

純ねじりを受けるPC梁へのFRP補強材の適用

広島大学 正員 田澤栄一
 広島大学 学生員 ○ 周 平

広島大学 正員 米倉亜州夫
 大林組 松尾 昭

1. まえがき

本研究は、炭素繊維(CFRP)又はアラミド繊維(AFRP)ロッドを緊張材、軸方向補強筋及び横方向補強筋に用いたPC梁が純ねじりを受けた場合の特性について、プレストレス、軸方向補強筋量及び横方向補強筋量を変化させ、PC鋼材及び鉄筋を用いた場合と比較して検討し、設計上の基礎的資料を得る事を目的としたものである。

表-1: CFRP及びAFRP緊張材と補強材の品質

緊張材		径 (mm)	断面積 (mm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
CFRP	ストランド	φ17.8	154.9	1.46×10^6	21200
		φ25.0	290.9	1.32×10^6	19500
	AFRPロッド	7×φ6	198.1	0.54×10^6	18000
補強材	CFRP	φ6	28.3	1.20×10^6	17000
		φ8	50.3	1.39×10^6	21500
		φ12	113.1	1.38×10^6	18800
	AFRP	φ4	12.6	0.54×10^6	9000
		φ6	28.3	0.54×10^6	9000
		φ7.4	43.0	0.54×10^6	19000

2. 実験概要

2. 1. 使用材料 本実験で使用したCFRP及びAFRP緊張材、CFRP及びAFRPロッド、AFRPスパイラル筋、PC鋼棒及び鉄筋の基本的性質は表-1、2に示す。コンクリートの配合は、早強ポルトランドセメントを使用し、プレストレス

導入時(材令7日)のコンクリートの圧縮強度が500kgf/cm²程度になるように定めた。

2. 2 供試体の作成及び載荷方法

表-2: 鋼材の品質

	直径 (mm)	断面積 (mm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	降伏強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
CP1号 PC鋼棒	23	423.8	2.1×10^6	11585	13071
SR-24	6	23.0	2.1×10^6	3870	5850
	9	54.1	2.1×10^6	3076	4548
SD-30	13	121.0	2.1×10^6	3256	4660

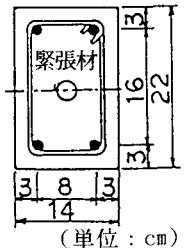
図1に示すように梁の形状寸法は試験区間60cmの矩形断面とし、緊張材が中心にある。軸方向補強筋を四隅に配置した。純ねじりの載荷方法は図2に示す。載荷前に、ねじりアーム長が20cmとなるような載荷用補助鋼材を供試体に取り付け、固定した。

3. 実験結果及び考察

ねじりひびわれ発生ねじりモーメント及び終局ねじりモーメントは、それぞれ弾性理論式¹⁾と児島式²⁾を用いて計算した。図3の梁のねじりモーメント-ねじれ角関係において、ひびわれが発生する前はいずれの場合も弾性的な変形を示すが、ひびわれ発生後は急激にねじり剛性が低下している。又、プレストレス導入量を大きくすることは、ひびわれ発生ねじりモーメントが大きくなり、ねじり剛性の確保にも有効である。ひびわれ発生前の全てのねじれ剛性は弾性理論で求めた値とほぼ同じである。

ひびわれ発生ねじりモーメントの実験値と弾性理論を用いた計算値はほぼ一致している。これは、純ねじり受ける高強度コンクリート梁に対して、ひびわれ発生前の梁の挙動は、プレストレス導入量と軸方向及び横方向補強筋の材質と量に関係せず無筋コンクリート梁の挙動とほとんど同じと考えられる。(図-3参照)

又、終局ねじりモーメントについては、鉄筋を用いた梁では、算定値が実験値より小さく、算定値が安全側にあることを示す。しかし、FRPロッド連続繊維補強材の場合では算定値が実験値よりも大きい。その理由としては、児島式が鉄筋を用いたPC部材の終局ねじり耐力式であり、ひびわれを横切る補強材に作用するせん断力を無視して引張力だけを受けると仮定していることにあると思われる。つまりAFRPとCFRP補強材では、引張力に強いがせん断強度と圧縮強度が弱く、弾性係数が小さいために梁の剛性が小さ



(単位: cm)

図1 供試体断面図

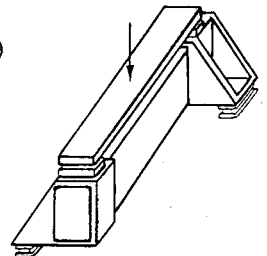


図2 載荷方法

く、こうした特性を持つ補強材を使用する梁のねじり破壊の原因は、ひびわれの入る断面での補強材のせん断による切断によると考えられる。(図4参照)

図5、6は、梁のひびわれ発生ねじりモーメント、梁の終局ねじりモーメントと有効プレストレスの関係を示す。いずれの場合も、有効プレストレスの増加に伴って、梁のひびわれ発生ねじりモーメントと終局ねじりモーメントが大きくなった。

梁の破壊の形式については、鉄筋を補強材に用いた梁が、スターラップの降伏により破壊した。AFRP及びCFRP連続補強材コンクリート梁の場合は、軸方向及び横方向補強筋の破断により破壊した。

図7は、梁の終局ねじりモーメントと横方向補強材のねじり耐力の関係を示す。鉄筋を用いた梁では、スターラップ筋のねじり耐力の増加に伴い、梁の終局ねじりモーメントがほとんど理論値と同じ勾配で増加し、安全側にある。AFRP及びCFRPで補強した梁は、いずれも危険側にあるが、横方向補強材のねじり耐力を大きく増やしても、梁の終局ねじりモーメントの増加は非常に小さい。これは、せん断力により一軸引張強度より小さい荷重でFRPロッドが破断するためと考えられる。

4. まとめ 1. 有効プレストレスの導入により、AFRP及びCFRP連続繊維補強コンクリート梁のひびわれ発生ねじりモーメント及び終局ねじりモーメントを増加できる。ひびわれ発生前は、梁を弾性体と見なすことが出来る。

2. AFRP及びCFRP連続繊維補強コンクリート梁の終局耐力は、補強材の引張強度を用いて既往の算定式により推定するとかなり危険側になる。

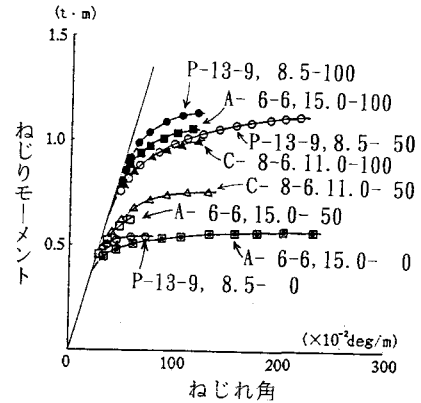


図3 ねじりモーメントとねじり角の関係

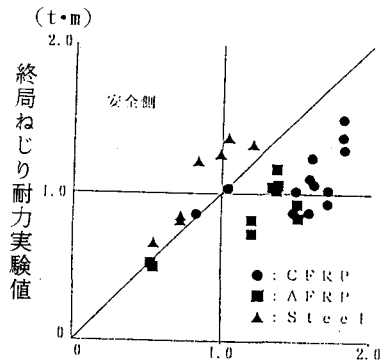


図4 終局ねじりモーメントの実験値と計算値の関係

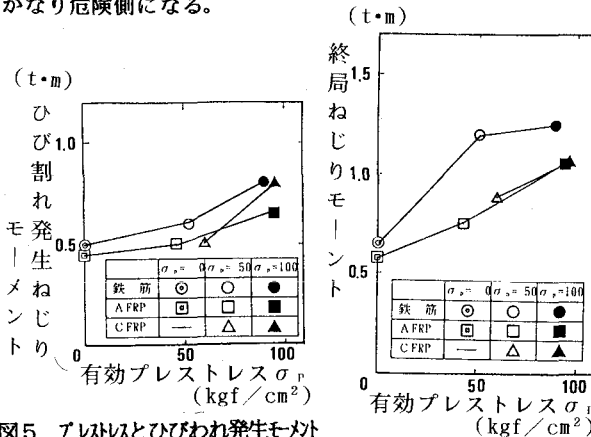


図5 プレストレスとひびわれ発生モーメントの関係

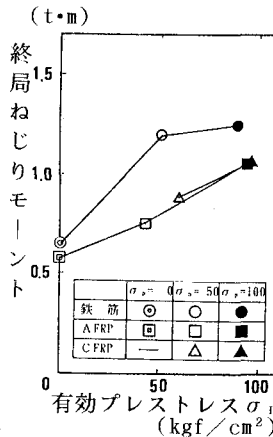


図6 プレストレスと終局ねじりモーメントの関係

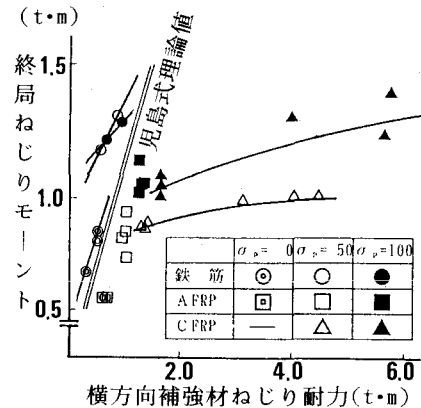


図7 横補強量と終局ねじりモーメントの関係

参考文献 1) 児島孝之ら 『PRC部材の終局純ねじり耐力に関する研究』

コンクリート工学年次論文報告集 1990 p. 191~196

2) 泉満明 『ねじりを受けるコンクリート部材の設計方法』 昭和49年 p. 25~56