外観観察によるコンクリート用表面処理材の定量的評価方法の検討

大旺新洋(株)　正会員　○橋村茂雄　大旺新洋(株)　正会員　下村昭司
高知高専　正会員　横井克則　高知高専　正会員　近藤拓也

１．はじめに

コンクリートのひび割れ補修方法の中で，長寿命化対策として比較的安価に効果を期待できる表面処理工法は，これまで各種発表されているが，実質的な効果を選定時に確認することが困難なことから，利用者が苦慮している．このため，外観観察による手法で個人差が生じにくいと思われる定量的な評価方法を提案することとした．実験では，コンクリートのW/Cや養生環境を変化させ製作した供試体に，3 種類の表面処理材を塗布し，その後の性状を提案した評価方法で比較して，その有効性を確認した．表面処理材には，「シラン系」・「けい酸塩系」の表面含浸材と油脂および脂肪酸を含有した表面処理材（以下「脂肪酸系」と呼ぶ）を使用した．

２．供試体概要

２．１　コンクリートの配合および養生

供試体の寸法は 100mm×100mm×400mm とし，下面から 30mm の位置に D6 鉄筋を 2 本配筋した．配合は，セメント量の違いが表面処理材の性状に影響を及ぼすことが考えられるため，表－１に示す 2 種類を選定した．使用材料は，セメントは高炉セメントＢ種とし，骨材は細骨材(1)海砂，細骨材(2)砕砂(砂岩)，粗骨材(1)砕石 15～05(石灰岩)，粗骨材(2)砕石 20～10(石灰岩)とし，混和剤は混和剤(1)高変性ポリオール複合体，混和剤(2)変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤とした．

表－１　コンクリート配合表

番号	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)							
			C	W	細骨材		粗骨材		混和剤	
					(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	64.3	46.7	243	156	350	524	519	519	3.13	2.43
2	44.5	43.0	366	163	300	451	519	519	4.71	3.66

また，養生期間は，脱枠後表面処理材を塗布するまでの 6 日間とし，養生は気中・水中の 2 種類で行った．その後は恒温恒湿装置室で保管し，6 ヵ月後に水中で再養生して，性状の変化を観察した．

２．２　ひび割れ発生と表面処理材塗布

ひび割れは，6 日間養生した後の供試体をコンクリートの曲げ強度試験方法の３等分点載荷法で載荷して，供試体下面に強制的に発生させた．このとき，ひび割れ幅は供試体に配筋した D6 鉄筋により，0.05～0.6mm 程度に制御した．その後，ひび割れを発生させた面(100mm×400mm) に各種表面処理材を塗布した．表－２にその塗布量を示す．

表－２　表面処理材塗布量

含浸材種別	塗布量仕様(g/m²)	供試体当り(g/0.04m²)
シラン系	200	8
けい酸塩系	200	8
脂肪酸系	110	4.4

３．外観観察による定量的評価方法

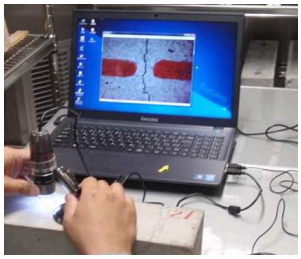
外観観察による定量的評価は，個人差の少ない以下の方法とし，塗布前・1 日後・1 週後・2 週後・1 ヵ月後・2 ヵ月後・3 ヵ月後・4 ヵ月後・5 ヵ月後・6 ヵ月後 8 ヵ月後に恒温恒湿装置室で観察した．

３．１　マイクロスコープによるひび割れ部の評価

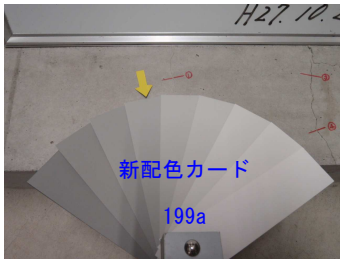
表面処理材塗布によるひび割れ部の変状(充填物の生成)は，マイクロスコープとパソコンを用いて撮影した．また，変状を写真で容易に判別できるようマーキングを施した．写真－１に撮影状況を示す．

３．２　配色カードによる色調変化の評価

表面処理材塗布による色調の変化は，塗布部と未塗布部の色調を，日本色研事業株式会社製「新配色カード 199a」により判定し，その記号(明度)が変化する割合を色調変化として評価した．写真－２に色調観察状況を示す．



写真－１　撮影状況



写真－２　色調観察状況

キーワード　シラン系表面含浸材，けい酸塩系表面含浸材，脂肪酸系表面処理材，ひび割れ充填性，撥水性
連絡先　〒781-0112　高知県高知市仁井田 1625 番地 2　大旺新洋株式会社　TEL088-847-2115

３．３　水滴径による撥水性の評価

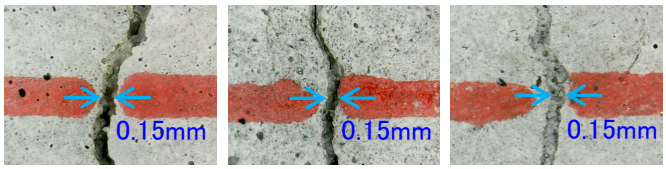
表面処理材塗布による撥水性は，塗布部表面にスポイトで 1g の水滴を垂らし，その径の大きさや変化，およびコンクリート面における濡れ色の有無により評価した．水滴の径は，最大径と最小径をノギスで測定し，この平均値とした．写真－３に水滴径の測定状況を示す．

写真－３　水滴径測定状況

４．結果および考察

４．１　マイクロスコープによるひび割れ部の評価

写真－４にマイクロスコープで撮影したひび割れ部を示す．定期観察で撮影した写真を時系列で比較すると，「シラン系」と「けい酸塩系」の表面含浸材では少量の充填物が，また「脂肪酸系」の表面処理材では撮影したひび割れ長の約 50%で充填物が観察された．以上から，マイクロスコープによるひび割れ部の変状の評価方法は有効であるが，充填物の生成時期については特定できていない．



「シラン系」　「けい酸塩系」　「脂肪酸系」

写真－４　各種表面処理材によるひび割れ部の充填物

４．２　配色カードによる色調変化の評価

「新配色カード 199a」を用いた色調の差異の発生割合を表－３に示す．表面処理材の種類により程度は異なるが，塗布後初期（1 ヵ月以内）は色調の変化する割合が高く，それ以降，塗布部と未塗布部の色調に差異があった箇所が，同等の色調に変化していく傾向が観察された．基準となる色と判定者を特定したことで，目視による誤差は低減されてはいるが，判定記号の変化を見ると完全に誤差が払拭されたとは言い難い．以上から，「新配色カード 199a」による色調変化の評価方法は概ね有効であるが，改善の余地はある．

表－３　色調の差異の発生割合

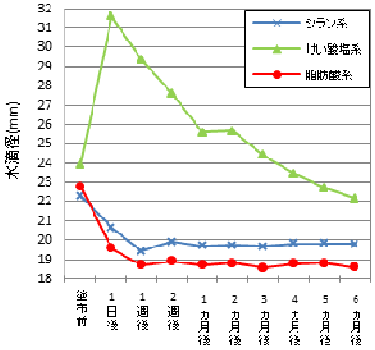
含浸材種別	塗布1日後～1ヵ月後	塗布2ヵ月後～6ヵ月後
シラン系	19%	0%
けい酸塩系	100%	65%
脂肪酸系	44%	20%

４．３　水滴径による撥水性の評価

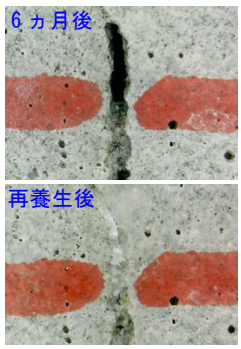
図－１に水滴径の経時変化を示す．水滴径の数値は，「シラン系」と「脂肪酸系」では，塗布１週後まで径が縮小し，以降は横ばいで推移した。「けい酸塩系」では，塗布１日後に増加するが，その後縮小する現象が観察された．この現象は撥水性の向上を示しているが，「シラン系」と「脂肪酸系」では観察されなかった水滴の濡れ色が，「けい酸塩系」で観察されたことから，撥水性はないと判断した．以上から，水滴径による撥水性の評価方法は，計測時の誤差は多少あるものの水滴によるコンクリート面の濡れ色の観察を合わせて行うことで概ね有効である．

４．４　コンクリートの配合と養生の影響評価

外観観察による各評価方法は，定期および定点で比較観察することにより，表面処理材の効果がコンクリートの配合と養生に影響を受けているかを評価することができた．写真－５に「脂肪酸系」の水中での再養生によるひび割れ部の変化を示す．



図－１　水滴径の経時変化



写真－５　養生変化

５．まとめ

今回提案した外観観察の定量的な評価方法は，ひび割れ部（充填物）や色調および撥水性の変化の評価において有効であった．また，使用する機材が比較的安価で容易に入手できるため，表面処理材のサンプルがあれば，利用者は実質的な効果を選定時に確認することができる．

今後は，表面処理材がコンクリートの力学性能や耐久性能にどのような影響を及ぼすかを，特性に合わせた室内試験や暴露試験で定量的に評価したい．