

和歌山工業高等専門学校 正会員 中本 純次  
同 上 正会員 戸川 一夫  
同 上 真田 順

## 1. まえがき

本研究は鋼繊維と膨張材を混入したいわゆる鋼繊維膨張コンクリートをR.C.はり部材に利用することを目的として、はりのひびわれ特性、変形特性及び終局耐力等の基礎的性質について実験的に考察したものである。

## 2. 実験箇所

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は最大寸法15mmの硬質砂岩碎石を使用した。膨張材はカルシウムサルホアルミネート系のもの、鋼繊維は $0.25 \times 0.5 \times 25$ mmのせん断ファイバー( $\sigma_s = 70 \text{ kg/mm}^2$ )を用いた。コンクリートの基準配合は $C+E=450 \text{ kg/m}^3$ 、 $W=225 \text{ kg/m}^3$ 、 $W/C+E=50\%$ 、 $S/a=68\%$ である。鋼繊維は骨材の一部として所定量置き換えた。実験計画を表-1に示す。はり供試体は図-1に示すように複鉄筋ばり断面寸法は $15 \times 10 \times 130 \text{ cm}$ 、スパンは110cmである。使用鉄筋は主鉄筋としてD10( $\sigma_s = 36 \text{ kg/mm}^2$ )、スターラップとして $\phi 6$ ( $\sigma_s = 29 \text{ kg/mm}^2$ )である。供試体は打込直後から材令1日まで兼布養生し、材令1日で脱型して試験日の材令28日まで $20 \pm 2^\circ \text{C}$ の恒温室内で1日1回散水養生した。はり供試体の載荷試験は対称2点載荷とし、載荷速度を $200 \text{ kg/mm}^2$ として行なった。はりのたわみは両支点とスパン中央で電気抵抗線式変位計を用いて測定した。またコンクリートのひびわれ幅は供試体側面の引張鉄筋位置にポイント

表-1 実験計画

| 繊維量<br>(%) | 膨張材量 ( $\text{kg/}\text{m}^3$ ) |      |      |
|------------|---------------------------------|------|------|
|            | E=0                             | E=50 | E=70 |
| F=0        | ●                               | ●    | ●    |
| F=1.5      | ●                               | ●    | ●    |

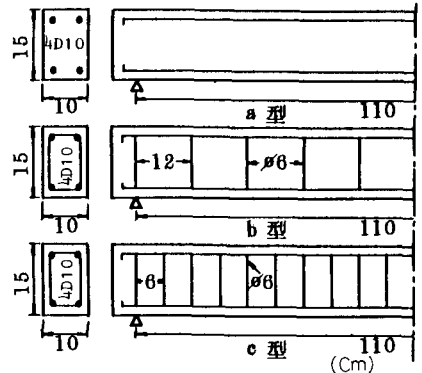


図-1 はり供試体

## 3. 実験結果とその考察

(1) 曲げひびわれ耐力: 本実験ではスパン中央のコンクリート下縁に貼付したストレインゲージによって測定したひずみの増加率が急変する直前の荷重をひびわれ耐力とした。同一のはり型式で比較すると普通コンクリートと比べて膨張材50%混入コンクリートでは約1.5~2倍、70%入りでは2~3倍、鋼繊維混入コンクリートでは、膨張材無混入の場合2倍程度、膨張材を50%入れると1.6~3倍、70%入れると2.6~3.8倍にもなることが認められた。

(2) ひびわれ幅: 図-2はスパン中央の曲げモーメントと引張鉄筋位置のコンクリート側面のひびわれ幅との関係を示している。同一曲げモーメントと比較すると、ひびわれ幅は普通コンクリートが最も大きく、膨張材が多くなるに従って更には鋼繊維を混入することによってさらに小さくなることが認められた。例えば、鋼繊維1.5%、膨張材50%混入コンクリートのひびわれ幅は普通コンクリートの1/2程度あるいはそれ以下になっている。(3) 曲げ剛性: 図-3はスパン中央の曲げモーメントと曲げ剛性との関係を示して

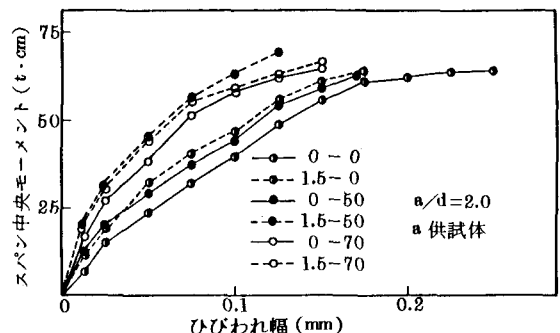


図-2 モーメントーひびわれ幅の関係

表-2 はりの試験結果

( $a/d=2$ )

| コンクリート<br>種類 | はり<br>形式 | ひびわれ<br>モーメント (kg・m) | せん断破壊<br>強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 終局モーメント<br>(kg・m) | 破壊形式  |
|--------------|----------|----------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|
| 0-0          | a        | 121                  | 26.0                              | 709               | せん断圧縮 |
| 0-50         |          | 257                  | 27.0                              | 737               | 斜引張   |
| 0-70         |          | 242                  | 26.0                              | 711               | 斜引張   |
| 1.5-0        |          | 226                  | 24.6                              | 672               | 斜引張   |
| 1.5-50       |          | 326                  | —                                 | 876               | 圧縮    |
| 1.5-70       |          | 441                  | —                                 | 840               | 圧縮    |
| 0-0          | b        | 116                  | 26.2                              | 714               | せん断圧縮 |
| 0-50         |          | 221                  | 26.6                              | 727               | 斜引張   |
| 0-70         |          | 305                  | —                                 | 712               | 斜引張   |
| 1.5-0        |          | 210                  | —                                 | 811               | 圧縮    |
| 1.5-50       |          | 263                  | —                                 | 825               | 圧縮    |
| 1.5-70       |          | 305                  | —                                 | 777               | 圧縮    |
| 0-0          | c        | 158                  | 26.3                              | 718               | 斜引張   |
| 0-50         |          | 231                  | —                                 | 546               | 圧縮    |
| 1.5-0        |          | 242                  | —                                 | 815               | 圧縮    |
| 1.5-50       |          | 252                  | —                                 | 840               | 圧縮    |

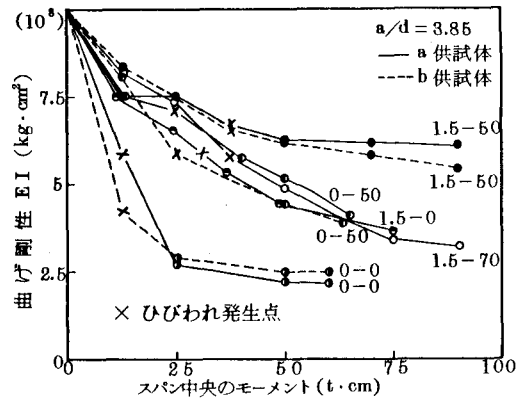


図-3 曲げ剛性

いる。普通コンクリートでは曲げモーメントの増加に伴って曲げ剛性の低下の程度が大きく、膨張コンクリートの場合は普通コンクリートよりも剛性の低下は緩やかである。鋼繊維コンクリートは膨張コンクリートとほぼ同様の傾向を示し、鋼繊維を1.5%入れたものは膨張材を50%入れたものと同程度の剛性を有している。鋼繊維膨張コンクリートの場合には、鋼繊維のひびわれ進展に対する阻止効果と膨張材によるケミカルプレストレス効果が加算されて、剛性の低下の程度はきわめて緩やかである。例へば、鋼繊維1.5%、膨張材50%混入コンクリートは普通コンクリートと比較して、曲げモーメントの増加に伴う剛性の低下の割合は約1/2になっている。(4)たわみ特性: 図-4は荷重とスパン中央のたわみとの関係を示している。たわみはスパン中央のたわみから支点のたわみを差し引いて求めた。ひびわれ発生以前では荷重-たわみ曲線は全てのコンクリートについてほぼ同程度の傾きを示しているが、ひびわれ発生後では膨張材及び鋼繊維はたわみ量の低減に有効に働くことが認められる。特に、鋼繊維1.5%、膨張材50%混入コンクリートは同一荷重で比較するとたわみ量は普通コンクリートの約1/2程度になる。(5)斜めひびわれ: 斜めひびわれが発生したはり供試体の大部分は普通コンクリートの全てと膨張コンクリートのa型及びb型供試体であった。膨張コンクリートでは膨張材量が70%以下であれば膨張材量の増加とともに斜めひびわれ耐力は増加するようである。スターラップが12cm間隔で入っているb型供試体では膨張材量が70%のとき、スターラップによって導入されたケミカルプレストレス量が9.5%程度あり、そのため斜めひびわれが発生していない。また、スターラップが6cm間隔のc型供試体では、膨張材量が50%の場合でも斜めひびわれは発生しなかった。鋼繊維コンクリートではa型供試体で膨張材無混入の場合にのみ斜めひびわれの発生が認められた。(6)終局耐力: せん断破壊を生じたはりの終局耐力は $a/d$ 比にはりの型式が同じであればコンクリートの種類を問わずほぼ等しいことが示された。曲げ破壊は、主として鋼繊維コンクリートに生じた。鋼繊維コンクリートでは、曲げ終局耐力は膨張材を入れると高くなる傾向が見られるが、膨張材量が50%程度で最高になるようである。

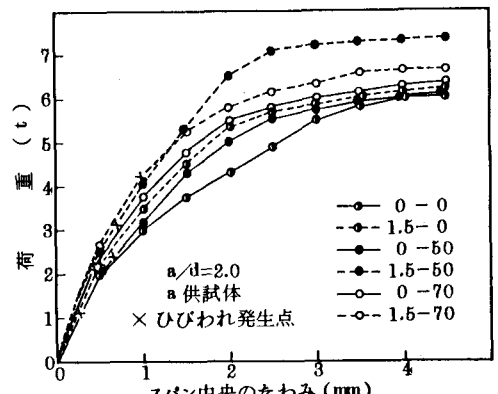


図-4 荷重-たわみ曲線

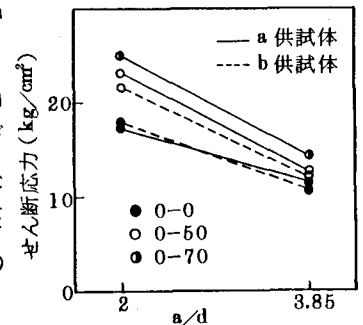


図-5 せん断ひびわれ耐力