

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法は、現地発生材に少量のセメントを添加混合して、改良盛立材として用いるものである。

本報文は、原位置からサンプリングされた不攪乱試料（以下原位置コアという）の地震時の変形特性を把握するために、原位置コア以外に母材、室内で作成した供試体（以下室内CSGという）の繰り返し三軸試験を行い、せん断剛性率、減衰定数、ポアソン比について比較検討した結果を述べたものである。

2. 試験概要

原位置コアは、CSGの転圧面（材令約28日）から気泡式ボーリング（直径30cm、高さ約60cm）によって採取し、端面を整形したものである。単位セメント量 60 kg/m^3 、乾燥密度 2.060 t/m^3 である。

CSGの供試体作製条件を表-1に示す。供試体の締固めは、電気ハンマーを用いた振動締固めで、7日間の気中養生を行ったものである。図-1は、各供試体の粒度分布を示す。原位置コアは最大150mm以下の材料で構成され

ているが、母材、室内CSGは、最大粒径53mm以下である。原位置コアをはじめとして全ての供試体は端面の凹凸をなくすために石膏でキャッピングを行っている。

試験は、拘束圧を増加させていくステージ载荷とした。表-2に試験条件を示す。軸変位は

通常、供試体の端面近くのギャップセンサーで求められるが、ここでは、供試体側面に供試体長の上下10cmを除いて2ヶ所に取り付けたLTDで測定した。LTDの測定は、供試体端部のゆるみなどの影響を取り除くことができる。体積変化は、内セルを用い外体積変化による水位変化を差圧計

表-1 供試体作製条件

供試体径	$\phi 30 \text{ cm} \times \text{H}60 \text{ cm}$
最大粒径 $D_{\max}$	53.0 mm
合成比重 G	2.671
合成比重 Q	1.22
単位セメント量	60 kg/m^3
含水比 W	自然含水比 (7.0%)
設定密度	CSG $1.971 (\text{t/m}^3)$
乾燥密度 ρ_d	母材 $1.919 (\text{t/m}^3)$
養生日数	7日

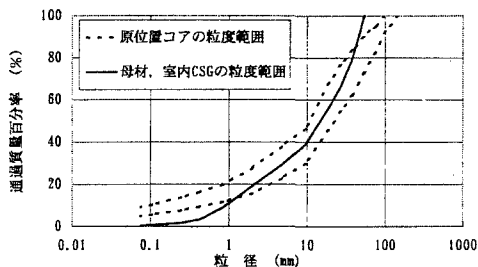


図-1 各供試体の粒度分布

表-2 試験条件

主応力比	$\sigma_1 / \sigma_3' = 1.0$
有効拘束圧 σ_3'	0.05, 0.1, 0.15, 0.3, 0.6 MPa
試験状態	気乾・排水
载荷方法	応力制御(正弦波)
载荷周波数	0.1Hz

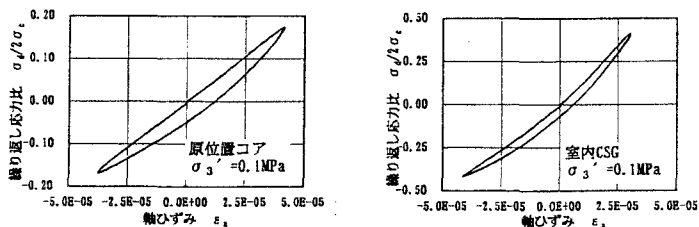


図-2 CSGのヒステリシスループの比較

によって測定して求めた。

3. 試験結果および考察

3.1 せん断剛性率

図-2に、拘束圧 $\sigma_3' = 0.1 \text{ MPa}$ における原位置コアと室内CSGの偏差応力と軸ひずみとの関係（ヒステリシスループ）を比較して示す。室内C

キーワード：CSG、不攪乱試料、繰り返し三軸試験、動的変形特性

連絡先：〒305-0804 つくば市旭一番地、TEL(0298)64-2211, FAX(0298)64-0164

SGのヒステリシスループがやや原点に対して非対称となっている。

図-3に、 $\sigma_3' = 0.1\text{MPa}$ における等価せん断剛性率 G とせん断ひずみ γ の関係を示す。 $\gamma = 5 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-3}$ の範囲において、ひずみの増加に伴い G の減少がみられる。CSGは母材に比べセメンテーションによってかなり剛性が高いと言える。ただし、原位置コアの G は、室内CSGの約4割にすぎない。密度は原位置コアの方がやや高めであるが、室内ほどセメントの混合状態が良くないことがひとつの要因としてあげられる。

図-4には、有効拘束圧 σ_3' と初期せん断剛性率 G_0 との関係を示す。両対数上で σ_3' と G_0 は、ほぼ直線関係を示している。当然のことながら原位置コアの G_0 は、室内CSGに比べ値がかなり小さく、母材に比べると拘束圧依存性がやや少ないようである。

図-5には $\sigma_3' = 0.1\text{MPa}$ における正規化したせん断剛性率 G/G_0 と γ の関係を示す。原位置コアの G/G_0 は、ひずみの増加に伴い減少する。この傾向は原位置コアの方が母材に比べて大きい。

3.2 減衰定数

図-6は、 $\sigma_3' = 0.1\text{MPa}$ における減衰定数 h と γ の関係を示す。 $\gamma = 1 \times 10^{-5}$ 程度までは、減衰定数に違いはみられないが、それ以上のひずみにおいて、原位置コアの減衰定数は、母材に比べて大きくなる。

3.3 ポアソン比

図-7に、 γ とポアソン比の関係を示す。室内CSGに比べ原位置コアのポアソン比は約2倍大きい。母材とほぼ同様に約0.3である。

4. まとめ

軸ひずみの測定においてLDTを用い原位置コアの動的変形特性について母材、室内供試体との比較試験を行い次のことがわかった。

- 1) 原位置コアのせん断剛性率は、母材に比べて大きいものの、室内で作製した供試体の約4割である。ひずみの増加の伴うせん断剛性率の低減は母材に比べ大きい。
- 2) 原位置コアの減衰定数は、ひずみ依存性があり、その値は、室内CSGより大きい。
- 3) 原位置コアのポアソン比はひずみ依存性が少なく、母材とほぼ同等の値を示す。

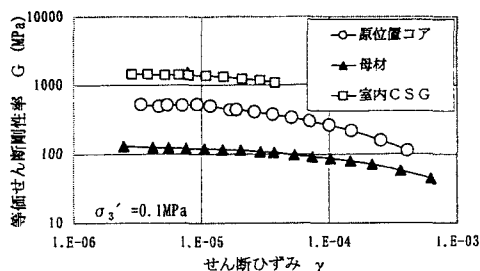


図-3 せん断ひずみと等価せん断剛性率の関係

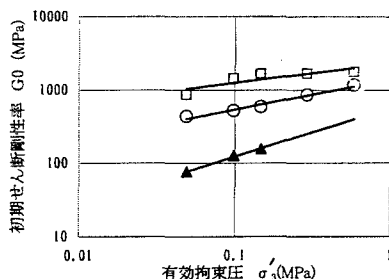


図-4 有効拘束圧と初期せん断剛性率の関係

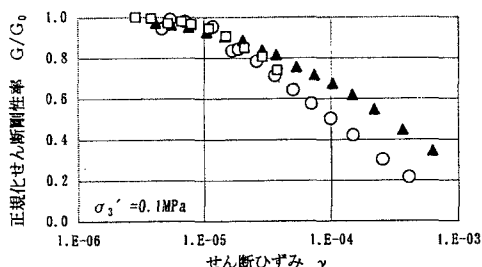


図-5 せん断ひずみと正規化した剛性率の関係

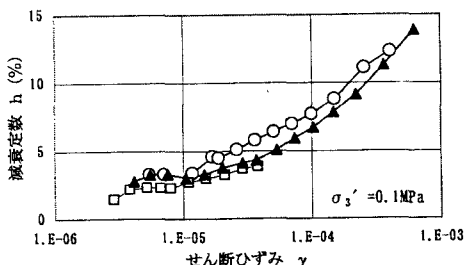


図-6 せん断ひずみと減衰定数の関係

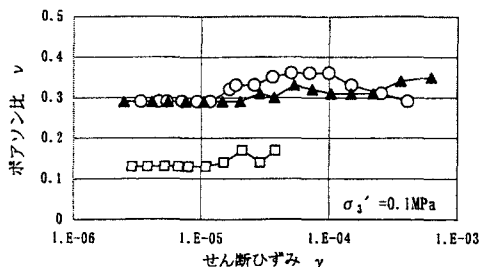


図-7 せん断ひずみとポアソン比の関係