

格子状 FRP を補強材に用いた鉛直打継目を有する CPC はりの曲げ性状

群馬大学大学院 学生会員 萩原 淳弘  
 群馬大学工学部 フェロー会員 辻 幸和  
 群馬大学工学部 正会員 池田 正志

1. はじめに

大規模コンクリート構造物には新旧コンクリートの打継目があり、そこが構造物の弱点になることが多い。また FRP は、その耐食性、非磁性、軽量化、高強度化などの観点から、鋼材に代わるコンクリートの補強材として関心を集めているが、鋼材と比較すると一般にヤング係数が小さいという弱点がある。しかし、膨張コンクリートを使用して、長期的に有効であるケミカルプレストレスを導入することにより、この問題点を改善できることが報告されている<sup>1)</sup>。

本研究では、このような改善点を明確にするため、炭素繊維と耐アルカリガラス繊維による格子状 FRP を補強材に用い、鉛直打継目を曲げモーメント一定区間に設け、この打継部に膨張コンクリートを使用したケミカルプレストレストコンクリート(CPC)はりの曲げ性状について、実験的に比較検討した結果を報告する。

2. 実験概要

供試体の形状寸法および荷重方法を図 - 1 に示す。供試体は幅が 150mm、高さが 200mm の矩形断面で、長さが 1200mm である。荷重方法は、支点間距離が 1000mm で、荷重点間距離が 400mm の対称 2 点集中荷重とした。

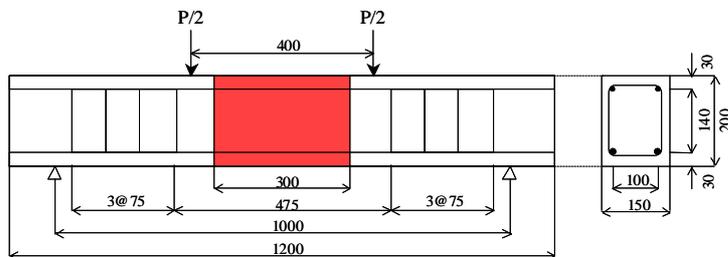


図 - 1 供試体の形状寸法および荷重方法

供試体の種類を表 - 1 に示す。補強材の種類、格子間隔、単位膨張材量、打継目の有無を変化させて合計 20 体を作製した。軸方向には、引張補強材に SD345 の D13 を 2 本、または引張耐力が SD345 の D13 に相当する格子状 FRP を配置し、圧縮補強材に SD345 の D10 を 2 本、または引張耐力が SD345 の D10 に相当する格子状 FRP を配置した。格子状 FRP は炭素繊維あるいは耐アルカリガラス繊維をビニルエステル樹脂で結合し、二次元格子状に成型したものの（それぞれ CFRP および GFRP と称する）の 2 種類で、格子間隔は 5cm と 15cm の 2 種類とした。せん断スパンには SD295 の D6 を加工したスターラップを 75mm 間隔で片側 4 本ずつ配置した。

表 - 1 供試体の種類

供試体名	補強材		単位膨張材量 (kg/m <sup>3</sup> )	打継目の有無
	種類	格子間隔 (cm)		
S-0	鉄筋	-	0	無
S-0J			25	
S-25J			40	有
S-40J			40	
Ca-0	CFRP	5	0	無
Cb-0		15		
Ca-0J		5		
Cb-0J		15		
Ca-25J		5	25	有
Cb-25J		15		
Ca-40J		5		
Cb-40J		15		
Ga-0	GFRP	5	0	無
Gb-0		15		
Ga-0J		5		
Gb-0J		15		
Ga-25J		5	25	有
Gb-25J		15		
Ga-40J		5		
Gb-40J		15		

打継目を有する供試体の打継部区間は 300mm とし、単位膨張材量を 0、25、40kg/m<sup>3</sup> に採り、セメントと置換した 3 種類のコンクリートを使用した。表 - 2 にコンクリートの配合を示す。両端部は、打継面を材齢 24 時間でグリーンカットし、材齢 14 日まで湿布養生した後、打継部コンクリートを打ち込んだ。その後材齢 3 日まで水中養生し、湿布養生に切り換えた。一体型の供試体も同様に、材齢 3 日まで水中養生し、湿布養生に切り換えた。

表 - 2 コンクリートの配合

打込み部	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 <sup>3</sup> )					圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
						W	C	E	S	G		高性能 AE 減水剤
両端部	15	8 ± 2	4 ± 0.5	50	48.6	182	364	-	843	985	-	49.2
0J シリーズ						180	360	-	847	990	0.36	43.6
0J シリーズ打継部						182	364	-	843	985	-	46.8
25J シリーズ打継部						182	339	25	843	985	0.73	40.9
40J シリーズ打継部						182	324	40	343	985	0.73	31.1

キーワード：格子状 FRP、鉛直打継目、CPC はり、膨張コンクリート

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

3. ケミカルプレストレイン

補強材に生じた材齢 28 日におけるケミカルプレストレインの分布を図 - 2 に示す。コンクリートの膨張によるケミカルプレストレインの発生が顕著に認めら

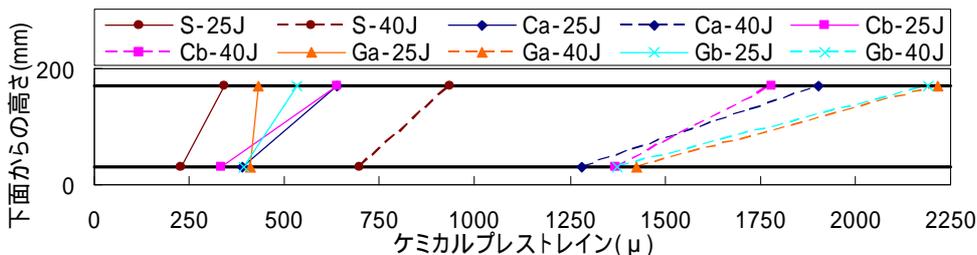


図 - 2 ケミカルプレストレインの分布

れる。その大きさは、引張補強材より圧縮補強材に大きく、40J シリーズの場合は、G シリーズが最も大きく、C シリーズ、S シリーズの順に小さくなっている。これは、各補強材のヤング係数は鉄筋が最も大きく、CFRP、GFRP の順に小さいためである。

これらから、コンクリートに導入されたケミカルプレストレスは、ケミカルプレストレインに対応して、25J シリーズよりも 40J シリーズが大きく、また、圧縮補強材側よりも引張補強材側に大きく、40J シリーズの場合、S シリーズが最も大きく、C シリーズ、G シリーズの順に小さくなると推定できる。

4. 曲げひび割れの発生位置およびモーメント

最初の曲げひび割れの発生位置を表 - 3 に示す。最初の曲げひび割れは、ほとんどの供試体が打継目に発生したのに対して、単位膨張材量が 40kg/m<sup>3</sup> である 40J シリーズの供試体では、5 体中 2 体が載荷点直下に発生した。これは、コンクリートに導入されたケミカルプレストレスが大きく、打継目の付着性状が改善されたことによる。

曲げひび割れ発生モーメントは図 - 3 に示すように、単位膨張材量が増加するに従い大きくなり、単位膨張材量が 40kg/m<sup>3</sup> の場合、打継目のない一体型の供試体とほぼ同等以上の値を示す。また、鉛直打継目を有する供試体は、打継部に膨張コンクリートを使用することにより、補強材に FRP を用いても、鉄筋を用いた打継部に普通コンクリートを使用したものとほぼ同等以上の曲げひび割れ発生モーメントを示す。

表 - 3 発生位置および破壊形式

供試体名	発生位置	破壊形式
S-0		A
S-0J		A
S-25J		A
S-40J		A
Ca-0		C
Cb-0		B
Ca-0J		C
Cb-0J		D
Ca-25J		C
Cb-25J		C
Ca-40J		B
Cb-40J		C
Ga-0		B
Gb-0		C
Ga-0J		B
Gb-0J		C
Ga-25J		B
Gb-25J		C
Ga-40J		B
Gb-40J		B

○ : 曲げモーメント一定区間  
 □ : 打継目  
 △ : 載荷点直下  
 A: 曲げ引張破壊  
 B: 曲げ圧縮破壊  
 C: せん断圧縮破壊  
 D: 補強材破断型曲げ破壊

5. 破壊形式

補強材に鉄筋を用いた供試体は、すべて曲げ引張破壊になった。これに対し、FRP を用いた供試体は曲げ圧縮破壊あるいはせん断圧縮破壊になる傾向が、表 - 3 より認められる。FRP には塑性域がなく、降伏しないためである。また、CFRP は変形能力が小さいため、補強材破断型曲げ破壊になったものがあつた。

6. まとめ

本研究により、以下のことを明確にした。

- (1) 膨張コンクリートを用いる効果は補強材のヤング係数の影響を受けるが、曲げひび割れが抑制されることを確かめた。
- (2) 単位膨張材量を増加させることにより、曲げひび割れ発生モーメントは、打継目のない一体型の供試体と同等になる。
- (3) 膨張コンクリートを使用すると、FRP を補強材に用いても、そのヤング係数が小さいという弱点を改善できる。
- (4) FRP を補強材に用いると、せん断破壊になりやすい。

参考文献

1) 西須 稔、小向広一、辻 幸和：FRP を補強材に用いた打継目を有する CPC 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、1994

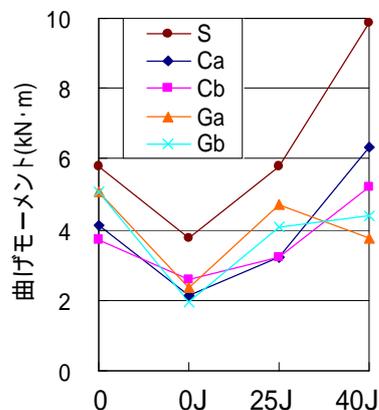


図 - 3 曲げひび割れ発生モーメント