

中空円筒 R C 梁部材の曲げ破壊性状

岐阜大学 ○学 小柳 浩 正学 六郷 恵哲
岐阜大学 ○学 小山 秀紀 正学 清水 哲弘

1. まえがき

PC鋼材を使用したPCバイルやボールの靱性（高荷重レベルにおける変形性能）を改善するには、スパイラル筋による横拘束効果を高めることが一般に有効である。しかし横拘束効果が大きすぎる場合には結果としてPC鋼材の破断が生じるため、PC鋼材の延び能力（ピーク応力までのひずみ量）を改善したり延び能力の大きい鋼材とPC鋼材とを組み合わせることが有効とされている。本研究において、PCボールやバイルの強靱化手法を確立することを目的として、高強度スパイラル筋により横拘束した中空円筒RCはり部材の破壊性状について検討した。

2. 実験概要

表-1に示すように、主筋の種類（異形鉄筋、高強度鉄筋、PC鋼棒）、モーメントスパン内のスパイラル筋のピッチ（スパイラル筋なし、3, 5, 8cm）, はりの断面形状（中空大, 中空小, 中実）を変化させた10種類の試験条件について2体ずつ供試体を作製した。なお、PC鋼棒にはプレストレスを導入していない。供試体は図-1に示すように、全長250cm、外径20cm、軸筋配置径15.6cmとし、スパイラル筋を軸筋の外周に配置した。なおせん断スパン内にはせん断補強として、ピッチが5cmのスパイラル筋を用いた。通常のバイルやボールは鋼製型枠を用いて工場内で遠心力成形法により作製されているが、本実験では硬質紙製型枠を用いてテーブルバイブレーターにより振動締め固めとした。供試体は湿布養生とし、載荷試験は材令8週で一方向単調載荷で、荷重、載荷点下および中央部の変位（たわみ）と上下縁ひずみを計測した。

3. 結果と考察

表-2に実験結果を示す。荷重-変位曲線を実験要因別にまとめ図-2～5に示す。軸筋の種類を変化させた図-2の結果より、軸筋強度が高くなるに従って耐力は増加しているが、荷重が大きいため軸筋の座屈が早期に生じ、高荷重レベルにおける変形性能は小さくなる。曲げひびわれの分散性は異形鉄筋を用いたものが最も良好であった。図-3に中空部内径を変化させた場合についての結果を示す。中空大（内径10.7cm）では圧縮鉄筋の座屈、中空小（内径8.1cm）と中実ではPC鋼棒破断となり破壊モードの差はみられたが、大変形時の中立軸位置が中空部よりも外側にあるため荷重変位曲線の形

表-1 実験計画

シリーズ	コンクリート ^{・1)} 鋼繊維混入量(%)	スパイラル ^{・2)}		中空部の内径 (cm)	軸筋の種類
		有無	ピッチ (cm)		
A	—	無	—	10.7 (中空大)	PC鋼棒 ^{・3)}
B			—		異形鉄筋 ^{・4)}
C			—		高強度鉄筋 ^{・5)}
D			5		PC鋼棒 ^{・3)}
F		有	3	(中実)	
G			8		
H			5	8.1(中空小)	
I		2	無		
J			有		
K	有		5	(中空大)	

・1) 4週目標強度600kgf/cm²

・2) 降伏点強度 144kgf/mm², 直径 7.4mm

・3) 降伏点強度 141kgf/mm², 直径 9.2mm

・4) 降伏点強度 40kgf/mm², 直径 9.53mm

・5) 降伏点強度 66kgf/mm², 直径 9.2mm

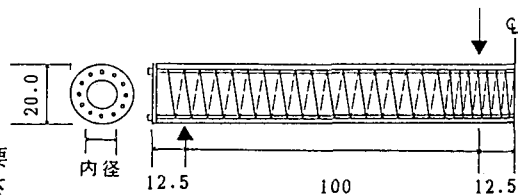


図-1 供試体寸法 (cm)

表-2 実験結果一覧

シリーズ	スパイラル 筋比 ¹⁾	降伏荷重 (tonf)	最大荷重 (tonf)	破壊モード	終局変位 ²⁾ (mm)	コンクリート強度 (kgf/cm ²)
A	0	11.4	11.4	圧縮鉄筋 座屈	34(1.0)	750
B	2.09	4.4	5.5		載荷中止	750
C		6.6	7.5		127(3.7)	798
D		11.6	13.7		92(2.7)	742
F	3.48	11.4	14.1	引張鋼材破断	118(3.5)	793
G	1.30	11.4	12.6	圧縮鉄筋座屈	53(1.6)	793
H	2.09	11.0	14.0	引張鋼材 破断	94(2.8)	775
I		11.5	13.7		92(2.7)	798
J		10.7	11.6	圧縮鉄筋座屈	49(1.4)	891
K	2.09	11.6	14.2	引張鋼材破断	91(2.7)	845

・1) $\rho_s = 4a_s / S D_{core}$ a_s : スパイラル筋断面積 S : スパイラル筋ピッチ
 D_{core} : コアコンクリート直径

・2) ()内はA-N6PLに対する比

状はほぼ同一となった。図-4はブレンコンクリートと鋼繊維補強コンクリートを用いたはりの試験結果を示している。スパイラル筋を用いなかった場合は、ブレンコンクリートはりでは最大荷重後コンクリートの圧壊と圧縮鉄筋の座屈がほぼ同時に起こり急激に荷重が低下したのに対し、鋼繊維補強コンクリートを使用したはりではブレンコンクリートに比べ荷重の低下はゆるやかであった。しかしスパイラル筋を用いた場合にはコンクリートの種別の違いは破壊モードに見られるだけであり、荷重変位曲線の形状はほぼ同一となった。これは鋼繊維補強コンクリートではひびわれ分散性が悪いと延び変形の集中がひびわれ部分のP C鋼棒に生じるためと考えられる。図-5にはスパイラル筋のピッチを3cm, 5cm, 8cmとしたはり及びスパイラル筋のないはりの荷重-変位曲線を示す。降伏荷重については4シリーズとも違いはみられなかったが、最大荷重はスパイラル筋なしのりと比較するとピッチが3cmのりでは1.24倍、5cmのりでは1.2倍、8cmのりでは1.11倍となりスパイラル筋のピッチが小さいほどスパイラル筋の拘束効果による最大荷重が高くなった。破壊モードはスパイラル筋のないりとピッチが8cm, 5cmのりでは圧縮鉄筋の座屈であるが、ピッチが3cmのりではP C鋼棒破断となった。すなわち表-2にも示すように5cmピッチと3cmピッチを境に破壊モードが圧縮鉄筋の座屈からP C鋼棒破断へと変わっている。引張側鋼材は十分変形するが破壊する前に圧縮鉄筋が座屈し、除々に荷重の低下が生じるように破壊形式を制御できることが望ましいと考えられるが、本実験の範囲ではスパイラルのピッチを5cmと8cmの中間程度とすればよいことがわかる。

4. まとめ

- (1) スパイラル筋で横拘束したはりでは、ブレンコンクリートを用いた中空断面のりには比べ鋼繊維補強コンクリートを用いた場合や、中実断面の場合には荷重変位曲線の形状には違いはみられなかったが、破壊モードが圧縮鉄筋の座屈から引張側のP C鋼材の破断へと変化した。
- (2) スパイラル筋のピッチが小さいほど最大荷重は大となるが、ピッチが小さい3cmの場合にはP C鋼材の破断が生じた
- (3) スパイラル筋のピッチを変化させる等の方法により、引張鋼材に破断が生じることなく十分変形させるような破壊モードを制御した断面設計を行うことが可能である。

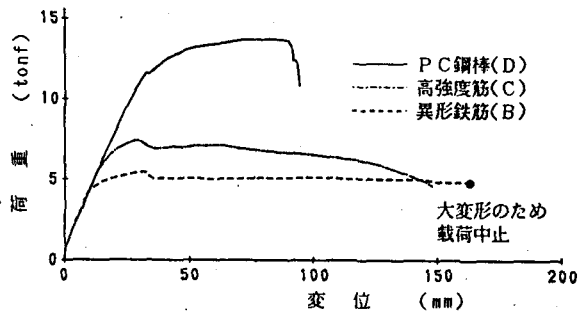


図-2 軸筋の種類別の荷重変位曲線

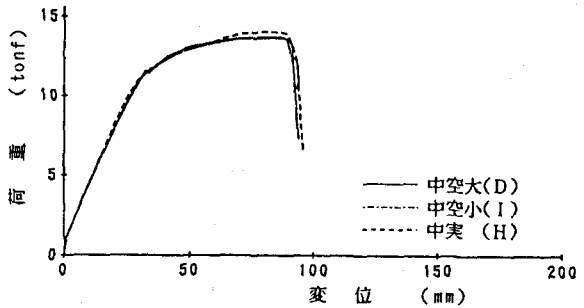


図-3 中空部内径別の荷重変位曲線

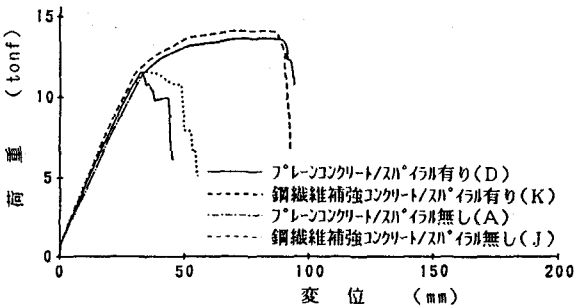


図-4 コンクリート種類別の荷重変位曲線

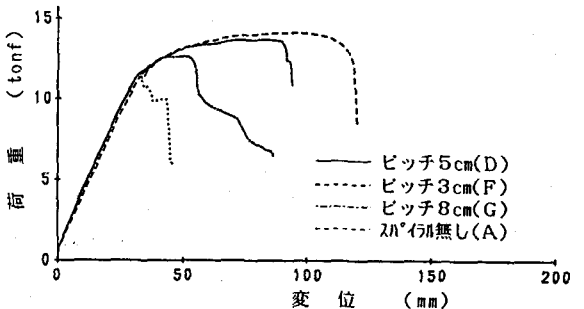


図-5 スパイラル筋のピッチ別の荷重変位曲線