

III-94

砂地盤に築造された泥水掘削溝の遠心模型実験（その1 実験方法）

大阪市立大学
大成建設技術研究所

東田 淳・矢野博彦・桜井大輔（現浅沼組）
名倉克博・川崎宏二・樋口雄一

まえがき

地中連続壁工法では掘削溝をベントナイト泥水で満たして崩壊を防ぐが、その安定メカニズムは未だに明らかでなく崩壊例も幾つか報告されている。そこで、地下水位の高い砂地盤に築造された泥水掘削溝の安定メカニズムを遠心模型実験によって調べることにし、まず基本的な破壊性状を捉えるため、遠心力場で模型砂地盤の水位を上昇させて二次元模型の掘削溝を破壊させる実験を行った。本報告ではこの実験の手法について述べる。なお、実験結果を別報¹⁾に示したので併せて参照されたい。

1. 模型実験装置

図-1に模型実験装置を示す。容器は隔壁で2つに仕切られている。隔壁の右側が模型地盤で、隔壁のすぐ横に掘削溝（深さ15cm、幅5cm、奥行き16.3cm）がある。また隔壁の左側には掘削溝の泥水位を一定に保つための送泥装置が設置しており、油圧シリンダーの先端に取付けた円筒を泥水タンクに押込むことによって泥水を掘削溝に送る。さらに容器の下部は水タンクになっており、これに空気圧を加えて地盤中の水位を上昇させる。

実験中の地盤中の水位を観測するために、容器正面の枠ガラスに半円筒形の水位計が取付けてあり、さらに測定精度を上げるために、図-2に示す地下水位計が地盤中に埋込んでいる。この地下水位計の出力は、例えば遠心加速度100G場での水位1mm（原型では10cm）あたり31μ、測定感度はかなり高い。また、同じ形式の泥水位計と枠ガラスに貼ったスケールの直読により泥水位を計測する。送泥量はピストンロッドの変位量から求める。

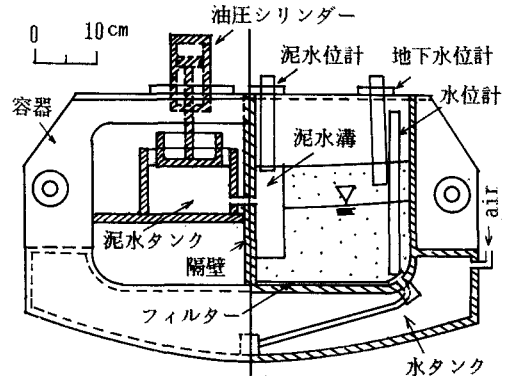


図-1 模型実験装置

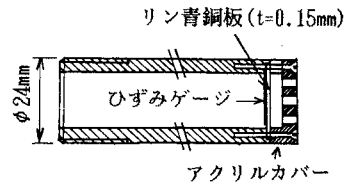


図-2 地下水位計

2. 地盤材料と泥水

1) 地盤材料 瀬戸けい砂の7号、8号、特粉を乾燥重量比で2:2:1に混ぜたものを地盤材料として用いた。地盤密度は、密詰($\rho_d=1.42\text{g/cm}^3$)、ゆる詰($\rho_d=1.33\text{g/cm}^3$)の2種類とした。この材料の粒度分布を図-3に、また一次性質、および密詰の場合の透水係数 k と飽和状態のCD強度（一面せん断試験による）を表-1に示した。

2) 泥水 実験で用いた泥水は、水100gに対してベントナイト、CMC（加糖メチルセルロース）をそれぞれ6g、0.1gの割合で混ぜたものである。これらをよく攪はんした後、1日養生したものを実験前に再度攪はんして使用した。比重は1.03、ファンネル粘性F.V.（500ccの泥水が口径4.8mmのロートから流れ終わるのに要する時間）は31secである。

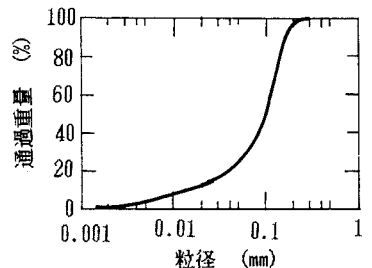


図-3 地盤材料の粒度分布

表-1 砂の材料特性

一次性質				二次性質 ($\rho_d=1.40\text{g/cm}^3$)		
G_s	U_o	ρ_{dmax}	ρ_{dmin}	k	c_d	ϕ_d
2.68	8.0	1.73g/cm ³	1.27g/cm ³	$7.5 \times 10^{-4}\text{cm/sec}$	0.05kgf/cm ²	33.1°

3. 実験の方法と条件

1) 模型の作成

容器を横にし、組立式のしんちゅう板（2分割の側板と底板、厚さ6mm）を掘削溝壁と溝底の位置に固定し、さらに遠心加速度の作用方向に合わせて円弧にした木の板を地表面の位置に固定する。気乾状態の砂を口径1cmのロートをを用いて、密詰地盤では高さ2cmから、ゆる詰地盤では高さ1cmから容器に流し込む。枠ガラスを容器に固定した後、容器を起し、水タンクにわずかな圧力（40gf/cm²）を加え、約90分かけて地盤を飽和する。この時、掘削溝の水位も同時に上昇させる。

容器を遠心装置のアームに取付け、水位を地表面よりも上に保ったまま設定した加速度まで遠心载荷し、実地盤相当の土自重応力を模型地盤に加える。遠心载荷を止め、重力場で地盤の水位を掘削底付近まで下げ、地盤にわずかな自立性を持たせる。地下水位計を地盤に埋込んだ後、泥水を掘削溝に入れながら組立式のしんちゅう板を容器から慎重に取外す。溝壁に泥膜が形成されるまで30分間放置する。なお、この間の泥水の地盤への浸透量はごく僅かであった。

2) 遠心载荷と水位上昇による破壊

目視観察に基づき、泥水位がG.L. ±0cm、地盤の水位がG.L. -5cm程度を保つように送泥装置へ油圧を、水タンクへ空気をそれぞれ送りながら設定加速度まで連続的に遠心加速する。設定加速度に達したら、泥水位をG.L. ±0cmに保ったまま地盤の水位を徐々に上昇させ掘削溝を崩壊させる。

3) 実験条件

表-2に実験条件を示した。いずれも当初の砂詰め時の掘削深さは15cmで、遠心载荷により実地盤相当の土自重応力を加えると地盤は沈下し、地盤の平均密度 ρ_d と掘削深さ z はそれぞれ表中に示す値となった。

表-2 実験条件

No.	地盤	加速度 G	ρ_d g/cm ³	掘削深さ cm
1		50	1.45	14.5
2	密詰	75	1.43	14.8
3		150	1.43	14.7
4		50	1.40	13.5
5	ゆる詰	100	1.41	13.8
6		150	1.42	14.0

4. 遠心载荷による泥水性状の変化

図-4は、比重が1.032、F.V.が30.81secの泥水に遠心加速度100Gを加えた後の比重と粘性の変化を深度に対してプロットしたものである。遠心载荷の時間は設定加速度が100GのNo.5の実験に合わせて、100Gに至るまでの遠心加速段階15min、100G場で5minとした。図より、比重、F.V.ともに全体に当初の値よりも小さくなっており、また液面近くが最も小さく、深さが増すにつれて増える傾向を示すが、現時点ではこのような泥水性状の変化が実験結果に与える影響は小さいものと判断した。

あとがき

地下水位の高い砂地盤における泥水掘削溝の安定機構を調べるために、従来から重力場での模型実験が多数行われているが、これを遠心力場で行った例はほとんど無い。さらに、泥水掘削溝が安定している状態そのものがかなり微妙であり、そのため実験手法の開発と地盤材料の選定にかなり手間どったが、別報¹⁾に示したように、本手法を用いることによって泥水掘削溝の基本的な破壊性状を捉えることができたと思われる。今後、実験精度をさらに上げるとともに、より透水性の高い地盤材料を用いた実験を行う予定である。

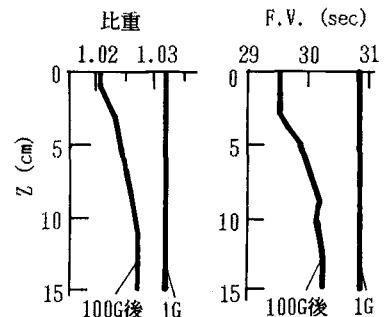


図-4 遠心载荷による泥水性状の変化

参考文献:1) 砂地盤に築造された泥水掘削溝の遠心模型実験(その2 実験結果)、土木学会第43回年講、1988。