

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

一方向圧縮を受ける鋼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。これらの方法では、弾性座屈強度 σ_{cr} と降伏応力 σ_Y に基づくパラメータ $\lambda = \sqrt{\sigma_Y / \sigma_{cr}}$ で終局強度を表現する。しかし、現実に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もある。そこで、著者らは現実に生じるさまざまな要因の影響が含まれている実験データを活用して、一方向圧縮を受ける鋼板の座屈性状を的確に反映した終局強度が算定できるニューラルネットワークシステムを開発した¹⁾。本研究では、そのシステムの推論精度を向上させるために入力パラメータを改良した。

2. ニューラルネットワークシステムの改良

文献 1)では、縦横比が非常に小さい鋼板の座屈性状を的確に評価できるように、入力パラメータとして a/b または $\sqrt{a/b}$ を採用した 2 種類のシステムを検討した。その結果、後者を用いると $a/b < 1$ の鋼板 (Very short plates) に対する推論精度を向上させることができた。本研究では、さらなる精度の向上を目指して、縦横比パラメータに関する 2 種類のシステムを検討する。まず、表-1 に示すように、 a/b とその逆数 b/a の両方を入力パラメータに採用したシステム System-3 である。もう一方は、表-2 に示すように、System-3 に用いた 2 つの入力パラメータの平方根 $\sqrt{a/b}$ と $\sqrt{b/a}$ を採用したシステム System-4 である。両システムの出力パラメータは、表-3 に示すように圧縮終局強度である¹⁾。

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。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: 4、第二中間層: 3) と最適学習係数 $(\varepsilon, \alpha, \beta) = (15.0, 0.8, 0.0)$ を決定した。学習データとしては、文献 1)の周辺支持された鋼板の一方向

表-1 入力パラメータ (System-3)

入力パラメータ			学習範囲	
寸法特性	縦横比	a/b	0.01 ~ 5.0	
		b/a	0.01 ~ 6.5	
	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 入力パラメータ (System-4)

入力パラメータ			学習範囲	
寸法 特性	縦横比	$\sqrt{a/b}$	0.01 ~ 2.24	
		$\sqrt{b/a}$	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	載荷辺支持条件		単純:0	固定:1
	側辺支持条件			

表-3 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

Ichizou MIKAMI, Kazuhisa NIWA

圧縮の終局強度
実験供試体 261
体を用いる。

3. ニューラルネットワークシステムの評価

実験結果と構築した二つのシステム System-3 と System-4 による推論値を比較すると、それぞれ

図-1, 2 が得られる。

また、二つのシ

ステムの推論値 σ_{nn}/σ_Y と実験値の相関係数および σ_{nn}/σ_{max} の平均値と標準偏差を表-4 に示す。同表には文献 1) で構築した二つのシステム System-1 と System-2 に対する値も示してある。

鋼板の縦横比が $a/b < 1$ (65 体) と $a/b \geq 1$ (196 体) の場合に分けて、実験結果と推論値の差を調べると表-5, 6 が得られる。この表には、推論差 $e = |1 - \sigma_{nn}/\sigma_{max}|$ に収まる供試体数を示してある。これらの表から、入力パラメータに $\sqrt{a/b}$ と $\sqrt{b/a}$ を用いた System-4 は、 $a/b < 1$ の場合でも $a/b \geq 1$ の場合でも、最も精度良く推論できることがわかる。

4. あとがき

一軸圧縮を受ける鋼平板の終局強度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改良した。入力パラメータの縦横比を変換して用いることによってシステムの推論精度が向上した。本システムは、十分に満足できる精度で終局強度を推論できる。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, 関西支部年次学術講演会, 1999.5.

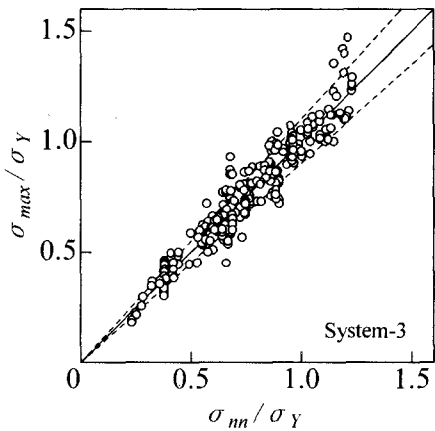


図-1 推論値と実験結果

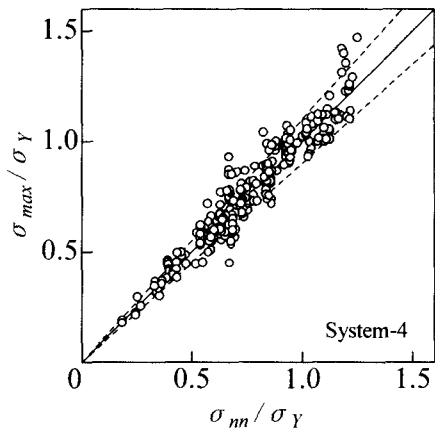


図-2 推論値と実験結果

表-4 各 System の推論精度

	相関係数	平均値	標準偏差	縦横比パラメータ
System-1	0.9508	1.0120	0.1165	a/b
System-2	0.9576	0.9791	0.1107	$\sqrt{a/b}$
System-3	0.9567	1.0088	0.1038	a/b & b/a
System-4	0.9588	0.9999	0.0969	$\sqrt{a/b}$ & $\sqrt{b/a}$

表-5 $a/b < 1$ の供試体に対する推論精度

	$e \leq 0.03$	$e \leq 0.05$	$e \leq 0.10$	$e > 0.10$
System-1	12	21	38	27
System-2	15	26	51	14
System-3	13	30	52	13
System-4	19	33	53	12

表-6 $a/b \geq 1$ の供試体に対する推論精度

	$e \leq 0.03$	$e \leq 0.05$	$e \leq 0.10$	$e > 0.10$
System-1	40	79	132	64
System-2	39	75	142	54
System-3	45	78	129	67
System-4	48	73	139	57