断面修復後の防食効果モニタリングのための腐食速度解析手法の開発

金沢工業大学大学院　学生会員　○竹内　傑
金沢工業大学　正会員　宮里　心一
鹿島建設株式会社　正会員　横関　康祐
鹿島建設株式会社　親本　俊憲
鹿島建設株式会社　正会員　芦澤　良一

1. 序論

鉄筋コンクリート構造物の劣化原因のひとつとして、塩害がある。この塩害に対する補修のため、断面修復工法がしばしば用いられる。ここで、断面修復を行った後、補修部と既設部の間に生じる電位差により誘発されるマクロセル腐食は、構造物にとって悪影響である。しかしながら、断面修復後の防食効果あるいは再劣化を検知する技術は確立されていない。

さて、鉄筋コンクリートの腐食速度や腐食箇所は経時的に変化する。したがって、断面修復を行った後に、打継目を境とした腐食を評価する場合にも、モニタリングすることが望まれる。ここでモニタリングのためには、腐食の程度を評価する値を連続的に測定する必要がある。

以上の背景を踏まえて本研究では、断面修復後の防食効果をモニタリングするため、補修部と既設部の間に形成するマクロセルも考慮して、腐食速度を連続的に解析する手法を開発する。そのため、補修部と既設部にミニセンサ[1)]を埋設することにより、両者の間に生じる電位差と液抵抗、および両者の分極抵抗を測定し、これらの値を代入値として腐食速度の解析を試みた。

2. 実験手順

2.1 試験体概要

試験体概要を、図1に示す。これは、塩害によって劣化した鉄筋コンクリート部材に、断面修復を適用した部位を模擬した試験体である。そのため、既設部のコンクリート(W/C:50%, NaCl:15kg/m^3)を打設後に、補修部にミニセンサを設置し、さらに補修部のモルタル(W/C:50%)を打設した。

また、気温 20℃,湿度 80%の環境下へ 3 ヶ月間に亘り暴露した後、φ20mm のドリルを用いて、既設部コンクリートを掘削した。その後、導電性を確保しながらミニセンサを設置し、補修部と同じモルタルにより穴を充填した。なお、試験体は 2 つ作製し、それぞれを No.1,No.2 とする。

2.2 測定項目

図 2 に示すとおり、交流インピーダンス法により電位と分極抵抗を測定した。また、ミニセンサ間の液抵抗も測定した。

さらに、マクロセル電流密度の実測値を求めるため、隣接する鉄筋要素間に無抵抗電流計を接続し、鉄筋に流れる電流を測定した。

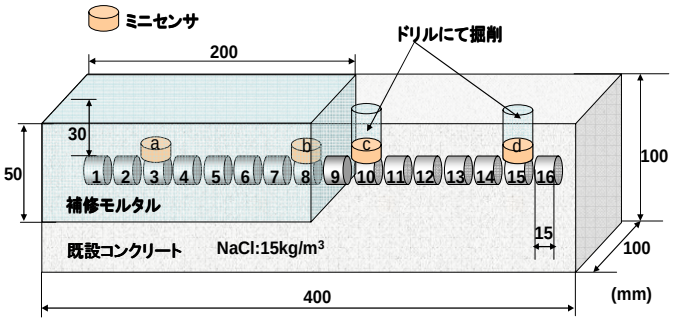

図 1：試験体概要

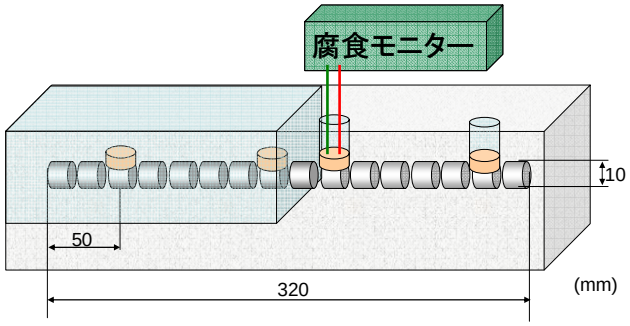

図 2：測定概要

キーワード　断面修復，防食効果，マクロセル，モニタリング，解析
連絡先　〒924-0838　石川県白山市八束穂３－１　地域防災環境科学研究所　TEL 076-248-1100

3. 解析手順

図 3 に示すとおり、既往の研究[2]を参考にマクロセル腐食電流密度を算出した。また、ミクロセル腐食電流密度は、式 1 を用いて算出した。さらに、両腐食電流密度を足し合わせて、総腐食電流密度を算出した。

$$I_{micro} = \frac{K}{R_{pi}} \qquad \text{式 1}$$

K=0.0209(V)　R_{pi}=分極抵抗(Ω･cm²)

4. 実験結果

4.1 測定結果

測定結果を表 1～3 に示す。これらによれば、電位、分極抵抗、およびミニセンサ間の液抵抗に関する測定値を得ることができた。

4.2 解析モデルへの測定値の代入

No.2 における測定値を解析モデルへ代入した例を図 4 に示す。

4.3 解析結果

総腐食電流密度を図 5 に示す。これによれば、総腐食電流密度の解析値は、打継目を境にして既設部で高いことが認められる。また、この結果は実測値と同傾向である。したがって、断面修復を行った後、既設部側で腐食が卓越している現象を解析できた。

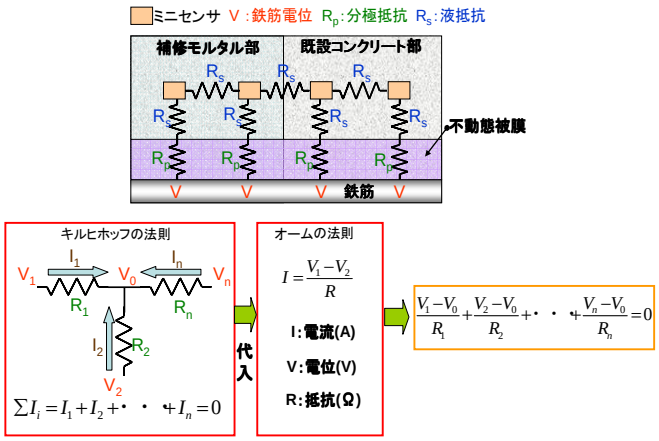

図 3：マクロセル腐食電流密度算出方法

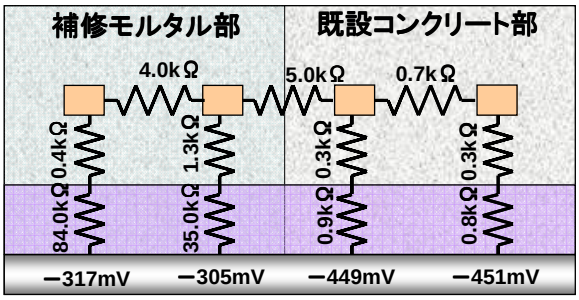

図 4：解析モデルへ代入した例(No.2)

5. まとめ

1. 断面修復後の防食効果をモニタリングする手法を開発できた。
2. 試験体に適用した結果、本研究で開発した手法による解析値は実測値と傾向が一致した。

参考文献

1) 下澤和幸・田村博・永山勝・山本祐子：コンクリート構造物の鉄筋腐食遠隔モニタリング,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.20,No2,pp.878-882,1998

2) 平石陽一・宮里心一・海野統彦・樋口豊志：桟橋上部工におけるマクロセル腐食速度の四季を通じた調査,土木学会第 59 回年次学術講演会,5－212,pp.421-422,2004

表 1：電位の測定値

電位(mV vs CSE)	ミニセンサ埋設位置			
	要素3	要素8	要素10	要素15
No.1	−403	−336	−371	−436
No.2	−317	−305	−449	−451

表 2：分極抵抗の測定値

分極抵抗(kΩ)	ミニセンサ埋設位置			
	要素3	要素8	要素10	要素15
No.1	3999.8	2499.9	1.2	0.5
No.2	84.0	35.0	0.9	0.8

表 3：ミニセンサ間の液抵抗の測定値

(kΩ)

	a	b	c	d
a		4.0	2.0	2.0
b	1.2		5.0	5.0
c	1.2	0.6		0.7
d	1.3	0.6	0.8	

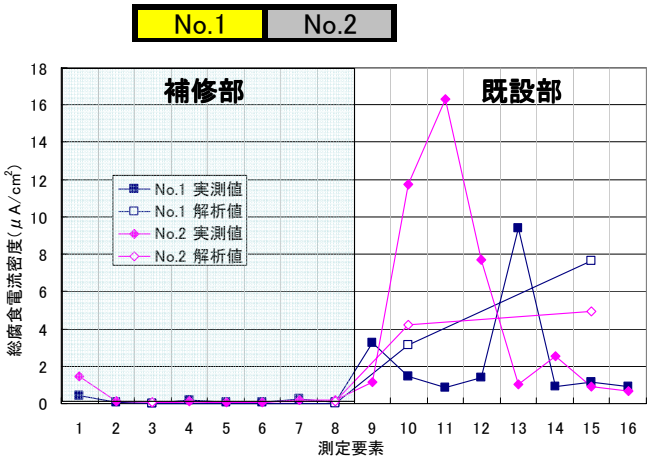

図 5：総腐食電流密度の分布