

# 異なる暴露条件下での電気防食による鉄筋性状の変化とその計測方法の相違についての考察

早稲田大学 学生会員 實盛 明日香  
 (株)ピーエス三菱 正会員 青山 敏幸  
 早稲田大学 正会員 関 博

## 1. はじめに

鉄筋腐食の非破壊調査法に、自然電位法や分極抵抗法に代表される電気化学的方法がある。これらは、鉄筋腐食が電子やイオンなどの電荷の移動を伴う電気化学的な現象であることを利用して、鉄筋の腐食状態を診断しようとするものである。しかし、その計測方法や計測結果の評価方法など、明確に規準化されているとは言い難い現状にある。

そこで本研究は、鉄筋コンクリート供試体を用いて、自然電位、分極抵抗、コンクリート比抵抗の計測を異なる方法でおこない、計測結果の相違を検討した。また、電食により腐食させた供試体を異なる暴露条件で電気防食をおこない、鉄筋性状の変化についても考察した。

## 2. 実験概要

供試体の形状と寸法を図-1に示す。

### 2.1 自然電位の計測

〔暴露条件の相違〕

- 条件1：供試体の表面に湿布を覆いかぶせ計測した。
- 条件2：供試体を水中に24時間浸漬し、水中に浸漬したまま計測した。

〔計測面の相違〕

供試体3面を湿布し、各面の自然電位を計測した。

### 2.2 分極抵抗の計測

〔計測方法の相違〕

直流法と交流インピーダンス法の2方法で計測した。

〔暴露条件の相違〕

乾燥状態と湿潤状態の異なる暴露条件で計測した。ただし、計測法は直流法を用いた。

### 2.3 コンクリート比抵抗の計測

〔計測方法の相違〕

直流法と交流インピーダンス法の2方法で計測した。

〔暴露条件の相違〕

乾燥状態と湿潤状態の異なる暴露条件で計測した。ただし、計測法は交流インピーダンス法を用いた。

### 2.4 電気防食の概要

電食により腐食させた供試体を用いて、異なる暴露条件（乾燥状態と湿潤状態）で一週間外部電源方式による電気防食を行い、カソード分極曲線を求めた。

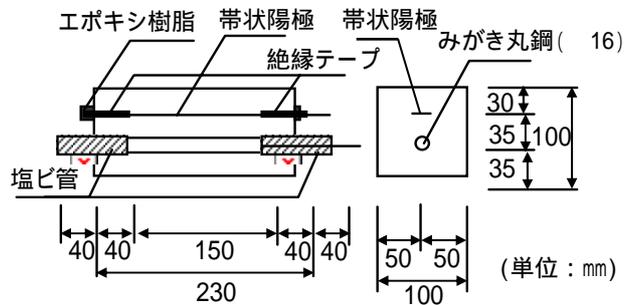


図-1 供試体の形状と寸法

## 3. 実験結果と考察

表-1 異なる暴露条件下の自然電位

W/C (%)	NaCl (kg/m <sup>3</sup> )	自然電位 (mV vs. Ag/AgCl)	
		条件1(湿布)	条件2(水中)
37	7.5	-79	-88
	15	-124	-220
53	7.5	-239	-249
	15	-260	-371

表-2 異なる測定面の自然電位

W/C (%)	NaCl (kg/m <sup>3</sup> )	自然電位 (mV vs. Ag/AgCl)		
		左面	上面	右面
37	7.5	-72	-79	-84
	15	-126	-124	-129
53	7.5	-244	-239	-238
	15	-264	-260	-257

表-3 異なる計測法による分極抵抗

W/C (%)	NaCl (kg/m <sup>3</sup> )	直流法			交流インピーダンス法		
		自然電位 (mV vs. Ag/AgCl)	分極抵抗 (k $\Omega$ )	面積考慮の分極抵抗 (k $\Omega \cdot \text{cm}^2$ )	自然電位 (mV vs. Ag/AgCl)	分極抵抗 (k $\Omega$ )	面積考慮の分極抵抗 (k $\Omega \cdot \text{cm}^2$ )
37	7.5	-141	16.4	1230	-136	29.0	350
		-152	16.0	1200	-148	25.7	309
		-171	10.9	821	-164	14.6	177
53		-167	11.4	851	-168	14.7	177

キーワード 電気防食, 計測方法, 暴露方法

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL: 03-5286-3407 FAX: 03-3208-8749

表-4 異なる暴露条件下の分極抵抗

W/C (%)	NaCl (kg/m <sup>3</sup> )	暴露条件	自然電位 (mV)	分極抵抗 (Ω)	面積考慮の分極抵抗 (Ω·cm <sup>2</sup> )
37	7.5	乾燥	-145	281	21100
		湿潤	-186	208	15600
乾燥		-346	108	8130	
湿潤		-343	93	7000	

表-5 異なる計測法によるコンクリート抵抗と比抵抗

W/C (%)	直流法		交流インピーダンス法	
	コンクリート抵抗 (kΩ)	コンクリート比抵抗 (kΩ·cm)	コンクリート抵抗 (kΩ)	コンクリート比抵抗 (kΩ·cm)
37	0.63	76	0.86	3.54
	0.73	88	1.03	4.23
53	1.27	153	1.16	4.77
	1.17	141	1.05	4.32

表-6 異なる暴露条件下のコンクリート抵抗と比抵抗

W/C (%)	暴露条件	コンクリート抵抗 (kΩ)	コンクリート比抵抗 (kΩ·cm)
37	乾燥	1.85	7.59
	湿潤	1.29	5.30
53	乾燥	1.56	6.43
	湿潤	1.12	4.59

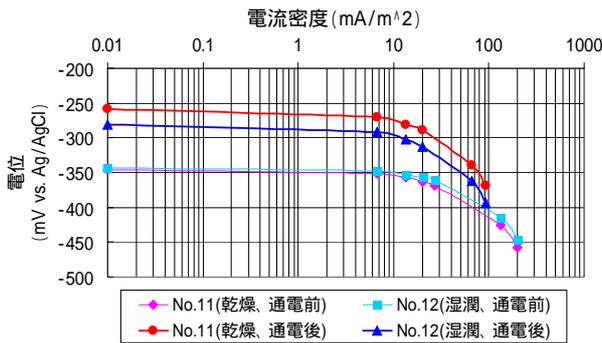


図-2 電気防食前後のカソード分極曲線

### 3.1 自然電位の計測

表-1 より条件 2 (水中に浸漬したまま計測) の方が、卑になる傾向にあることがわかる。これは、水中に浸漬した供試体には酸素が不足し、カソード還元反応が難しく、電子が鉄筋内に残されたままの状態となり、電位が卑になったものと考えられる。また、表-2 より測定面による大きな相違は見られなかった。

### 3.2 分極抵抗の計測

表-3 より、分極抵抗は交流インピーダンス法の方が大きくなったが、測定面積を考慮した分極抵抗(分極抵抗と測定面積 A との積)は直流法の方が大きくなった。これは、分極抵抗から測定面積を考慮した

分極抵抗に変換する際に用いる測定面積のとり方に原因があると考えられる。交流インピーダンス法は、センター対極(CCE)とガード対極(GCE)の2重対極センサーによりコンクリート中の鉄筋を同時に分極し、センター対極に流れる電流のみを計測することによって被測定面積(分極範囲)を限定している。それに対し、直流法は、分極範囲を明確にすることが難しく、本実験では鉄筋の全表面積を被測定面積として用いた。また、表-4 より湿潤状態にある供試体の方が分極抵抗が小さくなった。これは、湿潤状態の方が湿度が高く、錆の生成に必要な酸素と水分が十分にあり、腐食速度の大きい環境にあるためと考えられる。

### 3.3 コンクリート比抵抗の計測

表-5 より、比抵抗において直流法と交流インピーダンス法とで大きな差がみられた。これは、コンクリート抵抗から比抵抗へ変換する際に用いる測定面積や測定間距離のとりかたに原因があると考えられる。また、表-6 より、湿潤状態にある供試体の方が、比抵抗が小さくなった。このことから、コンクリート含水率の高い湿潤状態の方が、比抵抗が小さく腐食電流が流れやすいことがわかる。

### 3.4 電気防食

図-2 から、電気防食により電位は貴変しており、電防の効果が見られる。また、電気防食を行うと分極しやすくなることがわかる。

### 4.まとめ

自然電位は水中で計測した方が卑になった。また、分極抵抗と比抵抗は測定面積のとりかたにより、直流法と交流インピーダンス法で大きな違いがあった。

### 参考文献

- 1) 小林一輔編集、小林豊治、米澤敏男、出頭圭三共著：鉄筋腐食の診断、コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ 3、森北出版、pp.80-108、1993.5
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の電気防食法研究委員会報告書、pp.3-15、1994.10
- 3) 土木学会：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 - コンクリート委員会腐食防食小委員会報告 -、コンクリート技術シリーズ 26、pp.130-145