

大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
日本構研情報(株) 正 員 山野敏郎

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○越智内士

1. まえがき：現在，高張力鋼で製作された板要素の設計座屈強度は，普通鋼の延長線上で評価されているに過ぎず，必ずしも合理的に評価されたものでない．そこで，本研究は，高張力鋼を用いた自由突出板，周辺支持板，および補剛板に圧縮力が作用する場合の弾塑性有限変位解析の結果にもとづいて耐荷力曲線を導き，これらの板要素の座屈設計法について再検討するための基礎資料を得ようとしたものである．

2. 解析モデル

(1) 自由突出板：解析モデルは，図-1 に示すように，圧縮力を受ける 3 辺単純支持・1 辺自由の板とした．そして，対称性より，その 1/2 の部分を取り出し，解析を行った．

(2) 周辺支持板：解析モデルとしては，図-2 に示すように，圧縮力を受ける周辺単純支持された板を検討の対象とした．そして，対称性より，1/4 の部分を取り出し，解析を行った．

(3) 補剛板（縦補剛材 1 本）：解析モデルとしては，図-3 に示すように，1 本の縦補剛材を有する連続補剛板を対象とした．そして，それから三角形要素で示す部分を取り出し，解析を行った．

3. 本研究で導いた耐荷力曲線

(1) 自由突出板：弾塑性有限変位解析の結果から得られた終局強度を結んだ曲線（以下，終局強度曲線という）より，以下に示す耐荷力曲線が，導けた．

本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_y &= 1.0 & (R \leq 0.8) \\ &= (0.8/R)^{0.63} & (0.8 < R) \end{aligned} \right\} (1)_{a,b}$$

本耐荷力曲線（普通鋼：SM400）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_y &= 1.0 & (R \leq 0.67) \\ &= (0.67/R)^{0.61} & (0.67 < R) \end{aligned} \right\} (2)_{a,b}$$

そして，図-4 では，これらの本耐荷力曲線と，以下に示す耐荷力曲線とを比較している．すなわち，

座屈設計ガイドライン¹⁾の耐荷力曲線（普通鋼：SM400）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_y &= 1.0 & (R \leq 0.5) \\ &= 0.080(R-0.5)^2 - 0.480(R-0.5) + 1.0 & (0.5 < R \leq 1.0) \\ &= 0.470R^2 - 1.340R + 1.650 & (1.0 < R \leq 1.3) \end{aligned} \right\} (3)_{a,b}$$

道路橋示方書²⁾で採用されている耐荷力曲線

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_y &= 1.0 & (R \leq 0.7) \\ \sigma_u/\sigma_y &= 0.5/R^2 & (0.7 < R) \end{aligned} \right\} (4)_{a,b}$$

この図によると，幅厚比パラメータ $R=0.5 \sim 1.0$ の領域において，本耐荷力曲線（普通鋼：SM400）は，座屈設計ガイドラインの耐荷力曲線よりも，若干，上側に位置していることがわかる．また，道路橋示方書の耐荷力曲線と本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）とでは，その傾向が異なっていることがわかる．さらに，本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）は，本耐荷力曲線（普通鋼：SM400）と比較して，全般的に大きな終局

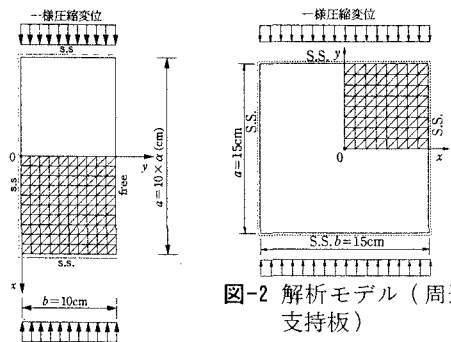


図-1 解析モデル（自由突出板）

図-2 解析モデル（周辺支持板）

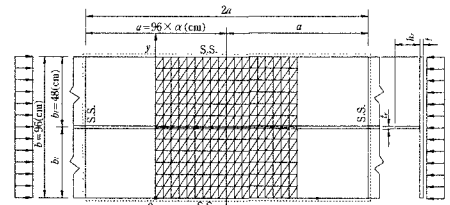


図-3 解析モデル（補剛板）

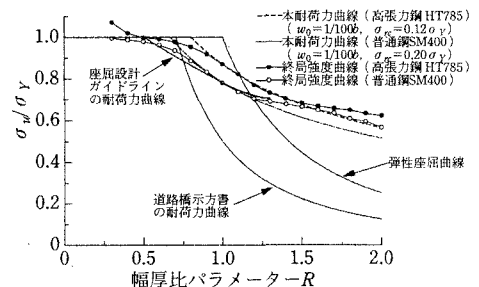


図-4 圧縮力を受ける自由突出板の耐荷力曲線

強度与えている。これは、同図中に示すように、降伏点で無次元化した圧縮残留応力が小さくなるためである。

(2)周辺支持板：弾塑性有限変位解析の結果から得られた終局強度曲線より、以下に示す本耐荷力曲線を、導いた。

本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_Y &= 1.0 & (R \leq 0.65) \\ &= (0.65/R)^{0.75} & (0.65 < R) \end{aligned} \right\} (5)_{a,b}$$

また、この本耐荷力曲線と、以下に示す座屈設計ガイドラインの耐荷力曲線¹⁾とを、図-5で比較している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_Y &= 1.0 & (R \leq 0.5) \\ &= 0.390(R-0.5)^2 - 0.911(R-0.5) + 1.0 & (0.5 < R \leq 1.0) \\ &= -0.146R + 0.015/(R-0.8) + 0.713 & (1.0 < R \leq 2.1) \end{aligned} \right\} (6)_{a,b}$$

なお、道路橋示方書²⁾で採用されている耐荷力曲線は、式(4)と同じものである。

この図によると、本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）と道路橋示方書の耐荷力曲線との関係については自由突出板のこれらの耐荷力曲線の関係と同様のことが言えることがわかる。また、式(1)に示した自由突出板の耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）と、式(5)の周辺支持板の耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）とでは、傾向、および強度に関して著しい相違のあることがわかる。

(3)補剛板（縦補剛材 1 本）：弾塑性有限変位解析の結果から得られた終局強度曲線を、以下に示す近似曲線で適合させ、本耐荷力曲線とした。

本耐荷力曲線（高張力鋼：HT785）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_Y &= 1.0 & (R \leq 0.36) \\ &= 0.658R^3 - 1.719R^2 + 0.796R + 0.907 & (0.36 < R \leq 1.5) \end{aligned} \right\} (7)_{a,b}$$

本耐荷力曲線（普通鋼：SM400）：

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_Y &= 1.0 & (R \leq 0.26) \\ &= 0.436R^3 - 1.011R^2 + 0.157R + 1.019 & (0.26 < R \leq 1.5) \end{aligned} \right\} (8)_{a,b}$$

以上の本耐荷力曲線と道路橋示方書²⁾で採用されている以下の耐荷力曲線とを図-6で比較している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_u/\sigma_Y &= 1.0 & (R \leq 0.5) \\ &= 1.5 - R & (0.5 < R \leq 1.0) \\ &= 0.5/R^2 & (1.0 < R) \end{aligned} \right\} (9)_{a \sim c}$$

以上の3本の耐荷力曲線についても、自由突出板、および周辺支持板の同様な耐荷力曲線と同じことが言える。

4. まとめ

- i) 高張力鋼、および普通鋼を用いた圧縮力を受ける自由突出板、周辺支持板、および補剛板の耐荷力曲線を示した。
 - ii) すべての解析モデルにおいて、本耐荷力曲線（高張力鋼，HT785）は、本耐荷力曲線（普通鋼，SM400）より上側に位置した。これは、高張力鋼で製作された板の場合、降伏点で無次元化した圧縮残留応力が普通鋼で製作された板に比して小さくなるためである。
 - iii) これらの本耐荷力曲線は、道路橋示方書の耐荷力曲線（普通鋼）と比較すると、著しく異なった傾向を呈した。
- なお、本研究は、鋼材倶楽部（土木鋼構造教育助成金）として研究費の補助を受けて行ったものである。

参考文献：1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、Ⅱ鋼橋編，1996年12月。2) 土木学会鋼構造委員会：座屈設計のガイドライン，1987年10月。

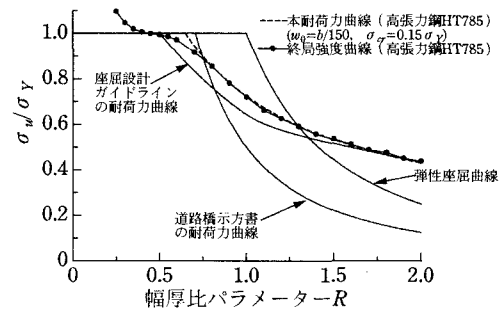


図-5 圧縮力を受ける周辺支持板の耐荷力曲線

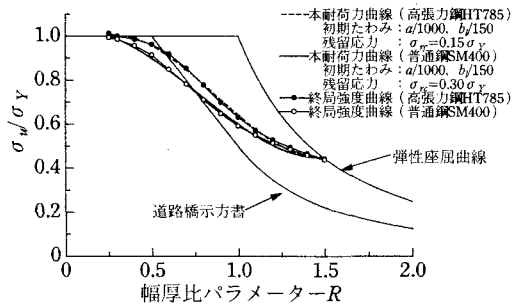


図-6 圧縮力を受ける補剛板の耐荷力曲線（縦補剛材 1 本， $r_t = r_{req}$ ， $\alpha = 1$ ）