

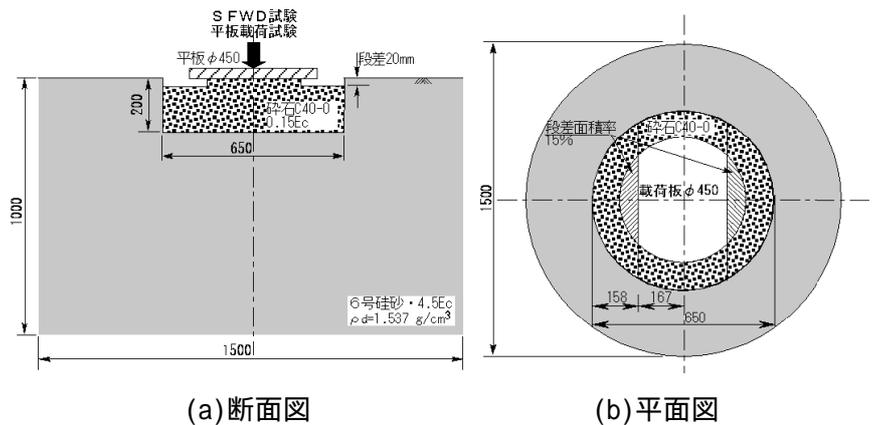
地盤剛性全自動評価システムの室内試験による精度評価

清水建設 土木事業本部技術第一部 正会員 皿海 章雄 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 正会員 平川 大貴

1. はじめに

地盤剛性全自動評価システム(以下,SFWD と称する)は地盤面に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・評価するものである¹⁾。ここでは、本システムの計測精度を把握することを目的に、大型土槽を用いた室内平板載荷試験と SFWD による載荷試験を行い、SFWD 計測と平板載荷試験によりそれぞれ評価された地盤剛性の相互関係の解明を試みたので、この内容について報告する。

SFWD 試験は衝撃荷重を載荷するためピーク荷重が約 0.01 秒で発生し、急速載荷の下での地盤の挙動が得られる。したがって、平板載荷試験による地盤剛性を同一の条件で比較するためには、a)動的載荷により測定された荷重と変位間の位相差の影響、b)地盤の粘性の影響²⁾、c)載荷段階の荷重値が異なるという載荷履歴の影響を考慮する必要がある。ここでは、最初の試みとして荷重履歴の影響のみを考慮して平板載荷試験結果と比較する。



(a)断面図 (b)平面図

図 - 1 土槽試験概念

2. 試験条件

試験用地盤は、図 - 1 に示すように大型円筒土槽の内部に 6 号硅砂を締固めて作成した(締固めエネルギー $4.5E_c$ 、 $\rho_d = 1.537 \text{ g/cm}^3$)。平板の端面誤差の影響を検討するため、図中に示す範囲を碎石 C40-0(締固めエネルギー $0.15E_c$)で置換した。さらに、載荷板設置面の条件として、段差面積比 15%、段差高 20 mm となる段差を意図的に作成し、端面誤差の影響を評価した。表 - 1 に SFWD 試験と平板載荷試験の試験条件を示す。

表 - 1 試験条件

		SFWD 試験					平板載荷試験					
載荷板径		450					450					
計測機器	荷重計	ロードセル					ロードセル					
	変位計	磁歪センサ					ダイヤルゲージ					
計測サンプリング		10kHz					2Hz					
載荷速度		約 80,000kN/m ² /s					約 3kN/m ² /s					
載荷方法	載荷段階	0 ¹⁾	1	2	3	4	0 ¹⁾	1	2	3	4	5
	載荷重 (kN/m ²)	50	120	200	300	500	30	50	150	300	450	560
	サイクル数	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5

注 1) 載荷段階 0 は予備載荷を示す。

3. 弾性係数の定義

1) 初期載荷弾性係数 E_i

図 - 2 の破線で示すように、端面誤差の影響を含んでおらず、安定した計測結果となっている、荷重段階 3~5 のサイクル 1 回目載荷後でのピーク荷重の点を直線近似し、その勾配を支持力係数 K_i とした。 K_i 値から初期載荷弾性係数 E_i を求めた。

2) 繰返し載荷弾性係数 E_r

図 - 2 の実線で示すように、任意の荷重段階 n における繰返し載荷時のサイクル 2~5 の荷重～沈下直線の勾配の平均値を繰返し支持力係数 $K_{r,n}$ とした。 $K_{r,n}$ 値から、繰返し載荷弾性係数 E_r を求めた。

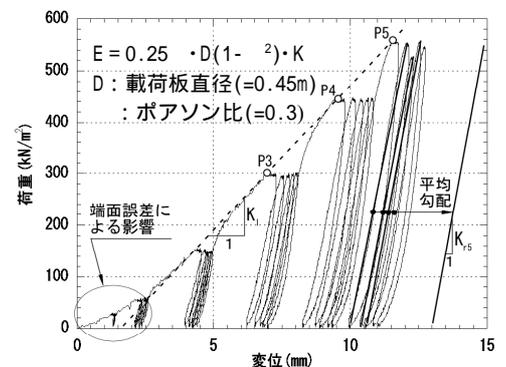


図 - 2 支持力係数の定義法

キーワード 地盤剛性、性能評価、地盤の弾性係数、FWD、平板載荷試験、繰返し平板載荷試験

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 TEL 03-5441-0554

4. 試験結果

1) 変位～荷重関係

図 - 3 に SFWD 試験と繰返し平板載荷試験における荷重～変位関係を示す。図 - 3 より同一のピーク荷重に対して、平板載荷試験の累積変位量は SFWD 試験より若干大きくなる傾向にある。これは、各載荷段階での 1 サイクル目において、動的・静的という載荷条件の相違の影響が現れているためであると考えられる。すなわち、地盤材料の粘性のため、SFWD 試験における荷重が相対的に大きくなっていると思われる。

2) 初期載荷弾性係数

図 - 3 に初期載荷弾性係数を算定した直線と初期載荷弾性係数の値を同時に示している。また、図 - 4 には、平板載荷試験の初期載荷弾性係数 $E_{PLT,1}$ と SFWD の初期載荷弾性係数 $E_{SFWD,1}$ の関係を示す。図 - 4 より $E_{PLT,1}$ と $E_{SFWD,1}$ はほぼ一致しており、相関性が非常に高いことが分かる。

3) 繰返し載荷弾性係数

図 - 5 に、図 - 3 から算出した繰返し載荷弾性係数の荷重レベル依存性を示している。図 - 5 より、ピーク荷重レベルが大きくなるに従って、繰返し載荷弾性係数は増加するという応力レベル依存性があることが分かる。この弾性係数の増加傾向は、ほぼ直線的である。さらに、図 - 5 には一例として載荷重 $P=280$ kN/m² 時の平板載荷試験での繰返し載荷弾性係数 $E_{PLT,r}$ と SFWD の繰返し載荷弾性係数 $E_{SFWD,r}$ の相関関係を他の 2 ケースと併せて示す。図 - 5 より $E_{PLT,r}$ と $E_{SFWD,r}$ はほぼ一致しており、相関性が高いことが分かる。

5. おわりに

本室内試験の場合、動的・静的載荷の相違の影響、地盤の粘性の影響を考慮しないで比較しても、SFWD 試験による地盤剛性は平板載荷試験による地盤剛性とほぼ同じ値であった。今後は、上記 2 点の影響を考慮し、さらに詳細な検討を実施する計画である。

参考文献 1)川崎、皿海、龍岡、平川：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 2004.9、2)例えば、Tatsuoka.F. et al. 2002. Time-dependant deformation characteristics of geomaterials and their simulation, *Soils and Foundations*, Vol.42, No.2, pp.103-129

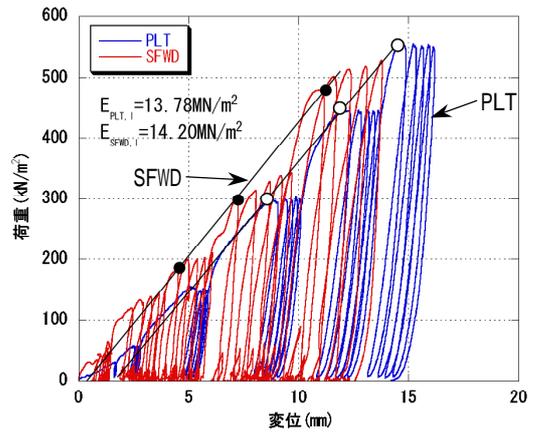


図 - 3 荷重～変位関係

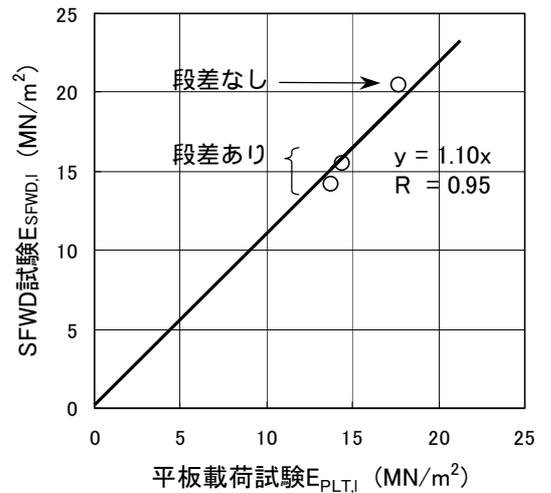


図 - 4 $E_{PLT,1}$ と $E_{SFWD,1}$ の関係

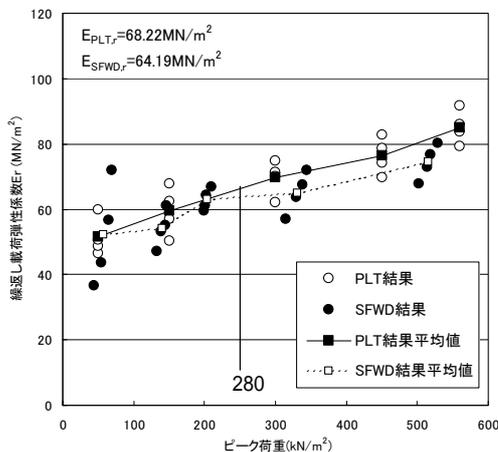


図 - 5 載荷重と繰返し弾性係数の関係

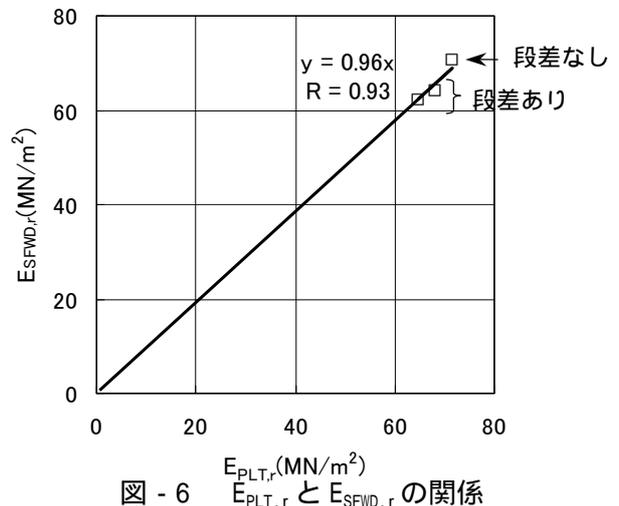


図 - 6 $E_{PLT,r}$ と $E_{SFWD,r}$ の関係