

地震時地すべりの発生機構の検討－中越沖地震による大積地すべりの例－

(独) 土木研究所 ○ハスバートル, 花岡正明, 丸山清輝, 鈴木聰樹
 日本工営(株) 鈴木滋
 長岡国道事務所 武江義則
 (株) キタック 伊藤克己

1. はじめに

2004年の中越地震に続き、2007年7月16日の中越沖地震によって新潟県中越地方は再び震災に見舞われた。気象庁によれば、今回の地震は新潟県柏崎市街地より北西に約20km離れた中越沖で発生し、マグニチュード6.8、震源の深さが17kmと推定された。

中越沖地震によって発生した規模の大きい斜面災害は主に海岸沿いに集中した。比較的内陸部では、国道8号を寸断した長岡市大積地すべりが今回の地震によって発生した大規模なものである。本地すべり地は、西山丘陵中部に位置し、中越沖地震震央より南東に約18km離れている(図1)。本文では、大積地すべりを例に、地震時における地すべりの発生機構を検討する。

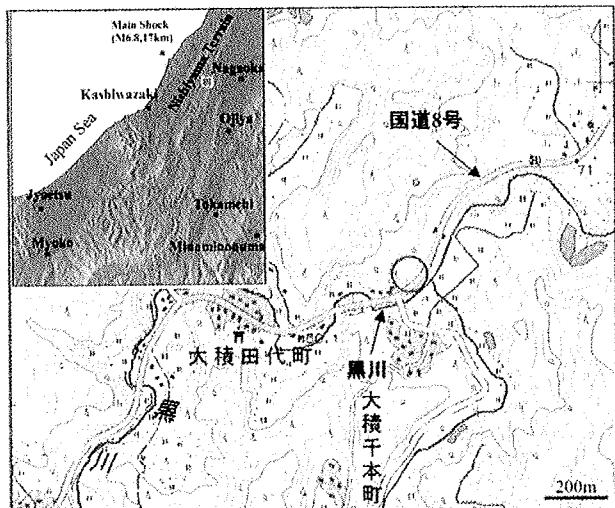


図1 大積地すべりの位置
 (国土地理院50mメッシュ数値地図
 及び地図閲覧サービスより)

2. 地すべり地の概要

本地すべり地は、長岡市の市街地より西に約12km離れた柏崎市との市境に近い大積千本町地内に位置する(図1)。地すべり斜面は信濃川水系黒川の左岸側にあり、その下部を国道8号が南西から北東に通り、地すべりが発生した区間の中腹部は高さ約10mの切土法面となっていた。

地すべり地周辺は標高が50~150mの丘陵地帯で、南東向き斜面が比較的緩やかな勾配を持ち、その反対側が急勾配を持つケスタ地形を呈す。地すべり発生前の地

べり斜面の勾配は約25°と推定される。地すべりは緩やかな斜面で発生した。

調査地周辺は主に第四紀更新世の灰爪層からなり、その上位には魚沼層が覆っている。灰爪層は中越地震で地すべりが多く見られた白岩層に相当し、シルト岩優勢の砂岩・シルト岩互層からなる。地すべり斜面周辺の露頭から、砂岩・シルト岩の走向・傾斜はN10E~N35E/5~32Sに変化することが確認された。魚沼層はループな礫岩や砂岩から構成される。魚沼層の走向傾斜はおおむねN45E/20Sである。地すべり斜面よりも下方には向斜軸があり、地層の傾斜が下方ほど緩くなっている。地すべり斜面はおおむね流れ盤構造となっている。

今回の地すべりは、長さ約90m、幅約90mの範囲で発生し、これによって国道8号は140mに渡り被害をうけ、黒川は50mに渡りせき止められた(写真1)。

3. 地震時の地すべり挙動

今回の地すべりによって、斜面上部の稜線付近に明瞭な滑落崖、中腹部では滑落崖やその前面に陥没帯を形成し、移動土塊によって末端部では黒川をせき止めた(写真1)。地すべりブロックの滑落崖、陥没帯などの分布からA(全体)ブロックとB(下部)ブロックに分けられる。Aブロックの規模は、幅約90m、奥行き約90mである。滑落崖は連続して分布し、最大落差は約6mである。Aブロックの両側は明瞭で、路面に20~30cmの開口亀裂を形成した。末端部は、黒川の河床付近に達する。Bブロックは小規模な滑落崖とその東側に落差約5mの陥没帯を伴い、その規模は幅約60m、奥行き約60mである。ブロックの右側部はAブロックと重なり、左側部は道路に段差が生じた。道路や法面の移動状況から、Aブロックの最大移動量は約

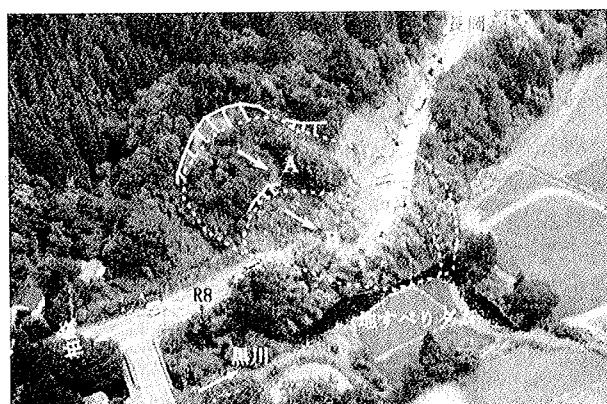


写真1 大積地すべりの全景(2007年7月18日)

15.5mと推定される。移動方向はおおむね斜面の最大傾斜方向で、国道8号に直交する。

4. すべり面と地質

地すべり発生後、長岡国道事務所（2007）により主測線上3地点（図2）でボーリング調査が実施された。ボーリングの結果、地すべり斜面は上位から魚沼層の強風化礫岩や砂岩、灰爪層の強風化の砂岩・シルト岩互層、未風化の砂岩・シルト岩互層から構成されることが判明した。強風化層の厚さは最大で11.4mである。強風化部分は、全体的に褐色を呈し、N値が20以下である。未風化の互層部分は、シルト岩優勢で、砂岩の薄層を挟む。未風化部分は、N値が50以上で、ほとんど破碎されていない。

ボーリング調査で判明した未風化の互層部分は、若干の亀裂を伴うものの、破碎や脆弱化された部分がなく、すべり面の存在は考えがたい。地質構成や断面形状から、地震時のすべり面は強風化岩とその下位の未風化岩との境界と推定される（図3）。すべり面の勾配は18°、深さは10m程度で、末端部の隆起状況からすべり面は黒川河床左岸まで達していると考えられる。なお、Bブロックのすべり面はAブロックのすべり面を共有している。

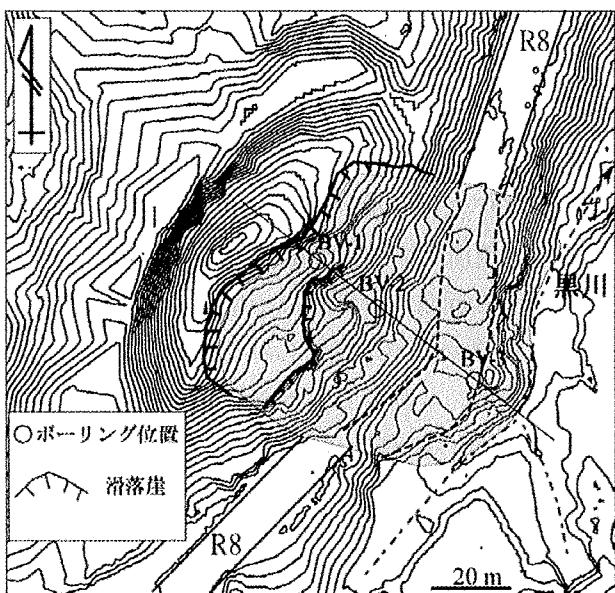


図2 調査平面図

地震直後のDEMデータより作成、等高線の間隔1m
(ボーリングは長岡国道事務所(2007)による)

5. 発生機構の検討

地震発生前の地すべり斜面は勾配が25°である。地質は、強風化岩が地表面からの深さが11.4mまで分布し、上部は魚沼層のルーズな礫、砂から構成され、その下位は灰爪層の砂岩・シルト岩からなる。また、風化部分では砂岩部分が多い。強風化岩の下位は、未風化のシルト岩主体で、薄い砂岩層を挟み、互層状を呈す。ボーリング

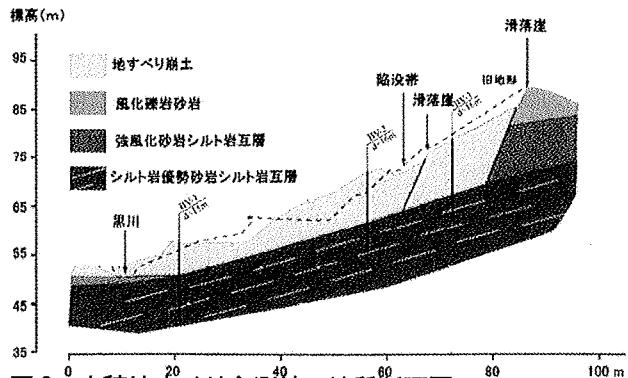


図3 大積地すべり主測線の地質断面図
(長岡国道事務所(2007)に加筆、簡略化)

調査や地すべり斜面の露頭状況から、地震発生前から厚い風化層が存在していたと考えられる。また、砂岩・シルト岩互層は北北東の走向を持ち、南東に5~24°傾斜し、地すべり斜面は流れ盤構造を呈す。復旧工事中にのり面に現れた状況からも流れ盤構造や斜面に平行する断層も観察される。また、互層状の堆積構造は、層理面が一種の弱層としての働きをしている可能性が考えられる。

ボーリング調査結果から推定されるすべり面は強風化層とその下位の新鮮岩との境界である。地震動によって、風化境界がすべり面となったことと考えられる。

また、本地すべり斜面の背後は、長さ約400m、幅約200mの地すべり地形が確認され、その移動方向は今回の地すべりと一致すると推定される。今回の地すべり斜面は、既存地すべりの末端部にあたる。既存地すべり運動によって、地すべり斜面を構成される岩盤に亀裂などが生じ、それによって地下水が浸透しやすくなり、風化が進んでいたと考えられる。

以上をまとめると、本地すべり発生の素因として①流れ盤構造；②強風化層の存在；③砂岩・シルト岩の互層による層理面の発達；④既存地すべりによる地盤の風化が指摘される。誘因は中越沖地震による地震動であり、この時の加速度（合成）は調査地周辺の観測結果から350~500gal程度と推定される。

参考文献

- 1) 国土地理院：地図閲覧サービス
- 2) 国土地理院：数値地図 50mメッシュ（標高） CD-ROM 「日本II」、2001
- 3) 新潟県：新潟県地質図（改訂版）及び説明書、1989
- 4) 長岡国道事務所：平成19年度 一般国道8号大積千本震災復旧対策調査その1作業報告書（株式会社キタック）、2007年10月