

地盤剛性全自動評価システムにおける地盤剛性計測法

清水建設 土木事業本部技術第一部 正会員 ○川崎 廣貴
同 上 正会員 皿海 章雄
東京理科大学 理工学部土木工学科 正会員 龍岡 文夫
同 上 正会員 平川 大貴

1. はじめに

近年、基礎構造物や道路舗装などの設計・施工においては、支持力確保や残留沈下防止をより確実なものにすることが求められており、この観点から造成地盤の性能評価が重要となっている。また、性能設計への移行の流れを踏まえて、構造物を合理的に最適化できる信頼性設計の考えを同時に取り入れて行く必要がある。これに対応するためには、施工現場において地盤の剛性や強度などの地盤性能をより直接的に多数かつ精度良く調査できる計測手法を開発し、このデータの統計処理結果を用いて材料の部分安全係数に反映させることで設計検証に活用する手法が重要である。

既存技術で地盤剛性を直接的に評価できるものとしては、平板載荷試験法が一般的であるが、この試験法では大きな反力装置が必要であり、しかも1点あたりの計測に数時間を要するという問題があり、手間と時間が掛かっている。一方、10kg程度の重錘を人力で落下させ、加速度計から変位を算定して簡便に地盤剛性を求める小型FWD計測機器¹⁾も使われているが、これは荷重が小さく地盤によっては地盤剛性を正確に把握できないという問題がある。

筆者らは、小型FWD計測機器における簡便な計測方法の原理に着目し、独自に自動化や省力化などの考案を行い、新たに地盤剛性全自動評価システム「SFWD (Super Falling Weight Deflectometer) システム」を開発した。本システムはこの作業を迅速・簡便化した上で、平板載荷試験と等価な地盤剛性を得ることを目標にしている。ここでは、この概要と計測法について報告する。

2. システム概要と仕様

本システムは、重錘の落下による急速載荷法により地盤面に最大90kNの衝撃荷重を作用させ、そこから得られる荷重と地盤の変位量から地盤剛性を面的に解析・評価するものである。この特長は、地盤剛性を迅速・簡便・高精度に評価するオンサイト型全自動計測システムになっていることであり、これにより、地盤剛性の計測作業を大幅に合理化でき、効率的な施工と品質確保の簡便性を実現することができる。

このシステムは、図-1に示すように載荷機能と荷重及び地盤の変位量を計測する機能を一体化した載荷・計測装置、GPS受信機、それら装置をコントロールし計測結果を解析して地盤剛性を評価する制御・解析パソコンにて構成している。表-1にシステム仕様を示す。

3. 地盤剛性の計測法

本システムにおいては、次に示す手順で地盤剛性の計測を行う。

所定の計測位置にSFWDシステムを牽引誘導する。

制御・解析パソコンには載荷条件を設定しておき、所定の計測位置で計測開始ボタンをクリックする。

載荷・計測装置はパソコンからの指令を受けて、設定された載荷パターンに基づき質量200kgの重錘を任意キーワード 地盤剛性，性能評価，性能設計，地盤の弾性係数，FWD，衝撃荷重

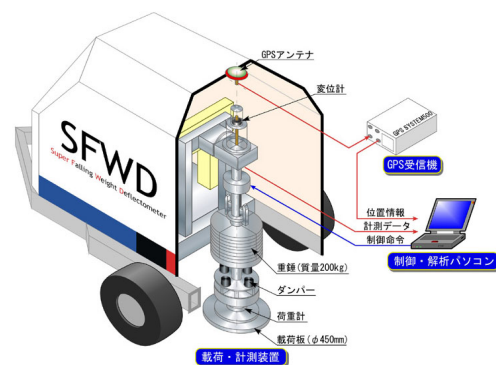


図-1 SFWDシステムの装置構成

表-1 システム仕様

項目	仕様
重錘質量	200kg
最大落下高	300mm
最大衝撃荷重	90kN
載荷板直径	φ450、φ300
衝撃荷重計測	ロードセル
変位計測	磁歪センサ
変位測定レンジ	0～30mm

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 清水建設（株）土木事業本部技術第一部 TEL03-54415-0554

の高さからダンパーへ落下する。なお、落下高さの最大値は300mmである。衝撃荷重はダンパーを介して地面に接した載荷板に作用し、この時の衝撃荷重は載荷板上部の荷重計で、地盤の変位は載荷板に直結した装置上部の変位計で計測する。

計測した荷重と変位から、地盤剛性解析に必要な支持力係数と弾性係数を算出し、これらにGPS計測の位置データを合成して、データを記録し、載荷・計測装置を収納する。～の計測は全自動で行われる。

計測点のデータが蓄積された段階で、面的な地盤剛性の評価を独自に開発

した地球統計学による空間推定法(クリギング)を用いてオンサイトにて迅速・高精度に行い、造成地盤の剛性分布を把握する。図-2に計測状況、図-3に面的地盤剛性の評価例を示す。



図-2 SFWDシステムの計測状況

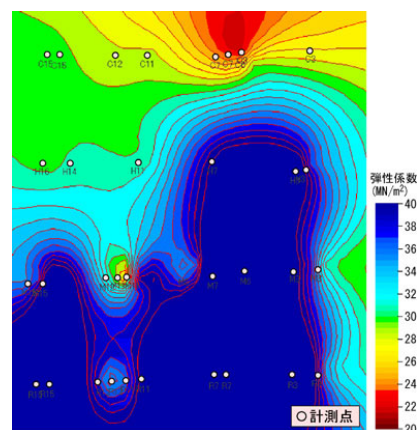


図-3 面的地盤剛性の評価例

4. 変位計設置位置の挙動

SFWDの載荷板変位は、装置上部に設置した変位計で計測している。従って変位計設置位置での変位が載荷板での変位に対する時間遅れを同定しておくことが必要である。これを確認するために、衝撃荷重作用時における変位計設置位置での挙動を調査した(図-4)。変位計設置位置の変位は載荷板の変位計出力に比較して約7msの時間遅れがあることが分かる。データ整理はこの時間遅れを考慮して行った。また、時間遅れ区間では、変位計出力値に、固定条件である設置位置の変位挙動が含まれていない。

5. 載荷機能

SFWDシステムの載荷機能としては、予備載荷+本載荷、予備載荷+多段階多サイクル載荷という2通りの載荷方法が選択可能となっている。図-5には、SFWDによる多段階多サイクル載荷試験結果を示す。

6. おわりに

本システムによる1日当たりの計測点数は、荷重載荷段階数とサイクル数にもよるが約150~250点ほどである。また、施工現場において牽引により簡便に移動でき、広範囲の面積に対して迅速に調査できるというメリットもある。本システムによる計測挙動の詳細な検討²⁾は、まだ緒に付いたばかりであるが、今後、合理的に精度の高い施工管理を行うことを目的として、静的な平板載荷試験と等価な剛性が評価できるように検討を続けていきたい。

参考文献

- 1) 土木学会：FWD および小型 FWD 運用の手引き、舗装工学ライブラリ 2、2002 年 12 月
- 2) 皿海・川崎・龍岡・平川：地盤剛性全自動評価システムの室内試験による精度評価、土木学会第 59 回年次学術講演概要集、2004 年 9 月

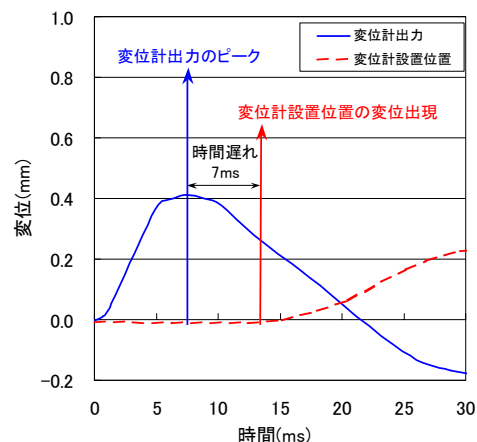


図-4 変位計出力と変位計設置位置の挙動

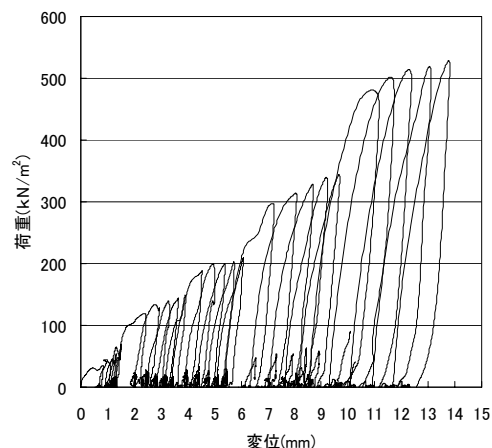


図-5 SFWDによる繰返し載荷試験