

## 都市型廃棄物から製造したセメントを用いた鉄筋コンクリートの鉄筋腐食に関する基礎的研究

広島大学工学部	正会員	河合 研至
広島大学大学院	学生会員	松本 健一
太平洋セメント(株)	非会員	横山 滋

## 1. はじめに

原料の約 50%に都市ごみ焼却灰を用いて製造されるセメント(以下 EC)の実用化が達成され、2001 年 4 月から実機製造が開始されている。セメント中の塩素含有量が比較的少量である普通型 EC(塩素含有量は 500ppm 程度)についてはいくつかの研究報告から RC 材料への適用も示唆されている。本研究では実際に普通型 EC を使用した鉄筋コンクリートについて海水中浸漬と大気中暴露を繰り返し、自然電位ならびに分極抵抗測定により、鉄筋腐食の可能性に関して実験的検討を行った。

## 2. 実験概要

## 2.1 使用材料

セメントには EC としてそれぞれ製造時の目標塩素含有量を 500、700ppm としたもの(以下 E500、E700 と称す) また比較検討用として普通ポルトランドセメント(NC)を用いた。セメントの化学成分と鉱物組成を表-1、表-2 に示す。細骨材として風化花崗岩系山砂、粗骨材として流紋岩質砕石を使用した。また高性能 AE 減水剤としてポリカルボン酸系を使用した。

表-1 化学成分

名称	化学成分(%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	total
E500	17.1	7.94	4.36	61.4	1.80	3.74	0.24	0.02	0.054	96.6
E700	17.0	7.90	4.35	61.6	1.88	3.74	0.16	0.01	0.087	96.8
NC	20.8	5.02	2.92	64.9	1.18	1.95	R <sub>2</sub> O=0.64		0.003	97.4

表-2 鉱物組成

名称	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>3</sub> A
E500	52.2	9.6	13.3	13.7
E700	54.0	8.0	13.2	13.6
NC	62.5	12.5	8.9	8.4

## 2.2 供試体の作製

供試体は W/C=0.60、寸法 10×10×35cm のコンクリートとし、かぶり 30mm となるように D13 異形鉄筋を埋設した。コンクリートの配合を図-3 に示す。供試体および鉄筋の端部には全てエポキシ樹脂を塗布した。なお、NC を用いたコンクリートには比較検討用として塩素含有量を 700ppm(対セメント ppm)とするために練混ぜ水に塩化ナトリウムを溶解させた供試体(以下 NC700)も合わせて作製した。供試体の打設およびエポキシ樹脂による鉄筋の保護を行った後に 28 日間の水中養生を行った。

表-3 コンクリートの配合

名称	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
	W	C	s	G	Ad
NC	179	299	840	956	0.60
NC700	179	299	840	956	0.60
E500	179	299	840	956	0.75
E700	179	299	840	956	0.90

## 2.3 促進腐食試験および自然電位・分極抵抗の測定

養生終了後の供試体内部の鉄筋について促進腐食を行うために 3 日間の海水中浸漬と 4 日間の大気中への暴露を繰り返し、海水中浸漬終了後に銀塩化銀照合電極を用いた自然電位法による電位の測定ならびに分極抵抗法による腐食電流値の測定を行った。測定位置は供試体中央部ならびに両端部付近の計 3 箇所である。

キーワード：都市型廃棄物、塩素含有量、鉄筋腐食、自然電位

連絡先：〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 TEL 0824-24-7786

3. 実験結果および考察

各供試体中央部分における自然電位の経時変化を図-1 に示す。乾湿繰り返し 18 週における自然電位には大きな変動は見られず、いずれの供試体も-100mV 以上の卑なる値を示しており、腐食が開始していないことを表している。また、同時に測定を行った分極抵抗法による腐食電流値からも同様な結果が得られた。

NC についてはコンクリート中の鉄筋の腐食に影響を与える因子は海水の浸透による外来塩分のみである。したがって自然電位の値の変化は外来塩分による鉄筋腐食の開始を示唆するが、現段階においてはその傾向は確認されておらず、外来塩分が鉄筋に及ぼす影響が現れていない。

各供試体の自然電位の詳細値について NC と E500、E700 についての比較をそれぞれ図-2、図-3 に、NC700 と E700 とを比較したものを図-4 に示す。E500、E700 および NC700 については外来塩分とともに内在塩分の鉄筋腐食への影響が大きくなることが考えられた。鉄筋周囲に存在する細孔溶液中の塩化物イオン濃度は NC と比較して高いことが考えられるが、自然電位の値から判断すると、これらの内在塩分は腐食に大きな影響を及ぼしていないといえる。既往の研究<sup>1)</sup>において EC の内在塩分はフリーデル氏塩や C-S-H への硬化体へと固定され、硬化体細孔溶液中の[Cl<sup>-</sup>]/[OH<sup>-</sup>]が腐食限界値よりもはるかに低いことを鑑みれば、EC コンクリート内部において鉄筋が腐食しやすい環境となっていないことを表しているといえる。

E700 と NC700 を比較しても、自然電位の値に際立った相違は見られていない。塩分の存在形態は注水直後から異なることが予想されるが、現段階ではこれに見合った傾向は見られない。

今後さらに長期にわたって乾湿繰り返しを実施し、供試体によって自然電位の値が変化し始める時期に着目していく必要がある。

4. 結論

- 1) 都市型廃棄物を原料としたセメントを用いた鉄筋コンクリートについて乾湿繰り返しを行った結果、繰り返し初期での自然電位の値は卑なる値を示す。
- 2) 乾湿繰り返し初期の段階では都市型廃棄物を原料としたセメントならびに普通ポルトランドセメントを用いた供試体共に腐食は発生せず、前者のセメントに含まれる内在塩分の作用による腐食も起こらない。

【参考文献】1) 河合研至ほか、都市型廃棄物を利用したセメント水和物の塩素挙動、セメント・コンクリート論文集、No.54、pp.502-507 (2001)

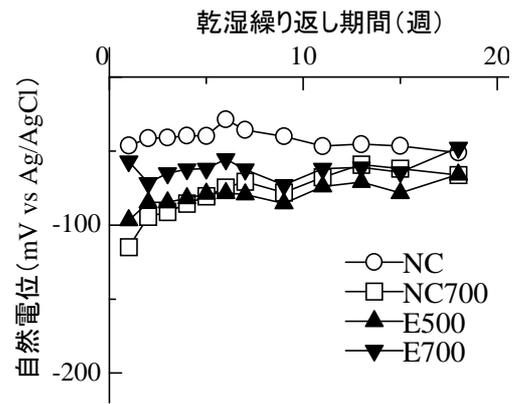


図-1 自然電位 (供試体中央部)

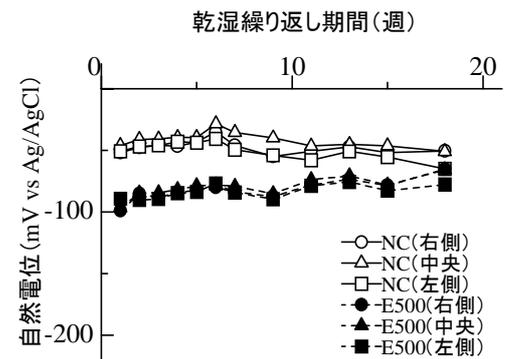


図-2 自然電位 (NC と E500)

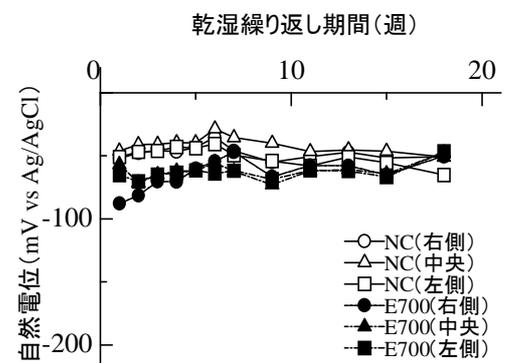


図-3 自然電位 (NC と E700)

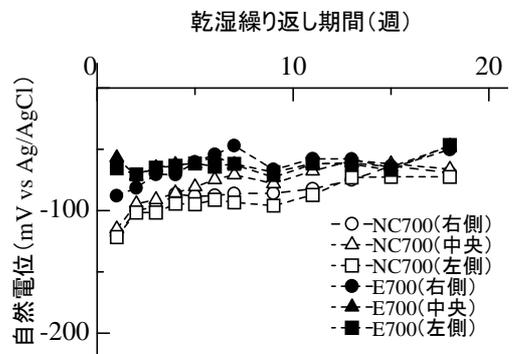


図-4 自然電位 (NC700 と E700)