## せん断補強鉄筋を有する RC はりのせん断耐荷機構に関する基礎的研究

関西大学大学院 学生会員 〇児玉 圭

関西大学 正会員 上田 尚史

(単位:mm)

#### 1. はじめに

せん断補強鉄筋を有する RC はりのせん断挙動は修正トラス理論で説明されることが多いが、斜めひび割れの発 生から最大荷重, さらにはポストピーク領域における耐荷機構については、必ずしも明確とはなっていないのが現 状である. そこで本研究では、せん断破壊する RC はりにおいて、ビーム機構とアーチ機構を実験的に算定するこ とで、せん断補強鉄筋を有する RC はりの耐荷機構を明らかにすることを試みた.

### 2. 実験概要

本研究では、せん断補強鉄筋比の異なる RC はり<sup>-1</sup>を対象として検討 を行った. 図-1 に供試体の概要を示す. 供試体は、せん断スパン比 2.8、 主鉄筋比 3.09%のせん断破壊する RC はりであり、せん断補強筋比 *p*w は 0.00、0.18、0.24、0.36、および 0.71%である. コンクリートの圧縮強度 は 28.8N/mm<sup>2</sup>、主鉄筋およびせん断補強鉄筋の降伏強度は、それぞれ 371 および 385N/mm2 である.

実験から得られた荷重-変位関係を図-2 に示す.いずれの供試体で も、荷重 150kN 付近で斜めひび割れが発生し、せん断補強鉄筋の降伏後 斜めひび割れの拡大に伴い最大荷重を迎える結果となった.また、ポス トピーク領域においては、コンクリートの圧壊も確認された.

3. ビーム機構,アーチ機構,トラス機構による耐荷機構の評価

# (1) ビーム・アーチ機構の分離

一般に、せん断力を受けるはりの曲げモーメント *M*とせん断力 *V*には、式(1)の関係があるため、部材軸 *z*で微分することで式(2)を得る.

 $M = V \cdot z = T_s \cdot jd$ 

 $V = dM/dz = dT_s/dz \cdot jd + T_s \cdot d(jd)/dz$ 

ここで、*T*<sub>s</sub>は主鉄筋引張力、*jd*はアーム長である.式(2)において、第1 項はビーム機構が負担するせん断力 *V*<sub>bean</sub> であり、第2項はアーチ機構が 負担するせん断力 *V*<sub>arch</sub> である.本研究では、実験で得られた主鉄筋ひず みを用いて、ビーム機構とアーチ機構により負担されるせん断力を算定 することを試みた.具体的には、各荷重における主鉄筋引張力 *T*<sub>s</sub>を主鉄 筋ひずみから算定し、式(1)を用いてアーム長 *jd* を実験的に算出した.そ

の後、 $T_s$ を一次関数、jdを二次関数で近似し、式(2)を用いて  $V_{beam}$  と  $V_{arch}$ の分布を求めた. さらに、それらをせん 断スパン内で平均することで、当該荷重における  $V_{beam}$  と  $V_{arch}$  とした.

図-3に算定結果の一例として、*p*w=0.36%供試体のビーム機構とアーチ機構が負担するせん断力(*V*beam と *V*arch) と変位の関係を示す.図には、荷重一変位関係も併記している.初期においては *V*beam が支配的な耐荷機構となって いるが、斜めひび割れ発生前後において *V*arch が増大する傾向が得られている.このことは、せん断ひび割れ発生後 においてアーチ機構による耐荷機構が表れたことを示している.その後、変位 4.5mm 程度において *V*arch が負担する せん断力が低下する結果となった.また、図には、*V*beam と *V*arch が負担するせん断力の和を示しているが、実測され

キーワード せん断破壊,耐荷機構,ビーム機構,アーチ機構,トラス機構 連絡先 〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 関西大学 複合材料構造研究室 TEL 06-6368-1653



た荷重と同様の傾向を示しており、ビーム機構とアーチ機構の分離を適切 にできていると考えられる.

### (2) せん断補強鉄筋比の違いによるビーム・アーチ・トラス機構

図-4,5に各せん断補強鉄筋比における,ビーム機構およびアーチ機構 が負担するせん断力-変位関係を示す.図-4より,ビーム機構が負担する せん断力は,ピーク値はばらついているものの,pwが大きくなるほど斜め ひび割れ発生以降に負担するせん断力は大きくなる傾向が確認できる.ま た,いずれの供試体も、変位が増大することでせん断力は低下する傾向に ある.図-5より、アーチ機構が負担するせん断力は、斜めひび割れ発生後 に急増した後、130~150kN程度でおおよそ一定の値となる傾向にあること が確認できる.また,せん断力の増加挙動は、pwの違いによらず概ね同様 であることが確認できる.pwが大きくなるにつれてアーチ機構が負担する せん断力は大きくなっており、せん断力が低下し始める変位も大きくなる 傾向にある.なお、pw=0.24%の供試体においては、図-2の荷重-変位関係 において他の供試体と異なる挙動となっているが、その要因はアーチ機構 による耐荷機構が支配的であったためであると推察される.

以上のように、せん断補強鉄筋は、ビーム機構とアーチ機構のどちらに おいても、それぞれの機構により負担するせん断力の増加に寄与している ことが示された.

図-6に、実験で得られたせん断補強鉄筋のひずみを基に求めたトラス機構が負担するせん断力 V<sub>s</sub>と変位の関係<sup>1)</sup>を示す.V<sub>s</sub>は p<sub>w</sub>が大きくなるにつれて増大することが分かる.ここで、トラス機構はビーム機構の一部であるという考え方<sup>2)</sup>から、ビーム機構が負担するせん断力 V<sub>beam</sub> からトラス機構が負担するせん断力 V<sub>s</sub>を滅じたものを、本研究では V<sub>c</sub>として算出した. 図-7 に V<sub>c</sub>と変位の関係を示す.図より、いずれの供試体においても急激にせん断力が低下する傾向となっていることが分かる.これは、斜めひび割れ発生後においては、ビーム機構による耐荷機構のほとんどが、せん断補強鉄筋により負担されていることを示唆するものである.図には、p<sub>w</sub>=0.00%の結果も示しているが、せん断力の低下はほぼ同様であることが分かる.このことから、本研究で対象とした RC はりにおいては、斜めひび割れ発生後の耐荷機構は、アーチ機構とトラス機構の両者であったと考えることができる.

## 4. まとめ

実験結果を基にビーム・アーチ機構を適切に分離することができること を示した.ビーム・アーチ機構に関する検討の結果,本研究で対象とした



RC はりにおいては、せん断補強鉄筋はビーム・アーチ機構が負担するせん断力のどちらに対しても寄与している ことを示した.また、斜めひび割れ発生後の耐荷機構は、アーチ機構とトラス機構の両者であることを示した.

### 参考文献

1) 児玉ら: せん断補強鉄筋を有する RC はりのせん断破壊メカニズムの評価に関する実験的研究, 土木学会第 69 回年次学術講演会, V-287, pp.573-574, 2014.

2) 南宏一: せん断を受ける鉄筋コンクリート部材の極限解析について, RC 構造のせん断問題に対する解析的研究 に関するコロキウム,日本コンクリート工学協会, pp.1-16, 1982.

-647