

修士学位論文等要旨  
Abstract of Master's Dissertation or Selected Topical Research

論文提出者 / The person who submits a thesis

専攻名 / Department 工学専攻  
分野名 / Division 水環境・土木工学分野  
学籍番号 / Student ID 20W3013E  
氏名 / Name 水野翔太

論文等題目 / Title

材料コスト最小化に基づくアルミニウム合金製張弦桁の最適形態

論文等要旨 (1,000字以内) / Abstract (Within 1,000 characters in Japanese or 300 words in English)

近年、構造物の維持管理の観点から、軽量で耐腐食性を持つアルミニウム合金材が注目されている。一方、低剛性であるため橋梁設計におけるたわみ制限を考慮すると断面を大きくしなければならず、高コストで非効率な材料となる。そこで、アルミニウム合金桁をケーブル材と束材と呼ばれる柱部材により桁全体の剛性を高め、断面のコンパクト化をすることでコスト低減が見込まれる張弦構造への適用を試みた。

本研究では、位相最適化手法の一つであるグランドストラクチャー法と軸力の小さな要素を取り除くことでシンプルな形態を創出するESO (Evolutionary Structural Optimization) 法を併用して材料コストを最小にするアルミニウム合金製張弦桁の最適形態を明らかとする。グランドストラクチャー法とは、設計領域に配置した節点間を線要素で結んだグランドストラクチャーと呼ばれる下地構造を作成し、数学的な最適化手法により軸力の小さな要素を取り除いた後に残った形状を求める方法である。本研究では、まずグランドストラクチャー法とESO法を用いて4種類の異なるグランドストラクチャーから5つの位相を創出した。得られた位相の下弦材にケーブル材を、その他の部材にアルミニウム合金材をそれぞれ割り当て、アルミニウム合金製張弦桁の構造モデルを作成した。材料と張弦化の影響を調べるために、鋼製張弦桁、アルミニウム合金製トラス桁、鋼製トラス桁も比較対象として採用した。その後、部材の断面積を設計変数、部材の断面積、材料の許容応力および許容座屈応力と最大たわみを制約条件とし、材料コスト最小化問題の定式化を行い、材料コストを優位にするアルミニウム合金桁の形態について検討を行った。以下に結果を示す。

アルミニウム合金桁の材料コストは、張弦桁の構造モデルG2-1 (アーチ形モデル) で最小となり、トラス桁の構造モデルG1 (格子形モデル) で最大となった。アルミニウム合金製張弦桁の材料コストはアルミニウム合金製トラス桁の材料コストより18%~34%程度減少したものの、鋼製トラス桁の材料コストの1.5倍~1.8倍であり、鋼桁の材料コストに対するアルミニウム合金桁の材料コストの優位性は見られなかった。一方で、アルミニウム合金製張弦桁のたわみはアルミニウム合金製トラス桁のたわみより6.0倍~7.6倍増加した。これらのことから、アルミニウム合金桁において、材料コスト抑えるには張弦桁のアーチ形モデルを選択すれば良いことが分かった。