

京都大学 学生員 ○多田 達弥
 京都大学 正会員 高谷 哲

JR 西日本 正会員 近藤 拓也
 京都大学 正会員 山本 貴士
 京都大学 フェロー 宮川 豊章

1. 目的

塩分を含むコンクリート中で PC 鋼材が腐食することはよく知られている。しかし、PC 鋼より線は PC 素線の集合体であるため、表面積が大きく、断面に隙間を有し、PC 鋼棒と比較して腐食形態が複雑であることが考えられる。PC 鋼より線に対する電気化学的測定の有効性について松塚ら¹⁾が検討しているが、腐食速度については詳細に検討されていない。そのため、グラウト中の PC 鋼より線における腐食の進行傾向を把握するため、モルタル中に Cl⁻を混入させた供試体を作製し、一定期間暴露後に解体調査を実施したので報告する。

2. 実験概要

供試体の概形を図-1に示す。長さ 600mm の PC 鋼材に 100×100×400mm のモルタルを打設した。PC 鋼材は PC 鋼棒（丸棒 B 種 1 号 SBPR φ13mm）および PC 鋼より線（SWPR7BL7 本より φ12.7mm）を用いた。鋼材張出し部はブチルテープで防錆処理を行った。モルタルの配合を表-1に示す。乾燥ひび割れを防ぐため、グラウトではなくモルタルを使用した。Cl⁻はセメント質量に対して 0, 1, 2, 3%混入し、細骨材と質量置換した。減水剤は 1970 年代のグラウトに使用されたものとした。なお、1 要因につき 3 体の供試体を作製した。

供試体は恒温室内にて湿潤状態で保管し、4 週間毎に PC 鋼材の自然電位、分極抵抗およびコンクリート比抵抗の測定を行った。測定に用いたセンサーの照合電極は飽和塩化銀照合電極を使用した。解体は打設から 3, 6, 12 カ月後に行った。PC 鋼材をモルタルからはつり出し、腐食面積を測定した後に、JCI-SC1 に基づいて腐食生成物を除去し、質量を測定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 電気化学的測定結果

各塩化物イオン量のモルタルにおける分極抵抗の経時変化を図-2に示す。材齢初期はいずれのモルタルにおいても腐食速度大の領域を示したが、材齢約 100 日以降は腐食速度小の領域付近で推移した。材齢 300 日以降は一部で安定領域を示した。また、塩化物イオンの混入量が多いほど、分極抵抗の値は小さい傾向を示した。なお、同図は PC 鋼棒の場合であるが、PC 鋼より線でも同様の傾向が得られた。

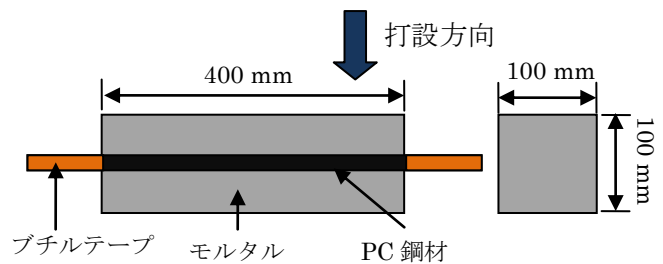


図-1 供試体の概形

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)			減水剤 (cc/m ³)
	水	セメント	細骨材	
40	214	536	1607	1339

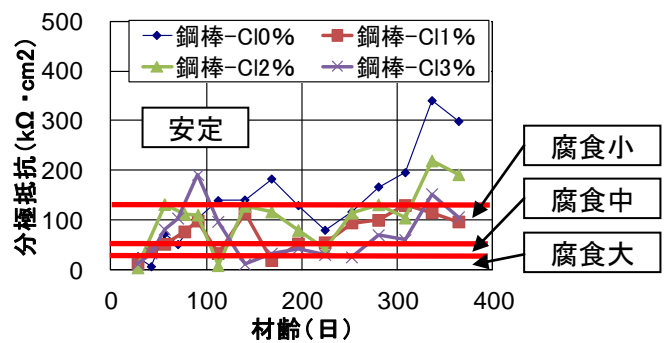


図-2 分極抵抗の経時変化

各塩化物イオン量でのモルタル比抵抗の経時変化を図-3に示す。材齢初期は腐食可能性大の領域を示し、材齢100日以降で不確定領域の境界付近で推移するなど、分極抵抗と同様な傾向を示した。なお、同図はPC鋼棒の場合であるが、PC鋼より線でも同様の傾向が得られた。したがって、電気化学的測定結果より、モルタルを打設した初期にPC鋼材の腐食が進行しやすく、その後は安定すると考えられる。この原因として、材齢初期はモルタルの水和反応が不完全で、進行している状態にあることと、供試体を湿潤状態で保管したが、経時的に鋼材周囲でやや含水率が低下していった可能性が考えられる。

3. 2 腐食面積率

各暴露期間におけるPC鋼棒の腐食面積率を図-4に示す。Cl⁻0%の供試体以外は暴露3カ月で7%程度の腐食面積が生じた。その後、Cl⁻1%の供試体では、腐食面積率の増加傾向は緩やかであるが、Cl⁻2, 3%の供試体では暴露12カ月で大きく腐食面積率が増加した。各暴露期間におけるPC鋼より線の腐食面積率を図-5に示す。腐食面積率は、全体的にPC鋼棒よりも小さいが、同様の増加傾向を示した。腐食面積率に差が生じた理由は、筆者らが腐食性状について検討した結果²⁾より、PC鋼棒は全面的に腐食が生じやすいが、PC鋼より線はより合わせ部に沿って腐食が集中する傾向にあることが一因と考えられる。

なお、質量減少率に関してもPC鋼棒およびPC鋼より線ともに、腐食面積率と同様であり、いずれの塩化物イオン濃度の供試体も暴露3カ月でやや質量が減少し、塩化物イオン濃度が2%以上の供試体では、その後も質量減少が進行する結果が得られた。しかし、質量減少率に関してはPC鋼棒よりもPC鋼より線の方がやや大きい傾向を示した。これはPC鋼より線において、腐食がより合わせ部に集中することにより、質量減少が進行しやすい可能性が考えられる。以上より、PC鋼材の種類に関わらず、電気化学的測定結果は同様の傾向が得られるが、腐食形態の違いから腐食面積および質量減少などの腐食速度に差が生じる可能性があると考えられる。

4. まとめ

- 1) PC鋼材の腐食はモルタルの材齢初期に進行しやすく、その後は緩やかとなるが、塩化物イオン量が多い場合には材齢に関わらず腐食が進行する。
- 2) 電気化学的測定結果が同等でも、PC鋼材の種類による腐食形態の違いから、腐食速度に差が生じる可能性があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 松塚忠政ら：塩分を含むコンクリート中のPC鋼より線の腐食評価に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.919～924，2005。
- 2) 多田達弥ら：塩分を含むモルタル中に埋め込まれたPC鋼材の種類による腐食形態に関する検討，土木学会年次講演集，Vol.66，V-234，pp.467～468，2011。

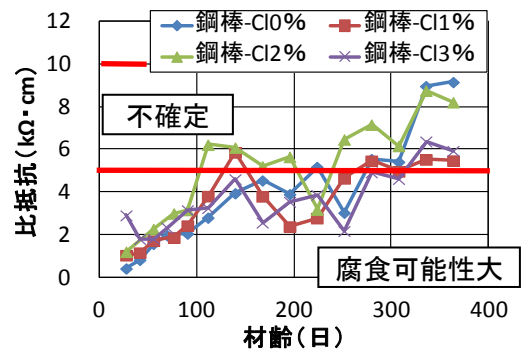


図-3 モルタル比抵抗の経時変化

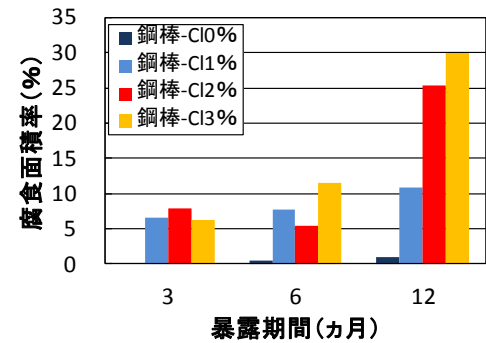


図-4 PC鋼棒の腐食面積率

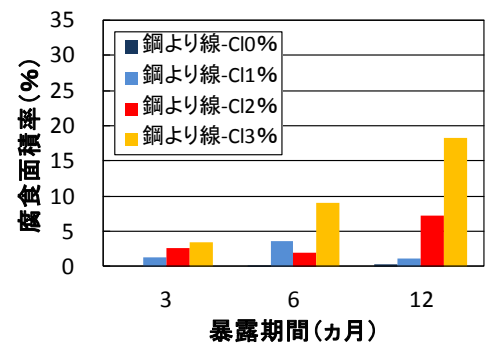


図-5 PC鋼より線の腐食面積率