

併用型表面含浸材の塗布量最適化および浸透性に関する実験的検討

東洋大学	学生会員	○石川	健児
東洋大学	フェロー	福手	勤
五洋建設（株）	正会員	酒井	貴洋
（株）日興	非会員	金子	洋一

1. はじめに

新設および既設コンクリート構造物の耐久性を向上させる技術の一つとして、外観を変化させず施工可能という利点を有する表面含浸材が挙げられる。含浸材の種類は主成分の違いにより、撥水性を持たせるシラン系と表層を緻密化させるケイ酸塩系、さらには両者を併用するものも存在する。コンクリートの品質が高くある程度緻密であった場合、塗布したケイ酸塩系含浸材が全て浸透しきらず、表面に余剰分が白く残る現象が見受けられた。そこで本研究では併用型を対象として、塗布対象コンクリートの品質に合わせてケイ酸塩系含浸材の塗布量を規定から減量した際の諸性能について検討した。また、浸透性について配合におけるペースト体積に着目し比較を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

実験には $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$ のモルタル基板から切断した $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ の供試体を用いた。モルタルの品質の違いを再現するために W/C を 40, 50, 60% の 3 水準とした。普通ポルトランドセメントを使用し、ケース 1 では砂セメント比 (S/C) を全て 3.0 で固定した配合とし、ケース 2 では単位水量を 250 kg/m^3 で固定した配合とした (表-1, 2)。供試体の作製方法は JSCE-K571-2004 に準拠した。作製フローを図 1 に示す。切断面 2 面を除く 4 面はエポキシ樹脂で被覆している。

表-1 実験ケース

ケース	モルタル配合		含浸材塗布量(g/m ²)		測定項目
	W/C(%)	固定条件	A液	B液	
1	40,50,60	S/C=3.0	0,50,100,150	100	吸水率 塩水浸漬 含浸深さ
2	40,50,60	単位水量 250kg/m ³	0,50,100,150	100	含浸深さ

表-2 モルタル配合

ケース	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)		
			W	C	S
1	40	3.0	216	539	1618
	50	3.0	256	512	1535
	60	3.0	292	487	1461
2	40	2.3	250	625	1456
	50	3.1	250	500	1561
	60	3.9	250	417	1631

2.2 含浸材塗布作業

表-3 に示す 2 種類を塗り重ねた。A 液（ケイ酸塩系）は標準塗布量 $150\text{g}/\text{m}^2$ 、B 液（シラン系）は $100\text{g}/\text{m}^2$ である。B 液塗布量は全て規定量で固定し、A 液の塗布量を規定量から $50\text{g}/\text{m}^2$ ずつ減量した 4 水準とした。塗布面は開放面である供試体切断面 2 面である。実際の構造物を想定し塗布方法は実際の施工と同じ手順で行った。塗布方法は刷毛を用いて 1 回塗りとし、A 液を塗布してから 12 時間以上乾燥させた後、B 液を塗布した。含浸材塗布後は 2 週間気中養生させた。



図-1 供試体作製フロー

2.3 試験方法

JSCE-K571-2004 に準拠し，吸水率試験，塩水浸漬試験および含浸深さ試験を行った．吸水率

試験は7日間水中浸漬させた。塩水浸漬試験は3%NaCl溶液に63日間浸漬させ、供試体の割裂面に0.1N硝酸銀溶液を噴霧し呈色領域を塩化物イオン浸透深さとして測定した。含浸深さ試験は供試体の割裂面を1分間水中浸漬させ、撥水領域を含浸深さとした。なお、本研究で計測できる含浸深さは撥水性を持つB液のみである。

表-3 含浸材の種類および塗布量

種類	主成分	有効成分	分類	塗布量	塗布回数
A	ケイ酸ナトリウム	23%	水系	0,50,100,150g/m ²	1
B	アルコキシシリキサン	50%	溶剤系	100g/m ²	1

キーワード：表面含浸材，シラン，ケイ酸塩，防水性，遮塩性，含浸深さ

連絡先：〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学大学院理工学研究科 TEL 049-239-1300

3. 試験結果

3.1 吸水率試験

吸水率試験の結果を図-2 に、ブランクに対するそれぞれの割合を吸水比として図-3 に示す。W/Cに関わらず吸水率はA液 0g/m^2 つまりB液のみに比べA液を併用した場合、更に低下したことから併用型の効果が認められた。また、W/C40%のA液 0g/m^2 のケースと60%のA液塗布量 100g/m^2 の吸水率がほぼ等しいことから、緻密で品質の高いモルタルではA液塗布量を減量した場合でも、所定の性能が得られることが確認された。しかし、W/Cに関わらずA液を 50g/m^2 から増量すると吸水比がやや増加していく傾向となった。既往の研究においてシラン系単体に比べ併用した場合は吸水率が増加する結果も存在したが¹⁾、今回の結果と合わせて考察すると、ケイ酸塩系が最適な塗布量であればシラン系単独より防水性は向上するが、過剰に増加させた場合はシラン系の撥水効果を阻害する可能性が示唆された。

3.2 塩水浸漬試験

塩化物イオン浸透深さを図-4 に示す。吸水率と同様の傾向がみられたことから、塩化物イオンは移流により浸透したものと考えられ、吸水を抑制したことで塩分の浸透も抑制できたものと考えられる。

3.3 含浸深さ試験

図-5 にケース1のB液の含浸深さ試験の結果を示す。既往の研究²⁾と同様に、W/Cが大きくなるほどシラン系の含浸深さも増大するとの予想に反し、W/Cが小さいほど含浸深さが大きくなる結果となった。図-2, 4 から、吸水率や塩化物イオン浸透深さはW/Cが大きくなるほど増大する結果が得られ、これらは水分移動の容易さを示すものであるが、含浸深さはW/Cの増加とともに低下したため、水分と含浸材では浸透メカニズムが異なると示唆された。図-6 にケース2の含浸深さを示す。ケース1とは反対にW/Cの増加とともに含浸深さが増大する傾向が得られた。ケース1, 2では、全体積に占めるペースト（セメント+水）体積の割合が異なっており、ペースト体積の割合と含浸深さ（A液 0g/m^2 ）の関係を示した図-7の傾向から、シラン系含浸材の浸透性能はW/Cよりもペーストの体積がより支配的な要因であると推察された。

4. まとめ

ケイ酸塩系とシラン系の含浸材を併用塗布した場合、W/Cが小さく緻密なコンクリートにおいては、ケイ酸塩系含浸材の塗布量をある程度減量した場合においても、所定の性能が得られる可能性が認められた。また、シラン系含浸材の浸透性はペースト体積の割合に関係していることが推察された。

本検討は、東洋大学、五洋建設(株)、(株)日興の共同研究として実施したものである。

参考文献

- 1) 樋原ら: 各種表面保護工法の併用が補修工法に与える影響に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第5部, p53, 66(2011)
- 2) 森井ら: シラン系表面含浸材の性能評価に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.1625-1630, 2010

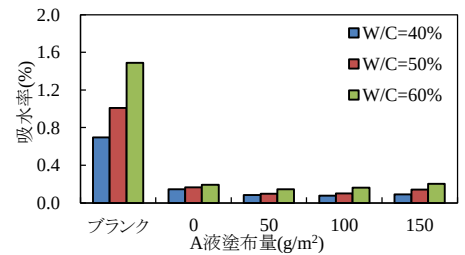


図-2 吸水率

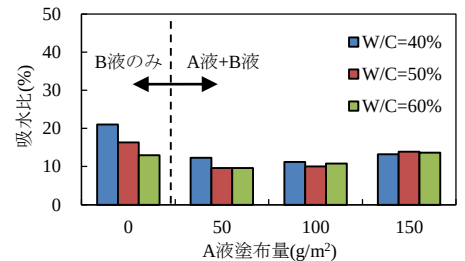


図-3 吸水比

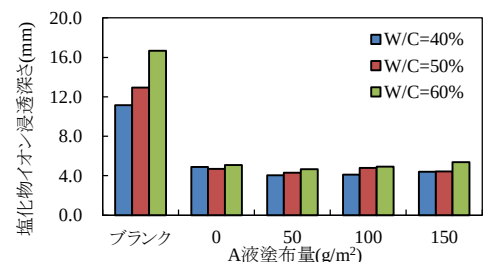


図-4 塩化物イオン浸透深さ

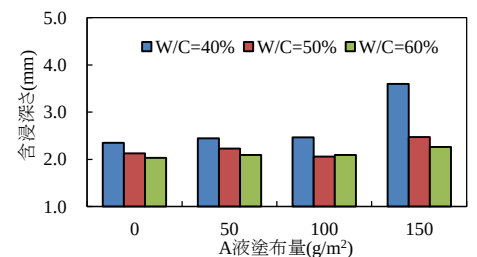


図-5 B液の含浸深さ (ケース1)

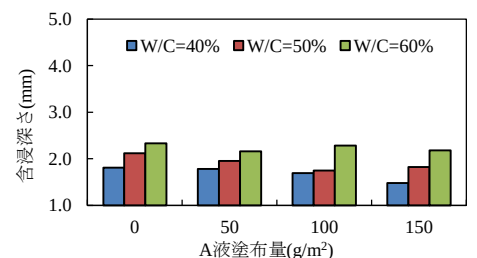


図-6 B液の含浸深さ (ケース2)

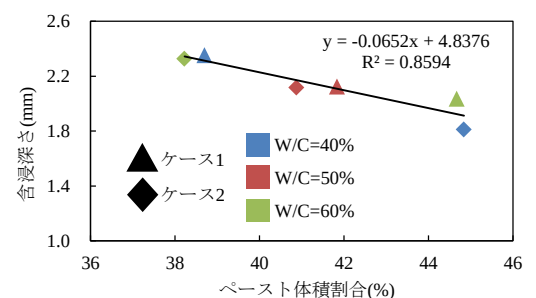


図-7 ペースト体積割合と含浸深さの関係