

連続方桁の座屈に関して

日本大学工学部 正員の五郎丸 英博

〃 〃 浪越 勇

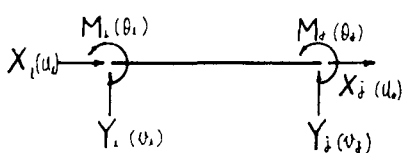
〃 〃 吉祥光 正光

1. はじめに

本報告は、2径間連続方桁の面内全体座屈について行ったものであり、理論全体座屈荷重と剛性法より求め、模型実験によって求めた全体座屈荷重とを比較検討したものである。

2. 全体座屈解析

図-1に示すような、断面および曲げ剛性が一定の部材が、材端力の作用を受けて変形し、フリ合状態にある場合、部材剛性マトリックスは (1) 式のように表わされる。ただし変形は微小なものであるとする。

$$\begin{Bmatrix} X_i \\ Y_i \\ M_i \\ X_j \\ Y_j \\ M_j \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & & & & & \\ & 0 & -\frac{EI}{l}\alpha_1 & & & \\ & 0 & \frac{EI}{l^2}\alpha_2 & \frac{EI}{l}\alpha_3 & & \\ -\frac{EA}{l} & & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & \\ & 0 & \frac{EI}{l^2}\alpha_1 & -\frac{EI}{l^2}\alpha_2 & 0 & -\frac{EI}{l}\alpha_1 \\ 0 & \frac{EI}{l^2}\alpha_2 & \frac{EI}{l^2}\alpha_4 & 0 & -\frac{EI}{l^2}\alpha_2 & \frac{EI}{l}\alpha_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_i \\ v_i \\ \theta_i \\ u_j \\ v_j \\ \theta_j \end{Bmatrix} \quad \text{symmetric} \quad \text{--- (1)}$$


ここで、

図-1

E : 部材の弾性係数 A : 部材断面積 I : 部材の断面2次モーメント l : 部材の長さ

$Z^2 = N l^2 / EI$ (N は軸方向圧縮力), $C = 1/2 - 1/2 \cdot \cot(Z)$, $S = -1/2 + 1/2 \cdot \csc(Z)$, $\alpha_1 = Z^2 - 2/(C \cdot S)$

$\alpha_2 = 1/(C \cdot S)$, $\alpha_3 = C/(C^2 - S^2)$, $\alpha_4 = S/(C^2 - S^2)$

(1) 式において、軸方向圧縮力が作用しない場合、 $\alpha_1 = -12$, $\alpha_2 = 6$, $\alpha_3 = 4$, $\alpha_4 = 2$ となり、部材剛性マトリックスは通常の部材剛性マトリックスと同じ形となる。

(1) 式において、境界条件を与えて、構造剛性マトリックスを求めると、次の様になる。

$$[F] = [K][\delta] \quad \text{--- (2)}$$

ただし、 $[K]$ は構造全体の構造剛性マトリックス、 $[\delta]$ は節点変位マトリックス、 $[F]$ は外力マトリックスである。

この後、全体座屈解析は(2)式で与えられた構造全体の構造剛性マトリックスの固有値問題となるわけである。

3. 実験概要および結果

実験体の形状寸法および載荷状態は図-2に示す通りであり、 $L = 240 \text{ cm}$ $H = 70 \text{ cm}$

部材断面が $3.0 \text{ cm} \times 0.2 \text{ cm}$ の鉄材で、

$\theta = 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$ の3種類について実験を行った。

全体座屈荷重を測定するために節点Cの水平方向変位および垂直方向変位の測定を行った。図-3は

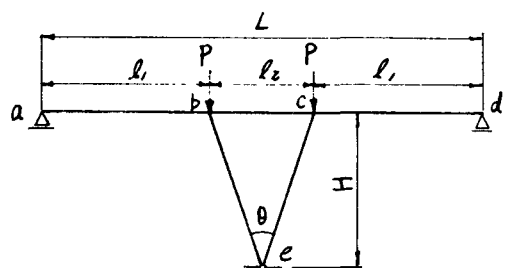


図-2

$\theta = 60^\circ$ の場合の連続桁架の節点 C の荷重と水平方向変位量と垂直方向変位量との関係を表わしたものである。実験結果より、今回行なった連続桁架は対称座屈よりも先に非対称座屈が生じて破壊した。

表-1 は実験体の対称全体座屈荷重および非対称全体座屈荷重の理論値と実験値を表わしたもので、表より、非対称全体座屈荷重の方が対称全体座屈荷重よりも小さいことがわかる。また θ の値が大きいか全体座屈荷重が対称、非対称とも小さい。これは θ の値が大きくなれば当然脚の長さが長くなり、その分たけ座屈しやすくなるものと考えられる。

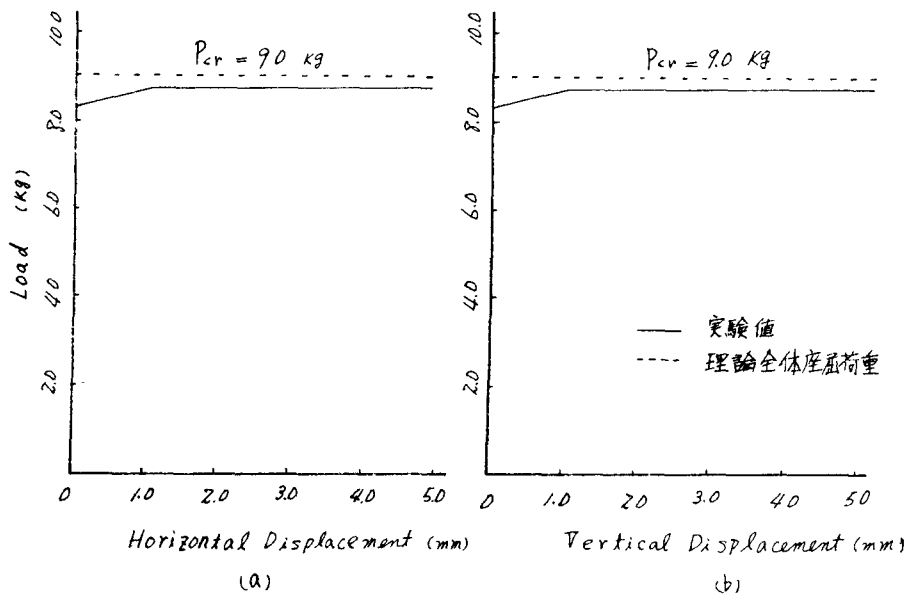


図 - 3

θ	理論対称全体座屈荷重	非対称全体座屈荷重	実験値
60°	15.77 kg	9.00 kg	8.50 kg
50°	18.18 "	10.55 "	9.70 "
40°	20.46 "	12.05 "	11.40 "

表 - 1

4 結語

2 径間連続桁架の面内全体座屈においては、非対称全体座屈が問題となり、脚の開きが大きくなると座屈荷重が小さくなることが判明した。また理論全体座屈荷重と模型実験による全体座屈荷重とは比較的近く、実験値の方が小さい荷重で座屈した。

参考文献 1) F.W. ビーズ, W.H. ローレン 他 成国訳: コンピューターによる骨組構造解析, 培館
 2) 吉村 隆正光: 元型 ラーメン の全体座屈 について, 東北 5 部 技術 研究 発表 会 報告 集, 1976
 3) 植田 大三: 抗角 撓度 法 による 構造 物 の 安定 論, 土木 学会 誌, 1937. 10