

弾塑性域における圧縮補剛板の耐荷力推定法

高知高専 正員○勇 秀憲
 京都大学 正員 渡辺 英一
 京都大学 正員 丹羽 義次

1. はじめに

構造物の弾塑性耐荷力推定のための新しいアプローチとして、筆者らはカタストロフィー理論を用いた簡易評価法を提案し、柱、板、梁モデルへ適用してきた。本報告は、軸圧縮方向の縦補剛材を有する周辺単純支持矩形補剛板モデルを対象にし、特にその全体座屈モードに対し初期不整の敏感性として弾塑性耐荷力を決定するものである。

2. 耐荷力解析

圧縮補剛板モデルの典型的な座屈形式としては、補剛材と板パネル全体座屈、補剛材が節を形成する板パネルのみの局部座屈およびその両者の連成座屈が考えられる。ここでは全体座屈モードへの本評価法の適用を述べる。局部座屈モードに関しても、板パネルを無補剛板として下記と同様の手法により弾塑性耐荷力を推定することができる。

単一縦補剛材を有する周辺単純支持圧縮補剛板モデル（図-1）に対し次の仮定を行なう： 板パネル断面には、補剛材接合部で引張り応力が最大であり板パネル中央で圧縮応力が最大となる初期残留応力分布が存在する。また、補剛材断面内の残留応力はある一定の大きさに一様に分布している。そして、これらの残留応力分布は板パネルと補剛材の全体で初期自己平衡である。なお、補剛材自身のねじり剛性は無視する。

以下に本耐荷力評価法の概略をまとめる。

まず、与えられた一般化幅厚比 R （全体座屈に関しても板パネルの局部座屈の R を代用）、最大圧縮残留応力の大きさ σ_r 、補剛材の残留応力の大きさ σ_{rs} 、曲げ剛比 γ 、および断面積比 δ 等から、弾塑性分岐座屈応力 σ_{cr} を決定する。このとき、つねに最小の σ_{cr} を与えるような補剛板縦横比 ϕ の矩形板を対象にする。次に、補剛板が図-2のような分岐後安定な弾塑性後座屈経路 ACE を持つものとする。また、ここで補剛板全体の極限状態（図-1中の一点鎖線）を表わす塑性崩壊機構曲線 BCD を定義する。さらに、これら2つの曲線の交点 $C(\alpha^*, w_0^*)$ を求め、等価分岐点とする。ゆえに、この点 C の近傍で非対称分岐を与える擬似ポテンシャルを定義すれば、カタストロフィー理論に基づき荷重極値条件から初期たわみに対する鋭敏性の形で弾塑性耐荷力が評価できる。

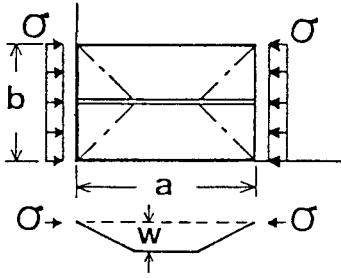
$$\frac{\sigma_m}{\sigma^*} = 1 + \alpha^* w_0^* - \sqrt{2 \alpha^* w_0^* \left(1 + \frac{1}{2} \alpha^* w_0^*\right)}$$

ここに、 σ_m は弾塑性耐荷力で、 α^* は塑性崩壊機構曲線の点 C における勾配から求まる。また、 w_0^* は初期たわみ w_0 に対し等価初期たわみとして導入される：

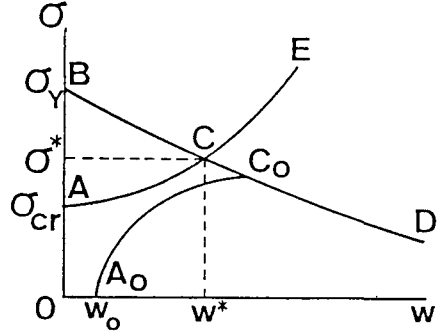
$$w_0^* \equiv \mu(R) w_0, \quad \mu(R) \equiv \mu_c \left(\frac{R}{R_p}\right)^\beta, \quad \mu_c, R_p, \beta : \text{constants}$$

3. 数値計算結果

まず、図-1の単一補剛板モデルに関し、全体座屈の耐荷力曲線を算定した（図-3）。残留応力分布は、板パネル部で放物線分布 $\sigma_r = 0.4 \sigma_y$ 、補剛材 $\sigma_{rs} = -0.2 \sigma_y$ である。補剛材の相対剛比 $\gamma/\gamma^* = 0.5$ 断面積比 $\delta = 0.1$ とする。また初期たわみモードの大きさ w_0 は補剛材自身を柱と考え、座屈半波長 a に対し $w_0/a = 1/1000$ とした。一方、局部板パネルの耐荷力曲線（図-4）は、半幅 $b/2$ の無補剛板から計算した。残留応力分布は図-3の場合と同じで、初期たわみは局部座屈モード、局部板パネル幅 $b/2$ に対し $w_0/b = 1/300$ で与えた。

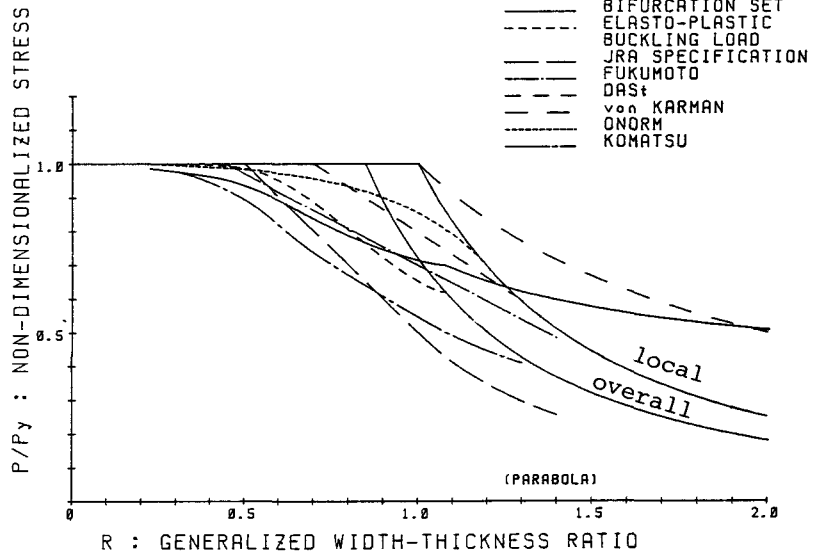


図一 補剛板モデル



図二 等価分岐点

図一3 耐荷力曲線
(全体座屈モード)



図一4 耐荷力曲線
(局部座屈モード)

