

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 学生会員 ○永松牧子 長崎大学大学院 岩本康平 海部貴裕
 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

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いる¹⁾。コンクリート構造物の長寿命化を図る材料の一つとして樹脂含浸コンクリート（以下、PIC）がある。PICは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る。高強度で優れた耐久性、防食性を有しており、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), 3)}。

本研究では高耐久性埋設型枠としてPIC板（写真1）をはりの側面に外型枠として用いた場合のRCはりの曲げおよび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^{4), 5)}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、RCはりの曲げせん断載荷試験を行い、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・側面図を図1に示す。PIC板は試験体1体につきW20×H175×D900mmを4枚用い、ボルトはPIC板1枚につき4本取り付けました。

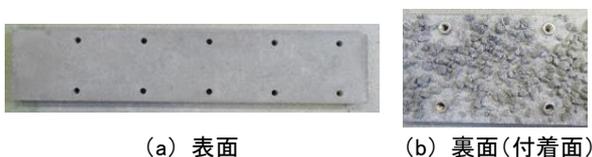


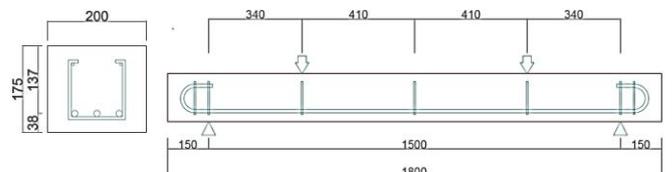
写真1 PIC板

表1 強度試験の結果

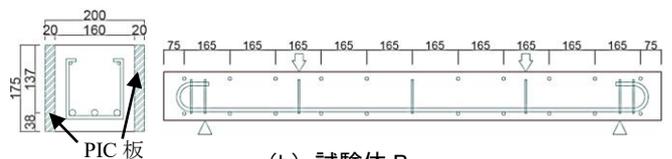
PIC	圧縮強度	148 N/mm ²
	割裂引張強度	13.6 N/mm ²
	曲げ強度	37.3 N/mm ²
	せん断強度	35.5 N/mm ²
	ヤング係数	39.8 kN/mm ²
既設 コンクリート	圧縮強度	31.7 N/mm ²
	割裂引張強度	2.08 N/mm ²
	ヤング係数	19.4 kN/mm ²
接着剤	接着強度	29.6 N/mm ²

表2 試験体概要

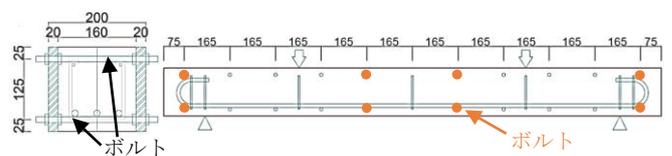
試験体	a/d	PIC板	ボルト(M12)
A-1	2.5	—	—
B	2.5	有り	—
C-1	2.5	有り	有り
A-2	2.0	—	—
C-2	2.0	有り	有り



(a) 試験体 A



(b) 試験体 B



(c) 試験体 C

※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

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。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とわかる。また、図2よりひび割れ本数が減少し、試験体B、CではPIC板の継目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⁶⁾である算定耐力より大きな結果が得られたが、特にせん断耐力 (Vc) では実測値が約

1.8倍大きくなった。一方、終局時の耐力比として $a/d=2.5$ の時に約 1.25 倍、 $a/d=2.0$ の時に約 1.11 倍となり、 $a/d=2.5$ の場合の方が耐力比は大きくなった。

$a/d=2.5$ の場合、試験体 B と C では耐力の変化がないため、ボルト等を使用しない試験体 B においても PIC 板とコンクリートとの付着は良好で一体化していたと考えられる。

3.2 荷重-変位関係

荷重-変位曲線について図 3 に示す。

図 3 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。これは既設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。

3.3 荷重-ひずみ関係

図 4 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、荷重-ひずみ関係は、鉄筋および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。平面保持が成立するものと仮定すると、PIC 板を使用した場合は、荷重-変位関係で示される分の曲げ剛性が增大することが確認できる。

4 まとめ

- PIC 板を RC はりに取り付けることにより耐力が増大し、せん断補強効果やひび割れ抑制効果が実験より求められた。
- 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。

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.1, 2016
- 2) 小柳裕：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，pp.1709-1716, 1992
- 3) 大西博文：2012 年制定コンクリート標準示方書 [施工編]，公益社団法人 土木学会，pp.269, 2012
- 4) 古木守靖：2002 年制定コンクリート標準示方書 [規準編]，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
- 5) 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
- 6) 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

表 3 載荷試験の結果

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

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

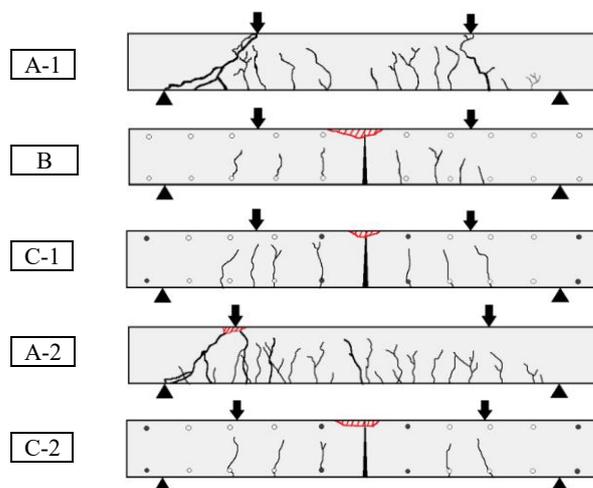


図 2 ひび割れ図

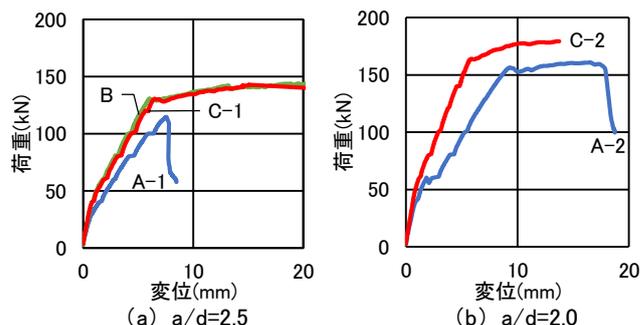


図 3 荷重-変位曲線

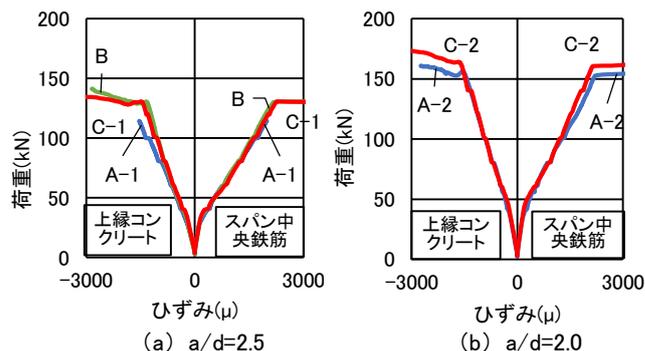


図 4 荷重-ひずみ曲線