

Ⅲ-2 底版付き鉛直埋設管の土圧および寸法効果に関する遠心力模型実験

前田道路 正員 ○野並信也

高知工業高等専門学校 正員 岡林宏二郎

1. はじめに

底版付き埋設構造物に発生する応力等は不明な点が多く、必ずしも合理的設計がされているとは言い難い。これらは底版と側壁を一体化することによる剛性変化の影響等を無視しているためと考えられる。本研究では昨年に引き続き、実験精度の向上、実験条件の変化による土圧、応力および寸法効果の検討を目的として遠心力模型実験を行い、周辺地盤を含む鉛直埋設管の弾塑性 FEM 解析結果¹⁾と比較した。

2. 実験方法

高知工業高等専門学校の遠心载荷装置を用いて模型埋設管（アルミニウム A-1050）[高さ=80.0mm、底板直径=26mm]に作用する土圧及び応力を測定する。砂の相対密度は密の場合($D_r=90\%$)と疎の場合($D_r=10\%$)について実験を行い、遠心加速度は 120G を最大とし、10G までは 2G 毎に 10 G~120G までは 10 G 毎に計測した。

3. 実験結果及び考察

3.1 寸法効果に関する考察

模型実験を行う場合は寸法の影響があるので、色々な大きさで実験を行ってその影響を検討しておく必要がある。本研究では遠心加速度を上げることによって模型の大きさを変化させることを再現し、寸法の影響がなくなる遠心加速度を求めた。寸法効果を評価するために埋設管に作用する下向きの力をシリンダーの自重(W_{si})と周面摩擦力 F の和(Q)としてこれを理論値とする。上向きに作用する力の全底版反力(V)を実測値としてこれらを等しいとした。この時、壁面摩擦角 δ の値を $1/2\phi$, $1/3\phi$, $1/5\phi$ とし、10G までは 2G 毎に 10G~120G までは 10G 毎に V 及び Q の値を求め V/Q を縦軸に、横軸に遠心加速度をとり図 1 に示した。 V/Q の値は多少の減少が見られるものの、80G 以降は安定しており、寸法効果が見られなくなる。また、 $\delta=1/3\phi$ 程度で底版反力の理論値と実測値がほぼ等しくなっていることからこの実験で得られた壁面摩擦角 δ は $1/3\phi$ 程度であると評価できる。

3.2 周面摩擦の詳細検討との比較

今回、シリンダー側面に作用する摩擦力は全て下向きにかかるとして寸法効果の検討を行ったが、弾塑性 FEM 解析結果¹⁾から摩擦力が下向きから途中で上向きに変わる変曲点の存在が明らかとなった。この場合に全底版反力から自重の応力を引いたものを摩擦力の実測値 V 、側壁土圧の実験値から求めた下向きの周面摩擦力を F_1 、上向きの周面摩擦力を F_2 として図 2 に示した。

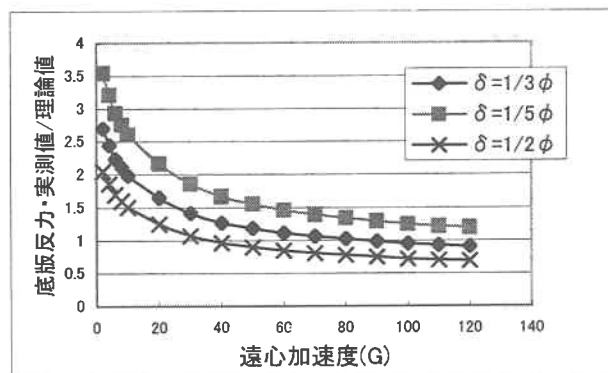


図 1 寸法効果図

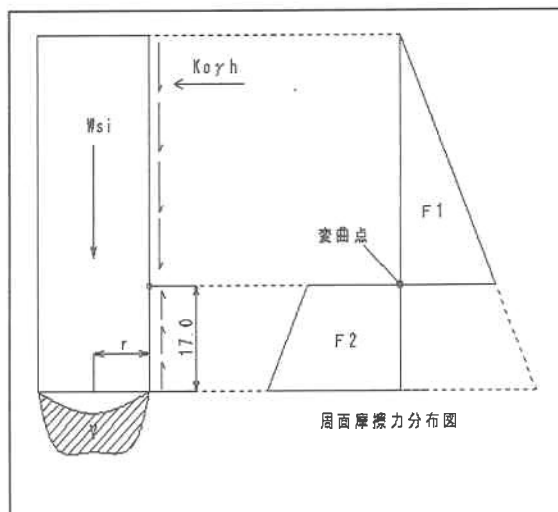


図 2 底版反力と周面摩擦力関係図

図 2 より、周面摩擦力は $V=F_1-F_2$ で表すことができる。寸法効果の計算の段階では $V=F_1+F_2$ として計算することにより壁面摩擦角 $\delta=1/3\phi$ が得られた。この $\delta=1/3\phi$ を用いて側壁土圧の実験値から周面摩擦力を計算し、 V と比較した検討結果から、変曲点はマイナスの位置にでることとなり、 $V=F_1+F_2$ で評価できる。よって、寸法効果で評価した δ も妥当であるといえる。

3.3 その他の寸法効果検討結果

表－1 寸法効果の無くなる遠心加速度レベル

壁面摩擦角、土圧係数、側壁土圧合力についても寸法効果の検討を行い、その結果と昨年度の結果を表－1 に示した。一般に支持力、アンカー引抜き抵抗について寸法効果は 30～40G 程度で無くなると言われている³⁾。これらと、表－1 より加速度が 60G 以上であれば寸法効果は無くなると見なして良いと考えられる。

検討項目	寸法効果が見られなくなる遠心加速度	昨年度の結果
壁面摩擦角(δ/ϕ)	80G	90G
底版反力(実測値/理論値)	80G	90G
土圧係数($P/\gamma rh$)	20G	20G
側壁土圧合力(実測値/理論値)	60G	70G

3.4 シリンダー側壁土圧

今回、実験条件の変化による土圧の検討のために砂の相対密度が密な場合と疎の場合の実験を行った。その結果を図 3 に示す。これを比較するとシリンダー下部に近づくに従い土圧は密の方が大きくなり、疎の方は小さくなっている。

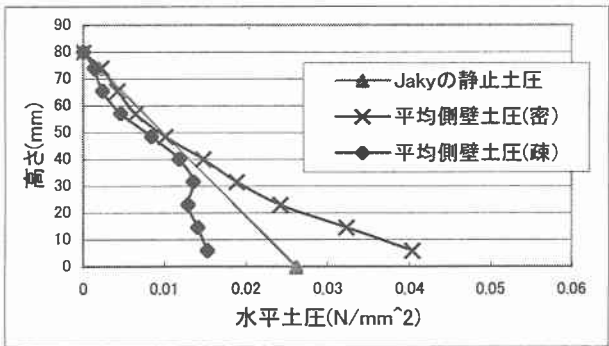


図 3 側壁における水平土圧分布図

3.5 シリンダー外側応力・底版応力

実験により測定したひずみから計算した応力を図 4、図 5 に示す。側壁の外側応力はシリンダー上部では解析値よりも大きい値を示しているが、シリンダー下部では FEM 解析値に近い結果となった。底版の半径方向の応力は FEM 解析値に比べ小さくなっているが、応力が底版中央で大きく側壁に近づくにつれ小さくなり、傾向は合っている。

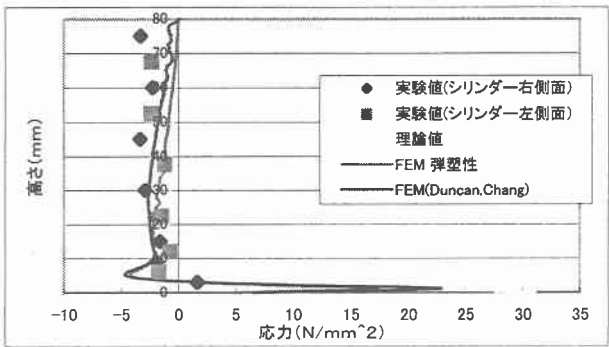


図 4 シリンダー側壁の外側応力

4. まとめ

寸法効果の検討をした結果、昨年度よりも早い段階で寸法効果が見られなくなった。また、相対密度の変化によるシリンダー下部での土圧の大きさに不明確な点があるため、今後の課題として実験データの増加、詳細検討が必要である。

5. 参考文献

1) 池岡孝: 周辺地盤を含む底版付き埋設管の弾塑性有限要素法解析, 高知工業高等専門学校卒業論文, 2002.
2) 濱田臣: 底版付き鉛直埋設管の周面摩擦力評価法に関する研究, 高知工業高等専門学校卒業論文, 2002.
3) Kozo Tagaya : PULLOUT RESISTANCE OF BURIED ANCHOR IN SAND, 広島大学学位論文, 1987.

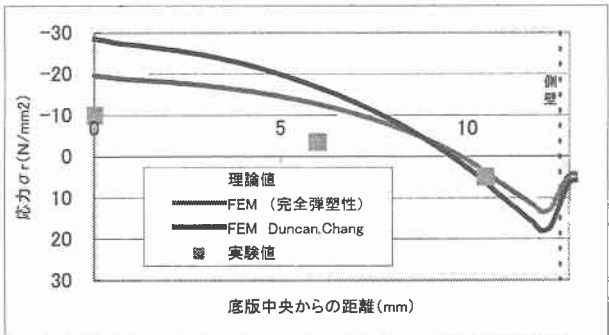


図 5 シリンダー底版の半径方向の応力