

非破壊・携帯型の斜面健全度診断装置の開発及びその適用方法

九州大学大学院工学府 学 二宮久

九州大学大学院工学研究院 正 安福規之 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 FWD¹⁾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。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²⁾。本研究では、現地調査の結果を踏まえてその装置の特性及びその装置の適用方法について述べる。

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求め、得られた加速度を 2 回積分することにより変位を求める。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、

$$k_f = \sigma_{\max} / u_{\max} \quad (\text{MN/m}^3) \quad (1)$$

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している。

3.FWD 係数の持つ特性

改良型 FWD 装置を用いて得られた FWD 係数がどのような意味を持つのかを知るということは、改良型 FWD 装置の実用化を行うために非常に重要なことであると考えられる。そこで傾斜のない平坦な場所において現在、路床等で用いられている小型 FWD 装置との比較を行い、FWD 係数の明確化を実験的に検討した。載荷板の厚さが 100mm の場合には、小型 FWD 装置による地盤反力係数「 $k_{p,FWD}$ 」は変位量が 0.417mm のときの載荷応力を $P_{0.417}$ 、変位を $\delta_{0.417}$ 、とすると、

$$k_{p,FWD} = (P_{0.417} / \delta_{0.417}) \times (1/3) \quad (\text{MN/m}^3) \quad (2)$$

として求めている。また、一般的な地盤反力係数 k_{30} と小型 FWD 装置によって得られる地盤反力係数 $k_{p,FWD}$ の間には相関性があることがわかっており、以下の実験では小型 FWD 装置によって得られた k_{30} と改良型 FWD 装置によって得られる FWD 係数の比較を行い、FWD 係数の持つ意味の明確化を行っていく。

写真-1 に小型 FWD 装置による野外実験風景を示す。同地盤において各装置によって地盤反力係数を求めて比較を行った。図-2 に実験結果を示す。図に示すよ

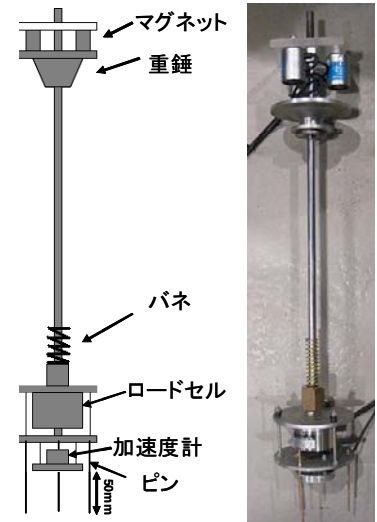


図-1 改良型 FWD 装置概略図



写真-1 小型 FWD 装置による野外試験風景

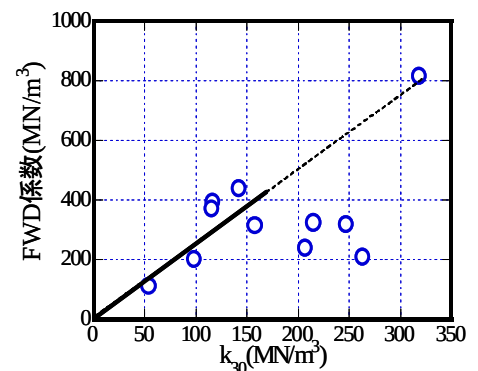
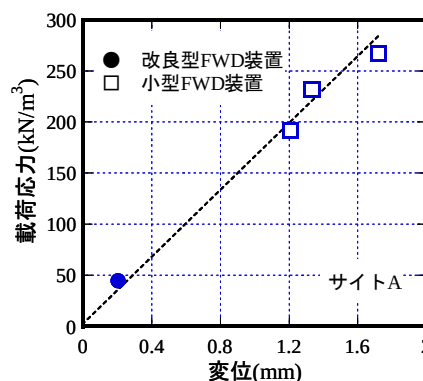
図-2 FWD 係数- k_{30} 関係

図-3 載荷応力-変位関係

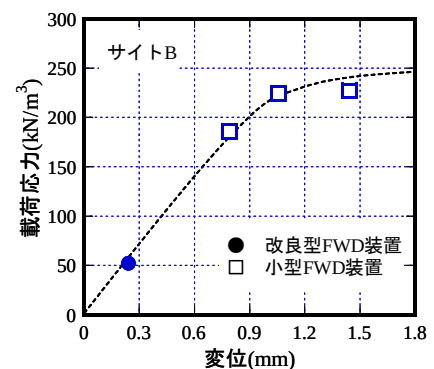


図-4 載荷応力-変位関係

うに、改良型 FWD 装置によって得られた FWD 係数のほうが k_{30} よりも 2~3 倍程度大きな値となり、多少のバラツキはあるものの両者には相関性のあることが読み取れる。図-3、図-4 に代表的な地点の載荷応力-変位関係を示している。図-3 に示した地点においては、改良型 FWD 装置、小型 FWD 装置ともに弾性域において変形が生じていると考えられるが、図-4 に示した地点においては小型 FWD 装置によって測定した結果においては塑性域に達していると考えられ、このようなことがバラツキを生じさせた原因であると考えられる。また、

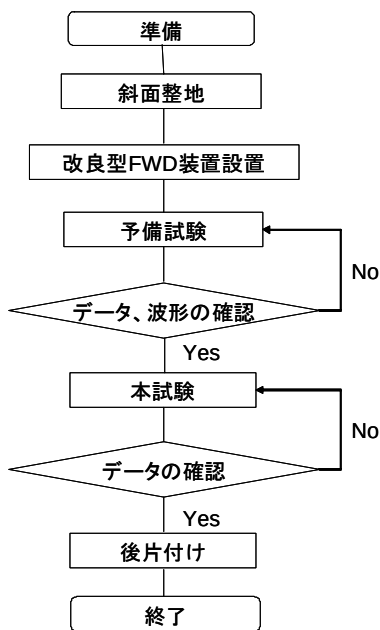


図-5 測定手順

改良型 FWD 装置は比較的剛性の小さな地盤においても弾性域内で安定的に計測が行えることが示唆された。

4.改良型 FWD 装置の現地斜面への適用

図-5 に測定手順を示す。まず現地においてバッテリー等の設置、計測機器の準備等を行う。その後草などが生えていれば、改良型 FWD 装置が斜面に垂直に設置できるように整地を行う。改良型 FWD 装置を写真-2 に示すように斜面に設置する。その後予備試験として重錘を落下させ波形を確認し、計測が可能であれば本試験を行う。データの取り扱いに関しては前節で述べた通りである。データをとることが出来れば、後片付けを行い終了となる。

大分県由布市において現地斜面での計測を行った。現地は 30° を超える斜面であり、植生が多いため草を刈った上で計測を行った。図-6、図-7 に由布市 R210 における野外試験において得られた加速度-時間関係、FWD 係数を示す。この結果より野外でも安定的にデータを得られることを確認した。また大分県由布市 R210、大分県大野川河川堤防において計測を行ったが、改良型 FWD 装置により安定的に計測が行えることを確認した。さらに、野外試験において得られた FWD 係数は締固めを行った模型地盤から得られた FWD 係数よりも小さな値となった。今後 FWD 係数による野外試験を定期的に行っていくことにより、改良型 FWD 装置による斜面健全度診断の有用性を示していく。

5.終わりに

今回現地の斜面に適用可能な改良型 FWD 装置を開発した。得られた知見は以下の通りである。

- 1) FWD 係数と地盤反力係数との間には一義的な相関があることが示唆された。
- 2) 改良型 FWD 装置は比較的剛性の小さな地盤においても弾性域内で FWD 係数の測定が行えると考えられる。
- 3) 大分県由布市において現地斜面での計測を行い、表層の地盤特性を計測できることを確認した。今後定期的に野外試験を行うことにより改良型 FWD 装置による斜面健全度診断の有用性を示していく。

6.謝辞

本研究の一部は、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。

7.参考文献

- 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



写真-2 改良型 FWD 装置による試験風景

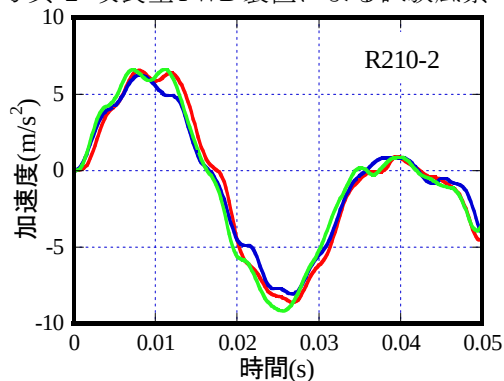


図-6 野外試験における加速度-時間関係

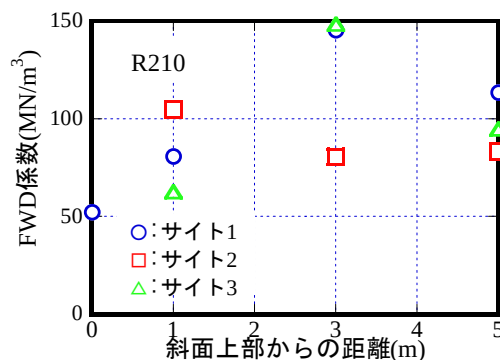


図-7 野外試験結果