

補剛板の圧縮耐荷力に関するデータベースと応用

○名古屋大学 学生員 坂部 剛
名古屋大学 学生員 吉野 精二
名古屋大学 正 員 宇佐美 勉

1. まえがき

これまで精力的に行われてきた圧縮補剛板の終局強度に関する数々の実験結果を整理し、データベース化する。そして、それらの実験結果を、小松・北田の柱モデル^{1) 2)}を修正した式との比較を行い、合理的な設計式をデータベースより導くのが本研究の目的である。

2. データベース

データベースの項目は以下のようである。ファイル1 (寸法) ①供試体番号, ②供試体名, ③補剛材本数, ④板厚, ⑤板(全幅), ⑥板の長さ, ⑦補剛材間板幅, ⑧補剛材の形状, ⑨補剛材のウエブの板厚, ⑩補剛材のウエブの板幅, ⑪補剛材のフランジの板厚, ⑫補剛材のフランジの板幅, ⑬補剛材の長さ, ⑭供試体の形状, ⑮非載荷辺の支持条件, ⑯載荷辺の支持条件, ⑰縦方向のパネル数, ファイル2 (材料定数) ①板の鋼種, ②板の公称降伏点応力, ③板の降伏応力, ④板の弾性係数, ⑤板のひずみ硬化係数, ⑥板のポアソン比, ⑦補剛材の鋼種, ⑧補剛材の公称降伏点応力, ⑨補剛材の降伏応力, ⑩補剛材の弾性係数, ⑪補剛材のひずみ硬化係数, ⑫補剛材のポアソン比, ファイル3 (初期不整データ及び耐荷力) ①板パネルの最大圧縮残留応力, ②補剛材の最大圧縮残留応力, ③板パネルの最大面外初期たわみ, ④補剛材の最大面外初期たわみ, ⑤残留応力分布データの有無, ⑥初期たわみ分布データの有無, ⑦耐荷力, ファイル4 (コメント) ファイル5, 6 (文献名)。

データベースには17体の供試体の実験結果が収められている。集めたデータは縦補剛材のみの一枚板に関するもので、耐荷力は実験方法のいかんに関わらず、圧縮強度で示されている。ひずみ硬化係数ほどの文献にも示されておらず、弾性係数、ポアソン比、初期たわみ、残留応力の項目もデータは少なかった。

3. 小松、北田の柱モデルと実験値の比較

わが国においては、補剛材間の板パネルの局部座屈後の面内剛性を有効幅の概念で評価し、板パネルの有効幅部分と補剛材からなる柱(有効補剛材)の耐荷力をもとにして、補剛版全体の耐荷力を推定するという近似的な解析法の研究が行われている。これは、箱げた橋の圧縮フランジ等のように縦横比 α_0 が比較的小さい補剛版の解析を対象にしている。前提となる条件として(1)曲げ剛性の十分大きい横げた(あるいは横補剛材)で補強された圧縮補剛板、(2)補剛材の局部座屈は問題とならないような補剛板、などが挙げられる。そうした近似計算法の中からここでは、小松、北田の方法^{1) 2)}を取り上げてみた。

データベース化した実験値(耐荷力)の一部³⁾、小松、北田の計算によって得られた耐荷力(ただし有効幅及び、柱の強度式として文献¹⁾の式を用いた)を表-1に示す。表-1に示す通り、耐荷力の計算値はすべて実験値を下回っていた。この原因として、使用した有効幅公式、柱の強度式がいずれも最悪初期不整を仮定して求められたものであるため、実験結果をよく説明できなかったものと思われる。

4. 柱モデルの修正

前節の計算で使用した柱の耐荷力曲線は、ECCSのc曲線に近い。ところが実際の初期たわみ δ_0/L は $1/1000$ 以下のものがほとんどで、実際の柱の耐荷力は、少し違ったところに存在すると推定される。そこで δ_0/L を初期たわみパラメーター η の近似式の中に取り入れたPerry-Robertson式⁴⁾を作成することにする。Perry-Robertson式は

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_y} = \frac{1}{2\lambda^2} \left[1 + \eta + \lambda^2 - \sqrt{(1 + \eta + \lambda^2)^2 - 4\lambda^2} \right] \quad (1)$$

で表され、 δ_0/L が $1/1000$ のときECCSのc曲線、 $\delta_0/L=0$ のときECCSのa₀曲線（残留応力のみ存在するとして求められたCRC曲線に非常に近い）になるように、 η を決めると、次式が得られた。

$$\eta = 364 (\lambda - 0.2) (\delta_0/L + 343/10^6) \quad (2)$$

次に板の有効幅公式であるが、これについても種々提案がある。ここではそのうち、著者らの提案⁵⁾による次式を用いる。

$$\frac{b_e}{b} = 0.7 \sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_1}} \leq 1.0 \quad (3)$$

ここで、 b_e =有効幅、 b =板幅、 σ_{cr} =4辺単純支持無限長板の線形座屈応力（座屈係数 $k=4.0$ ）、 σ_1 =非載荷辺の圧縮応力である。式(1)～(3)を用いた計算結果を表-1（修正柱モデル）に示す。これらの結果を前述の計算結果と比較すると、幅厚比の小さい実用的な領域で、かなりの改善がみられることがわかる。

5. 実験結果との比較

データベースに収められている他のデータを前述の方法で計算し、実際の耐荷力との比較を行う。さらにモンテカルロ法で耐荷力の分布を求めるが、計算結果は当日発表する。なお本研究は62年度科学研究費・研究成果公開促進費（データベース）の補助を受けた。

参考文献

- 1) 西野：「鋼橋および鋼橋部材・・・」、科研費総合研究(A)研究成果報告書、1984
- 2) 小松・北田：土木学会論文報告集、第302号、1980
- 3) 小松・牛尾・北田：土木学会論文報告集、第255号、1976
- 4) 福本啓士編：座屈設計ガイドライン、土木学会、1987
- 5) 宇佐美・福本：土木学会論文報告集、第326号、1982

表-1 実験値³⁾と計算値の比較

供試体	R	初期たわみ δ_0/L	耐荷力/全断面降伏荷重				
			実験値 (1)	柱モデル (2)	(2)/(1)	修正柱モデル (3)	(3)/(1)
A ₁ -1	0.551	0.00067	0.82	0.681	0.83	0.768	0.94
A ₁ -2	0.554	0.00124	0.83	0.706	0.85	0.744	0.90
A ₀ -1	0.693	0.00114	0.78	0.656	0.84	0.642	0.82
A ₀ -2	0.687	0.00076	0.85	0.714	0.84	0.784	0.92
B ₀ -1	1.135	0.00095	0.73	0.595	0.82	0.610	0.84
C ₀ -1	1.263	0.00210	0.44	0.410	0.93	0.357	0.81
D ₀ -1	1.636	-0.00234	0.33	0.279	0.85	0.258	0.78

R：幅厚比パラメーター