

一定鉛直荷重と繰り返し水平荷重を受ける鋼トラス構造の破壊実験

名城大学 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

昨年度、節点がガセットを介して高力ボルトで接合された鋼トラス構造模型(図-1)に、一定鉛直荷重と繰り返し水平荷重が作用する状態でどのような部材・部位の順に破壊が進行していくかを調べる実験を行った¹⁾。結果の一つとして支承部周辺に損傷が広がり、支承部の回転が大きくなってしまい、斜材の座屈が助長された。本研究では、この鋼トラスの斜材の取り付け方向を変更した、鋼トラス構造模型(図-2)を製作し同様の実験を行い、支承の回転による斜材座屈を回避するとともに、構造的違いによってどのような挙動の違いがあるか比較、検討を行った。比較項目は、水平荷重-水平変位関係、支承部での回転力、および損傷の箇所、順番である。

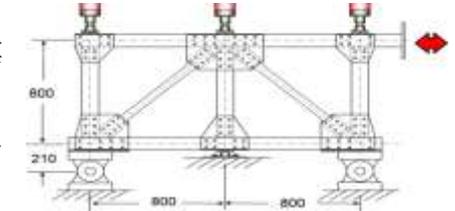


図-1 昨年度の実験

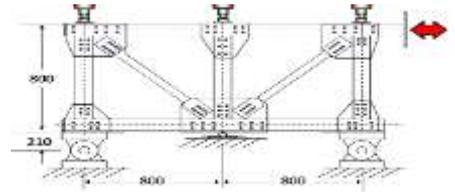


図-2 今年度の実験

2. 実験概要

実験供試体は図-2 に示す鋼平面トラス模型で、全部で 14 体の供試体を製作し実験を行った。昨年度の実験と比較することを考慮し、3 種類の供試体について記述する。トラス構造は両端基部がピン支持、中央基部がローラー支持され、3 体の鉛直ジャッキにより均等な一定鉛直力 V を鉛直部材に載荷し、上弦材に繰り返し水平荷重 H が載荷されている。昨年度終了している図-1 の供試体 3 体、および斜材方向を変更した図-2 の供試体 3 体の一覧を表-1 で示す。上下弦材および鉛直材には、図-3 に示すような SM400 の H 型鋼を弱軸方向に使用した。表-1 の供試体名の最初の A, B, BRB は斜材の断面の種類を表している。3 種類の斜材の全体図および断面図を図-3、図-4 に示す。断面 A, B は図-3 の H 型鋼のフランジ幅をそれぞれ 50mm, 30mm に削ったものである。また BRB は座屈拘束ブレースを表す。図-5 の BRB はブレース材および拘束材に平板を使用し、安全係数 $v_F \geq 3.0$ で全体座屈が生じない設計となっている。供試体名の 2 番目の記号は載荷条件を表し、Cyclic は繰り返し載荷を表す。3 番目の数値は鉛直材の初期軸力 (N) と降伏軸力 (N_y) の比を表し、全ての実験において 20% で実験を行った、BRB 斜材の供試体には最後に芯材の幅が記入されている。トラス構造の各格点は板厚 10mm の 2 枚のガセットプレートを通じて M16 の高力ボルトにて摩擦接合されている。

表-1 供試体一覧

No	供試体名	斜材断面	トラス構造
1	A-Cy-0.2	H100x50x8x6(弱軸)	昨年度の実験
2	B-Cy-0.2	H100x30x8x6(弱軸)	
3	BRB-Cy-0.2-PL80	PL80x10	
4	AA-Cy-0.2	H100x50x8x6(弱軸)	今年度の実験
5	BB-Cy-0.2	H100x30x8x6(弱軸)	
6	BRB-Cy-0.2-PL60	PL60x10	

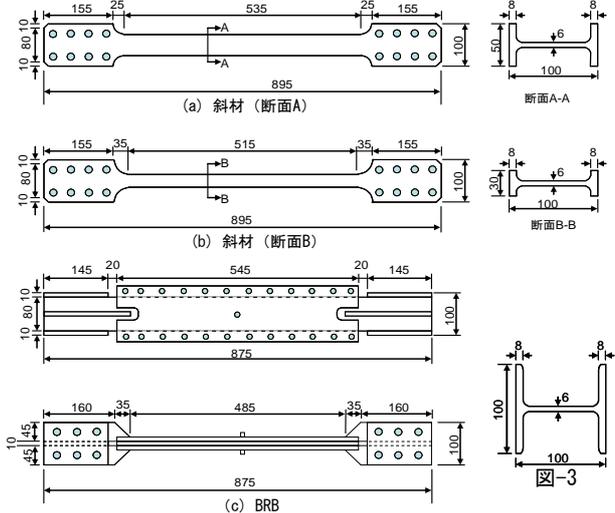


図-4 斜材の全体図

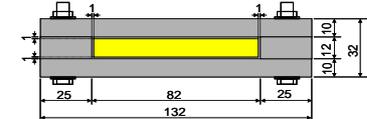


図-5 拘束材断面図

Key word : トラス構造, 進行性破壊, 座屈拘束ブレース

連絡先 : 名古屋市天白区塩釜口 名城大学理工学研究科建設システム専攻

3. 実験結果

実験から得られた各供試体の水平荷重 - 水平変位関係、および左右の回転-水平荷重を図-6に示す。A断面では、A-Cy-0.2は斜材座屈後、緩やかに変位の増加に従って荷重の低下が見られたが、それに対しAA-Cy-0.2では斜材座屈は発生しなかった。これは、支承の回転を受けず斜材の座屈が回避されたと考えられる。AA-Cy-0.2の支承での回転量はA-Cy-0.2より、大きくなり支承上の下弦材の損傷が大きくなった。理由としてはAA-Cy-0.2は斜材と支承部が接しておらず、斜材による拘束がなくなり支承の回転が増加したと考えられる。B断面は、斜材座屈後荷重低下が見られ、その後、B-Cy-0.2では、変位が増大しても荷重に大きな変化はなかったが、BB-Cy-0.2は変位が増大するに当たって荷重低下が見られた。これはB-Cy-0.2では斜材座屈以外大きな変化がなかったのに対し、BB-Cy-0.2は斜材座屈以外にも下弦材ガセット周辺部など、損傷が発生しているからである。BB-Cy-0.2は支承上の下弦材に損傷が広がるに従って、回転支承の回転が大きくなり、徐々に耐荷力低下を起こした。BRB斜材では、斜材座屈はなく荷重の急激な低下は見られなかった。心材の幅が違うので当然だがBRB-Cy-0.2-PL80に比べ、BRB-Cy-0.2-PL60は荷重が低かった。双方に言えるのは、安定した紡錘形の履歴曲線を描いており、非常に大きなエネルギー吸収があり、BRB設置による耐震性向上効果はかわらなかった。支承の回転は昨年度,今年度共にほぼ同じ値となった。

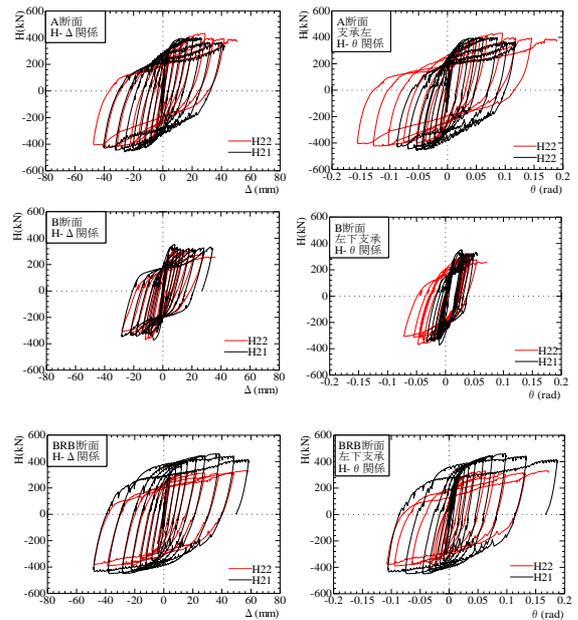


図-6 昨年と今年の実験の比較

次に破壊の順番、部位を表-2に示す。今年度の実験ではどれもベースプレートに変形が見られた。図-1の構造を持つ供試体に比べ、図-2の構造を持つ供試体の方が下弦材ガセット部周辺の損傷は激しく、早い段階で変形、亀裂が生じた。A断面斜材を除き、破壊の順番に大きな違いはなかったが、破壊に至るまでの変形挙動に違いが見られた。

表-2 損傷の箇所、順番

供試体名	1st	2nd	3rd
A-Cy-0.2	斜材座屈	下弦材フランジボルト穴の支圧破壊	鉛直材下部ボルト穴の支圧破壊
B-Cy-0.2	斜材座屈	左鉛直材フランジボルト穴の軽微な支圧破壊	
BRB-Cy-0.2-PL80	下弦材左右フランジボルト穴の支圧破壊	左右鉛直材ボルト穴の支圧破壊	中央鉛直材下部のボルト穴支圧破壊
AA-Cy-0.2	左右ベースプレート変形	下弦材左右フランジボルト穴の支圧破壊	鉛直材下部のボルト穴支圧破壊
BB-Cy-0.2	左右ベースプレート変形	斜材座屈	下弦材左右フランジボルト穴の支圧破壊
BRB-Cy-0.2-PL60	左右ベースプレート変形	下弦材左右フランジボルト穴の支圧破壊	右鉛直材ボルト穴の支圧変形

4. 結言

実験結果より、A断面を比較すると、昨年度は斜材がまず座屈し、その後、下弦材ガセット部のボルト穴の損傷に広がった。今年度は座屈を起こさず、下弦材ガセット部のボルト穴の損傷が広がった。理由としては斜材と支承部が接しておらず、回転支承の回転が大きくなったことが原因だと思われる。B断面では、昨年度は斜材の座屈のみ進展し、周辺部の損傷は微小であったのに対し、今年度は斜材座屈後、下弦材ガセット周辺部に大きな損傷が見られた。BRB断面では、心材の幅が違うので単純に比較できないが今年度、昨年度共に損傷の場所、順序に大きな違いはなかった。A断面、B断面の結果より、昨年度より今年度の方が斜材座屈しにくく、支承での回転は大きいことがわかる。BRB断面の結果より、構造の違いに関わらず安定した紡錘形の履歴曲線を描いており、斜材取り付け方向を変更してもBRB設置による耐震性向上効果は変わらない。全体の結果から、支承部の回転が大きくなり、それに伴って支承周辺部の損傷も大きくなる。

参考文献: 1)宇佐美勉ら: 繰り返し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 Vol.57A, PP.500-512, 2011.3.