

関西大学工学部 フェロー 三上市蔵

日本電子計算(株) 正会員 丹羽量久

(株)鴻池組 正会員 ○辻尾正樹

1. まえがき

一軸圧縮を受ける鋼平板の終局強度算定法は現在までにさまざまな提案がなされている。これら従来の方法は、弾性座屈強度 σ_{cr} と降伏応力 σ_Y に基づくパラメータ $\lambda = \sqrt{\sigma_Y / \sigma_{cr}}$ で終局強度を表現している。これらの方法では現実には発生するさまざまな要因の影響をすべて考慮しているわけではないので、算定誤差が存在しても解決策がなく、強度に影響があるにもかかわらず究明されていないパラメータを見逃している可能性がある。一方、実験データには現実には生じるさまざまな要因の影響が含まれている。本研究では、貴重な情報を含む実験データを活用して、鋼平板の座屈性状を正確に反映できるニューラルネットワーク終局強度算定システムを開発した。

2. ニューラルネットワークシステムの構築

ニューラルネットワークシステムの学習データとしては、文献 1)2)を参考にして世界中で実施された鋼平板の耐荷力実験データ（一軸圧縮を受け、周辺支持された供試体 261 体）を収集した。表-1 に示すように、入力パラメータには、寸法特性（板の縦横比、幅厚比）、材料特性（弾性係数と降伏応力の比）、支持条件（載荷辺と側辺の支持条件）を選んだ。なお、ポアソン比はすべての供試体で 0.3 であったので除外した。一方、表-2 に示すように、出力パラメータには、圧縮終局強度をとった。これらの入出力パラメータを採用したシステムを System-1 とよぶ。

学習データにおける縦横比 a/b と幅厚比 b/t の関係を調べると、図-1 のようになる。図からわかるように、約半数の供試体が $a/b \leq 1$ の範囲に分布しており、 b/t については広い範囲に分布している。そこで、縦横比 $a/b \leq 1$ の範囲の学習データの影響を強調させるために、縦横比 a/b の代わりに、 $\sqrt{a/b}$ を入

Ichizo MIKAMI, Kazuhisa NIWA, Masaki TSUJIO

表-1 入力パラメータ (System-1)

入力パラメータ		学習範囲	
寸法特性	縦横比 a/b	0.01~5.00	
	幅厚比 b/t	0.01~400	
材料特性	弾性係数と降伏応力の比 E/σ_Y	210~1100	
支持条件	載荷辺支持条件	単純:0	固定:1
	側辺支持条件		

表-2 出力パラメータ

出力パラメータ	学習範囲
圧縮終局強度 σ_{max}/σ_Y	0.00~1.70

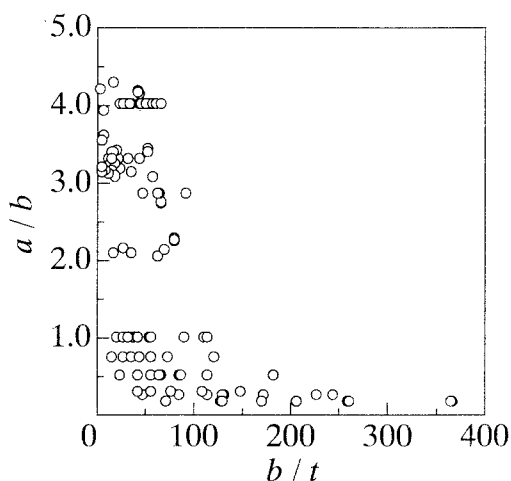


図-1 縦横比と幅厚比

力パラメータに用いた。このシステムを System-2 とよぶ。

ネットワーク構造としては中間層 2 層の 4 層構造の階層型ネットワークとした。入力層のユニット数は 5、出力層のユニット数は 1 である。中間層の最適ユニット数については、パラメトリック解析を行って、最も精度良く推論できると考えられる第一中間層のユニット数 4、第二中間層のユニット数 3 を選んだ。最適学習係数については、パラメトリック解析を行い、 $(\varepsilon, \alpha, \beta) = (15.0, 0.8, 0.0)$ を採用した。

3. ニューラルネットワークシステムの評価

学習に用いた実験結果と構築したシステムによる推論値を比較すると、図-2、3 が得られる。System-1 による推論が図-2、System-2 による推論が図-3 である。System-1 によると、推論値 σ_{nn}/σ_Y と実験値 σ_{max}/σ_Y の相関係数は 0.9508、推論値/実験値 σ_{nn}/σ_{max} の平均値と標準偏差はそれぞれ 1.0120、0.1165 である。System-2 によると、 σ_{nn}/σ_Y と σ_{max}/σ_Y の相関係数は 0.9576、 σ_{nn}/σ_{max} の平均値と標準偏差はそれぞれ 0.9791、0.1007 である。 $a/b < 1$ の供試体に対する推論精度は、System-1 では、 σ_{nn}/σ_Y と σ_{max}/σ_Y の相関係数は 0.9584、 σ_{nn}/σ_{max} の平均値と標準偏差はそれぞれ 1.0292、0.1404、System-2 では、 σ_{nn}/σ_Y と σ_{max}/σ_Y の相関係数は 0.9746、 σ_{nn}/σ_{max} の平均値と標準偏差はそれぞれ 0.9766、0.0980 である。

$\sqrt{a/b}$ を用いた System-2 において、 $a/b < 1$ の範囲の推論値の精度が向上していることがわかる。

4. あとがき

一軸圧縮を受ける鋼平板の耐荷力実験データを使って、終局圧縮強度算定のためのニューラルネットワークシステムを開発した。縦横比パラメータを改良することによってシステムの推論精度が向上した。本システムの推論は、十分に満足できる精度でなされている。詳細については、講演会当日に述べる。

【参考文献】

- 1) 三上市蔵, 堂垣正博, 米沢博: 補剛圧縮板実験の調査と強度簡易算定法の評価, 土木学会論文報告集, 第 334 号, 1983.
- 2) 伊藤義人, 福本嘯士: 座屈実験データベースによる鋼板の圧縮基準強度に関する実証的研究, 構造工学論文集, Vol.32A, 1986.

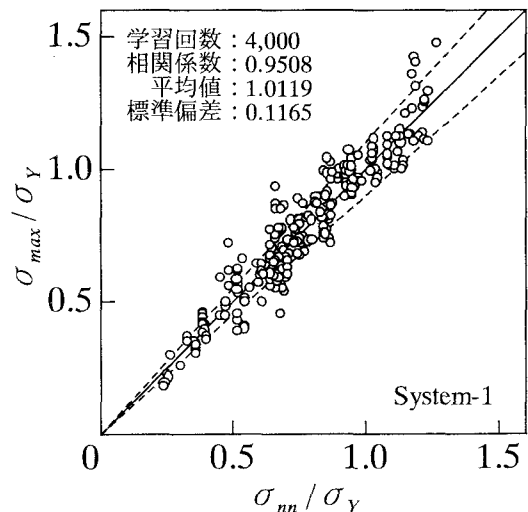


図-2 推論値と実験結果の比較

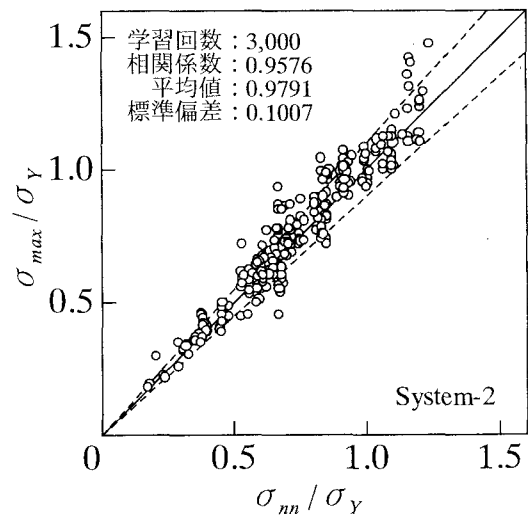


図-3 推論値と実験結果の比較