

ハッ場ダム建設工事への SFWD の導入

清水建設(株) 正会員 ○山田 悠史, 山下 哲一, 長谷川 悦央

1. はじめに

盛土の締固め管理は、一般的に現場密度試験による締固め度や空気間隙率で行われているが、盛土材料の変形強度特性に起因する沈下やすべり安定性に関する性能を、施工時に即座に把握できない。土構造物の施工での合理性をより高めるためにも、施工時に土構造物全体の変形強度特性をより高い精度で把握できる技術が重要である。当社では、舗装診断用の FWD 計測原理に着目し、高精度に地盤変形強度特性が得られる「SFWD」を開発し、これを盛土工事に適用している。

本稿では、ハッ場ダム建設工事における SFWD の導入結果について報告する。

2. SFWD システム概要

SFWD は載荷・計測装置、GPS 受信機、制御・解析パソコンで構成されている(図-1)。計測時間は1回5分程度であり、短時間で複数回実施できる。広範囲の締固め度を把握することができ、面的分布表示が可能である。また SFWD はオンサイト型全自動計測システムであり、計測作業を大幅に合理化でき、施工中に盛土品質を簡便に確認できる。

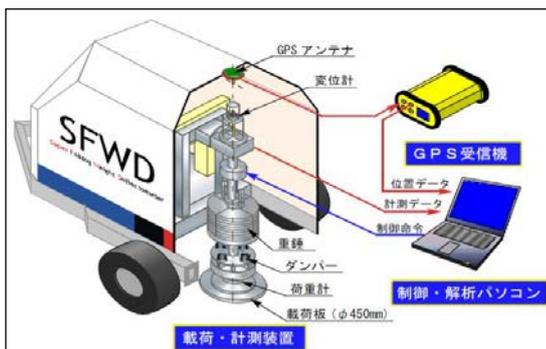


図-1 SFWD システムの概念図

地盤剛性は、多段載荷累積変位法によって求める。図-2 に多段載荷累積変位法の概念を示す。各荷重段階のピーク点を結ぶ勾配を「支持力係数 K_{sf} 」、各荷重段階の起点からピーク点を結ぶ

勾配を「繰返し剛性 K_r 」と定義する。SFWD 変形係数 E_{sf} は、地盤の平板載荷条件による支持力係数 K 値との関係式①から算定している。

$$E_{sf} = 0.25\pi (1 - \nu^2) D \times K_{sf} \quad \dots \textcircled{1}$$

ここに、 ν : ポアソン比、 D : 載荷板径 ($\phi 450\text{mm}$)

K_{sf} は、平板載荷試験の単調載荷の結果から求まる K 値と極めて相関性が高く、 K 値とほぼ等価なものが得られ、地盤の変形性能評価の指標として優れたものである。また過去の実施例から、SFWD により計測した変形係数 E_{sf} は盛土の締固め度 D_c との相関が高いことが確認されており、現場密度試験による締固め度の算出に代替できる。

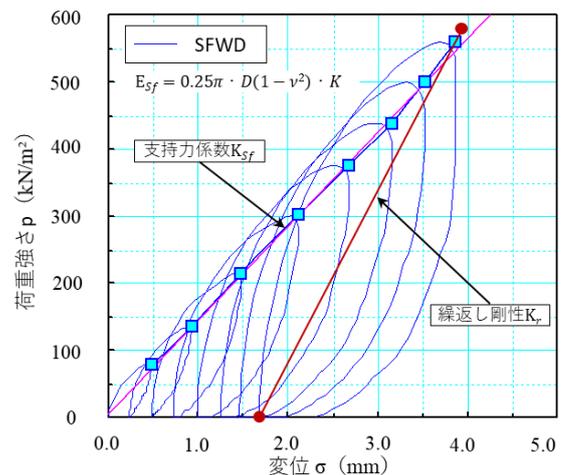


図-2 多段載荷累積変位法 の概念

3. SFWD による盛土の品質管理

(1) 品質管理方法

図-3 に盛土の品質管理フローを示す。

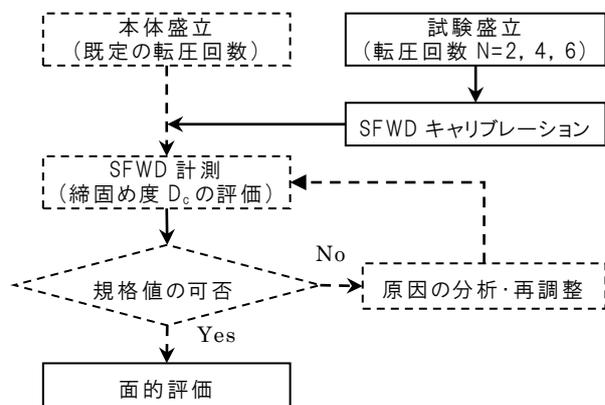


図-3 品質管理フロー

キーワード：締固め管理、締固め度、SFWD

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株) ダム統括部 TEL03-3561-3883

(2) キャリブレーション

変形係数を締固め度へ変換するにあたり，締固め度の異なる地盤で SFWD 試験を実施し，変形係数と締固め度の相関式を求める．八ッ場ダムでは勝沼地区の盛土施工場所において，転圧回数 N を 2, 4, 6 回とした地盤で，水置換試験 (JGS1612-2012) と SFWD 試験を同時に実施し，相関関係を把握した．図-4 に試験概要を示す．

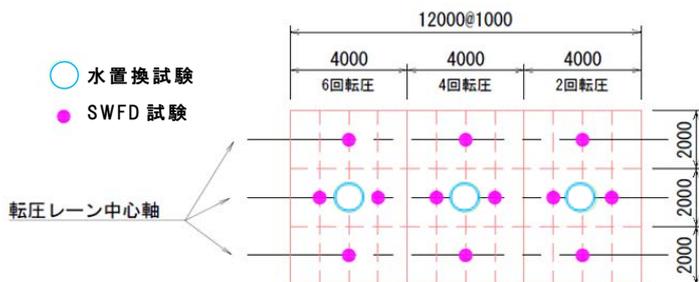


図-4 キャリブレーション試験概要図

(2) キャリブレーション試験結果

試験結果を図-5 に示す．水置換法による現場密度試験結果の締固め度 D_c (%) と，SFWD 試験結果の変形係数 E_{sf} (MN/m²) の関係は，次式②により推定された．

$$D_c = 0.3515 \times E_{sf} + 88.549 \quad \dots \text{②}$$

式②を用いて，次項の面的測定において，締固め度を把握した．

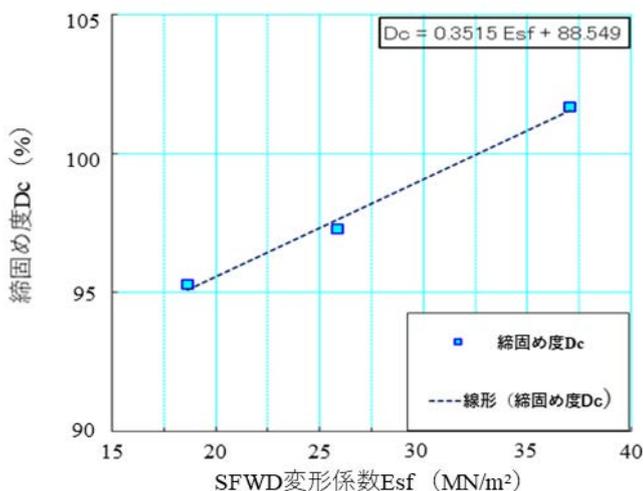


図-5 キャリブレーション試験結果

3) 締固め度の面的測定

勝沼地区の盛土施工場所において，1層の施工が完了した範囲を全面的に測定した．測定範囲を写真-1 に示す．面積は 6500m²であり，

10m 間隔で測定した．SFWD にて変形係数 E_{sf} を計測し，式②により締固め度 D_c に変換する．

(4) 面的測定結果

SFWD 試験を 63 点測定し，計測時間は機械の移動を含め，1箇所あたり 15 分程度であった．締固め度分布図を図-6 に示す．全面的になめらかに描画できており，締固め度の状況を一目で把握することができる．締固め度の最小値は 91% と評価され，河川土工の規格値 (90% 以上) を満たしており，全面的に十分な締固めを確認できる．クラウド上で分布図を表示できるため，測定結果を迅速に確認でき，異常値を算出した際に早急な対策を行うことが可能である．

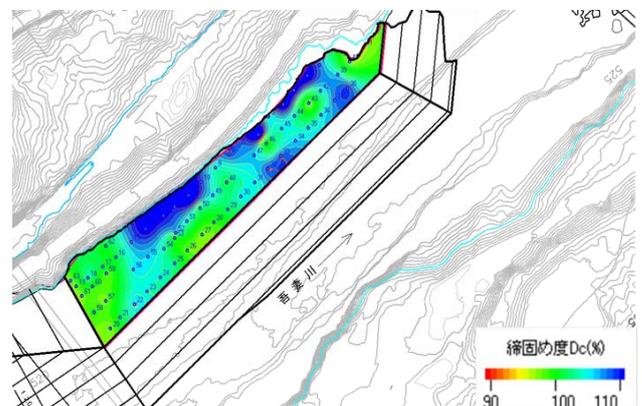


図-6 締固め度分布図

4. おわりに

今回導入した SFWD は，締固め度管理に有用性を確認できた．以下に得られた知見を示す．

- (1) 変形係数と現場密度試験結果の相関は十分あることが確認でき，締固め度への変換も可能．
 - (2) 計測時間は 15 分程度で，短時間で複数回実施できるので，広範囲を計測することが可能．
 - (3) 締固め度の分布図をクラウド上でも即座に確認でき，再転圧により品質の確保が可能．
- 今後，より SFWD で現場データを蓄積し，品質管理の高密度化・効率化に貢献する所存である．

参考文献

- 1) 中野 貴公, 長澤 正明, 河田 雅也, 平野 英司, 宇野 昌利, 長谷川 悦: SFWD による岩盤評価手法の開発, 土木学会第 71 回年次学術講演会, VI-891