

鋼およびアルミニウム合金製 BRB を斜材に持つトラス構造の性能比較実験

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

著者らはこれまで、鋼製座屈拘束ブレース (BRB) を斜材に設置した鋼平面トラスの繰り返し載荷実験を実施し、BRB による耐震性能向上効果を調べてきた^{1),2)}。本研究では、同じ鋼トラスの斜材にアルミニウム合金製 (以下、アルミと略称する) BRB を使用して実験を行い、鋼製 BRB を設置したトラス²⁾との性能比較を行った。

2. 実験概要

実験供試体は図-1 に示す格点をガセットで剛結された平面トラス構造²⁾である。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 (鉛直材の降伏軸力の 20%) を鉛直部材軸線上に載荷し、上弦材軸線上に繰り返し水平荷重 H が載荷されている。比較に用いる供試体 2 体の一覧を表-1 に示す。鋼製 BRB²⁾は SM400 の平板 (PL60 x 10, $\sigma_y=279\text{MPa}$, $E=206\text{GPa}$)、アルミ製 BRB は同じ断面の調質アルミ合金 A6061S-T6 ($\sigma_{0.2}=283\text{MPa}$, $E=72.3\text{GPa}$) を使用した。上下弦材および鉛直材には、SS400 の H100x100x6x8 ($\sigma_y=306\text{MPa}$) を弱軸方向に使用した。鋼製 BRB の形状は文献 2) に示されており、アルミ製 BRB の形状を図-2 (a), (b), (c), (d) に示す。アルミ製 BRB は文献 3) の知見より、端部リブ溶接支端部から亀裂が発生すると考えられるため、端部リブの取り付けに溶接を使用せずボルト接合を用いる構造を採用している。BRB は安全係数 $\gamma_F \geq 3.0$ で全体座屈が生じない設計となっている。両供試体とも漸増振幅変位の繰り返し載荷を行った。

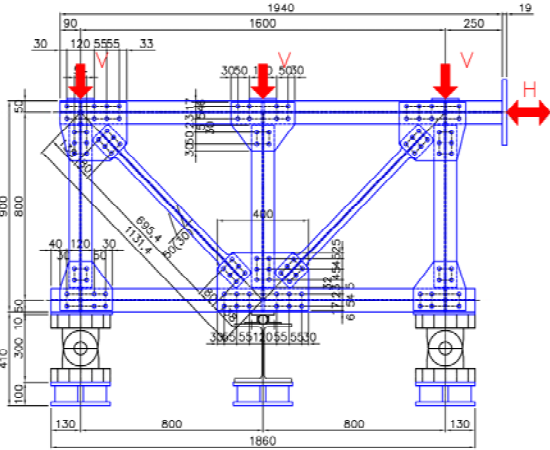


図-1 実験供試体

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、および損傷箇所を図-3 に示す。
BRB-Cy: $\Delta=+18\text{mm}$ 近辺で右回転支承上のベースプレート (BP), $\Delta=-18\text{mm}$ 近辺で左回転支承上の BP の浮き上がり変形が観察され、水平変位の増大ごとに変形が進行していった。 $\Delta=+38\text{mm}$ に向かうループで微少な荷重低下が見られたが、その後も安定した紡錘形の履歴曲線を描いており、大きなエネルギー吸収が得られている。BRB 斜材の曲げ座屈変形等の損傷は見られなかった。 $\Delta=+38\text{mm}$ のループの荷重低下およびその後の除荷域でのピンチング現象は、下弦材および鉛直材の最先端ボルト穴の変形お

表-1 供試体

供試体名	斜材(PL60x10)		エネルギー 吸収量
	材質	σ_y	
BRB-Cy	SS400	279[MPa]	116[kN・m]
BRB-AL-Cy	A6061S-T6	283[MPa]	140[kN・m]

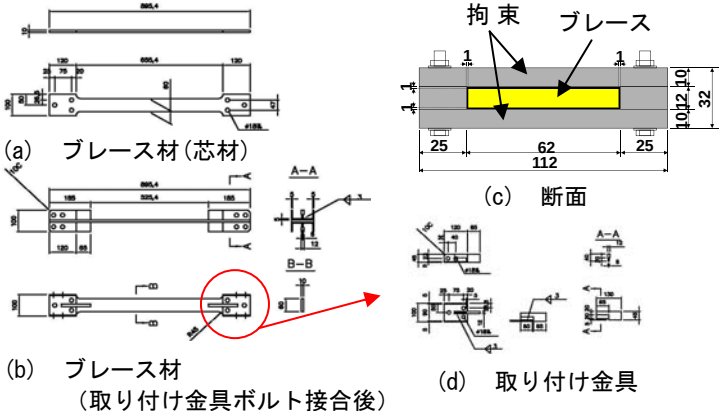


図-2 アルミニウム製 BRB 形状

Key word : トラス構造, 進行性破壊, 座屈拘束ブレース, アルミニウム
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

よびその後の破断発生によるものであって BRB 斜材の損傷によるものではない。

BRB-AL-Cy : $\Delta = -22\text{mm}$ 付近で左 BP と下弦材溶接部に微小な亀裂が生じ、 $\Delta = 38\text{mm}$ 付近で右側にも同様の損傷が生じた。その後、変位が進むにつれ BP 付近の損傷が進展していき、 $\Delta = -48\text{mm}$ 付近で左 BRB 下端部露出部に局部座屈が発生し (写真-1)。同じループの $\Delta = 25\text{mm}$ 付近で局部座屈発生位置に亀裂が発生し、急激な荷重低下が生じた。両斜材には曲げ座屈変形等の損傷は見られず、右斜材には局部座屈は生じなかった。この供試体の最大荷重は BRB-Cy とほぼ同じであり、BRB-Cy に見られた下弦材ガセット接合部のボルト穴の亀裂、破断などの大きな損傷は見られなかったため、斜材に亀裂が発生するまでは、荷重低下、除荷域でのピンチング現象は見られず、より安定した紡錘型の履歴曲線を示している。両供試体の実験終了時までのエネルギー吸収量の比較を表-1 に示す。

BRB のブレース材に作用する軸力 P をブレース材断面積で除した平均応力 σ 、および BRB 取り付け格点の軸方向相対変位 δ をブレース材端部リブ先端間距離で除した平均ひずみ ϵ 関係を図-4 (a), (b) に示す。これらの図より、鋼製 BRB に比べアルミ製 BRB は剛性が低いため、より大きな軸方向変形が生じ、その結果、より大きなエネルギー吸収が得られている。即ち、アルミ製 BRB は、損傷が BRB に集中するため、同一断面の鋼製 BRB より制震ダンパーとして好ましい性能を有することが分かった。

4、結言

同一断面の鋼製およびアルミニウム合金製芯材を持つ BRB を斜材に設置したトラス構造の繰り返し載荷実験結果について述べた。アルミ製 BRB は軸剛性が鋼製 BRB の 1/3、強度がほぼ同一であるため塑性変形が斜材に集中し、周辺部材・部品の損傷が軽減される結果となり、制震ダンパーとしてより好ましい結果が得られた。今後はより広範囲の実験を行い、両 BRB の特性の比較を行っていきたい。

参考文献：1)宇佐美ら：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，2011.3. 2)今瀬ら：BRB による鋼製剛結トラスの耐震性向上効果，構造工学論文集 Vol.58A，2012.3. 3)舟山ら：アルミニウム合金製 BRB の低サイクル疲労特性，構造工学論文集 Vol.58A，2012.3.

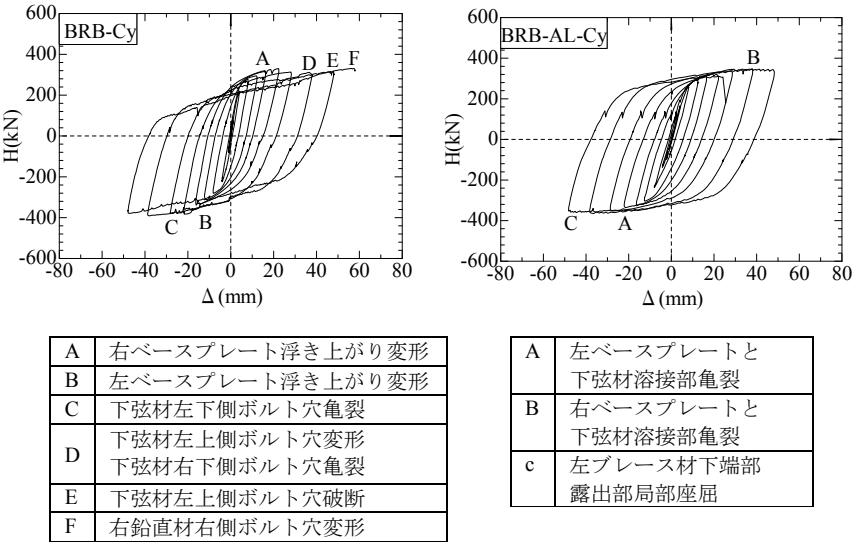


図-3 水平荷重-水平変位関係と損傷箇所

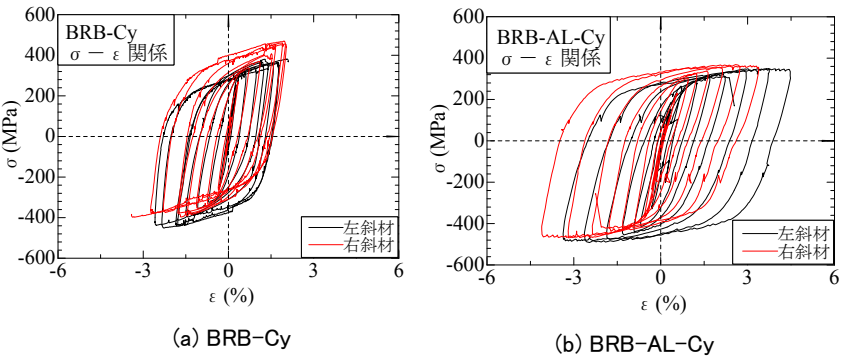


図-4 ブレース材の平均応力-平均ひずみ関係

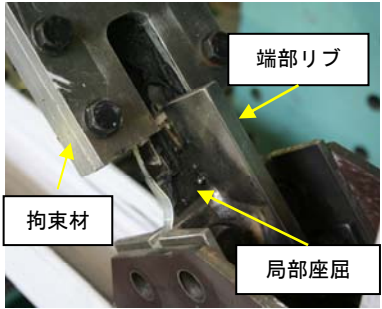


写真-1 左 BRB 下端部露出部の局部座屈