

3.13 相馬港

(1) 基本情報

重要港湾「相馬港」は、福島県浜通り北部にある相馬市と新地町にまたがる港である。地元福島県はもとより、宮城・山形両県南部を含む広域経済圏の重要な海の玄関口としての役割を担っている。相馬港は、古くは「北湊」や「原釜港」と呼ばれ、江戸時代には米や塩の積出港として栄えた。明治以降は金華山沿岸の漁場をひかえた漁港として長く利用されてきたが、高度経済成長期の昭和35年に地方港湾「相馬港」の指定を受け、翌年から本格的な整備が始まった。

昭和45年に1号埠頭岸壁が供用開始されると、その後地域への重要性が認められ、昭和49年には重要港湾に指定された。さらに、昭和56年には全国初のエネルギー港湾としての指定を受けて、相馬地域総合開発事業とあわせた整備が進んだ。相馬港は、背後に広がる経済圏への物資流通の拠点港湾として商港的機能に重点を置き、災害に強い埠頭の整備などを進め、住民に親しまれる新しい時代の要求に対応できる港湾を目指している。

相馬港の港湾計画図を図-3.13.1に示す。

(2) 地震動と津波

相馬港では、港湾地域強震観測の観測点「相馬-G」が津波で流失したため本震の記録は得られていない。しかしながら、本震以前に発生した地震の記録は蓄積されていたため、サイト特性置換手法を用いて、本震の「相馬-G」における地震動が推定されている²⁸⁾。

相馬港の津波痕跡図を図-3.13.2に示す¹⁾。図中の数値は、T.P.表記である。相馬港は広範囲で浸水しており、津波浸水高は1号埠頭地区においてT.P.10.0m、2号埠頭地区においてT.P.9.7m、5号埠頭地区においてT.P.9.0mを示している。

(3) 被災概況

1号、2号埠頭岸壁の一部ではタイロッドの破断により岸壁のはらみ出し、エプロン部の陥没が確認された。また、岸壁の倒壊により多目的クレーンが海中に転落した。3号埠頭仮護岸においては岸壁が倒壊し、埋立土が流出した。沖防波堤においては、約7割の部分で傾斜、ずれが発生した。原釜地区の離岸堤や突堤においては、消波ブロック等の飛散が確認された¹⁹⁾。

(4) 復旧概要

相馬港では、概ね3年以内に係留施設等の復旧を完了

させ、概ね5年以内に防波堤の復旧を目指すこととした(平成23年8月時点)²⁰⁾。相馬港を利用する企業の操業再開と歩調を合わせ、企業活動に極力支障が生じないように、港湾施設を応急復旧することとし、また、緊急性の高い箇所から優先的に復旧工事を実施し、主要な岸壁の復旧を目指すとした。

相馬港における港湾取扱貨物の復旧状況を図-3.13.3に示す。震災のあった翌月の平成23年4月の港湾取扱貨物量は、対平成22年同月比0.5%まで低下した。主な港湾利用企業である火力発電所が平成23年12月に発電を再開、同じくして内航コンテナ荷役も再開するなど回復が進み、取扱貨物量は平成24年で約550万トン(対平成22年比102%)となった。

(5) 外郭施設

相馬港における被災港湾施設(外郭施設、直轄分)を図-3.13.4に、被災施設一覧(外郭施設、直轄分)を表-3.13.1に示す。

沖防波堤の復旧後の平面図、断面図を図-3.13.5～図-3.13.26に示す。沖防波堤の被災状況としては、C区堤頭函においては、先端部および港内側消波ブロックが津波により一部が移動し、先端部から港内側にかけて被覆石や原地盤が洗掘された。また、B-1工区、B-2工区、B-3工区、C-1工区およびC-2工区においては、港内側の局所的な洗掘は、堤体の移動量の差が大きい箇所が発生し、移動量の大きい堤体は上部工が欠落している箇所が多かった。A-II-1工区、A-II-2工区およびA-II-3工区においても同様に、移動量の大きい堤体では上部工が欠落している箇所が多く見られたが、港内側のマウンド肩幅が他工区より広い箇所では、堤体の移動量が小さい傾向が見られた。A-I-1工区、A-I-2工区およびA-I-3工区においては、港内側の局所的な洗掘は、堤体の移動量の差が大きい箇所が発生し、特にマウンド内に留まった堤体の背面が大きく洗掘された。A-I-3工区、A-I-4工区、A-I-5工区およびA-I-6工区では、港内側が大きく洗掘され、堤頭部を巻き立てていた被覆ブロック(6t型)がほとんど飛散し、A区堤頭部3函は先端側に大きく移動した。

北防波堤の被災状況としては、I-1～I-2区において、堤体本体の移動やマウンドの洗掘等の大きな変状は見られず、隅角部においても洗掘等の変状は見られなかった。

沖防波堤の復旧方針は、原形復旧を基本とした。津波により全181函のうち、約9割に当たる159函のケーソンが滑動し、マウンドから滑落して傾斜・転倒している状態である。このため、ケーソンの据え直しが可能なも

のは再利用するものとし、不可能なものは新設により対応することとした。

北防波堤の復旧については、全工区で沈下している状況であるが、ケーソン本体の異常が認められず、はらみ出し量および傾斜は軽微であったため、ケーソンの据直しは行わず、当初設計時の基準により照査を行うこととした。

相馬港における被災港湾施設（外郭施設、補助分）を図-3.13.27 に、被災施設一覧（外郭施設、補助分）を表-3.13.2 に示す。

防波堤（南）においては、方塊ブロック（堤防基部）に目立った被災は見られなかったが、防波堤先端のケーソンが水平移動し、根固めブロック並びに消波ブロックの流失等が確認された。また、ケーソン部では上部工の破損、沈下および水平段差によるずれが生じた。

1号埠頭護岸においては、自立式矢板護岸（軽量鋼矢板）が津波によって基部が洗掘されたため転倒および流失し、斜面を被覆する場所打ちコンクリートにはずれや破損が生じた。ケーソンヤード斜路に接続するコーナー部の控え式矢板護岸は、タイロッドが切断されながらころうじて矢板が自立している状態となった。

2号埠頭護岸においては、直立式護岸（ブロック：直立消波）が埠頭用地上に飛散し、裏埋土の吸出しおよび洗掘が生じたことで、背面にある臨港道路にまで大きな被害が発生した。残存した箇所についても、ブロック上段ので水平方向にねじれやずれ（開き）が確認された。

5号埠頭北護岸においては、ケーソンの水平移動により上部コンクリートにずれや開きが生じたことにより、ケーソン背面（接続部）において埋立土の吸出しが確認された。5号埠頭西護岸との接合部（隅各部）においては、上部コンクリートの大きな変状が生じた。また、水叩きアスファルト舗装（管理通路）および場所打水路の破損等、大きな被害が確認された。

復旧方針としては、南防波堤、1号埠頭護岸、2号埠頭護岸および5号埠頭北護岸では原形復旧を基本とし、原形に復旧することが困難な場合には、従前と同程度の性能を確保することとした。

(6)係留施設

相馬港における被災港湾施設（係留施設、補助分）を図-3.13.28 に、被災施設一覧（係留施設、補助分）を表-3.13.3 に示す。

被災状況としては、防波堤(南)物揚場においては、L型ブロック下部の洗掘に伴いL型ブロックが流失し、防波堤（南）においては、本体（方塊ブロック）の沈下お

よび崩落が生じ、上部コンクリートではせん断破壊が発生し、崩落寸前の状態であった。

1号埠頭岸壁においては、重力式岸壁（コンクリートブロック：直立消波）が前面海側に最大3度ほど傾斜し、倒れ掛かる変形が生じた。東側隅角部では鋼矢板が転倒および流出したため、裏埋土の吸出しおよび洗掘が生じたことで、エプロン舗装に大きい被害が生じた。また、空洞調査では、舗装の下部において最大で72.5cmの空洞が確認された。

2号埠頭岸壁および第2船溜まり物揚場においては、鋼管矢板背後の埋立土が液状化し、舗装下部に空洞化が生じた。そのため、矢板上部工の背面に段差が発生し、舗装の崩落および段差が発生した。

5号埠頭岸壁においては、ケーソン基部の2ブロックで水平移動やねじれ等が発生し、上部コンクリートにずれや開きが生じた。また、ケーソン間に隙間が生じたためケーソン背面の埋立土が吸い出され、津波で剥がされたアスファルト舗装に加えて、路盤材や盛土が損失する被害が確認された。

復旧方針としては、防波堤(南)物揚場、1号埠頭岸壁、2号埠頭岸壁、第2船溜まり物揚場および5号埠頭岸壁では原形復旧を基本とし、原形に復旧することが困難な場合には、従前と同程度の性能を確保することとした。

(7)臨港交通施設

相馬港における被災施設一覧（臨港交通施設、補助分）を表-3.13.4 に示す。

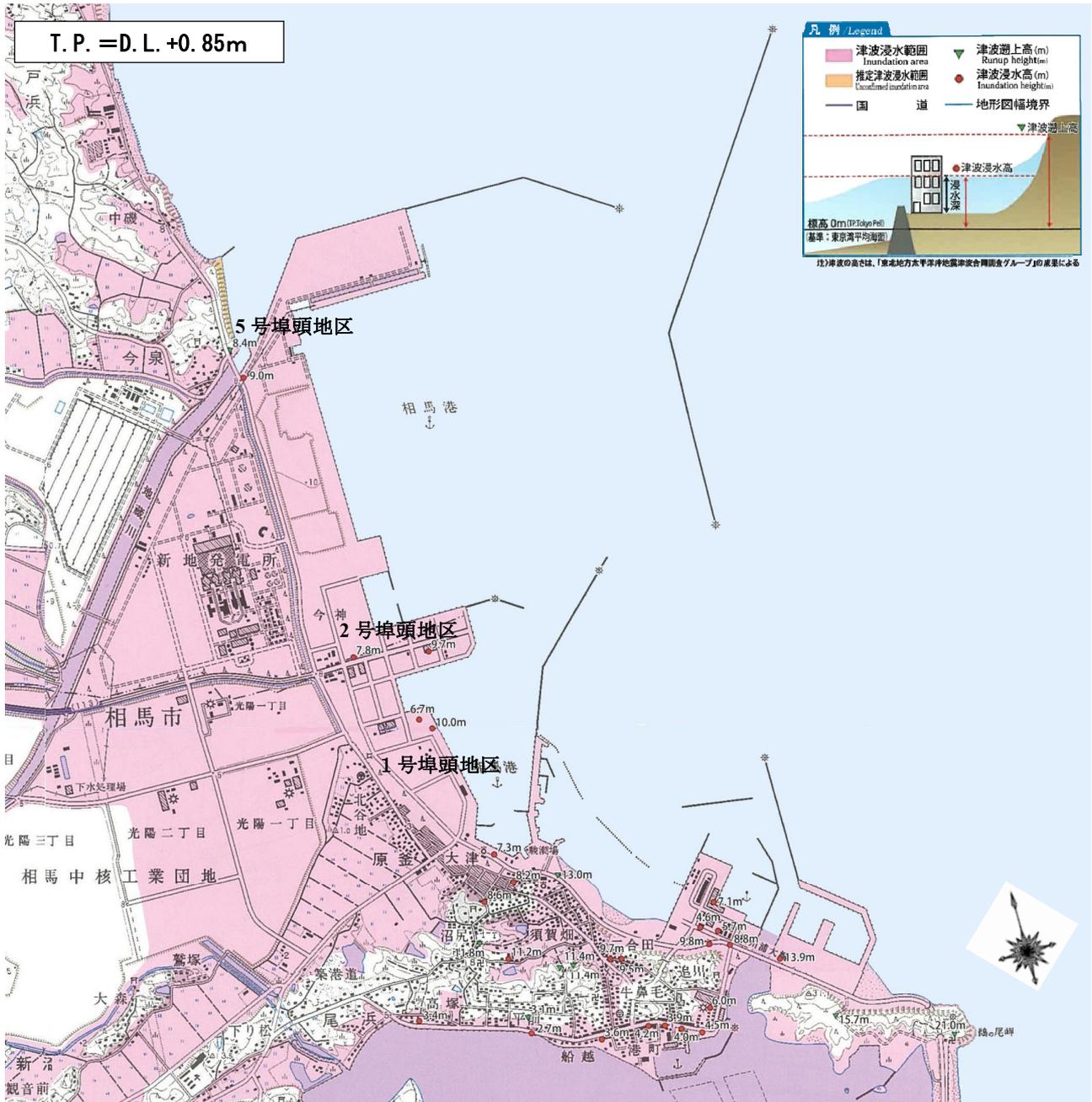


図-3.13.2 相馬港の津波痕跡図¹⁾

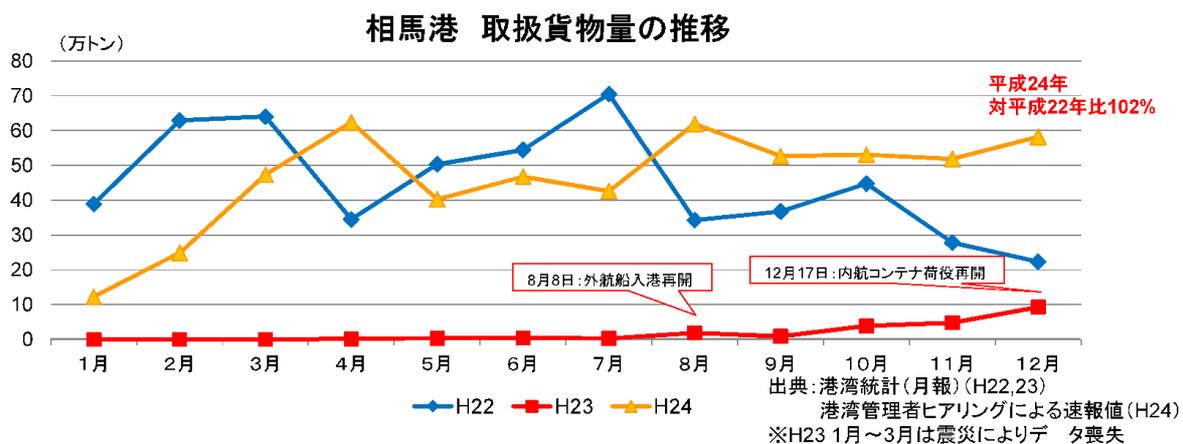


図-3.13.3 相馬港 港湾取扱貨物の復旧状況

相馬港 外郭施設 (直轄分)



図-3.13.4 相馬港の被災港湾施設 (外郭施設, 直轄分) 1)に加筆

表-3.13.1 相馬港の被災施設一覧 (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 | 沖防波堤 | — | 2,730m | 消波ブロック被覆堤 | -13.5m~-15.8m | +5.0m~+5.5m | — | 2,675.3m |
| 2 | 北防波堤 | — | 1,100m | ケーソン式混成堤 | -10.25m~-10.6m | +3.8m~+4.2m | — | 1,080m |

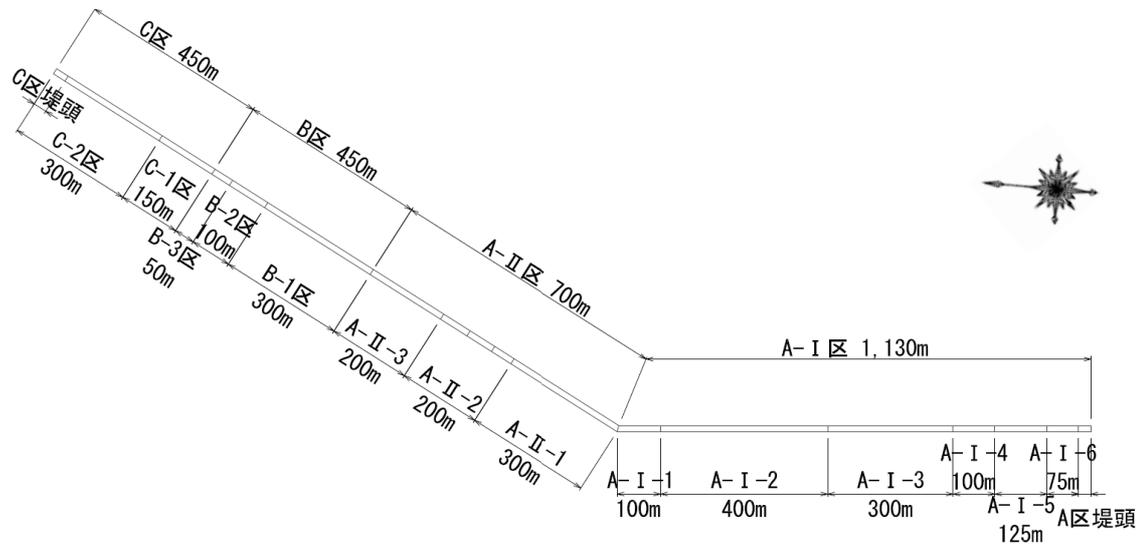


図-3.13.5 No.1 沖防波堤の平面図 (被災前)

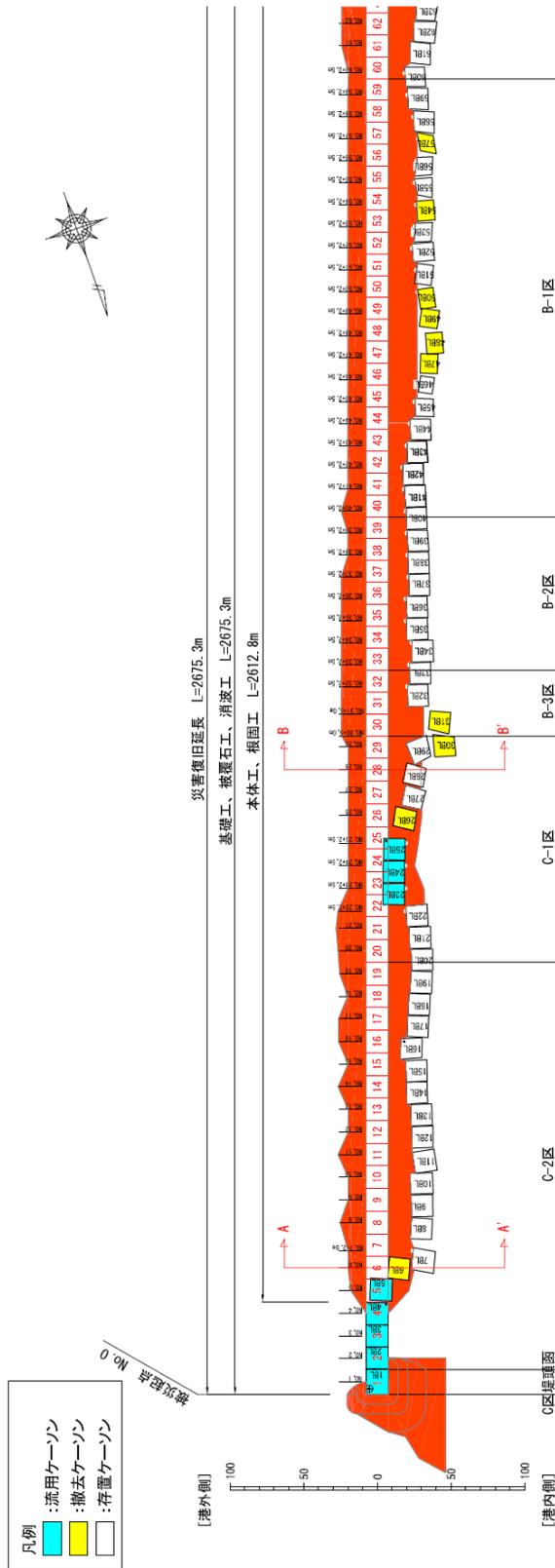


図-3.13.6 No.1 沖防波堤の平面図 B-1区～C区堤頭 (被災後・復旧後)

(相馬港)

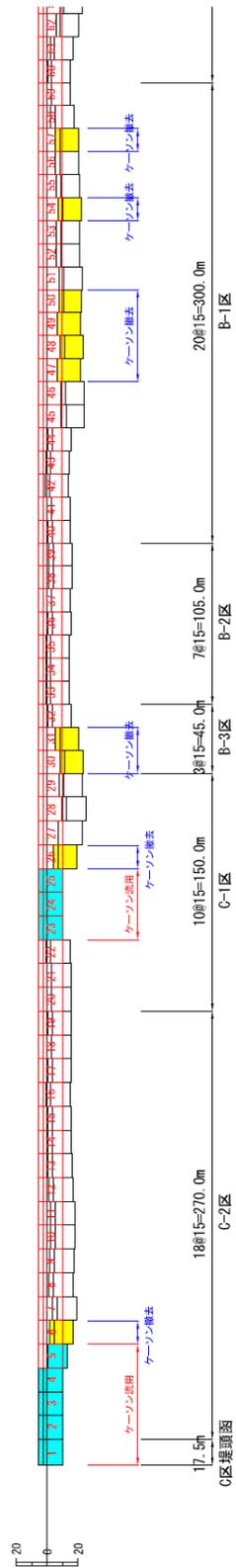


図-3.13.7 No.1 沖防波堤の断面図 B-1 区～C 区堤頭 (被災後・復旧後)

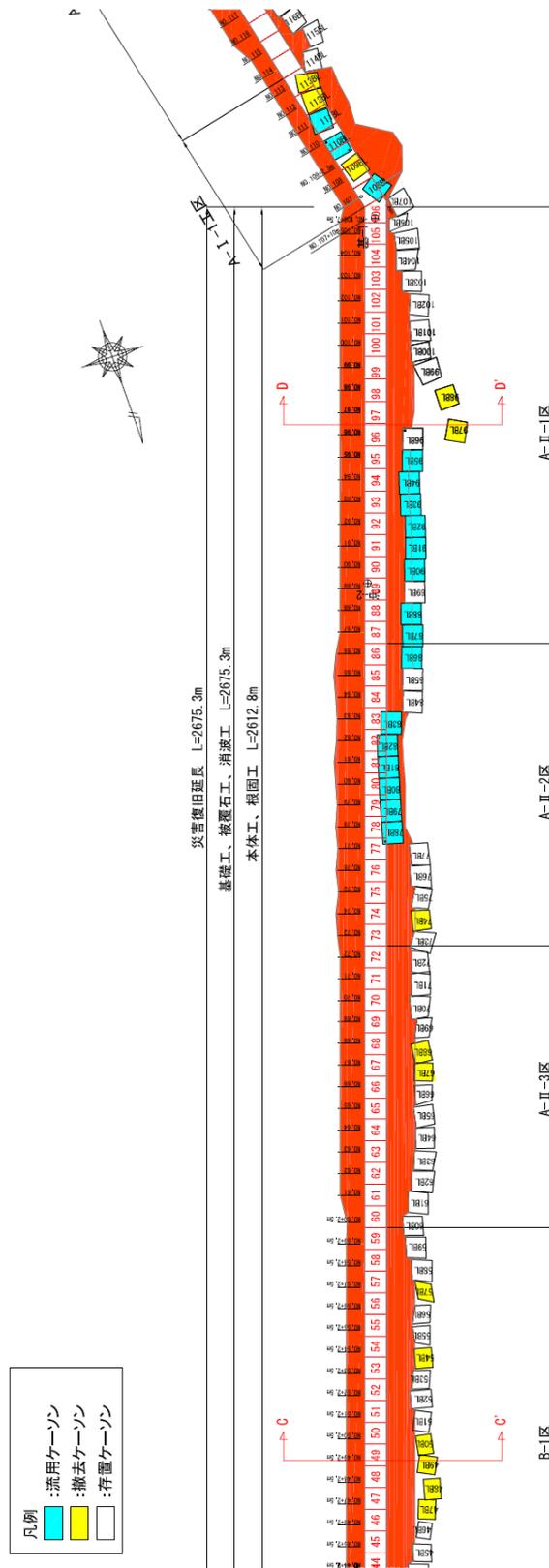


図-3.13.8 No.1 沖防波堤の平面図 A-II-1 区～B-1 区（被災後・復旧後）

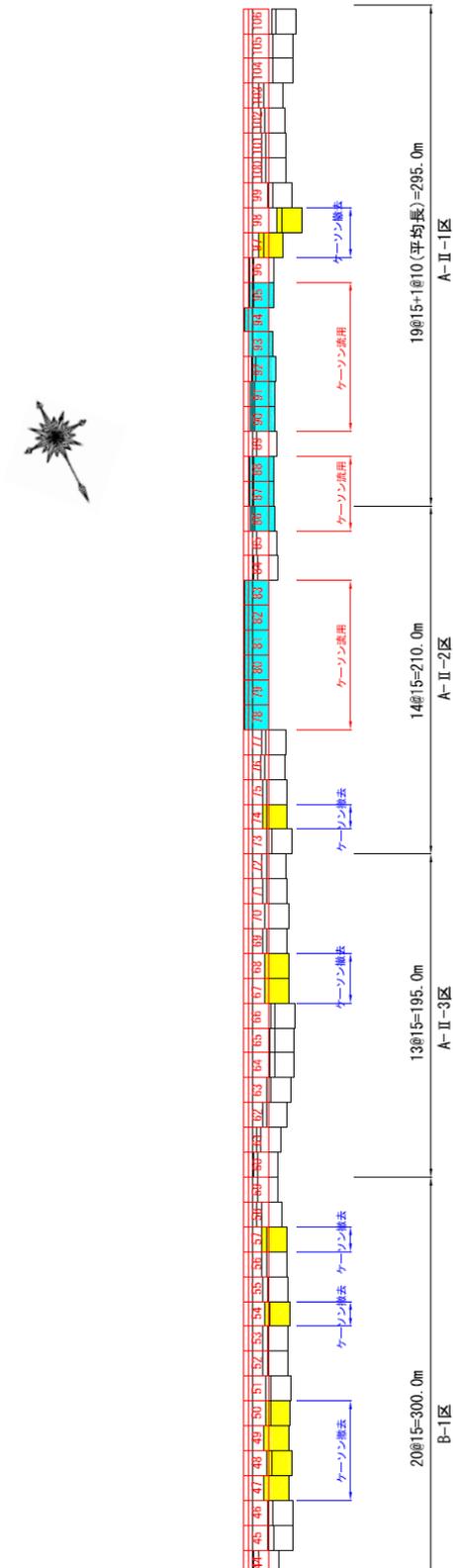


図-3.13.9 No.1 沖防波堤の断面図 A-II-1 区～B-1 区 (被災後・復旧後)

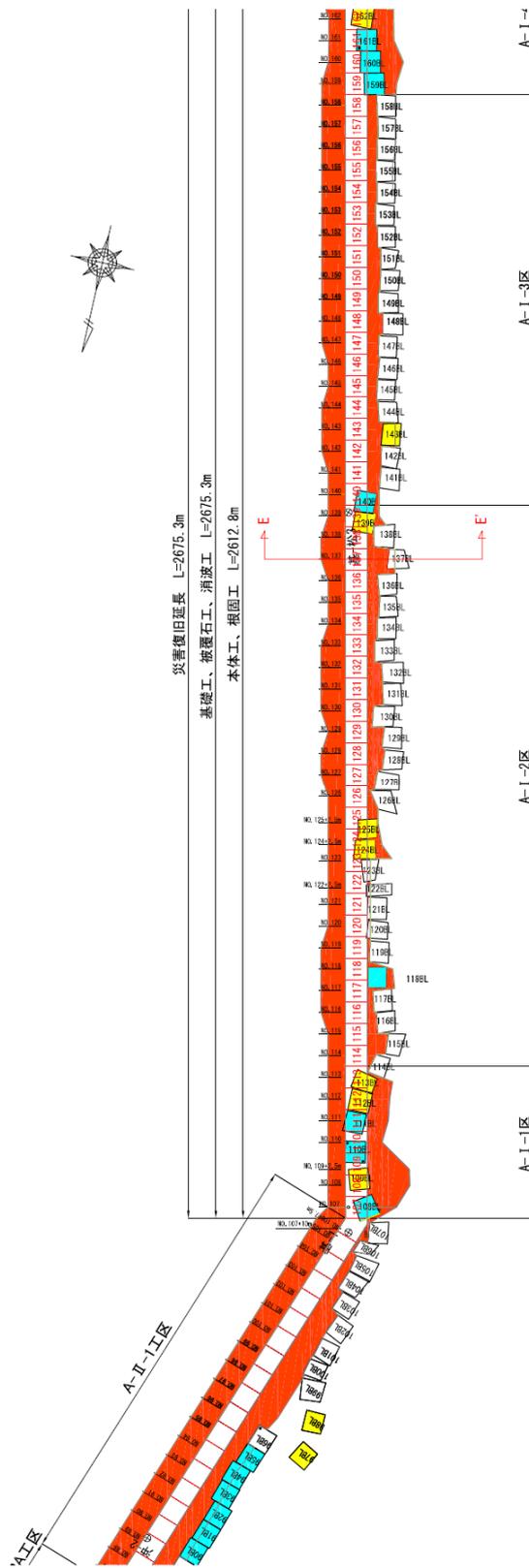


図-3.13.10 No.1 沖防波堤の平面図 A-I-1区~A-I-3区 (被災後・復旧後)

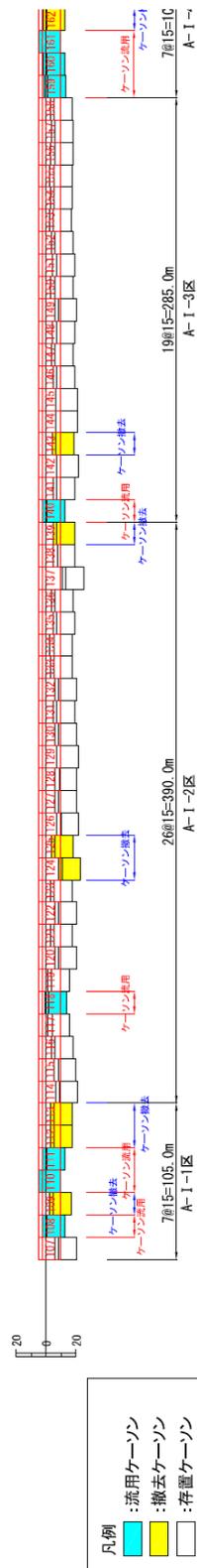


図-3.13.11 No.1 沖防波堤の断面図 A-I-1 区～A-I-3 区 (被災後・復旧後)

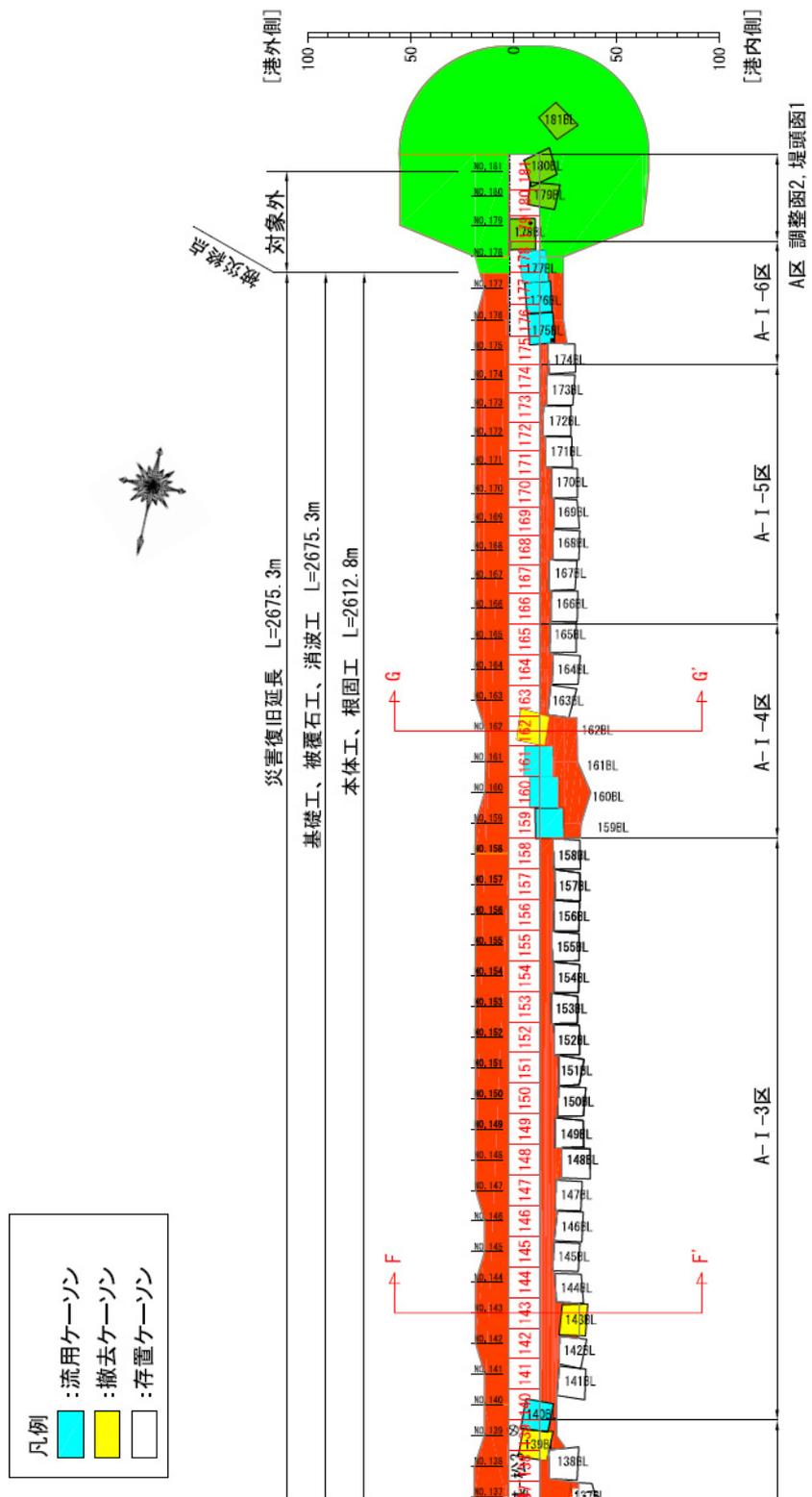
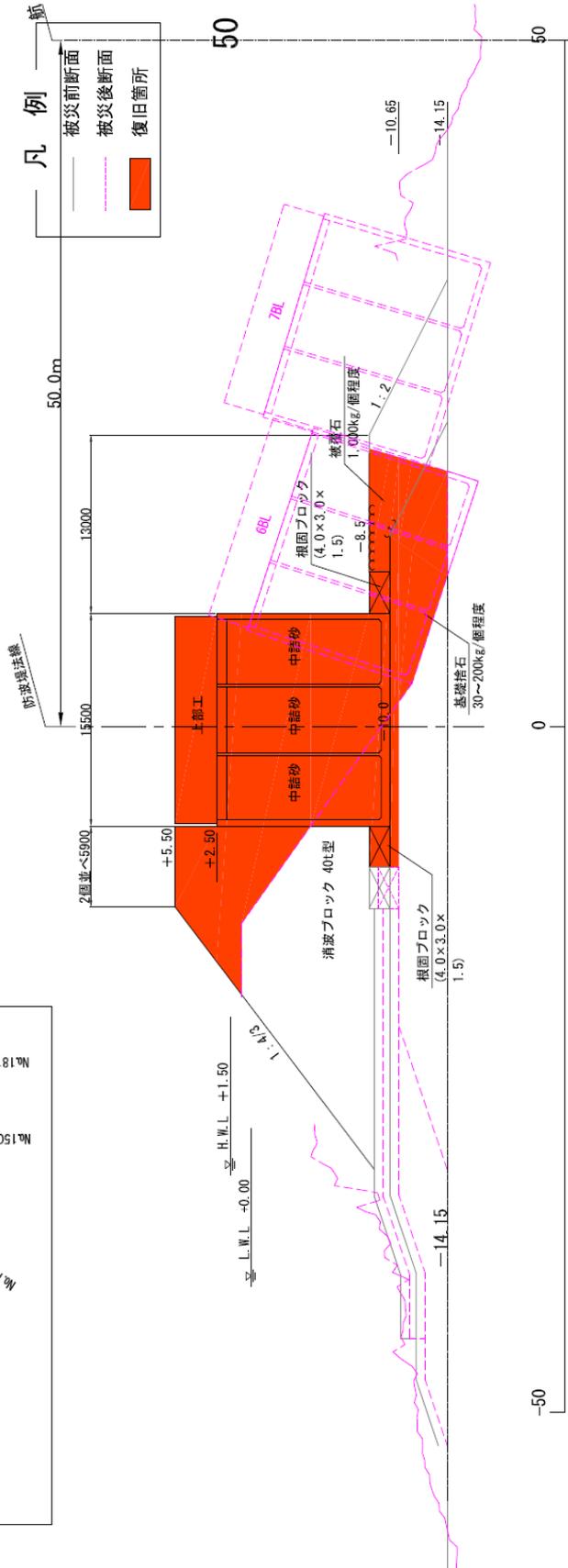
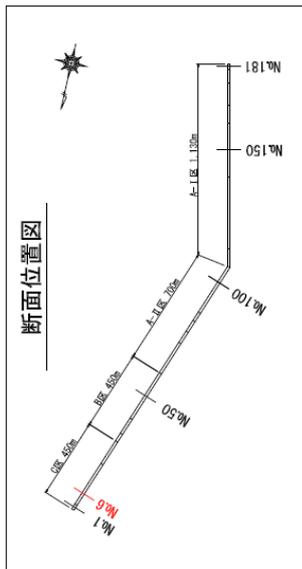


図-3.13.12 No.1 沖防波堤の平面図 A-I-3区～A-I-6区 (被災後・復旧後)

ケーソン諸元

| | |
|----|--------------------------------|
| 形状 | L * B * H 15.0 * 15.5 * 2.5 |
| 体積 | 602.95m ³ /函 |
| 重量 | 1,477.2t/函 |
| 吃水 | 5.99m |



既設ケーソン存置

図-3.13.15 No.1 沖防波堤の断面図 C-2区 No.6 (被災前・被災後・復旧後)

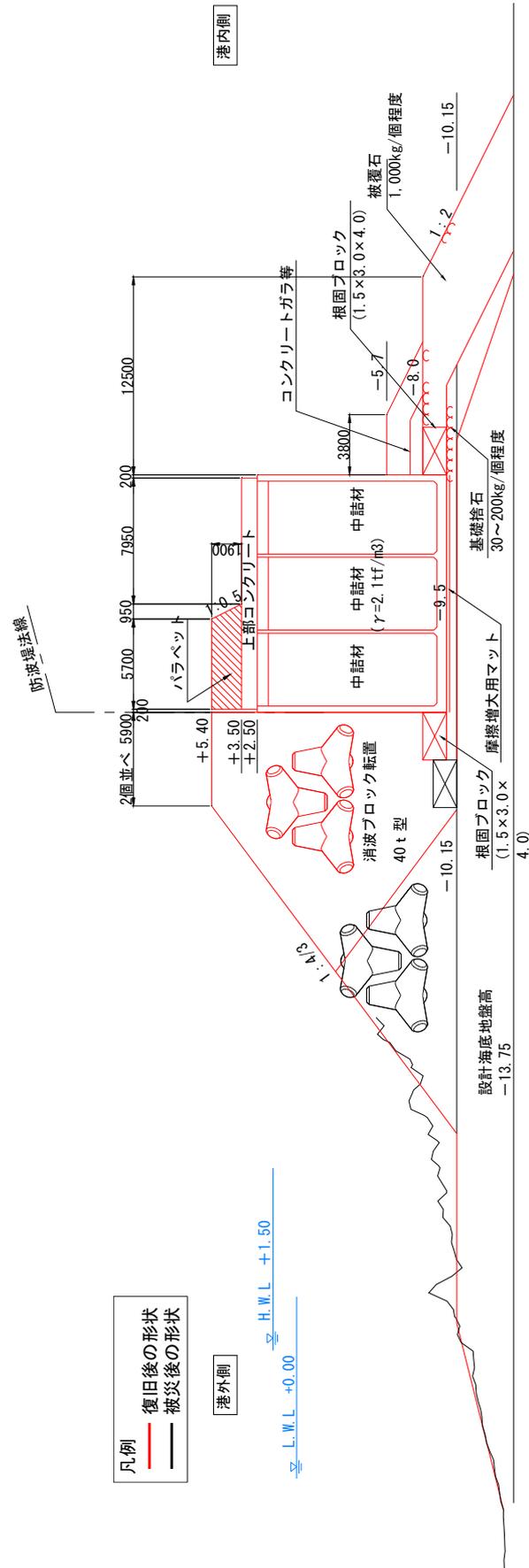
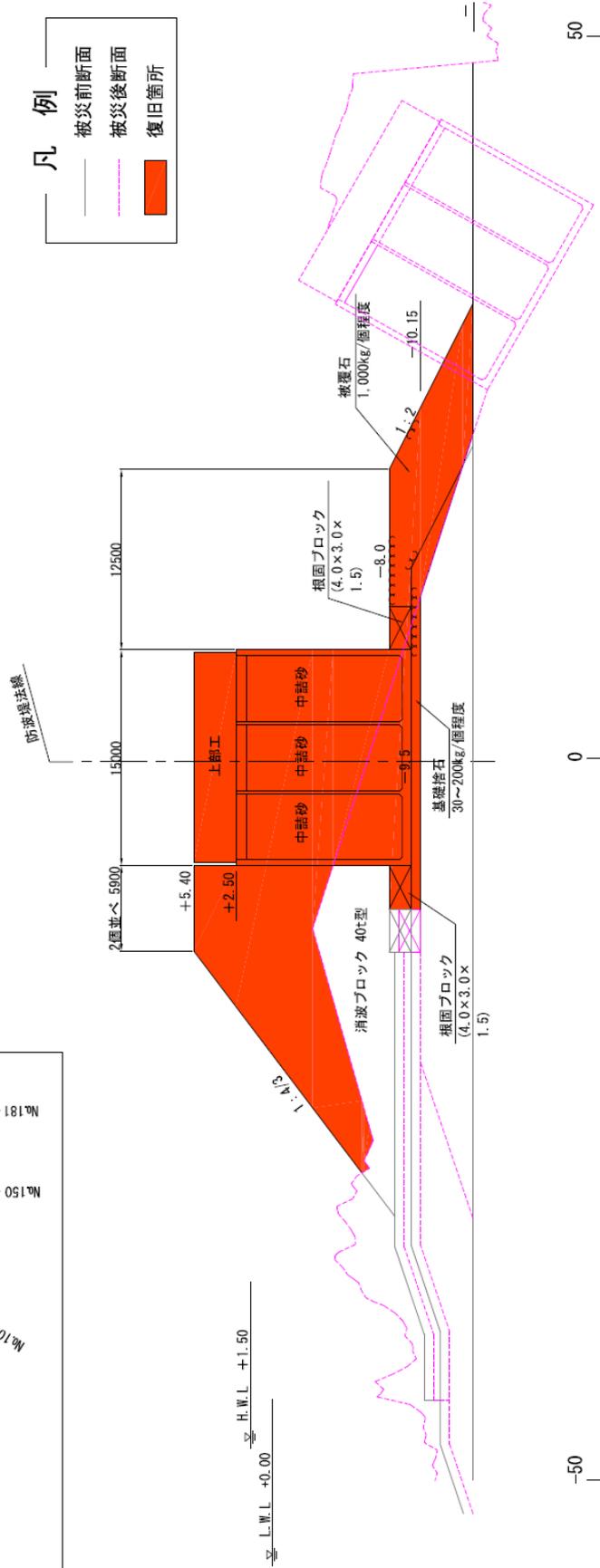
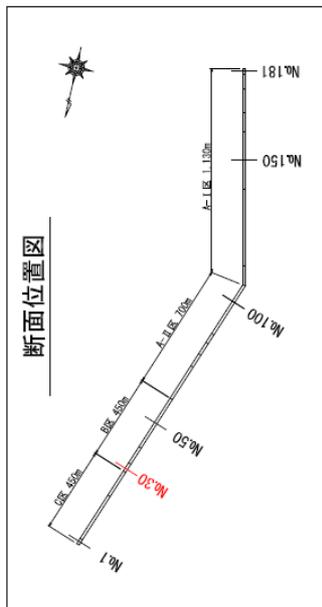
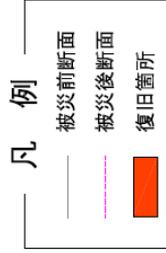


図-3.13.16 No.1 沖防波堤の断面図 B-3 区 (復旧後)

(相馬港)

ケーンソン諸元

| | |
|----|---------------------------------|
| 形状 | L * B * H 15.0 * 15.0 * 12.0 |
| 体積 | 540.31m ³ /函 |
| 重量 | 1,323.8t/函 |
| 吃水 | 5.71m |



既設ケーンソン撤去

図-3.13.17 No.1 沖防波堤の断面図 B-3 区 No.30 (被災前・被災後・復旧後)

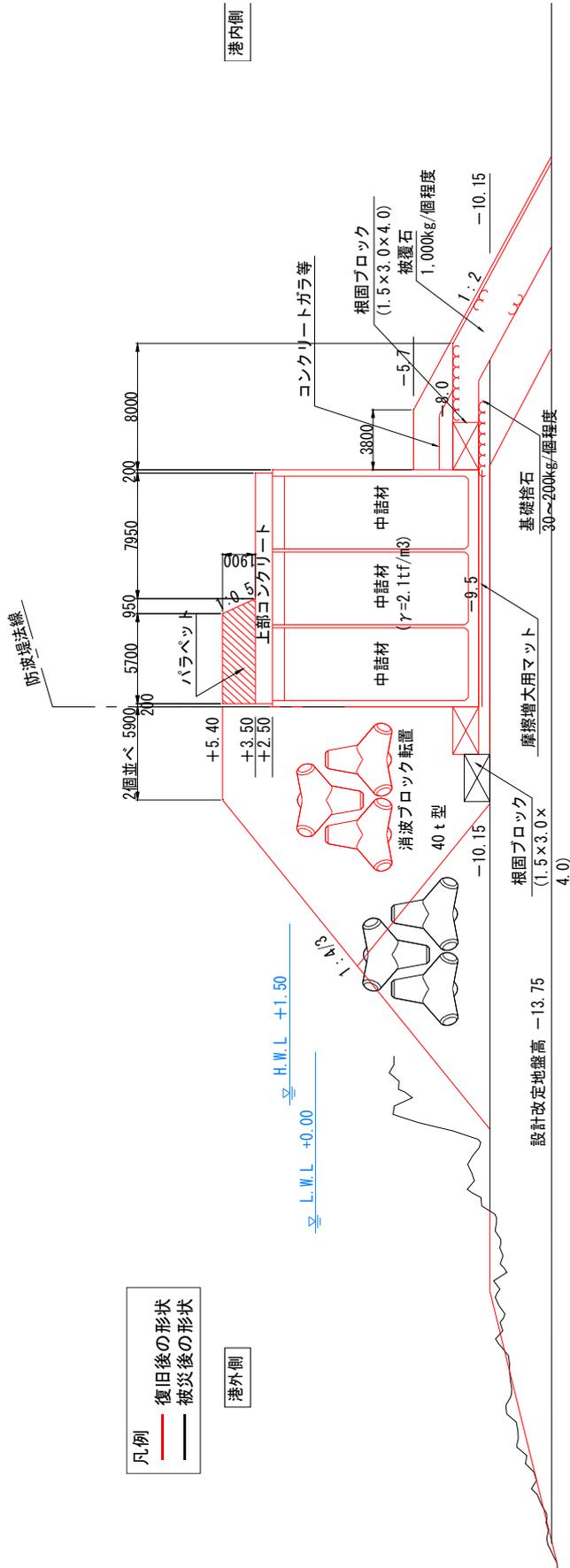
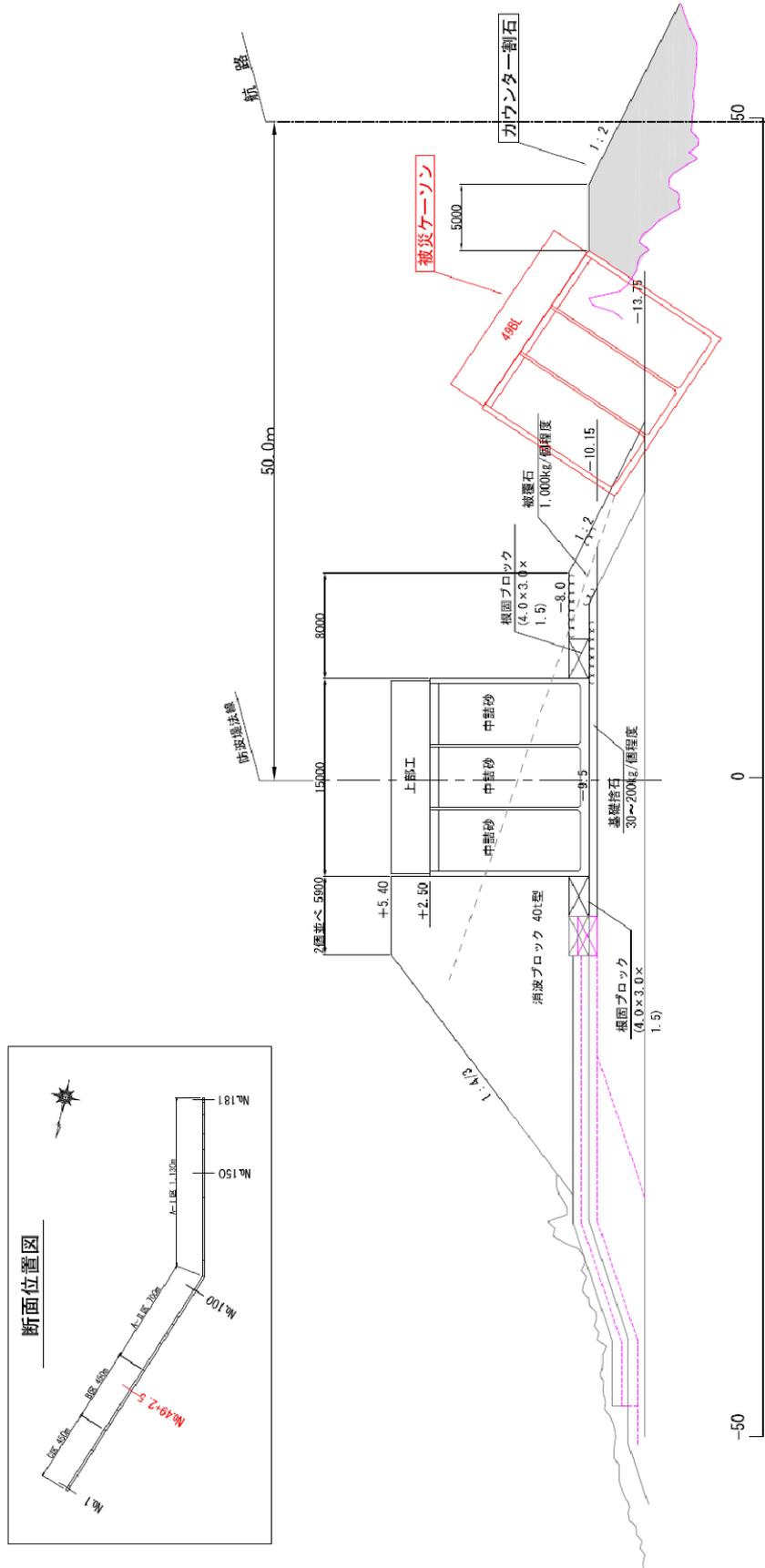


図-3.13.18 No.1 沖防波堤の断面図 B-1 区 (復旧後)

(相馬港)



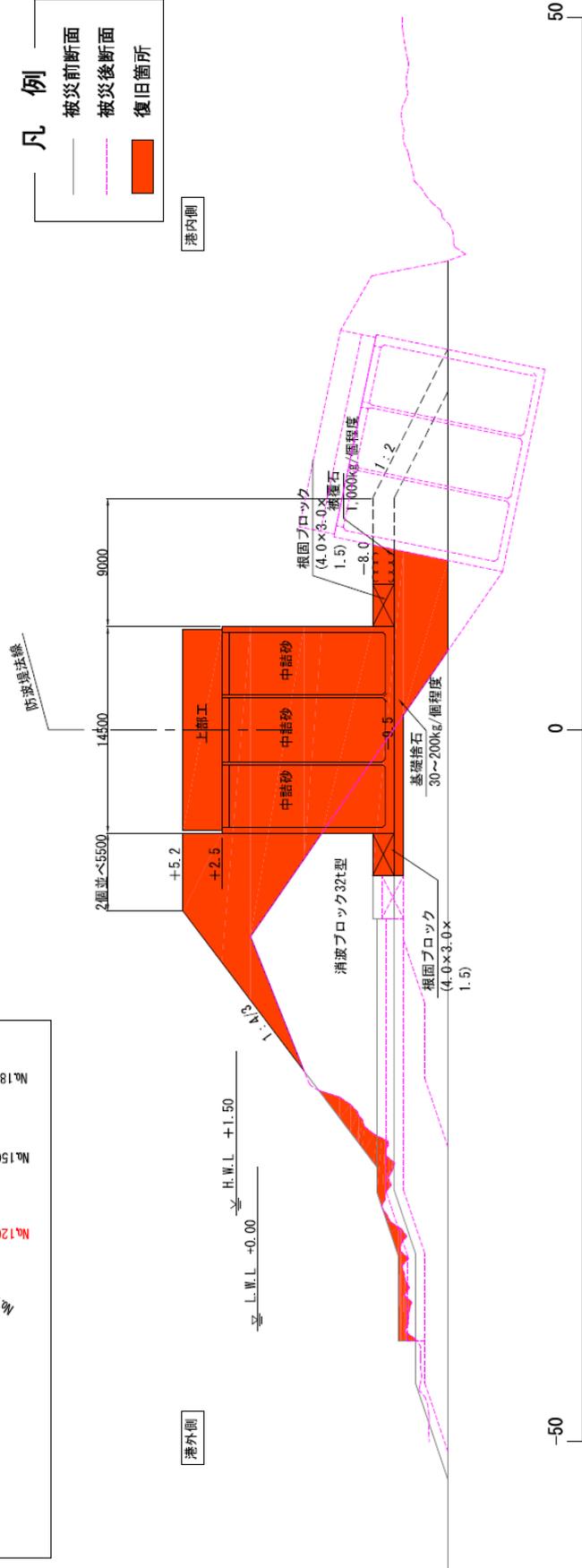
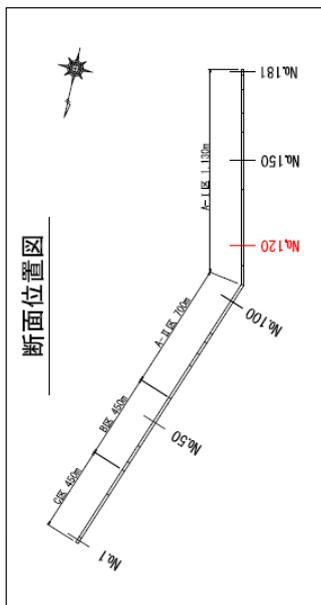
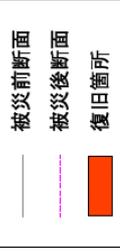
既設ケーソン撤去

図-3.13.19 No.1 沖防波堤の断面図 B-1 区 No.49+2.5 (被災前・被災後・復旧後)

ケーソン諸元

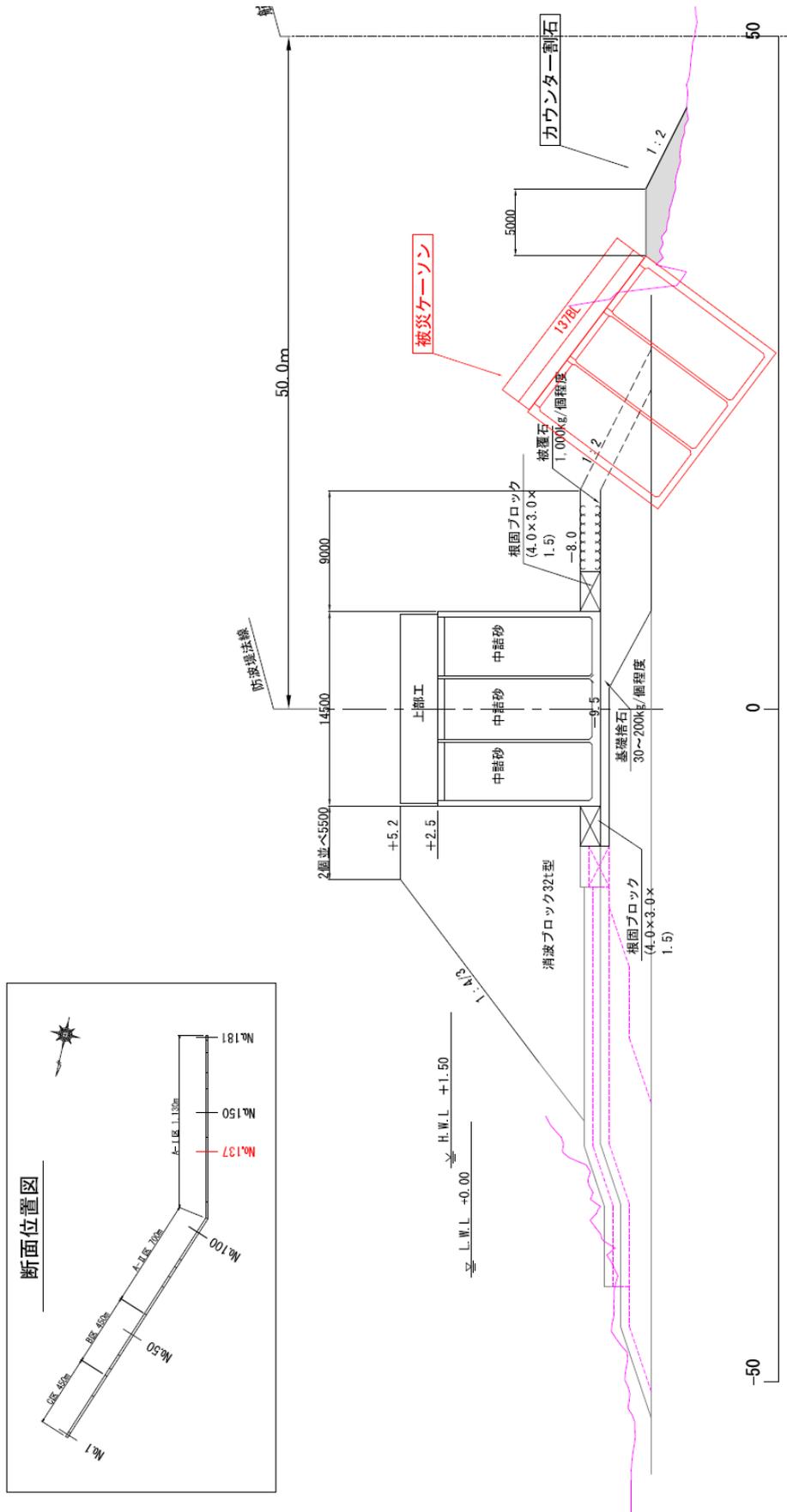
| | |
|----|-------------------------|
| 形状 | L * B * H |
| 体積 | 15.0 * 14.5 * 12.0 |
| 重量 | 528.91m ³ /函 |
| 吃水 | 1, 295.8t/函 |
| | 5.78m |

凡例



既設ケーソン存置

図-3.13.21 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-2 区 No.120 (被災前・被災後・復旧後)



既設ケーソン存置

図-3.13.22 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-2 区 No.137 (被災前・被災後・復旧後)

(相馬港)

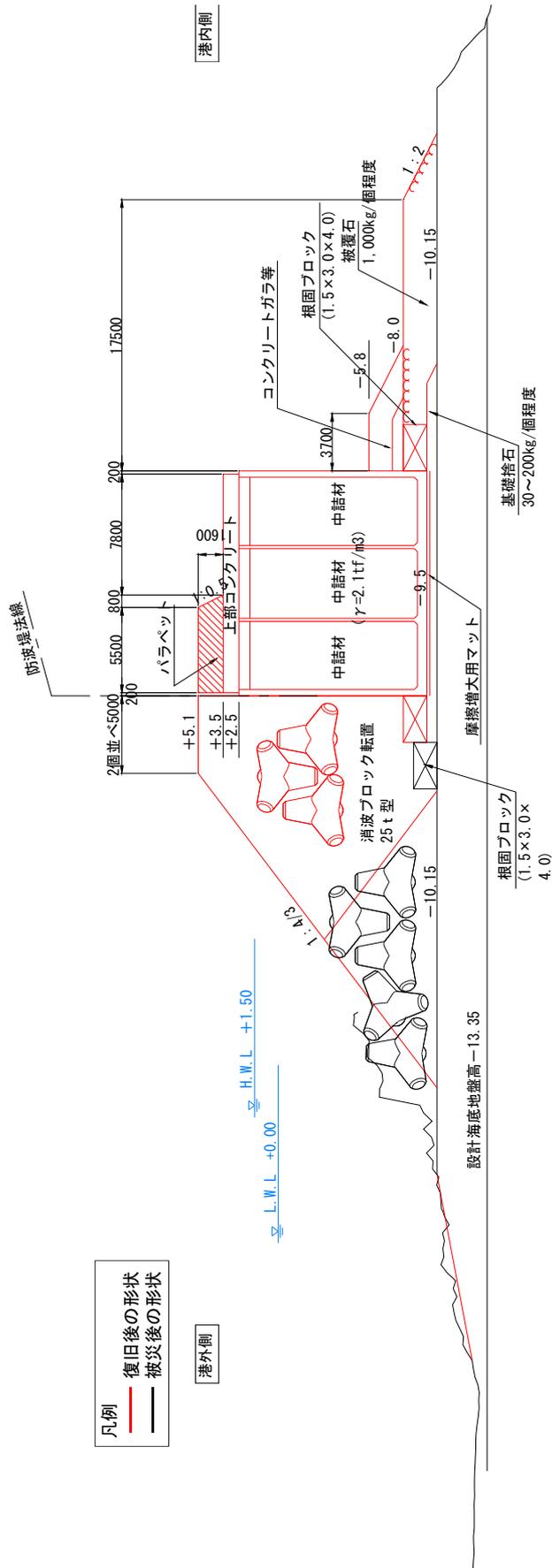
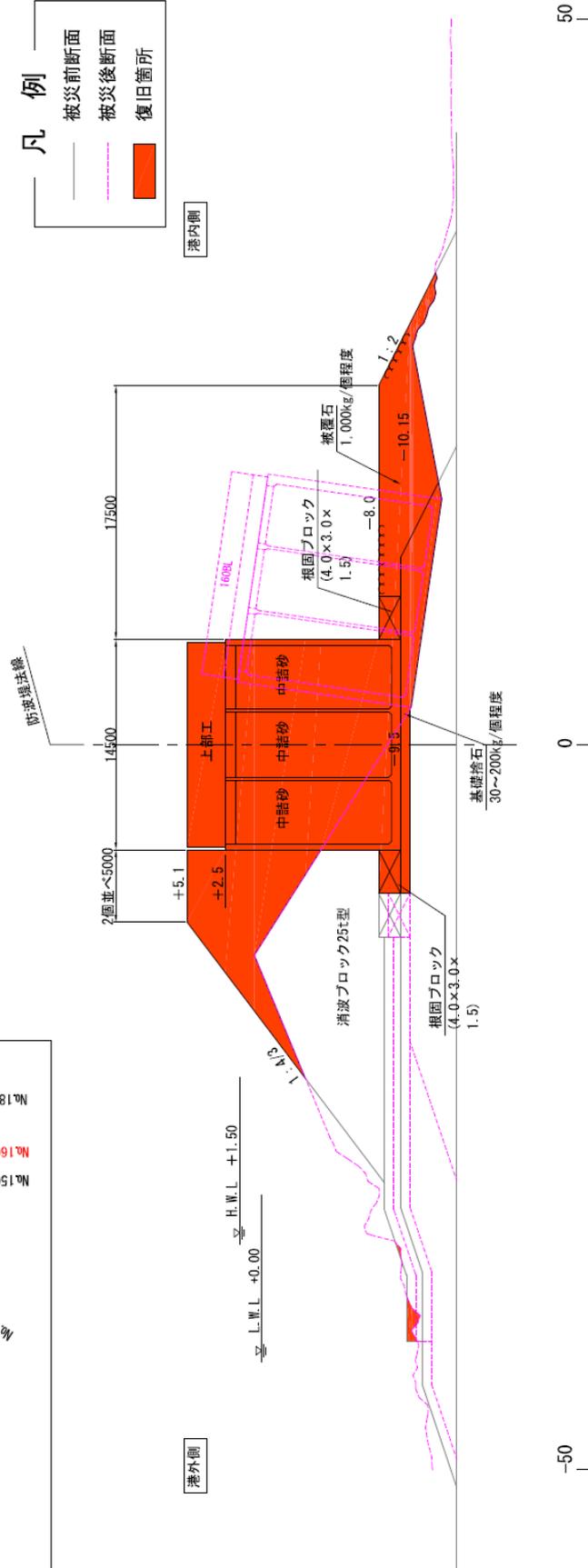
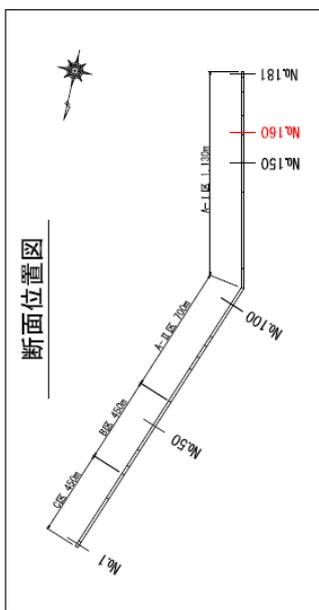
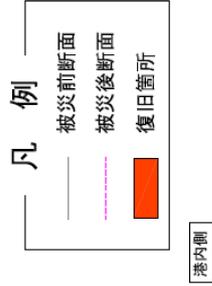


図-3.13.23 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-4 区 (復旧後)

(相馬港)

ケーソン諸元

| | |
|----|---------------------------------|
| 形状 | L * B * H 15.0 * 14.5 * 12.0 |
| 体積 | 528.91m ³ /函 |
| 重量 | 1,295.8t/函 |
| 吃水 | 5.78m |



既設ケーソン再設置

図-3.13.24 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-4 区 No.160 (復旧後)

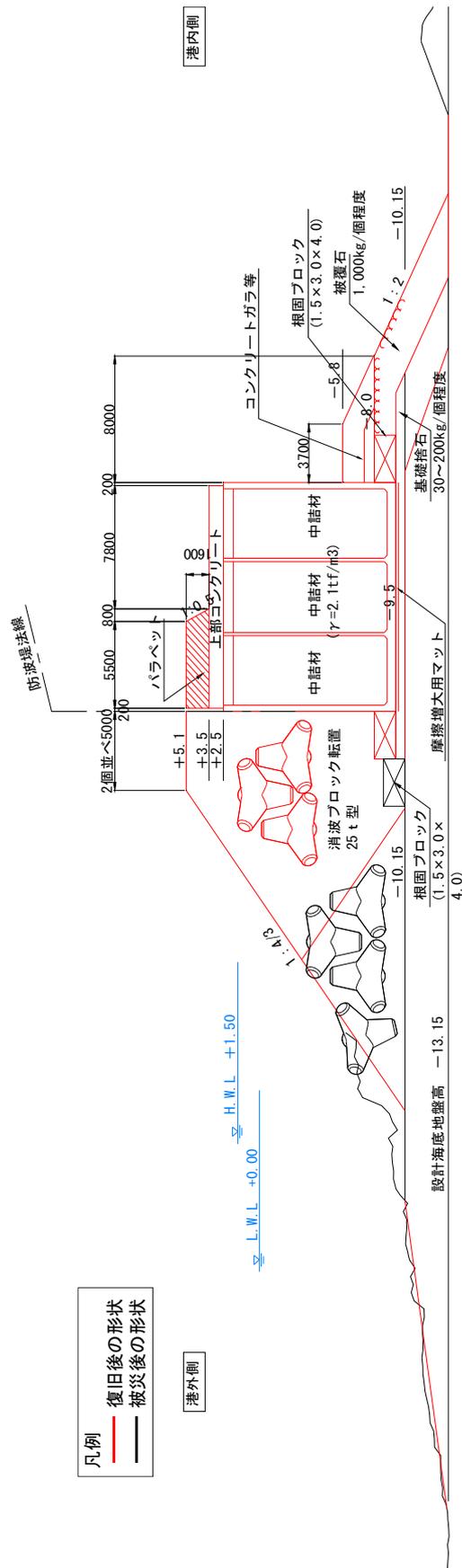


図-3.13.25 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-5 区 (復旧後)

ケーソン諸元

| | |
|----|---------------------------------|
| 形状 | L * B * H 15.0 * 14.5 * 12.0 |
| 体積 | 528.91m ³ /函 |
| 重量 | 1,295.8t/函 |
| 吃水 | 5.78m |

凡例

- 被災前断面
- - - 被災後断面
- 復旧箇所

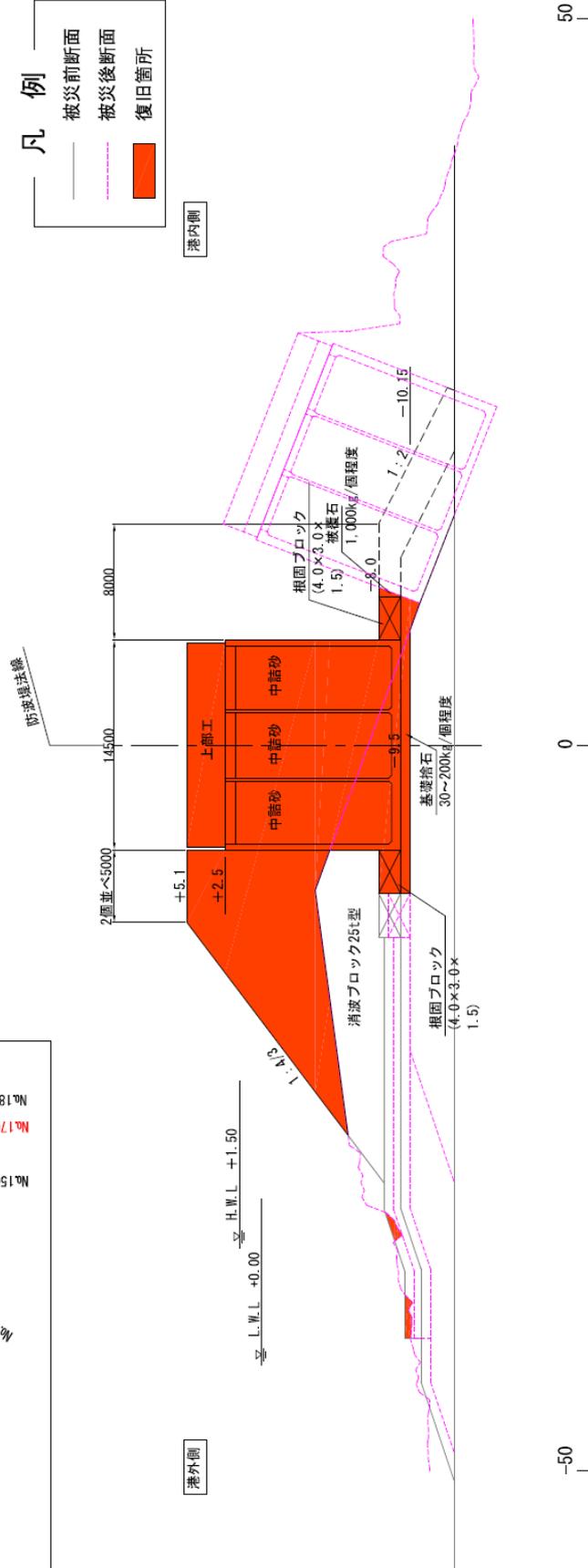
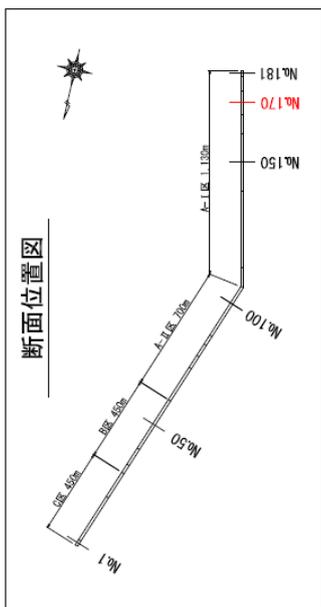


図-3.13.26 No.1 沖防波堤の断面図 A-1-5 区 No.170 (復旧後)

相馬港 外郭施設 (補助分)



図-3.13.27 相馬港の被災港湾施設 (外郭施設, 補助分) ¹⁾に加筆

表-3.13.2 相馬港の被災施設一覧(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 | 防波堤(南) | — | 1581.0m | 混成式(ケ-ソ) | — | 5.0m | — | 143.7m |
| 2 | 波除堤(南) | — | 65.0m | 混成式(フ-ソ) | — | 2.5m | — | 65.0m |
| 3 | 1号心頭護岸 | — | 86.0m | 直立式(鋼矢板) | — | 1.9m | — | 75.5m |
| 4 | 2号心頭護岸 | — | 209.0m | 直立式(フ-ソ) | — | 3.0m | — | 67.5m |
| 5 | 4号心頭廃棄物処理護岸 | — | 817.5m | 傾斜式(異形フ-ソ) | — | 5.25m | — | 639.6m |
| 6 | 5号埠頭西護岸 | — | 598.0m | 混成式(ケ-ソ) | — | 6.5m | — | 592.4m |
| 7 | 5号心頭北護岸 | — | 550.0m | 混成式(ケ-ソ) | — | 6.5m | — | 550.0m |

相馬港 係留施設（補助分）

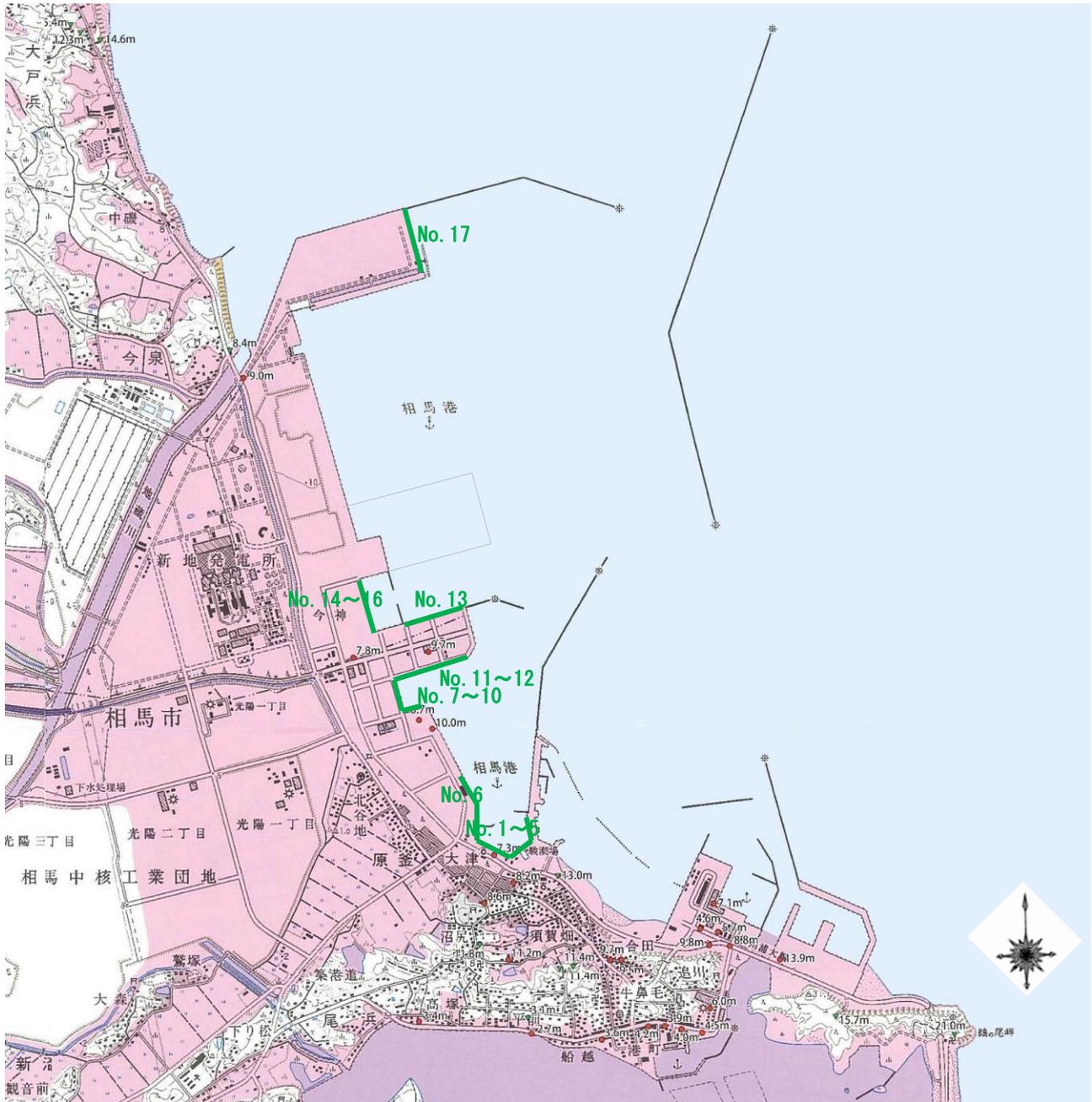


図-3.13.28 相馬港の被災港湾施設（係留施設，補助分）¹⁾に加筆

表-3.13.3 相馬港の被災施設一覧(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 | 防波堤(南)物揚場 | — | 155.0m | 重力式(L型ブロック) | -3.0m | +2.5m | — | 49.5m |
| 2 | 1号埠頭船揚場 | — | 20.0m | その他(コンクリート・ブロック) | -3.0m | +3.0m | — | 20.0m |
| 3 | ケーソンヤード斜路 | — | 21.0m | その他(コンクリート・ブロック) | -5.5m | +3.15m | — | 21.0m |
| 4 | 1号心頭物揚場 | — | 100.0m | 矢板式(鋼矢板) | -5.5m | +3.5m | — | 100.0m |
| 5 | 1号心頭岸壁 | — | 110.0m | 矢板式(鋼矢板) | -5.5m | +3.5m | — | 110.0m |
| 6 | 1号心頭岸壁 | — | 160.0m | 矢板式(鋼矢板) | -7.5m | +3.5m | — | 110.7m |
| 7 | 1号心頭岸壁 | — | — | 矢板式(鋼矢板) | — | — | — | 20.0m |
| 8 | 1号心頭岸壁 | — | 260.0m | 矢板式(鋼矢板) | -7.5m | +3.5m | — | 260.0m |
| 9 | 1号心頭岸壁 | — | 120.0m | 重力式(コンクリート・ブロック) | -5.5m | +3.5m | — | 99.85m |
| 10 | 1号心頭岸壁 | — | 180.0m | 重力式(コンクリート・ブロック) | -5.5m | +3.5m | — | 180.0m |
| 11 | 2号心頭岸壁 | — | 100.0m | 重力式(コンクリート・ブロック) | -5.5m | +3.0m | — | 99.6m |
| 12 | 2号心頭岸壁 | — | 347.0m | 矢板式(鋼矢板) | -7.5m | +3.5m | — | 347.0m |
| 13 | 2号心頭岸壁 | — | 280.0m | 矢板式(鋼管矢板) | -12m | +3.5m | — | 280.0m |
| 14 | 第2船だまり物揚場 | — | 140.0m | 矢板式(鋼管矢板) | -4.0m | +3.0m | — | 140.0m |
| 15 | 第2船だまり物揚場 | — | 270.0m | — | -4.0m | +3.0m | — | 270.0m |
| 16 | 第2船だまり物揚場 | — | 140.0m | — | -4.0m | +3.0m | — | 140.0m |
| 17 | 5号心頭岸壁 | — | 170.0m | 直立式(ケーソン) | -5.5m | +4.0m | — | 160.0m |

表-3.13.4 相馬港の被災施設一覧（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 | 本港地区（臨港道路）1 | — | 1300.0m | アスファルト舗装 | | | | 1050.0m |
| 2 | 本港地区（臨港道路）2 | — | 505.5m | アスファルト舗装 | | | | 505.5m |
| 3 | 本港地区（臨港道路）3 | — | 40.0m | アスファルト舗装 | | | | 36.9m |
| 4 | 本港地区（臨港道路）4 | — | 175.0m | アスファルト舗装 | | | | 104.5m |
| 5 | 本港地区（臨港道路）5-① | — | 39.0m | アスファルト舗装 | | | | 39.0m |
| | 本港地区（臨港道路）5-② | — | | アスファルト舗装 | | | | |
| 6 | 本港地区（臨港道路）6 | — | 340.0m | アスファルト舗装 | | | | 311.2m |
| 7 | 本港地区（臨港道路）7 | — | 554.9m | アスファルト舗装 | | | | 554.9m |
| 8 | 本港地区（臨港道路）8 | — | 813.0m | アスファルト舗装 | | | | 813.0m |
| 9 | 本港地区（臨港道路）9-① | — | 414.0m | アスファルト舗装 | | | | 98.4m |
| | 本港地区（臨港道路）9-② | — | | アスファルト舗装 | | | | 93.2m |
| | 本港地区（臨港道路）9-③ | — | | アスファルト舗装 | | | | 54.7m |
| | 本港地区（臨港道路）9-④ | — | | アスファルト舗装 | | | | 105.2m |
| 10 | 本港地区（臨港道路）10-① | — | 180.3m | アスファルト舗装 | | | | 85.9m |
| | 本港地区（臨港道路）10-② | — | | アスファルト舗装 | | | | 94.4m |
| 11 | 本港地区（臨港道路）11-① | — | 517.0m | アスファルト舗装 | | | | 290.2m |
| | 本港地区（臨港道路）11-② | — | | アスファルト舗装 | | | | 102.0m |
| | 本港地区（臨港道路）11-③ | — | | アスファルト舗装 | | | | 124.8m |
| 12 | 本港地区（臨港道路）12 | — | 100.0m | アスファルト舗装 | | | | 100.0m |
| 13 | 本港地区（臨港道路）13 | — | 170.0m | アスファルト舗装 | | | | 111.3m |
| 14 | 本港地区（臨港道路）14-① | — | 187.0m | アスファルト舗装 | | | | 93.2m |
| | 本港地区（臨港道路）14-② | — | | アスファルト舗装 | | | | 53.8m |
| 15 | 本港地区（臨港道路）15 | — | 102.9m | アスファルト舗装 | | | | 102.9m |
| 16 | 本港地区（臨港道路）16 | — | 95.8m | アスファルト舗装 | | | | 95.8m |
| 17 | 本港地区（臨港道路）17 | — | 149.0m | アスファルト舗装 | | | | 149.0m |
| 18 | 本港地区（臨港道路）18 | — | 160.0m | アスファルト舗装 | | | | 160.0m |
| 19 | 本港地区（臨港道路）19-① | — | 410.7m | アスファルト舗装 | | | | 380.4m |
| | 本港地区（臨港道路）19-② | — | | アスファルト舗装 | | | | 30.3m |
| 20 | 本港地区（臨港道路）20 | — | 282.0m | アスファルト舗装 | | | | 282.0m |
| 21 | 本港地区（臨港道路）21 | — | 155.0m | アスファルト舗装 | | | | 155.0m |
| 22 | 本港地区（臨港道路）22 | — | 1285.9m | アスファルト舗装 | | | | 1255.3m |