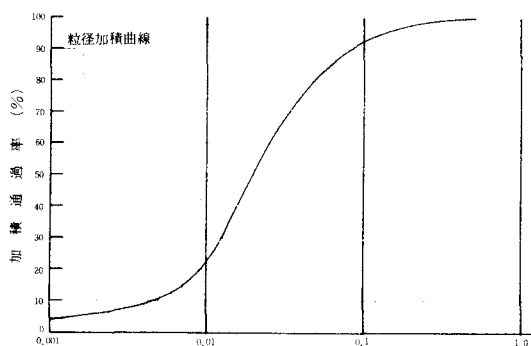


前田建設工業(株)技術研究所 正会員 渡部 正
 東京大学 生産技術研究所 正会員 三木五三郎
 (株)昭和石材工業所 藤本 裕一

1. まえがき

シールド工事における裏込注入は、必要不可欠なものであり地表面の沈下防止、漏水防止、セグメントに作用する土圧の均等化、およびセグメントの組み立て精度の保持などを主な目的としている。近年特に、小断面シールド工事の増加に伴い、裏込注入の長距離圧送による施工が増加する傾向にある。今回の報告は、碎石工場において碎石を湿式洗浄した際に生ずる微粒子のダスト(以下ケーキ土と呼ぶことにする)の裏込注入材料としての適合性と、それを使用したモルタルの圧送性に関して行なった一連の実験の一部である。

図-1 ケーキ土の粒度分布



2. ケーキ土について

今回の実験で使用したケーキ土の基岩は硬質砂岩であり、比重は 2.77, 含水比は 23.4%である。粒度分布を 図-1 に示す。

3. 配合実験

一般にモルタルの圧送性に関しては、流動性にすぐれていること、圧送時に材料分離が生じないこと、などの性質が必要であるとされている。しかしながらこの両者は互いに相反する事でありこれを定量的に表わすことは困難である。従って 今回の実験では過去の実験データをもとにしてモルタルのフロー値をPロートで 15 ± 2 秒とした。圧縮強度は、地山相当の強度を目標とし $\sigma_{28} = 5 \text{ kgf/cm}^2$ 以上とした。また、注入後モルタルの体積減少が大きいと硬化後クラウン部に空隙が生じ裏込注入材としての役割を実質的に満たすことができなくなるため、ここでは体積減少率を 2%以下と定めた。

以上の事項を考慮して配合実験を行なった結果概ね良好な結果が得られた。その配合の一部を表-1に示す。

4. 圧送実験

圧送実験は、NO2の配合で行ない管内圧力を測定することによって圧送限界距離の推定を行なった。なお配管図、使用機械の機種を 図-2 に示す。またモルタルの練り混ぜはモルタルミキサーを用いて行ない、初めに水とケーキ土を約5分間練り混ぜ、次にセメントを投入し3分間練り混ぜた。

表-1 配合実験結果

NO	配 合 (kg/m ³)			フロー値 (秒)			体積減少率(%)	圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)				透水係数 (cm/sec)
	セメント	水	ケーキ土	練り上げ時	30分後	60分後		σ_1	σ_3	σ_7	σ_{28}	
1	200	583	728	15.8	18.0	21.2	1.1	0.7	3.6	5.8	9.8	
2	240	590	691	16.2	18.2	22.5	0.9	0.8	4.7	8.0	14.9	5.4×10^{-7}
3	280	600	646	13.7	17.4	20.2	0.8	1.2	6.3	11.1	20.6	

4. 実験結果および考察

配合実験結果を 表-1 に示してある。これによるとフロー値が繰り上り60分後においても約6秒の低下にすぎず、まだ十分流動性を保っていた。このことは 圧送時において何らかの施工上のトラブルが生じて繰り上りから注入までの時間が長びいた場合でも圧送管の閉塞事故を発生させない十分な時間と流動性をそなえていることを示しており 長距離圧送に適しているものと考えられた。また、硬化後の体積減少率は 0.8~1.1%であり、かつ 圧縮強度も単位セメント量 200 kg/m³ の場合でも $\sigma_{28} = 9.8 \text{ kgf/cm}^2$ といずれも配合条件を著しており十分満足できる試験結果が得られた。また、透水性係数は $5.4 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ であり完全な不透水層と考えることができ止水効果も高いものと思われた。

圧送実験結果を 表-2 に示してある。圧力損失は 水平管において 0.032~0.040 kgf/cm²/m であり、これは最大吐出圧 30 kgf/cm² のポンプで約 750~950 m の圧送が可能であることを示している。また、圧送後におけるフロー値、圧縮強度の差がほとんど見受けられず、圧送完了後も品質の変動がないことが確認できた。図-4 は、以前著者が行なった各種の裏込注入材についての圧送実験結果と今回のケーキ土を使用したモルタルとの圧送限界距離の比較を行なったものである。このように、ケーキ土を使用したモルタルは、従来の裏込注入材に比較して、圧送性が非常にすぐれていることが明確になった。

5. あとがき

今回の実験の結果、ケーキ土を使用したモルタルが長距離圧送用裏込注入材として使用できることが明らかとなった。なお、このモルタルは、実際シールド工事現場において使用され良好な結果が得られた。しかしながら、初期強度の発現に関してまだ若干の問題が残っており、裏込注入材の理想的な性質、すなわち、注入後すみやかに地山相当の強度を発現させるために今後の研究課題として、兼液注入等に見られる 1.5 ショット法を利用したよりすぐれた裏込注入材の開発に取り組んでいきたい。

参考文献

- ・「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
- ・「裏込め注入用新材料について」 第 4 回土木学会関東支部年次発表会

図-3 配管図

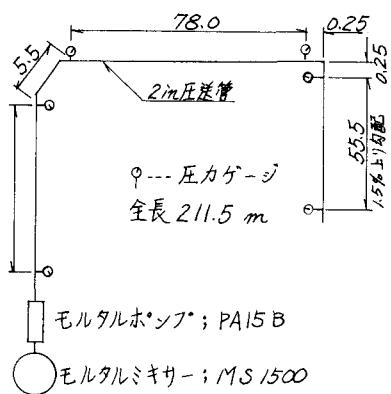


表-2 圧送実験結果

測定項目		測定結果
フロー値	圧送前	15.5 秒
	圧送後	15.3 秒
圧縮強度	σ_1 圧送前	0.5 kgf/cm ²
	σ_1 圧送後	0.7 "
	σ_3 圧送前	4.4 "
	σ_3 圧送後	4.1 "
	σ_7 圧送前	7.0 "
	σ_7 圧送後	7.3 "
	σ_{28} 圧送前	12.5 "
	σ_{28} 圧送後	12.9 "
ポンプ吐出圧		4.5 ~ 10.0 kgf/cm ²
モルタル流量		135 l/min
圧力損失	水平管	0.032 ~ 0.040 kgf/cm ² /m
	1.5% 上り勾配	0.041 kgf/cm ² /m
	135° 曲り管	0.262 kgf/cm ² /19 所
	90° 曲り管	0.382 "

図-4 各種裏込注入モルタルの圧送限界距離

