

地すべり対策のライフサイクルコストの評価及びアセットマネジメントの研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 20～平 23

担当チーム：地すべりチーム

研究担当者：武士俊也、千田容嗣、阿部大志

【要旨】

地すべり対策はいかに初期建設費（イニシャルコスト）を安く抑えるかということを中心としており、持続的な地すべり対策施設の維持を考えた対策工の選定（イニシャルコスト）や維持管理にかかる費用（ランニングコスト）、また効率的な維持管理方法（アセットマネジメント）については検討されていないのが現状である。

しかしながら、地すべり対策は長期的な事業であり、対策工が老朽化した時には補修・補強や更新を行う必要性が生じるため、イニシャルコストの経済性評価だけでは不十分であり、ライフサイクルコストやアセットマネジメントの考え方を導入して適切に対策工を計画し、維持管理していく必要がある。

そこで本研究では、ライフサイクルコストについては既往地すべり対策における実態調査を実施するとともに、各工種の耐用年数の考え方、調査方法を整理した。さらに、モデルケースを設定してライフサイクルコストの算出するためのライフサイクルコスト試算シートを検討した。アセットマネジメントについては、基礎資料を得るため、機能低下指標、補修・補強や更新、モデルケースにおける事業費の経年変化について検討した。

キーワード：地すべり対策、ライフサイクル、アセットマネジメント、

1. はじめに

長期的な事業である地すべり対策において、地すべり防止施設の機能低下による地すべりの再発を防止するためには、地すべり対策工の実施後において点検・観測を行い、必要に応じて補修・補強や更新を行うことが重要である。持続的で経済的かつ効果的に施設機能維持を実施するために、ライフサイクルコストの考えに基づき対策工を計画し、アセットマネジメントの考え方を導入することが必要であると考えられるが、現在はイニシャルコストの経済性評価を主にした対策工法の選定が実施されている。また、地すべり防止施設の維持管理に関する研究の多くは、集水ボーリング及び横ボーリング（以下「地下水排除ボーリング」と呼ぶ）の目詰まりの原因や対策に着目したものであり^{1)、2)、3)}、そのアセットマネジメントに関する研究はほとんど実施されていないのが現状である。

そこで、文献調査、ヒアリング調査、現地調査を通じて地すべり対策施設の実態を把握し、ライフサイクルコストの算出シートの検討、アセットマネジメント手法の導入のため、機能低下の指標、補修・補強や更新、点検方法の在り方、さらに事業費の経年変化等に

ついて検討した。

2. ライフサイクルコスト

2. 1 用語の定義

地すべりのライフサイクルコスト（LCC）は、下記のとおり構造物に必要とする費用を、初期建設費、維持管理コストの総計とし、現在の価値に等価換算した形で表した費用と考える。社会基盤構造物の最終処分費用は、明確でないためここでは取り扱わないこととした。

$LCC = \text{初期建設コスト（計画、設計、施工）} + \text{維持管理コスト（点検、評価、補修、補強）}$

2. 2 ライフサイクルコストの検討

2. 2. 1 実態調査

国土交通省や県が実施している5地区の対策工に要した費用及び維持管理費の実態を調査した。ここでは、1952年から地すべり対策を実施されたF地区を事例として示す（図-1）。

県では、維持管理として、主に点検、水路工の補修、横ボーリング工の洗浄等が実施されていた。

国土交通省では、腐食した集水井や集水ボーリング

について更新が実施されていた。

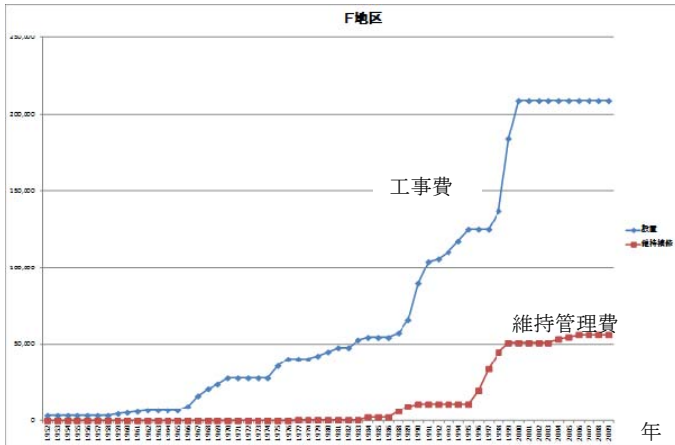


図-1 F地区における工事費と維持管理費

2. 2. 2 施設の耐用年数の検討

(1) 集水井

検討方法としては、集水井の設計方法の変遷や防食の考え方について製造している会社の担当者にヒアリング調査を実施した。なお、ライナープレート集水井については地方自治体により実施された目視調査の結果を基に施工年とライナープレートの腐食状況を整理した。

①ライナープレート集水井

a) 計算式による推定 (亜鉛メッキの推定耐用年数)

(社) 日本溶融亜鉛鍍金協会による5年間、17箇所で行った亜鉛メッキ試験片での垂直埋設試験結果では、22.2~26.6(g/m²/年)である⁴⁾(砂質埴壌土(37.0(g/m²/年))、埴壌土(16.1(g/m²/年))等を除く)。よって、亜鉛メッキの耐用年数は下記式で推定される。

$$\text{耐久年数} = \text{付着量} \div \text{腐食速度} \times 0.9^{**}$$

$$= 450 \text{g/m}^2 \div 22.2 \sim 26.6 \text{g/m}^2/\text{年} \times 0.9 \approx \text{約} 18 \sim 15 \text{年}$$

※(1)90%が腐食された時点でめっき層の寿命とする。⁴⁾

(2)田園地帯の大気中の場合、侵食速度は4.4(g/m²/年)⁵⁾であり、土壌と比較すると約1/5である。

また、1992年以前の補強部材で実施されていた腐食しろ(1mm)の耐用年数は、ライナープレート設計・施工マニュアルによると鉄鋼材(軟鋼)の自然腐食速度は、土壌の場合、平均浸食深さは、0.01(mm/年)で、最深孔との比(孔食倍数)は2~25倍とされており、腐食しろの耐用年数は下記式で推定される。

$$\text{推定耐用年数(土壌)} = 1.0 \div 0.01 \div (2 \sim 25) = 4 \sim 50 \text{年}$$

※淡水の場合、腐食速度は0.05(mm/年)、孔食倍数2~5であるので、推定耐用年数は4~10年である。

b) 目視調査結果

地方自治体により目視によって実施された4箇所の地すべり防止区域における30基の集水井工の腐食状況(腐食、サビあり、異常なし)の調査結果を整理した(図-2, 3)。

i) ライナープレート

1990年以前に施工されたものの一部に腐食やさびが確認されている。

ii) 補強部材

補強部材は、1990年以前に施工されたものすべてが腐食している。また、1990~2000年に施工されたものの一部にサビや腐食がみられる。これは、この期間において亜鉛メッキ処理をしていないものが含まれていると、担当者からの回答が得られているため、亜鉛メッキ処理をしていないものがサビや腐食が生じていると推定される。

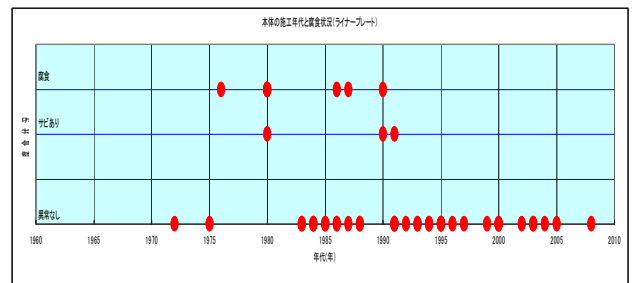


図-2 施工年と腐食状況(ライナープレート)

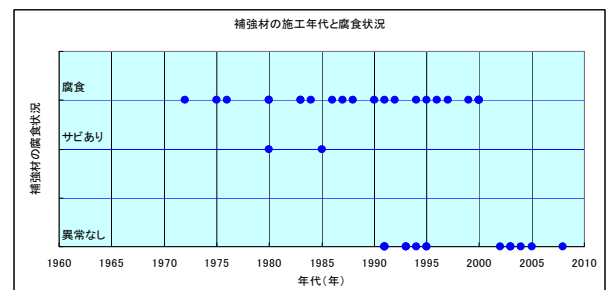


図-3 施工年と腐食状況(補強部材)

c) まとめ

亜鉛メッキの推定耐用年数(18~15年)と目視調査結果(施工後約20年)とほぼ一致した結果になった。

補強部材では、亜鉛メッキの推定耐用年数と目視調査による腐食傾向に差異がみられた。これは、補強部材の防食技術変遷との関連性が考えられる。

d) 課題

想定耐用年数の検証にあたり、目視による主観的な評価を含む調査結果を使用した。また、亜鉛メッキの腐食率に影響を与える環境条件⁶⁾を十分

に検討していない。今後、メッキ厚、板厚を定量的に調査し、腐食状態を定量的に把握するとともに、亜鉛の腐食率に影響する pH、温度、溶存酸素濃度等の環境要因を調査し、これらの結果を考察して維持管理・点検方法を裏付けるための資料作成を期待する。

②RCセグメント集水井

コンクリート構造物では、地すべり活動により損傷を受けた事例は報告されていないことから通常では 50 年程度は耐用年数があると考えられるが、機能低下過程は不明である。

(2) 集水（地下水排除）ボーリング

a) 保孔管の耐用年数

集水ボーリングの保孔管として多くの箇所で使用されている硬質塩化ビニール管（VP 管）及び鋼管（SGP 管）の耐用年数について検討する。

ここでは、他事業で検討された VP 管や SGP 管の耐用年数あるいは交換目安を調査した。

i) VP 管

塩化ビニール管・継手協会の報告書によると⁷⁾、VP 管の長期寿命については、「50 年以上の耐用年数を持つことが確認できた」という調査結果が得られている。なお、全国地すべり・がけ崩れ対策協議会によると、集水ボーリングの孔口部が直射日光により劣化される実態が確認されている。

ii) SGP 管

東京ガスによると、亜鉛メッキ製の SGP 管（白ガス管）は、およそ 20 年が交換の目安」とされ⁸⁾、また、水道管の法定耐用年数は、40 年とされている。

b) まとめ

VP 管は、直射日光が当たらなければ 50 年程度は耐用年数があると考えられ、亜鉛メッキ製の SGP 管は、20～40 年であると考えられる。

(3) 鋼製杭工

地すべり鋼管杭では、実際に掘り起こした事例は確認していないため、その実態は不明である。地すべり鋼管杭の劣化過程と要因を考察する。

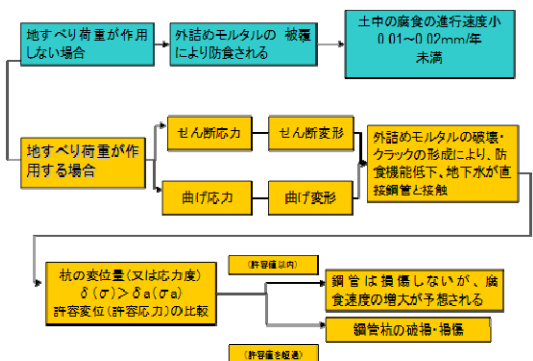
地すべり推力が作用した鋼管杭には、曲げ応力とせん断応力が働き、変形が生じる。鋼管杭に、許容応力度以内で応力曲げ変形（撓み）が発生すると、外周モルタルにはひび割れ、クラック等が発生し劣化すると予想される。クラックを通し、地下水が直接鋼管の表

面と接触することとなり、マクロセル電池を形成してマクロ腐食が進行する可能性がある。

この場合、鋼管の腐食速度は、モルタルに発生した変形の大きさ、ひび割れの大きさと地下水の溶存酸素、成分、pH 等に依存すると予想される。この腐食作用により、鋼管の外周面の腐食が進行し、肉厚が減少することが予想される。肉厚の減少は、杭の断面積、断面係数を減少させ、設計当初の許容曲げ応力度を満足しない杭となる。

一方、鋼管杭に作用する地すべり推力が当初設計外力を超える大きさで作用した場合には、外周モルタルの変形も大きくなり劣化も進行する。当然ながら発生する曲げ応力は、許容曲げ応力度を越え、その程度により、最終的に鋼管杭は破損、損傷する可能性がある。

なお、地下水排除工の施工により、地下水位の十分な低下が図られている安定した地すべり地に設置された鋼管杭（補強杭等）では、地すべり滑動が発生せず、内周をコンクリート又はモルタルで充填された防食構造となるため、腐食速度は、0.01～0.02mm/年以下と予想され、鋼材の腐食は抑制されるものと考えられる（図－4）。



図－4 地すべり鋼管杭の機能低下過程と要因

(4) アンカー工

アンカーの損傷・変状については、アンカー頭部の異常（浮き上がり、劣化・破損等）、頭部背面のテンドンの腐食、反力構造物の劣化・変状が報告されている。また、アンカー緊張力の基礎的な研究は、「アンカー緊張力モニタリングシステムを活用した斜面評価マニュアルの開発」（施工技術チームが担当）で検討中であるので、ここでは言及しない。

2. 2. 3 施設調査方法

(1) 集水井

① 本体

目視による損傷具合の点検が基本であるが、腐食等が確認された場合には下記調査方法が考えられる。

a) ライナープレート製

i) 電磁膜厚計

メッキ厚を測定することによりメッキの腐食速度を予測し、メッキが無くなり錆び始める時期を推定する。

ii) 超音波厚計

鋼材の厚さを測定することにより、鋼材の腐食速度を予測し、補修あるいは更新時期を推定する。

iii) pH測定

腐食量とpHとの関係のデータを蓄積することにより、水質の影響による腐食速度の変化のパラメータを加え、推定精度を高めることに用いる。

iv) レーザプロファイラ

既設集水井壁面にレーザ測距器を用いて壁面までの距離を測り、空洞の平面的な形状を把握する。

計測精度は、5cm であるため、比較的大きな変形の場合に有効である。

※集水井中心部で測距器を回転させながら測定を行うため、誤差が生じやすい。精度向上のため、測距器の固定方法を検討する必要がある。

b) RCセグメント

i) シュミットハンマ

コンクリートの圧縮強度の低下状況を把握する。

ii) 中性化試験

中性化深度を確認することにより鉄筋の腐食状況を把握する。

② 集水ボーリング

集水ボーリングの機能低下の現象として、保孔管内のスライムの付着、土砂の堆積、草や根の堆積（孔口付近）による保孔管の目詰まり及び保孔管の腐食がある。さらに地すべり滑動に起因する保孔管の破断もある。

a) 目視

孔口付近のスライムの付着状況や保孔管の腐食状況を確認する。

b) カメラ観察

集水ボーリングの孔径より小さいカメラヘッドが開発され、保孔管内の様子がカメラにより観察できるようになった（図-5、写真-1）。例えば、撮影された画像を保孔管内への地下水流入位置、地下水流下区間、土砂等の付着物から想定される流下痕跡、流量目安を図-6のように整理すると集水ボーリングの排水状況がイメージできるようになる。



図-5 カメラ観察イメージ図



写真-1 カメラ観察の実施状況

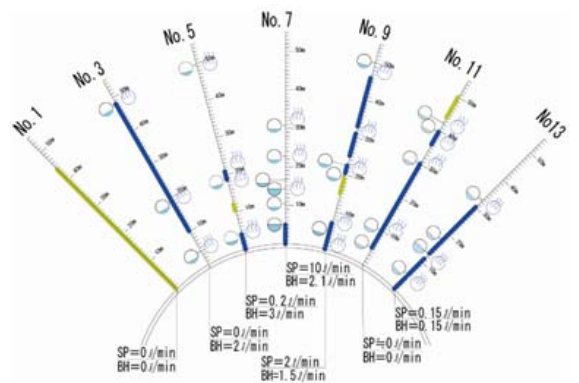


図-6 カメラ観察結果の整理例

(2) 鋼管杭

① 施工時に設置する鋼管杭の変形計測観測機器

鋼管杭の点検調査方法と適用性を表-1に示す。これらの観測計器では、鋼管杭の損傷位置を直接測定できないが、撓み図、曲げモーメント図を再現することにより、間接的にすべり面の位置を推定するものである。孔内傾斜計の活用が現時点では有効であると考

えられるが、実態調査により鋼管杭に孔内傾斜計が併設されていても適切に設置されていない場合が多いことがわかった。そのため、滝坂地すべりにおいて鋼管杭の孔内傾斜計の設置方法を検討した。

表－1 杭施工中に設置する鋼管杭の調査方法と適用

調査方法	調査項目	調査条件	簡便性		適用性		センサ等の耐久性	実績
			方法	評価	撓み形状	損傷箇所		
挿入式孔内傾斜測定	杭の傾斜、曲がり(位置・程度)	施工時に観測孔を設置(杭の中詰め中)	△	○	◎	-	○	◎
歪ゲージ(歪計)	杭の曲がり(位置・程度)	施工時に取り付け	○	○	○	-	△~○	◎
光ファイバーセンサ	杭の曲がり(位置・程度)	施工時に取り付け	△	○	○	-	○	○
カーボン繊維センサ	杭の曲がり(位置・程度)	施工時に取り付け	○	○	△	-	△	△

②施工後の劣化・損傷状況等を把握する調査手法

杭施工後の鋼管杭の調査方法と適用性を表－2に示す。これらは損傷箇所の位置を直接的又は間接的に計測する調査手法である。

ボアホールカメラは、鋼管杭と外詰めモルタルの間をφ66mm以上の口径でボーリングし、カメラを挿入し、モルタルの劣化状況、鋼管杭等の状況を直接観察するものである。インティグリティ試験は、ハンマーで杭頭を打撃し、杭材を伝播する入力波が不連続面(杭下端面や損傷箇所)で反射する性質を加速度計で計測し、その波形から不連続面の位置を得るものである。この方法は、簡易で経済性に優れるが、周辺地盤の影響を受けることや波形の評価方法が難しいという短所がある。

なお、この他に杭頭部の傾斜測定、杭頭の変位量を基準点から光波測量による計測等が考えられるが、鋼管杭については杭頭が地表に露出しているケースは少ないため、実現性に乏しい。

以上のことを踏まえて鋼管杭の調査について考察すると、地表での目視点検や地すべり観測データにより地すべり地の活動状況を把握した上で杭の鋼管杭の変形状況、損傷状況に関する点検・調査の実施が効率的であると考える。今後は、孔内傾斜計等の変動データや事例を蓄積する必要があると考える。

表－2 杭施工後の鋼管杭の調査方法と適用性

調査方法	調査項目	調査条件	簡便性		適用性		センサ等の耐久性	実績
			方法	評価	撓み形状	損傷箇所		
インティグリティ試験	杭長、杭形状、損傷(クラック、断面欠損)の有無・位置	杭頭、フーチングの露出 非破壊	○	△	-	△	-	○
衝撃振動試験	基礎形式の特定 下部工躯体強度の低下、地盤支持力の低下	下部工の露出 非破壊	○	△	-	△	-	△
ボアホールカメラ	杭径、杭径、フーチング厚、損傷(クラック)の有無・位置	ボーリング孔必要 破壊	△	○	-	○	-	○
AE法	損傷位置、破壊程度	非破壊	△	△	-	△	-	△
杭頭傾斜測定	傾斜量	杭頭、フーチングの露出、非破壊	○	△	-	△	-	○
杭頭変位測定	変位量	杭頭、フーチングの露出、非破壊	○	○	-	△	-	○

(3) アンカー工

「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」によれば、アンカー工の機能の確認方法としては、アンカー頭部やアンカーの施工された構造物の変形や定期点検すること、周辺地盤の動きの観測や測定、残存緊張力の変化の測定等の確認により可能であるとされている。

アンカー荷重計等による緊張力の計測では機能的な劣化は把握できるものの、原因の特定はできない。原因を特定するには、アンカーの変位量や破損位置の特定が必要である。アンカーの変位位置を特定する方法としてワイヤを用いたアンカー変位の簡易計測装置が開発されており、今後の研究を進めるにはこのような装置を設置した個所のデータを検討することが考えられる。

2. 2. 4 モデルケースによるLCCの試算

ライフサイクル試算シートを作成するため、モデルケースによるLCCの試算を実施した。

(1) モデルケース

①設定条件

大規模地すべり、中規模地すべり、小規模地すべりの3種類のモデルケースを設定し、安定計算により想定される工事量を算出し、さらに施工後に想定される維持管理費を追加し、LCCの試算を行った。

(i)大規模地すべり

地すべりの規模は、斜面長 500m 程度、幅 400m 程度を想定した。抑止工のみの対策では不可能であるため、下記対策工例のとおり排土工や地下水排除工などの抑制工を主体し、抑止工を組み合わせることが一般的であると考えた。

【対策工例】

- ・集水井+排水トンネル工
- ・集水井+大口径鋼管杭工
- ・集水井+排土工

(ii) 中規模地すべり

地すべりの規模は、斜面長 300m程度、幅 300m 程度を想定した。

中規模地すべりの場合も同様、抑止工のみの対策では不可能であるため、下記対策工例のとおり抑制工のみ、あるいは抑制工と抑止工との組み合わせが一般的であると考えた。

【対策工例】

- ・排土工
- ・集水井+排土工
- ・集水井+鋼管杭工

(iii) 小規模地すべり

地すべりの規模は、斜面長 50m 程度、幅 50m 程度を想定した。抑制工単独での対策が考えられるが、降雨が地すべりの誘因になると考えられるため、ほとんど場合は地下水排除工との組み合わせが一般的であると考えた。

【対策工例】

- ・アンカー工+横ボーリング工
- ・アンカー工+排土工+横ボーリング工
- ・排土工

②概算費用

表一3に示す文献を参考にして、モデルケースにおける概算地すべり対策の工事費を算出した。

表一3 地すべり対策概算工事費の参考資料

書籍名	出版社
国土交通省土木工事積算基準 平成21年版	(財)建設物価調査会
平成21年度版 土木工事積算標準単価	(財)建設物価調査会
土木コスト情報	(財)建設物価調査会
地すべり対策技術設計実施要領 平成19年度版	(社)斜面防災対策技術協会

(2) 計算シートの作成

上記検討結果を踏まえて、ライフサイクルコストが試算できるようにライフサイクル算出シートを作成した(図-7)。

今回はモデルケースを設定して試行的に計算シートを作成したが、様々なケースで検討し必要に応じて計

算シートを改良する必要があると考える。

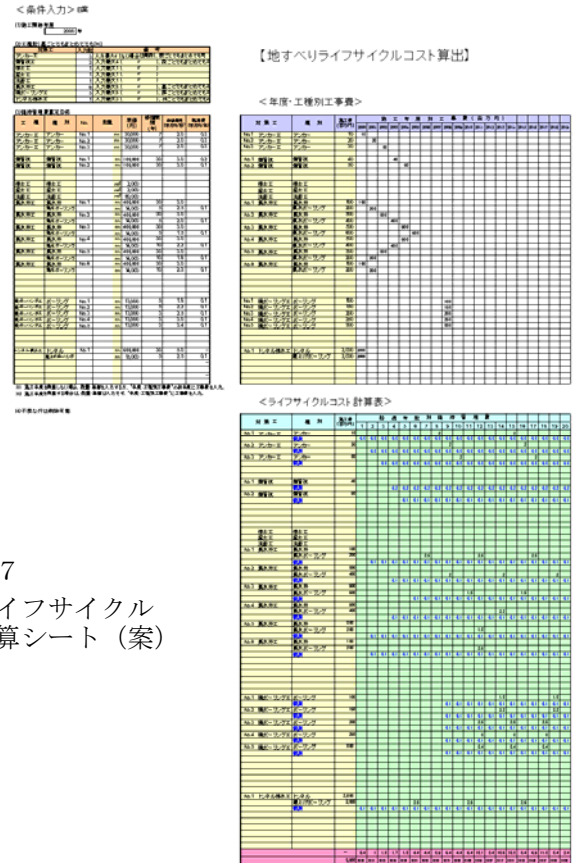


図-7 ライフサイクル試算シート(案)

3. アセットマネジメント

3.1 検討項目

本研究では、①更新・補修の概念及び手法、②地すべり地の管理方法を検討するための機能低下を判断する指標、③更新時期の推定や点検方法の検討を行った。

3.2 機能低下の指標

地すべり防止工事の実施後は、地すべり斜面に対して、地すべり災害の至る可能性のある要因を早期に発見するため、目視により点検が実施されている。この点検より地すべりの再活動の前兆現象の可能性のある亀裂等を発見し、事前に対策を行うことができる。

地すべり対策では、地下水排除は重要な工法として実施され、この効果が期待されていることから、地すべり防止施設の機能低下を示す1指標として地下水位の上昇や排水量の減少傾向の把握が考えられる。そこで、地下水位や排水量の変化について調査した。

(1) 収集データ

地下水については施工後10年以上にわたる観測データを4地区から収集し、整理した。また、排水トンネルからの排水量については、施工後10年以上にわたる観測データを1地区から、施工後3年間にわたって観

測されたデータを1地区から収集した。

(2) データの整理

地下水位(あるいは排水量)と経年変化を整理した。なお、降雨量も併記した。ここでは、地下水位を整理して事例を示す(図-8)。

さらに、これらについて地質別に機能低下が確認されるまでの経過時間を整理した(図-9)。今回収集したデータでは、新第三紀を基盤とする地域の機能低下が他の地質に比べて比較的早く現れる傾向がみられた。

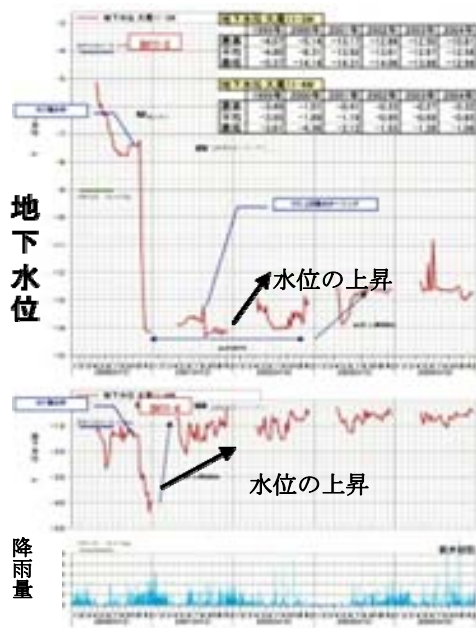


図-8 地下水の機能低下例

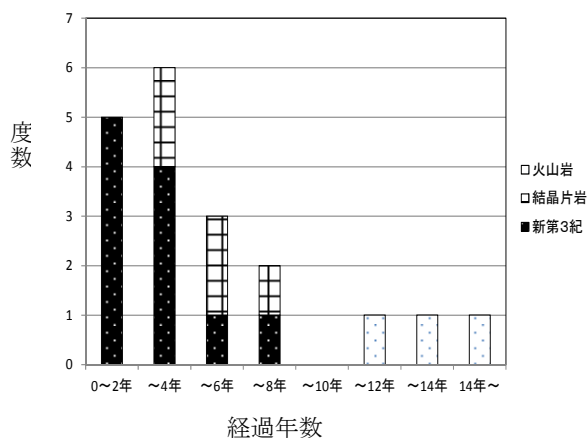


図-9 地質別機能低下が確認されるまでの経過年数

(3) まとめ

収集できたデータが少ないため、今回は地下水位の活用の可能性について示すことができなかった。地下水位観測はどの地すべりでも工事中に実施されており、工事後にも比較的データを得られやすいと考えている。

引き続き検討が望まれる。

3. 3 補修・補強、更新

3. 3. 1 検討方法

7 県の事務所及び国土交通省の 2 事務所の担当者に対してヒアリング調査を行い、維持管理(補修、更新)の全般的な実態を把握するとともに、補修・補強や更新を実施した代表的な事例について詳細を把握した。それらの事例を整理して補修、更新の在り方について考察した。

3. 3. 2 事例の整理結果

ここでは、集水井及びアンカーについて述べる。

なお、水路等については土木研究所資料第 4201 号「地すべり防止施設の維持管理に関する実態と施設点検方法の検討—地表水・地下水排除施設—」に記載されているので、ここでの言及は避けた。また、鋼管杭工については、意見が得られなかった。

(1) 集水井

i) 補修・補強等

- ・保孔管が目詰まりを起こしたため保孔管の洗浄を実施した事例がほとんどであった。但し、直下型の地震動により RC 集水井ブロックに多数のせん断ひび割れが生じたため補修をした事例が 1 件みられた。
- ・洗浄の実施個所については、地すべり活動が再発した場合に人命や田畑に被害を直接受けると考えられる箇所を中心に実施しているとの意見が伺えた。

ii) 更新

- ・地すべり活動による集水井の損傷した場合、あるいはライナープレートの腐食が激しい場合に実施され、新たに施工し直す方法や $\phi 3.5\text{m}$ の集水井内に 2.0m の縦坑を設置し集水機能を維持する方法が実施されていた。
- ・更新をする場合、長寿命化を考え、補強材を腐食しにくい重防食部材を使用した事例がみられた。

(2) アンカー

- ・現況緊張力を確認したところ、アンカー材のリラクゼーションによる緊張力低下が生じたと思われる箇所で、再緊張したケースがみられた。
- ・二重防食規格以前の防錆不良によるアンカー体の破断(腐食による劣化)がみられた。更新時に防食性

に優れた部材を使用することが考えられる。

(3) まとめ

現在実施されている地すべり防止施設の維持管理（補修・補強等）や更新の実態を調査すると維持管理は、水路周辺の草刈や水路の補修、横ボーリング等の洗浄が主な内容であり、更新は地すべり活動等により破損を受けた場合や腐食等により機能低下が生じた場合に実施され、工法は各地すべりの特性や長寿命化を考慮されていた。横ボーリング、集水井や鋼管杭等、地すべり防止施設は地下構造物が多く、点検や構造物の補修、補強が実施しにくいいため、延命化の処置を行い難い面が伺えた。

3. 3. 3 課題

補強・補修、更新について下記課題が抽出された。

- ・地形、地質条件による施工性やその影響を考慮して、長寿命化に向けた施工位置や工法（例えば柔構造物から剛構造物へ）の検討が必要であると考えられる。
- ・ライナープレート製の集水井の場合、長寿命化への対策としてライナープレート集水井からRC集水井へ更新が考えられるが、地質の関係で施工ができなかったという意見がみられた。今後施工の面から長寿命化への適用を検討する必要があると考える。
- ・保孔管の場合、SGP管の保孔管を使用している現場において、腐食が激しく機能低下が生じていると感じられる箇所、リボーリング（更新）が実施されている地区がみられた。保孔管は現在12種類ほどのものが開発されており、本研究で、水理模型により、地下水が保孔管の底面や側面から湧出するという仮定の下で集水性能の評価を試みた⁹⁾。選定にあたっては、排水性能以外に維持管理性や耐久性の検討が必要であるが、これについては検討に至っていない。

3. 4 点検、調査

3. 4. 1 検討方法

国土交通省所管の事務所等が作成した地すべり防止施設に関する点検マニュアルを収集するとともに事務所担当者等へのヒアリング調査を実施し、実態を把握するとともに課題を抽出した。

(1) 方法

点検は、巡視員や砂防ボランティアに目視や地元住

民により実施されている。点検内容は、亀裂の発生の有無に重点が置かれており、施設状況の把握は、十分行われていない。

(2) 頻度

- ・県においては重要度の高い地すべり等で点検を実施しているが、大部分は施設数が多いため実施できていないのが現状である。
- ・施設の経年変化を認知しておく必要があることから、点検は年に1回実施することが望まれる。

3. 5 モデルケースにおける試算

ライフサイクルコストのモデルケースで事業費の年間変化を試算した結果、更新あるいは補修の時期の集中がみられた。今後、このようなことが各地で生じる可能性があると考えられる。地すべり防止施設の延命化は難しいと考えられるので、対応としては更新をすべき施設の優先付の考え方の整理しそれを参考に施設の更新を実施すること、更新時に耐用年数の長い部材を使用すること、次期更新においては更新時期が分散するように工夫することが考えられる。

4. おわりに

本研究では、地すべり防止施設の維持管理の実態調査に重点を置き、地すべり対策のライフサイクルコスト、アセットマネジメントに資する基礎資料を得ることを目的に既往文献調査や現地調査を行い、実態調査結果を整理するとともに課題を抽出した。

集水井については錆や劣化が生じる時期を推定し、機能低下が生じる時期を推定したが、調査結果により地すべり防止施設の状態を判断し更新の時期を判断する目安を検討するための機能低下過程の研究を行っていない。地下構造物であるので調査は難しい面があるが、集水井の更新時に古い集水井の状態を調査し、それらのデータが蓄積された時点で、さらなる検討が望まれる。アンカー工については、アンカー緊張力の長期変動の分析や再緊張時期を検討する必要があると考える。鋼管杭については、孔内傾斜計による観測データを蓄積し、その変形の実態を把握するとともに、鋼管管材の強度変化を検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 丸山清輝・安藤達弥・飯田正巳 (2003) : 地下水排除施設集水管の目詰まりに関する検討, 日本地すべり学会誌, 39 (4), pp23-29.

- 2)小嶋伸一・丸山清輝・佐藤宗吾・武士俊也 (2004) : 簡易な水質調査法による地下水排除施設へのスライム付着可能性調査, 日本地すべり学会誌, 41 (4) ,pp67-70
- 3)岸智・河野剛士・浅野将人・森田健太郎 (2006) : 北陸地方の地すべりにおける水抜きボーリング工の目詰まりの実態と要因, 日本地すべり学会誌, 43 (4), pp1-8.
- 4) (社) 日本溶融亜鉛鍍金協会 : 溶融亜鉛めっきの耐食性, <http://aen-mekki.or.jp> (参照日2011年3月28日)
- 5)日本鋳業協会 亜鉛鉛需要開発センター、土壤中の溶融亜鉛めっきの耐食性、
http://www.jlzda.gr.jp/mekki/me_b/m_b07.htm, (参照日2011年3月28日)
- 6)コルゲート・ライナー技術協会(2009) : ライナープレート設計・施工指マニュアル
- 7)塩化ビニル管・継手協会 : 建物排水用硬質塩化ビニル管の高圧洗浄に関する一考察 平成 19 年 3 月、
<http://www.ppfa.gr.jp/05/data09/21.pdf> (参照日 : 2011年 5 月 23 日)
- 8)東京ガス HP :
<http://home.tokyo-gas.co.jp/koji/koukan.html>
(参照日 : 平成 23 年 5 月 23 日)
- 9)阿部大志、小原嬢子、藤澤和範、千葉伸一、窪塚大輔 (2010) : 集水ボーリング工を模した実験装置の構築と基礎実験, 日本地すべり学会, 第 49 回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp223-224.

Study on life cycle cost and asset management for landslides countermeasures

Budget : Grants for operation expenses

General account

Research Period: FY2007-2011

Research Team: Erosion and sediment control
research group

(Landslides research team)

Author : Takeshi Tishiya, Chida Yoji,

Abe Taishi

Abstract : Landslides countermeasures are constructed only to consider the Initial cost. In order to retain performance requirement of structure, it is important to consider the asset management and life cycle cost. However the actual conditions were seldom studied except of survey of occurrence of slim. So the survey and hearing investigation were performed and considered of asset management, life cycle cost for landslides countermeasures

Key words : Landslides countermeasures, asset management, life cycle cost