

岐阜大学大学院 学生員 岩瀬裕之

岐阜大学工学部 正会員 六郷恵哲

小柳 浩

1. まえがき 構造物や構造部材の力学特性としては、耐力のみでなく破壊時の変形性状やエネルギー吸収能も重要であると考えられる。本研究においては、鉄筋コンクリート(RC)はりの破壊時の荷重変位曲線とその構成材料であるコンクリートならびに鉄筋の応力ひずみ曲線との関連を明らかにすることを目的として、3種類のコンクリートならびに3種類の鉄筋比を組み合わせた9種類のRCはりの載荷実験を実施するとともに、はりの荷重変位曲線のシミュレーションを行なった。

2. 実験概要 供試体：RCはりの形状寸法は図1に示すように $10 \times 18 \times 170$ cmである。鉄筋の降伏とコンクリートの圧縮との関係を変化させる目的から、鉄筋比は0.9%・2.6%・6.9%の3種類とし、それぞれD10($\sigma_y = 3780$ kg/cm²)・D16($\sigma_y = 3930$ kg/cm²)・D25(σ_y は測定せず)の異形鉄筋をおのおの2本ずつ配置した。コンクリートには普通コンクリート(記号N, $\sigma_c = 393$ kg/cm²)・軽量コンクリート(L, $\sigma_c = 395$ kg/cm²)・ファイバーコンクリート(F, $\sigma_c = 489$ kg/cm²)の3種類を用いた。9種類のRCはりの有効高さ等を表1に示す。実験方法：図1に示すように試験はスパン125 cm(モーメントスパン25 cm、せん断スパン50 cm)の対称2点曲げとした。はりの荷重変位曲線はすべてXYレコーダーに記録した。主鉄筋の変形は、はり側面の主鉄筋位置に貼り付けたプラグ間の変形から計測した。

3. 荷重変位曲線の計算方法 図2(a)-(c)に計算に用いた鉄筋ならびにコンクリートの応力ひずみ曲線を示す。コンクリートの圧縮応力ひずみ曲線は円柱状試体($\phi 10 \times 20$ cm)の載荷試験により下降部までも含めて求めたものを用いた(梗長18 cm)。またコンクリートの引張抵抗力を考慮する場合の引張応力ひずみ曲線としては、曲げ供試体の荷重変位曲線の形状と相似させた図2(c)に示す曲線を用いた。はり断面の曲げモーメント曲率関係を計算し、次に載荷によるモーメント分布に対応する曲率分布から荷重と載荷点直下の変位との関係を算定した。

4. 荷重変位曲線 図3(a)-(c)にはりの荷重変位曲線の実測結果を実線で示し、コンクリートの引張抵抗を無視した場合の計算結果を破線で示す。計算上耐力が急激に低下する点は変位の進行につれて鉄筋ひずみが増加から減少に転ずる点(以下R点と呼び図3に示す)に一致した。

同様に、実験においてもはり側面上の主鉄筋位置の変形計測結果からR点が観察され、この点は耐力が急激に低下しはじめる点と一致した。R点は鉄筋の降伏開始点と並んで、RCはりの破壊過程を特徴づける明確な点の一つと考えられる。降伏点からR点に至るまでの変位の増加量は同一コンクリートであれば鉄筋比が低いほど大きく、また鉄筋比が同じであればコンクリートがファイバー・普通・軽量の順に、すなわちコンクリートの圧縮応力ひずみ曲線下の面積が大きい順に大となる。コンクリートの引張抵抗力を考慮した場合の

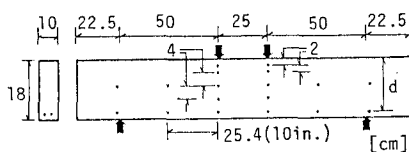
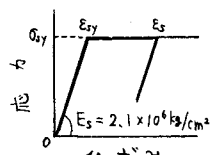


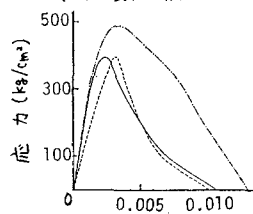
図1 はり供試体の寸法

表1 供試体種別と耐力

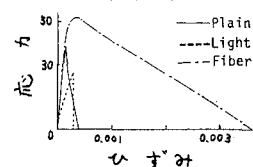
Series	Type of Conc.	Effective Depth d, cm	Steel Ratio p, %	Maximum Load		
				Test 1	Test 2	Calc.
				P _t , ton	P _c , ton	P _c , ton
N-10	Plain	15.5	0.92	4.0	4.0	3.2
N-16	Plain	15.2	2.61	9.1	9.3	8.1
N-25	Plain	14.7	6.88	16.0	15.1	12.6
L-10	Light	15.5	0.92	3.7	3.9	3.2
L-16	Light	15.2	2.61	8.3	8.8	8.1
L-25	Light	14.7	6.88	11.8	12.4	12.0
F-10	Fiber	15.5	0.92	4.2	4.1	4.4
F-16	Fiber	15.2	2.61	9.7	10.1	9.1
F-25	Fiber	14.7	6.88	16.4	16.8	17.0



(a) 鉄筋



(b) コンクリート (圧縮)



(c) コンクリート (引張)

図2 応力ひずみ曲線

荷重変位曲線を一点鎖線で示す。ファイバーコンクリートで鉄筋比が0.9%、2.6%の場合、はりの降伏開始後一度耐力が低下する現象が現われた。この計算結果より、実験で計測したはりの荷重変位曲線において降伏後耐力が減少する現象はコンクリートの引張抵抗性状に起因することわかる。

5. 消散エネルギー 図4に示すように載荷・除荷曲線で囲まれる面積をはり全体で消散したエネルギー W_{it} とする。普通コンクリートで鉄筋比が2.6%のはり(N-16)を基準とした場合のR点までのエネルギーの比 $W_{it}/W_{it(N-16)}$ と鉄筋比との関係を実線で図5に示す。さらに最大耐力の比 $P/P(N-16)$ と鉄筋比との関係を破線で図5に示す。鉄筋比が高くなると最大耐力が大きくなるにもかかわらず消散エネルギーは減少している。鉄筋比が高くなるにつれて破壊はぜい性的になるが、R点までの消散エネルギーはこのことをよく表わしている。

6. まとめ 圧縮破壊時のエネルギー吸収能が大きいコンクリートを用いた場合、RCはりの変形能は大となる。RCはりの荷重変位曲線において降伏後耐力が低下する現象はコンクリートの引張抵抗性状に起因する。鉄筋のひずみが増加から減少へ転ずる点(R点)はRCはりの破壊過程を特徴づける明確な点であり、この点までのエネルギー消散をRCはりの靱性評価に利用できる。

*)参考文献 小柳・六郎・岩瀬・山内「鉄筋コンクリートはり部材の破壊過程とじん性評価」

第4回コンクリート工学年次講演会 講演論文集

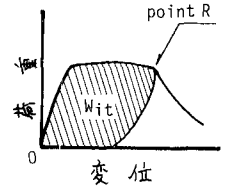


図4 消散エネルギー

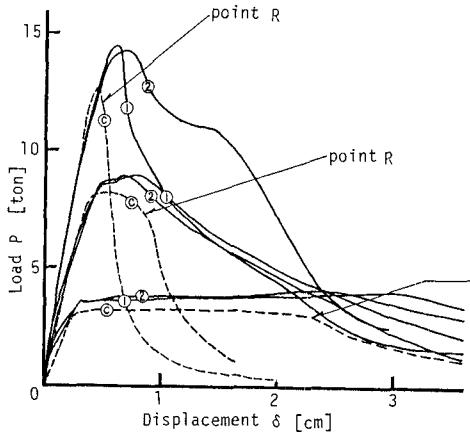


図3(a) 荷重変位曲線 (普通コンクリート)

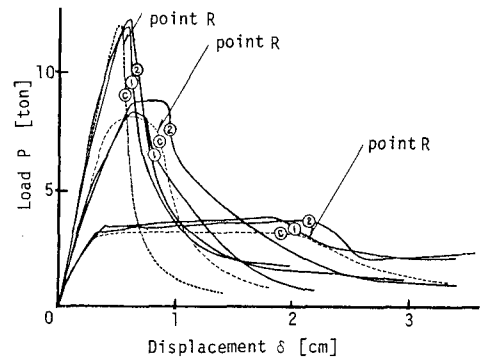


図3(c) 荷重変位曲線 (軽量コンクリート)

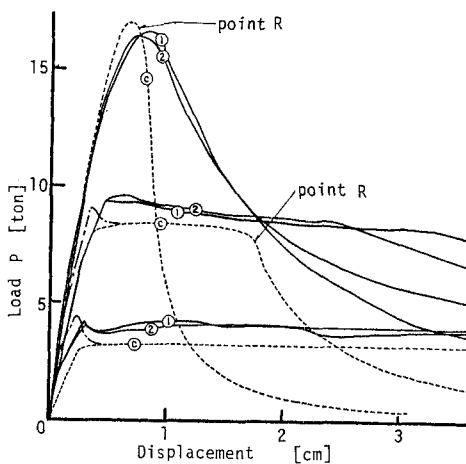


図3(b) 荷重変位曲線 (ファイバーコンクリート)

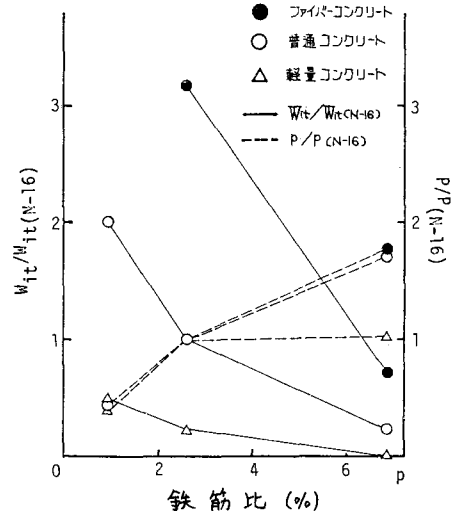


図5 消散エネルギーと最大耐力