

遠心模型による埋設管路の引上げ実験

大阪市立大学 学生会員 新井 偉史・正会員 東田 淳・非会員 松林 誠・学生会員 徳増 健
中央復建コンサルタンツ 正会員 八谷 誠

まえがき

埋設管路が掘削溝を横断したり、地盤に不同沈下が生じた場合、管路がしばしば破損するのは、地盤が管路をすり抜けて沈下する際、上部の土塊重量の数倍に達する土圧が管路に働くためである。著者らはこの土圧の実態を二次元遠心模型による管路の引上げ実験^{1)~3)}によって調べ、土の種類と密度を変えた8通りの地盤条件で相似則の成立を確かめ、土の種類、地盤密度、管路の埋設深さ、管路の外径の4つが基本的な変化要因であると結論した。

ところが、これまでの実験で管路の埋設深さと管路外径を変化させたのはφ材料を用いた場合に限定されていたので、4つの要因全ての影響水準を定量化するための実験を新たに計画した。この場合、これまでと同様の実験手法を採用すると、実験数が膨大となるので、結果を得るまで数年を要してしまい、現実的でない。そこで、縮小模型を用いて多数の実験を比較的簡単に実施できるという遠心実験の長所をさらに発展させ、1回の実験で大量のデータを得られる実験手法を開発した。

今回は、この手法を用いて、まさ土地盤中に埋設した小径模型管(外径1cm、管長99mm)を遠心場で引上げる二次元実験を実施したので報告する。

装置と実験方法

実験に用いた硬質アルミ製の模型容器を図-1に示す。1回の実験で6通りのデータが得られるように、容器を6分割し、リュブリケーションを施したそれぞれの部屋(内寸法で奥行き20cm×幅10cm×高さ14cm)に、管底と容器底の距離が3.5cmになるように外径1cmの小径模型管(ステンレス製の中実丸棒、管長99mm)を、表-1に示すまさ土地盤中

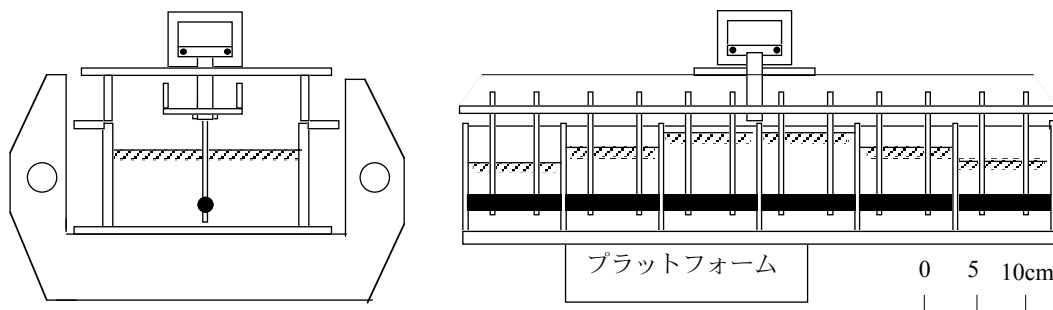


図-1 模型実験装置

に埋め、模型を遠心加速度場に置き、油圧シリンダーを作動させて鋼製チャンネルに接続したロードセル兼用の2本の真鍮棒(φ4 mm、摩擦を切るため、ステンレスパイプ内に収納)によって模型管を一定速度で引上げ、引上げ力 P_v と引上げ量 δ を測定した。模型管の外径の1cmは相似則の成立する範囲でできるだけ小さくなるように選んだ。

地盤作成の困難さを避けるため、模型作成は以下の方法で行った。まず真鍮棒を取り付けた鋼製チャンネルを容器に固定し、地表面の位置に仮板を設置した。次に、容器を上下逆転した後、まさ土を部屋に均等に入れ、その上に真鍮棒を貫いて厚板を置き、これを打撃して模型地盤を1~2cm仕上がり層厚で締固めて作成した。全ての部屋の締固めが終わったら、容器底板をボルト締めし、容器を再度逆転した。それから、油圧シリンダーと鋼製チャンネルを接続し、プラットフォームに容器を固定した後、容器とチャンネルの固定をはずした。

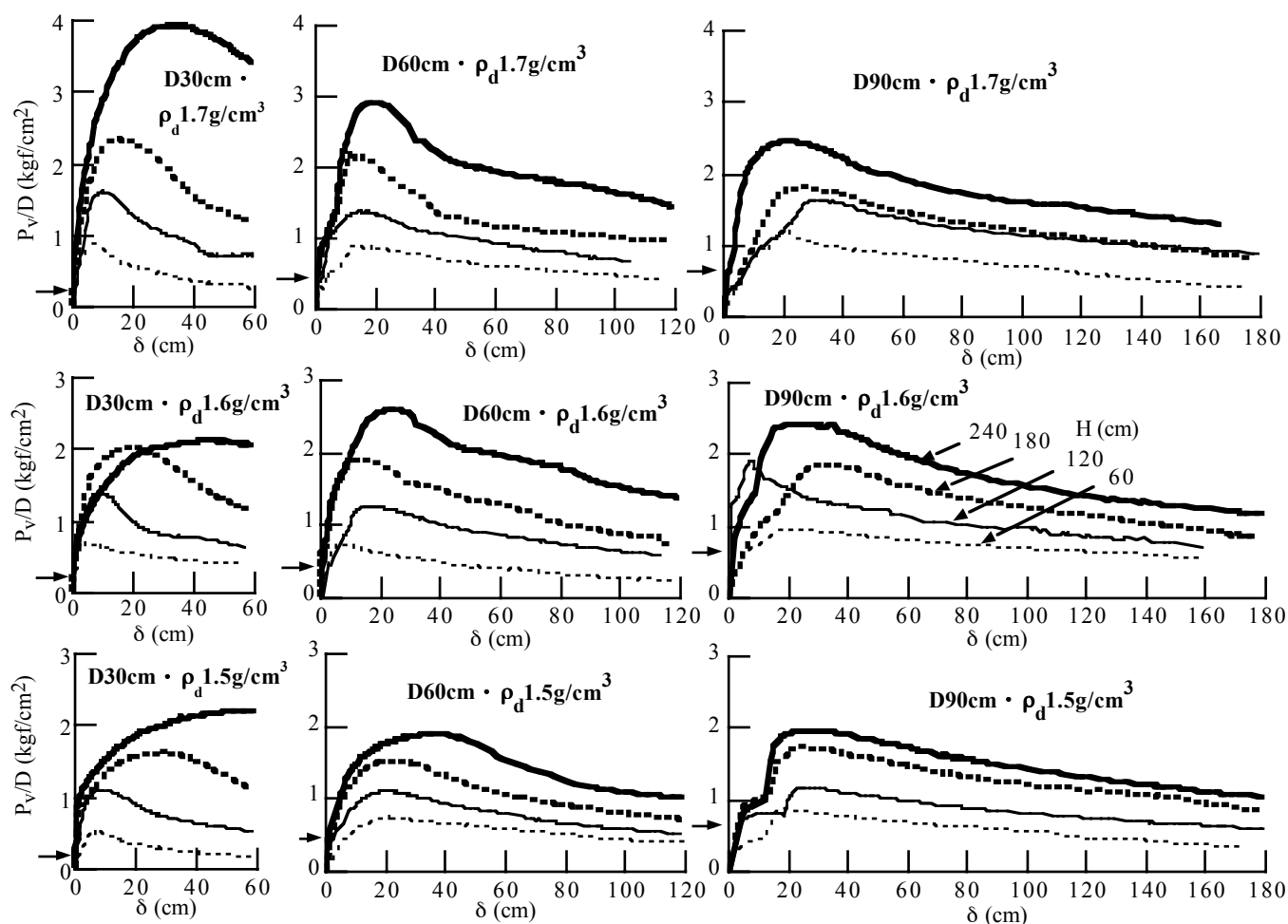
実験条件として、地盤密度 ρ_d を1.5、1.6、1.7g/cm³の3通り、管路の原型土被り高 H を60、120、180、240cmの4通り、遠心加速度を30、60、90g(原型管路の外径 D を30、60、90cm)の3通りにそれぞれ変化させ、各要因が管に働く土圧 P_v に与える影響を調べた。

キーワード: 埋設管、不同沈下、遠心模型実験、土圧

連絡先: 大阪市住吉区杉本3-3-138・大阪市立大学工学部・Tel & Fax: 06-6605-2725

表-1 まさ土の性質

Dmax mm	G_s	U_c	$\rho_{d \max}$ g/cm ³	$\rho_{d \min}$ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	w %	c_d tf/m ²	ϕ_d deg
2.0	2.71	70	1.92	1.37	1.50	10	0.9	38
					1.60	10	1.4	38
					1.70	10	2.3	38

図-2 $P_v/D \sim \delta$ 関係

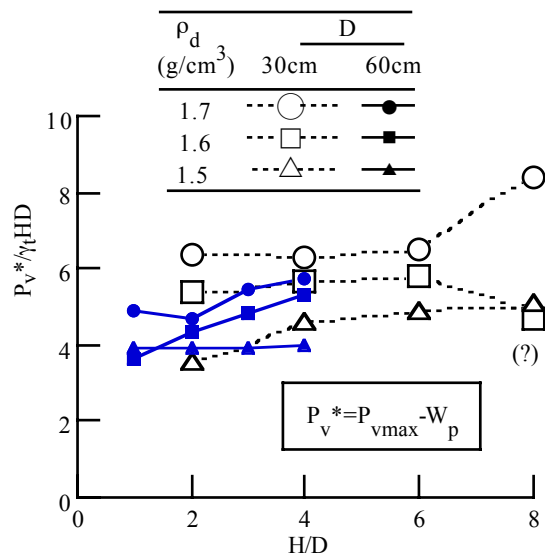
実験結果

図-2に、実験で測定した平均引上げ力 P_v/D と引上げ量 δ の関係を原型スケールで示す。模型の土被り高が小さい90g場の実験データ($D=90\text{cm}$)はカーブの形から見て、やや信頼性に欠けるものが多いが、全体的な傾向として、原型管の外径 D が小さいほど、また地盤密度が大きいほど、 P_v/D の値は大きくなっている。

図-3に、 $D=30\text{cm}$ と $D=60\text{cm}$ の場合の $P_v^*/\gamma_t HD \sim H/D$ 関係を示す。ここに、 P_v^* は P_v の最大値 $P_{v\max}$ から管の自重 W_p を差引いた値である。 P_v^* は管上方の土塊重量 $\gamma_t HD$ の3.5～8.5倍と大きく、また H/D の増大につれて $P_v^*/\gamma_t HD$ の値は増える。

あとがき

地盤と埋設管路の相互作用問題は影響要因が多岐にわたるので、各要因の影響を定量化する実験数が膨大となる。今回この問題を解決するための実験手法を開発し、6回の実験を行って36通りのデータを得ることができた。一方、模型をかなり縮小したことから、データの精度を確保するための実験技術の向上が今後の課題として残った。

図-3 $D=30\text{cm}$ と $D=60\text{cm}$ の $P_v^*/\gamma_t HD \sim H/D$ 関係

参考文献:1)東田他, 遠心模型による埋設管の引上げ実験, 26回土質工学研究発表会, pp. 1769-1772, 1991. 2)東田他, 地盤が沈下する時に埋設管に働く土圧, 28回土質工学研究発表会, pp.2289-2290, 1993. 3)Li L. and Tohda J., Earth pressure on pipelines in centrifuged models, Proc. 2nd Inter. Conf. on Advances in Underground Pipeline Eng., pp.102-113, 1995.