

アルミニウム合金製張弦トラス橋の基礎力学特性に関する検討

信州大学 学生会員 ○林 歩海
 信州大学 学生会員 米谷 智仁
 信州大学 正会員 近広 雄希

1. 目的

張弦構造は、梁と梁下面の支柱を介して設置された引張材から構成されるハイブリット構造である。軽量性と安全性を兼ね備えていることから建築分野のドーム構造をはじめ多くの実績があり、橋梁分野ではコンクリート材と組み合わせた事例が幾つか見られる¹⁾。本研究では、既往の研究で扱ってきた作業路用のアルミニウム合金製トラス橋を対象に張弦化の際に設計パラメータとなる支柱高さや支柱間隔、初期張力等に着目し、その基本的な力学特性を解析的に評価するとともに、たわみ制限やコストの観点から橋梁分野で利活用 of 少ないアルミニウム合金材料の可能性を探ることを目的とする。

2. 解析概要

解析モデルは、図-1 のように全長 15,000mm、高さ 941mm のアルミニウム合金製トラス橋であり、両端部はピン支持されている。モデル内のトラス部は幅 30mm、高さ 30mm、板厚 3mm の中空部材から、支柱部は幅 100mm、高さ 50mm、板厚 5mm の中空部材からそれぞれなる。すべての部材はアルミニウム合金材 A6063 からなり、弾性係数 $E_a = 62.5\text{GPa}$ 、降伏応力 $\sigma_y = 216.0\text{MPa}$ 、密度 $\rho_a = 2.71 \times 10^{-9}\text{ton/mm}^3$ となる。また引張材としてステンレス鋼ケーブルを想定し、弾性係数 $E_c = 88.0\text{GPa}$ 、密度 $\rho_c = 2.09 \times 10^{-9}\text{ton/mm}^3$ とした。解析モデルにおいて、トラス部材とケーブル材はトラス要素、支柱部は梁要素を用いた。また荷重は、モデルの死荷重に加えて群衆荷重を想定した分布荷重 0.0035 N/mm^2 を床版上に与えた²⁾。この解析モデルに対して、図-1 内の支柱高さ h 、支柱間隔 w 、初期張力 T_0 を変化させたパラメトリック解析を実施した。

3. 解析結果

解析結果の一例として、初期張力 T_0 と中央たわみ（図-1 内の点 A 参照）との関係を図-2 に、荷重と中央たわみの関係を図-3 にそれぞれ示す。両図の (a) では支柱高さ h に、両図の (b) では支柱間隔 w にそれぞれ着目している。また両図中の赤い破線は張弦化していない場合の中央たわみ値を、図-3 中の破線は歩道橋のたわみ制限値²⁾である $L/400$, $L/600$ の該当値を示す。

図-2 (a), (b) では初期張力を与えることによりモデル全体が上反りになり、中央たわみは低減した。ここでは、初期張力に対して支柱間隔 w よりも支柱高さ h の方が与える影響は大きいと分かる。例えば初期張力 T_0 が 4000N 時の中央たわみ値を比較すると、図-2 (a) では支柱の高さ h が 706mm と 1,443mm 間に 45% の差があるが、図-2 (b) では支柱の間隔 w が 2,500mm と 10,000mm 間でも 12% の差に留まった。この傾向は死荷重および活荷重を与えた図-3 も同様であり、中央たわみに与える影響は支柱間隔 w よりも支柱高さ h の方が大きいことが分かる。また前述と同じ初期張力 T_0 が 4000N の場合で比較すると、図-3 (a) では支柱の高さ h が 706mm と 1,443mm 間で 26% の差があるが、図-3 (b) では支柱の間隔 w が 2,500mm と 10,000mm 間でも僅か 6% の差に留まった。

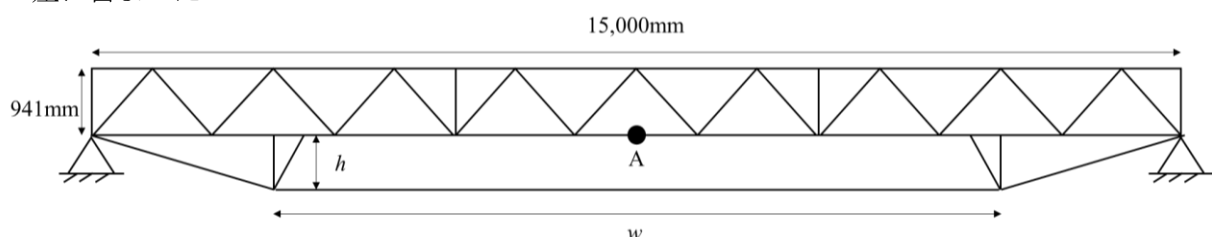


図-1 解析モデルの概要

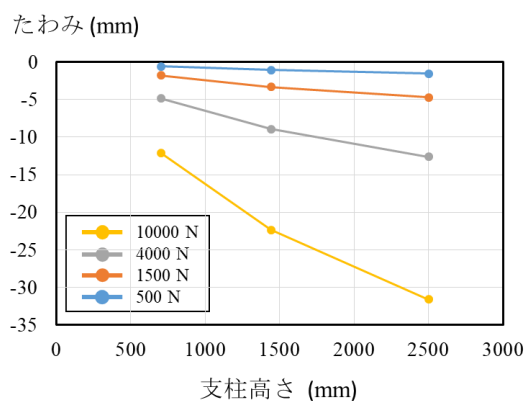
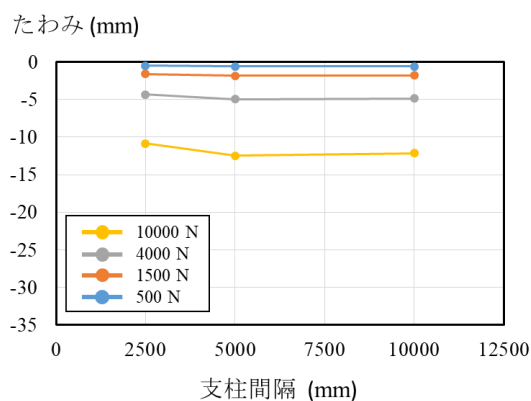
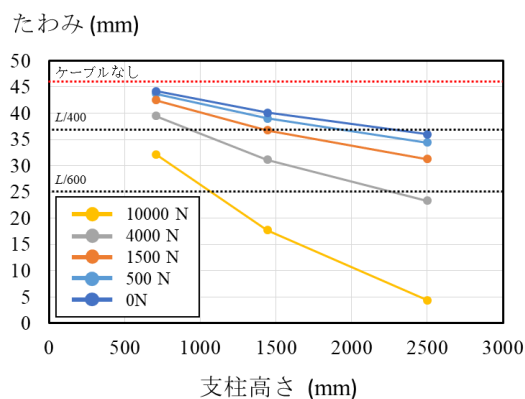
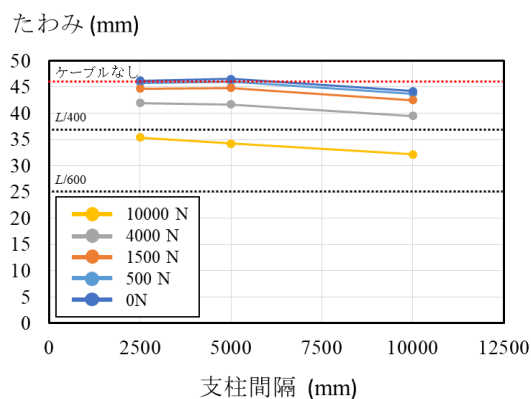
(a) 支柱高さ h の影響(b) 支柱間隔 w の影響図-2 初期張力 T_0 に対する中央たわみの変化(a) 支柱高さ h の影響(b) 支柱間隔 w の影響

図-3 死荷重および活荷重に対する中央たわみの変化

赤い破線が示すケーブル材がない状態では、図-3(a)中の制限値 $L/400$ より 10mm 程度大きなたわみが生じていたが、ケーブル材が付加されることによって、中央たわみは小さくなった。特に支柱高さ $h = 2,500$ では、たわみは制限値 $L/400$ よりも小さくなった。また初期張力 10,000N を与えた場合では、支柱高さ $h = 706\text{mm}$ で $L/400$ を下回り、支柱高さ $h = 1,433\text{mm}$ で $L/600$ の制限値よりもたわみが小さくなった。このことから、張弦化した際の初期張力の大きさと支柱高さによってアルミニウム合金橋のたわみ量を低減できることが分かり、アルミニウム合金材に対する張弦構造の有用性が確認できた。

4. 結論

本研究で明らかとなったことを以下に述べる。

- 1) 張弦化によるアルミニウム合金製トラス橋のたわみ低減手法に対して、支柱間隔よりも初期張力や支柱高さが大きく影響することが分かった。
- 2) 初期張力や支柱高さを調整することによって、アルミニウム合金製トラス橋の部材剛性を変えなくとも、歩道橋のたわみ制限の範囲内に収められることが分かった。

5. 参考文献

- 1) 近藤真一，梶川康男，前田研一：コンクリート張弦桁橋の力学特性と車両走行時，破壊時の挙動，土木学会論文集 No. 704/V-55，pp.201-217，2002.5.
- 2) 土木学会構造工学委員会：歩道橋の設計ガイドライン，丸善出版，2011.1.