埋設管の FEM 解析における地盤側方境界の位置の影響について

阿南高専 (学) ○米川直希(現:四国建設コンサルタント)阿南高専 (正) 吉村 洋

1. はじめに

土と構造物の相互作用問題として埋設管の土中挙動を遠心模型実験,FEM 弾性解析,理論解析を用いて検討 してきている。これまで,地震時の埋設管の挙動を調べるため,地盤側方にせん断変形を与えた遠心模型実験 を実施し,それに対する弾性 FEM 解析が良好に近似したことを報告した¹⁾。今回,この FEM 弾性解析手法を 用いて,地盤側方の境界条件の位置が埋設管の土圧・変形挙動に与える影響を調べたので報告する。

2. 解析方法

FEM 解析は、模型管(管径 D=9cm、管厚 $t_p=3.5$ mm、 ヤング率 $E_p=74$ GPa、ポアソン比 $v_p=0.33$)を 30g の遠 心加速度場において、左方にせん断ひずみ $\gamma=3.2\%$ を与 えたときに対して実施した。遠心実験に対する FEM 弾 性解析では、乾燥砂・ゆる地盤の変形係数 E_s の応力依 存性を考慮して、模型地盤の深さ方向に E_s を分布させ たが、今回の FEM 解析では管中心深さの応力レベルに 対する値として $E_s=2.2$ MPa の一定値を与えた。地盤の ポアソン比は $v_s=0.37$ を与えた。なお、 E_s を地盤の深さ 方向で一定値を与えたときの管に作用する土圧分布、 管壁の曲げひずみを調べたが、 E_s を変化させたときの



図-1 解析モデル (B/D=4.04, 30g, unit: cm)

結果と大きな差はなく、その影響は小さいことを確認している。図-1 に解析モデルを示す。このモデルを基本モデルとし、地盤の両側に要素を追加して地盤幅 B を増大させ、B/D=20 まで変化させた。

3. 解析結果

図-2は、 $B/D=5 \ge B/D=15$ のときの管に働く土圧(垂直土圧 σ とせん断土圧 τ)の分布および管壁の曲げひ ずみ ϵ 分布を示したものである。 σ は管中心向き、 τ は反時計回りに働くもの、 ϵ は管内側が引張の場合をそれ ぞれ正として表している。B/D=5のとき、 σ 分布、 ϵ 分布の対称軸が時計回りに大きく傾いており、地盤側方の せん断変位の影響を受けていることがわかる。それに対して、B/D=15のときの σ 分布と ϵ 分布は、対称軸の傾 きが小さくなっている。図-3はB/D=20のときの $\sigma\tau$ 分布、 ϵ 分布を示している。せん断変形によって生じる σ 分布、 ϵ 分布の対称軸の傾きが、B/D=15の場合よりもさらに小さくなっている。また、同図中には地盤側方 のせん断変形を与えず、水平方向の変位を拘束する K_0 条件を地盤側方の境界条件として与えたときの結果も併 せて示している。B/D=20の場合、地盤側方のせん断変位が管に作用する土圧や管壁の曲げひずみに与える影響 が非常に小さくなっている。

図-4は解析で得られた管壁の最大曲げひずみと B/D との関係を示したものである。地盤側方のせん断変位 を与えない K₀条件の解析結果も併せて示している。この図から, B/D が大きくなると管壁の最大曲げひずみは 減少し, せん断変位を与えない K₀条件の結果に近づいていく。B/D≥15の範囲では, 地盤側方で与えたせん断 変位の影響は非常に小さくなり, 管壁の最大曲げひずみは両者でほぼ一致した値となっている。



4. おわりに

埋設管の FEM 解析において、地盤側方の境界条件の位置が埋設管の土圧・変形挙動に与える影響を調べたと ころ、B/D≧15 の範囲では地盤側方の境界条件が埋設管に与える影響は非常に小さくなった。今後、たわみ性 管や矩形・馬蹄形の埋設管の場合についても同様の解析を行いたいと考えている。

参考文献

1) 地盤せん断変形を受ける埋設管きょの遠心実験に対する弾性 FEM 解析:吉村洋,東田淳,丸吉克典,第47 回地盤工学研究発表会, pp.1287-1288, 2012.7.