

## 岩盤斜面の掘削に伴う変位挙動の長期観測事例

独立行政法人 水資源機構 正会員 木戸研太郎  
同 上 江口貴弘

## はじめに

中古生層・四万十帯基盤に建設中の多目的ダムにおいて、ダムサイト掘削時に法面の変位挙動が発生した。岩盤斜面の掘削に伴う応力解放が誘引となり、変位の進行は最終的に初生地すべりの形態を示すものとなった。本論文では、掘削初期からの変位挙動観測結果に現れた挙動の経過と変位形態および発生機構について示すとともに、変位挙動発生から6年が経過した現在までの観測結果と推察される挙動状況の変化について述べる。

## 1. 挙動の経過と変位形態

当該斜面は、ダム堤体基礎掘削に先立ち掘削が行われた堤頂上部法面部である。

斜面は、粘板岩・輝緑凝灰岩・石灰岩・砂岩よりなる差し目構造の層状岩盤であり、崖錐堆積物や風化は薄く地すべりの履歴も認められなかった。ただし、堤頂標高よりやや下部に低角度断層（FL-0）が分布し、上下部の岩盤性状を大きく分けるものと考えられた。掘削が堤頂標高付近に達した1999年11月に、光波による変位観測値に異常が現れたことから、伸縮計・岩盤変位計・孔内傾斜計等による観測を開始した。

主断面における孔内傾斜計の変位分布を図-1に示す。上位の孔内傾斜計（BTL-1,BTL-4）では深部の1点を中心にこれより浅い部分が一樣に倒れこむ変位形態を示すが、下位の孔内傾斜計（BTL-2,BTL-5）にはせん断変位が現れている。変位領域は図-2に示す岩盤変位計の観測値とも一致している。

変位挙動の状況は、掘削に伴う応力解放と岩盤の緩みが誘引となり差し目岩盤の倒れこみが進行するとともに、掘削面下端周辺の応力集中と相まって、FL-0断層および低角度のきれつや節理等に規制されたせん断が発生し、せん断面が連続してすべり面を形成する過程にあったすなわち、初生地すべりの発生段階にあったものと推定された。

なお、変位挙動発生後、現地においては応急対策としての押え盛土とその後の恒久対策としてのPCアンカー工が実施され、安定が回復し、2001年8月には河床までの掘削が完了した。

## 2. 変位観測結果による現在の挙動状況の推定

孔内傾斜計、岩盤変位計等の観測開始から現在までの変位観測結果を以下に示す。

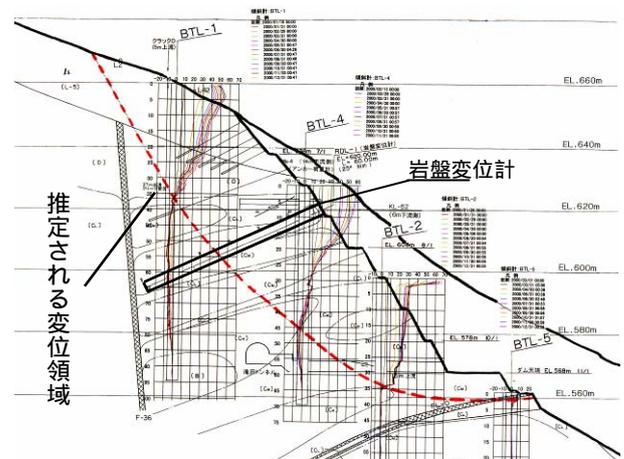


図-1 孔内傾斜計変位量図  
(2000年1月～12月)

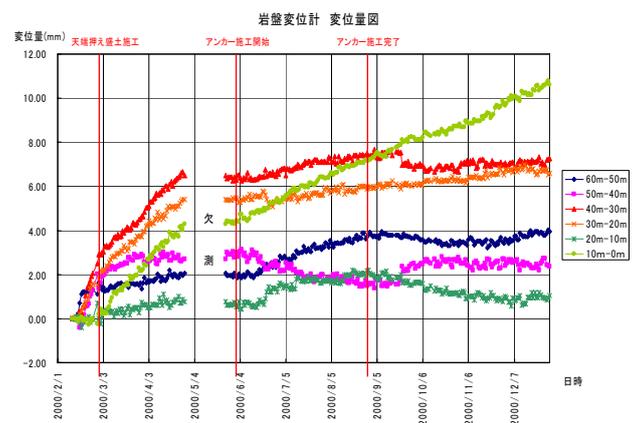


図-2 岩盤変位計変位量図  
(2000年2月～10月)

キーワード：掘削，斜面安定，長期観測，変位速度，傾斜角速度

連絡先：埼玉県さいたま市中央区新都心11番地の2 (Tel 048-600-6507 Fax 048-600-6509)

孔内傾斜計 BTL-4 の倒れこみを示した深度における 0.5m 深度毎の区間変位量の推移を図-3 に、孔内傾斜計 BTL-2 のせん断発生深度部における 0.5m 深度毎の区間変位量の推移を図-4 に、岩盤変位計における変位量の推移を図-5 に示す。倒れこみ変形およびせん断変形のいずれも、変位挙動発生時と比較し、挙動が収束していく状況が確認される。また、図-5 によれば深部（30～40m）は変位挙動発生直後に大きな変位を示したが短期間で収束し、それに対して、浅部（0～10m）は変位挙動発生後 1 年程度比較的大きな変位の増加が見られ、その後緩やかな変位の増加となっている。前者は図-4 に示した BTL-2 の挙動と、後者は図-3 に示した BTL-4 の挙動と類似しており、掘削斜面の深部におけるせん断変形と表面部の倒れこみ変形の収束状況の違いが現れているものと推測される。

続いて各計器で観測された変位をもとに、それぞれの箇所における変位速度を算出した。

変位速度は、ダムサイト左岸側において大きな影響を与えたと思われる出来事毎に分類し、以下の期間ごとに算出した。

- 期間 1：2000 年 2 月～2000 年 3 月 2 日(対策工実施前)
- 期間 2：2000 年 3 月 3 日～2000 年 8 月（対策工施工中）
- 期間 3：2000 年 9 月～2001 年 8 月（ダムサイト掘削期間）
- 期間 4：2001 年 9 月～2004 年 9 月  
（ダムコンクリート打設期間）
- 期間 5：2004 年 9 月～2005 年 12 月  
（コンクリート打設完了後）

図-6 に BTL-4 における変位速度の推移を、図-7 に BTL-2 における変位速度の推移を示す。どちらも対策工施工後、変位速度が減少していく状況が確認される。なお、現在の変位速度を用いて、傾斜角速度<sup>1)</sup>の算出を行った結果、最大でも  $1.6 \times 10^{-6}$  rad/日程度となり、変動 C：継続観測が必要とされるランクまで変位挙動が収まってきていることが確認された。

**おわりに**

変位挙動発生から 6 年が経過した現在までの観測により、変位挙動が収束している状況が確認された。今後は、観測を引き続き実施し、対策工実施後の斜面の長期的な安定の確認を行っていく予定である。

**参考文献**

<sup>1)</sup>日本道路協会：道路土工 - のり面工・斜面安定工指針，1972

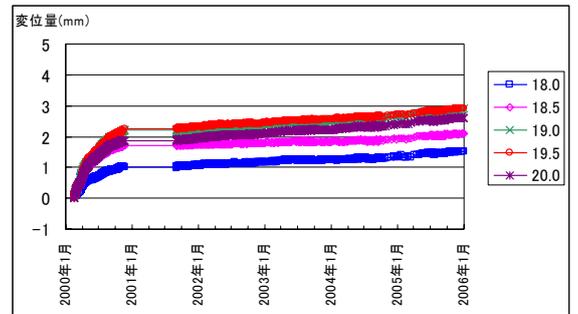


図-3 BTL-4 変位量図

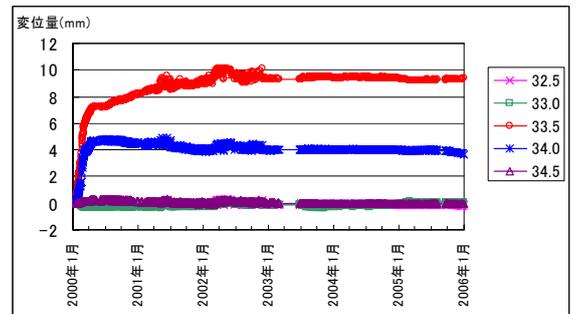


図-4 BTL-2 変位量図

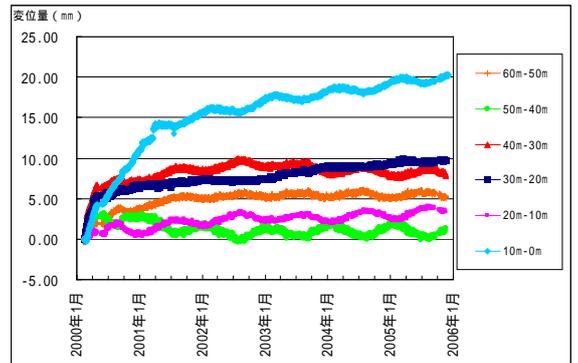


図-5 岩盤変位計変位量図

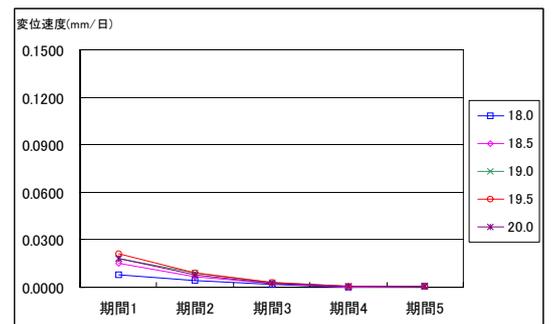


図-6 BTL-4 変位速度推移図

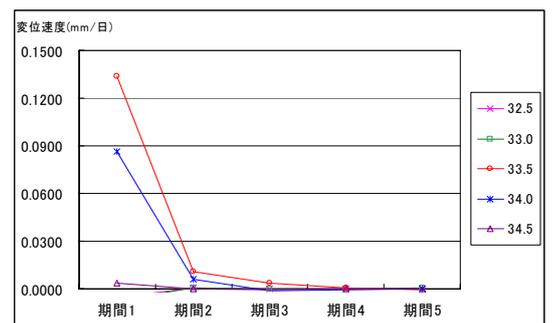


図-7 BTL-2 変位速度推移図