

散水システムを利用した覆工コンクリートの湿潤養生方法に関する検討(その2) 湿潤養生における養生効果の定量的な評価

佐藤工業(株) 正会員 小泉 直人
佐藤工業(株) 桑原 嗣
佐藤工業(株) 正会員 歌川 紀之
芝浦工業大学 正会員 伊代田岳史

1. はじめに

(その1)¹⁾で述べたように、覆工コンクリートの品質向上のために、現場において湿潤養生を実施した。

本報告は、湿潤養生の効果を、保湿効果、表面の緻密化、強度増進、ひび割れ抑制に着目し、現場実験および室内実験結果を比較することにより、湿潤養生効果を定量的に評価した結果について述べる。なお、室内実験は、現場における湿潤養生管理方法を検討するため、事前に実施した。

2. 養生効果の評価方法

表1に測定項目を示す。本報告では、養生終了後の坑内環境、表面水分率、弾性波速度、圧縮強度、ひび割れ観測の5項目の測定結果について述べる。

現場実験は、湿潤養生効果を定量的に評価するために行った。養生条件は、気中養生(坑口部から17.0m、打設日 9/26)と湿潤養生(坑口部から 67.0m、打設日 10/10)の2条件を設けた。各養生ともに打設後 42 時間の型枠養生を行い脱型した。その後、湿潤養生では5日間の湿潤養生期間を設け、合計7日間の湿潤状態を保った。表2に現場実験における養生中の養生環境を示す。図1に現場実験の測定箇所を示す。現場実験の表面水分率および弾性波速度は6箇所の測定値を平均した値である。

室内試験は、恒温恒湿室内の一定の環境(20 65%RH)で実施した。養生条件は、気中養生(打設翌日に脱型)、水中4日、水中7日、湿潤養生(現場実験の湿潤養生と同環境を再現)の4条件を設けた。供試体は現場と同配合のコンクリートを用いて作製し、供試体寸法を10cm×10cm×40cmとした。表3にコンクリートの配合を示す。

現場実験および室内実験ともに、表面水分率の測定ではコンクリート・モルタル水分計を使用した。

表1 測定項目一覧

	室内実験	現場実験
養生条件	気中、水中4日、水中7日、湿潤	気中養生(3スパン)、湿潤養生(7スパン)
養生終了後の環境	恒温恒湿室(20℃, 65%RH)	温度、湿度測定
保湿効果	表面水分率、重量	表面水分率、内部湿度
表面の緻密化	弾性波速度	
強度	圧縮強度(28日)	
ひび割れ抑制	長さ変化測定	歪、内部温度、ひび割れ観察

表2 養生環境(打設後1週間)

養生方法	平均温度(℃)	平均湿度(%)
気中養生	20	71
湿潤養生	22	74

表3 コンクリート配合

Gmax(mm)	スランブ(cm)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)					
				W	C	S	G	混和剤	Fiber
25	15	52.5	48.8	178	328	861	962	5.24	2.76

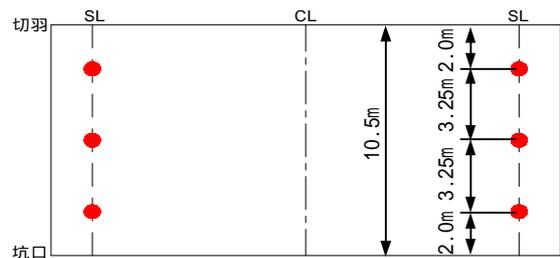
セメント: 高炉セメントB種, 密度3.05g/cm³

細骨材: 長岡市長呂産川砂と南魚沼市九日町産陸砂の混合, 表乾密度2.61g/cm³, 粗粒率2.75

粗骨材: 南魚沼市九日町産陸砂利, 表乾密度2.67g/cm³, 実積率65.0%

混和剤: AE減水剤, 主成分はポリカルボキシル酸化合物とポリアーミドの複合体

Fiber: ポリアリレート繊維, 密度0.92g/cm³, 長さ50mm, 7.5% 対比85



● : 表面水分率, 弾性波速度
図1 測定箇所(平面展開図)

弾性波速度ではコンクリート伝搬時間・音速計を使用した。

3. 養生効果

図2に現場実験における養生終了後の坑内環境の変化を示す。養生終了後の坑内環境は、どちらもほぼ同環境であることがわかる。養生終了後の坑内環境の温度は、平均温度15℃であり、10月は最高20℃

キーワード トンネル 覆工コンクリート 養生 強度発現 乾燥収縮

連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL: 03-3661-4794 FAX: 03-3668-9484

程度あったが、11月には最低5%まで低下した。湿度は、平均75%程度あり湿潤状態であった。図3に表面水分率の変化を示す。養生期間中は気中養生と比較して湿潤養生は1.4%程度高く保たれた。養生終了後は気中養生と同程度の値になった。また、気中養生、湿潤養生ともに室内実験の水中、湿潤養生と同程度の値となった。図4に弾性波速度の変化を示す。弾性波速度は気中養生および湿潤養生ともに室内試験の気中養生に比較し、200m/sec速くなり、良好な養生条件であったと考えられる。図5に圧縮強度比を示す。弾性波速度と同様に気中養生、湿潤養生ともに室内実験の気中養生に比較し、圧縮強度が大きくなった。現場実験の気中、湿潤養生ともに設計基準強度18N/mm²を25%以上大きくなった。しかしながら、標準養生に比べ25%程度圧縮強度が低い。これは養生終了後の温度が標準養生に比べ5%程度低いためと考えられる。表4にひび割れ調査の結果を示す。気中養生は材齢63日の段階で平均ひび割れ幅0.03mm、総ひび割れ長さ1.35mである。湿潤養生は材齢49日の段階でひび割れの発生は無かった。

4.まとめ

本報告で以下の結果が得られた。

現場の気中養生、湿潤養生ともに室内試験の気中養生と比較し、保湿効果、表面の緻密化、圧縮強度で高い効果となった。

現場の気中養生、湿潤養生を比較すると、表面水分率、弾性波速度について、湿潤養生中は気中養生よりも高い値を示した。しかしながら、養生終了後は気中養生と同程度の値となった。差異が生じなかった原因は現場では、打設2日後の脱型であり、型枠内での養生が長かったこと、坑内は湿度が高く湿潤状態であったためと考えられる。長期的な乾燥収縮ひび割れの抑制効果については、この段階で判断はできないので、長期間のひび割れ調査、およびひずみ測定結果の分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 乾川尚隆, 平山保彦, 森安弘, 歌川紀之: 散水システムを利用した覆工コンクリートの湿潤養生方法に関する検討(その1) システム概要および運転時の概要, 土木学会年次学術講演会, 2010.9(投稿予定)

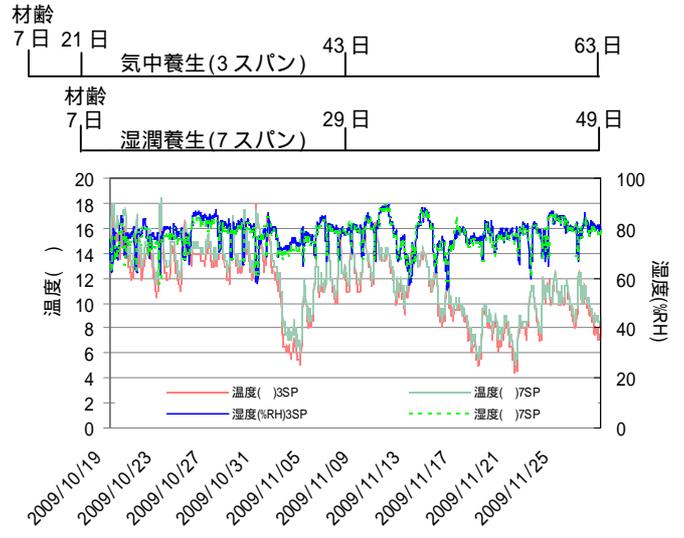


図2 養生終了後の坑内環境

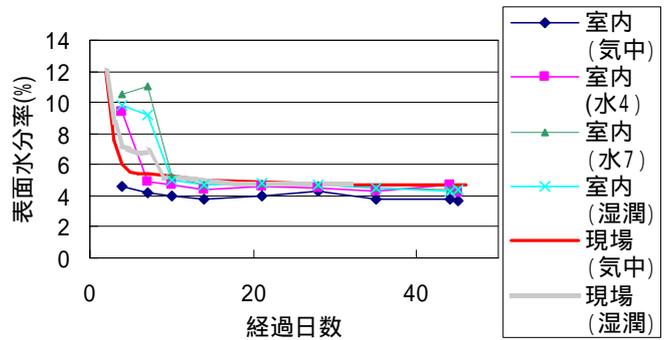


図3 表面水分率の変化

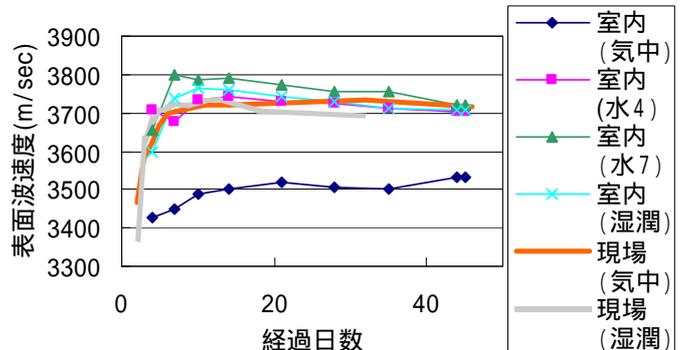


図4 弾性波速度の変化

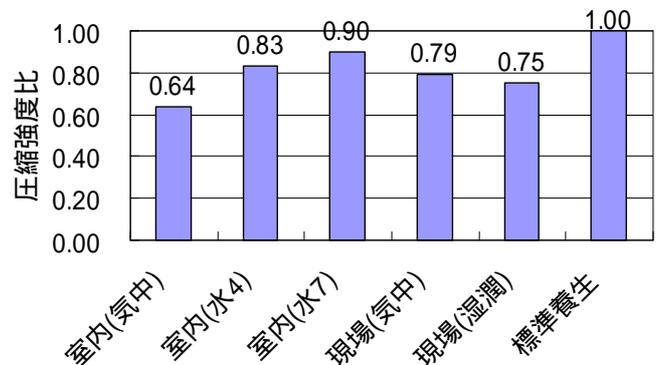


図5 圧縮強度比

表4 ひび割れの結果

養生方法	平均ひび割れ幅 (mm)	総ひび割れ長さ (m)
気中養生(材齢63日)	0.03	1.35
湿潤養生(材齢49日)	0	0