

叩落し部への応急処置としてエポキシ系防錆剤を用いたマクロセル対策工の提案

金沢工業大学大学院 学生会員 ○田中祐貴

金沢工業大学大学院 正会員 宮里心一

金沢工業大学大学院 学生会員 畑中達郎

西日本高速道路エンジニアリング関西[株] 池田康延

西日本高速道路メンテナンス関西[株] 岩橋啓行

1. はじめに

浮きが生じたコンクリート構造物に対して第三者被害を防止するため、叩落しを行う。ここで叩落し後、断面修復等の恒久処置を行うまでの応急処置としてシラン系含浸材および防錆剤を塗布する「マクロセル対策工」が提案されている¹⁾。ただし2種類を塗布することは、点検時の応急処置としては煩雑な作業になるため、改善が求められている。そこで、1種類だけを塗布するエポキシ系防錆剤に着目し、シラン系表面含浸材と同様のマクロセル腐食抑制効果を有することを、モルタル供試体による基礎研究では確認した²⁾。しかしながら、コンクリートを用いた、叩落し後の断面修復前の応急処置としてのマクロセル腐食の低減効果は未検討であった。

上記を踏まえ本研究では、叩落し部への応急処置とし、エポキシ系防錆剤を用いた腐食対策効果を、コンクリート供試体を使用した実験により確認した。

2. 実験手順

2.1 供試体

供試体概要を図1に、実験ケースを表1に、および配合を表2に示す。供試体は、塩分の含有量が異なる3種類のコンクリートを打継ぎ、作製した。すなわち、はじめにb部($Cl^- = 5kg/m^3$)を打設し、1日間の養生後、c部($Cl^- = 2kg/m^3$)およびa部($Cl^- = 10kg/m^3$)を打継いだ。供試体内部には分割鉄筋I～Ⅷを設置した。ここで、a部に設置した分割鉄筋は、叩落し後に露出部と埋設部を区別して腐食電流を測定するため、図2に示すとおり上下2軸分割鉄筋を設置した。また、a部を打継ぐ際、初期養生後に鉄筋半面を露出させるため、かぶり45mmに鉄筋と重ならないようゴム板を設置した。打継ぎ後、1週間に亘り水中養生を行った後、4週間の乾湿繰返し塩害促進暴露 ($40^{\circ}C \cdot RH = 90\%$ 1日+ $40^{\circ}C$

・ $RH = 50\%$ 6日)を行った。その後、a部の半面の叩落しを行い、表面水分率を8%以下にした後、エポキシ系防錆剤を叩落面へ塗布した。その後、乾湿繰返し塩害促進暴露を8週間に亘り行った。

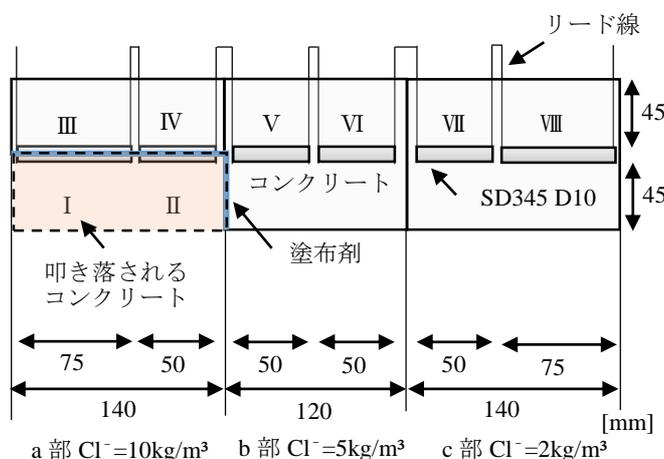


図1 供試体概要

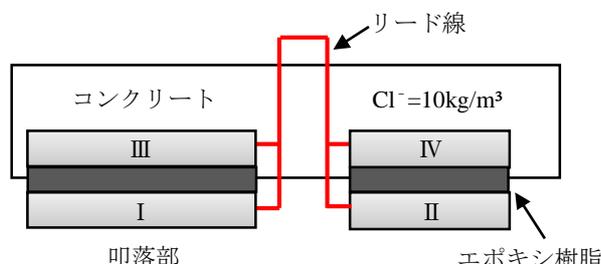


図2 上下2軸分割鉄筋

表1 実験ケース

ケース	主成分	塗布量(g/m^2)
Blank	—	
A	錆転換剤入り 1液型エポキシ	250
B	反応硬化性 エポキシ	250

表2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)			
		W	C	S	G
55	45	175	318	786	968

キーワード エポキシ系防錆剤, マクロセル対策工, 分割鉄筋, 叩落部, 応急処置

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂3丁目2番地 地域防災環境科学研究所 TEL 076-274-7009

2. 2 測定項目

乾湿繰り返し暴露4週および8週目に、無抵抗電流計を用いて鉄筋間の電流を測定し、マクロセル腐食電流密度を算出した³⁾。その後、周波数を10kHz~1mHzの範囲で設定した交流インピーダンス法による分極抵抗を測定した。また、分極抵抗の値からマイクロセル腐食電流密度を算出した⁴⁾。測定後、マクロセル腐食電流密度およびマイクロセル腐食電流密度の総和より、総腐食電流密度を算出した。

3. 実験結果

3. 1 総腐食電流密度比較

暴露4週目におけるマクロセル腐食電流密度の分布の例を図3に示す。これによれば、マクロセル腐食電流密度は、多量の塩化物イオンを含有するa部における、打継部に近接する鉄筋要素IVで最大になることが読み取れる。したがって、以降の評価は鉄筋要素IVの結果を用いて実施する。

各ケースの最大総腐食電流密度を図4にて比較する。これによれば、暴露4週では、ケースAおよびBともに、Blankと比較して、腐食が低減された。また、暴露8週では、ケースBのみにおいて、腐食が低減された。

3. 2 腐食量

式1と式2により、暴露8週目の最大総腐食電流密度から腐食量を算出した。ここでアレニウス則に基づき20℃環境下における腐食速度を換算した。さらに、腐食ひび割れを発生される腐食量が0.1g/cm^{2.5)}と仮定した場合の、腐食ひび割れ発生時期を表3に示す。これによれば、Blankでは2.4年程度で生じるひび割れ発生時期を、ケースAでは7.2年程度に延長できると推測された。

$$\text{腐植速度} \left(\frac{\text{mm}}{\text{年}} \right) = \frac{\text{電流密度}}{\text{Faraday 定数}} \times \frac{1\text{mol あたりの鉄の質量}}{\text{鉄の密度} \times 2} \times \frac{60 \times 60 \times 24 \times 365}{4} \quad (1)$$

$$\text{腐食量} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\int \text{腐食速度} \left(\frac{\text{mm}}{\text{年}} \right)}{10} \times \text{鉄の密度} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \quad (2)$$

4. まとめ

エポキシ系防錆剤を叩落面へ塗布することにより、断面修復までの鉄筋腐食を抑制できた。特に、主成分が錆転換剤入り1液型エポキシ樹脂の腐食抑制効果が高く、7年程度の応急処置効果を期待できた。

参考文献

- 1) 小松誠哉ほか：シラン系含浸材を用いた叩き落し部近傍の再劣化低減工法の提案，土木学会論文集，Vol.70, No.1, pp.19-28, 2014
- 2) 田中祐貴ほか：鉄筋コンクリート構造物のマクロセル対策工に対するエポキシ系防錆剤の適用可能評価，日本材料学会学術講演論文集，Vol.65, 印刷中，2016
- 3) 宮里心一ほか：分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.23, No.2, pp.547-552, 2001
- 4) 水流徹ほか：交流法腐食モニターの局部腐食への適用，防食技術，Vol.28, pp.638-644, 1979
- 5) 荒木弘祐ほか：鉄筋の腐食膨張によるかぶりコンクリートの剥離現象とその予測，土木学会論文集，Vol.69, No.802, pp.209-222, 2005

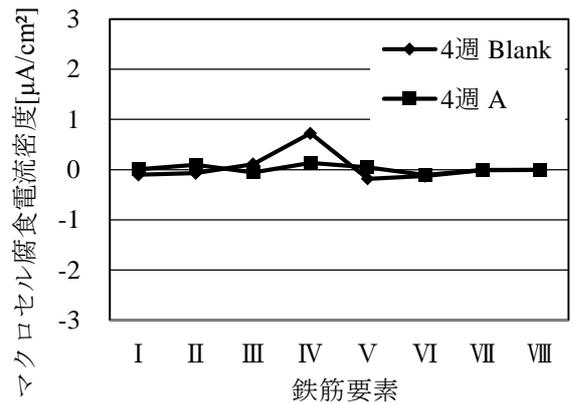


図3 マクロセル腐食電流密度分布

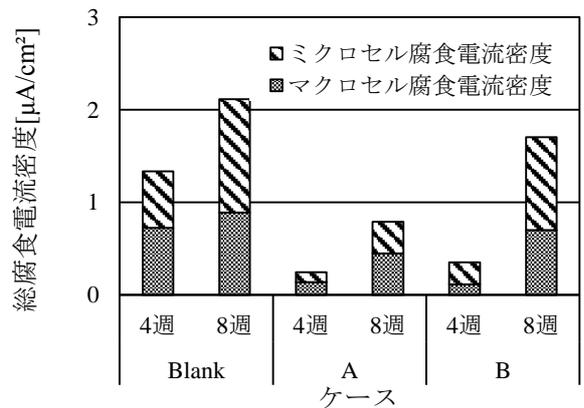


図4 鉄筋要素IVの総腐食電流密度

表3 1年間の腐食量と腐食ひび割れ発生時期

ケース	腐食量(g/cm ² /年)	腐食ひび割れ発生時期(年)
Blank	0.05	2.4
A	0.01	7.2
B	0.03	3.2