

山岳トンネルに「春秋コンクリート」を適用（実現場での適用編）

(株)鴻池組 大阪本店 藤本和成 大槻文彦

(株)鴻池組 技術部 正会員 森山祐三 正会員 内田博之 ○正会員 若林宏彰 正会員 長沼諭

1. 概要

覆工コンクリートは、構造および施工上、収縮変形による拘束や早期脱型(強度不足)に起因するひび割れ・剥離が発生しやすい。これらのひび割れは、それぞれ夏期、冬期において顕著であり、コンクリートのひび割れの発生しない適度な温度、すなわち春または秋の温度環境下に維持することが重要となる。

「春秋コンクリート」は、型枠養生期間中における型枠温度を調整し、コンクリートを冷却・加温することで、一年を通して春秋に打設したコンクリートと同じ温度環境で施工することを可能にしたものである。

本稿では、室内試験で得られた春秋コンクリートの基礎性状について、実現場である美浜東バイパス 佐田トンネルで確認した結果について報告する。

2. 春秋コンクリートの実現場における測定内容

春秋コンクリートを適用する美浜東バイパス 佐田トンネルのトンネル現場概要を表-1に示す。

表-1 トンネル現場概要

工事名称	美浜東バイパス 佐田トンネル工事
発注者	近畿地方整備局 福井河川国道事務所
工事場所	福井県三方郡美浜町佐田地先
工事概要	・工事延長680m、トンネル延長464m (NATM機械掘削、内空断面積65.9m ²)

2.1 春秋コンクリート専用セントルの概要(図-1)

実現場で適用する春秋コンクリートは、大型エアコンで冷却・加温した空気を補助ファンにより、セントル型枠に設置した送風用鋼管へ風速10~15m/sで圧送して、型枠表面を冷却・加温するものである。これにより脱型までのコンクリート温度を春秋環境に調整した。

2.2 養生条件

夏期は温度調整を行わないコンクリートとエアコン温度を15~20℃に調整した春秋コンクリート、冬期はジェットヒータで加温したコンクリートとエアコン温度を40℃に調整した春秋コンクリートについて、それぞれ脱型まで冷却・加温し、各測定項目を比較した。また、秋期には、温度調整を行わないコンクリートのデータも採取した。

2.3 測定方法

①コンクリート温度、およびひずみ測定(図-2)

覆工スパンの中央部の天端、肩部および脚部の3箇所における地山側、中心、坑内側のコンクリート温度と収縮ひずみを測定した。

②ひび割れおよび剥離状況の確認

セントル脱型後のコンクリート表面を定期的に観察した。

③テストハンマーによる若材令強度試験

天端棲部における材令14~20時間の若材令強度を測定した。

④テストハンマーによる長期強度試験

天端、肩部および脚部の3箇所の覆工コンクリート表面における材令7日、28日、56日、91日の長期強度を測定した。

3. 実現場における測定結果

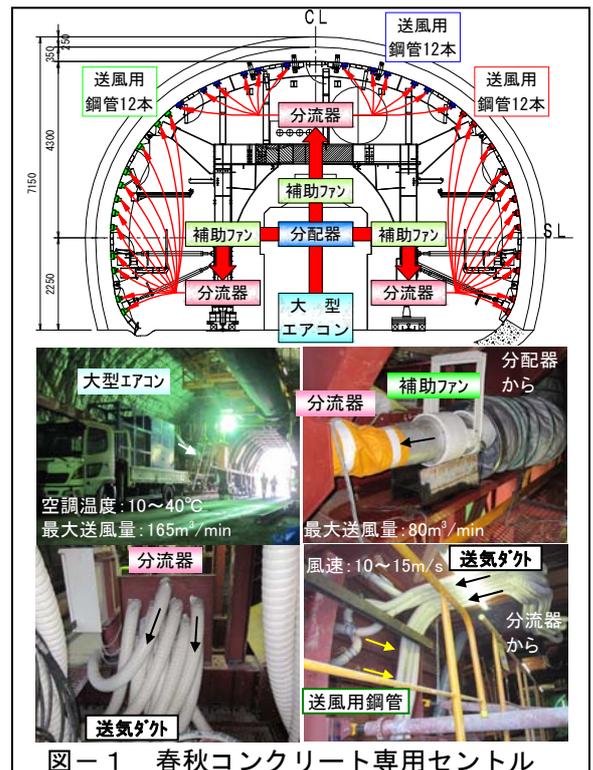


図-1 春秋コンクリート専用セントル

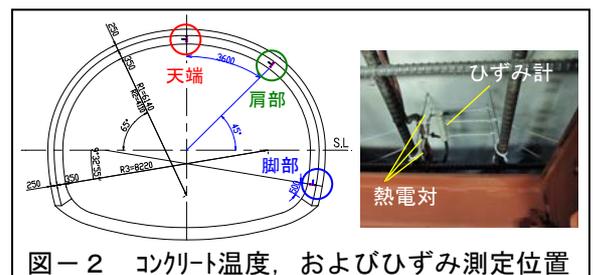


図-2 コンクリート温度、およびひずみ測定位置

キーワード 山岳トンネル、覆工コンクリート、春秋コンクリート、型枠、養生、加温冷却

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂 2-7-5 (株)鴻池組 土木事業本部 技術部 TEL03-5617-7790

①コンクリート温度測定結果

夏期, 秋期および冬期施工時のコンクリート中心部温度測定結果を図-3, 図-4に示す.

春秋コンクリートのピーク温度は, 夏期では10℃程度(練上り温度を考慮すると8℃程度)低下し, 冬期では側壁部で3℃程度上昇することがわかる. また, 秋期施工のコンクリートと春秋コンクリートのピーク温度差は, 天端・肩部共に3~5℃程度と小さく, 春秋環境を適切に模擬化できていることを確認できた. さらに, 解析値と実測値が概ね一致することを確認できた.

②ひび割れおよび剥離状況の確認

セントル脱型後の春秋コンクリート表面状況を写真-1に示す. 夏期施工の春秋コンクリートでは, 脱型後の急激な乾燥や温度低下による収縮ひび割れがないこと, 冬期施工の春秋コンクリートでは, 強度不足によるひび割れや剥離がないことを確認できた.

③テストハンマーによる若材令強度試験結果

材令14~20時間の若材令強度試験結果を図-5に示す. 春秋コンクリートを含め, いずれのケースも脱型時の必要強度(2.1N/mm²)を満足していることを確認できた.

④テストハンマーによる長期強度試験結果

材令7, 28, 56, 91日の長期強度試験結果を図-6に示す. 春秋コンクリートは, 材令91日で夏期施工のコンクリートの圧縮強度を10%程度上回ることを確認できた.

⑤収縮ひずみ測定結果

収縮ひずみ測定結果を図-7に示す. 春秋コンクリートは, 材令60日で夏期施工のコンクリートと比較して脚部の収縮ひずみが60μ程度小さいこと, 秋期施工のコンクリートと比較して同程度であることを確認できた. これは春秋コンクリートのピーク温度が, 夏期施工のコンクリートよりも10℃程度低いため, 温度および乾燥収縮ひずみが減少したものと考えられる.

4. まとめ

春秋コンクリートの現場適用結果を以下にまとめる.

- ① 春秋コンクリートは, エアコン温度を調整することで, 一年を通して春秋施工時に近いコンクリート温度に調整できる.
- ② 春秋コンクリートは, 夏期施工や冬期施工のコンクリートにおける収縮ひび割れや剥離を抑制できる.
- ③ 春秋コンクリートは, 通常の養生時間で脱型できる.
- ④ 春秋コンクリートは, 長期強度が向上する.

今回, 春秋コンクリートの実現場での適用にあたり, 優位な結果が得られた. 今後は, 使用機材の適正配置, 冷却・加温能力のさらなる向上等を検討しながら, 導入していきたいと考える.

最後に, 本工法の適用について, ご承認頂いた近畿地方整備局

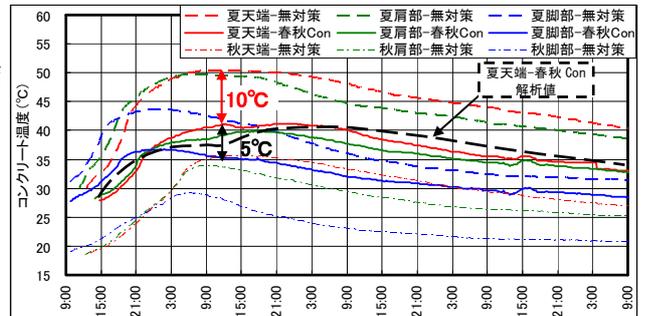


図-3 夏期, 秋期施工のコンクリート中心部温度

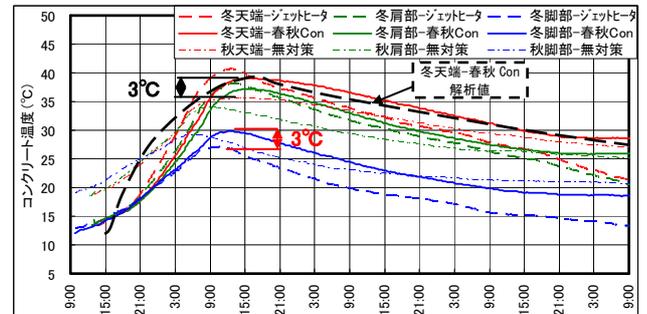


図-4 冬期, 秋期施工のコンクリート中心部温度



写真-1 春秋コンクリート表面状況

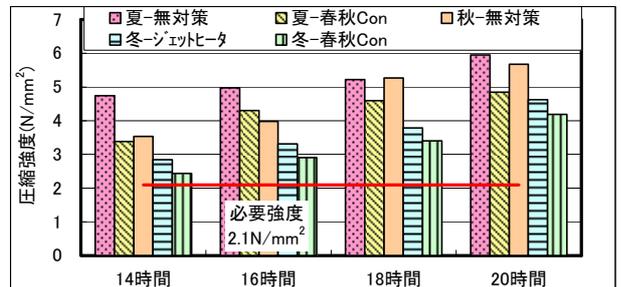


図-5 若材令強度試験結果

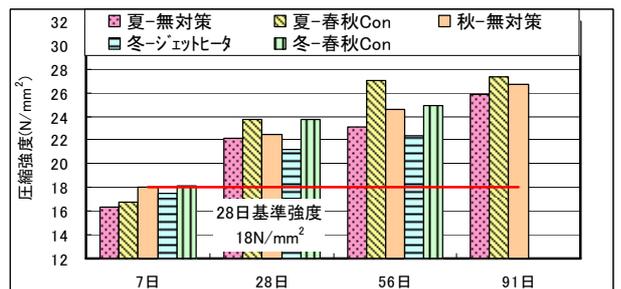


図-6 長期強度試験結果

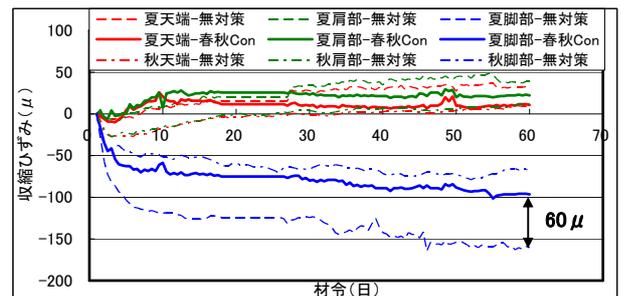


図-7 収縮ひずみ測定結果

福井河川国道事務所殿に深謝の意を表す.