

高知高専建設工学専攻 学生 ○治徳一城
 高知高専建設工学専攻 学生 中内洋志
 高知高専 正員 岡林宏二郎
 高知高専 フェロー 多賀谷宏三

1. はじめに

鉛直地中埋設管に発生する応力および変位は複雑で、未だこれに対する十分な設計法は確立されていない、そこで、S. Timoshenko のシェル・板理論¹⁾を用いた解析法により、側壁・底版剛比、無次元埋設深さ²⁾に関するパラメトリックスタディを行った。また地盤の応力変形も重要な要素であるので、地盤も含めた完全弾塑性解析によるパラメトリックスタディを行った。

2. 側壁と底版の力のシェル板理論による解析

1) 解析方法

側壁下端部と底版円周部との結合部の変位と回転角が等しくなるという境界条件から、結合部に働く未知力を求め、円筒と底版のそれぞれの変位、応力を計算する。

2) 解析条件

図1に示す解析モデルは、遠心载荷実験で用いる実物の1/60のアルミニウム模型である。外力として土圧、底版反力、摩擦力を与えている。周面摩擦角 δ を $\phi/2$ とし、Jakyの静止土圧係数を用いた。

3) シェル・板理論によるパラメトリックスタディ

① 側壁・底版剛比 h/t

側壁厚を一定として、底版厚を変えたときの変位、応力を求めた。

② 無次元埋設深さ H/D

埋設深さ、最大変位、最大応力を無次元量とし、 H/D を変えたときの変位、応力を求めた。

4) 解析結果

① h/t を増加させた場合、高さ10mmより下の側壁下端部で応力が大きくなり、同位置での変位も大きくなる。また、 h/t を増加させた場合、底版中央部、底版円周部の応力が大きくなり、底版中央部の変位が大きくなる。

② H/D を増加させた場合、側壁の無次元最大変位は直線的に増加し、無次元最大応力は H/D が10を超えると、ほぼ一定となる。また、底版でも H/D が10より小さいときの無次元最大応力を除いては、ほぼ同じ傾向が見られる。

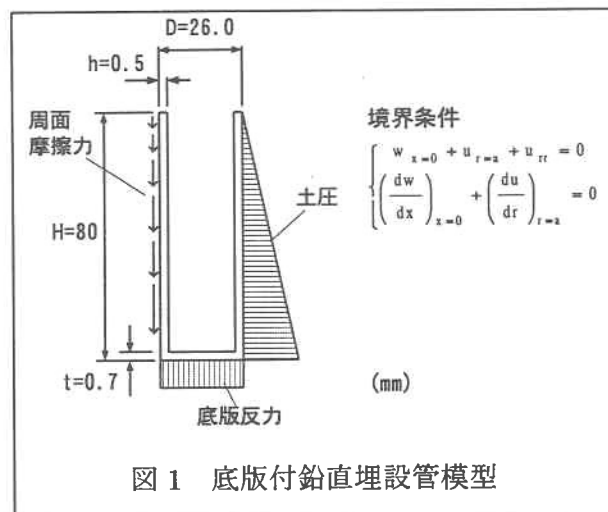


図1 底版付鉛直埋設管模型

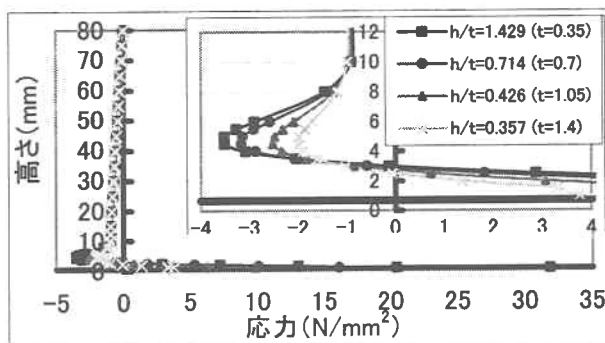


図2 側壁・底版剛比 h/t による側壁応力

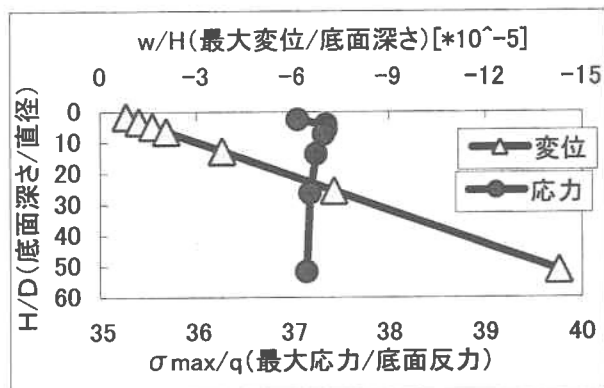


図3 側壁の無次元化した埋設深さ、最大変位、最大応力の関係

3. 完全弾塑性解析

1) 解析方法

Mohr-Coulomb の破壊基準による完全弾塑性解析を行った。

2) 材料特性

埋設管、地盤、ジョイント要素の材料特性を表 1 に示す。地盤（豊浦標準砂）の相対密度 D_r は 80% である。

3) 完全弾塑性解析によるパラメトリックスタディ

埋設管重量、弾性係数 E 、せん断抵抗角 ϕ の 3 種類をパラメータとして、応力・変形を解析し、土圧、周面摩擦力、埋設管の変位・応力、底板の変位・応力、底板反力、埋設管と周辺地盤との鉛直方向の相対変位を求めた。

4) 解析結果

埋設管の比重の比による周面摩擦力の変化を図 4 に示す。図 4 の凡例の W_p/W_g は、埋設管の見かけの比重と地盤の比重を表している。 W_p/W_g が大きくなると周面摩擦力の変曲点の位置は高くなる。これは、埋設管の沈下が増し、周辺地盤が相対的に上がるためである。

比重の比による土圧の変化を図 5 に示す。傾向は一定ではないが、土圧は Jaky の静止土圧よりも大きくなっている。 E 、 ϕ については有意差は表れなかった。

また、埋設管周辺地盤の地表面付近に図 6 に示すような塑性域が見られた。

4. まとめ

1) シェル・板理論の解析では、側壁・底板剛比が側壁下端部と底板中央部の変位と応力に影響が大きい。

2) 完全弾塑性解析では、Jaky の静止土圧よりも大きく、土圧が三角形分布でないことが予想される。また、埋設管重量の変化による影響は大きい、他のパラメータによる影響はほとんどなかった。

3) 解析結果との検証のため、実験装置や方法を改善し、実測値との検討を行う必要がある。

4) 解析条件の検討を行う必要がある。

参考文献

1) Timoshenko, S. and Woinowsky-Krieger, S. : Theory of Plates and Shells, McGraw-Hill Book Company, 1959.
2) 治徳一城・山本誠・岡林宏二郎・多賀谷宏三：底板付鉛直埋設管の設計法に関する基礎的研究, 第 36 回地盤工学会研究会発表会, 発表講演集, (2001), pp.2009~201

表 1 材料特性

	埋設管	地盤	ジョイント要素
弾性係数 E	70000N/mm ²	20N/mm ²	—
ポアソン比 ν	0.33	0.3	—
単位重量 γ	6.9099 $\times 10^{-5}$ N/mm ³	1.5426 $\times 10^{-5}$ N/mm ³	—
せん断抵抗角 ϕ	—	41°	—
粘着力 C	—	0	—
直角方向バネ定数 K_n	—	—	10 ⁵
せん断バネ定数 K_s	—	—	100

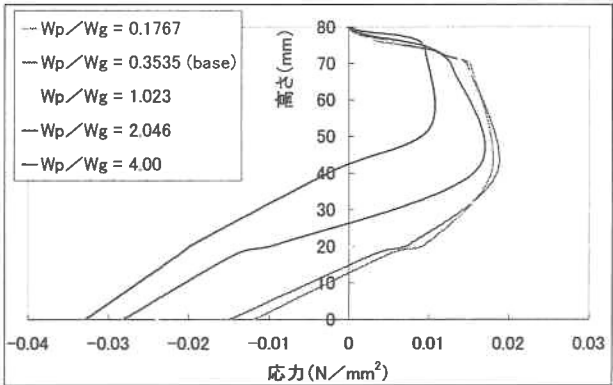


図 4 比重の比による周面摩擦力の変化

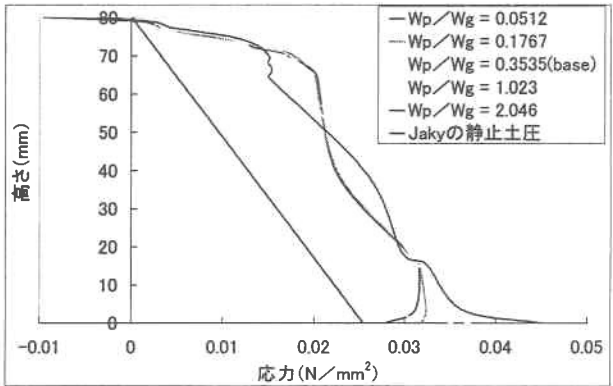


図 5 比重の比による土圧の変化

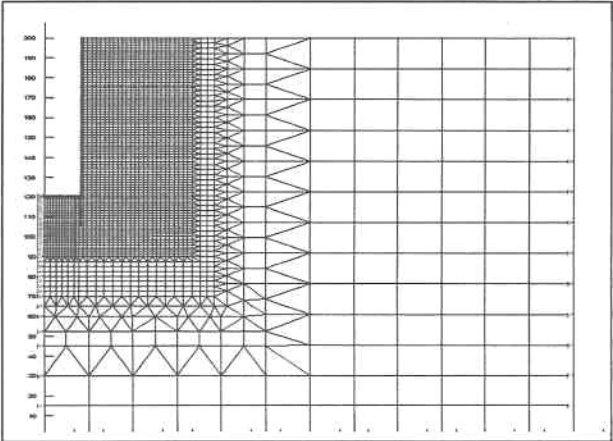


図 6 塑性図