

III-34 底版付鉛直埋設管に作用する土圧の土の密度による変化

第一コンサルタント 正員 ○齋藤 啓太

高知高専 正員 岡林 宏二郎

高知高専 正員 多賀谷 宏三

1. はじめに

著者らは底版付鉛直埋設管に作用する土圧及び埋設管に発生する応力について、シェル・板理論による理論解析^{1), 2)}, 遠心载荷実験³⁾, 弾塑性 FEM 解析^{4), 5)} 等による一連の研究を実施してきた。しかし, 所定の土の密度を得ることは現在の実験技術では無理であると判断されたので, 出来るだけ締め固めた状態と緩い状態で実験を行い, 種々の解析に用いる地盤定数もその条件に合わせて求めることとした。これにより実験と FEM 解析とを比較することを目的とした。

2. 模型・実験装置

模型は直径 63.8mm, 高さ 72mm, 板厚 1.2mm のアルミ製である。砂質土は豊浦標準砂を使用した。実験に用いた遠心载荷装置は直径 1.5m, 最大加速度 200G のものである。模型の側壁及び底版にはあらかじめ図 1 に示すように土圧計及びひずみゲージを貼り付けた。ひずみゲージは模型の内面にも貼り付けている。使用材料の材料特性を表. 1 に示す。

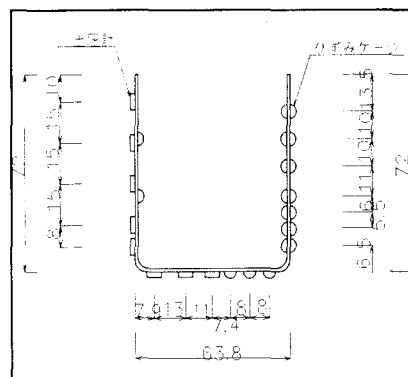


図.1 埋設管モデル

3. 実験方法

模型埋設管は実際の埋設管をコンクリート製と考へ, これを曲げ剛性およびせん断剛性の等しいアルミニウム埋設管に置き換え, 相似類の検討を行い, その縮尺 1/60 程度の模型を作製した。図 2 のようにセットした試料容器を, 遠心力载荷装置によって回転させ遠心力载荷を行い, 土圧, ひずみを計測する。加速度は, 5G, 10G 以降は 100G まで 10G 毎に一定に保ちデータをとった。

表.1 材料特性表

	密度	埋設管	地盤(豊浦標準砂)
弾性係数 $E(N/mm^2)$		70000	20
ポアソン比 ν		0.33	0.3
単位体積重量 $\gamma(N/mm^3)$	密	6.9099×10^{-3}	1.61092×10^{-5}
	緩	6.9099×10^{-3}	1.42673×10^{-5}
せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$	密	-	42
	緩	-	36
粘着力 $C(N/mm^2)$		-	0

4. 実験結果及び考察

4.1 土圧分布

図.3 は密詰め埋設管の側壁に作用する水平土圧と Jaky の静止土圧と FEM 解析を比較したものである。Duncan-Chan は上部で引張土圧が出ており, バラツキも大きい。下部では実験値とよく合っている。完全弾塑性において上部で土圧が大きく膨らんでいるのは, 塑性域の発生によるものと考えられる。下部では小さくなっている。

緩詰めの場合は供試体作成時の密度差の影響でバラツキが大きくなったと考えられる。

4.2 応力

図 4 は密詰め埋設管の側壁内側の軸方向応力を示した。図 5 は側壁外側の軸方向応力とシェル板理論と FEM 解析を比較したものである。側壁外側と内側, 両図ともに密な場合の軸方向応力の実験値は壁面摩擦角 $\delta=0$ の場合におけるシェル板理論値とよく一致している。これは地盤を密に締め固めた ($Dr=90\%$) 事により埋設管まわりの砂粒子の移動が小さく, 静止土圧も小さな値となり, 結果として周面摩擦力が小さくなったと考えられる。緩詰めの場合

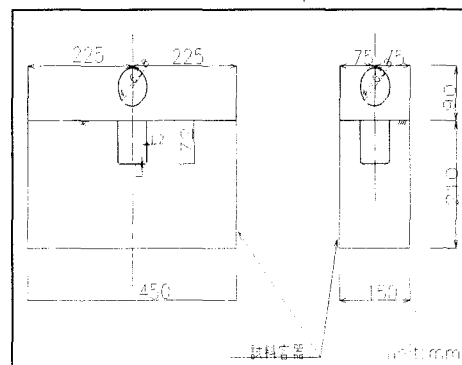


図.2 実験モデル

場合は側壁外側では下部で引張力が発生している。一方、側壁上部では応力は小さく、上端ではほぼ0になる。

図6は密詰め底版外側の半径方向応力 σ_r とシェル板理論とFEM解析を比較した。Duncan-Chanは σ_r は殆ど発生していないが、完全弾塑性と実験値とシェル板理論はよく合っている。緩詰めの場合は傾向は合っているがバラツキが大きい。

図7は密詰め底版外側の接線方向応力 σ_t とシェル板理論を比較した。実験値が少し小さいが傾向はよく合っている、 $\delta=0$ と合っている。緩詰めの場合は大きさの傾向は合っているが、実験誤差が大きくバラツキが大きい。

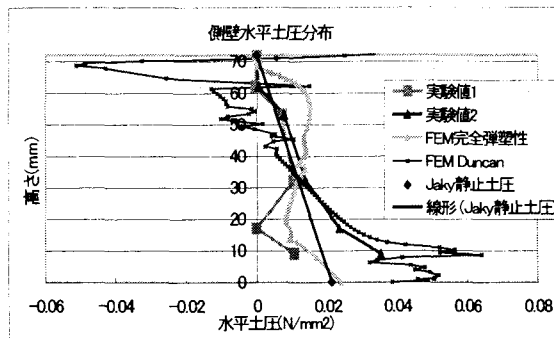


図.3 側壁水平土圧とFEM解析

5. まとめ

- 1) 土圧分布はJakyの静止土圧に従う。
- 2) 土の密度が密な場合、側壁に発生する応力は周面摩擦力が作用しない時のシェル板理論値とよく一致する。
- 3) 緩詰めの場合は実験の準備段階の条件の統一が難しく、結果のバラツキが大きい。従って、解析条件と実験条件を比較するために密詰めが適していることが分かった。

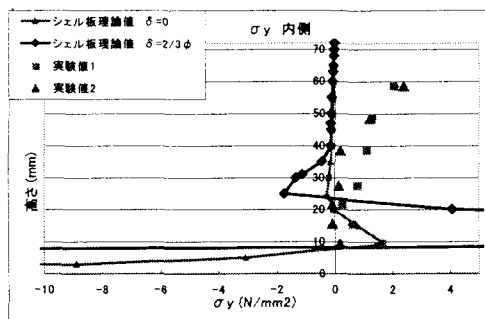


図.4 側壁内側の軸方向応力分布

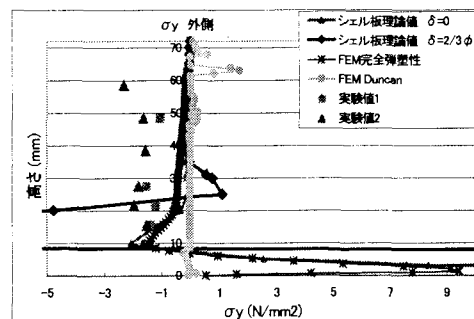


図.5 側壁外側の軸方向応力とFEM解析

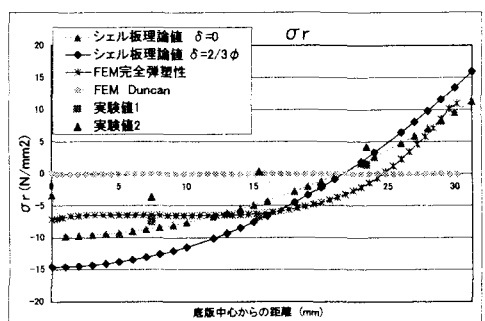


図.6 半径方向応力 σ_r とFEM解析

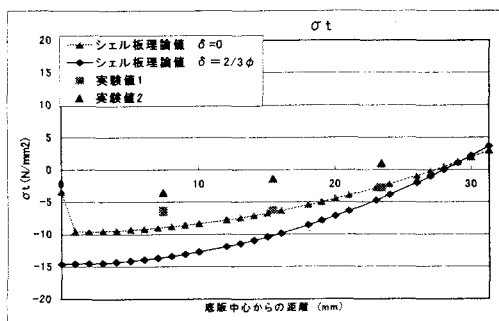


図.7 接線方向応力 σ_t

6. 今後の課題

- 1) 土圧及び周面摩擦を精度よく測定するための実験方法を検討し、その実験結果とFEM解析結果との比較検討を重ねてゆくべきである。
- 2) 側壁と底版の接合部付近の応力および変位をさらに詳細に検討する必要がある。
- 3) 実際の構造物には、さらに上部に積載荷重が作用することが予想されるため、これを考慮した解析を行う必要がある。

7. 参考文献

- 1) 治徳, 山本, 岡林, 多賀谷: 底版付鉛直埋設管の設計法に関する基礎的研究, 第36回地盤工学会発表会, 発表講演集(2001), pp. 2009-2010.
- 2) Timoshenko, S. and Woinowsky-Krieger, S.: Theory of Plates and Shells, McGraw-Hill Book Company (1959).
- 3) 岡林, 多賀谷, 中内, 濱田, 野並: 底版付鉛直埋設管の設計法に関する実験的研究, 第37回地盤工学会発表会, 発表講演(2002), pp. 1621-1622.
- 4) 仲吉, 中内, 岡林, 多賀谷: 鉛直埋設管/地盤の弾塑性FEM解析, 地盤工学会四国支部平成14年度技術研究発表会, 講演概要集(2002), pp. 57-59
- 5) Duncan, J. M. and Chang, C. Y.: Nonlinear Analysis Stress and Strain in Soils, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 96, No. SM5 (1970), pp. 1629-1654.