

埼玉大学大学院 学生員 竹園一也
 埼玉大学工学部 正員 渡辺啓行

1. まえがき

近年、発電所の立地難から発電所と需要地との距離が大きくなる傾向にあり、送電ロスを少なくするためにUHV用送電鉄塔の設備が必要かつ不可欠になってきている。UHV用送電鉄塔は、従来の500KV用送電設備に比べて、荷重が増大するため耐震設計の重要性が増してくる。耐震設計に減衰定数が強く支配し、通常変形時の減衰定数は0.01と非常に小さい。しかし、強震動地震に対して鉄塔の応答は大きくなるが、部材結合部のずれを伴う可能性が大きい。このずれはボルト結合部の摩擦抵抗を誘発するので、振動減衰の増加が期待される。

以上のことから、本研究はボルト結合による組立て構造物が、結合部のずれ変形により生ずる減衰力を定量的に評価することを目的として、その機構の基本的理論ならびに耐震構造解析の手法を誘導するものである。

2. 荷重伝達法のトラス構造への適用

本研究では、荷重伝達法により非線形解析を行う。この荷重伝達法とは、繰り返し計算の全過程を通じて同じ剛性を用い、初期状態からの増分荷重を各部材の荷重～変形にステリシスに変形が等価と見るまで弾性荷重増分を修正することにより、構造物を通じて調整計算を行うものである。

ボルト接合の荷重～変形にステリシスを既往実験結果を用い、トラス構造の部材としての部材力～変位にステリシスとして、図-1に示すように歪硬化特性を考慮したtri-linear系の荷重～変形にステリシスで理想化したものを提案する。今後、ボルトとボルト孔のクリアランスの偏り、統計的と思われるバラツキを実験等によって調べて解析に導入する予定である。

立体トラスに先駆け、その解析手法を確立する意味で図-2に示す2次元不静定トラスについて、節点3に一方向載荷を行い、構造物としての不静定→静定→崩壊のメカニズムを追跡してみた。このときの各部材は完全弾塑性性を仮定している。結果として、構造物の荷重～変形関係を図-3に示した。同図において、①点で部材②が降伏し静定となり、次に①点で部材③に続いて部材④も降伏し不静定構造となり、力学上崩壊したと見做している。

次に、同様の2次元不静定トラスに繰り返し静的載荷を行うことにより、このトラスの復元力特性を解明した。このときの各部材は既往実験からモデル化したtri-linear系にステリシスを呈すると考えている。その結果が図-4である。①点で部材②が引張塑性域に入り①点で歪硬化域に入る。続いて②点では部材③が引張塑性域に入る。そして除荷に伴い①点で部材②、③とともに弾性回復をしている。この2次元不静定トラスを1質点と繰り返し載荷によって求めた復元力特性をもつ振動系に簡略化し、動的解析を行った。このときの解析手法はNewmarkの β -Schemeにおいて、 $\beta = 1/6$ とした線形加速度法を用い、入力として正弦波を用いている。この結果として、図-5上図に応答変位の時刻歴、下図に復元力の時刻歴を示した。

2次元トラスの拡張として、鉄塔の単体である立体トラス(図-6)に荷重伝達法を適用することにより、水平繰り返し静的載荷を行い、水平変形に肉する復元力特性を解明した。その復元力特性を図-7に示した。なお、目下この単体トラスを数個結合したモデルの解析を行っており、当日この結果を発表する 予定である。

3. 結論

本研究で得られた結果は次の通りである。

- ① ボルト接合の荷重～変形にステリシスを既往実験を用い、復元力特性としてtri-linear系でモデル化した。
- ② 2次元不静定トラスの数値耐力実験を行ない、部材の降伏に伴う静定化から崩壊までの過程を解明した。

- ③ 基本的な非線形解析手法を2次元不静定トラスについて開発し、ついで2次元不静定トラスの復元力特性を求め、1質点 重系としての定常応答解を求めた。
- ④ 単径向立体トラスの水平荷荷による復元力特性を解明した。
- ⑤ 以上から立体トラスを解析する上での非線形解析手法の基礎を確立した。

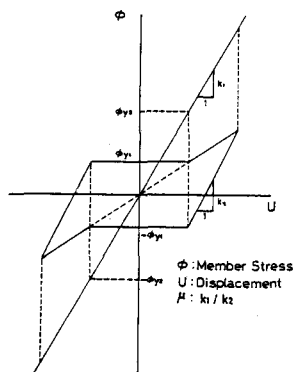


図-1

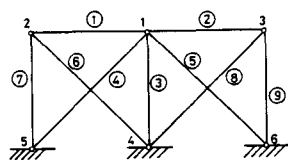


図-2

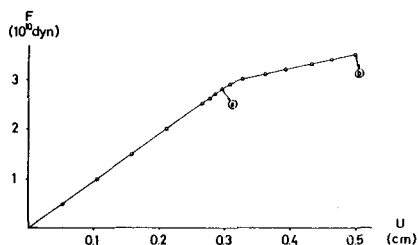


図-3

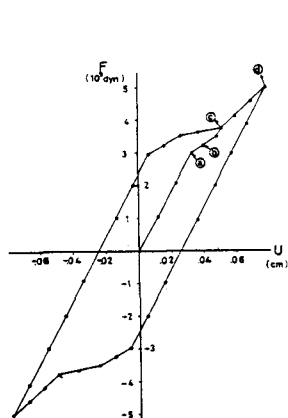


図-4

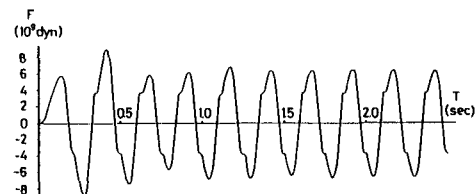
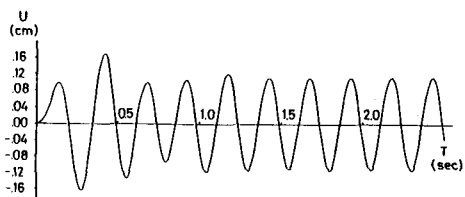


図-5

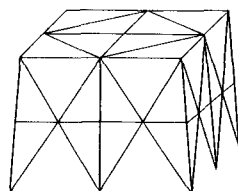


図-6

本研究について埼玉大学工学部久保慶三郎教授、川上英二助手の御指導をいただいたことに謝辞を申し上げます。また本計算には東京大学HIT AC M-280H / H-200H SYSTEMを用いた。御援助いただいた計算機室の人に感謝する。

参考文献 ア川準人；マトリックスの数値計算（オーム社）
三好俊郎；有限要素法（実教出版株式会社）
岡本瞬三；建設技術者のための振動学（オーム社）
第1回UHV送電設備の耐震設計検討委員会議事録

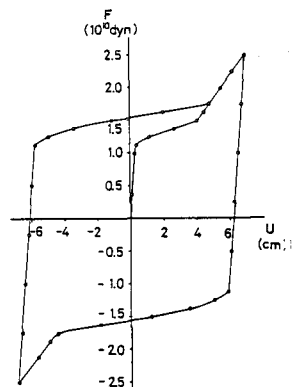


図-7