

III-41

アウターライニング工法に関する研究（その1）

—モルタル系二液性材料の特性—

五洋建設(株)技術研究所 ○ 上田正樹

同 上 新舎 博

同 上 石関潤一

同 上 高橋春夫

1. 概 要

軟弱地盤におけるシールドの施工は、セグメント組立後に裏込め注入を行い、また、シールド貫通後に止水を目的として二次覆工を行うことがある。一方、著者らが提案するアウターライニング工法は二次覆工を省略し、その代りにセグメントの裏側に、止水性および耐久性の高い材料を均一な厚さで打設して完全止水を行うものである（図-1参照）。当工法を用いると、①セグメントの直径を小さくできるので経済的となる、②二次覆工が省略できるので工期の短縮が計れる、等の利点がある。ここでは、耐久性の向上を目指したモルタル系二液性材料の特性について報告する。

2. モルタル系二液性材料の特性

(1) 配 合

試験に用いた材料の配合を表-1に示す。なお、材料①～材料③は現在シールドの裏込め材料としてよく用いられているものであり、また、モルタル系材料はA液中の単位水量を 550l/m^3 と低下させ、砂を多量に混合して耐久性の向上を計ったものである。

(2) 試験方法

表-2は試験方法を示している。可使時間は材料の使用可能（圧送可能）時間を表すものであり、Pロート試験で、試料の落下が不完全になる（ロートに材料が残る）時間と定義した。また可塑状保持時間は、加圧すれば容易に動く限界の強度という観点から、圧縮強度が 0.1kgf/cm^2 になる時間と定義した。図-2は透水試験装置を示している。透水試験はアクリル容器内に1.5ショット方式で試料を打設し、上蓋を取り付けた後に 2kgf/cm^2 の水圧を作用させ、供試体の内側の部分を通る透水量を測定した。

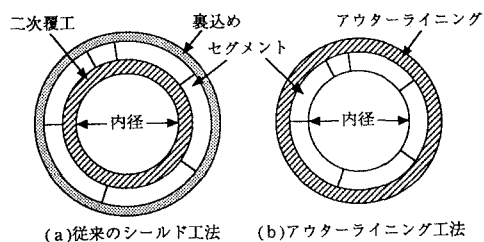


図-1 アウターライニング工法の概念

表-1 配合

	A液(kg)						B液(l)	備考
	固化材	粘土	水	砂	起泡剤	安定剤	特殊珪酸	
材料①	250	90	872	0	0	1	100	A:B=10:1 1.1m3配合
材料②	300	80	868	0	0	3	100	A:B=10:1 1.1m3配合
材料③	270	130	630	0	0.5	2.2	100	A:B=9:1 1.0m3配合
モルタル系	250	60	550	940	0	2	100	A:B=10:1 1.1m3配合

表-2 試験方法

	試験項目	試験方法
A液	Pロート	JSCE-1986
	ブリージング率	JSCE-1986
	可使時間	本文参照
A+B液	可塑状保持時間	本文参照
	ゲルタイム	カップ倒立法 ¹⁾
	圧縮強度	JIS-A-1108
	透水係数	本文参照

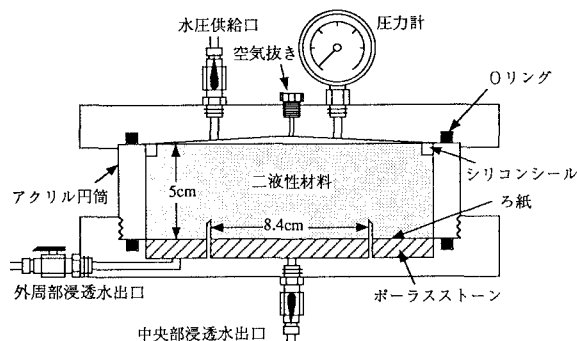


図-2 透水試験装置

(3) Pロートとゲルタイム

モルタル系材料の開発に当っては、まずA液とB液の混合に関する特性、すなわちPロートとゲルタイムを従来材料と同一にするという目標を設けた。この理由は、これらの特性が同一であれば、1.5ショット方式での施工が可能と考えられるからである。

表-3に材料特性を一覧で示す。モルタル系材料は、砂を多量に混入したことから単位体積重量がかなり大きい、Pロートとゲルタイムは従来材料とはほぼ同一であることがわかる。

(4) 強度特性

図-3は材料①とモルタル系材料について、初期と材令28日までの圧縮強度を比較したものである。なお、 $\sigma \leq 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の結果はベンセン断試験の結果を $\sigma = 2\tau$ で換算している。この図によると、 $\sigma = 0.1 \text{ kgf/cm}^2$ になるのは、材料①は約30分であるのに対して、モルタル系材料は約10分である。この結果、モルタル系材料は初期の強度発現が大きいので、シールドの早期安定性の確保には有利であるが、反面施工時には早く固まりすぎるという短所を持つことがわかる。また、モルタル系材料は材料①と固化材量が同一であるにも関わらず、材令28日の強度は材料①の1.85倍とかなり大きくなるがわかる。

(5) 透水特性

図-4は透水係数の経時変化を示している。両材料とも、透水係数はほぼ同一であり、時間の対数に対して指数的に減少する傾向がある。材令28日における透水係数は $k = 2 \times 10^{-9} \text{ cm/sec}$ であり、この状態では、ほぼ完全止水材料と見なせると考えられる。

3. まとめ

従来の裏込め材料よりも耐久性を向上させるという観点から、モルタル系二液性材料について、材料特性を求めた。その結果、①配合を工夫すると、従来の裏込め材料とA液のPロートおよびゲルタイムをほぼ同一にできること（1.5ショット方式による施工が可能）、また②モルタル系材料は大きい強度が得られることなどが明らかとなった。

アウトライニング工法に関する研究（その2）において、モルタル系材料のテールボイドへの打設実験結果について報告する。

〈参考文献〉

1) たとえば、山海堂「裏込め注入工法の設計と施工」、p 146。

表-3 材料特性

	試験項目	材料①	材料②	材料③	モルタル系
A液	単位体積重量(gf/cm ³)	1.213	1.251	1.147	1.802
	Pロート(sec)	10	11	9	11
	ブリージング率(%)	2.4	2.2	—	1.7
	可使時間(hr)	5以上	5以上	5以上	5以上
A+B液	単位体積重量(gf/cm ³)	1.224	1.259	1.159	1.747
	可塑状保持時間(min)	30	10	—	10
	ゲルタイム(sec)	9~10	15~16	6~7	9~10
	圧縮強度(kgf/cm ²) σ_{28}	26	29	23	48
	透水係数(cm/sec) k_{28}	2×10^{-9}	—	—	2×10^{-9}

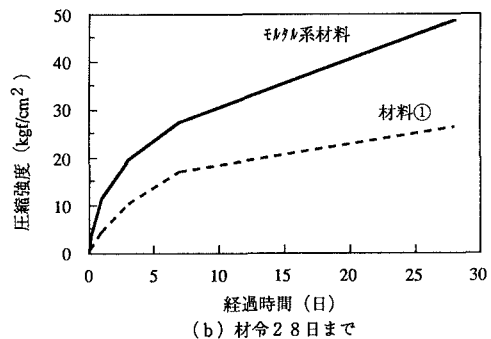
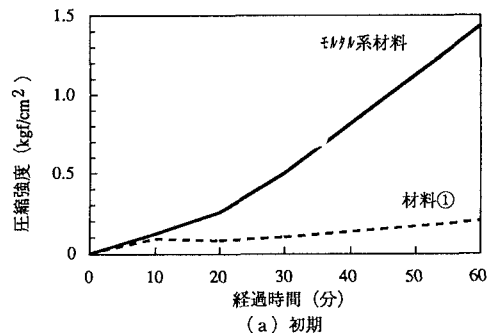


図-3 圧縮強度

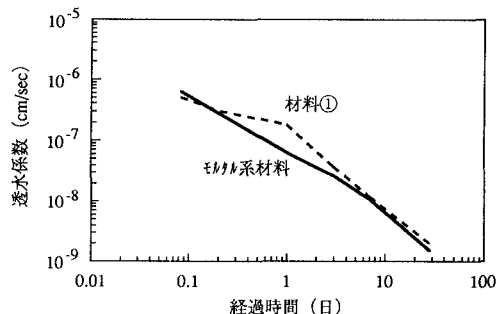


図-4 透水係数