

神戸大学大学院 学生員 ○谷河 雅大
神戸大学大学院 正会員 森川 英典

神戸大学 後藤 涼介
神戸大学大学院 正会員 中西 智美
本州四国連絡高速道路(株) 正会員 竹口 昌弘

1. 研究背景・目的: シラン系表面含浸材は、含浸によりコンクリート表層部に撥水性と透湿性を付与する機能を持つ疎水層を形成し、アルカリシリカ反応（以下、ASR）を生じた構造物において吸水膨張の抑制を目的として使用される¹⁾。これまでの研究により、含浸深さが撥水性、透湿性に影響を及ぼすのではないかと知見が得られた。そこで本研究では含浸深さと透湿性能、撥水性能の関係を明らかにする目的で JSCE-K571-2013²⁾を参考に含浸深さ試験、吸水率試験、透水試験、透湿度試験といった基礎的な試験を行った。その際にコンクリート標準示方書に準拠した吸水率試験は長時間、水圧が与えられた環境下で行われており、橋梁など陸上構造物においては過度に厳しい条件となっている。そこで、ASR 劣化前後で吸水率試験を行うとともに、より実構造物環境下に近づけるため降雨を模擬した散水による吸水率試験も行うことで表面含浸材の吸水抑制効果について検討を行った。

2. 実験概要: 図-1 に吸水率試験供試体概要図を示す。また、表-1 にコンクリート配合を示す。供試体は、普通ポルトランドセメント及び反応性骨材（砕砂及び砕石）と非反応性骨材（兵庫県神戸市有野産砕石）を用いて作製した。ASR 劣化後供試体は、高温多湿になる夏季に屋外暴露を行い、超音波伝播速度 3500(m/s)程度とした。劣化促進後、表面含浸材施工時の含水状態を変えるため、塗布前に水中浸漬を実施し、含水率を調節した。含浸材の塗布は、浸漬後、表面含水率が標準状態の値と近くなるように経過を見て塗布した。その後、静置し含水状態が標準の供試体と同程度に内部含水率が低減したことを確認して、経過観測を開始した。

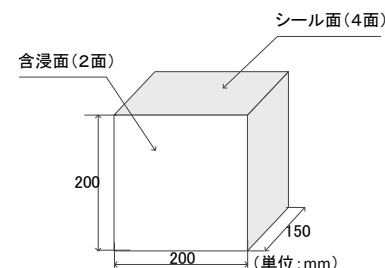


図-1 供試体概要

2.1 吸水率試験概要: 図-2 に吸水率試験概要を示す。供試体は、200×200mm の2面を含浸面とし、含浸材による補修を行った。使用した含浸材一覧を表-2 に示す。残りの4面はポリウレタ系表面被覆材によるシール処理を実施した。実験要因を表-3 に示す。含浸材の塗布・養生が終了した後、平均 16.8℃の水温の水に7日間浸漬させた。水中浸漬前後の

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	Gmax (mm)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								AE減水剤 (ml/m ³)	NaCl (kg/m ³)
			W	C	S1(白)	S1	S2	G1(小)	G1(大)	G2		
50	20	45	179	361	252	252	336	308	308	411	721	15.5

S1:非反応性細骨材, S2:反応性細骨材, G1:非反応性粗骨材, G2:反応性粗骨材

表-2 表面含浸材一覧

含浸材名	分類	標準塗布量 (g/m ²)	主成分濃度	性状
S1	シラン・シロキサン系	200	約 80%	白色ペースト状
A	アルキルアルコキシシラン系	220	98～100%	無色透明液体

質量差から吸水率を換算した。質量は秤量 20kg, 最小表示 0.1g の電子天秤で測定を行った。式(1)に吸水率の算出式を示す。なお, W_a : 吸水率 (%), W_{a0} : 開始時の質量 (g), W_{ai} : 7 日後の質量 (g) とする。

$$W_a = \frac{W_{ai} - W_{a0}}{W_{a0}} \times 100 \quad (1)$$

2.2 吸水率試験【散水】: 補修面に対して 7 日間に渡って散水を実施した。

15 分間隔で 2 時間に渡り計 8 回の散水を行った。散水は流量計を用いて 5l/min の水量で行い, 質量から吸水率を換算する。

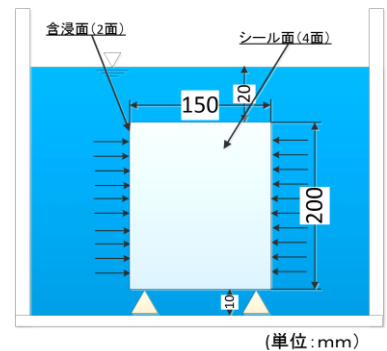


図-2 吸水率試験概要

3. 実験結果

3.1 劣化前後の吸水率試験結果の違い: 図-3 に劣化前と劣化後の吸水率結果を示す。この結果から, 劣化前は無補修供試体と比べて補修供試体において吸水率を抑えられていることからシラン系表面含浸材の吸水抑制性能が確認できた。しかし, 劣化後は補修供試体においても無補修供試体とほぼ同程度の吸水率であった。

3.2 吸水率試験と吸水率試験【散水】結果の違い: 図-4 に劣化後供試体における吸水率【散水】と吸水率試験結果を示す。この結果から, 劣化後供試体において示方書に準拠した吸水率試験ではシラン系表面含浸材の吸水抑制効果が確認されなかったが, 実構造物を模擬した散水による吸水率試験では劣化後供試体においてもシラン系表面含浸材の吸水抑制効果が発揮され, 吸水率を抑えることができたことが分かる。これは長時間, 水圧を加えた環境下である吸水率試験のほうが供試体内部により水分が浸入しやすくなったからだと考えられる。したがって, 降雨による水供給を有するコンクリート面に対しては, ASR によるひび割れが生じても, シラン系表面含浸材による吸水抑制効果は期待できると考えられる。

表-3 実験要因

W/C(%)	施工時の含水状態	補修材名	供試体名
50	標準	N(無補修)	50-NN
		S1	50-NS1
		A	50-NA
	高い	N(無補修)	50-HN
		S1	50-HS1
		A	50-HA

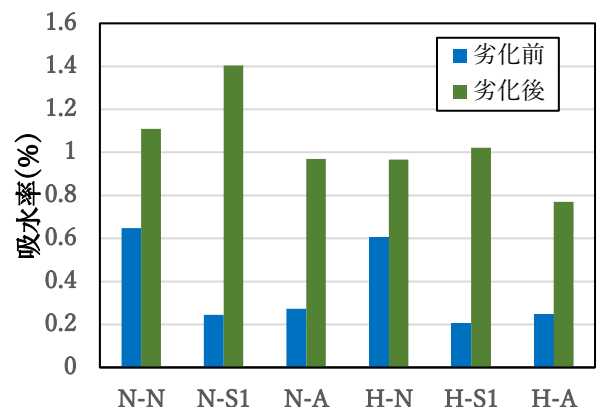


図-3 劣化前後の吸水率結果

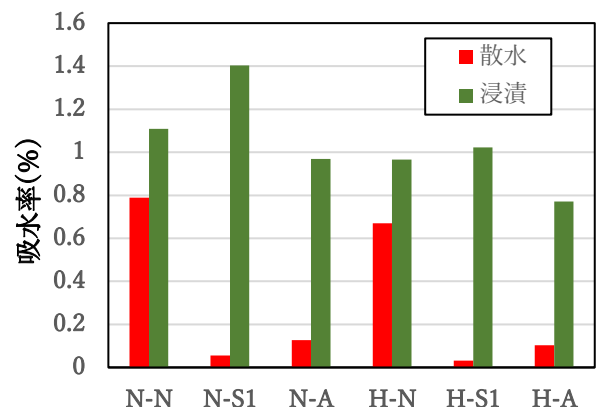


図-4 吸水率【散水】と吸水率結果

4. まとめ

本論文では, ASR 劣化前後の吸水率試験と ASR 劣化後における散水による吸水率と水中浸漬下による吸水率の比較を行った。

- (1) 水中浸漬下では劣化後供試体は補修供試体においても無補修供試体とほぼ同程度の吸水率となった。
- (2) 降雨を模擬した散水による吸水率試験では劣化後供試体においても無補修供試体と比べて大幅に吸水を抑制することができた。

【参考文献】

- 1) 松本茂, 新名勉, 江良和徳, 村橋大介, 宮川豊章: シラン系表面含浸材および亜硝酸リチウムの ASR 膨張抑制効果に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E, Vol. 66, No. 3, pp. 288-300, 2010. 8
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書[基準編], pp. 471-475, 2013.