

レーザ光を用いた動的地盤せん断ひずみ計の開発

佐賀大学 学生員 木元秀満
 佐賀大学 正 員 井嶋克志
 佐賀大学 正 員 荒牧軍治
 佐賀大学 正 員 古賀勝喜

1. まえがき

地震時地盤ひずみの実測は、地中構造物の耐震設計上、重要であり、主として現在各所で行われている高密度強震観測から得られている。しかしながら、複数の強震計による個別の記録から相対変位を算出するため、数値積分、強震計の設置方向、固定状態等により誤差を含む事が知られており、問題点も少なくない。したがって、精度の良い地盤ひずみ計の開発が望まれるが、地盤のせん断変形を忠実に伝達するとともに、地震時に予想される $10^{-4} \sim 10^{-1}$ までのひずみの測定範囲を持つ表層地盤用のひずみ計として十分なものは開発されていない。

そこで著者らは、二次元(X, Y方向)の変位に対し、広い測定範囲と高い分解能を有するレーザ光による非接触型変位計を用いて地盤せん断ひずみ計を製作し、サーボ型加速度計を用いて、起振機による地盤の正弦波加振試験を行い測定結果を比較考察し、製作した地盤せん断ひずみ計の評価を試みた。

2. 地盤せん断ひずみ計

2.1 レーザ変位計

本器は測定対象平面にターゲットシートを貼り、これにレーザ光線を照射し、その反射光を解析することにより、二次元(X, Y方向)の変位を測定可能とする非接触型変位計である。本器は二点間の相対変位を最大範囲 $\pm 20 \text{ mm}$ 、対象平面との距離 $50 \sim 500 \text{ mm}$ を高分解能 ($\pm 1 \mu\text{m}$) で測定可能である。したがって、レーザ発射口と対象平面との間隔を適当に設定することにより、 $10^{-5} \sim 10^{-1}$ の範囲でひずみの測定が可能となる。

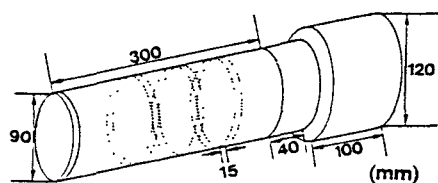


図-1 地盤せん断ひずみ計

2.2 地盤せん断ひずみ計

今回製作した地盤せん断ひずみ計を図-1に示す。ターゲットシートとレーザ変位計をアクリルの容器で包み、その間を厚さ1mmの円筒形ゴムで接続した。また、埋設時にゴムの円筒形保持のためゴム円筒部に径9cm、幅1.5cmのアクリルリングを三本挿入した。

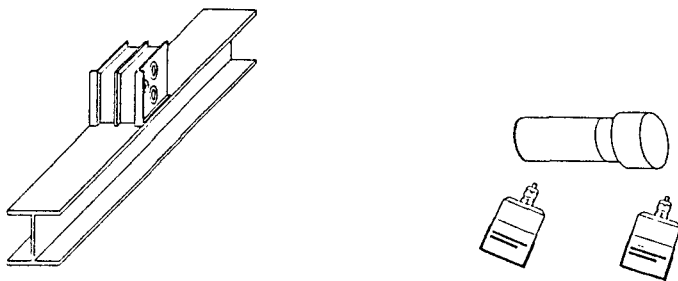


図-2 加振試験

3. 起振機による加振試験

有明粘土地盤の干拓地において起振機による加振試験を行った。重量約100kgのH鋼の基礎を地盤表層に埋設し起振機を据え付け、水平方向に加振し地盤に正弦波を発生させた。図-2のように地盤の表層に本ひずみ計を波動伝播方向に埋設した。本ひずみ計のターゲット部とセンサ部に対応する様に地表面にサーボ加速度計を設置し、水平変位を測定した。本ひずみ計とサーボ加速度計から得られる相対変位よりひずみを算出し両者の比較を行った。

4. 測定結果及び考察

起振機からの距離2.0m、5.0m地点において、起振機の振動数900、1000、1200、1500 (r.p.m) の場合について測定を行った。

図-3, 4は本ひずみ計とサーボ加速度計から得られたせん断ひずみ波形である。両波形の位相差はほとんど見られない。表-1は各振動数におけるせん断ひずみ波形の振幅の比較を表したものである。いずれの場合も、加速度計に比べ本ひずみ計の波形の振幅が小さく、本ひずみ計は起振機からの距離2.0m地点でサーボ加速度計の60%程度、5.0m地点で45%程度の測定値が得られた。

これは今回製作したひずみ計ではゴム円筒部の曲げ剛性が予想外に大きく純粋なせん断変形だけでなく本ひずみ計が曲げ変形を起こしているため、相対変位が小さい値で測定されたためと思われる。

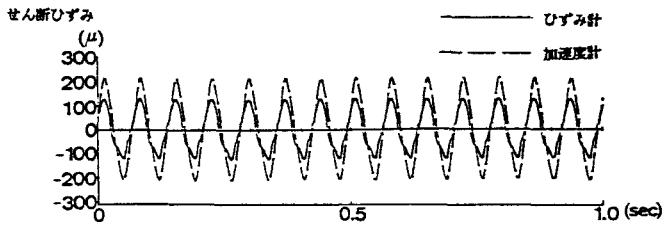


図-3 2.0m地点におけるせん断ひずみ

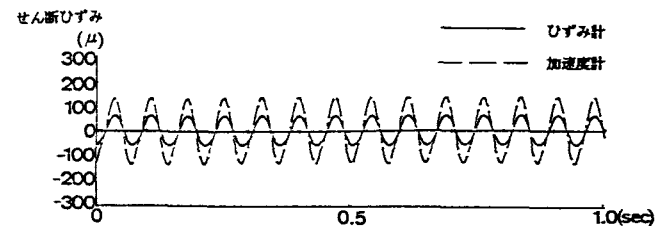


図-4 5.0m地点におけるせん断ひずみ

表-1 各振動数におけるせん断ひずみ波形振幅の比較

振動数 f (r.p.m)		900	1000	1200	1500
起振機からの距離 2.0m	ひずみ計 (μ)	123.4	125.1	130.1	114.7
	加速度計 (μ)	212.9	205.1	221.6	140.4
	ひずみ計/加速度計 (%)	58.0	61.0	58.7	81.7
起振機からの距離 5.0m	ひずみ計 (μ)	63.0	49.5	59.1	55.0
	加速度計 (μ)	140.8	108.7	134.8	135.9
	ひずみ計/加速度計 (%)	44.7	45.5	44.4	40.5

5. まとめ

レーザ変位計を用いることで、ひずみを広範囲、高分解能で測定可能になると思われるが、ひずみ計が地盤と一体化した挙動を示すためには今後、ひずみ計の改良が必要である。

参考文献

田村、川島、相沢、高橋：地震時地盤ひずみの解析を目的とした個別記録方式によるデジタル強震計の記録精度，土木学会論文集 1988年 4月