

# 新潟県中越地震における宅地造成地被害の調査・研究

地盤防災研究室 保坂 長寿  
指導教官 大塚 悟

## 1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日 17 時 56 分に新潟県中越地域にて M6.8 (暫定値, 以下同様) の地震が発生した。新潟県の川口町で震度 7, 小千谷市, 山古志村, 小国町で震度 6 強, 震度 6 弱を長岡市などで観測したほか, 東北地方から近畿地方にかけて震度 1 から 5 強を観測した。観測された震度は直下型地震のレベル。地震動に当たる地震であり, 各地で大きな災害が発生した。阪神大震災と比較すると中山間地で地震が起きたことから, 「地盤災害」が甚大であった。その理由には台風 23 号による大雨( 図-1 )で地盤が緩んでいたことに加え, 余震が繰り返し生じたことが被害を拡大したものと考えられる( 図-2 )。

土構造物では盛土の被害が大きく, 宅地造成地も盛土部分が広範囲にわたって変形し, 一部大崩壊を起こすなど, 多くの被害を生じた。地震動に持ち堪えても地盤変状によって建築物が多なる被害を受ける事例が散見された。道路盛土などの社会基盤施設が短時間に復旧したことに比べ, 個人宅地が立ち並ぶ宅地造成地では今なお復旧の目処がたたず, 大きな社会問題となっている。

本研究は, 新潟県中越地震において被害が顕著であった長岡市の高町団地を例に宅地盛土の地震被害における災害形態とその原因を明らかにする。

## 2. 高町団地の概要と地震動

高町団地は長岡駅の南東方向 3.5km に位置し, 魚沼丘陵( 東山丘陵 ) の西縁に位置する。1970 年代後半に住宅団地建設を目的に魚沼丘陵の縁辺台地の起伏の少ない尾根部を削り, 切土・盛土によって平坦面を宅地造成された。新興団地で, 新築を含め新しい家屋が密集している。団地の標高は 60m ~ 90m の間にあり, 形状は北北東 ~ 南南西方向に伸びる狭長な形で延長 1.2km, 幅 0.25km の広さである。この縁辺台地は, 東側・北側を柿川によって形成された谷底低地と西側を越後平野で囲まれる。南側は, 丘陵との間の鞍部によって台地の上位面が不連続となっている。このように周囲の低地部から, 切り離された高台の特異な形状となっている。

長岡地域は, 広域的な褶曲活動を伴う造山運動を受け, 魚沼丘陵から東山山地にかけて北北東 - 南南西方向の背斜軸を持つ。高町団地はこの背斜面の縁に辺り, 地層は, 丘陵から平野部に向けて緩やかに傾斜している。地質層序は西山層

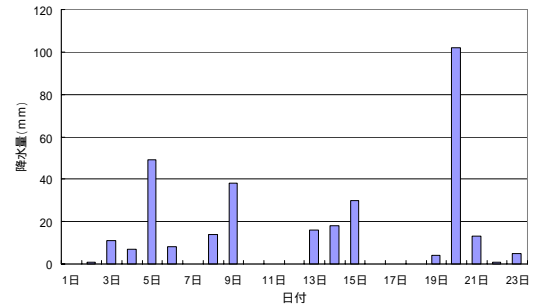


図-1 地震発生当日までの 10 月の降水量

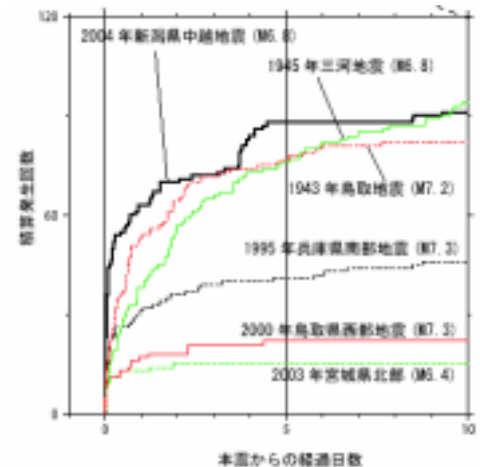


図-2 過去の地震活動と中越地震の余震活動 (気象庁)

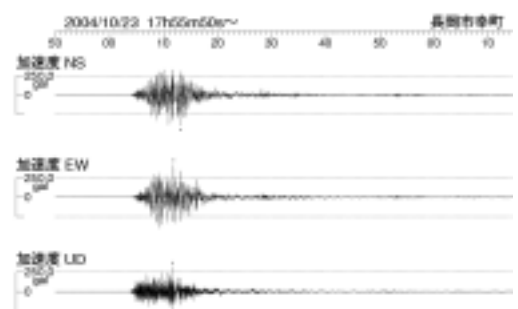


図-3 長岡市幸町での加速度記録 (気象庁)

の泥岩を基盤として、下位から魚沼層の砂・粘土・砂礫層・安山岩質下火砕岩が不規則に覆う。場所によっては、さらに、この上位に未固結の御山層の砂・粘土・砂礫層が覆う。団地は最上位に分布する御山層の未固結な砂・粘土・砂礫層を切り崩して盛土材に用いた。粘土分が多く飽和すると泥濘化する性質がある。

図-3 に長岡幸町で計測された気象庁の加速度記録を示す。最大加速度は 438.7gal であった。高町団地での地震動は明らかにされていないが、周辺の記録から推察して震度 6 強相当の地震力が作用したと推察される。

### 3. 高町団地現地調査

#### 3.1 地震被害の平面図

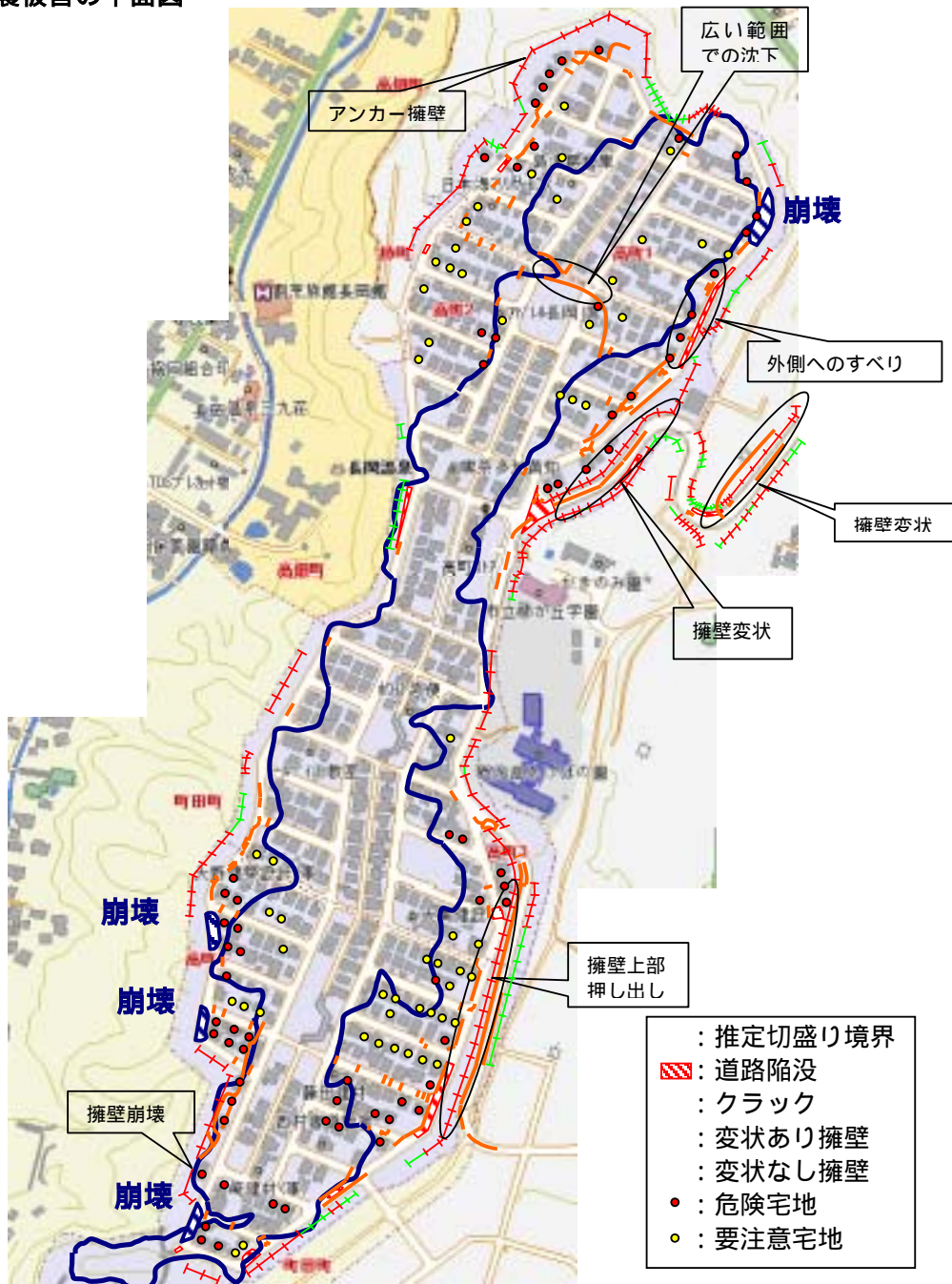


図-4 高町団地全域の被害状況平面図（ゼンリン・データコムに加筆）

高町団地の現地踏査より地震被害の状況を調査した。図-4 に建物被害について危険宅地と要注意宅地を示すとともに、道路の破損状況、擁壁の変状、地面の段差やクラックについて表示した。

調査に当たっては被害状況の写真撮影および計測を実施した。災害復旧が行われた部分については長岡市、興和、福田組のデータを参考にした。結果はゼンリン・データコム の地図に加筆した。高町団地は標高 70m を基準に切盛りが行われたことから、同縮尺地図の標高 70m の等高線を推定切盛り境界とした。

地震被害図から分かるように切土区間ではほとんど被害が見られないのに対して、盛土区間では全域で地盤変状が見られる。建物被害に着目すると、危険宅地または要注意宅地と診断された宅地はほぼ盛土区間内に位置している。一部切土区間においても危険宅地または要注意宅地が存在するが、地盤変状に伴う被害が生じており、盛土部の変状に起因する事例が多い。高町 1 丁目では切土中央部にも拘らず公園に沿う地域にて明確な沈下が生じて宅地被害が起きたが、聞き取り調査では谷部に当たり盛土であるとの情報もあり、地盤条件が不明な点もある。盛土部は団地全周にわたり何らかの変状を生じている。重力式擁壁が構築されているが孕み出しなどの変状を起こしており、のり肩部では亀裂や側方変位が生じて、激しく沈下している地点もある。基本的に傾斜地盤上の盛土であることから、全域で原地盤に沿って下方へ変形を起こしたと推察される。斜面の縦断方向に沿う亀裂が盛土部内に数多く形成されており、切盛り境界まで至っている。地形的に角部や凸部を形成する地点や原地盤が急傾斜の地点では盛土の変状が大きい傾向が見られる。また、谷地形や沢部に当たる地点では盛土が大きく崩壊している事例が見られる。

### 3.2 崩壊地点の事例研究

図-4 の崩壊地では、道路盛土の変状に伴い擁壁が崩壊した。詳細平面図を図-5 に示す。崩壊規模は頂部幅 39m、崩壊長さ 100m、舌部幅 24m であった。切盛り境界を示すが、盛土区間に一致する破壊が生じている。当該地点は典型的な谷筋に当たり、擁壁の周りには盛土の排水を促進する設備も無いことから、盛土は地震直前の台風 23 号による大雨によって多量の水分を含んでいたと考えられる。現地調査では擁壁が崩壊土砂とともに転倒せずに長距離を移動しており、擁壁下部の基礎地盤が強度低下を起こしたことによる擁壁の滑動が生じたと想定される。図-6 に当該地点の断面図を示す。擁壁の支持地盤が崖錘堆積物で構成されていることから、地震力に対する抵抗力が著しく低下していたと考えられる。

図-5 に示すように崩壊地点隣接地では斜面の縦断方向に連続して亀裂が発生している。発生位置は切盛り境界にほぼ一致する。崩壊地点に比べると原地盤が緩傾斜であること、及び地形的には凹部に当たることから崩壊に至らなかったが、亀裂周辺から谷側にかけて大きく変状している。同地点の様子を示すが、宅地は地盤の変状によって全て危険宅地に判定されていた。写真-1 での亀裂は縦幅が 15cm、横幅が 20cm であった。図-5 には崩壊地点の一部

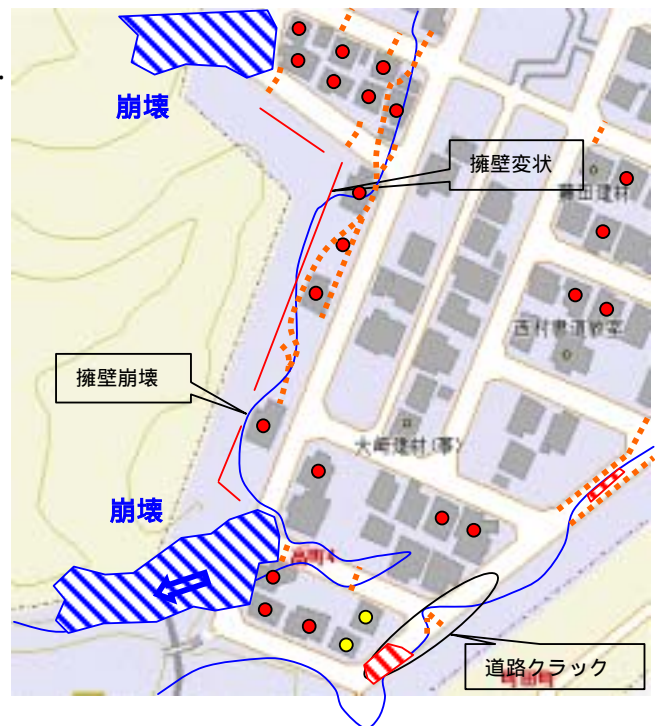


図-5 崩壊地 周辺の被害状況

が示されている。同崩壊地点は地形的な角部に当たり、沢筋を形成していた。本研究では高町団地の全盛土区間に対して図-5と同様の地震被害の詳細図を作成し、地震被害の特徴を分析した。

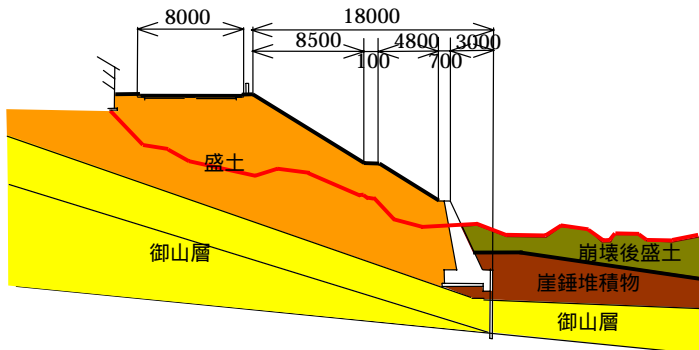


図-6 崩壊地 断面図 (福田組提供に加筆)



写真-1 住宅Fからのクラック1 (図-3.9-o)

#### 4. まとめ

新潟県中越地震における高町団地の被害の特徴と得られた知見を箇条書きにする。

- (1) 団地の被害は造成地の切盛りとの相関関係が顕著に見られる。切土区間での被害は限定的であり、盛土区間に被害は集中している。
- (2) 盛土にて大崩壊を起こした地点は地形的には角部または凸部に当たり、谷筋や沢部などの集水地形であった。
- (3) 盛土は傾斜地盤に直接行われ、段切りなどの原地盤との接合を計る施工は行われていない。そのために原地盤を滑り台として盛土部が滑動した。段切り施工と適切な盛土締固めが必要である。
- (4) 地震直前の台風 23 号の降雨により盛土部の土砂が多量の水を有していたことが、盛土の被害を大きくした原因である。盛土の排水が適切に行われていれば、被害が軽減された可能性が高い。
- (5) 重力式擁壁は基礎地盤の強度不足により滑動したと考えられる。擁壁の設置に当たっては崖錘堆積物に注意して計画施工する必要がある。
- (6) 重力式擁壁にアンカーを打設した擁壁はほとんど変状を起こしていない。このことからアンカーは耐震安定性に有効に作用したと言える。
- (7) 建物被害は地震動によるものは少なく、基礎地盤の変状に起因するものが大半であった。幸いに人命が失われる被害は無かったが、紙一重と言える。地震に対して変形を起こさない土構造物を構築することは経済的な視点から非現実的であることを考えると、大きな被害が生じた条件に相当する場所に宅地を設定しないなどのリスク管理が現実的な施策として必要である。また、集水地形などの比較的地盤変状が起きやすい場所では、事前に耐震対策を実施する必要があることが明らかになった。
- (8) 既存宅地盛土に対してレベル 地震動に対する耐震診断が今後必要であり、場合によって耐震対策や建物移転などの措置が講じられる必要がある。豪雨災害には土砂新法によりソフトな防災措置がとられることから、地震災害を視野に入れて法整備を行う必要がある。