

III-397 裏込注入材の砂地盤への浸透現象について（その1）

——砂をつめたモールドによる実験的検討——

東京電力 正員 佐藤 亘 ○梅宮 茂
竹中土木 正員 藤井 義文 下河内隆文

1. はじめに

シールド工事における裏込注入は、2液による同時注入方式が普及し、施工性が著しく向上した。しかしながら、このような2液型の裏込材は地盤中に逸散し注入量が多くなることも指摘されるようになった。

そこで、モルタル、2液可塑材、2液瞬結材を模型砂土槽に加圧注入する実験を行い、砂地盤への浸透量と裏込注入材の縮小量について定量的な検討を行った。

2. 実験装置および方法

実験装置を図-1に示す。実験は以下の手順で行った。

- ①砂地盤の作製：土槽内に気乾状態の標準砂を1層の厚さが5cmとなるように詰め、30回/1層で落下式の突き棒（直径5cm、重さ2.5kg、落下高さ10cm）で締固めて高さ40cmの土層を作成し、水で飽和させる。
- ②透水試験を行う。
- ③砂地盤の表面に水位がくるように連通管になった水槽の高さを調整する。
- ④裏込材を作製する。
- ⑤テールクリヤランスが通常5~8cmであることを考慮し、高さが7cmになるように裏込材を上から投入する。注入量は2,166 ccである。
- ⑥上蓋をし、上からゴム膜による空気加圧を行う。
- ⑦裏込材から砂地盤に水が逸脱すると、連通管になった水槽から水が溢れる。その重量ならびに図-1に示した位置での土圧と間隙水圧を経時的に記録する。
- ⑧フェノールフタレインにより、浸透深さを計測する。

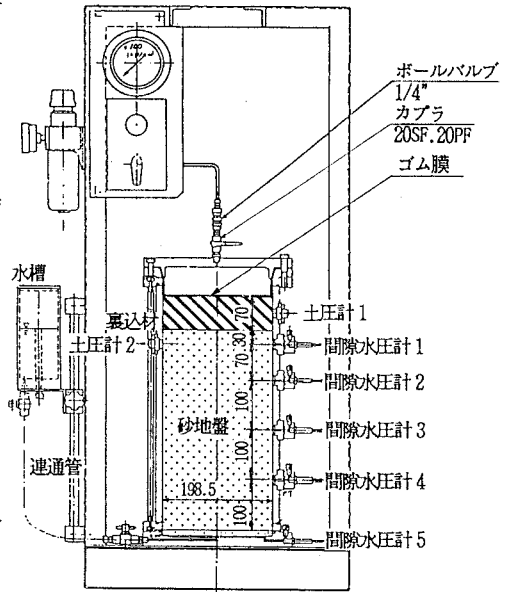


図-1 実験装置

表-1 モルタルの配合

セメント	ベントナイト	フライアッシュ	砂	水
250kg	100kg	150kg	750kg	524ℓ

表-2 2液可塑材の配合

A液				B液
固化材	粘土S	安定剤	水	硬化剤S
230kg	100kg	1.6ℓ	806ℓ	80ℓ

表-3 2液瞬結材の配合

A液				B液
セメント	ベントナイト	フライアッシュ	ケイ酸	水
250kg	38kg	621kg	142ℓ	142ℓ

3. 実験ケースおよび条件

表-1~3に各裏込材の配合を示す。2液裏込材については練混ぜてから注入するまでの時間遅れによる差を比較するために、裏込材作製から加圧開始までの時間を5分と30分に分け、注入圧を1,2,3 kgf/cm²と変えて実験を行った。実験ケースを表-4に示す。作製した砂地盤は、乾燥密度 $\gamma_d = 1.59 \sim 1.61 \text{ g/cm}^3$ 、相対密度 $D_r = 82.9 \sim 89.0\%$ 、間隙比 $e_0 = 0.642 \sim 0.664$ 、透水係数 $8.3 \sim 9.4 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ であった。

4. 実験結果

(1)砂地盤中には間隙水圧はほとんど発生しなかった。

(2)裏込材の縮小による脱水量すなわち排水量の経時変化を図-2に示す。排水量は地盤の変形分を差し引いている。図よりモルタルは10~20分程度で定常状態になったが、2液可塑材や瞬結材は定常になるまでに時間がかかった。また、図-3の裏込材中にある土圧計の計測結果からも同様のことが言える。

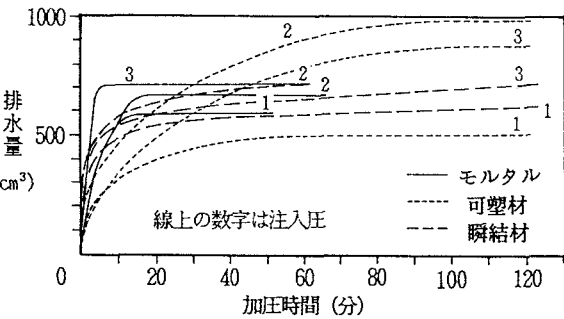


図-2 排水量の経時変化

(3)最終的な縮小率

最終的な浸透量、フェノールフタレインによる反応深さおよび脱水による縮小率の実験結果を表-5に示す。フェノールフタレインの反応深さは、間隙比と排水量から計算される浸透深さより小さかった。

また、排水量は材料作製から加圧開始までの時間にほとんど影響されなかった。加圧開始までの時間が30分のケースにおける各材料の縮小率を図-4に示す。図より最終加圧の状態では縮小率は30~50%程度、

すなわち注入率に直すと 140~200%程度となった。また、注入圧が大きくなると、可塑材の縮小率はモルタルや瞬結より大きくなった。

表-5 最終的な浸透量と裏込材の縮小率

CASE	注入材の浸透量 (cm)	フェノールフタレインによる反応深さ h ₁ (cm)	間隙比と排水量から計算される浸透深さ (cm)	脱水による縮小率 (%)
1	597	4.2	4.9	28
2-1	380	4.3	3.2	31
2-2	622	4.7	5.1	30
3	723	5.1	5.9	33
4	752	4.8	6.1	35
5	958	5.8	7.8	44
6	486	3.7	4.0	22
7	960	5.6	7.9	46
8	787	5.0	6.5	39
9	407	2.1	3.3	19
10	816	5.4	6.7	38
11	624	3.5	5.1	29
12	725	5.1	5.9	33
13	690	4.0	5.7	33

5. おわりに

本実験では裏込材が加圧脱水され、脱水された水が地盤へ浸透していく現象が確認されたが、浸透による固結は確認されなかった。また、脱水による最終的な縮小率は、可塑性がモルタルや瞬結材より大きくなった。これは、可塑材がゲル化してある程度固結していても、長時間加圧すると材料そのものが脱水して縮小していく圧密変形に似た現象を生じることが推定された。なお、本実験は早稲田大学教授 森崎先生に御指導いただくとともに、東電設計地中線土木部関係各位に貴重な御意見を賜りました。感謝致す次第です。

表-4 実験ケース

注入材料	加圧開始までの時間	注入圧		
		1 kgf/cm ²	2 kgf/cm ²	3 kgf/cm ²
モルタル	30分	CASE 1	☆ CASE2-1 CASE2-2	CASE 3
	5分	CASE 4	CASE 5	
2液可塑材	30分	CASE 6	☆ CASE 7	CASE 8
	5分	CASE 9	CASE 10	
2液瞬結材	30分	CASE 11	☆ CASE 12	CASE 13
	5分			

☆は化学分析を行ったケース

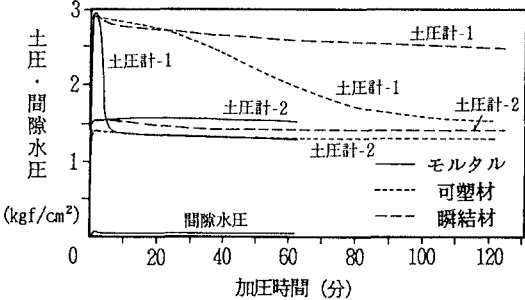


図-3 土圧・間隙水圧の経時変化

(注入圧 3kgf/cm²の例)

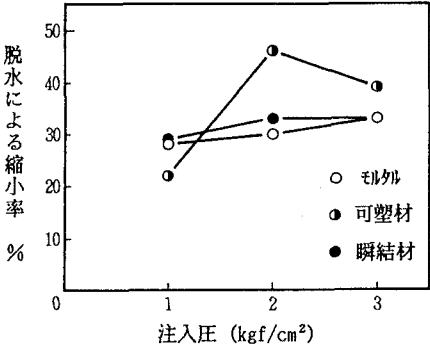


図-4 縮小率と注入圧との関係