

断面修復材のポリマー含有率がマクロセル腐食に及ぼす影響

鹿児島大学 学生会員 ○陽川 昇平 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸 鹿児島大学大学院 正会員 審良 善和
 鹿児島大学大学院 正会員 小池 賢太郎 鹿児島大学大学院 学生会員 藤元 祐行
 鹿児島大学大学院 学生会員 濱田 泰行

1. はじめに

現在、塩害、中性化、アルカリ骨材反応などにより劣化したコンクリート構造物の補修工法として断面修復工法が多く用いられている。一般的には、防水性・遮塩性の向上が期待されるポリマーセメント系材料が断面修復材として使用される。しかし、図-1に示すように断面修復工法を施工することによって、既設コンクリート部がアノード、断面修復部がカソードとなるマクロセル腐食によって再劣化する事例が多々報告されている。このようにマクロセル腐食

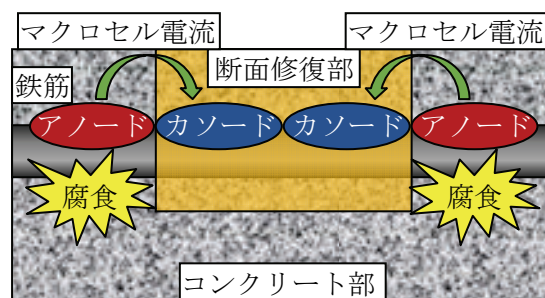


図-1 断面修復材による再劣化状況

表-1 コンクリートの示方配合

供試体名	Cl ⁻ 濃度 (kg/m ³)	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE減水剤 (%)
OPC	6	50	45	4	160	320	830	991	0.53

表-2 断面修復材の示方配合

供試体名	W/C (%)	S/C (%)	P/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
				W	C	P	S
OPCM	40	2	0	271	678	0	1356
5PCM			5	271	678	34	1322
7PCM			7	271	678	47	1309
10PCM			10	271	678	68	1288
20PCM			20	271	678	136	1220
30PCM			30	271	678	203	1153

では、既設コンクリート部と断面修復部を模擬した供試体を作製し、実環境に暴露した供試体のマクロセル腐食速度を測定することで、断面修復材のポリマー含有量または抵抗率がマクロセル腐食におよぼす影響を明確にすることを目的に実験的な検討を行った。

2. 実験概要

既設コンクリートを想定したコンクリートおよび断面修復材の配合を表-1、表-2に示す。コンクリートには、セメントとして普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）を用い、W/Cは50%とした。なお、あらかじめ塩化物イオン濃度が6kg/m³となるように練り混ぜ時に外割りで添加した。また、断面修復材はW/Cを40%とし、ポリマー含有量がマクロセル腐食におよぼす影響を確認するために、ポリマーセメント比（P/C）を0%、5%、7%、10%、20%、30%と変化させた。供試体の概要図を図-2に示す。断面修復材およびコンクリートの供試体寸法はともに縦100mm×横100mm×高さ100mmの立方体供試体であり、断面の中央にリード線を接続したφ13mmのみがき丸鋼を配筋した。また、鉄筋の端部はエポキシ樹脂により被覆し絶縁状態とした。なお、コンクリートおよび断面修復材の供試体は28日間の封緘養生を行った。室内に1年間保管した後に、一ヶ月屋外に暴露した。この供試体を用いて腐食電流密度の測定を行った。測定方法の概要図を図-3に示す。

コンクリートと断面修復材の供試体側面に導電性ゲル（CMC7%+カーボン粉末20%）を塗布しコンクリート面を導通させ、鉄筋はリード線を介し

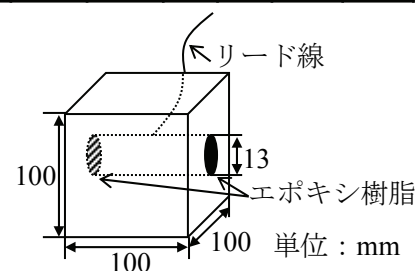


図-2 供試体概要図

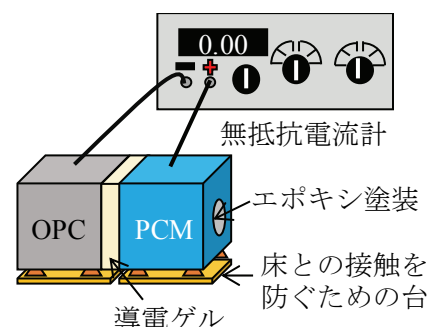


図-3 測定概要図

て電氣的に接続させた。電流量の計測は無抵抗電流計を用いて測定した。また、別途作製した $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用いて電気抵抗率 (100Hz) の測定も行った。

3. 試験結果

3.1 電気抵抗率

図-4 に P/C と電気抵抗率の関係を示す。P/C10%まではポリマーの含有量が増加するに伴い電気抵抗率が増加する傾向が確認された。しかし、それ以降は、電気抵抗率はほぼ一定の値となった。今回の結果からは、ポリマー無混入の抵抗率が $30\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ であるのに対し、P/C が 10%までの範囲において、P/C1%の増加に対して $40\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の増加となり、著しい抵抗率の増加が認められた。

3.2 腐食電流密度

表-3 に腐食電流密度測定時の断面修復材およびコンクリートの自然電位および有効電位差を示す。コンクリート部と断面修復材間の有効電位差は、若干ばらつきがあるが、およそ 200mV 前後であると推察された。ただし、P/C が最も高い 30PCM (P/C=30%) については、他に比べて高い値となった。

次に、0PCM (P/C=0%) の断面修復材を接続したときの腐食電流密度を 1 とした時の腐食電流密度比と P/C の関係を図-5 に示す。腐食電流密度比は、P/C10%を除き、P/C が増加するにしたがって減少する傾向が認められた。また、P/C20%および 30%の腐食電流密度比は、ほぼ同程度の値となった。このことから、ある程度 P/C を増加させた断面修復材を使用することでマクロセル腐食は抑制すると考えられる。

この腐食電流密度の低減は、表-3 に示した有効電位差が P/C30%を除きほぼ一定である条件下のため、腐食回路の極間抵抗となる分極抵抗および液抵抗の和の増大が影響していると推察される。ここで、コンクリート中の塩化物イオン濃度は一定であり、大きく変化するのは液抵抗成分となる。そこで、図-4 に示した電気抵抗率を用いて、オームの法則から腐食電流密度比を算出した。図-6 に本試験で得られた実測値と算出した計算値の相関を示す。10PCM (P/C=10%) を除いて、ある程度の相関が認められた。このことから、コンクリート部と断面修復部の導電性に大きな差が生じる状態になるが、抵抗率の高い断面修復材を用いたほうがマクロセル腐食を抑制させる効果的な方法になる可能性が示唆された。ただし、一般的に導電率の差異が少ない材料を選定するよう対策されること¹⁾、特異な電流を計測したケースがあったこと (10PCM)、および図-6 より実験値の腐食電流密度が大きい傾向にあることなどを詳細に検討することで、マクロセル腐食の抑制に有効な配合選定が可能になると考えられる。これについては今後の課題とする。

図-4 に P/C と電気抵抗率の関係を示す。P/C10%まではポリマーの含有量が増加するに伴い電気抵抗率が増加する傾向が確認された。しかし、それ以降は、電気抵抗率はほぼ一定の値となった。今回の結果からは、ポリマー無混入の抵抗率が $30\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ であるのに対し、P/C が 10%までの範囲において、P/C1%の増加に対して $40\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の増加となり、著しい抵抗率の増加が認められた。

4. まとめ

断面修復材の P/C を増加させることで抵抗率は増加し、この抵抗率の増加によりマクロセル腐食を抑制させる効果が認められた。よって、ポリマー含有率を上げることが効果的な方法になる可能性が示唆された。

参考文献 1) 土木学会：表面保護工法設計施工指針(案)工種別マニュアル編, No.119, pp.196-197, 2005.4

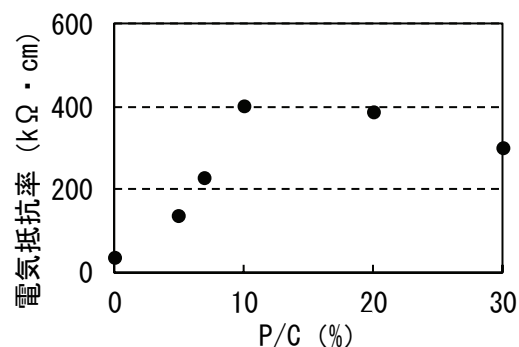


図-4 P/C と電気抵抗率の関係

表-3 自然電位と有効電位差

断面修復材	自然電位 (mV vs. CSE)		有効電位差 (mV)
	0PCM	OPC	
0PCM	-370	-580	210
5PCM	-440	-630	190
7PCM	-434	-620	186
10PCM	-400	-655	255
20PCM	-400	-593	193
30PCM	-234	-682	448

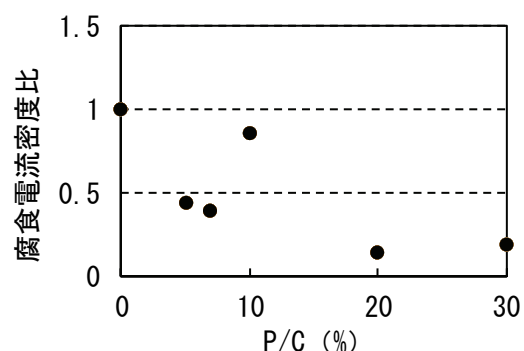


図-5 各 P/C の腐食電流密度比

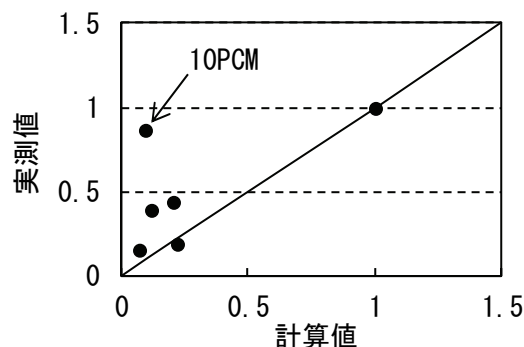


図-6 実測値と計算値の相関