

I - 33

薄肉箱型断面鋼橋脚のダイヤフラムによる変形性能の向上

新日本製鐵(株) 正 員 ○中山裕章

京都大学工学部 正 員 家村浩和

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、薄肉箱型断面鋼製柱において、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 γ^* とほぼ同値に1本、Bは γ^* の30倍、10倍、5倍、1倍の位置、他1本の計5本、Cは γ^* 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本取り付け付けた。B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 ± 0.65 tonf、 ± 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, 4)。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308ton-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。ハイブリッド実験に対して静的繰返し載荷実験では、耐荷力の劣化の勾配が急である。図4と8を比較すると、劣化域の降伏力に達する迄、履歴吸収エネルギー増加に伴う耐荷力の劣化が、ハイブリッド実験の方が激しい。つまり、静的に荷重が加わるより地震時の方が、部材のエネルギー吸収量が多くなるにつれ、耐荷力の低下が著しくなるものと思われる。

3) 数値解析 静的繰返し載荷実験結果を基に1次、2次剛性を決定し実際の地震記録波で検討すべく最大加速度250galとしたエルセントロ地震波(NS成分)での解析を行った。構成則には劣化域での除荷時に1次剛性を接

表1 供試体の種類

供試体	横補剛材数	補剛位置 (部材端より)	補剛断材寸法
A	1本	560mm	板厚4.5mm, 幅27mm
B	5本	60mm, 130mm, 210mm, 355mm, 560mm	板厚4.5mm, 幅27mm
C	3本	130mm, 345mm 560mm	板厚6.0mm, 幅45mm 板厚4.5mm, 幅27mm

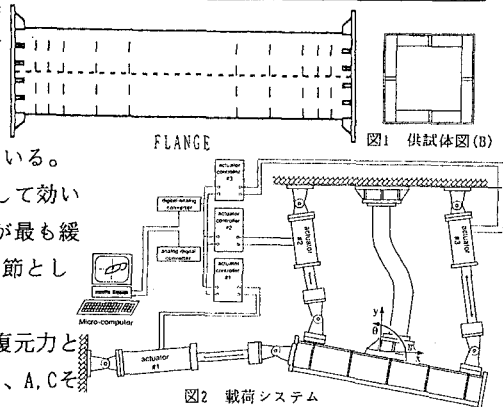
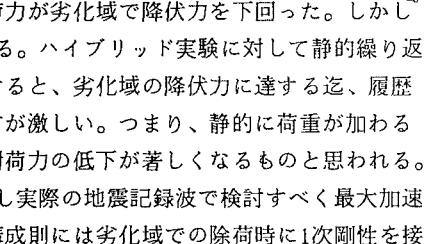


図2 載荷システム



線に持つ2次曲線上を動くものを設定した(図9)。地震終了時(30秒)迄Bは耐力力が降伏力を下回らなかったが、Aは地震開始直後、Cは5秒過ぎにその点迄劣化した。この解析でも、Bの耐震上の優位性が確認された。

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。延いては耐力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、最大耐力力へはほとんど影響を与えない。3)静的繰返し載荷実験とハイブリッド実験の比較より、最大耐力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力力の劣化が激しい。なお本研究では、土木学会鋼構造新技術小委員会よりの援助を受けた。

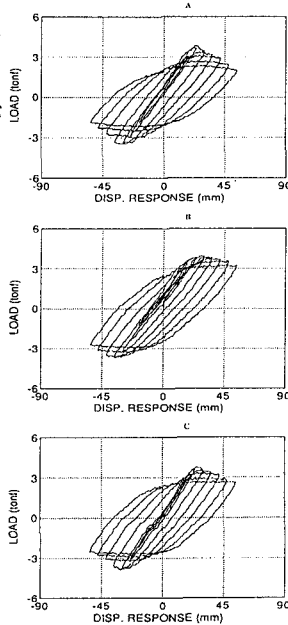


図3 変位-復元力関係
(静的繰返し載荷実験)

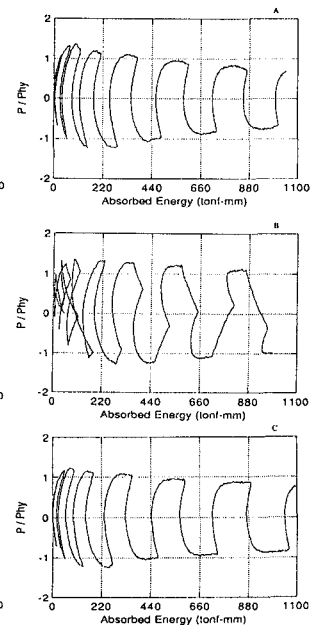


図4 耐力力の劣化と履歴吸収エネルギー
(静的繰返し載荷実験)

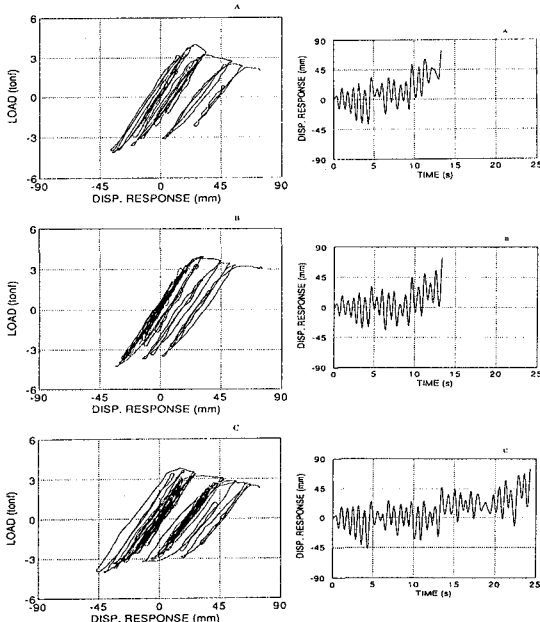


図5 変位-復元力関係
(ハイブリッド実験)

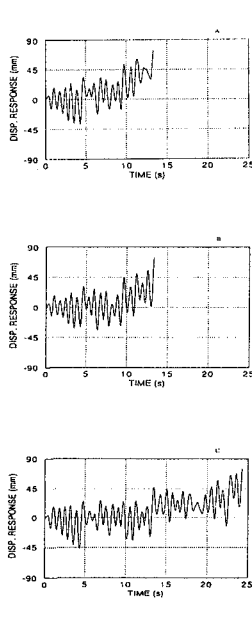


図6 応答変位時刻歴

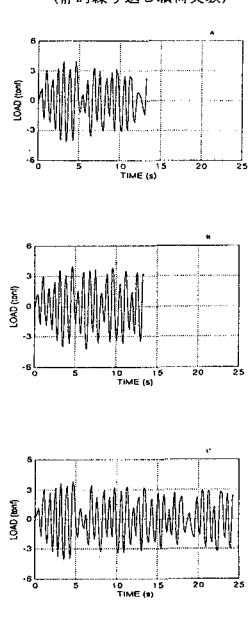


図7 復元力時刻歴

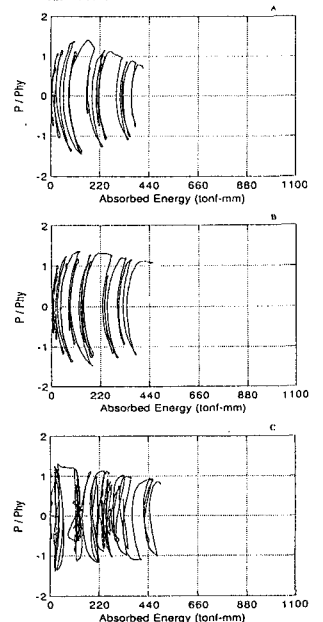


図8 耐力力の劣化と履歴吸収エネルギー
(ハイブリッド実験)

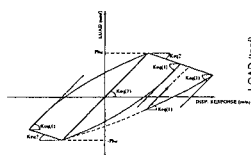


図9 構成則

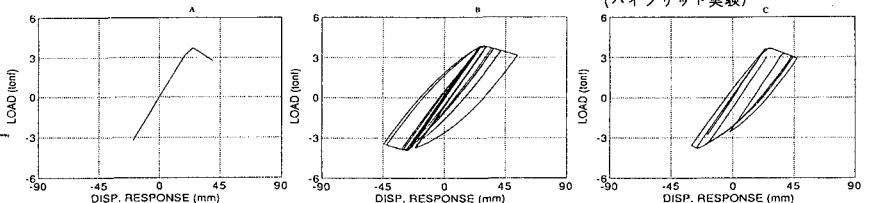


図10 エルセントロ地震波(NS成分, 最大加速度250gal)による数値解析結果