

第Ⅲ部門

新潟県中越地震による高町団地内の宅地地盤被害の発生要因に関する研究

神戸大学工学部 学生員 ○田中 裕美

神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝

神戸大学都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之

神戸大学大学院 学生員 大藪 剛士

1. はじめに

平成16年の新潟県中越地震により、宅地造成地内での地盤変状被害が数多く発生した。このような被害事例は、兵庫県南部地震をはじめとして過去の地震時にも数多く報告されており、今後の宅地造成地内での地盤変状被害の軽減のためにも、被害発生要因を明らかにすることは重要である。本報では新潟県中越地震により甚大な宅地地盤被害が発生した長岡市高町団地を対象として地形立地解析を行い、宅地地盤被害の発生要因の考察を行う。

2. 高町団地の概要

高町団地は新潟県長岡市の東山丘陵西縁部に位置し、その延長は約 1.1km、幅は約 0.23km、標高は約 70m の高台に造成された宅地である。新潟県中越地震による被害は図-1 のように周辺部に作られた外周道路とそれに沿った住宅に集中し、団地内部では被害はほとんど見られない。また、大規模崩壊が北東部 2 箇所と南西部 3 箇所に見られ、それ以外はクラックが多発している¹⁾。

本報では造成前後である 1975 年と 1989 年の航空写真を用いて 2.5m 格子間隔の数値地形モデル(DEM: Digital Elevation Model)をそれぞれ作成し、地形立地解析に用いた。

3. 地形立地解析に用いたパラメータ

(1) 地形改変量と地形改変状況

各単位格子の地形改変量 $H(m)$ は $H_{a1} \sim H_{a4}$: 現地形の標高(m)、 $H_{b1} \sim H_{b4}$: 旧地形の標高(m)としたとき、式(1)のように定義する(図-2 参照)。また、地形改変状況については、地形改変量が負の値のとき切土、0 のとき地形改変なし、正のとき盛土とする。

$$H = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 (H_{ai} - H_{bi}) \quad (1)$$

(2) 傾向面の傾斜角

各単位格子の傾向面の傾斜角 $\theta(^{\circ})$ は標高に対して誤差の平方根が最小となるような曲面、もしくは平面として算出され、 $H_1 \sim H_4$: 標高(m)、 $A = H_1 - H_2 + H_3 - H_4$ 、 $B = H_1 + H_2 - H_3 - H_4$ 、 $D =$ 格子間隔(m)としたとき式(2)で表される²⁾。

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \left[\frac{A}{2D} \right]^2 + \left[\frac{B}{2D} \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (2)$$

なお、本報ではこれらのパラメータを算定する範囲を団地内部から擁壁までとする。また、擁壁がない箇所では最近接の擁壁の標高までとする。

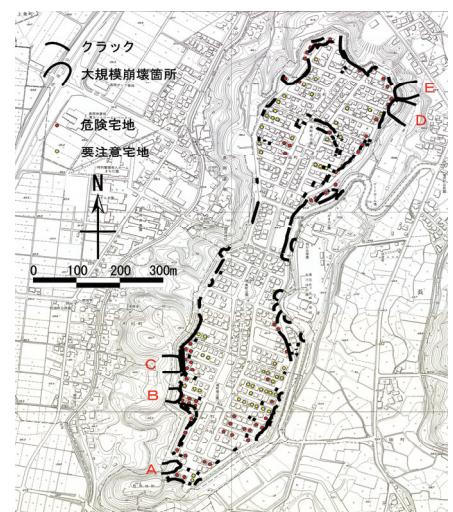
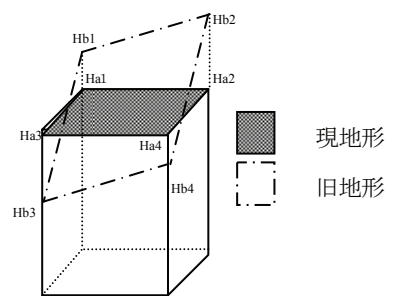
図-1 高町団地の被害の概観¹⁾

図-2 地形改変量の定義

4. 地形立地解析結果

(1) 単位格子毎の算定結果

図-1と数値地形モデルを重ね合わせ、クラック、崩壊が発生した箇所を含む格子をそれぞれクラック発生格子、崩壊発生格子とする。前節で述べた地形改変状況に加え、盛土格子と隣接する切土格子と切土格子と隣接する盛土格子を合わせたものを切盛り境界格子としたときの被害発生箇所の地形改変状況を図-3に示す。これより切土が崩壊箇所に占める割合は0.8%と非常に低く、クラック箇所に占める割合は大きいものの被害発生箇所は主に盛土であることがわかる。つぎに各地形改変状況の母集団数の違いを考慮するため、クラック及び崩壊の発生しやすさの指標として、対象範囲内の各地形改変状況の全格子数に対するクラックまたは崩壊の発生した格子数の割合を発生率と定義し、算出した(図-4参照)。その結果、崩壊は盛土、クラックは切盛り境界において発生しやすく、切土では崩壊、クラック共に発生しにくいといえる。つぎに盛土厚別の崩壊発生率を算定した結果、盛土厚が4~6mの格子で崩壊発生率が最大であった(図-5参照)。また、盛土基盤面傾斜角別の崩壊発生率を算定した結果、崩壊は急傾斜の場所で崩壊しやすかった(図-6参照)。

(2) 盛土単位毎の算定結果

前節で、格子を単位として地形的条件を求めたが、盛土崩壊は土塊が一体化した挙動を示すため、格子ごとではその特徴を十分に評価できない。そこで、造成前の数値地形モデルを用いて谷筋を抽出し、この谷筋を挟む尾根と尾根で挟まれた盛土箇所を1つの盛土単位と定義した。この定義に従って団地内の盛土箇所を分割した結果、55個の盛土単位に分割された。図-7に盛土単位毎に求めた平均盛土基盤面傾斜角と平均盛土厚の関係を示す。なお、崩壊が発生していた盛土単位を崩壊盛土と定義する。図-7より、崩壊盛土は1つを除き非崩壊盛土単位と比べ、平均盛土基盤面傾斜角が大きく、かつ平均盛土厚が大きい箇所で発生していた。

5. まとめ

崩壊は盛土箇所で発生しており、クラックは切盛り境界箇所や盛土箇所で発生していた。崩壊の発生した盛土は、崩壊の発生しなかった盛土に比して、盛土基盤面の傾斜角が大きく、かつ盛土厚が大きい場所で発生しており、これらの地形条件が崩壊発生に影響を及ぼす要因であるといえる。

参考文献：1) 沖村孝，鳥居宣之，大藪剛士，田中博文，中

村幸一：新潟県中越地震による宅地造成地の被害原因に関する考察，第40回地盤工学研究発表会，CD-ROM，1071，2005．2) 野上道夫：数値地形分析のための処理システム，地形，6-3，pp.245-264，1990．

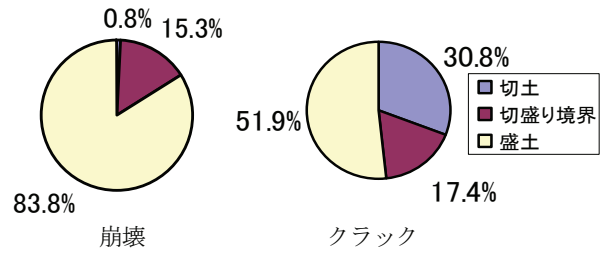


図-3 崩壊、クラック箇所に占める各地形改変状況の割合

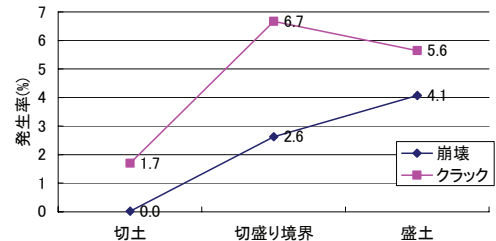


図-4 各地形改変状況別の崩壊、クラック発生率

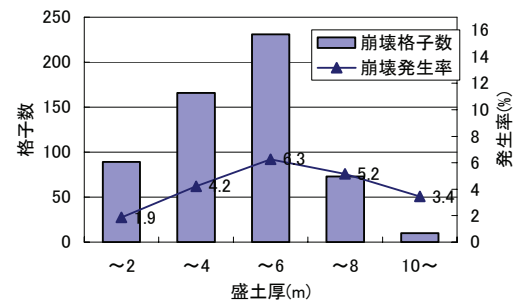


図-5 盛土厚別の崩壊発生率

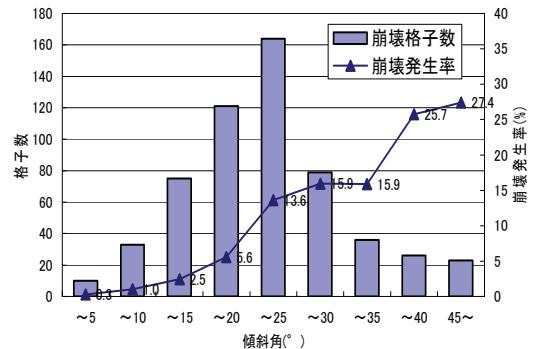


図-6 盛土基盤面傾斜角別の崩壊発生率

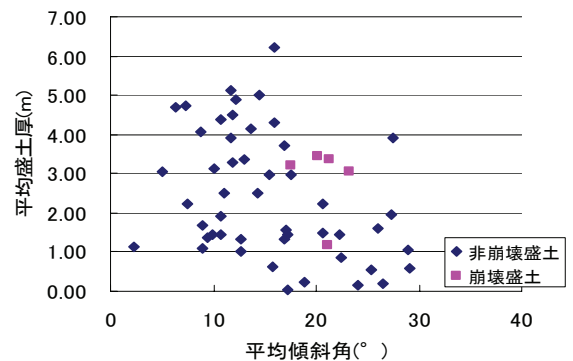


図-7 盛土単位の平均盛土基盤面傾斜角と平均盛土厚