

地層処分坑道と同規模の断面における
短時間高剛性吹付けコンクリートの吹付け施工試験

清水建設 正会員 ○中谷篤史 高橋圭一 熊坂博夫 石井 卓
電気化学工業 岩崎昌浩 寺島 勲

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物処分施設の建設に関して、様々な研究が行われている。著者らは、この地下処分施設である処分坑道への適用を目指し、支保部材の一つとして、短時間に高剛性を発現する吹付けコンクリートの開発を行なってきた¹⁾。この材料を用いた径の大きな断面のトンネルにおける吹付け施工性試験については、既に報告がなされている²⁾。

本報では、実際の処分坑道と同規模の直径約 5 m のトンネル施工現場において、吹付け施工性試験を実施した結果について報告する。

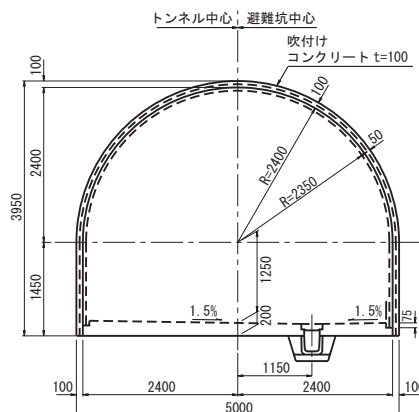


図1 標準断面 (DI-P)



図2 吹付け施工状況

2. 吹付け施工性試験の概要

吹付け施工性試験を行ったトンネルの標準断面を図 1 に、吹付け施工状況を図 2 に示す．実際の処分坑道と同規模の直径約 5 m のトンネル断面である．短時間高剛性吹付けコンクリートの施工性では、通常の吹付けコンクリート施工機械システムを用いて施工することが可能であることが特徴の一つである．今回の吹付け施工性試験においては、基本的には、施工現場の機械システムを利用したが、一部、ゴム系のホースを鋼管に置き換えた．また、ノズルも改良型を利用した．吹付け試験は、5 回実施し、ベースコンクリート性状、吹き付け状況、粉じん測定、はね返り率、力学試験の各試験を実施した．表 1 に各試験の実施状況を示す．なお、今回の吹付け施工性試験は、ベースコンクリートに普通ポルトランドセメントを用いた短時間高剛性吹付けコンクリート^{3), 4)}の試験である．

3. 試験結果および考察

①ベースコンクリート性状： ベースコンクリートのフレッシュ性状の結果を表2に示す．目標値をスランプ 20 ～ 25cm 程度，スランプフロー 40cm，空気量 6% とした．この表より，各試験により，若干の相違が見られるが，概ね目標値を満足しているこ

表 1 実施試験ケース

吹き付け	実施試験
第1回	ベ-スコンクリート性状・吹付け状況・力学試験
第2回	ベ-スコンクリート性状・吹付け状況・力学試験
第3回	ベ-スコンクリート性状・吹付け状況・粉じん測定
第4回	ベ-スコンクリート性状・吹付け状況・粉じん測定 はね返り率・力学試験
第5回	ベ-スコンクリート性状・吹付け状況

表2 ベースコンクリートのフレッシュ性状の結果

吹き付け	コンクリート量 (m³)	スラブ [°] (cm)	スラブ [°] フロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
1 回	4.55	25.0	59 × 58.5	4.5	29
2 回	3.15	24.0	46 × 45	4.2	27
3 回	1.40	20.0	33 × 31	4.3	28
	3.50	21.5	34 × 32	3.0	28
4 回	3.85	21.5	35 × 34	3.6	26
5 回	3.15	22.5	39 × 38	6.5	28

キーワード 高レベル放射性廃棄物処分施設、吹付けコンクリート、施工試験

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 研究開発支援センター TEL. 03-3820-8414

とがわかる。

②吹き付け状況： 吹き付け機械および急結剤添加装置の吹き付け時の状況を表3に示す。この表より、各試験ともほぼ同一条件で吹き付けが来ていることがわかる。また、これまでの吹き付け施工性試験で見られた脈動やノズルにおける閉塞などのトラブルは生じなかった。

③粉じん測定： 吹き付け時における粉じん測定結果は、普通吹き付けコンクリートの吹き付け時と同程度の結果となった。

④はね返り率： 第4回吹き付けにおいて実施したはね返り率の計測結果を表4に示す。この表より、これまでの結果では約15.5%～16.9%であったことより、今回ののはね返り率は小さい結果となっていることがわかる。

⑤力学試験結果： 吹き付け施工性試験と同時に力学試験として、プルアウト試験、箱吹きブロックで採取した試験体による一軸圧縮試験^{3), 4)}を実施した。材齢と一軸圧縮強度の関係および材齢と弾性係数の関係で整理した図を図3に示す。材齢10分、1時間、3時間は、プルアウト試験の結果、材齢3時間以降は、一軸圧縮試験の結果となっている。なお、プルアウト試験の結果は、引抜き強度に4を乗じた換算圧縮強度となっている。材齢3時間の一軸圧縮強度は、7.1～15.8N/mm²、材齢28日の一軸圧縮強度は、34.9～56.2N/mm²とばらつきの大きい結果となった。これは、各吹き付け試験において、吹き付け箱に吹き付けをするタイミングによるものと考えられ、吹き付けが十分に安定した段階で採取した供試体は、所定の初期材齢の力学特性を得られた。

4. まとめ

高レベル放射性廃棄物処分施設の処分坑道と同規模の直径約5mのトンネル施工現場において、吹き付け施工性試験を実施した。その結果、実現場において、既存の施工機械システムで十分に施工可能であることが確認した。また、実施した各試験の結果も、目標物性値を確保することができていることを確認した。しかし、力学試験の結果より、本材料が持つ能力を未だ十分に発揮するに至っていないと考えられることから、今後、実際の施工時に同性能を確保できるような施工条件や施工方法をさらに検討していく必要がある。

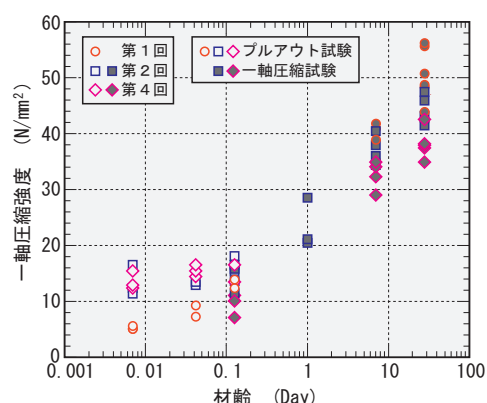
表3 吹き付け施工状況

吹き付け	吹き付け機械			急結剤添加装置		急結剤添加率(%)
	吐出量(m ³ /h)	圧力(MPa)	実吐出速度(m ³ /h)	回転数(rpm)	圧送圧(MPa)	
1回	14	0.54-0.46	7.58	3.8-4.5	0.4	11.2
2回	14	0.54-0.46	7.88	3.8-5.0	0.4	13.9-13.0
3回	14	未計測	7.78	4.5	0.4	未計測
4回	14	未計測	7.20	4.5	0.4	14.4
5回	14	0.49-0.47	7.77	4.5	未計測	未計測

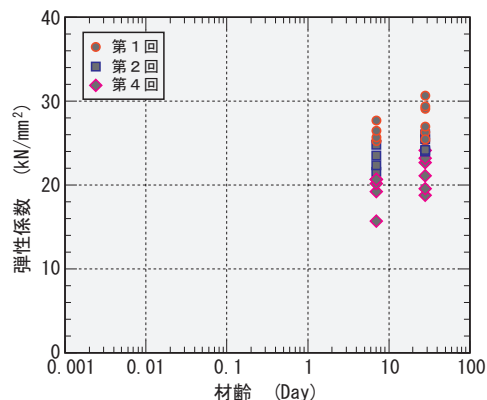
表4 はね返り率の計測結果

吹き付け	吹き付け時間(秒)	コンクリート容量(m ³)	コンクリート重量(kg)	はね返り量(kg)	はね返り率(%)
4回	439	0.88	2141	275	12.8

※コンクリート容量：実コンクリート吐出速度＝7.2(m³/h) から算出



(a) 材齢と一軸圧縮強度の関係



(b) 材齢と弾性係数の関係

図3 力学試験結果

参考文献

- 1) 石井卓, 熊坂博夫, 栗田守朗, 石田積, 岩崎昌浩: 材齢3時間で18kN/mm²の剛性を発揮する吹き付けコンクリート, 土木学会第61回年次学術講演会, CS05-037, pp. 279-280, 2006. 9
- 2) 久湊, 登坂, 石井, 石田: 短時間高剛性吹き付けコンクリートの施工試験—北陸新幹線 第2魚津トンネル—, トンネルと地下, 第38巻12号, pp. 7-13, 2007. 12
- 3) 中谷篤史, 熊坂博夫, 高橋圭一, 石井卓, 岩崎昌浩, 寺島勲: 短時間に高い剛性が得られる吹き付けコンクリートの応力～ひずみ特性に関する検討, 土木学会第62回年次学術講演会, VI-153, pp. 305-306, 2007. 9
- 4) 中谷篤史, 高橋圭一, 熊坂博夫, 岩崎昌浩, 寺島勲: 若材齢時に載荷を受けた吹き付けコンクリートの力学特性について, 第17回トンネル工学論文集, 第17巻, pp. 21-30, 2007. 11