

岐阜大学大学院 学生員 ○松井 祐一 竜橋 広文

岐阜大学工学部 正会員 内田 裕市 六郷 恵哲 小柳 治

1. はじめに

プレテンションPC部材では、鋼材のかぶり厚が小さい場合、プレストレス導入時にPC鋼棒に沿った材端にひびわれを生じることがある。本研究では、プレテンションPC部材の材端に、このようなひびわれが生じる条件を明確にすることを目的として、異なったかぶり厚を持つ供試体にプレストレスを導入し、ひびわれの進展について実験、ならびに有限要素法による解析を加えて検討するとともに、ひびわれを生じた供試体については、スパイラル筋の補強によるひびわれ拘束の効果について検討することとした。

2. 実験および解析概要

図-1に示すような長さ120cmの柱体コンクリート供試体を作製し、断面寸法($b \times h$)、鋼棒のかぶり厚(c)、鋼棒の種類、および補強の有無を変化させた。

表-1に試験体の一覧を示す。ここで、ひとつのプレテンションベッドで2体の供試体を作製したため、プレストレス導入時に、それぞれの材端部で計測した周方向ひずみ分布にばらつきが生じた。そこで、油圧ジャッキに近い方を供試体E、離れた方を供試体Wとして、供試体に与えた条件の違いを比較する場合は、供試体の両材端の平均値を用いて考察することにした。

また、仮想ひびわれモデルを分布ひびわれモデルに組み込んだ有限要素法を用いて解析を行ない、プレストレス導入時の供試体断面におけるひびわれの進展およびひびわれ幅を検討した。解析の対象は、実験で用いた供試体と比較検討するため、断面 5×5 (cm)および 10×10 (cm)でかぶり厚1cmの供試体を用いて、平面応力状態を仮定し、増分繰返し法を用いてプレストレス導入時の鋼棒のポアソン効果による半径方向へのふくらみを強制変位として与えた。なお、解析に用いた材料定数は、引張強度 $f_t = 40$ (kgf/cm²)、破壊エネルギー $G_F = 0.1$ (kgf/cm)、弾性係数 $E_s = 3.0 \times 10^5$ (kgf/cm²)、鋼棒のポアソン比 $\nu = 0.3$ とし、引張軟化曲線は1/4モデルを用い、強制変位の増分は、1stepが鋼材の導入応力で5.25kgf/mm²分であり、20stepまで解析した。

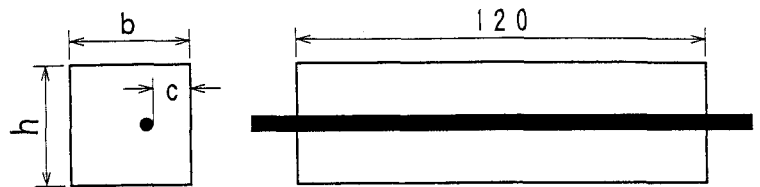


図-1 供試体断面 (cm)

表-1 試験体一覧

供試体 名称	断面寸法 $b \times h$ (cm)	かぶり c (cm)	鋼棒の種類		補強筋 有無 ◎ (cm)	試験時のコンクリートの性質		
			丸棒 SBPR	異形 SBPD		材令 (日)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
A シリーズ	A-1	10×10	1.0	○	—	4	750	51.1
	A-2	"	2.5	○	—			
	A-3	"	4.0	○	—			
B シリーズ	B-1	7×10	1.0	○	—	3	620	38.3
	B-2	"	1.5	○	—			
	B-3	"	2.5	○	—			
C シリーズ	C-1-E	10×10	1.0	○	—	3	569	45.7
	C-1-W	"	1.5	○	—			
	C-2-E	"	1.0	○	—			
	C-2-W	"	1.5	○	—			
	C-3-E	5×5	1.0	○	—			
	C-3-W	10×5	1.0	○	—			
D シリーズ	D-1-E	10×10	1.0	○	◎ (20)	3	589	44.1
	D-1-W	"	1.0	○	◎ (10)			
	D-2-E	5×5	1.0	○	◎ (20)			
	D-2-W	"	1.0	○	◎ (10)			

3. 実験および解析結果のまとめ

図-2～6に実験で計測された周方向ひずみ分布を示す。A～Dシリーズの実験結果をまとめると、以下のようになる。

- 1) 供試体断面およびかぶり厚が大きくなるほど、プレストレス導入後の材端部に周方向圧縮ひずみが生じる。
- 2) かぶり厚が1cmの供試体では、周方向引張ひずみの、材端からピーク点までの距離は供試体断面の高さhに一致する傾向にある。
- 3) 鋼棒に丸棒を使用した場合に比べて、かみ合い力を発揮する異形棒を使用した場合には、材端部での周方向引張ひずみは増加する。
- 4) かぶり厚が1～1.5cmの供試体では、材端部にアセトンの塗布による乾燥速度の違いから確認できる程度の微細なひびわれが生じ、そのひびわれは、時間経過とともに進化した。
- 5) スパイラル補強筋で補強すると、材端部での周方向引張ひずみは減少し、かつ周方向引張ひずみが一定値になるまでの材端からの距離が短くなるが、本実験では、ひびわれ発生を防ぐ効果はほとんどなかった。

また、有限要素解析の結果、得られたひびわれ幅の進展を図-7に示す。かぶり厚を1cmで設定した断面において、プレストレス導入時の鋼棒のポアソン効果による半径方向へのふくらみによる破壊からのひびわれ進展状況が検討でき、微細ではあるがひびわれを生じることがわかった。しかし、より実際の条件にあった解析をするためには、材端からの距離によって変化するプレストレス導入量も考慮し、軸方向のひびわれ進展状況まで解析できるような3次元解析が今後必要であると考えられる。

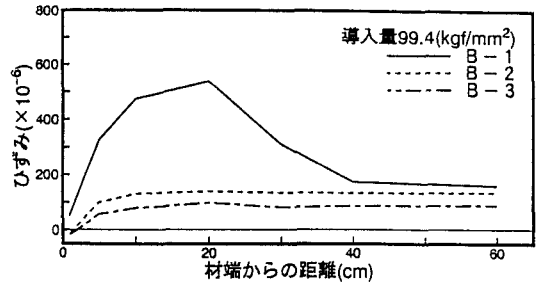


図-3 周方向ひずみ分布(平均): Bシリーズ

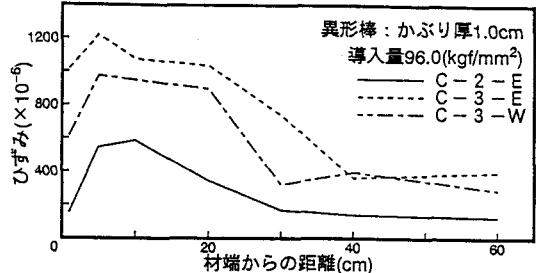


図-4 周方向ひずみ分布(平均): 断面比較

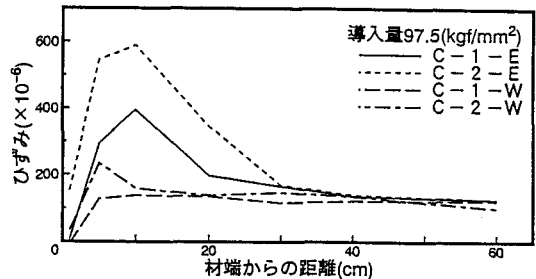


図-5 周方向ひずみ分布(平均): 丸棒と異形棒の比較

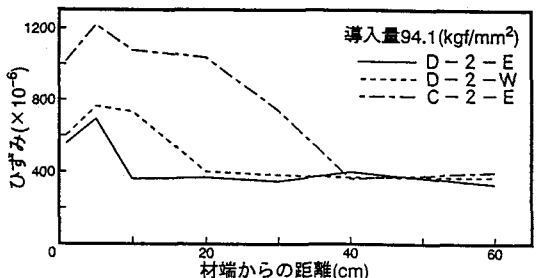


図-6 スパイラル筋補強効果: D-2

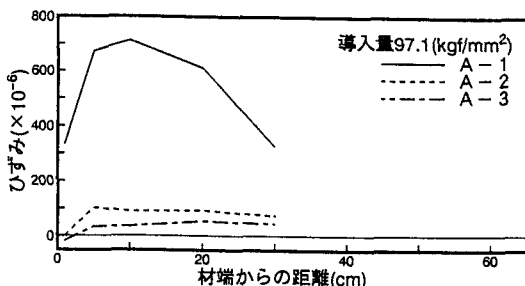


図-2 周方向ひずみ分布(平均): Aシリーズ

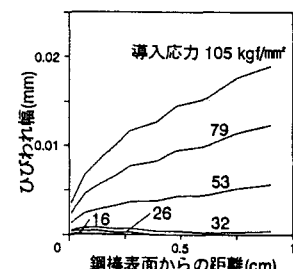
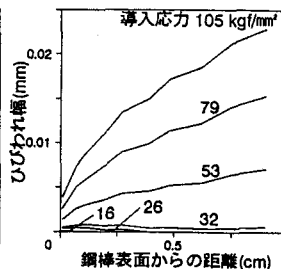


図-7 ひびわれ幅の進展(左:断面5×5cm 右:断面10×10cm)