

断面内の鋼材腐食性状を変化させた PC はりの破壊実験

山梨大学大学院 学生会員 ○柴山 大明
 山梨大学大学院 正会員 斉藤 成彦
 山梨大学大学院 正会員 佐藤 賢之介

1. はじめに

近年、塩害により鋼材腐食の生じたプレストレストコンクリート (PC) 構造物に対し、その現有性能を定量的に把握するための健全性評価手法の確立が急務となっている。既往の研究¹⁾で、PC 鋼材を腐食させた試験体の耐荷力や破壊形態の変化について実験的に検討を行ってきた。

本研究では、断面内に 2 本の PC 鋼材を配置した試験体を対象に、電食により腐食させた上で載荷試験を行い、耐荷挙動の詳細な検討を行った。

2. 腐食促進試験

2.1 試験体概要

本研究に用いた試験体の概要を図-1 に示す。試験体は、上部から 190mm の位置に PC 鋼より線 (φ 12.7mm) を 2 本配置したポストテンション方式 PC はりである。また、スターラップを配置するため、上部 (圧縮側) に鉄筋 (D6)、下部 (引張側) に木材 (φ 10) を計 4 本配置し、鉄筋およびスターラップは試験体端部の定着具とともに合成樹脂塗料を塗ることによって絶縁を行った。

試験体の種類は、鋼材を腐食させない健全な試験体を S、断面に 2 本配置される PC 鋼材の片側 1 本のスパン中央 100mm を電食により局所腐食させた試験体を A シリーズ、鋼材 2 本のスパン中央 100mm を局所腐食させた試験体を B シリーズとした。A シリーズでは、鋼材を腐食させる側を A 面とし、腐食させない側を B 面とした。試験体に用いた材料の諸元を表-1 に示す。

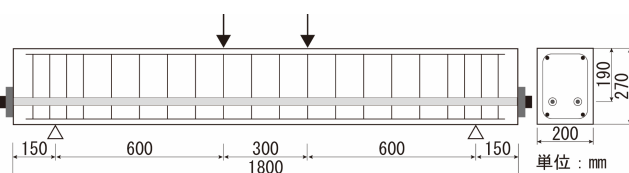


図-1 試験体概要

2.2 腐食状況

電食では、直流電源の陽極と PC 鋼材、陰極と銅板を接続し、試験体と銅板は 10%NaCl 水溶液を入れた水槽に浸して通電を行った。試験体中央のみを局所腐食させるため、試験体のスパン中央のみをスポンジを介して NaCl 水溶液に浸した。

載荷試験後にはつり出した PC 鋼材より得られた腐食量 (重量減少率) 分布を図-2 に示す。PC 鋼材の重量減少率は、はつり出した鋼材を濃度 10% のクエン酸水素二アンモニウム水溶液に 1 日以上浸した後、金属ブラシを用いて除錆を行い、長さ 50mm ほどの重量を測定することで求めた。

いずれの試験体も、スパン中央付近で鋼材の腐食が最大となっていることが確認できる。また、試験体 A1 は、健全を想定した B 面側の鋼材にも若干の腐食が生じてしまったため、試験体 A2 は B 面側のシースに合成樹脂塗料を塗布することで絶縁をする防食対策を行った。その結果、試験体 A2 の B 面側鋼材は、健全な状態とすることができた。

3. 曲げ載荷試験結果

各試験体の載荷試験の結果を表-2 に示す。また、載荷試験より得られた荷重-変位関係を図-3 に、載荷試験終了後のひび割れ性状を図-4 に示す。試験体 A1 および B1 では、試験体 S と比べておよそ 1 割の耐力低下を確認し、試験体 A2 では、試験体 S と比べておよそ 4 割の耐力低下を確認した。これより、鋼材の腐食量が増加するにつれ、耐力および剛

表-1 材料諸元および腐食量

試験体名	腐食本数 (本)	PC鋼材重量減少率		コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)	導入プレストレス (kN/本)	PC鋼材	
		区間最大 (%)	区間平均 (%)				
S	-	-	-	51.9	124	SWPR7BL Φ12.7mm	
A1	1	A面	26	3.3			52.3
		B面	0.3	0.1			
A2	1	A面	48	8.5			58.4
		B面	0	0			
B1	2	A面	8	2.4			53.2
		B面	11	3.1			

キーワード PC はり、鋼材腐食、曲げ耐力

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院総合研究部 TEL:055-220-8529

性が低下することが確認できた。また、軸方向において腐食量が最大となる位置で、断面内の2本の鋼材の腐食量を平均したものを断面の平均重量減少率としたとき、この断面の平均重量減少率が同程度であれば耐荷力も同程度になることが確認された。

図-4より、健全な試験体Sおよび鋼材の腐食量が小さいA1ではコンクリート上部の圧縮破壊による破壊形式を示したのに対し、鋼材の腐食量が多い試験体A2は、A面側（腐食鋼材側）では鋼材破断を伴う曲げ破壊をし、B面側（健全鋼材側）では圧縮破壊を示した。これは、A面側の鋼材は腐食量が多く、低鉄筋比のほりに生じる挙動を示したためと考えられる。

鋼材腐食したPCはり部材に対し、実験値の耐力比と示方書²⁾に基づき算出した算定値の耐力比との比較検討を行った。算定耐力はPC鋼材の断面の平均重量減少率に基づき算出した。その結果、実験値の耐力比と算定値の耐力比が同等であることから、試験体の終局耐力を概ね評価できることが確認された。しかし、試験体A2のように鋼材の最大重量減少率が50%に達するような場合には、算定値に比べて実際の耐力低下は大きくなることが推察される。また、腐食量が多い場合にはPC鋼材が早期の破断を生じ、想定と異なる破壊形態を示す可能性

がある。これは、腐食量が大きくなると素線ごとの腐食のばらつきが大きくなり、鋼材の局所的な破断が生じやすくなるためであると考えられる。

4. まとめ

本研究では断面内に複数のPC鋼材を配置した試験体について、腐食性状を変化させて耐荷挙動の詳細な検討を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1) 断面内のPC鋼材の腐食性状の違いにより、断面内で異なる破壊形態を示すことが確認された。
- (2) 断面内に複数のPC鋼材を有するはり部材では、断面の平均重量減少率に基づいて曲げ耐力を算定することにより、試験体の耐荷性状を概ね評価できることが確認された。しかし、鋼材の最大重量減少率が多い場合には、PC鋼材の破断を伴う破壊形態を示し、算定値に比べて実験での耐力低下が大きくなる可能性が示された。

参考文献

- 1) 神津和大, 斉藤成彦: 断面内の腐食性状がPCはり部材の耐荷挙動に及ぼす影響, 第27回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.259-264, 2018
- 2) 土木学会: 2018年制定コンクリート標準示方書 [設計編]

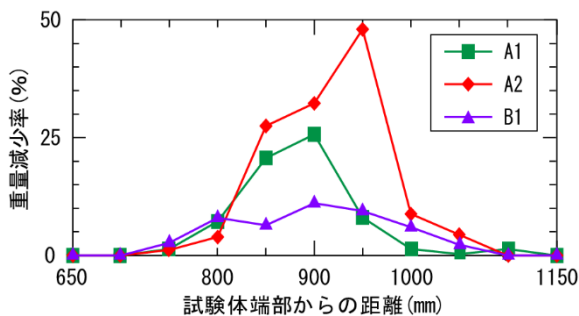


図-2 重量減少率分布 (区間最大)

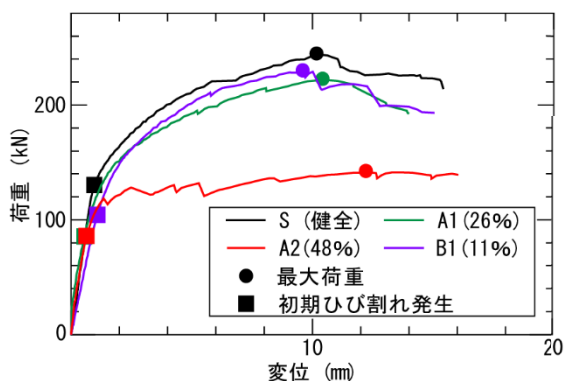


図-3 荷重-変位関係

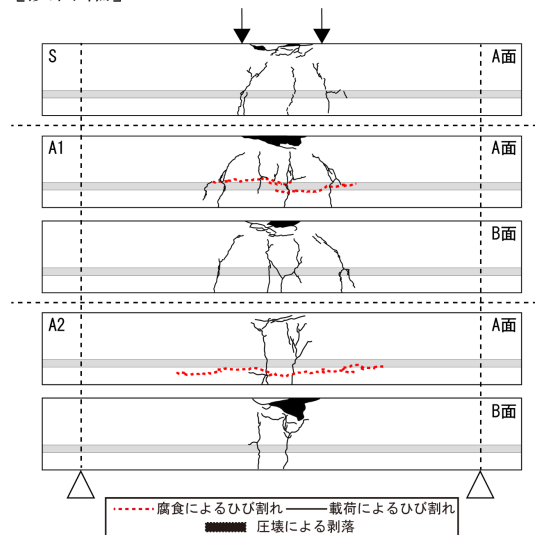


図-4 ひび割れ性状

表-2 曲げ載荷試験結果

試験体名	腐食本数(本)	PC鋼材重量減少率		最大荷重(kN)	算定耐力(kN)	実験値耐力比	算定耐力比
		区間最大(%)	断面平均(%)				
S	-	-	-	244	196	1	1
A1	1	26	13	221	174	0.91	0.89
		0.3					
A2	1	48	24	142	152	0.61	0.77
		0					
B1	2	8	10	229	178	0.94	0.91
		11					