

港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No. 1165

September 2007

2005年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告

菅野 高弘
野末 康博
田中 智宏
野津 厚
小濱 英司
ハザリカ・ヘマンタ
元野 一生

独立行政法人 港湾空港技術研究所

Independent Administrative Institution,
Port and Airport Research Institute, Japan

目 次

要 旨	2
1. まえがき	4
2. 地震	4
2.1 地震の概要	4
2.2 強震記録	5
3. 被害の概要	6
3.1 一般被害	6
3.2 港湾被害	7
4. 博多港の被害	8
4.1 概要	8
4.2 須崎埠頭	12
4.3 中央埠頭	23
4.4 箱崎埠頭	42
4.5 香椎パークポート	71
4.6 アイランドシティ	107
5. まとめ	123
謝辞	123
参考文献	123
付録 博多港における余震観測	125

Damage to Port Facilities by the 2005 West Off Fukuoka Prefecture Earthquake

Takahiro SUGANO*
Yasuhiro NOZUE**
Tomohiro TANAKA***
Atsushi NOZU****
Eiji KOHAMA****
Hemanta HAZARIKA*****
Ichio MOTONO*****

Synopsis

On March 20, 2005, an earthquake of Japan Meteorological Agency (JMA) Magnitude 7.0 hit western part of Fukuoka prefecture, Japan.

This earthquake caused damage to many port facilities in the earthquake-affected area, resulting in the damage of about 22 billion yen for public port facilities.

This report presents results of the field investigations on the damage to port facilities by the survey teams, including the authors of this report, dispatched by the relevant governmental organizations.

This report presents earthquake ground motions in port areas, and details of damage to port facilities, including quay walls. This report does not include analysis of earthquake damage.

Key Words: earthquake, damage, strong motion, port facilities

* Head, Structural Dynamics Division, Geotechnical and Structural Engineering Department
** Trainee, Structural Dynamics Division, Geotechnical and Structural Engineering Department, Nippon Koei Co., LTD.
*** Postdoctoral Fellow, Structural Dynamics Division, Geotechnical and Structural Engineering Department
**** Senior Research Engineer, Geotechnical and Structural Engineering Department
***** Research Engineer, Structural Dynamics Division, Geotechnical and Structural Engineering Department
***** Former Director, Hakata Port and Airport Construction Office, Kyushu Regional Development Bureau, MLIT
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5058 Fax : +81-46-844-0839 e-mail : sugano@pari.go.jp

2005年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告

菅野 高弘*
野末 康博**
田中 智宏***
野津 厚****
小濱 英司****
ハザリカ ヘマンタ*****
元野 一生*****

要 旨

2005年3月20日午前10時53分頃、福岡県西方沖を震源とする気象庁マグニチュード7.0の地震が発生した。本地震によって福岡県を中心にいくつかの地点で震度6弱を計測し全壊する住家が133棟に及ぶなど周辺地区に多くの被害が発生した。港湾施設は震源に近い博多港で多くの被害が発生し、主要港湾施設の被害額は220億円に達した。

本報告は関係諸機関の協力の下に実施された港湾施設の被害調査結果を報告するものであり、主に強震観測網によって得られた強震動に関する資料、各施設の詳細な被害状況のとりまとめ結果から構成されている。なお、これらの被害報告は実地調査に基づく構造物の被害の詳細を示したものであり、構造物の被害に関する詳細な考察（数値解析等）については今後の課題である。

キーワード：地震，被害，強震動，港湾施設

* 地盤・構造部構造振動研究室長
** 地盤・構造部構造振動研究室依頼研修員，日本工営（株）
*** 地盤・構造部構造振動研究室特別研究員
**** 地盤・構造部主任研究官
***** 地盤・構造部構造振動研究室研究官
***** 前 国土交通省九州地方整備局博多港湾・空港整備事務所長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 独立行政法人 港湾空港技術研究所
電話：046-844-5058 Fax：046-844-0839 E-mail：sugano@pari.go.jp

1. まえがき

2005年3月20日午前10時53分頃、福岡県の西方沖（北緯33.739°，東経130.176°，深さ9.2km）を震源とする気象庁マグニチュード7.0の地震が発生した。この地震で九州地方北部の福岡県、佐賀県を中心に震度5以上の地域が広がっており、福岡県福岡市、福岡県前原市、佐賀県みやき町で震度6弱を記録した。一般の被害は、消防庁災害対策本部がまとめた結果によると全壊した住家が133棟、半壊した住家が244棟となり、多くの被害が福岡県の福岡市に集中している。

本地震によって港湾施設では博多港で被害が発生し、主要港湾施設の被害額は220億円（2005年4月1日公表）に達した。また漁港施設では玄海島の漁港等で被害が発生し、被害額は88億円（2005年5月17日公表）に達した。空港施設では震源から比較的近い位置に福岡空港が位置していたが、被害は確認されていない。

本報告は港湾施設の構造的な被害に関する調査結果を中心にとりまとめたものである。調査対象には、被災施設とともに主要な無被災施設も含まれている。ただし、構造物の被害に関する詳細な解析結果等は含まれていない。

以下には、まず対象港湾周辺部の強震観測記録を示し、本地震の地震動の特徴を示す。次に今回の地震で被害の大きかった博多港について埠頭ごとにその被害状況の詳細を述べる。

2. 地震

2.1 地震の概要

2005年3月20日午前10時53分頃、福岡県西方沖を震源とする地震が発生した。気象庁による地震諸元を表-2.1に示す。気象庁による本震の震央と本震発生後24時間以内の余震分布（ほぼ本震の震源断層に相当すると考えられる）を図-2.1に示す。また防災科学技術研究所のF-netによるメカニズム解を図-2.1（左上）に示す。これらより、本地震は北西-南東方向の走向を有する左横ずれ断層で

表-2.1 2005年福岡県西方沖の地震の地震諸元

発生日時	2005/03/20 10:53
震央位置	福岡県西方沖
震源緯度	北緯 33.739°
震源経度	東経 130.176°
震源深さ	9.2km
気象庁マグニチュード	7.0 (気象庁)

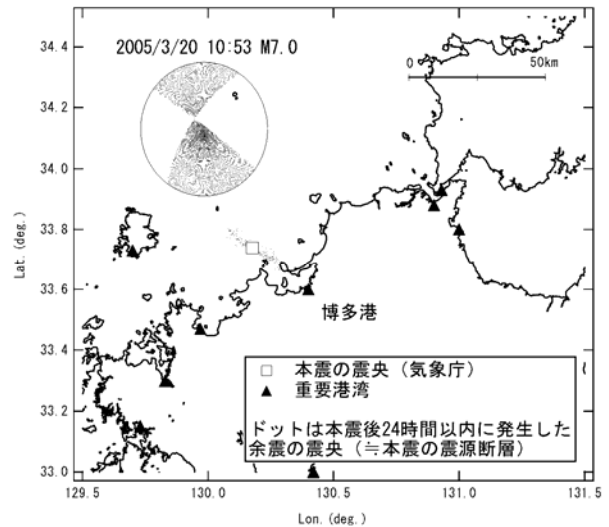


図-2.1 気象庁による福岡県西方沖の地震の震央（□）と余震分布（ドット），防災科学技術研究所のF-netによるメカニズム解（左上）および博多港。

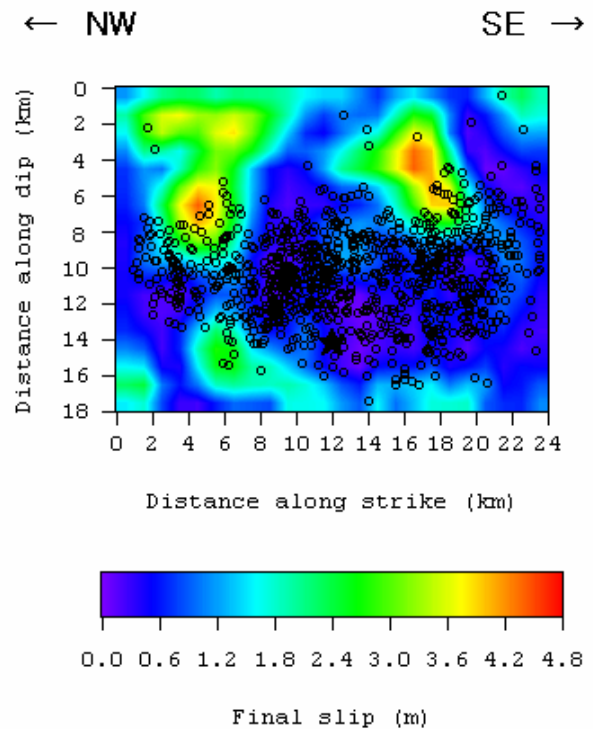


図-2.2 波形インバージョンにより推定される断層面上での最終すべり量分布¹⁾。★は解析上仮定している破壊開始点。小さい丸は気象庁による本震発生後24時間以内の余震分布。

発生した地震であると考えられる。なお、メカニズム解とは震源断層の走向、傾斜およびすべり角を示したもので、図のように四象限型になっていれば横ずれ断層型で

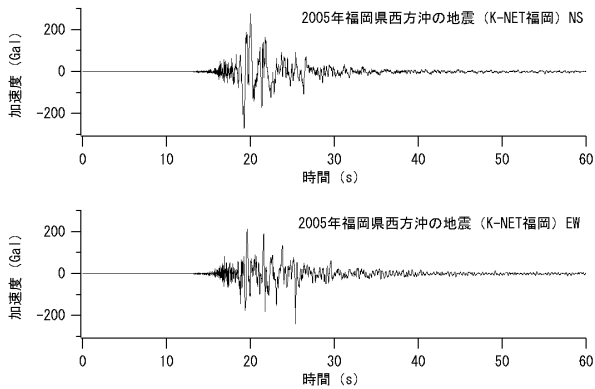


図-2.3 2005年福岡県西方沖の地震によるK-NET福岡における加速度波形

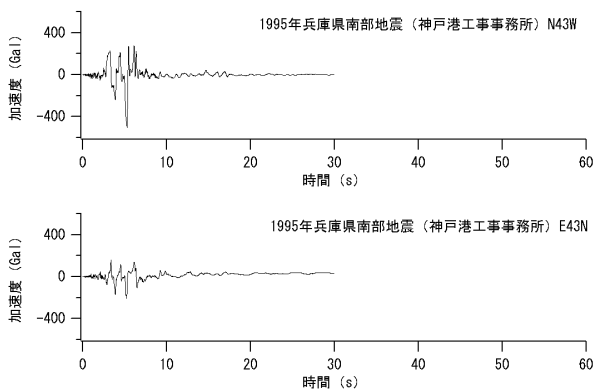


図-2.4 1995年兵庫県南部地震による神戸港工事事務所における加速度波形

あることを示す。波形インバージョンにより推定される断層面上での最終すべり量分布¹⁾を図-2.2に示す。★は解析上仮定している破壊開始点、小さい丸は気象庁による本震発生後24時間以内の余震分布である。赤で示されるすべり量の大きい所(2カ所)がアスペリティと目されるところである。

2.2 強震記録

この地震が発生したとき、港湾地域強震観測網は博多港をカバーしていなかった。しかし、防災科学技術研究所のK-NET²⁾により、博多港近傍で強震記録が得られている(観測点の位置は第4章の図-4.1.2に示す)。以下、この記録について、1995年兵庫県南部地震による神戸港工事事務所の記録³⁾と比較しつつ紹介する。

今回の地震による博多港近傍のK-NET観測点における加速度波形を図-2.3に示す。最大加速度は南北276Gal, 東西239Galとなっている。比較のため図-2.4に神戸港工事事務所における加速度波形を示す。最大加速度はN43W成分が501Gal, E43N成分が204Galとなっており、卓越成

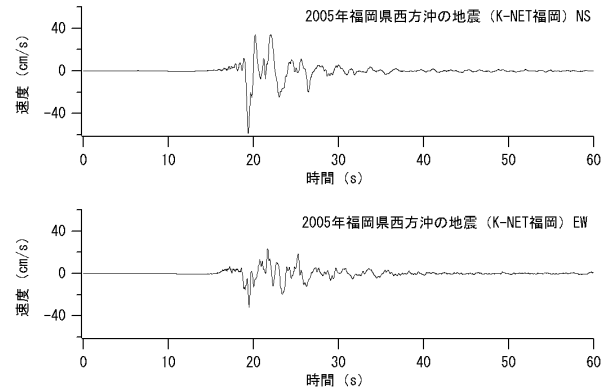


図-2.5 2005年福岡県西方沖の地震によるK-NET福岡における速度波形

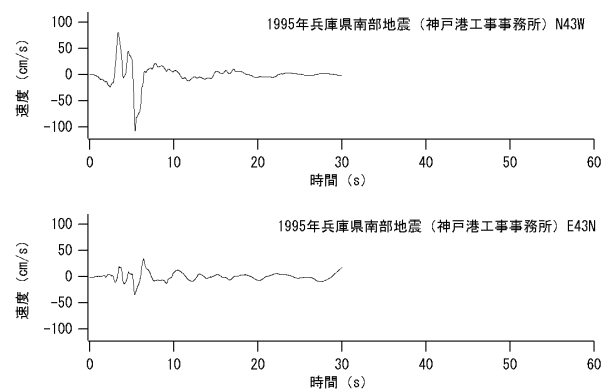


図-2.6 1995年兵庫県南部地震による神戸港工事事務所における速度波形

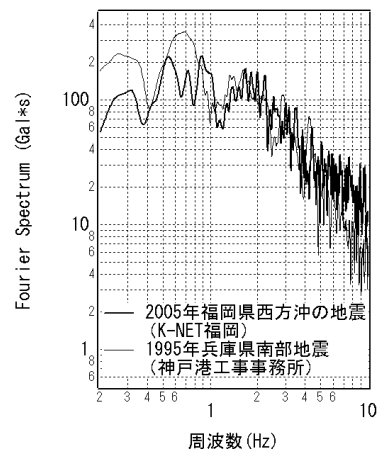


図-2.7 2005年福岡県西方沖の地震によるK-NET福岡における記録と1995年兵庫県南部地震による神戸港工事事務所における記録のフーリエスペクトル(水平2成分のベクトル和をとりバンド幅0.05HzのParzenウィンドウを適用したもの)の比較

分同士で比較すると、今回の地震による最大加速度は神戸港工事事務所の約半分程度である。

今回の地震による博多港近傍のK-NET観測点における速度波形を図-2.5に示す。最大速度は南北58cm/s、東西32cm/sとなっている。比較のため図-2.6に神戸港工事事務所における速度波形を示す。最大速度はN43W成分が106cm/s、E43N成分が33cm/sとなっており、卓越成分同士で比較すると、今回の地震による最大速度は神戸港工事事務所の約半分程度である。

なお、図-2.3～図-2.6において時間軸の原点はそれぞれの記録の記録開始時刻であり、地震発生時刻との関連は特にない。

今回の地震による博多港近傍のK-NET観測点における記録と神戸港工事事務所における記録のフーリエスペクトル（水平2成分のベクトル和をとりバンド幅0.05HzのParzenウインドウを適用したもの）の比較を図-2.7に示す。両者のフーリエスペクトルの形状は比較的類似しているが、神戸港工事事務所における記録の方が、港湾施設に対して特に影響を及ぼしやすい0.3-1Hzの帯域において、振幅が2倍程度大きい。

なお、以上の比較は原波形について実施している。神戸港工事事務所の記録はSMAC-B2型強震計³⁾によって得られており、計器特性により、数Hz以上の高周波成分が実際よりも少ない記録になっていると考えられる。高周波側のスペクトルレベル、および、最大加速度を比較する際にはこの点に留意する必要がある。

3. 被害の概要

3.1 一般被害

土木施設一般の被害概要を土木学会西部支部福岡県西方沖地震被害調査団の報告書⁴⁾を基に以下に示す。

2005年3月20日10:53、福岡県西方沖（深さ9.2km）を震源とするマグニチュード7.0（気象庁）の地震が発生し、福岡県福岡市、福岡県前原市、佐賀県みやき町で震度6弱を記録した。

自治省消防庁の調べでは、福岡県及びその隣接県を含めた人的被害は死者1名（福岡県）、重傷者76名である。住家被害は全壊133棟、半壊244棟、一部破損が8620棟に上った。これらの被害状況をまとめたものを表-3.1に示すが、本表からも分かるように被害は福岡県に集中している。今回の地震被害の多くは福岡県北部の中でも、震源地に近い玄海島（福岡市西区）で発生している。玄海島は山岳地形の島であり、急傾斜地に建つ多くの住家が損壊し、島民706人のうちほぼ全員が避難した。山崩れは

表-3.1 人的・住家被害状況

	人的被害（人）				住家被害（棟）			
	死者	行方不明者	負傷者		全壊	半壊	一部破損	うち建物火災
			重傷	軽傷				
福岡県	1		75	994	132	243	8474	1
佐賀県			1	14		1	130	
長崎県				2	1		13	1
山口県				1			1	
大分県							2	
合計	1	0	76	1011	133	244	8620	2

*消防庁まとめ（H17/5/12 現在）

12箇所、避難者数は地震発生翌日が最大で総数2877名にのぼった。人的・住家被害状況一覧（消防庁まとめ）を表-3.1に示す。

(1) 斜面災害

玄海島を始めとして、志賀島、能古島、糸島半島などの広域に斜面崩壊や落石等の土砂災害が多く発生した。

玄海島では宅地地盤や急傾斜地擁壁等の崩壊、玄海小学校から中学校にかけての東部斜面の広域における多数の小規模崩壊やクラック、島の周回道路の斜面崩壊などが発生した。志賀島では弘地区の2カ所の表層崩落、黒瀬地区の岩盤崩落、志賀海神社地区の4カ所の斜面崩壊が発生した。特に志賀海神社地区では大規模の斜面崩壊が発生して道路が寸断されている。その他多くの地点で落石が発生しており、特に能古島では巨大落石が民家を直撃している。

(2) 液状化現象

博多湾の沿岸域を中心として地盤の液状化が発生し、それによる構造物の被害が認められている。現地調査によると噴砂により液状化が確認された地点は埋立地に集中しており、内陸部の沖積地盤等の自然地盤では殆ど認められていない。液状化発生が確認された地点は埋立地内で面的に分布するのではなく点在してみられることから、今回の地震における液状化の程度はそれほど激しくはなく、液状化発生の有無は埋立方法や埋立柱の種類等との関連性が高いと推定されている。

(3) 道路・橋梁

道路施設の被害は、国道については歩道隆起等の破損、舗装のクラック発生等の軽微なものが殆どであったが、県道・市道では落石・倒木や路面の亀裂等によって全面通行止めとなるなどの被害が発生している。また県道志

賀島循環線では東区志賀島地区におけるのり面崩壊が発生し長期間通行が不能となる被害が発生した。

橋梁施設は建物等の構造物と比較して被害は全体的に軽微なものが多かった。代表的な被害は支承部の損傷、舗装部のクラック、伸縮継手のずれなどであるが、いずれも応急復旧を経て走行性には支障の無い程度のものであった。

(4) ライフライン施設

鉄道・上下水道・電力・ガス・通信等のライフライン施設の被害については、機関ごとに地震発生直後、直ちに災害対策本部、非常災害体制、総合非常体制などが発令され、通行止め、運行停止などの処置がとられると同時に緊急点検が行われた。いくつかの施設で被害が発生したものの殆どは軽微なもので、点検後安全が確認された箇所ごとに順次規制が解除され、同日夕方ごろまでには大半のライフライン施設の機能がほぼ平常通りに回復した。

3.2 港湾・空港の被害

今回の地震による被害は福岡市沿岸部を中心に広範囲に広がっている。図-2.1に震源ならびに九州北部の重要港湾の位置を示す。地震発生後直ちに各所轄の事務所により施設点検が実施され、博多港が被災していること、ならびに、他の直轄施設が無被災であったことが確認された。博多港の被災は港湾施設全域にわたっており、61の国有港湾施設のうち38箇所被害が確認され、市の港湾施設も90施設以上で被害が確認されている。主要港湾施設の被害額は220億円（2005年4月1日公表）と算定されている。

漁港関連では、福岡県、佐賀県、長崎県の99箇所漁港岸壁の陥没・亀裂、漁業用施設の破損、鮮魚市場で床面の波打ちの被害等が確認されており、被害額は88億円（2005年5月17日公表）と算定されている。

表-3.2 被害の無かった主な港湾・空港施設

事務所名	施設
北九州港湾・空港整備事務所	北九州空港・新門司沖土砂処分場
博多港湾・空港整備事務所	博多空港
長崎港湾・空港整備事務所	長崎空港
	郷ノ浦港、蟬蛾の瀬戸航路 厳原港、万関瀬戸航路
熊本港湾・空港整備事務所	熊本空港
別府港湾・空港整備事務所	大分空港
関門航路事務所	関門航路

震源から近い博多空港においては地震発生後11:00より一時点検が開始され11:45分には点検を終了し、被害が無いことが確認されている。

被害の無かった主な港湾・空港施設は表-3.2に示すとおりである。

4. 博多港の被害

4.1 概要

本地震では、博多港のある福岡市（中央区・東区）では最大震度6弱を観測し、博多港近傍のK-NET¹⁾の観測点（地表）では南北276Gal、東西239Galの記録が得られている。直轄の港湾施設では博多港で被害が発生し、他の港湾での被害は発生しなかった。博多港では、国有港湾施設61施設のうち38施設が被災し、これらの被災施設のうち国が復旧を行う直轄災害復旧事業は、アイランドシティ地区、須崎埠頭地区、箱崎埠頭地区、香椎パークポート地区の4地区にわたっており、復旧総額は約45億円となっている。

博多港の全体平面図に被災港湾施設を記して図-4.1.1および図-4.1.2に示す。また被災した港湾施設の一覧を表-4.1.1および表-4.1.2に示す。各施設の設計震度も表-4.1.1および表-4.1.2に示している。表-4.1.1および表-4.1.2に示す施設番号は図-4.1.1および図-4.1.2に示す施設番号と対応している。以降には、各施設について図-4.1.1および図-4.1.2に示す地区毎に区分し、被害状況の詳細を述べる。

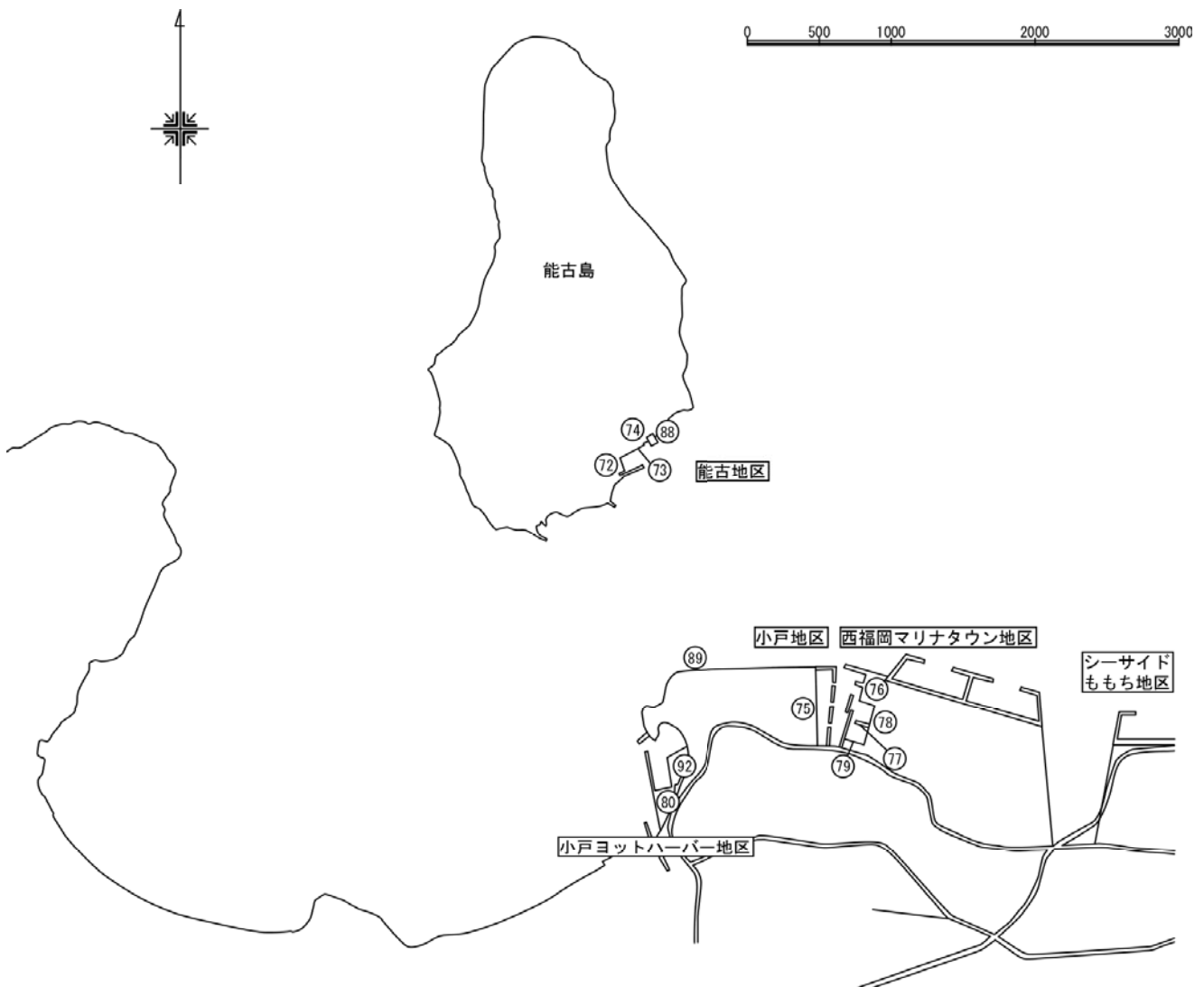


図-4.1.1 博多港全体平面図①

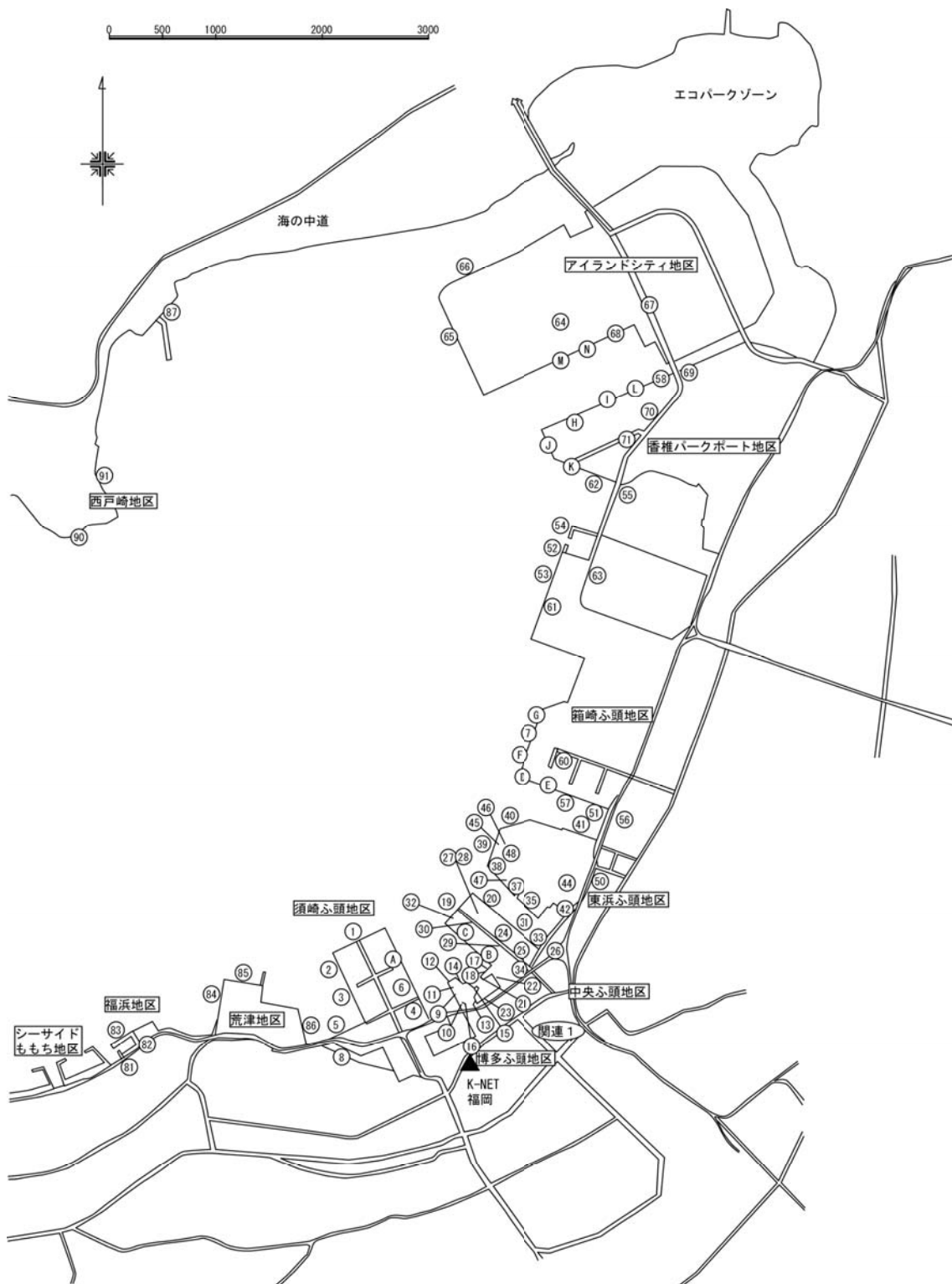


図-4.1.2 博多港全体平面図②

表-4.1.1 被害港湾施設一覧

施設番号	地区	施設名	構造	断面形状	竣工年次	設計震度(kh)	水深(m)	被災状況	最大変位量(cm)	最大陥差・沈下(cm)	被災後の併用
				(堤体幅、高さ)							
1	須崎ふ頭地区	北護岸	重力式 (L型ブロック、方塊ブロック)	H=7.77m、B=4.80m	S38年度	0.05	-4.5	上部工目地開き、舗装沈下、陥没、クラック(はらみ出し)、マホール浮き出し、空洞	80	49	不
2	須崎ふ頭地区	西-7.5m岸壁	栈橋式	H=10.90m	S44年度	0.05	-7.5	クラック、舗装沈下	0	50	可
3	須崎ふ頭地区	西-5.5m岸壁	控え矢板式	H=8.90m	S41年度	0.05	-5.5	目地開き、舗装沈下	0	20	可
4	須崎ふ頭地区	東物揚場	重力式 (L型ブロック)	H=7.65m、B=5.00m	S41年度	0.05	-4.0	クラック、法線はらみ出し	21	15	-
5	須崎ふ頭地区	北1号物揚場	重力式 (L型ブロック)	H=8.00m、B=5.40m	S36年度	0.05	-4.5	目地開き、舗装沈下、クラック(はらみ出し)、空洞	71	7	不
6	須崎ふ頭地区	-7.5m岸壁	栈橋式、控え矢板式	H=10.90m	S43年度	0.05	-7.5	17°ロ沈下、目地開き、クラック	0	40	可
7	須崎ふ頭地区	北A-7.5m岸壁	重力式 (L型ブロック)	H=10.65m、B=7.00m	S48年度	0.05	-7.5	段差、沈下、出入、クラック	58	43	不
7	須崎ふ頭地区	北A-7.5m岸壁	控え矢板式	H=10.65m	S48年度	0.05	-7.5	段差、沈下、出入、クラック、液状化	58	43	不
8	須崎ふ頭地区	港那A-14臨港道路	道路	-	S35年度	-	-	クラック、目地開き、17°ロ陥没	-	-	-
9	博多ふ頭地区	西1号護岸	重力式 (方塊ブロック)	H=4.90m、B=3.60m	S37年度	0.05	-1.75	陥没、目地開き	0	50	-
10	博多ふ頭地区	西2号護岸	重力式 (方塊ブロック)	H=3.90m、B=2.40m	S37年度	0.05	-0.5	17°ロ舗装沈下、17°ロ舗装陥没	0	45	-
11	博多ふ頭地区	西4号護岸	重力式 (L型ブロック)	H=9.15m、B=6.00m	S47年度	0.05	-5.5	移動、舗装ブロックの陥没、吸い出し、目地の開き、空洞	11	25	-
12	博多ふ頭地区	北護岸	重力式 (L型ブロック)	H=5.15m、B=4.00m	S41年度	0.05	-1.5	段差、陥没、開き	30	69	-
13	博多ふ頭地区	東護岸	重力式 (方塊ブロック)	H=5.40m、B=3.90m	S37年度	0.05	-0.7	段差、沈下・破損、目地開き、空洞	0	24	-
14	博多ふ頭地区	-5.5m岸壁	重力式 (L型ブロック)	H=9.00m、B=6.00m	S47年度	0.05	-5.5	ズレ、開き、段差、ひび割れ、空洞	5	15	可
15	博多ふ頭地区	東物揚場	栈橋式	H=6.80m	S55年度	0.05	-4.0	クラック、段差、開き、空洞	0	7	-
16	博多ふ頭地区	港博A-9臨港道路	道路	-	S37年度	-	-	舗装のひび割れ、側溝との開き、沈下	-	-	-
17	中央ふ頭地区	船留取付護岸	重力式 (方塊ブロック、L型ブロック)	H=11.10m、B=6.50m	H7年度	0.05	-8.0	目地開き、17°ロ沈下、クラック、液状化	0	40	-
18	中央ふ頭地区	西-7.5m岸壁	重力式 (方塊ブロック、L型ブロック)	H=11.10m、B=6.50m	H3年度	0.05	-8.0	目地開き、破損(はらみ出し)、空洞	11	10	可
19	中央ふ頭地区	-5.5m岸壁先端部	重力式 (L型ブロック)	H=9.90m、B=5.50m	S41年度	0.05	-5.5	目地開き、クラック、沈下(はらみ出し)、破損、空洞	160	42	不
20	中央ふ頭地区	-7.5m岸壁	重力式 (L型ブロック)	L=11.3m、B=7.5m	S40年度	0.05	-7.5	目地開き、段差、液状化	35	16	不
21	中央ふ頭地区	船留西側護岸	重力式 (L型ブロック、方塊ブロック)	L=7.60m、B=3.20m	H7年度	0.05	-4.5、-8.0	目地開き、破損	17	20	-
22	中央ふ頭地区	船留-4mA物揚場	重力式 (L型ブロック、方塊ブロック)	L=7.30m、B=3.30m	H4年度	0.05	-4.5	法線はらみ出し、段差・クラック、破損、空洞	76	30	-
23	中央ふ頭地区	船留-4mB物揚場	控え矢板式	L=6.80m	H3年度	0.05	-4.0	段差・クラック、沈下	0	10	-
24	中央ふ頭地区	東-6.5m岸壁	控え矢板式	L=9.90m	S18年度	0.05	-6.5	段差、クラック、目地開き	0	3	可
25	中央ふ頭地区	東物揚場	重力式 (L型ブロック)	H=7.3、B=4.8m	S14年度	0.15	-4.0	目地開き、沈下、クラック、破損、空洞	-	-	-
26	中央ふ頭地区	東護岸	重力式 (方塊ブロック)	H=7.3、B=4.5m	M39年度	0.05	-4.3	水叩き沈下、陥没	0	10	-
27	中央ふ頭地区	港中A-9臨港道路	道路	-	S36年度	-	-	クラック、沈下、目地開き、液状化、段差	-	-	-
28	中央ふ頭地区	港中A-10臨港道路	道路	-	S41年度	-	-	クラック、マホール浮き上がり	-	-	-
29	中央ふ頭地区	港中A-12臨港道路	道路	-	S36年度	-	-	クラック、空洞、目地開き、段差	-	-	-
30	中央ふ頭地区	港中A-15臨港道路	道路	-	S36年度	-	-	クラック、沈下	-	-	-
31	中央ふ頭地区	港中A-1臨港道路	道路	-	S18年度	-	-	クラック、開き、陥没・破損	-	-	-
32	中央ふ頭地区	港中B-14臨港道路	道路	-	S43年度	-	-	クラック、目地開き、道路沈下、陥没、空洞	-	-	-
33	中央ふ頭地区	港中B-6臨港道路	道路	-	S55年度	-	-	沈下、隆起、段差	-	-	-
34	中央ふ頭地区	市中A-3臨港道路	道路	-	S5b年度	-	-	境界ブロック破損、縁石転倒	-	-	-
35	東浜ふ頭地区	西-4.5m岸壁	重力式 (方塊ブロック)	H=8.1、B=7.0m	S39年度	0.05	-4.5	上部工と17°ロ開き、クラック・空洞化	21	40	可
37	東浜ふ頭地区	西-5.5m岸壁	重力式 (方塊ブロック)	L=9.20m、B=5.50m	H7年度	0.05	-5.5	開き、段差、沈下	28	70	可
38	東浜ふ頭地区	西-5.5m岸壁	重力式 (直立消波ブロック)	L=9.20m、B=5.20m	S41年度	0.05	-5.5	沈下、割れ、段差、目地の開き、前傾、吸い出し	29	39	可
39	東浜ふ頭地区	北-7.5m岸壁	重力式 (直立消波ブロック)	L=11.70m、B=8.00m	H3年度	0.05	-7.5	沈下、割れ、段差、目地の開き、移動、吸い出し	20	20	可
40	東浜ふ頭地区	東-7.5m岸壁	重力式 (L型ブロック)	L=11.20m、B=5.20m	H3年度	0.05	-7.5	沈下、段差、割れ、目地の開き、吸い出し、移動、前傾	35	25	可
41	東浜ふ頭地区	東護岸	重力式 (L型ブロック+方塊ブロック)	L=3.60m、B=2.30m	S35年度	0.05	-3.0	沈下、割れ、段差、陥没、目地の開き、前傾、吸い出し、空洞	12	150	-
42	東浜ふ頭地区	船留物揚場	重力式 (方塊ブロック)	L=6.30m、B=2.90m	S34年度	0.05	-3.0	沈下、割れ、不陸、移動、前傾、目地の開き、段差、吸い出し、空洞	17	17	-
44	東浜ふ頭地区	港東A-6臨港道路	道路	-	S39年度	-	-	舗装隆起、側溝沈下	-	-	-
45	東浜ふ頭地区	港東A-14臨港道路	道路	-	H4年度	-	-	クラック	-	-	-
46	東浜ふ頭地区	港東B-14臨港道路	道路	-	H4年度	-	-	縁石くずれ、舗装めくれ、陥没、舗装隆起	-	-	-
47	東浜ふ頭地区	港東B-16臨港道路	道路	-	H8年度	-	-	縁石転倒、路面沈下	-	-	-
48	東浜ふ頭地区	港東B-17臨港道路	道路	-	H10年度	-	-	陥没、舗装めくれ・ズレ、クラック	-	-	-
50	東浜ふ頭地区	市東B-3臨港道路	道路	-	H8年度	-	-	クラック、擁壁破損、中央分離帯沈下隆起	-	-	-
51	箱崎ふ頭地区	1号物揚場	重力式 (L型ブロック)	L=7.45m、B=5.40m	S44年度	0.05	-4.0	クラック、目地開き	10	10	可
52	箱崎ふ頭地区	-10m木材岸壁	控え矢板式	L=13.15m	S48年度	0.05	-10.0	段差・クラック	10	5	可
53	箱崎ふ頭地区	北2号護岸	重力式 (L型ブロック)	L=7.45m、B=4.80m	S48年度	0.05	-4.0	目地開き、段差、沈下	5	8	可
54	箱崎ふ頭地区	(木材港)北-10m岸壁	控え矢板式	L=13.15m	S56年度	0.05	-10.0	沈下、段差・クラック	10	4	可

表-4.1.2 被害港湾施設一覧

施設番号	所在地	施設名称	構造形式	断面形状 (堤体幅、高さ)		竣工年次	設計震度 (kh)	水深 (m)	被災状況	最大変位 量(cm)	最大段差 ・沈下(cm)	被災後の 供用
				L	B							
55	箱崎ふ頭地区	木材港整理場護岸	重力式 (L型)ロック	L=5.35m	B=4.00m	S48年度	0.05	-2.0	沈下、段差、クラック、目地開き	30	8	-
56	箱崎ふ頭地区	船留1号物揚場		-		S45年度	0.05	-	段差・クラック、目地開き	-	-	-
57	箱崎ふ頭地区	西-7.5m岸壁	控え矢板式	L=10.65m		S45年度	0.05	-7.5	段差・クラック、目地開き	10	3	可
58	香椎パーク・コート地区	北-7.5m岸壁	重力式 (L型)ロック	L=11.5m	B=5.2m	H7年度	0.05	-7.5	沈下、段差、クラック、目地開き	17	25	可
60	箱崎ふ頭地区	港箱A-2臨港道路	道路	-		S46年度	0.05	-	舗装沈下	-	-	-
61	箱崎ふ頭地区	港箱A-8臨港道路	道路	-		S52年度	0.05	-	クラック	-	-	-
62	香椎パーク・コート地区	-7.5m岸壁	重力式 (L型)ロック	L=11.5m	B=5.1m	-	0.05	-7.5	沈下、段差、クラック、目地開き	20	18	可
63	箱崎ふ頭地区	港箱A-15臨港道路	道路	-		S81年度	0.05	-	クラック、沈下	-	-	-
64	アイトゥティ地区	4工区埋立護岸1	重力式 (山土)	-		-	0.05	-	クラック	-	-	-
65	アイトゥティ地区	4工区埋立護岸2	重力式 (山土)	-		-	0.05	-	クラック	-	-	-
66	アイトゥティ地区	4工区埋立護岸3	重力式 (山土)	-		-	0.05	-	クラック	-	-	-
67	アイトゥティ地区	1号線 (10区間)	道路	-		-	-	-	隆起、陥没	-	-	-
68	アイトゥティ地区	岸壁 (-7.5m)	重力式 (L型)ロック	L=12.0m	B=6.6m	-	0.05	-7.5	沈下、段差、クラック、陥没	13	19	-
69	香椎パーク・コート地区	港香B-7臨港道路	道路	-		-	-	-	液状化、陥没、沈下	-	-	-
70	香椎パーク・コート地区	港香A-2臨港道路	道路	-		-	-	-	液状化、陥没、開き	-	-	-
71	香椎パーク・コート地区	港香B-3臨港道路	道路	-		-	-	-	液状化、陥没	-	-	-
72	能古地区	船留物揚場	重力式 (枕形)ロック	L=3.75m	B=3.00m	S47年度	0.05	-1.0	開き、クラック	20	8	-
73	能古地区	物揚場	重力式 (直立消波)ロック	L=5.20m	B=3.00m	H元年度	0.05	-2.0	捨石の崩れ、目地開き、インターロックブロックの破損	20	13	-
74	能古地区	港箱B-2臨港道路	道路	-		H3年度	0.05	-	インターロックブロックの破損、舗装のクラック	-	-	-
75	姪浜地区	西3号護岸	重力式 (枕形)ロック+直立消波ロック	L=7.90m	B=5.00m	S83年度	0.05	-4.5	捨石の崩れ、目地開き	30	8	-
76	姪浜地区	西1号護岸	重力式 (L型)ロック	L=5.90m	B=3.50m	S80年度	0.05	-2.5	目地の開き、クラック、段差	10	70	-
77	姪浜地区	船留3号波除堤	重力式 (直立消波)ロック	L=5.50m	B=4.50m	S81年度	0.05	-2.7	目地の開き、沈下、破損	0	0	-
78	姪浜地区	船留物揚場	重力式 (L型)ロック	L=5.30m	B=3.80m	S80年度	0.05	-2.5	はらみ出し、クラック、段差・目地開き	14	40	-
79	姪浜地区	船留船揚場	船揚斜路	L=2.50m	B=2.00m	S80年度	0.05	-2.0	移動、目地開き、レール切断	0	44	-
80	小戸地区	小戸ヨットハーバー護岸	重力式 (L型)ロック、枕形)ロック	L=3.73m	B=3.40m	S49年度	0.05	-1.4	クラック、段差	0	7	-
81	伊勢地区	船留船揚場	船揚斜路	L=3.50m	B=2.50m	S81年度	0.05	-3.0	段差、割れ、表面欠損	0	15	-
82	伊勢地区	船留物揚場	重力式 (L型)ロック	L=6.65m	B=4.50m	S81年度	0.05	-2.5	はらみ出し、傾斜、開き	50	5	-
83	伊勢地区	船留1号護岸	重力式 (直立消波)ロック	L=7.00m	B=3.50m	S81年度	0.05	-2.0	目地開き、沈下、段差、液状化	0	20	-
84	荒津地区	西護岸	重力式 (L型)ロック	L=7.80m	B=4.00m	S45年度	0.05	-2.2	亀裂、目地開き、クラック、沈下、吸い出し	0	3	-
85	荒津地区	北護岸	重力式 (L型)ロック	L=7.25m	B=4.00m	S45年度	0.05	-3.0	目地開き、段差、陥没、沈下	0	5	-
86	荒津地区	東護岸	重力式 (方塊)ロック	L=6.90m	B=4.20m	S31年度	0.05	-3.5	段差、亀裂、沈下	0	8	-
87	西戸崎地区	海の中道1号浮桟橋	桟橋式	-		H元年度	0.05	-	桁の段差、橋脚の傾き	-	-	-
88	能古地区	埋立護岸	重力式 (直立消波)ロック、方塊)ロック	L=4.35m	B=2.50m	H元年度	0.05	-1.4	クラック、舗装の破損、段差、開き	20	20	-
89	小戸地区	北海岸護岸	重力式 (方塊)ロック	L=6.10m	B=2.40m	S83年度	0.05	-1.6	目地開き、段差・開き、クラック	6	6	-
90	西戸崎地区	西戸崎1護岸	重力式 (方塊)ロック	L=3.20m	B=1.40m	S81年度	0.05	-	クラック、目地開き、沈下	-	-	-
91	西戸崎地区	西戸崎J護岸	重力式 (方塊)ロック	L=1.70m	B=0.60m	H15年度	0.05	-	クラック、段差、コンクリートめくれ、目地開き	-	-	-
92	小戸地区	小戸ヨットハーバー1号船揚場	重力式 (枕形)ロック	-		S49年度	0.05	-	上部工ずれ、クラック、目地開き	-	-	-
関連1		ひあトピア緑地	緑地	-		H14年度	0.05	-	シカ舗装破損、目地開き	-	-	-
A	須崎ふ頭地区	岸壁(-11m)(2、3、4号)	桟橋式	H=14.4m		H15年度	0.10	-11.0	L型塊移動、L型上部工亀裂、L型本体ひび割れ、L型目地開き	6	19	可
B	中央ふ頭地区	岸壁(-10m)(3号、取付)	桟橋式、重力式 (ケトン)	H=13.1m		S37年度	0.10	-10.0	17°の沈下、ひび割れ	10	4	可
C	中央ふ頭地区	岸壁(-10m)(5、6号)	重力式 (L型)ロック	H=13.4m	B=9.0m	S49年度	0.05	-10.0	17°の沈下、ひび割れ・空洞・係船柱基礎亀裂	14	7	可
D	箱崎ふ頭地区	岸壁(-12m)(5号)	重力式 (枕形)ロック+L型)ロック	H=16.0m	B=9.4m	S46年度	0.05	-12.0	17°の下空洞	0	0	可
D	箱崎ふ頭地区	岸壁(-12m)(取付)	重力式 (L型)ロック	H=11.8m	B=7.5m	S46年度	0.05	-	上部工亀裂、17°の沈下、ひび割れ、空洞	9	0	可
E	箱崎ふ頭地区	岸壁(-10m)(4号、取付)	重力式 (枕形)ロック	H=13.6m	B=9.0m	S45年度	0.05	-10.0	法線はらみ出し、17°の沈下、ひび割れ、空洞	45	11	可
F	箱崎ふ頭地区	岸壁(-7.5m)(北1号)	控え矢板式、重力式 (L型)ロック	H=10.7m		S47年度	0.05	-7.5	法線はらみ出し、鋼矢板本体座屈、17°の沈下、ひび割れ、空洞	57	0	不
G	箱崎ふ頭地区	岸壁(-7.5m)(北2号)	控え矢板式	H=10.7m		S58年度	0.05	-7.5	法線はらみ出し、鋼矢板本体座屈、17°の沈下、ひび割れ、空洞	6	0	可
H	香椎パーク・コート地区	岸壁(-13m)(4号)	桟橋式	H=16.5m		S82年度	0.05	-11.0	17°の沈下、ひび割れ、空洞	5	0	可
I	香椎パーク・コート地区	岸壁(-11m)(5号)	重力式 (ケトン)、銅管矢板式	H=14.5m	B=6.7m	H6年度	0.05	-11.0	17°の沈下、ひび割れ、空洞	14	0	可
J	香椎パーク・コート地区	岸壁(取付先端)	重力式 (直立消波)ロック	H=11.1m	B=5.6m	S82年度	0.05	-	17°の沈下、ひび割れ、空洞、目地開き	51	0	-
K	香椎パーク・コート地区	-7.5岸壁	重力式 (L型)ロック	H=11.5m	B=5.1m	H5年度	0.05	-7.5	17°の沈下、ひび割れ	24	4	可
L	香椎パーク・コート地区	北-7.5岸壁	重力式 (L型)ロック	H=11.5m	B=5.2m	S82年度	0.05	-7.5	17°の沈下、ひび割れ	20	7	可
M	アイトゥティ地区	岸壁(-14m)	桟橋式	H=18.0m		H6年度	0.05	-14.0	上部工亀裂、17°の沈下、ひび割れ	2	14	可
N	アイトゥティ地区	岸壁(-11m)	重力式 (ケトン)	H=15.5m	B=6.1m	H6年度	0.05	-11.0	17°のひび割れ、沈下	20	14	可

4.2 須崎埠頭

須崎埠頭は博多港の南部に位置する埠頭である。須崎埠頭の平面図を図-4.2.1に示す。

(1) 須崎埠頭東側-11m栈橋

被災した-11m栈橋（全長553.2m）は須崎埠頭の東側に位置する栈橋で、九州最大の穀物基地となっており、年間100万トンの取扱量がある。こうした中、穀物運搬船については、スケールメリットを活かした大量一括輸送により輸送コストを削減するため船舶の大型化が進んでいるが、須崎埠頭については水深が11mしかないことから喫水調整して接岸している。また、同埠頭は完成してから既に37年が経過し老朽化が進んでいたこともあり、平成

16年度より5期計画で増深（11m→12m）などを目的とした改修工事に着手していた。

本施設の全景を写真-4.2.1に、標準断面図を図-4.2.2に、被災・復旧平面図を図-4.2.3に、被災・復旧縦断面図を図-4.2.4に、被災・復旧横断面図を図-4.2.5に、周辺地盤の土質柱状図を図-4.2.6に、被災状況を写真-4.2.2～写真-4.2.4にそれぞれ示す。本施設の構造形式は図-4.2.2に示すように直杭式横栈橋であり、土留め部はL型擁壁である。本施設的设计震度は0.10である。本施設では図-4.2.1に示す3地点(B-1～B-3)にてボーリング調査が実施されている。-7.5m栈橋の2地点(B-4～B-5)を併せて簡易柱状図を図-4.2.6に示す。この図をみると、栈橋基礎部（-11m以下）で土層がNo.1が砂質土（N値=10～30）、No.2

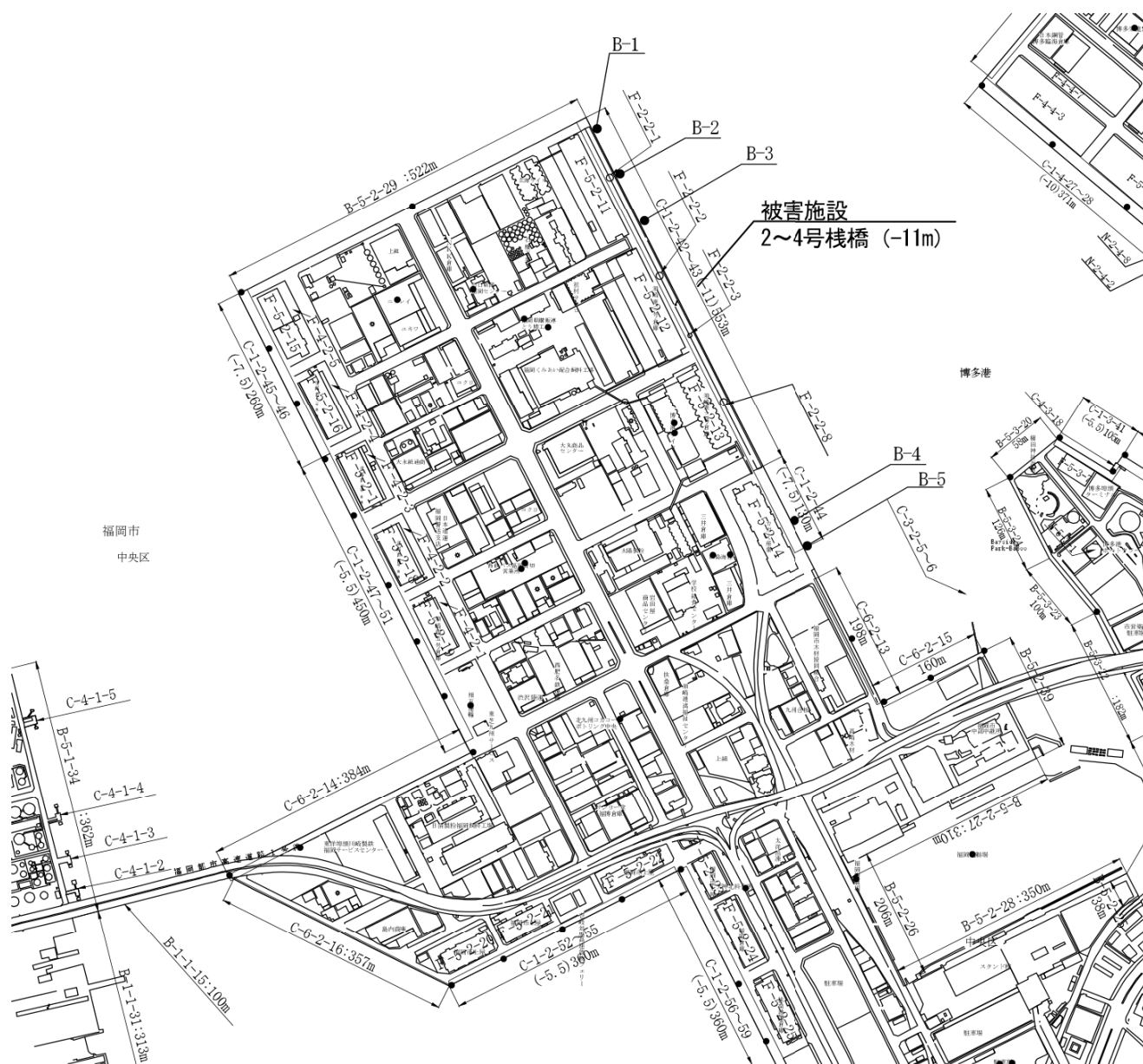


図-4.2.1 須崎埠頭平面図

が礫 (N値=30~50以上), No.3がシルト (N値10前後) とばらついていることが分かる。

図-4.2.3および図-4.2.4から分かるように被災延長は479.9mであり、北側の一部を除いてほぼ施設全長にわたり被害が確認された。被災形態は図-4.2.5に示すように土留め部のL型擁壁の前方への変位、ならびに土留め部上部工と渡版の接触部における上部工側の損傷からなる。L型擁壁の海側への変位は図-4.2.5に示す断面ではそれぞれ40cmと20cmとなっており、最大では図-4.2.3に示すように91cmとなっている。しかし、栈橋本体に関しては、一部で7cmの前方への変位が確認された他は目立った損傷は確認されていない。これは、土留め部上部工と渡版の接触部において上部工側に損傷が生じたため、L型擁壁の変位が渡版を介して栈橋に伝達されることが無かったためである。これは、土留め部上部工がある種のヒューズのような役割を果たしたと見ることもできる。1995年兵庫県南部地震の際、神戸港の高浜栈橋において、土留め部の海側への変位が渡版を介して栈橋本体に伝達され、栈橋の杭に損傷が生じた状況⁵⁾とは対照的である。なお、土留め部上部工と渡版の接触部における上部工側の損傷については写真-4.2.2および写真-4.2.4で確認す

ることができる。また、土留め部に関する詳細な調査結果によると、図-4.2.4に示すように10カ所でL型ブロック間の目地の開きおよび裏埋の流出が確認されており(写真-4.2.3左参照)、さらに、L型ブロック本体の貫通クラックも2カ所で確認された(写真-4.2.3右参照)。

復旧は図-4.2.3~図-4.2.5に示すように被災延長全線に渡って渡版の撤去・復旧、上部工の撤去・復旧、アスファルト舗装復旧、裏埋復旧(埋戻し)が行われた。また、L型ブロック間の目地の開きが見られた箇所では防砂目地版による復旧が、L型ブロック本体の貫通クラックが見られた箇所では鉄筋コンクリート版による復旧(図-4.2.5下)がそれぞれ行われた。

須崎埠頭 -11m栈橋 全景



撮影年月日:平成17年4月1日

写真-4.2.1 航空写真による須崎埠頭-11m 栈橋の全景

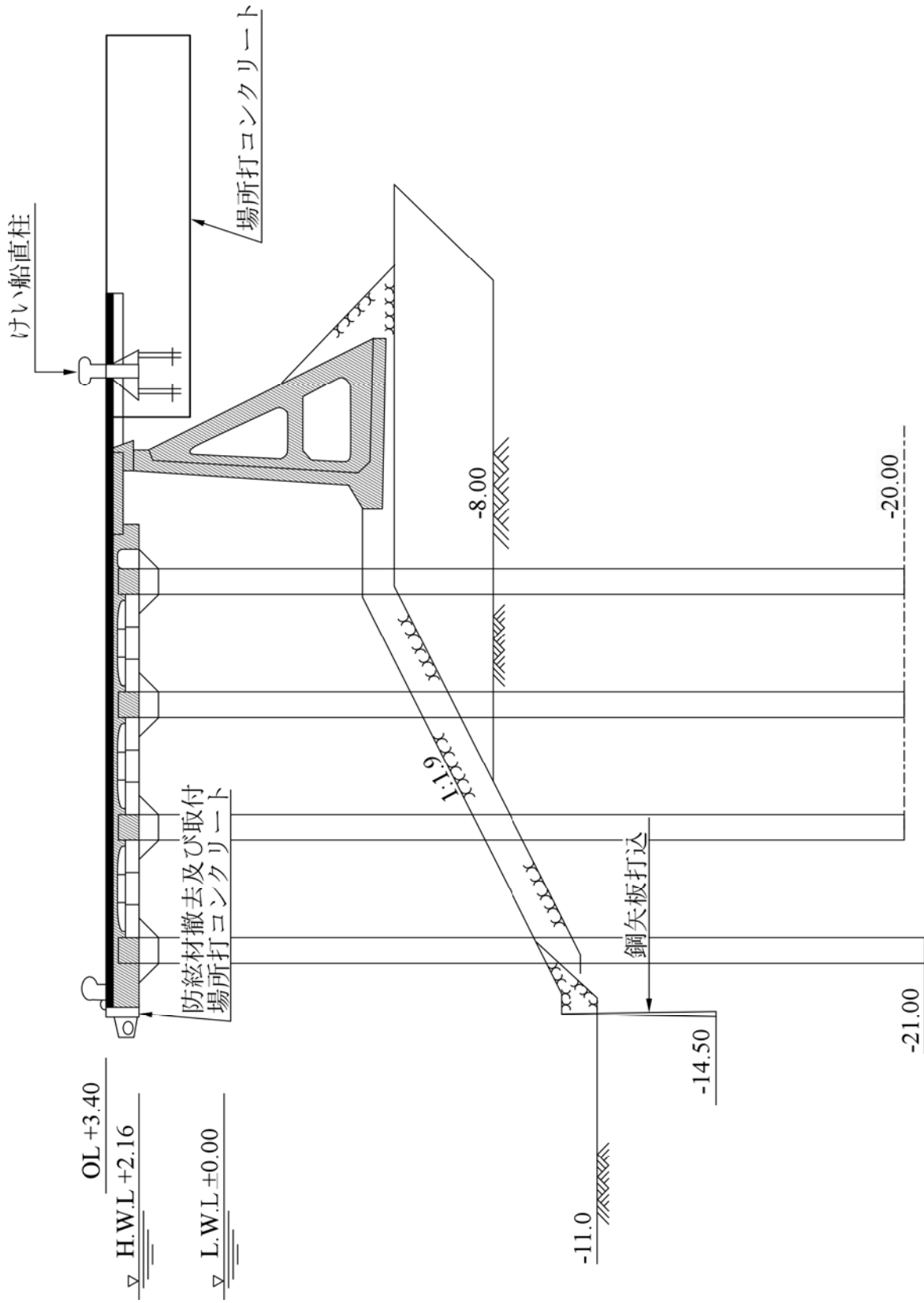
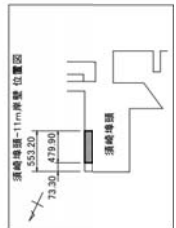
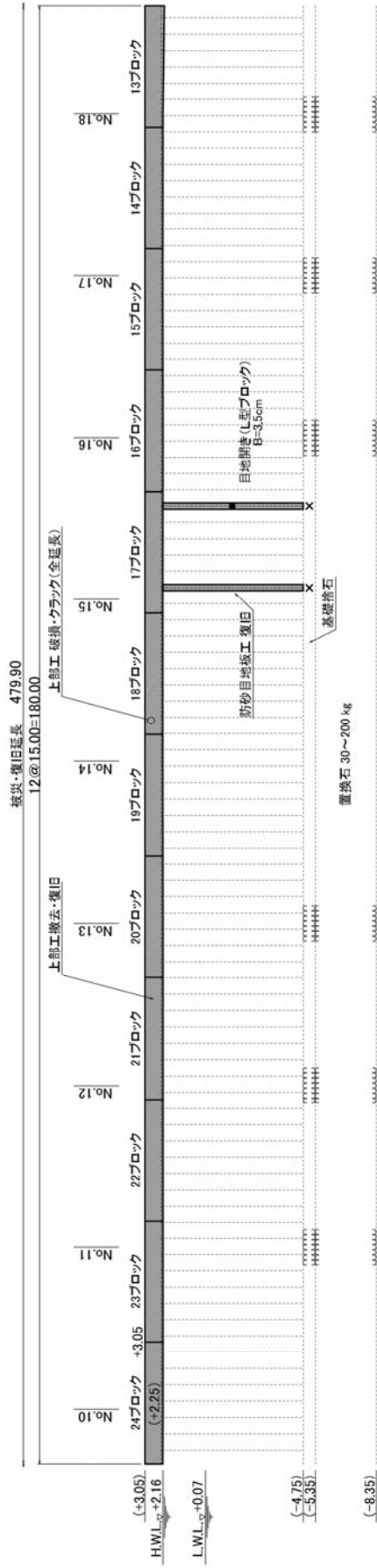
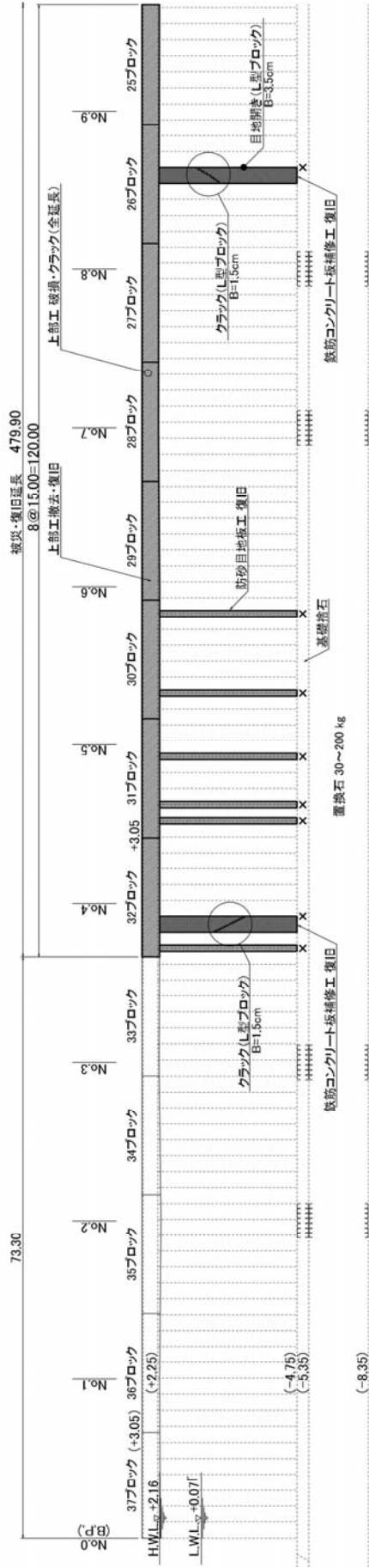


図-4.2.2 須崎埠頭-11m 栈橋の標準断面図

被災・復旧縦断面図(1)



- 凡例
- クラック
 - X : 目地の開き、裏押出しあり 10カ所
 - 防砂目地板工
 - 防砂目地板工 復旧
 - 上部工撤去・復旧
 - L型ブロックに貫通クラック
 - 鉄筋コンクリート板補修工 復旧

図-4.2.4(a) 須崎埠頭-11m 栈橋の被災・復旧縦断面図

被災・復旧縦断面図(2)

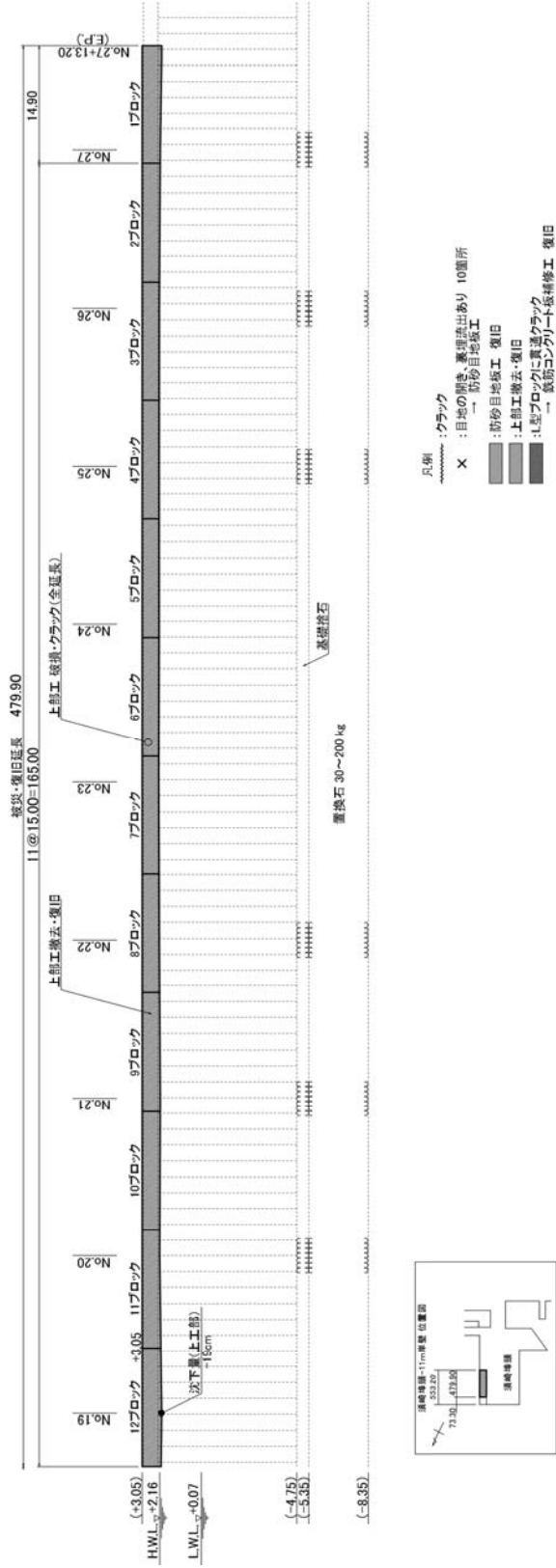


図-4.2.4(b) 須崎埠頭-11m 栈橋の被災・復旧縦断面図

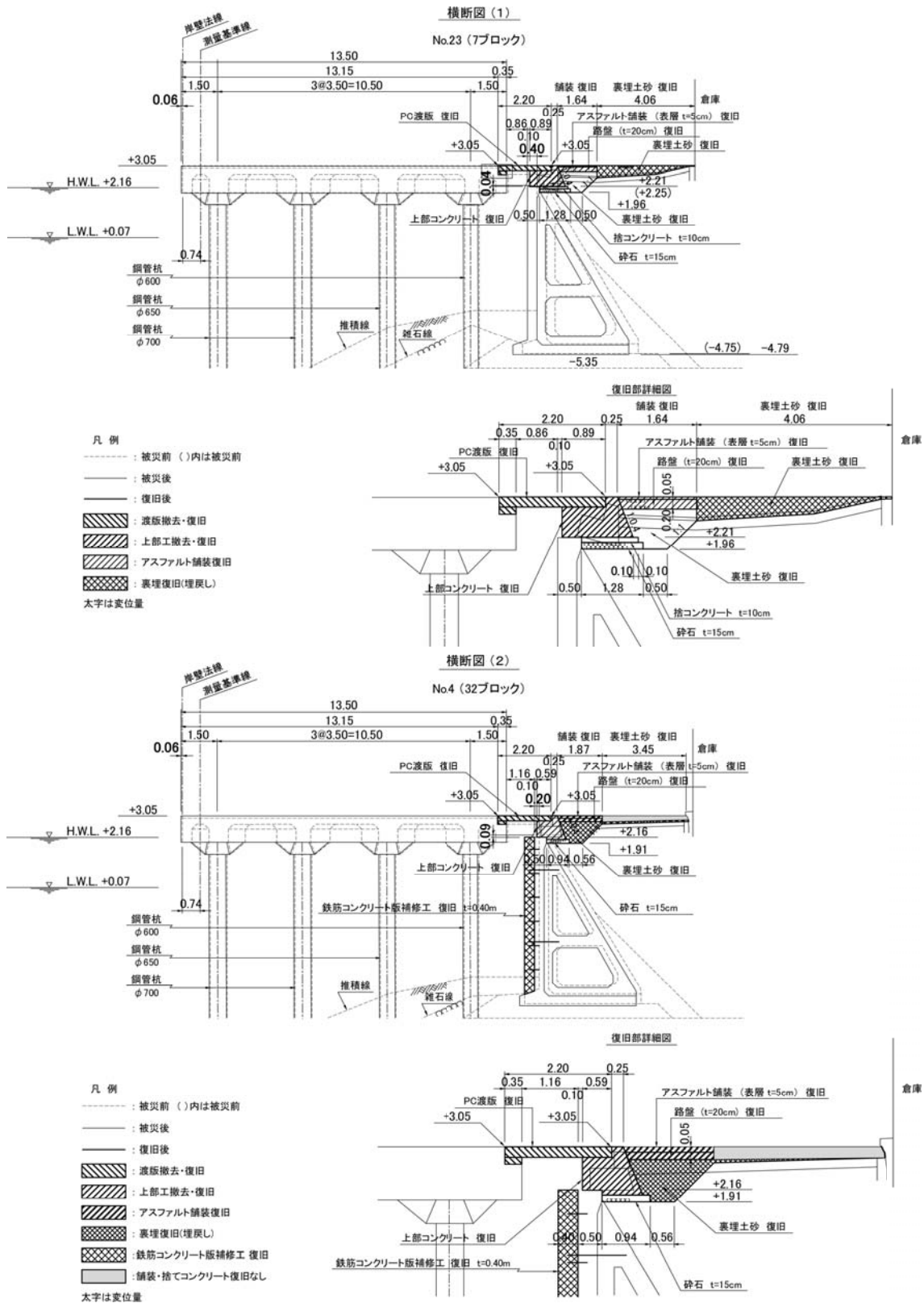


図-4.2.5 須崎埠頭-11m 栈橋の被災・復旧横断面

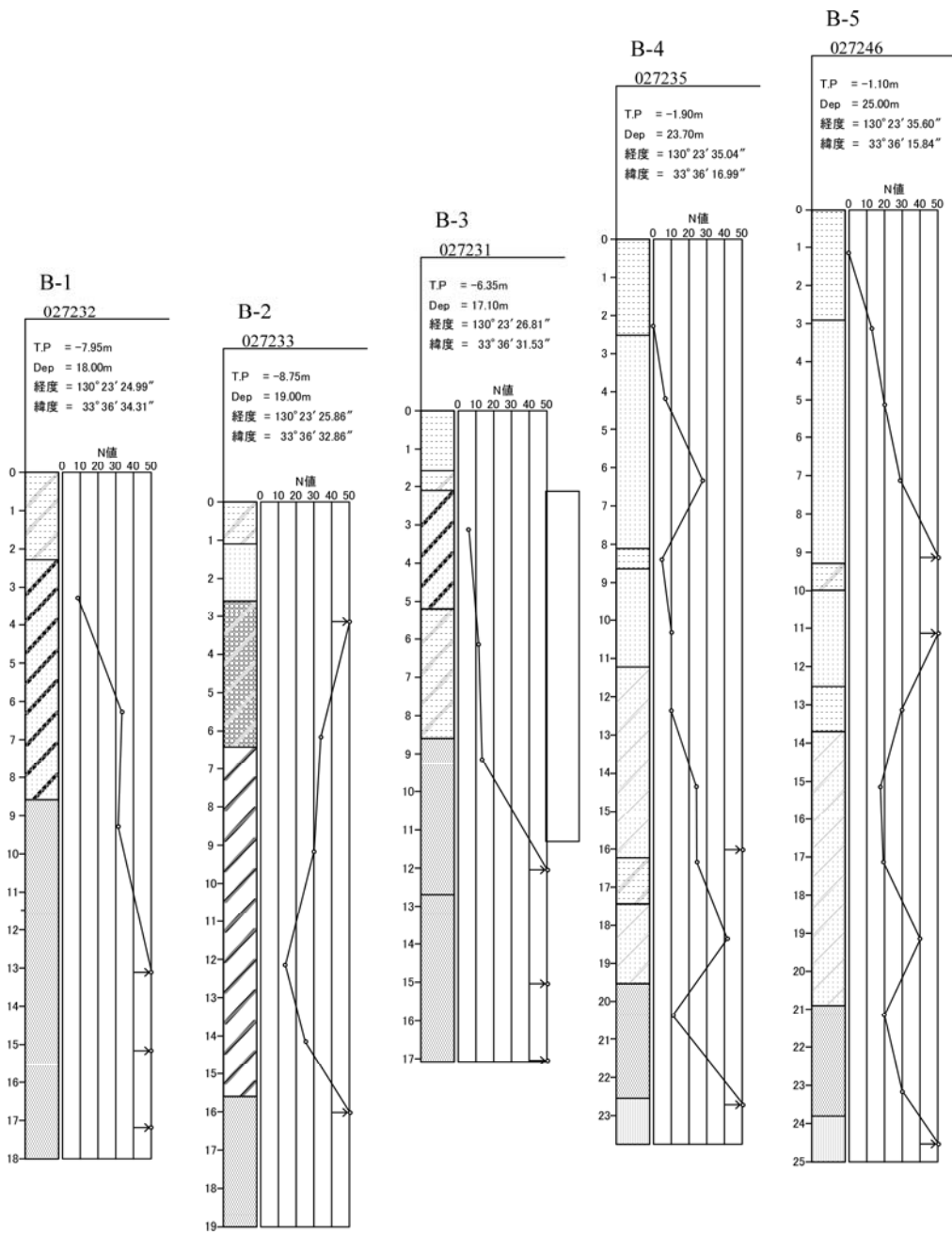


図-4.2.6 須崎埠頭-11m 栈橋周辺地盤の土質柱状図

1 NO.9付近(25ブロック) 土留部上部工 クラック



2 NO.8~9付近(26ブロック) 土留部上部工 クラック



3 NO.4付近 渡版傾斜

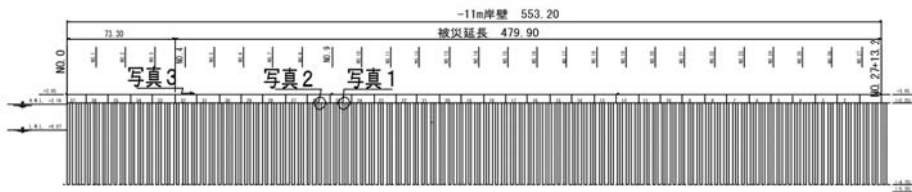


写真-4.2.2 須崎埠頭-11m 栈橋の被災状況①

45 NO.4付近(32ブロック)

吸い出し状況



NO.4付近(32ブロック) 土留部L型ブロック クラック

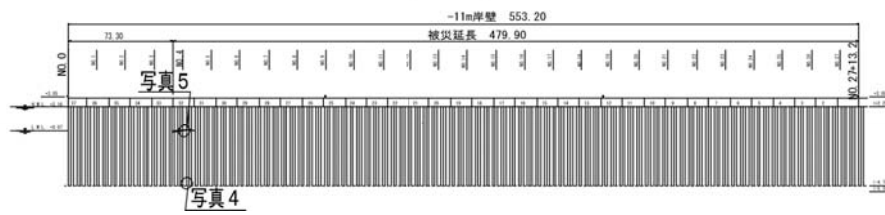


写真-4.2.3 須崎埠頭-11m 栈橋の被災状況②



写真-4.2.4 須崎埠頭-11m 栈橋の被災状況③

4.3 中央埠頭

中央埠頭は、博多港の南部に位置しており、**図-4.3.1**に示す平面図によって分かるように博多市街から北西方向に600mほど突き出した幅350mほどの埠頭である。本埠頭の係留施設はいずれもなんらかの被害が確認されている。直轄の西側-10m岸壁・栈橋が被災を受け、北側の-5.5m岸壁は今回の地震で最も顕著な被害を受けている。以下に両施設について記す。

(1) 中央埠頭西側-10m岸壁・栈橋

中央埠頭西側-10m岸壁・栈橋は、九州と北陸を結ぶ唯一の定期航路である九越フェリー「れいんぼうべる」（博多-直江津）をはじめとする RORO 船等が寄港する海上輸送網の拠点として極めて重要な係留施設であり、福岡県や新潟県等の経済・産業等において重要な役割を果たしている。

本施設の全景を**写真-4.3.1**に、標準断面図を**図-4.3.2**に、被災・復旧平面図を**図-4.3.3**に、被災・復旧標準断面図を**図-4.3.4**に、被災・復旧縦断面図を**図-4.3.5**に、被災状況を**写真-4.3.2**にそれぞれ示す。本施設は南側の約216mの区間が栈橋、北部の約371mの区間がL型ブロック式の岸壁である。本施設的设计震度は栈橋部が0.10、L型ブロック部が0.05である。

図-4.3.3と**図-4.3.4**から分かるように、栈橋部では栈橋本体の被災はないが、背後のエプロン全体に沈下が生じている。L型ブロック部では、やはりエプロン全体に沈下が発生しているほか、エプロンの最背面にクラックならびに段差が発生している（**写真-4.3.2**）。また係船柱基礎が7カ所で破損した。地震後の詳細な調査によると、**図-4.3.5**に示すように20カ所以上でL型ブロック間の目地の開きと裏埋の流出が生じている。本施設では法線の海側への変位は確認されていない。ただし、**図-4.3.3**ではNo.19付近に法線の出入りが認められるので、法線の海側への変位がある程度生じていた可能性が考えられる。

復旧は、L型ブロック間の目地の開きが見られた箇所では防砂目地板による復旧が実施された。また、エプロン全体にわたるオーバーレイと一部舗装の打換えが行われた。係船柱は基礎を撤去して復旧した。

(2) 中央埠頭北側-5.5m岸壁

中央埠頭北側-5.5m岸壁は、中央埠頭の北側に位置する全長373m、L型ブロック式の岸壁である。本施設的设计震度は0.05である。本施設の全景を**写真-4.3.3**に、標準断面図を**図-4.3.6**に、被災状況図を**図-4.3.7**に、水中部調査結果を**表-4.3.2**および**表-4.3.3**に、被災状況断面図を**図**

-4.3.8に、ボーリング柱状図を**図-4.3.9**および**図-4.3.10**に、液状化発生状況を**写真-4.3.4**に、沈下量測定状況を**写真-4.3.5**～**写真-4.3.15**に、沈下量測定結果を**表-4.3.1**にそれぞれ示す。

本施設は、構造的には比較的一様であるにも関わらず、被災程度が岸壁法線に沿って大きく変動していることが、本施設の被害の大きな特徴である。最も被災程度が大きいのは岸壁の南西端から124mほどのところであり、ここでは岸壁法線の海側への変位量は約160cmとなっている。また、エプロンの沈下量もほぼ同じ位置で最大値を示しており、そこでの沈下量は130cm程度となっている（**表-4.3.1**）。本施設の被災程度が岸壁法線に沿って大きく変動していることは**写真-4.3.5**～**写真-4.3.15**でも確認することができる。上部工とエプロン部の段差は全区間にわたって生じている。本施設ではL型ブロック間の目地開きに着目した水中における詳細な調査が行われており、その結果が**表-4.3.2**、**表-4.3.3**にまとめられている。この結果から分かるように、30mm以上の目地の開きは岸壁全体に確認されており、裏埋の流出（吸い出し）は南西部・北東部の岸壁端部を中心に40カ所以上で発生している。

本施設の背後地盤では、被災後の調査で、明瞭な液状化の痕跡が確認されている（**写真-4.3.4**）。本施設では、被災後にボーリング調査が実施されている。調査位置は**図-4.3.1**に記している。**図-4.3.8**に地層推定断面図、**図-4.3.9**、**図-4.3.10**にボーリング柱状図を示す。これらの結果から、本施設の背後地盤は比較的緩い（N値=2～7）砂質土を主体としていたことがわかる。

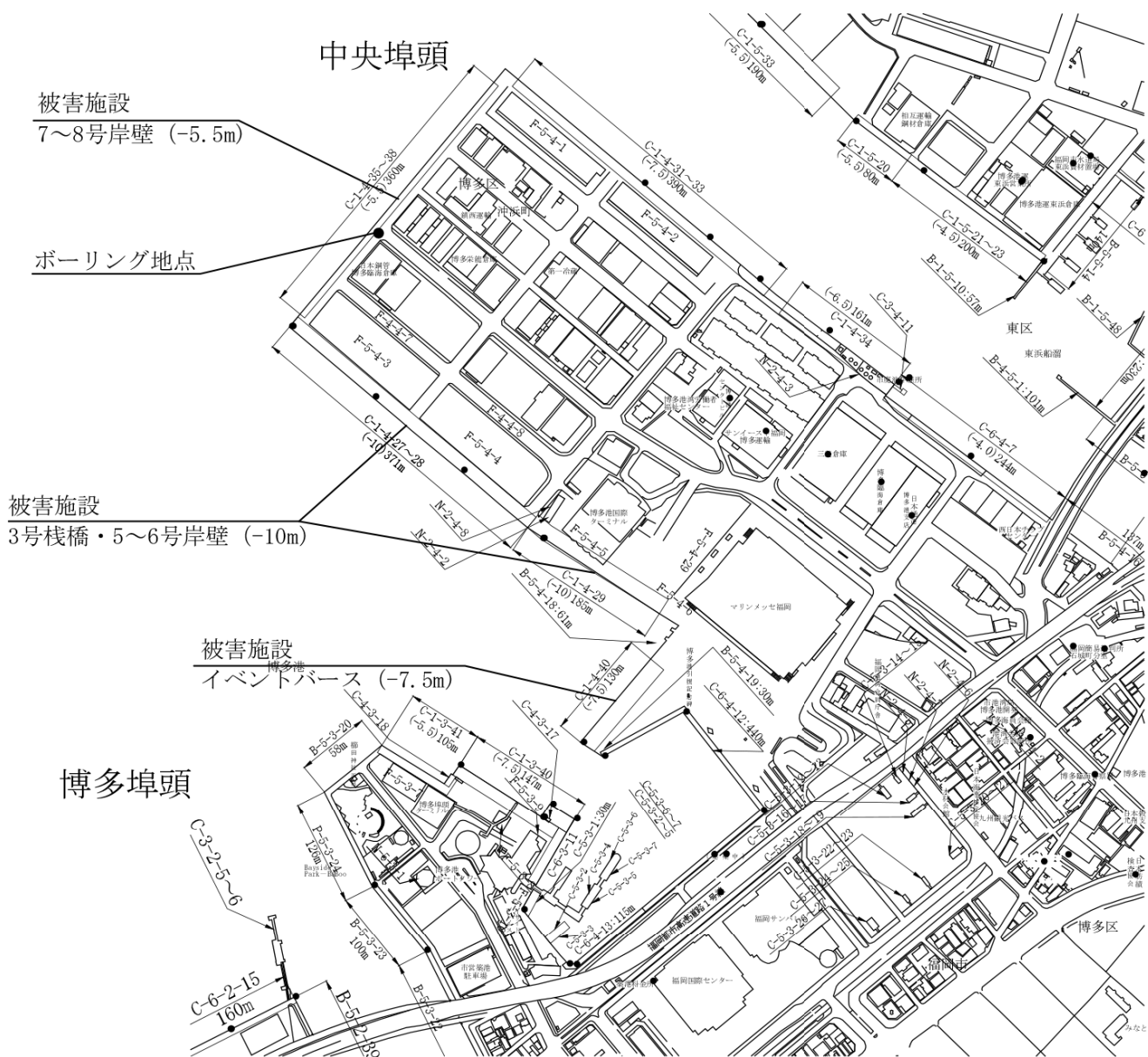


図-4.3.1 中央埠頭平面図

中央埠頭 -10m岸壁・栈橋 全景



撮影年月日:平成17年4月1日

写真-4.3.1 航空写真による中央埠頭西側-10m岸壁・栈橋の全景

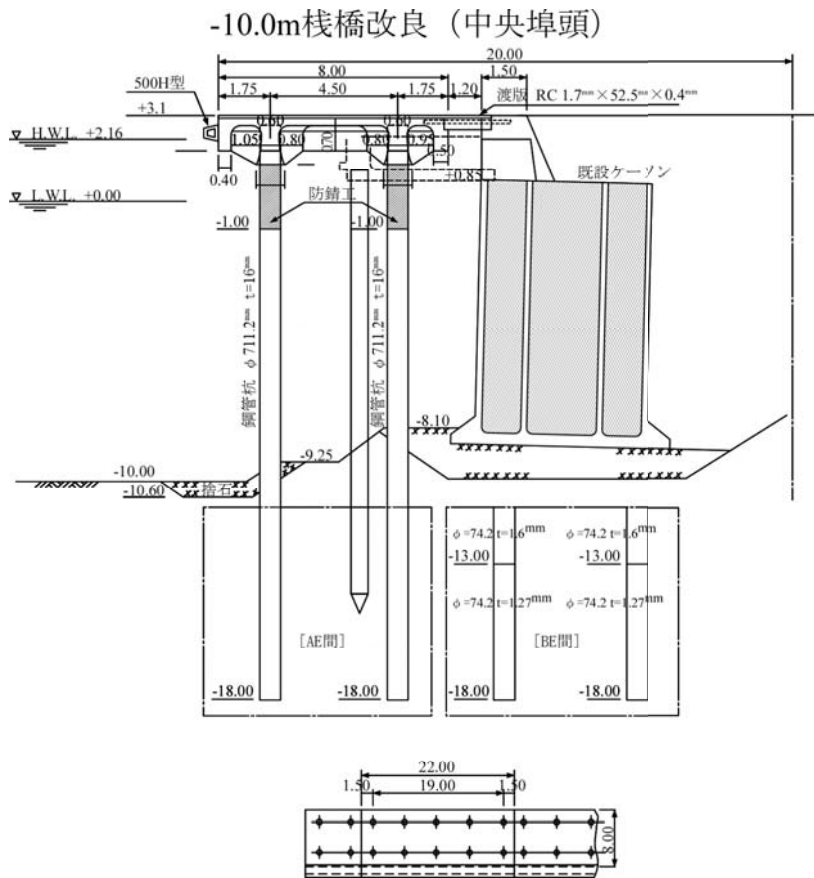
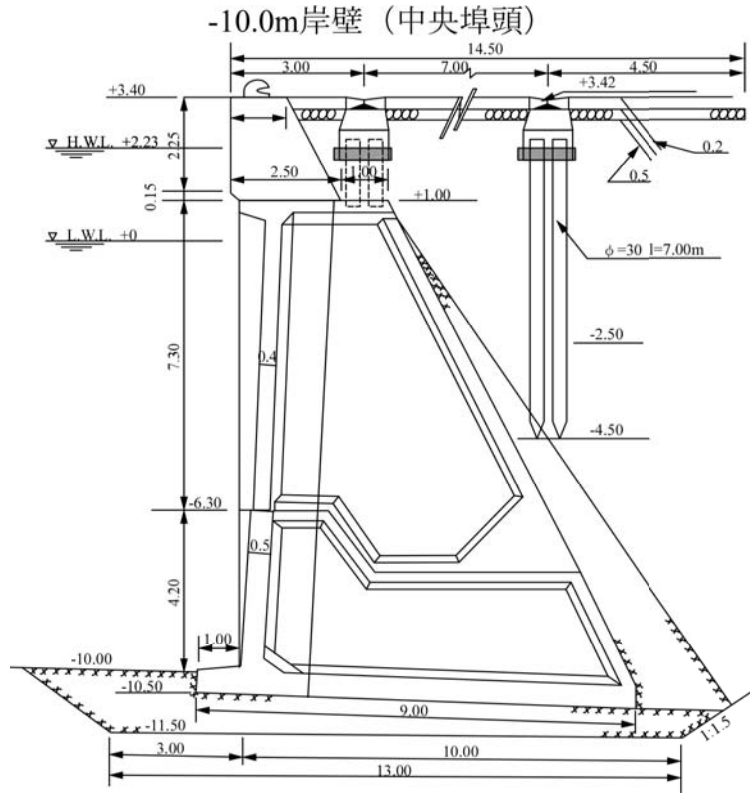


図-4.3.2 中央埠頭西側-10m 岸壁・栈橋の標準断面図 (L 型と栈橋)

被災・復旧平面図

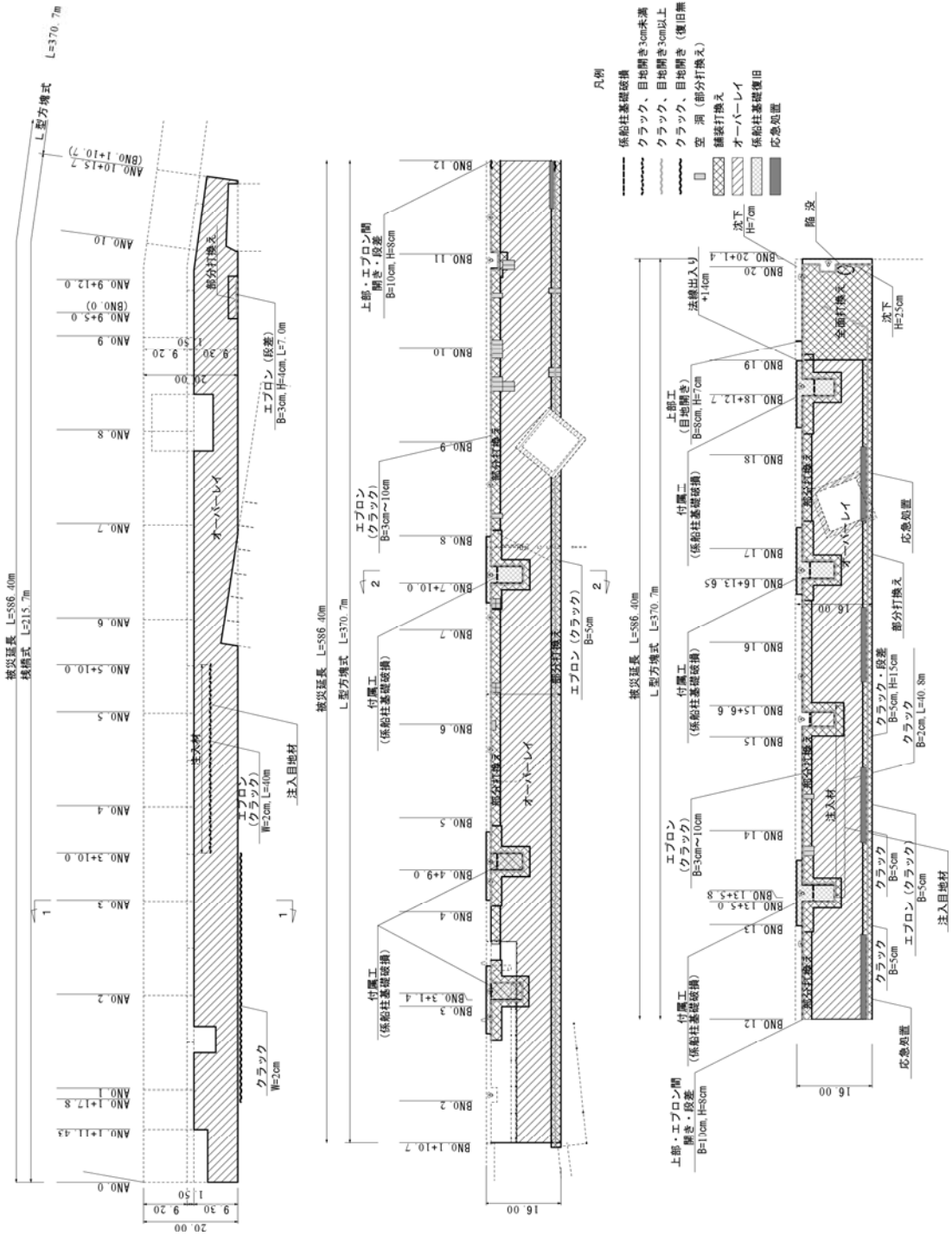


図-4.3.3 中央埠頭西側-10m 岸壁・栈橋の被災・復旧平面図

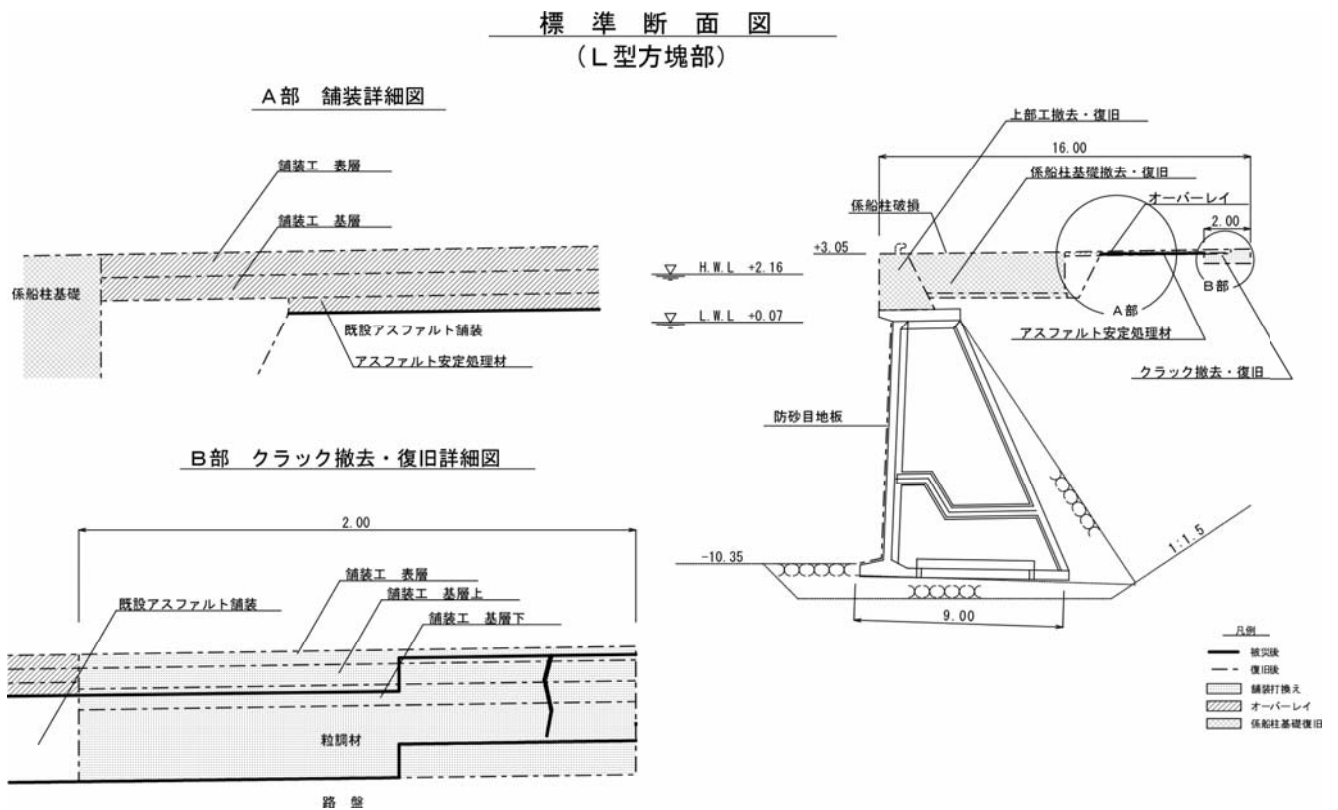
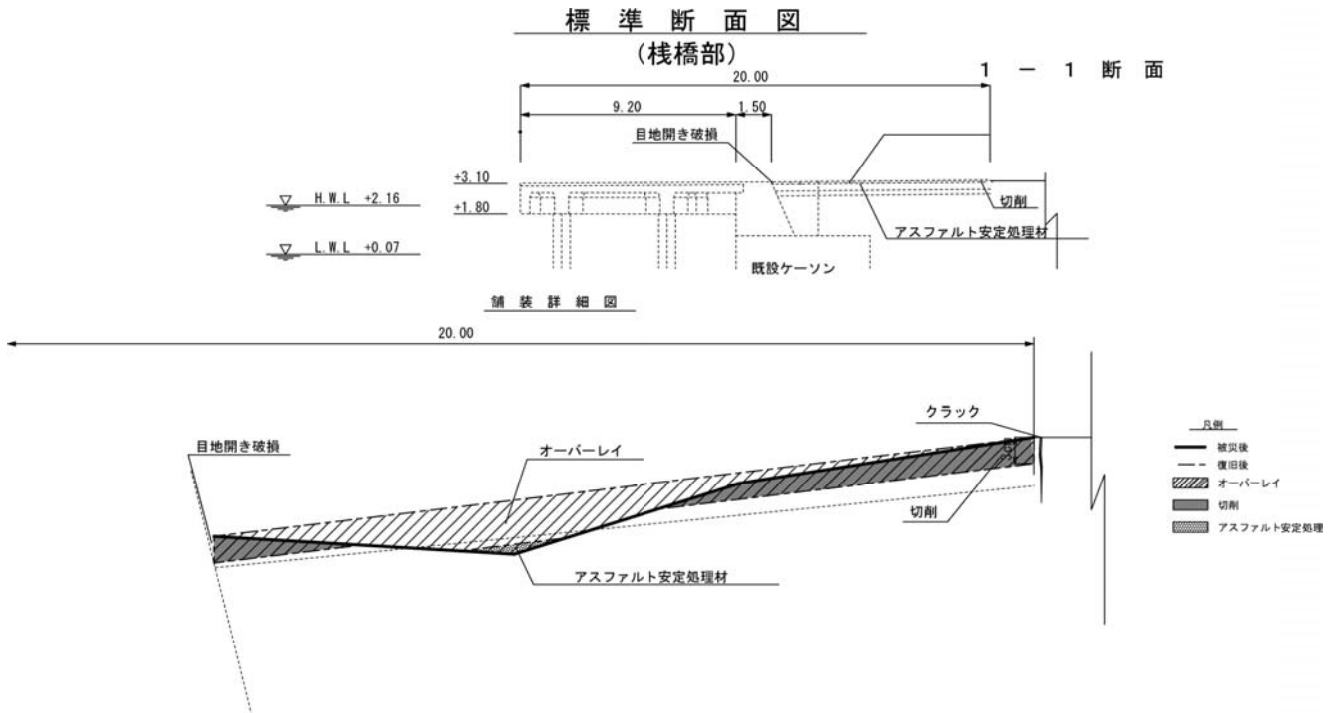


図-4.3.4 中央埠頭西側-10m岸壁・栈橋の被災・復旧標準断面図

縦断面図

復旧後

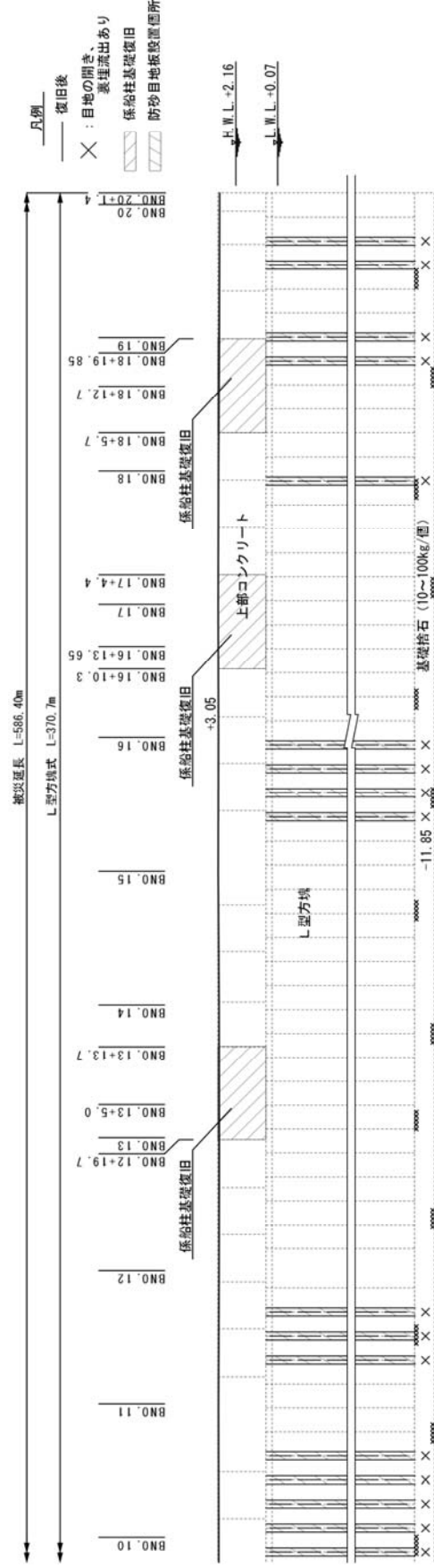
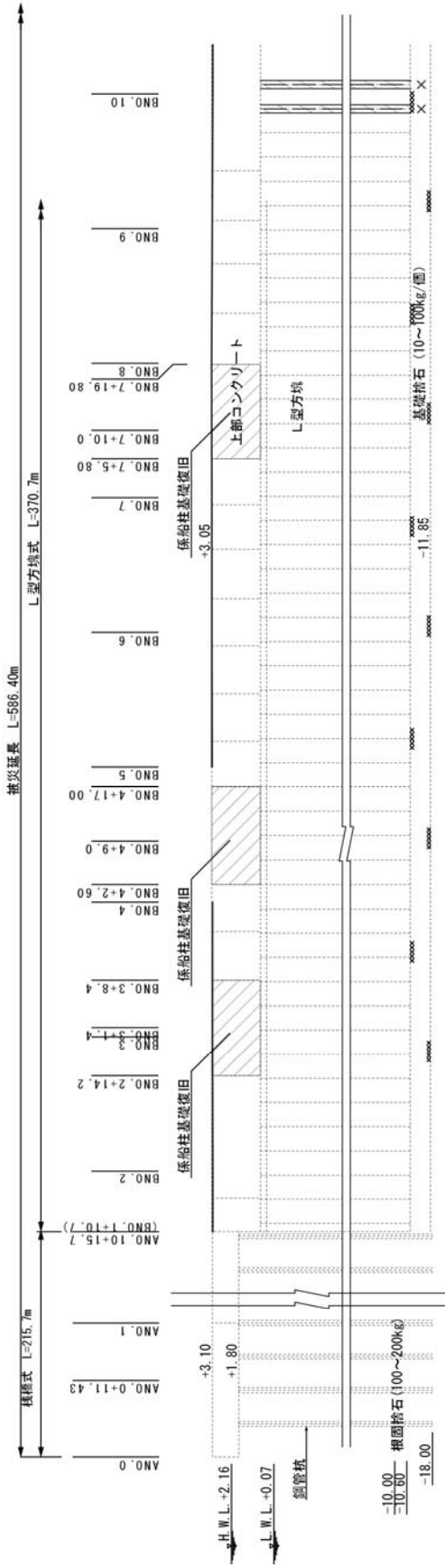
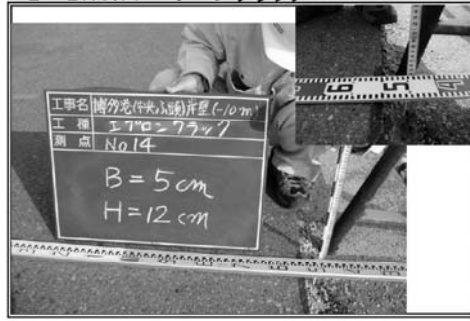


図-4.3.5 中央埠頭西側-10m 岸壁・栈橋の被災・復旧縦断面図

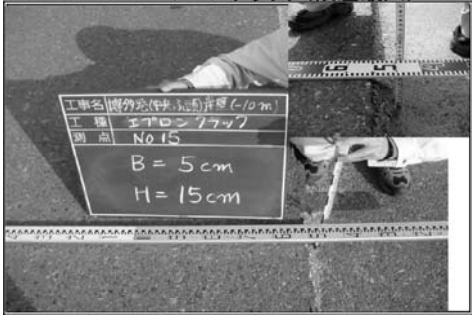
1 BNO.10 被災状況



2 BNO.14 エプロンクラック



3 BNO.15 エプロンクラック(段差最大)



4 BNO.12 エプロン段差状況



5 BNO.20 エプロン沈下状況



6 係船柱基礎破損



7 吸い出し状況



写真-4.3.2 中央埠頭西側-10m 岸壁・棧橋の被災状況

中央埠頭北-5.5m岸壁先端部 全景



撮影年月日:平成17年5月17日

写真-4.3.3 中央埠頭北側-5.5m岸壁の全景

表-4.3.1 中央埠頭北側-5.5m岸壁のエプロン沈下量

起点からの 距離(m)	エプロン沈下量(cm)		
	海側	中間	陸側
0	0	15	7
40	19	60	35
84	35	92	56
124	42	132	75
164	13	42	39
204	0	14	10
244	0	7	11
284	0	9	12
324	0	15	15
364	0	20	23
373	0	31	31



写真-4.3.4 中央埠頭北側-5.5m岸壁の背後における液状化発生状況

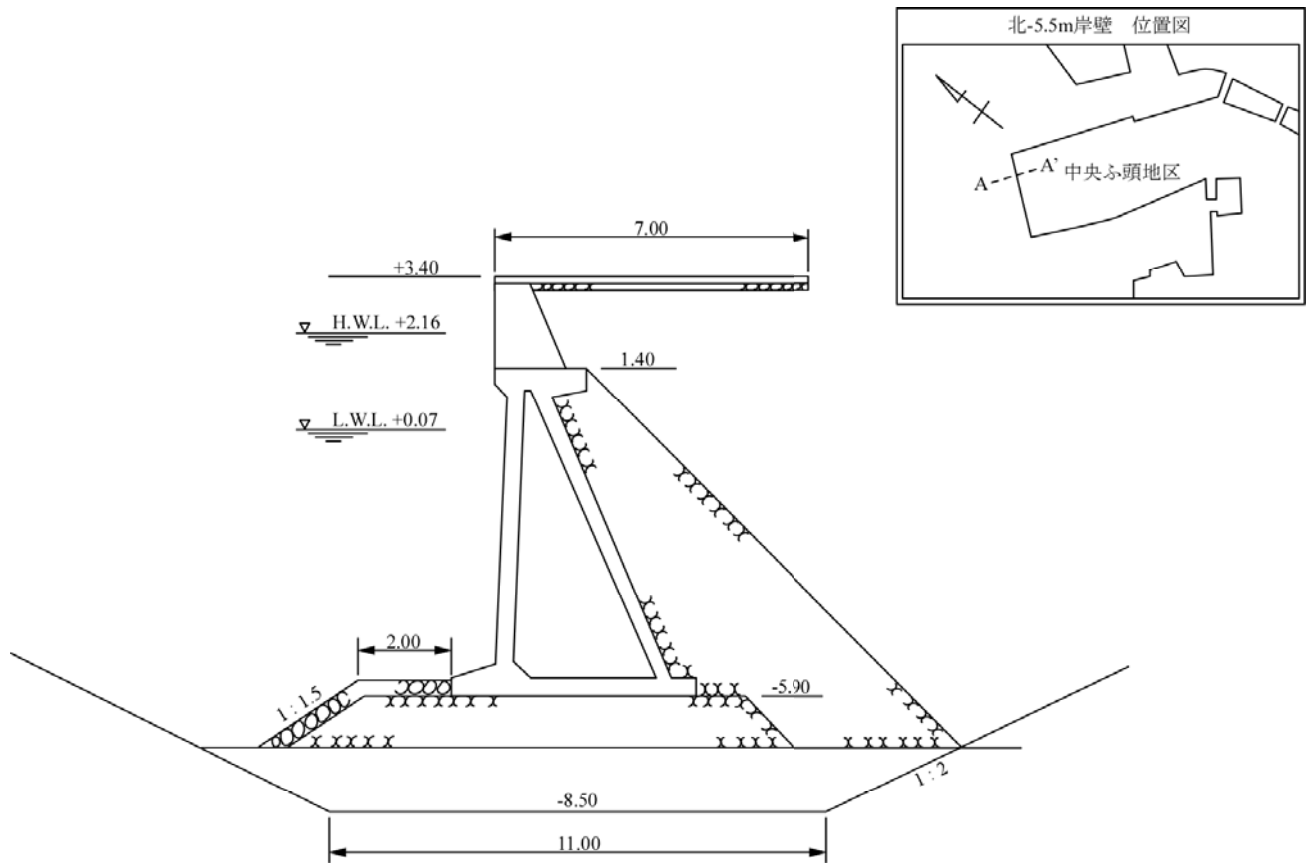
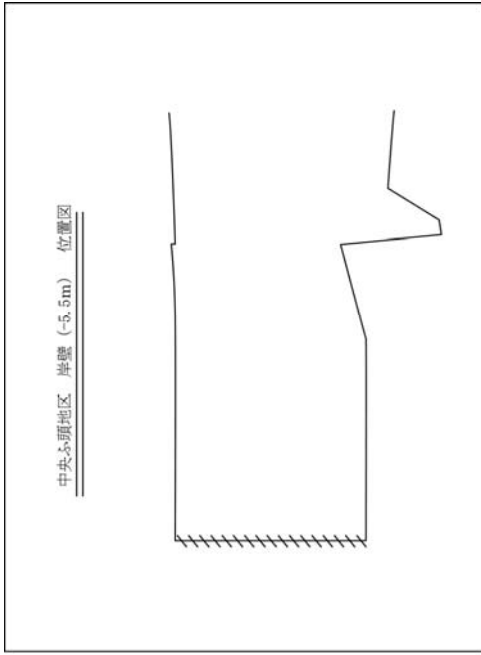


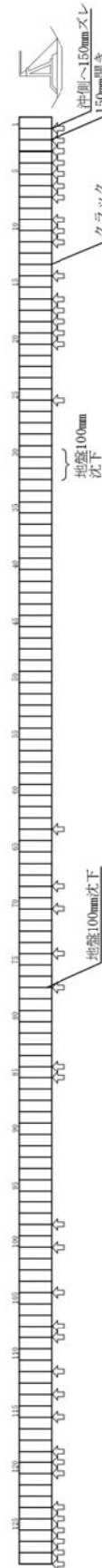
図-4.3.6 中央埠頭北側-5.5m岸壁の標準断面図

(中央ふ頭) 岸壁 (-5.5m)



水中部被災状況図

砂の吸出し有り ⇕



陸上部被災状況平面図

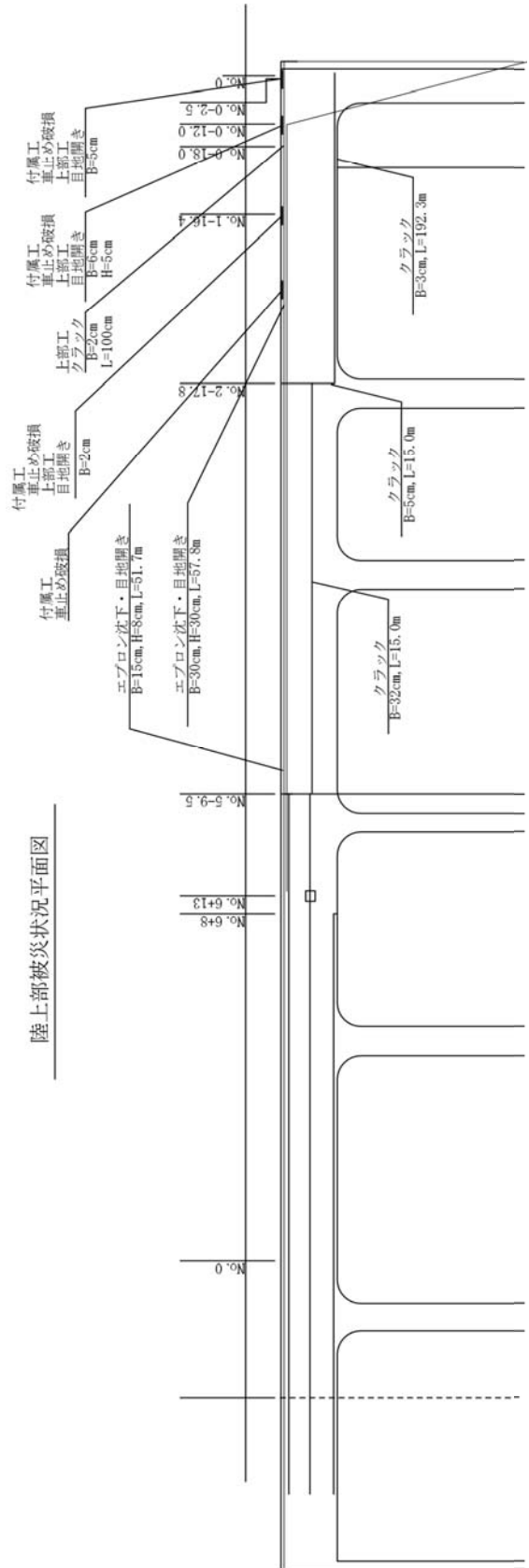



図-4.3.7 中央埠頭北側-5.5m 岸壁の被災状況図

表-4.3.2 中央埠頭北側-5.5m岸壁の水中部調査結果①

L 塊 護 岸						
目地番号	被災ランク		目地番号	被災ランク		備考
1	A	×	41	B	○	<p>調査位置図 調査方向 ← 0.4km</p>  <p>中央埠頭</p>  <p>上部工 ブロック L塊</p> <p>目地番号1 150mmズレ沖へ 目地番号2 150mm開き</p> <p>目地番号13 L塊にクラックがありそこから砂が出て下に堆積</p>  <p>クラック 砂堆積</p> <p>目地番号29.30.31.32.77 地盤100mm沈下 付着物の色の変化にて判断計測</p>
2	A	×	42	B	○	
3	A	×	43	B	○	
4	B	×	44	A	○	
5	A	×	45	A	○	
6	B	×	46	A	○	
7	B	×	47	B	○	
8	A	○	48	B	○	
9	A	×	49	B	○	
10	B	×	50	A	○	
11	A	×	51	B	○	
12	A	○	52	A	○	
13	A	○	53	B	○	
14	A	×	54	B	○	
15	A	○	55	B	○	
16	A	×	56	B	○	
17	B	×	57	A	○	
18	A	×	58	A	○	
19	B	×	59	B	○	
20	A	×	60	B	○	
21	A	○	61	B	○	
22	A	○	62	B	○	
23	B	○	63	B	×	
24	B	○	64	B	○	
25	A	×	65	B	○	
26	A	○	66	A	○	
27	A	○	67	B	○	
28	B	○	68	B	×	
29	A	○	69	A	○	
30	A	○	70	B	×	
31	A	○	71	A	○	
32	A	○	72	A	○	
33	A	○	73	B	○	
34	B	○	74	B	○	
35	B	○	75	B	○	
36	B	○	76	B	○	
37	B	○	77	A	○	
38	B	○	78	B	○	
39	B	○	79	B	○	
40	A	○	80	B	○	

表-4.3.3 中央埠頭北側-5.5m岸壁の水中部調査結果②

L 塊 護 岸						
目地番号	被災ランク		目地番号	被災ランク		備考
81	B	○	121	B	○	調査位置図 調査方向 ← 0.4km  中央埠頭
82	A	○	122	B	○	
83	B	○	123	B	×	
84	B	×	124	A	×	
85	A	×	125	A	×	
86	B	○	126	B	×	
87	B	○	127	B	×	
88	A	○	128	A	×	
89	B	○				
90	A	○				
91	B	○				
92	B	○				
93	B	○				
94	B	○				
95	B	○				
96	A	○				
97	B	○				
98	B	×				
99	B	○				
100	A	×				
101	B	○				
102	B	○				
103	A	○				
104	B	×				
105	A	○				
106	B	○				
107	A	×				
108	A	×				
109	A	○				
110	B	○				
111	A	×				
112	B	○				
113	B	×				
114	B	○				
115	B	×				
116	B	○				
117	A	○				
118	B	×				
119	B	×				
120	B	×				

被災ランク凡例
 A 30mm以上の目地の開き
 B 30mm以下の目地の開き
 ○ 吸出し無し
 × 吸出し有り

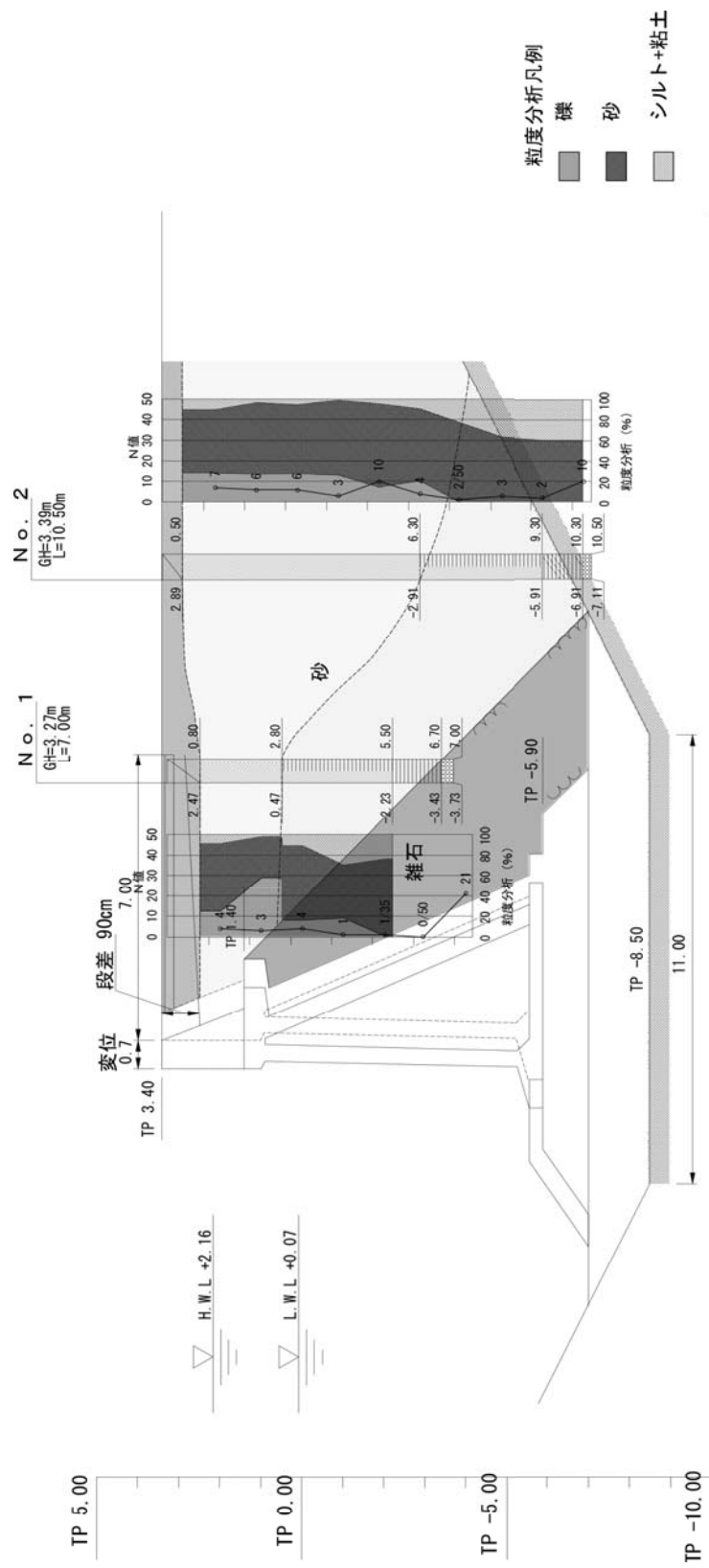


図-4.3.8 中央埠頭北側-5.5m 岸壁の被災状況断面図

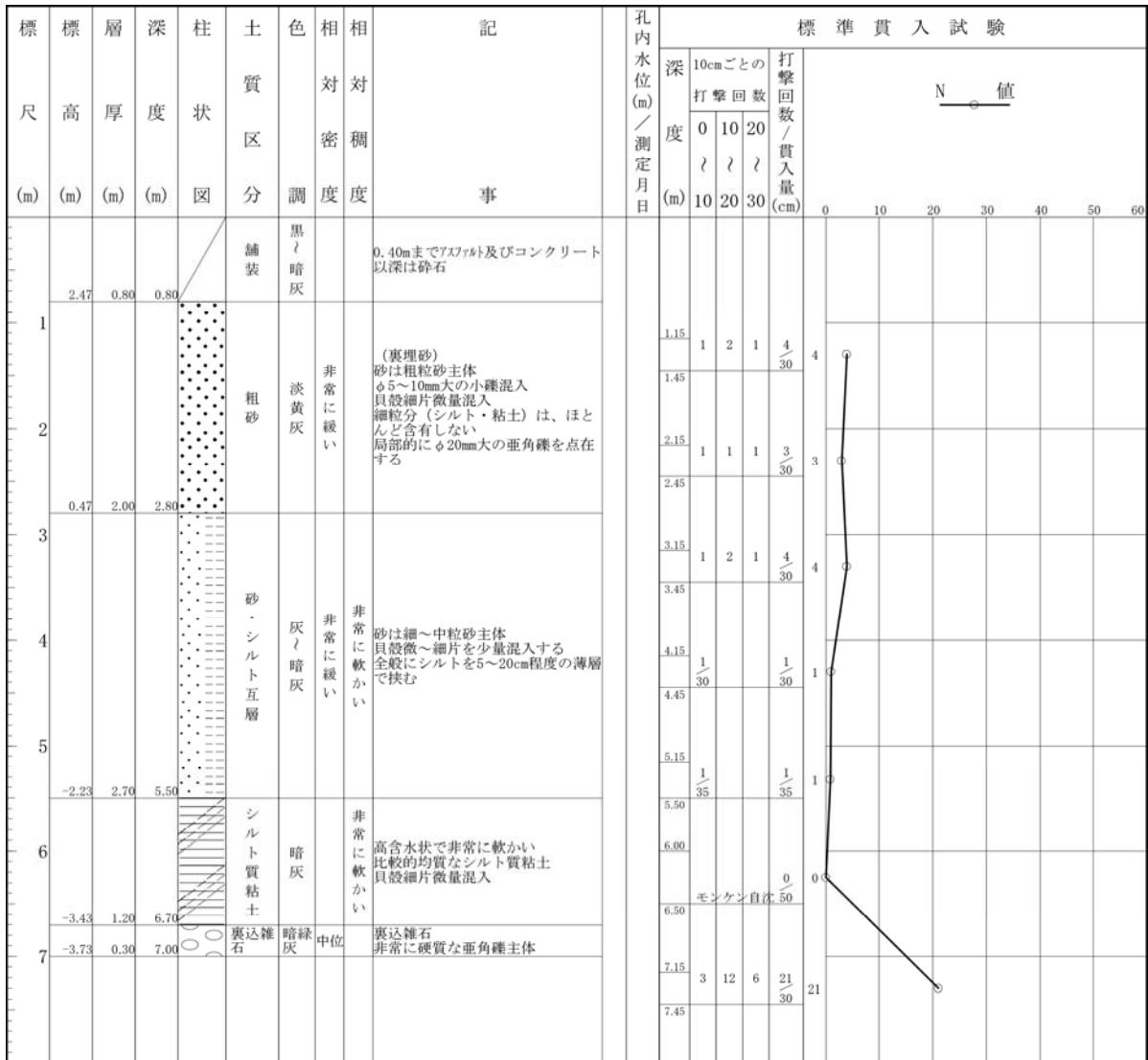


図-4.3.9 中央埠頭北側-5.5m岸壁のボーリング柱状図①

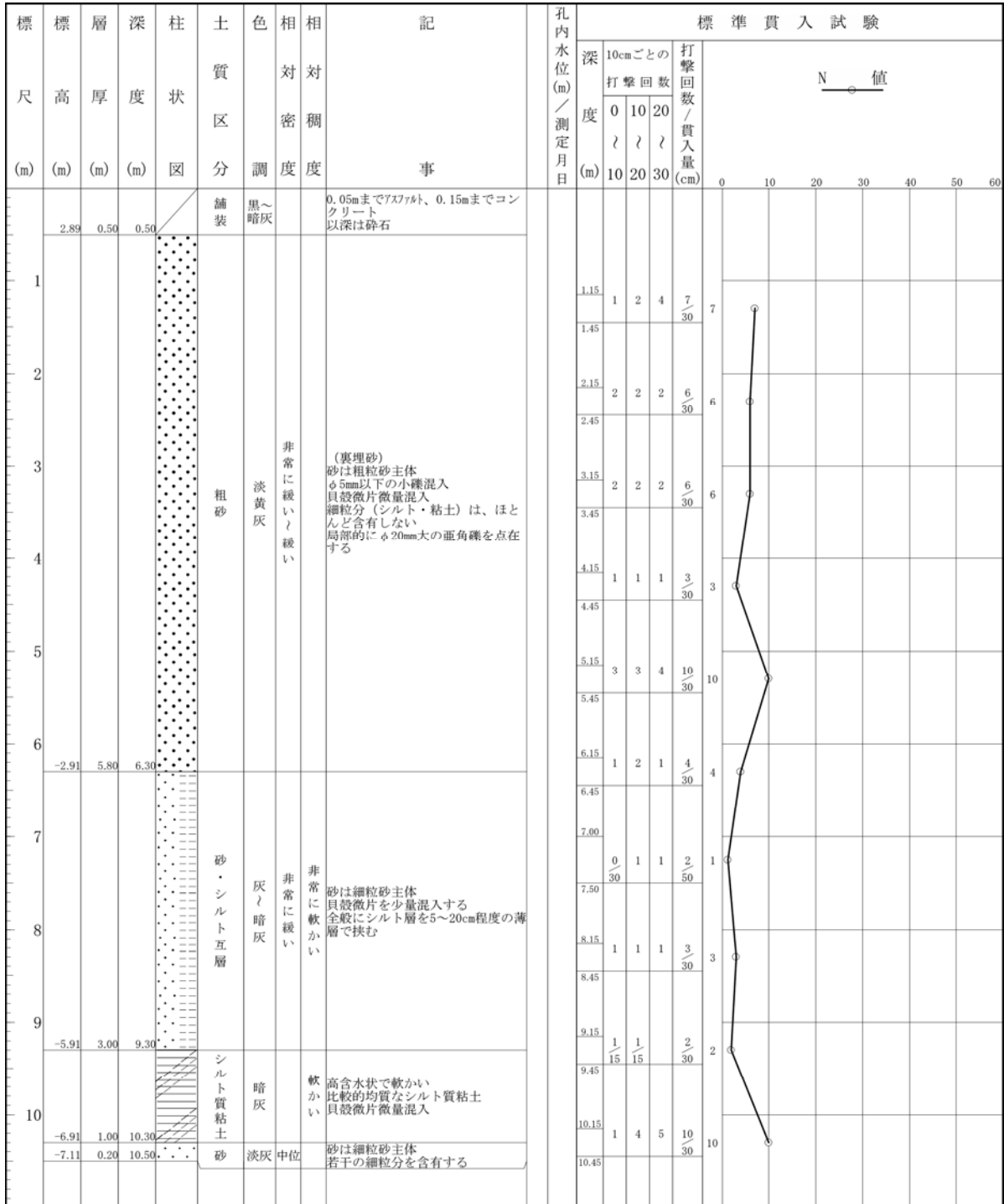


図-4.3.10 中央埠頭北側-5.5m 岸壁のボーリング柱状図②

起点からの距離 0m

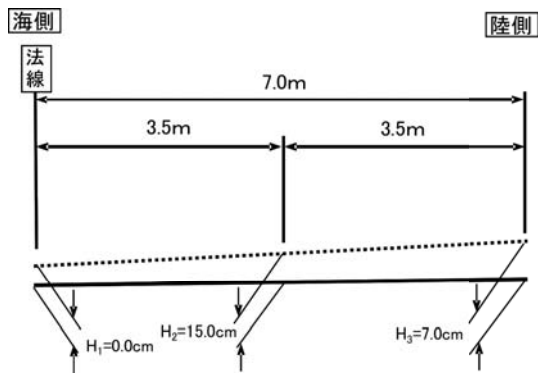


写真-4.3.5 沈下量測定状況 (0m)

起点からの距離 84m

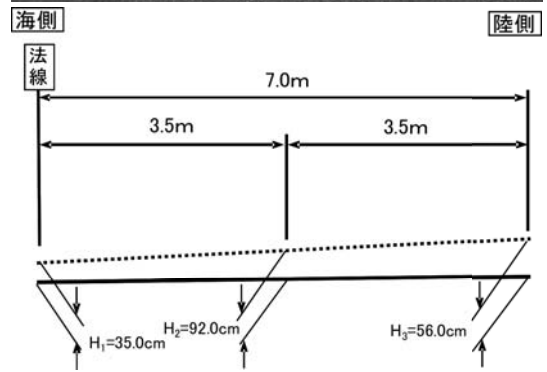


写真-4.3.7 沈下量測定状況 (84m)

起点からの距離 40m

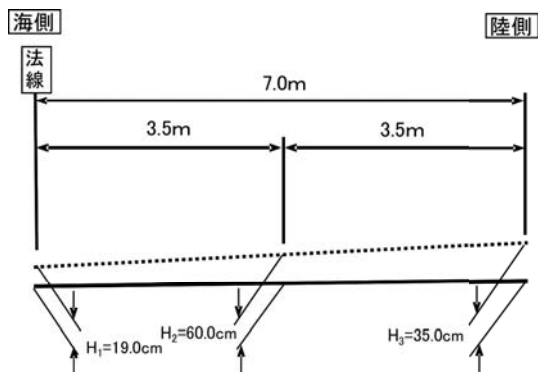


写真-4.3.6 沈下量測定状況 (40m)

起点からの距離 124m

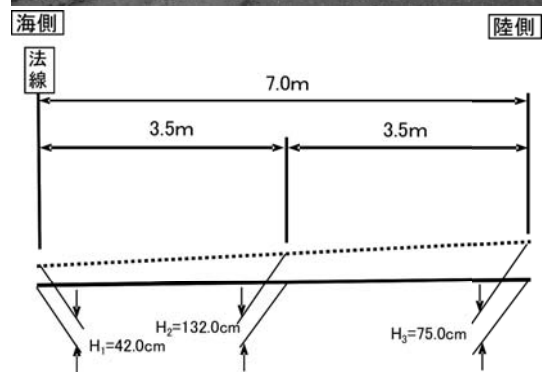
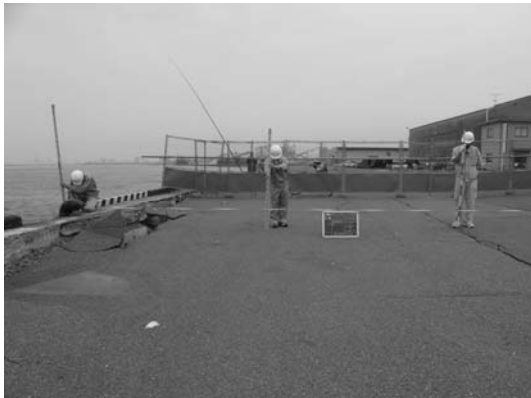


写真-4.3.8 沈下量測定状況 (124m)

起点からの距離 164m



海側 陸側

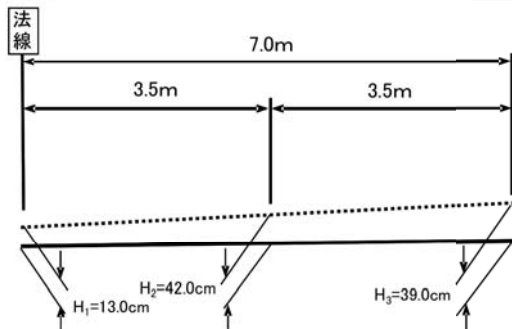


写真-4.3.9 沈下量測定状況 (164m)

起点からの距離 244m



海側 陸側

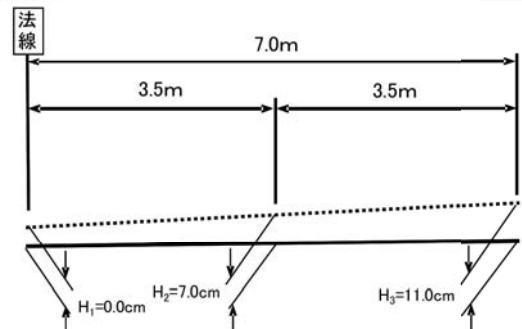


写真-4.3.11 沈下量測定状況 (244m)

起点からの距離 204m



海側 陸側

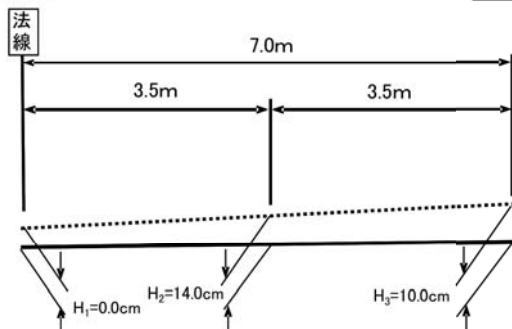


写真-4.3.10 沈下量測定状況 (204m)

起点からの距離 284m



海側 陸側

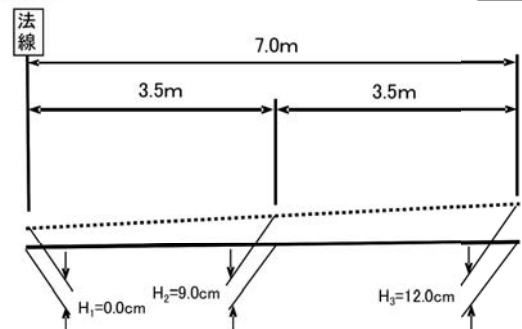
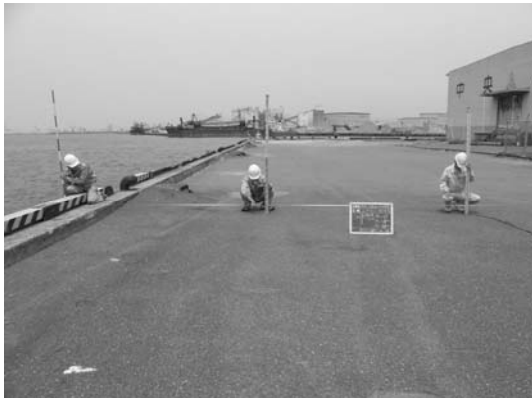


写真-4.3.12 沈下量測定状況 (284m)

起点からの距離 324m



海側 陸側

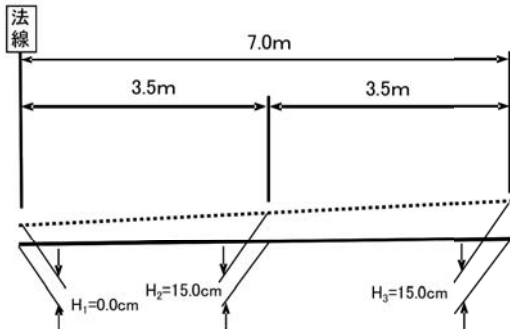


写真-4.3.13 沈下量測定状況 (324m)

起点からの距離 373m



海側 陸側

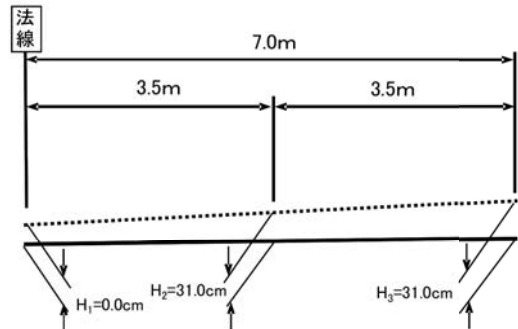


写真-4.3.15 沈下量測定状況 (373m)

起点からの距離 364m



海側 陸側

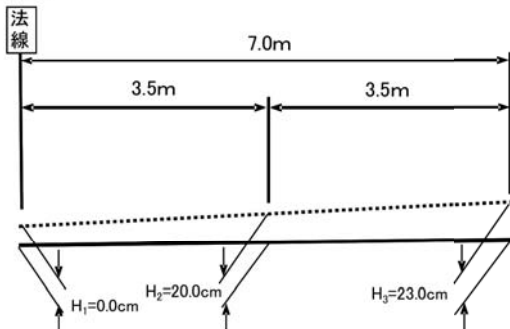


写真-4.3.14 沈下量測定状況 (364m)

4.4 箱崎埠頭

箱崎埠頭は博多港の中央部に位置している。図-4.4.1に箱崎埠頭の平面図を示す。箱崎埠頭の南側に位置する-10m岸壁は、直轄で施工し港湾管理者に管理委託している施設で、福岡都市圏の青果を扱う青果埠頭となっている。また隣接する箱崎埠頭-12m岸壁と一体となって運用されRORO船が寄港している。西側には-7.5m岸壁が位置している。以下にそれらの岸壁について被害状況を示す。

(1) 箱崎埠頭-10m岸壁

箱崎埠頭-10m岸壁の全景を写真-4.4.1に、被災・復旧平面図を図-4.4.2に、被災・復旧縦断面図を図-4.4.3に、被災・復旧標準断面図を図-4.4.4に、被災状況を写真-4.4.3にそれぞれ示す。本施設は図-4.4.4に示すように重力式（セルラーブロック）の岸壁である。本施設の設計震度は0.05である。

本施設では図-4.4.2および図-4.4.4に示すように法線の海側への変位が生じており、その大きさは岸壁中央部付近で最も大きく、最大44cmである（写真-4.4.3）。また、上部工には沈下が生じており、その大きさは最大11cmである。これらに伴い、上部工-エプロン間に目地開きが生じており、その大きさは最大20cmとなっている（写真-4.4.3）。また、エプロン部には沈下が生じており、その大きさは最大28cmである。エプロン部は広い範囲で舗装下面の空洞化が確認されている（図-4.4.2）。

(2) 箱崎埠頭-12m岸壁

箱崎埠頭-12m岸壁の全景を写真-4.4.2に、被災・復旧平面図を図-4.4.5に、被災・復旧縦断面図を図-4.4.6に、被災・復旧標準断面図を図-4.4.7に、被災状況を写真-4.4.4および写真-4.4.5にそれぞれ示す。本施設はセルラーブロックの上にL型ブロックを乗せた重力式岸壁である。本施設の設計震度は0.05である。

本施設では、西側の取り付け部を除けば、岸壁法線の変位は確認されていない。主な被害はエプロン舗装下の空洞化で、最大空洞深さは約27cmである。西側の取り付け部では図-4.4.5および図-4.4.7に示すように法線の海側への変位が生じており、その大きさは最大9cmである。これに伴い、上部工-エプロン間に目地開きが生じており、その大きさは最大5cmとなっている。エプロン部には沈下が生じており、その大きさは最大27cmである。また、L型ブロック間の目地の開きと裏埋の流出が13カ所で確認されている。

(3) 箱崎埠頭-7.5m岸壁

箱崎埠頭-7.5m岸壁の全景を写真-4.4.6に、被災状況断面図を図-4.4.8に、被災状況平面図を図-4.4.9に、被災状況詳細平面図を図-4.4.10～図-4.4.12に、被災状況を写真-4.4.7に、ボーリング柱状図を図-4.4.13および図-4.4.14に、復旧後標準断面図を図-4.4.15および図-4.4.16にそれぞれ示す。図-4.4.8にはA-A、B-B、C-Cの3通りの断面を示しているが、このうちB-B断面が図-4.4.10に示すように本施設の大半を占める。すなわち、本施設の大半は控え杭を有する矢板式岸壁であり、南側の取り付け部が重力式（L型ブロック）となっている。本施設の設計震度は0.05である。

矢板部に生じた被害は、矢板の傾斜とそれに伴う法線の海側への変位（図-4.4.8）、エプロンの段差・クラック等である。段差・クラックの発生状況は写真-4.4.7で確認することができる。図-4.4.9の被災状況平面図に示すように、エプロンのクラックは測線2と3の間（法線から約15m陸側）に全線にわたって法線と平行に発生している。この位置はちょうど控え杭の位置にあたる（図-4.4.8のB-B断面）。従って、ここで生じている被害は、控えの海側への移動と、それに伴う岸壁法線の海側への移動という、矢板式岸壁の典型的な被害⁶⁾であると考えられる。岸壁法線の移動量は南側で大きくなっており、最大で約58cmとなっている。また、岸壁法線の移動量が最大となっている箇所ではエプロンに43cmの段差が生じている。取り付け部（L型ブロック）では、L型ブロックの海側への移動とそれに伴うエプロンの沈下が生じている（図-4.4.8）。写真-4.4.7から分かるように本施設のエプロン部では液状化の痕跡（噴砂）が確認されている。既往の土質調査結果（図-4.4.13、図-4.4.14参照）から、裏埋め土はN値10前後の礫混じり砂、基礎部はN値2～10程度の砂質土を主体とし、部分的に軟弱な粘性土を挟む土層であることが伺える。

復旧工について、図-4.4.15、図-4.4.16の復旧後標準断面図（A-A、B-B、C-C）に示す。L型ブロック部では前面に新たに矢板を打設し、既設のL型ブロックとの中間部に水中コンクリートを打設して一体化させ、埋立土に対しては液状化対策を実施することとしている。矢板部では、L型ブロック部と同様、前面に新たに矢板の打設を行い、控え杭を新設して接合することとしている。

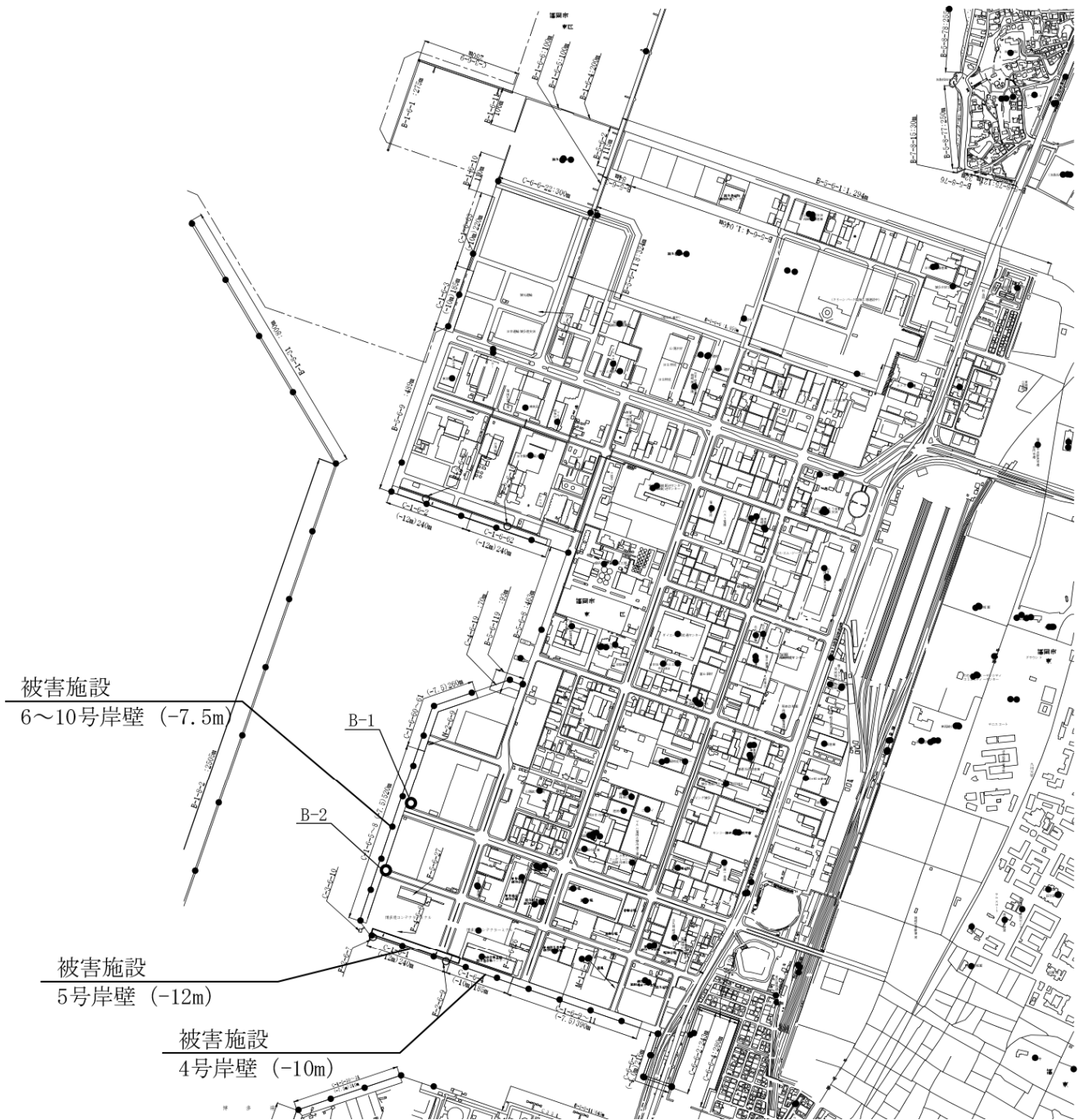


図-4.4.1 箱崎埠頭平面図

箱崎埠頭 -10m岸壁 全景



撮影年月日：平成17年4月1日

写真-4.4.1 箱崎埠頭-10m 岸壁の全景

箱崎埠頭 -12m岸壁 全景



撮影年月日：平成17年4月1日

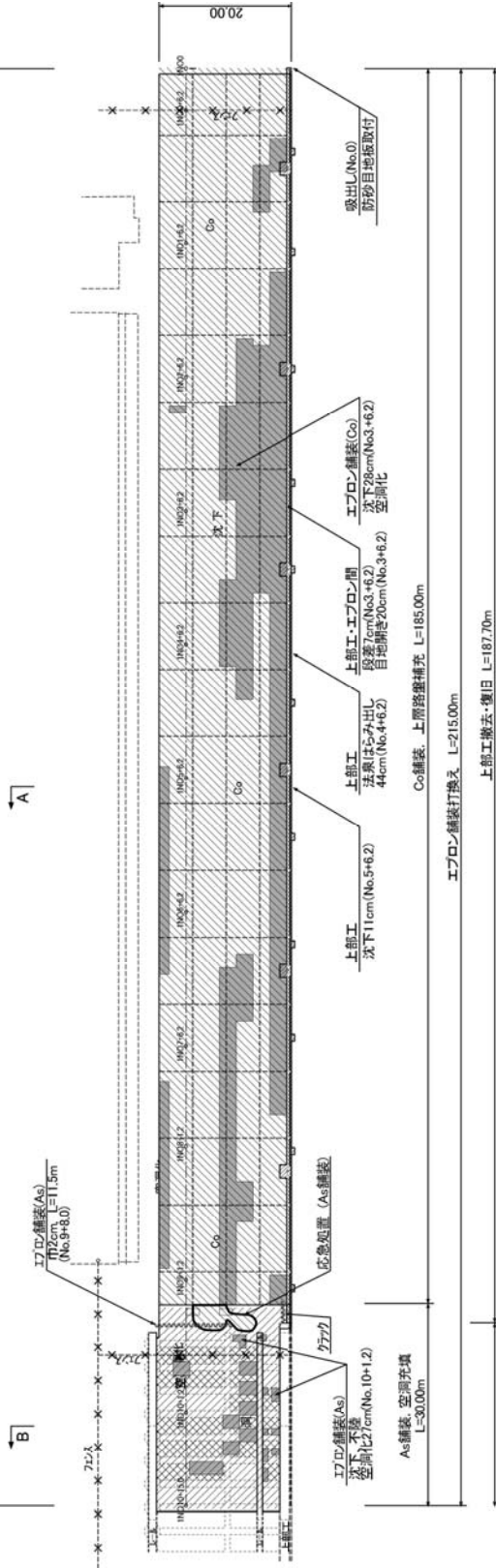
写真-4.4.2 箱崎埠頭-12m 岸壁の全景

被災・復旧平面図
箱崎埠頭-10m岸壁

- 凡例
- クラック 3cm以上
 - クラック 3cm未満
 - 空洞
 - アスファルト舗装撤去・復旧
 - コンクリート舗装撤去・復旧
 - 空洞充填
 - 上部工撤去・復旧
 - 応急処置 (As舗装)

(陸側)

箱崎埠頭-10m岸壁 L=215.00m



A

B

- No.10+15.0
- No.10+1.2
- No.9+1.2
- No.8+1.2
- No.7+6.2
- No.6+6.2
- No.5+6.2
- No.4+6.2
- No.3+6.2
- No.2+6.2
- No.1+6.2
- No.0+6.2
- No.0

(湾内側)

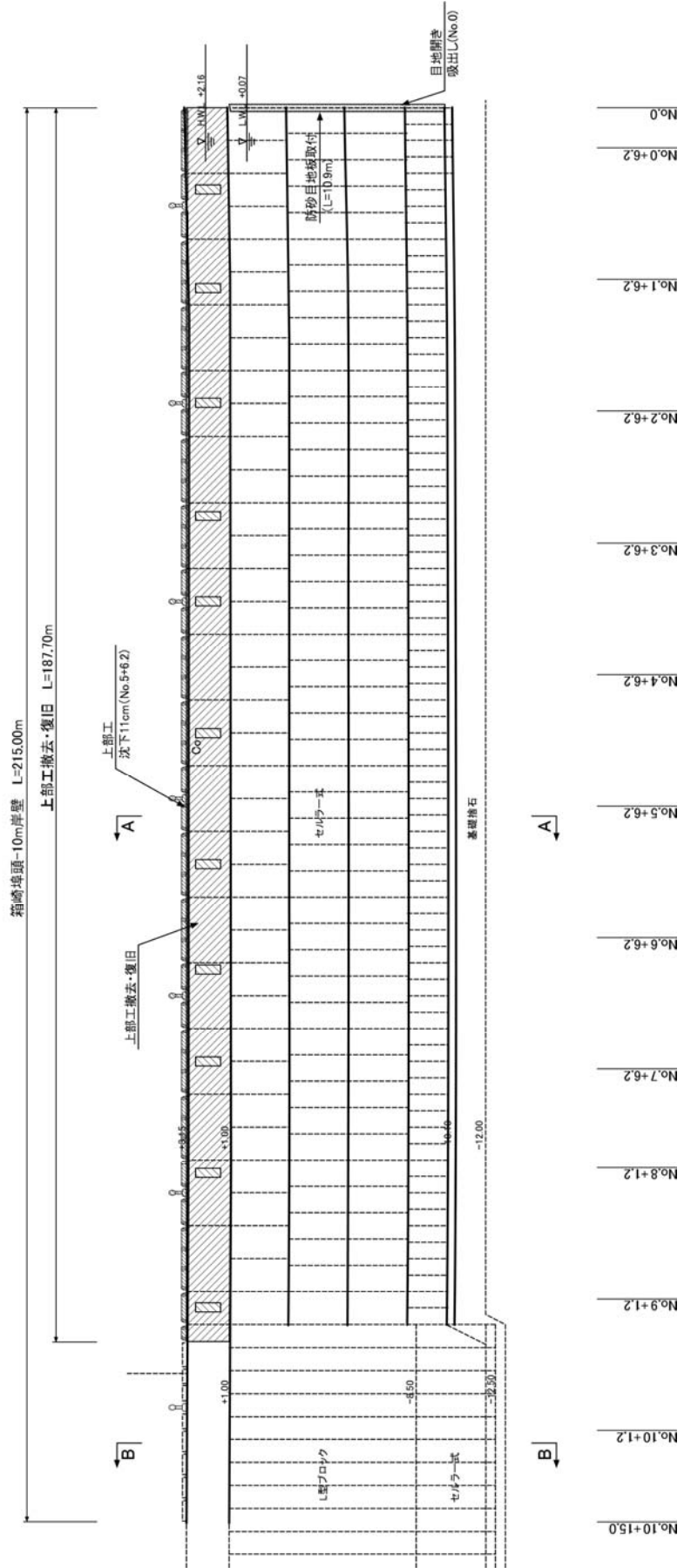
図-4.4.2 箱崎埠頭-10m 岸壁の被災・復旧平面図

縦断面図

箱崎埠頭-10m岸壁

凡例

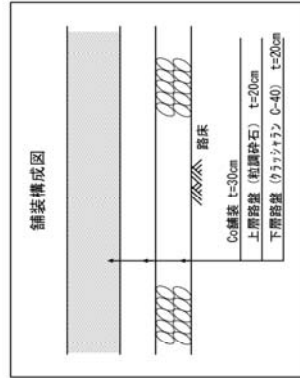
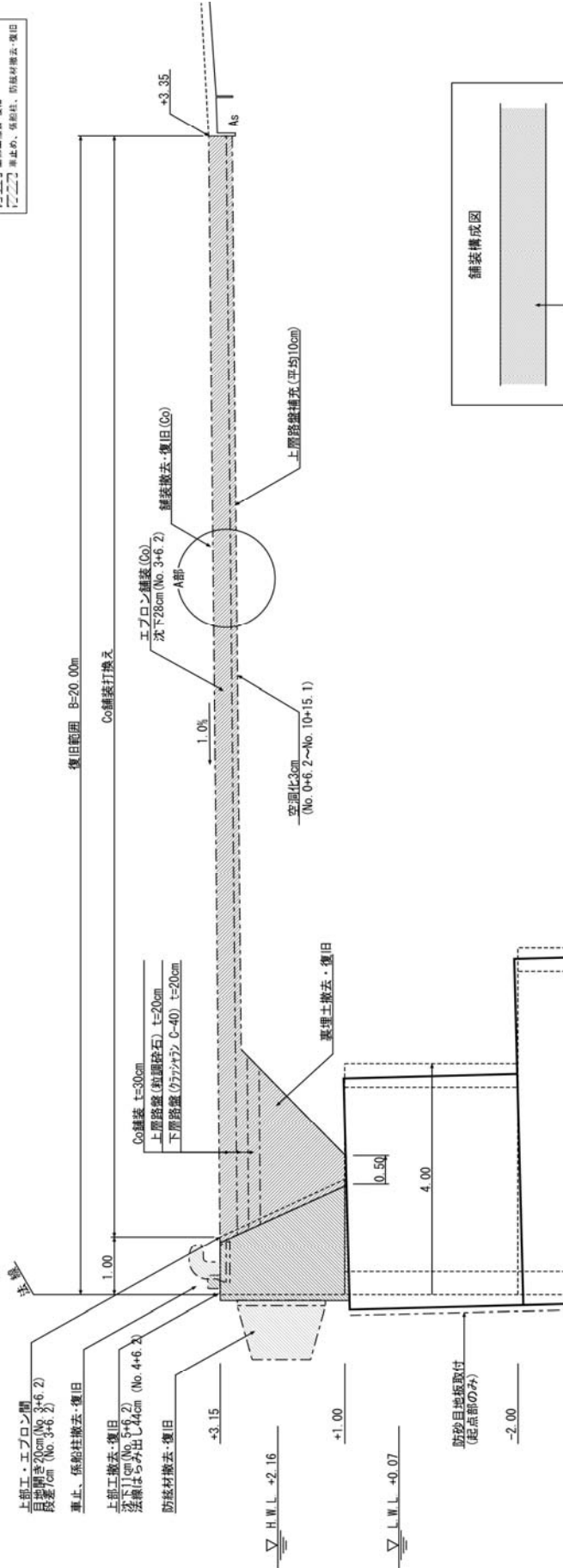
- 被災後
- 復旧後
- 自地の開き、裏埋流出あり
- ▨ 上部工撤去・復旧
- ▨ 車止め、係船柱、防舷材撤去・復旧
- ▨ 防砂目地撤取付



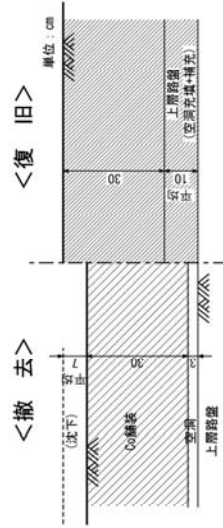
標準断面図(1)

箱崎埠頭-10m岸壁

A-A断面



A部詳細図



※空洞調査Bor. H2-2

図-4.4.4(a) 箱崎埠頭-10m岸壁の被災・復旧標準断面図

標準断面図(2)
箱崎埠頭-10m岸壁
B-B断面

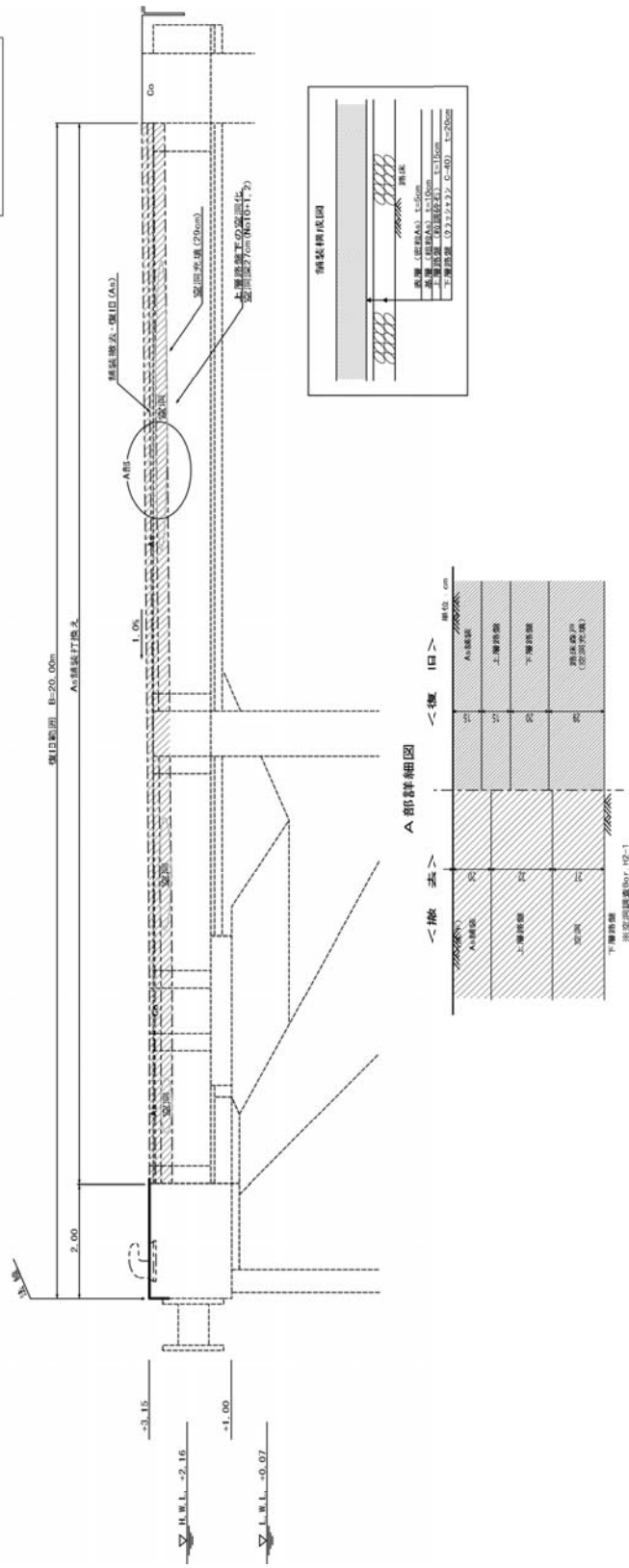


図-4.4.4(b) 箱崎埠頭-10m岸壁の被災・復旧標準断面図

1被災状況(上部工全景)



2被災状況(エプロン全景)



3NO.4+6.2 法線出入り(最大)



4NO.3+6.2 エプロン目地開き段差状況(目地開き最大)

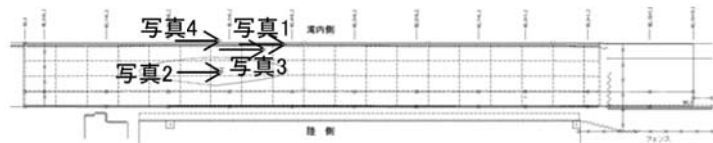


写真-4.4.3 箱崎埠頭-10m 岸壁の被災状況

被災・復旧平面図
箱崎埠頭-12m岸壁

- 凡例
- クラック 3cm以上
 - クラック 3cm未満
 - 空洞
 - 7スリット補修除去・復旧
 - 空洞充填
 - 上部工除去・復旧

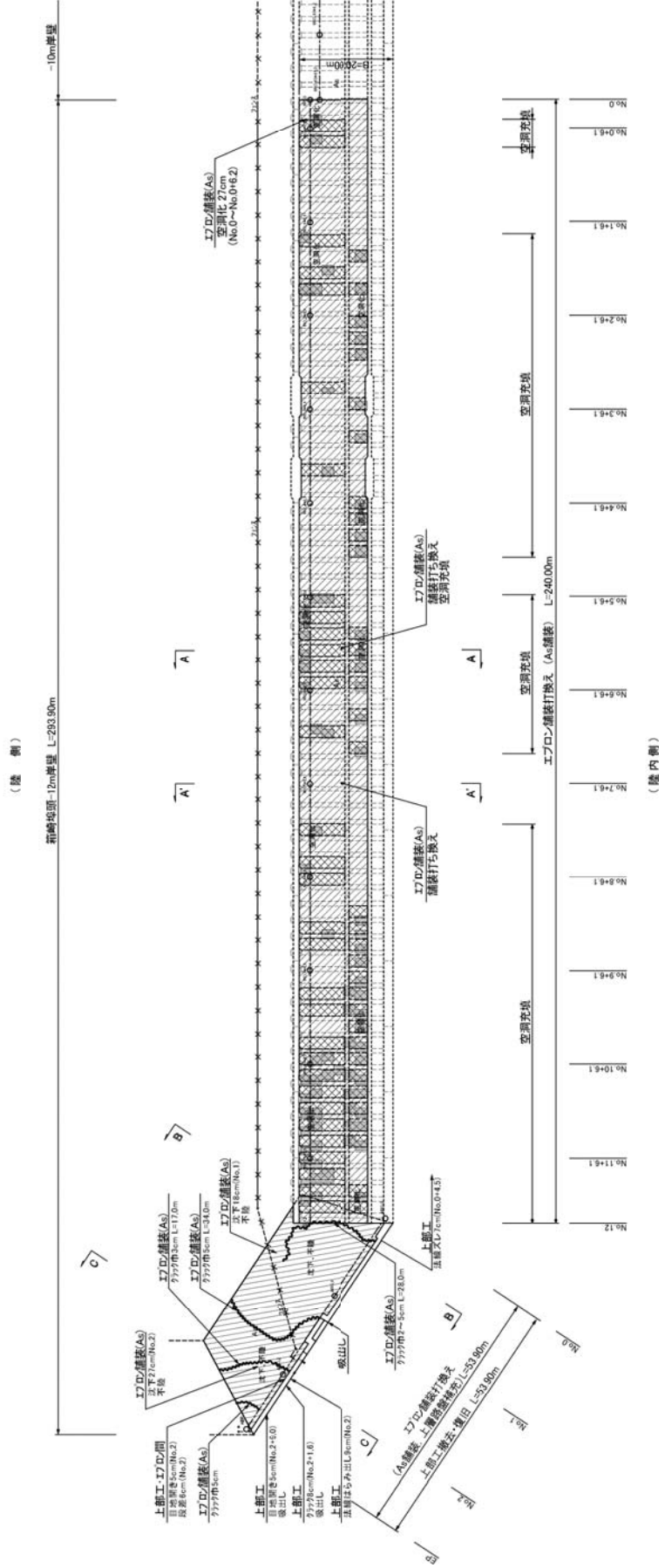


図-4.4.5 箱崎埠頭-12m 岸壁の被災・復旧平面図

縦断面図

箱崎埠頭-12m岸壁



- 凡例
- 被災後
 - 復旧後
 - X 自地の開き、要理流出あり
 - ▨ 上部工撤去・復旧
 - ▩ 車止め撤去・復旧
 - ▭ 防砂目地振取付

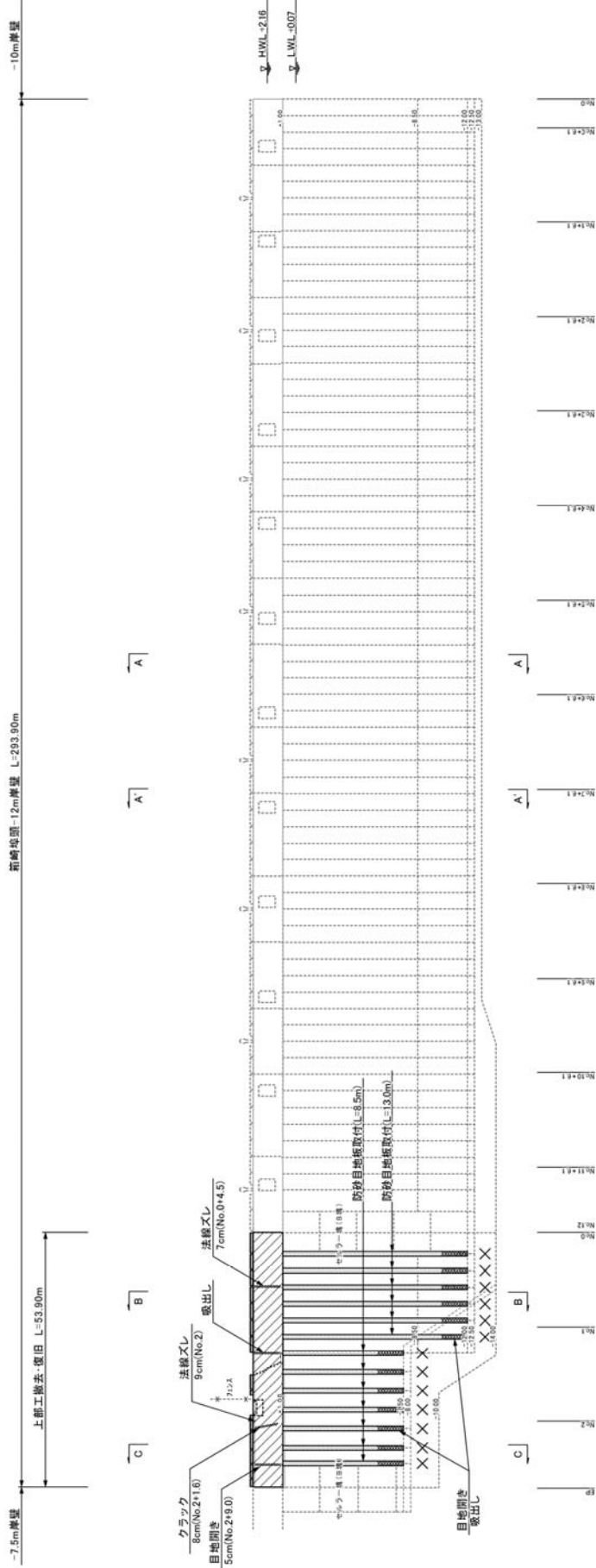
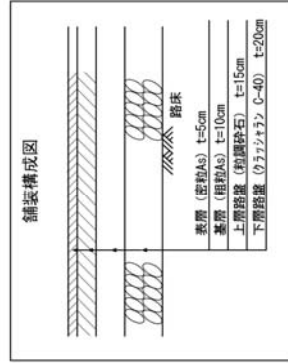
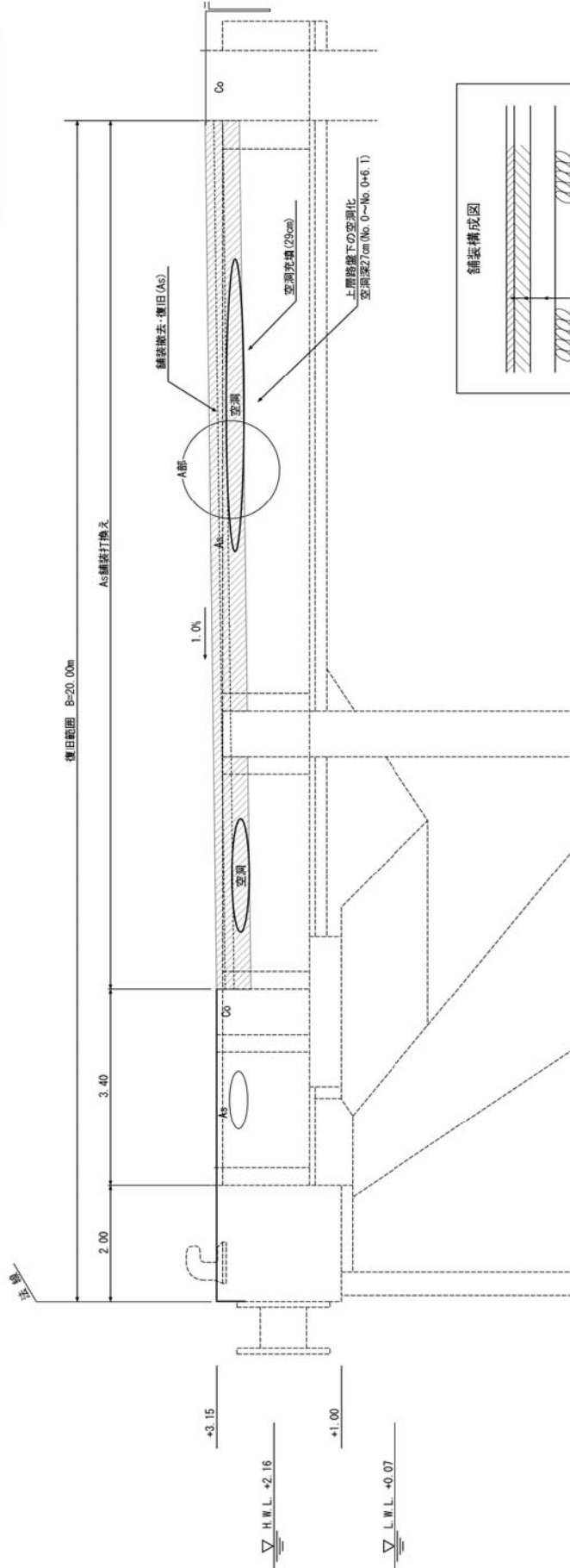
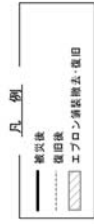


図-4.4.6 箱崎埠頭-12m岸壁の被災・復旧縦断面図

標準断面図(1)

箱崎埠頭-12m岸壁

A-A断面



A部詳細図

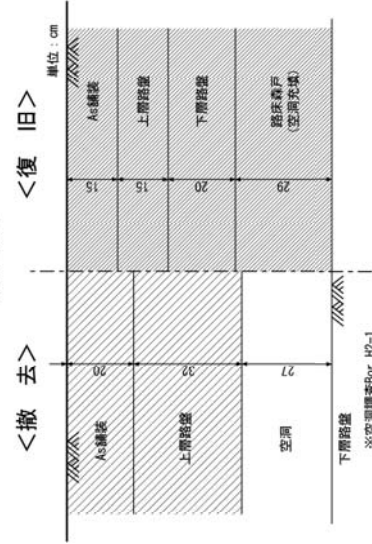


図-4.4.7(a) 箱崎埠頭-12m岸壁の被災・復旧標準断面図

標準断面図(2)

箱崎埠頭-12m岸壁

C-C断面

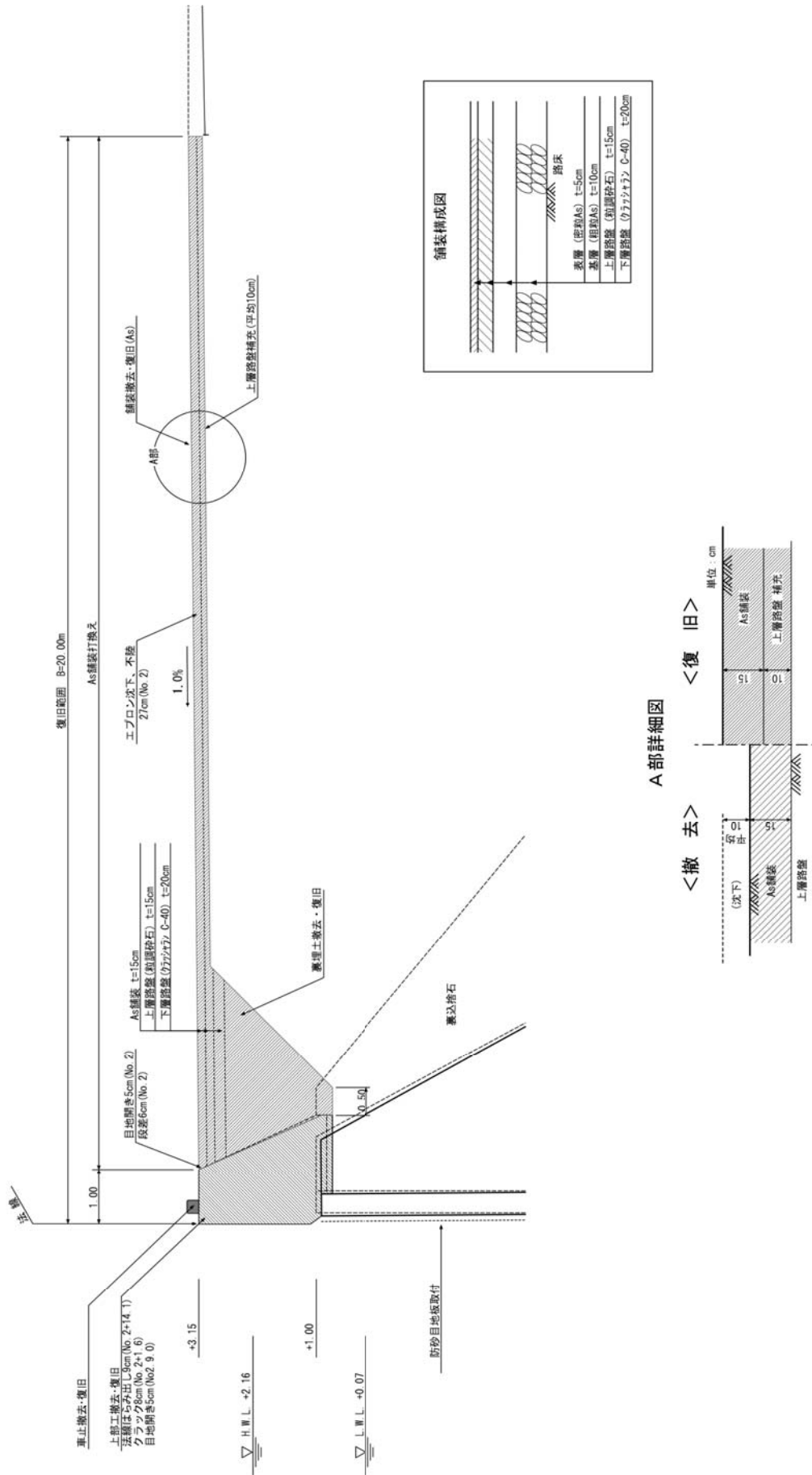


図-4.4.7(b) 箱崎埠頭-12m 岸壁の被災・復旧標準断面図

1ANO.2+13.9 被災状況



2ANO.2~ANO.2+13.9 被災状況(上部工正面)



3ANO.2+13.9 法線出入り



4ANO.1+13.0 エプロンクラック

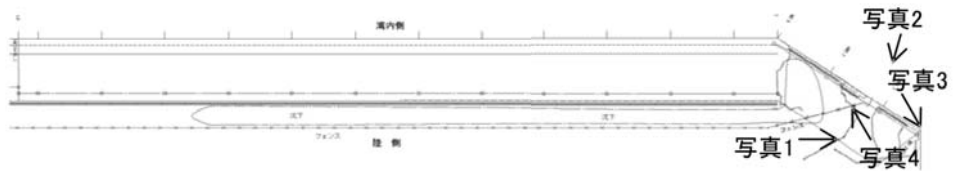


写真-4.4.4 箱崎埠頭-12m 岸壁の被災状況①

5 ANO.2 エプロン沈下状況



6ANO.2 目地開き・段差状況



7ANO.2+1.6 上部エクラック



8ANO.0+30.0 吸出し状況

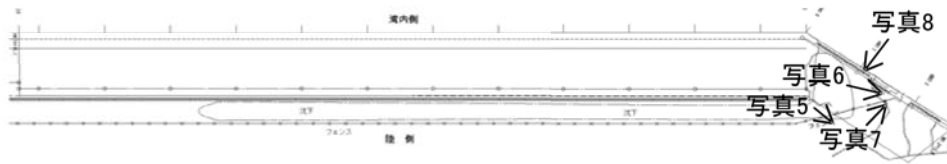


写真-4.4.5 箱崎埠頭-12m 岸壁の被災状況②

箱崎埠頭 北-7.5m岸壁 全景

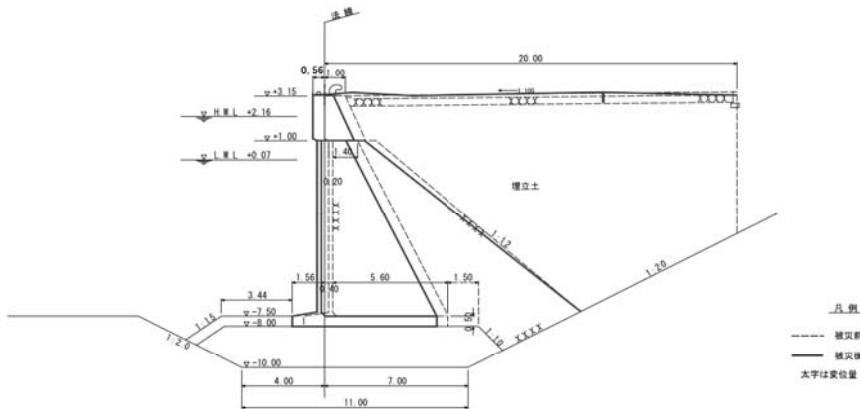


撮影年月日:平成17年4月21日

写真-4.4.6 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の全景

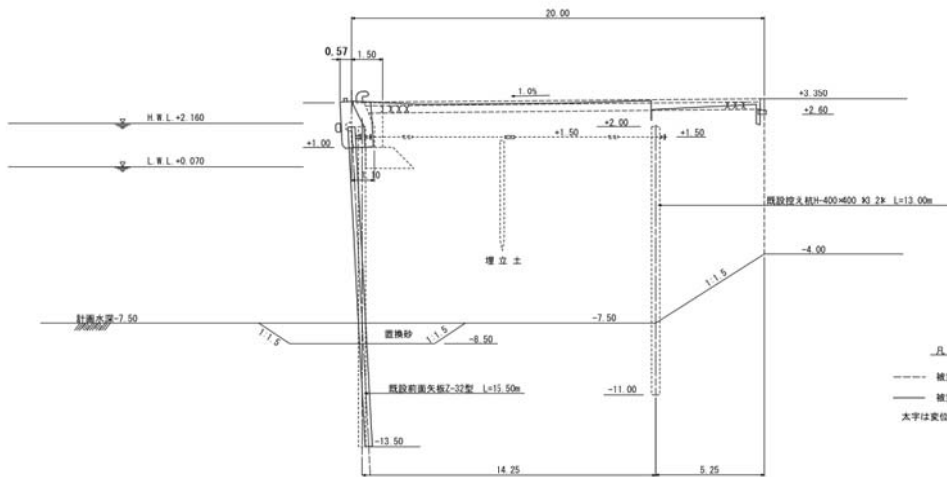
標準断面図 (A-A断面)

(被災後)



標準断面図 (B-B断面)

(被災後)



標準断面図 (C-C断面)

(被災後)

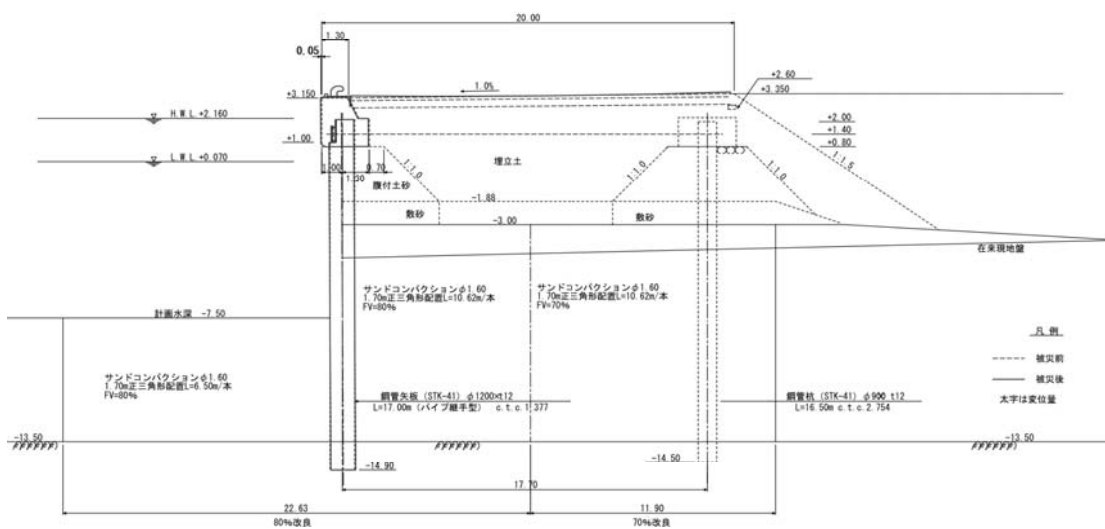
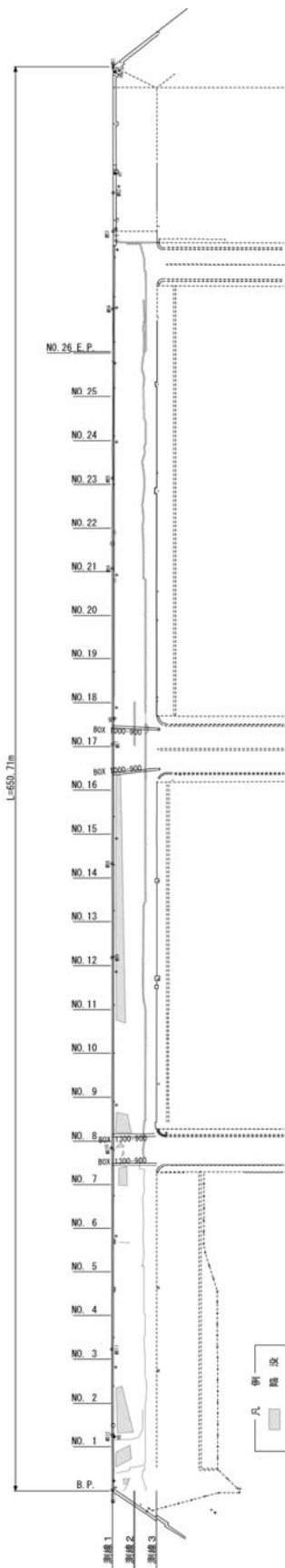


図-4.4.8 箱崎埠頭-7.5m岸壁の被災状況断面図 (B-B断面が大頭を占める)

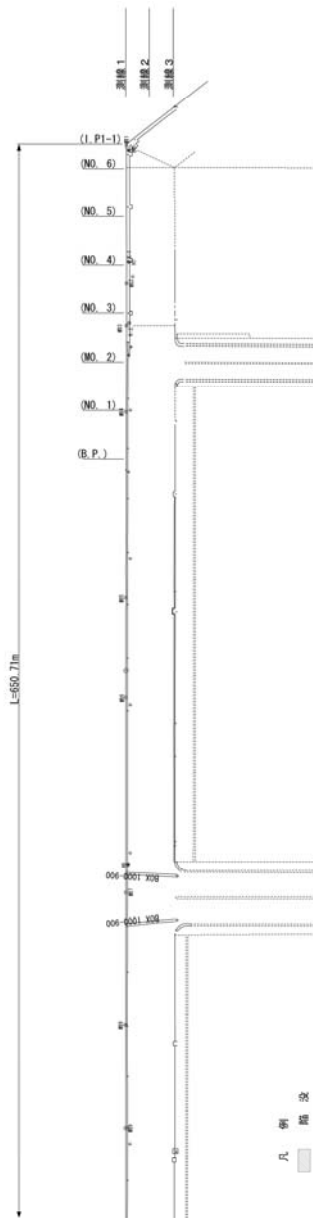
平面図



測点	区間距離	本体傾斜	実位置	エプロン舗装高								
				測線 1			測線 2			測線 3		
				施工時	被災時	高低差	施工時	被災時	高低差	施工時	被災時	高低差
E.P.	0.711	-	+0.160	3.150	3.221	+0.071	3.250	3.160	-0.090	3.350	3.233	-0.117
No. 26	20.00	-	+0.110	3.150	3.222	+0.072	3.250	3.166	-0.084	3.350	3.247	-0.103
No. 25	20.00	-	+0.160	3.150	3.206	+0.056	3.250	3.174	-0.076	3.350	3.187	-0.163
No. 24	20.00	-	+0.200	3.150	3.178	+0.028	3.250	3.187	-0.063	3.350	3.130	-0.220
No. 23	20.00	-	+0.260	3.150	3.194	+0.044	3.250	3.193	-0.057	3.350	3.183	-0.167
No. 22	20.00	-	+0.260	3.150	3.197	+0.047	3.250	3.172	-0.078	3.350	3.154	-0.196
No. 21	20.00	-	+0.270	3.150	3.199	+0.049	3.250	3.180	-0.070	3.350	3.198	-0.152
No. 20	20.00	-	+0.280	3.150	3.218	+0.068	3.250	3.177	-0.073	3.350	3.178	-0.172
No. 19	20.00	-	+0.260	3.150	3.212	+0.062	3.250	3.166	-0.084	3.350	3.160	-0.190
No. 18	20.00	-	+0.280	3.150	3.197	+0.047	3.250	3.169	-0.081	3.350	3.288	-0.062
No. 17	20.00	-	+0.260	3.150	3.217	+0.067	3.250	3.170	-0.080	3.350	3.205	-0.145
No. 16	20.00	-	+0.290	3.150	3.216	+0.066	3.250	3.225	-0.025	3.350	3.228	-0.122
No. 15	20.00	-	+0.310	3.150	3.217	+0.067	3.250	3.226	-0.024	3.350	3.313	-0.037
No. 14	20.00	-	+0.300	3.150	3.230	+0.080	3.250	3.247	-0.003	3.350	3.311	-0.039
No. 13	20.00	-	+0.290	3.150	3.221	+0.071	3.250	3.230	-0.020	3.350	3.248	-0.102
No. 12	20.00	-	+0.300	3.150	3.228	+0.078	3.250	3.227	-0.023	3.350	3.221	-0.129
No. 11	20.00	-	+0.310	3.150	3.229	+0.079	3.250	3.220	-0.030	3.350	3.302	-0.048
No. 10	20.00	-	+0.320	3.150	3.225	+0.075	3.250	3.206	-0.044	3.350	3.286	-0.064
No. 9	20.00	-	+0.360	3.150	3.226	+0.076	3.250	3.211	-0.039	3.350	3.248	-0.102
No. 8	20.00	-	-0.400	3.150	3.222	+0.072	3.250	3.171	-0.079	3.350	3.152	-0.198
No. 7	20.00	-	+0.430	3.150	3.235	+0.085	3.250	3.212	-0.038	3.350	3.154	-0.196
No. 6	20.00	-	+0.440	3.150	3.237	+0.087	3.250	3.180	-0.070	3.350	3.253	-0.097
No. 5	20.00	-	+0.470	3.150	3.231	+0.081	3.250	3.215	-0.035	3.350	3.196	-0.154
No. 4	20.00	-	+0.500	3.150	3.216	+0.066	3.250	3.165	-0.085	3.350	3.185	-0.165
No. 3	20.00	-	+0.570	3.150	3.225	+0.075	3.250	3.159	-0.091	3.350	3.193	-0.157
No. 2	20.00	-	+0.580	3.150	3.225	+0.075	3.250	3.135	-0.115	3.350	3.149	-0.201
No. 1	10.70	-	+0.560	3.150	3.227	+0.077	3.250	3.265	+0.015	3.350	3.136	-0.214
B.P.+9.3	9.30	-	+0.560	3.000	3.168	+0.168	3.150	3.207	+0.057	3.250	3.114	-0.136
B.P.	0.00	-	+0.560	3.000	3.021	+0.021	3.150	3.074	-0.076	3.250	3.023	-0.227

図-4.4.9(a) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況平面図

平面図



測点	区間距離	本体傾斜	変位量	エプロン舗装高								
				測線 1			測線 2			測線 3		
				施工時	被災時	高低差	施工時	被災時	高低差	施工時	被災時	高低差
(I.P1-1)	10.00	-		3.150	3.188	+0.038	3.250	3.218	-0.032	3.350	3.288	-0.062
(No. 6)	20.00	-	+0.030	3.150	3.177	+0.027	3.250	3.34	-0.016	3.350	3.382	+0.032
(No. 5)	20.00	-	+0.041	3.150	3.209	+0.059	3.250	3.257	+0.007	3.350	3.446	+0.096
(No. 4)	20.00	-	+0.060	3.150	3.182	+0.032	3.250	3.241	-0.009	3.350	3.440	+0.090
(No. 3)	20.00	-	+0.050	3.150	3.152	+0.002	3.250	3.266	+0.016	3.350	3.443	+0.093
(No. 2)	20.00	-	+0.046	3.150	3.169	+0.019	3.250	3.243	-0.007	3.350	3.303	-0.047
(No. 1)	20.00	-	+0.061	3.150	3.201	+0.051	3.250	3.131	-0.119	3.350	3.229	-0.121
(B.P.)	20.00	-	+0.160	3.150	3.221	+0.071	3.250	3.160	-0.090	3.350	3.233	-0.117

図-4.4.9(b) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況平面図

平面図 (1) (被災後)

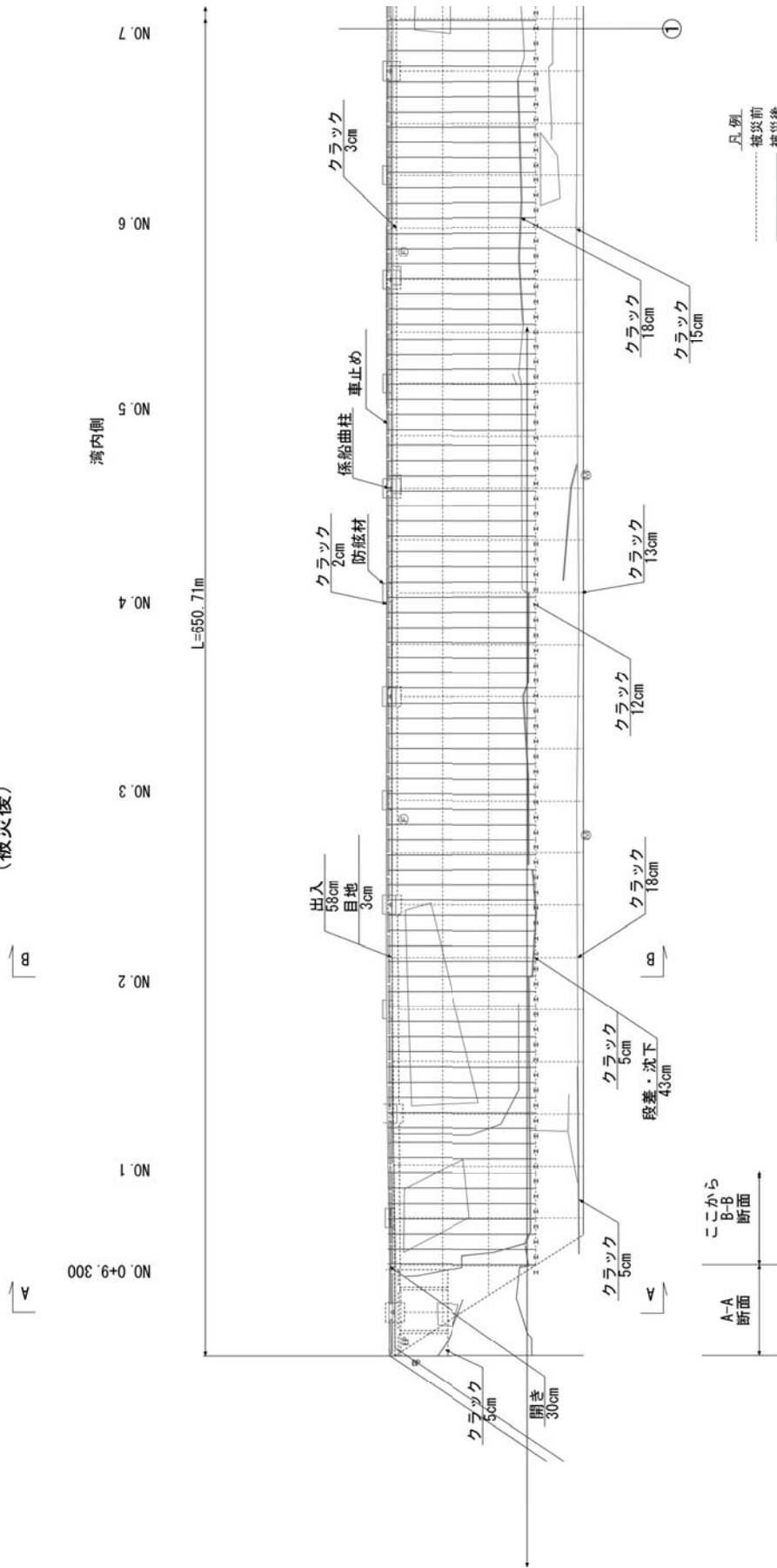


図-4.4.10(a) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況詳細平面図

平面図 (2) (被災後)

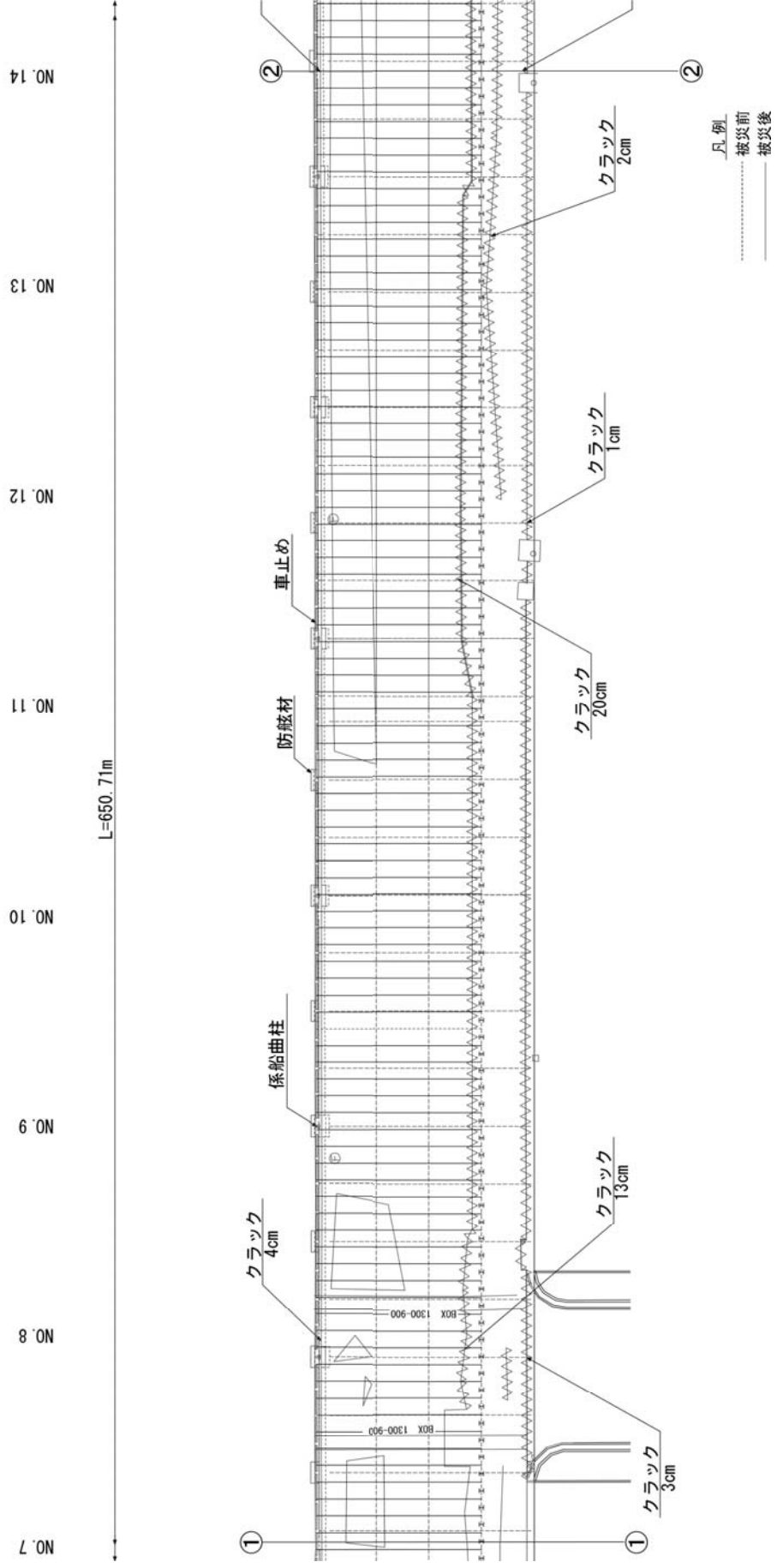


図-4.4.10(b) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況詳細平面図

平面図 (3) (被災後)

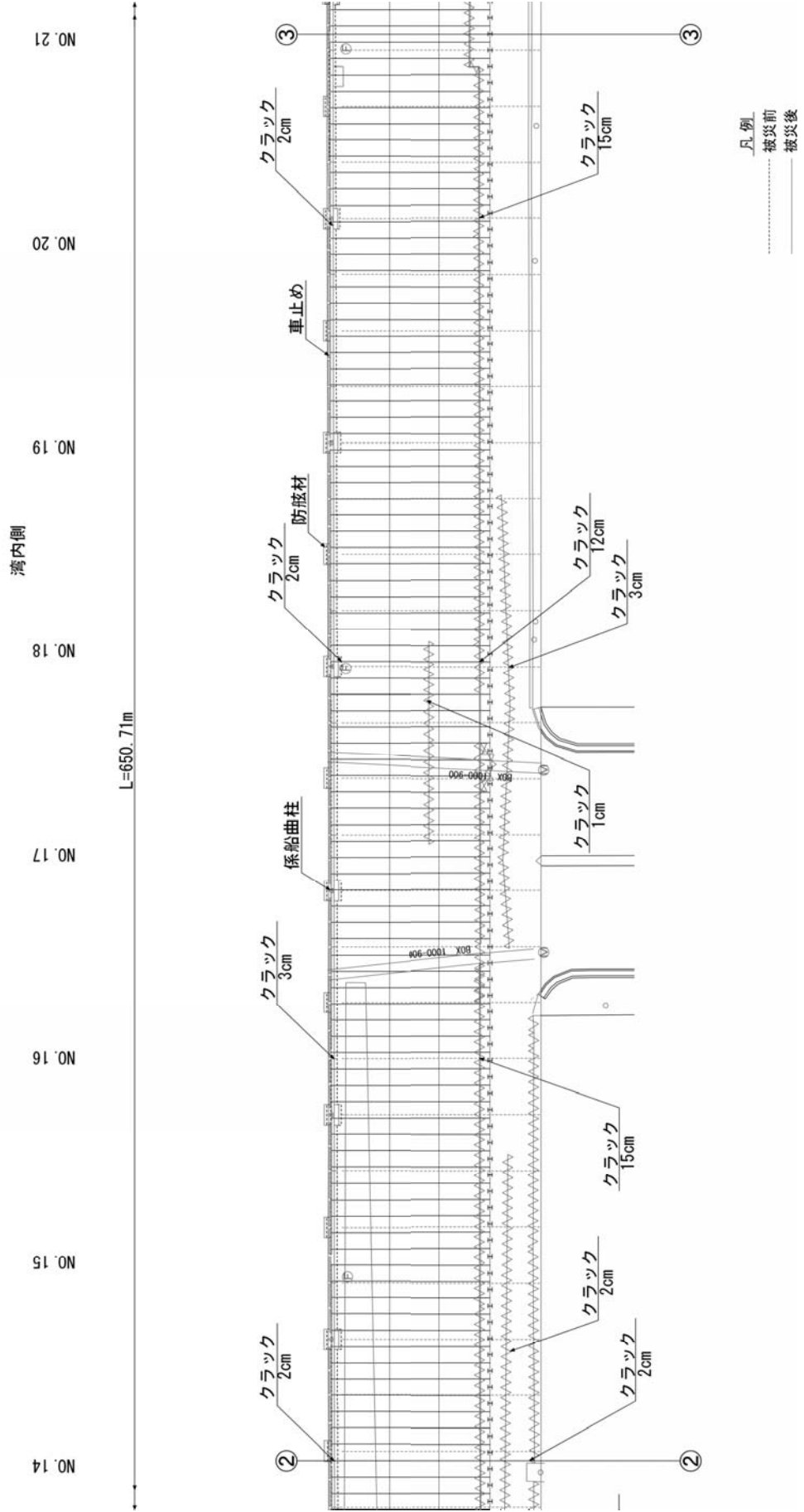


図-4.4.11(a) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況詳細平面図

平面図 (4) (被災後)

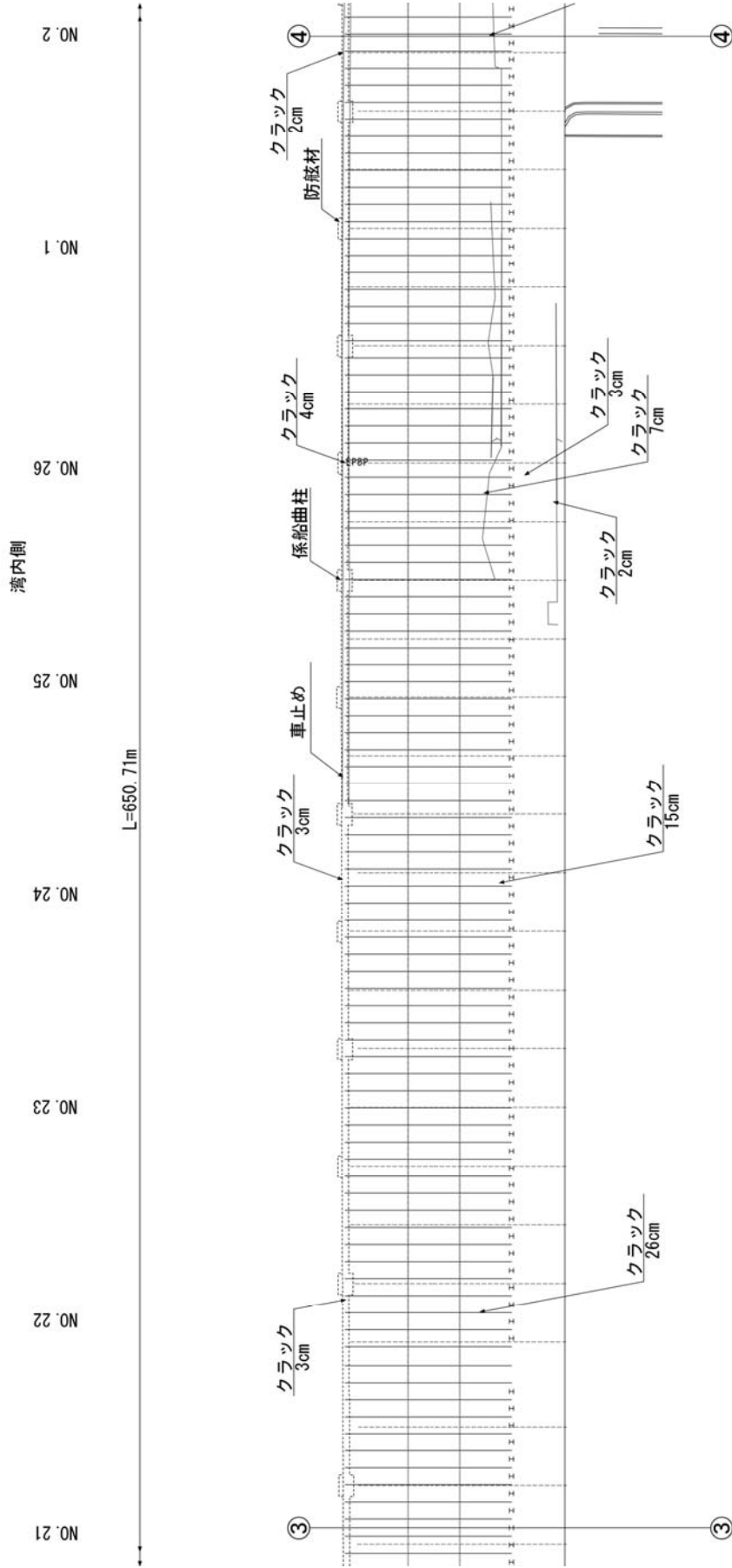


図-4.4.11 (b) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況詳細平面図

平面図 (5) (被災後)

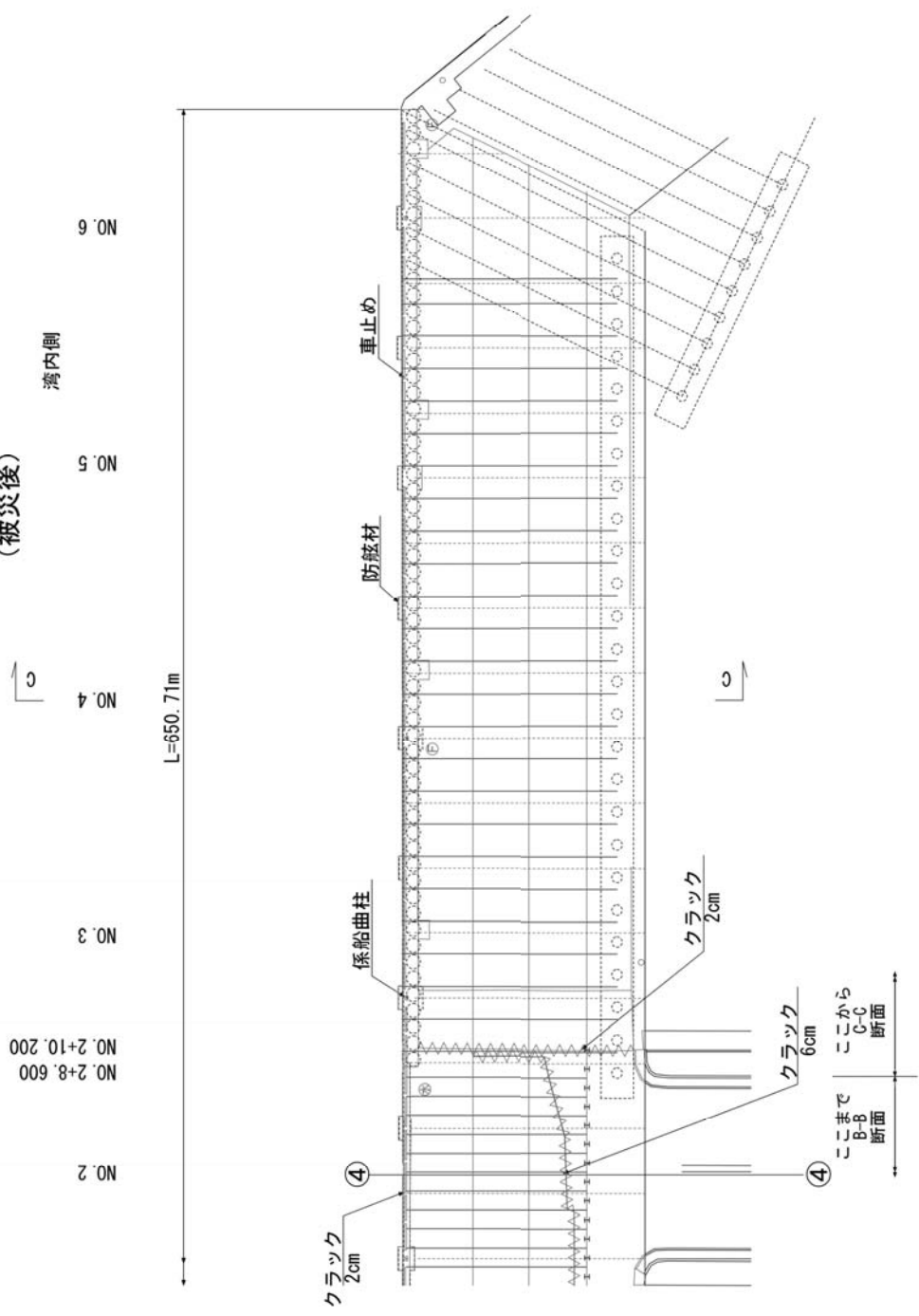


図-4.4.12 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の被災状況詳細平面図



液状化に伴い前面鋼矢板のはらみ出し



控え杭背後の変状



NO.24付近
控え杭背後の変状
被災後



控え杭背後の変状



エプロン端部噴砂(控え杭背後)

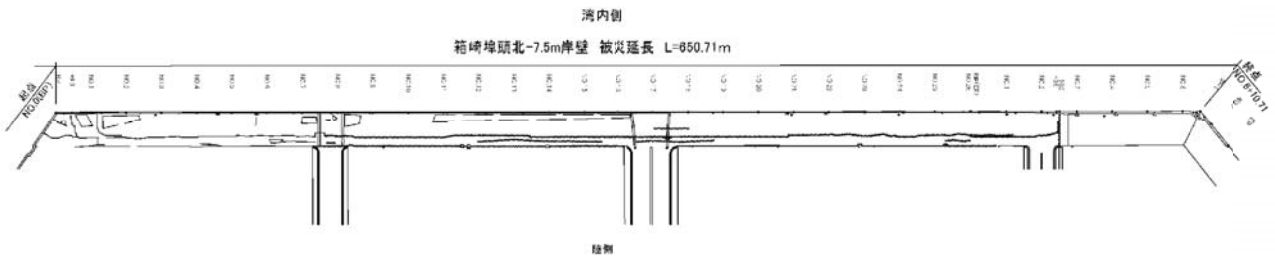


写真-4.4.7 箱崎埠頭-7.5m岸壁の被災状況

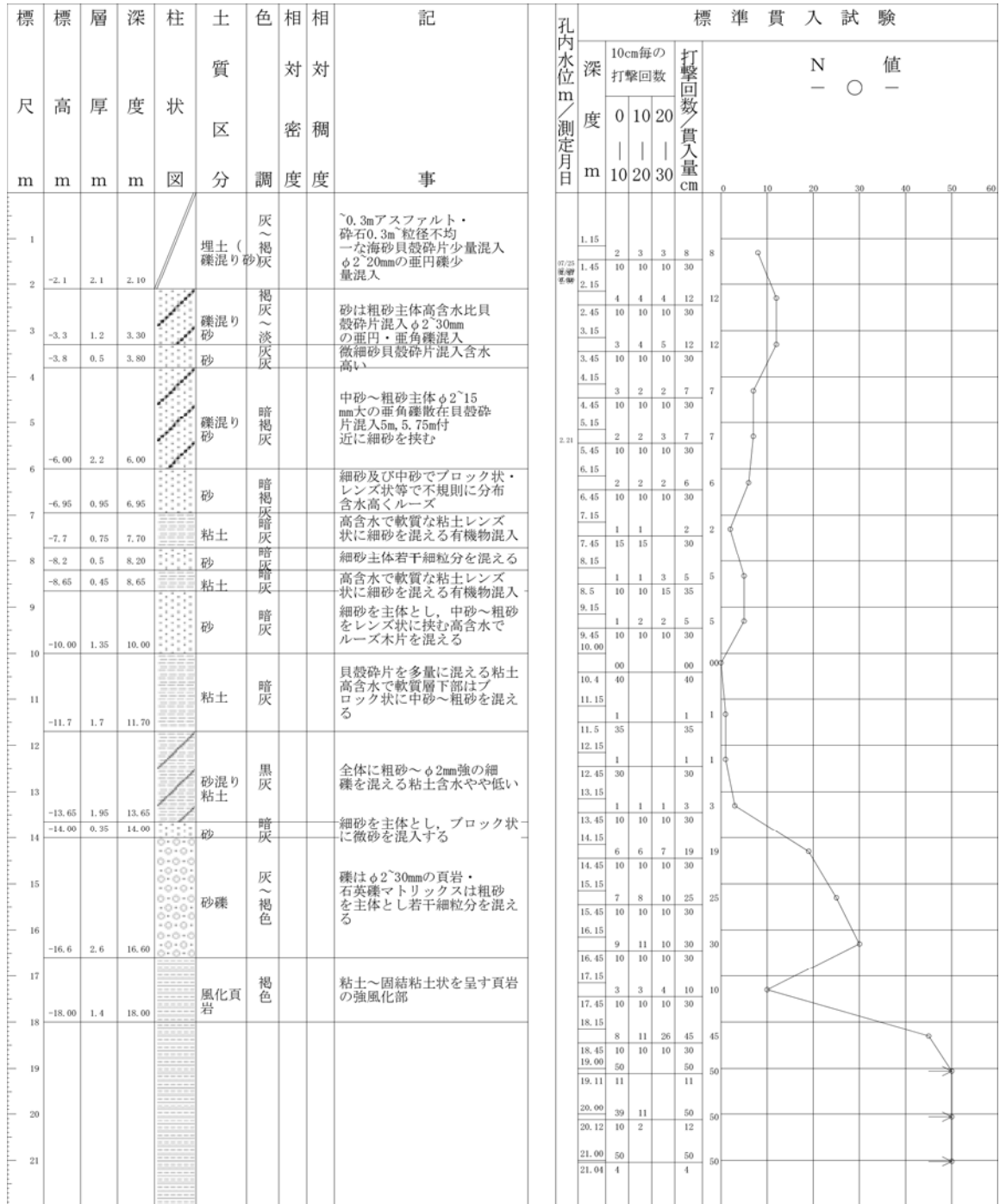


図-4.4.13 箱崎埠頭-7.5m岸壁のボーリング柱状図① (位置は図-4.3.1参照)

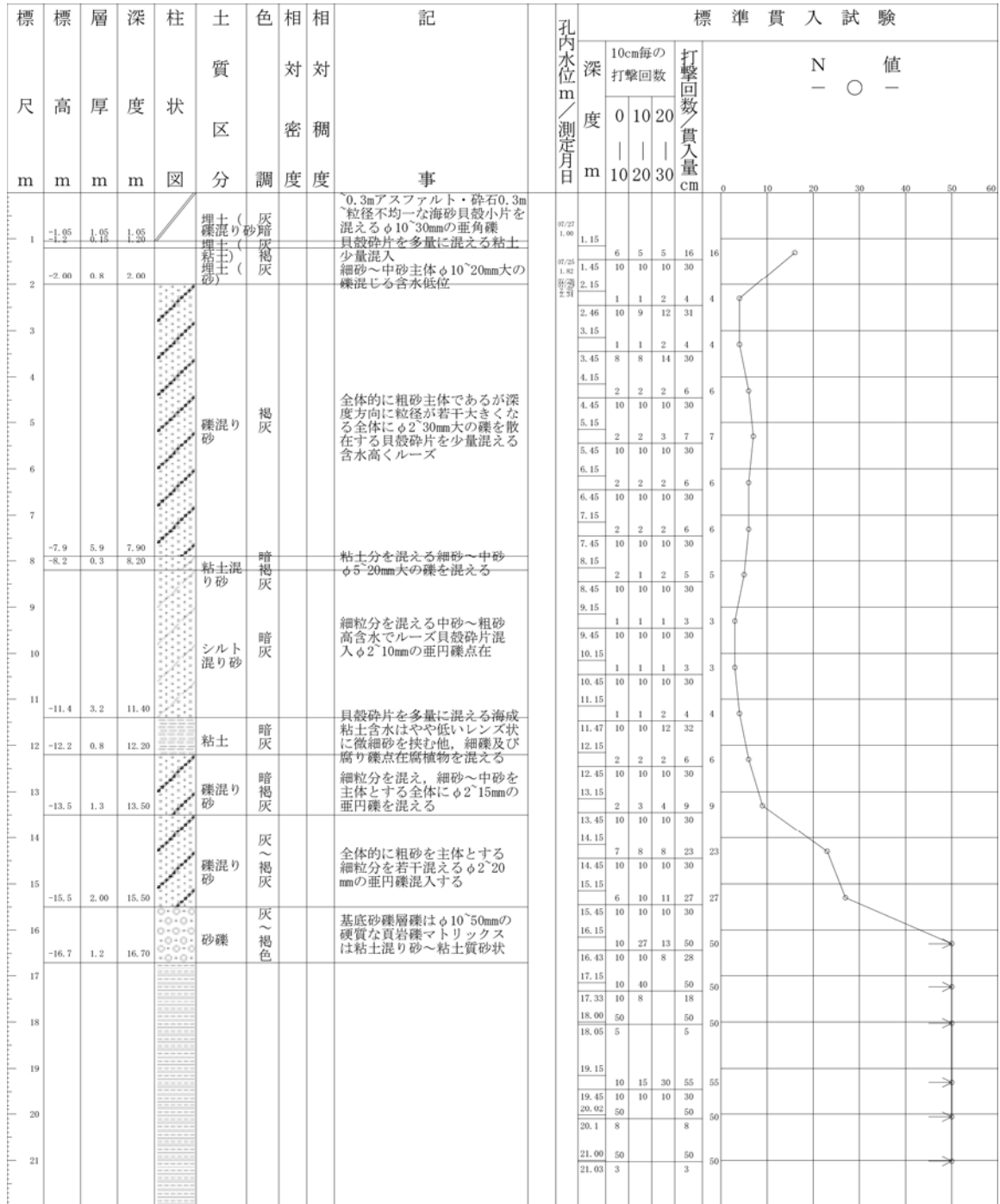


図-4.4.14 箱崎埠頭-7.5m岸壁のボーリング柱状図② (位置は図-4.3.1参照)

標準断面図 (A-A断面) (復旧後)

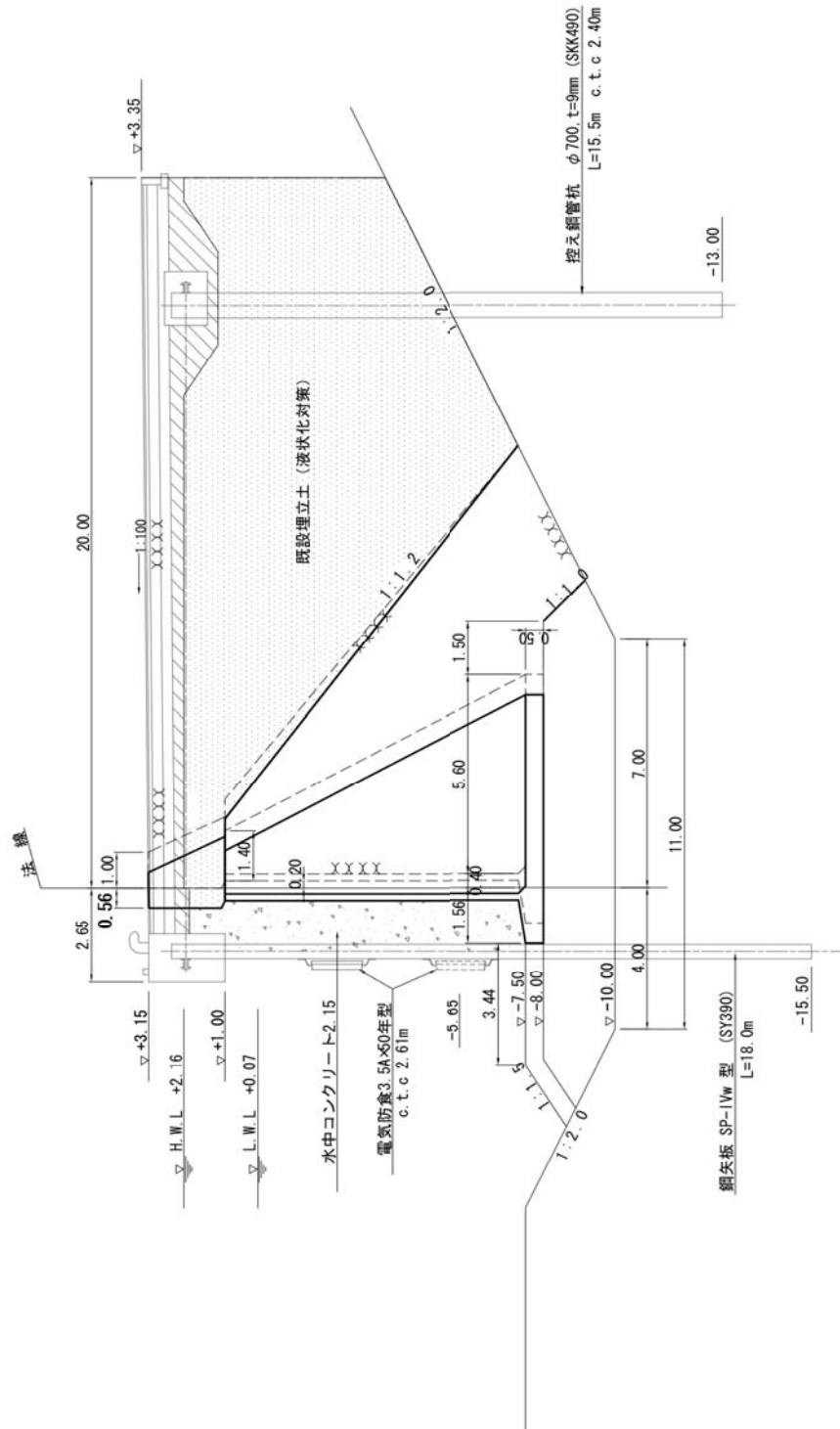


図-4.4.15(a) 箱崎埠頭-7.5m 岸壁の復旧後標準断面図 (A-A)

4.5 香椎パークポート

香椎パークポート地区は博多港の北側に位置する地区である。本地区の平面図を図-4.5.1に示す。本地区は箱崎埠頭と隣接しており、南側で香椎かもめ大橋によって接続されている。以下においては本地区で被害が確認されている-11m岸壁、-13m栈橋、-7.5m岸壁、北-7.5m岸壁について記載する。

(1) 香椎パークポート地区-11m岸壁

香椎パークポート地区外内貿ターミナルの岸壁(-11m)は直轄港湾改修事業で施工し、港湾管理者である福岡市に管理委託されている施設である。本ターミナルは定期RORO船が年間約40隻寄港しており、背後には多様な機能を持った民間の倉庫等が集積し、福岡県内の経済・産業等において重要な役割を果たしている。本施設の全景を写真-4.5.1に、標準断面図を図-4.5.2に、被災・復旧平面図を図-4.5.3に、被災・復旧標準断面図を図-4.5.4に、ボーリング調査結果を図-4.5.5および図-4.5.6に、被災状況を写真-4.5.2にそれぞれ示す。本施設の構造形式は図-4.5.2に示すように重力式(ハイブリッドケーソン)である。本施設的设计震度は0.05である。

本施設では、ケーソンの海側への変位が生じ、これに伴い、ケーソンと裏込の境界部付近に岸壁全長にわたり岸壁法線と平行に段差・クラックが発生している(図-4.5.3)。段差・クラックの発生状況は写真-4.5.2(左上)でも確認することができる。段差の大きさは最大7cm、クラックの幅は最大9cmである。ケーソンの変位による法線の最大出入り量は14cm、上部工の沈下量は最大10.7cm、エプロンの沈下量は最大22.4cmとなっている。本岸壁では被災後にボーリング調査が実施されている。調査結果を図-4.5.5および図-4.5.6に示すが、本結果から本岸壁の裏埋め土はN値7前後の砂であり、基礎部は緩い(N値2~6程度)砂~シルト質粘土であることがわかる。

(2) 香椎パークポート地区-13m栈橋

香椎パークポート地区外貿コンテナターミナルは取扱貨物量の増加、コンテナ化等に対応するため水深-13mの栈橋を2バース有する埠頭である。本ターミナルは直轄港湾改修事業で整備され、港湾管理者である福岡市に管理委託されている施設である。現在本ターミナルにおいては北米西岸、欧州、中国航路等の定期コンテナ航路が就航しており、国際定期コンテナ船が寄港する博多港における国際物流ネットワークの拠点となっている。平成16年の国際海上コンテナ貨物の取扱は約28万TEUに達して

おり、福岡及び九州の経済・産業等において重要な役割を果たしている。

本施設の全景を写真-4.5.3に、標準断面図を図-4.5.7に、被災・復旧平面図を図-4.5.8に、被災・復旧断面図を図-4.5.9に、被災状況を写真4.5.4にそれぞれ示す。本施設の主要部分(写真-4.5.3の手前寄りでガントリークレーンと平行な部分)は直杭式の横栈橋であり、その断面は図-4.5.7に示す通りである。ただし、護岸部(写真-4.5.3の右手寄り)は重力式(直立消波ブロック)であり、その断面は図-4.5.9(a)に示す通りである。本施設的设计震度は0.05である。

護岸部の被害としては、堤体に海側への変位が生じ、これに伴い、堤体と裏込の境界部付近に、護岸法線と平行に段差・クラックが発生している(写真-4.5.3)。段差の大きさは最大23cm、クラックの幅は最大10cmである。堤体の変位による法線の最大出入り量は51cm、上部工の沈下量は最大24.6cm、エプロンの沈下量は最大36.2cmとなっている。

栈橋部では、法線の変位は小さくほとんど計測されていないが、渡版は全長にわたって破損したため撤去・復旧が行われた。

(3) 香椎パークポート地区-7.5m岸壁

香椎パークポート地区-7.5m岸壁は、RORO船及び自動車専用船が定期、不定期合わせて年間約600隻寄港し、完成自動車や自動車部品等を輸送するユニット・ロード・ターミナルである。本地区は都市高速道路経由で九州自動車道路と直接結ばれており、福岡県内の経済・産業等において重要な役割を果たしている。本施設の全景を写真-4.5.5に、被災状況断面図を図-4.5.10に、被災状況平面図を図-4.5.11および図-4.5.12に、復旧後平面図を図-4.5.13に、復旧後断面図を図-4.5.14に、ボーリング柱状図を図-4.5.15および図-4.5.16にそれぞれ示す。

本施設は図-4.5.10に示すように基礎幅5.2mのL型ブロックによる重力式岸壁である。本施設的设计震度は0.05である。本施設では、図-4.5.10に示すように、L型ブロックの前方への傾斜、ならびにエプロン部の沈下が生じている。また舗装版下の空洞も確認されている。図-4.5.11および図-4.5.12からわかるように、法線の海側への変位は施設全体にわたって概ね20cm程度となっており、最大31cmとなっている。エプロンの沈下量は全体的に概ね10cm程度となっており最大沈下量は20cmである。土質調査は2カ所でボーリング調査が実施されている。図-4.5.15、図-4.5.16のボーリング柱状図より、

裏埋め土はやや緩いN値10前後の中砂～粗砂を主体とすることがわかる。

復旧は、図-4.5.13および図-4.5.14に示すように、エプロン部のアスファルト舗装の全面打換えを行っている。

(4) 香椎パークポート地区北-7.5m岸壁

香椎パークポート地区北-7.5m岸壁は、沖縄航路等の定期RORO船が年間約360隻寄港し、日用品等を扱うユニット・ロード・ターミナルである。本地区は都市高速道路経由で九州自動車道路と直接結ばれており、福岡県内の経済・産業等において重要な役割を果たしている。本施設の全景を写真-4.5.6に、被災状況断面図を図-4.5.17に、被災状況平面図を図-4.5.18および図-4.5.19に、復旧後平面図を図-4.5.20に、復旧後断面図を図-4.5.21に、ボーリング柱状図を図-4.5.22および図-4.5.23にそれぞれ示す。

本施設は図-4.5.17に示すように基礎幅5.2mのL型ブロックによる重力式岸壁である。本施設の設計震度は0.05である。本施設では、図-4.5.17に示すように、L型ブロックの前方への傾斜、ならびにエプロン部の沈下が生じている。また舗装版下の空洞も確認されている。

図-4.5.18および図-4.5.19からわかるように、法線の海側への変位は施設全体にわたって概ね20cm程度となっており、最大34cmとなっている。エプロンの沈下量は全体的に概ね10～20cm程度となっており最大沈下量は25cmである。土質調査は2カ所でボーリング調査が実施されている。図-4.5.22、図-4.5.23のボーリング柱状図より、裏埋め土は緩い(N値2～10程度)粗砂を主体とすることがわかる。

復旧は、図-4.5.20および図-4.5.21に示すように、エプロン部のアスファルト舗装のオーバーレイを行っている。

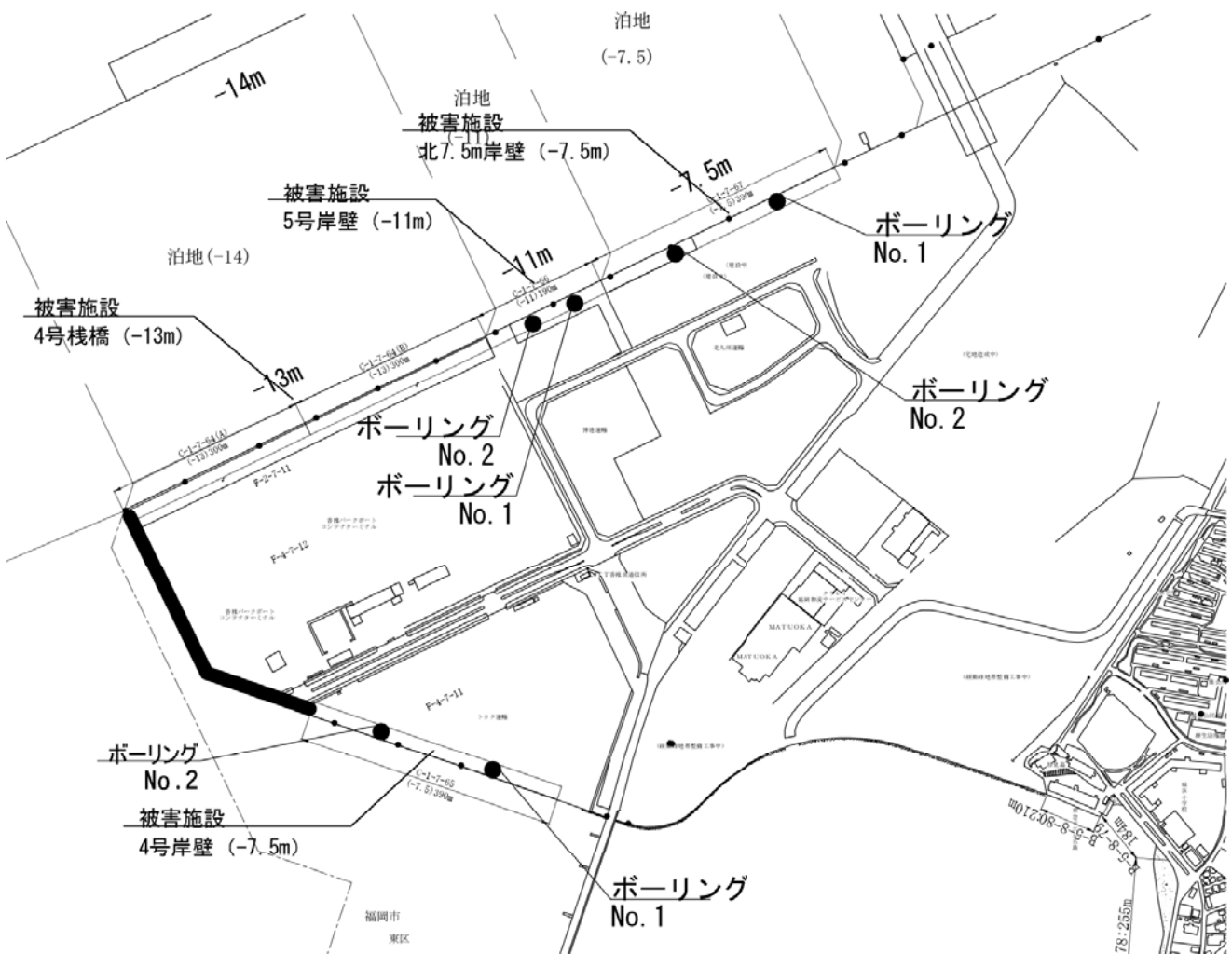
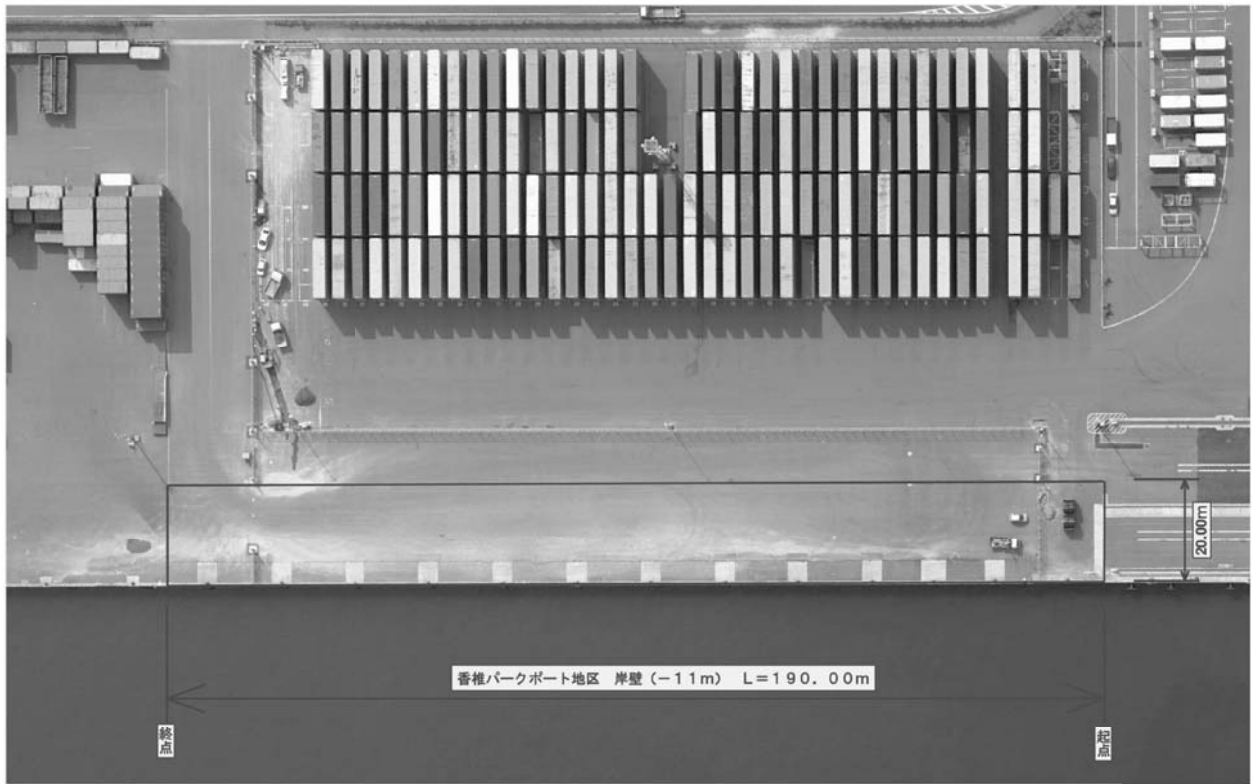


図-4.5.1 香椎パークポート地区平面図

香椎パークポート地区 岸壁 (-11m) 全景



撮影年月日：平成17年4月1日

写真-4.5.1 香椎パークポート地区-11m岸壁の全景

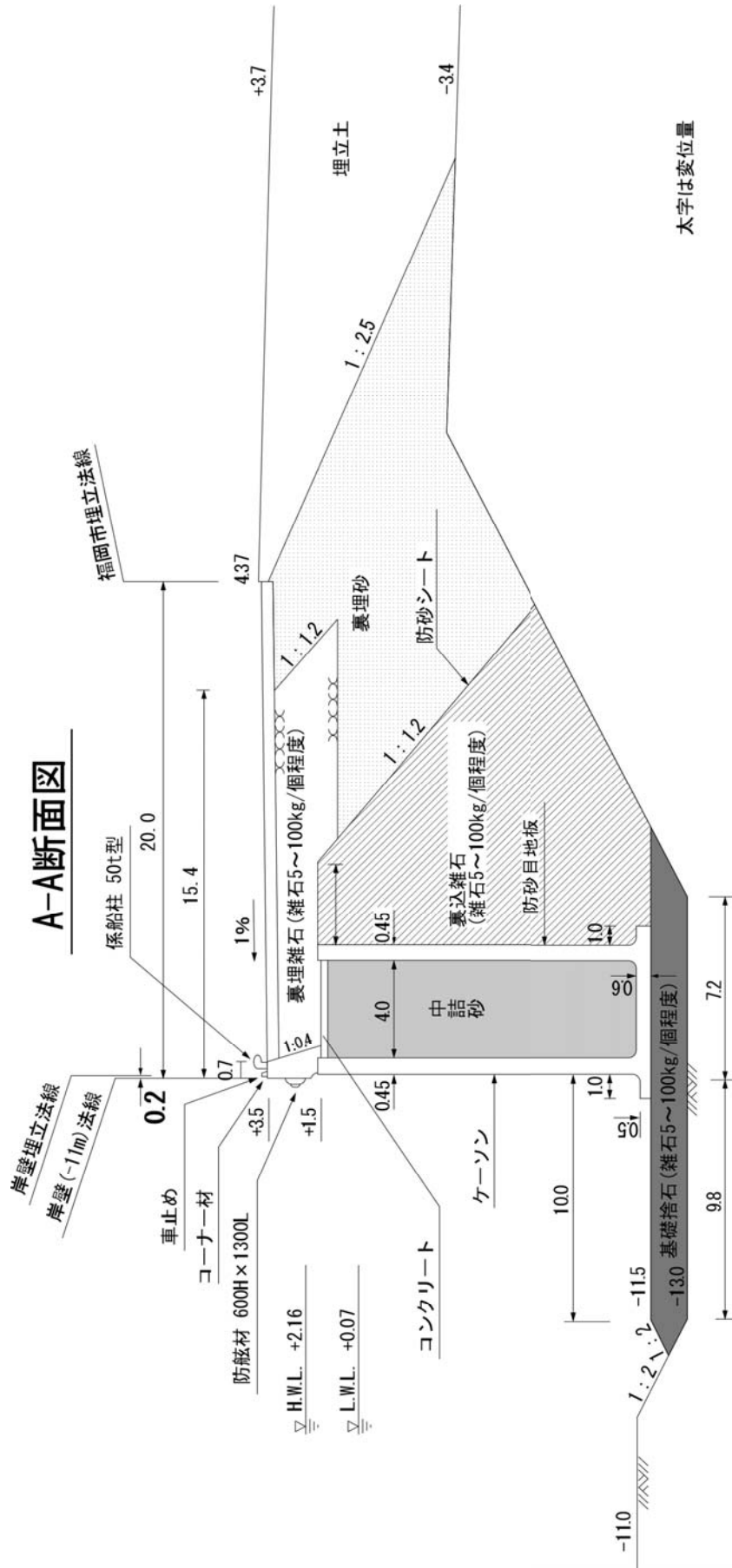
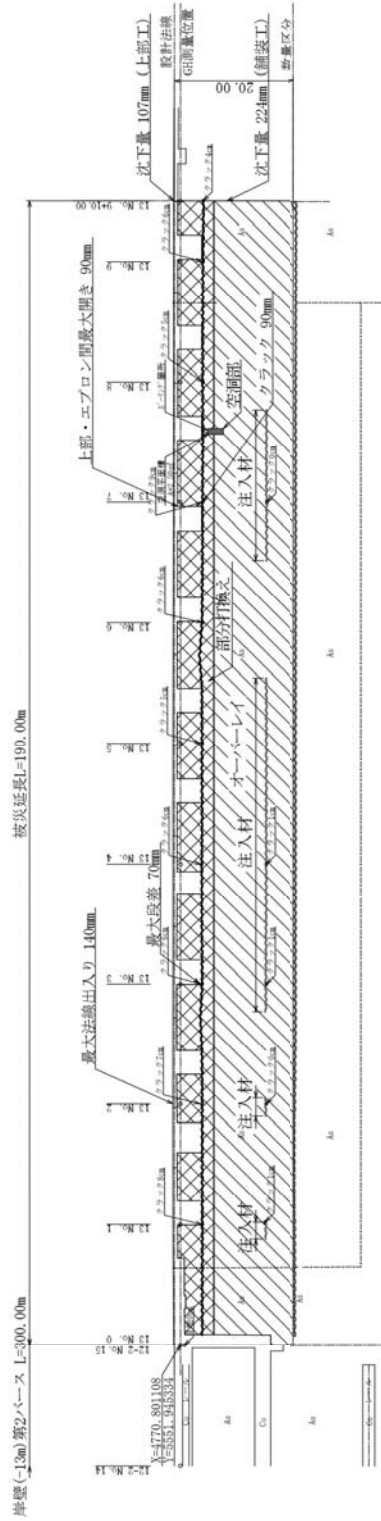


図-4.5.2 香椎パークポート地区-11m 岸壁の標準断面図

被災・復旧平面図

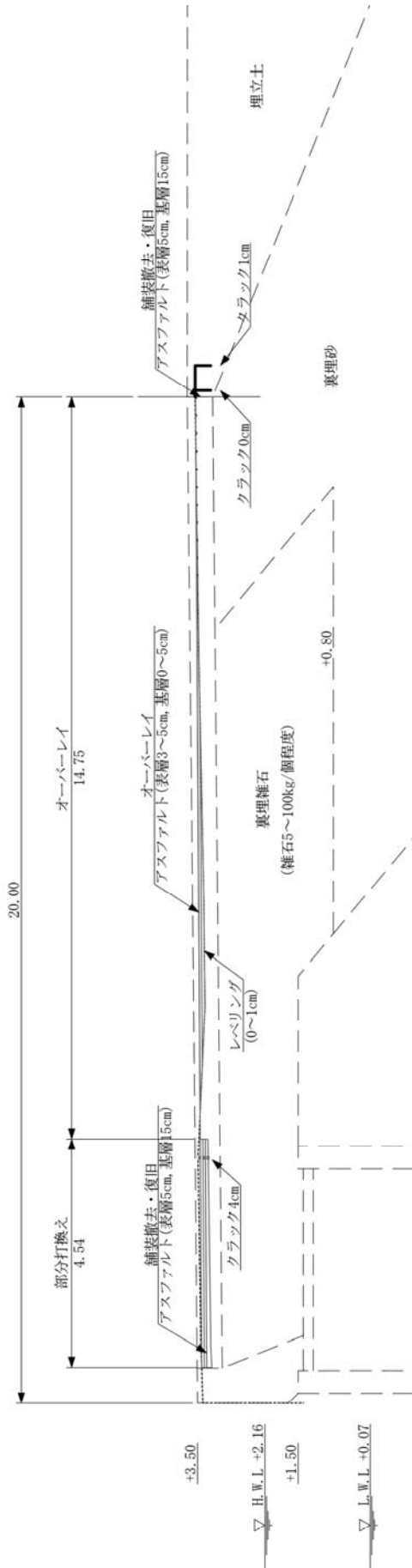


凡例

- ~~~~~ クラック、目地開き3cm以上(部分打換え)
- ~~~~~ クラック、目地開き3cm未満(目地注入材)
- ~~~~~ クラック、目地開き(復旧無し)
- 空面部(部分打換え)
- ▨ 舗装打換え(部分打換え)
- ▧ オーバーレイ部

図-4.5.3 香椎パークポート地区-11m岸壁の被災・復旧平面図

被災・復旧標準断面図



舗装詳細図

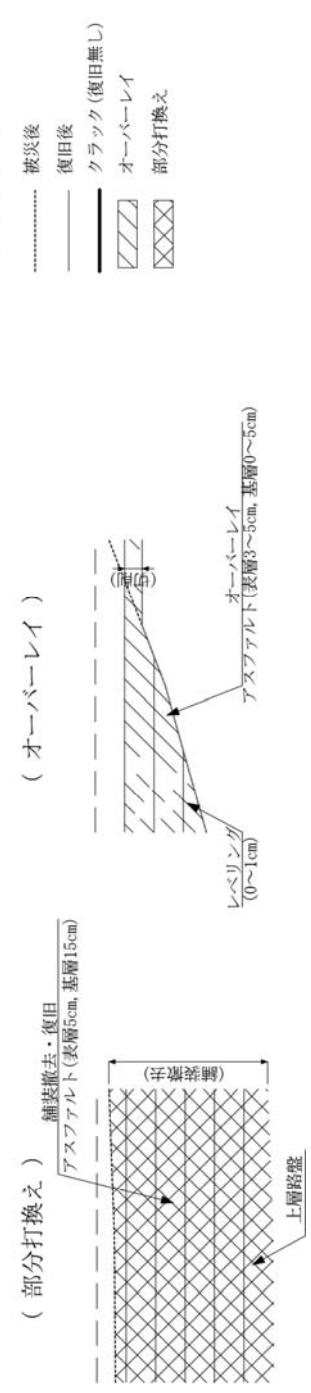


図-4.5.4 香椎パークポート地区-11m岸壁の被災・復旧標準断面図

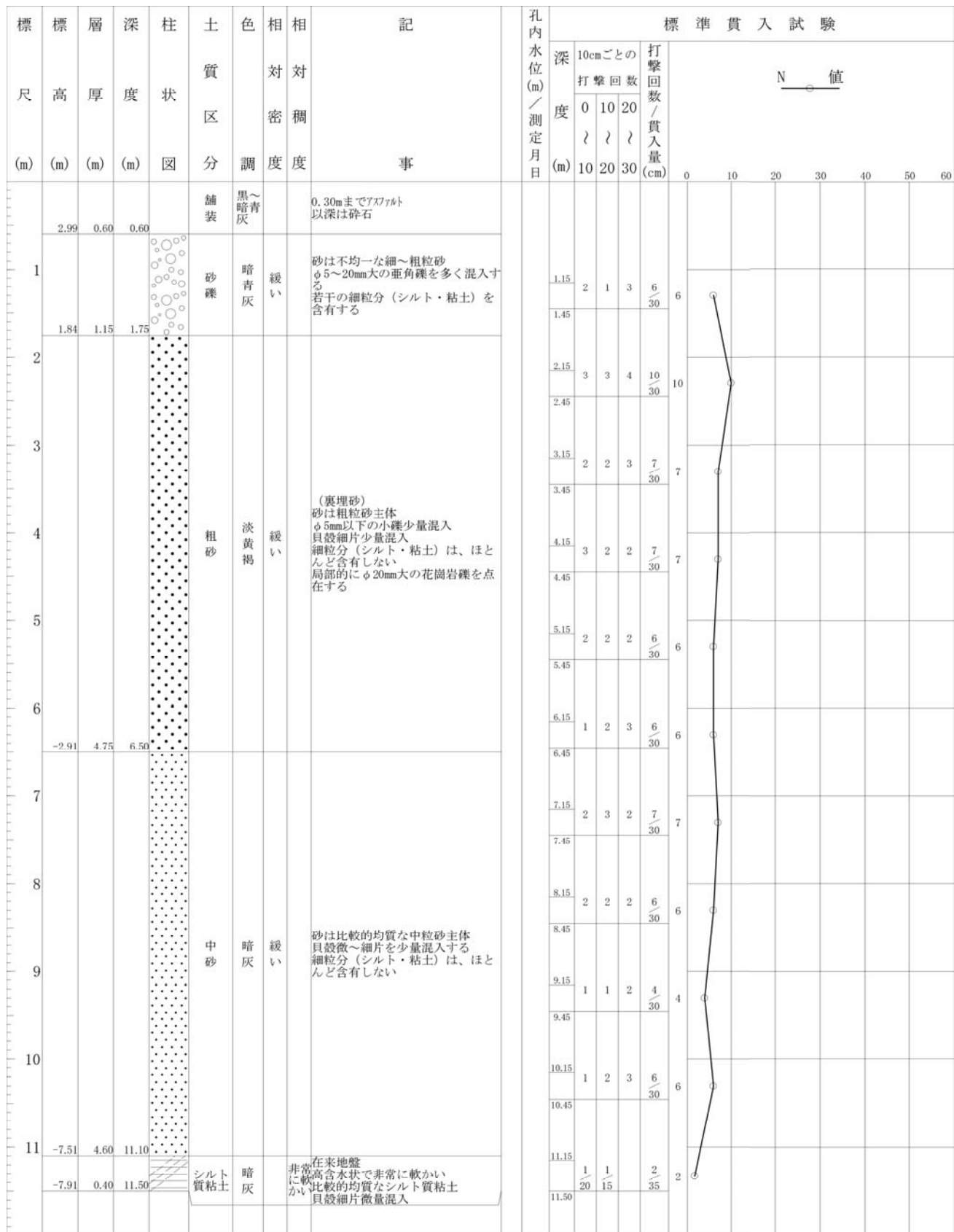


図-4.5.5 香椎パークポート地区-11m岸壁のボーリング調査結果①

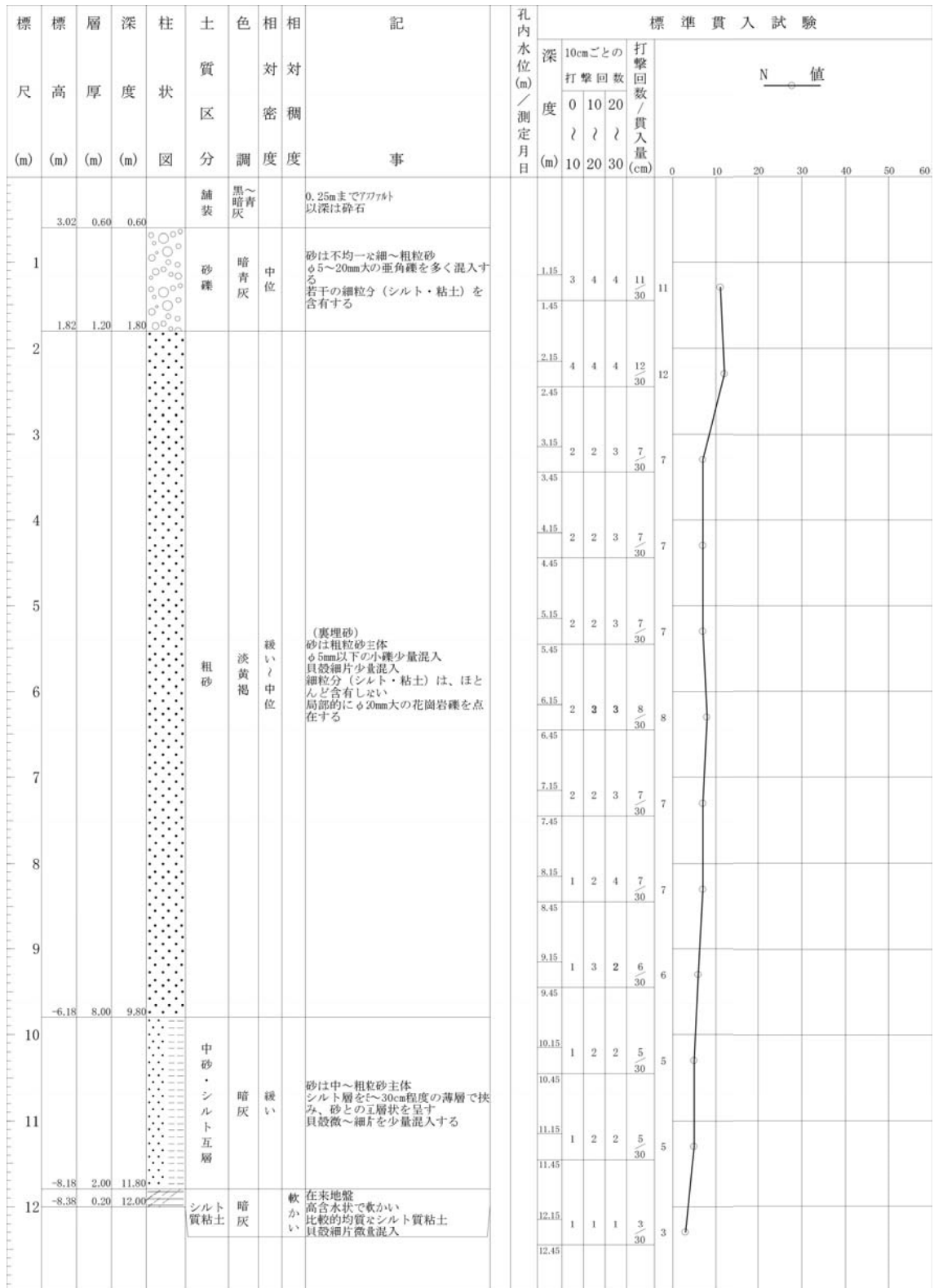
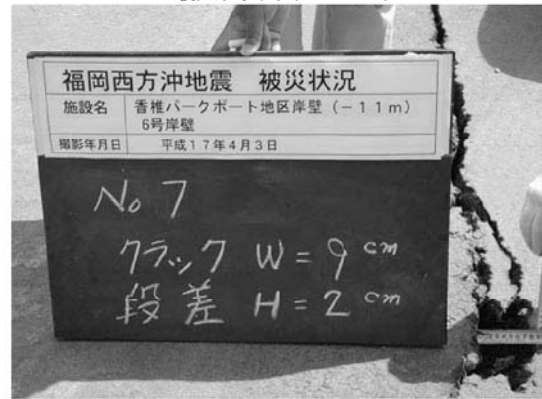


図-4.5.6 香椎パークポート地区-11m岸壁のボーリング調査結果②

1 NO.3 被災状況



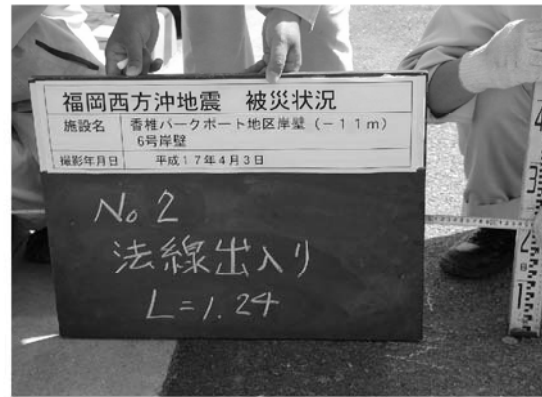
2 NO.7 最大クラック(W=90mm)



3 NO.3 最大段差(H=70mm)



4 NO.2 最大法線出入り(L=0.14m) 1.1m控え



5 NO.9+10.0 上部工最大沈下(H=107mm)



6 NO.9+10.0 舗装工最大沈下(H=224mm)



写真位置図

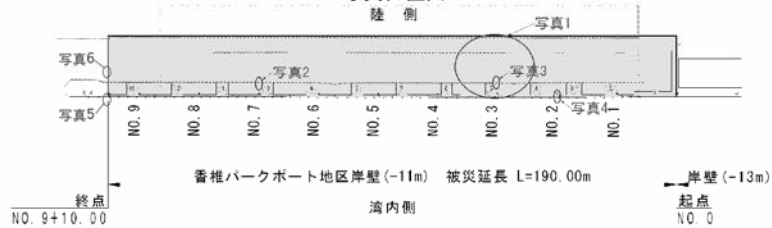


写真-4.5.2 香椎パークポート地区-11m岸壁の被災状況

香椎ポートパーク地区 棧橋(-13m) 全景



撮影年月日:平成17年4月1日

写真-4.5.3 香椎パークポート地区-13m 棧橋の全景

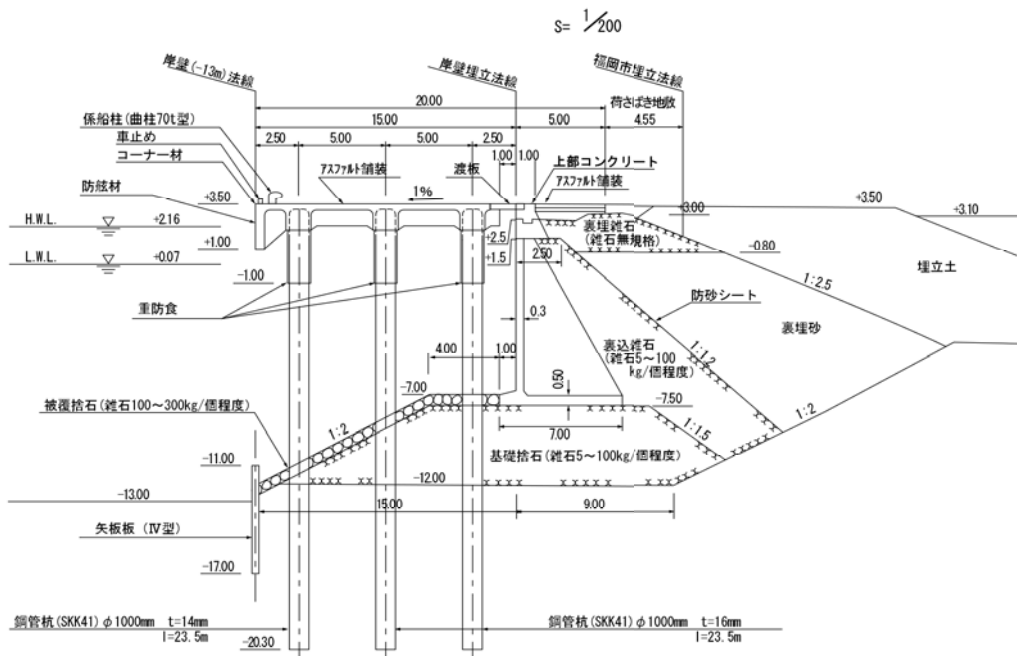
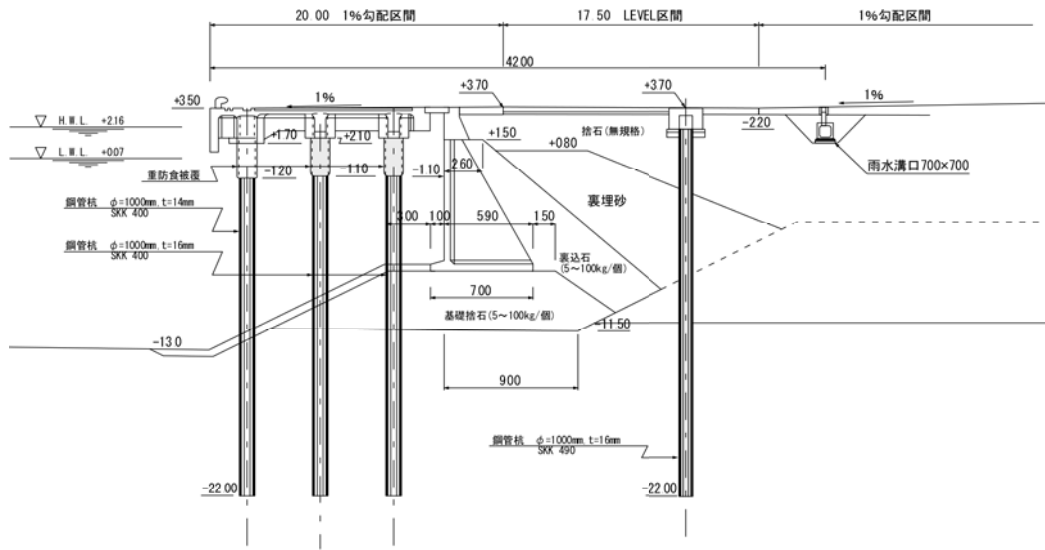


図-4.5.7 香椎パークポート地区-13m 栈橋の標準断面図

被災・復旧平面図(1)

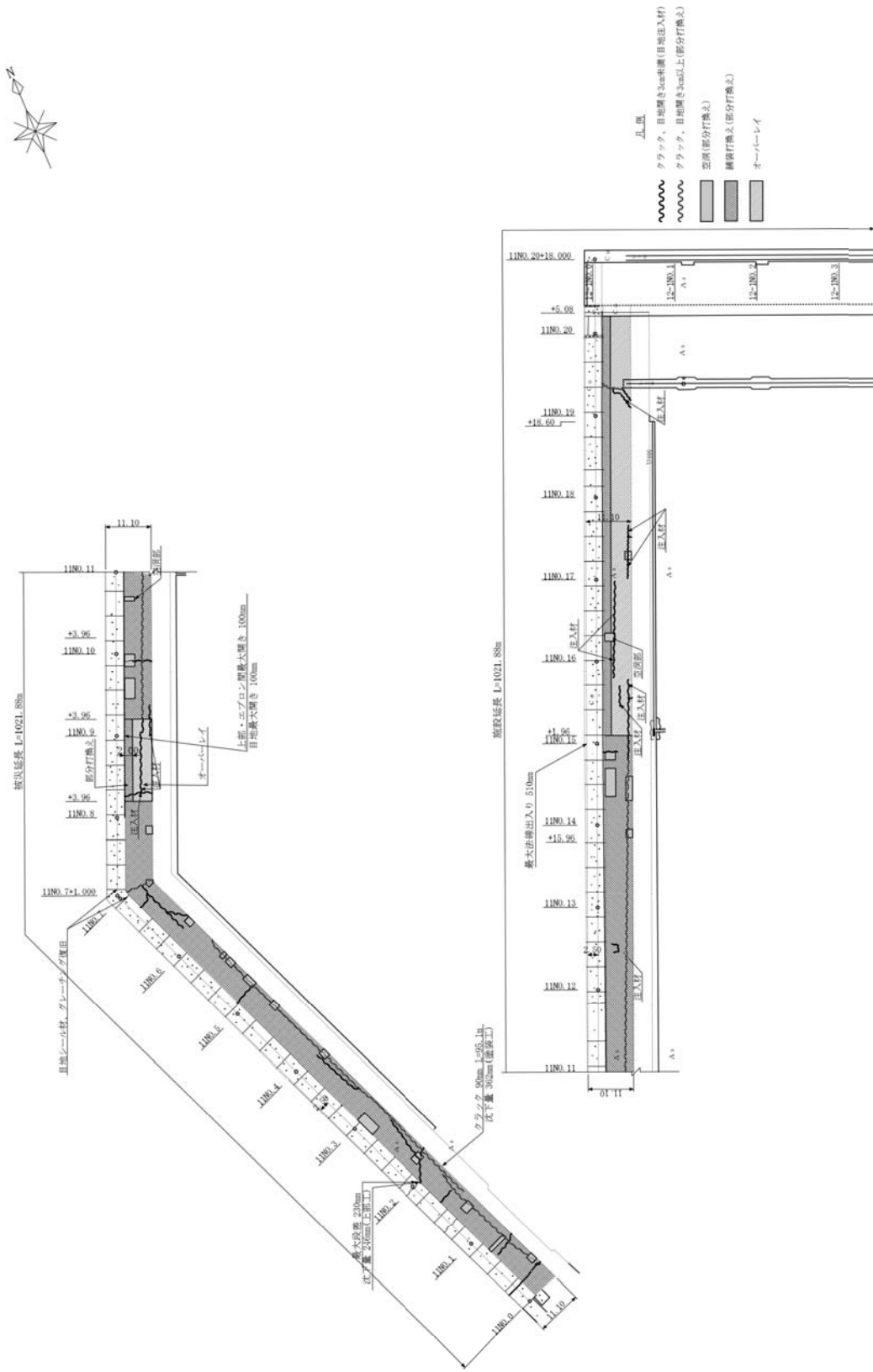


図-4.5.8(a) 香椎パークポート地区-13m 栈橋護岸部の被災・復旧平面図

被災・復旧標準断面図(1)

J11NO.9
GFS-C39'

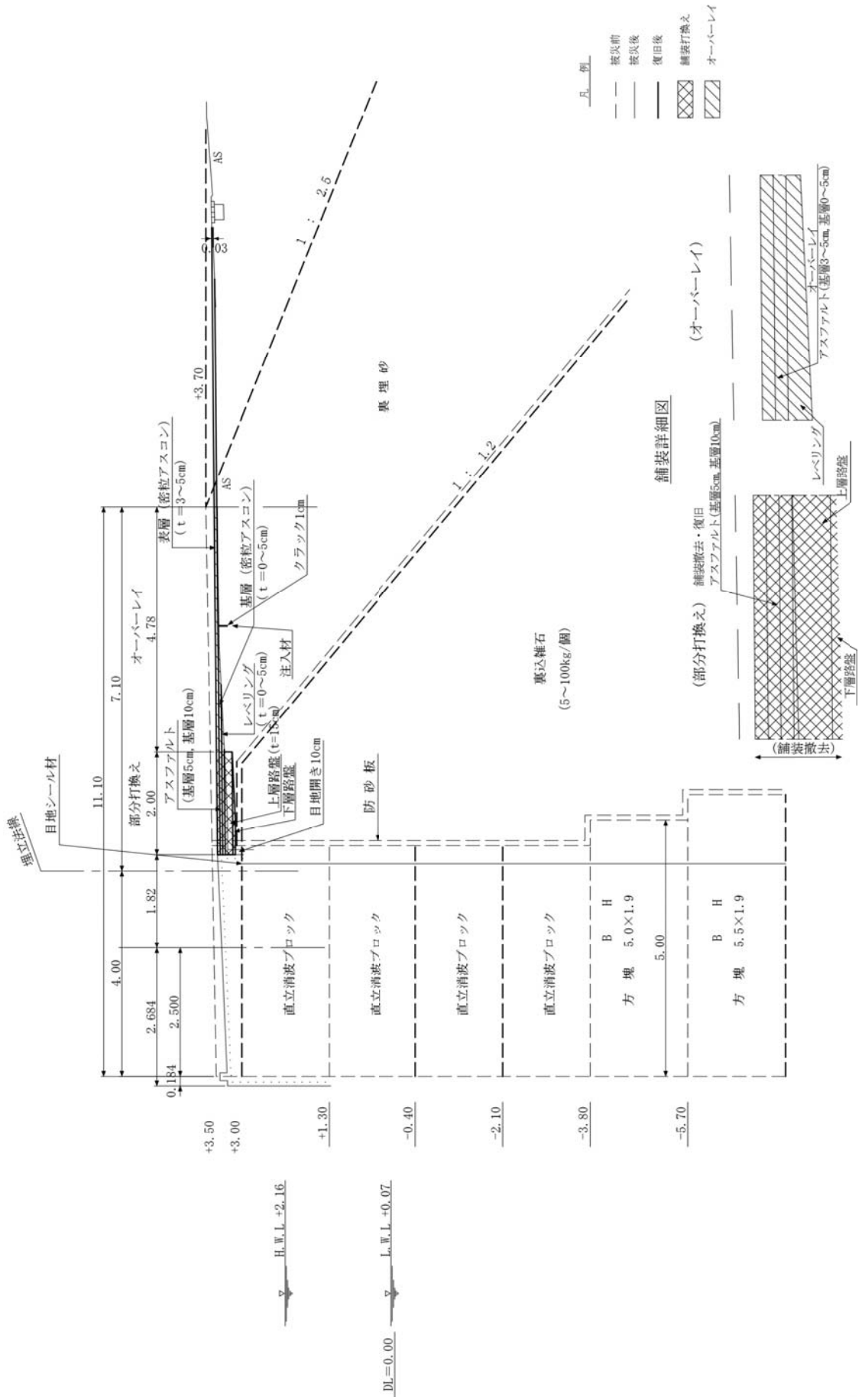


図-4.5.9(a) 香椎パークボート地区-13m 栈橋護岸部の被災・復旧標準断面図

被災・復旧標準断面図 (2)

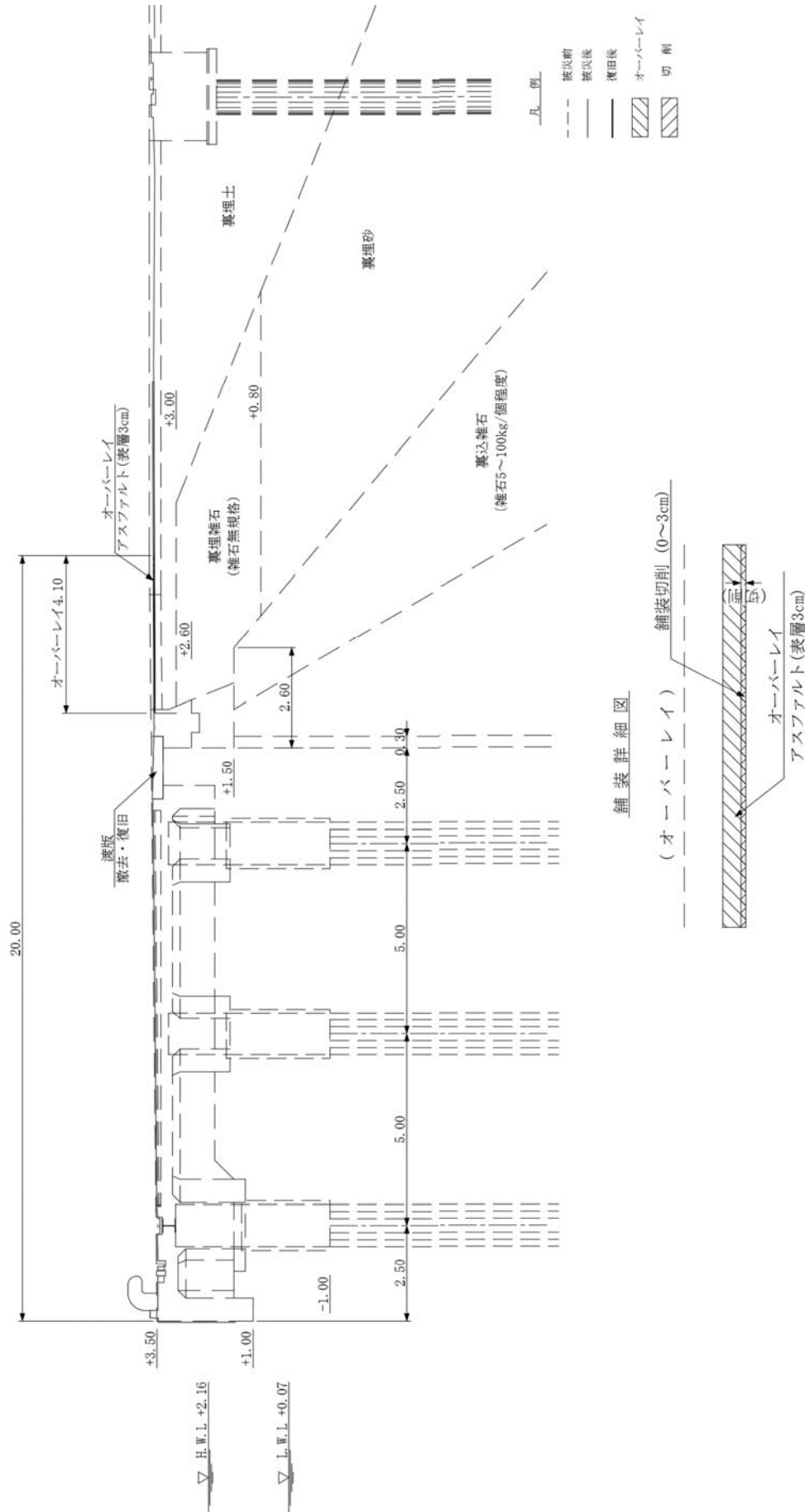


図-4.5.9 (b) 香椎パークポート地区-13m 栈橋の被災・復旧標準断面図

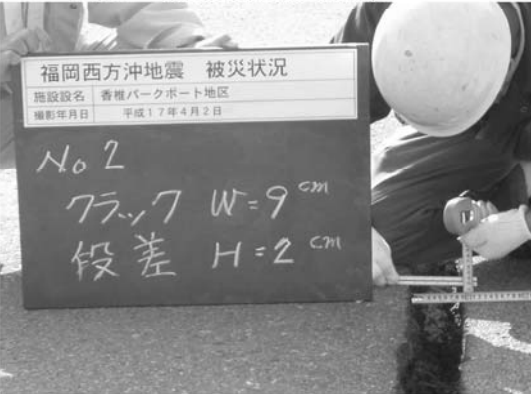
1 NO.9 被災状況



2 NO.9 目地最大開き(W=100mm)



3 NO.2 最大クラック(W=90mm)



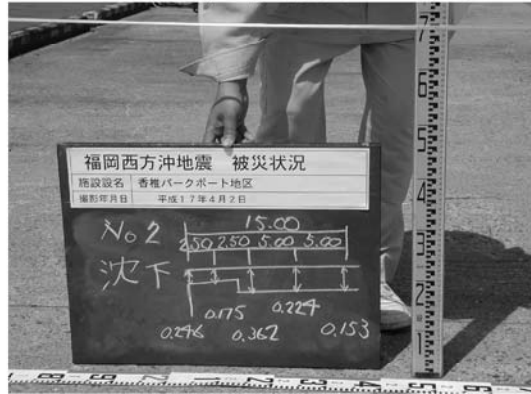
4 NO.2 最大段差(H=230mm)



5 NO.15 最大法線出入り(L=0.51m) 2. 5m控え



6 NO.2 上部工最大沈下(H=246mm)



7 NO.2 舗装工最大沈下(H=362mm)

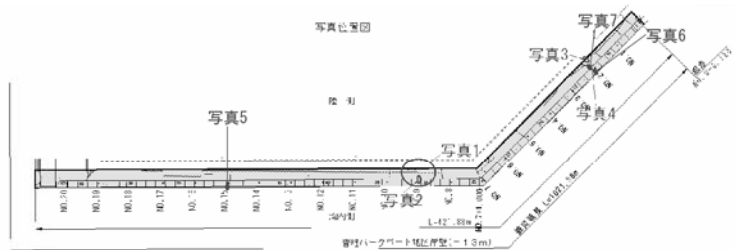
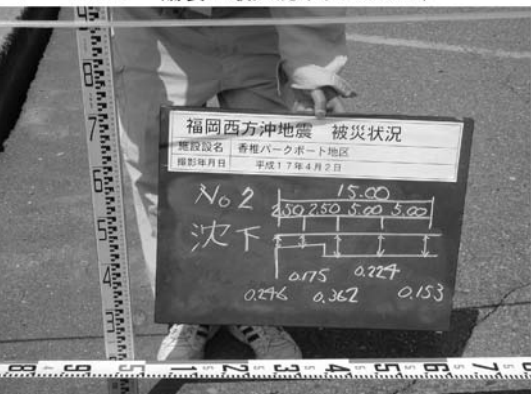


写真-4.5.4 香椎パークポート地区-13m 栈橋の被災状況 (護岸部)

香椎パークポート地区 -7.5m岸壁 全景



撮影年月日:平成17年4月21日

写真-4.5.5 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の全景

標準断面図

被災後

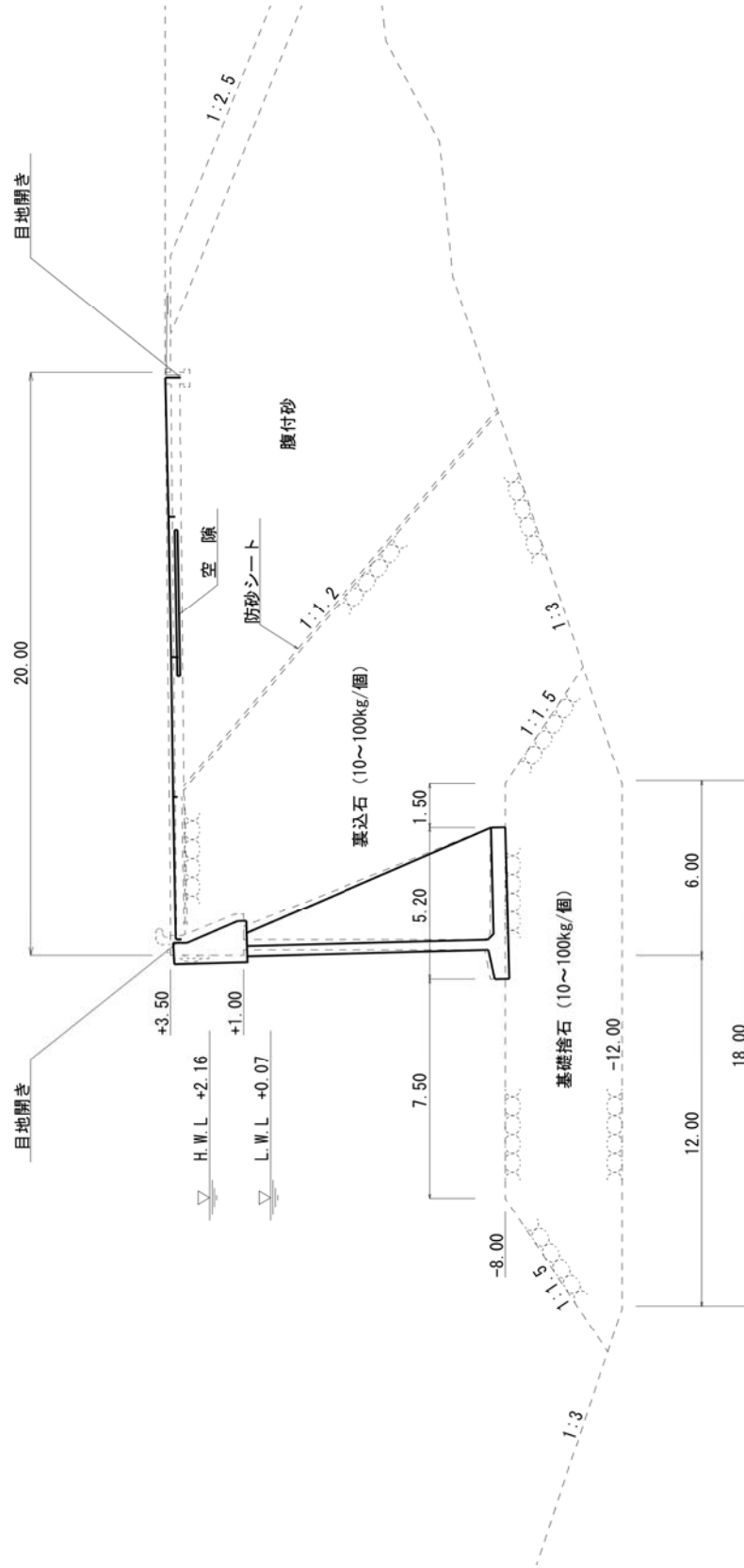


図-4.5.10 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の被災状況断面図

平面図(1) 被災後

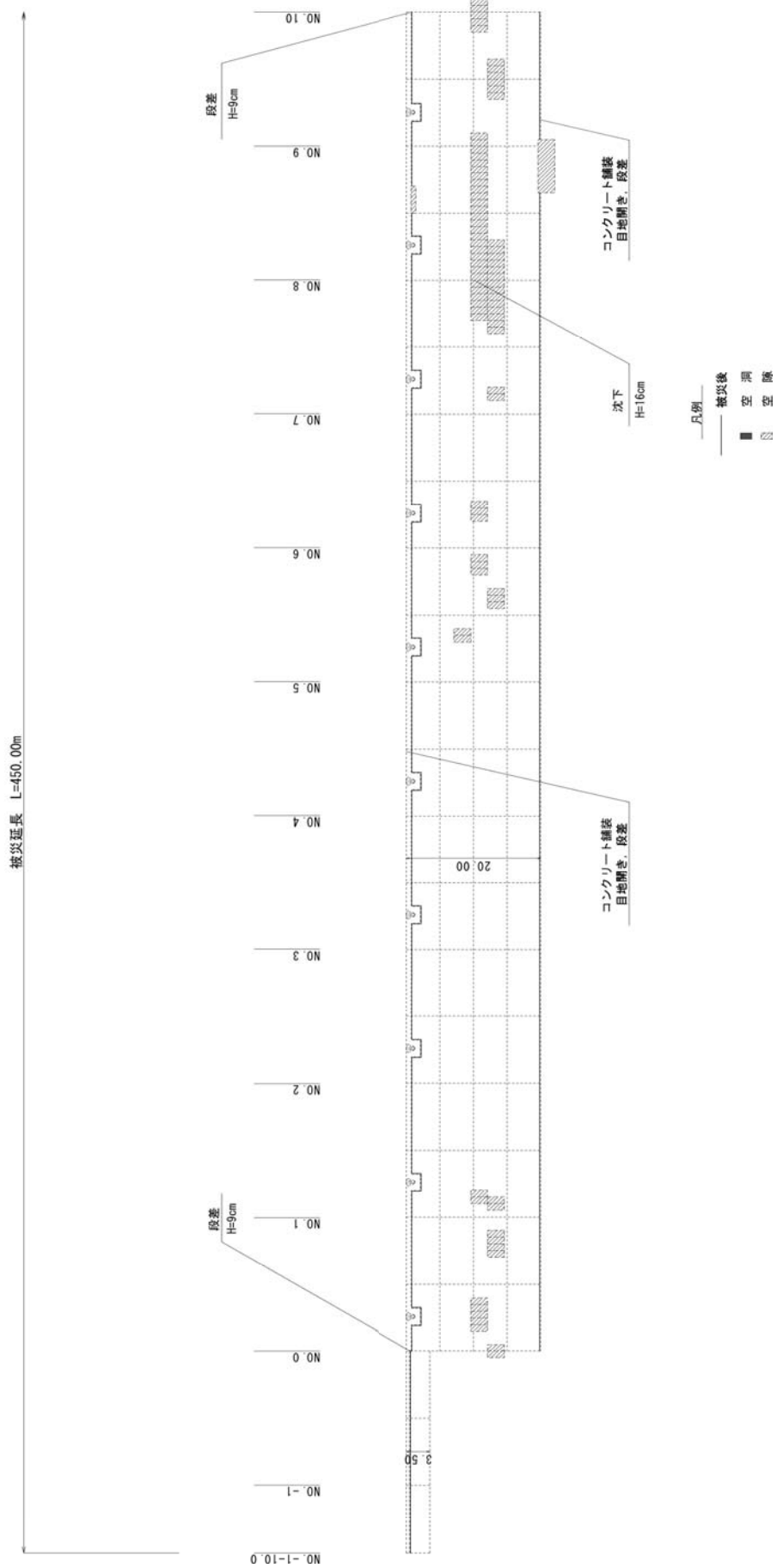


図-4.5.11(a) 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の被災状況平面図①

平面図(2)

被災後

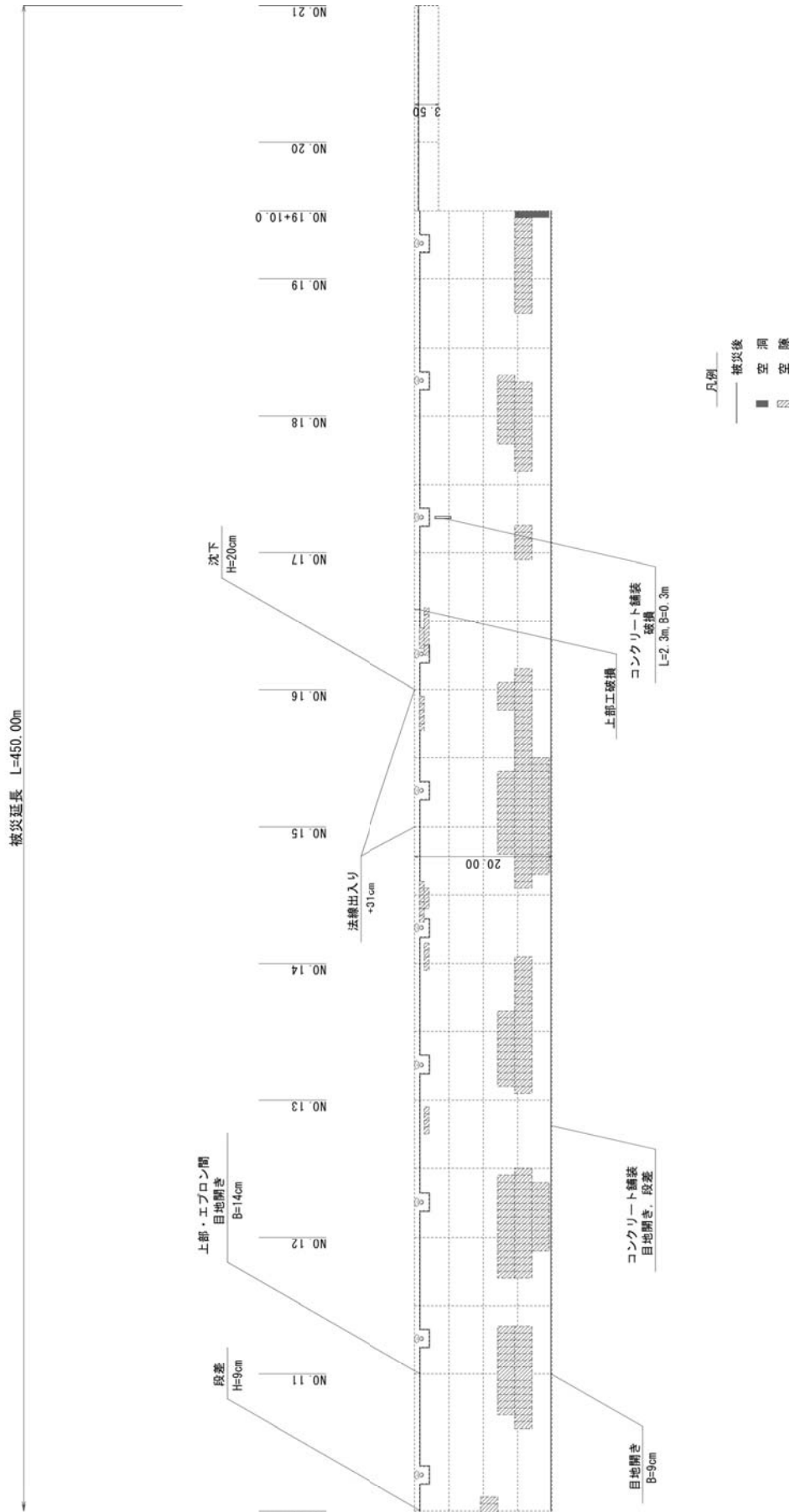
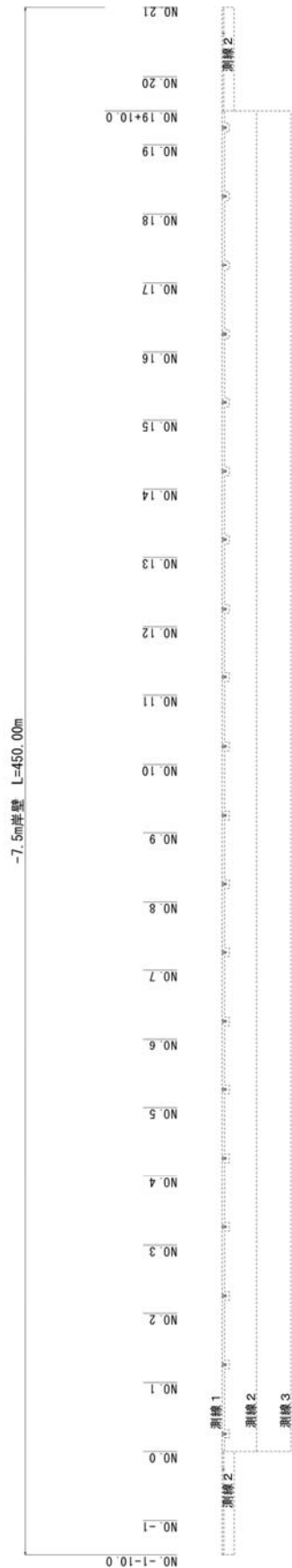


図-4.5.11(b) 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の被災状況平面図②

平面图



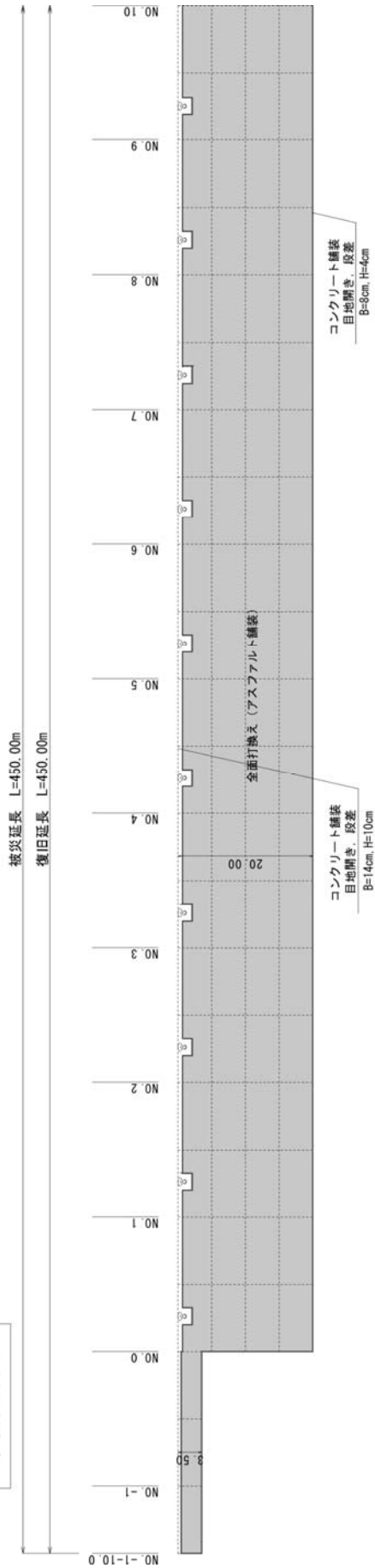
測区	測線1 (測線2)		測線2 (測線2)		測線3						
	施工時	竣工時	施工時	竣工時	施工時	竣工時					
No. 1	20.00	3.500	3.390	-0.110	3.600	3.480	-0.120	3.700	3.160	-0.040	-0.190
No. 2	20.00	3.500	3.410	-0.090	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.180	-0.120	-0.200
No. 3	20.00	3.500	3.370	-0.130	3.600	3.460	-0.140	3.700	3.110	-0.090	-0.210
No. 4	20.00	3.500	3.360	-0.140	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.140	-0.060	-0.230
No. 5	20.00	3.500	3.370	-0.130	3.600	3.480	-0.120	3.700	3.150	-0.050	-0.220
No. 6	20.00	3.500	3.380	-0.110	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.160	-0.040	-0.190
No. 7	20.00	3.500	3.380	-0.120	3.600	3.480	-0.120	3.700	3.180	-0.020	-0.190
No. 8	20.00	3.500	3.370	-0.130	3.600	3.440	-0.160	3.700	3.140	-0.060	-0.240
No. 9	20.00	3.500	3.380	-0.120	3.600	3.440	-0.160	3.700	3.100	-0.100	-0.240
No. 10	20.00	3.500	3.370	-0.130	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.150	-0.050	-0.290
No. 11	20.00	3.500	3.360	-0.140	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.130	-0.070	-0.280
No. 12	20.00	3.500	3.350	-0.150	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.130	-0.070	-0.210
No. 13	20.00	3.500	3.360	-0.120	3.600	3.490	-0.110	3.700	3.180	-0.020	-0.180
No. 14	20.00	3.500	3.360	-0.140	3.600	3.480	-0.120	3.700	3.150	-0.050	-0.200
No. 15	20.00	3.500	3.370	-0.180	3.600	3.450	-0.150	3.700	3.150	-0.150	-0.110
No. 16	20.00	3.500	3.380	-0.200	3.600	3.460	-0.140	3.700	3.130	-0.070	-0.110
No. 17	20.00	3.500	3.370	-0.180	3.600	3.500	-0.100	3.700	3.180	-0.020	-0.240
No. 18	20.00	3.500	3.370	-0.180	3.600	3.470	-0.130	3.700	3.180	-0.020	-0.260
No. 19	20.00	3.500	3.340	-0.160	3.600	3.490	-0.110	3.700	3.180	-0.020	-0.160
No. 19+10.0	10.00	3.500	3.360	-0.140	3.600	3.500	-0.100	3.700	3.170	-0.030	-0.130
No. 20	10.00	3.500	3.360	-0.140	3.535	3.470	-0.130				-0.070
No. 21	20.00	3.500	3.400	-0.100	3.535	3.570	-0.030				-0.050

図-4.5.12 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の被災状況平面图③

平面図(1)

復旧後

申請断面



調査断面

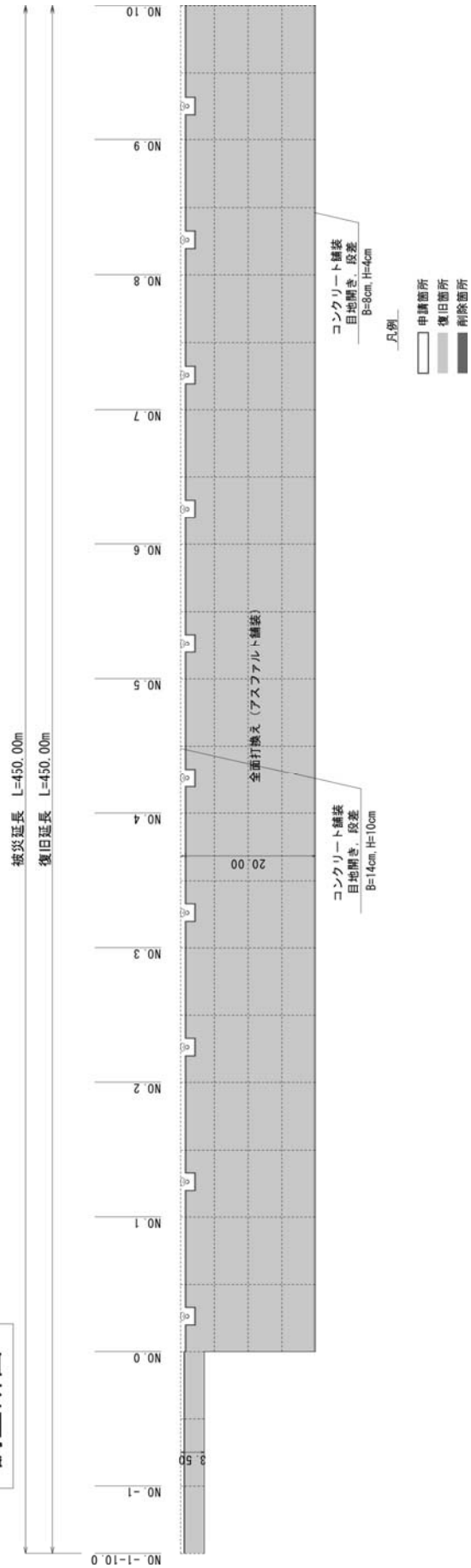
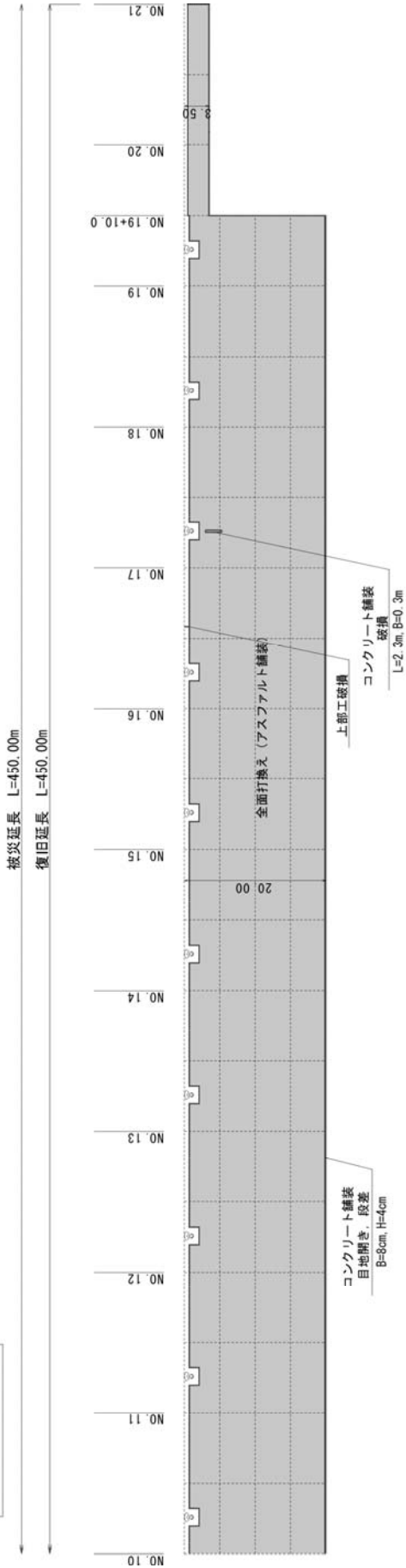


図-4.5.13(a) 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の復旧後平面図

平面図(2)

復旧後

申請断面



調査断面

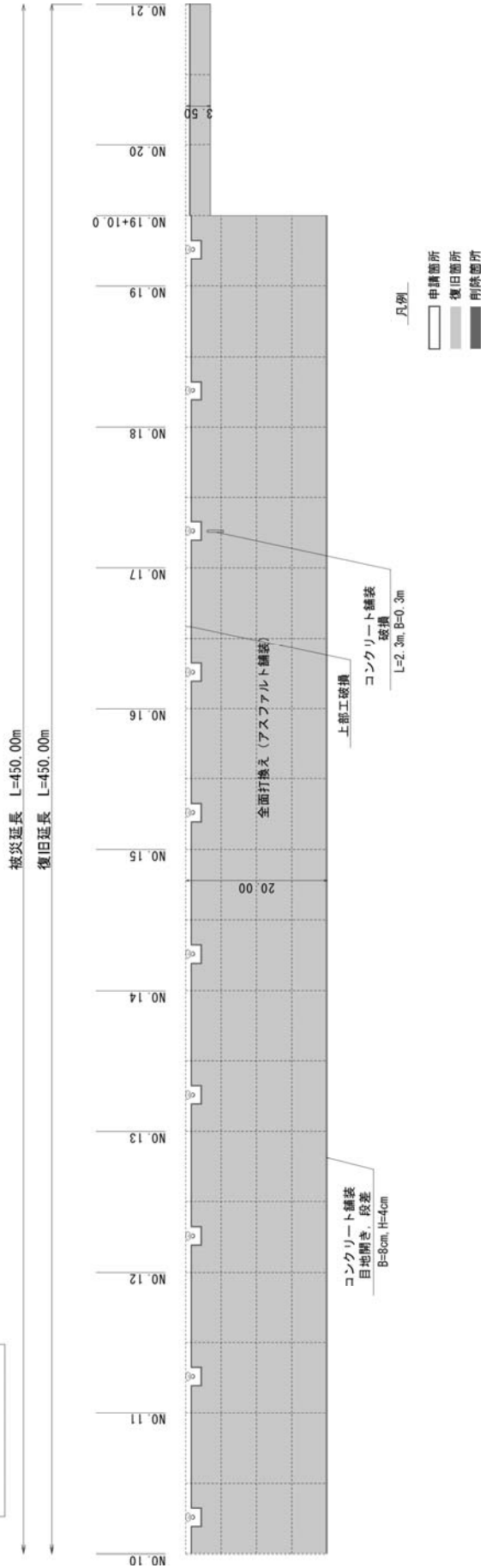
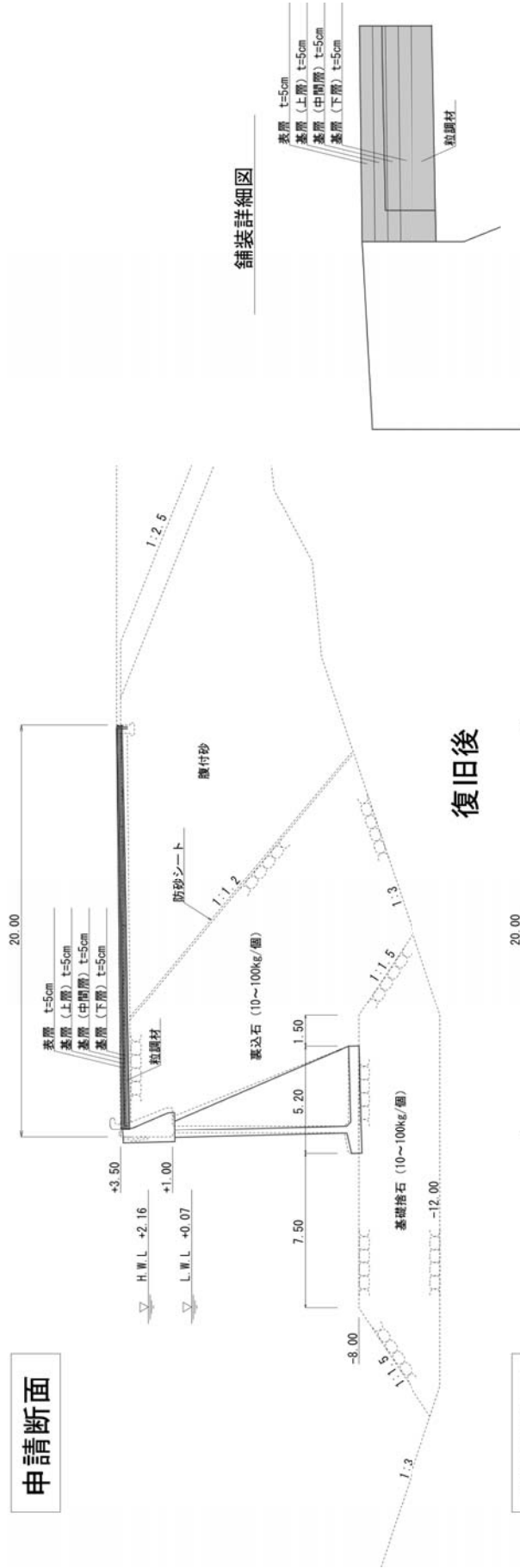


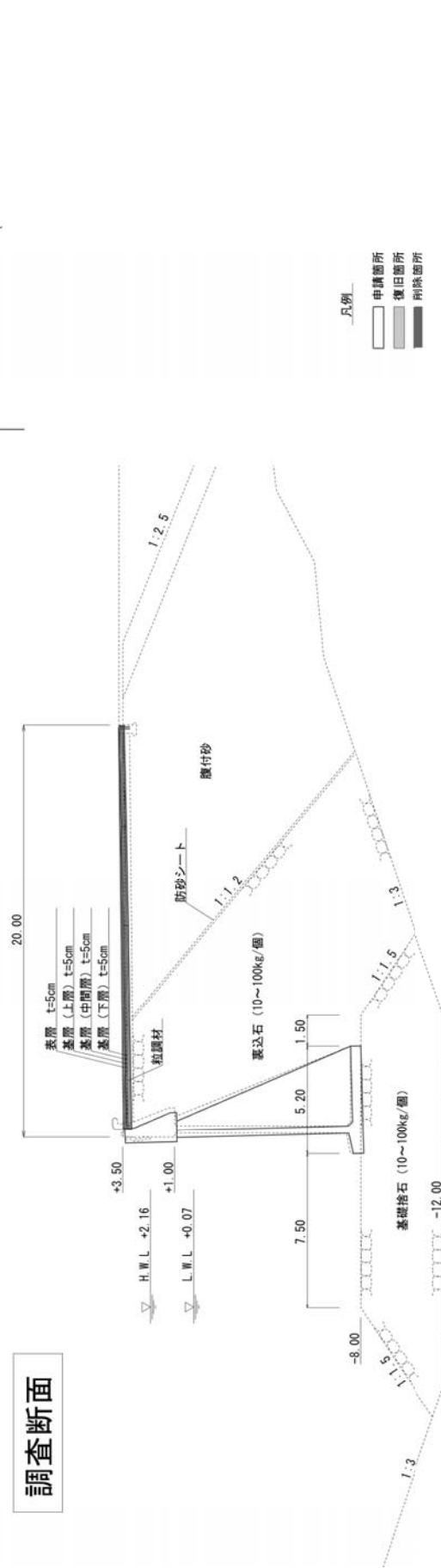
図-4.5.13(b) 香椎パークポート地区-7.5m岸壁の復旧後平面図

標準断面図

復旧後



復旧後



調査断面

図-4.5.14 香椎パークポート地区-7.5m 岸壁の復旧後標準断面図

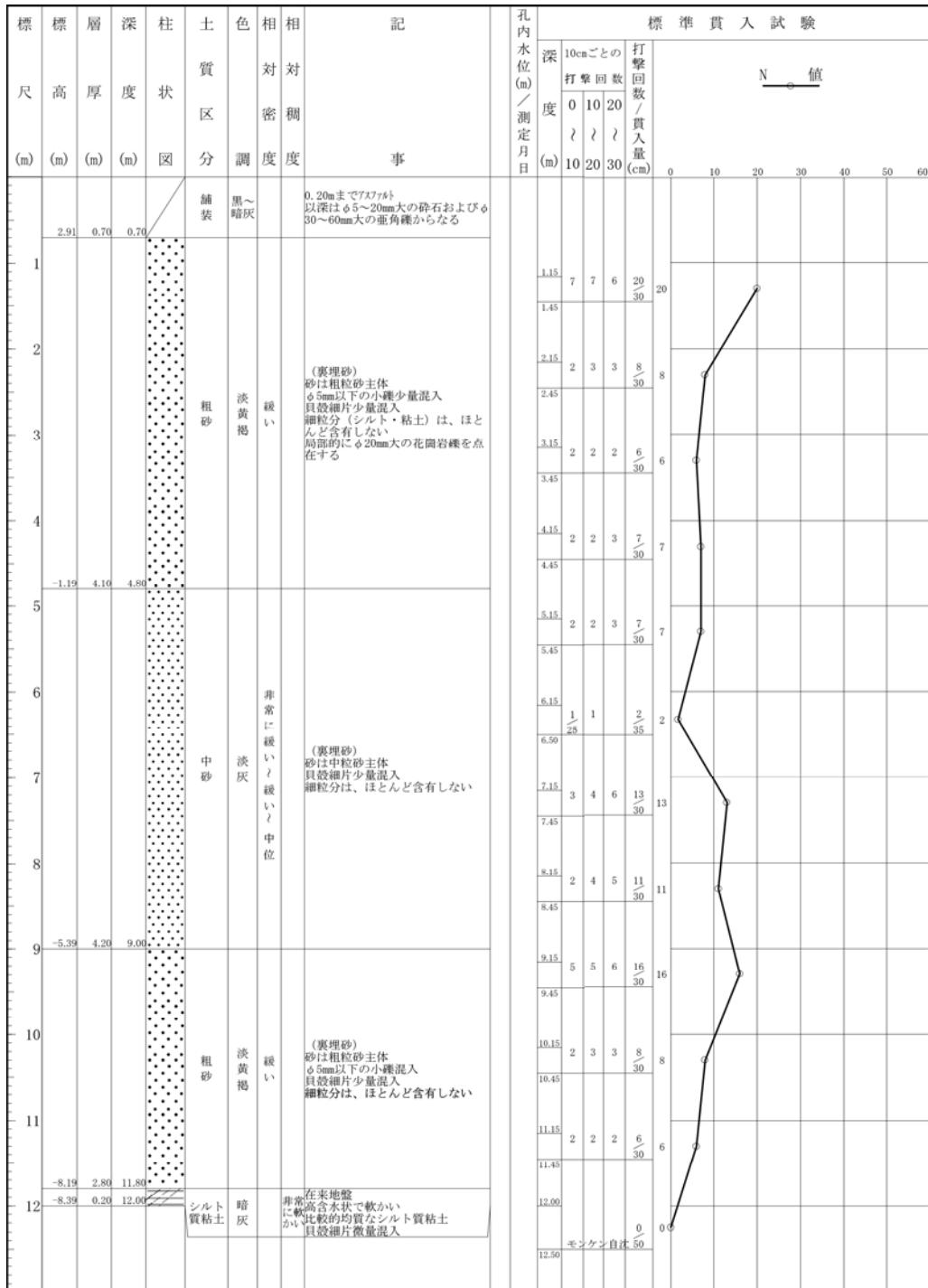


図-4.15 香椎パークポート地区-7.5m岸壁のボーリング柱状図 No.1 (位置は図-4.1参照)

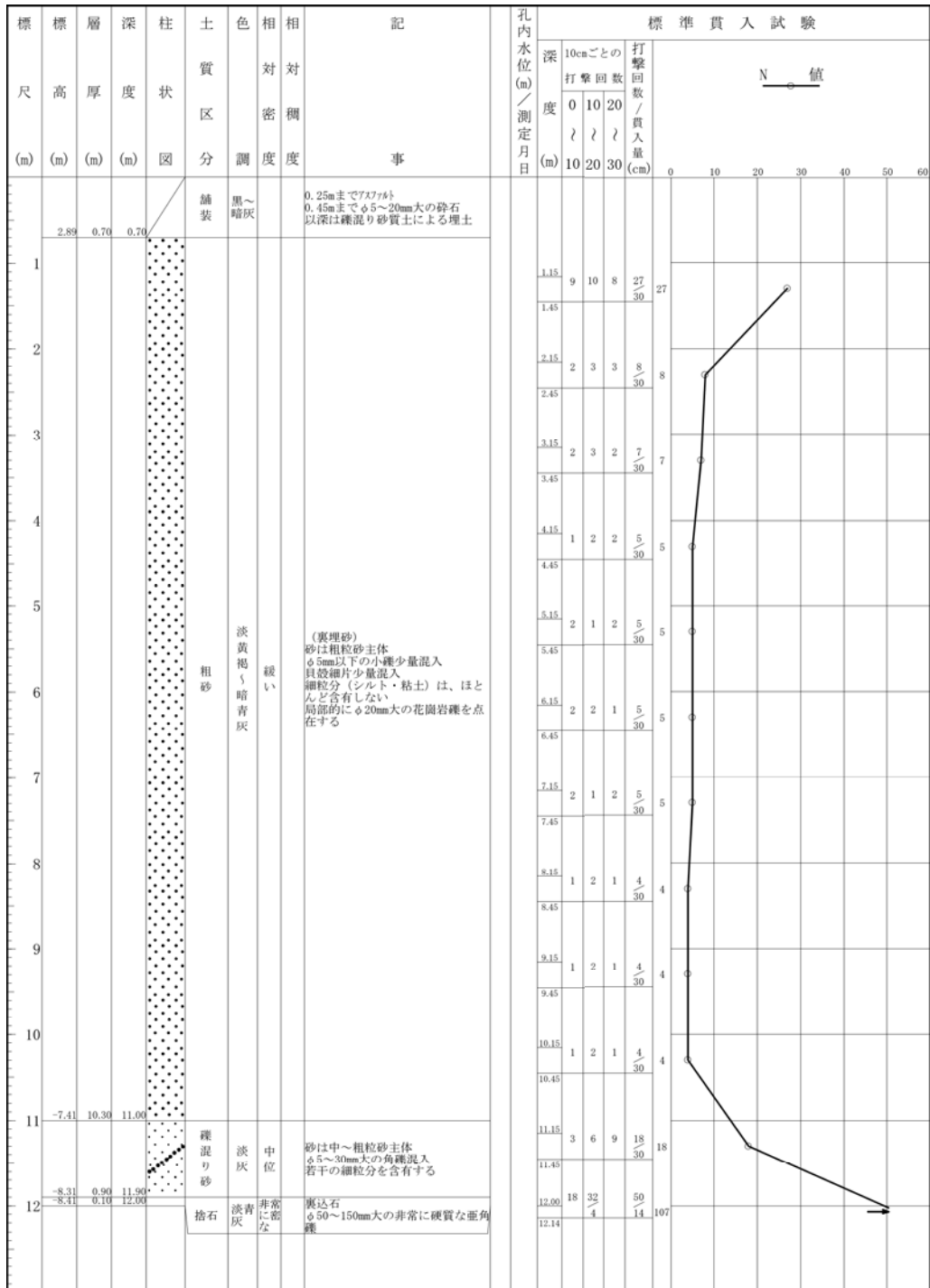


図-4.5.16 香椎パークポート地区-7.5m 岸壁のボーリング柱状図 No.2 (位置は図-4.4.1 参照)

香椎パークポート地区 北-7.5m岸壁 全景



撮影年月日:平成17年4月21日

写真-4.5.6 香椎パークポート地区北-7.5m岸壁の全景

標準断面図

被災後

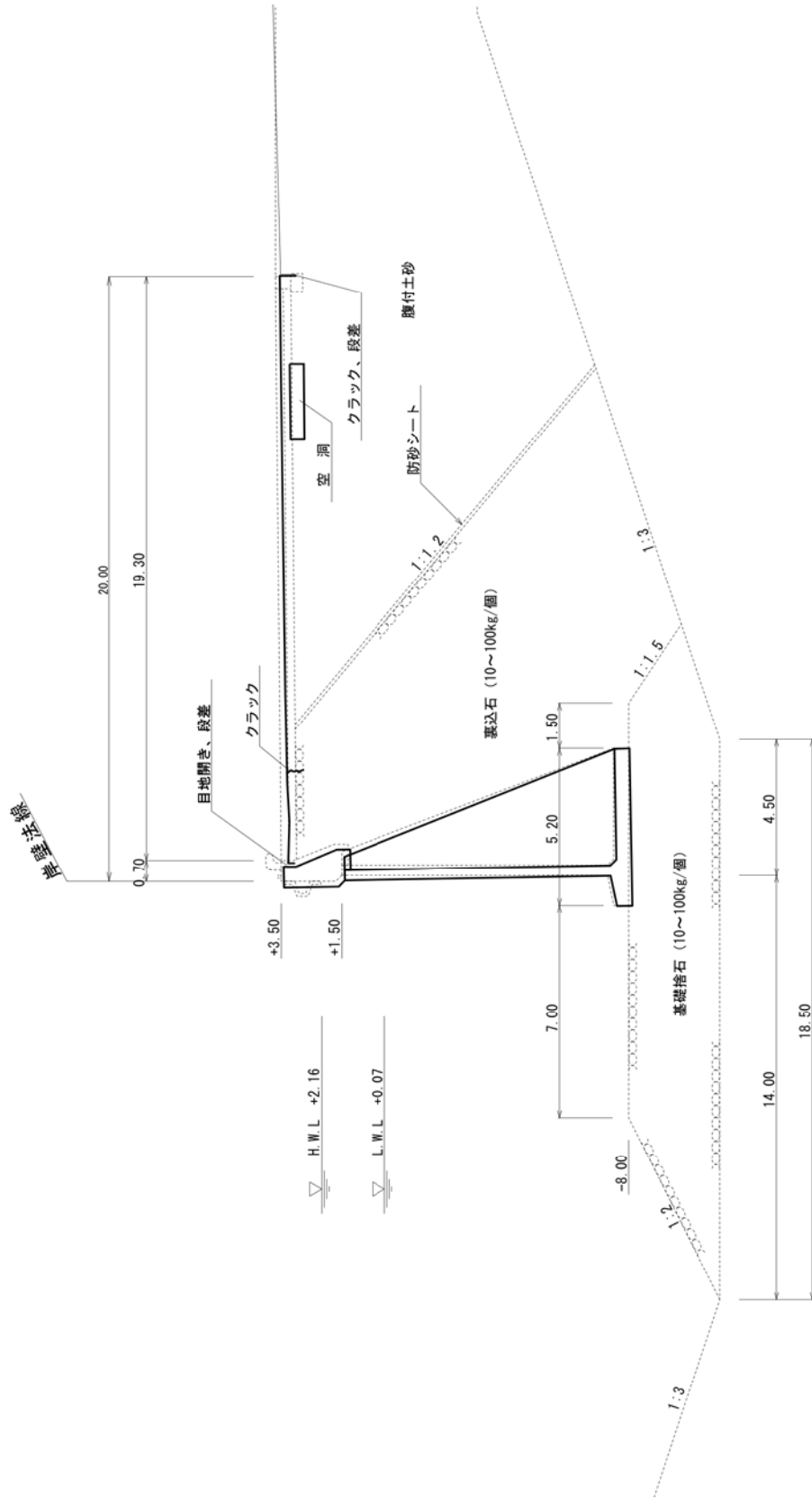


図-4.5.17 香椎パークポート地区北-7.5m岸壁の被災状況断面図

平面図(1)

被災後

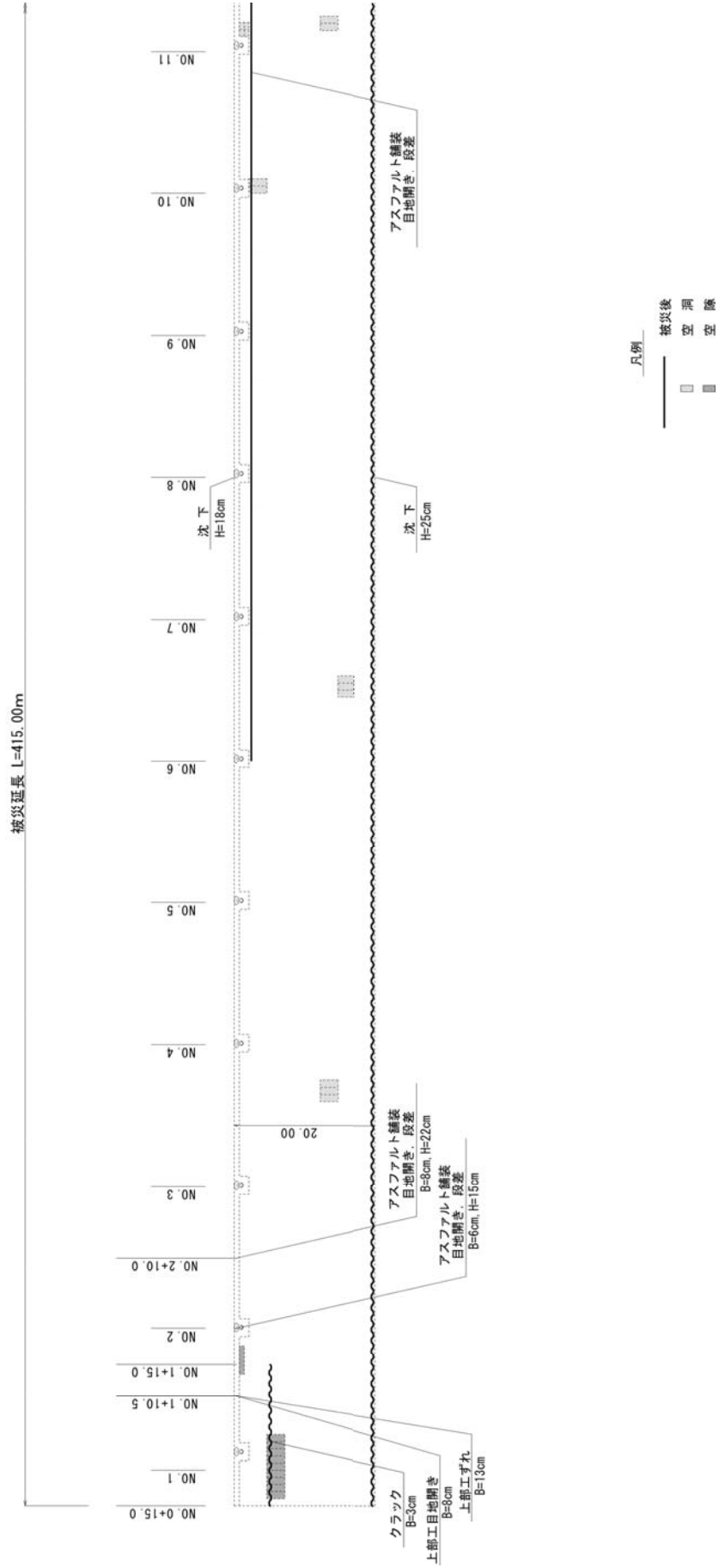


図-4.5.18(a) 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁の被災状況平面図①

平面図(2)

被災後

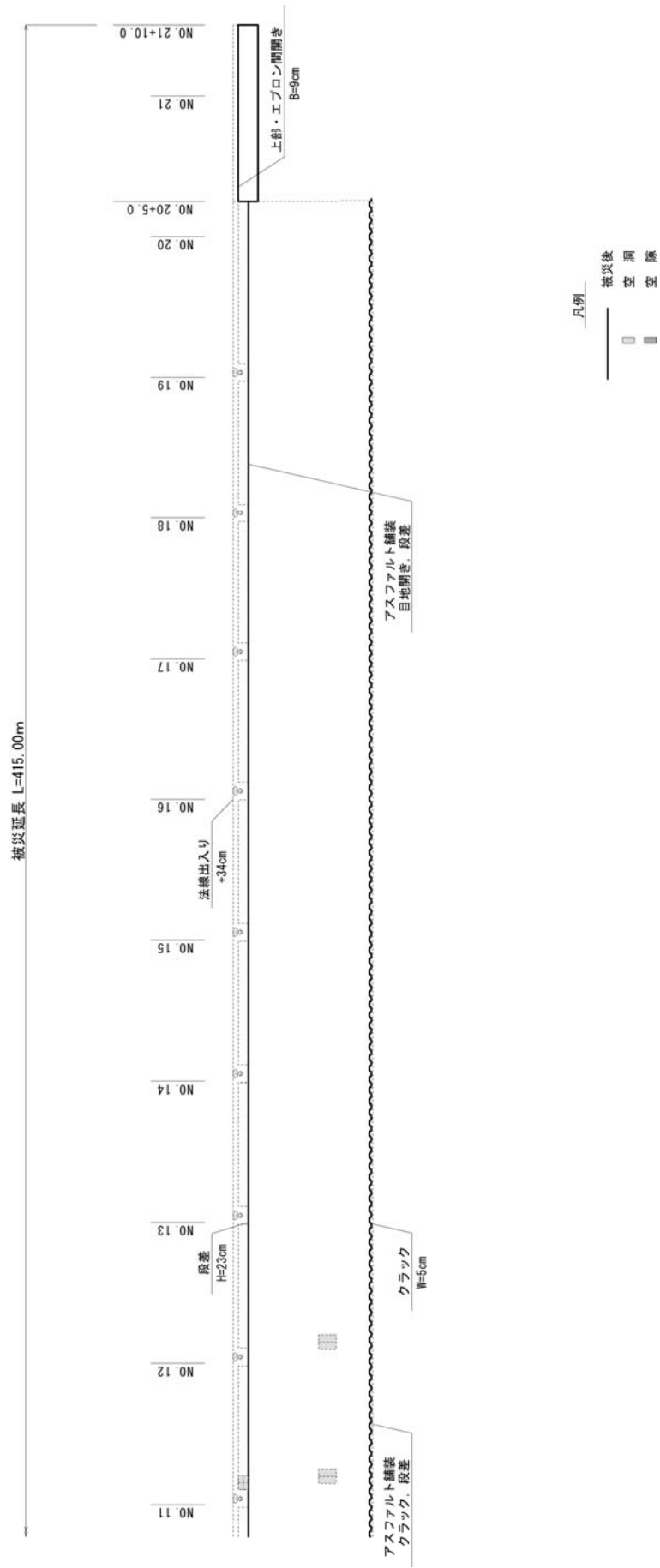
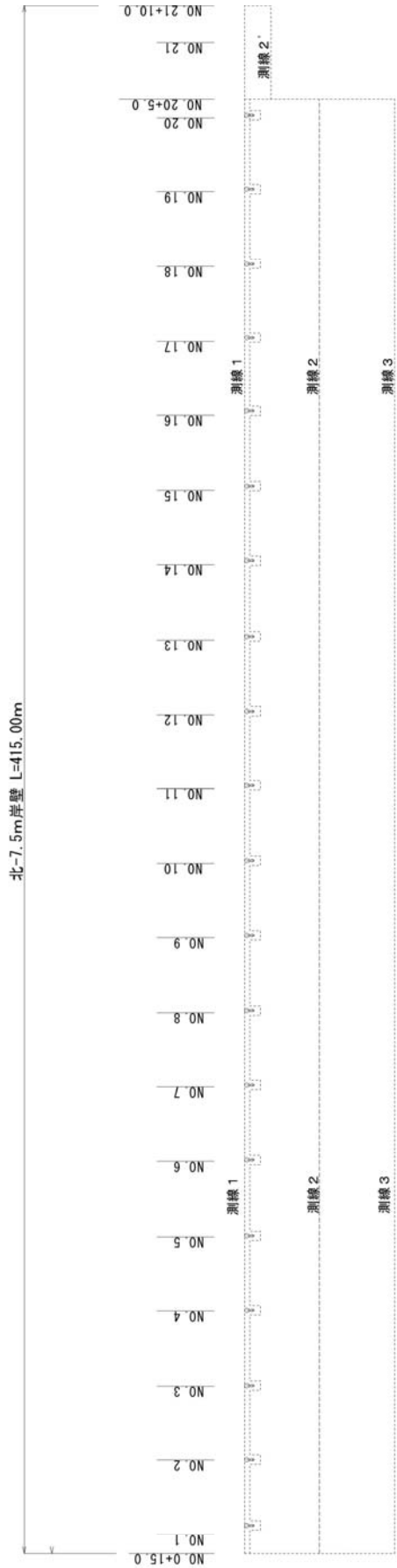


図-4.5.18(b) 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁の被災状況平面図②

平面図

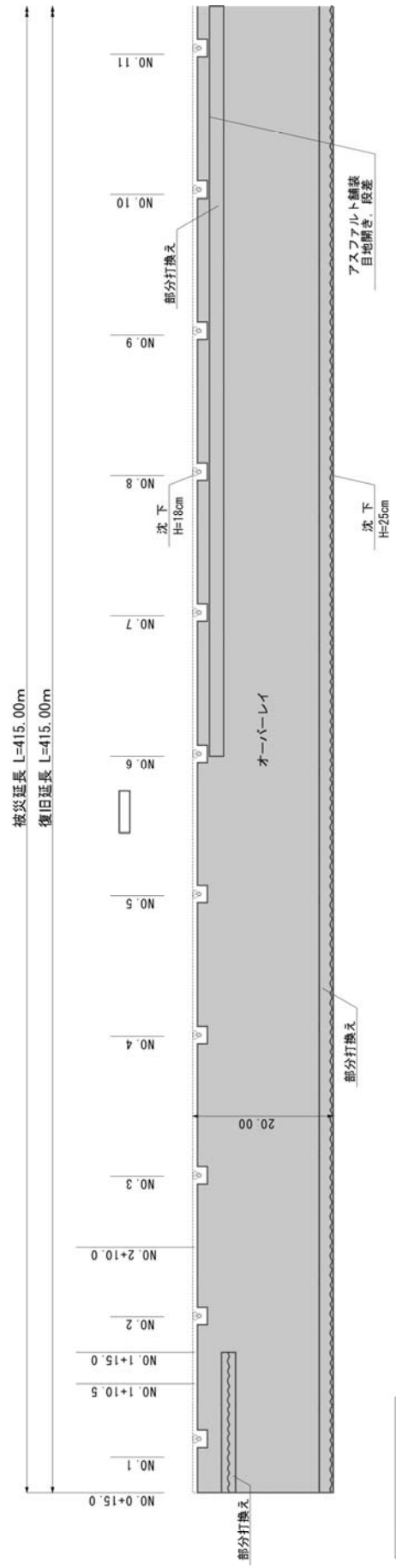


測点 距離 +15.0 -0.040	測線 1		測線 2 (測線 2')		測線 3	
	高さ	傾斜	高さ	傾斜	高さ	傾斜
NO.1	3.500	3.450	3.500	3.430	3.700	3.580
NO.2	3.500	3.410	3.500	3.420	3.700	3.590
NO.3	3.500	3.410	3.500	3.430	3.700	3.560
NO.4	3.500	3.410	3.500	3.400	3.700	3.550
NO.5	3.500	3.400	3.500	3.400	3.700	3.560
NO.6	3.500	3.380	3.500	3.410	3.700	3.520
NO.7	3.500	3.350	3.500	3.480	3.700	3.530
NO.8	3.500	3.320	3.500	3.370	3.700	3.450
NO.9	3.500	3.340	3.500	3.400	3.700	3.520
NO.10	3.500	3.420	3.500	3.460	3.700	3.610
NO.11	3.500	3.410	3.500	3.450	3.700	3.580
NO.12	3.500	3.390	3.500	3.430	3.700	3.590
NO.13	3.500	3.400	3.500	3.420	3.700	3.550
NO.14	3.500	3.400	3.500	3.430	3.700	3.580
NO.15	3.500	3.370	3.500	3.410	3.700	3.540
NO.16	3.500	3.380	3.500	3.390	3.700	3.590
NO.17	3.500	3.410	3.500	3.440	3.700	3.580
NO.18	3.500	3.430	3.500	3.470	3.700	3.630
NO.19	3.500	3.440	3.500	3.470	3.700	3.620
NO.20	3.500	3.450	3.500	3.490	3.700	3.690
NO.21	3.500	3.450	3.500	3.480	3.700	3.690
NO.21+10.0	3.450	0.050	3.500	0.030	---	0.080

図-4.5.19 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁の被災状況平面図③

平面図(1)

復旧後



調査断面

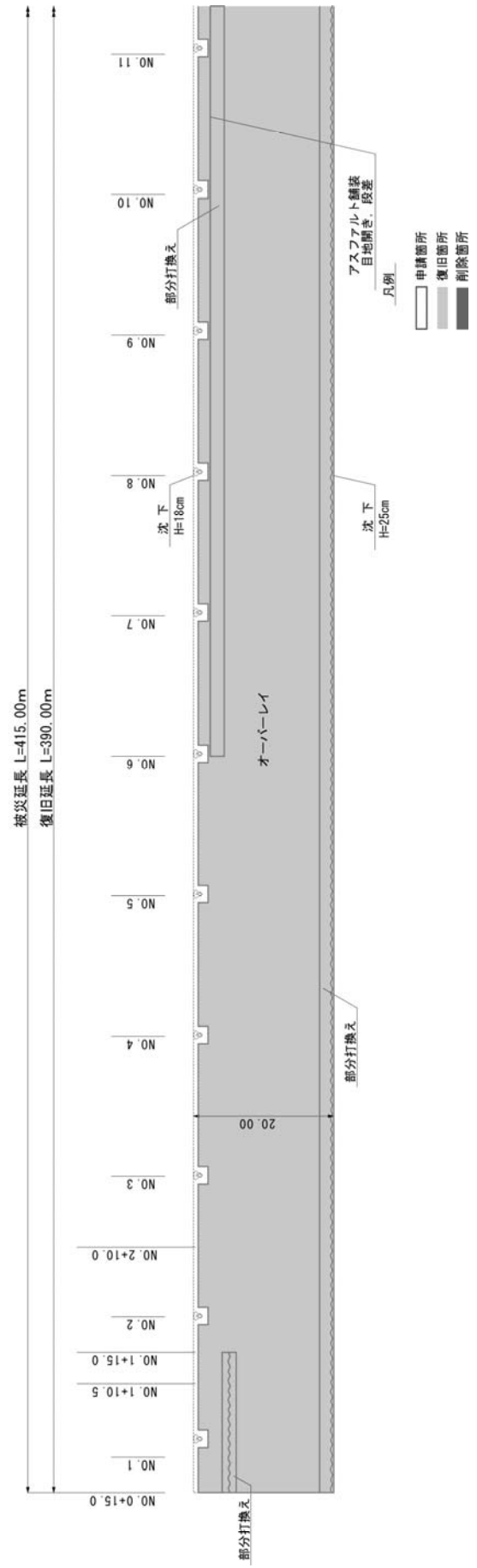
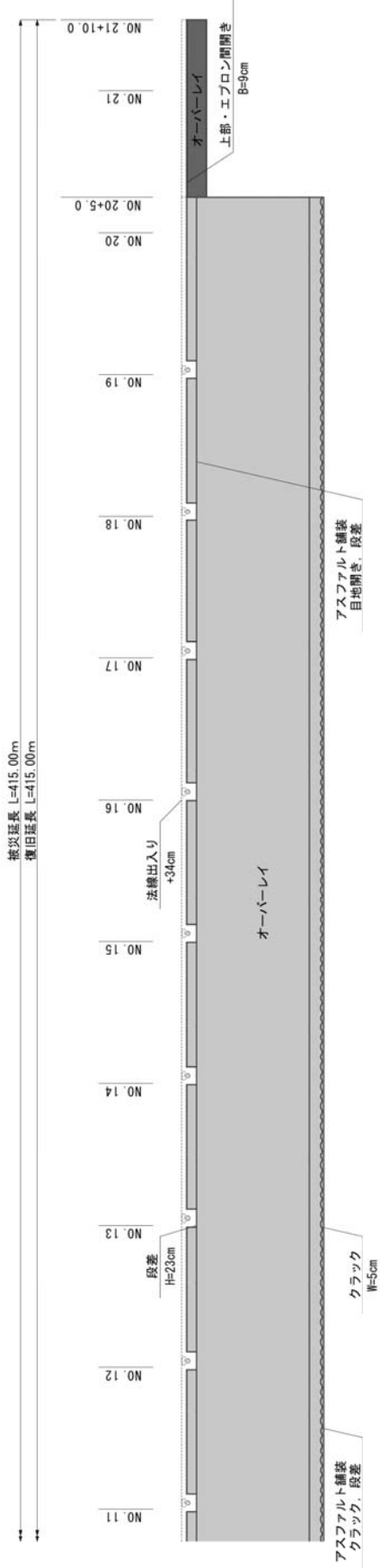


図-4.5.20(a) 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁の復旧後平面図

平面図(2)

復旧後

申請断面



調査断面

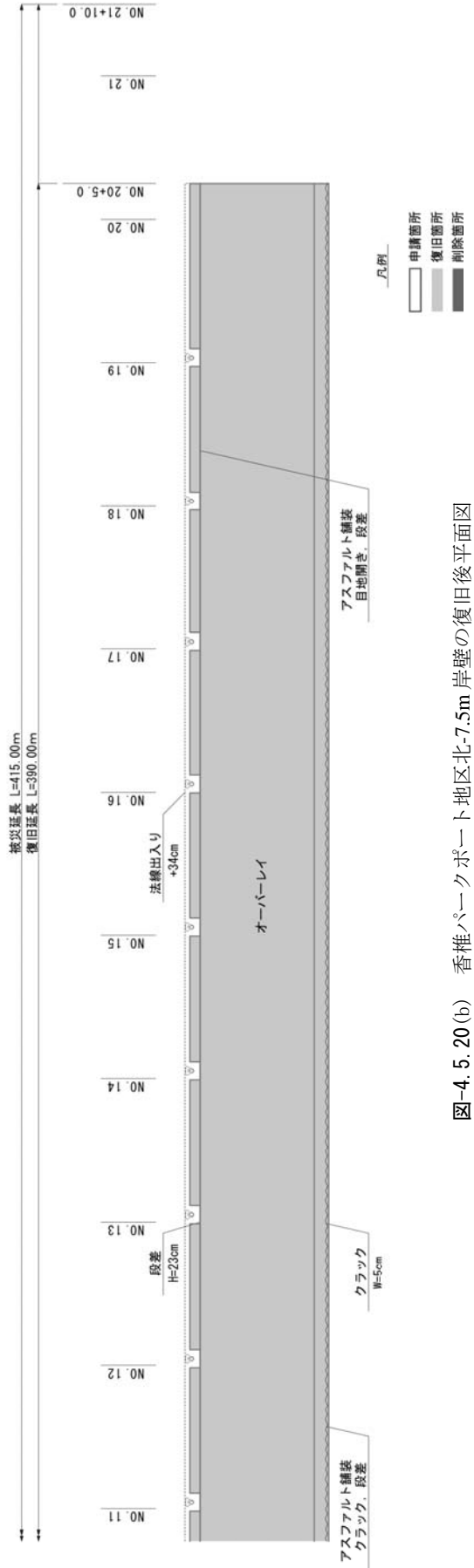
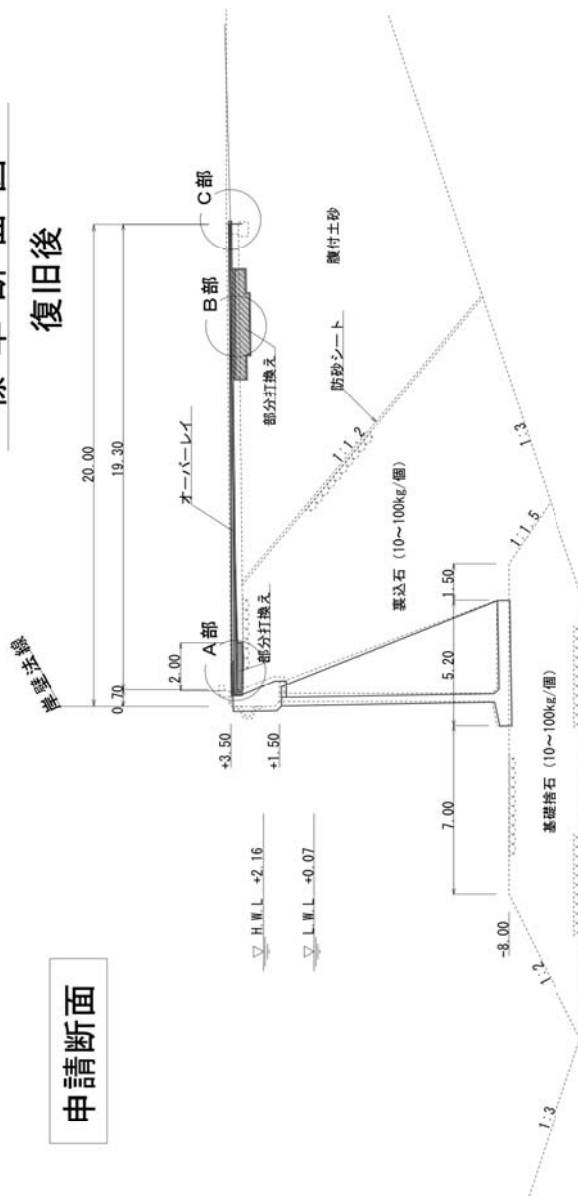


図-4.5.20(b) 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁の復旧後平面図

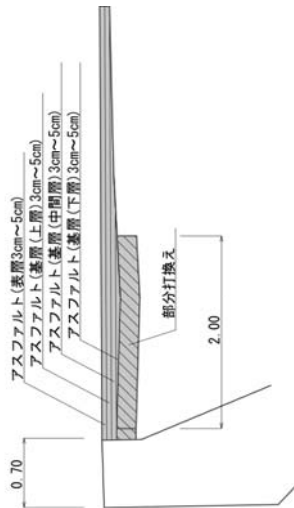
標準断面図



復旧後

申請断面

A部 舗装詳細図



B部 空洞部詳細図

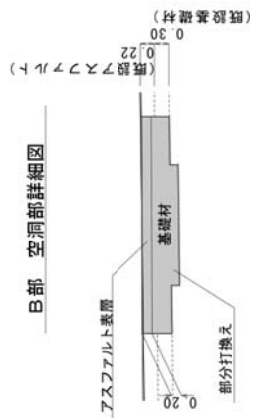


図-4.5.21 香椎パークポート地区北-7.5m岸壁の復旧後標準断面図

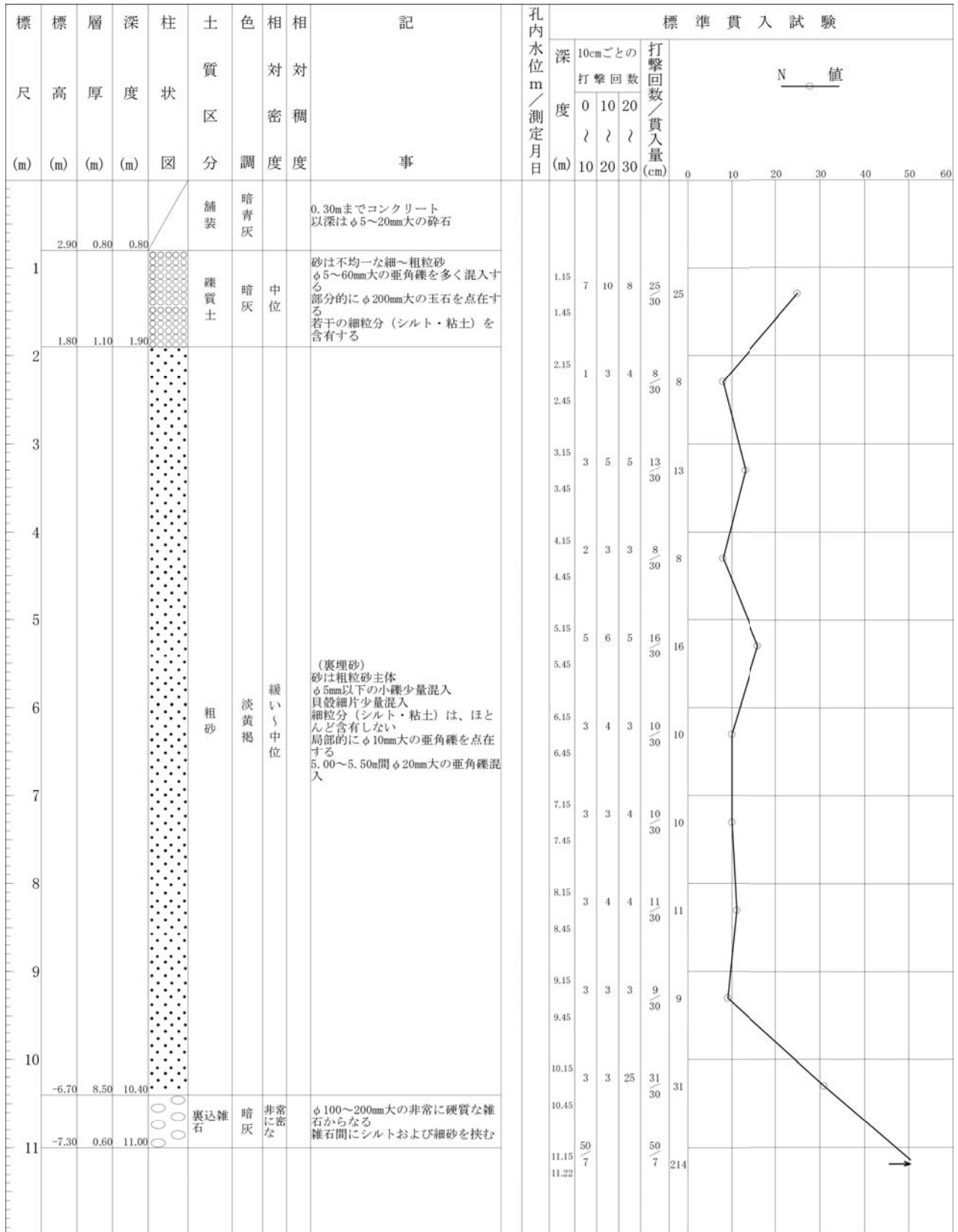


図-4.5.22 香椎パークポート地区北-7.5m 岸壁のボーリング柱状図① (位置は図-4.4.1 参照)

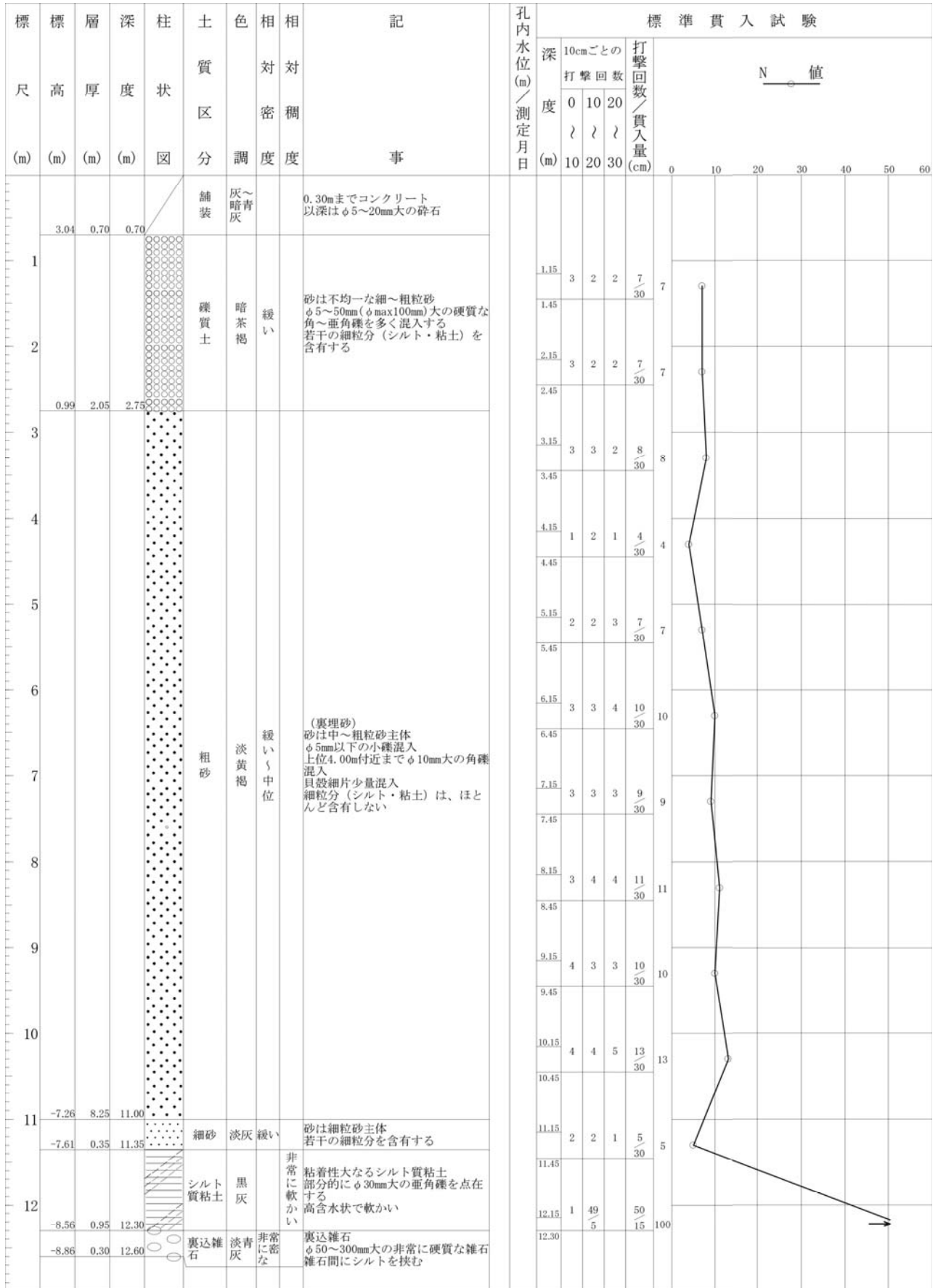


図-4.5.23 香椎パークポート地区北-7.5m岸壁のボーリング柱状図② (位置は図-4.4.1参照)

4.6 アイランドシティ

博多港アイランドシティ地区外貿コンテナターミナルは取扱貨物量の増加、船舶の大型化、コンテナ化に対応するため最新鋭の施設を備えた埠頭である。図-4.6.1に本地区の平面図を示す。現在本ターミナルにおいては中国、韓国、シンガポール等の外貿定期コンテナ航路が就航しており、国際定期コンテナ船が寄港する国際物流ネットワークの拠点となっている。平成16年の国際海上コンテナ貨物の取扱は約21万TEUに達しており、福岡及び九州の経済・産業等において重要な役割を果たしている。以下においては本地区で被害が確認されている-14m栈橋および-11m岸壁について記載する。

(1) アイランドシティ地区-14m栈橋

アイランドシティ地区-14m 栈橋の全景を写真-4.6.1に、標準断面図を図-4.6.2に、被災状況平面図を図-4.6.3および図-4.6.4に、被災状況断面図を図-4.6.5に、クレーンレールの軌間変位の計測結果を図-4.6.6に、復旧断面図を図-4.6.7に、ボーリング柱状図を図-4.6.8および図-4.6.9にそれぞれ示す。図-4.6.2に示すように本施設は直杭式の横栈橋で、土留め部はL型擁壁である。本施設の設計震度は0.05である。

本施設では、図-4.6.5に示すように、土留め部の海側への移動に伴い、土留め部上部工と渡版の接触部において上部工側に損傷が生じ、渡版が傾斜した。また、図-4.6.3に示すように、クレーンレール（陸側）の基礎部とエプロンの境界部でクラック（幅2～5cm程度）が発生している。これらの被害は縦断方向にほぼ一様に発生しており、その延長は約330mに渡っている（図-4.6.3参照）。法線の海側への移動は、図-4.6.4に示すように、最大で3.0cmとなっている。エプロン部の沈下については、図-4.6.4に示すように、全体的に10～20cm程度発生（最大21.3cm）しており、クレーンレール基礎部にそれほど顕著な沈下等の変状がみられないことから、その接合部で段差が発生している。段差の大きさは10cm前後で最大15cmとなっている。

地震後の2005年8月18日には、クレーンレールの軌間変位の計測が行われた。その結果を図-4.6.6に示す。同図では海側および陸側のレールの変位を海側への変位を正として示している。地震の影響により陸側レールは最大で84mm海側に変位した。また、海側レールは最大で48mm海側に変位した。レール幅は当所計画の30mに対して最大で63mm狭まっている（No.06）。なお、海側レールの変位が陸側レールの変位よりも全体的に小さいのは、上述のように、土留め部上部工と渡版の接触部において上部工

側に損傷が生じ、土留め部の変位が100%栈橋本体に伝達されることが無かったためであると考えられる。

復旧は、図-4.6.7に示すように、土留め部L型擁壁の上部コンクリートの撤去・復旧ならびに渡版の撤去・復旧、エプロン部アスファルトのオーバーレイが行われた。復旧前後の上部コンクリートを写真-4.6.2および写真-4.6.3に示す。

本岸壁では被災後に地盤調査が実施されている。ボーリング柱状図を図-4.6.8、図-4.6.9に示す。これらの図から裏埋め土は上部が玉石混りの砂礫、下部はN値が6前後の粗砂を主体とすることが分かる。

(2) アイランドシティ地区-11m岸壁

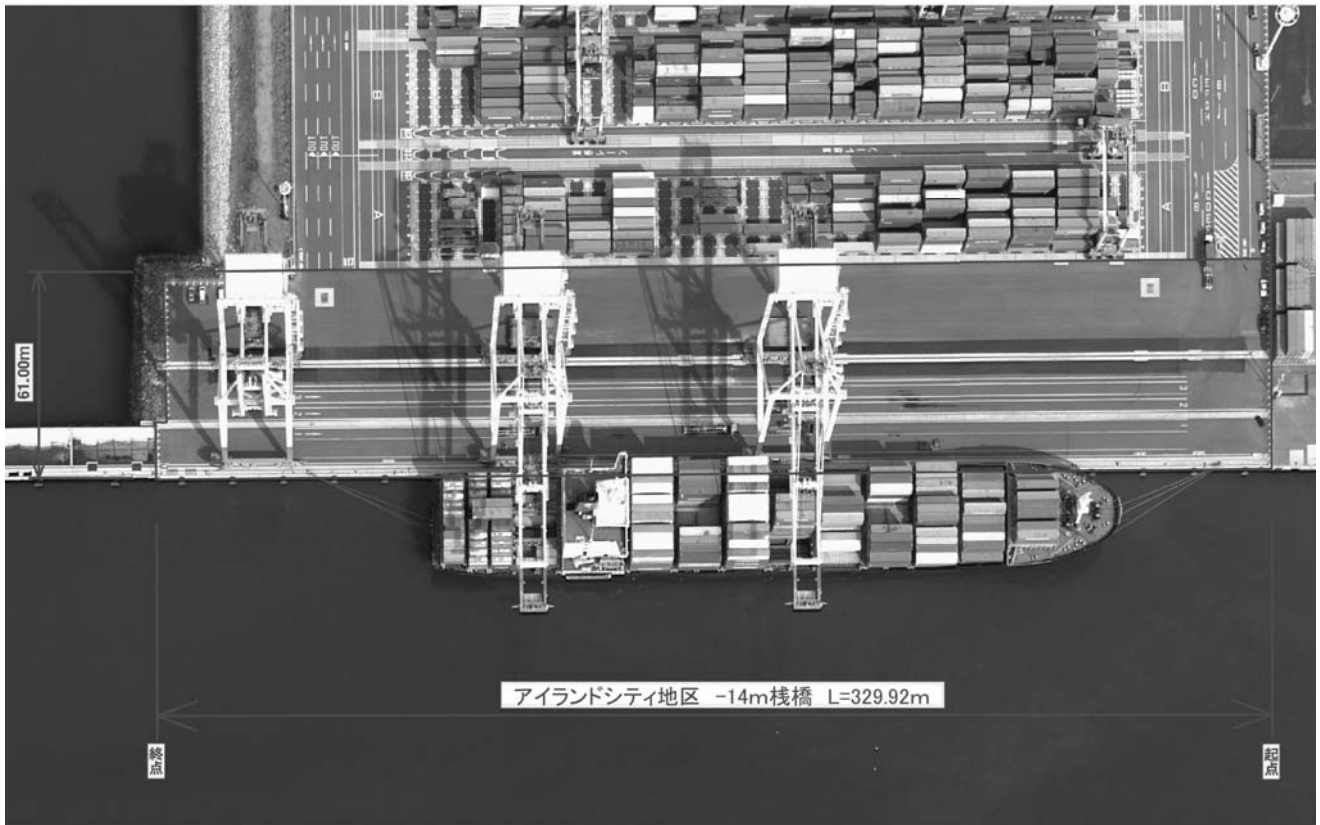
アイランドシティ地区-11m岸壁の全景を写真-4.6.4に、標準断面図を図-4.6.10に、被災状況平面図を図-4.6.11に、被災・復旧断面図を図-4.6.12にそれぞれ示す。図-4.6.10示すように本施設は重力式（ケーソン）岸壁である。本施設の設計震度は0.05である。

本施設では岸壁法線の海側への移動が生じており、これに伴い、ケーソンと裏込石の境界部において、岸壁法線と平行にクラックが生じている。またエプロンでは沈下が生じている。ケーソンの海側への変位は最大で11cm程度、ケーソンと裏込石の境界部におけるクラックは最大で20cm程度、エプロンの沈下量は最大で30cm程度である。



図-4.6.1 アイランドシティ地区平面図

アイランドシティ地区 -14m栈橋 全景



撮影年月日：平成17年4月1日

写真-4.6.1 アイランドシティ地区-14m 栈橋の全景

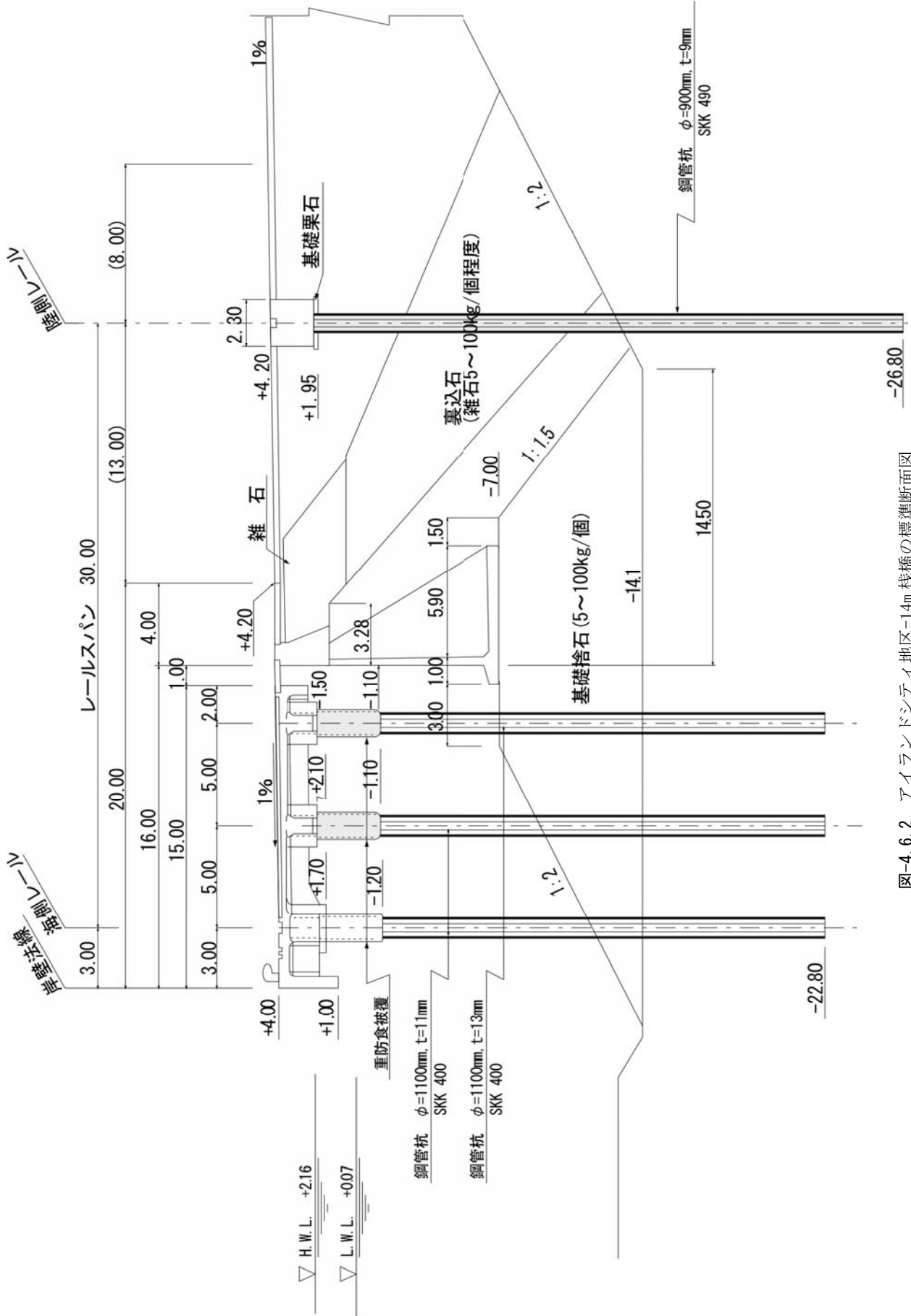


図-4.6.2 アイランドシティ地区-14m 栈橋の標準断面図

平面図(1)

被災後

被災延長 L=329.92m

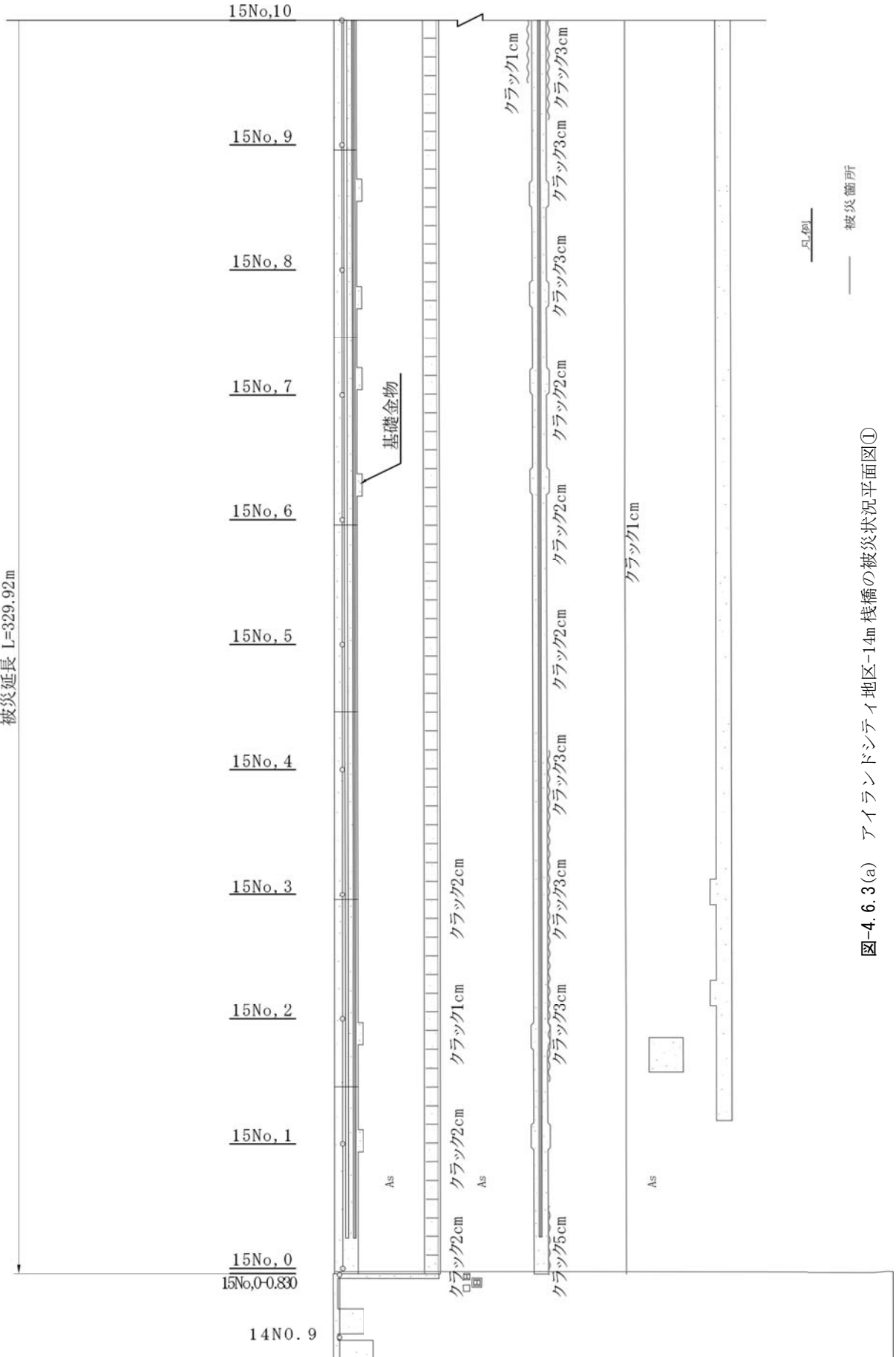


図-4.6.3(a) アイランドシテイ地区-14m 栈橋の被災状況平面図①

平面図(2)
被災後

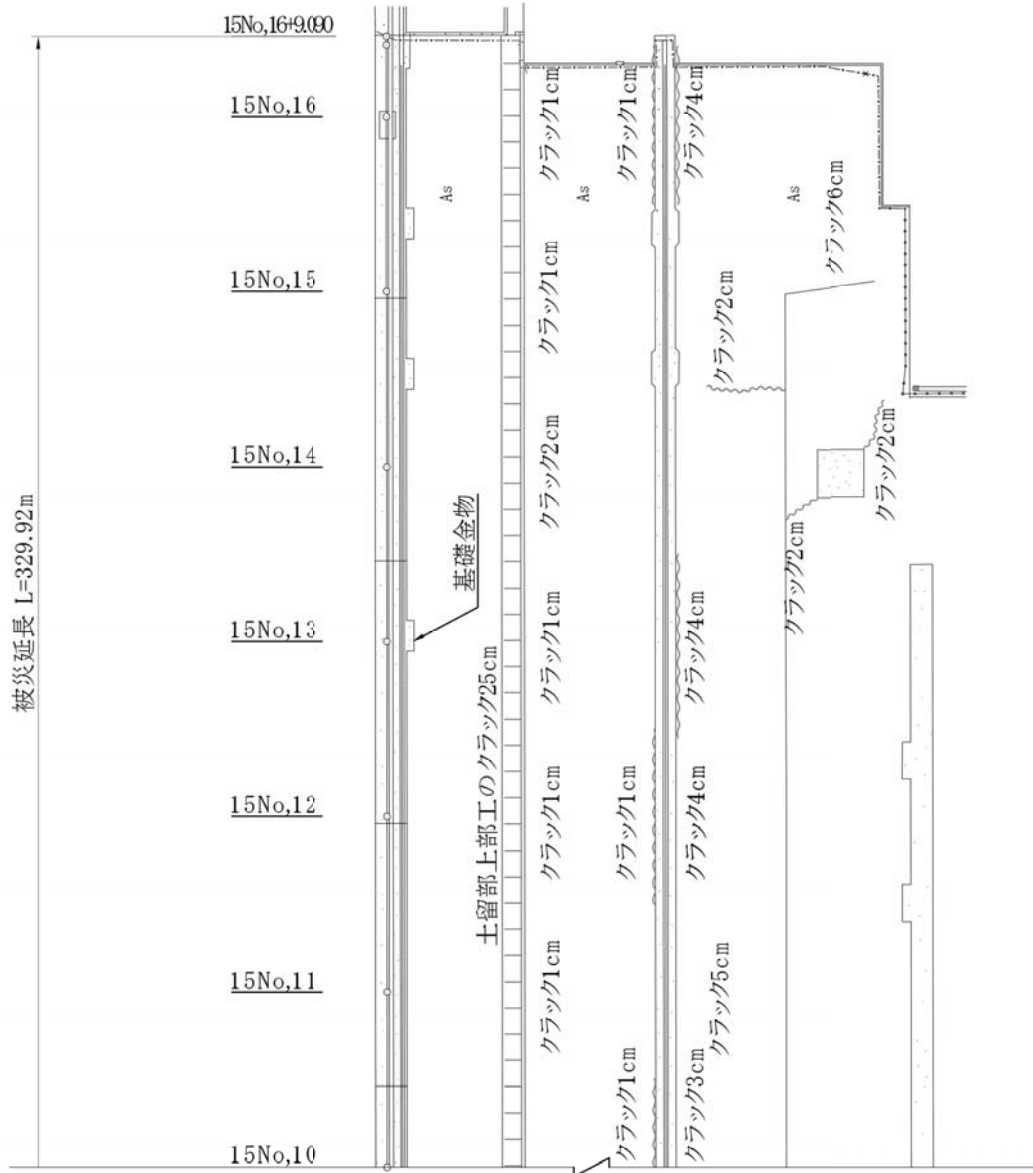


図-4.6.3(b) アイランドシテイ地区-1.4m 栈橋の被災状況平面図②

標準断面図

被災後

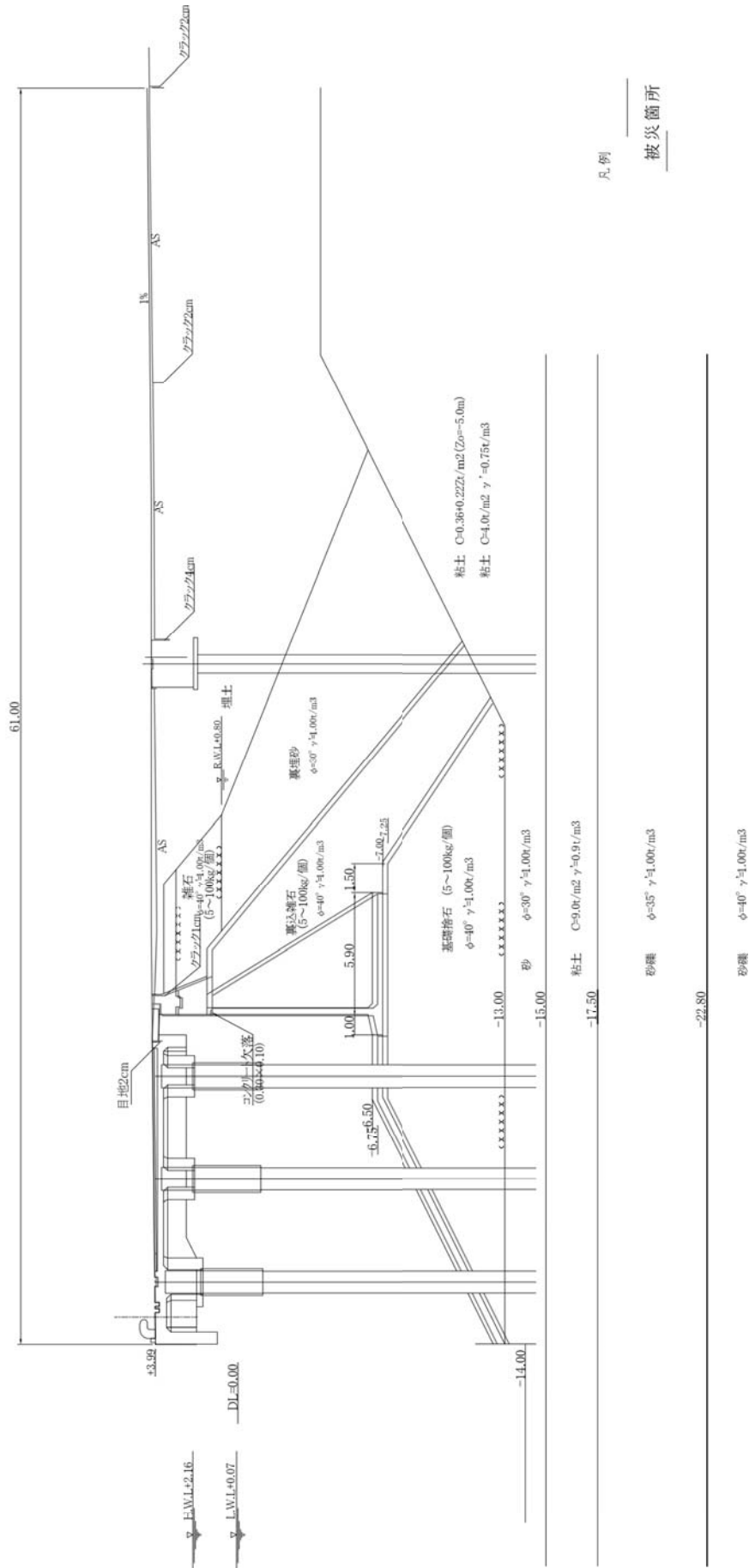


図-4.6.5 アイランドシティ地区-14m 栈橋の被災状況断面図

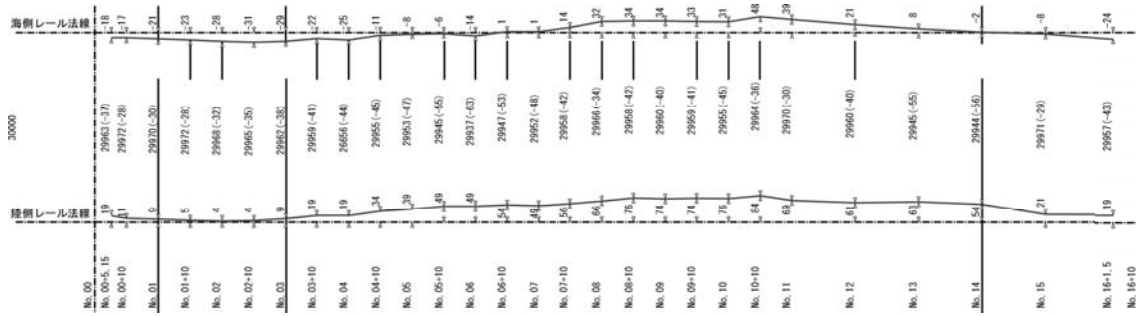


図-4.6.6 アイランドシティ地区-14m 栈橋クレーンレール軌間変位計測結果 (2005年8月18日)

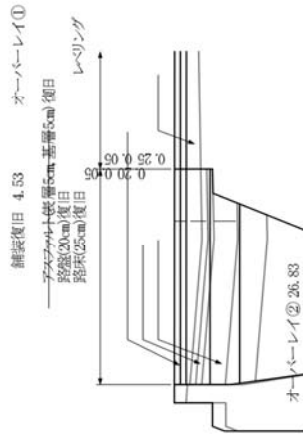


写真-4.6.2 復旧前の上部コンクリートと渡版



写真-4.6.3 復旧後の上部コンクリートと渡版

舗装詳細図 387/301mm



標準断面図
 復旧後

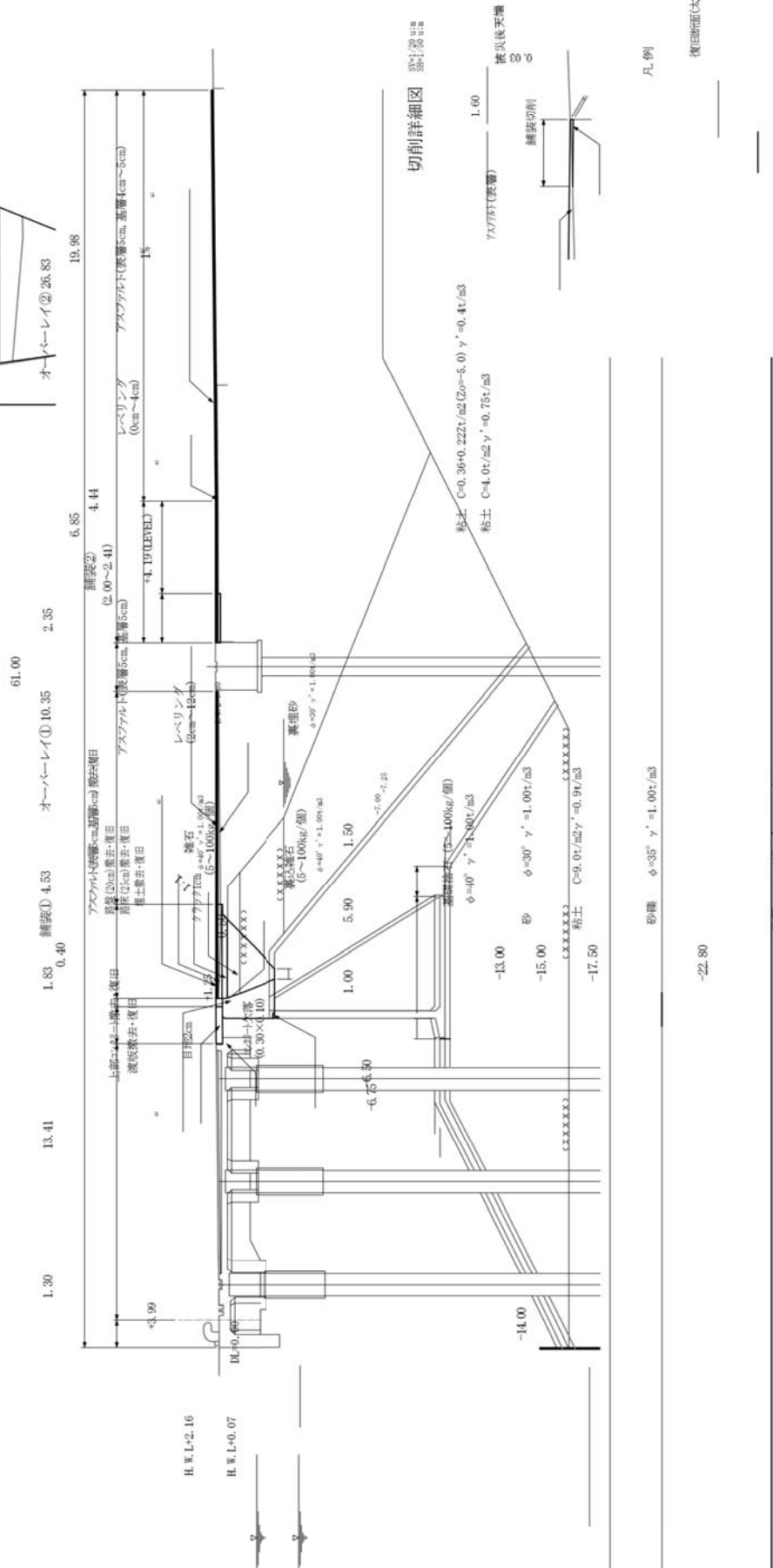


図-4.6.7 アイランドシテイ地区-14m 栈橋の復旧断面図

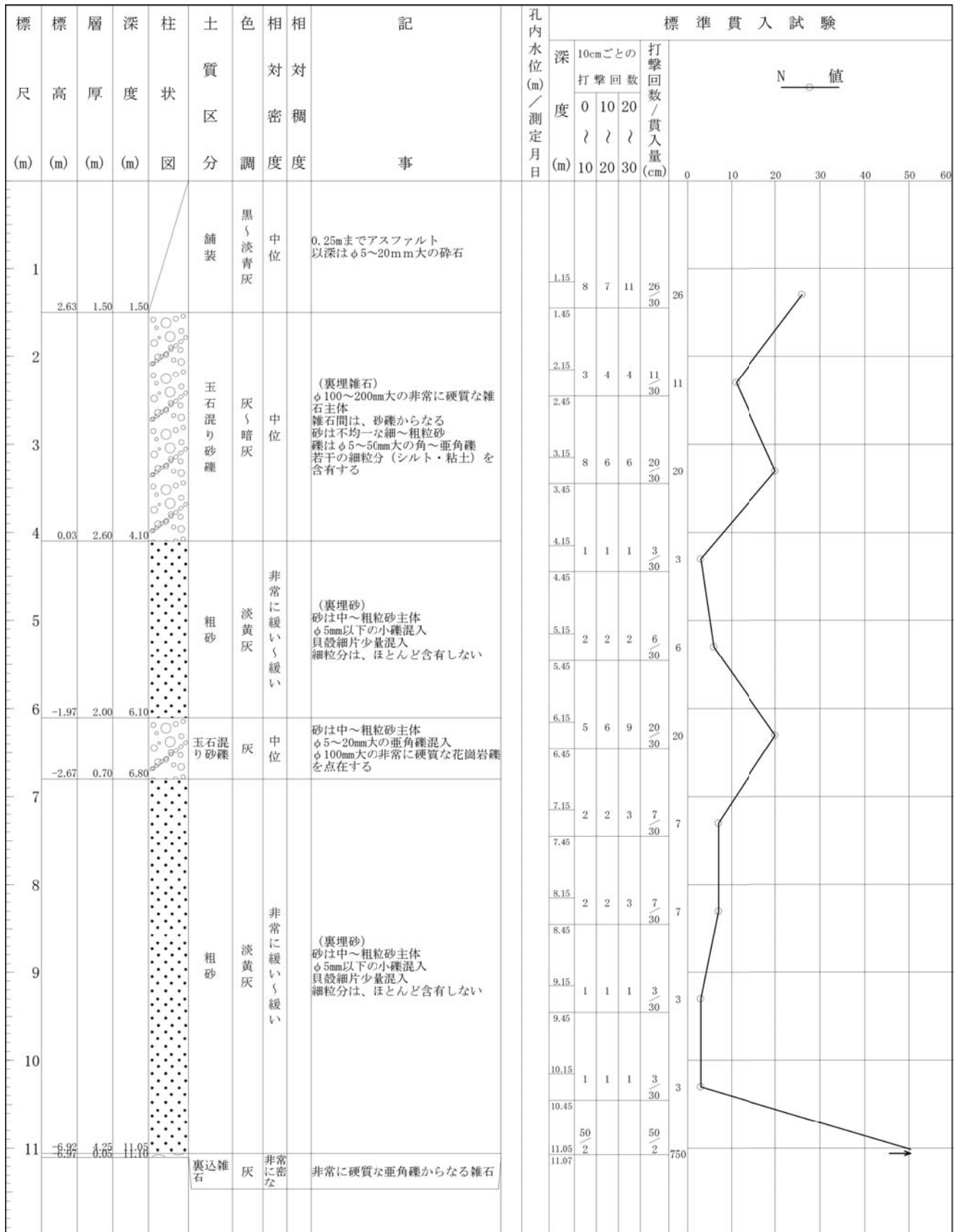


図-4.6.8 アイランドシティ地区-14m 栈橋のボーリング柱状図① (位置は図-4.6.1 参照)

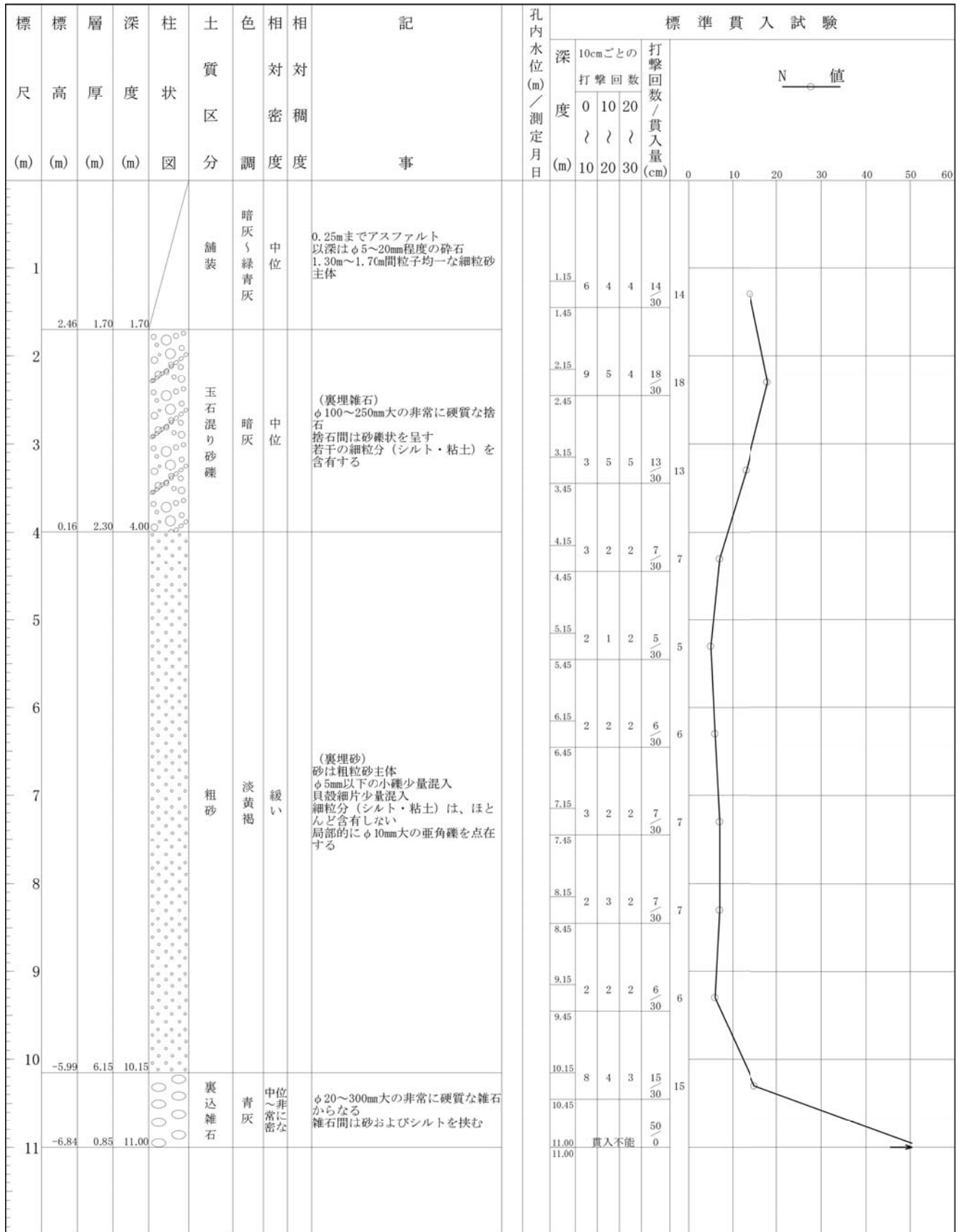
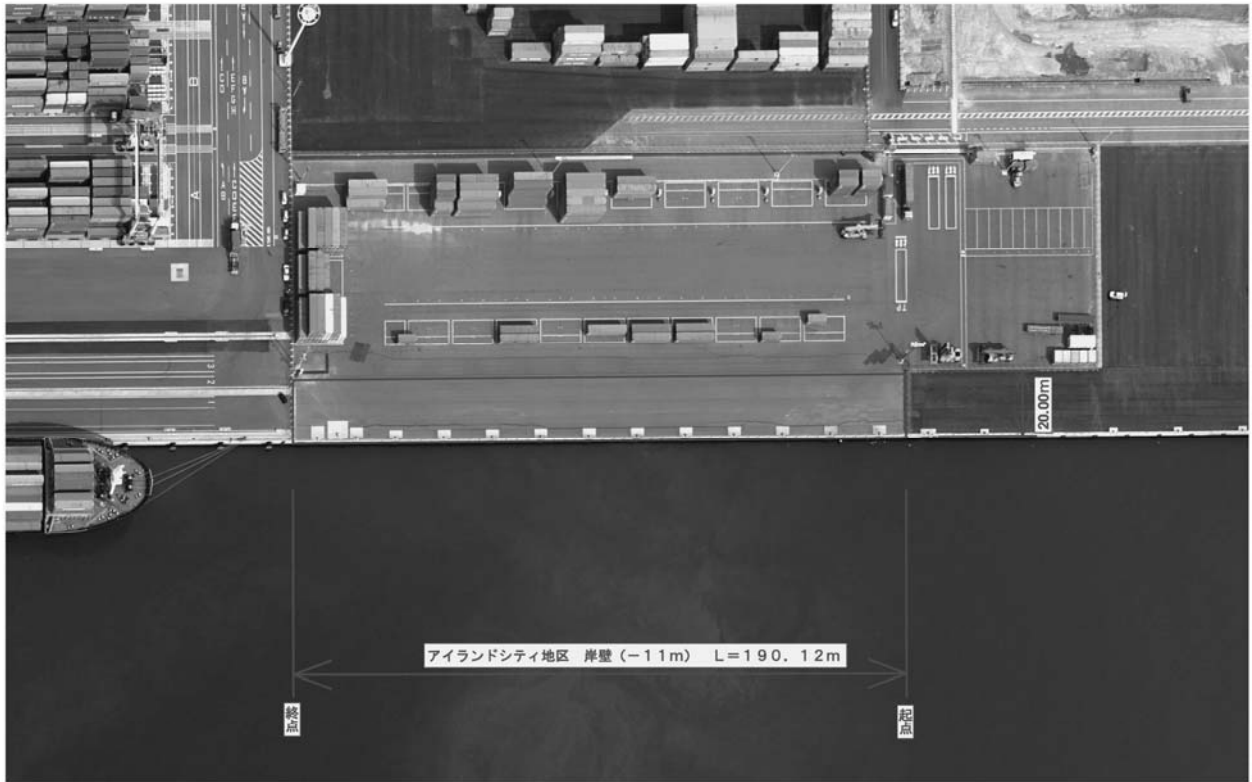


図-4.6.9 アイランドシティ地区-14m 栈橋のボーリング柱状図② (位置は図-4.6.1 参照)

アイランドシティ地区 岸壁 (-11m) 全景



撮影年月日：平成17年4月1日

写真-4.6.4 アイランドシティ地区-11m岸壁の全景

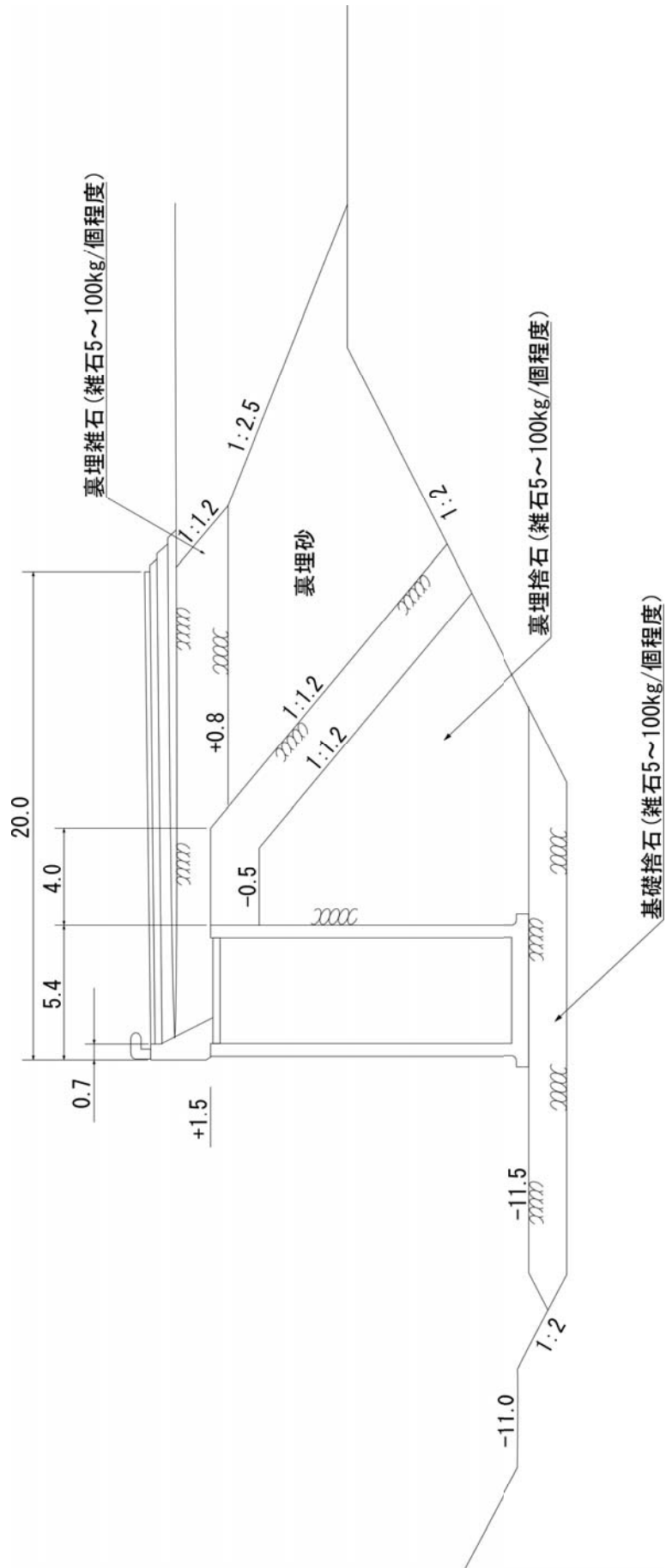


図-4.6.10 アイランドシテイ地区-11m 岸壁の標準断面図

被災・復旧平面図

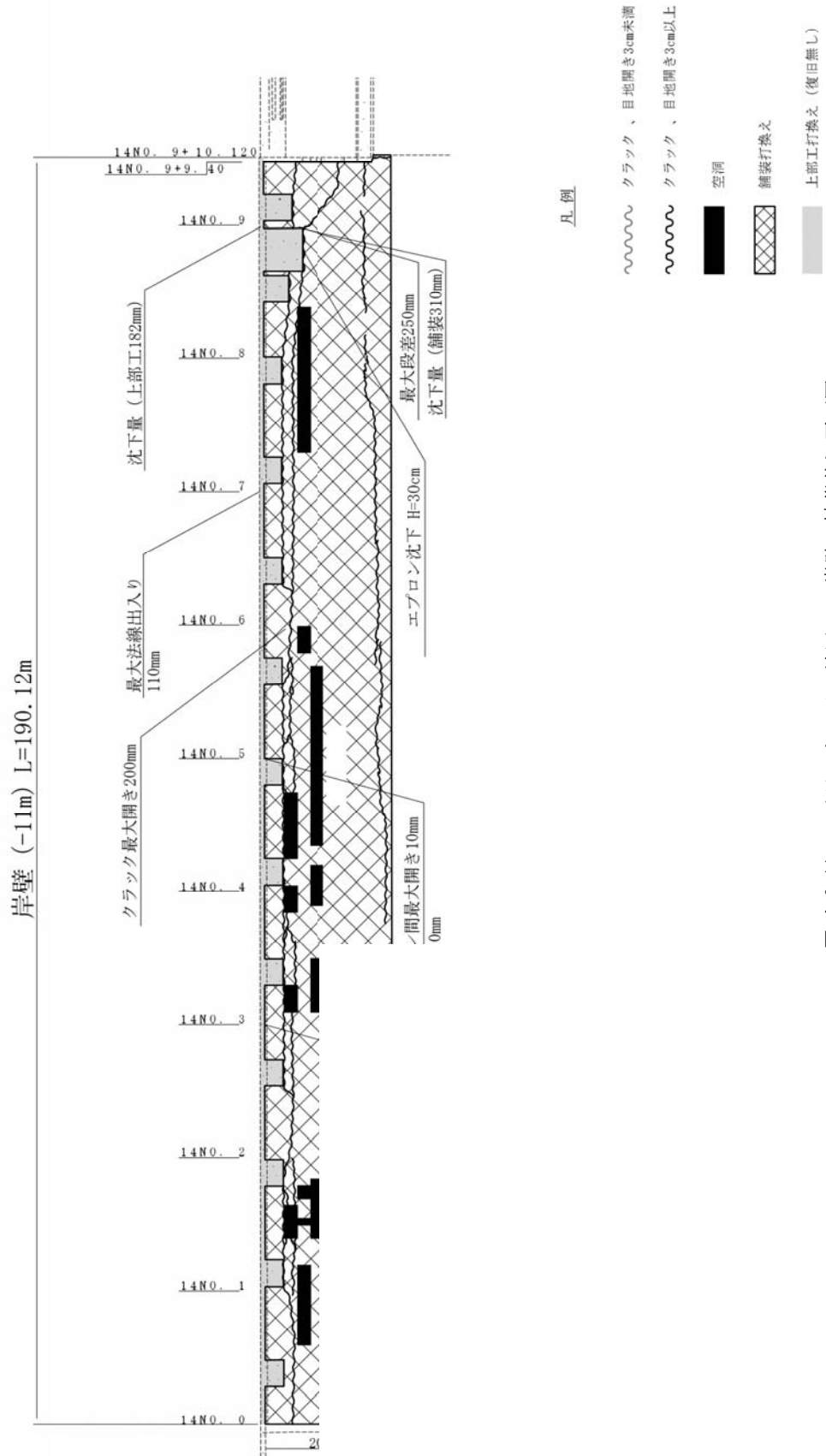
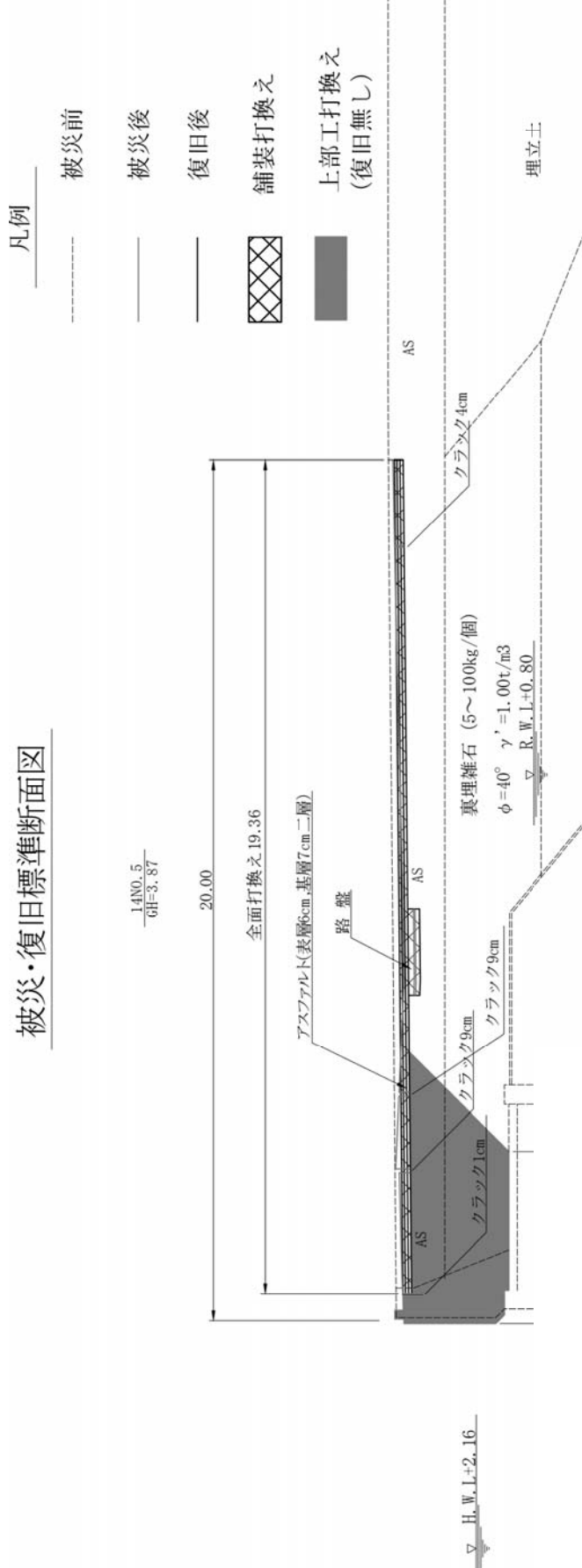


図-4.6.11 アイランドシティ地区-11m 岸壁の被災状況平面図

被災・復旧標準断面図



舗装詳細図

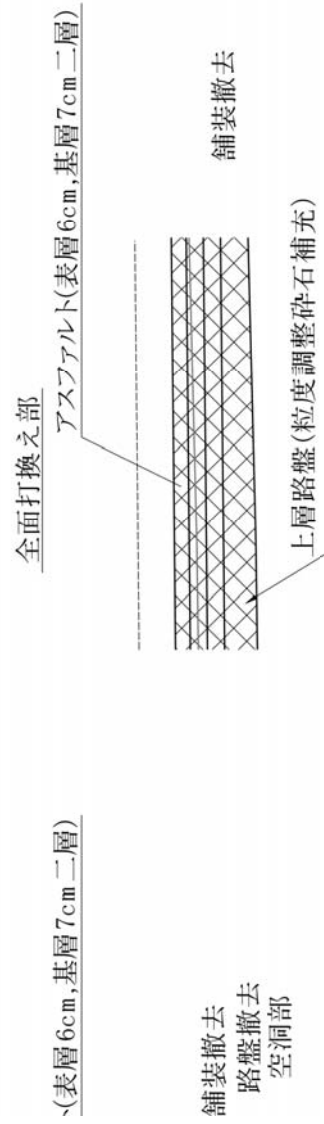


図-4.6.12 アイランドシティ地区-11m岸壁の被災・復旧断面図

5. まとめ

2005年3月20日午前10時53分頃、福岡県の西方沖（北緯33.739°，東経130.176°，深さ9.2km）を震源とする気象庁マグニチュード7.0の地震が発生した。この地震では福岡県福岡市、福岡県前原市、佐賀県みやき町で震度6弱を記録した。消防庁災害対策本部のまとめによると、全壊した住家は133棟、半壊した住家は244棟であり、多くの被害が福岡県の福岡市に集中している。

本地震により、港湾施設では博多港で被害が発生し、主要港湾施設の被害額は220億円（2005年4月1日公表）に達した。また漁港施設では玄海島の漁港等で被害が発生し、被害額は88億円（2005年5月17日公表）に達した。空港施設では震源から比較的近い位置に福岡空港が位置していたが、被害は確認されていない。

博多港では、国有港湾施設61施設のうち38施設が被害を受けた。被害を受けた博多港の施設は、重力式（L型ブロック）岸壁、矢板式岸壁、直杭式横棧橋など多種多様である。最も顕著な被害を受けた施設としては、須崎埠頭の直杭式横棧橋（-11m）、中央埠頭の重力式（L型ブロック）岸壁（-5.5m）、箱崎埠頭の矢板式岸壁（-7.5m）などを挙げることができる。

港湾施設の被害に関して、今回の地震で新たに得られた知見をいくつかまとめてみることにしたい。

須崎埠頭の直杭式横棧橋（-11m）では、土留め部のL型擁壁の海側への変位が最大91cmにのびたが、棧橋本体に関しては、一部で7cmの海側への変位が確認された他は目立った損傷は確認されていない。これは、土留め部上部工と渡版の接触部において上部工側に損傷が生じたため、L型擁壁の変位が渡版を介して棧橋に伝達されることが無かったためである。すなわち、土留め部上部工がヒューズのような役割を果たしたと考えることができる。1995年兵庫県南部地震の際、神戸港の高浜棧橋において、土留め部の海側への変位が渡版を介して棧橋本体に伝達され、棧橋の杭に損傷が生じた状況⁵⁾とは対照的である。一般に直杭式横棧橋の性能設計では杭の損傷程度をコントロールすることが求められる場合が多いので、上に挙げた事例は今後の直杭式横棧橋の性能設計において参考になるものと考えられる。

博多港ではL型ブロックを用いている施設が多いが、今回の地震では、L型ブロック間の目地の開きと裏埋の流出が顕著であった。上述の須崎埠頭-11m 棧橋の土留め部では、**図-4.2.4**および**写真-4.2.3**示すように10カ所でL型ブロック間の目地の開きおよび裏埋の流出が確認されている。中央埠頭西側-10m 岸壁では、**図-4.3.5**に

示すように、20カ所以上でL型ブロック間の目地の開きと裏埋の流出が生じている。中央埠頭北側-5.5m 岸壁では、**図-4.3.7**に示すように、40カ所以上でL型ブロック間の目地の開きと裏埋の流出が生じている。目地の開きと裏埋の流出は、時間の経過とともにエプロン下に空洞を生じる要因となり、地震後の施設の安全な供用に支障をおよぼす恐れがある。今後、地震直後の供用を目的として整備する施設の構造形式の選定に当たっては、L型ブロック式の護岸・岸壁は目地の開きが生じやすい構造形式であるという点に十分留意する必要がある。また、L型ブロックを採用する場合には、ブロックの両端部に扶壁を設けるなど、裏埋の流出を防止するための対策を検討する必要がある⁷⁾。

さらに、今回の地震では、須崎埠頭-11m 棧橋の土留め部において、L型ブロック本体の貫通クラックが2カ所で確認された（**写真-4.2.3**参照）。過去の地震被害では、ケーソン等の堤体が移動する事例は多かったが、堤体そのものが破損する事例はほとんど見られていない。今後の設計において留意すべき事項であると考えられる。

本地震による被害は、比較的設計震度の小さい施設が、やや強い地震動を受けたケースとして位置付けることができる。本稿にとりまとめられた被害状況は、同様のケースにおける港湾施設の被害状況を推定する上で参考になるものと考えられる。また、上述のように、被害を受けた構造物の形式は多岐に渡っており、構造形式毎の地震時挙動について設計者・研究者に多くの情報を提供するものと考えられる。

（2007年5月10日受付）

謝辞

派遣職員の宮田佐代子さんと林公美さんには図面作成、余震観測記録の整理等で助力を得ました。防災科学技術研究所のK-NETの強震記録とF-netのメカニズム解を利用しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 野津厚：2005年福岡県西方沖の地震の震源モデル—経験的グリーン関数を用いた波形インバージョン—，地震2，第59巻，2007年3月，pp.253-270。
- 2) Kinoshita, S. : Kyoshin Net (K-net), Seim. Res. Lett., Vol. 69, 1998, pp. 309-332.
- 3) 佐藤幸博・一井康二・星野裕子・佐藤陽子・宮田正史・森田年一・井合 進：1995年兵庫県南部地震の港湾地域における強震記録，港湾技研資料 No. 907, 1998年6

月.

- 4) 土木学会西部支部福岡県西方沖地震被害調査団：2005年福岡県西方沖地震被害調査報告書，土木学会西部支部，2005年8月.
- 5) 南兼一郎・高橋邦夫・園山哲夫・横田弘・川端規之・関口宏二・辰見夕一：神戸港における横棧橋の被害調査と動的相互作用解析，第24回地震工学研究発表会講演論文集，1997年7月，pp. 693-696.
- 6) 北島昭一・上部達生：矢板岸壁地震時被災の分析，港湾技術研究所報告，Vo. 18, No. 1, 1979年3月，pp. 67-127.
- 7) (財)沿岸技術研究センター：L型ブロック式係船岸の技術マニュアル，2006年3月.

付録 博多港における余震観測

A.1 観測の目的

博多港において発生した被害について、地区毎の被災程度の大小の原因を明らかにするためには、地区毎の揺れの違いを把握することが重要である。また、将来の耐震設計に備えて、想定地震（例えば警固断層の地震）による博多港の各地区の揺れを推定することも重要である。博多港のように規模の大きい港湾では、工学的基盤面以深の深層地盤が港湾内で一様であるとみなすことには無理があり、工学的基盤に下方から入射する地震波も地区毎に異なっている可能性がある。そこで、本震時の地区毎の揺れの違いの解明と、将来の地震による揺れの推定精度向上を目的として、余震観測を実施した。

A.2 観測地点

観測を実施した地点は、アイランドシティコンテナターミナル（管理棟、福岡市東区香椎浜3丁目25番1）および博多港湾・空港整備事務所（福岡市中央区大手門2-5-33）である。以上二点の選定理由は次の通りである。まず、博多港に近接する地点ではすでに福岡市民会館の敷地において防災科学技術研究所が強震観測を実施しており（K-NET福岡）、そのデータは公開されており利用可能である。アイランドシティはK-NET福岡からかなり離れているため、地震動特性が異なる可能性が高く、また博多港の将来的な展開において重要な地区であり、将来の地震による揺れの推定精度を向上させる必要性が高いため、観測点として選定した。一方、博多港湾・空港整備事務所は警固断層を挟んでK-NET福岡と反対側にあると考えられるため、断層の東西における地下構造の相違が地震動に影響を及ぼしているか調べることを意図して余震観測点として選定した。

A.3 観測機器および観測条件

アイランドシティでは2階建て建物の1階床面で観測を行っており、博多港湾・空港整備事務所では4階建て建物の1階床面で観測を行っている。いずれも建物の長辺と短辺に対して地震計が平行になるように設置した。

観測には（株）アカシ製のGPL-6A3Pを使用している（シリアル番号はアイランドシティが720068、事務所が720069）。観測成分は上下・水平の計3成分、イベントトリガー方式で観測を行い、トリガーレベルは2Galに設定した。余震観測のため電圧信号をアンプで10倍に増幅し、20bitのAD変換で収録している。計測可能最大振幅は約200Galである。サンプリング周波数は100Hzとした。写真

-A.1にアイランドシティにおける地震計設置状況を、写真-A.2に事務所における地震計設置状況を示す。観測は4月4日に開始し、4月12日に一回目の回収、4月20日に二回目の回収を行った。10月7日に三回目の回収を行い観測を終了した。

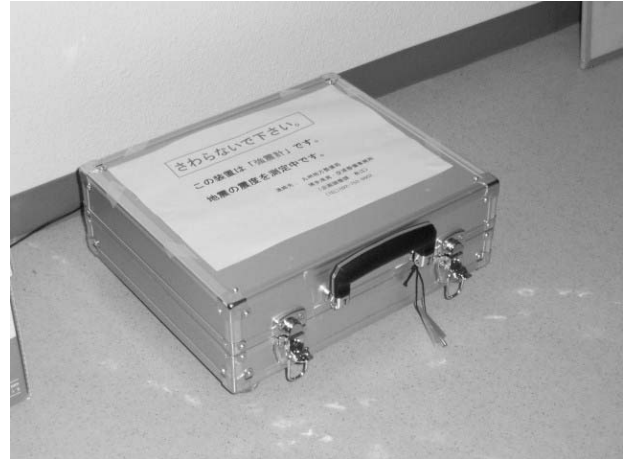


写真-A.1 アイランドシティにおける地震計設置状況



写真-A.2 事務所における地震計設置状況

A.4 観測結果

アイランドシティでは計164の記録が、事務所では計75の記録が得られた。記録一覧を付録CDに示す。これらの記録はP波、S波が時間差をおいて到来するなど地震波としての特徴が表れており、すべて地震によるものと判断される。一つの記録の中に複数の地震が記録されている場合もあるので、観測された余震の数はこれより多いことになる。アイランドシティでより多くの記録が得られたのは、余震発生域の一つがアイランドシティに近い海の中道付近に存在していたためと考えられる。アイランドシティで得られたいくつかの記録はPS時間が短く、震

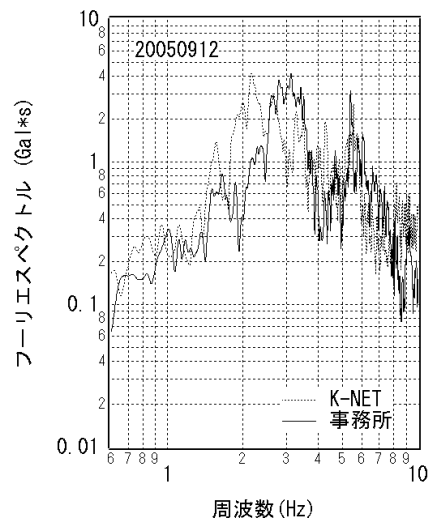
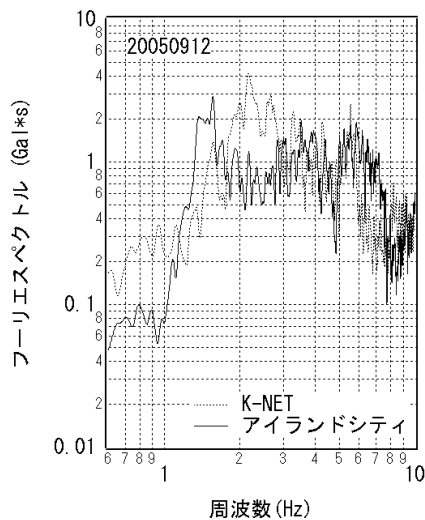
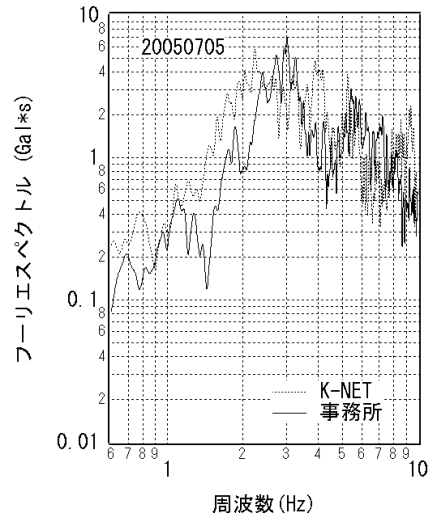
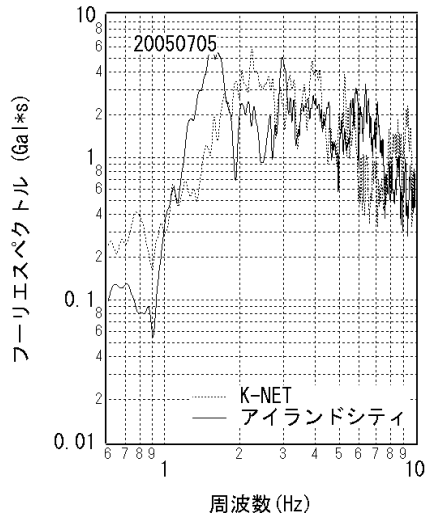


図-A.1 アイランドシティとK-NET福岡（福岡市民会館）における記録のフーリエスペクトルの比較

図-A.3 事務所とK-NET福岡（福岡市民会館）における記録のフーリエスペクトルの比較

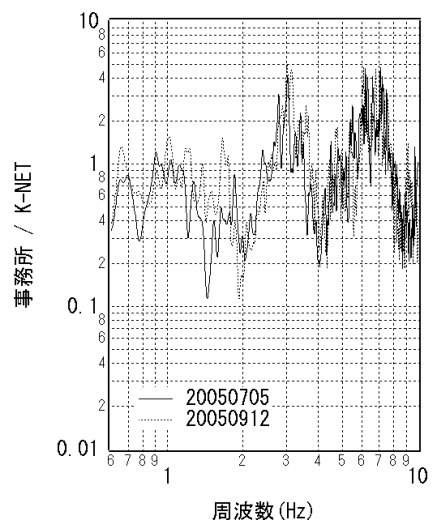
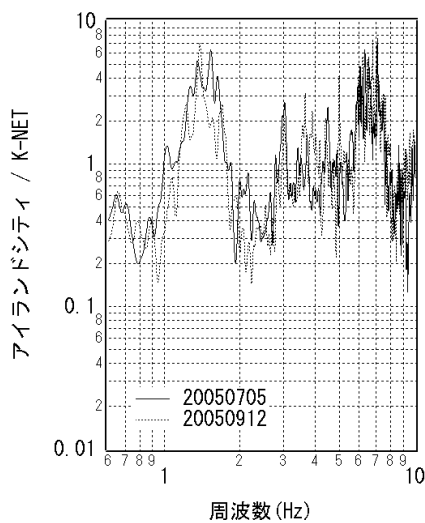


図-A.2 アイランドシティとK-NET福岡（福岡市民会館）における記録のフーリエスペクトルの比

図-A.4 事務所とK-NET福岡（福岡市民会館）における記録のフーリエスペクトルの比

源距離が小さいことを伺わせる。観測記録のうち、気象庁の震源データと対応のついたものについては、付録CDの記録一覧に発震時刻、震央、深さ等を示している。なお、付録CDの記録一覧にはトリガー時刻も示しているが、今回は観測期間中に時刻補正を実施しなかったため、トリガー時刻は異なるイベントを区別できる程度の精度しかないという点に御注意いただきたい。

観測された余震のうち、K-NET福岡で記録の得られた余震については付録CDの記録一覧の右端の欄に○印を付けた。これらの記録のうち、比較的震源距離の大きい2005年7月5日5:10の余震(M4.2)と2005年9月12日20:18の余震(M4.1)について、アイランドシティおよび事務所の記録とK-NET福岡の記録との比較を行う。震源距離の小さい地震の場合、震源から複数の観測点に対して同じような地震波が放射されているとは限らないし(ラディエーション係数と破壊伝播効果の影響)、また震源から複数の観測点までの距離の違いの影響も無視できなくなる。そのため、ここでは震源距離の比較的大きい記録に注目する。

これら二つの地震に対して、アイランドシティで得られた記録とK-NET福岡で得られた記録のフーリエスペクトル(水平2成分のベクトル和をとりバンド幅0.05HzのParzen windowを作用させたもの)の比較を図-A.1に示す。また、K-NET福岡の記録を分母としたスペクトル比を図-A.2に示す。これらの地震に対し、K-NETの記録は0.6Hz以下でSN比が良好でない判断されたため、図では0.6Hz以上の範囲を示している。これらの図からわかるように、アイランドシティではK-NET福岡よりも0.6-1Hz程度の成分は少ない傾向にあり、逆に1.3Hz程度の成分は多い傾向にある。この傾向は地震による違いは少ない(図-A.2)。アイランドシティの記録に見られる1.3Hz付近のピークは、アイランドシティの観測点における地盤の固有振動数に相当するものと考えられる。K-NET福岡ではアイランドシティよりも0.6-1Hz程度の成分が多いことになるが、これはK-NET福岡における深層地盤の影響によるものである可能性がある。

事務所の記録とK-NETの記録について同様の比較を行った結果を図-A.3と図-A.4に示す。図-A.4は、ちょうど2.0Hz付近にスペクトル比の極小値があり、2.7Hz付近にスペクトル比の極大値があることを示している。すなわち、K-NET福岡(福岡市民会館)では2.0Hz程度の成分が相対的に増幅されやすく、大手門の事務所では2.7Hz程度の成分が相対的に増幅されやすい。福岡市における基盤岩等深度線¹⁾によると、K-NET福岡は基盤岩深度が-15m程度のところに位置しており、一方、大手門の事務所は

基盤岩深度が-10m程度のところに位置している。したがって、両地点における卓越周波数の違いは、両地点における堆積層厚の違いによるものと考えられる。

博多港のように、地震活動度の低い地域で取得された地震観測記録は貴重である。いったん取得された記録は、適切に保存されれば、100年後の耐震設計においても活用することができるはずである。今回得られた記録を今後の耐震設計および研究において最大限活用していただくため、取得された記録のデジタルデータを付録CDに収録している。

参考文献

- 1) (社)九州地質調査業協会福岡地盤図作成グループ：福岡地盤図，帝国地図，1981年。