

高耐久性埋設型枠を用いた RC はりの力学特性

長崎大学大学院 学生会員 ○海部貴裕 永松牧子 長崎大学 学生会員 中馬紗貴
 長崎大学 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

わが国では、高度成長期以降に集中的に整備されたインフラ構造物が今後一斉に高齢化し、維持管理を担う熟練技術者も減少する¹⁾。そのため、少人数の技術者でも対応可能な構造物の設計・施工や従来の材料より高価であっても耐久性の優れた材料を活用することが重要になる²⁾。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³⁾。PICを高耐久性埋設型枠（PIC板）として用いたコンクリート構造物は、脱型作業を無くすことで省力化と工期の短縮を図り、耐久性を向上させる。現在、塩害等の化学作用の影響を受けるコンクリート構造物などで使用されている⁴⁾。

本研究ではPIC板をはり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検証する。

2. 試験概要

試験体概要を表1に、試験体図面を図1に示す。試験は2点集中載荷にて実施する。試験体は4種類製作し、寸法は幅200×高さ175×長さ1800mmとし、せん断破壊先行型となるよう設計している。試験体AはPIC板を用いておらず、試験体B、C、Dは幅20×高さ175×長さ900mmのPIC板4枚を試験体の両側面に2枚ずつ設け、中央部でPIC板同士をエポキシ樹脂で接着する。試験体B、C、Dの違いはPIC板の固定方法であり、試験体C、DはM12ボルトをPIC板1枚につき4本用いて固定している。試験体Cは両側面のPIC板を1本のボルトで固定しており、試験体Dは、打設時に埋め込んだインサートナットに長さ約70mmのボルトを取り付け既設コンクリートとの付着を図る。インサートナットを用いることで、型枠製作時の時間短縮に繋がった。本試験で使用したコンクリートの材料強度を表2に示す。

表1 試験体概要

	主鉄筋	PIC板
A	3-D19 (SD345)	-
B		4枚, ボルト無し
C		4枚, ボルト固定
D		4枚, インサート

表2 材料強度

PIC	圧縮強度	170.4 N/mm ²
	割裂引張強度	16.0 N/mm ²
	ヤング係数	44.0 kN/mm ²
既設 コン クリ ート	圧縮強度	36.3 N/mm ²
	割裂引張強度	2.14 N/mm ²
	ヤング係数	27.8 kN/mm ²

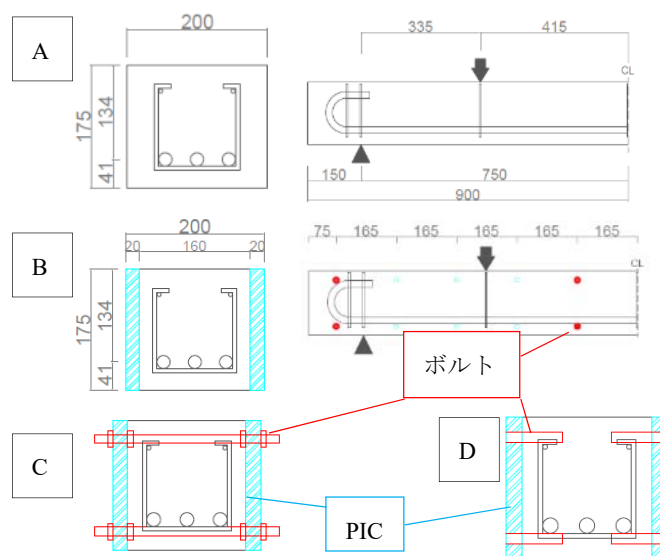


図1 断面・側面図

3. 試験結果

3.1 破壊性状

試験結果を表3に、ひび割れ図を図2に示す。試験体Aはせん断破壊し、試験体Cは曲げ破壊した。試験体B、Dは鉄筋降伏後、既設コンクリートとPIC板の付着面に亀裂が入り、その後せん断破壊した。試験体B、DはPICと既設コンクリートの付着が充分でなかったと推察できる。PIC板を取り付けることでせん断耐力は約1.4倍増大しており、せん断補強効果が認められる。

曲げひび割れ発生荷重 (P_{cr}) の増大からPIC板にはひび割れ抑制効果を確認できる。また、図2よりひび割れ本数が減少し、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。

写真2に試験体B、Dの破壊後試験体の断面とPIC板を剥がした後の様子を示す。PIC表面には曲げせん断ひび割れが、既設コンクリートにはウェブせん断ひび割れが発生しており、PIC表面と内部の既設コンクリートに発生するひび割れのタイプが違ふことが観察できる。

表3 荷重試験結果

試験体		Vc	Pcr	Py	Pu	破壊形式
A	設計値	80.5	24.7	199	186	せん断破壊
	実測値	184	25	—	—	
	実/設	2.3	1.0	—	—	
B	設計値	98	32.9	200	194	せん断破壊
	実測値	279	34.2	251	—	
	実/設	2.8	1.0	1.3	—	
C	設計値	98	32.9	200	194	曲げ破壊
	実測値	—	46.7	240	249	
	実/設	—	1.4	1.2	1.3	
D	設計値	98	32.9	200	194	せん断破壊
	実測値	269	49.1	240	—	
	実/設	2.7	1.5	1.2	—	

※Vc:せん断耐力 Pcr:曲げひび割れ発生荷重

Py:鉄筋降伏荷重 Pu:曲げ終局荷重 単位:kN

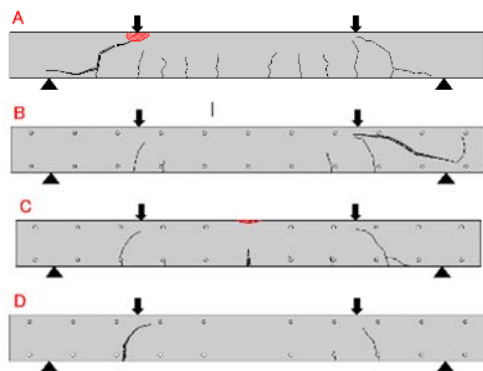


図2 ひび割れ図

試験体	B	D
断面		
コンクリート内部		
写真2 破壊後試験体		

3.2 荷重-変位, ひずみ関係

図3に荷重-中央変位曲線を示す。試験体B, C, D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、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。

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曲線を示す。PIC板の有無に関わらずほぼ同じ挙動を示している。

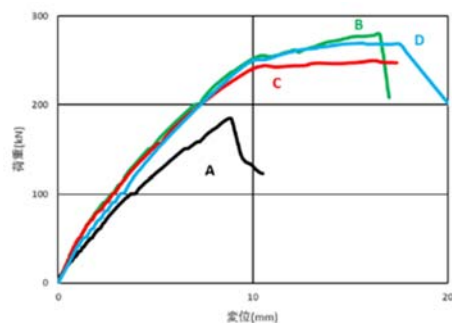


図3 荷重-変位曲線

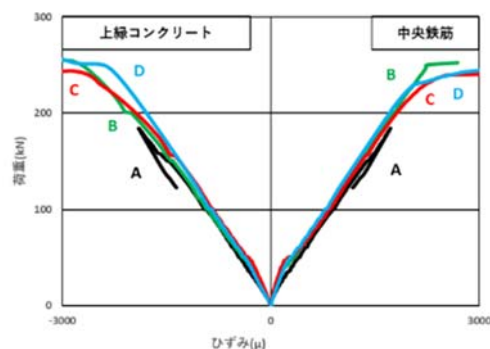


図4 荷重-ひずみ曲線

4. まとめ

- ・PIC板をRCはりに取り付けることで、せん断耐力が増大し、せん断補強効果が確認されるとともに、ひび割れ抑制効果も確認された。
- ・PIC板を用いてRCはりを補強する際には、PIC板と既設コンクリートとの付着方法を考慮する必要がある。
- ・PIC板表面と内部の既設コンクリートではひび割れタイプに違いがあることが観察された。
- ・はりの曲げひび割れ発生後もPIC板が有効断面として機能し、RCはりの曲げ剛性が高くなった。

参考文献

- 1) 国土交通省：インフラ長寿命化基本計画，2013
- 2) 魚本健人：これからの土木・建設材料の開発と可能性，土木學會誌，Vol.103，No.5，May 2018
- 3) 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，Vol.41，No.470，社団法人日本材料学会，1992，pp1709-1716
- 4) マテラス青梅工業ホームページ，PICフォーム
- 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