

Ⅲ-4 底板付鉛直埋設管の周面摩擦力評価法

岡山大学 学生会員 ○濱田 臣
高知工業高等専門学校 正員 岡林宏二郎

1. はじめに

近年、我が国において都市機能の集中と高密度化に伴い、都市機能を支えるための連続円形地中壁、下水マンホール等の底板付き埋設構造物の数は増加の傾向にある。これらの設計においては構造物に作用する土圧分布、底板と側壁を一体化することによる剛性変化の影響等設計的に不明な点が多く、必ずしも合理的設計法が採用されているとは言い難く、むしろ不経済な設計になっていると考えられる。ここでは、上記のような底板付き鉛直埋設管を対象として、その土圧、摩擦の評価法などを明らかにすることを目的とした模型実験を行った。

2. 実験方法

2.1 模型実験

高知工業高等専門学校所有の遠心载荷装置を用いて底板付鉛直埋設管に作用する土圧、周面摩擦力を測定した。模型埋設管は相似則の検討を行い、縮尺 $S=1/60$ とし、実機と相似なアルミニウム模型を使用した。試料容器は、アルミニウム製直方体容器（内寸法 $45\times15\times30\text{ cm}$ ）である。供試砂は豊浦標準砂で締め固め度が密（ $D_r=80\%$ ）、疎（ $D_r=13\%$ ）について実験を行い、遠心加速度は $120G$ まで $10G$ ごとに回転を一定として計測した。図1に本実験で使用した埋設管の土圧計の貼付図を、図2に試験模型図を示す。

図1の埋設管は内管（材質はアルミニウム、高さ 80 mm 、底板直径 26 mm ）と外管（材質は塩化ビニール、高さ 79.5 mm 、底板直径 28 mm ）との二重構造で、埋設管に生じる周面摩擦力を外管がカットする。よって内管には自重のみが作用し、自重 W =底板反力 P になると仮定して壁面摩擦力 f を求める。

3. 実験結果および考察

3.1 埋設管の自重と底板反力

図3に遠心力模型実験で得られた埋設管の自重（理論値）と自重による底板反力（実測値）の比較図を示す。自重 W は、等分布反力と仮定し、図3から底板反力 P と、自重 W の回転体の体積を求めた結果、誤差は 3% であり、自重 W と底板反力 P は等しく釣り合っていると考えられる。

3.2 埋設管に生じる底板反力・水平土圧¹⁾

図4に実験より得られた埋設管に生じる底板反力の分布図を示す。図4の底板反力は「埋設管の自重+摩擦力」による底板反力であり、この値と自重 W との差が埋設管に生じる壁面摩擦力である。

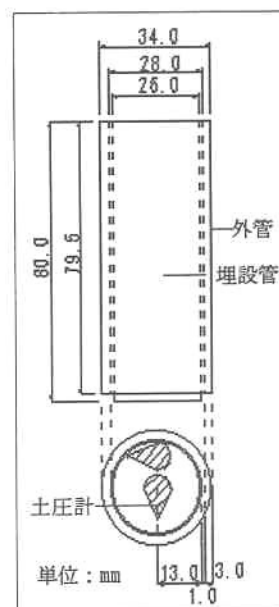


図1 土圧計貼付図

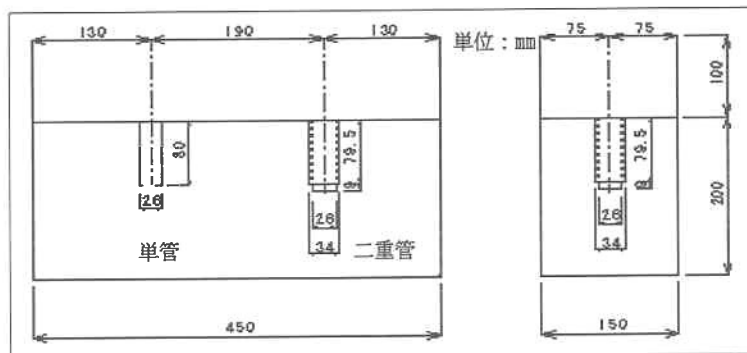


図2 試験模型図

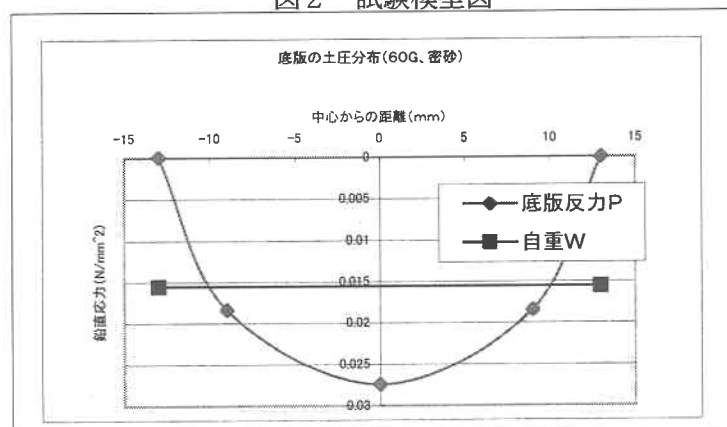


図3 底板の土圧分布（自重）

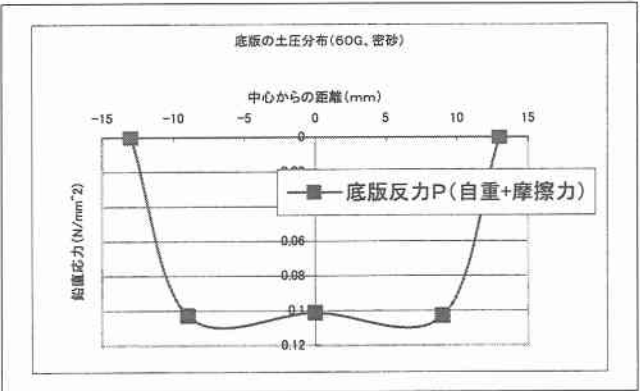


図4 底版反力分布図（自重＋摩擦係力）

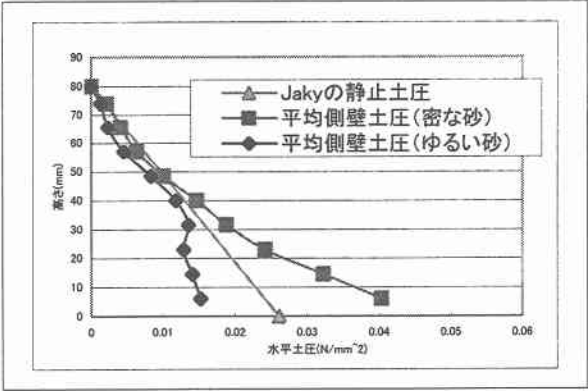


図5 平均水平土圧分布図

本実験での壁面摩擦係力、密な砂では $f = 24.714 \text{ [N]}$ （ゆるい砂では $f = 19.883 \text{ [N]}$ ）が得られた。図5は埋設管に作用する平均水平土圧の分布を示しており、密な砂の場合は埋設管底部では Jaky 土圧に比べて大きく、ゆるい砂の場合は小さくなっている。他の実験ケースにおいても同様な傾向が現れていた。

3.3 壁面摩擦角の検討

埋設管の自重 W と壁面摩擦係力 f の和 Q が全底版反力 V に等しいとし（図6に模式図を示す。）、(1)式から壁面摩擦角 δ を未知数として求める。壁面摩擦角 δ は、実験値、Jaky の静止土圧、を用いて算出し、表1に2ケース分を示す。

$$V = Q, Q = W + F, Q = n \left(\int_0^H K_0 \gamma h \tan \delta dA + Wsi \right)$$

$$Q = \pi r n K_0 \gamma H^2 \tan \delta + n Wsi \quad \text{----- (1)}$$

V : 底面に作用する土圧合力（全底版反力）(N) δ : 壁面摩擦角(°)

Wsi : 埋設管の自重 (N) f : 壁面摩擦係力の合力 (N)

Q : 全底版反力 (N) n : 遠心加速度 (G)

K_0 : Jaky の静止土圧係数 $K_0 = 1 - \sin \phi$ ϕ : せん断抵抗角 = 41°

γ : 土の単位体積重量 (kN/m^3) r : 埋設管の半径 (mm)

H : シリンダーの高さ (mm) h : 埋設管上端から任意点までの深さ (mm)

表1 壁面摩擦角 δ の算出

60 G	底版反力 (N)	水平土圧 (N)		壁面摩擦角 δ
T-1 (密砂)	39.414	Jaky 土圧	85.506	$1/2.5 \phi$
		実験値	113.421	$1/3.3 \phi$
T-2 (密砂)	46.496	Jaky 土圧	85.538	$1/2.0 \phi$
		実験値	87.656	$1/1.9 \phi$

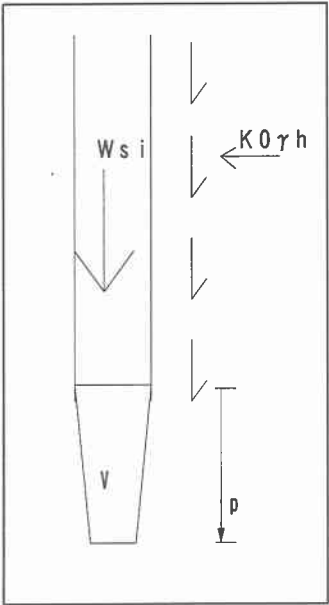


図6 摩擦係力評価法

4. まとめ及び今後の課題

本実験では、壁面摩擦角 δ は Jaky 土圧で $1/2.3 \phi$ 、実測値で $1/2.6 \phi$ が得られた。

摩擦係力の評価は側壁に作用する土圧の実測値に壁面摩擦角を乗じて求め、その際の摩擦係力は、鉛直下方向に作用すると仮定したが、FEM解析²⁾の結果からは埋設管下部で上方向に作用する結果が得られている。今後の研究では、その変曲点を実測して確定する必要がある。

5. 参考文献

- 1) 野並信也：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，平成14年地盤工学会 四国支部技術研究発表会
- 2) 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，平成14年地盤工学会四国支部技術研究発表会