

III-17

遠心模型実験用小型シールドマシンの試作

西松建設	正会員	野本 寿
広島大学	正会員	日下部 治
群馬大学	正会員	萩原 敏行
西松建設	正会員	三戸 憲二

1. はじめに

筆者らは、トンネルセグメントに作用する土圧の研究の一環として、遠心模型実験装置を用いてトンネル模型周面に作用する土圧および断面力を測定することを試みている<sup>1), 2), 3)</sup>。すでに、トンネル模型周面を水を封入したゴムバックで包み、回転中にバック内の水を抜くことによってボイドを表現した遠心実験を行った<sup>3)</sup>。また、別な方法によるシールドトンネルのシミュレーション実験も行われている<sup>4), 5)</sup>が、地盤工学における模型実験として満足するためには以下のような問題点を含んでいる。

- (1) 地盤の応力履歴および初期応力状態の再現
- (2) テールボイドのシミュレーションの問題(ボイドの厚さ、均等なボイドの設定等)
- (3) トンネル模型外周の境界条件、および外力条件の再現
- (4) 現実に近い応力レベル再現の問題(特に重力場実験の場合)
- (5) 現実の施工過程の再現(掘削、切り羽の安定、泥水の投入と排出、施工速度、応力開放等)

これらの問題点は、現状の実験システムに改良を加える程度では解決するのは難しいと考えられる。また、実際の施工過程は地盤の掘削・載荷過程を含む複雑なもので、現実のプロジェクトの実務的な判断に耐える実験の実行には、この施工過程のモデル化が不可欠である。そこで今回、より現実的なシールドトンネル周辺部に作用する土圧を求め

ることを目的とし、遠心模型実験用の小型シールドマシンを試作し、新たな実験システムを開発したので以下に報告する。

2. シールドマシン概要

図-1、2は、シールドマシンを取り付けた実験システムのご概念図およびトンネル部の構造を、また写真-1にはシールドマシンの全景をそれぞれ示している。マシン部の全長は750 mm、重量は25 kgで遠心用試料容器に組み込めるようなコンパクトな構造となっている。トンネル部は外径50 mm、長さ180 mmで管表面は3重構造となっている。100 Gの遠心加速度で実験を行うとプロトタイプ直径5 m、長さ18 m、最大土被り厚20 mのシールドトンネルをシミュレートすることができる。

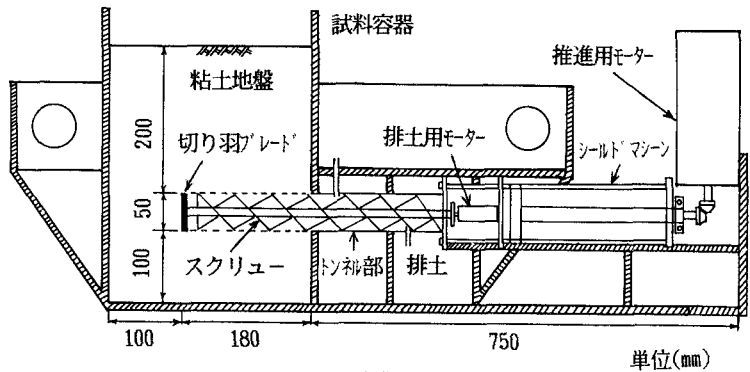


図-1 実験システムのご概念図

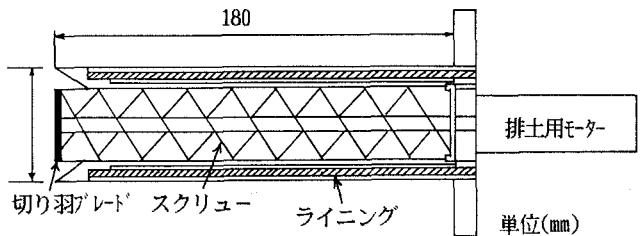


図-2 シールドマシン(トンネル部)

実験は、まず試料容器内で模型地盤を作成する。試料は粘土質ロームを使用し、締固め法により作成する。その後シールドマシンをセットし、遠心加速度を上げて掘削、計測実験を行う。

シールドマシンの推進過程は図-3に示すように2段階に分けられる。第1段階は、推進時でありこのときトンネル部のみがモーター(a)により地盤中を推進していく。(b)部より、泥水を投入しモーター(c)によりトンネル中央部のスクリーを回転させてトンネル先端部の地盤を掘削する。なお、掘削土は、(d)部から泥水とともに排出される。所定の位置（推進長 180 mm）まで達したら、モーター(a)の回転を反転させてトンネルカバーを引き抜く（第2段階）。このとき、スクリーは地盤内に置かれたままの状態となる。トンネルカバーを取り除いた表面部分にはひずみゲージが貼ってあり、引抜き中、および引抜き後の長期的な管周面に作用する土圧、断面力を測定する。

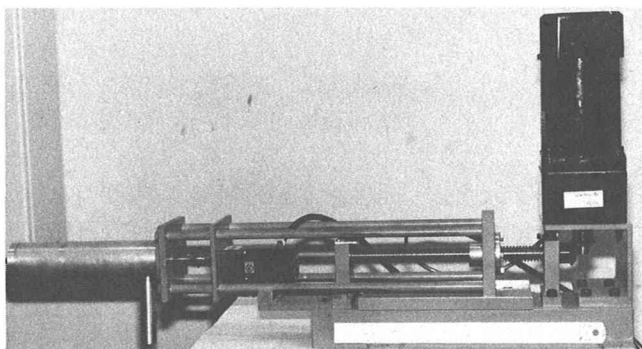


写真-1 シールドマシン全景

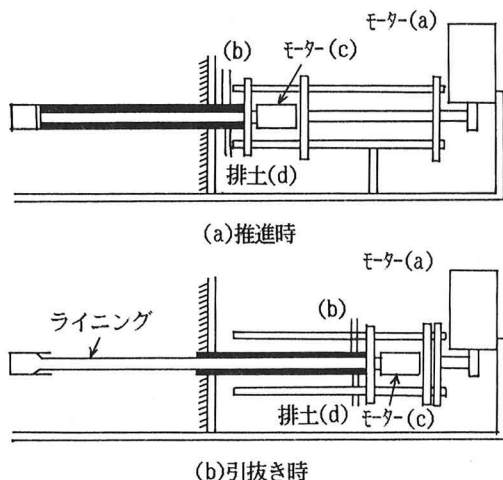


図-3 シールドマシンの推進、引抜き過程

### 3. おわりに

遠心装置内で作動する小型シールドマシンを試作することができた。近年、遠心装置を用いた模型実験が大学での基礎研究の時代から、実務への応用との時期を迎え、装置の標準化・大型化とともに、

実際の建設工事プロジェクトの諸問題に適用される可能性が高いとの認識となってきた。今後、ロボット制御による遠隔操作を行える遠心実験システムを開発することによって、地盤工学における模型実験の現実問題への応用範囲と予測精度が急速に拡大するものと考えられる。

なお、実験は現在進行中であるため、実際に遠心力場で行ったシールドマシンによる掘削シミュレーションの実験結果についての詳細な報告は、講演発表時に譲りたい。

#### 【参考文献】

- 1) 仲松宇大・野本 寿・萩原敏行・日下部 治：遠心模型実験による柔なトンネル模型の断面力の測定、第25回土質工学研究発表会、pp. 1735-1738, 1990.
- 2) 三戸憲二・野本 寿・萩原敏行・日下部 治：遠心模型実験による剛なトンネル模型に作用する土圧の測定、第25回土質工学研究発表会、pp. 1739-1742, 1990.
- 3) Kusakabe, O., Hagiwara, T., Nomoto, T., Mito, K. and Nakamatsu, U.: Experimental Evaluation of Earth Pressures and Lining Stresses of Tunnels in Sand, Proceedings of International Congress on Tunnel and Underground Works, Today and Future, pp. 529-536, 1990.
- 4) 真下英人・井手統一・水谷敏則：粘性地盤におけるシールドトンネルの作用荷重に関する実験的研究、土木学会第44回年次学術講演会概要集、pp. 108-109, 1989.
- 5) 篠原洋司・元山 宏・三木克彦・末岡 徹：東京湾横断道路シールドトンネル覆工荷重確認実験（その1）-実験手法および装置の説明-、土木学会第44回年次学術講演会概要集、pp. 186-187, 1989.