

斜掘り溝型で設置される埋設管の活荷重載荷時の土圧・変形挙動

大成基礎設計 ○島津 多賀夫・西田 博文 長野工業高等専門学校 吉村 洋
 大阪市立大学 東田 淳・椿本 臨 (現 積水化学工業)

まえがき 斜掘り溝型方式で設置される埋設管の力学挙動を遠心実験で調べ^{1),2)}, 埋戻土自重が働く場合, 現行設計法による予測は実験結果に比べてかなり安全側であること³⁾, また弾性 FEM 解析によって遠心実験の結果を良好にシミュレートできること⁴⁾を明らかにし, この解析手法を用いて埋戻土自重が働く場合の設計図表を提案した⁵⁾. 本報告では, 遠心実験によって測定した活荷重載荷時の土圧・変形挙動を示し, FEM 解析, ならびに現行設計法と比較する. なお, 実験と解析の詳細は参考文献 1), 4)を参照されたい.

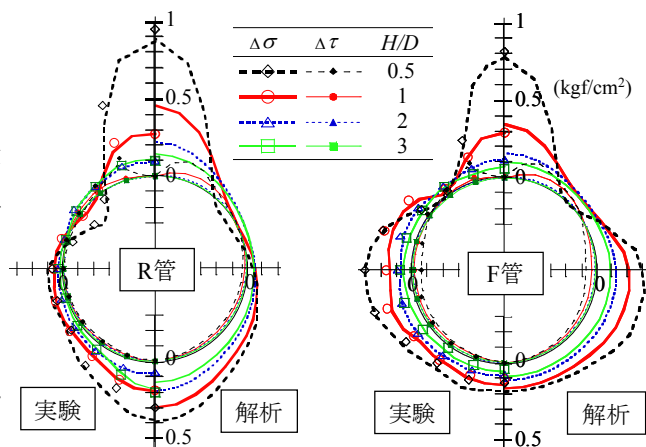
遠心実験と FEM 解析の方法 実験は, 実験容器の底面から $2D/9$ (D :管外径)の位置に $D=9\text{cm}$ の模型管を設置し, 埋戻し土を所定の土被り高 H で詰めた後, 遠心加速度 $30G$ 場で, T-25 車輛荷重相当の帯荷重を幅 0.67cm の載荷板により管直上の地表面に載荷した. 実験条件として, 管剛性, 土被り高, 溝勾配, 地盤材料, 壁の粗さ, 溝幅を変えた.

FEM 解析は, 管と地盤を等方弾性体と仮定し, 平面ひずみ条件で行った. 管と地盤, 溝壁と地盤の間にはジョイント要素を挿入して, 開口, すべり, 摩擦抵抗を考慮した.

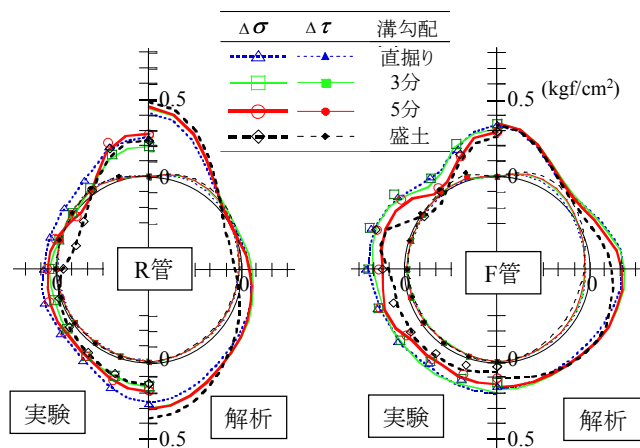
実験と解析で得られた $\Delta\sigma$ ・ $\Delta\tau$ の比較 図-1 は, 活荷重載荷による垂直土圧とせん断土圧の増分 ($\Delta\sigma$ ・ $\Delta\tau$) を, 実験と解析で比較している. (a)図は SOL 地盤・溝勾配 5 分の条件で, H/D を変えた場合, (b)図は SOL 地盤・ $H/D=1$ の条件で, 溝勾配を変えた場合である. (a)図と(b)図の左側の図が R 管(剛な管), 右側の図が F 管(柔な管)の場合である. また, 各図の左半分が実験結果, 右半分が解析結果である. どの場合も, 管頂・管底の $\Delta\sigma$ は解析の方が実験よりも若干大きめであるが, 分布形状はよく似ている.

遠心実験と現行設計法の比較 斜掘り溝型埋設方式を扱っている現行設計基準には, 農水基準⁶⁾ (土地改良事業計画設計基準—設計「パイプライン」, 農林水産省構造改善局) および道路土工指針⁷⁾ (道路土工—カルバート工指針, 日本道路協会) の 2 つがある. 図-2 は, 図-1 の $\Delta\sigma$ と $\Delta\tau$ を用いて求めた活荷重載荷による鉛直土圧, 鉛直反力土圧, 水平土圧の増分 $\Delta p_v/\gamma H$ ・ $\Delta p_r/\gamma H$ ・ $\Delta p_h/\gamma H$ の測定結果を現行設計法による予測と比べている. (a)図と(b)図の左側, 右側にそれぞれ R 管, F 管の場合を示す.

R 管, F 管とも, 測定土圧の図は管の左半分のみを示しており, その右側の図には, 左半分は道路土工指針, 右半分は農水基準による設計土圧をそれぞれ示している. 測定土圧と設計土圧は分布形状も大きさもかなり異なることが分かる. 図-3 は, 埋戻土自重と活荷重載荷をあわせた場合の最大曲げモーメント M_x と鉛直たわみ量 ΔD_x を比べている. これらの図から, 一部の例外を除いて, どの場合も設計の方が実験よりも大きくて過大であり, 特に H/D が大きい場合に差が広がることが分かる.



(a) H/D を変えた場合 (SOL 地盤・5 分勾配)



(b) 溝勾配を変えた場合 (SOL 地盤・ $H/D=1$)

図-1 実験と解析で得られた $\Delta\sigma$ ・ $\Delta\tau$ の比較

キーワード 埋設管, 斜掘り溝型埋設方式, 遠心実験, 活荷重, 弾性 FEM, 現行設計法

連絡先 〒113-0022 東京都文京区千駄木 3-43-3 島津 多賀夫 TEL: 03-5832-7195

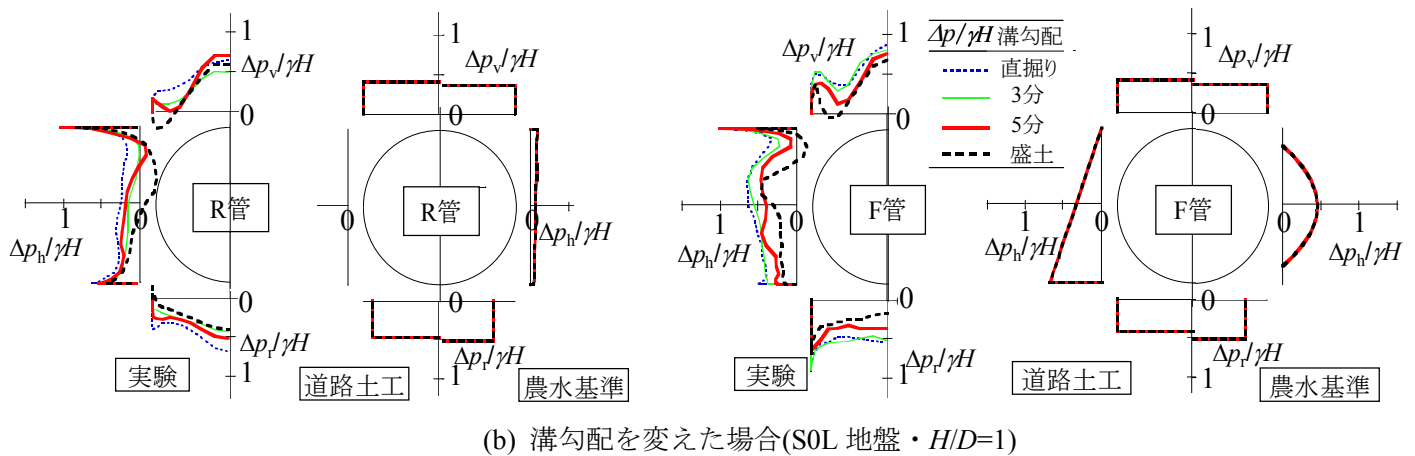
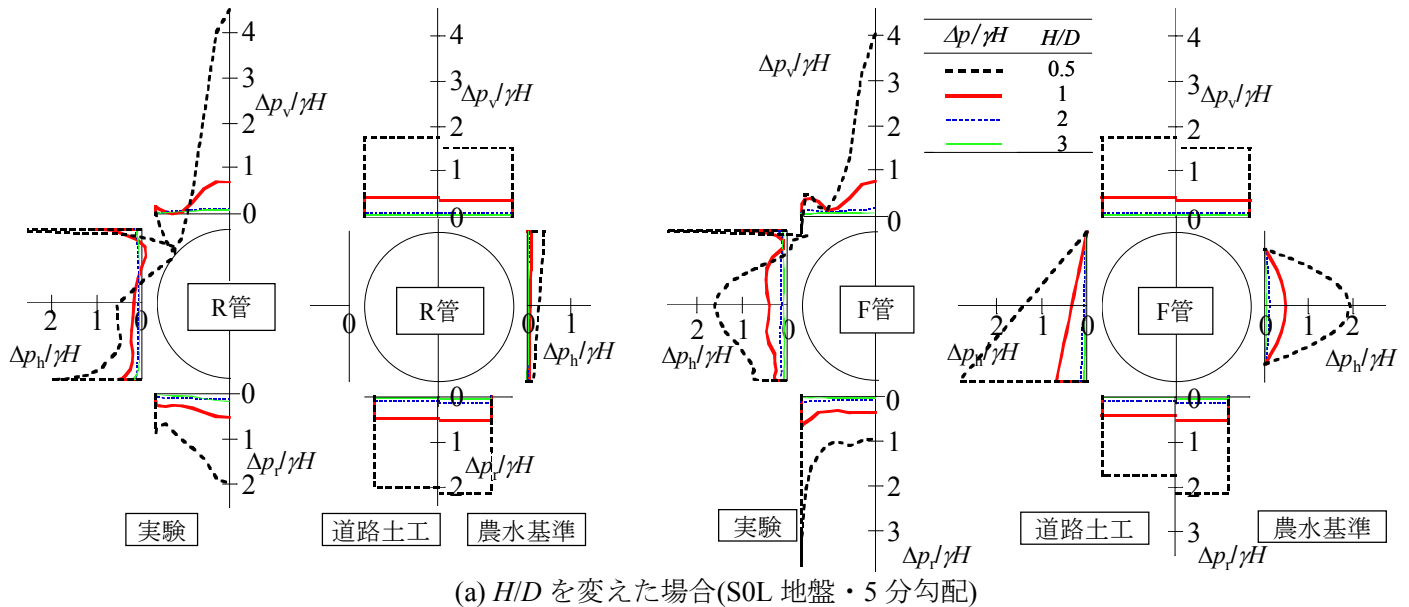
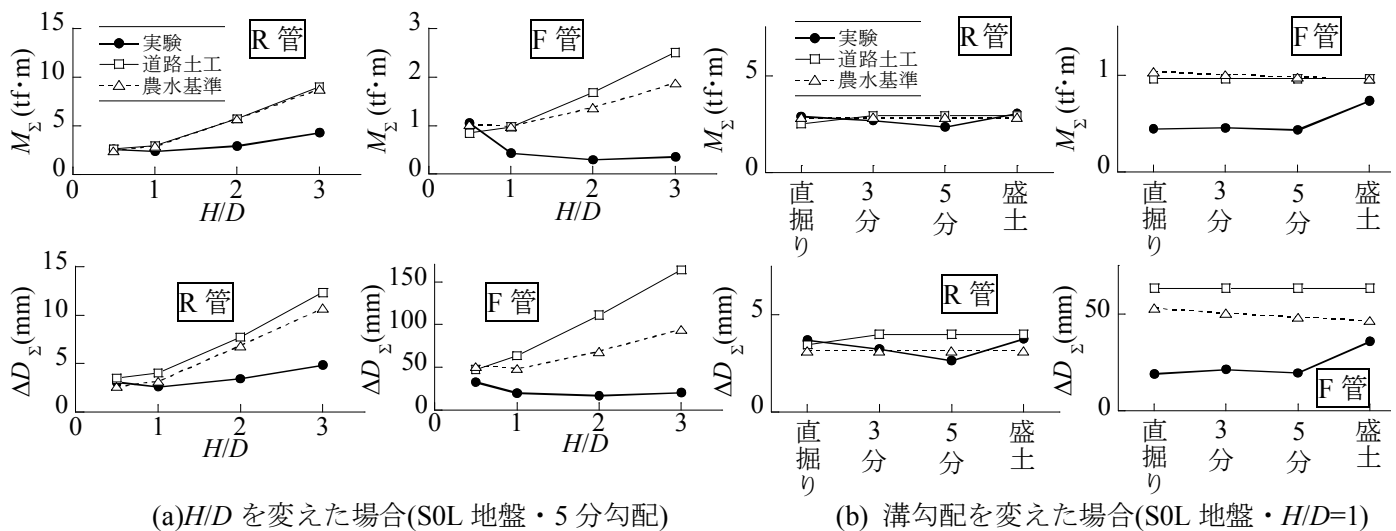


図-2 実験と現行設計法で得られた鉛直・水平土圧の比較

図-3 実験と現行設計法で得られた M_{Σ} ・ ΔD_{Σ} の比較

参考文献 1) 椿本ら：斜掘り溝型で埋設される下水道管の土圧・変形挙動に関する遠心実験(実験方法)，第42回地盤工学研究発表会，pp.1515-1516，2007。 2) 西田ら：斜掘り溝型で埋設される下水道管の土圧・変形挙動に関する遠心実験(実験結果)，第42回地盤工学研究発表会，pp.1517-1518，2007。 3) 島津ら：斜掘り溝型で埋設される下水道管の土圧・変形挙動に関する遠心実験（現行設計法との比較），第42回地盤工学研究発表会，pp.1521-1522，2007。 4) 吉村ら：斜掘り溝型で埋設される下水道管の土圧・変形挙動に関する遠心実験（弾性FEMによる解析），第42回地盤工学研究発表会，pp.1519-1520，2007。 5) 西田ら：斜掘り溝型埋設管の設計法の検討，第43回地盤工学研究発表会，pp.1511-1512，2008。 6) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準—設計「パイプライン」技術書，1998.3。 7) 日本道路協会：道路土工—カルバート工指針，1999.3。