

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 Cho Kyi Soe (Myanmar)

「テンセグリティ」は **Tension** と **Integrity** から成る造語であり、圧縮材同士を接続しないというルールに基づき軸力部材によって構成される構造系の総称である。特にテンセグリティの柔構造物としての特性を忠実に再現するためには、信頼性のある幾何学的非線形解析手法が必要となる。この点において、要素剛性分離の手法による接線剛性法は要素の剛体変位を厳密に評価しうる手法であり、柔構造物の挙動を忠実に再現するものと考えられる。

本論文では、テンセグリティ構造系を対象モデルとし、仮想剛性要素を用いて釣合形状を求める形態解析からゴム材料などの挙動を仮定した超弾性要素の大変形解析、さらには非抗圧条件を付した超弾性要素と線形のトラス要素より構成されるテンセグリティモデルの動的展開シミュレーションに至るまでの一連の解析を共通の幾何学的非線形解析スキームによって実行できることを、いくつかの数値計算例とともに示している。この手法は、対象とする問題において仮定すべき要素挙動に対応した要素力式を設定し、これを接線剛性法のスキームに当てはめれば、前述のような様々なフェーズの解析に適用することができるという汎用性を有している。本論文は6つの章によって構成されており、以下にその概要を示す。

第1章は序章であり、研究の目的と位置づけ、論文の構成についての説明がなされている。

第2章は、本論文において一貫して用いている幾何学的非線形解析理論である接線剛性法について、その理論体系と3次元空間における展開を概説するとともにアルゴリズムの特徴について述べている。

第3章では、テンセグリティの釣合形状を求めるための形態解析について述べており、仮想剛性要素に無応力長を設定することによって多様な形態が得られることを示している。2層の五角形タワーテンセグリティをモデルとして数値実験を実施したところ、べき関数で表示された仮要素力式におけるべき乗数と無応力長との関係が釣合形状に対して支配的に影響することが明らかになった。

第4章では、テンセグリティの畳み込み・展開挙動を再現する際に、引張材の材料挙動として仮定される非抗圧超弾性要素の検証を行っている。ここでは、ネット構造をモデルとして、いくつかの数値実験を実施しており、要素力式における接線剛性を更新せず用いる修正ニュートンラプソン法を不平衡力が節点力を基準に設定した閾値を下回るまで用いる反復手法を用いれば、高い収束性の下、圧縮と引張が混在する複雑な形状の大変形解が確実に得られることが判った。

第5章においては、前章までに得られた知見に基づき、仮想剛性要素を用いた形態解析から、非抗圧超弾性要素に要素置換したのち節点拘束した静的畳み込み解析を経て、節点拘束開放後の動的展開解析に至るまでの、一連の解析を実施した。

第6章は結論であり、各章で得られた知見を総括して、今後の展望を述べている。なお、これらの研究は、審査付き学術論文1編および国際会議論文2編等に報告されている。

令和3年8月4日に博士論文公聴会が開催され、佐賀大学の会場に16名、オンラインでマレーシア UTHM から7名の参加があった。発表後の討論においては多くの質問があったが、申請者はこれらに的確に応答し、質問者から理解を得ることができた。公聴会后、論文の内容について最終審査を行った結果、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な内容を有するものと判断され、審査員全員一致で合格と判定した。