

接合部の補強を考慮した移動式足場の簡易モデルによる数値解析

210-040 加藤 光展

1. はじめに

経済性が重視された足場が研究されている中、昇降式足場は組みばらしが早く、工期短縮が出来るなどのメリットで注目されている。このような足場の設計においては、経済性および構造性能の両立が求められている。本研究では足場の架台として使用される組立式トラス梁の制作誤差を考慮した簡易解析モデルを作成し、接合部の補強や部材の実測断面に基づく数値での解析を行い、簡易数値解析がどの程度実験結果を評価できるかについて検討し、応力分布やひずみ、節点変位を比較する。

2. 解析モデル

本研究では、載荷実験に使用されている試験体の力学的特性を明らかにする事を目的として、3つのユニットで構成された解析モデル (TB-3A、TB-3B、TB-3C) を平面フレーム応力解析ソフト Super Build/FA1 を用いて数値シミュレーションを行う。既存の載荷実験では、組立式トラス梁の節点を剛接合として考え、片側をピン支持、もう片側をローラ支持とされた。ユニット間のピン連結部については接触を考慮したピン接合となるように設定され、曲げモーメントが伝達されないように設定されている。TB-3A は、ユニットの標準試験体である。TB-3B は、TB-3A と同様の構成ではあるが、下弦材のピン連結部分に対して各ユニットのローラー支点側寄り下弦材連結孔を標準の 26mm より 27mm に設定され、この連結孔の位置を上方へ 1mm ずらすという製作誤差を施した試験体である。TB-3C は、TB-3A と同様の構成で TB-3B と同じ製作誤差を上弦材に施した試験体である。本論文ではこの 3 体の既存試験体に対して、できるだけ実験時と同様の条件、つまり接合部の補強や断面の実測方法、連結部の接触を考慮した線材モデルを作成した。

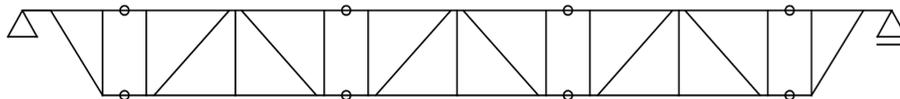


図 1: TB-3A 線材モデル

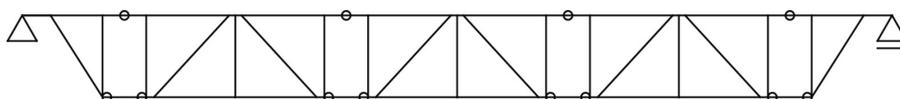


図 2: TB-3B 線材モデル①

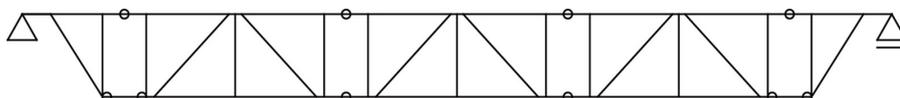


図 3: TB-3B 線材モデル②

数値における部材の設定を表 1 に示す。

3. 解析方法

図 1 は標準試験体の解析モデルである。TB-3B は製作誤差によりピンと接触するまでの間、下弦材連結部には、荷重が加えられていない状態であるため、図 2 のように製作誤差が施された連結部材の両端をピンに設定し、一点集中荷重の載荷を加えるが、中央ユニットの上弦材ピン節点と下弦ピン節点の鉛直変位の差が製作誤差である 1.5mm に達したところでこの載荷を終了させ、図 3 に示すモデルに切り替えてから載荷の継続を行い下弦材の両端の接触が成立してから、図 1 のモデルに戻し載荷を続ける。TB-3C では、図 2 に示すように TB-3B で用いた操作を上弦材に採用して解析を行った。TB-3B と TB-3C は、モデルを三回に分けてそれぞれ解析して累積した結果を解析結果とした。

本論文では、各部材の実測側面および接合部の補強プレートを考慮した数値解析を行う。実測板厚に基づく断面積および断面二次モーメントを表 2 に示す。表中の数字は公称値に対する割合である。また、補強プレートの位置も考慮し、補強プレートによって補強された鋼材の耐力を解析モデルに組み込む事により、載荷実験に用いられたモデルに限りなく近づけた。部材の最大応力のほか実験と同様の計測位置のひずみも比較する。

表 2: 公称値から実測値への各部材変化

各部材変化	断面積 (%)	断面二次モーメント (%)
上弦材	92.52	92.94
下弦材	94.59	95.00
鉛直支柱	94.18	99.00
斜材	93.45	99.00

表 1: 各部材の材料特性

試験片	寸法 (mm)	鋼材
上弦材	□100 × 50 t2.21	STKR400
下弦材	□50 × 50 t3.01	STKR400
支柱	φ 42.5 t2.17	STK400
斜材	φ 34.04 t2.14	STK400
補強プレート	50.0 t6.0	SS400

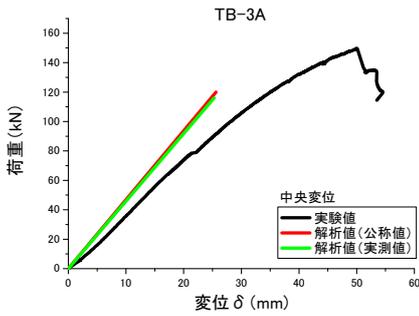


図 3 : TB-3A 荷重-変位

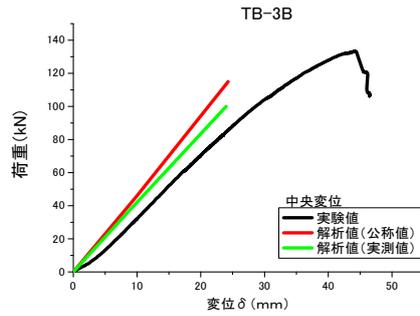


図 4 : TB-3B 荷重-変位

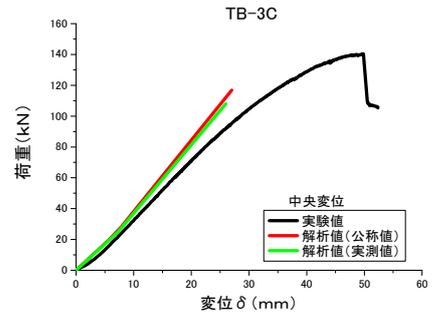


図 5 : TB-3C 荷重-変位

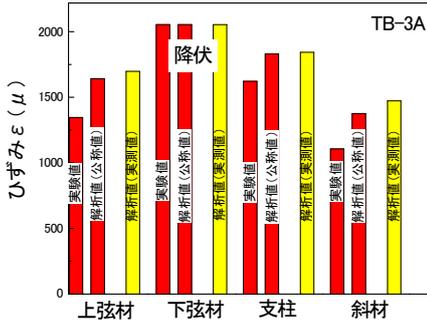


図 6 : TB-3A 各部材ひずみ

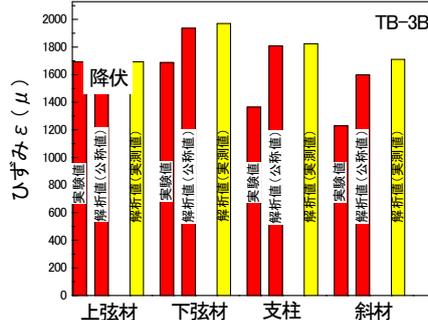


図 7 : TB-3B 各部材ひずみ

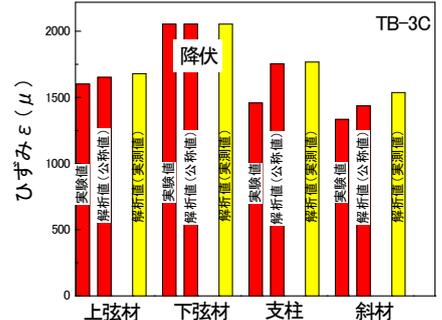


図 8 : TB-3C 各部材ひずみ

表 3 : 降伏する場所 降伏耐力

(kN)	降伏部材		
	実験値	解析値 [公]	解析値 [実]
TB-3A	下弦材	下弦材	下弦材
	93.9	120.3	116.2
TB-3B	上弦材	上弦材	上弦材
	85.4	115.5	100.3
TB-3C	下弦材	下弦材	下弦材
	91.4	116.9	107.7

表 4 : 降伏時中央鉛直変位

試験体名 (mm)	実験値	解析値[公]	解析値[実]
TB-3A	26.2	25.6	25.3
TB-3B	23.9	24.3	24.0
TB-3C	25.6	26.5	25.6

4. 解析結果および考察

解析結果から、得られた試験体の降伏耐力および降伏した部材とともに表3に示す。表3のように、製作誤差により降伏する場所が異なり、一様に降伏耐力の低下が見られた。この降伏する場所の変化は、本論文の簡易モデルにより完全に再現されている。各モデルの降伏耐力については、公称値と実験値では三割程度上回る過大評価の傾向がみられるが、実測値の場合では一割後半から二割程度にとどまった。降伏耐力における最大の誤差は、どちらもTB-3Bのケースになっているが、公称値は35%の増加に対して実測値では17%まで改善された。これは板厚の減少による断面二次モーメント、断面係数の低下が主要因であると考えられる。また、製作誤差による降伏耐力の低下は実験結果、数値の解析と共に同様の傾向を示している。図3から図5は荷重-変位を示し、全てのモデルにおいて解析の過大評価が見られ、TB-3Bのケースでは特に顕著である。図6から図8は各部材のひずみの比較を示す。降伏時の各部材の最大ひずみの実測値に対して数値解析値の過大評価が顕著に表れている。

5. まとめ

本研究では、連結部の製作誤差を考慮した既存試験体に対して部材断面の実測値および接合部の補強を考慮した解析を行い実験値との比較から次の事が分かった。(1)製作誤差による接触の変動が最も表れるように設定した簡易解析モデルは、段階的に連結ピンの接触を表現しており、製作誤差による耐力低下を概ね精度よく評価できる。(2)接合部の補強や部材の実測断面性能を考慮したにもかかわらず、いずれのモデルも過大評価傾向が見られた。(3)荷重の分担という側面からは、実験結果に比べ数値解析の結果では降伏した部材以外の荷重分担率が大きくなる傾向が見られた。これは簡易解析モデルによる誤差のほか、実験における計測誤差も影響と考えられる。

[参考文献] 1) 林暁光：移動昇降式足場における足場作業床架台の強度実験、東阪工業株式会社、2014年 2) JFE スチール/株式会社：鋼構造設計便覧、2004年 3) Super Build/FA1～任意形平面フレーム解析～、ユニオンシステム株式会社 4) 日本構造協会 わかりや すい鉄骨の構造設計