

大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行

(株)日本構研情報 正 員 桜井弘幸

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博

大阪市立大学工学部・学生員○伊坂保輝

1. まえがき

高張力鋼で製作された圧縮板では、幅厚比パラメーター $R (= \sqrt{\sigma_y / \sigma_{cr}}$, σ_{cr} : 弾性座屈応力度, σ_y : 降伏点) が小さい領域において、終局強度上昇へのひずみ硬化の影響が期待できる。さらに、普通鋼に比べて、圧縮残留応力度が降伏点に比して相対的に小さくなるため、圧縮板の降伏点で無次元化した終局強度の上昇も期待される。そこで、本研究においては、初期たわみ、残留応力、および、ひずみ硬化の影響を考慮したパラメトリックな弾塑性有限変位解析によって、高張力鋼 (HT780) を用いた圧縮板の終局強度特性を調べる。そして、その結果より、高張力鋼を用いた圧縮板の座屈設計法について検討する。

2. 応力-ひずみ曲線と解析モデル

2.1 応力-ひずみ曲線

図-1の応力-ひずみ曲線は、HT780 材の引張試験結果を理想化したものである。この理想曲線を基に、本解析においては、同図に示すバイリニア形、および完全弾塑性形の2種類の応力-ひずみ曲線を設定してみた。

2.2 解析モデル

解析モデルは、図-2(a)に示すように、縦横比1の周辺単純支持された圧縮板とした。そして、その板厚を変化させ、幅厚比パラメーター R を0.2～2.0の範囲で変化させたモデルに対してパラメトリック解析を行った。ただし、解析は、対象とした圧縮板の対称性より、図-2(b)に示す圧縮板の1/4部分を取り出して行った。その際、圧縮板に導入した初期たわみは板幅の1/150、また圧縮残留応力は0.15 σ_y とした。そして、弾塑性有限要素解析には、補剛板構造の終局強度を解析するための専用プログラムである USSP¹⁾ を用いた。

3. 解析結果とその考察

弾塑性有限変位解析の代表的な結果を、図-3、および図-4に示す。図-3には、終局強度 σ_u / σ_y を縦軸に、また幅厚比パラメーター R を横軸にとり、解析結果をプロットしたものである。この図より、ひずみ硬化の影響による耐荷力の上昇現象は、 $R < 0.3$ の領域でのみ顕著となることがわかる。また、 $R > 0.6$ の領域では、残留応力の存在により、最大0.06 σ_y 程度の強度低下がみられる。これまで、残留応力を考慮した場合は、終局強度の低下が起こるものと考えられていた。ところが、図-3によると、 $R = 0.3 \sim 0.35$ を境にして、わずかであるが増加へと転じることがわかる。この効果は、ひずみ硬化と残留応力との両方を同時に考慮した場合、顕著にれている。また、図-4は、ひずみ硬化と残留応力とを同時に

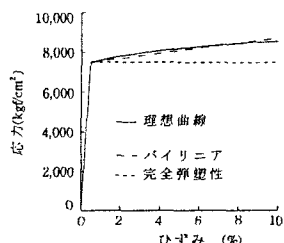
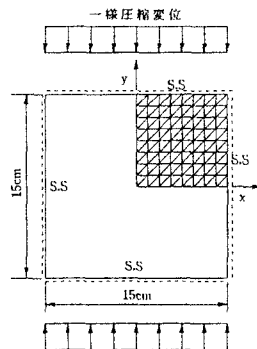


図-1 解析に用いた応力-ひずみ曲線



(a) 対象とした圧縮板

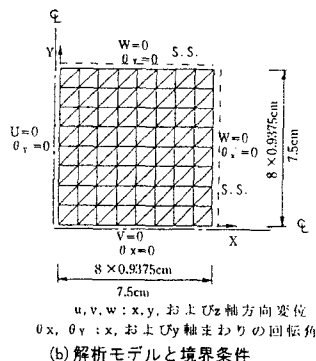


図-2 圧縮板の解析モデル

考慮した本解析結果と種々な耐荷力曲線、すなわち三上式²⁾、宇佐美式³⁾、および普通鋼からなる圧縮板の弾塑性有限変位解析結果¹⁾（初期たわみ $b/150$ 、残留応力 $:-0.4\sigma_y$ ）を比較したものである。この図より、高張力鋼を用いた圧縮板の終局強度は、普通鋼を用いた圧縮板の弾塑性有限変位解析曲線よりも、 $R=0.5\sim 1.25$ の領域で5～10%高い値となっている。一方、宇佐美式では、 $R=1.25$ 付近を境にして、 $R>1.25$ の領域で安全側、また $0.5<R<1.25$ の領域で危険側の結果となっている。そして三上式は、全般的に本弾塑性有限変位解析による結果よりも、若干、安全側の終局強度を評価している。しかしながら、 $R<0.3$ の領域で卓越し始めてくるひずみ硬化による耐荷力の上昇効果を、三上式、および宇佐美式のいずれの耐荷力式も積極的に評価していない。また、道路橋示方書の耐荷力曲線は、固有値問題として求めた座屈強度に基準をおいているため、上記の耐荷力曲線、および本解析結果とは著しく異なる傾向を示している。

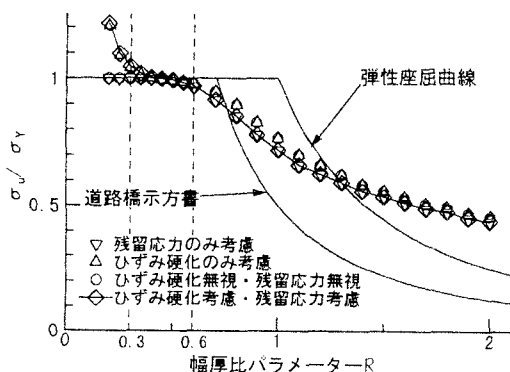


図-3 圧縮板の耐荷力曲線

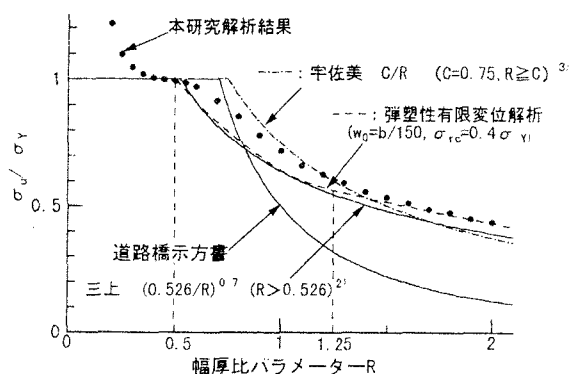


図-4 種々の耐荷力曲線との比較

4. まとめ

本研究で得られた主な成果は、以下のようまとめられる。

- 1) 高張力鋼 HT780 のひずみ硬化を考慮すると、幅厚比パラメーター $R<0.3$ の領域においては、圧縮板の終局強度の上昇が期待できる。
- 2) 普通鋼を用いた圧縮板の弾塑性有限変位解析による耐荷力曲線と比較すると、高張力鋼 HT780 を用いた圧縮板の終局強度は、幅厚比パラメーター R が $0.5\sim 1.2$ の領域において、最大で 10% 程度の上昇が認められた。
- 3) 高張力鋼 HT780 を用いた圧縮板の終局強度が精度よく推定できる既存の耐荷力曲線は、現在のところ、見当らなかった。
- 4) なお、今後、縦横比をパラメーターとした周辺単純支持の圧縮板についての解析を行う必要もある。また、高張力鋼を用いた自由突出圧縮板、および補剛圧縮板についての解析も不可欠である。

なお、本研究は、土木学会関西支部・共同研究グループ「鋼橋における高機能鋼の有効利用法に関する研究」（代表者：中井 博）の研究活動の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 小松定夫・北田俊行：補剛された圧縮板の弾塑性有限変位挙動の一解析手法、土木学会論文報告集，第 296 号、pp.1～12、1980 年 4 月
- 2) 三上市蔵・堂垣正博・米沢博：連続補剛板の非弾性圧縮座屈、土木学会論文報告集、No.298、pp.17～30 1980 年 6 月
- 3) 宇佐美勉・福本啓士・青木徹彦：溶接箱形断面柱の局部座屈と全体座屈の連成強度に関する実験的研究、土木学会論文報告集、No.308、1981 年 4 月