

非破壊・携帯型の斜面健全度評価システムに関する検討

九州大学工学部 学〇二宮久

九州大学大学院 正 安福規之 F 落合英俊

九州大学大学院 正 大嶺聖 正 小林泰三

1.はじめに

日本の地形はプレートがぶつかり合うことにより形成されている。そのため、日本列島の地形は「山地」、「丘陵」、「台地」、「低地」、および「内水域」の5つに区分され、そのうち「山地」と「丘陵」が占める割合が約73%である¹⁾。また日本の降雨量は世界平均の約2倍であり、近年では地球温暖化の影響から災害外力が増加し、局所的な豪雨が増加している。このような点から、日本は斜面災害が起こりやすい環境にあると考えられ、斜面の健全度を点検し、合理的に評価する重要性が指摘されている。本研究では、過去に研究室で開発した重錘落下式たわみ測定装置(Falling Weight Deflectometer、以下 FWD)²⁾を斜面に適用できるよう改良し単純かつ軽量の非破壊・携帯型斜面診断装置、および評価システムの構築に向けた検討を行う。

2.試作した FWD による健全度診断の考え方

図-1 に改良型 FWD 装置概略図を示す。FWD は弾性ばねを介して重錘を落下させることによって非破壊で変形係数の測定を行うものである。重錘を地盤に落下させ、ロードセルと加速度計により荷重と加速度を測定し、荷重は載荷板の面積で除して応力をもとめ、得られた加速度を2回積分することにより変位をもとめる。最大応力をその応力が得られた時間における変位によって除して「地盤反力係数」を求める。ここでは、豪雨前後の斜面の地盤反力係数の違いや、地下水位などの水分特性と関連付けた健全度診断システムの構築を目指している。

3.改良型FWDの特色

現在 FWD は盛土・切土・路床・路盤の土構造物の締固め管理や剛性評価や簡易アスファルト舗装などの支持力測定や剛性評価に利用されている。著者らが試作した改良型 FWD の特徴は以下の通りである。

- 1) 携帯性を高めるために軽量化を図ること
- 2) 斜面において地盤特性を安定的に求められるよう工夫すること
- 3) 従来の FWD 装置よりも人為的誤差を低減すること

以下ではこれらの点に着目して実験的考察を行った。

4.FWD 改良の効果

4.1 実験概要

図-2 に実験装置全体図を示す。模型地盤はまさ土を使用し、含水比 10%に設定し、2.5kg ランマーで3層30回の条件で締固め、幅 500mm、奥行き 250mm、高さ 350mm としたものである。この模型地盤の寸法は FEM を行い、影響範囲を調べ決定したものである。FWD 装置には容量 5G の加速度計と容量 200G の加速度計を使用し、ばね剛性はばねを変更することにより変えることができ、この実験では 2.94N/mm のものを使用した。実験条件を変更し、荷重および加速度を 100 μ s に1回計測し、加速度を2回積分し変位をもとめ、波形を考察し再現性の有無の考察を行った。

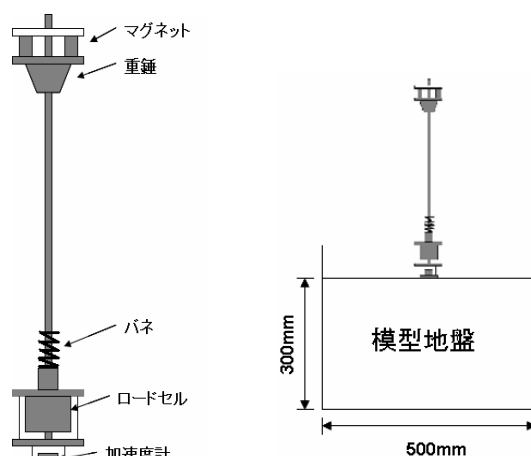


図-2 実験装置全体図

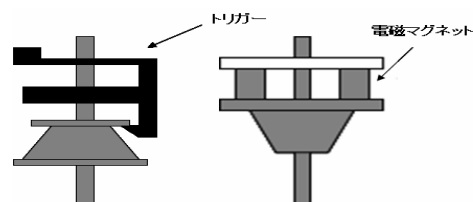
図-1 改良型 FWD
装置概略図

図-3 発射装置図

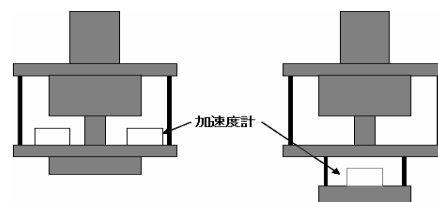


図-4 加速度計位置概略図

表-1 各ケースにおける条件

	発射装置	加速度計位置
Case1	トリガー	平板両側
Case2	電磁マグネット	平板両側
Case3	電磁マグネット	中心軸

4.2 実験条件

図-3に重錘落下用発射装置図、図-4に加速度計位置の概略図を示す。発射装置にはトリガーを手で引いて発射させるものと、電磁マグネットでも自動発射できるものを準備した。加速度計位置には2点で測定し平均を出せるよう平板両側に加速度計を設置したものと、より地盤の変位を正確に得るために中心軸に加速度計を設置したものを準備した。表-1にそれぞれの試験ケースにおける条件を示す。発射装置をトリガーとし加速度計位置を平板の両側に設置したケース(Case1)、発射装置を電磁マグネットとし加速度計位置を平板両側に設置したケース(Case2)、および発射装置を電磁マグネットとし加速度計位置を中心軸に設置したケース(Case3)において模擬地盤に対し重錘落下試験を3回ずつ行った。

4.3 実験結果と考察

1) 計測精度の比較

図-5にCase1における変位と時間の関係を示す。容量5Gの加速度計と容量200Gの加速度計で計測された加速度を2回積分することでもとめられた変位である。手でトリガーを引いた際にFWDが傾き、図に示すように人為的誤差が発生し、再現性は得られなかった。

図-6にCase2における変位と時間の関係を示す。容量5Gの加速度計と容量200Gの加速度計で計測された加速度を2回積分することでもとめられた変位である。発射装置をマグネットに変更したことで人為的誤差が低減され、再現性が得られた。しかし、FWD装置が軽量であるため左右のぶれが生じ、左右の変位に差が現れた。

図-7にCase3における変位と時間の関係を示す。容量5Gの加速度計で計測された加速度を2回積分することによりもとめられた変位である。変位はいずれも同様の波形を描き、再現性を得ることができた。このCase3のFWDを使用することで人為的誤差が低減された、再現性の高いデータを得ることが出来ると考えられる。

2) 改良型 FWD による地盤反力係数の計測

改良型 FWD によって正確に地盤特性を捉えることが出来るか確認するためにばね剛性を0.98N/mm、2.94N/mm、9.8N/mmと変更し、地盤反力係数を求めた。実験結果を図-8に示す。9.8N/mmで得られた1つのデータを除いて一定のデータを得ることが出来た。ばね剛性が小さければ、ばね剛性によらず地盤特性を捉えることが出来ると考えられる。

5. まとめ

斜面の健全度診断システムの確立を目的とし、重錘落下式たわみ計測装置を改良し、地盤反力係数の計測を行った。得られたことは以下の通りである。

- 1) マグネットを利用した発射装置、加速度計位置を中心軸に変更することで人為的誤差の入りにくい単純で軽量のFWD装置に改良することが出来た。
- 2) 改良型FWDを使い、地盤反力係数をばね剛性が小さなばねを使うことによって相対的に誤差の小さいデータを得ることが出来た。

6. 謝辞

本研究は独立行政法人科学技術振興機構の平成19年度シーズ発掘研究(HAJJ192102)の支援を得て行われたものである。

7. 参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤調査法、第2編, pp29-33, 2000
- 2) 属寛、落合英俊、安福規之、大嶺聖：重錘落下式変形係数測定装置を用いたセメント安定処理土の変形・強度特性の評価、土木学会論文集、No.701/III-58, pp283-292, 2002, 3

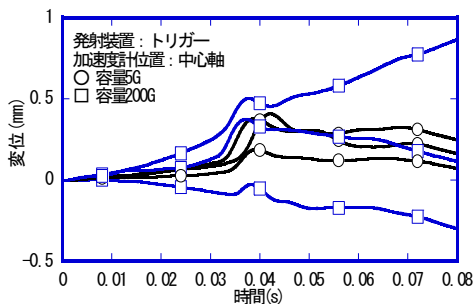


図-5 Case1における変位-時間関係

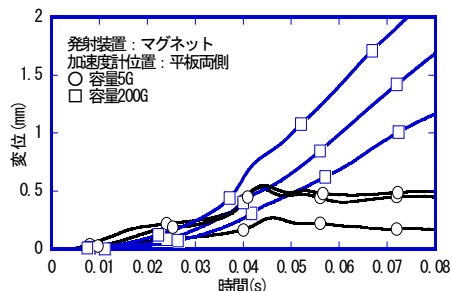


図-6 Case2における変位-時間関係

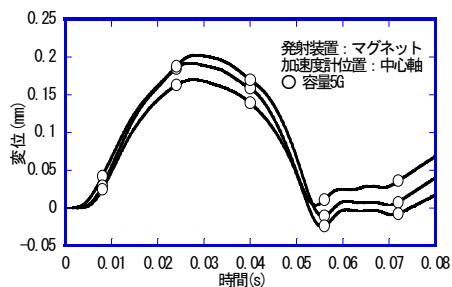


図-7 Case3における変位-時間関係

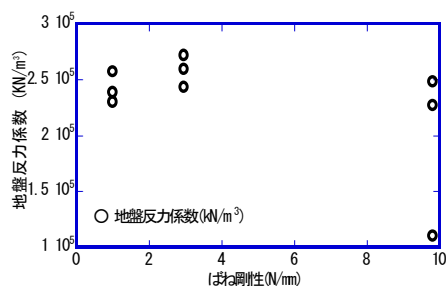


図-8 改良型 FWD による地盤反力係数