

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

I. 業務概要編

I-1. 業務目的

本業務は、東北地方太平洋沖地震および津波で被災した宮古港および久慈港の港湾施設を対象に、被災状況調査を行い、地震または津波による被災原因の究明及び施設復旧設計の基礎資料を得る目的で実施した。

I-2. 業務場所

久慈港及び宮古港 (図1、図2参照)



図1 久慈港平面図



図2 宮古港平面図

I-3. 履行期間

- (1) 当初 : 平成23年3月25日～平成23年3月31日
- (2) 変更 : ～平成23年6月10日
- (3) 二次変更 : ～平成23年7月29日
- (4) 三次変更 : ～平成23年8月31日

I-4. 業務内容及び数量

名称	当初契約			二次変更契約				四次変更契約				
	数量	参考数量	摘要	変更数量		増減		変更数量		増減		摘要
				数量	参考数量	数量	参考数量	数量	参考数量	数量	参考数量	
計画準備	1式			1式		0	0	1式		0	0	
打合せ	1式	2回		1式	2回	0	0	1式	2回	0	0	
潮位観測	2港	30昼夜		2港	30昼夜	0	0	2港	30昼夜	0	0	
潮位解析			調和分解、基準面決定					2港	30昼夜	2港	30昼夜	
構造物陸上の形状調査	1式	1,065測点		1式	1,065測点	0	0	1式	3,943測点	1式	2,878測点	
構造物陸上の形状調査(2)				1式	1,420測点	1式	1,420測点	1式	4,476測点	1式	3,056測点	
構造物水中部の形状調査	1式	1,836,248㎡ (参考) 45.43km		1式	1,836,248㎡	0	0	1式	1,863,350㎡ 852測点	△1式	△172,898㎡ 852測点	(参考) 原45.43km 変更91.0km
エプロン部の空量化調査	1式	5,874㎡		1式	5,874㎡	0	0	1式	27孔 12,528㎡	1式	27孔 6,652㎡	
矢板式岸壁の目地の確認	1式	18,464㎡		1式	18,464㎡	0	0	1式	13,274㎡	△1式	△5,190㎡	
海象観測装置点検・調査業務			潮位計、波高計点検等					2港				
水域施設の状況調査			ナローマルチ測深					1式	1,796,709㎡	1式	1,796,709㎡	(参考) 73.8km
潜水目視調査								1式	13箇所 41,809㎡	1式	13箇所 41,809㎡	
タイロッド調査								1式	2箇所	1式	2箇所	
構造物水中部の詳細調査			サイドスキャンソナー調査					1式	659,900㎡	1式	659,900㎡	(参考) 21.9km
防波堤の土質調査			海上ボーリング					1式	3孔	1式	3孔	

I-5. 業務実施基本方針

本業務実施にあたっては、下記の事項を実施基本方針とした。

(1) 安全管理の徹底

特に、余震が続く中での作業であったので、津波に対する安全対策を徹底した。以下に、その例として宮古港における避難経路図を以下に添付する。



図3 避難経路図(宮古港)

(2) 早期の復興を踏まえ、速やかな速報版の提出

速報版提出の指定日を厳守するために、海域調査は、久慈港と宮古港に分けて2班体制で実施した。なお、陸上部の測量についても、適宜、久慈港と宮古港に分けて2班以上の体制で実施した。加えて、久慈港、宮古港の現地においては、各班2名の資料整理専任技術者を配置した。

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

I. 業務概要編

I-7. 実施工程

工 種	単位	数量	3 月		4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		備 考
			10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	
1. 計画準備															
計画準備	式	1													
打合せ	式	1													
2. 宮古港															
潮位観測	港	1													
構造物陸上の形状調査 1級基準点測量	点	15													
構造物陸上の形状調査 単点測量(地形測量)	測点	3,316													GPS, TS
構造物陸上の形状調査(2) 3級基準点測量	点	2													
構造物陸上の形状調査(2) 4級基準点測量	点	20													
構造物陸上の形状調査(2) 単点測量(地形測量)	測点	864													TS
構造物水中部の形状調査 ナローマルチビーム測深	m ²	938,420													ナローマルチビーム
構造物水中部の形状調査 潜水土による横断測量	測点	852													
水域施設の状況調査 ナローマルチビーム測深	m ²	807,000													ナローマルチビーム
エプロン部の空洞化調査	孔	27													レーダー探査
矢板式岸壁の目地部の確認	m ²	13,274													
海象観測装置点検・調査業務	港	1													
潜水目視調査	m ²	33,080													
タイロッド調査	箇所	2													
構造物水中部の詳細調査	m ²	659,900													サイト・スキャンナー
防波堤の土質調査	孔	3													ボーリング調査
3. 久慈港															
潮位観測	港	1													
構造物陸上の形状調査 1級基準点測量	点	13													
構造物陸上の形状調査 単点測量(地形測量)	測点	627													GPS
構造物陸上の形状調査(2) 3級基準点測量	点	7													
構造物陸上の形状調査(2) 4級基準点測量	点	40													
構造物陸上の形状調査(2) 単点測量(地形測量)	測点	3,612													TS
構造物水中部の形状調査 ナローマルチビーム測深	m ²	724,930													ナローマルチビーム
水域施設の状況調査	m ²	989,709													ナローマルチビーム
海象観測装置点検・調査業務	港	1													
潜水目視調査	m ²	8,729													
4. 解析整理(速報版作成含む)	式	1													
5. 業務完成図書作成	式	1													

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

II. 調査方法

現地調査実施に際しては、陸上から対象施設の目視可能な上部工、エプロンの損傷状況等について写真撮影を行い、被災状況について事前に把握した中で下記に測量調査を実施した。

II-1. 潮位観測

(1) 実施目的

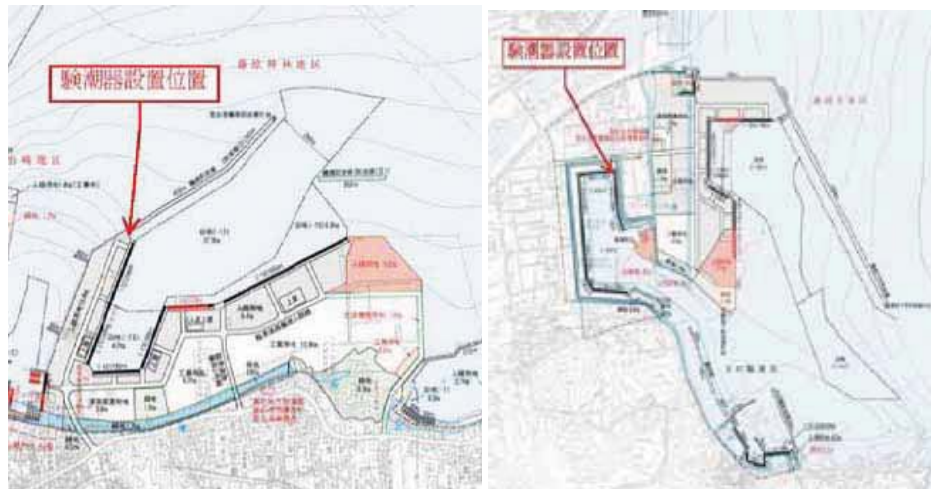
本業務対象域は、東日本大震災に伴う地殻変動により水準点等の標高に変動が予想された。従って、潮位観測及び潮位解析は、港湾構造物の高さと水深の基準面を決定するために実施した。

(2) 調査方法

久慈港、宮古港においては、高さの基準面を決めるため、簡易観潮器を設置して 30 昼夜の潮位観測及び調和解析を行ない、最低水面（工事用基準面）を求めて高さの基準面を決定した。基準面は観測資料と過去 5 年の既往観測資料を用いて暫定値を決定した。潮位観測の観測諸元は、下表のとおり。

潮位観測の諸元

港名	施設名	設置位置	観測期間	観測器名	観測間隔
宮古港	藤原第一埠頭岸壁取付先端	緯度 39° 38' 02" N 経度 141° 58' 19" E	4月4日-5月6日 (33日間)	ATD-HR 水圧式観潮器	5分
久慈港	諏訪下地区-4.5m護岸	緯度 40° 11' 43" N 経度 141° 47' 44" E	3月31日-5月6日 (36日間)	RMD 水圧式観潮器	5分



宮古港観潮箇所（藤原第一埠頭岸壁取付先端）

久慈港久慈港観潮点（諏訪下地区-4.5m岸壁）

図4 観潮器設置位置

II-2. 構造物陸上の形状調査

(1) 実施目的

観測は目視及び通常写真も併用して実施した。水面より上の構造物形状調査は、港湾構造物である防波堤における転倒、滑動、沈下の状況、係留施設における不陸、法線はらみの状況等について把握し、災害復旧事業に伴う設計資料を収集する目的で実施した。

(2) 調査方法

構造物の変位量を把握するため、上部工または本体工を対象に VRS-GPS およびトータルステーション（TS）を用いて位置及び高さの測量を実施した。なお、測量を実施した 3 月末～4 月の期間の電子基準点データは、震災前の成果を基に配信されており、震災による地盤変動量は加味されていない値である。したがって、使用した電子基準点間に大きな変動較差が無い限り震災前とほぼ同じ値として計算される。今回の調査では、港湾内の施設の相対的な位置精度と、加えて、速やかな速報版の提出が認められていたので、VRS-GPS 測量を主に使用した。なお、GPS で測定した標高値は、震災前の T.P. を基準としており、各港で決められた以下の管理用基準面：DL に変換し成果とした。なお、基準点測量の実施は、震災後の電子基準点の成果が使用可能となった 6 月に、既設港湾基準点または新設点において 1 級基準点測量を実施した。

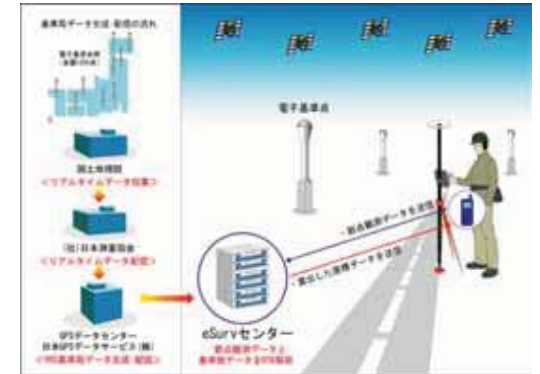


図5 VRS-GPS 測量概念図

- ① 宮古港管理用基準面：(T.P. -0.773m)
- ② 久慈港管理用基準面：(T.P. -0.720m)

II-3. 構造物陸上の形状調査(2)

(1) 実施目的

構造物形状調査(2)は、海岸保全施設である防潮堤、海岸護岸、陸間における転倒、滑動、沈下の状況、作動状況（陸間）等を把握し、災害復旧事業に有効な基礎資料を収集する目的で実施した。

(2) 調査方法

① 構造物の被災状況の把握

被災箇所やその周辺の被災状況については、その現況について現地調査し、その位置、被災状況等について記録した。また、この現地調査においては、出来る範囲でその被災状況から、被災したメカニズムについて考察した。

② 写真撮影

被災状況についてはその状況を第三者がみても十分理解できるよう、適切な写真撮影を行った。

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

II. 調査方法

③ 基準点測量

縦断測量に必要な基準点は、3級および4級基準点測量により設置した。3級基準点測量はGPSスタティック観測で実施し、4級基準点測量はTSによる多角測量により実施した。

④ 縦横断測量

構造物の天端高は目地ごとにより実施し、測定方法は、オートレベルによる直接水準測量、あるいは、TSによる間接水準測量で実施した。

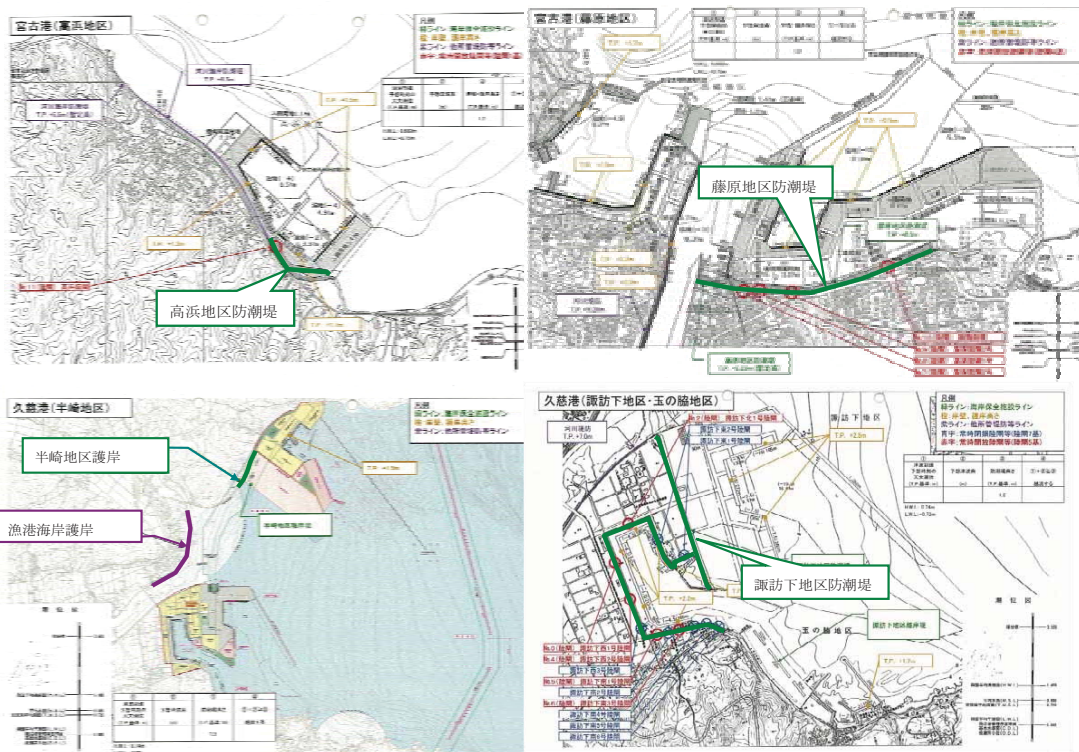


図5 構造物陸上の形状調査(2)対象施設

II-4. 構造物水中部の形状調査, 水域施設の状況調査

(1) 実施目的

構造物水中部の形状調査は、ナローマルチビームにより①外郭施設等の防波堤のマウンドの変状、法尻地形の変状、周辺地形を把握、②係留施設の洗掘・堆積を把握、③水域施設における水深確認並びに異常物分布についても把握し、災害復旧事業に有効な基礎資料を収集する目的で実施した。

(2) 調査方法

水中部構造物の変状及び海底地形状況を把握するため、構造物基礎及び泊地を対象にナローマルチビーム測深機 SEABAT8125 型 (久慈港) および SEABAT810 型 (宮古港) を使用して面的深浅測量を実施した。外郭施設と係留施設等の構造物の側面については、ナローマルチビーム測深機のソナーヘッドを外側水平まで測得できるよう傾け、水面近くまで水深データを取得できるよう実施した。また、測量船が進入出来なかった個所においては、必要に応じて潜水士による横断測量補完した。

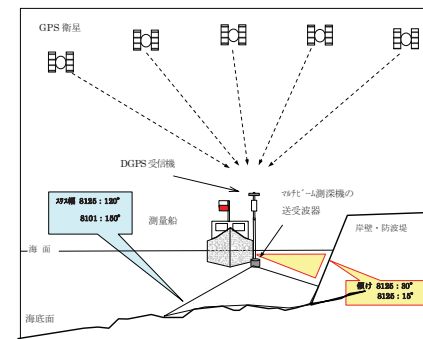


図6 測深概要図

II-5. エプロン部の空洞化調査

(1) 実施目的

エプロン部の空洞化調査は、地中レーダー装置で実施し、地盤浅部の空洞の存在を非破壊的に探査し、空洞箇所を抽出する目的で実施した。また、確認された空洞箇所は、ハンマードリル等で穿孔しファイバースコープで空洞状況を確認し、復旧事業の基礎資料を供した。

(2) 調査方法

エプロン部の空洞化調査は、地中レーダー装置 (日本無線株式会社製 J E J - 5 5 A、N J J - 6 4 0) で実施する。このシステムは、地表にアンテナ (送受信器) を設置して地中に電磁波 (数 10MHz~数 GHz) を放射し、この電磁波の反射を捉えて地盤浅部の地下構造、空洞、埋設物などの存在を非破壊的に探査するものである。なお、調査箇所は、構造物陸上部の形状調査の結果を踏まえ選定するが、それによる選定できない場合は対象施設の範囲の全てのエリアで実施する。調査結果は、異常箇所 (空洞箇所) 位置図、一覧表を速やかに作成する。また、確認された空洞箇所は、ハンマードリル等で穿孔しファイバースコープで空洞状況の確認を行った。

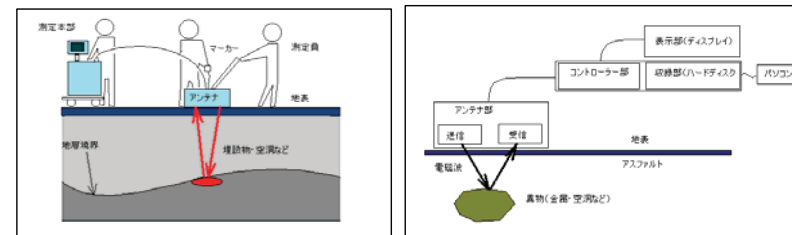


図7 地中レーダー装置の概略

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

II. 調査方法

II-6. 矢板式岸壁の目地部の確認

(1) 実施目的

矢板式岸壁の目地部の確認はエプロン部の空洞化を踏まえて実施し、矢板の目地開き、損傷、洗掘等について把握する目的で実施した。

(2) 調査方法

矢板式岸壁の目地部の確認は、潜水目視により矢板の目地開き、損傷、洗掘等の調査を行なった。異常箇所については、規模がわかるように標尺等を入れた水中写真撮影を行い記録した。

II-7. 海象観測装置点検・調査業務

(1) 実施目的

東日本大震災で被災した久慈港の検潮器及び宮古港、久慈港の波高計を対象に、被害状況調査を行い、地震または津波による被災原因の究明及び施設復旧設計の基礎資料を得る目的で実施した。

(2) 調査方法

①潮位観測装置

久慈港の検潮所直下井戸周辺、導水孔開口部、検潮井戸底部堆積物の状況については潜水調査により目視調査を実施し、既設の検潮器(LFT-V)および、井戸内壁(確認できる範囲)等の状況については目視点検を実施した。また、検潮井戸内の導水孔に栓を取り付けた後、検潮井戸内にポンプで海水を入れ水位を外側の海に差をつけ、導水管の栓を抜いて検潮井戸内の水位が外側の海と同一水位になるまでの間、応答特性装置により井戸内部の水位変化を測定し、井戸及び導水孔の周波数応答特性を調査した。以上の調査結果を踏まえて、既設検潮所の被災状況について所見を考察して報告した。

②波浪観測装置

宮古港、久慈港の波浪観測装置の外観検査及び機器内部については、潜水士にて海象計架台、海象計送受波器、ケーブル保安器の状況を確認した後、海象計送受波器とケーブル保安器を架台より取り外して作業船上へ揚扱し、それぞれの機器について作業船上にて目視による外観点検を行った。また、作業船上にて機器の目視点検完了後、機器を海底ケーブルから切り離し、海底ケーブル単体での導通絶縁抵抗値測定及びケーブルチェッカーによる損傷箇所の有無の確認も行った。

II-8. 潜水目視調査

(1) 実施目的

構造物水中部の形状およびその周辺、飛散ケーソン等の状況を直接把握のため、本業務では潜水士による目視調査を実施し、基礎工の形状把握及び水没ケーソンの状況確認を行なった。

(2) 調査方法

①ケーソン健全度調査

仮置きケーソン、被災防波堤ケーソンの被災状況、及び、水没ケーソンの再利用可能性を判断するため、潜水士による目視調査と写真撮影をおこない、災害復旧に有効な基礎資料を供した。

②ケーソンヤードレール海中部の水中計測(宮古港ケーソンヤード)

今回の震災により、レールの高さ、通りに変状がないかどうか潜水士による目視調査と計測をおこない、災害復旧に有効な基礎資料を供した。

③重力式岸壁潜水目視

今回の震災において、「平成21年度 宮古港外国有港湾施設現況調査」で報告されている宮古港藤原第二埠頭-10m岸壁(重力式)のケーソン側壁部損傷箇所について、損傷の進行が見られたか潜水士による目視確認を行った。

④底質調査

出崎埠頭-7.3m岸壁・鉾ヶ崎地区-5.0m岸壁取付部の岸壁前面は、深淺測量の結果から水深が浅くなっており、船舶係留に支障が生じる恐れがあることから、堆積物が撤去可能なものを調査した。

⑤上部工底面クラック調査(宮古港 鉾ヶ崎-5m岸壁)

今回の震災により、栈橋式構造の上部コンクリート上面にクラックが確認されたため、上部コンクリート下面についても潜水士による目視調査および写真撮影をおこない、災害復旧に有効な基礎資料を供した。

⑥施設形状調査報告(宮古港 出崎埠頭-7.3m岸壁・鉾ヶ崎地区-5.0m岸壁取付部)

出崎埠頭-7.3m岸壁・鉾ヶ崎地区-5.0m岸壁取付部の岸壁は、詳細資料が少ないことから、施設の形状および損傷程度を潜水目視調査で把握した。

⑦鋼矢板鉛直度調査(宮古港 出崎埠頭-2m物揚場、藤原第二埠頭-7.5m、-10.0m岸壁)

鋼矢板目地調査において、腹起に損傷等が見受けられ、舗装の陥没が見られたことから、鋼矢板の鉛直度を測定した。

⑧打継場(久慈港下諏訪地区)

打継場の被災状況を把握するため、潜水士による目視調査を実施した。

II-9. タイロッド調査

(1) 実施目的

藤原第二埠頭-7.5m矢板式岸壁において、矢板法線の変状が確認されたため、目視確認出来ないタイロッドにおける水平・鉛直変位量、緩み、腐食状況を把握する目的で実施した。

(2) 調査方法

重機にて所定範囲のエプロン撤去後、掘削し1箇所当り2本のタイロッドを露出させた後、タイロッドを目視にて健全度を確認し、タイロッド長(上部工間)を確認した。また、レベルにてタイロッド両端部を測定し、高差を求め、両端部から水糸を張り、たわみを測定し、またノギスにて径を測定した。

II-11. 構造物水中部の詳細調査

(1) 実施目的

ナローマルチビームによる面的測深で実施した宮古港構造物水中部の形状調査においては、外郭施設周辺において飛散したケーソンあるいは基礎工、消波工等による異常地形が多く確認された。従って、本業務ではこれらの異常地形についての要因を解明する必要が要求されたが、ナローマルチビーム測深だけでは解明

宮古港外港湾施設等被災状況調査(概要版)

II. 調査方法

できなかった。以上のことから、サイドスキャンソナー(海底面探査)による構造物水中部の詳細調査を実施し、異常地形が飛散ケーソン、消波工、基礎工によるものか、あるいは原地盤によるかについて解明する目的で実施した。

(2) 調査方法

宮古港における下表の防波堤については、詳細な被災状況等を確認をするために、サイドスキャンソナー探査機を使用した海底面探査を実施し、探査データから海底面モザイク図を作成した。

施設名	実施範囲(面積)	実施日
竜神崎防波堤	520m×315m (162,600 m ²)	平成23年5月3日
木材港南防波堤Ⅰ・Ⅱ	520m×165m (85,000 m ²)	平成23年5月3日
出崎防波堤	310m×360m (110,600 m ²)	平成23年5月4日
藤原防波堤(先端部)	300m×325m (96,500 m ²)	平成23年5月4日
藤原地区防波堤(Ⅱ)	467m×230m (107,700 m ²)	平成23年5月4日
藤原防波堤(第一波除・第二波除・船溜防波堤)	160m×610m (97,500 m ²)	平成23年5月4日

- ① 準備工(海上保安署への作業届出, 位置出し測量計算等)
- ② ボーリング機械および仮設資材の搬入
- ③ 作業台船の組立艀装
- ④ ボーリング位置だし
- ⑤ スパット台船での海上ボーリング作業
 - ・作業台船の曳航設置
 - ・ボーリング工
 - ・原位置試験, 試料採取工
 - ・検尺
 - ・作業台船移動または撤去
- ⑥ 作業台船艀装解体
- ⑦ ボーリング機械および仮設資材の搬出
- ⑧ 撤去・後片付け

孔番号	地盤高 (m)	ボーリング 深度 (m)	土質別ボーリング延長					標準貫入試験				不攪乱試 料採取 (回)	摘要
			粘性土 シルト (m)	砂質土 (m)	礫混じり 土 (m)	玉石混じ り土砂 (m)	計 (m)	粘性土 シルト (回)	砂質土 (回)	礫混じり 土 (回)	計 (回)		
No.1	-10.74	-30.74	10.90	3.80	3.00	2.30	20.00	1	4	4	9	6	
No.2	-9.44	-31.44	11.20	2.90	4.70	3.20	22.00	0	3	5	8	9	
No.3	-9.58	-31.58	12.30	1.60	5.90	2.20	22.00	2	1	7	10	6	
計			34.40	8.30	13.60	7.70	64.00	3	8	16	27	21	



サイドスキャンソナー4200型及び曳航状況

II-12. 防波堤の土質調査

(1) 実施目的

出崎防波堤(具補助)は、東日本大震災により完全に水没した。従って、構造設計実施に際して、防波堤中心部、基礎割石部、海底面部の地盤状況を把握する必要がある、今後の設計・施工の基礎資料とすることを目的として調査を実施したものである。

(2) 調査方法

スパット台船による海上ボーリングは3箇所(防波堤中心部, 基礎割石部, 海底面部)で実施し、その手順は下記のとおり。

孔番号	物理試験							力学試験	
	土粒子の 密度	含水比	粒度 (フルイ)	粒度(フルイ+沈降)	湿潤密度	液性限界	塑性限界	三軸試験 CU	一軸試験
	(個)	(個)	(個)	(個)	(個)	(個)	(個)	(個)	(個)
No.1	8	5	3	5	5	5	5	4	5
No.2	10	7	3	7	7	7	7	6	6
No.3	8	5	3	5	5	5	5	5	5
計	26	17	9	17	17	17	17	15	16

Ⅲ. 結 果 概 要

(1) 竜神崎地区防波堤 被災状況

被災状況

被災箇所	状況	備考
竜神崎防波堤 ・No.6~23号函	平均20cmの沈下(H23年1月比較) 水平変動は、港内側に約10cm移動(局地) ※別紙ケーソン別測定結果表あり。	写2, 3
被災ケーソン ・No.1~5号函(水中)	被災したケーソンが構内側に移動。 基礎捨石のマウンドが大きく崩壊洗掘。	鳥瞰図及びモザイク図参照
被災ケーソン ・No.24~29号函(水中)	流失したケーソンが点在。 基礎捨石のマウンドも崩壊洗掘。 ケーソン(No24上部コンクリート)の一部が水上に露出。	写1



写-1: No24ケーソン

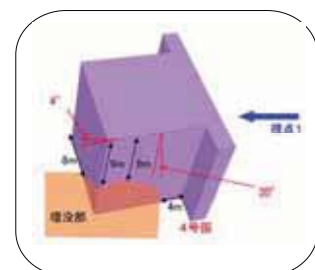


写-2: 北側

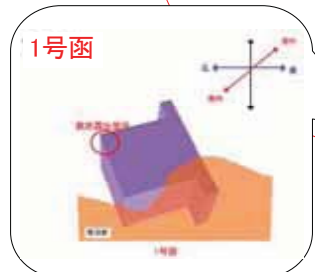
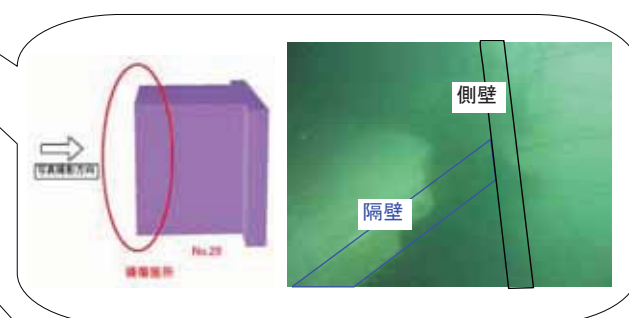
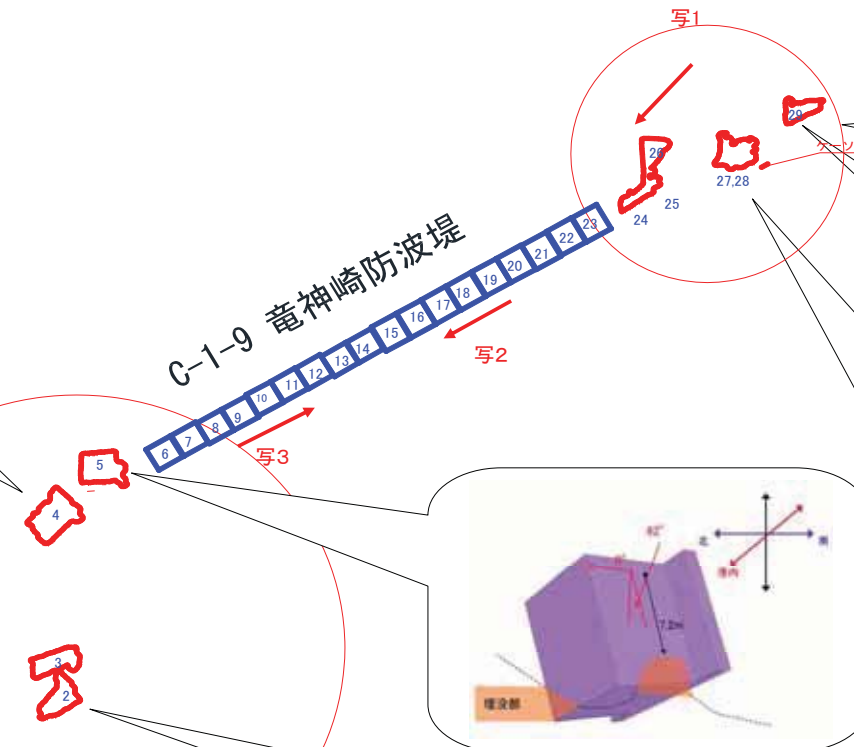


写-3: 南側

潜水調査より水没ケーソンの状況



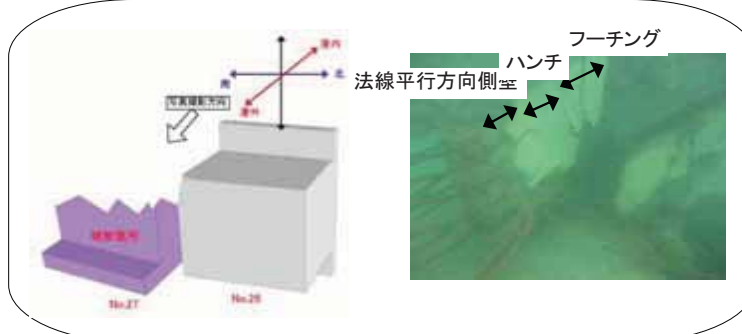
C-1-9 竜神崎防波堤



1号函



2号函



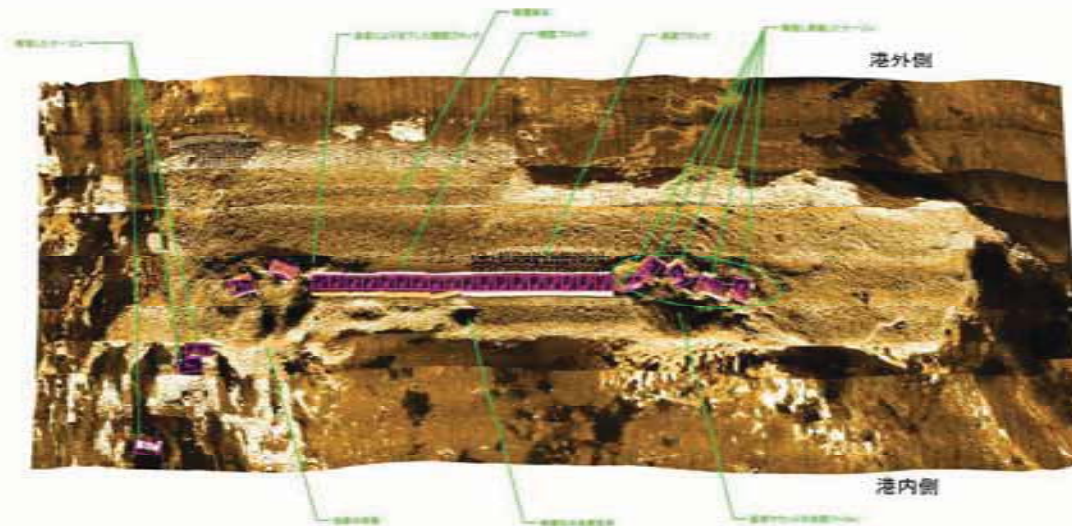
27号函

28号函



鳥瞰図

サイドスキャンソナーによるモザイク（竜神崎防波堤）



(2) ① 鎌ヶ崎地区-5.0m岸壁・② ケーソンヤード 被災状況

被災状況

被災箇所	状況	備考
① 鎌ヶ崎地区-5.0m岸壁	矢板目地部調査:異常なし 空洞化:①331m~348mあり。(40cm)F8穿孔確認(46cm) ②453m~458mあり。(20cm) ③475m~478mあり。(10~20cm) 岸壁面部:固定座金無し、タイロッド及び固定金具無し 取付護岸前面・堆積物あり(最浅水深-2.2m) 取付岸壁の上部工被災有り、護岸約12cm(海側)の出入りあり	写1~写3
② ケーソンヤード	ケーソンヤード基礎部被災 レール:上部破損あり。 レールの左右ゆがみ:最大0.03m	写4~写8



写-1



写-2



写-3



写-4



写-7



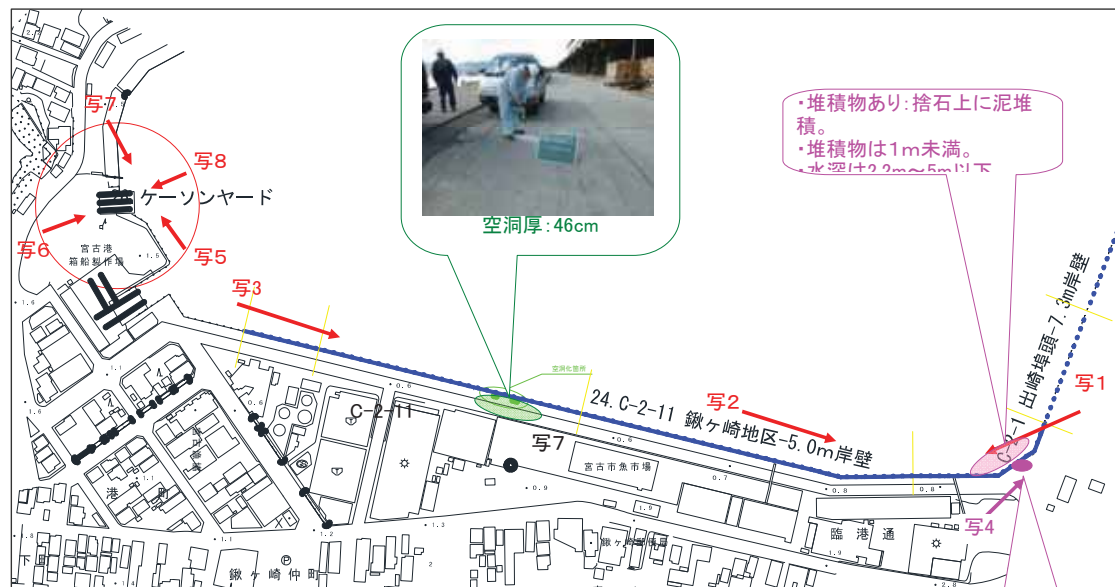
写-8



写-6



写-5



写-4

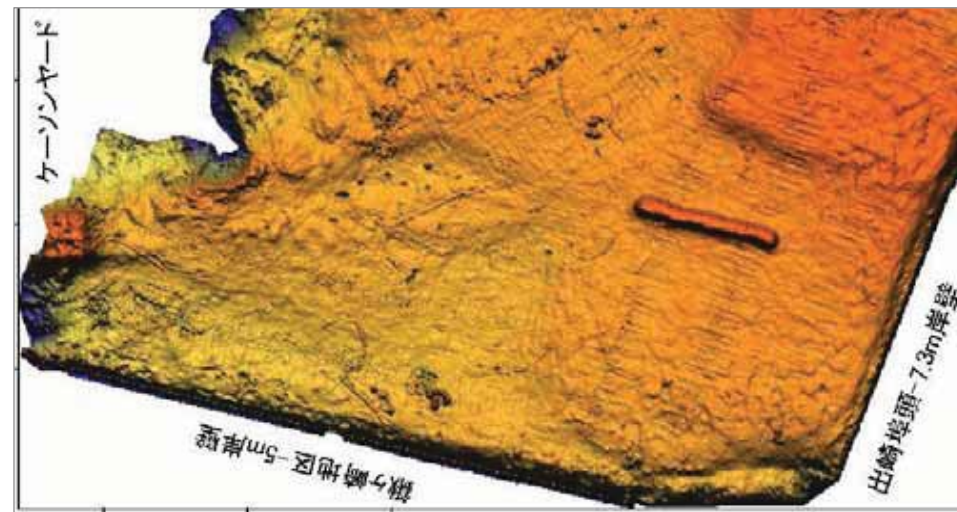


潜水調査箇所



壁面部

タイロッド及び固定金具無し



鳥瞰図