

グラウトにより防食された PC 鋼材の腐食特性

日本道路公団 正会員 ○青木 圭一
 (株)富士ピー・エス フェロー 菅野 昇孝
 (株)日本ピーエス 正会員 原 幹夫

1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下 PC）構造物のポストテンション方式 PC 鋼材の防食は、シース中にセメント系グラウト材（以下グラウト）を充填する方法が用いられてきた。近年、グラウトの充填不足に起因した PC 鋼材の腐食損傷事例が発生しており、これを契機に、充填率向上のための材料開発や施工方法・管理方法の確立などグラウトに関する種々の研究が行われ、グラウトによる PC 鋼材の防食性能は格段に向上してきている。しかし、現在でもグラウト充填度の非破壊検査方法は確立されておらず、わずかではあるがシースの蛇腹のリブ部や下り勾配部分に空隙が残存する可能性も残されている。また、現場条件や施工方法によっては、シース中にグラウトが充填される以前に PC 鋼材の発錆が生じることも考えられる。

そこで、本研究では、シース内の空隙と PC 鋼材の初期錆びに着目し、部分モデル試験体を作製して暴露および微弱電流の通電による腐食促進試験を実施し、PC 鋼材の腐食特性に及ぼす影響について検討した。

2. 試験概要

表-1 に試験体の種類を示す。試験体は、空隙の影響については 12S15.2 および 19S15.2 PC 鋼より線を、初期錆びの影響については 19S15.2 PC 鋼より線を対象とした実物大切り出しモデルである。試験体記号の冒頭のアルファベットは、「B」が空隙、「C」が初期錆びを表し、「-」の後の数字は、「B」は「1」がリブ部に気泡がある場合、「2」がシース内に空隙があるもの、「C」は「1」が錆び無し、「2」が軽微な錆び、「3」が激しい錆びを表す。なお、B-2 シリーズは、PC 鋼材が空隙中に露出した状態である。

試験体の形状および試験方法を図-1 に示す。グラウト硬化後にグラウト中に埋設した銅板と PC 鋼材間に 5V[1]の直流電流を 80 日間通電し、PC 鋼材の錆びの進行状況を確認するとともに、自然電位および分極抵抗値を測定して腐食の可能性の評価および PC 鋼材の侵食度を推定した。

表-1 供試体の種類

試験体番号	試験条件	通電条件	観測条件
B-1-1	リブ内の空気	通電による腐食促進	通電期間終了後観測
B-1-2			
B-1-3		暴露（非通電）	
B-1-4			
B-2-1	シース内の空洞	通電による腐食促進	腐食状況の目視観測
B-2-2			
B-2-3		暴露（非通電）	
B-2-4			
C-1-1	P C 鋼材に 錆びなし	通電による腐食促進	自然電位、分極抵抗測定
C-1-2		暴露（非通電）	腐食状況の目視観測
C-1-3			自然電位、分極抵抗測定
C-2-1	P C 鋼材に 軽微な錆び	通電による腐食促進	自然電位、分極抵抗測定
C-2-2		暴露（非通電）	腐食状況の目視観測
C-2-3			自然電位、分極抵抗測定
C-3-1	P C 鋼材に 激しい錆び	通電による腐食促進	自然電位、分極抵抗測定
C-3-2		暴露（非通電）	腐食状況の目視観測
C-3-3			自然電位、分極抵抗測定

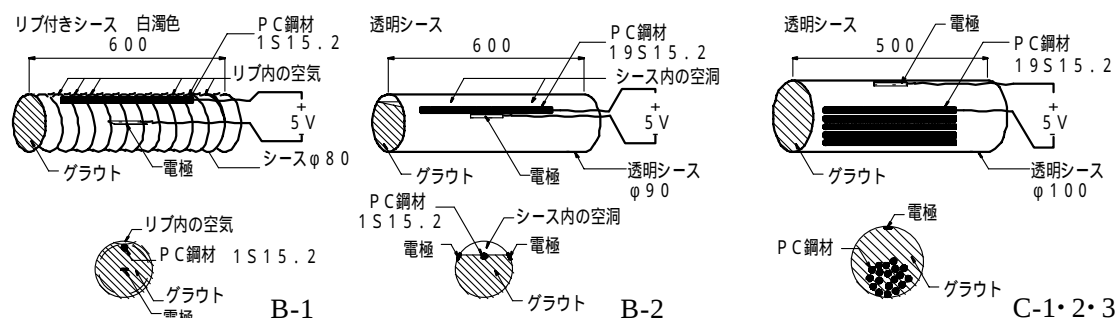


図-1 供試体の形状および試験方法

キーワード：グラウト，PC 鋼材，電食，腐食特性，自然電位，分極抵抗

連絡先：〒420-0857 静岡県静岡市御幸町 11-30, エクセルワード静岡ビル 14F 日本道路公団静岡建設局 054-272-4913

3. シース内の空隙が及ぼす影響

B 群の試験体製作中にシース内に結露が生じたため、通電前に軽微な錆びが発生していた。この錆びは、B-2 試験体の空隙に PC 鋼材が露出している部分において若干の進行が認められた。これは、空隙内の残存酸素の消費によるものと思われ、暴露および通電により若干進行した。なお、錆びの進行度は、暴露（非通電）試験体より通電試験体の方が大きかったが、通電 80 日後に試験体を解体した結果、錆びの進行は PC 鋼材が露出している部分のみであり、激しい錆びの状態には至っていなかった。写真-1 に B-2 シリーズの発錆状況を示す。また、B-1 シリーズにおいても、リップ内の気泡が連続し PC 鋼材に及んでいる箇所では同様の傾向が見られたが、錆びの程度は軽微なものであり、気泡が独立している箇所での発錆は認められなかった。

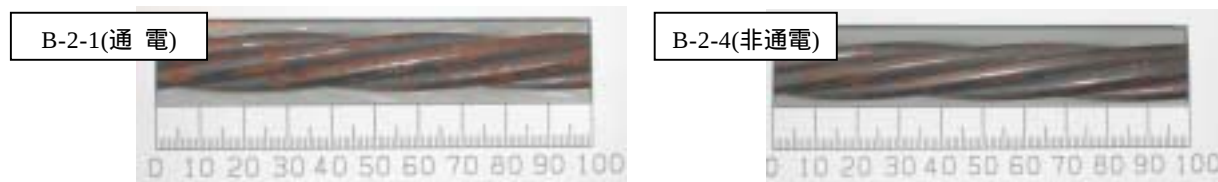


写真-1 シース内の空隙による発錆状況

4. 初期錆びが及ぼす影響

グラウト材令 3.5～4 か月後に試験体を解体し、PC 鋼材の発錆状況を目視確認した。錆び無し、軽微な錆びおよび激しい錆びのいずれについても、通電の有無に関わらず顕著な錆びの進行は認められなかった。写真-2 に、錆び無し試験体解体後の状況を示す。自然電位と分極抵抗値の計測結果を図-2 に示す。自然電位は、ほぼ -200mV (vs CSE) より貴な値となり、ASTM C876 基準[2]による「90%以上の確率で腐食が生じていない」という判定結果となった。また、分極抵抗値の計測から、CEB 基準[3]による 100 年経過後の PC 鋼材の侵食量は 0.1mm 程度以下となり、PC 鋼材断面積の減量割合は 2%程度と推定された。



写真-2 錆無し試験体解体後の状況

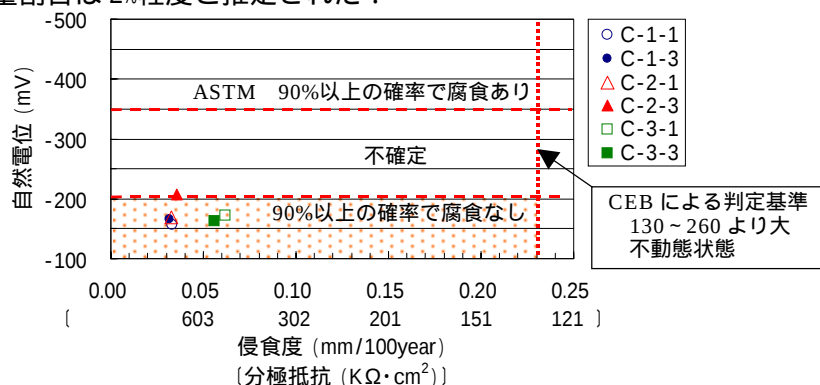


図-2 自然電位と分極抵抗

5. まとめ

暴露および通電による腐食促進試験により、ポリエチレンや塩ビ製のシースで密閉され、グラウトにより防食された PC 鋼材の腐食特性を把握した。得られた知見をまとめると以下のとおりになる。

- (1) PC 鋼材がグラウトで被服された状態では、錆は発生せず、グラウト充填前に生じる初期錆びもその後の錆びの進行に影響しない。
- (2) リップ部に空隙が存在する場合でも、PC 鋼材がグラウトにより被服された状態であれば、錆びは発生しない。
- (3) PC 鋼材がシース内の空隙中に露出している部分では、空隙中の残存酸素が消費される程度まで錆びが進行する。錆びの進行度や耐久性に与える影響など、さらに定量的な確認を行っていく必要がある。

最後に、池田尚治横浜国立大学名誉教授、ならびに宮川豊章京都大学大学院教授には終始貴重な御助言を賜わり、試験遂行に御尽力を頂いたことを付記し、深謝の意を表します。

参考文献

- [1] コンクリート工学ハンドブック：近藤泰夫、坂静雄 監修，朝倉書店，pp.438-440，1967
- [2] ASTM C876-91：Standard Test Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing in Concrete，1991
- [3] CEB Working Party V/4.1:Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures Affected by Reinforcement Corrosion(draft), BBRI-CSTC-WTCB,Dec.1977