

1. 調査目的と内容

(1) 調査目的

港湾空港の早期復旧をめざし、地震と津波による港湾及び空港の被害の実態と復旧状況を調査する。

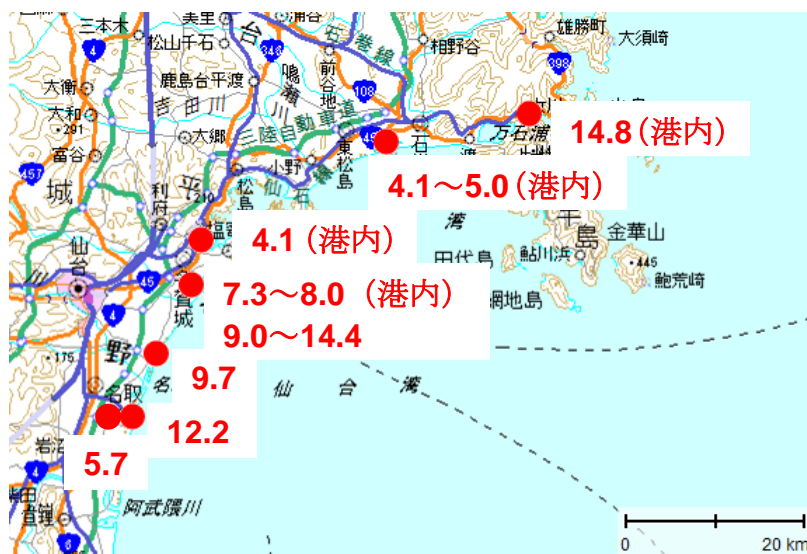
(2) 調査団

港湾空港技術研究所 栗山善昭・有川太郎・関 克己・菅野高弘・森川嘉之
 国土交通省国土技術政策総合研究所 福永勇介
 国土交通省東北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所 山寄一雄
 国土交通省東北地方整備局塩釜港湾・空港整備事務所 渡部秀幸・工藤英輝

(3) 行程

- 3月15日（火）：移動（久里浜—（新幹線等）—新潟—仙台）
- 3月16日（水）：石巻港、女川調査
- 3月17日（木）：仙台塩釜港調査
- 3月18日（金）：仙台空港及び周辺海岸調査
- 3月19日（土）：移動（仙台—新潟—（新幹線等）—久里浜）

2. 調査結果



調査地点及び津波の痕跡高さの分布

(1) 石巻港

【津波被害】

目視では防波堤の大きな損傷は見られなかった。

津波の痕跡高さ 4.1~5.0m

港内の倉庫や鉄筋コンクリートの事務所などは残っているものの（写真-1,2）、倉庫のシャッター等は大きな損傷を受けるとともに、事務所の1階部は窓ガラスが破れ、物が泥にまみれて散乱していた。

港外では鉄筋コンクリートの建物は残っているものの、木造建物が数百メートル程度内陸までほとんど倒壊していた（写真-3）。

石巻港の港外北側では、がれきのため海岸には到達できなかったため津波高は測定できなかったが、遠方高台からの目視では、離岸堤群の内の2基は少なくとも大きく被災しているようには見えなかった（写真-4）。



写真-1 大手埠頭西側の様子



写真-2 大手埠頭背後の合同庁舎



写真-3 日本製紙敷地の高台から海岸にかけての様子



写真-4 離岸堤

【地震被害】

津波による瓦礫のため限られた場所のみの調査であったが、大手埠頭（矢板式・栈橋式岸壁）の岸壁本体に甚大な損傷は認められず、荷さばきヤードに沈下・陥没（写真-5）が確認された。大規模な液状化の発生は無かったものと考えられるが、一部で液状化により舗装に損傷が発生し、次に津波が作用し洗掘されたことによる沈下・陥没と考えられる。穀物用のアンローダー（荷揚げ用機械）が3機（免震機構を有さない）設置されていたが、1機がレールからの脱輪（写真-6）、残り2機は岸壁上に存在せず、車輪の一部のみが残留していた。地震動により海中に倒壊したものと考えられ、対策としてはアンローダーへの免震機構導入の技術開発が有効である。



写真-5 荷さばきヤードの洗掘による沈下・陥没



写真-6 穀物用アンローダー

(2) 仙台塩釜港（仙台港区）

【津波被害】

目視では防波堤の大きな損傷は見られなかった。

津波の痕跡高さ 港内側 7.3～8.0m, 港外側 9.0～14.4m

津波の遡上高さ 港内側 9.9m

港内の倉庫は残っているものの、倉庫のシャッター等は大きな損傷を受けていた（写真-7）。また、タンクローリーやトラックなどの車が多数漂流し、建物等に損傷を与えているようであった（写真-8）。港外に面した建物では、1階だけでなく2階の窓ガラスも割れ、2階部にも津波が浸入していた（写真-9）。

コンテナは岸壁上で大きく散乱するとともに（写真-10）、一部は港外に流出し、海岸に打ち上げられている。

蒲生干潟前面の砂浜が消失し、蒲生干潟が海とつながっていた（写真-11）。



写真-7 中野埠頭の倉庫



写真-8 雷神埠頭背後の建物



写真-9 高砂埠頭におけるコンテナ散乱の様子



写真-10 高砂埠頭背後の体育館



写真-11 蒲生干潟前面の海浜

【地震被害】

耐震強化岸壁（緊急物資輸送対応）として整備されている高松埠頭は健全であり，船舶の接岸の障害となる沈下物の確認，陸上輸送経路の確保により緊急物資輸送船の接岸・係留・荷役・輸送が可能であると判断され，九州地方整備局の海翔丸が接岸し，救援物資輸送が開始された．他の岸壁については，一部荷さばきヤードなどに沈下・段差が認められるが，復旧作業により速やかに機能回復が可能であると判断した．これらの施設が軽微な被災程度に留まった理由について，サイト特性・地盤条件に注目した検討を実施することにより，耐震強化岸壁の設計への活用やコスト縮減が見込まれる．

国際物流を担う高砂コンテナバース（耐震強化岸壁（幹線貨物対応））において，津波により多数のコンテナが散乱しているが，免震コンテナクレーン2機は免震機構が作動し健全であった．荷さばきヤードにおいて 1.4m程度（写真-12），エプロン部で 2m程度の沈下・段差が発生した．当該岸壁は，岩ズリで埋め立てられていることから，地震時の揺すり込み沈下・粒子破碎などについて研究・検証が必要と考えられる．岸壁構造体の健全性が確認出来た場合には，復旧作業により機能回復が可能であると判断した．

塩釜港湾・空港整備事務所に設置してある港湾強震観測網の強震計は 1.8m 程度の津波浸水が確認されたが，メモリーカードを回収し，解析中である．



写真-12 約 1.4m の段差

（3）仙台塩釜港（塩釜港区）

【津波被害】

津波の痕跡高さ 4.1m

調査地点周辺の建物に大きな損傷は見られなかったものの，船舶やトラック，車などが多数漂流していた．



写真-13 西埠頭観光棧橋周辺の様子

(4) 仙台空港

【津波被害】

津波の痕跡高さ 5.7m (浸水深 3.4m)

ターミナルの1階部では物が泥をかぶって散乱していた (写真-14).



写真-14 ターミナル内部の様子



写真-15 ターミナル外部の様子

【地震被害】

空港の主要施設である滑走路については、液状化対策を実施していたことから、一部軽微なクラックが発生しているが当面の支援輸送機の運航が可能な状態であることを確認し、大型貨物機 (写真-16) による物資輸送が開始された。空港において液状化対策の効果が確認できた初めての事例となった。一方海岸線に近い部分に位置する場周道路・駐機場で液状化 (写真-17) の発生による損傷・沈下の発生が確認されたことから、詳細な調査を実施すべく調査団を平成 23 年 3 月 21 日に派遣した。また、緑地帯に帯水が見られることから、止水壁の構築・ポンプアップなどの対策を実施する際には、舗装構造への影響を評価した検討および継続的な観測が必要と考えられる。



写真-16 着陸した大型輸送機



写真-17 液状化による駐機場舗装の沈下

(5) その他

・女川漁港

【津波被害】

目視では防波堤を認識できなかった。

津波の痕跡高さ 14.8m

平野部にある木造家屋はほとんどすべて全壊していた。鉄筋コンクリート構造物は残っているものの、一部の鉄骨造ビルは横転していた (写真-18)。なお、これは、引波時に横転したものと思われる。



写真-18 岸壁近傍で倒壊した鉄骨造の建物

【地震・津波複合被害】

漁港岸壁から約60m内陸部に建設されていた4階建ビルが転倒し約23m陸側に移動している。ビルの基礎杭は、概ね杭頭部分で破断しているが、1本は杭頭部分の鉄筋でぶら下がっている。地震により液状化現象が発生し緩んだ地盤になった後に、津波が作用したため引き抜けが生じた地震と津波の複合被災事例と考えられる。(写真-19) 防潮堤・水門・陸閘などの施設設計の際に、基礎の耐震性を考慮する必要性が示唆された。



写真-19 転倒した4階建ビル。左端に杭がぶら下がっている

【津波被害】

- ・金華山沖 GPS 陸上局はコバルトライン通行止のためたどり着けず。
- ・仙台空港前面海岸 護岸（高さ約6m）・砂丘（高さ約10m）背後の津波の痕跡高さ 12.2m 護岸背後で大規模な洗掘（深さ約2m，岸沖方向幅約25m）が生じており，それにより，護岸が壊れていた（写真-20，21）。

砂浜は，護岸前面まで一様勾配斜面となっていた（写真-22）。通常の砂浜は，汀線から風波の遡上地点までは一様勾配斜面であり，それより陸側はしばらく水平となっていることが多い。護岸を越える津波の通過によって，そのような地形がならされて一様勾配斜面になったと考えられる。ただし，津波前の地形は不明であるものの，護岸前面での土砂移動量や護岸を越えての土砂移動量は小さいと考えられる。



写真-20 護岸とその背後の洗掘（北側）



写真-21 護岸とその背後の洗掘（南側）



写真-22 護岸前面の砂浜

- ・ 関上漁港南側海岸（名取川左岸側） 人工砂丘（高さ約 9m）背後の津波の痕跡高さ 6.7m
人工砂丘（高さ約 9m，幅約 10m，沿岸方向長さ約 40m，写真-23）背後では，人工砂丘上を津波が通過した痕跡はあるものの，津波の勢いは小さく，松が倒れずに残っていた（写真-24）。



写真-23 人工砂丘



写真-24 人工砂丘背後の松林の様子

- ・ 深沼海水浴場海岸（荒浜海岸，名取川右岸側）
護岸（高さ約 5m）背後の津波の痕跡高さ 9.7m
離岸堤のブロックは飛散しておらず，安定している様子であった（写真-25）。
護岸背後では，洗掘がほとんど生じていなかった（写真-26）。護岸天端と背後砂面との高低差が，前述の仙台空港前面海岸より小さかったことが，洗掘が小さい原因のひとつであると考えられる。



写真-25 離岸堤



写真-26 護岸