

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小澤 雄樹

本研究で対象とするユニット型張力構造物とは、プレストレス導入により安定化されたユニット（張力安定ユニット）を集積することで構成される張力系構造システムの一形態である。各ユニットは通常1つ以上の自己釣合モードを有しており、部材長さを適宜変化させプレストレスを導入することで剛性を高め圧縮材の数を減らすことが出来る。このため、通常のトラス構造物と比較して軽量化が可能であり、またユニット毎の安定性が高いため、構造物全体が釣り合うことで初めて成り立つ通常の張力構造物と比較して施工が格段に容易である、という重要なメリットを有する。

もし、ユニット毎の応力的な独立性が十分に高ければ、その応力状態は相互に影響を与えないため、ユニット単位で独立にコントロールしていけば良いこととなる。これを「ユニット独立の仮定」と呼び、その考え方の簡便さから多くの建築物で利用され、ユニット毎に個別に管理する方法で設計・施工が進められてきた。

しかし近年、川口らにより実施されたユニット型張力構造物の実施例における存在張力測定実験の結果などを通して、ユニット間の相互作用の影響が無視出来ないレベルであることが明らかとなって来ている。

張力構造物の応力状態を正確にコントロールすることは一般的に容易ではなく、今後の更なる研究開発が望まれる分野である。本分野の既往研究は充実しているとはいえないが、その中でも主要なものを挙げるとすれば、東京大学生産技術研究所 川口健一教授らによる一般逆行列を用いた逆解析による手法、（元）日本大学理工学部 斎藤公男教授らにより提案された逆工程解析手法などが見受けられる。前者は全てのアクチュエータ部材を同時に制御する架構全体の応力制御であり、後者は部材1本1本をステップ毎に制御して架構全体が目標張力分布を得る施工解析的なプロセスを扱った研究の代表的なものである。

いずれも厳密な数値解析に基づく手法であり、これらの手法により構造物全体をモデル化し、部材1本1本の制御量を算出することは、計算機が発達した現在においては困難ではない。しかし、施工が複雑になりすぎる恐れがあり、構造物の特性を定性的に捕えようとする場合には必ずしも適切ではない。また、実際の施工現場においては、制御に対して計算通りの応答値が得られない場合

や、設計時に想定していないトラブルが発生する場面などに数多く遭遇する。このような場合には、構造物の局所的な挙動に着目した簡便な手法の方が実用的で実効性があると言える。

本研究では、ユニット型張力構造物において、プレストレス分布に対するユニット間の相互作用の影響を把握すること、またそれを考慮し簡易な方法で精度良く目標の応力状態を実現可能な張力導入計画法を提案し、その適応性を確認することを目的としている。

本論文は、以下に述べる全8章で構成されている。

第1章では、本研究の概要と特徴について述べ、本論文の概略を説明している。

第2章では、本論文の研究対象であるユニット型張力構造物の特徴と、設計・施工時に一般的に用いられる「ユニット独立の仮定」の問題点について述べるとともに、本論に関連する(1)張力安定トラス、(2)張力構造物の応力制御、(3)一般逆行列の構造工学への応用及び(4)その他に関する既往研究を整理してまとめている。これらの背景を基にして、本論の研究目的とその位置付けについて論じている。

第3章では、実際の張力導入手順を模した数値シミュレーションを実施し、張力導入時の条件の違いが最終的な応力分布に及ぼす影響について確認している。

シミュレーションの方法は応力法に基づくことからこの定式化について述べ、セル・オートマトン法において用いられる主要な近傍概念を導入している。

第4章では、ユニット型張力構造物の実施例である「張力安定トラスドーム」の実大実験結果に対して行った検討結果について示している。

第5章では、ユニットに応力変動を与えた場合の周辺ユニットによる拘束効果をバネ置換により評価する方法について提案している。

第6章では、前章までの結果を受け、対象ユニットと周辺ユニットの相互作用の影響を考慮した簡易張力導入計画法を提案し、その有効性を解析的に検討している。

第7章では、平面型の5×5ユニットモデル試験体を作成し、張力導入実験を実施している。

数値解析の妥当性を確認するために、第2章のシミュレーションと同様の条件で張力導入実験を実施し、結果を解析値と比較している。実験的検討においても提案手法の有効性を裏付けることが出来ている。

第8章では、各章で得られた知見を要約することで本論文の結論とし、今後の研究課題の展望を述べている。

以上より、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。