

B-45

スプリットティ形式引張接合で構成されるアルミニウム建築構造に関する基礎的研究 -スプリットティ形式引張接合継手の力学的挙動に関する実験的研究-

Basic Study on Structural Property of Aluminum Building Structure with Split-Tee Connections
- Experimental Study on Mechanical Behavior of Aluminum Split-Tee Connections -

○星野侑史⁴, 長尾隆史¹, 岡田章², 宮里直也², 廣石秀造³
*Yuji Hoshino⁴, 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, grasping the basic structural characteristics by experimental study.

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、近年アルミニウムを構造体として屋根材に用いた建築が報告されている (Fig.1). これら建築物の多くは立体トラスにアルミニウム押出形材を用いているが、屋根材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多い。これは、アルミニウム材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の一つと考えられる。

『アルミニウム建築構造設計規準・同解説^[1]』においては、柱梁接合部の許容応力度設計を鋼構造に準じて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、建築構造用のアルミニウム材料の多くは、溶接により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。そこで、本論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国内ではほとんど報告されていない。以上の点から本論では、柱梁の接合方法として、スプリットティ形式引張接合の適用を目指して、アルミニウム押出形材のスプリットティ部材の基本的構造特性について実験的に検討を行う。

2. スプリットティ部材の引張試験

2-1. 引張試験概要

引張試験体を Fig.2 に、試験体一覧を Table 1 に示す。



(a) 金沢駅もてなしドーム (b) 立体トラス詳細

Fig.1 Examples of Aluminum Structure

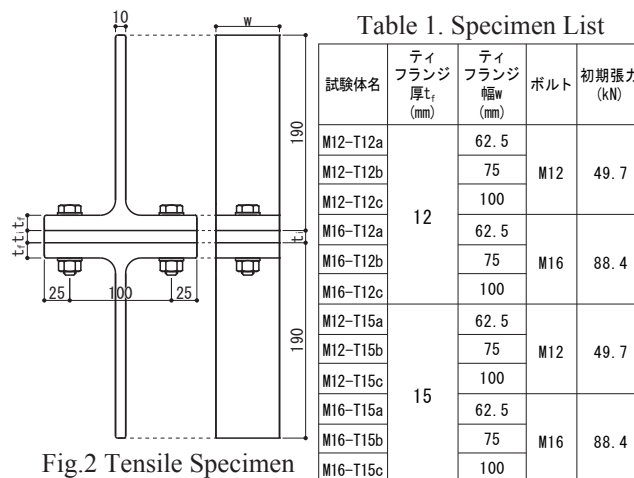


Fig.2 Tensile Specimen

Table 1. Specimen List

試験体名	ティフランジ厚 t_f (mm)	ティフランジ幅 w (mm)	ボルト	初期張力 (kN)
M12-T12a	12	62.5	M12	49.7
M12-T12b		75		
M12-T12c		100		
M16-T12a	12	62.5	M16	88.4
M16-T12b		75		
M16-T12c		100		
M12-T15a	15	62.5	M12	49.7
M12-T15b		75		
M12-T15c		100		
M16-T15a	15	62.5	M16	88.4
M16-T15b		75		
M16-T15c		100		

試験体はティフランジ厚 t_f 、ティフランジ幅 w 、ボルト径をパラメータとした全12体である (各条件1試験体)。

ボルト張力は『アルミニウム建築構造設計規準』に規定されている設計ボルト張力 (M12 : 45.2kN, M16 : 80.4kN) の1.1倍とし、ボルト軸部に埋め込んだひずみゲージの値を確認しながら締結した。

実験概要を Fig.3 に示す。試験は500kN 万能試験機を用い、上下のティウェブをチャックし、引張荷重を単調載荷した。測定項目は、載荷荷重、上下ティフランジのティウェブ直下とボルト位置での相対変位、試験機

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

クロスヘッド間の相対変位，ボルト軸力である。

2-2. 試験結果及び考察

各試験体の最大荷重および崩壊モードをTable 2に示す。本試験における試験体の破壊形態は，Fig.4-(a)に示すようにティフランジのフィレット部の曲げ降伏と高力ボルトの変形が生じ，高力ボルトねじ部の破断により崩壊したものと，Fig.4-(b)に示すようにティフランジフィレット部とボルト固定部に曲げ降伏が生じ，ティフランジのフィレット部の破断により崩壊したものに分類された。『鋼構造接合部設計指針』で定義される崩壊機構の番号を用いると，前者のタイプは機構2，後者の破壊形態は機構3となる。本論では，機構2，3をそれぞれ「Mode2」，「Mode3」と称す。

試験後の試験体の残留変形 (Fig.4) より，上下のティフランジの変形量を比較すると，ナット側のティフランジの変形が大きいことが分かる。この傾向はMode2で破壊した試験体において顕著にみられた。これはボルトの伸び及び曲げ変形がねじ部で生じたことが原因と考えられる。

各試験体の荷重-変位関係をFig.5に示す。ティフランジ直下の相対変位 δ は，試験体両側の変位の平均値とした。M16-T12のシリーズでは変位計の容量以上に変位が生じたため，それ以降の変位は試験機のクロスヘッド変位の増加分を加えることによってデータを補完した。

試験体が崩壊するまでの挙動は，崩壊モードがMode2とMode3の試験体で大きな違いが現れている。Mode2の試験体では最大荷重に到達した後，変位の進行と共に荷重が徐々に低下して破壊に至ったが，Mode3の試験体では降伏後に変位の進行と共に荷重が徐々に上昇し，破壊時の荷重が最大荷重となった。破壊直前の変形量に着目すると，同じフランジ幅の試験体で比較した場合，M16-T12, M16-T15, M12-T12, M12-T15の順に大きくなっており，ボルト径が大きくティフランジが薄いほど変形量が大きくなる事が分かる。

3. まとめと今後の検討

本論では，引張試験によりアルミニウム製スプリットティ部材の基本的構造特性の把握を行った。今後は柱梁接合部にスプリットティ形式引張接合を用いた接合部に対する加力実験等を行い，建築への適用を目指す。

4. 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』，2016.3.
 - [2]日本建築学会：『鋼構造接合部設計指針』，2012.3.
- 《謝辞》本引張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。

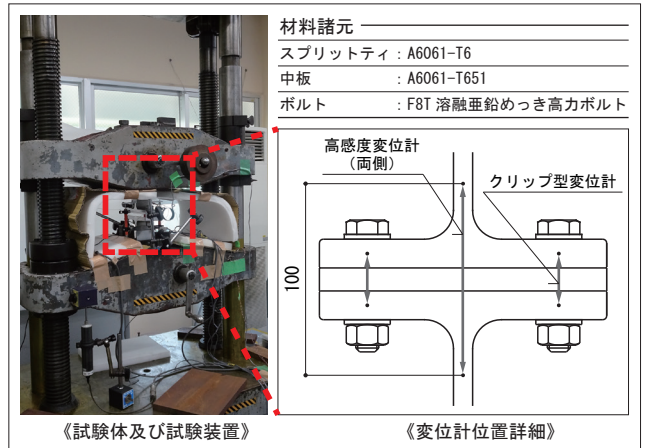


Fig.3 Outline of Experiment

Table 2. Maximum Load and Failure Mode

試験体名	最大荷重 (kN)	崩壊モード
M12-T12a	87.8	Mode2
M12-T12b	92.3	
M12-T12c	100.1	
M16-T12a	129.5	Mode3
M16-T12b	140.0	
M16-T12c	150.4	
M12-T15a	98.5	Mode2
M12-T15b	106.3	
M12-T15c	120.7	
M16-T15a	152.8	
M16-T15b	161.2	
M16-T15c	178.2	

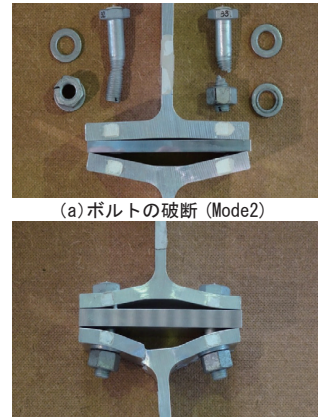


Fig.4 Failure Mode

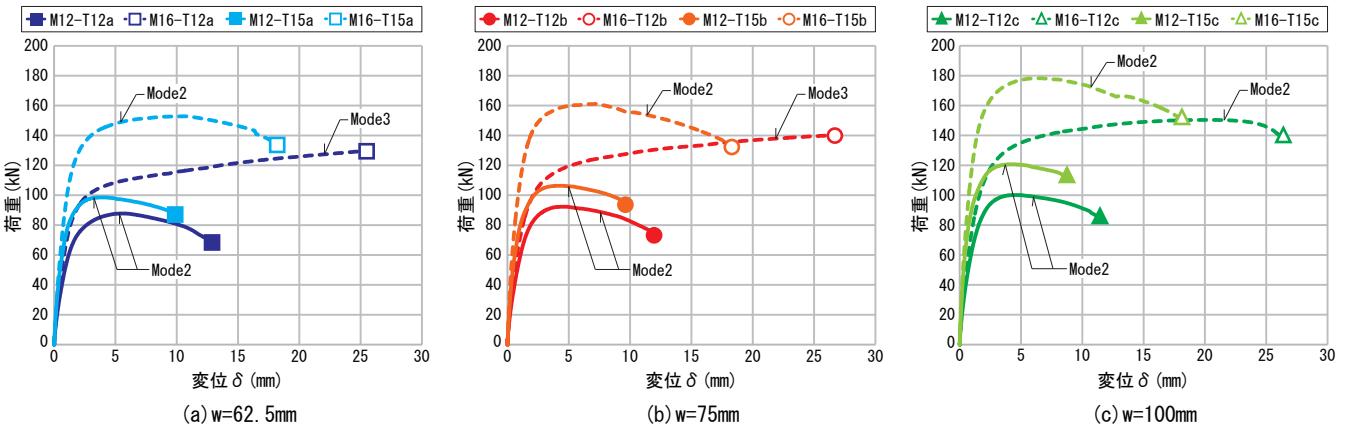


Fig.5 Load-Displacement Relations