

叩落し後のマクロセル対策工の効果をモニタリングするための埋設センサの開発

金沢工業大学 学生会員 ○田中祐貴

金沢工業大学 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九州株式会社 正会員 坂田裕彦

1. はじめに

コンクリート中に塩化物イオンが浸透すると、鉄筋周囲の不動態皮膜が破壊され、腐食が発生する。さらにこの腐食が進行すると、錆の生成に伴う膨張圧に起因して、かぶりコンクリートが剥落する。これによる第三者被害を防ぐため、浮きが生じた鉄筋コンクリートを叩き落す。

ここで、叩落し面にシラン系含浸材を塗布することによって、マクロセル腐食を低減する方法が開発された¹⁾。また、従来は補修する行為に重点が置かれていたが、今後は補修の効果を確認することが求められている。そこで、含浸材塗布による腐食の低減を確認するため、センサを叩落し部の母材コンクリート内部に埋設する方法が提案された²⁾³⁾。しかしながら、埋設センサと鉄筋の間に空隙が存在する場合、安定した測定を行うことができない等の課題が残されていた。

上記を踏まえ本研究では、先端形状および対極板の材質に相違を設けた埋設センサを作製し、鉄筋とセンサの間の空隙を評価した上で、交流インピーダンス法による電気化学的測定値に及ぼす影響を確認した。

2. 実験手順

2. 1 試作した埋設センサ

表1に示すとおり、埋設センサの先端形状および対極板の材質に相違を設けた、計4水準の埋設センサを試作した。

2. 2 供試体概要

コンクリートの配合を表2に、叩落し前の供試体を図1に示す。塩分の含有量が異なる3種類のコンクリートを打ち継ぎ、供試体を作製した。すなわち、初めにb部($\text{Cl}^- = 5\text{kg/m}^3$)を打設した。1日間の養生後、c部($\text{Cl}^- = 2\text{kg/m}^3$)およびa部($\text{Cl}^- = 10\text{kg/m}^3$)を打ち継いだ。その後28日間に亘り水中養生を行い、湿空中($40^\circ\text{C} \cdot \text{RH}$

$=90\%$)にて8週間の暴露を行った。その後、多量の塩分が含まれたa部のコンクリートを叩き落した。次に、叩落し面の表面水分率を送風機により8%以下にした後、含浸材を塗布した。その主成分はシラン・シロキサンであり、塗布量は 300g/m^2 とした。1週間に亘り乾燥気中で養生した後、ドリルによる削孔を行い、埋設センサを設置した。埋設センサの設置位置は、叩落し面から5cmの位置とした³⁾。ここで、埋設センサを図2に示す。次に、埋戻しの方法を説明する。まずは少量のポリマーセメントモルタルによりセンサの先端を被覆し、それを穴の中で鉄筋に上向きで押し当てながら、残りの削孔部をポリマーセメントモルタルで充填した。その後、湿空中($40^\circ\text{C} \cdot \text{RH}=90\%$)で4週間に亘り暴露した。

表 1 試作した埋設センサの種類

先端形状	対極板
フラット	SUS
	SUS+金めっき
鋭角	SUS
	SUS+金めっき

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

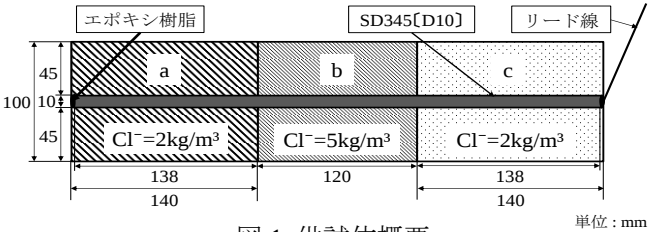


図 1 供試体概要

キーワード シラン系含浸材, マクロセル対策工, 対策効果モニタリング, 新型埋設センサ

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 076-274-7733

2. 3 測定方法

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り、分極抵抗を測定した。

3. 実験結果

3. 1 鉄筋とセンサ間の空隙

コンクリート供試体を割裂後の、先端フラット形状センサにおける埋設状況を図3に示す。これによれば、ポリマーセメントモルタルの充填が不十分で、空隙が存在していることを確認できた。一方、先端鋭角形状センサでは、このような空隙は存在しなかった。

3. 2 交流インピーダンス法による分極抵抗の測定

「先端鋭角形状・対極板 SUS+金めっき」により測定された、ボード線図を図4に、コイルコイルプロットを図5に示す。これらによれば、分極抵抗を算出できることを確認できた。

次に、埋設センサの種類が分極抵抗の測定可否に及ぼす影響を表3に示す。ここでは、測定可能なケースを○、測定に乱れが出たケースを△、測定不可能なケースを×と示す。これによれば、「先端鋭角形状・対極板 SUS+金めっき」でのみ、測定が安定して可能になることが読み取れる。

4. まとめ

先端形状を鋭角に、対極板を SUS+金めっきにすることにより、叩落し後のマクロセル対策工の効果を安定して測定できる埋設センサになる。

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と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：シラン系含浸材を用いた叩落部の腐食対策効果のモニタリング[®]に向けた基礎検討，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.405-406，2015
- 3) 田中祐貴ほか：鉄筋コンクリートの叩落後のマクロセル対策に関するモニタリング[®]の基礎検討，日本材料学会第64期学術講演会講演論文集，2015

謝辞

本研究を実施するにあたって、元西日本高速道路エンジニアリング九州松田哲夫様の支援を受けた。

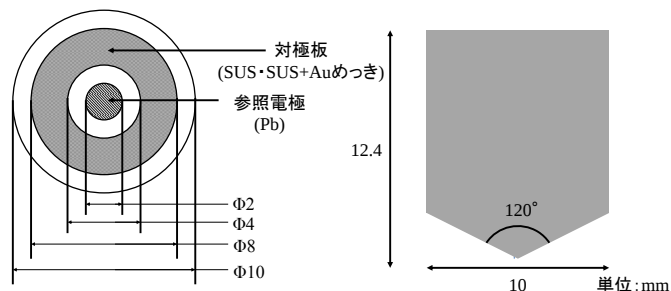


図2 埋設センサ概要（先端鋭角形状の場合）



図3 先端フラット形状の埋設状況

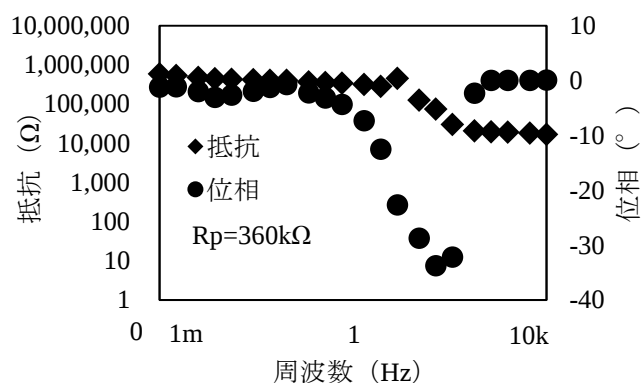


図4 先端鋭角形状・SUS+金めっきの bode 線図

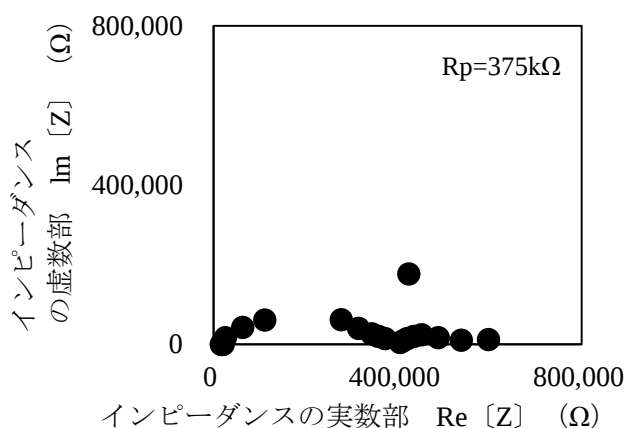


図5 先端鋭角形状・SUS+金めっきの C.C.plot

表3 測定可否の判定

対極板 先端形状	SUS	SUS+金めっき
フラット	×	×
鋭角	△	○