

## 平成 23 年東北地方太平洋沖地震津波による 気仙沼港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、海岸保全施設の被害状況を詳細に把握し、被災原因を検討する必要がある。気仙沼港においても、地盤が広範に沈下するとともに胸壁等に被害が生じている。そこで、気仙沼港等の海岸保全施設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

### 3. 行程

平成 23 年 7 月 19 日（火）

移動 横須賀市→一関市

同 7 月 20 日（水）

移動 一関市（8:00 発）→気仙沼市

宮城県気仙沼土木事務所・及川班長，菅原副班長と打合せ

朝日地区の調査（11:00～13:30）

小々汐地区の調査（14:00～15:00）

梶ヶ浦地区の調査（15:00～16:00）

移動 気仙沼市（17:10 発）→一関市→東京（22:00 着）



図-1 気仙沼港

#### 4. 調査結果

気仙沼港の海岸保全施設について調査を行った。その結果、海岸保全施設のうち胸壁については、一部で引き波の流れにより堤体直下の地盤が流失するような比較的被害が大きいものがあった。護岸については、堤体の法線直交方向へのずれ、背面の地盤の陥没等がみられた。また、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、地震に伴う地盤の沈下量を求めたところ、気仙沼港では約 0.7~0.9mの沈下が生じている結果となった。なお、測定対象施設の天端高さが完全には均一ではないこと、測量の際に海面を基準面としておりその海面は波の影響により揺動していること等から、今回の測量結果にはある程度の誤差が含まれている。

以下、各地区の調査結果の詳細を示す。

##### (1) 朝日地区

図-2 に、朝日地区の周辺図を示す。同地区には、図中に一点鎖線で示したとおり、北側部分に胸壁がある。また、点線で示したとおり、東側及び南側部分に護岸がある。

##### i) 胸壁の被害

図中の地点 a 付近では、胸壁の堤体に被害はなく、クラックの発生もなかった（写真-1(1)）。ただし、陸側の門扉及び付帯施設は被害を受けていた（写真-1(2)）。

地点 b では、胸壁の堤体に大きな被害はなかったが、一部で欠損が発生していた（写真-2(1)）。欠損は、2 箇所とも平常時は門扉が収納されている場所の背面側（陸側）に位置しており、海側から陸側にむかって削り取られるような形状であった（写真-2(2)及び(3)）。地点 b~c の区間では、胸壁の堤体には被害がなかった（写真-3）。

地点 c では、胸壁の堤体の直下を含めて地盤が流出していた（写真-4(1)~(3)）。写真-5 は、同地点周辺を上空から撮影した写真である。胸壁と護岸の接合部である隅各部を中心に平面的に地盤が流出していて、引き波による被害と考えられる。堤体は基礎杭に支えられており、基礎杭は露出していた（写真-4(4)）。図-3 に、堤体の天端高さの測量結果を示す。天端高さの実測値は T.P.+2.45m であった。設計天端高さは T.P.+3.2m なので、地点 c では地震に伴い 0.75m の沈下が生じたことになる。



図-2 朝日地区の周辺図



(1) 胸壁の堤体 (ほとんど被害なし)

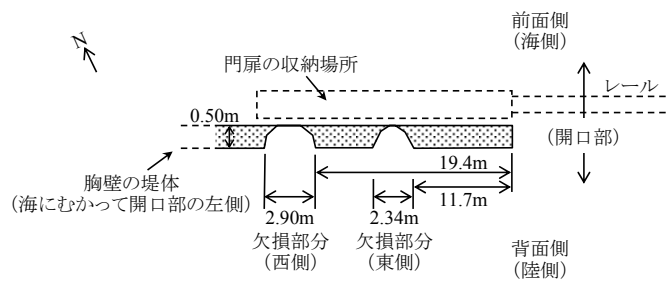


(2) 陸閘の付帯設備の被害

写真-1 地点 a



(1) 陸閘付近の胸壁



(2) 欠損部分 (西側) の拡大写真



(3) 欠損部分 (東側) の拡大写真

写真-2 地点 b



写真-3 地点 b~c の区間



(1) 地盤流出の状況



(2) 前面側（海側）からみた状況



(3) 背面側（陸側）からみた状況



(4) 露出している基礎杭

写真-4 地盤が流出した胸壁（地点c）

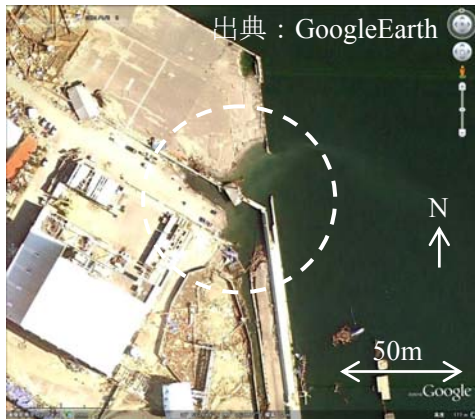


写真-5 上空から撮影した写真（地点c）

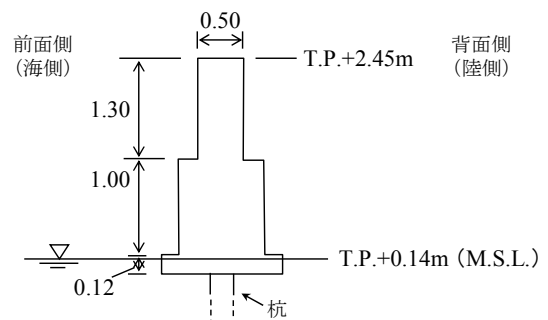


図-3 胸壁の断面（地点c）

ii) 護岸の被害

図-2の地点dでは、護岸の天端被覆工の一部が陥没していた（写真-6）。  
 地点eでは、護岸の天端被覆工が地点dよりも広範囲に陥没し、通行不能となっていた（写真-7）。上空から撮影した写真によれば、護岸の法線が海側に変形している（写真-8）。陥没した部分にできた水面は、防潮堤の前面側の海面変動にあわせてゆっくりと変動していたので、地点eの護岸の背面側の陥没部分と前面側の海面とはつながっていると考えられる。

地盤工学会<sup>1)</sup>により, 地点 f では, 護岸の隅角部で堤体が変位していることが報告されている. そのなかでは, 津波の引き波によって施設が海側に倒れこんでいること, 隅角部ほど倒れこみが著しいこと, 背面地盤が流出していること, 前面側の矢板が海側に倒れこんでいることが報告されている. **写真-9(1)**及び**(2)**に, 被害状況を示す. 同地点の被災状況を詳細に把握するために測定を行った. まず, 変位していない部分の天端高さは T.P.+2.29m であった (**写真-9(3)**). 設計天端高さは T.P.+3.1m なので, 地点 c では地震に伴い 0.81m の沈下が生じたことになる. 次に, **写真-9(4)**の点 1 (変位していない部分) を基準にした点 2 (変位した部分) の変位量を測定したところ, 法線直交方向は海側に 2.39m, 鉛直方向は約 0.2m 変位していることが分かった.

地点 g では, 護岸の背後側舗装の一部が陥没していた (**写真-10**).

地点 h は, 港湾区域と河川区域との境界付近の河川区域側に位置する地点であるが, 護岸に被害が発生しており, 調査時点で応急復旧対策工が行われていた (**写真-11**).



写真-6 天端被覆工の陥没 (地点 d)



写真-7 天端被覆工の陥没 (地点 e)

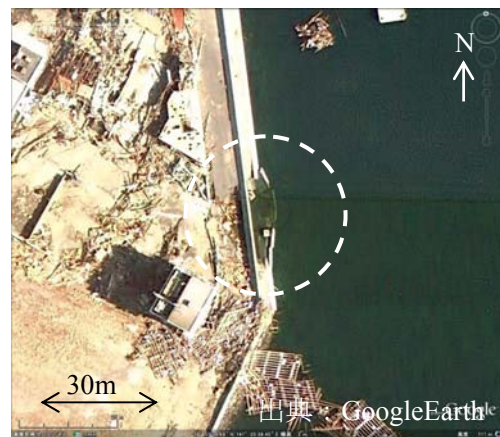


写真-8 上空から撮影した写真 (地点 e)



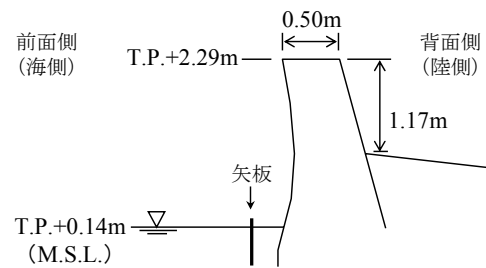
(1) 被害の状況



(2) 上空から撮影した写真



(3) 倒壊していない部分の天端高さの測定



(4) 変位量の測定

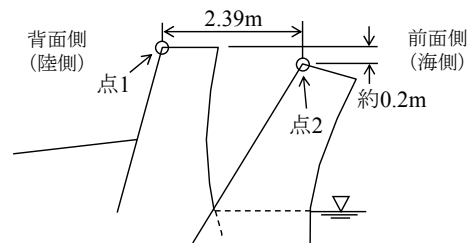


写真-9 地点 f



写真-10 背後側舗装の陥没 (地点 g)



写真-11 地点 h

(2) 気仙沼漁港浜町地区

図-4 に、気仙沼湾最奥部の気仙沼漁港浜町地区の周辺図を示す。図中に破線丸印で示した位置 (N38°54'37.2", E141°34'54.4") の胸壁の堤体に被害はなかった (写真-12)。胸壁の天端高さの測定結果は、T.P.+1.79m であった。



図-4 気仙沼漁港浜町地区

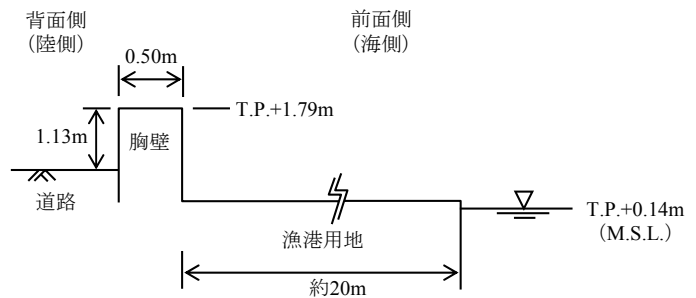


写真-12 被害のない胸壁 (気仙沼漁港浜町地区)

(3) 小々汐地区

図-5 に、小々汐地区の周辺図を示す。図中の点線部分に護岸がある。地点 i では、堤体が海側に変位するとともに局所的に沈下していた (写真-13(1))。同地点の北側 (写真の奥側) に向かって道路は上り勾配であり、また、同地点の南側 (写真の手前側) についてもほぼ平坦かやや上り勾配となっていた。したがって、被災原因として、周囲と比較して地盤高が小さい場所に引き波が集中したので、護岸の堤体が海側に変位したことが考えられる。変位していない部分の天端高さを測定すると、T.P.+2.06m であった (写真-13(2))。設計天端高さは T.P.+2.80m なので、地点 i では地震に伴い 0.74m の沈下が生じたことになる。

地点 j では、背後側の地盤の洗掘が生じていた (写真-14)。ただし、調査時点ですでに、道路通行を可能にするため洗掘された部分の一部を土砂で埋戻す応急復旧対策工が行われている。

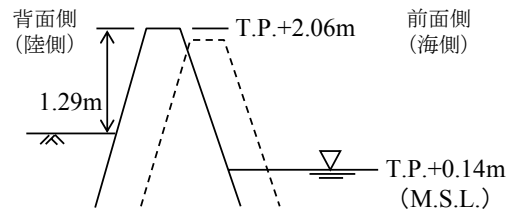
地点 j よりも南側の護岸は、大きな被害はなかった。



図-5 小々汐地区



(1) 前面側 (海側) に変位した護岸



(2) 天端高さの測定

写真-13 地点 i



写真-14 背後側地盤の洗掘 (地点 j)



(4) 梶ヶ浦地区

図-6 に、梶ヶ浦地区の周辺図を示す。気仙沼漁港梶ヶ浦地区内にある地点 k では、胸壁の堤体直下の地盤が流出していた（写真-15）。写真-16 に、同地点を上空から撮影した写真を示す。背面側（陸側）から前面側（海側）に向かって地盤の流出した範囲が扇型に広がっていて、引き波によって地盤が流出したことが考えられる。

漁港区域よりも南側には、図-6 の中に点線で示したとおり護岸がある。この護岸は被害がなかった。地点 l で行った天端高さの測量結果によると、T.P.+1.98m であった（写真-17）。設計天端高さは T.P.+2.90m なので、地点 i では地震に伴い 0.92m の沈下が生じたことになる。



図-6 梶ヶ浦地区



写真-15 胸壁の堤体直下の地盤の流出（地点 k）

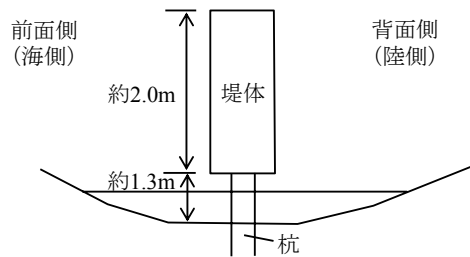


写真-16 上空から撮影した写真（地点 k）

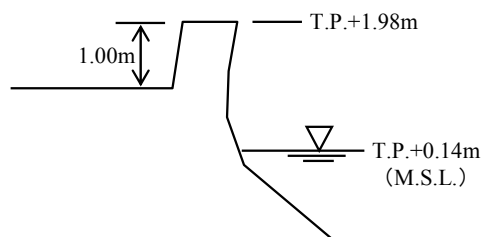


写真-17 天端高さの測定（地点 l）

位置座標：	地点名	緯度 (N) *	経度 (E) *
	a	38°53'29.2"	141°35'20.3"
	b	38°53'26.6"	141°35'25.6"
	c	38°53'21.7"	141°35'35.6"
	d	38°53'17.0"	141°35'37.5"
	e	38°53'10.1"	141°35'38.4"
	f	39°53'6.1"	141°35'36.4"
	g	38°53'12.0"	141°35'22.4"
	h	38°53'13.2"	141°35'17.7"
	i	38°53'32.2"	141°35'51.4"
	j	38°53'30.2"	141°35'53.3"
	k	38°52'59.7"	141°36'13.6"
	l	38°52'50.3"	141°36'15.7"

\* 緯度及び経度の測定は GPS 測定機（GARMIN 製 eTrex H）で行った。最大精度は±約 3m である。

**参考文献：** 地盤工学会東北支部・関西支部合同第一次調査団宮城県北部担当 B2 班（飛田哲男・甲斐誠士）：宮城県北部の河川・港湾施設の被害状況，東北地方太平洋沖地震災害調査報告会（第一回）資料，平成 23 年 4 月 11 日。

**謝 辞：** 本調査の実施にあたり，宮城県気仙沼土木事務所砂防班・及川進技術次長，菅原章仁技術主幹には被災直後の被害状況写真等の情報のご提供，現地での調査へのご協力，調査経路のアドバイス等を頂きお世話になりました。また，宮城県土木部港湾課及び国土交通省東北地方整備局港湾空港部港湾計画課の各位には調査計画・実施にあたりお世話になりました。ここに記して，関係各位に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