

LDT を用いた動的変形試験における課題点

中部土質試験協同組合 ○久保 裕一
 〃 坪田 邦治

1. はじめに

地盤材料の変形特性を求めるときの繰返し三軸試験では、ひずみの計測には通常ギャップセンサーが用いられている。これは、変位と電圧の関係が一次式の直線のため、計算が簡単で、設置も比較的容易であるため多用されている。

しかし、ギャップセンサーは設置箇所が通常ペディスタルとロードセル連結部分のため、供試体とペディスタル間で発生するベディングエラーにより測定値に誤差が生じる可能性がある。そのため、当組合ではベディングエラーを防ぐため、供試体側面で軸変位を測定する局所変位計 LDT (Local Deformation Transducer) の使用を試みた。これは、薄い燐青銅板の中央の両面に2枚のひずみゲージを貼り付けたもので、直接供試体側面に直接貼り付けが可能で、供試体のひずみを正確に測定できる。しかし、ひずみと電圧の関係が二次式であることや、設置・データ整理が複雑であり、試験稼働率の高い試験所などでは敬遠されがちである。

そこで、本報文では、ギャップセンサーと LDT 計測の特徴をまとめ、ギャップセンサーと LDT の両方で変形特性試験の計測を行った。限定された試験数であるが、これらの試験結果を比較検討したのでここに報告する。

2. LDT とギャップセンサーの特徴

(1) ギャップセンサーの特徴

ギャップセンサーは取り扱いも簡単で計測精度自体は決して悪くないが、測定データにベディングエラーを含んでいる事が問題である。図-1にベディングエラーの代表的な例を上を示す。主にベディングエラーは以下の3種類が多い。

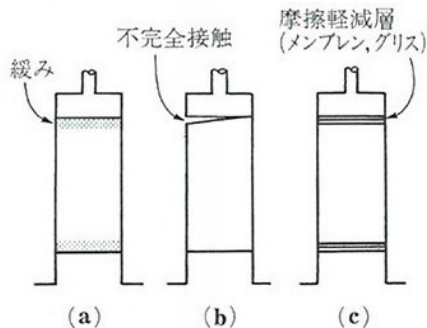


図-1 ベディングエラーの模式図¹⁾

- (a) 硬質な試料整形時に、上下端部にできる緩層による誤差 (本体より圧縮性が高い)。
- (b) 上下端面の平滑性が悪いことで起こる不完全接触による過大な軸圧縮誤差。
- (c) 供試体上下端面に使用する濾紙やグリースとメンブ

レンを用いた摩擦軽減層を用いた場合の圧縮誤差。

ギャップセンサーは設置・計測が容易な反面、以上のようなベディングエラーを含む可能性がある。

(2) LDT の特徴

LDT は供試体側面に直接貼り付ける事が可能であり、ギャップセンサーのように、測定データにベディングエラーを含まない事が特徴である。しかし、LDT はギャップセンサーと異なり、ひずみ特性がそれぞれ異なるため、ひずみと電圧の関係を求めるキャリブレーションを行う必要がある。また、LDT を供試体側面に貼り付ける時には、キャリブレーションを行った時と同じ出力電圧状態で供試体に接着する事が望ましい。そのため、LDT 取り付けには、専用器具があれば便利である。

また、当組合では硬質試料は、特にベディングエラーが大きくなると考えられる為、以下の加工した特注ペディスタルを作製した。

- ① 試料両端面の平坦性を確保する為、上下両端のポーラスストーンを廃止し平坦性を確保するため、排水面を側方に移動させた。
- ② 上部ペディスタルには、多少の供試体平行度のズレをカバーするための、球面座付き (写真-1) を作成し、試験測定精度の向上を図った。

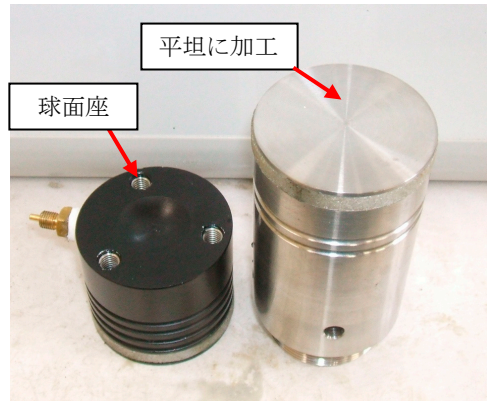


写真-1 加工した特注ペディスタル

3. 試験方法と試験結果

(1) 試験方法

「地盤材料の変形特性を求めるときの繰返し三軸試験」JGS-0542に従い、载荷周波数=0.1HZ とし、各段階10波目のデータから各定数を求めた。また、今回 LDT とギャップセンサーを同時に計測して、データを比較する為、供試体の片方それぞれにギャップセンサーと LDT を取り付け計測を行った。試験試料は、沖積粘性土と、固結シルトの計2試料で行った。

なお、固結シルト計測時のみ平坦特注ペディスタルを使用した。

(2) 試験結果

沖積粘性土の実験結果を図-3に示す。試料は、等価せん断剛性率が、LDT・ギャップセンサーとも、 30MN/m^2 付近から下降しており、ひずみが大きくなっても特に違いは見られない。履歴減衰率は、どちらも $h \approx 1\%$ 付近から上昇しており、軸ひずみが大きくなっていても特に差は見られない。

次に固結シルトの実験結果を図-4に示す。LDTの等価せん断剛性率が 400MN/m^2 付近、ギャップセンサーでは、 250MN/m^2 から下降しており、大きな差が現れた。また、ひずみが大きくなると少しずつ差が小さくなっていく傾向にある。履歴減衰率は、LDTでは軸ひずみが $\epsilon = 0.001\%$ 付近では $h \approx 0\%$ 付近から上昇し、 0.1% 付近で履歴減衰率がピークを迎えた後、下降しているのがわかる。また、ギャップセンサーでは、 $\epsilon = 0.001\%$ 付近で $h \approx 3\%$ から一度下降し、 0.005% 付近からまた上昇し、LDTのように下降せず上昇を続けている。この様な差が生ずるのは、現段階では以下の要因であると推測している。

- ①ギャップセンサーではベディングエラーの影響により、 0.001% 付近の履歴減衰率を過大に計測しており、履歴減衰率が 0.005% 付近まで下降傾向にある。
- ②等価せん断剛性率で、約 150MN/m^2 の差が生じているのは、①の影響によりギャップセンサーでは、等価せん断剛性率が小さくなり、LDTとの大きな差の一因になって表れた。
- ③ひずみの大きな 0.1% 領域で、LDTではひずみがピーク後下降傾向に、ギャップセンサーでは下降せず上昇していく原因は、通常硬質な試料では、ひずみが大きくなると、圧縮側より伸張側の方が、ひずみが増大していく傾向にあるが、ギャップセンサーではそれが顕著である。そのため、履歴減衰率が上昇し続け下降することはない。一方、LDT計測では供試体側面に直接取り付けているため、ベディングエラーの影響は少なく、通常の試料と同じ様に、履歴減衰率にピークが存在する。これらのことから、この現象もベディングエラーの可能性が高い。

4. まとめ

今回、限定された試料数ではあるが、試験計測の高精度化のため、LDTの使用を試み、ギャップセンサーと比較検討した。

この結果、軟質試料では、等価せん断剛性率・履歴減衰率とも差は見られないものの、硬質な固結シルトになると、差が顕著に表れる結果となった。これは硬質な材料ほど、ベディングエラーの影響を受けやすいと考えられる。これは、既存資料にも明記²⁾されている。

今後は、さらに各種の材料での試験を実施し、試験データのより一層の高品質化を図りたい。また、地盤材料試験の高精度化に向け、新技術を積極的に取り入れていきたいと考えている。

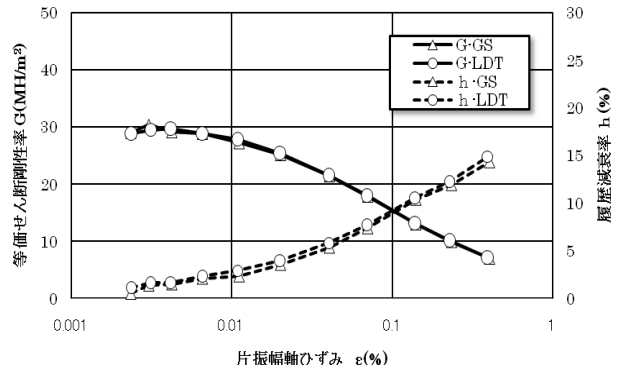


図-3 軟質粘性土の試験結果

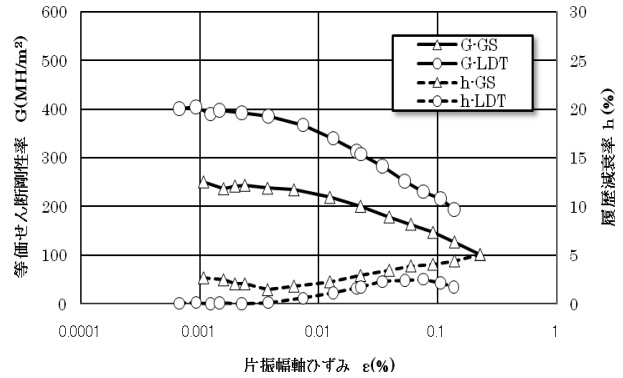


図-4 固結シルトの試験結果

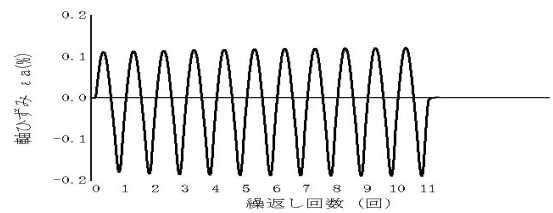
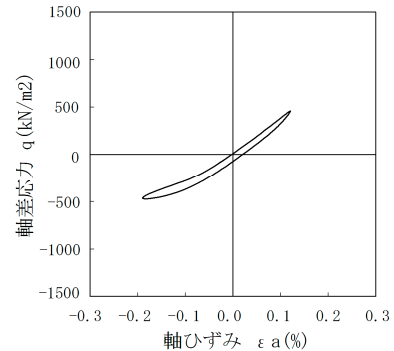


図-5 ギャップセンサーの0.1%付近のひずみ

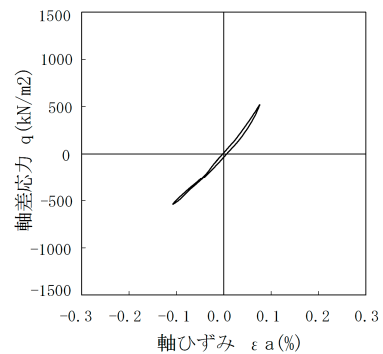


図-6 LDTの0.1%付近のひずみ

《参考文献》 1) 地盤工学会編:地盤工学ハンドブック, p.195, 1999.3.
2) 地盤工学会編:地盤工学ハンドブック, p.203, 1999.3.