

粗粒材料の繰返し変形特性に関する基礎研究

四国電力（株） 正会員○高橋鉄一
正会員 松崎伸一

1. はじめに

兵庫県南部地震をはじめとする近年の地震では、地震動の増幅を受け易い厚い堆積地盤や埋立て地盤上で構造物の被害が集中して発生している。地震時における地盤の安定性を評価するためには、地盤材料の動的変形特性を把握することが不可欠である。

そこで、今回は、実地盤に用いた粗粒材料の繰返し変形特性（剪断弾性係数および減衰定数）を、中型の繰返し三軸試験装置により求めたので、その概要について報告するものである。

2. 試験方法

試験には、実地盤で採取した試料を最大粒径 19.0 mm で相似粒度になるように調整した試料を使用した。試験に用いた粗粒材料の粒径加積曲線を図-1 に、基本物性を表-1 に示す。

供試体の寸法は径 10 cm、高さ 20 cm であり、また、供試体は、現場管理密度に相当する仕事量（最適含水比の状態 で Modified Procter の仕事量（1 Ec = 25.3 cm・kgf/cm³））で突き固めて作製した。

試験には10⁻⁵レベルの歪みが測定可能で、かつ、完全両振り載荷できる中型の振動三軸試験装置を用いた。等方圧密（完全排水）後、側圧一定のもとで軸荷重を周波数 0.1 Hz 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算定した。ただし、試験は 1 拘束圧 1 供試体とし、試験条件は表-2 のとおりである。

3. 試験結果

繰返し変形特性試験により得られた「剪断弾性係数と剪断歪み（G-γ）の関係」および「減衰定数と剪断歪み（h-γ）の関係」を図-2～3 に示す。また、正規化した剪断弾性係数と剪断歪み（G/Go-γ）の関係からは、G/Go は拘束圧の影響をあまり受けないことがわかる（図-4）。図-6 には、近似式による比較を載せた。以上より以下のことがわかった。

剪断弾性係数については、剪断歪みの増加に伴い低下するが、微小歪みレベルにおいてはほぼ一定の値に収束している。一方、減衰定数については、剪断歪みの増加に伴い増加するが、微小歪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、剪断弾性係数と同様、歪みに対する依存性が認められる。ただし、剪断歪みの増加に伴う減衰定数の増加割合は小さく、非線形性は小さいと考えられる。

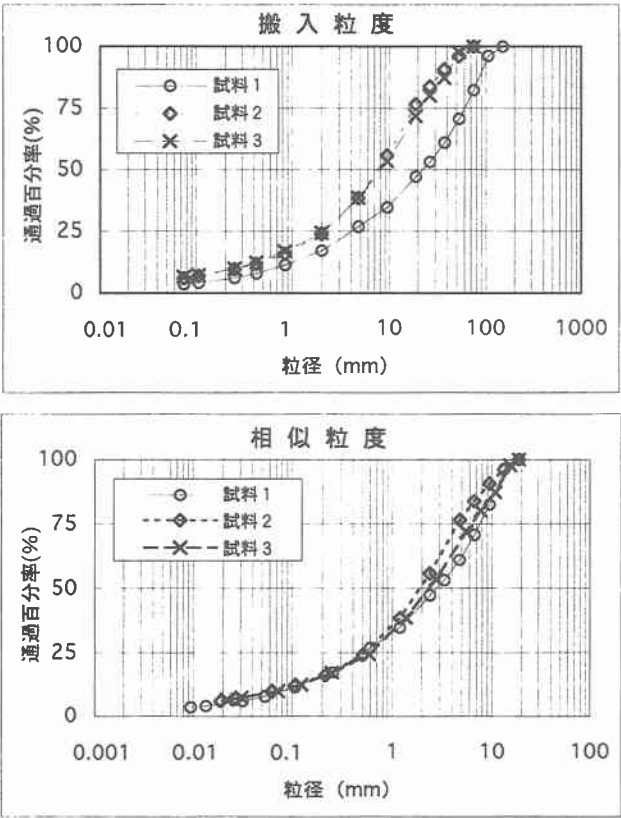


図-1 粒径加積曲線

表-1 基本物性

試料番号	1	2	3
合成比重	2.702	2.702	2.715
最大粒径(mm)	19.0		
60%粒径(mm)	4.8	2.9	3.8
10%粒径(mm)	0.08	0.05	0.07
均等係数	60.0	58.0	54.3
岩種	砂岩・頁岩		

表-2 試験条件

試料番号	1	2	3
供試体寸法	φ 100 mm × h 200 mm		
締固めエネルギー	2 Ec	2 Ec	10 Ec
初期間隙比	0.205	0.183	0.290
拘束圧	1、2、3 (kgf/cm ²)		

試料-2

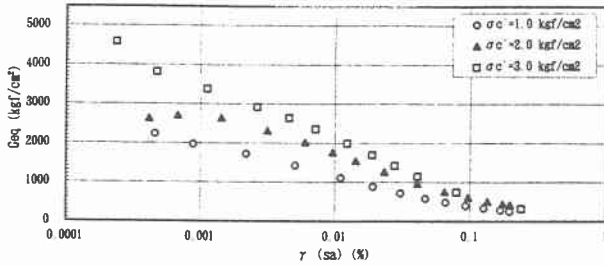


図-2 剪断弾性係数と剪断歪み ($G-\gamma$) の関係

試料-2

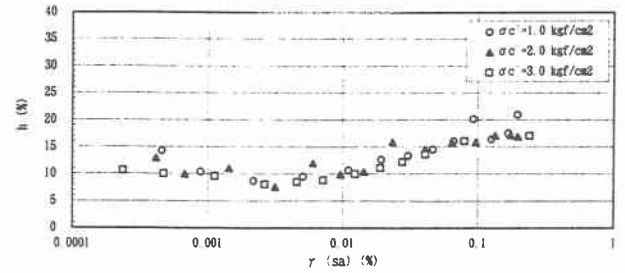


図-3 減衰定数と剪断歪み ($h-\gamma$) の関係

試料-2

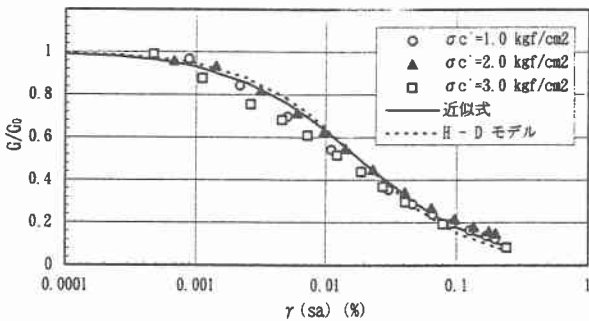


図-4 正規化した剪断弾性係数と剪断歪み ($G/G_0-\gamma$) の関係

試料-2

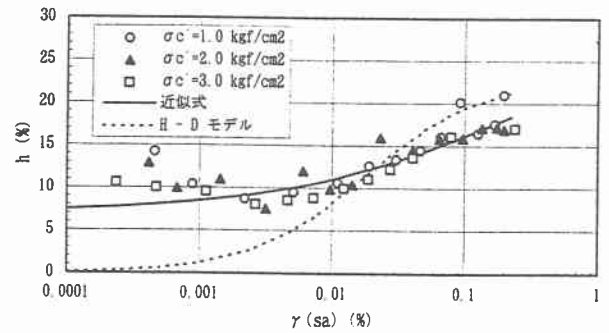


図-5 減衰定数と剪断歪みの関係
(近似式およびH-Dモデル)

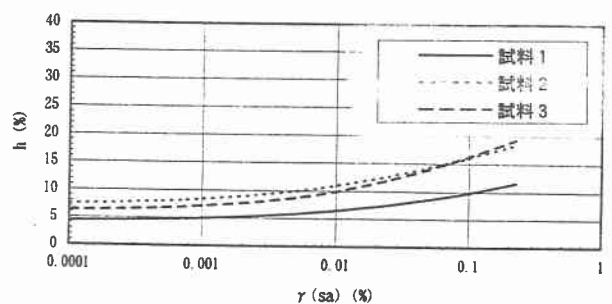
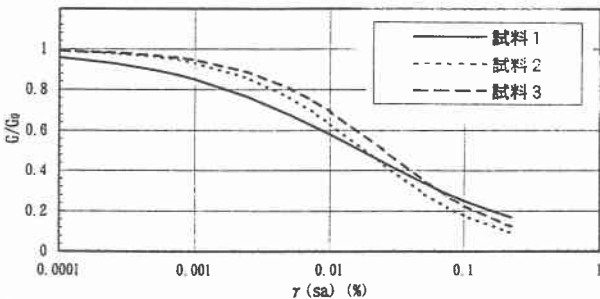


図-6 近似式による $G/G_0-\gamma$ および $h-\gamma$ の比較

4. おわりに

中型の繰返し三軸試験装置により求めた粗粒材料の繰返し変形特性試験結果は、 $G/G_0-\gamma$ 曲線においてはHardin-Dreinevichモデルと良く一致しており、また、近似式でも整合のよい式で表現できた。

今回用いた粗粒材料の繰返し変形特性試験においては、今後以下の問題点について検討する予定である。

- ・微小歪み $10^{-6} \sim 10^{-5}$ レベルの測定の問題 (L D T等精度を上げた試験方法での検討)
- ・供試体作製における最大粒径、試験粒度の問題 (今回は相似粒度で行ったがせん頭粒度での比較検討)
- ・実地盤との対比の観点から実施すべき試験項目の見直し (突き固め方法による影響の検討他)

最後に、繰返し三軸試験装置を用いた実験を今後行い、地盤の動的物性に関するデータを数多く収集し、耐震設計の信頼性向上に少しでも役立つことを願うものである。

《参考文献》 1) 西、田中、工藤、国生：護岸基礎捨石マウンドの沈下予測 (その2) 捨て石マウンドの繰返し剪断特性、電力中央研究所報告、pp1～30、1985。 2) 地盤工学会：新規制定地盤工学会基準・同解説、pp69～99。 3) 地盤工学会：土質試験の方法と解説、pp421～457。 4) 地盤工学会：土質工学ハンドブック、pp345～388。