

LiNO<sub>2</sub>を用いた PC グラウト未充てん部の補修方法に関する実験的検討

(株)ピーエス三菱 正会員 鴨谷知繁 (株)ピーエス三菱 正会員 青山敏幸  
 (株)ピーエス三菱 正会員 石井浩司 新日鐵高炉セメント(株) 堀 健治  
 神戸大学大学院 正会員 森川英典

1. はじめに

ポストテンション方式の構造物において、PC 鋼材は PC グラウトで腐食から保護されている。しかし、PC グラウトの性能不足、施工時のトラブルなど、何らかの理由によりその充てんが不十分であった事例が報告されている<sup>1)</sup>。さらに凍結防止剤を散布する地域においては、塩化物イオンが未充てん部に侵入し、PC 鋼材が腐食すること、最悪の場合には PC 鋼材が破断することなどが危惧されている。本研究は、PC グラウト未充てん部に塩化物イオンが浸透することにより PC 鋼材が腐食した場合を想定し、電気化学的測定を行い、その補修の方法について検討したものである。

2. 実験概要

使用した PC グラウトは、早強ポルトランドセメントと高粘性グラウト混和剤を使用し、水セメント比を 45%として製造した。PC 鋼材の代替え鋼材としてφ13mm みがき丸鋼材を用い、電気化学的測定ができるように鋼材の一端にリード線を設置し試験片とした。試験体の概要図を図-1 に示す。試験体には鋼材電位測定用の計測孔、分極抵抗測定用の対極を設置した。実験要因は、鋼材の腐食程度と補修の方法とし、それを表-1 に示す。鋼材の腐食は、室内環境に試験片を放置し 3 回/日の頻度で 5%NaCl 水溶液を散布することで発生させ、さらに散布期間を変化させることにより図-2 に示すように腐食程度を変化させた。補修は防錆剤の一種である LiNO<sub>2</sub>を用いた水溶液中に一定期間の浸漬後、LiNO<sub>2</sub> 含有グラウトを注入する方法、および、水溶液に浸漬せず直接 LiNO<sub>2</sub> 含有グラウトを注入する方法とした。なお、表-1 に示すように PC グラウト中の LiNO<sub>2</sub> 量を変化させてその影響を検討した。試験体は、材齢約 60 日で PC 鋼材の腐食を促進する目的で約 30℃、80%R.H.の試験槽に入れ試験を開始した。

測定項目は、自然電位と直流法による分極抵抗(掃引速度 5mV~10mV/min)である。なお、本報告に示した測定結果は試験槽設置 1 週間後のものである。

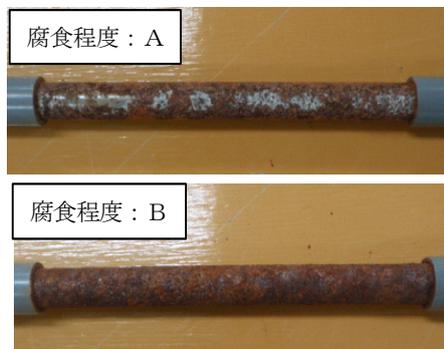


図-2 試験片の腐食状況

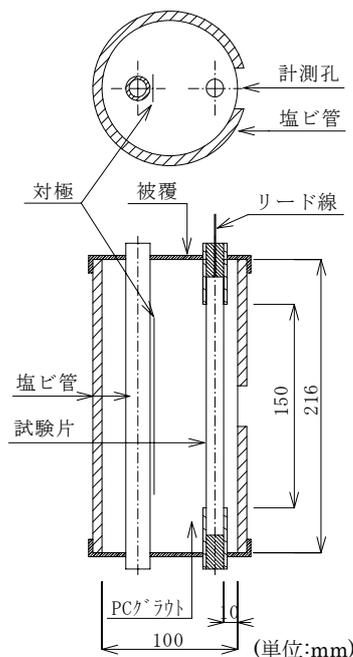


図-1 試験体の概要図

表-1 実験要因

腐食程度※	補修の方法	
	①LiNO <sub>2</sub> 水溶液浸漬 NO <sub>2</sub> 濃度	②PC <sup>®</sup> ラウト充てん NO <sub>2</sub> 添加量
無	無	0kg/m <sup>3</sup>
A		0kg/m <sup>3</sup>
		6kg/m <sup>3</sup>
B		9kg/m <sup>3</sup>
		0kg/m <sup>3</sup>
		6kg/m <sup>3</sup>
		9kg/m <sup>3</sup>
		6.5% (4日浸漬)

補修は①→②の順で行った

※腐食程度 A : 腐食重量減13.278mg/m<sup>2</sup>

※腐食程度 B : 腐食重量減43.383mg/m<sup>2</sup>

キーワード PC 鋼材 PC グラウト 未充てん 凍結防止 腐食

連絡先 〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24 晴海センタービル (株) ピーエス三菱 技術本部技術部 TEL03-6385-8054

### 3. 実験結果および考察

#### (1) LiNO<sub>2</sub> 水溶液中の鋼材電位

図-3 に LiNO<sub>2</sub> 水溶液中に腐食程度 : B の試験片を浸漬した時の鋼材電位の経時変化を示す。

一般的に腐食した鋼材を LiNO<sub>2</sub> 水溶液に浸漬した場合、鋼材電位が貴に移行することが知られている<sup>2)</sup>。本実験においても同様な傾向を示しており、さらに貴に移行する速度が LiNO<sub>2</sub> 水溶液濃度に依存する傾向が認められた。これは鋼材を不動態化させるに必要な NO<sub>2</sub><sup>-</sup> イオンが錆層をとおり鋼材表面に蓄積する時間が浸漬する LiNO<sub>2</sub> 水溶液濃度が濃い程、短いことに起因するものと考えられる。

#### (2) 補修の方法と腐食抑制効果

補修抑制効果の指標として分極抵抗を測定し、その結果を補修の方法と関連づけて図-4 に示す。また、表-2 に CEB による分極抵抗値による腐食速度の判定基準を示す<sup>3)</sup>。

腐食させていない鋼材に通常の PC グラウトを充てんした場合の分極抵抗は 1450kΩ cm<sup>2</sup> と非常に大きいですが、腐食程度の A, B になると、それぞれ 140 kΩ cm<sup>2</sup>, 40 kΩ cm<sup>2</sup> と小さい傾向を示した。この結果は腐食した鋼材に通常の PC グラウトを充てんしたとしても鋼材腐食を抑制することは期待出来ない可能性があることを示すものである。

一方、PC グラウトに LiNO<sub>2</sub> を混入させた場合には、腐食程度 : A の試験片では 6kg/m<sup>3</sup> の混入量で分極抵抗が大きく増加し不動態状態まで改善した。しかし、腐食程度 : B の試験片では混入量とともに大きくなる傾向は認められるが、腐食程度 : A の試験片に認められた大きな変化は認められず、低～高程度の腐食速度と判定された。しかし、PC グラウト充てん前に試験片を LiNO<sub>2</sub> 水溶液に浸漬させた場合には非常に大きな変化が認められ不動態状態まで改善された。

PC 鋼材の腐食を考えた場合、補修後の早期に腐食抑制効果が発揮されることが望ましい。したがって PC 鋼材の腐食程度に応じた、補修の方法 (LiNO<sub>2</sub> 含有グラウトのみ、または、LiNO<sub>2</sub> 水溶液浸漬+LiNO<sub>2</sub> 含有グラウト)、および LiNO<sub>2</sub> 混入量または濃度を選定する必要があると考えられた。

#### 参考文献

- 1)上東 泰 : PC 橋の維持管理, プレストレストコンクリート, Vol.45, No.1, p.p.64-71, 2003
- 2) 柘田佳寛 : 防せい剤, コンクリート工学, Vol.26, No.3, p.p.80-90, 1988
- 3) コンクリート工学協会 : コンクリート診断技術 [基礎編], p163, 2001

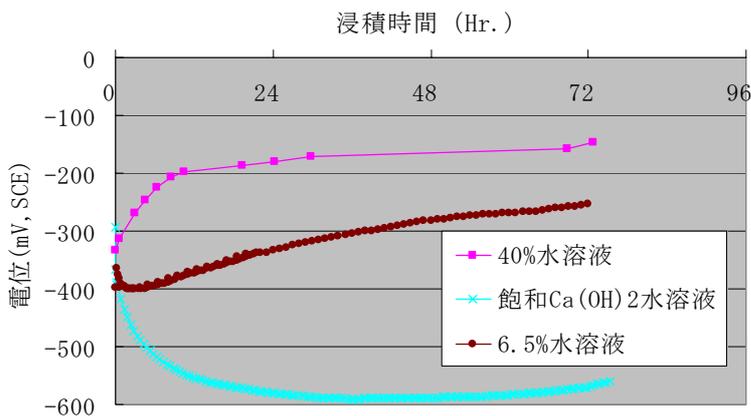


図-3 LiNO<sub>2</sub> 水溶液中の鋼材電位の経時変化

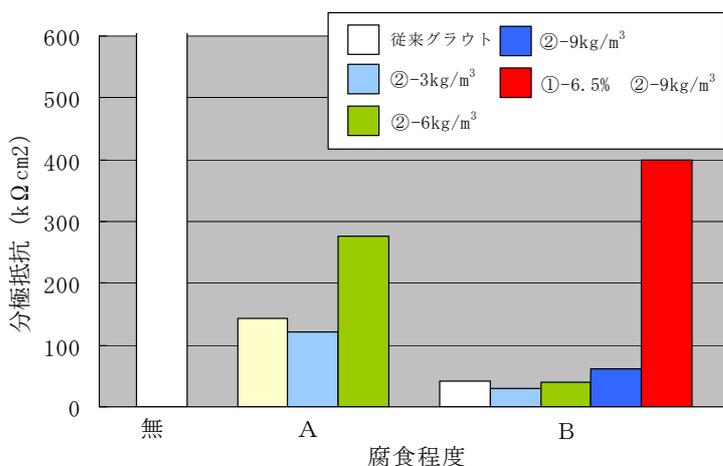


図-4 補修の方法と分極抵抗の関係

表-2 CEB による腐食速度の判定基準<sup>3)</sup>

腐食速度の判定	分極抵抗 (kΩ cm <sup>2</sup> )
不動態状態 (腐食無し)	130～260より大
低～中程度の腐食速度	52以上 130以下
中～高程度の腐食速度	26以上 52以下
激しい、高い腐食速度	26未満