

シラン系表面含浸材の塗布がひび割れを有するコンクリートの水分移動に及ぼす影響

長野工業高等専門学校 学生会員 ○矢島大也
 長野工業高等専門学校 学生会員 山崎萌々子
 長野工業高等専門学校 正会員 大原涼平

1 研究背景・目的

一般に、コンクリートにひび割れが生じると、そのひび割れから水分や塩化物といった劣化因子が侵入し、凍害、塩害などのコンクリートの劣化を促進させ、強度や耐久性に悪影響を及ぼすことが知られている。

現在、コンクリートのひび割れ補修工法として、ひび割れ被覆工法、ひび割れ注入工法、ひび割れ充填工法などが用いられている。このうち、微細なひび割れを対象とするひび割れ被覆工法では、構造物表面のひび割れを被膜することにより、防水性や耐久性を向上させる。ひび割れ被覆工法の欠点として、ひび割れ内部の防水処理ができないこと、ひび割れの動きに追従し難いことなどが挙げられる。これらの欠点の改善方法の一つとして、表面含浸工法で用いられている低粘度の含浸材の使用が考えられる。表面含浸工法は、ひび割れのないコンクリートに実施するのが標準であり、ひび割れを有するコンクリートへの適用事例は少ない。

本研究では、ひび割れを有するコンクリートに含浸材を塗布後、降雨の影響を受けない乾湿環境での水分拡散実験を行うことで、含浸材の塗布による水分移動の抑制効果を検討する。

2 研究概要

2.1 試験体

本研究で用いた試験体の示方配合を表-1 に示す。セメントは密度 3.16g/cm^3 の普通ポルトランドセメント、細骨材は表乾密度 2.62g/cm^3 の千曲川水系の川砂、粗骨材は表乾密度 2.61g/cm^3 の千曲川水系の川砂利、混和剤はAE減水剤標準形(I種)を使用した。試験体は打設後材齢1日で脱型し、28日間封緘養生を行った。

表-1 試験体の示方配合

W/C [%]	単位量 [kg/m ³]				
	W	C	S	G	Ad [g/m ³]
50	168	336	775	990	3.36

試験体の水準を表-2 に示す。試験体は、ひび割れのない試験体と3種類のひび割れ幅を有する試験体とした。ひび割れ幅は、0.1mm程度、0.5mm程度、1mm以上の3パターンとし、ひび割れなし試験体も含めそれぞれ表面含浸材塗布の有無により8種類の試験体を用意した。表面含浸材はシラン系表面含浸材を使用した。試験体のひび割れは、養生終了後に3点曲げ載荷にて試験体中央部に1本の非貫通ひび割れを導入した。各試験体のひび割れ幅はデジタルマイクロスコープにて測定した3か所の平均値とし、各水準のひび割れ幅は3体の試験体のひび割れ幅の平均値とした。含浸なし試験体と含浸あり試験体のひび割れ幅に最大0.04mm程度の差があるが、同程度のひび割れ幅とみなし、試験体名は含浸なし試験体のひび割れ幅に統一している。

試験体の形状を図-1 に示す。試験体は、D9の丸鋼を1本配置した100×100×400mmの直方体とし、ひび割れ導入面以外は防水テープで防水処理を施した。これにより、水分の移動をひび割れ導入面に限定している。

表-2 試験体水準

試験体名	ひび割れ	ひび割れ幅	含浸材	本数
N-w0	×	—	無	2
I-w0	×	—	有	2
N-w0.14	○	0.14	無	3
I-w0.14	○	0.15	有	3
N-w0.45	○	0.45	無	3
I-w0.45	○	0.41	有	3
N-w1.46	○	1.46	無	3
I-w1.46	○	1.44	有	3

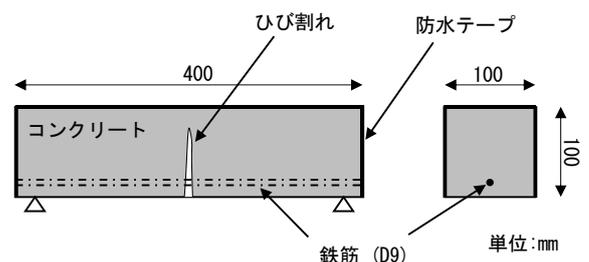


図-1 試験体形状

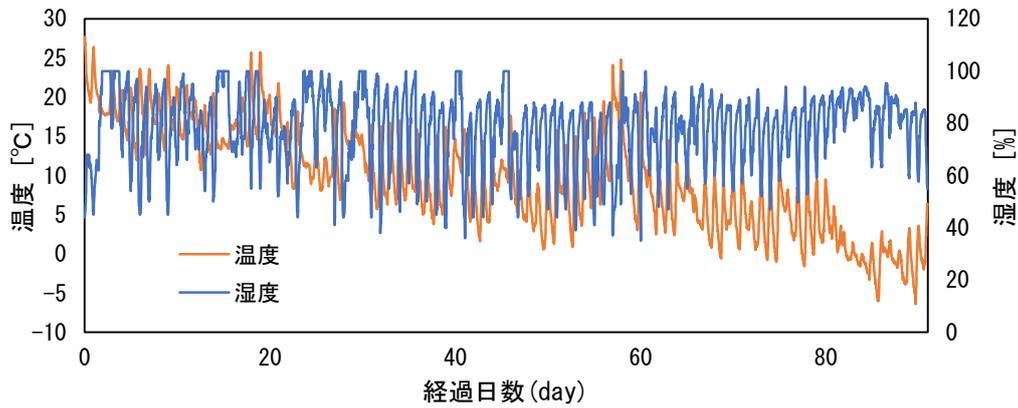


図-2 実験期間中の温湿度変化

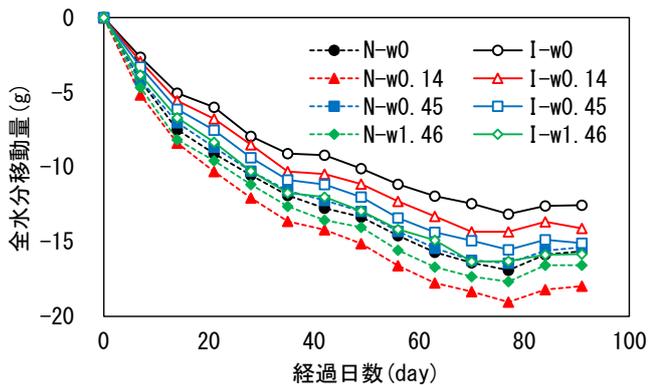


図-3 全水分移動量の経時変化

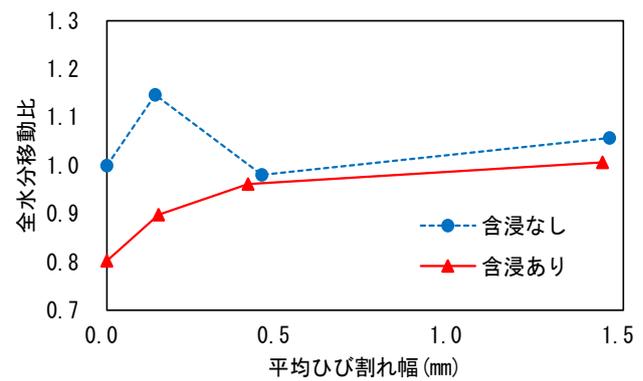


図-4 平均ひび割れ幅と全水分移動比の関係

2.2 実験方法

降雨の影響を受けない屋根のある環境で地表から高さ 1.6m の場所に試験体を設置し、外気による乾湿繰返し環境下での試験体の質量変化を測定した。試験体はひび割れ面を上側に向け静置した。試験体の質量変化は定期的に電子天秤により質量を測定し、測定値から実験開始時の質量を引いた質量差を全水分移動量としている。なお、試験体ごとの実験開始時の初期水分量のばらつきを抑えるためすべての試験体は封緘養生終了後から実験開始時まで同じ温湿度環境内で保管した。

本実験での乾湿繰返しは、日変化の温湿度を対象とし、試験体付近に設置した温湿度計により 30 分毎の気温と湿度を記録した。実験期間中の温湿度変化を図-2 に示す。期間中の平均気温は 9.9°C、平均湿度は 77.9%であった。実験開始が 9 月 23 日であるため、気温は実験開始から低下傾向にある。また、気温の低下に伴い、1 日の湿度変化量が小さくなる傾向にある。

2.3 実験結果

実験期間中の全水分移動量の経時変化を図-3 に示す。各水準の全水分移動量は、各試験体の本数に応じた平均値である。試験開始からおよそ 80 日までは全水分移動量は単調な減少傾向にあったが、試験開始 80 日を過ぎ

てからは増加傾向にある。また、すべてのひび割れ幅において、含浸なし試験体と比べて含浸あり試験体の全水分移動量が小さい傾向にある。

平均ひび割れ幅と w0 試験体を基準とした全水分移動比の関係を図-4 に示す。全水分移動比は、実験開始から 91 日経過時点での各水準の試験体の平均全水分移動量を w0 試験体の平均全水分移動量で除して算出している。w0 試験体の含浸の有無に注目すると、含浸ありの全水分移動比は 0.803 であり、含浸材による水分移動の抑制効果が確認できる。含浸なし試験体ではひび割れ幅による水分移動の影響が小さく、含浸あり試験体ではひび割れ幅の増加に伴って全水分移動比が増加する。また、ひび割れ水準ごとの含浸の有無に注目すると、w0 および w0.14 では含浸材による水分移動の抑制効果が大きく、w0.45 および w1.46 では抑制効果が小さくなる。このことより、ひび割れ幅 0.1mm 程度では含浸材による水分移動抑制効果が確認されたが、ひび割れ幅の増加とともに抑制効果が小さくなることが確認された。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針 2013，pp.126-127，2013