

超高性能コンクリートを用いて補修・補強した RC 部材の力学特性に関する研究

長崎大学 学生会員 中馬紗貴 長崎大学大学院 海部貴裕 永松牧子
 長崎大学教授 正会員 松田浩 山口浩平 マテラス青梅工業株式会社 鶴田健 岡本賢治

1 はじめに

鉄筋コンクリート構造物における劣化損傷には、中性化、ASR、凍結融解などの要因による鉄筋腐食のひび割れが挙げられる。主筋付近で水平方向のひび割れが生じた場合、鉄筋とコンクリートの付着力が著しく低下することが考えられる。本研究では主筋端部の鋼材腐食により主筋上にひび割れが生じ、コンクリートと鉄筋の付着力が低下した場合を想定した。鉄筋とコンクリートの定着部に鋼材腐食によるひび割れが生じた場合、部材耐力が著しく低下することが考えられる。千々和らの既往の研究では、定着部の鋼材腐食によるひび割れに対する補強法として SRF シートを用いており、損傷の発生が予想される部位を面的に補強し、耐荷機構を転換させることで耐力力の回復が可能なることを報告している¹⁾。本研究では補強法として SRF シートとは異なる PIC 板に注目した。PIC とは、樹脂含浸コンクリートのことであり、鋼繊維補強コンクリートの微細な空隙に樹脂を含浸・重合させ、緻密化させた複合材料である²⁾。

以上の背景より本研究では、RC はりの両端の定着部に鋼材腐食によるひび割れが生じた場合の耐力力の低下と PIC 板の補強効果について実験的に検討した。

2 試験概要

強度試験^{3) 4)}により、使用材料の力学特性を求めた(表 1)。定着部損傷模擬のため W160×H1×L350mm のスチレンボードをはり両端の主筋上に導入し、RC はりの曲げせん断載荷試験を実施した。RC はりの試験体概要を表 2 に、試験体の断面・側面図を図 1 に示す。PIC 板は W200×H175×L900mm を 4 枚用い、PIC 板 1 枚につき 8 本のボルトを取り付けた。

表 1 強度試験の結果

PIC	圧縮強度	170N/mm ²
	割裂引張強度	16.0N/mm ²
	曲げ強度	33.9N/mm ²
	せん断強度	31.0N/mm ²
	縦弾性係数	47.2kN/mm ²
既設 コンクリート	圧縮強度	34.6N/mm ²
	割裂引張強度	2.23N/mm ²
	曲げ強度	3.58N/mm ²
	せん断強度	6.98N/mm ²
	縦弾性係数	29.0kN/mm ²

表 2 試験体概要

試験体	損傷	主筋	PIC 板
A	無	3-D19 (SD345)	—
B	有		—
C	有		4 枚(ボルト M12, インサート)

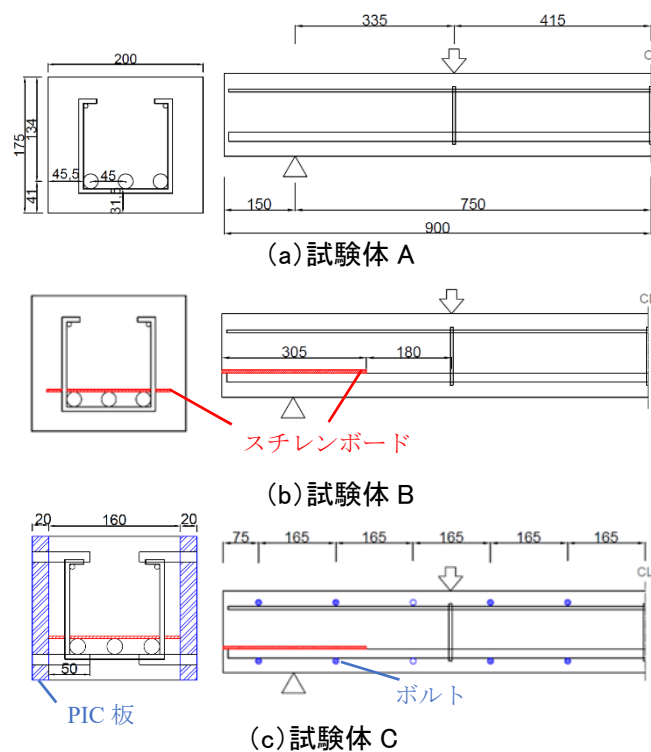


図 1 試験体の断面・側面図

3 試験結果

3.1 破壊性状

RC はりの載荷試験の結果を表 3 に、ひび割れ図を図 2 に示す。全ての試験体でせん断破壊となった。定着部にモデル損傷(試験体 B)があると、定着部に損傷がない場合(試験体 A)と比べ、曲げひび割れ発生荷重(P_{cr})は約 68%, せん断強度(V_c)は約 55%となった。載荷試験後に試験体 B の主筋端部付近のコンクリートが剥落したため、主筋とスチレンボードを目視で確認できた。主筋とスチレンボードの間に約 8mm 厚のコンクリートが流れ込んでいたため、付着力がやや残っている状態での結果となった。そのため、図 1 の断面・側面図に示した通りにスチレンボードを設置できており、付着力がない状態の場合には、曲げひび割れ発生荷重、せん断強度がさらに低下していたことが考えられる。

一方で、定着部にモデル損傷がある場合でも PIC 板が側面に設置されている(試験体 C)ことで、モデル

損傷があるのみの場合（試験体 B）と比べ、曲げひび割れ発生荷重（ P_{cr} ）は約 152%，せん断強度（ V_c ）は約 194%となり、定着部にモデル損傷が無く PIC 板を設置していない場合（試験体 A）と比べても耐力は大きくなった。

3.2 荷重-変位関係

図 3 に荷重-変位曲線を示す。図 3 より試験体 C のひび割れ発生後の曲げ剛性が試験体 A，試験体 B より高くなった。これは、定着部の損傷やひび割れに対して、PIC 板が有効断面として機能したことが考えられる。また、PIC 板にひび割れが発生した後も、PIC 板に張り巡らされている鋼繊維の架橋効果により PIC 板が引張荷重を負担したためと推察される。

3.3 荷重-ひずみ関係

図 4 に荷重-中央の鉄筋ひずみおよび上縁コンクリートのひずみ関係を示す。荷重-変位関係とは異なり、荷重-ひずみ関係は、定着部損傷や PIC 板の有無に関わらずほぼ同じ挙動を示した。

4 まとめ

- ・定着部にモデル損傷があることにより、耐力が約 1/2 まで減少することが確認できた。
- ・定着部にモデル損傷がある場合でも側面に PIC 板があることにより、定着部にモデル損傷がない健全な RC はりの耐力よりも増大しており、定着部に損傷がある RC はりへの PIC 板の補強効果を実験により求めることができた。
- ・既設コンクリートのひび割れ発生後も PIC 板が有効断面として機能し、曲げ剛性が高くなった。

表 3 載荷試験の結果

		V_c	P_{cr}	P_y	P_u	破壊形式
A	設計値	86.5	27.2	230	214	せん断破壊 (圧縮破壊)
	実測値	181	29.0	-	-	
	実/設	2.09	1.07	-	-	
B	設計値	38.9	27.2	230	214	せん断破壊 (斜引張破壊)
	実測値	98.8	19.7	-	-	
	実/設	2.54	0.72	-	-	
C	設計値	48.4	37.5	232	224	せん断破壊 (斜引張破壊)
	実測値	192	29.9	-	-	
	実/設	3.97	0.80	-	-	

V_c ：せん断耐力 P_{cr} ：曲げひび割れ発生荷重 単位：kN

P_y ：鉄筋降伏荷重 P_u ：曲げ終局荷重

※試験体 B，C の P_{cr} ， P_y ， P_u の設計値は損傷が無いとき，

V_c は損傷がない場合の設計値の 45% の値

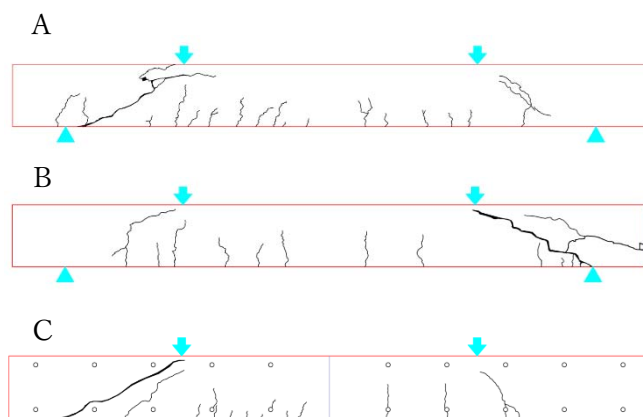


図 2 ひび割れ図

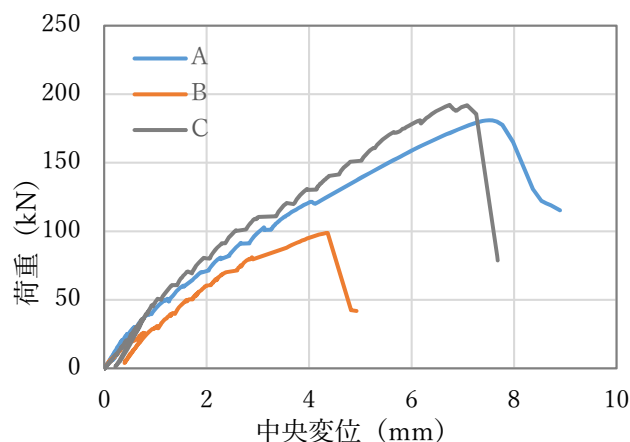


図 3 荷重-変位曲線

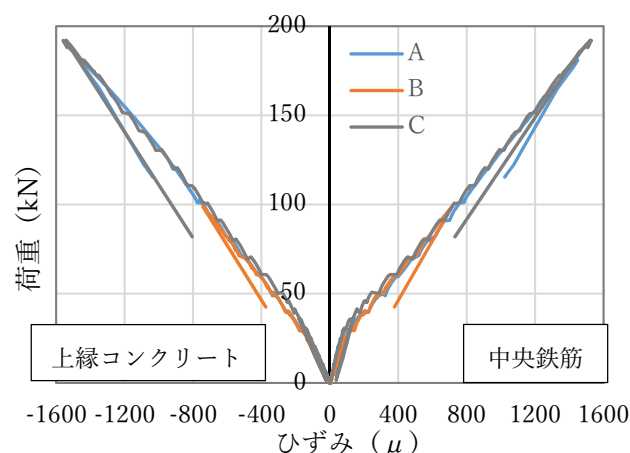


図 4 荷重-ひずみ曲線

参考文献

- 1) 千々和伸浩：土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造)，Vol.67，No.2，公益社団法人土木学会，2011，pp160-165
- 2) 小柳洽：レジンコンクリート・ポリマー含浸コンクリートの利用，材料，Vol.41，No.470，社団法人日本材料学会，1992，pp1709-1716
- 3) 古木守靖：2002 年制定コンクリート標準示方書 [規範編]，公益社団法人土木学会，pp.291-294 (JIS A 1106)，pp.302-303 (JIS A 1113)，pp.328-329 (JIS A 1149)，2002
- 4) 笠井芳夫，池田尚治：コンクリートの試験方法 (下)，株式会社技術書院，pp.84-86 (2 面せん断法)，1993
- 5) 大西博文：2012 年制定コンクリート標準示方書 [設計編]，公益社団法人土木学会，pp.177-181，2012