

水ガラス系材料による山岳トンネル背面空洞充填材の開発

三井住友建設(株) 正会員 中田 雅夫
 三井住友建設(株) 山本 信幸
 日本化学工業(株) 竹越 重治
 三建機材(株) 伊藤 義民

1. はじめに

矢板工法で施工されたトンネルは、覆工背面の天端付近にコンクリートが十分に充填されていないために空洞が存在する場合があります、長期安定に問題となる場合があります。このためトンネルの長期安定対策として背面空洞に注入材料が充填される。しかし、従来用いられてきたモルタルや発泡モルタルは限定注入が難しく、水に対する分離抵抗性にも問題があり、近年水に希釈されにくく限定注入が可能な種々の山岳トンネル用可塑性充填材が開発されている。

可塑性充填材としては、以前より水ガラス系材料がシールド工事におけるテールボイドの即時注入として用いられてきた。これは水ガラス系可塑性充填材の特徴である ゲルタイムが短い、A液の遅延効果を解除できる、早期強度が顕著で最終強度も大きい、という利点がシールド注入の目的に合っているためである。一方で、水ガラス系可塑性充填材は自然乾燥するとクラックが発生するという欠点があり、長期的に外気に触れる可能性のある山岳トンネル背面空洞充填では長期的に耐力が低下する可能性があるとして、これまでほとんど使われていない。

今回、シールド用の水ガラス系可塑性充填材「ニカセット工法」において改良を加え、乾燥収縮クラックをキャンセルできる材料を開発したのでその概要を報告する。

2. シールド注入用充填材の概要

シールド用注入材「ニカセット工法」は、水ガラス系注入材料によるA液：B液 = 10:2.5 配合の2液注入方式で、現在多用されている10:1配合に比べて、A液の圧送性に優れる、B液の送液性が良好、A液とB液の混合性が良好、等の特徴がある。表-1にニカセット工法の配合例と物性値を示す。

表-1 ニカセット工法の配合、物性値

A液(800 $\frac{g}{L}$)				B液(200 $\frac{g}{L}$)		A液特性		ゲルタイム (秒)	圧縮強度 (N/mm ²)			
特殊固化材 (kg)	特殊助剤 (kg)	安定剤 (kg)	水 ($\frac{g}{L}$)	特殊急結剤 (kg)	水 ($\frac{g}{L}$)	フロー値 (秒)	ブリーディング (%)、(1hr)		1時間	1日	7日	28日
200	20	2.0	727	100	100	8.5~9.5	3.0%以下	5~15	0.06	0.8	1.3	1.8
250	20	2.5	711	100	100	8.5~9.5	3.0%以下	5~15	0.12	1.3	2.0	2.7

3. 新充填材の特徴

山岳トンネル用充填材の検討にあたり要求性能を以下の4点とした。

圧縮強度 $\geq 1.5\text{N/mm}^2$
 ゲルタイム 10秒以下
 可塑性保持時間 1時間以上
 乾燥収縮クラックが発生しない

ニカセット工法の配合をもとに上記要求性能を満足する配合について検討した。表-2に水ガラス系材料を用いた山岳トンネル用新充填材の配合と物性値を示す。長期耐久性に影響を及ぼす乾燥収縮クラックに対しては、収縮低減材を配合することにより対処した。

キーワード トンネル，空洞充填材，可塑性，水ガラス系材料，限定注入

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設(株)技術研究所 TEL04-7140-5202

表 - 2 新充填材の配合、物性

A液(800 ^{リットル})					B液(160 ^{リットル})		A液特性		ゲルタイム (秒)	圧縮強度 (N/mm ²)		
特殊固化材 (kg)	特殊助剤 (kg)	収縮低減材 (kg)	安定剤 (kg)	水 (^{リットル})	特殊急結剤 (kg)	水 (^{リットル})	フロー値 (秒)	フリーディング (%, (1hr))		1日	7日	28日
300	50	50	3.5	666	56	104	8.9	0.5	1~2	0.16	1.03	2.61

4．試験注入結果の概要

実際の注入プラントを使用して本充填材の充填試験を行い、充填材の物性と施工性を確認した。(写真 - 1)



写真 - 1 注入プラント

(1)物性値

試験施工で得られた新充填材の物性値を以下に示す。

ゲルタイム	5.0 秒
可塑状保持時間	75 分
比重	1.25
28 日強度	2.2N/mm ²

(2)充填状況の確認

写真-2 に示す型枠を作成し、材料を上向きに充填したが、充填状況は良好であった。途中で吹き上げを中止し、30 分後に再開したがホース中に残置された材料も問題なく排出することができた。(写真 - 3)



写真 - 2 吹上げ用型枠

(3)水中不分離性の確認

材料を水中に打設した結果、水の濁りがほとんどなく、水中不分離性は良好であった。

(4)収縮クラック

現時点で試験施工後約 6 ヶ月経過するが、角柱供試体、吹上げ充填したブロックとも自然乾燥収縮はほとんど見られない。



写真 - 3 充填状況

5．おわりに

今回、水ガラス系充填材を山岳トンネルの空洞充填材として適用することを目的に、長期耐久性に影響を及ぼす乾燥収縮クラックのない配合を検討してきたが、ほぼ満足する結果が得られた。本充填材を使用することにより、今後はこれまでのシールド工事と同様、長距離圧送性を生かした長大トンネルや施工時間が限られる鉄道トンネルへの適用が期待できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 三木五三郎, 下田一雄: 可塑状グラウト注入工法, 日刊建設工業新聞社
- 2) シールド工事に用いる裏込注入工法「ニカセット工法」技術資料, 日本化学工業株式会社