

高盛土法面の長期変位計測結果と変位予測

中部電力(株)川辺ダム管理所 坂野博司・(正会員)新川勝弘・長沼喜久男

1. はじめに

対象とする盛土は発電所建設に伴い発生した導水路トンネルの硬岩質な掘削ずりを主体とした土捨場で、法面勾配 30 度、総盛土高 30m、容量約 14 万 m^3 である。盛土の調査項目は、孔内変位と地下水位測定およびコンクリート構造物に発生したクラック観察である。孔内変位の計測結果に対し高い相関性を有する近似式を見出し、その式をもとに管理値を設定し挙動管理をしてきた。ここでは、今までの調査結果と近似式および変位の管理手法について紹介する。

2. 計測概要

孔内変位観測孔は写真-1、図-1に示すように、盛土法尻に3箇所設置し、山川方向(X方向)およびX方向に直角な河川上下流方向(Y方向)の変位を計測している。孔内変位は、全長6mの溝付きアルミ製ガイドパイプを基盤まで埋め込み、孔内傾斜計にて地表面から基盤まで50cm間隔に傾斜角を計測しこれを水平変位量に換算している。また、測定は、盛土の挙動に見合った頻度としており、定期測定として盛り立て直後は2回/月、至近年は2回/年である。なお、異常降雨または地震発生時には臨時計測を行っている。

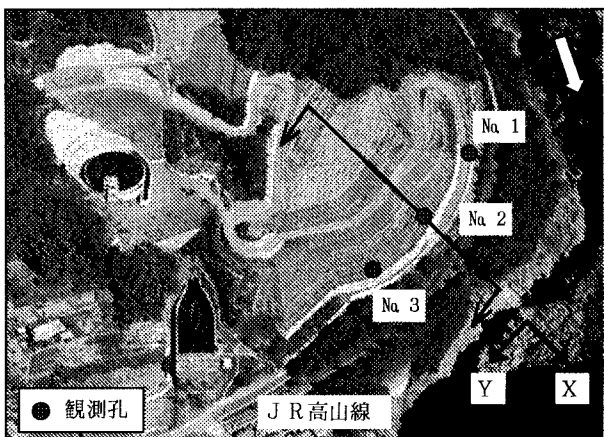


写真-1 土捨場状況

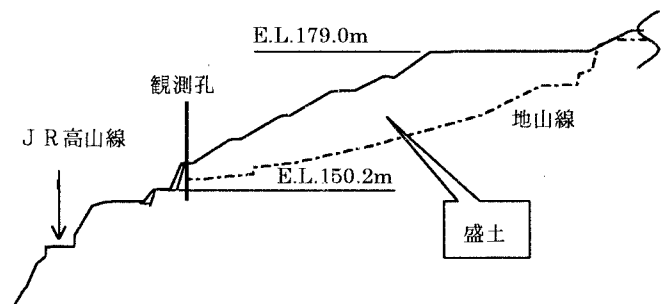


図-1 盛土断面図(X方向)

3. 計測結果

3.1 変位

深度方向の水平変位の分布から特定のすべり面は存在せず、盛土自体の体積圧縮に伴う微変形が長期的に継続しているものと想定される。また、X方向最浅部の圧密度(累積変位)は、Na.1孔で28.2mm、Na.2孔で29.9mm、Na.3孔で8.74mmである。Na.2孔X方向の水平変位変化を図-2、3に示す。

各計測孔における計測結果より下記のように概括できる。

(X方向) 降雨による地下水位変化に伴う線形の上下振幅はみられるものの、'93年以降は変位の伸びは鈍化している。

(Y方向) X方向のような顕著な変位は認められない。

3.2 地下水位

年間を通じて顕著な水位変動はみられず、また近傍で土砂災害を起こすような大量の降雨においても変位が急増、急減するような事象は見られない。

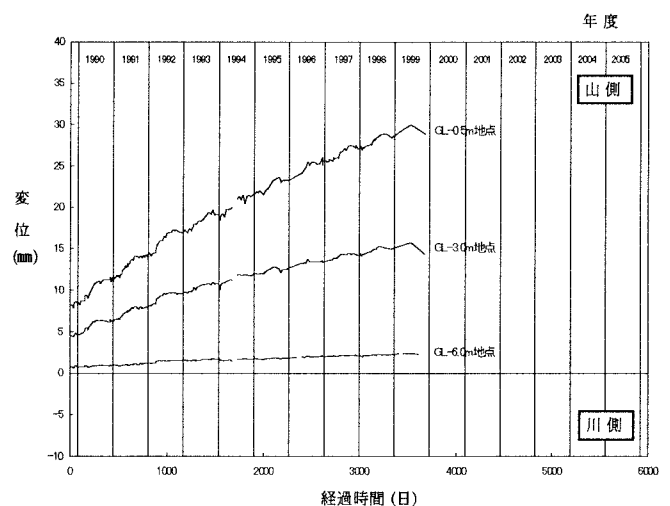


図-2 水平変位の経時変化(Na.2孔 X方向)

3.3 地震発生後の変位

計測期間中に当該地点近傍で震度 4 以上の地震が 2 回観測され、至近年の地震において発生直後に変位の急増がみられたが、その後に地震前と同様の計測値に戻る傾向を示し変位の変化に地震の影響はほとんど無い。

3.4 構造物観察

定期および臨時測定において、構造物に変化は見られない。

4. 計測管理

4.1 変位予測

変位計測結果の経時変化をグラフ化した結果、データが双曲線状に分布しているため双曲線で近似を試みた。なお、変位量 St は(mm)、経過時間 t は(日)を用いた。

$$St = t / (A + Bt) \quad \text{-----}(1) \quad \text{ここに、} St: \text{盛土終了後から経過時間 } t \text{ における変位量}$$

t : 盛土終了からの経過時間 A, B : 回帰係数

(1)式を、 $t/St = A + Bt$ とし回帰した場合、 t/St と t の関係は直線関係としての相関が良くないことが判明した。このため、式形状を $St = \{t / (A + Bt)\}^\alpha$ とし、また、この式を変形し $(1/B)^\alpha = \beta$ 、 $(A/B) = C$ とおけば次式が得られる。

$$St = \beta \cdot \{t / (C + t)\}^\alpha \quad \text{-----}(2) \quad \text{ここに、} \alpha, \beta: \text{回帰係数} \quad C: \text{定数}$$

また、(2)式の両辺の対数を取り、定数 C を仮定し回帰することにより、 X の係数 α 、切片 β が求まる。さらに、時間項 t に補正を加えた(3)式を用いることにした。

$$\log(St) = \log(\beta) + \alpha \cdot \log\{(t + D) / (C + t + D)\} \quad \text{-----}(3)$$

(3)式において、定数 C, D を仮定し回帰した結果、相関のよい結果が得られたので(3)式を変形した(4)式を得る。

$$St = \beta \cdot \{(t + D) / (C + t + D)\}^\alpha \quad \text{-----}(4) \quad \text{ここに、} St: \text{計測値} \quad \alpha, \beta: \text{回帰係数} \quad C, D: \text{定数}$$

t : '90年1月15日を1とする経過日数

(4)式による Na 2 孔の水平変位 (X 方向) の近似曲線を図-4 に示す。

4.2 管理値

計測値と予測値が(5)式で示される領域内にあることを管理の目安とした。

$$|\log(St) - \log(St')| \leq T \quad \text{-----}(5)$$

ここに、 St : 計測値 St' : 予測値 T : 許容値
(5) 式は $|St/St'| \leq 10^T$ に変形でき、 $St \leq St' \times 10^T$ となる。ここで、許容値 T を計測値と予測値の標準偏差 σ とすれば、管理値は $St' \times 10^{\pm\sigma}$ となる。また、許容値 T を 2σ とすれば管理値は $St' \times 10^{\pm 2\sigma}$ となる。Na 2 孔における管理値を図-4 に示す。

5. おわりに

盛土構造物の水平変位の経時変化が双曲線近似により高い相関性で示し得ることを明らかにした。
変位測定を開始してから 14 年が経過し、盛土は概ね安定した時期に入り、また、異常降雨等の外的要因にもその安定性に憂慮する事象は見あたらなかった。このため、本年度から変位測定は打ち切り、巡視により状態を監視することとした。なお、5 年後を目途に光波測距儀により法面の表面の変位を計測して再検証することとしている。

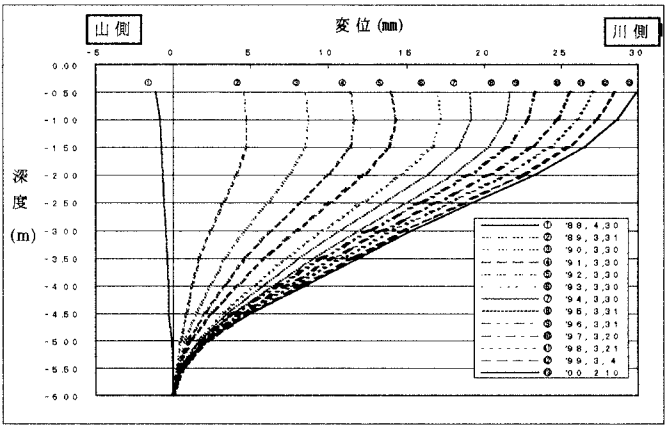


図-3 水平変位の深度分布(Na2 孔 X 方向)

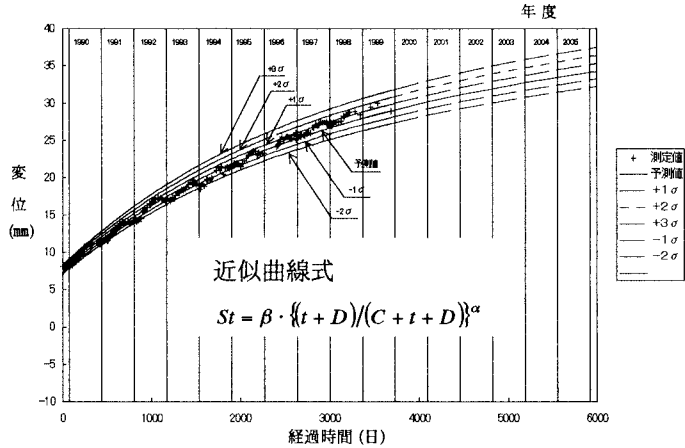


図-4 水平変位の近似曲線(Na2 孔 X 方向)