

B-33

スプリットティ形式柱梁接合部のアルミニウム構造への適用性に関する研究

-柱梁接合部に板型補強材を嵌入した最大寸法のト字型試験体の加力試験-

Study on Applicability of Split-Tee Beam-Column Connections to Aluminium Structure

-Loading Test of T-Shaped Specimen with Plate-Type Reinforcement at Column-Beam Joints-

○吉備津貴大<sup>4</sup>, 長尾隆史<sup>1</sup>, 宮里直也<sup>2</sup>, 岡田章<sup>2</sup>, 廣石秀造<sup>3</sup>

\*Takahiro Kibitsu<sup>4</sup>, Takashi Nagao<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>2</sup>, Akira Okada<sup>2</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>3</sup>

Abstract : The design of aluminum joints is generally based on steel-frame construction. However, if the joints are welded in the same way as in a general steel frame structure, the aluminum material will soften near the welded area, causing a reduction in strength, so dry joints using bolts are more suitable. Therefore, a split tee type high strength bolt tensile joint is being investigated. In this paper, force tests are carried out on a model of a split-tied girder-beam column joint with plate reinforcement, and a comparison of the structural performance of different cross-sectional shapes is made.

1. はじめに

アルミニウム材は一般に、溶接部近傍で軟化し、強度低下を引き起こすため、乾式の接合が適している。このため、著者らは、スプリットティ形式の高力ボルト引張接合を対象に検討を行っている。

既報<sup>[1]</sup>では、一般的なアルミニウム建築に用いられている部材断面(以下、「最小断面」)により構成された、スプリットティ形式のト字型柱梁接合部の加力実験を行った。本報では、アルミニウムの押し出し成形における最大の断面(以下、「最大断面」)により構成された同接合部に対して、同様の加力実験を行い、断面形状の違いによる構造性能の比較を行う。

2. 加力試験概要

試験概要をFig.1に示す。試験体は、スプリットティを介して梁及び柱をボルト締結したト字型柱梁接合部である。接合部内には、板状の補強材(厚み25mm)を配置することで、仕口部を補強している。境界条件は、柱端部にボルトを用いてピン支持とした。また、加力は、梁先端部にロードセルを介して取りつけた油圧ジャッキにて行った。加力サイクルは、2方向漸増繰り返し加力(2.5, 5.0, 7.5, 10, 15, 20, 30mrad)とし、変形角サイクル30mrad後は、部材が降伏するまで片側単調加力を行った。

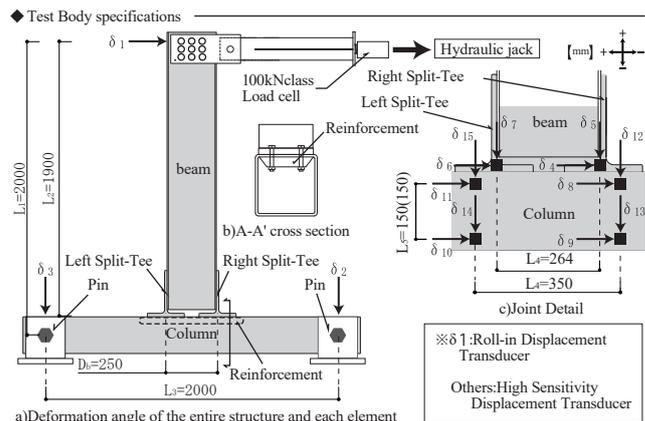
全体の変形に対する各要素の寄与率を把握するため、回転角より求めた変形角成分Rを用いて、回転剛性を算出した。

3. 加力試験結果及び考察

Fig.2に試験結果、Fig.3に最大及び最小断面時のモーメント-全体変形角関係、Fig.4に最小断面時の破壊性状を示す。なお、Fig.2(a)~(e)要素毎の回転角の算出は、Fig.1に示す式において算出している。また、Fig.3において、最大断面では40mrad時、最小断面では20mrad時と原点を結んだ直線を初期剛性と定

◆ Structural specifications and Material specifications

beam	: H-250×150×4×12 (H-200×125×3×5)	: A6005C-T5 Yield 226N/mm <sup>2</sup>
Column	: □-200×200×12 (□-150×150×6)	: A6005C-T5 Yield 220N/mm <sup>2</sup>
Split-Tee	: T-245×150×14×20 (T-190×150×10×15)	: A6061-T6 Yield 309N/mm <sup>2</sup>
Bolt	: F8T M12	( ) is at the minimum cross section



◆ Calculation of each element and deformation angle

$$\text{Overall } \theta = \frac{\delta_1 - (\delta_8 + \delta_9 + \delta_{10} + \delta_{11})/4}{L_1} - \frac{\delta_2 - \delta_3}{L_3}$$

$$\text{Beam } \theta_b = \frac{\delta_1 - (\delta_4 + \delta_6)/2}{L_1 - D_c/2} - \frac{\delta_5 - \delta_7}{L_4}$$

$$\text{Right Column } \theta_{cr} = \frac{\delta_8 - \delta_9}{L_5} + \frac{(\delta_{12} + \delta_{13})/2 - \delta_2}{(L_3 - L_6)/2}$$

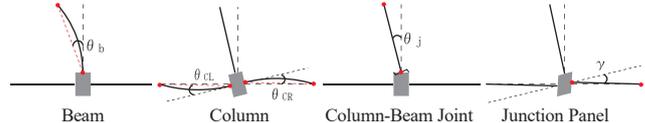
$$\text{Left Column } \theta_{cl} = \frac{\delta_{11} - \delta_{10}}{L_5} - \frac{(\delta_{14} + \delta_{15})/2 - \delta_3}{(L_3 - L_6)/2}$$

$$\text{Column } \theta_c = \frac{\theta_{cr} + \theta_{cl}}{2}$$

$$\text{Junction Panel } \gamma = \frac{(\delta_{12} + \delta_{13} - \delta_{14} - \delta_{15})/2}{L_6} - \frac{(\delta_8 - \delta_9 - \delta_{10} + \delta_{11})/2}{L_5}$$

$$\text{Beam + joint } \theta_{bj} = \frac{\delta_1 - (\delta_4 + \delta_6)/2}{L_1 - L_6/2} - \frac{\delta_{12} - \delta_{15}}{L_6}$$

$$\text{Column-Beam Joint } \theta_j = \theta_{bj} - \theta_b$$



◆ Calculation of rotational stiffness

$$R_b = \theta_b \times \left(1 - \frac{D_c/2}{L_1}\right)$$

$$R_c = \theta_c \times \left(1 - \frac{D_b}{L_3}\right)$$

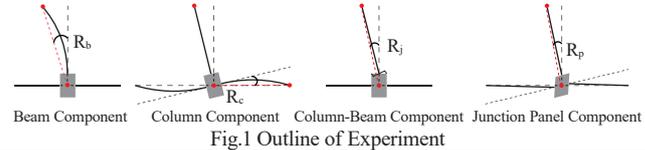
$$R_j = \theta_j \times \left(1 - \frac{D_c/2}{L_1}\right)$$

$$R_p = \gamma \times \left(1 - \frac{D_c/2}{L_1} - \frac{D_b}{L_3}\right)$$

$$R_{\text{total}} = R_b + R_c + R_j + R_p$$

$$M = \text{Load } P \times L_1$$

$$K = \frac{M}{R_{\text{total}}}, K_b = \frac{M}{R_b}, K_c = \frac{M}{R_c}, K_j = \frac{M}{R_j}, K_p = \frac{M}{R_p}, \frac{1}{K} = \frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_c} + \frac{1}{K_j} + \frac{1}{K_p}$$



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

義し、実線で示す。

Fig. 2, 3より、最大断面では、全ての要素で剛性の低下は確認されなかった。最大荷重52.6kN時に、梁フランジのボルト孔の断面欠損部から、Fig. 2(f)に示すような脆性的な引張破断を生じた。

#### 4. 最小断面との比較

Fig. 3より、最大断面では、最小断面に比べて耐力、剛性共に向上することが確認された。また、最小断面では43.7kN・m載荷時に、Fig. 4に示すような梁フランジの局部座屈が確認され、最大断面時と異なる性状を示した。これは、フランジ厚の増加に伴う座屈耐力の向上によって、フランジの局部座屈より先行して、ボルトの断面欠損部から脆性的に引張破断する性状を示したと考えられる。

Table1に最大断面40mrad時、最小断面20mrad時の回転剛性、Table2に全体変形に対する寄与率の比較を示す。

Table1より、パネルゾーンの回転剛性は、最小断面に比べて最大断面の方が小さい値となっている。これは、パネルゾーンを構成する柱、梁の部材寸法の違いにより、両モデルのアスペクト比が異なることが原因と考えられる。

Table2より、両モデル共に梁要素の数値が大きくなっていることが確認できる。Table2は、数値が大きい要素ほど、架構全体の変形に対して大きく寄与することを示していることから、架構全体の変形に対して、梁要素が最も大きく影響していることが把握された。

Table3に最大荷重時の梁フランジ応力及び引張側スプリットウェブ応力(以下、「ウェブ応力」)を示す。曲げモーメントは、載荷点とFig. 2(f)及びFig. 4に示す破断及び降伏箇所の距離に最大荷重を乗じて求めており、梁端モーメントは最大荷重に、載荷点から梁材端部までの距離を乗じて求めた。また、軸力は梁端モーメントを梁幅 $D_b$ で除して求めており、さらに断面積で除すことによりウェブ応力を算出している。Table3より、梁フランジでは、Fig. 1に示す降伏耐力近傍において、破断及び降伏が確認された。ウェブ応力は、最大・最小断面共に、降伏耐力を下回っており、実験中にもスプリットウェブの降伏は確認されなかった。

#### 5. まとめ

本報において、柱内に板状補強材を嵌入したト字型接合部を対象に、既報の最小断面と比較したするために、アルミニウムの押し出し成型の最大断面に対して載荷試験を行った。最大断面では、最小断面に比べ、剛性・耐力が共に向上し、梁フランジのボルト孔の断面欠損部から、脆性的な引張破断が確認された。また、最大断面においても架構全体の変形には、梁要素が最も大きく影響していることが示唆された。

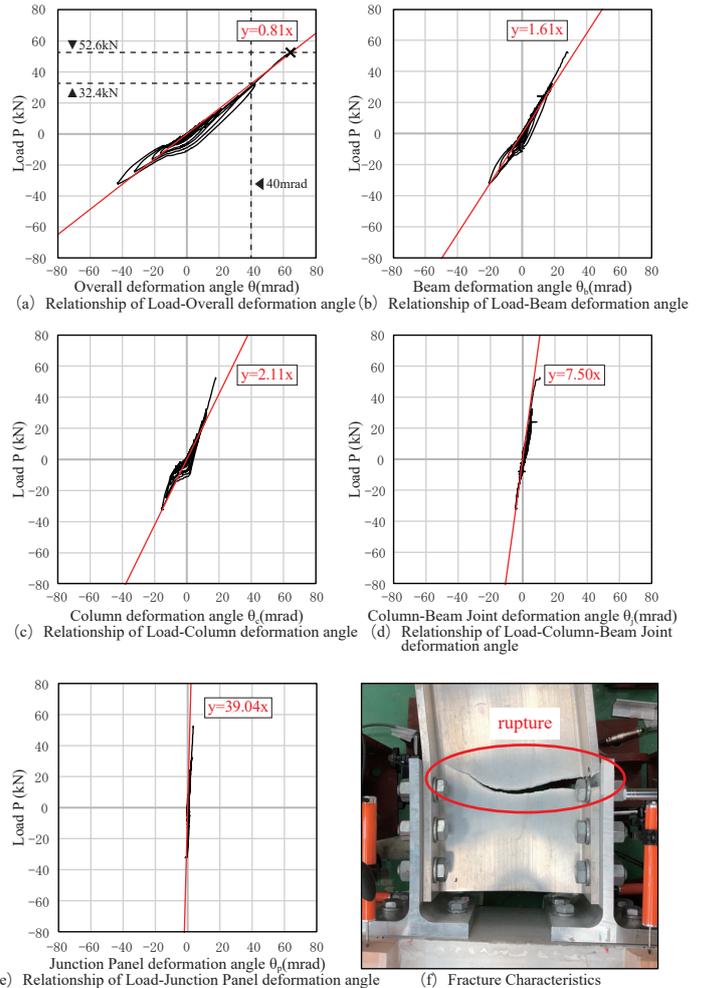


Fig.2 Test results for maximum cross section

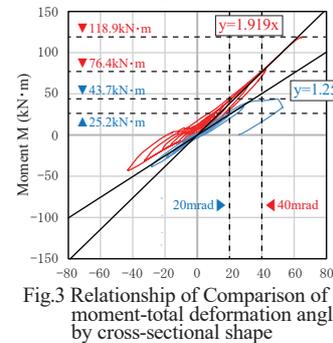


Fig.3 Relationship of Comparison of moment-total deformation angle by cross-sectional shape



Fig.4 Fracture shape at minimum cross section

Table1 Rotational rigidity at 20mrad 40 mrad

	Overall K	Beam Kb	Column Kc	Joint Kj	Panel Kp
Maximum	1,620	3,392	4,850	15,789	95,408
Minimum	1,130	1,780	10,881	3,894	208,081

Table2 Contribution to overall deformation Table3 Beam flange and split-tee stress

	K/K <sub>b</sub>	K/K <sub>c</sub>	K/K <sub>j</sub>	K/K <sub>p</sub>
Maximum	0.478	0.334	0.103	0.017
Minimum	0.635	0.114	0.246	0.005

	Beam flange stress (N/mm <sup>2</sup> )	Split-Tee stress (N/mm <sup>2</sup> )
Maximum	248	190
Minimum	243	125

#### 6. 参考文献

[1]中園, 他:「スプリットティ形式柱梁接合部のアルミニウム構造への適用に関する研究-板状補強を嵌入したト字型柱梁接合部の載荷試験-」日本建築学会大会, 構造III, pp. 771-772, 2021. 9