

局所ひずみ測定装置と非接触型変位計による自然土の繰返し変形特性の比較

竹中技術研究所 畑中宗憲 内田明彦
(株) 東京ソイルサーチ ○大原淳良 萩澤 毅

1. はじめに

室内試験により、正確な土試料の繰返し変形特性($G \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 関係)を求めるためには高品質の不攪乱試料を用いて広範囲な荷重・変位を精度良く測定する必要がある。剛性が高い軟岩等では、軸変位測定においてキャップ・ベDESTALと供試体上下端面の間に生じるベッティングエラー(BE)の影響が無視できないことが指摘されている¹⁾。近年、このBEの影響を除くため、供試体の局所ひずみを測定する装置(LDT)が開発され²⁾、LDTと従来広く用いられている非接触型変位計(GAS)で求めた変形特性とはかなり異なる場合があると報告されている。本報では、原位置凍結サンプリング法で採取した3種の高品質の不攪乱砂質試料とブロックサンプリングで採取した土丹を用いて繰返し変形試験を行い、LDTとGASの2種類の方法で軸変位を測定し、両者の繰返し変形特性を比較した。

2. 試料の物理特性および実験方法

繰返し変形試験は三軸試験装置を用いて行った。LDTは供試体側面に設置し、GASは三軸セル内のロード部分に設置した。繰返し軸差荷重は0.1Hzの正弦波を用い11回の繰返し載荷を非排水状態でを行い、ステージ間は排水状態とした。せん断剛性と減衰定数は5波目をそのステージの値とした。

凍結供試体は解凍し、飽和させた(B値0.95以上)のち所定の拘束圧のもとで等方圧密し、繰返し変形試験を行った。実験に用いた供試体の物理特性を表1に示す。なお、埋立砂と沖積砂は同じサイトから試料を採取し、洪積砂、土丹はそれぞれ別のサイトから採取した試料である。

3. 実験結果

図1(a)、(b)、(c)および(d)は、それぞれ埋立砂(IFs)、沖積砂(IAs)、洪積砂(NDs)および土丹(Ms)についての試験結果($G \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 関係)である。図1より以下のことが言える。

a. $G \sim \gamma$ の関係

せん断剛性の小さい埋立砂では、LDTとGASの測定によるせん断剛性の差はほとんど見られない。沖積砂と洪積砂についてはGASにより測定されたせん断剛性はLDTの測定値に比べ10%程度小さい。一方、剛性の高い土丹の場合はGASの測定によるせん断剛性はLDTの測定値に比べて約30%小さくなっており、剛性の高い材料については龍岡ら¹⁾が指摘している様に、BEの影響が無視できないことを示している。

b. $h \sim \gamma$ の関係

いずれの土についてもせん断ひずみ γ が 10^{-4} より大きい範囲ではLDTとGASの測定値の違いはほとんどない。しかし、砂質土の場合 γ が 10^{-4} より小さい範囲では、GASは従来から指摘されている様に測定誤差によりひずみが小さくなるとかえって減衰が大きい傾向が見られる。これに対してLDTは、 γ が小さくなれば減衰も次第に小さくなっている。これは、ひずみが小さい範囲では減衰へのBEの影響が無視できず、見かけ上GASで測定した減衰が大きくなる為と考えられる。図2は沖積砂(IAs)における微小ひずみ(1ステージ)での応力-ひずみ関係である。両者の傾きはほぼ同じであるにも拘らず、GASのループはLDTに比べて開いている。この事実はLDTとGASの剛性の差は小さいが、減衰はGASの測定値がLDTよりかなり大きくなっていることと対応している。一方、土丹の場合、LDTとGASによる測定値の差は小さい。

4. おわりに

埋立砂、沖積砂、洪積砂から凍結サンプリング法により採取した高品質の不攪乱試料とブロックサンプリングで採取した土丹を用いて繰返し変形試験を行い、LDTとGASにより測定した繰返し軸ひずみを比較した。その結果、砂の場合、せん断剛性はLDTとGASの測定値の差は小さく、減衰についてもひずみの

大きい範囲ではLDTとGASではほとんど差が認められなかった。ただし、ひずみの小さい範囲ではひずみが小さくなると減衰も小さくなるという傾向がLDTでは測定できているがGASでは測定できていない。また、特に剛性の大きな土丹ではLDTとGASによるせん断剛性の値に大きな差が見られ、BEの影響が無視できないことを示している。

表1 試料の物理定数

試料名	採取深度 GL-(m)	N値	σ'_{vc} kgf/cm ²	D_{50} mm	U _c	F _c %	ρ_s g/cm ³	ρ_a g/cm ³
埋立砂(IFS)	5.10~6.00	9	0.7	0.31	1.69	2.6	2.73	1.38
沖積砂(IAS)	9.00~10.00	16	1.0	0.34	2.08	3.9	2.63	1.34
洪積砂(NDs)	20.90~22.00	35	1.9	0.60	2.50	1.4	2.65	1.53
土丹(MS)	17.00~17.20	62	1.6	0.05	44.9	72.1	2.69	1.57

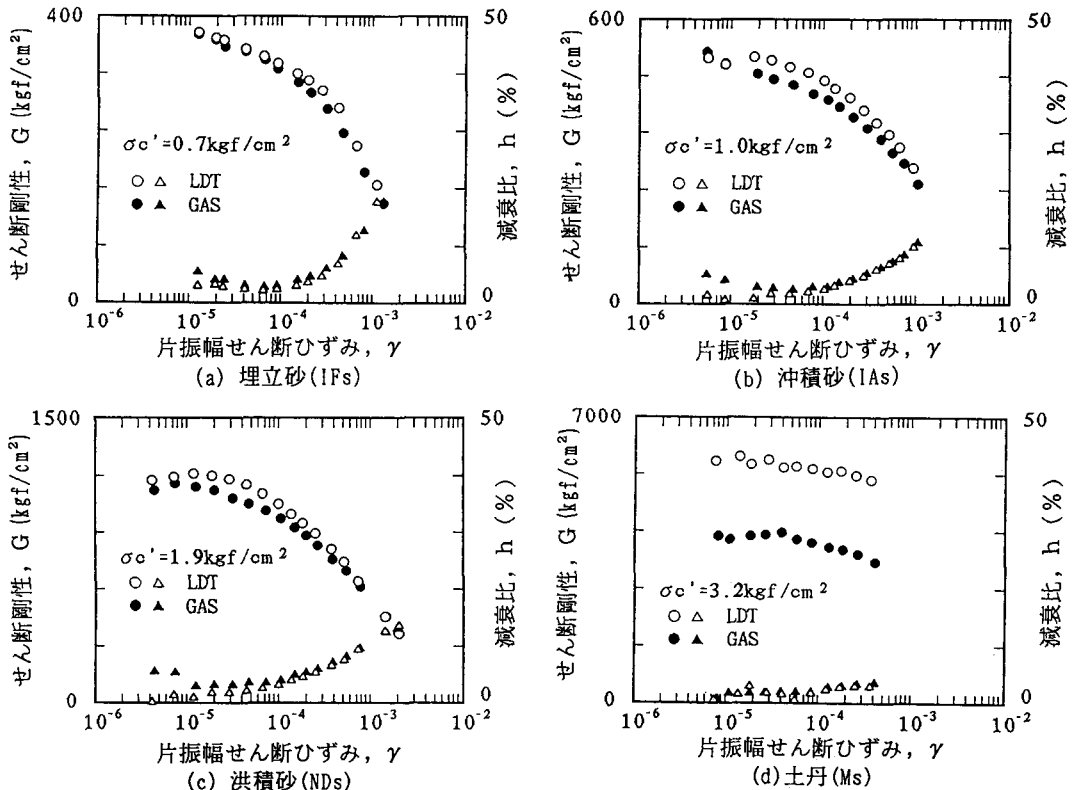


図1 繰返し変形試験結果

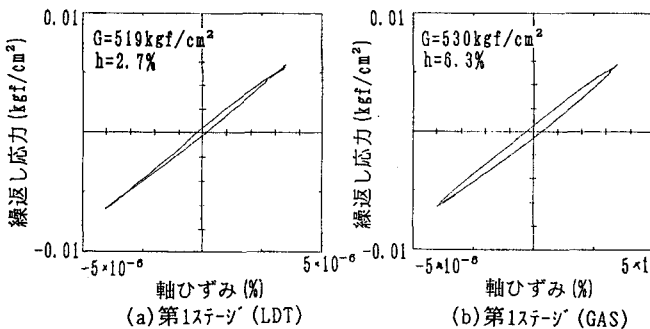


図2 応力-ひずみ関係 (IAS)

【参考文献】 1) 葦軍, 中村, 龍岡, 木幡 (1994): 単調および繰返し載荷による粗粒材料の三軸せん断特性, 「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-試験法・調査法および結果の適用-」に関する国内シンポジウム, 発表論文集, pp. 211-216
2) Goto, S. Tatsuoka, F. Shibuya, S. Kim, Y-S. and Sato, T. (1991) "A simple gauge for local small strain measurements in the laboratory", Soils and Foundations, No. 1, Vol. 31, pp. 169-180.