

FRPを補強材に用いたCPCはりの力学的性状

群馬大学大学院 学生会員 松浪 康行

群馬大学大学院 学生会員 西須 稔

群馬大学工学部 正会員 辻 幸和

1. はじめに

高耐食性、高強度などの特徴を持つFRPをコンクリートの補強材として用い、鉛直打継目を曲げモーメントが一定な区間に設置したCPCはりの力学的性状は、昨年報告した¹⁾。本研究では、鉛直打継目をせん断スパン内に有するCPCはりの力学的性状のうち、主として曲げび割れ性状について検討する。

2. 実験概要

本実験で使用したFRP補強材は、耐アルカリガラス繊維および炭素繊維をビニルエステル樹脂で被覆し、二次元格子状に成形したものである。格子間隔は、5, 10, 15, 20cmの4種類とし、各種補強材の力学的特性を、表-1に示す。コンクリートの配合は、表-2に示す。

はり供試体は、図-1に示すように、幅が15cm、高さが20cmの矩形断面で、長さが120cmのものを用いた。せん断スパン内には、D6のスターラップを7.5cm間隔で、片側4本ずつ配置した。

打継ぎ面処理方法は、旧コンクリートの材齢24hr後にグリーンカットし、材齢7日にエチレン酢酸ビニル系エマルジョンポリマーを使用したポリマーセメントモルタルを塗布した。

養生方法は、旧コンクリートの材齢14日まで湿布養生し、新コンクリートの打込みから材齢26日まで水中養生し、材齢27日には実験室に放置した。そして、材齢28日で支点間100cm、載荷点間40cmで2点集中載荷を行った。また、A法一軸拘束供試体については、断面が10cm×10cm、高さが30cmとし、材齢1日で脱型し、その後は、はり供試体と同様に養生を行った。

3. コンクリートの圧縮強度

コンクリートの圧縮強度およびA法一軸拘束供試体の膨張ひずみを、表-3に示す。

膨張材を使用した接合部コンクリートの圧縮強度は、単位膨張材量の増加に伴い低下した。膨張材はセメントと混合して水と練り混ぜた場合、水和反応を生じてエトリングライトと呼ばれる針状結晶を生成し、膨張する。この膨張ひずみがある限度を超えると、コンクリートの圧縮強度は低下するが、今回の実験では、強度低下率は10%未満であった。

表-1 各補強材の力学的特性

補強材の種類		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 ×10 ³ (kgf/本)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
種別	名称			繊維束	樹脂	総断面積			
格	G10	36	41.4	31.5	44.5	76.0	5574	8258	0.29
	G13	60	41.5	52.5	74.1	126.6	8935	8152	0.31
状R	C10	35	41.4	15.7	22.2	37.9	4831	10257	0.96
P	C13	60	41.5	27.0	38.1	65.1	7426	9123	1.03
鉄	D10	(SD345)	-----	-----	-----	71.3	3660	3598 *	1.80
	D13	(SD345)	-----	-----	-----	126.7	6393	3578 *	1.79
筋	D6	(SD295A)	-----	-----	-----	31.7	1745	4020 *	2.01

*: 降伏強度

表-2 コンクリート配合

粗骨材の最大寸法(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)			
					水	セメント	粗骨材	細骨材
15	8.0	4.0	50.0	47.4	175	350	831	943

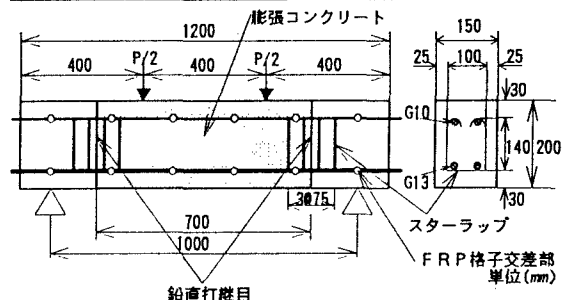


図-1 はり供試体の断面形状寸法と載荷方法 (FRPはりで格子間隔20cmの場合)

表-3 コンクリートの圧縮強度およびA法一軸拘束供試体の膨張ひずみ

FRP補強材	GFRP		CGRP
単位膨張材量(kg/m ³)	0	30	50
接合部コンクリート圧縮強度(kgf/cm ²)	413	410	388
旧コンクリート圧縮強度(kgf/cm ²)	449	442	433
A法一軸拘束供試体の膨張ひずみ(μ)	-6	128	444

4. 曲げひび割れ発生位置

F R P補強材の格子間隔と単位膨張材量の関係において、はりに最初にひび割れが発生する位置を、図-2に示す。膨張材が無混入のはりは、曲げモーメントの小さいせん断スパン内の鉛直打継目より曲げひび割れが最初に発生している、はりの鉛直打継目は弱点と考えられる。また、G F R Pはりの中格子間隔が5cmで単位膨張材量が30(kg/m³)と50(kg/m³)のはりと、C F R Pはりの格子間隔が5cm、15cm、20cmで単位膨張材量が50(kg/m³)のはりは、等曲げモーメント区間から曲げひび割れが発生している、膨張材によるひび割れ抑制効果が他のはりに比べて顕著であると考えられる。また、R Cはりの単位膨張材量が30(kg/m³)と50(kg/m³)のはりにおいては、等曲げモーメント区間に曲げひび割れが最初に発生した。ここで、格子間隔が10cmのG F R PとC F R Pを用いたのはりは、鉛直打継目のところにF R Pの格子交差部があり、それがはりの弱点になったためと考えることができる。

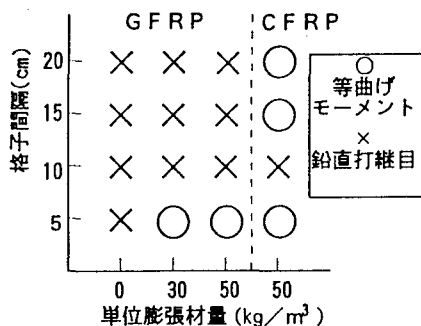


図-2 格子間隔とひび割れ発生位置

5. 曲げひび割れ発生モーメント

曲げひび割れ発生モーメントと単位膨張材量との関係を図-3に示す。それぞれの格子間隔において、単位膨張材量の増加に伴い、曲げひび割れ発生モーメントは増加している。また、格子間隔が5cmのG F R Pはりとはりとは、単位膨張材量の増加に伴う曲げひび割れ発生モーメントの増加率が同じように顕著である。これは、他のはりは鉛直打継目から曲げひび割れが発生しているのに対し、これらのはりは、等曲げモーメント区間より曲げひび割れが発生したためである。

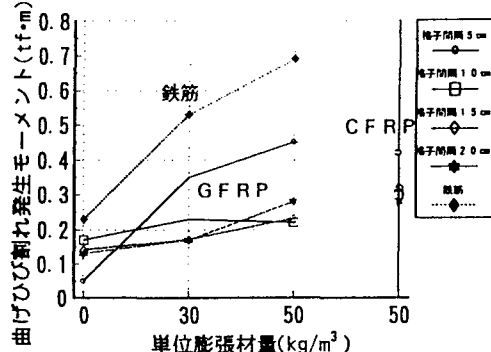


図-3 曲げひび割れ発生モーメント

6. 平均曲げひび割れ幅

等曲げモーメント区間に発生した曲げひび割れ幅の大きいものから3個の平均を、平均曲げひび割れ幅とする。同一荷重の3tにおける平均曲げひび割れ幅を、単位膨張材量と関連させて図-4に示す。平均曲げひび割れ幅は、単位膨張材量が増加するほど減少している。また、単位膨張材量が50(kg/m³)におけるG F R Pはりの平均曲げひび割れ幅は、格子間隔に関わらずほぼ同じ値を示している。

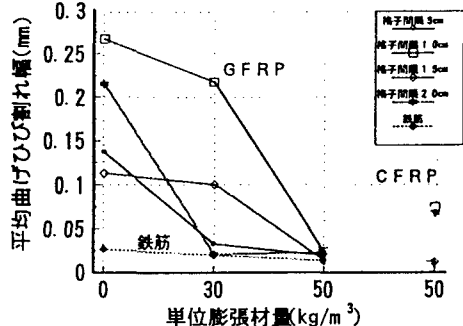


図-4 平均曲げひび割れ幅 (3 t 載荷時)

7. まとめ

せん断スパンに鉛直打継目を有するF R Pを補強材に用い、ケミカルプレストレスを導入したC P Cはりの曲げひび割れ性状を、F R Pの種類と格子間隔、単位膨張材量を主要因にとり検討した結果、次のことがいえる。

- 1) せん断スパンに鉛直打継目を配置すると、そこから曲げひび割れが最初に発生する 경우가多いが、膨張材の使用により発生荷重を向上させることができる。
- 2) F R Pを補強材に用いたのはりは、R Cはりに比べ曲げひび割れ発生モーメントは小さくなるが、膨張材を用いてC P Cはりにすることにより、改善することができる。
- 3) C P Cはりにすることにより、曲げひび割れ発生モーメントは増加し、平均曲げひび割れ幅は減少する。

参考文献：1)西須稔・小向広一・辻幸和：F R Pを用いた打継目を有するC P Cはりの力学的性状、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16, No. 1, pp. 1209-1214, 1994. 6