

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 長谷川道郎

概 説 トラス構造物に強大な荷重が作用して、構成部材に降伏または座屈が生じた場合を想定して解析を行う。Kahnらは下記の文献において、軸力のみ抵抗する鋼部材がその座屈または降伏点をこえるような荷重を反復して受けた場合の実験を行い、pointed loop 型の曲線を示している。この曲線の特性に準拠して、区分線形化曲線を図1(b)のように作成して、反復荷重の作用するトラスの解析を行う。

本報告は、座屈発生後に軸力が低下していくようなトラス部材の挙動を解析にとり入れ得るようにした点がこ

れまでに報告してきたトラスの非線形解析と異なる点である。紙面の都合上、解析理論は省略し、数値解析例とその考察を示すことにする。

数値解析と考察 図1(a)に示すような5本の部材で構成されるトラスに反復荷重が漸増的に作用する場合の数値解析を行った。トラスを構成する部材の応力ひずみ関係は(b)図のように与えられるものとする。区分線形化した各線分の常数は図とともに示してある。この系は平面トラスであるが、面外座屈は生じないものと仮定する。解析は微小変形理論によるものである。

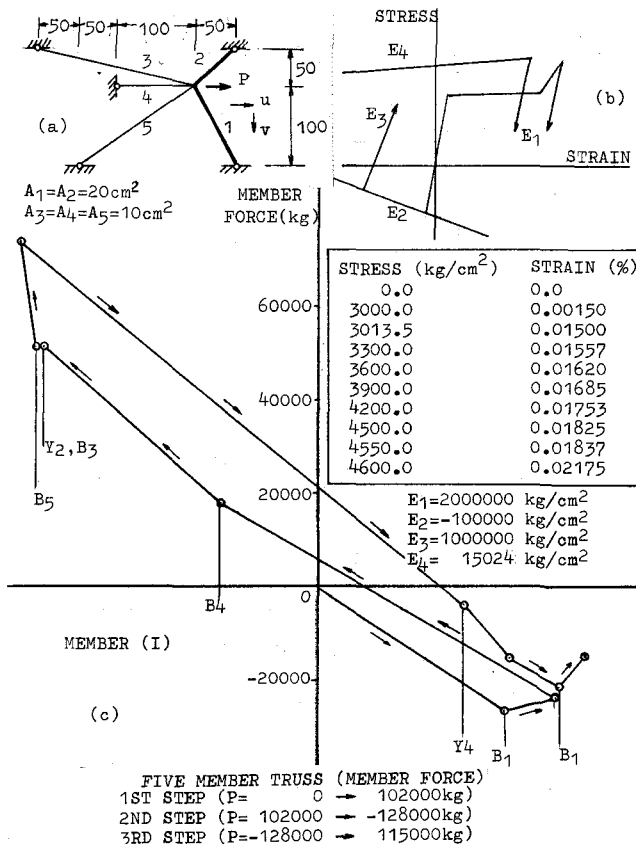


図1 トラス部材の荷重変形特性及び5本部材トラスの挙動

(c)図は荷重の変化に対する部材(1)の軸力の変化を示す。図中の記号 B1 は部材(1)が座屈を生じたことを示す。Y2 は部材2が降伏を生じたことを示す。他の部材の剛度変化もこの記法にしたがう。部材力の変化はトラスの各構成部材に降伏または座屈が生ずることにより影響を受ける。即ち(c)図のグラフが屈曲する原因をなすものは、荷重条件の反転またはトラスの構成部材の剛度の急変である。部材の剛度は、座屈、降伏、ひずみ硬化等によつて急変することになる。

静定トラスでは構成部材の剛度の急変がそのまゝ系の崩壊につながる場合が多いけれども、不静定トラスの中には、与えられた荷重条件に対しては、系の中のいくつかの構成部材を組み合わせただけで荷重を支持することができるような抵抗機構が数種類内蔵されている場合が多い。このような場合には、ひとつの部材の剛度が急激に低下しても、その部材を除外した他の抵抗機構により以後の荷重の増分が支持されることになる。よつてその抵抗機構を構成する部材の荷重負担率は急増するが、剛度低下部材及び抵抗機構以外の部材の荷重負担率は減少することになる。(c)図において B1 点で部材(1)の応力が低下を始めるが、他の B4, B5 等の点では増加を示して

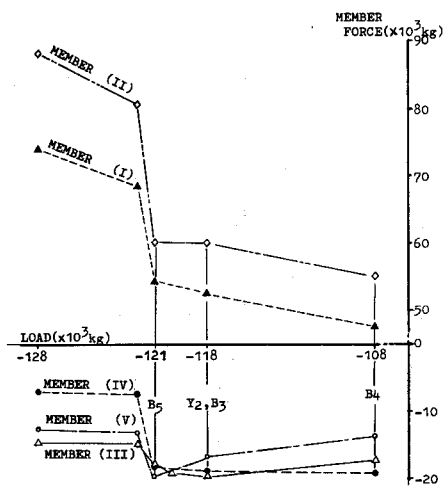


図2 多数の部材の剛度の低下時における部材相互間の荷重分担率の応答

いることがこの特性を物語っている。

図2は図1(c)の左上部の剛度の急激な低下時における各構成部材間での荷重分担の変化していく状況を詳細に示したものである。この荷重領域では部材(2), (3), (5)がそれぞれ降伏または座屈を生ずる。この計算例の荷重条件に対しては、主たる抵抗機構は：【①②】【③⑤】および【④】である。部材(2)と(3)が同時に剛度を失うことにより、【①②】および【③⑤】の抵抗機構がくずされ、新たに部材(1)と(5)による機構【①⑤】が形成されることが各部材力のグラフのこの配から判断できる。そして部材(5)が座屈点に達する。この時点で系の節点変位が急増することが図3のグラフから分かる。この変位は部材(2)のひずみをひずみ硬化領域まで達せしめ、その結果、抵抗機構【①②】が回復する。

図3はこの系における節点変位の挙動を示したものであるが、剛度低下部材が多数発生するような荷重下において、非常に大きな節点変位を生ずることが分かる。このような大変位を生ずる場合には、系を大変形理論により解析すべきであるが、これについては講演時にまわす。

図4は5パネルの不静定トラスである。面外座屈を生ぜずまた系全体の座屈も生じないと仮定した上で、個々の部材のオイラー1次座屈値を与えて漸増荷重を作用さ

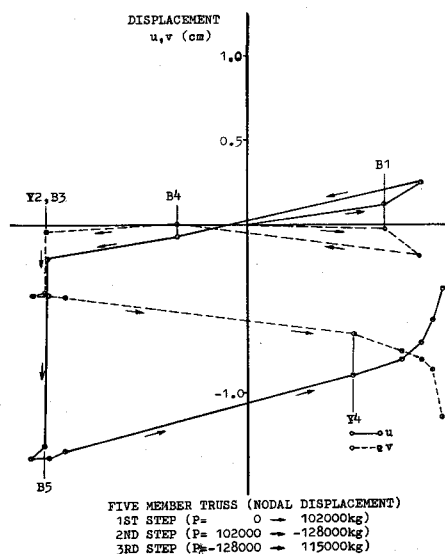


図3 反復荷重に対する節点変位

せて解析した。部材の座屈後の軸力は図1(b)に従うものとして計算を行つたところ、図示の破線で示す部材に座屈が発生した。(a), (b)図の荷重段階では座屈部材を除去しても荷重を支持する機構を保持していたが、(c)図の荷重値ではこれが失われる。なお、この荷重段階では引張部材には降伏が生じていない。

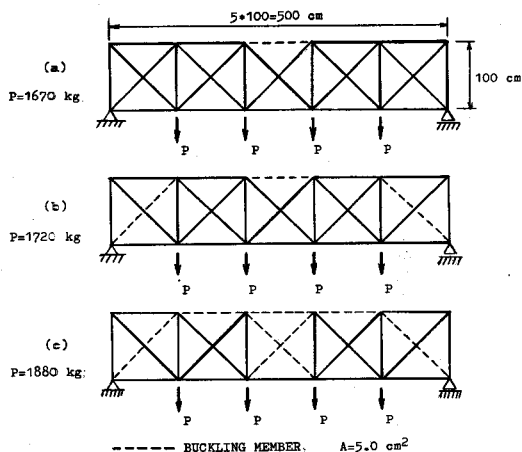


図4 5パネル不静定トラス部材の座屈