

全自動地盤剛性評価システム (SFWD) と現場CBR試験との相関性

清水建設 (株) 土木技術本部先端技術部	正会員	○川崎 廣貴
同 上	正会員	長澤 正明
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

筆者らは、造成地盤の性能評価を精度良く実施するため、オンサイトで直接的に多数かつ迅速・簡便に、地盤剛性が調査できる図-1に示す全自動地盤剛性評価システム「SFWD (Super Falling Weight Deflectometer) システム」(以下、SFWD と称する)を開発し、これに関する研究を実施している^{1)~4)}。これまでの礫質地盤や改良地盤における研究では、SFWD は平板載荷試験との相関性がかなり高いことが分かっている。

一方、建設サイトの礫質土路床などにおいて現場 CBR 試験を行い、SFWD 計測との相関を調査すると、現場 CBR 値にバラツキが生じて両者の相関性が悪くなる現象が見られている⁵⁾。これは、礫質地盤の粒度分布に対して CBR 試験の載荷ロード径が $\phi 50\text{mm}$ と小さいことが原因ではないかと推定される。

ここでは、現場 CBR 試験にバラツキが生じない状態で SFWD 計測と比較することを目的として、建設サイトに比べて粒度のバラツキが少ない粒径の小さい土質材料を用いて、室内大型円筒土槽において SFWD 計測と現場 CBR 試験の実験を行い、両者の相関関係を把握したので、この内容について報告する。

2. 試験内容

(1) 試験条件

試験用円筒土槽は、図-2に示すように寸法が $\phi 1500\text{mm}$ 、 $H=1000\text{mm}$ の大型円筒土槽内部に6号硅砂を締固めて作成した。この際の締固めエネルギーは $E=4.5E_c$ 、乾燥密度は $\rho_d=1.537\text{g/cm}^3$ である。さらに、SFWD と CBR の関係を調査するために、載荷面下 $\phi 650 \times h200$ を試験領域として、締固めエネルギーを変化させて6号硅砂または碎石 C40-0 で置換し、広い範囲での CBR 値が得られるように試験領域を締固め調整した。

(2) 試験ケース

試験材料は、粒径によるバラツキの影響を極力小さくした上で相関性を調査するため、試験領域の試料土には粒径の小さい碎石 C40-0 と6号硅砂の2種類を使用した。試験ケース一覧を表-1に示す。6号硅砂と碎石 C40-0 の締固めエネルギーは、 $0.5E_c$ から $4.5E_c$ の条件を設定し、各試験ケースについて、現場 CBR 試験 (JIS A 1222) と SFWD 計測を実施した。

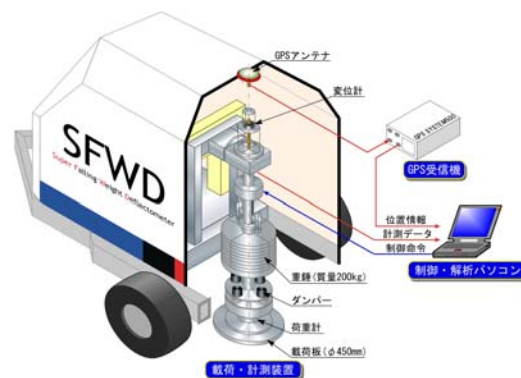
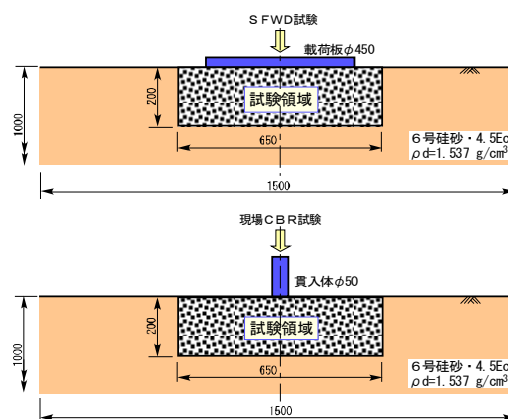
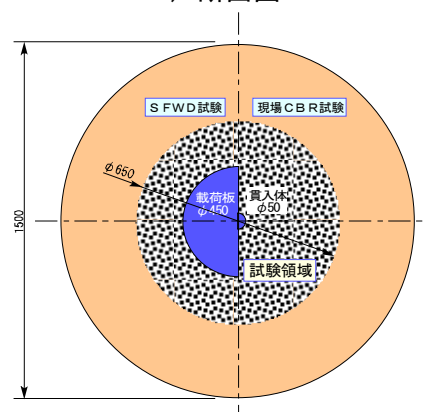


図-1 SFWDの計測概念



a) 断面図



b) 平面図

図-2 土槽試験概念

キーワード : 地盤剛性 FWD 現場CBR 室内 大型土槽

連絡先 : 〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 清水建設(株) 土木技術本部先端技術部 TEL:03-5441-0554

3. 試験結果と考察

図-3には、各締固めエネルギーによる現場 CBR 試験の荷重 P ～貫入量 S の関係を示す。同図から、貫入量 1.0～2.0mm を超えたあたりから、荷重の増加率が低下する傾向が見られる。また、珪砂 4.5 E_c は、碎石 1.0 E_c よりも同一の貫入量に対する荷重がかなり小さくなっていることが分かる。

図-4には、碎石 40-0 (1.5 E_c) の土槽条件に対する SFWD 結果と CBR 試験結果を同時に示す。同図の縦軸には、勾配が弾性係数になるように、式(1)による正規化荷重 P^* を用いている。

$$P^* = P \times 0.25 \pi \cdot D (1 - \nu^2) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 P^* ：正規化荷重 (kN/m)

P ：載荷板の荷重 (kN/m²)

D ：載荷板径 (m)

ν ：ポアソン比 (=0.3)

同図の SFWD の荷重～変位関係の直線は、各荷重段階における最大荷重と最大変位の点列を最小 2 乗法で直線近似し、その包絡線を初期弾性係数 E_{sf} として表したものである。一方、CBR 試験の荷重～変位関係の直線は、単調載荷による初期段階の線形部勾配を CBR 弾性係数 E_{cbr} として表したものである。この場合、 $E_{sf}=48.0\text{MN/m}^2$ 、 $E_{cbr}=46.0\text{MN/m}^2$ となり、両者はほぼ同様な弾性係数値を示している。

図-5には、現場 CBR 試験結果と SFWD 結果の弾性係数 E_{sf} との相関関係を示す。同図より、CBR と SFWD の弾性係数は累乗近似状態で相関係数 $r=0.957$ となっており、相関性が極めて高いことが分かる。

4. おわりに

室内大型円筒土槽を用いて現場 CBR 試験と SFWD 計測の相関関係を把握した。その結果、粒度のバラツキが少なく粒径の小さい土質材料を用いた場合には、SFWD の弾性係数と現場 CBR は極めて高い相関性が見られることが明らかとなった。

このことから、建設サイトの礫質土路床に適用した場合に見られる現場 CBR と SFWD 結果の相関性のバラツキは、CBR 試験の載荷ロード径 $\phi 50\text{mm}$ が小さいために、礫質地盤の局所的な粒度の影響を受けて生じているものと考えられる。

以上のことから、SFWD 計測は現場 CBR 試験に替わって、路体や路床といった造成地盤の弾性係数などの剛性評価手法として、十分な精度を持って適用可能であると考えられる。

【参考文献】

- 1)川崎ほか：地盤剛性全自動評価システムにおける地盤剛性計測法、土木学会第 59 回年次学術講演概要集、2004 年 9 月
- 2)皿海ほか：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
- 3)川崎ほか：地盤剛性全自動評価システム (SFWD) による礫質盛土の地盤剛性評価、第 41 回地盤工学研究発表会、2006 年 7 月
- 4)川崎ほか：地盤剛性全自動評価システム (SFWD) による改良土地盤の地盤剛性評価、第 41 回地盤工学研究発表会、2006 年 7 月
- 5)堀田ほか：地盤剛性全自動評価システム (SFWD) による空港造成地盤の剛性評価、土木学会第 62 回年次学術講演概要集、2007 年 9 月

表-1 試験ケース

試験ケース	試験領域の試料土	締固めエネルギー
ケース 1	6号珪砂	0.5 E_c
ケース 2	6号珪砂	4.5 E_c
ケース 3	碎石 40-0	1.0 E_c
ケース 4	碎石 40-0	1.5 E_c
ケース 5	碎石 40-0	2.0 E_c
ケース 6	碎石 40-0	4.5 E_c

注) 締固めエネルギーは、1.0 $E_c=550\text{kJ/m}^3$ である。

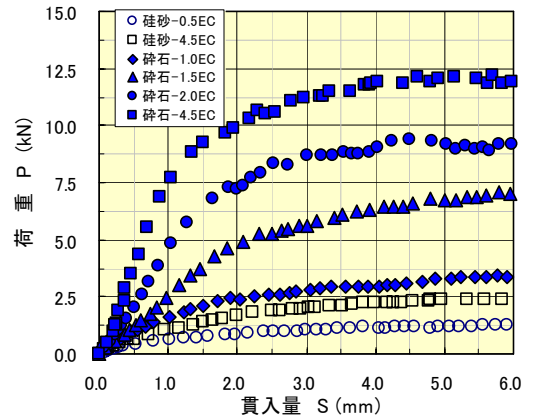
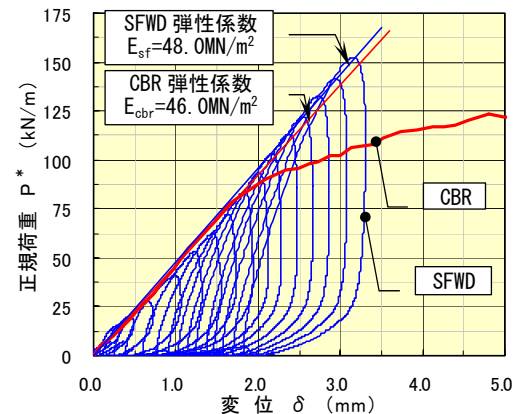


図-3 現場 CBR 試験の荷重～貫入量



注) 正規化荷重 $P^* = P \times 0.25 \pi \cdot D (1 - \nu^2)$

図-4 CBR 試験と SFWD の載荷挙動

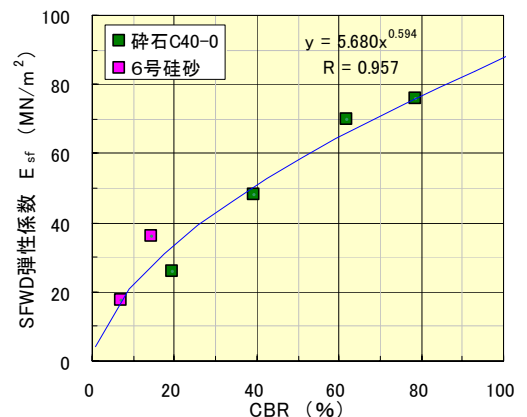


図-5 CBR と SFWD 弾性係数の関係