

Ⅲ - B 305 FGC-DM工法による低強度改良地盤の水平地盤反力係数

日建設計中瀬土質研究所 正○大石幹太 正 片桐雅明 正 斎藤邦夫
 電源開発(株) 設計室 正 東 健一
 運輸省港湾技術研究所 正 高橋邦夫
 (財)石炭利用総合センター 小笹和夫

1. はじめに

フライアッシュを利用したFGC深層混合処理工法(FGC-DM工法)は、従来のセメント系深層混合処理工法に比べ比較的低強度の地盤改良をより均一に行える特徴がある。同工法は軟弱地盤における山留め工事への適用が検討されており、その適用性および設計法の確立に向け現場実験、遠心模型実験を行ってきた。設計手法については弾塑性法を基本とし、掘削底部を改良した場合への適用性や設計定数の設定方法などが検討されている。本研究では、FGC-DM工法で改良した掘削底盤の水平地盤反力係数の評価方法を確立する目的で、改良体の水平載荷実験を遠心模型実験により行い、現行設計法との比較をしたので報告する。

2. 実験方法

遠心模型実験は、図-1に示すような模型(縮尺比1/40)を用い、40Gの遠心加速度場で水平載荷実験を行った。矢板は曲げ剛性EIを指標に、φ700の鋼管矢板を厚さ9.7mmのアルミ製プレートでモデル化した。矢板下端はピン支持とし、2方向ロードセルに接続して、水平載荷時の矢板下端部の鉛直および水平反力を計測した。また、水平載荷に伴う矢板の変形挙動とそれに作用する土圧を把握するため、矢板にはひずみゲージおよび土圧計を配置した。矢板に対する水平載荷は、線状に載荷する治具をジャッキ先端に取付け、変位制御で行った。また、載荷装置に設置した変位計によりジャッキの移動量を測定し、載荷位置の変位dとした。水平載荷は、改良体上面から+20mm(実物換算で0.8m)の位置で行い、載荷速度は約0.6mm/minとした。改良体は、一軸圧縮強度が196kN/m²となるよう粘土と安定材(フライアッシュおよびセメント)スラリーを攪拌混合し、14日養生して作製した。実際の改良体の強度は、目標より若干小さく186kN/m²であった。

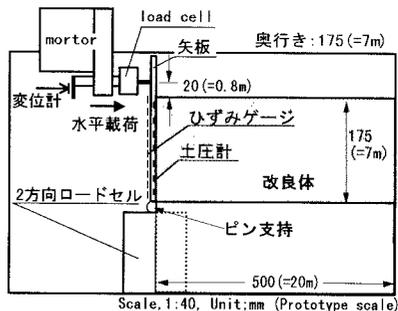


図-1 実験模型の概要図

図-1に示すような模型(縮尺比1/40)を用い、40Gの遠心加速度場で水平載荷実験を行った。矢板は曲げ剛性EIを指標に、φ700の鋼管矢板を厚さ9.7mmのアルミ製プレートでモデル化した。矢板下端はピン支持とし、2方向ロードセルに接続して、水平載荷時の矢板下端部の鉛直および水平反力を計測した。また、水平載荷に伴う矢板の変形挙動とそれに作用する土圧を把握するため、矢板にはひずみゲージおよび土圧計を配置した。矢板に対する水平載荷は、線状に載荷する治具をジャッキ先端に取付け、変位制御で行った。また、載荷装置に設置した変位計によりジャッキの移動量を測定し、載荷位置の変位dとした。水平載荷は、改良体上面から+20mm(実物換算で0.8m)の位置で行い、載荷速度は約0.6mm/minとした。改良体は、一軸圧縮強度が196kN/m²となるよう粘土と安定材(フライアッシュおよびセメント)スラリーを攪拌混合し、14日養生して作製した。実際の改良体の強度は、目標より若干小さく186kN/m²であった。

3. 実験結果

以下実験結果等は全て実物換算で表している。

図-2に水平載荷時の荷重-変位関係を示す。同図における支点鉛直反力 R_V 、支点水平反力 R_H は、模式図に示すように矢板下端のピン支持部での反力を表し、図中の矢印がそれぞれ+方向を示す。同図によると、水平載荷に伴い R_V は鉛直上向き、 R_H は載荷とは逆方向に荷重が増加している。また、水平載荷荷重 P_H と載荷点変位 d の関係には、明確なピークは認められなかった。しかしながら、 $P_H \sim d$ 曲線の傾きが $d=0.1m$ 付近を境にして小さくなることから、改良体はこの近傍で降伏していることが考えられる。

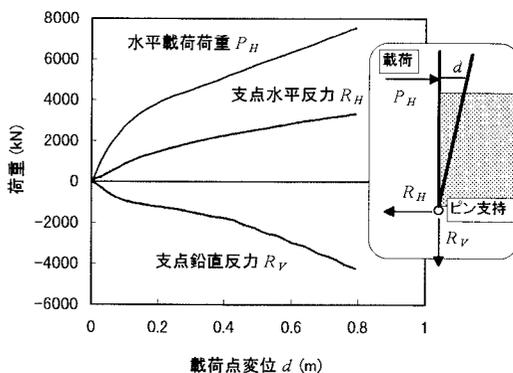


図-2 水平載荷時の荷重-変位関係

キーワード：地盤改良、石炭灰、水平地盤反力係数、模型実験

連絡先：〒211-0095 川崎市幸区南加瀬4-11-1 TEL:044-599-1151 FAX:044-599-9444

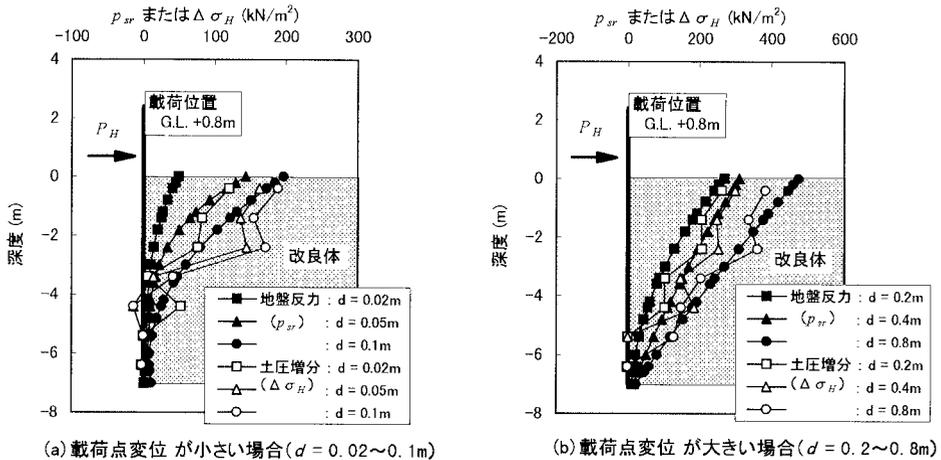


図-3 土圧増分の計算値と実験値の比較

載荷に伴う単位面積当たりの地盤反力 p_{sr} と土圧増分 $\Delta\sigma_H$ の変化を、変位 d の大きさで区分して図-3(a)、(b)に示す。同図では、 p_{sr} は矢板の曲げモーメント分布の近似曲線から求めた土圧増分の計算値を、 $\Delta\sigma_H$ は矢板に設置した土圧計で測定した土圧増分である。土圧増分の分布形状は、実験値、計算値とも改良体上部から深度方向に減少する傾向を見せているが、載荷の初期段階では両者の対応はあまり良くない。すなわち、(a)図に示すように、載荷初期では実験値であるの $\Delta\sigma_H$ が大きな値を示し、載荷変位が大きくなると ($d \geq 0.2\text{m}$)、(b)図のように両者は一致する傾向を見せる。

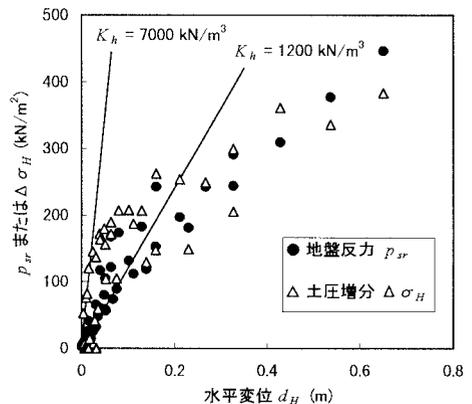


図-4 土圧増分と矢板の水平変位の関係

図-4 は土圧増分と矢板の水平変位 d_H の関係である。ここで、 d_H は土圧計を設置した位置での矢板の水平変位を表し、曲げモーメントから算出した矢板のたわみより求めた。同図を基に水平地盤反力係数 K_h を $p_{sr} (\Delta\sigma_H) \sim d_H$ 関係の傾きとして計算したところ、載荷の初期においてその上限値と下限値はそれぞれ 7 MN/m^3 、 1.2 MN/m^3 となった。この値は、土木学会「トンネル標準施工方書(開削工法編)」により E_{50} を用いて算定した水平地盤反力係数 16.7 MN/m^3 の約 $1/2 \sim 1/14$ であり、現行設計法では過大な地盤反力係数を与える可能性が示唆される。

4. まとめ

実験より求められた改良体の水平地盤反力係数は、現行設計法による算定値と比較すると、約 $1/2 \sim 1/14$ という小さい値であった。従って、改良地盤に対する水平地盤反力係数の算定方法については、今後さらに実験を重ね、妥当な算定方法の検討を行う必要がある。

なお、本研究は通産省石炭生産利用技術振興補助事業の一環として行われたものである。

参考文献

- 1) 東 健一 他(1997);フライアッシュを用いた深層混合処理工法の土留め工法への適用について、土木学会第52回年次学術講演会
- 2) 山田 耕三 他(1998);フライアッシュを用いて低強度に改良した掘削底盤の地盤反力係数の計測例、第33回地盤工学研究発表会
- 3) 大石 幹太 他(1998);大規模山留め工における低強度底盤改良効果、第33回地盤工学研究発表会