覆工コンクリートへの膨張コンクリートの部分適用の検討

○株式会社大林組　正会員　平川　泰之
正会員　永久　和正
正会員　橋爪　正博
太平洋マテリアル株式会社　正会員　竹下　永造

１．はじめに

一般にトンネルの覆工コンクリートは，コンクリートの水和熱や気温変化に起因する温度収縮ならびに乾燥収縮による変形が拘束され，ひび割れが生じやすい．膨張材は，ひび割れ低減を目的に使用される材料であるが，覆工コンクリートにおいては，より効果的な膨張材の使用方法が検討されている[1)]．

本研究は，トンネルの覆工コンクリートにおいてひび割れの発生しやすい部位に膨張材を部分適用した場合の，膨張材無添加コンクリートとの打重ね部の挙動を把握し，その適否を確認したものである．

２．計測概要

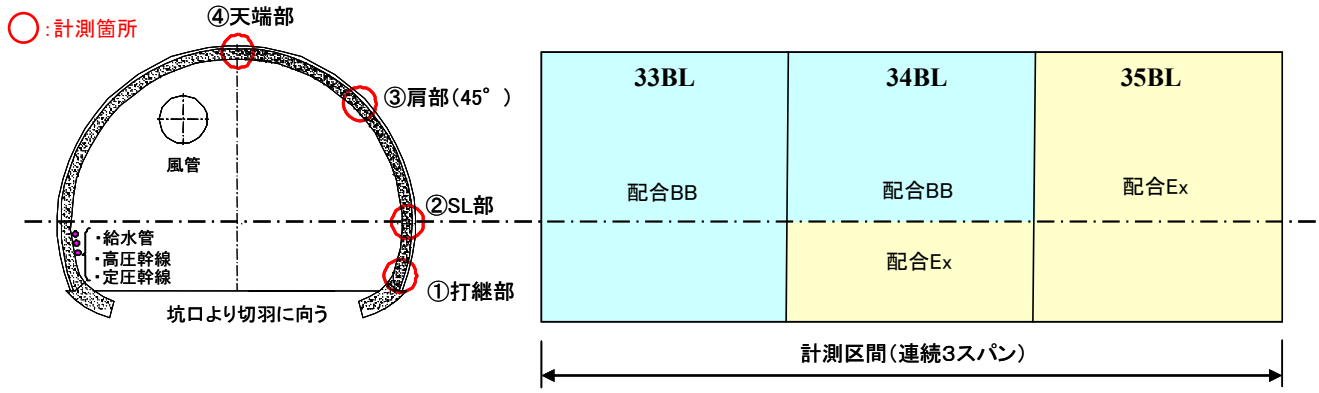
表－1 にコンクリートの配合を示す．配合 BB は，高炉セメントＢ種を使用し，ポリプロピレン繊維を 0.1vol%添加したもので，配合 Ex は，配合 BB のセメントを石灰系膨張材 20kg/m^3 で置き換えたものである．

計測は，**図－１**に示す連続 3 ブロック（33BL,34BL,35BL）の覆工コンクリートを対象とし，33BL は配合 BB の高炉セメントコンクリート，35BL は配合 Ex の膨張コンクリートを用いた．34BL は SL 以下を配合 Ex の膨張コンクリートを打込み，その上部に配合 BB の高炉セメントコンクリートで打重ねた．材齢 2 日でセントルを脱型した後，超音波加湿養生システムで養生した．なお，コンクリートの打込み時期は 2 月から 3 月である．

計測項目は，覆工中央部に測温付き埋込み型ひずみ計を設置し，コンクリート温度とひずみを計測した．計測位置は**図－１**に示す①インバート打継部（トンネル軸方向），②SL 打重ね部近傍（トンネル軸方向，配合 BB，Ex コンクリートの両者を測定），③肩部（45°，周方向），④天端部（周方向）の 4 箇所で測定した．

表－１　コンクリートの配合

配合	種別	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m^3)						
				水	ｾﾒﾝﾄ	膨張材	細骨材	粗骨材	繊維	混和剤
BB	24-15-40BB	47.2	42.5	151	320	-	787	1089	0.91	4.16
Ex	24-15-40BB	47.2	42.5	151	300	20	787	1089	0.91	4.80



図－1　計測トンネルの概要および計測位置

キーワード　覆工コンクリート，膨張材，膨張コンクリート，打重ね，ひずみ，現場計測
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．計測結果および考察

（１）温度

図－２にコンクリート打込み直後からの温度計測結果を示す．膨張材を使用した 35BL は，膨張材を混入していない 33BL に比べて，いずれの部位において最高温度が高くなった．

部位別ではいずれの BL においても天端部が最も高く，次に肩部，SL 部，インバート打継部の順となった．また，打継部と SL 部は約 0.8 日で最高温度に達しているが，天端部と肩部では到達時間が遅くなっている．これは雰囲気温度（上方が暖かい）や下方向からの熱伝達の影響と考えられる．

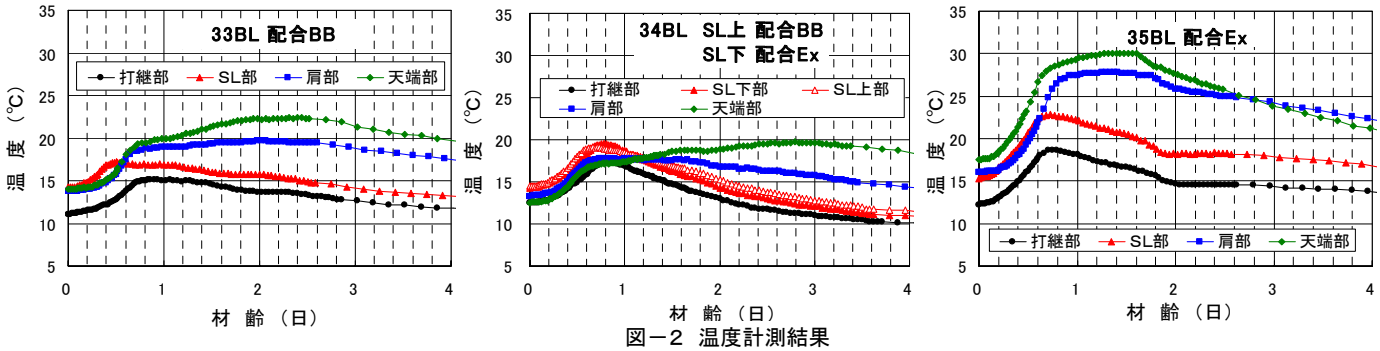
34BL の膨張コンクリートと高炉セメントコンクリートを打重ねた SL 部においては，両者の温度はほぼ同等であった．

（２）実ひずみ

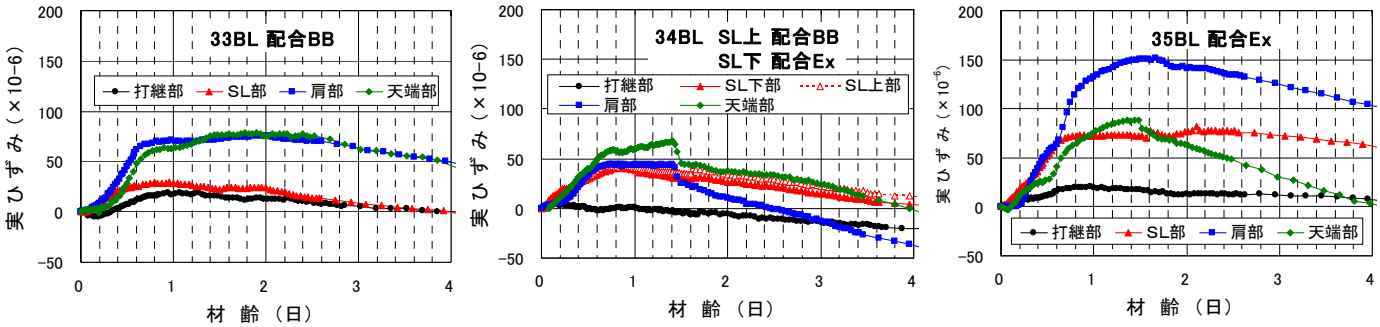
図－３に温度ひずみ，膨張・収縮ひずみを含んだ実ひずみの計測結果を示す．実ひずみは，＋が膨張，－が収縮を表している．

インバート打継部は，膨張材使用の有無にかかわらず実ひずみの変動が小さくなっていることから，拘束度が大きいと考えられる．ついで SL 部の拘束が大きい．肩部と天端部は，インバート打継部や SL 部に比べて実ひずみの変動が大きくなっていることから拘束度は小さいと考えられる．

34BL の膨張コンクリートと高炉セメントコンクリートを打重ねた SL 部では，両者の実ひずみ（SL 下部と上部）がほぼ一致した値を示しており，両者が一体となっていることが推察できる．



図－２ 温度計測結果



図－３ 実ひずみ計測結果

４．まとめ

実際の覆工コンクリートにおいて膨張コンクリートと膨張材無添加コンクリートとの打重ね部の実ひずみを計測した結果，両者のひずみはほぼ同一の挙動を示し，一体化していることを確認した．ひび割れ低減対策として膨張材は有効であるが，ひび割れの発生しやすい部位に膨張材を部分適用することが，品質向上とともに費用対効果を考慮した使用方法になりうることを示すことができた．

【参考文献】

1）橋爪正博,郭度連,長谷川宏,佐竹紳也：膨張コンクリートと普通コンクリートの打重ね部の挙動，土木学会第 63 回年次学術講演会，第Ⅵ部門，pp.601-602，2008