

RCはりの曲げ変形特性の寸法効果

岐阜大学工学部 正会員 六郷恵哲 内田裕市 小柳 治
岐阜大学工学部 学生員 〇加藤英徳 水町 実 赤坂直人

1. まえがき

一般に、釣合鉄筋比以下に設計されたRCはり部材の降伏および終局耐力は、引張鉄筋量にほぼ比例し、部材寸法（はり高さ）の影響は小さい。しかし、降伏荷重から最大耐力までの変形量や最大荷重以降の変形性状などの変形能に対しては、部材寸法が影響するとされている。これは、変形能に影響を与えるコンクリートの応力ひずみ関係や圧縮部の破壊領域の広がり、部材寸法に依存しているためと考えられる。本研究では、寸法を変化させたRCはり供試体の3等分点曲げ載荷試験を行い、圧縮縁のひずみの局所化の様子、荷重-変位曲線の形状や曲げ靱性への寸法の影響について実験的に検討した。

2. 実験および解析方法

はり幅および鉄筋比を同一とし、はり高さが、18cm、34cm、49cm（有効高さはそれぞれ、15.4cm、30.8cm、46.2cm）の3種類の単鉄筋矩形断面はり（それぞれS18、S34、S49と呼ぶ）および複鉄筋矩形断面はり（それぞれD18、D34、D49と呼ぶ）を作製した。引張鉄筋と圧縮鉄筋にはそれぞれD13およびD10を使用し、引張と圧縮鉄筋比はそれぞれ0.82%、0.46%とした。また、D13およびD10の降伏強度 f_y は、それぞれ34.4kgf/mm²、39.8kgf/mm²であり、引張強度 f_u は、それぞれ48.1kgf/mm²、55.6kgf/mm²であった。鉄筋の配置および載荷スパンを図-1に示す。コンクリートには、レデーミクストコンクリート（呼び強度255kgf/cm²、粗骨材の最大寸法15mm、スランプ8cm）を使用し、養生方法をすべて同一とした。せん断破壊を起こさないように、供試体のせん断スパンにはスターラップを用いて補強した。

また、圧縮鉄筋がある場合もない場合もモーメントスパンにはスターラップを使用しなかった。圧縮縁のひずみ分布を計測するために、モーメントスパンのはり上縁の中央に、はり軸に沿って検長30mmのひずみゲージを連続して貼り付けた。支点の拘束を取り除くために両支点ともローラー支持とし、3等分点曲げ載荷を行い、荷重-載荷点変位を計測するとともに、圧縮縁のひずみ分布を計測した。なお、載荷試験時におけるコンクリートの圧縮強度 f_c 、引張強度 f_t 、曲げ強度 f_r 、弾性係数 E_c は、それぞれ330kgf/cm²、25.8kgf/cm²、38.7kgf/cm²、 3.1×10^5 kgf/cm²であった。

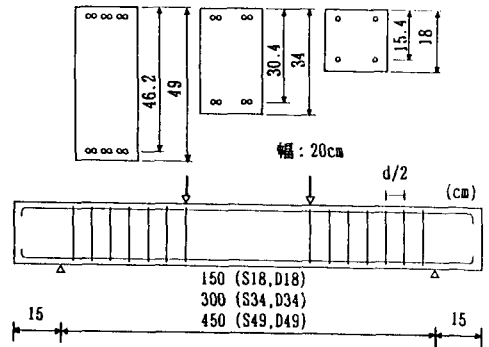


図-1 鉄筋の配置および載荷スパン

3. 結果と考察

図-2と図-3に実験より得られた単鉄筋および複鉄筋の荷重-変位曲線を示す。表-1に曲げひびわれ荷重 P_c 、降伏荷重 P_y 、および最大荷重 P_u の実験値（自重の影響を補正済み）および計算値を示す。 P_c の実験値は、荷重-変位曲線の変曲点より求め、 P_c の計算には、コンクリートの曲げ強度 f_r を用いた。 P_y 、 P_u

表-1 RCはりの載荷試験結果

荷重 供試体名 (cm) 幅×高さ×スパン	ひびわれ (tonf)			降伏 (tonf)			最大 (tonf)			最大変位 δ_{max} (mm)	δ_{max}/l
	実験 P_c	計算 P_{c1}	比 P_c/P_{c1}	実験 P_y	計算 P_{y1}	比 P_y/P_{y1}	実験 P_u	計算 P_{u1}	比 P_u/P_{u1}		
S18(20×18×150)	1.37	1.67	0.82	5.00	4.87	1.03	5.68	5.09	1.12	55.9	0.0372
S34(20×34×300)	2.95	2.98	0.99	10.34	9.73	1.06	10.77	10.20	1.06	58.1	0.0194
S49(20×49×450)	4.07	4.13	0.98	14.76	14.59	1.01	15.36	15.29	1.00	68.1	0.0151
D18(20×18×150)	1.58	1.67	0.95	5.04	4.83	1.04	5.57	4.73	1.18	87.7	0.0584
D34(20×34×300)	3.03	2.98	1.02	10.00	9.80	1.02	11.27	10.08	1.12	142	0.0472
D49(20×49×450)	4.32	4.13	1.05	15.36	14.77	1.04	17.74	15.40	1.15	217	0.0482

注) S18ならびにD18の実験値は、それぞれ2体の供試体の平均である。

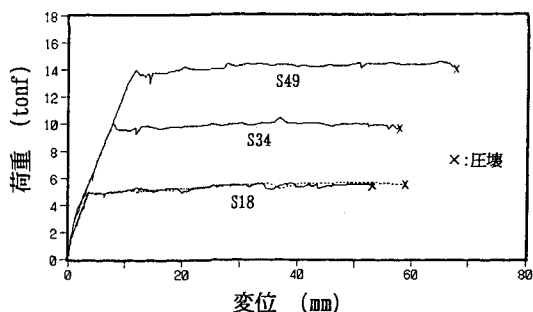


図-2 荷重-変位曲線(単鉄筋RCはり)

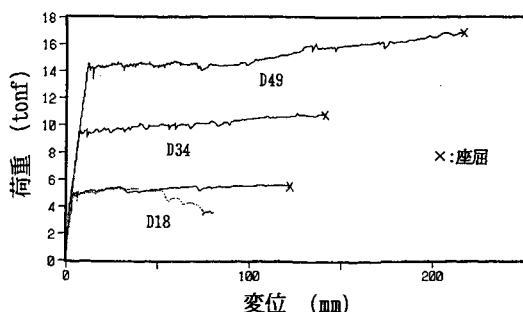


図-3 荷重-変位曲線(複鉄筋RCはり)

の計算には、それぞれ鉄筋の f_y 、 f_u を使い、圧縮域の応力分布を三角形ならびに矩形と仮定した。また、表-1には、載荷点の最大変位 δ_{max} および δ_{max} を載荷スパン l で除した部材変形能 (δ_{max}/l) を示した。最大変位は、終局耐力以降急激に耐力が下がり始める点とした。急激な耐力低下が認められない場合は、終局耐力以降の荷重が降伏荷重まで下がった点を最大変位とした。Pc、Py および Pu の計算値は、実験値とほぼ一致した。一方、部材変形能については、複鉄筋の場合、はり高さの増大にともないバラツキはあるものの一定であるのに対して、単鉄筋の場合寸法の増大にともない減少する傾向にある。複鉄筋の場合圧縮縁のひずみが増大し、コンクリートが圧壊した後も圧縮鉄筋が座屈するまで変形は増大し、スパンの長さ按比例して変形は大きくなった。しかし、単鉄筋の場合、どの供試体も最大変位が55mmから68mmの範囲にあり、スパンが増大したにも関わらず変位は複鉄筋のようには増大していない。このため、単鉄筋は、部材変形能が寸法に依存する理由として、圧縮域のひずみ分布の影響が考えられる。図-4~6にS18、S34、S49の等モーメント区間におけるひびわれ発生時、降伏時、最大変位 δ_{max} 時のひずみ分布を示す。降伏耐力時の圧縮縁のひずみは、どの供試体も1000 μ 程度であるが、終局時のひずみは、はり高さが小さくなるほどひずみが大きくなる傾向にある。

4. まとめ

寸法を変化させたRCはりの3等分点曲げ載荷試験を行い、部材の変形能に対する部材寸法の影響を実験的に検討した。変形能を部材変形能 (δ_{max}/l) で比較した場合、単鉄筋では、寸法の増大にともない部材変形能は小さくなった。複鉄筋では、はり高さによらずほぼ一定となった。今後、部材寸法が、はりの圧縮部での応力ひずみ関係にどの様に影響を与えるかを解析的に検討する予定である。

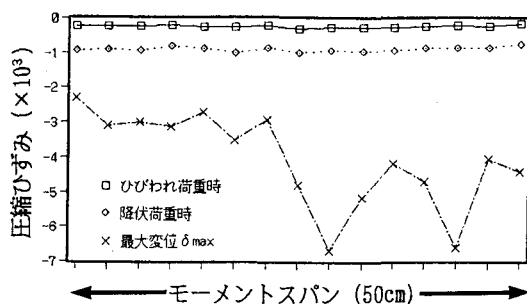


図-4 圧縮ひずみ分布(S18)

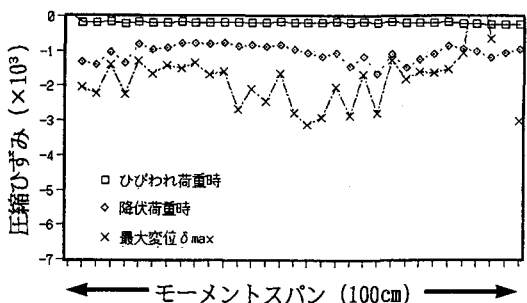


図-5 圧縮ひずみ分布(S34)

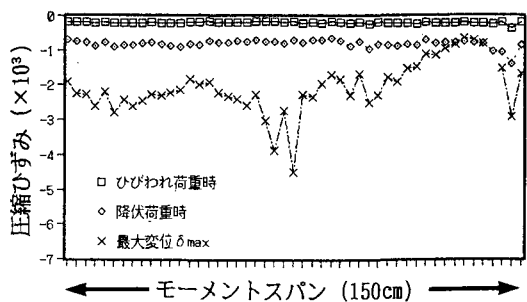


図-6 圧縮ひずみ分布(S49)