

I-107 圧縮板の耐荷力曲線の統一化への試み

帝国建設コンサルタンツ 正員 土屋 義浩
岐阜大学工学部 正員 奈良 敬
岐阜大学工学部 正員 森脇 良一

1. まえがき

図-1に示すように圧縮板の耐荷力曲線は、道路橋示方書（以下「道示」と呼ぶ）をはじめ各国示方書の耐荷力曲線以外にも多くの研究者によって、理論的あるいは実験的立場から幾種類もの曲線が提案されている。ところが、それらの曲線は千差万別であるため、わが国が示す圧縮板の耐荷力曲線について数多くの議論がなされてきたにもかかわらず¹⁾、改善されないで来た。しかしながら、実務設計の立場からも圧縮板の耐荷力曲線の改善に対する要望は強いものがある。幸いにも、わが国においては実験データならびに解析データが十分整ってきた現状にあるので、限界状態設計法に向けてこれらのデータに基づいた耐荷力曲線を考察することは重要である。そこで本研究では、解析データと実験データの双方から圧縮板の耐荷力曲線を提案することを試みた。

2. 研究方法

圧縮板の解析データとしては弾塑性有限変位解析法に基づいて確率的に求められた極限強度²⁾を利用する。実験データとしては、福本・伊藤によって作成された圧縮板の座屈実験データベース³⁾を利用する。

(1)解析データから得られる耐荷力曲線 実際の残留応力（残留圧縮応力度 $\sigma_{r0} = -0.3\sigma_y$ ）をもち、初期たわみ W_0 の実測データに基づく統計データとして扱ったときの耐荷力曲線を図-2に示す。図中、実線は式(1)に示す平均値曲線、破線は非超過確率5%点を示す。

$$\frac{N_u}{N_y} = \begin{cases} 1 & , R \leq 0.7 \\ (0.7/R)^{0.865} & , 0.7 < R \end{cases} \quad \cdots (1)$$

(2)実験データから得られる耐荷力曲線 座屈実験データベースに基づいて提案されている耐荷力曲線は、ばらつきが大きいことが指摘されている他、周辺固定支持板も含まれたものである。座屈係数を考慮しても境界条件により極限強度が変化する⁴⁾ことから、これらを同一に扱うには無理がある。そこで模型の形式別・研究者が用いた載荷装置別にそれぞれ分類し、幅厚比パラメータ R の各区間ごとの平均値を標本平均として分類されたこれらの副母集団に対し平均値による棄却検定を行い、平均値から標準偏差の2倍を超えるデータを無効データと考えた。この模型の形式別・載荷装置別に棄却検定されて新たに作られる2つのデータ群の積集合から幅厚比パラメータ R の各区間ごとの平均値を求めた。その結果を図-3に示す。図中、 M は平均値、 S は標準偏差を示す。また、実験データの平均値曲線を最小2乗法で求めると式(2)で示される。

$$\frac{N_u}{N_y} = \begin{cases} 1 & , R \leq 0.7 \\ (0.7/R)^{0.862} & , 0.7 < R \end{cases} \quad \cdots (2)$$

この実験データからの圧縮板の耐荷力曲線を求めるに当たって初期たわみについては道示の許容値 $b/150$ を

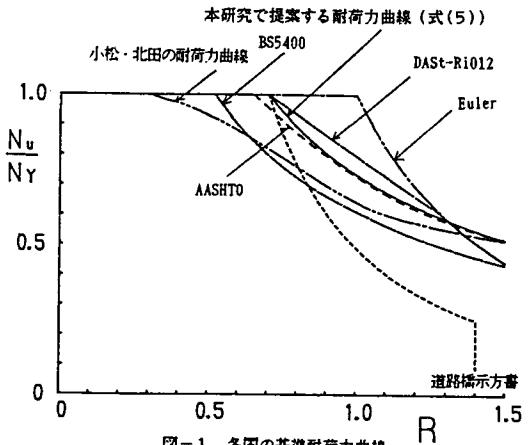


図-1 各国の基準耐荷力曲線

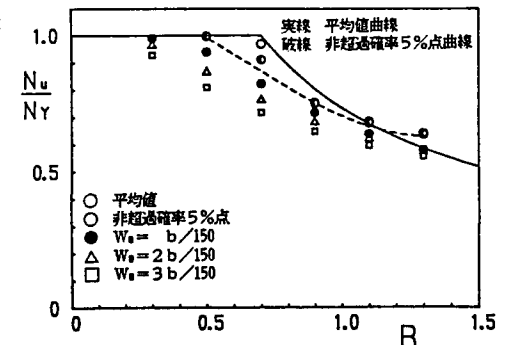


図-2 解析データと極限強度曲線 (式(1))

超えるデータを省いて計算した。座屈実験データベース中で初期たわみが測定してあるデータは138 データで、その平均値は0.288b/150、超過確率5%点での値は0.745b/150であった。この結果から初期たわみについては、実際にそれほど大きく入っていないことがわかる。

棄却検定により新たに作られたデータ群において、周辺単純支持板を対象として残留応力の有無について分類し、その平均値曲線を求めた。その結果、残留応力なしの場合は式(3)、残留応力が含まれる場合は式(4)となった。

$$\frac{N_u}{N_v} = \begin{cases} 1 & , R \leq 0.7 \\ (0.7/R)^{0.791} & , 0.7 < R \end{cases} \dots (3) \quad \frac{N_u}{N_v} = \begin{cases} 1 & , R \leq 0.7 \\ (0.7/R)^{0.883} & , 0.7 < R \end{cases} \dots (4)$$

ここで残留応力なしとした場合のデータは、焼きなまし等によって残留応力を取り除いてあるデータとした。また、残留応力ありとしたデータは、それ以外の製作方法によるものとした。

3. 耐荷力曲線の考察と評価

ここで得られた耐荷力曲線を許容応力度設計法に基づく道示の耐荷力曲線と対比するとすれば、平均値曲線を適用させるのが妥当である。下限値曲線を用いると、安全率は限りなく1に近づくと、解析データおよび実験データのばらつきは、安全率1.7に含まれているはずだから。本研究で扱う圧縮板の境界条件は周辺単純支持である。圧縮板の座屈実験データベースに含まれるモデルの境界条件は、周辺単純支持の他、周辺固定および3辺単純支持1辺自由である。前述したように圧縮板の耐荷力曲線の実験データにおいてこれらを同一に扱うわけにはいかないので、境界条件を周辺単純支持板（箱型断面短柱のモデルも単純支持とした）に限って残留応力の有無で比較すると、式(3)、(4)の様になり、式(1)または式(2)で示される本研究で作成された耐荷力曲線は、残留応力のある単純支持板に近い結果を示した。なお、3辺単純支持1辺自由の場合の実験データは棄却検定を行ってもすべて省かれる結果となった。このことから本研究で、棄却検定が有効に行えており、式(2)が十分に信頼できる結果と思われる。また、周辺単純支持板だけの実験データに対して棄却検定した場合も、式(3)および式(4)とほぼ同一の結果が得られた。

解析結果からの耐荷力曲線式(1)と、実験結果からの耐荷力曲線式(2)では、ほとんど差がないことから次式を圧縮板の耐荷力曲線とした。その曲線を図-1に示す。

$$\frac{N_u}{N_v} = \begin{cases} 1 & , R \leq 0.7 \\ (0.7/R)^{0.86} & , 0.7 < R \end{cases} \dots (5)$$

4. あとがき

本研究において、解析と実験の双方からの結果がほぼ一致し、その耐荷力曲線は、安全性を考えた上で限界幅厚比パラメータ R_{cr} が0.7以上において現行の道示の圧縮板の耐荷力曲線よりも上げられることが確認された。なお、限界状態設計法に対しては、SGST Format⁵⁾に従って式(5)を公称抵抗強度とすればよい。下界係数 α に含まれる係数 $k_R=1.65$ として、実験データに基づいて抵抗係数 ϕ を求めると0.84となった。本研究を実施するにあたり大阪大学 福本啓士 先生ならびに名古屋大学 伊藤義人 先生に実験データの提供をはじめ、御教示と御助言を賜った。ここに深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1)北田俊行：土木学会第40回年次学術講演会講演概要集，I-79，1985。
- 2)Komatu, S. and Nara, S. : Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.109, No.4, pp.977-992, 1983。
- 3)Itoh, Y. and Fukumoto, Y. : Proc. of JSCE, No.340, pp.129-139, 1984。
- 4)北田俊行：小松定夫先生退官記念論文集，pp.91-104, 1987。
- 5)東海鋼構造研究グループ：橋梁と基礎，Vol.14, No.11, pp.33-41/No.12, pp.38-44, 1980年。

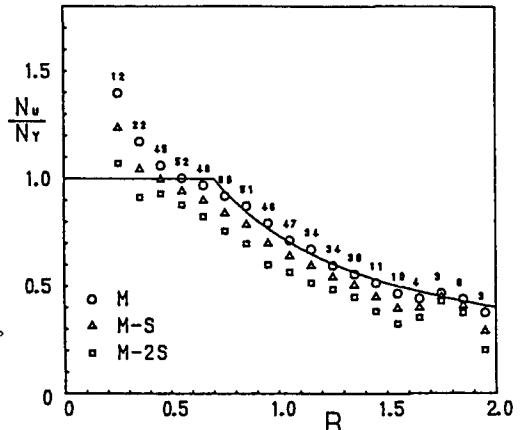


図-3 実験データと極限強度曲線(式(2))