

1. まえがき

本報告は、軸方向圧縮力を考慮した撓角撓度法を用いて2ヒンジ型ラーメンの全体座屈条件式(以下単に座屈条件式と呼ぶ)を求め、それによって全体座屈荷重(以下単に座屈荷重と呼ぶ)を知り、さらに模型実験によって求めた座屈荷重と比較することを目的としたものである。ただし、本報告において取り扱う全体座屈は、屈内座屈について行なったものである。

2. 軸方向圧縮力を考慮した撓角撓度法の基本公式

一様な曲げ剛性EIを有する直線部材ABに曲げモーメント、せん断力および軸方向圧縮力が働き、図-1に示すように左端AがA'に右端BがB'に移動し変形を起こして釣合の状態にある場合、部材端に働く曲げモーメントおよびせん断力は次のように表わされる。ただし部材長の変化は微小であるとし、省略するものとする。

$$M_{AB} = \frac{EI}{\lambda} \frac{1}{C^2(z) - S^2(z)} \left[C(z)\psi_A + S(z)\psi_B - \left\{ C(z) + S(z) \right\} \frac{\delta_B - \delta_A}{\lambda} \right] \quad (1)$$

$$M_{BA} = \frac{EI}{\lambda} \frac{1}{C^2(z) - S^2(z)} \left[S(z)\psi_A + C(z)\psi_B - \left\{ C(z) + S(z) \right\} \frac{\delta_B - \delta_A}{\lambda} \right] \quad (2)$$

$$Q_A = Q_B = -\frac{EI}{\lambda^2} \left[\frac{1}{C(z) - S(z)} (\psi_A + \psi_B) + \left\{ z^2 - \frac{2}{C(z) - S(z)} \right\} \frac{\delta_B - \delta_A}{\lambda} \right] \quad (3)$$

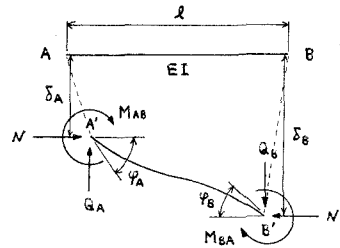


図-1

ただし上式中

$$C(z) = \frac{1}{z^2} - \frac{1}{2} \cot^2 z \quad (4)$$

$$S(z) = -\frac{1}{z^2} + \frac{1}{2} \operatorname{cosec}^2 z \quad (5)$$

$$z^2 = \frac{N\lambda^2}{EI} \quad (6)$$

である。

3. 座屈条件式

撓角撓度法を用いて2ヒンジ型ラーメンの座屈条件式を誘導すると次のようになる。

(1) 節点に対称荷重を受ける場合(図-2)

a) 対称座屈条件式

$$\frac{EI_1}{EI_2} \frac{b}{\lambda} + \frac{C(z)}{C(z) + S(z)} = 0 \quad (7)$$

b) 非対称座屈条件式

$$\frac{EI_1}{EI_2} \frac{b}{\lambda} + \frac{C(z)}{C(z) - S(z)} - \frac{1}{z^2} \left[\left\{ z^2 - \frac{1}{C(z)} \right\} - \frac{2\lambda}{b} \frac{1}{C(z)} \right] = 0 \quad (8)$$

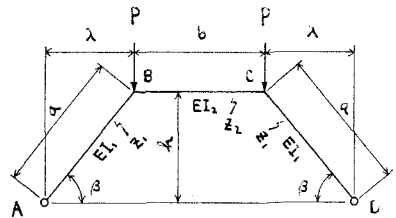


図-2

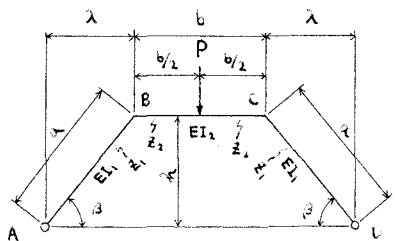


図-3

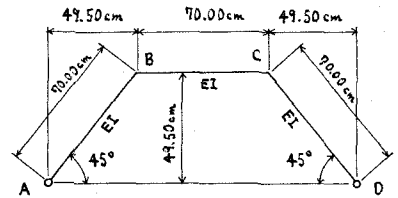
(2)桁部の中央点に集中荷重を受ける場合(図-3)

非対称座屈条件式

$$\frac{EI_1 b/2}{EI_2 \alpha C(z_1)} + \frac{1}{C(z_1)} + \left\{ 2 \frac{EI_1 b/2}{EI_2 \alpha} \frac{b/2}{2\lambda C(z_1)} - \frac{1}{C(z_1)} \right\} \frac{1}{\alpha \frac{b/2}{2\lambda} \left\{ z_1^2 - \frac{1}{C(z_1)} \right\}} = 0 \quad \text{--- (9)}$$

4. 実験結果

実験体の寸法は図-4に示すものを使用した。実験結果は図-5、図-6、図-7に示すようになった。ただし図-5は節点に対称荷重を受ける場合の対称座屈についてのものであり、図-6は節点に対称荷重を受ける場合の非対称座屈についてのものであり、図-7は桁部の中央点に集中荷重を受ける場合の非対称座屈について実験を行なったものである。



部材断面: 3.0 × 0.2 cm²

図-4

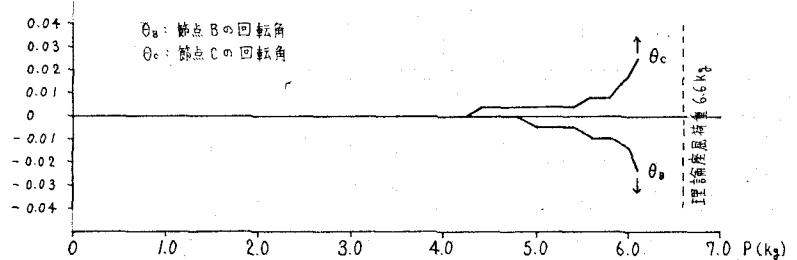


図-5

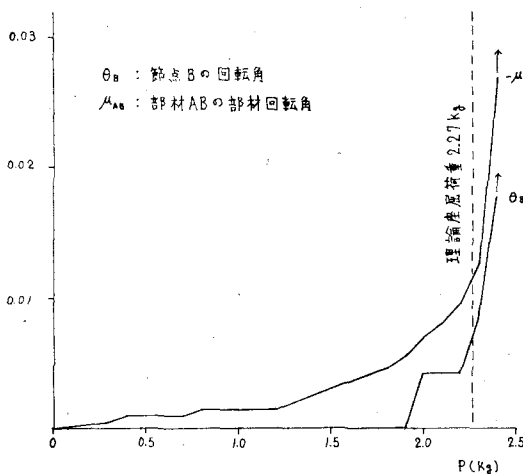


図-6

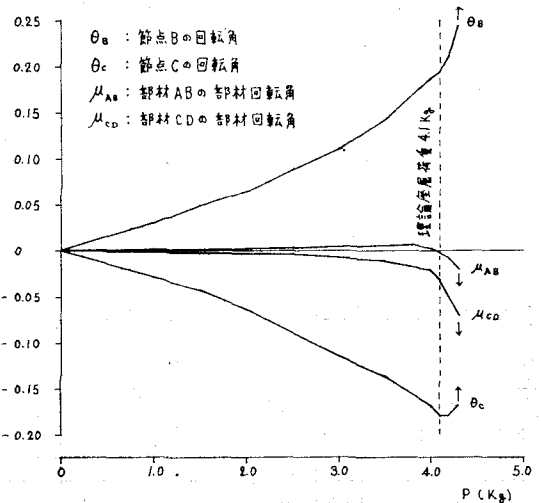


図-7

5. 結論

撓角撓度法により2ヒンジ型ラーメンの座屈条件式を誘導する場合、その計算法は極めて単純であり、取り扱いが機械的に行なえる比較的簡単な方法であるといえる。また、実験結果と理論値は比較的一致しており、撓角撓度法の実用性が裏付けられるかと思われる。

本報告においては、2ヒンジ型ラーメンの構造および荷重の作用状態が対称である特殊な場合のみしか解析および実験を行なうことが出来なかったが、荷重が対称に作用する場合でも構造が非対称であるもの、または構造が対称でも荷重が非対称に作用する場合等の座屈問題も今後の課題として行ないたいと思っている。

参考文献

- 樋浦大三：撓角撓度法による構造物の安定論(其の一) 土木学会誌 第26巻第10号 昭和15年10月
 樋浦大三：撓角撓度法による構造物の安定論(其の二) 土木学会誌 第26巻第11号 昭和15年11月