

1.はじめに 塩害により劣化したRC構造物の耐久性回復のために断面修復工法などの補修工法が適用されてきたが、断面修復を行っても補修部近傍でマクロセル腐食による再劣化が生じることもあることが知られている。本研究では、塩害により劣化したRC部材を高流動コンクリートを用いて補修することを想定し、自然電位・分極抵抗を経時的に測定し、さらに一部供試体については鉄筋のはつりだしを行って腐食量の測定を行い、その耐久性状を評価した。

2.実験概要

2.1 使用材料および配合 使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。普通コンクリートは、W/C=60%、目標スランプを8cmとし、その上で混入CI量の異なる3種類(0, 2.75, 5.5kg/m³)の配合[NN,NA,NB]を用いた。一方高流動コンクリートは、普通コンクリートと同じW/C=60%およびこれより高強度であるW/C=45%の2種類[SL,SH]とし、所要の自己充填性を得るために目標スランプフローを65cmとした。

2.2 供試体の作成 図-1に示すように長さ70cmの鉄筋(D10)を2本、かぶり2cmとして配筋した10×10×80cmの角柱供試体を用い、1日目に補修材(Y)を中央部30cmに打設し、2日目に打継面をあらかじめ水で湿らせた後、基材(X1)・(X2)をその両端部各25cmに打継ぎ打設し、3日目に脱型した。作成した供試体の要因の一覧を表-3に示す。各要因につき供試体を2体ずつ作成し、脱型直後から塩分濃度3%(CI換算)の人工海水を毎日1回散水した。

2.3 測定項目 図-1に示す各測定位置において材令約160日の時点で自然電位(vs. Ag/AgCl:飽和塩化銀)および交流インピーダンス法(交流電圧±10mVp-p,周波数10Hz~10mHz)

による分極抵抗を測定した。なお、材令約160日の時点では打継ぎを行わず一種類のCI無混入コンクリートで一体成形した供試体では、W/C=60%の高流動コンクリートおよび普通コンクリートは鉄筋の自然電位が腐食領域に達しているが、W/C=45%の高流動コンクリートでは腐食領域には達していない。またこの時点で各種類2体の供試体のうちの1体を解体して中の鉄筋のはつりだし、JCI-SC1「コンクリート中の鉄筋の腐食評価方法」に準じ、腐食減量を求めた。

3.実験結果および考察

3.1 鉄筋腐食モニタリング 左右の基材ともにCIを2.75kg/m³および5.5kg/m³混入した普通コンクリート、補修材としてCIを含まない3種類のコンクリートを打継いだ供試体の材令約160日における自然電位、

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
石灰石微粉末	比重3.15、比表面積3260cm ² /g
細骨材	比重2.73、比表面積6770cm ² /g
粗骨材	川砂、比重2.57、吸水率1.80%、F.M. 2.63
AE減水剤**1	リグニンスルホン酸系
高性能AE減水剤**2	ポリアルキルカルボン酸エーテル系
AE助剤	と架橋ポリマーの複合体
AE助剤	陰イオン系界面活性剤

**1 普通コンクリートに使用

**2 高流動コンクリートに使用

表-2 配合

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						(高性能) AE減水剤* (C+Lp)×%	AE助剤 (C+Lp)×%
			W	C	Lp	S	G	NaCl		
NN	60	50.0				867		0	0.25	0.0053
NA		49.9	183	305	0	863	891	4.575		
NB		49.7				858		9.15		
SL	60	50.0	170	283	242	780	800	0	2.1~2.2	0.01
SH	45	50.1	174	387	138	783	800	0	2.2	0.01

*NN・NA・NBにはAE減水剤を、SL・SHには高性能AE減水剤を使用

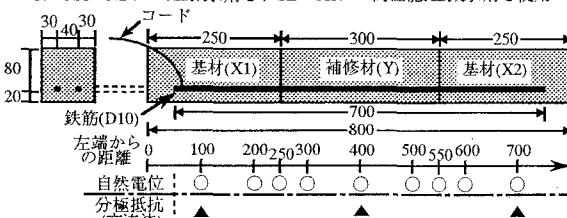


図-1 供試体の形状と測定位置 (単位:mm)

表-3 供試体要因一覧

名称	基材(X1)	補修材(Y)	基材(X2)
NA-SL-NA		SL	
NA-SH-NA	NA	SH	NA
NA-NN-NA		NN	
NB-SL-NB		SL	
NB-SH-NB	NB	SH	NB
NB-NN-NB		NN	

および分極抵抗と鉄筋の表面積の積の逆数である腐食速度指標を図-2に示す。左右の基材部の Cl^- 量が 2.75kg/m^3 の場合にはいずれの供試体も材令約 160 日の時点では基材部と補修部とで自然電位にあまり差が見られず、腐食速度指標もいずれの供試体のどの位置においてもあまり差が見られないことから、現時点では Cl^- 量が 2.75kg/m^3 である部材と補修材部との打継ぎ部近傍ではマクロセル腐食は生じていないと考えられる。一方、左右の基材部の Cl^- 量が 5.5kg/m^3 の場合は Cl^- 量が 2.75kg/m^3 の場合と異なり、自然電位の値は供試体によって差はあるもののすべての位置において腐食領域に達している。これは暴露開始時から同様の傾向が見られた。また材令約 160 日の時点での腐食速度指標は左右の基材部と補修材部よりもかなり大きくなった。補修材には Cl^- が混入されていないことや、腐食速度が基材部と補修材部とで相当な差があると考えられることから、 Cl^- 量が 5.5kg/m^3 である部材と補修材部との打継ぎ部近傍ではマクロセル腐食が発生していると考えられる。また、3 種類の補修材の中では、 $\text{W/C}=45\%$ の高流動コンクリートを用いた場合に、 $\text{W/C}=60\%$ の高流動コンクリートおよび普通コンクリートに比べて補修材部の腐食速度指標が若干小さいことから、現時点ではマクロセル腐食の抑制に最も効果があると思われる。

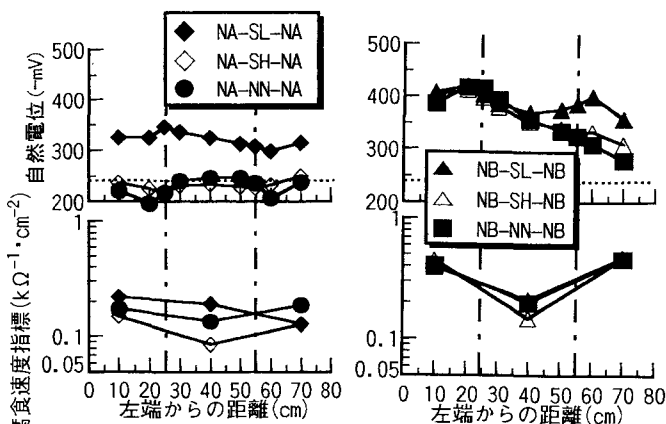


図-2 自然電位・腐食速度指標(左右の Cl^- が同一の場合)

3.2 腐食量の測定 材令約 160 日の時点で各供試体からはつりだした鉄筋の腐食減量を図-3に示す。はつりだした鉄筋を観察すると、 Cl^- を 5.5kg/m^3 混入した部材中の鉄筋は、他の部材中の鉄筋に比べて、特にかぶり方向に近い部分でかなり変色しており、かつ補修材部との打継ぎ面から約 10cm の区間で特に腐食が顕著に見られ、マクロセル腐食が生じているものと考えられる。一方、 Cl^- を 2.75kg/m^3 混入した部材と 3 種類の補修材を打継いだ供試体のいずれも腐食減量はほとんどなかった。また、3 種類の補修材の中では、 $\text{W/C}=45\%$ の高流動コンクリートを補修材として用いた場合に、 $\text{W/C}=60\%$ の高流動コンクリートあるいは普通コンクリートに比べて腐食減量が小さくなった。

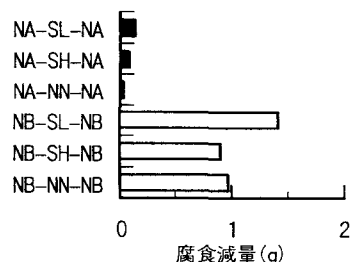


図-3 鉄筋の腐食減量

3.3 K 値の推定 分極抵抗の逆数である腐食速度指標を時間積分した腐食量指標と腐食減量とは (腐食減量) = $K \times$ (腐食量指標) という比例関係にあることから、矩形波電流分極法による分極抵抗から求めた腐食量指標と腐食減量との関係から K 値を推定し、その結果を表-4に示す。 Cl^- を 5.5kg/m^3 混入した部材と補修材を打継いだものは Cl^- を 2.75kg/m^3 混入した部材と補修材を打継いだものに比べて K 値が大きくなったが、これは Cl^- を 5.5kg/m^3 混入した部材と補修材を打継いだものはマクロセル腐食が発生していることに起因するものと考えられる。また本研究で推定された K 値は従来の研究¹⁾における K 値の範囲とほぼ一致している。

4. 結論 現時点において、 Cl^- 量が 2.75kg/m^3 である部材と補修材部との打継ぎ部近傍ではマクロセル腐食が発生していないが、 Cl^- 量が 5.5kg/m^3 である部材と補修材部との打継ぎ部近傍ではマクロセル腐食が発生していると考えられる。また、本研究で用いた 3 種類の補修材の中では $\text{W/C}=45\%$ の高流動コンクリートを用いた場合がマクロセル腐食の抑制に最も効果があると思われる。

参考文献 1) 腐食防食研究小委員会:鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向、コンクリート技術シリーズ 26、土木学会、1997.12

表-4 K 値の推定

名称	K 値(V)
NA-SL-NA	0.029
NA-SH-NA	0.020
NA-NN-NA	0.016
NB-SL-NB	0.066
NB-SH-NB	0.056
NB-NN-NB	0.060