

(V-11) 軸引張力を受けるRC部材のせん断耐力に関する実験的研究

早稲田大学理工学部 学生会員 ○井上 武也
早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 飯塚 信太郎
早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 高澤 英樹
早稲田大学理工学部 正会員 関 博

1.はじめに

軸引張力下でのRC部材のせん断耐力に関する研究は数少ない。そこで本研究では、軸引張力下でせん断力を受けるRC部材について様々なパラメータで実験を実施し、その破壊状況、耐力について調査した。さらに、その耐力を既往の設計式と比較検討した。

2.実験概要

供試体の形状は、図1に示すようにフーチング部分(600×300×200mm)に高さ75cmの柱(180×120×750mm)のついたRC柱である。コンクリート強度は、圧縮強度が26.0N/mm²,26.5N/mm²、また引張強度が2.2N/mm²,2.4N/mm²である。実験のパラメータは、せん断スパン比(a/d=2.0,2.5,3.0,3.5)、帯鉄筋の有無、軸引張力(N=0,1,2N/mm²)、主鉄筋の種類(SD295,SD345,SD390)、帯鉄筋間隔(80mm,120mm,160mm)の5つであり供試体数は32体である。荷重方法は所定の軸方向引張力を供試体上部に加え、その後導入した引張力を保持したまま水平荷重を加え破壊に達したところで終了した。

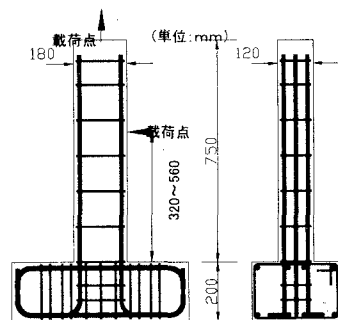


図1 供試体及び荷重方法概略図

3.実験結果

帯鉄筋を持たない供試体では、破壊が明確であるため最大荷重が破壊荷重に等しいと考えられる。このとき、供試体の主鉄筋はすべて降伏しなかったため破壊時にはせん断破壊したと考えた。一方、帯鉄筋を持つ供試体の場合は、主鉄筋および帯鉄筋が降伏した後も荷重は上昇し破壊を定義するのが困難であった。そこで主鉄筋、帯鉄筋が降伏する荷重を求め、これらの値を比較し破壊モードを決めた。先に帯鉄筋が降伏するものをせん断破壊、主鉄筋が先に降伏するものを曲げ破壊と考えた。また、既往の設計式として土木学会準用式とカナダ準用式の2式を用いた。土木学会準用式は、コンクリート標準示方書のせん断耐力式の基になった二羽式 V_c の(1)式

と示方書での軸力項 β_n の(2)式を組み合わせた値 $V(V=V_c \times \beta_n)$ と、等価応力ブロックを用いて終局モーメントを求めた後、フーチング基部から荷重点までの長さを除することによって算定される値 M とを比較し、小さい値を設計値 $V_{cal}(JSCE)$ とした。破壊モードの予測は、 $V=V_{cal}(JSCE)$ のものをせん断破壊、 $M=V_{cal}(JSCE)$ のものを曲げ破壊とした。一方、カナダ準用式は、修正圧縮場理論をもととしたカナダの設計基準書²⁾を用いてせん断耐力 V を求め、

キーワード: せん断スパン比、軸引張力、帯鉄筋間隔、主鉄筋強度

連絡先: 〒169-8555東京都新宿区大久保3-4-1早稲田大学理工学部51-16-09関研究室 tel03-5286-3407

表1 実験結果

(a) 帯鉄筋なし				(b) 帯鉄筋あり			
供試体名	V_{exp} (KN)	$V_{cal}(JSCE)$ (KN)	$V_{cal}(CSA)$ (KN)	供試体名	V_{exp} (KN)	$V_{cal}(JSCE)$ (KN)	$V_{cal}(CSA)$ (KN)
A0	34.0	32.7	23.7	A ₀	53.1	53.9	42.4
A1	34.0	26.8	23.2	A ₁	42.0	47.8	41.6
A2	31.2	19.6	22.4	A ₂	44.9	40.6	40.7
B0	28.7	29.8	23.1	B ₀	40.5	50.7	40.5
B1	28.4	24.2	22.3	B ₁	39.7	45.2	47.1
B2	25.5	16.9	21.2	B ₂	35.4	38.7	43.4
C0	25.7	27.6	22.2	B ₀ -SD295	41.3	45.4	45.4
C1	20.5	22.5	21.5	B ₂ -SD295	35.4	36.6	37.9
C2	20.1	16.4	20.7	B ₀ -SD390	44.1	50.6	41.9
D0	26.4	26.0	21.1	B ₂ -SD390	35.1	39.9	40.4
D1	22.2	21.3	20.7	B ₀ -S80	40.2	49.6	49.6
D2	22.4	14.8	19.9	B ₂ -S80	35.7	42.1	42.1
				B ₀ -S160	34.2	45.3	35.7
				B ₂ -S160	36.0	32.6	34.1
				C ₀	32.4	42.4	42.4
				C ₁	35.1	39.3	39.3
				C ₂	30.4	36.1	36.1
				D ₀	24.9	36.3	36.3
				D ₁	23.4	33.7	33.7
				D ₂	27.7	31.0	31.0

供試体名	$f_c=26.0(N/mm^2)$
供試体名	$f_c=26.5(N/mm^2)$
V_{exp}, V_{cal}	曲げ破壊
V_{exp}, V_{cal}	せん断破壊

土木学会準用式におけると同様に M と比較し、小さい値を設計値 V_{cal} (CSA)として、破壊モードを予測した。 V_{cal} (JSCE)、 V_{cal} (CSA)および実験値 V_{exp} の結果を表1にまとめた。

$$V_c = 0.94 f'_c{}^{1/3} (100 p_w)^{1/3} (d/100)^{-1/4} (0.75 + \frac{1.4}{a/d}) b_w d \quad (1)$$

$$\beta_n = 1 + \frac{4M_o}{M_u} \quad (2)$$

また、図2にせん断破壊および曲げ破壊の破壊状況図をしめした。

4. 考察

図3および図4は、帯鉄筋をもたない供試体に関して、 V_{cal} (JSCE)と V_{cal} (CSA)2通りについて V_{exp}/V_{cal} の値を示したものである。軸力 0 の場合、 V_{exp}/V_{cal} (JSCE)はほぼ1であるが、軸引張力が増加するにつれて、この値は大きくなった。これは、部材が軸引張力を受ける時の研究が少なく、軸引張力に関する係数 β_n が過大に見積もられているためと思われる。一方、 V_{exp}/V_{cal} (CSA)に関しては、各々のせん断スパン比において軸力による差はあまり出ていない。 V_{cal} (CSA)が軸引張力の影響をよく考慮していることがわかる。

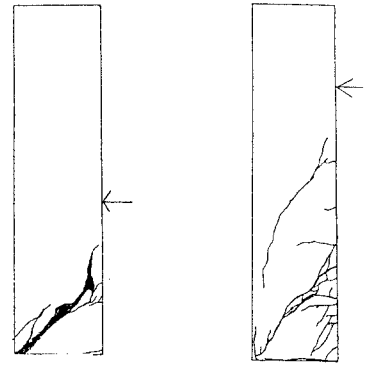
帯鉄筋をもつ供試体は、表1から次のような結果となった。せん断スパン比が小さくなると破壊モードは曲げ破壊からせん断破壊へと移行する。さらに、同じせん断スパン比においては、主鉄筋強度が大きくなるにつれ、また帯鉄筋間隔が大きくなるにつれ、破壊モードはせん断破壊に移行する。 V_{cal} (CSA)に比較すると V_{cal} (JSCE)の場合に、実験と計算の破壊モードが異なったものがいくつか生じた。その理由の1つとして、帯鉄筋をもたないものと同様に土木学会類似式が過剰に安全側であり、計算した耐力が低い値となったためと思われる。

5. まとめ

- (1) 帯鉄筋をもたない供試体は、すべてせん断破壊した。
- (2) 帯鉄筋をもたない供試体において、土木学会準用式は軸引張が大きくなるほど、過剰に安全側な値となる。また、カナダ準用式では引張軸力を考慮できているようである。
- (3) 帯鉄筋をもつ供試体は、せん断スパン比が小さくなるにつれ曲げ破壊からせん断破壊に移行する。また、同じせん断スパン比で比較すると主鉄筋強度が大きくなるにつれ、また帯鉄筋間隔が大きくなるにつれ、破壊モードはせん断破壊に移行する。

(参考文献)

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書(昭和 61 年制定)改訂資料、コンクリートライブラリー第 61 号、1986、pp.163-164。
- 2) CSA Standard : Design of Concrete Structures(A23.3-94), Canadian Standards Association, Rexdale, Ontario, Canada, 1994, pp46-62



(a) せん断破壊 (At0) (b) 曲げ破壊 (Dt0)

図2 破壊状況図

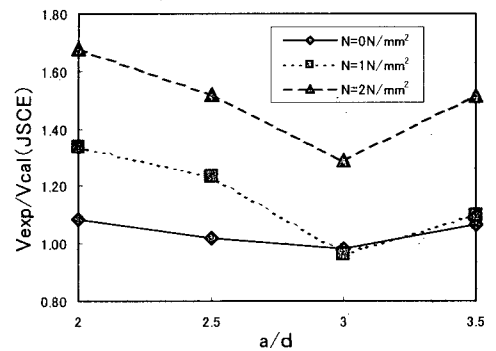


図3 せん断スパン比と V_{exp}/V_{cal} (土木学会準用式)

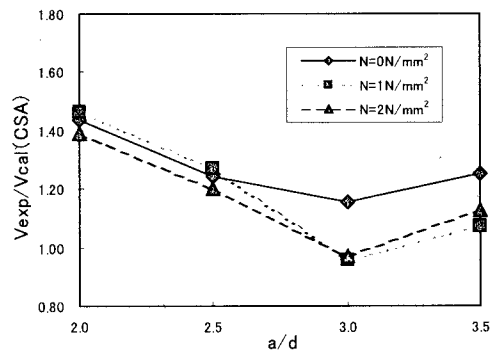


図4 せん断スパン比と V_{exp}/V_{cal} (カナダ準用式)