

ベースプレートの浮き上がり変形を考慮したトラス構造の数値解析モデル

○名城大学大学院 学生会員 今瀬 史晃 名城大学 学生会員 舟山 淳起
名城大学 フェロー 宇佐美 勉

1. 緒言

格点部がガセットを介して高力ボルトで剛結された鋼平面トラス模型（図-1）を両端回転支承，中間をローラー支承で支持し，一定鉛直荷重のもと単調増大，または繰り返し水平荷重が作用する状態で実験を行った．上下弦材および鉛直材には H 型鋼（H100 x 100 x 6 x 8 で材質は SS400）を弱軸回りに使用した．斜材はこれのフランジ幅を 50mm に削ったものである．主目的は，トラス構造全体の破壊に至るまでの損傷過程を実験的に求め，文献 1， 2）で提案されている梁要素を用いた解析手法の妥当性を検証することである．当然，梁要素を用いている

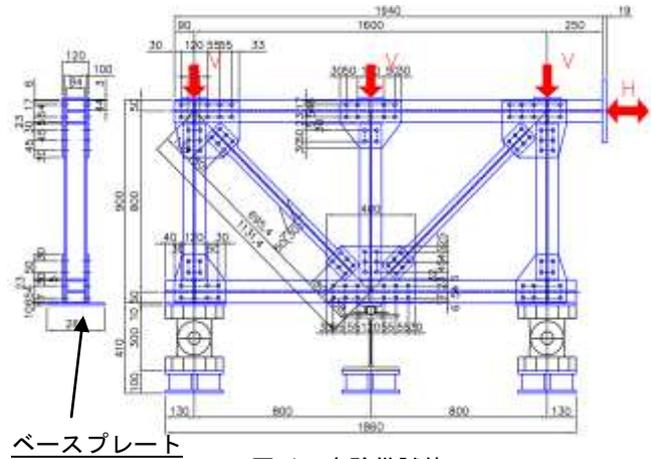


図-1 実験供試体

ため，局部座屈および接合部のボルト周辺の損傷は考慮できないが，これらが顕在化する前までなら実験結果をよく模擬することが出来た．しかし，载荷後のごく初期から下弦材を回転支承部に取り付けるベースプレート（以降，BP と略記する）に浮き上がり変形が生じたため，大変形前の状態でも回転支承の回転量，トラスの変形モードに若干であるが違いが見られた．BP の浮き上がり変形は正方向（左方向）载荷では，回転が反時計方向に生ずる右回転支承，負方向（右方向）载荷では，回転が時計方向に生ずる左回転支承の BP に生じ，位置は全て中間支点側であった．BP の強度と剛性が不足していたことが要因と考えられる．そこで，BP の浮き上がり変形の影響を考慮した解析モデルを提案する．

2. 解析モデル

トラスの全体解析は梁要素を用いた複合非線形解析を行った．斜材は，格点間で 20 分割（平行部を 12 分割，両端部をそれぞれ 4 分割）し，上下弦材，鉛直材はすべて 10 分割した．用いた構成則は，バイリニア移動硬化則（2 次勾配は $E/100$ ）である．右回転支承のモデルの詳細を図-2 に示す．左回転支承のモデルも同様である．このように，左右の回転支承に BP の

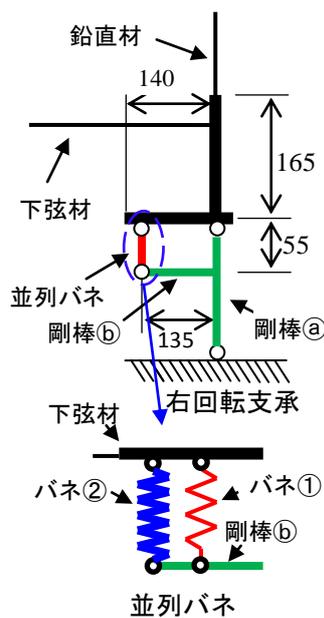


図-2 右回転支承付近の解析モデルの概要

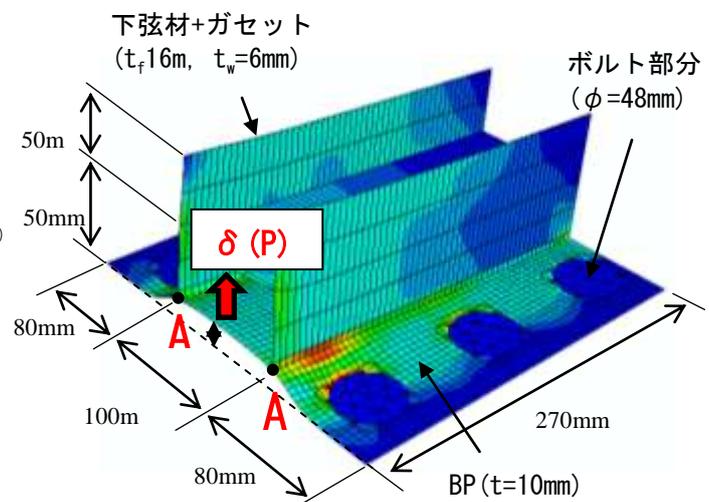


図-3 BP の浮き上がり変形解析モデル

浮き上がり変形の履歴を持つ一組の弾塑性バネに置換することで BP の浮き上がり変形を考慮した。BP の浮き上がり変形の構成則はシェル要素を用いた弾塑性有限変位解析から求める。シェルによる解析モデルを図-3 に示す。ガセットの影響はガセット厚 (10mm) を下弦材フランジ厚 (8mm) に加算することで考慮している。BP は、左端辺以外の 3 辺およびボルトの位置で Y 方向変位を拘束した。荷重は左端辺中央に鉛直上向き方向変位 δ (反力としての Y 方向荷重を P とする) を、実験での最大浮き上がり変位量である 18mm まで片振り繰り返し荷重を変位増分法によって行った。得られた荷重 P と浮き上がり変位 δ の関係を図-4 に示す。この P - δ 関係を一組の並列結合されたバネによって、バイリニア移動硬化則で近似しモデル化する。バイリニア近似は、下弦材と BP の接合部 (図-3 中の A 点) が降伏する荷重を降伏荷重 P_y として初期直線 (勾配 K_1) を求め、2 次直線 (勾配 K_2) は解析曲線と吸収エネルギーが等しい条件より算定した。結果は、 $K_1=3.04 \times 10^5$ N/mm, $K_2=1.69 \times 10^4$ N/mm, $P_y=2.7 \times 10^5$ N, $\delta_y=0.899$ mm である。

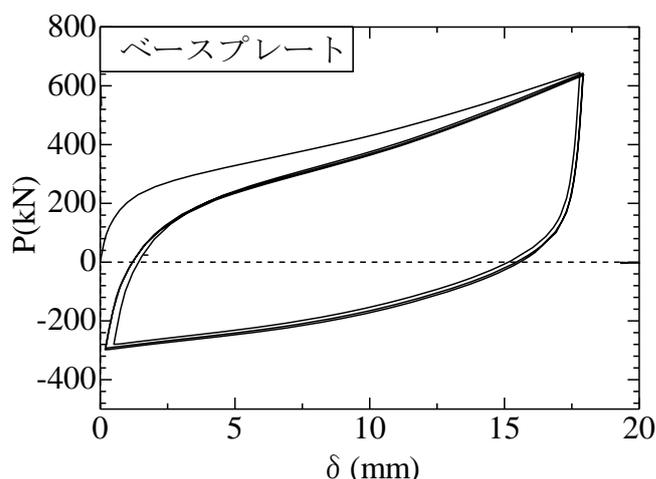


図-4 荷重 P -BP の浮き上がり変位量 δ の解析結果

3. 解析結果

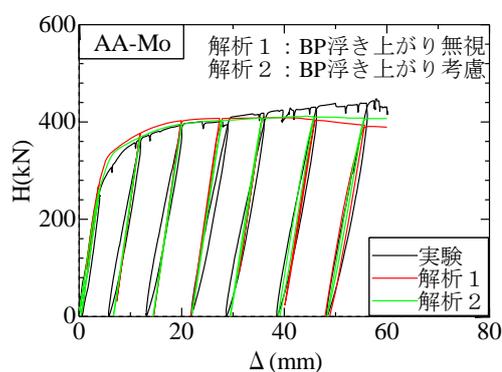
図-5 に H - Δ , H - θ 関係を実験結果と浮き上がり変形を考慮しない解析と比較して示す。 H - Δ 履歴曲線には大きな相違が見られなかった。しかし、 H - θ 履歴曲線では BP の変形を考慮した方が回転角が大きくなり、実験値に近づくことがわかる。変形図の検討については発表で紹介する。

4. 結言

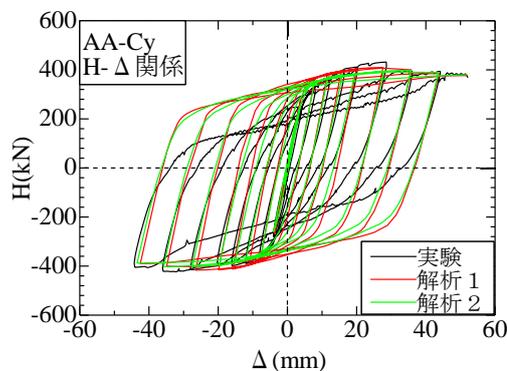
BP に生じた浮き上がり変形を考慮した解析モデルを提案した。解析結果から、浮き上がり変形がトラスの挙動に及ぼす影響は、水平変位 Δ よりも回転支承の回転角 θ の方が大きい。しかし、実用的な範囲では無視しても差し支えない影響と考えられる。浮き上がり変形の提案モデルにより、実験結果に類似したトラスの変形モードが得られた。

参考文献

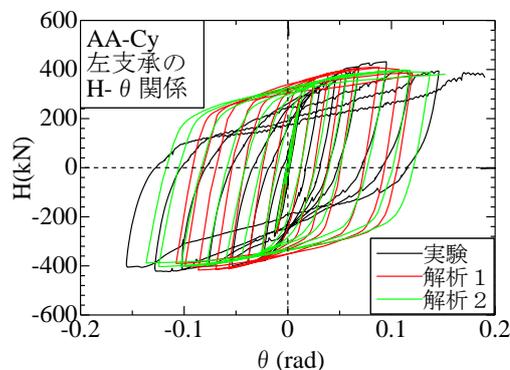
(1) 宇佐美勉ら：繰り返し水平荷重を受ける鋼製剛結トラスの破壊実験と解析，構造工学論文集，土木学会 Vol.57A, pp.500-512, 2011.3, (2) 宇佐美勉ら：鋼橋の耐震解析におけるブレース材のモデル化，構造工学論文集，土木学会，Vol.56A, pp.381-392, 2010.3



(a) 単調増大 (H - Δ)



(b) 繰り返し (H - Δ)



(c) 繰り返し (H - θ)

図-5 BP の浮き上がりの有無による H - Δ 及び H - θ 履歴曲線の比較