

コンクリート中の鉄筋の自然電位分布性状に関する検討

鹿児島大学工学部 学生員 ○ 永山稔寛
同 上 正会員 武若耕司

1. まえがき

著者らはこれまで、コンクリート中の鉄筋腐食性状の非破壊検査方法として自然電位法を取上げて、その実用化を図るための検討を行って来ている。本研究は、その一環として一昨年より実施している実験であり、RCスラブ供試体を用いて鉄筋の腐食実験を行い、その際の鉄筋電位の2次元分布状況を詳細かつ長期的に測定し、さらにこの結果を多角的に処理することによって鉄筋の腐食性状と自然電位分布の相互関係あるいは電位の測定結果に及ぼす諸要因の影響について検討を行うものである。今回の報告はこの検討の第2回目の中間報告であり、腐食実験開始から40週目までの結果について示す。

2. 実験の概要

実験は、大別すると次の2つに分けられる。シリーズ(I)は単鉄筋のスラブ構造を対象としたものであり、この場合には、コンクリートの品質あるいは設計条件等の相違に伴う自然電位およびその分布状況の変化を把握し、鉄筋腐食性状との関連性を明確にすることを主な検討内容としている。シリーズ(II)は複鉄筋のスラブ構造を対象にしたものである。スラブのように比較的薄い部材が複鉄筋構造となっている場合には、上下の鉄筋が互いにそれぞれの鉄筋の電位の測定結果に影響を及ぼしあうことが懸念され、また両鉄筋間で新たにマクロ腐食セルを形成して腐食性状自体が単鉄筋の場合と異なる可能性もある。そこで、これらの点について明確にさせることが本シリーズの目的である。表-1は、これらの実験に対して選定した要因とその水準である。また表-2及び図-1はそれぞれ、作成した供試体の概要及び形状・寸法について示したものである。実験にあたっては、一部を除いて供試体に予め残留ひびわれ幅の最大値が0.1mm程度となるように曲げひびわれを導入し、その後、それぞれの供試体の引張面に6時間サイクルで毎分約4リットルの海水をシャワー状に散布させ鉄筋の腐食促進を図った。また、自然電位の測定には参照電極として飽和銀／塩化銀電極を用い、いずれの供試体についても引張側表面の10cm間隔、64か所の点で電位の測定を行った。

表-1 実験の要因と水準

シリーズ(I)		
要 因	水 準	
水セメント比(X)	40, 55, 70	
かぶり (cm)	2, 4	
初期混入塩分量(kg/m)	0, 3	
鉄筋間隔 (cm)	10, 15, 20	
シリーズ(II)		
要 因	水 準	
スラブ厚 (cm)	10, 15	
鉄筋接続の有無	有, 無	
圧縮鉄筋量/引張鉄筋量	10, 0.45	

表-2 実験供試体の概要

供試体 NO.	供試体の種類	塩分混入量 (kg/m)	水セメント比 (X)	圧縮強度 (kg/cm ²)	予備載荷荷重 (t)	残留ひびわれ幅 (mm)	散水開始時刻 (月)
						最大 平均	
シリーズ(I)	1 S15	-	55	32.0	7.0	100 .048	3.7
	2 S15	-	55	31.6	-	-	4.0
	3 S15	3	55	37.4	7.0	100 .045	3.0
	4 S15	3	55	36.0	-	-	3.0
	5 S15-4	-	55	34.6	4.5	.090 .041	3.7
	6 S15	-	40	45.7	6.0	.075 .036	3.5
	7 S15	-	70	25.1	7.0	.050 .028	3.5
	8 S10	-	55	31.4	9.5	100 .034	4.7
	9 S20	-	55	32.6	8.0	100 .038	3.5
シリーズ(II)	10 DS10	-	55	34.6	7.0	.070 .031	4.2
	11 DS10	-	55	34.8	7.0	100 .033	4.2
	12 DS6	-	55	33.0	7.0	100 .050	4.2
	13 DS6	-	55	40.4	7.0	100 .041	3.8
	14 DS13	-	55	37.6	19.0	150 .045	4.0
	15 DS13	-	55	37.2	19.0	150 .048	4.0

注) シリーズ(II)の供試体について
NO. 10, 12, 14: 上下の鉄筋を開放状態のまま海水散布
NO. 11, 13, 15: 上下の鉄筋を短絡させた状態で海水散布

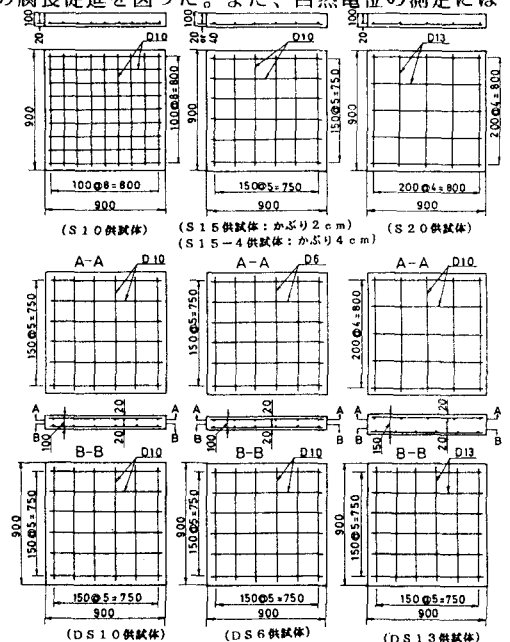
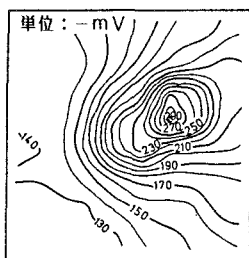
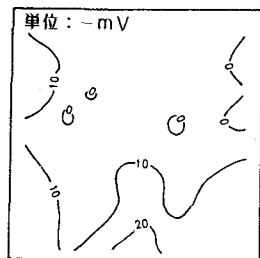


図-1 実験供試体の形状及び寸法



(a) NO. 5 (海水散布40週) (b) NO. 8 (海水散布40週)

図-2 コンクリート表面の自然電位分布図の一例

3. 実験結果と考察

図-2には、単鉄筋スラブ供試体で鉄筋腐食の予想される場合とされない場合について、コンクリート表面の電位分布図の代表的な一例を示した。この例からも明らかなように、鉄筋が腐食していると予想されるNO.8の供試体には明確なマクロ腐食セルの形成が確認でき、一方、腐食の兆しのみられないNO.5の供試体では電位の高低差も見られずまた、その値もNO.8と比較して大幅に貴の値を示しており、電位分布の測定によって鉄筋腐食の有無を明確に把握出来ることがわかる。

図-3は、NO.8の供試体と同様にマクロ腐食セルの形成が認められる供試体について図-2中に示すように電位の最卑位置から最貴位置に至る直線を引き、この直線部の電位勾配の変曲点の値を示したものである。この電位はマクロ腐食セルにおけるアノード領域とカソード領域の境界の電位に近い値を示すものと思われ、この結果から、鉄筋の腐食領域がほぼ-200mV~-250mV(Ag/AgCl基準)よりも卑な領域として推定できることがわかる。図-4は上記の結果をもとにして供試体表面に占める推定腐食域の割合について示したものである。また、図-5は電位の最卑値と最貴値の差を示したものであるが、これらの結果は、アノード/カソード面積比あるいはマクロ腐食セルの起電圧等、鉄筋の腐食速度あるいは腐食量を推定するためのパラメーターとなる。

図-6は複鉄筋構造において圧縮鉄筋と引張鉄筋を電氣的に短絡した状態で海水散布した供試体における自然電位の測定結果の一例であり、図-7はこのような供試体において両鉄筋間に流れる電流量の測定結果である。これらの結果は、

両鉄筋間での腐食セルの形成の可能性を示唆するとともに、電位の分極によって測定値がそのまま腐食性状を反映しない可能性のあることを示している。

<参考文献>

1) 武若, 小林他「コンクリート中の鉄筋腐食性状の非破壊検査方法に関する実験的検討」土木学会年次学術講演会講演概要集, 1986

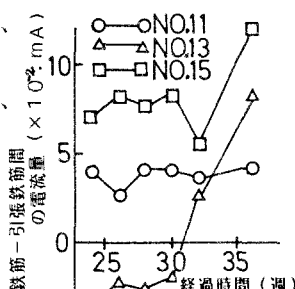


図-7 短絡供試体において圧縮鉄筋-引張鉄筋間に流れる電流量

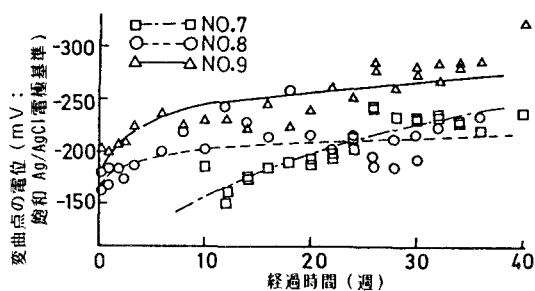


図-3 電位勾配の変曲点電位の経時変化

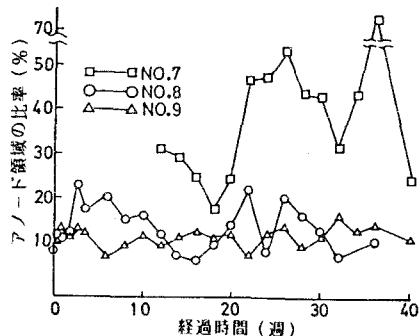


図-4 供試体表面積に占めるアノード面積の割合

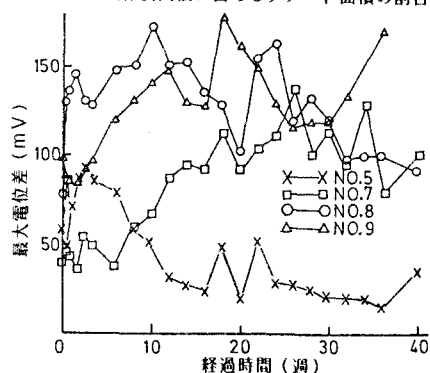


図-5 各供試体における最大電位差の経時変化

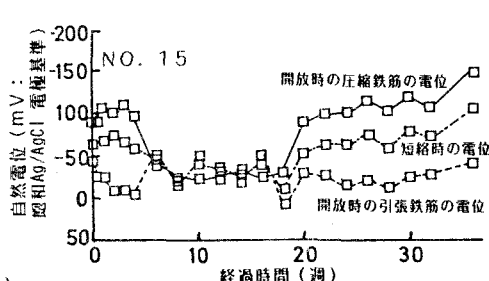


図-6 圧縮鉄筋と引張鉄筋を電氣的に短絡した供試体における自然電位の測定結果の例 (開放時の電位とは測定時に一時的に両鉄筋を電氣的に開放状態として測定した電位)