蛍光塗料によるコンクリートの品質管理方法に関する研究

研究予算：運営費交付金
研究期間：令 5～令 6
担当チーム：耐寒材料チーム
研究担当者：島多昭典、三原慎弘、内藤勲
吉田行、佐藤義臣

【要旨】
コンクリートのスケーリング劣化は、凍結融解作用により目視では確認できない微細ひび割れが徐々に進行して剥離する現象だが、微細ひび割れの状態や変化を把握する手法は確立されていない。本研究では、蛍光塗料をコンクリート表面に塗布することで微細ひび割れを可視化、定量化し、表層品質を把握・管理できる可能性を示した。
キーワード：蛍光塗料、ひび割れ、可視化、スケーリング、品質管理

1. はじめに

コンクリートのスケーリング劣化の原因の一つとして、コンクリート表面の目視できない微細ひび割れが影響していると考えられる。しかし、現状では微細ひび割れの状態や変化を詳細に把握する方法や維持管理方法等は確立できておらず、長寿命化の課題となっている。

本研究では、蛍光塗料を用いてコンクリート表面の微細ひび割れを可視化してその状態を定量化し、ひび割れがスケーリング劣化に与える影響の把握と、コンクリート構造物竣工時の表層品質管理方法を提案することを目的として検討を行った。

2. 蛍光塗料によるひび割れ状態の把握

2.1 供試体の作製と試験ケース

表-1 にコンクリートの配合を示す。2 種類のセメントを用い、水セメント比は 55%と 65%の 2 水準として、220×220×100mm 角柱供試体を各 4 個作製した。

表-2 に試験ケースを示す。養生温度はいずれも 20℃とした。養生方法「ノーマル」は、コンクリート打込み後 24 時間、底に水を貯めたコンテナボックス内で型枠のまま湿潤養生を行い、その後型枠を外して、普通セメントは材齢 5 日まで、高炉セメントは材齢 7 日まで封緘養生を行った。封緘養生後は、材齢 28 日まで温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿室で気中養生した。養生方法の「ランプ」は、コンクリート表面を急激に乾燥させてひび割れを与える事を目的に、打込み直後から 24 時間、打込み表面から約 100mm 程度離した位置から 300W のランプ（図-1）を照射した。供試体表面と同じ高さに設置した温度計で計測した結果、ランプ照射開始時と終了時の平均温度は約 55℃で、真夏に打ち込んだコンクリートが直射日光を受けたときの表面温度[1)]と同程度であった。その後、材齢 28 日まで温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿室で気中養生とした。

表-1　コンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	単位量(kg/m3)				Slump (mm)	Air (%)
		W	C	S	G		
普通ポルトランド	55%	155	282	851	1048	133	4.9
	65%	155	238	906	1029	137	5.0
高炉セメントB種	55%	155	282	847	1044	135	5.0
	65%	155	238	903	1025	11.5	5.3

表-2　試験ケース

養生温度	20℃							
セメントの種類	普通ポルトランド				高炉セメントB種			
W/C (%)	55		65		55		65	
養生方法	ノーマル	ランプ	ノーマル	ランプ	ノーマル	ランプ	ノーマル	ランプ

2.2 試験概要

2.2.1 ひび割れ本数測定

ひび割れ本数は、供試体打込み面にハケで蛍光塗料を塗布して、紫外線ランプで蛍光塗料を発光させた状態の写真を撮影（3712×5568 ピクセル）し、図-2 に示すように供試体を 4 分割する線を 3 本引き、画像を拡大してその線と交わるひび割れ本数を目視で測定した。

2.2.2 表面吸水試験

表面吸水試験は、供試体打込み面に土手を設けて水道水を 10mm 程度湛水し、1 時間おきに 8 時間まで、および 24 時間後に湛水した水を切って供試体重量を測定し、試験前重量に対する質量変化率を測定した。

2.3 コンクリート表面のひび割れ本数

コンクリート表面のひび割れ本数を図-3 に示す。い

ずれのケースにおいても、ひび割れ本数はライト養生で多く、セメントの種類や水セメント比の影響は小さかった。これは、ライト照射による急激な乾燥によってひび割れが増加したためと推察される。

図-1　ランプ養生

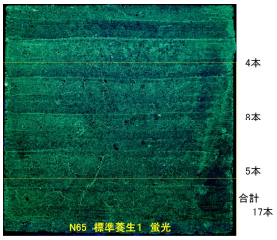

図-2　ひび割れ測定例

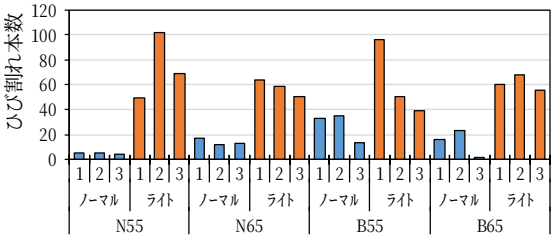

図-3　コンクリート表面のひび割れ本数

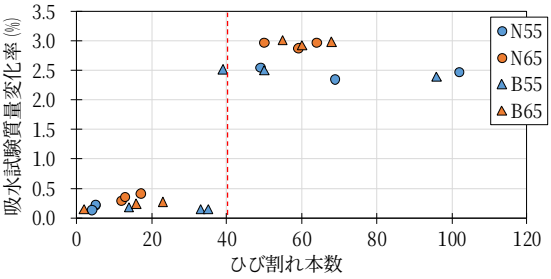

図-4　ひび割れ本数と質量変化率の関係

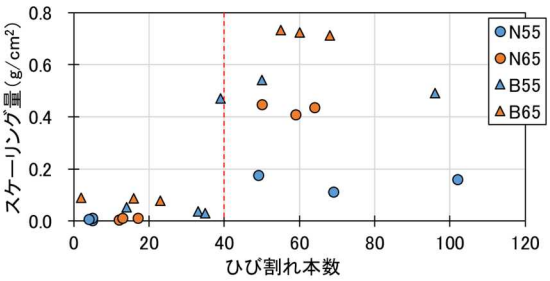

図-5　ひび割れ本数とスケーリング量の関係

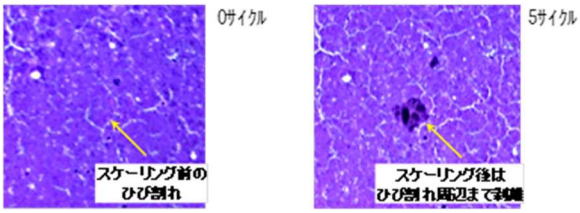

図-6　微細ひび割れ周辺のスケーリング拡大状況の一例

2.4　ひび割れ本数と表面吸水量の関係

図-4 にひび割れ本数と材齢 28 日経過時の吸水試験における質量変化率の関係を示す。ひび割れ本数が 40 本以上で吸水による質量の増加がみられた。なお、表面水分計で測定した吸水開始時の平均表面含水率はノーマル養生 N が 4.9%、B が 4.1%、ランプ養生 N が 3.6%、B が 2.9%であり、ランプ養生の吸水量にはコンクリート表面の乾燥の影響も含まれている。

3. ひび割れがスケーリング劣化に与える影響

ひび割れ本数を確認した供試体を用いて、ASTM C672 に準拠してスケーリング量を測定した。図-5 にひび割れ本数とスケーリング量の関係を示す。セメントの種類や水セメント比により差はあるが、吸水量と同様、ひび割れが 40 本以上でスケーリング量が増加することが確認された。

図-6 は凍結融解前のひび割れ状況と凍結融解 5 サイクルのスケーリング部を拡大したものである。凍結融解 5 サイクルでは、骨材から離れた矢印で示したひび割れ周辺までモルタルが剥離しており、微細ひび割れ周辺部からスケーリングが拡大している状況を確認した。

以上から、蛍光塗料をコンクリート表面に塗布することで目視できない微細ひび割れを可視化し定量化できること、および本手法により微細ひび割れの本数を目安として、コンクリート表層品質を把握・管理できる可能性を示した。

4. まとめ

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1）蛍光塗料をコンクリート表面に塗布することで、微細ひび割れを可視化し、ひび割れ本数として定量的に評価できることを確認した。

2）微細ひび割れ本数が多くなると吸水量やスケーリング量は増加し、微細ひび割れ周辺からスケーリングが拡大する状況が確認され、本手法により微細ひび割れ本数を目安としてコンクリート表層品質を把握・管理できる可能性を示した。

参考文献

1)　浅井洋、谷口秀明、三加崇、三上浩：暑中コンクリートの初期養生方法がコンクリート温度および若材齢ひずみに及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集, Vol.31、No.1、pp.1675-1680、2009