

氏 名	吹 田 啓 一 郎
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 2868 号
学位授与の日付	平 成 6 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	塔状鋼構造物の力学的性状に関する基礎的研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 金 多 潔	教 授 藤 原 悌 三	教 授 桂 順 治
--------	--------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、架渉線で結ばれた送電鉄塔など塔体部の挙動に大きな影響を及ぼす付属物をもつ塔状鋼構造物の耐震・耐風設計の基本となる「連成系としての動力学的特性」を明らかにするために行った研究の成果をまとめたもので、序論、本論5章、及び総括からなっている。

序論では、塔状鋼構造物の設計規準などを概観し、本研究の背景ならびに意義を述べている。

第1章では、塔状鋼構造物に特徴的な、高さ方向の分布質量をもつ試験体を用いて、振動台による正弦波・ランダム波加振実験を行い、弾性振動時の基本動特性や地震荷重の高さ方向分布形状について調べている。塔状鋼構造物の1次振動モードが卓越して振動する場合、地震時の設計用層せん断力係数として現行規準で規定される値を採れば過小評価につながることもあり、また2次モードが卓越する場合は、塔体頂部の質量が小さくなるに従って頂部での応答変位が大きくなる傾向があるため、無線鉄塔や通信鉄塔のように機能上の理由から通常よりも厳しい変形制限が課せられている構造物では、設計上、とくに注意が必要となることを明らかにしている。

第2章では、特徴的な振動特性をもつ付属物の一例として、送電鉄塔における架渉線を取りあげ、鉄塔—架渉線連成振動系の地震時の挙動を模型実験と数値解析の手法により調べている。ここでは特に架渉線の張力の影響が大きいとされる耐張型鉄塔を対象とし、3鉄塔、2スパンからなるモデルを使って弾性振動時の動特性を調べている。その結果、鉄塔—架渉線連成系の動的応答には水平面内で強い方向性が存在し、特に線路方向と線路直角方向とでは応答量に顕著な違いが見られることを見出だしている。すなわち、線路方向の応答は架渉線の影響が最も大きく見られ、架渉線が存在しない独立鉄塔の応答を量的に大幅に上回る場合があるが、線路直交方向の応答では架渉線に鉄塔の応答を低減させる減衰効果のあることを確認している。

第3章は、鋼素材及び溶接部・ボルト接合部を対象として、載荷速度を制御した高速繰返し実験を行い、各種接合部の履歴特性に及ぼす速度効果について調べた結果をまとめたものである。JISのSS400鋼材で

は、載荷速度の増大に伴ない上下降伏点と引張強度の上昇が顕著であること、また、この鋼材の溶接接合部を対象とした場合でも、突合せ溶接接合部近傍の母材で主に塑性化が進行するため、耐力に及ぼすひずみ速度効果は鋼素材の場合に似た傾向を示すことを明らかにしている。一方、高力ボルト摩擦接合部を対象とした場合、被接合材の板要素の降伏が先行したのち摩擦接合部のすべりが生じるように設計された2面せん断型継手では、載荷速度の増加に伴ない摩擦限界が僅かに低下する傾向が見られることを指摘している。

第4章では、塔状鋼構造物の代表的な架構形式であるダブルワレン型トラス架構を冷間成形鋼管を用いて構成し、これに水平荷重が作用したときの变形性能について調べている。従来型のトラス架構に部材の非弾性座屈や降伏後の非線形挙動を考慮に入れた終局状態を考えると、水平力が鉄塔平面の対角線方向に作用する場合には一定レベルの变形性能が期待できるが、構面平行方向に作用する際には部材座屈後の復元力は急激な劣化を示し、十分な变形性能が期待されないことを明らかにしている。

第5章では、構面平行方向の水平力に対する变形性能を向上させることを目的として、新しいトラス架構形式を提案し、静的載荷実験によりその効果を検証している。著者はknee brace形式と片持ち梁形式の2種類の架構形式を提案したが、曲げ降伏が先行するknee brace部材による支柱材の補剛効果によりknee brace形式がより良い变形性能を示すことを述べている。

総括では本研究の成果の概要を述べ、曲げ降伏先行部材を追加した架構形式を採用すればトラス架構に対してもより高い構造安全性が評価できると結論している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、架渉線で結ばれた送電鉄塔などの構造物を設計する際に基本となる「塔体—架渉線連成系としての力学的性状」を明らかにすると共に、架構形式に対する提案を行ったもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 塔状鋼構造物の1次振動モードが卓越して振動する場合、地震時層せん断力係数として現行規準値を採用すると過小評価することがあり、一方、2次モードが卓越する場合には塔体頂部の質量が小さくなるに従って頂部の応答が大きくなるため、通信鉄塔のように機能上の理由で変形制限が課せられている場合はとくに注意が必要となることを指摘した。
2. 架渉線の張力の影響が大きい鉄塔では、その応答に水平面内で顕著な方向性が存在し、とくに線路方向と線路直角方向とでは応答量に著しい違いがあること、また、線路直交方向の応答では架渉線の応答を低減させる減衰効果が認められることを明らかにした。
3. 鋼材及び部材接合部に高速繰返し載荷する場合、SS 400鋼材とその溶接接合部では載荷速度の増大に伴ない強度の上昇が見られるが、高力ボルト摩擦接合では速度が増大すると摩擦限界が僅かに低下することを示した。
4. 水平力に対する变形性能の向上を目的として新しいトラス架構形式を提案し、その効果を実験的に検証した。とくにknee brace部材が支柱材の補剛材となって座屈耐力を向上させるとともに、座屈後の急激な載荷能力の低下を防止する効果を示すことを明らかにした。

以上、要するに本論文は特殊な塔状鋼構造物の力学的性状を解明すると共に新しい形式のトラス架構の設計を提案したもので、学術上、實際上、寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成6年3月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。