

中部大学工学部 正会員 山田 善一
立命館大学理工学部 正会員 伊津野和行
京都大学大学院 学生員○前田 英輝

京都大学工学部 正会員 家村 浩和
大林組 正会員 岡 重洋

1. はじめに 耐震設計の観点から見ると、最大耐力を増加させることと同時に、繰返し载荷に対して強度低下を引き起こさずに変形できる能力(靱性)が重要となる。本研究では、横補剛材の間隔の違う鋼製箱型橋脚について静的繰返し载荷実験を行い、横補剛材の間隔が変形性能に及ぼす影響を調査した。

2. 実験方法について

本研究の载荷システムを図1に示す。どの供試体に対しても、軸力13tonf、曲げモーメント0tonf*cmとなるようにアクチュエーター2号機、3号機を制御した。また、水平変位はアクチュエーター1号機で制御し、0mm→+18mm→0mm→-18mm→0mmを第1サイクルとし、第2サイクル以降は変位を6mmずつ増加させて、最終第7サイクルにおいて変位が54mmになるように正負両方向に繰返し载荷を行った。

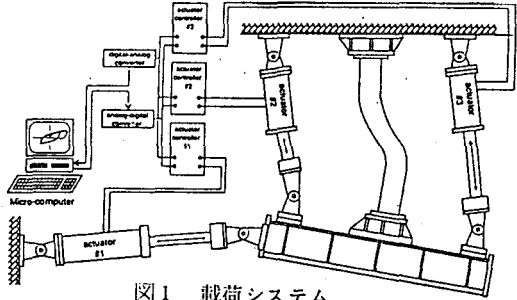


図1 载荷システム

3. 供試体について

横補剛材の影響を調べるため、全供試体とも縦補剛材は1本とした。横補剛材の間隔については、A、Fタイプの補剛間隔を基準とし、B、EタイプはA、Fタイプに付加する形で横補剛材を入れた(図2~4)。

AタイプとFタイプは横補剛材の間隔は同じだが、使用した鋼材の降伏応力が違っており(A: $\sigma_y = 2381.5 \text{ kgf/cm}^2$, F: $\sigma_y = 3203.6 \text{ kgf/cm}^2$)、降伏応力の違いが変形性能に及ぼす影響も同時に調査した。

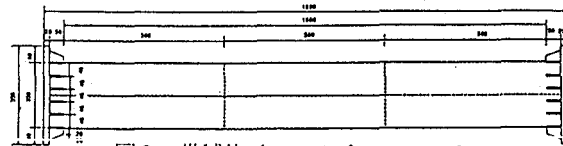


図2 供試体(Aタイプ, Fタイプ)

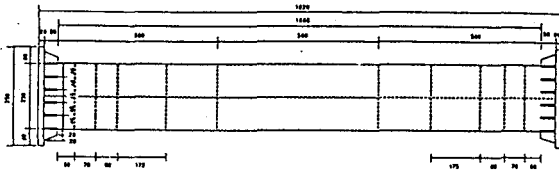


図3 供試体(Bタイプ)

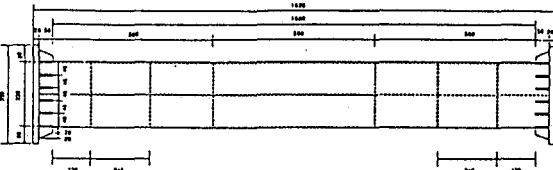


図4 供試体(Eタイプ)

4. 実験結果

1) 耐荷力 (図5)

縦補剛材の剛比(γ/γ^*)が最大耐力に与える影響については、同じ降伏応力の鋼材からできているA、B、Eで

は最大耐力の差は約0.2tonfである。剛比の最大であるBと最小であるAとでは剛比に約30倍もの差があることを考慮すると、あまり効果的な最大耐力の増加とは言えない。剛比のみで最大耐力を大幅に引き上げることは不可能であり、最大耐力を増加させるとしても効果的な剛比の値があると考えられる。

更に、縦補剛材の剛比が耐荷力の減少に与える影響については、最大耐力と最終第7サイクルでの耐荷力との差を見ると、剛比1.15のAが約1.6tonf、剛比9.83のEが約1.0tonf、剛比30.99のBが約0.7tonfとなる。

AとBを比べると約1tonfもの差があることになり、剛比の増加は変形性能向上を効果的に図れるものと考えられる。また、座屈波形と耐荷力の減少の割合との関係については、縦補剛材が横倒れ座屈をしなかったB、横倒れ座屈をしたが座屈波形の節として働いたE、横倒れ座屈をしてかつ座屈波形の節にもならなかったAの順で、耐荷力の減少の割合が小さい（つまり変形性能に優れている）ことになる。そして、全く同じ補剛方法であるが使用する鋼材の降伏応力の違うAとFについて耐荷力の減少の割合を比較すると、降伏応力の小さいAのほうが最大耐力の約半分まで減少するのに対して、降伏応力の大きいFのほうは最大耐力の1/3以下にまで減少している。つまり、降伏応力を大きくして強度を大きくしても、変形性能の向上に関してはかえって悪い影響を与えてしまうことが分かる。

2) 履歴曲線 (図6)

各供試体とも最大耐力に至るまではほぼ同様な直線形の履歴を描いている。しかし、最大耐力以降は耐荷力の減少の割合の違いによって、ループの大きさに微妙な差異が生じている。同一の鋼材を用いたA, B, Eを比べると、比較的耐荷力の減少の割合の小さいB, Eのループに比べて、減少の割合の大きいAのループは小さい。また、補剛間隔が同一のAとFを比較すると、鋼材の降伏応力の大きいFのループは、鋼材の降伏応力の小さいAのループより小さい。

3) 等価剛性 (図7)

図7は各サイクルごとの等価剛性を示しており、等価剛性の低下の割合を比較するため、各供試体とも第1サイクルの値で割っている。等価剛性の低下の割合は、F, A, E, Bの順、つまり横補剛材の間隔の長い供試体ほど大きい。等価剛性は各サイクルの正負両側の最大変形点を結ぶ直線の勾配としたために、等価剛性の低下の割合の順序は耐荷力の減少の割合の順序と一致することになる。

5. 結論

①横補剛材の効果は、縦補剛材の変形を抑制することにある。横補剛材を部材端に密に配置することによって縦補剛材の横倒れ座屈を防ぎ、縦補剛材の剛比も大きくなり、軸力に対して縦補剛材を有効に作用させることができる。

また、座屈の発生する部材端に横補剛材を密に配置することによって座屈長さを短く抑え、変形性能の向上につながる。②縦補剛材の剛比を大きくすると最大耐力は若干増加するが、むしろ変形性能の向上（つまり最大耐力以降の耐荷力の減少を少なくすること）のほうに大きな効果があった。③使用する鋼材の降伏応力の違いが変形性能に及ぼす影響については、降伏応力の小さい部材のほうが最大耐力以降の耐荷力の減少の割合が小さくなり、強度のみ大きくしても耐震性のある部材にはならないことが実証された。

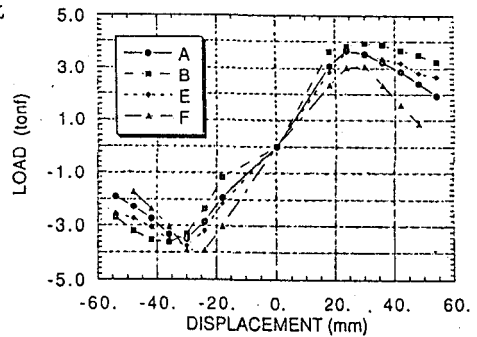


図5 包絡線

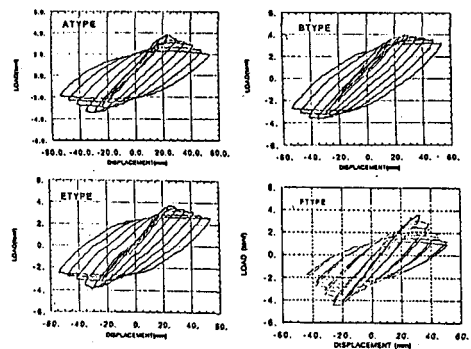


図6 履歴曲線

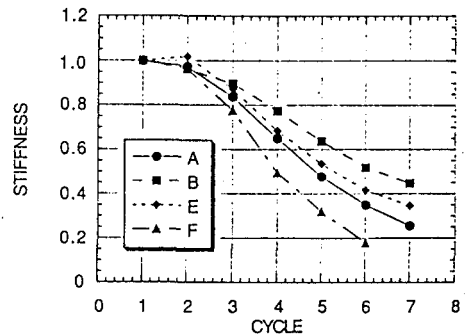


図7 等価剛性