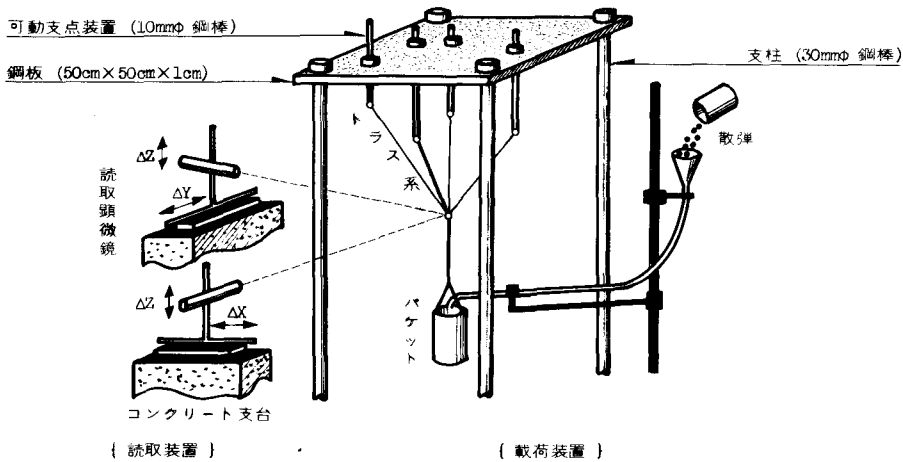


信州大学 正会員 吉澤孝和

構造物の耐荷能力を検討するための一つの試みとして、ここでは、構造物の変形が荷重の静的な増加にともなう増大し、最終的な破壊に至る過程を簡単なトラス構造について実験を行ない、それと理論解による結果との比較を試みる。

実験に用いる装置は図・1に示すようなもので、鋼製フレームの上板に支点の位置を自由に定め得るピン支点装置をとりつけ、それに各種の金属細線を結合してトラス構造をつくる。これに加える最大荷重は20kg程度である。載荷によるフレームの変形を検査するために、上板の支点に40kgの載荷をして検査したところ、測定装置には感知されるような変位は現われなかった。載荷方法は微細な散弾をステップ状に漸増させていく方法をとる。各荷重段階に対応するトラスの変形は、図のように配置した読取顕微鏡を用いて、節点変位 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ を0.01mmまで読みとる。

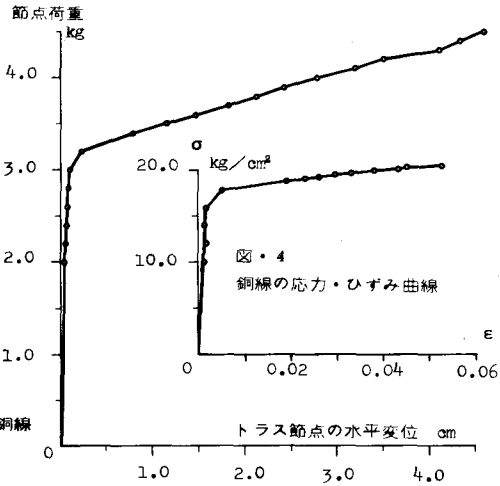
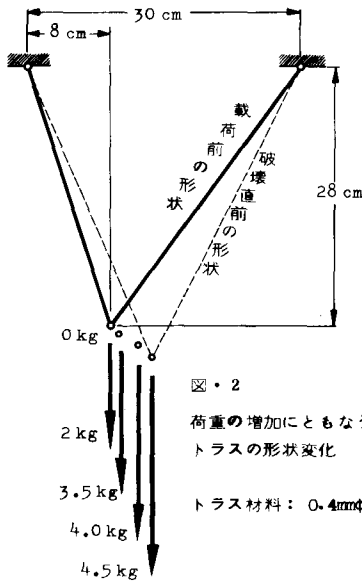


図・1 実験装置

一般に、構造材料の応力度が比例限度をこえると、それ以上の応力度の増分に対しては非常に変形しやすくなる。トラスを構成する部材の中の特定のものがこのような状態になると、構造全体の形状変化が顕著となり、もはや、微小変形の仮定は成立しなくなる。簡単な実験例を以下に示す。

図・2は、2本の部材で構成されるトラスである。部材は直径0.4mmの鋼線で、その応力・ひずみ関係は実測の結果、図・4のように得られた。節点荷重が2kg以下の場合には、いずれの部材応力も弾性領域内にあり、節点に生ずる変位は非常に小さく、構造の形状変化は図示できない程度である。このような場合には微小変形の仮定が実用上十分な精度で成り立つものと考えられる。

荷重をさらに増加していくと、左側のトラス部材が塑性領域に入って伸びやすくなる。その影響で節点に大きな変位が現われる。図・3には、荷重と節点の水平変位との関係を示した。荷重の値が3kgをこえると変位がいちじるしく増大していくことがわかる。代表的な荷重値に対する節



点変位の状況を図・2に示す。部材の応力度が塑性領域内に入ってから形状変化が明確に観察でき、このような場合の解析に微小変形の仮定を用いることが不適当であることが理解できる。

なお、実験は荷重を100gずつステップ状に加え、各荷重段階に対する変形が完全に停止してから次の荷重を加えた。これに要する時間は、弾性領域では約10分、塑性領域に入ってから60～80分を要した。

系の破壊は4.5kgの載荷で起った。塑性領域内にある左側の部材が切断し、その衝撃で右側の部材も切断した。この現象は、ステップ荷重を加えてから約30分後に起った。

漸増荷重によって生ずるトラス構造物の破壊は、剛度漸減法<sup>1)</sup>によって数値的に解析することができる。すなわち、極限応力に達した部材の剛度を限りなく0に近づけていく方法をとるが、数値解析上のこのような仮定と現実の破壊状態とをいかに対応させるかは、十分な実験データをとった上で検討したい。

構造部材の力学特性を考慮すると同時に、構造全体の形状変化の影響を考慮した解析式はつぎのようになる：<sup>2)</sup>

$$D = \left[ P(x, y)^T S(\sigma) P(x, y) \right]^{-1} \left[ L - P(x, y)^T \left[ C(\sigma) + S(\sigma) B(x, y) \right] \right]$$

節点変位      方向余弦      荷重      材料力学特性変化      剛度      形状変化

この式の右辺は、荷重項  $L$  以外はすべて、変位  $(x, y)$  または部材の応力度  $(\sigma)$  の関数であるため、反復計算により解を収束させる。

1) 吉澤：トラスの非線形問題の数値解析 土木学会論文報告集 第180号 1970年8月

2) 吉澤：Nonlinear Effects on the Analysis of Pin-Jointed Trusses 信州大学工学部紀要 第30号 1971年