

覆工セントル 2 基を使用した覆工コンクリートの高品質化

国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所

清水建設(株) 地下空間統括部

清水・大豊特定建設工事共同企業体

清水建設(株) 東北支店

土田 優

フェロー会員 ○今津 雅紀

正会員 新居 直人

正会員 入江 正樹

1. はじめに

覆工コンクリートの型枠は、打ち込んだコンクリートが必要な強度に達するまで取り外してはならないとされており、コンクリート打設完了後 12-20 時間程度で行われていることが多く、脱型時におけるコンクリートの圧縮強度は 2-3N/mm²¹⁾を目安とされている。しかしながら、標準配合のコンクリートの場合、σ₁で目標脱型強度 2-3N/mm²を確保することは冬期では難しく、養生時間を長くする、加熱養生を行うもしくは富配合にする必要がある。そこで、東北中央自動車道栗子トンネル（福島側:延長 L=5, 146m）工事においては、覆工セントルを 2 基導入することによりコンクリート打設後、39 時間の養生を確保し脱型するシステムを導入し、覆工コンクリートの品質向上に寄与したので報告する。

2. 一軸圧縮強度とコンクリート配合

覆工コンクリートに使用したコンクリートの配合を表-1 に、その 15 時間、24 時間、39 時間、7 日、28 日の一軸圧縮試験強度を図-1 に示しておく。39 時間養生後に相当する一軸圧縮強度は平均で 6.5N/mm²となっている。A 生コンにおける試験時の外気温は 22℃、B 生コンにおける試験の際は 10℃であったため、24 時間後の強度は、各々 3.92N/mm²及び 2.54N/mm²となっているが、最終的な 28 日強度は逆転し、初期強度の立ち上がりが高い方が大きく出ている。しかしながら、39 時間後の強度はほぼ同じ値になっているため、予備を含めて 2 プラント体制にして打設している。

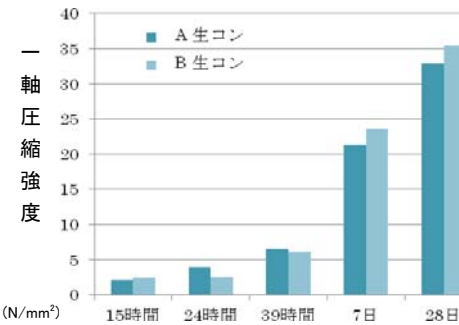


図-1 一軸圧縮試験結果

トンネルの脱型時期は、骨組構造解析により別途求めた結果、コンクリート圧縮強度が 0.8~0.9N/mm² 以上

表-1 覆工コンクリート配合表

発現すればよいこともあり、	材齢 28 日の 圧縮強 (N/mm ²)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラブ (ベース)	セメントの種類	セメント量 (kg)	単位水量 (kg)	水セメント比 (%)
十分安全側になっている。	27	25	18±1.5	高炉セメント	338	162	48.0

3. セントル 2 基による交互打設方法

脱型時の安全側一軸圧縮強度 2-3N/mm²を確保することは、冬季においては難しくなる場合があり、生コンの品質や坑内環境の変化によるバラツキにより、脱型時にひび割れや剥離が発生する可能性がある。

上記の対策として、2 基のセントルを用いて交互に打設を行うことで、覆工コンクリート打設工程を遅延させることなく、脱型までの養生時間を 39 時間以上確保（通常は 15 時間程度）でき、一軸圧縮強度で 5N/mm²以上になるため施工時及び若材齢時のひび割れを低減できる。脱型強度は、脱型前に圧縮強度試験を行って確認する。

表-2 セントル 2 基での打設サイクル

日		1 日 目			2 日 目			3 日 目			4 日 目			5 日 目			6 日 目			
時間		8	16	24	8	16	24	8	16	24	8	16	24	8	16	24	8	16	24	
3 日サイクル (2回打設/3日)	セントル1号機		打設	養生（39時間以上）					脱型 セツト			打設	養生（39時間以上）					脱型 セツト		
	セントル2号機		脱型 セツト			打設	養生（39時間以上）					脱型 セツト			打設	養生（39時間以上）				

キーワード：長大トンネル、覆工コンクリート、一軸圧縮強度、脱型、セントル

連絡先：東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館, Tel. 03-5441-0567, Fax. 03-5441-0515

覆工コンクリートの施工サイクルは、表-2 に示す通り、セトル 1 基の標準施工サイクル 1 回打設/2 日（15 時間養生）に対し、2 回打設/3 日（39 時間養生）となる。セトル 2 基間の離間は、200m～600m 程度とし、後続セトルが先行既設覆工に到達した時点で、両セトルを同時に前進させ施工を再開する。セトルの配置概要を図-2 に示す。

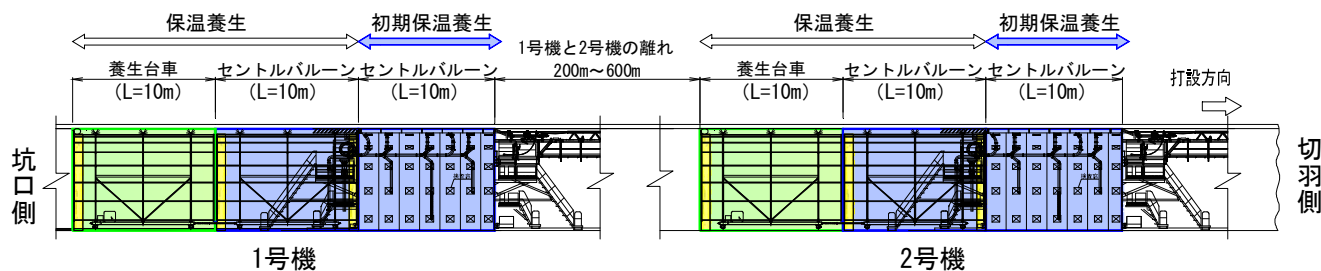


図-2 セントルの配置縦断図

覆工コンクリート打設開始にあたっては、切羽位置が坑口から約 700m に達した際に 1 号機により坑口部から 750m の区間の打設を開始し、次に切羽位置が約 1,000m に達した際に、2 号機を 750m 位置の非常駐車帯にて組立後打設開始し、図-3 に示す 2 基セットの形で打設している。写真-1、写真-2 に各々のセトルを示すが、非常駐車帯部においては、その前後を 1 号機で打設した後、別途、拡幅部用のセトルで打設する。



写真-1 セントル 1 号機



写真-2 セントル 2 号機

4. セントル 2 基打設による効果

セトル2基にて打設することにより、①覆工班の人数を増やすことなく連続的に覆工コンクリートを打設できること、②覆工コンクリートの打設スピードが約1.3倍になること、③脱型までの期間を39時間確実に確保することにより脱型強度が確保できること、④初期養生期間が長くなることによる覆工コンクリートの品質向上があげられる。その結果、栗子トンネルにおいては、ひび割れの少ない良質な覆工コンクリートが打設できた。一方、デメリットとしては、セトル2基によるコストアップ、数百m毎のセトルの移動に伴う工程ロス及び機械移動等の施工ロス等があげられる。

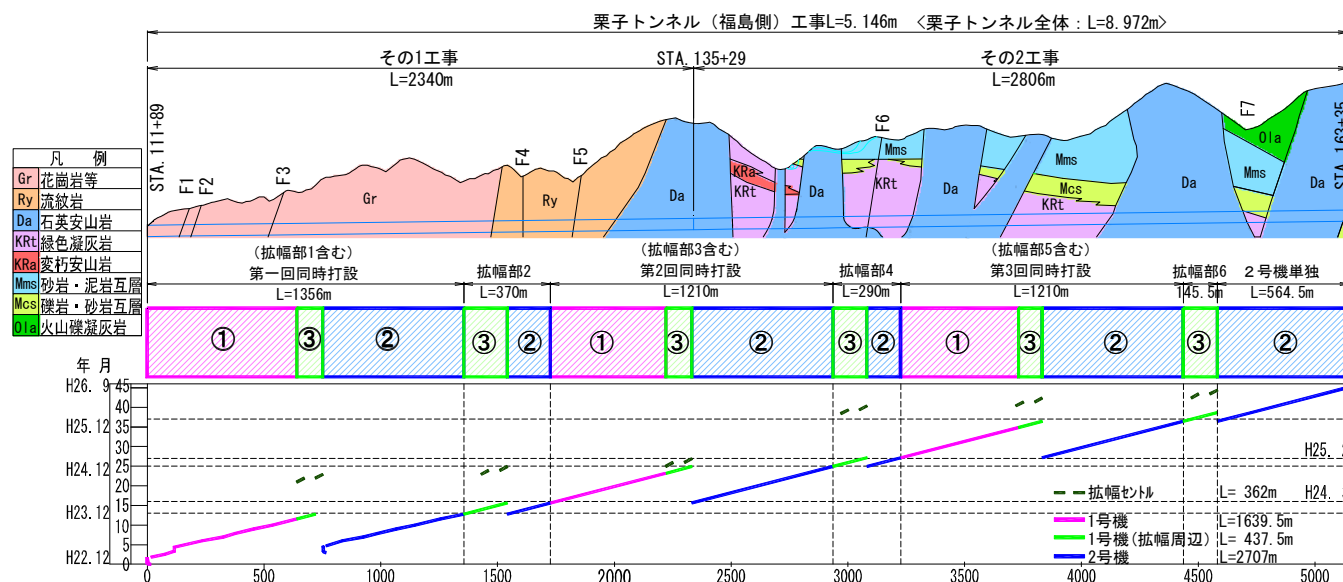


図-3 トンネル全長におけるセトル打設工程(計画を含む)

5. おわりに

本トンネルは、長大トンネルであることから2台のセトル導入により、効率的に打設時期を調整することができたが、
 今後は連接（短いトンネルが連続してある場合）トンネル、1000m～2000m程度のトンネルでの適用も考えていきたい。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネルコンクリート施工指針（案），土木学会コンクリートライブラリー102，pp. 15-16，2000.7.