

信州大学工学部 正会員 吉沢孝和 ○学生員 荘保哲也

まえがき 長大なトラス橋は、そのもつ社会的重要度を考慮するとき、構造物としての耐荷力を検討しておくことは大切である。特に、不測の災害に遭遇した場合において、その橋梁の使用能力の判定をなしうるような規準を、想定される種々の条件に対して設定しておくことは防災工学上の重要な課題と考える。またさらに、この手法を積極的に応用して既設のトラス橋の耐荷力を増大させるような補強を施していくことが必要であろう。¹⁾

研究目的 漸増荷重または繰返し荷重を受けるトラスを複合非線形問題としてとり扱う。構成部材が極限状態に達し、系全体が外力に対して抵抗機構を保持し得なくなつたときの荷重状態を崩壊荷重と考える。各種のトラス系について数値解析により崩壊荷重を算定して検討を加えることを本研究の目的とする。

解析手法 トラス部材の材料特性として、漸増荷重に対しては構造用鋼材の応力ひずみ曲線を用い、繰返し荷重に対しては非定常履歴応力ひずみ曲線を用いる。²⁾ 両者とも極限応力を設定しておく。これらの曲線を十分に細分した折線群であらわし、部材の応力度がひとつの折線要素の応力度の上下限内にあるときはその部材の変形挙動は当該折線要素にしたがうものとして解析する。³⁾

系の形状変化に関しては、変形法により得られた節点変位を用いて系の形状を修正し、修正後の系に関して荷重とすでに得られている部材力とのつり合いを考える。通常、このつり合いは成り立たないため、系の平衡条件を満足させるためにはこの修正後の形状を基にして系の各節点が微小な変位を生じ、各部材力が補正されていくものと考えて反復計算を行ない、節点変位の値を収束させていく。⁴⁾

以上の手法を組み合わせ、各荷重段階ごとに系の形状修正とすべての構成部材の材料常数の修正を行なっていく。この解析法においては、いくつかの構成部材の材料常数が同時に低下するような場合には系全体が大きく変形しやすいものとなるため、解が収束しにくくなる。また、すべての構成部材の剛度が十分大なる場合には相当大的な荷重増分を与えても容易に解が収束する。したがって数値計算を能率的に進めるためには、構造系全体の剛度の変化に対応させて荷重の増分の与え方を調整していくような手法が必要となる。

なお、本研究の現段階では圧縮部材の個々の座屈は考慮するが、系全体の横倒れ座屈の問題はとり扱っていない。

1) 吉沢 高張力鋼線によるトラス構造物の静的応答の制御に関する基礎的研究 土木学会論文報告集第227号 1974年7月。

2) 吉沢 出井 反復荷重を受けるトラスの静的応答に関する研究 土木学会中部支部研究発表会講演概要集 1977年1月。

3) 吉沢 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。

4) Yoshizawa N. Nonlinear Effects on the Analysis of Pin Jointed Trusses Journal of the Faculty of Engineering Shinshu University Vol.30 1971.

計算例 数値解析例として図4に示すような10パ

ネルワーレントラスを扱った。部材の応力

ひずみ特性は図1にしたがう。下弦材の節点に漸増荷重Pを作用させる。荷重の漸増にともない系の部材力および節点変位は図2のように変化していく。各部材の剛度は図3のように変化するが、図2と対比するとこれが系全体の変形挙動に大きく影響している状況が分かる。次に、節点[3]の水平変位を表1に示す。この表1 節点[3]の水平変位 (漸増荷重にともなう)

P (kg)	800	1600	2400	3200	4000	4800
dx(cm)	0.010	0.018	0.023	0.003	-0.104	-0.315
N (回)	3	3	5	7	9	15

Nは反復計算において収束(精度1/1000)するまでの反復回数

表において、水平変位の挙動は漸増荷重と線形的な対応を示さず途中から変位の方が逆転している。これは図2のdy(3)の挙動からも推定できるように、この節点の下方への変位が急に増加することによるものと考えられる。概して、トラス系においては剛度が変化する部材が結合する節点の変位挙動はその部材の特性により左右されやすい。表1の最下段には各荷重段階において解を収束させるに要した反復計算の回数が示してある。系全体の剛度が低下していくにつれて反復計算の回数は増加していく。これを解消するためには適宜、漸増荷重を細分化していくことになる。

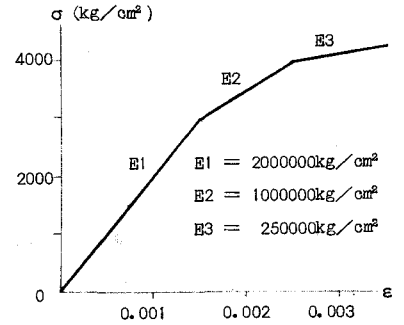


図1 トラス構成部材の材料特性

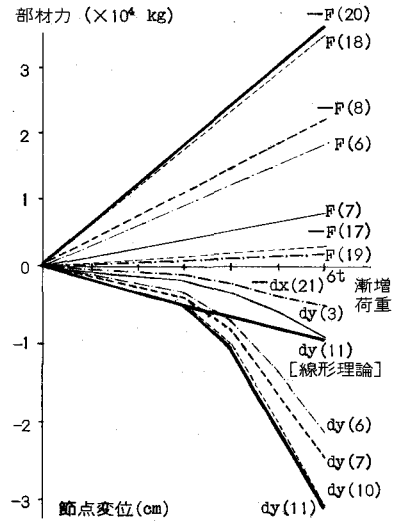


図2 漸増荷重にともなうトラスの挙動

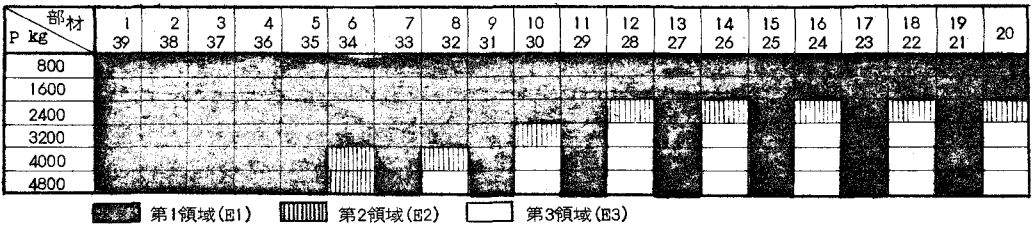


図3 漸増荷重にともなうトラス構成部材の応力状態の変化

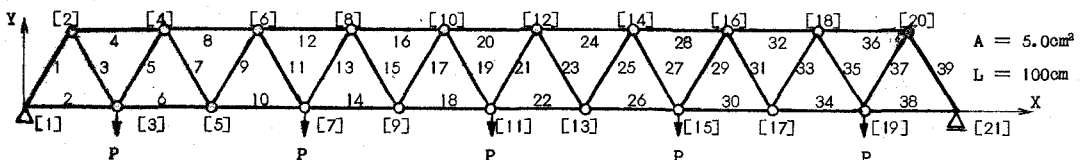


図4 10パネルワーレントラスの諸数値と载荷状態