

金沢大学 正 ○ 榎 谷 浩
金沢大学 正 吉 田 博

1. まえがき

曲げを受ける部材の横倒れ座屈特性に関する研究は、断面形状、残留応力、荷重状態、初期変位、境界条件などの要因事項を中心として、特に単一部材に対して、かなりよく行われている。これに対し、連続ばりやラーメンなどの骨組構造物は、解析が煩雑であり、座屈特性を知ることは、一般に困難である。連続ばりに関しては、伝達マトリックス法および有限要素法を用い、Nethercot, Trahair, 吉田により、非弾性座屈解析がなされている。また有効長さの概念を用いる連続ばりの弾性近似解析が、Nethercot, Trahair, さらに Kitiponchaiにより進められてきている。連続ばりの実験的研究は、伊藤、福本、服部によりなされている¹⁾。有効長さの概念を用いる弾性近似解析では、ばりの荷重状態に適合しない荷重係数を用いていること、非弾性座屈への応用性に乏しいことなどの問題点がある。本研究では、連続ばりから一部材を取り出し、両端に適当な拘束ばねを与え、連続ばりと等価単純ばりとして座屈解析を行う。その結果と全体解析や実験値との比較によりその妥当性を検討する。

2. 解析方法

解析には伝達マトリックス法を用いた。隣接部材を等価拘束ばねに置き換え、そのばねが部材端に存在するとして等価単純ばりの解析と連続ばり全体解析を行った。なお隣接部材は、横変位のたわみ角に対する拘束ばね k_θ とねじり率に対する拘束ばね k_p の2つの拘束ばねに置き換えられるものと仮定した²⁾。図-1のような連続ばりを考えると、スパン②は、つぎの2つの拘束ばねで置き換えられる。

$$k_\theta = \frac{3EI_y}{L_2} \quad (1)$$

$$k_p = \frac{EI_w C^2 L_2 \sinh CL_2}{CL_2 \cosh CL_2} \quad (2)$$

ここに、 EI_y は弱軸曲げ剛性、 EI_w はそり剛性、 GK_T はサンブナンのねじり剛性、 $C = \sqrt{GK_T/EI_w}$ である。 k_θ および k_p をそれぞれ EI_y 、 EI_w を用いて無次元化すると、つぎのように表わされる。

$$K_\theta = \frac{k_\theta L_1}{EI_y} = 3 \frac{L_1}{L_2} \quad (3)$$

$$K_p = \frac{k_p L_1}{EI_w} = \left(\frac{\chi^2 \sinh \chi}{\chi \cosh \chi - \sinh \chi} \right) \left(\frac{L_1}{L_2} \right) \quad (4)$$

ここに、 $\chi = CL_2$ である。

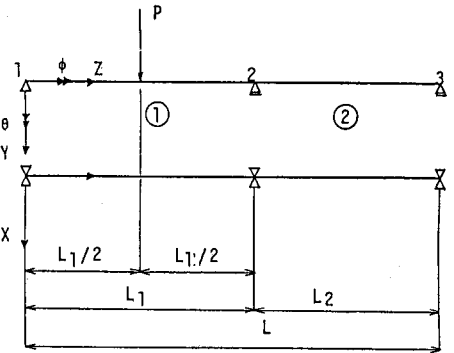


図-1 2径間連続ばり

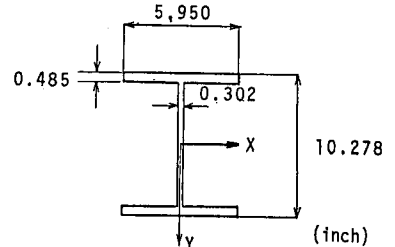


図-2 断面寸法

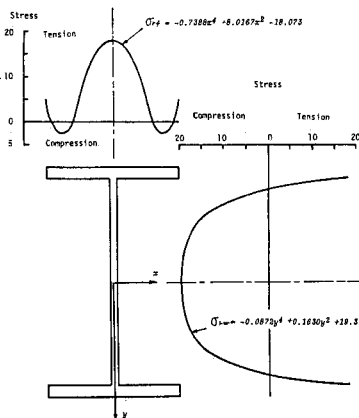


図-3 残留応力分布

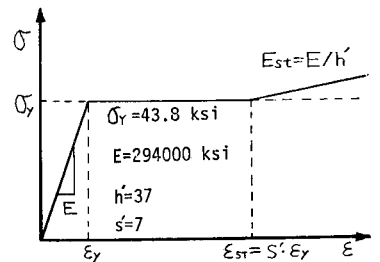


図-4 解析に用いた鋼材の材料特性

3. 解析結果

図-1に示す2径間連続ばりについてまず解析を行った。用いた断面は、図-2に示すものであり、図-3に示す残留応力が存在すると仮定した。図-4は解析に用いた材料特性である。図-5は解析結果であり、細長比 L/r_y の変化による座屈荷重 P_{cr}/P_y の変化が示されている。等価単純ばり解析結果は全体解析と比べ、非弾性域では、多少大きな値を示しているが、これは断面降伏によるスパン②の拘束剛性の低下を考慮していないにめと考えられる。

つぎに、図-6に示す2径間連続ばりについて解析を行った。解析に用いた断面は図-7に示すものであり、図-8に示す残留応力が存在すると仮定した。この解析モデルやデータは、名古屋大学の伊藤・福本らが行った実験を参考にしたものである。表-1には、スパン長、座屈解析値および座屈実験値が示されている。図-9は、横軸に換算細長比をとって、座屈解析値と実験値をプロットしたものである。

4. あとがき

本研究では、等価単純ばりを用いた連続ばりの非弾性座屈解析の妥当性が、ある程度確かめられたと考えている。今後、さらに、非弾性域での拘束剛性の評価、他の荷重状態の非弾性座屈の検討や、実験値との比較を行い、連続ばりの一般的座屈強度特性を明らかにしてゆくつもりである。

参考文献

- 1) 伊藤, 服部, 福本; 連続ばりの横倒れ耐荷力に関する実験的研究, 第36回土木学会年次学術講演会講演概要集, I-142
- 2) 柳谷, 梶川, 吉田; 等価連続ばりを用いた連続ばりの座屈解析, 土木学会中部支部講演概要集, I-14, 1982. 2. 12
- 3) N.S. Trahair: Elastic Stability of Continuous Beams, Journal of the Structural Division, ASCE., Vol. 95, No. ST6, Proc. Paper 6632, June, 1969, p1295
- 4) D.A. Nethercot, K.C. Rockey: The Lateral Buckling of Beams having Discrete Intermediate Restraints, The Structural Engineer, Vol. 50, No. 10, Oct., 1972, p391

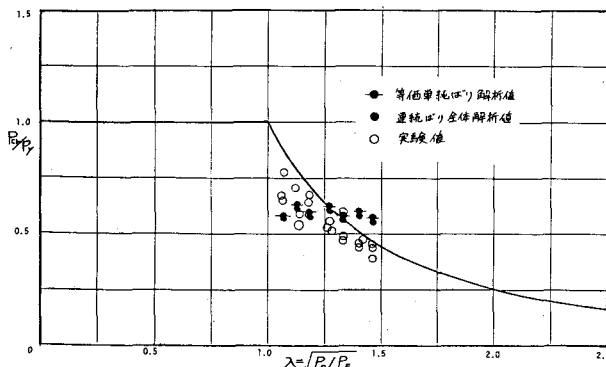


図-9 連続ばりの座屈強度

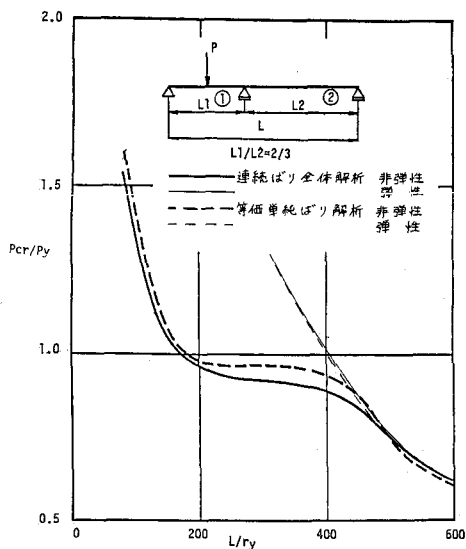


図-5 連続ばりの座屈強度

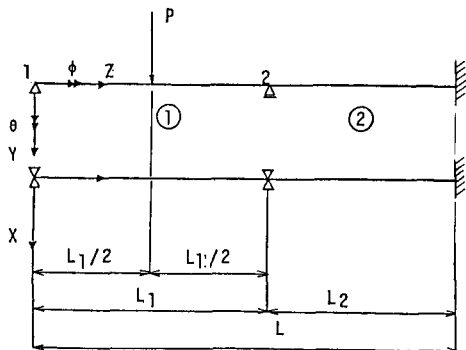


図-6 2径間連続ばり

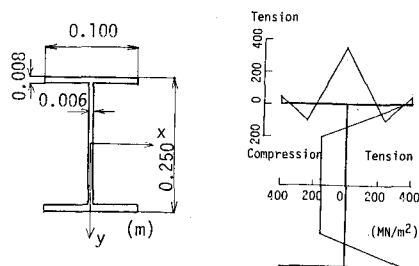


図-7 断面寸法

図-8 残留応力分布

スパン長 L1 (m)	L2 (m)	等価ばり解析 Pcr (KN)	全体解析 Pcr (KN)	実験値 Pcr (KN)
3.5	2.0	85.8	83.0	65.7 68.8 58.4
3.5	1.0	93.1	89.4	67.3 73.0 71.3
3.0	2.0	103.4	98.9	109.1 82.6 85.5
3.0	1.0	111.7	107.2	94.4 100.6 92.4
2.5	2.0	124.8	121.9	142.6 126.7 134.8
2.5	1.0	134.9	132.0	153.4 117.3 125.7
2.2	2.0	141.0	139.7	161.8 159.5 186.7

表-1 解析結果と実験値