



高速ブロー成形用材料 ALNOVI[®]-U とその応用

工藤 智行 *

High Formability Aluminum Material for Rapid Blow Forming “ALNOVI[®]-U” and its Applications

Tomoyuki Kudo*

3. ALNOVI-Uの特徴

1. はじめに

ブロー成形はアルミニウム合金が高温で大きな延性を示すことを利用した成形方法で、難加工部品を一体で成形することが可能である。

当社の5000系合金材料ALNOVI-1は優れた高温延性を有しており、自動車や航空機等の難加工部品に広く用いられている。一方でブロー成形はより生産性の向上が求められている。そこで当社は低温、高成形速度で優れた延性を示す5000系合金材料ALNOVI-Uを開発した。本報ではALNOVI-Uの性能と、実用部品への適用のためのシミュレーション技術、またその適用例を紹介する。

2. ブロー成形の利点と課題

微細な結晶粒を持つアルミニウム合金は高温域でゆっくり変形させると著しく大きな延性を示す。このような現象を「超塑性」という。この現象を利用したブロー成形は、加熱した材料をガス圧により膨らませ、金型に馴染ませて成形する方法である (Fig. 1)。ブロー成形はその大きな高温延性を利用して、複雑形状の部品を一体で成形することが可能であり、また金型への転写性も優れるため設計自由度の高い成形方法である。

一方でブロー成形は成形温度の低温化、成形時間の短縮など、生産性の向上が求められている。当社が開発したALNOVI-Uは従来のALNOVI-1よりも低温、高速成形が可能であり、ブロー成形の生産性を向上させる材料である。

一般的に300℃～500℃の高温域において結晶粒が微細であるほど、超塑性が起こりやすく大きな延性を示す (Fig. 2)。ALNOVI-U (平均結晶粒径7 μm) は当社の

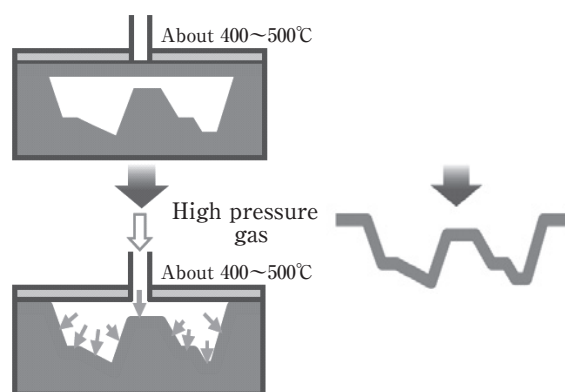


Fig. 1 Schematic of a typical a blow forming.

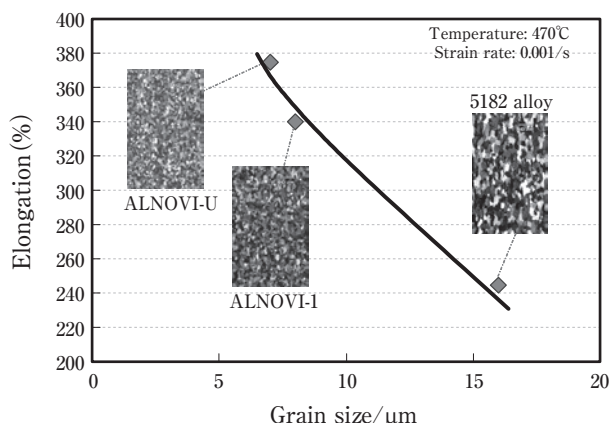


Fig. 2 Relationship between grain size and elongation (Structure of cross-section surface is shown).

* (株)UACJ 人材開発部
Human Resources Development Department, UACJ Corporation

従来のブロー成形用材料である ALNOVI-1 (平均結晶粒径 8 μm) や一般の 5182 合金 (平均結晶粒径 16 μm) と比較しても微細な結晶粒を有していることがわかる。ALNOVI-U の非常に微細な結晶粒は遷移金属元素の添加、および製造条件の最適化により達成したものである。

4. ALNOVI-U の特性

Fig. 3 は ALNOVI-U と従来材料 ALNOVI-1 の成形温度とひずみ速度に対する高温延性の関係を示したものである。ALNOVI-U は従来材と比較して、より高速変形、低温変形でも高い延性を示すことが分かる。ALNOVI-1 は成形温度 470 $^{\circ}\text{C}$ 近くで最大の伸びを示すが、ALNOVI-U を用いれば成形温度を 40 ~ 50 $^{\circ}\text{C}$ 下げても ALNOVI-1 と同等の伸びが得られるため、成形温度の低温化を図ることができる。また ALNOVI-1 に対し、ひずみ速度を 2 ~ 3 倍としても同等の伸びが得られるため、成形時間を 1/2 ~ 1/3 に短縮することができ、ブロー成形の生産性を大幅に向上することが可能である。また一般的にアルミニウム合金は結晶粒が微細であるほど降伏応力が高くなると言われている。微細粒を有する ALNOVI-U の成形品は降伏応力でおよそ 160 MPa と、5000 系合金としては高い強度を有しており、自動車外板など変形し難さが求められる部品への適用も可能である。

5. ALNOVI-U のシミュレーション技術

また、当社では材料開発だけでなく ALNOVI-U を用

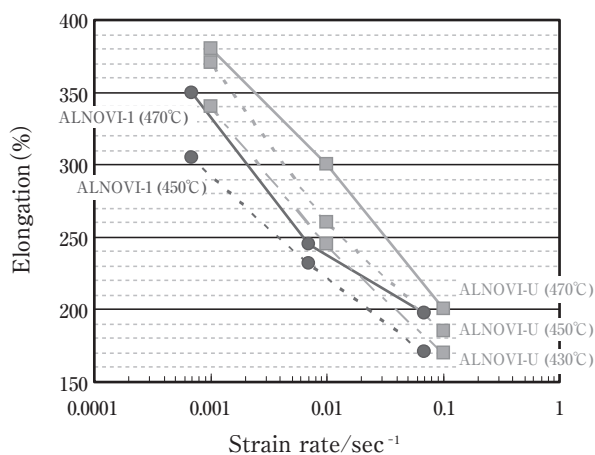


Fig. 3 Relationship between forming temperature, strain rate and elongation of ALNOVI-1 and U.

いた部品設計を行うためのシミュレーション技術の開発も行った。これにより、ブロー成形後の板厚分布の予測が可能となった。成形後の板厚分布は、設計した部品がブロー成形で成形可能か判断するための指標となるとともに、部品としての強度、剛性の予測を可能としている。シミュレーションは有限要素法を用いた汎用の塑性加工解析ソフトを用いている。ALNOVI-U の高温での材料特性を測定し、ソフトに反映させることで正確な板厚分布予測が可能となり、設計形状の成形可否が判断出来るようになった (Fig. 4)。ブロー成形品は板厚分布が大きいため、一定板厚で構造解析を行っても、現実と大きく異なる結果となる。そこで当社ではソフト上において、ブロー成形部品に前述の板厚分布予測の結果を反映させることで、より正確なブロー成形部品の構造解析が出来るようになった (Fig. 5)。これらのシミュレーション技術により、精度の高い軽量化部品設計が可能となった。当社はブロー成形に馴染みのないお客様に対して、材料供給にとどまらず部品形状提案までを行っている。

6. ALNOVI-U の適用例

ALNOVI-U はブロー成形メーカーのお客様から性能面で高い評価を頂いている。模型メーカー MMP 殿向けミニチュアバイクのカウリング部 (Fig. 6) に採用されたことを始め、海外の鉄道やバスなどの輸送機部品に採用された。今後も世界中の広い分野への適用が期待される。

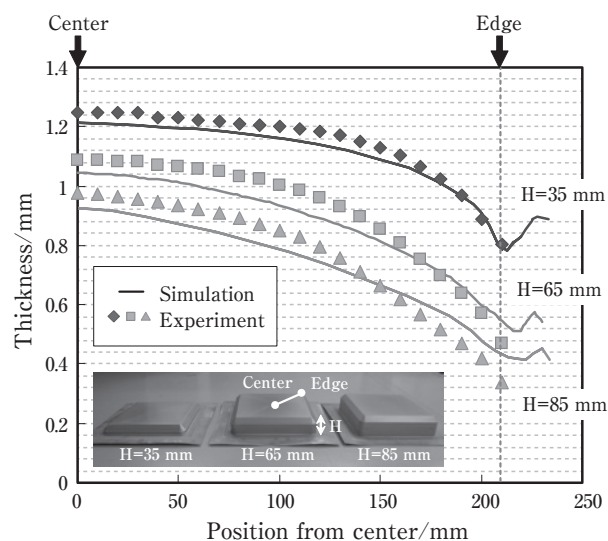


Fig. 4 Thickness distributions of actual blow formed panels and the simulation calculation results.

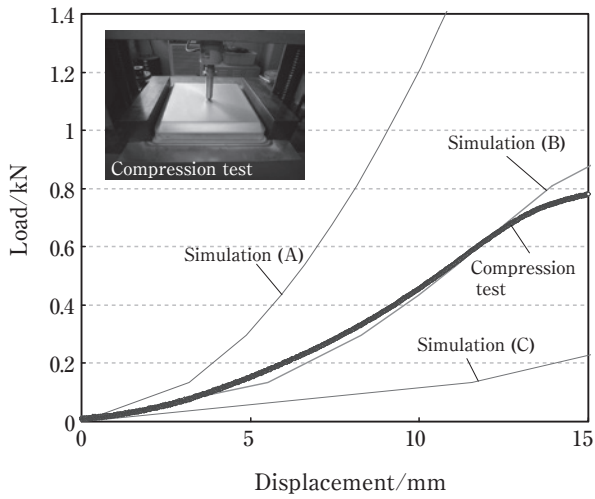


Fig. 5 Load-displacement curves of the actual compression test and the simulation calculation results. Different thickness distributions of (A)-(C) are used in the simulation.
 (A) Constant thickness (Maximum value after forming)
 (B) Thickness distribution calculated by the blow forming simulation.
 (C) Constant thickness (Minimum value after forming)

お問い合わせ

(株)UACJ 営業本部 第三部
 〒100-0004
 東京都千代田区大手町1丁目7番2号
 東京サンケイビル
 TEL : 03-6202-2663 FAX : 03-6202-2032

UACJ Corporation, Marketing & Sales Division,
 No. 3 Sales Department
 Tokyo Sankei Bldg., Otemachi 1-7-2, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-0004, Japan
 TEL: +81-3-6202-2663 FAX: +81-3-6202-2032



工藤 智行 (Tomoyuki Kudo)
 (株)UACJ 人材開発部

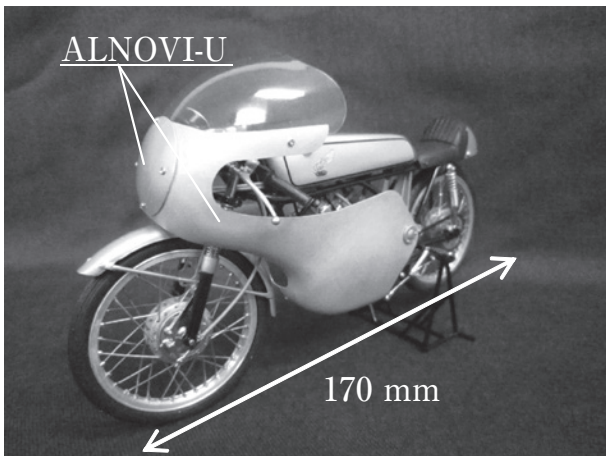


Fig. 6 The component made of ALNOVI-U (Cowling of model bike by MMP. Co).