

地中構造物の耐震性向上対策としての残置土留壁の効果について

(株) ニュージェック 正 ○五十嵐徹

京都大学 正 後藤浩之

京都大学 正 澤田純男

1. はじめに

地中構造物の耐震計算手法のうち、比較的簡便な手法として応答変位法が一般的に採用されているが、構造物の周辺地盤の地層構成が複雑で地盤ばねの評価・設定が難しい場合には、有限要素法系のモデルによる解析が望ましい。一方、地中構造物を築造する際に築造した土留壁が残置される場合があり、何らかの影響が想定されるが、計算手法として応答変位法が選択され、その土留壁の影響を設計時に考慮することは少ない。本研究では応答震度法による静的二次元有限要素法解析をおこない、残置土留めが躯体の耐震性能へ与える基本的な影響を検討し、地中構造物の耐震性向上対策としての残置土留壁の効果を考察する。

2. 応答震度法解析モデル

地震時の地盤と地下構造物との一体的な解析を静的二次元有限要素法により行った。解析モデルを図-1に示す。深さ方向 20m、水平方向 49m の地盤と構造物の一体化モデルを作成した。地盤は平面歪要素にてモデル化した。表層地盤について N 値 5, 10, 20 の沖積砂層相当を想定しヤング率を 1400N として 3 ケース作成した。耐震計算法は応答震度法を採用した。設計水平震度 K_h は GL-10m を工学的基盤面とし、水道施設耐震工法指針¹⁾の基準値より基盤面で $K_h=0.5$ 、地表面で $K_h=0.8$ と定め中間は直線補間して設定した。土留壁は鋼管矢板を $\phi 500 \sim \phi 1300$ までの 9 ケースについて二次元線形はり要素でモデル化した。影響評価対象の地中構造物として矩形 RC マンホールとし、土留壁と同様に二次元線形はり要素でモデル化し上層 10m に配置した。

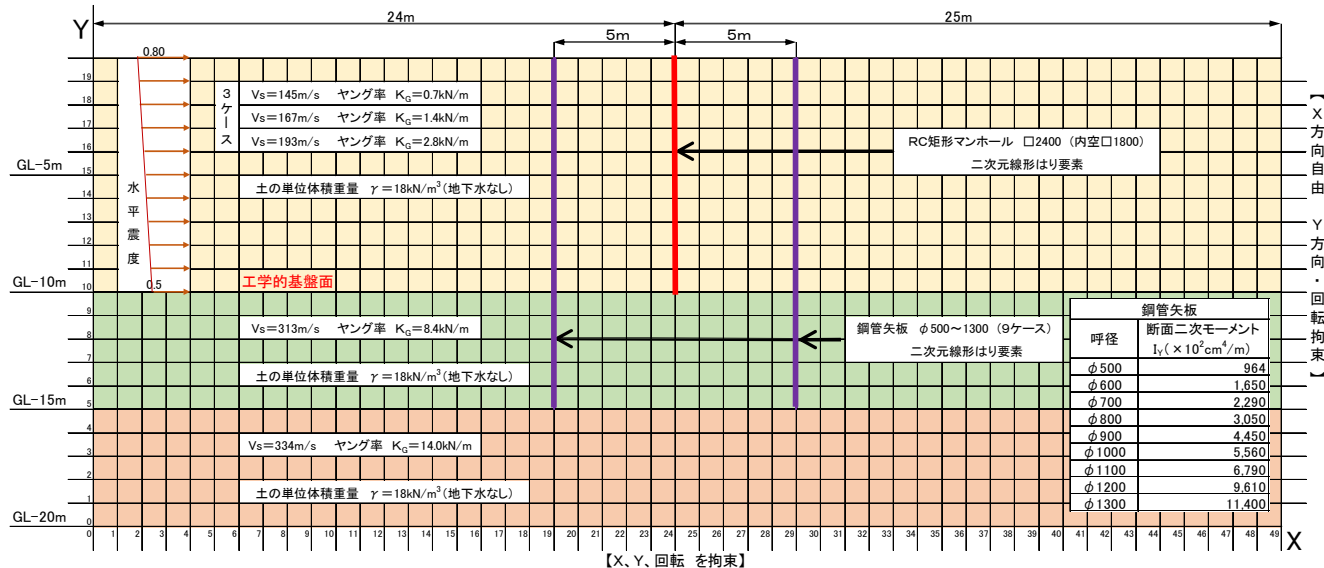


図-1 解析モデル(二次元線形有限要素法解析)

3. 検討方法

土中に残置された鋼管矢板が既設構造物へ与える影響を評価するために、図-2に示すように一端固定他端バネ支持の単純なモデルをイメージした感度分析を行った。このとき、この単純なモデルにおいて支点反力 R は(1)式のとおりととなる。線形解析であればマンホールに発生する曲げモーメントは支点反力 R に比例することから(2)式の関係が成り立つ。(2)式をもとに、鋼管矢板の断面二次モーメント(I)と地盤のヤング率(K_G)について感度分析を行った。

キーワード 土留め壁、地中構造物、地盤応答解析、耐震設計

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20 (株)ニュージェック 都市・地域整備グループ TEL 06-6374-4497

$$R = \delta \times K = \frac{P}{\left(1 + \frac{3E}{L^3} \times \frac{I}{K_G}\right)} \quad (1)$$

$$M_{MH} = \alpha \times R = \frac{\alpha \times P}{\left(1 + C \times \frac{I}{K_G}\right)} \quad (2)$$

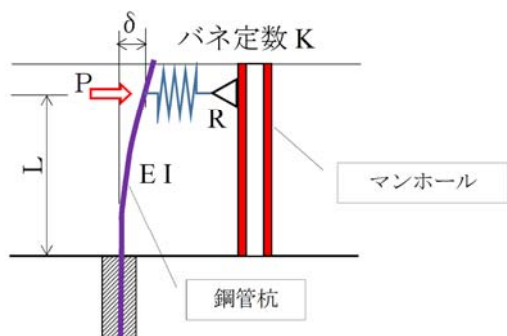


図-2 一端固定他端バネ支持のモデル

4. 検討結果

図-3 にはマンホールに発生した曲げモーメントを示す。図-4 の横軸には鋼管矢板の断面二次モーメント I を地盤のヤング率 K_G で割った値とし、縦軸にマンホールの発生曲げモーメントとするグラフとした。(2)式における αP は図-4 の Y 切片に相当し、地盤のヤング率が小さいほど大きくなり、地盤を土中立坑²⁾としてモデル化する考え方と矛盾しない。鋼管矢板の断面二次モーメントの違いについても(2)式の傾向と合致する。図-4 上の曲線は(2)式から推定されるとおりの曲線を示し、当該曲線式に対して3曲線ともに相関係数 R^2 は0.99となった。

5. まとめ

土中に残置された土留壁には土中構造物に作用する地震時の水平力を低減させる効果があることが示された。その水平力低減効果の傾向は単純な基本公式から類推することが可能であり、地盤と土留壁および土中構造物を一体とした有限要素法解析により再現できた。図-5 は横軸に鉄筋量、縦軸に終局曲げに対する耐力比とし、残置土留壁の耐震補強効果を示す。

新設設計時には鉄筋量を増やすことによる対策が効果的であるが、既設構造物の耐震補強対策において、施設内部からの補強工事の実施が不可能な施設や、外面からの補強工事のための大規模な掘削工事が不可能な施設に対しては一定の効果が期待できる。

本研究においては地中構造物を線形二次元はり要素でモデル化した。今後は土留壁と構造物との離隔距離の違いによる影響や、構造物の周面摩擦力の影響、地震時土圧の作用、三次元としての構造物側面のすり抜けの影響等について検討を行い、より精度の高い土留壁の影響評価を進めていく必要がある。

参考文献 1) 日本水道協会, 水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版 I 総論, pp. 193

2) 志波由紀夫, 立坑構造物の耐震解析モデルに関する考察, 土木学会論文集 A1, Vol169, No4, PP. I_55-I_72, 2013

M_{MH} マンホールに発生する曲げモーメント
 I はりの断面二次モーメント
 K バネ定数
 α 比例定数
 C 定数 $= 3E/L^3$

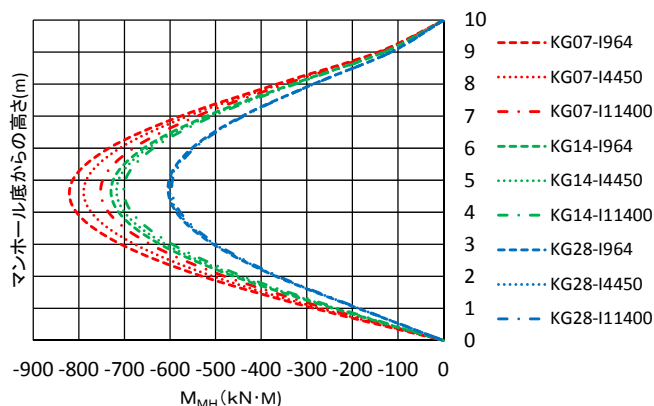


図-3 マンホール発生曲げモーメント

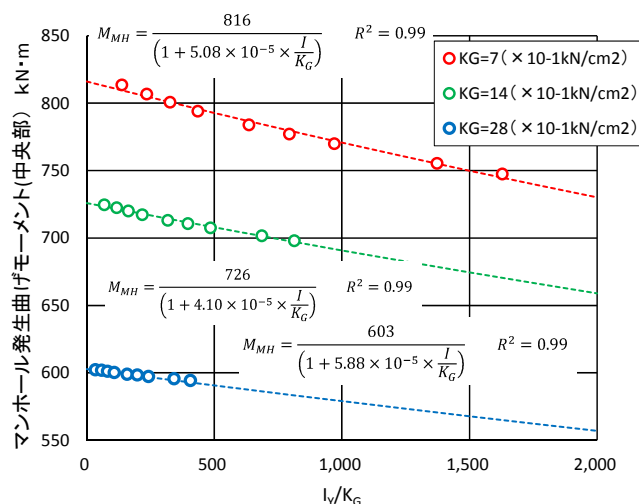


図-4 感度分析結果

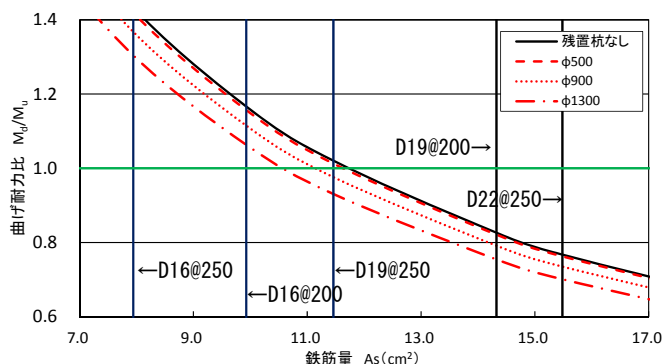


図-5 耐震補強対策の効果