I-25　　トラス2次応力計算法の比較について

北海道大学　正員　能町純雄
函館ドック　〃　○新谷　勇

1　まえがき

トラス構造において1次応力に対する2次応力の占める割合いは20～40%に達することがあるといわれている。又その計算法については、トラスをヒンジ節点として先ずたわみを求めそれを部材回転角として2次応力をたわみ角法によって求める、モール氏の方法などがある。本論文では長大ゲルバートラスを想定し全システムの部材長の変化と同時に節点回転角を考えた構造として解き、1次応力との差がどれ位であるかを検討したもので図に示すように和分変換公式を用いることのできる規則正しいゲルバートラスをモデルとして、両方法により解析を行ったものである。

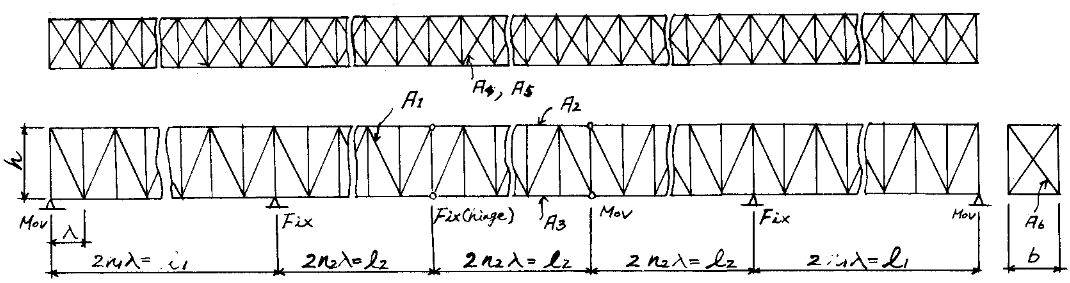


図-1　骨組図
A：部材断面積

2　公式

フーリエ定和分変換及び逆変換公式

$$S_i[f(x)] = \sum_{x=1}^{n-1} f(x) \sin\frac{i\pi}{n}x \,, \qquad C_i[f(x)] = \sum_{x=1}^{n-1} f(x) \cos\frac{i\pi}{n}x$$

$$f(x) = \frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n-1} S_i[f(x)] \sin\frac{i\pi}{n}x \,, \qquad f(x) = \frac{2}{n}\sum_{i=0}^{n} R_i[f(x)] \cos\frac{i\pi}{n}x \quad (x, i = 0, 1, \cdots n)$$

3　釣合方程式

1) 仮定

a)、各径間トラスの同じ役割りをする部材の定数は一定とする。

b)、同一格点における上弦材と下弦材の両主構同志の夫々の水平変位及び上弦材と下弦材の鉛直変位は相等しい。

今トラス部材の軸方向力をフックの法則で表わし、図-2に示す i～$i''+\frac{1}{2}$ の8点について橋軸方向，橋軸直角方向，鉛直方向の釣合式が、夫々8個，4個，4個求まる。又節点モーメントの釣合いは8個であるから合計24個の釣合方程式が求まる。
釣合方程式に定和分変換を施し端部の境界条件を導入すると、各径間トラスの剛性マトリックスを得る。

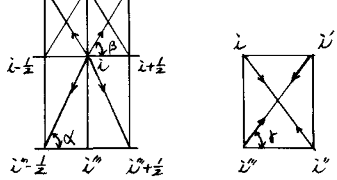


図-2

4　連続の条件

今、外力として鉛直荷重のみを考慮し橋脚の変位はないものとすると、連続の条件として、

a)、橋脚上における上弦材の相隣り合う部材の橋軸方向の変位は相等しい。

b)、橋脚上における下弦材の格点は変位しない。

c)、ヒンジにおける左右の鉛直せん断力は相等しい。

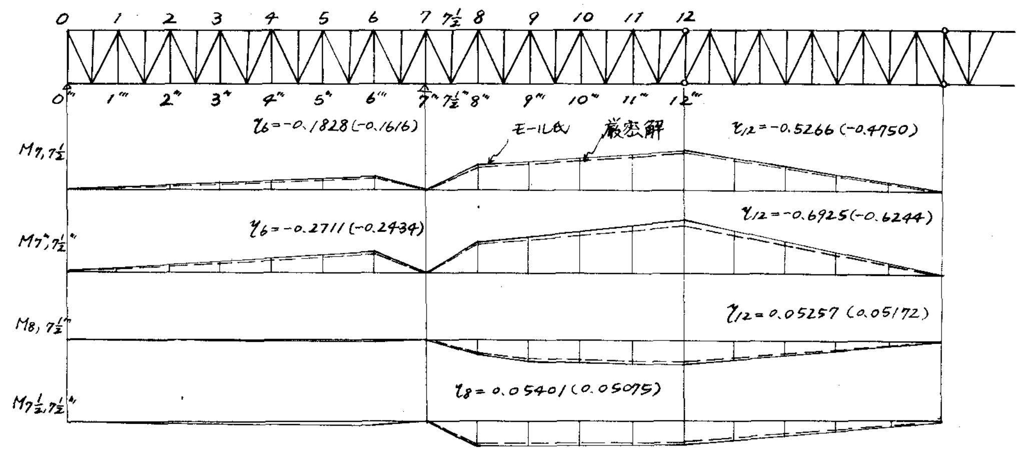
d)、橋脚上における相隣り合う部材の節点回転角は相等しい。

以上の条件より境界値を決定し釣合方程式に代入し、逆変換を施すことにより格点の変位，節点回転角が求まる。

5 計算例

入力データー $A_1=0.08\,m^2$, $A_2=0.167\,m^2$, $A_3=0.208\,m^2$, $A_4=A_5=0.0152\,m^2$, $A_6=0.02\,m^2$, $I_1=0.058\,m^4$, $I_2=0.074\,m^4$, $I_3=0.01\,m^4$, $I_4=0.006\,m^4$, $h=30\,m$, $\lambda=14\,m$, $b=22\,m$

対称荷重の場合について節点モーメントの影響線を示すと下図のようになる。



軸力の影響線は省略するが、等分布荷重 $w=1.9\,t/m$ を載荷させて上記着目部材の軸力，曲げモーメントを求めた結果を表-1に示す。

表-1　( )内数値は厳密解

	軸力 (t)	曲げモーメント (t-m)	σ_N (kg/cm²)	σ_M (kg/cm²)	σ_M/σ_N
上弦材	1050 (1051)	−207 (−185)	648 (649)	274 (245)	0.42 (0.38)
下弦材	−1225 (−1213)	−275 (−246)	613 (607)	311 (278)	0.51 (0.46)
斜材	−411 (−408)	18.3 (18.0)	563 (559)	84 (82)	0.15 (0.15)
鉛直材	−53.2 (−53.2)	20.0 (18.8)	84 (84)	126 (118)	1.5 (1.4)

6 結び

フーリエ定和分変換公式を用いてゲルバートラスの1次応力と2次応力の計算例を示したが、この結果より明らかなように、2次応力についてはモール氏による方が約10%程大きい値となっている。計算の対象とした部材の1次応力と2次応力の割合いをみても下弦材では50%にも達している。一般にトラスの2次応力はトラスの形状，大きさ，部材長，剛度などにより異なるものであるが、この例をみても2次応力の値は無視できないことがわかる。いずれにしてもトラスの2次応力はモール氏の方法によっても、厳密解法によっても定和分変換公式を用いることにより、方程式の元数を著しく減らすことが出来、小型の電子計算機でも解けることを示したわけだが、計算の手間を考えると後者による方法が便利と思われる。本計算は室蘭工業大学FACOM−231により行った。

参考文献

1) 能町 : "差分方程式で表わされる不静定構造物の和分変換による解法例" 土木学会北海道支部，技術資料 23号，2/1967，PP. 173〜177