I－68　節点剛性の影響を考慮せる溶接トラス橋の厳密計算について

室蘭工業大学　正員　○中村作太郎
室蘭工業大学　正員　万代　良夫

1．緒　言

溶接トラス橋が鋲結トラス橋に代つて登場し，世界各国において盛んに架設せられるようになつて来たことは周知の通りであるが，その計算方法は従来の鋲結トラスとしての一次応力による計算と節点を剛節と考えた二次応力の計算を併用して間に合せている現状である。特にそのタワミ計算については，従来行われている鋲結トラスの解法の域を脱していないようである。

著者は各種の模型トラスについて実験し，従来の理論による計算結果が如何に測定結果と合致し難いかを痛感した。荷重が増加し，それぞれの部材応力度がその弾性限度を超過し，塑性変形領域に入れば当然の現象であるが，弾性限度以内においてもかなりの差異が認められることは等閑視することが出来ない。

そこで，多数の模型トラス実験と理論計算結果をもととし，従来の理論計算方法よりは遥かに合理的で，実際に近い結果の得られる厳密計算方法を提案し，数種の溶接トラス橋について研究的に計算を試みた。すなわち，以下溶接トラス橋の厳密計算方法として，節点剛性を考慮せる厳密タワミ解式の誘導，格点変位の厳密計算法，溶接トラスの計算例について述べ，最後に結言につき論及する。

2．溶接トラス橋の厳密計算方法

トラスの厳密計算を行うには，何んといつてもまず第一にその格点変位を正確に求めることにある。ところで，模型実験の結果より明かなように，溶接トラスはピン結合トラスに比べて著しくその変位が少なく，しかもピン結合トラスの実験変位はその理論計算値に比べ著しく大である。これらのことは理論と実際の不一致を示すもので，我々は到底従来から用いられているピン結合トラスの理論的一次応力のみを用いた格点変位方程式解法と格点を剛節と仮定した二次応力の計算法だけでは満足出来ない。極限設計の計算方法が盛んに研究されつゝある現在，充分模型実験の結果を尊重し，節点剛性による軸力，曲げモーメント，セン断力などに関する補正係数ならびに，引張（または圧縮）弾性係数，曲げ弾性係数，セン断弾性係数などに関する補正係数を吟味研究の末決定し，これらの補正係数を可能変形法則によるタワミの一般解式に導入し，トラスのタワミ解式として形を整えた。これによつて溶接トラスの最大タワミを計算し，更に理論一次応力のみを用いた格点変位方程式を電子計算機にかけて解き，その最大タワミと厳密計算による最大タワミとの比によつて各格点の厳密変位を決定する。次にこの厳密なる格点変位量を用いて材端曲げモーメントによる二次応力を計算し，合成応力の値を決定する。以下その計算方法について説明する。

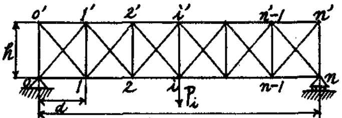
(1)．節点剛性を考慮せる厳密タワミ解式

いま可能変形法則において，仮想荷重 $P_i=1$ および実際変位状態をとれば，任意の点 i におけるトラスのタワミ一般式は，図－1を参照し，次の如く表わすことが出来る。

$$1\cdot\delta_i = \sum\bar{S}\cdot S\cdot\mu\cdot\frac{s}{\alpha\cdot E\cdot A} + \sum\bar{M}\cdot M\cdot\nu\cdot\frac{s}{\beta\cdot E\cdot I} + k\sum\bar{Q}\cdot Q\cdot\lambda\cdot\frac{s}{\gamma\cdot G\cdot A} + \sum\bar{S}\cdot\varepsilon\cdot t\cdot\mu\cdot s + \sum\bar{M}\cdot\varepsilon\cdot\frac{\Delta t}{h}\cdot\nu\cdot s \qquad \text{------------} (1)$$

(1)式において，温度変化を無視すれば次式が得られる．

$$1\cdot\delta_i=\sum\overline{S}\cdot S\cdot\mu\cdot\frac{s}{\alpha\cdot E\cdot A}+\sum\overline{M}\cdot M\cdot\nu\cdot\frac{s}{\beta\cdot E_b\cdot I}+k\sum\overline{Q}\cdot Q\cdot\lambda\cdot\frac{s}{\gamma\cdot G\cdot A}\quad\text{-------}(2)$$



図ー1，一般トラス橋の図

(2)式において，各記号は次の通りとする．

δ_i：任意の点 i における垂直タワミ（cm），s：部材長（節点間距離）（cm），E：引張（または圧縮）弾性係数（kg/cm²），E_b：曲げ弾性係数（kg/cm²），G：セン断弾性係数（kg/cm²），A：部材の断面積（cm²），I：部材断面の慣性モーメント（cm⁴），S：部材の実軸力（kg），$\overline{S}$：i 点に P＝1 kg が作用するときの部材の仮想軸力（kg）；M_{mn}，M_{nm}：部材の左，右節点における材端実モーメント（kg-cm）；$\overline{M}_{mn}$，$\overline{M}_{nm}$：i 点に P＝1 kg が作用するときの部材における左，右材端仮想モーメント（kg-cm），M：部材における左，右材端実モーメントの平均値＝$\frac{1}{2}(M_{mn}\pm M_{nm})$（kg-cm），$\overline{M}$：$i$ 点に P＝1 kg が作用するときの部材における左，右材端仮想モーメントの平均値＝$\frac{1}{2}(\overline{M}_{mn}\pm\overline{M}_{nm})$（kg-cm），Q：部材の実セン断力（kg），$\overline{Q}$：$i$ 点に P＝1 kg が作用するときの部材の仮想セン断力（kg），k：セン断弾性補正係数の逆数；μ，ν，λ：節点剛性による部材の軸力，曲げモーメント，セン断力に関する補正係数；α，β，γ：節点剛性による部材の変形の影響を考慮せる引張（または圧縮）弾性係数，曲げ弾性係数，セン断弾性係数に関する補正係数

上記の式において，μ，ν，λ および α，β，γ などの係数は模型実験によって決定すべきであり特に μ，α の値如何が計算結果に非常に大きく影響することは計算例によって明かである。

(2)，格点変位の厳密計算法

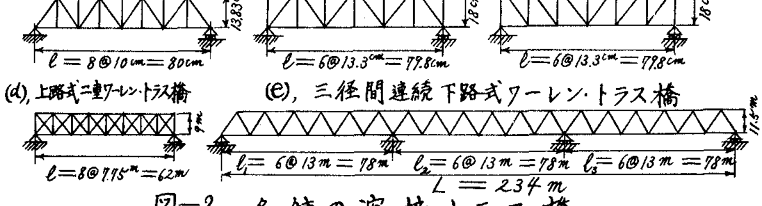
(2)式によってトラスの最大垂直タワミを計算し，次いで節点剛性と変形の影響を考慮せるトラスの厳密解法（中村作太郎：節点剛性と変形の影響を考慮せる一般トラス橋の厳密解法とその計算方法について，室蘭工大研究報告第4巻第1号，1962参照）によって格点変位方程式を誘導し，その連立方程式を電子計算機にかけて解いた格点変位の値に補正係数（(2)式で得た最大垂直タワミ／格点変位方程式より得た最大垂直タワミ）をかけて厳密な実際に近い格点変位の値を求めんとするものである．

この際計算を簡単にするために，従来用いられている鋲結トラスの一般解法による格点変位方程式より得た格点変位の値に上述せる補正係数をかけてもそう大きな誤差はともなわないものと考える．

著者はこの場合，トラスの有限格点変位といえども弾性限度以内においてはその微少変形理論による格点変位に正比例するものと仮定してもよいと考えた．

(3)，計算例

上述の計算方法により，図ー2に示す各種の溶接トラス橋について計算し，その厳密格点変位，二次応力，合成応力などを求めた。



図ー2，各種の溶接トラス橋

3．結言

格点変位方程式は電子計算機にかけて解けば簡単に結果が得られるので，この方法は設計計算に充分応用が出来ると思う。補正係数 μ，ν，λ；α，β，γ などは模型実験によって定むべきである．