

PRC はりの低サイクル時における残留ひび割れの蓄積に関する基礎的研究

神戸大学 学生員 ○中野 政弘
神戸大学大学院 正会員 三木 朋広

1. 序論

PC 桁橋において、繰返し交通荷重を受けることによって曲げひび割れが発生し、進展した事例が見られた。既往の研究¹⁾によって、残存プレストレスの低下は見られないものの、過大な荷重作用により曲げひび割れが発生し、さらに繰返し荷重を受けることで曲げひび割れが進展したことが実験的、解析的に示唆された。しかし、PRC はりの繰返し載荷状況下におけるひび割れの進展挙動に関して、明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、プレストレス力の異なる PRC はりに関して、繰返し載荷時の曲げひび割れ進展挙動の評価を試みる。実験では、プレストレス力と荷重をパラメータとした繰返し載荷実験を行った。また、 π 型ひずみゲージによりはり中央における曲げひび割れ幅を測定し、デジタルカメラの撮影画像から曲げひび割れ高さを測定し、プレストレス力や最大曲げひび割れ幅の差異が曲げひび割れの発生、進展と開閉の挙動に与える影響を明らかにした。

2. 実験概要

本研究で使用した試験体は、断面 150mm×250mm で長さ 2100mm の PC はりである。スパン中央に深さ 15mm の切り欠きを設けている。このはりにプレストレス力を導入したのち、スパン長 3000mm として単純支持の 2 点集中載荷を行った(図-1)。測定項目は荷重、変位、ひずみ(コンクリート、鉄筋、PC 鋼棒)、曲げひび割れ幅、および画像解析用デジタル画像とした。表-1 に試験体パラメータを示す。試験体パラメータについて、各試験時の最大荷重下にお

いてそれぞれ設定した、曲げひび割れ幅 w となるように設計計算を行った。

表-1 試験体パラメータ

		載荷荷重 (kN)	
		30	23
プレストレス力 (kN)	30	PRC-1 ($w=0.25$)	—
	16	PRC-2 ($w=0.35$)	PRC-3 ($w=0.25$)

w : 曲げひび割れ幅(mm)

3. 実験結果と考察

3.1 PC 鋼材のひずみ挙動

図-2 に荷重-PC 鋼棒ひずみ関係を示す。この図からプレストレス力が大きいほど弾性域が広がっていることが確認できる。また全試験体ともに、1 回目の載荷時にひび割れが発生し、弾性域を超えていることがわかる。しかし、そのひび割れが中央切欠き部を起点とする曲げひび割れかどうかは、PC 鋼棒のひずみからだけでは判断できない。(3.2 はり中央における曲げひび割れ高さにて詳述)

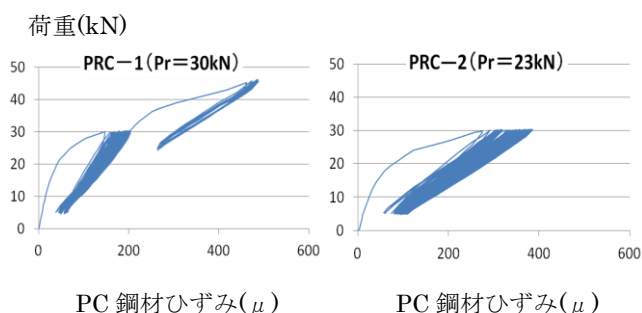


図-2 荷重-PC 鋼棒ひずみ関係

3.2 はり中央における曲げひび割れ高さ

図-3 にはり中央における曲げひび割れ高さと繰返し載荷回数関係を示す。いずれの試験体に関しても、低サイクル時に曲げひび割れ高さが大きく進展していることがわかる。

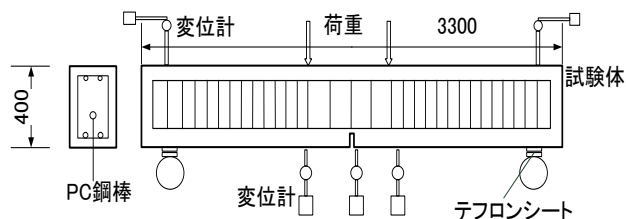


図-1 載荷試験

キーワード プレストレストコンクリート、曲げひび割れ、繰返し載荷、残留ひび割れ、ひずみ分布

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学院工学研究科市民工学専攻 TEL: 078-803-6094

しかし、PRC-1 に関しては、ひび割れが微細で、さらにデジタルカメラ画像の精度が比較的悪く、曲げひび割れを明確に確認することはできなかった。図-2 において見られるように、弾性域を超えていることから曲げひび割れ高さが図-3 で示す以上に進展している可能性も考えられる。そこで、ひび割れの発生位置と進展の確認を行うために、最小荷重載荷時における試験体の状態を基準とし、直後の最大荷重載荷時における試験体の状態を比較対象とし画像解析を行った。図-4 に画像解析により得られた最大主ひずみ分布 (PRC-1) を示す。この図より、繰返し載荷回数 2 回目時点にて、局所的な引張ひずみが生じており、曲げひび割れが発生していると考えられる。

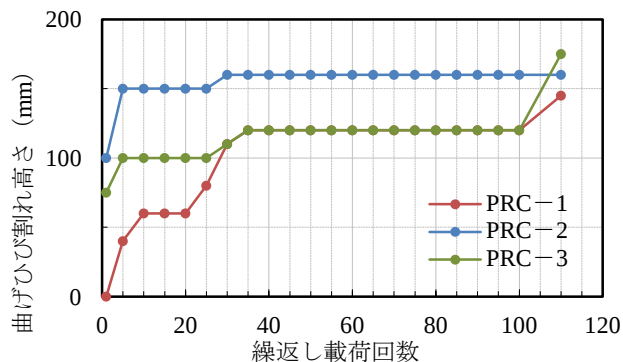


図-3 はり中央曲げひび割れ高さ

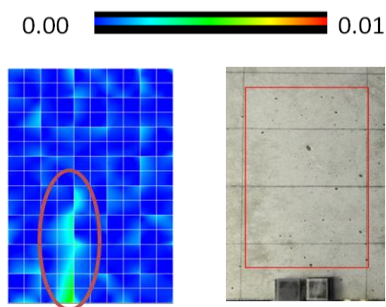


図-4 画像解析結果 (PRC-1 初回載荷時)

3.3 はり中央における曲げひび割れ幅

図-5 に荷重－はり中央曲げひび割れ幅関係を示す。ここでは、目視によるひび割れ確認直後の最小荷重時にゲージを設置しひび割れ幅を測定した。図-5 にて、プレストレス力の小さい試験体 (PRC-2, PRC-3) をみると、曲げひび割れが完全に閉じずに、

残留ひび割れ幅が生じている。これは、荷重によりひび割れが開き、プレストレス力によりひび割れが閉じるという過程の中で、骨材同士でずれが生じ、かみ合わなくなるので、残留ひび割れ幅が生じていると考える。また、最大荷重時に生じる曲げひび割れ幅が小さい (PRC-1, PRC-3) と残留ひび割れ幅の増加量が大きくなるといえる。この結果は前節で述べた、低サイクル時に曲げひび割れ高さが大きく進展することにも起因していると考えられる。

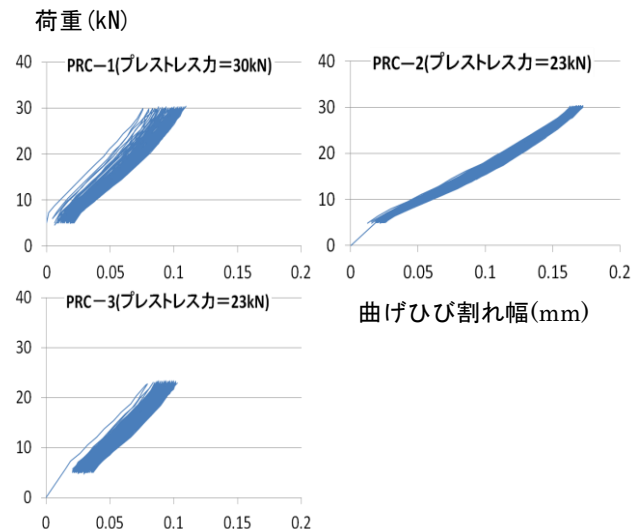


図-5 荷重－はり中央曲げひび割れ幅関係

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に述べる。

- 1) PC 鋼棒のひずみ挙動から、プレストレス導入量の差異によって、弾性域の広さに違いがみられることが確認できた。また、PC 鋼棒ひずみが弾性域を超えていることから、繰返し載荷回数 1 回目にはり中央に曲げひび割れが発生しているという推測は、画像解析結果より、正しいと考える。
- 2) 繰返し載荷試験において、低サイクル時に曲げひび割れ高さが大きく進展しており、最大荷重時に生じる曲げひび割れ幅が小さいと残留ひび割れ幅の増加量が大きくなると思われる。

参考文献

- 1) 真鍋英規, 川谷泰山, その他: PC 梁部材におけるひび割れ性状に及ぼす繰返し載荷の影響に関する研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集第 9 巻, pp.417-424, 2009, 10