

## 弾塑性解析による地震時沈下量予測に及ぼす入力パラメータの影響 Effect of material parameters on estimated settlement during earthquake in elastoplastic analysis

○林田洋一\* 増川晋\* 田頭秀和\* 本間雄亮\*

Yoichi Hayashida, Susumu Masukawa, Hidekazu Tagashira, Yusuke Homma

### 1. はじめに

近年、わが国では大規模地震の多発を受け、大規模地震動に対する耐震性能照査を含めた既設ダム安全性評価が実施されている。このような中、地震時に発生する沈下量を定量的に評価するため、弾塑性モデルを用いた有限要素法による動的解析が実施される事例があるが、パラメータ設定等、解析条件の設定により結果が大きく異なり、解析結果の妥当性の検証には基礎的な知見の蓄積が不可欠だと考える。近代的な施工により築造されるフィルダムでは、通常 $D_c$ 値95%以上となるよう密度管理が行われるため、材料のばらつきは比較的小さいものと考えられるが、そのことが動的解析による地震時沈下予測に及ぼす影響を検証した。

### 2. 解析条件

解析の対象としたフィルダムは、2004年新潟県中越地震において堤体天端部で最大27.6 cmの沈下を計測したAダム（堤高：43 m、竣工：1980年）である。解析に用いた有限要素メッシュおよび入力波を図-1に示す。設定した入力波は、その際にダムサイト（左岸地山部）において観測されたものである。弾塑性モデルには、パラメータ数が少なく、通常的设计でも用いる強度定数を入力パラメータとする弾完全塑性モデル（MC-DP）を選択した。密度の分布は $D_c$ ：95%が最頻値となる対数正規分布とした。強度定数（ $c$ 、 $\phi$ ）は材料の密度に依存すると考え、 $D_c$ ：95%での平均値が設計値に相当するとした。なお、同一の密度での強度定数の分布は正規分布とした。通常的设计では用いない弾性係数は、澤田式を一般化した $V_s=az^b$ （ここで、 $V_s$ :せん断波速度、 $z$ :深度、 $a$ 、 $b$ :パラメータ）により設定し、 $a$ の平均値が160となる正規分布、 $b$ の値は0.34または0.35とした。ポアソン比 $\nu$ は、コアで0.40、その他のゾーンで0.33とした。設定した材料パラメータは、各ゾーンの要素にランダムに設定しており、空間的な関連性は有していない。なお、要素数の制約による偏りを考慮し、配置を変化させた125ケースにより傾向を評価することとした。また、弾性

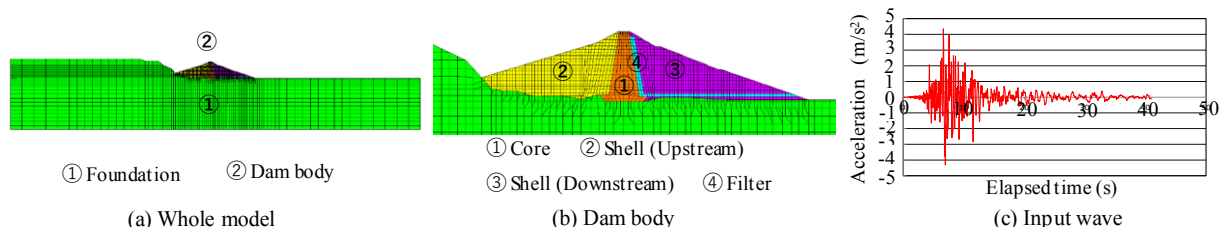


図-1 解析に用いた有限要素メッシュおよび入力波

\* (国研) 農研機構 農村工学研究部門

フィルダム、地震時沈下量、弾塑性解析

\*National Agriculture and Food Research Organization Institute for Rural Engineering

表1 Aダム設計値

	$\rho_t$	$\rho_{sat}$	$c'$	$\phi'$
Core	1.72	1.74	32.0	19.0
Shell (Upstream)	2.03	2.05	30.0	33.2
Shell (Downstream)	1.89	1.91	33.0	24.8
Filter	1.72	1.76	0.0	30.0

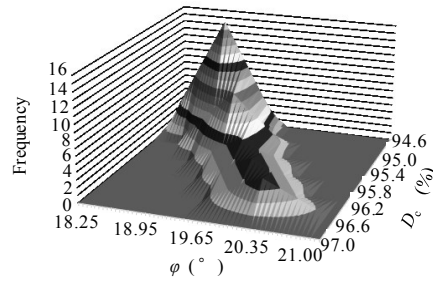


図-2 設定した材料物性のばらつき (コア材 $\phi$ )

係数は地震時に生じるひずみ量に応じ非線形的に低下するが、弾完全塑性モデルではその考慮ができないため、弾性係数を一律で $\alpha$ 倍し、解析結果への影響を比較した。 $\alpha$ の値は0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、2.0、5.0、10.0に設定した。

### 3. 解析結果とその考察

$\alpha=0.5$ 、1.0、10.0での天端中央部最終変位量の比較を図-3に示す。 $\alpha=0.5$ で沈下量の差は0.01 m程度であるが、 $\alpha$ の値が大きくなるに従い、その差は小さくなっている。材料パラメータの空間的なばらつきの違いにより、この程度の差が生じることが分かる。また、 $\alpha$ の値に関係なく、沈下量に比べ水平変位量の差が大きくなる傾向を示した。

各ゾーンの要素に一律に設計値( $a$ 、 $b$ は、160、0.35を設定)をパラメータとして与えた場合の、 $\alpha$ の値による最終変位量の比較を図-4に示す。図-4(a)より、 $\alpha$ の値に関わらず水平変位量と鉛直変位量には一意的な関係があることが分かる。また、図-4(b)より沈下量は $\alpha$ の値の低下により指数関数的に増加することが分かる。 $\alpha=0.5$ 、1.0、10.0での最終変位量は、(水平変位量、沈下量)で(0.453 m、0.384 m)、(0.318 m、0.252 m)、(0.075 m、0.056 m)となっており、材料のばらつきを考慮した結果(図-3)に比べ大きな値となった。実際に観測された沈下量(0.276 m)と比較すると、今回の結果では、 $\alpha=0.8\sim 0.9$ の間で算定値と実測値が同等の結果になるものと考えられる。

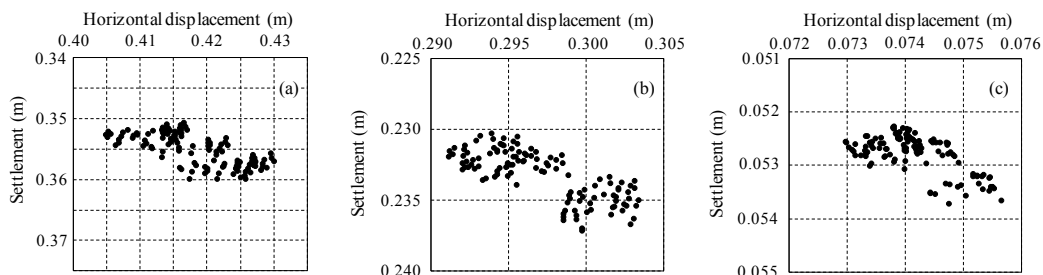


図-3 天端中央部での最終変位量 (a)  $\alpha=0.5$ 、(b)  $\alpha=1.0$ 、(c)  $\alpha=10.0$

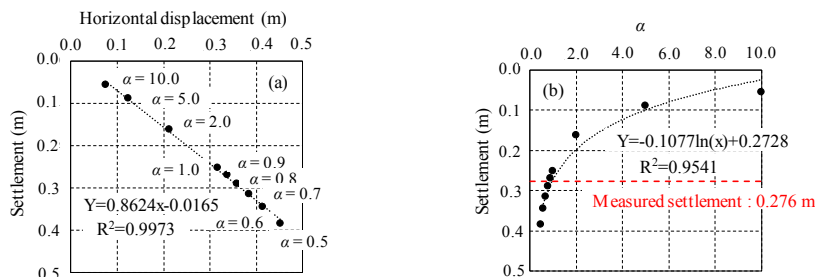


図-4  $\alpha$ による解析結果への影響 (a) 最終変位量、(b)  $\alpha$ と沈下量の関係