

高強度コンクリートを使用したRCはりのせん断耐荷特性

鳥取大学 正会員 西林新蔵
(株)長大 正会員 石井岳生

鳥取大学 正会員 井上正一
鳥取大学大学院 学生員 〇川口和也

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリート構造物における高層化、長スパン化にともないコンクリートの高強度化が望まれている。そのため高強度コンクリートを使用したRC部材の力学的性質に関する基礎的データの蓄積が必要である。そこで本研究では、せん断補強筋のない高強度コンクリートを使用したRCはりへの二羽式の適合性を、普通強度コンクリートのRCはりとは対比して検討した。

2. 実験方法

実験計画を表-1、はり供試体を図-1に示す。供試体は、スターラップのない単鉄筋コンクリートはりをSDシリーズ、 $a/d=3.0$ で、せん断スパン内の応力を測定するためのスターラップをせん断スパン中央に配筋した供試体をQDシリーズと表記し、主鉄筋径、せん断スパン比、コンクリート強度を実験要因とした。また、スターラップは全て $\phi 9\text{mm}$ 筋を使用しており、2点対称集中荷重とした静的一方向載荷試験を行った。

3. 結果と考察

(1) 破壊形態：図-2にせん断破壊の形式、せん断破壊耐力とせん断スパン比との関係を示す。本実験においてはせん断補強筋のないはりは全てせん断破壊を呈した。図-2から高強度コンクリートはりの方が耐力比が大きく、せん断破壊しにくくなることがわかるが、破壊形式に関しての結果からは、普通強度と高強度による相違は特にみられない。

(2) せん断耐力：図-3はせん断スパン比がはりの破壊時のせん断耐力に及ぼす影響を示したものである。この図から主鉄筋比、強度にかかわらず、

a/d の小さいもののほどせん断耐力は大きくなるという傾向が見られる。また高強度コンクリートではばらつきが少なく、破壊形態によるせん断耐力の差は小さい傾向を示した。

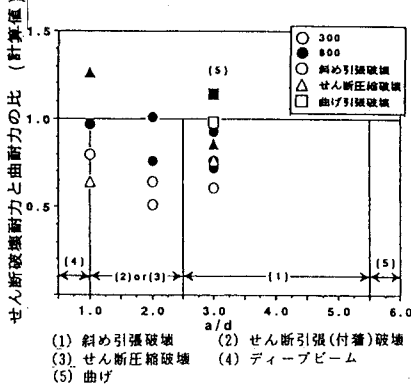
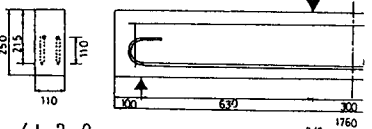


図-2 せん断破壊耐力とせん断破壊の形式

表-1 実験計画

供試体名	スターラップ	補強筋径	有効高さ	圧縮強度	a/d	主鉄筋径	主鉄筋比	打設年度
SD-300-1.0-14 SD-300-1.0-19	無し	$\phi 9$	21.5	300	1.0	2016 2019	1.68 2.42	1993
SD-300-2.0-16 SD-300-2.0-19					2.0	2016 2019	1.68 2.42	
SD-300-3.0-16 SD-300-3.0-19					3.0	2016 2019	1.68 2.42	
SD-800-1.0-16 SD-800-1.0-19					1.0	2016 2019	1.68 2.42	
SD-800-2.0-16 SD-800-2.0-19					2.0	2016 2019	1.68 2.42	
SD-800-3.0-16 SD-800-3.0-19					3.0	2016 2019	1.68 2.42	
QD-300-3.0-14 QD-300-3.0-19	有り	$\phi 9$	21.5	300	3.0	2016 2019	1.68 2.42	1993
QD-800-3.0-16 QD-800-3.0-19				800		2016 2019	1.68 2.42	

$a/d=3.0$



$a/d=3.0$

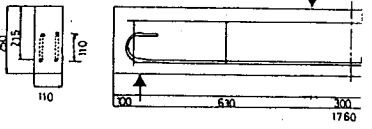


図-1 供試体の形状、寸法

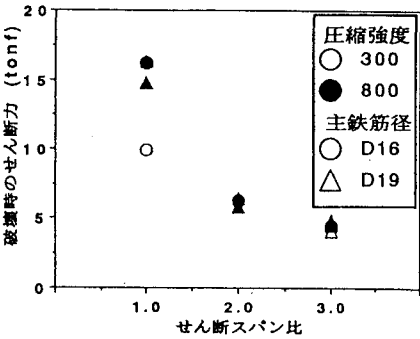


図-3 せん断スパン比と破壊時のせん断力との関係

(3) せん断耐力式の適合性：せん断補強筋のないRCはりのせん断耐力は、以下に示す二羽式のせん断耐力式を用いて精度よく算定されるとされている。

二羽式(1)：

$$V_{c1} = 0.94 (p_w \cdot f_c')^{1/3} (d/100)^{-1/4} [0.75 + 1.4 (a/d)] \cdot bd$$

$$p_w = 100 A_s / bd$$

二羽式(2)：

$$V_{c2} = 0.53 (f_c')^{2/3} [1 + (p_w)^{1/2}] (1 + 3.33r/d) \cdot bd / [1 + (a/d)^2]$$

ここに、 f_c' ：圧縮強度、 a ：せん断スパン、 b ：ウェブ幅、 d ：有効高さ、 A_s ：主鉄筋断面積、 r ：載荷板幅

トラス理論：

$$V_s = A_w \cdot f_{wyd} \cdot (Z/s) / \gamma_o$$

ここに、 A_w ：一組のせん断補強筋の断面積、 s ：せん断補強筋間隔、 f_{wyd} ：せん断補強筋の降伏強度、 γ_o ：部材係数(1.15)、 Z ：応力中心間距離である。これらのせん断耐力式により、 $a/d = 3.0$ は二羽式(1)、 $a/d = 1.0$ は二羽式(2)、 $a/d = 2.0$ は(1)、(2)の値の大きい方を用いた。せん断耐力値と計算値との比と a/d の関係を図-4に示す。この図から普通強度、高強度とも a/d が増加するのにもなって、実験値/計算値が1.0に収束する傾向がうかがえる。

(4) せん断耐力式の a/d による評価の相違：図-5は $a/d = 3.0$ の供試体のQDシリーズにおける式の適合性を示したものである。 $a/d > 3.0$ に対応する二羽式(1)で算定したせん断耐力に、トラス理論で算定したスターラップの受け持つせん断力を加えることで、せん断力が求められることがわかっているが、図-5から高強度コンクリートに対してもこれが適用できると考えられる。

(5) せん断力分担率：図-6のせん断力分担率とせん断力比との関係から、高強度コンクリートの方がせん断力分担率の増加が急激なものであることがわかる。これは、高強度コンクリートはスターラップとコンクリートの付着がよく、斜めひびわれとスターラップの交差する位置に応力が集中されるためと考えられる。また、主鉄筋の小さい方がせん断力分担率の増加は早期に現れ、これはダウエル効果によるものと考えられる。従って、コンクリート圧縮強度、主鉄筋比が増加するほどせん断破壊はより脆性的なものになると考えられる。

4. まとめ：せん断スパン比が1.0～3.0の範囲では、 a/d が大きいほど二羽式の適合性は良くなる傾向にあるが、高強度コンクリートでは危険側で算定されるおそれがある。

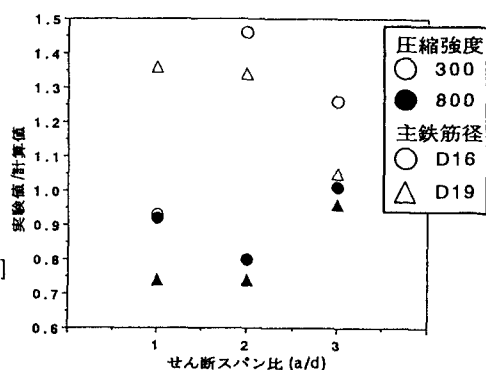


図-4 せん断スパン比によるせん断耐力式の評価の相違

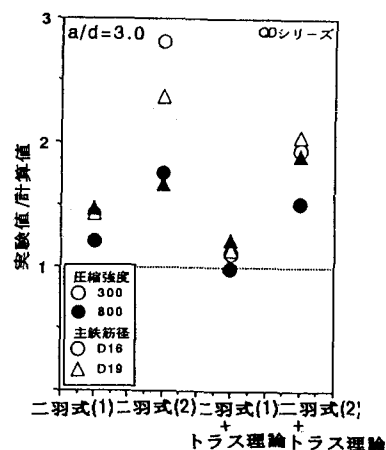


図-5 二羽式(1)、(2)およびトラス理論による評価の相違

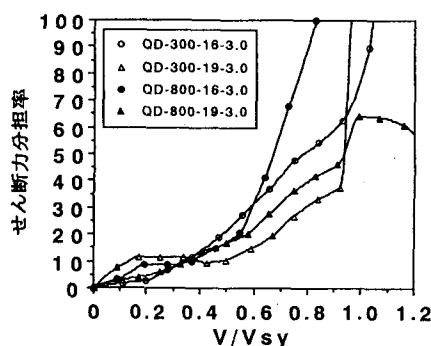


図-6 せん断力分担率～せん断力比の関係