

V-191

鉛直打継目をせん断スパンに有しFRPを補強材に用いたCPC
はりの曲げひび割れ性状

群馬大学大学院 学生会員 松浪康行
 利エンタル建設（株） 西須 稔
 群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和
 群馬大学工学部 正 会 員 杉山隆文

1. まえがき

FRPは、高耐食性、高強度などの特徴を持つ一方、弾性係数が小さいという特性がある。そのため、FRPを補強材に用いたはり、曲げひび割れが発生しやすい。しかし、CPCはりにすることで、曲げひび割れ性状は向上する。そこで本研究では、鉛直打継目をせん断スパンに有するCPCはりの力学的性状のうち、曲げモーメントによるはりのひび割れ幅の進展状況について検討する。

2. 実験概要

使用したFRP補強材は、耐アルカリガラス繊維あるいは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。FRPは引張耐力が異形鉄筋のD10およびD13に相当する2種類とし、それぞれの格子間隔を、5, 10, 15, 20cmの4種類とした。また、比較のために、D10およびD13の鉄筋を使用したRCはりも作製した。各補強材の力学的特性を、表-1に示す。コンクリートの配合表を、表-2に示す。また、打継ぎコンクリートの単位膨張材量を0, 30, 40および50kg/m³と変化させた。

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

打継ぎ面処理方法は、はり両側の普通コンクリートを材齢24時間後にグリーンカットし、材齢7日でエチレン酢酸ビニル系エマルジョンポリマーを用いたポリマーセメントモルタルを塗布した。さらに材齢14日に膨張コンクリートの打継ぎコンクリートを打ち込み、はり供試体を作製した。養生方法は、普通コンクリートの材齢14日まで湿布養生し、打継ぎコンクリートの打ち込みから材齢26日まで水中養生し、材齢27日からは実験室に自然養生した。そして材齢28日で、2点集中載荷を行った。A法一軸拘束供試体は、断面が10cm×10cm、高さが30cmとした。

3. 膨張ひずみ分布

材齢28日におけるはり供試体の鉄筋および格子間隔10cmのFRPに生じた膨張ひずみの分布を、各単位膨張材量に対して、図-2に示す。また、A法より得られた膨張ひずみを用いて、仕事量一定の概念により算出した値を計算値として、実測値と比較した。実測値と計算値は比較的一致している。従って、以後、各単位膨張材量を用いた時のはりに作用するケミカルプレストレスの大きさを、仕事量一定の概念により算定した。なお、膨張ひずみの増加に伴うコンクリートの圧縮強度低下率は、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	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)
				繊維束	樹脂			
格F 子R 状P	G10	36	41.4	31.5	44.5	5574	8258	0.29~0.31
	G13	60	41.5	52.5	74.1	8935	8152	
	C10	35	41.4	15.7	22.2	4831	10257	
	C13	60	41.5	27.0	38.1	7426	9123	
鉄筋	D10	(SD345)	—	—	—	71.3	3660	1.80
	D13	(SD345)	—	—	—	126.7	6393	1.79
	D6	(SD285A)	—	—	—	31.7	1745	2.01

注：*印は降伏強度、繊維束：断面積中の実繊維面積

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	膨張材(kg/m ³)	W/B(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)			
						水	セメント	細骨材	粗骨材
15	8.0	4.0	0~50	50.0	47.4	175	350	831	943

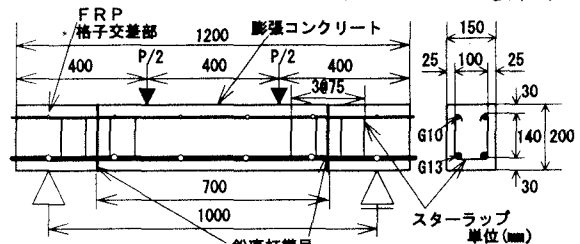
C F R Pを用いたはりに使用した単位膨張材量は40および50(kg/m³)のみ

図-1 はり供試体の断面形状寸法と載荷方法（格子間隔20cm）

図-1 はり供試体の断面形状寸法と載荷方法（格子間隔20cm）

4. 同一荷重における最大曲げひび割れ幅

3 tf 載荷時における最大曲げひび割れ幅とケミカルプレストレスの関係を、GFRP はりと RC はりについて図-3 に示す。3 tf 載荷時において、最大曲げひび割れ幅の位置はすべて等曲げモーメント区間である。GFRP を補強材に用いたはり、ケミカルプレストレスが増加すると、最大曲げひび割れ幅が減少する傾向にある。しかし、RC はりは、ケミカルプレストレスが増加しても、最大曲げひび割れ幅にはあまり変化はみられない。これは、弾性係数が小さい GFRP の方が、ケミカルプレストレスの導入によるひび割れの抑制効果が顕著に現れるためである。また、GFRP はりの最大曲げひび割れ幅は、格子間隔に関わらず、ケミカルプレストレスが 6.7 kgf/cm^2 ($E=50 \text{ kg/m}^3$) の場合に RC はりに近づき、等しくなった。従って、膨張材を 50 kg/m^3 程度使用して作用荷重の大きさが比較的小さい場合、GFRP はりの最大曲げひび割れ幅は、格子間隔の影響をほとんど受けず、RC はりの最大ひび割れ幅にほぼ等しくなる。

5. 荷重の増加に伴う最大ひび割れ幅の変化

荷重の増加に伴う最大曲げひび割れ幅の変化を、格子間隔が 5 cm の FRP はりと RC はりを用いて、単位膨張材量が 0 と 50 kg/m^3 の場合について比較した。図-4 に示すように、膨張材を使用した FRP はりおよび RC はりは、荷重の増加に伴い徐々に最大曲げひび割れ幅が増大しているが、膨張材を使用していない GFRP はりおよび RC はりは、荷重の増加に伴い急激にひび割れが進展する箇所がある。また、膨張材を使用した FRP はりおよび RC はりの場合、無混入の場合よりも、各荷重において、最大曲げひび割れ幅は小さくなっている。これは、膨張材を使用した場合、補強材にケミカルプレストレスが導入されたことにより、曲げひび割れの進展が抑制されたためと考えられる。

6. 最大ひび割れ幅と格子間隔の関係

ケミカルプレストレスが 6.7 kgf/cm^2 導入された GFRP において、荷重と最大曲げひび割れ幅の関係は、図-5 に示すように、荷重が 4 tf を超えるとせん断スパン内の鉛直打継目の曲げひび割れが急激に進展し、荷重が 6 tf を超えると、等曲げモーメント区間に発生していた曲げひび割れ幅より大きくなった。そして、格子間隔が 5 cm または 10 cm または 15 cm または 20 cm では、荷重が増加するに従い最大曲げひび割れ幅に差が現れている。この理由は、格子間隔が 5 cm または 10 cm に関しては、せん断スパン内に多数存在する格子交差部で応力が分散されたために、せん断スパン内の鉛直打継目の最大曲げひび割れ幅が小さくなったためと考えられる。

7. あとがき

ひび割れが集中しやすい鉛直打継目をせん断スパンに有する CPC はりの最大ひび割れ幅に、単位膨張材量と FRP の格子間隔が及ぼす影響を、実験的に検討した。

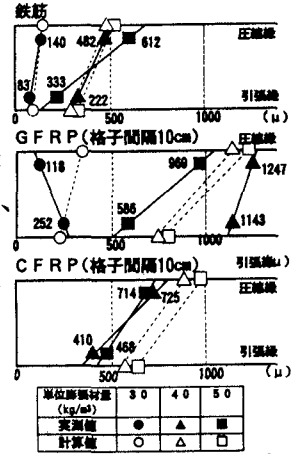


図-2 膨張ひずみ分布

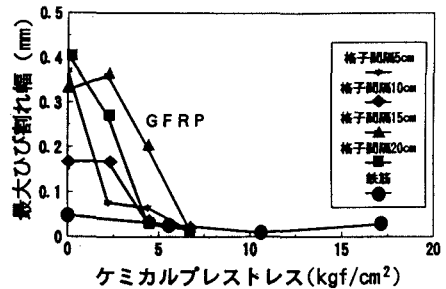


図-3 最大ひび割れ幅とケミカルプレストレス

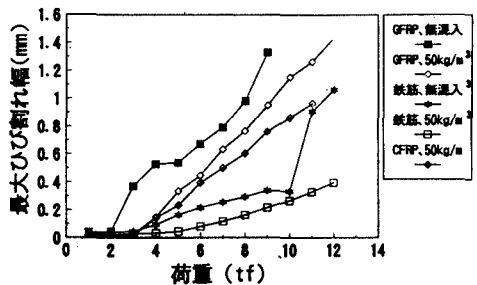


図-4 最大ひび割れ幅-荷重の関係(格子間隔5cm)

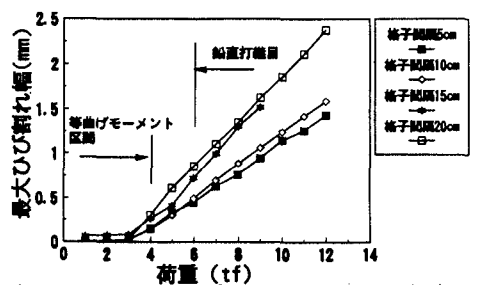


図-5 最大ケミカルプレストレス($E=50 \text{ kg/m}^3$)の GFRP における格子間隔と最大ひび割れ幅の関係