

ダムの耐震性能照査を実施する上での問題点について(JGS 0542) On the Problems of Implementing Seismic Performance Evaluation of Dam(JGS 0542)

米谷 英晃

KOMETANI Hideaki

1. はじめに ダムの耐震性能照査については、平成 24 年度から開始され、現在までに 6 年が経過している。この間、ダムの耐震性能照査結果も蓄積され、マニュアルの記載内容に関する問題点や課題が認識されてきているが、現在に至っても、解決策が吟味されないままのものも多く存在する。

本稿は、フィルダムの耐震性能照査(地震応答解析)において土質定数を求めるために実施される、『変形特性を求めるための繰返し三軸試験(JGS 0542)』¹⁾ について検討したものである。

2. ダムの耐震性能照査における JGS 0542 試験適応に対する問題点 一般的にフィルダムの地震応答解析に用いる等価線形化法では、周波数領域で解析を行う。各周波数の計算では、それまでの振動履歴を考慮することなく、その荷重条件単独による応答を計算する。しかしその計算に用いられている土質定数を求めるための試験(JGS 0542)は、各载荷段階終了後に供試体内の過剰間隙水圧を消散させるため、载荷段階を経ることにより、供試体の条件は初期状態(作成条件)から変化することになる。つまり、『JGS 0542』によって求められたパラメータが、それまでの载荷履歴の影響を受けている可能性があるなら、試験から得られるパラメータと解析手法とは論理的に合致していないとも考えられる。

3. 検討方法 本稿では、上記の問題点を検証するため『試験法に準じた変形特性試験(JGS 0542)』と、『フレッシュ供試体を用いた変形特性試験』から得られる試験結果について比較検討を行った。

試験に用いた材料は、I ダムの遮水性材料とした。この材料の現場における粒度分布は、 $P_{+4.75mm}=30\sim 50\%$ 、 $F_{c_{0.075mm}}=20\sim 30\%$ であり、一般的なダムの遮水性材料の粒度分布を呈している。試験はφ100mm 供試体とするため、 D_{max} を 19.0mm とした材料を用いた($P_{+4.75mm}=21.3\%$ 、 $F_{c_{0.075mm}}=35.1\%$)。

『フレッシュ供試体を用いた変形特性試験』は、『試験法に準じた変形特性試験』結果のせん断ひずみ(γ)領域の前半 CASE1($10^{-3}\%$)、中間 CASE2($10^{-2}\%$)、後半 CASE3($10^{-1}\%$)の 3 ケースで実施した。各々の試験条件を表 1 に示す。

表 1 試験条件
Test condition

試験方法	A	B		
試験条件	試料の状態	攪乱土	同左	
	供試体径(mm)	φ100×H200		
	载荷方法	応力制御		
	载荷周波数(Hz)	0.1		
	载荷波形	正弦波		
	载荷波数	11波/段階		
	セル圧(kN/m ²)	400		
供試体初期条件	背圧(kN/m ²)	100		
	圧密応力(kN/m ²)	300		
備考	乾燥密度ρ _d (t/m ³)	1.706 (D値95%)	同左	
	含水比ω(%)	19.7 (D値95%ω _{wet})		
備考	供試体本数	1	3	
	段階数		11	3
			同供試体	別供試体
	ひずみ測定方法	非接触型 ひずみ計		同左

A ; 試験法に準じた方法(JGS 0542)
B ; フレッシュ供試体を用いた方法

また、 $G/G_0-\gamma$ 関係、 $h-\gamma$ 関係といった変形特性を整理するため、本稿ではダムの耐震性能照査において最も頻繁に用いられている、Hardin-Drnevich モデル (H-D モデル)²⁾を用いて整理した。

4. 検討結果 『フレッシュ供試体を用いた試験』により得られた等価せん断剛性率 (G_{eq}) は、『試験法に準じた試験』に比べて、CASE1～CASE2 では小さくなる傾向を示す。これは、『試験法に準じた試験』では、各载荷段階終了後に供試体内の過剰間隙水圧を消散させる処置を講じたため、ひずみ硬化したものと考えられる。但し、CASE3 では、試験方法による違いがほとんどなく、同一線上に位置する結果となった。これは、大きな繰返し载荷を加える (10 波) ことで、前段階までの载荷履歴の影響は消散されしまったものと考えられる。

履歴減衰率 (h) については、試験方法による差異はほとんど無い結果となった。これらの因果関係については今後も検討が必要である。

H-D モデルから求めた初期せん断弾性係数 (G_0) については、試験方法による差異は無かったが、基準ひずみ (γ_r) 及び、最大減衰率 (h_{max}) は『試験法に準じた試験』に比べ、小さい結果となった。但し、特に微小なせん断ひずみ領域の $h-\gamma$ 関係は試験結果と近似しているとは言い難い結果となったため、今後試験点数を追加する等をして、検討する必要がある。

以上の結果は、 G_{eq} から求まる G_0 、及び γ_r を等価線形化法のパラメータとして適用した場合、結果として過大な評価となる可能性があることを示唆しているため、今後『試験法に準じた試験』と『フレッシュ供試体を用いた試験』から得られたパラメータの違いが、解析結果に及ぼす影響について検証する必要があると考えられる。

参考文献 1) 公益社団法人地盤工学会、:地盤材料試験の方法と解説 一二分冊の 2-。 2) 吉田望:地盤の応答解析、鹿島出版会。

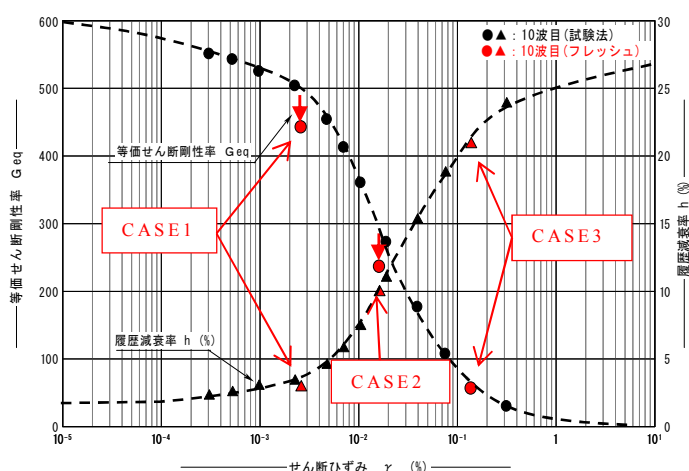


図 1 等価せん断剛性率、履歴減衰率と片振幅ひずみ
Equivalent shear stiffness factor, historical decay rate and single amplitude distortion

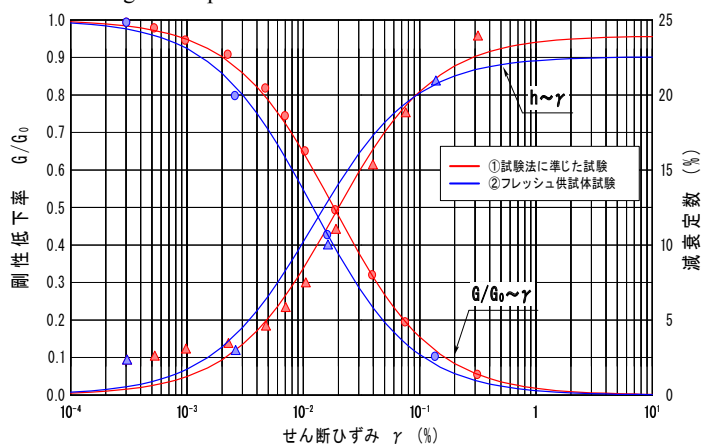


図 2 H-D モデル
H-D Model

表 2 試験結果の対比
Comparison of test results

【H-Dモデル】	A	B	A-B
初期せん断弾性係数 G_0 (MN/m ²)	555.6	555.6	0
基準ひずみ γ_r (%)	1.83×10^{-2}	1.21×10^{-2}	0.62×10^{-2}
最大履歴減衰率 h_{max} (%)	23.9	22.6	1.3