

平成 23 年東北地方太平洋沖地震津波による
大船渡港の海岸保全施設（胸壁）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、海岸保全施設の被害状況を把握し被災原因を検討する必要がある。特に、大船渡港海岸では胸壁の一部が倒壊する等の被害が生じている。そこで、大船渡港の海岸保全施設（胸壁）の被害調査を実施して被害状況の把握を行った。

2. 調査団

国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 主任研究官 熊谷兼太郎
国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部沿岸防災研究室 研究員 渡邊祐二
国土交通省東北地方整備局釜石港湾事務所 副所長 長尾憲彦

3. 行程

平成 23 年 6 月 16 日（木）
移動 横須賀市→北上市
同 6 月 17 日（金）
大船渡港調査
・移動 北上市（8:00 発）→大船渡市に調査団集合
・清水地区及び蛸之浦漁港地区の調査（10:40～12:20）
・永浜地区及び山口地区の調査（13:10～14:30）
・茶屋前地区の調査（14:40～16:50）
・移動 大船渡市（17:10 発）→北上市→東京（23:00 着）



背景図出典：電子国土
図-1 大船渡港

4. 調査結果

大船渡港の5地区について、海岸保全施設のうち胸壁を中心とした調査を行った。その結果、堤体前面・背面の地盤の洗掘、特に未舗装地盤の洗掘が広範にみられた。また、清水地区及び茶屋前地区では、構造物が破壊した箇所に流れが集中するような引き波の流れによる堤体背面の地盤の流出がみられた。堤体については、清水地区及び蛸之浦漁港地区でクラック発生があり、茶屋前地区では背後側に倒壊する被害が生じていた。さらに、天端高さを測定し地震発生前の設計天端高さと比較することにより沈下量を求めたところ、大船渡港全体では約0.8~1.0mの沈下が生じていることが分かった。以下、各地区の調査結果の詳細を示す。

(1) 清水地区

図-2 に、周辺図を示す。図中の地点 a で、堤体にクラックが発生していた(写真-1)。クラックの大きさは、法線方向に約1cm、法線直交方向に約3cmのずれである。図-3 に、クラック発生位置の天端高さを測定結果を示す。天端高さの実測値はT.P.+2.62mであった。設計天端高さはT.P.+3.50mなので、この場所では地震に伴い0.88mの沈下が生じたことになる。

交通政策審議会港湾分科会防災部会資料(2011) 2)によれば、清水地区の最大浸水高はT.P.+6.72mと報告されている。胸壁の陸側にある、水際線からの距離が約50mの場所に立地する家(図-2の地点b、写真-2の右端の黒屋根の家)の所有者に浸水状況のヒアリングを行った。それによると、建物2階に置いてあったたんすの下から2段目まで最大で浸水したとの証言が得られた。本調査は海岸保全施設の被害状況の把握を主眼としていたため津波の浸水高の詳細な測定は行わなかったが、仮に、建物の地盤高さ(地盤沈下後)をT.P.基準上約3m、そこから建物1階部分の高さを約3m、そこからたんすの下から2段目までの高さを数十cmとすれば、概ねT.P.+6.72mに近い値となる。

図-2の地点cで、基礎部分の海側法面の被覆材の一部が破壊されていた(写真-3(1))。破壊された被覆材は海側に流出していたので、引き波による被害と考えられる。また、堤体直下の基礎が吸い出されていて、堤体下面から地盤までの空洞の高さは0.83mであった(写真-3(2))。胸壁よりも陸側に広がっている水面は、胸壁よりも海側の水面の変動にあわせてゆっくりと振動している様子が観察されたので、堤体直下の基礎が失われて空洞が生じており、海側と陸側とが貫通していると考えられる。写真-4は、被災直後の空撮写真である。胸壁の隅角部を中心として、引き波よる地盤の流出が生じていることが分かる。



図-2 清水地区・蛸之浦漁港地区の周辺図



写真-1 堤体に発生したクラック（地点 a）

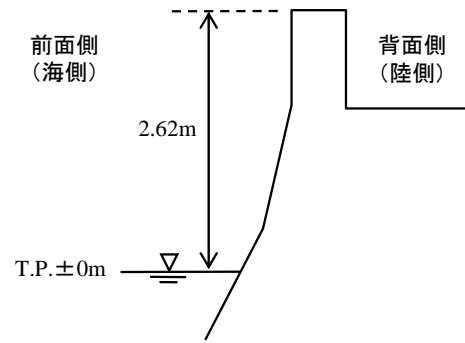


図-3 胸壁の天端高さ（地点 a）



写真-2 浸水状況をヒアリングした場所（右端の黒屋根の家）（地点 b）



(1)海側から撮影



(2)陸側から撮影

写真-3 基礎全体の流出（地点 c）



出典：GoogleEarth

写真-4 平成 23 年 4 月 1 日に撮影された写真（地点 c）

(2) 蛸之浦漁港地区

図-2 の地点 d 及び e で、胸壁の堤体にクラックが発生していた (写真-5 及び写真-6). 地点 f で胸壁の法線は直角に曲がるが、堤体のすり合わせ部で開きが生じていた (写真-7). ただし、この開きを生じた原因が今回の地震であるかについては不明である. 図-4 に、地点 f 位置の天端高さの測定結果を示す. 天端高さは T.P.+2.05m であった. この他、胸壁ではないが、左岸側防波堤に幅 1cm 程度の目地開きが数か所発生していた (写真-8 及び写真-9). また、地点 g で「大船渡丸」及び「明和丸」の船舶 2 隻が胸壁に乗り上げていた (写真-10).



写真-5 堤体に発生したクラック (地点 d)



写真-6 堤体に発生したクラック (地点 e)



写真-7 堤体のすり合わせ部の開き (地点 f)

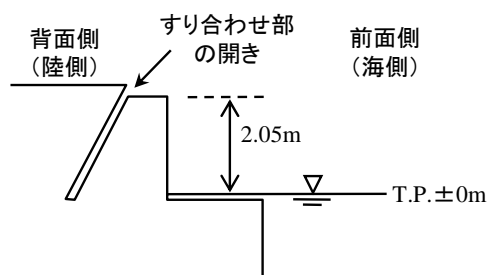


図-4 胸壁の天端高さ (地点 f)



写真-8 防波堤の目地ずれ (左岸側防波堤)



写真-9 防波堤の目地ずれ (左岸側防波堤)



写真-10 胸壁に乗り上げた船舶 (地点 g)

(3) 永浜地区

図-5 に、永浜地区の周辺図を示す。また、写真-11 にそのうち南側部分の状況を示す。地点 h で、引き波による被害が発生していた。永浜地区の胸壁は、名称は「胸壁」であるが、構造形式は「堤防」に類似している（図-6）。すなわち、盛土された堤体の表のり、天端及び裏のりをそれぞれ被覆工で覆っている。この点は、大船渡港の他の地区の一般的な胸壁とは構造形式が異なるので、被災原因の検討にあたって注意が必要である。



図-5 永浜地区の周辺図

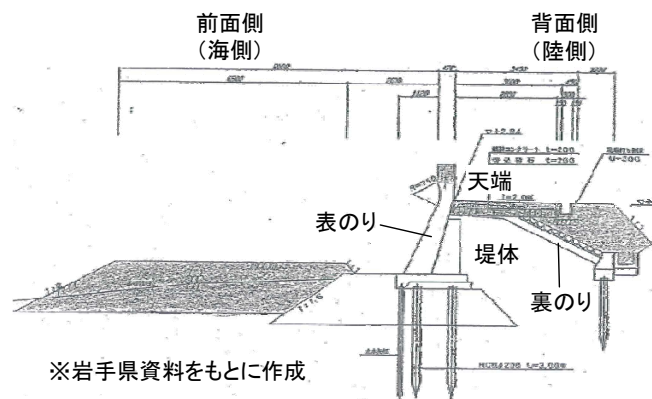


図-6 永浜地区の胸壁の構造



写真-11 永浜地区南側部分の状況



写真-12 堤防構造の被害（地点 h）

地点 h の背後には排水路があり，そこを中心として海にむかって扇形に地盤が流出し，堤防構造の堤体部分も流出していた．表のりの被覆工は海側に倒壊または散乱していた．地点 i も，背後に排水路があり被害状況は地点 h と同様である（写真-13）．

写真-14 は，地点 j 付近の状況で，水門の機械部分の被害，堤体海側地盤の洗掘が生じていた．



写真-13 堤防構造の被害（地点 i）



写真-14 水門と付近の被害（矢印が水門，地点 j）

地点 k では，表のり被覆工が約 100m にわたり海側に転倒していた（写真-15 及び写真-16）．
図-7 に，残存部分の表のり被覆工の高さの測定結果を示す．高さは，T.P.+2.14m であった．設計天端高さは T.P.+3.00m なので，この場所では地震に伴い 0.86m の沈下が生じたことになる．

付近の住民の証言では，津波は岬の反対側からも岬の低くなっている部分を乗り越え流れてきた（図-5 の矢印参照）．また，同じ住民によると，そのときの水位は写真-17 に示す位置まで達し，写真-18 に示す建物 2 階の窓枠上側の桟まであと 20cm 程度の位置に達したとのことである．



写真-15 堤防構造の被害（地点 k）



写真-16 空撮写真（地点 k）

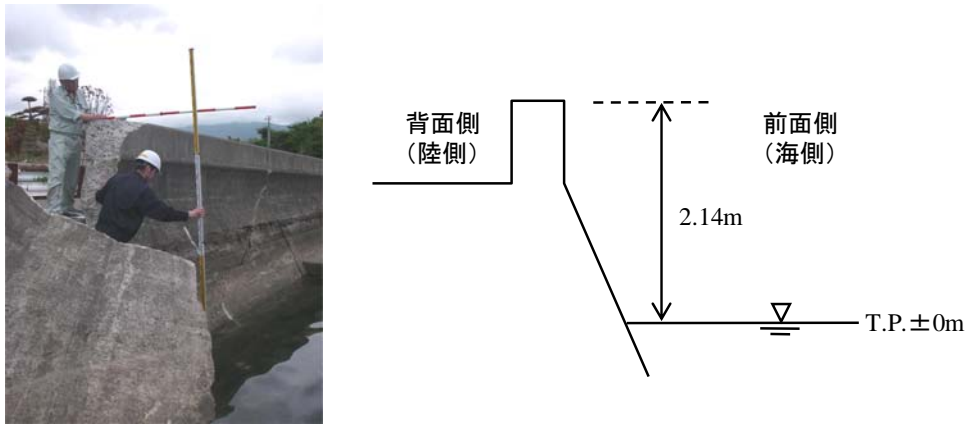


図-7 表のり被覆工の高さ (地点 k)



写真-17 地点 k 背後の状況



写真-18 地点 k 付近の建物

(4) 山口地区

図-8 に、山口地区の周辺図を示す。同地区の胸壁の堤体は、転倒、クラック発生等の被害はみられなかった。ただし、胸壁前面側の物揚場の舗装の被害が生じていた (写真-19)。図-9 に、地点 l の位置の天端高さの測定結果を示す。天端高さは T.P.+2.20m であった (写真-20)。設計天端高さは T.P. +3.00m なので、この場所では地震に伴い 0.80m の沈下が生じたことになる。

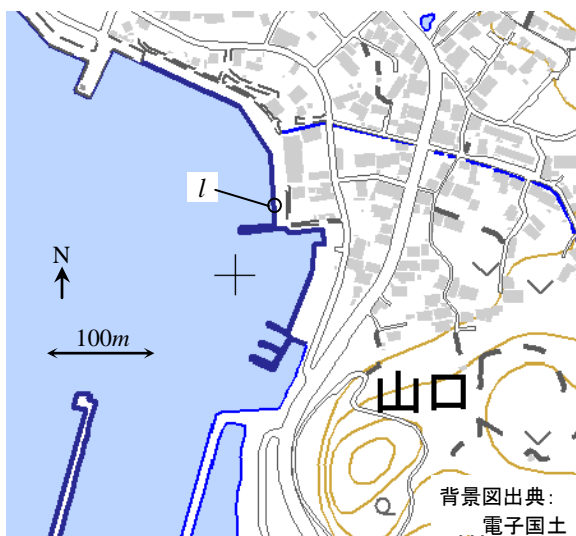


図-8 山口地区の周辺図



写真-19 物揚場の舗装の被害

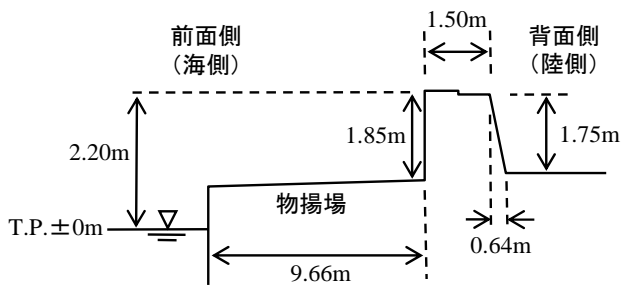


図-9 胸壁の天端高さ (地点 l)



写真-20 胸壁の周辺状況 (地点 l)

(5) 茶屋前地区

図-10 に、茶屋前地区の周辺図を示す。地点 m 付近は胸壁の被害はほとんどなかった(写真-21)。地点 n は、前面側地盤が法線直交方向に数 m 程度の幅で洗掘されていた。背面側の洗掘の被害は比較的小さい(写真-22 及び写真-23)。地点 o は、前面側地盤が洗掘され、背面側地盤も一部が洗掘されていた(写真-24)。同写真の奥に映る水門は、機械設備を納めた上屋等が被害を受けている。写真-25 は、地点 p から背面側の市街地の様子を写したものである。海岸保全施設から陸側へむかって 100~200m 程度の範囲で、一帯の家屋が基礎だけを残して流失するような被害が発生している。地点 q は、前面側地盤が洗掘されていた(写真-26)。その背面側地盤については、被害が生じたようであるが、復旧活動で埋め戻しが行われていて被害状況の詳細は不明である。

地点 r は、背面側地盤が流出し(写真-28)、堤体が延長約 100m にわたって背面側に倒壊していた(写真-27)。この区間は、L 型堤体・鋼矢板式基礎の胸壁である。一部の堤体は基礎の鋼矢板が折れていた(写真-29)。鋼矢板の折れた部分付近には錆が発生していた。

背面側地盤が失われた原因として、空撮写真(写真-30)を参考にすると、南側隣接部分の堤体が失われ、その破壊した箇所にも水の流れが集中するような流れにより当該地盤が広範に流出したことが考えられる。また、堤体が倒壊した原因としては、鋼矢板の折れや、堤体が概ね背面側に倒れこんでいる点から、背後地盤が失われたあとに押し波による作用で倒壊した可能性があると考えられる。また、鋼矢板の折れた部分付近に発生していた錆について、錆による鋼矢板の腐食状況についてはより詳細な調査が必要である。

天端高さは、未倒壊部分で T.P.+2.38m であった(図-11)。設計天端高さは T.P. +3.40m なので、この場所では地震に伴い 1.02m の沈下が生じたことになる。交通政策審議会港湾分科会防災部会資料(2011) 2)によれば、茶屋前地区の最大浸水高は T.P.+ 8.07m と報告されている。すなわち、未倒壊部の天端高さと比較すると約 5.7m 上回る水深となる。

倒壊部分部分について、天端高さと同法線直交方向の変位(胸壁法線から前面側または背面側への出入りの大きさ)の測量結果をそれぞれ示した(図-12)。それによると、天端高さは、幅 103m にわたり最大で約 1.8m 変位していることが分かった。また、法線から背面側に最大で約 1.9m 変位していることが分かった。



図-10 茶屋前地区の周辺図



写真-21 被害のほとんどない胸壁 (地点 m)



写真-22 前面側地盤の洗掘 (地点 n)



写真-23 背面側地盤の状況 (地点 n)



写真-24 前面側地盤の洗掘と水門の被害 (地点 o)



写真-25 背面側の市街地 (地点 p)



写真-26 前面側地盤の洗掘 (地点 q)



写真-27 背後側に倒壊した堤体 (地点 r)

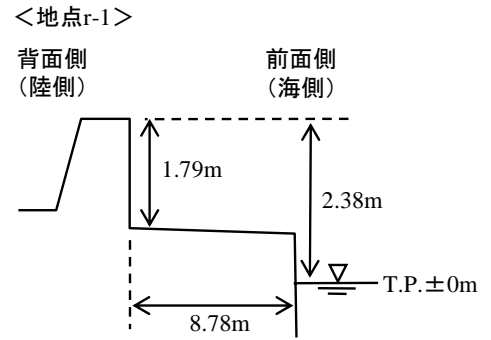


図-9 胸壁の天端高さ (未倒壊部分)



写真-28 背後側地盤の流出 (地点 r)



写真-29 鋼矢板折れ (地点 r)



写真-30 空撮写真 (地点 r)

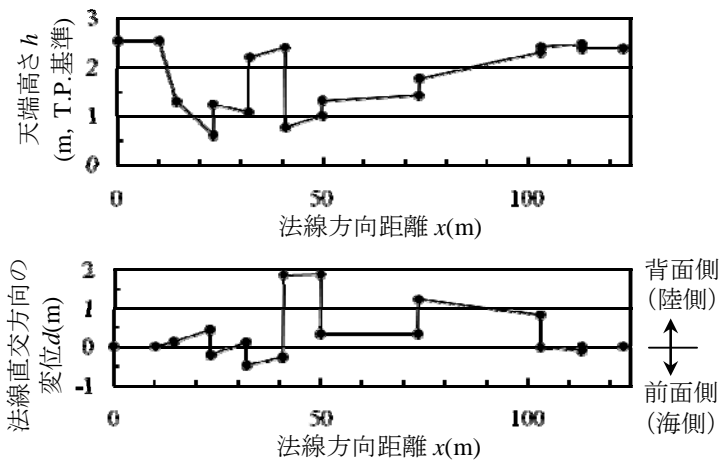


図-12 天端高さ と法線直交方向の変位 (地点 r)

(6) 野々田地区

野々田地区は調査時間の制約により現地調査できなかった。東北地方整備局が集約した情報によると、水門1基が損傷し、その上屋、電気設備及び開閉装置に被害が発生とのことである。

参考資料（位置座標等）：

【清水地区・蛸之浦漁港地区・永浜地区・山口地区・茶屋前地区（地点 m～q）】

地点名 ^{*1}	緯度 (N) ^{*2}	経度 (E) ^{*2}
a	39° 2' 29.58"	141° 44' 9.85"
f	39° 2' 7.21"	141° 44' 14.02"
h	39° 3' 4.56"	141° 44' 27.43"
i	39° 3' 9.06"	141° 44' 27.37"
l	39° 3' 50.04"	141° 44' 17.76"
m	39° 4' 9.06"	141° 43' 32.05"
n	39° 4' 1.19"	141° 43' 21.01"
o	39° 3' 57.63"	141° 43' 18.05"

*1 地点 b, c, d, e, g, j, k, p 及び q は GPS 測定器による位置座標の測定は行っていない。

*2 緯度及び経度の測定に用いた GPS 測定機（GARMIN 製 GPSmap 60CSx）の測定精度は 3m である

【茶屋前地区（地点 r）】

表-参 1 茶屋前胸壁の天端高・法線直交方向変位の測定結果

地点	緯度 (N) ^{*1}	経度 (E) ^{*1}	法線方向距離 (m) ^{*2}	天端高 (m, T.P 基準.)	法線直交方向変位 (m) ^{*3}	備考
r-1	39° 3' 49.34"	141° 43' 24.97"	0	2.38	0	設計天端高 T.P.+3.4m
r-2	39° 3' 49.34"	141° 43' 24.97"	0.1	2.46	-0.10	〃
r-3	39° 3' 49.09"	141° 43' 25.24"	10.0	2.41	-0.02	〃
r-4	39° 3' 49.09"	141° 43' 25.24"	10.1	2.30	0.82	〃
r-5	39° 3' 48.38"	141° 43' 26.07"	39.6	1.78	1.23	〃
r-6	39° 3' 48.38"	141° 43' 26.07"	39.7	1.43	0.33	〃
r-7	39° 3' 47.82"	141° 43' 26.73"	63.2	1.32	0.33	〃
r-8	39° 3' 47.82"	141° 43' 26.73"	63.3	1.01	1.89	〃
r-9	39° 3' 47.58"	141° 43' 26.95"	72.3	0.77	1.88	〃
r-10	39° 3' 47.58"	141° 43' 26.95"	72.4	2.40	-0.27	〃
r-11	f-9 と f-13 の中間	f-9 と f-13 の中間	81.1	2.20	-0.48	〃
r-12	f-9 と f-13 の中間	f-9 と f-13 の中間	81.2	1.08	0.11	〃
r-13	39° 3' 47.16"	141° 43' 27.44"	89.8	1.24	-0.22	〃
r-14	39° 3' 47.16"	141° 43' 27.44"	89.9	0.61	0.44	〃
r-15	39° 3' 46.92"	141° 43' 27.66"	98.7	1.31	0.12	〃
r-16	39° 3' 46.84"	141° 43' 27.82"	103.2	2.53	-	〃

*1 緯度及び経度の測定に用いた GPS 測定機（GARMIN 製 GPSmap 60CSx）の測定精度は 3m である。

*2 地点 r-1 を基準（ゼロ）とする。

*3 地点 r-1 を基準（ゼロ）とする。また、背面側（陸側）を正、前面側（海側）を負とする。「-」は不明を示す。

参考文献：

- 1) 高橋重雄他：2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報，港湾空港技術研究所資料，No.1231，p.67，2011.
- 2) 交通政策審議会港湾分科会防災部会：各港湾における被災状況の概要，第一回防災部会参考資料 1，平成 23 年 5 月 16 日.

謝辞：

本調査の実施にあたり，東北地方整備局釜石港湾事務所・村上明宏所長をはじめ，関係各位にご協力をいただきました．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

国土交通省東北地方整備局東北地方整備局釜石港湾事務所 副所長 長尾憲彦
住所 〒026-0034 岩手県釜石市港町 1-9-36
電話 0193-21-1316