

(株) 大林組 技術研究所 正会員 ○ 崎 本 純 治
 (株) 大林組 技術研究所 正会員 藤 原 紀 夫
 (株) 大林組 土木技術部 正会員 松 尾 節 夫

1 まえがき

場所打ちシールドライニング工法は、打設直後のまだ固まらないコンクリートをプレスすることによりシールド機を推進させると同時にライニングを完成させる工法で、関東ロームへの適用性はすでに確認した。

しかし、軟弱地盤及び帯水地盤への適用性についてはまだ検討されていない。そこで、場所打ちシールドライニング模型実験装置を使って以下の事項について検討した。

- (1) 軟弱地盤におけるシールド機の推進反力
- (2) 軟弱地盤における地表面の変状とコンクリートのふくれ出し
- (3) 帯水地盤におけるライニングの耐水圧性能

2 実験概要

2.1 実験装置

実験に使用した場所打ちシールドライニング模型実験装置を図-1に示す。

この装置は、実際の場所打ちシールド機の挙動にできるだけ近づけるため、プレスの初期には土槽とコンクリート槽がスキンプレートで水密的に仕切られ、プレス圧がシールド機の推進反力に到達した時点で始めてスキンプレートが始動する機構となっている。なお、土槽にはモデル地盤に水圧及び上載圧を作用させる装置が取り付けられている。

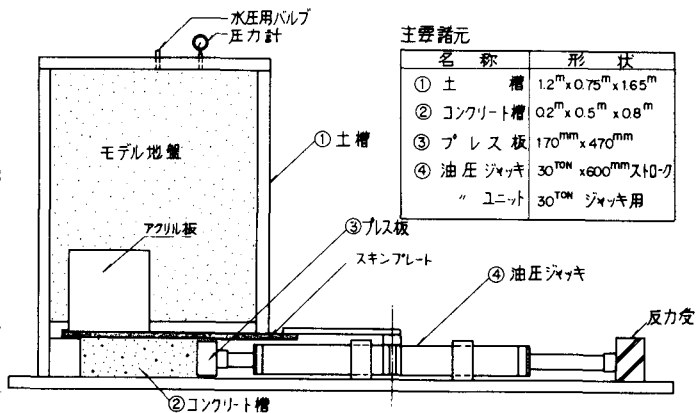


図-1 場所打ちシールドライニング模型実験装置

2.2 実験方法

モデル地盤の材料として、川砂と粘土（浄水場発生粘土）を用いた。粘土試料はミキサーで均一になるまで良く練り混ぜて使用した。コンクリートは表-1に示す配合のものを使用した。実験内容及び実験条件を表-2に示す。

表-1 コンクリートの配合

配合 の 種 類	粗骨材 の 最大寸法 (mm)	スラッグ (cm)	空気量 (%)	水セメント 比 w/c (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 重 量 (kg/m ³)				
						水 W	セメント C	粗骨材 S	細骨材 G	混和剤 5L
A	25	15	4	50	41.5	152	304	774	1095	0.760
B	25	15	4	38	39.1	154	405	694	1085	1.012

軟弱地盤のふくれ出し実験は、粘土地盤に上載圧（0～1 kg/cm²）を作用させ、コンクリートをプレスする方法で行なった。なお、プレス圧は15 kg/cm²～30 kg/cm²の範囲で行なった。粘土地盤の強度は実験終了後コーンペネトロメータで測定した。

プレス後のコンクリートの品質及びふくれ出し量の観察は、土槽から試料土を排除した後行なった。また地表面の変状測定は、変状が最も表われやすいスキンプレート開口部の真上で行なった。コンクリートのプレスは油圧ジャッキを用い、プレス速度を3 cm/minとした。なおプレス圧は油圧計で管理した。コンクリートのふくれ出しに大きく影響すると思われるコンクリート槽端部への伝達圧力もロードセルで測定した。

耐水圧性能実験は、砂地盤に水圧（0.5, 1 kg/cm²）を作用させ、コンクリートをプレスする方法で行なった。プレス後のコンクリートからの水の浸出の有無は、目視観察によった。

表-2 実験結果一覧

実験 区分	実験条件				実験結果			
	ケースNO	試料土	コンクリートの配合	上載荷重 水圧	プレス圧力 伝達圧力 その最大値	プレス時間	最大伝達圧力 その最大値	コンクリート量 地表変位
軟弱地盤における シールド機の ふくれ出し 実験	1	粘土 $q_c = 7.3 \text{ kg/cm}^2$	A (C = 304 kg/m ³)	上載荷重 = 1 kg/cm^2	16.8 kg/cm^2 $t = 4 \text{ 分}$	18 分	$P = 3.65 \text{ kg/cm}^2$ $t = 5 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 38 \text{ mm}$
	2	粘土 $q_c = 0.7 \text{ kg/cm}^2$	A (C = 304 kg/m ³)	上載荷重 = 0.5 kg/cm^2	25.8 kg/cm^2 $t = 3 \text{ 分}$	19 分	$P = 4.64 \text{ kg/cm}^2$ $t = 17 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 5 \text{ mm}$
	3	粘土 $q_c = 0.6 \text{ kg/cm}^2$	A (C = 304 kg/m ³)	0	29.0 kg/cm^2 $t = 7 \text{ 分}$	18 分	$P = 7.34 \text{ kg/cm}^2$ $t = 13 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 20 \text{ mm}$ 沈下量 = 22 mm
	4	粘土 $q_c = 1.2 \text{ kg/cm}^2$	A (C = 304 kg/m ³)	0	28.0 kg/cm^2 $t = 3 \text{ 分}$	19 分	$P = 5.39 \text{ kg/cm}^2$ $t = 13 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 40 \text{ mm}$ 沈下量 = 0 mm
耐水圧性能 実験	5	砂	A (C = 304 kg/m ³)	水圧 = 0.5 kg/cm^2	28.5 kg/cm^2 $t = 4 \text{ 分}$	18 分	$P = 10.1 \text{ kg/cm}^2$ $t = 13 \text{ 分}$	0 mm
	6	砂	B (C = 405 kg/m ³)	水圧 = 0.5 kg/cm^2	29.0 kg/cm^2 $t = 4 \text{ 分}$	19 分	$P = 7.21 \text{ kg/cm}^2$ $t = 2 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 5 \text{ mm}$
	7	砂	B (C = 405 kg/m ³)	水圧 = 1.0 kg/cm^2	28.6 kg/cm^2 $t = 5 \text{ 分}$	19 分	$P = 10.13 \text{ kg/cm}^2$ $t = 2 \text{ 分}$	$\delta_{\text{max}} = 8 \text{ mm}$

3 実験結果及び考察

実験結果の一覧を表-2に示す。

3.1 軟弱地盤におけるシールド推進反力

図-2にプレス圧及び伝達圧力と経過時間の関係を示す。プレス圧は $q_c = 0.6 \text{ kg/cm}^2$ の CASE-3においても 30 kg/cm^2 を示し、テールが脱けた後も安定した値を示す。これから軟弱地盤においても十分シールド機の推進反力がとれることが確認された。

3.2 地表面の変状及びコンクリートのふくれ出し

地表面の変状測定結果では、CASE-3及び4のいずれの軟弱地盤においても当初予想した隆起現象は起こらなかった。CASE-3では、逆にテールボイドの半分に相当する 2 cm の沈下を生じた。この原因は、モデル地盤の強度を $q_c = 0.6 \text{ kg/cm}^2$ とあまりに小さくしすぎたためコンクリートがテールボイドを充填するより先に地盤の方が移動したためと思われる。したがって、このような沈下は、実際の地盤つまりある程度の時間自立する地盤であれば殆ど起こらないと思われる。これはCASE-1の地表面沈下が 0 mm の結果ならびにCASE-4（上載圧 = 1 kg/cm^2 、 $q_c = 7.3 \text{ kg/cm}^2$ ）のふくれ出し結果、つまりボイドにコンクリートが確実に充填されている結果からも確認できる。

3.3 耐水圧性能

水圧を 0.5 kg/cm^2 作用させ、コンクリートの配合がAのCASE-1では、プレス中は漏水を生じなかったが、プレス終了後15分でプレス板を引き戻した直後に漏水が始まった。セメント量を 100 kg/cm^2 増やしたCASE-2では、プレス終了後、プレス板を1.5 hr保持した後プレス板を引いても水漏れはなく、2 hr以上経過してもコンクリートに異常は認められなかった。コンクリートの配合をCASE-2と同一、水圧を 1 kg/cm^2 、プレス板の保持時間を0としたCASE-3では、プレス板引き抜き後しばらくは漏水もなく異常が認められなかったが1 hr後に漏水した。以上の結果から、セメント量、荷重保持時間を調整すれば打設直後のまだ固まらないコンクリートにおいても 0.5 kg/cm^2 程度の耐水圧性能を発揮できることが確認された。

4 あとがき

以上の結果、場所打ちシールドライニング工法は、軟弱地盤においても地表面に変状を与えないで十分適用できることがわかった。また、耐水圧性能はコンクリートの配合、プレス板の保持時間を調整すれば 0.5 kg/cm^2 程度の水圧に耐えることがわかった。今後はこれらの結果をふまえ、実施工に向けて、施工性、経済性、安全性など多方面からさらに検討してゆきたい。

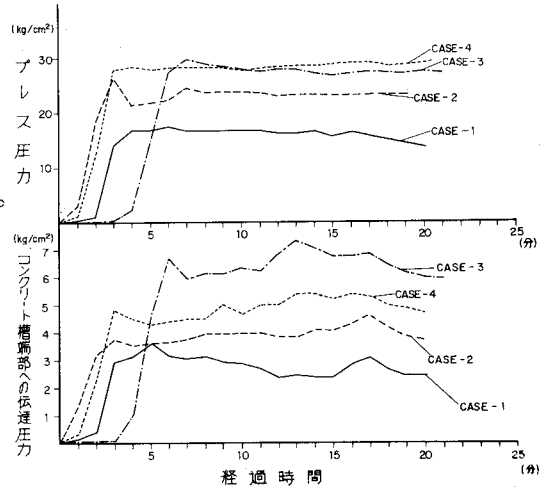


図-2 プレス圧力、伝達圧力と経過時間