

全自動地盤剛性評価システム (SFWD) による空港造成地盤の剛性評価

国土交通省四国地方整備局 小松島港湾・空港整備事務所 正会員 堀田 真治
 清水建設(株) 土木技術本部先端技術部 正会員 ○長澤 正明
 同 上 正会員 川崎 廣貴
 東京理科大学 理工学部土木工学科 正会員 龍岡 文夫

1. はじめに

用地造成の建設サイトにおいて、剛性という地盤の性能を高い精度で評価するため、オンサイトで直接的に多数かつ迅速・簡便に調査できる手法として全自動地盤剛性評価システム(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)}。本システムは、地盤面に最大 90kN の衝撃荷重を作用させ、得られた荷重～地盤変位関係から地盤剛性を面的に解析・評価するものであり、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となっている。これにより、建設サイトにおいては地盤剛性の良否を瞬時に判断できるメリットが得られる。

ここでは、空港造成工事の転圧締固めにより締固め度 90% 以上を確保した路体造成面上において、SFWD 計測と現場 CBR 試験や平板載荷試験を実施し、それらを比較したので、その結果を報告する。

2. 造成地盤の盛土材

表-1 には造成地盤の路体に適用した盛土材の締固め特性、図-1 には盛土材の粒度分布、図-2 には各盛土材の締固め曲線を示す。各盛土材は、細粒分含有率が 10% 以下の良質な粗粒土であり、最大乾燥密度は $\rho_{dmax} \approx 1.9 \sim 2.2 \text{ g/cm}^3$ の範囲でややばらついている。

造成地盤は、表-1 に示した複数の盛土材料が施工領域内で小区分された状態で施工された。このため、施工の締固め管理は、グルーピングを実施して同一施工領域内の材料の中でもっとも大きな最大乾燥密度の 90% を施工管理密度とした。

3. 計測方法

所要締固め度 90% で造成された路体地盤面上の多数の任意の位置において、SFWD 計測 ($\phi 450\text{mm}$)、自動走査式 RI 密度計 (SRID) 計測、現場 CBR 試験 ($\phi 50\text{mm}$)、平板載荷試験 ($\phi 750\text{mm}$) を実施して、これらの試験の結果の相関を把握した。SFWD と現場 CBR の計測は、平板載荷試験による荷重履歴を受けないように平板載荷試験周囲で SFWD を 4 箇所、現場 CBR を 2 箇所計測して、その平均値を各計測値とした。SFWD と SRID の相関は、各施工管理点での計測により把握することとした。

4. 計測結果と考察

図-3 には、造成地盤路体における平板載荷結果と SFWD 結果を示しているが、この各載荷曲線の包絡線から支持力係数 K 値を求め、これから同図中の式により弾性係数を算定している。

キーワード：地盤剛性 FWD 平板載荷試験 現場 CBR

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

表-1 盛土材の締固め特性

	小豆島 (内海)	小豆島 (土庄)	和歌山 (由良)	撫養 (西谷)	相生	赤穂 (豊)
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.698	2.643	2.753	2.699	2.667	2.650
自然含水比 $w_d(\%)$	11.7	4.2	1.8	5.5	3.5	10.0
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(\text{g/cm}^3)$	1.891	2.161	2.179	2.086	2.101	1.923
最適含水比 $w_{opt}(\%)$	12.3	6.5	6.4	7.4	6.7	10.1

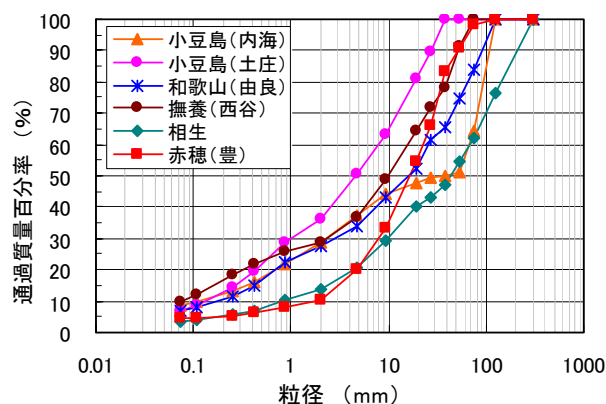


図-1 盛土材の粒度分布

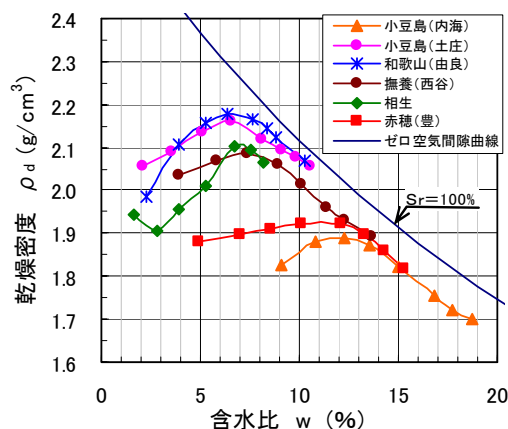


図-2 盛土材の締固め曲線

図-4には、SFWD計測の弾性係数 E_{tsf} と乾燥密度 ρ_d 、含水比 w 、締固め度 D_c の関係を示す。 E_{tsf} と ρ_d 、 w 、 D_c には明確な相関関係が見られておらず、乾燥密度の大きいものが必ずしも地盤剛性が大きいとは限らないことが明らかである。

図-5、図-6には、SFWD計測と現場CBR試験および平板载荷試験の各相関関係を示している。図-5に見られるように、CBR値はデータ2個の相関性がやや悪くなっている。この原因には現場CBRが $\phi 50\text{mm}$ の载荷ロッド径を用いるものであり、礫質地盤の局所的な粒度の影響を受けたためと考えられる。この点から現場CBRは礫質地盤において材料粒度などの現場条件でのバラツキ影響を受けやすいため、留意が必要になる。図-6からは、SFWDと平板载荷試験の相関性が極めて高いことが明らかである。この相関関係を用いることにより、平板载荷試験に替えてSFWDを地盤剛性評価のための施工管理に適用することができ、迅速に施工地盤の面的剛性を把握することができることになる。

当該工事の施工領域全体においてSFWDを用いて造成地盤面の弾性係数分布を調査した。その結果は図-7に示すように得られた。

5. おわりに

空港造成工事の転圧締固めにより締固め度90%以上を確保した路体としての造成地盤面上において、SFWD計測と現場CBRや平板载荷試験を実施した。SFWD計測は、平板载荷試験による弾性係数と良好な相関性が見られることから、平板载荷試験と同様に、造成地盤の弾性係数の剛性評価手法として十分に適用可能であると考えられる。

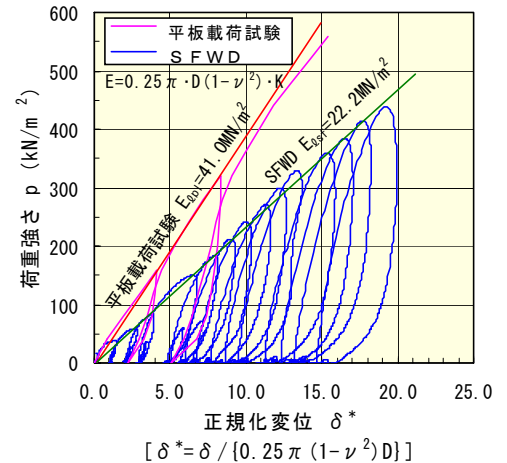


図-3 荷重強さー変位関係

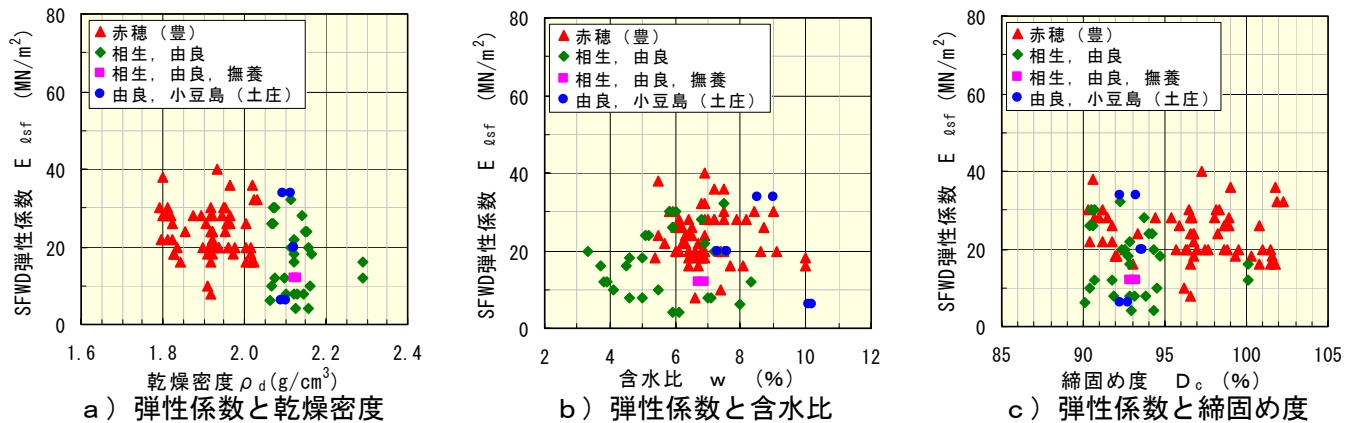


図-4 SFWD弾性係数と締固め特性の関係

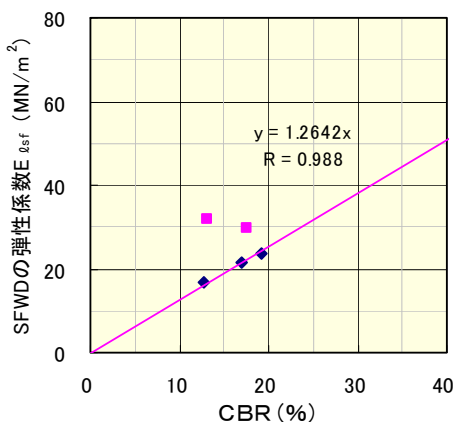


図-5 SFWDと現場CBR

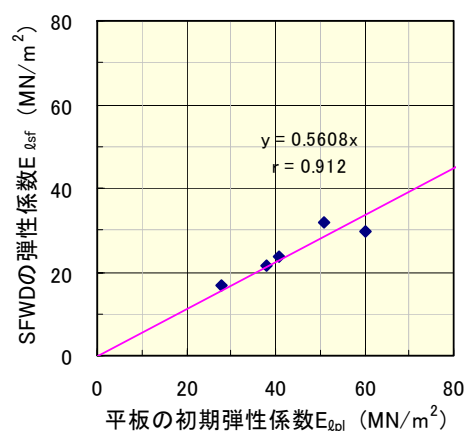


図-6 SFWDと平板試験の弾性係数

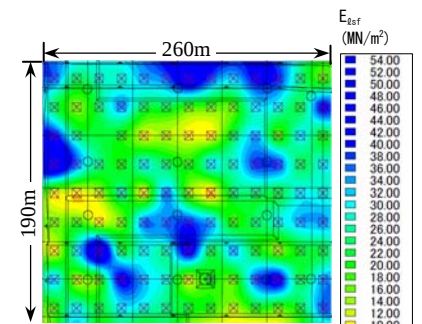


図-7 SFWD地盤剛性分布

【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
- 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