

平成 23 年東北地方太平洋沖地震津波による
仙台塩釜港塩釜港区の海岸保全施設の被害調査報告

1. 目的

平成 23 年（2011 年）3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波による被害について、国土技術政策総合研究所は平成 23 年 6 月～9 月に海岸保全施設の被害調査を行い、国土技術政策総合研究所資料 No.658 として報告している（<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0658.htm>）。今回、上の報告の対象に含まれていなかった仙台塩釜港塩釜港区について海岸保全施設の調査を行ったので、その結果をまとめる。

2. 調査団

国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 主任研究官 熊谷兼太郎
国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室 研究員 永廣 迪

3. 行程

平成 24 年 12 月 4 日（火）

移動 神奈川県→仙台市（10:30 着）

宮城県仙台塩釜港湾事務所と打合せ

国土交通省東北地方整備局塩釜港湾・空港整備事務所と打合せ

移動 仙台市→塩釜市

仙台塩釜港塩釜港区 東宮地区の胸壁の調査（13:30～16:00）

同 12 月 5 日（水）

仙台塩釜港塩釜港区 要害地区の胸壁の調査（8:30～10:20）

〃 〃 一本松地区の胸壁の調査（10:40～11:30）

〃 〃 貞山地区の胸壁の調査（11:30～11:45）

〃 〃 港・貞山地区の胸壁の調査（11:45～12:00）

〃 〃 中の島地区の胸壁の調査（12:45～14:15）

〃 〃 港地区の胸壁の調査（14:30～16:30）

移動 塩釜市→神奈川県

4. 調査結果

2011 年東北地方太平洋沖地震津波について、仙台塩釜港塩釜港区の 7 地区 9 施設の海岸保全施設の被害調査を行った。その結果、胸壁の堤体は被害がないものが多かったものの、一部の堤体で海側への変位、ひび割れ及び化粧板のはがれが発生していた。海側地盤は洗掘、舗装はがれ、陸側地盤は洗掘、水叩きの破損等が生じていた。また、地震に伴う地盤沈下により胸壁

の天端高さは設計高さよりも 0.29～0.52 m の範囲で沈下していた。以下、各地区の調査結果の詳細を示す。

(1) 仙台塩釜港塩釜港区東宮地区

図-1 に、仙台塩釜港塩釜港区の周辺図を示す。図-2 に、同港区東宮地区の周辺図を示す。同地区には胸壁が 2 施設あり、名称はそれぞれ「東宮浜胸壁」（延長 544.5 m、海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-14）及び「東宮地区胸壁」（延長 380.4 m、同施設番号 B-8-10）である。なお、「港湾計画における地区名」と「海岸保全区域の管理上の地区名」とは異なる（本報告の末尾の「地区名対照表」を参照）。ここでは図-1 の図中に示す「港湾計画における地区名」で整理する（以下、地区名の取扱いに関し本報告中では同じである）。

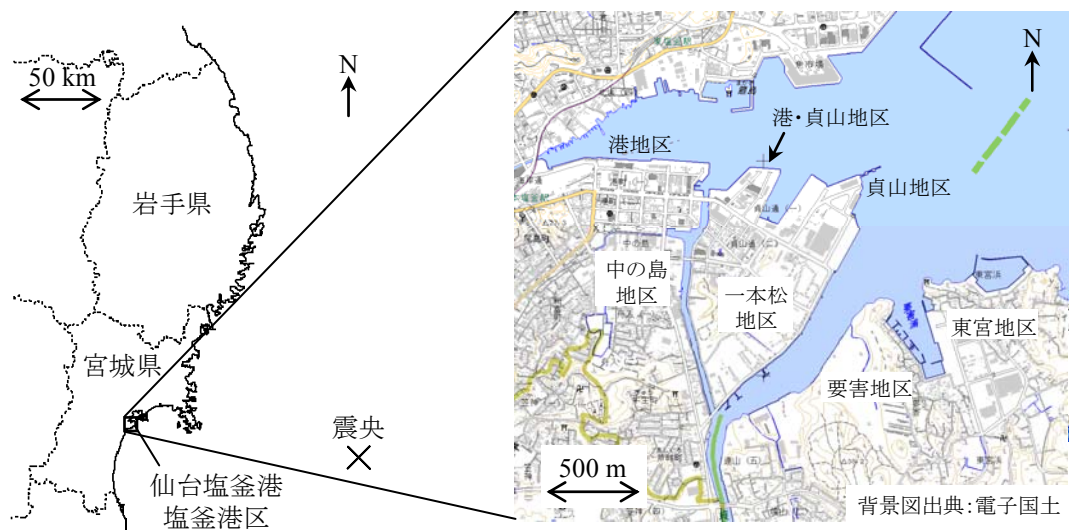


図-1 仙台塩釜港塩釜港区



図-2 仙台塩釜港塩釜港区東宮地区

東宮浜胸壁については、胸壁の堤体に被害はなかった（写真-1）。ただし、地震に伴い地盤は全体的に沈下していて、東宮浜の中央部から西側では、海側地盤を嵩上げする復旧工事が行われていた（写真-2）。地点 1-a は復旧工事のまだ行われていない場所である。図-3 に、水準測量

により測定した，同地点の汀線から胸壁堤体背後までの断面図を示す．その結果，胸壁の天端高さは T.P.+2.17 m であった．設計天端高さは T.P.+2.69 m なので，両者の差を求めると，地震に伴う地盤沈下量は 0.52 m との結果になった．

なお，水準測量において高さの基準として海面を利用しているが，その海面は波の影響により揺動している．極力誤差を小さくするため，一定時間のあいだ潮位変動を観察してから海面高さの測定を行うように工夫しているものの，今回の測量結果にはある程度の誤差が含まれている可能性がある．以下，水準測量の結果については全て同様である．

また，各地点の位置座標を携帯型 GPS 受信機で測定し，本報告の末尾にまとめて記載した．



(1) 海側地盤の状況



(2) 被害のない堤体

写真-1 地点 1-a



写真-2 海側地盤を嵩上げる復旧工事の状況

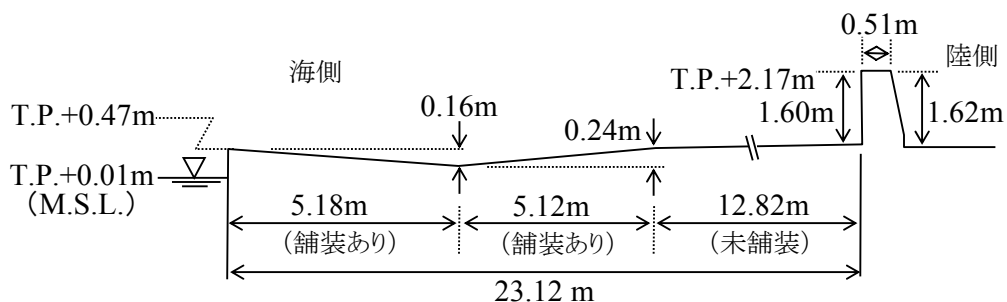


図-3 断面図 (地点 1-a)

東宮地区胸壁は、北側部分（追の浜）と南側部分（東宮棧橋背後）との大きく二つに分けることができる。北側部分では、胸壁の海側地盤の幅員は5～20 m程度で、胸壁のすぐ陸側には民家が建っている（写真-3(1)～(3)）。地点 1-b は写真-3(2)の付近であり、同地点の断面図を図-4に示す。胸壁の天端高さはT.P.+2.12 mであった。局所的に海側地盤の洗掘が生じていた1箇所（N 38°18'44.9"， E 141°2'59.2"， 写真-3(4)）以外には、胸壁の被害はほとんどなかった。

一方、南側部分では胸壁の海側に東宮棧橋があり水際線から胸壁までの距離は80～90 m程度、陸側は幅員が比較的大きい幹線道路となっている。胸壁の被害はなかった（写真-4～写真-5）。



(1) 海側地盤の幅員が 5 m 程度の部分



(2) 海側地盤の幅員が 20 m 程度の部分（地点 1-b）



(3) 胸壁のすぐ陸側に建っている民家



(4) 海側地盤の洗掘

写真-3 東宮地区胸壁（北側部分）

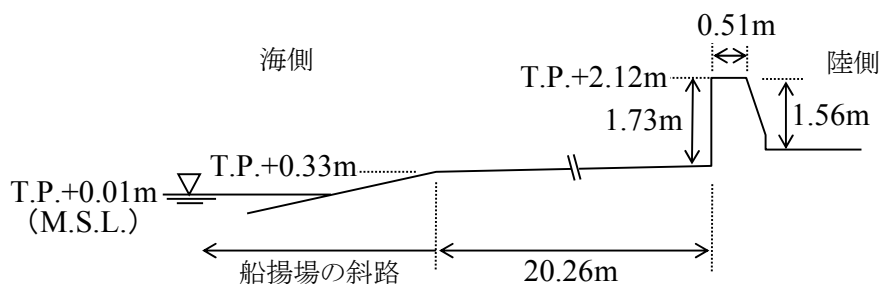


図-4 断面図（地点 1-b）



写真-4 東宮棧橋



写真-5 東宮地区胸壁（南側部分）

(2) 仙台塩釜港塩釜港区要害地区

図-5 に、仙台塩釜港塩釜港区要害地区の周辺図を示す。同地区には胸壁が1施設あり、名称は「要害浦胸壁」（延長 647.7 m、海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-2）である。

要害浦胸壁は、北側部分と南側部分との大きく二つに分けることができる。

北側部分は胸壁の海側地盤の幅員が 3 m 程度で、前面の海域はプレジャーボート、漁船等の係留・保管に利用されている（写真-6）。胸壁の顕著な被害はない。法線と直交する方向に数センチメートル程度のずれがいくつかの場所で生じていたが、これが津波による被害であるかは不明である。地点 2-a で、同地点の汀線から胸壁堤体背後までの水準測量を行った（写真-7、図-6）。胸壁の天端高さは T.P.+2.30 m であった。

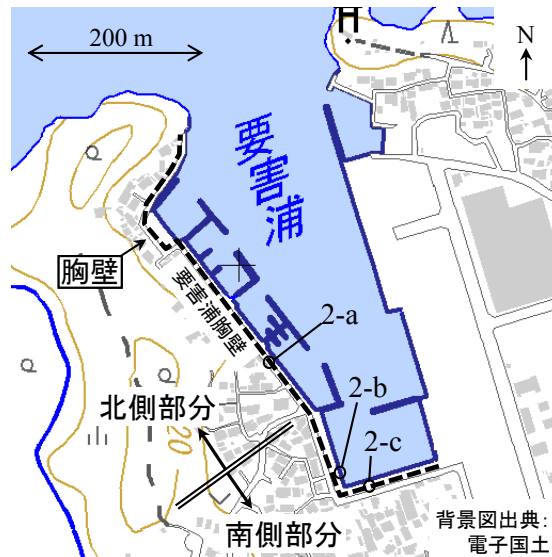


図-5 仙台塩釜港塩釜港区要害地区



写真-6 プレジャーボート等の係留・保管状況



写真-7 地点 2-a

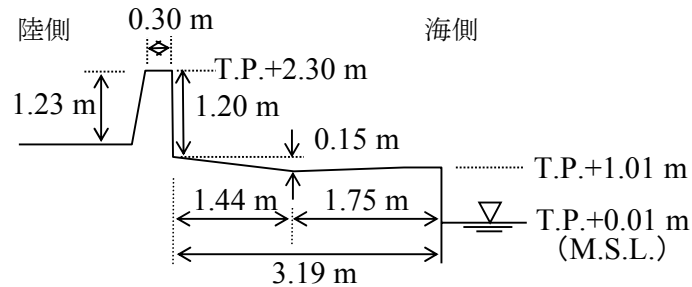


図-6 断面図 (地点 2-a)

南側部分は胸壁の海側地盤の幅員が 10 m 程度である。地点 2-b では、岸壁周辺で不同沈下が発生していた (写真-8)。写真中で測量用ポールを立てている面は、元々は岸壁と同じ高さであったが、地震後は岸壁の高さと比較して 0.3 m 程度の大きさで相対的に沈下していた。沈下していることは、階段の上から 1 段目 (測量用ポールを立てている面の一つ下の段) が、上から 2 段目 (右隣) よりも本来は高いにもかかわらず現状ではそれよりも低くなっていることから分かる。このような不同沈下に伴い、汀線から陸側方向へ 3~5 m 程度だけ離れた場所が沈下して窪んでいた。胸壁の被害はなかった。地点 2-c について、汀線から胸壁堤体背後までの断面図を示す (写真-9、図-7)。胸壁の天端高さは T.P.+2.30 m であった。

地点 2-a と地点 2-b で行った測量結果から、要害地区の胸壁の天端高さは T.P.+2.29~+2.30m であった。設計天端高さは T.P.+2.69 m である。両者の差を求めると、地震に伴う地盤沈下量は 0.39~0.40 m との結果になった。



写真-8 岸壁周辺の不同沈下 (地点 2-b)



(1) 海側地盤の状況



(2) 胸壁の天端高さの測定

写真-9 地点 2-c

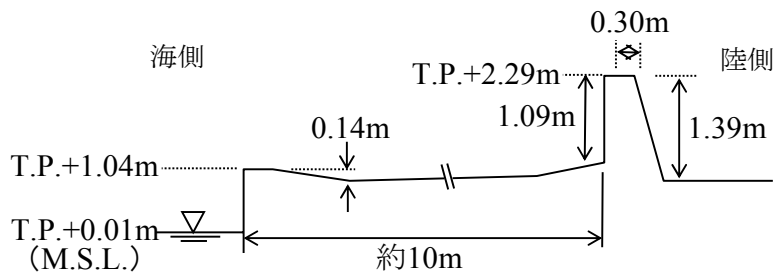


図-7 断面図 (地点 2-c)

(3) 仙台塩釜港塩釜港区一本松地区

図-8 に、仙台塩釜港塩釜港区一本松地区の周辺図を示す。同地区には胸壁が 1 施設あり、名称は「貞山通(A)胸壁」(延長 1,132.4 m, 海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-15) である。貞山堀航路に沿って設けられており、胸壁海側には大型船の係留施設がある。係留施設を利用しているのは北側から順にカメイ、エクソンモービル、出光興産、昭和シェル石油、東西オイルターミナル (旧コスモ)、丸紅、品川燃料等で、背後地には各社の油槽所・オイルタンクが集中的に立地している。その工業地帯と海側の係留施設との間に胸壁が設けられているものである。

写真-10 及び写真-11 は、地点 3-a 及び 3-b において北から南にむかう方向に撮影した状況である。いずれも胸壁に被害はなかったが、海側地盤 (幅員 5~6 m 程度) は土の地盤が部分的に

崩れている場所があった。また、地盤沈下に伴って地盤の一部が冠水していた。

地点 3-c も被害は上と同様で、胸壁に被害はなく、海側地盤は土の地盤が部分的に崩れている場所があった。また、地盤沈下に伴って地盤の一部が冠水していた（写真-12）。図-9に、同地点の汀線から胸壁堤体背後までの縦断図を示す。胸壁の天端高さは T.P.+2.23 m であった。設計天端高さは T.P.+2.69 m である。両者の差を求めると、地震に伴う地盤沈下量は 0.46 m との結果になった。



図-8 仙台塩釜港塩釜港区一本松地区



写真-10 地点 3-a



写真-11 地点 3-b



(1) 海側地盤の状況



(2) 胸壁の天端高さの測定

写真-12 地点 3-c

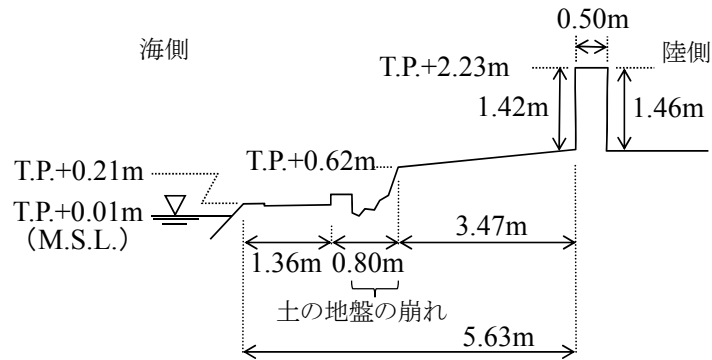


図-9 断面図 (地点 3-c)

(4) 仙台塩釜港塩釜港区貞山地区

図-10 に、仙台塩釜港塩釜港区貞山地区の周辺図を示す。同地区と西側に隣接する港・貞山地区 ((5)参照) にまたがって胸壁が設けられており、名称は「貞山通(B)胸壁」(2 地区合計の延長 594.8 m, 海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-16) である。貞山 1~4 号ふ頭と東ふ頭の背後に位置し水際線から離れており、水際線から胸壁までの距離は 300~400 m 程度ある。胸壁の陸側、海側とも工場、倉庫、幹線道路等として利用されている。写真-13~写真-15 に、地点 4-a~4-c で撮影した写真を示す。胸壁の陸側、海側とも工場、幹線道路等として利用されている。



図-10 仙台塩釜港塩釜港区貞山地区



写真-13 地点 4-a (左が海側, 右が陸側)



写真-14 地点 4-b (左が海側, 右が陸側)



写真-15 地点 4-c (左が陸側, 右が海側)

(5) 仙台塩釜港塩釜港区港・貞山地区

図-11 に、仙台塩釜港塩釜港区港・貞山地区の周辺図を示す。(4)で述べたとおり、東側に隣接する貞山地区から本地区までまたがって設けられている「貞山通(B)胸壁」(2地区を合計した延長 594.8 m, 海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-16)がある。(4)と同様に、中ふ頭の背後に位置しているため水際線から 300 m 程度離れており、胸壁の陸側、海側とも工場、倉庫、幹線道路等として利用されている。写真-16～写真-18 に、地点 5-a～5-c で撮影した写真を示す。



図-11 仙台塩釜港塩釜港区港・貞山地区



写真-16 地点 5-a



写真-17 地点 5-b



写真-18 地点 5-c

(6) 仙台塩釜港塩釜港区中の島地区

図-12 に、仙台塩釜港塩釜港区中の島地区の周辺図を示す。同地区の胸壁 2 施設の調査を行った。名称はそれぞれ、「中の島(B)胸壁」(延長 171.1 m, 海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-6) 及び「中の島(C)胸壁」(延長 542.2 m, 同施設番号 B-8-8) である。同地区の胸壁は貞山運河に沿って設けられており、海側には比較的古い時代に建設されたと考えられる幅員 1~2 m 程度の狭い物揚場がある。さらにその前面には、中の島(B)胸壁の最も北側の部分(北端~地点 6-a までの範囲)を除き、延長のほとんどの区間で幅員 5 m 程度の棧橋式の物揚場が新たに設けられている。これらの施設には、プレジャーボートが係留されている(写真-19, 図-13)。

地点 6-a は、前述のとおり、海側には幅員 2 m 程度の狭い物揚場はあるが棧橋式の物揚場は無い区間である。胸壁の法線が曲がっているコーナー部において、引き波により海側の物揚場の流失、陸側地盤の洗掘・陥没が生じていた(写真-20(1)~(2), 図-14(1))。堤体間には隣接する変位していない堤体との間で法線方向に最大 6 cm の目開きが生じていたので、目開きする程度に胸壁堤体も変位しているようである(写真-20(3))。図-14(2)に、同地点の縦断図を示す(写真-20(4))。天端高さは T.P.+2.40 m であった。また、海側地盤の幅員は 1.76 m であった。著者らが過去に調べた施設では、胸壁の海側地盤の幅員は 3~56m であった(国総研資料 No.658)。それと比較すると、地点 6-a の海側地盤の幅員は 1.76 m と小さい。このことから、一般的な胸壁と比較して地点 6-a の胸壁は海側地盤の幅員が小さく引き波により海側地盤全体が流失し、堤体間が目開きする程度に変位する被害が発生した可能性が考えられる。

地点 6-b では、海側の物揚場の舗装がはがれる被害があった(写真-21)。



図-12 仙台塩釜港塩釜港区中の島地区



写真-19 中の島(B)胸壁及び海側地盤

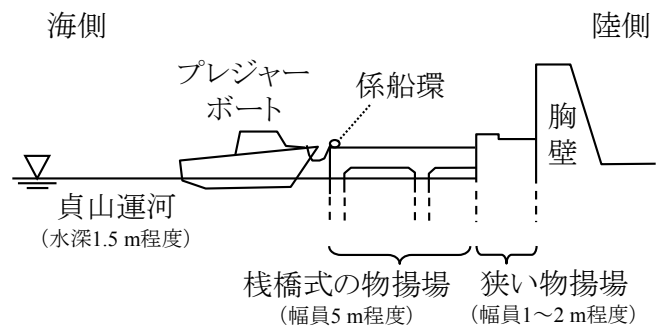


図-13 運河～胸壁の縦断イメージ



(1) 流失している海側地盤



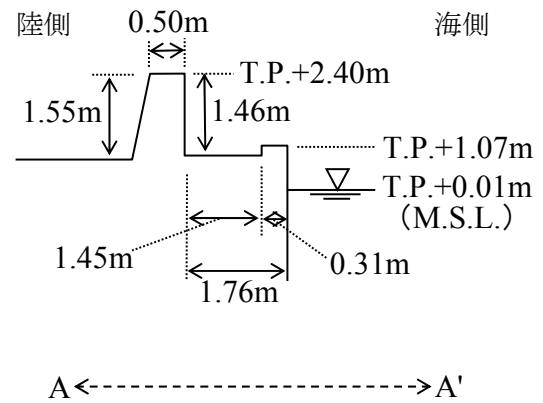
(2) 陸側地盤の洗掘

写真-20 地点 6-a



(3) 堤体間の目開き（最大 6 cm, 陸側からみた状況） (4) 胸壁の天端高さの測定

写真-20 地点 6-a



(1) 平面的な位置関係図

(2) 縦断面図

図-14 地点 6-a



写真-21 海側の物揚場の舗装がはがれている状況（地点 6-b）

地点 6-c は、海側に幅員 1 m 程度の狭い物揚場と幅員 5 m 程度の棧橋式物揚場が連続して設けられている。胸壁に被害はなかった（写真-22）。図-15 に、汀線から胸壁陸側までの縦断図を示す。なお、測定は「No.63」と書かれた係船環を通る断面について行っている。その結果、海側地盤の幅員は 5.53 m であった。また、天端高さは T.P.+2.29 m であった。

地点 6-d では、陸側地盤が洗掘されて水叩き部分の舗装が破損している被害が発生していた（写真-23）。

地点 6-e では、門扉が津波の引き波により開放されたまま閉まらない状態となっており、応急復旧のため土のうが積みあげられていた（写真-24）。

地点 6-f は中の島(C)胸壁の最も南端の部分であるが、被害はなかった（写真-25）。

地点 6-a と地点 6-c で行った測量結果から、胸壁の天端高さは T.P.+2.29~+2.40m であった。設計天端高さは T.P.+2.69 m である。両者の差を求めると、地震に伴う地盤沈下量は 0.29~0.40 m との結果になった。



(1) 被害のない胸壁



(2) 胸壁の天端高さの測定状況

写真-22 地点 6-c

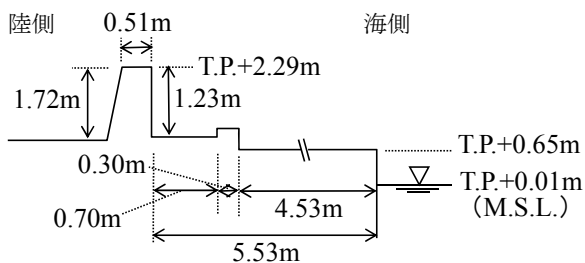


図-15 縦断図 (地点 6-c)



写真-23 陸側地盤の洗掘 (地点 6-d)



(1) 海側からみた状況



(2) 陸側からみた状況

写真-24 門扉の被害（地点 6-e）



写真-25 被害のない胸壁（地点 6-f）

(7) 仙台塩釜港塩釜港区港地区

図-16 に、仙台塩釜港塩釜港区港地区の周辺図を示す。同地区には胸壁と防潮堤が合計 2 施設ある。名称はそれぞれ、「西ふ頭胸壁」（延長 465 m、海岸保全区域台帳上の施設番号 B-8-1）及び「港町防潮堤」（延長 620.6 m、同施設番号 B-3-8）である。なお、港町防潮堤の西側の半分を”千賀の浦胸壁”と呼ぶこともあるが、海岸保全区域台帳上は一括して「港町防潮堤」という名称となっている。

地点 7-a では、陸側は地盤を広範囲に嵩上げする復旧工事が行われていた。また、堤体の一か所にひび割れが発生していた（写真-26(1)～(2)）。海側地盤の汀線から胸壁堤体までの幅員は 2 m 程度である。なお、同地点の北側近傍には音響式の検潮施設が設置されている（写真-26(3)）。

地点 7-b は、胸壁の法線が海側に向かって凸状に突き出した形の先端部付近である。ここでは、引き波により胸壁堤体が海側に変位し、堤体同士の間でずれが発生していた（写真-27）。ずれの大きさを図-17 に示すア～ウの 3 か所で測定した。その結果、法線方向（汀線と平行な方向）の目地開きは 5～15 cm、法線直交方向（海陸方向）のずれは 10～38 cm であった。海側地盤の汀線から胸壁堤体までの幅員は 3～5 m 程度であり、地盤が海側に傾斜して胸壁堤体との間に空隙が生じている場所もあった（写真-27(4)）。

地点 7-c は、胸壁の海側に幅員約 27 m の栈橋式岸壁がある（写真-28）。胸壁、栈橋式岸壁ともに被害はなかった。図-18 に、汀線から胸壁陸側までの縦断図を示す。汀線と胸壁堤体の距

離は 27.4 m, 天端高さは T.P.+2.26 m である.

地点 7-d では, 陸側の門扉が外れており, 門扉がなくなっている通路部分には土のうが積まれていた (写真-29).

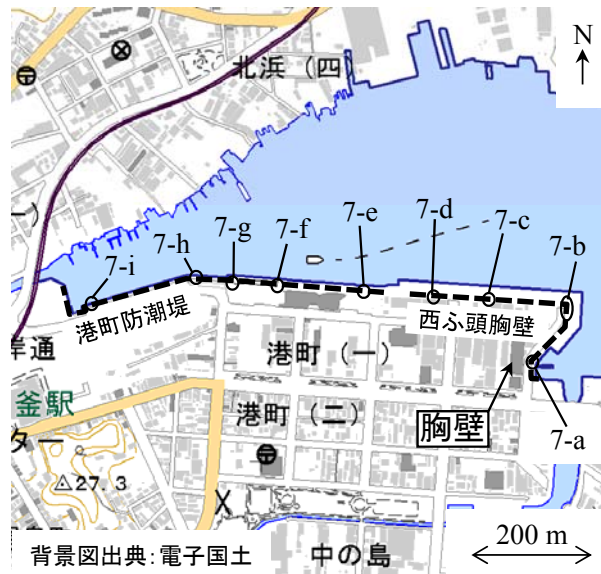


図-16 仙台塩釜港塩釜港区港地区



(1) 陸側地盤の嵩上げと堤体のひび割れ



(2) (1)の左下のひび割れ部分



(3) 音響式の検潮施設

写真-26 地点 7-a

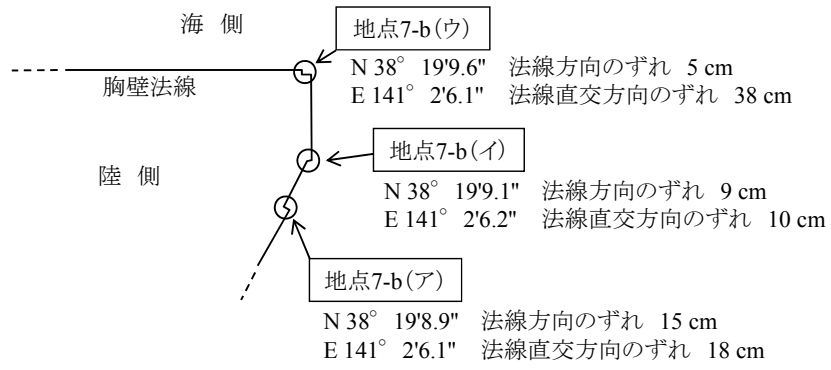


図-17 胸壁の堤体同士のずれの大きさ (地点 7-b)



(1) 引き波による胸壁堤体の海側への変位



(2) ずれの大きさの測定 (ア)



(3) ずれの大きさの測定 (イ)



(4) ずれの大きさの測定 (ウ)

写真-27 地点 7-b



(1) 栈橋式のみ頭（被害なし）



(2) 胸壁の天端高さの測定

写真-28 地点 7-c

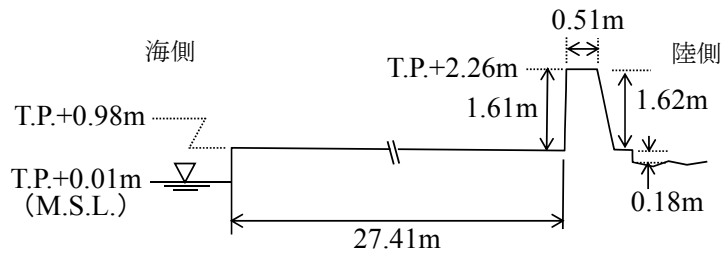


図-18 縦断図（地点 7-c）



写真-29 陸閘の門扉の被害（地点 7-d）

港町防潮堤について、地点 7-e では胸壁の海側地盤の舗装の表面がひび割れし不同沈下を起こしていた。ただし、胸壁の堤体には被害はなかった（写真-30）。

地点 7-f~7-g では、海側地盤及び陸側地盤の両方ともに洗掘の被害が発生していた（写真-31 及び写真-32）。

地点 7-h では、海側地盤の不同沈下が全面的に発生しており（写真-33(1)）、地点 7-e~7-g の部分と比較して被害が大きくなっている。被害が大きくなった原因は海側地盤の構造形式の違いが考えられるが、調査者はその点について把握しておらず不明である。なお、海側地盤の幅員は約 7.6 m であり、地点 7-e~7-g の部分（幅員 15 m 程度）と比較すると小さくなっている。図-19 に、汀線から胸壁陸側までの縦断図を示した。その結果、胸壁の天端高さは 2.27 m であ

った。陸側地盤の舗装にも被害が発生している（写真-33(2)）。なお、写真-33(2)で調査員が立っている場所の20～30 m奥側は、津波で漂流した船舶が漂着していた場所である（図-19）。

地点7-h～7-iでは、胸壁堤体に貼り付けられている化粧板（厚さ4 cm程度）が剥がれる被害が発生していたものの、堤体に大きな被害はなかった（写真-34及び写真-35）。

地点7-cと地点7-hの測量結果から、胸壁の天端高さはT.P.+2.26～+2.27 mであった。設計天端高さはT.P.+2.69 mである。両者の差を求めると、地震に伴う地盤沈下量は0.42～0.43 mとの結果になった。

写真-36は、地点7-e付近（マリゲート塩釜東側の駐車場）に掲示されている防潮堤の整備高さ目安を示す看板である。左から順に、「これまでの計画防潮堤高さ（T.P.+2.7 m）」、「必要防潮堤高（T.P.3.3 m）」及び「必要防潮堤高+余裕高（T.P.+4.3 m）」と書かれた線が記されている。

写真-37～39は、東北地方太平洋沖地震に伴う津波が到達した高さをマリゲート塩釜の1階フロア内及び出口付近に表示しているものである。公益社団法人土木学会海岸工学委員会・公益社団法人日本地球惑星科学連合の東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループは、各地の津波の高さをとりまとめて公開している。それによれば、最も近傍の痕跡（マリゲート塩釜前のふ頭、北緯38.3197度・東経141.0294度、地点番号JMAH-0030）の浸水高さはT.P.+3.952 mである。



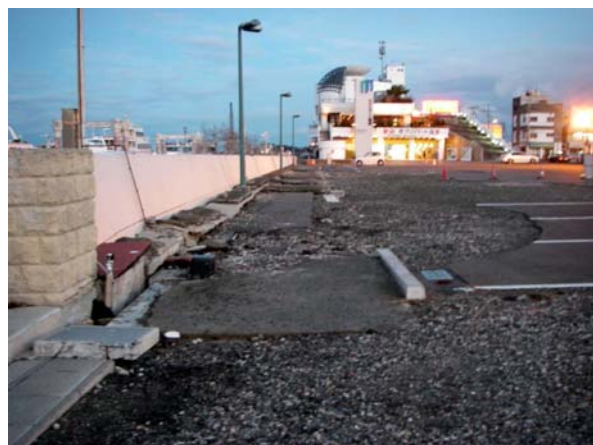
写真-30 舗装ひび割れと不同沈下（地点7-e）



写真-31 陸側と海側の地盤の洗掘（地点7-f）



(1) 海側地盤の洗掘



(2) 陸側地盤の洗掘

写真-32 地点7-g



(1) 胸壁の海側地盤の状況



(2) 胸壁の天端高さの測定

写真-33 地点 7-h

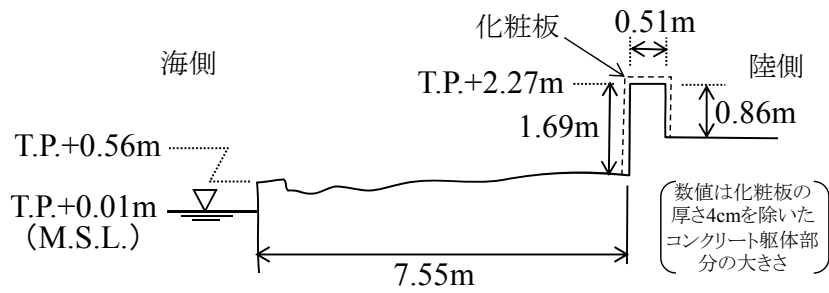


図-18 縦断面図 (地点 7-h)

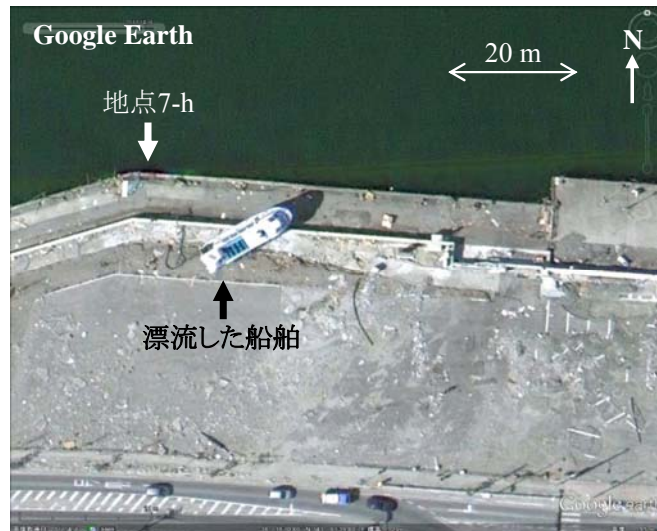


図-19 上空から撮影した写真 (Google Earth より, 平成 23 年 4 月 6 日撮影)



写真-34 堤体の化粧板が剥がれる被害
(地点 7-h と地点 7-i の間の区間)



写真-35 地点 7-i



写真-36 防潮堤の整備高さ(目安)の看板
(地点 7-e 付近)



写真-37 到達した津波の高さの表示
(マリゲート塩釜の1階フロア内)



写真-38 到達した津波の高さの表示
(マリゲート塩釜の東側出口)



写真-39 到達した津波の高さの表示
(マリゲート塩釜の西側出口)

地区名対照表：

港湾計画における地区名	海岸保全施設の施設名	海岸保全区域の管理上の地区名
東宮地区	東宮浜胸壁	東宮浜代ヶ崎地区
	東宮地区胸壁	要害浦地区
要害地区	要害浦胸壁	
一本松地区	貞山通(A)胸壁	中の島・貞山通地区
貞山地区	貞山通(B)胸壁	(海岸保全区域ではなく臨港地区のため名称なし)
港・貞山地区		
中の島地区	中の島(B)胸壁	中の島・貞山通地区
	中の島(C)胸壁	
港地区	西ふ頭胸壁	港町1丁目地区
	港町防潮堤 (千賀の浦胸壁を含む)	港町地区, 海岸通地区

位置座標：

地点名	緯度 (N) *	経度 (E) *
1-a	38°18'49.8"	141°3'18.4"
1-b	38°18'44.1"	141°2'59.0"
2-a	38°18'36.3"	141°2'52.6"
2-b	—	—
2-c	38°18'31.5"	141°2'57.4"
3-a	—	—
3-b	—	—
3-c	38°18'34.3"	141°2'20.4"
4-a	38°18'54.9"	141°2'28.4"
4-b	—	—
4-c	—	—
5-a	38°19'1.1"	141°2'14.6"
5-b	—	—
5-c	38°19'2.9"	141°2'11.2"
6-a	38°18'56.2"	141°2'0.9"
6-b	—	—
6-c	38°18'50.2"	141°2'0.5"
6-d	38°18'48.8"	141°2'0.1"
6-e	38°18'47.0"	141°1'59.9"
6-f	—	—

7-a	—	—
7-b	38°19'9.6"	141°2'6.1"
7-c	38°19'9.9"	141°2'1.2"
7-d	—	—
7-e	38°19'10.3"	141°1'52.1"
7-f	38°19'10.7"	141°1'45.1"
7-g	—	—
7-h	38°19'11.2"	141°1'38.7"
7-i	—	—

* 緯度及び経度は携帯型 GPS 受信機 (GARMIN 製 GPSmap 62s) で測定した。精度は±3m 程度である。

参考文献：・熊谷兼太郎・渡邊祐二・長尾憲彦・鮎貝基和，2011 年東北地方太平洋沖地震津波による海岸保全施設の被害調査，国土技術政策総合研究所資料，No.658，39p，2011。
・公益社団法人土木学会海岸工学委員会・公益社団法人日本地球惑星科学連合の東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (The 2011 Tohoku Earthquake Joint Survey Group, TTJT)，<http://www.coastal.jp/ttjt/>，平成 24 年 12 月時点。

謝 辞： 本調査の実施にあたり，宮城県仙台塩釜港湾事務所・日野淳技術次長，桐山修平港政班主事，国土交通省東北地方整備局塩釜港湾・空港整備事務所をはじめ各位にお世話になりました。ここに記して御礼を申し上げます。

連絡先： 国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室
主任研究官 熊谷兼太郎
住所: 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
電話: 046-844-5024 fax: 046-844-5068 E-mail: kumagai-k27n@ysk.nilim.go.jp