

港湾区域における大規模災害発生時の
初動調査等の効率化に関する研究

2019年3月

佐々木 信和

目次

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 1. 序論..... | 1 |
| 1-1 研究の背景..... | 1 |
| 1-2 本研究の目的..... | 34 |
| 1-3 本論文の構成..... | 37 |
| 2. 初動調査への UAV 活用について..... | 40 |
| 2-1 被災後初動調査における UAV 活用の可能性..... | 40 |
| 2-2 UAV を用いた施設形状取得の精度確認..... | 46 |
| 2-3 港湾区域内における UAV 飛行の課題..... | 63 |
| 2-4 可視光通信による UAV 操縦技術の開発..... | 66 |
| 2-5 可視光通信技術の適用による効果..... | 72 |
| 2-6 本章の結論..... | 73 |
| 3. 初動調査への電磁波レーダ装置の活用について..... | 76 |
| 3-1 被災後初動調査における電磁波レーダ活用の可能性..... | 76 |
| 3-2 電磁波レーダを用いた栈橋上部エコングリート調査の検証..... | 78 |
| 3-3 栈橋上部工の調査における電磁波レーダ調査技術適用の効果..... | 91 |
| 3-4 本章の結論..... | 93 |
| 4. 初動調査結果を踏まえた効率的な復旧計画策定ツールの試作... .. | 94 |
| 4-1 復旧計画策定ツールの位置付け..... | 94 |
| 4-2 対象とする施設及び被災程度..... | 94 |
| 4-3 復旧計画策定ツールの開発..... | 98 |
| 4-4 復旧計画策定ツールの構成・内容..... | 99 |
| 4-5 本章の結論..... | 105 |
| 5. 結論..... | 107 |
| 5-1 地震災害発生後の対応における本研究の成果活用場面..... | 107 |
| 5-2 結論..... | 110 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 謝辞..... | 112 |
| 参考資料-1 2011年東日本大震災の対応状況に関する記事一覧..... | 113 |
| 参考資料-2 大規模地震発生後の施設被災状況一覧..... | 119 |

1. 序論

1-1 研究の背景

(1) 港湾を取り巻くリスク

我が国において、港湾は物流及び産業等の拠点として経済を支える重要なインフラである。このため、港湾を取り巻くさまざまなリスクに対応し、港湾の機能を維持することは港湾管理者にとって重要な課題である。

港湾を取り巻くリスクとして、表 1.1 に示すような事象が考えられ、被害規模によっては港湾機能が損なわれる場合もある。港湾機能が損なわれ船舶の出入港及び荷役作業が制限あるいは停止に至った場合、その港湾を利用する企業にとっては大きな経済的打撃を受けることとなる。

以降に我が国の港湾において港湾機能に大きな影響を及ぼした事故・災害等について概説する。

表 1.1 港湾を取り巻くリスク

| リスク | | 事例 | 影響(復旧期間) | |
|-----|---------------|--|--|--|
| 事故 | 船舶事故 | 長崎港: 建造中の大型豪華客船ダイヤモンドプリンセス号の火災(2002) | 港内一部航行禁止, 沈火まで1日程度 | |
| | 工場火災 | 苫小牧港: 十勝沖地震による石油タンクの火災(2003) | 航路運休4日間 | |
| | 油流出事故 | 東京湾: ダイヤモンドクレーン号原油流出(1997) | 油濁除去4日間 | |
| | 原子力関連事故 | | | |
| | 港内危険物 | 那覇港等: 海上における機雷等処理 | 航路航行禁止: 1日程度 | |
| 事件 | テロ | | | |
| | シージャック | | | |
| | 不法入国・密輸 | 四日市港: コンテナによる密入国者の捜索・取締り(2005) | | |
| 災害 | 地震・津波 | 神戸港: 阪神・淡路大震災(1995) 博多港: 福岡県西方沖地震(2005) 東日本諸港: 東日本大震災(2011) | 施設復旧まで数年係る場合有り | |
| | | 能代港: 日本海中部地震による津波でケーソン転倒(1983) 秋田港: 日本海中部地震による津波により大量の原木流入(1983) 東日本諸港: 東日本大震災(2011) | 能代: 港湾利用禁止 21 日 秋田: 入港規制 6 日間 | |
| | | 台風・高潮 | 係留船の岸壁乗り上げ, 保管コンテナの流出など | |
| | | 洪水 | 港湾内に流木・ごみ等の散乱 | |
| | その他 | 大雪・着氷, 濃霧, 強風, 長周期波 | | |
| その他 | 老朽化 | 老朽化を起因とする事故(陥没事故), 改修等による供用停止 | 数日~数年, または供用停止 | |
| | 港湾スト | アメリカ西海岸 29 港ロックアウト | 港湾封鎖 11 日間 | |
| | 不法廃棄物 | | | |
| | サイバーテロ・システム障害 | | | |

1) 油流出事故

2016（平成 28）年度に海上保安庁が確認した油流出による海洋汚染発生件数は 293 件であった¹⁾。油等の排出が大規模な場合や、原因者の対応が不十分な場合は国土交通省海上保安庁に所属する機動防除隊や地方整備局が所有する油回収船等が協力の上防除を行っている。

国内の大型油回収船として「白山」（北陸地方整備局）、「海翔丸」（九州地方整備局）及び「清龍丸」（中部地方整備局）などがあり、国内沿岸域においては概ね 48 時間以内には油回収作業に着手できる体制が整備されている。

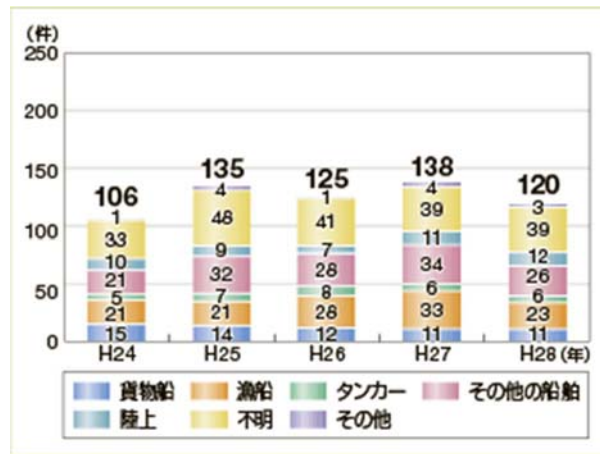


図 1.1 海上保安庁が防除措置を講じた油流出事故件数¹⁾

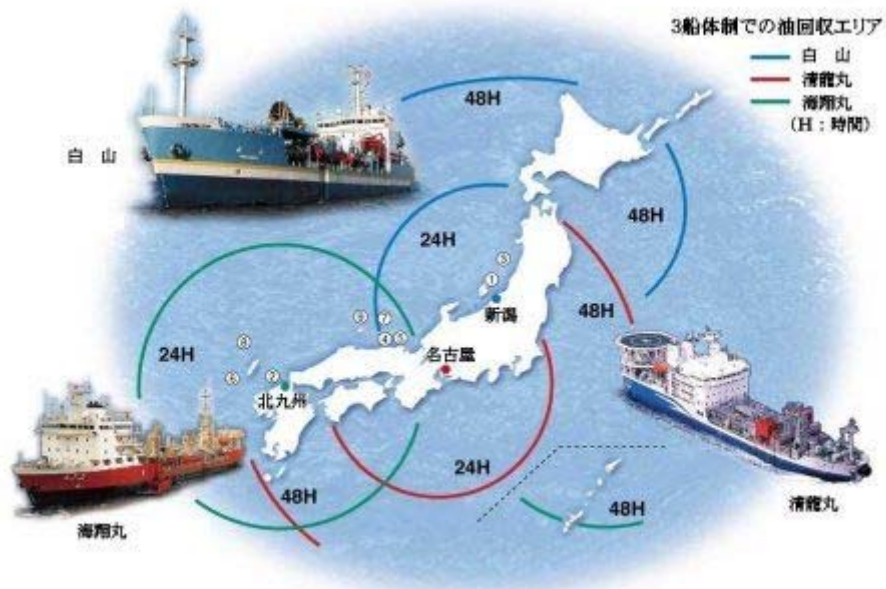


図 1.2 大型浚渫兼油回収船の全国配置²⁾

港湾周辺における大規模な油流出事故としては、1997（平成9）年7月2日午前10時05分頃に発生したダイヤモンドグレース号（総トン数147,012トン）が横浜港本牧沖にて底触し原油が海上に流出した事象がある。原油の流出量は最終的に1,550klとされ、7月3日には最大南北約15km、東西約18kmまで拡散し、関係機関の船舶約330隻以上の体制のもと7月4日午後9:30までに概ね回収された³⁾。

このような海上における油流出事故は、岸壁の供用停止等荷役作業等に直接影響するケースは少ないものと考えられるが、拡散範囲が航路・泊地まで及ぶ場合には、船舶の航行・停泊等に支障をきたす可能性がある。



図 1.3 ダイヤモンドグレース号事故発生位置等⁴⁾

2) 港内危険物

機雷等危険物は港湾工事の際に発見されるケースが多く、2017（平成29）年の実績では機雷処理個数12個（処理重量約1.8トン）、魚雷・爆弾等その他の爆発性危険物は処理個数15,488個（処理重量約6トン）である。

このような港内危険物が確認された場合、自衛隊による処理作業が行われるが、その間は周辺海域への立ち入りが制限されることから、船舶の航行・入港に支障をきたす場合がある。

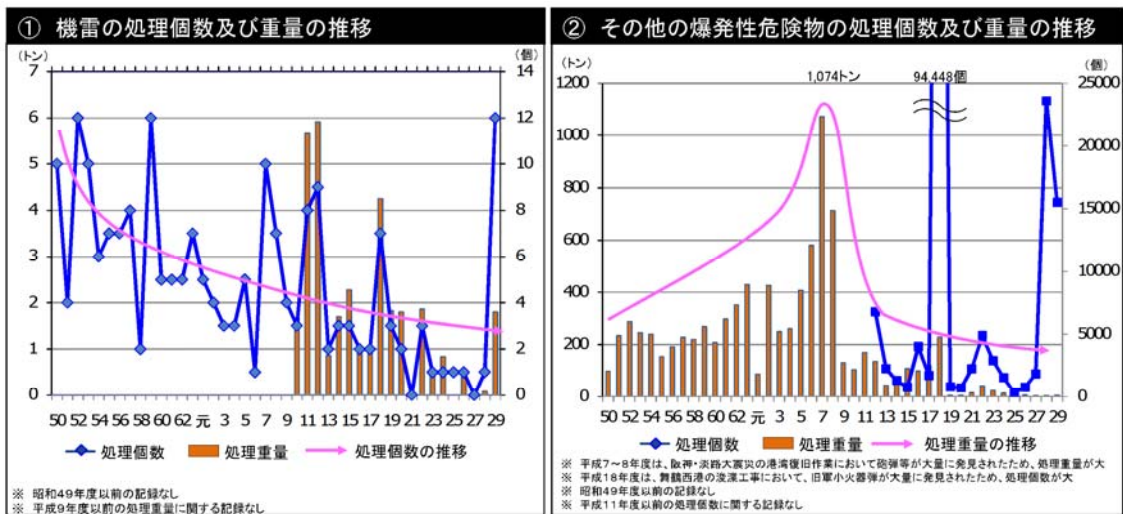


図 1.4 海上における機雷等処理実績の推移⁵⁾

3) 地震・津波

地震・津波等により岸壁、ヤード及び関連する臨港交通施設等が深刻な被害に見舞われた場合、長期間にわたり港湾機能が損なわれることとなる。場合によっては、1995年の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）で見受けられたように、機能停止期間の長期化により神戸港を經由していた国際コンテナ貨物が韓国釜山港等へ流れ国際競争力を失うなど、地域及び我が国の経済における長期的損失にもつながることとなる。

なお、地震・津波による港湾区域内の被害事例については後述する。



図 1.5 1995年兵庫県南部地震における麻耶コンテナターミナル被災状況⁶⁾



図 1.6 1995 年兵庫県南部地震における東神戸フェリー埠頭被災状況⁶⁾

4) 台風・高潮等

台風・高潮等により港湾施設や港湾区域内の設備や貨物等が被害を受け、場合によっては復旧に時間がかかり被害が甚大となる可能性がある。まず考えられる事象としては、台風・高潮の影響により防波堤や岸壁係留船舶に作用する外力が増大し、波力による防波堤の移動・転倒や牽引力の増加による岸壁堤体の移動などが考えられる。また、土木構造物に大きな影響が無い場合でも、浸水や強風によるコンテナクレーンの機能損失や、コンテナ等貨物の浸水・転倒・散乱等の被害が生じる場合が考えられる。

近年では、2018（平成 30）年 9 月の台風 21 号来襲時に近畿地区の港湾は、港内船舶が関空連絡橋に衝突し、交通機能が大きく損なわれる事態となった。

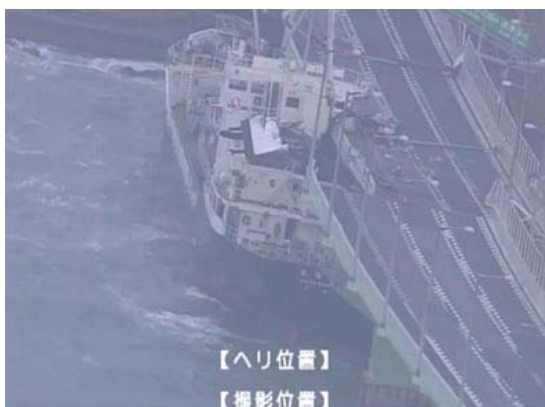


図 1.7 平成 30 年台風 21 号における関空連絡橋タンカー衝突⁷⁾



図 1.8 平成 30 年台風 21 号におけるコンテナ散乱状況（大阪港）⁷⁾



図 1.9 平成 30 年台風 21 号における荷役機械倒壊状況（尼崎西宮芦屋港）⁷⁾

5) 洪水（港内漂流物）

台風来襲時には港内に流木等が河川等を通じて港内に流入し、航路・泊地の利用を阻害する場合がある。2015（平成27）年の台風17・18号では国土交通省関東地方整備局千葉港湾事務所の清掃兼油回収船「べいくりん」は、台風後7日間で前年度一年間で回収した約2.5倍（約263m³）の漂流物を回収した。



図 1.10 漂流・回収した流木⁸⁾



図 1.11 「べいくりん」による流木回収状況⁸⁾

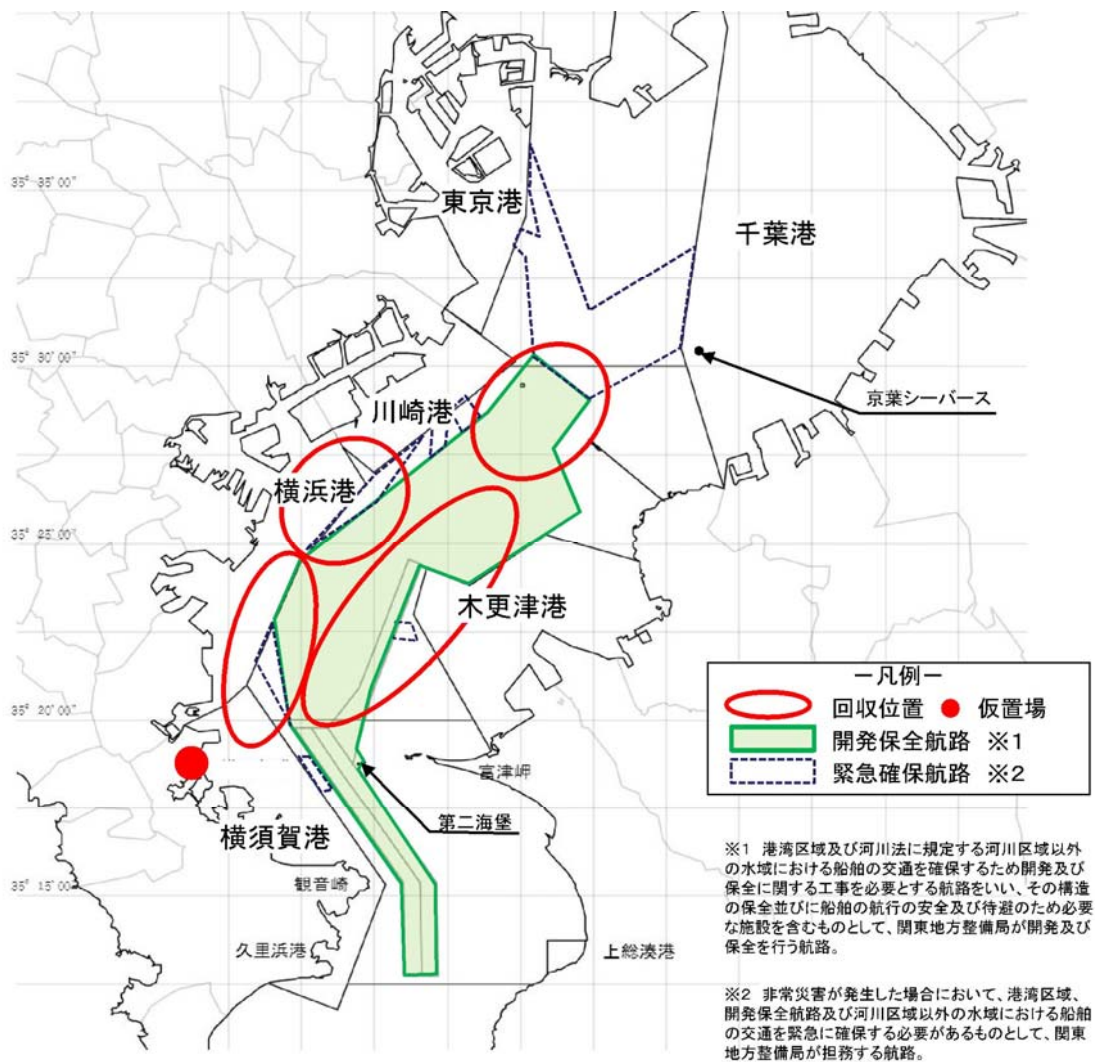


図 1.12 東京湾における「べいくりん」等による流木等漂流物の回収実績⁸⁾

6) 老朽化

国内の港湾施設は高度経済成長期（1960年代～）に集中的に整備されたものが多く、現在それらの施設の老朽化が懸念されている状況である。特に、港湾の機能的役割を果たす係留施設についてみると、建設後50年以上経過した施設は2014（平成26）年3月時点では約10%であるが、20年後の2034年には約60%まで増加する⁹⁾。

老朽化が進行した場合、栈橋上部工コンクリート部材の耐荷力低下や本体内鋼矢板の腐食・開孔箇所からの吸出し等による空洞化などが発生・拡大し、荷役作業時の事故や老朽化進行箇所復旧期間の供用制限など、港湾の利用に多大な影響を及ぼす可能性がある。

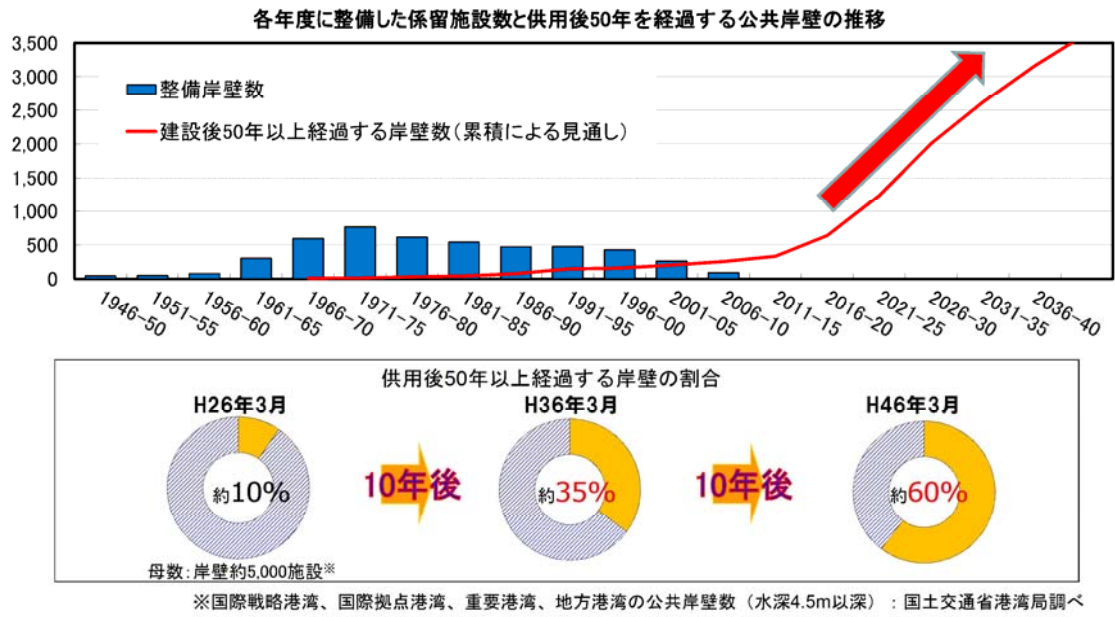


図 1.13 各年度に整備した係留施設数と供用後 50 年を経過する公共岸壁の推移⁹⁾

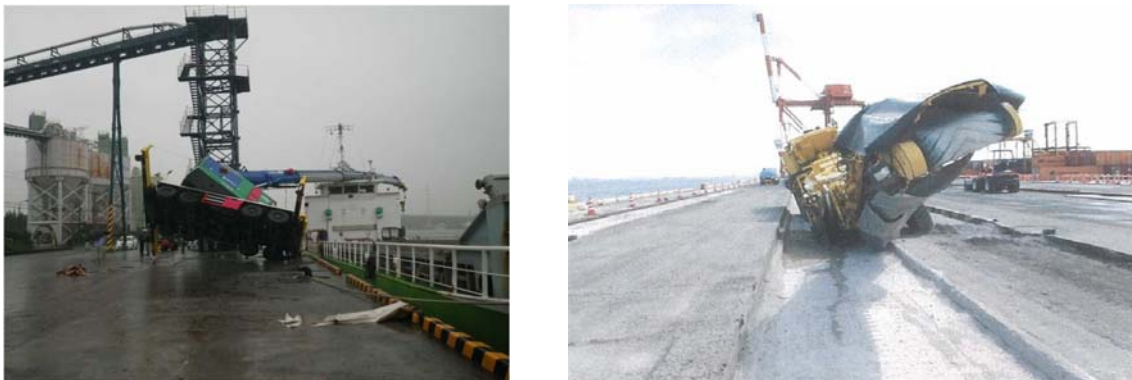


図 1.14 老朽化に起因する事故事例¹⁰⁾

(2) 港湾に関連する主な地震・津波災害と被災概要

前述した港湾におけるさまざまなリスクの中で、地震・津波災害など大規模災害は、港湾において最も重視すべきリスクの一つである。地震・津波により港湾施設及び関連する設備・貨物等が被災する場合、その範囲は広く、かつ構造物の主要部材やガントリークレーン等の主要設備が被災した場合は、復旧までに長期間を要し復旧費用も莫大となる可能性が高い。

国内では地震・津波により港湾施設が甚大な被害を受けた事例は多くあり、被災状況に関する記録が残されているものとしては、新潟地震（1964年）や日本海中部地震のほか、過去30年以内に発生し港湾施設に甚大な被害を与えた地震・津波として表1.2に示す事例がある。これらの被災状況に関する記録によると、特に港湾機能の中心施設である外郭施設（防波堤）や係留施設（岸壁・栈橋）は表1.3に示したように構造部材の倒壊・流出や、それに至らないまでもエプロンの損傷により荷役作業等が大きく制限されるなどの被害を受けている。

以降に、港湾施設に比較的大きな被害をもたらした地震・津波の概要について述べる。

表 1.2 過去30年以内に発生した地震・津波による港湾施設の被災

| 地震の名称及び発生時期 | 震源及び気象庁マグニチュード | 主な被災港湾 | 主要港湾施設の被害額（当時） |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|
| 釧路沖地震 （1993年1月15日） | 震源：釧路沖 マグニチュード7.5 | 釧路港ほか北海道太平洋岸の港湾 | 約139億円 |
| 北海道南西沖地震 （1993年7月22日） | 震源：北海道南西沖 マグニチュード7.8 | 奥尻港及び函館港ほか北海道から日本海沿岸部の港湾 | 約130億円 |
| 北海道東方沖地震 （1994年10月4日） | 震源：北海道東方沖 マグニチュード8.1 | 根室港及び霧多布港ほか北海道東部沿岸部の港湾 | 約135億円 |
| 兵庫県南部地震 （1995年1月17日） | 震源：淡路島北部 マグニチュード7.3 | 神戸港及び尼崎西宮芦屋港ほか阪神・淡路沿岸部の港湾 | 神戸港のみで約5600億円 |
| 鳥取県西部地震 （2000年10月6日） | 震源：鳥取県西部 マグニチュード7.3 | 境港及び米子港ほか鳥取県西部沿岸の港湾 | 約43億円 |
| 福岡県西方沖地震 （2005年3月20日） | 震源：福岡県西方沖 マグニチュード7.0 | 博多港 | 約220億円 |
| 東北地方太平洋沖地震 （2011年3月11日） | 震源：太平洋三陸沖 マグニチュード8.4 | 仙台塩釜港及び宮古港ほか太平洋岸の港湾 | 約4,126億円 |

表 1.3 外郭施設及び係留施設の主な被災形態

| 施設の種類 | 構造型式 | 部位 | 主な被災形態 |
|---------------|--------------------------|---------------|-------------------|
| 外郭施設 (防波堤) | 重力式防波堤 | 施設全体 | 沈下 |
| | | 上部工 | 上部工コンクリートの損傷 |
| | | 下部工(ケーソン) | 移動・転倒 |
| | | 基礎捨石工・被覆工 | 洗掘・飛散 |
| | | 消波工 | 消波ブロックの移動・散乱 |
| 係留施設 | 矢板式係船岸 重力式係船岸 栈橋 等 | 施設全体 | 傾斜・倒壊, 沈下, 法線の出入り |
| | | 上部工 | 上部工コンクリートの損傷 |
| | | 下部工(ケーソン) | 移動・転倒 |
| | | 下部工(鋼矢板, 鋼管杭) | 変形, 杭頭部の破壊 |
| | | 基礎捨石工, 海底地盤 | 洗掘, 堆積 |
| | | エプロン | 損傷, 沈下・陥没, 空洞化 |

1) 1978年宮城県沖地震¹¹⁾

1978年6月12日に宮城県沖に震源を有するマグニチュード7.4の地震が発生した。これにより東北地方沿岸の仙台塩釜港(当時は仙台港・塩釜港), 松島港, 石巻港, 雄勝港, 女川港, 石巻港, 相馬港等の港湾施設に被害が発生した。また, 今回の地震は近代的都市を襲った地震として注目を浴びた。停電, 断水, ガス供給停止, 石油タンクの損傷・火災など都市活動と関係の深い施設等の被害が多くみられた。なお, 各地の公共港湾施設及び海岸保全施設の被害額は約35億円であった。

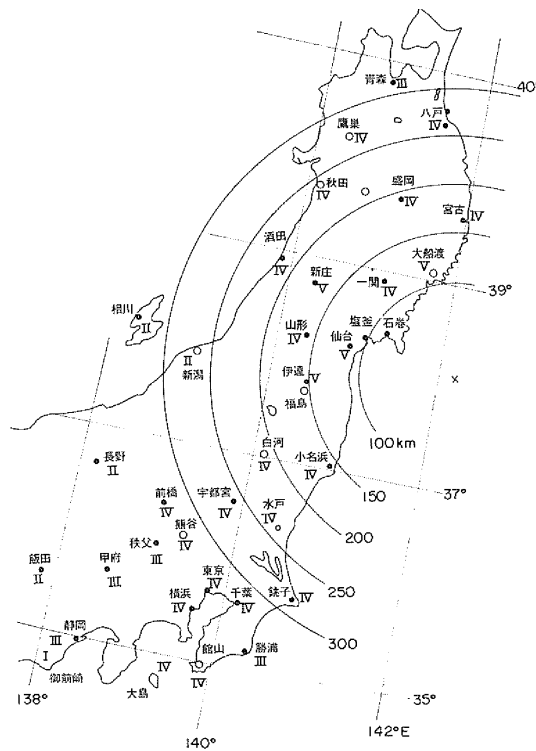


図 1.15 各地の震度¹¹⁾

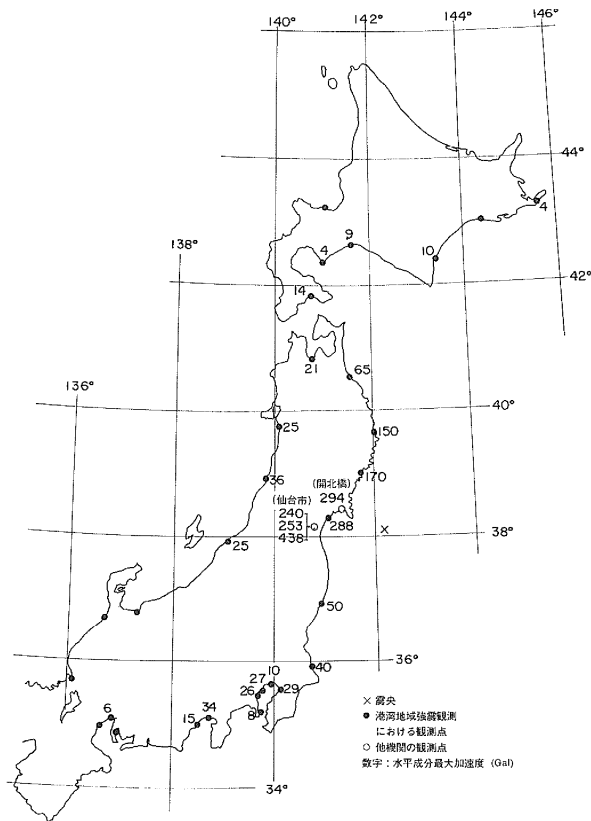


図 1.16 各地の最大加速度（水平成分加速度のうち大きなもの）¹¹⁾

港湾土木施設の被害として、主に岸壁や臨港道路舗装の沈下・クラック発生、上部工の前傾や石積護岸の倒壊などが確認された。また、関連施設の被害としてアンローダの部材のひずみ・破損やベルトコンベアの支柱の倒れ等が確認された。また、仙台港内の石油タンクの油流出などの被害も確認された。

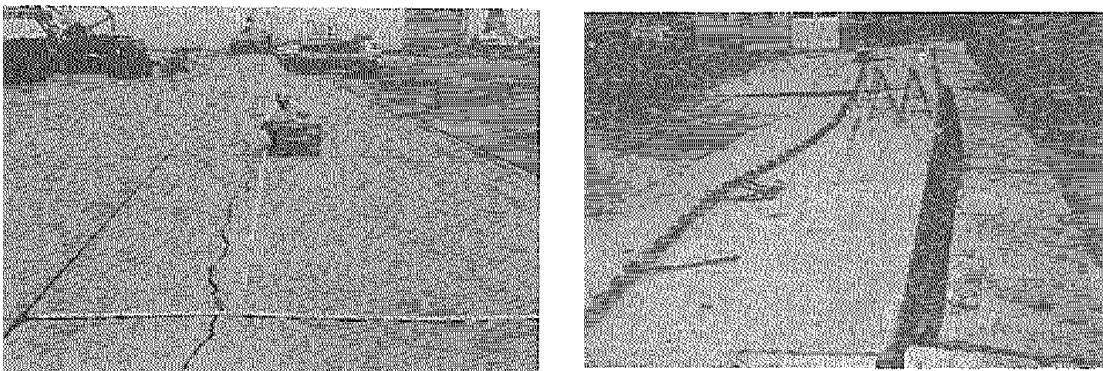


図 1.17 仙台港の被災状況（エプロンのひび割れ・沈下，上部工の前傾）¹¹⁾

2) 1982年浦河沖地震¹²⁾

1982年3月21日に北海道浦河沖約20kmに震源を有するマグニチュード7.1の地震が発生した。この地震により、浦河港及び室蘭港の港湾関係の公共施設に約3.5億円の被害が発生した。この地震において最大深度VI、津波80cmを記録した(共に浦河)。

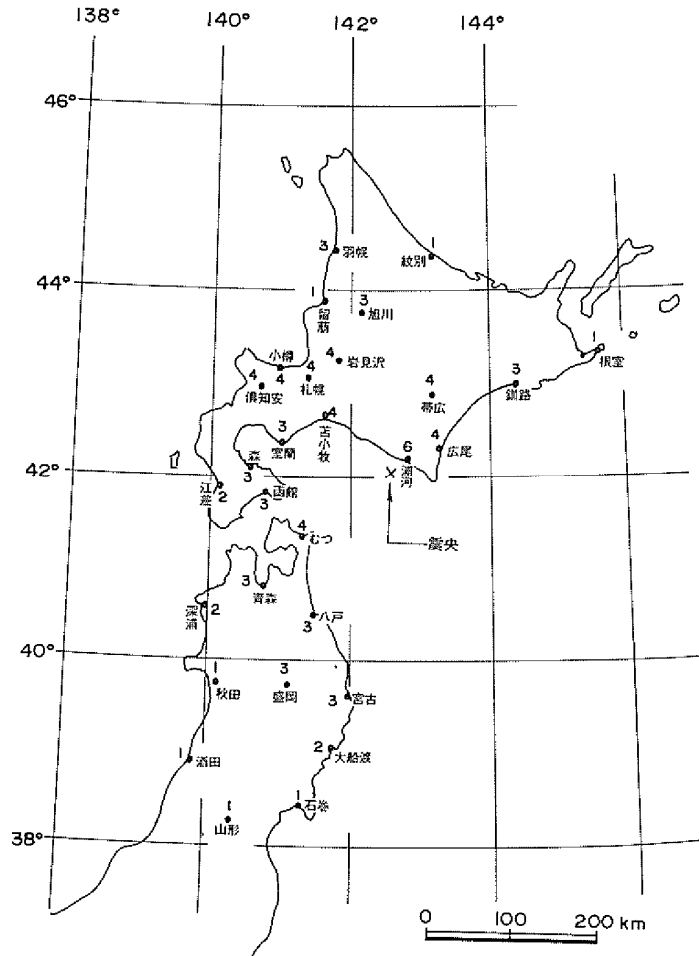


図 1.18 各地の震度¹²⁾

表 1.4 各地の津波観測結果¹²⁾

| 検潮所 | 第一波 | | 津波の高さの最大 | |
|-----|-------------|-----------|-------------|----------|
| | 到達時刻 時 分 | 大きさ cm | 到達時刻 時 分 | 高さ cm |
| 浦河 | 11 40 | 押し 16 | 12 20 | 80 |
| 八戸 | 12 26 | 押し 8 | 13 16 | 28 |
| 大船渡 | 12 46 | 押し 21 | | |
| 宮古 | 12 30 | 押し 13 | 13 29 | 7 |
| 鮎川 | 13 00 | 押し 20 | 13 02 | 7 |
| 室蘭 | 12 19 | 押し 12 | 13 23 | 7 |
| 函館 | 12 44 | 引き 16 | 13 20 | 16 |

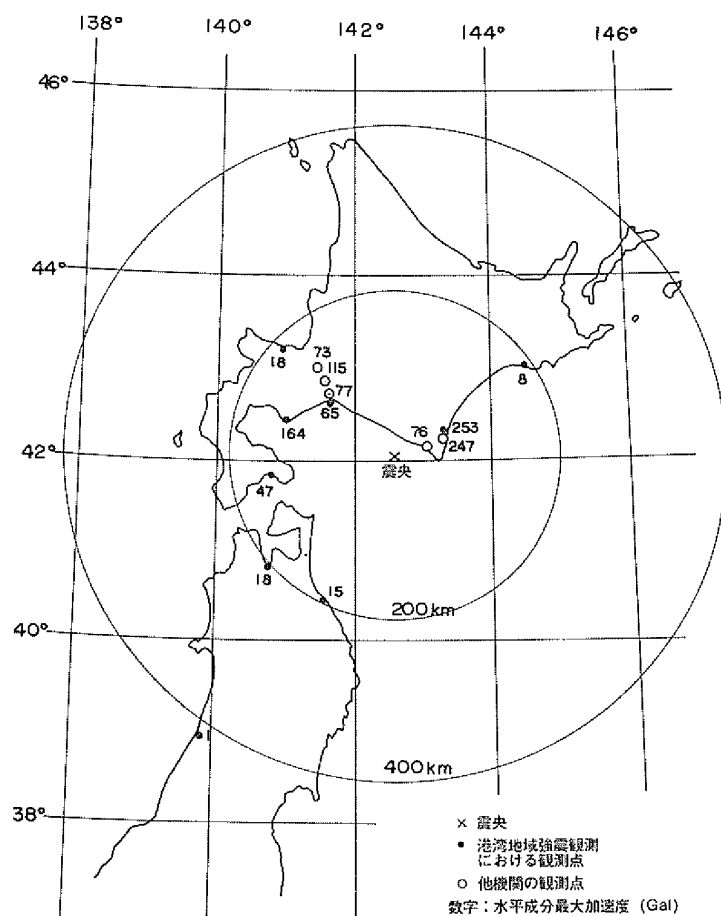


図 1.19 各地の最大加速度（水平成分加速度のうち大きなもの）¹²⁾

港湾土木施設の被害としては、岸壁本体及び上部工の小規模な滑動（法線のほらみだし）やエプロンの沈下が主であり、被害規模は比較的小さかった。

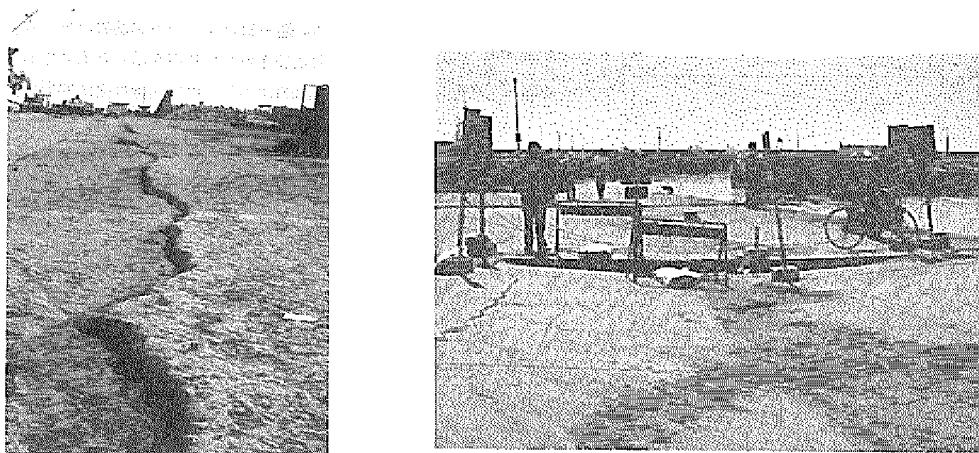


図 1.20 浦河港の被災状況（エプロンの亀裂・沈下）¹²⁾

3) 1983年日本海中部地震¹³⁾

1983年5月26日、秋田県沖に震源を有するマグニチュード7.7の地震が発生した。この地震により、主に北海道～東北地方の港湾施設等に被害が発生した。公共港湾施設の被害額は約82億円に達した。今回の地震における被害の特徴は、津波による死者と液状化による各種構造物の被害であった。

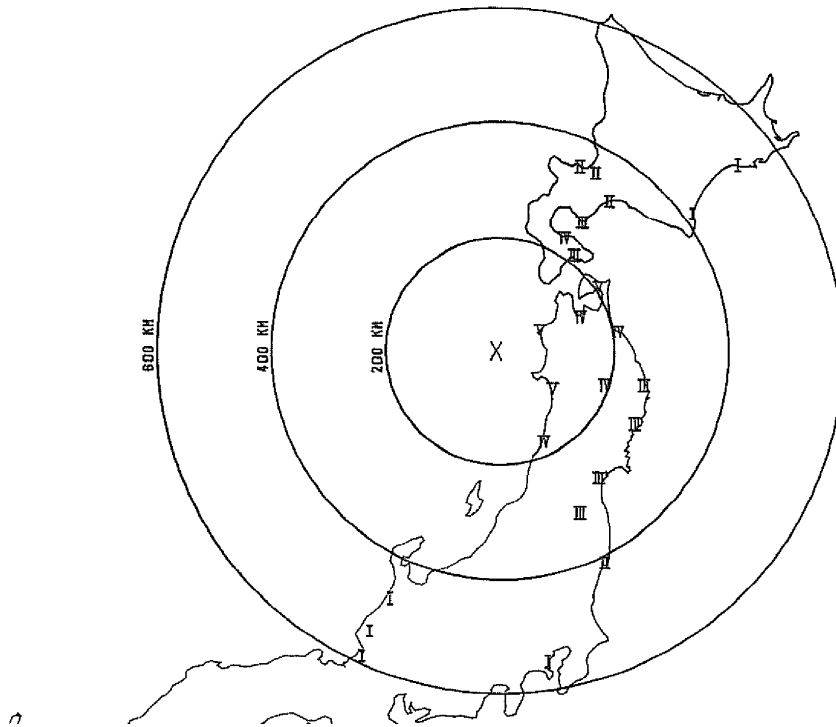


図 1.21 震央及び各地の震度¹³⁾

表 1.5 港湾地域強震観測網による強震記録と各地の最大加速度¹³⁾

| 地点番号* | 観測地点 | | | 記録番号 | 最大加速度 (Gal) | | |
|-------|---------|------|-----------|--------|-------------|--------|--------|
| | 設置地点略称 | 設置条件 | 震央距離 (km) | | N S 成分 | E W 成分 | U D 成分 |
| 5 | 秋田-S | 地盤 | 107 | S-1567 | 190 | 205 | 41 |
| 4 | 青森-S | 地盤 | 156 | S-1573 | 95 | 116 | - |
| 3 | 函館-S | 地盤 | 211 | M-630 | 59 | 59 | 44 |
| 6 | 酒田-S | 地盤 | 173 | S-1568 | 36 | 45 | 15 |
| 2 | 室蘭-S | 地盤 | 270 | S-1571 | 26 | 21 | 11 |
| 7 | 八戸-S | 地盤 | 204 | S-1575 | 20 | 22 | 14 |
| 1 | 小樽-S | 地盤 | 354 | S-1572 | 6 | 6 | 5 |
| 8 | 宮古-S | 地盤 | 259 | S-1570 | 8 | 8 | 3 |
| 9 | 大船渡防地-S | 地盤 | 272 | S-1584 | 6 | 6 | 4 |

港湾施設の被害は、能代港の埋立護岸や波除堤、島根県隠岐島諸港の被害は津波によるものであるが、他の大部分の被害は地震動によるものであった。

地震動による被害の状況は、岸壁本体の崩壊や傾斜、エプロンの陥没等であり、

岸壁背後の埋立砂の液状化が被害の主要因と考えられる。秋田港では大型岸壁（水深-7.5m~-13m）16 バース中 10 バース，中小岸壁（水深-4.5m~-7.5m 未満）9 バース中 8 バースが使用不能であり，使用可能であったバースの中にも応急工事や利用制限が必要な施設もあった。他の港湾では，エプロンのクラックや堤体の沈下が確認された。

また，能代港等における津波の被害は，施工中の護岸や波除堤の転倒などがみられた。

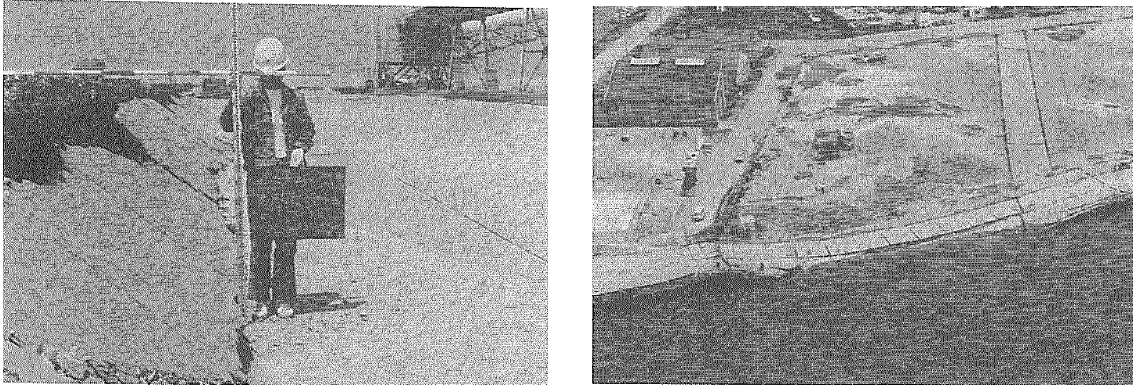


図 1.22 秋田港の被災状況（エプロンの沈下，岸壁の崩壊）¹³⁾

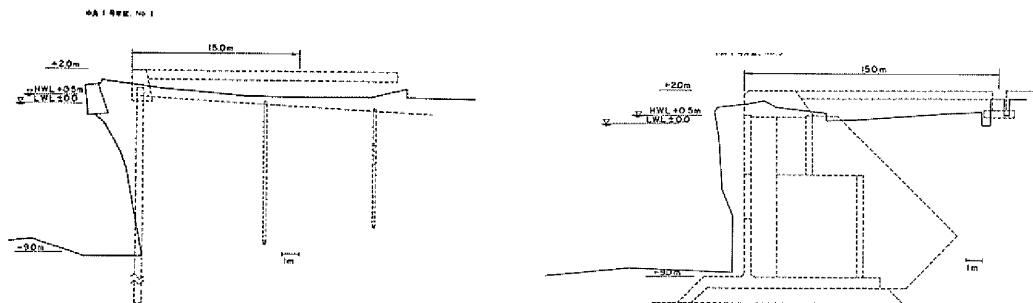


図 1.23 秋田港における被災状況図の一例¹³⁾

4) 1993年釧路沖地震¹⁴⁾

1993年1月15日、釧路沖を震源とするマグニチュード7.5の地震が発生した。この地震により、北海道東部太平洋沿岸の釧路港、霧多布港、十勝港、根室港、浦河港等で被害が発生した。港湾施設の災害復旧費は約129億円で、その約9割が釧路港である。

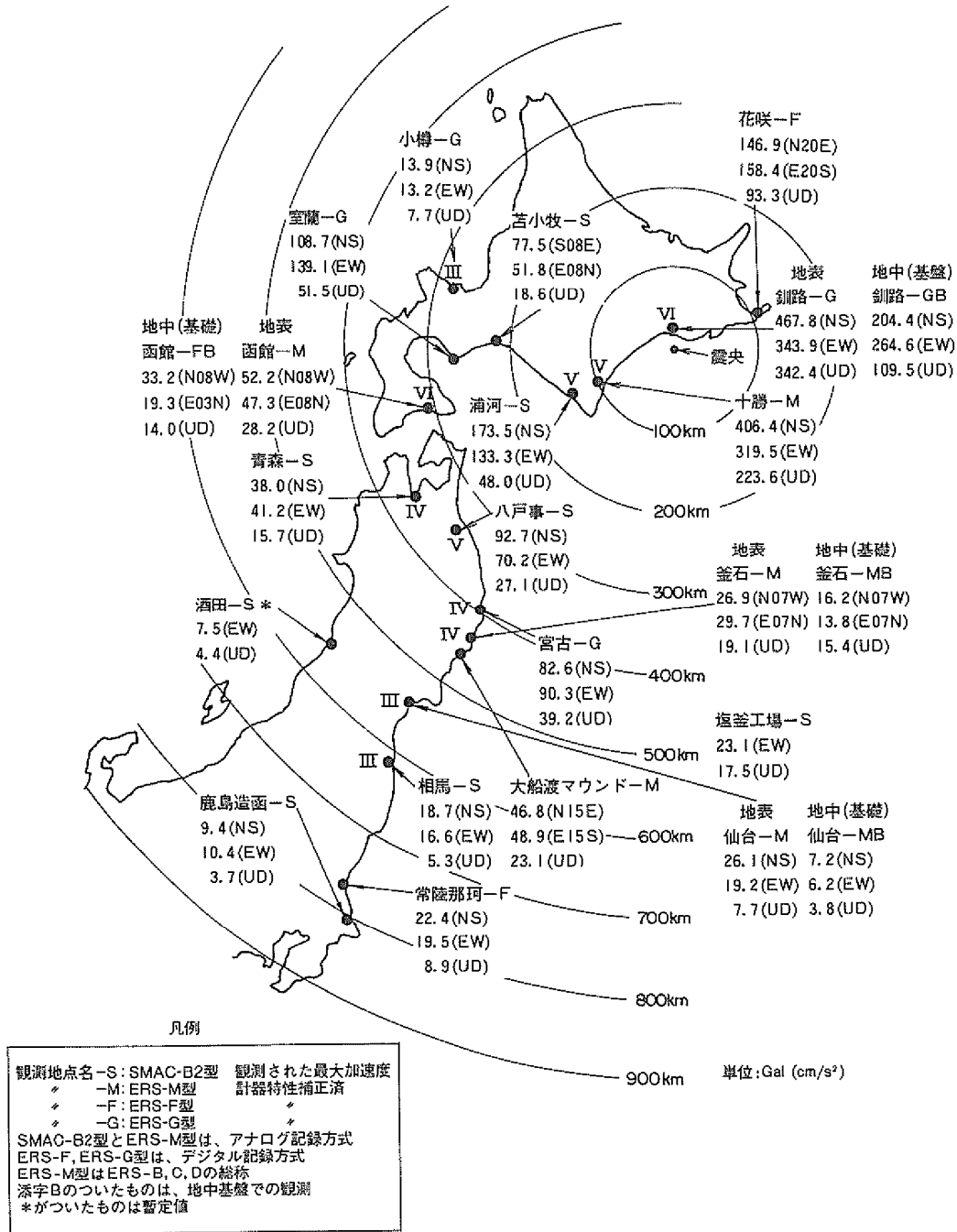


図 1.24 各地の震度と最大加速度¹⁴⁾

港湾土木施設の被害状況として、岸壁エプロンの亀裂・沈下・陥没が広範囲に発生している。釧路港の岸壁の約 7 割は重力式構造であり、法線のはらみ出し（最大 1～1.5m 程度）や上部工天端の沈下（最大 0.5m 程度）が確認されたほか、エプロンの亀裂や沈下・段差（最大 0.5m～1.0m 程度）が確認された。また、矢板式構造においては液状化により被害が発生した。一部施設においては、前面鋼矢板の折損が確認された。

また、防波堤においてはブロックの沈下・移動や荷役機械の本体の損傷、機械基礎の変位が確認された。

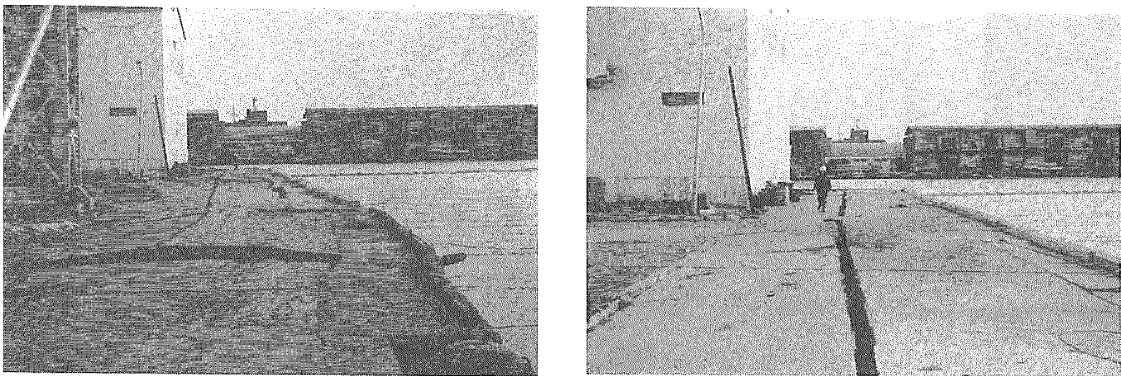


図 1.25 釧路港における岸壁被災状況¹⁴⁾

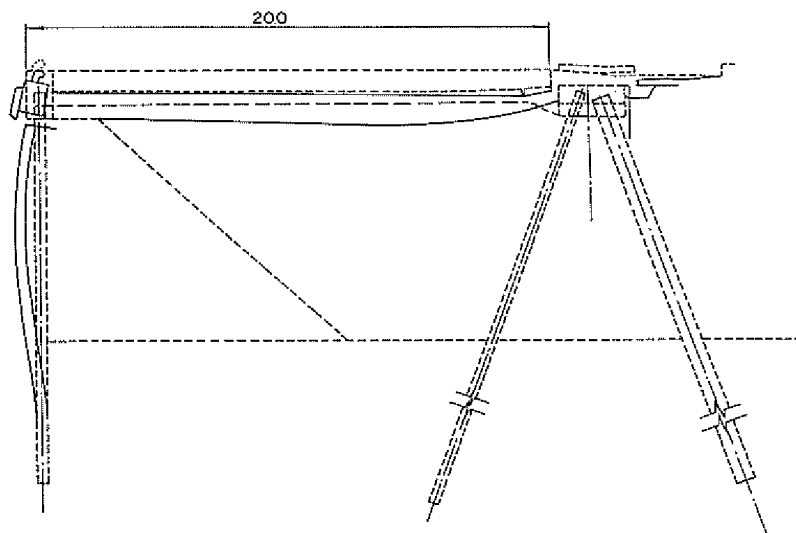


図 1.26 鋼矢板式岸壁の被災状況図¹⁴⁾

5) 1993年北海道南西沖地震¹⁵⁾

1993年7月12日、北海道南西沖の奥尻島北方を震源とする気象庁マグニチュード7.8の地震が発生した。

北海道から青森県にかけて激しい地震動がもたらされたとともに、大津波が発生し、震源に近い奥尻島や日本海沿岸部の広い範囲で多くの被害が発生し、200名以上の犠牲者が発生した。特に奥尻島では、地震及び津波により壊滅的な被害が発生した。

港湾施設としては、奥尻港、岩内港、瀬棚港、江差港、松前港、函館港、森港、苫小牧港の8項で被害が発生した。これらの災害復旧費は総額で約129億円となった。

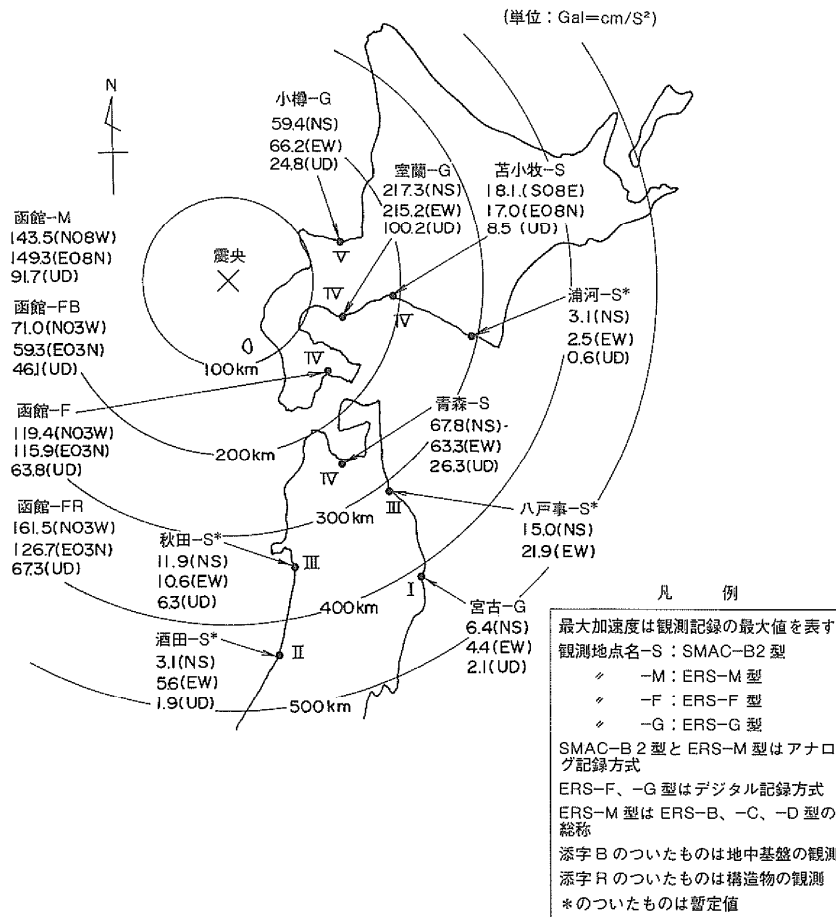


図 1.27 各地の震度と港湾地域強震観測網による最大加速度（観測値）¹⁵⁾

港湾土木施設の被害状況としては、震源域に面している日本海側の奥尻島や瀬棚港では、地震動及び液状化による岸壁・護岸の被害のほか、津波による防波堤の被害が発生した。一方、震源域とは渡島半島を挟んで反対側の函館港や森港では、地盤の液状化による被害が大きくなっている。

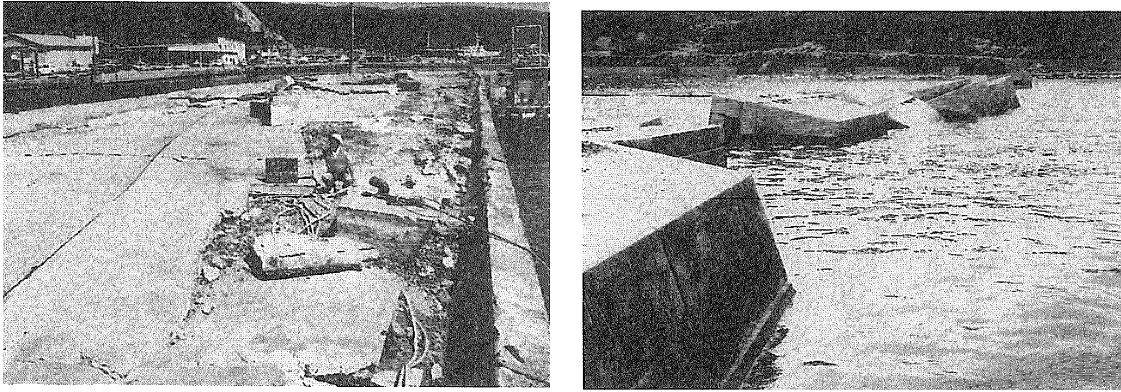


図 1.28 奥尻港の被災状況（物揚場，防波堤の被害）¹⁵⁾

6) 1994年北海道東方沖地震¹⁶⁾

1994年10月4日，北海道東方沖を震源とする気象庁マグニチュード8.1の地震が発生した．本地震により根室港，霧多布港及び釧路港の3港湾並びに26漁港が被災し，被害復旧総額は約143億円に達した．

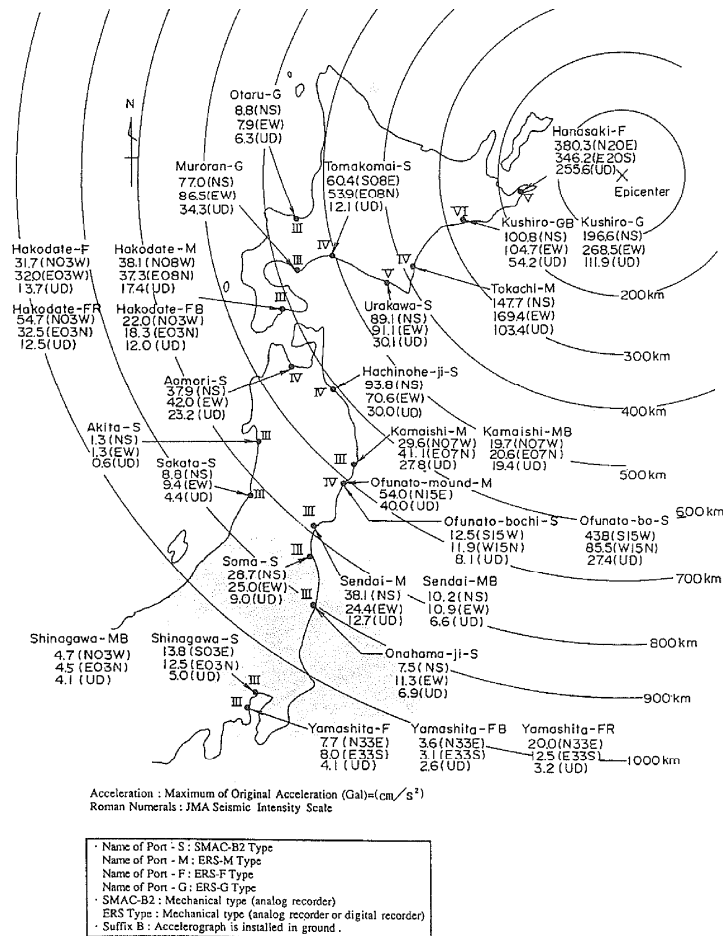


図 1.29 各地の震度と港湾地域強震観測網による最大加速度（観測値）¹⁶⁾

港湾施設の被害は岸壁・物揚場・護岸ならびに臨港道路などに生じた。被害形態としては、法線のせり出し、上部工の沈下、さらにエプロンの亀裂や段差・陥没などであった。これらの被害は、地震による慣性力のみならず地盤の液状化が原因で生じたと考えられる。

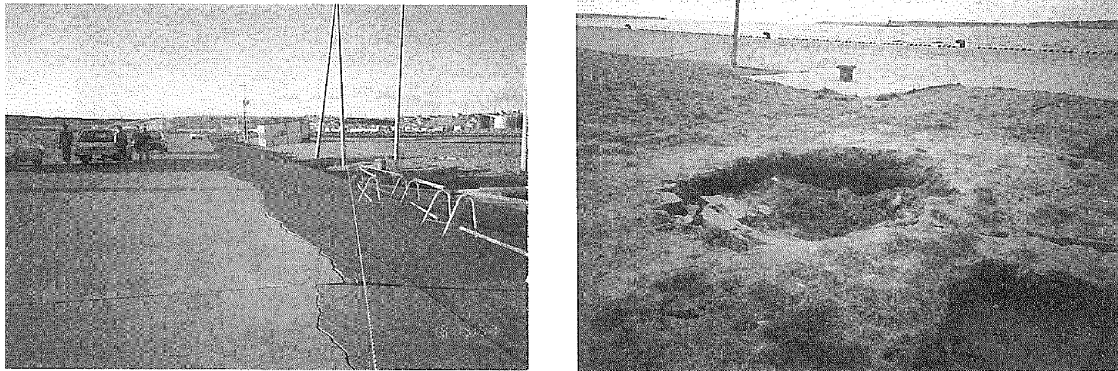


図 1.30 根室港における被災状況（岸壁背後の沈下，填砂）¹⁶⁾

7) 1995年兵庫県南部地震¹⁷⁾

1995年1月17日、淡路島北部を震源とするマグニチュード7.3の地震が発生した。本地震は1923年の関東地震以降、初めて発生した大都市の直下の大地震であった。このため、本地震により阪神・淡路の沿岸部で甚大な被害が発生し、約5500人も多くの犠牲者が出た。

本地震において兵庫県、大阪府、徳島県の24港の港湾施設で大きな被害が発生した。特に我が国の外貿コンテナ貨物の3割（当時）を取り扱う神戸港において壊滅的な被害が発生し、アジア全体の経済活動に深刻な影響を与えた。

災害復旧費は神戸港だけで約5600億円に達した。

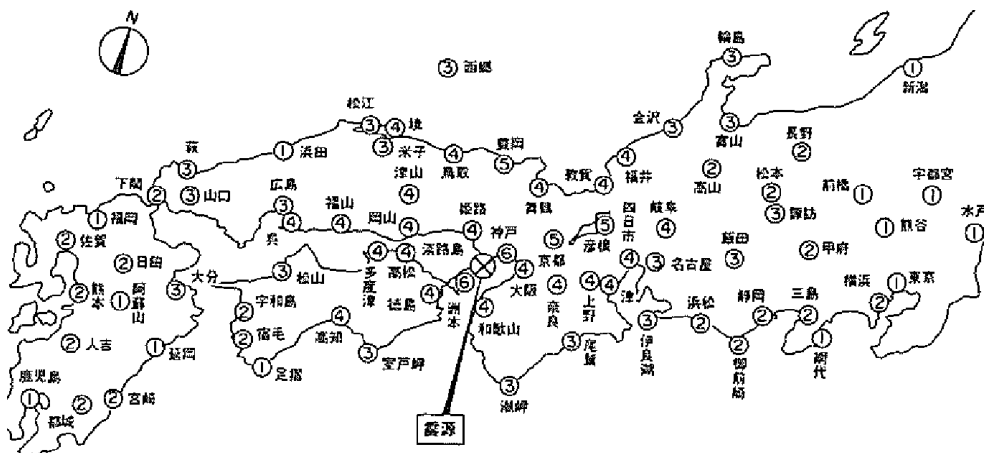


図 1.31 各地の震度¹⁷⁾

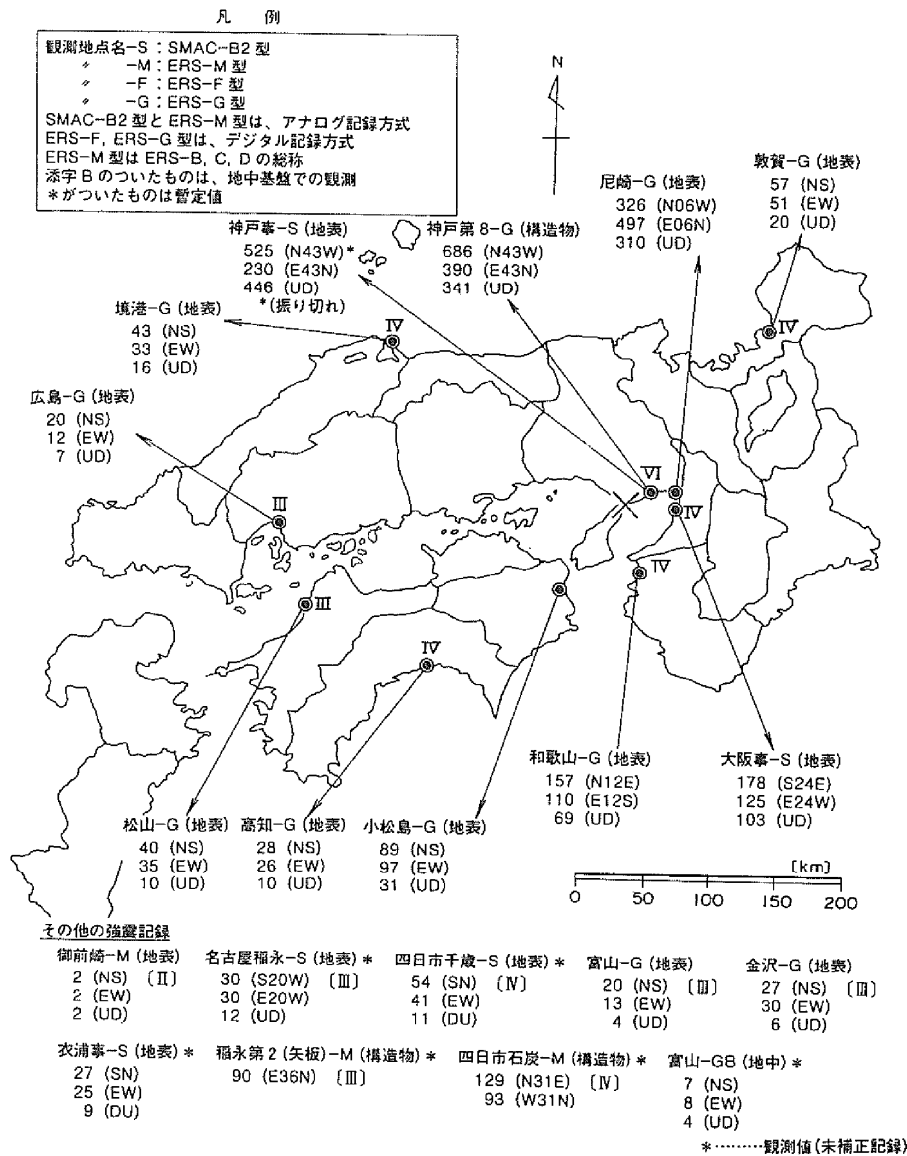


図 1.32 各地の震度と港湾地域強震観測網による最大加速度¹⁷⁾

被害が甚大であった神戸港の岸壁は、ほとんどが地盤改良の置換工法を用いた重力式岸壁（ケーソン式）であり、これらの施設において岸壁法線のはらみ出し、岸壁本体の沈下・傾斜、背後エプロンの沈下・段差及び液状化の墳砂がみられた。また、重力式岸壁以外の岸壁は外観上の被災程度は比較的小さかったが、地震後の詳細調査において杭頭部の崩壊、杭の折れ曲がり等の重大な被害も確認された。

また、岸壁法線の被災変形量は、地震動の卓越方向と整合が取れており、東西方向の岸壁の方が南北方向のものよりも大きいことが確認された。

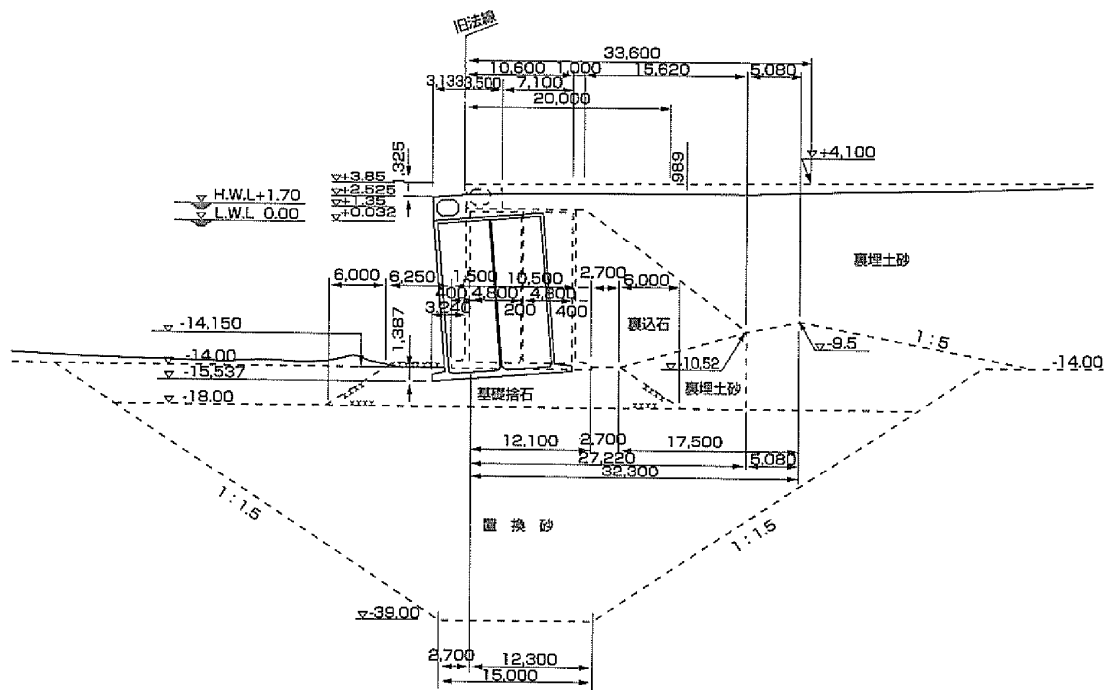


図 1.33 神戸港コンテナバース (RL-1) 被災状況¹⁷⁾

8) 2000年鳥取西部地震¹⁸⁾

2000年10月6日、鳥取県西部を震源とする気象庁マグニチュード7.3の地震が発生した。この地震により、鳥取県西部沿岸の境港、安来港、松江港、米子港等で被害が発生し、港湾施設の災害復旧費は約43億円に達した。

各地の震度は、鳥取県の境港市と日野町で震度6強、鳥取県の西伯町、会見町、岸本町、日吉津村、淀江町及び溝口町で震度6弱などとなっている。

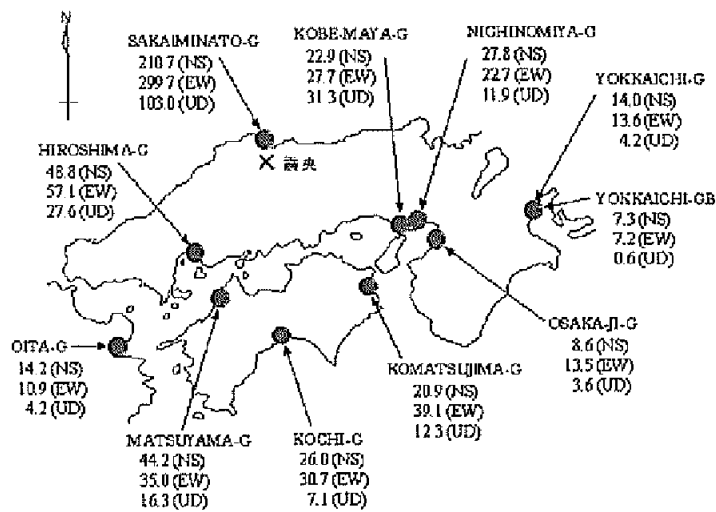


図 1.34 港湾地域強震観測による各港湾の最大加速度¹⁸⁾

港湾土木施設の被害は、重力式の岸壁・物揚場・護岸については法線のせり出し、背後エプロンの沈下が確認された。一方矢板式の岸壁については重力式のものと比較して大きな変位を示したものは少なかった。

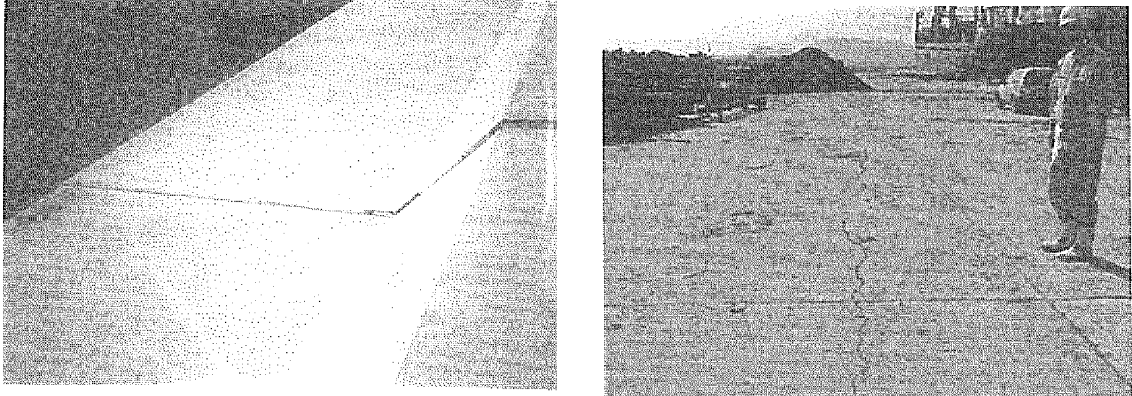


図 1.35 境港における被災状況（防波堤の段差，エプロンの沈下）¹⁸⁾

9) 2005年福岡県西方沖地震¹⁹⁾

2005年3月20日、福岡県の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。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、前原市、佐賀県みやき町で震度6弱を記録した。なお、この地震が発生した時点では、港湾地域強震観測網は博多港をカバーしていなかった。本地震により博多港で被害が発生し、主要港湾施設の被害額は約220億円に達した。

港湾土木施設の被災は博多港全域にわたっており、61の国有港湾施設のうち38箇所では被害が確認された。被害形態としては、岸壁法線の変位やエプロンの沈下が多くみられたほか、L型ブロックの目地の開き及び目地の流出、L型ブロック本体の貫通クラックも見られた点が特徴的である。



図 1.36 博多港における被災状況（L型ブロック損傷，岸壁背後沈下）¹⁹⁾

10) 2011年東北地方太平洋沖地震²⁰⁾

2011年3月11日、三陸沖を震源とする気象庁マグニチュード8.4の地震が発生した。この地震は我が国で発生した地震としては観測史上最大規模の地震である。

この地震では、宮城県栗原市で震度7を観測したほか、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村で震度6強を観測した。また、各地で非常に強い津波を観測した。これにより全国広範囲の港湾で被害を生じ、港湾関係の被害額は約4,126億円に達した。

表 1.6 主要な地点の最大波²⁰⁾

| 地点 | 所管 | 最大波の高さ(m)とその起時(3月11日) | |
|--------|---------|-----------------------|-------|
| | | 高さ | 起時 |
| 霧多布港 | 北海道開発局 | 2.63 | 22:20 |
| 十勝港 | 北海道開発局 | 2.79+ | 15:58 |
| えりも町庶野 | 気象庁 | 3.5* | 15:44 |
| 苫小牧港東 | 北海道開発局 | 2.46+ | 16:17 |
| 苫小牧港西 | 北海道開発局 | 2.05 | 17:31 |
| むつ小川原港 | 東北地方整備局 | 3.43 | 15:45 |
| 八戸港 | 東北地方整備局 | 4.55+ | 16:52 |
| 久慈港 | 東北地方整備局 | 2.39+ | 15:36 |
| 宮古 | 気象庁 | 8.5+* | 15:26 |
| 大船渡 | 気象庁 | 8.0+* | 15:18 |
| 石巻市鮎川 | 気象庁 | 8.6+* | 15:25 |
| 相馬 | 国土地理院 | 9.3+* | 15:51 |
| 大洗 | 茨城県 | 4.2* | 16:52 |
| 須崎港 | 四国地方整備局 | 2.65 | 21:00 |

*気象庁の速報値, +途中から欠測

地震動と津波により、港湾土木施設に大きな被害が広範囲に生じた。外郭施設（防波堤等）では、津波によるケーソンの転倒や移動、マウンドの損傷、消波ブロックの損傷、地震による施設全体の沈下が多く、多くの施設でみられた。また、係留施設（岸壁等）においては、堤体の倒壊、堤体の傾斜、上部工の損傷、施設の沈下、堤体の傾斜、法線のはらみ出し、エプロン損傷及び岸壁前面の洗掘・堆積がみられた。

なお、東北地方北部では地震動による大きな影響はあまり確認されなかったものの、東北地方南部の小名浜港では地震動による大きな被害が確認された。また、相馬港等において津波と地震動の複合被害とみられる大きな被害や液状化による被害も確認された。



図 1.37 小名浜港における被災状況²⁰⁾



図 1.38 相馬港における被災状況²⁰⁾

(3) 東日本大震災の事例からみる早期の復旧計画立案の必要性

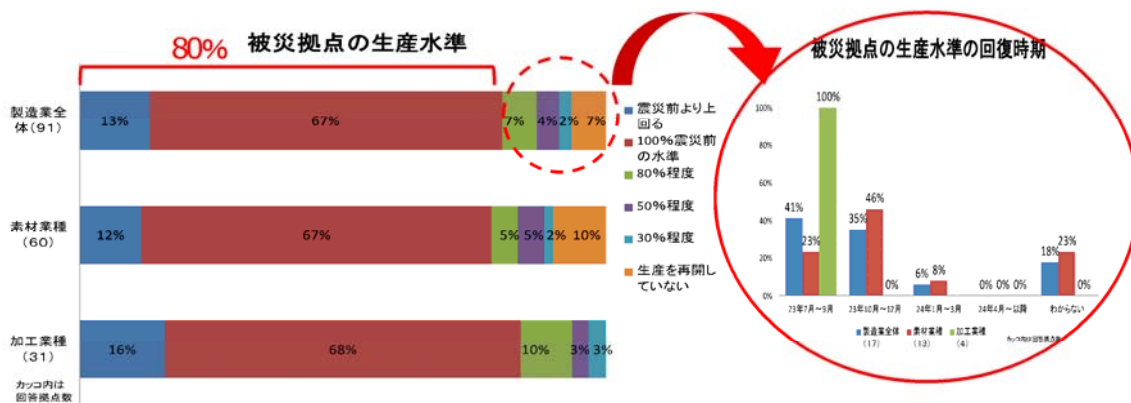
東日本大震災発生後、港湾を利用する可能性がある企業や港湾関係者が、どの程度のスピード感で復旧を進めていたかを東日本大震災の事例を基に整理した。

1) 被災企業の復旧状況

経済産業省が実施した被災企業の実態調査²¹⁾では、被災地の生産拠点についてサプライチェーンの現状について聴取した結果を公開している。その結果の概要は以下の通りである。

[被災拠点の生産水準]²¹⁾

- 地震や津波による直接被害を受けた 91 生産拠点のうち、93%が復旧し（本年 4 月の調査では夏までに復旧との回答が 90%だった）、80%が震災前の生産水準に戻っている又は、震災前よりも上回る生産水準となっていると回答。
- 震災前の水準を下回ると回答した拠点の 7 割以上が 2011 年内に震災前の生産水準に回復すると回答。



(注 6月14日~7月1日の調査期間における生産水準について調査)

1

図 1.39 被災した生産拠点の 2011 年 6 月時点における回復状況²¹⁾

[被災していない生産拠点の生産水準]²¹⁾

- 地震や津波による直接被害を受けていない 137 生産拠点のうち、83%が震災前の生産水準に戻っている又は震災前よりも上回る生産水準となっていると回答。
- 震災前の水準を下回ると回答した拠点については、9 割が 2011 年中に震災前の生産水準に回復すると回答。

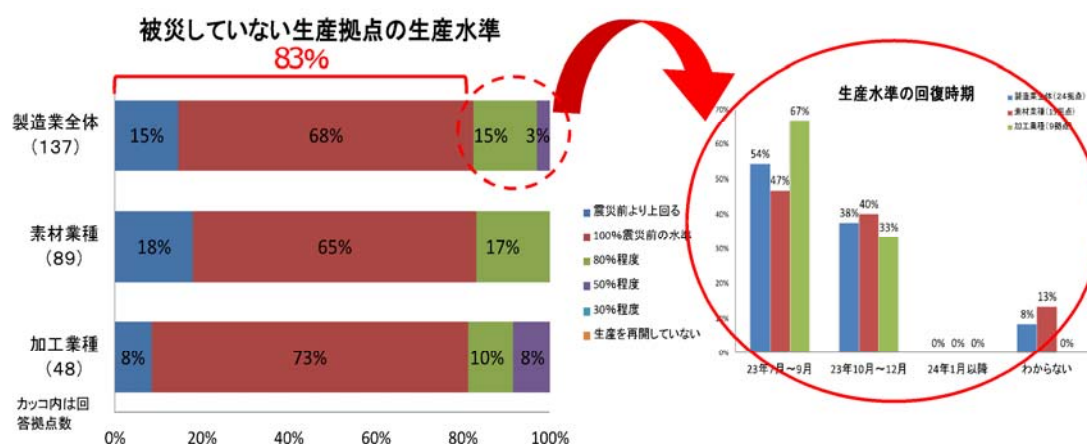


図 1.40 被災していない生産拠点の 2011 年 6 月時点における回復状況²¹⁾

このように、2011 年 3 月に発生した東日本大震災においては、地震や津波により被災した生産拠点は、図 1.39 に示すように発災後 3 ヶ月程度でその 93% が復旧、また 80% が震災前の生産水準に戻っている。

港湾を経由した物流ルートに依存している企業にとっては、この時点でどの程度港湾施設が復旧しており、また今後のどのようなスケジュールで港湾施設の機能が回復するかという点は最も重視すべき情報である。こうした情報が提供されない場合は、物流ルートの変更などにより企業に損失をもたらす可能性がある。

2) 被災港湾における対応の状況

被災港湾における状況把握及び岸壁復旧等に関する対応状況について、表 1.7 に示す国交省公開情報及び新聞記事の記事を整理し、表 1.8～表 1.9 に時系列で整理した。なお、収集整理した情報の個別の確認元については参考資料.1 に示す。

表 1.7 収集資料一覧

| 資料・新聞の名称 | 発行元 |
|-----------------|--|
| 災害・防災情報（東日本大震災） | 国土交通省 (http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html) |
| 海事プレス | 株式会社海事プレス社 |
| マリタイム | 株式会社マリタイムデーリーニュース社 |
| 日刊 CARGO | 株式会社海事プレス社 |
| 日刊海事新聞 | 株式会社日刊海事新聞社 |
| 港湾空港タイムス | 株式会社都市計画通信社 |

また、発災後より国交省が公開した情報より、港湾施設の被災状況に関する調査開始から各港の施設被災状況が概ね出揃い更新が完了するまでの期間を整理した結果を表 1.10 に示す。さらに、被災した主要な港湾における一般貨物の利用再開時期及び復旧・復興方針が公開された時期について表 1.11 に取りまとめた。

これらの内容によると、東日本大震災発生後の港湾機能の復旧への対応は以下のとおりであった。

① 災害発生後から緊急物資輸送まで

- ・ 緊急輸送物資運搬船のための航路啓開から着岸まで、3/16 の仙台塩釜港をはじめとして発災後 1 週間程度で達成した。
- ・ 発災から 3 日目より、港湾空港技術研究所の専門家等の現地派遣が開始された。

② 一般船舶着岸及び港湾施設の稼働率向上まで

- ・ 被害が大きい港湾では、施設被災状況に関する情報が公開されるまで 1～2 ヶ月程度かかった。
- ・ 一般船舶の利用開始は、被災後 1 ヶ月程度経過した時期より順次開始された。
- ・ 各港の復旧方針が公表された時期は同年 8 月からであり、発災より 5 ヶ月経過している。

表 1.8 東日本大震災における発災後の岸壁復旧及び関連する調査等の動向(1)

| 月日 | 概要 |
|----------------|---|
| 2011年 3月11日 | 地震発生(14:46) |
| | 岩手県釜石港湾口防波堤に被害がある模様との報告 |
| | 津波到達情報掲載開始 |
| | 海上保安庁による転覆・漂流情報掲載 |
| 3月12日 | 港則法適用港関係者等に対して電話 FAX 等により情報提供 |
| | 日本港運協会 東北地方太平洋沖地震対策本部を設置 |
| | 横浜港、川崎港、茨城港の被災状況報告 各港湾の被害状況に点検情報の掲載開始 |
| 3月13日 | 宮古、釜石、仙台塩釜について緊急物資輸送のための航路確保作業に着手 |
| | 国交省 航路確保のための起重機船4隻を確保 航空写真を国土地理院ホームページで提供開始(3/13～) |
| | 津波注意報全て解除(3/13 17:58) |
| 3月14日 | 外貿コンテナ定期船 荷役不能6港を抜港 |
| | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家を東北管内の港湾の被災調査に向け派遣準備 |
| | 港湾空港技術研究所では、関東地整の要請により、地震・構造分野の専門家2名を茨城港及び鹿島港被災調査に派遣。 東北地整の要請により、津波及び地震・地盤・構造分野の専門家を東北管内の港湾及び仙台空港の被災調査に向け派遣準備。 |
| 3月15日 | 常陸那珂港-7.5m耐震岸壁が利用可能に |
| | 釜石港 須賀地区岸壁の航路啓開完了 |
| | 国交省 緊急輸送等対応方針を公表 |
| | 釜石港 航路啓開作業完了 須賀地区岸壁(-11m)が復旧 |
| | SCOPE 先遣隊を派遣へ |
| | 撮影した空中写真をつなぎ合わせたモザイク写真を国土地理院ホームページで公開 電子基準点データ解析による滑り分布モデルを作成 電子基準点データ解析による地震後の変動と滑り分布モデルを作成 東北地方及びその周辺で地殻変動が大きかった地域の基準点測量成果の公表を停止 |
| | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家を東北管内の港湾の被災調査に向け派遣 さらに、八戸港、大船渡港等の被災調査に向け派遣準備。 |
| 3月16日 | 仙台港 物資輸送船が高松埠頭に接岸 |
| | 小名浜港 緊急物資輸送船に関して航行自粛を解除 |
| | 小名浜港 一部供用開始 |
| 3月17日 | 支援物資輸送第1船入港へ(仙台塩釜港) |
| | 全日本港湾労働組合、宮古、仙台港で荷役体制を確認 |
| | 石巻港・宮古港に緊急物資輸送船 |
| 3月18日 | 仙台港への緊急物資荷揚げ実現 |
| | 仙台塩釜港 中野地区高松埠頭岸壁及び航路が復旧 |
| 3月19日 | 相馬港 2号ふ頭4号岸壁 災害復旧利用が可能に |
| | 八戸港八太郎地区の一部施設が一般利用で復旧 |
| | 茨城港日立地区2バース一部復旧 |
| | 鹿島港北公共で1バース一部復旧 |
| | 18日、仙台塩釜港(仙台区)一部供用開始 久慈港で災害対策利用が可能に |

表 1.9 東日本大震災における発災後の岸壁復旧及び関連する調査等の動向(2)

| 月日 | 概要 |
|-------|---|
| 3月20日 | 被災地15港中12港が利用可能に |
| 3月21日 | 仙台港で一部災害対策利用が可能に |
| | 仙台塩釜港貞山ふ頭内3バースの利用が可能に |
| | 仙台塩釜港でタンカーによる石油受入が可能に |
| 3月22日 | 大船渡港で災害対策利用が可能に |
| 3月23日 | 茨城港, 鹿島港計11岸壁の利用が可能に |
| | 被災地港湾15港中13港が利用可能に |
| | 石巻港 災害対策利用が可能に |
| 3月24日 | 茨城港大洗地区第4ふ頭が供用再開 |
| 3月25日 | 気仙沼港一部供用開始予定 |
| 4月1日 | 仙台塩釜港, 石巻港で一般船舶の利用が可能に |
| 4月5日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家2名を小名浜港, 相馬港等の被災調査に向け派遣。 |
| | 関東地整の要請により、津波の専門家1名を鹿島港, 茨城港等の被災調査に向け派遣。 |
| 4月6日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家5名を小名浜港, 相馬港等の被災調査に向け派遣。 |
| 4月7日 | 仙台港 自動車運搬船の定期航路再開 |
| 4月11日 | 名古屋-仙台間の定期航路再開 |
| 4月11日 | 35%, 129バースが暫定再開 |
| 4月23日 | 井本商運 内港定期フィーダサービスでの八戸港寄港を再開 |
| 4月25日 | 八戸港ガントリークレーン再稼働へ |
| 4月26日 | 八戸港 外貨コンテナ航路5/16再開へ |
| 5月2日 | 東北地整 復旧への技術検討委員会第1回会合 |
| 5月11日 | 港空研・国総研 港湾空港被害調査報告会 開催 |
| 5月16日 | 災害復旧被害査定調査開始 |

表 1.10 国交省からの港湾施設情報公開完了時期

| 県名 | 港湾名 | 港格 | 港湾施設 | | 海岸保全 施設 |
|--------|--------|----|-------|-------|------------|
| | | | 国有 | 地公体所有 | |
| 北海道諸港 | | - | 3月14日 | 3月14日 | 3月13日 |
| 青森県 | 青森港 | 重要 | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 青森県 | 八戸港 | 重要 | 5月16日 | 4月25日 | - |
| 青森県 | むつ小川原港 | 重要 | 3月23日 | 3月23日 | 3月23日 |
| 岩手県 | 宮古港 | 重要 | 5月16日 | 4月11日 | 4月11日 |
| 岩手県 | 大船渡港 | 重要 | 5月16日 | 5月16日 | 5月16日 |
| 岩手県 | 久慈港 | 重要 | 5月16日 | 5月16日 | - |
| 岩手県 | 釜石港 | 重要 | 5月16日 | 4月11日 | 4月11日 |
| 宮城県 | 仙台塩釜港 | 特重 | 5月16日 | 5月16日 | 5月16日 |
| 宮城県 | 石巻港 | 重要 | 5月16日 | 5月16日 | 5月16日 |
| 秋田県 | 秋田港 | 重要 | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 秋田県 | 船川港 | 重要 | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 秋田県 | 能代港 | 重要 | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 福島県 | 小名浜港 | 重要 | 5月16日 | 4月11日 | 4月11日 |
| 福島県 | 相馬港 | 重要 | 5月16日 | 4月11日 | 4月11日 |
| 茨城県 | 日立港 | 重要 | 3月14日 | 4月12日 | 3月18日 |
| 茨城県 | 常陸那珂港 | 重要 | 3月14日 | 4月12日 | 3月18日 |
| 茨城県 | 大洗港 | 重要 | 4月12日 | 4月12日 | 4月12日 |
| 茨城県 | 鹿島港 | 重要 | 3月14日 | 4月12日 | 3月18日 |
| 千葉県諸港 | | - | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 東京都諸港 | | - | 3月14日 | 3月14日 | 3月14日 |
| 神奈川県諸港 | | - | 3月14日 | 3月12日 | 3月14日 |

※国土交通省 災害情報 (http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html) より作成
 ※網掛け：発災後より1ヶ月以上経過

表 1.11 被災港湾における一般貨物利用再開時期及び復旧・復興方針公開時期

| 港名 | 時期 |
|-----------------------|--|
| 八戸港 | 2011年5月 八戸港復旧・復興方針策定 2011年7月 八戸ー苫小牧フェリー |
| 久慈港, 宮古港 釜石港, 大船渡港 | 2011年6月 一般貨物の取り扱い再開 2011年7月 宮古港, 釜石港にコンテナ船入港 2011年8月 各港の復旧方針策定 |
| 石巻港 仙台塩釜港 | 2011年4月 自動車運搬船, フェリー航路再開 2011年6月 コンテナ船入港 2011年8月 各港の復旧方針策定 |
| 相馬港 | 2011年4月 一般商船の利用再開 2011年8月 復旧・復興方針策定 |
| 小名浜港 | 2011年6月 石炭運搬船, コンテナ船入港 2011年8月 復旧・復興方針策定 |
| 茨城県 鹿島港 | 2011年4月 一般貨物出荷再開 2011年8月 復旧・復興方針策定 |

※各港湾管理者 Web サイト公開情報より作成

3) 大規模災害発生後の対応における課題

東日本大震災の事例では、発災後 1 ヶ月程度で大半の企業は生産活動を開始しており、一般船舶もその頃より港湾施設の利用が可能となった。しかし、港湾被害の全容が公表されるまでに 1~2 ヶ月程度かかったほか、各港の復旧方針が公表されたのは同年 8 月からと被災後相当期間経過してからである。

大規模災害により港湾機能が大きく損なわれた場合、当面は関連企業の必要とする荷役能力（港湾に対する需要）に対し、実際に利用可能な岸壁が不足する可能性がある。これに対し、企業側は代替輸送手段を確保する等の対策を施すこととなるが、これらは企業にとって経済的負担となることが考えられる。このため、復旧の見通しが不明瞭な状況が続いた場合、永続的な輸送手段の切り替えや抜港・撤退などが選択される可能性がある。こうした事態を防ぐためには、港湾機能回復の迅速化や、港湾の復旧見通しの早期公開が求められる。

図 1.41 は国交省が示す港湾 BCP のイメージである。上記の問題点は、同図で示されている「事業継続対応」フェーズにおけるものであり、企業ニーズに対応した港湾機能の復旧の迅速化・効率化及び復旧方針（港湾機能の回復の見通し・スケジュール）の早期公開を目指すことがその解決につながる。したがって、大規模災害発生後の国や港湾管理者等の対応における課題は以下のように整理できる。

① 被災情報の効率的取得

発災後の初動調査より、港湾施設の被害状況の把握および復旧検討に必要な情報を効率的に取得する。

② 復旧スケジュールの早期提示

被災状況調査の結果等を基に、必要な費用・工期等を大まかに把握し、復旧の見通し（要する期間，費用等）を速やかに提示する。

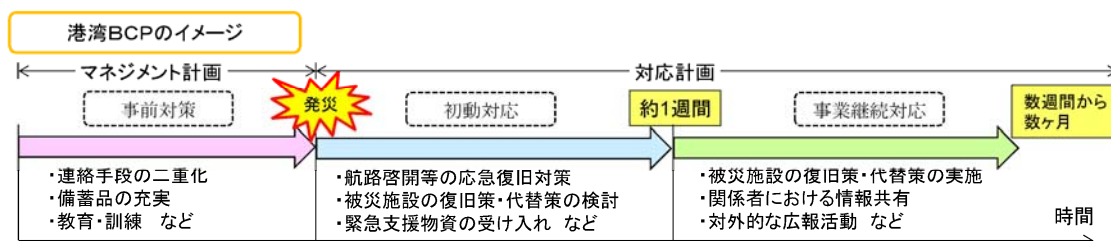


図 1.41 港湾 BCP のイメージ ²²⁾

1-2 本研究の目的

本研究は、前述した2つの課題「①被災情報の効率的取得」及び「②復旧スケジュールの早期提示」に対する解決策の提示を目的とする。

(1) 被災情報の効率的取得に向けた研究の方向性

1) 構造物等被災調査における課題

表 1.3 に示したように、被災した施設の状態を評価するためには、①施設の構成部位の損傷等の程度と、②被災変形量（移動・沈下）を計測・把握する必要がある。現在、それぞれの調査で用いられている一般的な手法として、表 1.12 に示す手法があげられる。これらの手法は、目的とする損傷・変形等の計測・把握を行う上で概ね十分な精度を有していると考えられるが、発災後の施設周辺の状態によっては調査の効率性や安全性に問題が生じる可能性がある。

港湾構造物の場合、構造的に重要な部位の変状が水上または水中にあり、船舶や潜水士等を活用した調査が必要となる。しかし、地震・津波発生直後は、余震による津波や施設の更なる被災が懸念されるほか、津波災害の場合は水域に漂流物等が存在していることから、水上・水中における作業は危険を伴う。また、陸上の部位の損傷等や施設全体の移動・変形等に対する調査・測量においても、水際付近の作業であることから作業の危険性が同様に存在し、特に広範囲に被災した施設に対する変形等の測量を実施する場合は、安全性の問題に加え作業時間が膨大になる等の問題が懸念される。

表 1.12 外郭施設及び係留施設の被災状況調査の一般的な方法及び問題点

| 対象部位 | 確認項目 | 一般的な調査方法 | 問題点 |
|-------------|-----------|-----------------------|--|
| 施設全体 | 沈下，移動，傾斜等 | 目視及び測量（陸上・水上） | 広範囲の被災の場合，測量が長期化する。測量は一定間隔ごとの断面計測が一般的であり精度に問題がある可能性がある。 |
| 上部工等水上の構造部材 | 損傷等 | 目視（陸上・水上） | 船上からの目視を行う場合は水域の状況（漂流物，警報等発令）により困難となる可能性がある。 |
| 下部工等水中の構造部材 | 変形等 | 潜水目視 | 水域の状況（漂流物，警報等発令）により困難となる可能性がある。 |
| 基礎捨石工，海底地盤等 | 洗掘等 | 潜水目視，深淺測量（ナローマルチビーム等） | 水域の状況（漂流物，警報等発令）により困難となる可能性がある。 |
| エプロン | 沈下・陥没，空洞化 | 目視（陸上），測量，電磁波レーダ調査 | 広範囲の被災の場合，測量に時間を要する 施設上に瓦礫・散乱物等がある場合，レーダ機器の走行が困難となる場合がある。 |

2) 関連技術の開発の動向及び課題

前項で述べた、従来からの一般的調査手法における問題を解決すべく、現在さまざまな技術開発が進められている。表 1.13 に今後活用が期待される主な新技術を示す。

水上・陸上の部位における損傷等については、現地で撮影した写真からオルソ画像や 3D データ等を作成して記録・評価する技術の活用や、施設の移動・変形等の形状の変化については、レーザスキャナの活用が期待できる。また、これらの写真撮影やレーザスキャナを用いた測量においては、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) の活用が積極的に進められている。これらを用いることで、現地における調査・測量に係る作業時間を大幅に短縮できる可能性があり、現地作業の安全性・効率性の向上が期待できる。しかし、UAV の活用においては、気象条件や電波状況、周辺施設の存在などによっては飛行の安全性確保が問題となる場合がある。

水中及び水上部位の損傷等については、ROV (Remotely operated vehicle) の活用を中心に進められている。水中部の部位の損傷状況を確認する²³⁾ほか、栈橋上部工下面の状態を撮影する試み²⁴⁾も進められている。ROV による調査が潜水調査に代替することが可能となった場合、作業の危険性が大幅に小さくなるのが期待できるものの、水域に漂流物が存在する場合や、栈橋上部工下面部を調査しようとした場合は、前面連続鋼管矢板式の栈橋や水面と上部工部材との離隔が小さい場合などにおいて、ROV の進入すら困難となる場合がある。ここで、栈橋鋼管杭については、常時微動観測により栈橋の固有周期を推定し健全度を評価する方法が研究されている²⁵⁾。しかし、栈橋上部工については潜水土や ROV を用いた外観調査に代替する手法の研究成果は現時点では見受けられない。

海底地盤の洗掘等については、潜水土による目視のほかナローマルチビームによる 3D データ取得を行うことが一般的となりつつある状況である。また、船舶を用いる方法以外には、航空機を用いたレーザ測量(ALB)²⁶⁾の適用も考えられる。

これらの技術については研究段階のものもあり、その運用にあたっては表 1.14 に示すようにさまざまな課題がある。本研究では、陸上・水上部位の損傷・移動等の調査において汎用性の高い UAV の活用について、運用の安全性向上を図るための研究を行う。また、被災状況調査において目視調査への依存が大きい栈橋上部工の代替調査手法の研究を行う。

表 1.13 活用が期待される主な新技術

| 活用が期待される新技術 | 概要 | 従来手法 |
|---------------------------------|---|----------------|
| 写真・動画からの 3D モデル撮影 | 複数の角度から撮影した写真データ等を用いて、対象物の 3D モデルを撮影。画像処理ソフトウェアの普及により活用事例急増。 | 水準測量，縦横断測量，目視等 |
| レーザスキャナ | 路面や周辺構造物の形状を点群データとして取得。作業の迅速化，網羅的な形状データ取得が可能。据置型・バックパック型・ハンディ型等さまざまな装置が開発されている。 | 水準測量，縦横断測量，目視等 |
| UAV | 空中から写真・動画撮影やレーザ測量等を行うことが可能。写真・動画データから 3D モデルを作成して活用する方法が普及。 | 水準測量，縦横断測量，目視等 |
| ROV | 小型無人潜水艇を用いて，栈橋上部工の下面や構造物の水中部の外観を撮影する。 | 潜水目視 |
| MMS | レーザスキャナ，カメラを車両に搭載し，路面及び周辺構造物の点群データ及び画像データを取得 | 水準測量，縦横断測量，目視等 |
| ALB (Airborne Laser Bathymetry) | 航空機より，近赤外線波長域のレーザと緑色波長域のレーザを組み合わせ水中部の測深を行う。 | 深浅測量 |

表 1.14 被災状況調査において活用が期待される新技術と課題

| 対象部位 | 一般的な調査方法 | 活用が期待される新技術 | 新技術運用における課題 |
|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|
| 施設全体 | 目視及び測量（陸上・水上） | UAV による撮影，3D モデル作成 | UAV 撮影の安全性確保など |
| 上部工等水上の構造部材 | 目視（陸上・水上） | ROV による外観撮影 | 小型船・ROV 等進入困難な場合の対応など |
| 下部工等水中の構造部材 | 目視（潜水士による） | ROV による外観撮影 | 小型船・ROV 等進入困難な場合の対応など |
| 基礎捨石工，海底地盤等 | 目視（潜水士による），深浅測量（ナローマルチビーム等） | 航空レーザ測深 (ALB) | 調査コスト，大容量データの処理・活用方法など |
| エプロン | 目視（陸上），測量，電磁波レーダ調査 | MMS，レーザスキャナによる路面状況確認 | 調査コスト，大容量データの処理・活用方法など |

(2) 復旧計画の効率化に向けた研究の方向性

大規模災害により港湾施設が被災した場合、速やかに被災状況を把握し、復旧スケジュールを早期に立案する必要がある。BCP策定時において、想定される被災規模に応じて必要資材・復旧期間等を検討するための研究成果については、小野ら¹⁴⁾による成果があるが、同成果はある程度各施設の被災状況等が把握でき、多くの情報が出揃った段階で活用できるものである。これに対し、本研究では、初動調査完了後に短期的なスパンの港湾復旧計画を迅速に立案することを想定したツールの開発を試みる。ここでは係留施設を対象とし、被災状況の収集から復旧計画に必要な情報の整理までの作業を支援するツールの試作を行うこととする。

1-3 本論文の構成

前項で延べた研究の目的を踏まえ、本論文は以下の構成とした。

第1章：大規模災害に見舞われた港湾における対応の課題，研究の目的の整理

第2章：初動調査の効率化(1)－UAVの安全性向上のための技術開発

第3章：初動調査の効率化(2)－栈橋上部工の調査の効率化のための技術開発

第4章：復旧計画の効率化－復旧計画策定ツールの開発

第5章：結論

参考文献

- 1) 海上保安庁：海上保安レポート 2017, 2017
- 2) 国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所：大型浚渫兼油回収船の全国配置, <http://www.niigata.pa.hrr.mlit.go.jp/5/212/217/>
- 3) 海上保安庁：平成 9 年海上保安庁白書, 2007
- 4) 海上保安庁：海上保安レポート 2009, 2009
- 5) 統合幕僚監部：平成 29 年度自衛隊の災害派遣及び不発弾等処理実績について, 統合幕僚監部 報道発表資料 (平成 30 年 4 月 20 日)
- 6) 国土交通省近畿地方整備局：平成 30 年台風 21 号関連情報, https://www.kkr.mlit.go.jp/bousai/taiou/kinki/h30_taihuu21gou.html
- 7) 兵庫県土木部：阪神・淡路大震災誌「平成 7 年 (1995 年) 兵庫県南部地震」－土木施設の地震災害記録－, 1997
- 8) 国土交通省関東地方整備局 港湾空港部：台風 17 号、18 号の豪雨により東京湾内に流入した大量の漂流物を回収, 記者発表資料 (平成 27 年 9 月 18 日)
- 9) 国土交通省港湾局技術企画課：港湾施設の維持管理の現状と課題, 2015
- 10) 国土交通省港湾局技術企画課：老朽化に起因する事故事例及び対応について, 2015
- 11) 運輸省港湾技術研究所：1978 年宮城県沖地震港湾被害報告, 港湾技研資料 No. 325, 1979
- 12) 運輸省港湾技術研究所：1982 年浦河沖地震港湾被害報告, 港湾技研資料 No. 472, 1983
- 13) 運輸省港湾技術研究所：1983 年日本海中部地震港湾被害報告, 港湾技研資料 No. 511, 1985
- 14) 運輸省港湾技術研究所：1993 年釧路沖地震港湾施設被害報告, 港湾技研資料 No. 766, 1993
- 15) 運輸省港湾技術研究所：1993 年北海道南西沖地震による港湾施設被害報告, 港湾技研資料 No. 791, 1994
- 16) 運輸省港湾技術研究所：1994 年北海道東方沖地震による港湾施設被害報告, 港湾技研資料 No. 856, 1997
- 17) 運輸省港湾技術研究所：1995 年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告, 港湾技研資料 No. 857, 1997
- 18) 独立行政法人 港湾空港技術研究所：平成 12 年 (2000 年) 鳥取県西部地震による港湾施設等の被害報告, 港湾空港技術研究資料 No. 1015, 2001
- 19) 独立行政法人 港湾空港技術研究所：2005 年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告, 港湾空港技術研究所資料 No. 1165, 2007
- 20) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所：平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震による港湾施設等被害報告, 国土技術政策総合研究所資料 No. 798, 港湾空港技術研究所資料 No. 1291, 2015
- 21) 経済産業省：東日本大震災後の産業実態緊急調査②, 2011
- 22) 国土交通省港湾局：港湾 BCP (事業継続計画) の概要, 2015

- 23) 小笠原哲也, 杉本英樹, 森屋陽一 : 遠隔操作無人探査機 (ROV) を利用した大水深水中調査ロボットの現場適用, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol170, VI-142, 2015.
- 24) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 : 栈橋上部工点検用 ROV の提案と現場実証試験によるその運用支援機能の検証, 2015
- 25) 長尾毅, 小田隼也, 小松歩美 : 固有周期を用いた栈橋に地震被災程度の判定手法に関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 71, No. 2, I 161-166, 2015
- 26) 吉田圭介, 前野詩朗, 間野耕司, 山口華穂, 赤穂良輔 : ALB を用いた河道地形計測の精度検証と流況解析の改善効果の検討, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 73, No. 4, I_565- I_570, 2017
- 27) 小野憲司, 皆川幸弘, 海野敦, 赤倉康寛 : 港湾における事業継続計画策定のための分析支援ツールの開発, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol171, No. 2, I_55- I_62, 2015

2. 初動調査への UAV 活用について

2-1 被災後初動調査における UAV 活用の可能性

地震・津波及び風水害等により被害を受けた建造物の状態を評価するためには、施設の構成部位の損傷等の程度と、移動・沈下など被災変形量を初動調査及びその後の調査で計測・把握する必要がある。現時点では、それらの調査は図 2.1 のような縦横断測量等の現地作業による場合が多いが、発災後の施設周辺の状況によっては調査の効率性や安全性に問題が生じる可能性がある。



図 2.1 従来手法による現地作業の状況（筆者撮影，地方整備局防災訓練時）

例えば、地震・津波発生直後は、余震による津波や施設の崩落などが懸念されるほか、被災範囲が広範囲である場合には、人員や作業時間が膨大となる等の問題が懸念される。

現在、土木分野では施工管理や建造物調査等に UAV（図 2.2）を活用し、効率性・安全性等を高める取組が積極的に進められている。造成工事において UAV に搭載したカメラやレーザスキャナを使用して取得した三次元データを用いて土量管理を行う方法¹⁾については多くの現場で試行されているほか、土木建造物等に対して実施する外観目視点検調査の代替する手法として、橋梁²⁾³⁾、ダム⁴⁾、河川護岸⁵⁾及び斜面調査⁶⁾等を対象に研究が進められている。さらに、河川や干潟等の地形測量^{7) 8) 9) 10)}や、災害時の被災者捜索¹¹⁾など、さまざまな場面における UAV の活用が期待できる。



図 2.2 UAV 外観

これらを踏まえ、港湾及び海岸構造物の点検や被災後調査において UAV を用いた空撮画像や 3D モデルの活用イメージは表 2.1 のように整理される。このように、港湾施設等が被災した場合の調査において UAV を活用することは効果的であると考えられる。特に、目視・測量などの現地作業を UAV で代替することや、直接 3D データを作成することで図面作成等の手間を削減することにより効率化を図ることができる。具体的には、以降に示す成果を作成し施設の被災状況調査に活用することが可能である。

表 2.1 空撮画像及び3Dモデルの活用イメージ

| 分野 | 対象 | 常時/災害時 | 取得・使用するデータ | 従来方法 | 導入による効果 | 備考 |
|----|---------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|
| 海岸 | 海岸保全施設（堤防・護岸等）の点検（ひび割れ・損傷等の記録） | 常時 （定期点検・巡回等） | 空撮写真（近接※1） 3Dデータ | 踏査を行い変状位置図を作成 | ・確実性向上（見落とし防止） ・成果作成の効率化 | |
| | 海岸保全施設（堤防・護岸等）の点検（移動量・沈下量） | 常時 （定期点検・巡回等） | 空撮写真（近接） 3Dデータ | 現地測量（縦横断面量） | ・現地作業の迅速化 ・データ取得密度の精緻化 | |
| | 海岸保全施設（離岸堤）の点検（移動・散乱・沈下等の記録） | 常時 （定期点検・巡回等） | 空撮写真（近接） 3Dデータ | 船舶で接近して目視確認し、変状位置図を作成 | ・確実性向上（見落とし防止） ・成果作成の効率化 ・現地作業の迅速化 | 施設天端高に ついては精度 低い※2 |
| | 海岸保全施設（堤防・護岸等）の被災後の復旧設計のための測量調査 | 災害時 | 空撮写真（遠方・近接） 3Dデータ | 現地測量（一定間隔での横断面測量） | ・測量の迅速化 ・取得した3Dデータを設計時にそのまま使用可能 | |
| 港湾 | 砂浜形状（汀線変化）のモニタリング | 常時・災害時 | 空撮写真（遠方・近接） 3Dデータ | 航空写真判読 現地測量（一定間隔での横断面測量） | ・測量の迅速化 ・汀線変化量計算の精緻化・迅速化 | |
| | 港湾施設（岸壁・防波堤等）の点検（ひび割れ・損傷等の記録） | 常時 （定期点検・巡回等） | 空撮写真 3Dデータ | 踏査または船舶からの目視を行い変状位置図を作成 | ・確実性向上 ・成果作成の効率化 | |
| | 港湾施設（岸壁・防波堤等）の点検（移動量・沈下量） | 常時 （定期点検・巡回等） | 空撮写真（近接） 3Dデータ | 現地測量（縦横断面量） | ・現地作業の迅速化 ・データ取得密度の精緻化 | |
| | 津波浸水解析等に使用するふ頭内3Dモデルの作成 | 常時（防災計画等検討時） | 空撮写真（遠方） 3Dデータ | 航空写真等 | ・現地作業の迅速化 ・データ取得密度の精緻化 | 撮影高度が限 られていた ため、広範囲は 困難 |

※1 近接：構造物からの距離約20m以内で撮影され、構造物の表面状態が高解像度で記録された写真。

遠方：調査範囲の上空概ね100m以上から撮影した写真。

※2 海上には座標・標高の標定点が無く、3Dモデルに正確な座標を設定することができないため。

(a) 変状図の作成

構造物表面の損傷の位置及び規模の記録は、構造物の展開図を基図とした変状図を作成する方法が一般的である。取得した画像から構造物表面の図 2.3 図 2.4 に示すようなオルソ画像を作成し、専用ソフト等で損傷箇所をトレースすることが可能である。ただし、画面の明るさなどの撮影条件により検出精度が落ちる場合や、例えばひび割れについては発生方向や発生位置、他の構造物や変状との位置関係などにより危険度が異なる場合があることから、すべて画面上の作業で対応することは現時点では困難であり、現地における専門技術者の確認を必要とする場合がある。



図 2.3 撮影写真からの展開図作成（護岸前面）

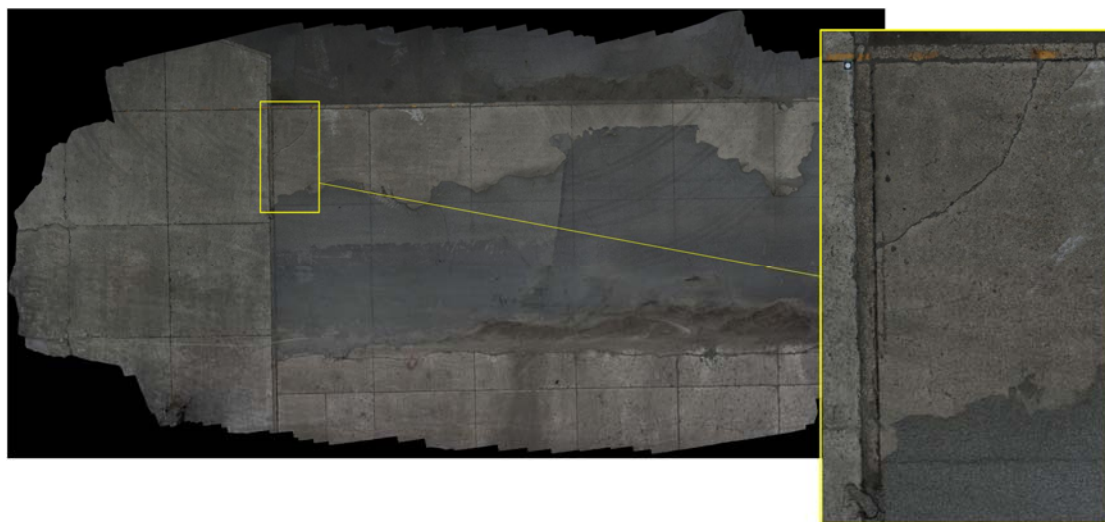


図 2.4 撮影写真からのオルソ画像作成（エプロン舗装）

(b) 3D モデルを用いた診断

構造物の安全性は、ひび割れ・損傷等の深さや幅など個別のデータのみでは診断できず、変状の発生位置や他の変状の有無・発生位置の偏りなど施設全体を俯瞰した視点から見ることも重要である。空撮写真から図 2.5 に示すような 3D モデルを作成し、PC 上で任意の視点から確認することにより、確実な診断を可能とするとともに、点検者から施設管理者への報告・情報共有が確実となる。

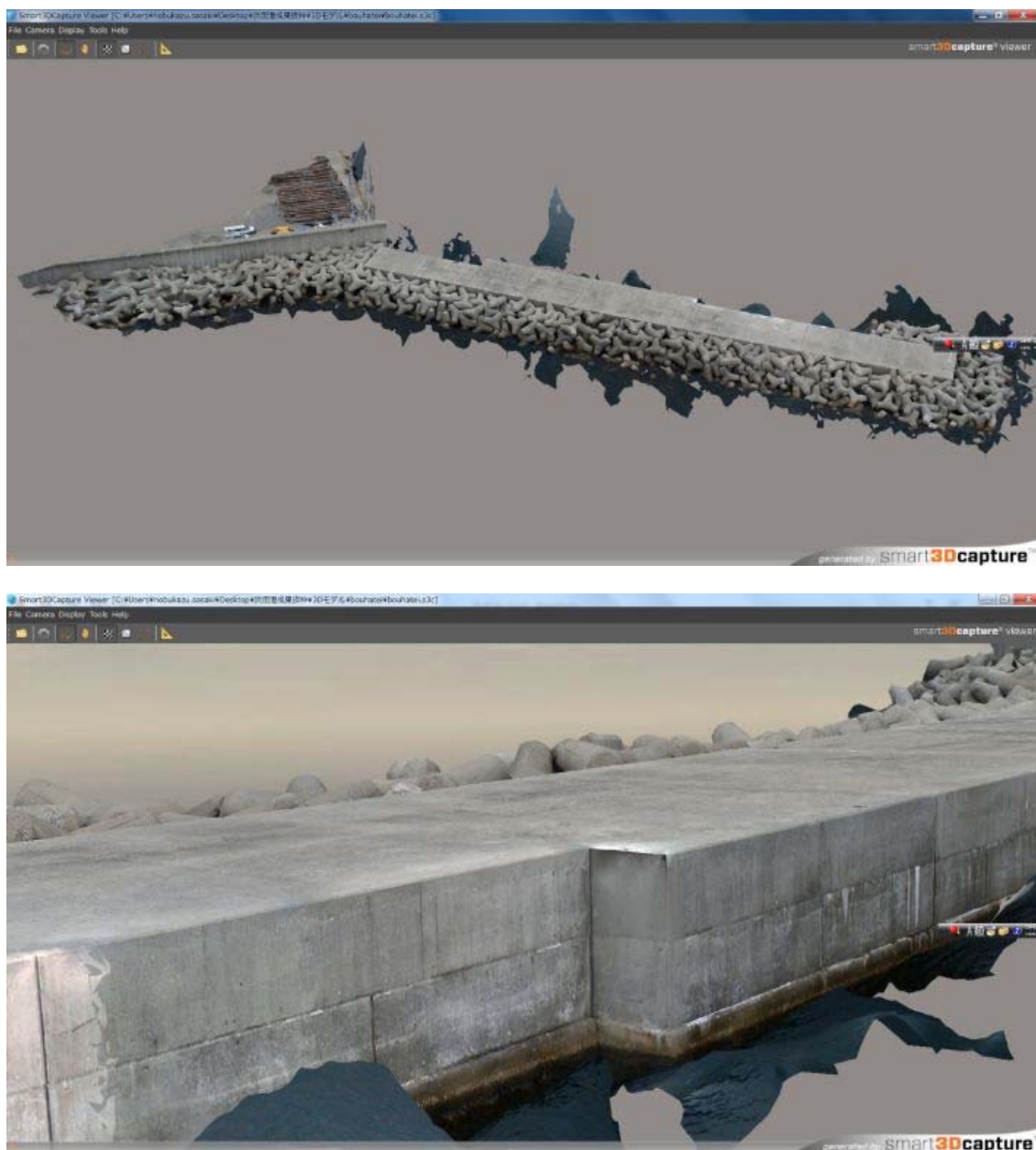


図 2.5 防波堤 3D モデルの作成

(c) 3D-CAD データを用いた計測・被災箇所断面図作成

3D モデルを TIN データ等 3D-CAD データに変換することで、多様な活用が考えられる（図 2.6）. 被災箇所断面図の作成や、構造物や形状の 3D-CAD データを、設計時の形状または過去に取得したデータと比較することにより、沈下量・移動量を精緻に把握することが可能となる.

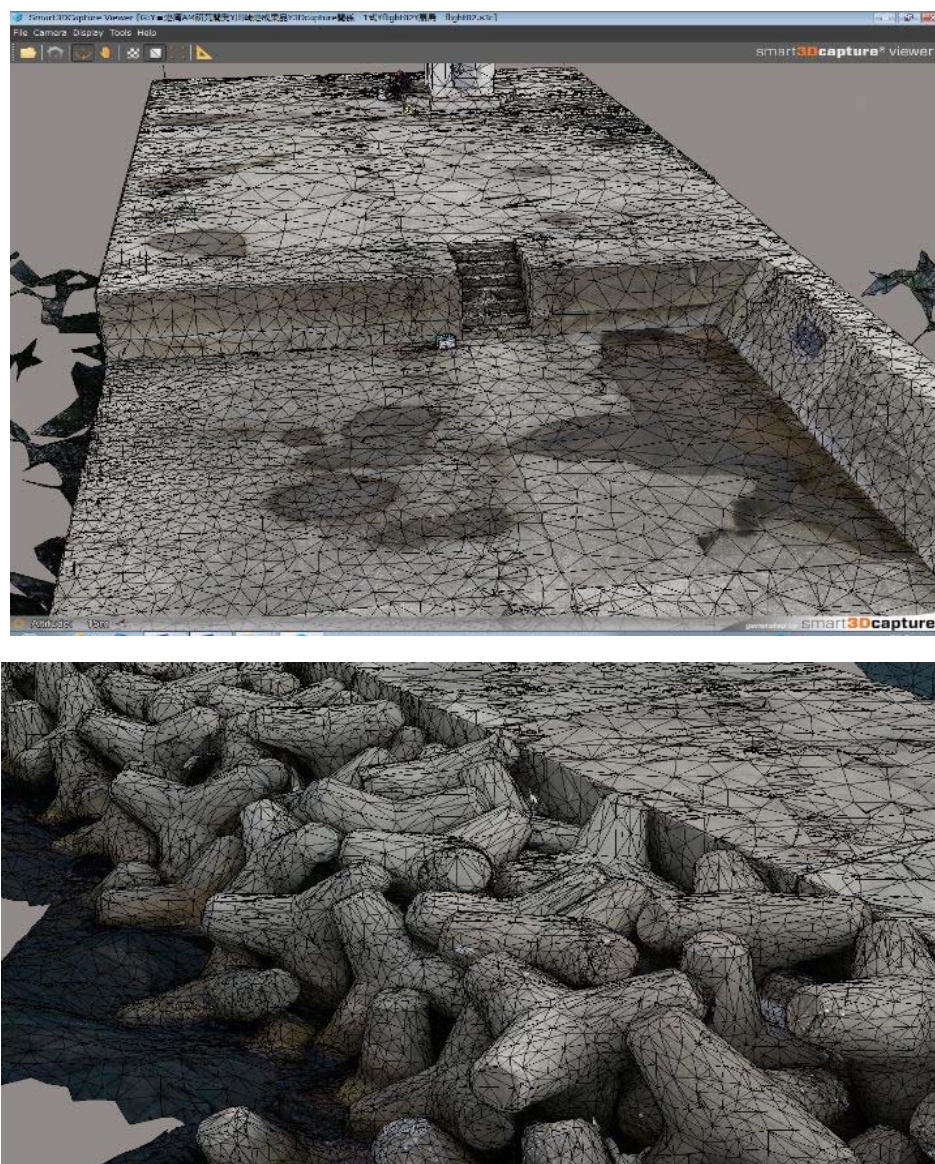


図 2.6 防波堤 TIN データの作成

2-2 UAV を用いた施設形状取得の精度確認

前項で示した活用イメージに対して、実際に十分な精度のデータを取得可能であるかを確認した。UAV で撮影した写真を用いて作成した 3D モデルより、構造物の変位を計測することを想定し、実際の防波堤（延長約 200m の区間）を対象に検証を行った。対象は京浜港内の防波堤とし、港湾管理者の許可を得た上で現地作業を行った。

(1) 使用機材

使用した UAV の諸元、機体及び関連装置の外観を表 2.2 及び図 2.7～図 2.8 に示す。機体には表 2.3 及び図 2.9 に示す高解像度カメラ（SONY 社製 α 6000）を搭載した。なお、撮影した写真を用いた計測精度（写真測量精度）は、図 2.10 及び図 2.11 に示すように撮影距離とカメラの性能により決定されるものである。

表 2.2 使用機材（UAV）の諸元

| | |
|----------|---------------------------|
| 機体名称 | UAM-S1 |
| 寸法 | 下図のとおり |
| 重量 | 3.6kg（機体本体、映像伝送装置、バッテリー等） |
| 飛行可能気象条件 | 風速 7m/s |
| 飛行時間 | 10～25 分 |
| 最高飛行速度 | 60km/h |
| 最高飛行高度 | 海拔 6,000m |
| 手動操作可能距離 | 500m～1000m |

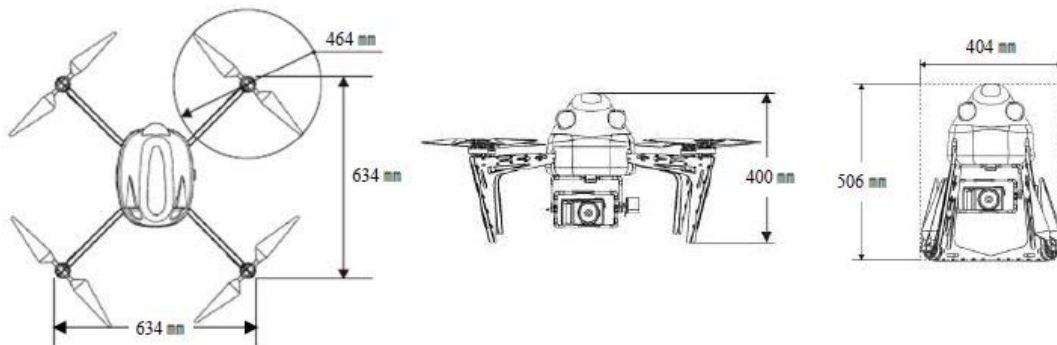




図 2.7 使用機材 (UAV)



図 2.8 使用機材 (UAV 操作用プロポ)

表 2.3 使用機材 (カメラ) の諸元

| | |
|-------|--------------------------------|
| 機材名称 | α 6000 (SONY 社製) |
| 画素数 | 約 2430 万画素 |
| 記録画素数 | 6000×4000 |
| 寸法 | 幅 120.0mm 高さ 66.9mm 奥行き 45.1mm |
| 重量 | 約 350g |
| 使用レンズ | 24mm 単焦点レンズ (35mm 相当) |



図 2.9 使用機材 (カメラ)

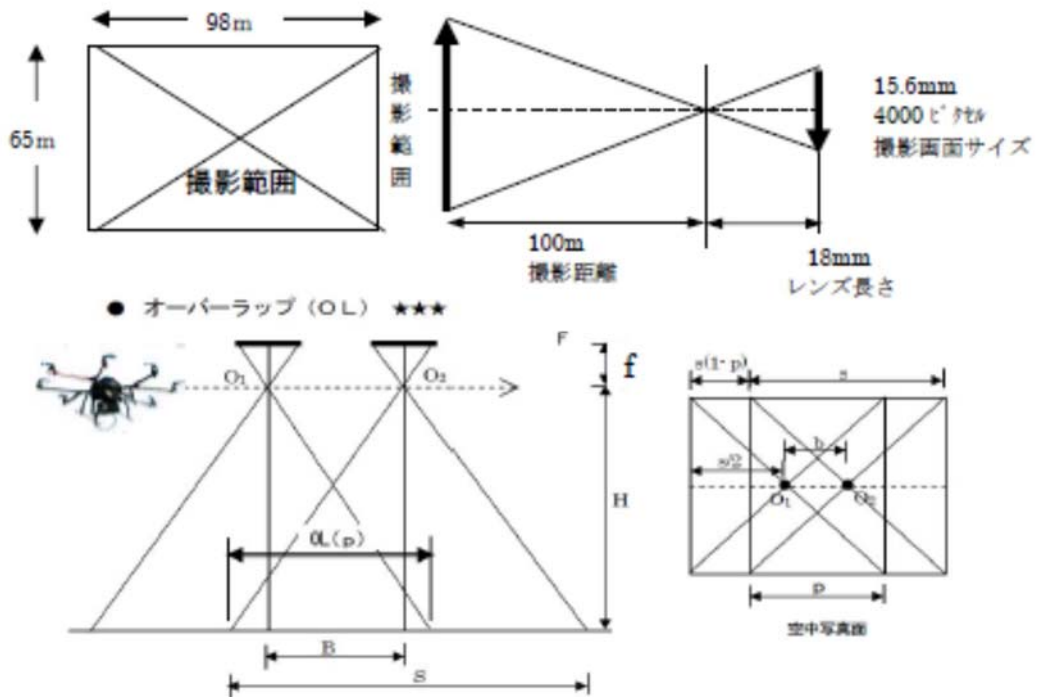


図 2.10 ステレオ写真測量における撮影距離と精度の関係(1)

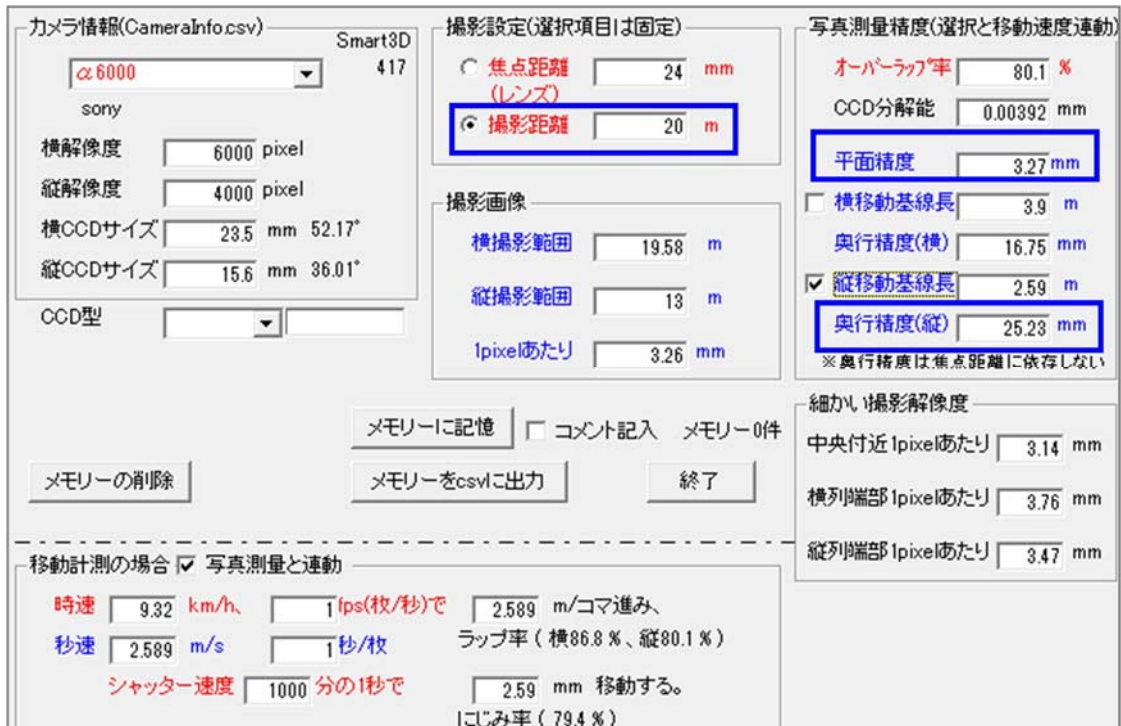


図 2.11 ステレオ写真測量における撮影距離と精度の関係 (2)

(2) 目標とした精度

被災した港湾構造物（係留施設）の被災程度の評価については、「港湾空港技術研究所資料 No. 1018 港湾構造物の耐震性能照査型設計体系について」¹²⁾を参考とすることができる。

同資料では、災害発生時の被害程度を表 2.4 のように整理している。ここで、構造被害（直接被害）とは、被災した構造物の本格復旧に要する費用・労力に関するものを指す。一方、機能被害（間接被害）とは本格もしくは応急復旧に要する時間や費用に関するものを指すものである。

本研究では、計測値（変位）を用いた施設の使用可否の判断は、同表における被害程度 I～II の境界で行うものと考え、以降に示す考え方で閾値を設定した。

表 2.4 耐震性能設計における許容被害程度¹²⁾

| 許容被害程度 | 構造被害（直接被害） | 機能被害（間接被害） |
|----------------|---------------|-----------------|
| 被害程度 I：使用可能 | 無被害ないし軽微な被害 | 機能維持ないし軽微な機能低下 |
| 被害程度 II：補修可能 | 限定被害** | 短期間の機能停止*** |
| 被害程度 III：非崩壊限界 | 著しい被害（崩壊はしない） | 長期間の機能停止ないし機能喪失 |
| 被害程度 IV：崩壊**** | 構造喪失 | 機能喪失 |

* 人命や財産の保全、震災復興ないし緊急防災拠点、有害物や危険物取扱いなどの機能を果たす施設の場合には、上表に示す一般的項目に加え、これらの施設特有の機能の観点からの許容被害程度を考慮すべきである。

** 限定された塑性応答ないし残留変位

*** 短期間の応急復旧完了までの機能喪失

**** 構造物崩壊時の周辺への影響は著しくない

1) 重力式岸壁の被害程度判定のための精度

重力式岸壁の被害程度規準の目安を表 2.5 に示す。重力式岸壁では壁体本体の法線変形率及び海側への残留傾斜角，エプロンの段差，背後地との段差及び海側への傾斜角が指標としてあげられている。

以下の表に示す規準のうち，UAV では法線変形率(d/H)の残留水平変位 d の測定が期待できる。この場合，d が評価可能な解像度を UAV による撮影画像が有していれば，岸壁の使用可否を判断することが可能であると考えられる。例えば，重力式壁体の高さ H が 10m の場合，被害程度 I ～ II の判定の目安である 0.15m 程度の変位が読み取ることができればよい。

表 2.5 重力式岸壁の被害程度規準の目安¹²⁾

| 許容被害程度 | | 被害程度 I | 被害程度 II | 被害程度 III | 被害程度 IV |
|--------|--------------|---------------|---------|----------|---------|
| 壁体本体 | 法線変形率(d/H)* | 1.5%未満** | 1.5～5% | 5～10% | 10%以上 |
| | 海側への残留傾斜角 | 3° 未満 | 3～5° | 5～8° | 8° 以上 |
| エプロン | エプロン上の段差 | 0.03～0.1 m 未満 | N/A*** | N/A | N/A |
| | エプロンと背後地間の段差 | 0.3～0.7 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | 海側への傾斜角 | 2～3° 未満 | N/A | N/A | N/A |

* d: 壁体天端の残留水平変位; H: 重力式壁体の高さ

** 代替規準に「法線の出入りが 30 cm 未満」もある

*** 該当なし

2) 矢板式岸壁の被害程度判定のための精度

矢板式岸壁の被害程度規準の目安を表 2.6 に示す。矢板式岸壁では矢板本体の法線変形率及び海側への残留傾斜角，エプロンの段差，背後地との段差及び海側への傾斜角が指標としてあげられている。

以下の表に示す規準のうち，UAV では重力式岸壁と同様に法線変形率(d/H)の残留水平変位 d の測定が期待できる。この場合，重力式岸壁と同様に，d を計測することが可能な解像度を UAV による撮影画像が有していれば，岸壁の使用可否を判断することが可能である。

表 2.6 矢板式岸壁の被害程度規準の目安¹²⁾

| 許容被害程度 | | 被害程度 I | 被害程度 II | 被害程度 III | 被害程度 IV | |
|---------------|-------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 残留変位 | 矢板本体 | 法線変形率 (d/H) [*] | 1.5%未満** | N/A | N/A | N/A |
| | | 海側への残留傾斜角 | 3° 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | エプロン | エプロン上の段差 | 0.03～0.1 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | | エプロンと背後地間の段差 | 0.3～0.7 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | | 海側への傾斜角 | 2～3° 未満 | N/A | N/A | N/A |
| 地震時発生最大応力・ひずみ | 矢板本体 | 海底面より上 | 弾性限界内 | 塑性化(海底面より上の部分に対する許容塑性率/許容ひずみ未満) | 塑性化(海底面より上の部分に対する許容塑性率/許容ひずみ未満) | 塑性化(海底面より上の部分に対する許容塑性率/許容ひずみ以上) |
| | | 地中部 | 弾性限界内 | 弾性限界内 | 塑性化(地中部に対する許容塑性率/許容ひずみ未満) | 塑性化(地中部に対する許容塑性率/許容ひずみ以上) |
| | タイロッド | 弾性限界内 | 弾性限界内 | 塑性化(タイロッドに対する許容塑性率/許容ひずみ未満) | 塑性化(タイロッドに対する許容塑性率/許容ひずみ以上) | |
| | 控え工 | 弾性限界内 | 弾性限界内 | 塑性化(控え工に対する許容塑性率/許容ひずみ未満) | 塑性化(控え工に対する許容塑性率/許容ひずみ以上) | |

* d : 壁体天端の残留水平変位; H : 海底面から矢板壁天端までの高さ

** 代替規準に「法線の出入りが 30 cm 未満」もある

3) 直杭式横棧橋

杭式横棧橋の被害程度規準の目安を表 2.7 に示す。直杭式横棧橋では床版と背後地盤の段差及び海側への傾斜角が指標としてあげられている。

以下の表に示す基準のうち、UAV では床版と背後地盤の段差の測定が期待できる。この場合、UAV を用いて 0.1～0.3m 程度の段差を確認できれば、岸壁の使用可否を判断することが可能である。

表 2.7 直杭式横棧橋の被害程度規準の目安¹²⁾

| 許容被害程度 | | 被害程度 I | 被害程度 II | 被害程度 III | 被害程度 IV |
|------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------|--|-----------------|
| 残留変位 | 床版と背後地盤間の段差 | 0.1~0.3 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | 海側への傾斜角 | 2~3° 未満 | N/A | N/A | N/A |
| 地震時発生最大応答値 | 杭** | 軽微な残留変形ないし残留変形が皆無であるような実効的な弾性限界内 | 修復可能なレベル内での限定された塑性応答および残留変位 | 崩壊に近い塑性応答（杭頭および地中の2箇所に塑性ヒンジが発生する杭は1本ないし限定された本数の杭に限る） | 被害程度 III を越えた状態 |

* この表では、杭および床版についてのみの規準を示している
 ** 構造部材においては、曲げ降伏がせん断降伏より先行して発生するように設計する

4) セル式岸壁

セル式岸壁の被害程度規準の目安を表 2.8 に示す。セル式岸壁では、セル本体の法線変形率及び海側への残留傾斜角、エプロンの段差、背後地との段差及び海側への傾斜角が指標としてあげられている。

以下の表に示す規準のうち、UAV では重力式岸壁と同様に法線変形率(d/H)の残留水平変位 d の測定が期待できる。この場合、重力式岸壁と同様に、d を計測することが可能な解像度を UAV による撮影画像が有していれば、岸壁の使用可否を判断することが可能である。

表 2.8 セル式岸壁の被害程度規準の目安¹²⁾

| 許容被害程度 | | 被害程度 I | 被害程度 II | 被害程度 III | 被害程度 IV | |
|---------------|------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| 残留変位 | セル本体 | 法線変形率(d/H)* | 1.5%未満** | 1.5~5% | 5~10% | 10%以上 |
| | | 海側への残留傾斜角 | 3° 未満 | 3~5° | 5~8° | 8° 以上 |
| | エプロン | エプロン上の段差 | 0.03~0.1 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | | エプロンと背後地間の段差 | 0.3~0.7 m 未満 | N/A | N/A | N/A |
| | | 海側への傾斜角 | 2~3° 未満 | N/A | N/A | N/A |
| 地震時発生最大応力・ひずみ | セル本体 | 弾性限界内 | 弾性限界内 | 塑性化（許容ひずみ未満） | 塑性化（許容ひずみ以上） | |
| | セル継手 | 弾性限界内 | 塑性化（セル継手に対する許容ひずみ未満） | 塑性化（セル継手に対する許容ひずみ以上） | 塑性化（セル継手に対する許容ひずみ以上） | |

* d: 壁体天端の残留水平変位; H: 海底面から天端までの高さ
 ** 代替規準に「法線の出入りが 30 cm 未満」もある

5) 目標とする計測精度

1)～4)で整理した内容を基に、目標とする計測精度を表 2.9 に示す。このように、3D モデル等を用いて 0.1～0.15m 程度の変位を計測することができれば、UAV で撮影した写真を活用した施設現況調査を行うことができる可能性が高いものと考えられる。

表 2.9 目標とする計測精度

| 施設構造形式 | 評価指標 ^{※1} | 被害の有無の閾値 ^{※2} | 撮影画像に要求される解像度 ^{※3} |
|-----------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|
| 重力式岸壁 護岸 防波堤 | 法線変形率 (d/H) | 1.5% | 0.15m の変位が判定できる解像度 |
| 矢板式岸壁 護岸 | | 1.5% | 同上 |
| セル式栈橋 | | 1.5% | 0.15m の変位が判定できる解像度 |
| 直杭式横栈橋 | 床版と背後地盤との段差 | 0.1～0.3m | 0.10m 程度の段差が確認できる解像度 |

※1：資料に記載されている指標のうち、UAV 撮影画像で評価可能な指標

※2：被害程度Ⅰ（使用可能）と被害程度Ⅱ（補修可能）の閾値

※3：壁体の高さ H を 10m と仮定した場合の水平変位 d の閾値

(3) 検証の方法

検証のための現地作業及び内業（画像処理及び 3D データ作成）の手順は以下の通りである。

① 飛行計画

ラップ率を 80%～90%を目安として、UAV の飛行高度とスピードを設定する（自動操縦用ソフトを用いて設定）。

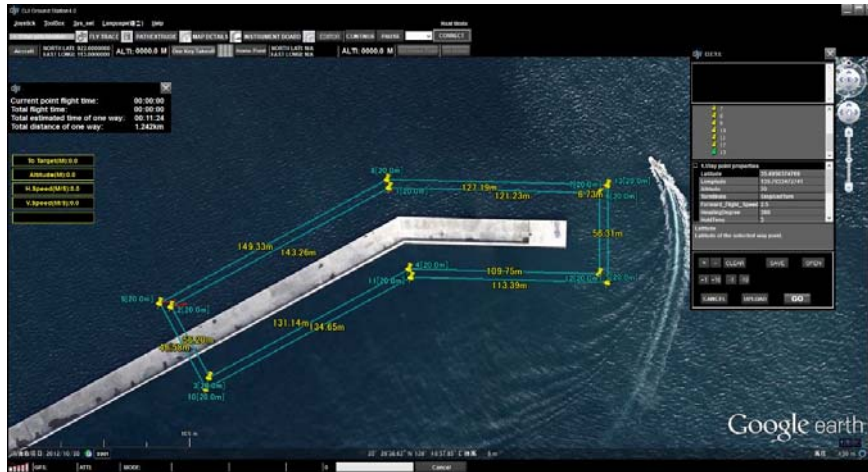


図 2.12 設定した飛行計画（フライトプラン）

② キャリブレーション・テスト飛行

撮影距離 20m でピントが合うようにカメラのレンズを固定した（図 2.13）。UAV の磁方位キャリブレーションを行った後、フライト準備を行うと同時に、自動航行の詳細設定を確認し、UAV に設定データを転送した。その後、風の状況等確認しテスト飛行を実施した。あわせて、VRS-GPS を用いて GCP（標定点：3D モデルの座標あわせに使用、13 点設置）の座標計測を実施した。



図 2.13 ピント固定作業



図 2.14 GCP（標定点）の測量状況

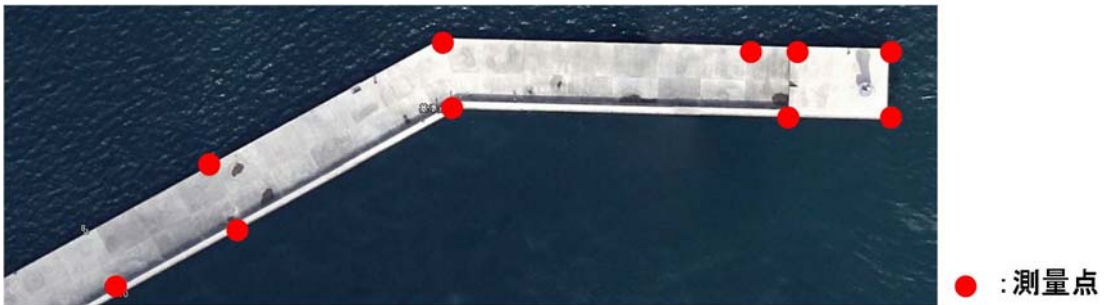


図 2.15 GCP（標定点）設置位置

③ 写真撮影

テスト飛行完了後、防波堤の写真撮影を実施した。フライト時間は1フライトあたり10～15分とし、複数回実施した。



図 2.16 UAV 飛行状況

④ 内業（3Dモデル作成）

取得した写真から，SfMソフト（3Dcapture 及び Photoscan を使用）を用いて 3D データを作成する．作成に必要な処理時間は 2 時間程度であった．

なお，2 種類のソフトで 3D モデルの品質は大きく変わらなかったため，以降の図については 3DCapture を用いて作成したものを示す．

表 2.10 画像処理のスペック等

| | | |
|---------------------|-------|------------------|
| GCP 基準点 | 13 点 | |
| 3DCapture 解析 | | |
| 撮影枚数 | 306 枚 | 1 カット/2 秒 |
| 解析に用いた画像枚数 | 206 枚 | 10MB 程度/1 枚 |
| 解析処理時間 | 3 時間 | 3 回試行（GCP 座標入力） |
| レンダリング | 5 時間 | →.s3c 出力 |
| PhotoScan 解析 | | |
| 解析に用いた画像枚数 | 230 枚 | 10MB 程度/1 枚 |
| 解析処理時間 | 1 時間 | 3 段階試行（GCP 座標入力） |
| レンダリング | 3 時間 | →.pdf→3DPdf 出力 |



図 2.17 作成した 3D モデル（全景）

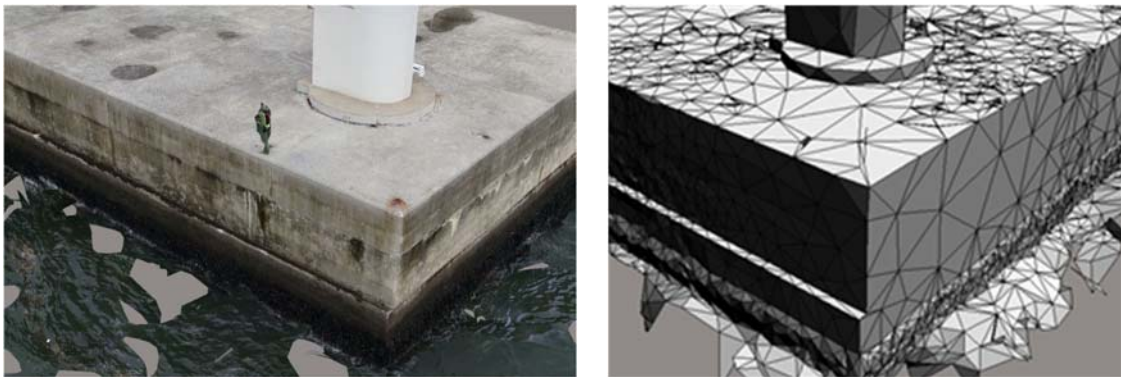


図 2.18 作成した 3D モデル (左), TIN データ (右)

(4) 3D モデルの精度検証

1) 表面状態の確認・図上計測機能の確認

3D モデルには撮影写真から生成したテクスチャが貼られており、表面のひび割れ等の変状を確認することができる。また、モデル上の任意の点の座標や、任意の位置の寸法計測を行うことも可能であり、現地における目視確認とほぼ同等の施設評価を行うことが可能であることが確認できた。



図 2.19 表面状態の確認 (クラック)

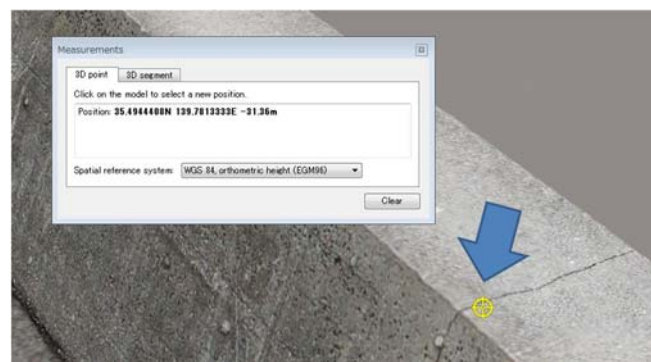


図 2.20 変状箇所等の座標取得



図 2.21 任意の位置の寸法計測

2) 現地計測値とモデル上の実測値との比較

3D モデル上における計測値と、現地における実測値を比較し、モデル精度の確認を行った。比較する点は、図 2.22 に示す防波堤上で確認された上部工の段差 3 箇所に対して行った。

表 2.11 及び図 2.23～図 2.28 に比較検証結果を示す。計算上の奥行き精度は図 2.11 に示したように 25mm 程度であり、表 2.9 で示した目標値に対して十分な精度であることが確認できた。したがって、UAV を活用して作成した 3D データは、被災した施設の評価を行う上で有効であるものと考えられる。

表 2.11 比較検証結果

| 検証箇所 No. | 現地実測値 (cm) | モデル上計測値 (cm) |
|----------|------------|--------------|
| No. 1 | 4.1 | 4.2 |
| No. 2 | 4.3 | 4.2 |
| No. 3 | 6.5 | 6.4 |

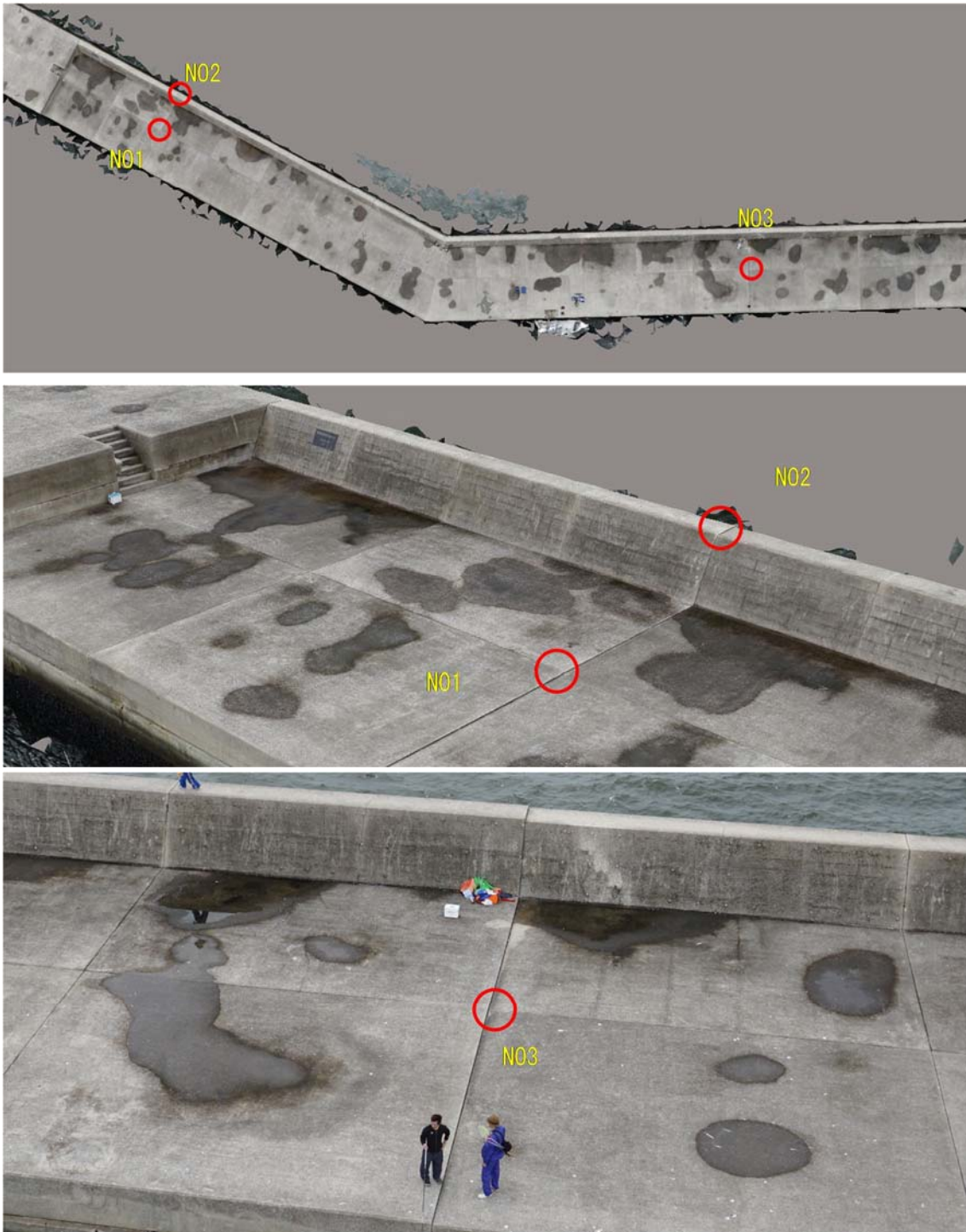


図 2.22 比較検証位置

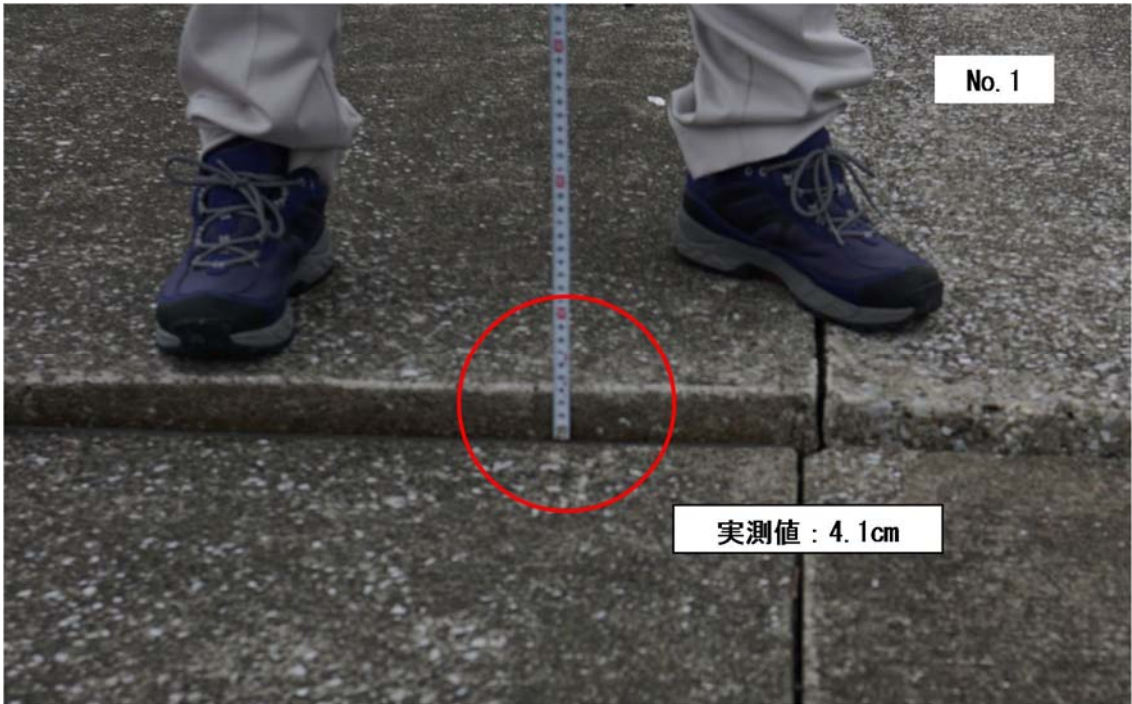


図 2.23 実測値 (No. 1)

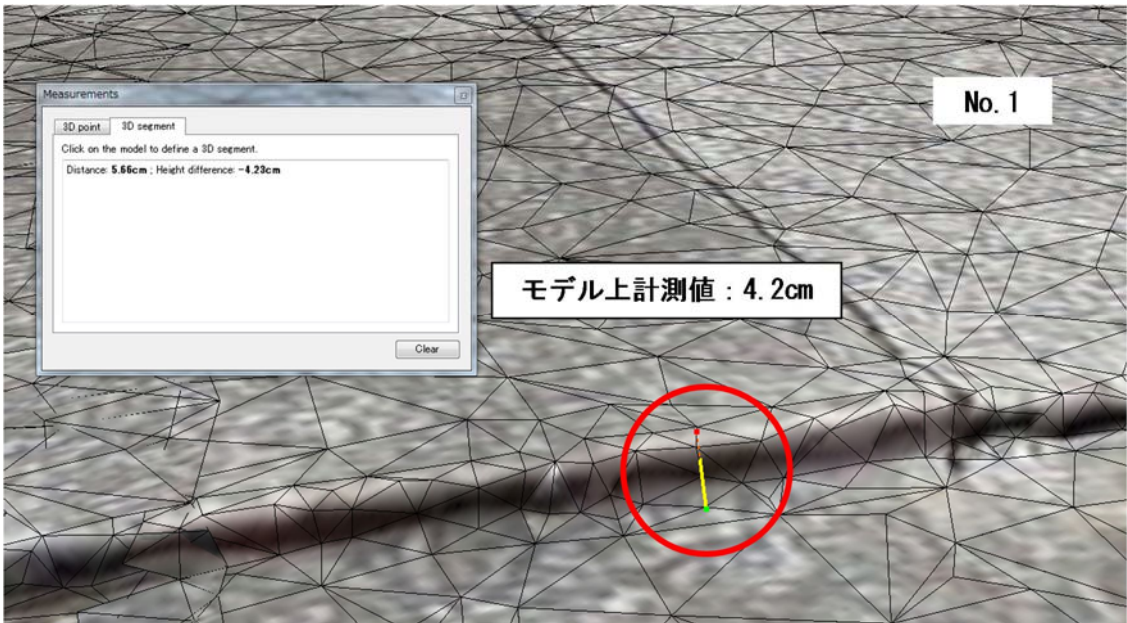


図 2.24 モデル上計測値 (No. 1)



図 2.25 実測値 (No. 2)

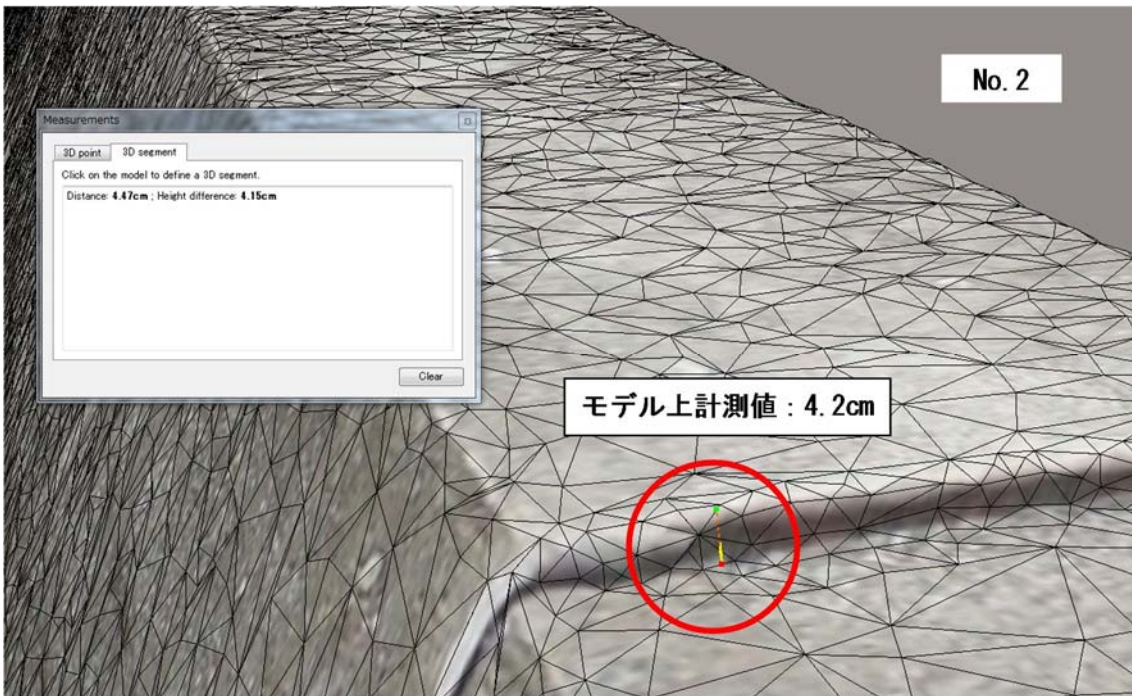


図 2.26 モデル上計測値 (No. 2)



図 2.27 実測値 (No. 3)

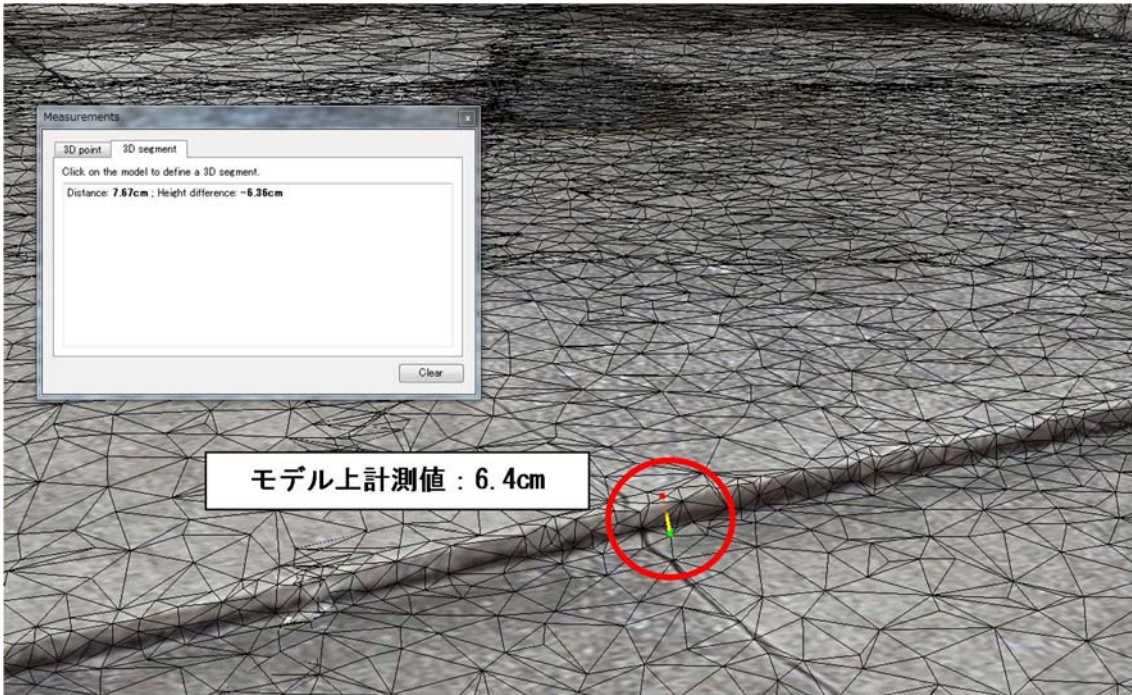


図 2.28 モデル上計測値 (No. 3)

2-3 港湾区域内における UAV 飛行の課題

調査において UAV を飛行させる際、安全面など様々な制限が生じる。港湾・海岸において UAV を飛行させる際に考慮すべき課題を以下に示す。

(1) 許可・手続き等

1) UAV 飛行に関する許可

平成 27 年 9 月に航空法の一部が改正され、平成 27 年 12 月 10 日からドローンやラジコン機等の無人航空機の飛行ルールが新たに導入されることとなった。以降は、指定された空域で飛行させる場合等において、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。港湾区域は背後に都市部を控え、許可が必要な DID 地区であることが多い。

ただし、災害時の飛行においては航空法第 132 条の 3 の適用により除外される場合があるものの、他の救助等の活動と調整を図る必要がある。

2) 調整・諸手続き

国土交通省からの許可・承認に関する手続きのほか、港湾・海岸において UAV を飛行させる場合には、海上保安庁、港湾利用者、漁業者及び周辺の企業・住民等との調整・手続き及び周知等が必要となる場合がある。

(2) 安全な操縦を阻害する事項への対応

1) 陸海風

海岸・港湾周辺は海陸風の影響で内陸より風が強い場合が多い。UAV の飛行の安全性に影響する風速は平均 5m/s 程度とされており、UAV が風に流される可能性がある。また、日中は海風であることから、UAV が風に流された場合は陸域に墜落する可能性がある。このため、UAV を飛行させる場合は、風況に十分注意する必要がある。

2) 電波障害等

港湾区域はトラックやクレーンオペレータ、船舶など多くの関係者が無線を使用している。これらの無線が UAV の操作に影響を及ぼす可能性があることから、飛行計画時に無線の状況を把握し、飛行の安全性を検討することが望ましい。また、ガントリークレーンや船舶等の大型鋼製構造物や、荷役機械のモーター、高圧電流等が UAV の制御装置に影響を及ぼす可能性も懸念される。

ただし、上記の影響が実際にどの程度のものであり、UAV を飛行させる上でのリスクとなるかについては、今後詳細な調査及び評価が必要である。

(3) 災害対応に係る作業との錯綜

災害発生時は、岸壁等港湾施設の周辺において被災状況調査のほか、さまざまな作業が行われている可能性がある。

陸上では、図 2.29～図 2.31 に示すようなイメージで、搜索活動やがれき等の撤去、応急復旧作業等が行われている可能性があるほか、水上においても船舶・潜水士による被災状況調査や搜索活動、コンテナ・漂流物等の引き上げ作業が行われ、上空ではヘリコプタや船舶などが飛行しているなど、作業の錯綜や電波・電磁波等による影響は荷役作業が行われていない場合でも大きな制限となる可能性が考えられる。

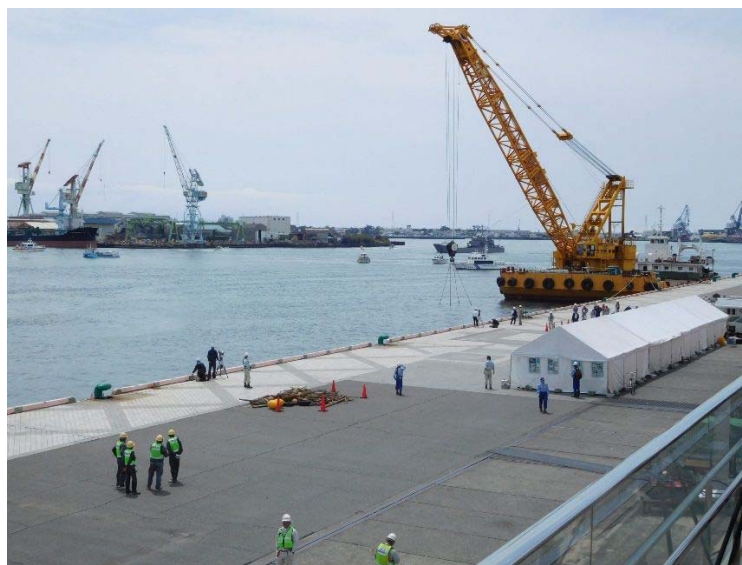


図 2.29 災害発生時の岸壁の状況イメージ（筆者撮影，地方整備局防災訓練時）



図 2.30 ヘリコプタ（左），官公庁船（右）（筆者撮影，地方整備局防災訓練時）



図 2.31 漂流物引き上げ（左），物資輸送（右）（筆者撮影，地方整備局防災訓練時）

このように，港湾及び海岸において UAV を飛行させる場合には，許可・手続き及び調整事項が必要であるほか，特に安全性をどのように確保するかが大きな課題となる．

港湾・海岸のように気象や電波障害等のリスクが存在する中で安全に UAV を飛行させるためには，現在一般的に適用されている手動操作及び GPS による制御に何らかの影響が生じた場合に機能する制御システムを開発する必要がある．

2-4 可視光通信による UAV 操縦技術の開発

GPS のみに依存しない自律飛行技術として、UAV 周辺の構造物等を認識・処理しながら飛行する SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 技術¹³⁾の適用が考えられる。しかし、港湾区域の場合、対象とする調査範囲周辺には自機の位置確認を行うための目標となる構造物が少なく、適用が困難となる可能性が考えられる。このため、本研究では、可視光通信による UAV の操縦技術¹⁴⁾に着目した。本技術は、陸上等に設置した LED パネルの表示を UAV に搭載したカメラで読み取らせ、それを目標に UAV を操縦するものである (図 2.32)。これにより無線・GPS のみに依存しない UAV の操作が可能となり、飛行の安全性向上が期待できる。

本研究では、当該技術の実用化に向けて、UAV の操縦イメージの検討及び LED パネルの画像を用いた室内飛行制御試験を行った。以下に内容を示す。

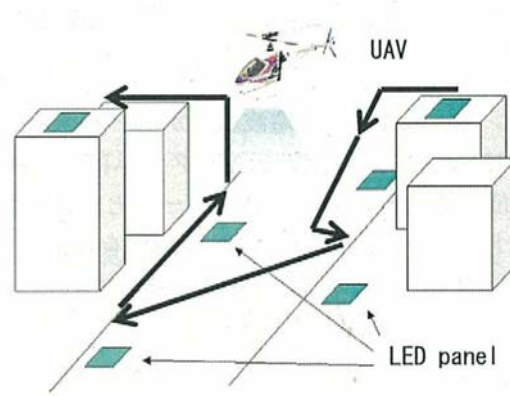


図 2.32 UAV 操縦イメージ

(1) UAV の操縦イメージの検討

当該技術を用いた UAV の操縦イメージとして、近接飛行の場合を想定して検討した。近接飛行は、岸壁や防波堤等の周辺 (上空 20m 以内, 水平方向離隔 20m 程度) を飛行するもので、構造物の点検診断のための画像を取得する。画像取得のために求められる飛行パターンと LED パネルの設置方法のイメージを以降に示す。

(a) 飛行ルートの設定

図 2.33 に示すように、UAV を飛行させたいルート上 (起終点及び折れ点) に LED パネルを設置し、それらを目標に UAV を飛行させる。飛行させたいルートを座標によらず決定することが可能であり、急な対応により飛行ルートの事前設定が困難な場合や、GPS 情報の取得が困難な区域・範囲における飛行に適している。

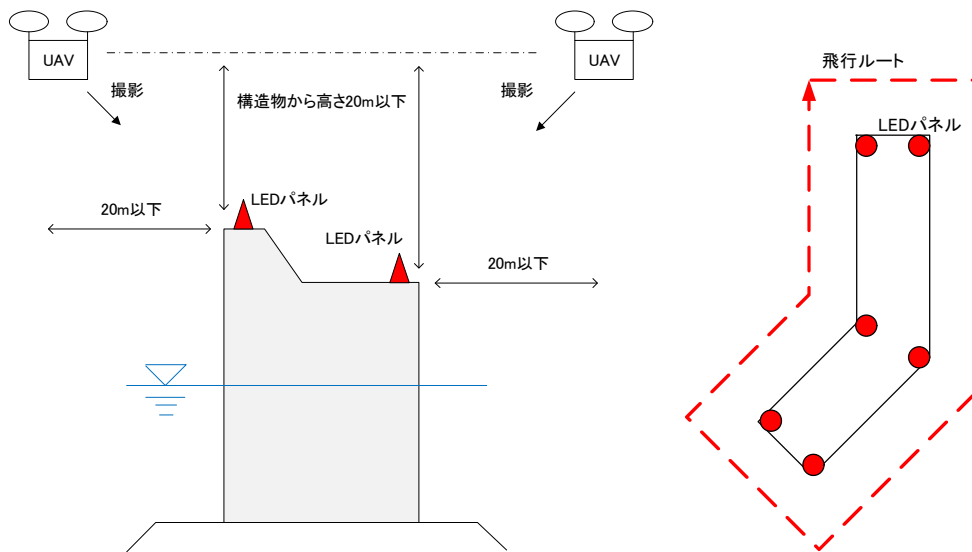


図 2.33 飛行ルートの設定

(b) 狭隘な場所への安全な着陸

被災箇所周辺に他の構造物が存在する場合や防波堤の上部工等を作業拠点とした場合など、UAVの離着陸のための十分な広いスペースを確保することが困難となる場合が考えられる。風が強い中で意図する場所にUAVを着陸するためには高度な技量が必要であり、LEDパネルの誘導で操縦を補助することができれば、着陸時の墜落・接触等の可能性を低減することが可能となる。



図 2.34 狭隘な場所への着陸イメージ（筆者撮影）

(c) 飛行禁止区域の設定

民有地に隣接した範囲における調査を行う際などにおいて、図 2.35 に示すように調査範囲との境界上にパネルを設置し、飛行禁止区域を設定する。無線・GPSの不具合により UAV が操縦不能となった場合でも飛行区域外への逸走を防止することが可能となる。

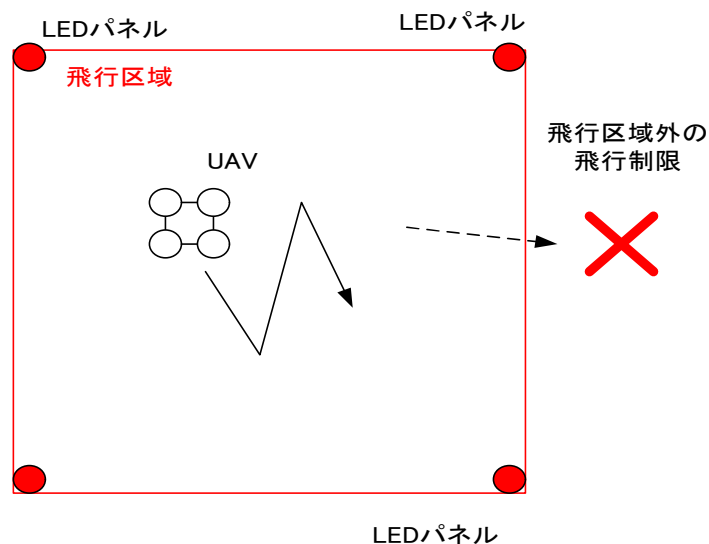


図 2.35 飛行禁止区域の設定

(2) LED パネルを用いた UAV 飛行制御試験

UAV より地上に設置した LED パネルを正しく読み取ることが可能であるか、室内における飛行制御試験により確認した。UAV は AR.Drone を使用した。この UAV には LED パネル認識用のカメラが下向きで搭載されており、搭載するカメラは周辺撮影用カメラとあわせて 2 台となる。また、LED パネルは一辺が 192mm の正方形で、6mm 各のフルカラーLED が 32×32 個並んでいる (図 2.36)。なお、UAV は外側の緑色の枠でパネルを検出し、内側の赤色の表示パターンから命令を識別する。UAV で読み取った表示パターンは、画像処理用 PC に一旦 WiFi で送信し、PC 側で LED パネルの検出及び命令の識別を行い、その結果から命令の内容を UAV 送信して機体の飛行制御を行う (図 2.37)。なお、UAV が最初の LED パネルを識別するまでは手動で操作を行うが、その後のパネル識別から命令・機体の制御は自動で行う。将来的には、命令の識別も UAV で実施できるよう、UAV へのオンボードマイコンの搭載を検討する予定である。



図 2.36 LED パネル及び AR. Drone

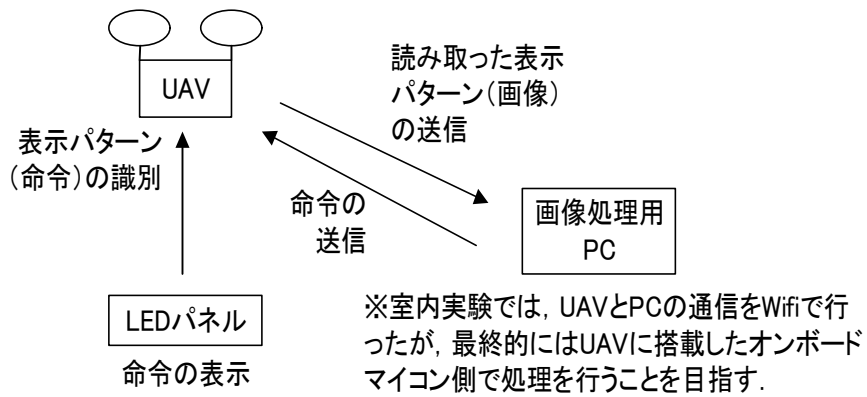


図 2.37 可視光通信による UAV の操縦方法

飛行試験では, UAV で LED パネルを識別するための識別試験と, LED パネルを用いて UAV を移動させる誘導試験を行った. 識別試験では, 図 2.38 に示す 6 種類の命令用パターンを表示させて実際の動作確認を行った. これらは, UAV への命令を関連付けたものである. ここで, No.2~5 の動作については, その動作を約 0.5 秒間行い静止 (ホバリング) させるものである.

また, 誘導試験は, 図 2.39 に示す要領で誘導用のパネルと移動後に命令を識別するためのパネルを置き, 2 点間を往復させるものである.

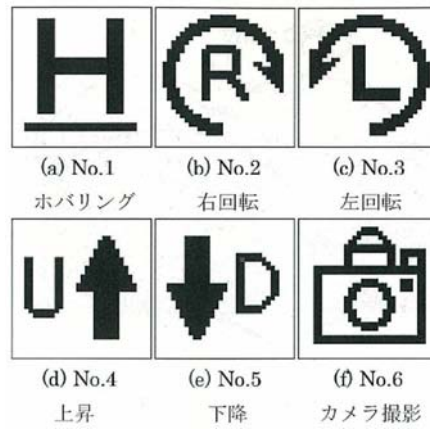


図 2.38 LED パネルの表示パターン

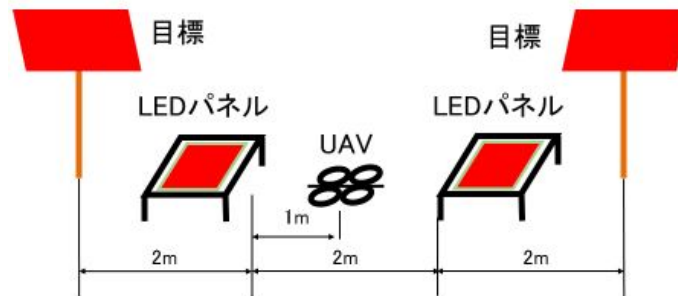
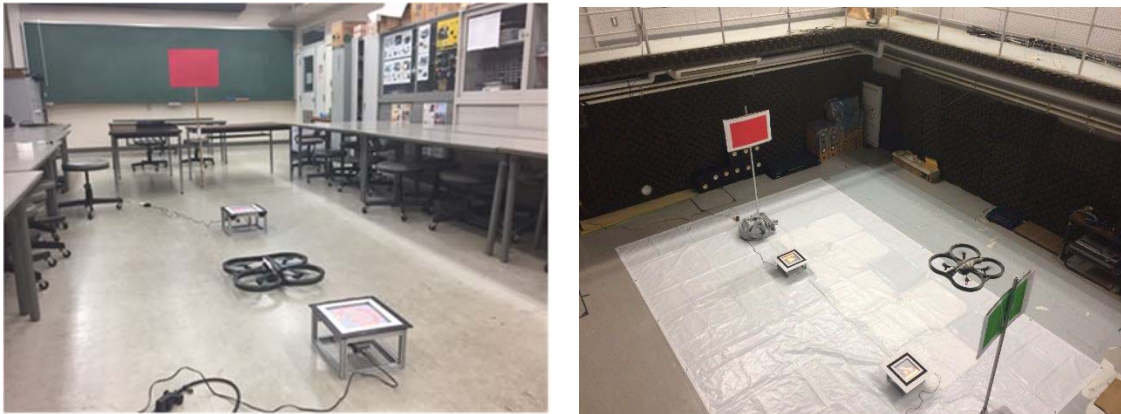


図 2.39 室内試験の様子・実施イメージ

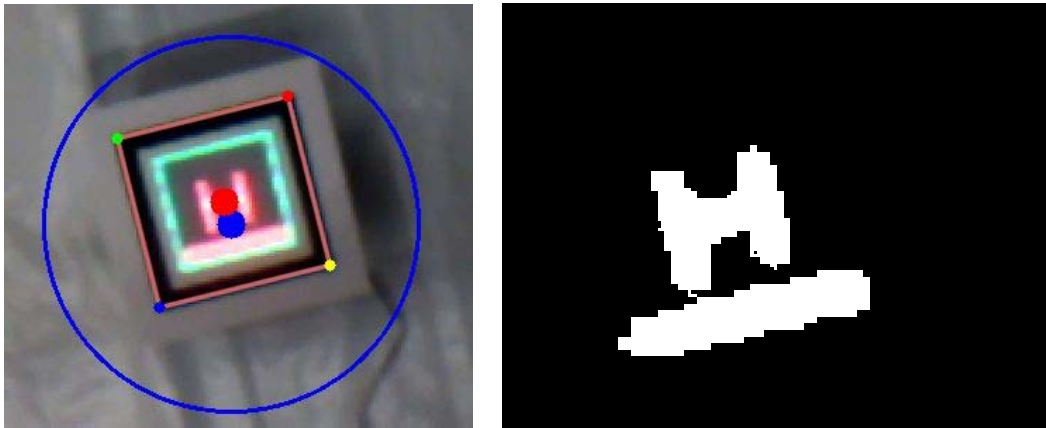


図 2.40 カメラ画像（左）及び画像からの表示パターンの認識状況（右）

飛行制御試験の結果，LED パネルを用いて UAV を操作することが可能であることを確認できた．しかし，時折パネルの検出ができず所定の動作が行われなかった場合があった．その原因として，以下が考えられる．

- ・ ホバリングの間に，旋回時の機体の動揺や風の影響等により UAV が動き，UAV のカメラでパネルを捉えることができない場合がある．
- ・ UAV と画像処理用 PC の Wifi 接続が途切れ，設定どおりのタイミングで PC に入力されない場合がある．

これらを解決するためには，LED パネルの表示パターン（画像）だけでなく，点滅パターンを併用した命令の識別の導入や，UAV にオンボードマイコンを搭載し，必要な処理をすべて UAV 側で実施できるシステムを構築することが考えられる．また，UAV に搭載したカメラについて，LED パネルを適切に検出できるズーム・フォーカスの制御方法や，UAV の旋回量のコントロール等についても検討する必要がある．

2-5 可視光通信技術の適用による効果

当該技術の実現により、港湾区域の構造物等を対象とした UAV を用いた点検調査にどのような効果が期待できるか考察した。

(1) 本技術を使用した構造物調査の実施手順

本技術を使用して、例えば災害発生後に岸壁及び防波堤の被災の有無及び被災規模を把握する場合の現地作業手順は以下のように考えられる。ここで、当該技術は LED パネルにより飛行ルートを設定する目的で設置することとし、そのルートは図 2.33 に示した形状の防波堤を想定する。

Step1. 対象とする構造物の 4 隅及び折れ点に LED パネルを設置する。

Step2. LED パネルと UAV の位置関係(高度及びパネルから確保すべき距離)を設定する。

Step3. UAV を飛行させる。可視光通信のみで UAV を飛行させる場合は、各パネルと UAV の位置関係を識別しつつパネルを目標に飛行する。また、GPS を併用している場合は、GPS による自律飛行を行いつつ、LED パネルとの位置関係をチェックする。この場合、何らかの理由で飛行ルートを外れている場合は、LED パネルを目標に飛行ルート上に機体を自動的に戻す操作が行われる。

(2) 本技術の適用による効果

本技術の活用により、手動及び GPS による自律飛行を基本とした従来の UAV の操縦方法に新たな選択肢が加わることとなる。構造物の影響等により GPS による自律飛行が困難な条件下など、場面に応じて当該技術を選択することで運用の安全性を向上させることが可能となる。

しかし、本技術の実現が可能な UAV は、構造物等を撮影するカメラのほか、LED パネル識別用のカメラ及び画像処理用のオンボードマイコン等を搭載する必要があり、これらの装置等を UAV に搭載することで機器損料が上昇するという問題もある。このため、一般的に用いられる市販の UAV 等を用いる場合よりも作業費用は高額となるものの、適切な安全対策が求められる現場においては有効な技術であると考えられる。

2-6 本章の結論

本研究では、まず被災した港湾構造物等の調査における UAV の活用の可能性について実地計測を通じて検証した。実地計測の結果、UAV を用いて撮影した写真より作成したオルソ画像や 3D モデルは構造物の状態把握において十分な精度を有していることを確認した。被災状況調査における UAV 運用の課題を整理し、特に安全性の確保が重要であることについて述べた。

このことへの対応策として LED パネルを用いた可視光通信の活用に着目し、UAV の制御システムを試作し、室内試験を行った。その結果、LED パネルに表示したパターンを UAV に認識させ、制御することが可能であることを検証できた。しかし、時折 UAV による LED パネルの検出が失敗する場合があります。UAV のカメラによる LED パネルの認識率と、画像処理システムと UAV との通信の安定性に問題があるという結論を得た。

また、本技術を被災状況調査へ適用した場合、飛行ルートの設定、狭隘な場所における離着陸、飛行禁止区域の設定といった利用方法が考えられ、安全性の向上が期待できるものと考えられる。

今後は、本研究で得た課題を解決するため、以下の取組を進める必要がある。

(a) 港湾における電波障害等の影響確認

実際に、港湾区域内で UAV を飛行させる際にどの程度の障害があるか、スペクトラムアナライザによるシステム周波数帯域のスキャン、磁界調査、GPS の精度検証等を行い把握する。

(b) UAV 制御機器の改良

室内飛行試験で判明した問題を解決すべく、送受信装置及び画像処理システムを中心とした改良を行う。

ここで、可視光技術で UAV を制御しようとした場合、港湾部に存在する他の光源との誤認を避けなければならない。港湾部に一般的に存在する光源として、航路標識（表 2.12）と航空障害灯（表 2.13）がある。これらについて UAV が誤認しないよう、点滅間隔や認識精度等を調整する必要がある。

(c) 屋外飛行試験

複数の LED パネルを用いて、屋外で構造物調査を想定した飛行試験を行い、屋外における問題点を明らかにしてシステムの改良を行う。

表 2.12 港湾区域における光源（航路標識）¹⁵⁾

| 種別 | | 灯色 | 光り方 | |
|-------------|-------|----|---------|------------------|
| 防波堤 先端表示 | 左げん標識 | 緑 | 閃光 | 3～5秒に1閃光 |
| | | | 群閃光 | 毎6秒に2閃光 |
| | | | 等明暗光 | |
| | 右げん標識 | 赤 | 閃光 | 3～5秒に1閃光 |
| | | | 群閃光 | 毎6秒に2閃光 |
| | | | 等明暗光 | |
| 側面標識 | 左げん標識 | 緑 | 単閃光 | 3～5秒に1閃光 |
| | | | 群閃光 | 毎6秒に2閃光 |
| | | | モールス符号光 | 8秒以上もしくは10秒以上の周期 |
| | 右げん標識 | 赤 | 単閃光 | 3～5秒に1閃光 |
| | | | 群閃光 | 毎6秒に2閃光 |
| | | | モールス符号光 | 8秒以上もしくは10秒以上の周期 |
| 方位標識 | 北方位標識 | 白 | 連続急閃光 | |
| | 東方位標識 | 白 | 群急閃光 | 毎10秒に3急閃光 |
| | 南方位標識 | 白 | 群急閃光 | 毎15秒に6急閃光と1長閃光 |
| | 西方位標識 | 白 | 群急閃光 | 毎15秒に9急閃光 |
| 孤立障害標識 | | 白 | 群閃光 | 毎5秒または毎10秒に2閃光 |
| 安全水域標識 | | 白 | 等明暗光 | 明2秒暗2秒 |
| | | | モールス符号光 | 毎8秒にA |
| | | | 長閃光 | 毎10秒に1長閃光 |
| 特殊標識 | | 黄 | 単閃光 | 3～5秒に1閃光 |
| | | | 単閃光 | 毎20秒に5閃光 |
| | | | モールス符号光 | AとUを除き8～10秒周期 |
| 海上架橋 | 左側端灯 | 緑 | 単閃光 | |
| | | | 等明暗光 | |
| | | | 不動光 | |
| | 右側端灯 | 赤 | 単閃光 | |
| | | | 等明暗光 | |
| | | | 不動光 | |
| | 中央灯 | 白 | 等明暗光 | |
| | 橋脚灯 | 黄 | 単閃光 | |
| | | | 不動光 | |
| | | | 不動光 | |

※関係法令 航路標識法

表 2.13 港湾区域における光源（航空障害灯）¹⁶⁾

| 種別 | 灯色 | 光り方 | |
|------------|-----|-----|----------|
| | | 配光 | 閃光（明滅）回数 |
| 高光度航空障害灯 | 航空白 | 閃光 | 40～60回/分 |
| 中光度白色航空障害灯 | 航空白 | 閃光 | 20～60回/分 |
| 中光度赤色航空障害灯 | 航空赤 | 明滅光 | 20～60回/分 |
| 低光度航空障害灯 | 航空赤 | 不動光 | |

※関係法令 航空法第51条及び第51条の2

参考文献

- 1) 黒台昌弘, 澤正樹, 小川満, 大谷仁 : 造成工事の出来形・土量管理に適用する 3 次元計測技術の比較検討, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015
- 2) 辻野和彦, 安部孝弘, 高嶋葵, 森恒太, 山本真生 : UAV を用いた橋梁点検に関する基礎的検討, 土木学会中部支部研究発表会, 2015
- 3) 草野尙俊, 緒方宇大, 松田浩, 森田千尋, 出水亨, 上阪康雄, 稲田裕 : 無人飛行体 (UAV) を用いた仮設足場を使用しない橋梁外観点検手法の開発, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014
- 4) 中野翔太, 桑原祐史, 齋藤修 : UAV を用いたダム堤体健全性調査のための基礎研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2016
- 5) 太田智, 原田大輔, 片浦正雄, 田村友紀夫, 坂本和夫 : 無人飛行体 (UAV) を用いた護岸の健全性評価に関する一考察, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2016
- 6) 齊藤龍太, 藤井俊逸 : UAV (無人航空機) を利用した岩盤斜面の浮石調査事例, 土木学会中部支部第 67 回研究発表会, 2015
- 7) 掛波優作, 神野有生, 赤松良久, I GD Yudha Partama, 乾隆帝 : UAV-SfM 手法を用いた高解像度かつ簡便な河道測量技術の検証, 河川技術論文集, 第 22 巻, 2016
- 8) 原田紹臣, 中谷加奈, 里深好文, 水山高久 : 小型ドローン空撮機及び数値解析モデルを活用した山地河川の土砂管理に関する一考察, 河川技術論文集, 第 22 巻, 2016
- 9) 渡部要一, 佐々真志 : UAV と MASW を活用した効率的な干潟体積土砂調査, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) , 2009
- 10) 伊豫丘宏樹, 浜田晃規, 渡辺亮一, 山崎惟義 : UAV-SfM 手法を用いた干潟地形変化の把握, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015
- 11) 佐藤遼次, 越村俊一 : UAV による空撮と画像解析を用いた被災者捜索方法の構築, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2014
- 12) 独立行政法人 港湾空港技術研究所 : 港湾構造物の耐震性能照査型設計体系について, 港湾空港技術研究所資料 No. 1018, 2002
- 13) 酒井研斗, 堀浩一 : 小型 UAV による自律型 SLAM システムの実証研究, 人工知能学会全国大会論文集 28, 2014
- 14) 浮田浩行, 三輪昌史, : LED パネルとオンボードカメラを用いた UAV の飛行制御, 第 21 回知能メカトロニクスワークショップ講演論文集, 2016
- 15) 海上保安庁 第三管区海上保安部 : 航路標識を設置・管理するまでの流れ
- 16) 国土交通省航空局 航空灯火・電気技術室 : 航空障害灯/昼間障害標識の設置等に関する解説・実施要領

3. 初動調査への電磁波レーダ装置の活用について

3-1 被災後初動調査における電磁波レーダ活用の可能性

通常、係留施設の被災後の状態把握は陸上からの目視調査が必要であるが、係留施設の場合、水中部の鋼材及びケーソンや栈橋上部工の下面部など構造上重要であるにもかかわらず確認が困難な部材がある。

このうち、被災した栈橋上部工には、床版・梁及び杭頭部にひび割れや損傷が生じる可能性が考えられ、それらは小型船舶に乗船した調査員による水上部からの目視により確認する方法が一般的¹⁾である。

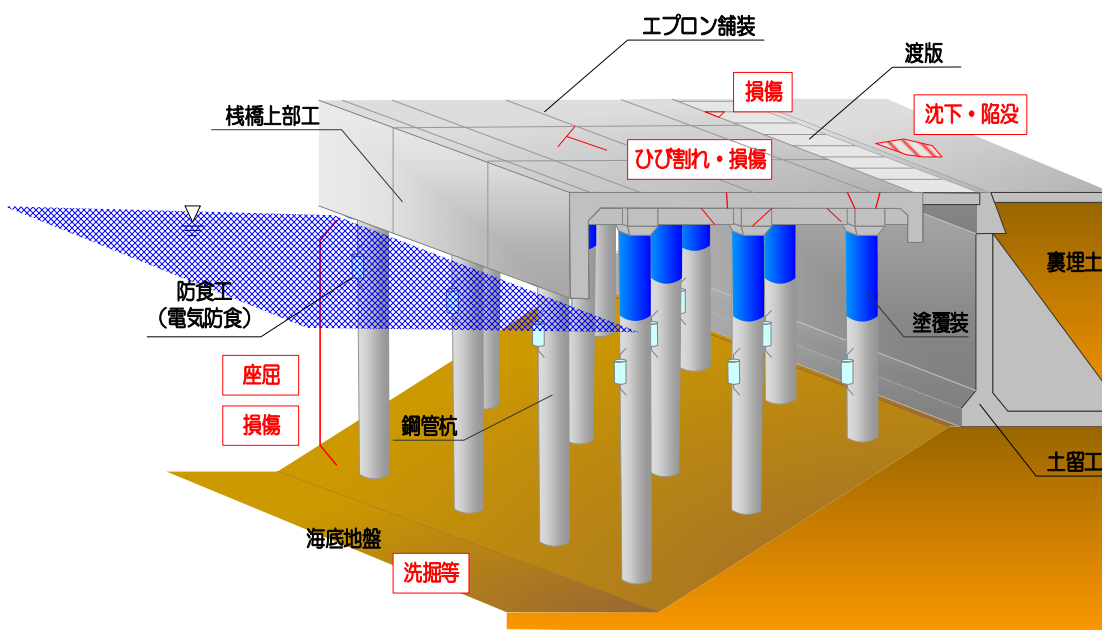


図 3.1 地震被災後の栈橋に発生する可能性がある変状

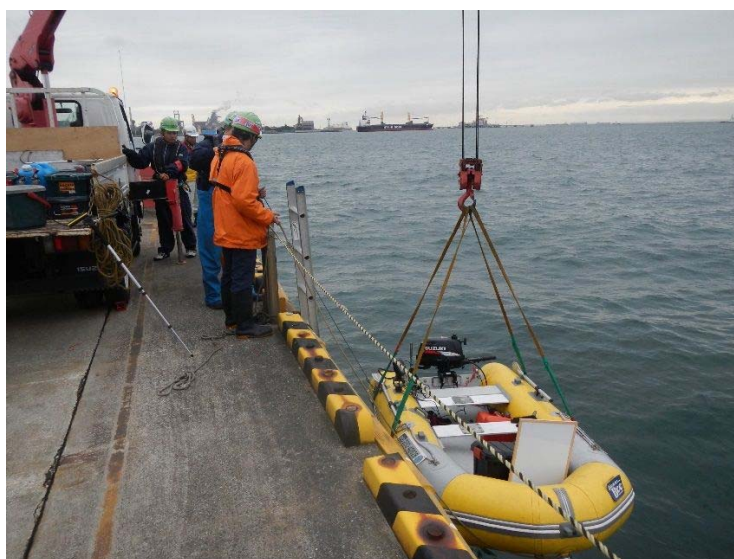


図 3.2 水上からの目視調査イメージ

しかし、大規模地震等に見舞われた港湾施設の場合余震による津波発生の危険性や漂流物の存在，被災地にて小型船舶が確保できる可能性などの問題があり実施することが困難であることが予想される。加えて，従来手法（船上からの目視）の場合，以下に示すような問題が考えられる。

- ① 水面と上部工下面とのクリアランスが無い構造物に対しては、船舶の進入が困難である。こうした場合、潜水士による調査が検討されるが、変状位置や状態の視認性が低下するため、作業時間が膨大となる。もしくは漂流物等で潜水士が進入できない状態である可能性がある。
- ② 船舶が接岸している状態においては、下面部への進入が困難な場合がある。
- ③ 栈橋前面が連続鋼管矢板式の場合、下面部に進入することが不可能である。
- ④ 地震等被災後に迅速に概況を把握したい場合、時間がかかる。
- ⑤ 車両の頻繁な通行による「砂利化」や上面からの衝撃による損傷など部材内部に発生する変状は、下面からの目視だけでは十分に確認できない。

これらの問題に対応するため，本研究では図 3.5 に示すように電磁波レーダ装置を用いて RC コンクリート構造である栈橋上部工の状態を確認することを試み，適用可能性を考察した。

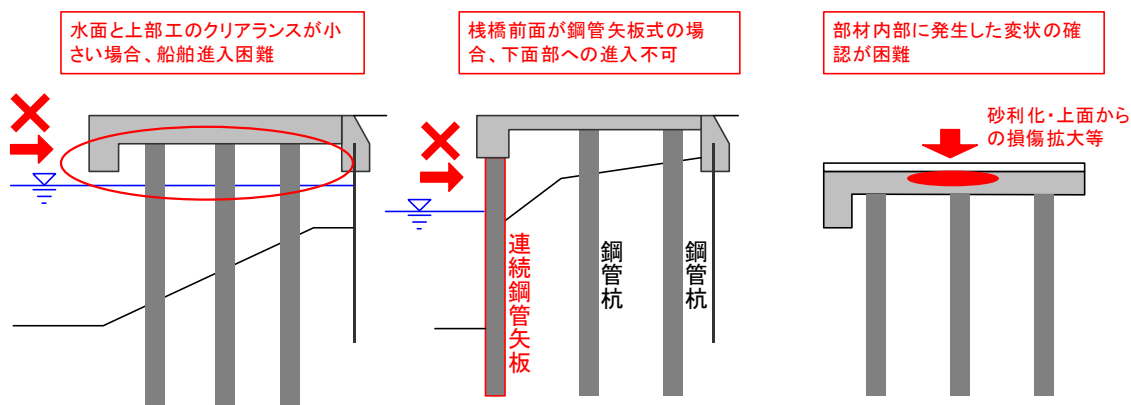


図 3.3 従来手法による調査における問題点



図 3.4 電磁波レーダを用いた空洞化調査イメージ（筆者撮影）

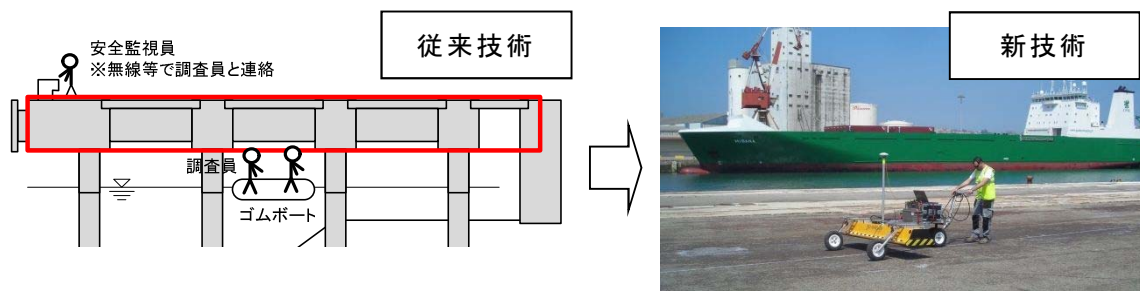


図 3.5 新技術導入のイメージ

3-2 電磁波レーダを用いた栈橋上部工コンクリート調査の検証

(1) 検証の視点

土木構造物の状態評価を目的として電磁波レーダ装置を用いた事例として、道路等の空洞化調査や橋梁の床版の状態確認²⁾などがある。これらは、構造物の上面付近に生じている変状を対象としており、構造物の状態を評価するための十分な精度で変状の検出が可能である。一方、本研究で対象とする栈橋上部工については変状が下面付近に生じる可能性が高いことから、より深部の状態を把握する必要がある。

このような、コンクリート部材の深部の状態について電磁波レーダを用いて調査する場合、舗装から床版の構造変化や鉄筋の存在がデータ取得精度にどの程度影響し、変状の有無を把握することが可能であるかを現地試験調査にて確認する必要がある。

(2) 3D 電磁波レーダの活用について

従来、電磁波レーダは手押し型の 2D レーダが主流であったが、近年は 3D 電磁波レーダの導入が進んでいる。3D 電磁波レーダは、最大 25 チャンネルの地中レーダを搭載し、車で走行しながら地中の状況のイメージを 3D で可視化するものである（図 3.6）。このため、図 3.7 に示すように従来の 2D レーダ調査と比較して網羅的かつ迅速に調査を行うことが可能であり、図 3.8 に示すように取得データを 3D データとして可視化することで空洞の位置・範囲を特定することができる。なお、舗装下の空洞化調査においては最高速度 100km での調査も可能であり、交通規制は不要であるため全国の道路における空洞化調査で多くの活用事例がある。

こうした特徴から、3D 電磁波レーダは輸送用公共施設（道路、橋梁、鉄道、空港）の構造上の問題点の抽出や維持管理、修復のための精度の高いデータの取得、各種地中埋設管類のマッピング、埋蔵文化財の調査などへの活用が期待されている。

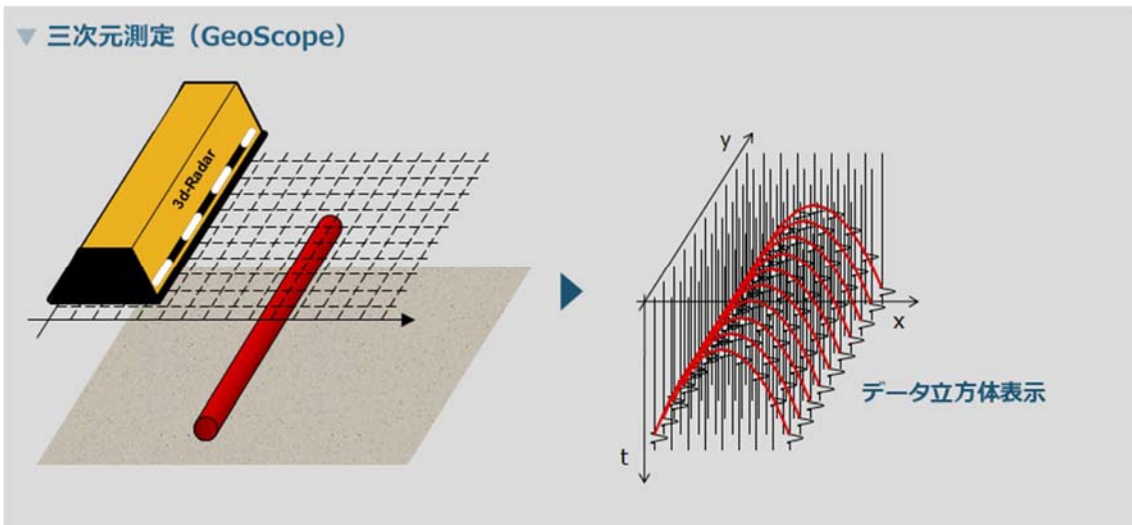


図 3.6 3次元測定イメージ



図 3.7 3D電磁波レーダの測線設定イメージ

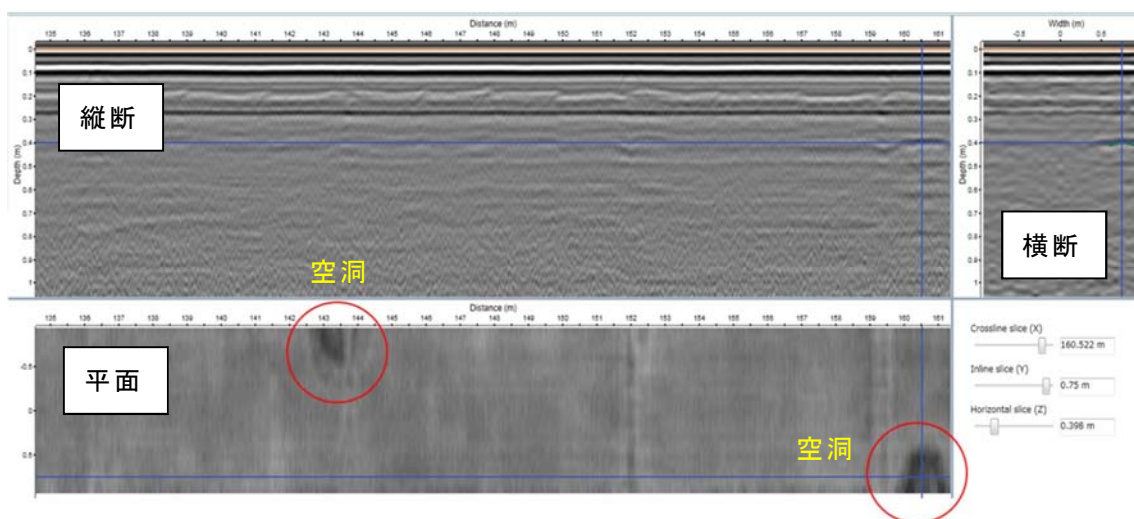


図 3.8 路面下空洞調査事例

(3) 使用した装置

現地試験調査で使用した装置の構成・外観を表 3.1 及び図 3.9～図 3.10 に示す。今回使用した電磁波レーダは 7.5cm 間隔で多チャンネルのアンテナを 21 個配しており、従来の手押型 (2D) と比較して網羅的にデータを取得することが可能であり、測定範囲を 3D データとして取得・解析を行うことで変状の深さ・範囲を把握することが可能である。また、図 3.14 に示す 200MHz～3GHz 帯域のステップにより、浅部 2.5cm の分解能を実現しつつ探査深度 2.0m 程度の深部探査を同時に実施できる。なお、2 走行で約 3.5m 幅の探査が可能である。

表 3.1 使用した電磁波レーダ

| 名称 | 仕様 |
|-----------------------------|--|
| 本体コントロール部 GeoScope MK IV | 分解能：0.34ns (深さ2.2cm読み・アスファルト $\epsilon \gamma = 5$) 時間レンジ：0～250ns スキャンレート：2～10,000scan/sec 記録媒体：SSDハードディスク・電源：12V DCバッテリー サイズ：820×600×490cm、重さ：20kg 操作・解析用パソコン：64ビット・SSD機動ディスク |
| アンテナ VX2125 | 使用周波数帯域：3GHz～100MHz サイズ：2110×560×310cm、重さ：36kg 最大チャンネル数：25チャンネル(7.5cmピッチ) 探査深度：0.025～9.3m (時間レンジ250ns・ $\epsilon \gamma = 16$) |

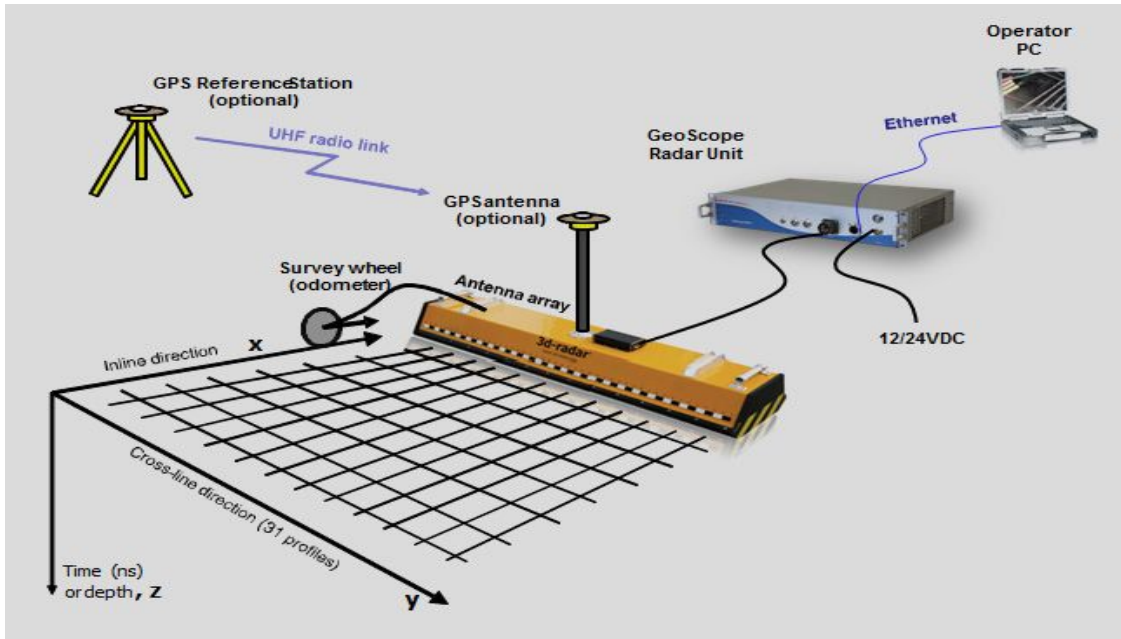


図 3.9 システム構成



図 3.10 装置の外観（レーダ装置）



図 3.11 装置の外観（車両による牽引）



図 3.12 現地測定車内における解析



図 3.13 解析用 PC

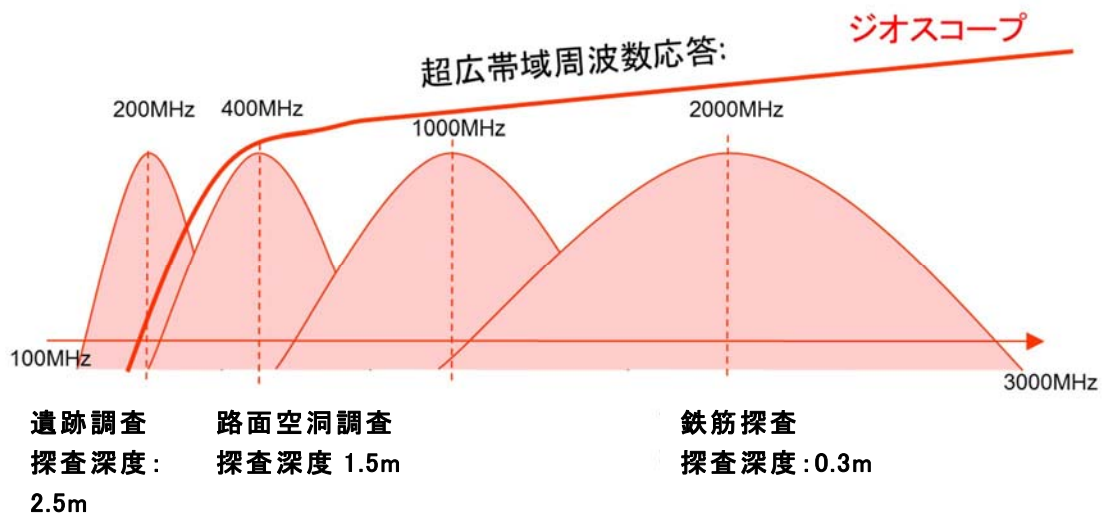


図 3.14 ステップ周波数技術

(4) 対象施設

現地試験調査の対象施設は、昭和 54（1979）年に供用が開始された栈橋である。上部工の断面を図 3.17 に示す。当該施設は、一時期塩害によるひび割れ等が顕在化していたが、平成 21（2009）年に補修工事を行い断面修復及び表面被覆により機能を回復させ、現時点では健全な状態が保たれている。今回は、電磁波レーダ装置を用いて断面補修が施された範囲を特定することができれば、地震時にコンクリート部材の下面に生じたひび割れや剥離・損傷などの変状についても同様に確認することが可能であると考えた。



図 3.15 栈橋下面の状況（現地試験実施時点では補修済）



図 3.16 栈橋下面の状況（現地試験実施時点）

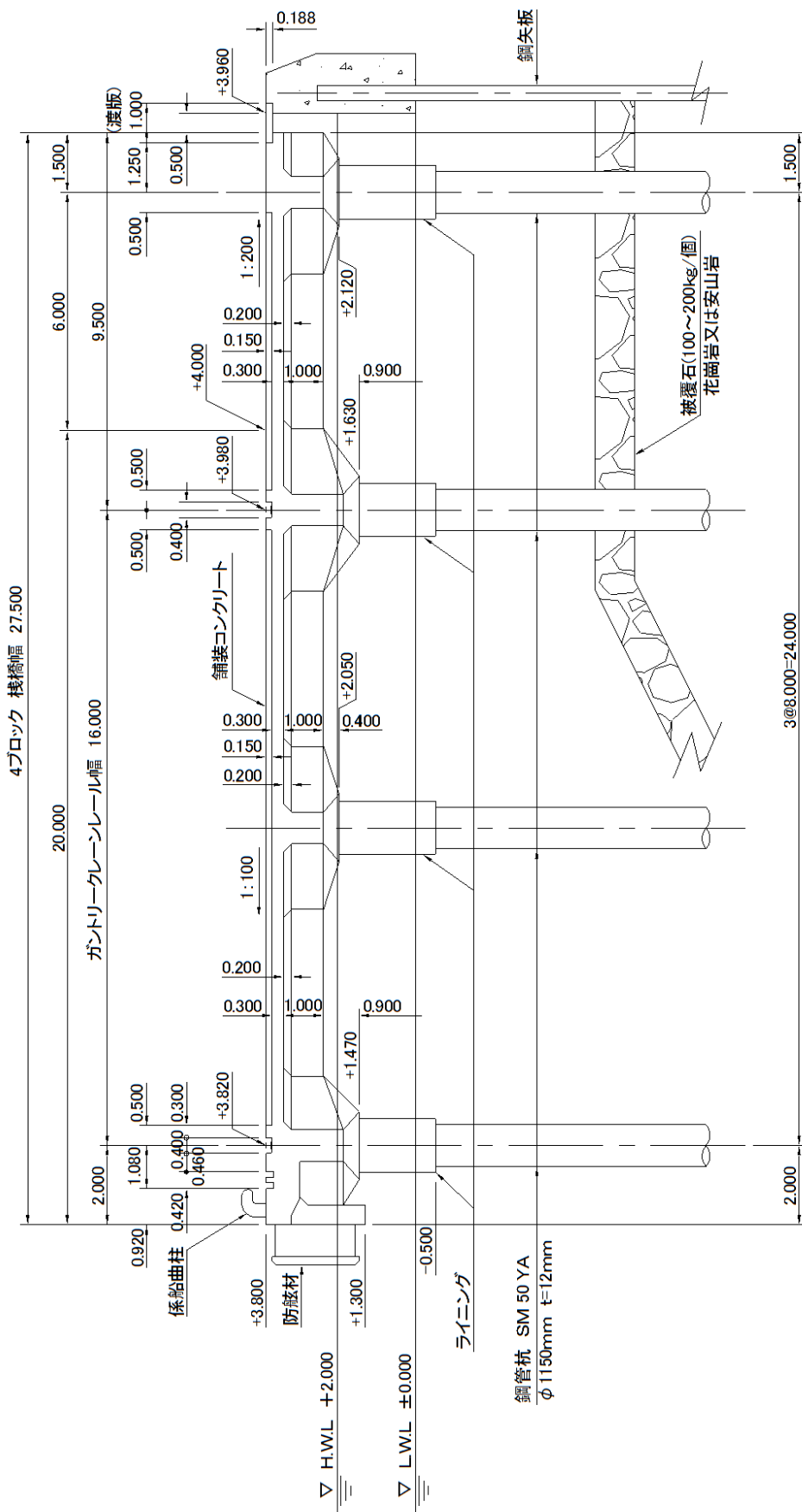


図 3.17 対象施設断面図

(5) 現地試験調査の方法

現地調査では図 3.18 のようにレーダ装置を車両にて牽引し、車両内部に搭載した PC 上で測定状況をモニタリングしながら走行させた。通常、道路の空洞調査においては、同装置は路面から 30cm 程度の離隔を確保した状態で概ね 30km/h 以上の速度で走行させるのに対し、本研究では対象施設が係留施設であり道路空洞調査と同等の速度が必要でないこと、また、路面の障害物や段差が少ないことから、装置にカバーを取り付けたうえで極力路面に接近させた状態とし、5～10km/h 程度の速度で走行させることで極力精緻なデータを取得することとした。

調査範囲は対象施設のうち幅 5～10m、延長 150m の範囲を対象とし、栈橋法線の平行方向に走査し、データを取得した。

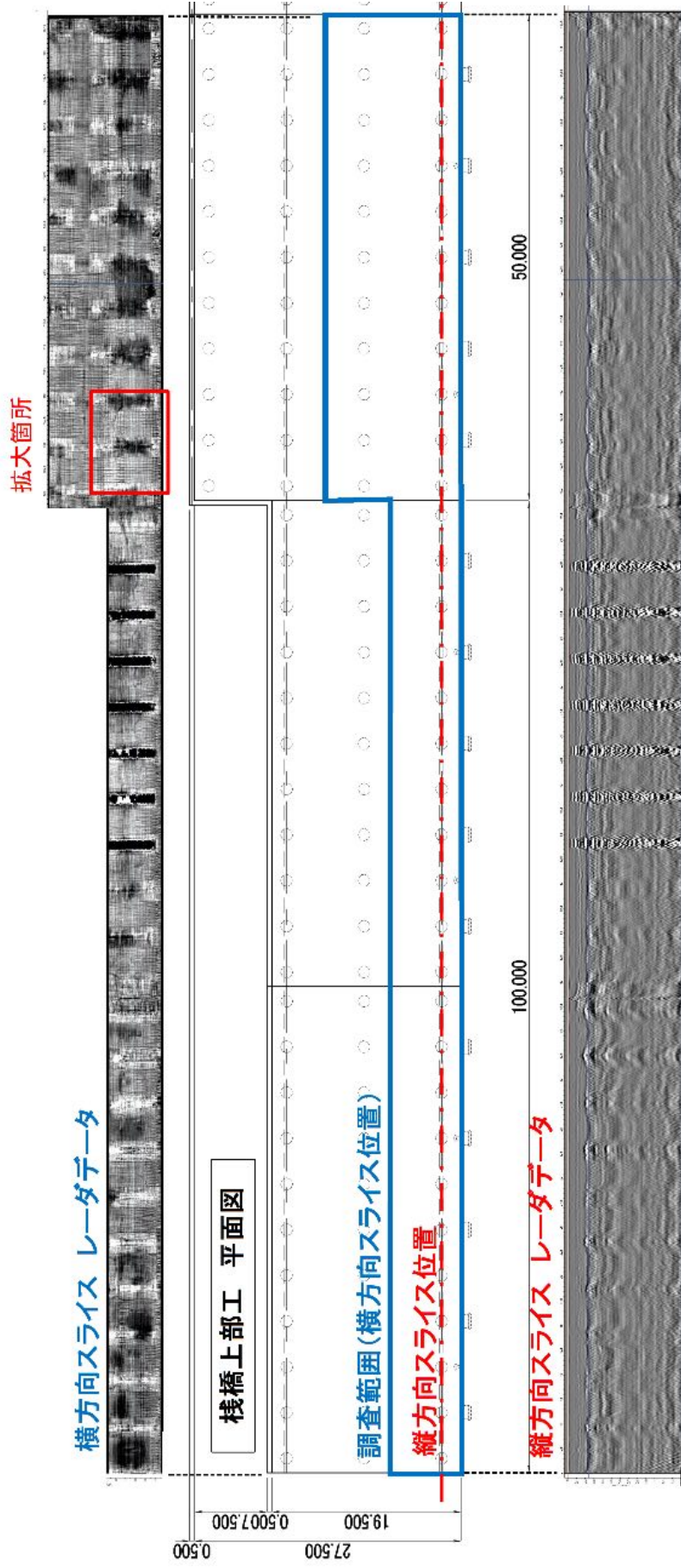


図 3.18 車両によるレーダ装置の牽引

(6) レーダデータの解析結果

現地試験調査で取得したデータの解析結果を図 3.19～図 3.21 に示す。また、深度ごとに読み取ることができる情報について図 3.22 に一部を切り出し詳述する。

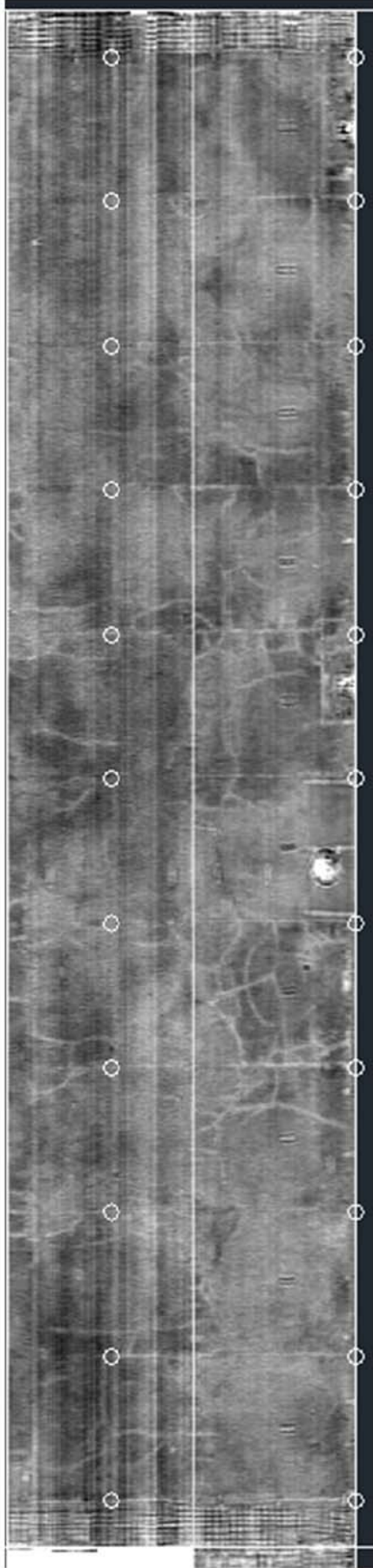
- ① 深さ 0.135m 付近：舗装版に生じているひび割れが深部に至るものであることが確認できる。
- ② 深さ 0.25m 付近：上鉄筋の存在が確認できる。変色部はコンクリート内部への水分進入や損傷が生じている可能性が考えられる。
- ③ 深さ 0.40m 付近：下鉄筋と床版下面の中間付近の断面であり、一部に変色部（黒色、図面枠内）が確認できる。この範囲は、過去に断面補修が実施された範囲であり、未補修部との違いが現れている。また、既知の断面補修部以外の範囲についても変色部があるが、その範囲のコンクリート内部の状態については未確認である。
- ④ 深さ 0.50m 以深：梁部の状態については、データが不鮮明であるため状態の評価は困難である。



※取得したデータは任意の深度及び位置でスライス可能であり、上記は一例である

図 3.19 取得データの全体イメージ

深度-0.135m



深度-0.25m

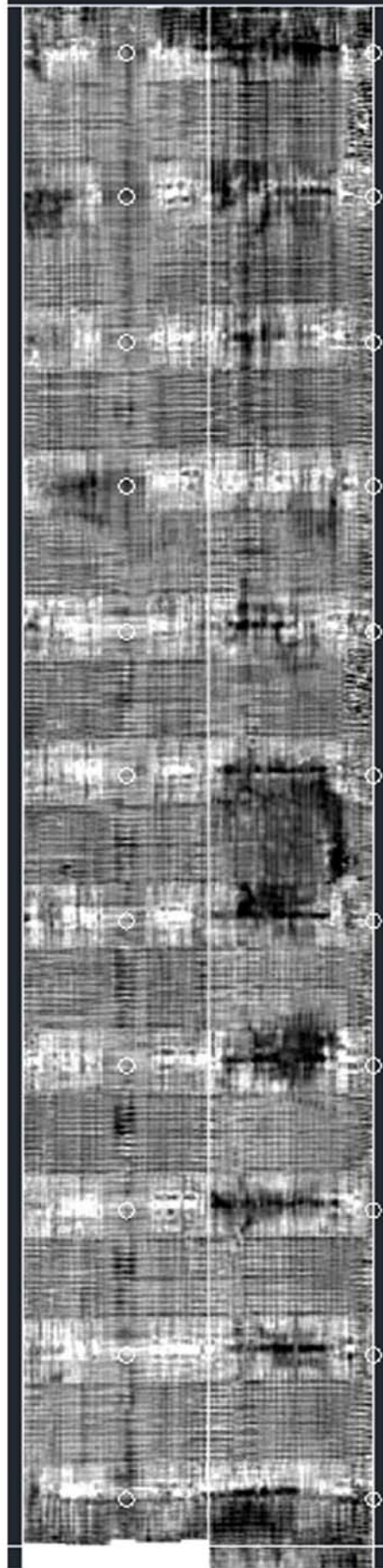


図 3.20 レーダーデータ (平面, 深度-0.135m, 深度-0.25m)

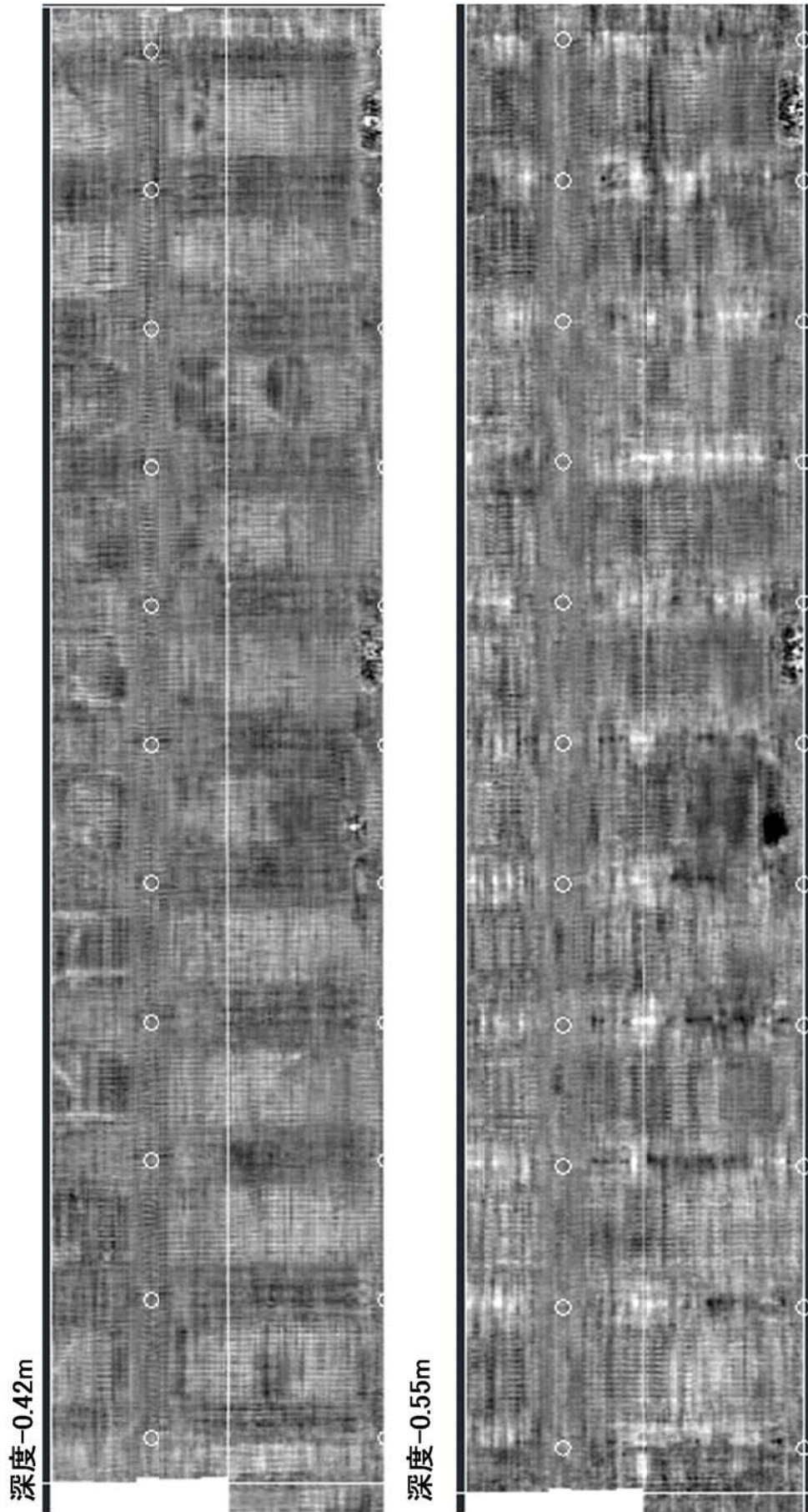


图 3.21 レーダデータ (平面, 深度-0.42m, 深度-0.55m)

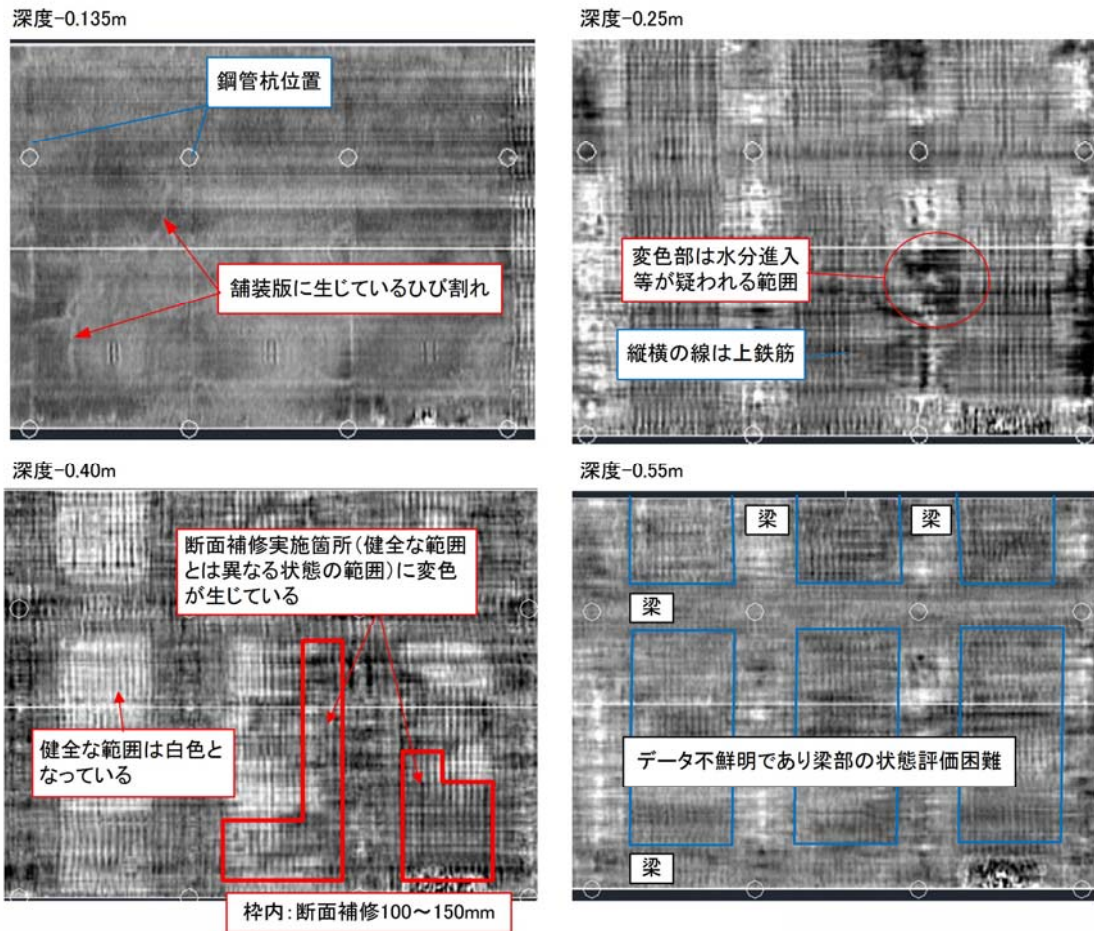


図 3.22 深度ごとの取得データ（調査範囲の一部，10m×15m）

(7) 電磁波レーダによる調査精度の評価

今回取得したデータによると、舗装を含めた厚さが 0.5m 程度の床版であれば、未補修部分（健全な部分）と補修や何らかの変状が生じた部分との判別を行うことはある程度可能である。しかし、詳細な範囲や変状の深さの判別については現時点では困難である。また、上面からの厚さが大きい梁部や杭頭部の状況については、状態を評価するうえで十分な鮮明さを持つデータを取得することができなかった。

このように、被災後に実施する 1 回の調査結果を使用して栈橋上部工の状態を把握し、供用の可否を判断することは現時点では困難と考えられる。しかし、比較的部材厚の薄い床版に限っていえば、事前に対象範囲のレーダデータを取得しておき被災前のデータとし、被災後に取得したデータと比較することで、危険性の高い変状の発生可能性の評価などは可能であると考えられる。

ただし、レーダデータに現れた変色等より実際の変状の種類・範囲及び深さを判読するためには、今後多くのデータを取得し、実際の変状の規模等と照合した

画像判別のためのデータベースを作成することが課題としてあげられる。

3-3 栈橋上部工の調査における電磁波レーダ調査技術適用の効果

電磁波レーダ装置を用いた調査方法には今後解決すべき課題があるものの、被災後の栈橋上部工の状態を評価するために有効な技術となる。ここでは、当該技術を用いた栈橋の状態評価の有効性について考察する。

一般的に定期点検診断で用いられる方法³⁾を用いて、被災した栈橋の状態を評価する方法を図 3.23 に示す。なお、調査は地震等によって構造上問題となる大きな変状（損傷・変位・座屈等）の確認を目的とした目視調査を中心とし、詳細な計測・分析は必要に応じて実施するものと想定している。

この場合、前述のように漂流物や安全性確保等の問題があり、迅速に状態を把握し利用可否の判断を行うことが困難となる可能性がある。

これに対し、本研究で着目した電磁波レーダによる調査方法など新規技術を適用した場合、図 3.24 に示すような要領で実施するものと考えられ、実現した場合は以下の点で有効と考えられる。

- ① 水上及び水中における作業が困難な場合でも調査が実施できる可能性がある。直接調査員等が海上に出る必要が無く、陸上からの調査であれば余震等が生じた場合でも速やかに退避することが可能である。
- ② 海上作業許可申請等、海上作業に関する諸手続きに要する時間を省略することができ、速やかに調査を実施することが可能である。
- ③ 施設間の移動が容易であり、一度に多くの施設に対応することが可能である。ただし、陸上部の走行経路が確保されていることが必要である。
- ④ 被災直後に実施する概略調査として今回提案する手法を適用し、変状の発生可能性を把握しておくことで、以降実施する直接目視など詳細調査を優先的に行うべき施設及び範囲を選定することが可能である。
- ⑤ 液状化等により発生した路面空洞の調査と同一の装置で調査を実施することが可能であり、栈橋以外の係留施設のエプロン部、背後ヤード及び臨港道路等の安全性確認とあわせて効率的に調査を実施することが可能である。

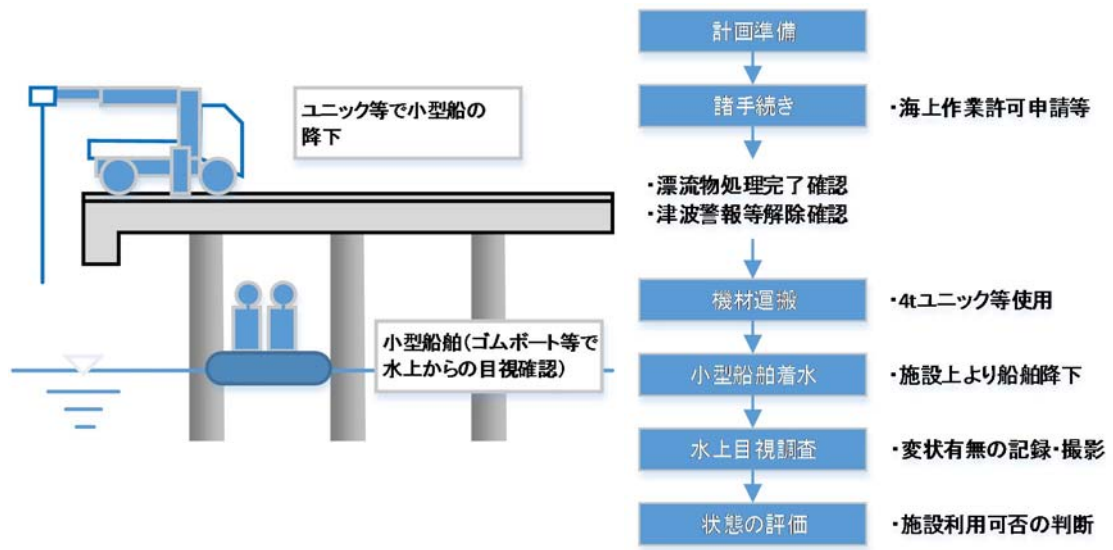


図 3.23 従来手法による栈橋の被災状況調査の概要

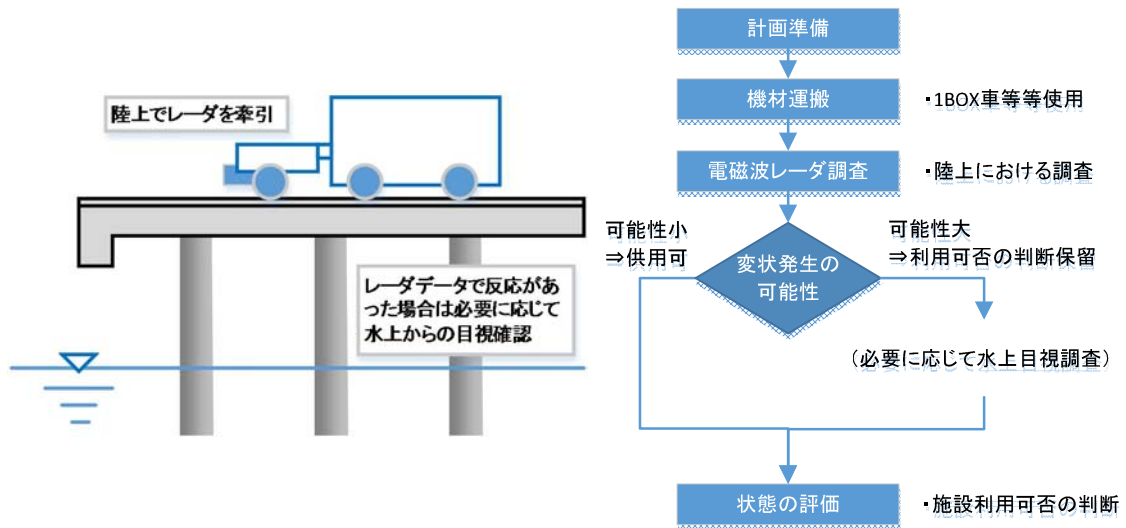


図 3.24 提案する調査方法等新技术を用いた状態評価イメージ

3-4 本章の結論

本研究では、現地試験調査を通じて、電磁波レーダを用いた栈橋上部工下面の状態把握を試みた。現地試験調査においては、装置と路面との離隔を最小限としたほか、走行速度を低速とすることで極力精緻なデータ取得を図ることとし、その結果、床版下面付近の変状についてはレーダデータから判別することが可能であることが確認できた。しかし、詳細な範囲や変状の深さの判別、梁部や杭頭部の状況の評価に対して十分な鮮明さを持つデータを取得することは困難であり、現時点では被災前と被災後に取得したデータの比較により変状の発生可能性の評価に用いることが現実的であると考えられる。

また、被災後の栈橋に対して実際に行われると考えられる実施手順を想定して、本技術の有効性について考察した。本技術の適用により、水上作業に危険性がある場合でも比較的安全に調査実施が可能である点や、装置の機動性及び空洞化調査とあわせて効率的に実施可能である点など、従来の水上からの調査と比較して安全かつ効率に被災状況調査を実施することが可能である。

今後は、さらに多くの施設に対して試験調査を行いデータ判読に必要な事例を収集するとともに、機材の改良・運用方法の研究を進め実用化を目指す必要がある。

参考文献

- 1) 港湾の施設の維持管理技術マニュアル, 財団法人沿岸技術研究センター, 2007.
- 2) 香川 紳一郎, 村上 弘行, 山下 善弘 : 地中レーダを用いた橋梁床版コンクリートの健全度探査事例, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol167, IV-003, 2012
- 3) 港湾の施設の点検診断ガイドライン, 国土交通省港湾局, 2014.

4. 初動調査結果を踏まえた効率的な復旧計画策定ツールの試作

4-1 復旧計画策定ツールの位置付け

第1章で示したように、東日本大震災のような大規模災害においても、多くの企業は発災後1ヶ月程度で生産活動を開始する。これに対し、港湾管理者等より早期に復旧の見通しを提示することで、当面はどの施設を使用できるか、あるいは近日中にどの程度の規模の岸壁が供用可能となるかといった情報を企業側が得ることが可能となり、代替輸送手段の確保や企業活動の復旧計画の立案などの検討を行う上で参考とすることができる。

本研究では、比較的短期間（1～6ヶ月程度）の復旧計画の検討を支援することを目標とし、構造的に重要な部材の被害は発生しておらず、応急復旧や比較的軽易な復旧工事に対応可能な被災程度の施設について、速やかに費用・期間等を整理するためのツールを試作した。

4-2 対象とする施設及び被災程度

(1) 対象とする施設

港湾の物流機能に関連した施設は主に表4.1に示すように多岐にわたる。このうち、港湾活動（支援物資輸送や通常の荷役活動）を行ううえで重要な施設として、水域施設や荷捌き施設（荷役機械等）等があげられる。

表 4.1 荷役に直接関連する主な港湾施設¹⁾

| 大分類 | 小分類 |
|---------|------------------|
| 水域施設 | 航路、泊地 |
| 外郭施設 | 防波堤、水門、護岸 等 |
| 係留施設 | 岸壁、浮棧橋、物揚場 等 |
| 臨港交通施設 | 道路、橋梁 等 |
| 航行援助施設 | 航路標識 等 |
| 荷捌き施設 | 固定式荷役機械、荷捌き地、上屋等 |
| 旅客施設 | 旅客乗降用固定施設、待合所等 |
| 保管施設 | 倉庫、野積場 等 |
| 船舶役務用施設 | 船舶給水施設 等 |

ここで、水域施設については、発災直後より深淺測量等実施し、順次浚渫や漂流物除去等を行い航路啓開が順次進められていくものであり、東日本大震災発災時は直後に作業に着手し、3月15日の釜石港をはじめ、概ね1週間程度で仙台塩釜港等被災した主要な港湾において一部の岸壁が利用可能となった¹⁾。

荷役機械等については、東日本大震災においては本体の損傷や受変電設備の

被害が発生した。クレーンの場合、仮設の電源でクレーンの暫定運用が可能であるなど、被災程度によっては迅速な復旧が可能であるが、部品・設備の手配に数ヶ月かかる場合もある（表 4.2）。このため、復旧に必要な費用・期間等は設置メーカー等との協議などを通じて設定されるものと考えられる。

表 4.2 ガントリークレーンの故障時の荷役支障期間²⁾

| 部位・装置名 | 支障期間 |
|--------|----------|
| 巻上装置関係 | 0.5日～3ヶ月 |
| 走行装置関係 | 0.5日～3ヶ月 |
| スプレッド | 0.5日～1ヶ月 |
| 制御盤 | 0.5日～5ヶ月 |

※アンケートによる事例調査

また、係留施設（岸壁等）については、港湾機能の根幹を成す施設であることから、その復旧の見通しを明確にすることに対する要請が高いが、被災程度により復旧方法・期間が大きく異なることから、被災程度に応じて迅速にその内容を整理することの必要性は高い。このため本研究では、係留施設（岸壁）を対象として復旧計画の策定支援を行うツールの開発を試みた。

(2) 対象とする被災程度

係留施設の被災程度は、2000年鳥取県西部地震の調査報告³⁾などにおいては表 4.3 に示す5段階で評価されている。同表において評価基準Ⅲ～Ⅳのように構造体に影響がある場合は、その機能回復には長期間必要となり本研究で対象とする短期的な復旧計画の対象とはならず、数年規模の長期的スパンで見通しを立てる必要がある。このことから、本研究の対象は被害程度0～Ⅱ、無被災から補修可能な程度までの被害とし、該当する施設について復旧計画策定に必要な情報を整理することが可能なツールを目指すものとした。

表 4.3 被災程度の評価基準³⁾

| 評価基準 | 状態 |
|------|-------------------------------|
| 0 | 無被災 |
| I | 本体に以上は無いが、付属構造物に破壊や変状が認められるもの |
| Ⅱ | 本体にかなり変状が起こったもの |
| Ⅲ | 形はとどめているが、構造体に破壊が起こったと認められるもの |
| Ⅳ | 全壊して形をとどめていないもの |

ここで、過去の災害において被災が確認され、表 4.3 に示した指標で評価が行われた係留施設を対象に、施設数の分布を整理した結果を表 4.4～表 4.10 に示す。なお、ここで示した分布は被災度判定結果が各災害の被害報告資料に掲載されていた施設の集計であるため、被災した施設全ての分布ではないが、1995 年兵庫県南部地震時のデータ（表 4.9）以外は大半の係留施設について評価が行われている。なお、主要な地震災害における係留施設の被災の概要については、参考資料-2 に掲載した。

このうち、1995 年兵庫県南部地震のデータは壊滅的な被害を受けた神戸港が中心であるため被災程度Ⅲ以上の割合が 8 割以上となっているが、他の地震時のデータをみると、被災度Ⅰ～Ⅱ程度の施設の割合は概ね 8 割以上であり、これらの施設の復旧の見通しについて効率的な検討を行うことができれば、当面の復旧計画を考える上では十分な規模であると考えられる。

表 4.4 1982 年浦河沖地震における被災度別施設数分布

| 港名 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | 総計 |
|--------|-------|-------|------|------|--------|
| 浦河港 | 8 | 4 | 0 | 0 | 12 |
| 室蘭港 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 計 | 12 | 4 | 0 | 0 | 16 |
| 割合 (%) | 75.0% | 25.0% | 0.0% | 0.0% | 100.0% |

※地震被害報告⁴⁾より作成

表 4.5 1983 年日本海中部地震における被災度別施設数分布

| 港名 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | 総計 |
|--------|-------|-------|-------|------|--------|
| 戸賀港 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 室蘭港 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 秋田港 | 7 | 8 | 5 | 3 | 23 |
| 深浦港 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 青森港 | 7 | 3 | 0 | 0 | 10 |
| 船川港 | 6 | 3 | 2 | 0 | 11 |
| 大間港 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 大湊港 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 能代港 | 8 | 12 | 4 | 1 | 25 |
| 野辺地港 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 計 | 38 | 28 | 11 | 4 | 81 |
| 割合 (%) | 46.9% | 34.6% | 13.6% | 4.9% | 100.0% |

※地震被害報告⁵⁾より作成

表 4.6 1993 年釧路沖地震における被災度別施設数分布

| 港名 | I | II | III | IV | 総計 |
|--------|-------|-------|------|------|--------|
| 浦河港 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 釧路港 | 46 | 24 | 3 | 0 | 73 |
| 根室港 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 十勝港 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 霧多布港 | 9 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 計 | 61 | 24 | 3 | 0 | 88 |
| 割合 (%) | 69.3% | 27.3% | 3.4% | 0.0% | 100.0% |

※地震被害報告⁶⁾より作成

表 4.7 1993 年北海道南西沖地震における被災度別施設数分布

| 港名 | I | II | III | IV | 総計 |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 奥尻港 | 0 | 6 | 9 | 8 | 23 |
| 森港 | 3 | 6 | 3 | 0 | 12 |
| 函館港 | 19 | 14 | 6 | 1 | 40 |
| 計 | 22 | 26 | 18 | 9 | 75 |
| 割合 (%) | 29.3% | 34.7% | 24.0% | 12.0% | 100.0% |

※地震被害報告⁷⁾より作成

表 4.8 1994 年北海道東方沖地震における被災度別施設数分布

| 港名 | I | II | III | IV | 総計 |
|--------|-------|-------|-------|------|--------|
| 釧路港 | 7 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| 根室港 | 8 | 15 | 8 | 0 | 31 |
| 霧多布港 | 8 | 5 | 5 | 0 | 18 |
| 計 | 23 | 21 | 14 | 0 | 58 |
| 割合 (%) | 39.7% | 36.2% | 24.1% | 0.0% | 100.0% |

※地震被害報告⁸⁾より作成

表 4.9 1995 年兵庫県南部地震における被災度別施設数分布

| 港名 | I | II | III | IV | 総計 |
|---------|------|-------|-------|-------|--------|
| 神戸港 | 0 | 7 | 31 | 9 | 47 |
| 尼崎西宮芦屋港 | 1 | 2 | 4 | 0 | 7 |
| 計 | 1 | 9 | 35 | 9 | 54 |
| 割合 (%) | 1.9% | 16.7% | 64.8% | 16.7% | 100.0% |

※地震被害報告⁹⁾より作成

表 4.10 2000年鳥取県西部地震における被災度別施設数分布

| 港名 | I | II | III | IV | 総計 |
|--------|-------|------|------|------|--------|
| 安来港 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 境港 | 10 | 2 | 1 | 1 | 14 |
| 松江港 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 米子港 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 計 | 20 | 2 | 1 | 1 | 24 |
| 割合 (%) | 83.3% | 8.3% | 4.2% | 4.2% | 100.0% |

※地震被害報告³⁾より作成

4-3 復旧計画策定ツールの開発

大規模災害後の状況を鑑みると、被災状況把握や応急対応など優先すべき事項が多くあり、情報公開のための復旧計画策定のための作業に多くの労力を費やすことは困難である可能性が高い。また、本研究で考える復旧計画は、発災後間もない段階で提示するおおよその「見通し」であることを考えると、同ツールの機能は極力単純で、運用の労力についても可能な限り少なくすることが必要である。

このことを踏まえ、復旧計画策定ツールの運用イメージは図 4.1 に示すとおりとし、以下の特徴を持たせた。

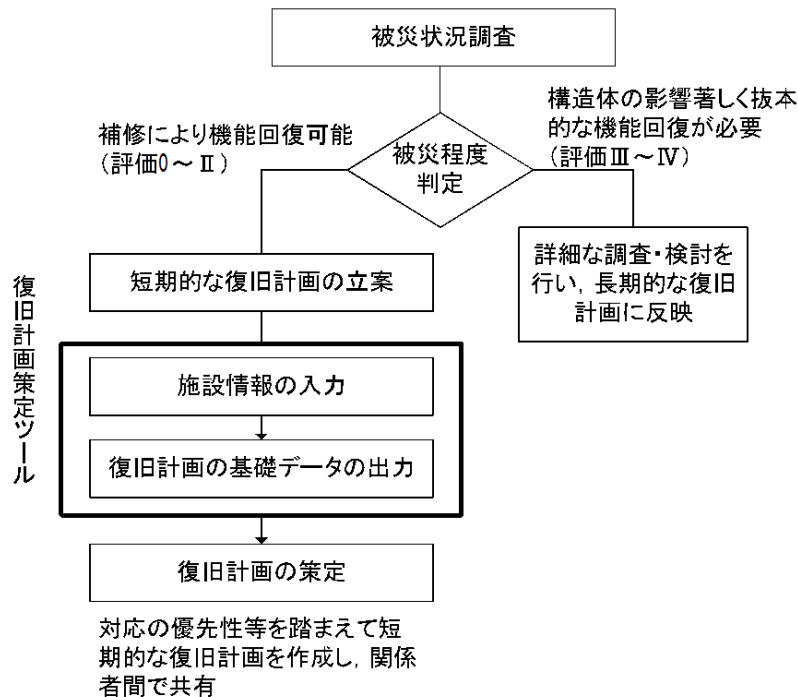


図 4.1 復旧計画策定ツールの運用イメージ

(a) 初動調査で把握可能な情報の使用

発災後直ちに実施される被災状況確認のための調査において把握可能な情報を入力データとすることとした。したがって、踏査や前述の新技术のうち比較的早期に実施可能な調査により取得することが可能な情報が中心となる。

(b) 計画策定のために必要な情報の提示

復旧計画のおおよその見通しを把握する上で必要な情報として、表 4.11 に示す項目を提示する。

表 4.11 復旧計画の見通しにおいて提示する項目

| 項目 | 概要 |
|-----------|------------------------------|
| 基本情報 | 施設名，構造型式 |
| 各施設の被災状況 | 被災程度，現時点で況可能な施設 |
| 単位的な復旧の可否 | 短期で復旧可能か（被災程度 0～Ⅱを短期復旧可能と設定） |
| 補修工事期間 | 補修工事に要する期間（積算基準ベース） |
| 事業費 | 概算事業費 |
| 使用材料 | 復旧に要する使用材料の概算数量 |

4-4 復旧計画策定ツールの構成・内容

(1) 復旧計画策定ツールの構成

復旧計画策定ツールの構成を図 4.2 に示す。初動調査で確認した情報を入力し、表 4.11 に示した内容を入力する構成とする。なお、本ツールは汎用性を考慮して Microsoft Excel を用いて開発を行った。

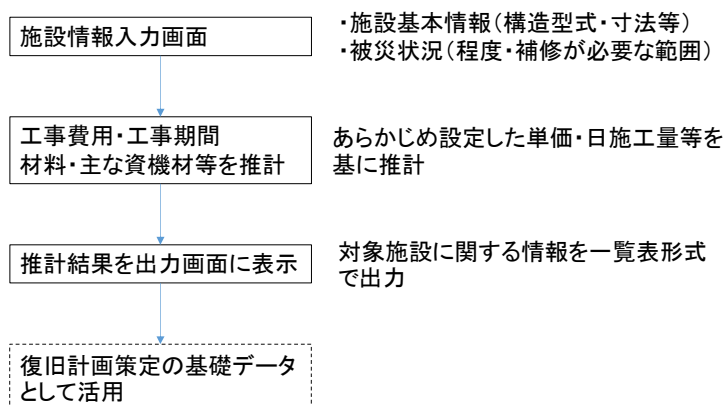


図 4.2 復旧計画策定ツールの構成

(2) 復旧計画策定ツールにおける処理の流れ

1) 施設情報の入力

被災度判定のための情報として施設基本情報（構造型式，延長，水深，主要部材の諸元等）と，初動調査で確認した被災状況を入力する．

初動調査においては，踏査等により得られた被災状況・変位計測結果等の情報と標準断面図や平面図等の図面よりおよその被害規模を把握する．初動調査において確認可能な項目としては，陸上から確認可能な部材の損傷状態及び構造物全体の傾斜や相対的移動がある．係留施設にみられる被害程度の目安の一例としては，表 4.12 に示すように d/H または傾斜角があり，これらの情報と部材の損傷状態などを踏まえて判断することとなる．このため，被災状況の判定においては，その根拠となる変位計測値等を記録しておくことが望ましい．

なお，ここで判定する被災度はあくまでも初動調査における暫定的な判定であり，供用可否及び復旧工事等の可否については必要な調査・検討を行い判断することとなる．

これらを踏まえ，施設情報の入力イメージを図 4.3 のように作成した．

表 4.12 重力式岸壁の被害程度規準の目安¹⁰⁾

| 被害程度 | 残留変位 | |
|-------------|------------|---------|
| | 水平変位 (d/h) | 海側への傾斜角 |
| I (使用可能) | 1.5%未満 | 3度未満 |
| II (補修可能) | 1.5～5% | 3～5度 |
| III (非崩壊限界) | 5～10% | 5～8度 |
| IV (崩壊) | 10%以上 | 8度以上 |

※代表的な構造型式の被害程度基準については表 2.5～表 2.8 を参照のこと．

施設情報の入力【矢板式係船岸・重力式係船岸】

①施設基本情報

| | | |
|---------|-----------|---------------|
| 港湾名 | A港 | |
| 地区名 | 第1埠頭地区 | |
| 施設名 | 9号岸壁 | |
| 構造型式 | 矢板式係船岸 | |
| 延長(m) | 175m | |
| 水深(m) | -10.0 | |
| 主要部材の諸元 | 鋼管矢板φ1100 | 鋼材諸元, ブロック型式等 |
| 舗装 | アスファルト | |

②被災度判定

確認された変状

| | | | | | |
|---|---------------|------------|-----|-----|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 法線はらみ出し | おおよその移動量(d) | 0.5 | m | d/h | 5.0% |
| <input checked="" type="checkbox"/> 堤体傾斜 | 傾斜量 | 未計測 | 度程度 | | |
| <input type="checkbox"/> 上部工損傷 | 位置・幅等 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> エプロン沈下 | 位置・寸法(範囲・深さ)等 | 全体的に0.3m程度 | | | |
| <input type="checkbox"/> エプロン陥没 | 位置・寸法(範囲・深さ)等 | | | | |
| <input type="checkbox"/> その他(本体工の状態, 関連施設の状態) | | | | | |

被災度判定

- 0: 無被災
- I: 本体に異常は無いが, 付属構造物に破壊や変状が認められるもの(使用可能)
- II: 本体にかなり変状が起こったもの(補修可能)
- III: 形はとどめているが, 構造物に破壊が起こったと認められるもの(非崩壊限界)
- IV: 全壊して形をとどめていないもの(崩壊)

法線のはらみ出し・凹凸が目視可能な程度に生じている。

図 4.3 復旧計画策定ツールの入力様式

2) 復旧工事の概要の推定

早期に復旧可能と考えられる被災の形態については, 2005年福岡西方沖地震で多くみられた, 本体工等構造部材に対する影響が無い程度の被災状況(表4.13)が参考となる。法線の出入り, エプロンや躯体の沈下量が比較的小さく, 上部工, エプロン及び裏埋土に対して陸上からの土工・舗装工及びコンクリート工等の工種で対応可能であり, 本体工の再設置等に至らない程度の変状であることがわかる。

表 4.13 補修により対応可能な被災事例（2005年福岡西方沖地震）¹¹⁾

| 構造形式 | 被災状況 | 法線出入り (m) | 水平変位 d/H | 最大段差・ 沈下(m) |
|-------------------|---------------------------------|--------------|-------------|----------------|
| 栈橋式, 矢板式 | エプロン沈下, 目地開き, クラック | 0 | 0.0% | 0.4 |
| 重力式 (L型ブロック) | ずれ, 開き, 段差, ひび割れ, 空洞 | 0.05 | 0.9% | 0.15 |
| 矢板式 | 段差, クラック, 目地開き | 0 | 0.0% | 0.03 |
| 重力式 (方塊ブロック) | 上部工とエプロンの開き, クラック, 空洞化 | 0.21 | 4.7% | 0.4 |
| 重力式 | 開き, 段差, 沈下 | 0.28 | 5.1% | 0.7 |
| 重力式 | 沈下, 割れ, 段差, 目地の開き, 前傾, 吸出し | 0.29 | 5.3% | 0.39 |
| 重力式 (直立消波ブロック) | 沈下, 割れ, 段差, 目地の開き, 移動, 吸出し | 0.2 | 2.7% | 0.2 |
| 重力式 (L型ブロック) | 沈下, 段差, 割れ, 目地の開き, 吸出し, 移動, 前傾 | 0.35 | 4.7% | 0.25 |
| 矢板式 | 段差, クラック | 0.1 | 1.0% | 0.1 |
| 矢板式 | 沈下, 段差, クラック | 0.1 | 1.0% | 0.05 |
| 矢板式 | 段差, クラック, 目地開き | 0.1 | 1.3% | 0.08 |
| 重力式 (L型ブロック) | 沈下, 段差, クラック, 目地開き | 0.17 | 2.3% | 0.25 |
| 重力式 (L型ブロック) | 沈下, 段差, クラック, 目地開き | 0.2 | 2.7% | 0.18 |
| 栈橋式※土留工 | L型塊移動, L型上部工亀裂, L型本体ひび割れ, 目地開き | 0.06 | 0.5% | 0.19 |
| 栈橋式, 重力式 | エプロン沈下, ひび割れ | 0.1 | 1.0% | 0.04 |
| 重力式 (L型ブロック) | エプロン沈下, ひび割れ, 空洞, 係船柱基礎亀裂 | 0.14 | 1.4% | 0.07 |
| 重力式 (セルラー, L型) | エプロン下空洞 | 0 | 0.0% | 0.0 |
| 重力式 (セルラーブロック) | 法線はらみ出し, エプロン沈下, ひび割れ, 空洞 | 0.45 | 4.5% | 0.0 |
| 矢板式 | 法線はらみ出し, 本体座屈, エプロン沈下, ひび割れ, 空洞 | 0.06 | 0.8% | 0.11 |
| 栈橋式 | エプロン沈下, ひび割れ, 空洞 | 0.05 | 0.5% | 0.0 |
| 重力式(ケーソン) | エプロン沈下, ひび割れ, 空洞 | 0.14 | 1.3% | 0.0 |
| 重力式 (L型ブロック) | エプロン沈下, ひび割れ | 0.24 | 3.2% | 0.0 |
| 重力式 (L型ブロック) | エプロン沈下, ひび割れ | 0.2 | 2.7% | 0.07 |
| 栈橋式 | 上部工亀裂, エプロン沈下, ひび割れ | 0.02 | 0.1% | 0.14 |
| 重力式(ケーソン) | エプロンのひび割れ, 沈下 | 0.2 | 1.8% | 0.14 |

支援ツールにおいては、比較的短期で復旧可能と判断される施設について、実際の工事内容（費用・工期等）を出力する。工事費用等の算出にあたっては、表 4.14 に示す工種を標準とし、入力された被害規模から推定した工事数量に積算基準¹²⁾に基づきあらかじめ設定した施工単価及び施工日数を乗じて計算する。

表 4.14 適用する主な工種

| 部材 | 工種 | |
|------|----------|-------|
| 上部工 | 上部工撤去工 | 切断撤去 |
| | | ガラ処分 |
| | 上部工復旧工 | 足場工 |
| | | 型枠工 |
| | | 鉄筋工 |
| | コンクリート打設 | |
| エプロン | 舗装版撤去工 | 舗装版破砕 |
| | | ガラ処分 |
| | 裏埋土埋戻工 | 土工 |
| | 舗装工 | 路床工 |
| | | 路盤工 |
| | | 舗装工 |

また、施設ごとに計算した復旧工事の概要を、図 4.4 のように一覧表形式で表示する。これにより、港湾全体で復旧工事の概要を把握することが可能となり、施設機能の優先性や関連施設（水域施設、荷役機械等）の状況を踏まえて、復旧計画立案の基礎資料とすることが可能となる。

| 地区名 | 施設名 | 施設延長 | 構造形式 | 被災程度 (0~IV) | 短期的な 復旧の 可否 | 補修工事 期間 (日) | 事業費 (千円) | 使用材料 | | | |
|--------------|-----|------|------|----------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|
| | | | | | | | | 上部コンクリート (m ³) | 砕石 (m ³) | 舗装コンクリート (m ³) | アスファルト (t) |
| 第1埠頭地区 | A岸壁 | 200 | 重力式 | II | 可 | 47 | 30,432 | 51 | 405 | 0 | 495 |
| 第1埠頭地区 | B岸壁 | 250 | 矢板式 | I | 不要 | - | - | - | - | - | - |
| 第2埠頭地区 | C岸壁 | 180 | 重力式 | II | 可 | 12 | 7,687 | 5 | 180 | 0 | 220 |
| 第2埠頭地区 | D岸壁 | 180 | 重力式 | III | 不可 | - | - | - | - | - | - |
| 第2埠頭地区 | E岸壁 | 180 | 重力式 | II | 可 | 44 | 28,561 | 51 | 648 | 0 | 792 |
| 第3埠頭地区 | F岸壁 | 130 | 矢板式 | II | 可 | 17 | 12,269 | 64 | 135 | 0 | 165 |
| 短期的に復旧が可能な施設 | | | | | 5 | 120 | 78,948 | 171 | 1,368 | 0 | 1,672 |

図 4.4 港湾全体の短期的な復旧工事の概要一覧

復旧工事の概要の推定【矢板式係船岸・重力式係船岸】

被災度判定結果 Ⅱ : 比較的早期の復旧が可能

①対策内容の設定

上部工コンクリートの補修 不要 要

部分的損傷の復旧 (ひび割れ・表面的脱落) 単位延長あたりの面積 0.0 m²
延長 0.0 m

エプロン舗装の補修 不要 要

陥没箇所の埋戻し復旧 面積 0.0 m²
※複数の場合は合計値入力 陥没最大深さ 0.0 m

沈下・不陸・ひび割れの復旧 面積 1,200.0 m²

②対策数量・費用等の推定

(1) 上部工

| 工種 | | 単位 | 数量 | 事業費(千円) | 所要日数 |
|--------|----------|----|----|---------|------|
| 上部工撤去工 | 切断撤去 | m3 | 0 | 0 | 0 |
| | ガラ処分 | m3 | 0 | 0 | 0 |
| 上部工復旧工 | 足場工 | m2 | 0 | 0 | 0 |
| | 型枠工 | m2 | 0 | 0 | 0 |
| | 鉄筋工 | t | 0 | 0 | 0 |
| | コンクリート打設 | m3 | 0 | 0 | 0 |
| 計 | | | | 0 | 0 |

(2) エプロン復旧工

| 工種 | | 単位 | 数量 | 事業費(千円) | 所要日数 |
|---------|-------|----|-------|---------|------|
| 舗装版撤去工 | 舗装版破碎 | m2 | 1,500 | 750 | 5 |
| | ガラ処分 | m3 | 150 | 750 | - |
| 裏埋土埋戻し工 | 土工 | m3 | 150 | 150 | 3 |
| 舗装工 | 路床工 | m2 | 1,500 | 1,500 | 2 |
| | 路盤工 | m2 | 1,500 | 3,000 | 4 |
| | 舗装工 | m2 | 1,500 | 7,500 | 1 |
| 計 | | | | 13,650 | 15 |

図 4.5 復旧計画策定ツールを用いた対策内容の推定

4-5 本章の結論

本研究では、早期に復旧可能と判断される係留施設について、初動調査で取得可能な情報を用いて復旧の見通しを作成するツールの開発を行った。開発した復旧計画策定ツールは、発災後の投入可能な人員・時間が限られた状況下で既存の状況を取りまとめ、復旧計画策定のための基礎資料としての活用や、関係者間で今後の見通しを共有するツールとして有効と考える。

ただし、港湾機能の回復にあたっては、本研究で対象とした係留施設だけでなく、物流ネットワーク全体の機能回復の視点から考える必要があり、ツールの拡張を図ることが今後の課題の一つとしてあげられる。また、ツールの利便性や運用方法について、港湾管理者への意見紹介等を通じて確認・検証することも今後の課題である。

参考文献

- 1) 国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部：震災対応における航路啓開について，2012
- 2) 国土交通省港湾局：ガントリークレーンの仕様の標準化に向けた検討委員会資料（参考資料），2015
- 3) 独立行政法人 港湾空港技術研究所：平成 12 年（2000 年）鳥取県西部地震による港湾施設等の被害報告，港湾空港技術研究所資料 No. 1015，2001
- 4) 運輸省港湾技術研究所：1982 年浦河沖地震港湾被害報告，港湾技研資料 No. 472，1983
- 5) 運輸省港湾技術研究所：1983 年日本海中部地震港湾被害報告，港湾技研資料 No. 511，1985
- 6) 運輸省港湾技術研究所：1993 年釧路沖地震港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 766，1993
- 7) 運輸省港湾技術研究所：1993 年北海道南西沖地震による港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 791，1994
- 8) 運輸省港湾技術研究所：1994 年北海道東方沖地震による港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 856，1997
- 9) 運輸省港湾技術研究所：1995 年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告，港湾技研資料 No. 857，1997
- 10) サステイナブル・コンストラクション辞典編集委員会：サステイナブル・コンストラクション辞典，pp. 559，2012
- 11) 港湾空港技術研究所：2005 年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告，2007
- 12) 公益社団法人 日本港湾協会：平成 30 年度改訂版 港湾土木請負工事積算基準，2018

5. 結論

5-1 地震災害発生後の対応における本研究の成果活用場面

本研究で提案した、初動調査の迅速化・効率化を図るための新技術及び復旧計画立案を効率化するためのツールの活用のタイミング及び活用の視点について、「東京港における首都直下地震発生時の震後行動」¹⁾を参考に整理した。

(1) 震災時の東京港の役割等

東京港に大きな被害をもたらす首都直下地震が発生した場合、東京港の港湾施設はまず耐震強化岸壁を中心に救援物資および復旧資機材の輸送拠点としての機能が求められる。また、耐震強化岸壁及びその他埠頭の応急復旧を行い、東京港における海上輸送の業務継続を実現する必要がある。

また、大井コンテナターミナル及び中防外コンテナターミナルには耐震強化岸壁が整備されており、災害発生時にも国際コンテナ物流を実現する必要がある。

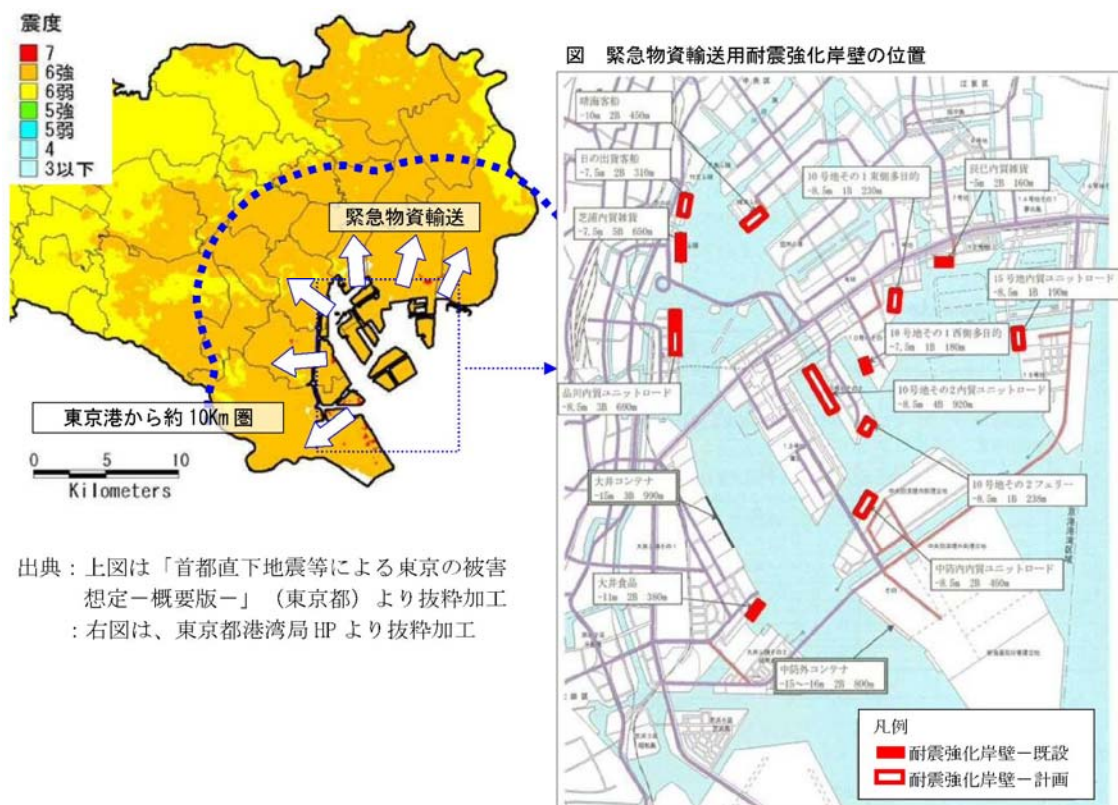


図 5.1 東京港における緊急物資の受け入れ，輸送の考え方と東京港の緊急物資輸送用耐震強化岸壁¹⁾

(2) 「点検・応急復旧」段階（発災～72時間）における業務

発災後関係者は緊急参集し災对本部設置等の体制を構築し、初動体制を整える。その後、被災状況を速やかに把握し、緊急物資輸送ルートの確保、応急復旧の準備等を行う。

ここで比較的重要性の高い施設を中心に被災状況の調査（初動調査）が開始されることとなるが、現場条件における制約（余震の危険性、調査人員の不足、迅速な調査の要請等）が大きい場合は、本研究で提案した UAV や電磁波レーダによる点検等の新技術の活用が考えられる。

特に、UAV で撮影した動画・画像は、港湾区域内の状況を広範囲に確認することが可能であり有効である。しかし、発災直後は周辺の UAV 操縦可能な調査会社等も被災している可能性が高い。このため、可視光通信を用いた UAV の操縦サポート技術を活用して、港湾管理者の担当職員が安全・確実に UAV を取り扱うことができることの意義は大きい。

表 5.1 「点検・応急復旧」段階における主な重要業務（港湾管理者・国交省関連）

| 関係主体 | 重要業務の内容 | 目標時間 |
|--------------------|--|-------------------------|
| 東京都港湾局 | 被災状況の調査 ・ UAV・電磁波レーダ装置の活用 ・ 復旧計画策定支援ツールへの入力 | 3 時間以内 |
| | 緊急輸送道路及び海上輸送基地の確保 | 3～24 時間以内 |
| | 航路・泊地の確保 | 3～24 時間以内 |
| | 海面の障害物の除去、一時係留 | 3～24 時間以内 |
| | 緊急輸送道路及びその他臨港道路の応急復旧 | 24～72 時間以内 |
| | 耐震強化岸壁の応急復旧 | 72 時間以降継続 |
| | 航路・泊地の啓開 | 24～72 時間以内 |
| 国交省関東地方整備局（港湾空港関係） | 被災状況の確認（国有港湾施設） ・ UAV・電磁波レーダ装置の活用 ・ 復旧計画策定支援ツールへの入力 | 3 時間以内 |
| | 岸壁、臨港道路の緊急点検（国有港湾施設） ・ UAV・電磁波レーダ装置の活用 ・ 復旧計画策定支援ツールへの入力 | 3～24 時間以内 |
| | 港湾施設の被災状況把握 ・ UAV 画像等を用いた情報共有 | 3～24 時間以内 |
| | 港湾管理者の復旧支援 | 3～24 時間以内 |
| | 港湾区域外の航路状況の情報収集・関係者への情報提供 | 3～24 時間以内 |
| | 国有港湾施設（耐震強化岸壁）の緊急・応急復旧、一部供用 | 24～72 時間以内 72 時間以降継続 |
| | 国有港湾施設（臨港道路）の通行機能確保 | 24～72 時間以内 |
| | 国有港湾施設（水域施設）の啓開 | 24～72 時間以内 |
| | 航路等（港湾管理者）の啓開支援 | 24～72 時間以内 |

※ 「東京港における首都直下地震発生時の震後行動」¹⁾を参考に整理

(3) 「準備（緊急物資輸送）」段階（3時間～72時間）における業務

港湾管理者は輸送体制を確保し、国交省等と連携し緊急輸送基盤を確保、輸送を開始する。このとき、係留施設の状態等が適切なフォーマットで整理されていることで、対応可能岸壁の選定や緊急輸送を行うための応急復旧の優先順位決定等の判断の迅速化を図ることができる。

表 5.2 「準備（緊急物資輸送）」段階における主な重要業務（港湾管理者・国交省関連）

| 関係主体 | 重要業務の内容 | 目標時間 |
|--------------------|--|----------|
| 東京都港湾局 | 荷役等の体制確保 | 3～24時間以内 |
| | 輸送船舶の確保、緊急輸送の要請 | 3～24時間以内 |
| 国交省関東地方整備局（港湾空港関係） | 最低限度の緊急輸送基盤の確保 ・復旧計画策定支援ツールを用いた初動調査結果の整理・対応優先順位の決定等 | 3～24時間以内 |

※「東京港における首都直下地震発生時の震後行動」¹⁾を参考に整理

(4) 「緊急物資輸送活動段階」（24～72時間で開始）及び以降の本格的活動における業務

緊急物資輸送とあわせて、順次応急復旧を進め供用可能な施設を増やしていくこととなるが、比較的早期に復旧可能な施設を明確にするとともに、復旧工事等の見通しを立て関係者及びユーザーへの情報提供を順次進めることとなる。

この際、復旧計画策定支援ツールに情報が蓄積されていることで、関連する情報の整理・把握を効率的に行うことができる。

表 5.3 「緊急物資輸送段階」段階における主な重要業務（港湾管理者・国交省関連）

| 関係主体 | 重要業務の内容 | 目標時間 |
|--------|---|-----------|
| 東京都港湾局 | 確保した海上輸送基地の一部供用 ・復旧計画策定支援ツールを用いた初動調査結果の整理・対応優先順位の決定等 | 24～72時間以内 |

※「東京港における首都直下地震発生時の震後行動」¹⁾を参考に整理

5-2 結論

本研究では、地震・津波等による大規模災害に見舞われた港湾について、速やかに被災状況を把握し、復旧の見通しを立て関係者間で共有するため、技術的課題の整理及び解決策の提案を行った。

第1章では、東日本大震災等大規模な災害が発生した際に、発災後の対応における課題を整理した。これを踏まえ、「初動調査の効率化」と「復旧計画策定の効率化」を本研究のテーマに据えている。

第2章及び第3章では、港湾施設が大規模な地震・津波災害に見舞われた際の初動調査における課題を受け、このうち安全性・効率性向上に多大な効果が期待される技術に関連した研究開発について述べた。

第2章では、災害発生時における UAV の活用の可能性について考察するとともに、UAV 飛行の安全性を確保する技術として、LED パネルを用いた可視光通信による操縦技術を開発した。これによりパネルを設置した経路で UAV を飛行させることや、離着陸箇所へのパネルによる誘導を行うことなどが可能となるほか、大規模な地殻変動により既存の座標系が使用できない場合でもパネルに沿った自律飛行が可能となる。このような形で UAV 飛行の安全性を向上させることは、従来実施してきた目視や測量により積極的に UAV を導入することを可能とし、初動調査の効率性を高めることが期待できる。また、本技術を用いることにより、比較的経験の浅い操縦者のサポートや、操縦訓練時の安全対策としての効果も期待できる。

第3章では、従来の水上目視等により確認する必要があった栈橋上部工の状態について、電磁波レーダを用いた上面からの調査により評価することを試みた。現地試験の結果、評価可能な部材の厚さには制限があり、現時点では被災前と被災後に取得したデータの比較により変状の発生可能性の評価に用いることが現実的であると考えられる。本技術については引き続きデータ判読に必要な事例収集を行うとともに、機材の改良・運用方法の研究を進め判定精度の向上を図ることとしている。本技術が実装段階に到達した場合は、水上作業に危険性がある場合でも比較的安全に陸上からの調査が実施できる点や、装置の機動性及び空洞化調査とあわせて実施できる利点もあり、従来からの水上からの調査と比較して安全性・効率性の向上が期待できる。

第4章では、初動調査で得られた情報をもとに、比較的早期に復旧可能な施設について費用・必要期間等の概算値を示す復旧計画策定ツールを提案した。同ツールは極力簡単にデータ入力処理等を行うことができることに配慮した簡潔なものとしており、これにより被災した港湾施設について被害状況の概要を統一

フォーマットで整理でき，さらにおおよその復旧の見通しを立案することが可能となる．

本研究の成果により，港湾管理者が発災後の初動調査から復旧計画の立案までの作業の効率性が高まり，早期に必要な情報が関連企業を含めた関係者間で共有されることにより，各々で策定した BCP の効力を高め，被災後の復旧・復興の迅速化につながるものと考えられる．

参考文献

- 1) 港湾 BCP による協働体制構築に関する東京港連絡協議会：東京港における首都直下地震発生時の震後行動，2013

謝辞

本論文の執筆にあたりお世話になった方々に対し、ここに記すことにより感謝申し上げます。

徳島大学大学院理工学研究部 中野晋教授には、本論文の執筆・提出まで紆余曲折あった中、研究の進め方や進捗管理、Webシステムを活用したゼミの開催などを通じて、終始手厚いご指導をいただき感謝の念に耐えません。

本研究のテーマの一つである可視光通信を用いた UAV の操縦技術の開発は、徳島大学大学院社会産業理工学研究部 浮田浩行先生と共同研究という形で多くのご指導のもと実施させていただきました。

株式会社カナン・ジオリサーチ 篠原 潤氏には、電磁波レーダを用いた栈橋上部工調査において、機器の提供・データ解析に関する多大なご支援をいただきました。

横浜港埠頭株式会社 山本真史氏ならびに喜多村敦史様には、電磁波レーダを用いた栈橋上部工調査に係る実証試験フィールドの確保にあたりご協力いただいたとともに、同技術の適用可能性の検討にあたり多くのご示唆をいただきました。

パシフィックコンサルタンツ株式会社国土基盤事業本部港湾部 嶋田宏様、石河雅典様には、徳島大学博士課程の先輩としても多くのご助言、励ましをいただきました。また、勤務と学業の両立にご理解をいただきました港湾部の関係者皆様に感謝いたします。

そして、大学院進学にご理解とご支援をいただきました全ての皆様、そして、応援してくれました妻、2016年3月に出生し、育児-業務-学業という3重のマルチタスクという環境下で多大なパワーを与えてくれました長男瑛士にも感謝いたします。

平成 31 年 3 月
佐々木信和

参考資料-1 2011年東日本大震災の対応状況に関する記事一覧

被災港湾における状況把握及び岸壁復旧等に関する対応状況について、表参考 1.1 に示す国交省公開情報及び新聞記事の記事を一覧表形式で整理した結果を以降に示す。

表 参考 1.1 収集資料一覧

| 資料・新聞の名称 | 発行元 |
|-----------------|--|
| 災害・防災情報（東日本大震災） | 国土交通省 (http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html) |
| 海事プレス | 株式会社海事プレス社 |
| マリタイム | 株式会社マリタイムデーリーニュース社 |
| 日刊 CARGO | 株式会社海事プレス社 |
| 日刊海事新聞 | 株式会社日刊海事新聞社 |
| 港湾空港タイムス | 株式会社都市計画通信社 |

表-2011年東日本大震災関連連記事一覧(1)

| 記事発生日 | 概要 | 新聞・資料の名称 | 新聞・資料の日付 | 備考 | 分類1 | 分類2 | 分類3 |
|-------|--|----------|----------|-------|--------|------|------|
| 3月11日 | 日正汽船ケミカル船が鹿島港で漂流・避泊 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 日本郵船バルカー3隻が座礁・岸壁衝突 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 商船三井バルカー石巻港で座礁 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 商船三井 鹿島港でバルカー損傷 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 第一中央汽船 鹿島港でバルカー損傷 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 日本汽船 鹿島港でケミカル船漂流・避泊 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 日本郵船 福島県内港湾でバルカー3隻 座礁・岸壁衝突 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | NSユニテッド海運 相馬港で船体損傷 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月11日 | 災害へり離陸情報等 | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 岩手県釜石港湾口防波堤に被害がある模様との報告掲載 | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月11日 | 東北地震の監視カメラがなかならない状態のため被害状況確認できず | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 北海道開発局、関東地方整備局のカメラからの確認では、現段階で大きな被害は確認できない。 | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 津波到達情報掲載開始 | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 海上保安庁による駆鯨・漂流情報掲載 | 国交省災害情報 | 3月11日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 横浜港・川崎港の岸壁においてひび割れ確認(詳細不明) | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月11日 | 巡視船艇・航空機により北海道～沖縄県の太平洋側沿岸域被害状況調査及び救助実 | 国交省災害情報 | 3月11日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 速報 | |
| 3月11日 | 港別法適用港関係者等に対して電話FAX等により情報提供 | 国交省災害情報 | 3月11日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 連絡 | |
| 3月11日 | 15:01～15:44にかけて地震・津波に関する日本航行警報、NAVTEX警報済み | 国交省災害情報 | 3月11日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 連絡 | |
| 3月11日 | 147港で船舶への避難勧告、93港で警戒勧告を実施 | 国交省災害情報 | 3月11日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 連絡 | |
| 3月11日 | 中部地方整備局管内の施設について、カメラからの確認では、現段階で大きな被害は確認できない。 | 国交省災害情報 | 3月11日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月12日 | 日本港運協会 東北地方太平洋沖地震対策本部を設置 | マリタイム | 3月15日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月12日 | 久慈港 作業台船水没、仮置ケーソン破壊、起重機船乗り上げ、浮標灯・標識灯流出、北日本造船の建物半壊、石油備蓄基地施設にも被害がある模様。 | 国交省災害情報 | 3月12日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月12日 | 横浜港・川崎港、茨城港の被災状況報告 | 国交省災害情報 | 3月12日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月12日 | 電子国土webシステムによる被災情報の公開を準備中。 電子基準点の解析結果から、最大水平方向約4m、鉛直方向で約70cmの地殻変動を検出(暫定値) | 国交省災害情報 | 3月12日 | 国土地理院 | 情報・データ | データ | |
| 3月12日 | 地殻変動の結果から震源断層モデル(暫定版)を作成。 | 国交省災害情報 | 3月12日 | | 情報・データ | データ | |
| 3月12日 | 各港湾の被害状況が集まり始める | 国交省災害情報 | 3月12日 | | 情報・データ | データ | |
| 3月12日 | 各港湾の被害状況に点検情報の掲載も開始 | 国交省災害情報 | 3月12日 | | 情報・データ | データ | |
| 3月13日 | 宮古、釜石、仙台塩釜について緊急物資輸送のための航路確保作業に着手 | CARGO | 3月16日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月13日 | 仙台港高砂CTI、コンテナ多数流出 | マリタイム | 3月15日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月13日 | 商船三井フェリー フェリー4隻で苫小牧-青森への自衛隊車両・隊員の輸送開始 | マリタイム | 3月15日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月13日 | 津軽海峡フェリー 災害救助派遣で臨時船投入 | 海事プレス | 3月15日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月13日 | 国交省 航路確保のための起重機船4隻を確保 | 海事プレス | 3月16日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月13日 | 東北管内、旅客船・フェリー12業者と連絡取れず | 日刊海事通信 | 3月15日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月13日 | 航空写真を国土地理院ホームページで提供開始(3/13～) | 国交省災害情報 | 3月13日 | | 情報・データ | データ | |
| 3月13日 | 津波注意報は全て解除(3/13 17:58) | 国交省災害情報 | 3月13日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月14日 | 八戸、仙台港、大船渡、小名浜、茨城、鹿島で荷役不能 | CARGO | 3月15日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月14日 | 税関13拠点業務停止 | CARGO | 3月15日 | | 施設・設備 | 施設 | |
| 3月14日 | 外貿コンテナ定期船 荷役不能6港を抜港 | CARGO | 3月15日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月14日 | 新日本製鉄 自社港湾施設損壊により釜石製鉄所の復旧見通し立たず | マリタイム | 3月15日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 3月14日 | OOCL 仙台、常陸那珂、鹿島が使用不能 | マリタイム | 3月15日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |

表-2011年東日本大震災関連記事一覧(2)

| 記事発生日 | 概要 | 新聞・資料の名称 | 新聞・資料の日付 | 備考 | 分類1 | 分類2 | 分類3 |
|-------|--|----------|----------|-------|--------|------|-------|
| 3月14日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家を東北管内の港湾の被災調査に向け派遣準備 | 国交省災害情報 | 3月14日 | 国総研 | 協力者 | 職員 | |
| 3月14日 | 港湾空港技術研究所では、関東地整の要請により、地震・構造分野の専門家2名を茨城港及び鹿島港被災調査に派遣(3/14～)。東北地整の要請により、津波及び地震・地盤・構造分野の専門家を東北管内の港湾及び山台空港の被災調査に向け派遣準備。 | 国交省災害情報 | 3月14日 | 港空研 | 協力者 | 職員 | |
| 3月15日 | 井本商運、内港フェイダ輸送を運休 | CARGO | 3月16日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月15日 | 荷役用軽油の需給ひっ迫 | CARGO | 3月16日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月15日 | 常陸那珂港-7.5m耐震岸壁が利用可能に | マリタイム | 3月15日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月15日 | 釜石港 須賀地区岸壁の航路再開完了 | マリタイム | 3月17日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月15日 | ヤマト造船所 右巻港で建造中船舶が座礁・漂流 | 海事プレス | 3月15日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月15日 | 国交省 緊急輸送等対応方針を公表 | 海事プレス | 3月16日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月15日 | 船船三井フェリー、みなと復旧に向け関係機関に調査等依頼 | 日刊海事通信 | 3月16日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月15日 | 東北管内、旅客船9事業者と以前連絡取れず | 日刊海事通信 | 3月16日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月15日 | 釜石港 航路再開作業完了 須賀地区岸壁(-11m)が復旧 | 日刊海事通信 | 3月17日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月15日 | SCOPE 先遣隊を派遣へ | 港湾空港タイムス | 3月21日 | | 協力者 | 職員 | |
| 3月15日 | ・航路標識の被害状況調査を実施中(夜間の視認調査を含む) ・航路標識、航路障害物等に関する航行警報発出 | 国交省災害情報 | 3月15日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月15日 | 航路標識被害情報 ・倒壊、傾斜10基 ・消灯9基 ・移動、流出37基 ・欠射1基 | 国交省災害情報 | 3月15日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 被災状況 |
| 3月15日 | 撮影した空中写真をつなぎ合わせたモザイク写真を国土地理院ホームページで公開(3/14～) 電子基準点データ解析による滑り分布モデルを作成(3/14) 電子基準点データ解析による地震後の変動と滑り分布モデルを作成(3/14) | 国交省災害情報 | 3月15日 | 国土地理院 | 情報・データ | データ | |
| 3月15日 | 緊急輸送 ・本庁対策本部に「緊急輸送対応班」を設置し、対外調整等を実施 ・13日、八戸港沖の入港待機漁船に対し、食料等支援物資を供与 ・13日、岩手県尾崎白浜の孤立した被災者に対し、発電機用燃料を供与 ・14日、釜石港において測量船「海洋」により、港内の一部について、水路測量を実施 ・12日、二管区本部に避難した住民に対する毛布200枚、非常食(クワッカー240缶)を陸路輸送 ・14日、巡視船の現場派遣にあわせ、神奈川県から岩手県への食料等の救援物資(合計780kg)の搬送を実施 | 国交省災害情報 | 3月15日 | 海上保安庁 | 協力者 | 職員 | |
| 3月15日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家を東北管内の港湾の被災調査に向け派遣 さらに、八戸港、大船渡港等の被災調査に向け派遣準備。 | 国交省災害情報 | 3月15日 | 国総研 | 協力者 | 職員 | |
| 3月16日 | 仙台港 物資輸送船が高松埠頭に接岸 | マリタイム | 3月17日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月16日 | 小名浜港 緊急物資輸送船に関して航行自粛を解除 | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月16日 | 仙台港、釜石港と三陸運輸で荷役体制を確立 | マリタイム | 3月18日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月16日 | 国内フェリー定期航路再開見通し立たず | 海事プレス | 3月16日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月16日 | クルーズ船の旅程変更、キャンセル相次ぐ | 海事プレス | 3月16日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月16日 | 小名浜港 一部供用開始 | 日刊海事通信 | 3月17日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |

表-2011年東日本大震災関連記事一覧(3)

| 記事発生日 | 概要 | 新聞・資料の名称 | 新聞・資料の日付 | 備考 | 分類1 | 分類2 | 分類3 |
|-------|--|----------|----------|-------|--------|------|-------|
| 3月16日 | 運航船被害 相馬・鹿島に集中 一時10隻超 | 日本海事新聞 | 3月16日 | | 施設・設備 | 海運 | |
| 3月16日 | 15日、釜石、宮古、仙台港において、測量船3隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月16日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月16日 | 15日、釜石港一部供用開始 16日、小名浜港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月16日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月17日 | 全日本港湾輸送第1船入港へ(仙台塩釜港) | CARGO | 3月17日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月17日 | 日本港湾労働組合、宮古、仙台港で荷役体制を確認 | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月17日 | 京浜港 コンテナヤードスペースがひびく | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月17日 | 興亜海運 東北2サービス(韓中航路)を一時休止 | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月17日 | 石巻港・宮古港に緊急物資輸送船 | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月17日 | 仙台港 緊急物資輸送船はガソリン流出で待機中 | マリタイム | 3月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月17日 | 仙台塩釜港 タンカー入港に向けた水路測量開始 | 日刊海事通信 | 3月18日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月17日 | ① 水路測量の実施状況 ・14日、釜石港において測量船「海洋」により、港内の一部について、水路測量を実施 ・15日、釜石、宮古、仙台港において、測量船3隻による港内の水路測量等実施 ・16日、八戸、仙台、宮古港において、測量船4隻による港内測量等実施 ② 港湾の供用状況 ・15日1800、釜石港一部供用開始 ・16日1200、小名浜港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月17日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月17日 | ・巡視船の現場派遣にあわせ、神奈川県から岩手県への支援米(500kg)を搬送 ・巡視船の現場派遣にあわせ、釜石市、宮古市への救援物資(毛布100枚等)を搬送 | 国交省災害情報 | 3月17日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月18日 | 仙台港への緊急物資荷揚げ実施 | マリタイム | 3月22日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月18日 | 仙台塩釜港 中野地区高松埠頭岸壁及び航路が復旧 | 日刊海事通信 | 3月22日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月18日 | ・17日、八戸港、仙台塩釜港(仙台区、塩釜区)において、測量船4隻による港内の水路測量等実施 ・17日、宮古港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月18日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月18日 | ・18日、八戸、仙台塩釜港(塩釜区)において、測量船2隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月18日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月19日 | 相馬港 2号ふ頭4号岸壁 災害復旧利用が可能に | 日本海事新聞 | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月19日 | 八戸港 八太郎地区の一部施設が一般利用で復旧 | 日本海事新聞 | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月19日 | 茨城港日立地区2バース一部復旧 | 日本海事新聞 | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月19日 | 鹿島港北公共で1バース一部復旧 18日、釜石港にて、給水車9台に対し、巡視船搭載の清水約8トン、ガソリン6缶(120リットル)を提供 ・18日、釜石港にて、岩手県振興局手配のトラックに対し、巡視船搭載の救援物資(空ボトルタンク50個、バナナ80本入り4箱、リンゴ38個入り16箱、カップ麺600個等)を提供 | 国交省災害情報 | 3月19日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月19日 | 19日仙台塩釜港(仙台区)12港が利用可能に | 国交省災害情報 | 3月19日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月20日 | 被災地15港中12港が利用可能に | マリタイム | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月20日 | 久慈港で災害対策利用が可能に 19日仙台塩釜港(仙台区)にて宮城県(陸上自衛隊経由)に対し巡視船搭載の救援物資(補給水タンク2個、リヤカー20台、簡易ベッド50台、移動式発電機5台、軽油20リットル×5缶、ガソリン20リットル×5缶、毛布300枚)を提供 ・19日、茨城県大洗港にて、大洗町等に対し、巡視船搭載の清水約10.5トンを提供 | 国交省災害情報 | 3月20日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月20日 | 19日、久慈、仙台塩釜港(塩釜区)において、測量船2隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月20日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |

表-2011年東日本大震災関連連記事一覧(4)

| 記事発生日 | 概要 | 新聞・資料の名称 | 新聞・資料の日付 | 備考 | 分類1 | 分類2 | 分類3 |
|-------|---|----------|----------|-------|--------|------|-------|
| 3月20日 | 18日、鹿島港一部供用開始 ・19日、八戸港一部供用開始 ・19日、相馬港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月20日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月20日 | 利用可能な港湾の掲載開始 | 国交省災害情報 | 3月20日 | | 情報・データ | 速報 | |
| 3月21日 | 仙台港で一部災害対策利用が可能に | マリタタイム | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月21日 | 内航送船が仙台塩釜港へ到着 | マリタタイム | 3月23日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月21日 | 仙台塩釜港真山ふ頭内3バースの利用が可能に | 日本海事新聞 | 3月23日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月21日 | 仙台塩釜港でタンカーによる石油受入が可能に | 日本海事新聞 | 3月29日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月21日 | 21日、金石港にて、岩手県大槌町(陸上自衛隊経由)に対し、仙台塩釜港(仙台区)で積載した | 国交省災害情報 | 3月21日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月21日 | 21日、金石港において、金石市民34名に対し、巡視船2隻による入浴支援を実施 ・21日、金石港にて、岩手県、金石市への、救援物資(毛布223枚等)を搬送 | 国交省災害情報 | 3月21日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月22日 | 国交省 緊急物資輸送体制を拡充 9社18隻確保 | CARGO | 3月22日 | | 協力者 | 海運 | |
| 3月22日 | 大船渡港で災害対策利用が可能に | マリタタイム | 3月24日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月22日 | 川崎近海汽船 青森一苦小牧航路で臨時運行実施 | 海事プレス | 3月28日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月22日 | 22日、大船渡港、気仙沼港において、測量船2隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月22日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月22日 | 航路標識の応急復旧状況 ・20日、仙台塩釜港(塩釜区)航路の灯浮標6基 ・21日、仙台塩釜港(仙台区)航路の灯浮標1基 | 国交省災害情報 | 3月22日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月23日 | 茨城港、鹿島港計11岸壁の利用が可能に | マリタタイム | 3月24日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月23日 | 被災地港湾15港中13港が利用可能に | マリタタイム | 3月24日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月23日 | 石巻港 災害対策利用が可能に | マリタタイム | 3月25日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月23日 | シバルシーグループズ社 4～5月の日本寄港中止 | 日本海事新聞 | 3月24日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月23日 | 栗林商船 仙台塩釜港で緊急輸送物資輸送を開始 | 日本海事新聞 | 3月24日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月23日 | 22日、小名浜港にて、福島県に対し、巡視船搭載の軽油40キロリットルを提供 | 国交省災害情報 | 3月23日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月23日 | 22日、釜石港において、釜石市民16名に対し、巡視船による入浴支援を実施 | 国交省災害情報 | 3月23日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月23日 | 23日、気仙沼港、石巻港において、測量船3隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月23日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月23日 | 22日、大船渡港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月23日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月23日 | 22日、仙台塩釜港(仙台区)灯台I基復旧 | 国交省災害情報 | 3月23日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月24日 | 海運各社の完成車輸送に深刻な影響 | 日本海事新聞 | 3月24日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月24日 | 神戸港から八戸港へ救援物資を無償輸送 日本郵船 | CARGO | 3月25日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月24日 | 茨城港大洗地区利用可能に 茨城県内の各港で利用可能な岸壁確保 | マリタタイム | 3月25日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月24日 | 茨城港大洗地区第4ふ頭が供用再開 | 日刊海事通信 | 3月25日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月24日 | 24日、大洗港一部供用開始 | 国交省災害情報 | 3月24日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月25日 | 国交省 仙台塩釜・八戸港へ復旧支援の先遣隊派遣 | CARGO | 3月30日 | | 協力者 | 職員 | |
| 3月25日 | 基幹航路など定期船サービス 日本抜港鎮静化の兆し | 日本海事新聞 | 3月30日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 3月25日 | 25日、気仙沼港一部供用開始予定 | 国交省災害情報 | 3月25日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月26日 | 14日～23日、大島から気仙沼港まで、巡視艇により自衛官、消防士、島民等延べ244名の輸送を実施 | 国交省災害情報 | 3月26日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月26日 | 24日、気仙沼港、石巻港において、測量船2隻による港内の水路測量等実施 | 国交省災害情報 | 3月26日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月27日 | 25日、相馬港において測量船「天津山」により、港内の一部において、水路測量を実施 | 国交省災害情報 | 3月27日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 3月28日 | 26日、小名浜港において測量船「明洋」により、港内の一部において、水路測量を実施 | 海事プレス | 3月29日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月28日 | 日本郵船 モジュール船八戸港へ到着 | 港湾空港タイムス | 3月28日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 3月28日 | 27日、小名浜港において測量船「明洋」により、港内の一部において、水路測量を実施 | 国交省災害情報 | 3月28日 | 海上保安庁 | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |

表-2011年東日本大震災関連連記事一覧(5)

| 記事発生日 | 概要 | 新聞・資料の名称 | 新聞・資料の日付 | 備考 | 分類1 | 分類2 | 分類3 |
|-------|---|----------|----------|-------|--------|------|-------|
| 3月29日 | 日本通運 支援助物資輸送で仙台臨時寄港 | 海事プレス | 3月29日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月29日 | 13日～28日、大島から気仙沼港まで、巡視艇により自衛官、消防士、島民等延べ319名及び被災者向け物資の輸送を実施 | 国交省災害情報 | 3月29日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 3月31日 | 30日、巡視艇により博多港から釜石港救護物資(食料、日用品等約4.5トン、一般企業提供)を搬送 | 国交省災害情報 | 3月31日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 4月1日 | 4/1～9/30まで 東京港-被災地域への入港料免除 | CARGO | 4月6日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 4月1日 | 仙台臨釜港、石巻港で一般船舶の利用が可能に | マリタタイム | 4月5日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 4月1日 | 川崎港-被災地港湾の入港料免除 | マリタタイム | 4月11日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 4月1日 | 岩手県内の港湾施設使用料免除 | 日本海事新聞 | 4月13日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 4月4日 | 4月3日、仙台臨釜港(仙台区)において測量船「海洋」により、港内の一部について、水路測量を実施 | 国交省災害情報 | 4月4日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 4月5日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家2名を小名浜港、相馬港等の被災調査に向け派遣(4/5～) | 国交省災害情報 | 4月5日 | 国総研 | 協力者 | 職員 | |
| 4月5日 | 関東地整の要請により、津波の専門家1名を鹿島港、茨城港等の被災調査に向け派遣(4/5～) | 国交省災害情報 | 4月5日 | 国総研 | 協力者 | 職員 | |
| 4月5日 | 4月2日～4日、釜石港にて、DMAT職員のべ34名に対し、巡視艇による宿泊支援を実施 | 国交省災害情報 | 4月5日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 4月5日 | 4日、釜石港において、釜石市民28名に対し、巡視艇による入浴支援を実施 | 国交省災害情報 | 4月5日 | 海上保安庁 | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 4月6日 | 東北地整の要請により、津波及び港湾施設設計の専門家5名を小名浜港、相馬港等の被災調査に向け派遣(4/5～) | 国交省災害情報 | 4月6日 | 港空研 | 協力者 | 職員 | |
| 4月6日 | 5日、釜石港において、釜石市民39名に対し、巡視艇による入浴支援を実施 | 国交省災害情報 | 4月6日 | | 情報・データ | 航路情報 | 物資輸送等 |
| 4月7日 | 千葉港-被災地港湾の入港料免除 | マリタタイム | 4月11日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 4月7日 | 仙台港 自動車運搬船の定期航路再開 | マリタタイム | 4月12日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 4月11日 | 名古屋-仙台間の定期航路再開 | マリタタイム | 4月12日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 4月11日 | 35%、129ベースが暫定再開 | 日本海事新聞 | 4月11日 | | 施設・設備 | 港湾施設 | 復旧状況 |
| 4月22日 | 井本商運 内港定期フェイダササービスの八戸港寄港を再開へ | CARGO | 4月18日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 4月22日 | 国交省発表 港湾荷役機器復旧に97億円予算計上 | CARGO | 4月25日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 4月23日 | 井本商運 内港定期フェイダササービスの八戸港寄港を再開 | CARGO | 4月26日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 4月26日 | 八戸港 外貿コンテナ航路5/16再開へ | CARGO | 4月27日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |
| 5月2日 | 東北地整 復旧への技術検討委員会第1回会合 | 港湾空港タイムス | 5月2日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 5月11日 | 港空研・国総研 港湾空港被害調査報告会 開催 | 港湾空港タイムス | 5月16日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 5月16日 | 災害復旧被害査定調査開始 | 港湾空港タイムス | 5月16日 | | 施設・設備 | その他 | |
| 5月19日 | 八戸港-韓中航路再開 | CARGO | 5月20日 | | 情報・データ | 航路情報 | 企業情報 |

参考資料-2 大規模地震発生後の施設被災状況一覧

大規模地震発生後に実施した被災状況調査結果に関する以下の資料をもとに、被災施設の被害内容・程度等について一覧表形式で整理した結果を以降に示す。

- 1) 運輸省港湾技術研究所：1978年宮城県沖地震港湾被害報告，港湾技研資料 No. 325，1979
- 2) 運輸省港湾技術研究所：1983年日本海中部地震港湾被害報告，港湾技研資料 No. 511，1985
- 3) 運輸省港湾技術研究所：1993年釧路沖地震港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 766，1993
- 4) 運輸省港湾技術研究所：1993年北海道南西沖地震による港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 791，1994
- 5) 運輸省港湾技術研究所：1994年北海道東方沖地震による港湾施設被害報告，港湾技研資料 No. 856，1997
- 6) 運輸省港湾技術研究所：1995年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告，港湾技研資料 No. 857，1997
- 7) 独立行政法人 港湾空港技術研究所：平成12年（2000年）鳥取県西部地震による港湾施設等の被害報告，港湾空港技術研究資料 No. 1015，2001
- 8) 独立行政法人 港湾空港技術研究所：2005年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告，港湾空港技術研究所資料 No. 1165，2007
- 9) 国土交通省国土技術政策総合研究所，国立研究開発法人 港湾空港技術研究所：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による港湾施設等被害報告，国土技術政策総合研究所資料 No. 798，港湾空港技術研究所資料 No. 1291，2015

表-港湾施設被害状況一覧(1978年宮城県沖地震)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|--------|------|--------|-----|------|-------------------|------|-----------|-----------|--------------------|
| 1978 | 宮城県沖地震 | 仙台港 | 長浜 | | | 護岸 | | ○ | | 波返工沈下、水明きクランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 仙台港 | プエリノス頭 | | | 棧橋 | | | | 舗装沈下、目地離脱 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 中ふ頭 | | | 中ふ頭遮断面物揚場(-1.0m) | | | | 上部工前傾及びエプロンクランク沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 千原の浦 | | | 千原の浦旅客棧橋 | | | | エプロン沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 要害浦 | | | 要害浦物揚場(-2.0m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装クランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 要害浦 | | | 脚壁 | | | | クランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 吉田・花刈 | | | 吉田浜、花刈浜物揚場(-1.5m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装クランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 吉田・花刈 | | | 吉田浜、花刈浜物揚場(-1.5m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装クランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 馬放島 | | | 馬放島物揚場 | | | | 目地離脱、舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 桂島 | | | 石浜物揚場(B)(-2.0m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装沈下0.2m |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 桂島 | | | 石浜物揚場(B)(-1.5m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装沈下0.10m |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 桂島 | | | 石浜船揚場 | | | | 舗装クランク・沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 真山内頭 | | | 石浜北防波堤 | | | | 目地離脱、沈下0.13m |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 中ふ頭 | | | 真山内頭の取付護岸 | | | | 取付部陥没沈下及び法線移動 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 千原の浦 | | | 中ふ頭前面棧橋 | ○ | | | 棧橋と護岸のずれ |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 西宮浜 | | | 観光棧橋 | | ○ | | 沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 東宮浜 | | | 西宮浜棧橋 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 代々駒清水 | | | 物揚場(-1.5m) | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 代々駒清水 | | | 代々駒清水物揚場 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 代々駒清水 | | | 代々駒清水物揚場 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 代々駒清水 | | | 代々駒清水物揚場 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 吉田・花刈 | | | 西防波堤 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 石浜 | | | 西防波堤 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 海苔前 | | | 石浜船揚場 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 海苔前 | | | 石浜北防波堤 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 海苔前 | | | 観光棧橋 | | | | |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 海苔前 | | | 護岸 | | | | エプロン沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 双崎山下 | | | 物揚場 | ○ | | | 水明き沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 塩釜港 | 海苔前 | | | 護岸 | | | | 上部工一部前傾、舗装クランク及び沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 中島埠頭 | | | 護岸(-10m) | | ○ | | 上部工沈下、クランク |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 大手ふ頭 | | | 岸壁(-7.5m) | | | | 水明き沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 日和ふ頭 | | | 岸壁(-9.0m) | | ○ | | 上部工傾斜0.5m、エプロン沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 潮見埠頭 | | | 岸壁(-4.5m) | | ○ | | 舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 酒蒸ふ頭 | | | 岸壁(-7.5m) | | | | 舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 西浜海岸 | | | 堤防 | | | | 波返工はらみ |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 石巻港 | 西浜海岸 | | | 堤防 | | | | 水明きクランク |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 雄勝港 | 立浜 | | | 防波堤 | | | | 沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 雄勝港 | 大浜 | | | 防波堤(-2.5m) | | ○ | | 上部工前傾、舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 雄勝港 | 伊勢畑 | | | 防波堤 | | | | 沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 雄勝港 | 小楢 | | | 物揚場(-1.5m) | | | | 沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 金華山港 | 金華山 | | | 物揚場(-2.0m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 金華山港 | 金華山 | | | 2号物揚場(-2.5m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 金華山港 | 金華山 | | | 3号物揚場(-2.5m) | ○ | | | 上部工前傾、舗装沈下 |
| 1978 | 宮城県沖地震 | 金華山港 | 金華山 | | | 物揚場 | | | | 上部工前傾、舗装沈下 |

表-港湾施設被害状況一覧(1982年浦河沖地震)

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|-------|-----|------|-----|------|--------------|------|------|-----------|------|------|---------------------------------|
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 北埠頭-7.5m岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | I | エブロン沈下, 取付護岸滑動0.1m・沈下0.14m |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 北埠頭-5.5m岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動0.4m, 沈下0.15m, 舗装沈下0.19m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 北埠頭-4.5m岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動0.33m, 上部工沈下0.16m, 舗装沈下・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 中央ふ頭-1.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | I | 法線移動0.21m, 舗装沈下0.23m |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 中央ふ頭-3.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | II | 法線移動0.54m, 舗装沈下0.25m |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 第1物揚場(-3.5m) | 重力式 | ○ | | | I | 法線移動0.025m, 舗装沈下0.1m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 第2物揚場(-4.0m) | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.08m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 第3物揚場(-2.5m) | 重力式 | ○ | | | I | 法線移動0.25m, 舗装沈下0.15m |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 第4物揚場(-2.5m) | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.10m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.40m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 南埠頭-5.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | II | 法線移動0.20m, 舗装沈下0.42m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 浦河港 | 本港地区 | | | 北防波堤 | 重力式 | | ○ | | I | 消波ブロック沈下1.50m |
| 1982 | 浦河沖地震 | 室蘭港 | 築地地区 | | | 西1号ふ頭西側岸壁 | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.17m・亀裂 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 室蘭港 | 築地地区 | | | 西1号ふ頭東部護岸 | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.15m・亀裂, 上部工クラック, 一部滑動 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 室蘭港 | 築地地区 | | | 西2号ふ頭-7.5m岸壁 | 重力式 | | | | I | 舗装沈下0.13m・亀裂, 一部上部工滑動 |
| 1982 | 浦河沖地震 | 室蘭港 | 船守地区 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 床面ブロック降起0.25m |

表- 港湾施設被害状況一覧(1993年日本海中部地震(1))

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|---------|------|------|-----|------|----------------|------|------|-----------|-----------|------------------------------|
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 外港 | | | 外港-13m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 法線移動、躯体傾斜、目地開き、エプロン沈下最大1.5m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 外港 | | | 泊地護岸(-13m) | 矢板式 | ○ | | | 法線移動 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 大浜 | | | 大浜-10m2号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 矢板折損、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 大浜 | | | 大浜-10m3号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 上部工傾斜、矢板湾曲、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 大浜-4.5m1.2号岸壁 | 矢板式 | | | | |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 中島1号岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 取付部崩壊、上部工前傾、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 中島2号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 上部工前傾、エプロン沈下、アンダーガ破 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 中島3号岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | | 法線移動、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 北埠頭A岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 下浜-1m物揚場 | 矢板式 | | ○ | | 法線移動、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 南埠頭C岸壁 | 矢板式 | | | | 全面崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 南埠頭D岸壁 | 矢板式 | | | | エプロン沈下、控え工前傾 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 秋田-3m物揚場 | 重力式 | | ○ | | エプロン沈下、控え工前傾 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 下浜-5m岸壁 | 矢板式 | | | | 上部工崩壊、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港 | | | 下浜-3m物揚場 | 矢板式 | | | | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 内港 | | | 寺内堤岸 | 重力式 | | ○ | | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 内港 | | | 寺内堤岸 | 重力式 | | | | 右傾工沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜-10m1号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 鋼矢板湾曲、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜-10m2号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 鋼矢板湾曲、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜-10m3号岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 上部工の隆起への阻害、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜-7.5m1号岸壁 | 矢板式 | | | | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜-7.5m2号岸壁 | 矢板式 | | | | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜護岸 | 矢板式 | | | | 水引き沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 向浜 | | | 向浜公園護岸 | 矢板式 | ○ | | | 矢板頂部の前傾、水引きの沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | 船川防波堤 | 重力式 | | | | 上部工クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | 15000トン岸壁 | 重力式 | | | | エプロン沈下0.4m、先端部上詰工にクラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | 先端護岸 | 重力式 | | | | 護岸水引き沈下最大0.15m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | -4m物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | 堤体沈下最大0.25m、堤体前傾、エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | -3m物揚場 | 重力式 | | | | 法線移動最大1.2m、エプロン沈下最大0.16m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 秋田港 | 本港地区 | | | 第1埋立地船揚場 | | | | | 側壁上部クラック、斜降クラック、沈下最大 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 船川港 | 船川地区 | | | 金川護岸 | 重力式 | ○ | | | 上部工前傾0.18m、梁プロッククラック・沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 船川港 | 船川地区 | | | 金川護岸 | 重力式 | ○ | | | 木体工前傾、水引き沈下、クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 船川港 | 船川地区 | | | 金川護岸 | 矢板式 | | | | 梁プロック崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 船川港 | 船川地区 | | | 防砂岸 | 重力式 | ○ | ○ | | 先端部沈下傾斜最大0.34m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 船川港 | 船川地区 | | | 羽立物揚場 | 重力式 | | | | エプロン沈下最大0.09m・クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 戸賀本港 | 戸賀本港 | | | 4号物揚場 | 重力式 | ○ | | | 法線移動最大0.3m、エプロン沈下最大0.4m・クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 戸賀本港 | 戸賀本港 | | | 道路護岸 | 重力式 | ○ | | | 船壁工沈下最大0.4m、法線移動最大 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 階段護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | 堤体沈下、法線移動 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 護岸 | 重力式 | | | | 崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 護岸 | 重力式 | ○ | | | 法線移動、エプロン沈下・隆起 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 物揚場(-2m) | 矢板式 | ○ | | | 法線移動、エプロン沈下・隆起 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 岸壁(-7.5m) | 重力式 | | | | 沈下・亀裂 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 防波堤(総切) | 重力式 | ○ | ○ | | 沈下・亀裂 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 護岸 | 重力式 | | | | 矢板前傾・水引き崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 波除岸 | 重力式 | ○ | ○ | | 沈下・崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 波除岸 | 重力式 | ○ | ○ | | 沈下・崩壊 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 全頭用地 岸壁(-2.5m) | 重力式 | | | | 沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 能代港 | | | 全頭用地 岸壁(-2m) | 重力式 | | | | 沈下 |

表 港湾施設被害状況一覧(1993年日本海中部地震)(2)

| 被災年 | 震害名称 | 港名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 1.法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|---------|------|------|-----|------|--------------|------|--------|-----------|------|------|------------------------|
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 中島 | | | 護岸(特用) | 突板式 | | | | I | 突板前傾 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 護岸 | 突板式 | ○ | | | III | 突板前傾, 控え工前傾, 背後盛土流出 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 護岸 | 突板式 | ○ | | | III | 突板前傾, 控え工前傾, 背後盛土流出 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 物揚場(-2m) | 突板式 | | | | I | エプロン亀裂・目地ずれ |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 物揚場(-4m) | 突板式 | | | | I | エプロン亀裂・目地ずれ |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 波除堤 | 重力式 | | ○ | | III | 被覆石・控え洗掘, 本体の沈下・転倒 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 護岸 | 重力式 | | | | I | 水明工の沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 不適用地(物揚場-2m) | | | | | I | |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 下浜 | | | 不適用地(物揚場-2m) | | | | | II | |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 大森 | | | 波除堤 | 重力式 | | | | II | 基礎捨石等の散乱 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 大森 | | | 護岸 | 突板式 | ○ | | | II | 突板前傾等 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 大森 | | | 護岸 | | | | | I | 水明工の沈下・亀裂 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 能代港 | 外港 | | | 不適用地 | | | | | II | |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 油川 | | | 護岸 | 重力式 | | | | IV | |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 油川 | | | 護岸 | 重力式 | | | | I | 水明き沈下, クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 油川 | | | 物揚場(-2m) | 重力式 | ○ | | | I | 上部工及びエプロン沈下, クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 油川 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下最大0.6m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 神館 | | | 防波堤(西) | 重力式 | ○ | | | II | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 神館 | | | 岸壁(-7.5m) | 鉄橋 | | | | I | 背後地盤沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 本港 | | | 防波堤(西) | 重力式 | ○ | | | II | 躯体沈下0.9m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 本港 | | | 防波堤(北) | 重力式 | ○ | | | II | 躯体沈下0.8m |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 本港 | | | 物揚場(-4m) | 重力式 | | | | I | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 本港 | | | 岸壁(-7.5m) | 鉄橋 | | | | I | エプロン沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 造道 | | | 護岸 | 重力式 | ○ | | | I | プロック1.1m沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 青森港 | 浜町 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 深浦港 | 深浦港 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 深浦港 | 深浦港 | | | 物揚場(-3.5m) | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 深浦港 | 深浦港 | | | 船揚場 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 野辺地港 | 野辺地港 | | | 護岸 | 重力式 | | ○ | | II | エプロン沈下, クラック, 上部工のクラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 野辺地港 | 野辺地港 | | | 護岸 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 野辺地港 | 野辺地港 | | | 護岸 | 重力式 | | | | I | 躯体沈下 |
| 1983 | 日本海中部地震 | 大湊港 | 大湊港 | | | 防波堤(西) | 重力式 | ○ | | | I | 躯体沈下, 上部工クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 大湊港 | 大湊港 | | | 物揚場(-1.0m) | 重力式 | ○ | | | I | 躯体沈下, エプロン沈下・クラック |
| 1983 | 日本海中部地震 | 釜淵港 | 釜淵港 | | | 岸壁(-10m) | 重力式 | ○ | | | I | 沈下, クラック, 陥没 |

表-港湾施設被害状況一覧(1993年釧路沖地震)(1)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|-------|-----|-----|---------|------|------------|---------|------|-----------|-----------|--|
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南埠頭 | 1 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装工段差・亀裂, 上部工亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南埠頭 | 2 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装工段差・亀裂, 上部工亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南新埠頭 | 1 | 南側護岸 | 重力式 | | | | 舗装工段差・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南新埠頭 | 2 | 南側護岸 | | | | | |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南新埠頭 | 4 | 南側ドブイン | | | | | |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南新埠頭 | 5 | 西側護岸 | 重力式 | ○ | | | 堤体移動, 舗装工亀裂・崩壊 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 南新埠頭 | 6 | 物揚場護岸 | 重力式 | ○ | | | 堤体移動, 舗装工亀裂・崩壊 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 知人町 | 4 | 船溜岸壁 | 重力式 | | | | 舗装工段差等 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 知人町 | 5 | 物揚場 | 重力式 | | | | 舗装工段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 知人町 | 6 | 船溜岸壁 | 重力式 | | | | 舗装工段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 人舟 | 1 | 岸壁 | 重力式 | | | | 上部工破損, 舗装亀裂・段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 人舟 | 4 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装亀裂, エブロン沈下最大0.2m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 人舟 | 2 | 岸壁 | ヘル式 | | | | 舗装亀裂・陥没・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 人舟 | 1 | 岸壁 | ヘル式 | | | | 舗装亀裂・沈下, 一部吸出し・空洞 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 幸町 | 2 | 物揚場 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下, 一部吸出し・空洞 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 幸町 | 2 | 物揚場 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 1 | 物揚場 | 矢板式 | | | | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 2 | 東側岸壁第6スペース | ヘル式 | | | | 舗装段差最大0.07m, 舗装沈下0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 3 | 東側岸壁第6スペース | 水中ストラット | | | | 舗装段差0.07m, 沈下最大0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 4 | 東側岸壁第4スペース | 矢板式 | | | | 舗装段差0.07m, 沈下最大0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 5 | 岸壁取付部 | 矢板式 | | | | 舗装段差・沈下最大0.15m, 舗装目地開き・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 6 | 西側岸壁 | 矢板式 | | | | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 7 | 西側岸壁 | 矢板式 | | | | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 8 | 取付護岸 | 矢板式 | | | | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 中央ふ頭 | 9 | 物揚場(道路護岸) | 重力式 | | | | 舗装亀裂・段差・陥没, 上部一部破損 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 1 | 物揚場 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・段差・陥没, 上部一部破損 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 2 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 法線移動最大1.9m, 沈下最大0.5m, エブロン亀裂, 沈下・段差最大0.40m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 3 | 南側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 法線移動最大1.5m, 沈下最大0.5m, エブロン亀裂, 沈下・段差最大1.0m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 4 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 法線移動最大1.5m, 沈下最大0.5m, エブロン亀裂, 沈下・段差最大0.3m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 5 | 岸壁(直線部) | 重力式 | | | | エブロン亀裂・段差・陥没, 上部工破損 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 6 | 岸壁(直線部) | 重力式 | | | | エブロン亀裂・段差・陥没, 上部工破損 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 北埠頭 | 7 | 岸壁(直線部) | 矢板式 | | | | エブロン亀裂・段差・陥没, 上部工破損 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 漁港埠頭 | 1 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 法線移動最大1.5m, 沈下最大0.5m, エブロン亀裂, 沈下・段差最大0.6m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 漁港埠頭 | 2 | 南側岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | | 矢板打損, 法線移動・沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 漁港埠頭 | 3 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | 法線移動最大1.5m, 沈下最大0.50m, 舗装沈下・段差最大0.6m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 漁港埠頭 | 1 | 岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | | 法線移動最大0.7m, 沈下最大0.3m, 舗装亀裂, 沈下最大0.4m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 2 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下最大0.40m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 3 | 取付部 | 重力式 | | | ○ | 崩落 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 4 | 波除堤北側 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 5 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 6 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 7 | 岸壁 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・沈下・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 胡港 | 9 | 物揚場 | 重力式 | ○ | | | 法線移動最大0.1m, 舗装亀裂・沈下・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 外郭施設 | 2 | 東防波護岸 | 重力式 | | | | 車道部に亀裂・陥没・段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 外郭施設 | 5 | 北防波堤 | 重力式 | | | | 堤体沈下最大1cm |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 船溜・漁港地区 | 9 | 物揚場 | 矢板式 | | ○ | | 舗装亀裂・沈下・段差・陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 船溜・漁港地区 | 10 | 物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.3m, 舗装段差最大0.3m, 一部舗装陥没・吸出し |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 船溜・漁港地区 | 11 | 物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.3m, 舗装段差最大0.3m, 一部舗装陥没・吸出し |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 船溜・漁港地区 | 12 | 船溜C防波堤 | 重力式 | | | | 若干の沈下・目地開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 第1ふ頭地区 | 1 | 石油護岸 | 重力式 | | | | 舗装亀裂・一部陥没 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 東港区 | 第2ふ頭地区 | 7 | 西側岸壁 | 矢板式 | | | | 舗装亀裂・沈下最大0.05m |

表-港湾施設被害状況一覧(1993年釧路沖地震)(2)

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|-------|-----|-----|------------|------|-------------|------|------|-----------|-----------|--|
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第3.5.5.頭地区 | 8 | 西側岸壁 | 重力式 | | | II | 舗装亀裂沈下最大0.35m, 上部工とエプロンの間開き, 躯体沈下最大0.35m, 法線移動最大0.7m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第4.5.頭地区 | 9 | 西側岸壁 | 重力式 | | | II | 舗装亀裂沈下最大0.35m, 上部工とエプロンの間開き, 躯体沈下最大0.35m, 法線移動最大0.7m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第5.5.頭地区 | 10 | 第1.5.頭地区物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.35m, 上部工沈下0.1m, 舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第2.埠頭地区 | 1 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.25m, 沈下0.1m, 舗装亀裂・段差・沈下最大0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第3.埠頭地区 | 2 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動0.1m, 沈下最大0.3m, 舗装亀裂・段差・沈下最大0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第4.埠頭地区 | 3 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動0.05m, 沈下最大0.3m, 舗装亀裂・段差・沈下最大0.15m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第5.埠頭地区 | 4 | 南側岸壁東側 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.3m, 沈下最大0.45m, 舗装段差最大0.7m・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第6.埠頭地区 | 5 | 南側岸壁西側 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.3m, 沈下最大0.45m, 舗装段差最大0.7m・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第7.埠頭地区 | 6 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線変位最大0.4m以上, 沈下最大0.4m, 舗装亀裂・段差・沈下最大0.3m, 上部工目地開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第8.埠頭地区 | 7 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.25m, 沈下最大0.3m, 舗装亀裂・段差・沈下最大0.2m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第9.埠頭地区 | 8 | 波除堤 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.12m, 沈下最大0.07m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第10.埠頭地区 | 9 | 西側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.5m, 沈下最大0.2m, 上部工とエプロンの間開き・段差0.1m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第11.埠頭地区 | 10 | 第2.埠頭地区物揚場 | 矢板式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.3m, 沈下0.05m程度, 舗装0.1m沈下, 上部工とエプロンの間開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第3.埠頭地区 | 1 | 東側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.2m, 沈下最大0.1m, 上部工とエプロンの間開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第4.埠頭地区 | 2 | 東側岸壁 | 重力式 | | | I | エプロン段差等 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第5.埠頭地区 | 3 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.05m, 沈下最大0.15m, 背後土の沈下 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第6.埠頭地区 | 4 | 東側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.15m, 沈下最大0.15m, 段差・目地開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第7.埠頭地区 | 5 | 南側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.05m, 沈下最大0.15m, 上部工とエプロンの間開き・段差, エプロン亀裂・空洞化 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第8.埠頭地区 | 6 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.25m, 沈下最大0.1m, 上部工とエプロンの間開き・段差, エプロン亀裂・空洞化 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第9.埠頭地区 | 7 | 西側岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.25m, 沈下最大0.15m, 段差・目地開き, エプロン亀裂・段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第10.埠頭地区 | 8 | 第3.埠頭地区物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大10cm, 上部工沈下, 舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第3.埠頭地区 | | 岸壁 | 重力式 | | | I | 舗装亀裂・沈下0.1m程度, 舗装下空隙 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第3.埠頭地区 | | 岸壁(南) | 重力式 | | | I | 舗装亀裂, 舗装沈下0.05m程度 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第4.埠頭地区 | | 岸壁(南) | 重力式 | ○ | ○ | I | 上部工沈下最大0.1m, 舗装沈下最大0.15m, 上部工とエプロンの間開き |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第5.埠頭地区 | | 物揚場(南) | 重力式 | ○ | ○ | I | 上部工沈下最大0.15m, 舗装沈下最大0.20m, 上部工とエプロンの間開き・段差 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | 第5.埠頭地区 | | 北護岸 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動0.1m, 上部工とエプロンの間開き・段差0.35m・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | | | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.21m, 上部工とエプロンの間開き・段差0.35m・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | | | 岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.2m, 上部工とエプロンの間開き・段差0.1m, 舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | | | 東側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.4m, 沈下0.1m, 上部工とエプロンの間開き・段差, 舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 釧路港 | 西港区 | | | 北側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.3m, 沈下0.1m, 上部工とエプロンの間開き・段差, 舗装沈下・亀裂 |

表-港湾施設被害状況一覧(1993年釧路沖地震)(3)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|-------|------|------|-----|------|---------|------|------|-----------|------|------|---|
| 1993 | 釧路沖地震 | 霧多布港 | | | | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.2m,沈下0.1m,上部工とエプロンの段差,舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 霧多布港 | | | | 本町地区物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.45m,沈下0.1m,上部工とエプロンの開き・段差,舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 霧多布港 | | | | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.4m,沈下0.2m,上部工とエプロンの開き・段差,舗装沈下・亀裂 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 霧多布港 | | | | 波除堤(中) | 重力式 | ○ | ○ | | I | 先端部に沈下0.1m,目地開き0.1m,躯体移動0.05m |
| 1993 | 釧路沖地震 | 根室港 | 花咲地区 | | | 岸壁(東) | 重力式 | ○ | | | I | 法線移動0.05m,舗装亀裂,一部上部工損傷 |
| 1993 | 釧路沖地震 | 根室港 | 花咲地区 | | | 用土護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動0.05m,上部工一部に亀裂・破 |

表-港湾施設被害状況一覧(1993年北海道南西沖地震)(1)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|----------|-----|------|-----|------|---------------|------|------|-----------|-----------|--|
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 1-a | 北防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 躯体沈下・滑動・転倒・散乱,基礎工散乱,毀滅的被害 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 1-b | 護岸(防波)(北) | 重力式 | ○ | ○ | IV | 躯体沈下・滑動・転倒・散乱,基礎工散乱,毀滅的被害 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 2 | 東外防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | III | 端部ケーソン1箇転倒,その他躯体沈下最大0.66m移動最大1.04m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 3-a | 東防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | III | 端部ケーソン1箇転倒,その他躯体沈下最大0.51m移動最大0.52m,消波工沈下最大0.66m移動最大1.04m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 3-b | 南防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | II | 躯体・消波工沈下0.3m程度,法線変位0.04m,亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 4-a | 埠頭東外物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 法線変位最大1.6m,上部工沈下0.73m,エプロンに沈下,係船柱消失 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 4-b | 埠頭東内物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 法線変位0.05m程度,上部工沈下0.56m,エプロンに沈下・亀裂・段差 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 4-c | 埠頭東護岸 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位,躯体沈下最大0.29m,亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 5-a | 中央物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大0.3m,沈下最大0.71m,エプロンの沈下・水没・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 5-b | 南物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 躯体一部倒壊,法線変位,躯体・エプロン沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 6-a | 埠頭北物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大0.85m,沈下最大1.26m,エプロン沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 6-b | 埠頭南物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 法線変位最大0.55m,沈下最大0.2m,エプロンに沈下・亀裂,一部倒壊 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 7 | 北船揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 沈下0.5m程度,プロック沈下・破損,流出 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 8-a | 岸壁(-5.0m) | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大1.0m,沈下最大0.38m,エプロン沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 8-b | 岸壁取付先端部 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 一部倒壊,法線変位,躯体・エプロン沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 8-c | 北埠頭-1.0m物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | IV | 一部倒壊,法線変位最大1.1m,沈下最大0.33m,エプロン沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 8-g | 北埠頭護岸 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線変位最大0.5m,沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 9-a | 岸壁(-6.0m) | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線変位最大0.23m,沈下最大0.64m,エプロン沈下・亀裂・目地開き |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 9-b | 岸壁(-6.0m)取付道路 | 重力式 | | ○ | II | 舗装亀裂・沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 10-a | 岸壁(-6.5m) | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大0.69m,沈下最大0.64m,エプロン沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 10-b | 岸壁(-6.5m)取付道路 | 重力式 | | ○ | II | 舗装沈下・亀裂・破損 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 11-a | 岸壁(-4.5m) | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大0.44m,沈下最大0.56m,エプロン沈下・亀裂,舗装破損 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 奥尻港 | 本港地区 | | 11-b | 岸壁(-6.5m) | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線変位最大0.6m程度,一部ケーソン転倒 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 1 | 第6岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | IV | 法線移動最大5.21m,沈下最大2.0m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 2 | 北岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | III | 法線移動2.0m程度,沈下0.8m程度 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 3 | 波除壁 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動2.0m程度,沈下1.7m程度 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 4 | B岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | III | 地盤沈下1.0m程度,岸壁と背後の開き発生,クレーン基礎の目地開き0.2m以上 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 5 | F岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | III | 地盤沈下1.0m程度,岸壁と背後の開き発生,クレーン基礎の目地開き0.2m以上 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 弁天地区 | | 6 | 第4岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | III | 法線移動0.7m程度,沈下0.8m程度 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 西埠頭 | | 9 | D岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | I | エプロン不等沈下最大0.03m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 西埠頭 | | 10 | F岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | I | エプロン不等沈下最大0.03m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 天明 | | 13 | 土砂処分場護岸 | 矢板式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.4m,上部工・背後地盤沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 木尻 | | 14 | 物揚場 | | | | I | エプロン不等沈下最大0.04m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 豊川 | | 16 | 棧橋 | 棧橋 | | | I | クレーンケーシング上から,継手段差,舗装沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 豊川 | | 18 | 棧橋 | 棧橋 | | | I | 躯体沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 若松 | | 19 | 若松埠頭護岸 | 重力式 | | | III | 舗装隆起,土留工沈下0.2m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 若松 | | 21 | 船橋護岸 | 矢板式 | ○ | ○ | II | 全面損傷,舗装沈下,ボートロード空陥落 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 海岸町 | | 22 | 船橋 | 矢板式 | | | I | 法線移動最大0.7m,沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 中央ふ頭 | | 23 | 北側第3岸壁 | 矢板式 | | | I | 歩道沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 中央ふ頭 | | 24 | 南側第2 | セル式 | | | I | 舗装亀裂,門扉損傷 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 中央ふ頭 | | | | | | | I | 荷揚き地陥没・隆起等 |

表-港湾施設被害状況一覧(1993年北海道南西沖地震)(2)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エロン・屈体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|----------|-----|------|-----|------|--------------|-----------|------|----------|-----------|--|
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 本代埠頭 | | 24 | 北側第2 | セル式 | | | | 荷崩き地陥没・隆起等 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 本代埠頭 | | 24 | 南側第1 | セル式 | | | | 荷崩き地陥没・隆起等 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 本代埠頭 | | 24 | 北側第1 | セル式 | | | | 荷崩き地陥没・隆起等 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 本代埠頭 | | 24 | 正面岸壁 | セル式 | | | | 荷崩き地陥没・隆起等 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 25 | 北埠頭 | 矢板式 | ○ | | | 上部工移動, エロン陥没 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 26 | 南岸壁 | 矢板式 | | | | 係船岸移動 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 27 | 岸壁先端部 | セル式 | | | | エロン亀裂・陥没 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 28 | 北側岸壁 | 重力式 | | | | 上部工地盤割裂, エロン沈下・隆起・陥 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 29 | 日新ゼメントサイ | ○ | | | | 傾斜 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 北埠頭 | | 30 | 有川埠頭 | 重力式 | ○ | | | 異体亀裂・傾斜, 埋立地亀裂・傾斜 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 森町 | | 31 | 係船くい | 係船くい | ○ | | | 異体移動・沈下 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 森町 | | 32 | 分離堤 | 重力式 | ○ | | | 異体移動・沈下, 目地開き |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 森町 | | 33 | 水中貯木場護岸 | 矢板式 | ○ | | | 異体移動, 埋立地亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 34 | フェリー55頭 | 矢板式 | | | | 積車場隆起, 噴砂, 陥没 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 35 | 第2護岸 | 矢板式 | | | | 水吐き陥没 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 36 | 第3護岸 | 矢板式 | | | | 水吐き沈下・陥没 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 37 | 第4護岸 | 矢板式 | | | | 護岸亀裂, 埋立地亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 38 | 第5護岸 | 矢板式 | | | | 水吐き陥没, 埋立地亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 39 | 第3防砂堤 | 矢板式 | | ○ | | 先端一部沈下, 岩詰めコンクリート亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 40 | 船舶浚渫処理場 | | | | | 取付道路亀裂, 噴砂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 七重浜 | | 41 | 防波堤北(南) | 消波ブロック被覆堤 | ○ | | | 段差最大0.2m |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 函館港 | 本港 | | 42 | 防波堤北 | | ○ | | | 消波工沈下, 法線移動, 目地開き |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 1 | 西防波護岸 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.21m, 沈下最大0.05m, 背後地盤沈下, 一部異体傾倒・吸出し |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 3 | 西-2.5m護岸 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.53m, エロン沈下・段差・開き, 控え工位置で亀裂・段差 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 8 | 岸壁(中央-5.5m) | 矢板式 | ○ | ○ | | 法線移動0.11m, 上部工沈下0.06m程 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 9 | 岸壁(5-5.5m) | 矢板式 | ○ | | | 度, エロン沈下・段差 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 10 | 西物揚場 | 重力式 | ○ | | | 法線移動最大0.2m, エロン沈下・亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 11 | 東物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.27m, エロン亀裂・段差等, 一部矢板でジョイント分離 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 12 | 中央ふ頭-3.5m物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.26m, 上部工亀裂, エロン沈下・亀裂, 目地開き, 段差 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 13 | 中央ふ頭-4.5m岸壁 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.7m, 上部工沈下・亀裂, 目地開き, 上部工と舗装の段差最大0.2m, 一部矢板で接合部外れ |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 14 | 中央埠頭岸壁取付先端部 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.8m, 上部工亀裂・段差, 矢板接合部ずれ, エロン亀裂・陥没, 目地開き等 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 15 | 中央ふ頭物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動0.65m, エロン亀裂, 段差, 矢板接合部ずれ・吸出し, 控え工位置で段差, 亀裂 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 17 | 物揚場 | 矢板式 | ○ | | | 法線移動最大0.27m, 上部工亀裂・目地開き・段差, 矢板接合部ずれ・土吐吸出し, 控え工位置で亀裂・段差0.5m以上 |
| 1993 | 北海道南西沖地震 | 森港 | 本港地区 | | 18 | 護岸 | 重力式 | ○ | | | 法線移動最大0.23m, 上部工亀裂, 目地開き・土砂吸出し, 背後亀裂・陥没 |

表-港湾施設被害状況一覧(1994年北海道東方沖地震)(1)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|----------|------|------|------|---------|------|------|-----------|-----------|---|
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 東地区 | 用地護岸(東) | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.86m,沈下最大0.45m,舗装全面に亀裂,崩落最大0.87m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 東地区 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.57m,沈下最大0.20m,舗装全面に亀裂,崩落最大0.87m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 東地区 | 用地護岸(西) | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大1.65m,沈下最大0.47m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 中央地区 | 東物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.81m,沈下最大0.32m,舗装全面に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 中央地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.55m,沈下最大0.26m,舗装全面に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 中央地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.39m,沈下最大0.44m,舗装全面に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 中央地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.39m,沈下最大0.31m,舗装全面に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 中央地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.17m移動,沈下最大0.28m,舗装亀裂,最大深さ0.25mの陥没 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 漁業埠頭 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.19m,沈下最大0.28m,舗装全面に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 漁業埠頭 | 物揚場 | 矢板式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.09m,沈下最大0.08m,エブロン・舗装亀裂,且地開き,段差0.02m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 漁業埠頭 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.97m,沈下最大0.37m,エブロン・舗装亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 漁業埠頭 | 岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.44m,沈下最大0.36m,舗装亀裂,且地開き最大0.08m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜埠頭 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.34m,沈下最大0.37m,舗装亀裂,且地開き最大0.2m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜埠頭 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 法線移動最大0.99m,沈下最大0.28m,水叩き亀裂,且地開き最大0.07m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜埠頭 | 船揚場 | | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.63m,沈下最大0.02m,上部工と舗装の目地0.1m開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜地区 | 中央護岸(東) | 重力式 | ○ | ○ | I | 法線移動最大0.91m,沈下最大0.19m,舗装亀裂,上部工と舗装の目地最大0.156m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜地区 | 物揚場 | | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.08m,沈下最大0.09m,舗装亀裂,上部工と舗装の間に最大0.15m全延長210mにわたり上部工前面面が最大4cm沈下した,舗装亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜地区 | 西浜岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.1m,沈下最大0.19m,舗装亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 花咲港区 | 西浜地区 | 西浜岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | III | 法線移動最大0.3m,沈下最大0.27m,舗装に亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 木町 | 物揚場 | 重力式 | | ○ | I | 舗装亀裂,上部工と舗装の開き・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 木町 | 岸壁 | 重力式 | | ○ | I | 舗装亀裂,上部工と舗装の開き・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 木町 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 液状化,堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下,上部工と舗装の開き・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 海岸町 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 液状化,堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下,上部工と舗装の開き・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 海岸町 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下,上部工と舗装の開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 海岸町 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下,上部工と舗装の開き・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 防波堤(南) | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体が港内側に滑動,上部工一部が水 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体滑動,一部上部工が転倒,舗装亀裂・沈下 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体前面傾斜,舗装沈下,上部工と舗装の開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 防波堤(北) | 重力式 | ○ | ○ | II | 堤体港内側に滑動 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | II | 液状化,上部工亀裂,舗装沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 根室港 | 根室地区 | 北地区 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | II | 液状化,上部工沈下,堤体滑動,舗装沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | 霧多布港 | 中央 | 北護岸 | 重力式 | | | III | 地盤・舗装等に隆起・沈下・陥没,背後に峰砂跡 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | 霧多布港 | 中央 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | III | 堤体傾斜・沈下,上部工破損,上部工目地開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | 霧多布港 | 中央 | 岸壁 | 矢板式 | ○ | ○ | II | 堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下・段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | 霧多布港 | 中央 | 東物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | III | 堤体滑動・沈下,舗装亀裂・沈下・段差 |

表-港湾施設被害状況一覧(1994年北海道東方沖地震)(2)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|----------|------|-----|------|------|---------|------|-----------|------|------|---|
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 中央 | | 重力式 | ○ | ○ | | III | 躯体滑動・沈下, 舗装亀裂・沈下, 段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 船溜地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | III | 躯体滑動・沈下, 舗装亀裂・沈下, 段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 本町地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 液状化, 躯体滑動・沈下, 舗装亀裂・沈下, 段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 本町地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | II | 躯体滑動・沈下, 舗装亀裂・沈下, 段差 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 本町地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体滑動・沈下, 上部工目地開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 本町地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | II | 躯体滑動・沈下, 上部工目地開き, クラック |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 本町地区 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体滑動・沈下, 上部工目地開き |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体滑動・沈下, 舗装沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体滑動・沈下, 舗装沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体が海内側に滑動・沈下 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 躯体が海内側に滑動・沈下 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | II | 躯体が滑動・沈下, 上部工クラック, 水叩き沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | II | 躯体が滑動・沈下, 上部工クラック, 水叩き沈下・亀裂 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 琵琶瀬湾 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.05m, エブロン沈下最大0.1m, 上部工と舗装の段差最大0.1m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 中央ふ頭 | | 水中ストラット | ○ | | | I | 法線移動最大0.05m, エブロン沈下最大0.1m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 中央ふ頭 | | 矢板式 | ○ | | | I | 法線移動最大0.02mm, エブロン沈下最大0.1m, 上部工との間に段差最大0.1m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 中央ふ頭 | | 矢板式 | ○ | | | I | 法線移動最大0.12m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 北埠頭 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.15m, 沈下0.09m, 舗装沈下最大0.23m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 北埠頭 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.07m, 沈下0.09m, 舗装沈下最大0.27m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 北埠頭 | | 重力式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.1m, 沈下最大0.1m, 舗装沈下最大0.26m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 北埠頭 | | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動最大0.8m, 沈下最大0.15m, 舗装沈下最大0.27m |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 漁業埠頭 | | 矢板式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大0.32m, 沈下最大0.20m, 舗装亀裂・陥没 |
| 1994 | 北海道東方沖地震 | 霧多布港 | | 副港 | | 矢板式 | ○ | ○ | | I | 法線移動最大0.08m, 沈下最大0.05m, 舗装沈下 |

表-港湾施設被害状況一覧(1995年兵庫県南部地震(1))

| 被災年 | 震害名称 | 港名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|---------|---------|-----------|------|---------------------|------------|---------------|------|-----------|------|------|------------------------------------|
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎港区 | 東海草町 | 1 | 第1岸壁(=0m) | 矢板式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎港区 | 東海草町 | 2 | 物揚場(-5m) | 矢板式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎港区 | 東海草町 | 3-1 | 護岸 | 鋼管式(コンクリート矢板) | | | | III | 被災状況不明 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎港区 | 東海草町 | 3-2 | 護岸 | 鋼管式 | | | | III | 被災状況不明 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎港区 | 東海草町 | 3-3 | 護岸 | 鋼管式 | | | | II | 被災状況不明 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮港区・尼崎港区 | 防波堤 | 1 | 西宮防波堤 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮港区・尼崎港区 | 鳴尾 | 2 | 岸壁(-10m) | 鉄橋式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 4 | 東洲橋 | 橋梁 | | | | | 橋台・橋脚の支保部、主桁及び取付護岸が破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 5 | 護岸 | 矢板式 | | | | | 水叫きコンクリート、土壁が最大47cm沈下し、上部工目地部にクラック |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 8 | 護岸 | 矢板式 | | ○ | | | 水叫きコンクリートが沈下、排水工が転倒、上部工目地部にクラック |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 16 | 物揚場(-3.5m) | | | ○ | | | 前面に転倒 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 22 | 護岸 | 重力式 | | ○ | | | 本体が最大55cm沈下し、最大50cmの法線ずれを生じた |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 23 | 護岸 | 重力式 | | ○ | | | 護岸前面の沈下に伴い、本体ケーソンが沈下・移動・傾斜 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 25 | 岸壁(-7.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソン・裏込石が最大10cm沈下 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 尼崎 | | 26 | 岸壁(-5.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソン・裏込石が最大10cm沈下 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 丸島 | | 29 | 護岸 | 重力式 | | ○ | | I | 本体が一部沈下し、水叫きにクラック・段差が生じた |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 丸島 | | 30 | 護岸 | 重力式 | | ○ | | II | エプロン舗装部にクラック・沈下・空洞が生じた |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 丸島 | | 31 | 防波堤 | 重力式 | | | ○ | | 地盤が不平等沈下し、本体が転倒し消波工が崩壊した |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 丸島 | | 38 | 物揚場(-2.0m) | 重力式 | | ○ | | | エプロンが沈下した |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 丸島 | | 39 | 護岸 | 重力式 | | ○ | | | 護岸本体および水叫きが沈下・破損した |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 50 | 護岸 | 重力式 | | | | | 右舷工にひび割れが生じた |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 51 | 護岸 | 重力式 | | | | | 護岸本体沈下による水叫きの破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 53 | 物揚場(-4.0m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下によりエプロンが破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 54 | 岸壁(-5.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下によりエプロンが破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 55 | 岸壁(-5.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンが沈下・前傾し、裏込石が陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 56 | 東護岸 | 重力式 | | ○ | | | 護岸本体が沈下・移動・崩壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 57 | 北護岸 | 重力式 | | ○ | | | 護岸本体が沈下・移動・崩壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 61 | 岸壁(-5.5m) | 鋼板セル | | ○ | | | 上部工およびエプロンが沈下・陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 62 | 物揚場(-4.0m) | 鋼板セル | | ○ | | | 上部工およびエプロンが沈下・陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 63 | 物揚場(-4.0m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下・前傾によるエプロンの破 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 甲子園 | | 65 | 物揚場(-3.0m) | 矢板式 | | ○ | | | 鋼矢板が沈下・前傾し、エプロンが破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 67 | 護岸 | 矢板式 | | ○ | | | エプロンが陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 69 | 物揚場(-3.5m) | 矢板式 | | ○ | | | 鋼矢板が前傾し、エプロンが沈下・破損 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 77 | 岸壁(-5.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下・前傾によるエプロンの破 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 78 | 岸壁(-5.5m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下・前傾によるエプロンの破 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 79 | 岸壁(-4.0m) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンの沈下・前傾によるエプロンの破 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 80 | 北護岸 | 重力式 | | ○ | | III | 護岸本体が沈下・移動・崩壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 81 | 西護岸 | 重力式 | | ○ | | III | 護岸本体が沈下・移動・崩壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 82 | 南護岸 | 重力式 | | ○ | | III | 護岸本体が沈下・移動・崩壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 83 | 内防波堤 | 重力式 | | ○ | | | ケーソンが沈下・陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 84 | 防波堤(東) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンが沈下 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 85 | 防波堤(西) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンが沈下 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 尼崎西宮芦屋港 | 西宮 | | 86 | 防波堤(南) | 重力式 | | ○ | | | ケーソンが沈下 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RC-1) | 岸壁(RC-1) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RC-2) | 岸壁(RC-2) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RC-3) | 岸壁(RC-3) | 重力式 | | ○ | | IV | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m取付岸壁 | 岸壁 | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-14m岸壁(RC-4) | 岸壁(RC-4) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-14m岸壁(RC-5) | 岸壁(RC-5) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-14m岸壁(RC-6) | 岸壁(RC-6) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-14m岸壁(RC-7) | 岸壁(RC-7) | 重力式 | | ○ | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RI-1) | 岸壁(RI-1) | 重力式 | | ○ | | | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RI-2) | 岸壁(RI-2) | 重力式 | | ○ | | | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エプロン陥没 |

表- 港湾施設被害状況一覧(1995年兵庫県南部地震)(2)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊・状態評価 | 備考 |
|------|---------|-----|---------|-----|----------------------|------|------|------|-----------|-----------|--|
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | コンテナバース-13m岸壁(RI-2岸) | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | フェリーバース取付岸壁 | 重力式 | ○ | | | III | ケーソン滑動・傾斜・沈下、エブロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | フェリーバース取付岸壁 | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | フェリーバース取付岸壁(RI-2) | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | フェリーバース取付岸壁 | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | フェリーバース岸壁(RI-3) | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -12m岸壁(W〜Vバース) | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方3.95m),沈下最大1.7m,エブロン2.5m以上陥没,本体5度傾斜 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁(D〜Lバース) | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動 沈下最大1.0m,エブロン2.0以上陥没,本体2.5度傾斜,目地決壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁(H〜Mバース) | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁(Cバース) | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動(前方2.8m),沈下最大1.0m,エブロン2.0m以上陥没,本体3.2度傾斜 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁(FQバース) | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方2.5m),沈下最大1.7m,エブロン最大2.35m陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁(R〜Vバース) | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動(前方3.17m),沈下最大1.5m,エブロン最大2.0m陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁(Aバース) | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動(前方2.94m),沈下最大1.4m,エブロン最大2.35m,目地最大0.6mずれ |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁② | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動(前方4.89m),沈下最大1.7m,エブロン最大4.7m,目地最大0.3mずれ |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁③(K〜ACT) | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動(前方4.23m),沈下最大1.8m,エブロン最大3.9m,目地最大0.1mずれ |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁(N,Oバース) | 重力式 | | | | III | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(西) | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方3.5m),沈下最大2.4m,エブロン陥没大 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(南) | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方3.6m),沈下最大1.9m,エブロン陥没大 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(東) | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方1.04m),沈下最大2.2m,エブロン陥没大 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場② | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方0.8m),沈下最大1.3m,エブロン陥没2.0m以上,本体2.5度傾斜,目地決壊 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場④ | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動(前方1.8m),沈下最大1.8m,エブロン陥没2.5m以上,本体6.0度傾斜 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m護岸 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第1突堤 第1岸壁 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第2岸壁 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第1突堤 第3岸壁 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 岸壁取付そのII | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第1突堤 第4岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第5岸壁 | 柱橋 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 物揚場 その2 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第1岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第2岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 岸壁取付そのIV | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第3岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2突堤 第4岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第2・3突堤間 -4m物揚場 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第3突堤 第1岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第3突堤 第2岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -12m岸壁② | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第4突堤 第3岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第4突堤 第4岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | 第4突堤 第5岸壁 | 鋼板セル | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場その1 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場その3 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場その1.5 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場その6 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場その7 | 重力式 | | | | | |

表- 港湾施設被害状況一覧(1995年兵庫県南部地震)(3)

| 被災年 | 震害名称 | 港名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名称 | 構造形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|---------|-----|------|-----|------|------------|------|------|-----------|------|------|--|
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶ふ頭 | | 26 | 4m物揚場その8 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶ふ頭 | | 27 | 4m物揚場その9 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶ふ頭 | | 28 | 4m物揚場その10 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶ふ頭 | | 29 | 物揚場取付(Ⅰ) | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶ふ頭 | | 30 | 物揚場取付(そのⅡ) | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大2.0m、沈下最大0.8m一部水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第1突堤基部物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大1.40m、沈下最大1.90m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 船舶防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大1.50m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第1突堤基部防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大3.65m、沈下最大0.72m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第1突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.35m、沈下最大0.67m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第1突堤 先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大3.8m、沈下最大0.65m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第1突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大1.80m、沈下最大1.73m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 1～2突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.58m、沈下最大1.20m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第2突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.60m、沈下最大0.80m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第2突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.43m、沈下最大0.68m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 2～3突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | V | 法線移動最大5.0m、施設の1/2が水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第3突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.10m、沈下最大0.97m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第3突堤 先端 | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動最大1.55m、沈下最大0.78m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第3突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.70m、沈下最大0.56m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 3～4突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大2.40m、沈下最大1.26m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第4突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | II | 法線移動最大0.90m、沈下最大0.45m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第4突堤-12m岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.89m、沈下最大0.86m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第4突堤岸壁取付 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.84m、沈下最大1.64m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港西 | | | 第4突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大1.50m、沈下最大0.56m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第5突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.50m、沈下最大0.5m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第5突堤 先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 全延長にわたり水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第5突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.10m(背側水位最大1.70m)、沈下最大1.10m先端水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第5～6突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.74m、沈下最大1.57m、エブロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6西突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大3.30m、沈下最大0.39m、エブロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6西突堤 先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | エブロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6西突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 全延長にわたり水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6東突堤 物揚場 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6東突堤 西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大5.97m、沈下最大2.17m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6東突堤 先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.60m、沈下最大3.32m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6東突堤 東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.30m、沈下最大1.04m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第6～7突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大0.10m、沈下最大0.20m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(西側)西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動ほとんどなし、沈下最大0.15m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(西側)東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動ほとんどなし、沈下最大0.15m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(西側)先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動ほとんどなし、沈下最大0.23m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤間物揚場 | 重力式 | | | | | |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(東側)東 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大3.53m、沈下最大0.27m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(東側)西 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大3.53m、沈下最大0.30m、エブロン大きく陥没、日地間き度大0.3m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7突堤(西側)先端 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.60m、沈下最大0.70m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第7～8突堤間物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.58m、沈下最大0.74m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第8突堤 先端取付 | 鋼板セル | ○ | ○ | | III | 法線移動最大1.00m、沈下最大0.5m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 第8突堤基部(東側) | 鋼板セル | ○ | ○ | | III | 法線移動最大2.90m、沈下最大1.55m、エブロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 旧貯木場東側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大4.30m、沈下最大1.84m、エブロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 新港東 | | | 旧貯木場北側物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | IV | 法線移動最大4.30m、沈下最大1.84m、エブロン大きく陥没 |

表-港湾施設被害状況一覧(1995年兵庫県南部地震)(4)

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設形式 | 法線移動 | エプロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|---------|-----|----------|-----|-----------------|------|------|-----------|------|------|--|
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 岸壁(取付) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.2m,沈下最大0.8m,エプロン陥没最大2.7m背後水没,目地開き最大0.8m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -1m物揚場その1(西) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大5.9m,沈下最大2.2m,エプロン大きく陥没一部水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -4m物揚場その1(南) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大4.0m,沈下最大1.95m,エプロン大きく陥没一部水没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -4m物揚場その1(東) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大5.4m,沈下最大1.97m,エプロン大きく陥没半分程度水没,目地開き最大0.09m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -4m物揚場その2 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大5.5m,沈下最大2.52m,エプロン大きく陥没半分程度水没,目地開き0.09m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -4m物揚場その3 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.0m,沈下最大1.93m,エプロン陥没最大2.45m背後水没,目地開き最大0.09m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | -4m物揚場その4 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.1m,沈下最大1.25m,エプロン陥没最大2.8m,目地開き最大0.3m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 物揚場(-1m)⑤ | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.0m,沈下最大1.18m,エプロン大きく陥没一部水没,目地開き最大 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 岸壁(-10m) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.13m,沈下最大1.2m,エプロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 護岸(先端) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.9m,沈下最大1.8m,エプロン大きく陥没,目地開き最大0.6m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 棧橋(-7.5m) | 棧橋 | ○ | ○ | | | 法線移動最大0.4m,沈下最大0.1m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | ポートアイランド防波護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.3m,沈下最大1.60m,背後陥没最大2.0m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -12m岸壁(W-Vバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.95m,沈下最大1.7m,エプロン陥没2.5m以上,本体傾斜5度 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁①(D-Vバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動あり,沈下1.2m,エプロン2.5m以上陥没,本体傾斜2.5°,目地に沈没有 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁②(Cバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大2.8m,沈下最大1.0m,エプロン陥没2.0m以上,本体傾斜3.2° |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁③(P,Qバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大2.5m,沈下最大1.7m,エプロン最大3.0m陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -10m岸壁④(R,Vバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.17m,沈下最大1.5m,エプロン陥没最大3.0m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁(Aバース) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大2.94m,沈下最大1.4m,エプロン陥没最大2.35m,目地最大0.6mすれ |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁② | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大1.89m,沈下最大1.7m,エプロン最大4.7m陥没,目地最大0.3m開き |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -7.5m岸壁③(K-ACT) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大4.23m,沈下最大1.8m,エプロン最大3.9m陥没,目地開き最大0.1m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(西) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.5m,沈下最大2.4m,エプロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(南) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大3.6m,沈下最大1.9m,エプロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場①(東) | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大1.04m,沈下最大2.2m,エプロン大きく陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場② | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大0.8m,沈下最大1.3m,本体傾斜2.5度,目地の沈没有 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 六甲アイランド | | -4m物揚場④ | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大1.8m,沈下最大1.8m,エプロン陥没2.5m,本体傾斜6度 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶埠頭 | | 第1突堤第1岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大1.7m,沈下最大0.7m,エプロン陥没最大1.6m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶埠頭 | | 第1突堤第2岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大0.4m,沈下最大0.28m,エプロン陥没最大1.6m |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | 摩耶埠頭 | | 第1突堤第3岸壁 | セル式 | ○ | ○ | | | 法線移動最大0.3m,沈下最大0.08m,エプロン最大1.0m陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 岸壁(PC-1) | 重力式 | ○ | ○ | | | 滑動,傾斜,沈下,エプロン陥没 |
| 1995 | 兵庫県南部地震 | 神戸港 | ポートアイランド | | 岸壁(PC-2) | 重力式 | ○ | ○ | | | 滑動,傾斜,沈下,エプロン陥没 |

表-港湾施設被害状況一覧(2000年鳥取西部地震)

| 被災年 | 震害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法網移動 | エロン・服本沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|--------|-----|---------|-----|------|-------------|----------|------|----------|------|------|----|
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港竹内南 | | 1 | マカニ→長橋(高松川) | 長橋 | | | | IV | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港竹内南 | | 2 | 床水路(高松川) | 矢板式、重力式 | ○ | | | III | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港竹内 | | 3 | 東側護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港中野 | | 4 | 東防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港中野 | | 5 | 東防波堤 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和南地区 | | 6 | 1号岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | II | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和南地区 | | 7 | 2号岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和南地区 | | 8 | 3号岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 9 | 防波堤(昭除) | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 10 | 昭和北物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 11 | 陸揚物外固護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 15 | 陸揚物外固護岸 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 16 | 外港1号岸壁 | 残橋式 | ○ | | | | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港昭和北 | | 18 | 外港2号岸壁 | 残橋式 | ○ | | | | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 江島 | | 19 | 1号岸壁 | 矢板式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 江島 | | 20 | 2号岸壁 | 矢板式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 江島 | | 21 | 江島橋梁井筒基礎 | 鋼管矢板井筒基礎 | | | | | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港沖 | | 22 | 沖防波堤 | 重力式 | ○ | | | | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 境港 | 外港沖 | | 22 | 沖防波堤南端部 | 重力式 | ○ | | | | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 安来港 | 港内地区 | | 1 | 物揚場 | 矢板式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 安来港 | 港内地区 | | 2 | 南防波堤 | 重力式 | | | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 安来港 | 港内地区 | | 3 | 岸壁 | 矢板式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 安来港 | 港内地区 | | 4 | 岸壁 | 重力式 | | | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 松江港 | 松江港 | | 1 | 物揚場(2.0m) | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 米子港 | 那夕崎 | | 2 | 岸壁 | 残橋式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 米子港 | 那夕崎 | | 3 | 岸壁 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 米子港 | 那夕崎 | | 4 | 岸壁 | 残橋式 | | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 米子港 | 那夕崎 | | 5 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |
| 2000 | 鳥取西部地震 | 米子港 | 那夕崎 | | 6 | 物揚場 | 重力式 | ○ | ○ | | I | |

表 港湾施設被害状況一覧(2005年福岡西方沖地震)(1)

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法線移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態 | 備考 |
|------|-------|-----|--------|-----|------|-----------|------|------|-----------|------|------|----|
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 1 | 北護岸 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 2 | 西-7.5m護岸 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 3 | 西-5.5m護岸 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 4 | 東物揚場 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 5 | 北1号物揚場 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 6 | -7.5m岸壁 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 7 | 北A-7.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | 9 | 西1号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 10 | 西2号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 11 | 西4号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 12 | 北護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 13 | 東護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 14 | -5.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 15 | 東物揚場 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 博多ふ頭地区 | | 17 | 船舶取付護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 18 | 西-7.5m護岸 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 19 | -5.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 20 | -7.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用不可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 21 | 船舶西側護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 22 | 船舶-4m物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 23 | 船舶-4m物揚場 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 24 | 東-6.5m岸壁 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 25 | 東物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 26 | 東護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | 35 | 西-4.5m岸壁 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 37 | 西-5.5mD岸壁 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 38 | 西-5.5mC岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 39 | 北-7.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 40 | 東-7.5m岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 41 | 東護岸 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 42 | 船舶物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 51 | 1号物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 52 | -10m木材岸壁 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 53 | 北2号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 東浜ふ頭地区 | | 54 | 木材港整理場護岸 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | 55 | 木材港整理場護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | 56 | 船舶1号物揚場 | 斜路式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | 57 | 西-7.5m岸壁 | 矢板式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | 62 | 北-7.5m岸壁 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | 64 | 4工区埋立護岸1 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | 65 | 4工区埋立護岸2 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | 66 | 4工区埋立護岸3 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | 68 | 岸壁(-7.5m) | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 能古地区 | | 72 | 船舶物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 能古地区 | | 73 | 物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 能古地区 | | 75 | 西1号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 姉浜地区 | | 76 | 西1号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 姉浜地区 | | 77 | 船舶3号波除岸壁 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 姉浜地区 | | 78 | 船舶物揚場 | 重力式 | ○ | | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 姉浜地区 | | 79 | 船舶物揚場 | 斜路 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 小戸地区 | | 80 | 小戸ヨシノハチ護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 伊勢地区 | | 81 | 船舶物揚場 | 斜路 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 伊勢地区 | | 82 | 船舶物揚場 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 伊勢地区 | | 83 | 船舶1号護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 荒津地区 | | 84 | 西護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 荒津地区 | | 85 | 北護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 荒津地区 | | 86 | 東護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 能古地区 | | 88 | 埋立護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 小戸地区 | | 89 | 北海岸護岸 | 重力式 | | ○ | | 供用可 | |

表-港湾施設被害状況一覧(2005年福岡西方沖地震)(2)

| 被災年 | 災害名称 | 港湾名 | 地区1 | 地区2 | 施設番号 | 施設名 | 構造形式 | 法網移動 | エブロン・躯体沈下 | 躯体倒壊 | 状態評価 | 備考 |
|------|-------|-----|--------|-----|------|------------------|---------|------|-----------|------|------|--------|
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 西戸崎地区 | | 90 | 西戸崎岸壁 | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 西戸崎地区 | | 91 | 西戸崎岸壁 | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 小戸地区 | | 92 | 小戸ヨットハーバー-1号船揚場 | 重力式 | ○ | | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 須崎ふ頭地区 | | A | 岸壁(-11m)(2,3,4号) | 栈橋式 | ○ | | | | 土留工の変状 |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | B | 岸壁(-10m)(3号,取付) | 栈橋式,重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 中央ふ頭地区 | | C | 岸壁(-10m)(5,6号) | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | D | 岸壁(-12m)(5号) | 重力式 | | | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | E | 岸壁(-12m)(取付) | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | F | 岸壁(-10m)(4号,取付) | 重力式 | ○ | | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | G | 岸壁(-7.5m)(北1号) | 尖板式,重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 箱崎ふ頭地区 | | H | 岸壁(-7.5m)(北2号) | 尖板式 | ○ | | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | I | 岸壁(-13m)(4号) | 栈橋式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | J | 岸壁(-11m)(5号) | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | K | 岸壁(取付先端) | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | L | -7.5岸壁 | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | 香椎PP地区 | | M | 北-7.5岸壁 | 重力式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | N | 岸壁(-14m) | 栈橋式 | | ○ | | | |
| 2005 | 福岡西方沖 | 博多港 | IC地区 | | | 岸壁(-11m) | 重力式 | | ○ | | | |

表-1 港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 天橋高 | 設計波度 | 被災延長 | 被災状況 | 目地開き | 注釋(移動・埋没・崩壊) | クランク | 損傷 | 船舶・荷役 | 消波工度下・損傷 | 水鏡埋没 | 基礎沈没 | その他 |
|-----|-----|-----------------|---------|------------------|--------|------------|----------|----------|-------------------------------------|------|--------------|------|----|-------|----------|------|------|-----|
| 宮古港 | 1 | 防波堤(東) | - | 直立式防波堤 | -2.3m | - | - | 334.5m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 2 | 防波堤(西) | - | 直立式防波堤 | -2.3m | - | - | 156.1m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 3 | 防波堤(南) | - | 直立式防波堤 | -1.3m | - | - | 35.20m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 4 | 防波堤 | - | 直立式防波堤 | -5.3m | - | - | 30.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 5 | 防波堤 | - | 直立式防波堤 | -2.0m | - | - | 112.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | S41 | 八太郎地区,北防波堤(基部) | 1.214m | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -10.3m | 5.0m | - | 1.10m | ・消波ブロック・積層ケーソン式防波堤 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | S46 | 八太郎地区,北防波堤(中央部) | 1.550m | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -10.0m | 5.0m | 0.0~0.10 | - | ・1.2m,滑動,水鏡/洗掘,最大3.5m程度,最大7m | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | H10 | 八太郎地区,北防波堤(ハネ部) | 221.4m | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -12.0m | 5.0m | - | 721.4m | ・1.1m,滑動,水鏡/洗掘,最大3.5m程度,最大7m | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,第一中央防波堤 | - | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -13.0m | 5.0m | - | 121.1m | ・1.1m,滑動,水鏡/洗掘,最大3.5m程度,最大7m | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,第二中央防波堤 | - | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -13.0m | 5.0m | - | 194.83m | ・1.1m,滑動,水鏡/洗掘,最大3.5m程度,最大7m | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,第三中央防波堤 | - | 消波ブロック積層ケーソン式防波堤 | -13.0m | 5.0m | - | 184.83m | ・1.1m,滑動,水鏡/洗掘,最大3.5m程度,最大7m | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | S41 | 外港地区,防波堤 | 630m | 直立式防波堤 | -15.3m | 5.0m | 0.15 | 6.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | S42 | 外港地区,防波堤 | 1,022m | 直立式防波堤 | -15.3m | 5.0m | - | 37.5m | ・積層ケーソン式防波堤 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 39.95m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 38.13m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 28.33m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 17.85m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 49.14m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 11.83m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 89.03m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 289.25m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 八戸港 | - | 外港地区,防波堤 | - | 直立式防波堤 | - | - | - | 353m | ・積層ケーソン式防波堤 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | 1 | 中幹地区,防波堤 | 255m | ブロック式 | -1.0m | 4.0~5.2m | - | 255m | ・上部工至で重層,本体1.6~1.9m厚,中幹地区の底下,フェレット取 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | 2 | 中幹地区,防波堤 | 375m | ブロック式 | -2.0m | 4.0~5.2m | 0.1 | 236m | ・上部工,基礎工の損傷 | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | 3 | 中幹地区,防波堤 | 34m | 直立式 | - | - | - | 34m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | 4 | 中幹地区,防波堤 | 320m | 直立式 | - | 5.0~5.5m | - | 66m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S42 | 中幹地区,防波堤 | 71m | 直立式 | - | 4.5m | - | 69.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S43 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 5.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S44 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 283.1m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S45 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 125.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S46 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 36.5m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S47 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 296.3m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S48 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 151.7m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S49 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 98.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S50 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 112.3m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S51 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 40m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S52 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 75m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S53 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 55m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S54 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.5m | - | 40m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | H6 | 中幹地区,防波堤 | 670m | 直立式 | -1.0m | 4.0~5.2m | 0.1 | 40m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | H7 | 中幹地区,防波堤 | 120.0m | 直立式 | - | 4.0~5.2m | - | 2.3~2.6m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S55 | 中幹地区,防波堤 | 690.1m | 直立式防波堤 | -1.5m | 4.0~5.2m | 0.15 | 75m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S56 | 中幹地区,防波堤 | 210.0m | 直立式防波堤 | -3.0m | 4.0~5.2m | 0.15 | 75m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | H8 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.0~5.2m | - | - | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | H9 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.0~5.2m | - | - | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S57 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.0~5.2m | - | - | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 久慈港 | S58 | 中幹地区,防波堤 | - | 直立式 | - | 4.0~5.2m | - | - | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 1 | 東神地区,防波堤 | 142.05m | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 142.04m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | 2 | 東神地区,防波堤 | 378.7m | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 378.7m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 737.7m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 263.7m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 60.0m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 55.5m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 202.4m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 335.81m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 50m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 宮古港 | - | 東神地区,防波堤 | - | ケーソン式 | - | 4.0~4.400m | - | 655.7m | ・積層ケーソン式防波堤 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表-1 港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 完成年度 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 天橋高 | 設計深度 | 被災延長 | 被災状況 | 工期開き | 決下・橋 | 注釋(移動・設備) | 基礎形式 | クランプ | 損傷 | 船舶・荷役 | 潮流工況下・風況 | 水没原因 | 基礎沈没 | その他 | | |
|------|-----|------------|-------|--------|-----------|--------|--------|----------|--------|--|------|------|-----------|------|------|----|-------|----------|------|------|-----|--|--|
| 金石港 | 1 | 須賀-1.5m岸壁 | 昭和15 | 130 | 重力式 | -7.5m | +3.00m | - | 130.0m | 4.1以下(沈下量:39.8~109.8cm)×(2)沈下(沈下量:11.0cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 2 | 須賀-1.5m岸壁 | 平成2 | 130 | 重力式 | -1.3m | - | - | 130.0m | 4.1以下(沈下量:90.1~114.2cm)×(2)沈下(沈下量:11.0cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 3 | 須賀-1.0m岸壁 | 平成18 | 190.1 | 重力式(クランプ) | -1.0m | +3.00m | - | 190.1m | 4.1以下(沈下量:91.7~103.8cm)×(3)沈下(沈下量:66.9~68.9cm)×(4)沈下(沈下量:72.4~73.8cm)×(5)沈下(沈下量:84.0cm)×(1)沈下(沈下量:69.4~78.4cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 4 | 須賀-7.5m岸壁 | 平成18 | 130 | 重力式(クランプ) | -7.5m | +3.00m | - | 130.0m | 4.1以下(沈下量:125.7~143.0cm)×(2)沈下(沈下量:118.4~135.7cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 5 | 須賀-1.5m岸壁 | 昭和57 | 130 | 重力式 | -1.3m | +2.60m | - | 78.0m | 4.1以下(沈下量:105cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 6 | 須賀-1.5m岸壁 | 昭和10 | 100 | 重力式 | -1.3m | +2.60m | - | 100.0m | 4.1以下(沈下量:125.7~143.0cm)×(2)沈下(沈下量:118.4~135.7cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 7 | 須賀-2.0m岸壁 | 昭和10 | 50 | 重力式 | -2.0m | +2.60m | - | 50.0m | 4.1以下(沈下量:125.7~143.0cm)×(2)沈下(沈下量:118.4~135.7cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 8 | 須賀-4.5m岸壁 | 昭和15 | 20 | 重力式 | -4.0m | +2.60m | - | 20.0m | 4.1以下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 金石港 | 9 | 須賀-1.5m岸壁 | 昭和50 | 326.9 | 矢張式 | -4.0m | +2.60m | - | 526.3m | 4.1以下(沈下量:107.4cm)×(2)沈下(沈下量:94.5cm)×(3)沈下(沈下量:94.5cm)×(4)沈下(沈下量:94.5cm)×(5)沈下(沈下量:94.5cm)×(6)沈下(沈下量:94.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 1 | 門口防波堤(標準部) | 昭和57 | 298.6m | ケーソン工法 | -3.5m | +5.0m | 33~40.2m | 298.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 2 | 入口防波堤(標準部) | S41 | 240.0m | ケーソン工法 | -3.5m | +5.0m | 33~40.2m | 240.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 3 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和63年 | 139.6 | 重力式 | -3.5m | +4.0m | 33~40.2m | 139.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 4 | 津山倉庫地区防波堤 | 平成17年 | 79.6 | 重力式 | - | +3.5m | 33~40.2m | 79.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 5 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和8年 | 198.5 | 重力式 | - | +2.5m | 33~40.2m | 198.5m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 6 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和13年 | 137.6 | 重力式 | - | +3.0m | 33~40.2m | 137.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 7 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和4年 | 61 | 重力式 | - | +2.5m | 33~40.2m | 61m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 8 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 39.6 | 重力式 | -3.5m | +2.2m | 33~40.2m | 39.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 9 | 津山倉庫地区防波堤 | 平成2年 | 60.7 | 重力式 | - | +2.5m | 33~40.2m | 60.7m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 10 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和62年 | 47.9 | 重力式 | - | +5.0m | 33~40.2m | 47.9m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 11 | 津山倉庫地区防波堤 | 平成10年 | 270.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -13.0m | +3.0m | 33~40.2m | 270.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 12 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 290.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -13.0m | +3.0m | 33~40.2m | 290.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 13 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 30.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -2.0m | +5.0m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 14 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 30.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -4.0m | +2.0m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 15 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 30.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -4.0m | +2.0m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 16 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 30.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -4.0m | +2.0m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 17 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 30.0m | 鉄骨式(組掛岸壁) | -4.0m | +2.0m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 18 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 150.0m | 鉄骨式 | -9.0m | +3.0m | 33~40.2m | 150.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 19 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和33年 | 190.6m | 重力式 | -2.0m | +3.0m | 33~40.2m | 190.6m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 20 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和60年 | 40m | 重力式 | -4.0m | +2.80m | 33~40.2m | 40m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 21 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 40m | 重力式 | -4.0m | +3.00m | 33~40.2m | 40m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 22 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 130m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 130m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 23 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 130m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 130m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 24 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 310.0m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 310.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 25 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 362.7m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 362.7m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 26 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 515.2m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 515.2m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 27 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 308.1m | 重力式 | -7.5m | +3.00m | 33~40.2m | 308.1m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 28 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 153.2m | 重力式 | -1.5m | +3.20m | 33~40.2m | 153.2m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 29 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 159.1m | 重力式 | -1.5m | +3.20m | 33~40.2m | 159.1m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 30 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 38.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 38.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 31 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 23.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 23.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 32 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 72.7m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 72.7m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 33 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 99.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 99.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 34 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 30.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 30.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 35 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 80.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 80.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 36 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 18.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 18.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 大津浦港 | 37 | 津山倉庫地区防波堤 | 昭和16年 | 86.0m | 重力式 | - | +3.00m | 33~40.2m | 86.0m | 4.1以下(沈下量:118.2~121.7cm)×(2)沈下(沈下量:121.7~136.8cm)×(3)沈下(沈下量:102.5~136.8cm)×(4)沈下(沈下量:79.8~102.5cm) | ○ | | | | | | | | | | | | |

表一 港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 完成年度 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 天橋高 | 設計標度 | 被災延長 | 被災状況 | 目黒開き | 沈下量 | 法線移動 | 損傷状況 | 損傷 | 船舶 | 転倒・倒壊 | 消波工況下・損傷 | 水没施設 | 基礎沈没 | その他 |
|-------|-----|---------------|------|---------|------------------|-------------------------------|---------------------------|------|----------|--|------|-----|------|------|----|----|-------|----------|------|------|-----|
| 仙台塩釜港 | 20 | 塩釜港区 表山5頭1号岸壁 | - | 302.0m | - | - | - | - | 203.0m | リフト版の沈下・基礎部(基礎部の損傷、コンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 21 | 塩釜港区 表山5頭2号岸壁 | - | 313.0m | - | - | - | - | 213.0m | リフト版の沈下・基礎部(基礎部の損傷、コンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 22 | 塩釜港区 表山5頭3号岸壁 | - | 300.0m | - | - | - | - | 309.0m | リフト版の沈下・基礎部(基礎部の損傷、コンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 23 | 塩釜港区 表山5頭4号岸壁 | - | 107.2m | - | - | - | - | 107.2m | リフト版の沈下・基礎部(基礎部の損傷、コンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜、杭頭とコンクリート杭の傾斜) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 24 | 塩釜港区 東本頭岸壁 | - | 320.3m | - | - | - | - | 320.3m | 基礎全長が14m～18mの沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 25 | 塩釜港区 東宮西船橋揚場 | - | 42.3m | - | - | - | - | 42.3m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 26 | 塩釜港区 東宮東船橋揚場 | - | 42.4m | - | - | - | - | 42.4m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 27 | 塩釜港区 東宮西物揚場 | - | 309.4m | - | - | - | - | 309.4m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 28 | 塩釜港区 東宮西物揚場 | - | 274.5m | - | - | - | - | 274.5m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 29 | 塩釜港区 高島船橋揚場 | - | 323.4m | - | - | - | - | 323.4m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 30 | 塩釜港区 高島船橋揚場 | - | 142.0m | - | - | - | - | 142.0m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 31 | 塩釜港区 高島船橋揚場 | - | 100.0m | - | - | - | - | 100.0m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 仙台塩釜港 | 32 | 塩釜港区 高島船橋揚場 | - | 322.78m | - | - | - | - | 322.78m | 基礎全長が100m程度の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 1 | 沖防波堤 | - | 2.70m | 沖波/防波堤 | -13.9m～ -10.23m～ -10.4m | 14.0m～ 13.8m～ 14.2m | - | 2,475.3m | ケーソン及び基礎マウンドの流出 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 2 | 北防波堤 | - | 1,109m | ケーソン/防波堤 | - | - | - | 1,089m | ケーソン及び基礎マウンドの流出 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 1 | 防波堤(南) | - | 1581.0m | 堤防式(ケーソン) | - | 5.0m | - | 143.7m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 2 | 防波堤(南) | - | 65.0m | 堤防式(ケーソン) | - | 2.5m | - | 65.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 3 | 1号岸壁 | - | 86.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 1.9m | - | 75.5m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 4 | 2号岸壁 | - | 209.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 3.0m | - | 67.5m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 5 | 3号岸壁 | - | 317.5m | 直立式(鋼管矢張) | - | 6.25m | - | 63.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 6 | 4号岸壁 | - | 550.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 6.5m | - | 550.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 7 | 5号岸壁 | - | 155.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 3.0m | - | 49.5m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 1 | 防波堤(前) | - | 20.0m | その他(コンクリート/ブロック) | - | 3.0m | - | 20.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 2 | 1号岸壁 | - | 21.0m | その他(コンクリート/ブロック) | - | 3.5m | - | 21.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 3 | ケーソン/岸壁 | - | 100.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 100.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 4 | 1号岸壁 | - | 110.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 110.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 5 | 1号岸壁 | - | 140.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 140.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 6 | 1号岸壁 | - | - | - | - | - | - | - | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 7 | 1号岸壁 | - | 280.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 280.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 8 | 1号岸壁 | - | 120.0m | 直立式(コンクリート/ブロック) | - | 3.5m | - | 180.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 9 | 1号岸壁 | - | 180.0m | 直立式(コンクリート/ブロック) | - | 3.5m | - | 90.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 10 | 2号岸壁 | - | 317.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 317.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 11 | 2号岸壁 | - | 280.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.5m | - | 280.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 12 | 2号岸壁 | - | 140.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.0m | - | 140.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 13 | 2号岸壁 | - | 110.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 3.0m | - | 110.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 14 | 第2船場(前)物揚場 | - | 110.0m | 矢張式(鋼管矢張) | - | 4.0m | - | 140.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 15 | 第2船場(前)物揚場 | - | 270.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 4.0m | - | 270.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 16 | 第2船場(前)物揚場 | - | 140.0m | 直立式(鋼管矢張) | - | 4.0m | - | 140.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 相馬港 | 17 | 5号岸壁 | - | 170.0m | 直立式(ケーソン) | - | 4.0m | - | 160.0m | 基礎部分の沈下、基礎コンクリートの剥離、沈下の不均一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |

表-2 港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 完成年度 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 天端高 | 設計深度 | 被災延長 | 被災状況 | 目地開き | 沈下・隆起 | 法線移動・傾斜 | 損傷 | 船舶・荷役 | 消波工沈下・崩壊 | 水陸用設 | 基礎沈陥 | その他 |
|------|-----|------------------|------|---------|----------------|---------------------|--------------|-----------|----------|--|------|-------|---------|----|-------|----------|------|------|-----|
| 小名浜港 | 1 | 神防波堤 | - | 2,359m | 台形ケーソン直立式ケーソン | -23.7~-29.3m | +6.0m | - | 2,359.0m | 10m以上の水深に沈没している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 2 | 神防波堤(第二) | - | 2,050m | 直立式ケーソン(前面削落有) | -16.5~-17.6m | +5.0m | - | 2,050.0m | 10m以上の水深に沈没している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 3 | 大朝ふ頭地区・光福海岸 | - | 887.1m | 重力式 | +8.0m | +3.5m | 0.1 | 887.7m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 4 | 3号ふ頭地区・北福海岸 | - | 198.1m | 鋼矢形式 | -10.0m~-17.0m+10.0m | +3.0m | 0.15 | 198.1m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 5 | 5号ふ頭地区・北福海岸 | - | 421.2m | 直立消波ブロック式 | -7.4~-12.1 | +3.5m | 0.1 | 421.2m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 6 | 7号ふ頭地区・光福海岸 | - | 196.3m | 重力式(直立消波ケーソン) | -10.5~-13.0 | +3.5m | 0.1 | 196.3m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 7 | 松下地区・神防波堤 | - | 129.7m | ケーソン | - | +3.5m | - | 129.7m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 8 | 松下地区・第一防波堤 | - | 362.2m | ケーソン | - | +5.0m | - | 18.8m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 9 | 松田地区・福原海岸 | - | 47.3m | ケーソン | - | +1.8m | - | 18.5m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 10 | 松田地区・小名川防波堤 | - | 178.4m | ケーソン | - | +3.0m | - | 107.4m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 11 | 松田地区・第二防波堤 | - | 173.4m | ケーソン | - | +3.0m | - | 135.3m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 12 | 松田地区・第三防波堤 | - | 148.0m | ケーソン | - | +3.0m | - | 39.2m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 13 | 松田地区・第四防波堤 | - | 67.4m | ケーソン | - | +3.0m | - | 52.4m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 14 | 松田地区・第五防波堤 | - | 194.5m | ケーソン | - | +3.0m | - | 194.5m | 法線の沈下量は最大で約1.1m。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 15 | 2号ふ頭地区・第一防波堤 | - | 190.5m | 鋼管矢形 | - | +3.0m | - | 92.8m | 工場の傾斜・上部工目地の開き最大35mm | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 16 | 3号ふ頭地区・第三防波堤 | - | 4.0m | 鋼管矢形 | - | +3.5m | - | 43.0m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 17 | 3号ふ頭地区・第二防波堤 | - | 224.8m | ケーソン | - | +3.5m | - | 94.0m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 18 | 3号ふ頭地区・第一防波堤 | - | 229.6m | ケーソン | - | +3.5m | - | 25.0m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 19 | 3号ふ頭地区・第四防波堤 | - | 438.5m | ケーソン | - | +3.5m | - | 272.0m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 20 | 3号ふ頭地区・第五防波堤 | - | 287.0m | ケーソン | - | +3.5m | - | 287.0m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 21 | 4号ふ頭地区・第一防波堤 | - | 270.91m | 重力式 | -2.42m | +3.03m | 0.10~0.12 | 239.0m | 本岸壁ではケーソン背後に沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 22 | 4号ふ頭地区・第二防波堤 | - | 261.8m | 重力式 | -10.42m | +3.03m | 0.05~0.15 | 261.8m | 本岸壁ではケーソン背後に沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 23 | 4号ふ頭地区・第三防波堤 | - | 140.0m | 重力式 | +8.32m | +2.99m | 0.1 | 140.0m | 本岸壁ではケーソン背後に沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 24 | 大朝ふ頭地区・10m岸壁 | - | 370.05m | 重力式 | -10.42m | +3.06m | 0.1 | 370.05m | 本岸壁ではケーソン背後に沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 25 | 大朝ふ頭地区・7.5m岸壁 | - | 150.06m | 重力式 | -7.92m | +3.19m | 0.1 | 150.06m | 本岸壁ではケーソン背後に沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 26 | 3号ふ頭地区・10m岸壁 | - | 720.4m | 矢形式(管柱組) | -0.4~-11.5m | +2.70~-3.06m | 0.15 | 720.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 27 | 3号ふ頭地区・4.5岸壁 | - | 220.0m | 矢形式(管柱組) | -5.7m | +3.00m | 0.1 | 220.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 28 | 3号ふ頭地区・取付部 | - | 60m | 矢形式(管柱組) | -10.0m | +3.00m | 0.1 | 60m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 29 | 4号ふ頭地区・10m岸壁 | - | 400.0m | 矢形式(管柱組) | -10.32~-10.88m | +3.00m | 0.15 | 400.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 30 | 4号ふ頭地区・4.5岸壁 | - | 90.0m | 矢形式(管柱組) | -1.95~-10.0m | +2.85m | 0.15 | 90.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 31 | 4号ふ頭地区・6m岸壁・先端護岸 | - | 395.0m | 重力式 | -6.0m | +3.63m | 0.15 | 395.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 32 | 5号ふ頭地区・11m岸壁 | - | 310.19m | 重力式 | -12.42m | +2.99m | 0.1 | 310.19m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 33 | 6号ふ頭地区・12m岸壁(前線) | - | 300m | 重力式 | -12.1m | +2.70m | 0.2 | 300m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 34 | 7号ふ頭地区・13m岸壁 | - | 588.06m | 重力式 | -3.45m | +3.13m | 0.1 | 588.06m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 35 | 7号ふ頭地区・10m岸壁 | - | 370.0m | 重力式 | -10.35m | +3.13m | 0.1 | 370.0m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 36 | 7号ふ頭地区・7.5m岸壁 | - | 168.13m | 重力式 | -8.05m | +3.18m | 0.1 | 151.68m | 法線の最大沈下量は1.1m程度。当地区間の最大沈下量は約2.2m程度であり、ケーソン間には約1.0m程度の沈下が生じている。ケーソン間の沈没は発生している。ケーソン本体の水平方向の移動、傾斜は発生していない。ケーソン間の沈没は発生している。 | ○ | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 37 | 松田地区・取付部 | - | 200.0m | ケーソン | -5.0m | +2.8m | - | 195.1m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 38 | 松田地区・取付部 | - | 43.5m | ケーソン | -2.0m | +2.0m | - | 35.1m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 39 | 松田地区・取付部 | - | 102.0m | ケーソン | -5.0m | +2.85m | - | 42.13m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 40 | 松田地区・取付部 | - | 170.0m | ケーソン | -5.0m | +2.6m | - | 20.13m | | | | | | | | | | |
| 小名浜港 | 41 | 松田地区・取付部 | - | 151.0m | 鋼管矢形 | -1.0m | +2.6m | - | 30.2m | | | | | | | | | | |

表-港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 完成年度 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 設計深度 | 被災状況 | 目黒開き | 表下構 | 基礎移動 | 基礎沈下 | 基礎沈下・傾斜 | 船舶・荷役 | 水陸運送 | 基礎沈下 | その他 |
|-----|-----|-------------------|------|--------|--------|-------|--------|----------------|------|-----|------|------|---------|-------|------|------|-----|
| 茨城港 | 1 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 2 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 3 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 4 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 5 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 6 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 7 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 8 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 9 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 10 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 11 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 12 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 13 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 14 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 15 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 16 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 17 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 18 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 19 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 20 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 21 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 22 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 23 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 24 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 茨城港 | 25 | 新港地区中央地区防波堤(4.0m) | - | 277.0m | 直立式防波堤 | -5.0m | +2.85m | 被災延長 126.0m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表-港湾施設被害状況一覧(2011年東日本大震災)

| 港名 | No. | 施設名 | 施設概要 | 完成年度 | 延長 | 構造形式 | 水深 | 天橋高 | 設計覆度 | 被災延長 | 被災状況 | 目地開き | 注釋移動・修理・撤去の理由 | クランク | 損傷 | 転倒・倒壊 | 消波工況下・損傷 | 基礎状況 | その他 |
|-----|-----|-----------------------------------|------|--------|----------|-------|-------|------|--------|---------------------------|------|------|---------------|------|----|-------|----------|------|-----|
| 茨城港 | 25 | 大洗漁港区第1埠頭区A物揚場(≈1.0m)・B物揚場(≈1.0m) | S48 | 320m | 直立岸壁 | -5.0m | -2.3m | 0.1 | 320m | ・本体倒壊、被災流出 ・マシナリ産物、木産物 | ○ | | | | | | | | |
| 茨城港 | 26 | 大洗漁港区第2埠頭区物揚場(≈1.0m)(水産小浜) | S48 | 100m | 直立岸壁 | -2.0m | -2.3m | 0.05 | 100m | | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 27 | 大洗漁港区第3埠頭区物揚場(≈1.0m)(水産小浜) | S49 | 200m | クランク式 | -1.0m | -2.6m | 0.05 | 78m | ・上部工、エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 28 | 大洗漁港区第4埠頭区物揚場(≈2.0m)(水産小浜) | S49 | 200m | 直立岸壁 | -5.0m | -2.6m | 0.05 | 22m | ・マシナリ産物、上部工、エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 29 | 大洗漁港区第5埠頭区A岸壁 | S52 | 140m | 直立岸壁 | -5.0m | -3.0m | 0.1 | 139m | ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 30 | 大洗漁港区第5埠頭区B岸壁(≈5.0m)(中央地区) | S43 | 200m | 直立岸壁 | -4.0m | -2.5m | 0.05 | 104m | ・本体倒壊、被災流出 ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 31 | 大洗漁港区第6埠頭区物揚場(≈5.0m)(中央地区) | S43 | 200m | 直立岸壁 | -3.0m | -3.0m | 0.1 | 200m | ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 32 | 大洗漁港区第7埠頭区物揚場(≈5.0m)(中央地区) | S43 | 225m | 直立岸壁 | -3.0m | -3.0m | 0.1 | 200m | ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 33 | 大洗漁港区第8埠頭区物揚場(≈5.0m)(中央地区) | S43 | 200m | 直立岸壁 | -3.0m | -3.0m | 0.1 | 200m | ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 茨城港 | 34 | 大洗漁港区第9埠頭区物揚場(≈5.0m)(中央地区) | S43 | 200m | 直立岸壁 | -3.0m | -3.0m | 0.1 | 200m | ・エプロン状 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 1 | 外海地区物揚場 | S44 | 48.0m | クランク式 | -3.5m | -3.5m | 0.08 | 8.0m | ・上部工の剥離、水田状 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 2 | 中央地区物揚場 | H03 | 70.5m | 直立岸壁 | -7.0m | -3.5m | — | 10.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 3 | 中央地区物揚場 | S47 | 380.0m | 直立岸壁 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 5.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 4 | 北海岸物揚場 | F03 | 15.0m | 多柱式クランク式 | -7.0m | -3.5m | 0.1 | 15.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 5 | 南海岸物揚場 | F03 | 284.8m | クランク式 | -5.0m | -7.0m | 0.1 | 284.8m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 6 | 北海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 7 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 8 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 9 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 2 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 3 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 4 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 5 | 南海岸物揚場 | F04 | 380.5m | 直立岸壁 | -1.0m | -4.0m | 0.1 | 80.3m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 1 | 北海岸物揚場 | F03 | 30.0m | クランク式 | -2.0m | -2.3m | 0.1 | 30.0m | ・本体倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 2 | 北海岸物揚場 | F03 | 310.0m | 直立岸壁 | -3.1m | -3.5m | 0.1 | 310.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 3 | 北海岸物揚場 | F03 | 164.0m | 直立岸壁 | -4.0m | -4.3m | 0.1 | 164.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 4 | 中央地区物揚場 | S47 | 18.0m | クランク式 | -1.0m | -2.5m | 0.1 | 18.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 5 | 南海岸物揚場 | F04 | 100.0m | 直立岸壁 | -6.5m | -2.5m | 0.08 | 100.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 6 | 北海岸物揚場 | F03 | 30.0m | クランク式 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 30.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 7 | 南海岸物揚場 | F04 | 30.0m | 直立岸壁 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 30.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 8 | 北海岸物揚場 | F03 | 30.0m | クランク式 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 30.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 9 | 南海岸物揚場 | F04 | 30.0m | 直立岸壁 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 30.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |
| 鹿島港 | 2 | 南海岸物揚場 | F04 | 30.0m | 直立岸壁 | -2.0m | -3.0m | 0.1 | 30.0m | ・上部倒壊 | | | | | | | | | |