

愛媛大学工学部 正会員 八木則男
 (株)四国総合研究所 正会員 斉藤章彦
 (株)シアテック 正会員○兵頭一志

1. はじめに

兵庫県南部地震をはじめとする一昨年来の地震では、地震動の増幅を受けやすい盛土地盤や埋立て地盤で構造物の被害が集中している。また、近年の構造物の大型化に伴い、盛土地盤や埋立て地盤に粗粒材が用いられる機会が多くなった。地震時の粗粒材による地盤の安定性を評価するためには、その動的変形特性を把握することが重要となる。

そこで、重要な電力施設の設置が想定される盛土地盤を対象に振動三軸試験を実施し、粗粒材のせん断剛性率 G 、履歴減衰率 h の特性について検討を行ったのでその概要を報告する。

2. 試験方法

試料は、供試体径($\phi 100\text{mm} \times h200\text{mm}$)を考慮して最大粒径 19.1mm に調整して用いた。試料の粒径加積曲線を図-1 に、物理特性を表-1 に示す。供試体は、電動ランマーを用いて現場管理密度に相当する仕事量(Modefied Proctor の仕事量、 $1\text{Ec}=25.3\text{cm} \cdot \text{kgf}/\text{cm}^3$)で締め固めて作製した。

一連の試験は、完全両振り载荷のできる振動三軸試験装置で行った。所定の拘束圧($\sigma'_c=1.0$ 、 2.0 、 $3.0\text{kgf}/\text{cm}^2$)で等方圧密した後、拘束圧を一定に保ったまま、非排水条件で 0.1Hz の正弦波を 12 波载荷し、結果は 10 波目の値を用いて整理した。なお、本試験は 1 拘束圧 1 供試体としている。

3. 試験結果

図-2 に、硬岩と軟岩の $G \sim \gamma$ の関係を示す。せん断ひずみ γ の増加に伴いせん断剛性率 G は低下し、ひずみ依存性が認められる。拘束圧 σ'_c にも依存しており、拘束圧 σ'_c の増加に伴いせん断剛性率 G も増加している。また、間隙比 e が小さい供試体の方が大きなせん断剛性率 G を示し、密度の影響が見られる。

図-3 は間隙比 e の関数形 $F(e)=(2.17-e)^2/(1+e)$ で正規化した緑色片岩のせん断剛性率 G に、拘束圧 σ'_c が及ぼす影響を示している。両者の関係は、両対数グラフ上でほぼ直線で近似できることが伺える。また、せん断ひずみ γ が増加すると直線の傾きも増加している。図-4 に緑色片岩の $G/G_0 \sim \gamma$ の関係を示す。拘束圧 σ'_c が粗粒材の $G/G_0 \sim \gamma$ の关系到及ぼす影響は、比較的に小さいようである。

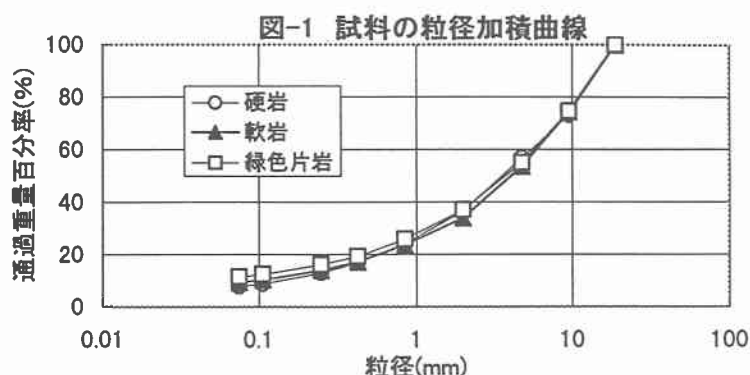
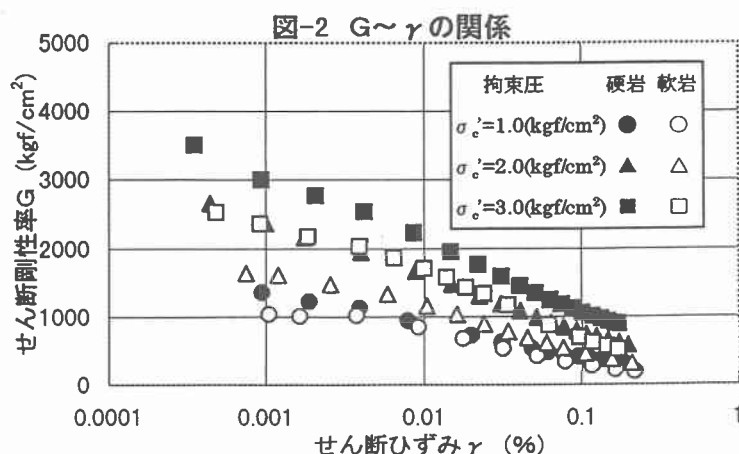


表-1 試料の物理特性

試料	硬岩	軟岩	緑色片岩
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.702	2.715	2.907
最大粒径 (mm)	19.1		
60%粒径 (mm)	5.5	6.0	5.0
10%粒径 (mm)	0.15	0.1	0.06
均等係数	36.7	60.0	83.3
初期間隙比	供試体番号 1	0.228	0.390
	2	0.235	0.371
	3	0.228	0.367
締め固めエネルギー	2Ec	10Ec	5Ec



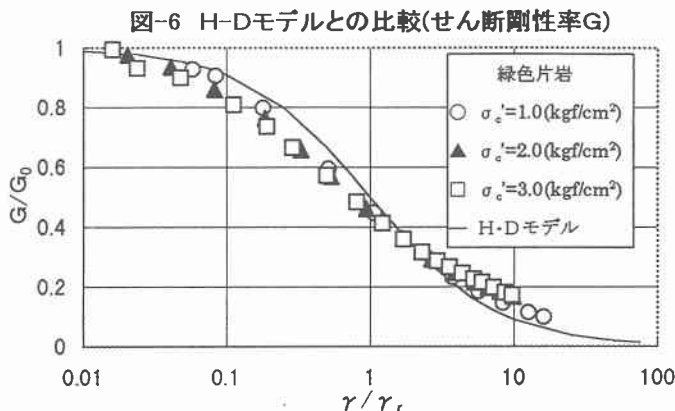
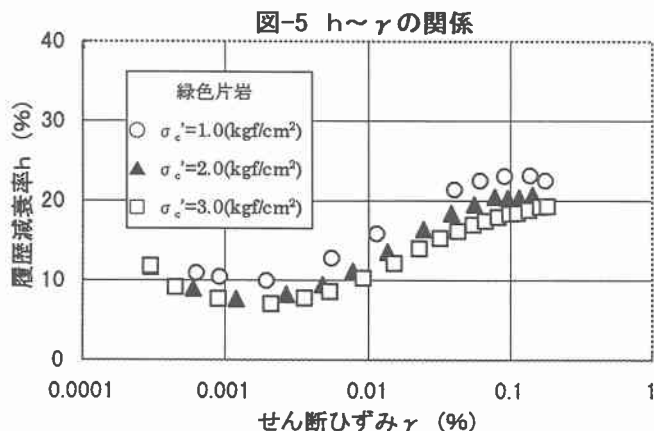
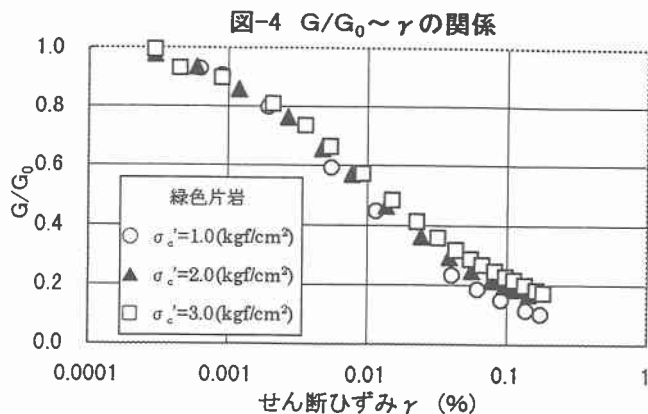
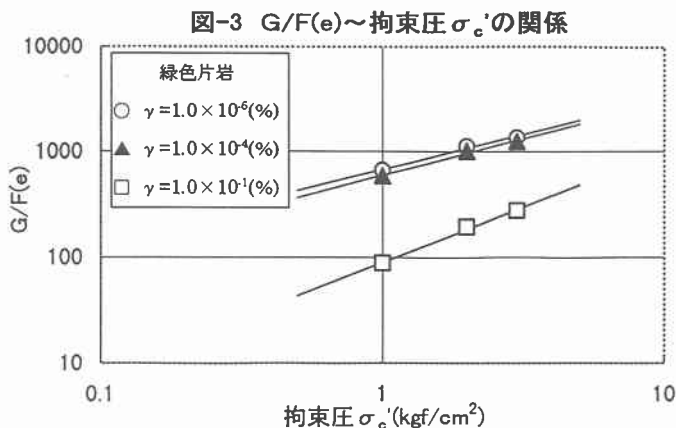
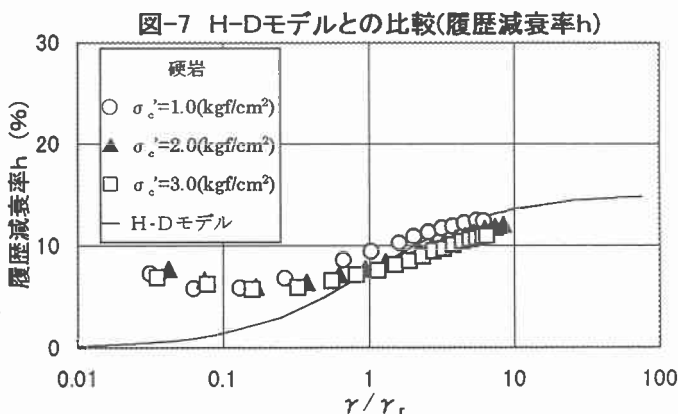


図-5 に硬岩の $h \sim \gamma$ の関係を示す。履歴減衰率 h はせん断ひずみ γ の増加に伴い増加するが、その増加の割合はあまり大きくない。また、拘束圧 σ'_c の増加に伴い低下する傾向があるが、せん断剛性率 G と比較してその影響は小さい。

図-6 は、緑色片岩でのせん断剛性率 G の試験値と、代表的な非線形モデルの 1 つである Hardin-Drnevich モデル(以下 H-D モデル)の理論値を示している。今回用いた試料はすべて、せん断剛性率 G の低下が比較的



小さいひずみから起こっており、粗粒材の一般的な傾向と思われる。また、ひずみが増加すると、徐々に試験値と H-D モデルの理論値に差が現れる。図-7 は、硬岩での履歴減衰率 h の試験値と H-D モデルの理論値であるが、微小ひずみ域であまり一致していない。ベディングエラーの影響も考えられるが、粗粒材では、微小ひずみ域で砂質土と比べると大きい履歴減衰率が認められる。

4. あとがき

今回は粗粒材の動的変形特性について、ひずみ依存性、拘束圧依存性、密度の影響などが確認できた。この他にも応力履歴や粒度分布、粒子形状など多くの検討の余地がある。また、室内試験だけでなく、現場での試験結果も考慮する必要がある。粗粒材の動的変形特性について一定の傾向を把握するには、更なる試験データの集積が望まれる。

参考文献

1) 高橋鉄一、松崎伸一：粗粒材料の繰返し変形特性に関する基礎研究、平成 9 年度第 3 回四国支部技術研究発表会講演概要集、pp230～pp231、1997。