

大規模地震時における農業用基幹施設周辺地すべりの残留変形評価

The evaluation of permanent displacement in landslide during large earthquake near irrigation dam site

○川本 治*、吉迫 宏*、井上敬資*、正田大輔*

KAWAMOTO Osamu, YOSHISAKO Hiroshi, INOUE Keisuke, SHODA Daisuke

1. はじめに

仕様設計から性能設計への移行に伴い、地すべり斜面の安定性評価に関しても安全率評価のみでなく、客観性のある残留変形（塑性変形）の評価手法が求められている。我が国の地すべりの多くは過去の地すべりの再活動と言われており、これらの地すべりの実状に即して大規模地震時の残留変形量を評価する必要がある。ここでは、再活動地すべりと考えられている地震時大規模地すべりのうち農業用基幹施設周辺で発生した事例を対象として解析の手法と結果を示す。

2. 解析の対象及び手法

大規模地震で生じた再活動地すべりと考えられているAダム上流の地すべりを対象とした。長期的な条件下（圧密排水条件）で生じた地すべりを再現し、それを初期状態として短期的な条件下（非排水条件）で大規模地震時の塑性変形量を評価した。現地平面図を図1に示す。図中には地すべりブロックの主測線に平行にX軸を設定した解析座標軸とダム軸を併せて表示している。5本（4本の副測線は主測線に平行）の測線に沿うデータに基づいて旧地形線・地層構成・すべり面深度を補間して三次元モデルを構築している。図2に主測線におけるメッシュ断面を示す。地すべりブロックは主として溶結凝灰岩・軽石凝灰岩から成り、すべり面は軽石凝灰岩と砂岩・シルト岩の境界付近に想定されている。すべり面強度は被災後の現地踏査時に地表面で採取された風化シルト岩の細粒部を用いてリングせん断試験機（Bishop型、WF25800）を用いて圧密排水試験（緩速試験、初期状態推定用）、非排水試験（高速試験、地震時応答解析

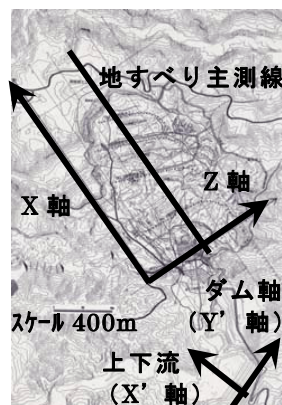
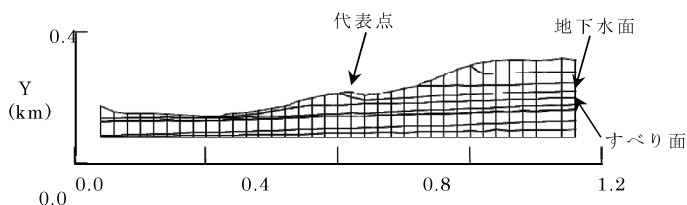
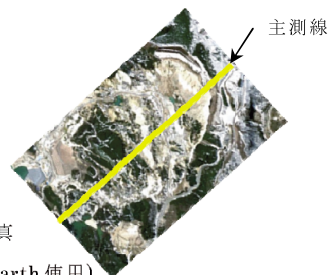


図1 現地平面図



(1)主測線におけるメッシュ断面



(2)空中写真
(Google Earth 使用)

図2 主測線におけるメッシュ断面

* (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所、Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization(NARO) 斜面安定・土圧・支持力 地盤の変形

用)の残留強度を評価した。ただし、圧密排水条件で測定した残留強度は大幅に大きめの安全率を与えるため、近傍地区で採取したすべり面粘土(S地すべり)の残留強度を参照した。図3に高速リングせん断試験の結果を示す。溶結凝灰岩・軽石凝灰岩から成る崩土中には初生的な破壊が発生すると考え、せん断帯の発生を考慮したひずみ軟化弾塑性モデルを用いている。パラメータ

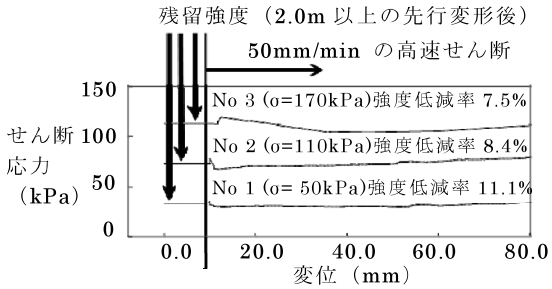


図3 応力-変位関係 (高速リングせん断試験)

表1 採用したパラメータ

ヤング率	: 8900 kPa	内部摩擦角臨界値	: 22.10 °
ポアソン比	: 0.173	初期グレイション	: 5.15°
土の湿潤体積重量	: 16.67kN/m ³	粘着力低減係数	: 3.00
残留強度粘着力	: 1.00 kPa	グレイション/角低減係数	: 3.00
残留強度内部摩擦角	: 15.15°	透水係数	: 0.462×10 ⁻⁷ cm/sec
ピーク粘着力	: 39.81 kPa	(動的応答解析時)	
ピーク内部摩擦角	: 22.10°	残留強度低減率	: 9.0%
粘着力臨界値	: 0.00 kPa	Rayleigh 減衰係数	: α = 1.275, β = 0.0

は基本的には類似地盤(風化凝灰岩)での実測値を用いたが、安全率が大幅に低めの値となるため、粘着力は推定値を用いている。初期状態推定のために行った長期条件下での解析は、自重に加えて現地の地下水位を再現する浸透解析を行って求めた浸透力・浮力を作用させ、圧密排水条件での崩壊状態を推定した。その状態での地盤応力と軟化後の物性パラメータを初期状態に用い、すべり面についてはΦ=0条件を仮定して残留強度を評価し、非排水試験時の強度低下率を乗じたすべり面強度を用いて応答解析を行った。浸透解析・弾塑性解析はすべて動的緩和法を用いた^{1),2)}。応答解析時は実質量を用い、Aダム基盤部で実測された地震時加速度(図1のX', Y'成分)を用いて慣性力を評価した。

3. 解析結果及び考察

長期条件下での解析結果として図4に崩壊時ひずみベクトル(荷重係数1.1の未収束状態で90000回の反復演算後)を示している。地震時

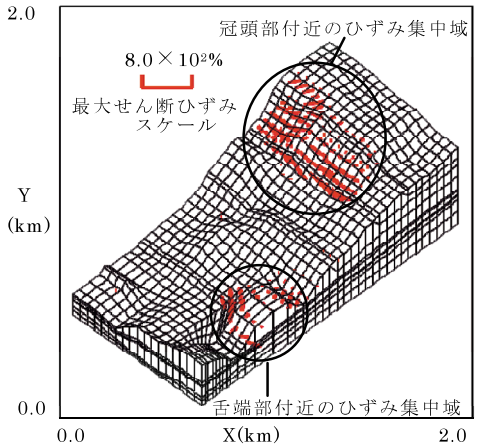


図4 長期条件下での崩壊時ひずみ

解析結果として変形応答(時間増分0.001秒で主要動25秒間を解析)を図5に示している。過去に発生した地すべりの履歴により崩土内の広範囲が塑性化した状態で塑性(残留)変位を含む地震応答が解

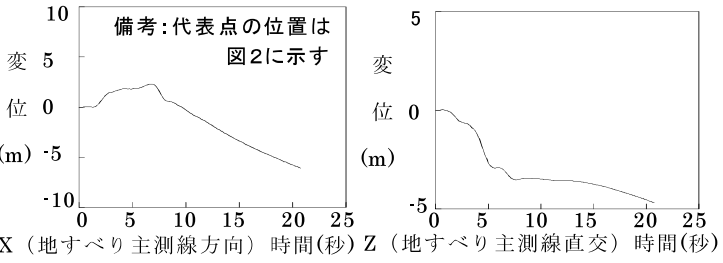


図5 代表点における地震時変位応答

析できていると考えられる。ただし、すべり面の地震時応答解析はΦ=0条件(全応力解析)で行う等、簡易的な仮定を置いているため、今後より実状に即した解析を行う必要がある。

参考文献 1)田中忠次・川本治(1987):地盤・斜面崩壊の三次元有限要素解析-動的緩和法の適用-,農土論集,第131号, pp.79-86, 2)川本治(2001):混合型すべりモデルによる地すべり斜面の安定解析,地すべり,第38巻,第3号,pp.27-34