

トンネル坑内の隔壁バルーンの養生効果確認試験

国土交通省 正会員 高橋 和之
清水建設 正会員 ○厨川 弘樹

1. はじめに

トンネル工事において、貫通後の通気遮断設備の設置は、覆工コンクリートの養生に適した坑内環境を維持するため有効とされている。ところが、客観的なデータでその効果を実証した例はほとんどない。そこで、通気遮断設備の一種で設置の簡易性により最近使用する事例が出てきた隔壁バルーンを対象として、坑内養生環境保持効果の実証試験を行った。なお、隔壁バルーンとは、図-1 に示すようにトンネル断面形状に合わせて製作したバルーンに常時エアーを供給し、形状保持と壁面密着を維持して密閉性を確保する設備である。



図-1 隔壁バルーン設置状況

2. 試験内容

試験は、国土交通省関東地方整備局浅川トンネル工事（延長上り線 1845m・下り線 1839m、内空断面 64m²）において、平成 21 年 1 月 16 日～1 月 23 日に実施した。試験内容は、表-1 に示すように、上下両線を利用した隔壁バルーンの有無による坑内環境に対する影響、コンクリート強度発現に与える影響を把握する項目からなる。測定位置については図-2 に隔壁バルーンを設置した上り線の測定位置を示すが、下り線の測定位置も上り線と同一位置としている。また、上下線各 1 本の管理供試体には、熱電対を埋込み、供試体温度の経時変化を測定した。

表-1 測定項目

測定項目	測定目的	測定箇所等
外気温度、外気湿度	坑内温度・湿度との比較	坑外 1 測点
坑内温度、坑内湿度	隔壁バルーンの坑内温度・湿度への影響把握	(上り線)2 断面×3 測点 (下り線)2 断面×3 測点
コンクリート強度 (16h,20h,24h)	隔壁バルーンのコンクリート初期強度への影響把握	(上り線)1 箇所×9 供試体 (下り線)1 箇所×9 供試体
コンクリート温度	積算温度と初期強度の相関関係把握	(上り線)1 箇所×1 供試体 (下り線)1 箇所×1 供試体

注) 上り線：隔壁バルーンあり、下り線：隔壁バルーンなし

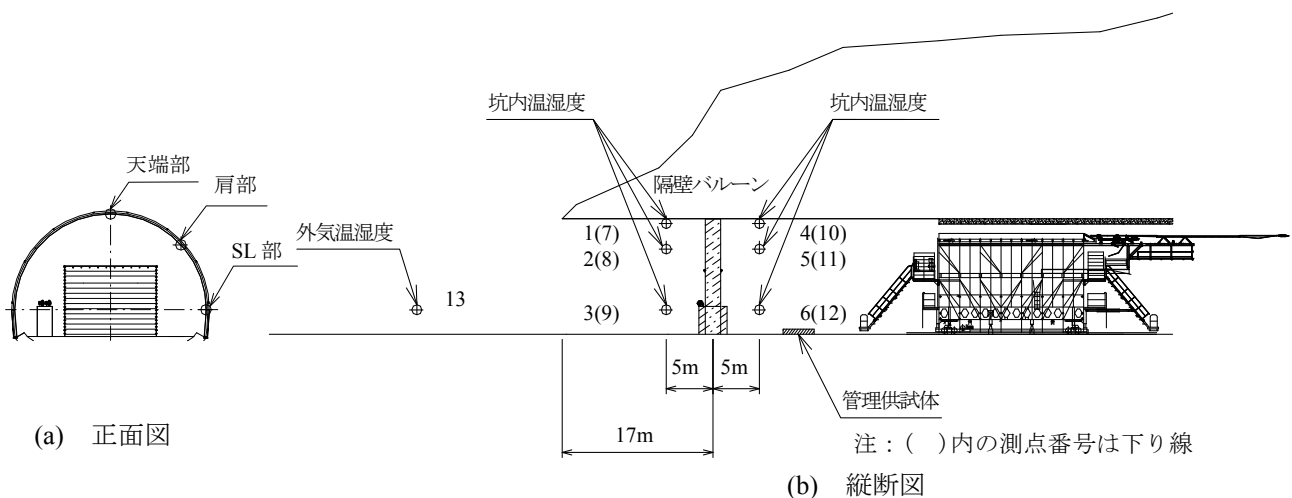


図-2 測定位置図（上り線）

キーワード 覆工コンクリート、養生、通気遮断、隔壁バルーン、実証試験

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1 丁目 2-3 シーバンス S 館 TEL 03-5441-0567

3. 測定結果 と考察

図-3 に 1 月 16 日から 23 日までの肩部の測点における温度計測結果を示す。この図によれば、坑内通気のある測点 11 と隔壁バルーン外側の測点 2 における温度変化が、外気温の日変化に応じた挙動を示しているのに対して、隔壁バルーン内側の測点 5 の温度はほぼ 15~20 度を維持している。なお、1/18 の測点 5 の計測結果が一定なのは、休日で作業がなく車両通行がなかったためである。1/21 と 1/23 の測点 5 のピーク発生状況は、当日、近傍で実施した覆工コンクリート打設作業による坑内温度上昇の影響と考えられる。

図-4 に温度測定と同一測定期間における肩部測点の湿度測定結果を示す。この図によれば、隔壁バルーン内の測点 5 の湿度は、ほぼ 70% 以上の高湿度を維持している。また、顕著な乾燥状態すなわち湿度の最低値が、通気坑内の測点 11 と比較し緩和されているのがわかる。ただし、湿度の変化状況は温度のような安定した状況ではないことから、この結果はより良好な湿度環境を確保するためには他の設備や施工法が必要なことを示唆している。

図-5 に、1 月 20~21 日に実施したコンクリート供試体の温度計測結果を示す。同一の生コンクリートを使用しているにもかかわらず二つの供試体で初期温度が異なるのは、供試体型枠の温度が隔壁バルーンの内側と通気坑内では異なるためモールド本体の温度が影響していると考えられるが、2 時間程度経過後の温度はいずれも 15 度前後となっている。その後の温度変化は、大きく養生環境の温度に依存している。すなわち、隔壁バルーンのないケースの供試体温度は、坑内温度の低下に伴い 6 時間後には 2 度まで低下している。一方、隔壁バルーン内側の供試体は 15 度以上の温度を維持しており、14 時間後には最高温度 18 度まで上昇した。なお、この隔壁バルーンありのケースでは計器が 21 時間後に計測不調になったため図-5 では一定値を外挿している。

この温度測定結果より経過時間とコンクリート供試体の初期強度試験結果を図化したものを図-6 に示す。この図から初期圧縮強度の発現状況は、坑内温度と強い相関関係にあることがわかる。また、隔壁バルーンにより適切に坑内温度を維持した場合、寒中養生の観点からもコンクリートの強度発現に良い影響を与えることがわかる。

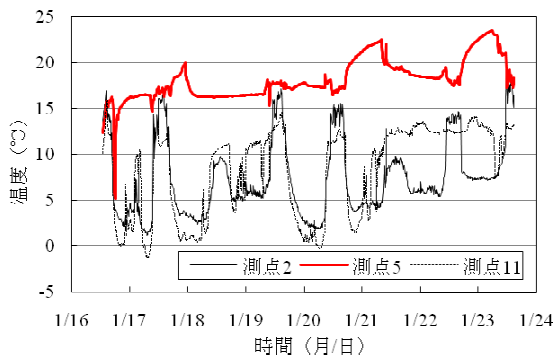


図-3 温度の測定結果 (肩部)

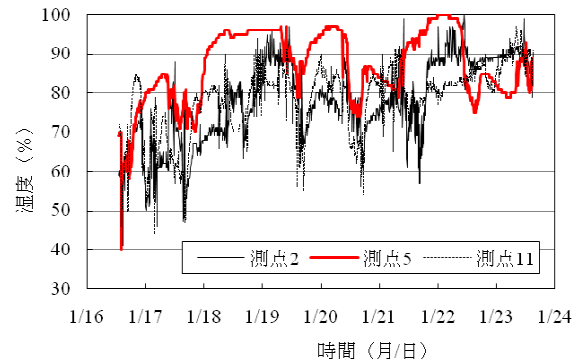


図-4 湿度の測定結果 (肩部)

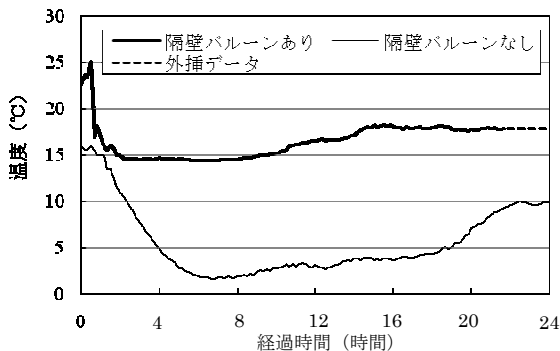


図-5 管理供試体の温度測定結果

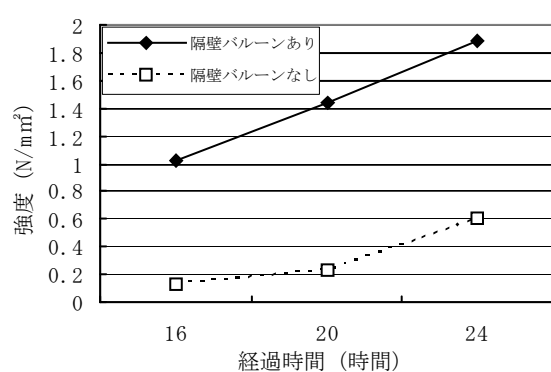


図-6 圧縮強度の経時変化

4. まとめ

貫通後の隔壁バルーンによる通気遮断が、覆工コンクリートのひび割れを完全に抑えることはできないが、養生環境を向上させることを温湿度の計測とコンクリート強度試験により実証できた。今後、この養生方法とひび割れの発生との関連を調べるデータの蓄積が望まれる。