

テーパ鋼板の圧縮強度評価方法の一提案

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 ○熊野拓志
京都大学大学院 正会員 杉浦邦征

大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司
宇都宮大学 正会員 鈴木康夫

1. はじめに

テーパ鋼板は板厚を連続的に変化させた鋼板であり、主たる作用力の方向と板厚変化方向の関係により図-1に示すような2種類の形状が想定される。このうち軸方向テーパ鋼板(LP鋼板)については、圧縮強度特性や設計法などに関する種々の研究も行われ、鋼構造物合理化の一手法として船舶の隔壁や鋼桁のフランジへの適用例が増加している。一方、作用力の向きと直角方向に板厚が変化する幅方向テーパ鋼板については、支持辺部を厚くすることにより強度や変形性能が向上すること^{1),2)}が示され、その適用方法が模索されている。

本研究では、幅方向テーパ鋼板および軸方向テーパ鋼板の圧縮強度と変形性能の検討を目的として行った弾塑性有限変位解析¹⁾(以下、解析Aと示す)結果に基づいて圧縮強度評価式の提案を試みた。本稿は、幅方向テーパ鋼板の圧縮強度評価について概説するものである。

2. 弾塑性有限変位解析の概要

解析Aの詳細は文献¹⁾によることとし、ここではその概要のみを示す。解析モデルは対称性を考慮して周辺単純支持正方形板の1/4とし、板厚および板厚変化率(テーパ率)をパラメータとして弾塑性有限変位解析を行った。解析結果の一例として耐力力曲線と解析結果との比較を図-2に示す。幅厚比パラメータRが大きくなるほど、テーパ率の変化による圧縮強度の変化が大きくなる傾向を確認できる。

3. 圧縮強度の評価

3.1 基準強度曲線

まず、各幅厚比パラメータにおけるテーパ率ゼロのモデルの圧縮強度(図-2のTP)を回帰することにより、等厚板の基準強度曲線を設定した。式(1a)、(1b)は圧縮強度基準曲線を、また図-3は等厚板の解析結果と基準強度曲線を示している。図-2より幅厚比パラメータが0.5以下の領域では、テーパ率の変化による

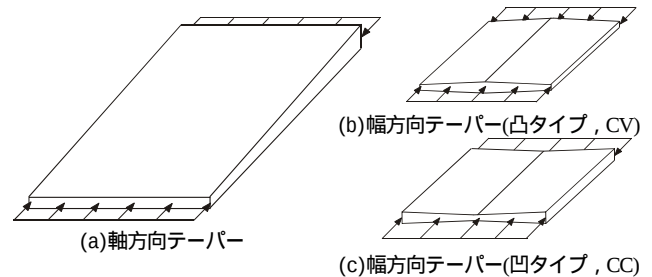


図-1 テーパ鋼板の形状

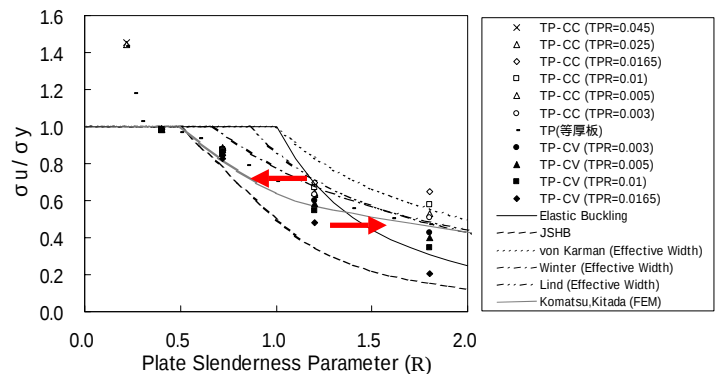


図-2 耐力力曲線

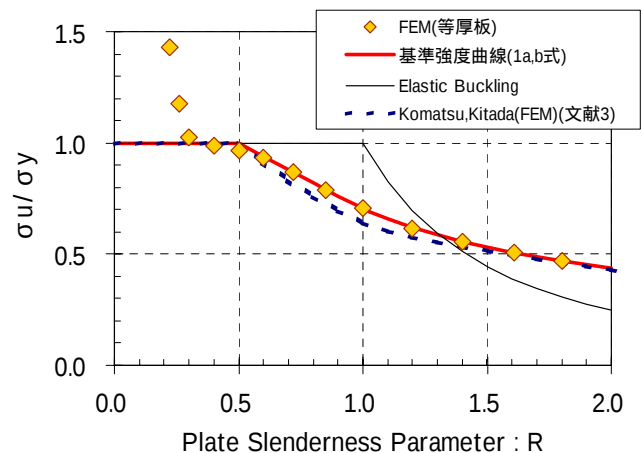


図-3 等厚鋼板の圧縮基準強度曲線

$$\left(\frac{\sigma_u}{\sigma_y}\right) = 0.0717R^2 - 0.6957R + 1.329925, 0.5 < R < 1.0 \quad (1a)$$

$$\left(\frac{\sigma_u}{\sigma_y}\right) = \left(\frac{0.5998}{R}\right)^{0.6916}, 1.0 < R \quad (1b)$$

圧縮強度の変化はほとんどないことから、ここでは0.5以上の領域を対象とした。なお、式(1a)、(1b)は小松・北田らによる弾塑性有限変位解析結果³⁾よりも若

キーワード: テーパ鋼板, 圧縮強度, 弾塑性有限変位解析

連絡先: 川鉄橋梁鉄構株式会社 橋梁事業本部 技術部 開発技術室

〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目17番4号

03-5825-1757 Fax03-5825-1697

干上方に位置しているが、これは解析 A では初期不整として初期たわみのみを考慮し、残留応力を考慮していないことに起因していると考えられる。

3.2 等価板厚の算出

各ケースに対して圧縮強度が同じ値となる基準強度曲線上の点を与える等価幅厚比パラメータ R_c と等価板厚 t_{eq} を求めた(図-2 の矢印参照)。ここで、解析モデルの形状的特徴から各ケースの等価板厚を与えることができれば、基準強度曲線を用いて圧縮強度を推定することができる。そこで、圧縮強度に大きな影響を与えるパラメータとして厚部と薄部の板厚の比に着目し、式(2)に示すように中央部板厚に対する支持辺部板厚の比を板厚比 c と定義し、板厚比と等価板厚の関係の定式化を試みた。図-4 は各解析ケースの板厚比と等価板厚の関係をプロットした図であり、横軸は板厚比を、縦軸は等価板厚をそれぞれ示している。同図より、幅厚比パラメータによらず板厚比が 1.0、すなわち等厚板のところで平均板厚となり、板厚比の増加に伴い等価板厚が増加する傾向を示している。幅厚比パラメータが大きいほど、板厚比が小さい領域ほど等価板厚の増減率が大きくなる傾向にある。また、図中の実線と式(3)は板厚比と等価板厚を回帰したものである。ここで、 t_{ave} は各ケースでの平均板厚を表しており、また α は幅厚比パラメータとの関係より回帰したものである。

$$c = \frac{t_s}{t_c} \quad \text{ここに、} t_s : \text{支持辺部板厚} \quad (2)$$

$$t_c : \text{中央部板厚}$$

$$t_{eq} = \alpha \cdot \ln(c) + t_{ave} \quad (3)$$

ここに、 t_{eq} : 等価板厚
 α : 係数 ($\alpha = -1.57R^2 + 4.6R - 1.5$)
 c : 板厚比 (支持辺部板厚 / 中央部板厚)
 t_{ave} : 平均板厚

3.3 圧縮強度の推定

式(3),(4)により各解析ケースの圧縮強度を推定した結果は、図-5 に示す通りである。図中の横軸は解析値

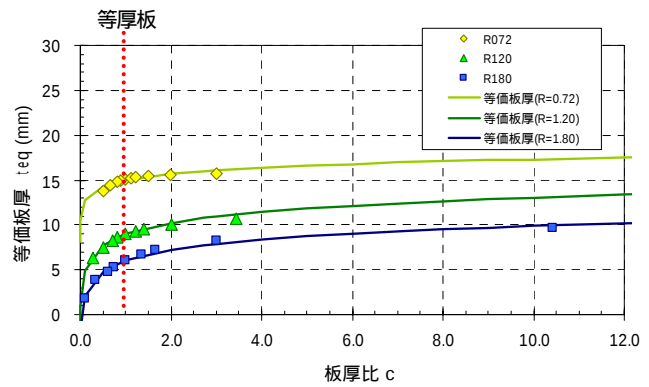


図-4 圧縮強度の推定値と解析値の比較

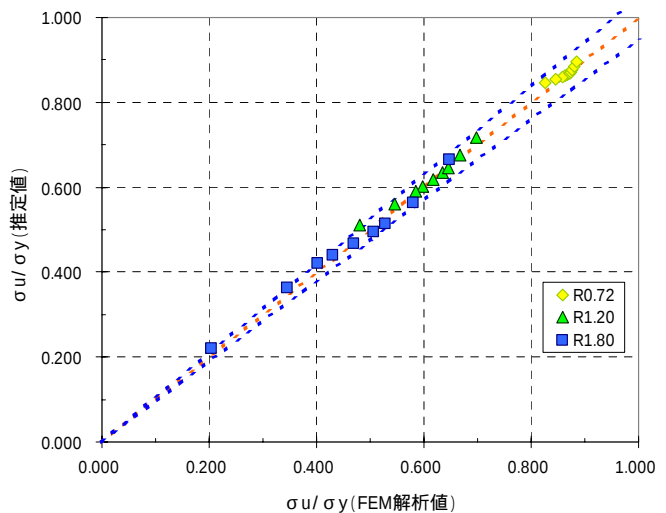


図-5 等厚鋼板と板厚比の関係

を、また縦軸は推定値を表している。同図より、各ケースとも推定値と解析値との誤差が 5%程度以内に収まっており、4 辺単純支持の幅方向軸方向テーパ鋼板の圧縮強度については精度良く推定することが可能であることがわかる。

4. まとめ

幅方向にテーパを有する鋼製周辺単純支持板の圧縮強度の推定方法に関する検討結果について報告した。本稿には示していないが、幅方向テーパを有する自由突出板と軸方向テーパ鋼板(LP 鋼板)についても同様の方法により同程度の精度で圧縮強度推定値を求めることができる。今後は作用軸力が部材長手方向に変化する場合や、残留応力を考慮したモデルへの適用性などについて検討する必要がある。

参考文献

- 1) 杉浦, 山口, 熊野, 渡邊: 幅方向にテーパを有する鋼製周辺単純支持板の圧縮強度と変形能, 土木学会論文集, No.780/ -70, pp-231-239, 2005.
- 2) 鈴木, 山口, 熊野, 杉浦, 渡邊: 幅方向にテーパを有する鋼製自由突出板の圧縮強度と変形能, 土木学会論文集 A, Vol.62, No. 3, pp-531-542, 2006.
- 3) 小松定夫・北田俊行: 初期不整を有する圧縮版の極限強度特性に関する研究, 土木学会論文集, No.270, pp.17-30, 1978.2.