

小断面トンネルにおける液体急結剤を用いた乾式吹付けコンクリート施工実績

常磐共同火力(株) 柳沼良明

鹿島建設(株) 正会員 ○紺野勝之 高田丈夫

1. はじめに

常磐共同火力(株)勿来発電所は、福島県いわき市に位置する火力発電所である。現在、福島復興電源プロジェクトとしてその隣接地に建設中である世界最新鋭の石炭ガス化複合発電設備に対し、当発電所の既存設備を活用、改造して冷却水や燃料輸送設備などインフラを提供することとなった。そのうち冷却水は使用量が増加することから取水側の能力増強が必要となり、稼働中の既設第1取水路に平行した取水路バイパストンネルを築造した(図-1)。

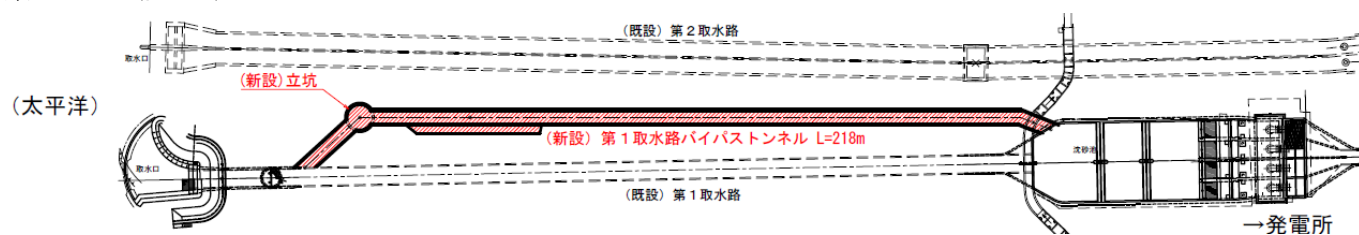


図-1 取水路トンネル平面図

取水路トンネルは掘削断面積 16m^2 ほどのいわゆる小断面トンネルで(図-2)、また、トンネル本体の標高は海面下に位置するため、施工中のアプローチは深さ18mの立坑を使用するものとなった。このような条件下において、主要な支保部材のひとつである吹付けコンクリートについて、乾式を採用し液体急結剤等と組み合わせることにより良好な結果が得られたのでその実績を報告する。

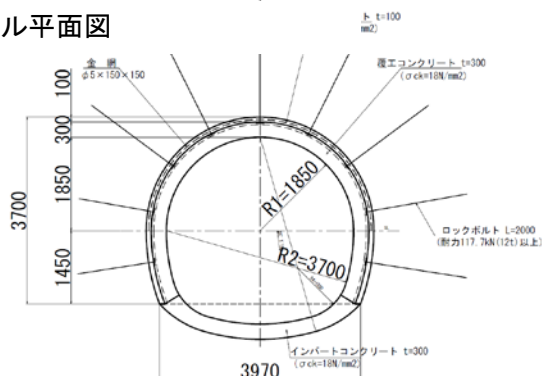


図-2 バイパストンネル標準断面図

2. 液体急結剤を用いた乾式吹付けコンクリートを採用した理由

立坑を坑口とする小断面トンネルで、一般的なアジテータ車によるコンクリート運搬は困難であることから切羽まで配管による圧送を計画した。圧送距離は最大200mになり、トラブル(閉塞等)を未然に防ぐため粉体輸送による「乾式」を選定した¹⁾。一方、換気設備はトンネル断面形状から風管径 $\phi 600\text{mm}$ が限界であり、風量 $500\text{m}^3/\text{min}$ の送気式(拡散希釈方式)となった。除じん設備を設置するスペースもなく、粉じんに対する所要換気量を満足できないことから、粉体急結剤より低粉じん化が期待できる液体急結剤を採用した。

3. 吹付けコンクリート設備の概要

稼働中の冷却水取水口エリアが施工基地のため、本工事で使用可能な範囲が狭く、一般的なトンネル工事では設置されることの多いコンクリート製造設備(バッチャプラント)の配置が困難であった。そこで小断面トンネルゆえ1回あたりの吹付け量が少ないことも考慮し、簡易的な連続練りコンクリートプラントを採用した。連続練りコンクリートミキサで混練されたドライミクストコンクリート(セメント、骨材および粉じん低減剤)は、ベルトコンベアを介して吹付機に直接投入した(写真-2)。吹付機は空気圧送式で、最大約200mの配管にて切羽まで圧送した(図-3)。

キーワード 小断面トンネル, 吹付けコンクリート, 乾式, 液体急結剤

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町2-1-1 鹿島建設(株)関東支店 TEL048-658-7510

切羽で添加される水および液体急結剤はそれぞれ専用のポンプ設備により送られる。これらは比較的小さいため、当初地上部に配置していたが、掘削延伸に伴い途中に設けた機械離合用拡幅部の隅に移動した。また、それぞれ流量計を内蔵し、適切な添加量を管理できるよう配慮した。

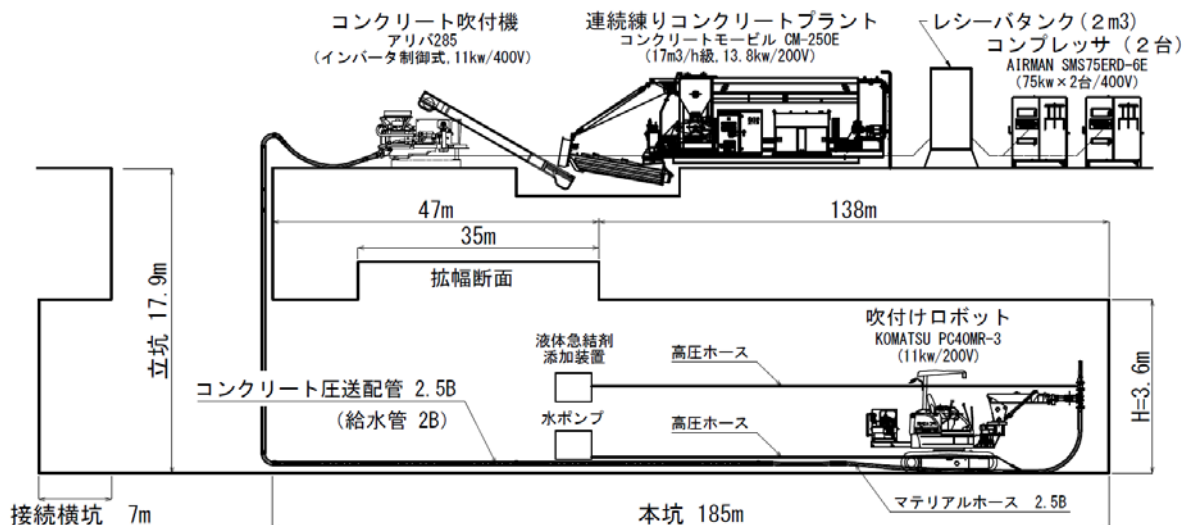


図-3 吹付けコンクリート設備の模式図

4. 施工実績

吹付けコンクリートの配合は初期の強度発現を確保するため、単位セメント量(C)は 400kg/m^3 とした(表-1)。

乾式は一般的に粉じんの発生やはね返りが多いとされているが²⁾、掘削面への付着性や施工場所での視認性は良好で、標準断面での平均余吹き率は212%で満足できるものだった(写真-1)。

小断面かつ吹付け量も少ないため、吹付け機の設定吐出量を施工初期段階では $8\text{m}^3/\text{h}$ としたが、圧送距離 150m を越えてから徐々に圧力増加の傾向が

認められたため、最終的には吐出量を $6\text{m}^3/\text{h}$ 程度に抑制した。一方、粉じん低減剤をメーカー標準添加量である $C \times 0.2 \sim 0.3\%$ 添加することで、粉じん濃度を 3mg/m^3 以下に維持できることを確認できた。また、液体急結剤の実績平均添加率は $C \times 8.2\%$ となった。

コア採取による材齢 28 日の圧縮強度はややばらつきが大きい傾向がみられた。これは、本工事においては乾式の採用よりも連続練りミキサに起因するものと判断した。ミキサのロータリベーンフィーダ部(風車状のセメント排出口)にセメントが固結しやすく、計量機器を持たない連続練りミキサでは特に点検、清掃が肝要である。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書[共通編]・同解説[山岳工法編]・同解説 pp. 180, 2016
- 2) 土木学会：トンネル標準示方書[共通編]・同解説[山岳工法編]・同解説 pp. 179, 2016

表-1 吹付けコンクリート配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				液体急結剤	粉塵低減剤
		C	W	S	G		
47.5	59.0	400	190	1,040	725	$C \times 8.0\%$	$C \times 0.2\%$

液体急結剤：マスターロック®SA161(2017年8月～2018年2月)
マスターロック®SA167(2018年10月)

粉塵低減剤：粉塵低減剤：ナトムクリーン®



写真-1 吹付け状況



写真-2 地上部設備