.42 縦断面図 (第2埠頭地区, ⑦西側岸壁(-7.5m))

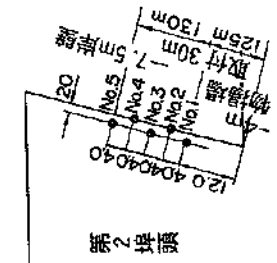


図—3.3.43 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ⑦西側岸壁(-7.5m))



- No.1
- No.2
- ◉ No.3
- △ No.4
- No.5

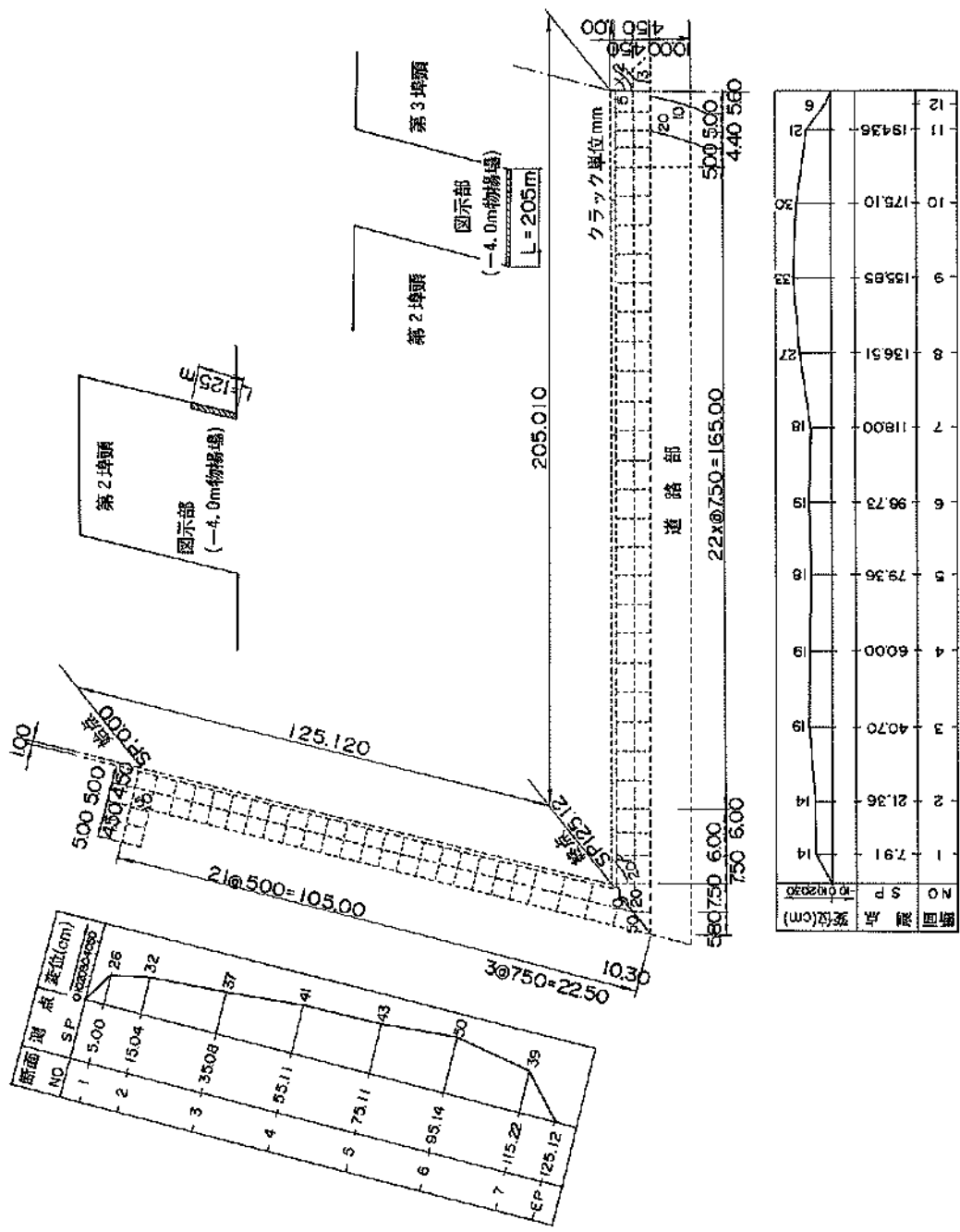
調査年月日
 No.1. 3. 4. 5 昭和55年2月
 No.2. 昭和49年



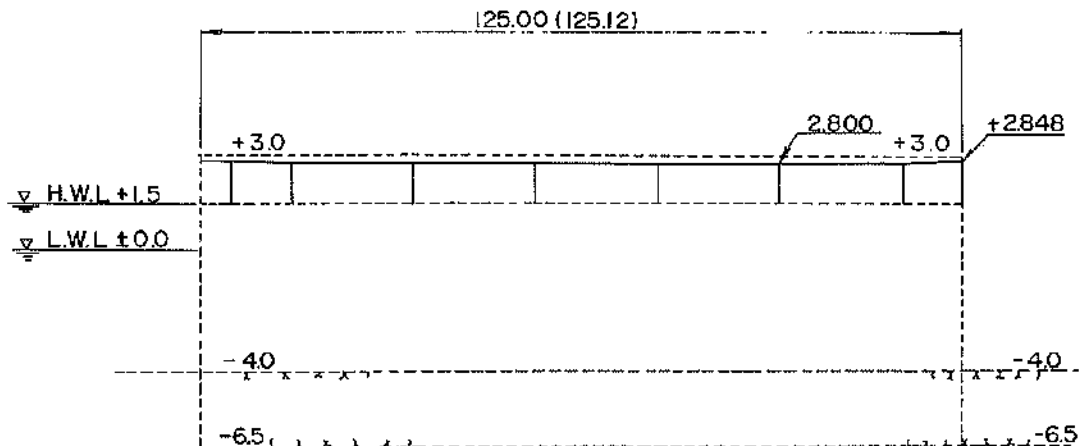
土質調査位置図

- 凡例
- ⊗ ヘドロ
 - 礫
 - 砂
 - ▨ シルト
 - ▨ シルト・粘土

図-3.3.44 地盤条件 (第2堤頭地区, ⑦西側岸壁(-7.5m), 岸壁下部地盤)



図一3.3.45 積災状況平面図・法線変位図 (第2埠頭地区, ⑨西側物揚場(-4.0m), ⑩物揚場(-4.0m))



測点 No.	距離	追加 距離	竣工時 天端高	被災後 前面	上部工 背面	前面の 高低差
0	0.00	0.00	3	2.892	2.867	0.108
-1	5.00	5.00	3	2.842	2.892	0.158
-2	10.04	15.04	3	2.832	2.891	0.168
-3	20.04	35.08	3	2.828	2.888	0.172
-4	20.03	55.11	3	2.814	2.839	0.185
-5	20.00	75.11	3	2.802	2.822	0.198
-6	20.03	95.14	3	2.800	2.785	0.200
-7	20.08	115.22	3	2.776	2.796	0.224
-8	9.90	125.12	3	2.848	2.848	0.152

図-3.3.46 縦断面図 (第2埠頭地区, ㊸西側物揚場(-4.0m))

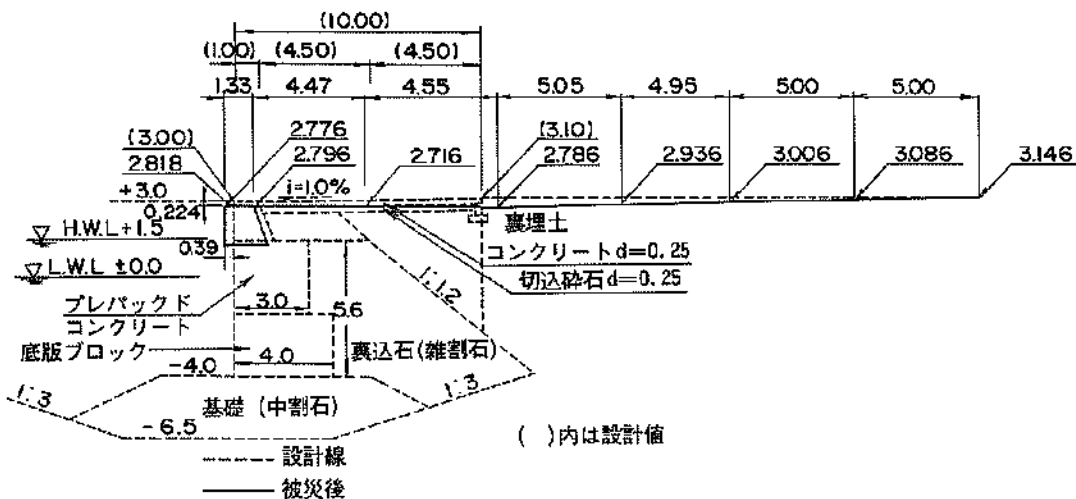
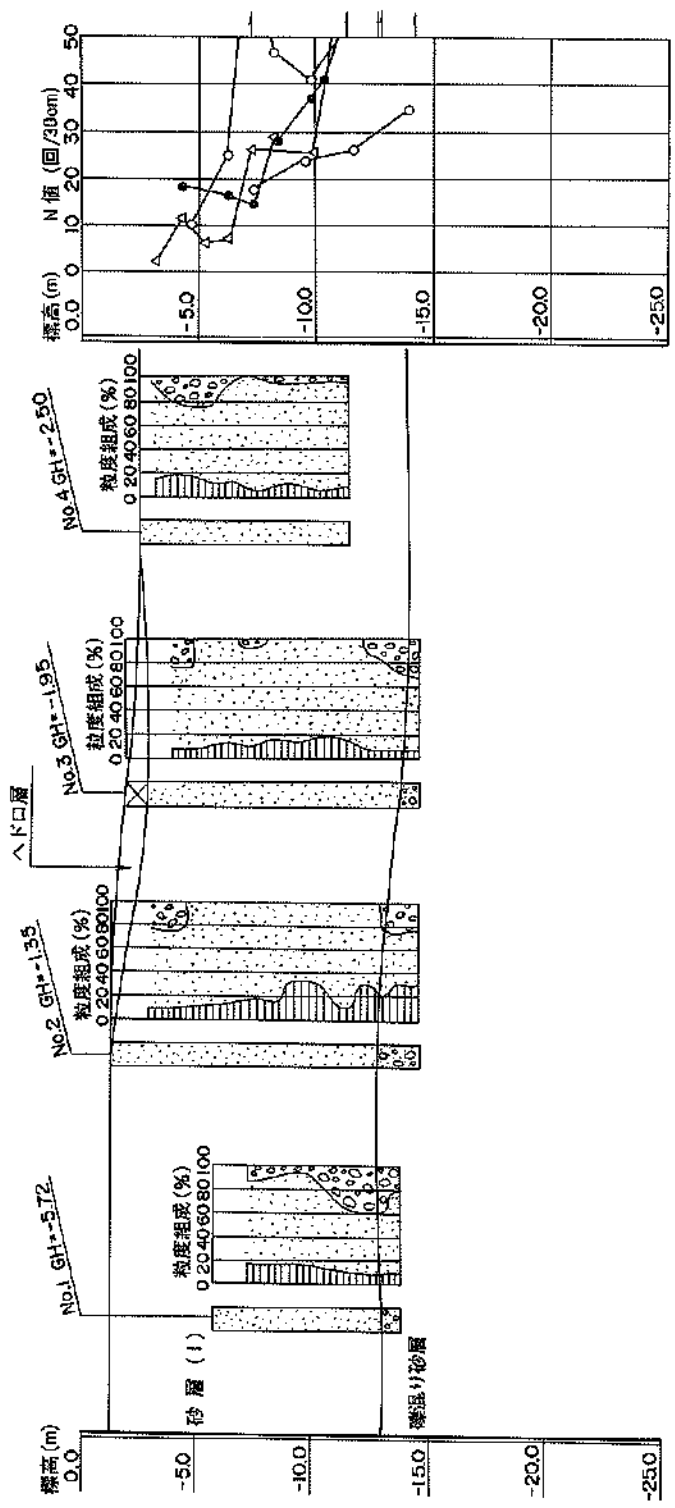
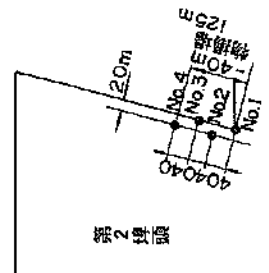


図-3.3.47 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ㊸西側物揚場(-4.0m))



- No.1
- No.2
- ◐ No.3
- △ No.4

土質調査位置図



調査年月日
No.1 昭和49年
No.2, 3, 4 昭和55年2月

凡例

- △F口
- 砂
- 礫
- シルト・粘土

図-3.3.48 地盤条件 (第2埠頭地区, ⑤西側物揚場 (-4.0m), 物揚場下部地盤)

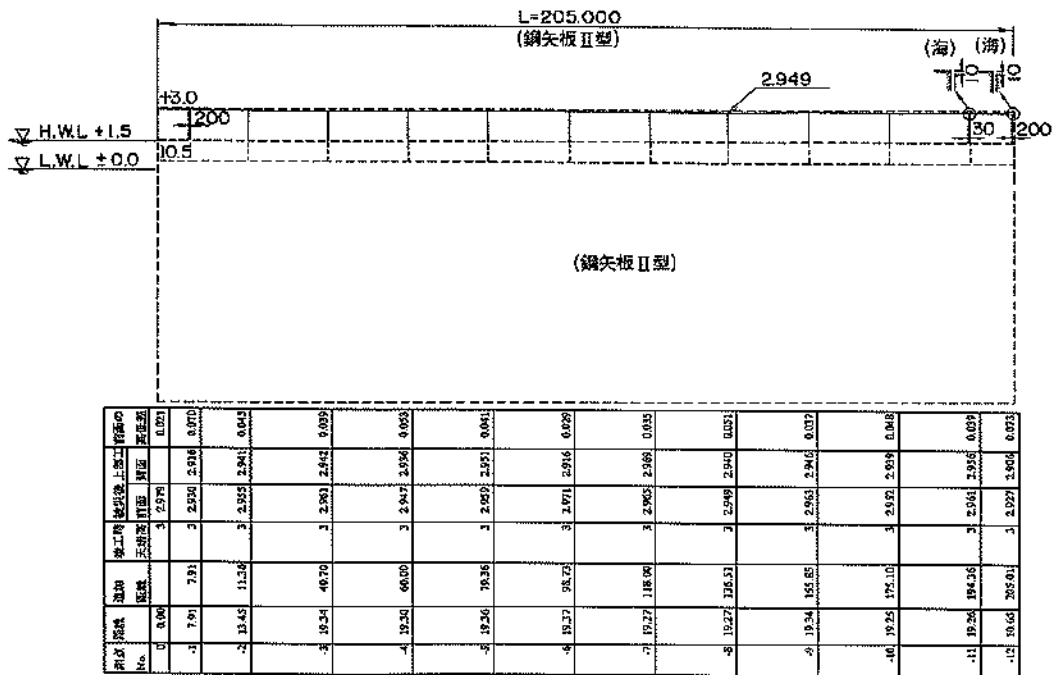


図-3.3.49 縦断面図 (第2埠頭地区, ㊸物揚場(-4.0m))

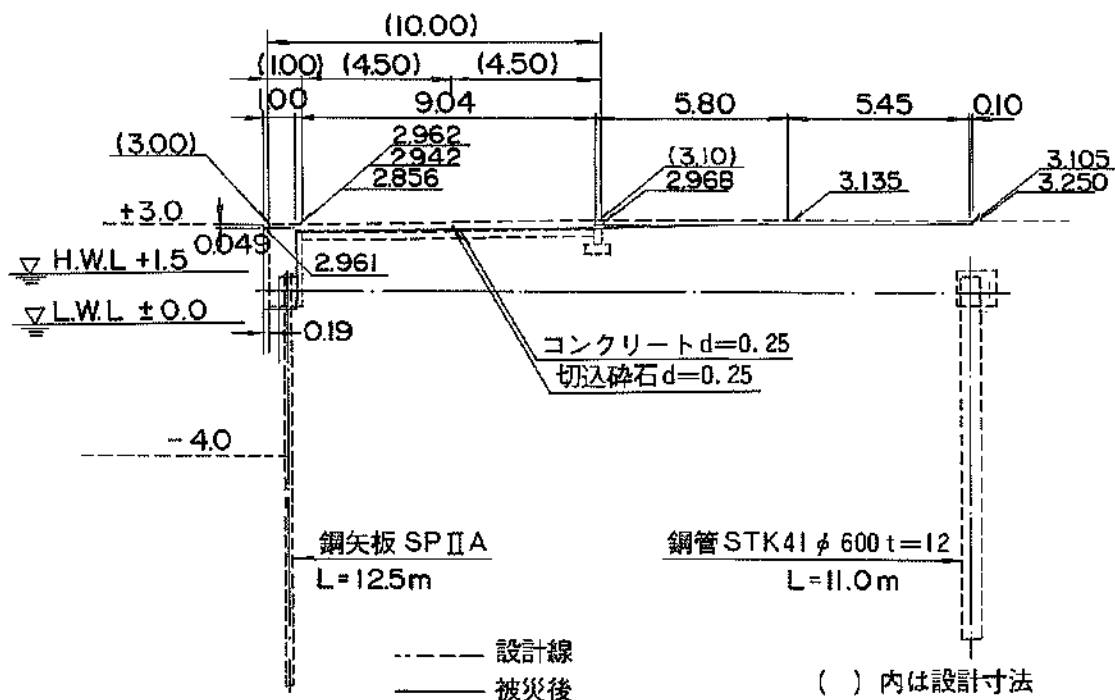
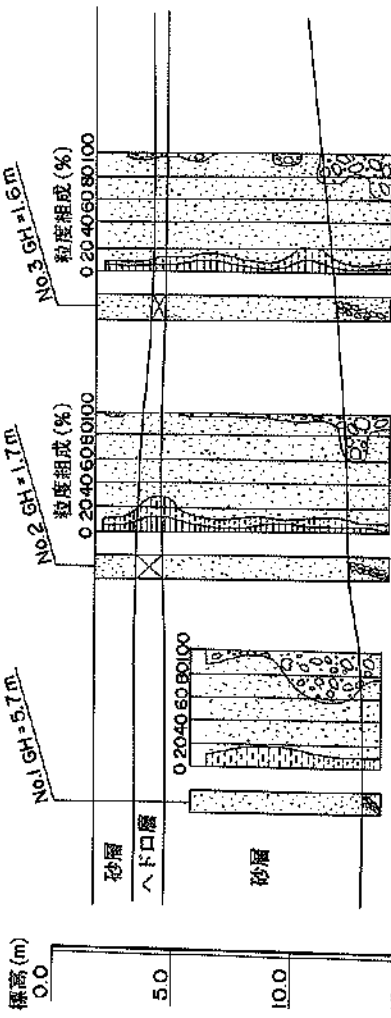
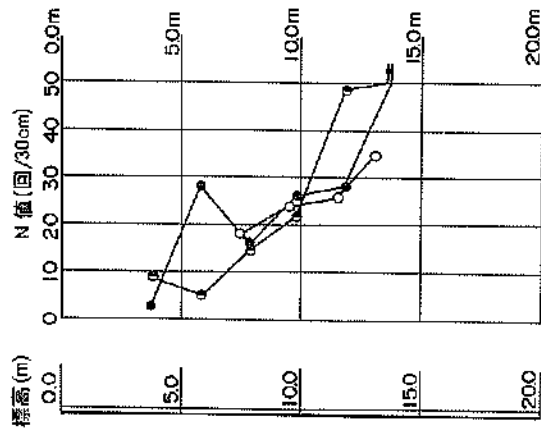


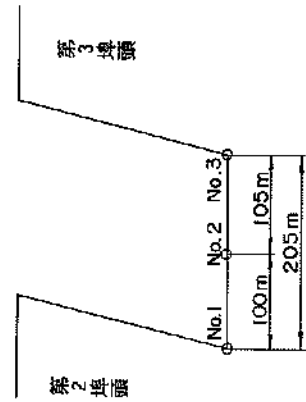
図-3.3.50 標準断面図・被災変形図 (第2埠頭地区, ㊸物揚場(-4.0m))



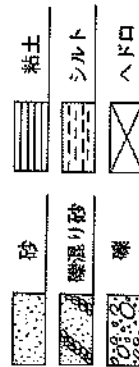
○—○ No. 1
●—● No. 2
◐—◐ No. 3

調査年月日
No. 1 昭和49年
No. 2. 3 昭和56年 7月

土質調査位置図



凡例



図—3.3.5.1 地盤条件 (第2埠頭地区, ①物揚場(-4.0m), 物揚場下部地盤)

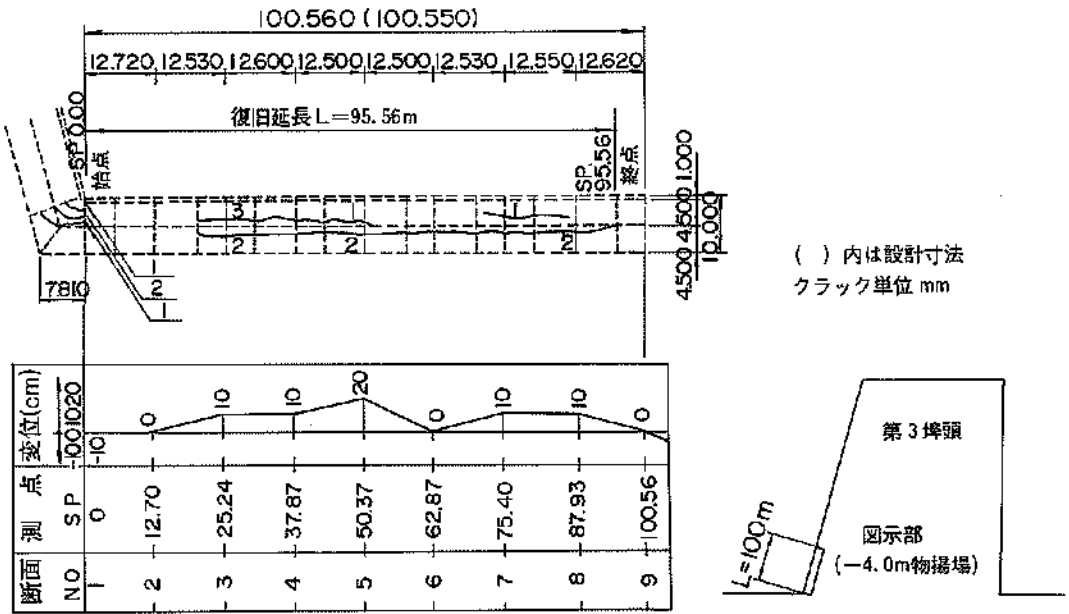
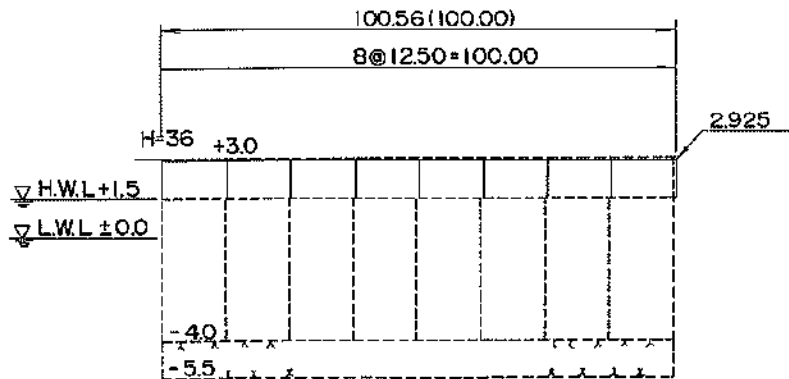


図-3.3.52 被災状況平面図・法線変位図 (第3埠頭地区, ①東側物揚場(-4.0m))



測点 No.	距離	竣工期 天始前	竣工時 天始前	上層工 管面	前面の高位置	
					竣工時	前面
1	0.00	0.00	3	2.927	2.906	0.023
2	12.70	12.70	3	2.944	2.919	0.056
3	25.44	25.24	3	2.925	2.937	0.015
4	38.15	37.87	3	2.921	2.925	0.070
5	50.85	50.37	3	2.915	2.935	0.085
6	63.55	62.87	3	2.930	2.939	0.070
7	76.25	75.40	3	2.925	2.955	0.015
8	88.95	87.93	3	2.990	2.955	0.070
9	101.65	100.56	3	2.925	2.929	0.015

図-3.3.53 縦断面図 (第3埠頭地区, ①東側物揚場(-4.0m))

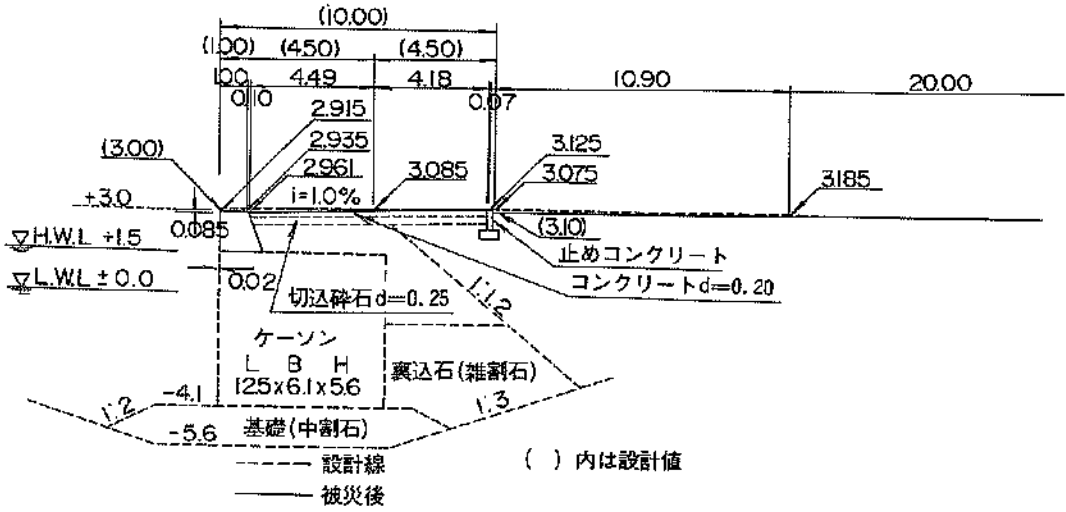
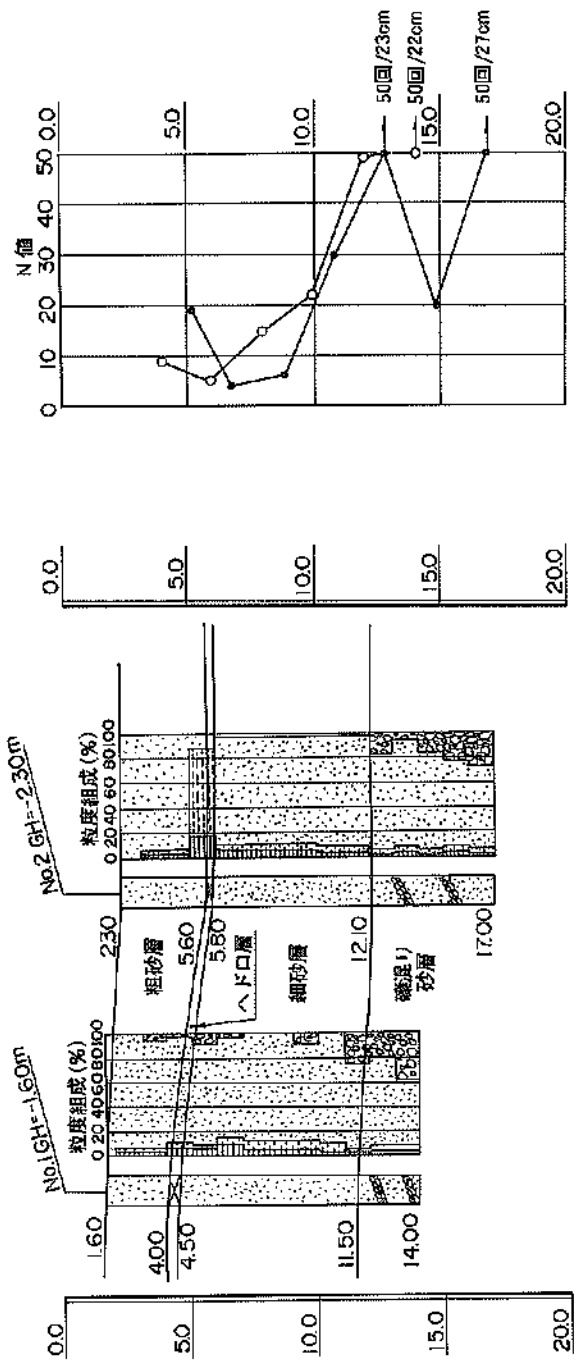


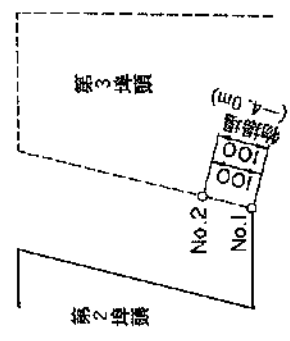
図-3.3.54 標準断面図・被災断面図 (第3埠頭地区, ①東側物揚場(-4.0m))



○—○ No. 1
●—● No. 2



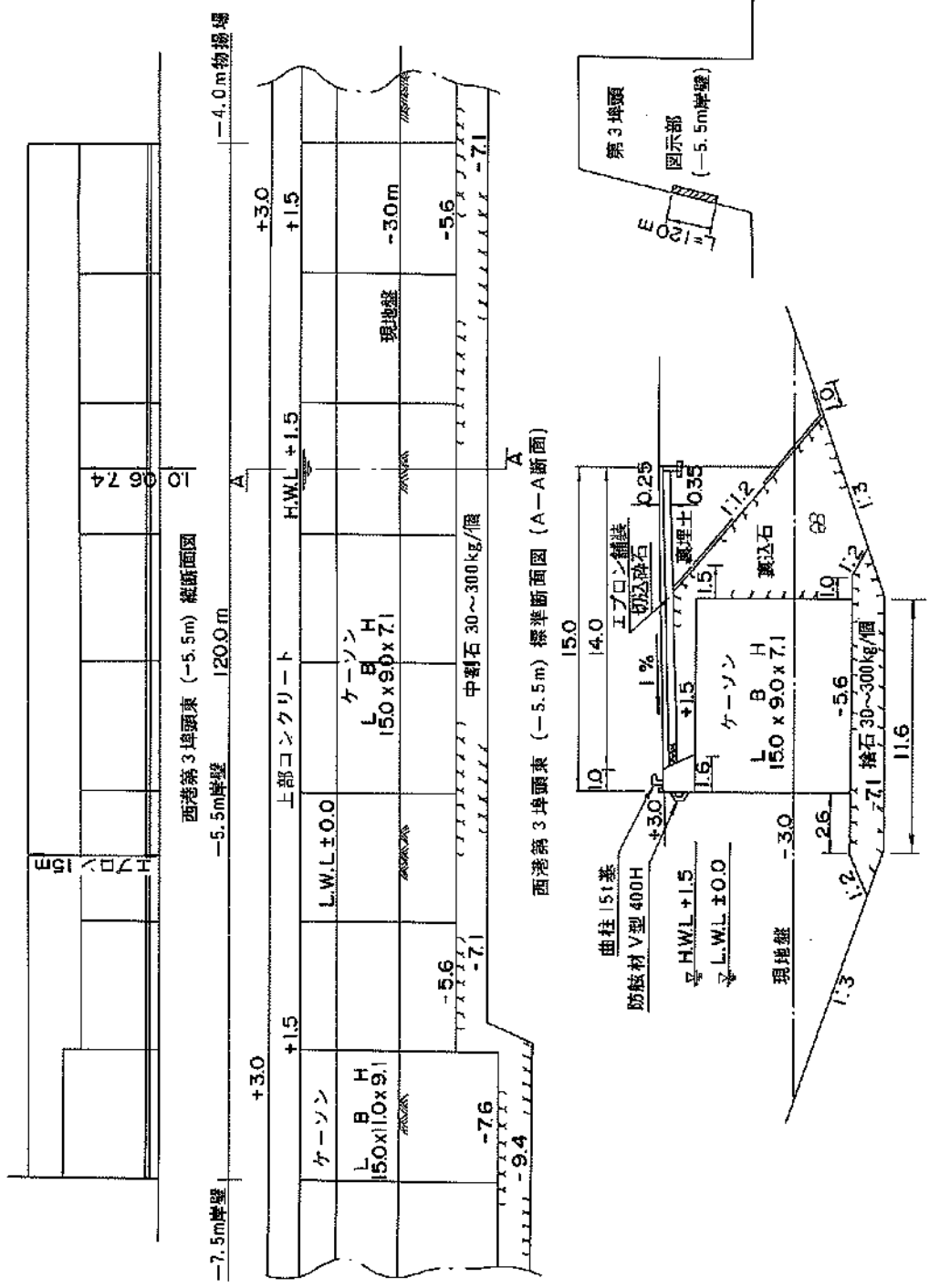
調査位置図



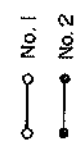
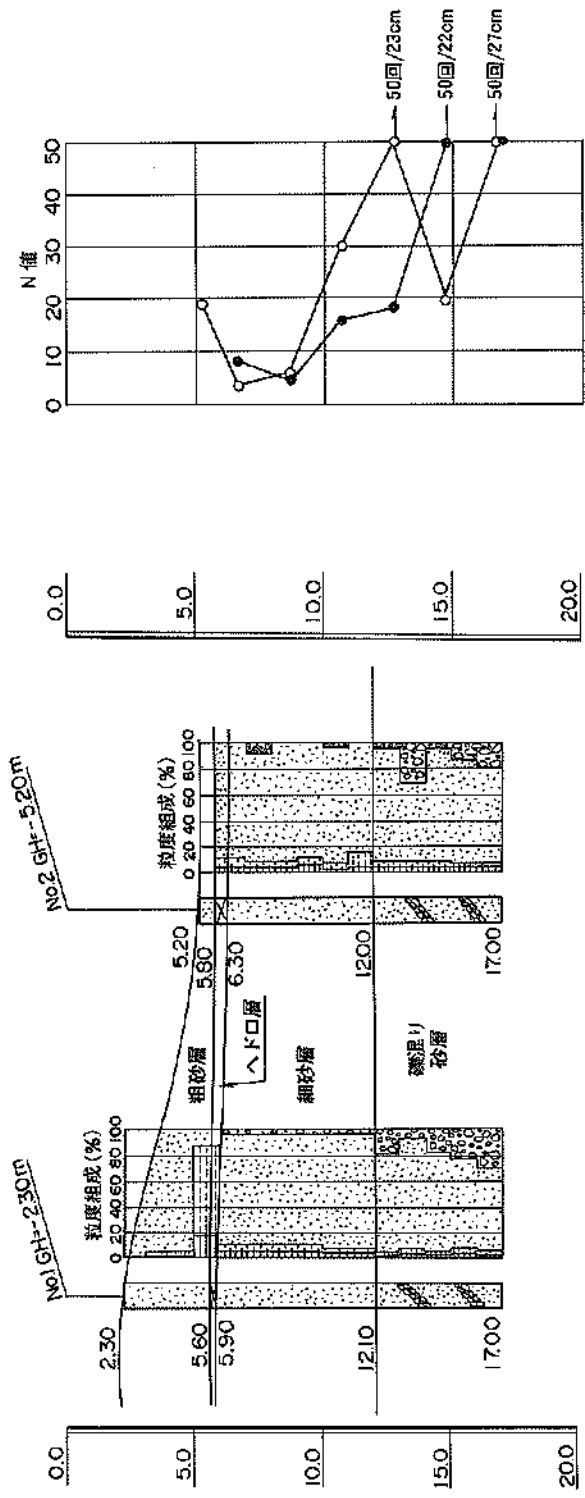
凡例

- 粘土
- シルト
- 砂
- 礫
- へドロ
- 礫混り
- 礫混り

图—3.3.55 地盤条件 (第3埠頭地区, ①東側物揚場(-4.0m), 物揚場下部地盤)



図一3.3.56 平面図・標準断面図 (第3埠頭地区, ②求制岸壁 (-5.5m))



調査位置図

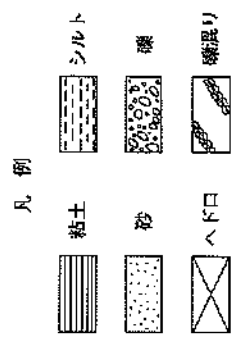
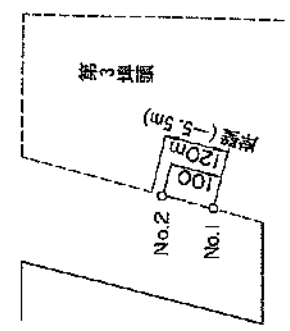
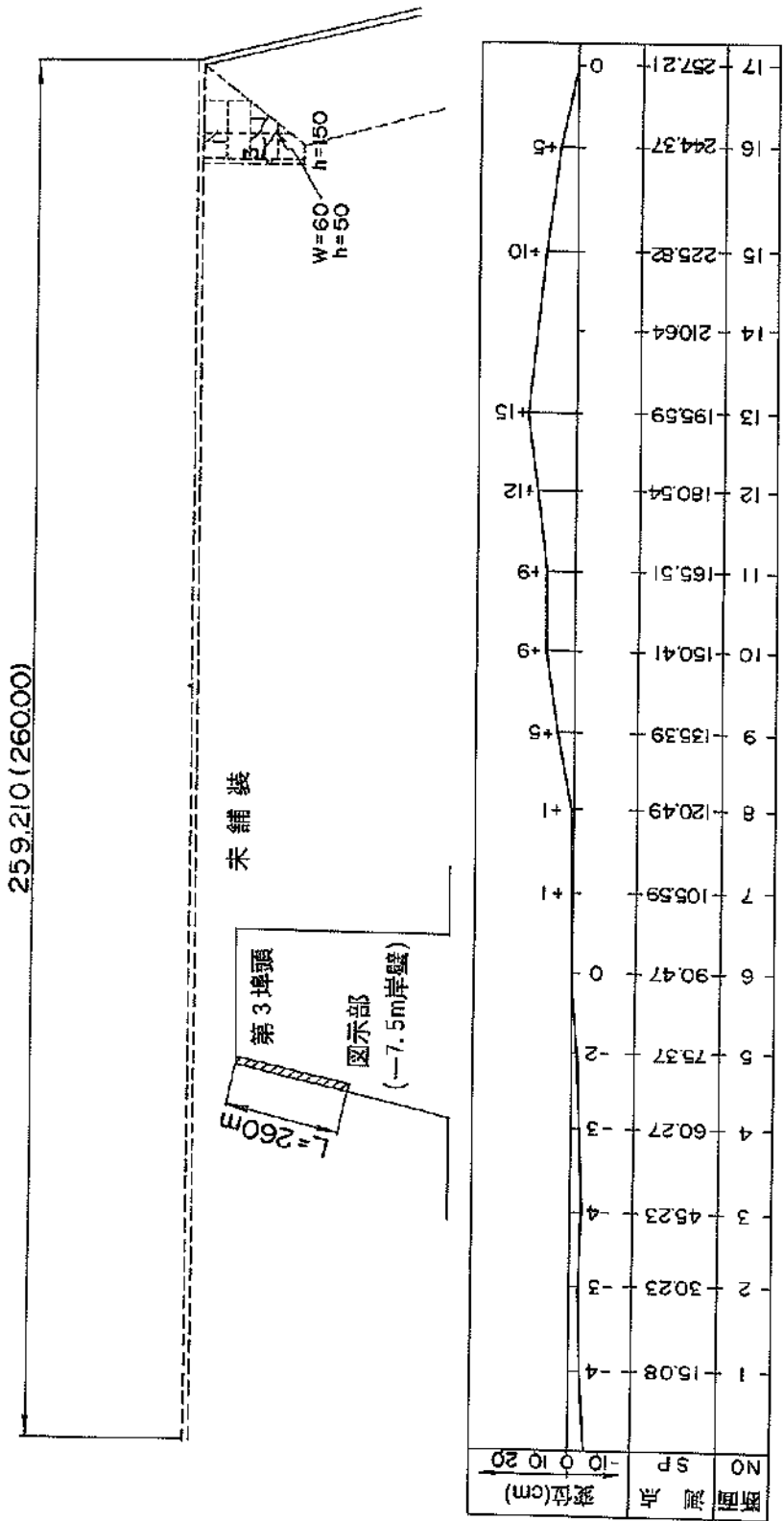
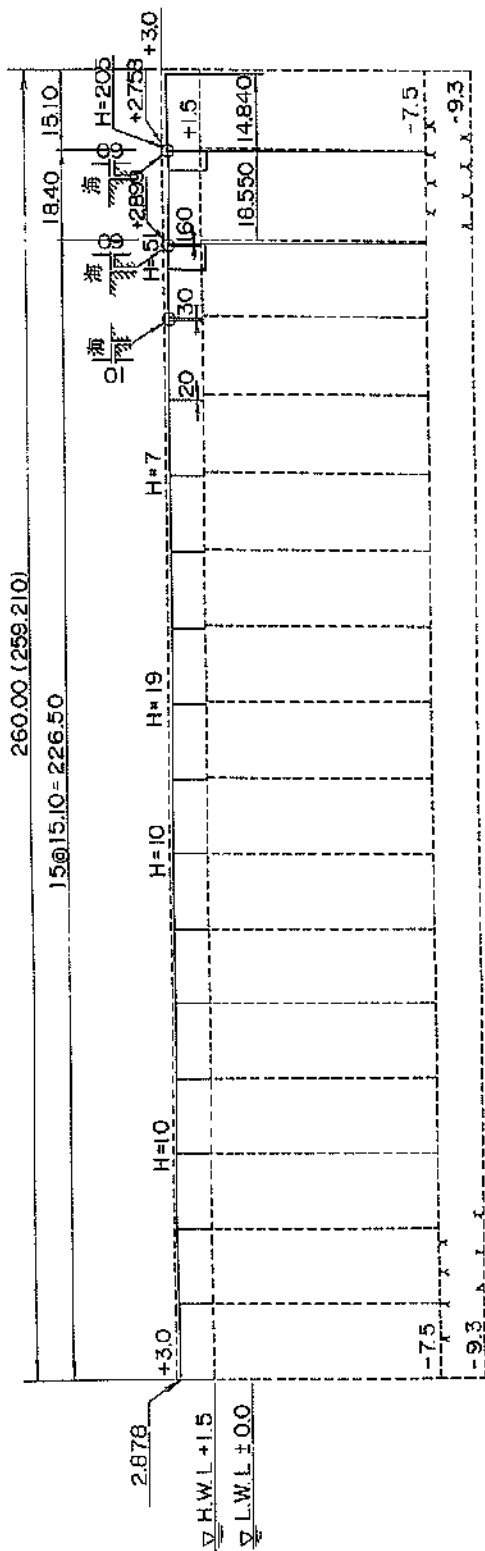


図-3.3.57 地盤条件 (第3堤頭地区, ②東側岸壁(-5.5m), 岸壁下部地盤)



图—3.3.58 被災状況平面図・法線変位図 (第3埠頭地区, ⑤・④東側岸壁(-7.5m))



測点 No.	断面 No.	追加 距離	竣工時 天端高	竣工後 前面	上部工 前面	断面②	
						高さ	面積
0	0.00	0.00	3	2.878	2.883	0.122	
1	15.08	15.08	3	2.872	2.879	0.128	
2	15.05	30.13	3	2.887	2.887	0.133	
3	15.10	45.23	3	2.896	2.891	0.104	
4	15.04	60.27	3	2.892	2.888	0.108	
5	15.10	75.37	3	2.873	2.873	0.127	
6	15.10	90.47	3	2.863	2.867	0.137	
7	15.12	105.59	3	2.863	2.858	0.137	
8	14.90	120.69	3	2.852	2.862	0.148	
9	14.90	135.99	3	2.857	2.862	0.143	
10	15.02	150.43	3	2.865	2.858	0.135	
11	15.01	165.51	3	2.878	2.869	0.122	
12	15.03	180.54	3	2.872	2.869	0.128	
13	15.05	195.59	3	2.869	2.869	0.131	
14	15.05	210.64	3	2.899	2.874	0.101	
15	15.18	225.82	3	2.899	2.899	0.101	
16	18.55	244.37	3	2.758	2.755	0.242	
17	14.84	259.21	3	2.898	2.898	0.102	

図—3.3.56 総断面図 (第3埠頭地区, ③・④東側岸壁(—7.5m))

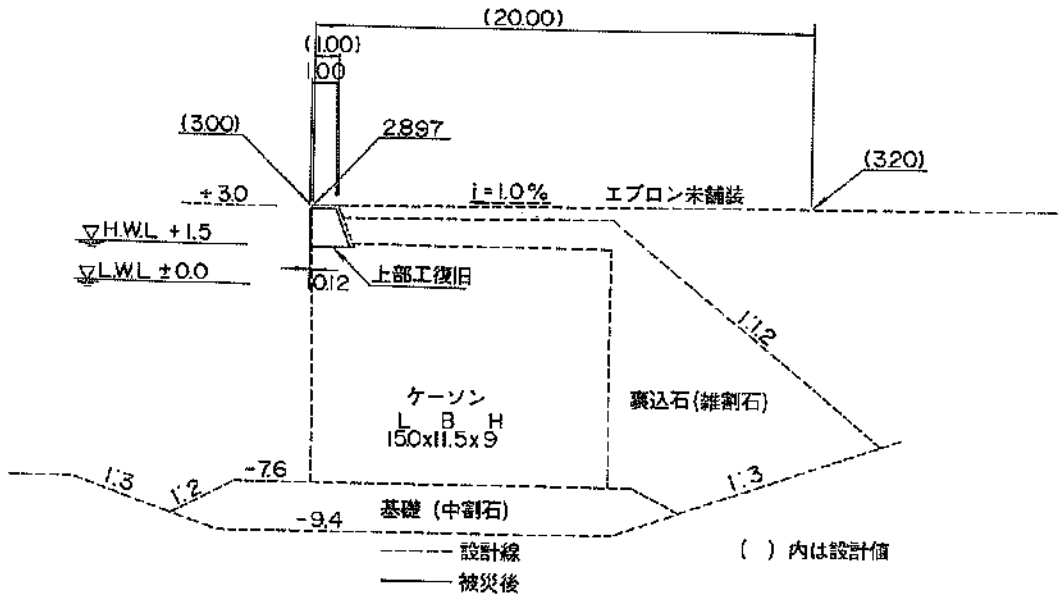


図-3.3.60 標準断面図・被災変形図 (第3埠頭地区, ③東側岸壁(-7.5m))

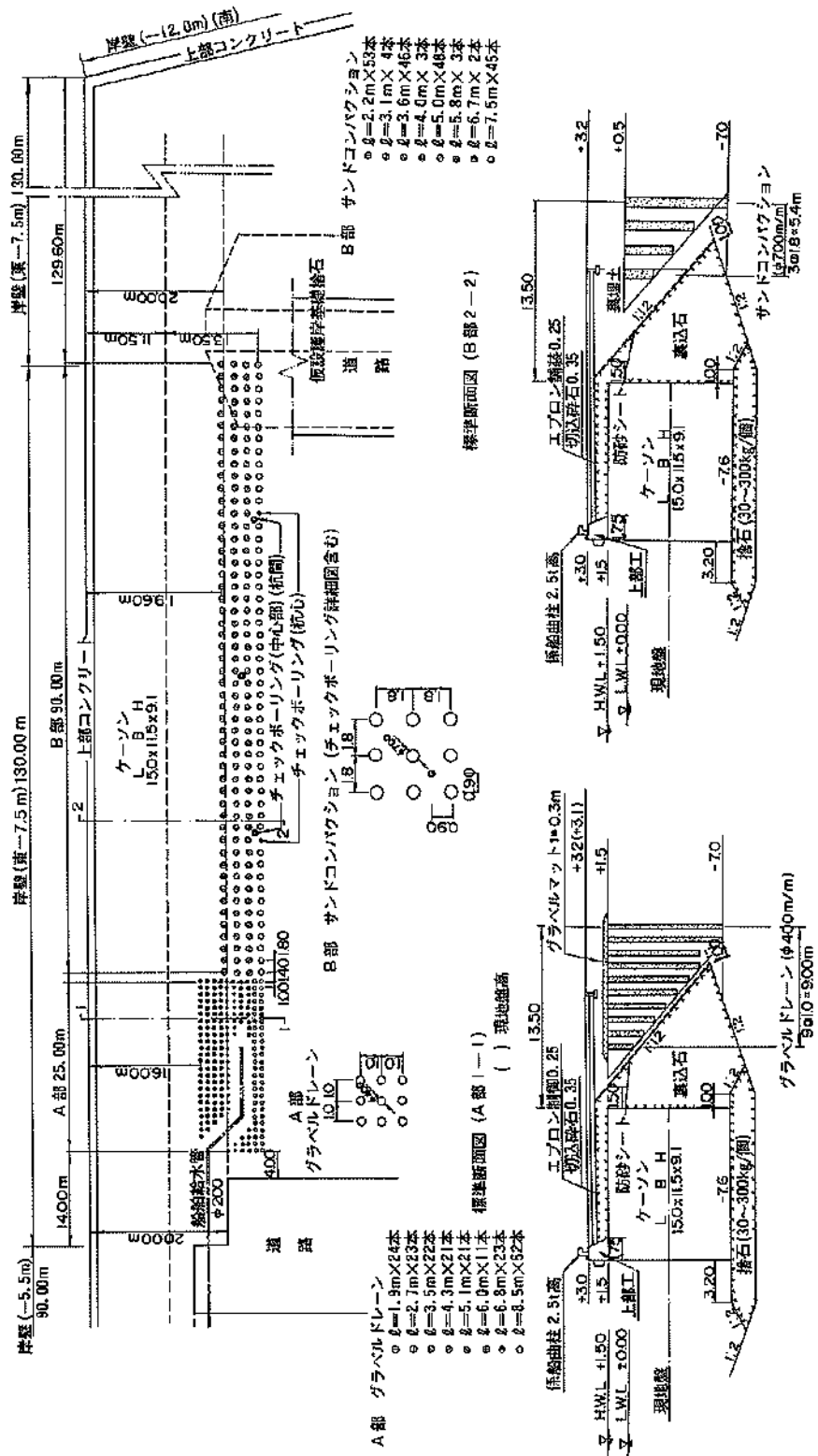
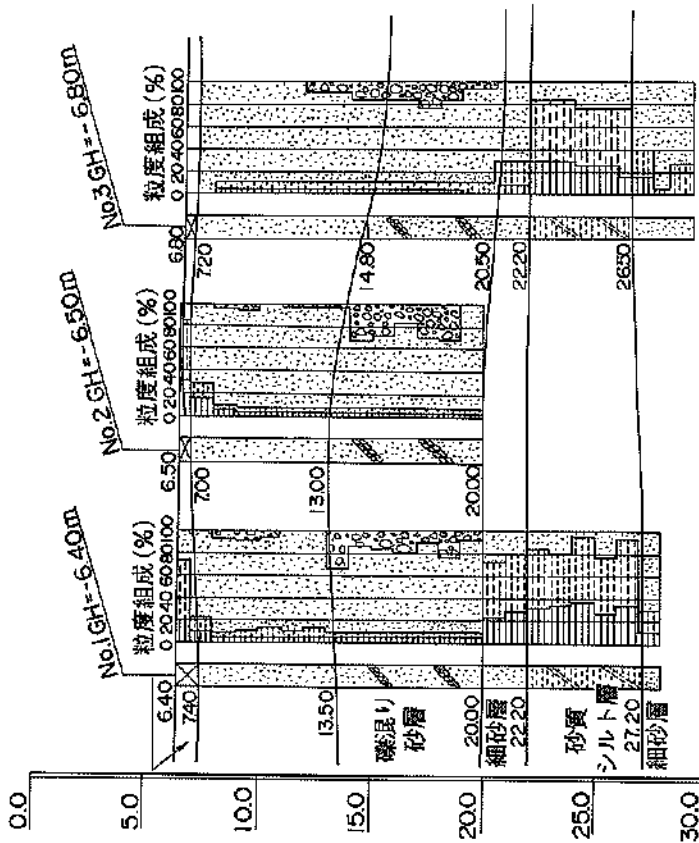
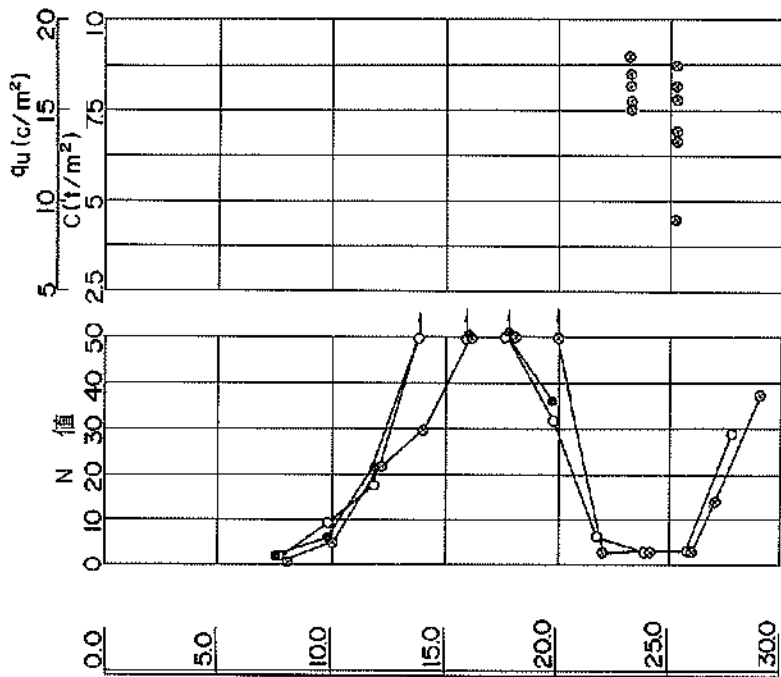
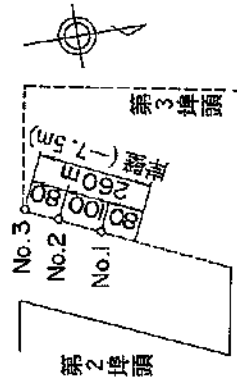


図-3.3.61 液状化対策平面図・断面図 (第3埠頭地区, ③東郷岸壁(第一7.5m))



調査位置



- 凡例
- 粘土 (Clay)
 - 砂 (Sand)
 - へドロ (Silt)
 - 砂質 (Sandy)
 - シルト (Silt)
 - 礫 (Gravel)
 - 礫混り (Gravel mixed)

図一3.3.62 地盤条件 (第3埠頭地区、③・④取削岸壁(-7.5m)、岸壁下部地盤)

-7.5 m 岸壁

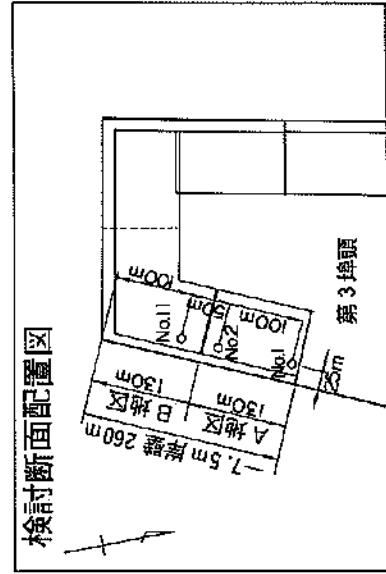
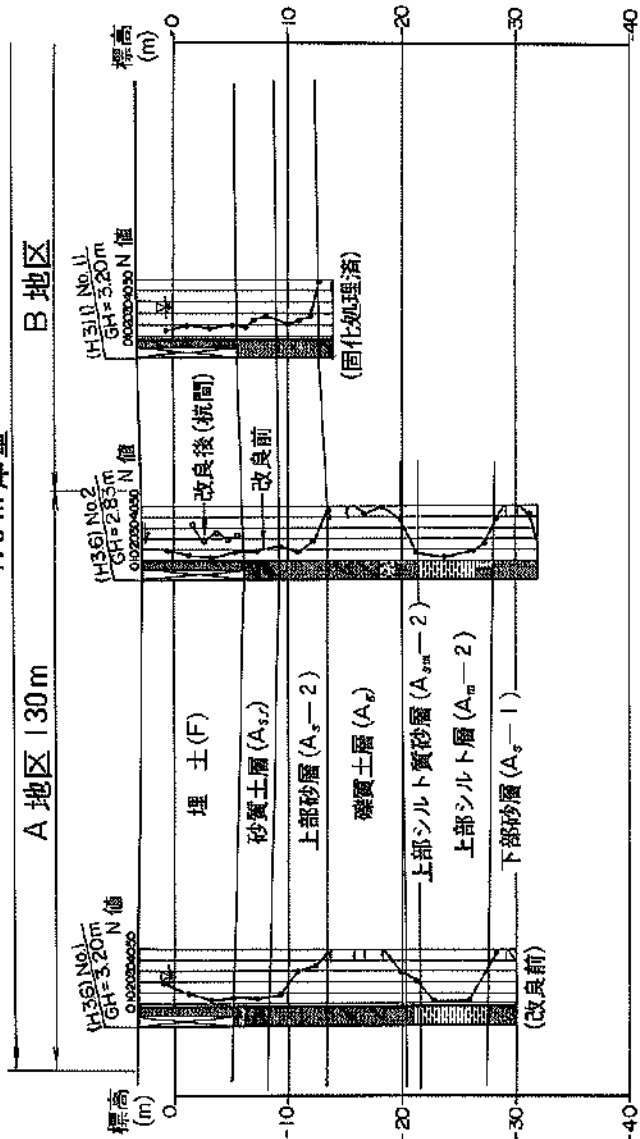
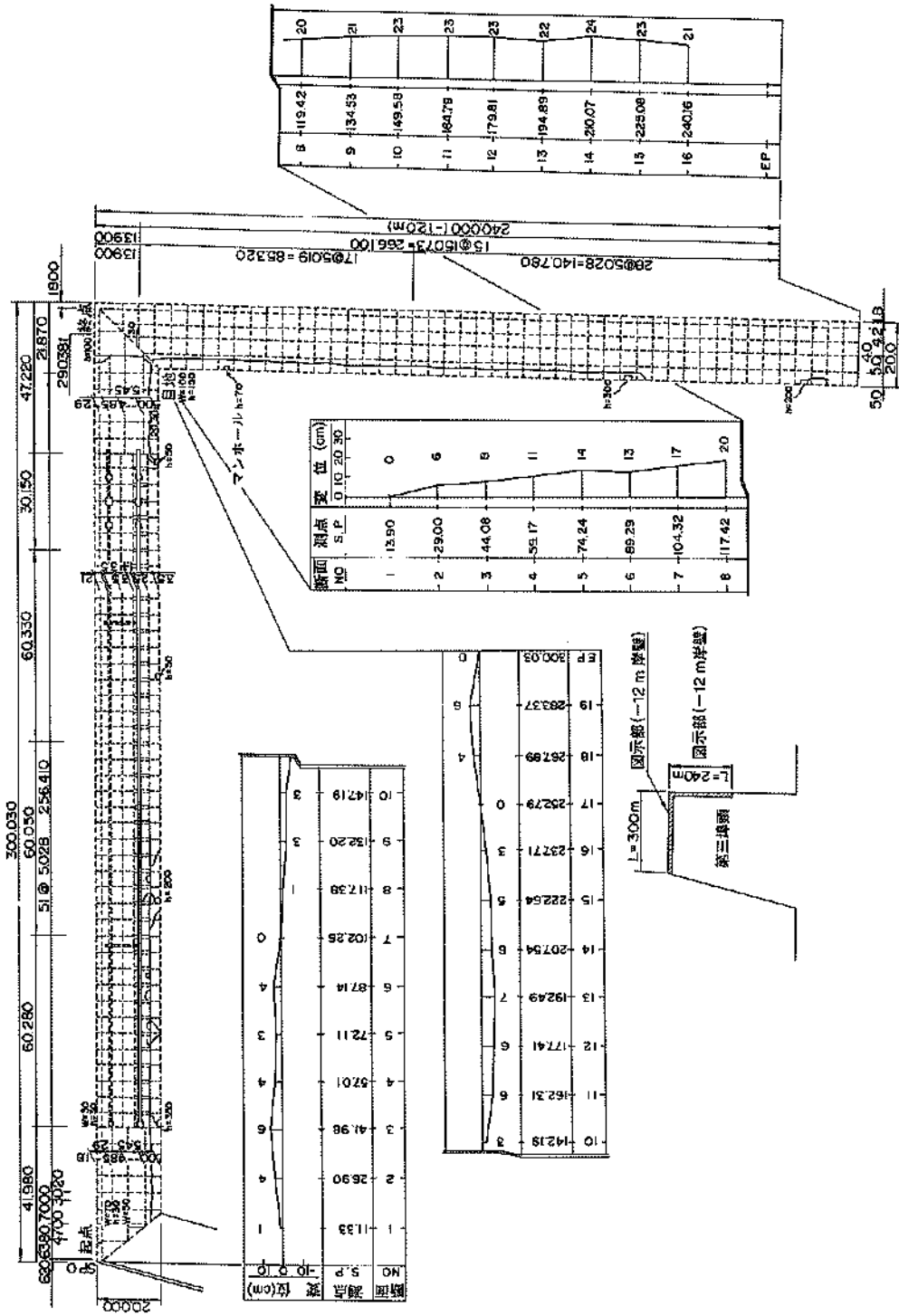
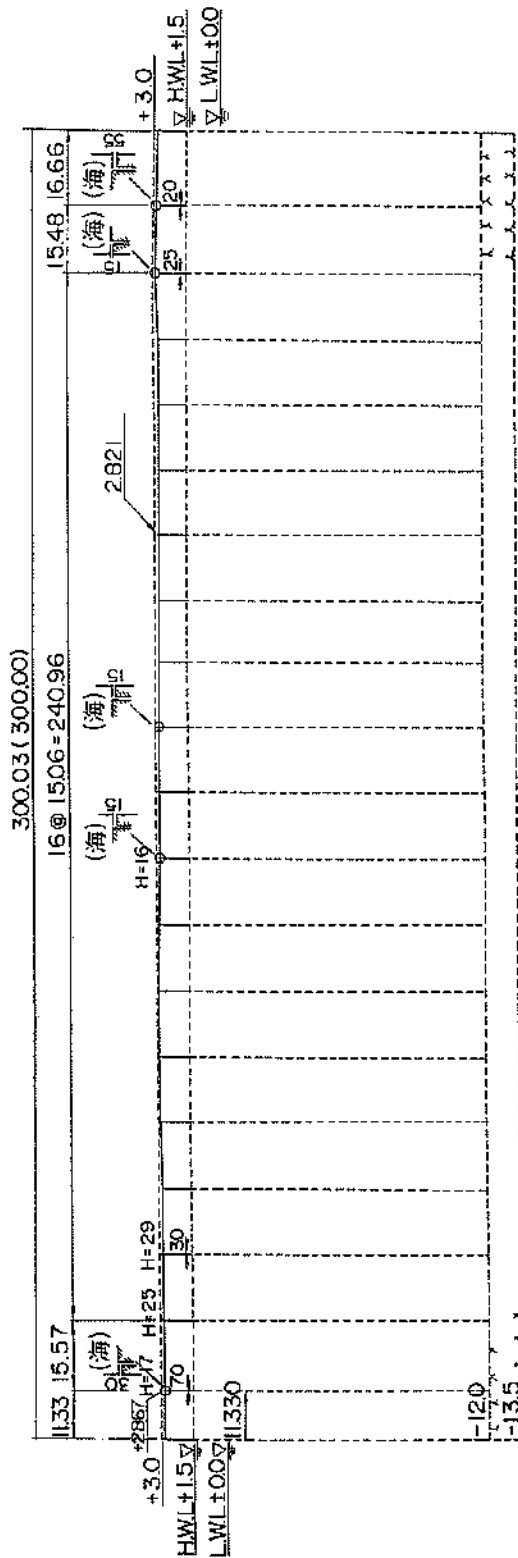


図-3.3.63 改良後の地盤条件 (第3埠頭地区、③・④東側岸壁 (-7.5m), 岸壁背後地盤)



图—3.3.64 被災状况平面图·法線变位图 (第3埧頭地区、⑤南側岸壁(-12.0m)、⑥西侧岸壁(-12.0m))



No.	距離	天線高	追加		No.	距離	天線高	追加	
			前面	高低差				前面	高低差
0	0.00	0.00	3	2.898	2.898	0.102			
-1	11.33	11.33	3	2.867	2.913	0.133			
-2	15.57	26.90	3	2.865	2.894	0.135			
-3	15.08	41.98	3	2.885	2.908	0.115			
-4	15.03	57.01	3	2.897	2.929	0.103			
-5	15.10	72.11	3	2.913	2.931	0.087			
-6	15.03	87.14	3	2.921	2.942	0.079			
-7	15.12	102.26	3	2.908	2.908	0.092			
-8	15.12	117.38	3	2.881	2.881	0.119			
-9	14.82	132.20	3	2.858	2.858	0.142			
-10	14.99	147.19	3	2.870	2.870	0.130			
-11	15.12	162.31	3	2.853	2.853	0.147			
-12	15.10	177.41	3	2.842	2.842	0.158			
-13	15.08	192.49	3	2.825	2.825	0.175			
-14	15.05	207.54	3	2.821	2.821	0.179			
-15	15.10	222.64	3	2.830	2.830	0.170			
-16	15.07	237.71	3	2.838		0.162			
-17	15.08	252.79	3	2.855		0.145			
-18	15.10	267.89	3	2.915	2.938	0.085			
-19	15.48	283.37	3	2.908	2.922	0.092			
-20	16.66	300.03	3	2.895	2.901	0.105			

図—3.3.65 縦断面図 (第3埠頭地区, ⑤南側岸壁 (-12.0m))

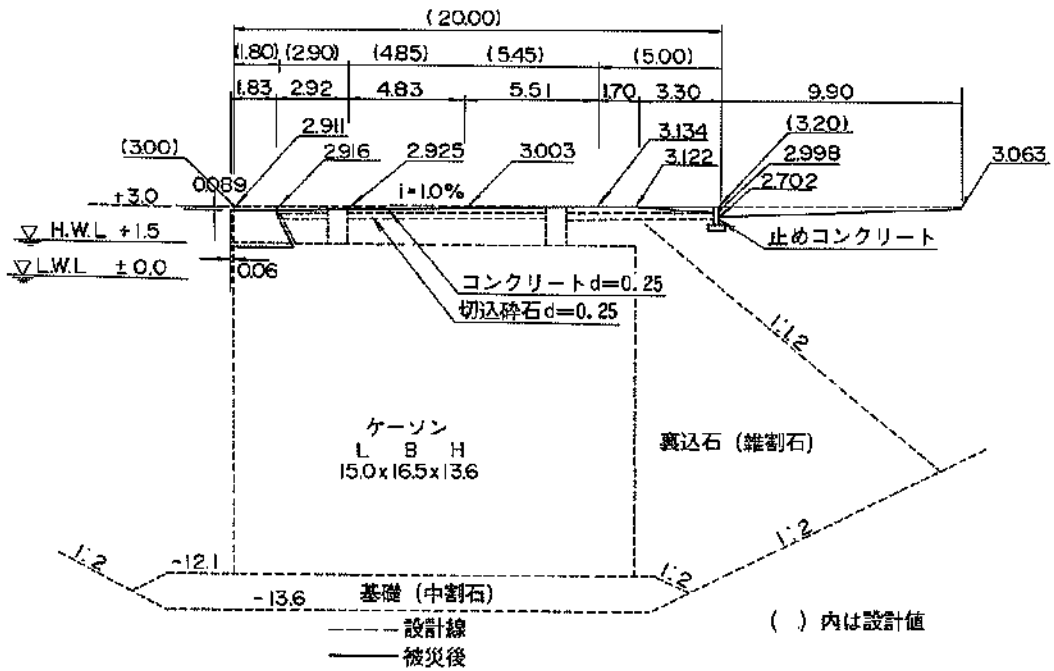
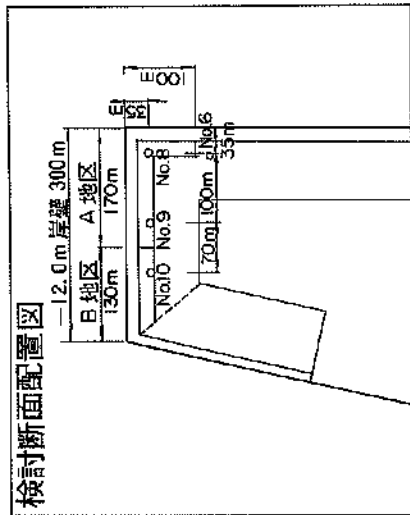
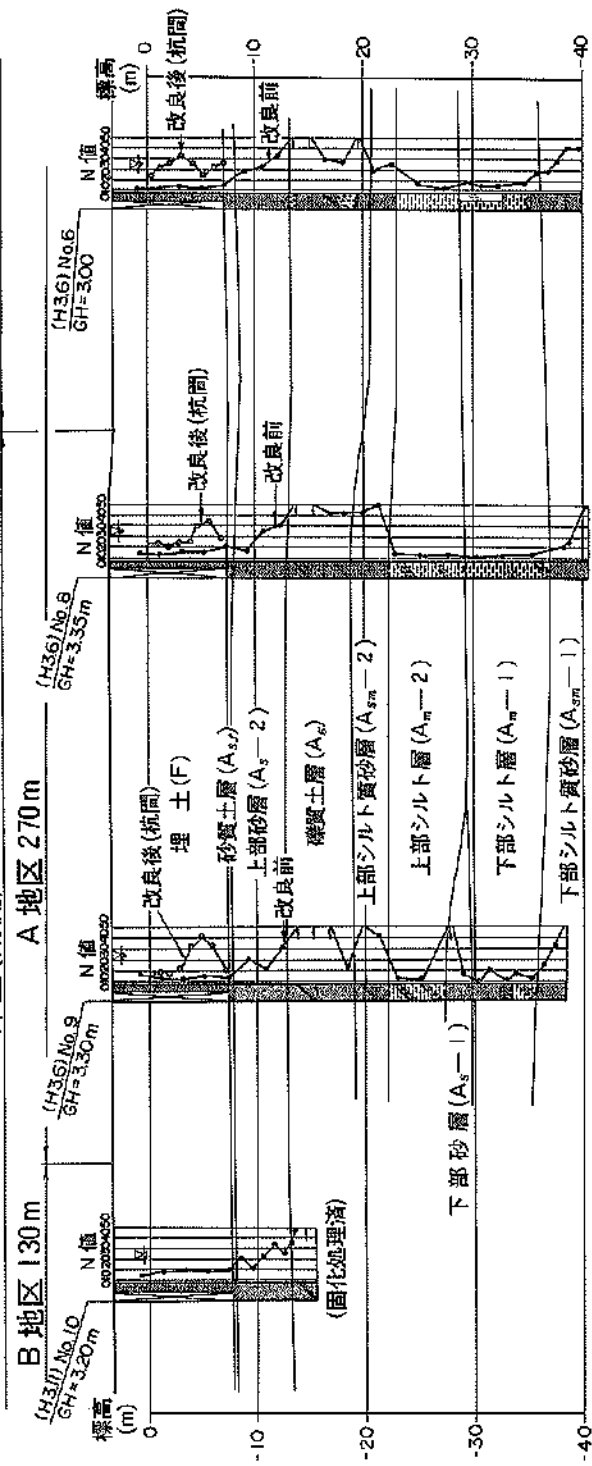


図-3.3.66 標準断面図・被災断面図 (第3埠頭地区, ⑤南側岸壁(-12.0m))

—12.0m岸壁(南側) 300m

—12.0m岸壁(南側) 300m



図—3.3.69 改良後の地盤条件 (第3埠頭地区, ⑤南側岸壁(—12.0m), 岸壁背後地盤)

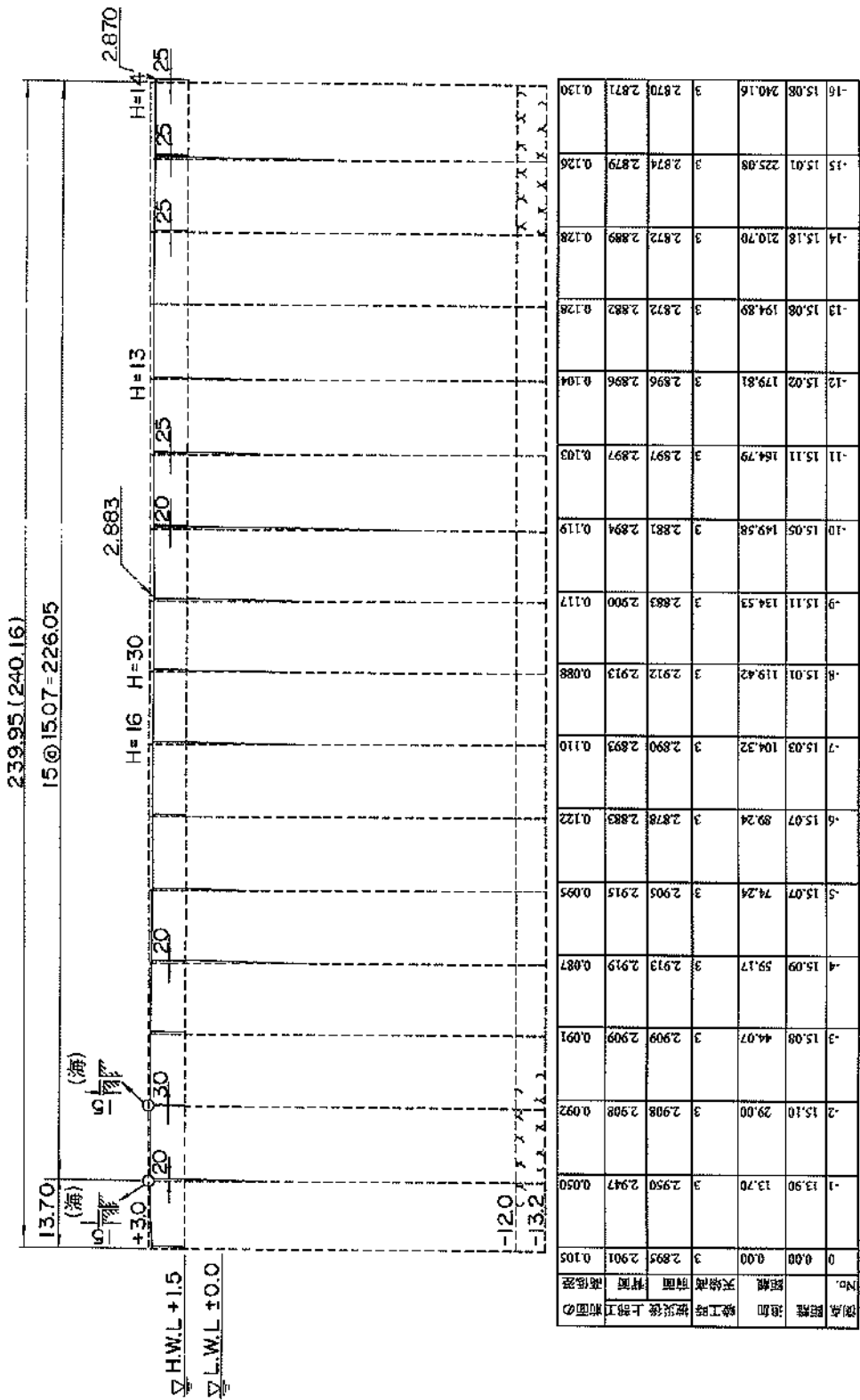


図-3.3.70 縦断面図 (第3埠頭地区, ⑤西側岸壁 (-12.0m))

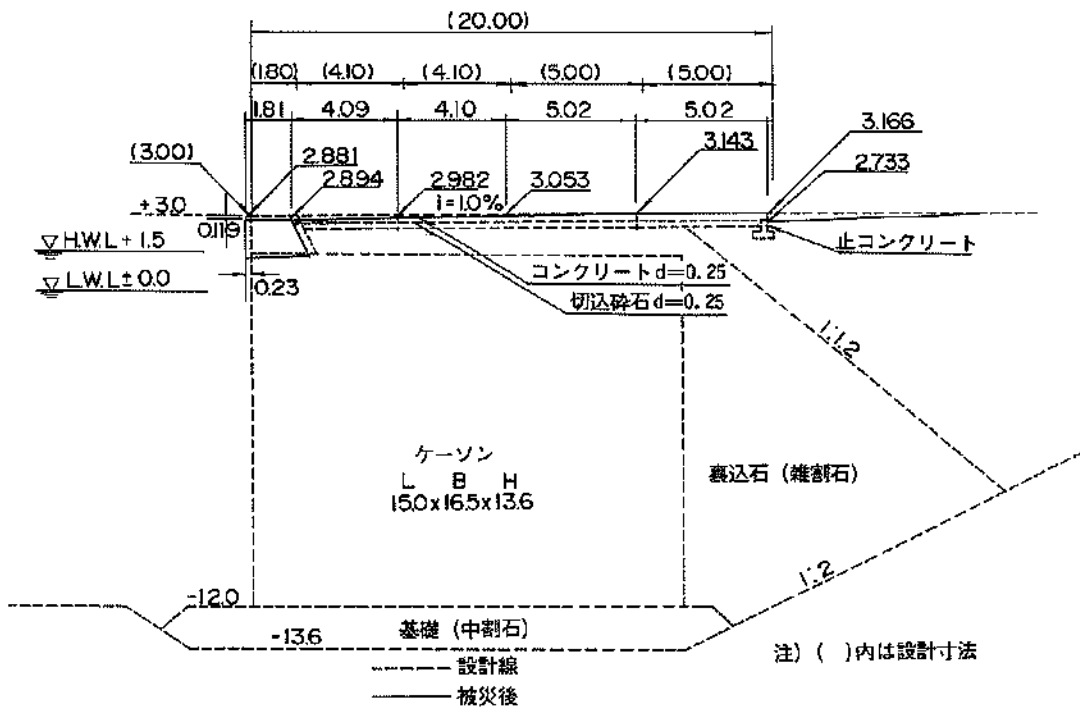
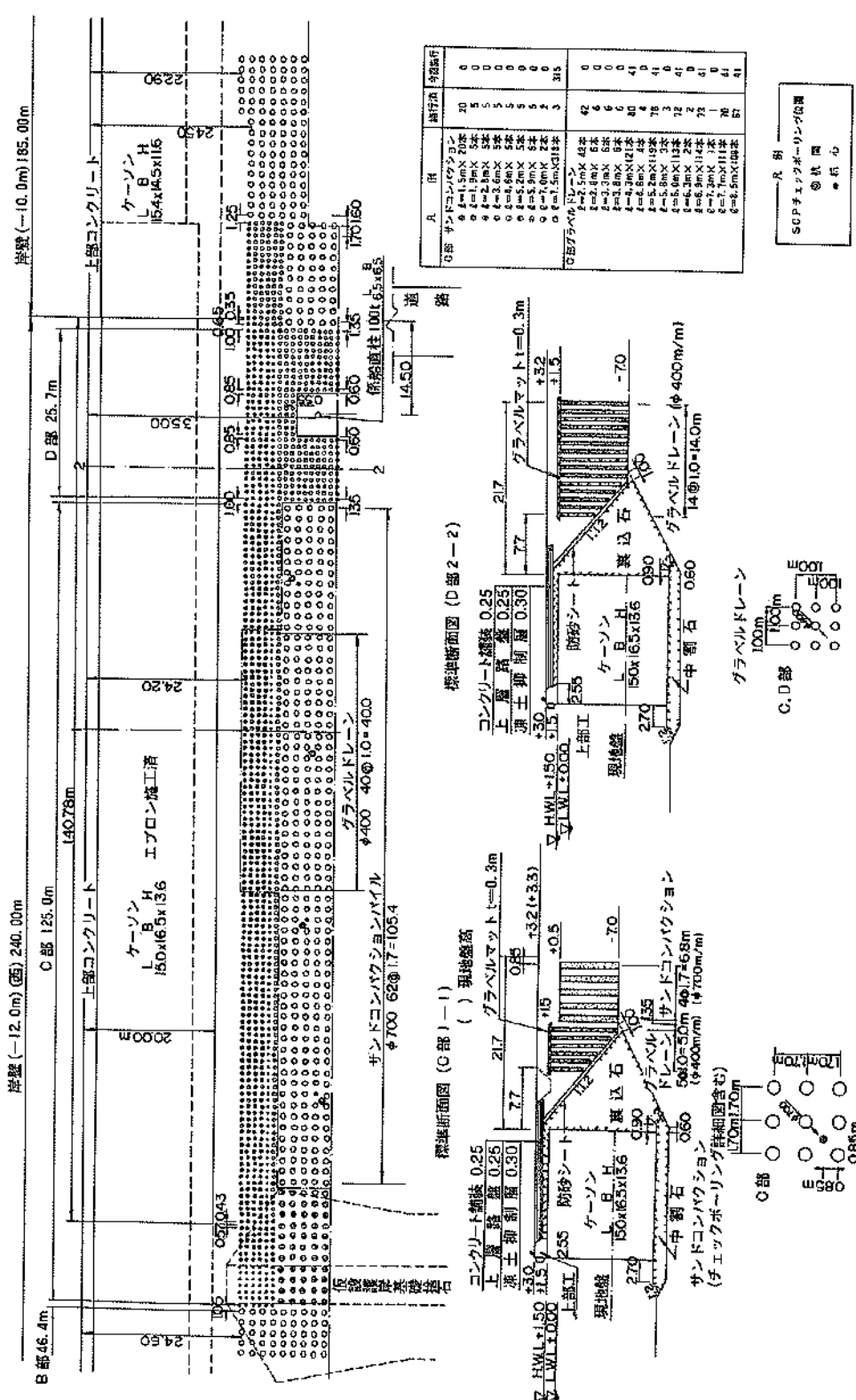


図-3.3.71 標準断面図・被災変形図 (第3埠頭地区, ⑥西側岸壁(-12.0m))



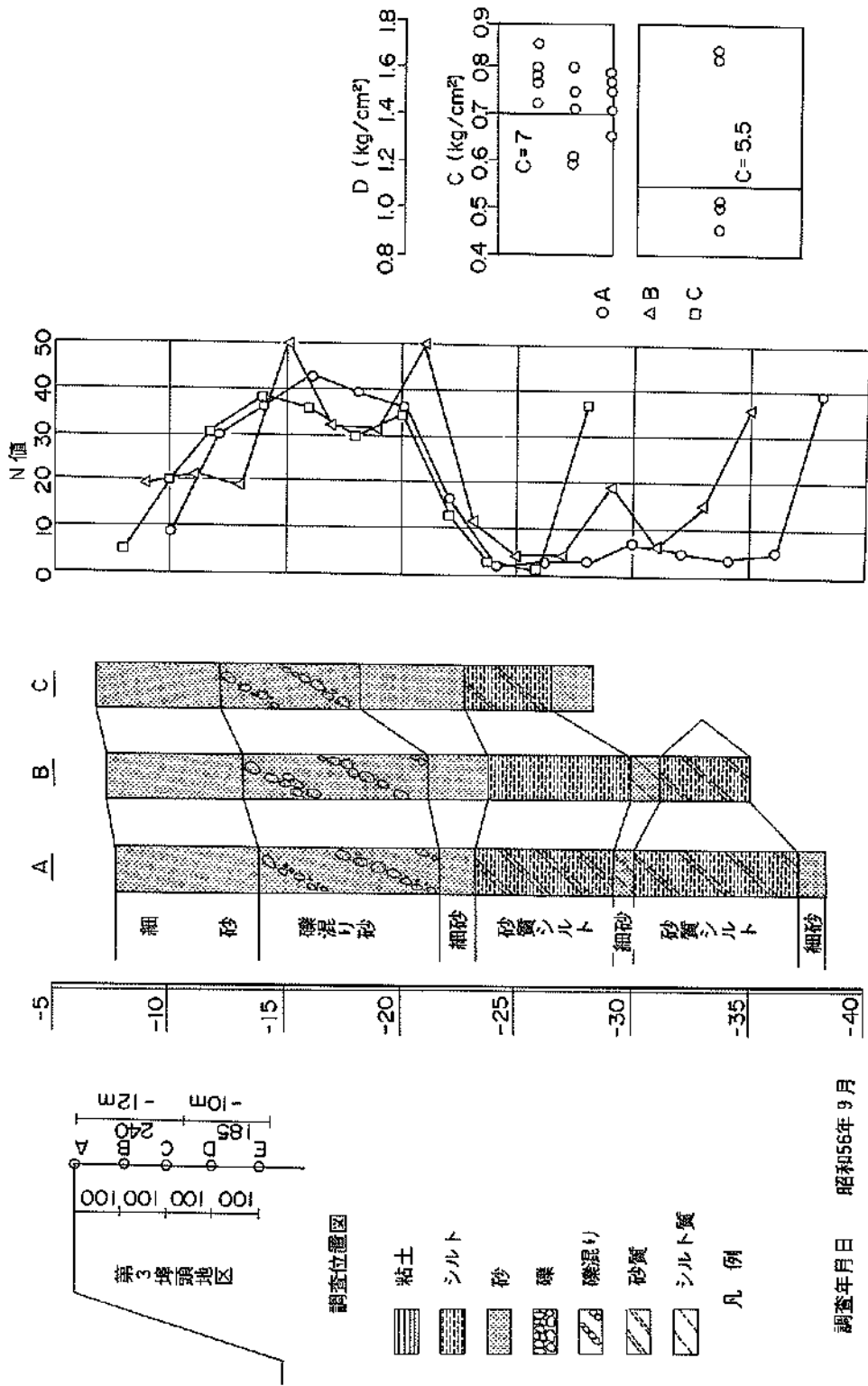


図-3.3.73(a) 地盤条件 (第3埠頭地区, ⑥西側岸壁(-12.0m), 岸壁下部地盤)

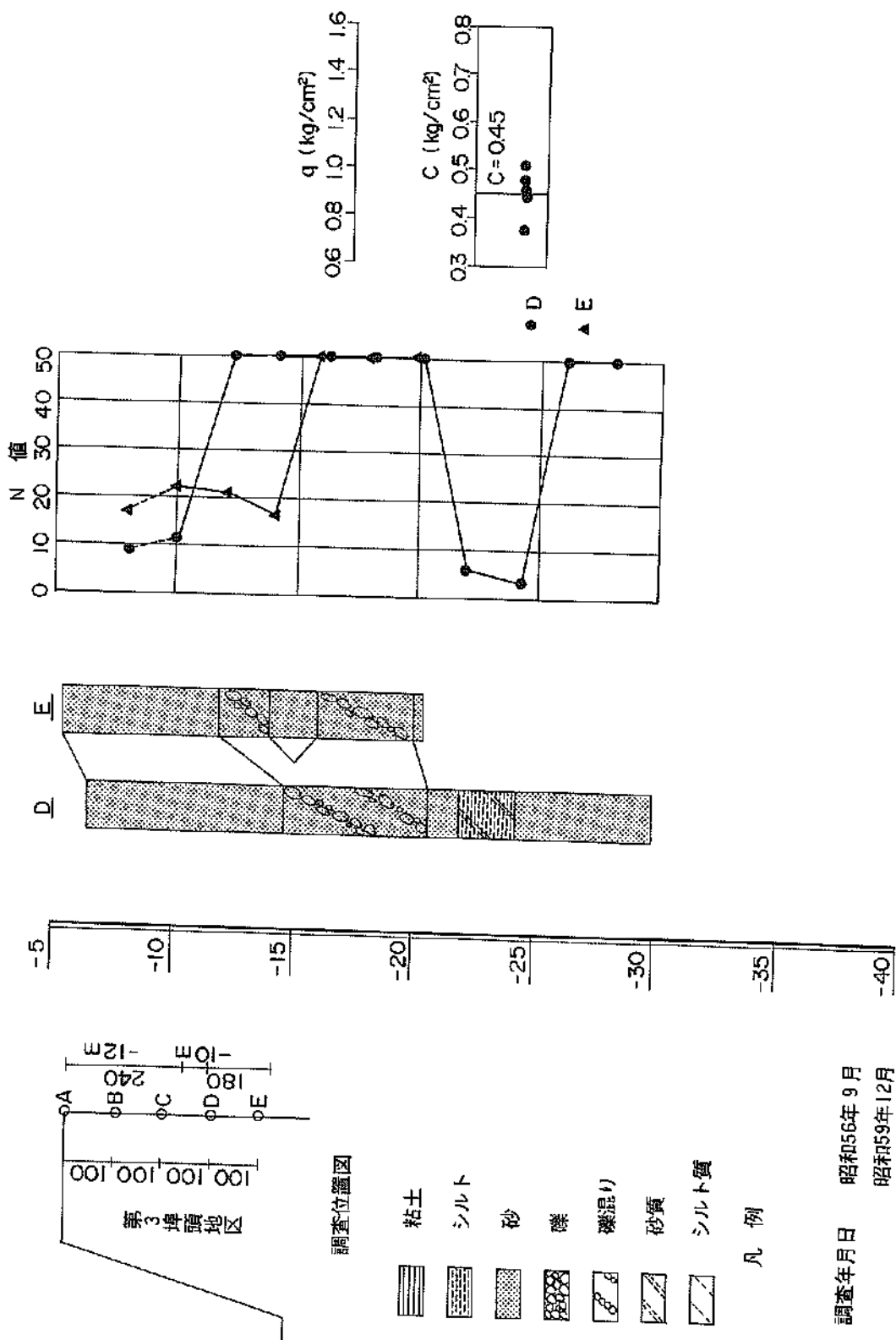


図-3.3.78(b) 地盤条件 (第3埠頭地区, ⑦西側岸壁(-10.0m), 岸壁下部地盤)

調査年月日 昭和56年9月
昭和59年12月

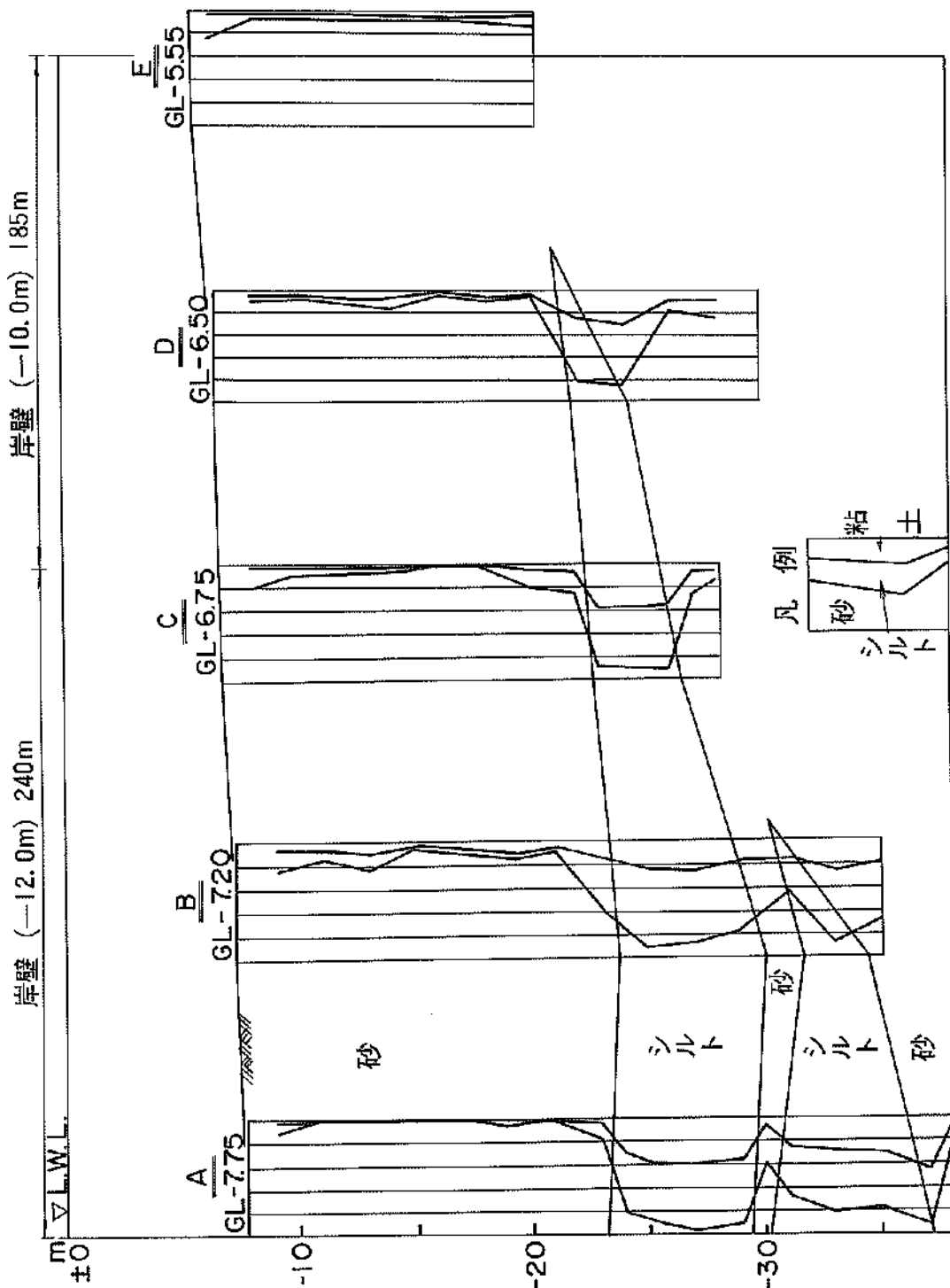
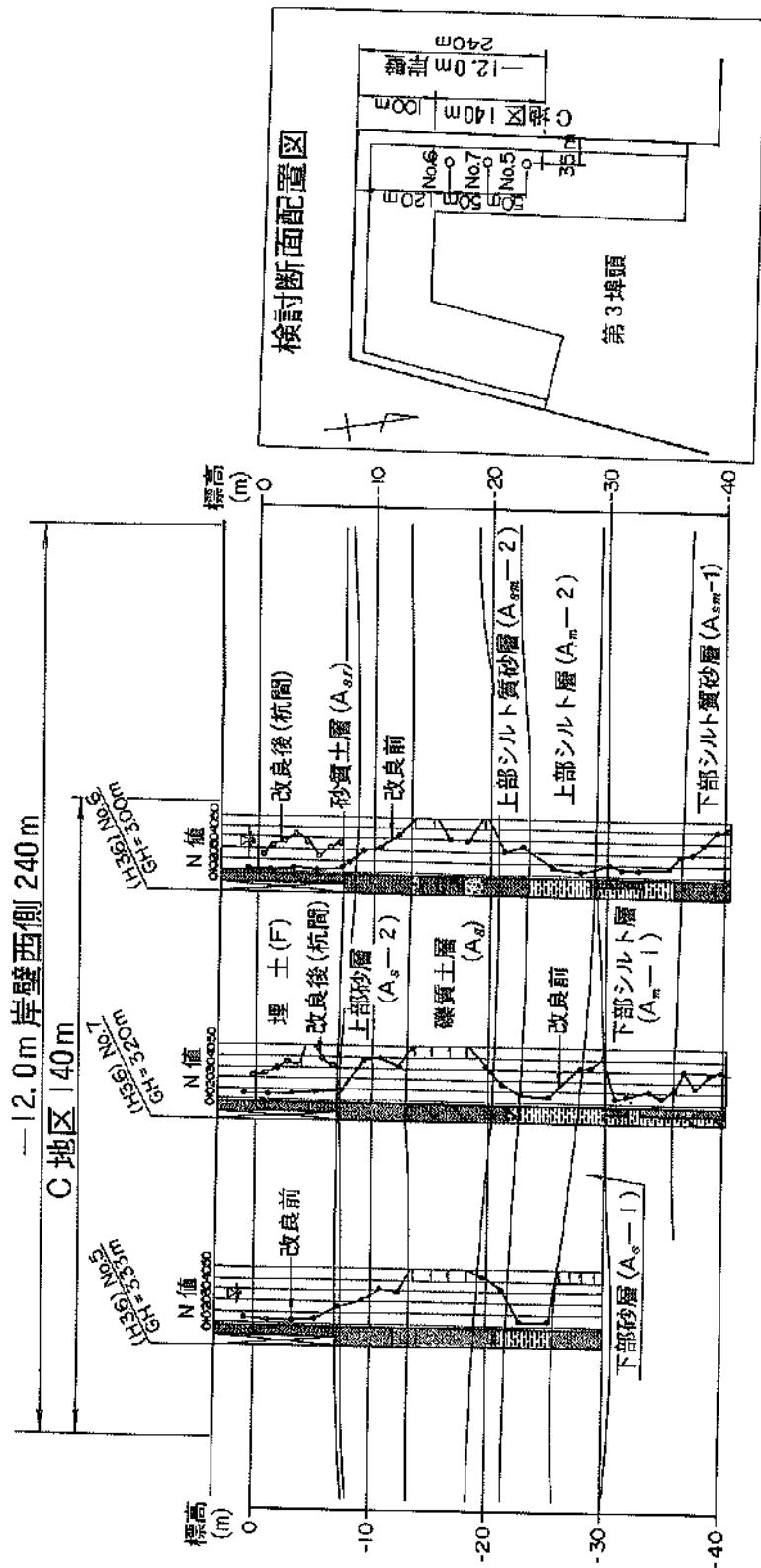
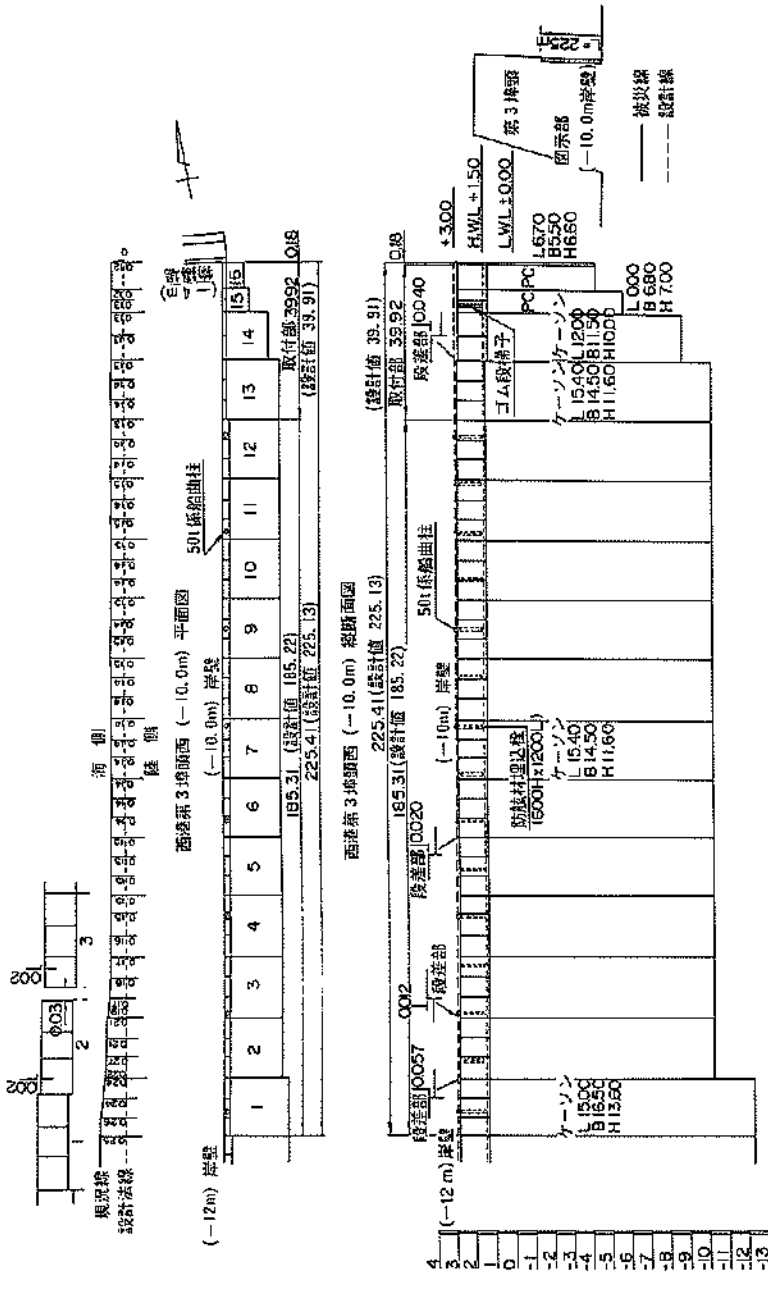


图-3.3.78(c) 地盤条件 (第3埠頭地区, ⑥西側岸壁(-12.0m), ⑦西側岸壁(-10.0m))



図一3.3.74 改良後の地盤条件 (第3埠頭地区, ⑤西側岸壁(=12.0m), 岸壁背後地盤)



部材	数量	単位	単価	金額
1	0.00	延床	2,856	0.14
2	8.05	延床	2,852	0.13
3	4.96	延床	2,850	0.10
4	5.01	延床	2,899	0.11
5	4.96	延床	2,898	0.10
6	4.79	延床	2,899	0.09
7	5.00	延床	2,897	0.13
8	5.23	延床	2,895	0.13
9	5.24	延床	2,897	0.12
10	5.27	延床	2,894	0.16
11	5.01	延床	2,890	0.10
12	5.21	延床	2,897	0.12
13	5.21	延床	2,899	0.12
14	5.06	延床	2,894	0.10
15	5.19	延床	2,899	0.10
16	5.06	延床	2,894	0.10
17	5.06	延床	2,894	0.10
18	5.19	延床	2,899	0.10
19	5.25	延床	2,895	0.10
20	5.25	延床	2,895	0.10
21	5.19	延床	2,899	0.10
22	5.06	延床	2,894	0.10
23	5.19	延床	2,899	0.10
24	5.27	延床	2,894	0.10
25	5.06	延床	2,894	0.10
26	5.21	延床	2,894	0.10
27	5.25	延床	2,895	0.10
28	5.25	延床	2,895	0.10
29	5.25	延床	2,895	0.10
30	5.19	延床	2,894	0.10
31	5.01	延床	2,894	0.10
32	5.21	延床	2,894	0.10
33	5.21	延床	2,894	0.10
34	5.05	延床	2,898	0.10
35	5.21	延床	2,894	0.10
36	5.18	延床	2,894	0.10
37	5.18	延床	2,894	0.10
38	5.27	延床	2,905	0.10
39	5.20	延床	2,898	0.10
40	5.20	延床	2,898	0.10
41	5.28	延床	2,899	0.10
42	5.20	延床	2,901	0.09
43	5.00	延床	2,900	0.09
44	5.22	延床	2,895	0.09
45	5.23	延床	2,896	0.13
46	6.02	延床	2,893	0.17
47	5.99	延床	2,895	0.15
48	5.74	延床	2,890	0.15
49	2.72	延床	2,895	0.16
50	6.65	延床	2,893	0.14
51	0.18	延床	2,891	0.14

図-3.3.75 被災状況平面図・法線変位図・縦断面図 (第3埠頭地区、西側岸壁(-10.0m))

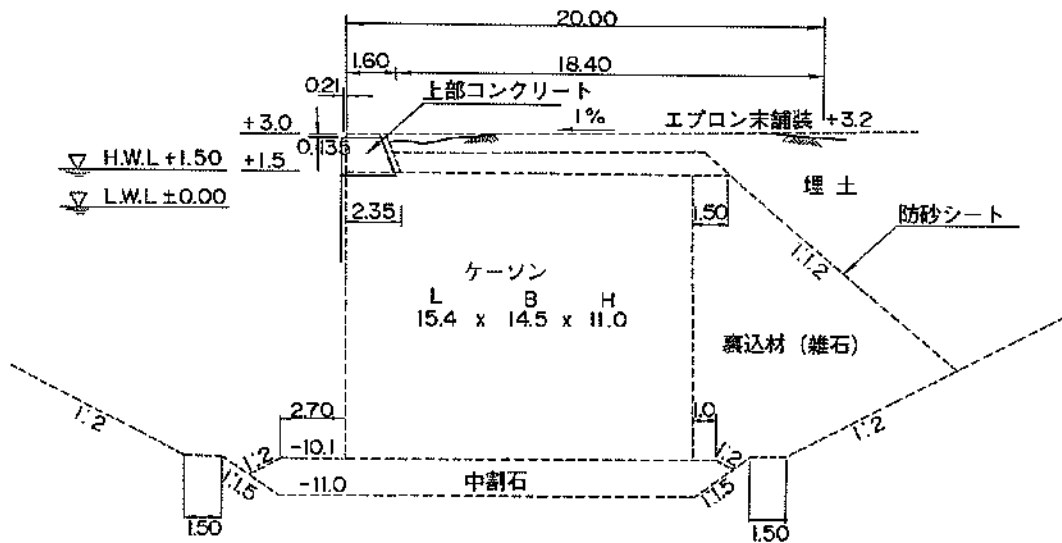


図-3.3.76 標準断面図・被災変形図 (第3埠頭地区, ⑦西側岸壁(-10.0m))

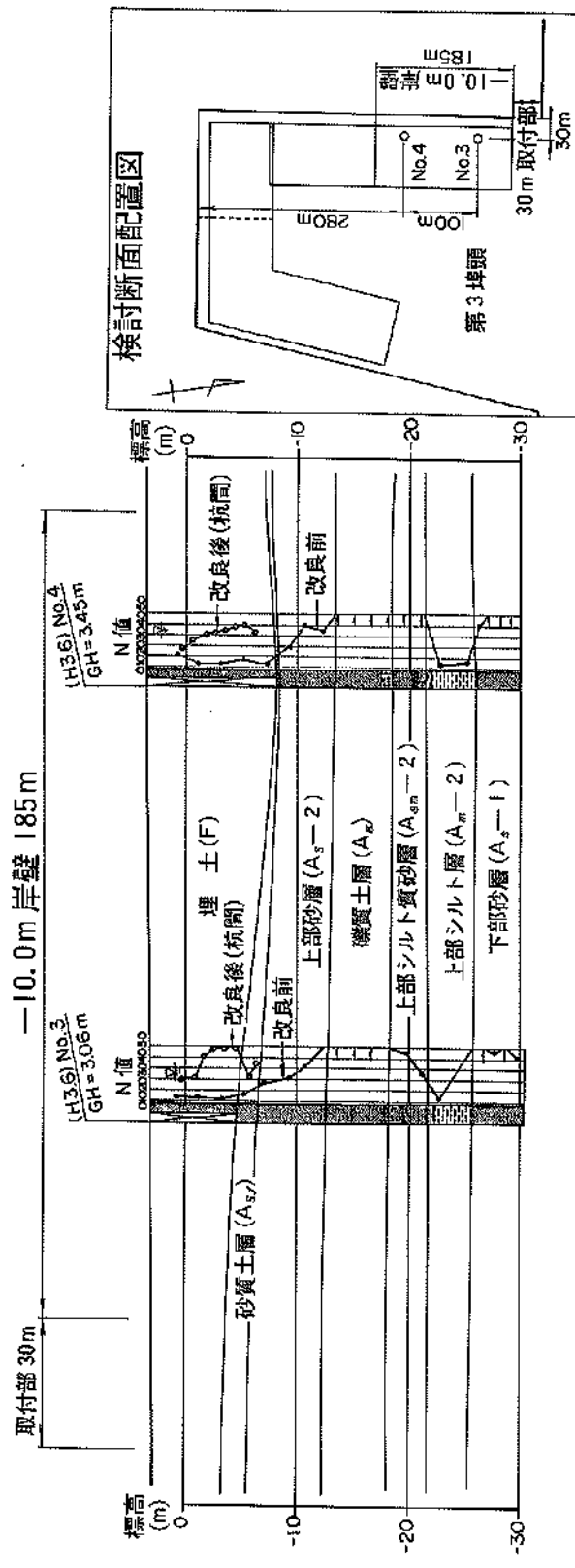


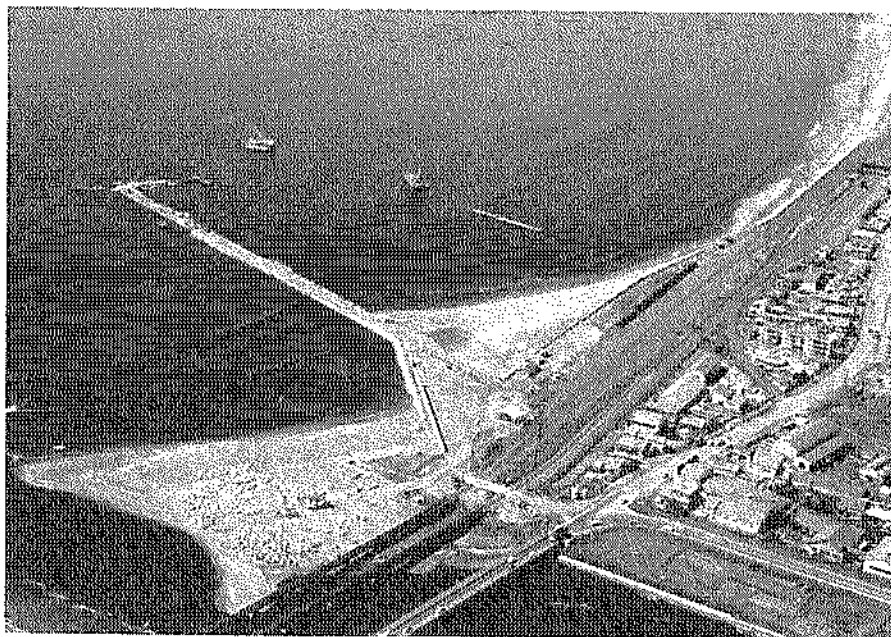
図-8.3.78 改良後の地盤条件 (第3埠頭, ⑦西側岸壁(-10.0m), 岸壁背後地盤)



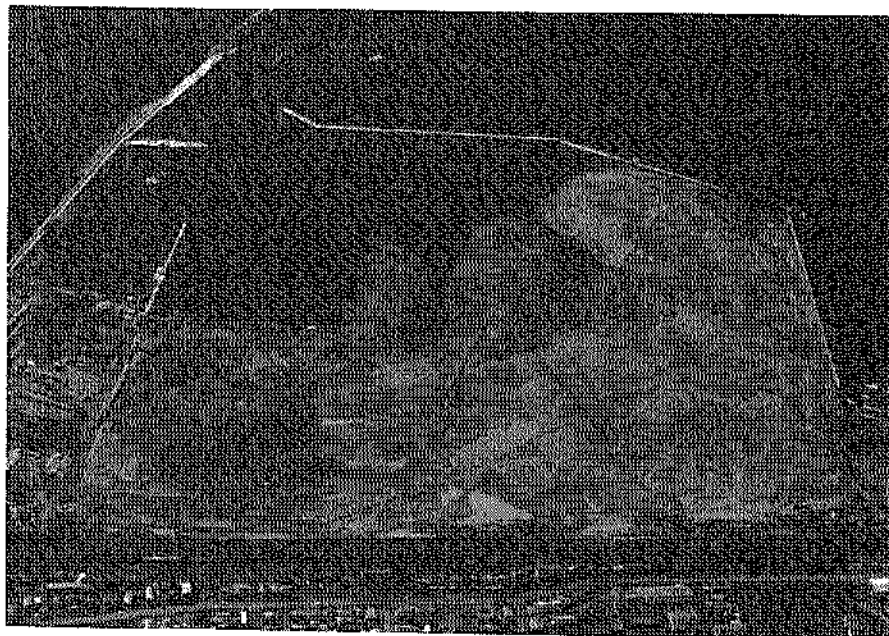
写真-3.3.1 西港区着工前の海岸線 (昭和31年6月)



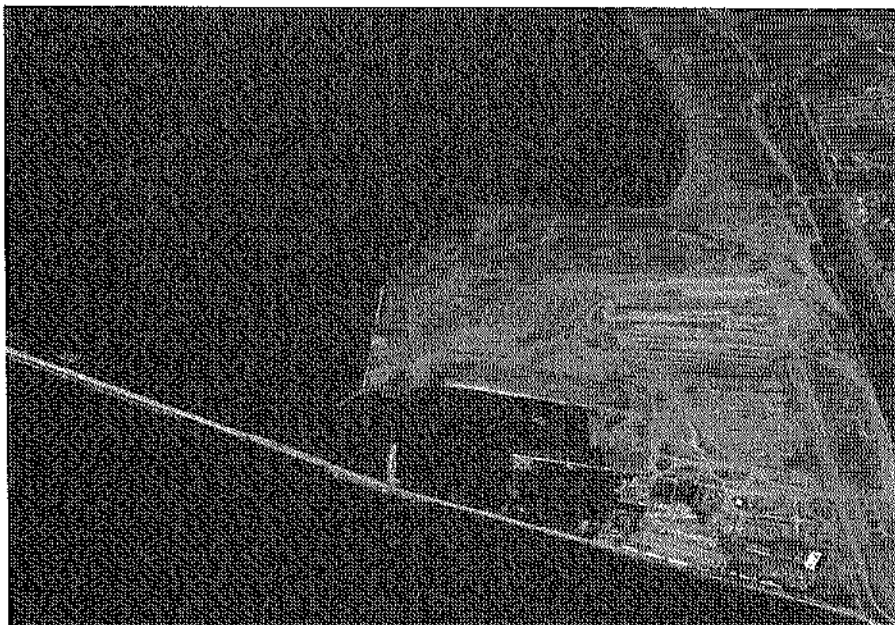
写真-3.3.2 西港区着工前の海岸線 (昭和43年)



写真—3.3.3 西港区東防波堤建設状況（昭和45年）



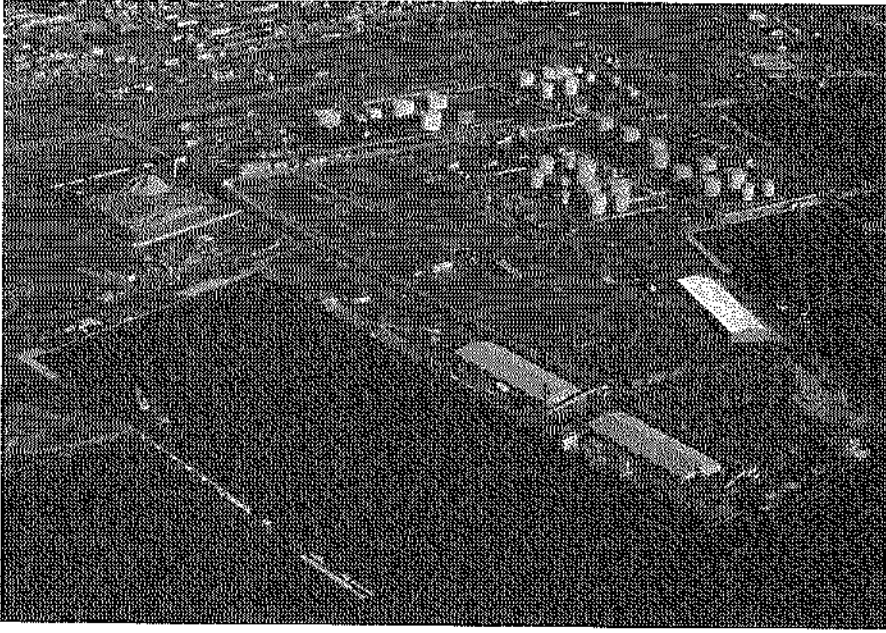
写真—3.3.4 船溜・漁港地区～第1埠頭地区～東防波堤建設状況（昭和47年10月）



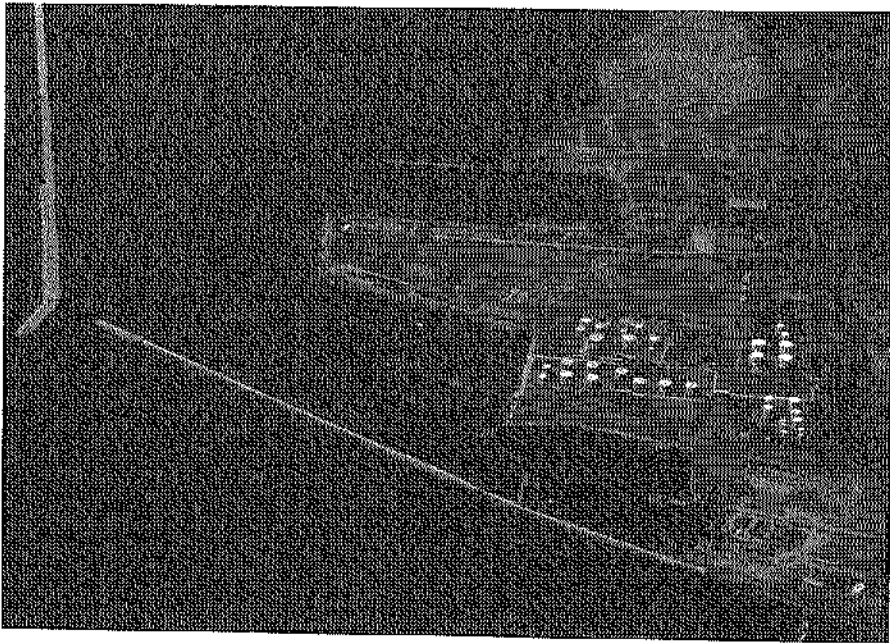
写真—3.3.5 船溜・漁港地区～第1埠頭地区（昭和48年11月）



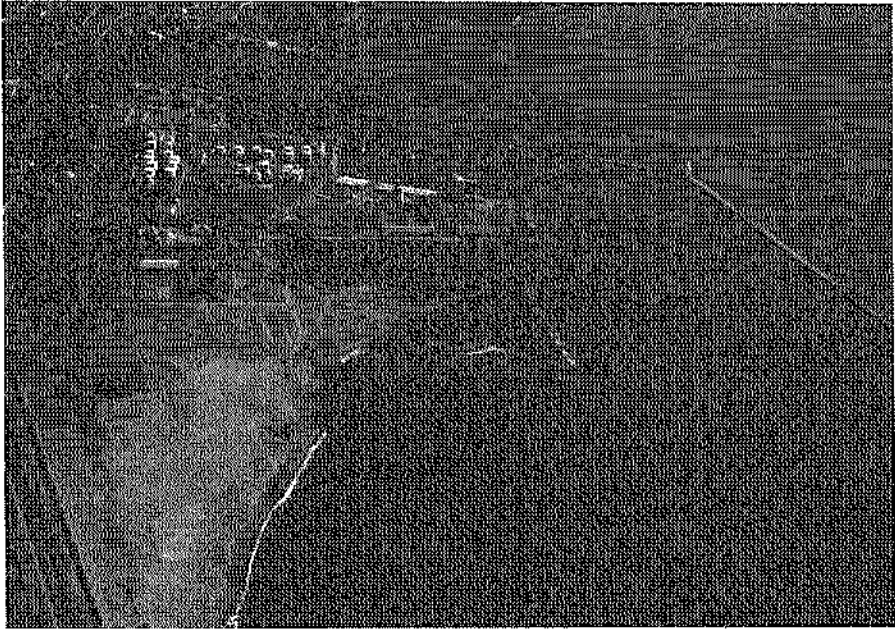
写真—3.3.6 第1埠頭地区完成頃～第2埠頭地区東側岸壁建設状況（昭和50年10月）



写真—3.3.7 第2埠頭地区東側岸壁建設状況（昭和52年11月）



写真—3.3.8 第2埠頭地区東側岸壁建設状況（昭和54年6月）



写真—3.3.9 第2埠頭地区南侧・西側岸壁建設状況（昭和56年11月）



写真—3.3.10 第2埠頭地区南侧・西側岸壁建設状況（昭和56年11月）



写真—3.3.11 第2埠頭地区完成頃～南・西防波堤建設状況（昭和57年9月）



写真—3.3.12 第3埠頭地区着工前（昭和59年10月）



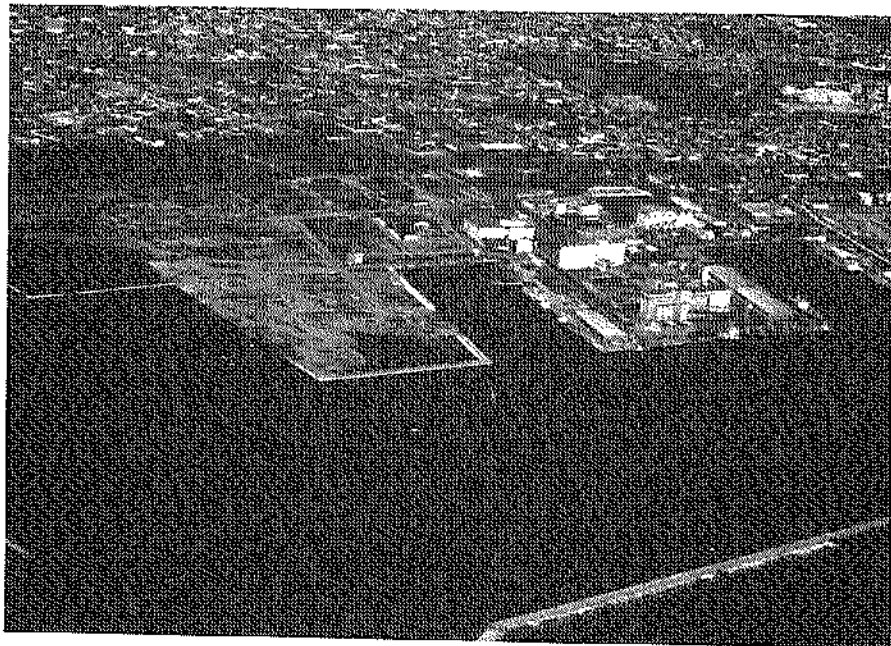
写真—3.3.13 第3埠頭地区東側岸壁建設状況（昭和62年9月）



写真—3.3.14 第3埠頭地区西側岸壁建設状況（平成元年11月）



写真—3.3.15 第3埠頭地区南側岸壁建設状況 (平成2年7月)



写真—3.3.16 第3埠頭地区埋立状況 (平成3年8月)



写真—3.3.17 地震前の西港区全景（平成4年10月）



写真—3.3.18 エプロン沈下状況（船溜・漁港地区，物揚場（-3.0m），1993年4月撮影）

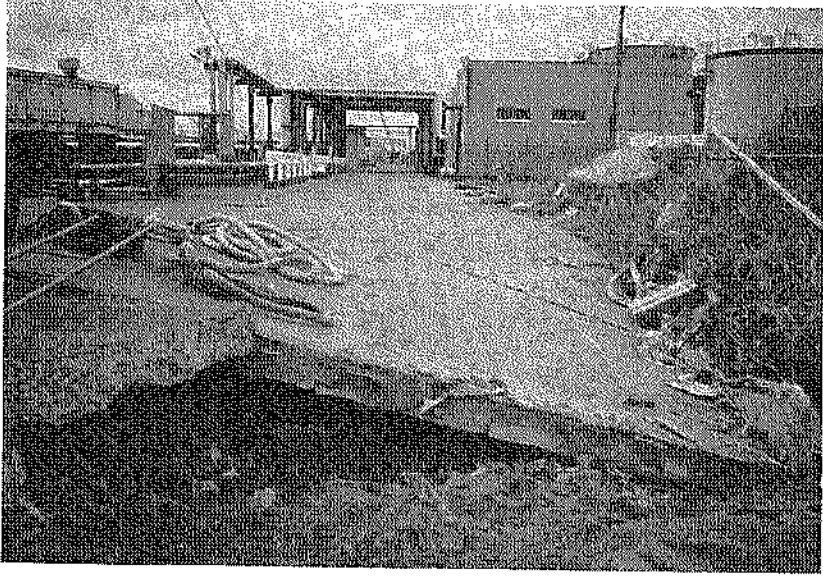


写真-3.3.19 エプロン被災状況 (第1埠頭地区, ①石油護岸, 1993年9月撮影)

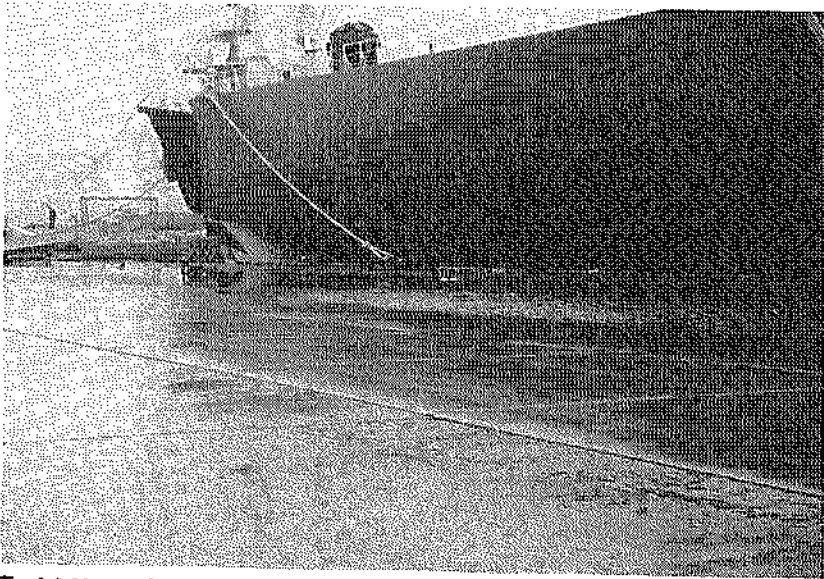


写真-3.3.20 エプロン上の雨水溜まり (第1埠頭地区, ⑤東側岸壁(-9.0m), 1993年4月撮影)

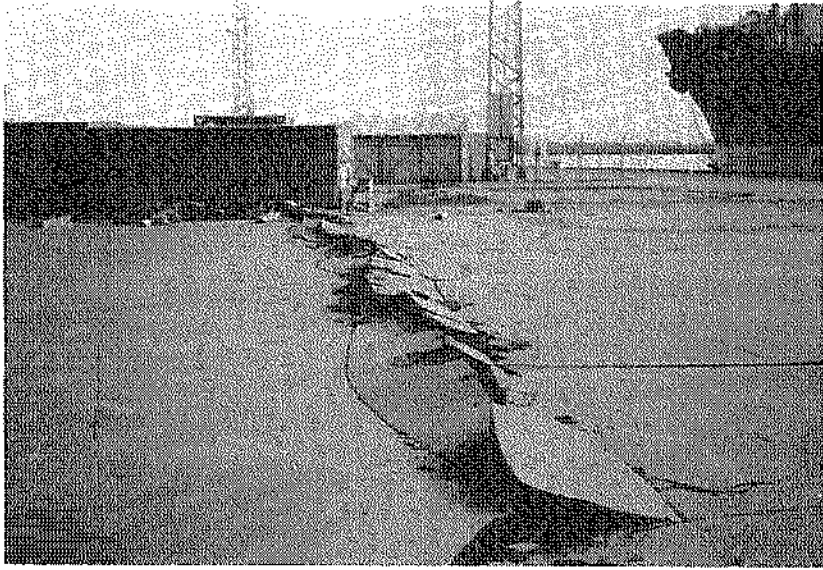


写真-3.3.21 エプロン後方の舗装被災状況 (第1埠頭地区, ⑥南側岸壁(-12.0m))

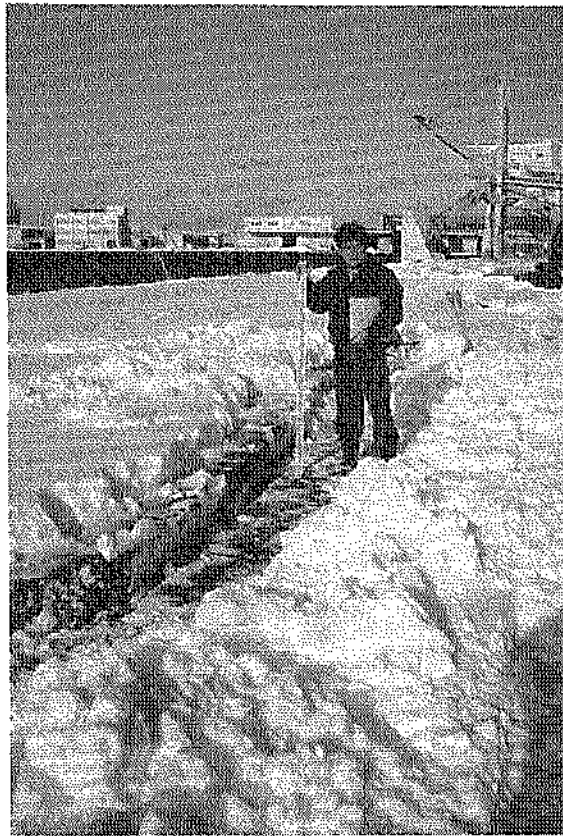


写真-3.3.22 エプロン沈下, 亀裂状況 (第1埠頭地区,
⑧西側岸壁(-9.0m))

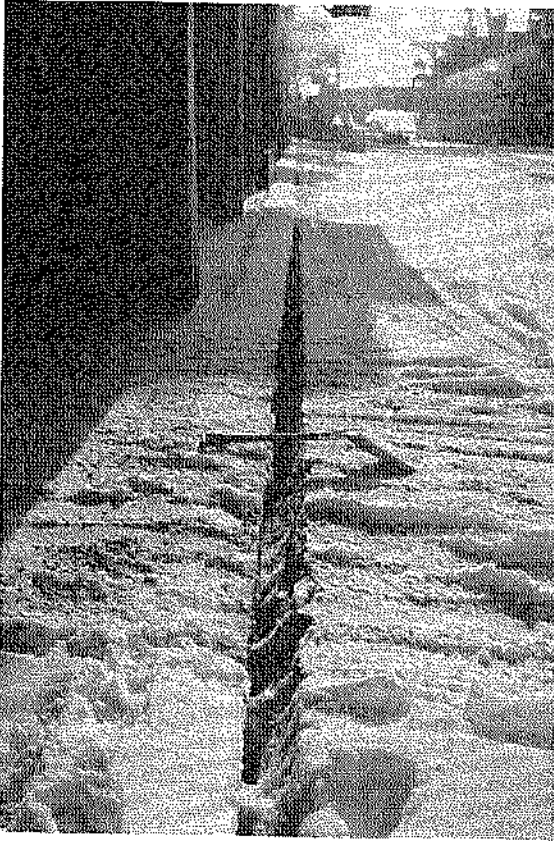


写真-3.3.23 上屋基礎の段差・開き状況 (第1埠頭地区,
㊸西側岸壁(-9.0m))

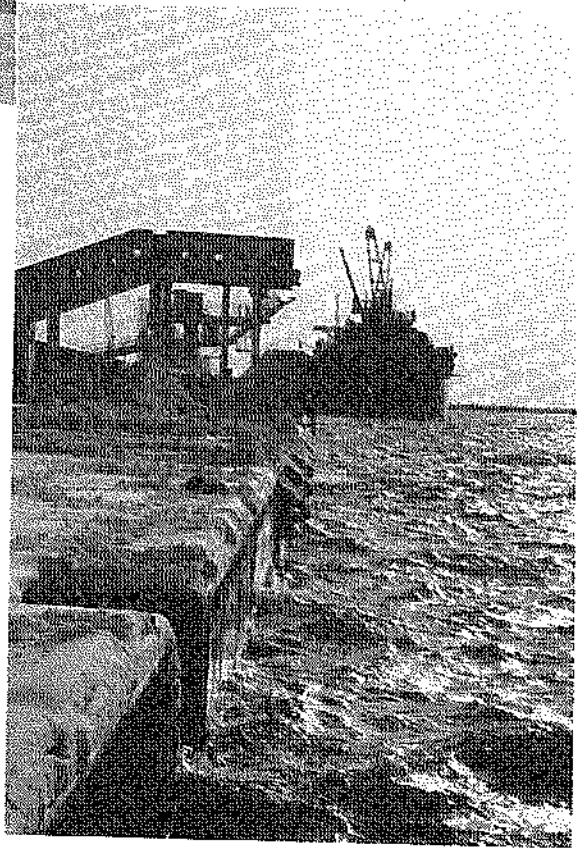


写真-3.3.24 法線変位状況 (第1埠頭地区, ㊸西側岸壁
(-9.0m))



写真—3.3.25 エプロン沈下、亀裂状況（第1埠頭地区，㊸西側岸壁(-9.0m)）



写真—3.3.26 フェリー駐車場被災状況（第1埠頭地区，㊸西側岸壁(-9.0m)）

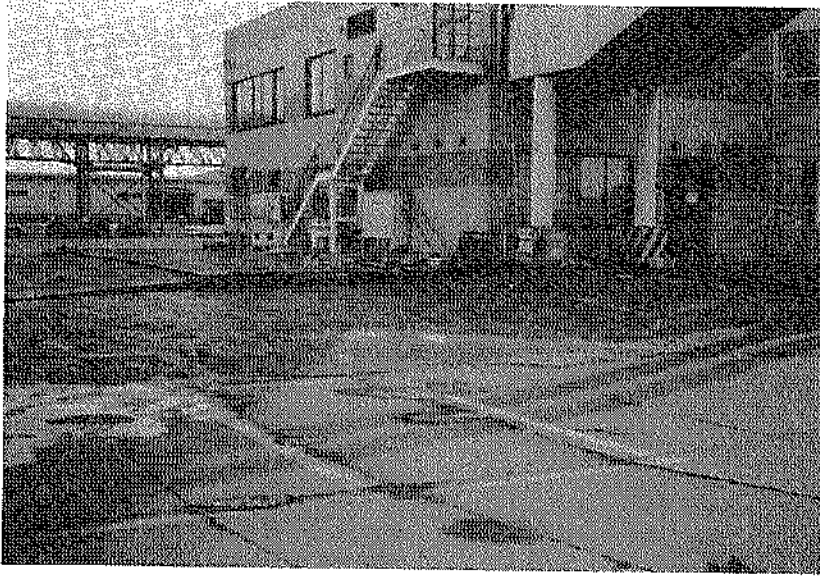


写真-3.3.27 フェリーターミナル基礎周辺の被災状況(第1埠頭地区, ㊤西側岸壁(-9.0m))

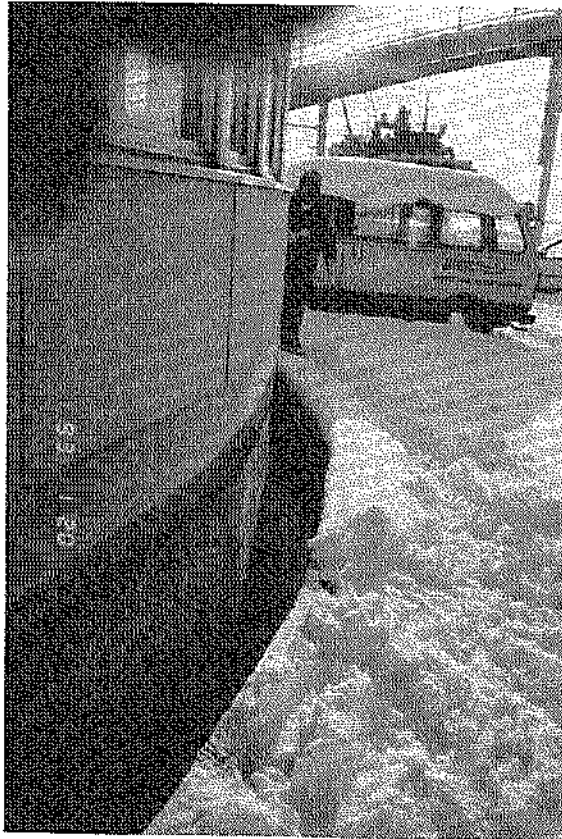


写真-3.3.28 フェリーターミナル基礎の段差・開き状況(第1埠頭地区, ㊤西側岸壁(-9.0m))



写真-3.3.29 道路・歩道での噴砂跡 (第1埠頭地区, 1993年4月撮影)



写真-3.3.30 エプロン被災状況 (第2埠頭地区, ①東側岸壁(-5.5m))

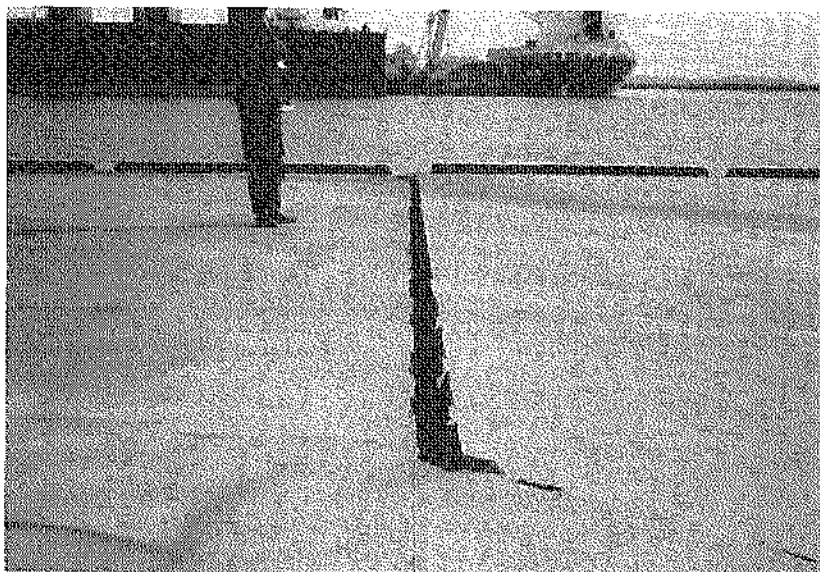


写真-3.3.31 ケーソン目地開き状況 (第2埠頭地区, ③東側岸壁(-10.0m))

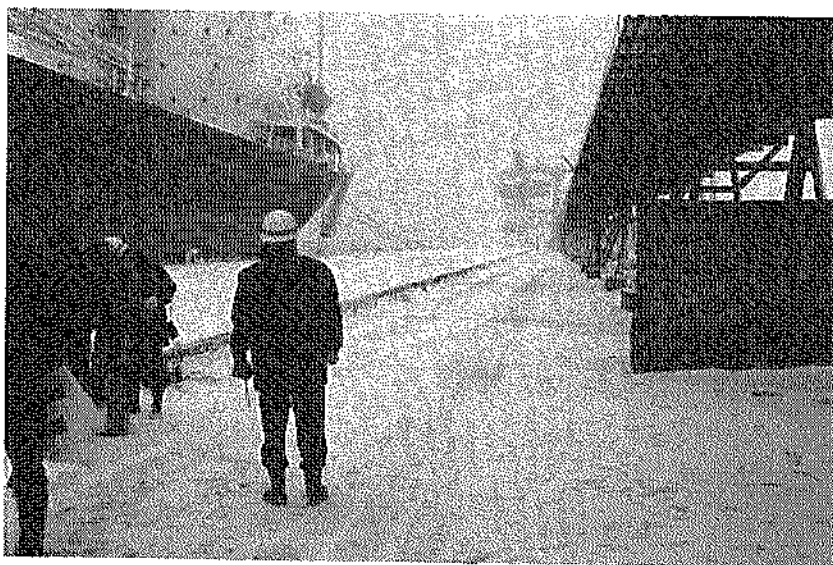


写真-3.3.32 エブロン被災状況 (第2埠頭地区, ④・⑤南側岸壁(-12.0m))

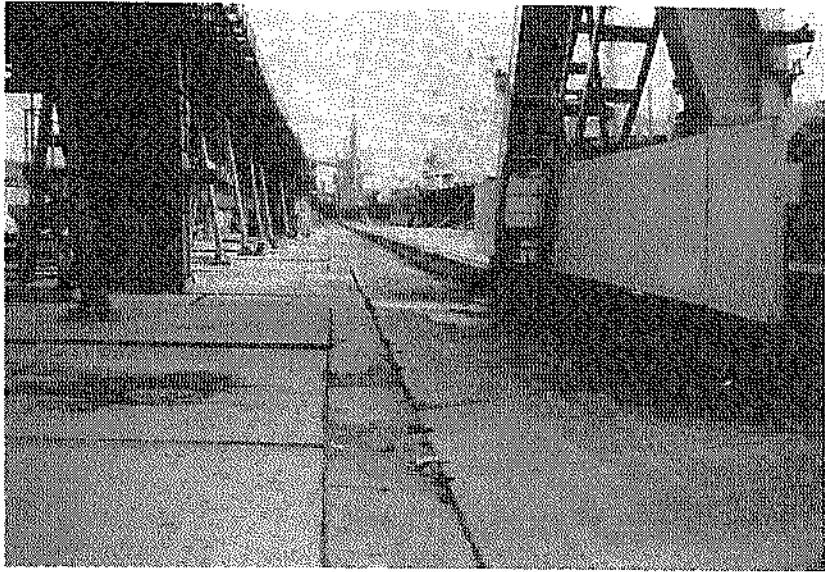


写真-3.3.33 エプロン被災状況（第2埠頭地区、④・⑤南側岸壁(-12.0m)）

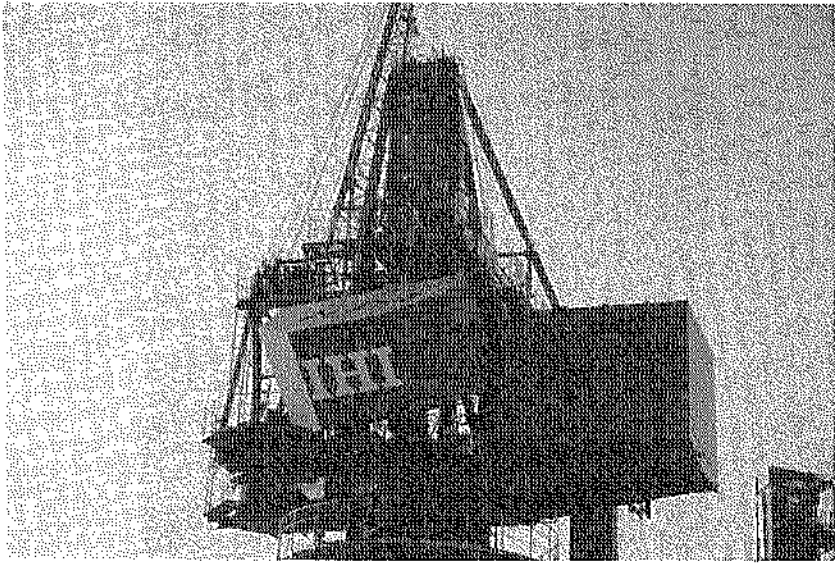


写真-3.3.34 アンローダー被災状況（第2埠頭地区、⑤南側岸壁(-12.0m)）



写真-3.3.35 エプロン背後の被災状況 (第2埠頭地区, ④・⑤南側岸壁(-12.0m))

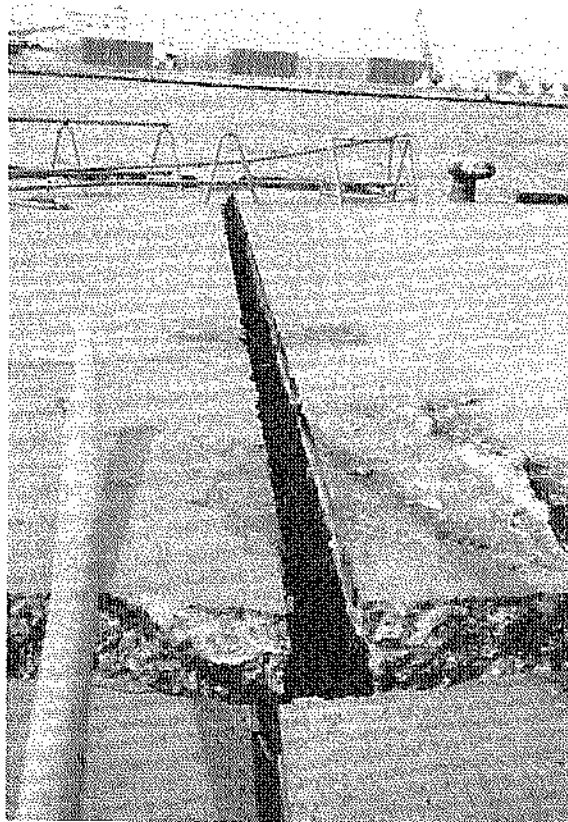


写真-3.3.36 ケーソン目地開き状況 (第2埠頭地区, ⑥西側岸壁(-9.0m))

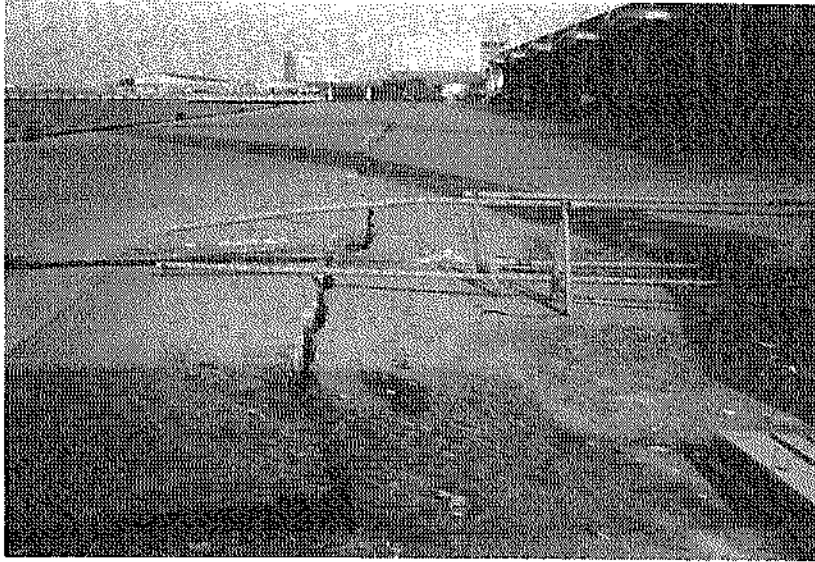


写真-3.3.37 エプロン被災状況 (第2埠頭地区, ⑥西側岸壁(-9.0m))

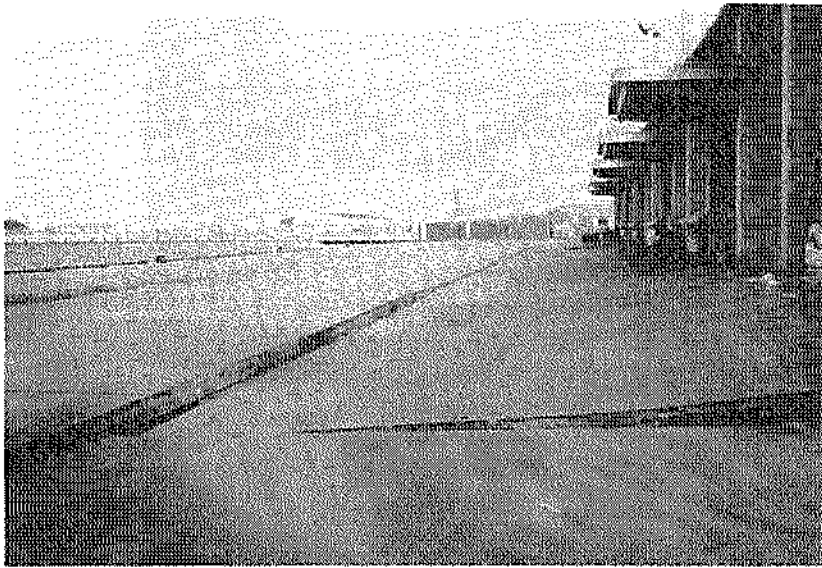
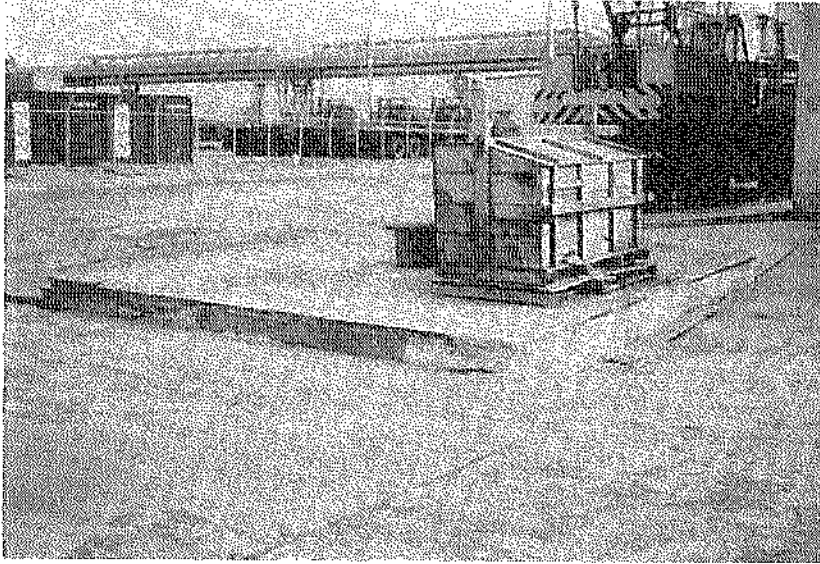
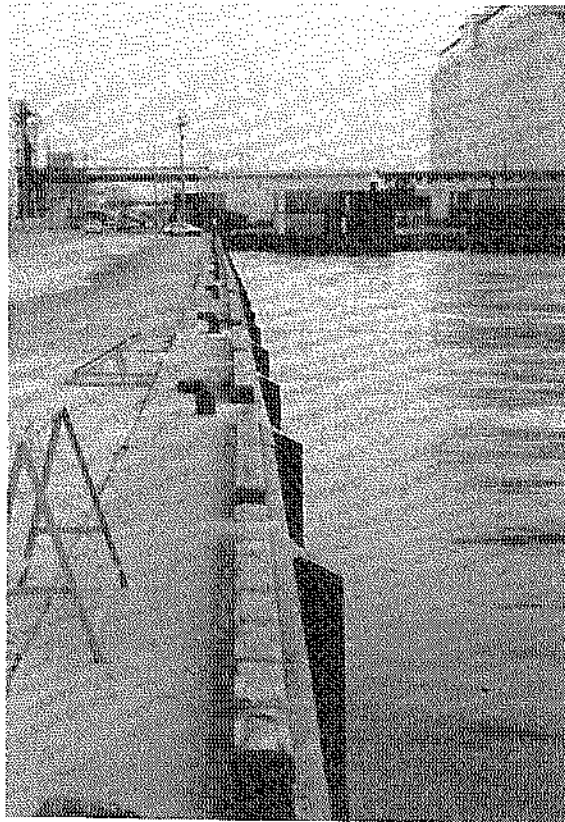


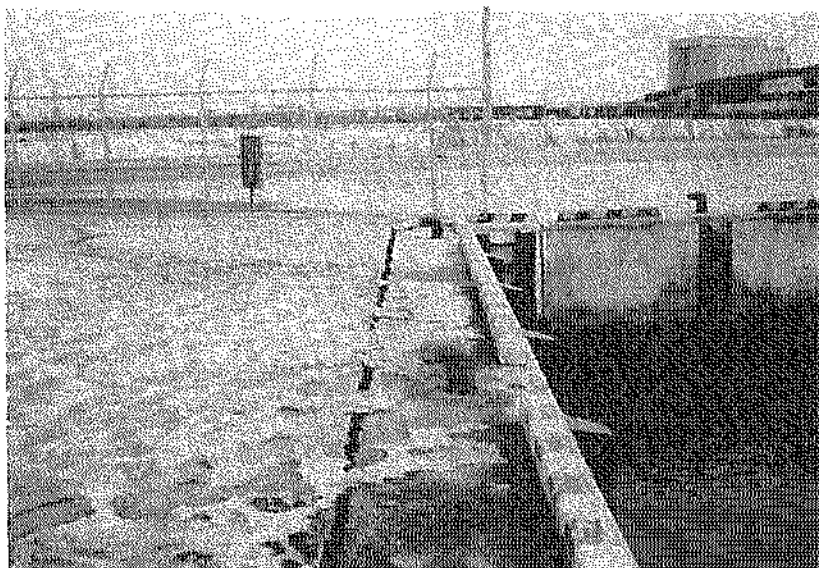
写真-3.3.38 エプロン被災状況 (第2埠頭地区, ⑥西側岸壁(-9.0m))



写真—3.3.39 係船柱周りの沈下状況（第2埠頭地区，㉗西側岸壁（-7.5m））



写真—3.3.40 法線変位状況（第2埠頭地区，㉘物揚場（-4.0m））



写真—3.3.41 エプロン被災状況（第3埠頭地区，①東側物揚場（-4.0m））



写真—3.3.42 エプロン背後の沈下状況（第3埠頭地区，②東側岸壁（-5.5m））

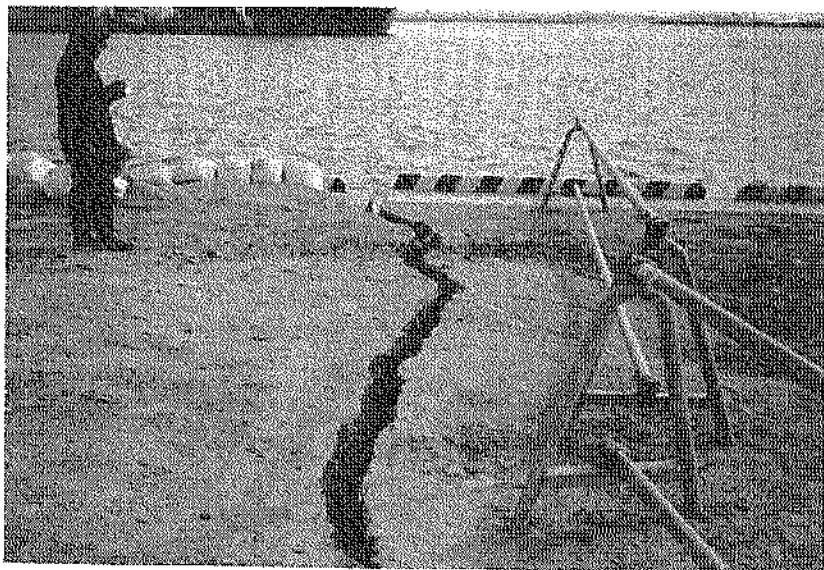


写真-3.3.43 ケーソン目地開き (第3埠頭地区, ④東側岸壁(-7.5m))

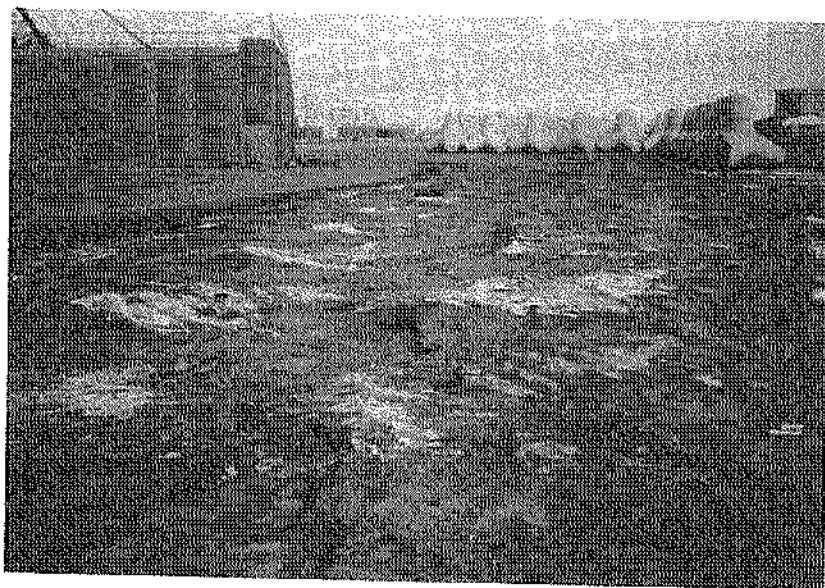


写真-3.3.44 エブロン部沈下状況 (第3埠頭地区, ④東側岸壁(-7.5m))

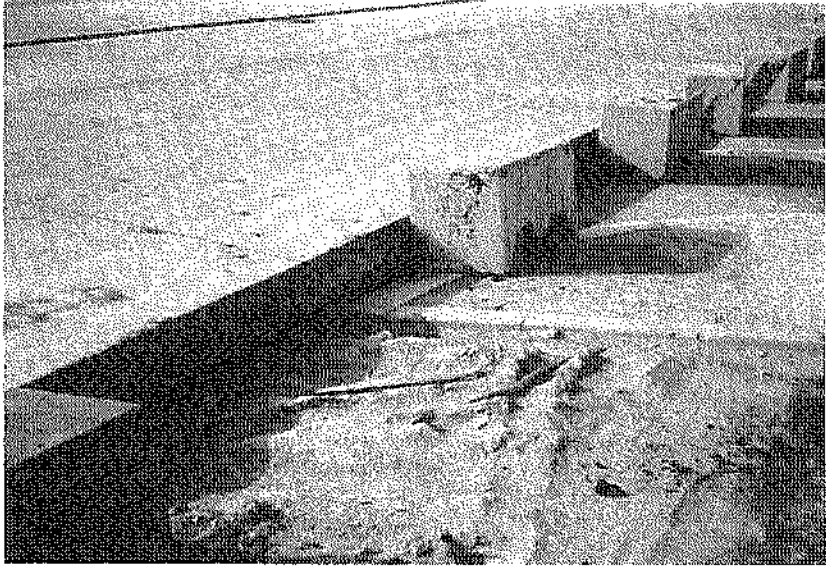


写真-3.3.45 エブロン背後地盤の沈下状況 (第3埠頭地区, ㊦南側岸壁(-12.0m)東側)

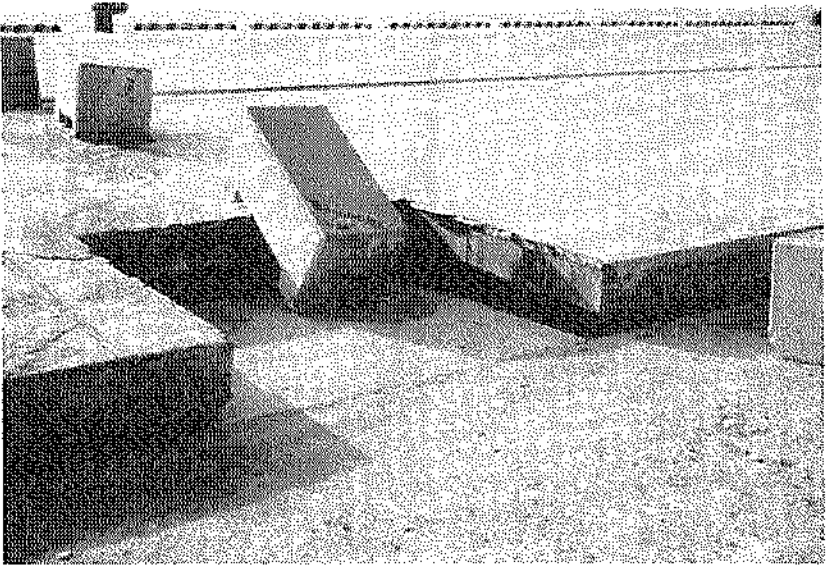
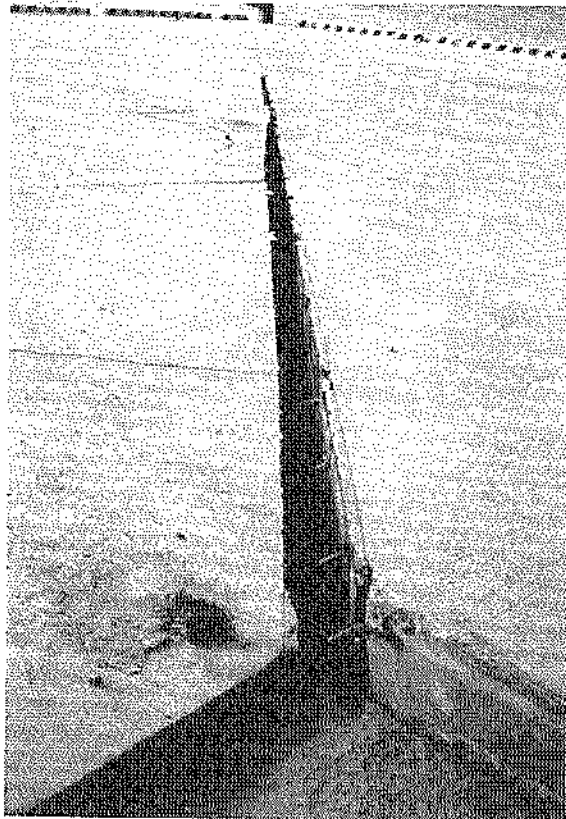


写真-3.3.46 エブロン背後地盤の沈下状況 (第3埠頭地区, ㊦南側岸壁(-12.0m)東側)



写真—3.3.47 エプロン舗装目地開き状況 (第3埠頭地区, ㊦南側岸壁(-12.0m)東端部)



写真—3.3.48 エプロン舗装目地開き状況 (第3埠頭地区,
㊦南側岸壁(-12.0m)西端部)

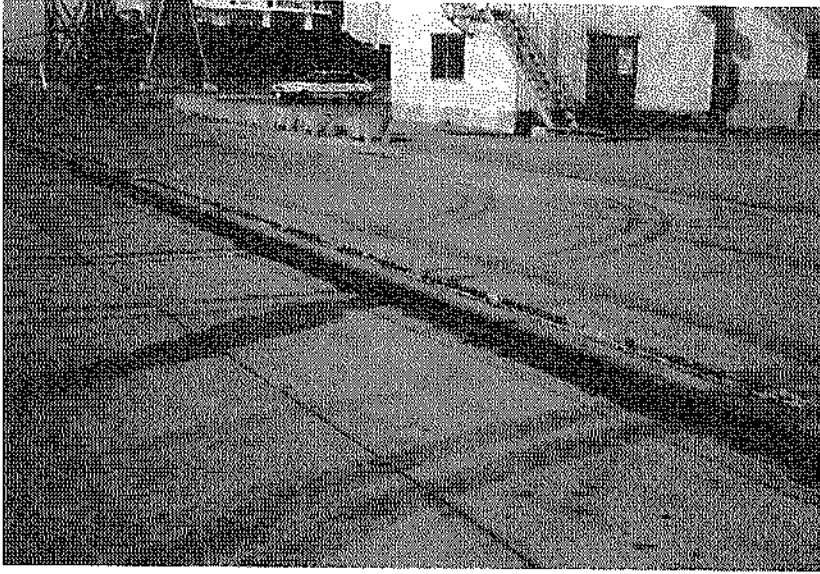


写真-3.3.49 アンローダーレール位置の段差状況 (第3埠頭地区, ⑤南側岸壁(-12.0m))

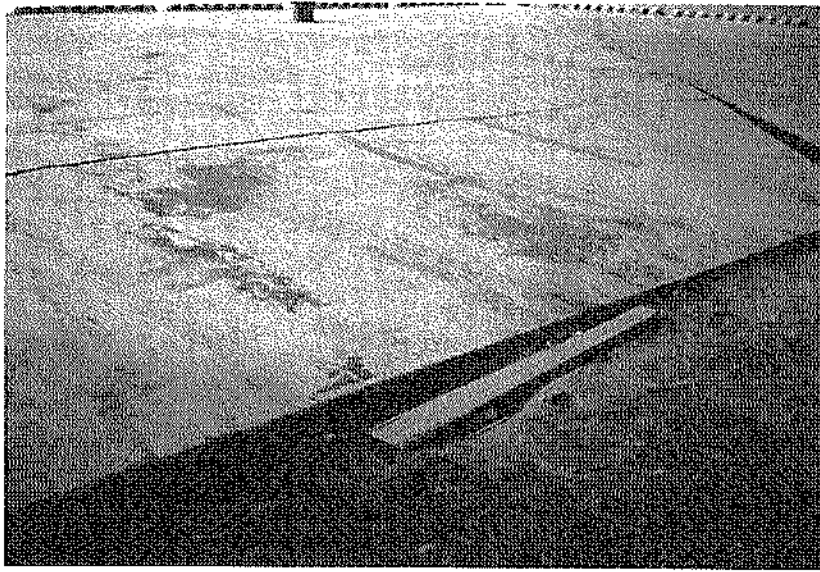


写真-3.3.50 エブロン沈下・亀裂状況 (第3埠頭地区, ⑤南側岸壁(-12.0m)西端部)

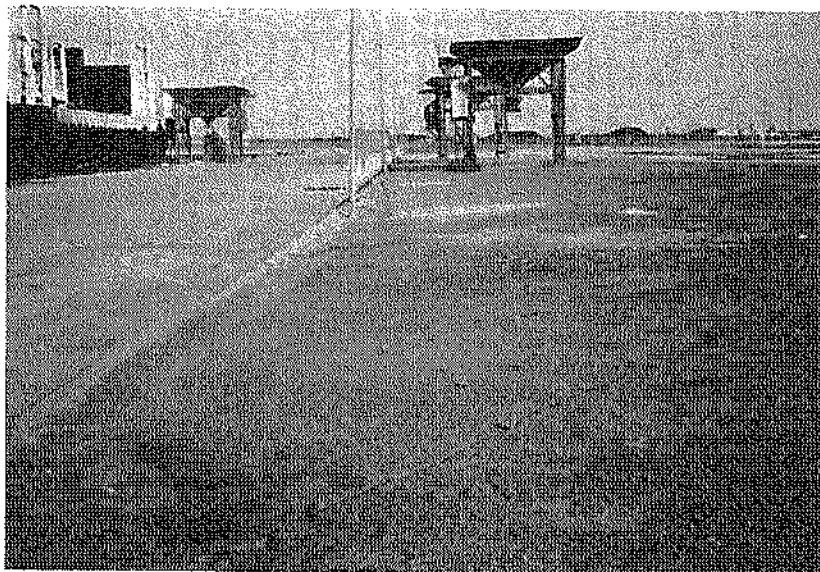


写真-3.3.51 エプロン背後地盤の沈下状況 (第3埠頭地区, ⑥西側岸壁(-12.0m))

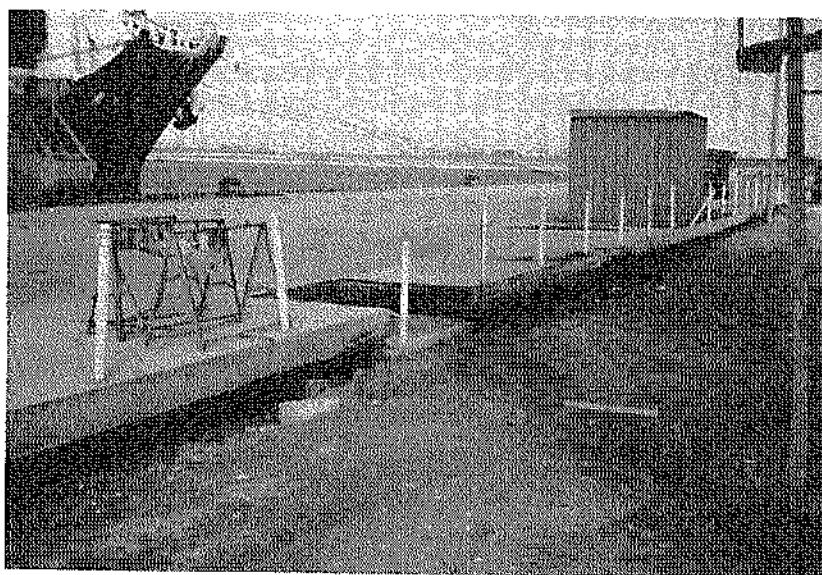


写真-3.3.52 エプロン背後地盤の沈下状況 (第3埠頭地区, ⑥西側岸壁(-12.0m))

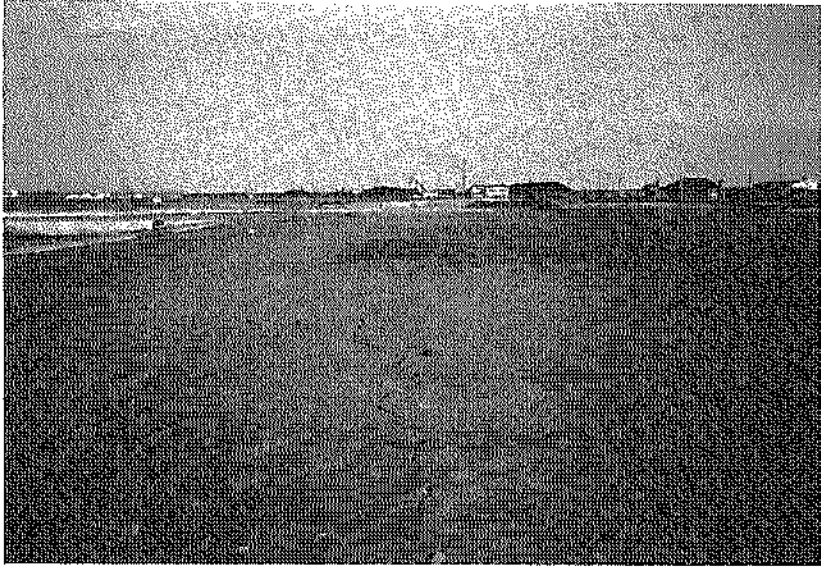


写真-3.3.53 エプロン部の地割れ・段差状況 (第3埠頭地区, ㊦西側岸壁(-10.0m))

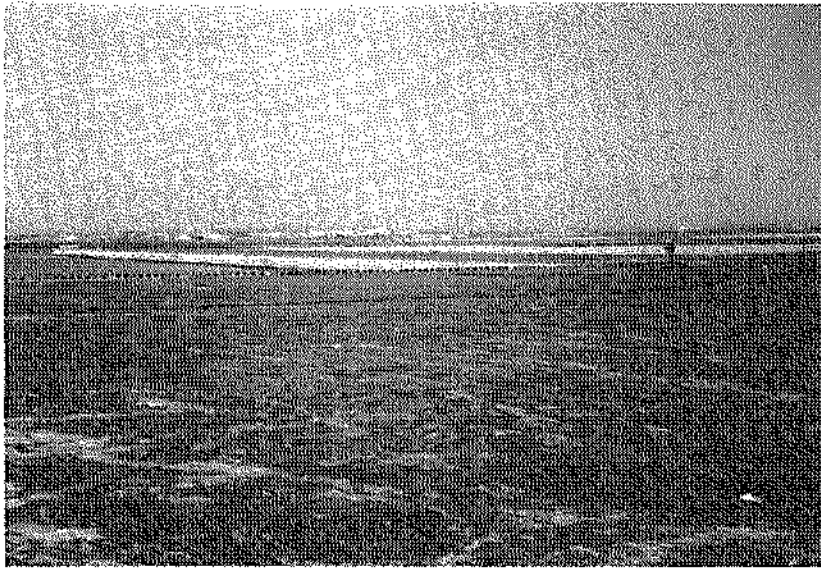


写真-3.3.54 エプロン部の地割れ・段差状況 (第3埠頭地区, ㊦西側岸壁(-10.0m))



写真-3.3.55 岸壁背後地盤の沈下状況 (第3埠頭地区, ㊸物揚場(-4.0m))

3.4 釧路港の液状化

3.4.1 釧路港の液状化対策

釧路港では、岸壁を新たに整備する際には必要に応じ液状化対策を行うこととしているが、既存の施設で液状化の発生の恐れがあると判定される大型岸壁については、実施可能な岸壁から逐次液状化対策を実施してきているところである。平成5年(1993年)釧路沖地震が発生した時点での液状化対策実施済みの大型岸壁(水深7.5m以上)は合わせて8岸壁ある。これらの岸壁の位置を図-3.4.1(a)(b)に◎印で示す。また、これらの岸壁の液状化対策断面は、3.2, 3.3に示したとおりである。釧路港では、原地盤は比較的良く締まった砂地盤となっており、このため、岸壁背後の裏埋土を改良するのみで十分な液状化対策となっている。また、液状化対策としては、基本的には岸壁背後の砂を締め固め、対策工の施工中での既存構造物への影響を軽減する必要がある部分については、ドレーン工法、固結工法などを用いている。これらの液状化対策に関する設計法については、関連の成書⁹⁾に詳しく解説されている。

3.4.2 釧路港湾地域における液状化の発生状況

釧路港湾地域全体について、液状化の発生状況を大局的にとらえたものを、図-3.4.2-3.4.3に示す。これらの図は地震発生の翌日に撮影された航空写真から、液状化にともなって噴き出した水や砂の痕跡を読みとって表示したものであり、液状化の発生範囲をハッチで示している。

釧路港湾地域は、図-3.4.1に示す旧海岸線の位置から理解されたとおり、大部分が埋立によって形成されているが、液状化が発生したと見られる部分とそうでない部分とがあることが分かる。これらの地盤部分を、さらに、液状化対策の有無によって分類すれば、理論的な可能性としては、表-3.4.1に示す4通りがある。しかし、実際には、液状化対策を実施した地盤部分においては、液状化の発生を示す噴砂、噴水などの現象は発生しておらず、表-3.4.1に示す分類のうちで、(1)液状化対策無しで液状化が発生、(2)液状化対策無しであるが液状化の発生無し、(3)液状化対策有りで液状化発生無し、の3通りのみか実際の地盤の分類を表している。これらの分類のうち、(2)の場合を工学的立場から捉え直すと、もともと液状化の発生の恐れがないために液状化対策を実施する必要がなかった場合に相当するものといえる。

以上のような地盤の分類を、さらに岸壁断面に即して考えると、以下のとおりとなる。まず、矢板岸壁の場合

には、液状化対策を実施する範囲として図-3.4.4に概念的に示す部分と、その背後の地盤部分とに分けて考えることができる。同様に、重力式岸壁の場合にも、液状化対策を実施する範囲として図-3.4.5に概念的に示す部分と、その背後の地盤部分とに分けて考えることができる。以下において、液状化に関連して「岸壁」とよぶ場合には、これらの液状化対策を実施する範囲に含まれる地盤および構造物を総称するものとする。ただし、液状化対策を実施していない岸壁についても、同様に、液状化対策を実施する予定範囲に含まれる地盤および構造物を総称して「岸壁」とよぶこととする。図-3.4.1における各岸壁の記号は、このような定義による岸壁を、先に説明した観点による地盤の分類に従って記している。なお、釧路港では栈橋が一つあり、その直下の地盤は、比較的良く締まった原地盤であり液状化の発生はなかったものと思われるが、海底地盤であるため液状化の有無の直接的な確認ができていない。このため、同図においては、「液状化の発生不明」として示している。

3.4.3 施設被害と液状化との関連

釧路港の施設被害と液状化との関連を検討する上では、大きく分けて二つの観点がある。一つは、構造設計的な観点、他のひとつは、現象解明的な観点である。前者の観点は、構造物の設計に携わっている技術者には馴染み深い観点であり、施設被害と設計の妥当性が直接に結び付けて捉えられる。この観点では、著しい被害を受けた構造物については、設計上の問題の有無が問われることとなり、用いた設計体系のうちどの部分に問題があったのかという観点から検討が進められる。この検討では、設計上用いる種々の定数(例えば、液状化の影響の有無、設計震度の大小など)を種々に変化させて設計法に則った計算を行い、その結果得られる安全率などを構造物の被害の有無と比較することにより設計法の妥当性を検討するものである。

これに対して、後者の観点は、検討の対象とする構造物の断面、材料などを、地盤条件と同様に、あらかじめ与えられた初期条件として捉え、このような条件を有する一つの地盤-構造物系が地震時にどのような挙動を示したかを現象解明的に検討するものである。この観点では、構造物の設計においてどのような設計体系が採られたかという点は2次的なものとなり、設計の結果として地震前に存在していた地盤-構造物系がどのような力学特性を有していたかという点が最も重要となる。この観点では、例えば、構造物の設計震度を、構造物の設計のための定数として捉えるのではなく、構造物の断面を

表現するためのひとつの力学的な指標として捉えることとなる。同様に、設計法の体系を、構造物の設計のための体系として捉えるのではなく、構造物の地震時挙動を近似するための簡略化した力学理論として捉えることとなる。

構造設計的な観点および現象解明的な観点による検討のいずれにおいても、最終的には、構造物の耐震性を高めることを目的としている点で共通しているが、この目的に到達するための手順が、前者では直線的であるのに対し、後者ではより広い視野からの検討を含むものとなる。

本報告は、地震被害報告として構造物の地震時挙動を客観的に記述することに重点を置いている。したがって、液状化についても、以下では、現象解明的な観点に従って記述することとする。構造設計的な観点に従った検討は、別途実施される予定である。

さて、釧路港の施設被害と液状化との関連を検討するため、釧路港の岸壁のうち、水深7.5m以上の大型岸壁について、液状化対策の有無と施設の被災状況をとりまとめれば、表-3.4.2のとおりとなる。なお、釧路港における各岸壁の位置は、図-3.4.1に番号つきで示しておりである。

同表に示す大型岸壁のうち、北埠頭岸壁をはじめとする一部の岸壁は設計震度0.15を用いて設計されており、これらの岸壁では設計震度を上回る地震力が作用したことに加えて液状化が発生したことにより岸壁の海側への変位が最大で岸壁の水深の20%に達する程度の著しい変形が生じている。これに比較すると、設計震度0.20を用いて設計されたその他の多数の岸壁では、液状化が発生した場合でも、岸壁の海側への変位は岸壁の水深の10%以下に留まっている。

設計震度0.20を用いて設計された岸壁の変形量について、さらに詳細に見ると、液状化対策を実施した岸壁では無被害または最大で岸壁水深の3%程度の海側への変位に留まっているのに対して、液状化対策を実施していない岸壁では、最小で0.5%最大で10%程度の変位が発生しており、全体としては、液状化対策により岸壁の変形が抑制される傾向がある。

以上の傾向のうち、液状化対策による岸壁の変形の抑制効果については、液状化対策の効果として当然期待できるものといえる。これに対して、設計震度の大小が液状化による構造物の被災程度を大きく支配する指標のひとつとなっている点については、技術的に興味深い点である。設計法における考え方に従えば、設計震度は、地震によって加わる慣性力への抵抗力を規定するものであ

り、地盤の液状化に対する構造物の抵抗力との関連は、あくまでも間接的なものと考えられる。しかし、今回の地震では、設計震度が液状化への抵抗と強い関連性を持っていることをうかがわせる結果となっている。その理由として、設計震度0.2で設計された重力式岸壁ではケーソン本体が重畳かつ巨大であり、液状化による土圧の増加が、構造物に加わる外力としては、必ずしも支配的な影響を持たない可能性が考えられる。

この点を検討するため、水深10mの大型重力式(ケーソン式)岸壁について、標準的な設計法²⁾に従って岸壁に加わる地震時の外力を計算し、その外力の内、ケーソンに加わる慣性力をケーソン背後から加わる土圧と残留水位による水圧の合力と比較した。その結果を図-3.4.6に示す。なお、参考として、設計における諸条件を示すため、ここで実施した試設計による設計震度0.20の場合の標準断面を図-3.4.7に示す。図-3.4.6に示すとおり、設計震度0.20の場合には、設計震度0.15の場合に比較して、土圧・水圧の影響が慣性力に比較して相対的に小さくなっている。

この計算では、地盤が液状化しないものと仮定して標準的な設計を行っている。しかし、実際には、図-3.4.7において、裏込め石の背後は、全て液状化することとなる。この場合には、液状化の発生により、液状化が発生しない場合に比べてある一定の割合で土圧が増加する。しかし、設計震度が大きい場合には土圧・水圧の影響そのものが慣性力に比較して相対的に小さくなっているため、このように液状化により土圧が増加しても、その影響は、ケーソン本体に加わる慣性力に比較すれば、かならずしも著しいものとはならない。

さらに、ケーソン背後には、土圧軽減のため裏込め石を用いているが、これは見方を換えれば、液状化対策済みの領域に相当するともいえる。もちろん、標準的な設計による裏込め石の範囲では、液状化対策として十分な範囲とはなっていないが、少なくとも裏込め石の範囲が液状化しないことにより、その背後の土の液状化の影響がある程度軽減されたものと考えられる。なお、裏込め石の効果については、過去の多数の被災事例をもとに、液状化した岸壁の変形の抑制に効果があるとの指摘がなされている³⁾。

以上の考察をまとめると、(1)液状化対策による被害軽減の効果が認められること、(2)液状化対策を実施しない場合には液状化により構造物に被害が発生するが、液状化による被害程度は、設計震度が大きいほど、また、裏込め石が広い範囲に用いられているほど、小さくなる傾向を示すこと、がいえる。

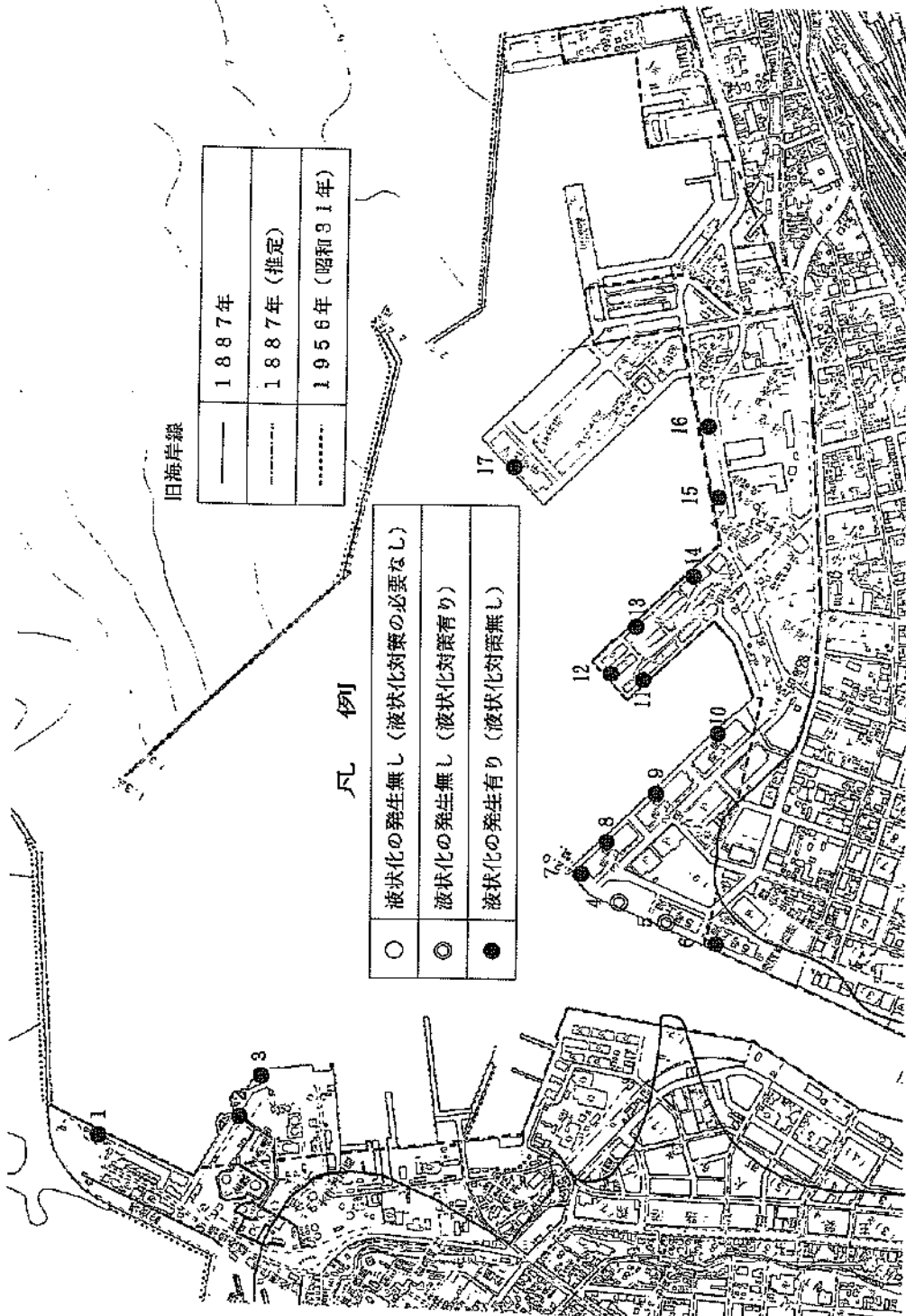
これらの現象解明的な観点からのまとめから、構造物の地震被害を軽減するためには液状化対策が極めて重要であること、また、重力式岸壁の場合には、仮に何らかの制約条件が存在し地盤の液状化対策の実施が困難である場合でも、便宜的に設計震度を引き上げて設計した構造断面を用いる、または、裏込め石を広い範囲に用いることにより液状化による被害がある程度軽減される可能性があること、が実証的に示されたといえる。

なお、先にもふれたとおり、本節の検討はあくまでも現象解明的な観点によるものであり、多数の設計計算を

含む構造設計的な観点からの設計法の妥当性の検討は別途実施される予定である。

参考文献

- 1) 運輸省港湾局監修：埋立地の液状化対策ハンドブック，沿岸開発技術研究センター，1993年3月，p.285
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1990年
- 3) 土田 肇：液状化の影響を受けた岸壁の被害，第16回地震工学研究発表会講演概要，1981年，pp.201-204



図一3.4.1(a) 釧路港における各岸壁の位置(東港区)

凡 例

○	液状化の発生無し（液状化対策の必要なし）
◎	液状化の発生無し（液状化対策有り）
●	液状化の発生有り（液状化対策無し）
△	液状化の発生不明（液状化対策無し）

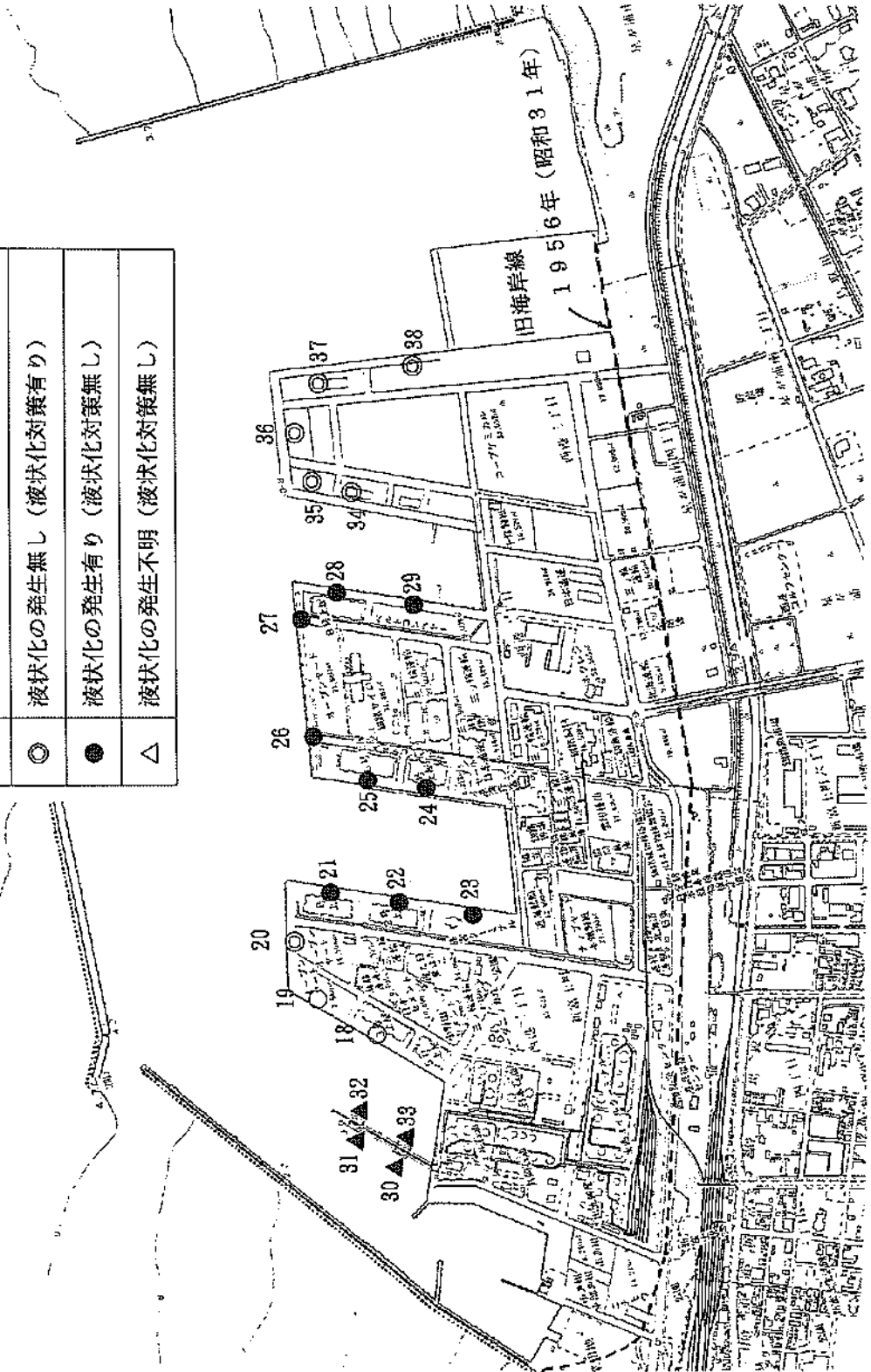
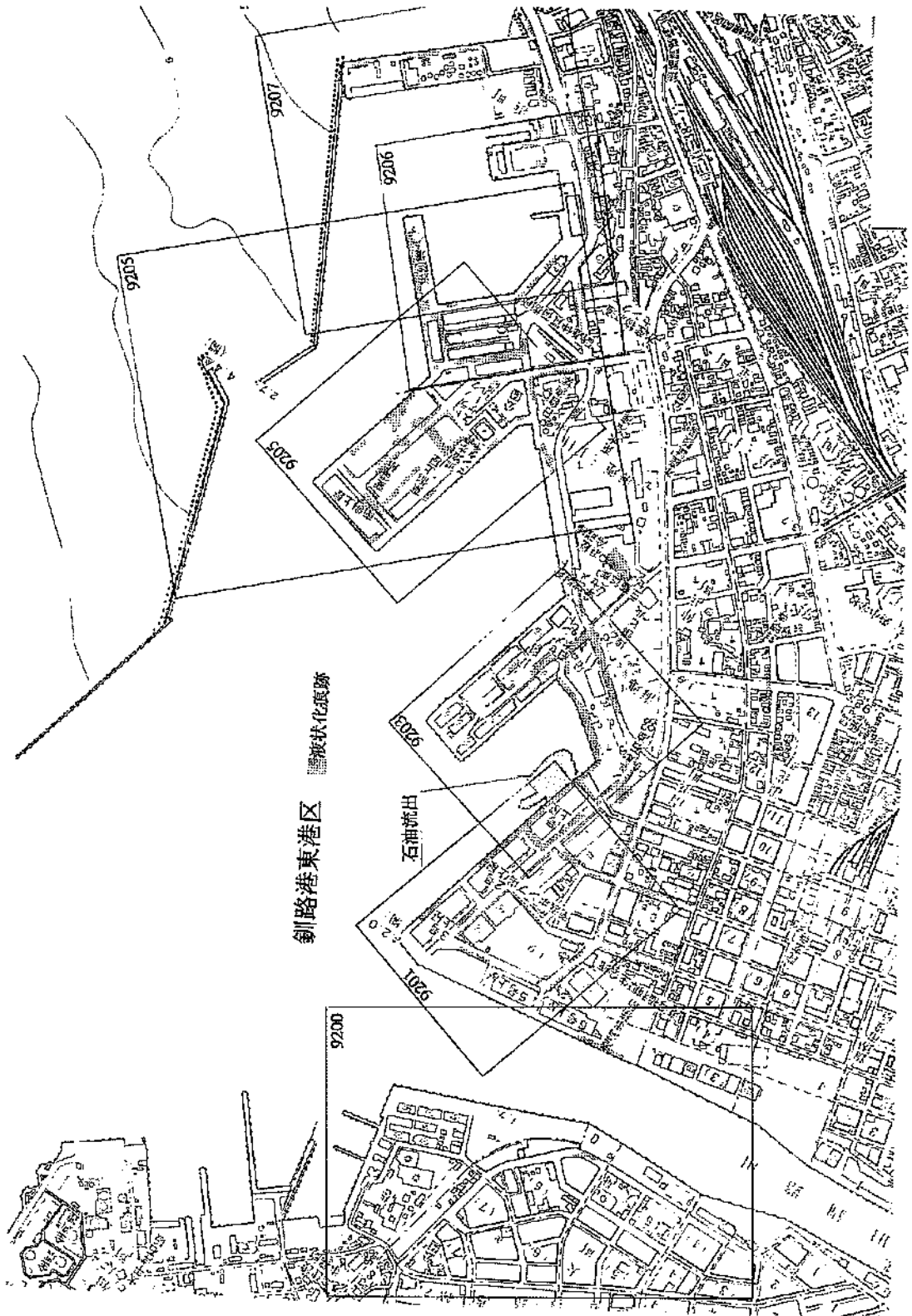
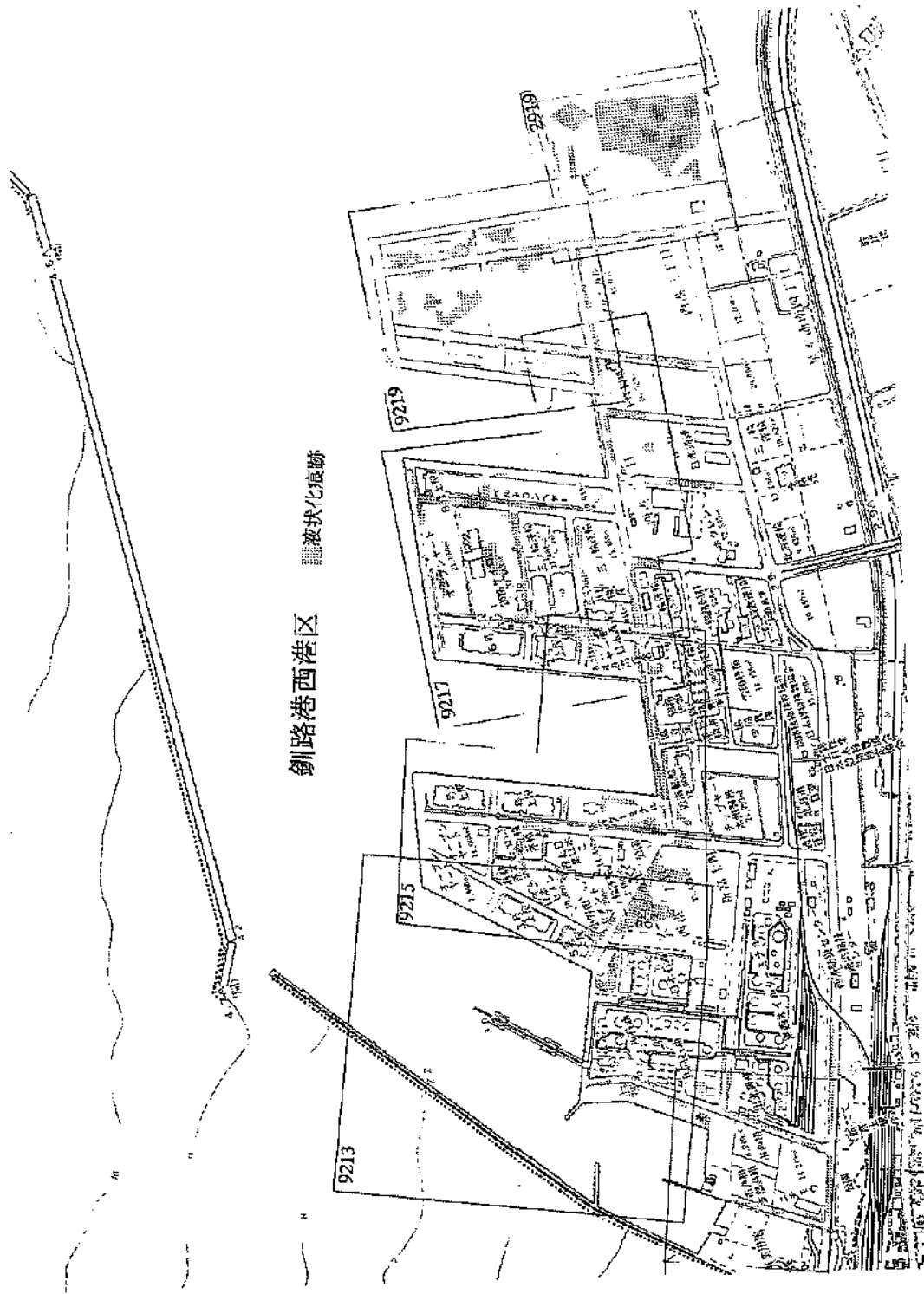


図-3.4.1(b) 鋼路港における各岸壁の位置（西港区）



図一3.4.2 航空写真による液状化の発生状況（東港区）



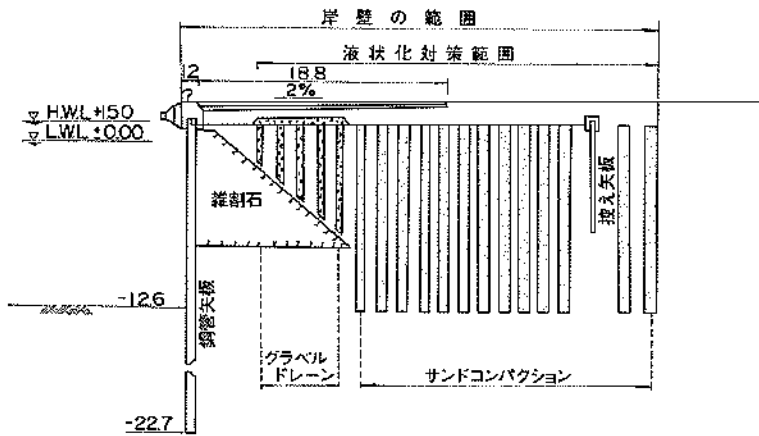
釧路港西港区
 液状化痕跡

図-3.4.3 航空写真による液状化の発生状況(西港区)

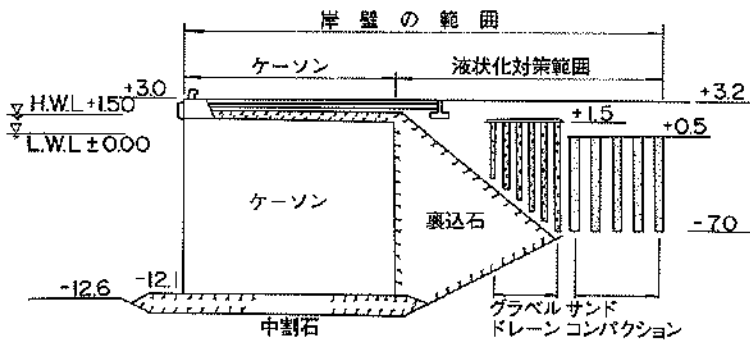
表-3.4.2 釧路港の液状化対策状況と岸壁の被災状況

調査地点番号 (図-3.4.1)	液状化対策工 参考図	港区地区名 (図-2.2.2.3)	施設名	構造種別	水深	施設延長	完成年度	設計 震度	施設の被災状況			岸壁背後地盤 の沈下による
									被災 程度	法線の 変位量(cm)	17.07 沈下量(cm)	
1		南埠頭①	石炭α-ダ A)D #717	重力式	-7.5	218	S50改良	不明	不明	不明	不明	不明
2		南新埠頭④	雑貨岸壁	重力式	-7.5	24	S44	—	不明	不明	不明	不明
3		南新埠頭⑤	雑貨岸壁	重力式	-7.5	130	S44	0.15	0	0	0	0
4		中央埠頭④	東側岸壁	鋼矢板式	-7.5	130	H4	0.20	I	0	0~10	—
5	図-3.2.31	中央埠頭⑤	水中α-γ-β	鋼矢板式	-7.5	130	H4	0.20	I	0	0~10	—
6	図-3.2.30	中央埠頭⑥	矢板式	矢板式	-7.5	130	H2~改良中	0.15	I	0	0~10	—
7		中央埠頭⑦	頭部岸壁	矢板式	-10.0	69	S38	0.15	I	不明	7~15	—
8		中央埠頭⑧	西側岸壁	—	-10.0	180	S39	0.15	I	—	不明	—
9		中央埠頭⑨	西側岸壁	—	-10.0	340	S41	0.15	I	—	0~10	—
11		北埠頭②	浜側岸壁	重力式	-8.1	148	S25, S30改良	0.15	II	20~200	20~40	不明
12		北埠頭③	突端岸壁	—	-8.0	109	S25, —	0.15	III	50~160	20~100	—
13, 14		北埠頭④	西側岸壁	—	-9.0	383	S25, —	0.15	II	100~160	10~30	—
15		北埠頭⑤	直線部	—	-9.0	161	S15, —	不明	II	不明	不明	—
16		北埠頭⑥	—	—	-8.1	148	S15, —	不明	I	—	—	—
17		漁業埠頭②	南側岸壁	鋼矢板式	-7.5	200	S55	0.20	III	0~30	30	—
18		西区1埠頭④	東側岸壁	鋼管矢板式	-9.0	165	S51	0.20	0	0	0	0
19		西区1埠頭⑤	—	—	-9.0	165	S51	0.20	0	0	0	0
20		西区1埠頭⑥	南側岸壁	—	-12.0	240	S50	0.20	0	0	0	0
21	図-3.3.7	西区1埠頭⑦	西側岸壁	—	-10.0	215	S50	0.20	I	-25~0	20~30	0
22		西区1埠頭⑧	—	—	-9.0	180	S50	0.20	II	3~70	20~30	10~35
23		西区1埠頭⑨	—	—	-9.0	180	S50	0.20	II	20~75	10~35	10~35
24		西区2埠頭②	東側岸壁	重力式	-7.5	130	S57	0.20	I	10前後	10~30	0~10
25		西区2埠頭③	—	—	-10.0	185	S57	0.20	I	5	25~30	0~10
26		西区2埠頭④	南側岸壁	—	-12.0	240	S57	0.20	II	20~30	30~45	20~30
27		西区2埠頭⑤	—	—	-12.0	240	S57	0.20	II	20~30	30~45	40~70
28		西区2埠頭⑥	西側岸壁	—	-9.0	165	S50	0.20	II	20~30	30~40	10~40
29		西区2埠頭⑦	—	—	-7.5	130	S58	0.20	I	10~35	10~30	0~10
30-33		西区第1埠頭①	石油棧橋	鋼管柱	-7.5	520	S49	0.20	0	0	0	0
34	図-3.3.61	西区3埠頭③	東側岸壁	重力式	-7.5	130	S59~未定	0.20	I	0~4	10~15	若干
35	埋土固化処理	西区3埠頭④	—	—	-7.5	130	H5~未定	0.20	I	5~15	10~15	20~30
36		西区3埠頭⑤	南側岸壁	—	-12.0	東 70+80 西 170+80	H4	0.20	II	0~6	10~20	20~35
37	図-3.3.67	西区3埠頭⑥	—	—	-12.0	240	H4	0.20	II	-7~6	10~20	5
38	図-3.3.67, 72 図-3.3.77	西区3埠頭⑦	西側岸壁	—	-10.0	185+40	S68~未定	0.20	II	5~25	10	10~40

備考 ○：液状化の発生なし（液状化対策の必要なし） ●：液状化の発生あり（液状化対策無し） ▲：液状化の発生不明（液状化対策無し） ◎：液状化の発生無し（液状化対策有り）



図一3.4.4 矢板式岸壁の液状化対策範囲と「岸壁」の範囲の概念図



図一3.4.5 重力式岸壁の液状化対策範囲と「岸壁」の範囲の概念図

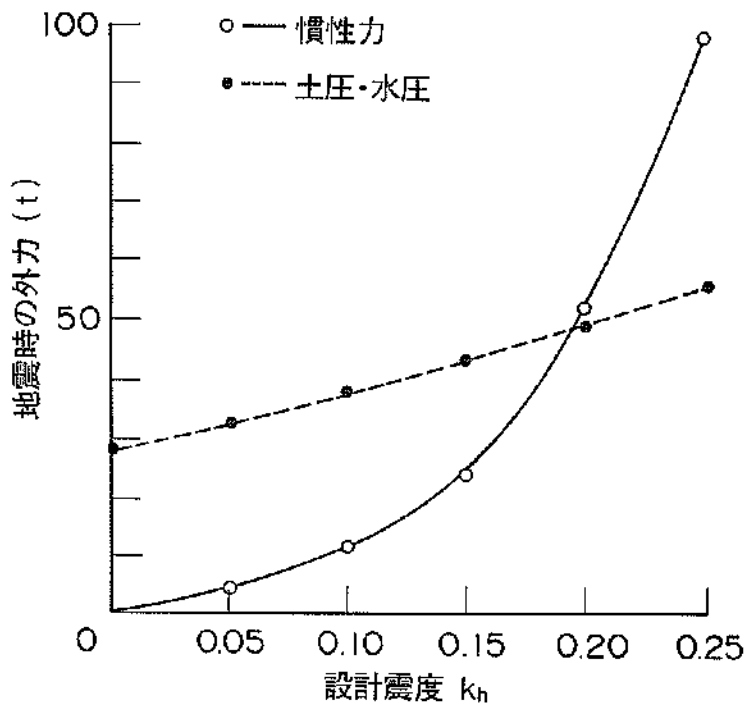


図-3.4.6 重方式岸壁に加わる慣性力と土圧・水圧の関係

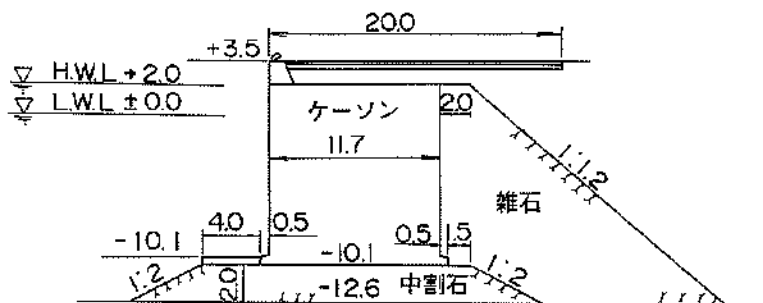


図-3.4.7 試設計による標準断面図 (設計震度0.20)

4. 釧路港以外の港湾の被害

今回の地震により、釧路港以外の港湾においても被害が発生した。被害が発生したのは、浦河港、十勝港、霧多布港、根室港（花咲地区）の4港湾であった。以下にこれら港湾の被害について報告する。各港湾の位置については、図-2.1.1に示す通りである。

4. 1 浦河港

4. 1. 1 浦河港の概要¹⁾

浦河港は、図-2.1.1に示すように、北海道の中央南端、日高支庁管内の中央部に位置し、日高山系と太平洋海岸線に囲まれた、温暖肥沃な日高地区を勢力圏として発展してきた地方港湾である。

本港は明治6年（1873）に早くも測量がなされ、大正10年（1921）に第一期拓殖計画に繰り入れられ工事が着工した。昭和28年（1953）に浦河港はこの地方唯一の地方港湾となり、商港及び拠点漁港として整備されるとともに拡張工事が続けられた。現在では、今後予想される取扱貨物量の増大と日高沿岸漁場を根拠地とする漁船の大型化に対処するため、-7.5m岸壁にバース化と航路泊地の完成および漁船のけい留施設の整備を行うとともに外郭施設の概成を見るに至っている。

第8次港湾整備5ヵ年計画（平成3～7年度）では、不足している漁船溜りと遊漁船を対象とした親水施設および静穏度の向上としての外郭施設を計画している。

4. 1. 2 浦河港の強震動

浦河港は、震央距離が約153kmに位置する港湾であり、同港に設置されているSMAC-B2型強震計²⁾により今回の地震動を観測することができた。強震計は、浦河港工事事務所の構内に設置されており、その位置は図-4.1.1の浦河港平面図に示す通りである。

観測された地表での加速度時刻歴を図-4.1.2に示す。各成分の最大加速度は、NS成分174Gal、EW成分133Gal、UD成分48Galとなっている。観測されたNS成分の最大加速度174Galから、浦河港で実際に作用した震度（作用震度）の上限値³⁾を推定すると震度は約0.18となる。また、最大加速度と重力加速度の比の0.6倍程度を平均的な震度と考えるとその値は約0.11となる。これらより、浦河港で実際に作用した震度は、0.11～0.18程度と考えられる。

4. 1. 3 浦河港の被害

浦河港で発生した施設の被害について以下に報告する。

施設の位置については、図-4.1.1に示す浦河港平面図に示す通りである。また、各施設の構造、被害に関する総括を表-2.2.4にその他の港湾と合わせて示す。尚、今回被害の発生した施設は平成3年に完成した一つの岸壁のみであり、その他の施設、例えば昭和57年（1982年）浦河沖地震によって被害を受けた施設は、今回の地震では被害を受けなかった。

(1)岸壁（-7.5m）

本施設は、平成3年に完成した重力式ケーソンの岸壁である。施設延長は260mであるが、この内、被害は北側の126.5mの区間において発生している。本施設の被災状況平面図を図-4.1.3、縦断面図を図-4.1.4、標準断面図を図-4.1.5に示す。

本施設の被害としては、地震直後の1月19日に測定した結果では、ケーソン背面位置においてエプロンに法線と平行方向に幅2～4mmの亀裂が発生し（写真-4.1.1）、それより後方でエプロンが5～13cm沈下している。また、エプロン舗装下部には路盤との間に2～5cmの空隙が生じている。岸壁法線の変位および上部工の沈下はほとんど生じていない。岸壁後背地盤では、沈下が生じるとともに広い範囲で地割れが発生しており、地割れ部分から噴砂の生じているところもある。尚、エプロンの亀裂幅および沈下量の測定は、1月19日および2月12日の2回行われたが、数値的には2回目の方が大きく、亀裂幅で2～3mm程度、本体背後のエプロンの沈下量で1～2cm程度増加している。

表-2.2.4に示す通り、本施設の設計震度は0.2であり、先に推定した作用震度の最大値約0.18よりも大きな設計震度で設計されている。岸壁法線の変位および上部工の沈下がほとんど発生していないことから、岸壁本体の地震時の安定性は十分に確保されていたと考えられる。ただし、ケーソン背面位置でエプロンに亀裂、それより後方で沈下等が発生していることから、被害の主な原因は、液状化などによる岸壁背後の裏埋め土の沈下によって生じたものと考えられる。

4. 2 十勝港

4. 2. 1 十勝港の概要¹⁾

十勝港は、図-2.1.1に示すように、北海道十勝地方の南端に位置する重要港湾で、その勢力圏は十勝地方のみならず、北見地方の一部にも及んでいる。

本港は、港湾整備の発展と相まって、総取扱貨物量も順調な伸びを示しており、平成3年は農林水産品、化学工業品、鉱産品等を中心に102万tに達している。

昭和4年(1929)に着工した十勝港は、昭和35年(1960)迄に漁港地区が形成された。その後、漁業埠頭、南埠頭および第2埠頭の港湾施設は、昭和36年(1961)から昭和55年(1980)にかけて本格的に整備された。15,000t級の大型岸壁(-10m)を備える第3埠頭は、昭和60年(1985)に着工し平成2年(1990)に供用を開始した。

平成元年(1989)8月末には、第3埠頭地区に農協の小麦サイロ(1,000t×50基=50,000t)が完成し、国内産小麦の積出し用としては全国最大の施設が操業を開始している。

4.2.2 十勝港の強震動

十勝港は、震央距離が約107kmに位置する港湾であり、同港に設置されているERS-C型強震計⁴⁾により今回の地震動を記録することができた。強震計は、第2埠頭地区内に設置されており、その位置は図-4.2.1の十勝港平面図に示す通りである。

観測された地表での加速度時刻歴にERS-C型強震計の計器特性による補正を施したものを図-4.2.2に示す。各成分の最大加速度は、NS成分406Gal、EW成分320Gal、UD成分224Galとなっている。また、視測記録をSMAC-B2型強震計の計器特性と等価なものに換算した記録の時刻歴を図-4.2.3に示す。SMAC-B2型と等価な波形では、各成分の最大加速度が、NS成分209Gal、EW成分260Gal、UD成分96Galとなった。このEW成分の最大加速度260Galから、十勝港で実際に作用した震度の上限值⁵⁾を推定すると震度は約0.21となる。また、最大加速度と重力加速度の比の0.6倍程度を平均的な震度と考えるとその値は約0.16となる。これらより、十勝港で実際に作用した震度は、0.16~0.21程度と考えられる。

4.2.3 十勝港の被害

十勝港で発生した施設の被害について以下に報告する。施設の位置については、図-4.2.1に示す十勝港平面図に示す各被害施設の施設番号で対応させるものとする。また、各被害施設の構造、被害に関する総括を表-2.2.4にその他の港湾と合わせて示す。

(1)岸壁(南-7.5m)(施設番号①)

本施設は、平成3年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施設延長は260mである。本施設の被災状況平面図を図-4.2.4、被災状況断面図を図-4.2.5、標準断面図を図-4.2.6に示す。

本施設の被害としては、ケーソン背面位置において法線と平行方向にエプロンに亀裂が発生し(写真-4.2.1)、それより後方でエプロンが5cm程度沈下した。エプ

ロン中央部で路盤と舗装との間に3~5cmの空隙が生じている。岸壁法線の変位および上部工の沈下はほとんど生じていない。

本施設は、液状化対策工としてサンドコンパクションパイル工法により対策を施した岸壁である。本施設の設計震度は0.15であり、先に推定した作用震度0.16~0.21よりも小さな値である。しかしながら、岸壁法線の変位および上部工の沈下がほとんど発生していないことから、液状化対策工により、岸壁に作用する土圧の軽減が十分にあったものと考えられる。エプロンの沈下、亀裂などの被害原因は、主に岸壁背後の裏込め石と液状化対策工との間の部分の裏埋め土の沈下によるものと推察される。(2)岸壁(南-5.5m)(施設番号②)

本施設は、平成3年に完成したプレキャストコンクリートによる重力式の岸壁であり、施設延長は90mである。本施設の被災状況平面図、断面図を図-4.2.7、標準断面図を図-4.2.8に示す。

本施設の被害としては、上部工が5~10cm沈下し、岸壁法線が若干前面に変位している。これにより、上部工とエプロンの目地部に5~10cmの目地開きおよび段差が発生し(写真-4.2.2)、エプロン下部に5cm程度の空隙が生じている。また、本体背後でエプロンが10~15cm沈下している。尚、本施設の設計震度は0.10であり、作用震度0.16~0.21よりも明らかに小さな値となっている。(3)物揚場(-4.0m)(施設番号③)

本施設は、昭和56年に完成したプレキャストコンクリートによる重力式の物揚場であり、施設延長は140.3mである。本施設の平面図、標準断面図を図-4.2.9、被災状況断面図を図-4.2.10に示す。

本施設の被害としては、上部工が10~15cm沈下し、岸壁法線が若干前面に変位している。これにより、上部工とエプロンの目地部に5cm程度の目地開きおよび段差が発生し、エプロン下部に5cm程度の空隙が生じている(写真-4.2.3)。また、本体背後でエプロンが約20cm沈下している。尚、本施設の設計震度も施設番号②の施設と同様に0.10であり、作用震度よりも小さな値となっている。

4.3 霧多布港

4.3.1 霧多布港の概要⁶⁾

霧多布港は、図-2.1.1に示すように、北海道太平洋岸の根室半島の基部に隣接し、釧路市と根室市のほぼ中央に位置する地方港湾である。本港は、湯沸岬のつけ根に位置しており、この岬により北側に浜中湾、南側に寝懸瀬湾が形成され両湾岸に港湾施設が整備されている。昭

和35年のチリ地震津波以前は、湯沸岬が陸続きとなっていたが、本津波によって陸路が絶たれ水路が形成されたため、現在では阿湾が連絡水路によって結ばれている。

霧多布港の歴史は、元禄14年に松前藩がキイタツブ場所を開き、運上屋を置いたことに始まるとされている。当初は、湯沸岬北側の浜中湾岸にある橋町に移民が住みつき、漁業中心の村落が形成されていたが、浜中湾岸は風浪が荒く船泊りには不適であったことから、明治12年(1879)頃より天然の良好な船泊りの地形を形成していた霧多布に移り住むようになり本港発展の基礎となった。この頃の本港は自然のままの地形を利用したものであり、船は沖掛かりしている程度であった。

大正8年(1919)に根室本線が開通し、これを契機に鮮魚輸送のための水産物陸揚げと集荷に必要な港湾施設の整備が必要とされた。しかしながら、修築工事の着工はなかなか実現せず、昭和22年(1947)によようやく着工されることとなった。そして、昭和24年(1949)に地方港湾に指定され、昭和45年(1970)に浜中湾側の港湾施設の一応の完成を見るに至った。この後、昭和48年(1973)根室半島沖地震により、物揚場、船揚場、舗装等がかなりの被害を受けた。

完成後も沖合漁船の利用増大、取扱い貨物量の増加などに対処するため、浜中湾側において港の拡張工事が順次進められた。そして、昭和63年(1988)からは南側にある琵琶瀬湾側の港の整備も始められ、湯沸岬で隔てられた両地区において港の整備が進められ現在に至っている。

霧多布港の取扱い貨物量は、平成3年で191,000tであり、10年で約2倍の伸びを見せている。その内訳は、砂利・砂・石材等89,000kt、水産品57,000t、その他製造工業品13,000t、その他窯業品8,000t、その他食料工業品8,000t、その他16,000tとなっている。

4.3.2 霧多布港の強震動

霧多布港は、震央距離約67kmに位置する港湾である。霧多布港には強震計が設置されていなかったため、同港における強震動を直接把握することはできない。ここでは、図一1.11で示される震源距離と観測記録から得られた最大加速度(SMACと等価)の関係から、霧多布港の地表における最大加速度を推定することとする。

霧多布港の震源距離は約126kmであり、強震計の設置されていた釧路に最も近い港である十勝港の震源距離約151kmよりも25km程度近距離にある。また、十勝港の被害程度と比較して、霧多布港の被害程度は明らかに大きなものとなっており、十勝港での最大加速度260Gal

(SMACと等価)よりも大きな加速度が霧多布港に作用したものと考えられる。図一1.11より、震源距離約126kmから霧多布港の地表における最大加速度(SMACと等価)を推定すると、概ね270~300Galが見積もられる。この最大加速度から霧多布港で実際に作用した震度の上限值²⁾を推定すると震度は約0.22となる。また、最大加速度と重力加速度の比の0.6倍が平均的な震度と考えるとその値は約0.17~0.18となる。これらより、霧多布港において実際に作用した震度は、0.17~0.22程度と考えられる。

4.3.3 霧多布港の被害

霧多布港の平面図および被害のあった各施設を施設番号とともに図一4.3.1に示す。以下に被害のあった各施設の被害状況を述べるが、施設位置については、図中に示す各被害施設の番号で対応させるものとする。また、各施設の構造、被害に関する総括を表一2.2.4に示す。

(1)中央地区臨港道路(施設番号①)

本施設は、施設番号③の-5.0m岸壁とともに昭和58年に施工されたアスファルト舗装の道路である。本施設の被災状況平面図を、施設番号②、③の施設と合わせて図一4.3.2に示す。

本施設は、昭和22年~昭和41年にかけて順次延伸・改良されてきた東防波堤に隣接して建設されている。施設の被災延長は189.3mであり、道路横断方向に約10カ所で亀裂が生じている他、舗装面に5~30cmの沈下が発生している。また、側溝には道路の沈下にもない沈下、目地開きなどの被害が出ている(写真一4.3.1)。隣接する埋立地盤表面にも道路部の亀裂に続いて地割れが入っており、地割れ部から噴砂が生じている。

(2)北護岸(施設番号②)

本施設は、施設番号③の-5.0m岸壁とともに昭和57年に完成した直立消波ブロックとプレキャストコンクリートによる重力式の護岸である。施設延長は、20.4mであり、全延長で被害を受けている。本施設の平面図、縦断面図を施設番号③の-5.0m岸壁とともに図一4.3.3に示す。また、標準断面図および被災変形図を図一4.3.4に示す。尚、本護岸の被災状況平面図は、施設番号①、③の施設とともに図一4.3.2に示す通りである。

本施設の被害としては、護岸法線が2~11cm前面に変位し、上部工と道路の目地部に4~10cmの開きおよび2~9cmの段差が生じている。また、上部工に若干の亀裂が入っている。護岸全体としては、護岸が前傾するとともに護岸本体後部で若干上昇するような変形状となっ

(3)-5.0m岸壁(施設番号③)

本施設は、昭和58年に完成した直立消波ブロックならびにプレキャストコンクリートによる重力式の岸壁である。施設延長は、岸壁70mと取付部20.6mの90.6mであり、ほぼ全域に渡って被害を受けている。本施設の平面図、縦断面図を施設番号②の北護岸とともに図—4.3.3に示す。また、本施設の標準断面図および被災変形図を図—4.3.5に示す。尚、本施設の被災状況平面図は、施設番号①、②の施設とともに図—4.3.2に示す通りである。

本施設の被害としては、岸壁法線が中央部で最大21cm前面に変位し、上部工が約10cm沈下している。これにより、上部工とエプロン舗装の目地部に5cm前後の開きが生じるとともに、本体背後地盤の沈下にもなうエプロン部の沈下により10～35cm程度の段差が目地部に生じている(写真—4.3.2)。また、エプロン数カ所に亀裂が入っている他、エプロン下面に空洞が生じている所もある。背後地盤には、施設番号①で示す道路にかけて、地割れ、噴砂の跡が見られる。

(4)岸壁(—5.0m)(施設番号④)

本施設は、昭和63年に完成した控え直杭式の矢板式岸壁である。本施設の延長は、東側取付部17.3m、岸壁本体150mおよび西側取付部26.4mの計193.7mであり、ほぼ全延長で被害を受けている。本施設の被災状況平面図および縦断面図を図—4.3.6に示す。また、同図中のA部の標準断面図および被災変形図を図—4.3.7に示す。

本施設は、昭和30～39年にかけて建設した—3.0m(A部)および—4.0m(B部)の重力式ケーソンの物揚場の機能増進を図るため、その前面に新たに建設したものである。改良前の西側部分の—4.0mの物揚場については、昭和43年(1968)の十勝沖地震の際の若干滑動し、昭和48年(1973)の根室半島沖地震の際に大きく被害を受けた施設である。

本施設の被害としては、岸壁法線が10～20cm前面に変位するとともに、エプロンの沈下により上部工とエプロンの目地部で最大15cm程度の段差が生じ(写真—4.3.3)、改良前の元の物揚場の本体背面付近で法線と平行方向にエプロンに亀裂が発生している。控え杭があるため、エプロン舗装の後端部分で沈下は発生せず、それよりも上屋側の舗装部で沈下が生じている。このため、上屋側舗装とエプロン舗装との目地部に5cm前後の段差、開きが生じている。また、上屋側舗装の沈下量により、上屋との接合部に段差、開きが発生している。

(5)東—4.0m物揚場(施設番号⑤)

本施設は、昭和56年に完成したプレキャストコンクリートによる重力式の物揚場であり、施設番号⑥の北—2.0m物揚場と背中合わせの構造となっている。施設延長は、

物揚場150.02mと取付部5mの計155.02mであり、物揚場部分の全域に渡って被害を受けている。本施設の被災状況平面図を施設番号⑥の北—2.0m物揚場とともに図—4.3.8に示す。また、標準断面図および被災変形図を図—4.3.9に示す。

本施設の被害としては、物揚場法線が30～40cm前面に変位するとともに(写真—4.3.4)、上部工が約10cm沈下し、上部工とエプロンの目地部に30cm程度の開き、5～10cmの段差が生じている。また、エプロンに沈下、亀裂が発生するとともに、本体背後の地盤沈下が大きく、エプロンの勾配がエプロン背後の方が下がった逆勾配となった。

(6)北—2.0m物揚場(施設番号⑥)

本施設は、昭和56年に完成した方塊ブロックとプレキャストコンクリートによる重力式の物揚場であり、施設番号⑤の東—4.0m物揚場と同時期に建設され、背中合わせの構造となっている。本施設位置には元々波除堤があり、本施設はその波除堤本体のブロックを積み直して建設したものである。施設延長は、物揚場150.06mと取付部5mの計155.06mであり、物揚場部分の全域に渡って被害を受けている。本施設の被災状況平面図を施設番号⑤の東—4.0m物揚場とともに図—4.3.8に示す。また、標準断面図および被災変形図を図—4.3.9に示す。

本施設の被害としては、物揚場法線が15～20cm前面に変位するとともに(写真—4.3.5)、上部工が約10cm沈下し、上部工とエプロンの目地部に20cmの開き、5～10cmの段差が生じている。また、施設番号⑤と同様に、エプロンに沈下、亀裂が発生するとともに、本体背後の地盤沈下が大きく、エプロンの勾配がエプロン背後の方が下がった逆勾配となった。

(7)物揚場(—2.0m)(改良)(施設番号⑦)

本施設は、平成4年に完成した水中打設コンクリートによる重力式の物揚場である。本施設の被災状況平面図を図—4.3.10に示すとともに、標準断面図を図—4.3.11被災変形図を図—4.3.12に示す。施設延長は、平面図中のA部が89.11m、B部が67.22mの計156.33mであり、ほぼ全域に渡って被害を受けている。

本施設は、A部については昭和40年に完成した控え直杭式の矢板式の物揚場を、そしてB部については、昭和44年に完成したI型ブロック式の物揚場を改良し、前面に新たに建設したものである。改良前のA部およびB部の施設においては、昭和48年(1973)の根室半島沖地震の際に大きな被害を受けている。

本施設の被害としては、法線が10～20cm前面に変位するとともに(写真—4.3.6)、上部工が約10cm沈下し、上

部工とエプロンの目地部に5～10cm程度の段差および開きが見られる。エプロンが沈下するとともにエプロン舗装下部に空隙が生じており、A部については改良前の元の物揚場（矢板式）の上部工後面位置付近で亀裂、ひび割れが多数発生しているが、B部（元はL型ブロック）についてはその傾向は顕著でない。また、施設番号⑥の物揚場との境界で、エプロン舗装の目地に約20cmの開きが発生している他、施設番号⑧の道路との境界部に10cm程度の開きが発生している。さらに、船揚場側（西側）端部の袖護岸でも被害が発生している。

(8) 船溜地区臨港道路（施設番号⑥）

本施設はアスファルト舗装による道路であり、上記の施設番号⑦の-2.0m物揚場のエプロン舗装に接して建設されている道路である。本施設の被災状況平面図を図-4.3.13に示す。

施設の全延長は251.3mあり、その内53.3m間のアスファルト舗装に沈下、亀裂が発生している。亀裂については、道路横断方向に8本程度生じている。また、施設番号⑦の物揚場（-2.0m）のエプロン舗装との目地部に10cm程度の開きおよび若干の段差が生じている。

(9) 本町地区-4.0m物揚場（施設番号⑨）

本施設は、3種類の構造区間からなるプレバクトコンクリートによる重力式の物揚場である。本施設の延長は、物揚場270.5mと取付部15mの計285.5mであり、ほぼ全域に渡って被害を受けている。本施設の被災状況平面図を図-4.3.14に示すとともに、標準断面図を図-4.3.15、被災変形図を図-4.3.16に示す。完成年は、昭和50年に東端の約130mの区間（A部）、昭和54年に中央部分の約89mの区間（B部）、昭和59年に西端の約50mの区間（C部）が完成している。

本施設の被害としては、法線が20～45cm前面に変位するとともに、上部工が約10cm沈下している。これにより、上部工とエプロンとの目地部に開き、段差が見られるとともに、エプロンと背後地盤との境界にも段差、開きが見られる。また、エプロンが沈下し、亀裂・ひび割れが多数発生している。

(10) 物揚場（-3.0m）（施設番号⑩）

本施設は、平成3年に完成したプレバクトコンクリートによる重力式の物揚場である。本施設はコの字形の物揚場となっており、施設延長は、東側から順に取付部7.3m、物揚場74.33m、物揚場128.34m、物揚場74.33m、取付部7.3mの計291.6mであり、沖側へ出ている東側および西側の物揚場に被害が集中している。本施設の被災状況平面図を図-4.3.17に示すとともに、標準断面図および被災変形図を図-4.3.18に示す。

本施設の被害としては、東側および西側の物揚場において法線が最大で40cm程度前面に変位するとともに（写真-4.3.7）、上部工が5～20cm沈下している。また、上部工とエプロンの目地部に最大で10cm程度の開きおよび5cm程度の段差が発生し、エプロン下部に空隙が生じている。さらに、エプロンに沈下、亀裂が発生しており、沈下量は最大で30cm程度である。陸側の128.34mの区間では、西端の約20mに渡って上部工とエプロンの目地部に約5cmの開きが生じている程度であり、エプロンに沈下、亀裂は認めらず、軽微な被害に留まっている。これは、陸側の物揚場の法線位置がほぼ以前の護岸法線位置と一致しており、岸壁背面が新たな埋立を必要としない安定した地盤であったことによるものと考えられる。

(11) 波除堤（施設番号⑪）

本施設は、平成4年に完成した直立消波ブロックとプレバクトコンクリートによる構造の波除堤である。ただし、両側の先端部のみは水中打設コンクリートによるものである。施設延長は、東側30m、西側70mの計100mであり、両側の先端部に設置する函体に被害が発生している。被害としては、函が5～10cm沈下し、10cm程度目地が開くとともに、5cm程度沖側（北側）へ移動した。

(12) 琵琶瀬湾側の各施設

琵琶瀬湾側の各施設は、昭和63年から整備が開始されたものであり、比較的新しい施設が揃っている。被害としては、物揚場および護岸で法線の前面への変位が若干生じた他、上部工とエプロンの目地部に数cmの開き、段差が生じ、エプロンの一部にヘアクラックが生じた。また、エプロンとエプロン後背地盤との境界に開き、段差が生じ、地表面に地割れが見られた。ただし、これらの被害は総じて軽微であり、全体としてはほぼ無被害と言えるものであった。この理由としては、琵琶瀬湾側は元々浅瀬であり、物揚場および護岸背後の裏埋め土砂量が少なく、背後地盤の強度を高い状態に保ったまま施設を建設できたことが挙げられる。例えば、浜中湾側の施設番号⑩で示す物揚場の裏埋め土には琵琶瀬湾側の凍凍土砂を使用しているが、琵琶瀬湾側の施設と比較して大きな被害が発生している。

4.4 根室港（花咲地区）

4.4.1 根室港（花咲地区）の概要^{11,12)}

根室港は、図-2.1.1に示すように、北海道の東北端に位置する重要港湾であり、オホーツク海側に根室港（根室地区）、太平洋側に根室港（花咲港区）がある。貿易港としても古い歴史を持ち、根室市を中心とする地域産業

活動に要する生活関連物資の流通拠点として重要な役割を担っている。又、北方海域を中心とした漁業基地の拠点港としても重要な位置付けをされている。

花咲地区は、根室半島のつけ根の南側に位置し、北側に位置する根室地区と共に我が国最東端の根室港を構成している。2つの地区は陸上距離でわずか6kmの近距離にあるが、海上距離は半島を一周して60km余もある。根室地区は、冬期から春期にかけて凍結し、流氷のため航行不能をきたすことが多いため、この季節は不凍の花咲地区が多く利用されることとなる。

本港は、昭和13年(1938)に根室港(現在の根室地区)の副港として建設が始まり、昭和28年(1953)に地方港湾花咲港の指定を受けた。その後、昭和53年(1978)3月に根室港と花咲港が一体化され、それぞれ根室地区、花咲地区と呼ばれるようになった。そして、同年重要港湾に指定され現在に至っている。この間、昭和48年(1973)に根室半島沖地震により花咲港が甚大な被害を受けたが、今回被害を受けた施設は平成3年に完成したものであり、過去の地震被害を受けてはいない。

本港は、昨今の水産情勢から、省エネルギー船舶の増加に対処するための大型岸壁の建設が求められている他、原魚の輸入、外来大型船の誘致を図る等、経済の活性化を果たすため港湾の整備が期待されている。これに対処するため、平成3年には10m岸壁等が完成し、更に平成4年には港湾計画改訂により、将来の展開に適切に対応した港湾整備が進められている。

4.4.2 根室港(花咲地区)の強震動

花咲地区は、震央距離が約109kmに位置する港湾であり、同港に設置されているERS-F型強震計²⁾により今回の地震動を観測することができた。強震計は、花咲港の現場詰所内に設置されており、その位置は図-4.4.1の花咲地区平面図中に示されている。強震計の設置状況は、岩盤上に直接設置された基礎に据え付けられており、本強震計から得られた記録は、花咲地区での地中基盤での記録と考えることができる。

観測された地表での加速度時刻歴にERS-F型強震計の計器特性による補正を施したものを図-4.4.2に示す。各成分の最大加速度は、NS成分147Gal、EW成分158Gal、UD成分93Galとなっている。また、観測記録をSMAC-B2型強震計の計器特性と等価なものに換算した記録の時刻歴を図-4.4.3に示す。SMAC-B2型と等価な記録では、各成分の最大加速度が、NS成分111Gal、EW成分75Gal、UD成分43Galとなっている。このNS成分の最大加速度111Galから、花咲港で実際に作用した震度の

上限値²⁾を推定すると約0.11となる。ただし、強震計が岩盤上に設置されていることを考えれば、埋め立てられた岸壁位置などでは、表層地盤による加速度増幅のため、推定された震度よりも大きな震度が作用していたものと考えられる。

4.4.3 根室港(花咲地区)の被害

花咲地区で発生した施設の被害について以下に報告する。施設の位置については、図-4.4.1に示す花咲地区の平面図に示す各被害施設の施設番号で対応させるものとする。また、各被害施設の構造、被害に関する総括を表-2.2.4にその他の港湾と合わせて示す。尚、その他の花咲地区の施設および根室地区では、地震による被害は認められなかった。

(1)東岸壁(-10.0m)(施設番号①)

本施設は、平成3年に完成した重力式ケーソンの岸壁であり、施設延長は185mである。本施設の被災状況平面図を施設番号②の用地護岸とともに図-4.4.4に示す。また、標準断面図を図-4.4.5に示す。

本施設の被害としては、ケーソン背面位置付近でエプロンに法線と平行方向にヘアークラックが生じている。また、施設番号②で示す用地護岸に接する部分の袖護岸の延長約5mに渡って、上部工が5cm程度前面に傾斜し、亀裂、段差が生じている。岸壁法線の変位および上部工の沈下はほとんど生じていない。被害は施設番号②の用地護岸に接する部分に集中しており、岸壁としての被害は総じて軽微である。

本施設は、液状化対策工としてサンドコンパクションパイル工法により対策を施した岸壁である。花咲地区での地震動レベルが基盤で110Gal程度と比較的小きかったため、基盤の最大加速度250Galで設計されている液状化対策の効果を十分に確認することはできない。しかしながら、液状化対策域よりも後方の埋立地盤では広い範囲で噴砂が生じていることから(写真-4.4.1)、対策をしていない場合には、液状化による岸壁本体背後地盤の沈下により、エプロン舗装の亀裂、沈下等の被害が増えたものと考えられる。

(2)用地護岸(施設番号②)

本施設は、平成3年に完成した重力式ケーソンの護岸であり、施設延長は80mである。本施設の被災状況平面図、縦断面図を施設番号①の東岸壁(-10.0m)とともに図-4.4.4に示す。また、標準断面図を図-4.4.6に示す。

本施設の被害としては、施設番号①で示す岸壁に接する部分の延長約5mに渡って、5cm程度上部工が前面に傾斜し、亀裂、段差が生じている(写真-4.4.2)。被害は

これ以外の部分では起こっていない。

参考文献

- 1) 北海道の港湾・空港 (1993) : 北海道開発局編
- 2) 野田節男・上部達生・千葉忠樹 : 重力式岸壁の震度と最大加速度, 港湾技術研究所報告, 第14巻, 第4号,

1975年12月, pp.67-112.

- 3) くしろ 釧路開発建設部40年史 : (財)北海道開発協会, 1992年3月.
- 4) 倉田栄一・井合 進 : 港湾地域強震観測年報 (1991), 港湾技研資料, No.727, 1992年6月.

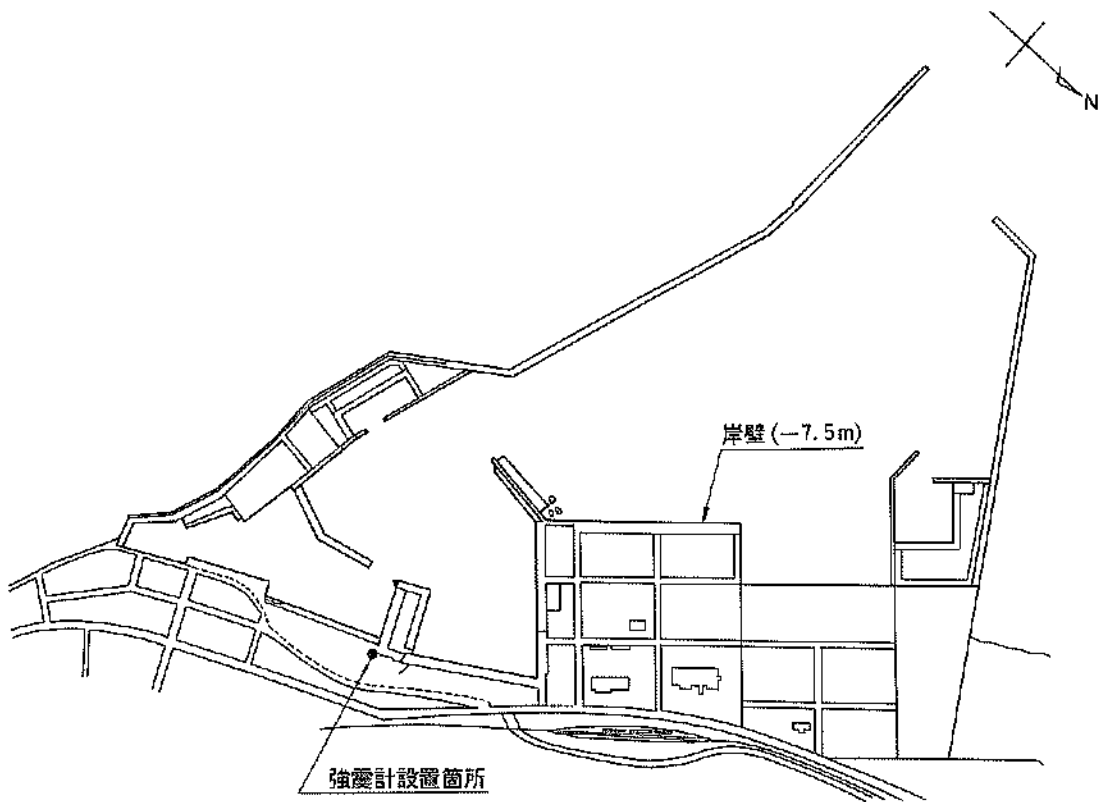


図-4.1.1 浦河港平面図および被害位置図

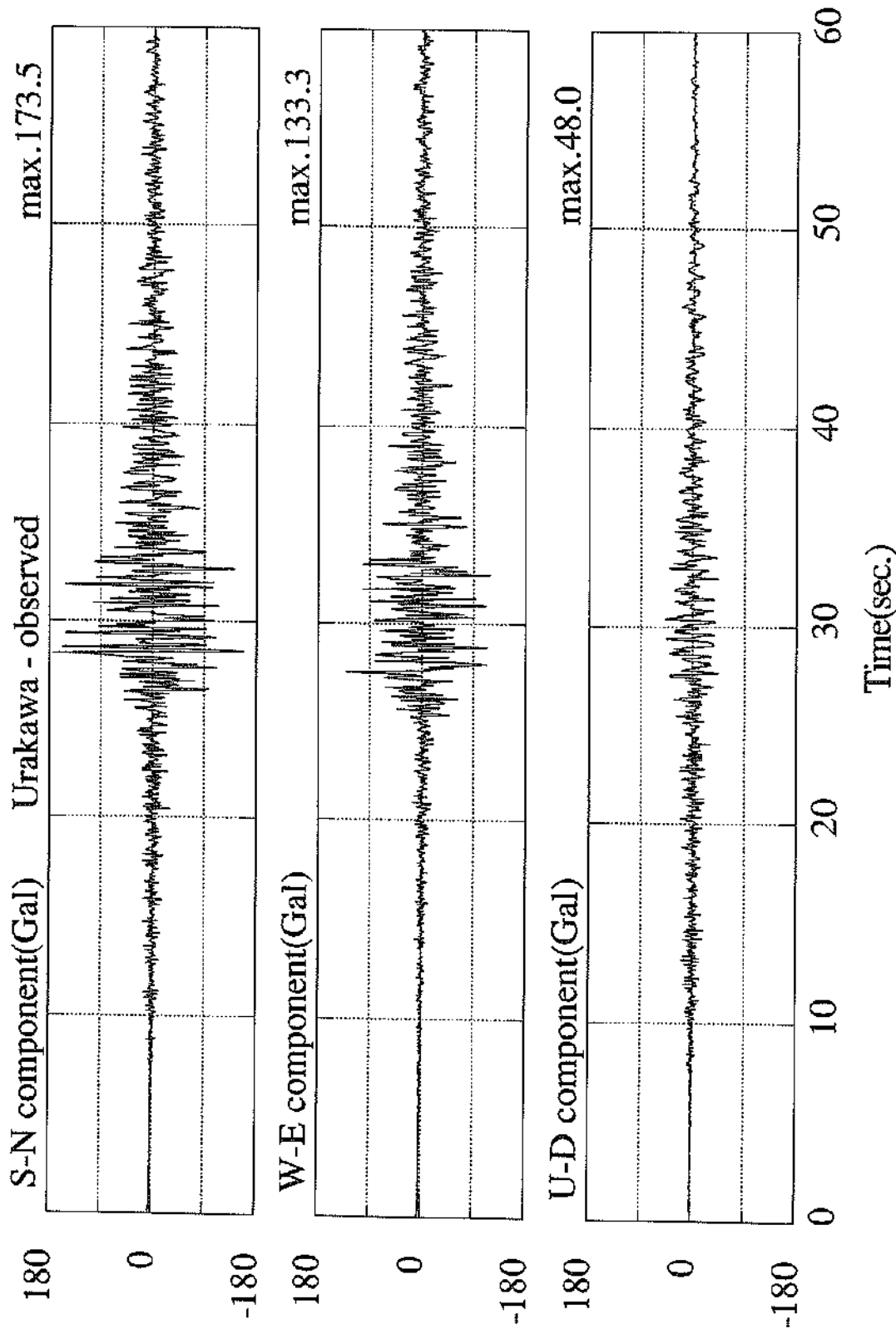


图-4.1.2 加速度時刻歴 (浦河港, SMAC-B2型)

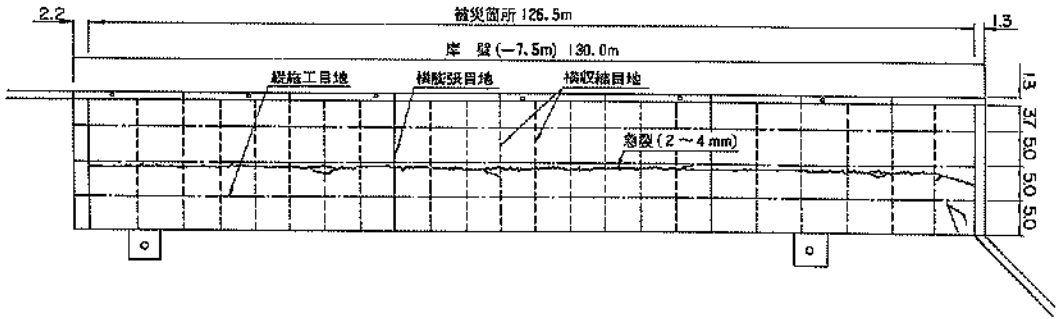


図-4.1.3 被災状況平面図 (浦河港, 岸壁(-7.5m))

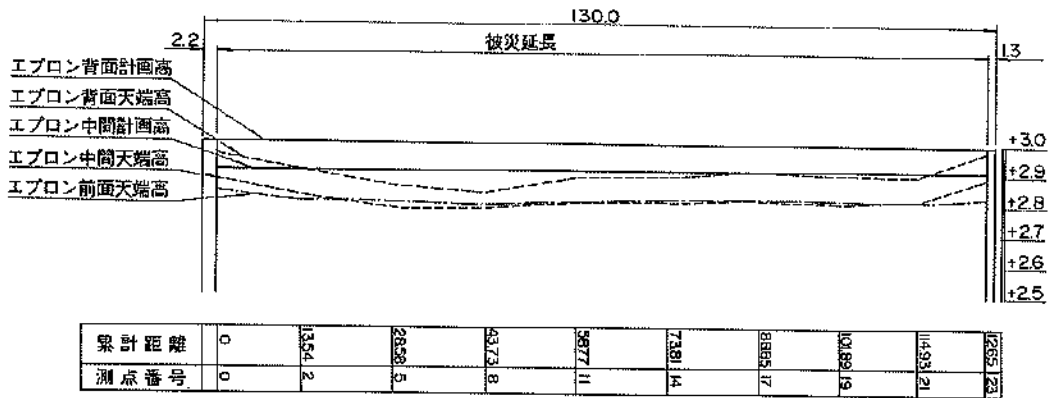


図-4.1.4 縦断面図 (浦河港, 岸壁(-7.5m))

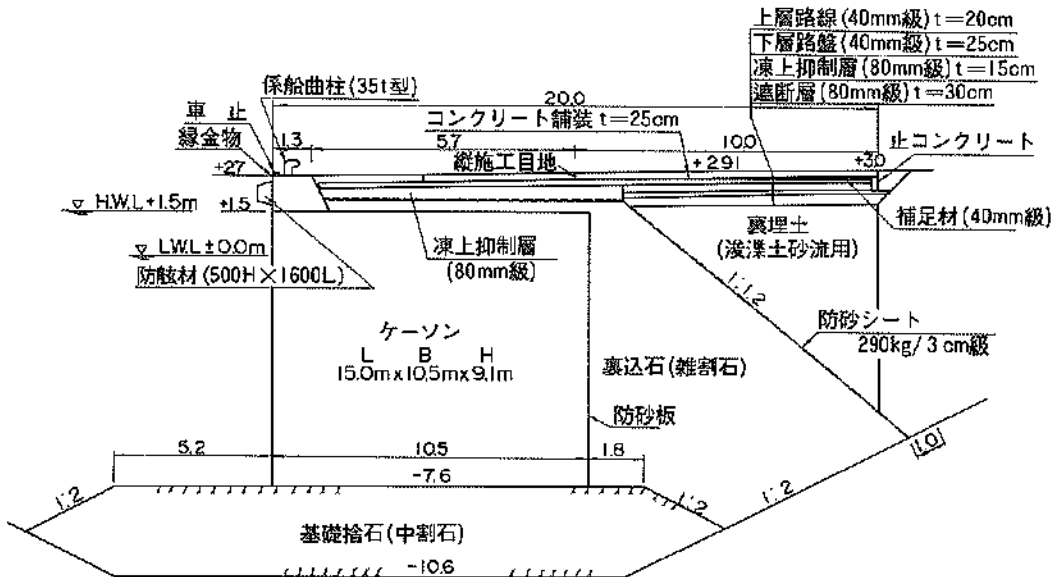


図-4.1.5 標準断面図 (浦河港, 岸壁(-7.5m))

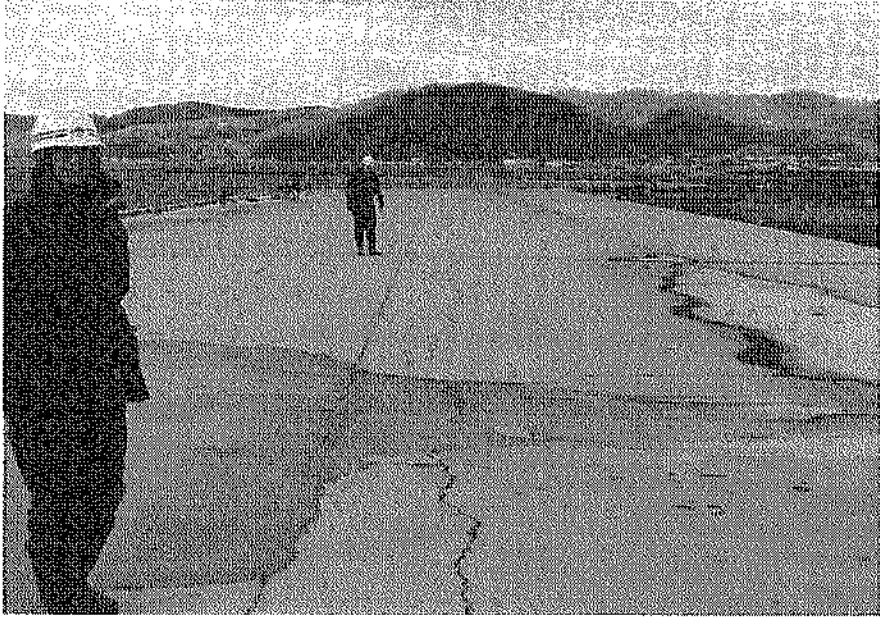


写真-4.1.1 エプロンクラック状況（浦河港，岸壁(-7.5m)）

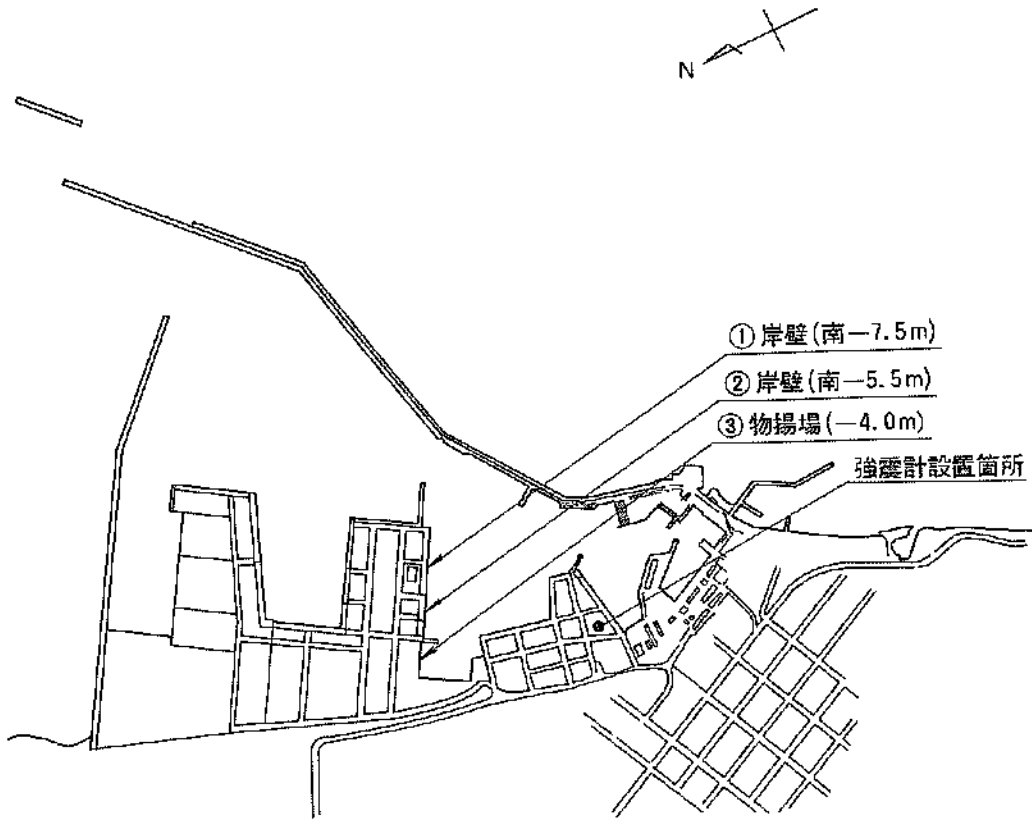
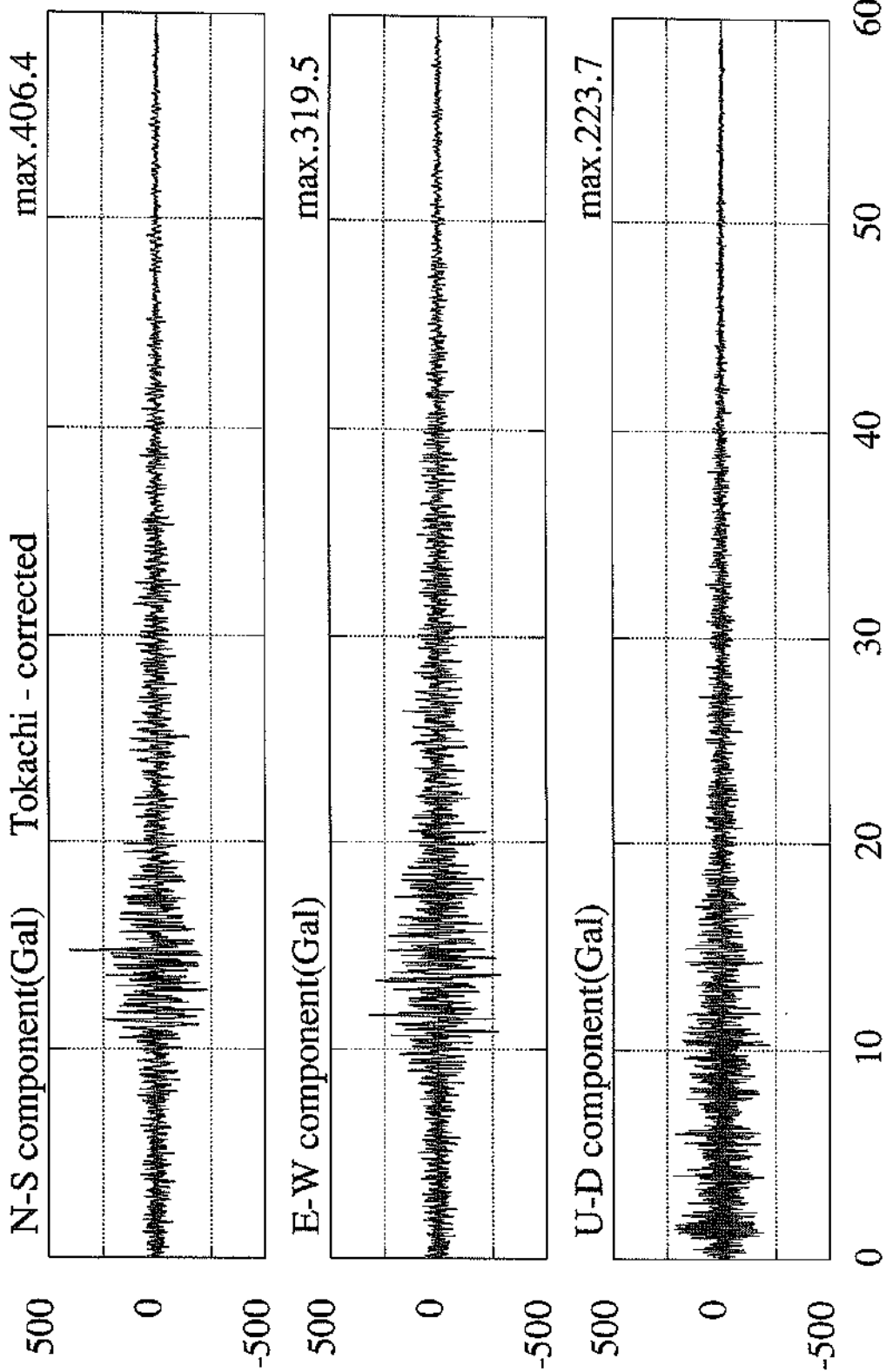
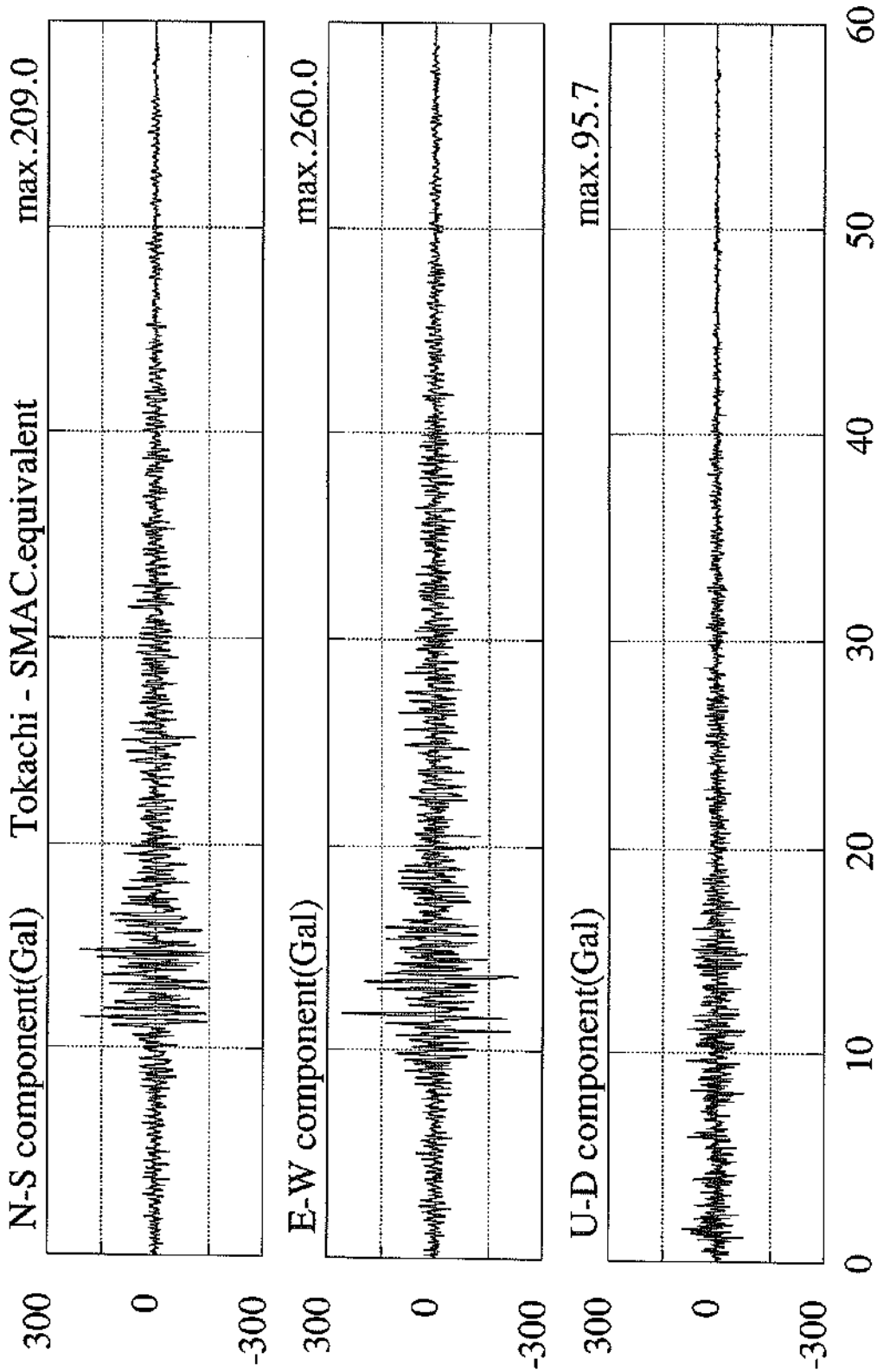


図-4.2.1 十勝港平面図および被害位置図



Time(sec.)

图-4.2.2 加速度時刻歴 (十勝港, ERS-C型)



Time(sec.)

図-4.2.3 加速度時刻歴 (十勝港, SMAC-B2型と等価)

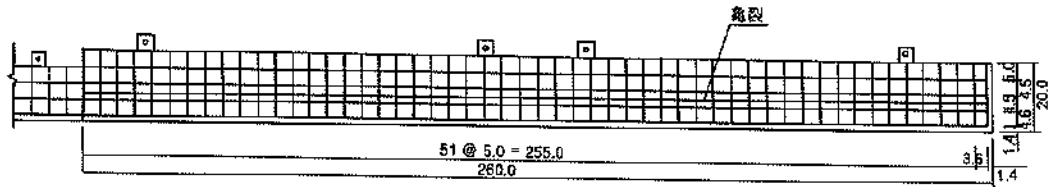


図-4.2.4 被災状況平面図 (十勝港, ①岸壁(南-7.5m))

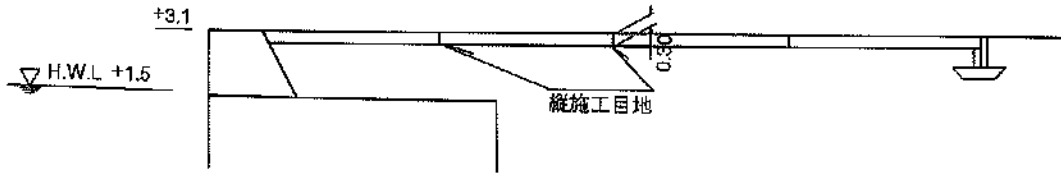


図-4.2.5 被災状況断面図 (十勝港, ①岸壁(南-7.5m))

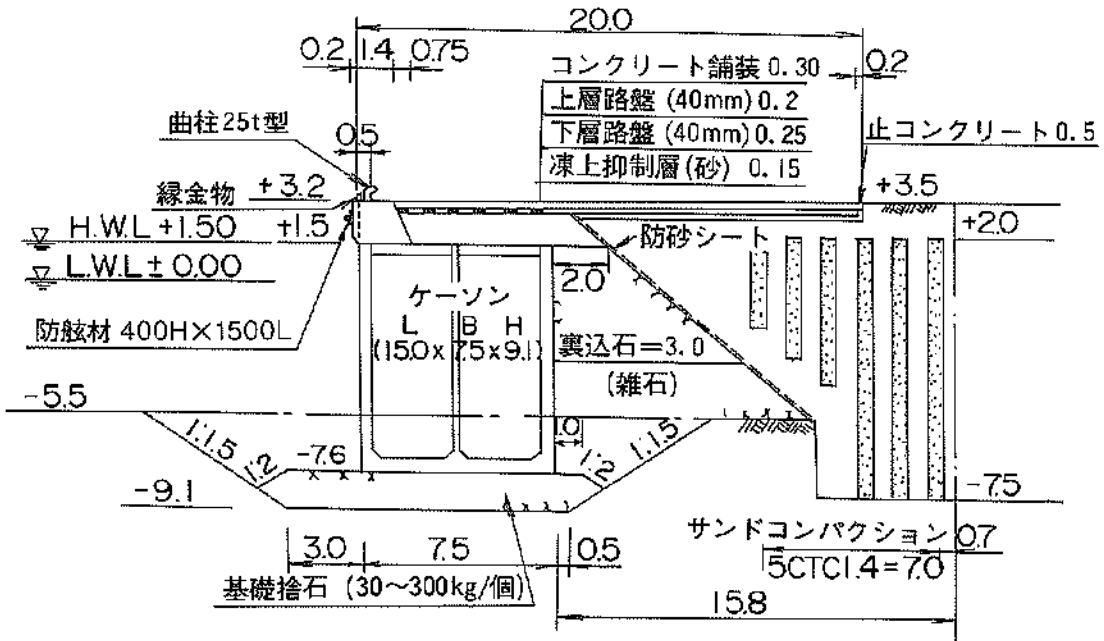


図-4.2.6 標準断面図 (十勝港, ①岸壁(南-7.5m))

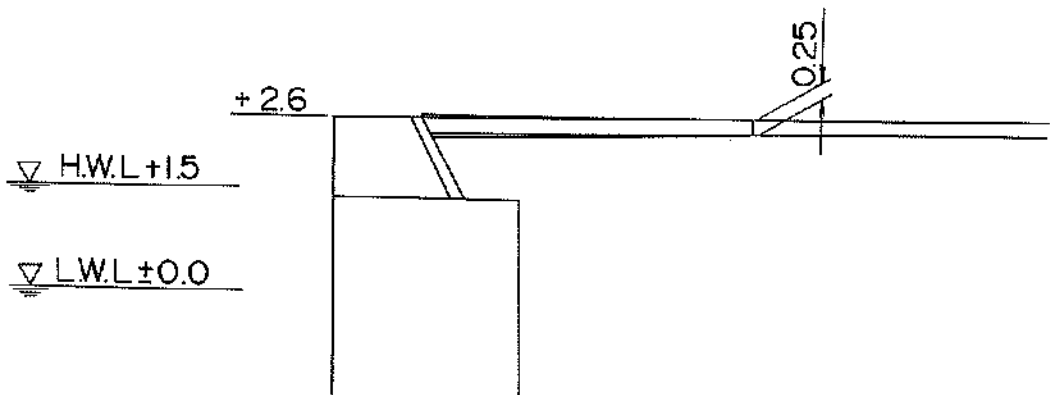


図-4.2.7 被災状況平面図, 断面図 (十勝港, ②岸壁(南-5.5m))

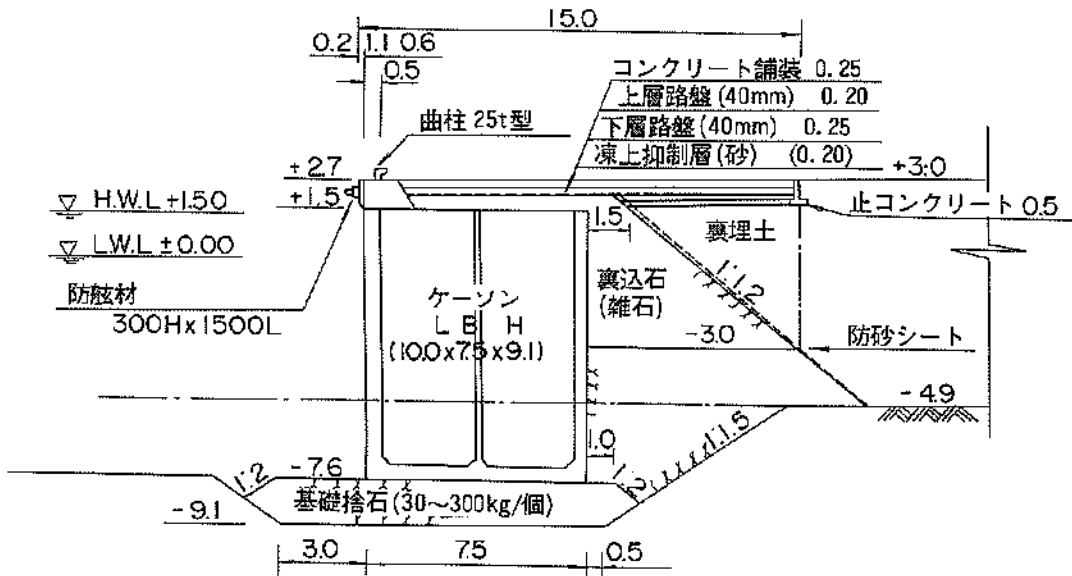


図-4.2.8 標準断面図 (十勝港, ②岸壁(南-5.5m))

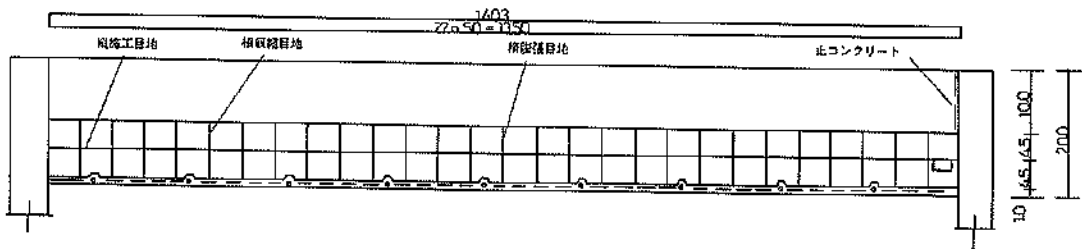


図-4.2.9 平面図, 標準断面図 (十勝港, ③物揚場(-4.0m))

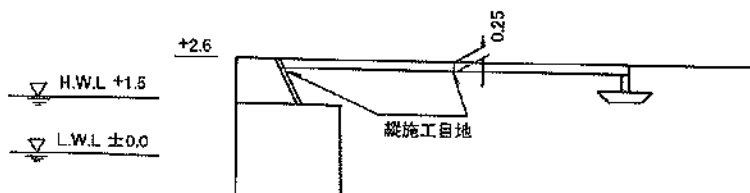
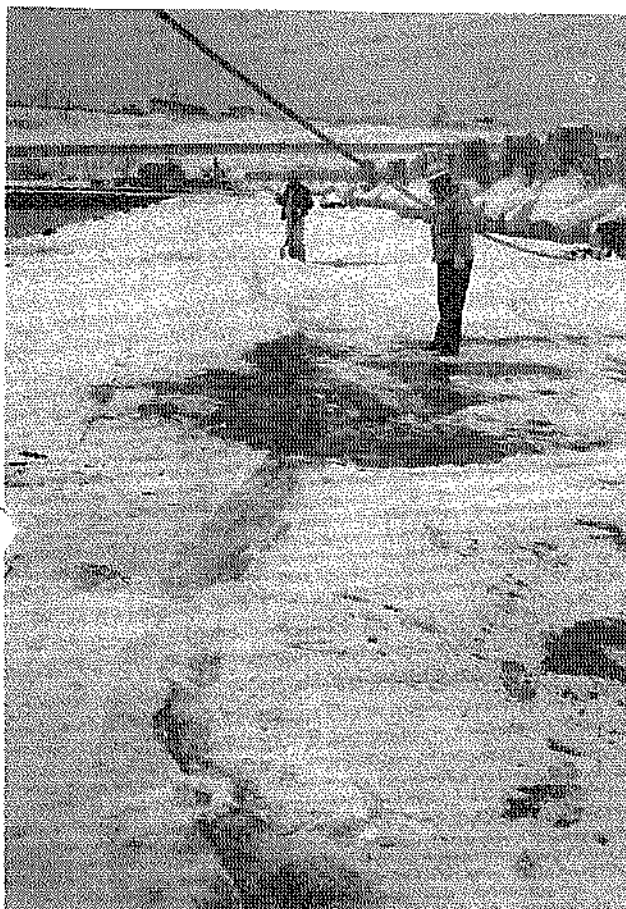
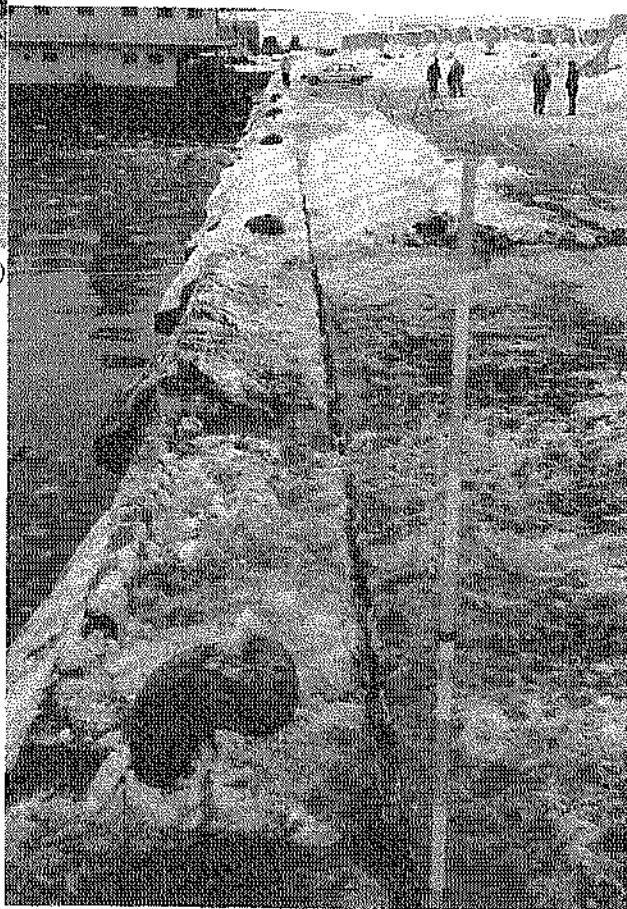


図-4.2.10 被災状況断面図 (十勝港, ③物揚場(-4.0m))



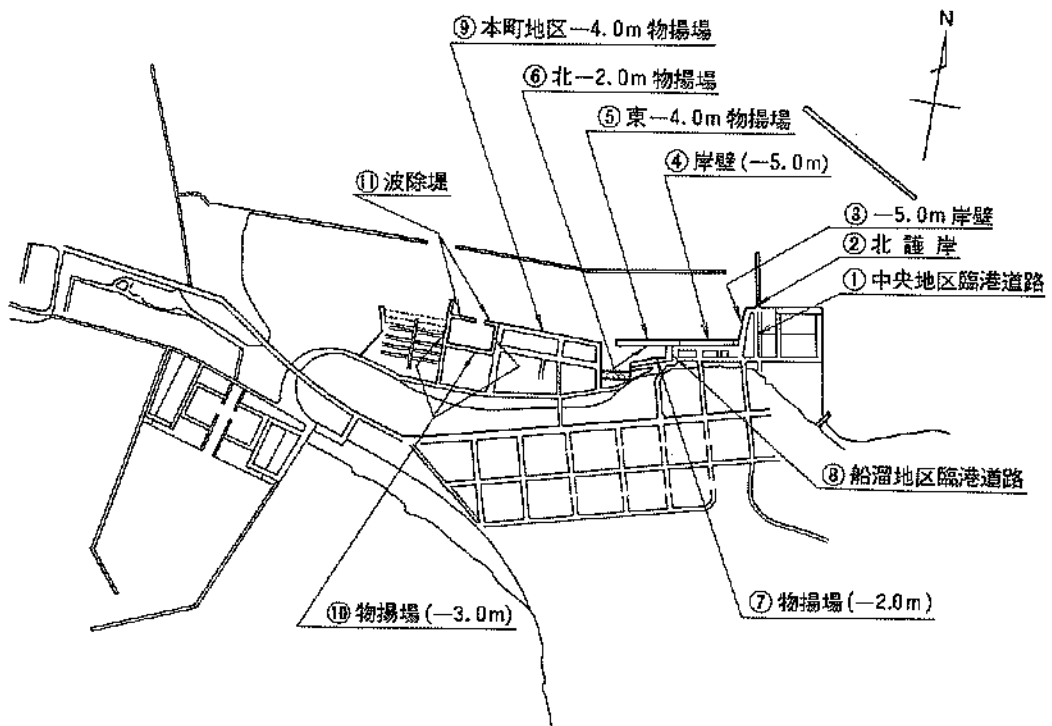
写真—4.2.1 エプロンクラック状況(十勝港, ①岸壁(南-7.5m))



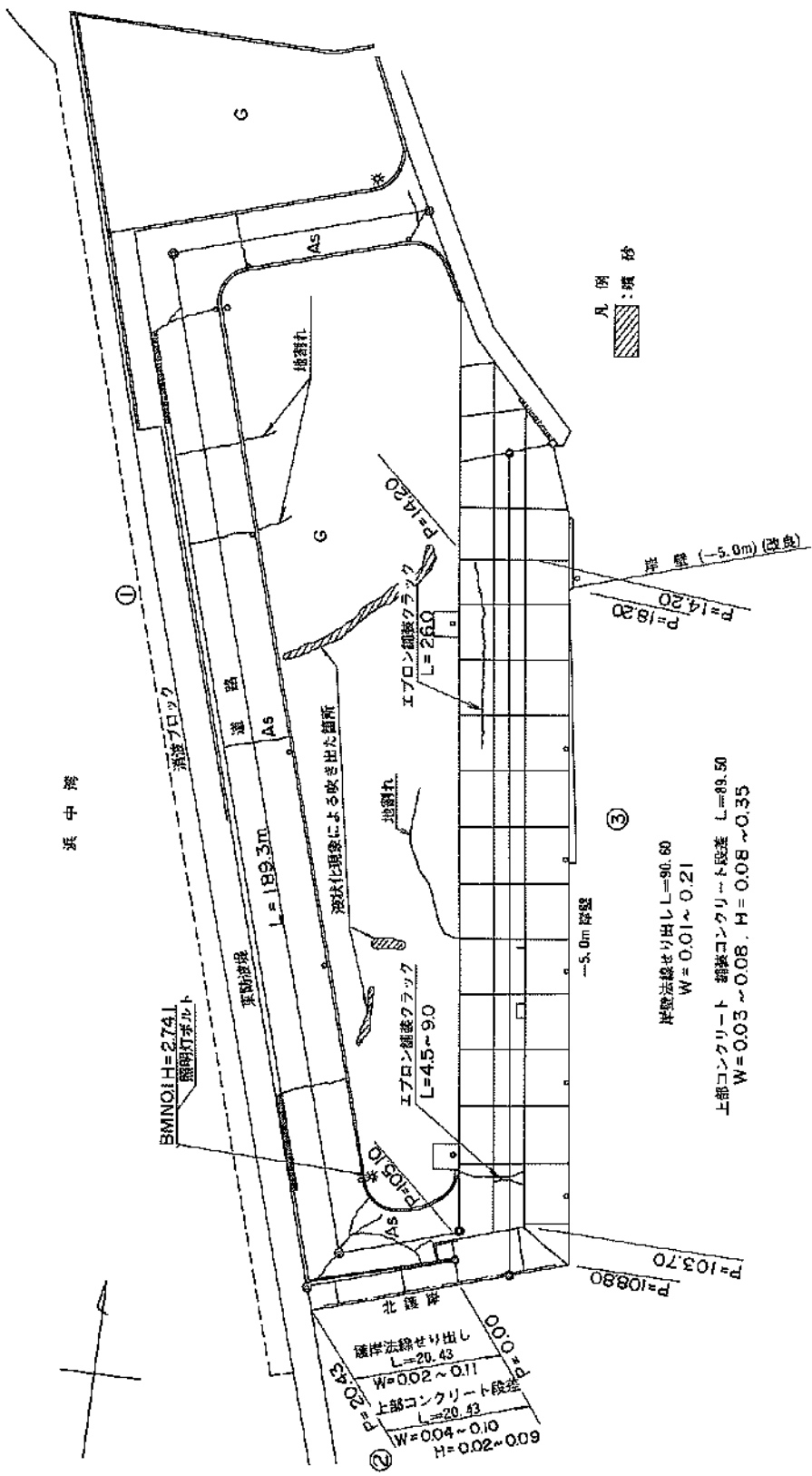
写真—4.2.2 上部工とエプロン舗装の目地開き(十勝港, ②岸壁(南-5.5m))



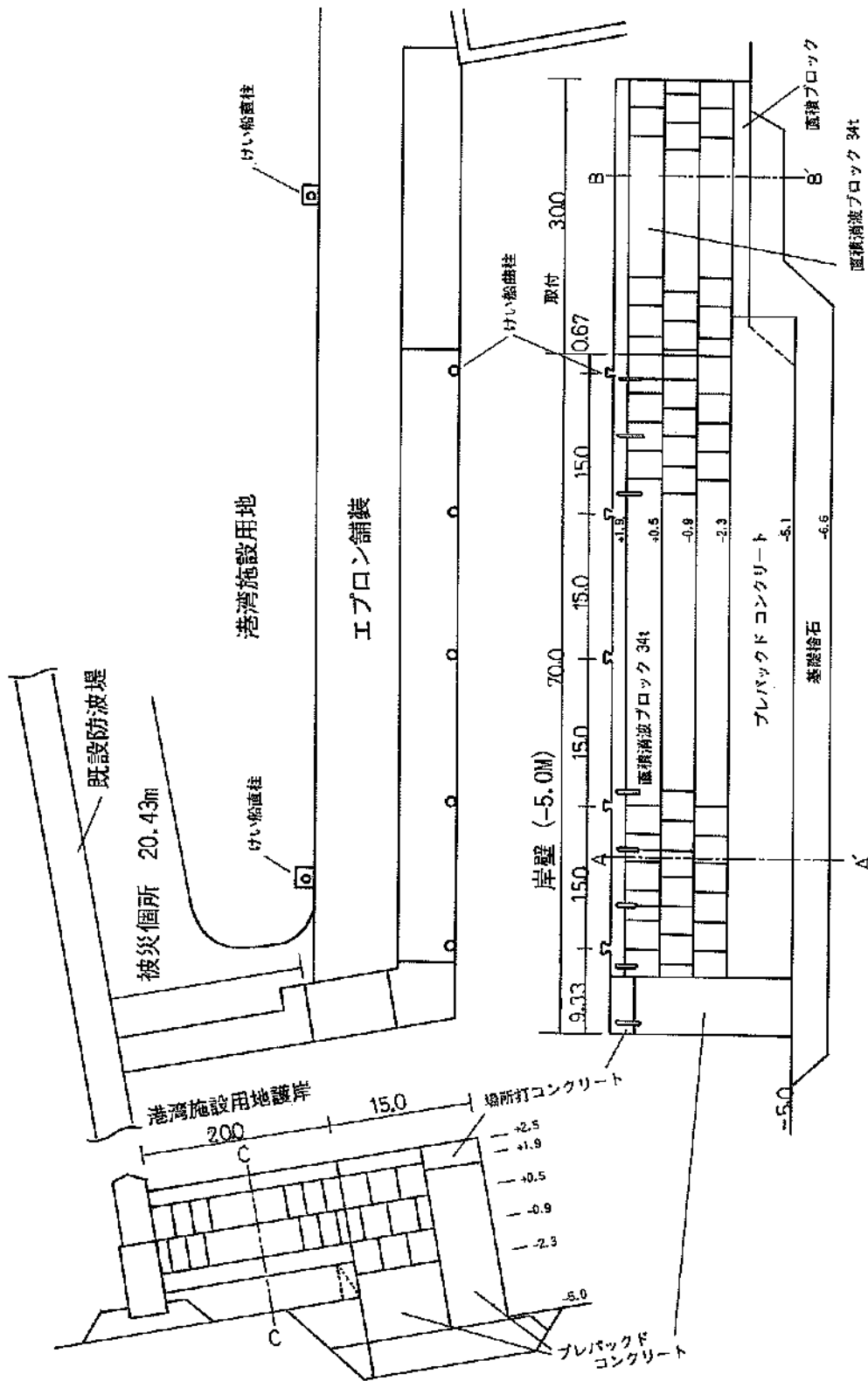
写真—4.2.3 エプロン舗装コア採取状況（十勝港，③物揚場（南—4.0m））



図—4.3.1 蕨多布港平面図および被害位置図



図→4.3.2 被災状況平面図 (霧多布港: ①中央地区臨港道路, ②北護岸, ③→5.0m岸壁)



図—4.3.3 平面図、縦断面図（霧多布港：②北波岸、③—5.0m岸壁）

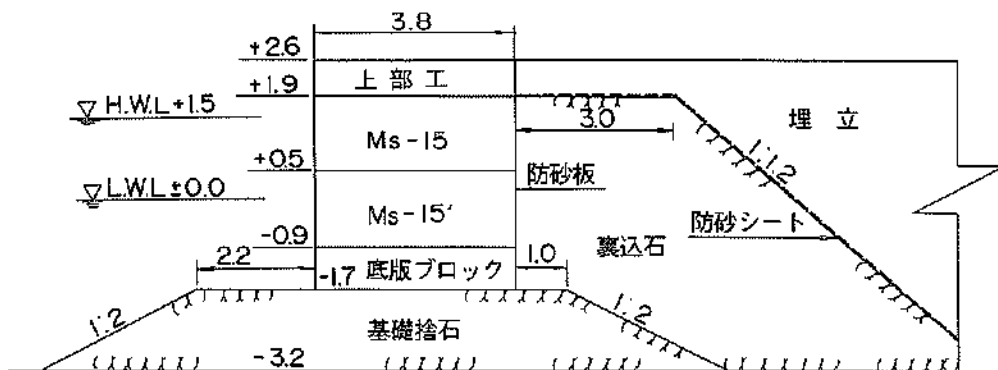


図-4.3.4(a) 標準断面図 (霧多布港：②北護岸)

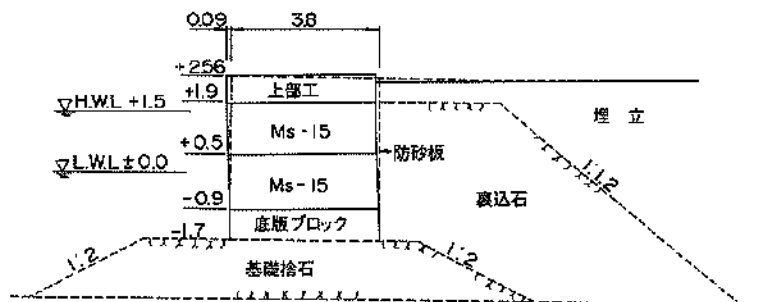


図-4.3.4(b) 被災変形図 (霧多布港：②北護岸)

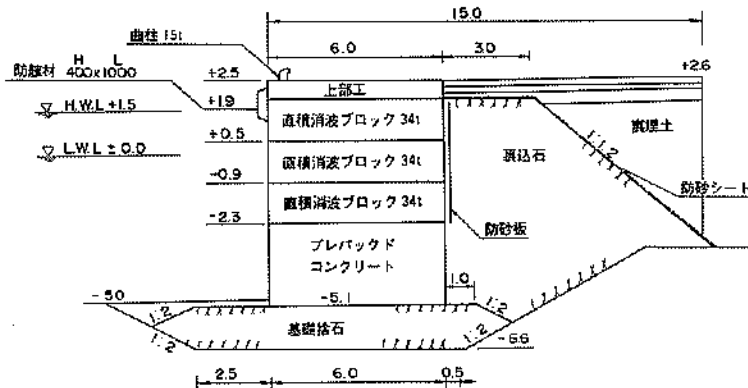


図-4.3.5(a) 標準断面図 (霧多布港：③-5.0m岸壁)

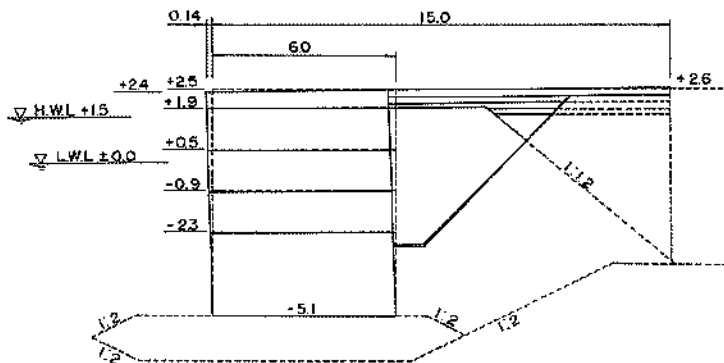
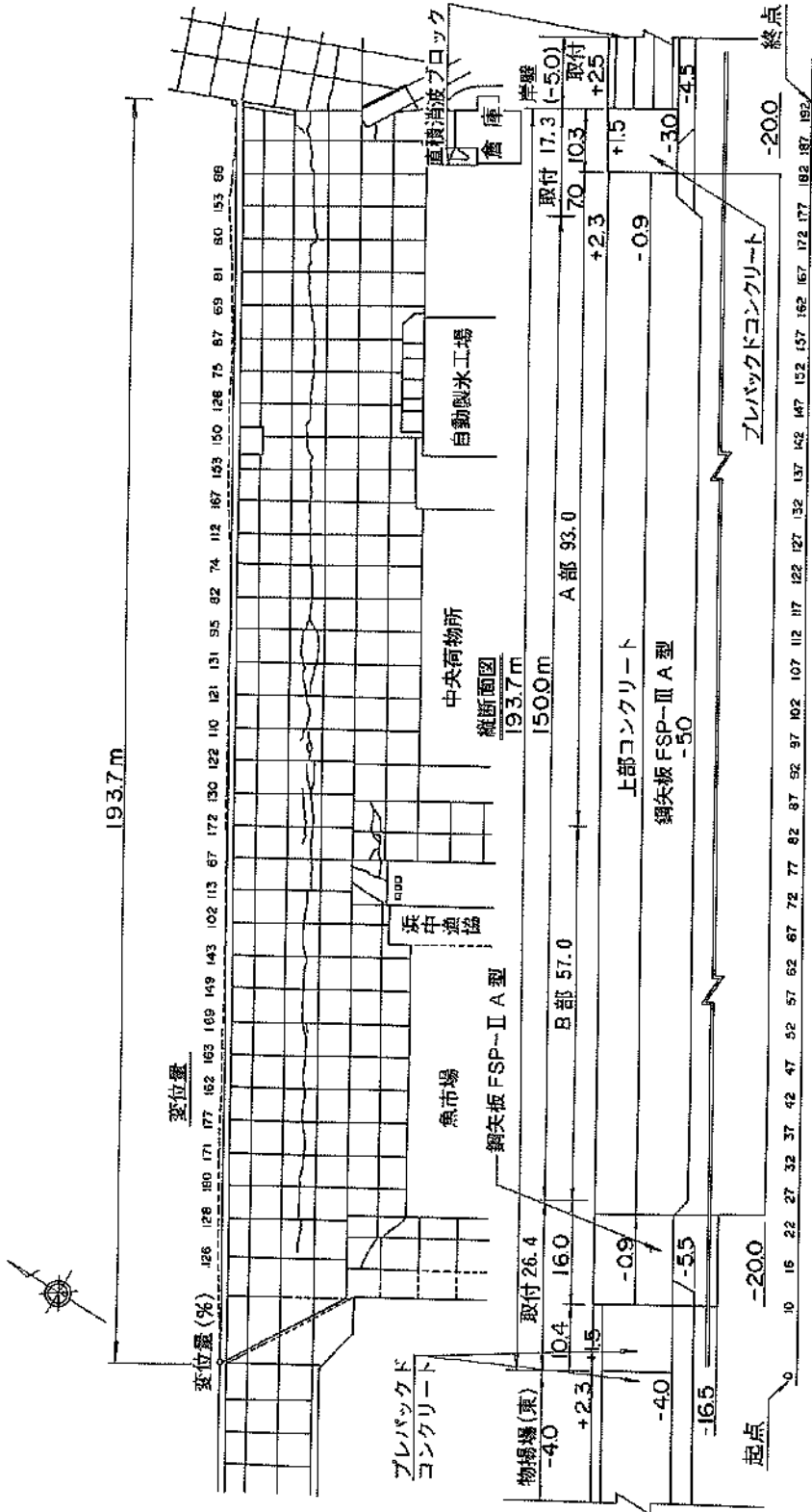


図-4.3.5(b) 被災変形図 (霧多布港：③-5.0m岸壁)



図一4.3.6 被災状況平面図，縦断面図（霧多布港：④岸壁(-5.0m)）

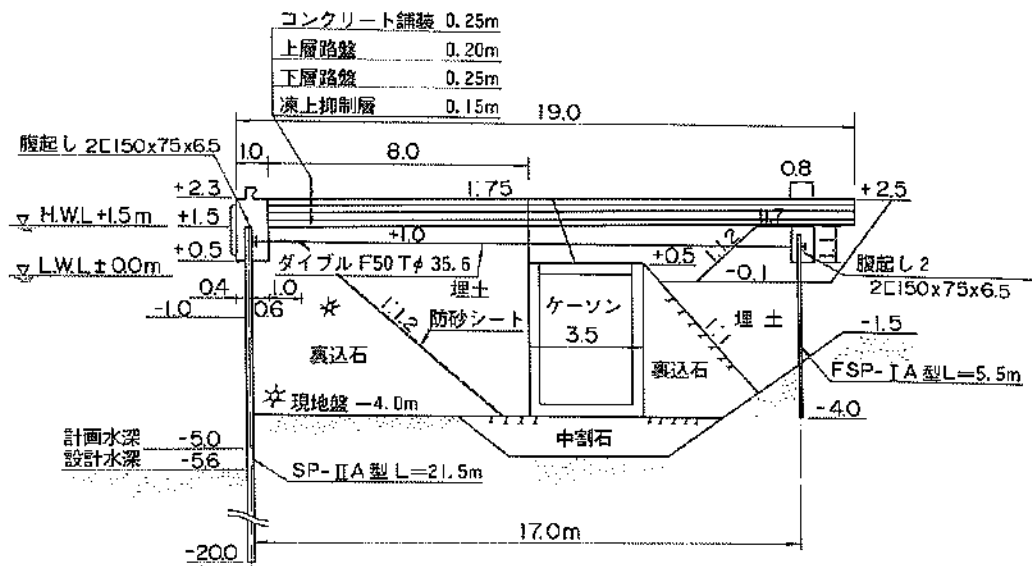


図-4.3.7(a) 標準断面図 (霧多布港：④岸壁(-5.0m))

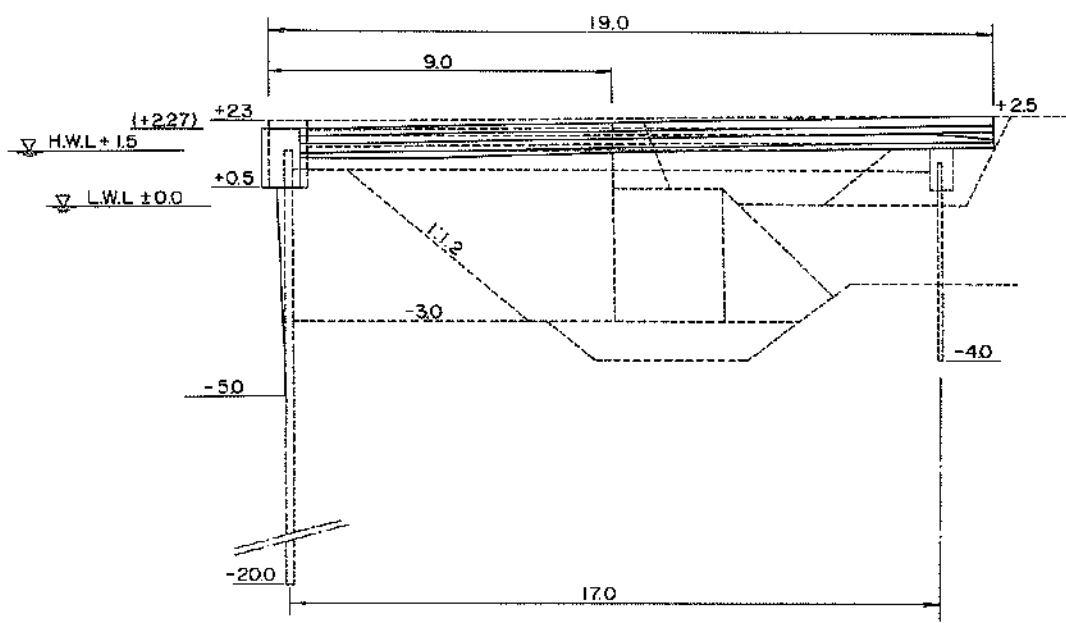


図-4.3.7(b) 被災変形図 (霧多布港：④岸壁(-5.0m))

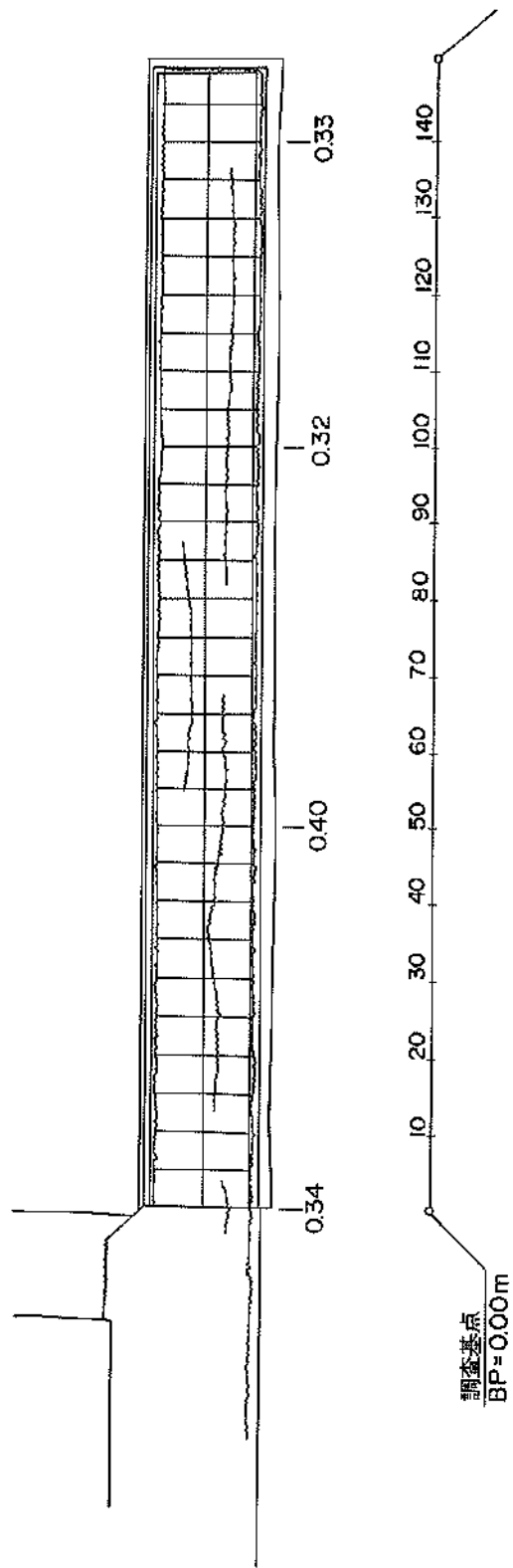


图-4.3.8 被災狀況平面图 (霧多布港：⑤東-4.0m物揚場，⑥北-2.0m物揚場)

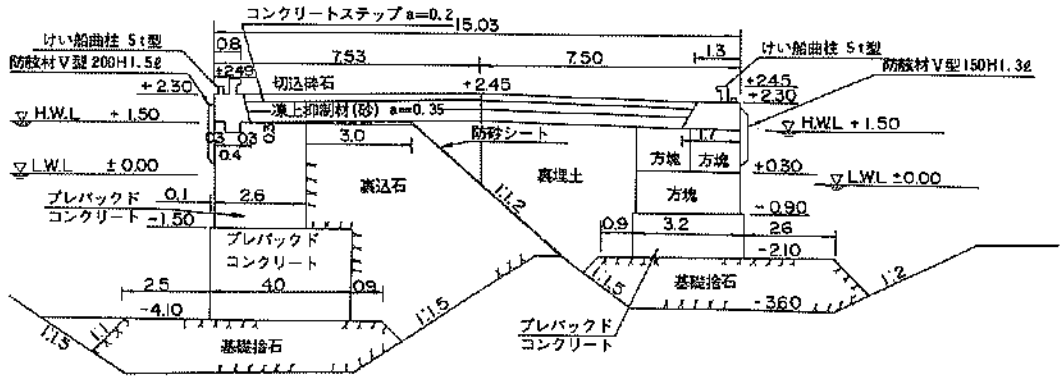


図-4.3.9(a) 標準断面図 (霧多布港：⑤東-4.0m物揚場，⑥北-2.0m物揚場)

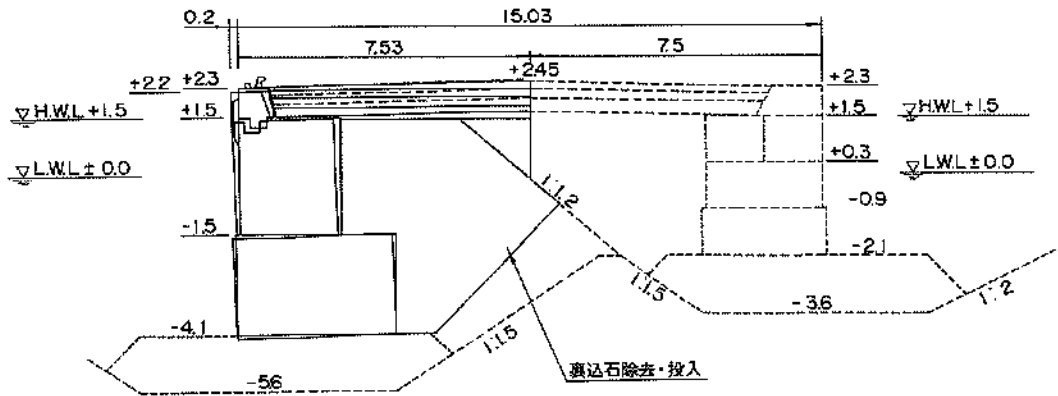


図-4.3.9(b) 被災変形図 (霧多布港：⑤東-4.0m物揚場)

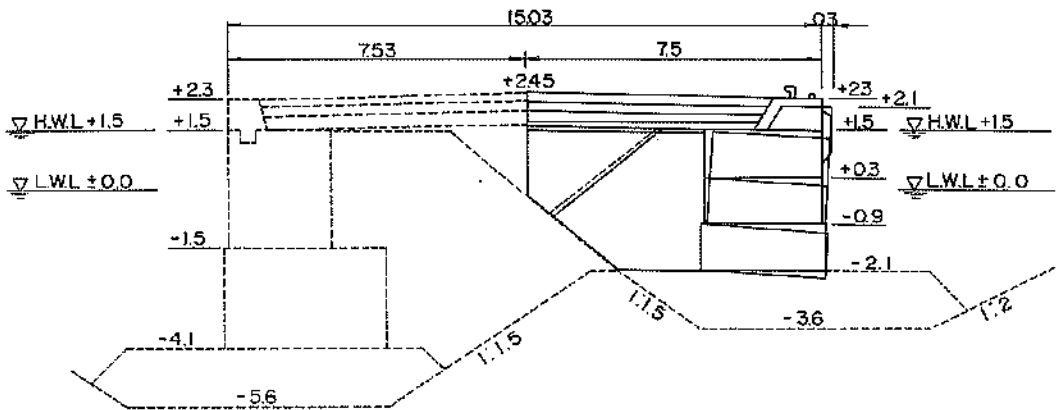


図-4.3.9(c) 被災変形図 (霧多布港：⑥北-2.0m物揚場)

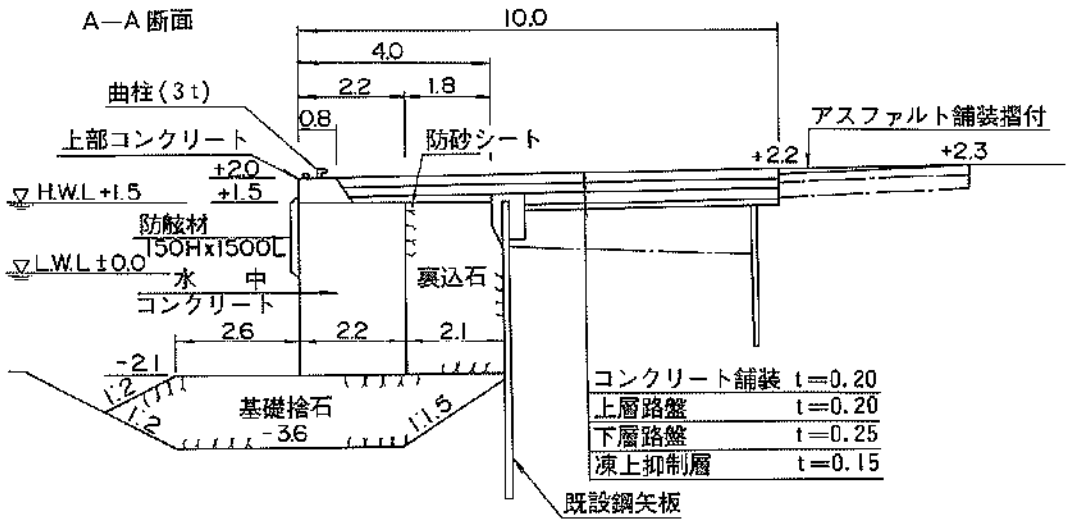


図-4.3.11(a) 標準断面図 (霧多布港：⑦物揚場(-2.0m), A-A断面)

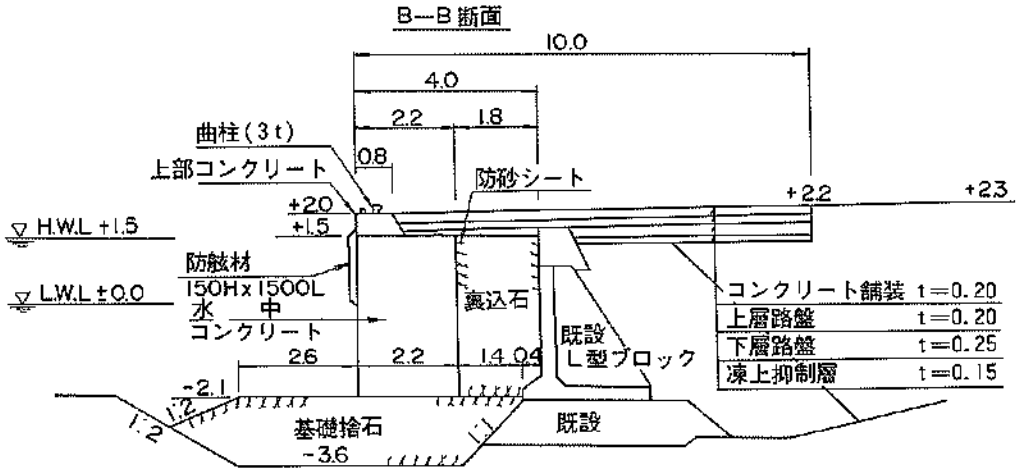


図-4.3.11(b) 標準断面図 (霧多布港：⑦物揚場(-2.0m), B-B断面)

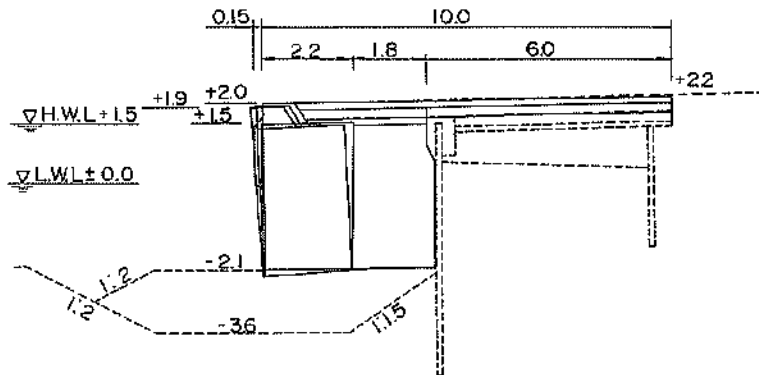


図-4.3.12(a) 被災変形図 (霧多布港：⑦物揚場(-2.0m), A-A断面)

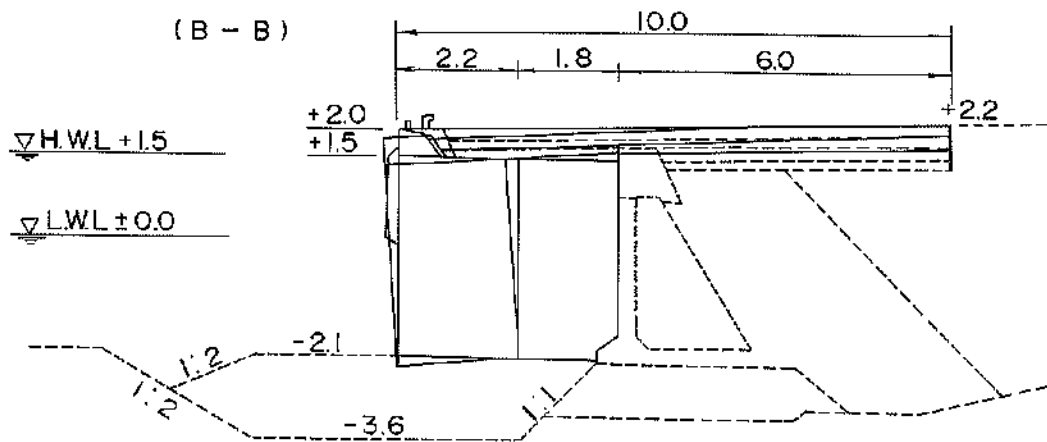


図-4.3.12(b) 被災変形図 (霧多布港：⑦物揚場(-2.0m)、B-B断面)

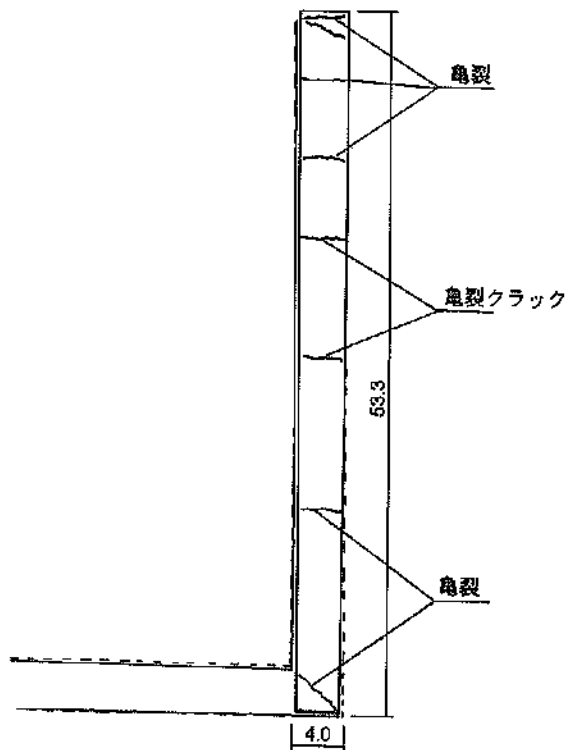


図-4.3.13 被災状況平面図 (霧多布港：⑧船溜地区臨港道路)

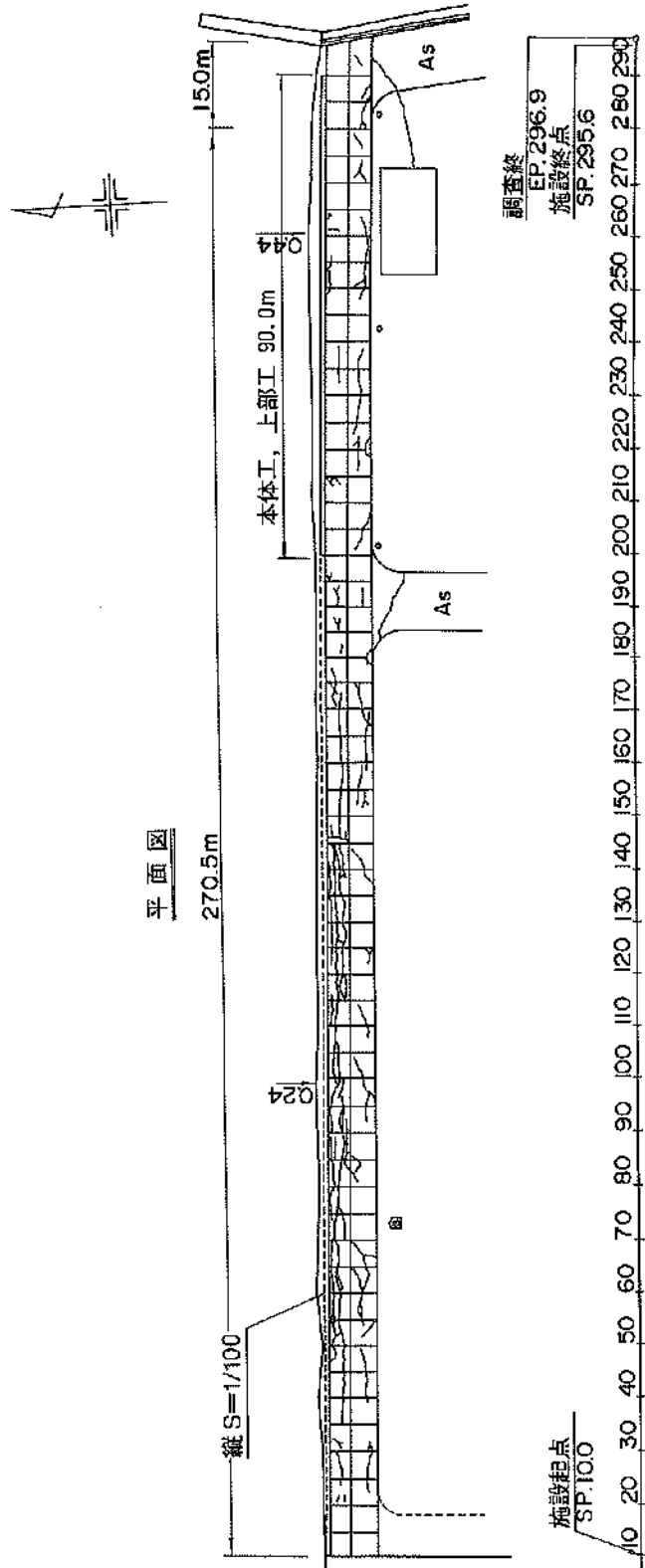
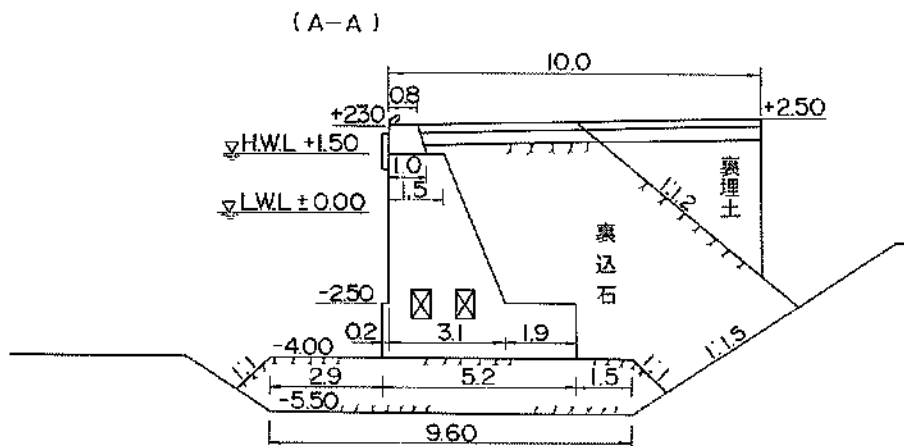
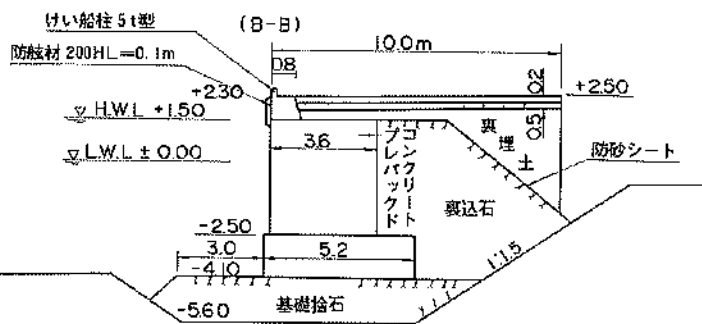


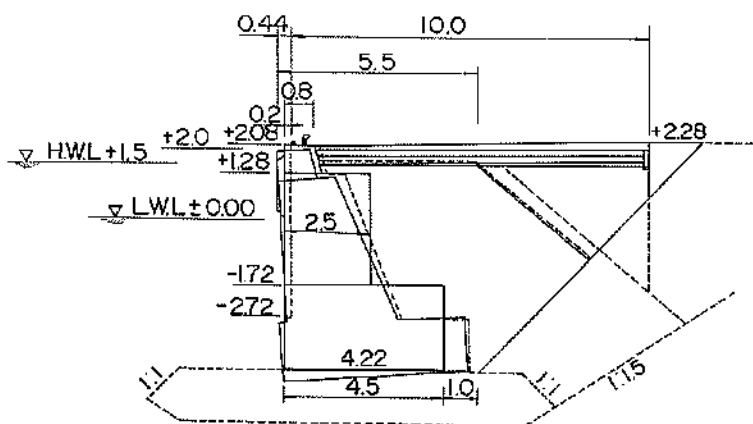
图-4.3.14 被災状況平面図 (霧多有港：⑨本町地区-4.0m勝揚程)



図一4.3.15(a) 標準断面図 (霧多布港：㊸本町地区-4.0m物揚場，A-A断面)



図一4.3.15(b) 標準断面図 (霧多布港：㊸本町地区-4.0m物揚場，B-B断面)



図一4.3.16(a) 被災変形図 (霧多布港：㊸本町地区-4.0m物揚場，A-A断面)

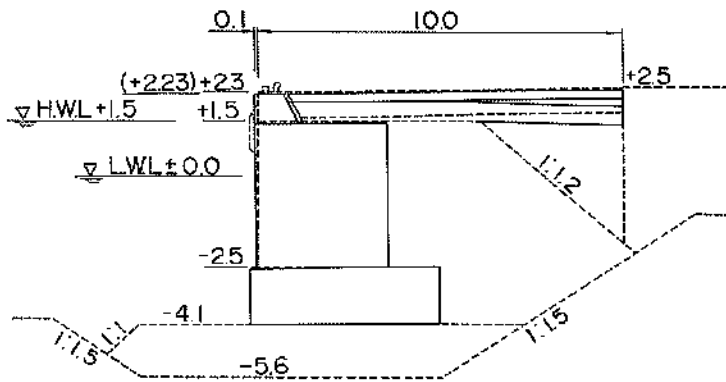


図-4.3.16(b) 被災変形図 (霧多布港：⑨本町地区-4.0m物揚場, B-B断面)

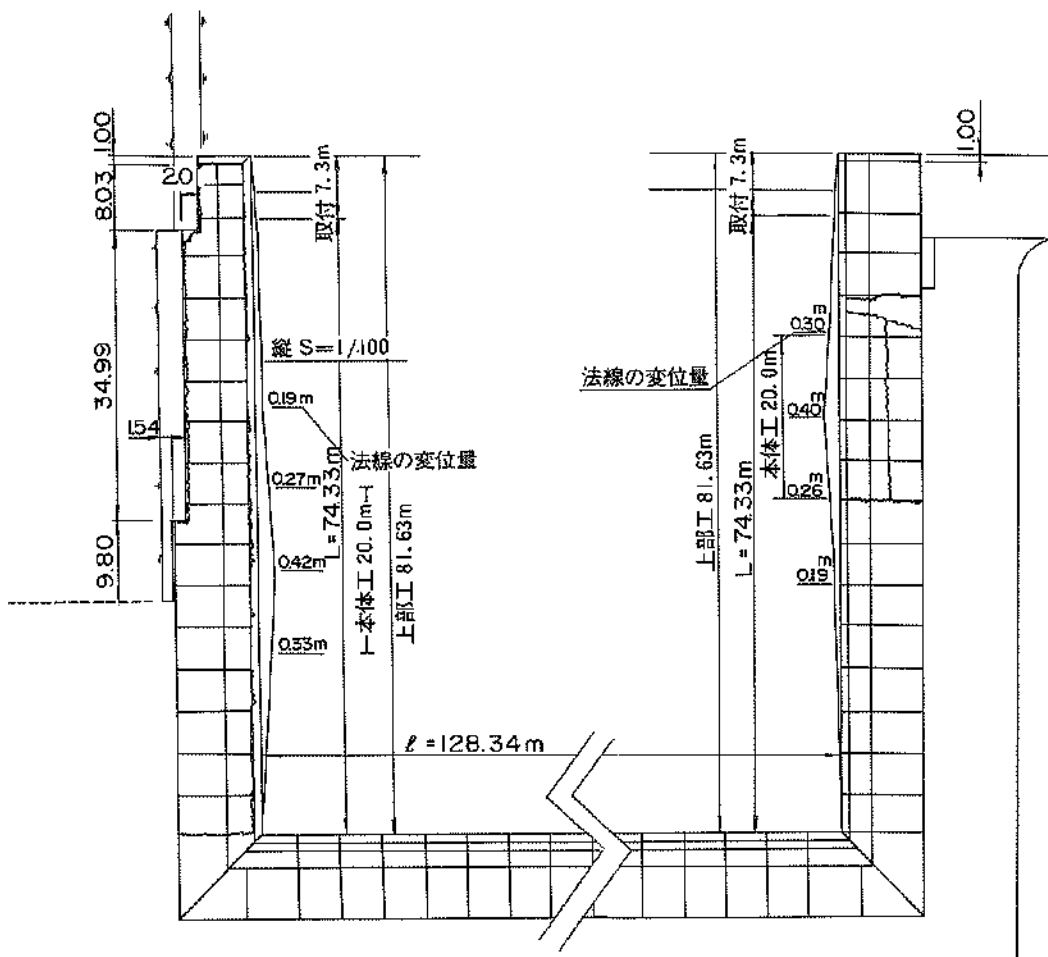


図-4.3.17 被災状況平面図 (霧多布港：⑩物揚場(-3.0m))



写真-4.3.2 エプロン沈下状況（霧多布港：㊸-5.0m岸壁）



写真-4.3.3 エプロン沈下状況（霧多布港：㊹岸壁(-5.0m)）



写真-4.3.4 法線変位状況 (霧多布港：㊦東-4.0m物揚場)

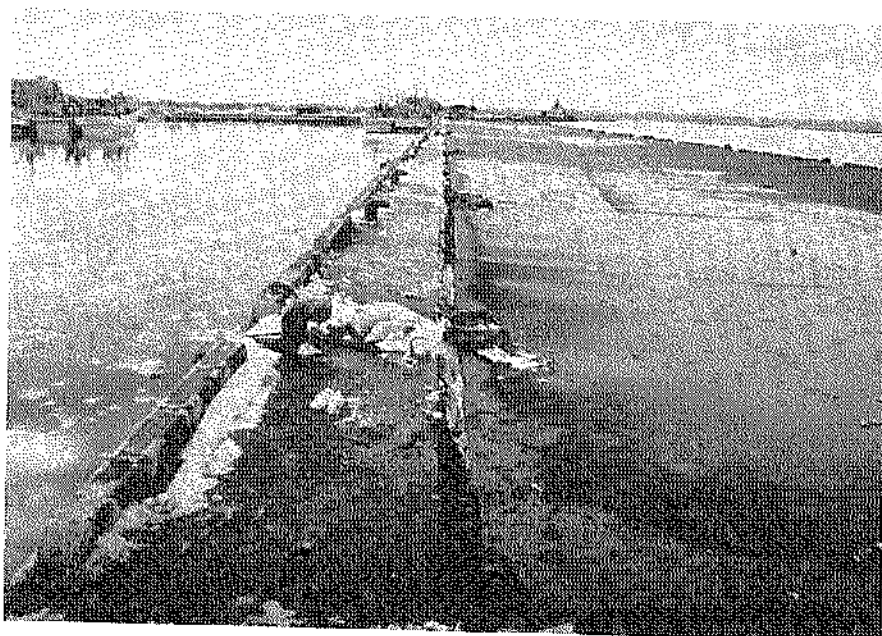


写真-4.3.5 法線変位状況 (霧多布港：㊦北-2.0m物揚場)



写真-4.3.6 法線変位状況（霧多布港：㊦物揚場(-2.0m)）

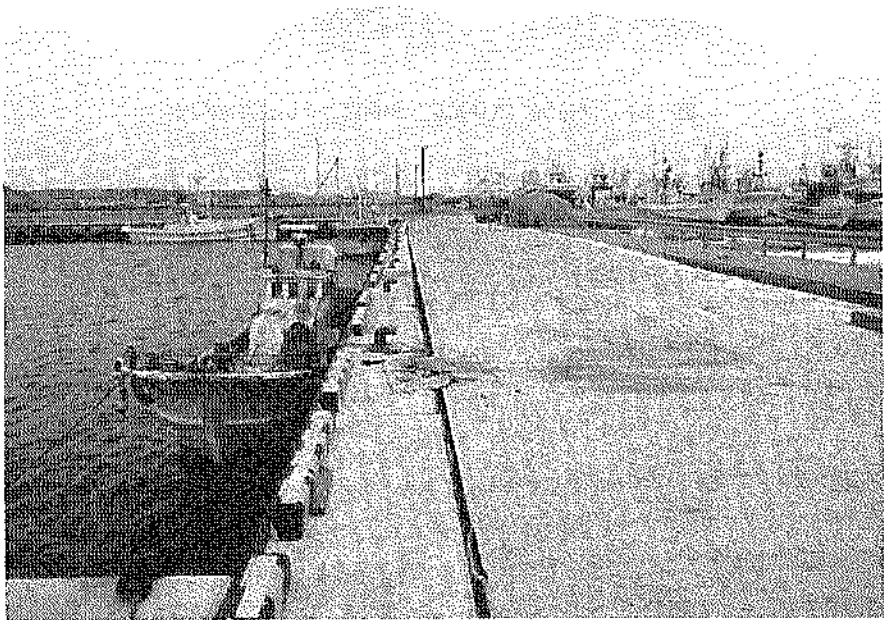


写真-4.3.7 法線変位状況（霧多布港：㊠物揚場(-3.0m)西側）

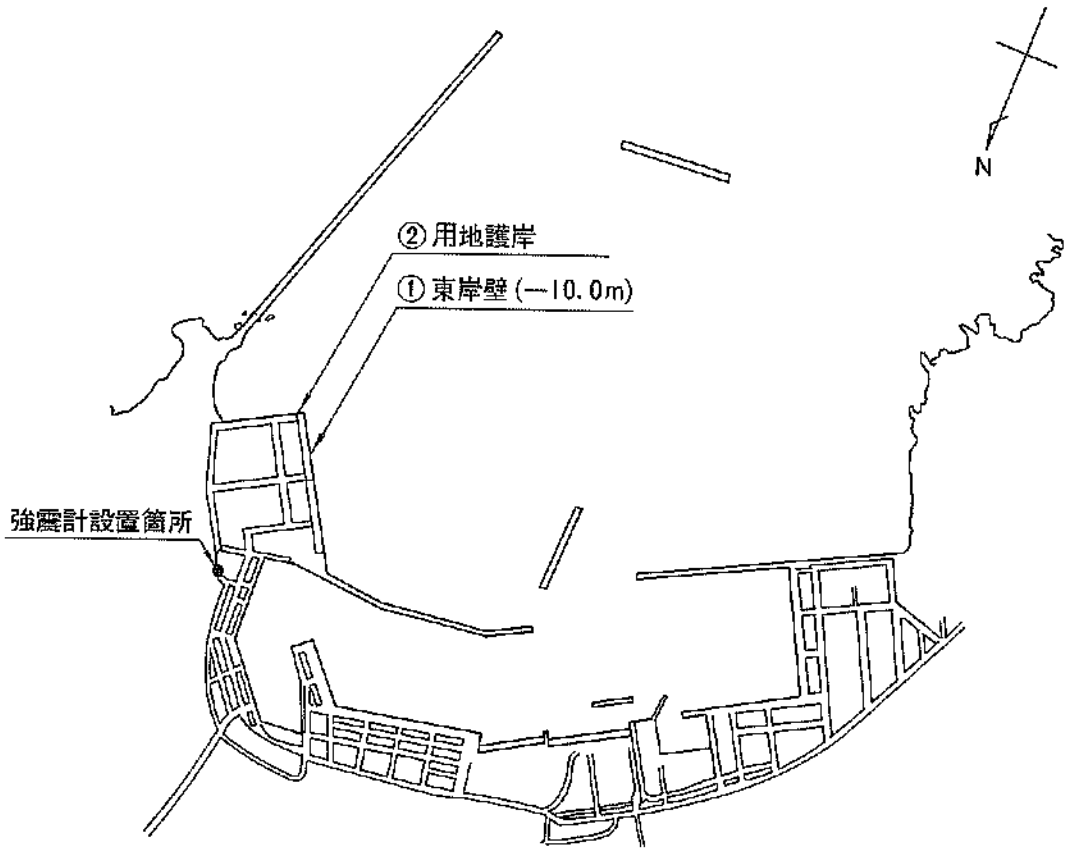
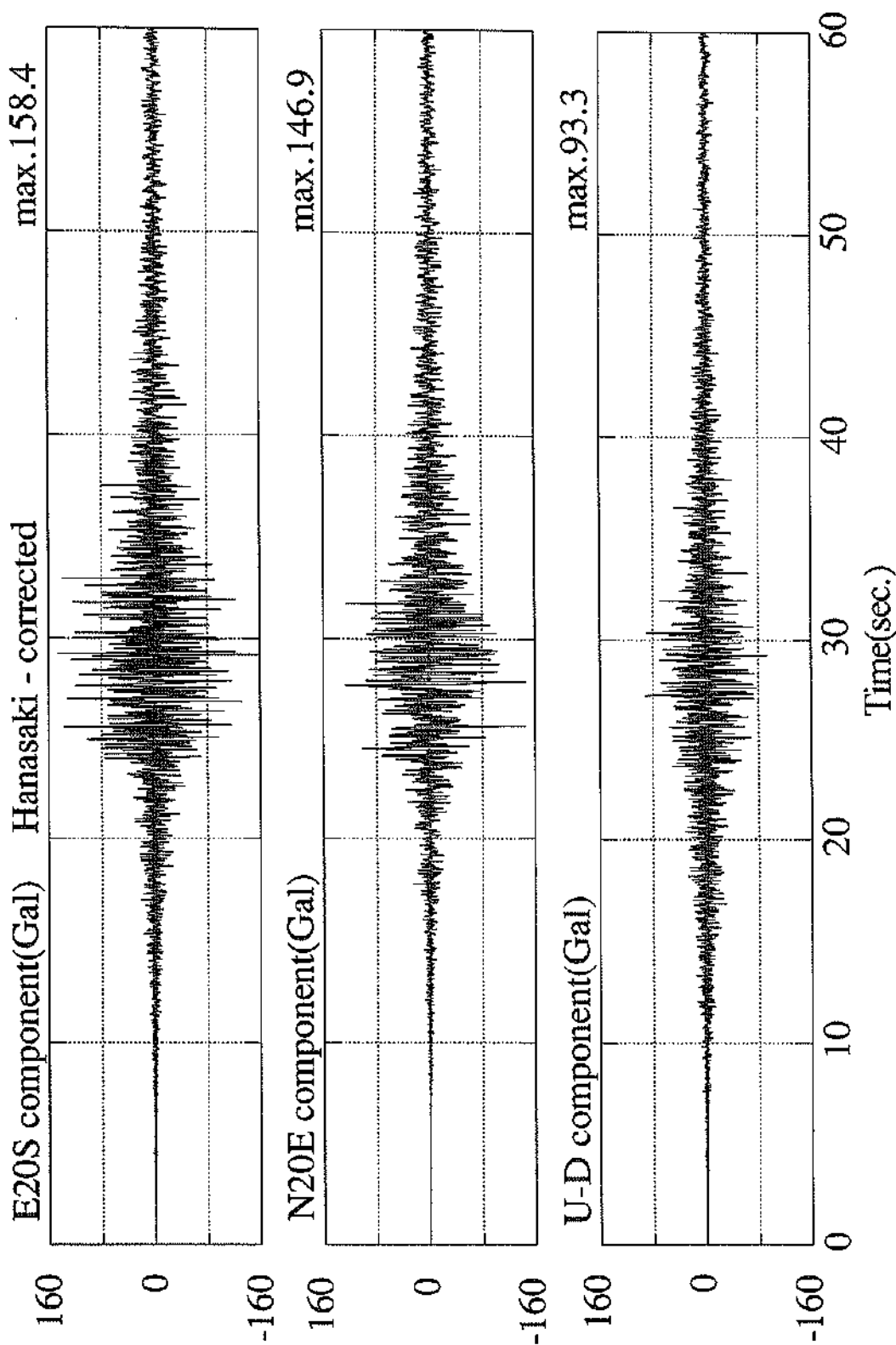


図-4.4.1 根室港（花咲地区）平面図および被害位置図



圖—4.4.2 加速度時刻歴 (榎室港花咲地区, ERS-F型)

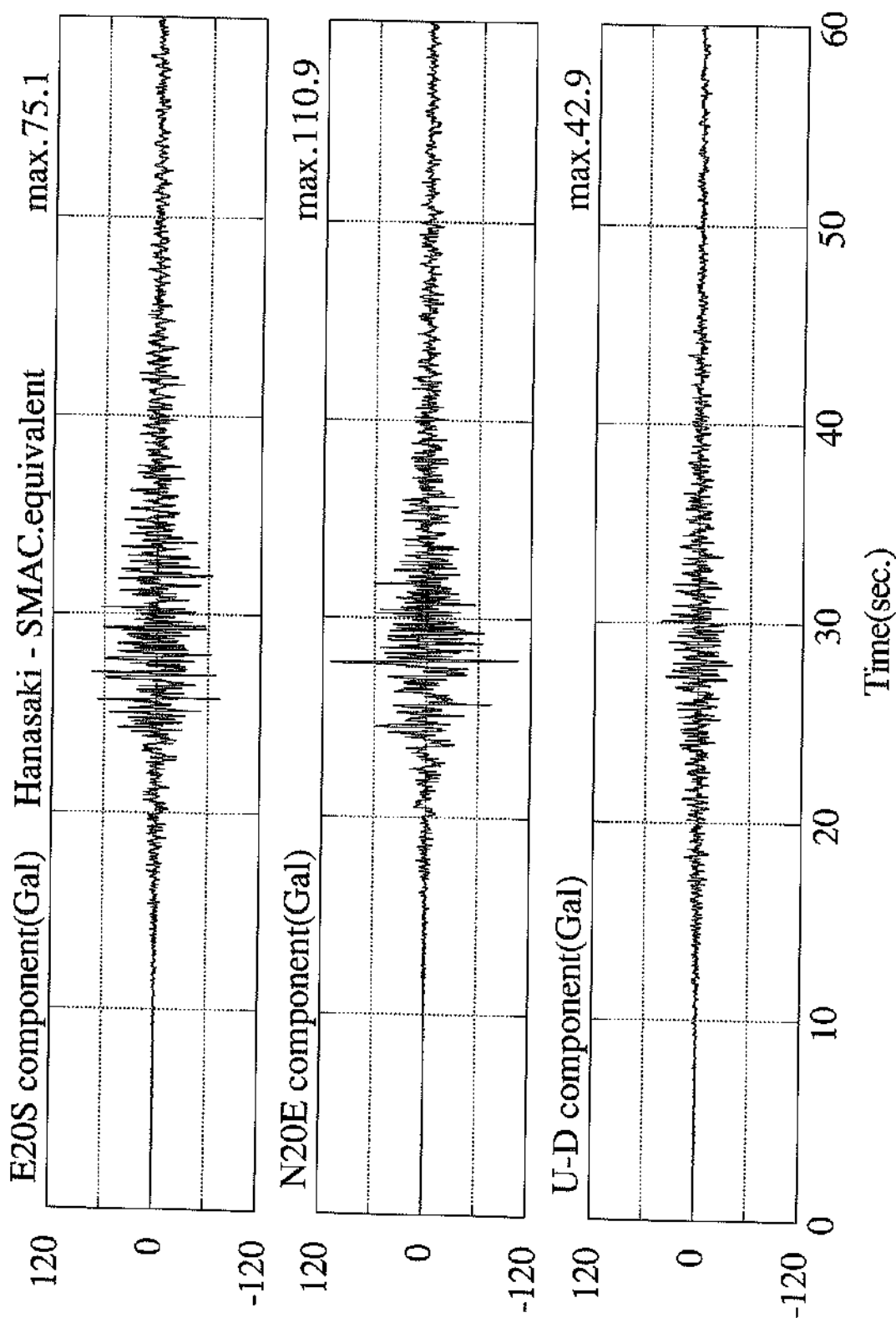
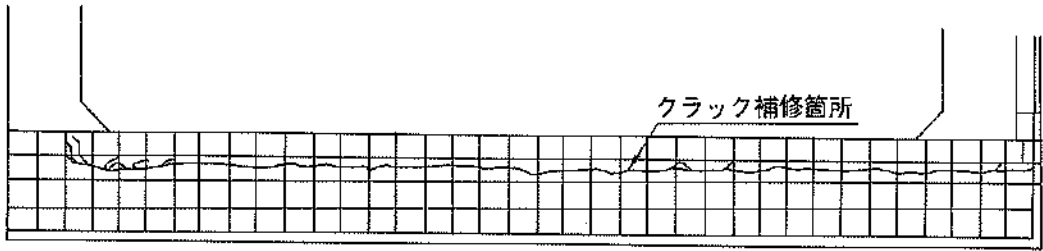
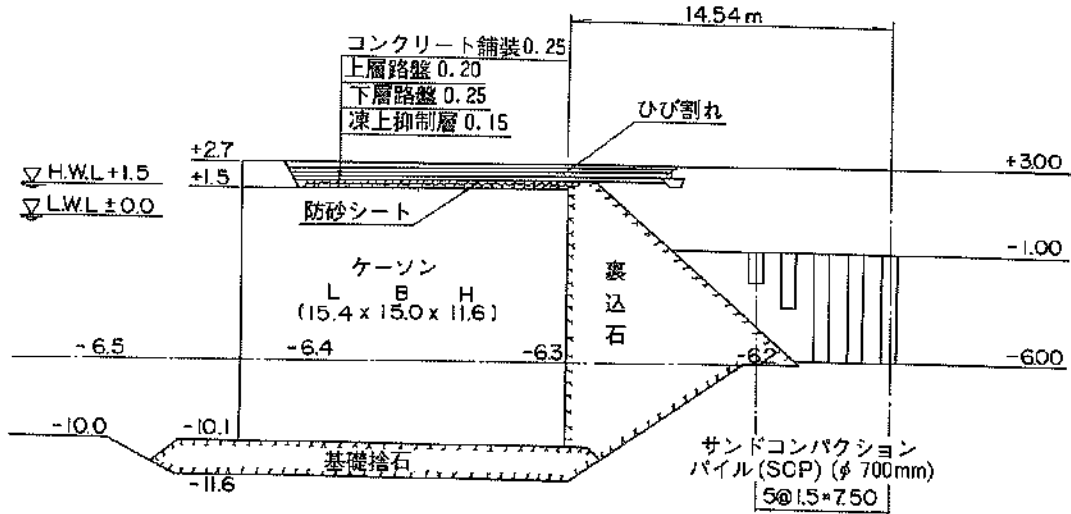


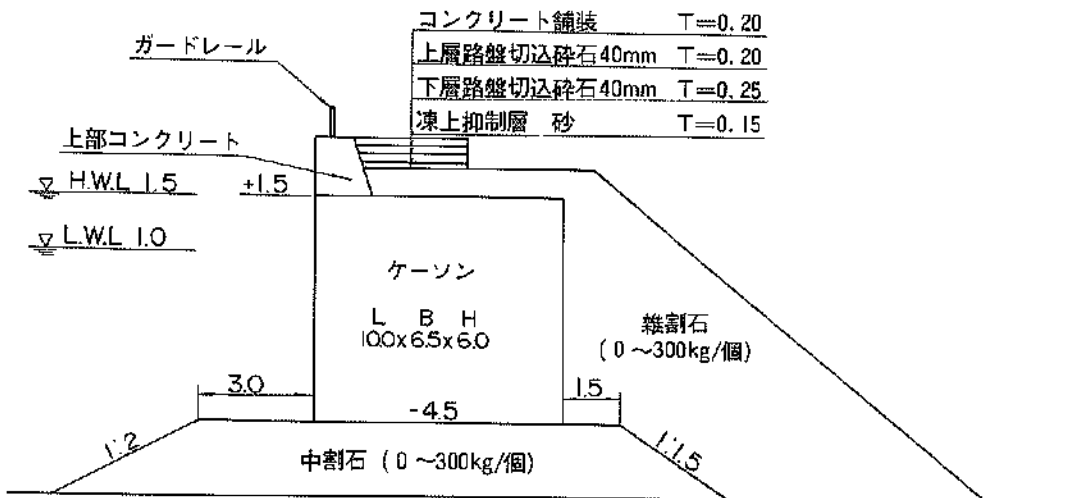
图-4.4.3 加速度時刻歴 (根室港花咲地区, SMAC-B2型と等価)



図一4.4.4 被災状況平面図, 縦断面図 (根室港花咲地区, ①東岸壁(-10.0m), ②用地護岸)



図一4.4.5 標準断面図 (根室港花咲地区, ①東岸壁(-10.0m))



図一4.4.6 標準断面図 (根室港花咲地区, ②用地護岸)



写真-4.4.1 岸壁後方地盤の噴砂跡 (根室港花咲地区, ①東岸壁(-10.0m))

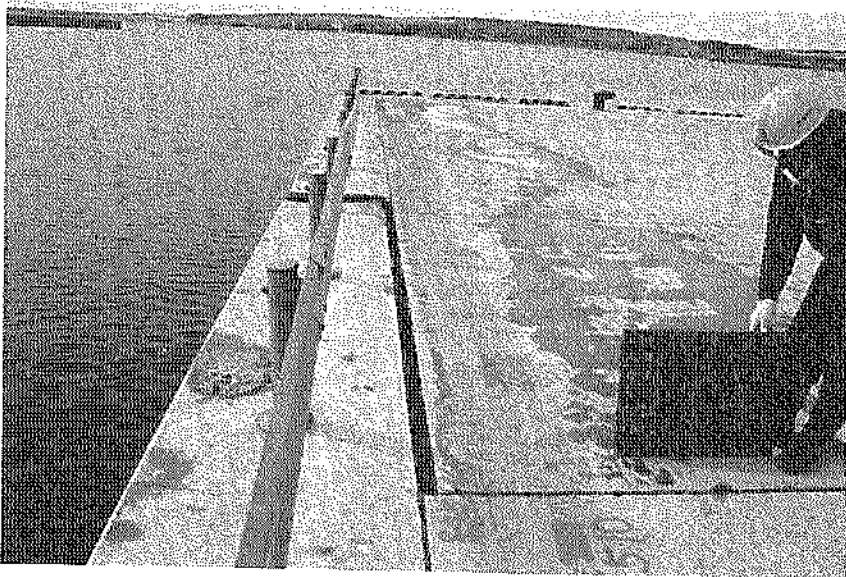


写真-4.4.2 上部工の破損状況 (根室港花咲地区, ②用地護岸)

5. 漁港施設の被害

漁港施設の被害は「漁港関係公共土木施設災害復旧事業（北海道分）」によると、23漁港69施設にわたり、総被災延長は14,495.9m、総被災額は1,401,079,00円、復旧による経済効果として、総利用漁船6,946隻、総水揚高391,876tとなっている。

なお、被災漁港の位置図を図—5に、被災額の一覧を表—5.0.1—5に示す。

5. 1 厚岸漁港

厚岸漁港は北海道東部の太平洋岸に位置し、厚岸湾と厚岸湖に連なる湖南、湖北両地区にまたがり、形成されている。厚岸湾は湾入口に大黒島、小島を配した天然の良港で、江戸時代の寛永年間（1624～）に松前藩がアックン場所を開設し運上屋を設けたことに始まり、江戸・下北地方・箱館と根室・千島方面の中継港として海上交通の要所であった。明治21年（1888）北海道庁雇英人メークが厚岸漁港を調査、埠頭の設立を勧告し、大正9年（1920）町営真竜埋立工事が竣工、昭和3年（1928）本町・真竜両橋の突堤の完成により町営渡船が開始された。昭和24年（1949）第3種漁港に指定され、表—5.1の沿革に示す様に施設整備の充実が進められている。

厚岸漁港の平成3年の利用魚船は1,129隻、陸揚量は137,419tである。

厚岸漁港の位置図を図—5.1に示す。

5. 1. 1 各施設の被害

厚岸漁港の平面図および被害のあった各施設を施設番号とともに図—5.1.1に示す。以下に各施設の被害状況を述べる。施設位置については、図中に示す各被害施設の番号で対応させるものとする。また各施設の構造、被害に関する総括を表—5.1.1に、設計条件等を表—5.1.2～9に示す。

なお、湖南地区第一埠頭内において地質調査された、昭和56～63年と平成5年6月の12地点の位置図を図—5.1.2に土質柱状図を図—5.1.3～5に示す。

(1)—4.0m岸壁（湖北地区・施設番号①）

本岸壁は昭和61年完成した延長206mの重力型セルラ式岸壁である。本岸壁の被災状況平面図を図—5.1.6に示す。写真—5.1.1, 2に被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.7に示す。本岸壁の被災延長は206m、被害としては岸壁が4～14cm前面に変位するとともに4～13cm沈下し、エプロンの上部工と舗装工との開きは最大で幅10cm、深さ

80cm、段差は5cm生じている。クラックは横断方向に2箇所、さらに横断する排水工のRC管が2箇所破損した。

(2)—3.0m岸壁（湖北地区・施設番号②）

本岸壁は昭和59年に完成した延長207mの重力型セルラ式岸壁である。本岸壁の被災状況平面図を図—5.1.8に示す。写真—5.1.3, 4に被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.9に示す。本岸壁の被災延長は207m、被害としては岸壁が前面に5～23cm変位するとともに4～13cm沈下し、エプロンの上部工と舗装工との開きは最大で幅17cm、深さ132cm、段差は15cm生じている。

クラックは横断方向に4箇所、さらに横断する排水工のRC管が4箇所破損した。

(3)—2.5m物揚場（湖北地区・施設番号③）

本施設は昭和60年に完成した延長130.5mの重力型ブロック積式物揚場である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.10に示す。写真—5.1.5, 6に被災状況を示す。また、本施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.11に示す。本施設の被災延長は130.5m、被害としては前面に最大で5cm変位するとともに、5～10cm沈下した。エプロンと道路との開きは最大で幅4cm、深さ24cm、段差1cmにおよび、クラックも1箇所生じている。

(4)道路（湖北地区・施設番号④）

本施設は昭和59～昭和61年にかけて施設番号①の—4m岸壁、②の—3m岸壁、③—2.5m物揚場のとともに順次延伸されてきた総延長749mのアスファルト舗装の道路である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.12～14に示す。写真—5.1.7, 8に被災状況を示す。本施設の被災延長は749mとなっており、道路横断方向に28箇所程度、縦断方向に7箇所程度のクラックが生じた。用地側との開きは最大で幅14cm、深さは44cm、段差は7cm生じ、崩壊部分では幅15～28、長さは4.4mにおよんだ。

(5)—6.0m岸壁（湖南地区・施設番号⑤）

本岸壁は昭和54～55年にかけて完成した延長105mの鋼矢板式岸壁である。本岸壁の被災状況平面図を図—5.1.15に示す。写真—5.1.9, 10に被災状況を示す。また本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.16～17に示す。本岸壁の被災延長は103m、被害としては最大20cmのせり出し、1～7cmの沈下および5～7cmの隆起が生じた。エプロン上部工と舗装工との開きは最大で幅7cm、深さ57cm、段差17cmにおよび、その他堤体工のたわみ、排水工、照明灯、電柱が破損した。

(6)—5.0m岸壁（湖南地区・施設番号⑥）

本岸壁は昭和54年完成した延長240mの鋼矢板式岸壁である。本岸壁の被災状況図を図—5.1.18に示す。写真—

5.1.11, 12に被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.19～21に示す。本岸壁の被災延長は240m, 被害としては最大で18cmのせり出し, 2cmの沈下および6cmの隆起が生じた。エプロン上部工と排水工トラフとの開きは最大で幅24cm, 段差15cmにおよんだ。

(7)—4.0m岸壁 (湖南地区・施設番号㉗)

本岸壁は昭和48～55年にかけて完成された岸壁で延長299.4mの内, 陸側から181.5mが重力型L型ブロック式, 13.6mが重力型コンクリート単塊式, 残り104.3mが鋼矢板式となっている。本岸壁の被災状況図を図—5.1.22に示す。写真—5.1.13, 14に被災状況を示す。また, 本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.23～27に示す。本岸壁の被災延長は299.4m, 被害としては最大30cmのせり出し, 最大で13cmの沈下, 3cmの隆起が生じた。エプロン上部工との排水工トラフとの開きは最大で幅26cm, 深さは60cm, 段差は20cmにおよんだ。舗装工の沈下は最大24cm, 横断方向で32箇所程度, 縦断方向で28箇所程度生じ, 最大で幅5cm深さ21cmのクラックが生じた。

(8)—3.0m岸壁 (湖南地区・施設番号㉘)

本岸壁は昭和42～43年にかけて完成された延長276.7mのL型ブロック式岸壁である。本岸壁の被災状況図を図—5.1.28に示す。写真—5.1.15, 16に被災状況を示す。また, 本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.29に示す。

本岸壁の被災延長は271m, 被害としては最大6cmのせり出し最大4cmの沈下と4cmの隆起が生じ, コーナー部分では上部工が前面に20cm傾いた。また, 上部工と舗装工との開きは最大で幅25cm, 深さ39cm, 段差15cm, 舗装工のクラックは横断方向で78箇所程度, 縦断方向で52箇所程度生じた。

(9)—2.0m物揚場 (湖南地区・施設番号㉙)

本施設は昭和54年に完成した延長150mの鋼矢板式物揚場である。

本施設の被災状況図を図—5.1.30に示す。写真—5.1.17, 18に被災状況を示す。また, 本施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.31に示す。本施設の被災延長は150m, 被害としては最大15cmの沈下と最大11cmの隆起が生じ, 上部工と排水工および舗装工との開きは最大で幅6cm, 深さ13cm, 段差9cmにおよんだ。

(10)—2.5m物揚場 (湖南地区・施設番号㉚)

本施設は昭和57年に完成した延長200mの重力型コンクリート単塊式物揚場である。本施設の被災状況図を図—5.1.32に示す。写真—5.1.19, 20に被災状況を示す。本

施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.33に示す。本施設の被災延長は199.4m, 被害としては0～7cmの沈下, クラックが横断2箇所, 縦断は1箇所(延長130m)に生じ, 上部工と舗装工との開きは最大で幅13cm, 深さ58cm, 段差は10cmにおよんだ。

(11)—2m物揚場 (湖南地区・施設番号㉛)

本施設は昭和59年に完成した延長50mの重力型コンクリート単塊式物揚場である。本施設の被災状況図を図—5.1.34に示す。写真—5.1.21, 22に被災状況を示す。本施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.35に示す。本施設の被災延長は50m, 被害としては3cm以内の沈下が生じ, 上部工と舗装工との開きは最大で幅4cm, 深さ70cm, 段差4cmにおよんだ。

(12)大型船揚場 (湖南地区・施設番号㉜)

本施設は昭和59年に完成した延長21.4mの重力型コンクリート単塊式船揚場である。本施設の被災状況図を図—5.1.36に示す。写真—5.1.23, 24に被災状況を示す。また, 本施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.37に示す。本施設の被災延長は21.4m, 被害としては前面へ36cmせり出し, 22cmの沈下と横断方向に2箇所, 縦断方向に1箇所のクラックが生じ, 上部工と舗装工との開きは最大で幅11cm, 深さ36cm, 段差8cmにおよんだ。

(13)大型船揚場 (湖南地区・施設番号㉝)

本施設は昭和59年に完成した延長50.1mの重力型コンクリート単塊式船揚場である。本施設の被災状況図を図—5.1.38に示す。写真—5.1.25, 26に被災状況を示す。また, 本施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.39に示す。本施設の被災延長は50.1m, 被害としては前面へ12～20cmのせり出し, 5～13cmの沈下と横断方向に4箇所, 縦断方向に1箇所に, 最大で幅6cm, 深さ25cm, 段差7cmのクラックが生じた。また, 上部工と舗装工との開きは最大で幅13cm, 深さ100cm, 段差14cmにおよんだ。

(14)道路 (湖南地区・施設番号㉞)

本施設は昭和56年に完成した第一埠頭内の総延長1,561mにわたるアスファルト舗装の道路である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.40に示す。写真—5.1.27, 28に被災状況を示す。本施設の被災延長は1281.4mとなっており, 道路横断方向に64箇所程度, 縦断方向に12箇所程度のクラックが生じた。クラックは最大で幅55cm, 深さ110cm, 段差22cmにおよび, 同時に縁石は総延長1,469m, 排水工も総延長190mに達する被害を受けた。なお, 液状化現象発生場所は図—5.1.40に示すとおり, 道路で5箇所, 用地で2箇所に生じた。

(15)道路 (湖南地区・施設番号⑮)

本施設は昭和60年に施設番号⑨, ⑩とともに完成した延長271.4mのアスファルト舗装の道路である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.41に示す。写真—5.1.29, 30に被災状況を示す。本施設の被災延長は271.4mとなっており、エプロンとの境界で最大10cmの沈下が生じた。道路横断方向に5箇所、縦断方向は緑石部分に添って延長261.4mにおよぶ最大で幅4cm、深さ18cmのクラックとさらに縁石が29.3mにわたり最大8cm沈下した。

(16)道路 (湖南地区・施設番号⑯)

本施設は昭和61年に完成した南護岸および南防波堤に接する延長308.3mのアスファルト舗装の道路である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.42に示す。写真—5.1.31, 32に被災状況を示す。本施設の被災延長は308.3mとなっており、道路横断方向に9箇所、最大で幅3cm、深さ29cmのクラックが生じた。また、縁石が2箇所で最大6cm沈下し、3cmの横ずれ、3cmの開きが生じた。

(17)用地護岸 (湖南地区・施設番号⑰)

本施設は昭和59年に完成した延長32.5mの重力型コンクリート単塊型の護岸である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.43に示す。写真—5.1.33, 34に被災状況を示す。また、施設の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図—5.1.44に示す。本施設の被災延長は32.5m、3~4cmの沈下と上部工と舗装工の開きが最大で幅5.5cm、段差5.5cm、上部工間の開きが最大で幅7cm、段差10cmにおよび、塊体工が破損した。エプロンには横断方向で4箇所、最大で幅1cm、段差5cmのクラックが生じた。

(18)道路 (湖南地区・施設番号⑱)

本施設は昭和57年に完成した延長622.5mのアスファルト舗装の歩道を含む道路である。本施設の被災状況平面図を図—5.1.45に示す。写真—5.1.35, 36に被災状況を示す。本施設の被災延長は622.5mとなっており、道路横断方向に40箇所、最大で幅4cm、深さ10cm、段差5cmのクラックが生じた。縁石と道路の開きはほぼ全面にわたって生じ、最大で幅2cm、深さ6cmにおよんだ。縁石は8箇所、総延長147.6mが上下に別れるクラックにより破損し、また、縁石間は最大で段差が5cm、傾きで5cmのずれが生じた。さらに歩道では最大13cmの沈下、クラックの段差は4cm、また、アスファルト部分が4箇所、総延長35.7mが3~7cm隆起した。

(19)護岸 (湖南地区・施設番号⑲)

本施設は平成元~2年にかけて施工された延長160mの鋼矢板式護岸である。写真—5.1.37, 38に本施設の被災状況を示す。また、施設の標準断面図および被災後の変形図を図—5.1.46に示す。本施設の被災延長は96.8m、被害

としては延長139.2mにわたって、最大27.5cmのせり出し、0.4~4.7cmの沈下、上部工が3~4cm開くとともに、クラックが生じた。さらに控え工付近に地割れが生じるとともに、控工笠コンクリートが約3度傾き、クロープのたわみも確認された。

(20)2.0m物揚場及び道路 (湖南地区・施設番号⑳)

本施設は平成2~4年にかけて施工された延長200mの重力型コンクリート単塊式物揚場と重力型直積消波ブロック式護岸に挟まれたアスファルト舗装による道路である。本施設被災状況平面図を図—5.1.47に示す。写真—5.1.39, 40に被災状況を示す。また、施設の標準断面図および被災後の変形図を図—5.1.48に示す。本施設の被災延長は200m、被害としては物揚場が2.8~5.1cm沈下し、上部工と舗装工の開きは最大で幅11cm、段差が3.4cm生じた。道路は物揚場舗装工との境界で6.0~9.1cm沈下し最大で段差が4.4cm、護岸との境界で18.1~27.5cm舗装が沈下陥没した他、護岸が0.9~6.8cmの隆起が生じた。

5.2 大樹漁港

大樹漁港は北海道の南東部、十勝地方の南部の太平洋岸に位置し、海岸線が単調な砂浜で形成されているため、漂砂の移動が著しい。

前浜は豊かな魚族資源に恵まれ、古くからししゃも・毛かに・ほっき・さけます・かれい等の沿岸漁業が営まれてきた。昭和21年(1946)、浜大樹・旭浜の漁民が大樹漁業会を築足し、漁業がより活発となった。昭和27年(1952)第1種漁港指定を受け昭和34年に第2次漁港整備事業の中で修築事業として着工、昭和50年から利用開始されている。漁船は海況や漁業に適した船型のため大型傾向にあり、流砂の堆積と相まって漁港の水深確保が重要となっている。

大樹漁港の平成3年の利用漁船は74隻、陸揚量は2,083tである。

大樹漁港の位置図を図—5.2.1に示す。

5.2.1 各施設の被害

大樹漁港の平面図及び被害のあった各施設を施設番号とともに図—5.2.2に示す。以下に被害のあった各施設の被害状況を述べる。施設位置については、図中に示す各被害施設の番号で対応させるものとする。また、昭和45年6月および平成4年5月に地質調査された位置図を図—5.2.3に、各調査位置の土質柱状図を図—5.2.4~17に示す。なお、図—5.2.3の原因図は昭和45年6月のものを使用している。さらに、各施設の構造、被害に関する総括を表—5.2.1に、設計条件等を表—5.2.2~3示す。

(1)ー3.0m岸壁及び道路 (施設番号㉔)

本施設は、昭和51年から平成3年にかけて順次延伸・改良されてきた総延長264.0mの注入式コンクリートによる重力式岸壁および道路である。本岸壁および道路の被災状況平面図を図ー5.2.18に示す。写真ー5.2.1, 2に本施設の被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図ー5.2.19～21に示す。

本岸壁の被災延長は264.0m、道路の被災延長は201.5mとなっている。被害としては、岸壁が1～25cm前面に変位するとともに6～25cm沈下し、道路は横断方向に約2箇所、縦断方向に4箇所の亀裂が生じている他、舗装面に1.7～21.8cmの沈下・陥没が発生している。

(2)ー3.5m岸壁及び道路 (施設番号㉕)

本施設は平成3年に完成した総延長99.5mの注入式コンクリートによる重力式岸壁および道路である。本岸壁および道路の被災状況平面図を図ー5.2.22に示す。写真ー5.2.3, 4に本施設の被災状況を示す。また、本岸壁および道路の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図ー5.2.23～24に示す。

本岸壁の被災延長は72.9m、道路の被災延長は99.5mとなっている。被害としては、岸壁が9.0～21.5cm前面に変位するとともに1.9～16.2cm沈下し、道路は4.2～20.4cmの沈下と横断方向に3箇所の亀裂や段落、陥没がそれぞれ1箇所生じている。

(3)ー3.5m岸壁 (施設番号㉖)

本岸壁は昭和63年に完成した延長78.2mの注入式コンクリートによる重力式岸壁である。本岸壁の被災状況平面図を図ー5.2.25に示す。写真ー5.2.5に本施設の被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図ー5.2.26に示す。本岸壁の被災延長は78.2m、被害としては、岸壁が2.0～7.5cm前面に変位するとともに7.6～18.0cm沈下し、亀裂は3箇所生じている。

(4)ー4.0m岸壁及び道路 (施設番号㉗)

本岸壁は昭和63年に完成した延長60.0mの注入式コンクリートによる重力式岸壁および延長65.0mの道路である。本岸壁および道路の被災状況平面図を図ー5.2.27に示す。写真ー5.2.6, 7に本施設の被災状況を示す。また、本岸壁および道路の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図ー5.2.28に示す。本岸壁の被災延長は51.2m、被害としては、岸壁が2.0～11.0cm前面に変位するとともに6.7～23.8cm沈下している。道路は被災延長65.0m、5.2～11.9cmの沈下と縦断する亀裂が1箇所生じている。

5.3 千代ノ浦漁港

千代ノ浦漁港は北海道東部の太平洋岸、釧路市海岸線

約20kmのほぼ中央部に位置している。明治初期よりコンブなどの海産干場として利用され、明治40年代にはニシン地引、建網場となる。大正10年頃から水産加工場も設立し、漁村集落化が進むとともに周辺海浜は市街地に位置することから、市民レクリエーションの場として親しまれてきた。昭和57年(1982)には第1種漁港として漁港指定を受けた。平成3年(1991)には「ふれあい漁港漁村整備計画策定事業」の指定を受け、各種増養殖漁業への取り組みとともに市民や観光客への「海・漁業との直接的なふれあいの場」の提供をめざしている。

なお、平成3年の利用魚船は132隻、総揚量は1,929tである。

千代ノ浦漁港の位置図を図ー5.3.1に示す。

5.3.1 各施設の被害

千代ノ浦漁港の平面図および被害のあった各施設を施設番号とともに図ー5.3.2に示す。以下に被害のあった各施設の被害状況を述べる。施設位置については、図中に示す各被害施設の番号で対応させるものとする。また、昭和63年7月に地質調査された位置図を図ー5.3.3に、各調査位置の土質柱状図を図ー5.3.4～9に示す。なお各施設の構造、被害に関する総括を表ー5.3.1に、設計条件等を表ー5.3.2に示す。

(1)ー3.0m岸壁及び道路 (施設番号㉔)

本施設は、平成2～4年度にかけて施工された注入式コンクリートによる重力式岸壁および道路である。本岸壁および道路の被災状況平面図を図ー5.3.10に示す。写真ー5.3.1, 2に本施設の被災状況を示す。また、本岸壁の標準断面図および被災後の変形図を合わせて図ー5.3.11に示す。本岸壁の被災延長は60.0m、道路は総延長306.0m(アスファルト舗装部分は291.0m)の内、被災延長は118.2mとなっている。被害としては、岸壁が17.5～22cm前面に変位するとともに7～10cm沈下し、道路は横断方向に約7箇所で亀裂が生じており、舗装面に1～19cmの沈下・陥没が発生している。また、緑石、配水管、皿型側溝も道路の沈下にともない同様に被災している。

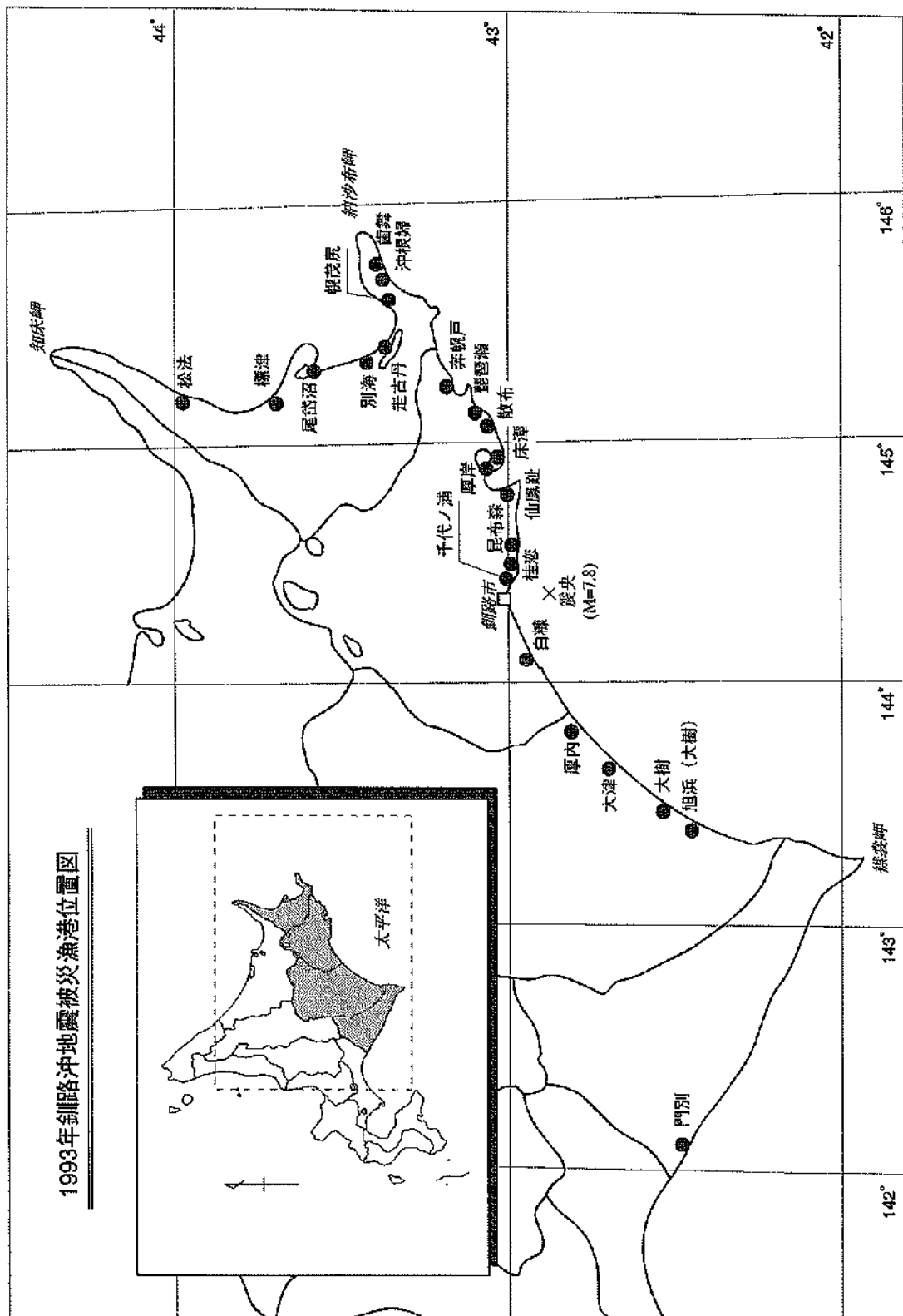
(2)船揚場 (施設番号㉕)

本施設は、平成3年完成のコンクリートブロック張による総延長100.0mの船揚場である。

本施設の被災状況平面図を図ー5.3.12に示す。写真ー5.3.3に本施設の被災状況を示す。また、本施設の標準断面図を図ー5.3.13に示す。

被害としては被災延長52.0m、船置工部と中間止壁工部で最大幅7.0cm深さ42.0cmの間隙、側壁部において最大幅1.0cmの間隙が生じた。

1993年釧路沖地震被災漁港位置図



图一5 被災漁港位置図

表一5.0.1 1993年釧路沖地震被災額一覽表

漁港名	所在地	工事番号	工 種	数 量	金 額 (千円)	経 済 効 果
門 別	沙流郡門別町字本町	28	北防波堤	192.0m	76,081	利用漁船36隻・水揚高313t
旭浜(大樹)	広尾郡大樹町旭浜	1	船揚場	41.1m	7,366	利用漁船143隻・水揚高1,990t用地0.5ha
大 樹	広尾郡大樹町字浜大樹	2	4施設 -3.0m岸壁及び道路	506.7m 264.0m	203,264 178,445	利用漁船74隻・水揚高2,083t
		3	-3.5m岸壁及び道路	99.5m	11,829	
		4	-3.5m岸壁	78.2m	5,528	
		5	-4.0m岸壁	65.0m	7,462	
大 津	中川郡豊頭町大津港町	29	道路	269.6m	10,298	利用漁船120隻・水揚高2,840t
		30	北護岸及び取付護岸	36.1m 233.5m	2,718 7,580	
厚 内	十勝郡浦幌町字厚内	32	東防波堤	821.2m	93,908	利用漁船129隻・水揚高1,990t
		33	東防波堤	30.0m	6,125	
		34	-3.5m岸壁	151.7m	32,148	
		35	-2.5m物揚場	146.0m	9,627	
		36	船揚場	214.0m	12,184	
		37	道路	50.0m	20,048	
		38	-2.5m物揚場及び道路	89.0m	3,005	
		39	道路	75.3m	8,259	
		40	-3.0m岸壁及び道路	65.2m	2,512	
白 根	白根郡白根町字岬	40	岸壁及び道路	124.8m	6,942	利用漁船196隻・水揚高5,539t
千 代ノ浦	釧路市千代ノ浦	41	2施設 -3.0m岸壁及び道路	184.9m 132.9m	21,022	利用漁船132隻・水揚高1,929t
		73	船揚場	52.0m	18,185	
桂 恋	釧路市桂恋	42	-2.5m物揚場	159.5m	2,837	利用漁船246隻・水揚高4,114t
昆 布 森	釧路郡釧路町字昆布森	43	2施設 -3.0m岸壁	171.8m 115.9m	13,826 10,595	利用漁船331隻・水揚高8,775t
		44	-2.5m物揚場	55.9m	4,079	

表—5.0.2 1993年鉶路沖地震被災額一覽表

漁港名	所在地	工事番号	工 種	数 量	金 額 (千円)	經 済 効 果
仙 鳳 社 厚 岸	鉶路郡鉶路町字仙鳳趾 厚岸郡厚岸町	45	-2.0m物揚場及び道路	185.7m	18,072	利用漁船81隻・水揚高1,423t
		9	-4.0m岸壁	206.0m	485,552	利用漁船1,129隻・水揚高137,419t
		10	-3.0m岸壁	207.0m	12,680	
		11	-2.5m物揚場	130.5m	14,599	
		21	道路	749.0m	18,333	
		12	-6.0m岸壁	103.0m	23,914	
		13	-5.0m岸壁	240.0m	70,516	
		14	-4.0m岸壁	299.4m	54,494	
		15	-3.0m岸壁	271.0m	101,400	
		16	-2.0m物揚場	150.0m	37,838	
		17	-2.5m物揚場	199.4m	12,944	
		18	-2.0m物揚場	50.0m	14,478	
		19	大型船揚場	21.4m	4,045	
		20	大型船揚場	50.1m	2,299	
		22	道路	1,281.4m	3,909	
		24	道路	271.4m	71,845	
		25	道路	308.3m	5,436	
		46	用地護岸	32.5m	4,892	
47	道路	622.5m	4,542			
床 潭	厚岸郡厚岸町字床潭		3施設	311.3m	45,039	利用漁船366隻・水揚高2,883t
		26	-2.5m物揚場	118.7m	8,183	
		27	-2.5m物揚場	108.5m	22,946	
		48	船揚場	84.1m	13,910	

表—5.0.3 1993年釧路沖地震被災額一覽表

漁港名	所在地	工事番号	工 種	種	數量	金額 (千円)	經濟効果
散 布	厚岸郡浜中町字散布			5施設	1,579.2m	104,602	利用漁船256隻・水揚高4,975t
		49	-1.5m物揚場(右岸)		688.2m	31,233	
		50	用地護岸(右岸)		257.5m	9,119	
		51	船揚場(右岸)		100.0m	12,971	
		52	道路及び用地護岸(左岸)		513.5m	49,482	
53	船揚場(左岸)		20.0m	1,797			
琵琶瀬	厚岸郡浜中町字琵琶瀬			7施設	1,809.5m	88,514	
		23	水門		1基	2,776	人家16戸・倉庫20戸・昆布干場6ha
		54	-2.0m物揚場(右岸)		454.8m	29,964	利用漁船286隻・水揚高2,339t
		55	-2.5m物揚場(右岸)		165.9m	10,091	
		56	-2.5m物揚場(右岸)		94.4m	8,542	
		57	船揚場(右岸)		50.0m	7,132	
		58	道路(右岸)		493.0m	5,169	
		59	道路及び-2.0m物揚場(左岸)		551.4m	24,840	
		60	-2.5m物揚場		108.5m	7,131	利用漁船83隻・水揚高3,18t
奔 幌 戸	根室市沖根婦	61	-3.0m岸壁		48.9m	14,117	利用漁船174隻・水揚高3,280t
		62	-3.5m岸壁・-5.5m岸壁・-6.0m岸壁・道路		455.2m	29,045	利用漁船670隻・水揚高13,435t
		63	船揚場		70.3m	7,712	利用漁船274隻・水揚高2,350t
		64	-3.0m岸壁・-2.0m岸壁		377.8m	22,901	利用漁船133隻・水揚高1,477t
走 古 丹	野付郡別海町字走古丹	65	船揚場		139.4m	9,623	
		66	道路		15.4m	8,418	
		67	-1.0m物揚場		223.0m	4,860	
別 海 沼	野付郡別海町字尾岱沼	68	-3.0m岸壁・-2.5m物揚場・-2.0m物揚場	2施設	1,077.8m	11,298	利用漁船137隻・水揚高3,317t
		69	-3.5m岸壁・-3.0m岸壁・道路		753.9m	70,644	利用漁船534隻・水揚高32,903t
					323.9m	46,399	
					24,245		

表—5.0.4 1998年釧路沖地震被災額一覽表

漁港名	所在地	工事番号	工種	種類	数量	金額 (千円)	経済効果
標津	標津郡標津町字標津	70	4.0m岸壁	2施設	380.7m	12,810	利用漁船275隻・水揚高14,298t
		72	道路		190.1m 190.6m	10,572 2,238	
松法	目梨郡羅臼町字松法	71	3.0m岸壁及び道路		205.8m	36,261	利用漁船287隻・水揚高7,886t
合計			23漁港・69施設		14,495.9m	1,401,079	利用漁船6,092隻・水揚高258,376t

漁港関係公共土木施設震災害復旧事業目録見書(北海道分)から抜粋

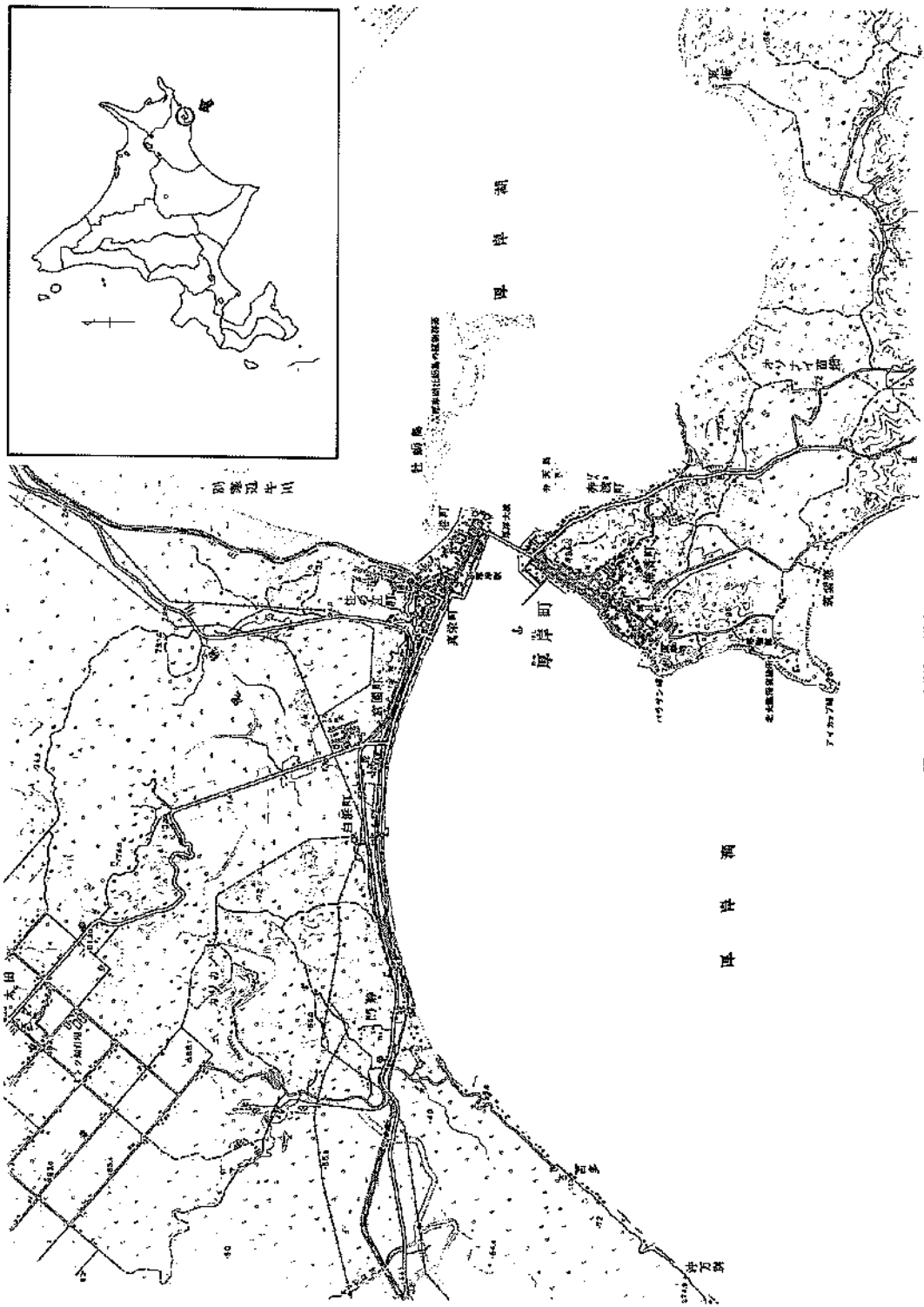
表-5.0.5 1993年釧路沖地震被災額一覧表

(直轄分)

漁港名	所在地	工種	数量	経済効果
厚岸	厚岸郡厚岸町	設岸 -2.0m物揚場及び道路	296.8m 96.8m 200.0m	97,844 69,228 28,616
合計		1漁港・2施設	296.8m	97,844 利用漁船1,129隻・水揚高137,419t

表-5.1 厚岸漁港の沿革

年 度	年 月	内 容
1949	昭和24~25年	荷揚場護岸124m、埋立14,428㎡、甲護岸32m、乙護岸20m。
1951	昭和26年	湾月町護岸250m完成、真蕨地先埋立完成。
1956—1962	昭和31~37年	第2次漁港整備計画に着手。 真蕨地区：—3.0m岸壁201m、—4.0m岸壁202.1m完成。 若竹地区：防波堤36m、防波堤護岸170m完了。
1963—1968	昭和38~43年	第3次計画 若竹地区：防波堤225.5m、船揚場506m、—3.0m岸壁260m完成。
1969—1972	昭和44~47年	第4次計画 若竹地区：—3.0m岸壁184.9m、真蕨地区：—5.0m岸壁300.6m、道路490.7m。 航路浚渫A=192,000㎡、V=326,000㎡
1973—1976	昭和48~51年	第5次計画 南防波堤400m完成、南護岸112.4m、南防波堤147m。
1977—1981	昭和52~56年	第6次計画 若竹地区：—4.0m浚渫A=61,000㎡、V=49,000㎡ 若竹地区第1埠頭着工。南防波堤：458.5m完成。—6.0m岸壁105m、—5.0m岸壁178.5m。 —4.0m岸壁108.8m、—2.0m物揚場175m、船揚場469m、道路1,561m。
1982—1987	昭和57~62年	第7次計画 若竹地区第1埠頭完成。波除堤405m完成。—4.0m岸壁289.9m、—5.0m岸壁240m完成。 —2.0m物揚場150m完成。—2.5m物揚場200m完了。—2.0m物揚場50m完成。 南護岸（改良）112.4m、第2埠頭着工。—2.0m物揚場100m、—4.5m岸壁325m。 —5.0m岸壁174.4m、—6.0m岸壁355m、船揚場623.1m完成。
1988—1993	昭和63~平成5年	第8次計画 63年：—6.0m岸壁245m、道路（補修）173m。 平成元年：—6.0m泊地A=54,500㎡、V=196,200㎡、—5.0m岸壁15.6m、船揚場（改良）250m、道路9.5m。 平成2年：—6.0m泊地A=43,000㎡、V=200,000㎡、道路15m、道路護岸210.5m。



图—5.1 厚岸漁港位置圖

表-5.1.1 厚岸漁港の被災状況一覧表 (その1)

施設番号	被災施設名	全体数量	被災数量	被災金額 (千円)	構造	被災状況
⑰	用地護岸	32.5m	32.5m	4,542	重力型 コンクリート単塊式	3~4cm沈下・上部工間の開き(幅7段差10cm)・クラック4(幅1段差5cm)
⑱	道路	622.5m	622.5m	27,386	アスファルト舗装	クラック横断40(幅4深10段差5cm)・縁石と道路の開き・縁石破損(延長147.6m)
⑲	護岸	160.0m	96.8m	69,228	鋼矢板式	せり出し27.5cm・0.4~4.7cm沈下・上部工間開き3~4cm・控え工破損
⑳	ー2.0m物揚場及び道路			28,616		
	ー2.0m物揚場 道路	200.0m 200.0m	200.0m 200.0m		重力型 コンクリート単塊式 アスファルト舗装	2.8~5.1cm沈下・開き(幅11段差3.4cm) 物揚場との境界6.0~9.1cm沈下、段差4.4cm・護岸との境界18.1~27.5cm沈下

表-5.1.1 厚岸漁港の被災状況一覧表 (その2)

施設番号	被災施設名	全体数量	被災数量	被災率 (千分)	構造	被災状況
①	-4.0m岸壁	206.0m	206.0m	12,680	重力型セルラー式	前面に4~14cm変位・4~13cm沈下・開き(幅10深80段差5cm)クラック2
②	-3.0m岸壁	207.0m	207.0m	14,599	重力型セルラー式	前面に5~23cm変位・4~13cm沈下・開き(幅17深132段差15cm)クラック4
③	-2.5m物揚場	130.5m	130.5m	18,333	重力型ブロック積式	前面に0~5cm変位・5~10cm沈下・開き(幅4深24段差1cm)クラック1
④	道路	749.0m	749.0m	23,914	アスファルト舗装	クラック横断28、縦断7・開き(幅14深44段差7cm)・崩壊1(幅28cm長4.4m)
⑤	-6.0m岸壁	105.0m	103.0m	70,516	鋼矢板式	せり出し20cm・1~7cm沈下・5~7cm隆起・開き(幅7深57段差17cm)・堤体工のため
⑥	-5.0m岸壁	240.0m	240.0m	54,494	鋼矢板式	せり出し18cm・2cm沈下、6cm隆起・開き(幅24段差15cm)
⑦	-4.0m岸壁	299.4m	299.4m	101,400	L型ブロック式・コンクリート積造式・鋼矢板式	せり出し30cm・13cm沈下、3cm隆起・開き(幅26深60段差20cm)・クラック60
⑧	-3.0m岸壁	276.7m	271.0m	37,838	重力型 L型ブロック式	せり出し6cm・4cm沈下、4cm隆起・開き(幅25深39段差15cm)・コーナー部20cm傾き
⑨	-2.0m物揚場	150.0m	150.0m	12,944	鋼矢板式	沈下15cm、11cm隆起・開き(幅6深13段差9cm)
⑩	-2.5m物揚場	200.0m	199.4m	14,478	重力型 コンクリート単塊式	0~7cm沈下・開き(幅13深68段差10cm)・クラック横断2縦断1(延長130m)
⑪	-2.0m物揚場	50.0m	50.0m	4,045	重力型 コンクリート単塊式	0~3cm沈下・開き(幅4深70段差4cm)
⑫	大型船揚場	21.4m	21.4m	2,299	重力型 コンクリート単塊式	せり出し36cm・22cm沈下・開き(幅11深36段差8cm)・クラック3
⑬	大型船揚場	50.1m	50.1m	3,909	重力型 コンクリート単塊式	せり出し12~20cm・5~13cm沈下・開き(幅13深100段差14cm)・クラック5
⑭	道路	1,561.0m	1,281.4m	71,845	アスファルト舗装	クラック横断64(最大幅55cm深110段差22cm)、縦断12・縁石1,469m破損・液状化
⑮	道路	271.4m	271.4m	5,436	アスファルト舗装	クラック横断5、縦断1(延長261.4m)・縁石8cm沈下(延長29.3m)
⑯	道路	308.3m	308.3m	4,892	アスファルト舗装	クラック横断9(最大幅3深29cm)・縁石沈下6cm沈下・縁石開き3cm

表-5.1.2

厚岸漁港 ① -4.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件				計算結果				
セルラー式	計画延長	水位	L=	206.0m	滑動	常時	1.66 > 1.2		
			H.W.L	+1.50m			地震時	1.38 > 1.0	
	残留水位	高期	L.W.L	±0.00m	転倒	常時		2.41 > 1.2	
			R.W.L	+0.50m			地震時	1.99 > 1.1	
	周波計画	水深	H1/3=		基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			T=				地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
	天端基礎	高	L=	-4.0m	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
				+2.3m			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
	土	埋	基礎	常時	0.5t	基礎地盤の支持力		常時	30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³
				地震時	0.3t		地震時		30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³
	設計	震度	土	Kh=	0.05	基礎地盤の支持力		常時	30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³
				Kv=			地震時		30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³
基礎	地盤	係数	内部摩擦角	40°	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			壁面摩擦角	15°			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
単位	体積	重量	内部摩擦角		基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			割栗石間	0.7			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
設計	震度	土	H.W.L以上	1.60tf/m ³	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			H.W.L~0.5	2.00tf/m ³			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
基礎	地盤	係数	0.5以下	1.00tf/m ³	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
							地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	

厚岸漁港 ② -3.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件				計算結果				
セルラー式	計画延長	水位	L=	207.0m	滑動	常時	1.54 > 1.0		
			H.W.L	+1.50m			地震時	1.38 > 1.2	
	残留水位	高期	L.W.L	±0.00m	転倒	常時		1.21 > 1.1	
			R.W.L	+0.50m			地震時	1.99 > 1.1	
	周波計画	水深	H1/3=		基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			T=				地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
	天端基礎	高	L=	-3.0m	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
				+2.3m			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
	土	埋	基礎	常時	0.5t	基礎地盤の支持力		常時	30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³
				地震時	0.3t		地震時		30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³
	設計	震度	土	Kh=	0.15	基礎地盤の支持力		常時	30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³
				Kv=			地震時		30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³
基礎	地盤	係数	内部摩擦角		基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			壁面摩擦角				地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
単位	体積	重量	内部摩擦角		基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			割栗石間	0.7			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
設計	震度	土	H.W.L以上	1.60tf/m ³	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
			H.W.L~0.5	2.00tf/m ³			地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	
基礎	地盤	係数	0.5以下	1.00tf/m ³	基礎地盤の支持力	常時		30.00tf/m ³ > 16.00tf/m ³	
							地震時	30.00tf/m ³ > 22.70tf/m ³	

表-5.1.3

厚岸漁港 ⑤ -6.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件		使用材料				
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設計波高 周波長期 計画水深 天端高 基礎高 上載荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L= 105.0m H.W.L +1.5m L.W.L ±0.0m R.W.L +1.0m H 1/3= T= L= -6.0m +2.5m -2.1m ~ -4.3m 常時 1.0 地震時 0.5t Kh= 0.15t Kv= 内部摩擦角 壁面摩擦角 内部摩擦角	矢板形式	IV型			
			矢板所要 根入長	15.5m			
			タイ材 所要タイ材径 タイ材間隔	高張力45材 42mm 1.6m			
			控え形式	IIIA型			
			仮想バリ法				
			最大曲げ モーメント (t・m)	タイロット 張力 (t)	根入長 (m)	安全率	
			常時	25.90	10.98	-11.10	1.20
			地震時	39.76	15.88	-13.60	1.20

厚岸漁港 ⑥ -5.0m岸壁 (A部) 設計条件

構造形式	設計条件		使用材料				
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設計波高 周波長期 計画水深 天端高 基礎高 上載荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L= 240.0m H.W.L +1.5m L.W.L ±0.0m R.W.L +1.0m H 1/3= T= L= -5.0m +2.5m -1.8 ~ -2.4m 常時 1.0t 地震時 0.5t Kh= 0.15 Kv= 内部摩擦角 壁面摩擦角 内部摩擦角	矢板形式	IIIA型			
			矢板所要 根入長	14m			
			タイ材 所要タイ材径 タイ材間隔	高張力45材 42mm 1.6m			
			控え形式	IIA型			
			仮想バリ法				
			最大曲げ モーメント (t・m)	タイロット 張力 (t)	根入長 (m)	安全率	
			常時	18.04	9.03	-9.70	1.50
			地震時	27.29	12.80	-11.90	1.20

表-5.1.4

厚岸漁港 ⑥ -5.0m岸壁 (B部) 設計条件

構造形式	設計条件				使用材料					
鋼矢板式	計画延長	L=	105.0m	矢板形式	Z38型					
	設計潮位	H.W.L	+1.5m		矢板所要根入長	24.5m				
	残留水位	L.W.L	±0.0m			タイ材	高張力45材			
		R.W.L	+1.0m				所要タイ材径	42mm		
周波計画	H1/3=		タイ材間隔	1.6m						
水深	T=			控え形式	IIA型					
天端高	L=	-5.0m	假想バリ法							
基礎上		+2.5m				最大曲げモーメント (t·m)	タイロット張力 (t)	根入長 (m)	安全率	
設計震度		-2.1m ~ -4.3m	常時	1.0t	常時	17.56	8.92	-15.10	1.20	
裏埋土	内部摩擦角		地震時	0.5t	地震時	26.44	12.62	-18.59	1.21	
基礎地盤	内部摩擦角		Kh=	0.15						
摩擦係数	内部摩擦角		Kv=							
単位体積重量	内部摩擦角		内部摩擦角							

厚岸漁港 ⑦ -4.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件				計算結果				
L型ブロッケ式	計画延長	L=	195.0m	滑動	常時	2.2 > 1.2			
	設計潮位	H.W.L	+1.50m		地震時	1.02 > 1.0			
	残留水位	L.W.L	±0.00m		転倒	常時	3.6 > 1.2		
		R.W.L	+1.00m			地震時	1.78 > 1.1		
周波計画	H1/3=		基礎地盤の支持力	常時	13.10tf/m ² > 10.56tf/m ²				
水深	T=			地震時	13.17tf/m ² > 12.50tf/m ²				
天端高	L=	-4.0m	常時	1.0t					
基礎上		+2.3m	地震時	0.5t					
設計震度		-3.5m	Kh=	0.15					
裏埋土	内部摩擦角		Kv=						
基礎地盤	内部摩擦角		内部摩擦角	35°					
	内部摩擦角		内部摩擦角	15°					
摩擦係数									
単位体積重量									

表-5.1.5

厚岸漁港 ⑦ -4.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件			使用材料				
鋼矢板式	計画延長 設計潮位	L=	105.0m	矢板形式	Z32型			
		H.W.L	+1.5m		矢板所要 根入長	21.5m		
	残留水位 設計波高	L.W.L	±0.0m	タイ材 所要タイ材径		高張力45材		
		R.W.L	+1.0m		タイ材間隔	46mm		
	周波 計画水深	H1/3=		控え形式		IIA型		
T=								
天端高 基礎高	L=	-4.0m						
	上載荷重		+2.5m					
設計震度			-3.5m					
	裏埋土	常時	1.0t					
基礎地盤 摩擦係数		地震時	0.5t					
	單位体積重量	設計震度	0.15t					
		内部摩擦角		仮想バリ法				
		壁面摩擦角			最大曲げ モーメント (t・m)	タイロット 張力 (t)	根入長 (m)	安全率
		内部摩擦角		常時	12.57	8.03	-9.02	1.33
				地震時	18.98	11.46	-16.59	1.22

厚岸漁港 ⑧ -3.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件			計算結果	
L型プロック式	計画延長 設計潮位	L=	276.7m	滑動	常時
		H.W.L	+1.50m		地震時
	残留水位 設計波高	L.W.L	±0.00m	転倒	常時
		R.W.L	+0.50m		地震時
	周波 計画水深	H1/3=		基礎地盤の 支持力	常時
		T=			地震時
	天端高 基礎高	L=	-3.0m		
		上載荷重		+2.3m	
	設計震度			-3.4m	
		裏埋土	常時	0.5t	
基礎地盤 摩擦係数		地震時	0.3t		
	單位体積重量	設計震度	0.15		
		内部摩擦角	35°		
		壁面摩擦角	15°		
		内部摩擦角			
			0.7		
		+0.5m以上	1.80tf/m ³		
		+0.5m以下	1.00tf/m ³		

表-5.1.6

厚岸漁港 ⑨ -2.0m物揚場 設計条件

構造形式	設計条件				使用材料					
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設置波高 周波期長 計画水深 天端高 基礎上載荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L=	150.0m	矢板形式 矢板所要 根入長 タイ材 所要タイ材径 タイ材間隔 控え形式 假想バリ法	HA型 13.5m 高張力45材 32mm 1.6m HA型					
		H.W.L	+1.5m			最大曲げ モーメント (t・m)	タイロット 強 力 (t)	根入長 (m)	安全率	
		L.W.L	±0.0m			常 時	3.90	3.67	-7.60	1.23
		R.W.L	+1.0m			地震時	5.61	5.01	-10.10	1.24
		H1/3=								
T=										
L=	-2.0m									
	+2.3m									
	-0.5~-1.0m									
	常 時	0.5t								
	地震時	0.3t								
	Kh=	0.15								
	Kv=									
	内部摩擦角									
	壁面摩擦角									
	内部摩擦角									

厚岸漁港 ⑩ 護岸 (A部) 設計条件

構造形式	設計条件				使用材料					
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設置波高 周波期長 計画水深 天端高 基礎上載荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L=	15.080m	矢板形式 矢板所要 根入長 タイ材 所要タイ材径 タイ材間隔 控え形式 たわみ曲線法	Z38型 27.0m 高張力45材 36mm 鋼管杭					
		H.W.L	+1.5m			Mmax (t ・ m)	RA (t ・ m)	根入れ 深 度	M=0 地 点	
		L.W.L	±0.0m			常 時				
		R.W.L	+1.0m			地震時				
		H1/3=								
T=										
L=	-2.8m									
	+2.5m									
	常 時	0.5t								
	地震時	0.25t								
	Kh=	0.15								
	Kv=									
	内部摩擦角									
	壁面摩擦角									
	内部摩擦角									

表-5.1.8

厚岸漁港 ⑬ 護岸 (E部) 設計条件

構造形式	設計条件				使用材料										
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設置波高 周波長期 計画水深 天端高 基礎荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L= H.W.L L.W.L R.W.L H 1/3= T= L= 常時 地震時 Kh= Kv= 内部摩擦角 壁面摩擦角 内部摩擦角	27.600m +1.5m ±0.0m +1.0m -6.0m +2.3m -2.8m 0.5t 0.25t 0.15	矢板形式 IIA型 矢板所要 根入長 10.5m タイ材 高張力45材 所要タイ材径 32mm タイ材間隔 1.6m 控え形式 鋼管杭	假想バリ法		Mmax (t・m/m)	Ap (t・/本)	Ra (t・m)	根入れ 深 度					
											常 時	4.53	6.80	4.25	-5.20
											地 震 時	6.56	9.28	5.80	-8.40

厚岸漁港 ⑭ 護岸 (F・G部) 設計条件

構造形式	設計条件				使用材料										
鋼矢板式	計画延長 設計潮位 残留水位 設置波高 周波長期 計画水深 天端高 基礎荷重 設計震度 裏埋土 基礎地盤 摩擦係数 單位体積重量	L= H.W.L L.W.L R.W.L H 1/3= T= L= 常時 地震時 Kh= Kv= 内部摩擦角 壁面摩擦角 内部摩擦角	80.000m +1.5m ±0.0m +1.0m -6.0m +2.3m -2.8m 0.5t 0.25t 0.15	矢板形式 IIA型 矢板所要 根入長 10.0m タイ材 高張力45材 所要タイ材径 28mm タイ材間隔 1.6m 控え形式 鋼管杭	假想バリ法		Mmax (t・m/m)	Ap (t・/本)	Ra (t・m)	根入れ 深 度					
											常 時	4.13	7.16	4.48	-5.10
											地 震 時	6.01	9.77	6.11	-8.30

表-5.1.9

厚岸漁港 ㊸ -2.0m物揚場 設計条件

構造形式	設計条件		計算結果			
プレバ ンク ト コ ン ク リ ー ト	計画延長	L= 200.0m	滑動	常時	2.14 > 1.2	
	設計水位	H.W.L +1.50m		地震時	1.08 > 1.0	
	残留水位	L.W.L ±0.00m				
	設計波高	R.W.L +0.50m	転倒	常時	2.35 > 1.2	
	計画水深	H1/3=		地震時	1.36 > 1.0	
	設計天端高	T=	基礎地盤の 支持力	常時		
	基礎高	L= -2.0m		地震時		
	上載荷重	+2.3m				
	設計震度	-2.5 ~ -3.5m	常時			
	裏埋土	内部摩擦角	0.5t	地震時		
		壁面摩擦角	0.25t			
	基礎地盤 摩擦係数	内部摩擦角	Kh= 0.15			
		内部摩擦角	Kv=			
	単位体積重量	内部摩擦角	35°			
		コンクリート	15°			
裏込石		0.7				
	中割石	2.30tf/m³				
		2.00tf/m³				
		2.00tf/m³				

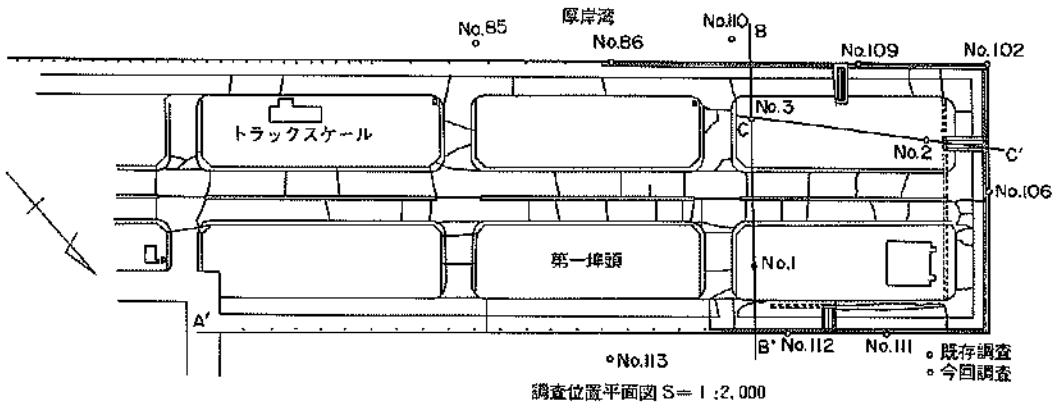


図-5.1.2 厚岸漁港土質調査位置図

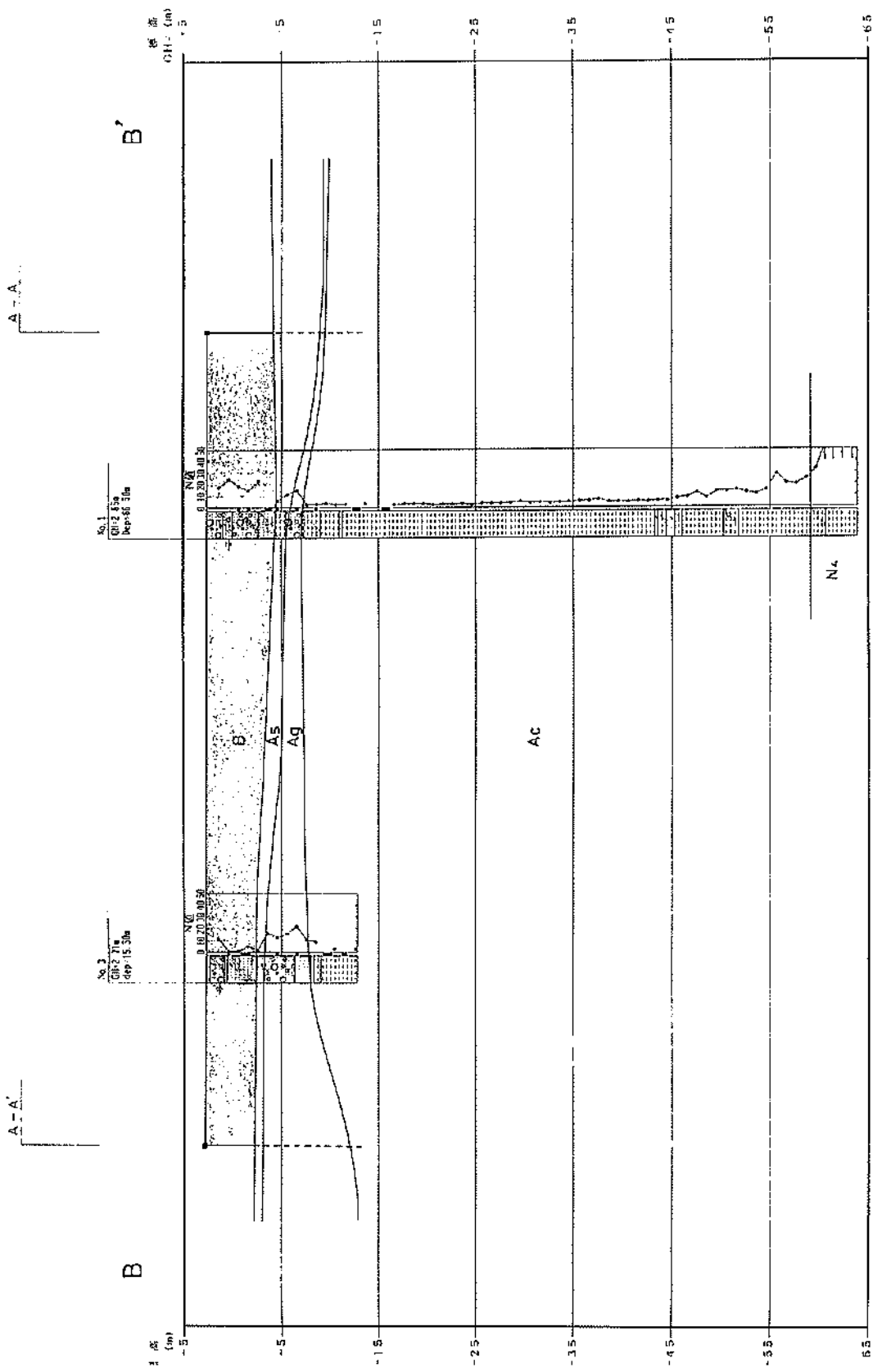


图-5.1.3 厚岸漁港土質柱状図(1)

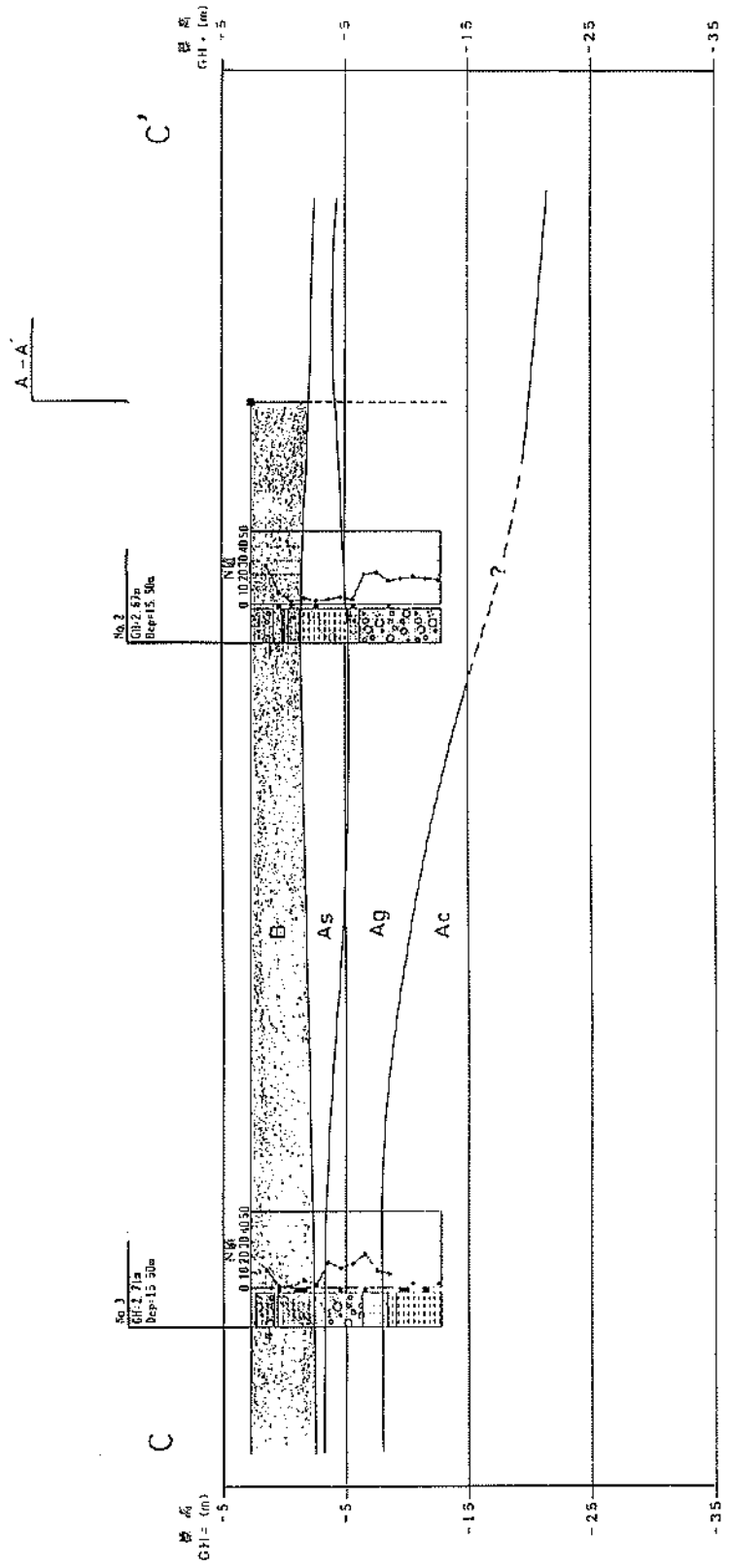
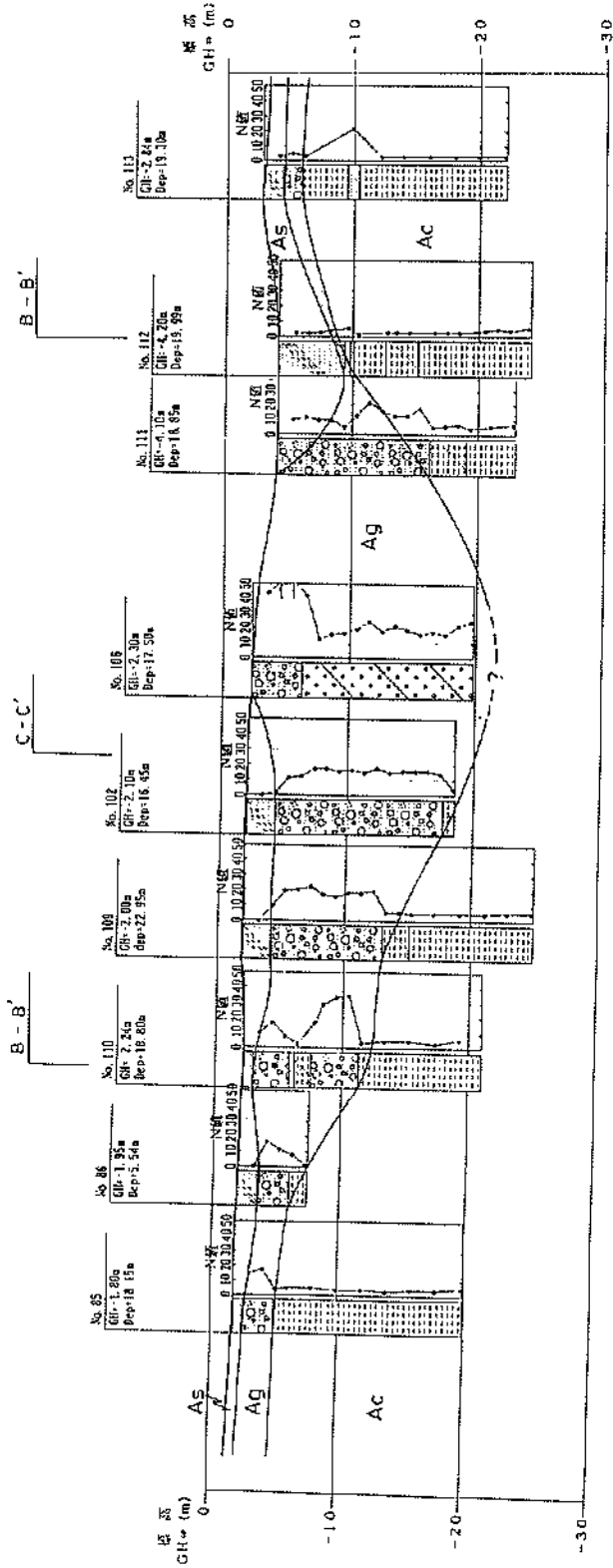
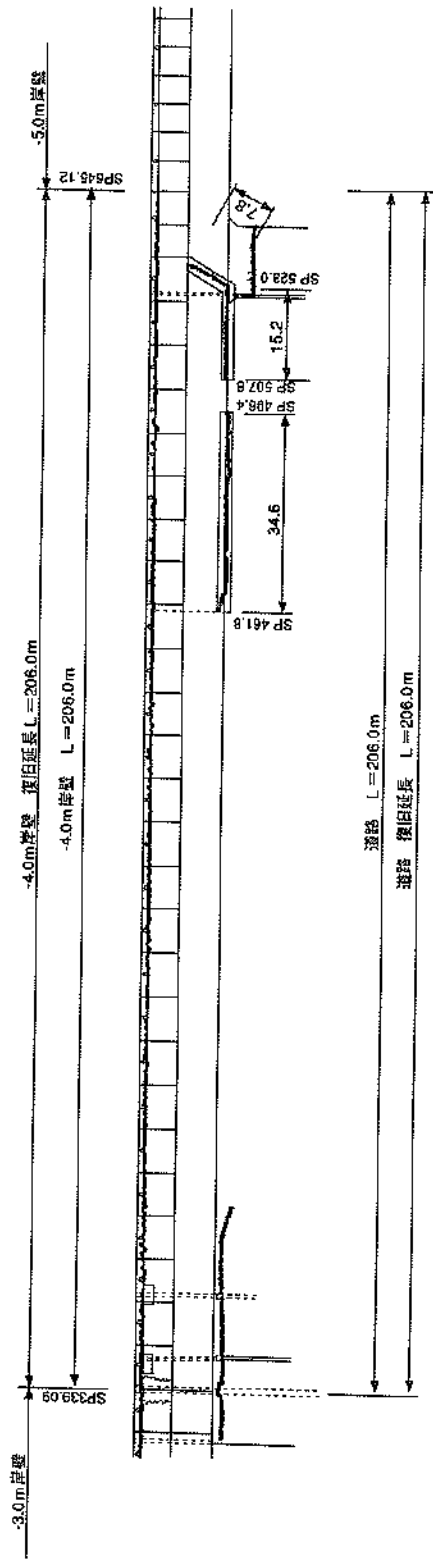


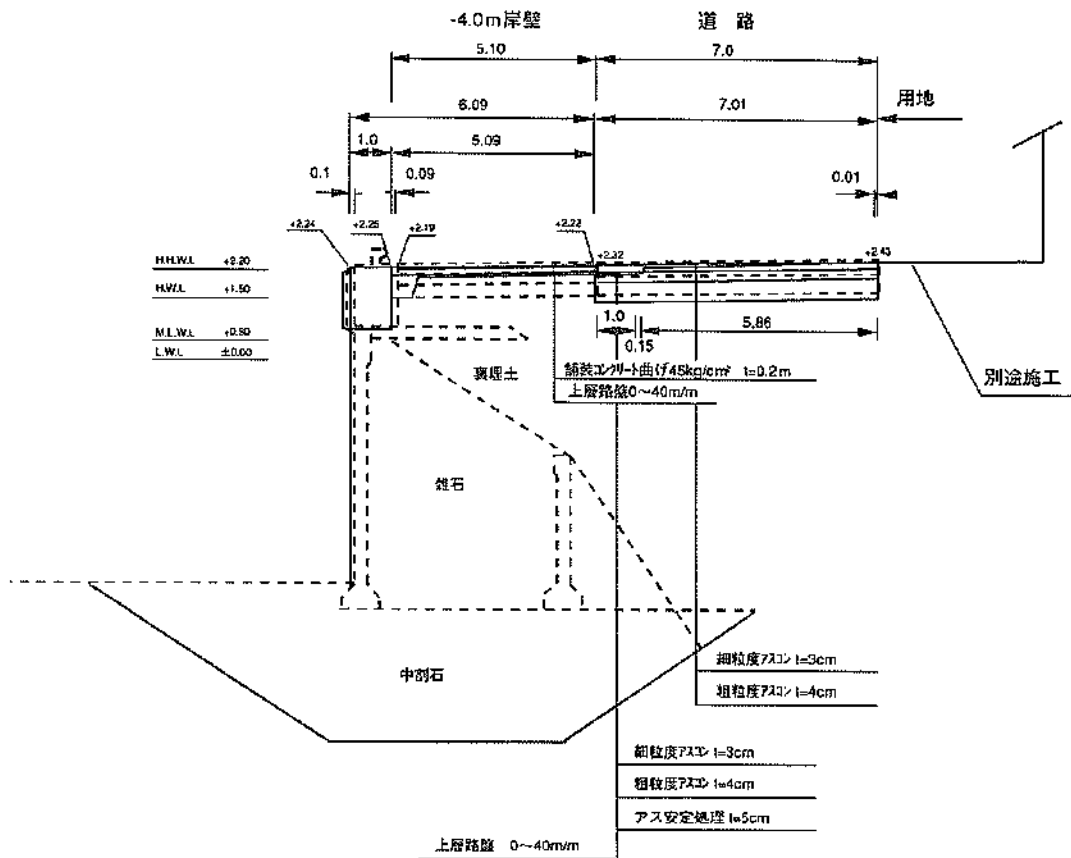
图-5.1.4 厚岸港港土質柱状图(2)



图—5.1.5 厚岸渔港土质柱状图(3)



图—5.1.6 厚岸渔港 (湖北地区) ①—4.0m岸壁被災状况平面图



図—5.1.7 厚岸漁港（湖北地区）①—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図

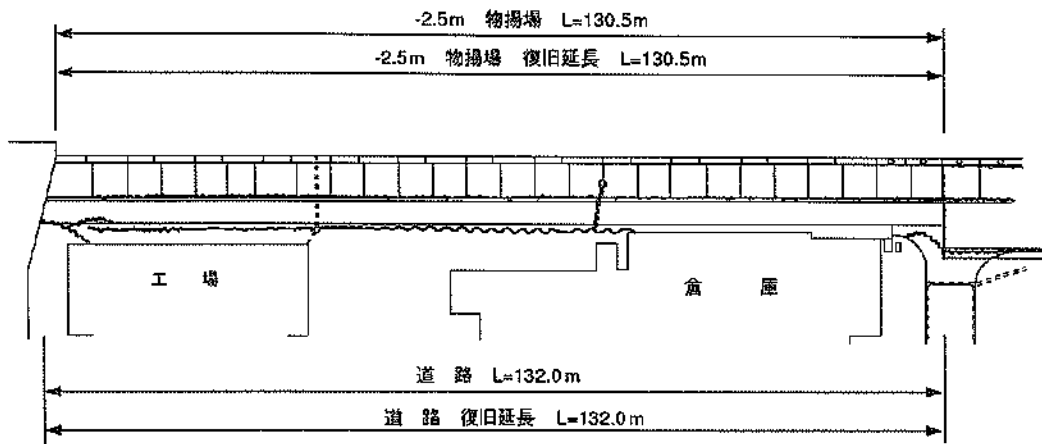


図-5.1.10 厚岸漁港（湖北地区）③-2.5m物揚場被災状況平面図

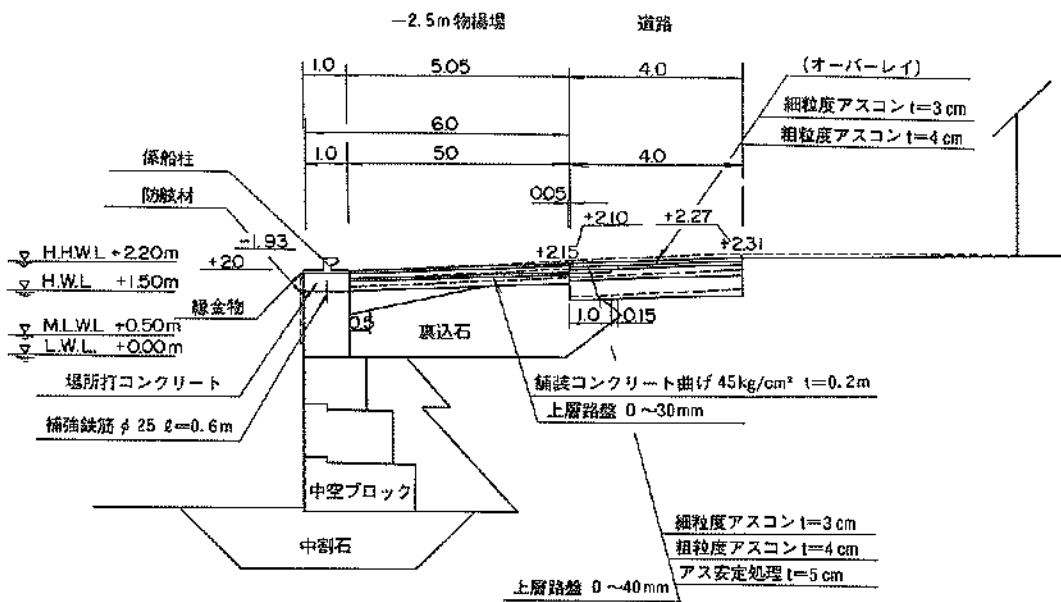
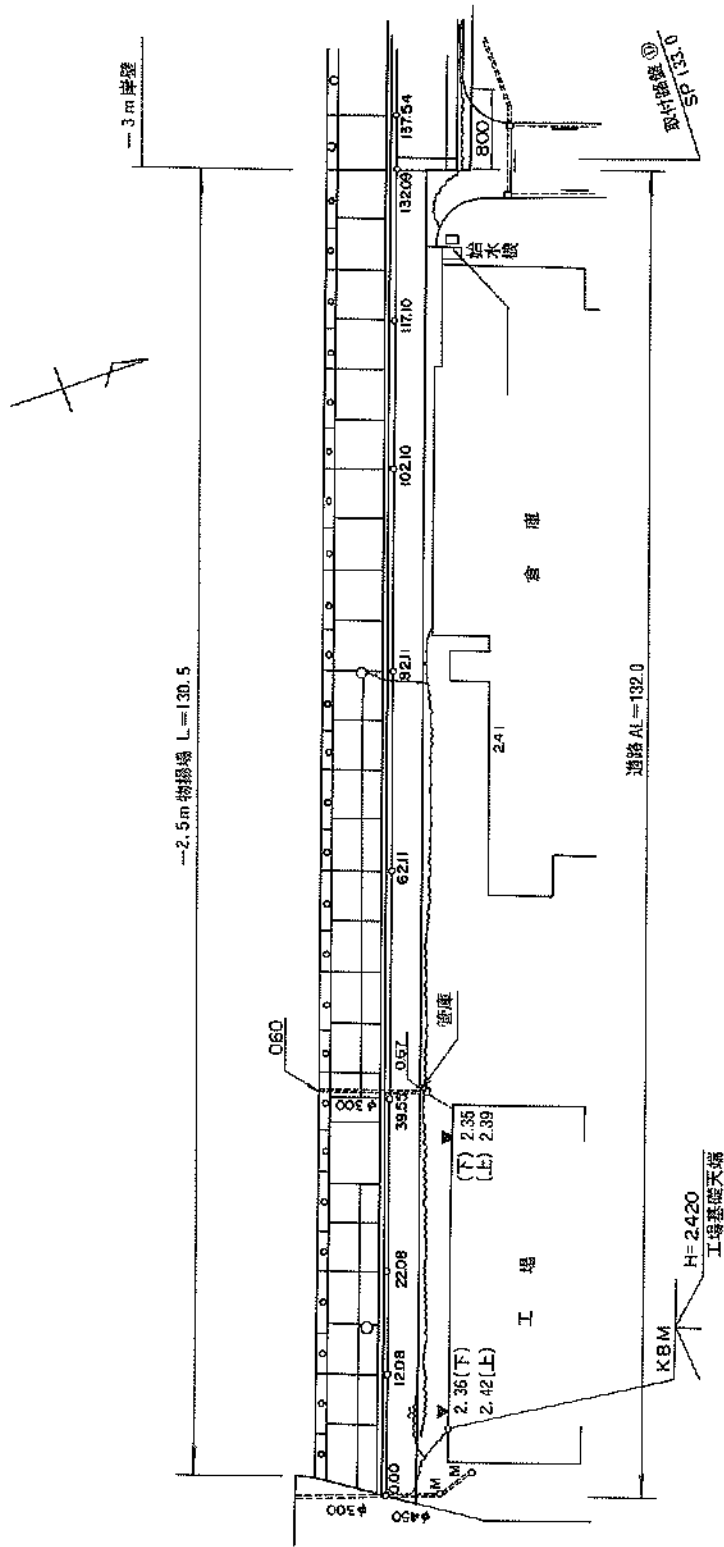
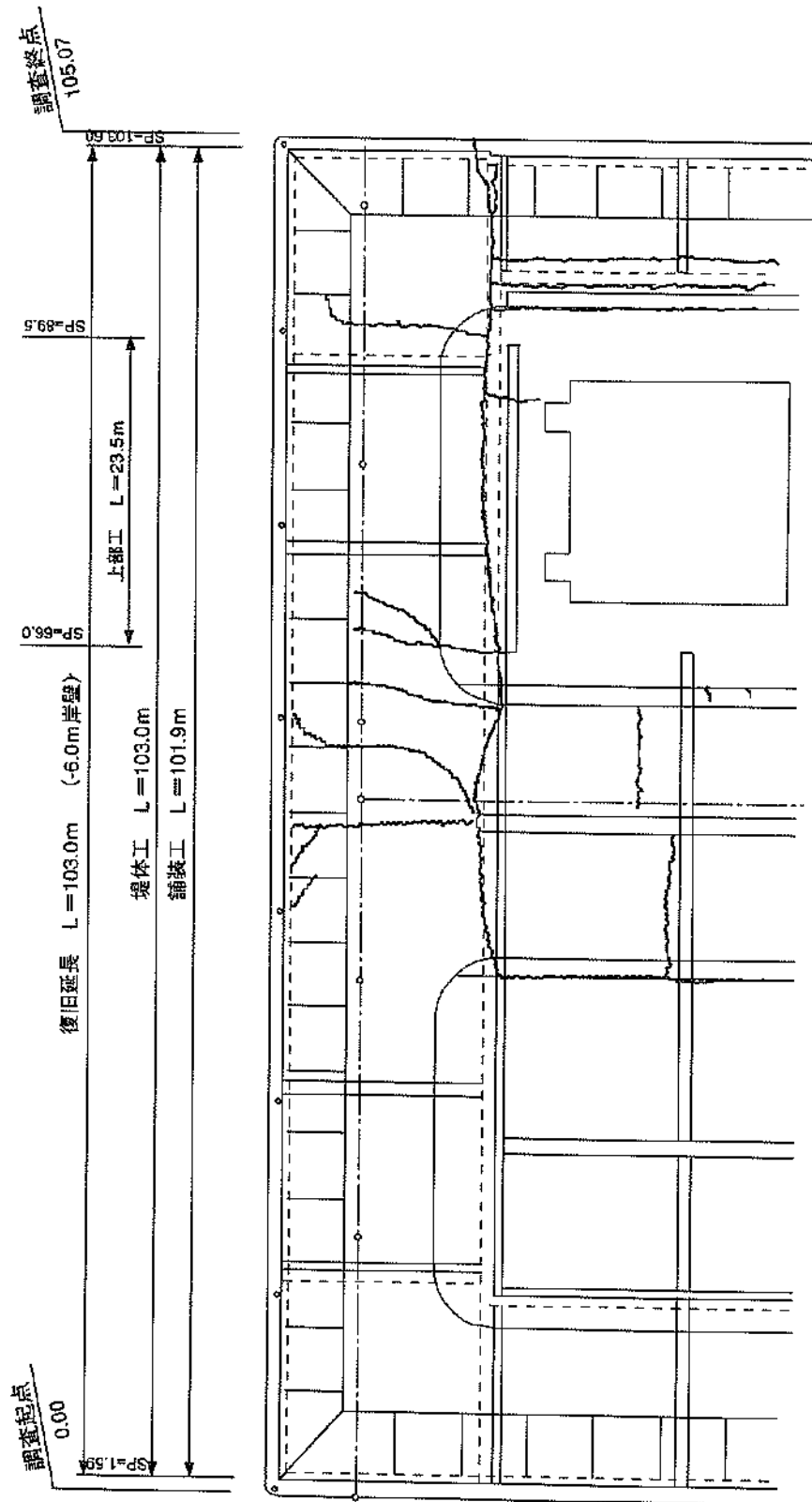


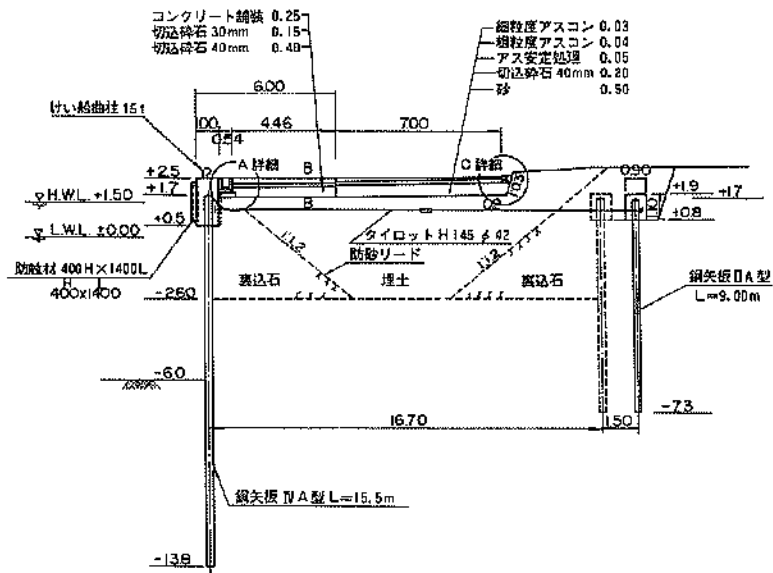
図-5.1.11 厚岸漁港（湖北地区）③-2.5m物揚場標準断面図および被災後の変形図



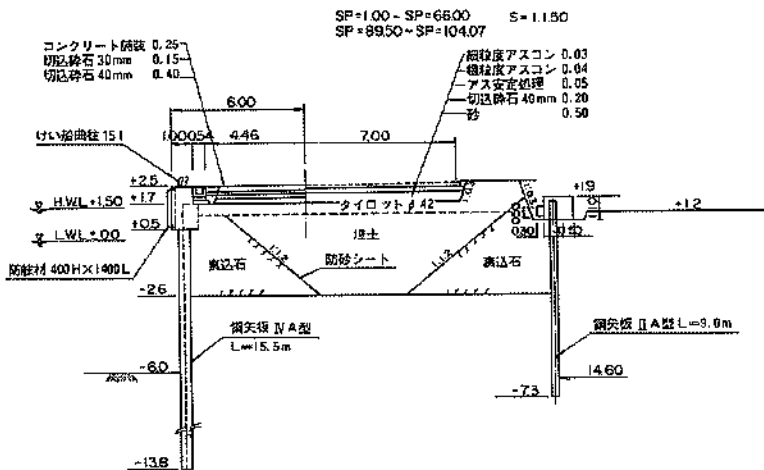
图一5.1.12 厚岸漁港（湖北地区）④道路被災状況平面図(1)



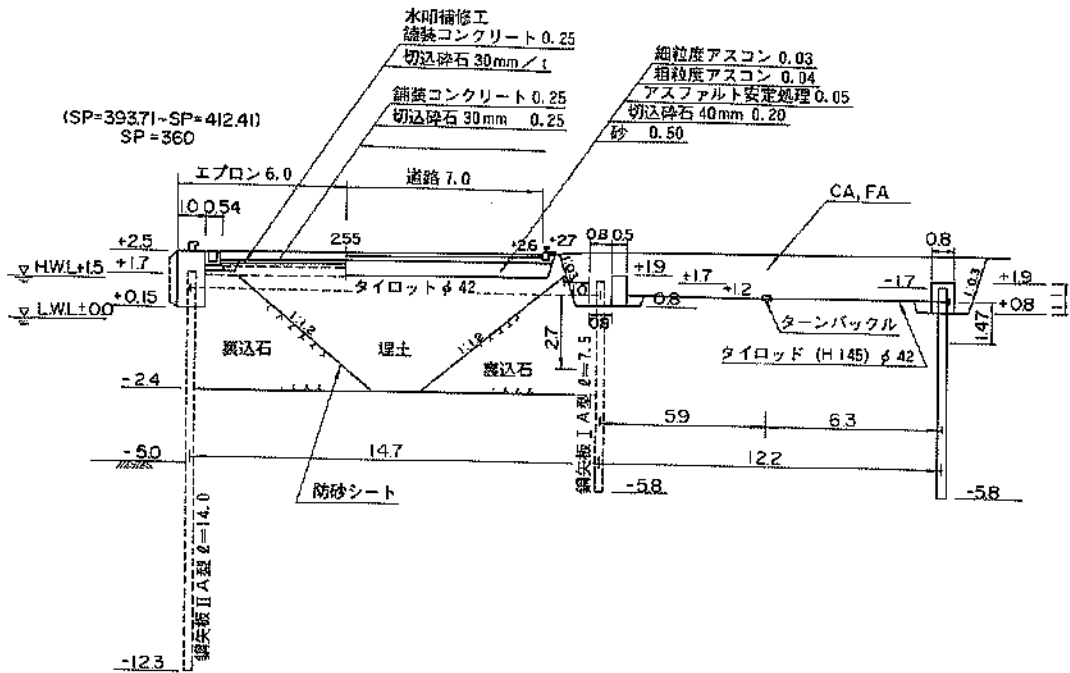
图—5.1.15 厚岸港 (湖南地区) ⑤—6.0m岸壁被災状況平面图



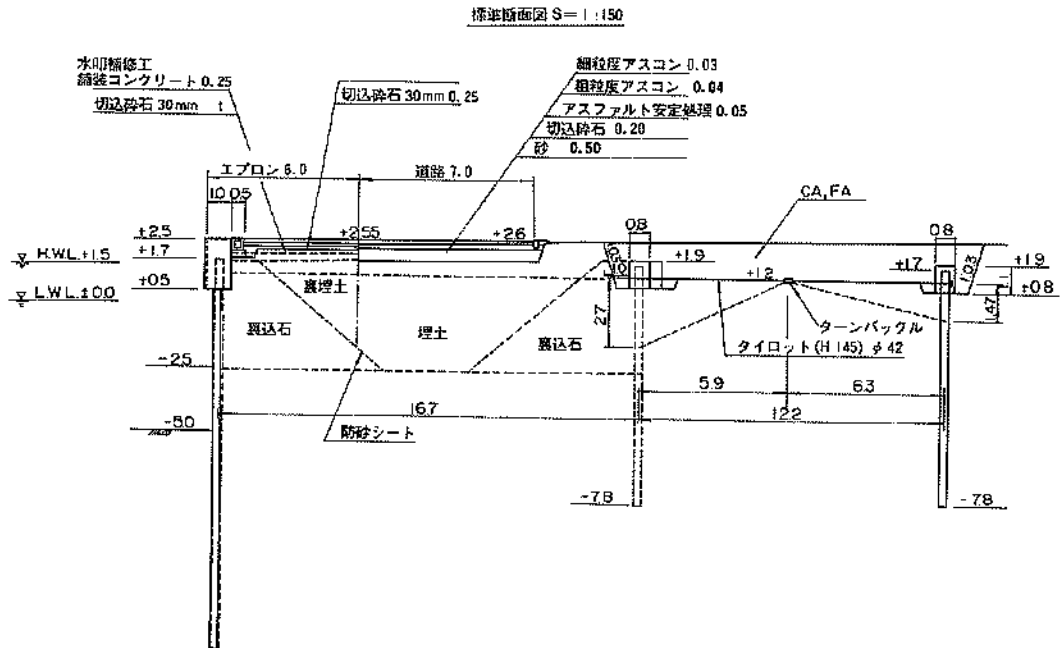
図一5.1.16 厚岸漁港（湖南地区）⑤-6.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(1)



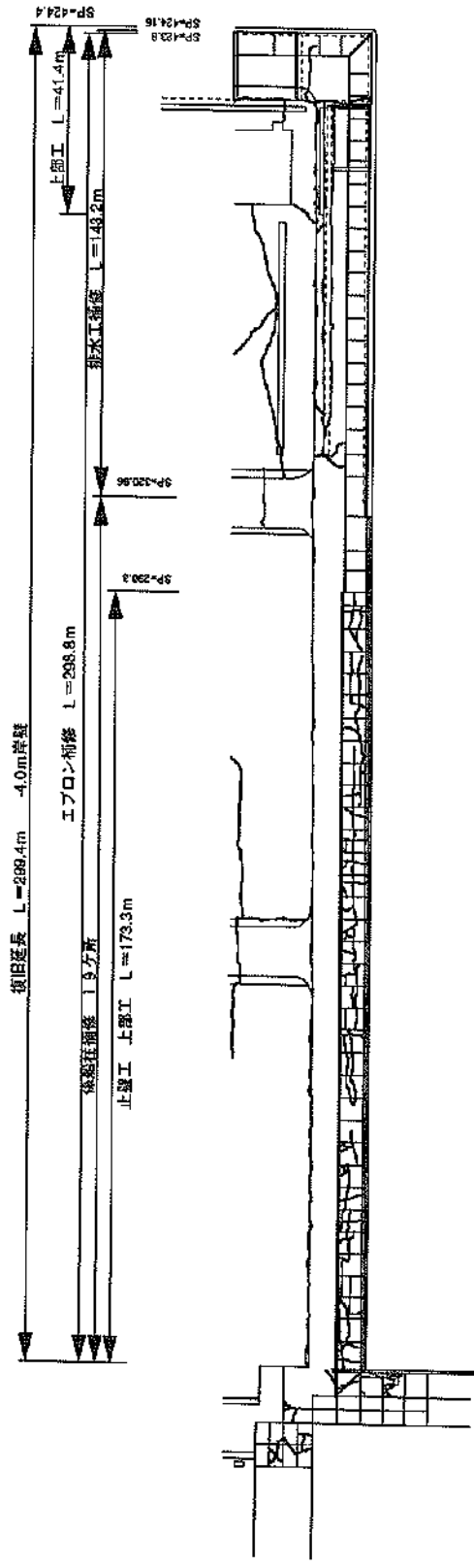
図一5.1.17 厚岸漁港（湖南地区）⑤-6.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(2)



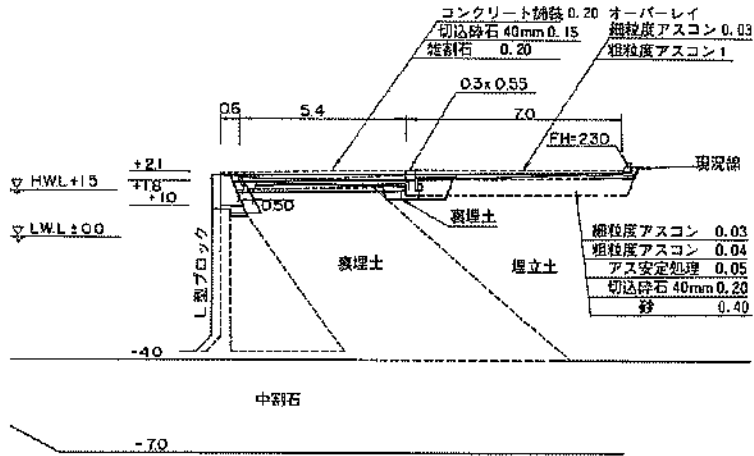
図—5.1.20 厚岸漁港（湖南地区）⑥—5.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(2)



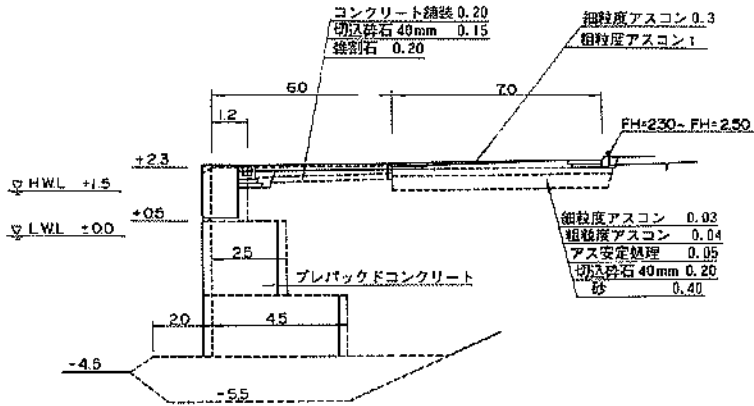
図—5.1.21 厚岸漁港（湖南地区）⑥—5.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(3)



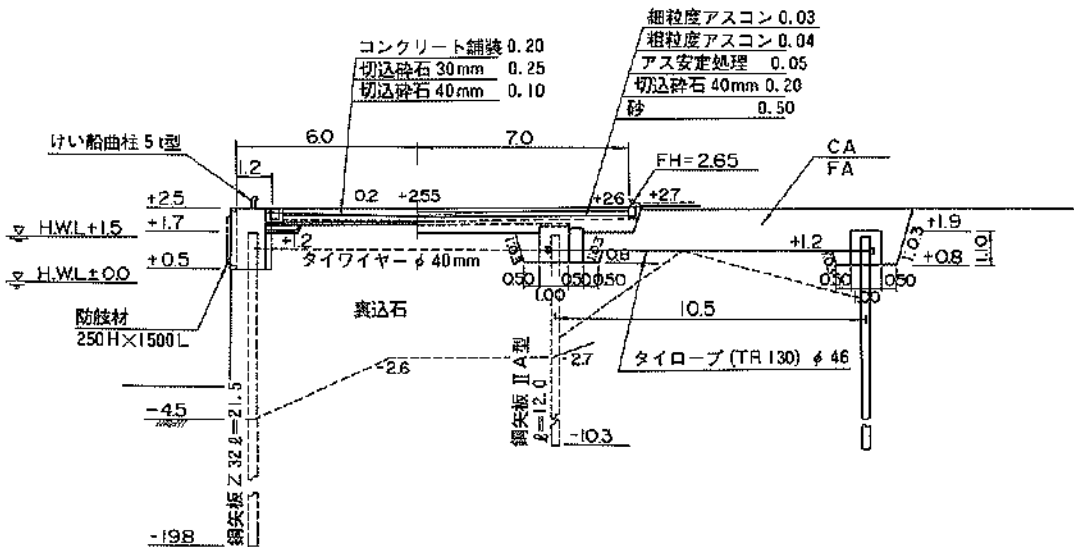
图—5.1.22 厚岸漁港 (湖南地区) ⑦—4.0m岸壁被災状況平面図



図—5.1.23 厚岸漁港（湖南地区）⑦—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(1)

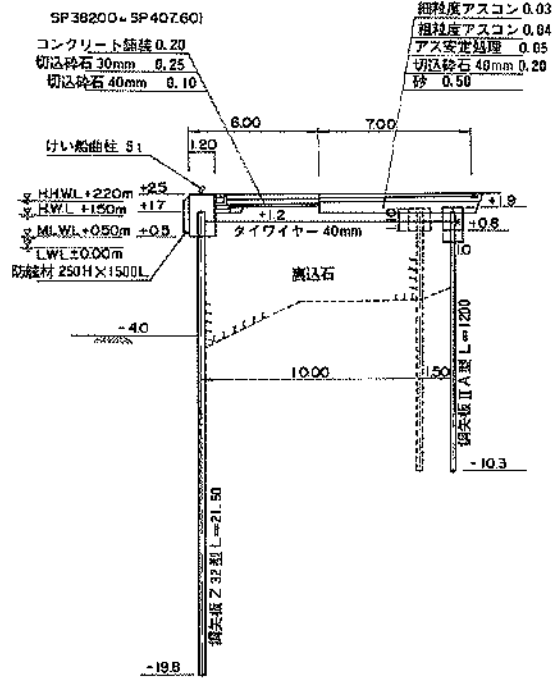


図—5.1.24 厚岸漁港（湖南地区）⑦—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(2)

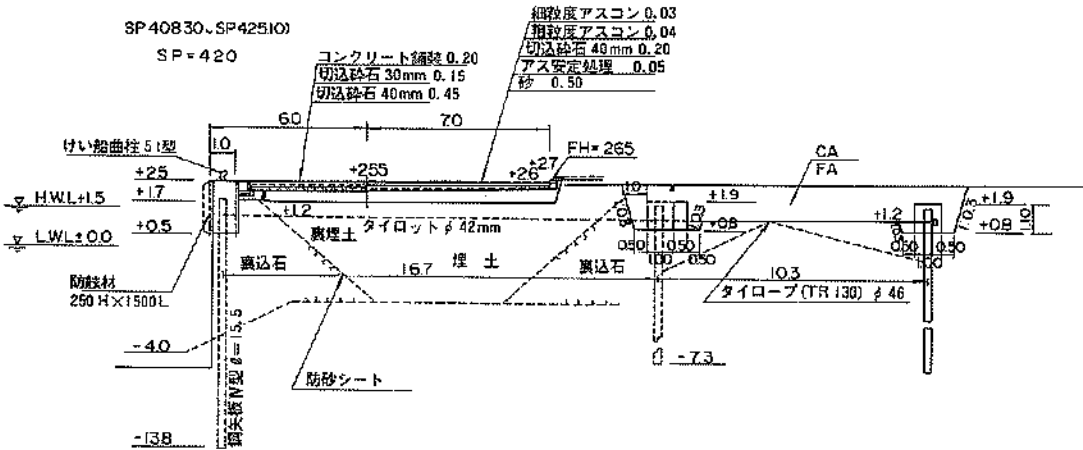


図—5.1.25 厚岸漁港（湖南地区）⑦—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(3)

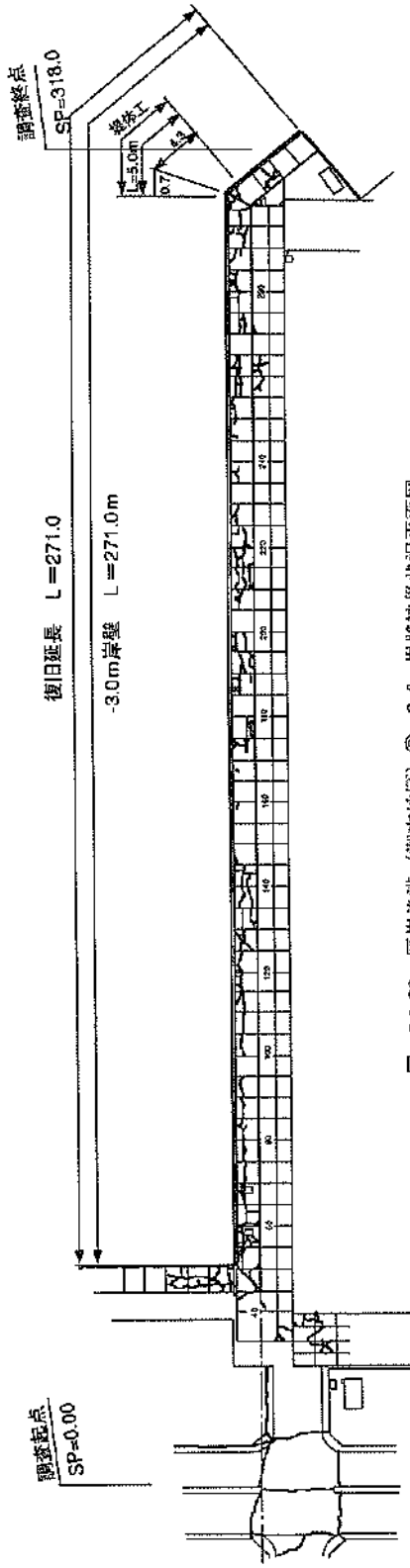
標準断面図 S:1:150



図—5.1.26 厚岸漁港（湖南地区）⑦—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(4)

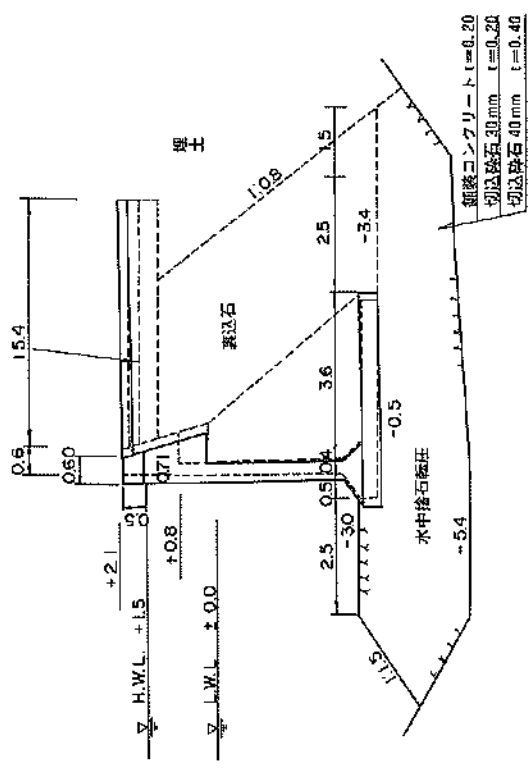


図—5.1.27 厚岸漁港（湖南地区）⑦—4.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図(5)

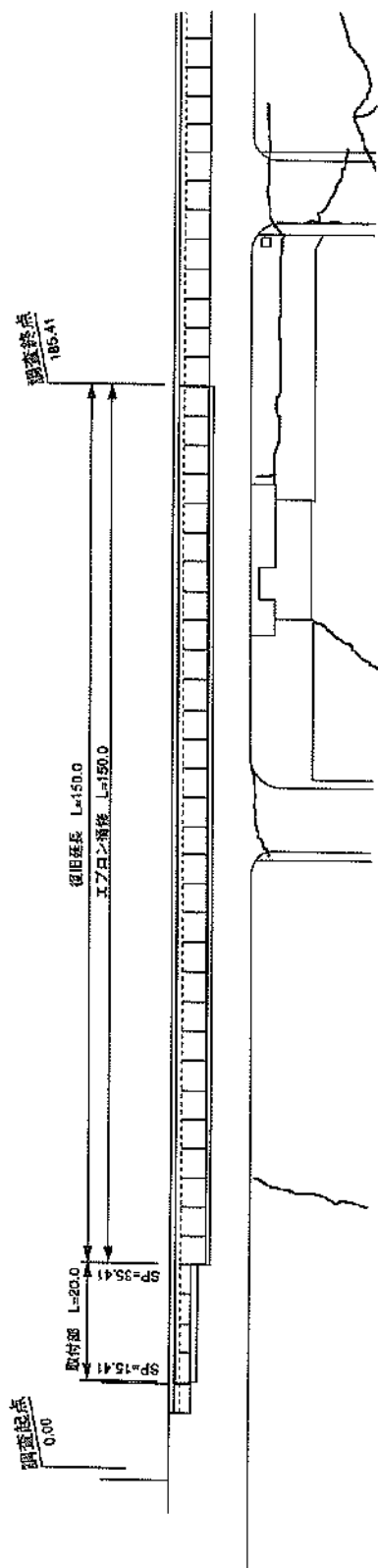


図—5.1.28 厚岸漁港 (湖南地区) ⑧—3.0m岸壁被災状況平面図

縦筋コンクリート $t=0.20$
 切込砕石 30mm $t=0.20$
 切込砕石 40mm $t=0.40$



図—5.1.29 厚岸漁港 (湖南地区) ⑧—3.0m岸壁標準断面図および被災後の変形図



图—5.1.30 厚岸漁港 (湖南地区) ⑨—2.0m游移場被災状況平面図

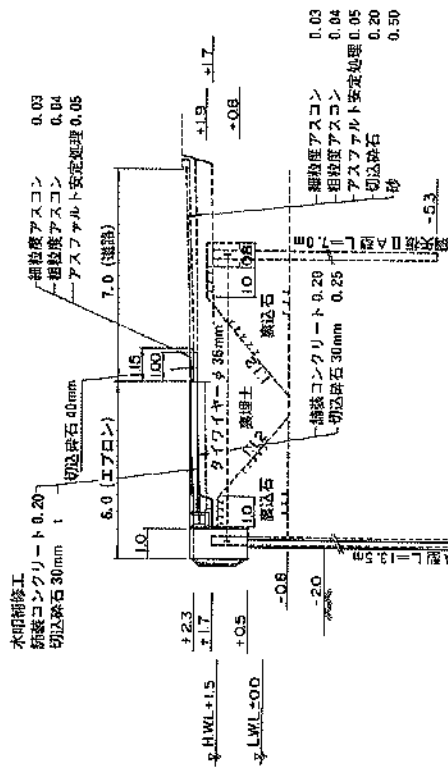


図-5.1.31 厚岸漁港 (海南地区) ⑨-2.0m物揚場標準断面図および被災後の変形図

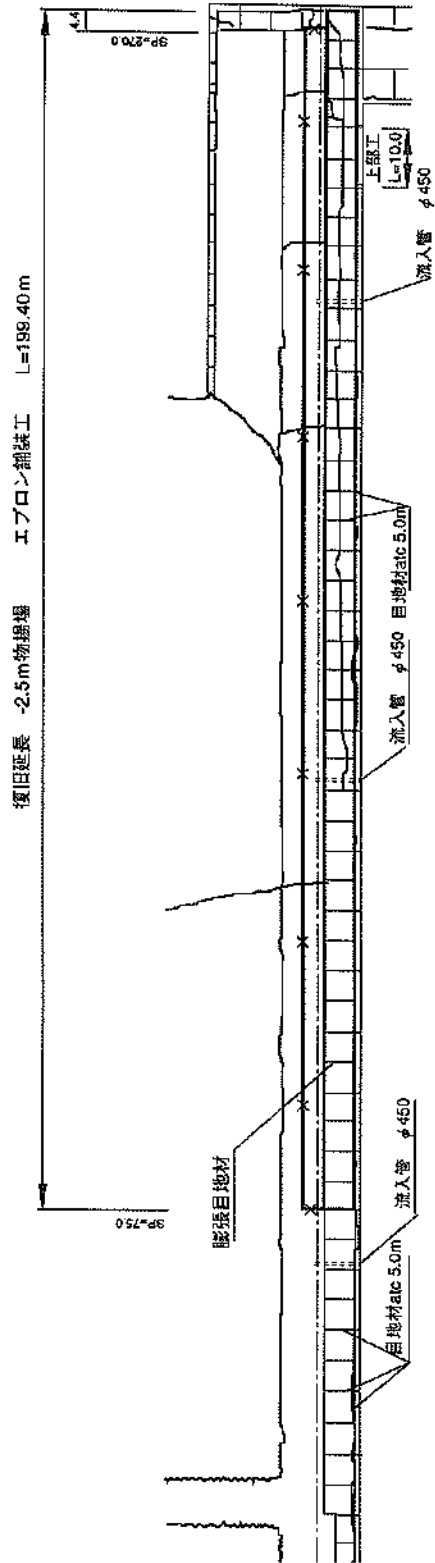
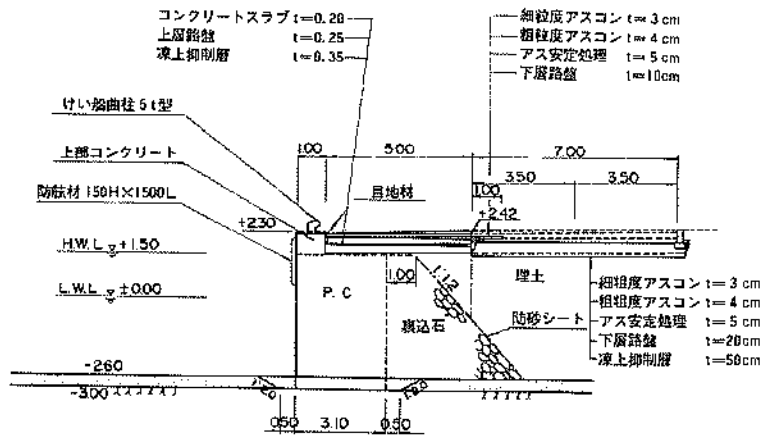
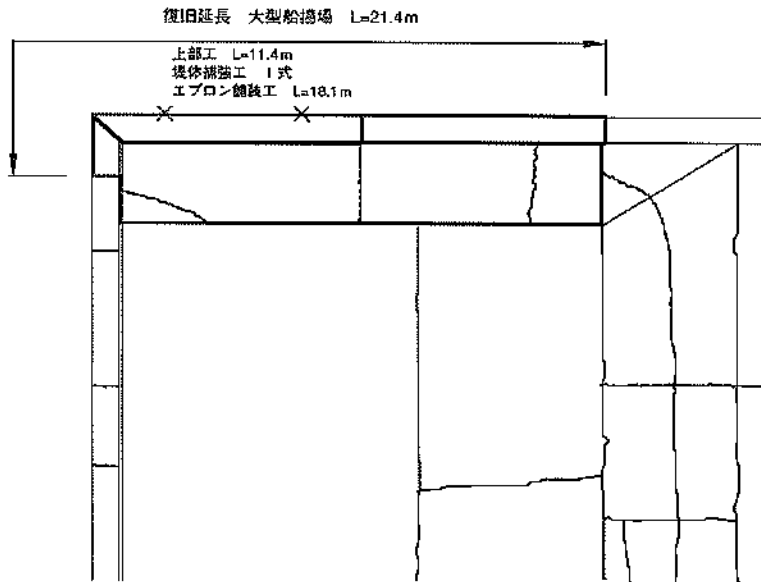


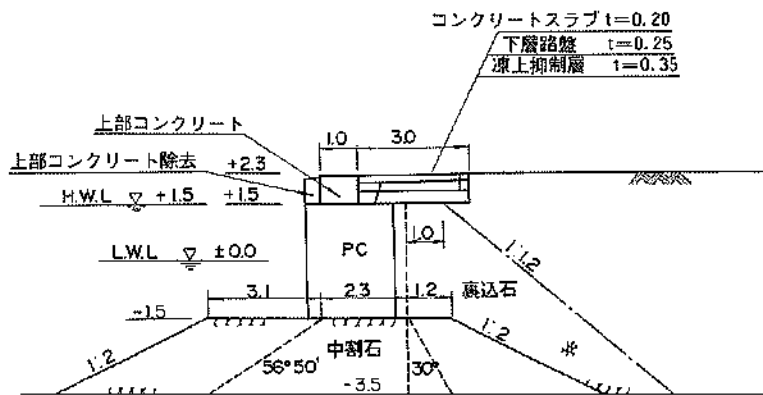
図-5.1.32 厚岸漁港 (海南地区) ⑩-2.5m物揚場被災状況断面図



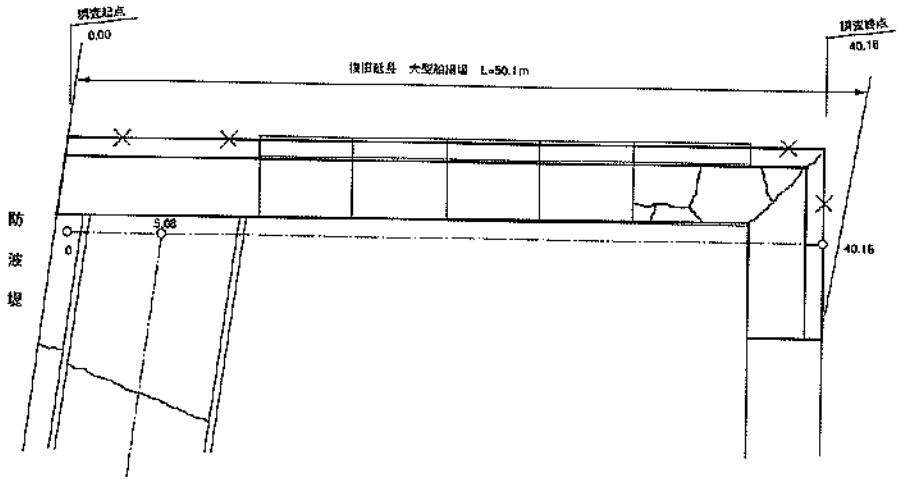
図一5.1.35 厚岸漁港（湖南地区）2.0m物揚場標準断面図および被災後の変形図



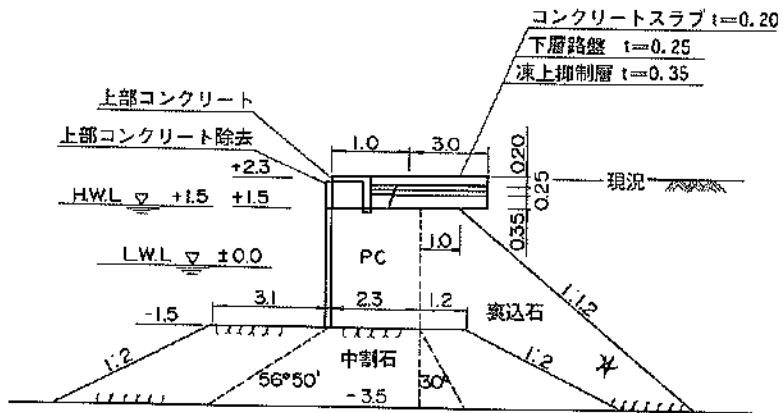
図一5.1.36 厚岸漁港（湖南地区）大型船揚場被災状況平面図



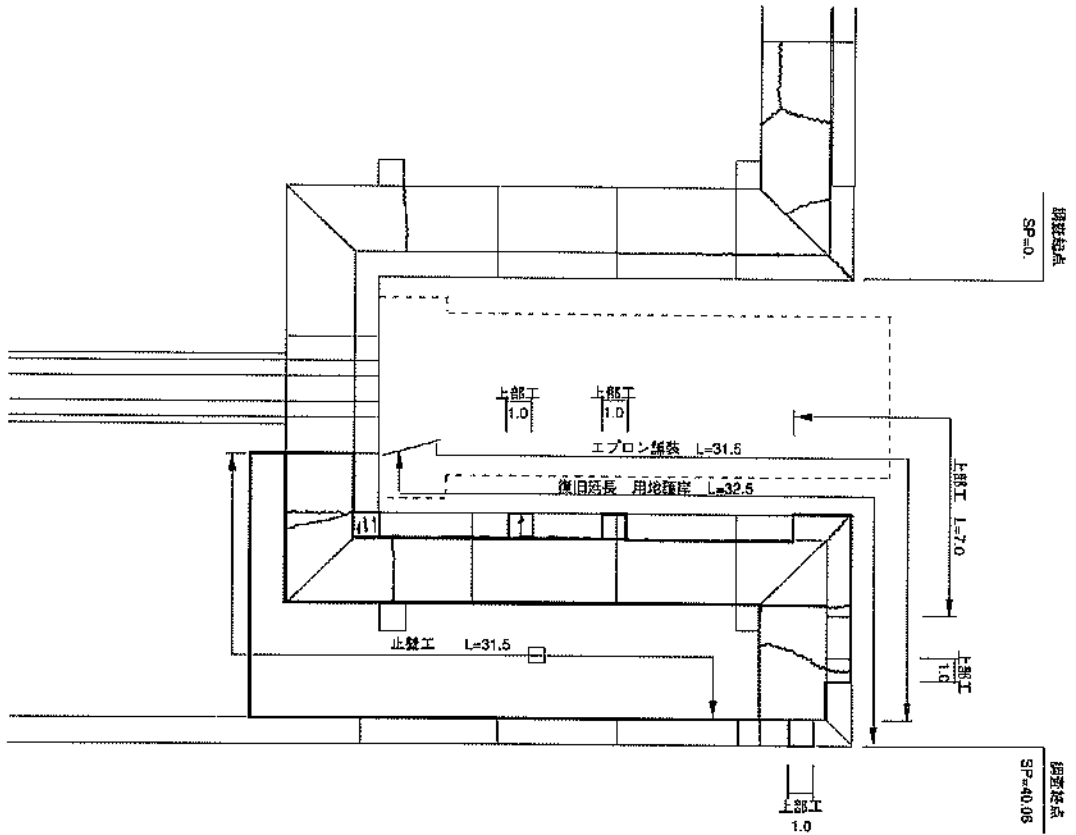
図一5.1.37 厚岸漁港（湖南地区）大型船揚場標準断面図および被災後の変形図



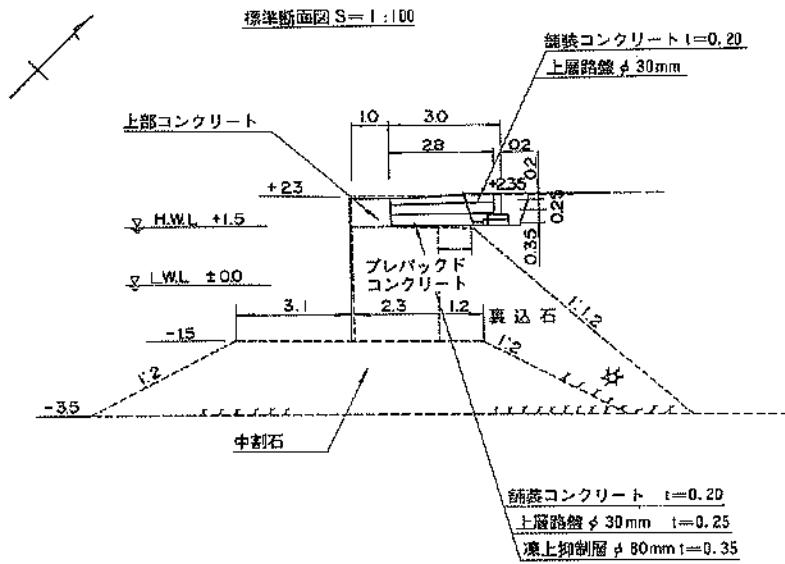
図—5.1.38 厚岸漁港（湖南地区）大型船揚場被災状況平面図



図—5.1.39 厚岸漁港（湖南地区）大型船揚場標準断面図および被災後の変形図



図一5.1.43 厚岸漁港（湖南地区）用地護岸被災状況平面図



図一5.1.44 厚岸漁港（湖南地区）用地護岸標準断面図および変形図

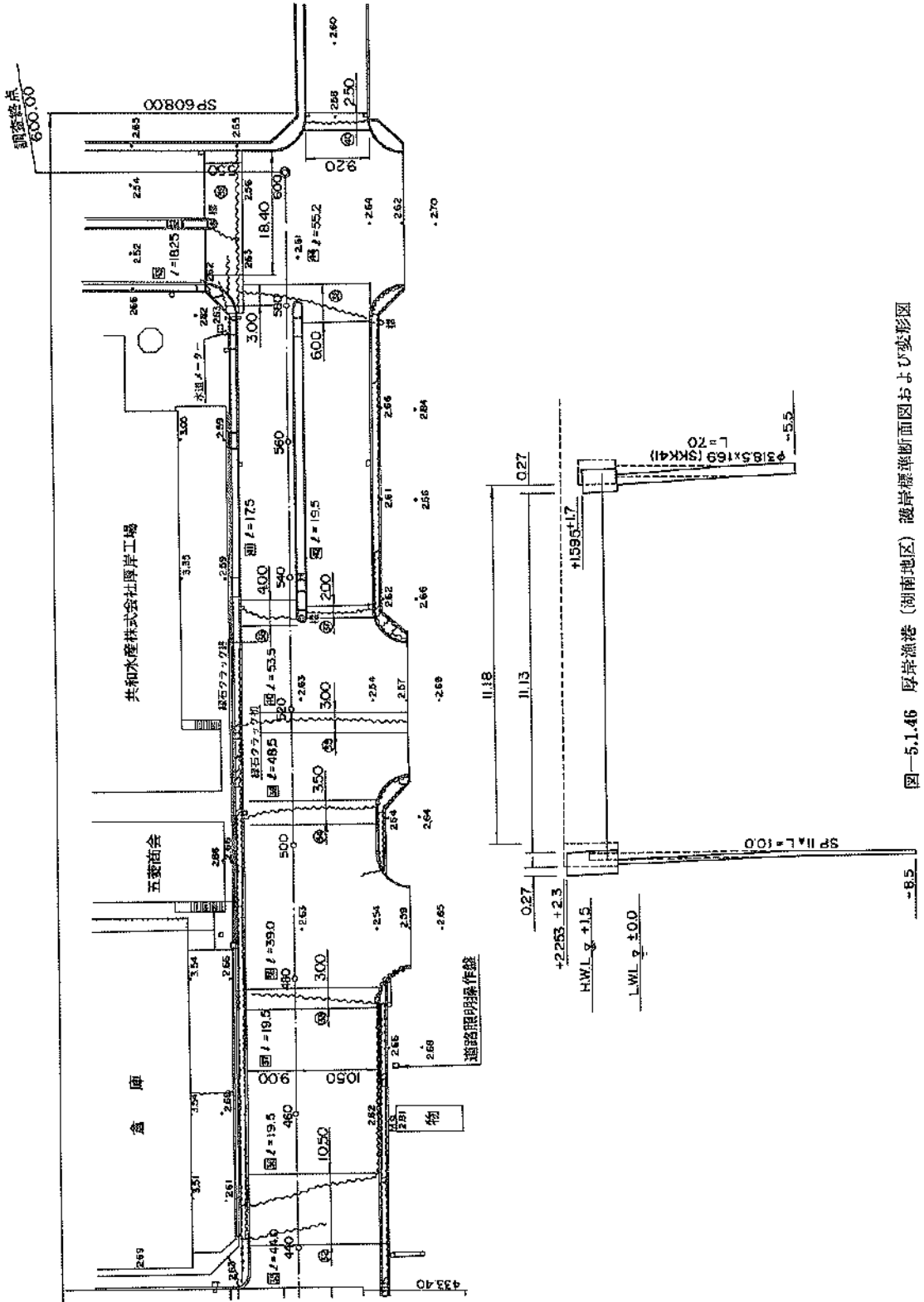
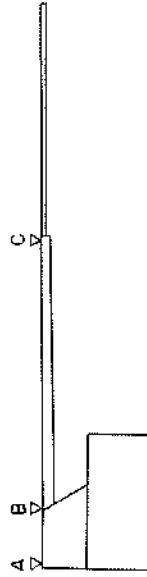
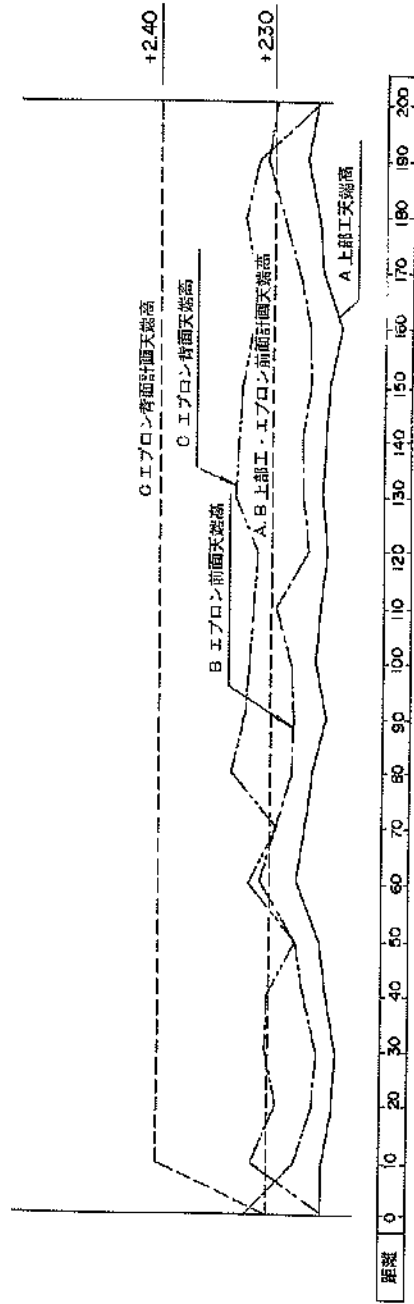
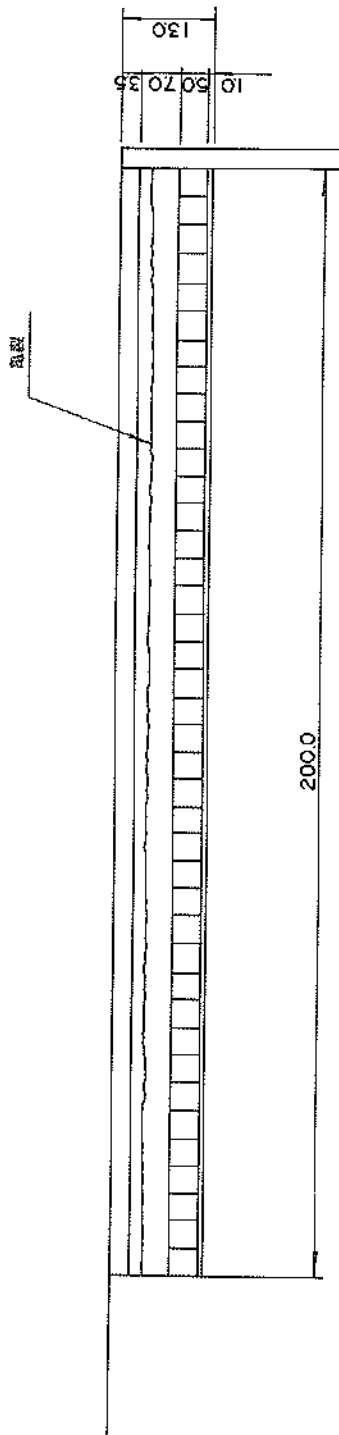
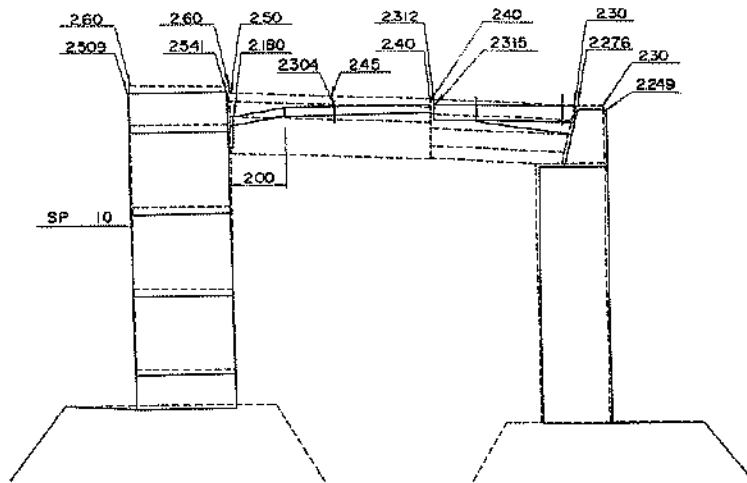


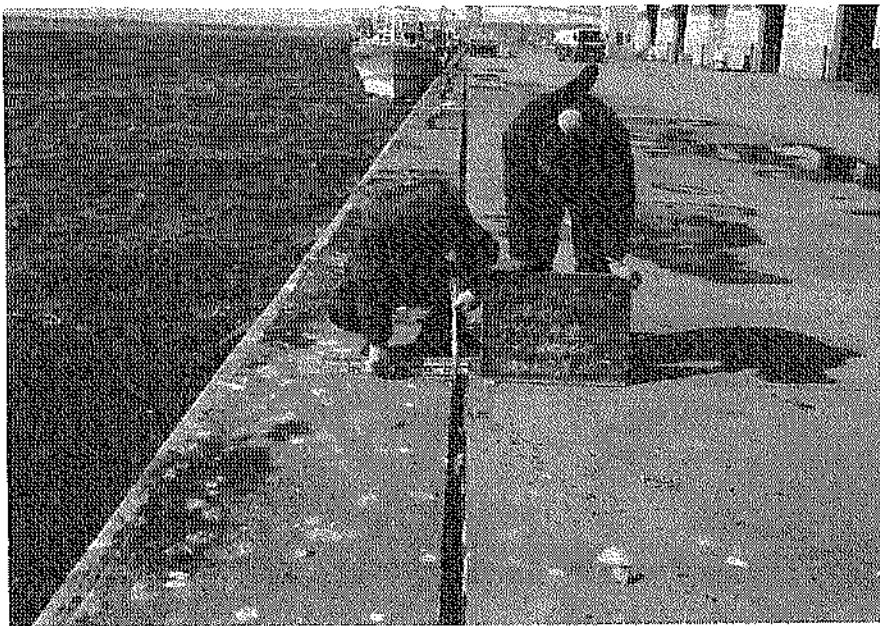
図-5.1.46 厚岸漁港 (湖南地区) 護岸堰断面図および変形図



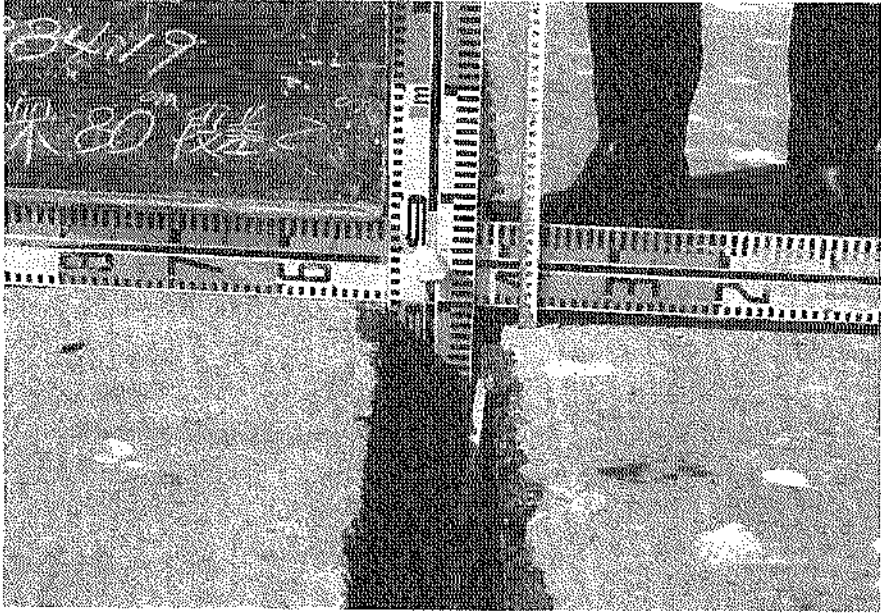
图—5.1.47 厚岸漁港（湖南地区）—2.0m物揚場および道路被災状況平面図



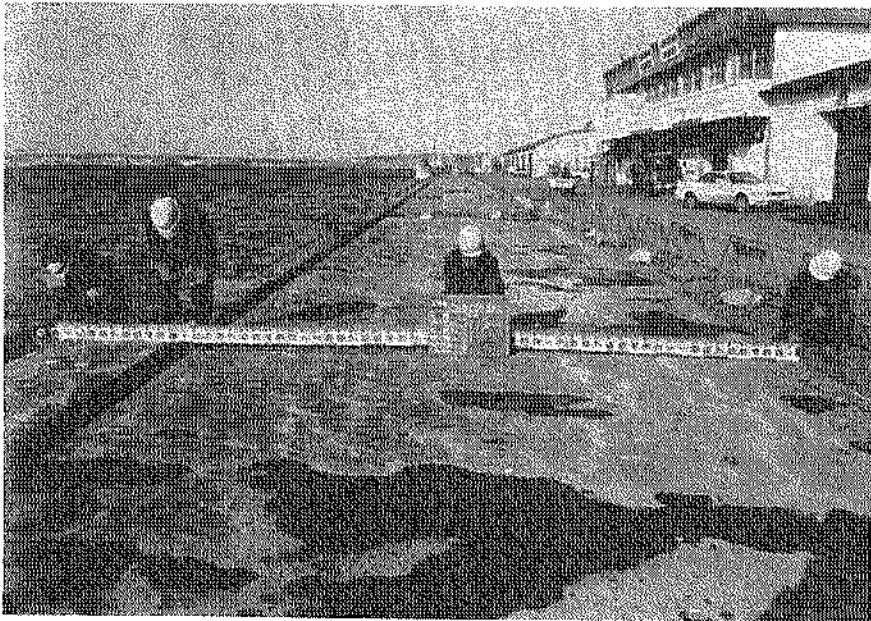
図—5.1.48 厚岸漁港（湖南地区）—2.0m物揚場および道路標準断面図及び変形図



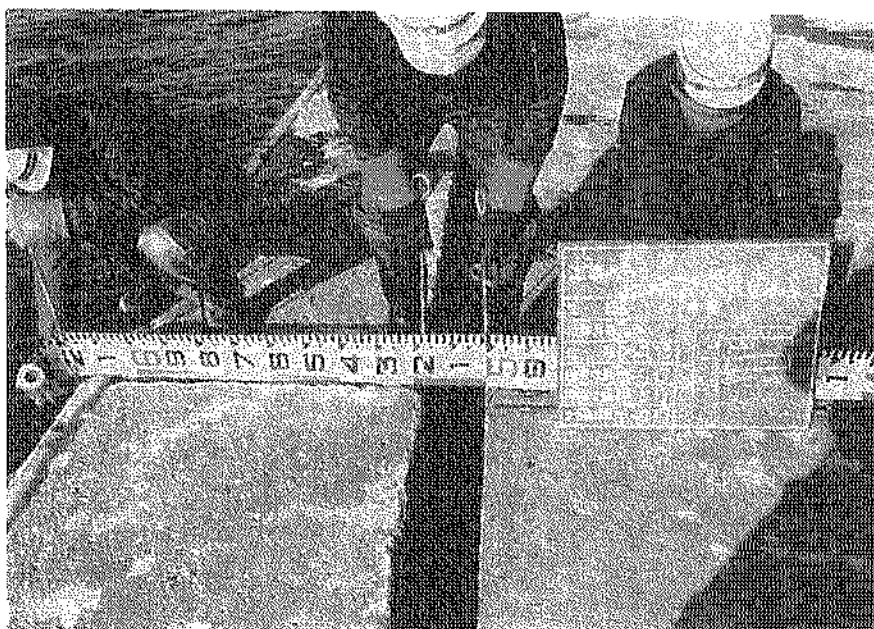
写真—5.1.1 厚岸漁港（①—4.0m岸壁）



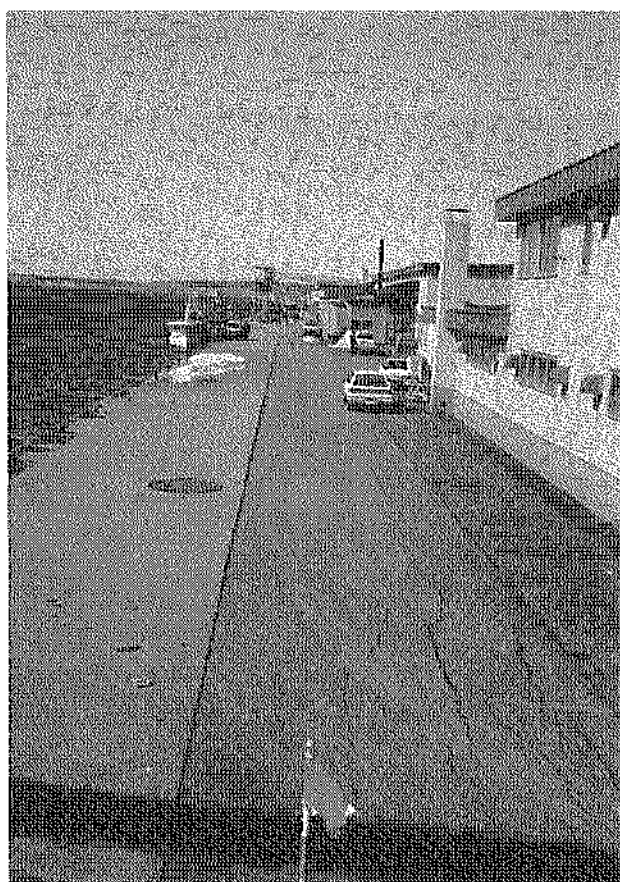
写真—5.1.2 厚岸漁港 (①—4.0m岸壁)



写真—5.1.3 厚岸漁港 (②—3.0m岸壁)



写真—5.1.4 厚岸漁港 (②—3.0m岸壁)



写真—5.1.5 厚岸漁港 (③—2.5m物揚場)

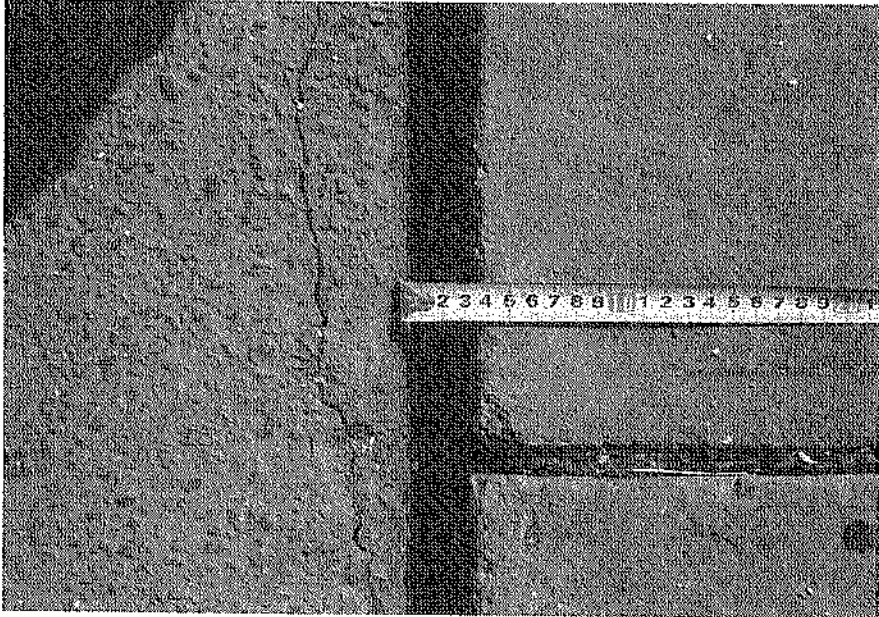


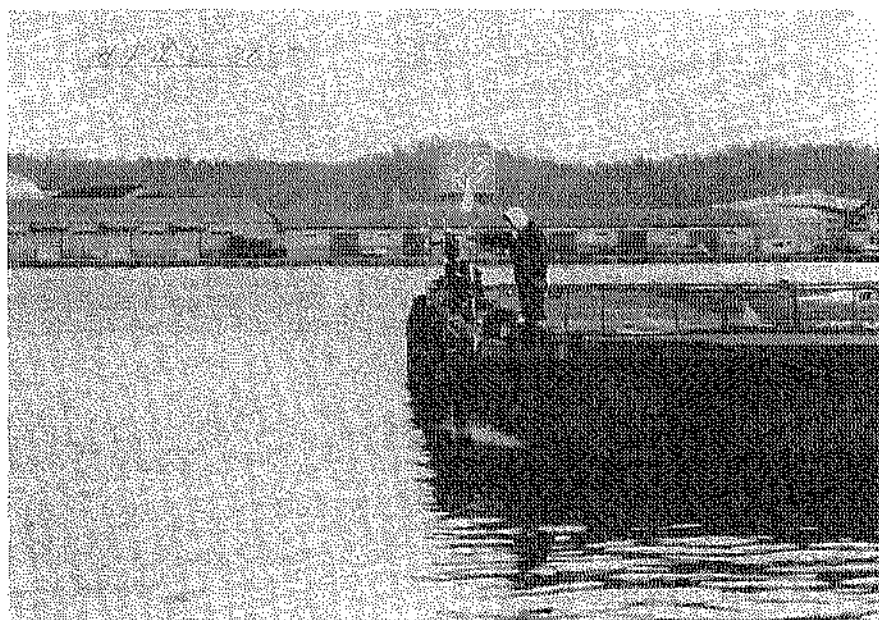
写真-5.1.6 厚岸漁港 (㊸)-2.5m物揚場



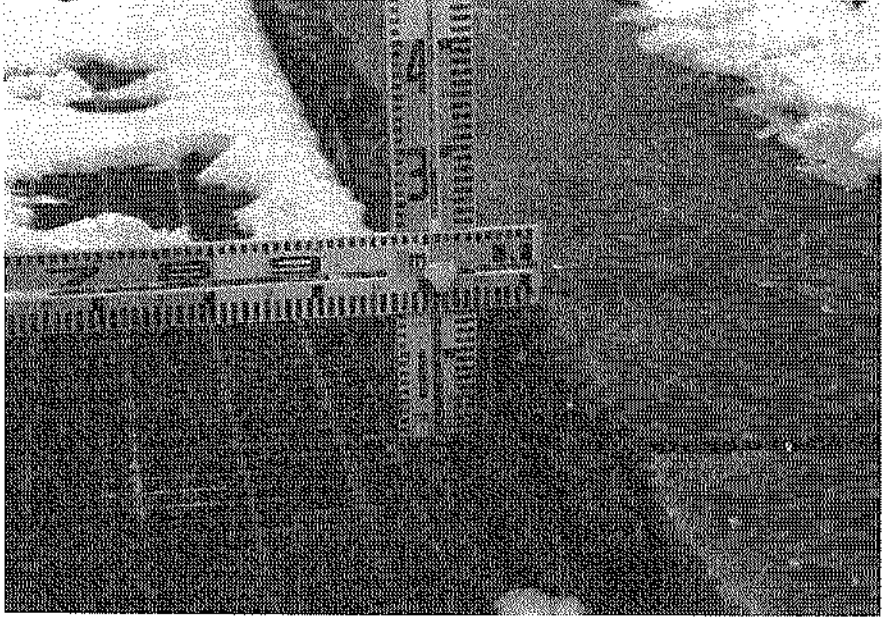
写真-5.1.7 厚岸漁港 (㊹)道路



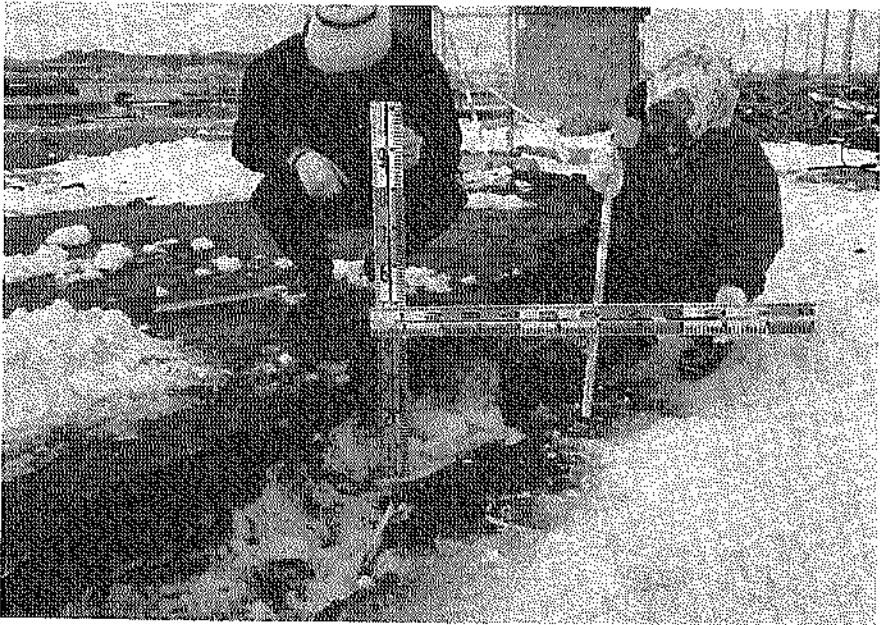
写真—5.1.8 厚岸漁港 (④道路)



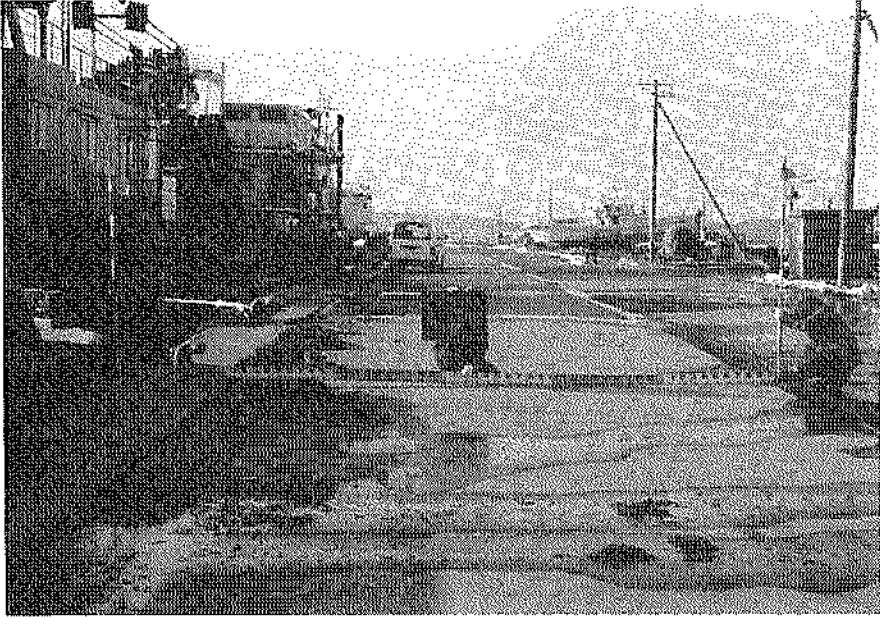
写真—5.1.9 厚岸漁港 (⑤—6.0m岸壁)



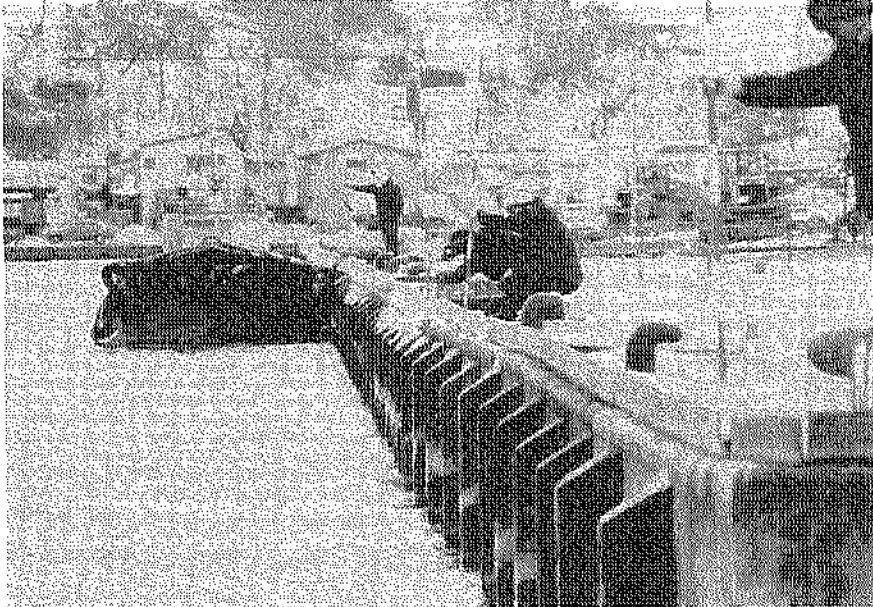
写真—5.1.10 厚岸漁港 (㊦—6.0m岸壁)



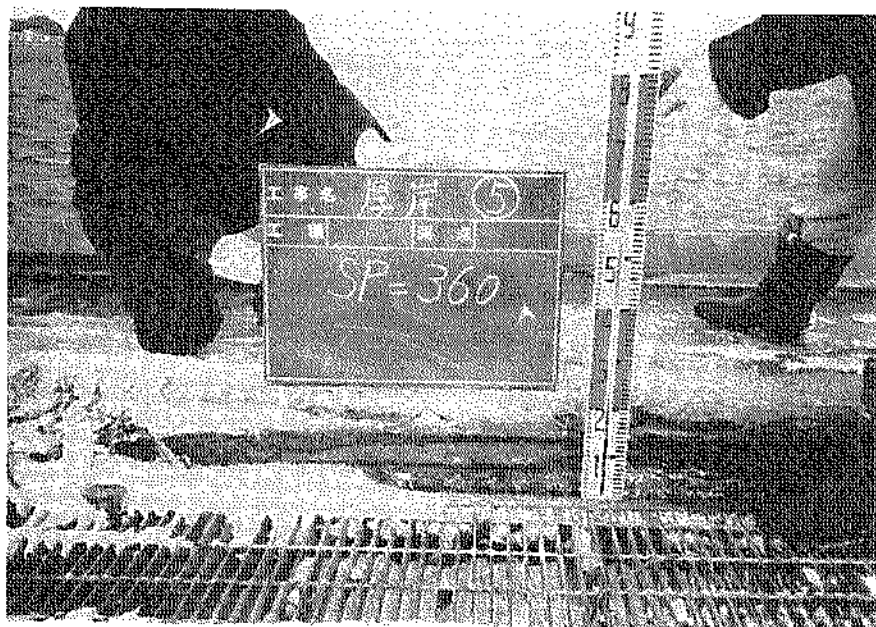
写真—5.1.11 厚岸漁港 (㊦—5.0m岸壁)



写真—5.1.12 厚岸漁港 (⑥—5.0m岸壁)



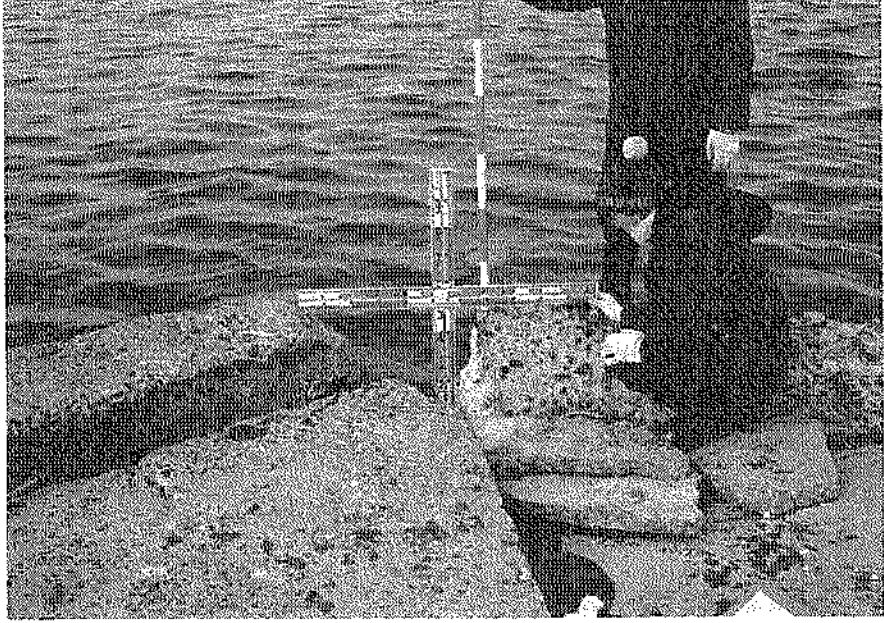
写真—5.1.13 厚岸漁港 (⑦—4.0m岸壁)



写真—5.1.14 厚岸漁港 (⑦-4.0m岸壁)



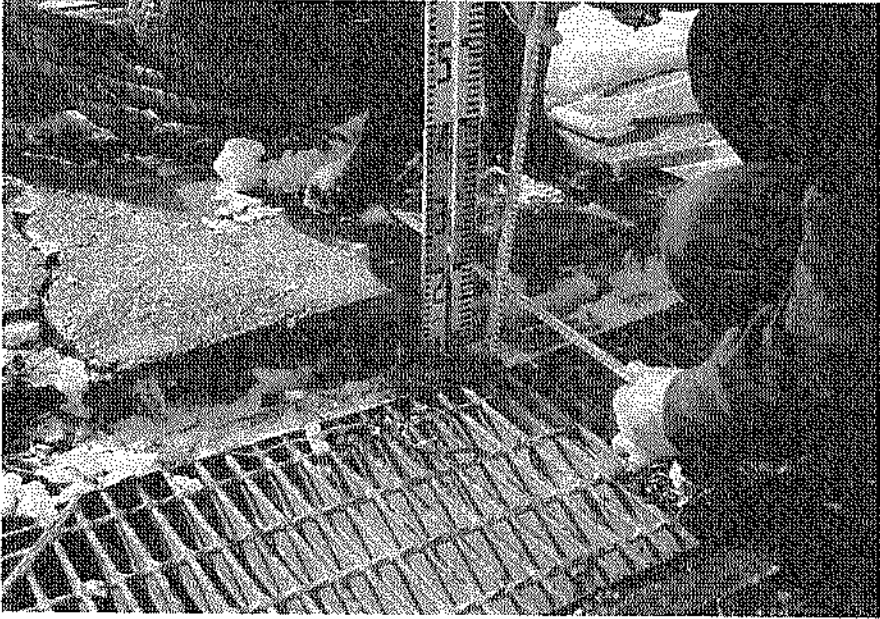
写真—5.1.15 厚岸漁港 (⑧-3.0m岸壁)



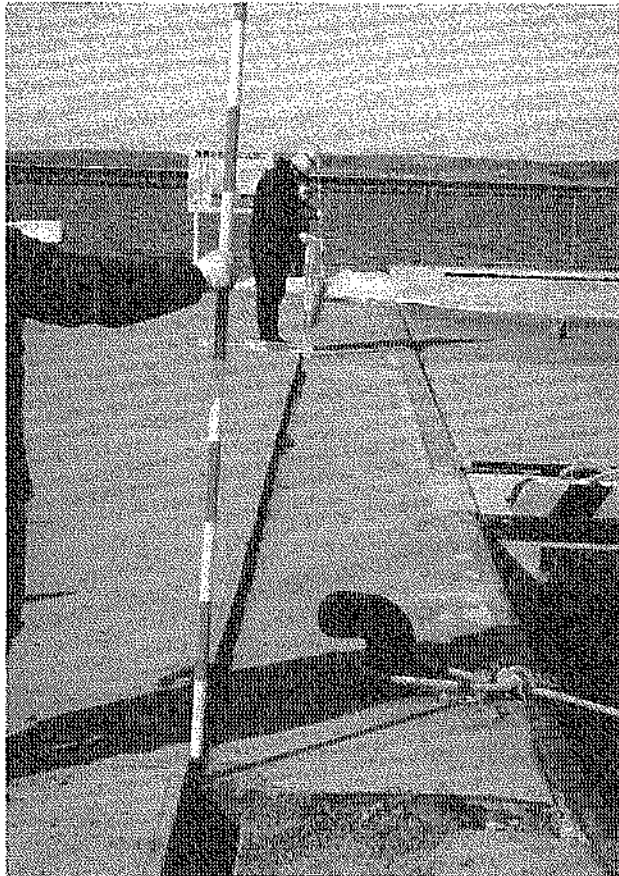
写真—5.1.16 厚岸漁港 (㊸-3.0m岸壁)



写真—5.1.17 厚岸漁港 (㊹-2.0m物揚場)



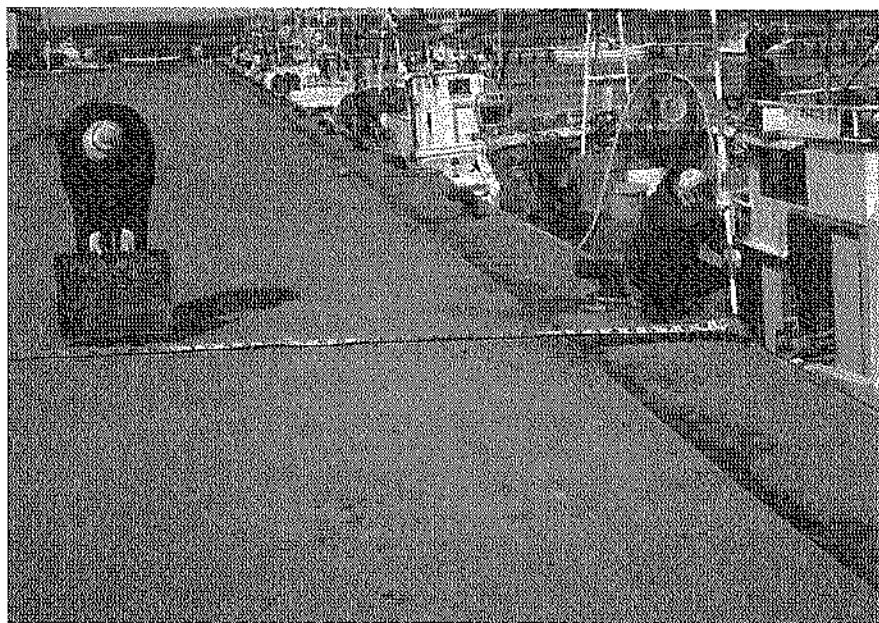
写真—5.1.18 厚岸漁港 (㊟-2.0m物揚場)



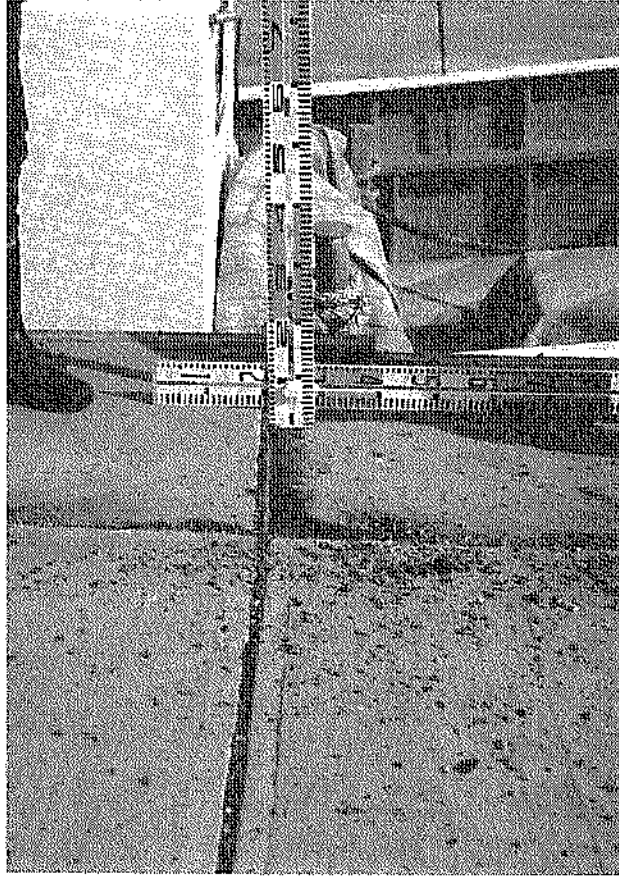
写真—5.1.19 厚岸漁港 (㊟-2.5m物揚場)



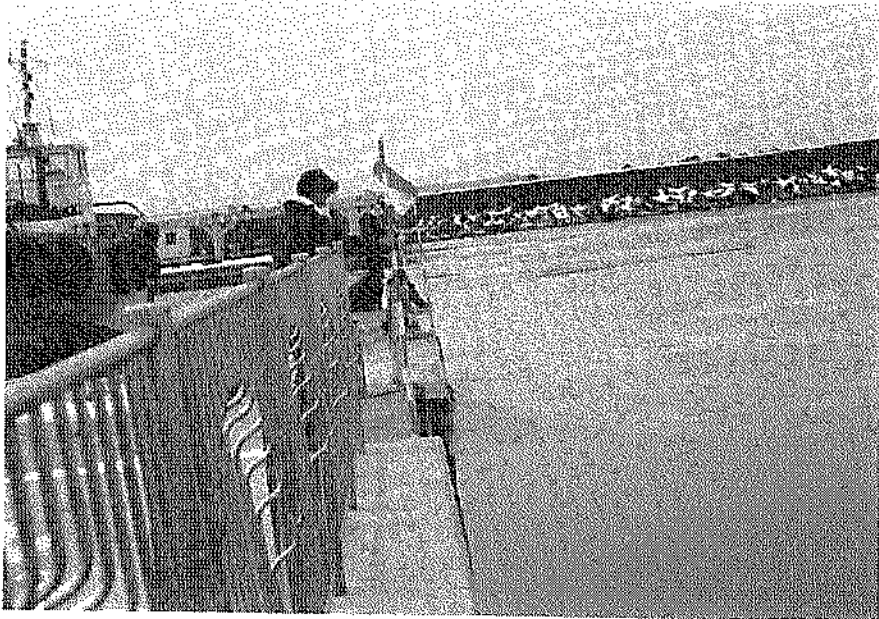
写真—5.1.20 厚岸漁港 (㊸—2.5m物揚場)



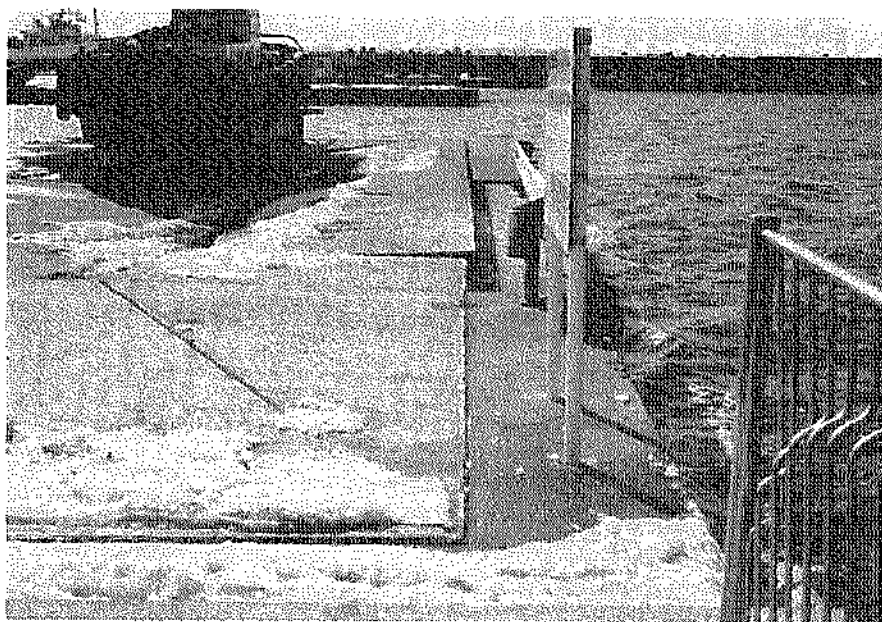
写真—5.1.21 厚岸漁港 (㊹—2.0m物揚場)



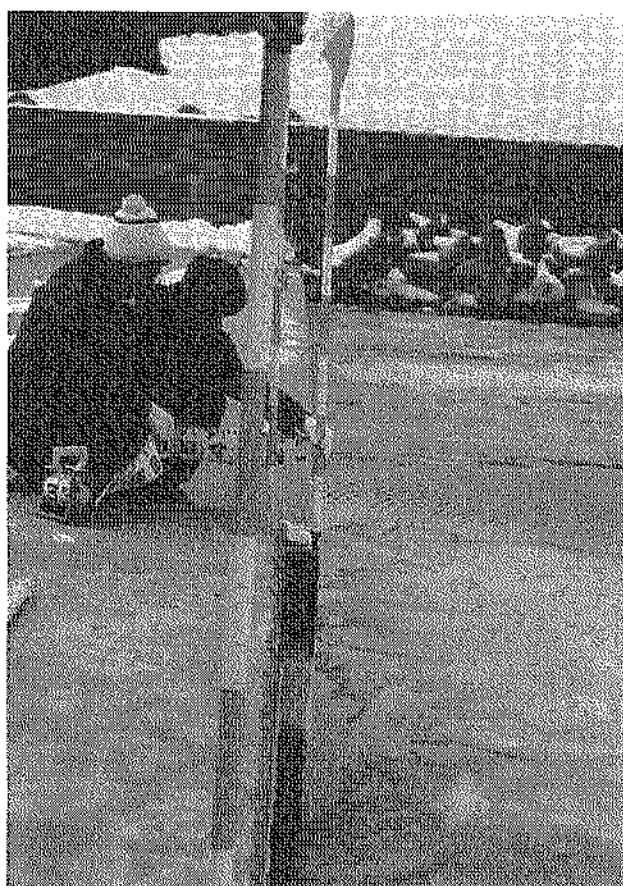
写真—5.1.22 厚岸漁港 (㊶—2.0m物揚場)



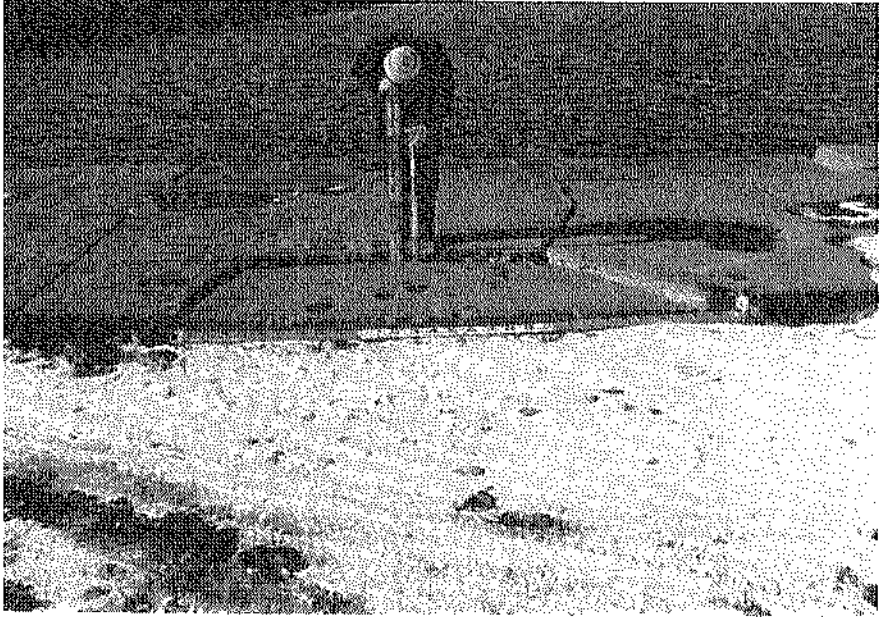
写真—5.1.23 厚岸漁港 (㊷大型船揚場)



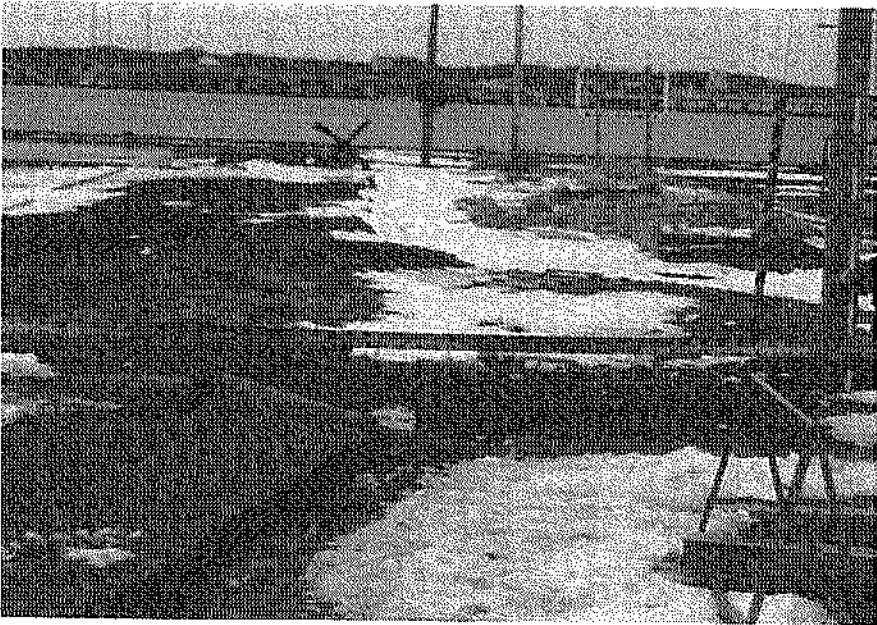
写真—5.1.24 厚岸漁港 (㊸大型船揚場)



写真—5.1.25 厚岸漁港 (㊸大型船揚場)



写真—5.1.26 厚岸漁港 (㊸大型船揚場)



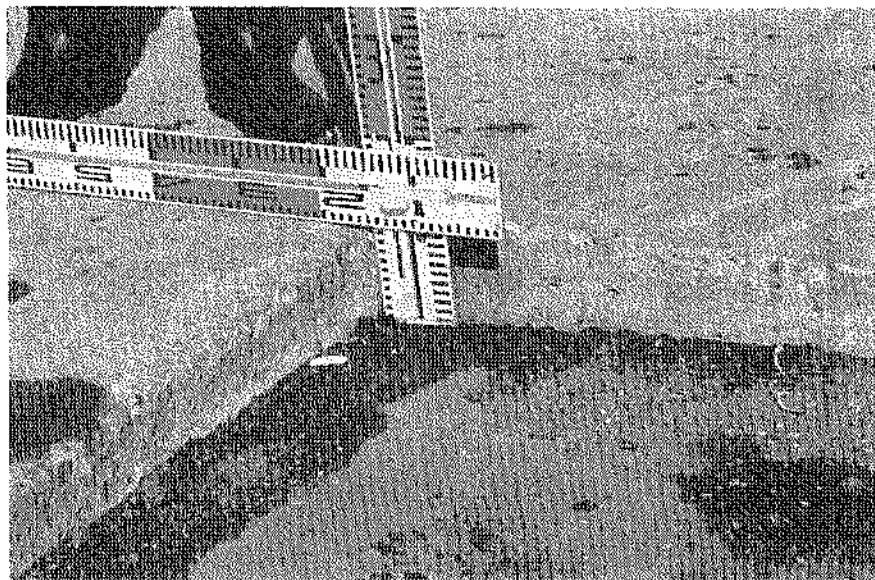
写真—5.1.27 厚岸漁港 (㊸道路)



写真—5.1.28 厚岸漁港 (㊤道路)



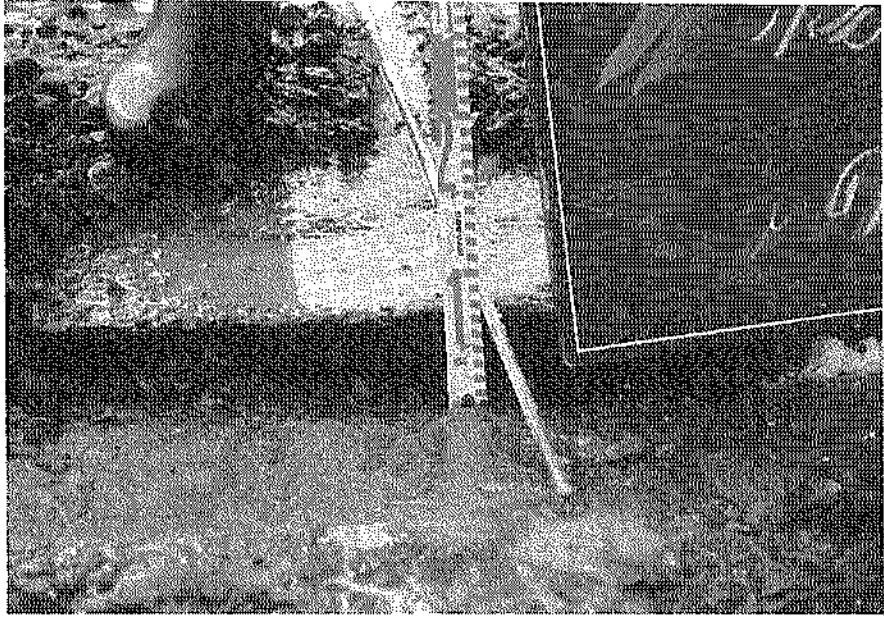
写真—5.1.29 厚岸漁港 (㊤道路)



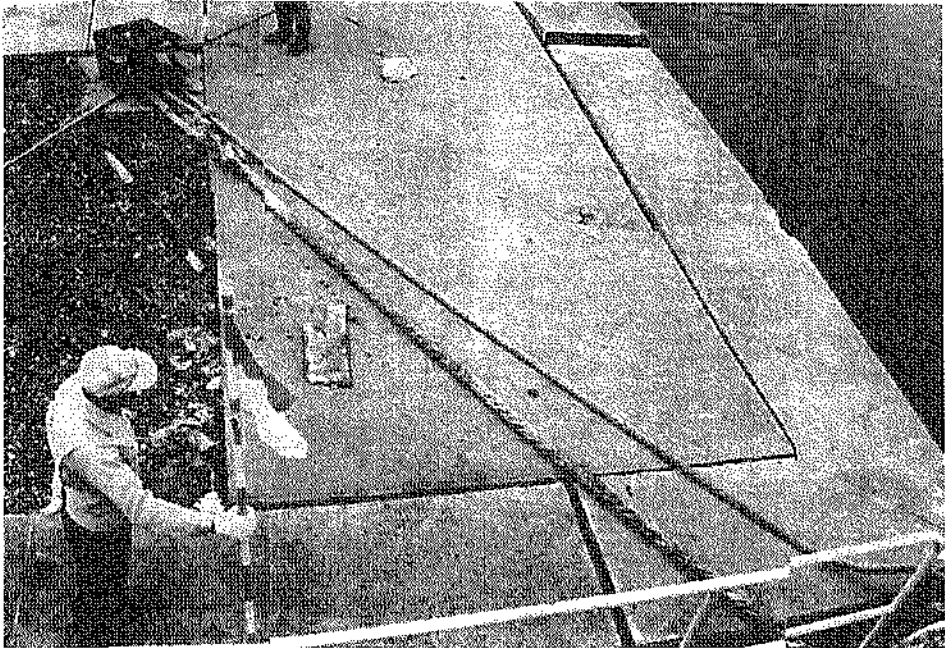
写真—5.1.30 厚岸漁港 (⑨道路)



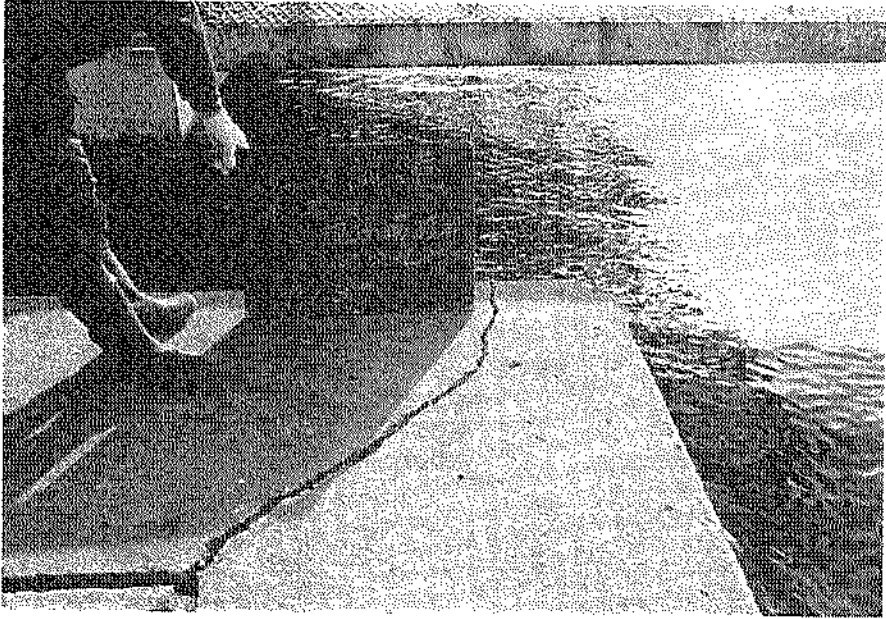
写真—5.1.31 厚岸漁港 (⑨道路)



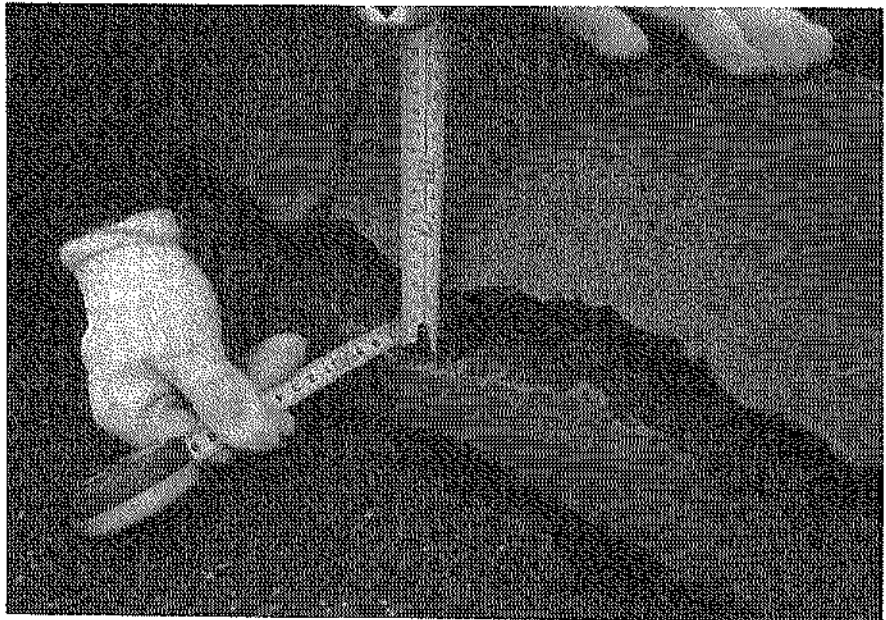
写真—5.1.32 厚岸漁港 (㊸道路)



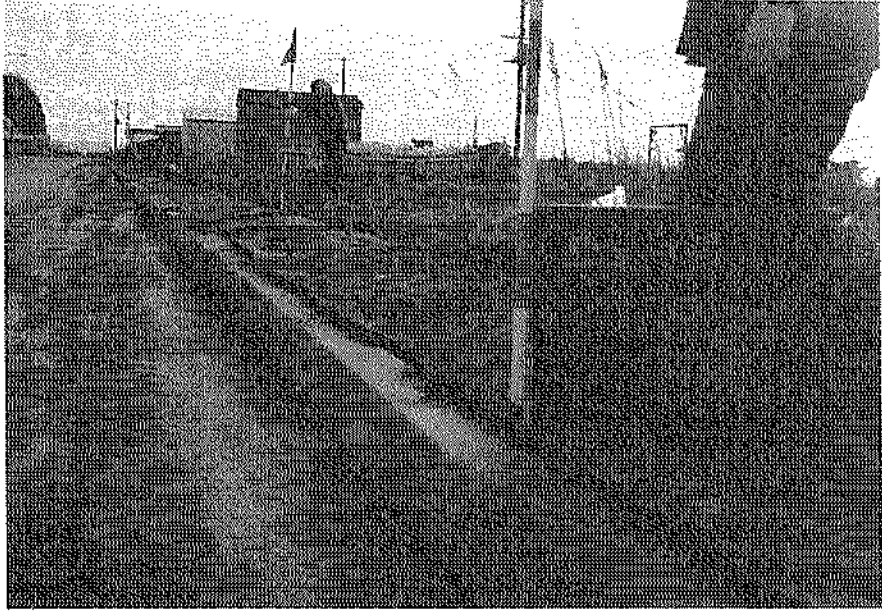
写真—5.1.33 厚岸漁港 (㊹用地護岸)



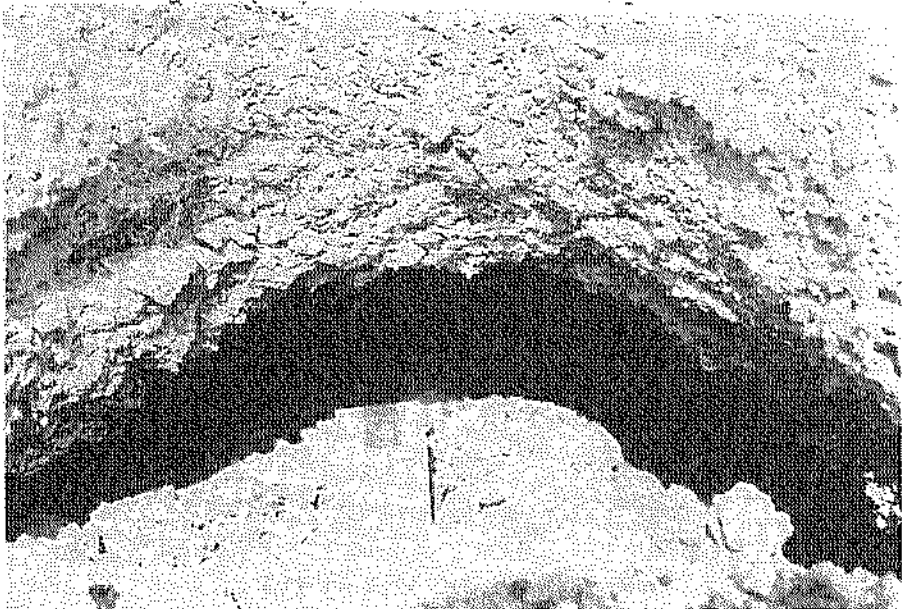
写真—5.1.34 厚岸漁港 (㊸用地護岸)



写真—5.1.35 厚岸漁港 (㊸道路)



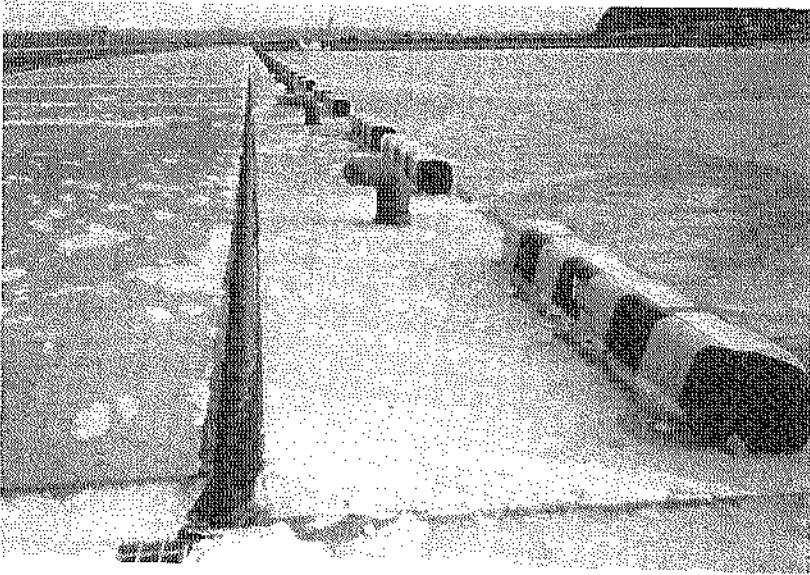
写真—5.1.36 厚岸漁港 (◎道路)



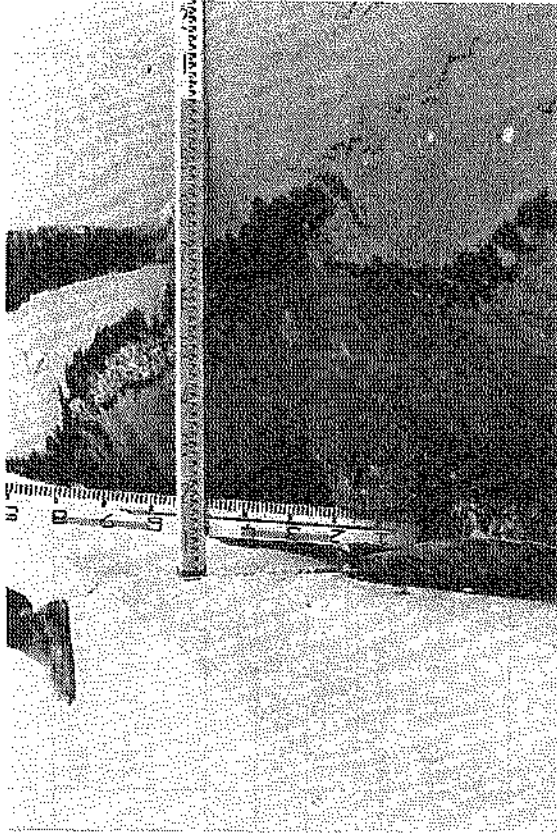
写真—5.1.37 厚岸漁港 (◎渡岸)



写真—5.1.38 厚岸漁港 (㊸護岸)



写真—5.1.39 厚岸漁港 (㊹—2.5m物揚場)



写真—5.1.40 厚岸漁港 (②道路)

表—5.2.1 大樹漁港被災状況一覧表

施設番号	被災施設名	全体数量	被災数量	被災額 (千円)	構造	被災状況
⑧	—3.0m岸壁及び道路		264.0m	178,445	重力式コンクリート アスファルト舗装	前面に1.0～25.0cm変位・6.0～25.0cm沈下 横断方向に4箇所、亀裂、1.7～21.8cmの沈下、陥没
	—3.0m岸壁	264.0m	264.0m			
	道路	201.5m	201.5m			
⑨	—3.5m岸壁及び道路		99.5m	11,829	重力式コンクリート アスファルト舗装	前面に9.0～21.5cm変位・1.9～16.2cm沈下 横断方向に3箇所、亀裂、4.2～20.4cmの沈下、段落、陥没
	—3.5m岸壁	99.5m	72.9m			
	道路	99.5m	99.5m			
⑩	—3.5m岸壁	78.2m	78.2m	5,528	重力式コンクリート	前面に2.0～7.5cm変位・7.6～18.0cm沈下
⑪	—4.0m岸壁及び道路		65.0m	7,462	重力式コンクリート アスファルト舗装	前面に2.0～11.0cm変位・6.7～23.8cm沈下 横断方向に1箇所、亀裂、5.2～11.9cmの沈下
	—4.0m岸壁	60.0m	51.2m			
	道路	65.0m	65.0m			

表-5.2.2 大樹漁港④-3.5m岸壁設計条件

構造形式	設計条件			計算結果		
プレバックスドコンクリート	計画延長位 設計潮位	L=	264m	滑動	常時	2.03 > 1.2
		H.W.L	+1.50m		地震時	1.01 > 1.0
		L.W.L	±0.00m		転倒	常時
	残留水位 設計波高	R.W.L	+0.50m	地震時		1.04 > 1.0
		H 1/3 =		基礎地盤の 支持力		常時
		T =			地震時	
	L =					
	周波計画 水深		-3.0m	基礎地盤の 支持力	常時	
		天端高	+2.0m		地震時	
		基礎高	-3.5m			
	設計震度	常時	1.0t	基礎地盤の 支持力	常時	
		地震時	0.5t		地震時	
K _h =		0.15				
裏埋土	K _v =		基礎地盤の 支持力	常時		
	内部摩擦角	35°		地震時		
	壁面摩擦角	15°				
基礎地盤 摩擦係数	内部摩擦角		基礎地盤の 支持力	常時		
	コンクリートと割石	0.7		地震時		
	裏埋土 (空中)	1.8tf/m ³				
単位体積重量	〃 (水中)	1.0tf/m ³				

表-5.2.3 大樹漁港-3.5m岸壁設計条件

構造形式	設計条件			計算結果		
プレバックスドコンクリート	計画延長位 設計潮位	L=	99.5m	滑動	常時	2.53 > 1.2
		H.W.L	+1.50m		地震時	1.16 > 1.0
		L.W.L	±0.00m		転倒	常時
	残留水位 設計波高	R.W.L	+0.50m	地震時		1.77 > 1.1
		H 1/3 =		基礎地盤の 支持力		常時
		T =			地震時	65.06tf/m ³ > 16.72tf/m ³
	L =					
	周波計画 水深		-3.5m	基礎地盤の 支持力	常時	
		天端高	+2.0m		地震時	
		基礎高	-4.0m			
	設計震度	常時	1.0t	基礎地盤の 支持力	常時	
		地震時	0.5t		地震時	
K _b =		0.15				
裏埋土	K _v =		基礎地盤の 支持力	常時		
	内部摩擦角	30°		地震時		
	壁面摩擦角	15°				
基礎地盤 摩擦係数	内部摩擦角		基礎地盤の 支持力	常時		
	コンクリートと割石	0.7		地震時		
	裏埋土 (空中)	1.8tf/m ³				
単位体積重量	〃 (水中)	1.0tf/m ³				

表—5.2.4 大樹漁港①—4.0m岸壁設計条件

構造形式	設計条件		計算結果			
プレバツクドコンクリート	計画延長	L=	60.0m	滑動	常時	3.39 > 1.2
		H.W.L	+1.50m		地震時	1.29 > 1.0
	延潮水位	L.W.L	±0.00m	転倒	常時	4.55 > 1.2
		R.W.L	+0.50m		地震時	1.65 > 1.1
	残留水位	H 1/3=		基礎地盤の支持力	常時	55.74tf/m ² > 13.80tf/m ²
		T=			地震時	46.99tf/m ² > 21.29tf/m ²
	波高	L=				
		水深		-4.0m		
	計画水深	端高		+2.2m		
		基礎高				
	天端基礎	常時				
		地震時		1.0t		
	設計震度	Kh=		0.5t		
		Kv=		0.15		
裏埋土	内部摩擦角		40°			
	壁面摩擦角		15°			
基礎地盤摩擦係数	内部摩擦角					
	コンクリート (空中)		2.3tf/m ³			
単位体積重量	コンクリート (水中)		1.27tf/m ³			
	裏埋土 (空中)		1.8tf/m ³			
	〃 (水中)		1.0tf/m ³			

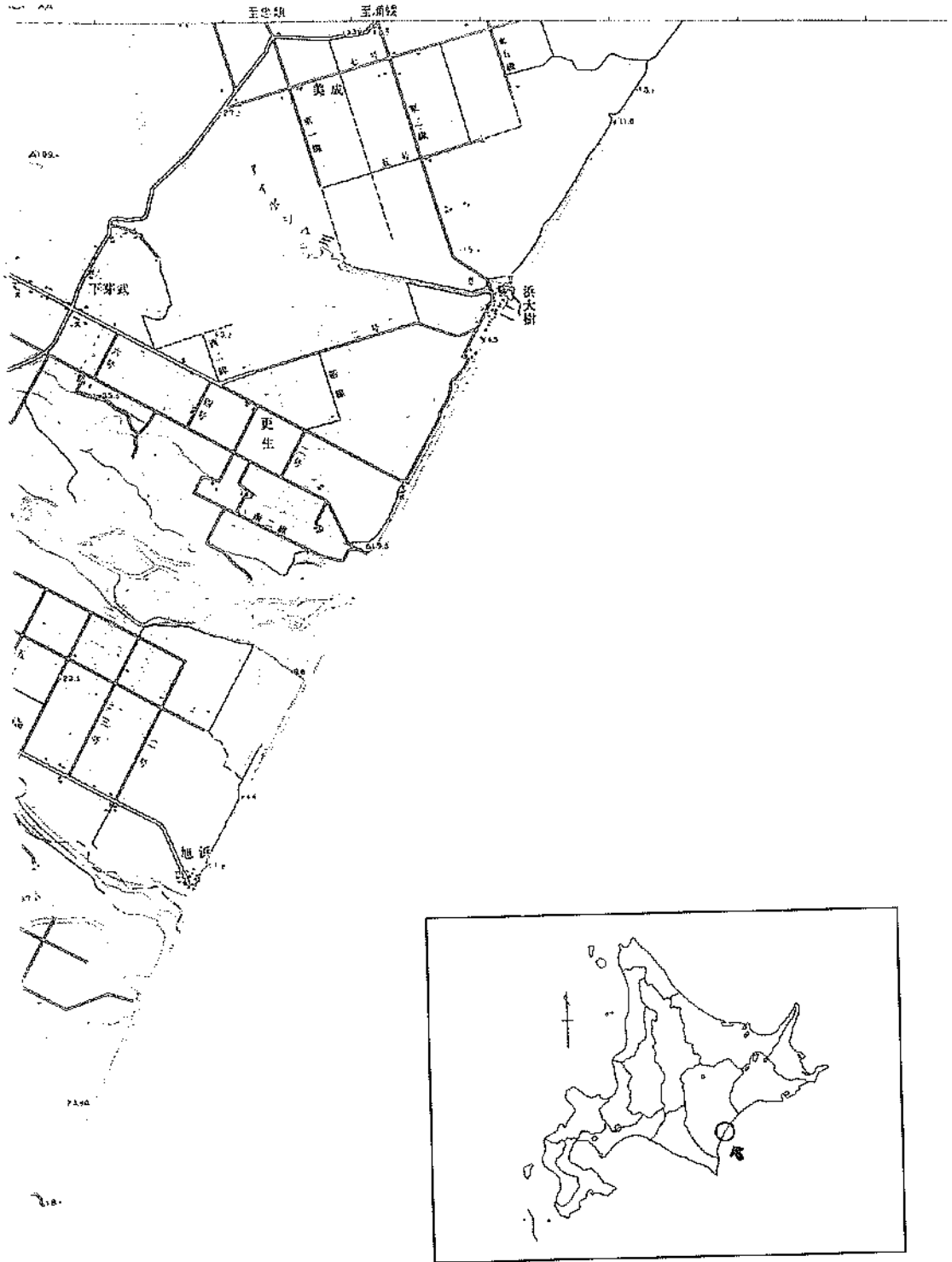
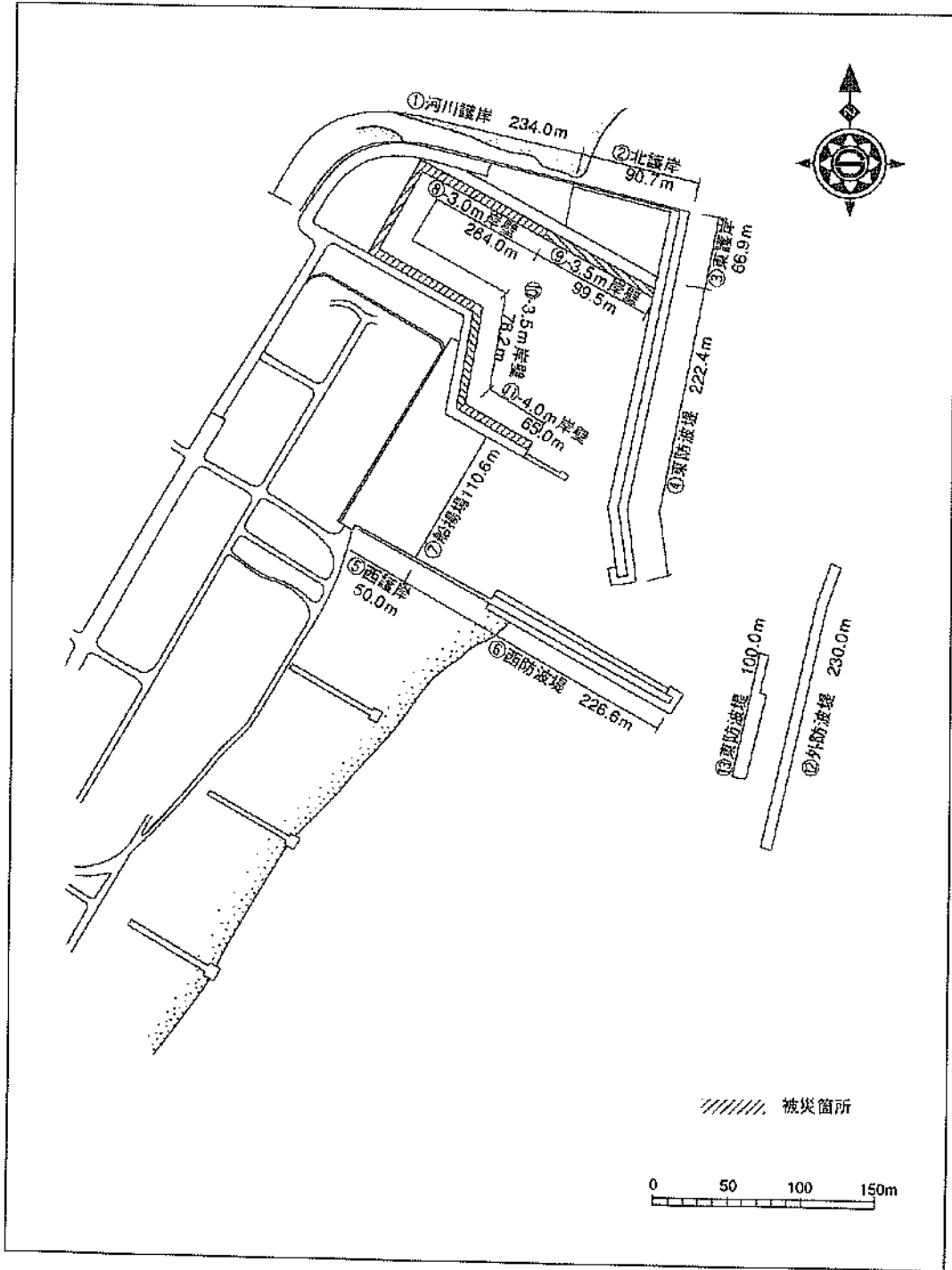
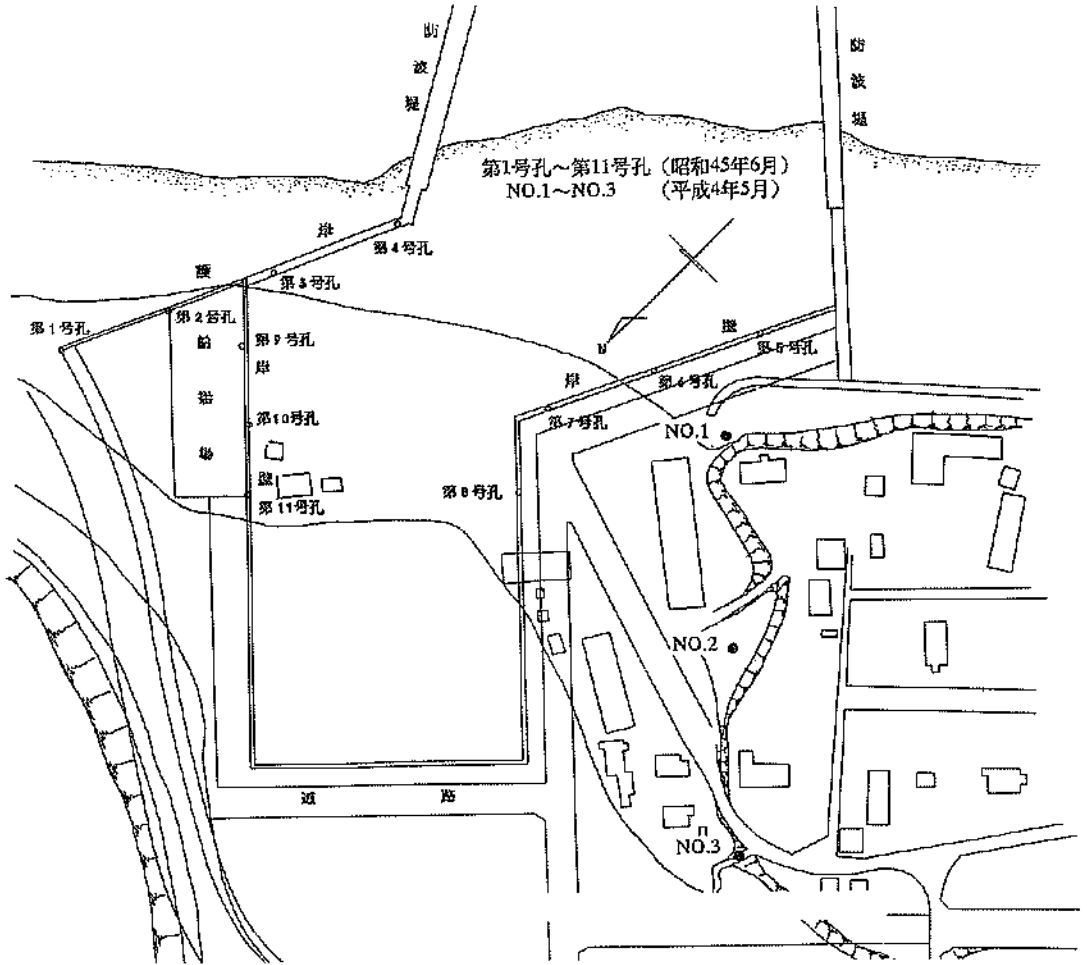


図-5.2.1 大樹漁港の位置および地形



図一5.2.2 大船漁港の平面図および被害位置範囲



図—5.2.3 大樹漁港の地質調査位置図 (昭和45年5月)

試錐番号1号孔 標高+3.52m

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状	地質	水位	記号	標準貫入試験成績																						
							深度 (m)	N値	補正値	打撃数																			
										10	20	30	40	50															
+0.02	3.50	3.50	[Pattern]	淡褐色 砂礫	6.50m	記	0m~1.70m	0.65	8	[Graph]																			
							礫80% 砂20%	0.95	30																				
								1.63	12																				
								1.95	30																				
								2.65	18																				
							3.50m~φ100mm散在シルト 塊々夾む	6.00m~6.50m	6.50m							[Pattern]	シルト混り 黄褐色 砂礫	6.50m	記	0.70m 巨礫散在	2.95	30							
																				3.50m~φ100mm散在シルト 塊々夾む	36.5	39							
																					4.65	48							
																					4.95	30							
																					5.65	52							
																				6.00m~6.50m	6.50m	6.50m	[Pattern]	シルト混り 黄褐色 砂礫	6.50m	記	100~150mm礫混入 入締る	5.95	30
																											少々シルト~砂質の薄層夾む φ200mm程度 礫混入	6.65	46
																												6.95	30
																												7.65	41
7.95	30																												
6.00m~6.50m	6.50m	6.50m	[Pattern]	シルト混り 黄褐色 砂礫	6.50m	記	8.65	55																					
							8.95	30																					
6.00m~6.50m	6.50m	6.50m	[Pattern]	シルト混り 黄褐色 砂礫	6.50m	記	9.65	48																					
							9.95	30																					

図—5.2.4 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (1)第1号孔

試錐番号2号孔 標高+2.90m

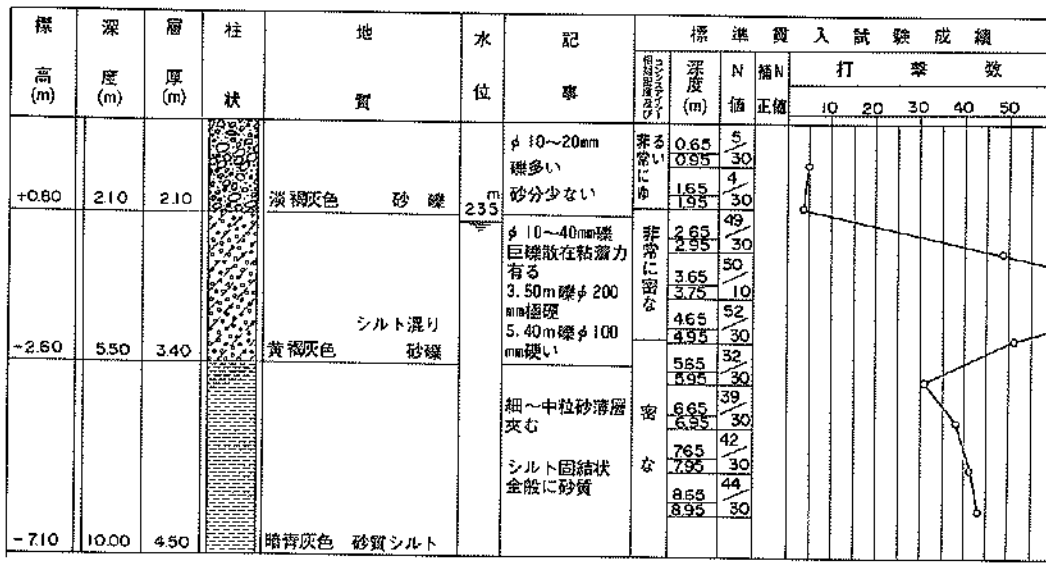


図-5.2.5 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (2)第2号孔

試錐番号3号孔 標高+1.76m

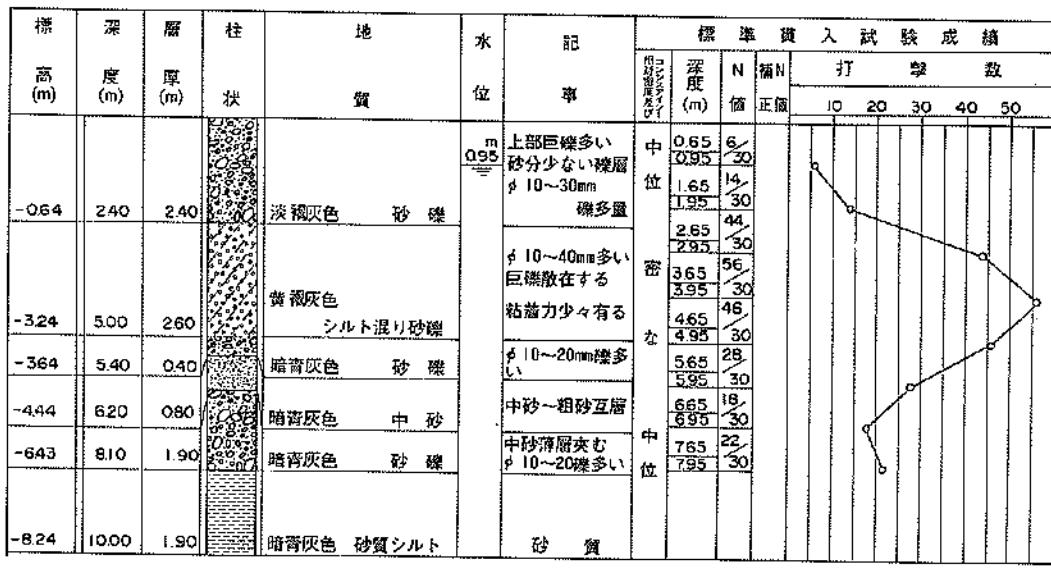


図-5.2.6 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (3)第3号孔

試錐番号4号孔 標高+3.30m

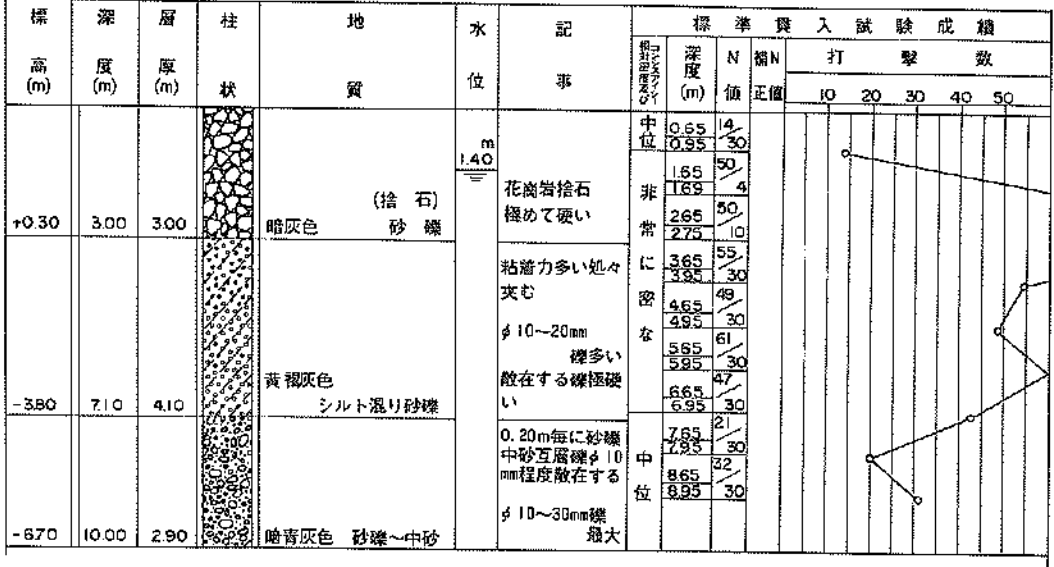


図-5.2.7 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (4)第4号孔

試錐番号5号孔 標高+3.80m

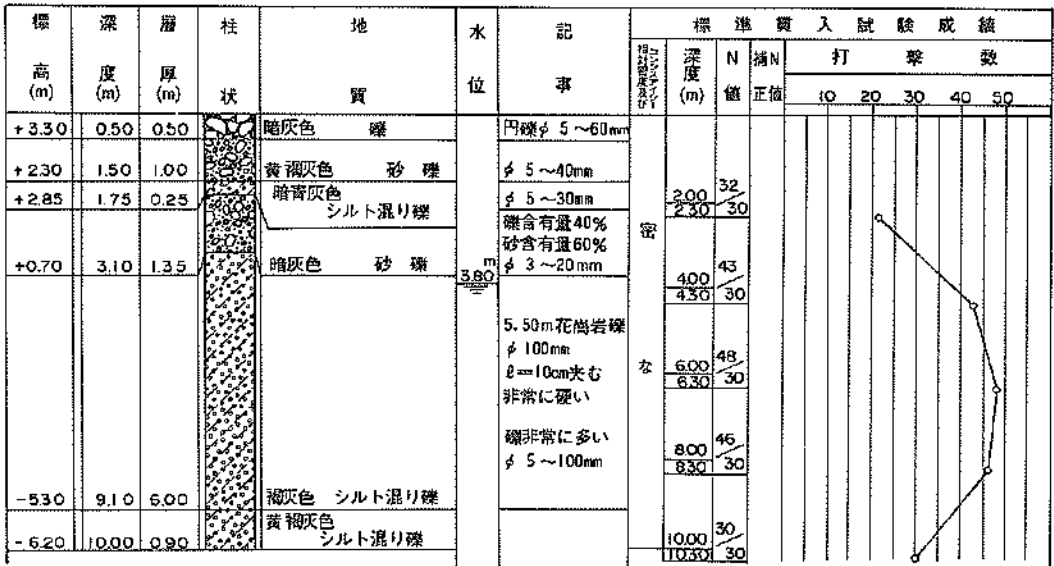


図-5.2.8 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (5)第5号孔

試験番号 6号孔 標高+5.00m

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状	地質	水位	記事	標準貫入試験成績								
							深度 (m)	N値	補正値	打撃数					
										10	20	30	40	50	
-0.40	5.40	5.40	暗灰色 砂礫		4.30	97mmケーシング 5.00mまで挿入 礫径φ5~80mm	密	2.00 2.30	49 30						
-4.30	9.30	3.90	黄褐色 シルト混り砂礫			83mmケーシング 6.00mまで挿入	な	6.00 6.30	46 30						
-5.00	10.00	0.70	暗灰色 砂質シルト			礫径φ5~40mm		8.00 8.30	45 30						
								10.00	38						

図-5.2.9 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (6)第6号孔

試験番号 7号孔 標高+5.80m

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状	地質	水位	記事	標準貫入試験成績								
							深度 (m)	N値	補正値	打撃数					
										10	20	30	40	50	
+3.80	2.00	2.00	暗灰色 粗粒砂				密	2.00 2.30	22 30						
+2.30	3.50	1.50	褐色 砂礫		3.20	112mmケーシング 3.00mまで挿入 小径φ5~40mm	密	4.00 4.30	38 30						
-4.00	9.80	6.30	黄褐色 シルト混り砂礫			87mmケーシング 5.00mまで挿入 83mmケーシング 7.00まで挿入	な	6.00 6.30	45 30						
						礫径φ5~70	非常に密な	8.00 8.07	30 7	130 30					
-6.20	12.00	2.20	暗緑灰色 緑灰質砂			土丹盤状	密な	10.00 10.30	45 30						
								12.00	42						

図-5.2.10 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月) : (7)第7号孔

試験番号10号孔 標高+4.70m

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状	地質	水位	記事	標準貫入試験成績								
							深度 (m)	N 値	補正値	打撃数					
										10	20	30	40	50	
+1.00	3.70	3.70		暗灰色 砂礫	3.10 m	礫径φ3~30mm	中	2.00	29						
							位	2.30	30						
-2.30	7.00	3.30		黄褐色 シルト混り砂礫	3.10 m	粗々花崗岩礫有り 礫径φ5~60mm	密	4.00	44						
							な	4.30	30						
								6.00	46						
								6.30	30						

図-5.2.13 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月): (10)第10号孔

試験番号11号孔 標高+4.10m

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状	地質	水位	記事	標準貫入試験成績							
							深度 (m)	N 値	補正値	打撃数				
										10	20	30	40	50
+3.50	0.60	0.60		暗灰色 砂礫		φ=2~5m/m 礫径φ10~100mm								
+1.60	2.50	1.90		暗灰色 砂礫	3.10 m	97mmケーシング 2.00mまで挿入	密	2.00	32					
							な	2.30	30					
-2.90	7.00	4.50		黄褐色 シルト混り砂礫	3.10 m	83mmケーシング 3.00mまで挿入 φ5~60mm 花崗岩礫夾む φ120mm程度		4.00	45					
							な	4.30	30					
								6.00	68					
								6.30	30					

図-5.2.14 大樹漁港の土質柱状図 (昭和45年6月): (11)第11号孔

ボーリング名 NO. 1 (SP 105.0)

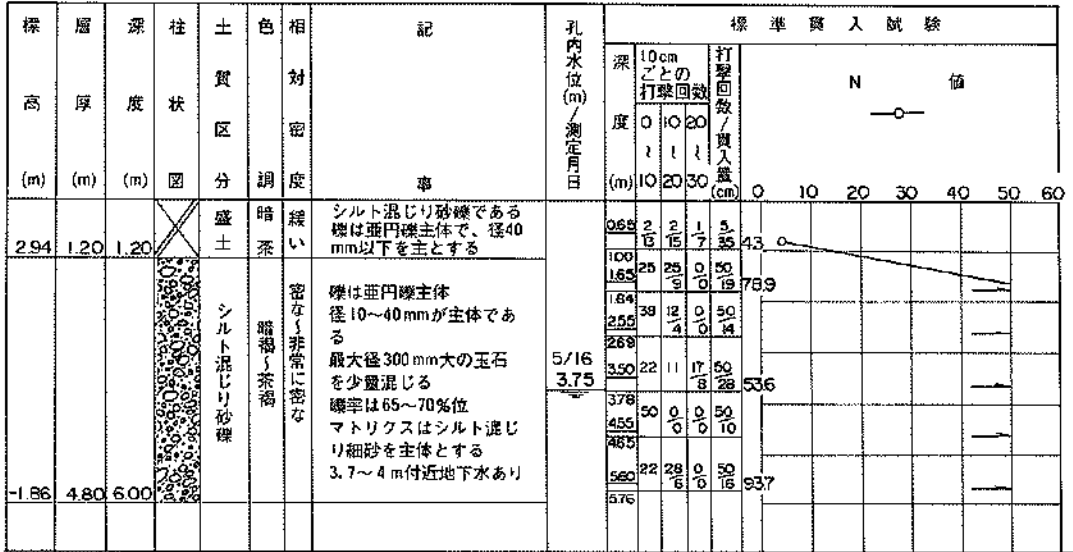


図-5.2.15 大樹漁港の土質柱状図 (平成4年5月) : 02No.1

ボーリング名 NO. 2 (SP 55.0)

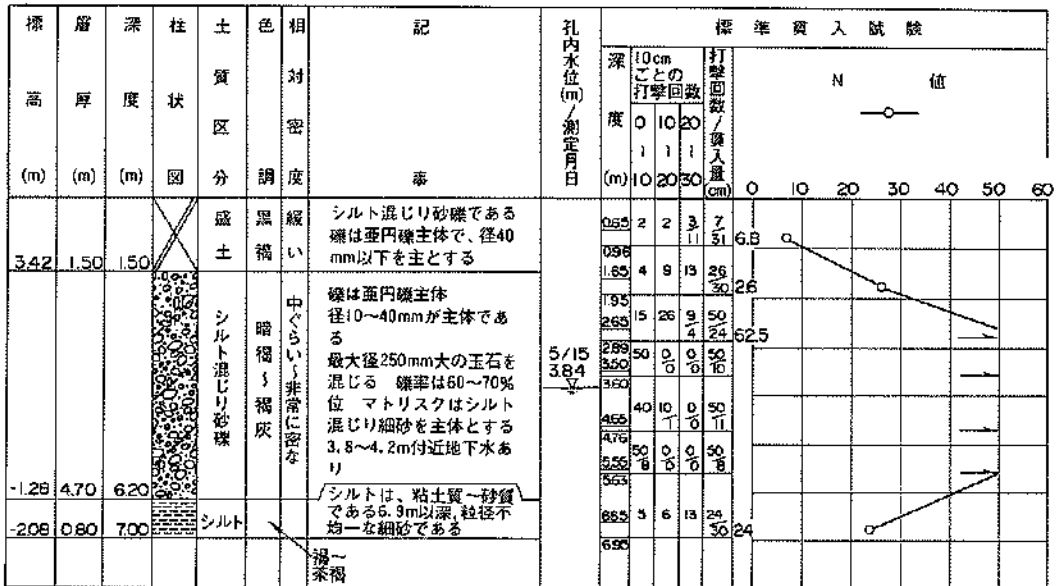


図-5.2.16 大樹漁港の土質柱状図 (平成4年5月) : 03No.2

ボーリング名 NO. 3 (SP 5.0)

標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状 図	土質 区分	色調	相対 密度	記 事	孔内水位(m)/測定日	標準貫入試験															
									深 度 (m)	10cm ごとの 打撃回数	打撃回数 / 貫入量 (cm)	N 値												
5.35	0.30	0.30		盛土 シルト 泥 じり 砂 礫	黒褐	密 な く 非 常 に 密 な	砂礫を主体とする 礫は圓礫主体 径10~40mmが主体であ る 最大径200mm大を点 在する 礫率は65~70%位 マトリクスはシルト混じ り細砂を主体とする 5.0~5.15m付近細砂を 挟む 5.25m以深地下水あり	5/19 5.25 ▽	0.65	7	6	10	23	23										
0.95	1.65	16							17	17	50	53.6												
1.93	2.65	22							20	9	50	62.5												
2.89	3.55	30							0	0	50													
3.65	4.55	32							18	0	50													
4.55	4.69	30							0	0	50													
5.55	5.64	30							0	0	50													
6.55	6.74	25							25	0	30	78.9												
7.50	7.77	23							27	0	50	88.2												

図一5.2.17 大樹漁港の土質柱状図 (平成4年5月): (10)No.3

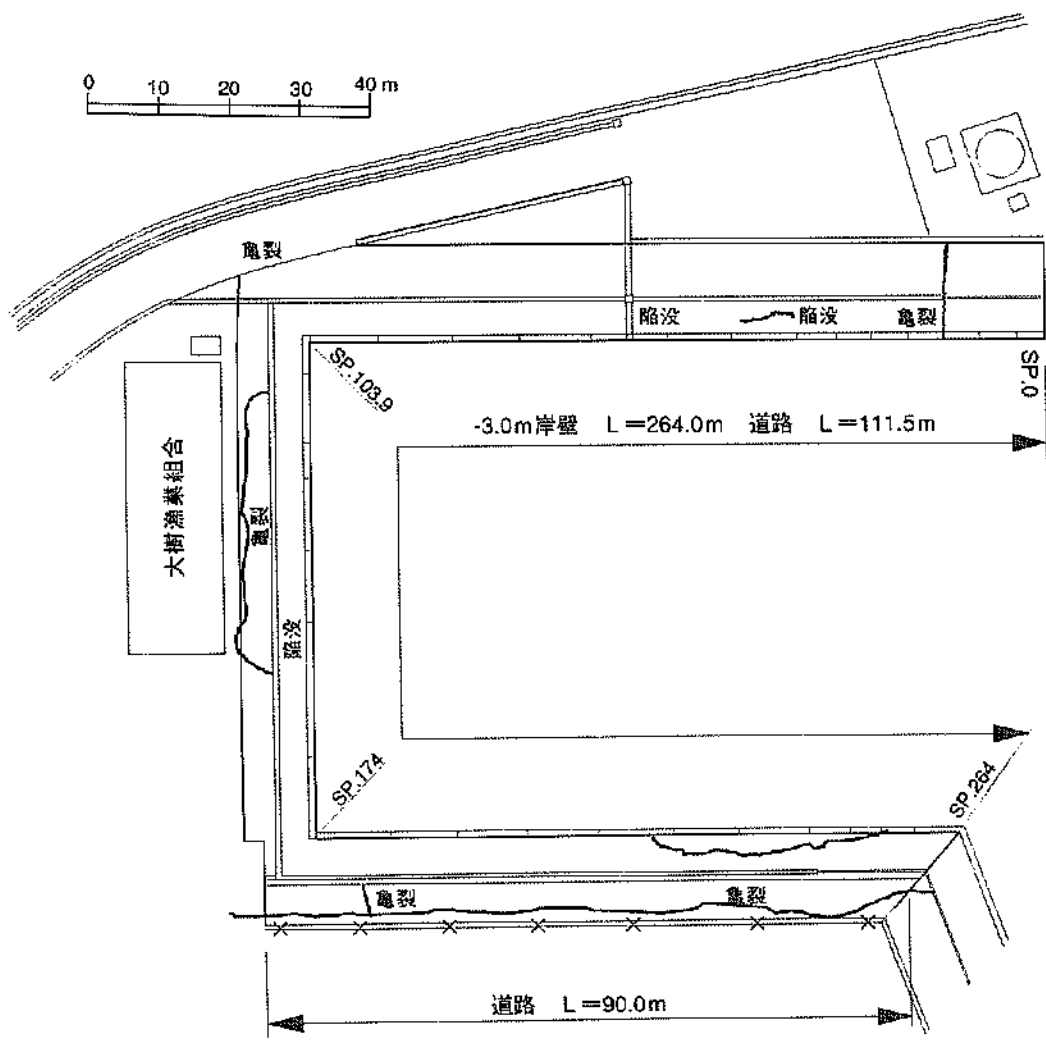


図-5.2.18 大樹漁港⑧-3.0m岸壁および道路被災状況平面図

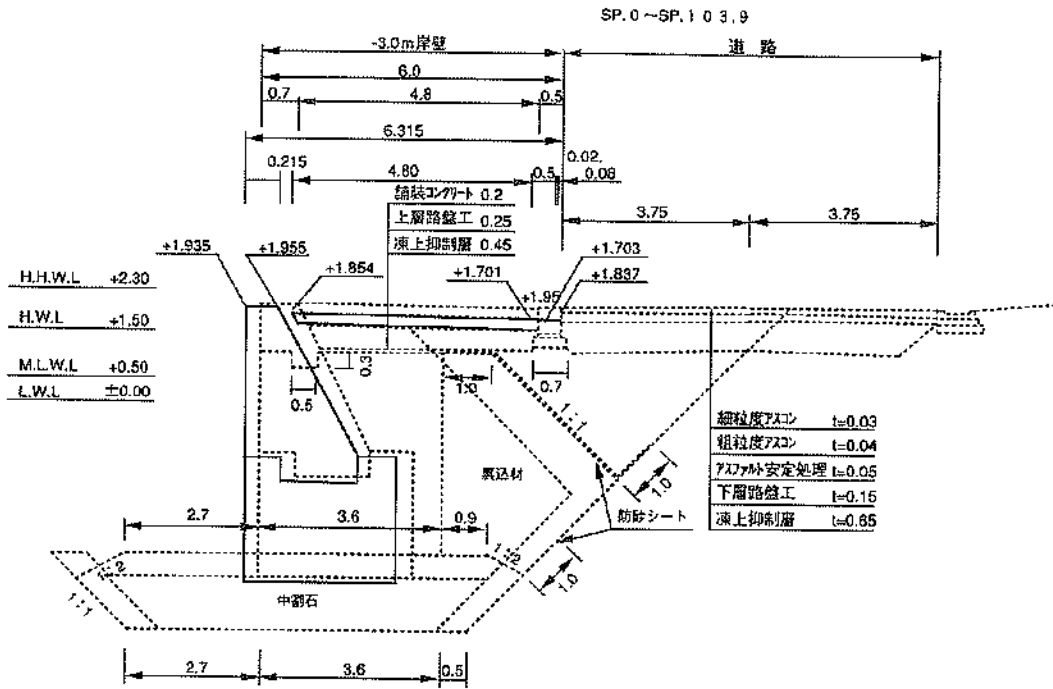


図-5.2.19 大樹漁港⑧-3.0m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図(1)

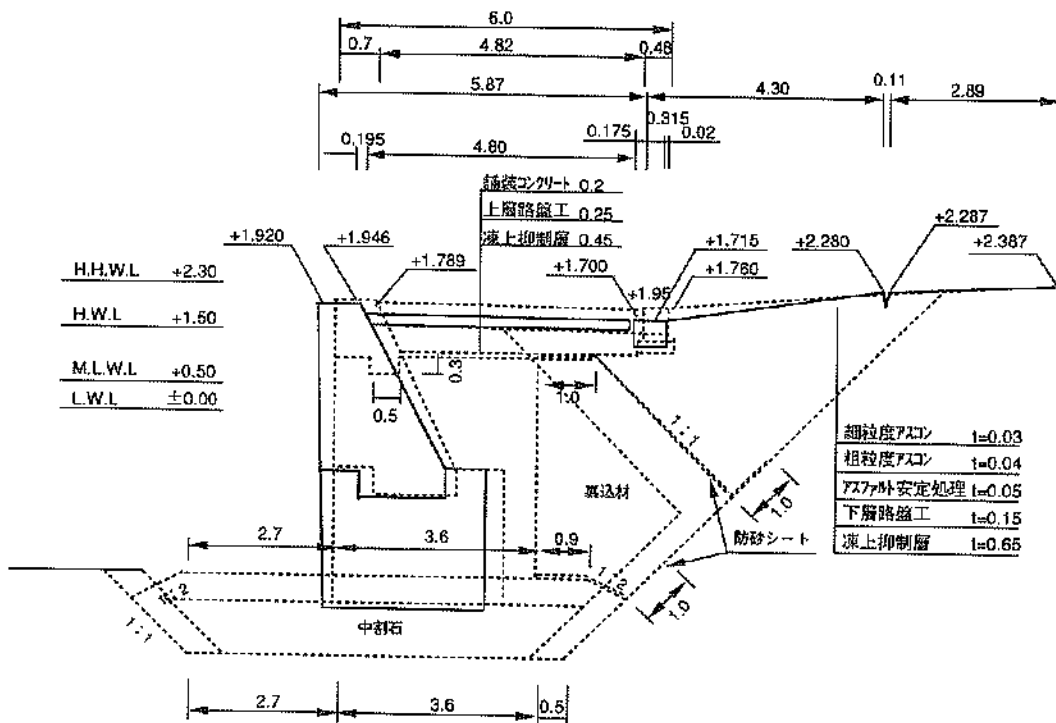
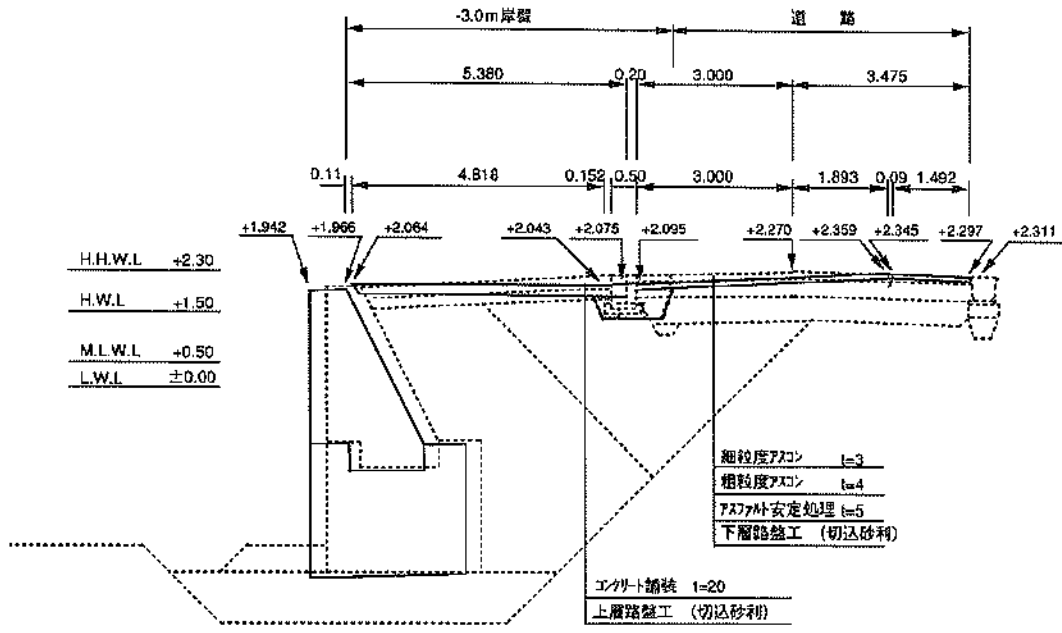
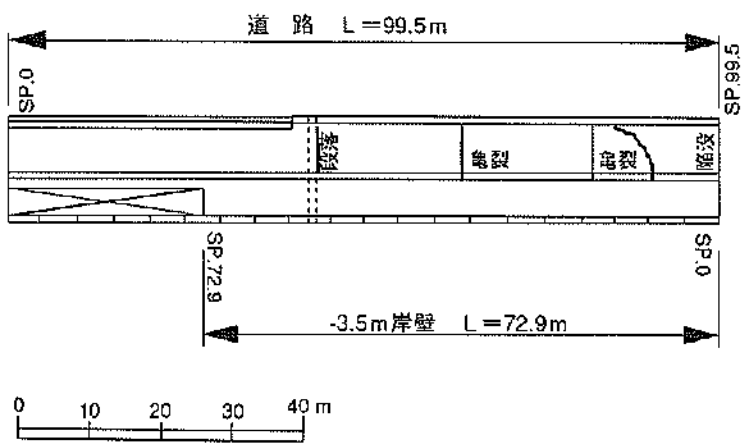


図-5.2.20 大樹漁港⑧-3.0m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図(2)



図—5.2.21 大樹漁港③—3.0m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図(3)



図—5.2.22 大樹漁港③—3.5m岸壁および道路被災状況平面図

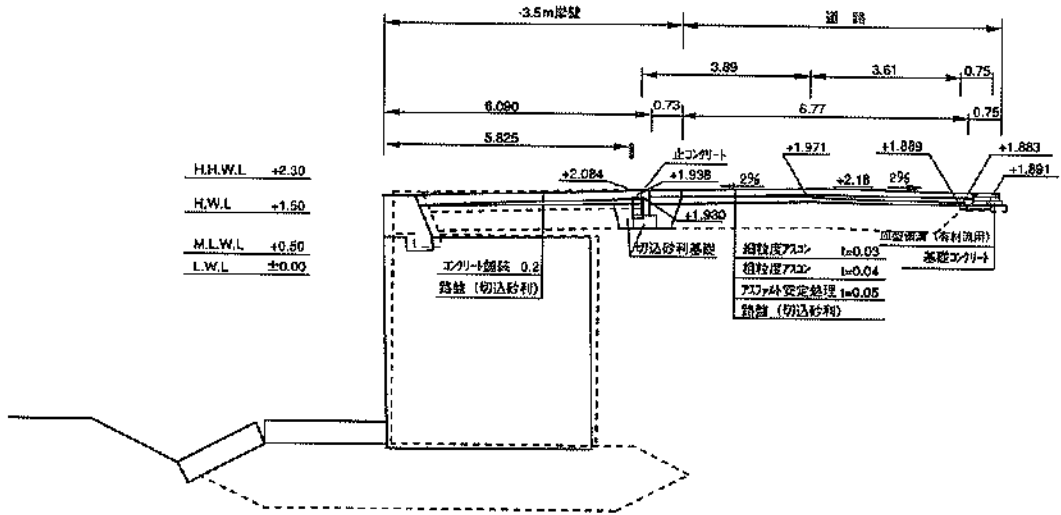


図-5.2.23 大樹漁港⑨-3.5m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図(1)

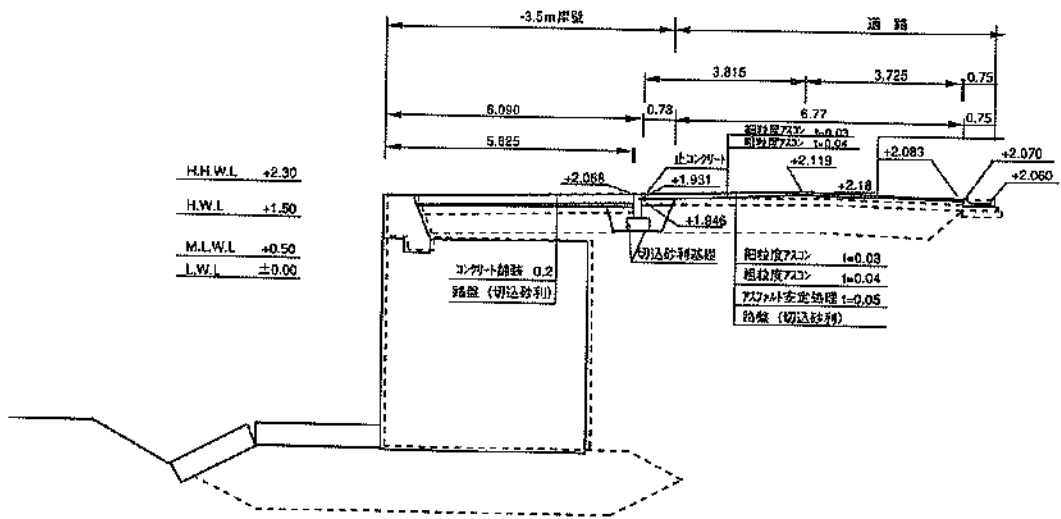
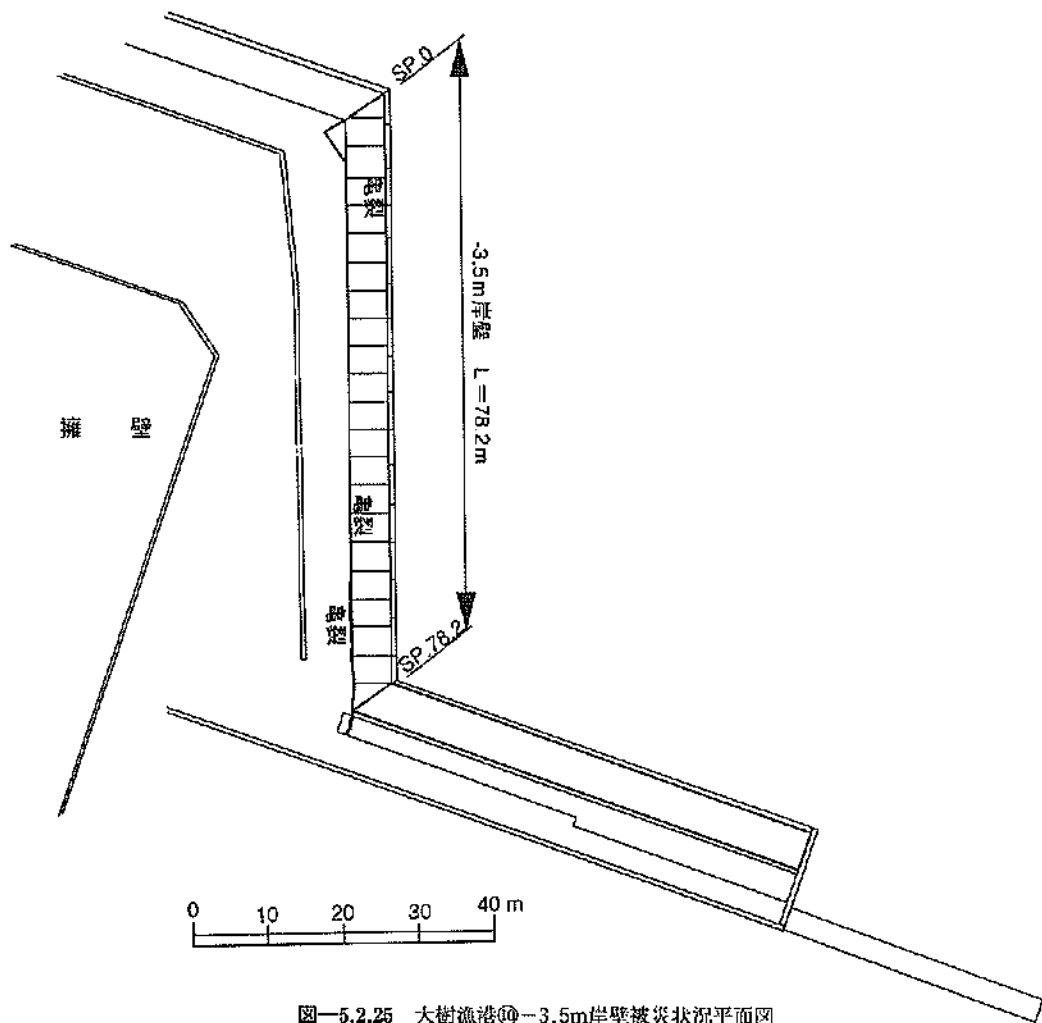
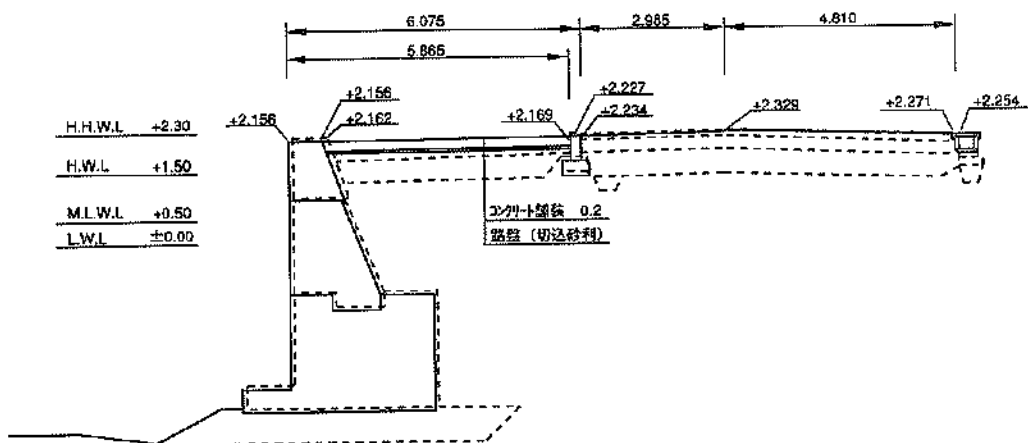


図-5.2.24 大樹漁港⑨-3.5m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図(2)



図—5.2.25 大樹漁港⑩—3.5m岸壁被災状況平面図



図—5.2.26 大樹漁港⑩—3.5m岸壁標準断面図および被災後の変形図

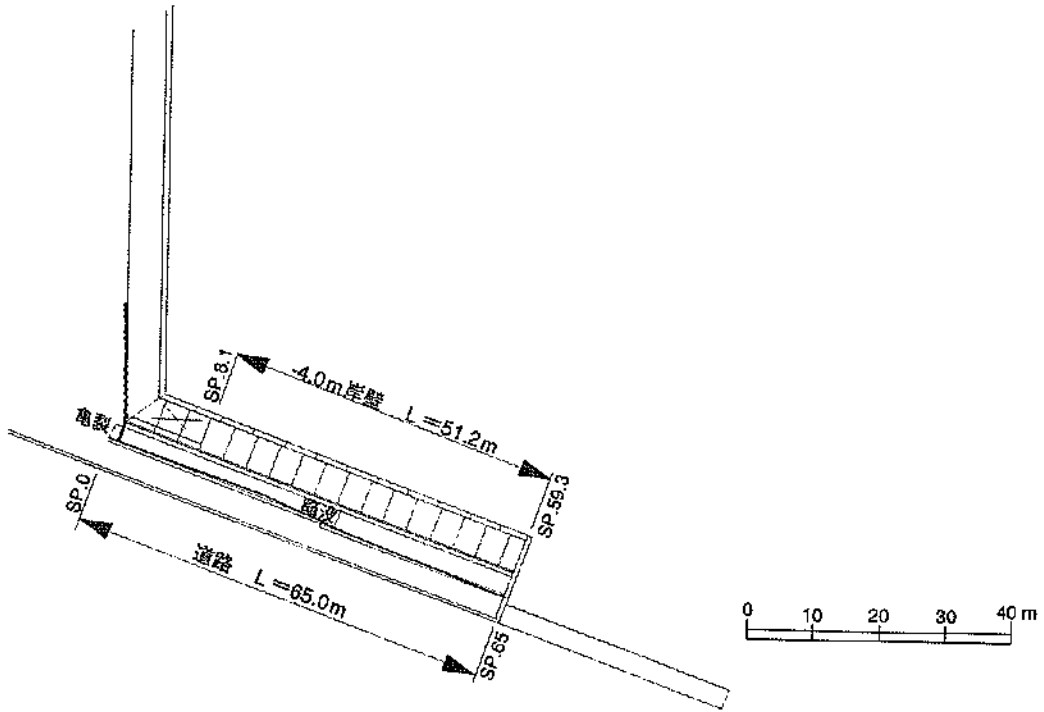


図-5.2.27 大樹漁港①-4.0m岸壁および道路被災状況平面図

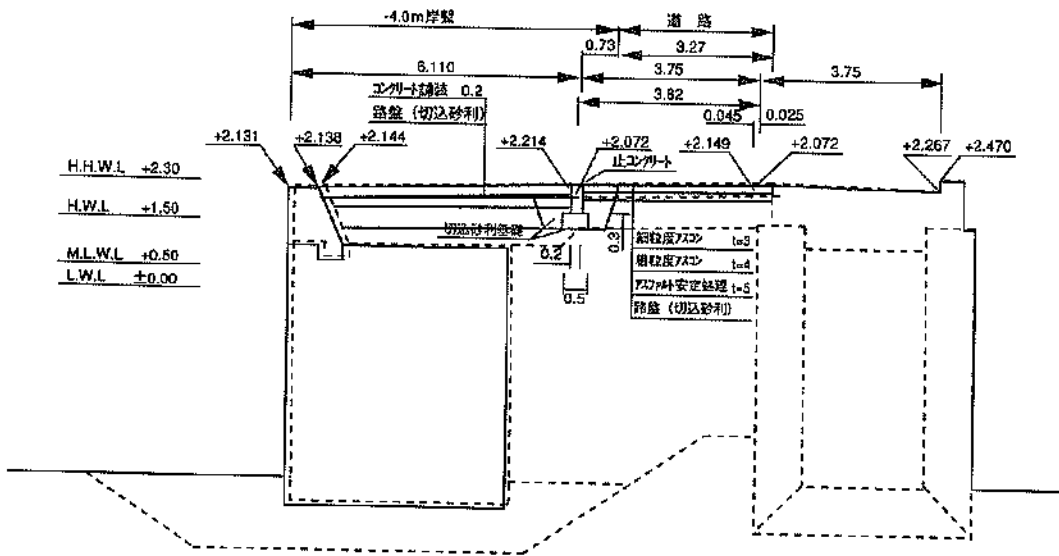
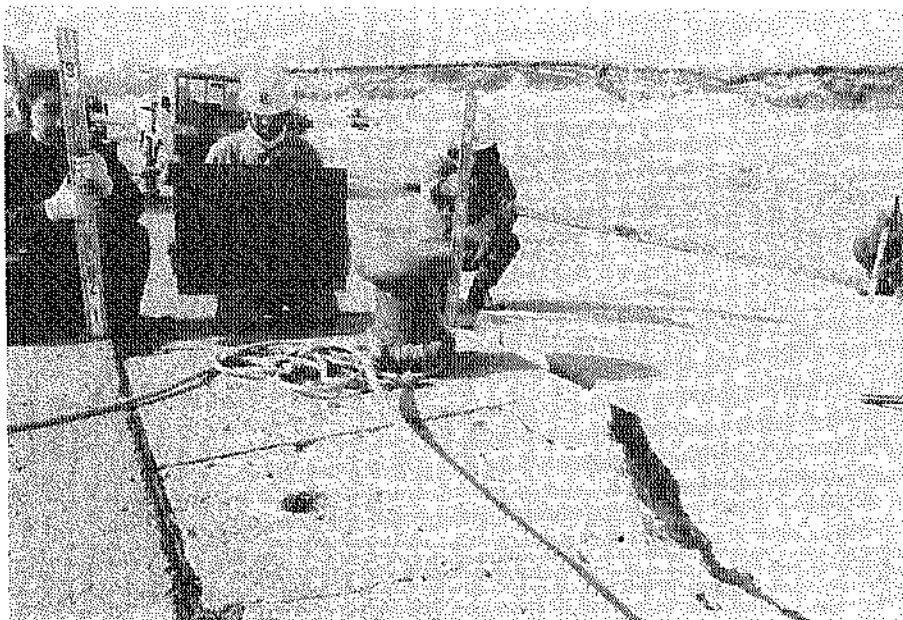
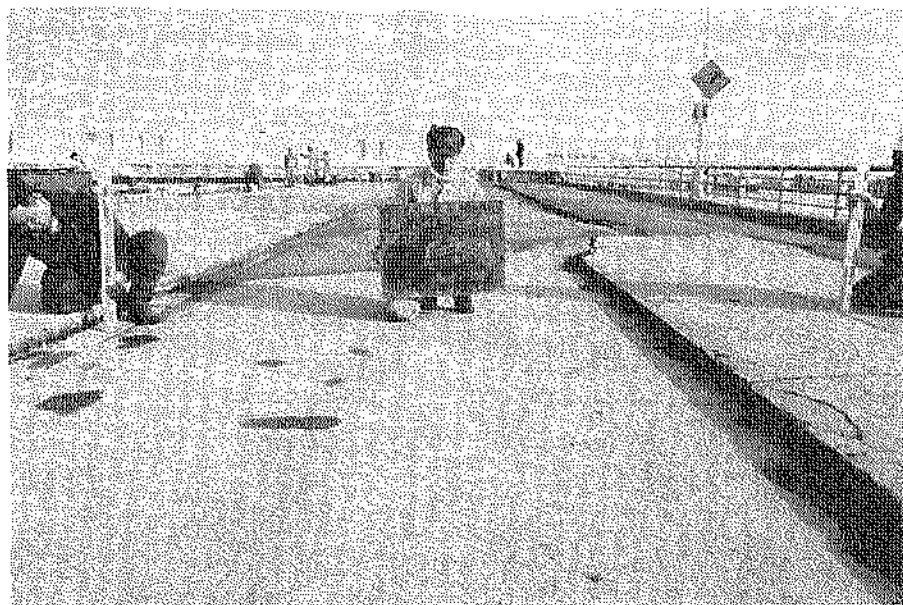


図-5.2.28 大樹漁港①-4.0m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図



写真—5.2.1 大樹漁港 (㊸—3.0m岸壁)



写真—5.2.2 大樹漁港 (㊹道路)



写真-5.2.3 大樹漁港 (㊸-3.5m岸壁)



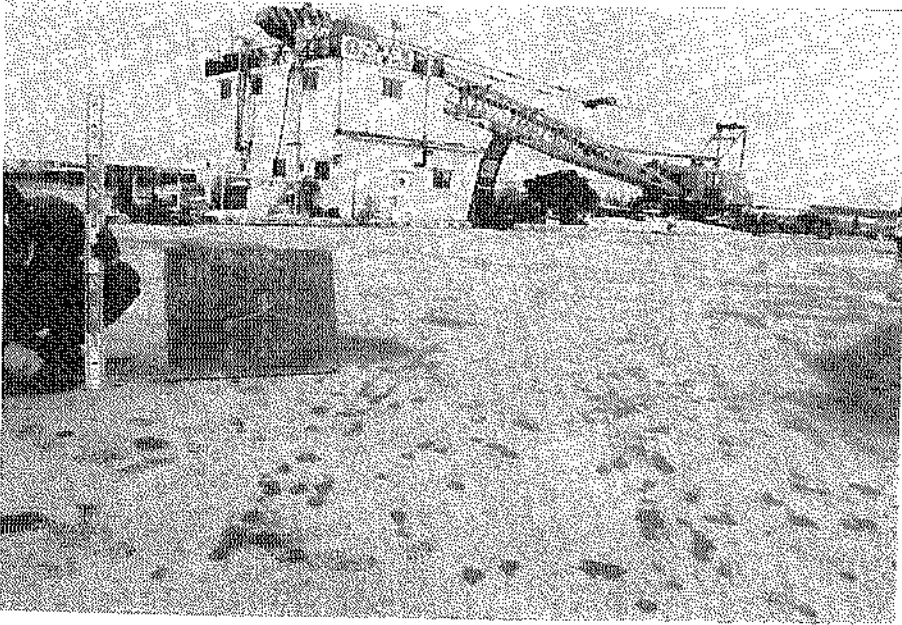
写真-5.2.4 大樹漁港 (㊸道路)



写真—5.2.5 大樹漁港 (㊸—3.5m岸壁)



写真—5.2.6 大樹漁港 (㊸—4.0m岸壁)



写真—5.2.7 大樹漁港 (①道路)

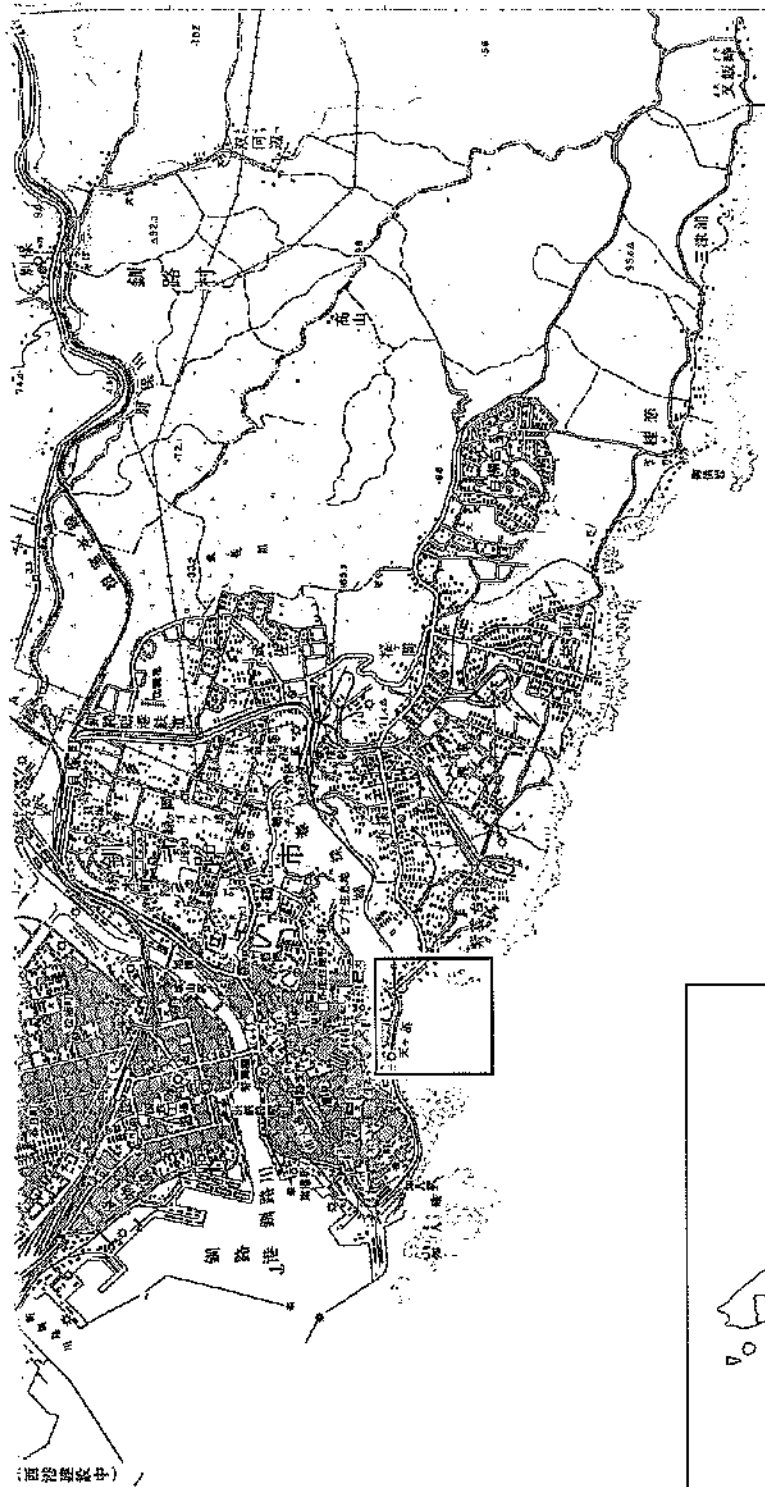
表-5.3.1 千代ノ浦漁港被災状況一覧表

施設番号	被災施設名	全体数量	被災数量	被災額 (千円)	構造	被災状況
④	ー3.0m岸壁及び道路		132.9m	18,185	重力式コンクリート アスファルト舗装 (291.0m)	前面に17.5～22.0cm・7.0～10.0cm沈下 横断方向に2箇所・縦断方向に7箇所の亀裂、1.0～19.0cmの沈下、陥没
	ー3.0m岸壁	60.0m				
	道路	306.0m				
⑥	船揚場	100.0m	52.0m	2,837	斜路・張ブロック	船揚工部と中間止壁工部で最大巾7.0cm、側壁部に於て最大巾1.0cmの間隙

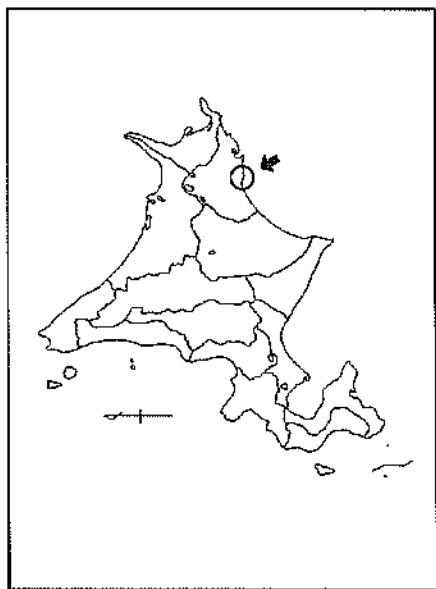
表-5.3.2 千代ノ浦漁港④-3.0m岸壁設計条件

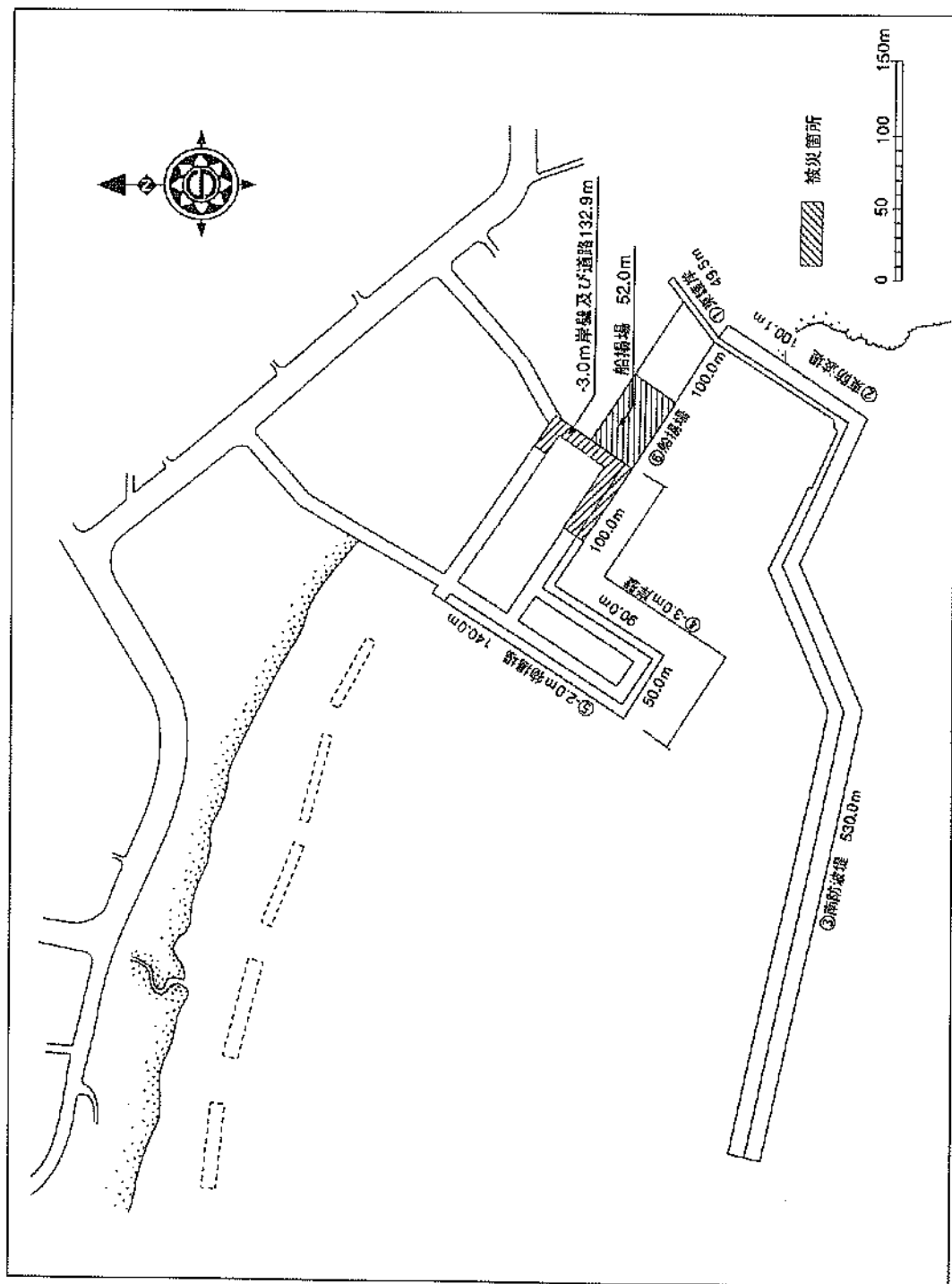
千代ノ浦漁港 ④ -3.0m岸壁 設計条件

構造形式	設計条件		計算結果		
プレバットドコンクリート	計画延長	L= 60.0m	滑動	常時	2.77 > 1.2
	延潮位	H.W.L +1.50m		地震時	1.24 > 1.0
	残留水位	L.W.L ±0.00m	転倒	常時	2.87 > 1.2
		R.W.L +0.50m		地震時	1.43 > 1.1
	波高	H 1/3=	基礎地盤の支持力	常時	16.54tf/m ³ > 13.40tf/m ³
	周期	T=		地震時	15.61tf/m ³ > 15.32tf/m ³
	水深	L=			
	断面水深	+2.2m			
	天端基礎	-3.5m			
	上載荷重	常時 1.0t			
	設計震度	地震時 0.5t			
		Kh= 0.15			
	裏埋土	Kv=			
内部摩擦角 40°					
基礎地盤摩擦係数	壁面摩擦角 15°				
	内部摩擦角				
単位体積重量	裏埋土 (空中) 1.8tf/m ³				
	φ (水中) 1.0tf/m ³				

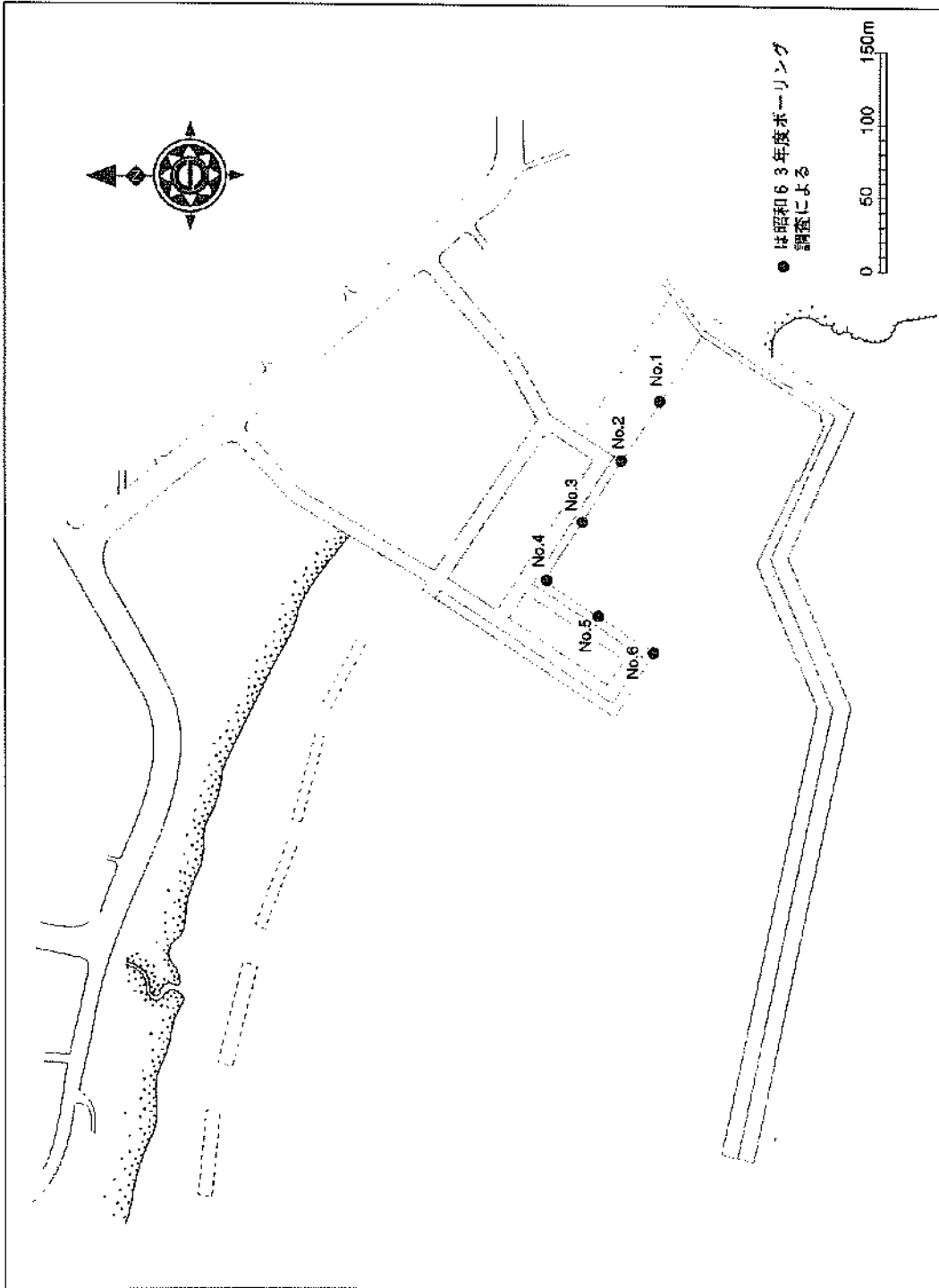


図一5.3.1 千代ノ浦漁港の位置および地形





図一5.3.2 千代ノ浦漁港の平面図および被害位置図



図一5.3.3 千代ノ浦漁港の地質調査位置

ボーリング孔：No. 1

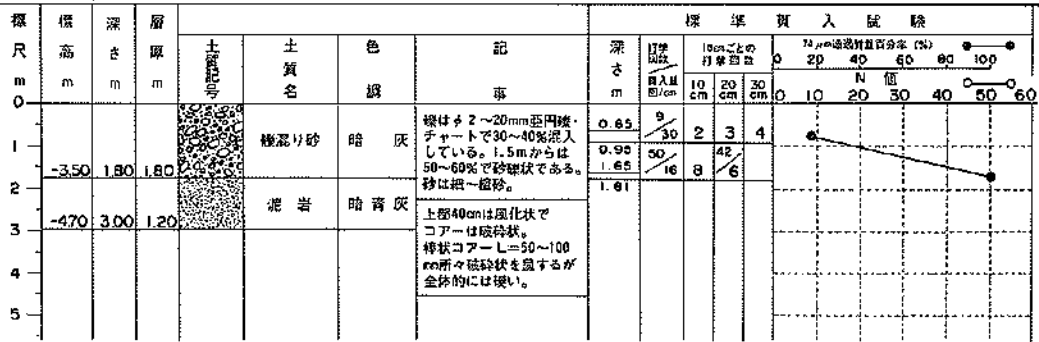


図-5.3.4 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No. 1)

ボーリング孔：No. 2

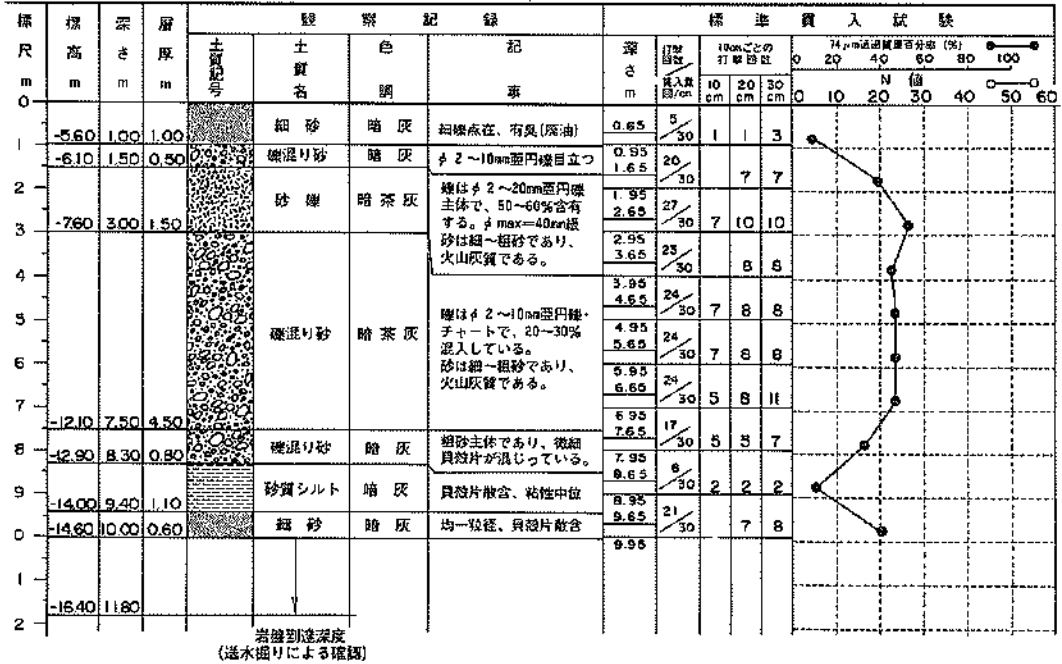


図-5.3.5 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No. 2)

ボーリング孔：No.3

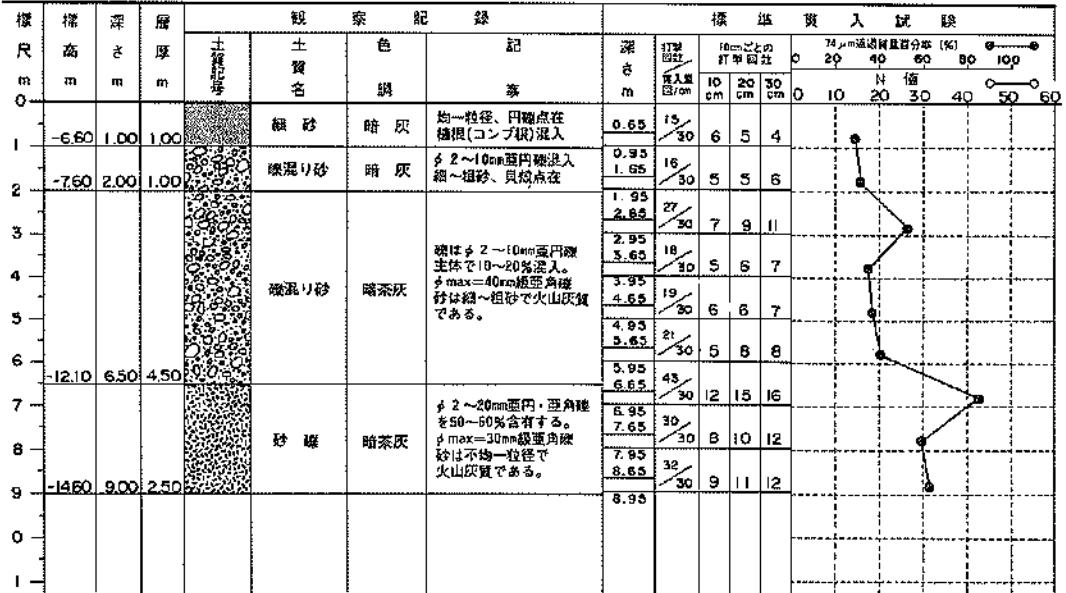


図-5.3.6 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No.3)

ボーリング孔：No.4

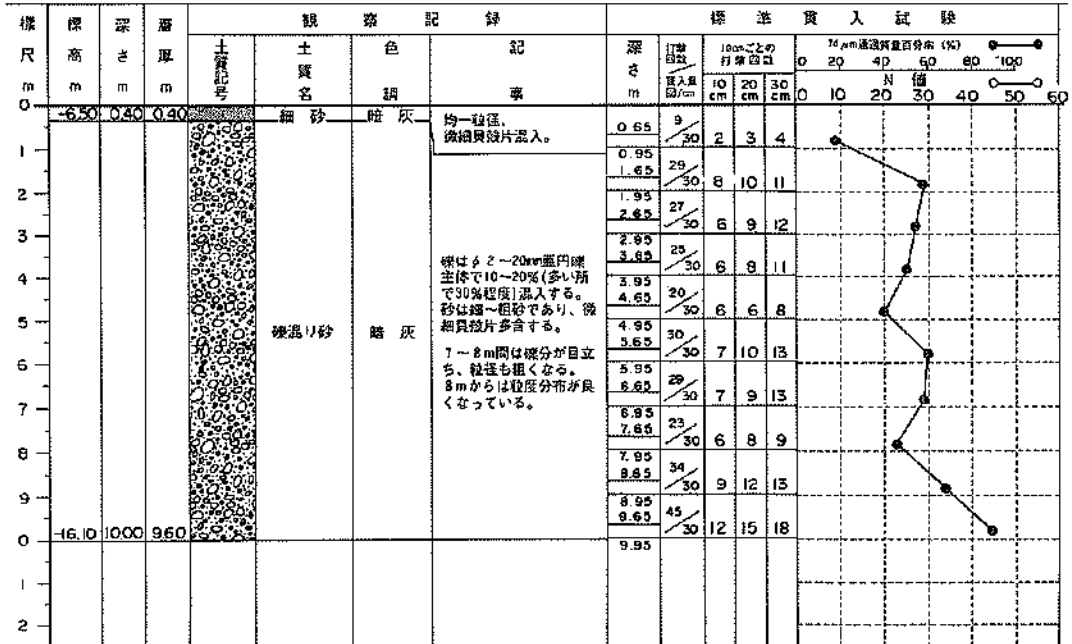


図-5.3.7 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No.4)

ボーリング孔：No.5

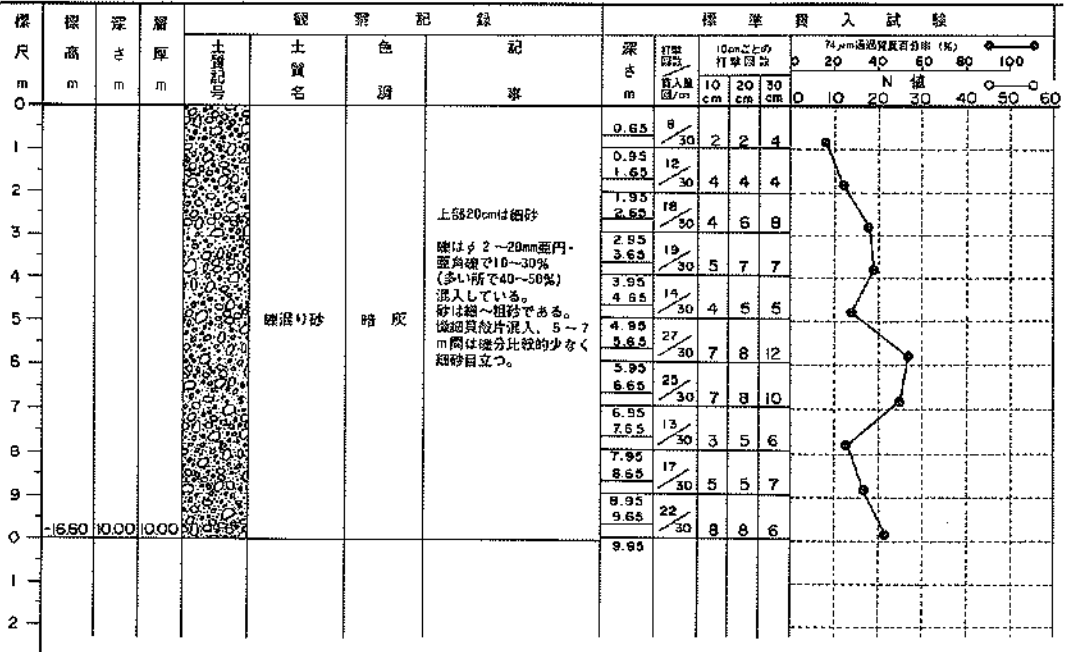


図-5.3.8 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No.5)

ボーリング孔：No.6

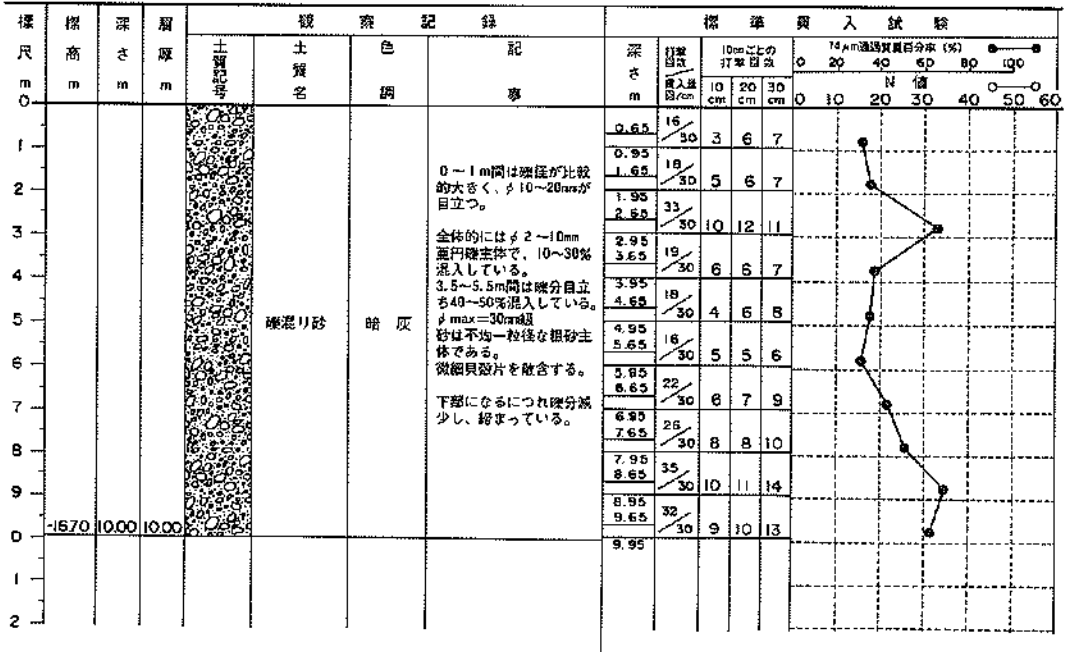
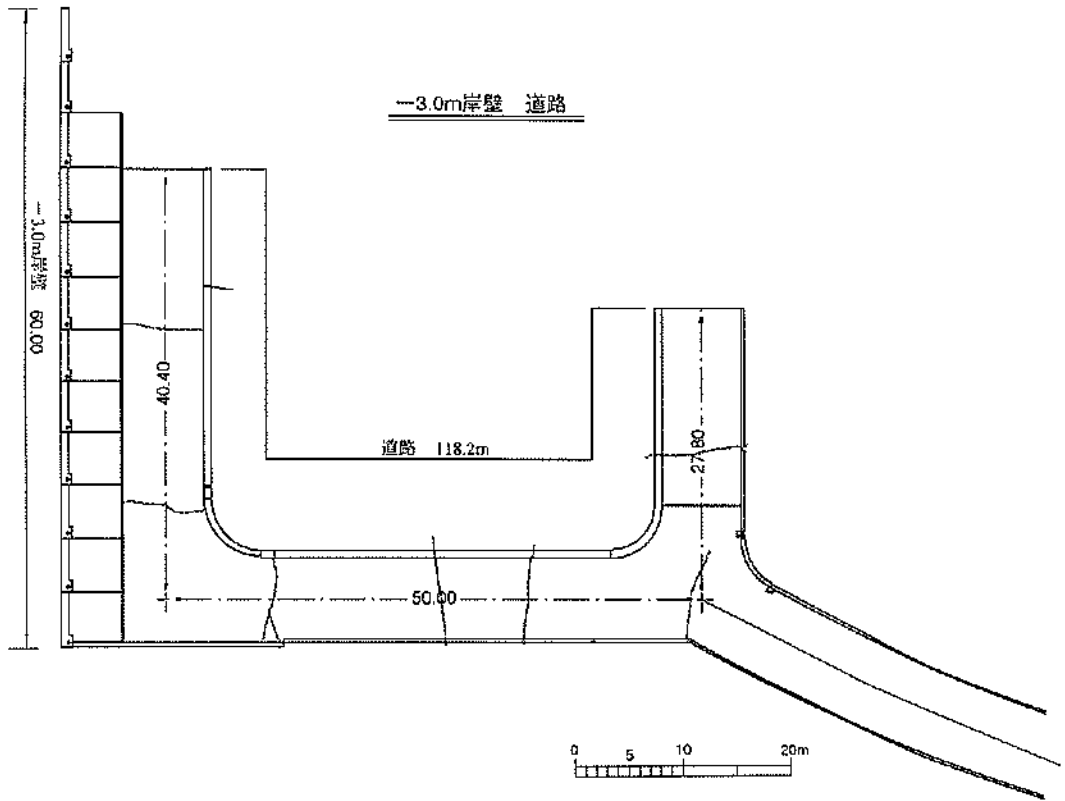
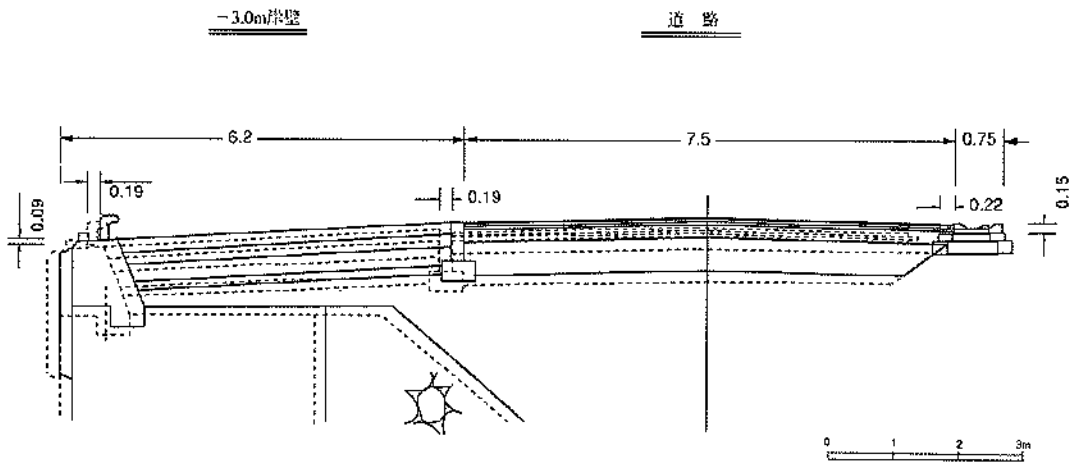


図-5.3.9 千代ノ浦漁港の土質柱状図 (No.6)

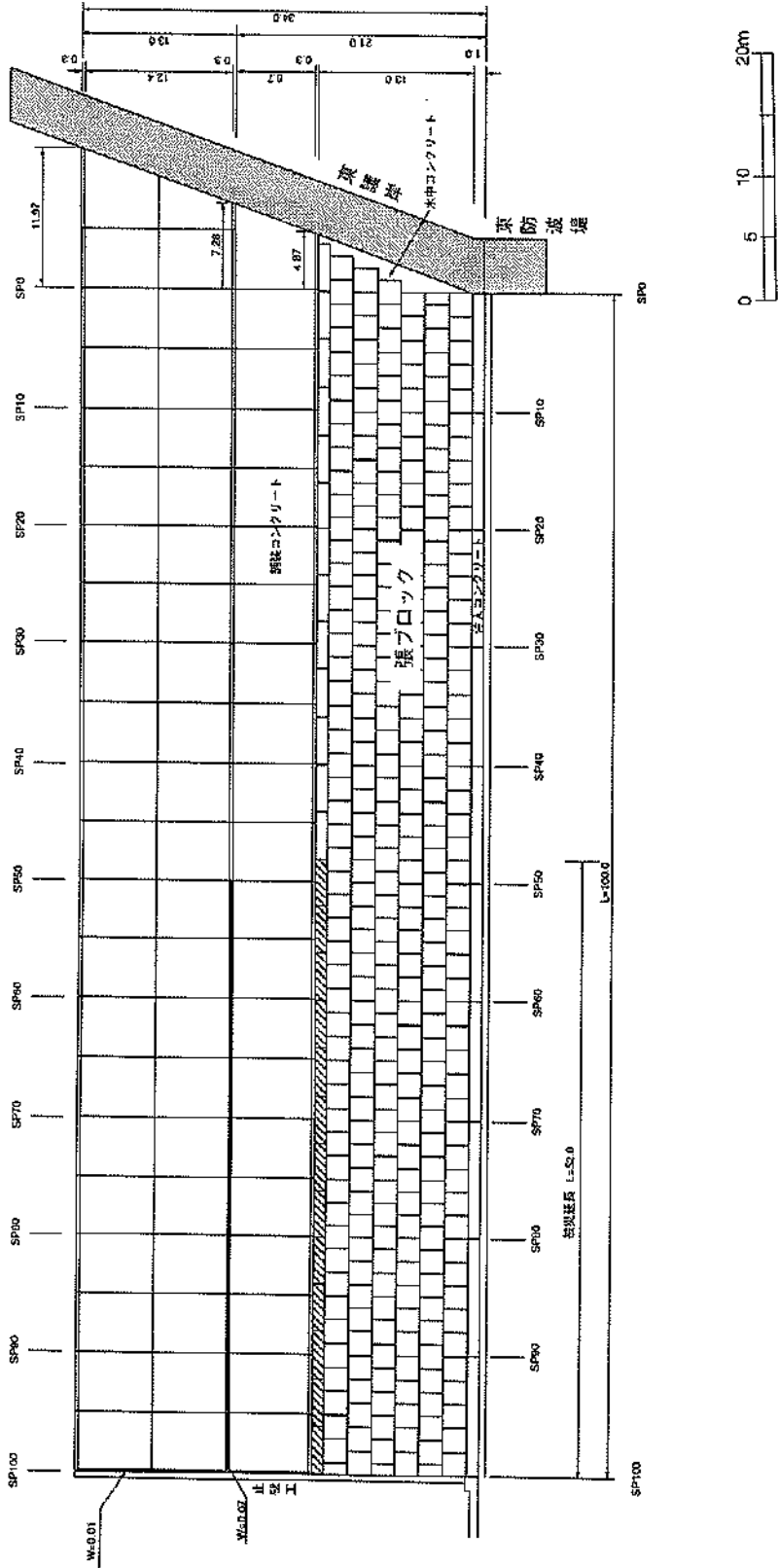


図—5.3.10 千代ノ浦漁港の④—3.0m岸壁および道路被災状況平面図



図—5.3.11 千代ノ浦漁港の④—3.0m岸壁および道路標準断面図および被災後の変形図

船揚場



図—5.3.12 千代ノ浦漁港の⑥船揚場被災状況平面図

標準断面図 SP 90

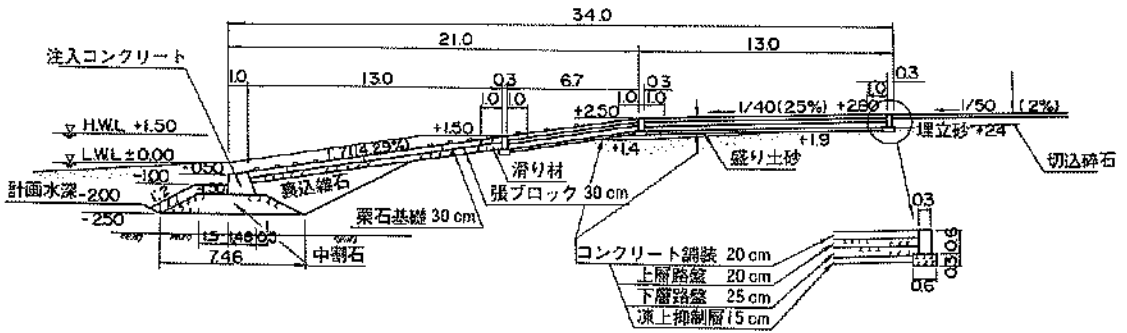


図-5.3.13 千代ノ浦漁港の⑥船揚場標準断面図

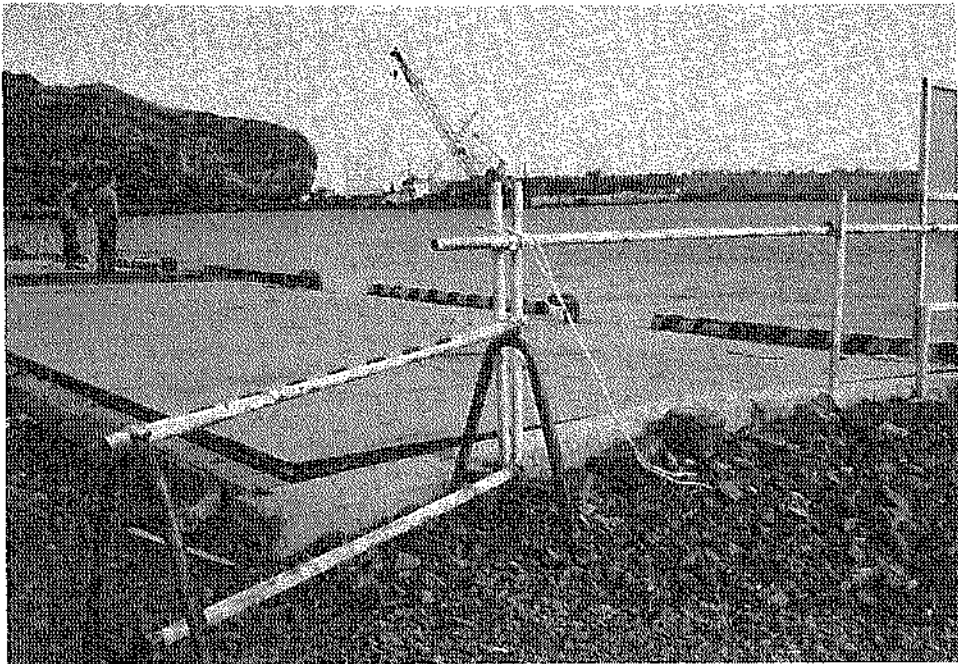
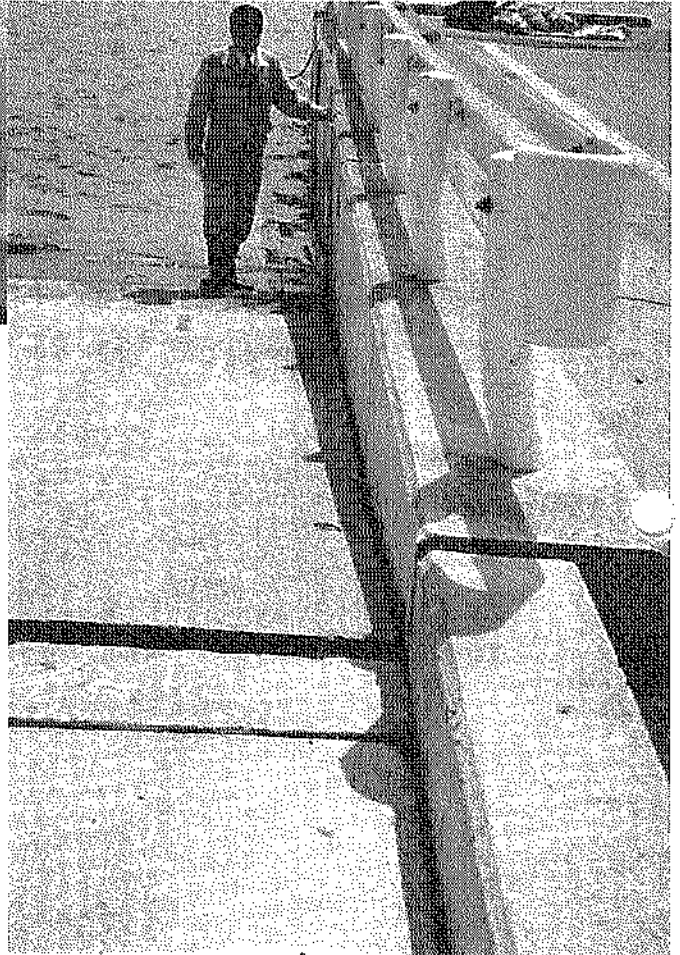


写真-5.3.1 千代ノ浦漁港 (④)-3.0m岸壁



写真—5.3.2 千代ノ漁港 (④道路)



写真—5.3.3 千代ノ浦漁港 (⑥船揚場)

6. 釧路空港の被害

釧路沖地震により激しい地震動の発生した地域（震央距離約26km）にある空港として釧路空港があった。幸いにも空港土木施設に関しては、多少の被害はあったものの、航空機の離着陸に全く支障のない状況が全体として確保された。図-6.1に釧路空港の平面図を示す。

6.1 釧路空港の概要¹⁾

釧路空港は、海岸から約5km、釧路市街地から北西約22kmの丘陵地帯に建設されている第二種空港である。釧路空港は、昭和32年8月に公共用飛行場として工事が開始され、昭和36年7月にYS-11型旅客機の就航する滑走路1,200mの規模で供用が開始された。昭和48年度には、小型ジェット機の精密進入が可能な1,800mの滑走路が完成した。これを機に小型ジェット機DC-9が就航し、道東地域における航空輸送の拠点として重要な役割を果たして来た。

釧路空港における航空旅客需要は、年々増加を続け、昭和54年度には67万人に達した。この後、若干の減少傾向を示したが、昭和59年度以降再び増加傾向を示し、昭和62年度実績で約60万人となっている。また、航空貨物需要は着実に増加を続け、昭和62年度実績で6,650tに達している。こうした航空需要増加の趨勢に対し、増便により対処することは、相手側空港の発着回数の制限から不可能であり、低騒音大型ジェット機の導入に伴う滑走路延長等の整備が必要不可欠となった。

このような状況の下、第3次空港整備5箇年計画により調査が着手され、昭和56年度から滑走路の北側方向に滑走路を2,300mへ延長する本格的な空港整備が開始された。そして、第1段階として、昭和60年7月に滑走路延長2,100mの供用を開始し、第2段階として、嵩高65mを越える大規模な盛土工を必要とした滑走路2,300mを平成元年12月に供用開始した。現在では、夏場の霧による欠航対策事業の一環として、電波高度計による着陸を可能とするための用地造成を現在の高盛土の北側に行っている²⁾。本用地造成も嵩高60mを越える大規模な盛土工を伴うものである。

6.2 釧路空港の強震動

釧路空港では、空港高盛土部分の地震時の安定性を検証するため、高盛土部分および原地盤において強震観測ならびに地震時の過剰間隙水圧の観測を行っている。以下に、その概況について報告する。

6.2.1 強震計の設置・観測状況

釧路空港における強震観測ならびに過剰間隙水圧観測の平面図を図-6.2.1、断面図を図-6.2.2に示す。図に示すように、高盛土部では法肩部（FR3）、法中部（FR2）、法先部（FR1）の3点、および盛土から少し離れた原地盤の地表（F）と地中基盤（FB）の2点の計5点において強震観測を行っている。また、盛土部および原地盤中の4点（A～D）において過剰間隙水圧の観測を行っている。観測は、原地盤の地表および地中基盤における強震観測を昭和62年9月より開始し、その他は昭和63年5月に開始した。

設置されている強震計はERS-F型強震計³⁾であり、間隙水圧計は半導体ストレインゲージを用いたS-PW型間隙水圧計である。それらの設置状況総括表を表-6.2.1および表-6.2.2に示す。当初、強震計はセンサー部分にフォースバランス型のものが使用されていたが、落雷により破損してしまったため、地中基盤に設置している強震計のみ速度帰還型のものに更新している。

6.2.2 強震観測地点の土質

強震計ならびに間隙水圧計設置地点の土質を図-6.2.3に示す。図に示すのは、地中地震計（FB）設置地点、間隙水圧計（A～C）設置地点、法中部強震計（FR2）設置地点、法肩部強震計（FR3）設置地点の4箇所である。

地中地震計設置地点では、地表からG.L.-17m付近までは軟らかい層と硬い層が互層となっており、それ以深ではN値50以上の硬い層が続いている。G.L.-69mの地中地震計設置位置では、せん断波速度で約400m/secの地盤となっている。盛土部では、表層近傍を除いて、G.L.-15～20m付近まではN値20～40の地盤になっており、それ以深では、一部を除き盛土部においてもN値50以上の地盤となっている。十分に締め固めを行った盛土部では、表層地盤と言えどもN値の大きい地盤が形成されている。

6.2.3 観測記録

(1) 加速度時刻歴

今回の地震で得られた観測記録で、ERS-F型強震計の計器特性による補正を施した加速度時刻歴を各観測点毎に図-6.2.4に示す。また、各地点の加速度時刻歴を同一成分毎にとりまとめたものを図-6.2.5に示す。図中、E44SおよびN44Eはセンサーの振動方向を表すものであり、両者で水平の直角2成分を形成している。E44SはEW成分のE方向が44度S方向に向いた状態を表し、この成分は盛土法面平行（接線）方向、言い換えれば盛土断面直角方向に一致している。また、N44EはNS成分のN方向が44

度E方向に向いた状態を表し、この成分は盛土法面直角方向、言い換えれば盛土断面平行方向に一致している。以下、E44S成分を盛土法面接線方向、N44Eを盛土法面直角方向と言うことにする。

上記加速度時刻歴の中で、原地盤地表面(F)におけるN44E成分(盛土法面直角方向)は、0.01秒間隔の加速度時刻歴中で2箇所続いて加速度がアンプの設定を越えスケールアウトしている。このため、その箇所については最大加速度が明かとなっていないが、ほぼ最大値に近い状態と考え、ここでは頭打ちとなった最大加速度値をそのまま使用している。

図-6.2.4に示す加速度時刻歴の各成分の最大加速度を取りまとめたものを表-6.2.3に示す。また、表中には上記の最大加速度を既往のSMAC-B2型強震計の計器特性と等価なものに換算した値も示している。さらに、地中基盤の最大加速度に対する表層での最大加速度の比(加速度増幅率)を表-6.2.4に示す。表-6.2.3の最大加速度および表-6.2.4の最大加速度の比に注目してみると、原地盤地表面(F)における最大加速度が1G程度と、盛土部と比較して約2倍大きくなっている。締め固めを全く行っていない原地盤部では、締め固めを十分に行った盛土部と比較して、表層地盤による加速度の増幅が大きくなったものと考えられるが、基盤に対する最大加速度の増幅率では約4倍と大きなものとなっている。また、盛土法先部(FR1)のE44S成分(盛土法面接線方向)でも約800Galと大きな値となっている。

盛土部と原地盤部(地山部)での加速度の増幅に大きな差はあるが、上記の結果から空港に作用した最大加速度は、地中基盤で概ね200~300Gal、盛土部の沿走路面(法肩部)で500~600Gal程度と推察される。また、SMAC-B2型強震計の計器特性に換算した値では、地中基盤で180Gal程度、盛土部の沿走路面(法肩部)で350~400Galの最大加速度が作用したものと考えられる。これらの値と釧路港で観測された強震記録の最大加速度とを比較すると、盛土法肩部における最大加速度が若干大きいものの、これらの値は、釧路港で観測された強震記録の最大加速度と概ね一致するものである。

(2)過剰間隙水圧

観測された過剰間隙水圧の時刻歴を図-6.2.6に示す。ただし、地下水面位置の変動によって、置換部上部(A)および上部Ds層(D)における過剰間隙水圧記録は観測されなかったため、図中には置換部下部(B)および下部Ds層(C)の観測記録を示している。置換部下部(B)および下部Ds層(C)では、それぞれ時刻歴の最初の部分の基盤の変動から静水圧を算出している。両者の水平距離は

高々数mであるが、設置深さおよび算出した静水圧を考えると地下水面位置の分布が急激に変動していることが伺える。設置深さおよび静水圧を考慮して、間隙水圧計位置の有効上載圧力の概略値を求めると、置換部下部(B)では約2400gf/cm²、下部Ds層(C)では約4000gf/cm²となった。これより、過剰間隙水圧時刻歴の最大値と有効上載圧力から過剰間隙水圧比を求めると、置換部下部(B)では約18%、下部Ds層(C)では約10%となった。これらの結果から、地下水面以下の地盤では、概ね10~20%の過剰間隙水圧の上昇があったものと推察される。

6.3 沿走路および誘導路の被害

沿走路および誘導路においては、図-6.3.1のクラック状況図に示すように、幅1~3mmのクラックが路面の横断方向に発生した(写真-6.3.1, 写真-6.3.2)。写真に示すように、クラック幅は小さく、段差も生じていないため、航空機の離発着に全く支障は出ていない。

クラックの間隔に注目してみると、クラックは概ね50~100m間隔で路面横断方向に入る傾向にあり、その傾向は沿走路北側の高盛土に近い側で顕著である。現在、沿走路舗装の設計では地震動の影響を考慮していないが、地震動が比較的大きかったことから、このようなせん断によるクラックが入ったものと考えられる。

平成5年9月現在、路面のクラック補修はなされていないが、今後、通常のメンテナンス作業の一環として補修が行われる予定である。

6.4 空港高盛土および周辺施設の被害

(1)空港北側の高盛土の被害

被災状況断面図(図-6.1中のE-E断面)を図-6.4.1に示す。表面被覆土の一部に局所的なひび割れ、円弧滑りが発生した(写真-6.4.1)。土砂流出量は2,000m³、植生流出量は1,000m³程度であった。

尚、現在工事中の延長部分の高盛土施工地区での被害は全く発生しなかった。

(2)空港南西側および南東側盛土の被害

南西側盛土部分の被災状況断面図(図-6.1中のC-C断面)を図-6.4.2に示す。盛土全体に渡って崩壊が発生し、土砂流出量は2,500m³、植生流出量は1,500m³であり、場周柵に破損が生じた(写真-6.4.2)。沿走路等の基本施設には全く支障はないが、場周道路において大型車の通行に支障が生じた。

南東側盛土では、法肩部にひび割れが発生し、植生流出量が500m³発生し、重量法枠が大きく変形した(写真-6.4.3)。本南東側盛土部分の被災状況断面図(図-6.1中

のA-A, B-B断面)を図-6.4.3および図-6.4.4に示す。

(3)北側調整池および場周道路の被害

北側調整池の被災状況断面図を図-6.4.5に示す。北側調整池では、地割れによる法枠破損(重量法枠破損、堤体の破損)が生じた。また、空港場周道路では、ひび割れによる舗装の破損が生じた。被災状況断面図(図-6.1中のD-D断面)を図-6.4.6に示す。

6.5 地震後の高盛土の変形

空港北側の高盛土工においては、盛土部の安定性を検証するための動態観測として、水平変位、鉛直変位、間隙水圧、土圧を継続して測定している。今回の地震前後においても測定を行っており、以下に地震による高盛土部の変形について報告する。

比較データは、地震前が平成4年12月28日、地震後が平成5年1月16日のものを用いている。尚、本動態観測の測線は強震観測の測線と概ね一致するものである。

(1)水平変位

地震前および地震後の水平変位の分布図を図-6.5.1に示す。No. 1, No. 3およびNo. 6地点については大きな変化はられない。No. 4, No. 5地点では、地震後にそれぞれ地表より17.5m, 37.5mのところ挿入不可能となり、地震の影響によるものと思われる。今回の地震による法面での変位量は、1~2cm程度となっている。尚、No. 2地点は地震前の平成4年7月に地表より20.5mのところ挿入不可能となりデータが得られていない。

(2)鉛直変位

地震前および地震後の鉛直変位の分布図を図-6.5.2に示す。地震後には、No. 1地点を除いて全地点で低下がみられた。沈下量は、5~13cm程度となっており、No. 5およびNo. 6地点で沈下が大きくなっている。ただし、その後の調査では、No. 4, No. 5およびNo. 6地点で沈下量が回復する傾向を示している。

(3)間隙水圧

地震前および地震後の間隙水圧の分布図を図-6.5.3に示す。地震による変化としては、No. 5地点の地盤内で約0.1kg/cm²水圧が下がっている。その他については、大きな変化は出ていない。

(4)土 圧

地震前および地震後の土圧の比較表を表-6.5.1に示す。土圧計の配置図は図-6.5.4に示す通りである。地震により各点で土圧が変化しており、特にNo. 4地点の垂直土圧の変化が最も大きく、0.53kg/cm²の変化を示している。

参考文献

- 1) くしろ 釧路開発建設部40年史：(財)北海道開発協会、1992年3月。
- 2) 釧路空港パンフレット「伸びゆく北の空：釧路港湾建設事務所編、1991年。
- 3) 倉田栄一・井合 進：港湾地域強震観測年報(1991)、港湾技研資料、No.727、1992年6月。

表-6.2.1 釧路空港における強震計設置状況

設置ヶ所	地 中		地 表			
	地中基盤	原地盤地表面	盛土法先部	盛土法中部	盛土法肩部	
対応記号	FB	F	FR1	FR2	FR3	
位 置	北 緯	43°02'59.3"	43°02'58.9"	43°03'05.2"	43°03'03.1"	43°03'01.2"
	東 経	144°11'11.8"	144°11'11.8"	144°11'39.7"	144°11'35.4"	144°11'33.6"
地表面標高	T.P. +28.9m	T.P. +27.5m	T.P. +28.4m	T.P. +67.0m	T.P. +93.4m	
設置深さ	G.L. -68.6m	G.L. - 1.5m	G.L. - 1.5m	G.L. - 1.5m	G.L. - 1.5m	
観測開始年月日	1987年9月30日	1987年9月30日	1988年5月16日	1988年5月16日	1988年5月16日	
センサー	速度帰還型	フォースバランス型	フォースバランス型	フォースバランス型	フォースバランス型	
摘 要				盛土7段目		

表-6.2.2 釧路空港における間隙水圧計設置状況

設置ヶ所	置換部上部	置換部下部	上部Ds層	下部Ds層	
対応記号	A	B	C	D	
位 置	北 緯	43°03'04.8"	43°03'04.8"	43°03'04.9"	43°03'03.1"
	東 経	144°11'38.2"	144°11'38.2"	144°11'38.1"	144°11'35.4"
地表面標高	T.P. +39.5m	T.P. +39.5m	T.P. +39.4m	T.P. +66.8m	
設置深さ	G.L. -10.0m	G.L. -14.5m	G.L. -26.0m	G.L. -32.6m	
観測開始年月日	1988年5月16日	1988年5月16日	1988年5月16日	1988年5月16日	
摘 要	盛土3段	盛土3段	盛土3段	盛土7段	

表-6.2.3 釧路空港で観測された最大加速度 (補正済)

単位(Gal)

地点位置	地中基盤	原地盤地表	盛土法先部	盛土法中部	盛土法肩部
地点記号	FB	F	FR1	FR2	FR3
最大加速度 —E44S成分—	238.5 (174.1)	903.2 (735.7)	821.5 (454.8)	412.1 (292.9)	593.1 (371.4)
最大加速度 —N44E成分—	284.2 (189.7)	1063.4 (827.5)	527.0 (354.3)	522.2 (316.9)	589.8 (368.7)
最大加速度 —上下成分—	115.6 (47.5)	587.6 (365.7)	550.6 (177.3)	564.2 (163.7)	804.3 (259.0)

()内の値は、加速度時刻歴をSMAC-B2型強震計の計器特性に換算したときの最大加速度

表-6.2.4 釧路空港における基盤に対する最大加速度の比

地点位置	原地盤地表	盛土法先部	盛土法中部	盛土法肩部
地点記号	F	FR1	FR2	FR3
最大加速度(Gal) —E44S成分—	3.8 (4.2)	3.4 (2.6)	1.7 (1.7)	2.5 (2.1)
最大加速度(Gal) —N44E成分—	3.7 (4.4)	1.9 (1.9)	1.8 (1.7)	2.1 (1.9)
最大加速度(Gal) —上下成分—	5.1 (7.7)	4.8 (3.7)	4.9 (3.4)	7.0 (5.5)

()内の値は、加速度時刻歴をSMAC-B2型強震計の計器特性に換算したときの最大加速度の比

表-6.5.1 地震による土圧変化

計器 観測日	No.3				No.4			
	①	②	③	④	①	②	③	④
H 4 . 12 . 28	2.78	3.94	2.01	2.35	1.90	2.77	2.20	0.40
H 5 . 1 . 16	2.84	3.89	2.10	2.19	2.07	3.30	1.83	0.24
差	+0.06	-0.05	+0.09	-0.16	+0.17	+0.53	-0.37	-0.16

計器 観測日	No.5-1				No.5-2			
	①	②	③	④	①	②	③	④
H 4 . 12 . 28	2.84	1.03	1.83	2.05	1.30	4.63	2.56	1.02
H 5 . 1 . 16	2.91	1.06	1.79	1.98	1.53	4.73	2.68	0.97
差	+0.07	+0.03	-0.04	-0.07	+0.23	+0.10	+0.12	-0.05

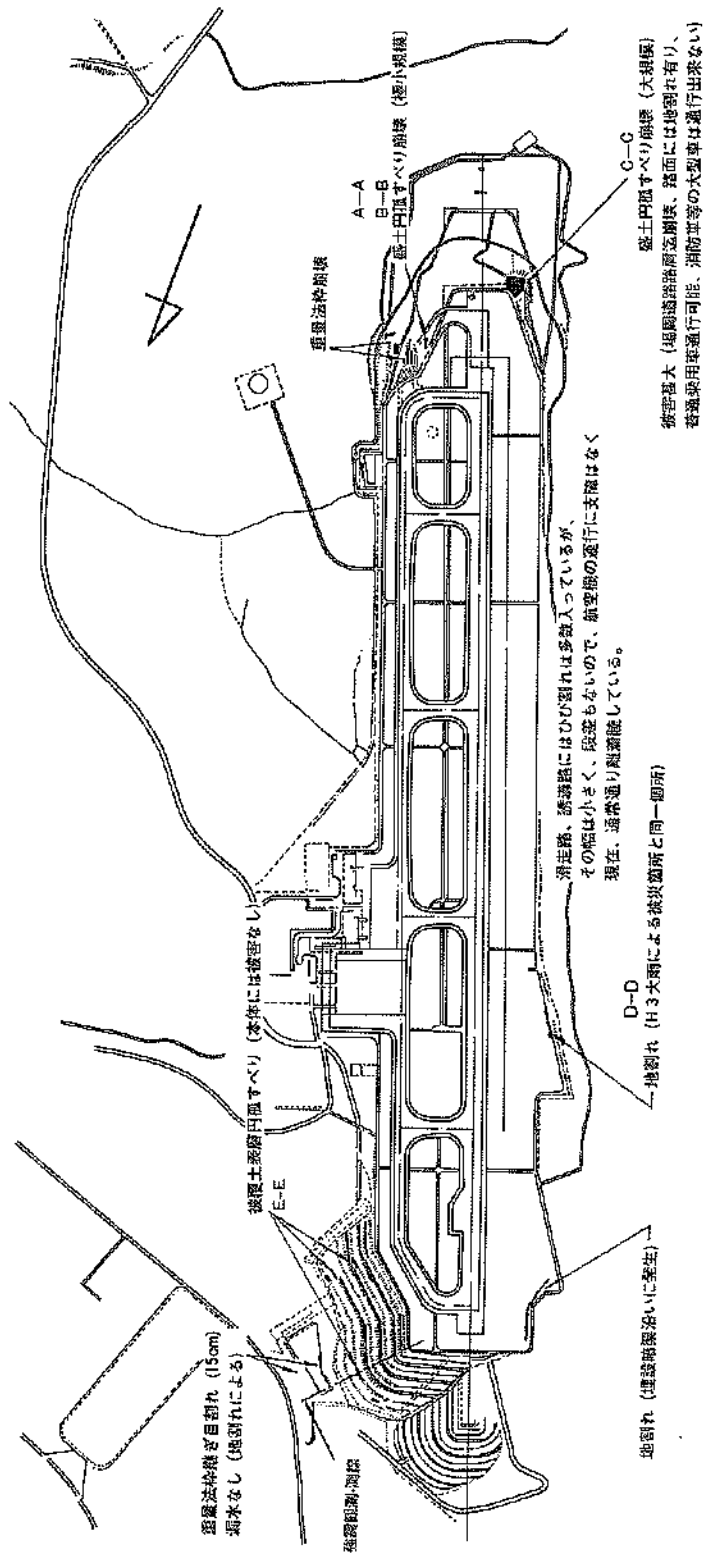
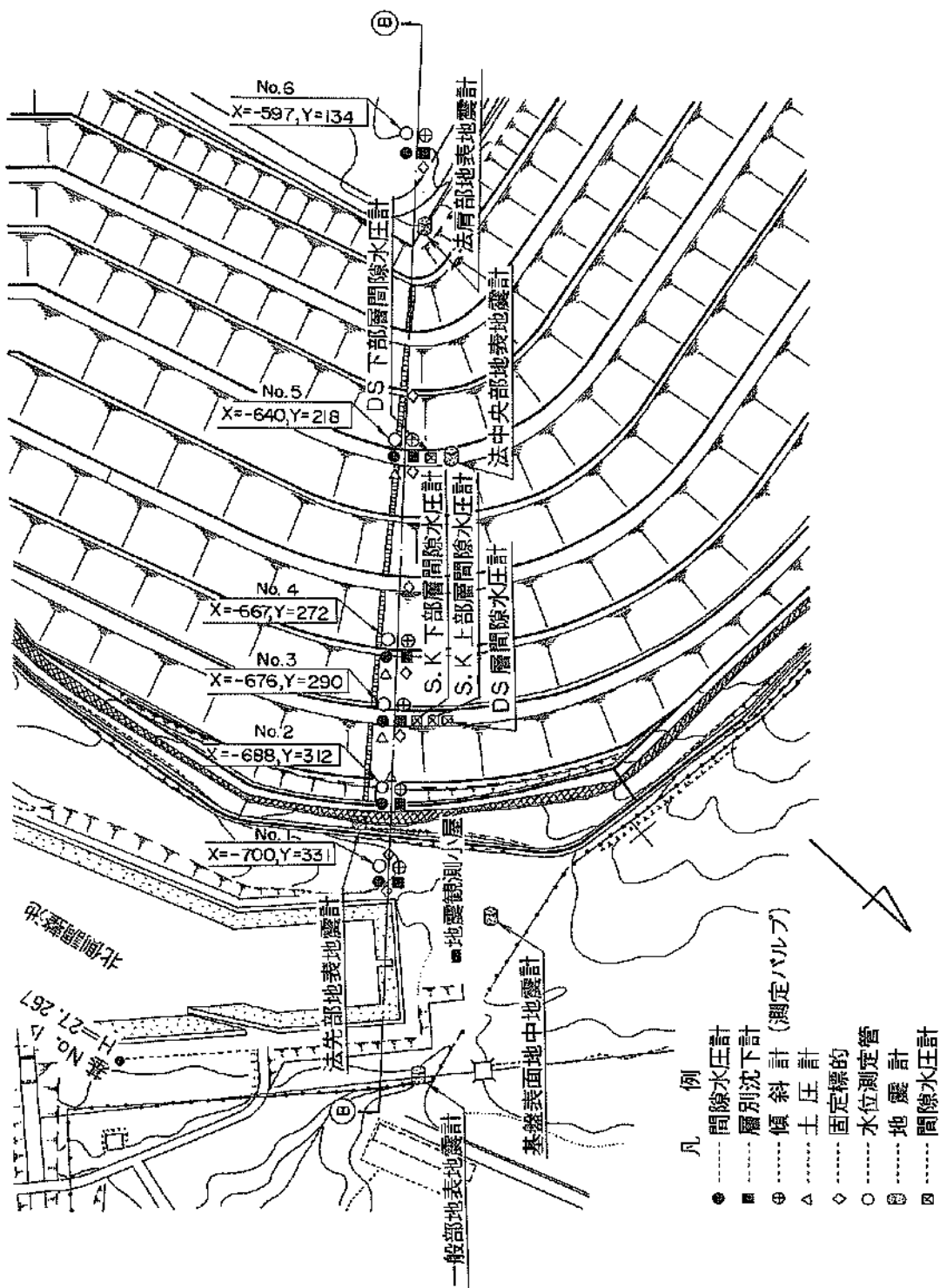
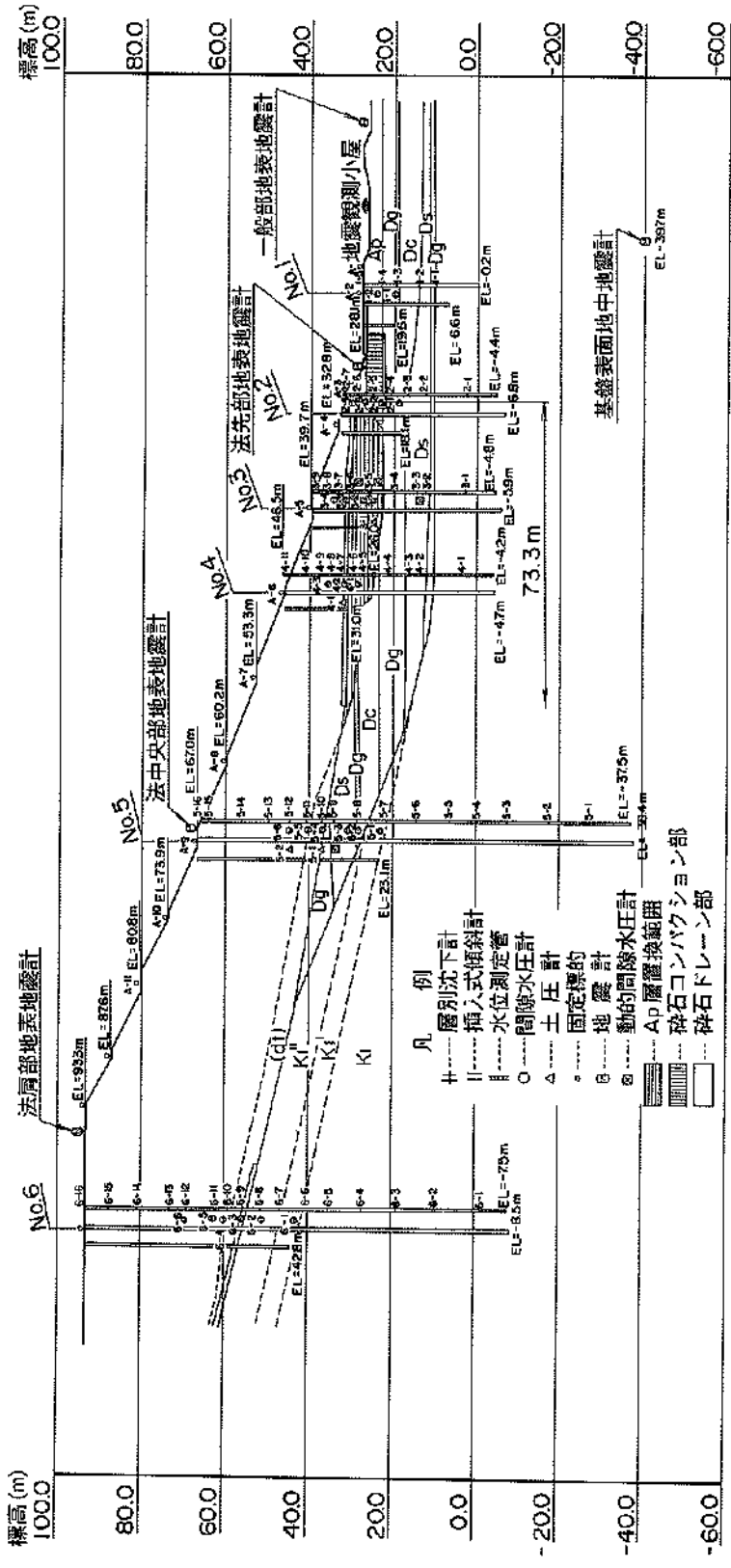


図-6.1 釧路空港の平面図



図—6.2.1 鋼路空港における通風計・間隙水圧計等の設置状況平面図



図一6.2.2 鋼路空巻における強震計・間隙水圧計等の設置状況断面図

法南部地帯地質調査位置 (TP-493.46 m)

柱状 深さ (m)	土質 名	土層 名	N (回)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	密度 (g/cm ³)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)
2.00	シルト	シルト	260	100	185	0.413	188	447	
4.00	シルト	シルト	190	100	204	0.393	674	1870	
8.00	シルト	シルト	270	208		0.385	547	3387	
12.00	シルト	シルト	480			0.200	1961	4718	
16.00	シルト	シルト	300				0.450	2056	6033
20.00	シルト	シルト				2.25			3432
24.00	シルト	シルト	310						4829
28.00	シルト	シルト	3100						
32.00	シルト	シルト				2.25			3432
36.00	シルト	シルト	390						3430
40.00	シルト	シルト				2.28			3361
44.00	シルト	シルト	400						3443
48.00	シルト	シルト	1600			2.23			3290
52.00	シルト	シルト	380						3061
56.00	シルト	シルト	380						3061

法中部地帯地質調査位置 (TP-486.04 m)

柱状 深さ (m)	土質 名	土層 名	N (回)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	密度 (g/cm ³)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)
2.10	シルト	シルト	300	100	132	0.438	155	446	
4.10	シルト	シルト	1090	290	228	0.440	1768	5165	
6.10	シルト	シルト	210			2.10		2777	8170
8.10	シルト	シルト	340	215	347	0.476	285	8285	
10.10	シルト	シルト	222			2.22		2936	8520
12.10	シルト	シルト	1840						
14.10	シルト	シルト	440	228	345	0.404	316		
16.10	シルト	シルト	420	210	340	0.360	1163		
18.10	シルト	シルト	3000	710	333	0.428	2038	5483	
20.10	シルト	シルト	3070						
22.10	シルト	シルト	3110						
24.10	シルト	シルト	3230						
26.10	シルト	シルト	4640						
28.10	シルト	シルト	4230						

第3スラブ橋脚水圧調査設置位置 (TP-39.49 m)

柱状 深さ (m)	土質 名	土層 名	N (回)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	密度 (g/cm ³)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)
7.00	シルト	シルト	180	80	185	0.379	103	281	
11.00	シルト	シルト	510	200	213	0.408	159	4336	
15.00	シルト	シルト	612			2.070	327	9581	326
19.00	シルト	シルト	770			2.100	308	8178	
23.00	シルト	シルト	1740	310	328	0.465	307	8504	
27.00	シルト	シルト	179						
31.00	シルト	シルト	290	150	163	0.451	161	4438	
35.00	シルト	シルト	360	210	242	0.477	277	8107	

地中地盤計設置位置 (TP-39.55 m)

柱状 深さ (m)	土質 名	土層 名	N (回)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	密度 (g/cm ³)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)	動弾性係数 E (kg/cm ²)
1.00	シルト	シルト	180	80	180	0.445	181	501	
5.13	シルト	シルト	133	100	144	0.338	338	924	
9.00	シルト	シルト	100	107	124	0.328	303	828	
13.00	シルト	シルト	1768			2.900	444	1228	3294
17.00	シルト	シルト	313			1.600	167	460	1226
21.00	シルト	シルト	1500	142	153	0.399	317	802	
25.00	シルト	シルト	222	183	198	0.482	302	824	
29.00	シルト	シルト	3000	456	493	0.394	304	822	
33.00	シルト	シルト	1000			1.730	186	540	5470
37.00	シルト	シルト	2023			1.670	184	509	1600
41.00	シルト	シルト	3333						
45.00	シルト	シルト	2280	485	527	0.387	306	826	
49.00	シルト	シルト	2190	395	418	0.462	307	828	

表一6.2.3 鋼路空港における最大加速度

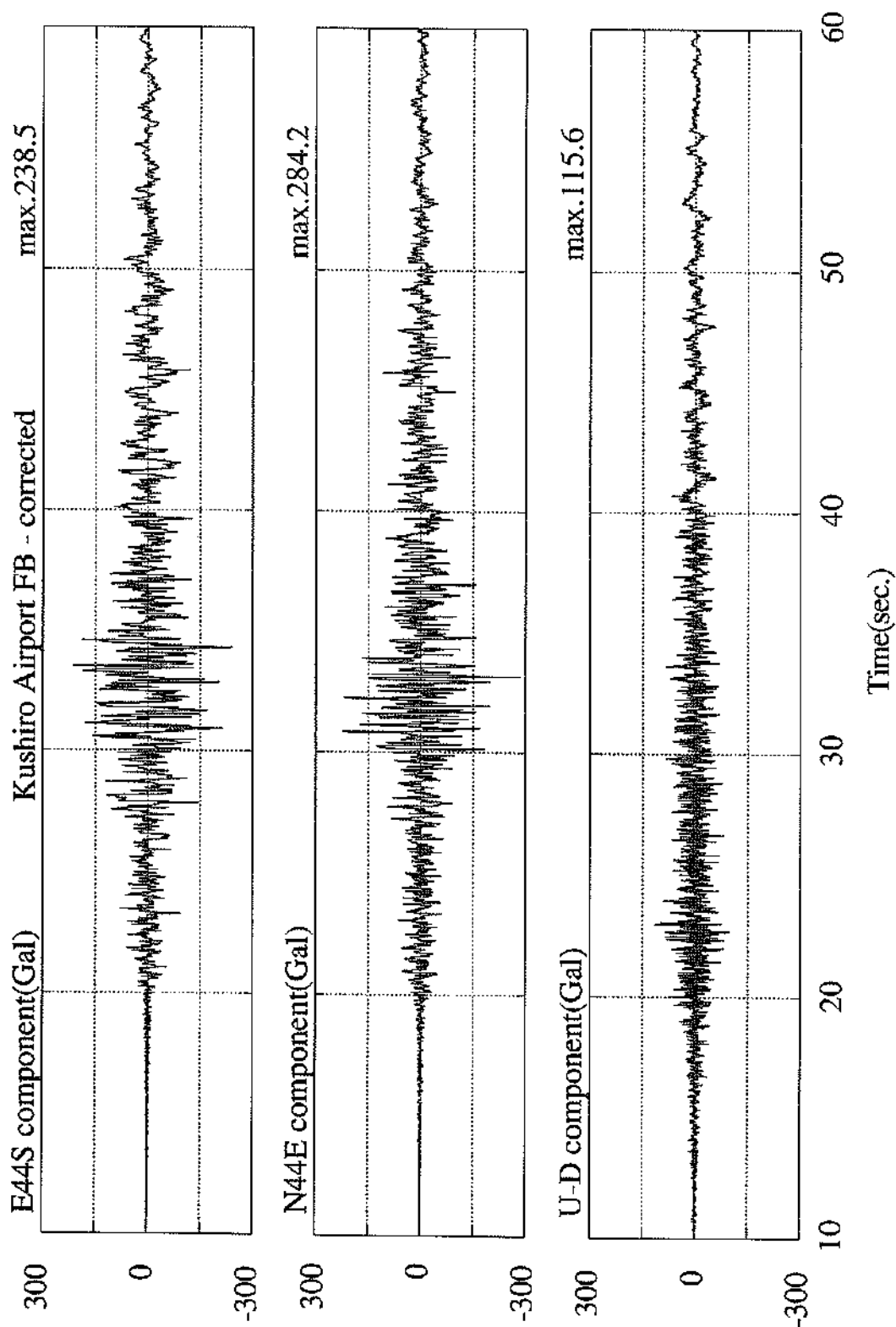
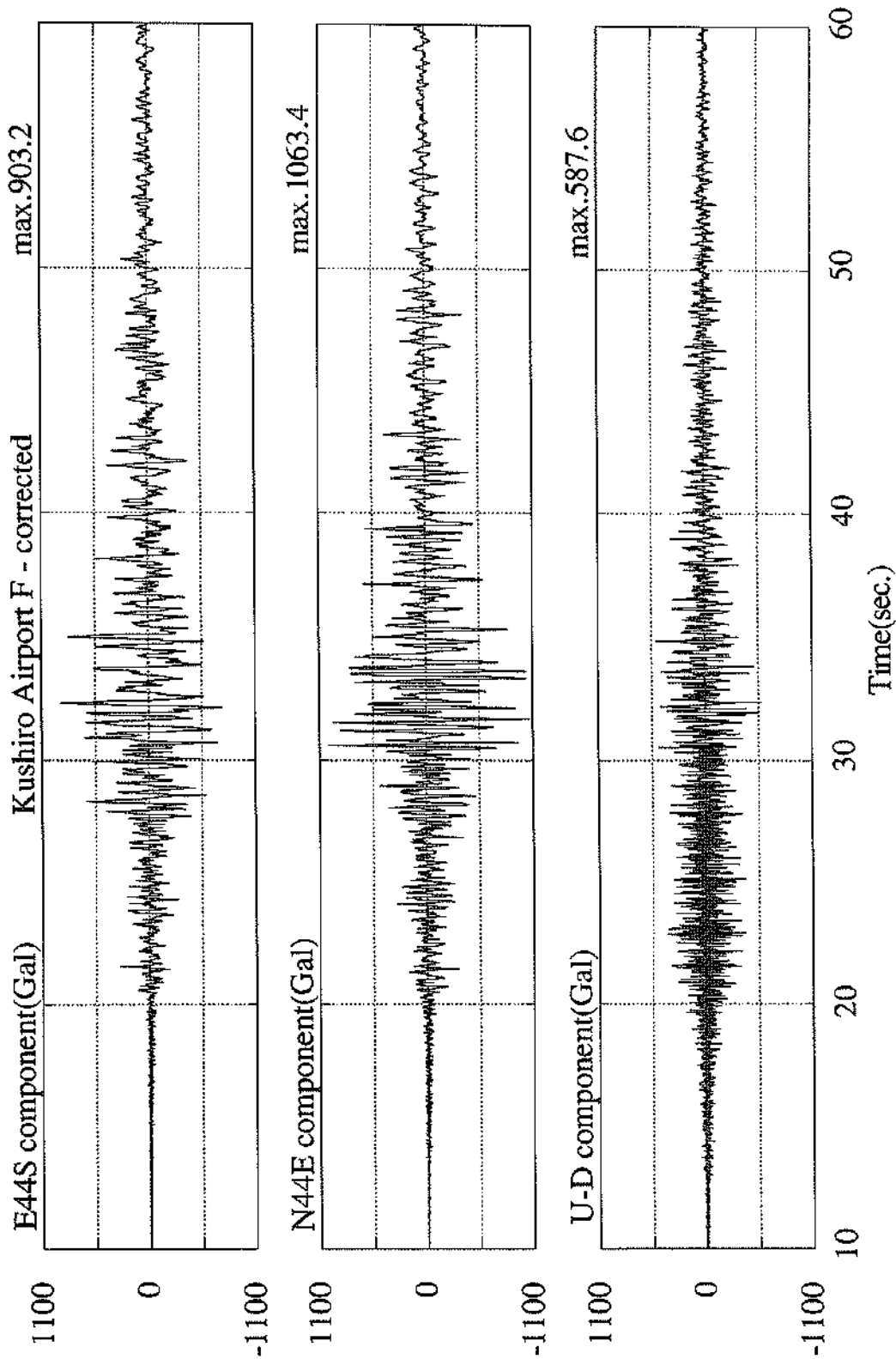


図-6.2.4(a) 釧路空港における観測地点毎の加速度時刻歴 (FB)



図一6.2.4(b) 釧路空港における観測地点毎の加速度時刻歴 (F)

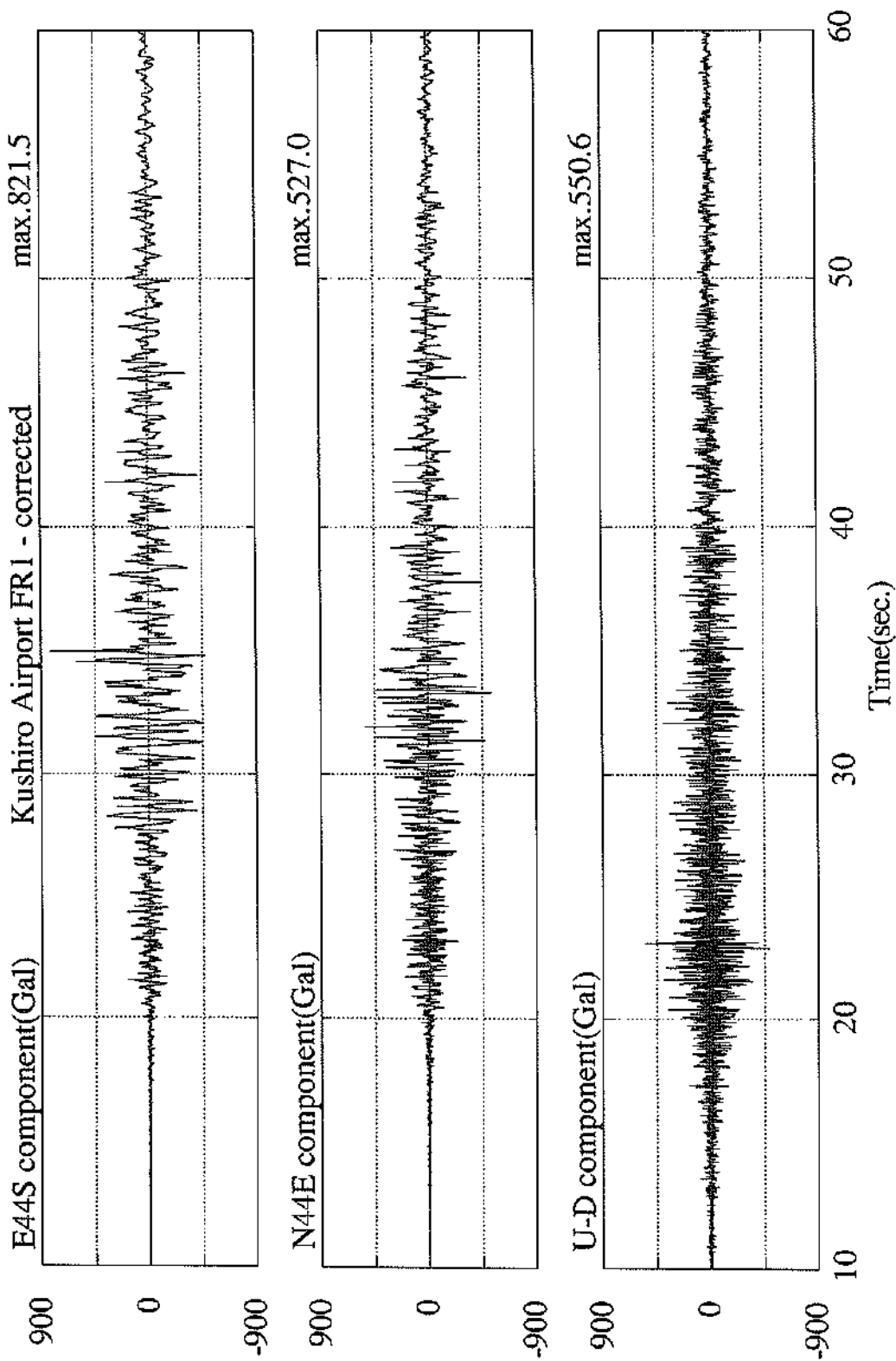


図-6.2.4(c) 釧路空港における観測地点毎の加速度時刻歴 (FR1)

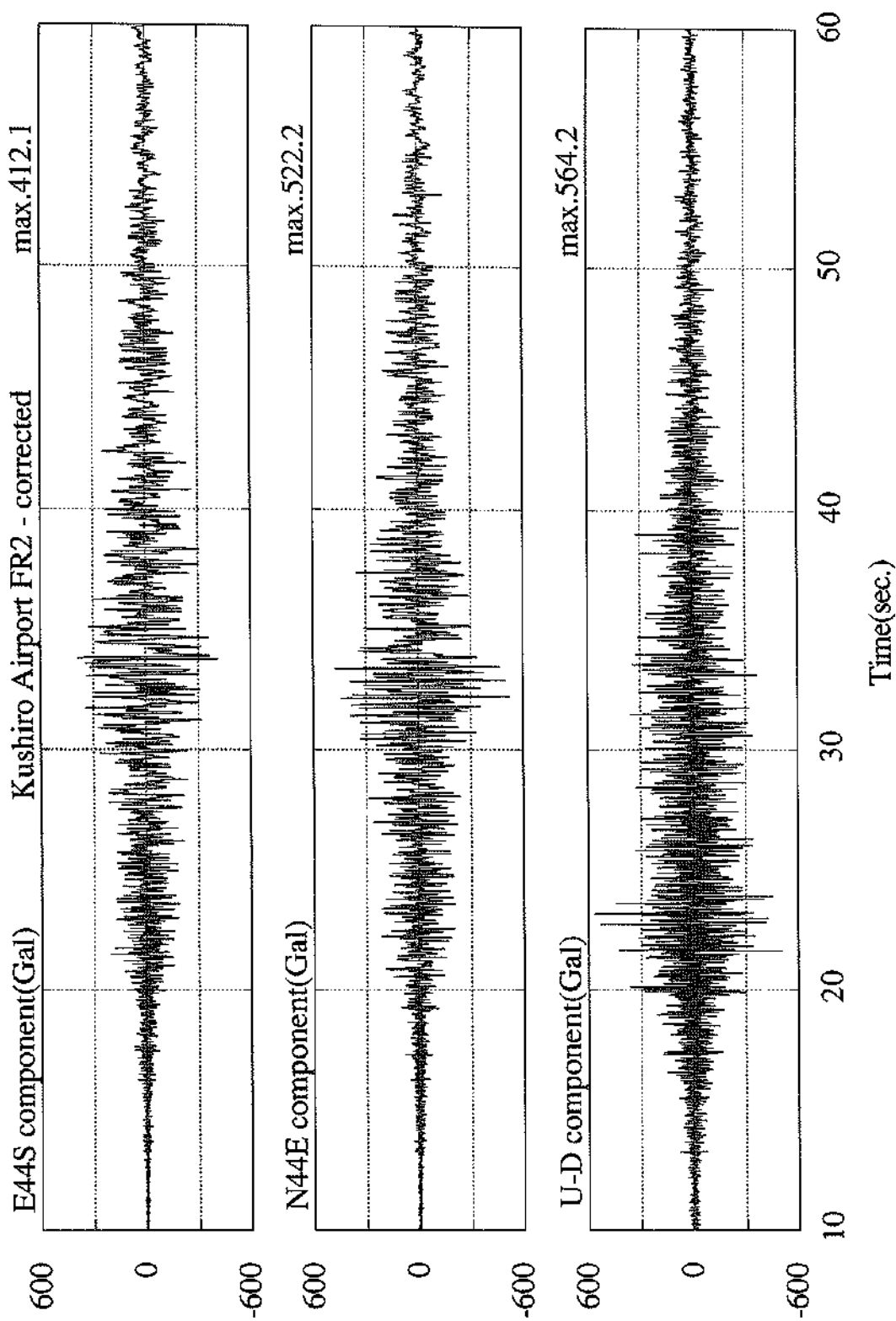


図-6.2.4(d) 釧路空港における観測地点毎の加速度時刻歴 (FR2)

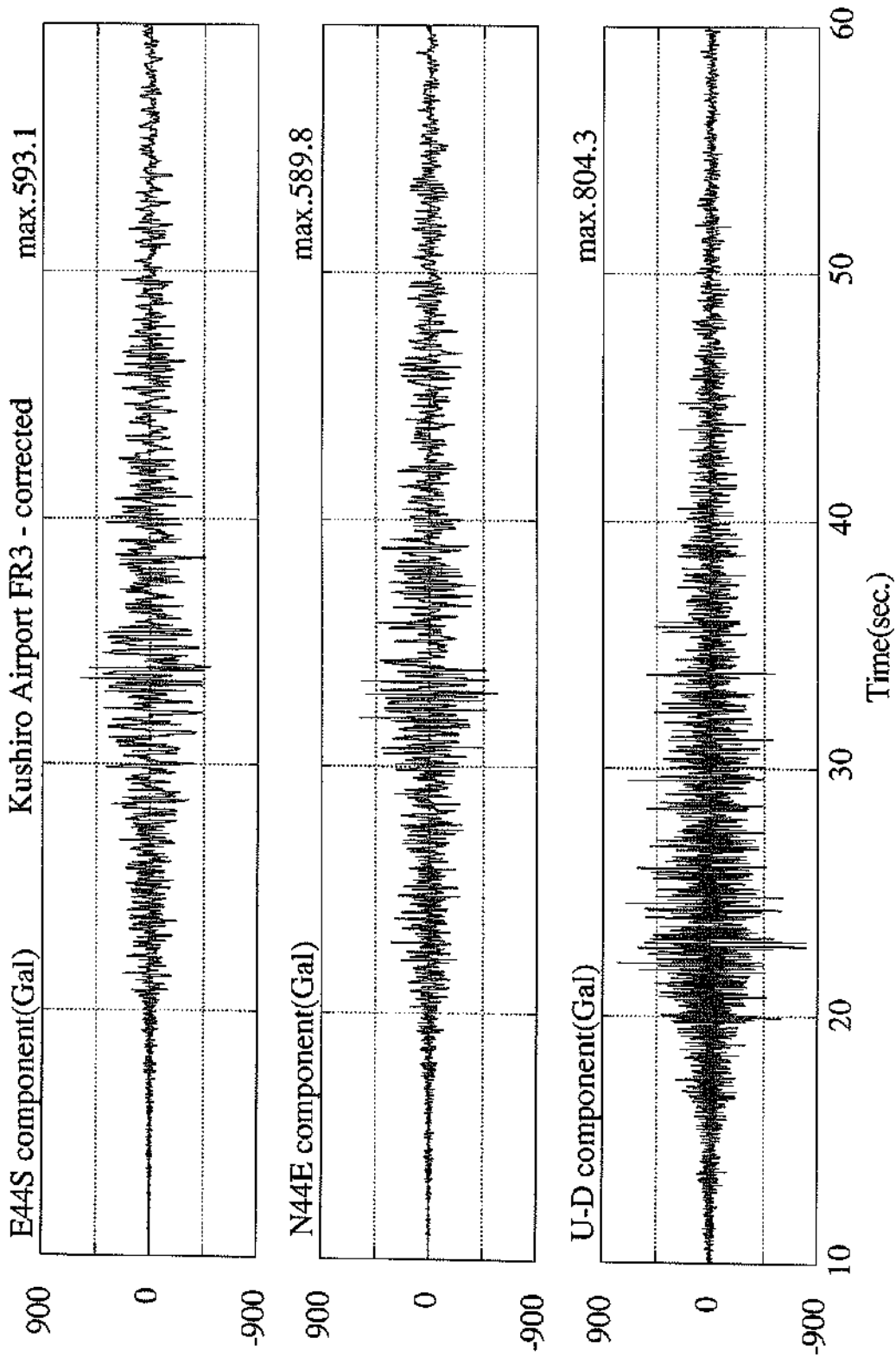


図-6.2.4(e) 釧路空港における観測地点毎の加速度時系列 (FR3)

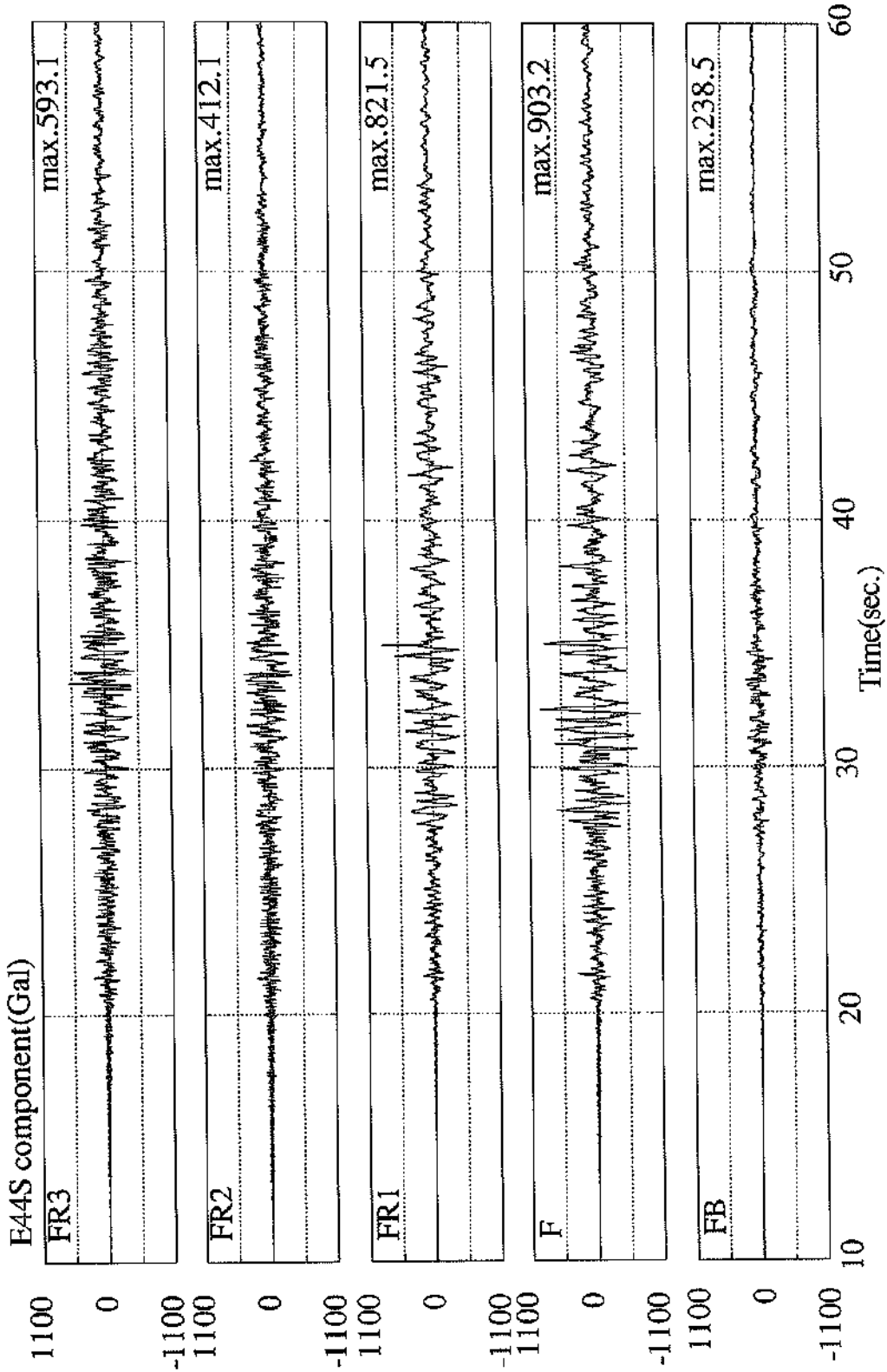
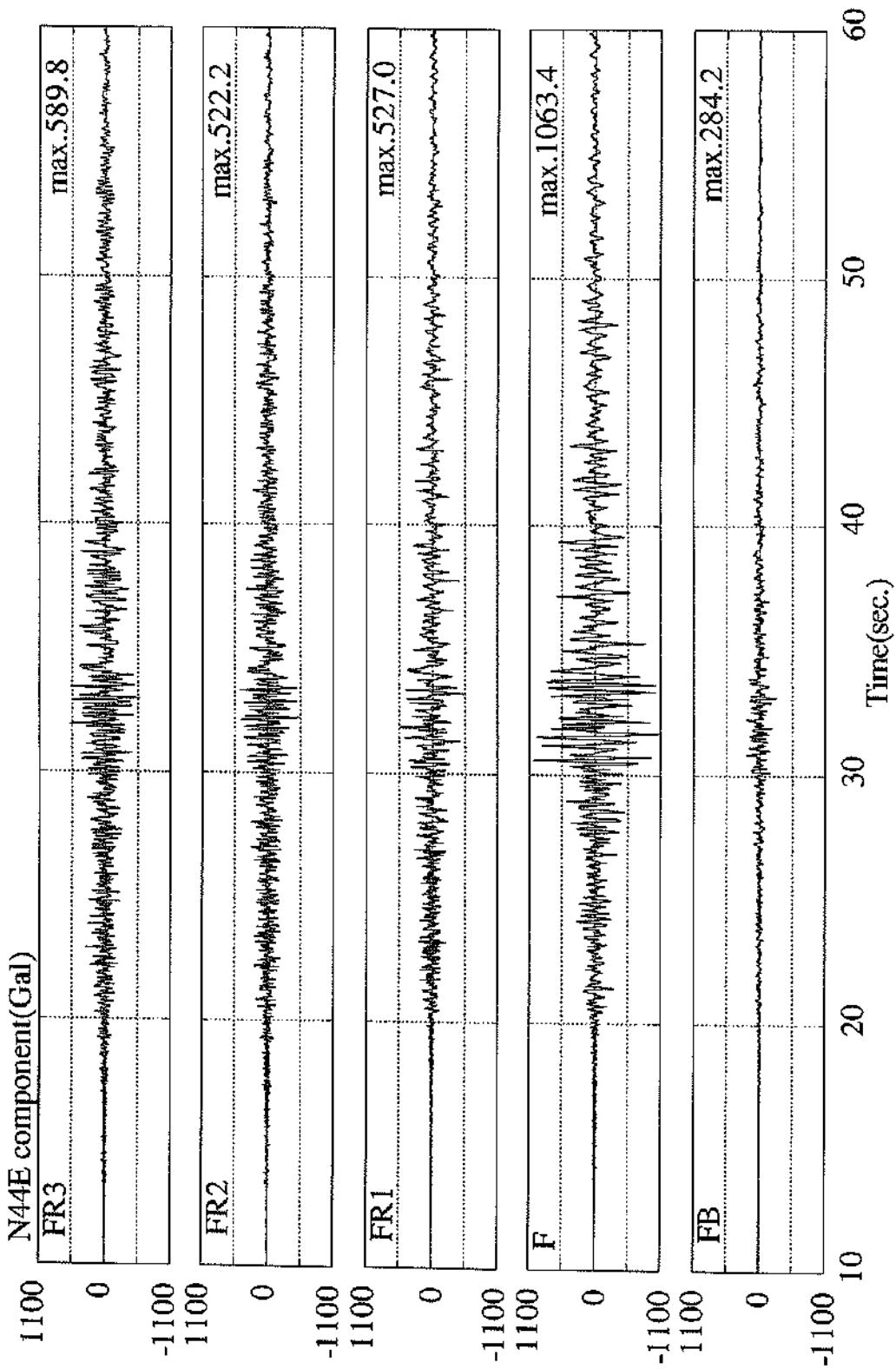
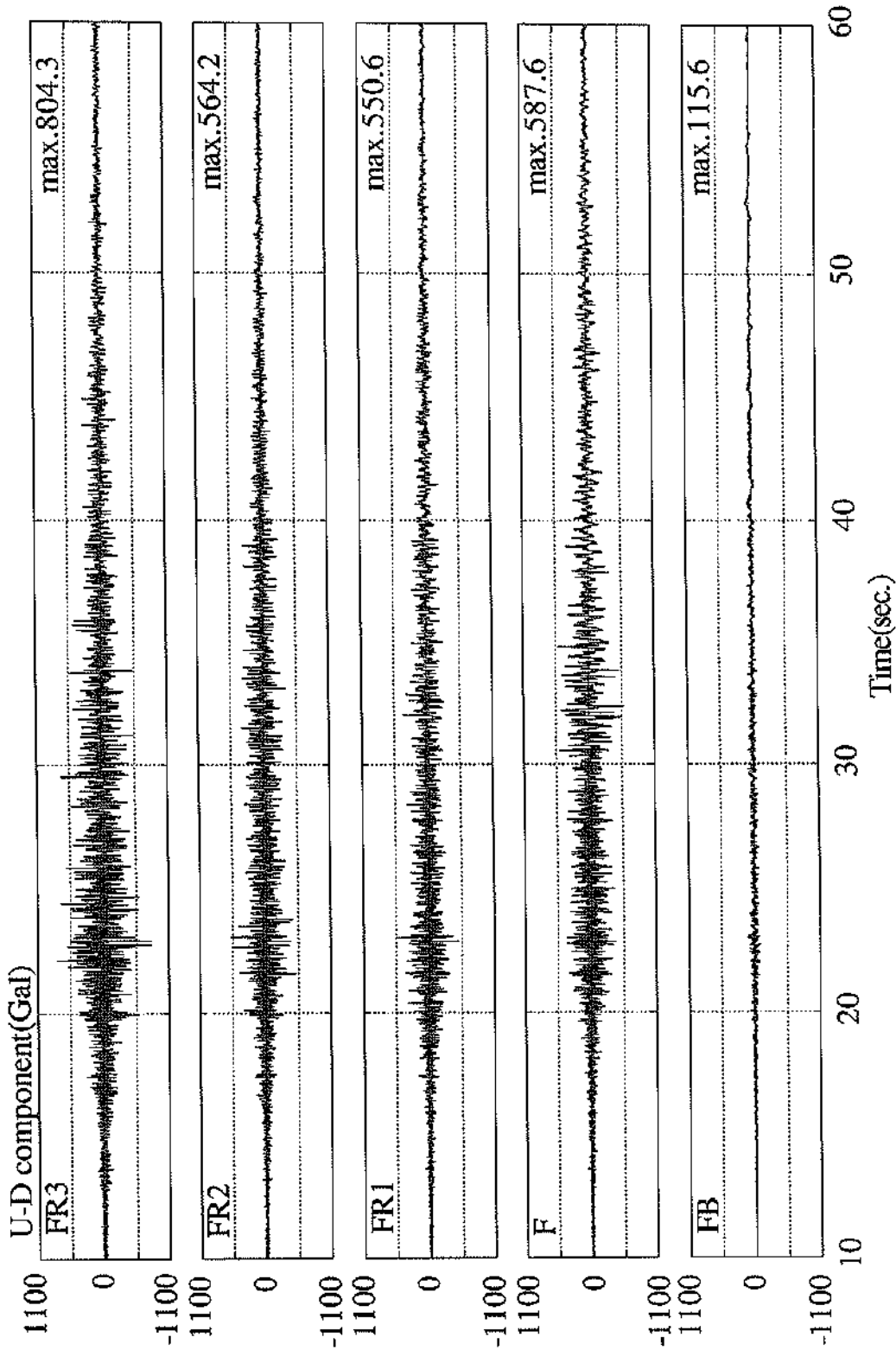


図-6.2.5(a) 釧路空港における観測成分毎の加速度時刻歴 (E44S)



図一6.2.5(b) 御臨空港における観測成分毎の加速度時刻歴 (N44E)



図—6.2.5(c) 釧路空港における観測成分毎の加速度時刻歴 (U-D)

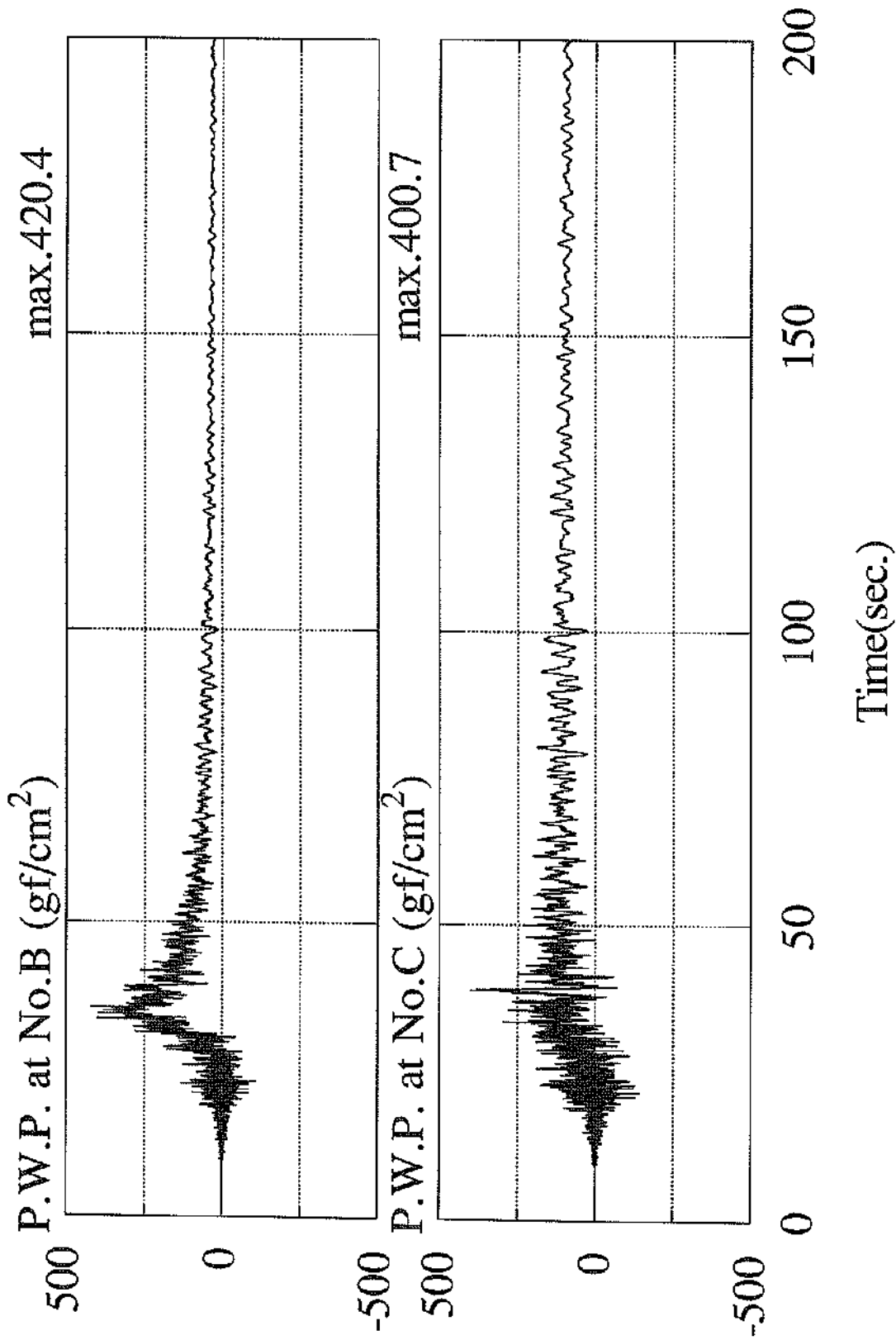


図-6.2.6 釧路空港における過剰間隙水圧時刻歴

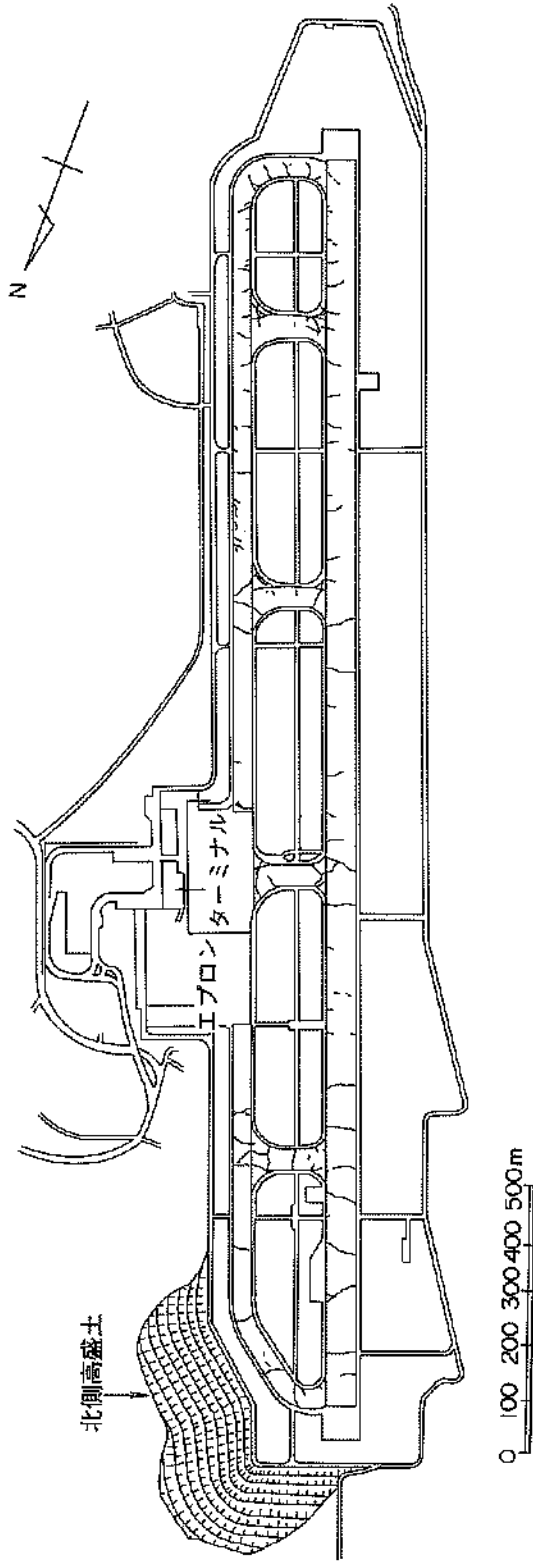


図-6.3.1 相走路・誘導路のクラック状況図（釧路空港）

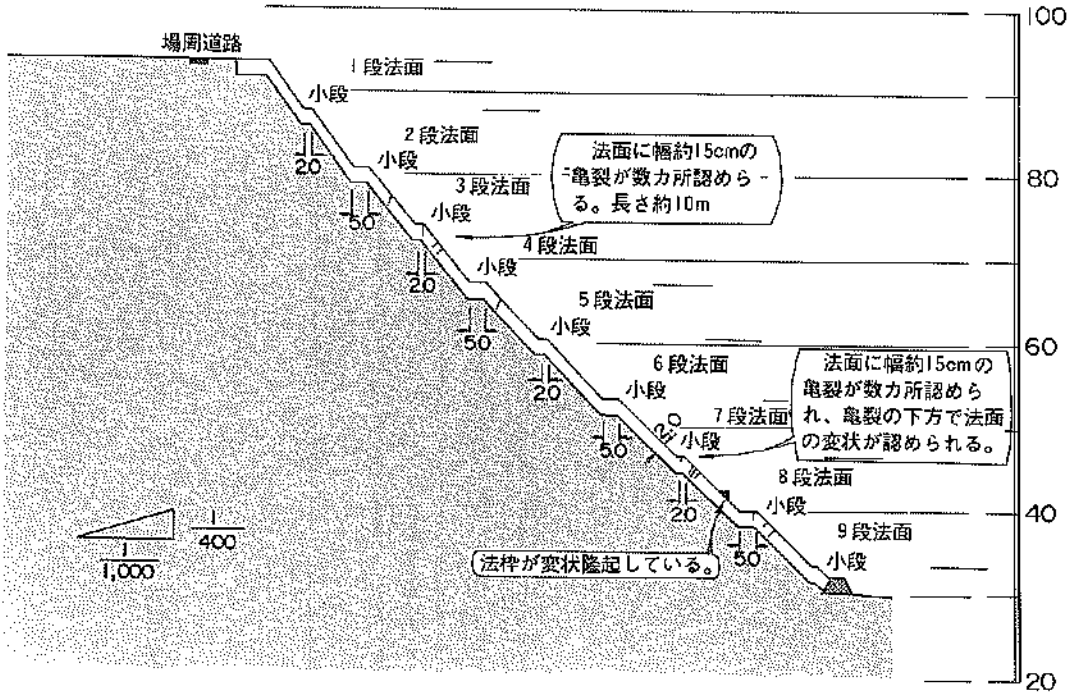


図-6.4.1 釧路空港北側の高盛土被災状況断面図 (E-E断面)

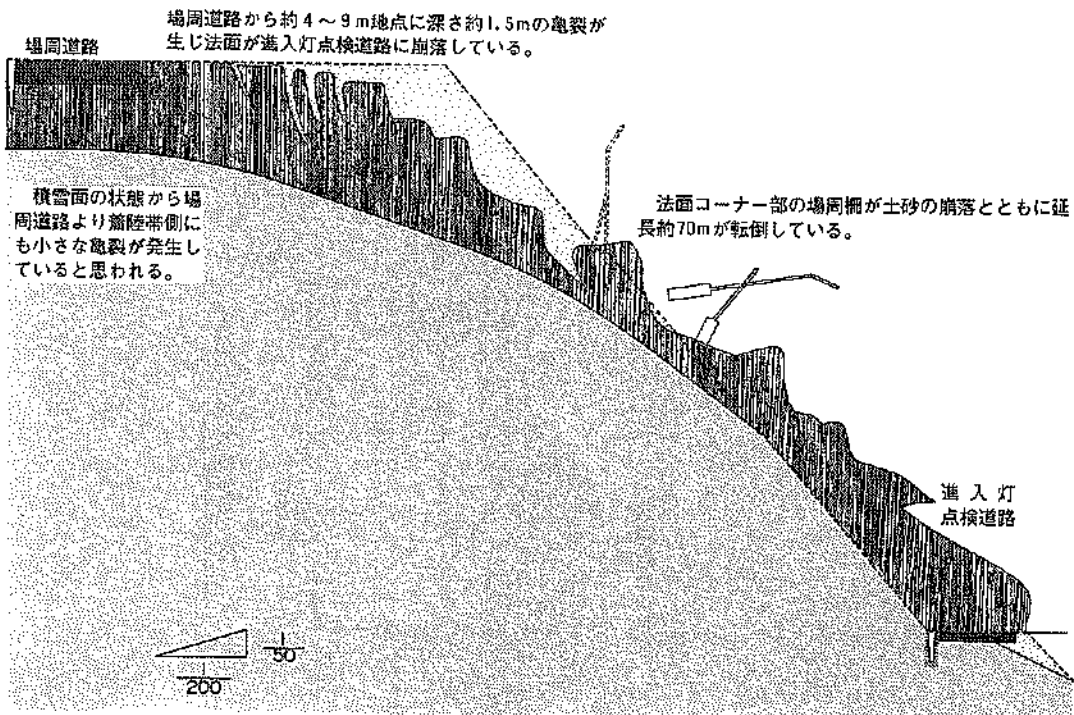


図-6.4.2 釧路空港南西側の盛土被災状況断面図 (C-C断面)

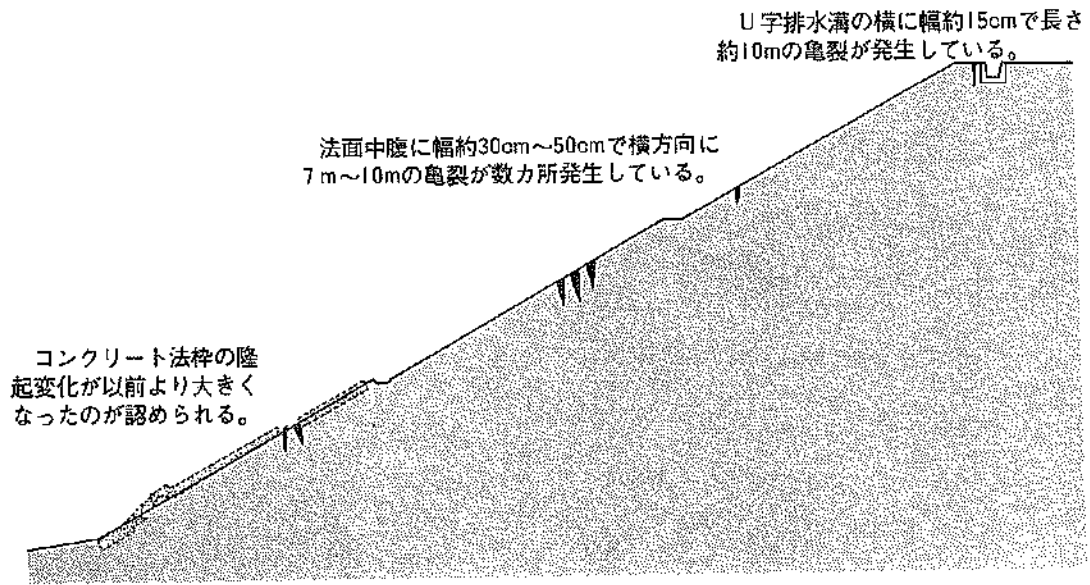


図-6.4.3 釧路空港南東側の盛土被災状況断面図 (A-A断面)

法面に幅20~50cm深さ1m程度の亀裂が数カ所発生し幅約15mの崩落が認められる。

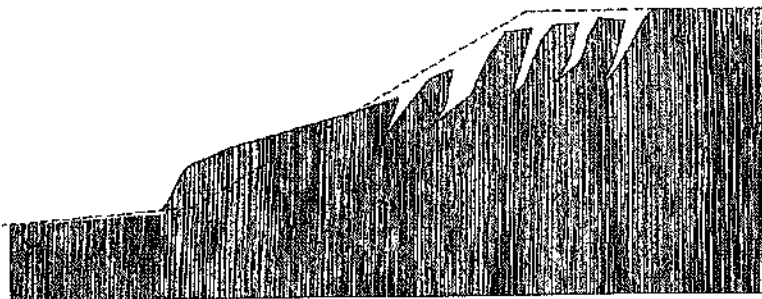


図-6.4.4 釧路空港南東側の盛土被災状況断面図 (B-B断面)

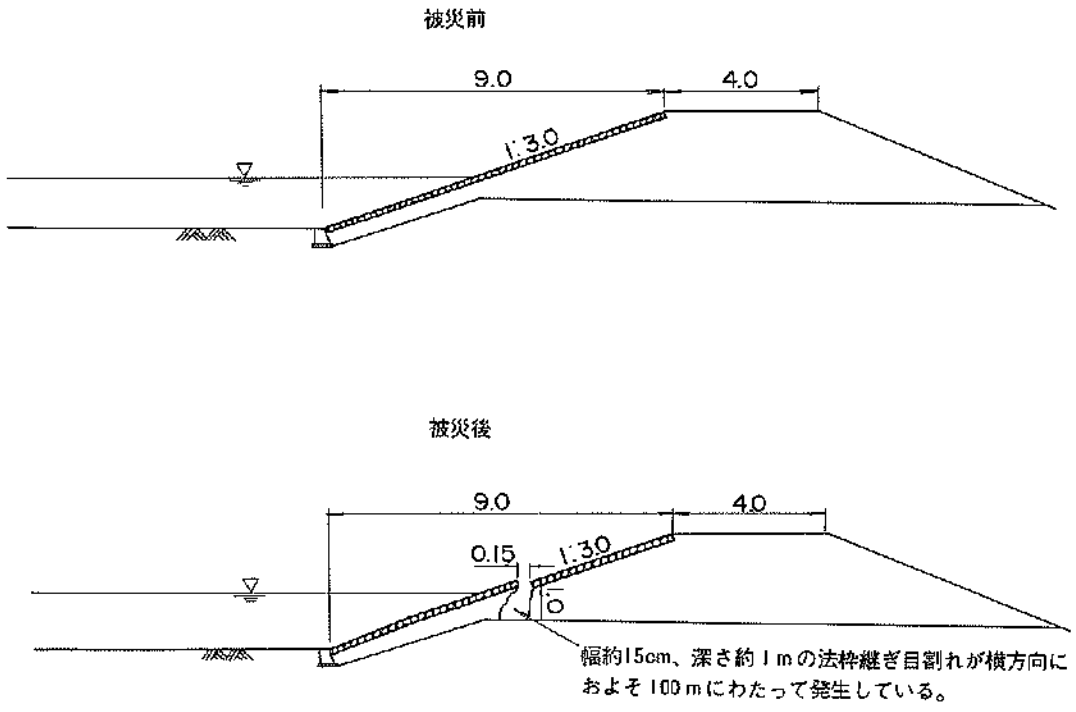


図-6.4.5 釧路空港北側調整池の被災状況

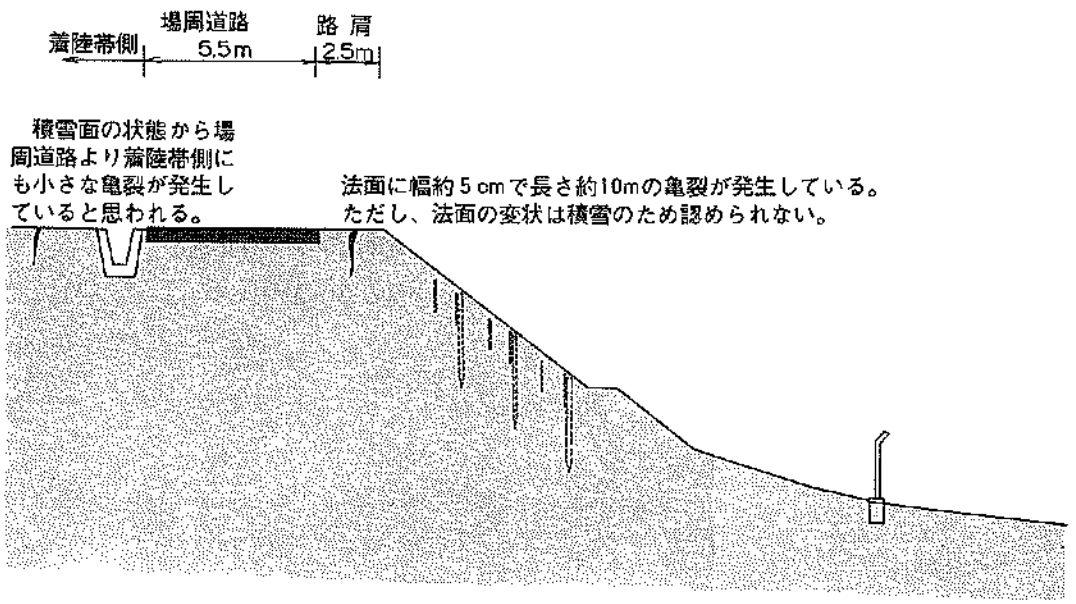


図-6.4.6 釧路空港場周道路の被災状況断面図 (D-D断面)

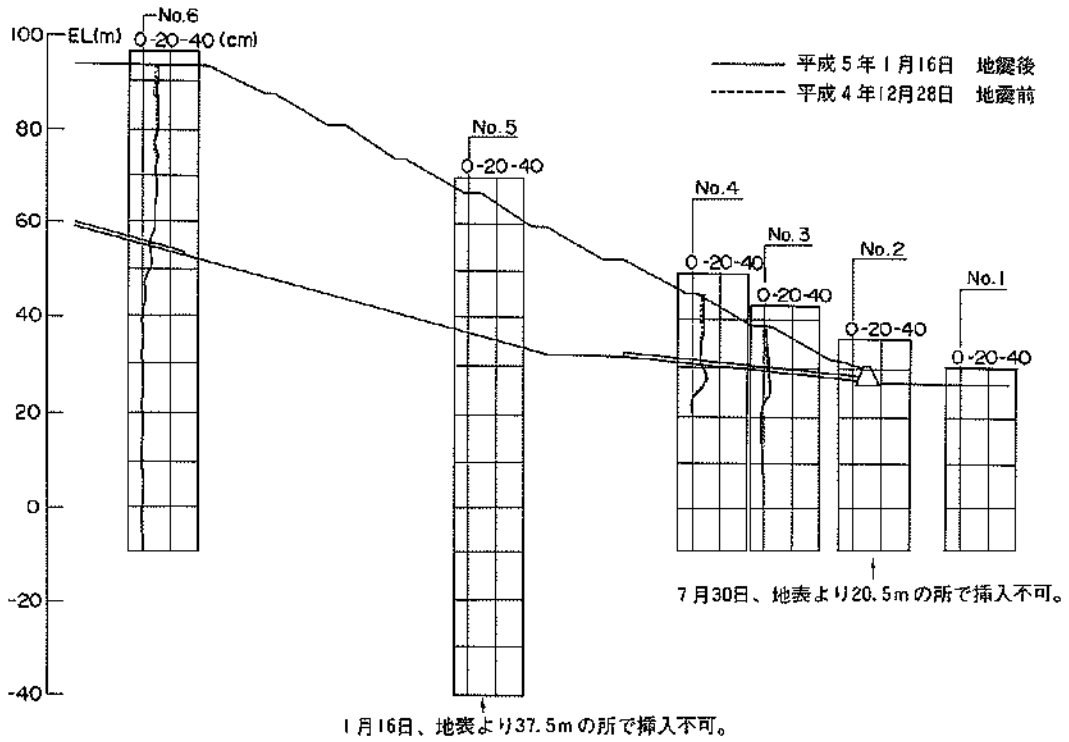


図-6.5.1 動態観測による水平変位比較図 (釧路空港)

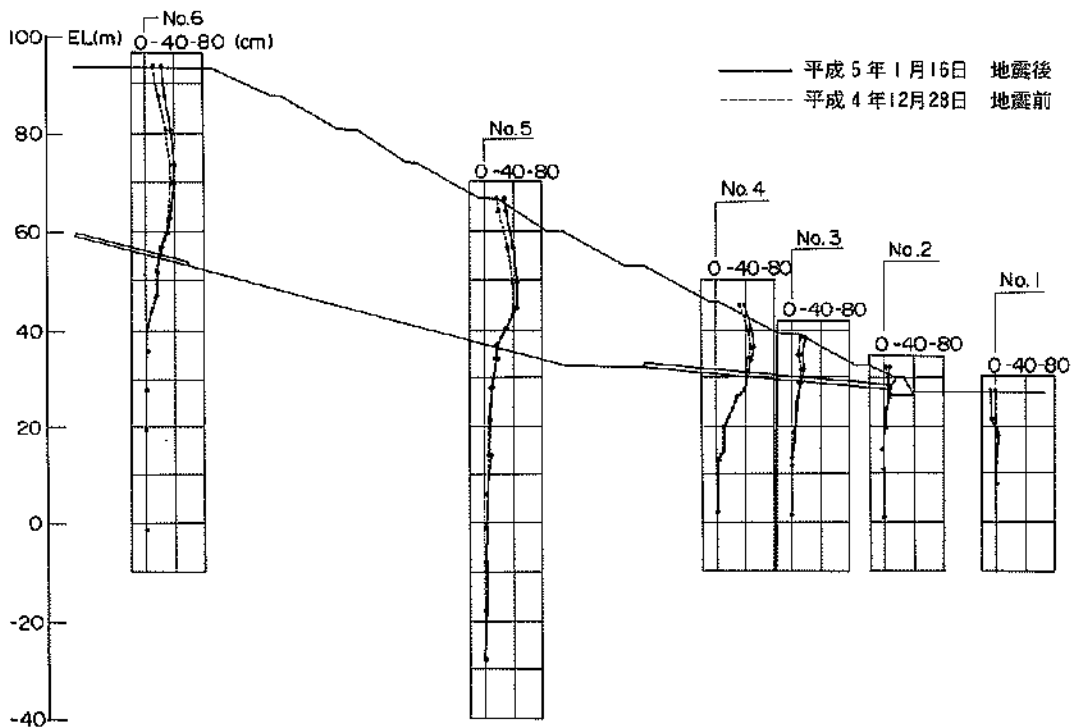


図-6.5.2 動態観測による鉛直変位比較図 (釧路空港)

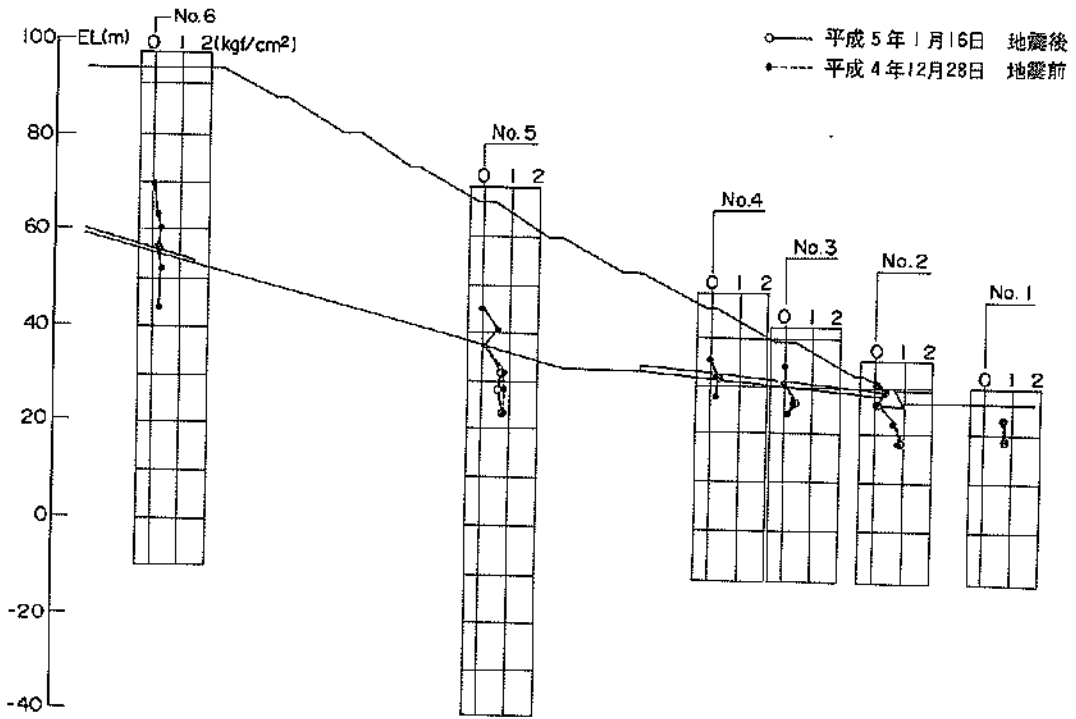
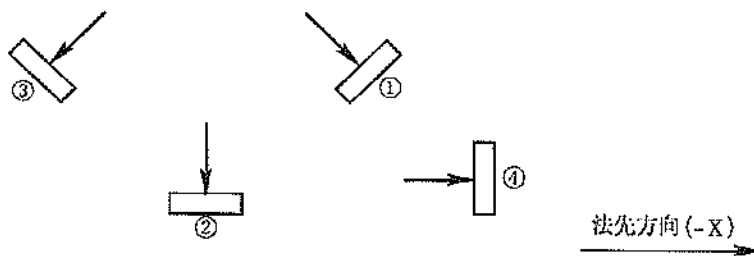


図-6.5.3 動態観測による間隙水圧比較図 (釧路空港)



土圧計配置図

図-6.5.4 土圧計配置図 (釧路空港)



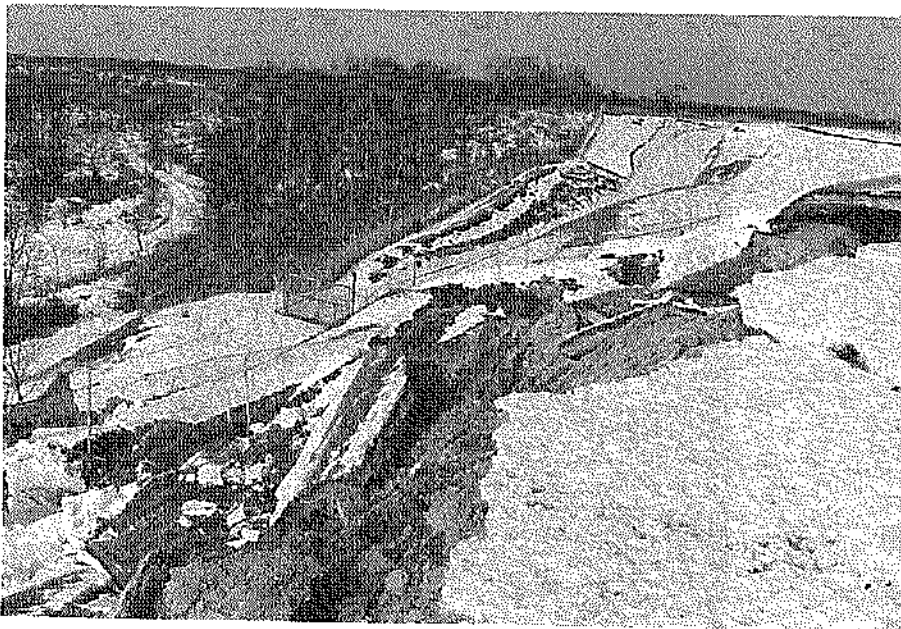
写真—6.3.1 滑走路のクラック状況1 (釧路空港)



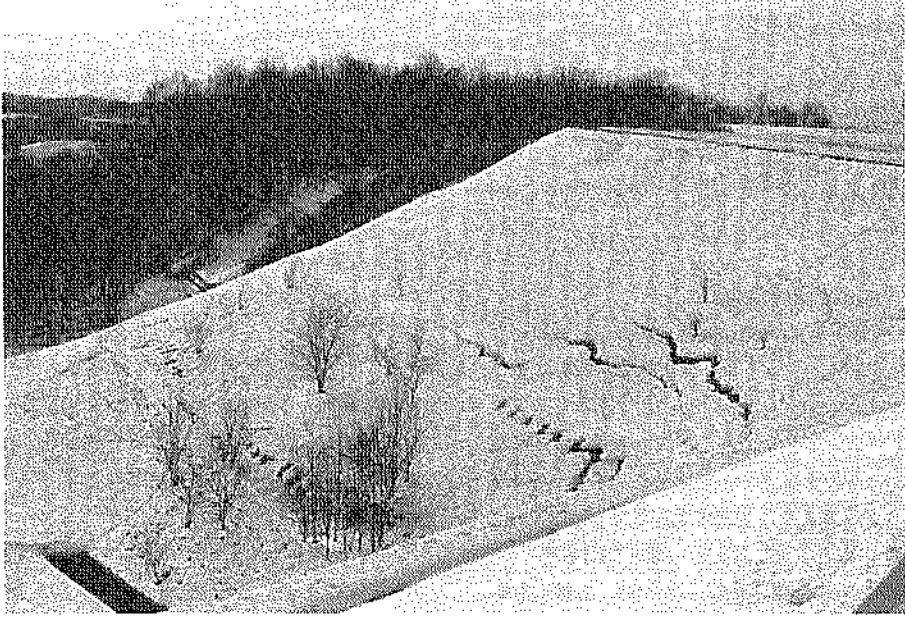
写真—6.3.2 滑走路のクラック状況2 (釧路空港)



写真—6.4.1 釧路空港北側の高盛土被害状況



写真—6.4.2 釧路空港南西側の盛土被害状況



写真—6.4.3 釧路空港南東側の盛土被害状況

7. 港湾荷役機械の被害

釧路港の荷役機械の主なものとして軌道走行式アンローダ4基及び排送用のベルトコンベアがあり、その荷役機械本体及び荷役機械基礎の被害について述べる。また、その比較として同地区の小型で形式の異なる機械についても併記する。

7.1 荷役機械本体の被害

釧路港には、表-7.1.1に示す4基の大型荷役機械があり、いずれも軌道走行式アンローダである。うち3基は西港区第2埠頭に設置された穀物用で、1基は西港区第3埠頭に設置された石炭用である。機械の形式は、穀物用1号機はニューマチック・アンローダであり、2及び3号機はベルト式連続アンローダである。また石炭用はバケット式連続アンローダである。(図-7.1.1参照)

被災時は休日の午後8時頃であったため、各機とも休止状態にあり、所定の位置に係留装置及びレールクランプを掛けて係留し、穀物用1号機はブームを立てた状態、他の3基は縦ブームをエプロンにあずけた状態であった。係留位置とブームの向きを図-7.1.2に示す。

被災状態は下記のとおりである。最も軽量の穀物用1号機はブームの斜材の損傷で被害は軽微である。重構造で重心の高い連続アンローダについては、2号機は脚上部の塑性変形、3号機は上部水平ブームの座屈変形に伴うカウンターウェイト衝突による上部構造の破壊の被害が大きい。また、石炭アンローダは脱輪していたものの弾性変形の範囲でおさまり、被害は比較的軽微である。

① 穀物アンローダ1号機

- 1) 水平ブームの斜材が損傷
- 2) 水平輸送管取付材が損傷
- 3) トランスファーカ損傷(集塵関係)
- 4) 走行車輪の脱輪はない

② 穀物アンローダ2号機

- 1) 海側陸側共走行車輪がスパン内に脱輪している
海側は約250mm、陸側は約150mmそれぞれスパン内に変形している
- 2) 陸側脚上部座屈変形
- 3) 陸側斜材座屈変形
- 4) ケーブルリールが横送りコンベア手摺と接触・損傷
- 5) 海側陸側共係留装置及び取付フレーム損傷
- 6) ジブクレーン用巻上げロープ損傷
- 7) レールクランプ損傷
- 8) トランスファーカ損傷(集塵関係)

③ 穀物アンローダ3号機

- 1) 上部水平ブームのバランスウェイト支持部分座屈破損
- 2) 上記に関連して旋回体フレーム破損(歩道、シュートを含む)
- 3) 照明器具、リミットスイッチ等破損
- 4) トランスファーカ損傷(集塵関係)

④ 石炭アンローダ

- 1) 海側走行車輪がスパン内に脱輪
- 2) 海側レールクランプ損傷
- 3) 海側係留装置及び取付フレーム損傷

主な損傷とその位置を表-7.1.2及び写真-7.1.1~7.1.3に、脱輪の状況を図-7.1.3に示す。また、レールの変位量を表-7.1.3に示す。

3号機は被災直後に二次災害防止のため、被災位置より東側に移動したことにより、ロッキングの痕跡をレールに見ることができた。海側レールには、車輪がレールをたいたと見られる跡があったが、陸側には見られなかった。このことから、3号機は陸側車輪を支点にロッキングした模様で、浮き上がり量はレールクランプが損傷していたことから4cm程度以上と思われる。

7.2 コンベア設備の被害

7.1に述べた荷役機械本体の背後には、搬送用のコンベア設備が設置されており(図-7.2.1)、その被災状況は以下のとおりである。

(1) 穀物用コンベア設備(2号埠頭)

- ① 岸壁エプロン沈下のため、横送りコンベア(1A1,1A2,1B1,1B2,1C1,1C2)が沈下、コンベアのレベルが狂い、コンベアフレーム全体が傾斜している(写真-7.2.1)。アンローダとトランスファーカとの連結部破損。
- ② エプロン地盤沈下傾斜にともなって連結建屋、受変電室等総じて沈下傾斜。
- ③ 横送りコンベア(2A,2B,2C)はエプロン傾斜のため、海側に300~400mm引っ張られ、コンベアフレーム支持脚変形、フレームのつなぎ部破損(写真-7.2.2)。
- ④ 横送りコンベア(1C1)も地盤沈下のため機長が約200mm延びる形となり、支持フレームと脚が変形している。また、横送りコンベアの蛇行は西側が著しい(写真-7.2.3)。

(2) 石炭コンベア設備(3号埠頭)

- ① 横送りコンベア及び縦送りコンベア共(1C1,1C2,2C)被害状況は穀物コンベアとほぼ同じ。但し、縦送

リコンベア(2C2)のフレームはポケット設備上部で破損、約120mm程度の隙間が発生しており、脚も一部変形がでている。

②ポケット設備も地盤沈下の為、外部フェンス、U字側溝、建屋側壁、コンベアフレーム破損。

7.3 荷役機械基礎の被害

穀物アンローダ1～3号機及び石炭アンローダの走行レールは海側及び陸側共に岸壁ケーソンに設置されている(図-3.3.35)。一方、コンベア設備は、ケーソン背後にあり、その基礎はコンクリート基礎であり、ケーソンの裏込石が直近にあるが支持地盤に達する杭等による支持はされていない。

第2及び第3埠頭のアンローダ・レール及びコンベア基礎の変位は表-7.3.1及び図-7.3.1のとおりである。レール基礎の海側と陸側は間隔が9m、高さは6.5cm海側が低く設計されていたものが、第2埠頭では両端を結ぶ直線からの水平変位が最大13.7cm、垂直方向の海、陸レール高さの差が最大19.2cmとなっている。これは、両脚の載っているケーソンの移動、傾転によるものと考えられる。

また、背後の埋立地に設置されたコンベアの基礎は第2埠頭東側は海側と陸側の脚が一様に沈下しているが、西側は海側の方が10cm前後大きく沈下しており、このためコンベアの傾斜が生じている。また、西端部では両者の偏差が急変しているためコンベアの蛇行が生じている。なお、コンベアの計測位置は30cmのベDESTALの頂部で

あり、図-7.3.1中のアンローダ基礎との差はコンベア側を30cm減じたもので比較する必要があり、コンベア基礎の方がアンローダ基礎よりも沈下が著しい。

7.4 その他の機械設備

釧路港港頭地区に存在する荷役機械は図-7.4.1に示すとおり前述の釧路市所有のアンローダ、ベルトコンベア以外に民間の機械類が有りその所有者に被害の有無についてヒヤリングを行い表-7.4.1の回答を得た。

その結果、民間のクレーン類に大きな被害は無かった。これらと市のアンローダとの差異は、

- 1) クレーンの規模が小さく、構造が比較的単純であること。
- 2) 大半が固定式であり、また、走行式クレーンも2基あるが、支持地盤の比較的良好所に立地していること。

である。なお、港頭地区から離れるが、本州製紙(釧路市大栗毛)の工場(鉄骨構造)2階に設置された天井クレーンは脱輪したとのことである。

ベルトコンベアは、市のものは支持層に達しないコンクリート基礎に設置されており、その基礎の変位に伴い損傷を生じているが、民間のベルトコンベアは支持層まで達する杭基礎上に設置されており、コンベアの方向が東西方向のものはほとんど被害が無く、南北方向のものは継手部の間隔が広がり脱落したものが2スパン有るほか、若干のすきまの広がりが残ったため支持板を延長する補修を行った程度の被害に止まっている。

表-7.1.1 釧路港の荷役機械の概要

名称	穀物アンローダ1号機	穀物アンローダ2号機	穀物アンローダ3号機	石炭アンローダ
形式	ニューマチック・アンローダ	ベルト式連続アンローダ	ベルト式連続アンローダ	バケット式連続アンローダ
設置位置	西港区第2埠頭 南岸壁	西港区第2埠頭 南岸壁	西港区第2埠頭 南岸壁	西港区第3埠頭 南岸壁
自重	270tonf	383tonf	350tonf	730tonf
1時間当たり公称能力	400tonf/時間	400tonf/時間	400tonf/時間	600tonf/時間
建設終了年	昭和58年	昭和59年	平成4年	昭和61年(平成4年に第2埠頭から移設)
主要取扱貨物	穀物、飼料	穀物、飼料	穀物、飼料	石炭

表-7.1.2 釧路港西港区第2, 第3埠頭荷役機械の被災状況

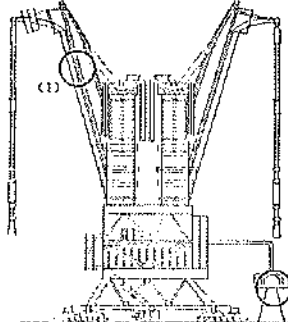
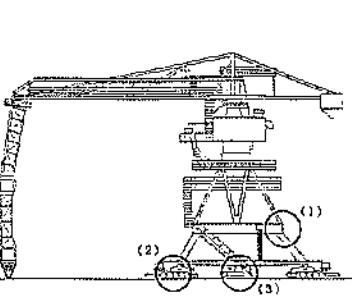
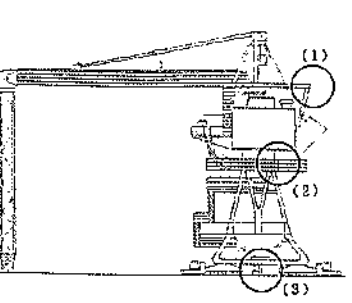
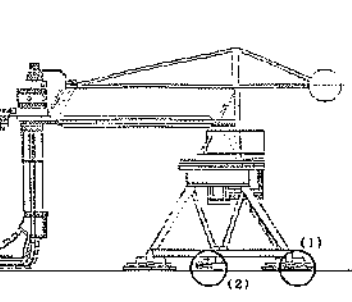
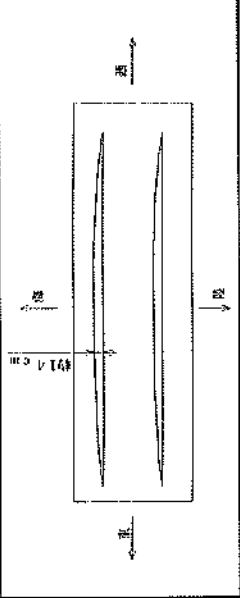
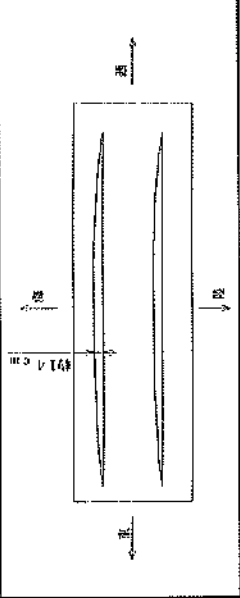
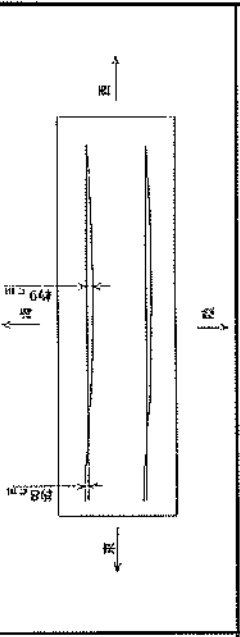
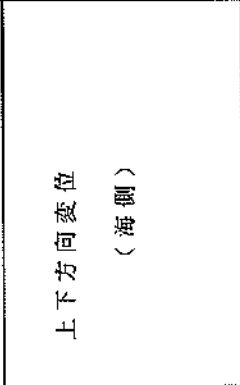
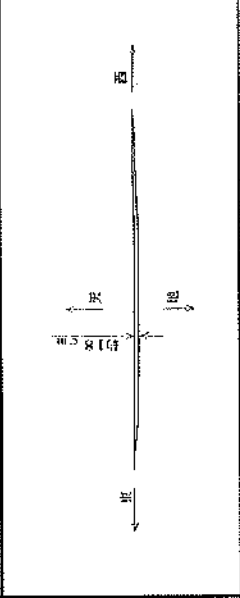
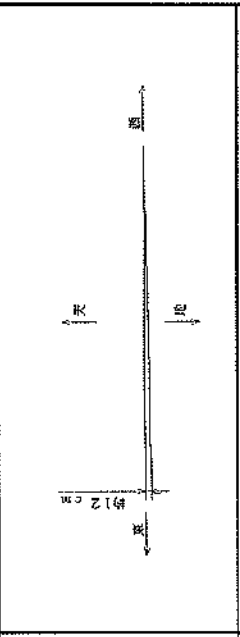
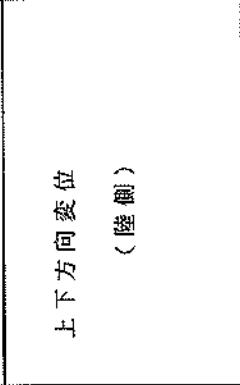
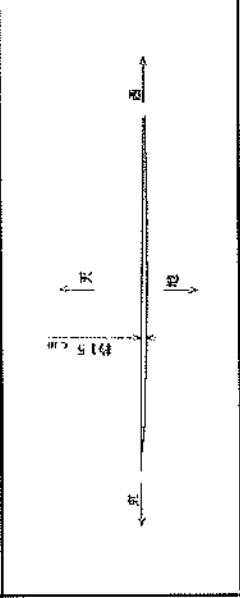
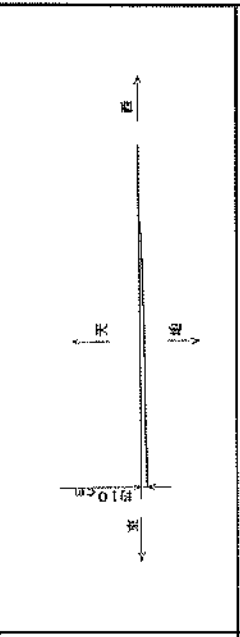
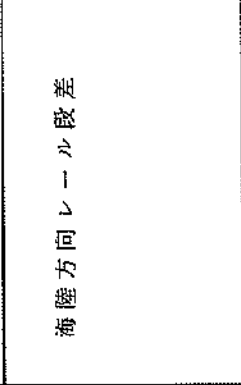
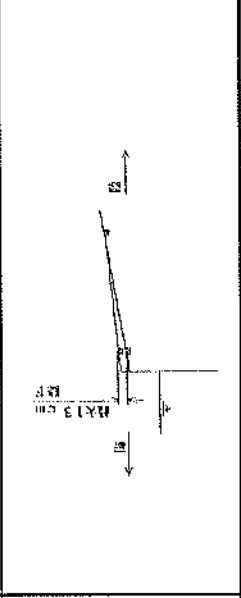
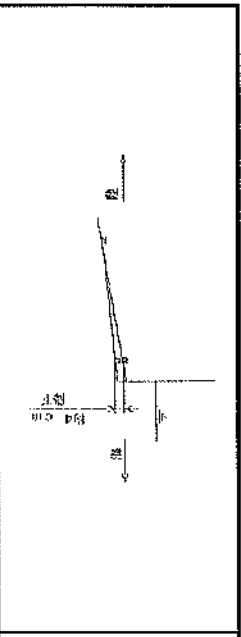
名 称	形 状	主な損傷部位
穀物アンローダ1号機		<p>(1)ブーム斜材曲がり (写真-7.1.1)</p> <p>(2)トラスブーム部損傷 (写真-7.1.2)</p>
穀物アンローダ2号機		<p>(1)脚部曲がり (写真-7.1.3)</p> <p>(2)走行装置(海陸共)脱線 (写真-7.1.4)</p> <p>(3)逸走防止装置の損傷 (写真-7.1.5)</p>
穀物アンローダ3号機		<p>(1)ボランスクェット支持フレーム曲がり (写真-7.1.6)</p> <p>(2)旋回フレーム曲がり (写真-7.1.7)</p> <p>(3)逸走防止装置の損傷</p>
石炭アンローダ		<p>(1)走行装置海側脱線</p> <p>(2)逸走防止装置の損傷</p> <p>(3)レベル沈下</p>

表-7.1.3 アンローダ・レールの変位

走行レールの変位	第 2 埠 頭	第 3 埠 頭
水平方向変位 		
上下方向変位 (海側) 		
上下方向変位 (陸側) 		
海陸方向レール段差 		

(注) 上記の変位の値は、例えばレール端を基準にした相対的な値であり、絶対値は不明

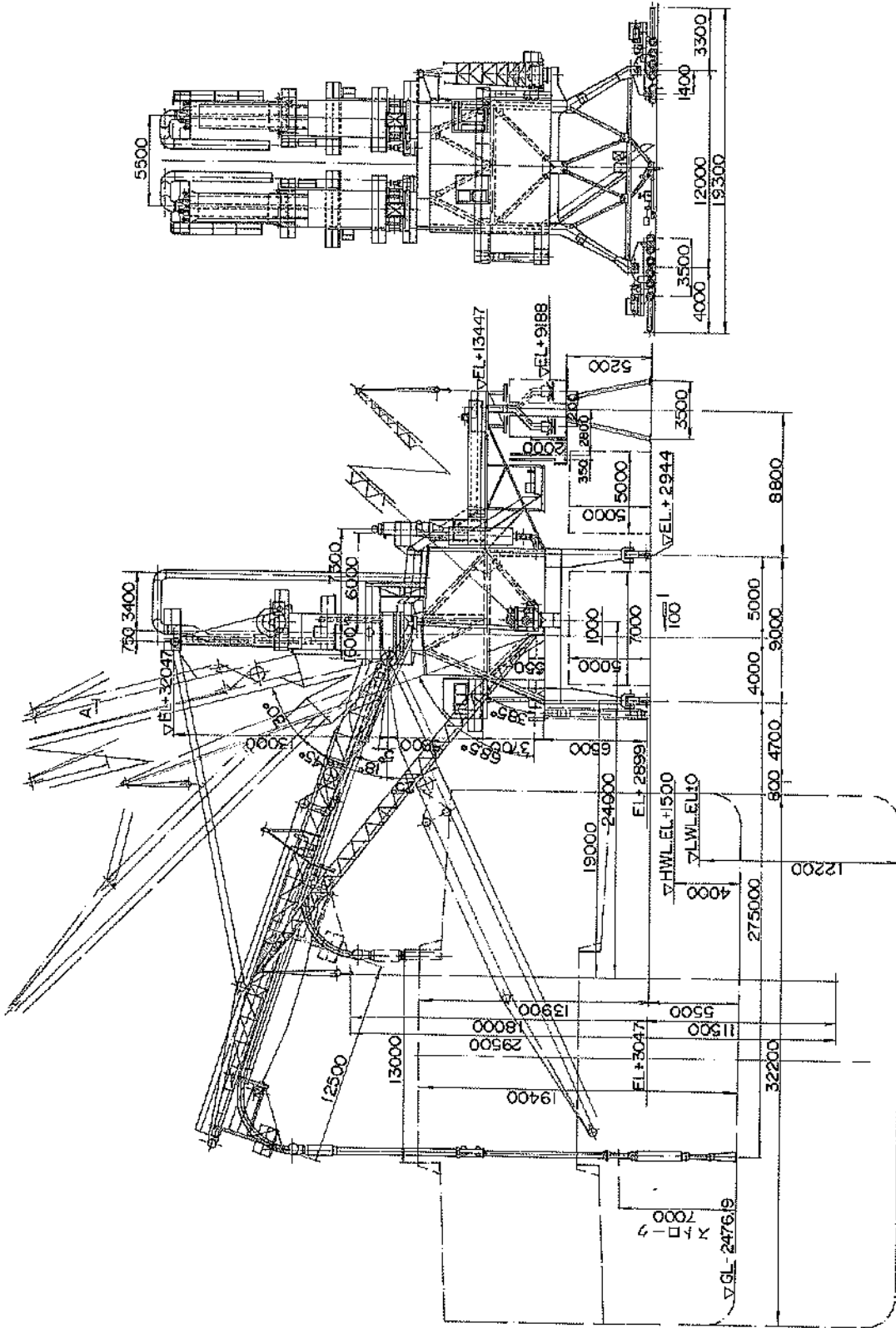


図-7.1.1a 裝物アローグI号機

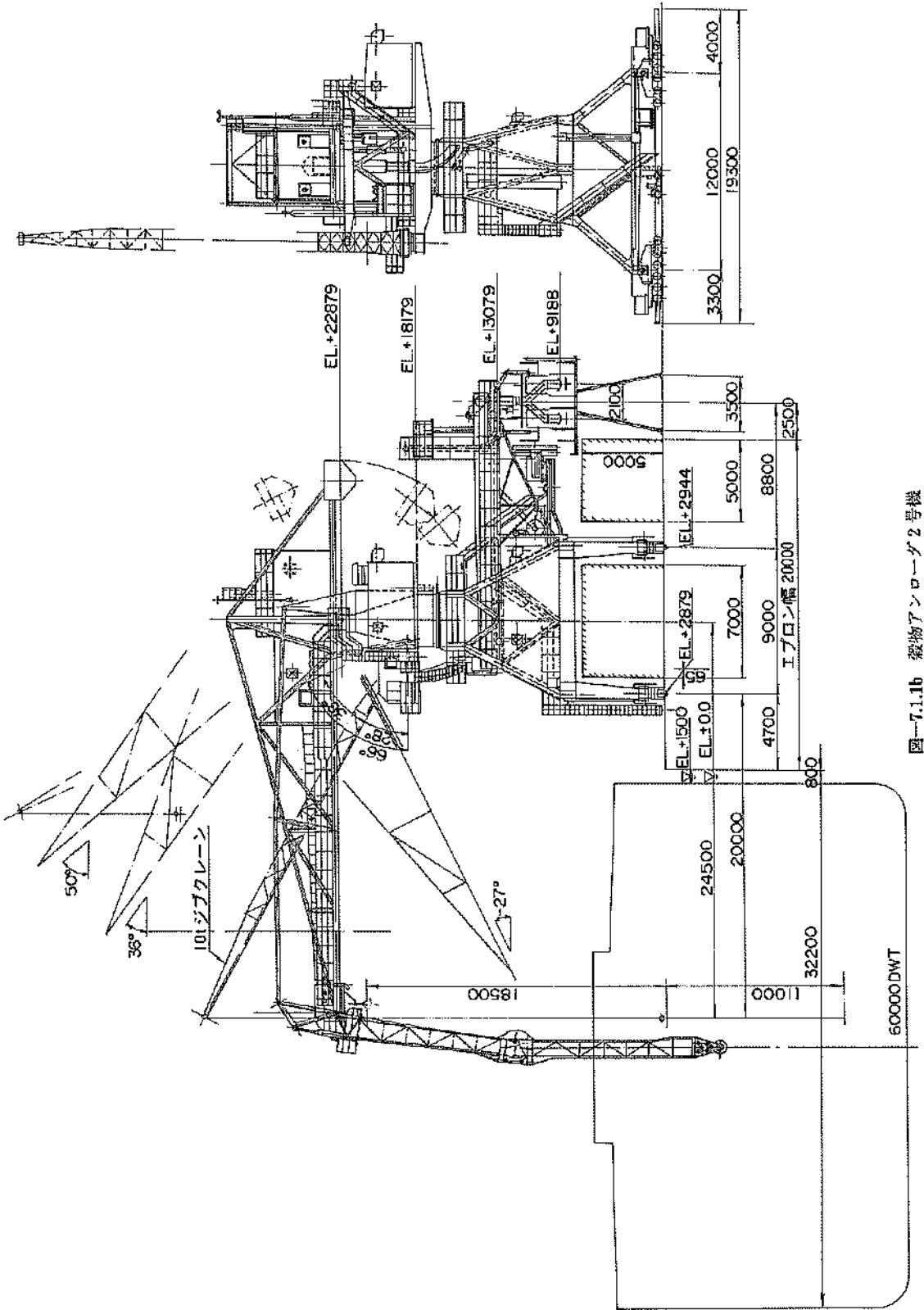


図-7.1.1b 被物アンローガ2号機

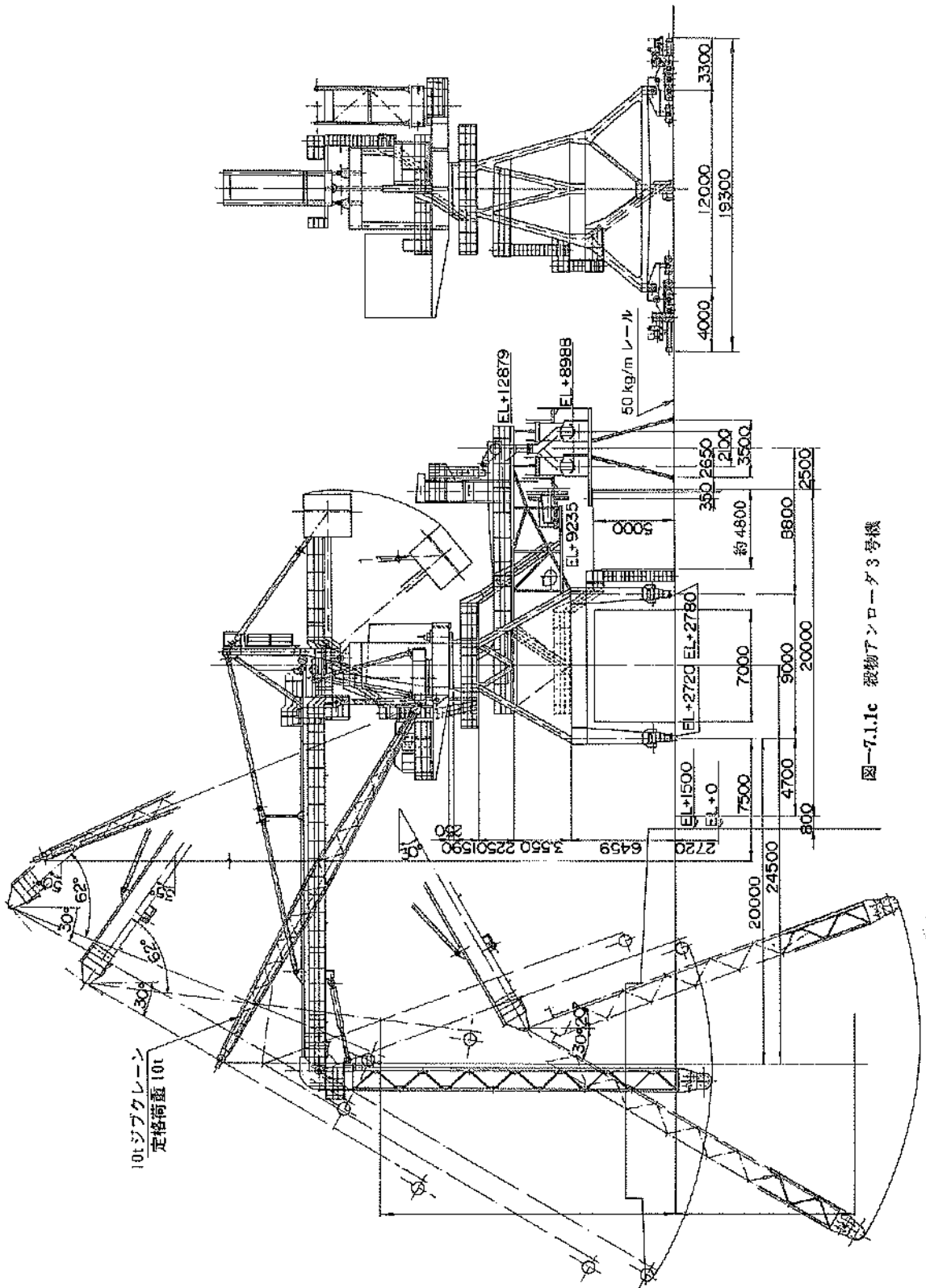
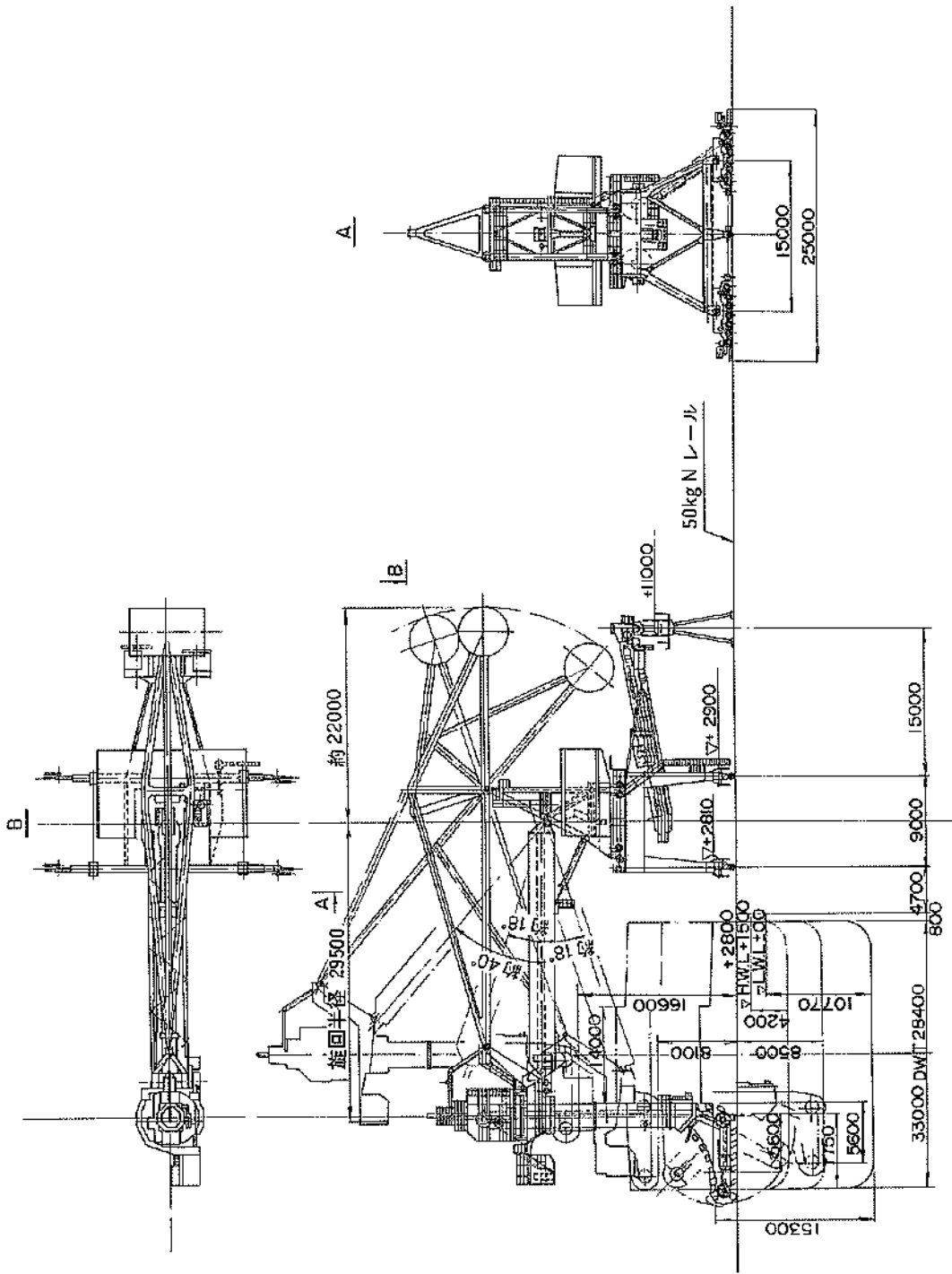
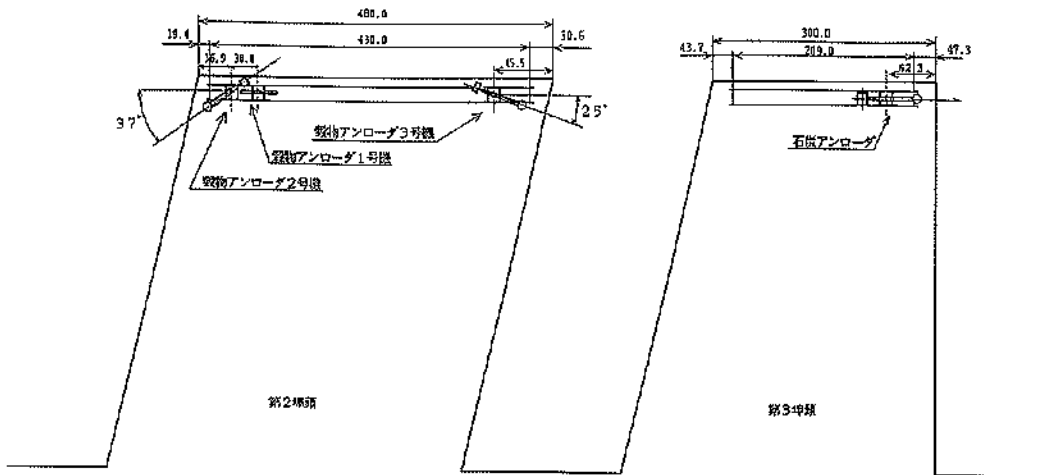


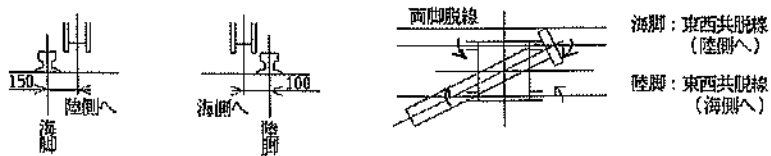
図-7.1.1c 荷物アンローダー 3号機



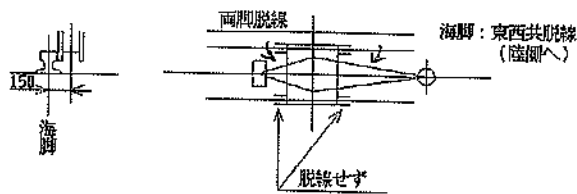
図一7.1.1d 石炭アンローダ



図一7.1.2 被災時の荷役機械の位置および向き



(a) 穀物アンローダ2号機



(b) 石炭アンローダ

図一7.1.3 アンローダの脱輪状況

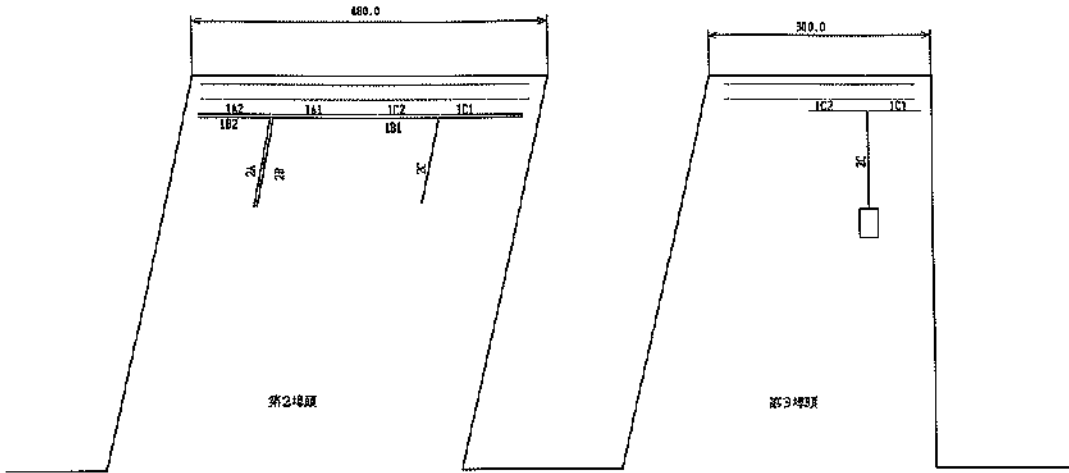


図-7.2.1 搬送用コンベア設備の位置

表-7.3.1(a) 第3埠頭アンローダレール変位

(単位: m)

測点 番号	東側ストッパー からの距離	基線からレールまでの距離		レール間隔	B. M = EL ± 3.254 としたときのレール高	
		海側	陸側		海側	陸側
0	0.00	—	—	—	—	—
1	2.65	3.370	12.375	9.005	2.784	2.896
2	15.20	3.350	12.345	8.995	2.760	2.869
3	27.66	3.345	12.350	9.005	2.739	2.849
4	35.16	3.345	12.340	8.995	2.727	2.838
5	47.69	3.340	12.345	9.005	—	—
6	60.20	3.310	12.310	9.000	2.697	2.805
7	65.17	3.330	12.330	9.000	2.695	2.800
8	70.66	3.310	12.315	9.005	2.692	2.796
9	72.66	3.310	12.315	9.005	2.686	2.794
10	77.64	3.290	12.295	9.005	2.675	2.791
11	85.12	3.290	12.290	9.000	2.676	2.788
12	90.15	3.280	12.280	9.000	2.671	2.785
13	97.65	3.285	12.290	9.005	2.667	2.781
14	102.63	3.275	12.280	9.005	2.669	2.780
15	110.15	3.265	12.265	9.000	2.657	2.771
16	115.81	3.250	12.260	9.010	2.658	2.775
17	122.65	3.255	12.265	9.010	2.642	2.767
18	127.63	3.240	12.245	9.005	2.640	2.770
19	130.91	3.250	12.245	8.995	2.639	2.772
20	135.16	3.245	12.245	9.000	2.642	2.769
21	140.13	3.235	12.235	9.000	2.638	2.768
22	145.98	3.240	12.245	9.005	2.637	2.771
23	147.63	3.240	12.245	9.005	2.633	2.770
24	152.63	3.240	12.245	9.005	2.629	2.765
25	160.13	3.245	12.250	9.005	2.623	2.762
26	165.13	3.245	12.260	9.015	2.617	2.752
27	172.65	3.230	12.230	9.000	2.617	2.748
28	177.63	3.240	12.245	9.005	2.614	2.746
29	185.18	3.245	12.245	9.000	2.610	2.747
30	191.23	3.235	12.245	9.010	2.611	2.749
31	197.63	3.235	12.240	9.005	2.617	2.756
32	202.63	3.270	12.275	9.005	2.619	2.765
33	206.28	3.265	12.275	9.010	2.625	2.777
34	210.13	3.265	12.270	9.005	2.629	2.778
35	215.13	3.290	12.290	9.000	2.634	2.783
36	220.63	3.275	12.290	9.015	2.632	2.791
37	222.63	3.285	12.305	9.020	2.633	2.792
38	227.63	3.270	12.280	9.010	2.632	2.798
39	235.13	3.300	12.305	9.005	2.638	2.810
40	240.18	3.295	12.295	9.000	2.637	2.813

測点 番号	東側ストッパー からの距離	基線からレールまでの距離		レール間隔	B. M = EL ± 3.254 としたときのレール高	
		海側	陸側		海側	陸側
41	247.67	3.330	12.335	9.005	2.649	2.827
42	252.63	3.300	12.300	9.000	2.660	2.830
43	260.13	3.295	12.290	8.995	2.656	2.834
44	265.13	3.285	12.295	9.010	2.661	2.837
45	266.61	3.275	12.280	9.005	2.657	2.838
46	272.63	3.275	12.280	9.005	2.652	2.835
47	277.65	3.270	12.285	9.015	2.652	2.837
48	281.67	3.280	12.285	9.005	2.652	2.834
49	285.13	3.270	12.280	9.010	2.648	2.833
50	290.13	3.260	12.275	9.015	2.549	2.826
51	296.71	3.270	12.275	9.005	2.657	2.839
52	297.65	3.270	12.280	9.010	2.659	2.839
53	302.61	3.255	12.270	9.015	2.659	2.840
54	310.11	3.265	12.275	9.010	2.660	2.841
55	315.19	3.265	12.285	9.020	2.655	2.843
56	322.68	3.270	12.280	9.010	2.654	2.844
57	327.66	3.270	12.270	9.000	2.655	2.847
58	335.19	3.270	12.270	9.000	2.653	2.843
59	340.14	3.270	12.275	9.005	2.650	2.841
60	341.95	3.250	12.255	9.005	2.654	2.845
61	347.69	3.275	12.285	9.010	2.651	2.842
62	352.64	3.270	12.280	9.010	2.654	2.843
63	356.94	3.275	12.285	9.010	2.653	2.843
64	360.14	3.270	12.280	3.010	2.650	2.829
65	365.14	3.265	12.280	9.015	2.654	2.840
66	372.04	3.285	12.295	9.010	2.655	2.841
67	372.64	3.280	12.290	9.010	2.655	2.840
68	377.62	3.290	12.290	9.000	2.654	2.844
69	385.16	3.305	12.300	8.995	2.660	2.847
70	390.19	3.300	12.300	9.000	2.664	2.846
71	397.54	3.325	12.320	8.995	2.673	2.850
72	402.57	3.325	12.320	8.995	2.678	2.852
73	427.57	3.365	12.365	9.000	2.672	2.833
74	433.31					

表-7.3.1(b) 第3埠頭アンローダレール変位

(単位: m)

測点 番号	東側ストッパー からの距離	基線からレールまでの距離		レール間隔	B. M = EL ± 3.254 としたときのレール高	
		海側	陸側		海側	陸側
0	0.00	—	—	—	—	—
1	3.10	3.420	12.420	9.000	2.946	3.073
2	8.18	3.430	12.430	9.000	2.949	3.076
3	13.18	3.430	12.421	8.991	2.955	3.072
4	18.21	3.430	12.425	8.995	2.955	3.084
5	23.23	3.450	12.448	8.998	2.957	3.078
6	28.26	3.440	12.440	9.000	2.967	3.087
7	33.29	3.460	12.454	8.994	2.971	3.086
8	38.31	3.470	12.460	8.990	2.969	3.024
9	43.33	3.460	12.446	8.986	2.964	3.086
10	48.36	3.470	12.460	8.990	2.959	3.072
11	53.39	3.470	12.470	9.000	2.953	3.072
12	58.42	3.490	12.486	8.996	2.956	3.072
13	63.45	3.490	12.485	8.995	2.937	3.060
14	68.48	3.480	12.480	9.000	2.926	3.053
15	73.51	3.490	12.490	9.000	2.921	3.037
16	78.49	3.490	12.490	9.000	2.907	3.020
17	83.43	3.500	12.500	9.000	2.908	3.021
18	88.39	3.510	12.510	9.000	2.916	3.018
19	93.40	3.520	12.514	8.994	2.906	3.015
20	98.40	3.520	12.520	9.000	2.901	3.010
21	103.41	3.520	12.522	9.002	2.897	3.013
22	108.44	3.560	12.568	9.008	2.890	2.998
23	113.47	3.560	12.556	9.000	2.883	2.999
24	118.50	3.570	12.566	8.996	2.890	3.002
25	123.52	3.580	12.576	8.996	2.877	3.002
26	128.55	3.570	12.568	8.998	2.873	3.000
27	133.58	3.570	12.570	9.000	2.870	3.008
28	138.61	3.590	12.598	9.008	2.856	2.937
29	143.63	3.580	12.592	9.012	2.857	2.997
30	148.65	3.570	12.574	9.004	2.855	2.997
31	153.67	3.570	12.572	9.002	2.857	2.991
32	158.70	3.570	12.576	9.006	2.854	2.997
33	163.73	3.560	12.568	9.008	2.853	2.998
34	168.76	3.570	12.578	9.008	2.847	2.992
35	173.78	3.570	12.578	9.008	2.850	2.992
36	178.80	3.550	12.552	9.002	2.853	2.993
37	209.06	3.490	12.492	9.002	2.888	3.008

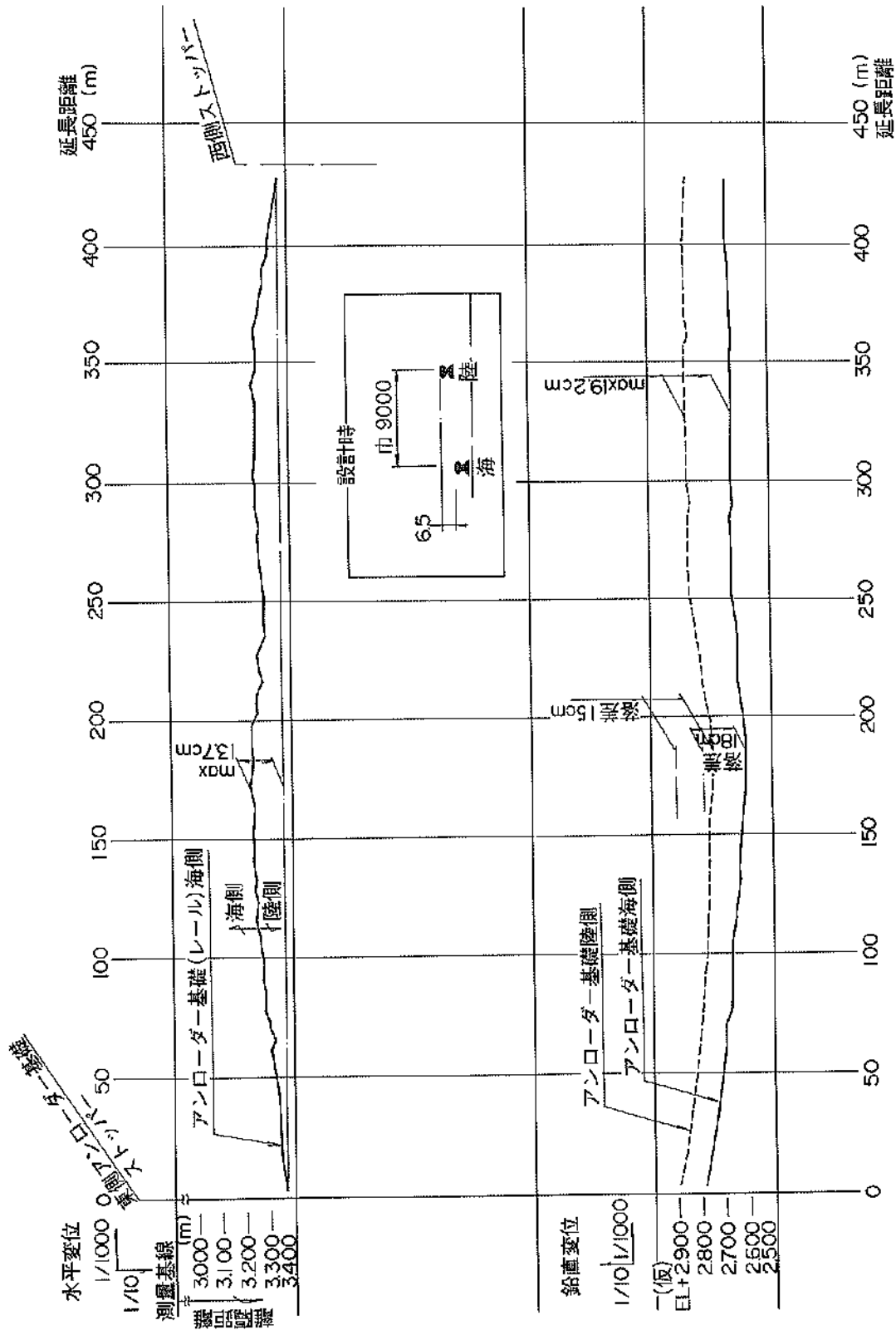


図-7.3.1a 第2埠頭アンローダレールの変位(その1)

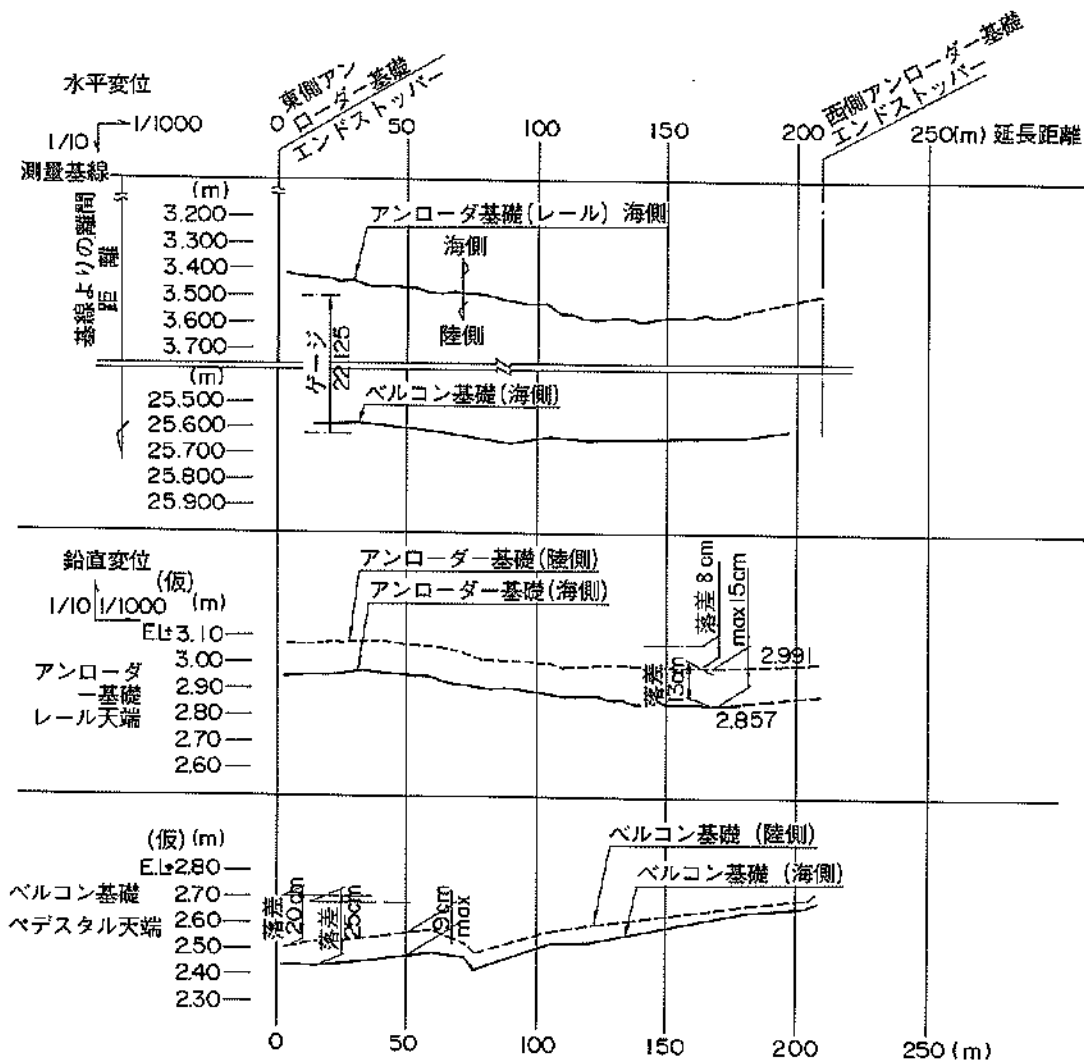
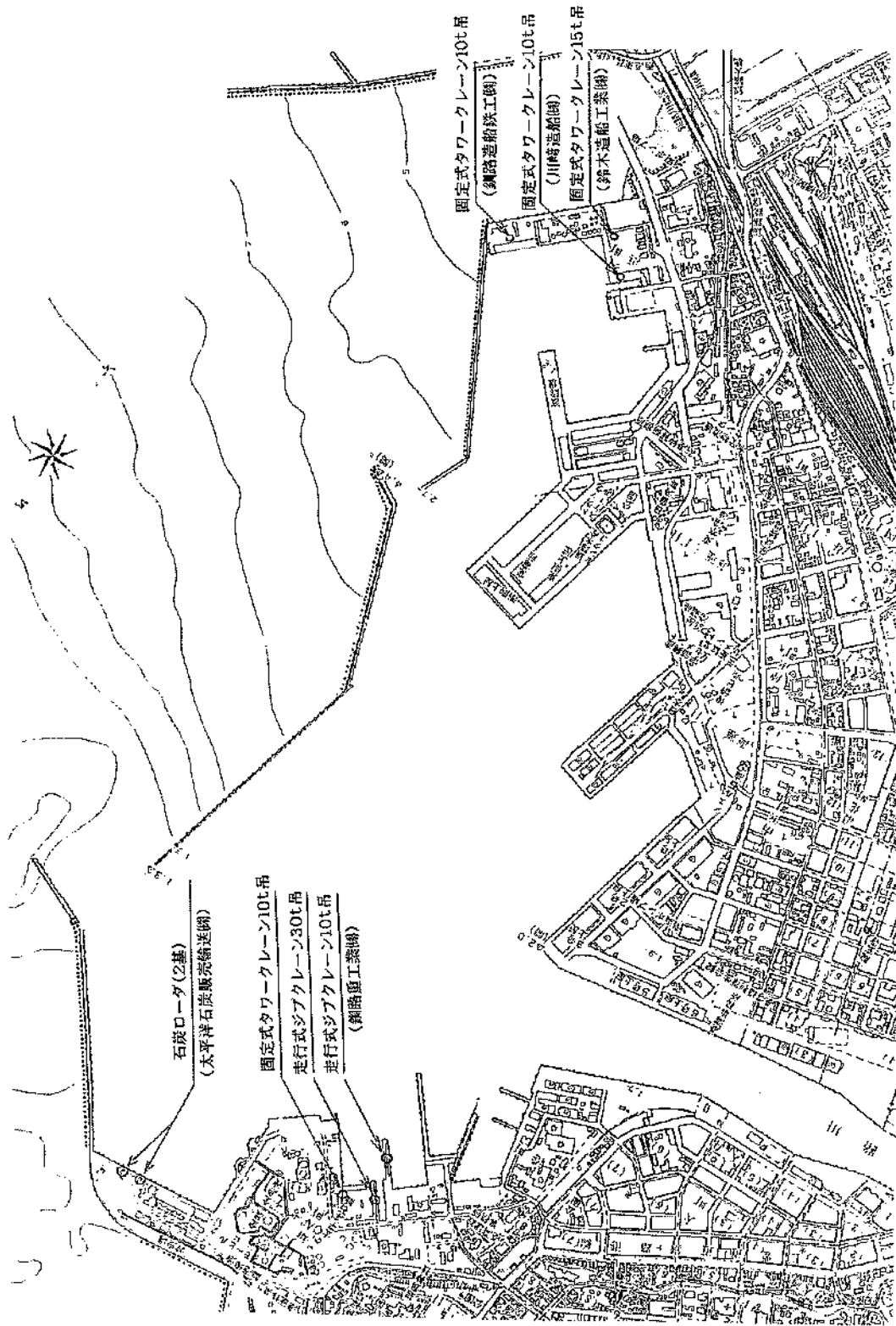


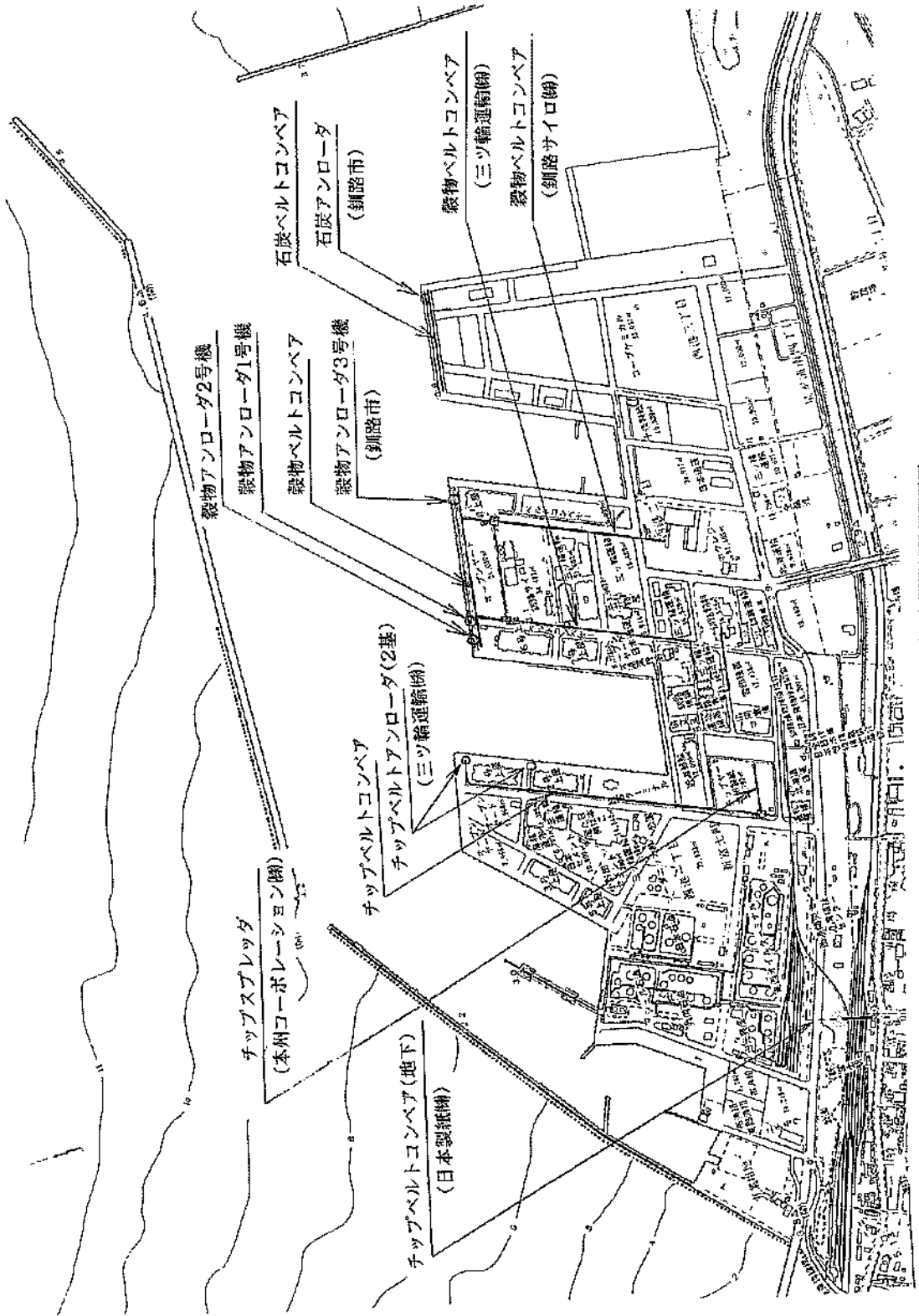
図-7.3.1d 第3埠頭アンローダレール及びコンベア基礎変位

表-7.4.1 その他の機械設備の被災状況

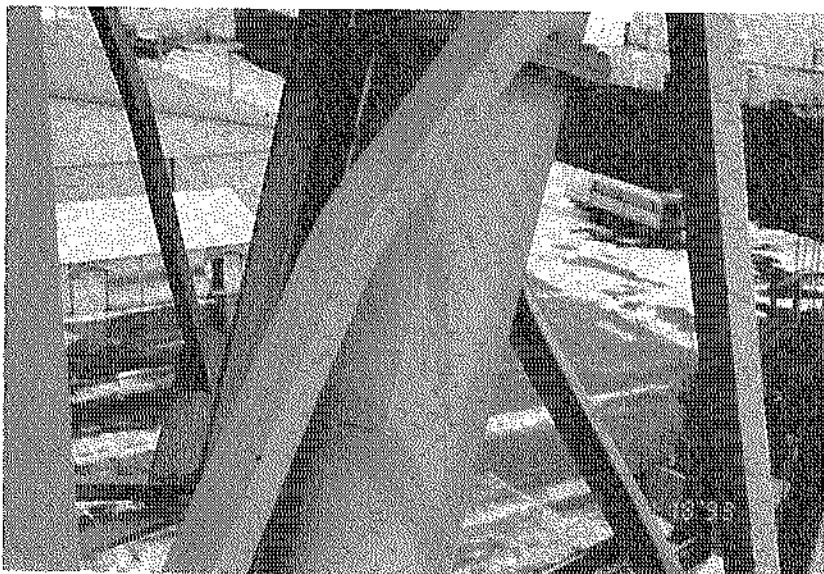
所 有 者	機 械 名	主要目	被害の有無
太平洋石炭販売輸送(株)	石炭ローダ(1)		無
	＃ (2)		無
釧路重工業(株)	石炭地下ベルトコンベア		無
	走行式ジブクレーン(1)	30t吊り	無
	＃ (2)	10t吊り	無
	固定式タワークレーン	10t吊り	無
川崎造船(株)	固定式タワークレーン	10t吊り	無
鈴木造船工業	固定式タワークレーン	15t吊り	無
釧路造船鉄工	固定式タワークレーン	10t吊り	無
釧路サイロ(株)	穀物ベルトコンベア		軽微
三ツ輪運輸(株)	穀物ベルトコンベア		脱落(2スパン)
	チップベルトアンローダ		無
	チップベルトコンベア		軽微
本州コーポレーション	ディストリビュータ		固定金具一部破損
日本製紙(十條製紙)	チップベルトコンベア		無



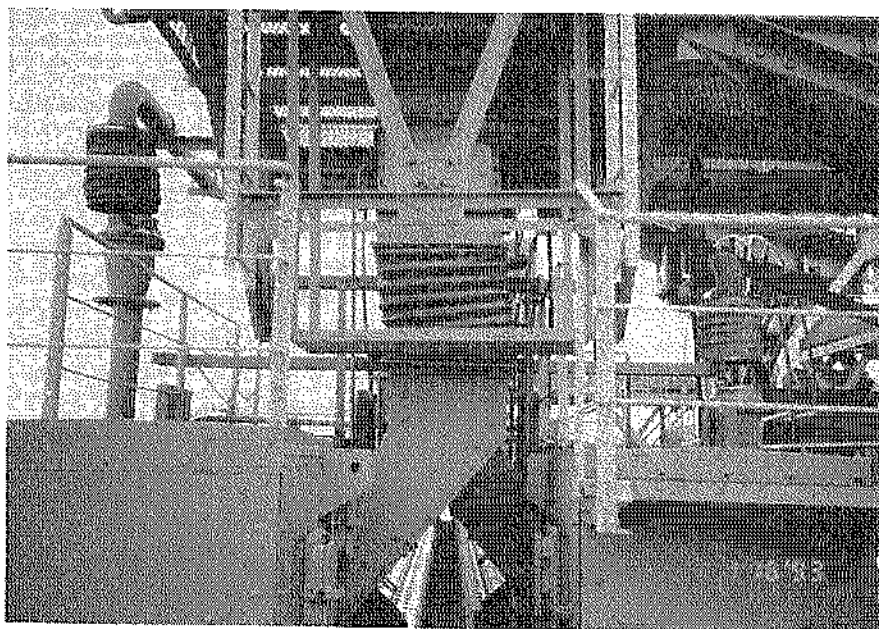
図一7.4.1a 釧路港(東港区)主要機械設備配置図



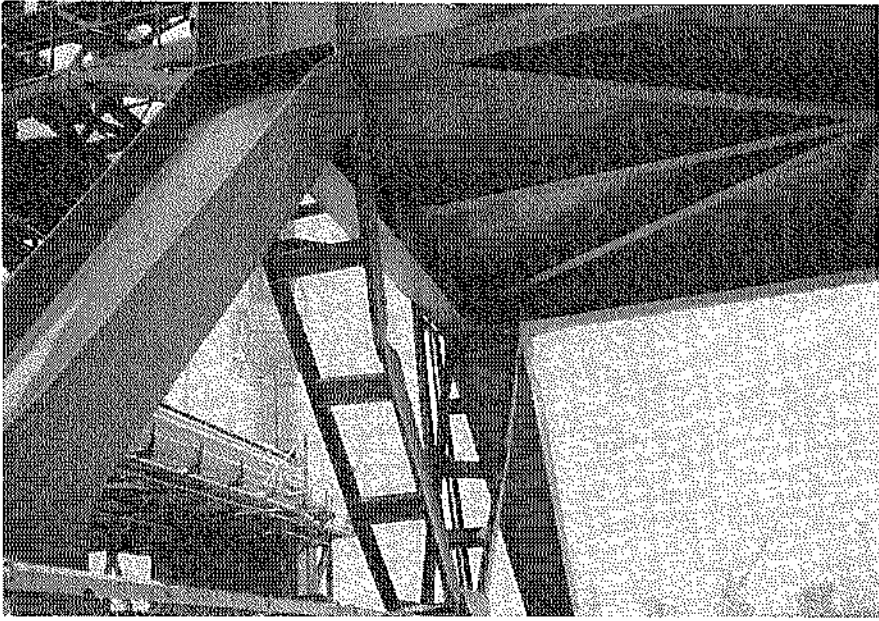
図一7.4.1b 鋼路港 (西港区) 主要機械設備配置図



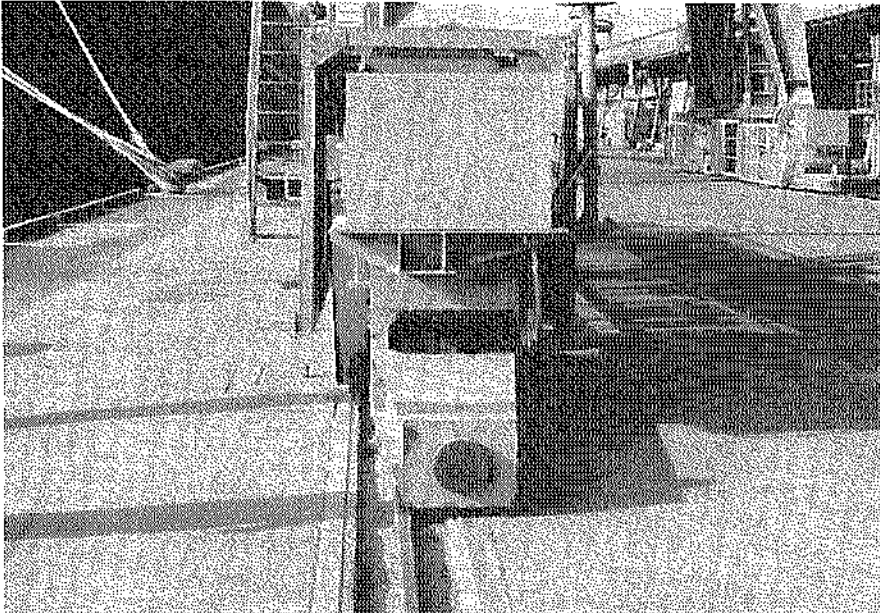
写真—7.1.1 殺物用1号機ブーム斜材曲り



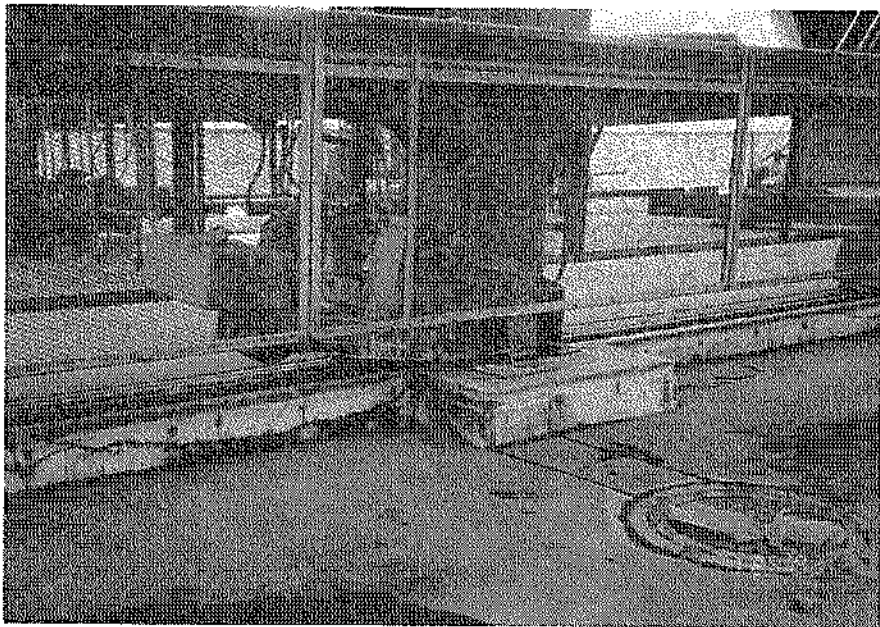
写真—7.1.2 殺物用1号機トランスファーカ部損傷



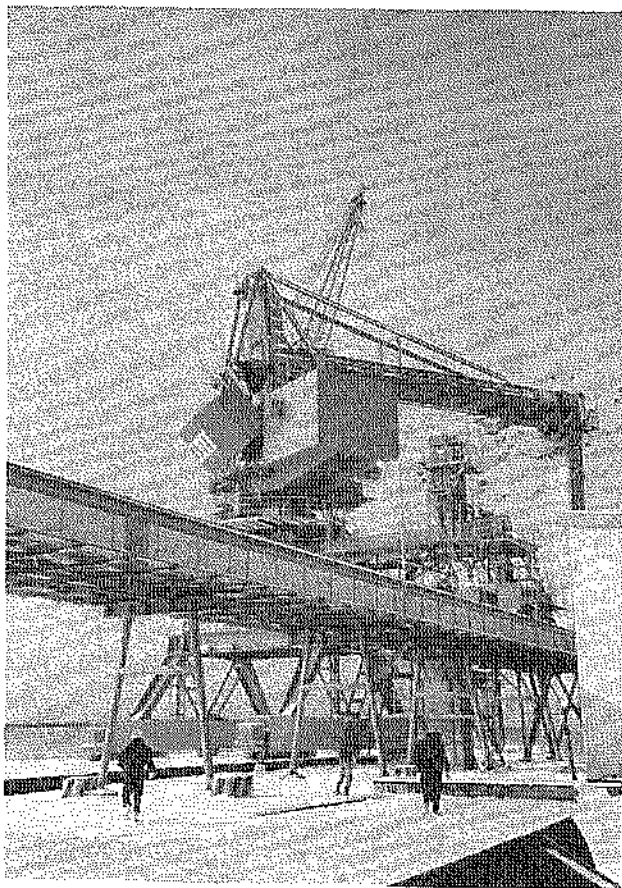
写真一7.1.3 穀物用2号機脚部曲り



写真一7.1.4 穀物用2号機走行装置脱線



写真—7.1.5 穀物用2号機逸走防止装置損傷



写真—7.1.6 穀物用3号機バランスウェイト支持フレーム曲り

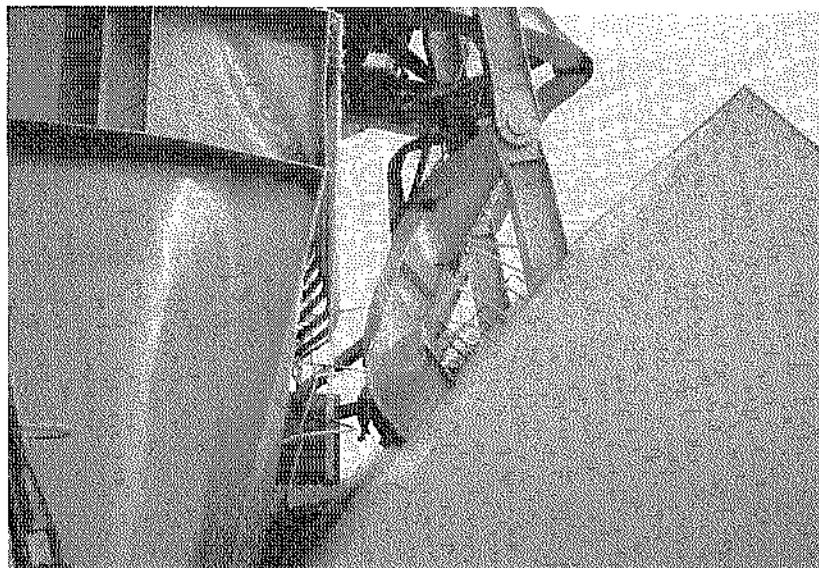


写真-7.1.7 穀物用3号機回転フレーム山り

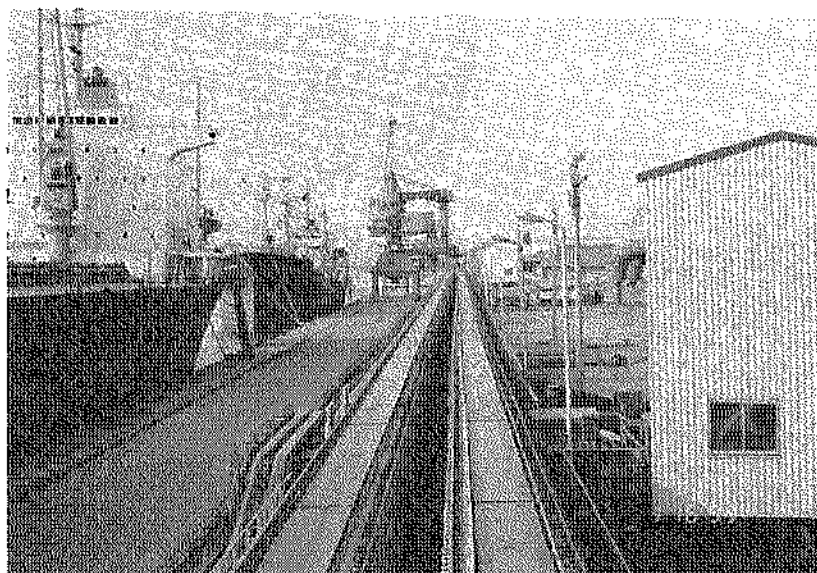


写真-7.2.1 第2埠頭横送りコンベア全景



写真-7.2.2 第2埠頭縦送りコンベアつなぎ部破損

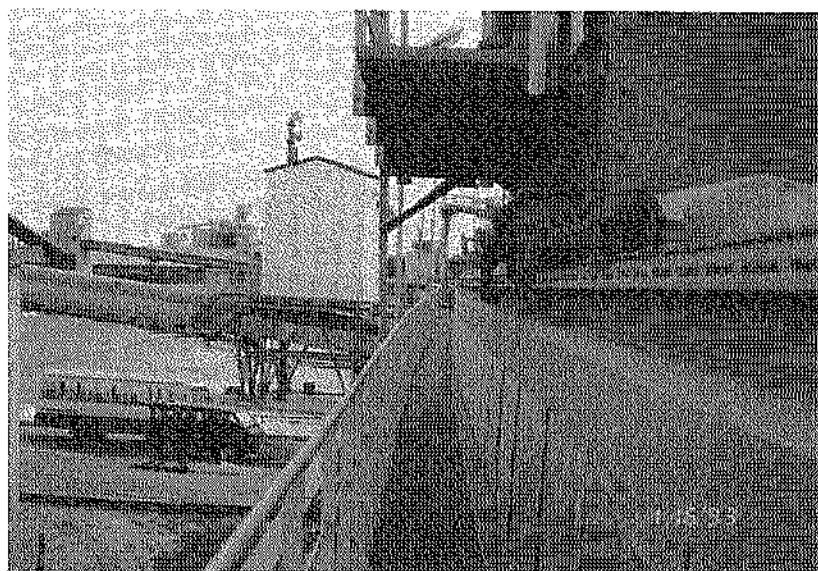


写真-7.2.3 第2埠頭横送りコンベア蛇行

8. 港湾施設の機能制限

地震発生翌日の航空写真によれば、釧路港の岸壁に接岸していた船数は表-8.0.1に示す通りであった。このように利用されていた岸壁等が被災後にどのような利用制限を実施したか、また、施設の緊急利用のためにどのような緊急復旧工事が実施されたかを以下に示す。

8.1 地震後の各施設の利用状況

(1) 全面使用不能施設

西港第二埠頭地区の南側岸壁（水深-12m、延長240m、図-8.1.1の①）は、西側部分の岸壁上部工およびエプロンの被災、穀物荷役機械3号機の現場復旧工事施工のため、全面的に岸壁の利用が不可能となった。また、同じ地区の西側岸壁（-9m、195m、②）も南側の上部工の段差、前出し、エプロンの亀裂段差、エプロンと背後の上屋の周辺用地間の亀裂段差により利用不能となった。

東港の副港地区の漁業埠頭南側岸壁（-7.5m、200m、③）では、矢板岸壁の矢板本体の折損、エプロンの大規模な沈下により、接岸していた船が移されるとともに、その利用が禁止された。東港の北地区の北埠頭南側岸壁（-8m、109m、④）は、岸壁が大きく前方にはらみ出すとともにエプロンが崩落したため、全面的に利用が禁止された。

(2) 部分的に使用不能施設

東港の副港地区の副港岸壁（-5m、176.2m、⑤）は、突堤部取付岸壁上部工の決壊、背後用地の陥没により、この岸壁を利用している沖底漁船1隻分（50m）が利用禁止とされた。東港の副港地区の北側岸壁（-6m、150m、⑥）は東側基部上部工、エプロンの被災により、沖底漁船1隻分（50m）が利用禁止とされた。東港の北地区の北埠頭の西側岸壁（-9m、190m、⑦）は南側突端部から約70mにエプロンの亀裂段差が発生したため、この区間が利用禁止とされた。

(3) 穀物荷役機械の利用状況

西港の第二埠頭地区の南側岸壁の三機の穀物荷役機械の利用状況は以下の通りであった。

1号機（図-8.1.1の⑧）は1月16日よりトラス部分の損傷により利用禁止となったが、2月1日より200t/hで稼働を開始し、2月9日より400t/hのフル稼働を行っている。

2号機（⑨）は縦送りコンベア等の損傷により利用不能となったが、3月31日よりフル稼働が実施されている。

3号機（⑩）は荷役機械本体のバラストタンク等の損

傷により利用不能となったが、5月30日よりほぼフル稼働している。

(4) フェリーターミナルの利用状況

西港の第一埠頭地区のフェリー岸壁（図-8.1.1の⑪）の搭乗設備および乗用車用スロープは基礎部分と構造部分の被災により、利用不能となった。このためとりあえず乗客、乗用車の乗降は貨物車用スロープを利用して、フェリーの運行に対応した。

(5) 船舶給水装置の利用状況

東港の北地区の北埠頭の船舶給水施設（図-8.1.1の⑫）は、岸壁のエプロンの亀裂陥没に伴う損傷が甚大なため利用不能となった。その復旧は岸壁の復旧工事と共に実施予定となっている。

8.2 緊急復旧工事

地震後の岸壁の被災進行の防止、施設利用のための応急工事等の目的のために本格的な復旧工事の前に実施された緊急復旧工事の内容を表-8.2.1、8.2.2に示す。図-8.2.1には、復旧工事の実施された位置を示す。図中の番号は表-8.2.1、8.2.2の番号に対応している。表に示された緊急復旧工事は地震発生の日から3月末までに実施されている。表-8.2.1に示す*印の緊急復旧工事はその施工により復旧工事が完了とみなされたものである。また、図-8.2.1に黒丸で示す道路位置は1月21日～23日に施工された工事（工事金額597千円）、網かけで示す道路は2月23日～3月1日に施工された工事（990千円）、x印の道路は3月16日～25日に施工された工事（730千円）を示す。

表—8.0.1 地震発生翌日の接岸船舶数

地 区	施 設 名	接岸船舶数
西港第三埠頭地区	西側岸壁	1
西港第二埠頭地区	南側岸壁	2
西港第一埠頭地区	西側岸壁	1
西港第一埠頭地区	南側岸壁	1
東港副港地区	副港岸壁	78
東港副港地区	漁業埠頭	27
東港北地区	北埠頭	5
東港北地区	中央埠頭	9
東港南地区	入舟岸壁	6

表—8.2.1 緊急復旧工事一覧（直轄港湾）

【直轄】

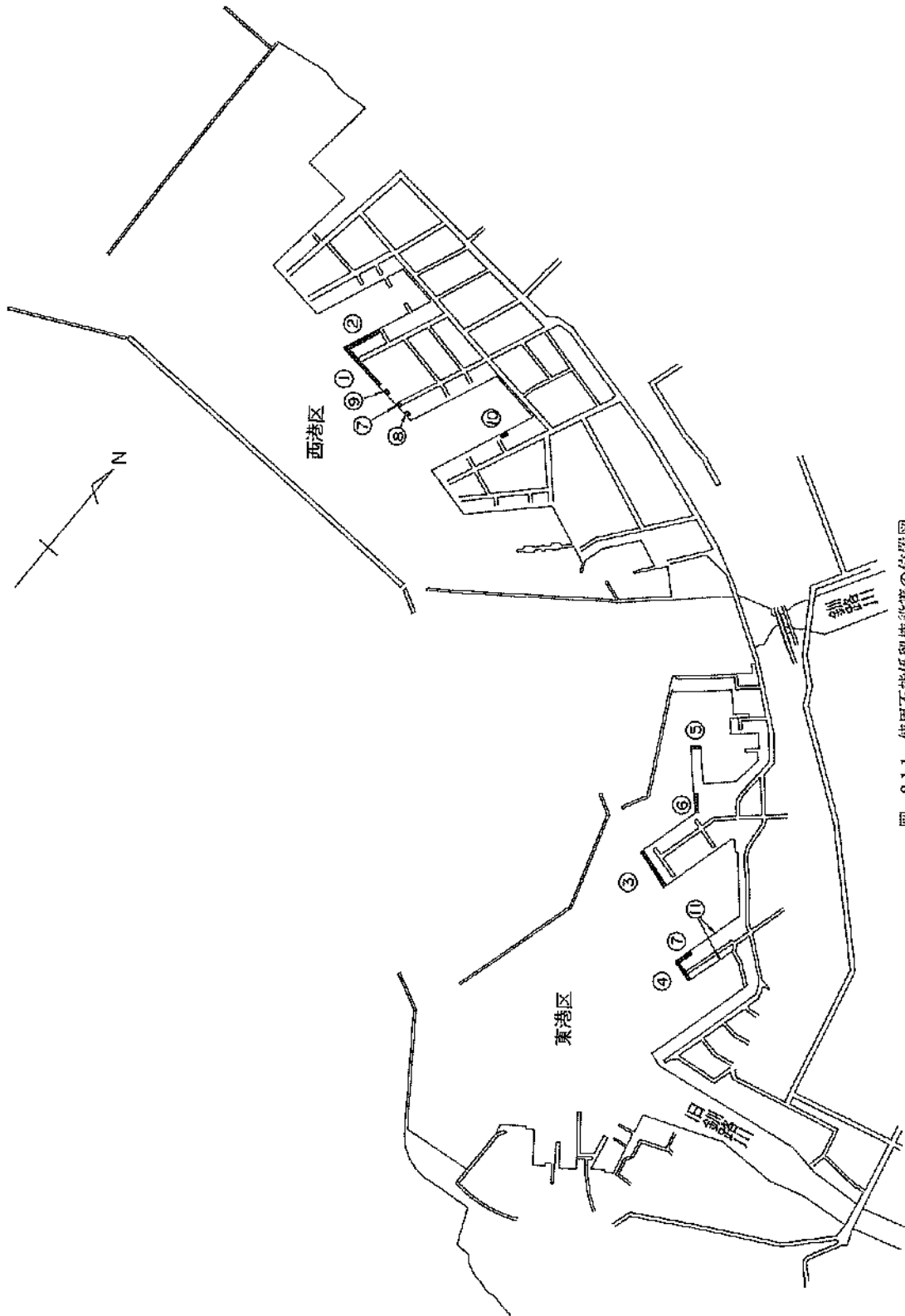
番号	地 区	施 設 名	被 害 概 要	緊急復旧工事		備 考
				数 量	金額(千円)	
1	東港南地区	入舟岸壁(-6m)	エプロン舗装が亀裂、後端スパン沈下	177.9m	8,382	5年災 1号*
2	東港北地区	北埠頭南側岸壁(-8m)	本土工沈下、前出、舗装面陥没、亀裂、段差	0.2m	707	5年災 4号
3	東港北地区	北埠頭西側岸壁(-9m)	本土工沈下、前出、舗装面陥没、亀裂、段差	0.3m	1,665	5年災 5号
4	東港副港地区	漁業埠頭西側岸壁(-7m)	本土工沈下、前出、舗装面陥没、亀裂、段差	66.0m	50,180	5年災 6号
5	東港副港地区	漁業埠頭東側岸壁(-7m)	本土工沈下、前出、舗装面亀裂、段差	7.5m	4,266	5年災 8号
6	東港副港地区	副港岸壁(-6m)	本土工沈下、前出、舗装面亀裂、段差	2.6m	7,041	5年災 9号
7	西港第一埠頭地区	西側岸壁(-10m)	エプロン舗装亀裂、沈下、上部工破損	211.6m	15,905	5年災11号*
8	西港第一埠頭地区	西側岸壁(-9m)	エプロン舗装亀裂、沈下、上部工スレ段差	76.1m	58,537	5年災12号
9	西港第二埠頭地区	東側岸壁(-5.5m)	エプロン舗装亀裂、沈下、段差、上部工破損	90.1m	2,576	5年災13号*
10	西港第二埠頭地区	東側岸壁(-10m)	エプロン舗装亀裂、沈下、段差、上部工破損	0.1m	46	5年災14号
11	西港第二埠頭地区	南側岸壁(-12m)	エプロン舗装亀裂、沈下、段差、上部工破損	0.1m	259	5年災15号
12	西港第二埠頭地区	西側岸壁(-7.5m)	エプロン舗装亀裂、沈下、段差、上部工破損	0.6m	689	5年災16号
13	西港第二埠頭地区	西側物揚場(-4m)	エプロン舗装亀裂、沈下、段差、上部工破損	249.7m	12,015	5年災17号*

*：緊急復旧工事により災害復旧工事が完了したもの

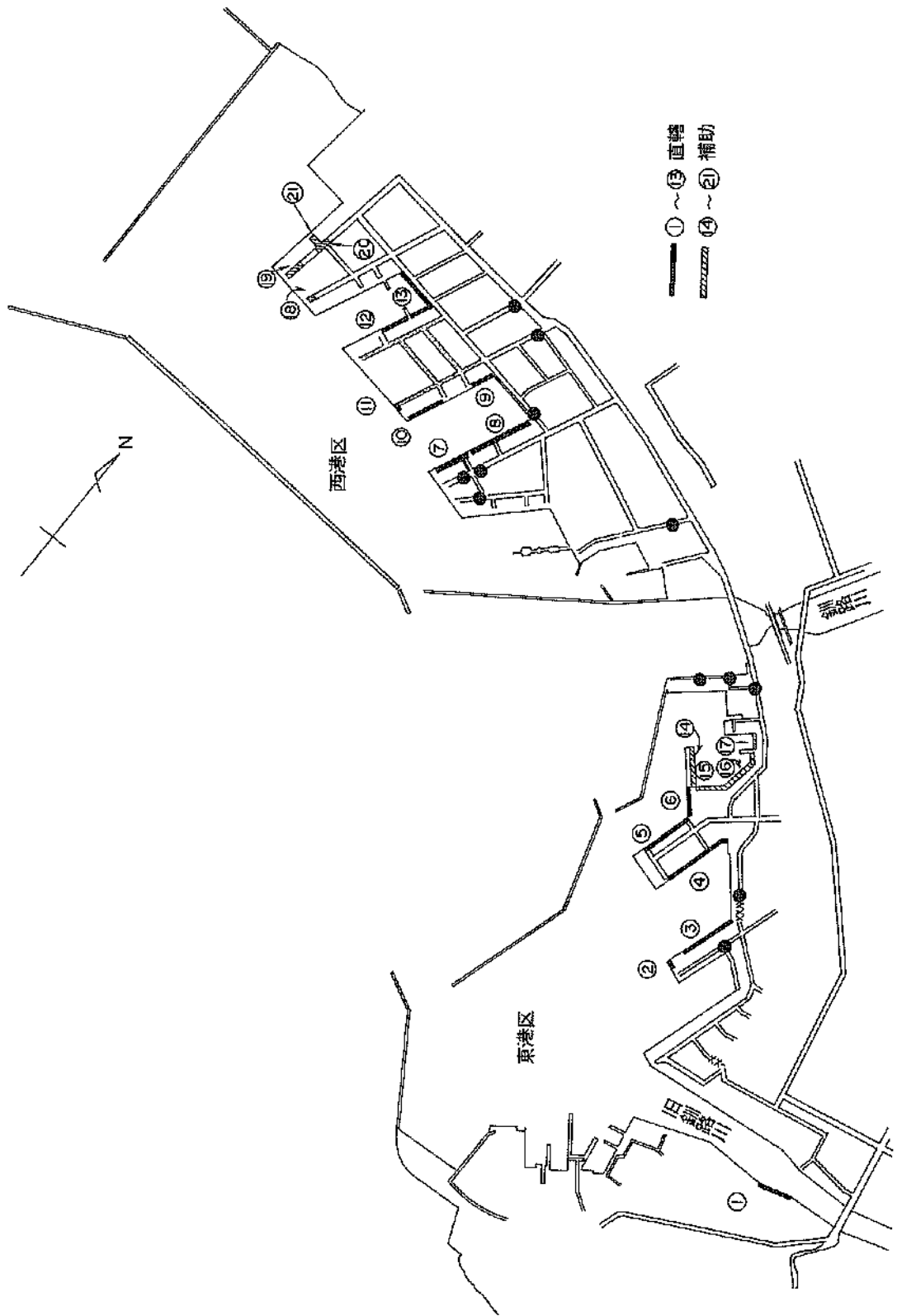
表—8.2.2 緊急復旧工事一覧（補助港湾）

【補助】

番号	地 区	施 設 名	被 害 概 要	緊急復旧工事		備 考
				数 量	金額(千円)	
14	東港副港地区	道路	車道部に亀裂、沈下、陥没		308	5年災26号
15	東港副港地区	岸壁(-5m)	エプロンに亀裂、沈下、段差		3,422	5年災27号
16	東港副港地区	岸壁(-5m)	エプロンに亀裂、沈下、段差		4,669	5年災28号
17	東港副港地区	物揚場(-4m)	エプロンに亀裂、沈下、段差、上部工前出		1,171	5年災29号
18	西港第三埠頭地区	道路	車道部、歩道部に亀裂、沈下、陥没	1.3m	301	5年災49号
19	西港第三埠頭地区	道路	車道部、歩道部に亀裂、沈下	40.0m	173	5年災51号
20	西港第三埠頭地区	道路	車道部、歩道部に亀裂、沈下、隆起	1.3m	78	5年災53号
21	西港第三埠頭地区	道路	車道部、歩道部に亀裂、沈下、隆起	10.0m	394	5年災54号



图—8.1.1 使用不能保留施設等の位置図



图—8.2.1 緊急復旧工事位置図

9. まとめ

9.1 地震動

今回の地震においては、釧路を中心とする地域で最大加速度が非常に大きかったことが特徴である。すでに記したように、釧路港で記録された南北成分の469Galという最大加速度は、これまでの港湾地域で記録された最大のものである。

同じく釧路港での観測結果において、このような強地震動について、地中基盤(−77m)と地表において地震動の同時観測に成功したことも、特筆すべきことである。地中基盤での最大加速度は南北成分で204Galであり、基盤の地震動に比べて地表では地震動が増幅され約2.5倍の地震動となっていることが明かとなった。これらのデータについては、現在、詳細な解析が進められているが、強地震動における地盤の地震増幅特性の解明に、大きな一歩を記したものと見える。

釧路港で記録された469Galの最大加速度が、構造物に対する破壊力としてどの程度の実効的な力に相当するかについては、慎重な検討を要する。先に1章で示したとおり、この最大加速度は南北方向のバルス状の波形により瞬間的に発生している。このようなバルス状の波形にやや鈍感な従米型(SMAC-B2型)の地震計の波形に変換すると、その最大値は315Galとなる。SMAC-B2型の地震計による地盤の最大加速度 α と構造物の設計震度 k_h との関係については、重力式および矢板式岸壁を対象として、多数の地震被災例と強震観測結果を基に、研究がなされている¹⁾。その成果によると、両者の関係はかなりばらついているが、設計において過去の事例中最も安全側の設定をするならば、

$$k_h = \alpha/g \quad (\alpha < 200\text{Galの場合})$$
$$k_h = (1/3)(\alpha/g)^{1/3} \quad (\alpha > 200\text{Galの場合})$$

(9.1)

となる。ここに、 $g=980\text{Gal}$ は重力加速度である。この結果によれば、最大加速度 $\alpha=315\text{Gal}$ の地震動は、式(9.1)より、設計震度 $k_h=0.23$ に相当する。

また、最大加速度と設計震度の平均的な関係は、先に触れた研究における原因図(図-9.1)にさかのぼって検討すれば、概ね

$$k_h = 0.6(\alpha/g) \quad (9.2)$$

となる。この結果によれば、最大加速度 $\alpha=315\text{Gal}$ の地震動は、式(9.2)より、設計震度 $k_h=0.19$ に相当する。

以上の検討から、今回の地震動は非常に激しいものであったが、それが釧路港における多数の大型構造物の設計で用いられている設計震度0.2と比較して異常に大きかったと判定することはできない。施設被害の原因としては、後に説明するように背後地盤の液状化の影響も著しいと推察される。

9.2 各種構造形式の被害概要

今回の地震では非常に大きな加速度記録が港湾施設およびその他の施設でも得られているが、そうした大きな加速度の地震動が作用したにもかかわらず、各種建築物、土木施設の被害は総じて軽微であった。釧路空港の高盛土でも大きな加速度記録が得られているが、その被害は斜面に部分的に軽微なクラックが発生したのみで、その被害は軽微であった。このように大きな加速度が作用したにもかかわらず、その被害が軽微であったことが今回の構造物の地震被害の特徴の一つである。ここでは、港湾施設等の各種構造形式の被害の概要を、釧路港を中心に述べる。

(1)重力式係船岸、物揚場

2.において述べたように、釧路港の岸壁の約7割を重力式係船岸が占めており、したがって、釧路港の重力式係船岸の被害も多くなっている。特に、大きな被害が発生したのは東港の北埠頭で、前面法線が1~1.5m海側にせり出し、上部工の天端も20~50cm沈下した。また、エプロンには5~30cmの亀裂が発生し、段差も20~100cm生じた。同じ東港の副港の5m岸壁の取付部でも本体の方塊と上部コンクリートが崩れ落ち、大きな被害となった。西港では、各埠頭の重力式係船岸でケーソン幅の位置におけるエプロンの大きな段差、上部工とエプロンの目地の開き、エプロンの亀裂が発生した。特に被害の大きかったのは第二埠頭南岸壁(−12m)でその段差は60cmに達した。

また、同じ埠頭の西岸壁(−9m)では、法線も最大で40cm前にせり出した。

(2)矢板式係船岸、物揚場

今回の地震では液状化により東港の漁業埠頭の矢板式係船岸で大きな被害が発生した。地震後の潜水調査により前面矢板本体の折損が確認されているが、これは、昭和58年日本海中部地震の秋田港の矢板岸壁とほぼ同じ被災形態と考えられる。こうした被害を防ぐ、より合理的な対策が必要と考えられる。東港の中央埠頭岸壁(−7.5m)は鋼管矢板と鋼管杭を用いた水中ストラット工法に

よる新しい構造形式の岸壁であるが、エプロンに微小な沈下等の被害が発生した。副港の-6m岸壁では、前面法線が30~70cm海側にせり出し、上部工天端が20~30cm沈下した。エプロンには、亀裂、段差が発生した。この岸壁に続く-5m岸壁では、エプロンに5~30cmの亀裂、10~40cmの段差が生じた。

(3)防波堤

防波堤の被害は、東港の北防波堤、西港の防波堤で、直立消波ブロックの沈下、移動等の被害が発生した。

(4)荷役機械

過去の地震では、荷役機械の基礎が被害を受けることがあっても、荷役機械本体が大きな被害を受けることはなかった。今回の地震では西港第二埠頭の穀物アンローダで荷役機械の本体に被害が発生した。また、岸壁法線に平行に設置されている穀物ベルトコンベアは、ベタ基礎の変位により使用不能となった。

(5)空港施設

釧路空港では、湯走路北端の高さ約60mの高盛土の法面の三ヶ所に水平方向に軽微な亀裂が発生した。この高盛土では800Galを超える地震記録が得られているが、こうした非常に大きな加速度が作用したにもかかわらず、被害がほとんどなかった事が注目される。また、湯走路南端の場周道路の盛土部分の法面で大きな亀裂、段差が生じた。さらに、滑走路、誘道路には横断方向にヘアクラックが発生したが、これらの被害により空港機能に支障は生じなかった。

9.3 液状化

今回の地震でも、港湾地域のゆるい埋立地盤においては液状化が発生し、液状化対策を実施していない構造物に著しい被害が発生した。この結果、最大で岸壁水深の20%程度の海側への変位が発生した。また、控え組杭式の矢板岸壁では、矢板本体が降伏した。しかし、液状化対策を実施した岸壁については、重力式、矢板式のいずれの岸壁においても、無被害ないしは最大でも岸壁水深の3%程度の海側への変位に留まった。

液状化対策としての施工がされていない岸壁の被災程度についてより詳細に検討したところ、重力式岸壁の場合には、設計震度の大小が被災程度と関連性があることが認められた。具体的には、設計震度0.15の重力式岸壁では設計震度を上まわる地震力が作用したことに加えて液状化が発生した岸壁水深の最大20%程度の変位が発生したのに対して、設計震度0.2の重力式岸壁では岸壁水深の0.5~10%程度の海側への変位の発生に留まった。この理由として、設計震度が地震力に対する抵抗力の大小の

みならず、液状化に対する抵抗力の大小に関連性があることが指摘できる。すなわち、設計震度が0.2程度に高くなると、外力として占める土圧の割合がケーソン本体に加わる慣性力に比較して相対的に小さくなるため、液状化による圧力の増加の寄与も相対的に小さくなるということが指摘できる。

以上の結果は、工学的な立場からは以下のことを実証的に示唆するものと解釈できる。

(1)重力式および矢板式岸壁のいずれについても、構造物の地震被害を軽減するためには液状化対策が極めて重要である。

(2)重力式岸壁については、仮に地盤の液状化対策の実施が困難な場合、便宜的に設計震度を引き上げて設計した構造断面を用いることにより液状化による被害がある程度軽減される可能性がある。

上記のうち、(2)については、岸壁の機能維持の観点からは注意が必要である。設計震度を引き上げた設計のみでは、今回の地震で見られたとおり、液状化の発生により背後地盤と岸壁本体との間に段差が発生し、岸壁の機能を阻害する結果となる点は防止できないからである。

以上のとおり、今回の地震では、液状化対策工法が有効であることを実証するものとなった。

なお、裏込め石の効果については、過去の多数の被災事例をもとに、液状化した岸壁の変形の抑制に効果があるとの指摘がなされている。

9.4 復旧工法の概要

復旧にあたっては、被災状況調査の結果を参考にして、設計震度は従来と同一の値をとる事とした。ただし、北埠頭の復旧にあたっては、北埠頭が古い施設であり、1952年十勝沖地震でも被災し、復旧した不安定な構造と考えられるので、現行の港湾施設の技術基準の規定に基づき設計震度を見直し、設計震度を0.15から0.2に上げている。また、液状化の発生が予想される岸壁についてはグラベルドレーン工法、深層混合処理工法等の対策が実施されている。以下には各施設毎の復旧の考え方を示す。

(1)岸壁

被災程度の小さい岸壁については、被災した上部工、削装部を取り壊し、裏埋土の一部を砕石で置き替えて原形に復旧している。被災程度の大きな施設の復旧の考え方は、以下の通りである。

東港の北埠頭の岸壁は、設計震度を0.2に上げ、水中コンクリートで前出しを行い、既設ケーソンと一体化した重力式構造としている。また、基礎マウンドは床掘後、前出し部にあわせて補充するとしている。図-9.4.1~9.

4.3に復旧断面を示す。

東港の漁業埠頭の東側岸壁(-7m)は、水中コンクリートで3m前出しを行い、既存ケーソンと一体化し重力式構造としている。図-9.4.4にこの復旧断面を示す。

東港の漁業埠頭の南側岸壁は、前面矢板が折損しているため、ケーソン構造で前出しする事としている。基礎マウンドは床堀後、前出し部にあわせて補充し、エプロンは新設する事としている。また、この岸壁ではグラベルドレーン工法による液状化対策が実施される。図-9.4.5にこの復旧断面を示す。

東港の漁業埠頭の西側岸壁(-7m)は水中コンクリートのブロックで10.5m前出しを行い、基礎マウンドは前出しに合せて補充している。図-9.4.6にこの復旧断面を示す。

東港の副港の-6m岸壁は、矢板法線が大きく湾曲し、利用不可能であるので、現前面矢板を土止め壁とする二重矢板構造として新設する事としている。図-9.4.7にこの復旧断面を示す。

東港の副港の-5m岸壁取付部は水中コンクリートで2m前出しを行い、既設注入コンクリート部と一体化し重力式構造としている。基礎マウンドは前出し部にあわせて補充している。図-9.4.8にこの復旧断面を示す。

西港の第一埠頭-9m岸壁、第二埠頭の東側岸壁(-7.5m)、東側岸壁(-10m)、南側岸壁(-12m)、西側岸壁(-7.5m)、西側岸壁(-9m)では、岸壁本体背後の液状化防止のために必要な範囲について液状化対策が実施される事となっている。対策工法としてはグラベルドレーン工法が採用されている。第一埠頭-9m岸壁、南側岸壁(-12m)では、グラベルドレーン工法の他に、深層混合処理工法も併用されている。

(2)護岸、物揚場

被災した上部工は取り壊し、被災した本体工は移動したブロックを撤去、据えなおし、被災した舗装部も取り壊し原形復旧を実施している。

(3)防波堤

移動、沈下した直立消波ブロックを撤去し、据えなおしを行い、原形に復旧している。

(4)道路

被災している舗装部は取り壊し、路盤材を入れ替え、縁石の破損箇所を撤去し、原形に復旧している。

(5)駐車場

被災している舗装部を取り壊し、路盤材を入れ替えて原形に復旧している。

参考文献

- 1) 野田節男, 上部達生, 千葉忠樹: 重力式岸壁の震度と地盤加速度, 港湾技術研究所報告, 第14巻, 第4号, 1975年12月, pp.67-112
- 2) 土田 肇: 液状化の影響を受けた岸壁の被害, 第16回地震工学研究発表会講演概要, 1981年, pp.201-204

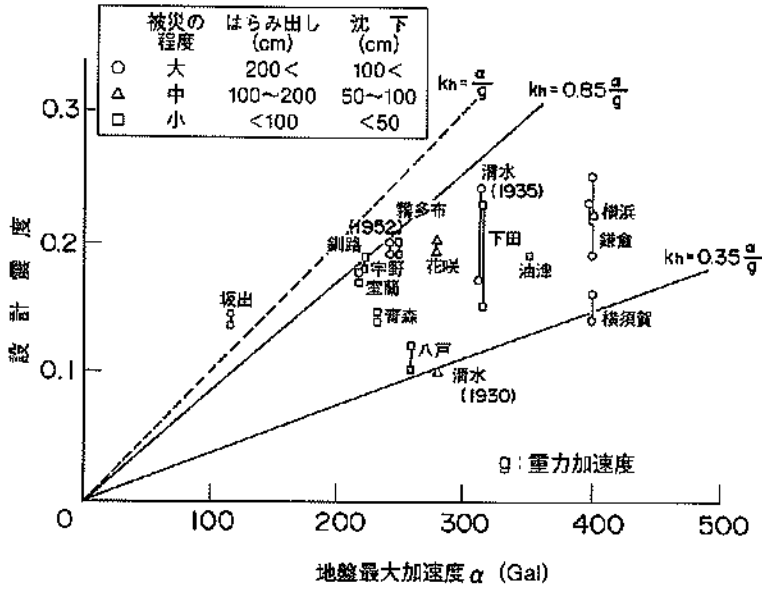


図-9.1 設計震度と地盤加速度の関係(文献1)の図に加筆修正

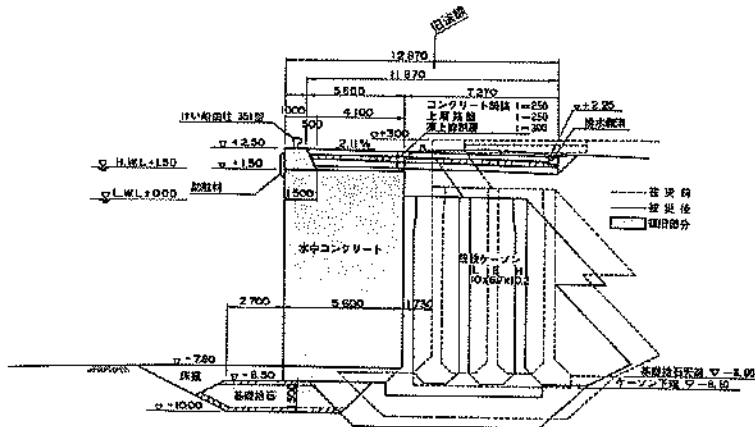


図-9.4.1 東港北埠頭岸壁 (-8.0m) 復旧断面図

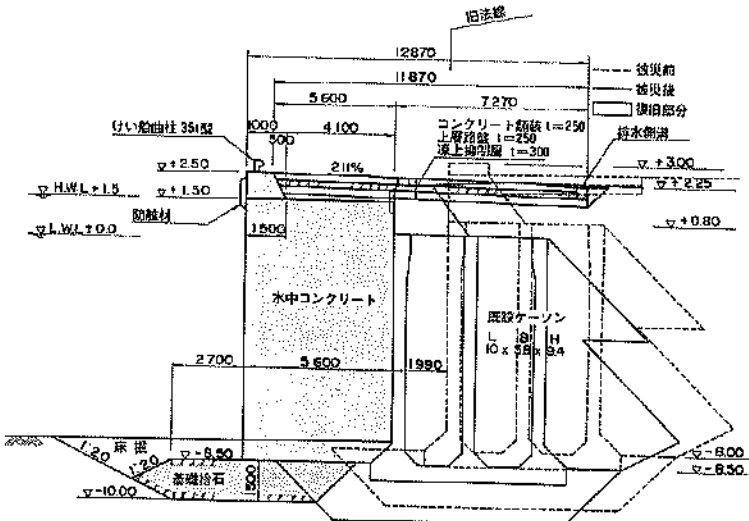
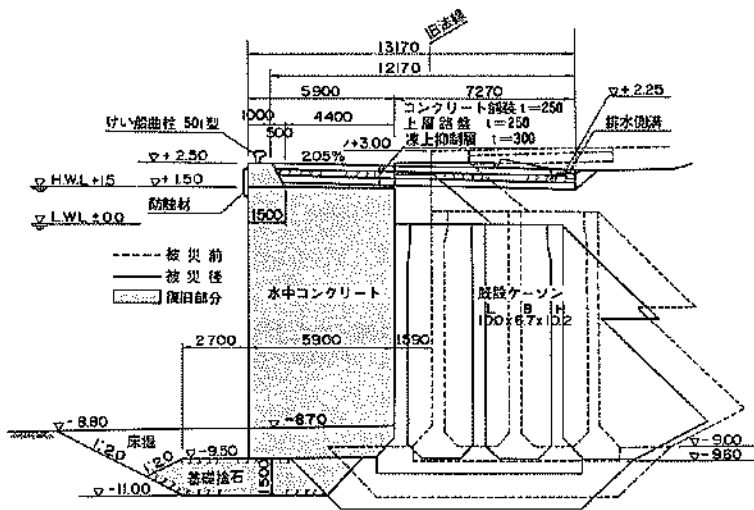
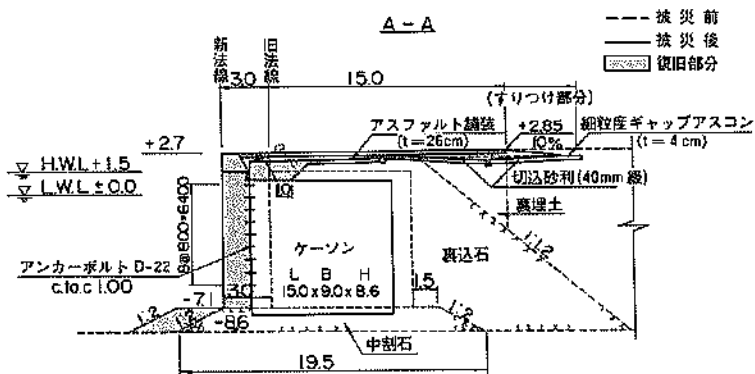


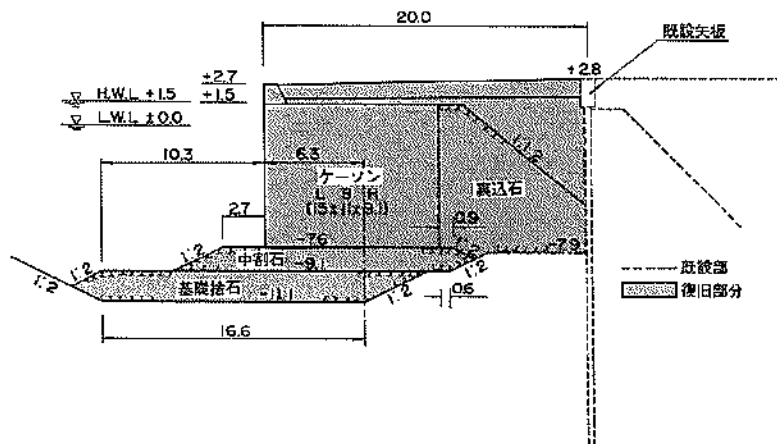
図-9.4.2 東港北埠頭岸壁 (-8.1m) 復旧断面図



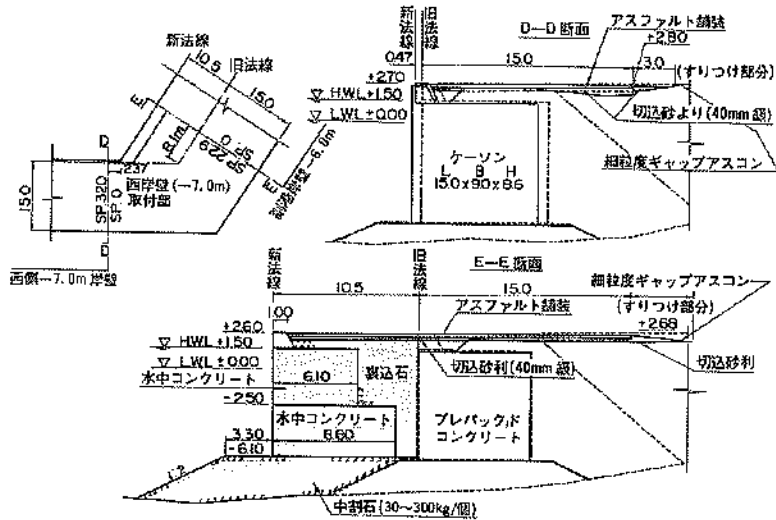
図一9.4.3 東港北埠頭岸壁 (-9.0m)復旧断面図



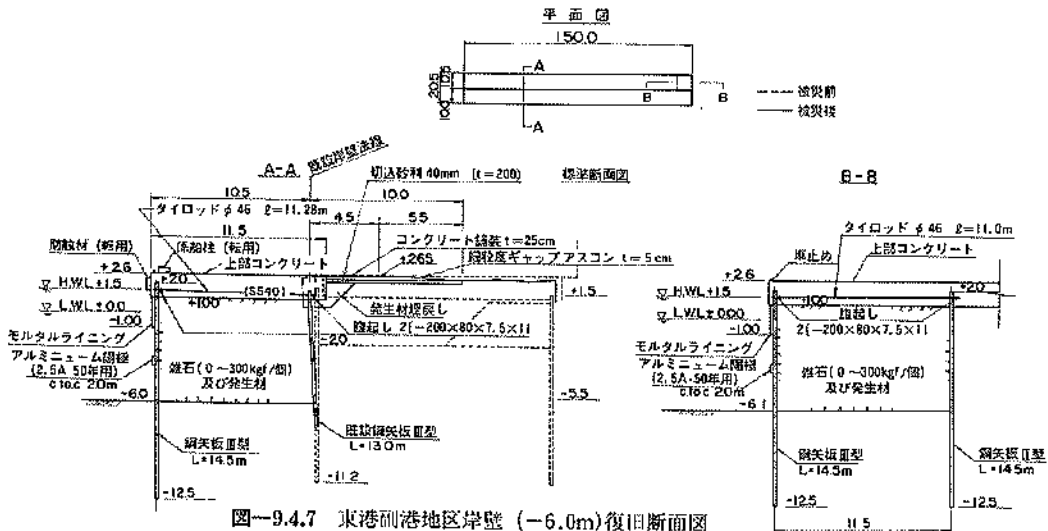
図一9.4.4 東港漁業埠頭東側岸壁 (-7.0m)復旧断面図



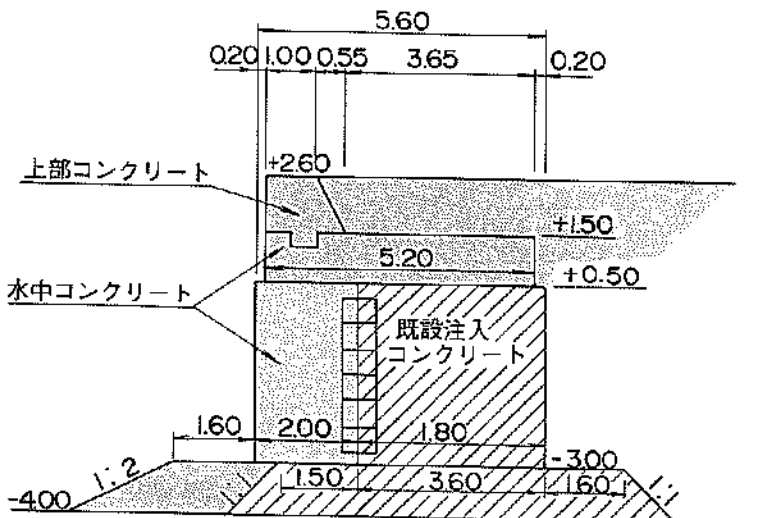
図一9.4.5 東港漁業埠頭南側岸壁 (-7.5m)復旧断面図



図一9.4.6 東港漁業埠頭西側岸壁 (-7.0m)復旧断面図



図一9.4.7 東港副港地区岸壁 (-6.0m)復旧断面図



図一9.4.8 東港副港地区岸壁 (-5.0m)岸壁取付部復旧断面図

あとがき

本報告は被害調査の結果を取りまとめたものである。この被害調査の内容と、本報告書の執筆分担を以下に示す。

・第一次被害調査団

調査期間：平成5年1月19日～22日

調査団員：上部達生 構造部地震防災研究室長
井合 進 構造部地盤震動研究室長
風間基樹 構造部主任研究官
菊池喜昭 土質部主任研究官
宮井真一郎 計画設計基準部主任研究官
松永康男 構造部地盤震動研究室

この第一次調査団は港湾技術研究所が中心に組織したものであるが、港湾局からは海岸・防災課災害対策室の山平辰巳防災企画第二係長が参加した。また、釧路港の現地では、北海道開発局港湾部、開発土木研究所からの調査団員と合同で調査を実施した。この第一次調査は被害状況の記録と同時に、被災施設の調査方法、被害原因の究明等にも協力した。

・第二次調査団

調査期間：平成5年6月1日～4日

調査団員：上田 茂 構造部長
上部達生 構造部地震防災研究室長
藤本健幸 機械技術部埋立浚渫研究室長
風間基樹 構造部主任研究官
菊池喜昭 土質部主任研究官
宮井真一郎 計画設計基準部主任研究官
松永康男 構造部地盤震動研究室

この第二次調査は本被害報告書のための資料収集と、被害に関する研究・調査のための調整等を実施する事を目的とした。調査団は二つのグループに別れた。第一グループの上田茂と上部達生は、調査報告書の作成、被害に関する研究・調査等の調整のために札幌の北海道開発局を経由し、その後釧路入りした。上記二人以外の第二グループは直接釧路入りし、釧路港湾建設事務所で資料収集にあたった。

本報告を作成するにあたって、港湾技術研究所では上田茂構造部長を委員長とする所内委員会を発足させた。この委員会では、被害報告書を作成するための各種検討の他に、今後実施する被害に関する研究・調査の内容等を検討している。このため、この委員会には港湾技術研究所以外の機関の参加もえている。委員構成は下記の通りである。

委員長	上田 茂	構造部長
委員		
	港湾技術研究所	
	稲富隆昌	構造部構造振動研究室長
	上部達生	構造部地震防災研究室長
	福手 勤	構造部材料研究室長
	井合 進	構造部地盤震動研究室長
	善 功企	土質部動土質研究室長
	塩見雅樹	計画設計基準部設計基準室長
	藤本健幸	機械技術部機械作業システム研究室長
	風間基樹	構造部主任研究官
	菊池喜昭	土質部主任研究官
	宮井真一郎	計画設計基準部主任研究官
	松永康男	構造部地盤震動研究室
	港湾局	
	伊藤隆夫	海岸・防災課災害対策室長
	山平辰巳	海岸・防災課災害対策室 防災企画第二係長
	大内久夫	技術課技術調査官
	東山 茂	技術課和佐官
	加藤雅啓	技術課技術基準第一係長
	北海道開発局	
	宮本義憲	港湾部港湾建設課 前港湾技術対策官
	関口信一郎	港湾部港湾建設課港湾技術対策官
	執筆分担は以下のとおりである。	
まえがき	上部	
1. 地震	井合	
2. 被害の概要	上部	
3. 釧路港の被害	松永 (3. 1) 菊池・風間 (3. 2) 宮井・松永 (3. 3) 井合 (3. 4)	
4. 釧路港以外の港湾の被害	宮井・松永	
5. 漁港施設の被害	藤本 (義)	
6. 釧路空港の被害	宮井・松永	
7. 港湾荷役機械の被害	藤本 (健)	
8. 港湾施設の機能制限	上部	
9. まとめ	井合 (9. 1, 9. 3) 上部 (9. 2, 9. 4)	
あとがき	上部	

謝辞

本報告のための資料収集の調査に直接ご協力いただいた機関は以下の通りである。

北海道開発局釧路開発建設部築港課

同 同 釧路港湾建設事務所

同 同 根室港湾建設事務所

同 帯広開発建設部十勝港湾建設事務所

同 室蘭開発建設部浦河港湾建設事務所

北海道開発局農業水産部水産課

北海道水産部漁港課

同 室蘭土木現業所

同 帯広土木現業所

同 釧路土木現業所

釧路市港湾部港湾計画課

最後ではあるが、これら各機関の関係者に対し、深甚の謝意を表す。

港湾技研資料 No. 766

1993. 12

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 株式会社 昭和工業写真印刷所

Published by Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan

Copyright © (1993) by P.H.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated 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、複写は、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。