

III-243

粗粒材料の動的変形特性

水資源開発公団試験研究所 正会員 白川信之 島津義郎 桑島孝暢 松本剣

1 はじめに

フィルダムの地震時における安全性を検討するためには、堤体材料の動的変形特性の把握が不可欠である。しかし、粗粒材料については、研究事例も少なく、まだ不明な点も多い。

今回は、供試体の作製が容易な中型の試験装置を使用し、繰返し三軸試験によって、実ダムの粗粒材料の動的変形特性（せん断弾性係数および減衰定数）を求めた結果について概略報告するものである。

2 試験方法

試験に用いた材料の粒径加積曲線を図-1に、基本物性を表-1に示す。

供試体は、自然含水比の状態ではStandard Procterの仕事量（以後、「 E_{c1} 」という。）および実ダムの状況を考慮した相対密度85%相当の仕事量（以後、「 E_{c2} 」という。）で締固め作製した。

試験には、 10^{-5} レベルのひずみが測定可能な完全両振り载荷の中型三軸試験装置を使用し、等方圧密（完全排水）後、側圧一定のもとで軸荷重を周波数0.2Hzの正弦波で変動させ、各ステージの10波目のヒステリシスループから物性値を求めた。なお、試験は、1拘束圧1供試体とした。

試験条件を表-2に示す。

3 試験結果

図-2～図-5に試験結果を示す。

まず、せん断弾性係数についてみると、せん断ひずみの増加に伴い低下し、また、微小ひずみレベルにおいては、ほぼ一定の値に収束する傾向を示しており、ひずみに対する依存性が認められた。

次に、減衰定数についてみると、せん断ひずみの増加に伴い増加し、また、微小ひずみレベルにおいては、ほぼ一定の値に収束する傾向を示しており、ひずみに対する依存性が認められた。

また、Hardin-Drnevichのモデル¹⁾を用い、微小ひずみレベルのせん断弾性係数を算出する方法²⁾で、せん断弾性係数を正規化した結果、Hardin-Drnevichのモデルと試験値は広いひずみの範囲で比較的良く一致した。

さらに、間隙比の関数 $\alpha = (2.17 - e)^2 / (1 + e)$ で、せん断弾性係数を除した値と拘束圧の関係も、間隙比の変化幅がわずかだったこともあるものの、既存の報告³⁾と同様に、両対数のグラフにおいて、相関の高い近似直線で表すことができた。

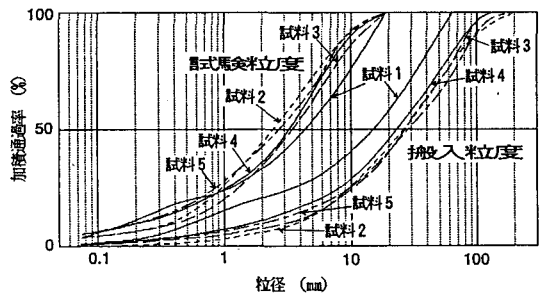


図-1 粒径加積曲線

表-1 基本物性

試料番号	1	2	3	4	5
合成比重	2.575	2.765	2.825	2.688	2.579
最大粒径(mm)	19.1				
60%粒径(mm)	6.30	3.38	4.76	4.20	3.92
10%粒径(mm)	0.17	0.43	0.41	0.28	0.24
均等係数	36.5	7.9	11.7	15.5	16.6
岩種等	河床砂礫	輝緑凝灰岩	粘板岩		

表-2 試験条件

試料番号	1	2	3	4	5
供試体寸法	$\phi 100\text{mm} \times h 200\text{mm}$				
初期 E_{c1}	0.21	0.37	0.30	0.28	0.25
間隙比 E_{c2}	0.18	0.28	0.22	0.23	0.17
拘束圧	1.0、2.0、4.0、6.0、8.0 (kgf/cm ²)				
主応力比	1.0				

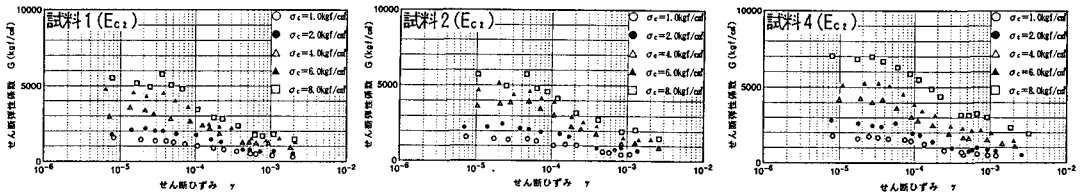


図-2 セン断弾性係数とせん断ひずみの関係

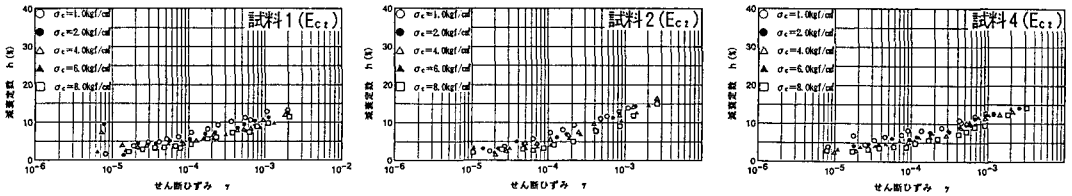


図-3 減衰定数とせん断ひずみの関係

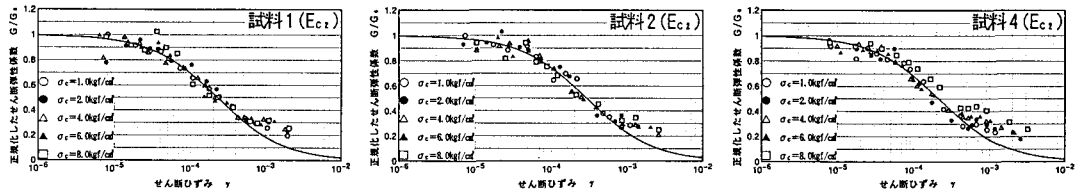


図-4 正規化したせん断弾性係数とせん断ひずみの関係

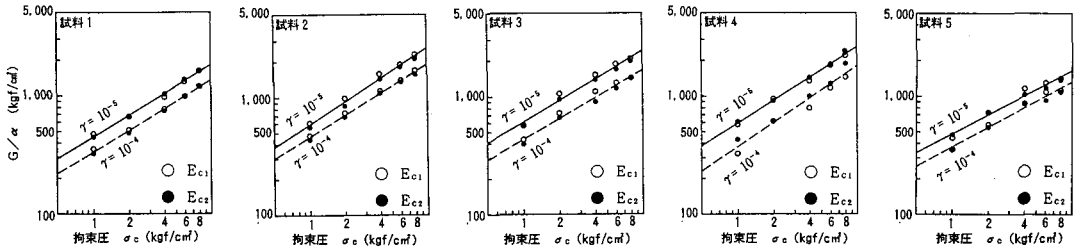


図-5 セン断弾性係数と拘束圧の関係

4 おわりに

今回の中型三軸試験装置による試験結果は、Hardin-Drnevichのモデルや既存の報告と良く一致した。

大型の試験装置を使用する場合、どうしても供試体の作製に時間がかかり、十分な量の試験を実施するのが大変であるが、中型の試験装置の場合、そうした問題からは解放される。また、動的変形特性の把握においては、試験装置の信頼性の占めるウェイトが大きく、試験の実施により検討すべき項目も多いことから、一定の傾向を把握する上で、多くの試験を効率的に実施できる中型の試験装置の意義は大きいと考える。もちろん、粗粒材料の場合、最大粒径と試験粒度の影響は無視できない課題であり、今後、それらの影響について、大型の試験装置も用い、突固め方法の影響も含め比較検討していかなければならないと考えている。

引用・参考文献

- 1) Shear Modulus and Damping in Soils, Design Equations and Curves: Hardin, B.O. and Drnevich, V.P., Proc. ASCE, Vol. 98, SM7, pp. 667-pp. 692, 1972.
- 2) 安田正幸・緒方信英・嶋田光明：振動三軸試験によるコア材の動的変形特性、第14回土質工学研究発表会講演集, pp. 551-pp. 560, 1979.
- 3) 松本徳久、安田成夫、木下靖、大久保雅彦：ロック材料の動的変形特性とせん断強度—ねじり単純せん断と三軸試験の比較—、建設省土木研究所、土木研究所資料第2932号、1991.