

北大 正員 堀 孝司
 “ “ 能町純雄
 “ “ 角田与史雄

1. まえがき

RC床版において、コンクリートの硬化、乾燥、温度変化などによる自由収縮が外的に拘束されるとき、その設計に際して考慮されていない厚さ全体を貫通するひびわれが生じることがある。その貫通ひびわれによってRC版のコンクリートは分断されるが、鉄筋はそのひびわれを跨いで連続しているので、力の相互伝達は可能である。著者らは、ひびわれ位置における伝達機構として二つの力学的モデルを仮定し、この問題の取り扱いを試みている。その一つは鉄筋のせん断力の伝達、すなわち、鉄筋のダウエル作用に関するものであり、この問題については二紙で報告してきた。他の一つは、引張および圧縮鉄筋の釘による曲げモーメントの伝達である。このとき、貫通ひびわれ附近において、引張鉄筋はコンクリートから引き出され、圧縮鉄筋はコンクリートの中に押し込まれることによって附加的曲げ変形が生じ、見かけ上、版の剛性が低下する。

本報告は、この問題の基礎研究として、RC版をさらにモデル化し、人工的に貫通ひびわれを設けた供試体を用いて、この伝達曲げモーメントによって生じる附加的変形特性を実験的に調べたものである。

2. 供試体および実験方法

供試体は、図.1に示すように、高さ25cm、有効高さ20cm、スパン180cmの矩形断面RCはりで、上、下縁側に各2本の鉄筋をもつ対称複鉄筋断面である。また、供試体両端20cmの位置から10cm間隔に横フシ型異形棒鋼SD35、D10のスターラップを5本配置した。供試体は、試験前日まで湿潤養生を行い、検査7日で実験に供した。主鉄筋は、横フシ型異形棒鋼SD35のD13、16、19を用いた。コンクリートは、水セメント比45%、細骨材率45%の配合で早強ポルトランドセメントを用いた。供試体中央には、厚さ6mmの板をそう入れ、コンクリート凝結直後にこれを撤去することによって、高さ全体を貫通するひびわれを人工的に設けた。

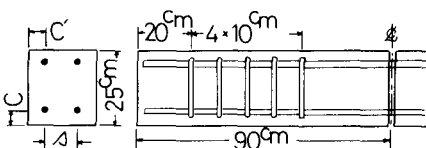


図.1 供試体

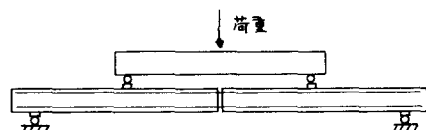


図.2 載荷方法

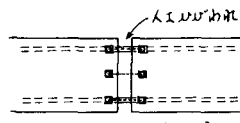


図.3 変形の直接測定

載荷は、図.2に示すように、2点荷重で行い、人工ひびわれ部にせん断力が作用せず、曲げモーメントのみが作用するようにした。実験に用いた供試体断面の種類を表.1に示す。なお、主鉄筋のひずみは、ひびわれ端部から5, 15, 25, 35cmの位置につけたワイヤーストレンゲージによって測定した。また、変形の直接測定として、コンタクト型ひずみ計をも用いた(図.3参照)。

3. 実験結果および考察

図.4,5は、供試体No.1のひびわれ部断面を境にした両側についての圧縮および引張鉄筋の各々に対する各荷重段階ごとのひずみを表わしている。その際、ひびわれ位置におけるひずみは、引張鉄筋と圧縮鉄筋のうちの軸力が等しく、ひびわれ作用モーメント M を伝達すると仮定し、次式で求めた。

表.1

供試体No.	A(cm)	C(cm)	C'(cm)	D(mm)
1	10	5	5	13
2	10	5	5	19
3	30	5	15	19
4	15	5	7.5	16
5	10	5	5	16
6	20	5	10	16

$$\epsilon_s = \frac{M}{E_s A_s d}$$

ここで、 E_s = 鉄筋のヤング係数、
 A_s = 鉄筋の断面積、 d = 上下の鉄筋の間の距離である。また、
 図中の ϵ_s は、貫通ひびわれのない場合の鉄筋のひずみで、次式より求めた。

$$\epsilon_s = \frac{M}{E_c I_c} \cdot \frac{d}{2}$$

ここで、 E_c = コンクリートのヤング係数、 I_c = 状態Ⅰの換算断面二次モーメントである。もし貫通ひびわれが付けられ、一樣曲げをうけている領域では、鉄筋のひずみは一定値 ϵ_s とするが、

貫通ひびわれの存在によって、ひびわれ付近において鉄筋に大きな附加応力が生じ、それに伴って附加的変形が起る。鉄筋のうける軸応力はコンクリートとの付着によって伝達され、そのひずみは貫通ひびわれ位置から十分離れた所では ϵ_s とはなるはずである。図4、5からわかるように、測定した鉄筋のひずみは、貫通ひびわれ位置から少し離れた所で ϵ_s に近い値となる傾向にあり、良い結果を示している。鉄筋の附加的応力による変形、すなわち、鉄筋の押し込み量および引き抜き量は、図4、5において、実測ひずみと ϵ_s との間に挟まれる面積を求めることによって得られる。図6の更線は、供試体 No.1 の各荷重段階ごとの鉄筋応力 $\sigma_s = M/A_s d$ と、それに対応する引き抜き量 Δs_e 、および押し込み量 Δs_u に関する値を最小二乗法によって二次放物線として求めた曲線を示している。また、同図の破線は、コンタクト型ひずみ計により直接測定した結果 $\Delta s_e, \Delta s_u$ である。 Δs_u と Δs_e および Δs_e と Δs_e とはほぼ同じ値であると言えるが、鉄筋の引き抜き量は押し込み量の40, 50%増となっている。表2 k_2 の値 (10^3 kg/cm^2)

次にこの結果をRC版に拡張するに当たり問題を簡単にするため、図6の $\sigma_s - \Delta$ 曲線を線形に近似し線形定数を求めた。

その際、橋床版を想定して圧縮鉄筋は引張鉄筋の1/2と仮定し、引張鉄筋は引張鉄筋の2倍の力を受けるものとし、引張

鉄筋が許容応力値に達するときの Δ_e と Δ_u をそれぞれ求めた値を推定した。表2はその結果を示したもので、 Δ は床版のスパンを表わし、 k_2 は配力鉄筋を対象としたときの単位幅当りの伝達曲げモーメントと曲率との間の係数である。その結果、 k_2 の値は、スパン長の増加とともに大きくなる傾向があるが、鉄筋径、側面がぶり厚などの影響は顕著に現れず、概略、 $10^2 \sim 10^4 \text{ kg/cm}^2$ のオーダーであった。

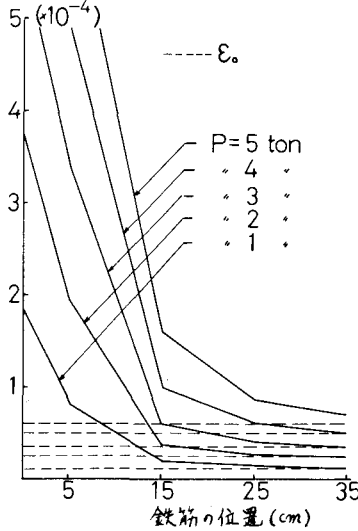


図4 引張鉄筋のひずみ

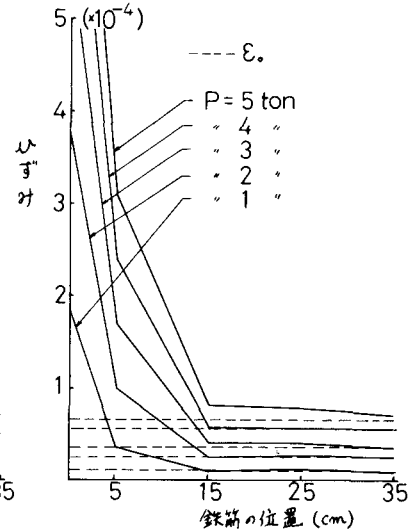


図5 圧縮鉄筋のひずみ

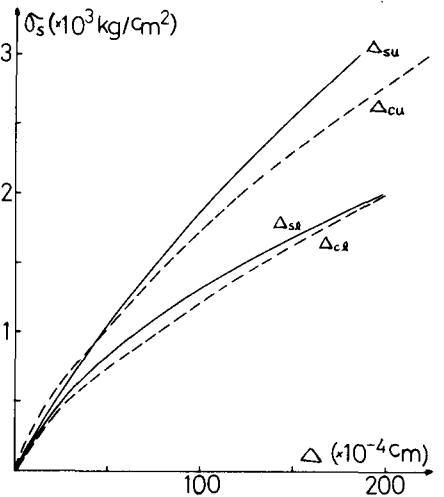


図6 $\sigma_s - \Delta$ 曲線

L(m)	No1	No2	No3	No4	No5	No6
1	7.75	8.09	2585	2074	1655	1465
2	1040	10.10	3230	2773	2205	1960
3	1151	10.97	3510	3039	2425	2145
4	—	11.50	3675	3202	2550	2260