

脱型後の湿潤養生がコンクリート表層部に与える影響

戸田建設株式会社 環境ソリューション部 正会員 ○ 野々目 洋
 早川ゴム株式会社 新事業開発グループ 正会員 藤井 真之
 八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 菅原 隆
 八戸工業大学大学院 工学研究科建築工学専攻 権代 由範

1. はじめに

コンクリート構造物の品質を向上させる上で湿潤養生は極めて重要な要因である。しかしコンクリート構造物における型枠の脱型は、経済性を考慮してセメントの水和反応が活発な若材齢で行われている。筆者らは今まで壁面用の湿潤養生マットを開発し、脱型後の壁面における湿潤養生の効果を確認してきた。今回はその湿潤養生マットを用い、脱型時期と湿潤養生期間の養生条件の違いが表層部細孔構造と表層反発度およびスケーリングに与える影響を評価した。この結果、材齢 28 日まで型枠を存置させた場合と早期脱型後に湿潤養生マットを用いた場合とでは類似した有効細孔径分布となったので、ここに概要を報告する。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	Sl (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
55	8.0	42.7	160	291	774	1181

2. 実験概要

実験には W300mm×D300mm×H300mm の立方体形状の供試体を用いた。表 1 に示す配合のコンクリートを室内で打設し、材齢 1 日目まではシートで覆い乾燥の影響を防いだ。脱型時に上面はエポキシ樹脂系接着剤を塗布し、底面は型枠を存置して水分の蒸発を防いだ。養生開始時から温度 20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿室に静置した。養生対象面には表-2 に示す鉛直面用湿潤養生マットを 4 側面に敷設した。型枠存置期間は土木学会標準示方書に示される標準的な養生期間の材齢 5 日までを基準とし、養生終了は材齢 28 日とした。

表-2 鉛直面用湿潤養生マットの構成

構成材	部材	材質	備考
基 材 シート	保水層	レーヨン・アクリル	不織布
	被覆層	ポリエチレン	フィルム
湿潤材	吸水部	水膨張ウレタン	不織布に点在

3. 養生条件

養生条件は、表 3 に示す、①脱型後湿潤養生マットを用いた場合、②脱型後気中で養生した場合、③脱型後水中で養生した場合の 3 ケースとした。①で使用した湿潤養生マットは予め吸水させ治具を用いてコンクリート面に固定した。吸水頻度は、No.1 は敷設後毎日水を補給した。No.2～No.4 は、敷設翌日に水を補給した後は 2 日目以降 2 日に 1 度の頻度で補給した。水の追加補給方法は、養生マットを一度養生対象面から取り外し吸水させた後、再び養生対象面に敷設した。

表-3 養生条件

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
養生方法	湿潤養生マット養生+気中養生				気中養生				水中養生
型枠存置期間	1 日	5 日	5 日	14 日	1 日	5 日	14 日	28 日	1 日
マット養生期間	4 日	7 日	23 日	14 日	0 日	0 日	0 日	0 日	0 日
気中養生期間	23 日	16 日	0 日	0 日	27 日	23 日	14 日	0 日	0 日

4. 実験結果および考察

4.1 有効細孔量計測

供試体よりφ100mmのコアを採取し、水銀圧入ポロシメーターを用い、養生対象の表面から深度 0～10mm について有効細孔径分布を計測した。計測結果を図-1 に示す。湯浅らの研究¹⁾でコンクリートの水和反応が十分行われた場合、細孔半径 32nm 以下の有効細孔量が多くなることが知られている。No.5 および No.6

キーワード：湿潤養生、湿潤養生マット、細孔構造、スケーリング

連絡先：戸田建設(株) 環境ソリューション部 〒104-8338 東京都中央区京橋 1-7-1 TEL03-3535-6342 FAX03-3535-1524
 早川ゴム(株) 新事業開発グループ 〒721-8540 広島県福山市箕島町南丘 5351 TEL084-954-7802 FAX084-953-2434

と No.8 の 31.6nm 以下の有効細孔量を比較すると、脱型時期の早い No.5 と No.6 は、31.6nm 以下の細孔量が少なく、水和反応が終息しているとはいえない。型枠を存置した No.8 および脱型後引き続き湿潤養生を施した No.1～No.3 は、養生期間に応じて細孔半径 31.6nm 以下の有効細孔量が増加し、メジアン半径は減少した。No.3 に着目すると材齢 5 日で脱型してもその後 23 日間湿潤養生を継続すれば、28 日間型枠を存置した No.8 と同様な結果を得た。しかし、型枠存置 14 日後に湿潤養生を開始した No.4 は No.3 と比較してメジアン半径がやや大きくなった。また、型枠存置 28 日の No.8 と水中養生の No.9 では水中養生の総有効細孔量が大きくなり、水中養生が理想的な養生方法とは言えないことが示唆された。

4.2 表面反発度計測

反発度法により材齢 28 日と 91 日に測定した表面反発度計測結果を図-2 に示す。材齢 28 日では湿潤マット養生、気中養生とも養生期間が長くなるほど、反発度は大きくなった。しかし、材齢 91 日では養生期間と反発度との相関は得られなかった。また、水中養生では、他のケースと比較して反発度が低く、湿潤による見かけの強度低下が現れていると推察される。

4.3 スケーリング計測

スケーリング試験は、φ154mm コア供試体を用い、ASTM C 672 法に準拠して実施した。試験開始材齢は 42 日で、試験水には NaCl 3% 溶液を使用した。スケーリング量は、5 サイクル毎に 50 サイクルまで測定した。図 3 に 50 サイクル後の累計単位スケーリング量を示す。遠藤らの研究²⁾では細孔半径が 37.5nm 以上の有効細孔量が 0.2cc/g を超えると有効細孔量に応じてスケーリング量が増加することが知られている。No.1、No.5 および No.6 は細孔半径 31.6nm 以上の有効細孔量が 0.2cc/g 以上なので、遠藤らの研究と同様 31.6nm 以上の有効細孔量とスケーリング量には正の相関がある結果となった。他は細孔半径 31.6nm 以上の有効細孔量が減少してもスケーリング量は増え、湿潤養生による表層部の湿潤性向上がスケーリング量増加を助長していると考えられ、若材齢湿潤養生時における凍結融解と塩化物イオンによる複合劣化の危険性については今後さらに検討を加えたい。しかしながら、28 日間型枠存置する No.8 の代わりに No.3 の湿潤マット養生をすることで、細孔半径 31.6nm 以上の有効細孔量が同じでもスケーリング量は減少し、湿潤マットによる耐久性向上に対する有効性が確認された。

5. まとめ

脱型時期が早くても湿潤マットで養生を継続することで、型枠を存置した場合と同様に緻密なコンクリートを得ることができた。若材齢時の複合劣化に対しては、湿潤養生を施すより早期脱型が良い結果となったが今後の検討を要する。また、工程上材齢 5 日で脱型する必要がある場合は、型枠存置 5 日後、湿潤マットで 23 日間湿潤養生すればコンクリートの緻密化・強度向上と耐スケーリング性が両立できることがわかった。

1) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇:乾燥を受けたコンクリートの表層から内部にわたる含水率、細孔構造の不均質性 日本建築学会構造系論文集 第 509 号、7-16、1998 年 7 月

2) 遠藤裕丈、田口史雄、嶋田久俊:塩化物水溶液による長期凍結融解作用を受けたコンクリートのスケーリング特性 土木学会論文集 V725 巻 V-58 号 227-244、2003 年 2 月

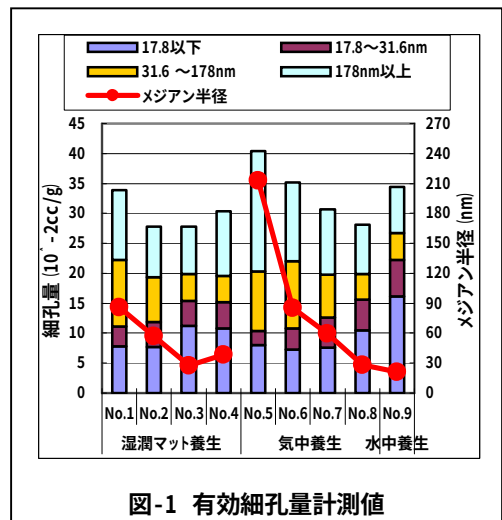


図-1 有効細孔量計測値

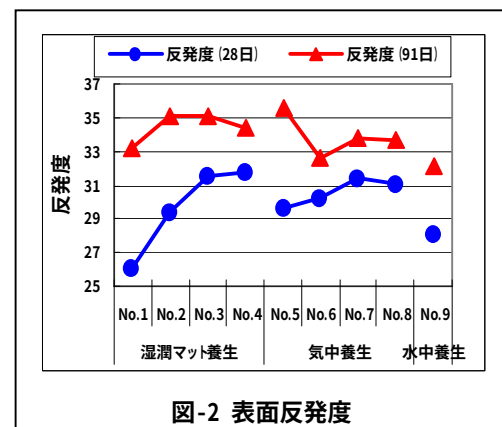


図-2 表面反発度

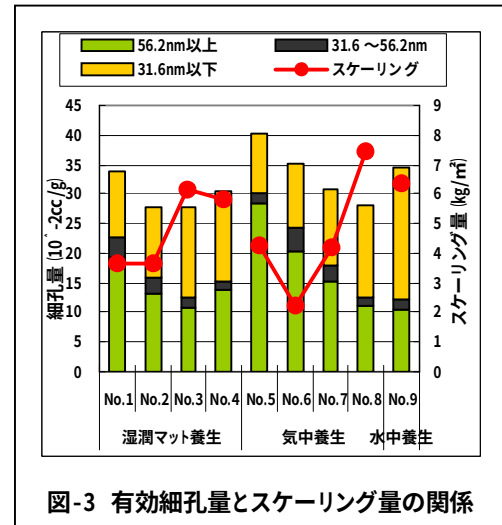


図-3 有効細孔量とスケーリング量の関係