

# (III-58) 軸ひずみ測定法の違いによるセメント改良土の動的変形特性の比較

(株) アイ・エヌ・エー筑波研究所 正会員 村山 邦彦  
建設省土木研究所 正会員 豊田 光雄

## 1. はじめに

地盤や土構造物の地震時の変形問題を解析する上で必要な動的変形特性は、微小歪レベル( $10^{-5} \sim 10^{-3}$ )の繰返し三軸試験から求められる。

一般に、剛性の大きな軟岩や礫材のような材料を対象とした試験では、供試体端部の緩みや端面の凹凸などにより、供試体全体の変形量から求めた軸ひずみは、両端部を除いた変形量から求めた軸ひずみよりも大きく求められると言われている<sup>1)</sup>。

本報文では、現地発生材に少量のセメントを添加混合したセメント改良土(CSG:Cemented Sand and Gravel)のヤング率・減衰定数・ポアソン比を局所変位計(以降LDTという)と非接触型変位計(以降GASという)の2種類の変位計を用いて求めた結果について述べる。

## 2. 試験方法

供試体は、粘板岩を主体とした粗粒材料(母材)、CSGの不攪乱試料(原位置コア:単位セメント量 $60\text{kg/m}^3$ 、乾燥密度 $1.979\text{t/m}^3$ )、室内で作製したCSG供試体(室内CSG)である。母材などの粒度を図-1に示す。母材などの供試体作製条件を表-1に示す。母材および室内CSGの密度は原位置コアの値に合わせ、締固めは電気ハンマを用いた。原位置コアをはじめとして、各供試体の上端面は石膏でキャッピングを行った。

試験は、1つの供試体に対して拘束圧を増加させていくステージ载荷で実施した。表-2に試験条件を示し、载荷パターンの概念を図-2に示す。

軸変位は、LDT・GASで2カ所ずつ測定した。LDTは薄い燐青銅板にひずみゲージを張り付けて、曲げひずみを軸ひずみに変換するものであり、供試体側面に供試体長の上下10cmを除いて設置した。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で測定した。図-3に大型繰返し三軸試験装置の概略図を示す。

サンプリングは1波あたり100点とし、全11波のデータをA/D変換器によりパソコンに収録した。

## 3. 試験結果

### (1) 偏差応力～軸ひずみ関係(ヒステリシスループ)

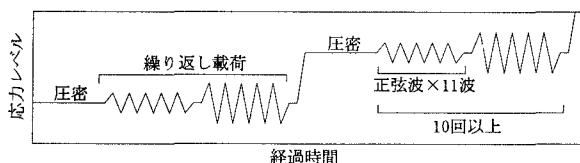


図-2 繰返し载荷パターンの概念図

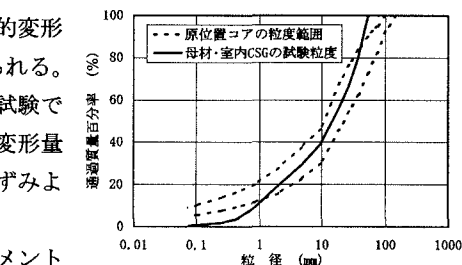


図-1 粒度分布

表-1 母材・室内CSGの供試体作製条件

|                       |                                                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| 供試体径                  | $\phi 30\text{cm} \times \text{H}60\text{cm}$         |
| 最大粒径 $D_{\text{max}}$ | 53.0mm                                                |
| 合成比重 $G$              | 2.671                                                 |
| 合成吸水率 $Q$             | 1.22                                                  |
| 単位セメント量               | $60\text{kg/m}^3$                                     |
| 含水比 $W$               | 自然含水比(7.0%)                                           |
| 乾燥密度 $\rho_d$         | CSG $1.979(\text{t/m}^3)$<br>母材 $1.919(\text{t/m}^3)$ |
| 養生日数                  | 7日(室内)                                                |

表-2 試験条件

|                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| 主応力比           | $\sigma_1 / \sigma_3 = 1.0$     |
| セル圧 $\sigma_3$ | 0.05, 0.1, 0.15,<br>0.3, 0.6MPa |
| 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                           |

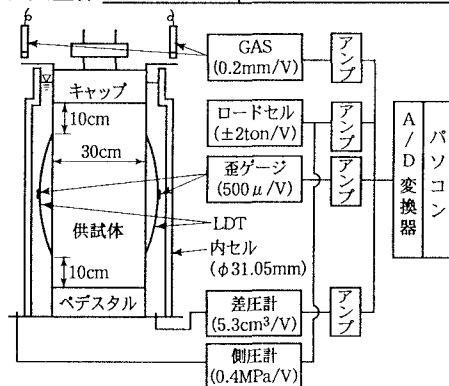


図-3 大型繰返し三軸試験装置の概略図

キーワード: セメント改良土、繰返し三軸試験、動的変形特性、測定方法

連絡先: 〒305-2635 茨城県つくば市東光台5-12 TEL0298-47-4315

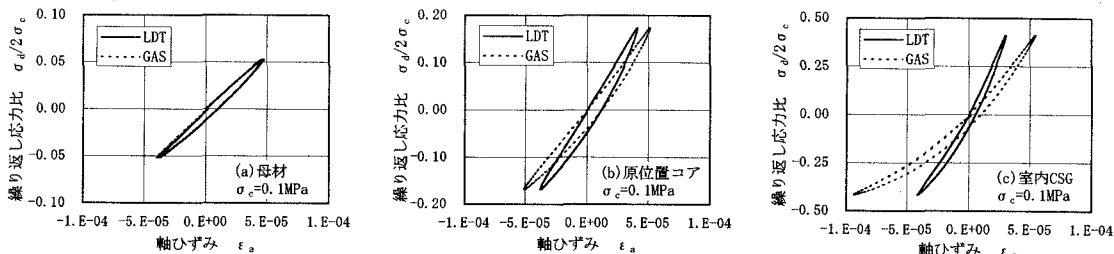


図-4 ヒステリシスループの例

図-4(a), (b), (c)は、 $5 \times 10^{-5}$ の軸ひずみレベルのヒステリシスループの例である。母材では軸ひずみの測定法の違いによるループに差はないが、原位置コア・室内CSGではGASによる軸ひずみがLDTによる値より大きくなり、室内CSGではループは原点に対して非対称となる。すなわち、剛性の大きいものほど供試体端部の緩みなどの影響が現れていると考えられる。

## (2) ヤング率

図-5に  $\sigma_c = 0.1 \text{ MPa}$ における等価ヤング率  $E_{eq}$ と片振幅軸ひずみ  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係を示す。母材ではLDTとGASによる  $E_{eq}$ はほぼ同一であるが、CSGではLDTによる  $E_{eq}$ はGASによる値より1.2~1.7倍程度大きな値となる。図-6は拘束圧の大きい  $\sigma_c = 0.6 \text{ MPa}$ における  $E_{eq}$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係であるが、図-5ほどの違いはなくなる。すなわち、 $\sigma_c$ が小さいときにLDTとGASによる  $E_{eq}$ の差が生じる。

## (3) 減衰率

図-7に  $\sigma_c = 0.1 \text{ MPa}$ における履歴減衰係数  $h$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係を示す。母材の場合ヒステリシスループに違いがないので、CSGについて比較すると、LDTとGASによる値の差はひずみが大きいときに生じ、LDTによる  $h$ の方が10%程度大きい。また、 $\sigma_c$ が大きくなるとLDTとGASによる値の差は小さくなった。

## (4) ポアソン比

図-8に  $\sigma_c = 0.1 \text{ MPa}$ におけるポアソン比  $\nu$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係を示す。横ひずみは外体積ひずみ  $\epsilon_v$ から換算して求めた。LDTによる母材と原位置コアの  $\nu$ は、GASによる値より20~30%程度大きく、特に室内CSGでは倍の値となった。

この要因として、LDTによる  $\epsilon_a$ は供試体端部を除いた値であるが、 $\epsilon_v$ は供試体全体から得られるため、供試体端部の  $\epsilon_v$ を大きく評価していることがあげられる。

## 4. まとめ

LDTとGASの2通りの変位計を用いて、セメント改良土の動的変形特性を求めた。その結果、LDTを用いた方がヤング率、減衰率およびポアソン比とも大きな値を示す。特に剛性が大きい方がその傾向は強いようである。

参考文献 1)「地盤および土構造物の動的問題における地盤材料の変形特性一試験法・調査法および結果の適用一」に関する国内シンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp90

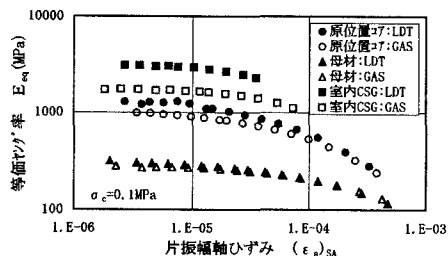


図-5  $E_{eq}$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係

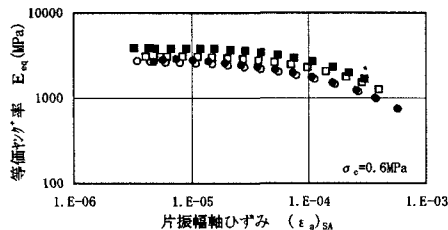


図-6  $E_{eq}$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係

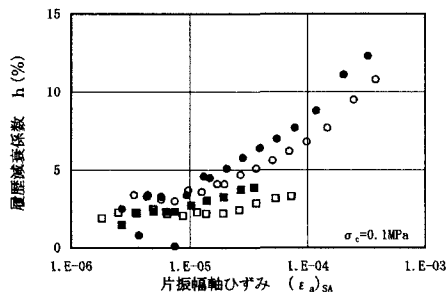


図-7  $h$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係

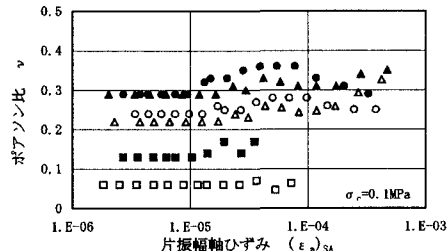


図-8  $\nu$ と  $(\epsilon_a)_{SA}$ の関係