

図-3 J-SHISによる微地形区分の断層



写真-1 塩の平断層(仮称)の最大断層変位位置(a)

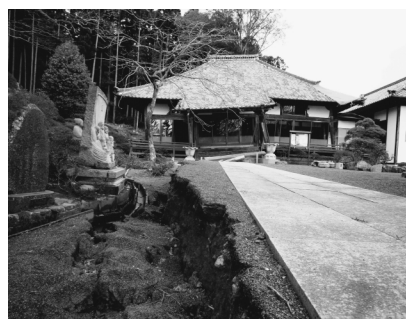


写真-2 断層変位による建物の損傷(b)



図-4 葉ノ木平地区の地形図と斜面崩壊位置図(白河市都市計画図を使用し作成)



写真-3 崩落土塊の下方から滑落崖(①)



写真-4 滑落崖より崩落方向(②)

2. 地震・地震動

図-2に平成23年3月11日の本震によりk-netで観測された中通り、浜通り沿いの強震記録のEW成分の加速度時刻歴を示す。中通りの観測点は浜通りより震源距離が長いにもかかわらず、最大加速度レベルに大きな差異が認められない。また、最大加速度という観点でも中通りの白河市の観測点が福島県内で最大となっている。これは本震の震源過程に見られる宮城県沖と茨城県沖のアスペリティーによる影響の重なりなどが考えられる。また、写真-1, 2に4月11日の地震の際に地表に現れた断層を示し、その位置と既往の断層の関係を図-3に示す。これらの断層は正断層をメカニズムとしており、本震による東北日本の地殻変動に伴う地殻内の応力変化がもたらしたものと推測されている¹⁾。その地震は、震源域で斜面崩壊や本震により生じた地盤変状の程度の進行、断層変位による構造物の損傷をもたらした。

3. 被害状況

3.1 自然斜面の崩壊による被害

被害は、3月11日の本震および4月11日の余震であるいわき市の内陸直下地震により生じている。

本震による斜面崩壊は比較的規模の大きな崩壊が白河市の葉ノ木平地区や大信地区に生じ、余震ではいわき市南部の震源近傍に生じている。ここで、白河市の葉ノ木平地区で生じた斜面崩壊により10戸の家屋が全壊し、13名が亡くなっている。崩壊の位置図を図-4、図に示す方向より見た崩壊状況を写真-3, 4に示す。図-4に示す様に斜面崩壊の形態は「く」の字型で、上下二つの崩壊から構成される。上部の一部はゴルフ練習場方



写真-5 いわき市田人町石住地区の斜面崩壊

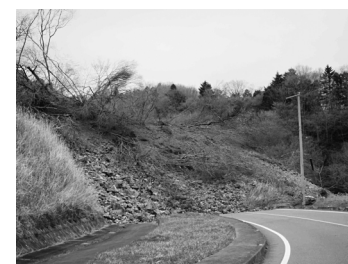


写真-6 いわき市渡辺町上釜戸の斜面崩壊による道路閉塞

向、残りは葉ノ木平地区へ崩落したものと推定される。下部の崩壊のすべり面は上部より急勾配であり、下部が先行的に崩壊したものと推定される。崩壊地の基盤はこの地域に分布するデイサイト(石英安山岩)質溶結凝灰岩層と推定され、上面の風化した粘性土帯が主すべり面を形成し、その直上にルーズな火山礫層が分布している。この粘性土帯は凹地形を呈している。同じ土質の斜面は数多くあると思われるが、周辺に目立った崩壊は少ない。

次に、余震によりいわき市で発生した斜面崩壊のうち田人町石住、渡辺町上釜戸の崩壊状況を写真-5, 6に示す。石住ではこの地域に分布する結晶変岩の風化した表層部分が山頂付近の約160mの高さより崩落し、家屋が2戸全壊し、3名が亡くなっている。上釜戸では、砂岩、泥岩で構成される丘陵の頂部から崩壊し、県道14号線を閉塞している。

3.2 造成盛土の被害

宅地や工場などの造成地盤の盛土部は本震により被災し、その後の余震により変状が進行している。造成盛土



a)法面崩壊の全景



b)すべり土塊より滑落崖方向



c)滑落崖周辺の住宅

写真一七 福島市の造成盛土崩壊状況



写真一八 須賀川市木之崎の造成盛土の崩壊



a)盛土崩壊全景



b)滑落崖周辺の住宅

写真一九 いわき市西郷町忠多の造成盛土の崩壊

の被害は福島市沼ノ上, 須賀川市の木之崎, 横田, 新横田地区および白河市の南湖地区, およびいわき市西郷町忠多, 上湯長谷町など福島県全域で生じている。あさひ台団地で生じた盛土崩壊の内, 規模の大きな崩壊, 須賀川市の木之崎といわき市西郷町忠多における造成盛土の被災状況を写真一七, 8, 9に示す。

あさひ台団地では, 盛土の崩壊により土砂が国道に到達し, 国道4号線を閉塞した。造成盛土は, 沼の上という地名が表すように沼の上の沢地上の谷埋め盛土として構築されている。地下水位は滑落崖後方で実施されていたボーリング調査によればGL-3 m程度と比較的高く, 福島市の南部地域に分布する保水性の高い粘土質な火砕流堆積物を盛土材として用いており, 盛土下部また原地山表層部分にすべり面が生じているものと推定される。次に, 須賀川市木之崎の造成盛土は, 盛土下方に沼地が存在し, 沢部を埋めた谷埋め盛土と考えられる。盛土材は周辺に広く分布する白河火砕流堆積物の凝灰岩と推定され, 滑落崖の底部に水たまりができており, 地下水が比較的高い位置に存在したものと推測される。最後に, いわき市の西郷町忠多の造成盛土は藤原川の支流周辺の水田を砂岩系の材料を用いて盛り立てることにより構築されている。藤原川支流の一部へ地盤のはらみだし, 住宅内に生じた0.5から1.0 m程度の段差からすべり変形が生じ, 住宅や擁壁などに変状をもたらしたものと推定される。住宅地背後に小さなため池があり, 比較的地下水位も高いことが想定され, 盛土下の砂質系地盤の強度低下によりすべり変形が生じたと推測される。住宅地内の段差は, 本震の揺れが1分から1分30秒程度経過した時に生じたとの証言もあり, 地震動の継続時間と変状との関係についての検証が必要と考えられる。



a)路面亀裂



b)法面小段下の亀裂

写真一〇 東北自動車道の谷埋め盛土部の変状

3.3 道路盛土および切土法面・鉄道盛土の被害

東北自動車道の被害は村田IC(宮城県南部)から那須IC(栃木県北部)の間で全体の70%以上生じている。白河ICから国見ICの間で法面変状を伴う段差や路面亀裂が生じた盛土として, 谷埋め盛土や軟弱地盤上の盛土, それぞれ2箇所の調査を実施した。盛土の被害はいずれも本震により生じ, 余震により変状が進行している。谷埋め盛土として須賀川IC周辺(側道も含めて盛土高さ6 m程度)の盛土の路面, 法面変状を写真一〇に示す。写真に示すように上り線の盛土法面の小段下部, 法肩部の路面および側道にも亀裂と変状が生じている。法面のはらみだしにより, 小段部のU字溝も変形し, 路面にも路肩から分離帯に掛けて円弧状に亀裂が発生している。法尻部にシートパイル(根入れ長: 7.5 m)を打設し, 変形を抑えている。軟弱地盤上の盛土の変状として, 国見IC周辺の盛土では, 路面に幅0.5から1.0 m程度の亀裂となみうちが見られ, 写真一〇に示すように法尻周辺にはらみだし, 周辺の水田の隆起と噴砂が生じている。

また, 磐越自動車道の磐梯熱海IC周辺の切土斜面のアンカー工に写真一〇に示すようにアンカー頭部の飛び出しが生じている。



写真一11 東北自動車道の軟弱地盤上の盛土部の変状



写真一12 磐越自動車道の切土斜面のアンカー工の変状



写真一13 常磐自動車道の切土斜面の復旧状況



写真一14 須賀川市長沼におけるマンホールの浮き上がり



写真一15 いわき市 k-net 勿来周辺の噴砂



写真一16 白河市小峰城の石垣崩壊

常磐自動車道の山田町周辺の切土斜面では、4月11日の余震により流れ盤を呈する泥岩斜面が鉄塔基礎位置より崩壊し、下り線の閉塞が生じている。写真一13に崩壊面を整形した法面保護工による復旧状況を示す。

3.4 液状化による被害

液状化に起因する被害は全域で生じている。県北の国見町役場では埋戻し土の液状化による周辺地盤の沈下、須賀川市の長沼地区農道および県南の白河市の石切場、松波地区に至る造成地内では下水管部分の沈下、写真一14に示すようにマンホールの浮き上がりが生じている。さらに、いわき市のk-net 勿来の記録には図一2に示したように液状化の形跡が認められ、写真一15に示すように周辺地盤に噴砂、建物周辺地盤の沈下および住宅の傾きなどが生じている。さらに、いわき市の鮫川周辺、その支流である渋川の河川堤防に生じた亀裂変状やその周辺の植田地区にて建物周辺地盤の沈下が生じている。

3.5 粘性土地盤の沈下による被害

いわき市役所周辺、いわき駅周辺の地盤は砂層とピートも含む粘性土層が互層構造をなし、基盤層まで数十mと厚い。本震、さらに余震により粘性土地盤も含めた沈下が生じ、建物周辺地盤が数cmから10cm程度沈下し、市役所1階の床に変形が生じている。

3.6 文化財の被害

白河市小峰城にて、清水門前の石垣は新しく再構築した部分を含めて写真一16に示す様に崩壊し、崩壊に至らない石垣でははらみだし、亀裂が生じている。

4. 被害の特徴と課題

本震およびいわき市で発生した余震により福島県に生じた地盤災害の特徴をまとめると以下のとおりである。

- 1) 本震による福島県北部と南部における地震動強さの差異は、震源の広がり起因した影響が見られる。さらに、本震による東北日本の地殻変動は地殻内応力場の変化をもたらし、正断層を機構とする直下地震がいわき市に発生した。
- 2) 造成地や盛土地盤の変状や液状化による被害は本震により生じ、自然斜面、切土斜面の崩壊は本震と4月11日の余震により生じている。
- 3) 斜面崩壊の数は多くないが、火砕流堆積物の風化部やその上の火山灰質土にて崩壊が生じている。
- 4) 被災した造成地や盛土の盛土形態や支持地盤の多くは、谷埋め盛土、軟弱地盤である。その盛土材は火砕流堆積物や火山灰質土が多い。
- 5) 地域によらず構造物基礎や下水管路の埋戻し砂の液状化による被害が生じ、自然地盤でもいわき市の鮫川周辺で液状化に起因する被害が生じている。

- 今後の検討課題として以下の三つが挙げられる。
- 土構造物の耐震性能指標と目標とすべき性能の構築
 - 火山灰質土の特性と空間分布などを考慮した地震時斜面崩壊ハザードの地盤工学的な評価手法の構築
 - 地震動の継続時間が斜面や土構造物の変状に及ぼした影響の検討

地震被害調査は、国土交通省東北地方整備局、東日本高速道路㈱東北支社、東日本旅客鉄道㈱、福島県、福島市、白河市をはじめ関係機関の協力を得て実施したものです。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京大学地震研究所、2011年4月11日の福島県浜通りの地震に伴う地表地震断層について、2011.4.20。
(原稿受理 2011.4.25)