

京都大学工学研究科 学生員 石田 聡史 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、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橋脚に関して変形性能や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のが現状である。このような観点に基づき、本研究では、模型の載荷実験を行い中空断面RC橋脚の変形性能と耐荷力に関して検討する。

2. 実験概要

2.1 実験用供試体

本試験で用いたRC柱部材の断面図を図1に示す。またせん断スパン長を60cm, 120cm（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。また同断面に中間補強筋を配した供試体も2体作成した（表1参照）。

2.2 載荷方法

荷重載荷方法は、水平方向は変位速度一定の変位制御方式を用い、軸力載荷には荷重制御方式を採用した。また載荷波形は供試体長×1/100を変位増分とする2回くり返し変位漸増方式を採用している。

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の供試体はせん断引張破壊を呈したが、その破壊過程に相違が見られた。ここでは特に破壊形式に違いが見られた供試体2種類(H4-2, H2-1)について言及する。

3.1 荷重-変位関係

図2, 3にモーメント-曲率曲線を示す。H2-1では部材が最大耐力に達すると耐力が急激に減少し、脆性破壊を呈した。対してH4-2では部材降伏後、その耐力はある程度保持した後に耐力が低下し始めた。これはH4-2が変形性能に優れることを示すものである。しかしながらH4-2においても耐力の減少が始まるとそれ以後耐力は急激に減少しており、ウェブ幅が薄い中空断面を採用する際には脆性破壊に対して十分な注意を要することを示している。なお本実験では、H4-2の曲率-0.5(1/m)以降の曲率は変位形のストローク不足によって計測できなかった。

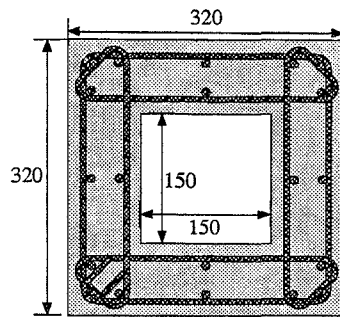


図1 供試体断面図(mm)

表1 供試体諸量

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

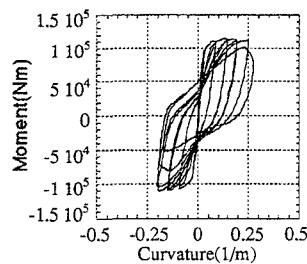


図2 M-φ曲線(H4-2)

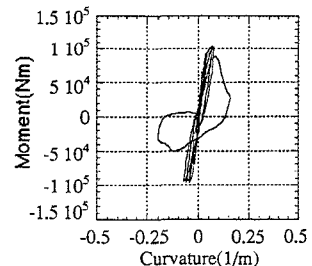


図3 M-φ曲線(H2-1)

中空断面RC橋脚・変形性能・せん断変形

京都市左京区吉田本町・TEL:075-753-5088・FAX:075-753-5926

3.2 スターラップのひずみ

図4に各サイクルの変位のピーク時のスターラップのひずみをプロットしたグラフを載せる。同図よりスターラップのひずみはH2-1方がかなり大きいことが明白である。これはH4-2が曲げ破壊、H2-1がせん断破壊を呈したことを裏付ける結果といえる。

3.3 ひび割れ進行状況

図5にH4-2の変位20mm時、図6にH2-1の変位10mm時のひび割れ進行状況をそれぞれ示している。図5では曲げひび割れが支配的であるのに対し、図6では供試体のウェブ部分中央部で交差するせん断ひび割れが発生していることがわかる。このことからH2-1のせん断変形の卓越を推察することが出来よう。しかしながら図5によれば曲げ変形が卓越しているH4-2でもウェブ幅の薄い中央付近で斜めひび割れが生じていることがわかる。このことより中空断面部材の場合は曲げが卓越すると思われる部材に対してもせん断変形について十分検討する必要があると言える。また、本実験では中間補強筋を配した供試体を2体作成し静的載荷実験を行ったが終局変位の増大はあまり見られなかった。これは主鉄筋がスターラップの配置間隔のほぼ中央部において座屈しており、鉄筋の座屈に対して十分な拘束効果を発揮できなかったためである。このことよりせん断補強筋の配置間隔を検討する際にはせん断補強筋比のみを検討するのではなく、その配置間隔についても十分配慮する必要があるといえる。

3.4 曲げ変形量とせん断変形量

図7,8には、各供試体の頂部に占める曲げ変形量とせん断変形量の比率を百分率で示している。ここで言う曲げ変形量とは、実験により得られた供試体基部の曲率履歴から、各段面の曲率分布を求め、軸方向に積分することにより算出したものである。またせん断変形量は、全変位から曲げ変形量を差し引いたものとして簡便に定義した。同図よりH2-1の方がせん断変形の影響が大きいことが明白にうかがえる。例えば、耐力低下直前における全変形に対するせん断変形の比率を比較すると、H4-2が21%に対してH2-1は41%である。これらのことはスターラップのひずみ及びエネルギー吸収能の観点から見た考察を異なる角度から裏付けるものである。また図7によればH4-2についてもその載荷サイクルが進むにつれてせん断変形率が増大しており、曲げ変形が卓越している部材においても繰り返し載荷によってせん断変形が無視できなくなることを示している。

4. まとめ

中空断面を採用して静的載荷実験を行った結果、せん断スパン比の相違が破壊性状や変形性能に与える影響の大きさが示された。さらに、曲げ変形が卓越する部材でも繰り返し載荷によってせん断変形の割合が大きくなっており、繰り返し正負交番荷重を受ける場合はせん断変形を無視できないことがわかった。また斜めひび割れが中空部のウェブ部分に集中して発生しているということより、中空断面のようにウェブ幅の薄い断面を採用する際には脆性破壊に対して十分な対策を講じておく必要があると言える。

【参考文献】川島一彦：「中空円形橋脚の動的耐力及び変形性能」、土木技術資料34-10、1992年

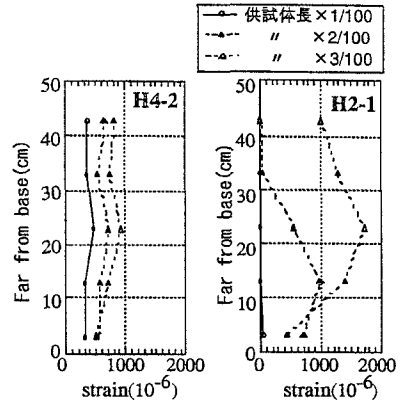


図4 スターラップひずみ

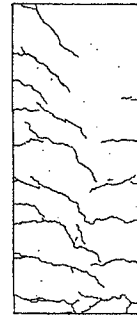


図5 ひび割れ進行状況 (H4-2, 20mm)

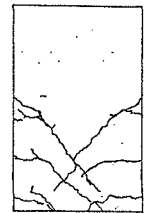


図6 ひび割れ進行状況 (H2-1, 10mm)

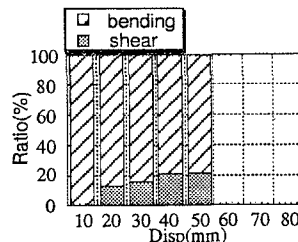


図8 曲げ変形量とせん断変形量の比率 (H4-2)

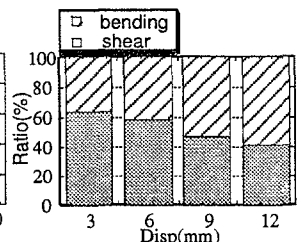


図9 曲げ変形量とせん断変形量の比率 (H2-1)