

RCはりの耐震補強に関する基礎的研究 -有効高さの影響について-

鳥取大学 正会員 西林 新蔵  
 鳥取大学 正会員 井上 正一  
 鳥取大学 学生員 ○宮脇 泰一郎  
 鳥取大学 学生員 深井 憲

1. まえがき

RC部材の設計は、曲げ破壊が脆性的なせん断破壊に先行するようにすることが原則である。しかし、方向荷重では曲げ破壊し、そのじん性も大であるような部材が、正負の繰返し荷重のもとではせん断破壊することが指摘されている。このような現象はRC部材の耐震性を評価する上で極めて重要な問題である。この点を考慮して土木学会コンクリート標準示方書でも、耐震設計を行う場合のせん断破壊に対する部材係数を通常の場合の1.2倍程度とすることを規定している。本研究ではこのような観点から、有効高さ、せん断補強量を要因に選んだRCはりについて、降伏点をはるかに越える大変形正負交番荷重試験を行い、せん断破壊に及ぼす補強鉄筋の効果を検討した結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 実験計画 実験要因は、有効高さ、せん断補強鉄筋比である。実験計画を表-1に、供試体寸法を図-1に示す。なお、せん断補強量は、土木学会コンクリート標準示方書に基づいて算定したものを通常のせん断補強量とし、さらにその1.2倍、1.4倍の3水準をとった。また、せん断スパン中央の腹鉄筋には電気抵抗線ひずみゲージを貼付した。

(2) 試験方法 正負交番荷重試験は、たわみ制御試験とし、スパン中央たわみの大きさを  $\pm \delta y, \pm 2\delta y, \dots, \pm n\delta y$  ( $\delta y$ : 静的荷重時のスパン中央の降伏たわみ) と順次増加させ、各繰返し水準で5回の荷重を行った。なお、供試体の耐力が著しく低下した時点で破壊に至ったとみなし、荷重を打ち切った。

3. 結果と考察

本研究に用いた全ての供試体は、正負交番荷重試験において、最終的に斜めひびわれの進展によるせん断破壊をした。

図-2は破壊時の繰返し回数と有効高さ(d)との関係を各せん断補強量ごとに示したものである。いずれのせん断補強量においても、 $d=23.9\text{cm}$ の供試体は $d=16.5\text{cm}$ の供試体よりも少ない繰返し回数で破壊に至っている。これより、 $a/d$ 、主鉄筋比が同じでも有効高さが大きくなると、同一せん断補強量に対する耐震補強効果は小さくなるのがうかがえる。また、同一有効高さにおけるせん断補強量の割増しの効果は、 $d=16.5\text{cm}$ では補強量を割増すことによって破壊時の繰返し回数が増え、割増しの効果が見られる。ところが $d=23.9\text{cm}$ では、 $\alpha'$ が1.0から1.2の間で割増しの効果が見られるものの、 $\alpha'=1.2$ と $\alpha'=1.4$ は同一繰返し回数で破壊に至っており、 $d=16.5\text{cm}$ の場合に比べてせん断補強量の割増しによる耐震性の向上は顕著に見

表1 実験計画表

供試体名	a/d	主鉄筋	主鉄筋比 (%)	有効高さ (cm)	$\alpha'$	せん断補強筋比 (%)	補強間隔 (cm)
Rd-16.5-1.0	2.0	D16×4	1.92	16.5	1.0	1.29	7.9
Rd-16.5-1.2				1.2	1.64	6.2	
Rd-16.5-1.4				1.4	2.00	5.1	
Rd-23.9-1.0	2.0	D19×4	1.92	23.9	1.0	1.30	7.8
Rd-23.9-1.2				1.2	1.67	6.1	
Rd-23.9-1.4				1.4	2.00	5.1	

$\alpha'$ : 通常のせん断補強に対する割増し係数

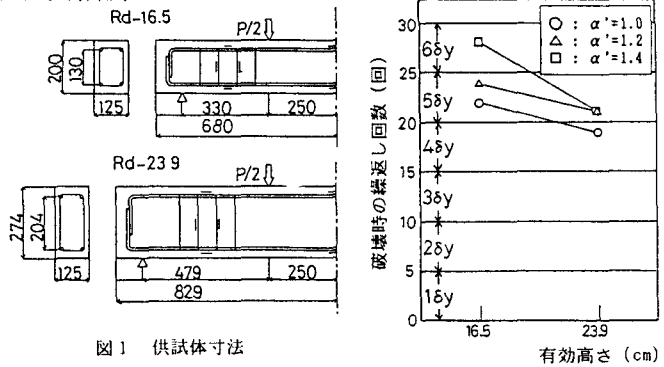


図1 供試体寸法

図2 破壊状況

られない。これらの結果よりせん断補強効果は有効高さによって異なり、有効高さが大きいほど腹鉄筋のせん断補強効果は減少するといえる。

つぎに各供試体の斜めひびわれ幅の推移を図-3に示す。d=16.5cmの供試体はいずれのせん断補強量のものも変位水準 4δy で斜めひびわれ幅が急増し始めるが、その後の増加は補強量の多いものほど緩やかである。これに対してd=23.9cmの供試体は、補強量の多少によらず変位水準 3δy の領域で急増し始め、ほぼ同様の傾きで増加している。これは、d=23.9cmの供試体では補強量を割増すことによって破壊時の繰返し回数は増加しているものの、斜めひびわれ幅の増加に伴うせん断破壊の進行速度を抑制するにまでは至らないことを示している。

図-4に荷重～スターラップひずみ関係の一例を示す。除荷時のスターラップの残留ひずみは、繰返し回数の増加に伴って増加する傾向にあるが、d=16.5cmの供試体に比べてd=23.9cmの供試体の方が、その増加割合が大きい。また、d=16.5cmでは破壊時近傍でスターラップが降伏したのに対して、d=23.9cmでは変位水準 2δy ～ 3δy の領域で降伏したものが多く、同一せん断補強量においては有効高さの大きな供試体の方がせん断破壊の進行が速いといえる。

図-5に各サイクルの最大変位時のスターラップのせん断力分担率（スターラップひずみより算定したスターラップの受け持つせん断力  $V_{sv}/$  全せん断力  $V$ ）の推移図の一例を示す。いずれも繰返し回数とともに分担率が増加しており、大変形の繰返し载荷によってスターラップ以外のせん断抵抗力が低下していることがうかがわれる。また、初回の载荷時にはいずれの有効高さにおいても分担率は40%程度であるが、その後、d=16.5cmでは変位水準 4δy から急増し破壊時には100%近くに達するのに対して、d=23.9cmでは変位水準 3δy で100%に達している。このことから、同一せん断補強量を施していてもd=23.9cmの供試体の方が損傷の進行が速いことがうかがえる。

4. まとめ

本実験の範囲では有効高さの増大に伴い腹鉄筋のせん断補強効果は低下し、せん断補強量を割増してもその効果が期待できないことが明らかになった。このことより、有効高さの大きいRC部材は耐震上好ましくなく、耐震設計においては有効高さの影響も考慮する必要がある。

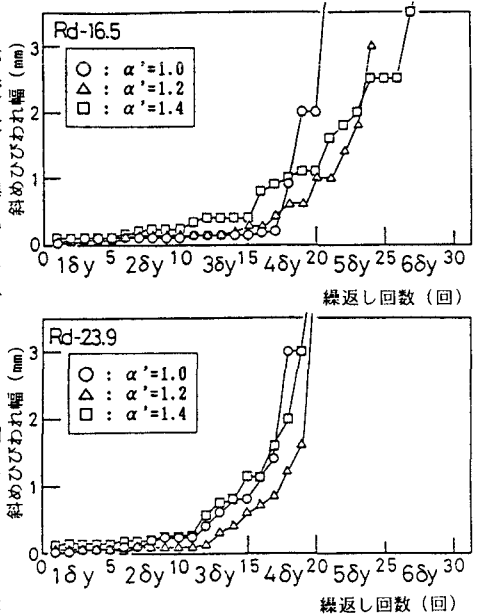


図3 斜めひびわれ幅の推移図

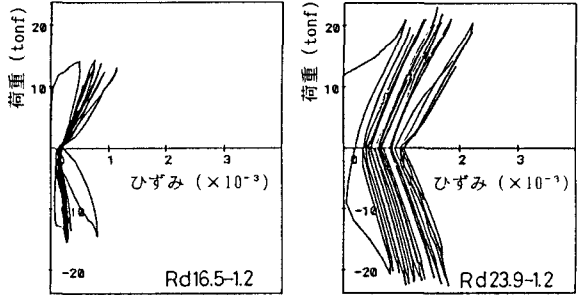


図4 荷重～スターラップひずみ関係

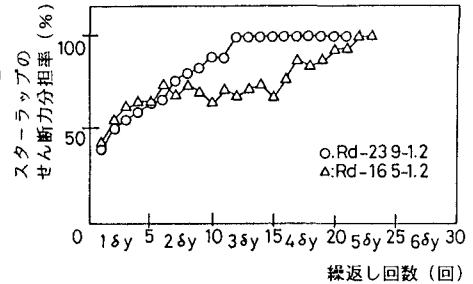


図5 スターラップのせん断力分担率の推移図