

京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和
京都大学工学研究科 正会員 高橋 良和
京都大学工学研究科 学生員 ○大塚 泰士

1. はじめに

中空断面橋脚は地震力を低減することができるため、高橋脚によく用いられる。実際の橋脚では脆性破壊を防止するため、基部は中実断面であることが多い。しかしながら、従来の研究のほとんどは基部まで中空断面を有する供試体を対象にしている。本研究ではより現実的な中空断面 RC 高橋脚の挙動を把握するため、基部が充填された中空断面橋脚モデルを作成し正負交番載荷実験により変形特性について検討するものである。

2. 実験概要

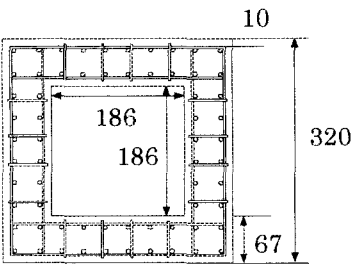


Fig.1 供試体断面図

実験供試体は、震度法により設計された実橋梁を参考として 22 分の 1 の縮尺モデルとして作成した。断面は 320mm 角の正方形であり、186mm 角の中空部を有している (Fig.1)。せん断スパンは約 5.0 である。基部 1D 区間はコンクリートを充填することにより中実断面とした。主鉄筋には SD295D6 を、帯鉄筋・中間補強筋には SD295D3 を用いた。

また、配筋は同じで基部まで中空のモデルも作成した。供試体断面図及び全図を Fig.1, Fig. 2 に、諸量を Table 1 に示す。載荷は降伏変位 8mm を変位振幅として、正負各 3 回ずつ繰り返し載荷を行った。

Table 1 対象橋脚と供試体の比較

	断面長	主鉄筋比	帯鉄筋の体積比	壁厚比
想定する実橋脚	7.0×7.0m	2.99	2.25×10^{-2}	0.214
供試体	0.32×0.32m	2.35	2.27×10^{-2}	0.209

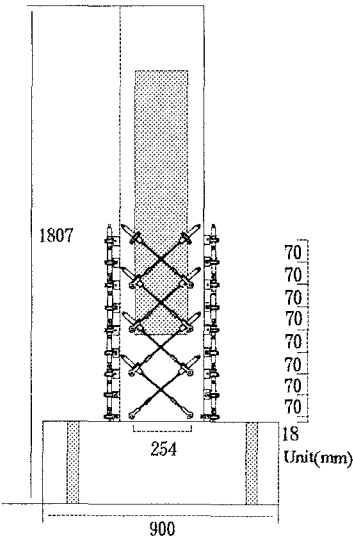


Fig.2 供試体全体図 (基部充填)

3. 破壊性状

ひび割れ進行状況を Fig.3 に示す。No.1 は No.2 とともに曲げ破壊で終局に至ったが、同じ曲げ破壊でもその様相は違ったものであった。ひび割れはほとんど基部 1D 区間に集中しており、No.1 は曲げひび割れから曲げせん断ひび割れに進展しているものがほとんどであるのに対し、No.2 では基部区間においては曲げひび割れが支配的で曲げせん断ひび割れに進展しているものはわずかであり、中実断面橋脚のような性状を示している。また、供試体上部の中空部分においても曲げせん断ひび割れの数、長さともに No.1 よりも小さくなっていた。今回に供試体では、中実、中空部の断面急変点による影響は見かけられない。このことから、破壊の集中する基部区間を中実断面とすることにより、中空断面橋脚の利点を残したまま、脆性的な破壊を防ぐことができることがわかる。また、No.3 を見ると、一度に大変形が進む場合には、中実基部を有する場合にもせん断の影響が大きいことがわかる。

4. 荷重－変位履歴関係

各供試体の荷重－変位履歴の包絡線を Fig.4 に示す。まず、供試体 No.1 と No.2 について見ると、両供試体ともに粘りのある履歴形状を描いており、安定した曲げ破壊の様相を呈している。これは帯鉄筋や中間補強筋を密に配筋することによりコンクリートの拘束効果が高まり、高い靱性を確保することができたためで

あると思われる。

最大耐力についてはほとんど差は無かったが、終局変位及び靱性率は No.2 が No.1 を上回る結果となり、終局後の耐力低下もまた幾分緩やかであった。これは基部区間に破壊が集中するため、基部形状の影響が大きく現れたものと考えられる。しかし、No.1 においても終局変位や靱性率はある程度の値は確保しており、設計時のせん断補強を適切にしてやれば実用問題上、中空断面を採用することの合理性が示された。

また、一方向への変位振幅 100mm で正負交番载荷試験を行った No.3 に関しては耐力の低下が現れておらず、振幅漸増型正負交番载荷試験とは異なる挙動を示している。これはタイプ II 地震動のように一方向へ大変形を受けるような場合の挙動と類似しており、地震時の挙動を静的载荷試験で模擬できるのではないかと考えられる。

5. 変形モード特性の検討

No.1 と No.2 について、せん断変形量の増加状況を比較したものを Fig.5 に示す。これを見ると、当然のことながら No.1 はせん断変形が大きくなっている。また、いずれの供試体においても同一変位での繰り返し回数が増加するにつれてせん断変形は増加する傾向が見られる。このことは繰り返し回数が増えるにつれて変形が曲げ変形からせん断変形へと移行することを示しており、高橋脚において何度も繰り返し変形が生じるようなタイプ I 地震動においては特に注意しなければならないということを示しているものと考えられる。また、終局に近づくに従って増加の割合が大きくなっており、変形が大きくなるほどせん断変形の占める割合が大きくなるということがわかった。

6. まとめ

本研究では、中空断面 RC 橋脚において塑性ヒンジ区間となる基部 1D 区間の基部形状の異なるモデル

について正負交番载荷試験を行った結果、破壊はほとんど基部区間に集中し、基部を中空断面とすることにより合理的に変形性能を向上させることができること、またせん断変形についても大きくその影響を低減できることを示した。

また、中空断面で問題とされるせん断の影響については変形の繰り返し回数の増加や変形量の増加に従ってせん断変形の占める割合が大きくなり、変形が曲げ変形からせん断変形へと移行していくことを示した。

また、大振幅の片押し载荷試験を行うことにより、タイプ II 地震動を受けた場合の地震時挙動を再現する方法を提案した。

【参考文献】高橋脚橋梁の耐震設計法に関する検討 報告書 平成9年3月 財団法人 高速道路技術センター

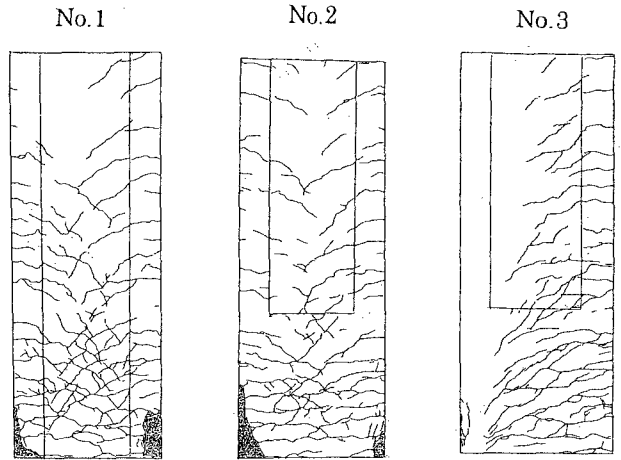


Fig.3 ひび割れ状況

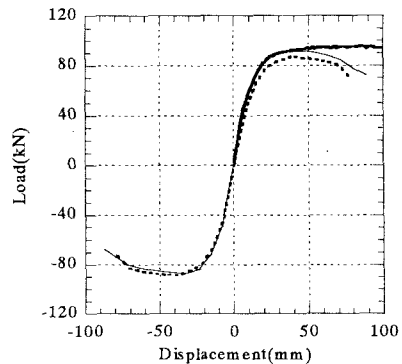


Fig.4 荷重-変位履歴

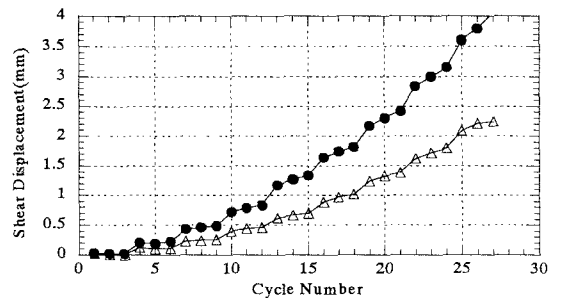


Fig.5 せん断変形増加状況