

第 部門 ウェーブレット変換による道路盛土のすべり破壊に関するデータ解析

大阪大学大学院工学研究科 学生員 上野 宇顕
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 常田 賢一
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 小田 和広
 (株)建設技術研究所 正会員 中平 明憲

1. 研究の背景と目的

2004年の新潟県中越地震では道路盛土に被害が生じ、中越地方の交通ネットワークに多大な影響を及ぼした。これにより、道路盛土の耐震性向上に関して注目が集まった。また、これまで明らかにされていない地震時における道路盛土のすべり破壊メカニズムを解明することが耐震性向上に大いに役立つと考えられる。そこで、本研究は遠心模型実験を用いて、地震時における道路盛土のすべり破壊メカニズムを明らかにすることを目的としている。これまでに応答加速度値にウェーブレット変換を適用すると、盛土の破壊時刻を検出ができることがわかっている¹⁾。これと同様に、遠心模型実験で得られた様々なデータにウェーブレット変換を適用した。本論文ではその結果を報告する。

2. 遠心模型実験

図-1に実験模型を示す。本実験は長さ900mm、高さ300mm、奥行き280mmの剛土槽を用い、30gの遠心載荷場で実施した。盛土模型は高さ292mm(1g場の実物高さで8.7m)の片盛土とし、法面勾配は1:1.2の斜面とした。模型地盤にはDLクレーを用いた。シリコンオイルにより含水比5%にし、十分にミキサーで練り混ぜて試料を作成した。

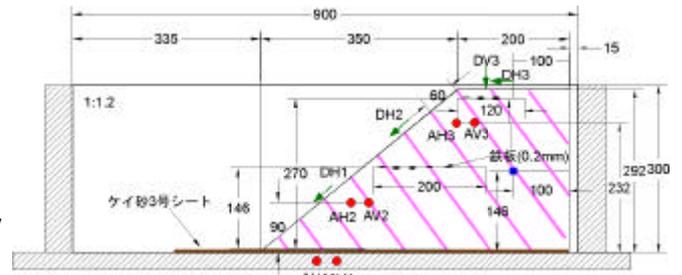


図-1 実験模型

図-1に示すように、ひずみゲージを両面に貼り付けた厚さ0.2mmの鉄板を底面から146mmと270mmの位置に設置し、それぞれの位置を下部、上部とする。下部左側にあるひずみゲージの位置をM1-1、右側をM1-2、上部左側をM2-1、右側をM2-2とする。その他に、土槽底面(AH1, AV2)、底面からの高さ90mmの法先付近の法面下(AH2, AV2)および底面からの高さ232mmの法肩直下(AH3, AV3)の盛土中の3箇所にそれぞれ水平・上下方向の加速度計を設置し、入力加速度および盛土模型の応答加速度を計測した。また、法面の表面における斜面方向(DH1, DH2)、法肩付近の天端の鉛直および水平(DH3およびDV3)にはレーザー変位計を設置した。

3. ウェーブレット変換

従来、波形解析にはフーリエ変換が用いられてきた。しかし、フーリエ変換は波形の性質が時刻によって変化しない場合は有効であるが、そうでない場合は時刻に応じて見方を変える必要性があり、有効とは言えない。一方、ウェーブレット変換は適用する波形に、ある特定の関数を拡大縮小および平行移動させることで、特徴のある時刻を検出することができ、波形の性質が時刻によって変化する場合に有効である。また、ウェーブレット変換は元波形を高周波成分と低周波成分に分解し、分解した高周波成分をさらに高周波成分と低周波成分に分解することを繰り返すことと同じであり、波形を分解する過程で波形のトレンドや不連続点を捉えることができる。

4. ウェーブレット変換による考察

ウェーブレット変換を用いて本実験で得られた変位、曲げひずみおよび応答加速度に関するデータの変化時刻の検出を行う。変位、曲げひずみおよび応答加速度の元波形とトレンドの表れたウェーブレッ

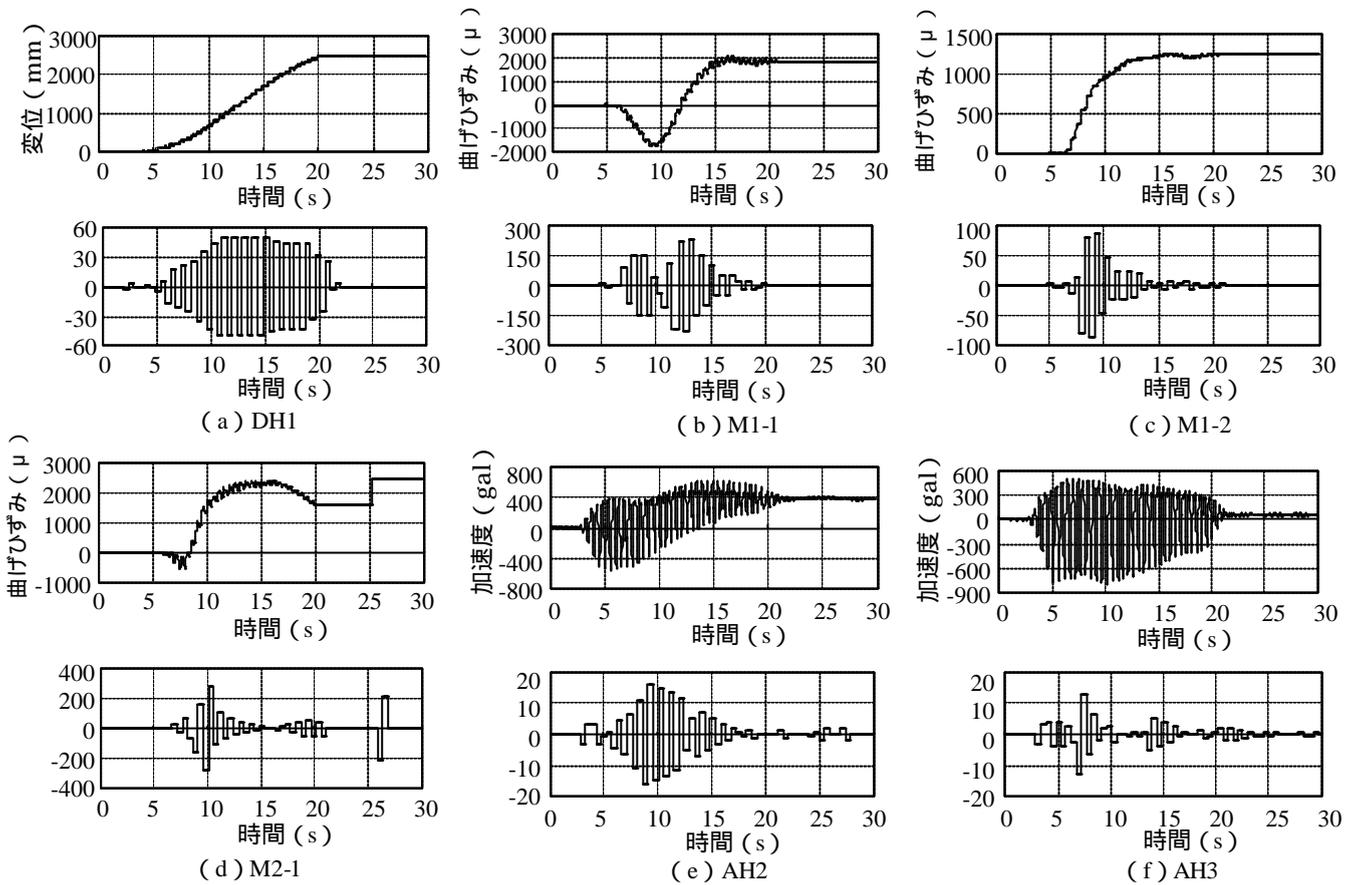


図-2 変位，曲げひずみおよび応答加速度の元波形とレベル 5

ト変換を 5 回行ったレベル 5 を，図-2 (a) ~ (f) に示す．ただし，上の図が元波形で，下の図がレベル 5 である．

図-2 (a) より，元波形の法面変位は 9~20s 付近から直線状になっており，それに対応してレベル 5 で変化がほぼ一定になる．また，これは DH2 においても同様な結果となった．図-2 (b) では元波形の曲げひずみが 9~11s 付近において減少から増加に転じる点で，レベル 5 での変化が小さくなっている．図-2 (c) において元波形はほぼ単調増加であるが，レベル 5 では 7~11s 付近で大きな変化をしている．図-2 (d) は図-2 (b) と元波形の形状が類似している．しかし，減少から増加に転じる点でレベル 5 の変化が小さくなっているような変化は見られなかった．ただし，元波形では単調増加の地点である 8~11s 付近でレベル 5 において大きな変化が生じている．図-2 (e) および (f) では元波形で形状が変わる 7~12s，6~8s 付近で，それぞれレベル 5 において大きな変化が生じている．これからほぼ同時にレベル 5 において変化が表れており，盛土の大きなすべり破壊は 7s 付近から始まっていると考えられる．よって変位，曲げひずみでもウェーブレット変換を用いると，盛土のすべり破壊時刻が検出することがわかった．また，応答加速度を比較すると，上部にある AH3 の方が下部にある AH2 より早く変化している．これより，すべり破壊は上部から下部へと移行していると考えられる．さらに，盛土内部にある図-2 (b) ~ (f) と法面付近にある図-2 (a) を比較すると，盛土内部にある計測値の方がやや早く変化が生じている．これから，すべり破壊は盛土内部から始まり法面へと伝わっていくと考えられる．

5. おわりに

遠心模型実験で得られた変位，曲げひずみおよび応答加速度に対してウェーブレット変換を適用した．それぞれレベル 5 において特徴的な形状が現れ，その適用性が確認された．特徴的な形状が現れた時刻を比較することで，盛土のすべり破壊が上部から下部へ，内部から法面へと移行していくことがわかった．なお，本研究は国土交通省による受託研究により行われたことを付記して謝意とする．

参考文献：常田賢一，鍋島康之，中平明憲，大槻明，吉野智紀：道路盛土のすべり破壊の再現および応答特性に関する遠心模型実験，第 12 回日本地震工学シンポジウム pp.586-589，2006.