

膨張材を使用したトンネル覆工コンクリートの乾燥収縮特性に関する実験的検討

(株)大林組 正会員 ○秋山 剛史 正会員 永久 和正
 太平洋マテリアル(株) 正会員 竹下 永造
 (株)大林組 正会員 橋爪 正博 正会員 平川 泰之

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートは、道路、鉄道、及び水路等の使用目的、使用条件等に適合し、必要な強度を有するのはもちろんのこと、長期的にトンネルの安定を保ち、亀裂、剥落、過大な変形、崩落等を起こさず、漏水等による侵食や強度の減少等のない、耐久性のあるものでなければならないとされている。さらに、温度変化、乾燥収縮によるひび割れの少ないことも重要な要件である。しかし、トンネル覆工コンクリートの多くは無筋コンクリート構造物であることから、「コンクリートの収縮によるひび割れが生じやすく、かつ、ひび割れ幅が過大になること」、また、「インバートを有するトンネル覆工コンクリートの脚部（インバート打継部）は拘束度が高いために、トンネル周方向にひび割れが生じやすいこと」等が問題となっている。

そこで、本論文では、膨張材を使用したひび割れ抑制方法に着目し、膨張材を使用したトンネル覆工コンクリートの現場計測試験を実施し、その乾燥収縮特性に着目した結果を報告する。

2. 現場計測概要

(1) コンクリートの配合と施工条件

コンクリートの配合を表-1に示す。配合は、膨張材の有無による2パターンとし、膨張材はセメントに対し内割りで 20kg/m^3 の混入量とした。なお、セメントは高炉セメントB種を使用した。また、脱型後、超音波加湿養生システムにより養生した。打設時期は、2月から3月にかけてであり、インバートを有する箇所にて計測を行った。

(2) 現場計測概要（計測ケース）

計測ケースを図-1のトンネル軸方向断面図と立面図に示す。膨張材の有無による2ブロック（以下BLと略す）にて計測を行い、膨張材の有無による乾燥収縮ひずみの測定を行った。

(3) 現場計測概要（計測ポイント）

トンネル断面図における計測概要を図-2に示す。計測機器は、測温機能付きの埋込み型ひずみ計を用いた。断面内の計測部位は4箇所とし、①インバート打継部（トンネル軸方向）、②SL付近（トンネル軸方向）、③肩（ 45° ）部（トンネル周方向）、④天端（トンネル周方向）とした。

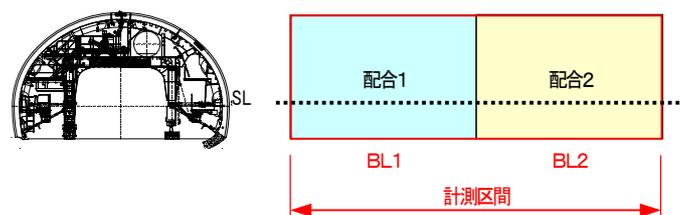


図-1 トンネル軸方向断面図（左）と側方向立面図（右）

表-1 コンクリートの配合

配合	種別	水結合材比	細骨材率	単体量 (kg/m^3)						混和剤 P*wt%
				水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	繊維	
1	24-15-40BB	47.2%	42.5%	151	320	-	787	1089	0.91	1.3
2	24-15-40BB	47.2%	42.5%	151	300	20	787	1089	0.91	1.5

キーワード 膨張材, 乾燥収縮, 覆工コンクリート, ひずみ

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B棟 TEL03-5769-1319

3. 現場計測結果

(1) 温度計測結果

図-3に温度計測結果を示す。図より、膨張材が混和されているBL2では、温度上昇が大きくなっていることが分かる。これは、膨張材混和による水和熱の上昇と雰囲気温度の差の影響によるものと考えられる。しかし、材齢30日程度で、全部位の温度が同じ程度になっていることから、水和熱の影響については、30日程度で終了していると推測できる。

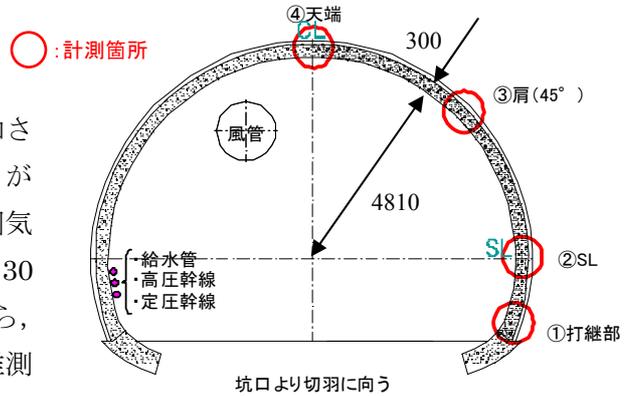


図-2 トンネル断面図における計測ポイント

(2) 乾燥収縮ひずみ

図-4に膨張・収縮ひずみの経時変化図を示す。ここで、膨張・収縮ひずみについてだが、筆者らが拘束度について検討した結果¹⁾を用いて、データ整理を行っており、各部位の拘束度については、①打継部:0.8, ②SL部:0.4, ③肩部:0.3, ④天端部:0.3としていることをここに明記しておく。

図-4より、膨張材による圧縮ひずみが材齢初期に生じていることにより、材齢150日程度における収縮ひずみが緩和されており、肩部では、最大120 μ 程度の差が生じていることが分かる。

しかし、打継部とSL部においては拘束度の影響が大きく、打継部においては、膨張材の有無による差異はなく、SL部においては、50 μ 程度の差が生じているという結果となった。これは、膨張材による膨張ひずみが拘束ひずみとして拘束されたことが原因であると推察される。一方、天端部においては、膨張材の有無による効果が見られず、同程度の収縮ひずみとなっている。これは、天端部における膨張ひずみが生じていなかったことが原因と考えられるが、材齢初期のひずみの動向から察すると、自重による変形等の外部要因による影響を受けた結果と考えられるため、ここでは、天端部における考察は除外することとした。

4. まとめ

本論文により、得られた知見を以下に示す。

- (1) トンネル覆工コンクリートに膨張材を適用することで、乾燥収縮ひずみを抑制可能である。
- (2) 部位毎の拘束度を考慮することで、経済的かつ効果的な膨張材の適用方法(部分適用)を見出せる。

<参考文献>

1) 平川・竹下・永久・橋爪 膨張材を使用したトンネル覆工コンクリートのケミカルプレストレス量の評価, JCI年次大会 2010 投稿中

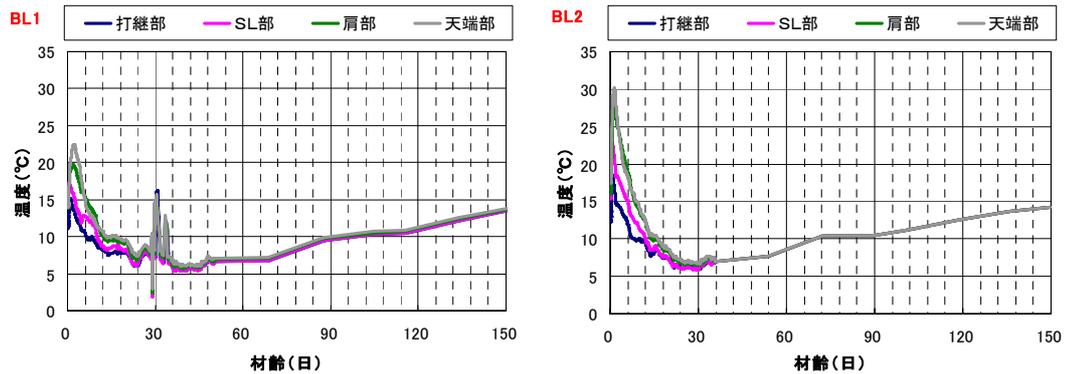


図-3 温度計測結果 (左:普通コンクリート, 右:膨張コンクリート)

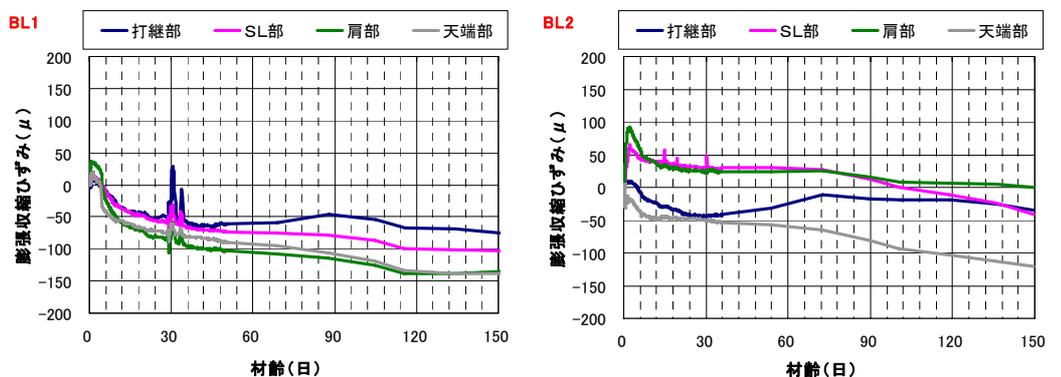


図-4 膨張・収縮ひずみ (左:普通コンクリート, 右:膨張コンクリート)