

Ⅲ-19 底版付鉛直埋設管の応力解析 (土圧係数、側壁・底版剛比、直径・側壁厚比の影響)

高知高専専攻科建設工学専攻 学生員 ○治徳一城

熊本大学 学生員 山本誠

高知高専建設システム工学科 フェロー 多賀谷宏三

1. はじめに

底版付鉛直埋設管の水平スライス法による解析法の改善のため、著者らはシェル・板理論¹⁾による解析法を開発してきた。この解析法を用い、土圧係数、側壁・底版剛比、直径・側壁厚比に関するパラメトリックスタディーの実施したので結果を報告する。

2. 解析モデル及び解析法

2. 1 解析モデル

図1に示すアルミニウム模型を遠心加速度場に置いた場合の土圧による応力や変形を考察する。

2. 2 解析方法

1) Jakyの静止土圧係数、実験値より求めた土圧係数、Coulombの受働土圧係数を著者らの開発した解析法にそれぞれ当てはめ、応力及び変位を計算する。

2) 底版厚を一定として側壁厚を変化させ、寸法を変えて解析を行い、それぞれの応力及び変位を求める。そのときの鉛直埋設管の重量は、アルミニウム模型重量から逆算して求めた単位体積重量 2.807g/mm^3 で求めた。

3) 側壁厚を一定として直径を変化させ、寸法を変えて解析を行い、それぞれの応力及び変位を求めた。

2. 3 解析ケース

砂のせん断抵抗角 $\phi = 41^\circ$ 壁面摩擦角 $\delta = \phi/2$ 、アルミニウム模型の材料定数はヤング率 $E = 70\text{KN/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.33$

静止土圧係数を0.0255 (Jakyの静止土圧係数)、0.3604 (実験土圧)、5.3147 (Coulomb土圧)とし、側壁・底版剛比を1.429、1.071、0.714、0.357と変え、直径・側壁厚比を25.5、17、12.75、8.5と変えた。

3. 解析結果及び考察

3. 1 解析結果

Jakyの静止土圧と実験土圧との比較を図2に示す。土圧係数を変化させた場合の側壁応力を図3に、底版応力を図4に示す。側壁厚・底版剛比(底版厚一定)による側壁応力を図5に、そのときの最大応力と発生位置の関係を図6に示す。直径・側壁厚比(側壁厚一定)による側壁応力を図7に、そのときの最大応力と発生位置の関係を図8に示す。

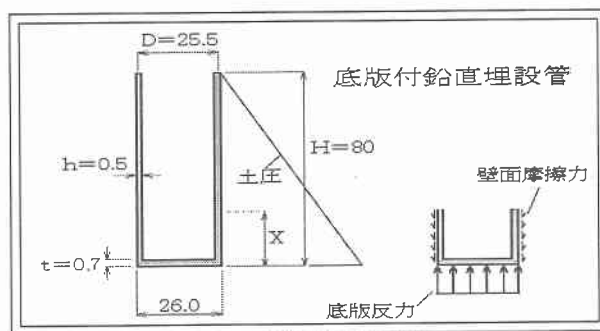


図1 底版付鉛直埋設管

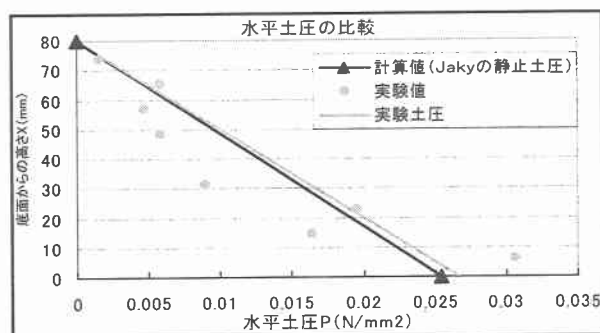


図2 土圧の比較

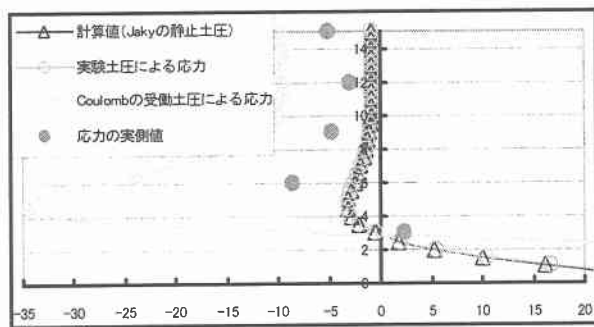


図3 土圧係数を変化させた場合の側壁外側の応力

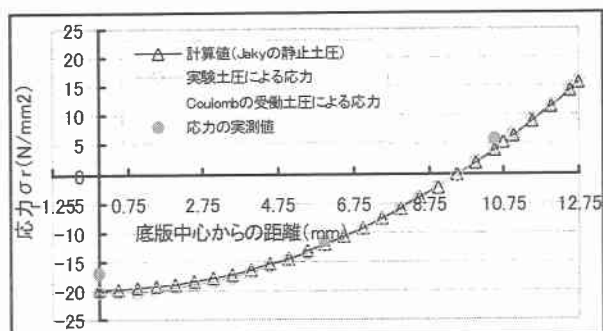


図4 土圧係数を変化させた場合の底版外側の半径方向応力

3. 2 考察

1) 土圧係数を変化させた場合の応力

- (1) 実験土圧は Jaky の静止土圧に良く一致している。
- (2) Jaky の静止土圧及び実験土圧を比較すると実験の土圧係数が約 5% 大きいだけであり、ほぼ等しい応力や変形となっている。
- (3) 側壁内側の応力は実験値と良く一致している。
- (4) 側壁外側の応力の傾向は似ているが、静止土圧と受動土圧の中間になっている。
- (5) 底版外側の応力は実験値と良く一致している。
- (6) Coulomb の受働土圧は実験土圧が大きかったということもあり、解析に加えたが土圧及び応力・変位は、他の計算値及び実験値と比較して明らかに大きい。

2) 側壁厚・底版剛比の応力及び変位への影響

- (1) 底版内側の位置 ($X=0.7$) の応力が、側壁厚が大きくなるにつれて、($h/t=2$) のあたりまで大きく減少し、そこから緩やかに減少してゼロに収束する。
- (2) 最大圧縮応力は、 h/t が大きくなるにつれて、その発生位置はほぼ直線的に上方向へと移行し、応力は緩やかに減少しゼロに収束する。

3) 直径・側壁厚比の応力及び変位への影響

- (1) ($X=0.7$) の応力が、直径が大きくなるにつれて、応力が直線的に増加する。
- (2) 最大圧縮応力は、直径が大きくなるにつれて、その発生位置がほぼ直線的に上方向へと移行し、応力は直線的に緩やかに増加する。

4. まとめ

一般に実験結果と解析結果とが良く一致しているが、側壁外側の応力など結果にまだ差があるものもある。しかし、解析には Jaky の静止土圧係数を用いることは妥当であると判断できる。

軸力及び底版反力は自重と壁面摩擦力との合力であるので、直径を変えた場合の影響は大きい。また、直径が大きくなることで周面積が大きくなり、外力が増えることも考慮に入れて検討するべきである。

今後は、実験の精度をさらに上げ、解析結果との照合を重ねることで、解析解の立証あるいは改善を図れるように、実験と解析解及び FEM 解析等による検討を重ねていくべきである。

5. 参考文献

- 1) Timoshenko, S. and Woinowsky-Krieger, S.: Theory of Plates and Shells, McGraw-Hill Book Company, 1959.
- 2) 弥勒昌史・多賀谷宏三・岡林宏二郎・山崎順一：底板付き鉛直シリンダーの土圧による応力の解析，第 6 回，技術研究発表会、講演概要集/I-34, pp. 92~93, 2000. 5

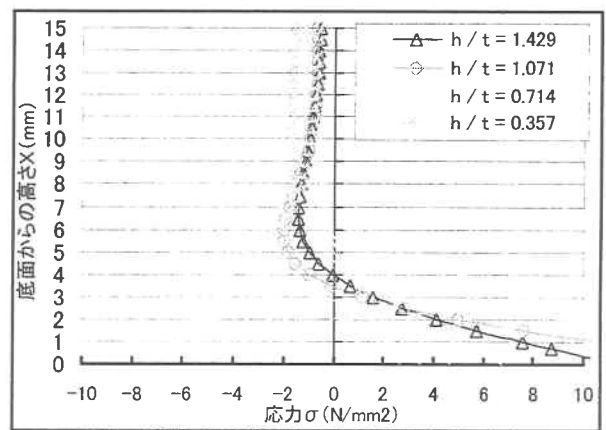


図5 側壁厚・底版剛比による側壁外側の応力

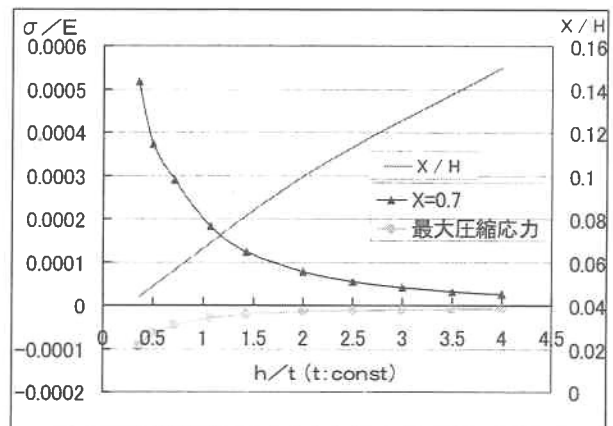


図6 側壁外側の最大応力とその発生位置の関係

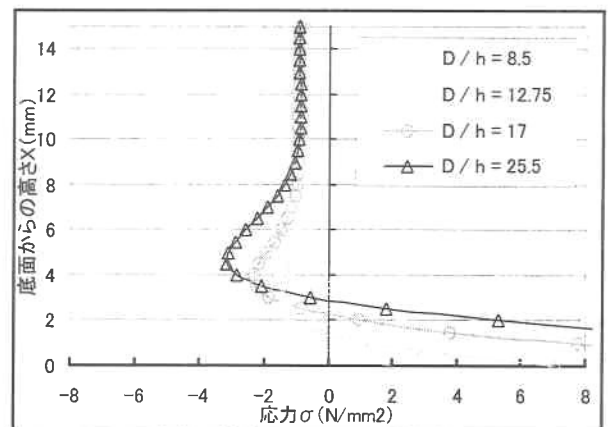


図7 直径・側壁厚比による側壁外側の応力

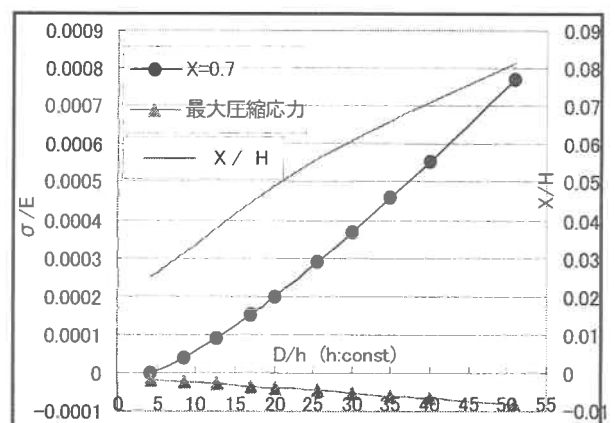


図8 側壁外側の最大応力とその発生位置の関係