

I-29

プレートガーダー圧縮フランジのねじれ座屈強度の算定式

関西大学工学部 正会員 三上 市藏
 全日本コンサルタント(株) 正会員 ○木村 泰三
 関西大学大学院 学生員 松本 浩徳

1. まえがき

近年、鋼構造物の限界状態設計法のための研究¹⁾²⁾がなされている。著者らは、文献2)において、プレートガーダーが非対称断面を有する場合、また多数の補剛材が任意の位置に配置された腹板を有する場合にも適用できる終局強度の算定法を研究してきた。本報では、圧縮フランジのねじれ座屈強度式について、既報の実験結果およびDRM(Dynamic Relaxation Method)による数値解析結果と比較・検討した結果について報告する。

2. ねじれ座屈強度算定式

圧縮フランジのねじれ座屈強度 σ_{ult} の算定式として、種々の強度式が提案されている。ただし、ねじれ座屈強度 σ_{ult} / σ_Y を算定するために次の換算幅厚比パラメータ λ を使う。

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E} \frac{12(1-\mu^2)}{\pi^2 k}} \quad (1)$$

ここに、 b はフランジ幅、 t はフランジ厚、 E は弾性係数、 μ はポアソン比、 σ_Y は圧縮フランジの降伏応力、 k は座屈係数である。

2.1 3辺単純支持・1辺自由

この場合、 $k=0.425$ にとる。

- ① Basler³⁾は、プレートガーダーの曲げ強度の算定法を議論する中で、次式を提案している。文献2)ではこの式を採用している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ult} / \sigma_Y &= 1 & : \lambda \leq 0.45 \\ &= 1 - 0.53(\lambda - 0.45)^{1.36} & : 0.45 < \lambda \leq \sqrt{2} \\ &= 1 / \lambda^2 & : \sqrt{2} < \lambda \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

- ② 西村は、研究グループ⁴⁾の討議の中で、次式を提案している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ult} / \sigma_Y &= 1 & : \lambda \leq 0.7 \\ &= 1 - 0.7(\lambda - 0.7) & : 0.7 < \lambda \leq \sqrt{2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

- ③ 小松・北田⁵⁾は、初期不整を有する3辺単純支持・1辺自由の圧縮板をFEMによって弾塑性有限変位解析し、その結果から次式を提案している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ult} / \sigma_Y &= 1 & : \lambda \leq 0.5 \\ &= 0.08(\lambda - 0.5)^2 - 0.48(\lambda - 0.5) + 1.0 & : 0.5 < \lambda \leq 1.0 \\ &= 0.47 \lambda^2 - 1.34 \lambda + 1.65 & : 1.0 < \lambda \leq 1.3 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

- ④ 道路橋示方書⁶⁾は、弾性座屈理論に基づいた次式を採用している。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ult} / \sigma_Y &= 1 & : \lambda \leq 0.7 \\ &= 0.5 / \lambda^2 & : 0.7 < \lambda \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

2.2 3辺固定・1辺自由

この場合、 $k=2.31$ を用いる。圧縮フランジがコンクリート床版により拘束された場合に相当する。

- ⑤ 北田・梶川⁷⁾は、初期不整を有する3辺固定・1辺自由の圧縮板のFEMによる弾塑性有限変位解析

の結果に基づいて次式を提案している。

$$\begin{aligned} \sigma_{ult} / \sigma_Y &= 1 & : \lambda \leq 0.5 \\ &= 0.571 (\lambda - 0.5)^2 - 1.010 (\lambda - 0.5) + 1.0 & : 0.5 < \lambda \leq 1.3 \end{aligned} \quad (6)$$

3. 既報の実験結果との比較

ねじれ座屈強度式と既報の実験結果^{8) 9)}とを比較すると図-1のようになる。横軸は換算幅厚比パラメータ λ 、縦軸はねじれ座屈強度 σ_{ult} / σ_Y である。図中の●印は文献8)、▲印は文献9)の実験結果を示している。

Baslerの式と小松・北田の式はほとんど一致しており、実験結果を良く評価している。西村の式は、実験結果のほぼ平均値を示している。その他の強度式は控え目な評価をしている。

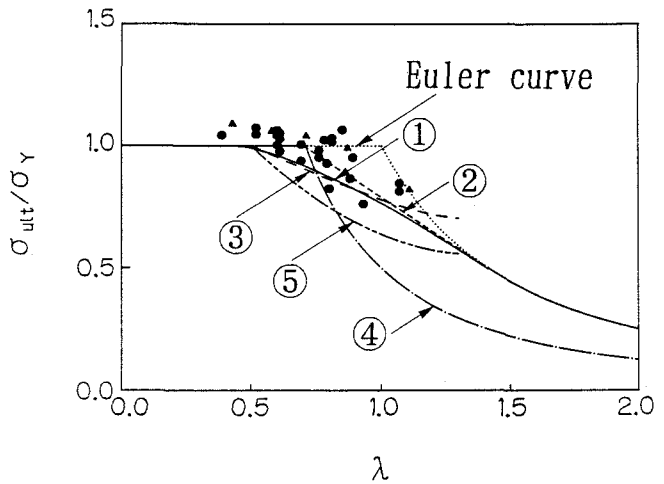


図-1

4. DRM解析

著者らは文献10)において、周辺支持された初期たわみと残留応力を有する円筒パネルが面内荷重を受ける場合の弾塑性有限変位解析を行ってきた。この解析プログラムは、円筒パネルの曲率を0にとると、板を解析することができる。また、境界条件も簡単に変更できる。そこで図-2に示すような、初期たわみと残留応力を有する3辺単純支持1辺自由の突出板をDRMを用いて解析した。ただし、対称変形を考慮して、1/2領域を解析対象とした。解析結果およびその検討は、講演当日に発表する。

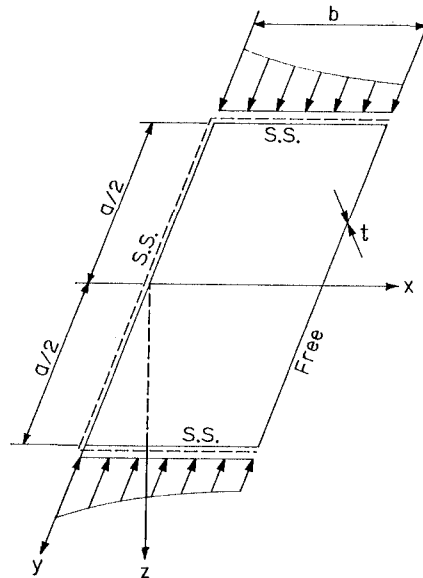


図-2

参考文献 1) 座屈設計ガイドライン, 9章, 土木学会編. 2) 三上・木村・山里: 構造工学論文集, 土木学会, Vol.35A, 1989.3. 3) Basler, Thürlimann: Proc. of ASCE, Vol.87, 1961.8. 4) 三上: 土木学会関西支部共同研究グループ最終報告書, 1989.6. 5) 小松・北田: 土木学会論文報告集, 土木学会, No.314, 1981.10. 6) 道路橋示方書・同解説, I 共通編・II 鋼橋編, 日本道路協会, 1980.2. 7) 座屈設計ガイドライン, 8章, 土木学会編. 8) 福本・伊藤: 土木学会論文集, 土木学会, No.160, 1968.12. 9) Nishino, Tall, and Okumura: Trans. of JSCE, No.160, Dec., 1968. 10) 三上・松本・辻・田中: 構造工学論文集, 土木学会, Vol.36A, 1990.3.