

高耐久性埋設型枠を用いた RC はりの曲げせん断試験におけるせん断補強効果

長崎大学大学院 学生会員 ○永松牧子 海部貴裕

JFE エンジニアリング (株) (前長崎大学大学院修士課程学生) 非会員 岩本康平

マテラス青梅工業 (株) 正会員 鶴田健 岡本賢治 長崎大学 正会員 松田浩 山口浩平

1 はじめに

近年、様々なコンクリート構造物の長寿命化や維持管理の重要性が注目されてきている¹⁾。コンクリート構造物の長寿命化を図る材料の1つとして樹脂含浸コンクリート (以下、PIC) がある。PIC は通常の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、コンクリートを緻密化させた複合材料であり、高強度で優れた耐久性、防食性を有している。海洋コンクリート等の埋設型枠や低レベル放射性廃棄物格納容器などとして利用されている²⁾。

本研究では PIC を高耐久性埋設型枠として開発された薄肉の PIC 板 (写真 1) を RC はりの側面に外型枠かつせん断補強部材として用いる。RC はりの曲げせん断試験における力学特性、特にせん断補強効果を実験により求めることを目的とする。

2 試験概要

強度試験^{3), 4)}により、用いた材料の力学特性を求めた (表 1)。PIC 板を外型枠として用いることによるせん断耐力の増大を意図して RC はりの製作をし、曲げせん断試験を行い、PIC 板のせん断補強効果について検討した。RC はり試験体の概要を表 2 に、試験体の断面および側面図を図 1 に示す。表 2 について、PIC 板 (t20×H175×L900mm) は図 1 (b) (c) に示すように試験体の両側面に 2 枚ずつ設けて、中央部で PIC 板同士をエポキシ樹脂で接着した。ボルトは両側面の PIC 板を 4 本のボルトで固定した。

3 試験結果

3.1 荷重－変位および荷重－ひずみ関係

荷重－変位曲線について図 2 に示す。図 2 より試験体 B、C のひび割れ発生後の曲げ剛性が試験体 A より高くなった。これは現場打ちコンクリートにひび割れが発生した後において、PIC の引張強度が大きく、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 板の鋼繊維の架



写真 1 PIC 板

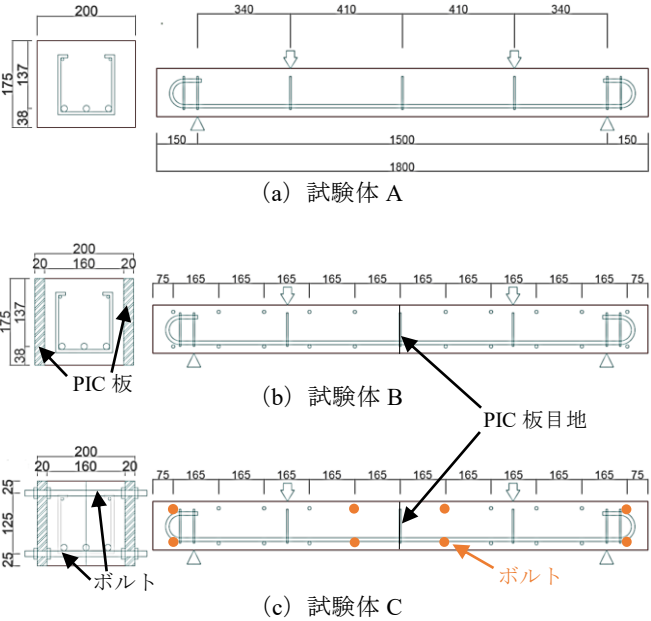
表 1 強度試験の結果

PIC	圧縮強度	148 N/mm ²
	割裂引張強度	13.6 N/mm ²
	曲げ強度	37.3 N/mm ²
	せん断強度	35.5 N/mm ²
	ヤング係数	39.8 kN/mm ²
現場打ち コンクリート	圧縮強度	31.7 N/mm ²
	割裂引張強度	2.08 N/mm ²
	ヤング係数	19.4 kN/mm ²
接着剤	接着強度	29.6 N/mm ²

表 2 試験体概要

試験体	a/d	PIC板	ボルト(M12)
A-1	2.5	—	—
B	2.5	有り	—
C-1	2.5	有り	有り
A-2	2.0	—	—
C-2	2.0	有り	有り

a/d: せん断スパン比



※図の載荷点は a/d=2.5 (a=340mm) の場合を表している。
a/d=2.0 の場合、載荷点は a=274mm となるように外側にずれる。

図 1 試験体の断面・側面図

キーワード 高耐久性埋設型枠, ポリマー含浸コンクリート (PIC), せん断補強, 曲げせん断試験

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科総合工学専攻構造工学コース TEL095-819-2590

橋効果により PIC 板は引張荷重を負担していたため、曲げ剛性が高くなったと推察できる。

図 3 に荷重－スパン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、スパン中央部における荷重－ひずみ関係は、鉄筋および上縁コンクリートのひずみも PIC 板の有無にかかわらずほぼ同じ結果であった。これは、PIC 板の目地がスパン中央にあることが原因であると推察できる。

3.2 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 4 に示す。a/d が 2.5 と 2.0 の場合でも、無補強の試験体 A ではせん断破壊を呈し、PIC 板を用いた試験体 B、C においては曲げ破壊となる結果が得られた。PIC 板を取り付けることでせん断耐力が増大し、せん断補強効果が認められる。

曲げひび割れ発生荷重 (Pcr) の増大からも、PIC 板にはひび割れ抑制効果もあることがわかる。また、図 4 よりひび割れ本数が減少し、試験体 B、C では PIC 板の目地部やボルト用の穴がある箇所にひび割れが生じ、ひび割れ誘発の効果を示した。

全ての試験体において設計値⁵⁾である算定耐力より大きな結果が得られた。最大荷重相当での PIC 板とコンクリートとの付着について、はり端部では付着破壊をしなかった。しかし、現場打ちコンクリートが曲げ圧縮破壊を呈した後、最終的には PIC 板同士の継目があるスパン中央部において、両者にずれが生じ、PIC 板は現場打ちコンクリート部の曲げ変形に追従することができずに、両者に剥離が生じた。

4 まとめ

- ・現場打ち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。
- ・PIC 板を RC はりに取り付けることによりせん断耐力が増大し、せん断補強効果が確認されるとともに、ひび割れ抑制効果も確認された。

参考文献

1) 松井繁之: 道路橋床版の長寿命化技術, 森北出版(株), pp. i , 2016
2) 小柳治: 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, (公社) 日本材料学会, Vol.41, No.470, pp.1709-1716, 1992
3) 2002 年制定コンクリート標準示方書 [規準編], (公社) 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) 技術書院, pp.84-86 (2 面せん断法), 1993
5) 2012 年制定コンクリート標準示方書 [設計編], (公社) 土木学会, pp.177

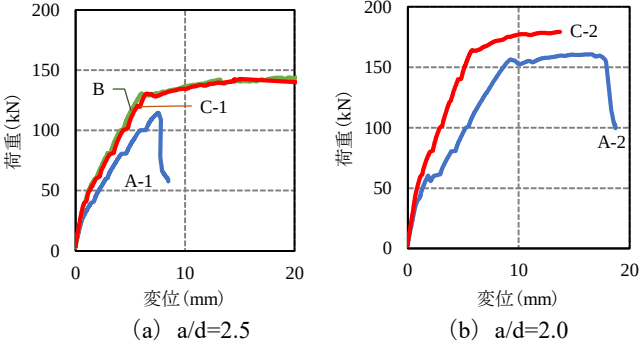


図 2 荷重－変位曲線

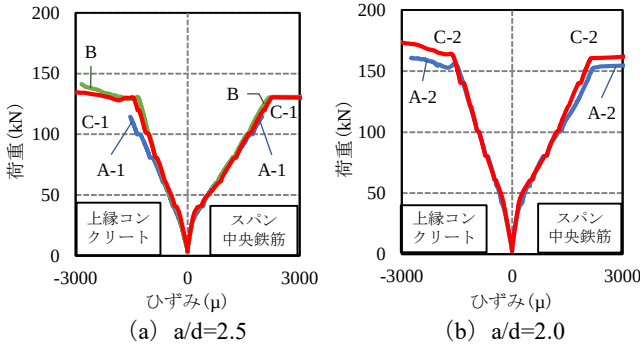


図 3 荷重－ひずみ曲線

表 3 載荷試験の結果

試験体	a/d	設計値・ 実測値	Pcr	Py	Pu	Vc	破壊形式
A-1	2.5	設計値	24.4	93.3	96.0	65.1	せん断 (斜引張破壊)
		実測値	26.9	—	—	115	
		実/設	1.10	—	—	1.76	
B	2.5	設計値	32.4	93.7	97.5	79.2	曲げ破壊
		実測値	34.5	131	144	—	
		実/設	1.06	1.40	1.48	—	
C-1	2.5	設計値	32.4	93.7	97.5	79.2	曲げ破壊
		実測値	35.7	130	143	—	
		実/設	1.10	1.39	1.47	—	
A-2	2.0	設計値	30.2	116	119	93.2	せん断 (圧縮破壊)
		実測値	36.3	144	—	161	
		実/設	1.20	1.25	—	1.73	
C-2	2.0	設計値	40.2	116	121	113	曲げ破壊
		実測値	40.2	161	179	—	
		実/設	1.00	1.38	1.48	—	

Pcr: 曲げひび割れ発生荷重 Py: 鉄筋降伏荷重 ※単位はkN
Pu: 曲げ終局荷重 Vc: せん断耐力

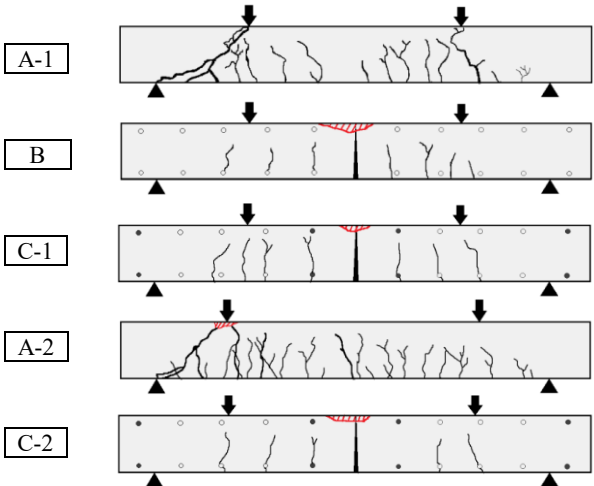


図 4 ひび割れ図