

B-49

アルミニウム・スプリットティ形式による柱梁接合部の適用性に関する基礎的研究
 -ト字型部分骨組み柱梁接合における破壊試験-

Basic Study on Applicability of Aluminum Split-Tee to Beam-Column Connections
 -Destruction Experimental Study on Beam-to-Column Joint of Partial Frame -

○麻生健太郎⁴, 長尾隆史¹, 岡田章², 宮里直也², 廣石秀造³
 *Kentaro Aso⁴, Takashi Nagao¹, Akira Okada², Naoya Miyasato², Shuzo Hiroishi³

Abstract: In recent years, many buildings using aluminum for roof material as structure have been reported. However, most of the substructures supporting the roof material are made of steel structure or RC structure. One of this reason is general structures and design method using aluminum have not been established. Also, aluminum is decreased strength by welding. Therefore, when used in design, it is necessary to design with bolt connection without welding. In this paper, the authors propose a method using split-tee connection as a connection system of beam-column joint using aluminum. And, In order to grasp the ultimate state, we conduct experimental investigation.

1. はじめに

アルミニウム合金(以下,「アルミニウム」)は, 意匠性及び耐久性に優れることから, 構造体に用いた建築事例が幾つか報告されている. これらの建築物はアルミニウム押出鋼管を用いた立体トラスによる屋根架構が多い反面, それを支える下部構造は鋼構造又はRC造となっているものが大部分である. これは, アルミニウムの柱梁によるラーメン架構及びその設計手法が確立されていないことが要因であると考えられる.

『アルミニウム建築構造設計規準・同解説』^[1]において, 柱梁接合部の設計は, 鋼構造に準じて許容応力度計算を行うものとされている. 一般に, 鋼構造の柱梁接合部は溶接によって製作されるが, 建築構造に利用されるアルミニウムの多くは, 溶接部近傍において強度低下を生じる. そのため, アルミニウムの接合には, ボルト等を用いた乾式の接合を用いることが望ましいと考えられる. 本報ではスプリットティを用いた高力ボルト引張接合に注目した.

スプリットティ形式の高力ボルト引張接合に関しては, これまで鋼構造の分野において多くの研究がなされ, 『鋼構造接合部設計指針』^[2]等において設計基準が提示されている. しかし, アルミニウム構造に適用した研究はごく限られており, 星野ら^[3]により, アルミニウムスプリットティの引張試験, 及びト字型の柱梁接合部の加力試験が報告されているのみに留まっている. この破壊試験は, 梁材の降伏を防ぐために梁材を鋼材に置換した試験体を対象としている. しかし, 接合部の性能を適切に評価するためには, 梁材を含めた接合部全体の挙動を把握する必要がある.

以上の背景を踏まえ, 本報では梁材, スプリットティ,

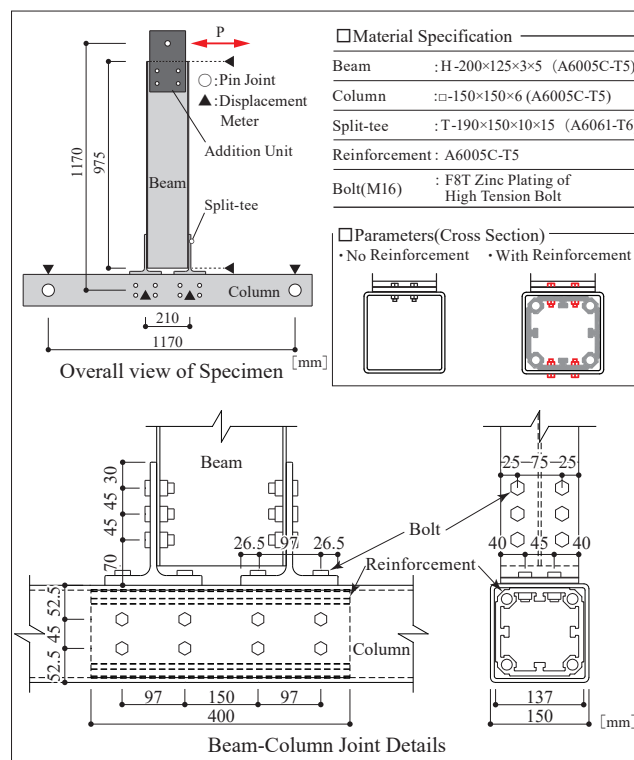


Fig.1 Outline of Experiment

柱材全てにアルミニウムを用いた, ト字型部分骨組みを対象とした. 柱梁接合部の終局状態の把握を目的とした加力試験を行い, その結果を報告する.

2. 部分骨組に対する加力試験

2-1. 試験概要

試験概要をFig.1に示す. 鋼構造では柱梁接合部のパネルゾーンを補強する場合, ダイアフラムを用いて溶接接合する方法が一般的である. 一方, 本報ではダイアフラムの溶接接合の代替として, 押出成形により製作した「補強材」を柱材内部に挿入することでパネルゾーンを補強する方法を採用した.

1 : 日本軽金属株式会社 2 : 日大理工・教員・建築 3 : 日大短大・教員・建築 4 : 日大理工・院(前)・建築

載荷試験は、補強材がない試験体(以下、「補強材なし」と、補強材を挿入し、スプリットティがついている面とその対面の2面をボルトで締結した試験体(以下、「補強材あり」)の2ケースを対象とした。支持条件は、柱材端部に設けたボルトを回転軸として、両端ピン支持とした。載荷は、油圧ジャッキを用いて梁材先端部を水平に加力を行った。なお、梁材に曲げ降伏を生じる値の約1/3となる10kNまでの弾性範囲内で正負交番載荷を行った後、破壊まで片側単調載荷を行った。ただし、負方向加力時は加力装置の都合により、変形角-0.01radまでの載荷とした。

ボルトは、標準ボルト張力の88.4kNとなるようにトルクレンチを用いて締結した。測定項目は、載荷荷重、梁材両端の水平変位、ティウェブ直下、及びピン支持部の柱の鉛直変位の4項目である。

2-2. 試験結果及び考察

各試験体の曲げモーメント-変形角関係をFig. 2に示す。図中に、General Yield Point法^[4]により算定した試験体の降伏モーメント ${}_eM_y$ 、及び梁材の断面係数と引張試験により求めた0.2%耐力を使用し、計算により求めた梁材の降伏モーメント ${}_jM_y$ の値を示す。また、降伏及び最大モーメントの値を既報の結果と併せてTable. 1に示す。補強材の有無に係わらず、10kN・mを越えた付近から徐々に剛性が低下し、破壊に至る性状を示した。 ${}_eM_y$ と ${}_jM_y$ は、補強材の有無に係らず ${}_eM_y$ が ${}_jM_y$ より減少する結果となった。これは、梁の引張側フランジ降伏よりも先に「補強材あり」の場合は、梁の圧縮側フランジが、「補強材なし」の場合は柱側が降伏したことが要因だと考えられる。また、「補強材なし」と「補強材あり」を比較すると、最大モーメント、降伏モーメント共に「補強材あり」が約1.9倍大きくなっており、補強材の効果が確認された。

各試験体の終局状態をFig. 3に示す。Fig. 3(a)は、柱材上面が面外方向へ変形し、スプリットティと柱材に離間が生じたことでナットの周辺に応力が集中し、柱材のボルト孔周辺が割れるように破壊した。一方Fig. 3(b)は、柱材とスプリットティに僅かな離間を生じたものの、スプリットティ付近で圧縮側の梁フランジが局部座屈することにより破壊した。

梁が鋼材のものと比較すると、「補強材あり」のFig. 3(b)は(d)と破壊性状が異っており最大モーメント、降伏モーメント共に減少していることが確認された。また、(b)の最大モーメントと(d)の降伏モーメントが近い値となったことから、柱接合部の降伏直後に梁が破壊したと考えられる。一方、「補強材なし」のFig. 3(a)、(c)は、破壊性状と最大モーメントが同様の値を示したが、(a)の降伏モーメントは(c)より減少する性状を示した。これは、梁材をアルミニウムにしたことによって剛性が低下し、変形量が增大したことが要因であると考えられる。

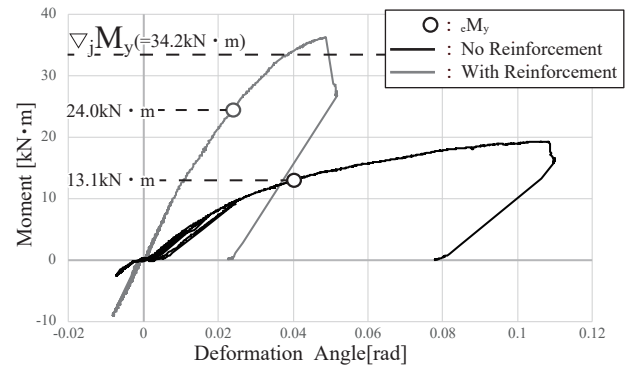


Fig.2 Moment - Deformation Angle Diagram

Table 1. Experiment Result List^[3]

		No Reinforcement	With Reinforcement
Yield Moment [kN・m]	${}_jM_y$	34.2	34.2
	${}_eM_y$ (Beam : Aluminum)	13.1	24.0
	${}_jM_y$ (Beam : Steel)	16.7	37.5
Maximum Moment [kN・m]	M_{max} (Beam : Aluminum)	19.8	37.8
	M_{max} (Beam : Steel)	18.6	56.4

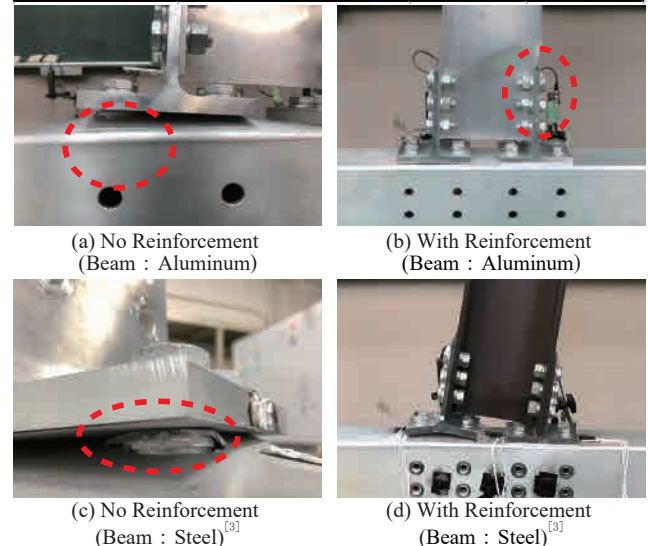


Fig.3 Destruction Situation

3. まとめ

本報では、ト字型部分骨組みの加力試験によりアルミニウムスプリットティ接合の終局状態の把握を行った。今後の検討として、十字型柱梁接合部の加力試験や材料非線形性を考慮した数値解析等が挙げられる。

4. 謝辞

本試験においてご助力いただいた、日本軽金属株式会社関係者各位に感謝の意を表します。

5. 参考文献

- [1]アルミニウム建築構造協議会：『アルミニウム建築構造設計規準・同解説』, pp.60-66, 2016.3
- [2]日本建築学会：『鋼構造接合部設計指針』, pp.191-205, 2012.3
- [3]星野佑史, 他：『アルミニウム・スプリットティ形式による柱梁接合部の適用性に関する基礎的研究』, AIJ大会(東北), 構造Ⅲ, pp.1291-1296, 2018.8
- [4]国土技術政策総合研究所：『高強度鋼等の革新的構造材料を用いた新構造建築物の性能評価手法の開発』, pp.2-16, 2010.2