東北地方太平洋沖地震　第一次被害調査報告（宮城県県南部～相馬港）

森　　友　宏（もり　ともひろ）
東北大学大学院工学研究科　助教

1.　はじめに

平成 23 年 3 月 29 日～30 日に，平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により生じた被害のうち，宮城県県南部から福島県相馬における被害状況を取り纏めるための第一次被害調査を行った．本調査では，港湾施設，防波堤，河川堤防，鉄道施設，宅地造成地などの被害に着目して調査を行った．

2.　調査団員・調査行程

調査団員の構成および調査行程を以下に示す．

2.1　調査団員

調査団構成	氏名	所属
主査	飛田善雄	東北学院大学
幹事・会計	森　友宏	東北大学
団員	高橋一雄	テクノ長谷
	安藤滋郎	不動テトラ
	浅野憲雄	岐阜大学
	野田利弘	名古屋大学
	山田正太郎	名古屋大学
	今西　肇	東北工業大学
	株木宏明	東北大学

2.2　調査行程

本調査の調査行程を以下に示す．また，調査位置を**図－1** に示す．

平成 23 年 3 月 29 日
- 午前：①閖上漁港（港湾施設，津波被害）
  - ②仙台空港（空港施設被害）
- 午後：③亘理町荒浜地区（河川堤防被害）
  - ④亘理町鳥の海地区（防潮堤被害）
  - ⑤山元町北泥沼地区（鉄道施設，津波被害）
  - ⑥角田市野田地区（河川堤防被害）

平成 23 年 3 月 30 日
- 午前：⑦山元町笠浜地区（防潮堤被害）
  - ⑧新地町新地駅（鉄道施設，津波被害）
  - ⑨相馬港（港湾施設被害）
- 午後：⑩松川浦漁港（港湾施設被害，津波被害）
  - ⑪山元町造成宅地被害現場（造成宅地被害）

図－1　調査位置図 (Google Map に加筆)

3.　調査結果の概要

3.1　空港施設被害

(a) 仙台空港（位置②）

仙台空港は海岸から 500m～3,000mに位置する．仙台空港の東西に伸びる B 滑走路は，滑走路の東半分が浜堤（砂丘）部，西半分が後背湿地部となっている．平成 20 年 11 月より，滑走路を横切る県道のボックスカルバートや水路の周囲から重点的に液状化対策（コンパクショングラウチング工法，クロスジェット工法，浸透個か処理工法）が進められていた．この液状化対策工が功を奏したためか，地震による滑走路の大きな沈下は生じなかったと報告されている．津波は海岸から約 2,000～2,500m の地点まで到達し，空港ターミナル付近の浸水深は約 3m となったが，滑走路自体の被害はそれほど大きくなかった（**写真－1** 参照）．現在，滑走路上の瓦礫を取り除く作業および空港ターミナル内の設備の復旧が行われており，平成 22 年 4 月 13 日から民間航空機の一部運行が行われている．

3.2　港湾施設被害

(a) 閖上漁港（位置①）

岸壁の前面に約 15cm のはらみ出し，約 20cm の沈下が見られたが，岸壁前面と鋼矢板を繋ぐタイロッドに破断は無く，地震による変形量はそれほど大きくなかったように見える．被害の大部分は津波による岸壁後方の洗掘によるものである．洗掘深は約 1.5m に達しており，鋼矢板の控工頭部が露出している（**写真－2**）．

(b) 相馬港（位置⑨）

相馬港では**写真－3** のような岸壁の大規模な破壊が少なくとも 6 ヶ所以上生じていた．調査当日までに岸壁は最大で約 20m 内部まで破損しており，波による浸食により徐々に破損が進行していた．岸壁背面地盤は浚渫砂にグラベルドレーン（φ500mm）が施工されていた（**写真－4** 参照．黒色：グラベルドレーン，黄土色：浚渫砂）．岸壁から伸びるタイロッドは破断していたが，その原因が地震によるものなのか津波によるものなのかは現段階では不明である．

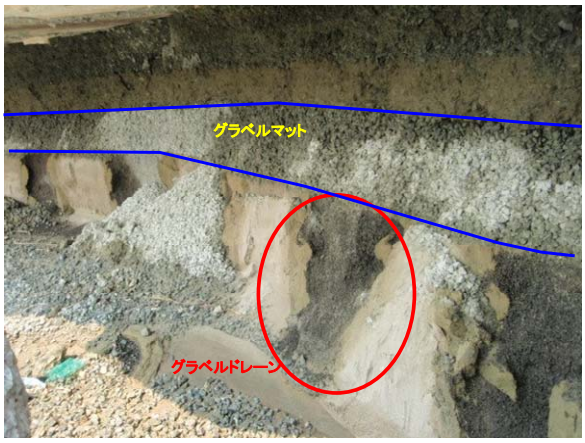
(c) 松川浦漁港（位置⑩）

津波により岸壁のコンクリートブロック（2m×2m×6m）が内陸部に約 10～30m 流され，岸壁背面の地盤が洗い流されている（**写真－5** 参照）．また，地震によるプレート移動により沿岸部の標高が低くなっており，海面と岸壁上面が近くなっている．国土地理院測地観測センターによると，相馬市は地震により 37.25cm の沈下が生じている．

写真－1　仙台空港(位置②)被害状況

写真－3　相馬港岸壁(位置⑨)被害状況

写真－2　閖上漁港(位置①)被害状況



写真－4　相馬港岸壁背面地盤(位置⑨)

3.3　防潮堤被害

(a) 亘理町鳥の海地区（位置④）

津波により防潮堤が破壊されている．防潮堤の高さは地震後の水面より約 6m である．防潮堤の背面（陸側）の浸食が著しく，防潮堤と陸側地盤との間に約 30m の浸水帯が生じている（**写真－6** 参照）．防潮堤の破壊状況には場所による程度の違いが見られ，**写真－6** の部分では防潮林が根こそぎ無くなっており，その両側でも防潮林が陸側に倒されていた事，防潮堤のブロックが陸側に数十メートル運ばれていた事から，周辺に比べて特に強い津波の浸入があったと推察された．鳥の海地区では突堤工による養浜工が行われていたが，突堤工が津波に及ぼす影響などについての詳細は現段階で不明であるため，今後の調査研究が待たれる．

(b) 山元町笠浜地区（位置⑦）

防潮堤が津波により一様に破壊されるのではなく，切れ切れに破壊されている．防潮堤の高さは約 6.5m，亘理町鳥の海地区の被害形態と同様に，防潮堤の背面（陸側）が大きく浸食され，約 50mの浸水帯が生じている．（**写真－7** 参照）．消波ブロックが防潮堤の海側に残っている部分では堤体が残っていた．但し，津波襲来以前に消波ブロックが防潮堤の海側全面に設置されていたのか，部分的に設置されていたのかについては定かではないため，今後調査を行う必要がある．

3.4　河川堤防被害

(a) 亘理町荒浜地区（位置③）

写真－8 は阿武隈川河口部右岸堤防を河口側から撮影したものである．河口を遡上してきた津波が堤防を越流し，堤防が浸食されたものと思われる．河川側のコンクリートパネルに大きな被害は無いが，堤防背面の浸食が大きいのが特徴である．堤防は 40～60cm 毎に締固めが行われている跡があり，極めて密であった．そのため，地震による堤防の盛土の変状はほとんど無く，堤防上面

写真－7　山元町笠浜地区(位置⑦)防潮堤被害状況

写真－5　松川浦漁港(位置⑩)被害状況

写真－8　亘理町荒浜地区河川堤防(位置③)被害状況

写真－6　亘理町鳥の海地区(位置④)防潮堤被害状況

写真－9　角田市野田地区河川堤防(位置⑥)被害状況

のアスファルト舗装は平坦なままである．

(b) 角田市野田地区（位置⑥）

阿武隈川左岸の河川堤防に円弧すべりが生じている（**写真－9** 参照）．堤防天端に約 40cm の段差が生じているが，堤防中腹における円弧すべりの末端部は明瞭に表れず，若干のはらみ出しが認められるのみであった．今後，堤防の基礎地盤を含めて詳細な調査が必要である．

3.5 鉄道施設被害

(a) 山元町南泥沼地区（位置⑤）

写真－10 は津波により流された貨物列車の写真である．重量のある機関車部分（ED75 形　基本重量 67.2ton）を除いて，貨物コンテナ部分は最大で 50m 以上流され，陸側の家屋前面の防風林に衝突して止まっていた．レールや枕木は流亡してしまっている．

(b) 山元町坂元駅（位置⑧）

写真－11 は津波による被害を受けた常磐線坂元駅の様子である．坂元駅は海岸から 700m ほど内陸に位置するが，跨線橋の鋼製橋脚にはホームから約 4m の高さに津波により流されてきた物体による痕がある．橋脚基部が津波による洗掘を受け，跨線橋は傾斜している．

3.6 造成宅地被害

(a) 山元町造成宅地（位置⑪）

山元町内の造成宅地における，造成宅地外周部の地山部分における崩壊（**写真－12** 左側）と，谷部の埋土斜面部分における崩壊（**写真－13**）を示す．**写真－12** 左側の地山切土斜面の高さは写真手前の駐車場から約 25m，崩壊幅は約 35m，崩壊していない切土斜面部分の傾斜は約 30 度，崩壊部の傾斜は約 20～25 度であった．崩壊土砂は手前の駐車場まで到達したようであったが，調査時には土砂は排除され，取り付け道路の法面は整形されていた．地山は固結度の低い砂岩（山下層）であり，風化が進んでいる状態であった．当該斜面では以前にも同様な斜面崩壊が生じており，補強土による復旧（**写真－12** 右側斜面）が行われていたが，今回の地震による復旧部分の変状はほとんど見られなかったことが印象的であった．一方，**写真－13** の谷部の埋土斜面における崩壊場所は，砂岩起源の砂質土により埋め立てられていた．崩壊部分の断面を見ると，崩壊土砂はそれほど湿っておらず，地下水の浸出も確認できなかったため，地震動によって斜面の安定が損なわれたものと思われる．

3.7 津波被害

(a) 閖上漁港周辺（位置①）

写真－14 は閖上漁港から内陸方向の津波被害を撮影したものである．正面右手に日和山（地表との比高 6.3m），正面左手に RC 造 3 階建ての集合住宅が写っている．日和山の上には津波により漂着した家屋の瓦屋根の残骸が残されており，津波襲来時には日和山も水没した事が示されている．津波は閖上漁港から約 3km 内陸の仙台東部

写真－10　山元町南泥沼地区(位置⑤)鉄道被害状況

写真－12　山元町造成宅地(位置⑪)被害状況(外周部地山)

写真－11　山元町坂元駅(位置⑧)鉄道被害状況

写真－13　山元町造成宅地(位置⑪)被害状況(谷部盛土斜面)

道路の道路盛土まで到達した．仙台東部道路の盛土の横には全長 15m 程の漁船が流されてきている．また，コンビニエンスストアのガラスの浸水痕から，海岸から 2.5km の位置の浸水深は 1.5m である事がわかっている．この事から，仙台東部道路は防潮堤の役割を果たしたと考えられ，もし仙台東部道路が無かったら津波の浸水域はさらに拡大したものと考えられる．

(b) 山元町坂元駅周辺（位置⑧）

写真－15 は常磐線坂元駅から陸側を撮影したものである．津波は坂元駅からさらに内陸方向へ約 1.3km（海岸から 2.0km）の国道 6 号線の道路盛土まで到達した．国道 6 号線は阿武隈山地と平地部の境界に沿うように位置している．おおまかに言うと，今回の地震による津波により，宮城県南部は仙台東部道路および国道 6 号線より海側の地域において津波の被害を受けた事となる．

4. おわりに

今回の東北地方太平洋沖地震は過去に例を見ない大規模な地震であり，震動の強さ，振動の継続時間とも極めて大きく，地震による数多くの被害が生じた事は想像に難くない．しかし，今回の被害調査を行ってみて，地震による被害の痕跡の大部分が，津波によって失われてしまっているように感じられた．調査により得られた被害形態がどのような地震被害・津波被害の過程を経て現れたのか，想像力を大いに働かせて推測し，原因の解明を行っていく必要がある．

(原稿受理　2011.4.18)

写真－14　閖上漁港周辺(位置①)津波被害状況

写真－15　山元町坂元駅周辺(位置⑧)津波被害状況