

V-161

中性化と内部塩分による鉄筋腐食に対するライニング補修効果

ジェール西日本コンサルタンツ 正会員 北後 征雄
 鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一
 鉄道総合技術研究所 正会員 井上 寛美
 西日本鉄道旅客鉄道 正会員 神野 嘉希

1. はじめに

鉄筋腐食に対する補修法として、ライニング補修が一般的に用いられている。しかし、既往の研究によれば、中性化が鉄筋近傍まで進行していたり、コンクリート中に塩分が含まれている場合には、補修の効果が期待できない場合のあることが示されている¹⁾。本論では、上記のような補修効果の把握が自然電位、分極抵抗等の測定により可能であることを暴露試験により検討した。

2. 試験の概要

(1) 供試体の製作

試験に用いた供試体を図1および表1に示す。コンクリートには、普通ポルトランドセメント、細骨材（酒匂川産）、粗骨材（大月市初狩産、 $G_{max}=10\text{ mm}$ ）およびA E減水剤を用いた。供試体の水セメント比は70%で、単位セメント量は247 kgとした。また、供試体には、塩化物イオン量が 2 kg/m^3 となるように食塩を添加した。鉄筋には $\phi 9\text{ mm}$ のみがき丸鋼（SS 41）を用いた。

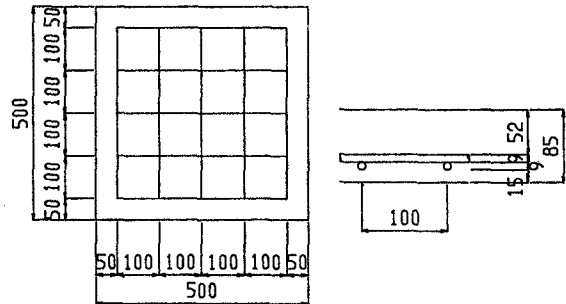


図1 供試体の概要

(2) 試験方法

供試体製作後、材齢2日まで湿潤養生を施し、材齢5日まで気中養生を行った。その後、供試体を促進中性化槽に存置し、10、20mmの中性化深さを与えた。促進中性化の条件は炭酸ガス濃度10%、温度30℃、湿度60%とした。中性化深さは同時に製作・養生したダミー供試体により管理した。促進中性化後、一部の供試体にはライニング補修を行った。補修材にはエポキシ樹脂を用いた。塗装は実構造物の補修を想定し、鉄筋に近い面および側面のみとした。以上の供試体は、塗装面が下面となるように屋外暴露した。暴露期間中は、1週に3～4回程度の散水を行った。

表1 供試体一覧

供試体 No.	促進中性化 深さ (mm)	ライニング 補修の有無
1	20	無
2	0	有
3	10	
4	20	

暴露期間中、適宜に自然電位、FRA (Frequency Response Analyzer) によるACインピーダンス測定を行った。測定には、松岡²⁾らが開発した二重のリング状対極と中央の照合電極を一体化した電極（ $\phi 65\text{ mm}$ ）を用いたが、既往のデータとの比較のため、二重対極の機能は用いなかった。照合電極には飽和塩化銀電極を用いた。

3. 自然電位

自然電位の経時変化を図2に示す。ライニング補修を施さないNo.1供試体については、自然電位の測定を供試体の両面（下面かぶり=15mm、上面かぶり=52mm）について行った。ライニング補修した供試体は、上面のみ測定した。測定結果より、①No.1供試体では、下面で測定した自然電位が上面よりやや卑であること、②ライニング補修した供試体では、促進化中性化深さが小さいほど、貴な電位を示すこ

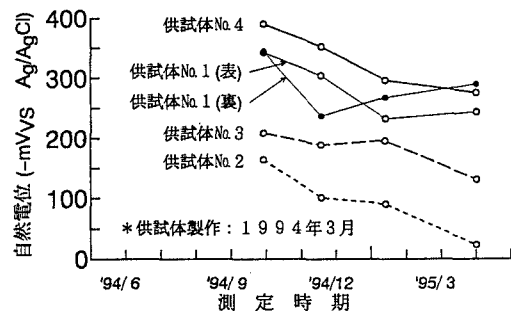


図2 自然電位の経時変化

と、③20mmの中性化深さを与えた供試体（No.1 とNo.4）

では、ライニング補修の有無が自然電位の値に影響を与えていないこと等がわかる。

4. ACインピーダンス測定

表2および図3に各供試体の中央付近で測定したAC

表2 ACインピーダンス測定結果

供試体 No.	1994.9 測定		1995.1 測定	
	R_s (k Ω)	R_p (k Ω)	R_s (k Ω)	R_p (k Ω)
1	0.6	0.3	0.7	0.2
2	1.3	3.2	1.6	5.6
3	—	—	1.7	1.0
4	—	—	2.8	0.5

インピーダンスの結果を示す。ライニング補修を施さない供試体No.1および中性化深さ20mmでライニング補修した供試体No.4のBode線図はほぼ直線であり、Cole-Coleプロットは位相差も小さいため、つぶれた半円の軌跡を示している。なお、高周波側の半円は、測定電極自体のインピーダンスと考えられる。分極抵抗 R_p は他の供試体よりも値が小さく、中性化深さが鉄筋位置程度にまで進行した場合には、補修の効果が小さいという実験結果と定性的に符合した。

促進中性化深さ10mmとした供試体No.3の分極抵抗 R_p は、No.1あるいはNo.4の R_p よりやや大きかった。

促進中性化を行わずにライニング補修した供試体No.2の分極抵抗 R_p は、インピーダンスを低周波側1mHzまで測定したが、低周波側の台地が表れず、正確には把握できなかった。しかしながら、Cole-Coleプロットから推定した分極抵抗 R_p の値は、全供試体中で最も大きく、経時的にも増加傾向にあった。このように R_p が大きいのは、促進中性化を行わなかったことによるのか、ライニング補修の効果によるのかは現段階で判断としない。今後の課題と考えている。

5. まとめ

コンクリート中に塩分を含み、促進中性化の後、ライニング補修した供試体の暴露試験結果をまとめると、下記のようなのである。

- ① 鉄筋位置程度まで促進中性化させた場合には、ライニング補修の効果が小さいという実験結果と定性的に符合した。
- ② 促進中性化を行わずにライニング補修した供試体の分極抵抗 R_p は、全供試体中で最も大きかった。

〔謝 辞〕本研究の実施に際しては、日本材料学会「コンクリートのひび割れ補修に関する基礎的調査研究委員会（委員長：京都大学教授 藤井 学）の委員各位に御指導頂いた。ここに記し、感謝の意を表する。

〔参考文献〕

- 1) 小林茂広, 宮川豊章, 菊池保孝, 北後征雄：複合要因による鉄筋腐食と補修方法の検討, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15, No.1, 1993
- 2) Matsuoka, K., Kihira, H., Ito, S. and Murata, T : Development of a Corrosion Monitoring System for Reinforcing Bars in Concrete. R&D Activities at Nippon Steel, Annual Report 1987

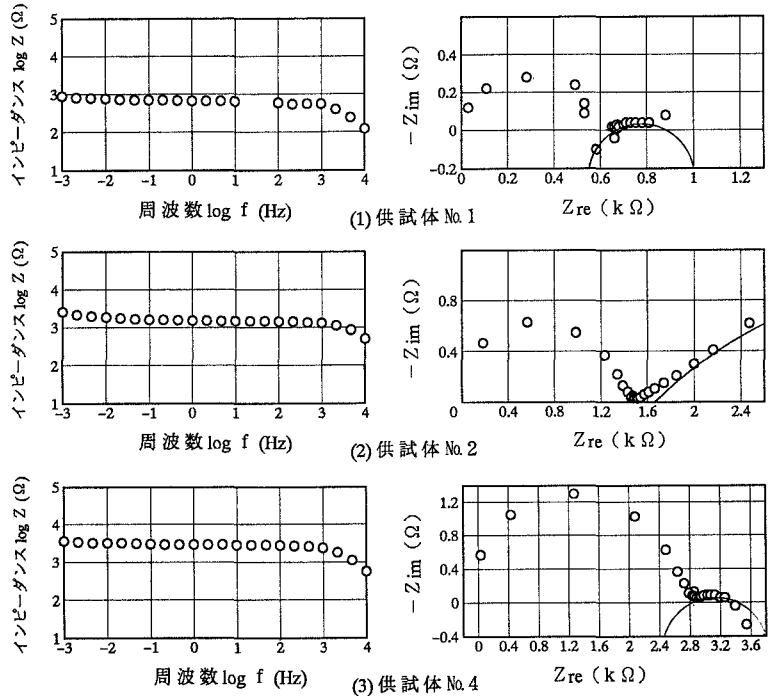


図3 Bode線図およびCole-Coleプロット