

京都大学工学部 正員 家村浩和  
 新日本製鐵 正員 中山裕章  
 東京大学大学院 学生員 今村栄次

1.はじめに 鋼製箱型橋脚に薄肉部材を用いる場合、柱の腹板に補剛材や補強材を効果的に配置することにより、構造特性に剛性、強度、靱性等を付与している。本研究では、薄肉断面鋼製箱型柱において、横補剛材間隔の違いによる縦横寸法比並びに縦補剛材剛比が、部材の地震時変形性能に与える影響を検討する。そこで、鋼製箱型柱模型を用いて、静的繰返し載荷実験並びに1自由度ハイブリッド実験を実施した。

2.供試体の種類 構造形態は片持ち柱、補剛箱型断面とし、全てSS41鋼材を使用した。供試体は計3種類(表1)左右対称である。片側部分において縦補剛材剛比が、Aは必要最小剛比 $\gamma'$ とほぼ同値に1本、Bは $\gamma'$ の30倍、10倍、5倍、1倍の位置他1本の計5本、Cは $\gamma'$ の10倍、1倍の位置他1本の計3本とした。各供試体共、フランジ、ウェブの板厚3.2mm、また厚さ4.5mm、幅27mmの縦補剛材を1本取り付けた。供試体の概略を図1に示す。

3.静的繰返し載荷実験 本実験の載荷システムの概要を図2に示す。軸力、自由端曲げモーメントはそれぞれ13tonf、0tonf-mmとし、許容誤差をそれぞれ $\pm 0.65$ tonf、 $\pm 120$ tonf-mm以内で制御した。載荷経路は初期サイクルの最大変位を18mm、以下各サイクル6mmずつ増加させ、計7サイクル最大54mm迄水平変位を与えた。

4.1自由度ハイブリッド実験 軸力、自由端曲げモーメントについては、静的繰返し載荷実験と同様の制御をした。地震波は最大加速度150galとした3種地盤用のを入力した。供試体の減衰定数を1%、1次固有周期を0.7秒に設定し、数値解析部には中央差分法を用いた。

5.実験結果及び考察

1)耐荷力 縦補剛材剛比の違いによる最大耐荷力への影響は見られない(図3,5)。ハイブリッド実験において、Aは9秒、Cは20秒過ぎに正側劣化域で降伏力に達した。しかしBでは実験終了時にもまだその点迄劣化しておらず、最大耐荷力に対して約77%である。Aは約49%、Cは約60%である。Aはフランジ、ウェブ両面で縦補剛材が大きく横倒れ座屈し、板と一体となった座屈波形となっている。Cでも両面で縦補剛材が横倒れ座屈し、座屈深さもAと同程度である。しかし縦補剛材は座屈波形の節として機能している。Bの縦補剛材にも僅かな横倒れ座屈が見られた。しかし節として効いており座屈深さも浅い。静的繰返し載荷実験でもBの劣化が最も緩やかである。即ち縦補剛材の横倒れ座屈を防ぎ、座屈波形の節とし

表1 供試体の種類

供試体	横補剛材数	補剛位置 (部材幅より)	横補剛材寸法
A	1本	560mm	板厚4.5mm,幅27mm
B	5本	60mm,130mm, 210mm,385mm, 560mm	板厚4.5mm,幅27mm
C	3本	130mm,345mm	板厚6.0mm,幅45mm
		560mm	板厚4.5mm,幅27mm

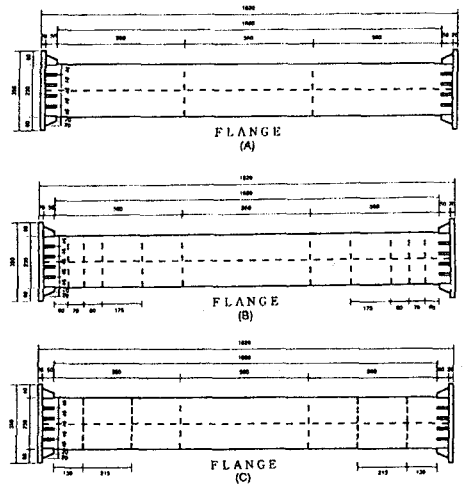


図1 供試体概略図

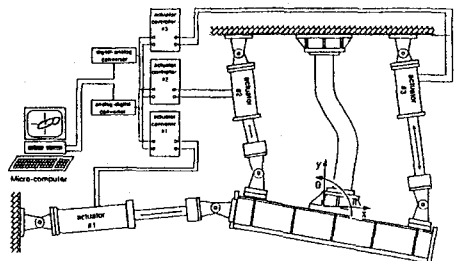


図2 載荷システム

て機能させることで、耐荷力の劣化が抑えられた。

2)履歴吸収エネルギー 図4,8は設計降伏力で無次元化した復元力と履歴吸収エネルギー関係である。ハイブリッド実験において、A,Cそれぞれ約308tonf-mm,333tonf-mmエネルギーを吸収した段階で、耐荷力が劣化域で降伏力を下回った。しかしBではそれらの値を吸収した時点でもまだ耐荷力は降伏力以上である。図4,8を比較すると、劣化域の降伏力に達する迄、静的繰り返し載荷実験の方が多くのエネルギーを吸収している。この差は強制的に正負交番載荷を与えたことが原因と思われる。つまり、大きなループを描かせる外部入力に対しては、吸収エネルギー量の観点からみて、耐荷力の劣化の割合が小さくなるものと考えられる。

## 6.結論

- 1)横補剛材により縦横寸法比を小さく設定し縦補剛材剛比を大きくすることは、縦補剛材の横倒れ座屈防止に効果がある。延いては耐荷力の劣化を抑え履歴吸収エネルギーを高められる、即ち部材の変形性能の向上に有効である、ということが静的繰り返し載荷実験並びにハイブリッド実験より確認された。
- 2)横補剛材による縦補剛材剛比の上昇は部材の変形性能向上にはつながるが、最大耐荷力へはほとんど影響を与えない。
- 3)静的繰り返し載荷実験とハイブリッド実験の比較より、最大耐荷力を過ぎて降伏力に劣化する迄、地震時には履歴吸収エネルギーが少なく耐荷力の劣化が激しいことが判明した。

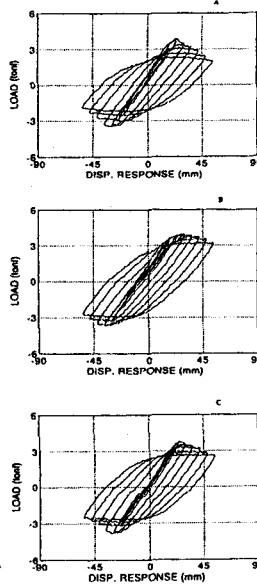


図3 変位-復元力関係 (静的繰り返し載荷実験)

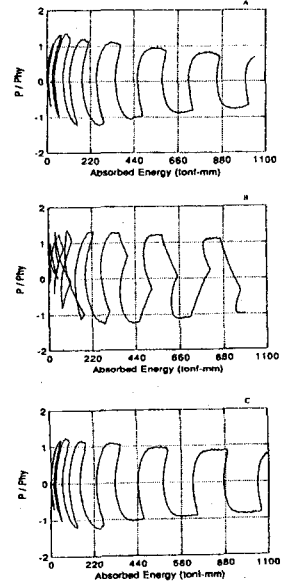


図4 耐荷力の劣化と履歴吸収エネルギー (静的繰り返し載荷実験)

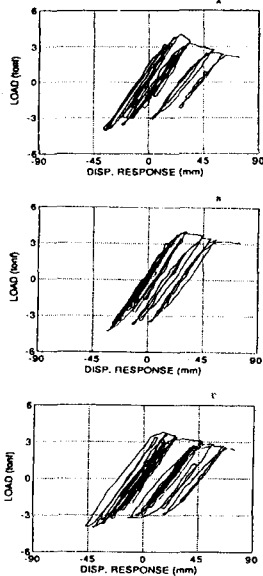


図5 変位-復元力関係 (ハイブリッド実験)

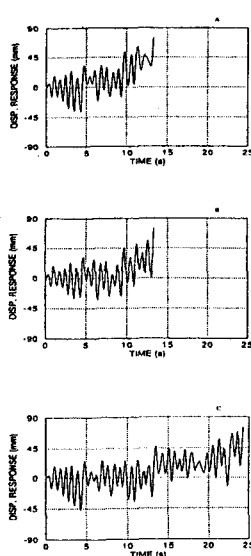


図6 応答変位時刻歴

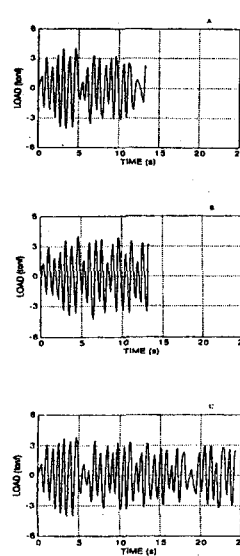


図7 復元力時刻歴

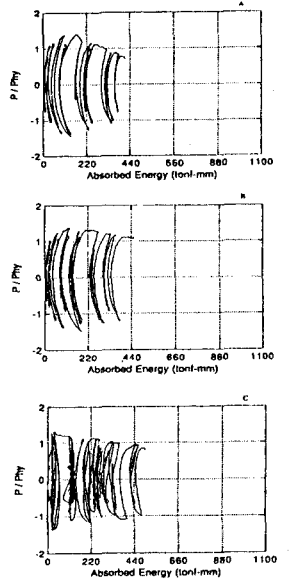


図8 耐荷力の劣化と履歴吸収エネルギー (ハイブリッド実験)