

単鉄筋コンクリートばりの荷重点と 支点の測定ひずみについて

加賀美一二三，長谷川 博

緒 言

鉄筋コンクリートばりの曲げ破壊実験の場合，荷重点と支点との曲げひずみおよびN-Aに直角方向のひずみ分布を，低鉄筋と過鉄筋の数種のはりに対して測定した場合の実験報告である。

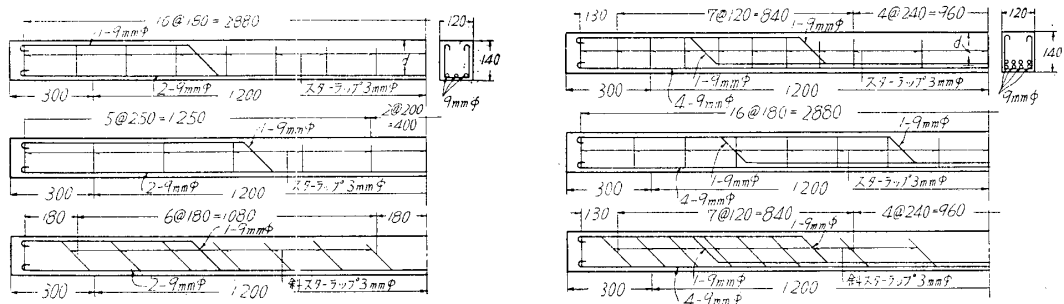
1. 実験供試体材料，供試体および荷重実験

鉄筋は径9mm，その降伏点応力 σ_{sy} は3210kg/cm²，コンクリートの示方配合は表一のものとした。

表一 コンクリートの示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ量 (cm)	単位水量 W (kg)	単位セメント量 c (kg)	水セメント比 w/c (%)	細骨材率 s/a (%)	単位細骨材率 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)
15	8±1	204	398	51.2	51	865	830

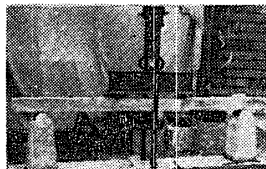
鉄筋コンクリートばり供試体は巾12cm，高さ14cm，支間2.4m，供試体長3.0m，主鉄筋径9mmにて低鉄筋ばりは3本，過鉄筋ばりは3本とし図一に示す配筋とした。



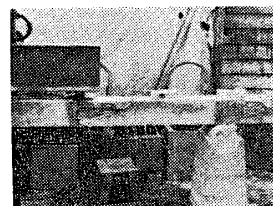
図一 供試体の配筋図

荷重実験は低鉄筋ばりのNo. 1, 3および過鉄筋ばりのNo. 1', 3'は3等分点(3@80=240cm)負荷，またNo. 2, No. 2'は径間中央の1点負荷とした。

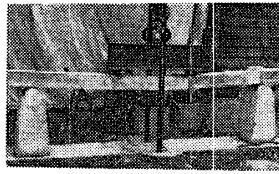
いま，写真一は3等分点負荷の場合の荷重直前の状態，写真二は同じ場合の荷重点および支点のストレインゲージ貼付の状況，写真三，四は3等分点，1点荷重の場合の破壊の状態を示す。



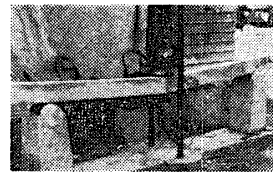
写真一 3等分点負荷の状態



写真二 ストレインゲージ貼付の状態



写真一3 3等分点負荷の場合の破壊の様相



写真一4 1点負荷の場合の破壊の様相

2. 実験結果

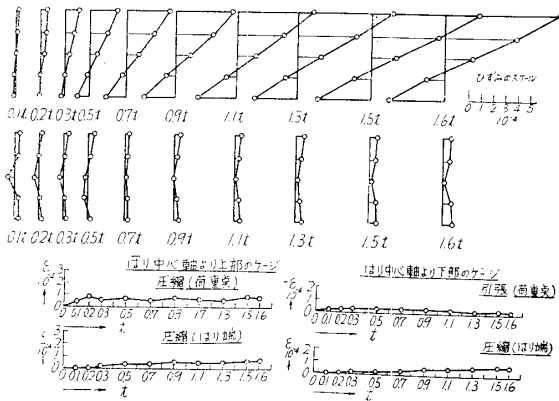
低鉄筋および過鉄筋コンクリートばかりについての負荷時における荷重点および支点のひずみ分布様相の結果を述べる。以下の図面において、上部図が荷重点の曲げひずみ分布様相、第2段の図が支端の曲げひずみ分布様相、第3、4段図ははり方向軸に直角の上、下ゲージのひずみ測定結果を、横軸に漸増荷重、後軸にひずみを示したものである。

(1) 低鉄筋コンクリートばかりの場合

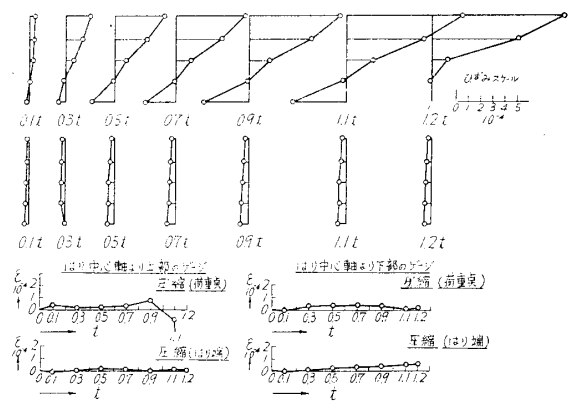
No. 1 供試体；～図一2

No. 2 供試体；～図一3

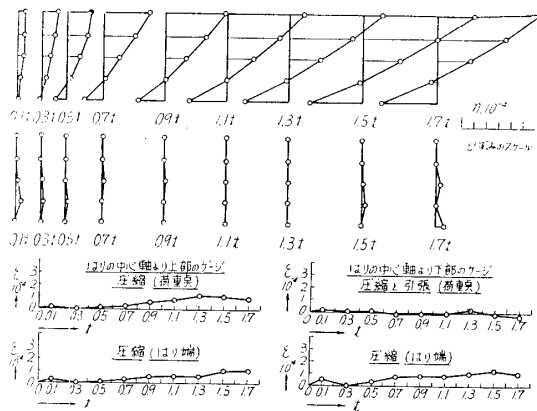
No. 3 供試体；～図一4



図一2 No. 1 供試体のひずみ分布様相
(垂直スターラップ、3等分点荷重)



図一3 No. 2 供試体のひずみ分布様相
(垂直スターラップ、1点荷重)



図一4 No. 3 供試体のひずみ分布様相
(傾斜スターラップ、3等分点荷重)

(2) 過鉄筋コンクリートばかりの場合

No. 1' 供試体；～図一5

No. 2' 供試体 ; ~図-6

No. 3' 供試体 ; ~図-7

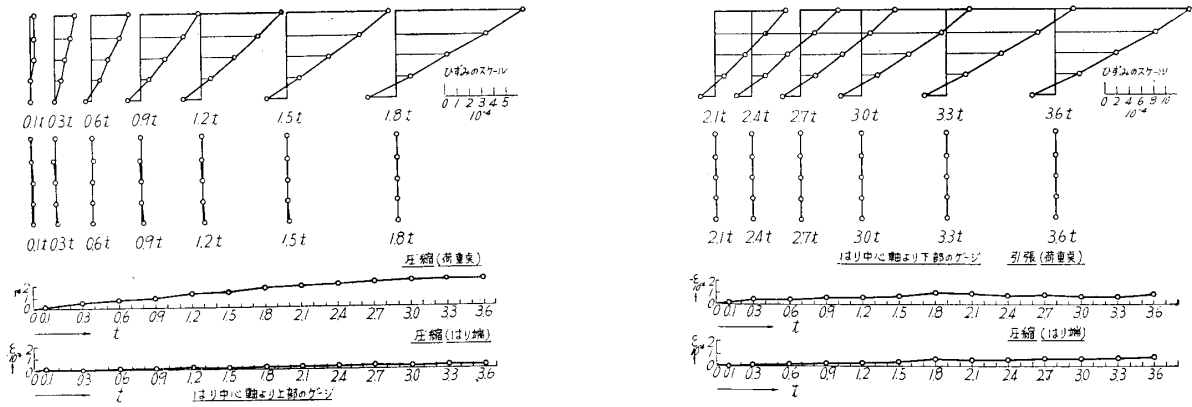


図-5 No. 1' 供試体のひずみ分布様相
(垂直スターラップ, 3等分点荷重)

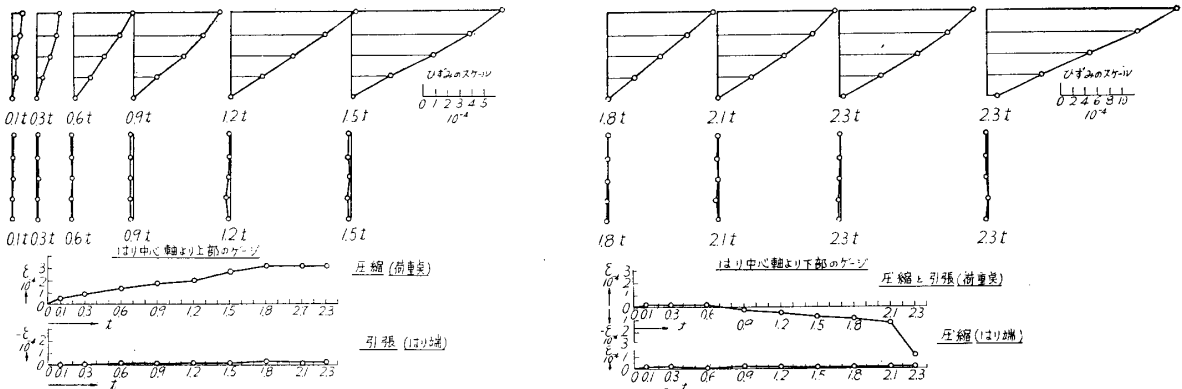


図-6 No. 2' 供試体のひずみ分布様相
(垂直スターラップ, 1点荷重)

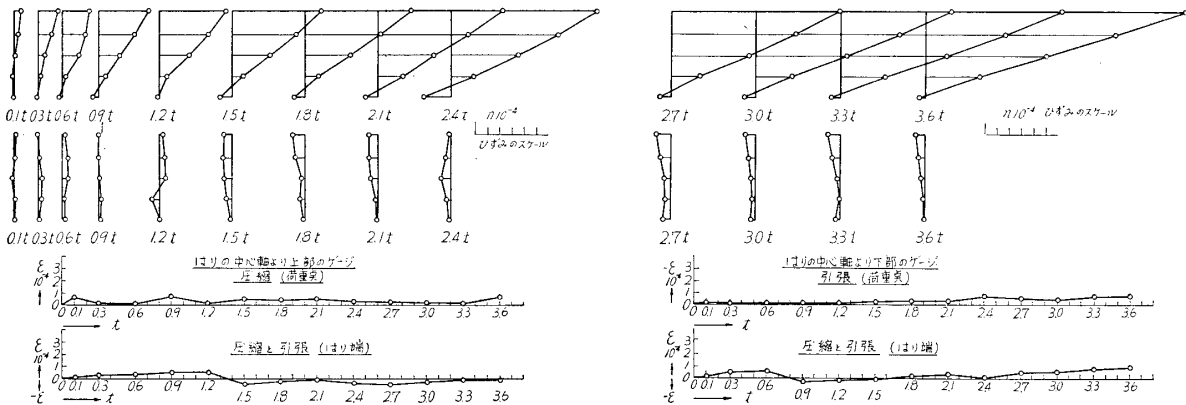


図-7 No. 3' 供試体のひずみ分布様相
(傾斜スターラップ, 3等分点荷重)

3. 考 察

以上の低鉄筋および過鉄筋コンクリートばりについての荷重点および支端における実験結果を考察する。

(1) 曲げひずみについて

荷重点のひずみ ; 3等分点並びに1点荷重の場合, とともに既報告¹⁾と同様直線状ひずみ様相を

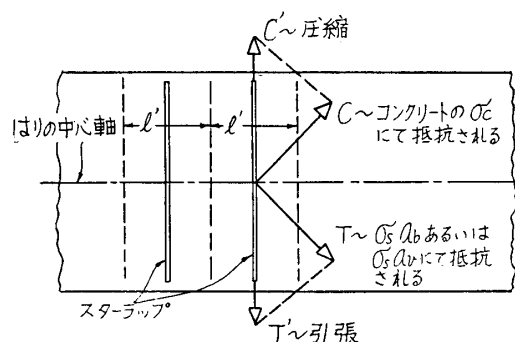
示さないことを立証した。

支端のひずみ；理論的には無曲げモーメント点であるから曲げひずみはないことが立証されたが、一、二のはりにおいては種々なる原因のため問題とならない程度の極く僅かの不規則のひずみを示した。

(2) 縦ひずみについて

写真—2にみるように、はり高さ14cmの近似的中立軸と仮定される中心線を界にして、ゲージ長を約7cmのK—8をはり軸に直角に貼付したので、中心線附近にては上、下ゲージが僅か重り合うことになった。いま、3等分点並びに1点荷重とも P を曲げ荷重とすると、荷重点位まで $P/2$ のせん断力が働くことになる。いま、腹筋のトラスアナロジーの理論の機構に基づいて考えると、図—8のような部材内応力の状態が誘起されていると考えて差支えない。

従って、この縦ひずみは一般にははり高さ中心線に対する上部ゲージは圧縮ひずみ、下部ゲージは引張ひずみが示されることになるものと考えられる。



図—8 部材内応力の誘起される機構

本実験結果について縦ひずみの性状を整理すると表—2のごとくなる。

表—2 はりの縦ひずみの性状

はりの種類	供試体番号	荷重点		支端		摘 要
		上部ゲージ	下部ゲージ	上部ゲージ	下部ゲージ	
低鉄筋コンクリートはり	No. 1	圧縮	引張	圧縮	圧縮	3等分点荷重
	No. 2	圧縮 (破壊のとき 引張)	圧縮 (小値)	圧縮	圧縮	1点荷重
	No. 3	圧縮	圧縮 (小値)	圧縮	圧縮	3等分点荷重 (傾斜スターラップ)
過鉄筋コンクリートはり	No. 1'	圧縮	引張	圧縮	圧縮	3等分点荷重
	No. 2'	圧縮	引張	引張 (小値)	圧縮	1点荷重
	No. 3'	圧縮	引張	圧縮と引張 (小値)	圧縮と引張 (小値)	3等分点荷重 (傾斜スターラップ)

上表中、No.2、No.3の荷重点下部ゲージが極めて小さい圧縮ひずみを示すが、殆んど零と考えられる程度のものであるから原則に違わない。また、No.2'、No.3'の支端の上部ゲージが極めて小さい引張ひずみを示すが、これも前と同様の意味と考えられる。ただ、低鉄筋、過鉄筋はりとも支端位置下部ゲージが圧縮ひずみとなっているのは、荷重時の支点反力による上向き方向の圧縮ひずみの影響と考えられる。

以上の縦ひずみに基づいて、コンクリートにどの程度の応力が生じているかを考えることにするに当たり、低鉄筋および過鉄筋はりの供試体に用いたコンクリートの圧縮割線弾性係数を計算すると、図—9、a、bとなる。

コンクリートの引張弾性係数は、概略的に圧縮弾性係数に等しいと考えても差支えないものといわれるので、引張応力の場合も図—9、a、bの値を用いることにする。

低鉄筋および過鉄筋はりの実験における縦ひずみ値は、供試体中に腹筋は配筋されているが、荷重実験が曲げ破壊の場合であるから破壊まで腹筋の効果はあらわれない。さて、このような場

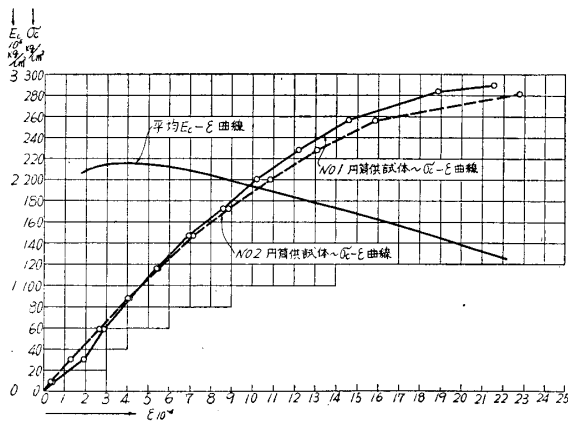


図-9, a 低鉄筋ばり用コンクリート σ_c - ε ,
 E_c - ε の関係

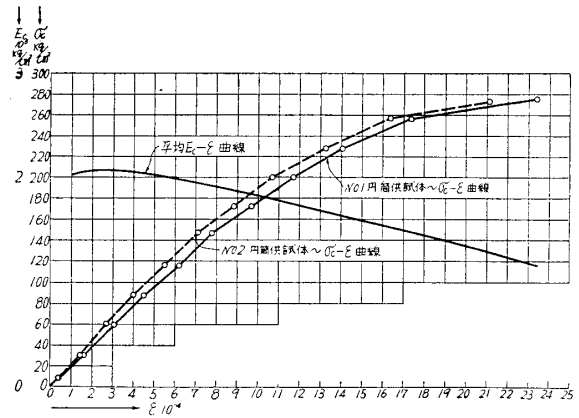


図-9, b 過鉄筋ばり用コンクリートの σ_c - ε ,
 E_c - ε の関係

合の縦ひずみは実験結果に示すように、低鉄筋の場合は圧縮、引張ひずみ何れも最大 $1 \cdot 10^{-4}$ 程度である。過鉄筋の場合は No. 1', No. 2' の荷重点上部ゲージに 2 ないし $3 \cdot 10^{-4}$ の圧縮ひずみがおこり、No. 2' は破壊の場合荷重点の下部ゲージに $3 \cdot 10^{-4}$ 以上の引張ひずみが誘起されて破壊している。弾性係数 E_c は図-9, a, b のように ε が $3 \cdot 10^{-4}$ 程度までは約 $20 \cdot 10^4 \text{kg/cm}^2$ と考えられるので、圧縮ひずみの場合のコンクリート応力は、過鉄筋の荷重点にても $3 \cdot 10^{-4} \times 20 \cdot 10^4 = 60 \text{kg/cm}^2$ 程度までの誘起であって、破壊強度 σ_{cy} 280kg/cm^2 程度のコンクリートに対しては問題でなく、この場合上突縁のコンクリートの圧縮破壊により破壊するというはりの力学的機構²⁾ が説明できる。

引張ひずみの場合は、過鉄筋の場合としてははり径間中央の1点荷重の場合のみ、破壊強度 σ_{cy} 280kg/cm^2 のコンクリートに対して引張弾性係数を圧縮弾性係数と同様と考えるとき、前記と等しい 60kg/cm^2 以上の引張応力がコンクリート中に誘起されることになるので、この場合は腹筋が役立つことになると同時に破壊の一部の原因をなすものと考えられる。

結 言

低鉄筋および過鉄筋の曲げ破壊の場合の荷重点と支端において、主としてはりの圧縮部における水平ゲージによるひずみと、はり軸に直角の方向に貼付した上、下ゲージにより測定した結果は、曲げひずみは理論通りの結果を示し、上、下ゲージによるひずみも3等分点および1点荷重の場合ともにトラスアナロジーの理論にもとづいたひずみとなり、曲げ破壊の場合であるから、はりの破壊を支配するような大きなひずみは生じない結果を示した。故に腹筋の設計は、はりの破壊曲げモーメントの誘起されるときにせん断力²⁾ に対して計算することが妥当であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 著者, 材料試験, 第6巻, 第4号, 1957
- 2) 著者, 鉄筋コンクリートばりのせん断破壊について, 土木学会年次講演会要旨, 1961, 5月, 1962, 5月