

地下埋設ガス導管に作用する輪荷重による土圧の評価方法に関する検討

早稲田大学大学院

学生会員 ○中谷 大樹

早稲田大学

フェロー会員 赤木 寛一

東京ガス(株)

川口 忍

東京ガス(株)

大沢 雅之

1. はじめに

都市ガス供給用導管は道路下に埋設されるため、土中内で管の健全性を得るためには、埋設ガス導管に発生する応力を正確に評価し、管に発生する応力が使用材料の許容応力に対して小さいことを確認する必要がある。ここでは、様々な地盤条件で導管に発生する応力を正確かつ簡便に評価することを目的とし、輪荷重が埋設管に与える影響に着目し、実車両を利用したフィールド試験の結果をもとに、有限要素法解析による土圧評価の検討を試みた。

2. 車両フィールド試験

車両フィールド試験では、前輪、後輪、最後輪を有するトラックを使用した。トラックのタイヤの車軸毎の荷重とタイヤのモデルを、表 2.1

表 2.1 トラック荷重 (車軸毎)

	前輪	後輪	最後輪	合計
荷重(kN)	58.8	69.0	66.0	193.8

および図 2.1a)b)に示す。解析対象としたトラックと埋設管の位置関係は図 2.2 に示す。なお、前輪が埋設管の直上にあるケースを前輪直上、後輪および最後輪の中心が埋設管直上にあるケースを中央直上、最後輪が埋設管の直上にあるケースを最後輪直上と呼ぶこととする。地盤の層厚および埋設管の位置は図 2.3 に示すとおりである。土圧計は埋設管そば水平距離 0.2m の位置に、深さそれぞれ 0.7m,

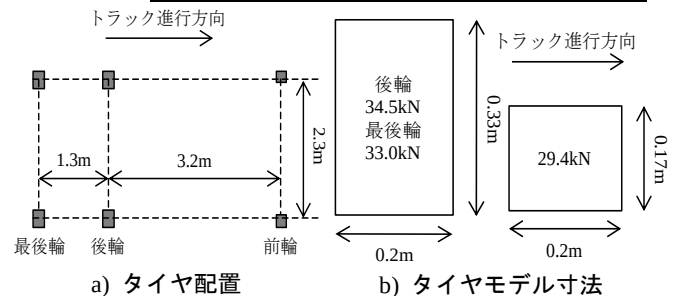


図 2.1 タイヤのモデル図

1.1m, 1.5m に埋設され、土圧を測定した。使用された埋設管は SGP 鋼管(規格最小引張強度:290N/mm², 公称外径:114.3mm, 実測平均板厚:4.1mm, 管長:5.5m)を 7 本溶接接合して全長を 38.5m としたものであり、ひずみゲージにより管のひずみを測定した。地盤の各層および埋設管の物性値を表 2.2 に示す。

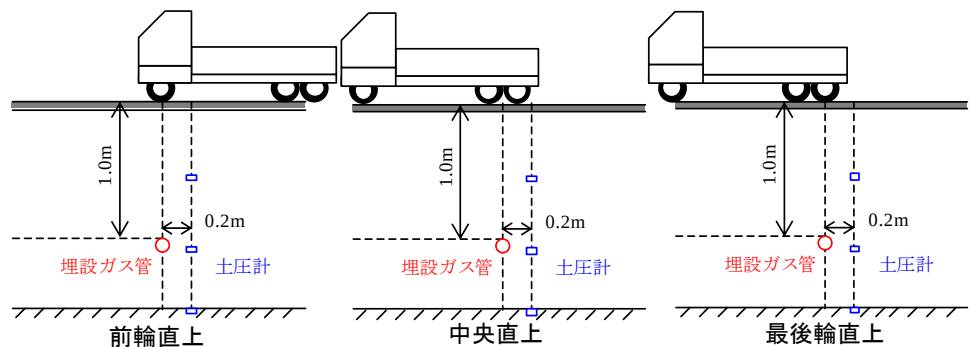


図 2.2 停車パターン

3. 三次元 FEM 解析

(1)解析条件

本解析で用いた三次元 FEM 解析用のメッシュを図 3.1 に示す。なお、表層は面要素とし、路盤、路床、原地盤は立体要素、埋設管は棒要素でモデル化した。メッシュの節点数と要素数は(節点数, 要素数)=(33966, 32400)とし、メッシュをかなり細分化している。埋設管と地盤については、境界面ですべりを生じている可能性

表 2.2 物性値

	弾性係数(MN/m ²)
表層	2.69×10^4
路盤	23.8
路床	11.9
原地盤	39.3
埋設管	2.01×10^5

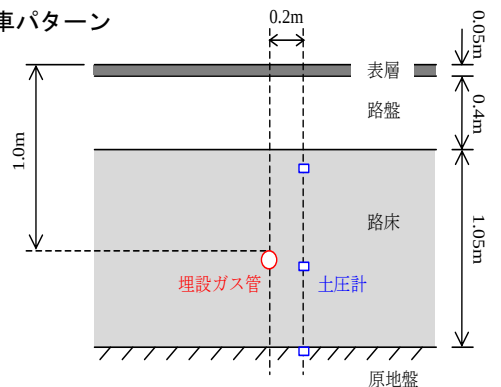


図 2.3 地盤の層厚と埋設管位置

キーワード 埋設ガス導管, 土圧, 車両輪荷重, FEM

連絡先 〒169-8885 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 58 号館 205 号室 TEL03-5286-3405

があるため、地盤と埋設管は独立してモデル化しており、相対する節点同士を XYZ 方向にそれぞれ接触ばねでリンクさせ、適切なばね値を求めるための解析を行った。解析ケースは表 3.1 に示す。なお、軸方向のばね値の基準値については以下の式で求めた。

$$\text{基準値} = \frac{1}{3} \times (\text{ばねの受け持つ長さ}) \times (\text{埋設管の外径}) \times (\text{路床の弾性係数})$$

(2)解析結果

解析結果を図 3.2～3.5 に示す。図 3.2～3.4 より、Case1 は他のケースに比べ、実測土圧とのずれが大きいのことがわかる。よって FEM 解析では、表層の引張軟化と地盤の非線形性を考慮するとともに、地盤と埋設管のばね値に関しては、Case4 が最も適切だと考えられる。

4. パラメータスタディ

(1)解析条件

ここでは Case4 のばね値を用いて、路床下部に存在する原地盤の物性値を変化させた時の土圧の変化を調査するパラメータスタディを行った。物性値は表 4.1 のように変化した。

(2)解析結果

輪荷重による土圧の鉛直方向分布に関する解析結果を図 4.1～4.3 に示す。軟弱地盤に相当する原地盤の弾性係数を下げた場合には輪荷重による土圧が下がり、弾性係数を増加させた場合には輪荷重による土圧も増加している。

5. まとめ

本研究の結果を要約すると以下ようになる。

- 1)FEM 解析では地盤特性を考慮する必要がある。また、埋設管と地盤との接触ばねのばね値は基準値の 10 分の 1 が適当である。
- 2) 軟弱地盤に相当する原地盤の弾性係数を下げた場合には輪荷重による土圧が下がり、

弾性係数を増加させた場合には輪荷重による土圧も増加する。

参考文献

濱中亮, 南形英孝, 川口忍, 赤木寛一: 車両輪荷重が舗装路下の埋設管に及ぼす土圧の評価手法に関する実験的検討, 土木学会舗装工学論文集(2009)

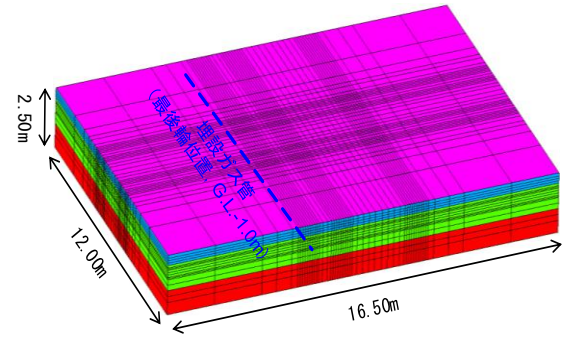


図 3.1 メッシュ図
表 3.1 解析ケース

解析ケース	地盤特性	ばね値
Case1	考慮しない	剛結
Case2	表層の引張軟化特性	
Case3	の考慮および地盤を 完全弾塑性体とする	軸方向ばね値=基準値×0.5
Case4		軸方向ばね値=基準値×0.1

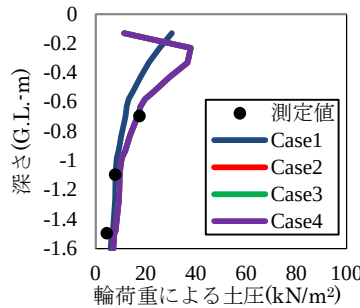


図 3.2 解析結果(前輪直上)

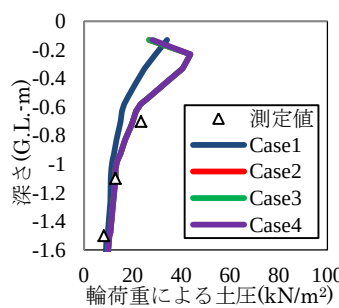


図 3.3 解析結果(中央直上)

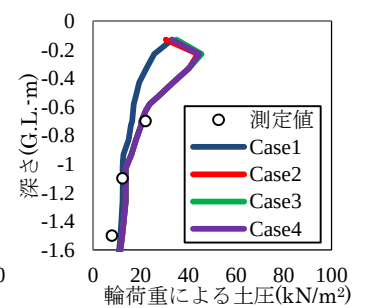


図 3.4 解析結果(最後輪直上)

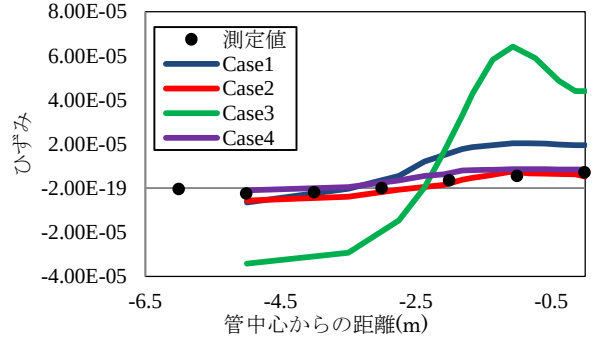


図 3.5 ひずみ解析結果

表 4.1 解析ケース

解析ケース	物性値	地盤特性
Case5	原地盤の弾性係数を 1/10	表層の引張軟化特性の考慮および地盤を完全弾塑性体とする
Case6	原地盤の弾性係数を 10 倍	

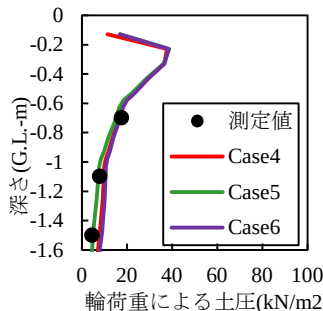


図 4.1 解析結果(前輪直上)

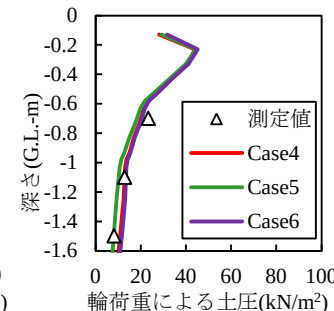


図 4.2 解析結果(中央直上)

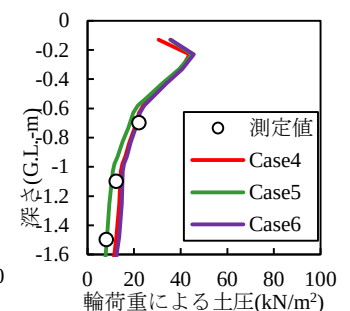


図 4.3 解析結果(最後輪直上)