

鋼はり一柱の設計公式に関する考察

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員〇西村宜男

1. まえがき 限界状態設計法の鋼構造設計への導入に際して、構造全体系、部材および構成要素の調和のとれた極限強度評価法の確立が重要である。本文では骨組構造におけるはり一柱部材を対象として、現行の許容応力度設計法に用いられている安定照査式を限界状態設計法に転用する場合の問題点を述べ、はり一柱の連成座屈強度の合理的評価式について考察する。

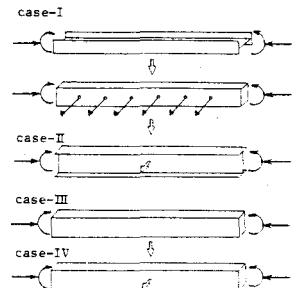
2. はり一柱の崩壊パターンと相関強度式 問題を簡単にするため軸圧縮力と1軸まわりの曲げモーメントを受ける場合を考える。はり一柱の安定照査は軸力と曲げモーメントに関する相関強度式が適用されるが、作用軸圧縮力と作用曲げモーメントはそれぞれ軸圧縮力のみおよび曲げモーメントのみが作用する場合の部材の極限強度 P_u, M_u で除して正規化した値を用いる。従ってはり一柱部材の合理的強度設計法を確立するためには P_u, M_u を部材の断面形状、拘束条件などに関して適正に評価することが第1の必要条件である。

第2の条件としてはり一柱部材の崩壊パターンに応じた相関強度式の表示法の適正化が必要である。はり一柱の崩壊パターンは図-1に示す4つのケースに分けられる。弱軸まわりの曲げモーメントを受ける場合や横方向変位が拘束されたはり一柱が強軸まわりの曲げモーメントを受ける場合は曲げモーメントの作用面内に崩壊する。(ケースI) 開断面部材が強軸まわりの曲げモーメントを受ける場合は曲げモーメントの作用面外に崩壊する。(ケースII) 大きなねじり剛性を有する閉断面部材の強軸まわりに曲げモーメントが作用する場合で、軸力に比べて曲げモーメントの効果が卓越する場合面内に(ケースIII) 軸圧縮力の効果が卓越する場合は面外へ崩壊する。(ケースIV) このような崩壊パターンの相違がはり一柱の相関強度特性に及ぼす影響は極めて顕著である。第3に軸圧縮力による曲げモーメントの割増し係数の適正な評価の問題が挙げられる。これらの問題点を以下において数値計算結果を基に考察する。

3. 面内崩壊パターンの相関強度 溶接集成箱形断面部材が曲げモーメントの作用面内に崩壊する場合の安定照査式は一般に

$$\frac{P}{P_u} + \frac{1}{(1 - P/P_E)} \frac{M}{M_u} \leq 1 \quad (1)$$

と表される。 P_E はオイラー座屈荷重を表す。図-2に示す残留応力を有する場合について、弾塑性有限変位解析による極限強度を道路橋示方書(耐荷力表示に書き換えたもの)等の規定と比較して図-3に示す。図中JSHBは現行道示の相関強度曲線で、 P_u はECCS柱曲線の○曲線に近い基本強度、 M_u として降伏モーメント M_y



矢印は崩壊の方向

図-1 はり一柱の崩壊パターン

を用いた場合、JSHB modifiedは P_u として箱形断面の圧縮強度に対応するECCS柱曲線のb曲線、 M_u として全塑性モーメント M_p を採用したものである。またEUROCODE3の P_u, M_u はJSHB modifiedと同じであるが、割増し係数が $1/(1 - PP_u/P_0P_E)$ と修正され道示より若干高めの強度を与えている。 $P_0 = \sigma_y A$

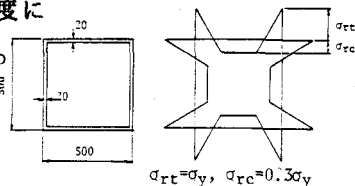


図-2 残留応力分布

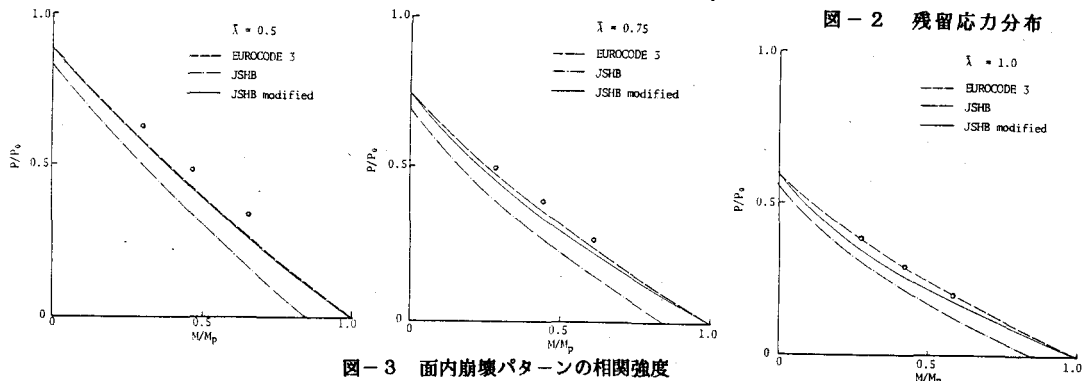


図-3 面内崩壊パターンの相関強度

4. 面外崩壊パターンの相関強度 図-4に示す残留応力を有する圧延断面部材が強軸まわりの曲げモーメントを受ける場合の面外崩壊に関する相関強度の解析結果を図-5に示す。JSHBは式(1)の相関式で M_u として道示のはりの基本強度を用いた場合、JSHB modifiedは P_u としてECCS b曲線、 M_u として文献1)のはり基本強度を用いた場合である。またEUROCODE3 およ

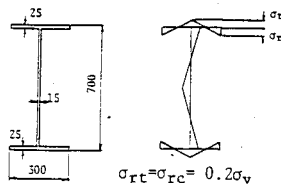


図-4 残留応力分布

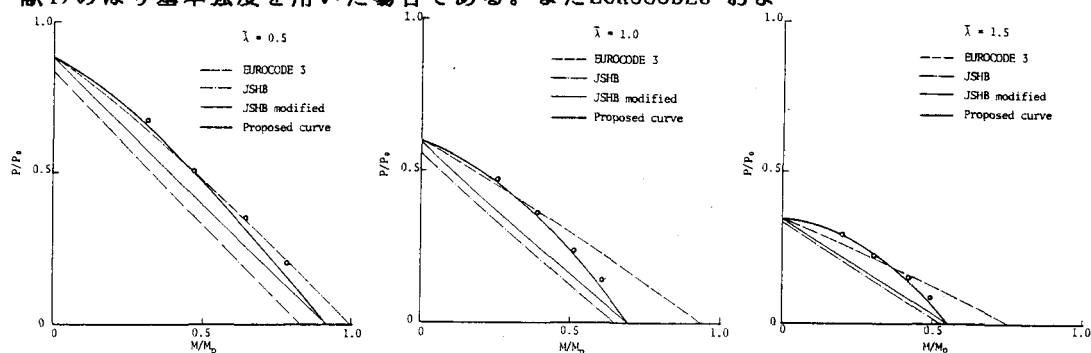


図-5 面外崩壊パターンの相関強度

び提案式は $P/P_u + (M/M_u)^\beta \leq 1$ (2) の非線形相関式で、EUROCODE3では $\beta = 1.1$ 、提案式では $\beta = \bar{\lambda} + 0.5$ と部材の細長比に関係した指数を与えている。

EUROCODE3では M_u として高めのECCSはり強度式を用いているために曲げモーメントが卓越した領域では弾塑性有限変位解析による極限強度に比べて危険側の評価になっている。

5. あとがき はり-柱部材の包括的相関強度式の表記法については紙面の都合で、当日申し上げる。

参考文献 1)小松他：2主桁の局部横倒れ極限強度に対する隣接部材の拘束効果，土木学会年次講演会概要集，1984。