

V-201

TBM用高強度繊維補強吹付けモルタルの開発

奥村組技術開発部 正会員 藤田 早利
奥村組本社土木部 鹿野 和博

1. はじめに

TBMが我が国に導入されてほぼ30年になるが、最近ではTBMの各種地盤条件に対応した機種種の拡大等から、山岳トンネルの有力な掘削工法の一つとなってきた。TBMの支保形式には吹付けコンクリート、リング支保工、簡易ライナー、セグメントなど様々な支保形式があるが、最近セメント関連メーカー等からTBM用吹付けモルタル工法が各種、開発されている。筆者らは、すでに8年以前に材令1時間で地山の崩落を支持するせん断強度 1.5N/mm^2 を発現する繊維補強吹付けモルタルを開発しており、東京電力蛇尾川および葛野川の水圧管路パイロットTBMの支保として適用された。今回、新現場のTBMに適用するにあたり、システム、配合に改良を加えたので、これらの概要について述べるものである。

2. 開発概要

当初の開発条件としては材令1時間せん断強度 1.5N/mm^2 を確保するため、早強ポルトランドセメントを用い $S/C=0.75$ の富配合とし補強用繊維にはポリアクリルニトリル繊維をVol×0.75%混合し急硬材にカルシウムサルホアルミネートを用い単位セメント量の27.5%添加する配合とした。配合を表-1に示す。カルシウムサルホアルミネート急硬材は

粉体に添加した場合、著しい瞬結性を示すため吹付けノズルの閉塞を生じた。このため、急硬材を水に溶かしてスラリー状として用いることとした。

カルシウムサルホアルミネート急硬材は自硬性を有しているため、スラリー状として放置しておくで固化する。そのため、適量のセッターを混合し、可使時間を1時間に設定した。

施工設備はすべてTBM直後の吹付け台車に搭載し、モルタルの練混ぜはオムニキサーにより行い、スクイズ式ポンプで圧送しエアー圧送されてきた急硬材スラリーと混合攪拌されながら吹付けを行った。

各種強度発現のうち、せん断強度の試験結果を図-1に示す。なお圧縮強度は材令1時間で60、材令24時間で300、4週強度では 500N/mm^2 に達した。また、曲げ強度については繊維補強効果によりプレーンモルタルの1.7倍の強度増加を得た。

表-1 当初配合

W/C (%)	S/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		C	W	S	F	SP	Ac
50	0.75	903	452	677	8.63 VX0.75%	4.5 CX0.5%	248 CX27.5%

F : ポリアクリルニトリル繊維
SP : 高性能減水剤
Ac : カルシウムサルホアルミネート急硬材

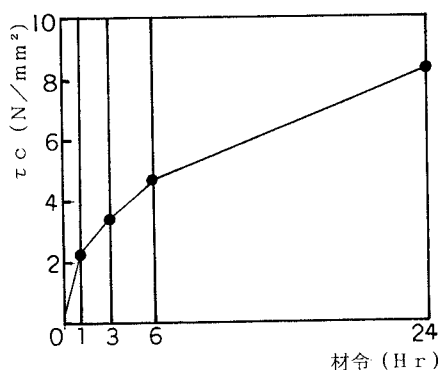


図-1 当初配合のせん断強度

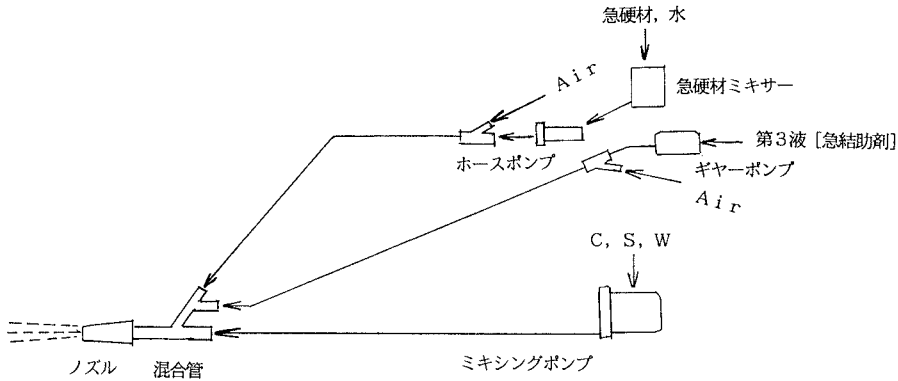
【キーワード】吹付けモルタル、TBM、急硬材、繊維補強

〒107-0052 東京都港区赤坂4-1-27 TEL 03-3585-4871

FAX 03-3505-1678

3. 吹付けシステムの改良

当初の吹付けシステムでは、TBM直後の吹付け台車上のミキサーで練りポンプのホッパーに落としポンプで圧送する煩雑さがあり、またこれらの機械設備も販売停止となっており、メンテナンスも困難なため練り混ぜとポンプを兼用したミキシングポンプに変更した。これに伴いシステム全体の見直しを行った。図－2に吹付けシステムを示す。



図－2 新吹付けシステム

4. 配合の改良

モルタルポンプをミキシングポンプに変更したため、これに対応する配合変更する必要が生じた。改良配合を表－2に示す。繊維については、よりセメントマトリックスとの結合性に優れたビニロン繊維に変更した。また従来の急硬材スラリーではセッターが含まれているため幾分、凝結が遅れながら付着する傾向があったため急結助剤として新たにアルミン酸アルカリを成分とする第3液を添加することとした。これにより優れた凝結性能を確保することができた。

この配合に基づく強度発現を図－3に示す。圧縮強度は材令1日で $22\text{N}/\text{mm}^2$ に達し4週強度では $52\text{N}/\text{mm}^2$ の高強度を発現した。

5. まとめ

- ・ミキシングポンプの採用により、練り混ぜポンプ圧送の省力化が行えた。
- ・第3液（急結助剤：アルミン酸アルカリ）の使用により良好な凝結、付着性能を確保できることを確認した。
- ・カルシウムサルホアルミネート急硬材の添加量を低減させても高強度を確保できることを確認した。

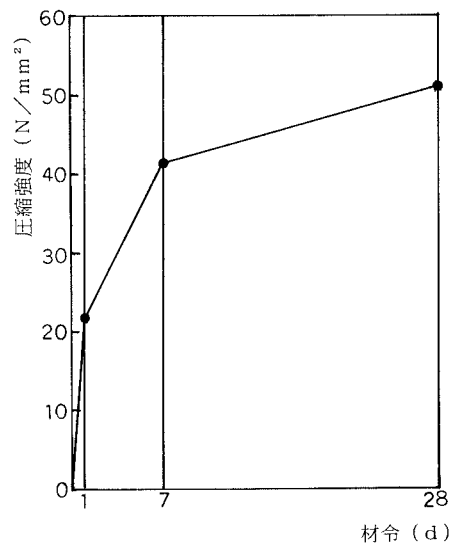
表－2 改良配合

W/C (%)	S/C (%)	単位量 (kg/m^3)					
		C	W	S	VF	Ac	第3液
56	2.0	621	336	1243	9.8 VX0.75%	56 CX9%	18.6 CX3%

VF：ビニロン繊維

Ac：カルシウムサルホアルミネート急硬材

第3液：アルミン酸アルカリ



図－3 強度発現性状