

改良型 FWD 装置を利用した盛土地盤の品質評価について

九州大学大学院 学○岸本和雄 正 安福規之

九州大学大学院 正 大嶺 聖 正 小林泰三 正 ハザリカヘマンタ

1. はじめに

日本の地形は山地や丘陵が多く、毎年のように豪雨による土砂災害が発生している。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といわれており、わが国においては土砂災害のあり方についてあらためて議論を深めることが求められている。その中で、地盤表面の健全度を点検し、合理的に評価することや、地盤の安定性が降雨によってどのような影響を受けるのかを知ることは学術的にも重要なことである。本研究では、研究室で実績のある重錘落下式たわみ測定装置 (Falling Weight Deflectometer、以下 FWD 装置) を利用し、改善することで熟練した技術が必要なく、単純かつ安価な非破壊・携帯型斜面診断装置の適用についての検討を行っている。今回は九州大学内の敷地内で行われている補強土工の工事に FWD 装置を適用し、裏ごめ土の締固め管理の精度について実験的考察を行った。

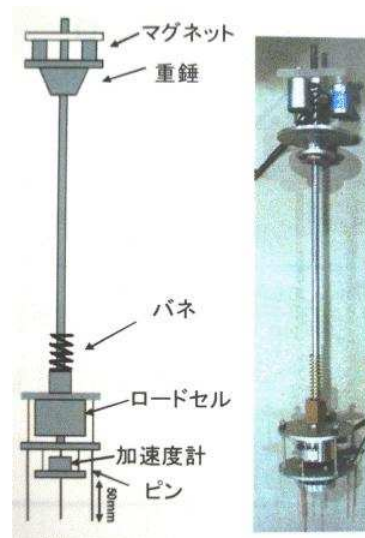


図-1 改良型 FWD 装置

2. 改良型 FWD 装置による健全度診断の考え方

図-1 に改良型 FWD 装置の概略図を示す。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 階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 $u_{\max}$ とすると、「FWD 係数」 k_f は次式で与えられる。¹⁾

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

3. 風車建設予定地の補強土工事について

現在、九州大学の敷地内で風車を建設するために、建設予定地の地盤にて補強土工事が行われている。アダムを盛土内に敷設、のり面部にのり面ユニットを設置し、それらを連結金具で一体化することによって、のり面勾配が 1:10 以上の急勾配盛土を築造することができる「アダム工法」と呼ばれる工事である。

写真-1 は補強前の状態を表している。まず、写真の状態から横にのり面ユニットを約 60cm の高さで敷設し、底面にアダムを敷いてユニットとアダムを接続する。接続が終わったら、現場と同じ大学内で採取されたまさ土（現地発生土）を使って盛土を行い、ローラーで締固める。のり面ユニットの高さの分だけ締固めたら、1 層目が終了となる。2 層目以降も同様にして、のり面ユニットの設置から行う。最終的に 14 層目まで盛り立て、8m の高さになるまで、補強土工事を行った。

4. 測定方法

補強土壁を構築する過程での裏ごめ土の締固めの程度と表層の剛性を定期的に調査した。図-2 は写真-1 にある各点を上から見たものである。補強土工事を行う前の現地地盤、1 層目～5 層目、9 層目～13 層目の間で、

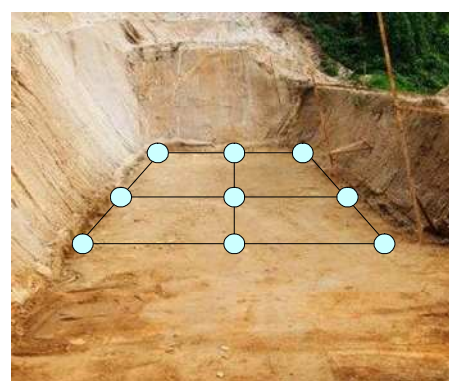


写真-1 風車建設予定地(補強前の状態)

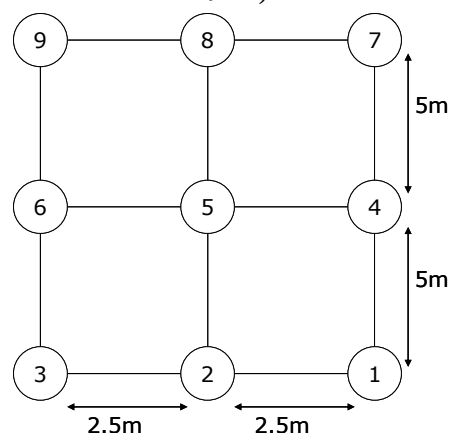


図-2 測定値概略図

図-2 に示すような形の 3×3 の格子状に計 9 点ずつ研究室製の FWD 装置と東京測器製の FWD 装置による FWD 係数を測定した。各測定地点は「地点 1」～「地点 9」と名づけており、「地点 1」, 「地点 4」, 「地点 7」が斜面側（前面）に位置する。測点は図-2 から見て、縦に約 5m 間隔、横に約 2.5m 間隔で取っている。

5. 測定結果

図-3 は研究室製 FWD 装置によって各層で得られた各地点における FWD 係数の推移を示しており、縦軸に FWD 係数(MN/m³) を、横軸に層の位置を示している。この結果から、1) 現地地盤、すなわち切土の地盤では場所によって初期の剛性が大きく異なること、2) まさ土を使って盛りたてた盛土部分、すなわち、1 層目から 13 層目までの FWD 係数は地点に依存して、100～1000(MN/m³)の範囲で変動すること、などが確認できた。

図-4 は研究室製と東京測器製 FWD 装置によって各層で得られた FWD 係数の関係を示しており、縦軸に東京測器製 FWD 装置による FWD 係数の平均値(MN/m³)を、横軸に研究室製 FWD 装置による FWD 係数の平均値(MN/m³)を示している。東京測器製より得られた FWD 係数は研究室製で得られた係数の約 3 分の 1～5 分の 1 倍の値を示すことが確認できた。

図-5 の折れ線グラフは各層で得られた研究室製 FWD 装置による FWD 係数の平均値を、棒グラフは測定を行った前日の前原气象台で得られた降雨量(mm)を、縦の線は各層で得られた FWD 係数の最小値から最大値までの値を示している。1 層目や 2 層目のように前日に降雨があった場合、相対的に FWD 係数の低下が見られた。このことから、今まで、室内実験で確認ができていた降雨後の地盤の剛性の低下²⁾を現場の実験で確認することができた。

6. まとめ

- 1) 現地発生土を使って盛り立てた盛土の FWD 係数（剛性を反映）は層や測定点によって異なる結果となり、締固めの品質を評価できる可能性を示した。
- 2) 研究室製 FWD 装置で得られた FWD 係数は東京測器製のそれと比較して約 3～5 倍を示した。
- 3) 降雨後 1 日目に測定した FWD 係数の平均値は、相対的に小さくなっており、室内で得られていた結果を現地で確認することができた。

7. 参考文献

- 1) 二宮久:締固め度に着目した降雨浸透における斜面の健全度評価に関する基礎的研究,p29~33,2009
- 2) 1),p53~56,2009

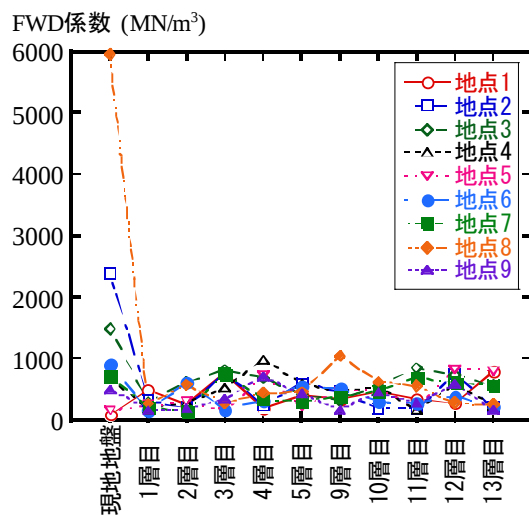


図-3 研究室製 FWD 装置によって得られた FWD 係数

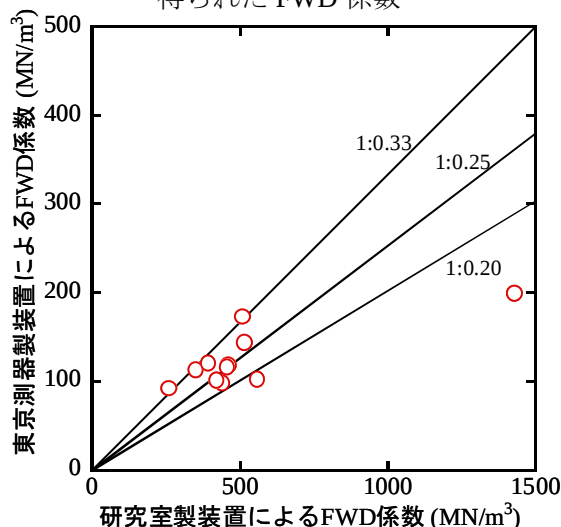


図-4 研究室製と東京測器製 FWD 装置によって得られた FWD 係数

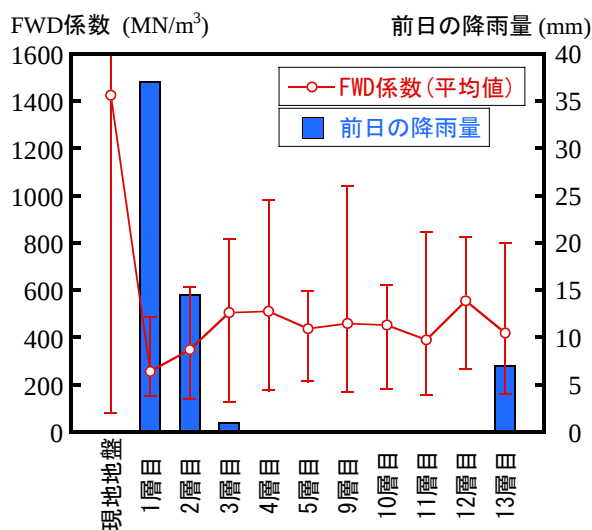


図-5 各層で得られた FWD 係数の平均値と測定日より前日の降雨量