

Ⅲ－17 底板付き鉛直埋設管の遠心力模型実験

長岡技術科学大 学生員 ○下田 妙
 高知高専 正会員 岡林宏二郎
 高知高専 フェロー 多賀谷宏三
 高知高専専攻科 学生員 中内 洋志

1. はじめに

連続円形地中壁、電線地中化マンホール等の底板付き埋設構造物の数は増加の一途をたどっている。このような構造物に作用する土圧分布・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。これらは底板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。ここでは、遠心载荷模型実験により土圧分布、埋設管に発生する応力を調べる。

2. 実験方法

2.1 相似則の検討²⁾

相似則の検討を行い、縮尺を $S=1/\lambda=1/60$ とし、実機と相似なアルミニウム模型を使用した。模型から実機への換算率を表－1に示す。

表－1 実機への換算率

長さ	60
場の加速度	1/60
ひずみ	1
土圧	1

2.2 模型実験

高知工業高等専門学校の遠心载荷装置を用いた。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。試料容器は、アルミニウム製直方体容器（内寸法 30×45×15 cm）を用いる。砂の相対密度が密の場合（ $D_r=80\%$ ）について実験を行い、遠心加速度は 100G まで 10G ごとに計測した。土圧計とひずみ計の貼付位置を図 1 に示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 シリンダー表面土圧

遠心力模型実験で得られたシリンダー表面に作用する水平土圧分布と、Jaky の土圧係数から求めた静止土圧を比較した。計測値は J a k y の静止土圧より中央部で小さいものの、ほぼ近い値であった。したがって、静止土圧係数として $K_0=1-\sin\phi$ を適用することができる。

3.2 シリンダー底面の土圧

実験値(底面土圧反力)と、シリンダー側壁に作用する壁面摩擦角 δ による反力とシリンダーの重量の和が全て底面にかかるものとして求めた応力を比較した。壁面摩擦角が $\delta=0$ 、 $\delta=1/2\phi$ 、 $\delta=2/3\phi$ のときの影響について検討する。底版土圧分布は中央で大きく、シリンダー外縁で 0 に近づいていた。また、遠心加速度の増加に伴い中央で

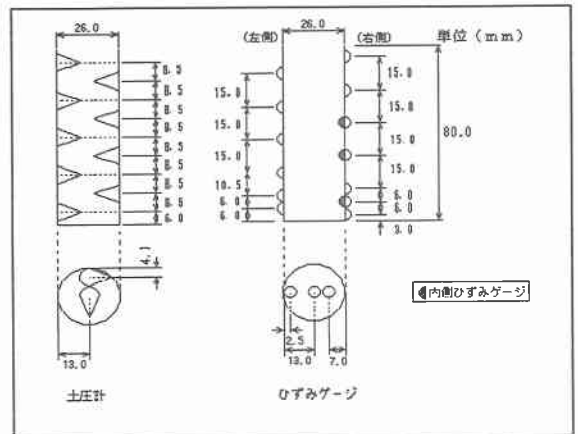


図 1

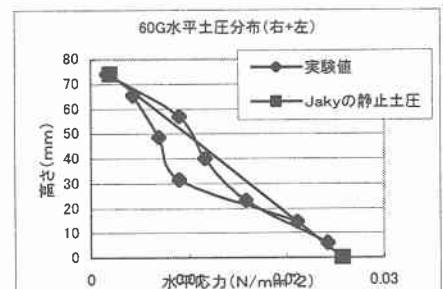


図 2

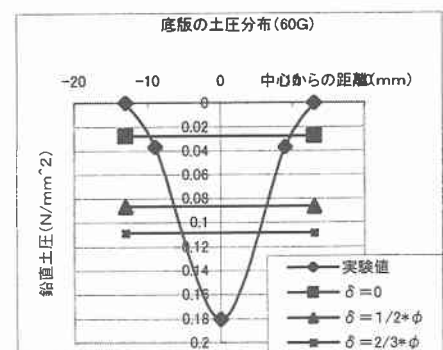


図 3

測定値が理論値より大きくなっていることが分かる。

3.3 寸法効果に関する考察

シリンダーの自重(W_{si})と周面摩擦力 F の和(Q)が全底版反力(V)に等しいと考え、周面摩擦角 δ を未知数として求めた。実験結果によると底版反力は逆円錐型となっている。また、 δ を $1\phi, 2/3\phi, 1/2\phi, 1/3\phi$ に固定し $10G \sim 100G$ まで $10G$ 毎ごとの V 及び Q の値を求め V/Q を縦軸、横軸に遠心加速度をとり図4に表した。

遠心加速度が $20 \sim 100G$ の範囲では、 $\delta = 1/3\phi$ 程度で底版反力の理論値と実測値がほぼ等しく、 δ が大きくなるにしたがって実測値が小さくなることが分かる。また、 δ が大きいほど寸法効果は早期に見られなくなり、全ケースでは遠心加速度 $90G$ で寸法効果がなくなることが分かる。

一般に支持力、アンカー引張抵抗については寸法効果は $30G \sim 40G$ 程度で無くなると言われている¹⁾。これらと表－2より加速度が $40 \sim 50G$ 以上であれば寸法効果はなくなると見て良いと考えられる。

3.4 シリンダー外側応力

図1に示すひずみゲージ位置で直交2方向のひずみ $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ を測定した。応力は測定したひずみから計算した。図5より実験での外側の応力は、理論値²⁾より大きい値を示しているもののシリンダーの上端部にいくほど0に近づき、底版近くでは理論値同様少し膨れ、傾向的には合っている。

3.5 シリンダー底版応力（半径方向の応力 σ_r ）

図6の実験値と $\delta = 1/2\phi$ として求めた理論値²⁾に示す。

底版全体的に実験値と理論値²⁾がほぼ同じ値を示している。すなわち外側の応力の実験値は、壁面摩擦角 $\delta = 1/2\phi$ の場合の理論値とほぼ一致する。

4.まとめ

底版付き鉛直埋設管の遠心力模型実験を行い、埋設管に発生するひずみ、側面や底版に作用する土圧を計測し理論値と比較した。これより底版付き鉛直埋設管の遠心力模型実験の寸法効果、壁面摩擦角 ($\delta = 1/2\phi$) が明らかとなり、シェル・板理論の妥当性もある程度証明された。今後は実験の精度の向上、寸法効果の詳細検討、他の実験条件に対するシェル・板理論との比較、有限要素解析結果との比較などを行う必要がある。

5.参考文献

- 1) Kozo Tagaya : PULLOUT RESISTANCE OF BURIED ANCHOR IN SAND
- 2) 弥勒昌史 : 底版付き鉛直シリンダーの土圧による応力の解析、高知工業高等専門学校卒業論文、2000.2

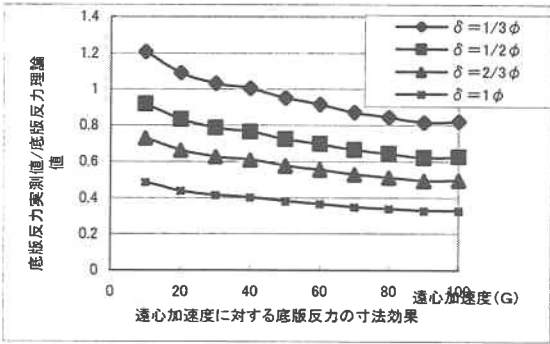


図4

表－2 寸法効果の無くなる遠心加速度レベル

検討項目	寸法効果が見られなくなると考えられる 遠心加速度
壁面摩擦角(δ/ϕ)	90 G
底版反力実測値／ 底版反力理論値	90 G
壁面土圧($P/n \gamma h$)	20 G
土圧実験値/理論値	70 G

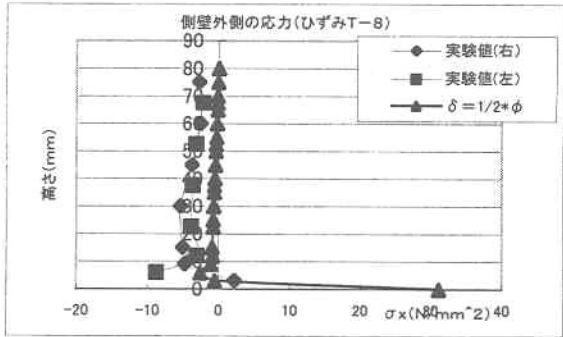


図5

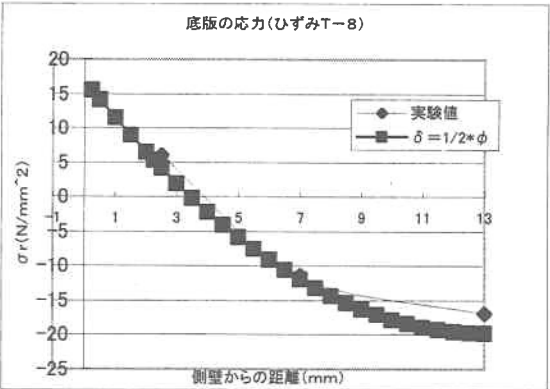


図6