

## 10. 港湾・漁港

### 10.1 港湾施設の被害概要

今回の地震により、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港で被害が発生した<sup>1)</sup>。これら被害の発生した各港の位置を図10.1.1に示す。地域ごとの被害形態を見ると、震源域に面している日本海側の奥尻港や瀬棚港では、地震動および液状化による岸壁、護岸の被害だけでなく、津波によって防波堤等にも甚大な被害が及んだ。これに対し、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。特に、函館港においては、強震観測結果による地表での最大加速度が120 Gal程度と比較的小さかったにもかかわらず、シルト分の多い地盤の液状化が広い範囲で発生し構造物に大きな被害をもたらした<sup>1)</sup>。本報告では、これら被害を受けた港の中から、特に被害の大きかった奥尻港、函館港、森港の3港を10.2～10.4にとり上げ、その被害について報告する。

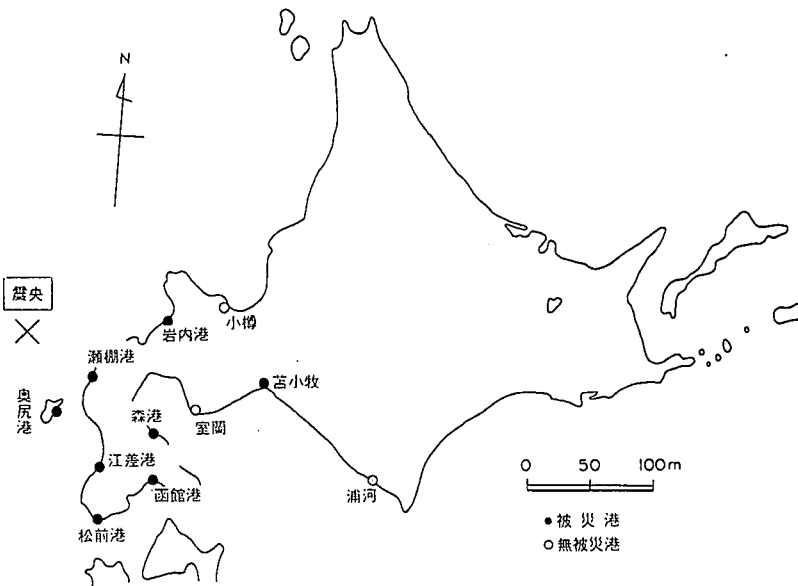


図10.1.1 被災した港湾

### 10.2 奥尻港の被害

#### 10.2.1 概要

奥尻港は、図10.1.1に示すように、桧山郡江差町より海上距離で北西約61 km、最も近い大成町の

久遠より約 28 km の位置にあり、奥尻島の玄関にあたる地方港湾である。島の大きさは東西約 11 km、南北約 27 km、周囲約 84 km、面積約 143 km<sup>2</sup> であり、南北に長い三角形を成している。奥尻港は、昭和 26 年 (1951) に避難港、昭和 41 年 (1966) に地方港湾に指定され、島の生活・産業等諸活動の物流拠点港として、また日本海を漁場とする漁船の水揚げ・休憩、避難港として島の発展に大きな役割を果たしてきた。特に、昭和 42 年 (1967) から就航したフェリーは、現在、江差・瀬棚の 2 航路があり、島民の生活の安定に大きく寄与している。港湾整備においても、大型フェリー対応の岸壁やターミナル周辺的环境整備を進めながら現在に至っている。

10.2.2 主な施設の被災状況

奥尻港では地震および津波によって壊滅的な被害が発生した (写真 10.2.1)。奥尻港の被災施設位置図を図 10.2.1 に示すが、同図に示すとおり、奥尻港ではほとんどの施設で被害が発生した。防波堤の一部では、防波堤本体の移動量は少なかったものの、約 40 cm の地盤沈下で防波堤の天端高さが不足し、その結果、港内の静穏度が悪化し、船舶の係留・荷役などの機能支障が生じた。以下に主要な被災施設の概要を示す。なお、各施設の位置については、図 10.2.1 中の施設番号で対応させるものとする。

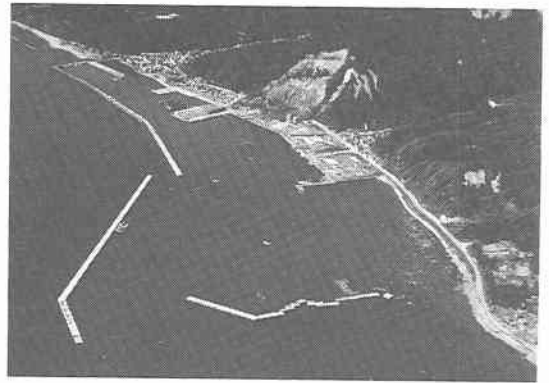


写真 10.2.1 奥尻港全体の被災状況

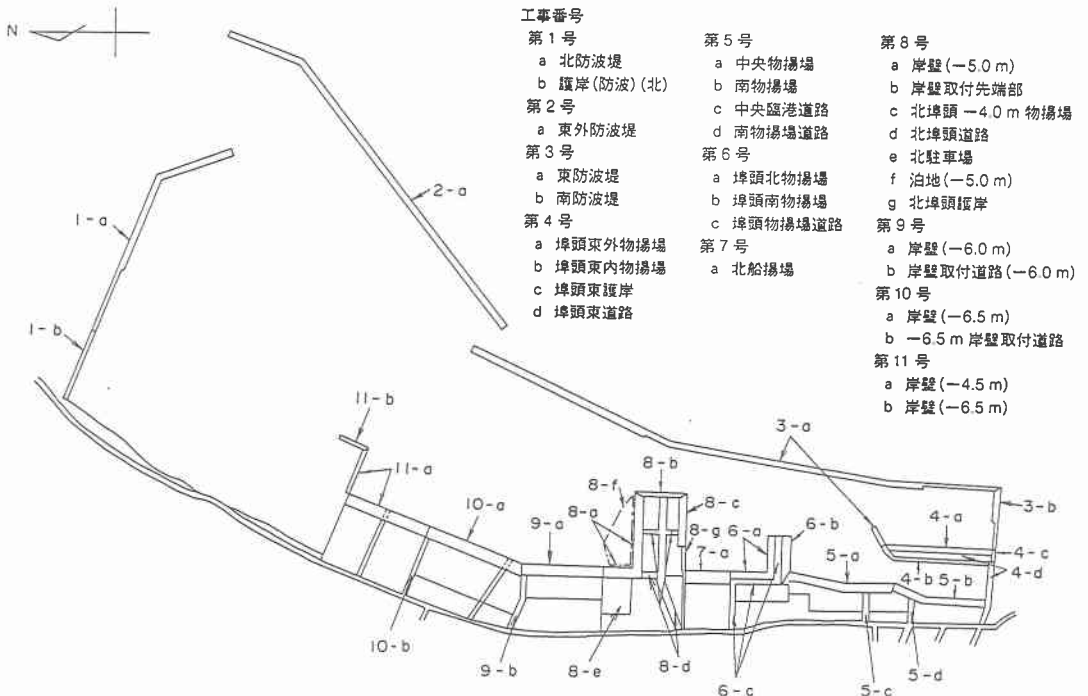


図 10.2.1 奥尻港被災施設位置図

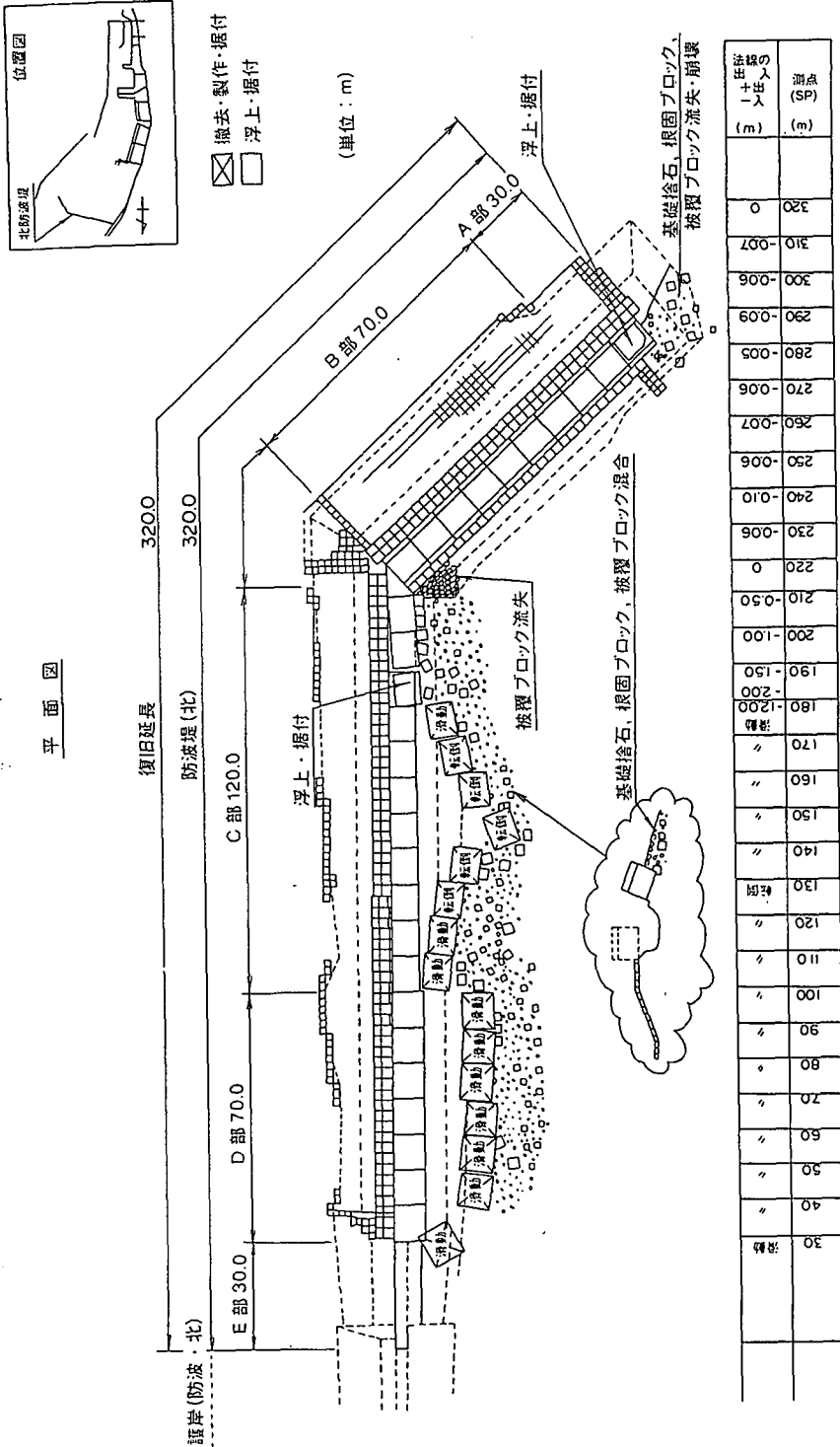


图 10.2.2 奥尻港北防波堤被災状況平面図

## (1) 北防波堤 (1-a)

北防波堤は、図 10.2.1 の 1-a で示した施設であり、平成 4 年に完成した重力式ケーソンおよび水中コンクリート構造の防波堤である。本施設の被災状況平面図を図 10.2.2 に示す。北防波堤は A 部～E 部の 5 区間からなり、中間で法線が屈曲している。構造形式はすべて混成堤であり、A 部および B 部はフーチングを有するケーソン、C 部および D 部はフーチングのないケーソン、E 部は水中コンクリート構造である。C 部の標準断面図を図 10.2.3 に示す。本施設では、今回の地震および津波により延長 320 m のすべてにわたって被害が発生した。A 部および B 部では、法線移動量は最大で 10 cm と滑動量としては小さかったが、A 部先端では港内側の基礎マウンドが洗掘され、沈下量も全体にわたって 40～70 cm 生じている。C 部および D 部では、堤体が最大で 30 m 港内側に流出し、このうち 5 箇が転倒した (写真 10.2.2)。また、被覆ブロックが広範囲に散乱しマウンドが洗掘された。

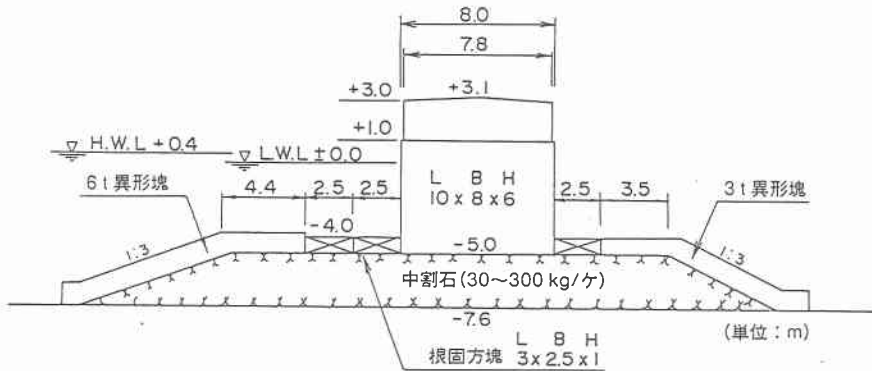


図 10.2.3 奥尻港北防波堤 (C 部) 標準断面図

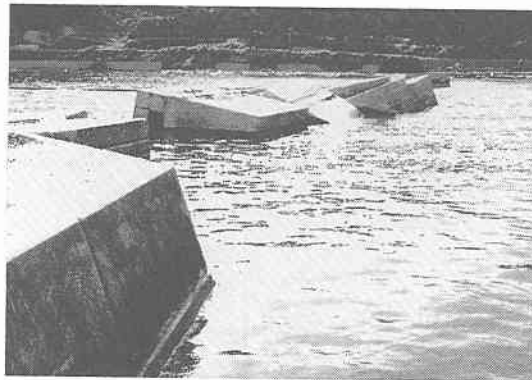


写真 10.2.2 奥尻港北防波堤の被災状況

## (2) 護岸 (防波) (北) (1-b)

護岸 (防波) (北) は、図 10.2.1 の 1-b で示した施設であり、平成 4 年度にほぼ概成した重力式水中コンクリート構造の護岸である。北防波堤と同一法線上の施設であるが、堤体背後の埋立が未施工の段階であったため、津波により大きな被害が発生した。本施設の被災状況平面図を図 10.2.4 に示す。本施設では、延長 80.13 m にわたって壊滅的な被害が発生し、すべての水中コンクリート製の堤体が

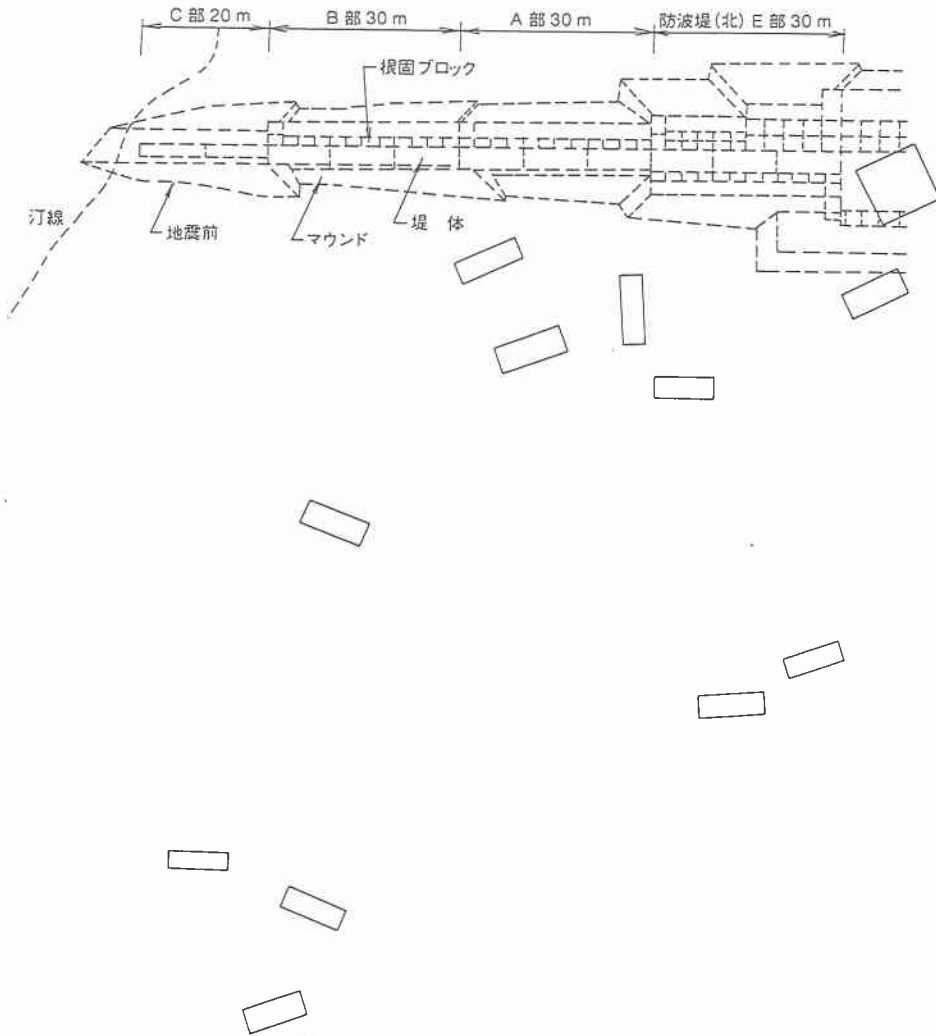


図 10.2.4 奥尻港護岸（防波）(北) 被災状況平面図

港内側に流出し、移動量は最大で 130 m となった。

(3) 埠頭東外物揚場 (4-a)

埠頭東外物揚場は、図 10.2.1 中の 4-a で示される施設であり、昭和 48 年に完成した突堤式の重力式プレパックドコンクリート構造の係船岸である。本施設の被災状況を図 10.2.5、被災復旧断面を図 10.2.6 に示す。同図に示すとおり、全延長 140.90 m にわたり、天端高は最大 73 cm、最小 37 cm の沈下が生じ、堤体は最大 1.78 m 海側に傾斜移動し、エプロンに沈下・亀裂・段差が生じた。エプロンは津波により剥がされて折り重なっており壊滅的被害を受けた (写真 10.2.3)。



写真 10.2.3 奥尻港埠頭東外物揚場の被災状況



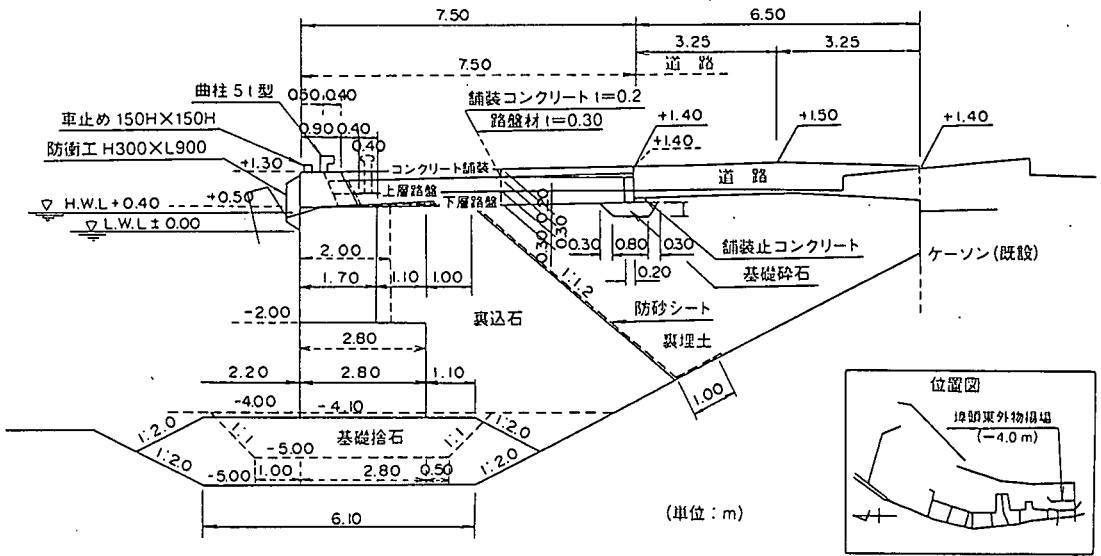


図 10.26 奥尻港埠頭東外物揚場復旧断面図

(4) 南物揚場 (5-b)

南物揚場は、図 10.2.1 中の 5-b で示される施設であり、昭和 45 年に完成した重力式プレパックドコンクリート構造の係船岸である。本施設の被災断面を図 10.2.7 に示す。被害は全延長 123.7 m にわたって発生し、写真 10.2.4 に示すように、延長 28.4 m で堤体が崩壊し、その他の区間では、天端高が最大 62 cm、最小 26 cm の沈下が生じ、堤体が最大 75 cm 海側に傾斜移動した。また、エプロンには幅 3 cm くらいの亀裂が多数発生し、壊滅状態となった。

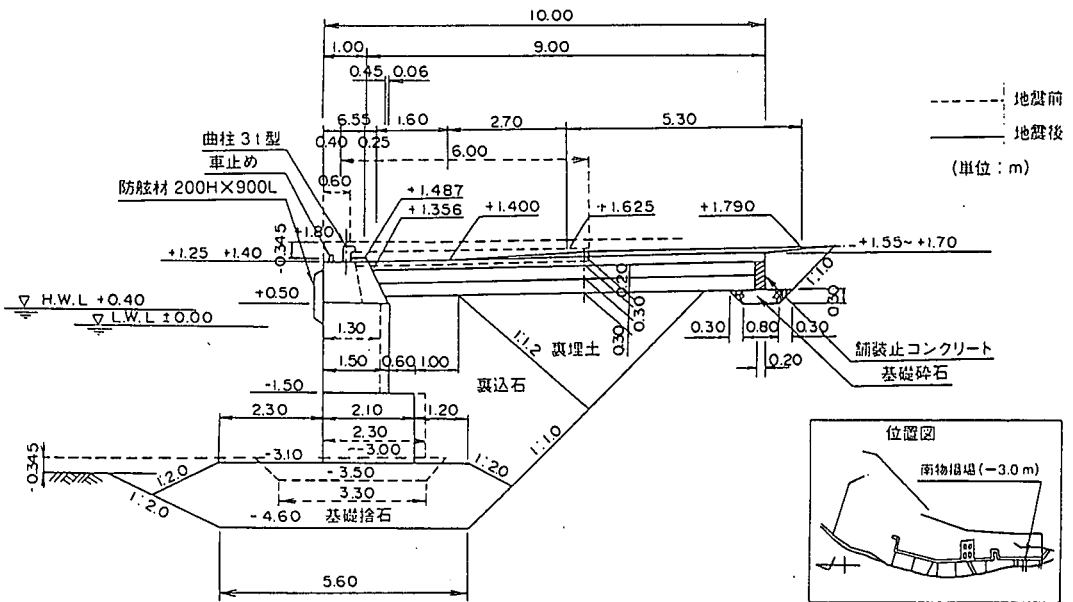


図 10.27 奥尻港南物揚場被災断面図



写真 10.2.4 奥尻港南物揚場の被災状況

(5) 埠頭南物揚場 (6-b)

埠頭南物揚場は、図 10.2.1 中の 6-b で示される施設であり、昭和 45 年に完成した重力式プレバックドコンクリート構造の係船岸である。本施設の被災状況を図 10.2.8 に示す。被害は全延長 79.9 m (取付先端部 30.1 m 含む) にわたって発生し、天端高は最大 20 cm、最小 18 cm 沈下し、法線は最大 55 cm 海側に傾斜移動した。また、エプロンは沈下の影響を受け幅 1 cm くらいの亀裂が多数発生した。取付先端部は、延長 30.1 m にわたり崩壊して海中に没し、背後の裏込め土も吸い出しを受け壊滅的な被害となった (写真 10.2.5)。

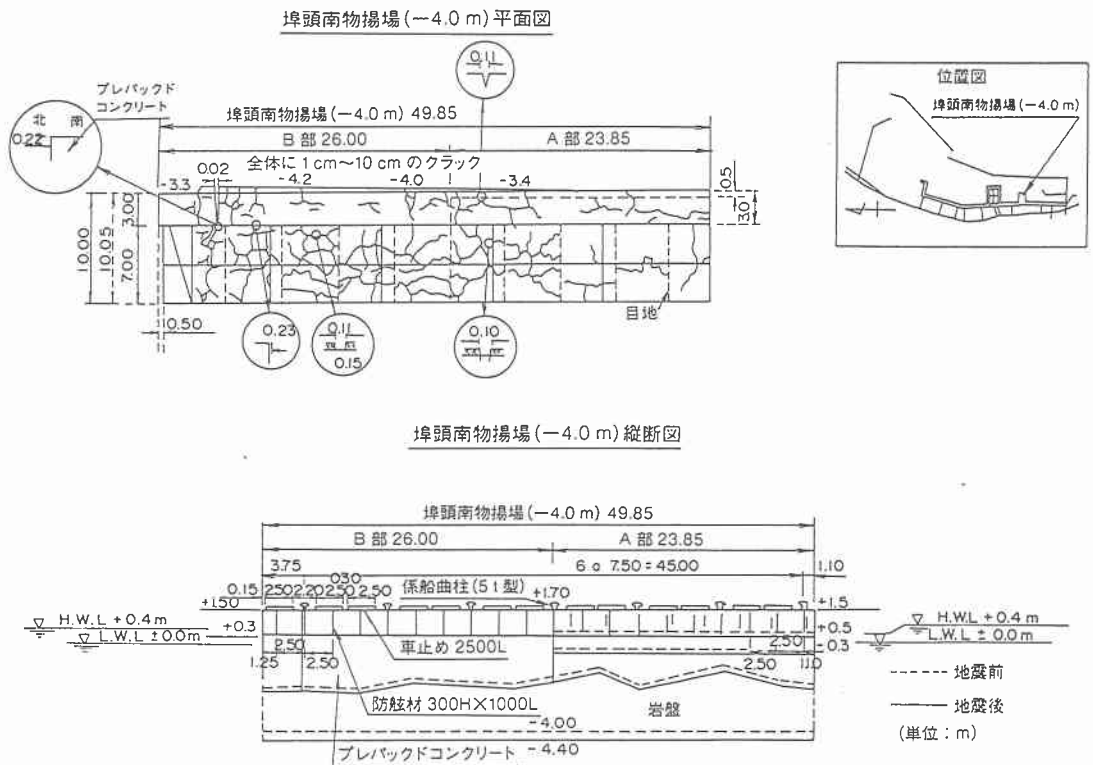


図 10.2.8 奥尻港埠頭南物揚場被災状況図





写真 10.2.5 奥尻港埠頭南物揚場の取付先端部の被災状況

(6) 岸壁 (-5.0 m) (8-a)

岸壁 (-5.0 m) は、図 10.2.1 中の 8-a で示される施設であり、昭和 64 年に完成したプレパックドコンクリート構造の係船岸である。本施設の被災状況を、岸壁取付先端部、北埠頭-4.0 m 物揚場とともに図 10.2.9 に示す。本施設は埠頭の北側に位置し、被害は全延長 134.5 m (取付部 20 m 含む) に

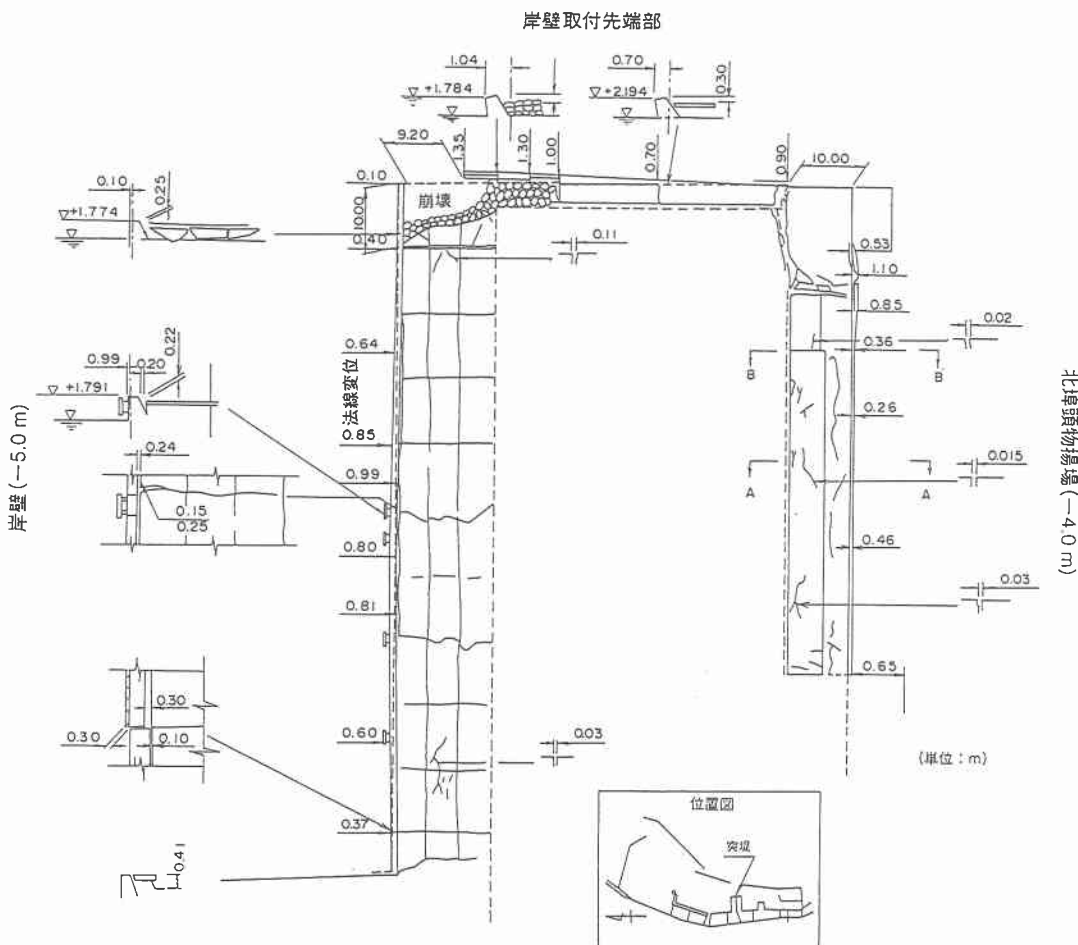


図 10.2.9 奥尻港 (-5.0 m), 岸壁取付先端部, 北埠頭-4.0 m 物揚場の被災状況図

わたり発生した。被害としては、天端高が最大 38 cm、最小 18 cm 沈下し、法線は最大 99 cm 海側に傾斜移動した。エプロンは沈下の影響を受け幅 3 cm くらいの亀裂が多数発生した。

#### (7) 岸壁取付先端部 (8-b)

岸壁取付先端部は、図 10.2.1 中の 8-b で示される施設であり、昭和 50 年に完成した重力式プレパッドコンクリート構造の係船岸である。図 10.2.9 に示すとおり、本施設は埠頭の先端部に位置し、被害は全延長 70 m にわたり発生した。このうち、両端部約 20 m で堤体が崩壊し海中に没した（写真 10.2.6）。その他の区間では、図 10.2.10 に示すとおり、天端高は最大 34 cm 沈下し、法線は最大 135 cm 海側に傾斜移動した。また、エプロン部の張りコンクリートはすべてにわたり幅 5 cm くらいの亀裂が多数発生し、背後の裏込め土も流出し壊滅状態となった。

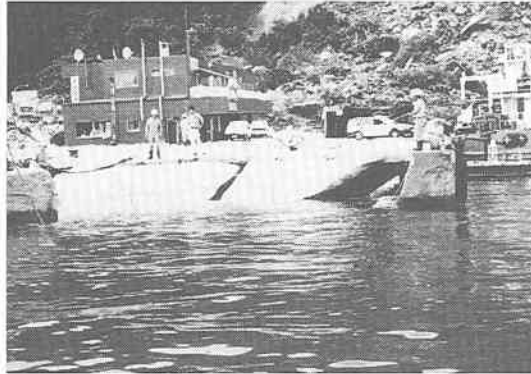
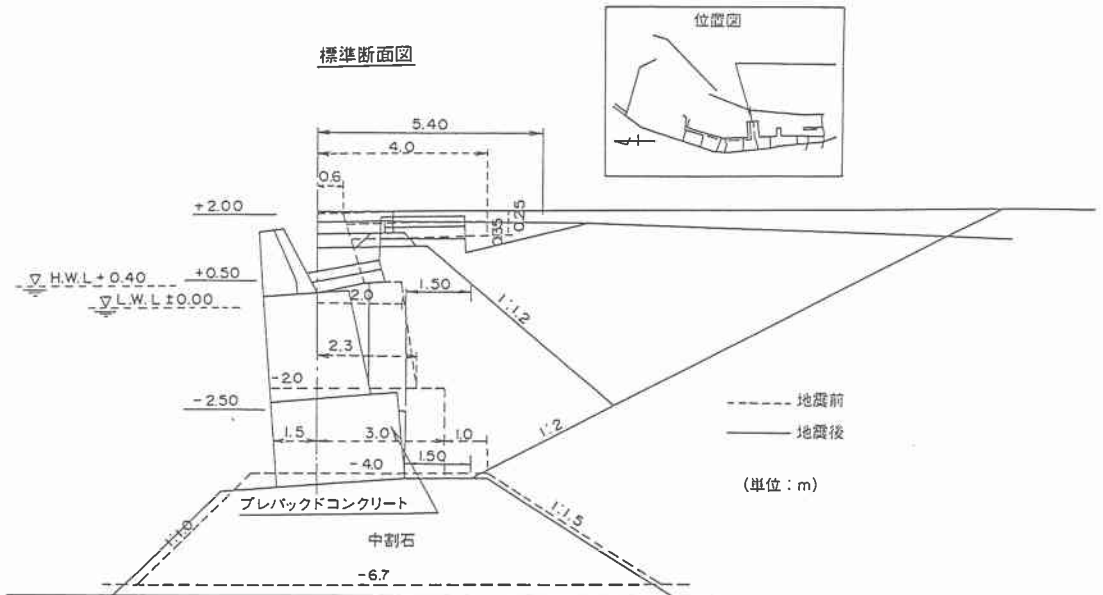


写真 10.2.6 奥尻港岸壁取付先端部の被災状況



#### (8) 岸壁 (-6.5 m) (10-a)

岸壁 (-6.5 m) は、図 10.2.1 中の 10-a で示される施設であり、昭和 60 年に完成した重力式ケーソン

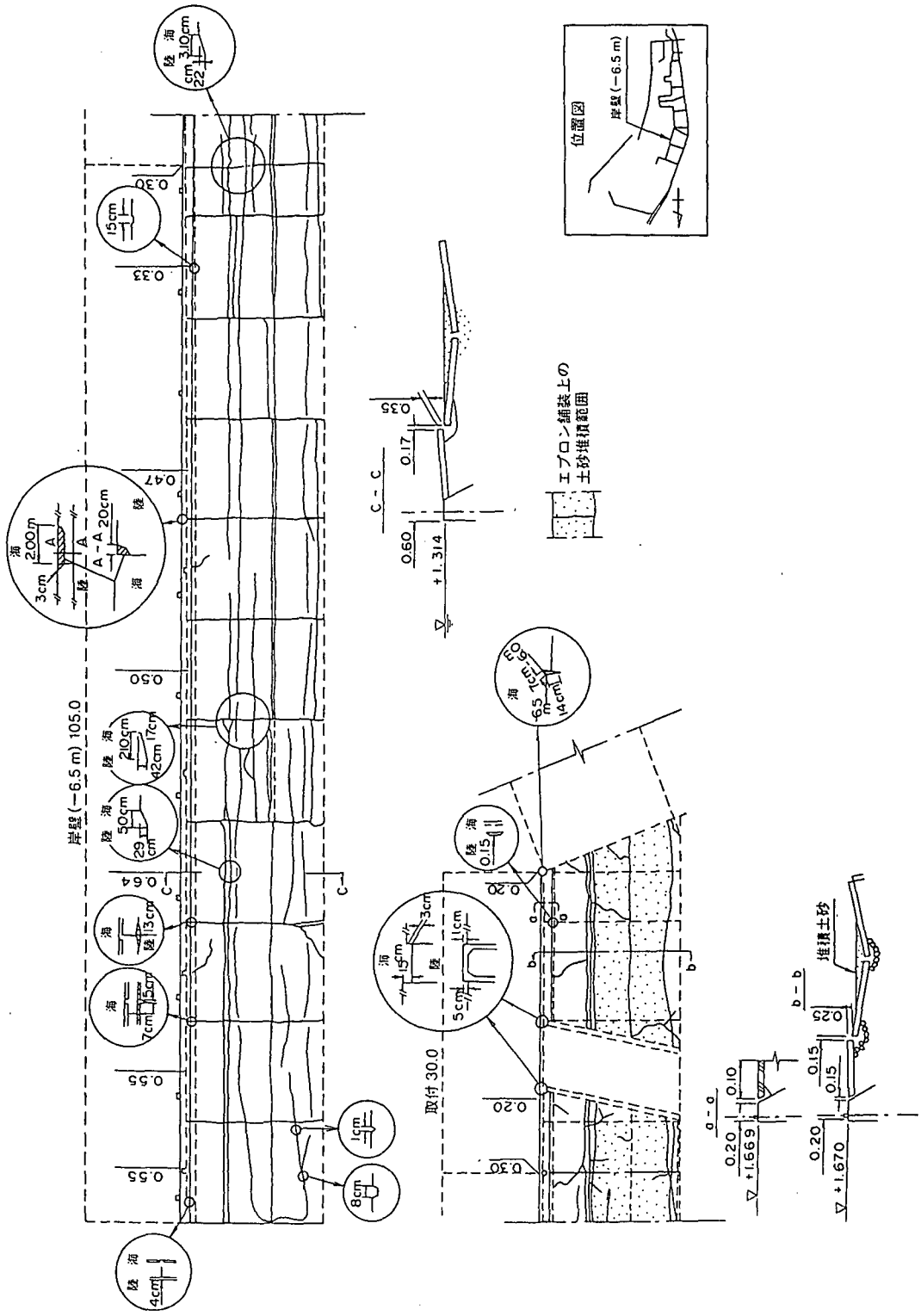


図 10.2.11 奥尻港岸壁 (-6.5 m) の被災状況図

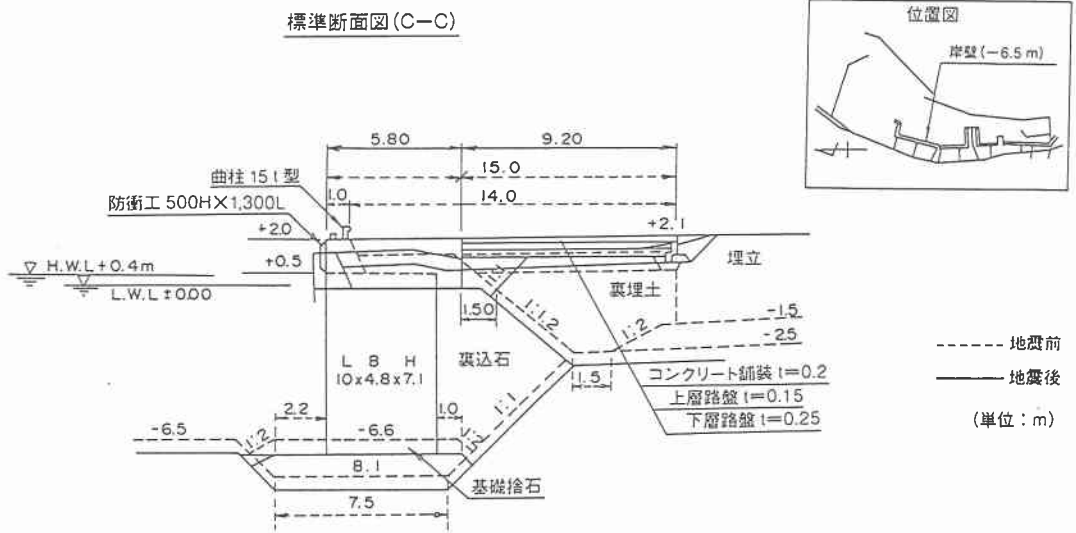


図 10.2.12 奥尻港岸壁(-6.5 m)の被災断面図



写真 10.2.7 奥尻港岸壁(-6.5 m)の被災状況

ン構造の係船岸である。被害は全延長 135.1 m (取付部 30 m 含む) にわたり発生した。本施設の被災状況を図 10.2.11, 被災断面を図 10.2.12 に示す。被害としては、天端高が最大 69 cm, 最小 33 cm 沈下し、法線が最大 64 cm 海側に傾斜移動した(写真 10.2.7)。また、エプロン部の沈下とともに、目地部に幅 10 cm 程度の開き・亀裂が多数発生した。

### 10.3 函館港の被害

#### 10.3.1 概要

函館港は、図 10.1.1 に示すように、北海道西部の渡島半島の南端中央に位置する港である。本港は、安政 2 年に補給港として開港し、安政 6 年に我が国最初の本格的貿易港に指定された。その後も継続して整備が進められ現在に至っている。以下に函館港の主な施設の被災状況について報告するが、各施設の位置については、図 10.3.1(a), (b) に示す函館港の調査を行った各施設の施設番号で対応させる。同図中には、各施設の建設年度および今回の地震で噴砂が確認された位置も示している。

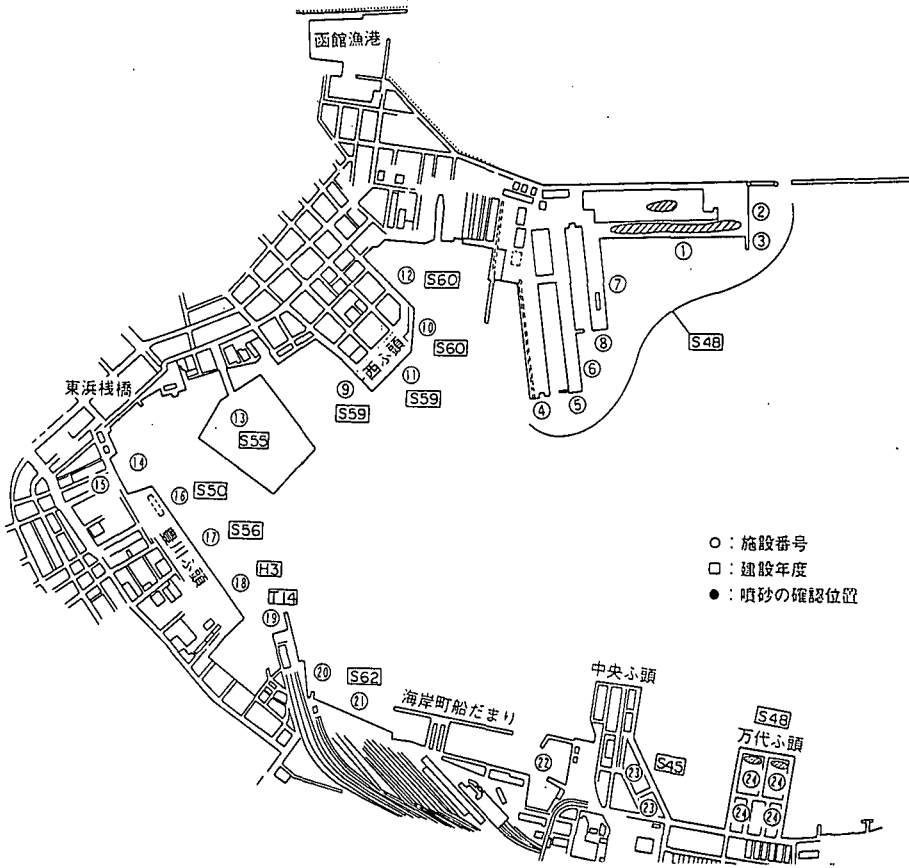


図 10.3.1(a) 函館港被災施設位置図 (棄天地区～万代埠頭)

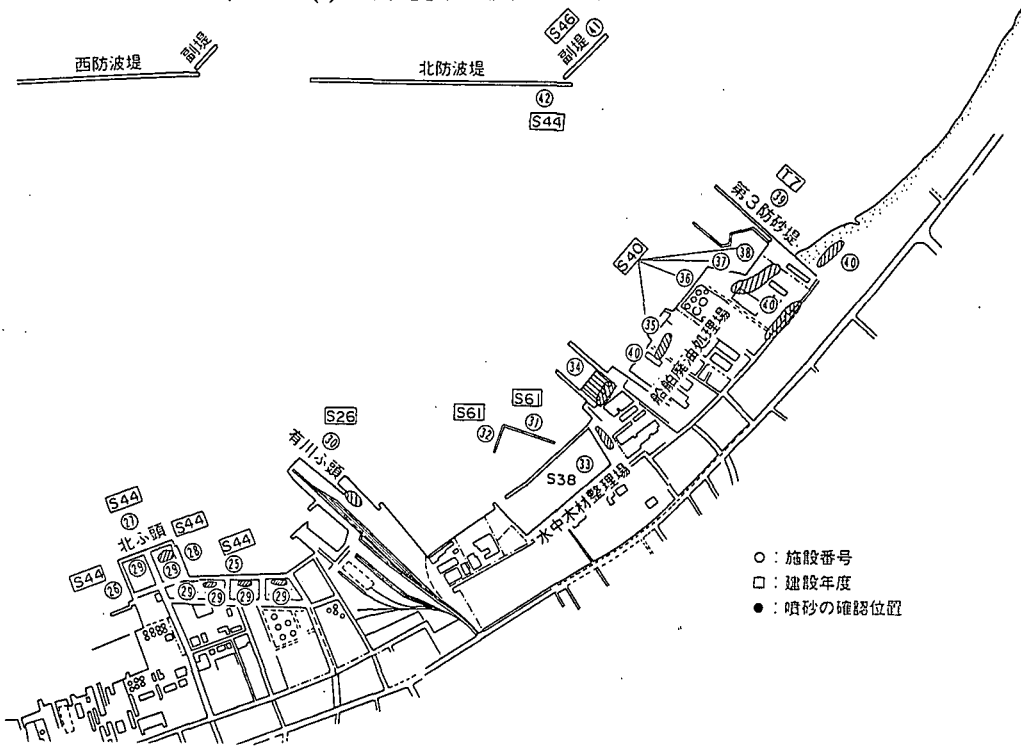


図 10.3.1(b) 函館港被災施設位置図 (北埠頭～七重浜地区)

10.3.2 主な施設の被災状況

(1) 弁天地区第6岸壁 (-8.0m) (施設番号①)

弁天地区 (北海道振興株所有) は、函館ドックが昭和45年から48年にかけて埋立を行い、30万トン建造ドックと30万トン修繕ドックおよび船殻工場等を建設した。昭和48年のオイルショックにより当該地は昭和54年に特定船舶製造業安定事業協会に売却された。その後、平成元年に北海道振興株が当該地を買収し現在に至っている。

本施設は控え矢板式の係船岸であり、総延長は495mである。本施設の被災断面図を図10.3.2、縦断面図・標準断面を図10.3.3に示す。被害としては、矢板が前面に大きく傾き、岸壁全長にわたって

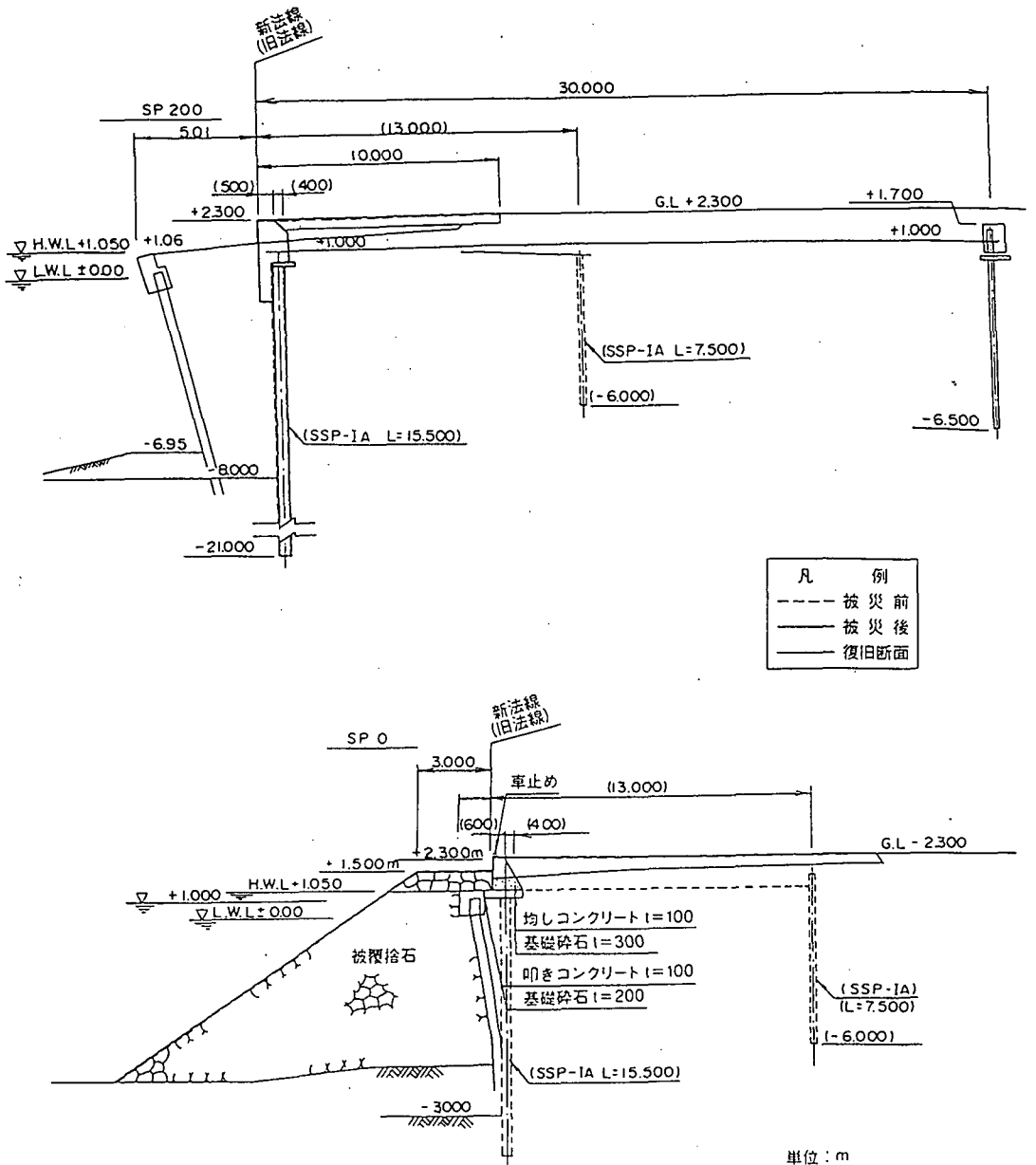
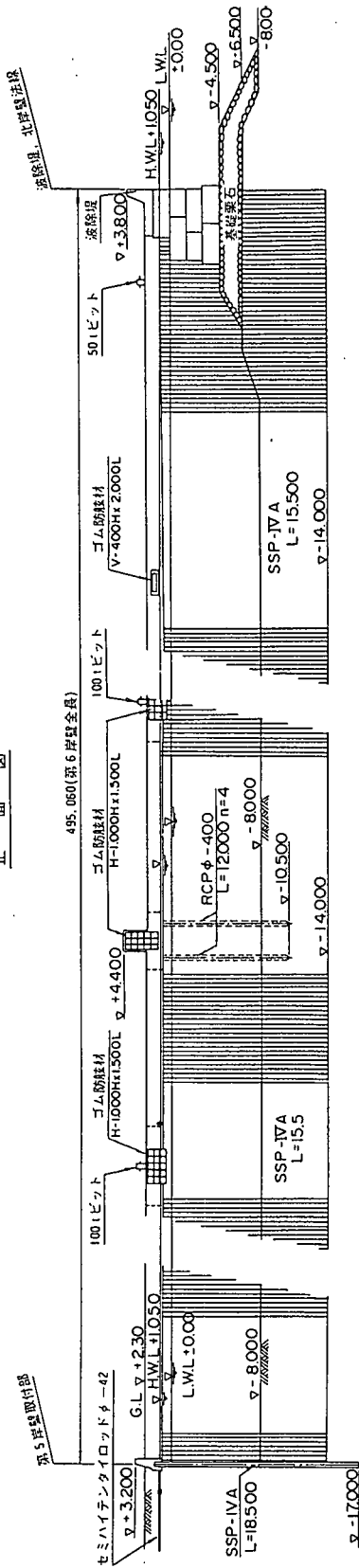
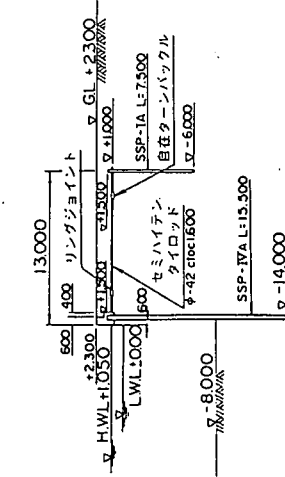


図10.3.2 函館港弁天地区第6岸壁 (-8.0m) 被災断面図

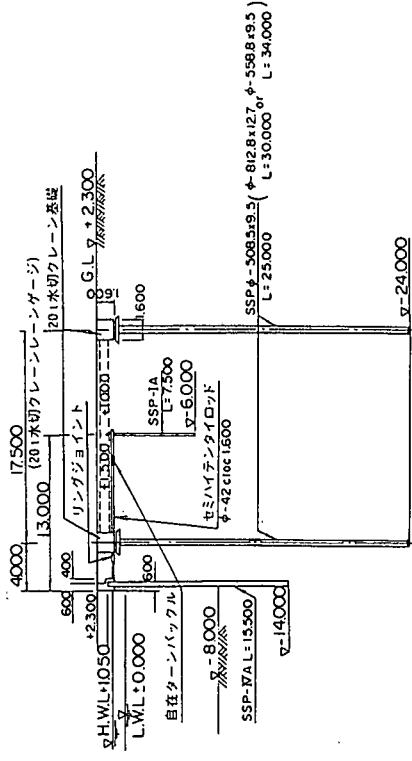
正 面 図



標準断面図



標準断面図 (20 TON 水切クレーン部)



単位: m

図 10.3.3 函館港弁天地区第6岸壁 (-8.0 m) 縦断面図・標準断面図



写真 10.3.1 函館港弁天地区第6岸壁 (-8.0 m) 被災状況 (法線部)



写真 10.3.2 函館港弁天地区第6岸壁 (-8.0 m) 被災状況 (エプロン部)

法線および天端が大きく変位する被害を受けた。特に、岸壁中央部での被害が大きく、法線は最大で 5.21 m せり出し、天端は 1.46 m まで沈下している (写真 10.3.1)。ただし、潜水調査によると、矢板に破損などの損傷はないことが報告されている。タイロッドおよび控え工の被災に関しては不明である。エプロンには岸壁背後 5 m のところに法線に平行に大きな亀裂が発生している (写真 10.3.2)。また、エプロン全体にわたって陥没・沈下・亀裂・噴砂が発生している。岸壁背後に建てられた上屋とエプロンの間には、エプロン部の沈下により数 10 cm の段差が発生し、さらに上屋内部では噴砂が全体にわたって発生し不同沈下を生じた。

(2) 豊川地区豊川埠頭岸壁 (旧鋼管杭, 120 m 部分) (-5.0 m) (施設番号⑩)

豊川地区では、昭和 47 年に施設機能増進を図るため、既設物揚場の前面に岸壁を改めて造成する計画を立てた。昭和 50 年度に岸壁 (-5.0 m) 120 m 部分が完成した。その後、残りの岸壁 (-5.0 m) 220 m を造成し、豊川埠頭岸壁 (-5.0 m) 340 m が昭和 56 年に完成した。完成後、豊川埠頭岸壁は漁業関連の陸揚げ施設として使用されていた。しかし、盛漁期には施設が不足し他の公共埠頭を利用する状況であったことから、本岸壁をさらに延長し、漁船 200GT を対象に岸壁 (-5.0 m) 190 m の整備が行われ平成 3 年度に総延長 530 m の岸壁が完成した。

本施設の平面図を図 10.3.4、標準断面図を図 10.3.5 に示す。本施設は、直杭式横棧橋であり、棧橋



写真 10.3.3 函館港豊川地区豊川埠頭岸壁 (-5.0 m) エプロン部の被災状況



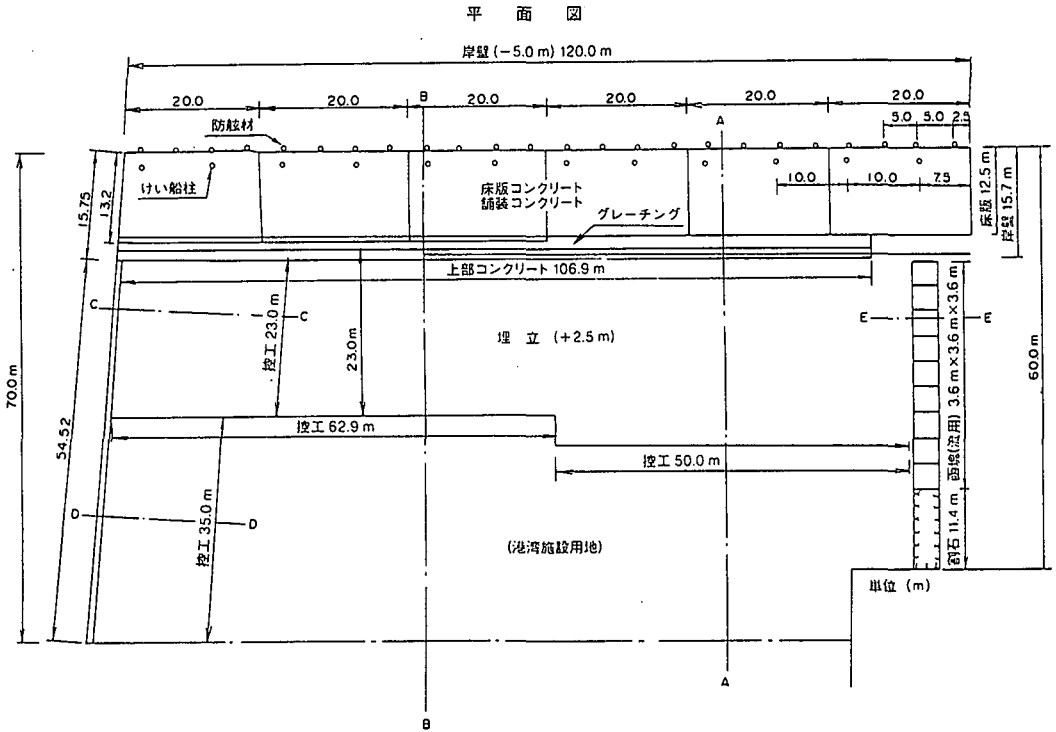


図 10.3.4 函館港豊川地区豊川埠頭岸壁 (-5.0 m) 平面図

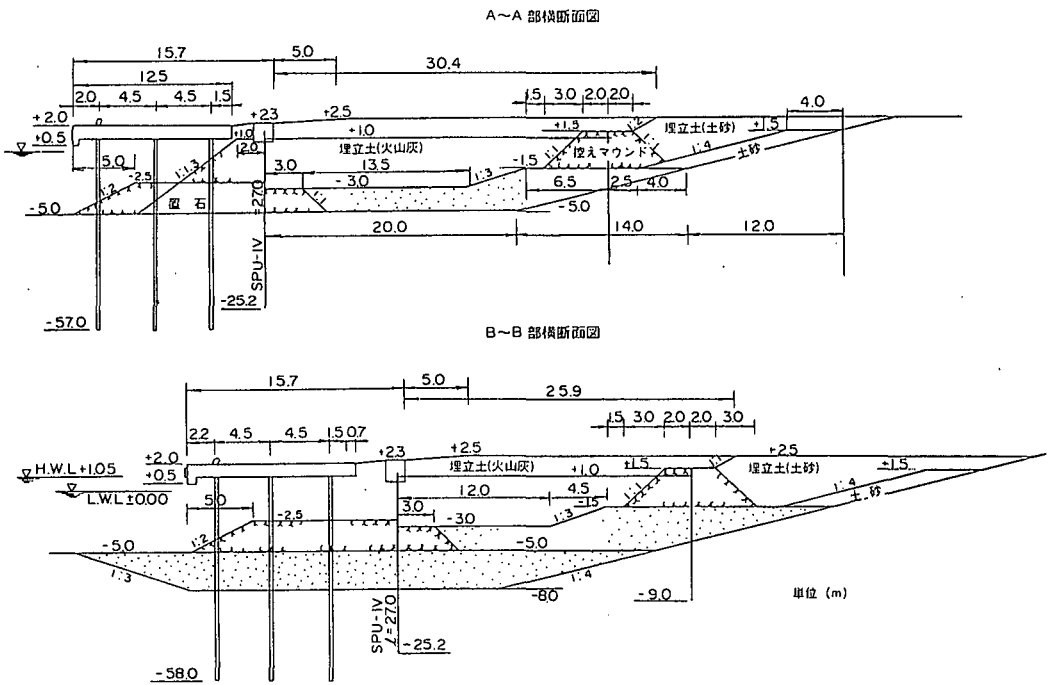


図 10.3.5 函館港豊川地区豊川埠頭岸壁 (-5.0 m) 標準断面図

背後は矢板式の土留め壁が用いられた埋立地盤である。土留め壁背後の埋立て土には火山灰が用いられている。設計震度は $k_h=0.10$ である。被害は栈橋本体には生じなかったが、背後の埋立地盤において被害が発生しており、エプロンの沈下、上屋との間に段差が生じた(写真10.3.3)。また、埋立て地盤の土留め矢板が前面にせり出したことにより、栈橋と埋立て地盤間のグレーチングのせり上がりが見られた。

(3) 若松地区若松埠頭護岸(-6.0m)(施設番号⑱)

若松埠頭は、旧国鉄により大正14年に造成された。その後、約2mの全般的な圧密沈下のためにケーソンの上部工の継ぎ足しを3回行い、昭和34年に岸壁をニューマチックケーソンにより延長し、昭和39年の埋立てをもってほぼ現在の姿となった。若松埠頭は青函連絡船の貨車航送および旅客航送に利用されていたが、昭和63年の青函連絡船の廃止により岸壁部分が清算事業団所有のものとなった。その後、函館市が買収し、親水護岸として整備して旧青函連絡船を保存係留し一般に公開している。

本施設の被災断面図を図10.3.6、被災状況平面図を図10.3.7に示す。護岸構造はケーソンを用いた重力式護岸で、護岸下部の原地盤は、置換砂を用いて地盤改良がなされている。しかし、改良範囲に

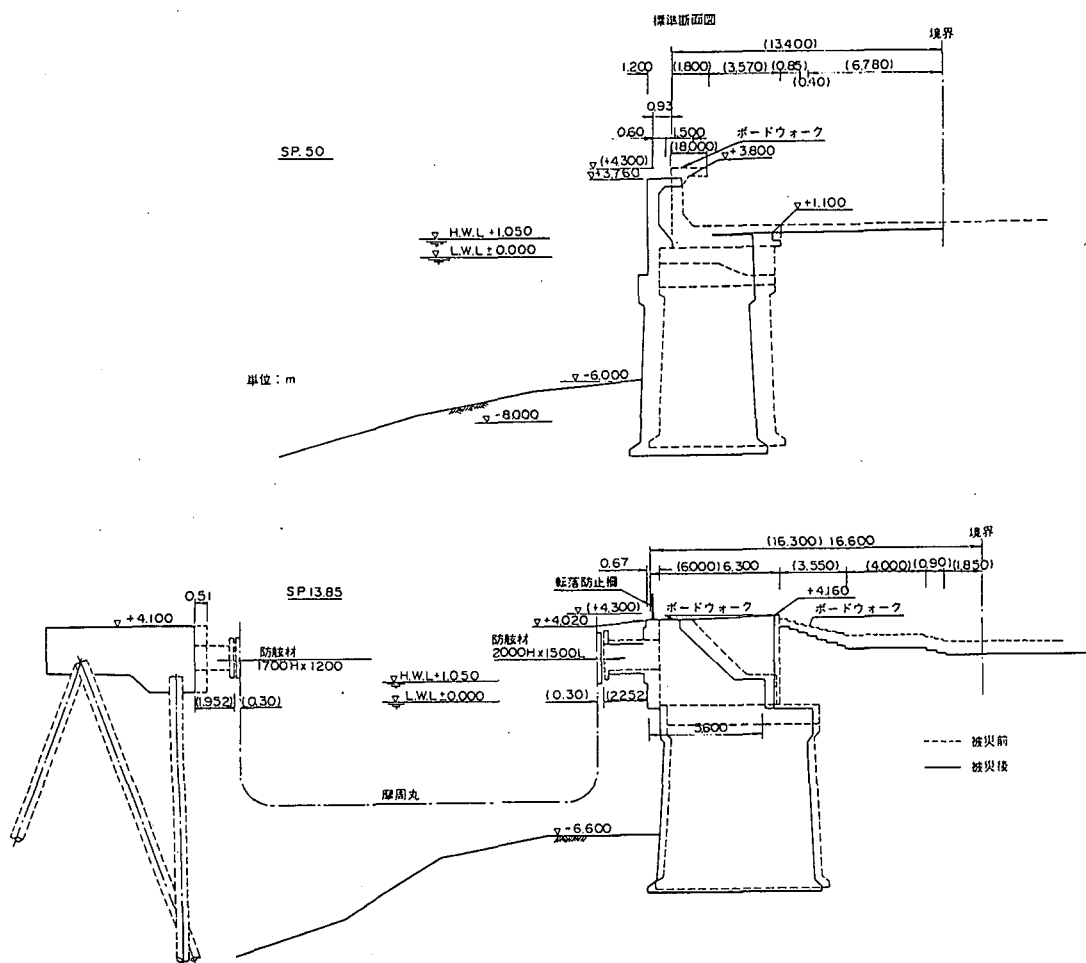


図10.3.6 函館港若松地区若松埠頭護岸(-6.0m)被災断面図



については不明である。護岸背後にはボードウォークが設けられており、また、護岸沖合にはドルフィンが設けられ、旧青函連絡船摩周丸を挟み込むように係留されている。被災は、護岸の延長160.3 mにわたって発生し、岸壁延長部の護岸先端部分は無被災であった。この護岸先端部分は他の部分とは異なりニューマチックケーソンが用いられたところであるが、その詳細については不明である。護岸法線は最大で120 cm前面にせり出しており、護岸天端の沈下量は最大で54 cmであった。また、ケーソンが前面に沈下するようにせり出したため、係留されている摩周丸が沖合に押し出されドルフィンが沖合に51 cm変位した。さらに、護岸背後のボードウォークに陥落などの被害が生じた(写真10.3.4)。

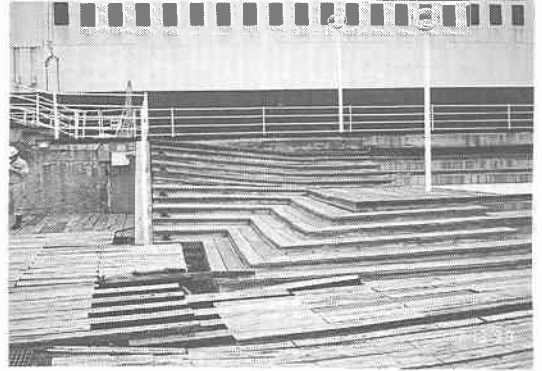
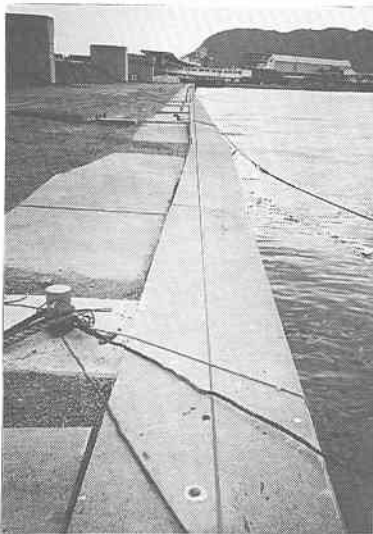


写真 10.3.4 函館港若松地区若松埠頭護岸 (-6.0 m)  
ボードウォーク被災状況

今回の若松埠頭の被害状況は、昭和43年の十勝沖地震の際の被害状況と類似している<sup>2)</sup>。昭和43年の十勝沖地震では、古いケーソン構造部分は約100 mにわたって沈下・せり出す被害があり、最大沈下量は100 cm、最大せり出し量は60 cmであったが、ニューマチックケーソン部分は無被災であったと報告されている。今回の地震でも、古いケーソン構造の部分が被災を受け、ニューマチックケーソンが用いられた護岸先端部分は無被災であった。

#### (4) 若松地区道路護岸 (-4.5 m) (施設番号21)

若松地区道路護岸は、臨港道路の一部として昭和62年度に完成したもので、総延長301.6 mの施設である。本施設の被災状況平面図を図10.3.8、被災断面図を図10.3.9に示す。本施設では、A部の取付け部分が重力式構造である以外は二重矢板式の護岸構造である。



←写真 10.3.5 函館港若松地区道路護岸  
(-4.5 m) 被災状況 (法線部)



↑写真 10.3.6 函館港若松地区道路護岸 (-4.5 m) 被災  
状況 (控え位置)

単位：m

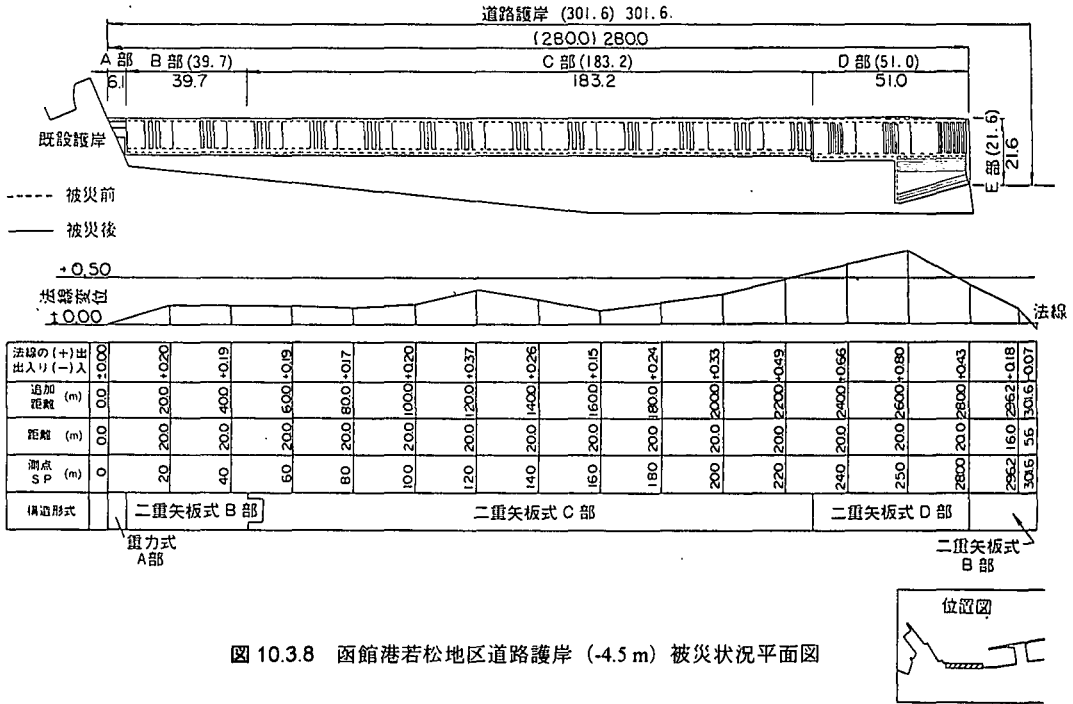


図 10.3.8 函館港若松地区道路護岸 (-4.5m) 被災状況平面図

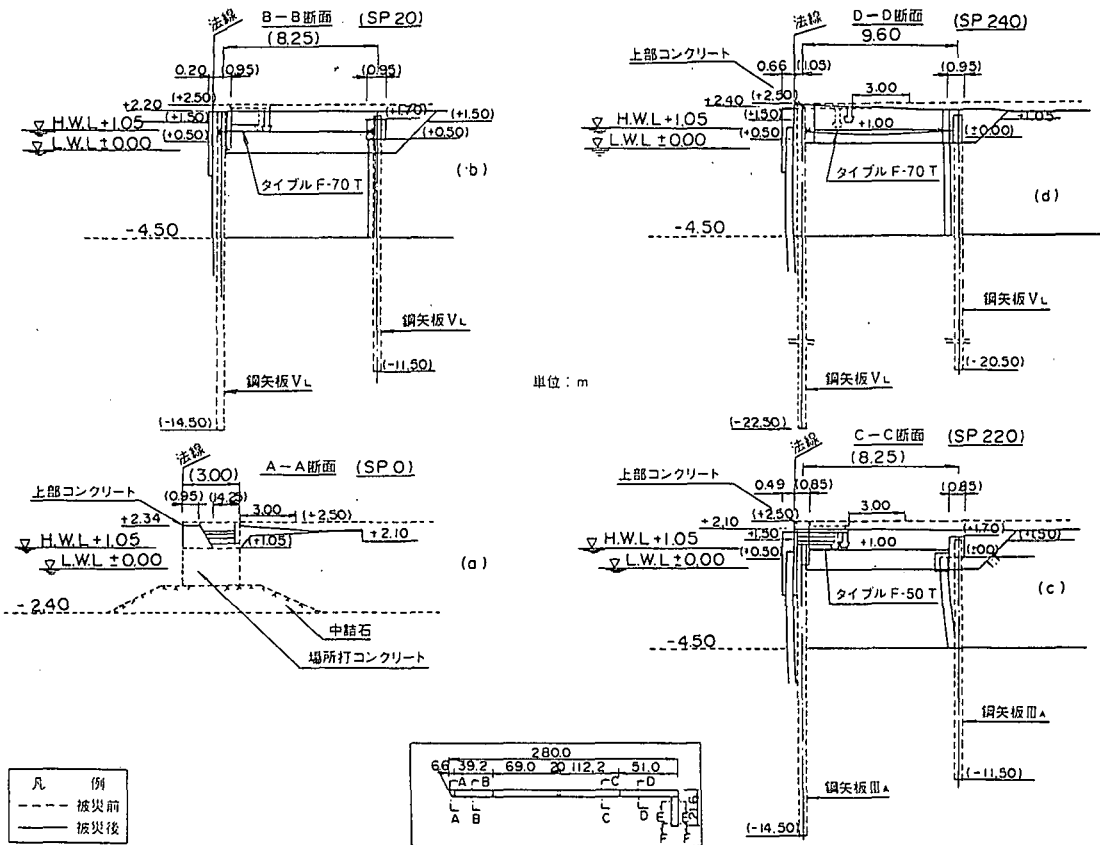


図 10.3.9 函館港若松地区道路護岸 (-4.5m) 被災断面図

被害としては、護岸法線が最大で80 cm 前面にせり出し、上部工の天端は最大で60 cm 沈下し、目地の開き、亀裂も発生している（写真 10.3.5）。法線の変位にともない、控え矢板に沿って地表面に最大15 cm の亀裂および最大60 cm の段差が発生している（写真 10.3.6）。また、控え矢板の前面へのせり出し量が、前面の矢板よりも大きいため、ダブルに緩みが生じている。

(5) 万代埠頭岸壁（-10.0 m）（施設番号 24）

万代埠頭は昭和48年に埋立て造成が完了し、南側第1岸壁（-7.5 m）130 m、南側第2岸壁（-5.5 m）90 m、正面岸壁（-10.0 m）180 m、北側第1岸壁（-7.5 m）130 m、北側第2岸壁（-5.5 m）90 mを有している。万代埠頭の平面図を図10.3.10に示す。岸壁はすべて鋼矢板セルの岸壁構造である。設計震度は $k_b=0.10$ が用いられている。

被害としては、セル本体には全く発生せず、岸壁背後で沈下・段差が発生している（写真 10.3.7）。また、埠頭内道路の損傷、麦搬送コンベアピットの損傷、門扉3基が損傷する被害が生じた。

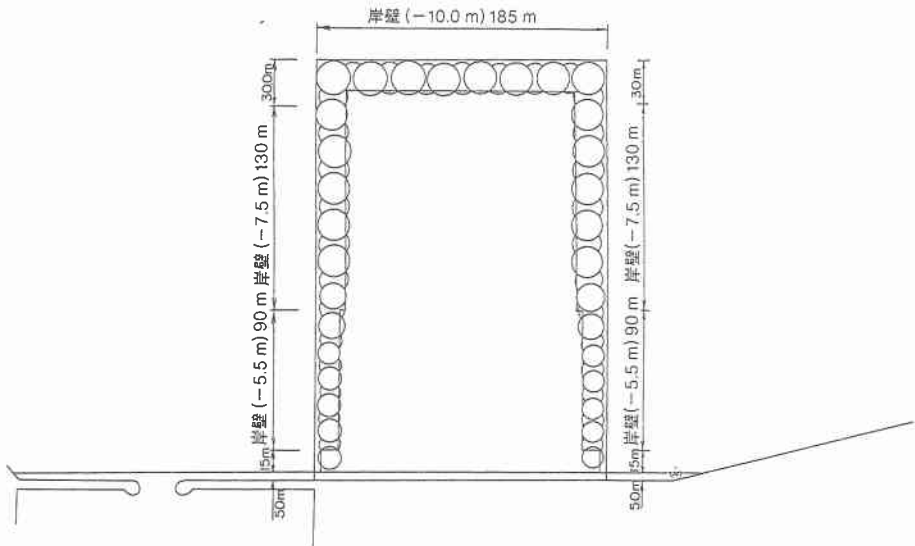


図 10.3.10 函館港万代埠頭平面図



写真 10.3.7 函館港万代埠頭岸壁（-10.0 m）エプロン部被災状況

(6) 北埠頭B岸壁 (-5.5 m) 330 m (施設番号25)

北埠頭は昭和44年に完成し、南側岸壁 (-5.5 m) 88 m, 北側岸壁 (-7.5 m) 130 m, B岸壁 (-5.5 m) 330 m, およびA岸壁 (-5.5 m) 51 mの4岸壁を有している。昭和43年の十勝沖地震で、B岸壁において法線が最大59 cmはらみ出し、エプロンは上部工に対して最大30 cm沈下する被害を受けた<sup>2)</sup>。しかし、当時の埋立護岸は無被災であったと報告されている。その後、改築を行い昭和44年に現在の岸壁となった。なお、北埠頭造成前の原地盤条件については標高-20 m程度までがシルト粘土で軟弱な地盤条件であった。今回の地震では、B岸壁、南岸壁、岸壁先端部(特に北側岸壁取付け部)、北側岸壁、荷捌き地、臨港道路に被害が生じた。

B岸壁の被災断面図を図10.3.11に示す。B岸壁の構造は斜控え杭式の矢板式護岸で、実際の水深は-7.0 mである。設計震度は $k_h=0.10$ が用いられている。被害としては、総延長330 mのうち約240 mで被害を受け、法線が5~22 cm前面に変位し、上部工・エプロンに10~25 cmの沈下が生じた(写真10.3.8)。また、エプロンに3~4 cmの亀裂が生じ、上部工とエプロンの間に6~55 cmの段差が生じた。

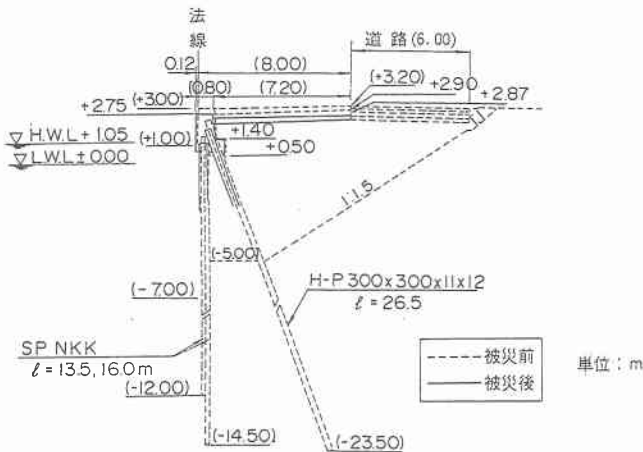


図 10.3.11 函館港北埠頭 B 岸壁 (-5.5 m) 被災断面図



写真 10.3.8 函館港北埠頭 B 岸壁 (-5.5 m) 被災状況

## (7) 港町地区有川埠頭 (施設番号 30)

有川埠頭は、旧国鉄により昭和17年～26年にかけて埋立造成され、青函連絡船の貨車航送に利用されていた。1968年の十勝沖地震において、岸壁の移動、軌道が45cm沈下した等の被害が報告されている。昭和59年の青函連絡船(貨車航送)の廃止に伴い、埠頭北部分は国鉄清算事業団の所有、南部分はJR貨物の所有となった。事業団用地部分の岸壁は、一時的には売却前の青函連絡船を係留していた経過もあったが、それ以降は岸壁として利用されておらず、平成3年の港湾計画(改訂)において岸壁を廃止した。岸壁背後用地についても同様に利用されていなかった。JR貨物用地部分の岸壁部分は、海上災害防止センターが、JRから借りて防災船「アトム号」を係留していた。岸壁背後はJR貨物の引き込み線を敷設し、貨車の入れ替えに利用していた。今回の地震被害による施設の利用制限については、JR貨物用地において、係留施設が多少移動したが、支障がなく利用制限はされなかった。しかし、JR貨物用地背後部分では地盤沈下のためレールが下がり、一時的に貨車の入れ替え作業に支障が生じた。

有川埠頭の標準的な断面を図10.3.12に示す。有川埠頭護岸は水深7mの重力式護岸で、基礎は層厚6mの置換砂(標高-8.7m～-14.70m)により地盤改良されている。被災状況は、護岸背後の地盤に沈下・亀裂が発生している。護岸には10～60cmの亀裂が入り、亀裂箇所では10～40cmのずれが生じている(写真10.3.9)。また、護岸先端部では、上部工が全体的に20～30cm程度海側に移動し、背後の地盤は70cm程度陥没した。

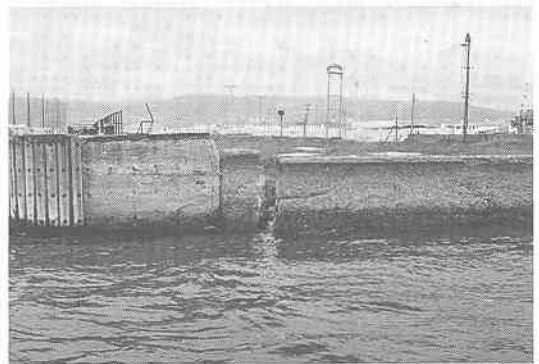


写真10.3.9 函館港港町地区有川埠頭護岸被災状況

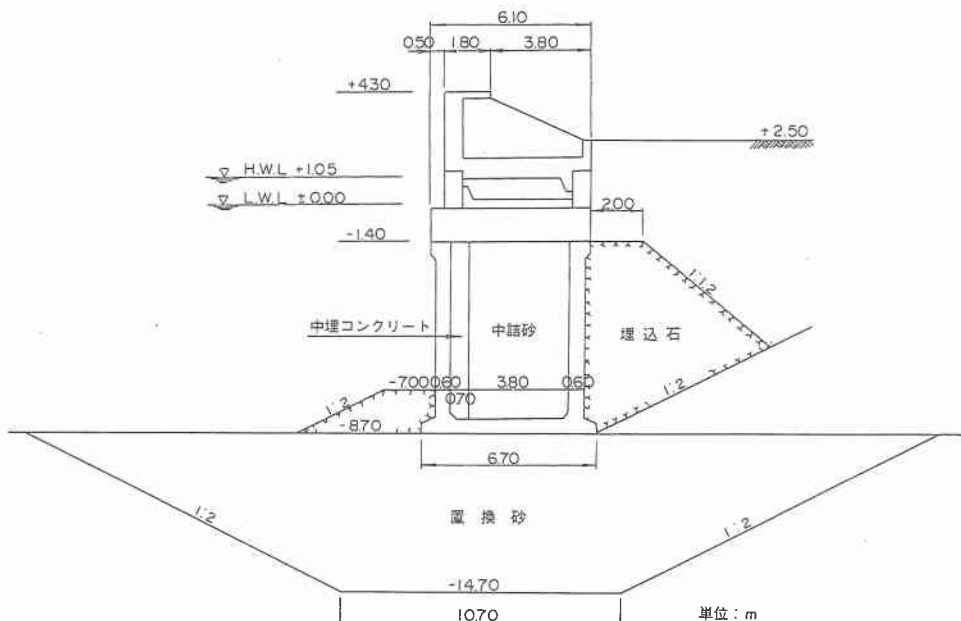


図10.3.12 函館港港町地区有川埠頭護岸標準断面図



(8) 七重浜地区第3護岸 264.6 m (施設番号 36)

七重浜地区は、昭和 37 年から 40 年にかけて函館市が護岸を築造し、背後を埋立造成し企業を誘致したもので、当該護岸は函館市が管理している。また、1968 年の十勝沖地震により護岸が 30~60 cm せり出し、背後地が 10 cm 程度沈下する被害があり、捨石等により災害復旧を行った経緯がある。利用状況は、護岸であるため船舶の直接の接岸はなく、船舶を利用する企業は護岸前面にドルフィン等を設置し、パイプラインにより荷揚げを行っていた。今回の地震で護岸が前傾する等の被害があったが、ドルフィンに渡る栈橋部分では被害がなかったため、施設の利用制限は行われなかった。

本施設の被災断面図を図 10.3.13、被災状況平面図を図 10.3.14 に示す。護岸は二重矢板式構造であり、1968 年の十勝沖地震で被災を受けた経緯から今回の地震前から法線は不連続であった<sup>2)</sup>。被害としては、最大 32 cm の法線の前面への変位が生じ、最大 69 cm の上部工の沈下が生じている (写真 10.3.10)。また、護岸背後の埋立地では亀裂が発生しており、陥没および空隙が見られている。

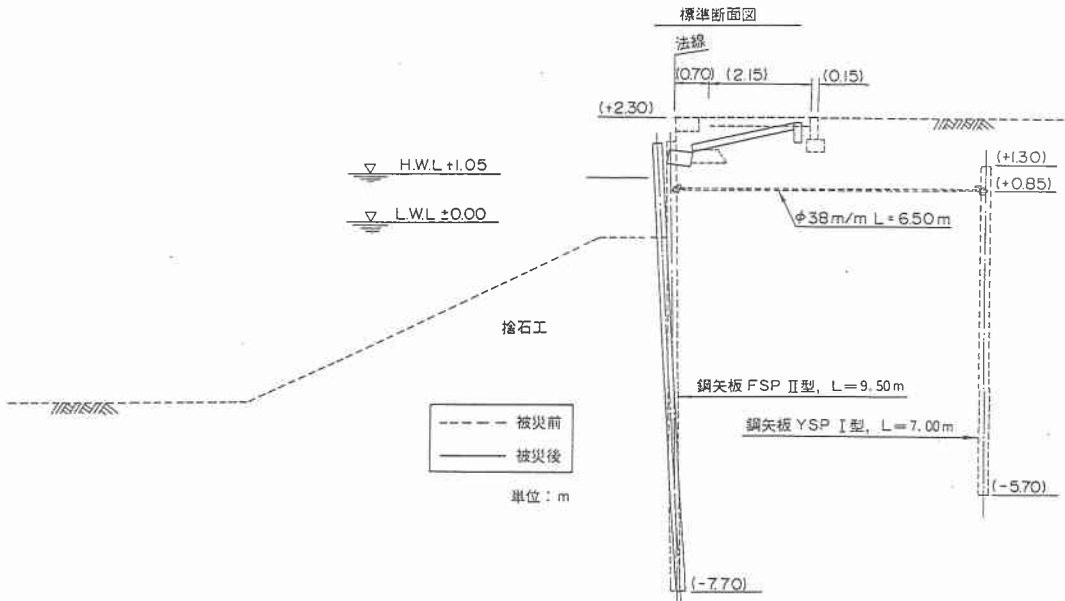
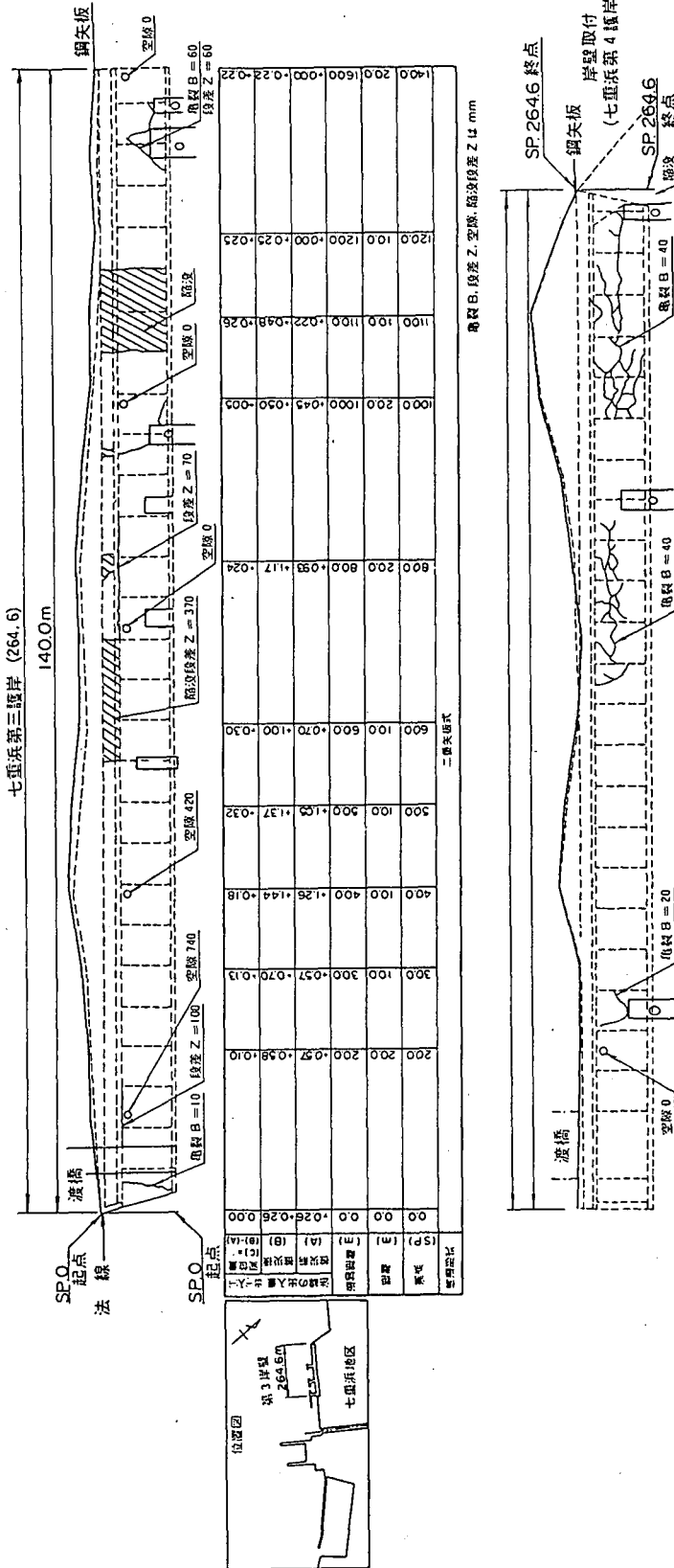


図 10.3.13 函館港七重浜地区第3護岸被災断面図



写真 10.3.10 函館港七重浜地区第3護岸被災状況

平面図



距離 (m)	鋼矢板 Z 空張り 総液積差 Z は mm	鋼矢板 Z 空張り 総液積差 Z は mm
1400	200	1400
1200	200	1200
1000	200	1000
800	200	800
600	200	600
400	200	400
200	200	200
0	200	0
200	200	200
400	200	400
600	200	600
800	200	800
1000	200	1000
1200	200	1200
1400	200	1400

図 10.3.14 函館港七重浜地区第 3 護岸被災状況平面図

(9) 本港地区北副防波堤 (施設番号 41)

本港地区には、西防波堤、西副防波堤、北防波堤および北副防波堤の外郭施設がある。西防波堤の建設は、北海道第1期拓殖計画の函館港修築工事とし明治43年から始められ、昭和38年にかけて全延長1739.3mが完成している。北防波堤は、昭和22年に起工し昭和44年に869.09mが完成している。さらに、西副防波堤100mは昭和41~44年にかけて、北副防波堤202mは昭和44~46年にかけて建設された。今回の地震では、函館港に被害を発生させるような津波は来襲しなかった。しかし、北防波堤と北副防波堤において被災がみられた。

北副防波堤の被災断面図を図10.3.15に示す。防波堤の構造は消波ブロック被覆堤で、中割石が標高-15~-12mに敷かれており、天端高は標高-3.5mである。また、被覆石として32t型異形塊が1:1.5の勾配で防波堤前面に積まれている。被害としては、本体間で法線が最大24cm出入りし、ケーソンの目地が拡大している(写真10.3.11)。また、ケーソン上部工に最大37cmの沈下が生じ、消波工で最大2.6mの沈下が生じた。

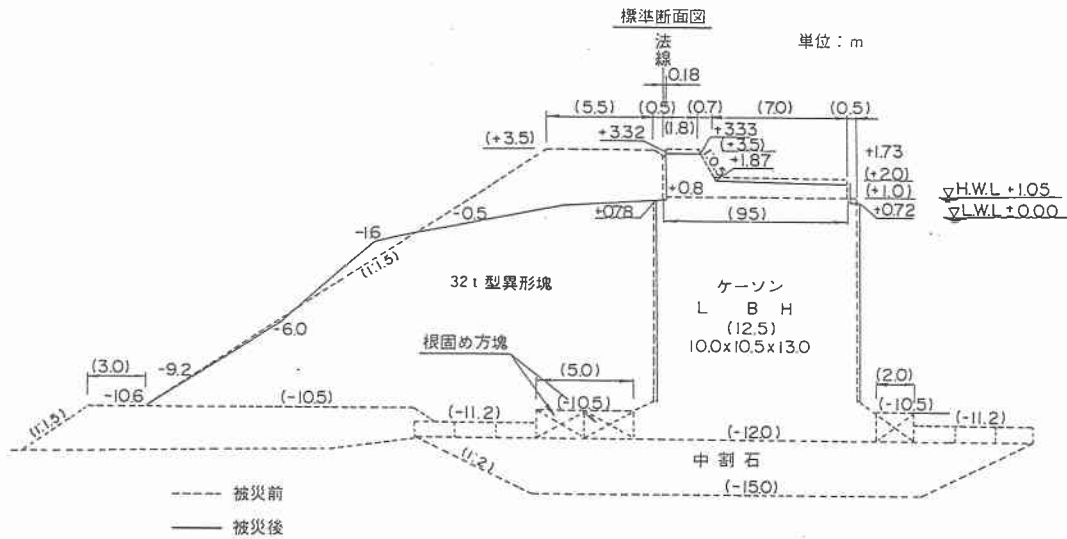


図 10.3.15 函館港本港地区北副防波堤被災断面図



写真 10.3.11 函館港本港地区北副防波堤被災状況

## 10.4 森港の被害

### 10.4.1 概要

森港は、図 10.1.1 に示すように、北海道南西部の渡島半島の東側中央部、内浦湾の南部に位置する地方港湾である。古くは天然の良港としてニシン漁等で繁栄し、1872 年には森～室蘭の間で連絡船航路が開設されるなど、交通の要衝として発展した。その後、1938 年（明治 13 年）に森漁港として整備されることとなり、1954 年（昭和 29 年）には内浦湾唯一の地方港湾に指定され、それ以来この地方の流通の基地として重要な役割を果たしてきた。近年では、「採る漁業から育てる漁業」のもとに、特に、ホタテ養殖漁業基地の性格が強まってきている。一方、背後に位置する駒ヶ岳山麓より産出される火山灰は、遠く京浜各地に積み出され建築材料として利用されており、本港周辺から産出される良質の砂とともに今後の需要の拡大が期待されている。

### 10.4.2 主な施設の被災状況

今回の地震によって、森港ではほぼすべての岸壁、護岸、物揚場で、法線の前面への変位、エプロン部の亀裂・沈下・段差等の被害が発生した。以下に森港の主な施設の被害について報告する。各施設の位置については、図 10.4.1 の森港の施設位置図に示す各施設の施設番号で対応させることとする。

#### (1) 西防波護岸（施設番号①）

西防波護岸は、昭和 56 年～57 年にかけて建設された護岸であり、施設延長は 253 m で、汀線に直角な区間 203 m と平行な区間 50 m からなる。汀線に直角な区間のうち、陸側部分 133 m の区間は矢板式（控え矢板）構造の護岸となっており、沖側の 70 m および汀線に平行な 50 m の区間は重力式（プレパックドコンクリート）構造の護岸となっている。これら護岸の構造条件として、汀線に直角な区

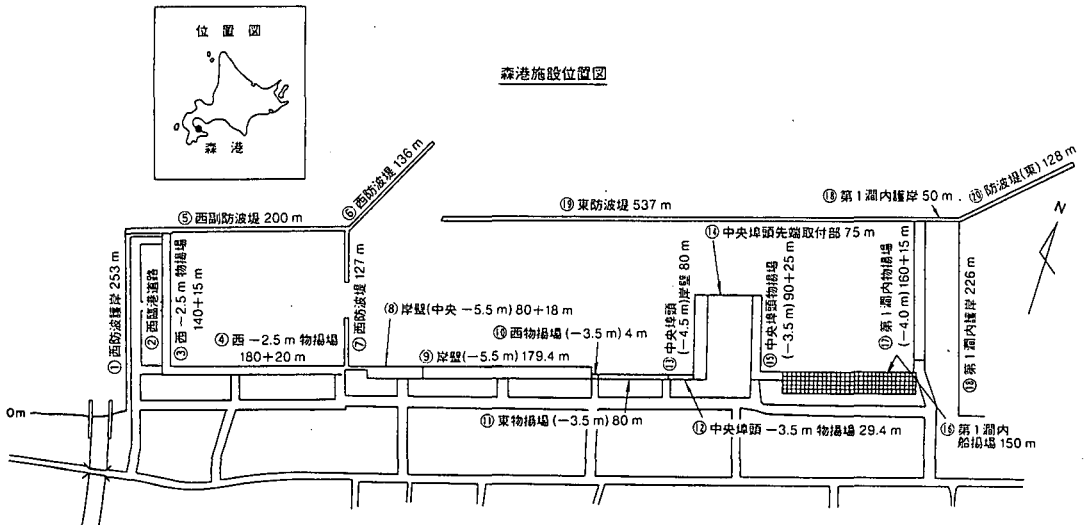
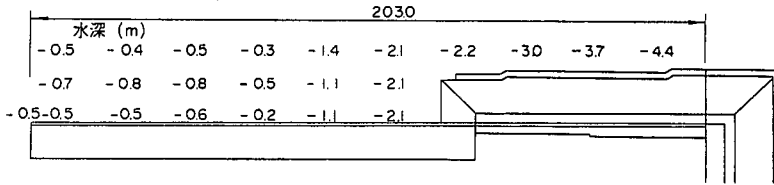


図 10.4.1 森港施設位置図

平面図



縦断面図

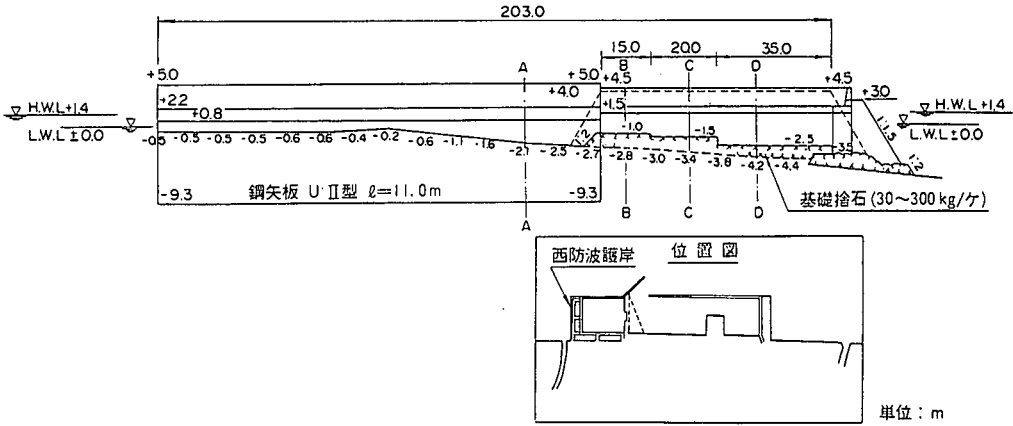


図 10.4.2 森港西防波護岸平面図・縦断面図

標準断面図

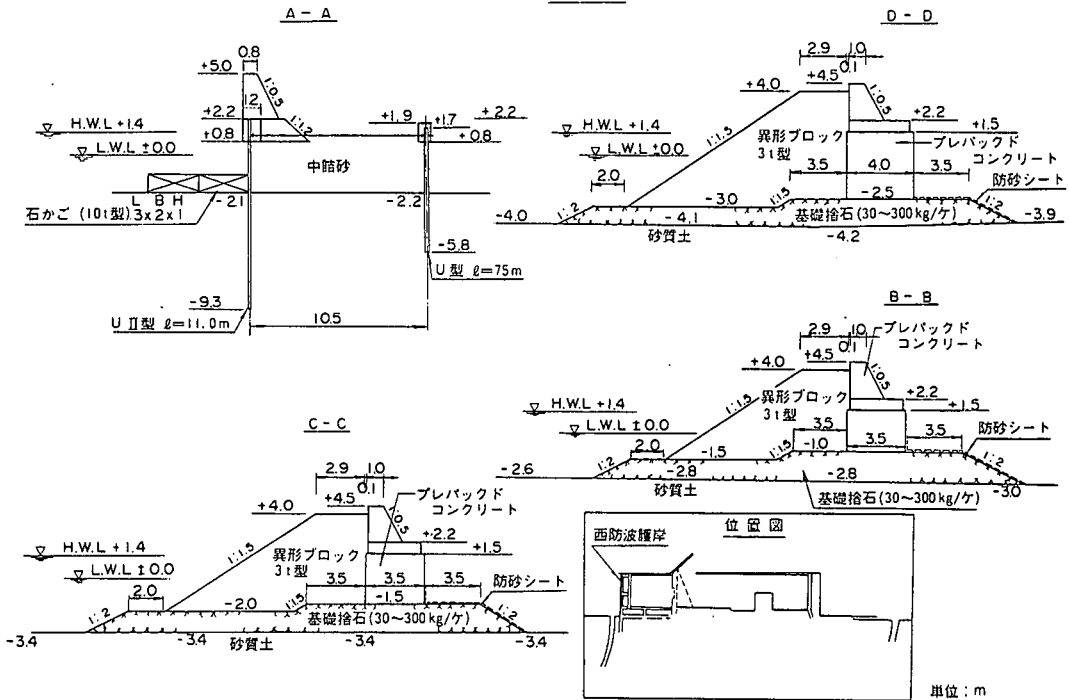


図 10.4.3 森港西防波護岸標準断面図



写真 10.4.1 森港西防波護岸背後の被災状況  
（矢板式構造区間）



写真 10.4.2 森港西防波護岸背後の被災状況  
（重力式構造区間）

間の平面図・縦断面図を図 10.4.2，標準断面図を図 10.4.3 に示す。

本施設の被害としては、法線が陸側の矢板構造の区間で7～15 cm，沖側の重力式構造の区間で10～21 cm 前面に変位し，上部工の沈下は，両構造形式の区間ともに1～5 cm となっている。また，法線の前面への変位によって，背後地盤（②西臨港道路）で沈下・亀裂が生じている。陸側の矢板構造の区間では，控え矢板位置（道路舗装面）で亀裂が発生し，道路接続部に開き，噴砂が見られる（写真 10.4.1）。ただし，地震直後は道路面の亀裂のみが観察されたが，その後の調査では，控え矢板背後の路面が沈下し段差が生じていた。段差は地震後 1～2 週間で徐々に発生したようである。重力式構造の区間では，本体背面位置（道路部では道路縁石位置）で段差が発生している（写真 10.4.2）。段差は，沖側に行くほど大きくなっており，最大で 60 cm 程度となっている。また，沖側の隅角部においては，本体の傾斜および開きによって背後の土砂が吸い出しを受けている。

#### (2) 西-2.5 m 物揚場（施設番号③）

本施設は，昭和 58 年～59 年にかけて建設された施設であり，施設延長は 140 m および取付 15 m の計 155 m となっている。本施設の平面図・縦断面図・標準断面図を図 10.4.4 に示す。同図に示すとおり，陸側の 80 m の区間と沖側の 60 m の区間で矢板の長さが異なっている。

本施設の被害としては，エプロン目地部に多数の開き・段差が発生するとともに，控え工付近で亀裂が発生し噴砂が生じている。なお，控え工位置は，陸側の本体 80 m の区間では法線から 9 m，沖側



写真 10.4.3 森港西-2.5 m 物揚場被災状況

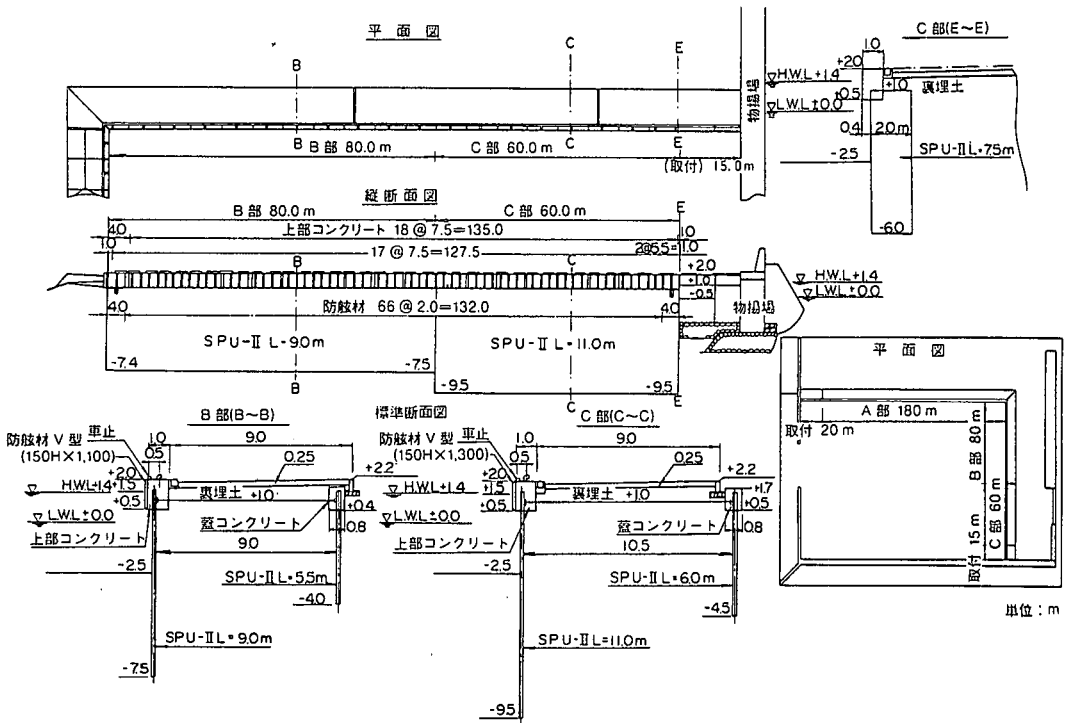


図 10.4.4 森港西-2.5 m 物揚場平面図・縦断面図・標準断面図

の本体 60 m の区間では法線から 10.5 m の位置となっている。沖側ほど法線の前面への変位が大きく、最大で 53 cm の変位となっている。法線の前面への変位にともない、控え工位置で亀裂・噴砂が発生し (写真 10.4.3), エプロンに沈下, エプロンと上部工の目地部に段差が発生している。エプロンの沈下量としてはエプロン中央部で大きくなっている。また, 控え工位置での地表面の亀裂により, 排水工に被害も発生し, エプロン背後地盤の沈下によって, 背後道路とエプロンの目地部に段差が生じている。

(3) 中央埠頭-4.5 m 岸壁 (施設番号⑬)

本施設は, 昭和 51 年~52 年にかけて建設された控え直杭式の矢板式岸壁であり, 施設延長は本体区間 80 m および取付部 10 m の計 90 m である。ただし, 埠頭先端部 (隅角部) の約 13 m の区間では控え矢板構造になっている。本施設の平面図・縦断面図を図 10.4.5 に示し, 同図に示す A-A 断面の標準断面図を図 10.4.6 に示す。

本施設の被害としては, 岸壁法線が前面に 30~70 cm 程度変位するとともに, 直杭式と矢板式の控え工の境界部線上では, エプロンに亀裂が生じ, 岸壁上部工では 35 cm のズレが生じている (写真 10.4.4)。エプロンには, 法線の変位にともない沈下が生じ, エプロン目地部に 2~10 cm の開きが発生するとともにエプロンと上部工の目地部に 5 cm 前後の開きおよび 5~20 cm 程度の段差が生じている (写真 10.4.5)。控え工の位置は, 直杭式の区間が法線から 18.2 m, 埠頭先端部の矢板式の区間が法線から 19.2 m となっている。この控え工位置で, 岸壁の変位にともない岸壁法線平行に地盤に亀裂が発生し, 50 cm 以上の段差が発生している。また, 埠頭先端隅角部では, U 型矢板の接合部 (溶接部分) が外れ土砂が流出している。

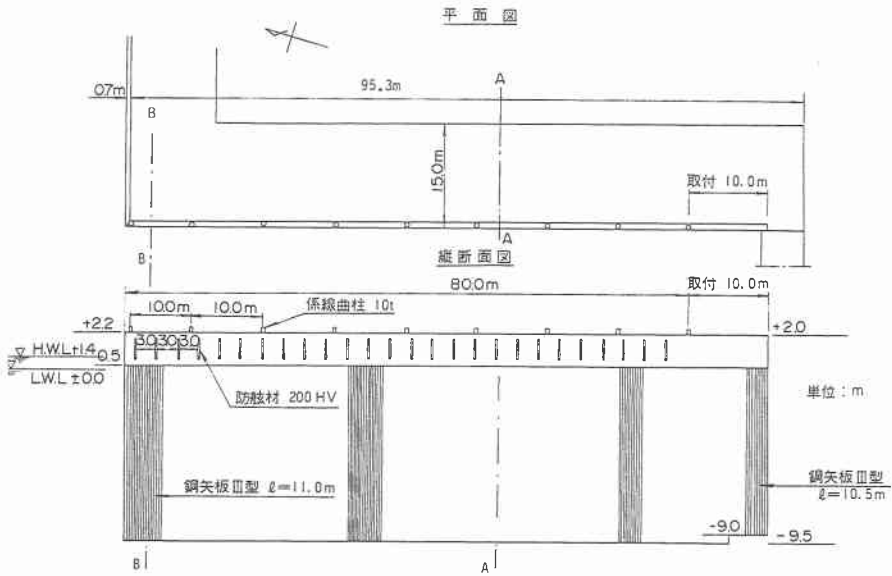


図 10.4.5 森港中央埠頭-4.5 m 岸壁平面図・縦断面図

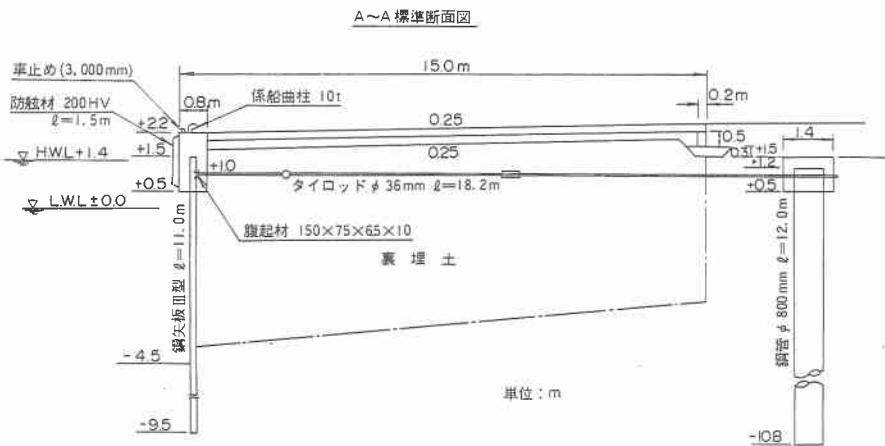
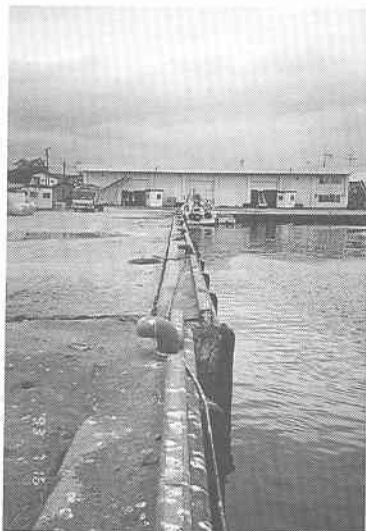


図 10.4.6 森港中央埠頭-4.5 m 岸壁標準断面図



←写真 10.4.4 森港中央埠頭-4.5m 岸壁被災状況 (法線のズレ)



写真 10.4.5 森港中央埠頭-4.5 m 岸壁被災状況



(4) 中央埠頭岸壁取付先端部 (施設番号⑭)

本施設は、昭和50年～51年にかけて建設された施設であり、施設延長は75mである。本施設の中央部には、昭和48年に第1澗内側への航行を可能にするために取り壊された旧東防波堤の残りの部分が存在している。本施設の平面図・縦断面図を図10.4.7、標準断面図を図10.4.8に示す。構造形式としては、同図に示すとおり、旧東防波堤およびそのマウンド部を含む東側(物揚場側)36mの区間が重力式構造であり、残りの西側(岸壁側)39mが矢板式構造となっている。矢板式構造の区間39m

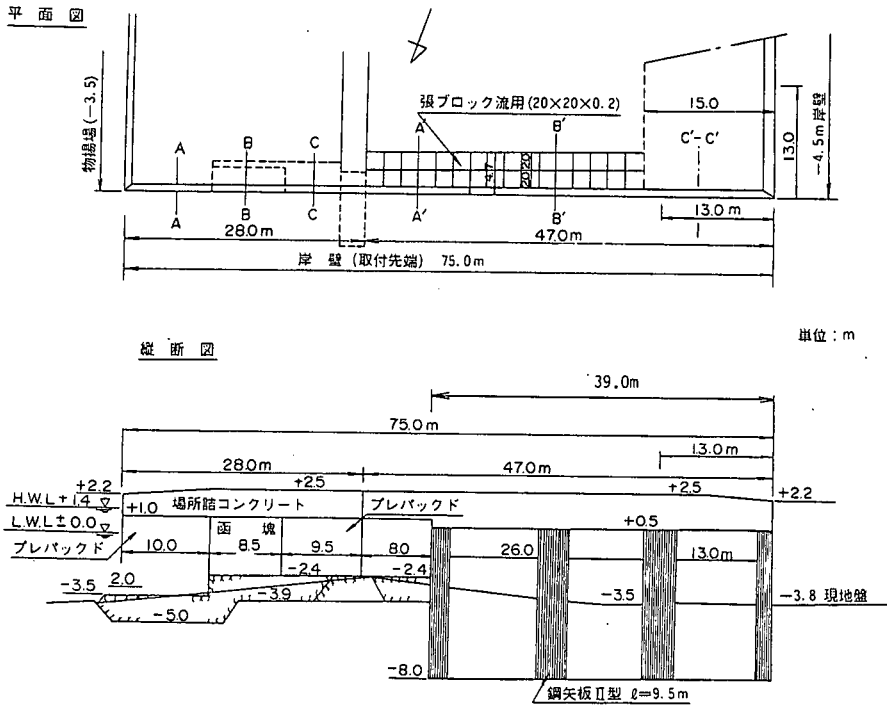


図10.4.7 森港中央埠頭岸壁取付先端部平面図・縦断面図

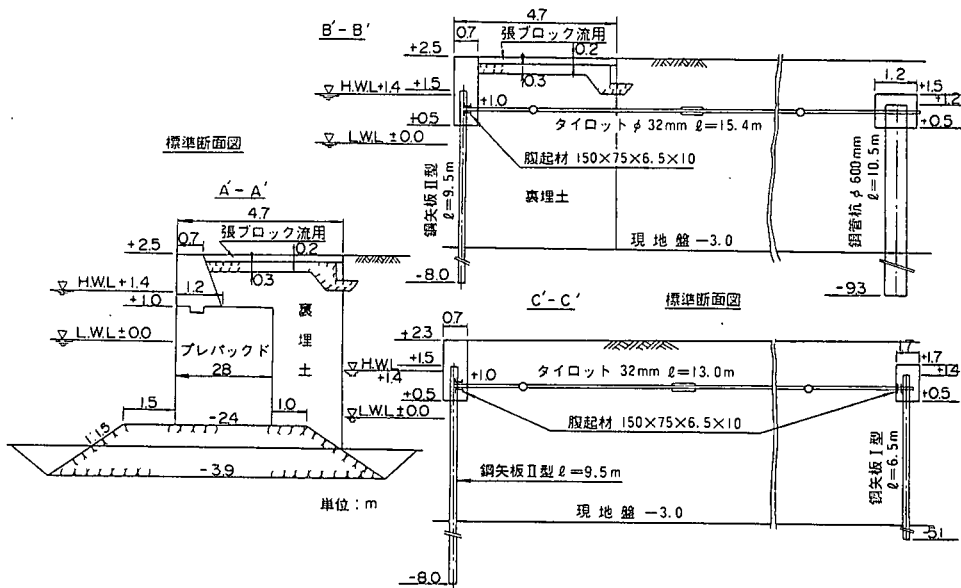


図10.4.8 森港中央埠頭岸壁取付先端部標準断面図



写真 10.4.6 森港中央埠頭岸壁取付先端部被災状況  
(矢板式構造区間)



写真 10.4.7 森港中央埠頭岸壁取付先端部被災状況  
(重力式構造区間)

のうち、中央埠頭岸壁に続く西端から約 20 m の区間は控え矢板式の構造となっており、残りの約 19 m の区間は控え直杭式となっている。

本施設の被災状況としては、矢板式構造の区間では、法線が 20~55 cm 程度前面に変位し (写真 10.4.6)、それに伴い背後地盤に沈下が生じるとともに控え工位置で地盤に亀裂が発生している。背後の張ブロック間にも段差・開きが発生し、上部工に亀裂・段差が発生している。西端隅角部では、先に述べたように矢板接合部 (溶接部分) が外れ、土砂の流出を受けており、控え矢板式と直杭式との境界部 (西端から約 20 m 地点) では、U 型矢板の接合 (つめ) が外れ背後の土砂が流出している。また、矢板式と重力式の境界部 (西端から約 40 m 地点) では、U 型矢板をプレパクトコンクリートで固定している部分が外れ、土砂が流出している。重力式構造の区間では、法線が最大で 83 cm 前面に変位するとともに上部工に大きな亀裂・段差が発生し (写真 10.4.7)、背後地盤でも広い範囲で沈下・亀裂および陥没が起こっている。

#### (5) 第 1 澗内物揚場 (-4.0 m) (施設番号⑰)

本施設は、平成元年~2 年にかけて旧矢板式物揚場を改良して新たに建設されたものである。構造形式は控え直杭式の矢板式物揚場であり、その施設延長は本体区間 160 m および取付区間 15 m の計 175 m である。改良される以前の旧矢板式物揚場は、昭和 48 年に建設されたものであり、設計水深は -3.5 m であった。本施設の平面図・縦断面図・標準断面図を図 10.4.9 に示す。

本施設の被害としては、法線の変位が沖側で大きくなる傾向にあり、最大で 27 cm の変位となっている。法線の変位にともない、エプロンが沈下し、エプロンの目地部に 5 cm 前後の開き、上部工とエプロンの目地部に 5 cm 前後の段差が発生している。エプロンには数か所で亀裂も発生している。また、法線の変位に追従して、控え工も前面に変位し、それに伴って控え工位置で幅 30 cm 前後、高さ 50 cm 前後の亀裂・陥没が法線と平行方向に発生している (写真 10.4.8)。



写真 10.4.8 森港第 1 澗内物揚場 (-4.0 m) 被災状況

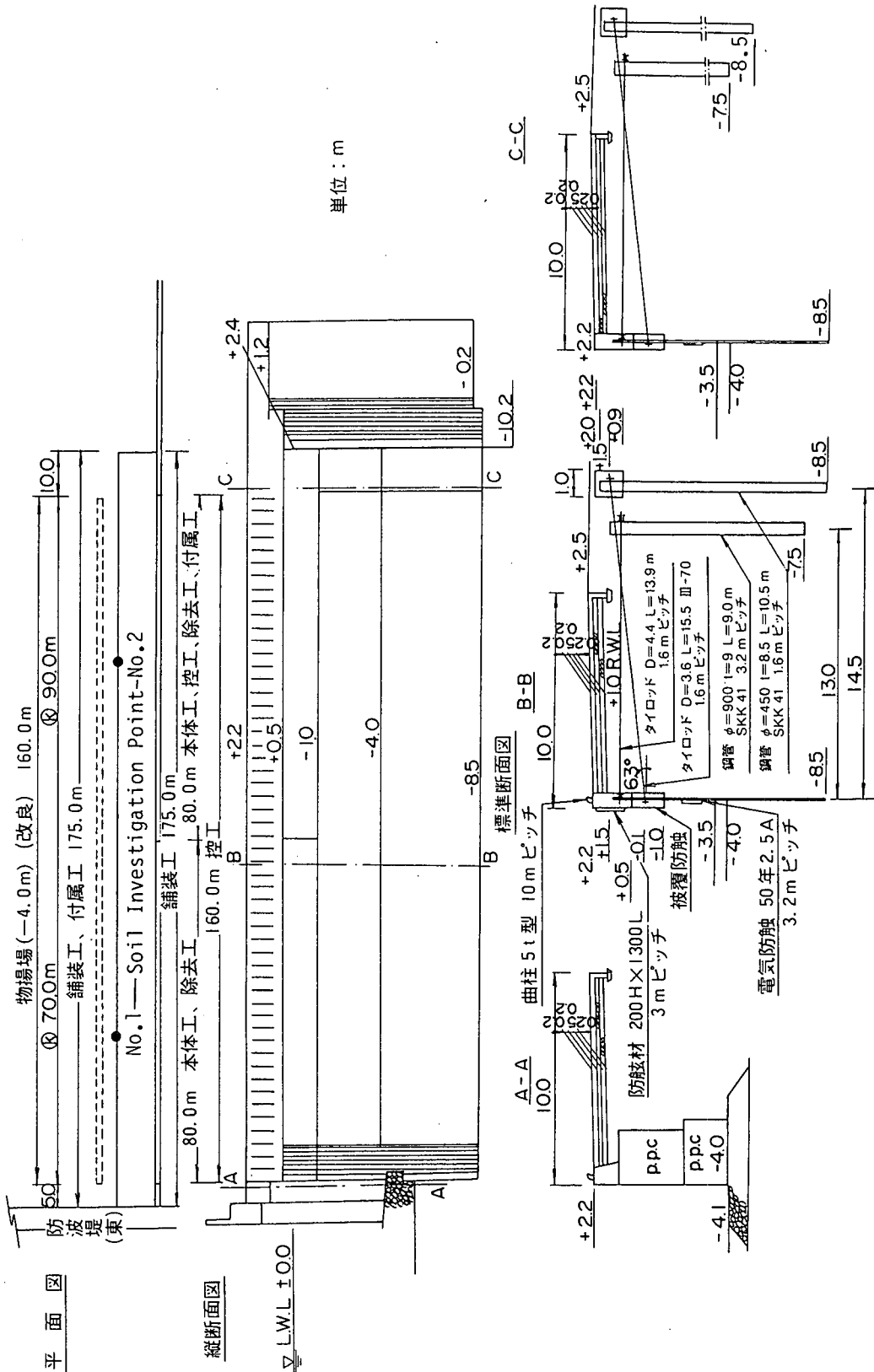


図 10.4.9 森港第1洞内物揚場 (-4.0m) 平面図・縦断面図・標準断面図

### 10.5 漁港施設の被害概要

今回の地震により、漁港施設に関しては北海道南西部の41漁港91施設で被害が発生した<sup>1)</sup>。被害を受けた各漁港の位置を図10.5.1に示す。以下には、これら被害を受けた漁港の中から、被害の比較的大きかった青苗漁港および須築漁港をとり上げ、その被害について報告する。

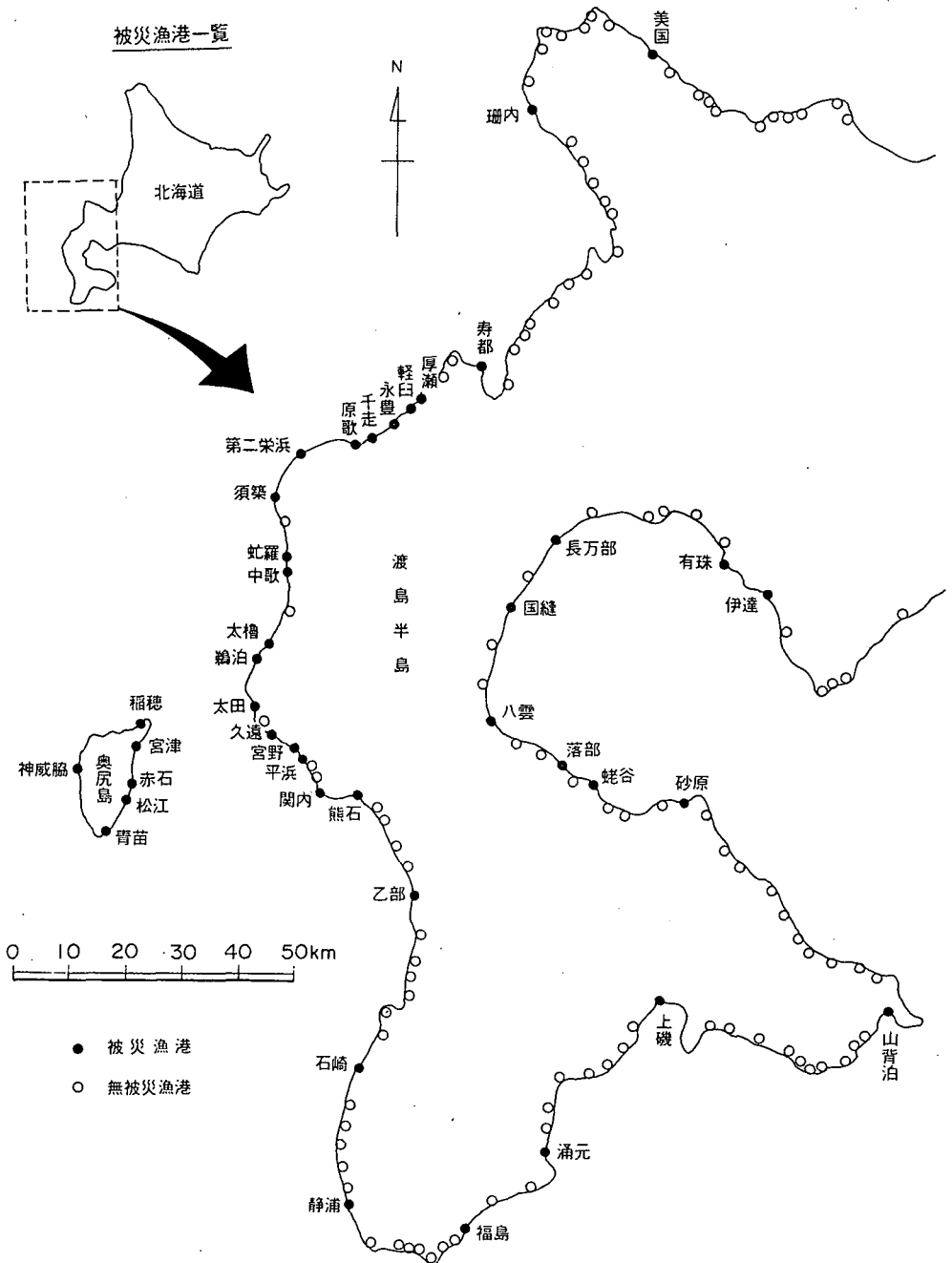


図10.5.1 被災した漁港

## 10.6 青苗漁港の被害

### 10.6.1 概要

青苗漁港は、図 10.5.1 に示すように、北海道本島の南西沿岸から約 61 km 離れた奥尻島の南端に位置する第 3 種漁港（昭和 26 年 6 月指定）である。本漁港は、青苗地区漁業者の漁業地区としての役割はもとより、道内外の外来船の陸揚など、漁船漁業を主軸とした沖合漁業の根拠港の使命を担っている。本港周辺は岩盤地帯が多く、ウニ・アワビなどの浅海漁場となっているほか、奥尻周辺沖合漁場はホッケ・マス・イカなどの主要漁場でもあり、比較的生産条件に恵まれた地域である。このため、漁期には道内外の漁船が多数集積して活況を呈している。

### 10.6.2 主な施設の被災状況

青苗漁港の平面図および被害のあった各施設を施設番号とともに図 10.6.1 に示す。以下に主な施設の被災状況について報告するが、各施設の位置については、同図中に示す各施設の施設番号で対応させるものとする。青苗漁港では、地震による地盤の沈下のため、全施設において本体に 60 cm 前後の沈下が生じているほか、津波による被害が大きかった。

#### (1) 東防波堤（施設番号①）

本施設は重力式ケーソン構造（消波工付）の防波堤である。本施設の被災状況平面図を図 10.6.2、標準断面図および被災後の変形図を図 10.6.3、被災状況を写真 10.6.1 に示す。

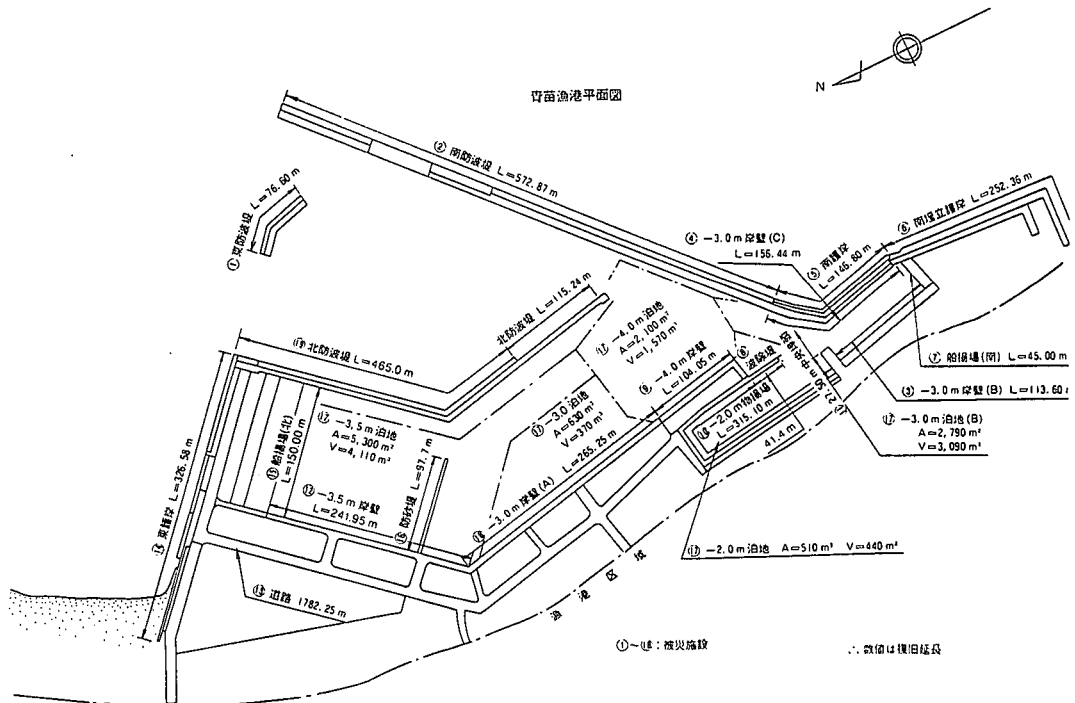


図 10.6.1 青苗漁港被災施設位置図

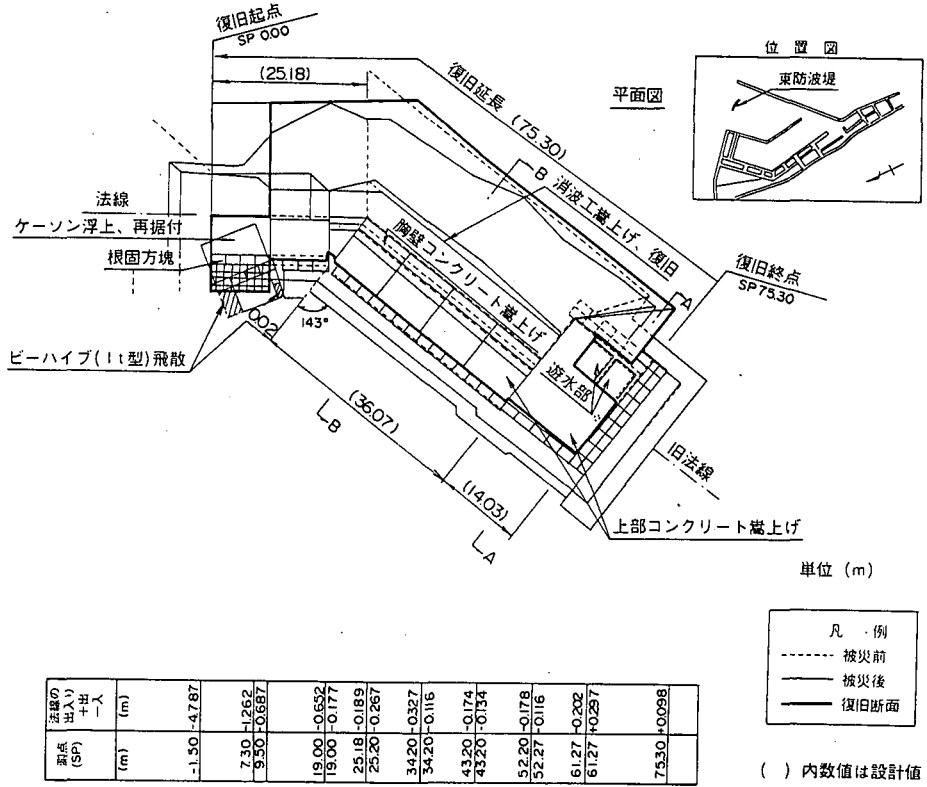


図 10.6.2 青苗漁港東防波堤被災状況平面図

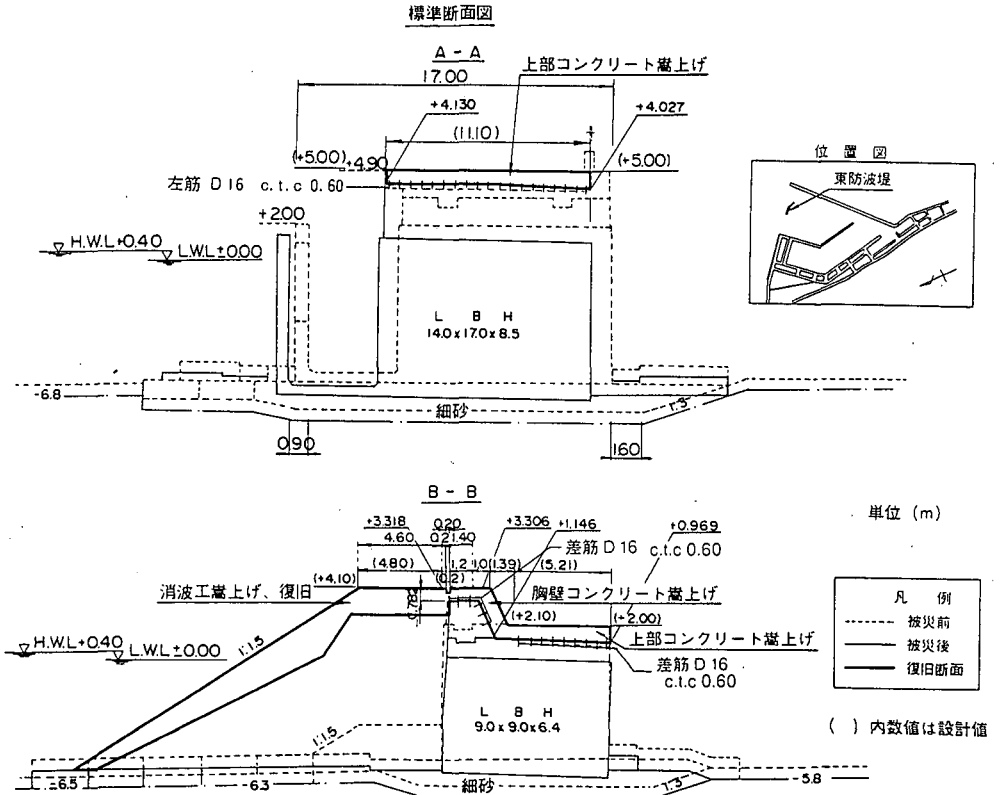


図 10.6.3 青苗漁港東防波堤被災断面図



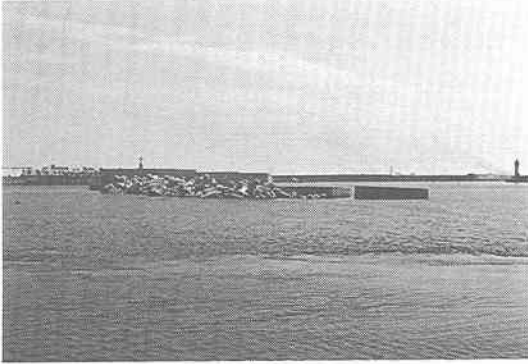


写真 10.6.1 青苗漁港東防波堤被災状況

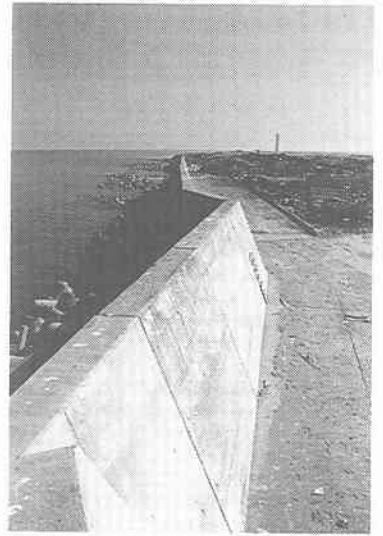


写真 10.6.2 青苗漁港南埋立護岸被災状況

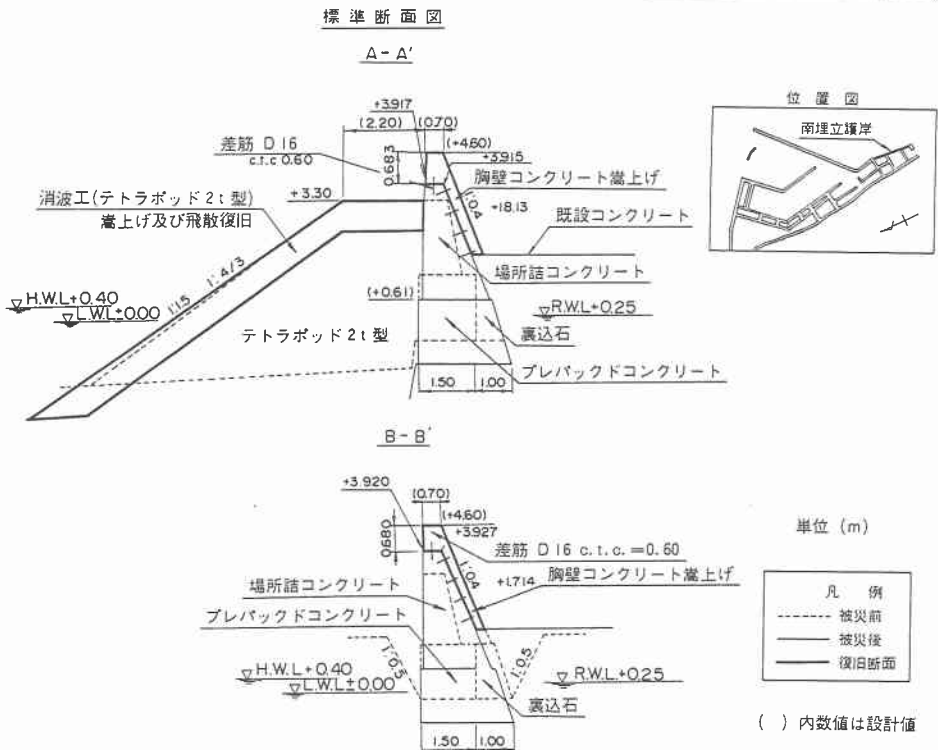


図 10.6.5 青苗漁港南埋立護岸被災断面図

本施設の被災延長は 75.3 m であり、地盤および捨石の沈下によって本体に最大 87 cm の沈下が生じ、消波工にも沈下が発生した。また、津波によって本体に最大 4.79 m の移動が発生した。

(2) 南埋立護岸 (施設番号⑥)

本施設は重力式プレバックドコンクリート構造 (消波工付) の護岸であり、被災延長はほぼ施設全延長の 252.36 m となっている。本施設の被災状況平面図・縦断面図を図 10.6.4、標準断面図および被災後の変形図を図 10.6.5、被災状況を写真 10.6.2 に示す。

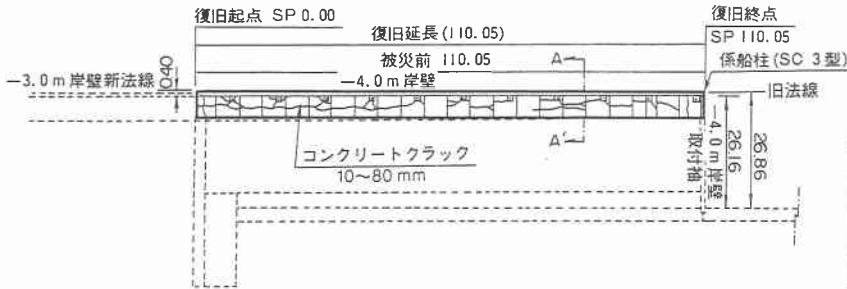


本施設の被害としては、本体に最大 68 cm の沈下が生じ、消波工にも沈下が発生している。また、護岸法線の出入りは、わずかではあるが 1 cm 記録されている。

(3) -4.0 m 岸壁 (施設番号⑨)

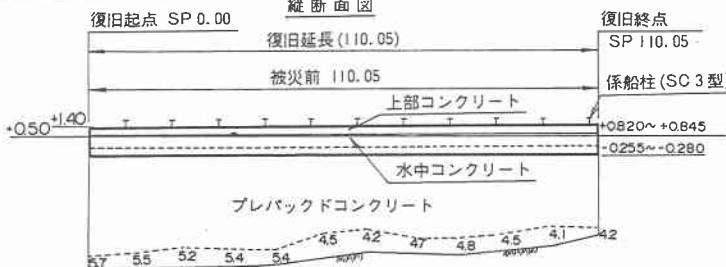
本施設は重力式プレパックドコンクリート構造の岸壁であり、被災延長はほぼ施設全長の 110.05 m となっている。本施設の被災状況平面図・縦断面図を図 10.6.6、標準断面図および被災後の変形図を図 10.6.7、被災状況を写真 10.6.3 に示す。

平面図



法線の 出入り + 出 - 入	(m)	+0.31							
測点 (SP)	(m)	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	110.00	110.01

縦断面図



単位 (m)

凡例
--- 被災前
— 被災後
— 復旧断面

法線の 高低差 + 高 - 低	(m)	+0.574							
被災前	(m)	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
測点 (SP)	(m)	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	110.00	110.05

( ) 内数値は設計値

図 10.6.6 青苗漁港-4.0 m 岸壁被災状況平面図・縦断面図

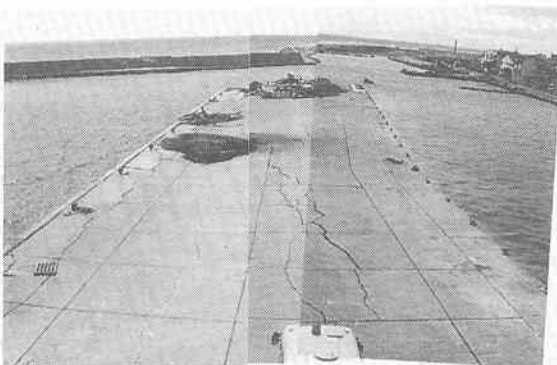


写真 10.6.3 青苗漁港-4.0 m 岸壁被災状況

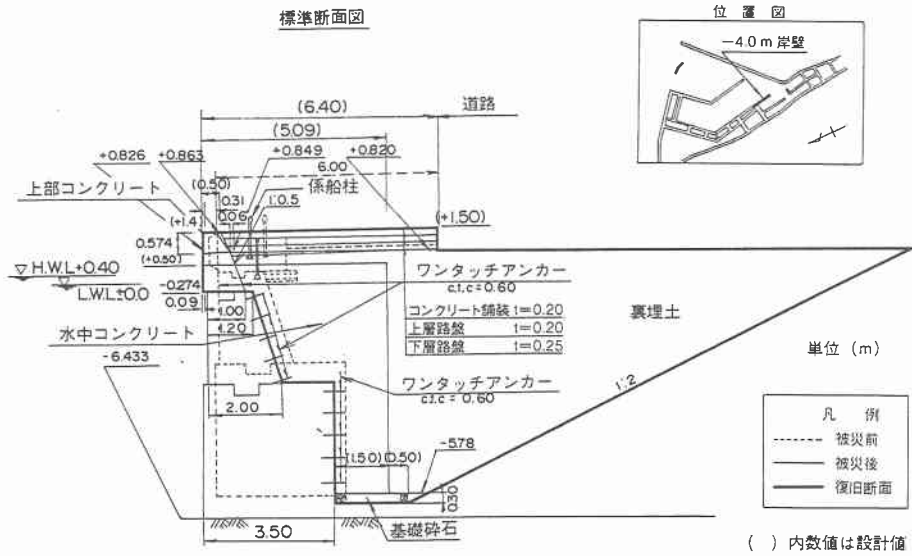


図 10.6.7 青苗漁港-4.0 m 岸壁被災断面図

本施設の被害としては、本体に最大で 58 cm の沈下が発生し、岸壁法線は前面へ最大 31 cm 変位している。また、岸壁法線の変位にともないエプロン部で沈下、亀裂が発生し、上部工との目地部に段差が発生している。

(4) -3.5 m 岸壁 (施設番号⑫)

本施設は重力式水中コンクリート構造の岸壁であり、被災延長は施設全延長の 269.95 m となっている。本施設の被災状況平面図・縦断面図を図 10.6.8、標準断面図および被災後の変形図を図 10.6.9、被災状況を写真 10.6.4 に示す。

本施設の被害としては、本体に最大 1.91 m の沈下が見られるほか、岸壁北側部分では延長 105 m にわたって倒壊し、その他の部分も前面への傾斜あるいはズレ (最大 70 cm) が生じている。エプロン舗装には陥没や大きなクラックが生じている。



写真 10.6.4 青苗漁港-3.5 m 岸壁被災状況



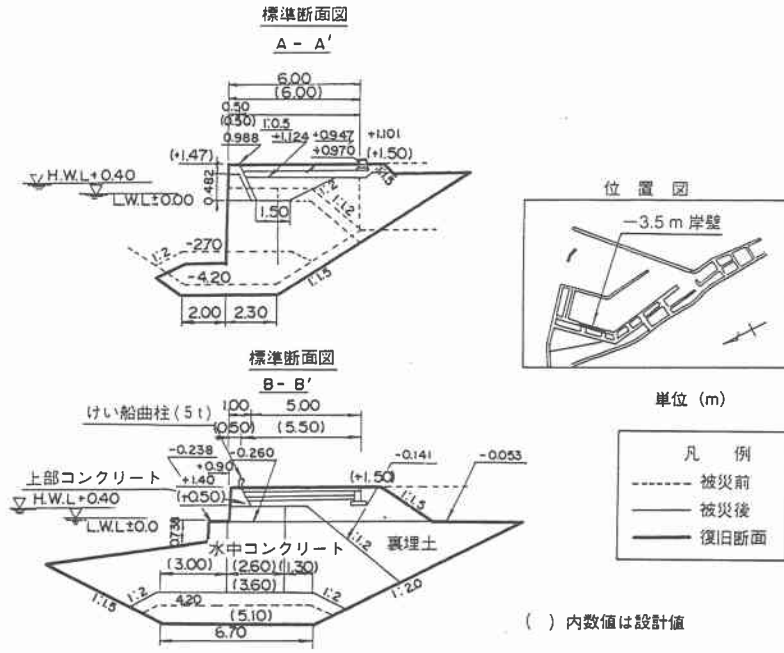


図 10.6.9 青苗漁港-3.5 m 岸壁被災断面図

(5) 東護岸 (施設番号⑭)

本施設は当初東防波堤として整備され、その後護岸として改良された、重力式プレパックスコンクリート構造 (消波工付, 岩着) の護岸である。被災延長は施設全延長の 326.58 m となっている。本施設の被災状況平面図・縦断面図を図 10.6.10, 標準断面図および被災後の変形図を図 10.6.11, 被災状況を写真 10.6.5 に示す。

本施設の被害としては、本体が最大 80 cm 沈下するとともに、一部の胸壁の崩壊、目地部のズレが発生している。また、護岸法線に最大 29 cm のズレが生じている。

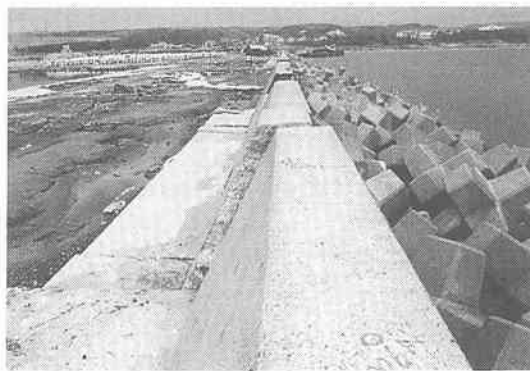


写真 10.6.5 青苗漁港東護岸被災状況



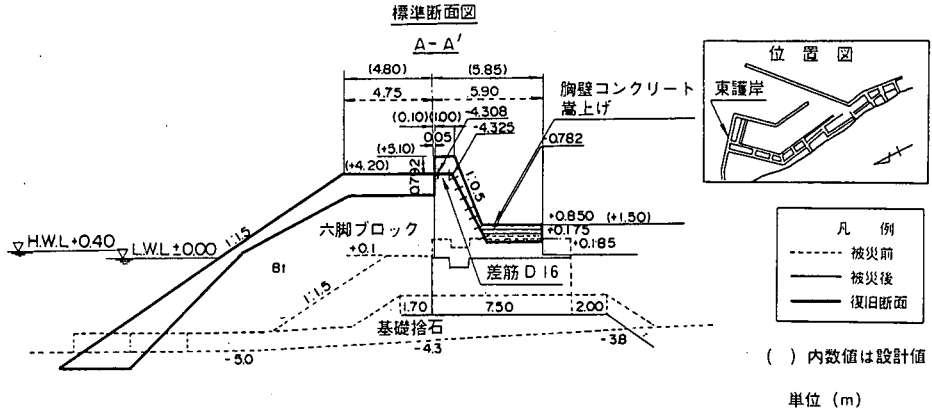


図 10.6.11 青苗漁港東護岸被災断面図

## 10.7 須築漁港の被害

### 10.7.1 概要

須築漁港は、図 10.5.1 に示すように、北海道南西部、後志・松山支庁の境にある茂津多岬の直近に位置している。本漁港付近には、茂津多魚田、奥尻堆があり、北海道でも有数の漁場海域を有しているが、本海域での気象変動は非常に激しく、特に冬期は異常気象変動地帯として知られている所である。このため、避難港および魚田開拓ならびに前進根拠港としての必要性が高まり、第1種漁港（昭和29年7月指定）から昭和37年に第4種漁港に指定された。その後、昭和39年度から第3次漁港整備計画に基づいた漁港の建設が着手されて以来、国道229号線の整備や昭和49年に茂津多トンネルが開通するなどして、道央消費地との時間距離が1時間短縮され、流通に大きな進歩が見られた。また、昭和55年に堀り込みが完成して以来、外来船の利用が年々増加し、前進根拠港ならびに避難港としての重要性がますます増加している。

### 10.7.2 主な施設の被災状況

須築漁港の平面図および被害のあった各施設を施設番号とともに図 10.7.1 に示す。以下に各施設の被災状況について報告するが、各施設の位置については、同図中に示す各施設の施設番号で対応させるものとする。

#### (1) -4.0 m 岸壁（施設番号①）

本施設は直積消波ブロック式構造の岸壁である。本施設の被災状況平面図・縦断面図・標準断面図を図 10.7.2、被災状況を写真 10.7.1 に示す。

本施設の被災延長は290.1 mであり、岸壁法線が最大で87 cm 前面に変位している。法線の変位に関しては、ブロックおよび上部コンクリートのみならず、基部のコンクリートも一体となって前面に変位している箇所も見られる。上部工の沈下は最大で8 cm であり、法線の変位によってエプロン部（道路）には最大で1.0 m 程度の沈下・段差が生じている。また、上部工には幅12 cm ものクラックが生じている箇所がある。本施設背後地盤には噴砂が確認できることから、岸壁背後地盤の液状化も

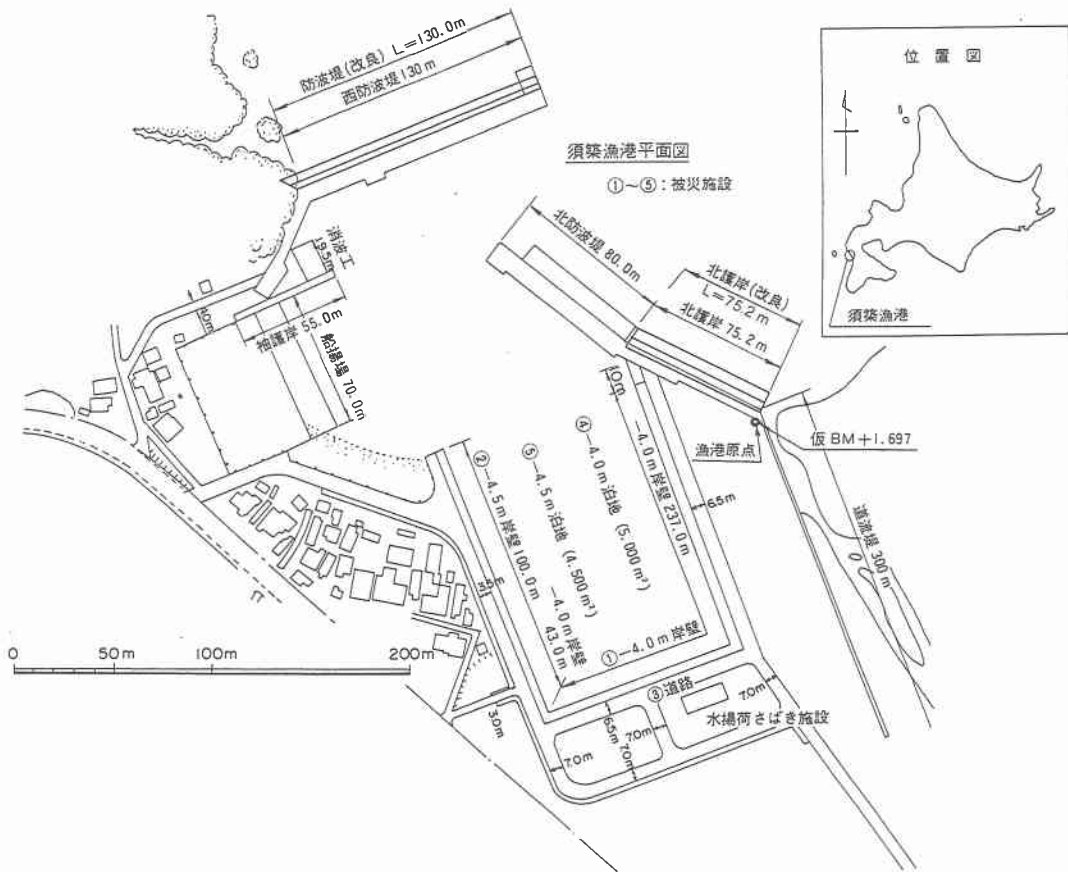


図 10.7.1 須築漁港被災施設位置図



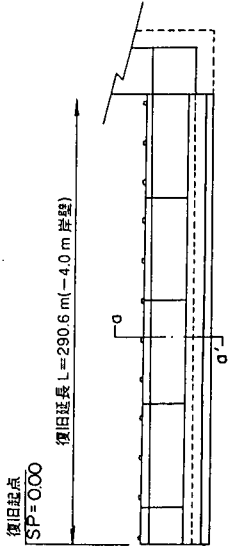
写真 10.7.1 須築漁港-4.0m 岸壁被災状況

被害と密接に関係していると考えられる。

(2) -4.5 m 岸壁 (施設番号②)

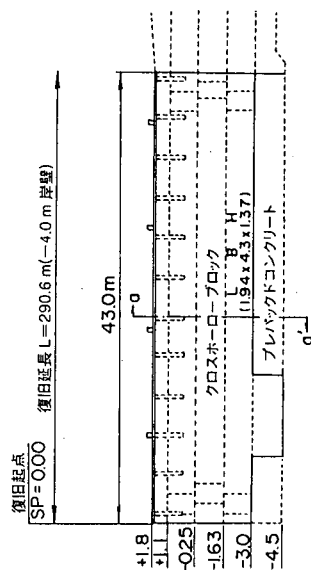
本施設は直積消波ブロック式構造の岸壁である。本施設の被災状況平面図・縦断面図・標準断面図を図 10.7.3, 被災状況を写真 10.7.2 に示す。

平面図



上部工	測点	0	93	180	172	100	174	193	100	180	173	100	173	393	100	180	173	007	430	064	064
法線出入	(m)	0.87	0.84	0.71	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
測点	(m)	0	93	180	172	100	174	193	100	180	173	100	173	393	100	180	173	007	430	064	064

縦断面図



前面の高低差	測点	0	93	180	172	100	174	193	100	180	173	100	173	393	100	180	173	008	430	037	008
上部工被災後	距離	0.000	93	180	172	100	174	193	100	180	173	100	173	393	100	180	173	008	430	037	008
上部工被災前	測点	0	93	180	172	100	174	193	100	180	173	100	173	393	100	180	173	008	430	037	008



標準断面図

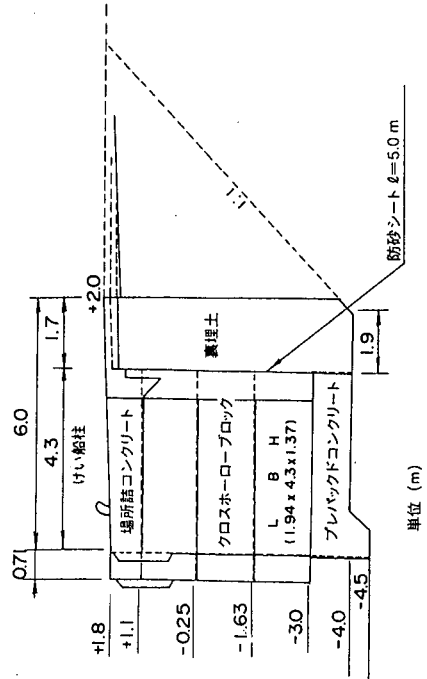
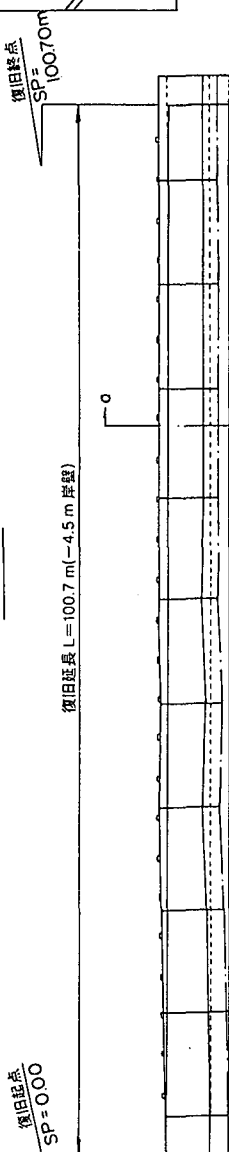
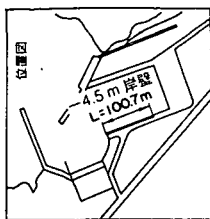


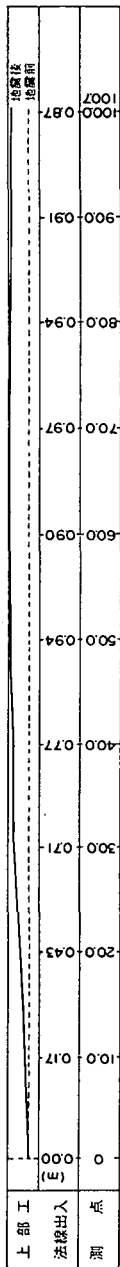
図 10.7.2 須築漁港-4.0 m 岸壁被災状況図



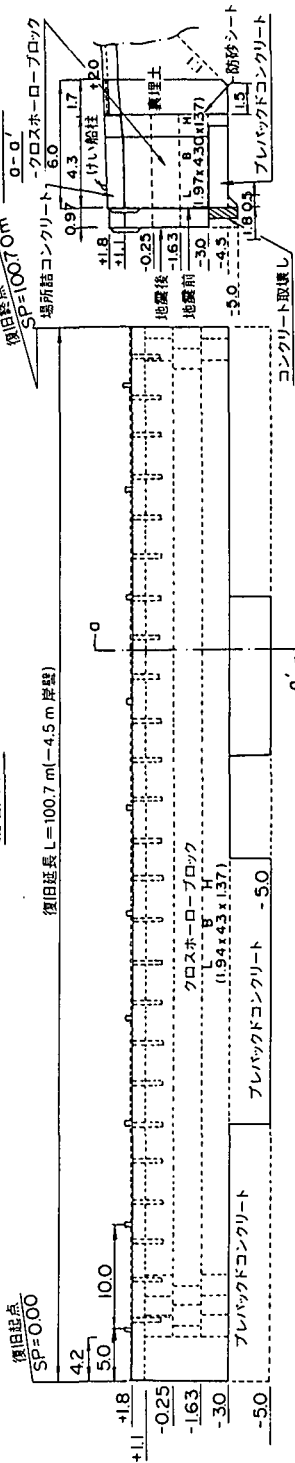
平面図



法線変位図



縦断面図



測点	0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	100.7
前面の高低差 (m)	1.73	1.77	1.77	1.73	1.73	1.73	1.76	1.73	1.76	1.76	1.76	1.73
上部工被災後	0.00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
上部工被災前	0.00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
標高 (m)	0.00	1.80	1.77	1.73	1.73	1.73	1.76	1.73	1.76	1.76	1.76	1.73

図 10.7.3 須築漁港-4.5 m 岸壁被災状況図



写真 10.7.2 須築漁港-4.5 m 岸壁被災状況

本施設の被災延長は 100.7 m であり、直積ブロックおよび上部コンクリートの移動により、岸壁法線が最大で 97 cm 前面に変位している。また、直積ブロック相互間には目地の開きが見られ、裏埋土が一部流出している箇所がある。上部工の沈下は最大で 7 cm 程度であり、法線の変位によってエプロン部（道路）には最大で 1.0 m 程度の沈下・段差が生じている。背後地盤には多くの噴砂が確認できることから、岸壁背後地盤の液状化が本施設の被害と密接に関係していると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 稲富隆昌ほか：1993年北海道南西沖地震港湾施設被害報告，港湾技研資料，Sep. 1994
- 2) 運輸省港湾局ほか：1968年十勝沖地震港湾被害報告・津波調査報告，昭和43年12月