

## 宮城県北部および茨城県の港湾と河川施設の被災状況速報

飛田哲男・井合進・甲斐誠士\*

\* (株) ダイヤコンサルタント

### 要 旨

平成23年(2011年)3月11日午後2時46分に発生した東北地方太平洋沖地震を受け、4月5日から8日にかけて、宮城県北部の主に港湾、漁港施設及び河川堤防の被災状況を、5月9日と10日に茨城県の港湾施設および霞ヶ浦周辺の宅地の液状化被害状況を調査したので報告する。

**キーワード:** 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震, 宮城県北部, 茨城県, 港湾, 河川施設

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震を受け、東北支部・関西支部合同第1次調査団が編成され、同年4月5日から8日にかけて、宮城県北部の主に港湾、漁港施設及び河川堤防の被災状況について調査した。本調査報告のうち宮城県北部については飛田(2011)に報告されている。ここでは、まず宮城県北部の調査結果を示し、そのあとこれに追加する形で茨城県の調査報告を載せる。

調査範囲は、Fig. 1 に示すように、宮城県北部の気仙沼市から石巻市の沿岸部と北上川中流域である。



Figure 1 Route map of site investigation in the northern Miyagi prefecture.

### 2. 宮城県北部の港湾施設の被災状況

#### 2.1 気仙沼漁港

気仙沼漁港は東北屈指の水揚げ高を誇る特定第3種漁港である。湾口には大島を有し、湾奥までの距離は10 km、水深は5mから40mである(社団法人全国漁港漁場協会, 2011)。

最湾奥部に位置する「港ふれあい公園」周辺では、大島行きフェリーの岸壁天端に約1.5度の傾斜と、背後地に津波による洗掘で生じたと思われる陥没が見受けられた。フェリー桟橋の流失2か所が見られたものの、岸壁の被害程度は総じて軽微であり、調査時点において大島行きフェリーは運航されていた。

港ふれあい公園の東に位置する桟橋式係船岸は、床板間の隙間や30 cm程度の法線のずれが見られたが、係留施設としての機能は維持している。しかし、桟橋部と背後地の間にかかる渡版が流失しており、一見水路のようにになっている (Fig. 2)。

川口町の気仙沼終末処理場の南東側の壁面は、津波で大きく損傷し消失している。同処理場の南側に位置する防潮堤は、先端の隅角部を除いてほぼ無被災であった。隅角部については、下部に鋼板矢板をもつ防潮堤が海側に傾斜しており、津波の引き波によって背後地盤の一部も流失している (Fig. 3)。



Figure 2 Damage to pier supported wharf in Kesen'numa



Figure 3 Damage to coastal levee in Kesen'numa

## 2.2 石巻港・石巻漁港

石巻港は定川と旧北上川河口にはさまれた地点に位置する工業港であり、重要港湾に指定されている。今回の調査では、4月5日時点で被災状況が報告されていない西部の中島埠頭3号、4号岸壁周辺の調査を行った (Fig. 4)。その他の地点については、港空研ホームページ(2011)等を参照のこと。同埠頭の陸に近い部分は掘り込み、先端部は埋め立てによって築造されたとのことである。中島埠頭3号岸壁は、矢板式控え工による矢板式岸壁である。調査時点においてエプロンの沈下により泥水がたまっていたが、津波に洗われるので噴砂かどうかは不明である。ただし、被災程度は軽微であり、3月27日から供用が開始されているとのことである(国交省 HP, 2011)。埠頭先端部は東西約 60m にわたりエプロンが陥没し、海水が流入している (Fig. 5)。また、岸壁の継ぎ目部に法線の一部に約 30cm 程度の海側へのずれが生じている。今回調査した中島埠頭は 1978 年宮城沖地震においても、長さ 400m にわたり上部工の傾斜とエプロンの沈下が発生し、エプロン上で噴砂が確認されたことが報告されている(土田他, 1979)。

また、背後地のオイルタンクが約 30m 移動しているが、その周辺での浸水高さは約 GL. +4m であった。



Figure 4 Satellite image of damaged area in Nakajima wharf.



Figure 5 Damaged apron of the Nakajima wharf, I Shinomaki port.

石巻漁港は、特定第3種漁港であり、水揚げ量、水揚げ高ともに日本有数の大漁港である(石巻市 HP, 2011)。

今回の調査地点は、その東端部に位置する東防波堤周辺である。当地点は 1978 年当時の資料(土田他, 1979)によると、岸壁は整備されておらず砂浜であったことがわかる (Fig. 6)。したがって、岸壁および背後地は埋め立てにより築造されたものである。調査した時間は 4 月 7 日午後 4 時ごろであるが、満潮に伴い地盤沈下した背後地に海水の流入が見られた (Fig. 7)。背後地の沈下量は目測で約 50 cm 程度であった。また、海水面と岸壁天端との距離を目視したところ 40 から 50cm と通常よりも短いため、岸壁法線が一樣に海側にはらみ出したのか、あるいは沈下したと思われる。その他の被害としては、東防波堤の一部に欠損が見受けられた (Fig. 8)。また、津波による重油タンクの移動と転倒により付近の道路に重油が散乱していた。この重油タンクはコンクリート基礎の上に据え付けられていたが、特にボルトなどでは固定されておらず、内容物が少ない軽いものが移動したようである。この周辺で観察された津波の浸水高さは GL. +5m であった。



Figure 6 Ishinomaki fishery port: (Top) Present, (Bottom) Past in 1978 (土田他, 1979)



Figure 7 Invasion of sea water into the harbor, Ishinomaki fishery port.



Figure 8 Lost jetty in the eastern part of the Ishinomaki fishery port

### 2.3 女川港

女川港は、三方を山に囲まれ、南方に牡鹿半島を有する天然の良港（第3種漁港）である。1978年宮城県沖地震では無被災とのことである(土田他, 1979)。今回調査したのは、石浜地区の物揚場のコンクリート方塊式護岸 (Fig. 9) であるが、地震動あるいは津波の波力により、護岸の一部が欠損し、舗装コンク

リート下部が空洞になっていた (Fig. 10)。また、衛星写真から湾口に設置されていた北および南防波堤が、津波により転倒し消滅していることが確認される。ただし、石浜埠頭の一部では3月27日より暫定的に供用が開始されたとのことである(石巻市 HP, 2011)。また、女川町では、RC造建物数棟の転倒が確認されるなど、津波による被害は甚大である。

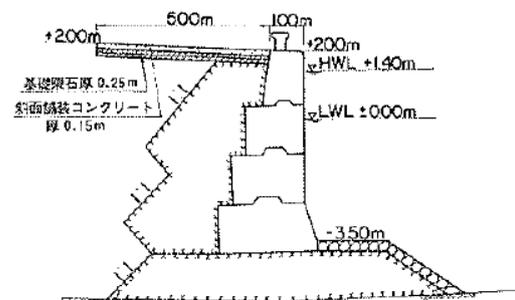


Figure 9 Cross section of the sea wall of concrete block type in Onagawa fishery port(港空研HP, 2011).



Figure 10 Lost sea walls in Onagawa fishery port.

## 3. 宮城県北部の河川堤防の被災状況

### 3.1 北上川河口部

国交省東北地整によると、北上川河口部左岸 (0.4k-3.0k) の長さ  $L=3,400\text{m}$  と右岸 (4.0k-4.6k) の長さ  $L=1,100\text{m}$  が決壊したとのことである(国土交通省, 2011b) (Fig. 11)。調査時点では、堤防の復旧作業が急ピッチで実施されており、堤防に沿って仮復旧道路が整備されていた。被災した堤体断面から推測される盛土材料は、礫交じりの砂である。

国道398号線の新北上大橋 (全長566m, 7スパントラス橋) の左岸側2スパン (155m) が津波で流失した (Fig. 12)。左岸側の橋台には、橋げたの流失に伴う変位は見られない。橋台下流部のコンクリート護岸はほぼ無被害であるが、上流部は津波の掃流力あるいは橋げたの落下にともなって大きく破損している。

調査時点では、左岸堤防の堤内地は水浸している

ものの、水深は水田のあぜ道が見える程度に浅い。一方、右岸側の決壊地点周辺の堤内地は、浸水深が深く排水ポンプ車による排水が行われていた。北上大橋周辺では、Fig. 13 に示すように、堤防の川裏側の浸食がはげしいのに対し、川表側についてはコンクリート護岸で保護されていることもあり大きな浸食は見られない。川裏側の浸食が大きいのは、越流時の流速が川表側と川裏側とで大きく異なることが原因であるとの報告がある(幸左他, 2010)。



Figure 11 Satelite image of near the river mouth of the Kitakami River.



Figure 12 View of the Shin Kitakami bridge.



Figure 13 Washed embankment near the Shin Kitakami River

### 3.2 定川河口部

石巻港の西部に河口を有する定川に架かる県道427号線定川大橋左岸取り付け盛土が流失し、橋げたも上流側に流失している (Fig. 14 and 15)。また、同地点右岸の堤防が長さ約400mにわたり決壊している。4月25日現在、堤防決壊地点付近に締切りを設置し、排水ポンプ車9台による排水が継続されているとのことである(国土交通省, 2011b)。

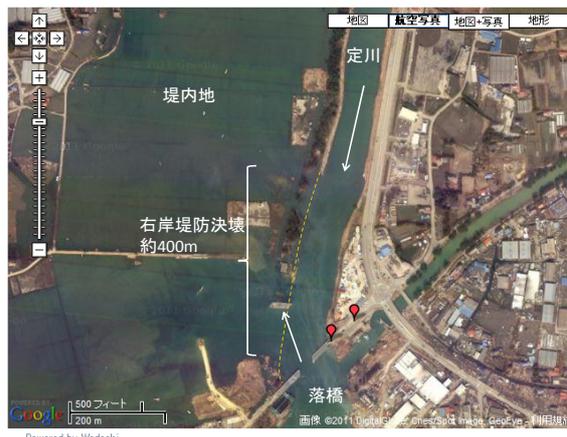


Figure 14 Satellite image of the Jo River near the Jokawa bridge in Ishinomaki.



Figure 15 Lost embankment of Jokawa bridge.

### 3.3 北上川中流部

調査地点は、東和町錦織周辺の北上川が大きく南北に蛇行する地点周辺である。付近の東和中学校におけるK-Netの加速度記録では、東西成分に約780galの最大値が記録されている。このあたりの堤防の多くが傾斜1:2で幅広の堤防の上に小段を設け、やや幅の狭い傾斜1:1.5の堤防が築造されている。左岸44.3k付近では、堤体に生じた亀裂の多くは、小段部と天端のエッジ付近に集中していた (Fig. 16)。地盤図より推察される原地盤の地質は、腐植土交じり粘性土である。堤体は細粒分を含む砂質土主体であるが、亀裂周辺には液状化による噴砂跡は認められなかった。右岸45.4k付近では、小段に円弧上の亀裂

を伴うすべり破壊が見受けられた (Fig. 17)。その付近の天端のアスファルト舗装には長さ約 60m にわたって縦断亀裂が観察された (Fig. 18)。

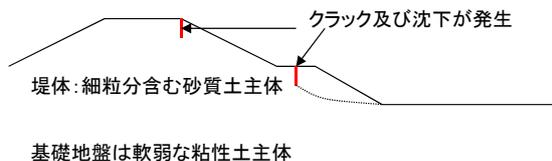


Figure 16 Typical crack location of a river embankment observed in the Kitakami River.



Figure 17 Semi-circular crack observed in the embankment of the Kitakami River (45.5k).



Figure 18 Longitudinal cracks at the top of the embankment of the Kitakami River (45.5k).

#### 4. 茨城県内の調査報告

##### 4.1 港湾関連施設

5月9日から10日にかけて、茨城県の港湾施設の被災状況を調査した。調査したのは、茨城港日立港区、同常陸那珂港区、同大洗港区、及び鹿島港である。いずれの施設においても、液状化に起因すると思われるエプロンの亀裂や沈下、法線の乱れ等が見受けられた。常陸那珂港では、Fig. 19 に示すように、

重力式岸壁背後地のエプロンが約1.6m沈下した。この被害形態は1995年兵庫県南部地震の際、ポートアイランド等で見受けられたものと同様である。Fig. 20には、同岸壁の標準断面図(国土交通省, 2011c)を示す。Fig. 19において、岸壁法線が海側へ移動したため、コンテナクレーンの脚部が広がっており、海側の車輪が脱線していた。一方、陸側のレール部は、鋼管杭のキャップの打ち継ぎ目に水平方向にギャップが見られたが、大きな沈下は発生していなかった。

Fig. 21は、常陸那珂港周辺の電力施設内における排水タンクの浮上状況である。鉄柵の下端が地震前の地表面高さであることから、角部で約2mの浮上が確認される。周辺の土質は、シルト混じり砂であった。周辺の道路面は、上下に波打っており液状化の影響が推察される。

Fig. 22は、鹿島港における被災状況である。同港は、1969年開港の掘り込み式港湾である。また、国の重要港湾に指定されており、鹿島臨海工業地帯を形成する工業港である。陸地を掘り込んで建設されたため、石油化学プラントや製鉄所の施設は、標高約5mから6mに位置し、今回の津波による被害は免れたとのことである。しかし、同港沿岸部の一部において、Fig. 22に示すように、斜面の法肩部が崩壊するなどの被害があった。これは、港湾築造以前に軟弱地盤地帯であった地点、あるいは盛土により形成された地点である可能性が高い。調査時点では、地盤の復旧作業が急ピッチで行われており、工場内の主要施設には、外観上の損傷は見られなかった。



Figure 19 Settlement of the apron behind the gravity type quay wall at the Hitachinaka port.

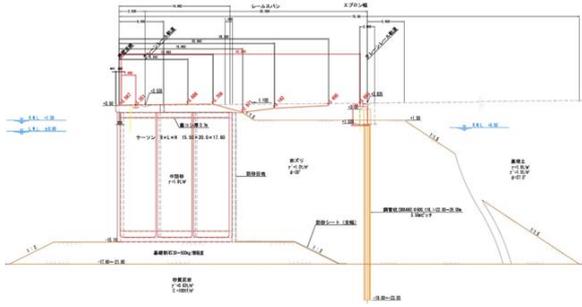


Figure 20 Cross section of the quay wall at the Hitachinaka port (-12m)(国土交通省, 2011c)



Figure 21 Uplift of the reserve tank in Hitachinaka electric power station.



Figure 22 Damaged embankment in Kajima port

#### 4.2 茨城県の潮来市日の出地区の液状化被害

霞ヶ浦の南端に位置する潮来市日の出町では、液状化による大きな被害が発生した。同町内の家屋には傾斜したものが多く見受けられた。Fig. 23 には、電柱の傾斜と、その下部の側溝のふたが持ち上がっている状況が示されている。これは、地盤が液状化し、幅約1.5mの側溝がつぶれる方向に側壁が移動したためである。Fig. 24 は、同町内の地盤変状の状況である。宅地部の地盤が舗装面にせり出している様子が見受けられる。Fig. 25(安田, 2011)によると

同町周辺は、明治36年ごろは池であり、その後の埋め立てにより宅地化されたものと推察される。同図には、日の出町以外にも、埋め立てが進んだ地区が示されており、そのような地区では同様の被害が発生している(安田, 2011)。



Figure 23 Inclined electric pole and uplifted lids of drain in Hinode cho, Itako city.



Figure 24 Ground deformation in Hinode cho, Itako city.

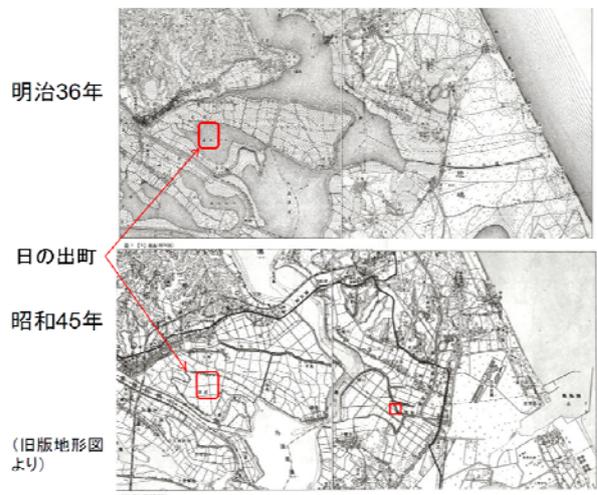


Figure 25 Transition of land use in the southern part of the Kasumigaura (安田, 2011).

## 謝 辞

本調査では、東北大学京谷孝史教授、同山川優樹准教授、徳島大学渦岡良介教授から情報提供頂いた。ここに謝意を表します。

## 参考文献

石巻市HP (2011): <http://www.city.ishinomaki.lg.jp/suisan/port.jsp>.  
幸左賢二, 宮島昌克, 藤間功司, 小野祐輔, 重枝未玲, 廣岡明彦, 木村吉郎(2010): 津波による道路構造物の被害予測とその軽減策に関する研究, 道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポート, No. 19-2, 新道路技術会議, 平成22年6月.  
港湾空港技術研究所HP, (2011): <http://www.pari.go.jp/files/3525/696358192.pdf>.  
国土交通省(2011a): [http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_fr1\\_000039.html](http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr1_000039.html), 2011.  
国土交通省(2011b): 東北地方整備局北上川下流河川

事務所HP: <http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/bosai/bosai.html>.

国土交通省(2011c): 関東地方整備局, 横浜港湾空港技術調査事務所資料.

社団法人全国漁港漁場協会HP (2011): <http://www.gyokou.or.jp/tokusan/page/02.html>, 2011.

土田肇, 稲富隆昌, 野田節男, 柳生忠彦, 田端竹千穂, 徳永省三, 大槻有吾, 平野忠告(1979): 港湾技研資料, 運輸省港湾技術研究所, No. 325.

飛田哲男, 甲斐誠士(2011): 宮城県北部の港湾と河川施設の被災状況, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 6, pp. 36-39.

宮城県HP (2011): <http://www.pref.miyagi.jp/kouwan/saigai/110328%E5%A5%B3%E5%B7%9D%E6%B8%AF%E4%B8%80%E9%83%A8%E4%BE%9B%E7%94%A8%E9%96%8B%E5%A7%8B.pdf>.

安田進(2011): 東北地方太平洋沖地震 災害調査報告会 (第一回) 資料, 地盤工学会.

## **Preliminary Report of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake: Port facility, River dykes and Liquefaction-induced Damage in Northern Miyagi and Ibaragi Prefecture**

Tetsuo TOBITA, Susumu IAI and Seiji KAI\*

\* Dia Consultants, Co.

### **Synopsis**

Results of site investigation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake occurred on March 11, 2011 are reported. The investigation focused on port facilities, river dykes, and liquefaction-induced damages in the northern Miyagi prefecture and Ibaragi prefecture. Substantial damage caused by liquefaction was found as well as damage caused by the tsunami.

**Keywords:** the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Miyagi, Ibaragi, Liquefaction