

前田建設工業技術研究所 正員 山田一守

同上

出頭圭三

同上

〇正員 渡部 正

1. まえがき

シールド工事の裏込注入は、従来 硬練りモルタルを鋼管等にて注入箇所まで運搬した後施工していたが、最近では、地上または立坑よりモルタルを圧送し、直接注入することが多くなって来ている。そのためモルタルは、従来使用していたものよりかなり軟練りとなり、初期強度の低下、注入工事の遅れなどを生じ、裏込注入材の本来の目的である地表面の沈下防止、漏水の防止等に対し、満足できる効果を発揮していないのではないかとの懸念が生じてきている。今回の報告は、裏込注入材の本来の目的を満し、しかも長距離の圧送が可能で、従来のモルタルに比較して初期強度の発現がかなり大きなモルタルの開発に関する実験結果の一部である。

2. 実験概要

当社は従来 長距離圧送用モルタルとして主にS-消石灰モルタルを使用して来た。このモルタルは、増量材として砂と比較し比重の小さな(比重1.4, 含水率50%) S-消石灰を使用することにより、圧送の際に支障となる材料分離を防止して流動性を改善し、その結果 通常のピストンポンプ(最大吐出圧30 kg/cm²程度)によって1000 mの圧送を可能としたが、従来のベントナイトモルタルに比較して若干硬化時間が遅れ、初期強度が低下する傾向が見られた。ここで報告する実験は、i)セメントを早強性のものに代える、ii)増量材を代える、等の処置によりこの欠点を改善できるかどうかを検討したものである。

1) 配合条件

- イ) 練り上り時のフロー値 16 ± 1 sec (Pロートを使用)
 ロ) 使用可能時間 1 hr (1 hr後のフロー値が、練り上り時より+5 sec以内)
 ハ) 硬化開始時間 3 hr (流動性がなくなるまでの時間)
 ニ) 圧縮強度 $\sigma_{5hr} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 以上
 $\sigma_{28day} = 5 \text{ kg/cm}^2$ 以上

表-1 モルタルの配合および測定結果

— は測定できず。

種類	項目	配 合 (kg/m ³)					測定項目	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)						
	NO	普通セメント	S-消石灰	水	アルミ粉	減水剤	フロー値(秒)	ブリージング率(%)	σ_{5hr}	σ_{1day}	σ_{3day}	σ_{7day}	σ_{28day}	
S-消石灰モルタル	1	300	830	270	0.03	2.5	15.4	0	—	—	3.1	3.9	7.0	
	2	400	734	308	0.04	2.5	15.0	0	—	—	7.6	13.7	21.3	
VS-消石灰モルタル	3	150	150	830	270	0.03	3	16.5	0	0.5	2.0	4.7	6.9	9.6
	4	100	200	830	270	0.03	4	15.5	0	0.7	5.5	10.6	15.0	18.2
Ca-モルタル	5	240	1002	520	0.02	0.6	15.0	0	0.9	6.6	15.3	21.9	31.0	
	6	330	898	530	0.03	0.8	15.0	0	1.3	10.5	28.6	45.2	68.1	

2) 配合

従来 長距離圧送用に用いられているS-消石灰モルタルの標準配合は、表-1のとおりである。予備実験の結果、次のような配合を用いることにより、概ね良好な結果が得られた。

- i) S-消石灰モルタルで使ったセメントの一部を超速硬性セメントに置き代える。
- ii) S-消石灰に代えて増量材として炭酸カルシウムを用いる。

以下、i)をVS-消石灰モルタル、ii)をCa-モルタルと呼ぶ。

3. 実験結果

実験配合例、フロー値および圧縮強度の測定結果を表-1、図1~3に示す。初期強度は、VS-消石灰モルタル、Ca-モルタルとも従来のS-消石灰モルタルを大幅に上回った。特にCa-モルタルは、セメント量が少ない場合でも初期強度、長期強度とも優れており、28日強度では、S-消石灰モルタルの4倍、VS-消石灰モルタルの3倍以上の結果が得られた。圧送性については、両モルタルともブリージングは全く生ぜず、また、VS-消石灰モルタルは、S-消石灰モルタルと比較して流動性にほとんど変化が見受けられないため、十分圧送は可能であると思われる。Ca-モルタルの圧送性については不明であるが、簡易試験として粘性係数を測定したところ、S-消石灰モルタル2200 CPに対しCa-モルタルでは1900 CPと小さな値を示したので十分圧送可能であると推定された。

4. あとがき

実験の結果、初期の目的であった初期強度の増加は可能となった。また、従来、単位セメント量の増加によっても30 kg/cm²程度が限界であった圧送用注入材の強度が炭酸カルシウムの使用により、かなり高強度のモルタルを得られる見通しが得られた。Ca-モルタルの強度特性が優れていることが今回の実験より明確になったが、経済的には、かなり高くなることが予想され、使用の際両者を比較検討し、使い分けることが必要であると思われる。VS-消石灰モルタルについては、既に乙、3の現場にて使用し、良好な結果を得ている。しかし、実際に現場で使用する場合予期せぬトラブルの発生により、ノジョット法によるモルタルの早硬化が、圧送管の閉塞等の事故を生じかねないので、今後は、葉液注入等を用いられているノ5ジョット法についての検討を加え、より使い易い注入材の開発に取り組んで行きたいと思う。

参考資料 「裏込め注入の長距離圧送によるシールド工事の急速化」 土木施工 昭和48年6月号
「開放型・ブラインド型による軟弱地盤のシールド工事」 施工技術 昭和49年9月号

図-1 練り置きによるフロー値の低下

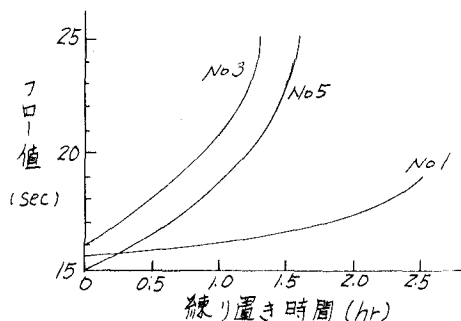


図-2 材令-圧縮強度

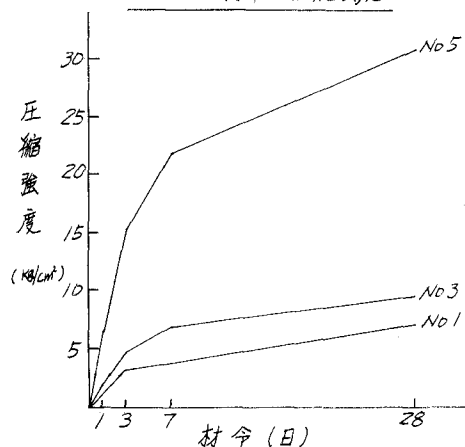


図-3 若材令-圧縮強度

