

# 鋼材腐食による PC 構造部材のプレストレスの長期変化

市民工学専攻 韓 政陽  
指導教員 三木 朋広

## 1. 研究背景・目的

PC 構造物はプレストレスの導入により高い耐荷性能・耐久性を有するが、長期供用環境下では乾燥収縮・クリープ・鋼材腐食等によりプレストレスが徐々に低下し、部材性能が時間とともに変化することが知られている。特に塩害やグラウト未充填により鋼材が露出した場合、開口部周辺で局所的な腐食が進行しやすく、鋼材断面欠損や付着劣化を伴う損傷に発展する可能性がある。腐食が進展すればプレストレスの伝達状態が変化し、部材内部の応力再配分やひずみ集中を引き起こすことが懸念される。

そこで本研究では、腐食発生時期（早期/遅延）および腐食量（10%/20%）を変化させた 4 種類の PC 梁供試体（健全、早期 20%、遅延 10%、遅延 20%）を対象に、腐食前・腐食中・腐食後の長期ひずみを連続計測し、クリープと腐食がプレストレス挙動に与える相互作用を明らかにすることを目的とした。梁側面に開口部を設け電気化学腐食により断面欠損を導入し、開口部近傍から遠方まで複数ゲージの時系列データを分析することで、(1)腐食進行に伴うひずみ変化、(2)腐食導入時期の違いによる挙動差、(3)腐食率による局所的応力再配分および影響範囲の定量化を試みる。

## 2. 実験概要

本研究では、腐食発生時期および腐食率の違いが PC 鋼材の長期ひずみ挙動に及ぼす影響を把握することを目的として、開口部を設けた PC 梁供試体を対象に、温度補正を含む長期ひずみ計測を行った。供試体は、健全（腐食なし）、早期腐食 20%、遅延腐食 10%、遅延腐食 20%の計 4 体とした。コンクリート配合は表 1 に示めし、試験体全体図は図 1 に示している。腐食試験では、梁側面に幅約 120×120 mm 程度の開口部を設け、露出した PC 鋼材に対して電食により断面欠損を導入した。腐食条件は電流と

表 1 コンクリート配合表

呼び強度 (N/mm <sup>2</sup> )	Gmax (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	Air(%)	s/a (%)	単用量(kg/m <sup>3</sup> )				
						水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	混和剤 (Ad)
30	20	4.6	48	3.0	45.3	175	365	787	949	1022



図 1 試験体全体図

通電時間により制御し、腐食率 10%、20%を目標とした。また腐食導入時期は、プレストレス導入後すぐに腐食を進行させる「早期腐食」と、約 3 か月間クリープによる応力緩和を経て腐食を導入する「遅延腐食」に分類した。図 2 に腐食実験概要を示している。

ひずみ計測にはコンクリート表面に貼付したひずみ



図 2 腐食実験概要

ゲージを用い、開口部中心を 0 mm とし、100 mm 間隔で最大 1200 mm 位置まで計 14~16 点の測定点を配置した。測定は腐食前の保持期間、腐食通電期間、および腐食後長期保持期間にわたり連続的に実施し、軸方向ひずみおよび開口部周辺の局所応答を記録した。得られたデータに対して温度補正を行い、腐食進行に伴うひずみ変化、クリープによる時間依存挙動、腐食導入位置からの影響範囲、腐食率および導入時期の違いによる応答差について比較・分析を行った。

## 3. 実験結果・考察

### (1) プレストレスの保持率について

健全供試体では計測期間を通じて保持率は 98~100%と高い値を示し、緩やかな低下傾向に留まった。一方、腐食供試体では保持率の低下が確認され、早期腐食 20%供試体では腐食導入以降に保持率が徐々に低下し、最終的には約 96%となった。遅延腐食 10%および 20%供試体では低下量は 1.3~1.9%程度であり、健全供試体に比べて緩やかな減少を示した。これらの結果より、腐食

によるプレストレス損失量には導入時期および腐食率が影響し、腐食が作用する期間が長い場合には保持率の減少が累積的に進行する傾向が確認された。

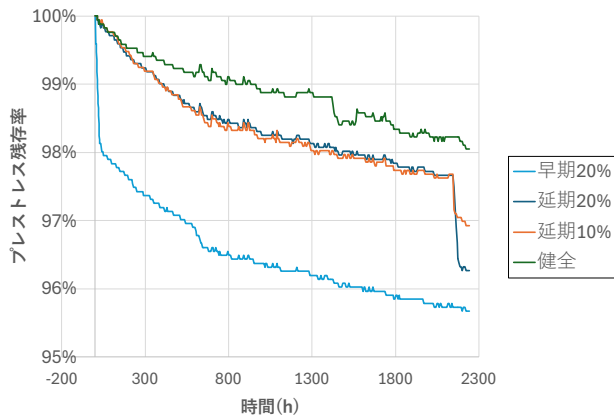


図 2 プレストレス保持率の推移

### (2)腐食量の比較

本研究では、腐食量の違いが軸方向ひずみ挙動に及ぼす影響を明らかにするため、遅延腐食 10%供試体、遅延腐食 20%供試体および健全供試体を比較した(図 3)。その結果、腐食導入前の期間では、すべての供試体において軸方向ひずみが時間の経過とともに圧縮側へ

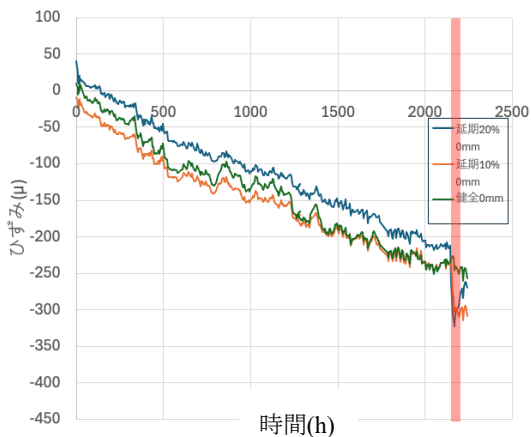


図 3 延期と健全供試体 0mm におけるひずみ変化

増加し、主としてクリープおよび乾燥収縮に支配された挙動を示した。一方、健全供試体では初期プレストレスが小さいことに起因して、ひずみの進行量が相対的に小さい傾向が確認された。

腐食段階に着目すると、腐食供試体では開口部近傍においてひずみ挙動に明確な変化が生じ、腐食量の増加に伴いその変化量が大きくなった。特に遅延腐食 20% 供試体では、遅延腐食 10% 供試体と比較して圧縮ひずみの増加量が大きく、腐食量の違いが局所的なひずみ集中の程度に直接反映されることが示された。以上より、腐食量は、腐食段階中の局所的なひずみ変化量および

腐食後のひずみ進行を支配する主要な要因であることが明らかとなった。

### (3) 腐食開始時期の比較

腐食率を 20% に統一したうえで、腐食導入時期の違いがひずみ挙動に及ぼす影響を検討するため、早期腐食 20% 供試体および遅延腐食 20% 供試体を比較した(図 4)。その結果、腐食導入後の挙動に着目すると、開口部近傍において両供試体ともに圧縮側へのひずみ変化が生じたが、腐食段階中に生じる増分ひずみ量そのものには大きな差は認められなかった。このことから、同一腐食率条件下では、腐食段階中の短期的なひずみ変化量は腐食導入時期に大きく依存せず、主として腐食率により支配されることが示された。

以上より、腐食導入時期の違いは、腐食前に進行したクリープを通じて腐食開始時点のひずみ初期状態を変化させる。一方、腐食段階中の増分ひずみ量そのものには大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。

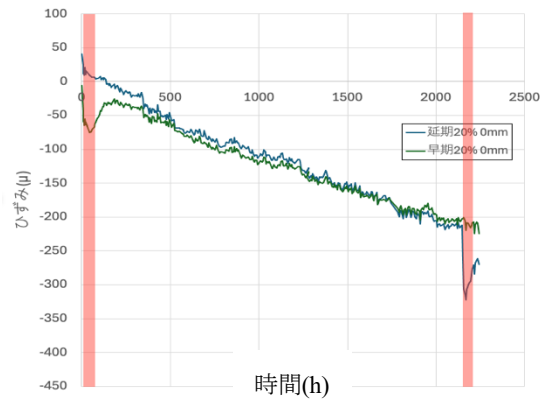


図 4 早期と延期 20% 供試体 0mm におけるひずみ変化

## 4. 結論

PC 梁の長期挙動は、(1)腐食開始前に進行するクリープによって規定される初期ひずみ状態と、(2)腐食進行によって開口部近傍に生じる局所的なひずみ変化が重なり合うことで決定されることが示された。特に、腐食量が大きい場合や腐食が早期に導入された場合には、これらの影響が長期間にわたって累積し、プレストレス残存率およびひずみ挙動に顕著な差をもたらすことが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) 玉置一清, 三加崇, 浅井洋: 2 径間 PRC 梁のクリープおよび収縮による長期挙動に関する実験的研究, 三井住友建設技術研究所報告 第 4 号。