

コンクリートの垂直面に対する湿潤養生手法に関する実験的検討

東亜建設工業（株）正会員○宮沢 明良

東亜建設工業（株）正会員田中 秀周

東亜建設工業（株）正会員羽瀧 貴士

1. 目的

コンクリート表面の緻密性は湿潤養生期間によって大きく影響を受けるため、できるだけ長い間湿潤状態を保つことが望ましい。水平面（天端面）の湿潤状態を保つことは比較的容易であるが、垂直面に対して確実に湿潤状態を保つことは難しい場合が多い。これまでの検討から、垂直面に対しても水平面と同等あるいはそれに近い養生効果を得るための手法として噴霧養生が適していることを確認している¹⁾。そこで、噴霧養生手法の実施工規模での湿潤養生効果を確認することを目的として、実大規模の施工実験を行った。ここでは、コンクリートの垂直面に対して噴霧養生を実施した際にコンクリートの表層品質が向上する効果を確認するために、大型供試体での透気試験、小型供試体での透気試験、透水量試験、塩化物イオン浸透深さ試験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験で使用したコンクリート配合および使用材料を表－1に示す。大型供試体は部材厚 400mm、高さ 3.5m、延長 10.0m であり、底版コンクリートの上に打設される鉄筋コンクリートの壁状供試体とした。また同時に、□-150×150×530mm と□-100×100×400mm の小型供試体を作製した。打設時期は 6 月中旬、打設時の外気温は 27.0℃であった。各供試体とも試験面とする垂直面の脱型時期は材齢 11 日とした。

脱型後、大型供試体壁面の一部（1.5×1.4m）および小型供試体の側面一面に対して、2 種類の噴霧ノズルを用いて 7 日間の噴霧養生（Case1, Case2）を実施した。また、比較対象として脱型後の湿潤養生を実施しない気乾養生（Case0）を設定した。実施した養生ケースを表－2に示す。7 日間の噴霧養生および気乾養生の終了後は、大型供試体は屋外にそのまま暴露し、小型供試体は室内環境（温度 20℃、湿度 60%）に静置した。

試験項目および方法を表－3に示す。供試体の数量は各養生条件における各試験で 1 体ずつであり、各試験には異なる供試体を使用した。なお、透気試験および透水量試験の実施位置は各供試体の試験面で異なる 3 点を測定した。

噴霧養生装置は、ノズルを配置した内径 12.5mm の鋼製配管に水圧ポンプ（最大吐出圧力 6.0MPa）にて水を圧送して各ノズルから噴霧させる簡便な構造である。噴霧方法は、できるだけ少ない水量で養生対象範囲（1.5×1.4m）の全面を常時濡れた状態に保つように、1 回の噴霧時間および噴霧間隔時間を調整した。今回の実験で使用した噴霧養生装置の設置概要および写真を図－1に示す。

表－1 コンクリート配合および使用材料

スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	Gmax (mm)	単位量(kg/m ³)					混和剤 AE減水剤 (C×%)
					W	C	S	G1	G2	
12	4.5	48.4	41.4	20	173	358	721	681	373	1.0
セメント C : 高炉セメントB種										
細骨材 S : 山砂, 砕砂 混合砂(混合比率 60:40)										
粗骨材 G1 : 砕石2005										
粗骨材 G2 : 砕石2005										
混和剤 Ad : ポリカルボン酸ポリエーテル系 遅延形(Ⅰ種)										

表－2 養生ケース

ケース	養生方法	条件・仕様
Case1	噴霧養生 (粒径小:平均粒径 20~30μm)	脱型後から7日間の噴霧養生
		養生対象面と噴霧ノズルの離隔距離:15cm ノズル配置間隔:縦方向20cm, 横方向15cm
Case2	噴霧養生 (粒径大:平均粒径 45~60μm)	ノズル使用数量:73個/Case
		1回の噴霧時間:Case1 20秒間, Case2 10秒間 噴霧間隔時間:15分間隔
Case0	気乾養生 (屋外環境に暴露)	脱型後の湿潤養生の実施なし

表－3 試験項目および方法

試験項目	試験方法	実施時期・頻度
透気試験	トレント法:透気試験	実大構造物 :計3回 噴霧養生終了後 14, 30, 60日
	四電極法:含水補正	供試体 :計5回 噴霧養生終了後 8,21,35,59,100日
透水量試験	JIS A 6909 (透水試験B法)	養生終了後101日 計1回
塩化物イオン 浸透深さ試験	JIS A 1171	噴霧養生終了後176日 :計1回 (塩水浸漬期間56日)

キーワード 垂直面, 湿潤養生, 噴霧養生, 表層品質, 透気係数

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1 丁目 3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL045-503-3741

3. 実験結果および考察

透気係数の測定結果を図-2に示す。図の左側は小型供試体、右側は大型供試体での測定結果であり、測定した3点の平均値、最大値、最小値を示している。各材齢において透気係数の値はCase0（気乾養生）よりもCase1, Case2（噴霧養生）が小さい値を示した。また、一般には表層品質が高いほど透気係数のばらつきは小さい傾向にある²⁾とされている。大型供試体の養生終了後60日における各ケースの透気係数のばらつきを比較する変動係数は、Case0では0.42, Case1, Case2ではそれぞれ0.29, 0.24であり、噴霧養生の方が小さい値を示した。これらの結果は、屋外暴露により風・日射などの乾燥の影響を受けやすい大型供試体の方が明確であり、実施工での環境条件でも噴霧養生による湿潤養生の効果が確認できた。

養生終了後101日での小型供試体による透水量試験結果を図-3に示す。24時間後の累計透水量はCase0（気乾養生）が最大となり、Case1, Case2（噴霧養生）の透水量はそれぞれCase0の76%, 58%であり、気乾養生と比べて小さい値を示した。これにより、噴霧養生によってコンクリート表層の水密性が向上することが確認できた。

小型供試体による塩化物イオン浸透深さ試験結果を図-4に示す。試験方法は、養生終了後120日にて小型供試体を $150 \times 150 \times 100\text{mm}$ の大きさにカットして、試験面を除いて全てエポキシ樹脂で被覆したのちに、3%濃度のNaCl水溶液に56日間浸漬した。その結果、塩化物イオン浸透深さは、Case0（気乾養生）が11.5mmと最大であり、Case1, Case2（噴霧養生）ではそれぞれ2.0mm, 1.5mm程度小さい値を示した。これにより、噴霧養生を行うことで気乾養生と比べてコンクリート表層が緻密化されて、塩化物イオンの浸透抵抗性が向上することが確認できた。

4. まとめ

コンクリートの垂直面に対する湿潤養生手法として、型枠取外し後からコンクリート表面に一定の時間間隔で表面を常時濡れた状態に保つように水分を供給する噴霧養生手法を適用することにより、実施工規模のコンクリート構造物に対しても表層品質を向上させる効果が期待できることが確認できた。

参考文献

1) 宮沢明良, 花岡大伸, 羽瀧貴士: 各種湿潤養生がコンクリートの表層品質に与える影響に関する検討, 土木学会第65回年次学術講演会, 5-299, pp. 597-598, 2010. 9

2) 構造物表面のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会(335委員会)成果報告書, 土木学会, pp. 32, 2008

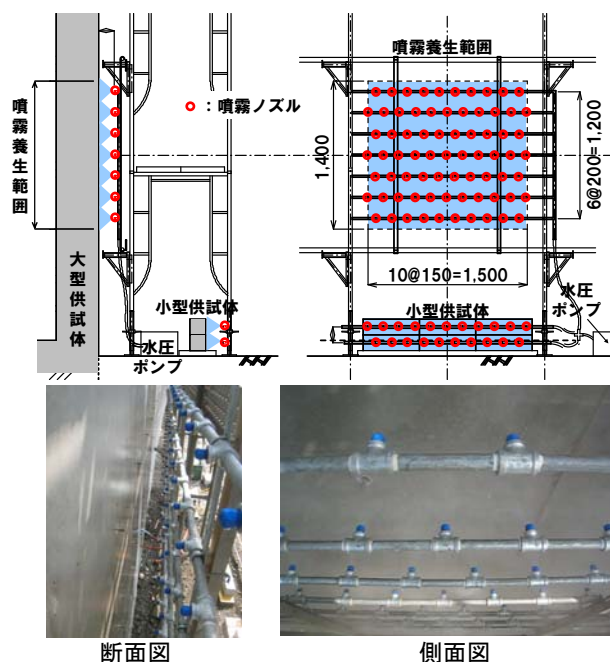


図-1 噴霧養生装置の設置概要および写真

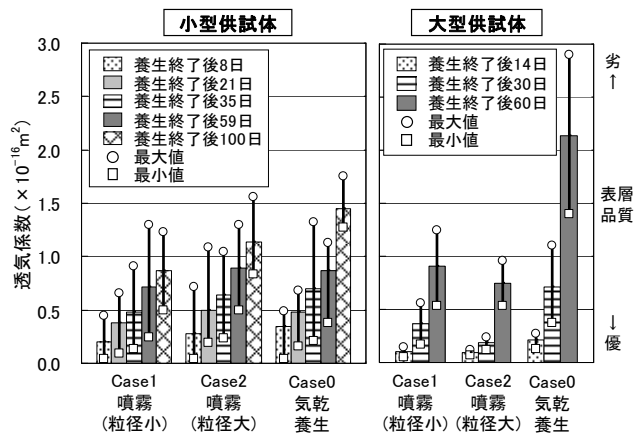


図-2 透気試験結果

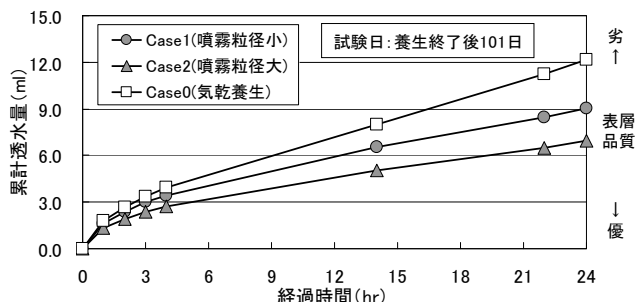


図-3 透水量試験結果

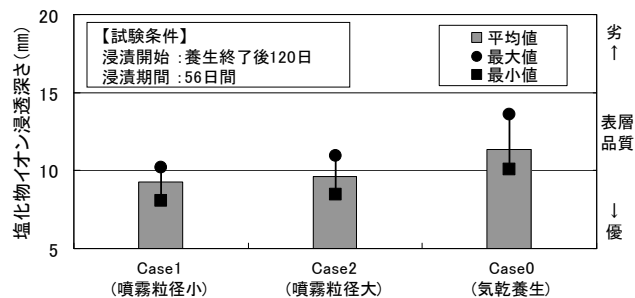


図-4 塩化物イオン浸透深さ試験結果