

(株)間組 技術研究所 正会員 松垣 光威

竹内 恒夫

島山 修

1 まえがき

トンネル断面積が 30m^2 以下で、吹付け時のノズル操作が困難な作業空間では、従来用いられている吹付け機械を用いると装置や吐出量が大きく、粉じんやはね返りが多いなどの欠点がある。これに対し、筆者らは、粉じんやはね返りがほとんどなく、しかも、作業空間が極めて狭い場所でも手軽に作業できるショットレジン工法の開発を行い実用化してきた。しかし、これに用いる材料は γ 型半水石膏で、なじみがうすく、硬化するまでに多少の時間がかかることから、その使用場所が限定されるという欠点を有していた。そこで、カルシウムサルホアルミネート系の急結剤をペースト状にして用いる新しい吹付け工法を考え、吹付け材の強度と施工性について検討した。

2. 吹付け工法の概要

図-1に吹付け工法の概要を示す。

主要材料は普通ポルトランドセメントを、水と混合した状態(以下セメントペーストという)で、急結剤は粉体のカルシウムサルホアルミネート系のものを水と混合した状態(以下急結剤ペーストという)で使用し、これと、耐アルカリガラス繊維を同時に圧縮空気と吹付けるようにした。このため、吹付け機械は、セメントペーストと急結剤ペーストをノズル付近で混合させる15ショット方式とし、材料の圧送は混合割合を一定に保つために、定量圧送が可能な容積型とし、ノズル部でポンプ操作が行えるように制御回路を組み込んだ。

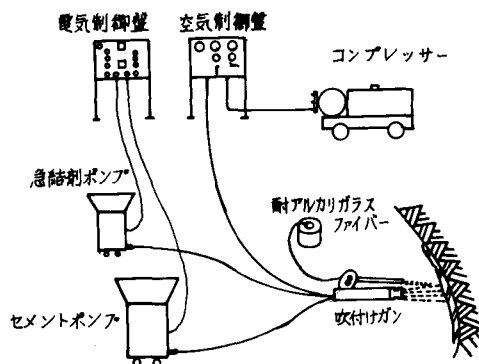


図-1 吹付け工法の概要

3. 吹付け実験の概要

吹付け実験の目的は吹付け材の圧縮強度を調査することと、施工性、を検討することとした。

圧縮強度試験は巾 30cm ×長 30cm ×深さ 30cm のコア箱に直接吹付けを行って、吹付け後1日直前にコア抜きを行い、端面を整形した $\phi 5\times 10\text{cm}$ の供試体をJIS A 1108に準じて圧縮強度を求めた。

また、施工性を調べる方法として、直径 3.2m の円形模擬トンネルと図-2に示すような吹付けパネルを準備し、パネル上に 10cm 間隔でパイプに穴を設け、水を流しながら吹付けを行って、吹付け時のたれやはく離の状態を観察した。水量は流量計で計り、バルブを調整しながら、 $5, 10, 15\text{L}/\text{m}^2/\text{min}$ と3種類変化させ、吹付けを行った。吹付けは水が流れていない部分から水が流れている部分に向かって吹付けを行った。

いずれも、吹付けの配合は水セメント比35%、水急結剤比42%、急

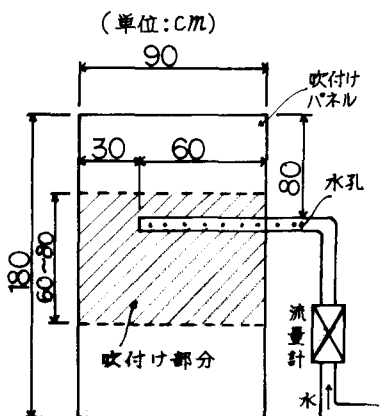


図-2 湧水吹付けパネル

結剤添加量をセメント重量の15%、耐アルカリガラス繊維セメント重量の1.5%として吹付けを行った。

4. 実験の結果および考察

4.1 圧縮強度

図-3に枝令と圧縮強度の関係を示す。本吹付け枝は枝令とともに強度増加を示し、枝令14日で水中養生のものと気中養生のものは強度がほぼ一致する傾向となり、枝令28日で450~500kg/cm²を示した。一般に、吹付けコンクリートの枝令28日の圧縮強度が300kg/cm²前後であるのに比較し、高強度を示している。

4.2 施工性

直径3.2mの円形模擬トンネルで吹付け角度や吹付け距離を変えて吹付け状況を観察した。この結果、上向きや横向きの吹付け姿勢でも粉じんやはね返りは極めて少なく、しかも吹付け距離は10cmから3mまで自由に変えることが可能で、圧送性も良好であった。

写真-1~3に流水量を変化させた場合の吹付け枝の付着状況を示す。今回カルシウムサルホアルミネート系の急結剤を用いたものでは、吹付け面を流れる水の量が10L/m²/min程度までであれば、水が流れ出る部分を残して、他の部分は十分枝料の付着がみられた。したがって、水の出ない部分から吹付けを行えばよいような場合、水量が多く（水量15L/m²/min程度）ても、流水を追いこむことが可能と思われる。表-1に従来工法と今回の方法の比較を示す。

5. あとがき

カルシウムサルホアルミネート系の急結剤を用いた吹付け方法は、湧水のある個所でもある程度施工可能と考えられる。また、吹付け枝料の物性や耐久性などの性質についても今後検討していくつもりである。

表-1 ショットレジン工法と本吹付け工法の比較

項 目	従来工法	本吹付け工法
凝結時間 (始発時間)	1 ~ 3分	0.5 ~ 3分
粉じんやはね返り	多 い	ほとんどなし
吹付け厚さ	5 ~ 20cm	2 ~ 5cm (何cmでも可能)
吐 出 量	4m ³ /h以上	1200 ~ 2400L/h
流水の影響	1.8L/m ² /h程度まで可能	10L/m ² /min程度まで可能
吹付け距離	1.5m前後	0.1 ~ 3m
操 作 性	難(息継ぎを要し操作時はノズルをしっかりと固定する)	容易(自動化されているので労力の要しない)

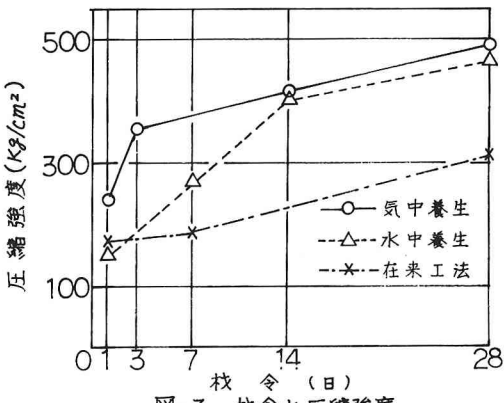


図-3 枝令と圧縮強度

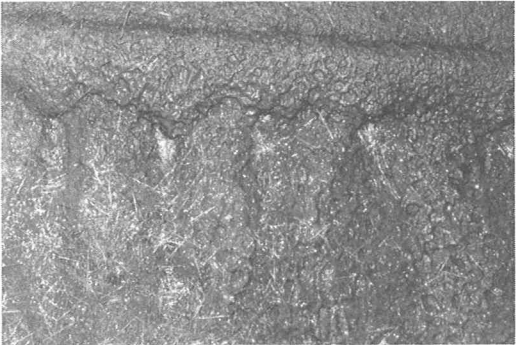


写真-1 湧水量 5L/m²/minの場合

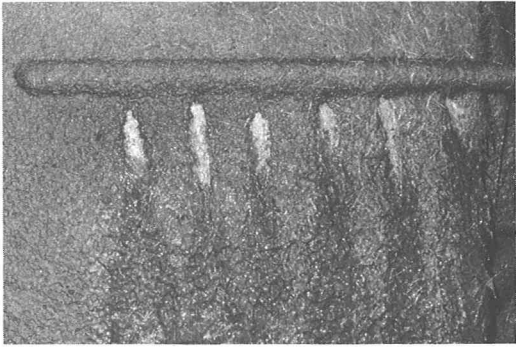


写真-2 湧水量 10L/m²/minの場合



写真-3 湧水量 15L/m²/minの場合