

(V-25) 格子状FRPで補強したCPCはりにおける曲げ・せん断性状の改善効果

群馬大学工学部 学生会員 西須 稔
群馬大学大学院 学生会員 石田 知子
群馬大学大学院 学生会員 丸岡 正知
群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和

1. はじめに

繊維強化プラスチック(FRP)は、その引張強度および耐食性の高さから鉄筋に代わる補強材として関心を集めているが鉄筋と比較して弾性係数が小さく、鉄筋に比べてコンクリートとの付着力が小さいなどの特徴がある。そのため、FRPで補強したコンクリートはり(FRPはり)では、曲げひびわれ幅や変形が鉄筋コンクリートはりよりも大きくなるという欠点がある。本研究では、炭素繊維による格子状FRPを補強材として用い、せん断スパン中央に格子交差部を配置し、膨張コンクリートを用いてケミカルプレストレスを導入したCPCはりの曲げ・せん断性状について検討を行うものである。

2. 実験概要

表-1 各補強材の力学的特性

本実験で使用したFRPは、炭素繊維をビニルエステル樹脂で被覆し、格子状に成形したものである。格子の間隔は5cm、10cm、15cm、20cmの4種類とし、引張強度が異形鉄筋のD10、D13にそれぞれ

補強材の種類	種別名称	繊維束の本数(本)	繊維含有率(%)	見かけの断面積(mm ²)			引張耐力(kgf/本)	引張強度(kgf/cm ²)	弾性係数(kgf/cm ²)	引張剛性(kgf)
				繊維束	樹脂	総断面積				
格子状FRP	C10	42	43.3	20.4	26.7	47.1	4831	10257	0.52×10 ⁶	0.24×10 ⁶
	C13	70	41.8	34.0	47.4	81.4	7426	9123	0.48×10 ⁶	0.39×10 ⁶
鉄筋	D10	(SD35)	—	—	—	71.3	4137	3976	2.10×10 ⁶	1.50×10 ⁶
	D13	(SD35)	—	—	—	126.7	7000	3750	2.10×10 ⁶	2.66×10 ⁶
	φ6	(SD30)	—	—	—	28.3	1562	3450	2.10×10 ⁶	0.594×10 ⁶

相当する2種類のFRPを使用した。また、比較のために、D10とD13の鉄筋を使用したRCはりも作製した。使用した補強材の力学的特性を表-1に示す。

セメントには普通ポルトランドセメントを、膨張材にはエトリンガイト系のものをそれぞれ使用した。配合については、水結合材比を50%および60%とし、単位水量を194kg/m³、粗骨材の最大寸法を15mm、細骨材比率を50%、スランブを15cm、空気量を4%と一定にし単位膨張材量を0、35および50kg/m³と変化させた。各種補強材との組み合わせによって、合計19本のはり供試体を作製した。

はり供試体は、図-1に示すように、幅が15cm、高さが20cmの矩形断面をもちいた。せん断スパン内にφ6のスターラップを、またFRPはせん断スパン中央に格子交差部がくるようにそれぞれ配置した。

養生方法は、材齢26日まで水中養生とし、材齢27日目は実験室に放置し、材齢28日目で2点集中載荷により、曲げ強度試験を行った。その間、同バッチで打ち込んだA法一軸拘束供試体の膨張ひずみ、および各供試体の補強材に生じた膨張ひずみを測定した。曲げ強度試験においては、補強材のひずみ、曲げひびわれ幅、およびたわみを測定した。

3. 曲げひびわれ発生モーメント

図-2に、曲げひびわれ発生モーメントと単位膨張材量との関係を示す。単位膨張材量が増加するにしたがい、RCはり、FRPはりの曲げひびわれ発生モーメントは増加する。また各種FRPはりの曲げひびわれ発生モーメントはRCはりのそれに比べて小さくなる傾向ある。これは、FRPの格子交差部が曲げひびわれを

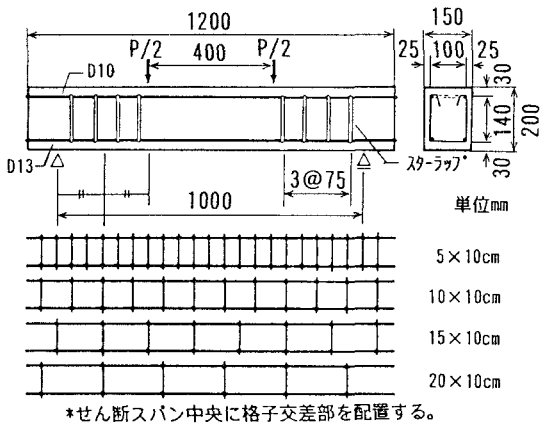


図-1 断面諸元と載荷方法

誘発させやすく、またFRPの弾性係数が鉄筋に比べ小さいため、同一モーメントにおいてひずみが大きくなるためであると考えられる。

4. 斜めひびわれ発生モーメント

斜めひびわれ発生モーメントとFRPの単位膨張材量の関係を図-3に示す。鉄筋、格子間隔5cm、10cm、20cmのFRPはりの斜めひびわれ発生モーメントは、単位膨張材量が0(kg/m³)から35(kg/m³)に増すにともない増加している。これは、膨張材を添加することによって生じるケミカルプレストレスがある程度効果的に作用したと思われる。しかしながら、単位膨張材量が35(kg/m³)から50(kg/m³)に増すと、各補強材の斜めひびわれ発生モーメントは減少する傾向がみられる。これは、単位膨張材量の増加にともなうコンクリート圧縮強度の低下の影響が大きかったためであると考えられる。

また、格子間隔が15cmのFRPはりの斜めひびわれ発生モーメントは、単位膨張材量が0(kg/m³)から35(kg/m³)に増加しても減少している。これは、載荷点と支点の上に格子交差部があり、せん断スパン中央に格子交差部が存在するため斜めひびわれを誘発しやすく、ケミカルプレストレスの効果以上に単位膨張材量の増加にともなうコンクリート圧縮強度の減少による影響が大きかったためと考えられる。

5. 破壊形式および破壊モーメント

表-2に、はりの破壊形式および破壊モーメントをそれぞれ示す。FRPはりは、単位膨張材量の増加にともない、破壊形式がせん断スパン内補強材破断からせん断圧縮へと移行している。その原因として、膨張材添加量の増加にともない、コンクリートの圧縮強度が減少したことが挙げられる。

6. まとめ

本研究において、せん断スパン中央に格子交差部を配置したFRPはりの場合、膨張材の使用により曲げひびわれ発生モーメントは、増加する傾向がみられた。また斜めひびわれ発生モーメントについては、ある程度までは増加したが、膨張材を過大添加すると、コンクリート圧縮強度の低下の影響が大きく、斜めひびわれ発生モーメントは減少し、破壊形式はせん断スパン内補強材破断からせん断圧縮破壊へと移行する結果となった。

本研究は、文部省科学研究費補助金一般研究(C)(課題番号 04650418)および総合研究(A)(課題番号 04302040 研究代表者 角田 興史雄 北大教授)によるものである。

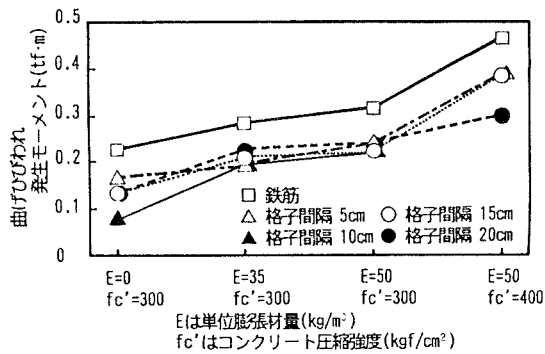


図-2 曲げひびわれ発生モーメントと単位膨張材量との関係

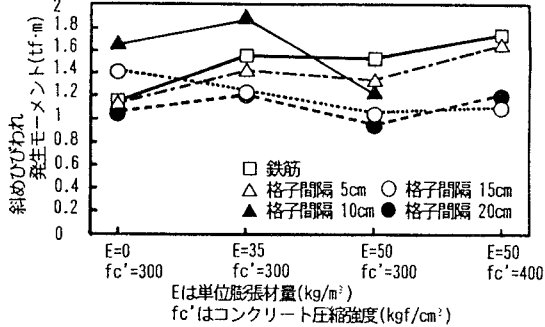


図-3 斜めひびわれ発生モーメントと単位膨張材量との関係

表-2 破壊形式および破壊モーメント

単位膨張材量 (kg/m ³)	設計コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm ²)	補強材種類 および 格子間隔	実験値 (tf·m)	破壊 形式	設計 コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm ²)	計算値 (tf·m)
0	300	鉄筋	1.82	△	328	1.79
		F 5cm	1.85	□		1.85
		R 10cm	2.10	◎		
		P 15cm	2.31	◎		
		P 20cm	1.80	◎		
		鉄筋	1.88	△	303	1.76
35	300	F 5cm	2.64	◎		1.85
		R 10cm	2.32	◎		
		P 15cm	2.18	◎		
		P 20cm	1.82	◎		
		鉄筋	1.79	△	271	1.75
		F 5cm	2.45	□		1.83
50	400	R 10cm	2.16	□		
		P 15cm	1.98	□		
		P 20cm	1.83	◎		
		鉄筋	1.79	△	344	1.80
		F 5cm	2.78	◎		2.47
		R 15cm	2.10	◎		

破壊形式の記号について
△ 曲げ引張破壊
◎ せん断スパン内補強材破断 □ せん断圧縮破壊