

マイクロシランカプセルを混入したモルタルの塩分浸透性に関する実験的検討

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○中村 浩章, 渡邊 晋也
金沢大学 理工学域環境デザイン学類 正会員 久保 善司

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋腐食を抑制する方法として、コンクリート用防錆剤を混和する方法や、コンクリート表面から浸透性防錆剤や撥水材を塗布する方法などが挙げられる。筆者らは、既報において¹⁾、シランオリゴマーの加水分解により、セメントや金属の表面に保護層を形成することで防錆効果を発揮するマイクロシランカプセル（以下、MSiC という）がモルタルの性質に及ぼす影響について検討を行い、MSiC の添加量によって、モルタルの圧縮強度、吸水率および体積比抵抗率が変化することを明らかにした。本研究では、MSiC を添加したモルタルの腐食促進試験を行い、MSiC による鉄筋腐食抑制効果およびモルタル内部への塩分浸透抑制効果について検討を行った。

2. 試験概要

（1）試験体 既往の研究²⁾においては、防錆効果を有する添加量は最大 4mass% までとされている。本研究では、最大の添加量を 4mass% とし、1mass% ずつ添加量の異なるモルタル供試体を作製した。比較のため、MSiC 無添加の供試体を作製した。モルタルの配合は、セメント強さ試験に準拠し、W/C=50%、セメント：砂を 1：3 とした。供試体は柱供試体（φ46×198 mm）とし、中心部に D12 鉄筋を埋設した。供試体上面を測定部とし、鉄筋を 2 mm 露出させた（図 1 参照）。

（2）試験方法 28 日間封緘養生後、50℃・10%塩化ナトリウム水溶液に供試体を浸漬した（写真 1 参照）。鉄筋を露出した測定部を上面とし、供試体高さの 1/2 位置（以下、I 部と称す）まで浸漬し、30 週間腐食促進した。4 週 1 回の頻度で分極抵抗と自然電位を測定した。浸漬後 8 週、21 週、30 週に吸水高さを計測した。促進 30 週後、供試体を割裂し、硝酸銀噴霧により塩化物イオン浸透深さを測定し、さらに、鉄筋腐食面積率を測定した。また、図 1 に示す青破線は I 部からそれぞれ 50mm に位置する。供試体部位を、気中部（A 部）、浸漬部（W 部）、I 部に分けて測定した。促進 30 週後、各部から上下 10mm の範囲のモルタルを採取し、塩化物含有量を測定した。測定項目および試験方法を表 1 に示す。

3. 試験結果

（1）自然電位・分極抵抗 自然電位および腐食速度(分極抵抗値からの推定値)をそれぞれ図 2 および図 3 に示す。なお、MSiC の添加量にかかわらず、概ね同程度の値となったため、ここでは、MSiC 添加量 2% および無添加供試体の結果を示す。促進初期においては、MSiC を添加した供試体では、自然電位は貴側に推移したものの、8 週以降は卑側に推移し、無添加供試体より若干大きいも

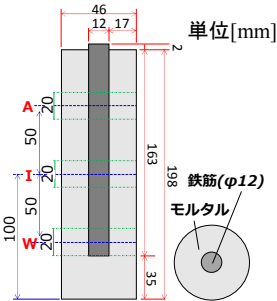


図 1 供試体形状寸法

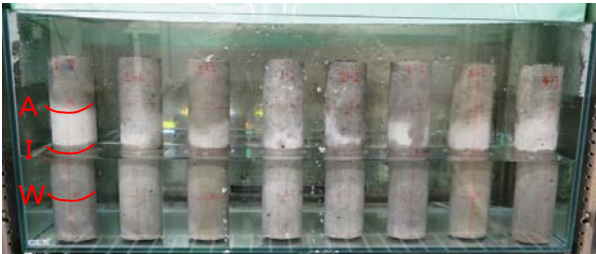


写真 1 腐食促進試験実施状況

表 1 測定項目および試験方法

試験項目	試験規準	計測頻度
自然電位	ASTM C 876	4週に1回
腐食速度	分極抵抗法	4週に1回
吸水高さ	目視による	8, 21, 30週
塩化物イオン浸透深さ	JSCE-G 573-2010	30週
塩化物イオン含有量	JIS A 1154	30週
腐食面積率	JCI-SC 1	30週

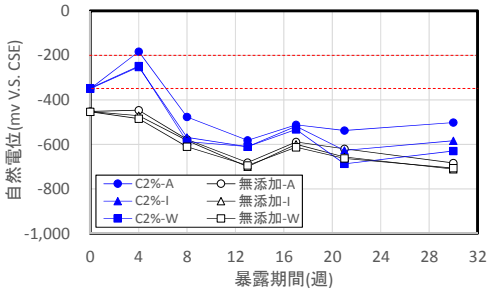


図 2 自然電位

キーワード マイクロシランカプセル, 塩化物イオン, 鉄筋腐食, 自然電位

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所

の腐食を示す電位にまで低下した。腐食速度は MSiC 添加の有無にかかわらず、促進開始以降、徐々に増加した。なお、MSiC 添加の有無にかかわらず、供試体部位によって腐食速度に違いがみられ、塩温水中に浸漬された W 部に比べ、塩温水と気中の界面 I 部、気中の A 部の方が腐食速度は低かった。

(2) 吸水高さ 供試体 I 部からの吸水高さを図 4 に示す。促進 30 週まで MSiC 添加有無による吸水高さに大きな差はなく推移した。30 週目で MSiC 添加供試体は無添加よりも吸水高さが 10% 低くなった。

(3) 鉄筋腐食面積率 促進後の鉄筋腐食面積率を図 5 に示す。全体的には A 部から W 部に向かって鉄筋腐食面積率が増加傾向を示したが、MSiC 添加供試体においては、添加量によって大きく数値が異なった上に、MSiC 無添加供試体よりも高い結果となった。

(4) 塩化物イオン浸透深さおよび塩化物イオン含有量 促進後の塩化物イオン浸透深さを写真 2 および図 6 に示し、塩化物イオン含有量を図 7 に示す。無添加供試体における塩化物イオンの浸透深さが、高さ 200mm まで到達したのに対し、MSiC 添加供試体は無添加供試体よりも 32% 抑制された。また、W 部における塩化物イオン含有量は、MSiC 添加の有無によらず約 34kg/m^3 で差はなかった。I 部では無添加の方が塩化物イオン含有量は約 9kg/m^3 多くなり、A 部では約 18kg/m^3 多くなった。MSiC 添加による塩化物イオン浸透抑制効果がみられた。また、MSiC 添加量で比較すると、僅かではあるが添加量 1mass% よりも 2~4mass% の方が塩化物イオンの浸透を抑制する傾向がみられた。

4. まとめ

本検討では、腐食促進環境下における MSiC を添加したモルタル供試体の鉄筋腐食抑制効果および塩分浸透抑制効果を検討した。その結果、MSiC の添加により、モルタルの吸水高さおよび塩化物イオン浸透深さは無添加のものに比べ抑制され、塩温水中に浸漬された W 部以外は塩化物イオン含有量も低下した。しかし、自然電位、腐食速度および鉄筋腐食面積率の結果からは、いずれの供試体においても鉄筋腐食が認められた。これらのことから、塩温水中に浸漬するような過酷な条件下では MSiC による鉄筋腐食抑制や遮塩性の効果を得ることは難しいが、乾湿繰り返しなどの条件であれば、それら効果が得られる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 渡邊ら：マクロシランカプセルを混入したモルタルの基礎物性，第 72 回土木学会年次学術講演会 V-518, 2017.9
- 2) N. Holmes et.al, Engineering Performance of a New Siloxane-Based Corrosion Inhibitor, Published online in "Materials and structures", June 27th. 2013.

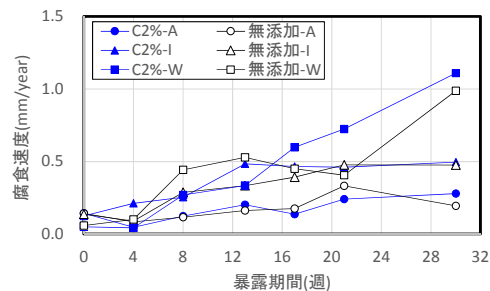


図 3 腐食速度

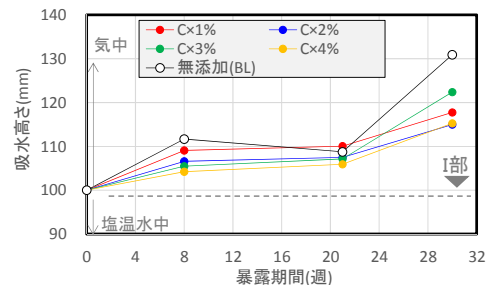


図 4 吸水高さ

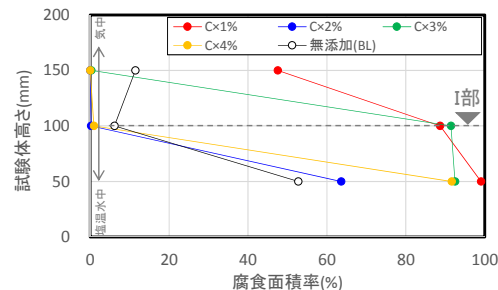


図 5 鉄筋腐食面積率

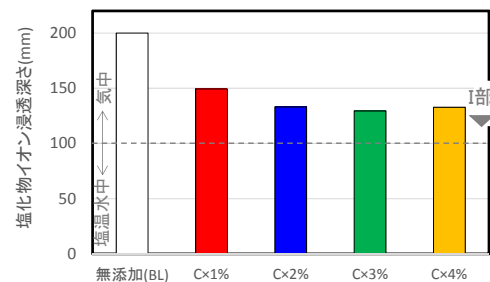


図 6 塩化物イオン浸透深さ

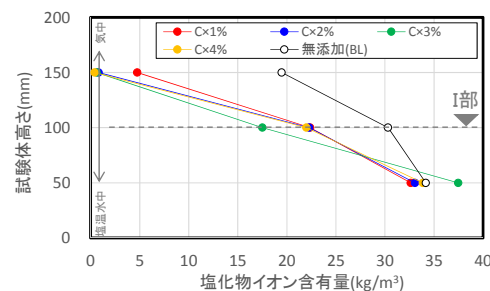


図 7 塩化物イオン含有量

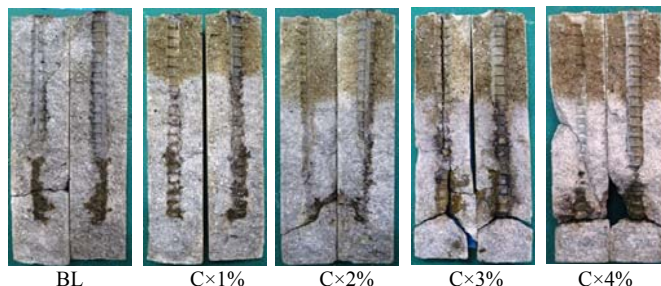


写真 2 塩化物イオン浸透深さ