

縦方向のみに補剛された鋼板の横方向圧縮強度の簡易計算法

大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行
 大阪市立大学工学部 正員 中井 博
 横河工事(株) 正員 ○古田 富保

1. まえがき

これまでに、縦方向に圧縮力を受ける補剛鋼板の耐荷力については数多くの研究^{1), 2)}が行われ、極限強度の簡易算定法も示されている。ところが、幅員の広いニールセン・アーチ橋や斜張橋の鋼床版では、橋軸(縦)方向の面内力以外に、橋軸直角(横)方向に対しても横桁の圧縮フランジとしての大きな面内圧縮力が生じる。このような場合に対処して、横方向圧縮力を受けた無補剛板、および補剛板の極限強度特性を明らかにし、その簡易算定法を確立しておく必要がある。補剛板の横方向圧縮強度が求まれば、文献3)の方法によって、2方向面内力を受ける補剛板の極限強度を容易に求めることができる。そこで、ここでは、まずアスペクト比の大きい無補剛板の横方向圧縮強度の算定法を提案する。つぎに、横方向圧縮力が作用する補剛板全体の横方向圧縮強度の簡易計算法について検討する。

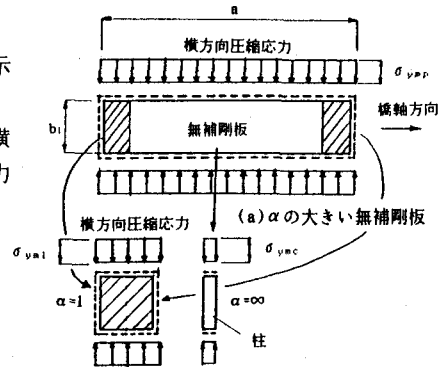
2. 無補剛板の横方向圧縮強度の算定法

アスペクト比($\alpha = a/b_1$)の大きい無補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ymp} は、アスペクト比 $\alpha = 1$ の無補剛板の極限応力度 σ_{ym1} と、柱モデルの極限応力度 σ_{ymc} との累加強度式(1)により算定できるものと仮定する(図-1参照)。

$$\sigma_{ymp} = \frac{\sigma_{ym1} + \sigma_{ymc}(\alpha - 1)}{\alpha}, \quad (\alpha \geq 1) \quad \dots(1)$$

すなわち、図-1の無補剛板の側辺部は、常に板として座屈するが、中央部分では、柱としての座屈に近い挙動を示すものと推定される。したがって、これら両者の極限強度を、面積の比に応じて合計する方法(以下、累加法と呼ぶ)により、無補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ymp} を簡単に表すことができると考える。図-2には、累加法により算出した無補剛板の極限強度 σ_{ymp} を、弾塑性有限変位解析²⁾による値と比較して示した。なお、 σ_{ym1} は、図-3に示す文献1)の耐荷力曲線、 σ_{ymc} は、道路橋示方書(以下、道示と略)の基準耐荷力曲線⁴⁾により算出した。図-2から、両者は、よく一致していることがわかる。また、図-4には、柱モデルによる極限強度 σ_{ymc} と、道示⁴⁾の基準耐荷力曲線とを比較して示してある。柱モデルの極限強度は、 $b_1/150$ なる初期たわみを用いて計算しているため、 $b_1/1,000$ の初期たわみを対象とした道示の基準耐荷力よりも、若干小さくなることがわかる。

Toshiyuki KITADA, Hiroshi NAKAI and Tomiyasu FURUTA



(b) $\alpha = 1$ の無補剛板 (c) 柱モデル

図-1 無補剛板の横方向圧縮強度算定方法

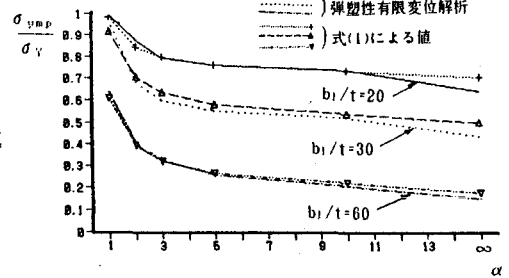


図-2 式(1)による横方向圧縮極限強度の比較

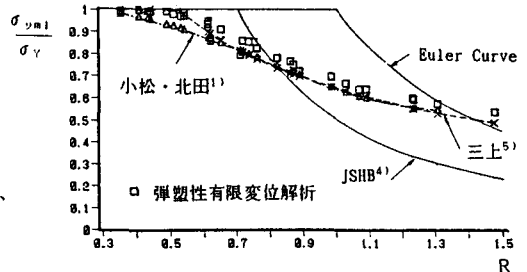


図-3 板($\alpha = 1$)の横方向圧縮極限強度曲線の比較

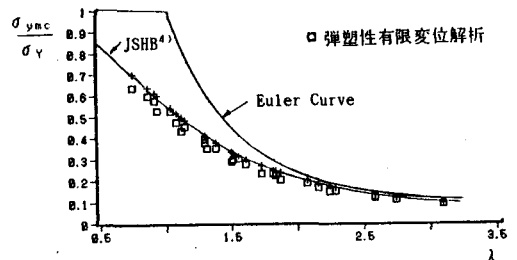


図-4 柱($\alpha = \infty$)の圧縮極限強度曲線の比較

3. 補剛板の横方向圧縮強度の算定法

縦補剛材が十分に剛な補剛板に横方向から圧縮力が作用した場合、座屈モードは、縦補剛材位置で節となり、縦補剛材間の板パネル(無補剛板)の極限強度 σ_{ymp} により補剛板の極限強度が決定される。しかし、座屈モードが縦補剛材位置で節とならないような場合、補剛板としての極限強度は、無補剛板よりも低くなる。このような十分に剛でない縦補剛材を有する補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ymo} の簡易計算法を、以下に示す。

文献6)では、弾塑性有限変位理論に基づいたパラメトリック解析を行い、 $\sigma_{ymo}/\sigma_{ymp}$ を、縦横比 α 、幅厚比 b_1/t 、鋼材の降伏ひずみ σ_Y/E 、および補剛材の剛比 r_1/r_1^* の関数とする以下の簡易式を導いている。

$$\frac{\sigma_{ymo}}{\sigma_{ymp}} = 0.839 - \frac{\alpha}{120} + \frac{b_1/t}{885} + 17.7 \frac{\sigma_Y}{E} + 0.1047 \frac{r_1}{r_1^*}, (0.3 < r_1/r_1^* \leq 2.0) \quad \dots(2)$$

ここに、 r_1 : 縦補剛材の剛比($=11I_1/at^3$)

r_1^* : 必要最小剛比($=11I_{1req}/at^3$)

I_1 : 補剛材の断面2次モーメント

t : 板厚

I_{1req} : 道示⁴⁾の式(3.2.6)による必要最小断面2次モーメント

縦補剛材の剛比 r_1 が必要最小剛比 r_1^* よりも小さい補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ymo} は、縦補剛材間の板パネルの極限強度 σ_{ymp} を式(1)より求め、この強度を式(2)で低減することによって得られる。なお、閉断面補剛材を有する補剛板で、横リブ位置で補剛材内部の板パネルが横リブと接合されていない場合には、この内部の板パネルが柱状に座屈する。したがって、この板パネルの極限強度 σ_{ymc} によって横方向圧縮強度 σ_{ym} が決定される場合が多い。以上より、補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ym} の計算手順は、図-5のフローチャートとしてまとめられる。

4. まとめ

アスペクト比 $\alpha=1$ の無補剛板の極限強度 σ_{ym1} と、柱の極限強度 σ_{ymc} とを用いて、補剛板の横方向圧縮極限強度 σ_{ym} を求める簡易計算法を提案した。

<参考文献>

- 1) 小松定夫・北田俊行: 初期不整をもつ補剛された圧縮板の極限強度の実用計算法, 土木学会論文報告集, 302号, 1980年10月, pp. 1~13
- 2) 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, 昭和55年4月, pp. 1~12
- 3) 北田俊行・中井 博・古田富保・鈴木宏昌: 2方向面内力を受ける補剛板の極限強度に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 34A, 土木学会, 1988年3月, pp. 203~214
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, II. 鋼橋編, 丸善, 平成2年2月
- 5) 土木学会: 座屈設計ガイドライン, 昭和62年10月
- 6) 北田俊行・中井 博・古田富保・秦野啓司: 十分に剛でない補剛材を有する補剛板の横方向圧縮強度に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 37A, 土木学会, 1991年3月

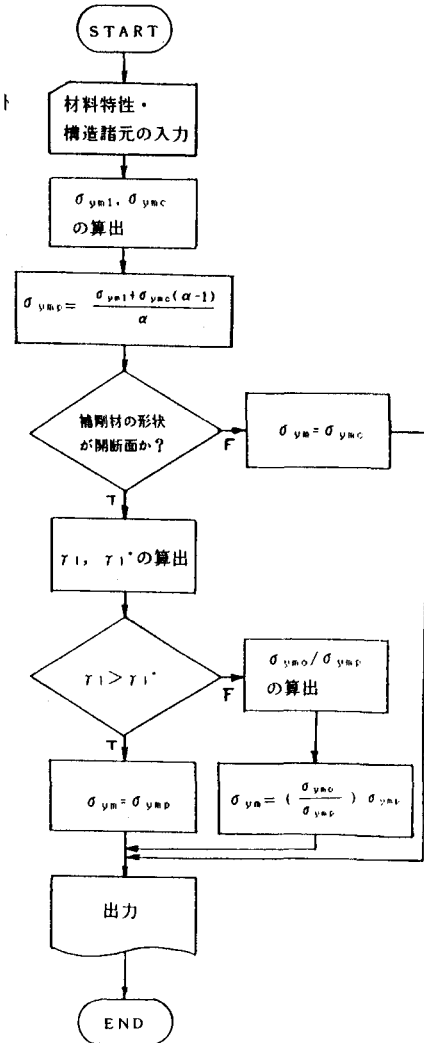


図-5 補剛板の横方向圧縮強度 σ_{ym} を算定するためのフローチャート