

V-396 軸方向引張力と繰返しせん断力を受ける RC 部材のせん断耐荷力に関する研究

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 木野 淳一
早稲田大学 正会員 関 博
佐藤工業㈱ 正会員 吉田 望

1.はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震による RC 部材の被害は、過去の地震災害史上でもまれにみるものとなった。このような地震力のような繰返しせん断力を受ける場合の RC 部材のせん断耐荷力については、現在までに種々研究がなされているが、軸方向引張力との相互作用についての研究例は極めて少ない。そこで、本研究では軸方向引張力と繰返しせん断力の相互作用について実験的に検討を行い、既往の設計式との比較などを行った。

2.実験概要

実験に用いた供試体の概要を図1、表1に示す。供試体に用いたコンクリートの強度は 23.4N/mm^2 、主鉄筋には D13(SD295A、 $f_t=335\text{N/mm}^2$)を、せん断補強鉄筋には $\phi 6$ (SR235、 $f_{yw}=294\text{N/mm}^2$)を用いた。実験パラメータには軸方向引張応力、せん断補強鉄筋間隔の2種を各3パターンとし、計9供試体で実験を行った。供試体は高さ75cmのフーチング付き柱状の形状である。各供試体の載荷試験は材齢33~43日で行った。実験方法は、まずフーチング部を反力フレームに固定し、供試体頭部に所定の軸引張応力を導入する。その後、降伏荷重になるまで1.96kNずつ荷重を増加させ、降伏荷重に達した時点での変位を δ_y とする。これ以降、 δ_y の整数倍を各変位3回ずつ正負繰返し載荷する。供試体のせん断耐荷力が最大値を記録したあと、せん断耐荷力が最大値の80%以下になった時点で実験を終了した。

3.実験結果

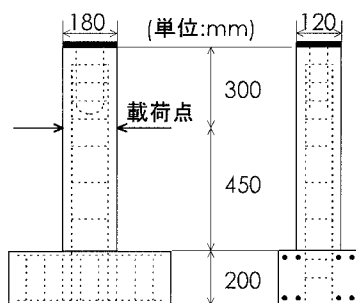


図1 供試体概形

9 供試体から得られた実験値（実験における最大せん断耐荷力）及びせん断耐荷力の理論値を表2に示す。理論値は、RC 示方書式に加え、せん断スパン比に関する田村らの修正⁽¹⁾を加えたものである。すなわ

ち、 $\beta_{a/d} = 0.75 + \frac{14}{a/d}$ を用いた。

4.考察

表2より、せん断補強鉄筋の増加に従い、実験値

表1 供試体諸元

供試体種別	せん断補強鉄筋間隔 (mm)	軸引張応力 (N/mm^2)
A1	-	1.96
A2	160	1.96
A3	80	1.96
B1	-	0.98
B2	160	0.98
B3	80	0.98
C1	-	0
C2	160	0
C3	80	0

表2 実験値と理論値の比較

供試体種別	実験値 V_{exp} (kN)	理論値 V_{cal} (kN)	$V_{\text{exp}}/V_{\text{cal}}$
A1	22.5	18.0	1.26
A2	27.3	32.4	0.84
A3	29.4	46.8	0.63
B1	22.9	20.3	1.13
B2	27.0	34.7	0.78
B3	31.9	49.1	0.65
C1	28.0	22.6	1.24
C2	28.0	37.0	0.76
C3	31.7	51.5	0.62

と理論値の比が徐々に低下している。また、せん断補強鉄筋があるときには、実験値と理論値の比は1以下となっており、危険側の値となっている。図2は軸引張応力ごとに V_{exp}/V_{cal} をプロットしたものである。 V_{cal} の算出に際しては、軸引張力の影響の項として示方書の式を採用したが、図より、軸引張応力ごとのせん断耐力の比には特に差はみられない。従って、 V_{exp}/V_{cal} が低下する理由は軸引張応力の影響ではないと考えられる。

せん断耐力の比が1以下となった原因は、水平方向力が繰返し載荷したことによると考えられる。繰返しせん断力を受ける RC 部材のせん断耐力は、降伏変位を越える場合に、コンクリートの負担するせん断耐力 V_c が低下するため、全せん断耐力 V が低下することが知られている。図3は、 n 回載荷時における V_{cn} の値を、実験値 V_n とせん断補強鉄筋のひずみから得られる V_{sn} から概算したものを、それぞれの初載荷時のせん断耐力 V_{n1} で除してプロットしたものである。本図から、それ以前の載荷時の変位を越える載荷については若干 V_c が上昇し、繰返し載荷の段階では V_c の値は低下していることがわかる。この低下の原因としては、繰返し載荷によりひび割れが複雑に入り、ひび割れ界面で発生する骨材のかみ合わせ作用が低下するうに、圧縮側コンクリートにひび割れが入ることにより、圧縮力の耐力が低減するということが考えられる。この低下と上昇の関係は、本実験の繰返し載荷回数では、変位が降伏変位の約3倍を越える時点以降では低下が上昇を上回っており、初期の V_c を上回らなくなる。RC 部材のせん断耐力は V_c と V_s の和により算出されるが、このような繰返し載荷による V_c の低下によりせん断補強鉄筋が有効に働くことができる時点では、 V_c が半分程度まで低下するため、実験値は計算値を下回るものと考えられる。

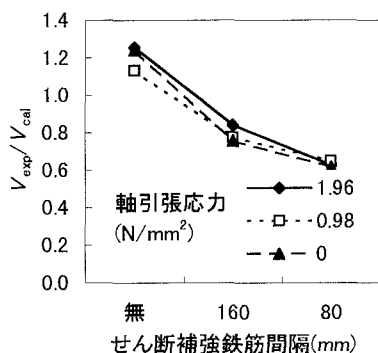
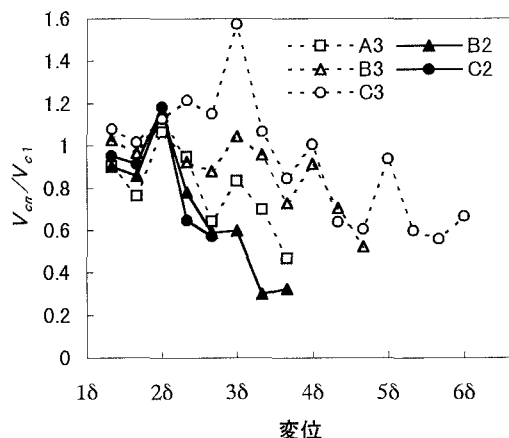


図2 軸引張応力の影響

図3 V_c の低下

5. 結論

- (1) 軸引張応力が RC 部材の繰返しせん断力に対する耐力に及ぼす影響は、軸引張応力を加えない場合と同様であり、繰返し載荷により実験値は理論値を下回った。
- (2) 正負繰返し載荷を受ける RC 部材のせん断耐力は、降伏変位の3倍を越える変位まで部材が変形する場合、 V_c が低下するために理論値のせん断耐力を下回る値となった。

謝辞：本研究を実施するにあたっては、曾田五月也教授（早大理工学部建築学科）、岩藤正彦氏（佐藤工業（株）技術研究所副所長）などに種々御助言、御協力を頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献：

- (1) 田村 隆弘、重松 恒美、原 隆、中野 修治：軸方向引張力を受ける RC ばりのせん断耐力に関する実験的研究、コンクリート工学論文集、Vol.2、No.2、1991.7、pp.153~160