

東北地方太平洋沖地震 宮城県北部第一次調査報告 (A1, A2 グループ)

First Reconnaissance Report of Geotechnical Damage in the Northern Area of Miyagi Prefecture due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (A1 and A2 Groups)

山川 優樹 (やまかわ ゆうき)

東北大学大学院准教授 工学研究科

東瀬 康孝 (とうせ やすたか)

パシフィックコンサルタンツ(株)東北支社

渦岡 良介 (うずおか りょうすけ)

徳島大学大学院教授 ソシオテクノサイエンス研究部

石丸 真 (いしまる まこと)

(株)電力中央研究所 地球工学研究所 地震工学領域

京谷 孝史 (きょうや たかし)

東北大学大学院教授 工学研究科

加藤 準治 (かとう じゅんじ)

東北大学大学院助教 工学研究科

高橋 一雄 (たかはし かずお)

(株)テクノ長谷 地質技術部

1. はじめに

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による宮城県北部地域の被害状況を把握するため、東北支部・関西支部合同調査団により2011年4月5日～10日にかけて第一次調査を実施した。

調査は6グループ体制とし、本報の筆者らはA1, A2グループとして4月5日～7日にかけて行動した。既に各グループによる調査結果の一部は「地盤工学会誌」6月号および7月号に報告されている^{1)~3)}。調査団構成は既報²⁾に掲載のとおりである。本報では、河川・海岸堤防、道路・鉄道盛土、斜面の地震動による変形・破壊と津波による浸食・流出、沿岸部や市街地での地盤沈下や液状化の被害について報告する。

2. 調査概要

A1 および A2 グループそれぞれの調査行程を以下に示す。図-1 に本報で紹介する被害箇所的位置と本文で解説する節・項を示す。

2011年4月5日(月)

A1 グループ：唐桑町広瀬湾，国道45号被災，気仙沼市鹿折～南町海岸，小泉大橋

A2 グループ：小泉大橋，津谷川河口左岸側，赤崎海岸，大谷海岸，御伊勢浜海岸，気仙沼松崎尾崎・面瀬川河口

2011年4月6日(火)

A1 グループ：歌津大橋，清水浜駅，志津川漁港，戸倉中学，神割崎，北上町十三浜，新北上川左岸

A2 グループ：登米市迫町錦橋(迫川)，北上川中流堤防，脇谷分水，旧北上川堤防，石巻市街

2011年4月7日(水)

A1 グループ：涌谷町，豊里町，新北上川右岸，新北



図-1 本報で紹介する被害箇所位置図

上川大橋，雄勝町，女川町，牡鹿半島
県道41号，鮎川港，県道2号

A2 グループ：石巻港，石巻漁港，旧北上川下流堤防，
江合川堤防，新江合川堤防

3. 調査結果

宮城県北部地域においてA1 および A2 グループが調査を行った被害箇所のうち主要なものについて、被害形態ごとに分類し、その概要を述べる。

3.1 河川堤防の被害

写真-1 は新江合川右岸堤防(2.8～3.0 KP 付近，大崎市古川楡木)の地震動による被害である。延長約250 m にわたって天端アスファルトが波打ち，最大約2.5 m の沈下が見られた。裏法面には深さ・開口幅とも1.5 m



写真一 新江合川右岸堤防 (2.8~3.0 KP 付近) の被害

を超える大きなクラックがあった。表法面の護岸工が大きくはらみ出し、損傷部から砂がしみ出た跡が見られた。川表側では法尻付近で噴砂跡が見られたが、川裏側の堤体の顕著な側方移動は水田と堤体の間にある用水路までであった。

3.2 液状化、地盤沈降の被害

(1) 江合川・旧北上川合流点付近の堤内地の液状化

写真二は江合川・旧北上川合流点付近 (石巻市河南町北和淵、西八反崎) に見られたクラックと液状化による噴砂跡である。ここは南側の和淵山と江合川堤防に挟まれた宅地と畑地である。開口幅20~30 cm、長さ数mのクラックが江合川とほぼ平行 (東西方向) に多数見られたが、住宅の大きな損傷は確認できなかった。この地域では過去の地震でも液状化がたびたび発生している。

(2) 市街地における液状化とマンホールの浮上り

写真三は石巻市水明北と水明南を東西に横切る道路と沿道宅地に見られたマンホールの浮上りである。マンホールの浮上量は30~50 cm程度である。また、車道のうねりも大きく、不同沈下が発生したと思われる。この地域は旧北上川屈曲部内側の堤内地であり、埋戻し土だけでなく、堆積地盤も液状化した可能性がある。

(3) 沿岸部の地盤沈降

写真四は鮎川港 (石巻市鮎川浜) における沿岸部の地盤沈降の状況である。主として地殻変動によるものと思われる。鮎川港付近では約1 m沈下し、防波堤、臨港道路、物揚場等の港湾構造物が水浸していた。

3.3 海岸堤防の損傷と砂浜の流出

写真五は御伊勢浜 (気仙沼市波路上杉ノ下) における津波による被害状況である。お伊勢浜海水浴場の砂浜は流出し、ほとんどの海岸堤防が転倒・流出していたが、一部が岸から数十 m先の海水面に確認された。付近の水路と水門施設は倒壊していた。破損した水路の一部と思われるコンクリート塊が岸から約80 m先に確認された。これらの位置関係から、海岸線の後退量は少なくとも80 m以上に及ぶと推定される。また、既報³⁾にあるとおり、この海岸の南側 (気仙沼市本吉町野々下) では道路盛土・鉄道盛土と鉄道橋梁上部工の流出が見られた。

写真六、七は既報³⁾に報告があった津谷川河口・小泉大橋に隣接した赤崎海岸 (気仙沼市本吉町) の津波被



写真二 堤内地の液状化による噴砂とクラック (石巻市河南町北和淵, 西八反崎)



写真三 マンホールの浮上り (石巻市水明北, 水明南)



写真四 鮎川港周辺の地盤沈下 (石巻市鮎川浜, 県道2号から望む)

害状況である。小泉海水浴場の砂浜・海岸堤防・防砂林は津波によりすべて流出していた。砂浜流出により建物基礎が露出していた (写真六)。地形図判読では海岸線後退は約150 mとみられ、底部の古い粘土質地盤が露出し、栈橋状の古い木杭が現れていた (写真七)。

3.4 道路盛土の被災状況

写真八は県道41号の道路盛土の被災状況である。他の津波による道路盛土被災箇所でも、盛土法面および保護路肩が流出し、鉛直に路体が残存しているケースが多く確認された。低地中央部などでは、路体全体が流出



写真一5 御伊勢浜の海岸堤防損傷と砂浜流出



写真一8 道路盛土の津波被災（石巻市鮫浦，県道41号）



写真一6 赤崎海岸の砂浜流出による建物基礎の露出



写真一9 谷部道路盛土変状（女川町高白浜，県道41号）



写真一7 赤崎海岸の砂浜流出と古い粘土質地盤の露出



写真一10 鉄道盛土の被災（南三陸町歌津，歌津駅）

し、道路が消失するケースも確認された。

写真一9は谷埋め道路盛土の変状である。クラックが開口し、1m以上の深さを示していたことから、地震動により道路盛土体にすべり破壊が生じたとみられる。山岳道路の谷部の道路盛土においては、この写真と同様の変状が他の箇所でも複数確認された。

3.5 鉄道盛土の被災状況

写真一10は気仙沼線歌津駅の鉄道盛土の被災状況を示したものである。気仙沼線の西側盛土を撮影したもので、津波は写真奥の伊里前湾方から鉄道盛土を乗り越え、気仙沼線の西北側の谷沿いの集落に到達した。波力により大きく変形した軌道と、盛土法面が流出して露出した鉄

道路床を示している。

3.6 切土法面の被災状況

写真一11は国道398号沿いの切土法面の小規模崩壊である。法面を構成する地質は砂質粘板岩で、高さ約5mの切土法面において、岩盤内の節理等の割れ目により崩壊が生じたものである。崩壊した岩屑は崖錐状に堆積していたが、交通に支障をおよぼす状態ではなかった。

写真一12、13は県道2号のモルタル吹付けと法枠工が施工された切土法面の被害状況である。写真一12は全景である。モルタル吹付け施工継ぎ目の緩衝部でモルタルの浮きと段差が明瞭に確認された。写真では確認しにくい、切土変状箇所の道路アスファルト面には馬蹄形



写真一11 切土法面の小崩壊 (女川町尾浦, 国道398号)



写真一14 自然斜面の被災 (南三陸町戸倉, 神割崎)



写真一12 切土法面の被害 (石巻市侍浜, 県道2号)



写真一15 背後斜面からの落石 (石巻市鮫浦, 県道41号)



写真一13 切土法面の被害 (道路構造物の破壊, 石巻市侍浜, 県道2号)

のクラックが認められた。写真一13は、写真一12奥の土のう設置箇所の近景である。側溝は圧縮変形し、法尻のコンクリート叩きが大きく変形していた。また、モルタル吹付けと法枠工の構造境界は大きく変形・破壊し、地山がむき出しの状態であった。以上から、本地点では、地震動により切土法面および道路谷側法面においてすべり破壊が生じたと推察できた。

3.7 自然斜面の被災状況

写真一14は景勝地の神割崎での小規模な岩盤崩壊を示している。岩盤崩壊により、観光通路には最大 $\phi 20$ cm程度の岩屑の堆積が確認された。同程度の小規模崩壊は

神割崎周辺において複数箇所を確認された。

写真一15は県道41号上で確認された落石である。写真左側に凹状の集水斜面があり、斜面上には $\phi 1$ m超の花崗岩質の円礫状転石が多数確認され、この落石は地震動により斜面から滑落して道路に到達したと推定された。

4. おわりに

地震動による液状化や土構造物の変形や斜面崩壊では、繰返し回数が多く、継続時間が長い地震動特性の影響を検討する必要がある。また、沿岸部における津波による浸食・流出の被害も顕著であった。今後、土構造物の洗掘対策や、海岸堤防等の基礎地盤の津波外力に対する支持力について検討と対策が必要であろう。

参考文献

- 1) 飛田哲男・甲斐誠士：宮城県北部の港湾と河川施設の被災状況速報，地盤工学会誌，Vol. 59, No. 6, pp. 36～39, 2011.
- 2) 鳥居宣之・肥後陽介・鏡原聖史：東北地方太平洋沖地震宮城県北部地域第一次被害調査速報 (A3グループ)，地盤工学会誌，Vol. 59, No. 7, pp. 56～59, 2011.
- 3) 吉田信之・深田隆弘・山下典彦・山川優樹：宮城県北部の道路・鉄道の被害状況，地盤工学会誌，Vol. 59, No. 7, pp. 34～37, 2011.

(原稿受理 2011.6.17)