

京都大学工学研究科

フェロー会員

家村 浩和

京都大学工学研究科

正会員

高橋 良和

建設省

正会員

○田中 克直

1.はじめに

高橋脚を設計する場合、橋脚の自重を軽減し、橋脚に作用する地震力を低減するため、中空断面が採用される場合が多い。中空断面では、そのウェブの薄さによりせん断抵抗力が著しく低下することも考えられる。それにもかかわらず、中空断面RC橋脚に関してせん断耐力に着目した研究は従来あまり行われていない。このような観点に基づき、本研究では、 3.7N/mm^2 (37.5kgf/cm^2)の軸力を導入して模型載荷実験を行い、中空断面RC橋脚の高軸応力下でのせん断特性に関して検討する。

2.実験概要

2.1 実験用供試体

本実験で用いたRC柱部材の断面図を図1に示す。また本実験ではせん断スパン長を600mm,1200mm(せん断スパン比:2.0,4.0)の2通り設けた。供試体の主鉄筋にはD10(SD295)及びD13(SD295)を用い、せん断補強筋にはD3(SD345)のスターラップを用いている。また、中間補強筋を有する供試体も2体作成した(表1参照)。

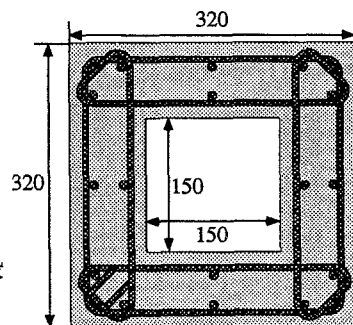


図1 供試体断面図(mm)

2.2 載荷方法

荷重載荷は図2のようなシステムで行った。また水平方向は変位速度一定で行い、コンピュータからの制御信号による変位制御方式を、軸力載荷には荷重制御方式をそれぞれ採用した。また載荷波形は供試体長の1/100を変位増分とする2回繰り返し変位漸増方式を採用している。

表1 供試体種類

供試体	a/d	鉄筋	スターラップ配置間隔(mm)
H4-1	4.0	D10	50
H4-2	4.0	D10	100
H4-3	4.0	D10	100+中間補強筋
H2-1	2.0	D10	100
H2-2	2.0	D13	100
H2-3	2.0	D13	100+中間補強筋

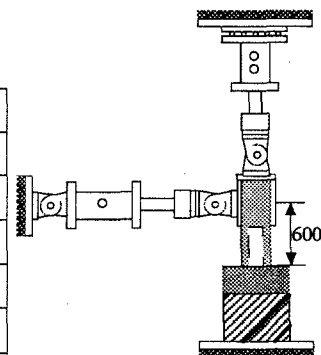


図2 載荷モデル図(mm)

3.実験結果及び考察

本実験ではせん断スパン1200mmの供試体は曲げ破壊、せん断スパン600mmの供試体はせん断破壊を呈したが、その破壊過程に相違が見られた。ここでは主にせん断破壊について着目し、主にH2-1について言及した。

3.1 破壊性状

図3にH2-1供試体側面のひび割れ進行状況を、図4にH2-1のモーメント-曲率履歴曲線を示す。

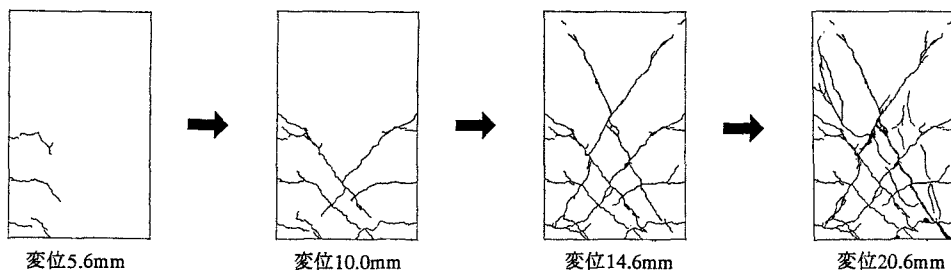


図3 ひび割れ進行図(H2-1)

Hirokazu IEMURA, Yoshikazu TAKAHASHI, Katsunao TANAKA

図3において注目すべきは、載荷初期から斜めひび割れが単独で生じていることである。これらの斜めひび割れはウェブ幅の薄い部分に集中して発生しており、中空断面部材ではせん断の影響が大きいことがわかる。また本供試体では変位20.6mm時には反力は42.1kN(4.3tf)となり、その抵抗力は激減し、さらに載荷を続けた結果、変位が0mmに戻る際には全ての主鉄筋が完全に座屈して脆性破壊を呈した。これは、基部から13cm位置のスターラップが切断され、鉄筋の座屈を抑られなくなった結果生じたものであった。また図4は、同供試体が破壊直前まではほぼ弾性範囲を挙動し、その後ほとんど靱性を示さずに耐力が急激に低下していることを表しており、典型的なせん断破壊型であることを示している。

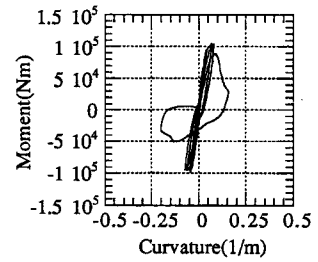


図4 モーメント-曲率履歴曲線(H2-1)

3.2 スターラップひずみ

図5にH2-1及びH4-2のスターラップひずみのモデル高さ方向の分布を示す。同図によればH2-1供試体では降伏ひずみ(1450 μ)を超えているものもあり、H2-1供試体の方がひずみ値が大きいことが明らかである。このことはせん断スパン比がせん断抵抗機構に与える影響度の大きさを示すものである。また、両供試体において、最もクリティカルな断面の位置は基部から23cm付近と見ることができ、これは左右両基部から発達したせん断ひび割れが中央で交差する位置であり、せん断抵抗メカニズムにはせん断ひび割れの発生状況が大きな影響を及ぼしていることを示している。

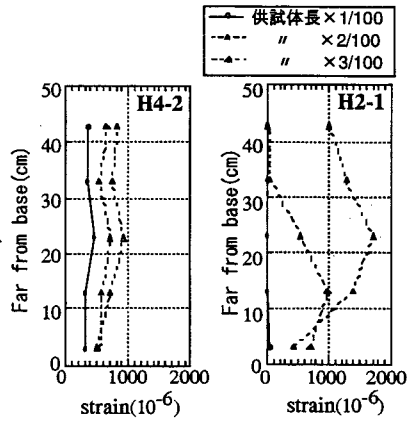


図5 スターラップひずみ

4.RC部材のせん断耐力についての考察

コンクリート標準示方書によれば設計せん断耐力は $V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$ なる強度累加式で表される。ここで V_{cd} はコンクリートの設計せん断耐力を、 V_{sd} はせん断補強筋の設計せん断耐力を表している。同示方書によれば V_{cd} 、 V_{sd} の分担の関係は図6に示すように、ひび割れ発生後コンクリートの分担分は一定でその後の作用せん断力の増加分をスターラップ等のせん断補強筋が分担するとしている。しかしながら本実験では図7に示すように、その値は安全側を示しているものの、 V_c はひび割れ発生後減少しているものも確認された。これは正負交番くり返し荷重を受ける部材では最終的に V_c は示方書の値 V_{cd} を下回ることもあることを示している。特にウェブ幅の薄い中空断面部材の場合は、このことに対する配慮が重要であり、コンクリートの分担分の減少を考慮することが望ましいと思われる。なお、終局付近ではスターラップひずみの値が精度よく得られなかったため、図7では終局付近をプロットしていない。

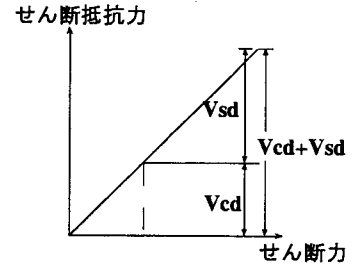


図6 コンクリート標準示方書のせん断耐力の考え方

5.まとめ

中空断面RC橋脚のようなウェブ幅の薄い断面を有する部材の場合は脆性破壊に対する補強を十分に施す必要があることがわかった。特に、繰返し正負交番荷重を長く受ける場合はコンクリートの分担分が減少し、コンクリート標準示方書の値を下回る可能性があるため、特に重要な建造物の場合はせん断補強筋を密に配置するなどの補強が必要である。

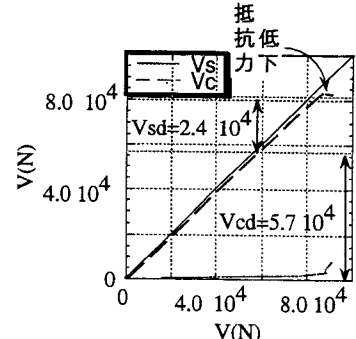


図7 コンクリート・スターラップの分担せん断力(H4-2)

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書（平成8年度版）設計編 pp.58-65