

鉄筋コンクリートはりのZ軸曲げ強度

京都大学 正 〇 平 澤 征 夫
藤 城 建 設 藤 城 信 宏

1. 目的

Z軸曲げをうける部材では圧縮域の形が長方形でないために、従来の圧縮終局ひずみと仮定して部材の終局強度を求める方法には問題がある。本報告は鉄筋コンクリートはりのZ方向曲げ終局強度に与えるコンクリートの応力～ひずみ曲線の形状と終局ひずみの大きさの影響について、解析および実験によって検討した結果について述べたものである。

2. 方法

解析方法—断面の変形および終局強度の解析は断面を図1の例に示すように要素分割し、す下縁のひずみと与え、平面保持と力のつり合い条件より中立軸位置を繰返し計算によって定め、初時の抵抗モーメントと断面各点のひずみと求める方法で行なった。最初に仮定する下縁ひずみの値

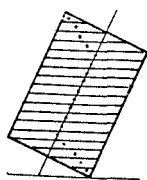


図1 断面の要素分割の例

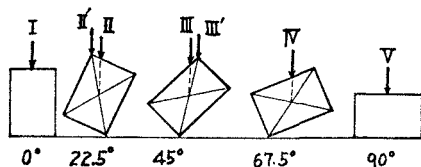


図2 載荷方向種別

を0.00001から0.025程度まで変化させて電子計算機で計算すれば、この間で最大抵抗モーメントおよびその時のひずみを求めることができる。解析に用いたコンクリートの応力～ひずみ関係は二次放物線と直線の組合わせでZ種、三次曲線を1種とり、各々について曲げ方向別に3種の終局ひずみの大きさを仮定して計算した。

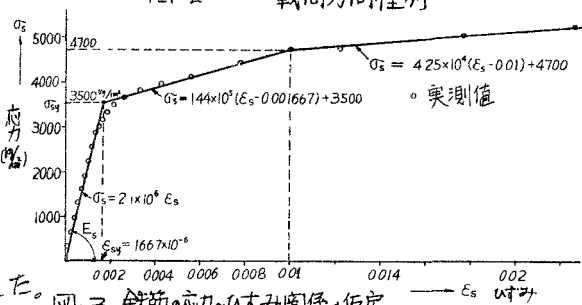


図3 鉄筋の応力～ひずみ関係の仮定

実験方法—Z軸曲げの方向は図2に示すようにI～V方向をとった。載荷位置を頂点載荷と重心位置に変化したものもある。供試体本数はI, V方向を各1本ずつ、II, III, IV方向は各々2本ずつ合計8本である。使用セメントは普通ポルトランドセメント、骨材は細骨材は川砂、粗骨材は最大粒径15mmの砕石を用いた。コンクリートの試験時圧縮強度は3705 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ であった。主鉄筋には公称10mmの变形棒鋼($\sigma_{sy}=3500\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)

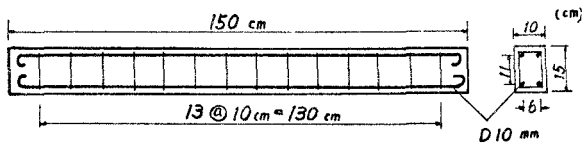


図4 供試体の形状寸法および配筋

(その応力～ひずみ関係を図3に示す)を、スターラップはφ6mm丸鋼を使用した。供試体の形状寸法および配筋を図4に示す。またはりの載荷装置および変形(ひずみおよびたわみ)測定位置を図5に示す。たわみ測定には電気抵抗式たわみ測定器を用いた。

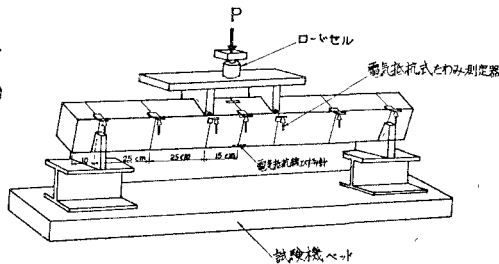


図5 載荷装置および変形測定位置

3. 解析および実験結果とその考察

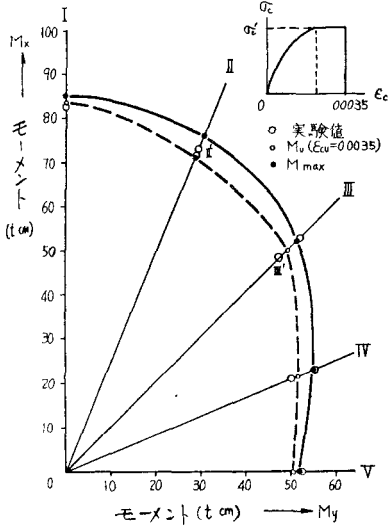


図6 実験値と解析結果の比較

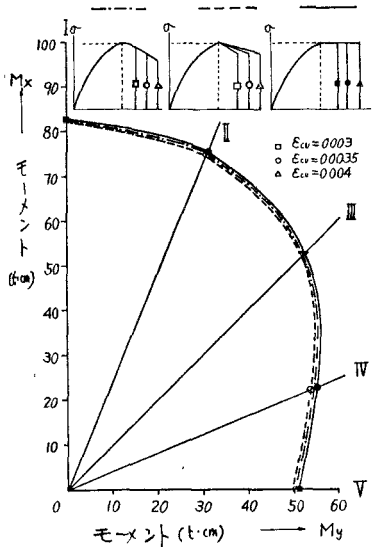


図7 応力ブロックの形状の影響 (Mmax)

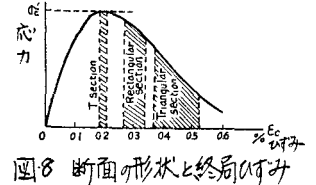


図8 断面の形状と終局ひずみ

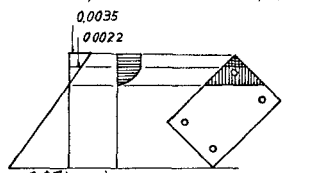


図9 $M_u (E_{cu}=0.0035)$ 時の応力ブロック

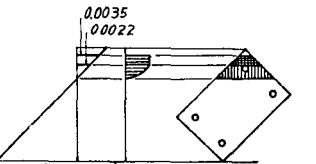
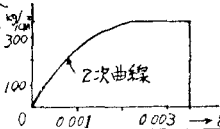
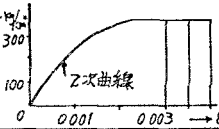
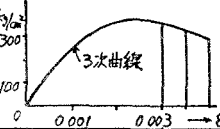
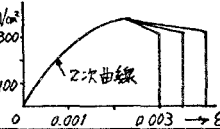


図10 M_{max} 時のひずみと応力ブロック

表1. 実験値と計算値の比較

試験荷位置	実験値	計算値 (1)				計算値 (2)				計算値 (3)				計算値 (4)			
																	
方向	最大耐力 (t-cm) (σ_c (t/cm ²))	M_u 時ひずみ (1/cm) M_{max}	M_u (t-cm) M_{max}	M_u/M_{test} M_{max}/M_{test}	M_u 時ひずみ (1/cm) M_{max}	M_u (t-cm) M_{max}	M_u/M_{test} M_{max}/M_{test}	M_u 時ひずみ (1/cm) M_{max}	M_u (t-cm) M_{max}	M_u/M_{test} M_{max}/M_{test}	M_u 時ひずみ (1/cm) M_{max}	M_u (t-cm) M_{max}	M_u/M_{test} M_{max}/M_{test}				
I	82.50 (0.00339)	0.0035 0.00396	83.30 85.00	1.009 1.030	0.003 0.00339	81.38 82.88	0.986 1.005	0.003 0.00345	81.33 82.88	0.986 1.005	0.003 0.00350	81.13 82.43	0.983 0.999				
II	77.75 (0.00414)	0.0035 0.00482	76.25 81.63	0.981 1.050	0.0035 0.00482	76.25 81.63	0.981 1.050	0.0035 0.00487	75.10 81.20	0.966 1.044	0.0035 0.00487	76.10 81.18	0.979 1.044				
III	71.25 (0.00420)	0.0035 0.00468	69.95 73.28	0.942 0.987	0.004 0.00518	72.10 74.65	0.971 1.005	0.004 0.00533	71.50 73.78	0.963 0.994	0.004 0.00528	71.60 74.10	0.964 0.998				
IV	50.90 (0.00436)	0.0035 0.00523	56.08 59.90	0.935 0.998	0.0035 0.00523	56.08 59.90	0.935 0.998	0.0035 0.00482	55.88 58.45	0.931 0.974	0.0035 0.00482	55.58 58.38	0.926 0.973				
V	52.50 (0.00668)	0.0035 0.00441	50.55 51.98	0.963 0.990	0.003 0.00384	49.75 51.10	0.948 0.973	0.003 0.00389	49.63 50.95	0.945 0.970	0.003 0.00399	49.70 50.18	0.947 0.956				
M_u/M_{test} の平均値				0.966					0.964					0.960			
M_{max}/M_{test} の平均値				1.011					1.006					0.994			

M_u は、コンクリート圧縮縁ひずみがそれぞれ 0.003 (I, V 方向), 0.0035 (II, IV 方向), 0.004 (III 方向) のときの抵抗モーメント値, M_{max} は計算値 (1) は I-V 方向のすべて 0.0035 とした場合, M_{max} は抵抗モーメントの最大値, (上段は M_u , 下段は M_{max})

4 結論

鉄筋コンクリートはり2方向曲げ終局強度の算定に用いるコンクリートの応力-ひずみ曲線の形状と終局ひずみの大きさの仮定については、厳密にはその形状を3次曲線で近似し、終局ひずみの大きさも載荷方向別にして、一方向曲げの場合を0.003とし、22.5°方向を0.0035、45°方向を0.004程度まで変化させて、終局強度を算定するのが適当と考えられる。しかし普通の設計に用いる場合にはその形状を2次曲線と直線で近似し、終局ひずみの大きさを0.003~0.0035程度として、一方向曲げと同様に仮定しても問題は少ない。ただし、断面に同時にねじりモーメントが作用するような2方向載荷の場合の終局強度は別に考慮が必要であろう。