

非破壊・携帯型の斜面健全度診断装置の開発

九州大学大学院 ○ 二宮久 正 安福規之  
九州大学大学院 正 大嶺聖 正 小林泰三

1.はじめに

近年の局所的な豪雨の増加や日本の地形的要因により日本は斜面災害が起こりやすい環境にあると考えられる。そこで筆者らは、研究室で実績のある FWD<sup>1)</sup> を利用し、改善することで熟練した技術の必要がなく、単純かつ安価な非破壊・携帯型斜面診断装置の開発を行ってきた<sup>2)</sup>。これまでの研究によって斜面においても人為的誤差が少なく、安定的なデータが得られる軽量な装置に改良することができた。本研究では、改良型 FWD 装置の影響範囲、ピンの影響を明らかにしていくことで改良型 FWD 装置の用途について考察を行った。

2.改良型 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。これまでの研究により改良型 FWD 装置の重錘の重さは 540g、バネ剛性は 2.94N/mm、ピンの根入れ深さは 50mm としている。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  $\sigma_{max}$ 、その応力が得られた時間における変位を  $u_{max}$  とし、「FWD 係数」 $k_f$  は、 $k_f = \sigma_{max} / u_{max} (\text{kN/m}^3)$  として求める。ここでは、豪雨前後の斜面の FWD 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す。

3.改良型 FWD 装置の用途

3.1 改良型 FWD 装置の測定範囲

改良型 FWD 装置によってどのくらいの深さまでの地盤特性を求めているかを知るための実験を行った。図-2 に実験装置全体図を示す。模型地盤は幅 500mm、奥行き 250mm、高さ 350mm である。この模型地盤の寸法は事前に FE 解析を行い、影響範囲を調べ決定した。締固めた地盤を削り、各層の密度と FWD 係数を計測し、どの深さで床面からの影響が出るかを調べた。実験結果を図-3 に示す。密度  $1.45\text{g/cm}^3$  において得られた FWD 係数以外は密度との相関が得られている。 $1.45\text{g/cm}^3$  のデータは残りの層が 10cm となった際に得られたものであり、これは床面からの影響を反映し、FWD 係数が

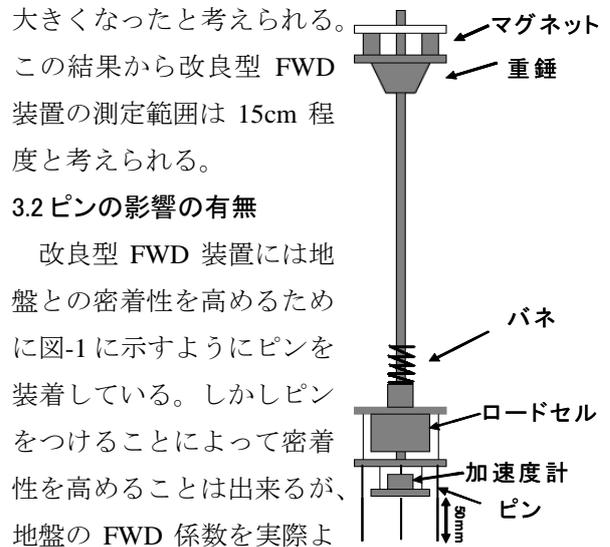


図-1 改良型 FWD 装置

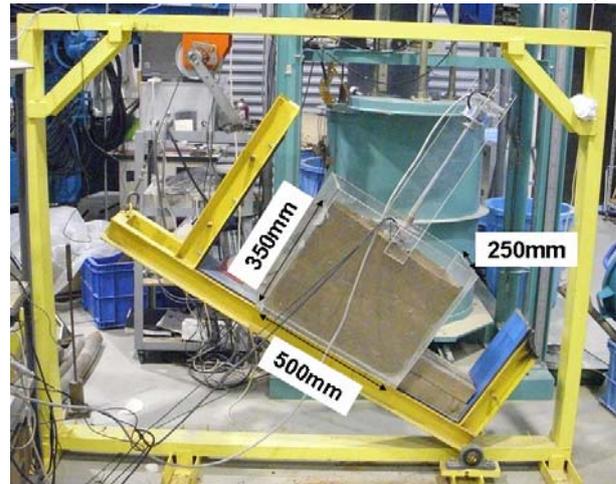


図-2 実験装置全体図

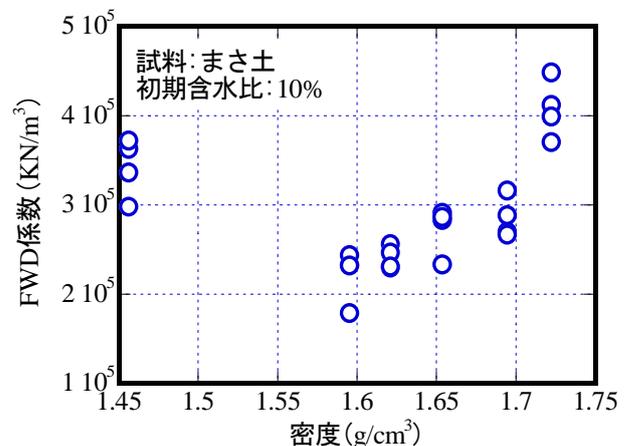


図-3 FWD 係数-密度関係

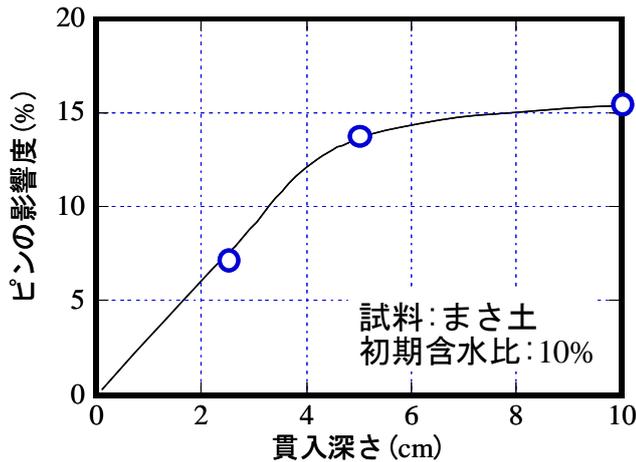


図-4 杭の影響度-貫入深さ関係

り大きく計測してしまい、危険側にとらえてしまう恐れがある。そこで、ピンの貫入深さと FWD 係数の関係を調べた。試料にはまさ土を用い、初期含水比は 10% とした。ピンがある場合の FWD 係数を  $k_f$ 、ピンがない場合での FWD 係数を  $k_0$  とし、ピンによる影響度を  $E = (k_f/k_0 - 1) \times 100(\%)$  と定義した。影響度と FWD 係数の関係を図-4 に示す。図に示すように貫入深さが最小の 2.5cm では 7.5%程度、10cm では 15%程度の影響が出ている。貫入深さが深くなるにつれて影響度が収束しているが、これは改良型 FWD 装置の影響範囲が 15cm 程度のために影響範囲外に近づくことで収束していると考えられる。斜面との密着性を高めるためのピンであるが、傾斜角 40° まで計測するためには貫入深さは 5cm 以上必要である。ピンによる影響は少なくとも発生するため、ピンを貫入して得られた FWD 係数をそのまま用いると危険側の値となる。既往の研究が示すように、改良型 FWD 装置によって得られた FWD 係数は含水率や密度変化を良好にとらえるため、得られた FWD 係数の値を考察するのではなく、効果的な使用方法として斜面全体の FWD 係数を多数測定し、異常がある点の探査を行う診断システムや定点観測により斜面の健全度を診断するというシステムが望ましいと考えられる。

### 3.3 FWD 係数測定に必要な試験回数

重錘落下試験を複数回繰り返し、FWD 係数測定に最低限必要な測定回数を考察した。図-5 に FWD 係数-試験回数関係を示している。図に示すように 40 回の試験を行っているが、回数を増やすと FWD 係数が増加することが見てとれる。これは重錘落下試験によって地盤

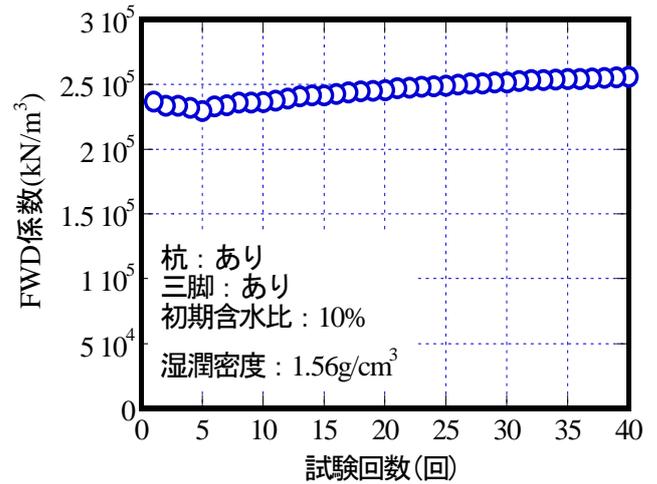


図-5 FWD 係数-試験回数関係

が締められることによって FWD 係数が増加したと考えられる。また、試験回数を重ねても FWD 係数は安定しているため試験回数は 3 回程度行えば十分であると言える。

### 4. 結論

今回斜面に適用した FWD 装置を開発した。得られた知見は以下の通りである。1)改良型 FWD 装置の測定範囲は表層 15cm 程度である。2)本装置ではピンの影響が現れる。このため得られた FWD 係数を直接考察するのではなく、斜面全体の FWD 係数を多数測定し、異常がある点の探査を行う、定点観測により斜面の健全度を診断するという測定システムに利用するのが望ましいと考えられる。3) 試験を 3 回程度行えば安定した FWD 係数が得られる。以上の 3 つが得られた知見である。今後は平板載荷試験において得られる地盤反力係数と比較、検討を行い、FWD 係数の一般化を目指していく。

### 5. 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)及び、科学研究費補助金(基盤研究(B):19310123)の支援を得て行われたものである。

### 6. 参考文献

- 1) 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
- 2) 二宮久、落合英俊、安福規之、大嶺聖、小林泰三：破壊・携帯型の斜面健全度評価システムに関する検討、土木学会西部支部、III-78, pp487-488, 2008.3