

埋め戻し地盤が不整形地盤に起因する地盤ひずみの発生に与える影響

東京ガス株式会社 正会員 ○坂上 貴士

1. 緒言

埋設管の耐震性評価において、地盤ひずみの定量化は重要である。特に、基盤が不整形性を有する地盤構造（以下、不整形地盤）においては、成層地盤に比して大きな地盤ひずみが発生することから、その定量化の重要性は高まる。埋設管の耐震設計にあたって、有限要素解析などにより不整形地盤に起因する地盤ひずみを算定する際、通常、埋設管周囲に配された埋め戻し地盤はモデル化されない。本研究では、埋設管周囲の埋め戻し地盤を考慮した条件下にて、不整形地盤に起因する地盤ひずみを有限要素解析により試算したので、ここに報告する。

2. 検討に用いた不整形地盤モデルと解析条件

(a) 基盤が地表面に露出しないタイプ及び(b) 基盤が地表面に露出したタイプを検討の対象とした。後者については、不整形地盤による効果に加え、表層と基盤の位相差震動に起因した地盤ひずみが地盤剛性の急変部で発生することが報告¹⁾されている。各タイプの有限要素解析モデルを図1に示す。基盤の傾斜角は45度であり、基盤底面は半無限基盤とした。解析モデルの短軸方向は、境界条件に影響を受けない程度の長さで設定した。埋め戻し地盤の幾何形状については、呼び径150Aのガス管が埋設される一般的な条件（土被り：1200mm掘削深さ：1720mm、掘削幅：600mm）に基づき設定した。

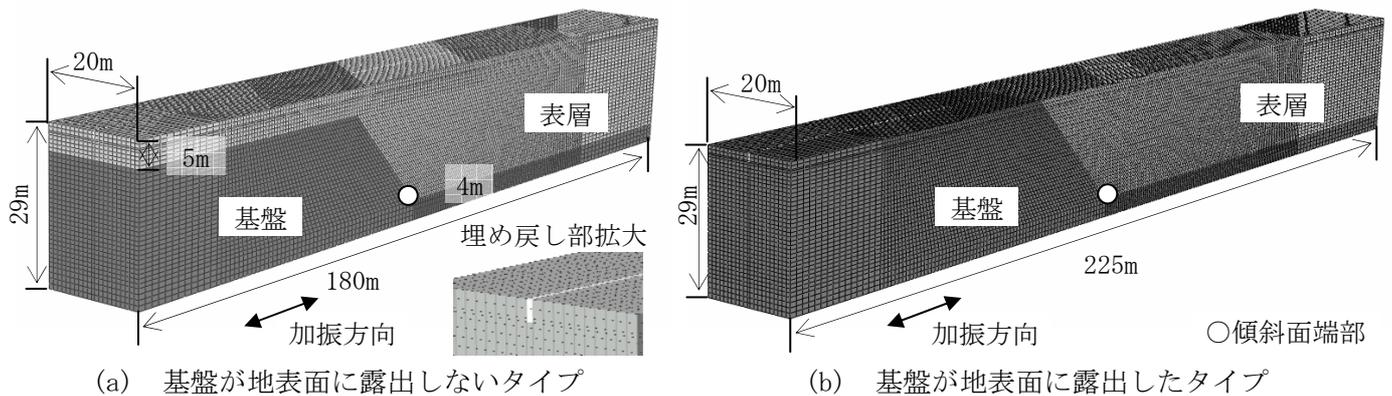


図1 有限要素解析モデル

基盤、表層及び埋め戻し地盤の地盤物性を表1に示す。埋め戻し地盤の単位体積重量は、高圧ガス導管耐震設計指針²⁾に記載された値であり、せん断波弾性速度は同指針に記載された内部摩擦角40deg.を参考に次式で示される道路橋示方書³⁾の参考式より定めた値である。なお、別途、ガス管工事に用いられる埋め戻し砂を最大乾燥密度状態とした供試体を用いて、有効鉛直拘束圧20kN/m²（想定埋設深さ：1.2m程度）にて弾性波速度試験を実施したところ、せん断波弾性速度は241m/secであった。

$$\phi = 15 + \sqrt{15 \cdot N} \quad \phi: \text{内部摩擦角(deg.)} \quad N: N \text{値}$$

$$V_s = 80 \cdot N^{1/3} \quad V_s: \text{せん断波弾性速度(m/sec)}$$

入力波形は、表層の1次固有周期を中心周波数とする最大振幅10mm/sec²のRicker-Wavelet波であり、解析に用いたソルバーは、SIMULA社製のABAQUS ver.6.8である。

表1 設定した地盤物性

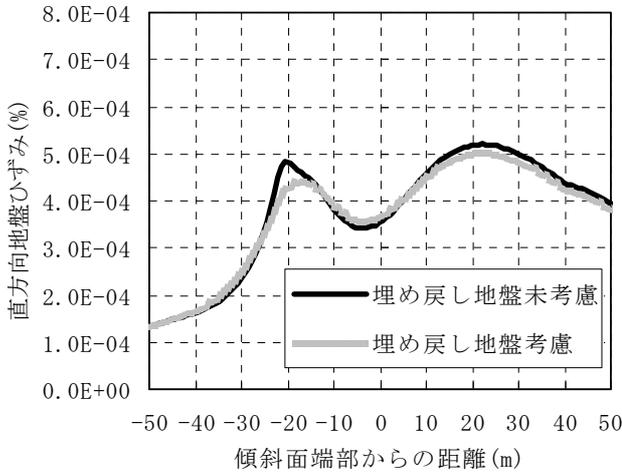
	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断波弾性速度 (m/sec)
基盤	27.4kN/m ³	300
表層	17.6kN/m ³	100
埋め戻し地盤	17.6kN/m ³	277

キーワード 不整形地盤, 地盤ひずみ, 埋設管

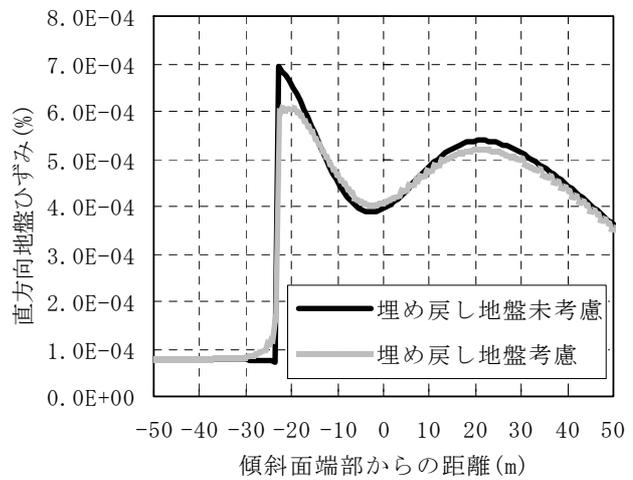
連絡先 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-7 東京ガス株式会社 TEL045-505-7309

3. 解析結果及び考察

解析により求めた深度 1582.6mm (呼び径 150A 管の中心位置) の埋め戻し地盤における直方向地盤ひずみ分布を図 2 に示す。比較のため、埋め戻し地盤の物性を表層と同一とした場合の結果も併記する。両タイプともに、埋め戻し地盤を考慮した場合の地盤ひずみは、埋め戻し地盤を考慮しない場合のそれに比して小さい。特に、基盤が地表面に露出したタイプについては、埋め戻し地盤を考慮することによる低減効果は大きかった。



(a) 基盤が地表面に露出しないタイプ



(b) 基盤が地表面に露出したタイプ

図 2 解析結果 (直方向地盤ひずみの分布)

埋設管周囲の埋め戻し地盤を考慮することで、不整形地盤に起因する地盤ひずみが低減される要因としては、①表層と埋め戻し地盤の地盤物性の差異により、表層地盤を伝播してきた地盤震動が埋め戻し地盤との境界で反射され、埋め戻し地盤の振動が小さい、②基盤層の厚さの違いによる表層地盤の位相差震動により、埋め戻し地盤の直方向変形が拘束される、等が考えられる。上記仮説を検証するため、基盤が不整形性を有さない図 3 に示す成層地盤モデルを用いて、表層と埋め戻し地盤の震動特性を調査した。地盤、表層及び埋め戻し地盤の物性は、表 1 に示した通りである。埋め戻し地盤の幾何形状及び入力波形も先の解析例と同一である。

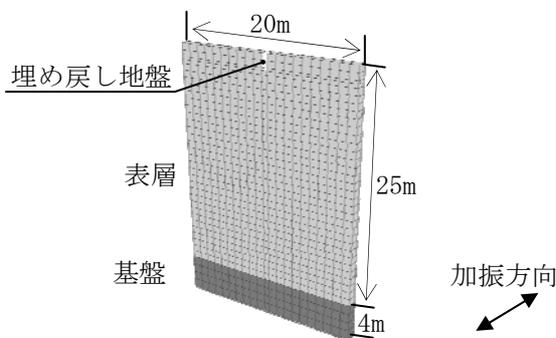


図 3 成層地盤モデルの断面図

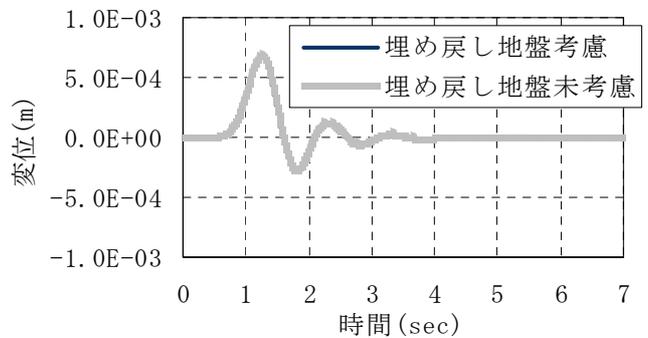


図 4 埋め戻し地盤における変位の時刻歴

解析により求めた深度 1582.6mm の埋め戻し地盤における地盤変位の時刻歴を図 4 に示す。比較のため、埋め戻し地盤の物性を表層と同一とした場合の結果も併記する。両者が同一であることから、上記の要因②による影響により、不整形地盤に起因する地盤ひずみが低減されたと推察される。

4. 結言

埋設管周囲の埋め戻し地盤を考慮した条件下にて、不整形地盤に起因して埋設管周囲の埋め戻し地盤に発生する地盤ひずみを有限要素解析により試算した。埋め戻し地盤を考慮することにより、埋め戻し地盤を考慮しない場合に比して、埋設管周囲の埋め戻し地盤に発生する地盤ひずみが小さくなることが確認できた。

参考文献

- 1) 竹内幹雄・高橋忠・元山宏・渡辺啓行:地盤剛性急変部の線状地中構造物の地震時応力評価法, 土木学会論文集 No. 422, pp. 323-332, 1990.
- 2) 社団法人 日本ガス協会: 高圧ガス導管耐震設計指針, 2000.
- 3) 社団法人 日本道路協会: 道路橋示方書 V 耐震設計編 同解説, 2002.