III－379　フィルダムの盛立完了時点からの沈下予測

建設省土木研究所　正員　安田成夫 ○伊藤基博　藤沢侃彦

まえがき

ロックフィルダム堤体外部変位の測定は、ほとんどのダムにおいて湛水開始時を測定開始時としている。そのため盛立完了時から湛水開始時までの期間（以降、初期）の変位量が計測されているダムはわずかである。対象とした21ダム中でも、盛立完了時より計測されているダムはわずかに 2ダムであった。しかし、盛立完了時点からすでに沈下は進行しているものであり、堤体挙動の解析精度を上げるために、初期の沈下量を考慮することは必要である。

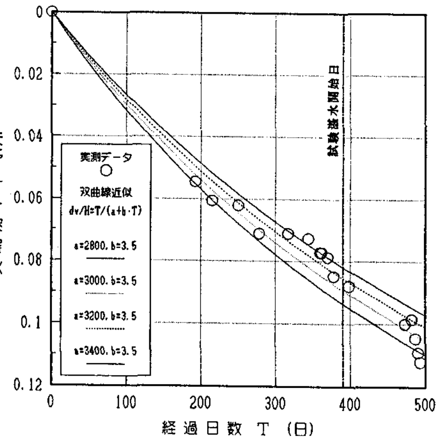
ただし、堤体盛立完了時から測定を行うことは、施工上の問題があり困難な面もある。つまり、非越流堤頂までの盛立が完了しても、天端部の舗装工事のため、ただちに標的を設置できなかったり、積雪のある地方では、冬期間の休止時期との関係で測定が実施できない場合などがある。

本報告にでは、天端最大横断面部の計測された沈下量を盛立完了時点からの沈下量に補正統一し、盛立完了時点からの沈下の予測を実施することとした。対象としたダムは建設省所管の21ダムでゾーン型ロックフィルダムである。

２．初期沈下の補正

盛立完了時から測定開始時の期間における沈下量（以降、初期沈下量）の補正は、盛立完了からの測定値のある２ダムの沈下曲線を参考にした。沈下曲線は種々考えられるが[1]、それぞれの沈下曲線の補正値の差は小さいことおよび作業上簡便な方法を考え、双曲線(dv/H=T/(a+b·T))によって補正した。

図－１にＬダムの測定開始初期の測定値とその値に近似させた沈下曲線を示す。図に示す近似期間は、盛立完了から試験湛水までの約400日後までである。双曲線の係数ａｂのうち、2ダムに共通する値を示したのはｂで、その値はｂ=3.5でった。よって、ｂ=3.5の定数としａを変化させて、実測値に一致するａを求めた。



図－１　初期天端沈下量の双曲線近似

また、係数ａは堤高Ｈと相関性の高い指数関数で表され、(1)式に初期補正沈下量を求める式を示す。

$$d'v = \frac{T \cdot H}{(20130 \cdot e^{-0.026H} + 3.5 \cdot T)} \quad \cdots\cdots (1)$$

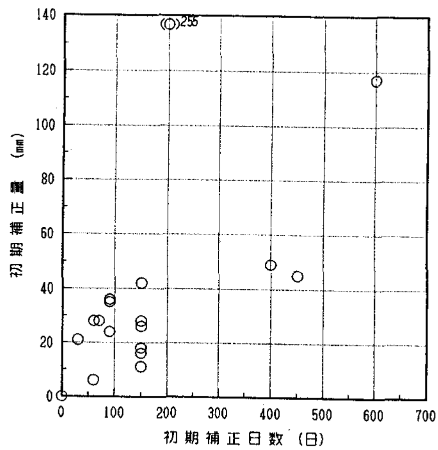
ここに、

d′v：最大横断面天端の初期補正沈下量(cm)

Ｈ：最大横断面天端の最終盛立高（堤高）(m)

Ｔ：盛立完了から計測開始までの補正する日数（日）

図－２に (1)式による初期補正沈下量と初期補正日数の関係を示す。最終盛立高(H) の影響があるため初期沈下補正量に幅があるが、概ね10～50mmの値となっている。



図－２　初期補正沈下量と堤高

３．盛立完了時からの沈下量の予測

図－3, 4に最終盛立高と(1)式により補正した盛立完了時から

2000日、4000日後の沈下量を示す。図中の（●）が補正の必要がなかったダムで、（○）が補正を行ったダムである。

計測開始日からの沈下量の予測は前回報告[2]しているが、基本的にその式を求めた方法に準じて堤体盛立完了時からの予測式を求めてみた。盛立完了時からの経過日数と沈下量の関係はベキ乗回帰式($dv=c\cdot H^d$)で表され、係数dは平均値よりd=1.7とした。また、ベキ乗回帰式の係数cは対数表示とした。(2)式に盛立完了時点からの沈下量の予測式を示す。

$$dv=(0.041\cdot \ell_n T-0.157)\cdot H^{1.7} \qquad \cdots\cdots (2)$$

ここに、

dv：最大横断面天端の沈下量(mm)

H：最大横断面天端の最終盛立高（堤高）(m)

T：盛立完了からの経過日数（日）

図中の実線が (2)式によって導き出される沈下量である。全測定値の上限をほぼ包絡していることが認められる。

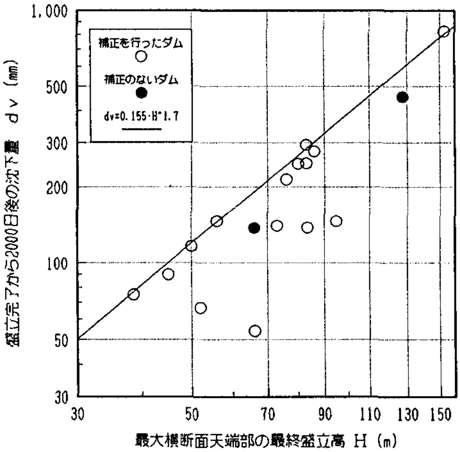
４．Hの乗数

土中のひずみ量と鉛直応力はフックの法則が成り立つとして簡単なモデルを考えてみる。つまり、モデルを弾性体と考えて天端沈下量を求めてみる。モデルは一次元と三角形を考えた。また、弾性係数（E）は一定値の場合と深さ方向で値の変化する場合（以降、応力の関数）を考えた。

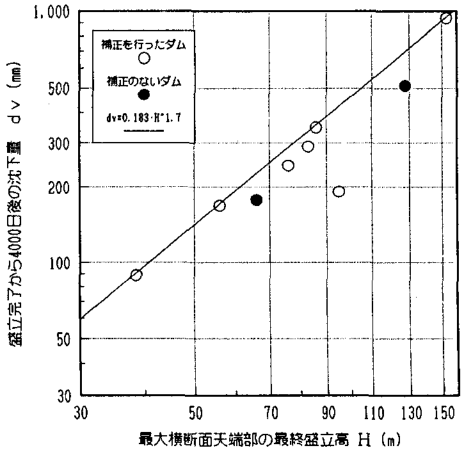
表－１に求められた式を示す。結果として、Ｅ＝一定値とすれば、一次元モデルではH^2、三角形モデルではH^3で表され、Ｅ＝応力の関数とすれば、それぞれH^{2-P}、H^{3-P}で表される。Ｐの値については、緒方ら(1978)[3]によればほぼ 0.7を示すと報告されている。よってＨの乗数は、一次元モデルで 1.3、三角形モデルで2.3程度と考えられる。

一方、実測された沈下量と堤高の関係は$H^{1.7}$で表された。この乗数は、Ｅ＝応力の関数とした場合の１次元モデルの上限値にあたる。つまり、三角形モデルより一次元モデルに近い挙動を示していることになる。また、Ｐの値のとり方にもよるがＥ＝一定値とした場合より、Ｅ＝応力の関数とした場合の方が実測値に近い挙動を示すようである。

ここで対象としている沈下量は最大断面天端部であり、つまりコアゾーンを対象としている。よって、築堤中における圧密の進行、アーチング作用による応力伝達の減少等が考えられる。これらの要因により三角形モデルと一次元モデルの中間的な値で表されたものと考えられる。



図－３　盛立完了から2000日後沈下量



図－４　盛立完了から4000日後沈下量

表－１　沈下量を表す式

	一定値 E=const	深さ方向に変化 $E=K\cdot(\gamma\cdot h)^P$
一次元	$dv=\dfrac{\gamma}{2E}\cdot H^2$	$dv=\dfrac{\gamma^{(1-P)}}{(2-p)\cdot K}\cdot H^{(2-P)}$
三角形	$dv=\dfrac{\gamma}{24E}\cdot H^3$	$dv=\dfrac{\gamma^{(1-P)}}{8\cdot(3-p)\cdot K}\cdot H^{(3-P)}$

参考文献　1)　松本徳久・安田成夫・伊藤基博；フィルダムの挙動解析（その１）－天端最大断面の外部変位－，土木研究所資料，第3001号，1991.3．　2)　松本徳久・安田成夫・伊藤基博；フィルダムの沈下予測，土木学会第46回年次学術講演会，1991.9．　3)　緒方信英，渡辺啓行，三浦健志；フィルダムコア材の動的くりかえし変形特性と強度特性，電力中央研究所報告，No.377009，1978.2