

3.10 石巻港

(1) 基本情報

石巻港は、木材・食品飼肥料・鉄鋼・造船・製紙関連の産業が立地する宮城県北部の工業・物流の拠点となる臨海型工業港であり、石巻市の製造業就業人口の約1/3の雇用を支える等、地域経済の中核を担っている。また、東北地方の畜産を支える穀物輸入拠点の集約化や、国際バルク戦略港湾の連携港としての取組み等により、その拠点性が高まるものと期待されている。石巻港の港湾計画図を

図-3.10.1に示す。

(2) 地震動と津波

石巻港では本震の強震記録は得られていないが、地震後に余震観測および常時微動観測が行われており、その結果に基づいて地震動の事後推定も行われている²⁹⁾。中島埠頭、大手埠頭、日和埠頭、潮見埠頭などでは防災科学技術研究所K-NET³⁰⁾の石巻観測点と同等の地震動が作用したと考えられ、また、雲雀野埠頭ではより低周波成分の卓越した地震動が作用したものと考えられる。

石巻港の津波痕跡図を図-3.10.2に示す¹⁾。図中の数値は、T.P.表記である。石巻港では広範囲で浸水しており、釜地区において、津波浸水高がT.P. 3.8m～T.P. 5.7mであった。

(3) 被災概況

石巻港では、東日本大震災により、岸壁、民間護岸、航路泊地等の主要な港湾施設をはじめ、地域経済を支える臨海部の産業にも甚大な被害が発生し、生産機能や物流機能が停滞する等、地域経済が大きなダメージを受けた。

(4) 復旧概要

地域経済や地域生活全体の復興にとって重要な石巻港の復旧・復興方針として以下の3つが策定された¹³⁾。

- I. 経済活動を支える港湾施設の早期かつ適切な復旧
- II. まちづくりと一体となった津波防災対策の強化
- III. 将来ビジョンと復興支援に貢献する港湾整備

石巻港における港湾取扱貨物の復旧状況を図-3.10.3に示す。震災のあった翌平成23年4月の港湾取扱貨物量は、対平成22年同月比1.7%にまで低下した。しかし、平成23年4月下旬の一般船利用以降、企業の生産再開や航路再開にともない港湾取扱貨物量は回復傾向にあり、

平成24年一年間で約280万トン（対平成22年比68%）となった。

(5) 外郭施設

被災港湾施設（外郭施設、直轄分）を図-3.10.4に、被災施設一覧（外郭施設、直轄分）を表-3.10.1に示す。また、雲雀野地区南防波堤の設計条件を表-3.10.2に、被災後、復旧後の平面、断面図を図-3.10.5～図-3.10.10に示す。

雲雀野地区南防波堤の被災状況としては、1.55m～1.85mの防波堤の沈下が生ずるとともに、堤頭函部において港内側のマウンドの洗掘及び根固工等の飛散が確認された。

雲雀野地区南防波堤の被災要因は、地震による地殻変動及び地震動と推定されている。

雲雀野地区南防波堤の復旧では、ケーソンとマウンドの隙間を袋詰めコンクリート等で間詰めするとともに、根固工、被覆工を原形復旧することとした。

被災港湾施設（外郭施設、補助分）を図-3.10.11に、被災施設一覧（外郭施設、補助分）を表-3.10.3に示す。

被災状況としては、防波堤（西）において、地盤沈下と上部工の損傷が確認された。大曲地区波除堤(1)周辺では、倒壊した既設の上部コンクリートと、折れた鋼管杭、破断した鋼管杭が海中で多数確認された。

(6) 係留施設

被災港湾施設（係留施設、直轄分）を図-3.10.12に、被災施設一覧（係留施設、直轄分）を表-3.10.4に示す。雲雀野地区岸壁（-13m）の設計条件は図-3.10.13に示す通りであり、被災後及び復旧後の平面、断面図は図-3.10.14～図-3.10.16に示す通りである。

被災状況としては、雲雀野地区岸壁（-13m）において、0.9～1.7mの沈下と、約60cmの水平変位、最大で2°の傾斜が生じた。また、エプロン背後で1～2m程度の段差が発生するとともに、ケーソンの目地開き、エプロンやヤードの舗装の損傷、沈下、陥没が確認された。

雲雀野地区岸壁（-13m）の被災メカニズムとしては、ケーソンが設計外力以上の地震力により変位するとともに、エプロン及びヤードの舗装が、地震により損傷を受け、その後、津波による洗掘により陥没・沈下・流出したことが考えられる。

雲雀野地区岸壁（-13m）の復旧においては、以下を実施することとした。

- 1) 地震による地盤沈下が大きく、船舶係留や荷役作業などに支障をきたすとともに、満潮時に岸壁天端を

越波していることから、岸壁天端高を嵩上げする。
併せて背後ヤードも嵩上げする。

- 2) 背後の嵩上げにより、地盤支持力において安定性を確保できないため、対策を施す。
- 3) 嵩上げに伴い、付帯施設である係船柱、防舷材、車止めを付け替える。
- 4) 荷役機械についても、嵩上げに伴い付け替える。

被災港湾施設(係留施設, 補助分)を図-3.10.17に、被災施設一覧(係留施設, 補助分)を表-3.10.5に示す。

被災状況としては、釜地区中島 15,000t 岸壁において、法線が 2 号岸壁で最大 2.5m 出入りし、3 号岸壁で最大 7.9m 出入りした。大曲地区物揚場(-3m)では、天端が 1.1m 沈下し、引き波によりエプロンが流出した。

釜地区中島 15,000t 岸壁では、原形復旧を復旧方針とした。復旧工法としては、前面矢板への受働抵抗の増加を目的として捨石を投入するとともに、背面には主働土圧の低減を目的として軽量骨材を投入する工法を採用した。大曲地区物揚場(-3m)の復旧においては、経済的理由から、平成 24 年度より港湾構造物への適用が可能となったハット型鋼矢板を採用することとした。さらに、控え工を、原設計の鋼矢板から H 鋼杭に変更することで、より経済的な断面とした。

(7) 水域施設

被災港湾施設(水域施設, 直轄分)を図-3.10.18に、被災施設一覧(水域施設, 直轄分)を表-3.10.6に、航路における深浅測定結果を図-3.10.19に示す。また、被災港湾施設(水域施設, 補助分)を図-3.10.20に、被災施設一覧(水域施設, 補助分)を表-3.10.7に示す。

復旧にあたり、西水路地区では、 $KP=-4.50m$ (図-3.10.21)、内港地区では、 $KP=-2.00m$ と $KP=-3.50m$ とした(図-3.10.22)。大曲地区では、面積 $3,811m^2$ 、体積 $738m^3$ (純土量)の異常堆積土砂の撤去を行った(図-3.10.23)。土捨工の体積は $2,771m^3$ であった。

(8) 臨港交通施設

被災施設一覧(臨港交通施設, 補助分)を表-3.10.8に示す。約 82%の道路が被災した。

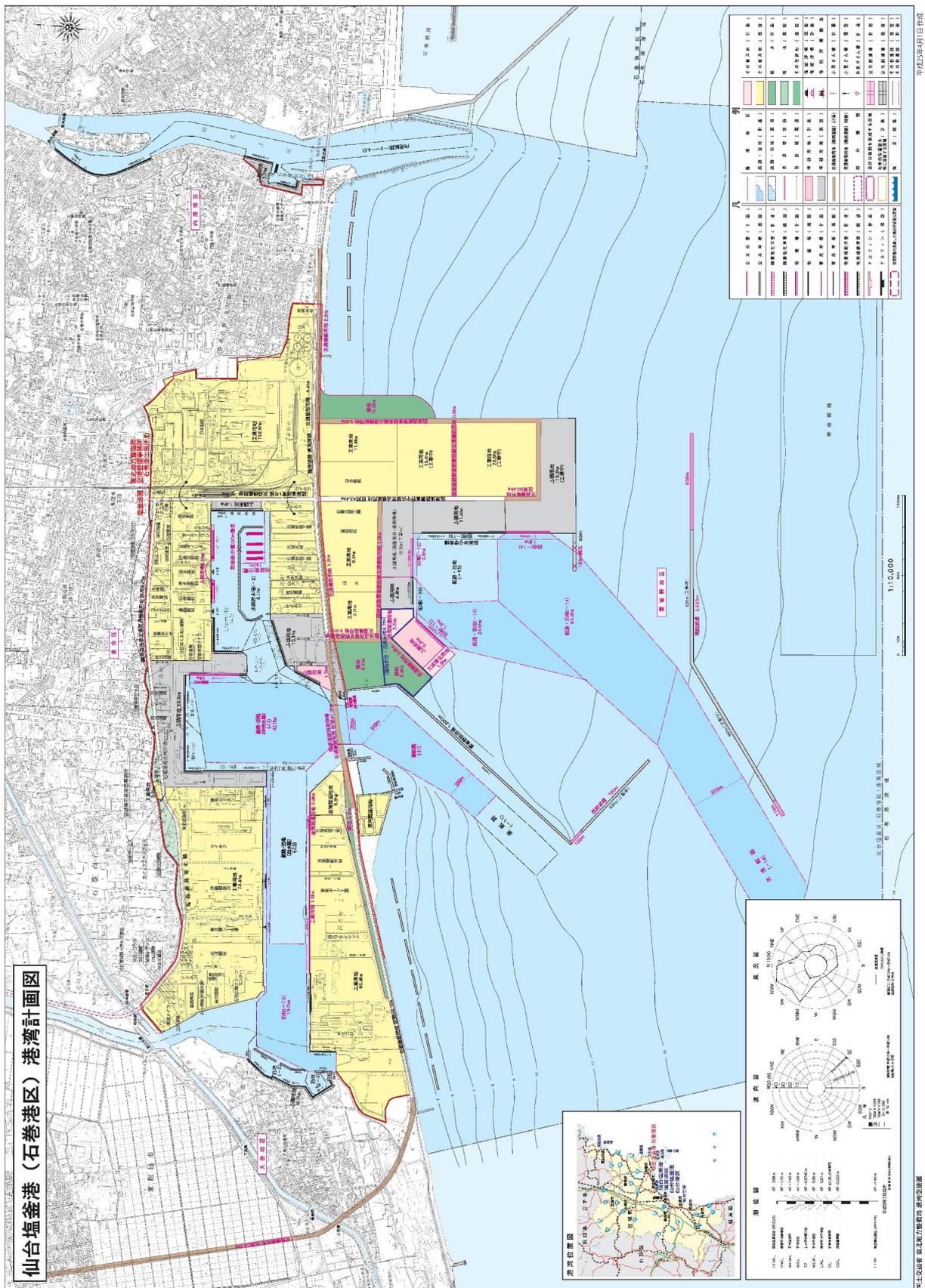


図-3.10.1 石巻港 港湾計画図（平成25年度版）

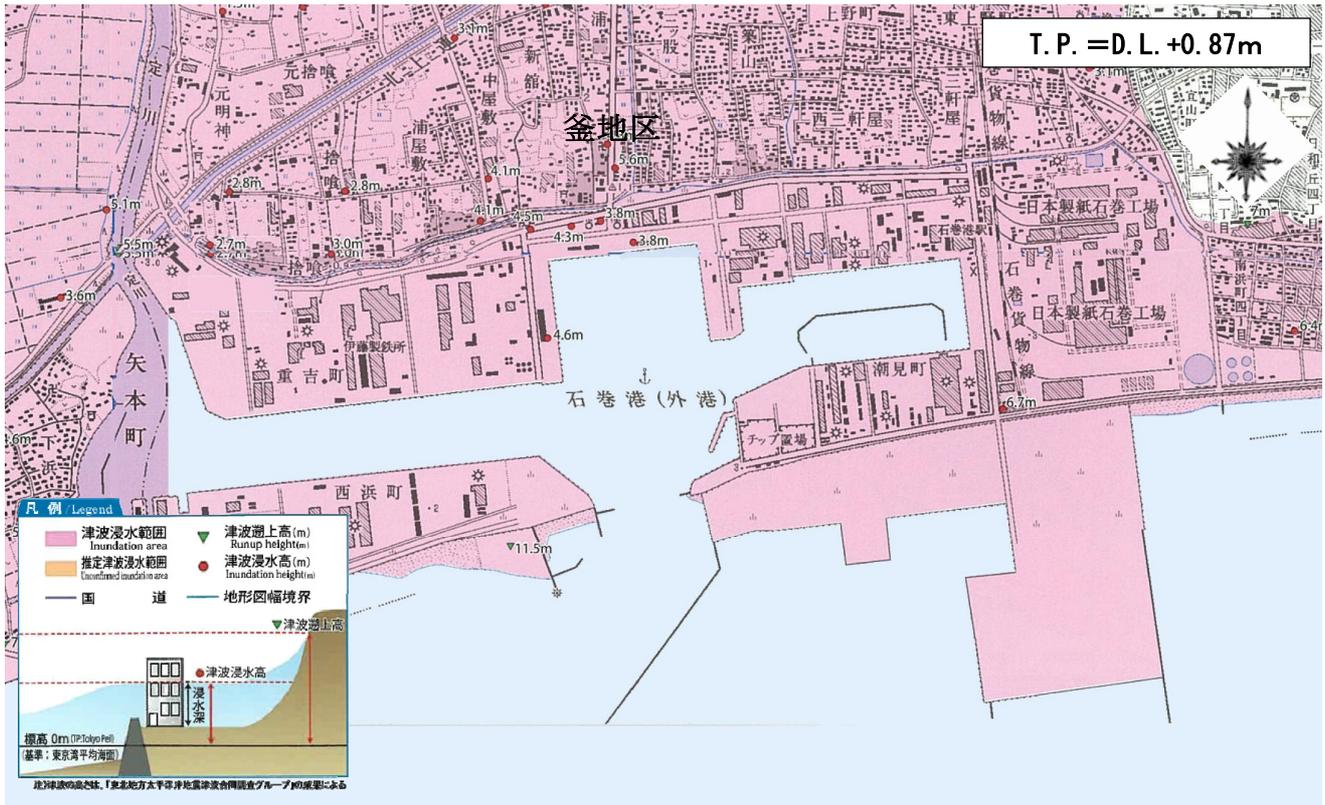


図-3.10.2 石巻港の津波痕跡図¹⁾

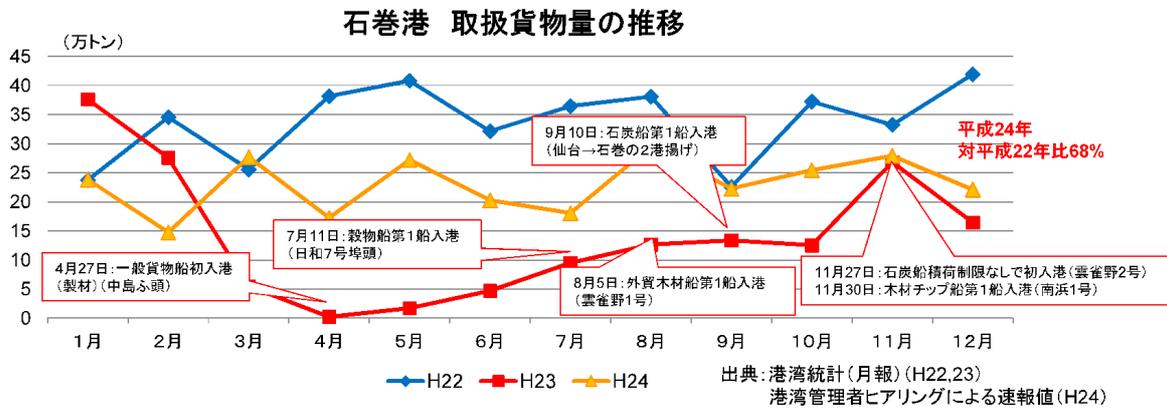


図-3.10.3 石巻港 港湾取扱貨物の復旧状況

石巻港 外郭施設 (直轄分)

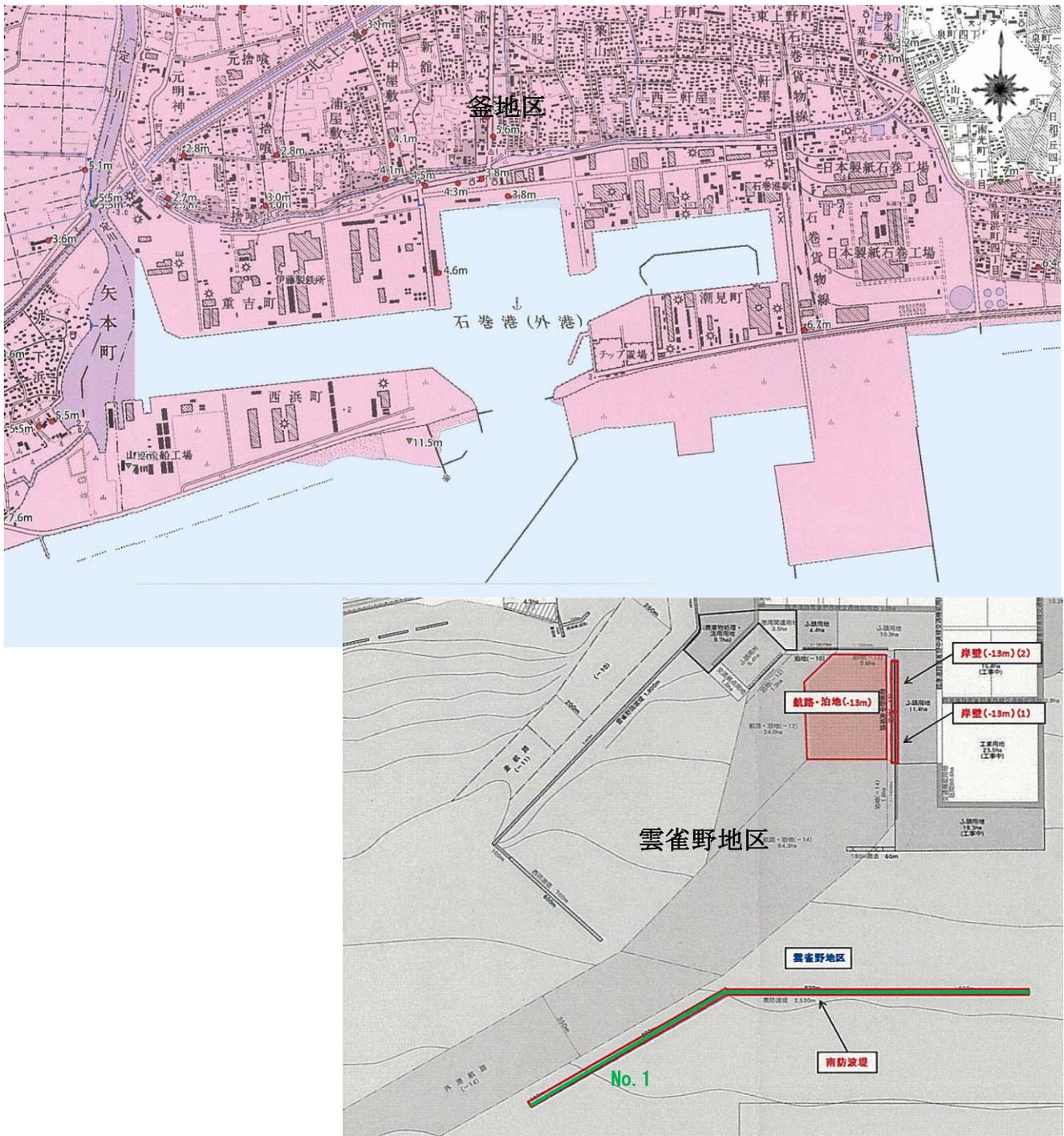


図-3.10.4 石巻港の被災港湾施設 (外郭施設, 直轄分) 1)に加筆

表-3.10.1 石巻港の被災施設一覧 (外郭施設, 直轄分)

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	雲雀野地区_南防波堤	—	1,820.64m	消波ブロック被覆堤	-9.0~11.5m	+4.2m(暫定)	—	1,820.64m

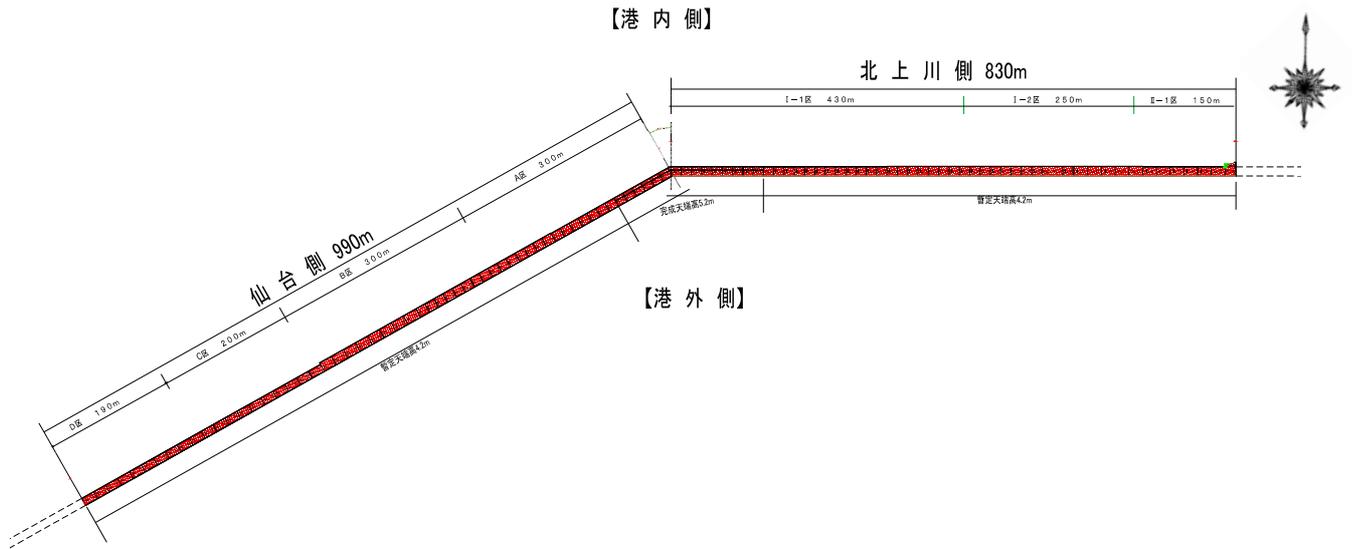


図-3.10.5 No.1 雲雀野地区 南防波堤の位置図

表-3.10.2 No.1 雲雀野地区 南防波堤の設計条件

施設名	設計時				
	設計波浪			β (°)	波圧式
	Hmax (m)	H1/3 (m)	周期 (s)		
南防波堤 I-1 区	10.0	5.8	13.0	0.0	合田式
南防波堤 I-2 区	10.0	5.8	13.0	0.0	合田式
南防波堤 II-1 区	9.8	5.7	13.0	0.0	合田式
南防波堤 A 区	10.0	5.8	13.0	0.0	合田式
南防波堤 B 区	10.0	5.8	13.0	0.0	合田式
南防波堤 C 区	9.9	5.8	13.0	0.0	細山田式
南防波堤 D 区	9.9	5.8	13.0	0.0	細山田式

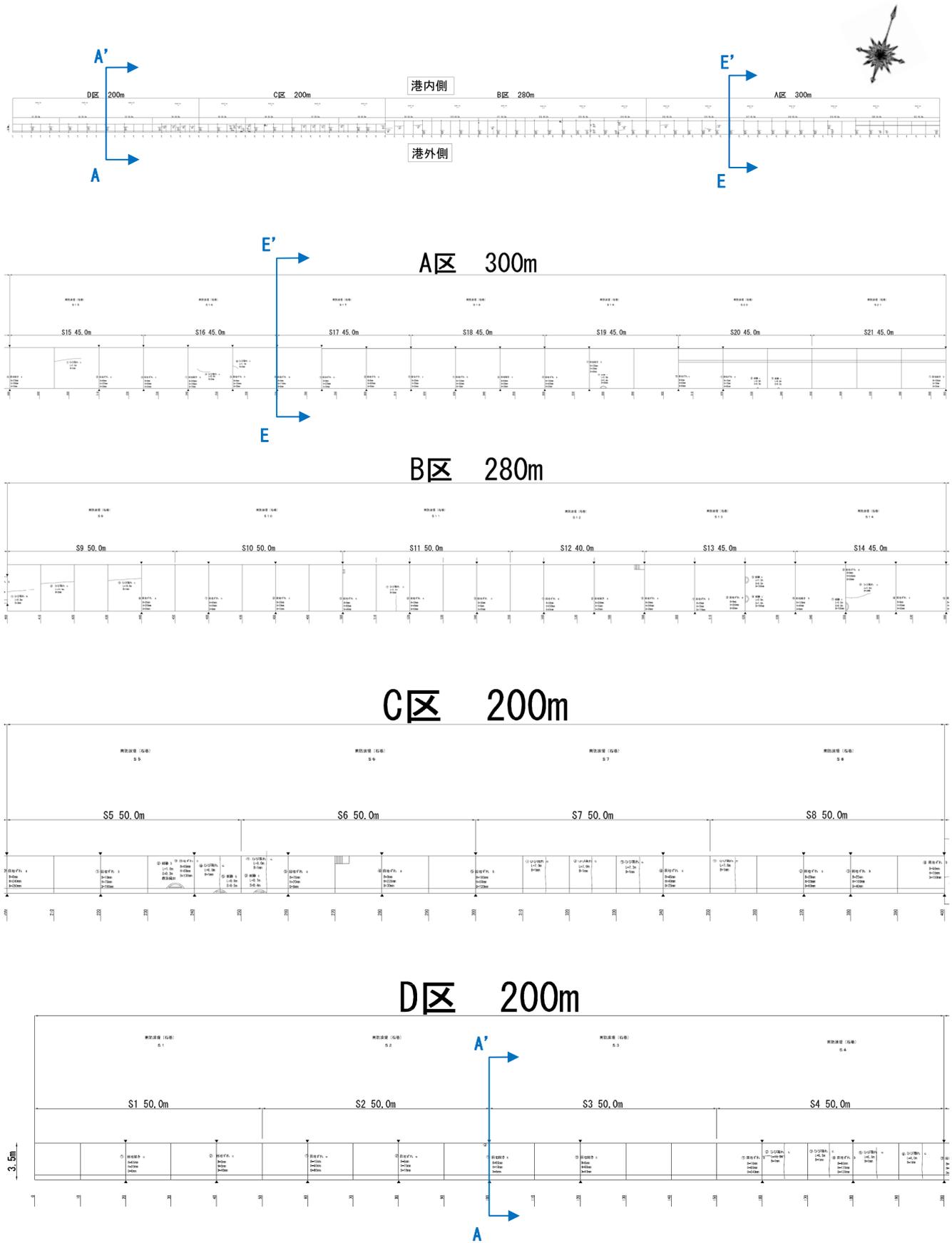


図-3.10.6 No.1 雲雀野地区 南防波堤の平面図（仙台側）（被災後）

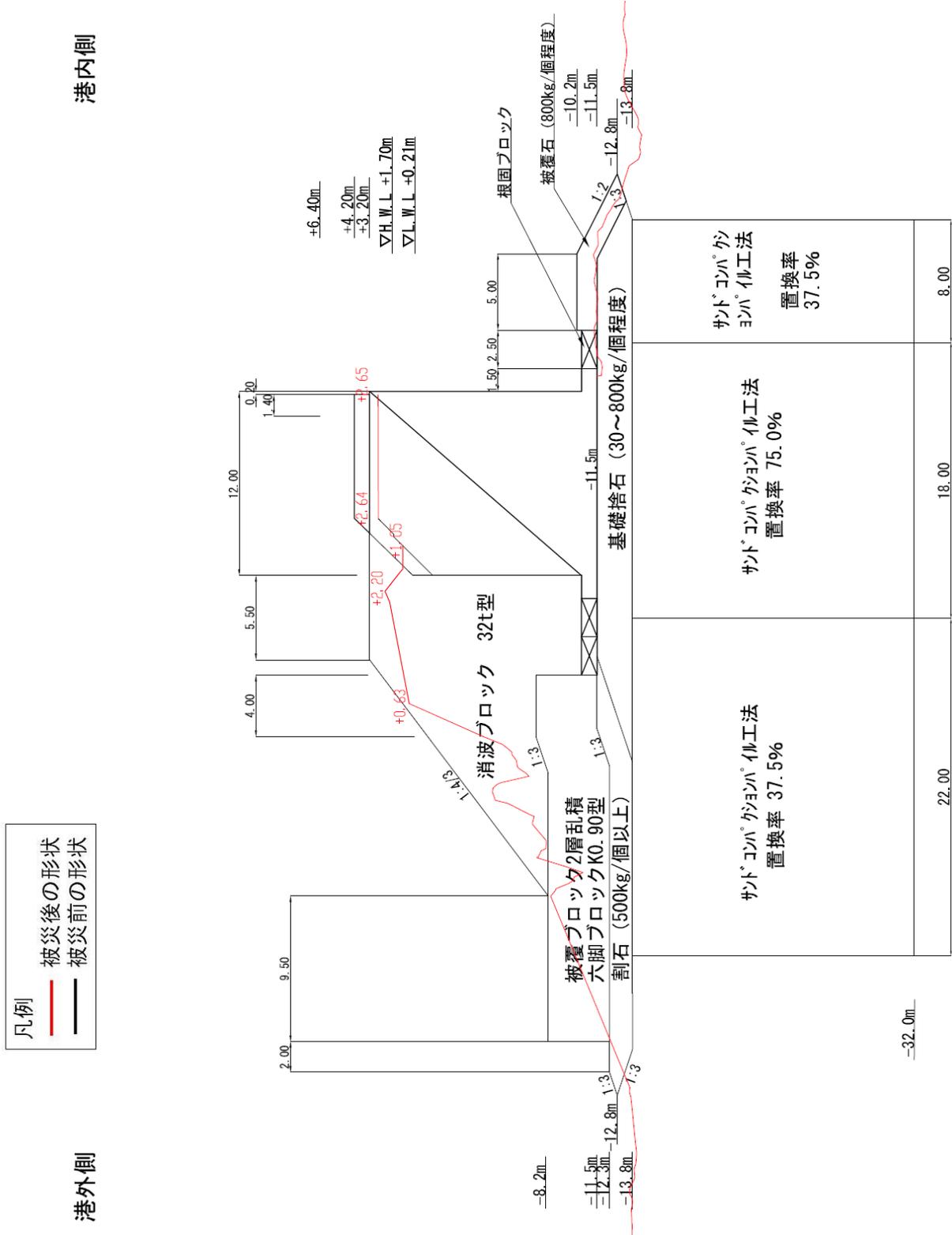


図-3.10.7 No.1 震雀野地区 南防波堤の断面図 (仙台側) A-A' (被災後)

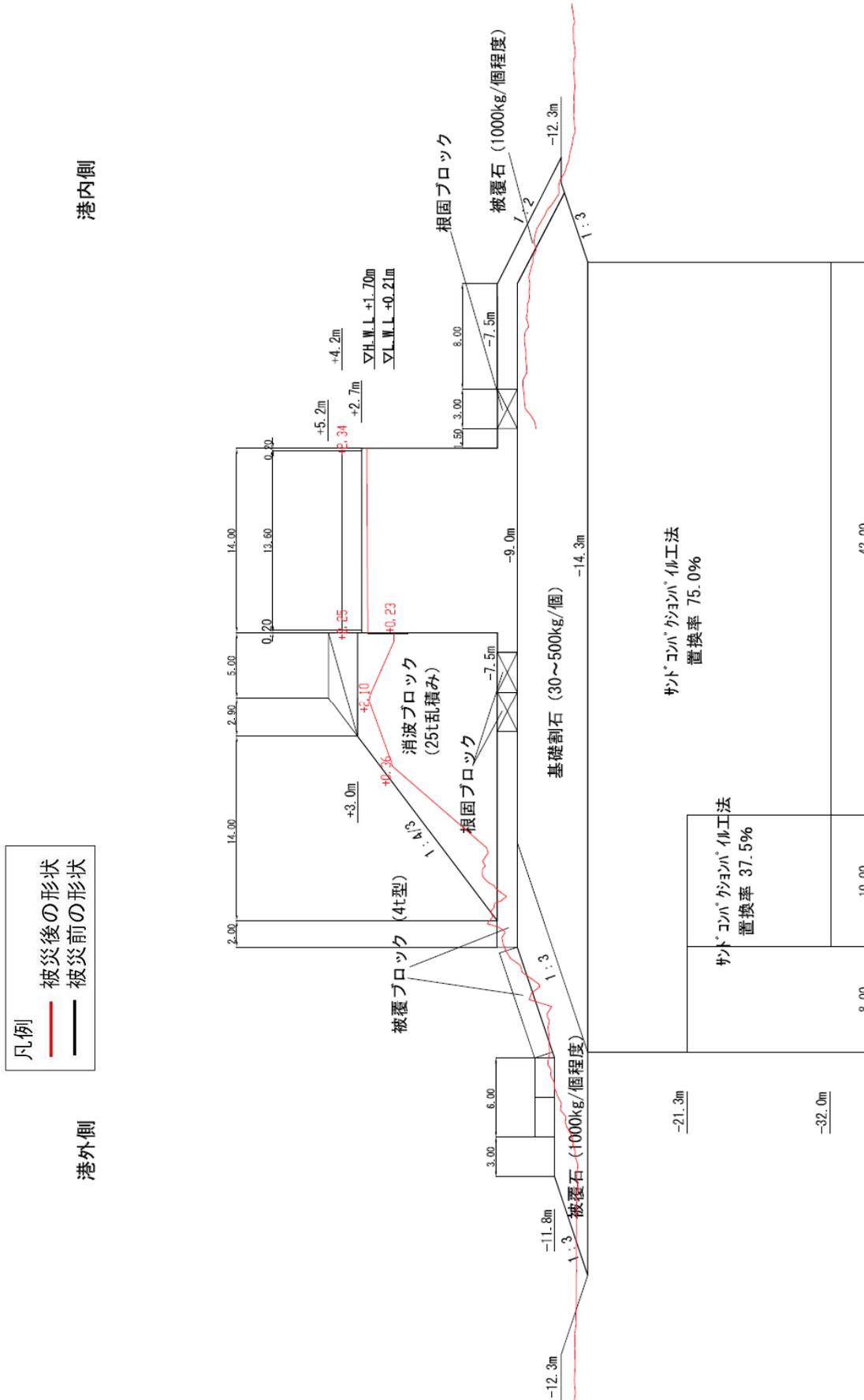


図-3.10.8 No.1 震雀野地区 南防波堤の断面図 (仙台側) E-E' (被災後)

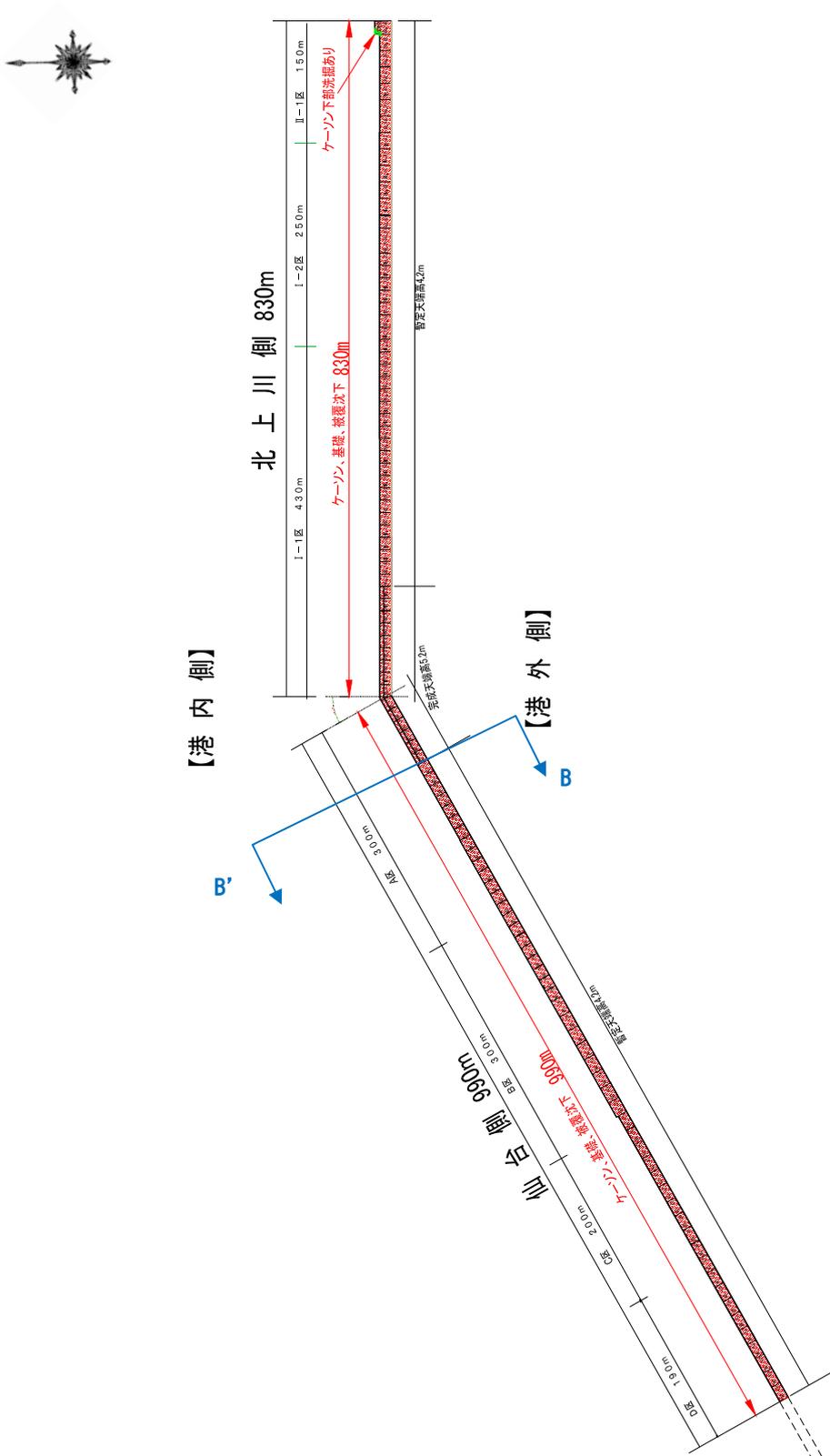


図-3.10.9 No.1 雲雀野地区 南防波堤の平面図 (復旧後)

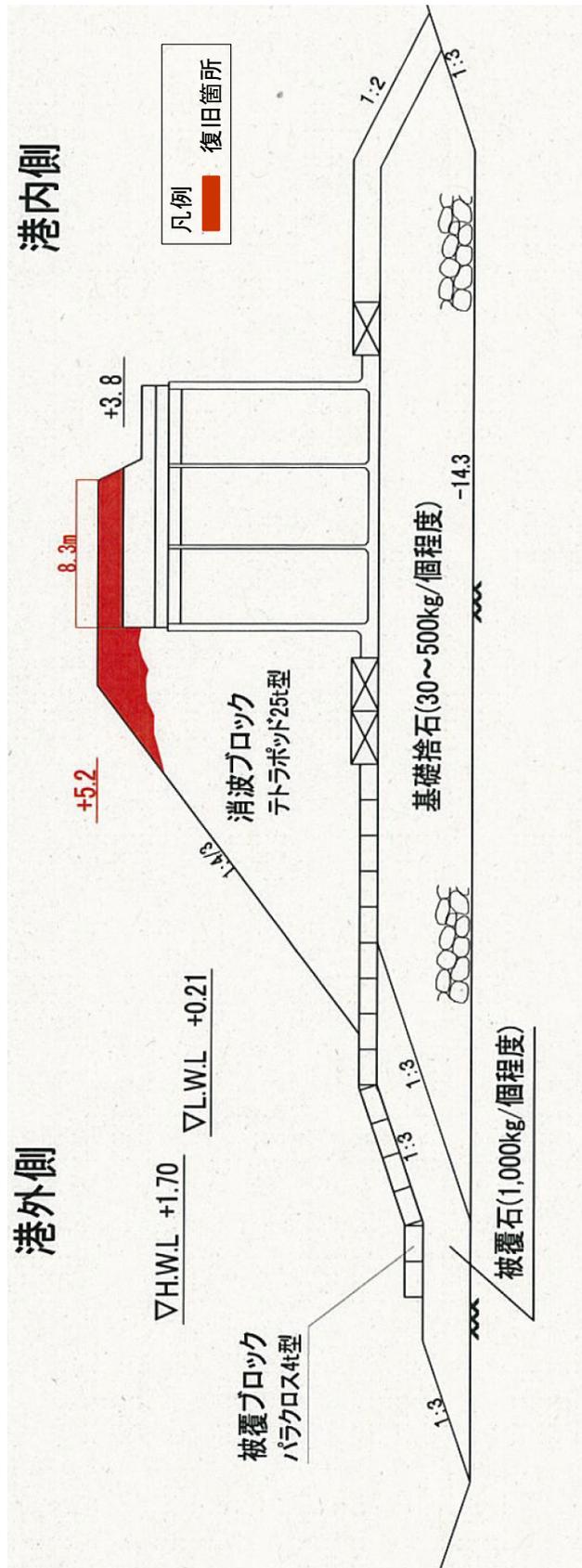


図-3.10.10 No.1 雲雀野地区 南防波堤の断面図 B-B' (復旧後)

石巻港 外郭施設 (補助分)

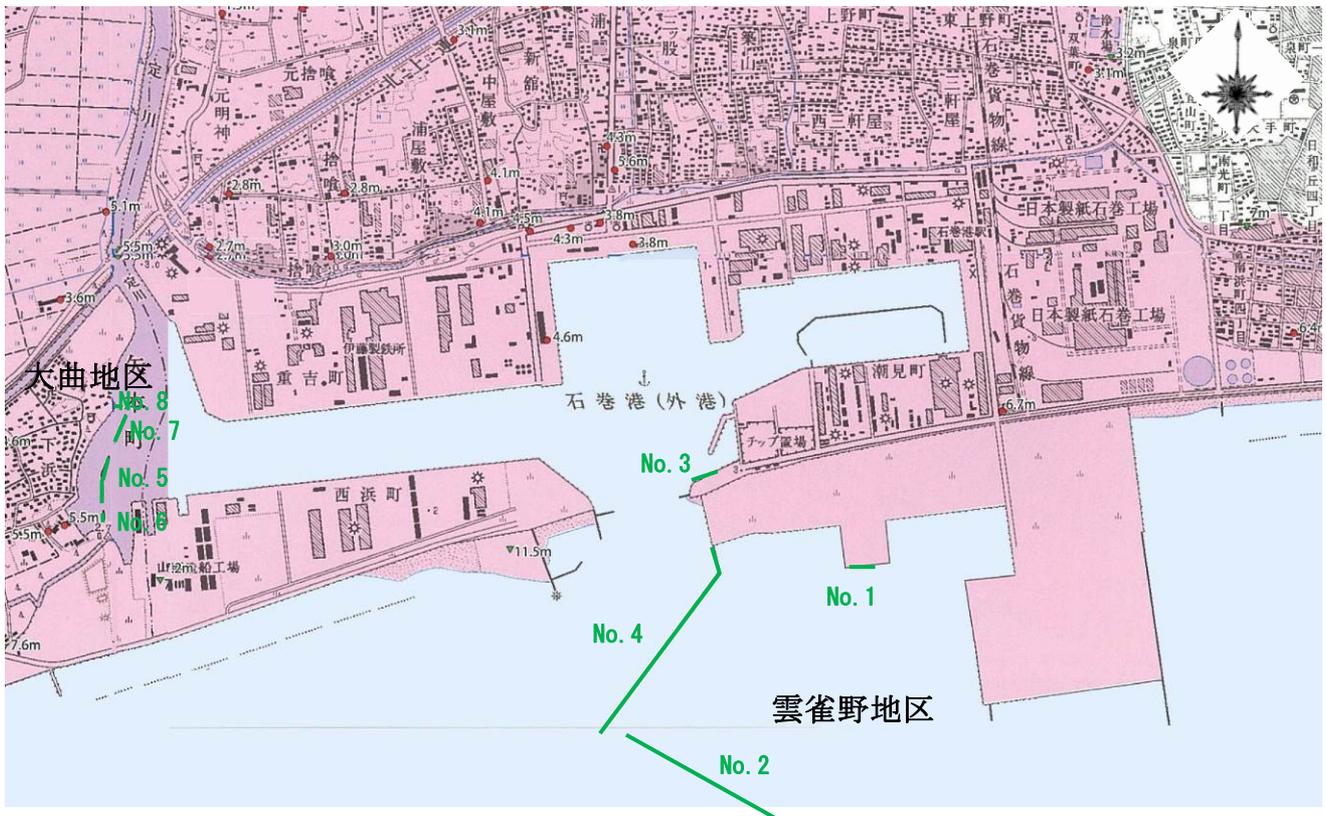


図-3.10.11 石巻港の被災港湾施設 (外郭施設, 補助分) 1)に加筆

表-3.10.3 石巻港の被災施設一覧 (外郭施設, 補助分)

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	北埠頭岸壁 護岸F部	—	—	—	—	—	—	29.7m
2	防波堤 (西)	—	600m	—	—	—	—	600m
3	東突堤	—	99.00m	—	—	—	—	99.00m
4	雲雀野地区_防波堤	—	—	—	—	—	—	1004.6m
5	大曲地区_波除堤 (2)	—	—	—	—	—	—	165.5m
6	大曲地区_船溜波除堤	—	—	—	—	—	—	106.0m
7	大曲地区_波除堤 (1)	—	—	—	—	—	—	160.0m
8	大曲地区_防波堤	—	—	—	—	—	—	48.23m

石巻港 係留施設（直轄分）

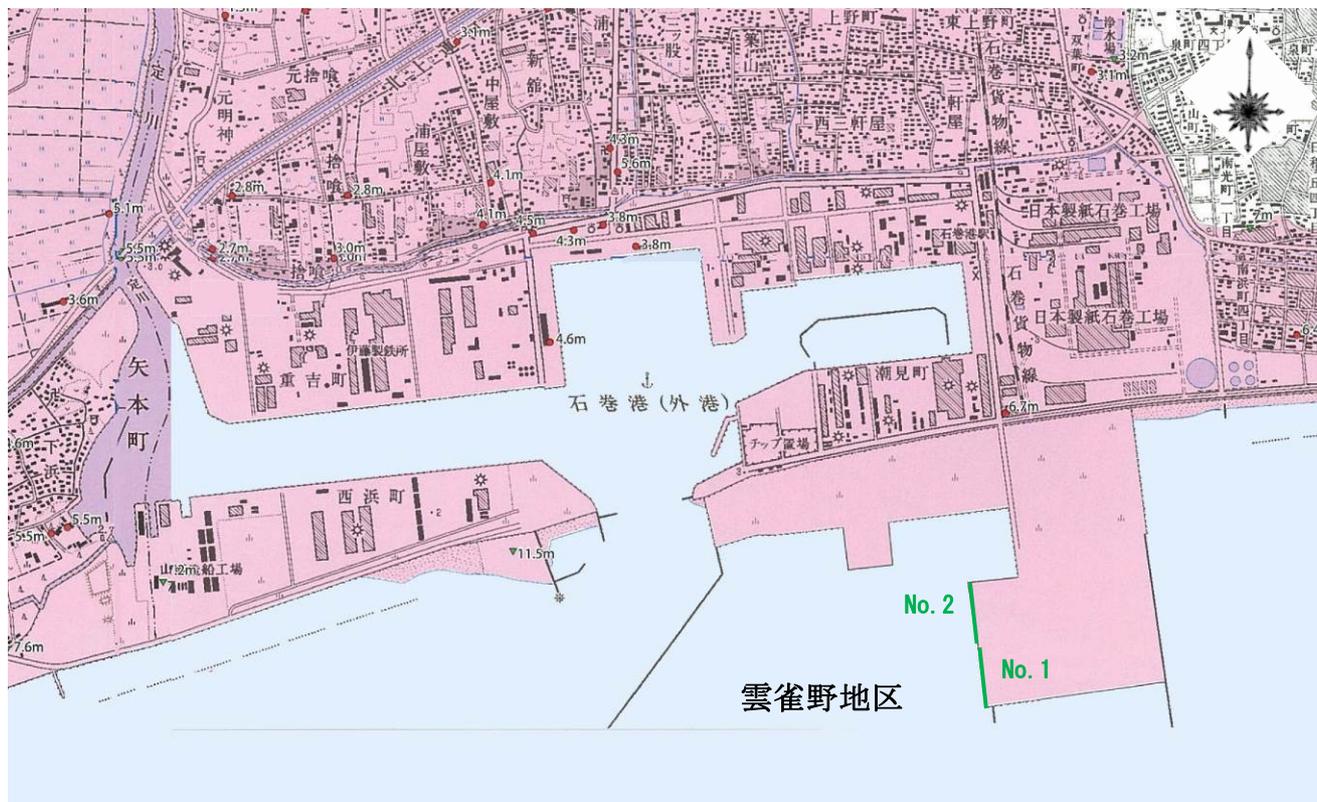


図-3.10.12 石巻港の被災港湾施設（係留施設，直轄分）¹⁾に加筆

表-3.10.4 石巻港の被災施設一覧（係留施設，直轄分）

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	雲雀野地区_岸壁(-13m)(1)	—	260.8m	重力式	-13.0m	+3.2m	Kh=0.15	260.8m
2	雲雀野地区_岸壁(-13m)(2)	—	316.75m	重力式	-13.0m	+3.2m	Kh=0.15	316.75m

設計条件

(1) 基本水準面及び潮位

D.L. ±0.0 m (T.P. -0.87)
 L.W.L. +0.21 m
 H.W.L. +1.7 m

(2) 水深条件

平成 23 年 5 月現在の水深を用いる。

(3) 波浪条件

設計時の設計波浪を用いる。

(4) 土質条件

岸壁(-13m)(1)、(2)については、地盤の強度増加が堤体の安定性に大きく寄与することから、震災後に実施した土質調査の結果を用いる。

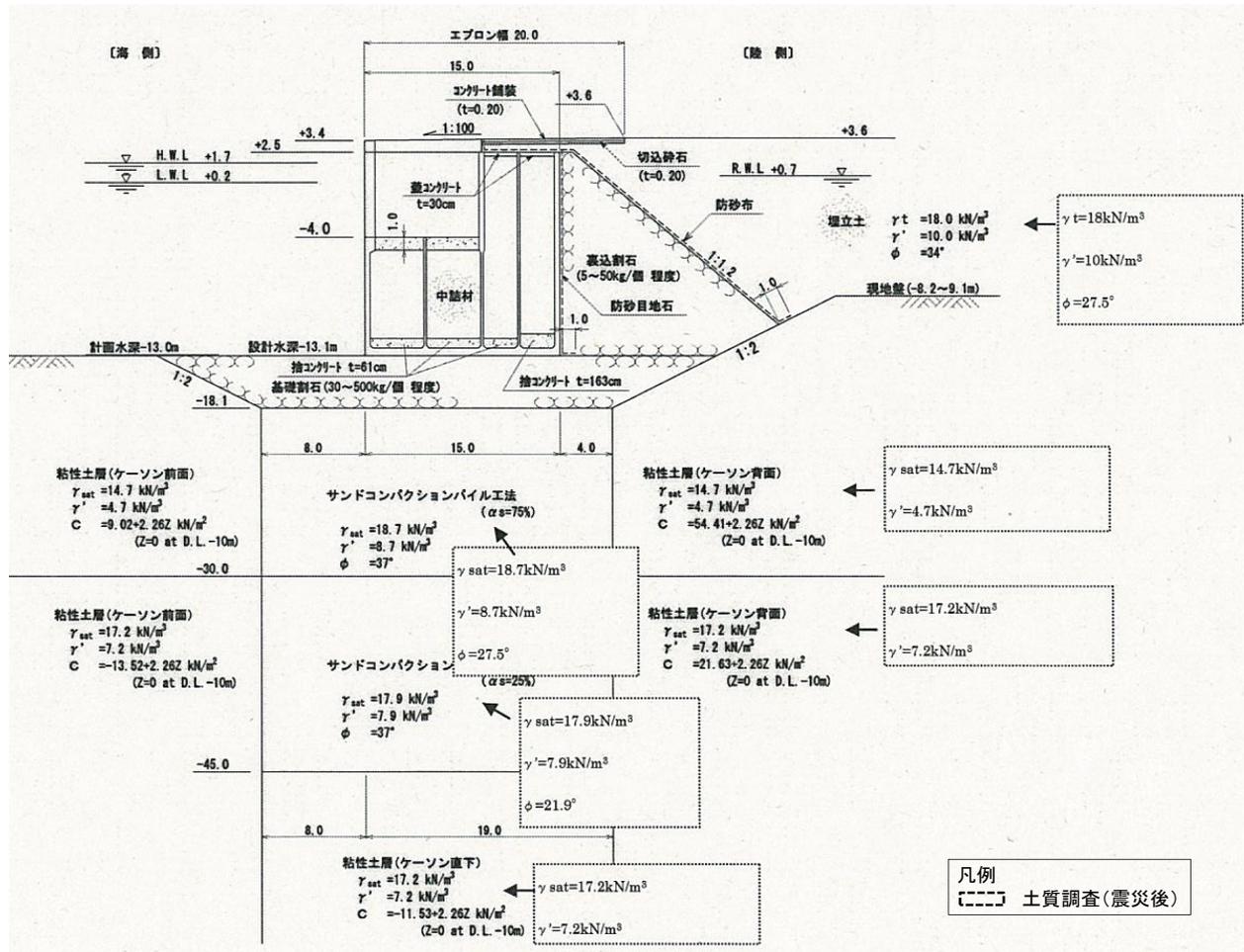


図-3.10.13 No.1 雲雀野地区 岸壁(-13m)の設計条件

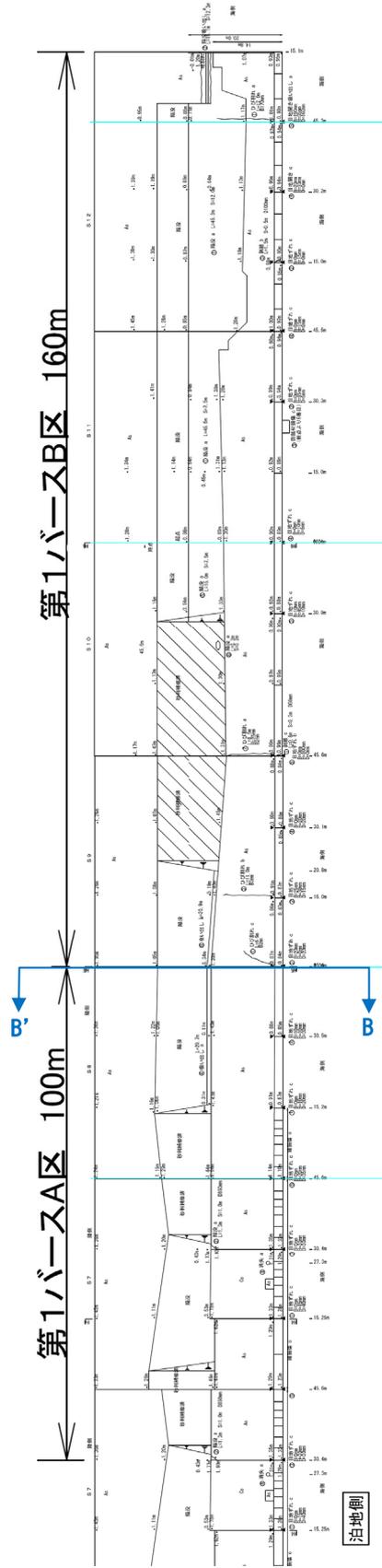
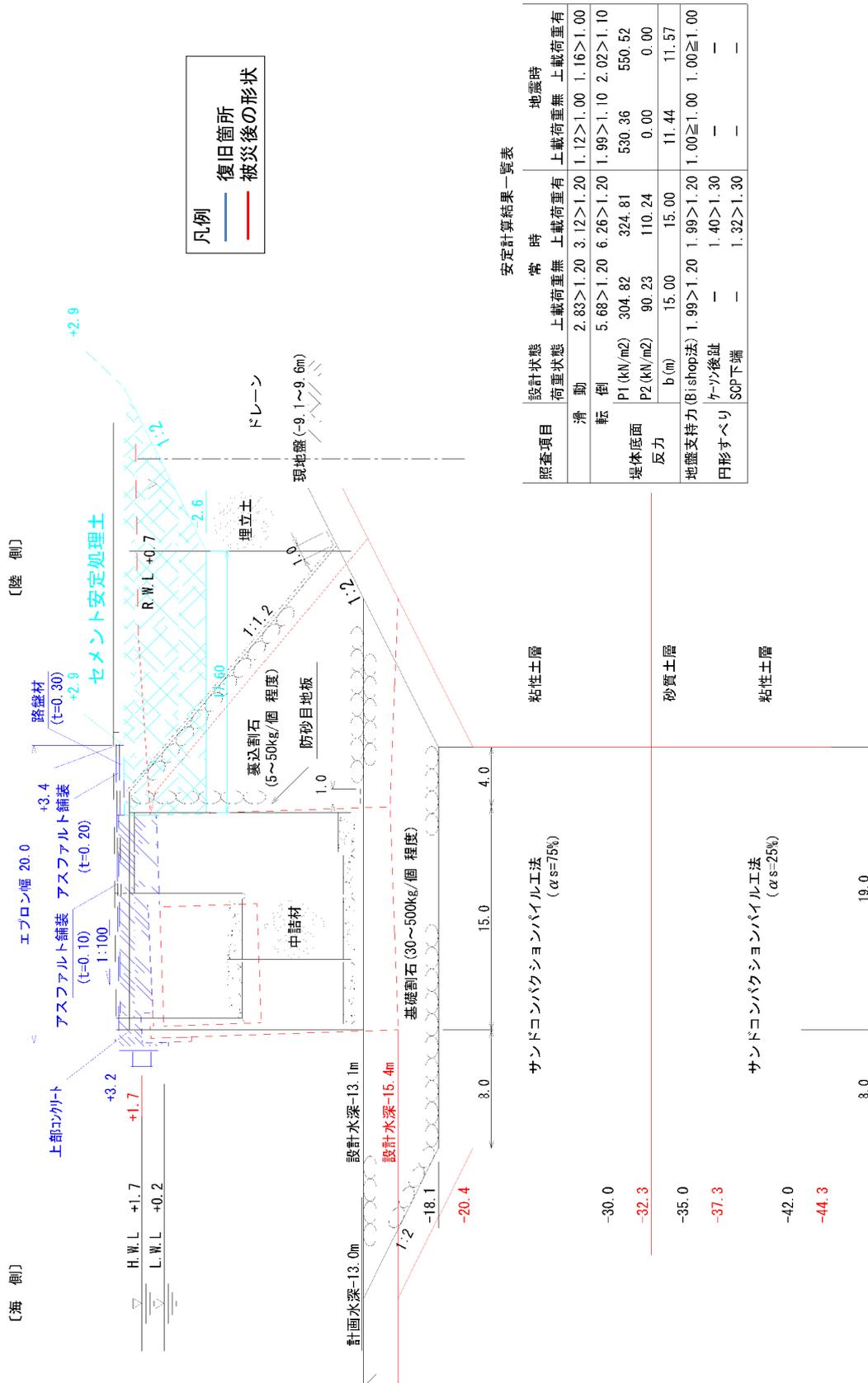


図-3.10.14 No.1 震雀野地区 岸壁(-13m)(1)の平面図 (被災後)



安定計算結果一覧表

照査項目	設計状態		常時		地震時			
	荷重状態	上載荷重有	上載荷重無	上載荷重有	上載荷重無	上載荷重有		
滑動	5.68	>1.20	3.12	>1.20	1.12	>1.00	1.16	>1.00
転倒	304.82	>1.20	6.26	>1.20	1.99	>1.10	2.02	>1.10
P1 (kN/m ²)	304.82		324.81		530.36		550.52	
P2 (kN/m ²)	90.23		110.24		0.00		0.00	
反力	b (m)	15.00	15.00	11.44	11.57			
地盤支持力 (Bishop法)	1.99	>1.20	1.99	>1.20	1.00	≥1.00	1.00	≥1.00
円形すべり	ケーン後趾	-	1.40	>1.30	-	-	-	-
	SCP下端	-	1.32	>1.30	-	-	-	-

図-3.10.16 No.1 鶯雀野地区 岸壁(-13m)(1)の断面図 (復旧後)

石巻港 係留施設 (補助分)

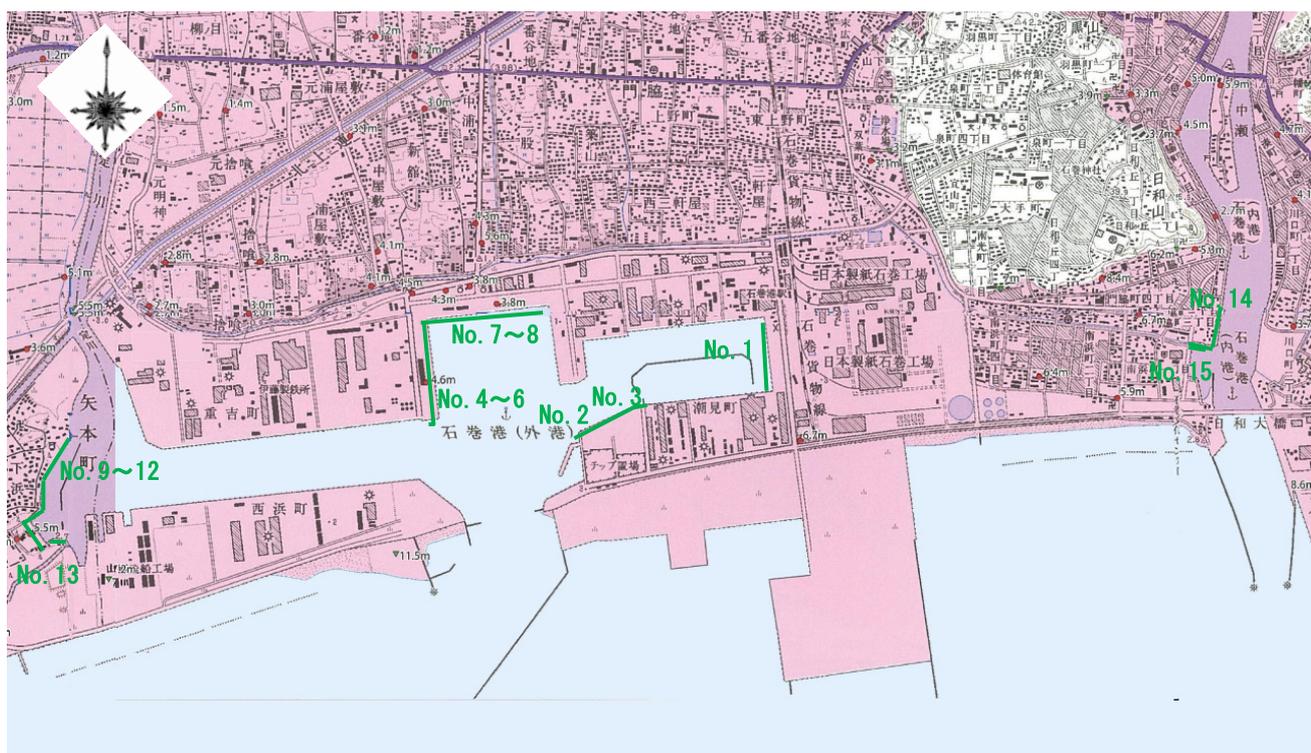


図-3.10.17 石巻港の被災港湾施設 (係留施設, 補助分) 1)に加筆

表-3.10.5 石巻港の被災施設一覧 (係留施設, 補助分)

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	潮見地区_ -4.5m岸壁	S.54	320.0m	控え組杭式鋼矢板	-4.5m	D.L.+3.0m	0.10	320.0m
2	南浜地区_ -9.0m岸壁	S.43	165.00m	控え組杭式鋼矢板	-9.0m	D.L.+3.0m	0.10	165.0m
3	南浜地区_ -7.5m岸壁	S.43	160.0m	控え版式鋼矢板	-7.5m	D.L.+3.0m	0.10	160.0m
4	中島地区_ -4.5m岸壁	S.53	60.0m	鋼矢板	-4.5m	+3.0m	0.10	60.0m
5	中島地区_ -10.0m岸壁 (2号、3号)	S.46	370.0m	鋼管矢板	-10.0m	+3.0m	0.15	370.0m
6	中島地区_ -5.5m岸壁	S.47	130.0m	鋼矢板	-5.5m	+3.0m	0.10	130.0m
7	大手地区_ -5.5m岸壁	S.46	320.0m	鋼矢板	-5.5m	+3.0m	0.10	320.0m
8	大手地区_ -7.5m岸壁	S.52	260.0m	栈橋	-7.5m	+3.0m	0.10	260.0m
9	大曲地区_物揚場 (1) (-2m)	—	—	—	—	—	—	198.0m
10	大曲地区_物揚場 (2) (-2m)	—	—	—	—	—	—	350.0m
11	大曲地区_物揚場 (-3m)	—	—	—	—	—	—	45.0m
12	大曲地区_物揚場 (3) (-2m)	—	—	—	—	—	—	72.0m
13	大曲地区_船揚場	—	—	—	—	—	—	51.2m
14	内港地区_門脇大型栈橋 (I工区)	—	199.5m	—	—	—	—	209.0m
	内港地区_門脇大型栈橋 (II工区)	—	56.5m	—	—	—	—	56.5m
15	内港地区_浮栈橋	—	—	—	—	—	—	42.4m

石巻港 水域施設 (直轄分)

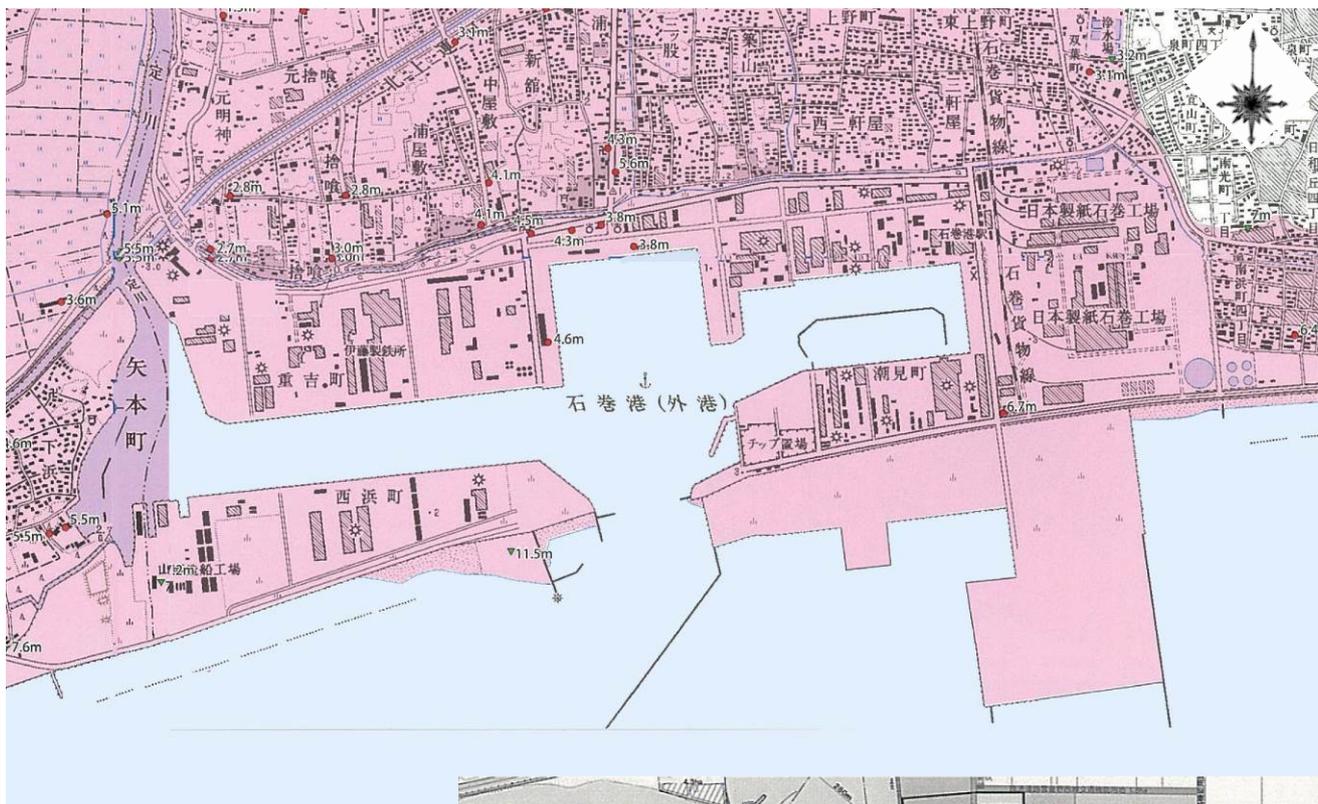


図-3.10.18 石巻港の被災港湾施設 (水域施設, 直轄分) 1)に加筆

表-3.10.6 石巻港の被災施設一覧 (水域施設, 直轄分)

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	雲雀野地区_航路・泊地(-13m)	—	—	—	-13m	—	—	—

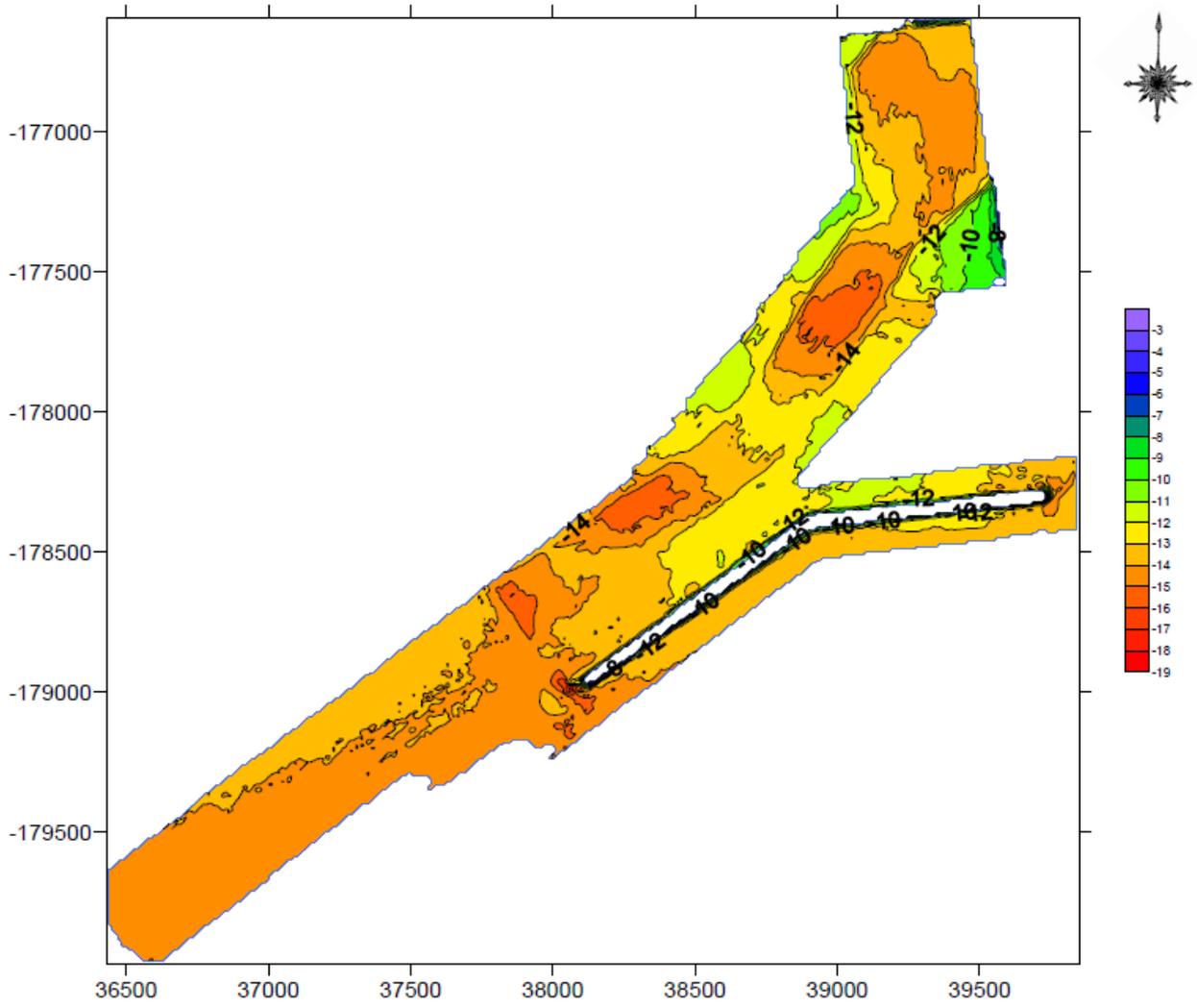


図-3.10.19 No.1 雲雀野地区 航路部および外港部のカラー段彩図

石巻港 水域施設 (補助分)

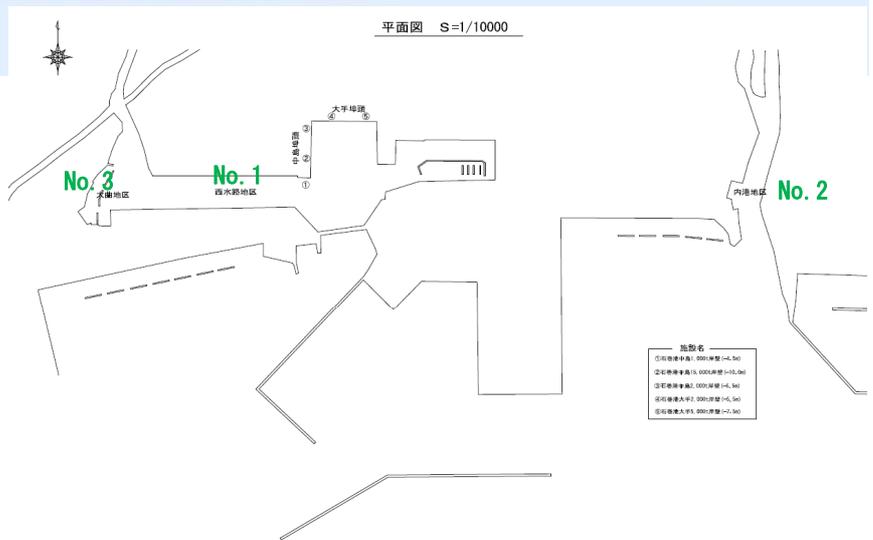


図-3.10.20 石巻港の被災港湾施設 (水域施設, 補助分) 1)に加筆

表-3.10.7 石巻港の被災施設一覧 (水域施設, 補助分)

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	西水路地区	—	/	/	-4.5m	/	/	/
2	内港航路	—	/	/	-2.0~-3.5m	/	/	/
3	大曲地区	—	/	/	-3.0m	/	/	/

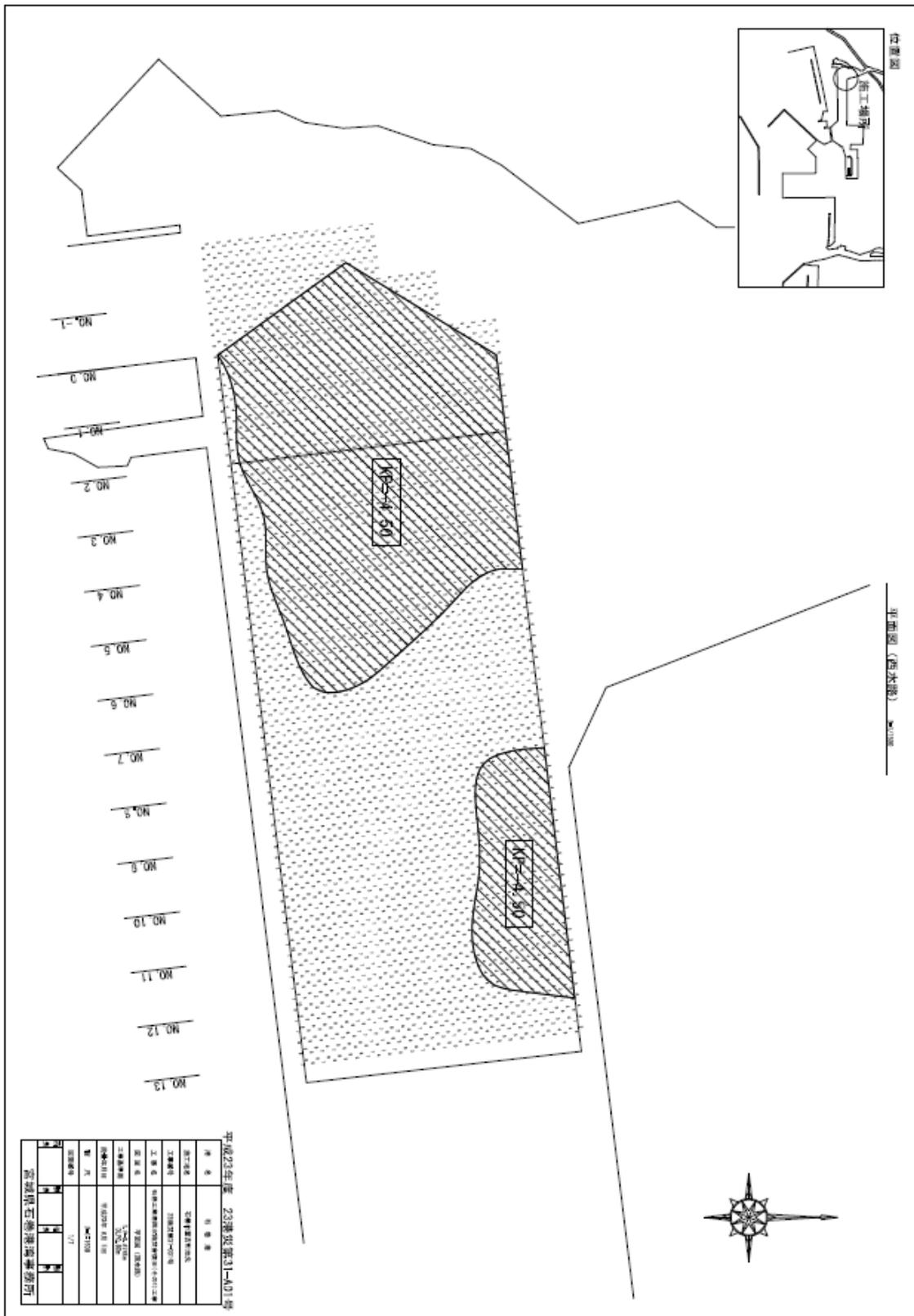


図-3.10.21 震災後の深浅図 (西水路地区)

表-3.10.8 石巻港の被災施設一覧（臨港交通施設，補助分）

No.	施設名	完成年度	延長	構造形式	水深	天端高	設計震度	被災延長
1	臨港道路釜北線	—	2,976.0m					2912.7m
2	臨港道路東1号線	—	1,010.0m					882.5m
3	臨港道路釜中線	—	1,750.0m					882.5m
4	臨港道路北一号线	—	333.0m					256.0m
5	臨港道路北一の2号線	—	215.0m					230.2m
6	臨港道路北一の3号線	—	215.0m					168.0m
7	臨港道路北二号线	—	369.0m					363.1m
8	臨港道路北四号线	—	150.0m					70.4m