

## SFWD による岩盤評価手法の開発

清水建設株式会社 正会員 ○中野 貴公 正会員 長澤 正明 正会員 河田 雅也  
 正会員 平野 英司 正会員 宇野 昌利 正会員 長谷川 悦央

### 1. はじめに

ダム堤体の基礎掘削完了後の岩盤においては、ロックテストハンマー及び岩検ハンマーによる打音確認を主とした岩盤検査が実施されている。また、近年では、地質的な課題を克服しつつダムを建設しなければならない事例が多く、岩盤等級が不明確な箇所が存在する場合がある。このような箇所を対象に、これまでの岩盤検査による評価を補完する新たな定量的評価手法として重錘落下(SFWD)試験を用いた岩盤評価を試みた(写真-1)。本報告では、SFWD試験の岩盤への適用性について不陸整正材料の選定及び平板載荷試験結果との比較について報告するものである。

### 2. 原位置実験

#### 2.1 実験概要

重錘の高さを多段階に変えて地盤の変形係数を測定する試験(Super falling Weight Deflectometer Test: 以下SFWD試験)は、反力を必要とせず、短時間で測定できるという利点がある(図-1)。これまで、土質地盤に対して数多くの実験が実施され、平板載荷試験との相関性が良く精緻に地盤評価が可能である<sup>1)</sup>。本報告では、短時間(5分程度)で測定できるというSFWD試験の特性を生かした岩盤への適用性実験として、不陸整正材料の選定実験とSFWD試験と平板載荷試験結果の比較を行った。

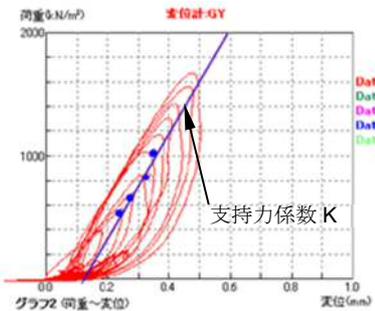
表-1に実験ケースを示す。Case 1~3において不陸整正材料として普通セメント、急結セメント、超速硬無収縮モルタルを用いた平板載荷試験によって比較した。養生時間はCase 1を3日養生(標準ケース)、Case 2~3を短期間養生(3時間)とした。不陸整正方法については原位置岩盤試験法の指針<sup>2)</sup>に従って実施した。対象岩盤は、節理や風化の影響により岩盤等級(強度)が不明確なC<sub>L</sub>~C<sub>M</sub>級岩盤とする。表-1に示すすべてのケースにおいて各試験面の状態が同一であることが望ましいが、節理や風化の影響により必ずしもそうはならない。そこで、各試験面の状態を把握するため、実験開始前にロックテストハンマー試験及び岩盤スケッチを実施した。

#### 2.2 実験結果

表-2に試験条件を示す。また、図-2に不陸整正材料の違いによる平板載荷試験結果を示す。Case 3が最も変位が小さく、次いでCase 1、そしてCase 2が最も大きかった。Case 2においては、養生時間3時間で完全に硬化せず、平板載荷試験中に載荷面から水が排水されたことが確認された。この影響により、変位が大きくなった。



写真-1 SFWD試験状況



変形係数演算式  $Esf=0.25\pi \cdot D(1.0-v^2) \cdot K$   
 D: 載荷板直径(m), v: ポアソン比, K: 支持力係数(MN/m<sup>3</sup>)

図-1 SFWD試験結果例

表-1 実験ケース

ケース	試験名	使用材料	養生期間
Case 1	平板載荷試験	普通セメント	3日
Case 2	平板載荷試験	急結セメント	3時間
Case 3	平板載荷試験	超速硬無収縮モルタル	
Case 4	SFWD試験		
Case 5	SFWD試験		
Case 6	SFWD試験		
Case 7	SFWD試験		

表-2 平板載荷試験条件

試験時最大荷重	N/mm <sup>2</sup>	1.5
載荷速度	MN/m <sup>2</sup> /min	0.1
繰返し回数	サイクル	3
載荷板径	mm	300

キーワード 岩盤, 平板載荷試験, SFWD試験, 急速載荷試験, 緩速載荷試験

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 TEL03-3561-3883

また, Case 1 と 3 においては荷重-変位曲線が似ており, 変形係数も 90%の相関性が示された. 表-3 に不陸整正材料の一軸圧縮試験結果を示す. Case 3 に用いた超速硬無収縮モルタルは, 3 日養生した普通セメントの強度には劣るが, 3 時間で 36.8N/mm<sup>2</sup> と試験時最大荷重である 1.5N/mm<sup>2</sup> を大きく上回る強度を発現している. 以上より, 短時間の養生でありながら, 試験結果に影響を与えない不陸整正材料として超速硬無収縮モルタルは適切であると考えられる.

次に, SFWD 試験の不陸整正材料として選定した超速硬無収縮モルタルを用いて, SFWD 試験と平板載荷試験を実施した. 表-4 に SFWD 試験条件を示す. サイクル数は過去の岩盤への実験より試験時最大荷重が 1.5N/mm<sup>2</sup> 程度となる 10 サイクル (落下高さ 0.13m) とした. 図-3 に SFWD 試験と平板載荷試験結果の比較を示す. 平板載荷試験 1 点に対し, 周囲 4 点の SFWD 試験を実施した. 各試験は載荷板直径の 3 倍以上 (90cm 以上) 離隔を確保した. 平板載荷試験に対し, SFWD 試験は変位が抑えられ, 結果として変形係数が平板載荷試験による変形係数の 2 倍程度となった. 平川ら<sup>3)</sup>は土質地盤に対して急速載荷である SFWD 試験と緩速載荷である平板載荷試験の載荷特性の違いより地盤の動的挙動に要因があることを示している. 本実験で岩盤に対して行った結果においても, 同様の傾向が示された. 岩盤に対しては, 粘性や排水による影響が小さいことから急速載荷に伴い, 変形する過程でひずみ速度に依存する抵抗を発揮したことで SFWD 試験結果の変位が抑制されたものと考えられる. これらの載荷方法の違いによる明確な結果の違いを解明することは今後の重要な課題である.

3. まとめ

本報では, SFWD 試験の特性に合った試験面の不陸整正材料の選定と平板載荷試験との比較を行うことにより, 以下に示す知見が得られた.

- (1) 超速硬無収縮モルタルは短時間養生(3時間)でも SFWD 試験結果に影響を与えない材料として適切である.
- (2) 岩盤において, 急速載荷である SFWD 試験と緩速載荷試験である平板載荷試験結果に明確な違いが表れた.

本報では SFWD 試験の岩盤への適用性を確認するため, 実際の岩盤に対して実験を行った. これにより厳密に言えば試験面の状態が異なるため, 一概に比較することは難しい. 今後は均一な岩盤 (模擬岩盤) に対し同様の実験を行うことで載荷方法の違いによる結果の比較を行っていく.

参考文献

1) 川崎廣貴, 長澤正明: 高盛土の沈下挙動と地盤の性能評価技術, 基礎工, pp.40-46, 2009.7  
 2) 土木学会: 原位置岩盤試験法の指針, pp.9, 2012  
 3) 平川大貴, 増田直哉, 龍岡文夫, 川崎廣貴: 地盤合成評価法としての FWD 試験と平板載荷試験の関係の検討, 地盤工学ジャーナル, Vol.3, No.4, pp.307-320, 2008

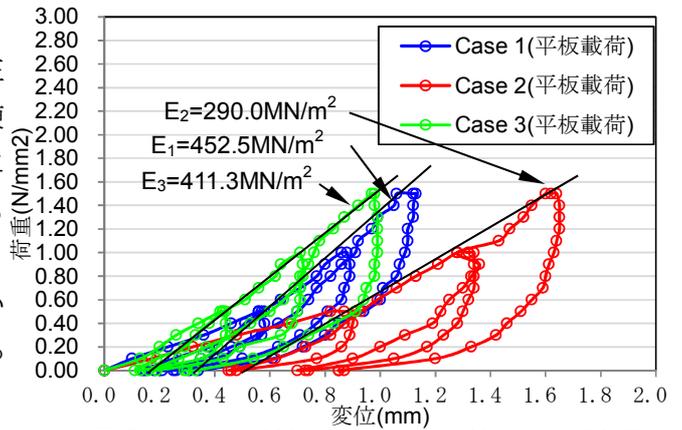


図-2 不陸整正材料の違いによる平板載荷試験結果

表-3 材料の一軸圧縮強度試験結果

材料名	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	備考
普通セメント	53.2	3日養生
急結セメント	12.3	3時間養生
超速硬無収縮モルタル	36.8	3時間養生

表-4 SFWD 試験条件

繰返し回数	サイクル	10
変形係数 算定サイクル数	サイクル	2~5
載荷板径	mm	300

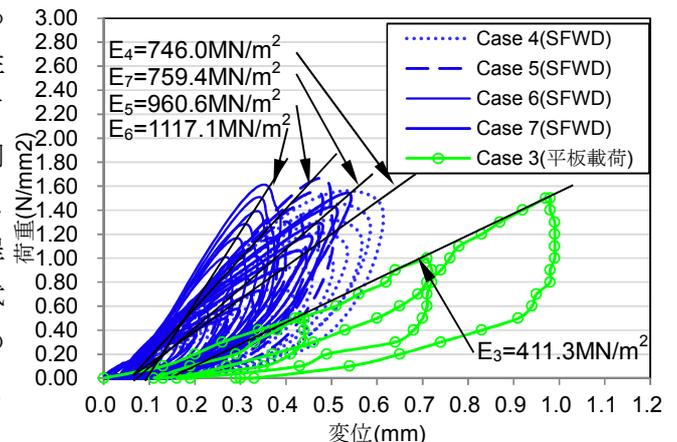


図-3 SFWD 試験と平板載荷試験結果の比較