

パラメトリック解析によるアルミニウム合金製張弦トラス橋の性能評価

信州大学 学生会員 ○市来 拓士
信州大学 正会員 近広 雄希

1. 目的

災害発生直後の迅速架橋を目的とした緊急仮設橋¹⁾には、機動性の向上のために軽量材料が用いられる例も多い。一方、軽量材料の弾性係数は橋梁分野で一般的な鋼材と比べて低く、材料コストも高い。これに対して水野らは、ケーブル材を併用した張弦化によって主構造の負荷を減らすことができ、材料コストの低減に繋がることを数値最適化により示した²⁾。そこで本研究では、既往の研究³⁾で性能評価をした作業路用アルミニウム合金製トラス橋を対象に、支柱高さや支柱間隔、初期張力をパラメータとした FEM 解析を行い、基本的な力学的特性を評価するとともに、張弦化の有用性を検討する。

2. 解析概要

図-1 に FEM 解析に用いた全長 15000 mm、高さ 991 mm のアルミニウム合金製トラス橋を示す。図-1(a)のように、5000 mm の単位モジュールがトラス構造の上部をガセットプレートにより、下部をフック型継手により連結されており、解析モデルの両端端部はピン支持されている。図-1(b)にフック型継手の拡大図を示す。主構のトラス構造は幅 30 mm、高さ 30 mm、板厚 3 mm の中空部材から構成され、支柱部は幅 100 mm、高さ 100 mm の中空部材から構成される。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 $E_a = 62.5$ GPa、降伏応力 $\sigma_y = 216.0$ MPa、密度 $\rho_a = 2.71 \times 10^{-9}$ ton/mm³ とした。アルミニウム合金製トラス橋の質量は 210 kg である。引張材にはステンレス鋼ケーブルを使用し、弾性係数 $E_c = 88.0$ GPa、密度 $\rho_c = 2.09 \times 10^{-9}$ ton/mm³ とした。解析モデルのトラス部材とケーブル材にはトラス要素、支柱部にはソリッド要素、床板にはシェル要素を用いた。また、荷重は解析モデルの死荷重に加え、荷物を持ったひと一人の渡橋を想定した人荷重 150 kgf をモデル中央の床板上に与えた。このモデルに対して、支柱高さ $h = 673.8, 1118.9, 2282.6$ mm、支柱間隔 $w = 3000, 6300, 10000$ mm、初期張力 $T_0 = 0, 500, 1500, 4000, 10000$ N で変化させた計 30 パターンのパラメトリック解析を行った。

3. 解析結果

初期張力 T_0 と中央たわみとの関係を図-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(a)は支柱高さ h に、両図(b)は支柱間隔 w に着目をしている。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 ($h = 673.8$ mm, $w = 10000$ mm) を表す。初期張力のみを与えた図-2(a), (b)では、鉛直上向きのたわみが生じており、モデル全体にキャンバーがついていることが分かる。 $T_0 = 4000$ N における中央たわみは、図-2(a)では $h = 673.8$ mm, 1118.9 mm の間に 38% の誤差があったが、図-2(b)では $w = 3000$ mm, 10000 mm 間でも 15% の誤差に留まった。一方、初期張力に加え荷重を与えた図-3(a), (b)では、前述の張弦化していない場

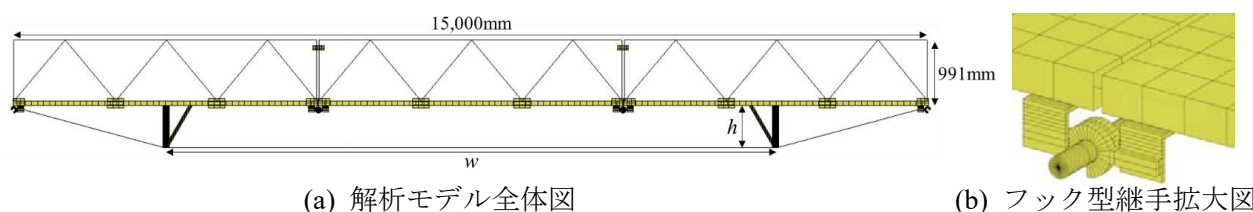


図-1 FEM 解析に用いたアルミニウム合金製張弦トラス橋

キーワード 緊急仮設橋, モジュール橋, 張弦構造, アルミニウム合金材

連絡先 〒380-8533 長野県長野市若里 4-17-1 TEL:026-269-5281

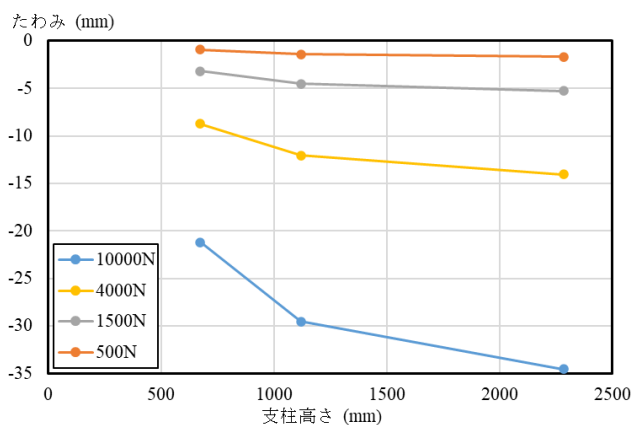
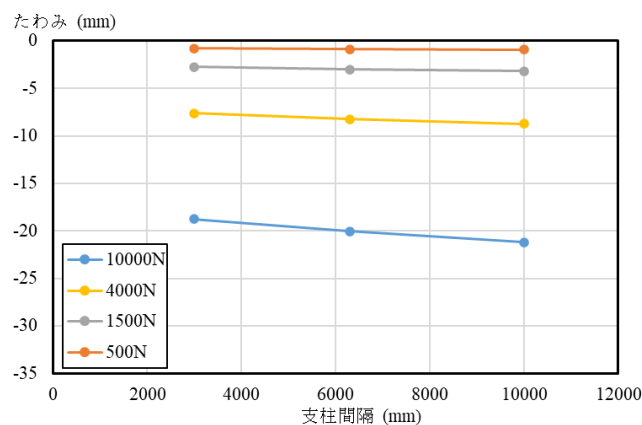
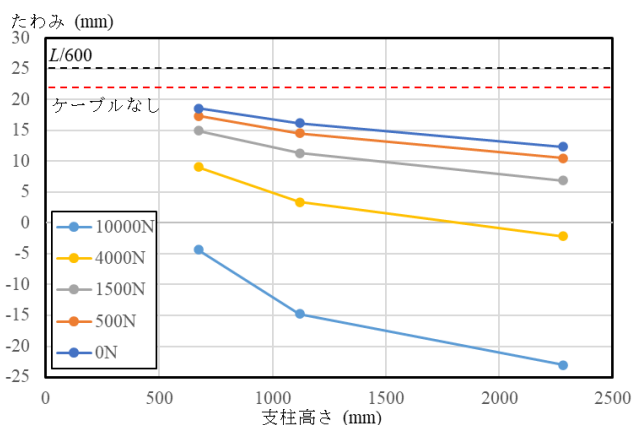
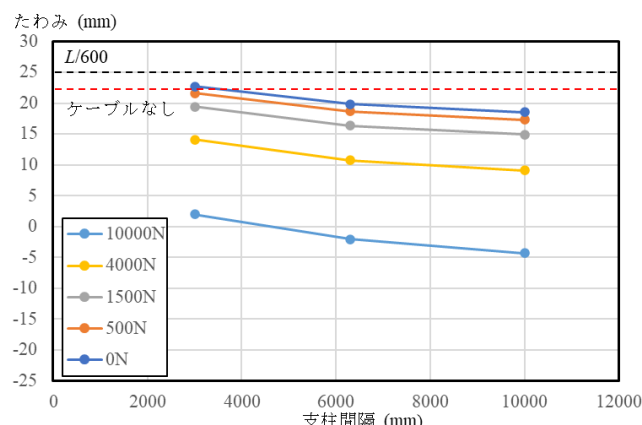
(a) 支柱高さ h の影響(b) 支柱間隔 w の影響図-2 初期張力 T_0 に対する中央たわみの変化(a) 支柱高さ h の影響(b) 支柱間隔 w の影響

図-3 死荷重および活荷重に対する中央たわみの変化

合の中央たわみと、初期張力を与えず張弦化した場合のたわみとの間に 14.7%の誤差があった。また、 $T_0 = 4000$ N の場合で比較すると、図-3(a)では $h = 673.8$ mm, 1118.9 mm の間に 62%の誤差があったが、図-3(b)では $w = 3000$ mm, 10000 mm 間でも 36%の誤差に留まった。

以上のことから、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製トラス橋のたわみ量を低減できることが分かり、張弦構造の有用性を確認できた。

4. 結論

- 1) 作業路用アルミニウム合金製トラス橋を張弦化することによって、中央たわみを低減することができ、張弦構造の有用性を確認できた。
- 2) 初期張力と中央たわみ、および荷重と中央たわみの関係から、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 が大きいことが分かった。

5. 参考文献

- 1) 土木学会構造工学委員会：災害時の緊急架設を目的とした緊急仮設橋に関する調査小委員会活動報告, 2020.3.
- 2) 水野翔太, 近広雄希, 小山茂: 張弦構造を利用したアルミニウム合金桁の材料コスト最小化の試み, 構造工学論文集, Vol.68A, pp.102-111, 2022.3.
- 3) 林歩海, 米谷智仁, 近広雄希: 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, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.3-4(I-2), 2020.3.