

関西大学工学部 フェロー ○三上市藏

日本電子計算 正 会 員 丹羽量久

1. まえがき 著者らは、人工知能技術の一つであるニューラルネットワークを利用して、一方向圧縮を受ける鋼板の終局強度算定システムを構築し¹⁾、縦横比が小さく後座屈強度が期待できない場合にも精度良く終局強度を推定できるようにそのシステムを改良した²⁾。本研究では、実務設計に耐えるように、文献1)2)の成果を踏まえて、一方向あるいは二方向から圧縮を受ける鋼板の終局強度算定ニューラルネットワーク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 本システムの構築にあたり、実験データに含まれている現実が生じるさまざまな要因による影響を的確に反映できるように、文献1)で収集した鋼板供試体302体（一方向圧縮：261体、二方向圧縮：41体）の終局強度実験データを学習させた。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（両載荷辺の支持条件）、荷重条件（載荷応力比）を選んだ。縦横比が大きい場合にも小さい場合にも精度良く対応できるシステムを構築するために、縦横比に代えてその平方根 $\sqrt{a/b}$ と逆数 $\sqrt{b/a}$ を採用した²⁾。なお、ポアソン比はすべての供試体に対して0.3と報告されているので入力パラメータから除外した。表-2に示すように、出力パラメータは圧縮終局強度で、作用圧縮応力の大きい方の値である。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8、出力層のユニット数は1である。パラメトリック解析により、中間層の最適ユニット数（第一中間層：6、第二中間層：3）と最適学習係数（ ϵ 、 α 、 β ）＝（15.0、0.8、0.0）を決定した。多数の学習段階において検討した結果、最も妥当な推論値を出力する4,000回学習させたものをシステムとして採用した。なお、収束性の

表-1 入力パラメータ

入力パラメータ			学習範囲	
寸法特性	縦横比	$\sqrt{a/b}$	0.01～2.60	
		$\sqrt{b/a}$	0.01～2.60	
	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	主載荷辺支持条件		単純:0	固定:1
	従載荷辺支持条件			
荷重条件	載荷応力比 σ_y/σ_x		0.0～1.0	

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 $\sigma_{x,max}/\sigma_Y$		0.00～1.70

表-3 $\sigma_{x,max}/\sigma_Y$ と $\sigma_{x,m}/\sigma_Y$ の相関係数と $\sigma_{x,m}/\sigma_{x,max}$ の平均値と標準偏差

	学習データ	検証対象	相関係数	平均値	標準偏差
本システム	一方向と二方向	一方向と二方向	0.960	0.978	0.101
		一方向のみ	0.957	0.978	0.104
		二方向のみ	0.975	0.976	0.0809
System-4 ²⁾	一方向のみ	一方向のみ	0.959	1.000	0.969
比較用	二方向のみ	二方向のみ	0.991	1.002	0.0440

Ichizou MIKAMI, Kazuhisa NIWA

悪い学習データに対して有効といわれる補習学習について検討を試みたが、その効果は得られなかった。

3. ニューラルネットワークシステムの評価 構築したシステムを評価するために、実験結果 $\sigma_{x,max}/\sigma_Y$ とシステムによる推論値 $\sigma_{x,m}/\sigma_Y$ との相関係数および $\sigma_{x,m}/\sigma_{x,max}$ の平均値と標準偏差を表-3 に示す。個々の供試体について調べると、このシステムでは 216 体の供試体が推論差 10%未満に収まっている。

まず、一方向圧縮を受ける供試体 261 体に対する推論精度を調べる。これらを取り出して実験結果と推論値を比較すると図-1 と表-3 が得られる。また、文献 2) で構築した一方向圧縮鋼板に対するシステム System-4 によるものも表-3 に示す。本システムは、System-4 に比べて遜色ない精度で終局強度を推定できることがわかる。次に、二方向圧縮を受ける供試体 41 体に対する推論精度を調べる。これらを取り出して推論値を実験結果と比較すると、図-2 と表-3 が得られる。さらに、二方向圧縮を受ける鋼板供試体 41 体のみを学習させた比較用システムを構築し、推論値と実験結果を比較すると図-3 および表-3 が得られる。比較用システムに比べて本システムはばらつきが若干大きい満足できる精度で終局強度を推定できる。

4. あとがき 一方向または二方向圧縮を受ける鋼板の終局強度実験データを活用して、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。このシステムは、荷重条件にかかわらず満足できる精度で圧縮終局強度を推定できることがわかった。詳細については、講演会当日に述べる。

【謝辞】 ニューラルネットワークシステムの構築にあたり、関西大学大学院生の辻尾正樹君（現 鴻池組）に協力いただいた。

【参考文献】 1) 三上・丹羽・辻尾：ニューラルネットワークを用いた一方向圧縮鋼板の終局強度の算定システムの開発，平成 11 年度関西支部年次学術講演会，土木学会。2) 三上・丹羽・辻尾：ニューラルネットワークを用いた一方向圧縮鋼板の終局強度算定システムの改良，平成 12 年度関西支部年次学術講演会，土木学会。

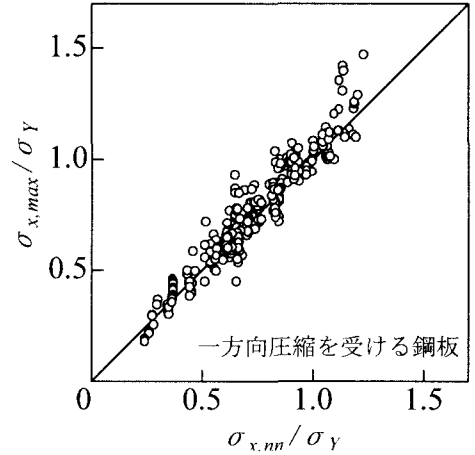


図-1 推論値と実験値の比較

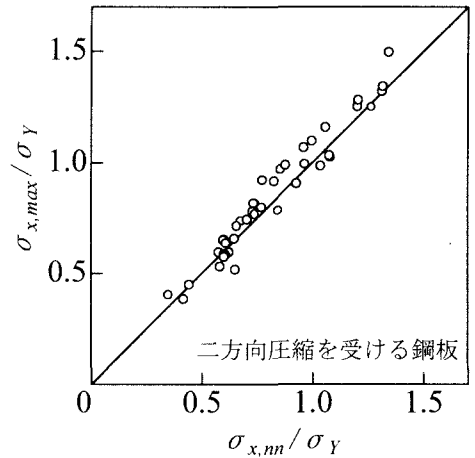


図-2 推論値と実験値の比較

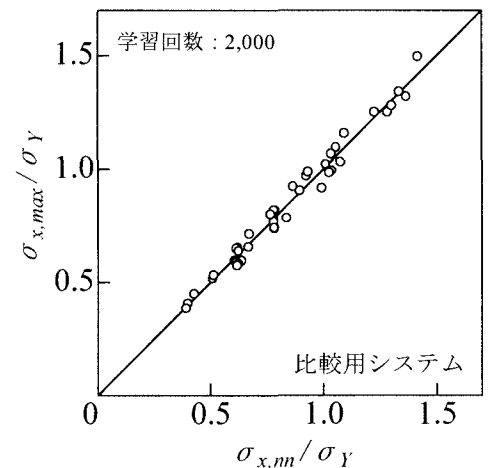


図-3 推論値と実験値の比較