

(技術資料)

アルミ押出型材組立用ボルトナット工法

New Method, Using Bolts and Nuts, for Assembling Hollow Extrusions of Aluminum Alloys



江間光弘*1
Mitsuihiro EMA



今村美速*1
Yoshihaya IMAMURA



堀口一茂*1
Kazumori HORIGUCHI

This paper introduces two methods, both using bolts and nuts, for assembling hollow extrusions of aluminum alloys. The first method includes fixedly mounting a nut on an inner surface at a position away from an open end of a hollow aluminum extrusion. In this method, a self-piercing and clinching nut is installed using a punch and die. The second method includes installing a bolt vertically from an inner wall of a hollow extrusion. The bolt penetrates through a hole in the wall and is retained by a clip. A gap is created between the bolt and the wall such that the bolt can move within the hole. This facilitates the alignment of the bolt with the mating hole.

ま え が き＝アルミ押出型材は、鉄鋼や黄銅の押出材や熱間圧延材などに対し、①形状が比較的自由に選べる、②寸法精度が比較的良好的である、③金型費が安価である、などの特長がある¹⁾。このため、建築やOA・通信機器関連だけでなく、鉄道車両や船舶、航空機に代表される輸送機関連などその適用分野は幅広い。とくに近年、自動車の軽量化部材としても着目され、薄肉で中空のアルミ押出型材がバンパビームやドアビームなどに適用されている²⁾。

アルミ押出型材を他の部材に接合する方法としては、溶融溶接をはじめ、リベットなどの機械的接合法あるいは接着なども候補に挙げられる。一方、ボルト・ナットによる締結は、熱によるひずみがないうえに、鋼部材などとの異材接合も可能で比較的容易に精度よく組立てることができるなど、アルミ押出型材の組立に有利な接合方法である。また、解体時には容易に分離できることから、リサイクルの観点からも地球環境保護に配慮した接合方法としてこれまで以上に見直されるようになっている。

薄肉で中空の押出型材をボルト・ナットによって締結する際、図1のように①中空部に補強材を入れる、②ボルト締結のためのフランジを設ける、③ボルトナットを締結するため作業穴を設ける、④締結部近傍を開断面にする、などの方法が考えられる。しかしながらその一方で、補強材やフランジによる重量増、断面欠損による接合部の強度低下など技術課題は多い。

そこで当社では、ボルト・ナットによるアルミ押出型材締結部の軽量化、断面欠損による強度低下の防止、さらには加工費用を低減するため、下穴が不要なピアスナ

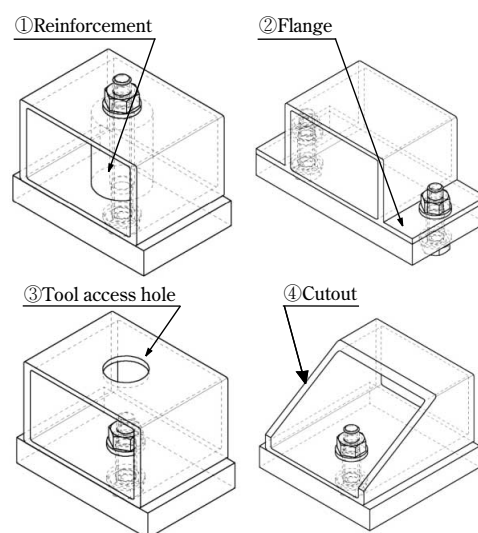


図1 ボルト・ナットによる中空押出型材の締結方法
Fig.1 Methods for assembling hollow extrusion of aluminum alloys using bolts and nuts

ットを中空アルミ押出型材の内面から打ち込む工法（以下、「中空内面ピアスナット工法」という）を検討した。また、さらに相手部材への取付精度に対する調整やねじ径、取付部肉厚の制約を克服するため、中空アルミ押出型材の内面からボルトを立てる工法（以下、「フローティングスタッドボルト工法」という）を検討した。本稿では、これら二つのアルミ押出型材の組立工法を紹介する。

1. 中空内面ピアスナット工法

1.1 概要

中空内面ピアスナットによる工法は、図2のように中空のアルミ押出型材の内面にナットを設置し、相手部材

*1 アルミ・銅事業部門 技術部

とボルトによって締結して所望の構造物に組立てる工法である。ナットはアルミ押出型材の内面に設置しているため外側面は平滑となり、ボルト締結によって相手部材と密着して精度よく構造物に組立てることができる。図2は中空内面ピアスナット付き押出型材のカットサンプルである。肉厚4mm×幅70mm×高さ58mmの口型型材にM8のピアスナットを打ち込んでいる。中空アルミ押出型材の内面からピアスナットを打ち込むため下穴が不要であり、ボルト締結のための穴あけ工程を削減できる。

1.2 中空内面ピアスナット工程

本節では、中空アルミ押出型材の内面からピアスナットを打ち込む工程について説明する。先端にパンチ（打ち込み装置）を取付けたツールバーを中空アルミ押出型材の内面に挿入し（図3）、ピアスナットを打ち込む。ツールバーを長くすることによって中空アルミ押出型材の手の届かない（奥深い）内面にもナットの設置が可能である。

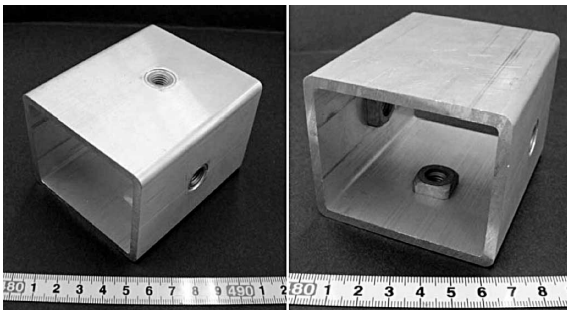


図2 中空内面ピアスナット付き押出型材
Fig. 2 Piercing nuts from inside of hollow extrusion

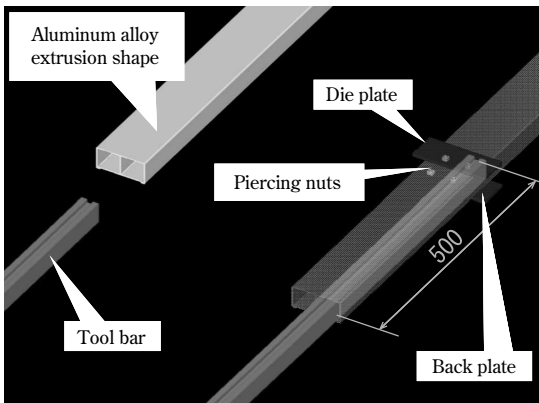


図3 ツールバーによるピアスナットの打ち込み
Fig. 3 Method for piercing nuts from inside of hollow extrusion shape by tool bar

る。前述の試作では、約500mmの奥深い中空押出型材の内面にM8ナットを設置できる打ち込み装置を用いた。打ち込みでは、油圧あるいは機械的加圧によって³⁾穴あけと同時にナットを設置するため、当該部には金型およびバックプレートが必要である。また、ツールバー先端の打ち込み装置や金型、バックプレートを工夫することによって複数点の同時打ち込みも可能である。

中空内面ピアスナット工程を図4に示す。打ち込み装置を中空アルミ押出型材の内面から挿入し、ピアスナットそのものと金型によってアルミ押出型材を打ち抜く。さらにピアスナットをかきめることによって固定し、中空アルミ押出型材の内面にナットを設置する。ピアスナットかしめ部断面の一例を図5に示す。

1.3 中空内面ピアスナットの特長と課題

中空内面ピアスナットの特長をまとめると以下のとおりである。

- ①中空アルミ押出型材の内面にナットを固定するため（図2）、ボルトによって相手部材を締結すれば、締結工具の作業穴などは不要であり、開断面にする必要がない。
- ②中空アルミ押出型材の奥深い内面にツールバーによってナットを打ち込むことができる（図3）。
- ③ピアスナット打ち込みと同時に打ち抜くため、穴あけ工程が不要である（図4）。

一方、本工法を適用するための制約もある。押出型材の肉厚が厚い場合やナットの呼び径が大きくなるに従って打ち抜きに必要な加圧力が大きくなる。このため、打ち込み装置が大きくなり、中空アルミ押出型材の内側に大きなツールを挿入するための空間が必要になる。当

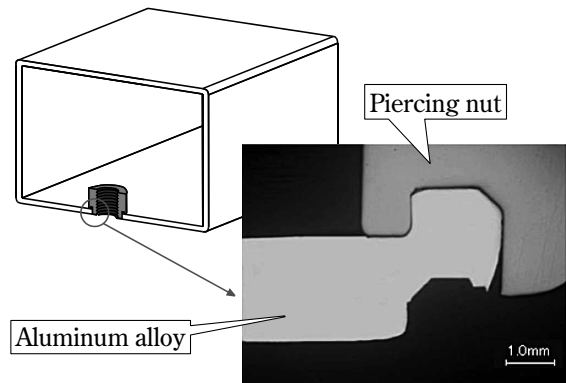


図5 肉厚3.0mm用ピアスナットかしめ部断面
Fig. 5 Cross section of piercing nut

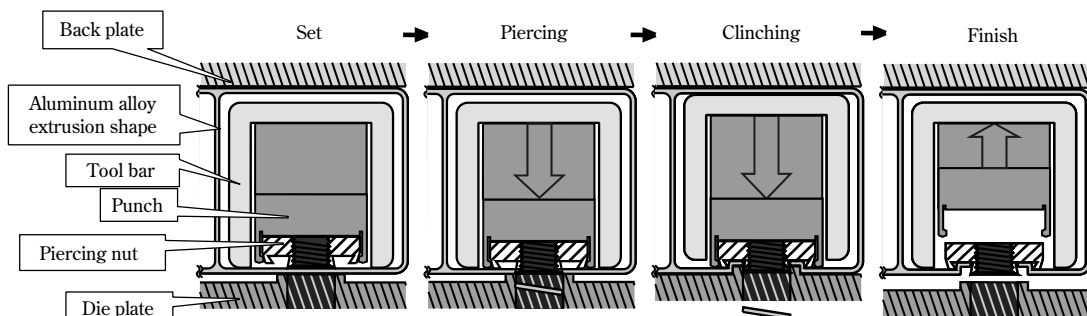


図4 中空内面ピアスナット工程
Fig. 4 Process of piercing nut

社の代表的な6000系合金（TS=270MPa, YS=245MPa, El.=12%）の場合、M 8のピアスナットを肉厚4.0mmのアルミ押出型材内面に設置するためには、50mm×50mm以上の空間を確保すればよいことが前述の試作によって実証された。

また、ピアスナットは中空アルミ押出型材の内側に固定されているため、ボルト穴の開いた相手部材に締結が可能である。しかしながら、部材の寸法精度が悪い場合、ボルト穴とピアスナットの位置が合致せず、ボルトを通すことができなくなる。このため、部材の寸法精度に応じて長穴にするなどボルト穴に余裕を持たせる必要がある。

2. フローティングスタッドボルト工法

2.1 概要

中空内面ピアスナット工法は、ナットの位置が固定されているため相手部材の寸法精度に対応できない場合がある。さらに、取付部が平滑であるため相手部材のボルト穴に対し位置決めしにくく、取付作業性が悪いという改善すべき技術課題があった。

そこでナットではなく、中空アルミ押出型材の内面からボルトを立てるフローティングスタッドボルト工法の開発に着手した。本工法は、アルミ押出型材にボルトを接合するのではなく、ある程度の遊動性を確保（フローティング）することによって相手部材の取付精度（ボルト穴の位置）に対応できるように工夫した工法である。図6は中空のアルミ押出型材にM12のボルトを4本立てたフローティングスタッドボルト付きアルミ押出型材の試作例である。

2.2 フローティング機構

本節では、遊動性を確保した上で中空のアルミ押出型材の内面からボルトを立てる工法について説明する。図7はボルトの遊動性確保（フローティング）を示す断面図である。ボルトを中空アルミ押出型材の内面から突き出し、ボルトにあらかじめ設けられている溝にクリップをかん合することによってボルトとクリップを締結する。ボルトやクリップはアルミ押出型材とは締結されていないため、ボルト穴とボルトとの間隙（ギャップ）によってボルトの遊動性が確保される。

また、図8のようにボルトの頭を矩形にし、中空アルミ押出型材の内面に回り止めのための突起を設けることによってボルトの空回りを阻止することができる。これにより、レンチなどボルトを固定するための工具を使用することなく相手部材側からナットを締結するだけの片面施工が可能となる。

2.3 フローティングスタッドボルトの取付工程と特長

中空アルミ押出型材へのフローティングスタッドボルトの取付工程は、ボルト穴を開けた押出型材の内面からフローティングスタッドボルトを突き出し、専用の工具によってクリップをボルトにかん合する。ボルトの取付位置が中空アルミ押出型材の端部から手の届かない部位や型材断面の開口部が狭くて手が入らない場合は、ピアスナットの場合と同様にツールバーによってフローティ

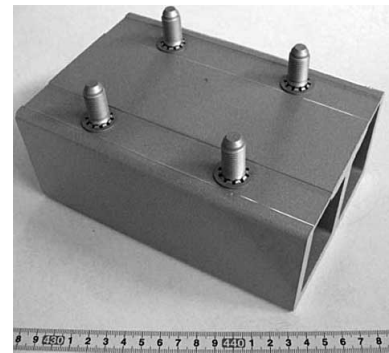


図6 フローティングスタッドボルト付き押出型材の試作例
Fig. 6 Trial product of hollow aluminum alloy extrusion shape with floating stud bolts

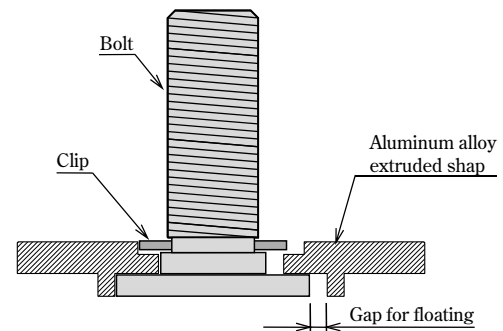


図7 フローティング機構
Fig. 7 Schematic of floating stud bolt

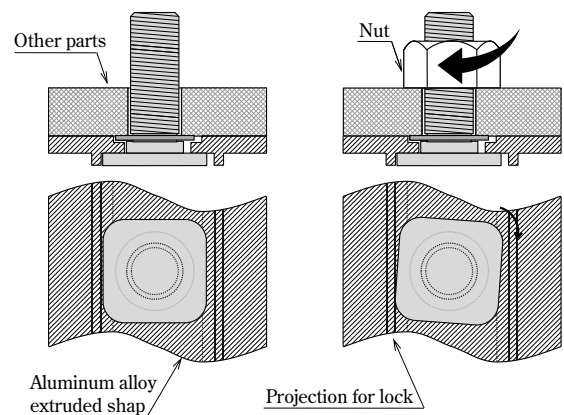


図8 フローティングスタッドボルトによる締結
Fig. 8 Tightening with other parts

ングスタッドボルトを設置する。

フローティングスタッドボルトの特長は、以下のとおりである。

- ①中空アルミ押出型材とのギャップ(図7)によってボルトの遊動性を確保しているため、相手部材の取付精度に対応できる。
- ②ボルトが立っているため相手部材との位置決めが容易である(図6)。

3. フローティングスタッドボルトの適応事例

図9は、当社7000系開発合金の押出型材にフローティングスタッドボルトを8本取付けたトラックの後部突入防止装置の試作品である。鋼製のブラケットを介してトラックの車体に取付けられるが、寸法精度に対応できるようブラケットとの取付部にフローティングスタッドボルトを採用した。押出型材の端部より約700mmの奥深

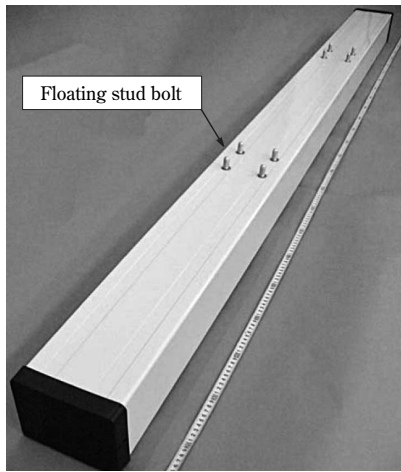


図9 トラック用後部突入防止装置の試作品

Fig. 9 Trial production of rear underrun protection for truck

い内面からM12のボルトを突き出してクリップによって保持し、遊動性を確保している。

ブラケットへの取付時など、外力の作用によってフローティングスタッドボルトが抜け落ちることも考えられる。そこで、試験機によってボルトに軸方向の荷重を加え、クリップによるフローティングスタッドボルトの押出型材への保持力を調査（プッシュアウト試験）した。その結果、フローティングスタッドボルトが抜け落ちるには、最低でも約3,000N/本の荷重が必要であった。し

たがって、相手部材への取付時に多少の力がかかっても外れることはなく、十分な保持力であると考ええる。

むすび＝ボルト・ナットによる中空アルミ押出型材の組立工法として、下穴が不要で中空アルミ押出型材の奥深い内面からナットを打ち込むことができるピアスナット工法、および相手部材への取付精度に対する調整が可能なフローティングスタッドボルト工法を紹介した。継手強度の信頼性や接合コストの低減を追求することも重要であるが、冒頭にも述べたように、解体時には容易に分離でき、再度、締結することもできるボルト・ナット締結は、リサイクルの観点から注目される接合方法である。

本稿で紹介した中空内面ピアスナットやフローティングスタッドボルトを用いることにより、軽量で環境に配慮した構造物にアルミ押出型材の適用が拡大されれば幸いである。なお、中空内面ピアスナットやフローティングスタッドボルトの開発に際し、(有)新城製作所ならびに(株)九州新城に多大なるご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 日本アルミニウム協会. アルミニウムハンドブック. 第6版, 2001, p.91.
- 2) 相浦 直ほか. R&D神戸製鋼技報. 2002, Vol.52, No.3, p.83.
- 3) 公開特許:特開 2008-223877.