

覆工コンクリートの湿潤養生効果の現地測定

佐藤工業(株)技術研究所 正会員 ○歌川 紀之
 佐藤工業(株)技術研究所 正会員 宇野洋志城
 佐藤工業(株)大阪支店 藤谷三千男
 佐藤工業(株)大阪支店 加藤 公章

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートの打設において、湿潤養生のために噴霧養生装置を用いた。本報告では、噴霧養生装置の運転を行った際に実施された、養生効果を確認するための現地測定および室内試験の結果を示す。従来、トンネル内は高湿・恒温で養生条件は良好なため、寒冷地を除き、覆工の養生は実施されていなかった。馬場らは、近年の施工時のトンネル内湿度測定結果から、換気設備の大型化などの影響により、あまり高湿度環境ではないため、乾燥収縮ひび割れを防止するためには、湿潤養生が必要であると述べている。また、近年の覆工コンクリート品質向上の取り組みでは、養生台車や噴霧養生装置による養生が実施されている。これらの取り組みの中で養生による効果については、歪、温度、コンクリートテストハンマーによる強度測定、空隙率や細孔量の測定結果から検討されているが、直接的に覆工表面の保湿効果を測定したものはない。また、噴霧養生装置の運転についても明確な湿潤目標は立てられていないことが現状である。ここでは、高周波式水分計による表面水分量、コンクリート表面および内部の温度、ひずみ、応力測定を実施し、噴霧養生装置による湿潤養生の効果について検討した。

2. 噴霧養生装置による湿潤養生

噴霧養生は、笠神トンネル工事（国土交通省岐阜国道事務所発注）における、東海環状自動車道の美濃関 JCT と（仮称）西関 IC の間に位置する延長 392m・内空断面積 83.4 m² の 2 車線道路トンネル（RC 覆工）で実施した。掘削終了後に、インバート閉塞、覆工打設が計画された。そのため、外気が通り抜けるため、湿度が低くなることが予想され、噴霧養生装置による保湿養生を実施した。噴霧養生装置の運転状況を写真に示す。養生対象期間は、日平均気温 15℃以上、混合セメント B 種の条件から、7 日間とした。また、硬化する際にセメントの水和反応が完全に行われるために必要な水セメント比は 22-27%程度³⁾とされているので、ここでも表面水分量が 4.3%程度（配合表からの水セメント比で 25%）



写真 噴霧養生装置運転状況

に保たれるように、噴霧養生装置を運転した。運転に際し、初期の水和熱による内部拘束ひび割れを防止するため、表面と中心の温度差が 15℃以下になるように、噴霧養生装置の運転を制御した。

3. 養生状況の確認

着目したスパンは、2008 年 9 月 25 日に打設し、翌日脱型後、表面水分量、表面および内部の温度、表面の長さ変化、表層および内部のひずみの測定（現地測定）を開始した。なお、本スパンにおける噴霧養生装置の運転は、脱型後の表面水分量が 5%以下となった 6 日後の 1 日間実施し、養生対象期間の最低水分量の目標 4.3%はクリアした。

キーワード トンネル覆工、養生、噴霧養生、表面水分量

連絡先 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 T E L 046-270-3091

さらに、理想的な水中養生と比較するために打設したコンクリートを用い、直方体供試体を作成し、恒温恒湿室内（20℃、65%RH）で3種類の養生（打設の翌日に脱型し、気中養生＜気＞、1日水中養生後気中養生＜水2＞、6日水中養生後に気中養生＜水7＞）を行い、表面水分量、長さ変化、重量変化を測定した（室内試験）。

表面水分量の変化を室内試験結果と比較し、図-1に示す。現地測定の結果は、左右側壁、天端のそれぞれ3点で測定を行い、その平均値である。測定結果から、(1)養生の違いにより、水分量に差異が生じ、気中養生に比較し、水中養生を長く実施した方が水分量の高い状態が保たれる。(2)長期的には現地における噴霧養生により、室内試験の水中2日と水中7日の養生条件の中間程度に水分量が保たれたことが分った。

覆工表面の延長方向ひずみを室内の長さ変化試験結果（気中養生、7日

水中養生）と比較し、図-2に示す。覆工測定では、左右側壁と天端のそれぞれ3点で、コンタクトゲージ法による測定を実施し、その平均値を示した。測定結果から、(1)水中7日と気中では、打設初期には、収縮ひずみの大きさは異なるが、打設80日後には差異はなくなる、(2)覆工では、室内試験における気中の結果と同等となっており、初期の乾燥収縮ひずみの低減効果が現れていない。(3)覆工では打設10日後以降、インバートの拘束効果により、ひずみは一定値になることが分った。また、養生との関係は明確ではないが、内部の応力測定の結果から、外部拘束によるひび割れ発生の可能性が低いことが確認された。

4. まとめ

噴霧養生装置を用いた養生により、今回の運転条件では、恒温恒湿室の2日水中養生と7日水中養生の中間程度の保湿効果が得られた。なお現地トンネル内で打設後150日経過した段階でも、ひび割れは確認されていない。また、恒温恒湿室内では、100日以上経過しても、養生条件により表面水分量に差異が生じることが分った。これは、初期の湿潤養生により、表面の緻密化が進み、内部の水分量が高く保たれるためと考えられる。今後、表面水分量の収束値と養生効果である対中性化性能などの耐久性との関係を調べ、どの程度の表面水分量が養生後に必要となるのか（最適な養生目標の設定）を検討する所存である。

参考文献： 1)馬場弘二他：施工中のトンネル坑内環境と覆工コンクリートに湿度変化に関する研究，土木学会論文集 No.742/VI-60，pp.27-35，2003.9.

2)濱田洋志他：噴霧養生装置による覆工コンクリートの乾燥収縮低減対策の効果，土木学会第60回年次講演会，第6部門，pp.15-16，2005.9.

3)(社)日本コンクリート工学協会：コンクリート技術の要点'07，2007.

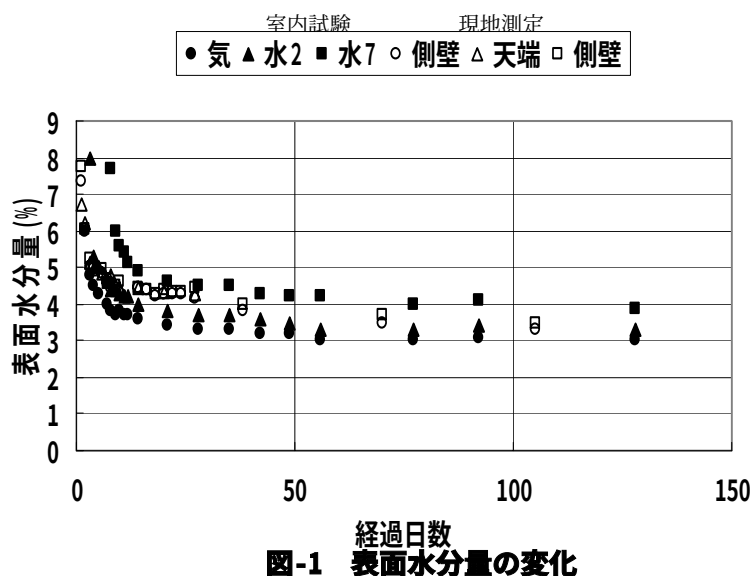


図-1 表面水分量の変化

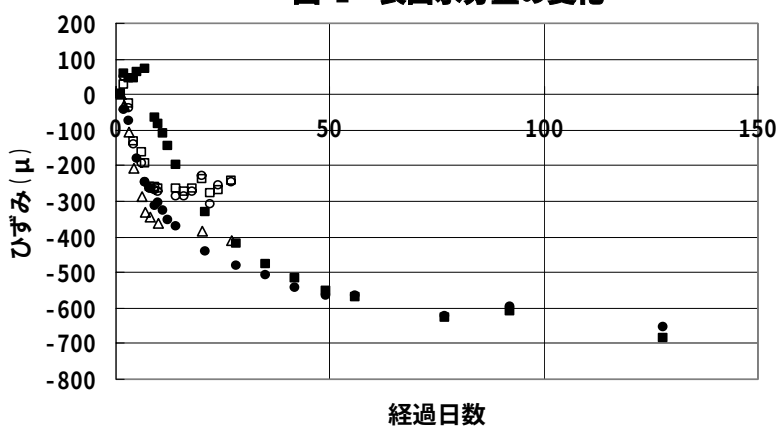


図-2 表面歪みの変化