



各試験体の名称、鋼材量、プレストレス力およびはり断面の下縁応力度は表-1に示す通りであり、試験体の総数は5体で、全試験体ともせん断スパン比が4.1である。

2.3 載荷方法

載荷方法は1点集中載荷とし、荷重を静的に漸次加力することにした。また、プレストレス力は試験体端部に取り付けたセンターホールジャッキで所定の量を導入し、載荷はP C鋼材を定着した直後に行った。これはコンクリートのクリープや乾燥収縮、P C鋼材のリラクセーションなどによるP C鋼材の応力減少をできるだけ少なくするためである。

3. 実験結果および検討

3.1 実験結果

実験結果の一覧を表-2に示し、各試験体の破壊後のひびわれの模写を図-2に示した。図示したようにプレストレス力が高くなるとコンクリートの圧壊が見られ、破壊も爆裂を伴い急激に起こった。また、プレストレス力が20tfのはりでは破壊面で軸方向鉄筋の露出があり、プレストレス力が30tfのはりでは破壊面で軸方向鉄筋の屈曲が見られた。さらに、プレストレス力が高くなると破壊面とはり軸方向のなす角度も鋭角になってきているのも観察できる。これは内ケーブル方式と同様の傾向である<sup>2)</sup>。

図-3に載荷点下の荷重-たわみの関係を示す。図-3よりRCはり(SH91-1)およびプレストレス力が0tfのPRCはり(SH91-2)は、斜めひびわれ発生後荷重がほとんど増加せず急激に破壊する斜め引張破壊であった。このときRCはりとはり軸方向の破壊荷重には差が見られなかった。次にプレストレス力が10tf(SH91-3)、20tf(SH91-4)および30tf(SH91-5)のPRCはりでは、ウェブ中央付近より斜めひびわれが発生し急速に進展して最終的にそのひびわれに沿って破壊するせん断圧縮破壊であった。また

表-2 実験結果一覧

試験体名	はり断面 下縁応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	荷 重 (tf)			破壊形態
		ひびわれ	斜めひびわれ	最大	
SH91-1	—	1.66	6.00	6.01	斜め引張
SH91-2	0	1.74	5.75	6.01	斜め引張
SH91-3	41	2.25	8.18	8.67	せん断圧縮
SH91-4	82	6.48	10.18	11.34	せん断圧縮
SH91-5	123	6.93	10.76	12.65	せん断圧縮

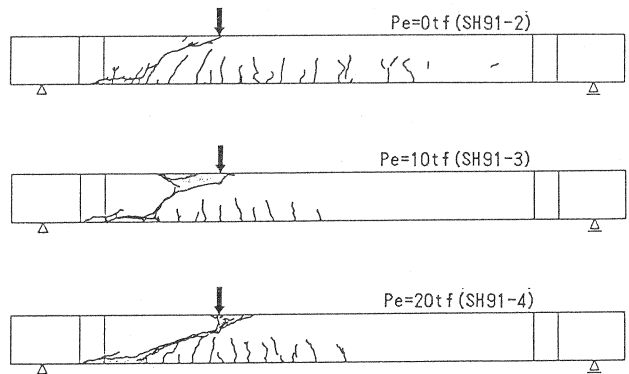


図-2 ひびわれ図

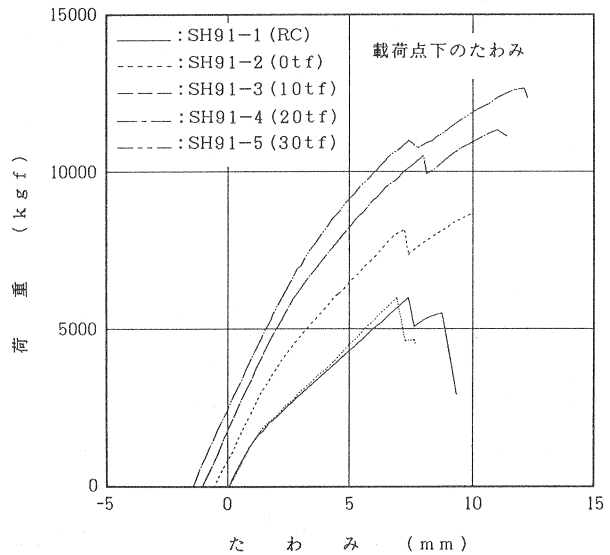


図-3 荷重-たわみ関係

各試験体とも斜めひびわれ発生時の変形量は約7.5mmであった。図-4に斜めひびわれ発生時および最大荷重時の平均せん断応力とはり下縁応力の関係を示す。図-4より下縁応力が増加すると平均せん断応力も直線的に増加しているが、下縁応力が123kgf/cm<sup>2</sup>の場合は他のはりに比較して平均せん断応力の増加割合が減少する傾向が見られた。また、プレストレス力が高くなると斜めひびわれ発生から最大荷重までの平均せん断応力の増加割合が大きくなっている。これはプレストレス力によりひびわれの開口が抑制されるためである。

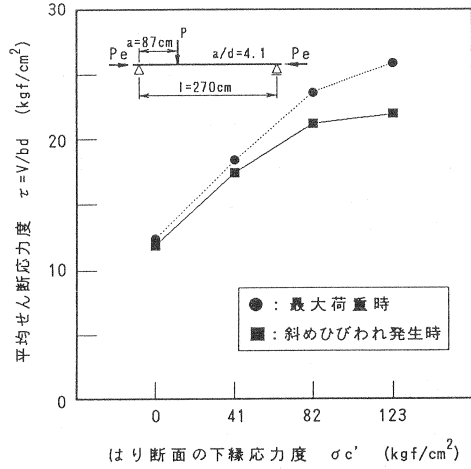


図-4 平均せん断応力度-はり下縁応力度関係

### 3.2 設計せん断耐力式の評価

ここでは、土木学会<sup>3)</sup>、日本建築学会<sup>4)</sup>、ACI規準<sup>5)</sup>のせん断耐力算定式を用いてせん断耐力を計算し、実験値との比較を行い、その結果を図-5に示した。なお、ACI規準では曲げせん断耐力とウェブひびわれ耐力を計算し、小さい方をせん断耐力とすると規定しているが、ここでは実験の観察結果よりウェブひびわれ耐力の方を採用した。

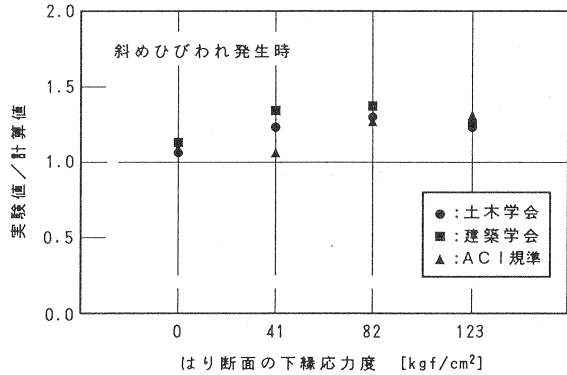


図-5 実験値と計算値の比較

斜めひびわれ荷重の実験値/計算値はRCばりに対しては土木学会式で1.11、建築学会式で1.20、ACI規準式で1.15である。またPRCばりに対しては、土木学会式で1.06~1.30、建築学会式で1.13~1.37、ACI規準式で1.09~1.31となっている。さらに最大荷重の実験値/計算値はプレストレス力が高くなるとかなり安全側に算定される傾向がある。これは各学会のせん断耐力算定式が斜めひびわれ発生をもって破壊としているのに対し、本実験においては斜めひびわれ発生後も荷重の増加が見られたためである。

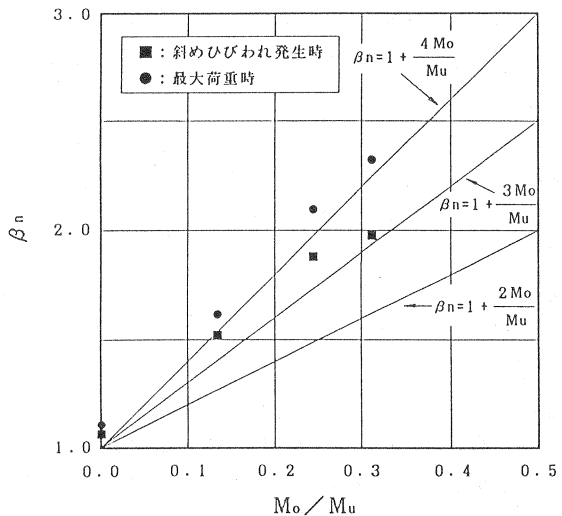


図-6 プレストレスの効果

### 3.3 プレストレスの効果

図-6は(1)式<sup>3)</sup>より求めたプレストレスの効果を考慮する割増係数 $\beta_n$ と $M_o/M_u$ の関係を示したものである。なお、 $M_o$ はデ

コンプレッションモーメント、 $M_u$ は曲げ耐力(計算値)である。

$$V_c = 0.9(100/d)^{1/4} \cdot (100p_w)^{1/3} \cdot (f_{c,d}')^{1/3} \cdot \beta_n \cdot b \cdot d \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 $V_c$ : コンクリートの負担するせん断力(実験値)  $d$ : 有効高さ  $b$ : はり幅  $p_w$ : 軸方向鉄筋比  
 $f_{c,d}'$ : コンクリートの圧縮強度

図-6より $\beta_n$ と $M_o/M_u$ の関係は、 $\beta_n = 1 + 2M_o/M_u$ の直線よりかなり離れており、安全側を取れば $\beta_n = 1 + 3M_o/M_u$ の直線に近い結果となっている。外ケーブル方式におけるプレストレスの効果を評価する $\beta_n$ についてはさらに実験および検討を行う必要がある。

### 3.4 プレストレスの増加量

図-7に各試験体のプレストレスの増加量および増加率を示す。ここに増加率とはプレストレスの増加応力をプレストレス力導入時の応力で除したものとす。図-7よりプレストレス力の導入量が異なってもプレストレスの増加量は斜めひびわれ発生時で407~574 kgf/cm<sup>2</sup>である。これは斜めひびわれ発生時のはりのたわみ量が同程度であることを示している。また最大荷重時のプレストレス増加量は651~765 kgf/cm<sup>2</sup>となっている。

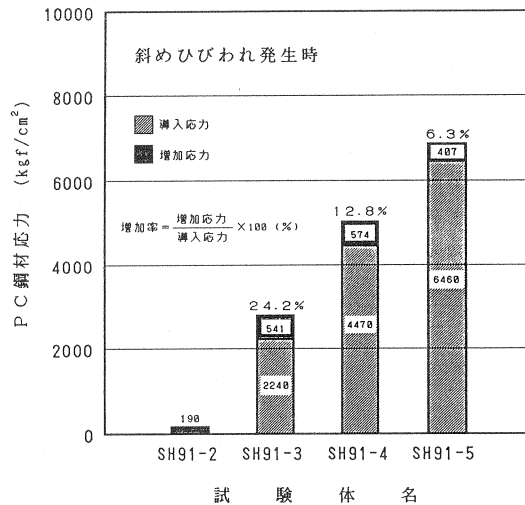


図-7 プレストレスの増加量

### 4. まとめ

今回の外ケーブル方式を用いたPRCばりのせん断破壊実験の結果をまとめる。

- ① プレストレス力が高くなると土木学会、日本建築学会およびACI標準のせん断耐方式はせん断耐力を十分安全側に算定する結果となった。
- ② プレストレスの効果を考慮する係数 $\beta_n$ と $M_o/M_u$ には比例関係がみられた。しかし、これを評価するにはさらに実験および検討を必要とする。
- ③ プレストレス増加量は斜めひびわれ発生時で407~574kgf/cm<sup>2</sup>、最大荷重時で651~765kgf/cm<sup>2</sup>であった。

最後に本実験を実施するにあたり、当時大学院生であった藪谷寛氏(日本鋼管不動産株)、吉川昌孝氏(東京都)および日大理工学部交通土木工学科の構造第2研究室の卒研の方々の多大なる御協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

#### [参考文献]

- 1) 柳沼善明: アウトケーブルを用いたPRCばりの非線形解析、第13回コンクリート工学年次論文報告集、pp. 689~694、1991
- 2) 佐藤、石橋、山下、高田: プレストレスコンクリートはりのせん断耐力と破壊性状、第9回コンクリート工学年次論文報告集、pp. 323~328、1987
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書 [設計編]、平成3年版、pp. 56~62、1991
- 4) 日本建築学会: プレストレス鉄筋コンクリート(Ⅲ種PC)構造設計・施工指針・同解説、pp. 7~13、1986、1
- 5) ACI Committee 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-83)