



# 二輪車サスペンション用の高強度アルミニウム合金管と加工方法の開発

加藤 勝也 \*

## Development of a High Strength Aluminum Pipe and a Processing Method for Motorcycle Suspensions

Katsuya Kato\*

### 1. はじめに

二輪車の分野では、運動性能や燃費向上のため軽量化のニーズが高く、多くのアルミニウムが使用されている。主に競技に使用されるオフロード二輪車や、オンロード用大型二輪車に採用されている倒立型フロントフォークと呼ばれるサスペンション部品は、前輪と車体の間に配置され、高い強度が求められる (Fig. 1)。この部品用アウターチューブのアルミニウム素材として、UACJグループの高強度7000系合金管や中強度6000系合金管が使われている。これはお客様からの要望である燃費向上のための軽量化および製造工程による省エネルギー化や省資源化を達成したことによる。

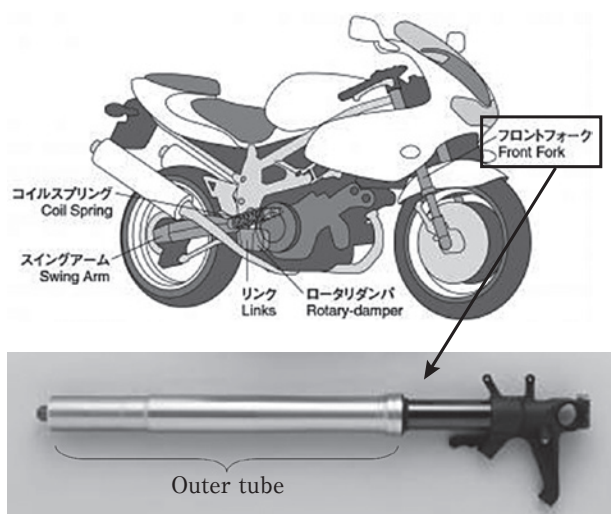


Fig. 1 A front fork for motorcycles.

UACJグループとKYBグループ殿と共同で、塑性加工が困難であった高強度7000系合金のニアネットシェイプ化を可能とするために新しい材料と加工法の開発を行った。さらに、従来のA6061合金材に対しては加工熱処理を用いた高強度化技術の開発を行った。本報では、これらの開発内容について紹介する。

### 2. アウターチューブの製造方法

フロントフォークの重量のうち、アウターチューブの重量が占める割合は大きく、軽量化のために必要な強度や剛性に合わせて肉厚を大きく変化させた形状となっている (Fig. 2)。KYBグループ殿では、オンロード用6000系合金のアウターチューブにおいて、スピニング加工法を開発し、2003年から量産を開始している。スピニング加工とは、Fig. 3に示すようにパイプ材の内面にマンドレルを通し回転させ、外面をローラーでしごくことにより、パイプの外径を変化させる加工法である。これにより、6000系合金のアウターチューブのニアネットシェイプ化が図れ、歩留まり向上に大きく寄与している。

一方、7000系合金では、塑性変形が難しいために管

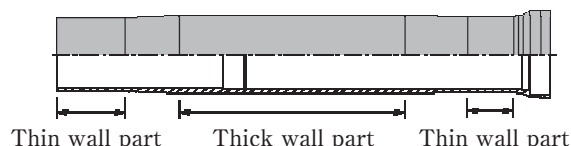


Fig. 2 The shape of an outer tube.

\* (株)UACJ 技術開発研究所 名古屋センター 第六部  
No.6 Department, Nagoya Center, Research & Development Division, UACJ Corporation

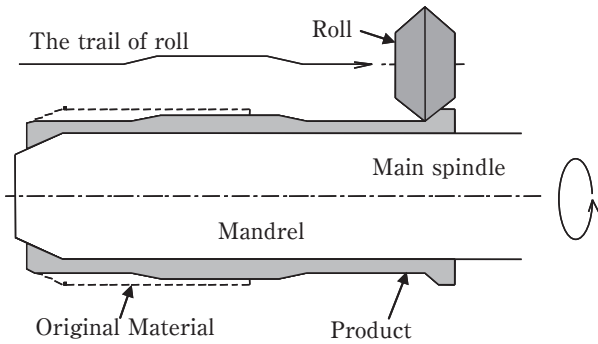


Fig. 3 A spinning method.

端部のみを拡管加工し、形状の大部分を切削により削りだしたため、素材の無駄が多く、課題としては6000系合金のようにスピニング加工ができる素材の開発が必要であった。

### 3. スピニング加工用高強度7000系合金の開発

#### 3.1 スピニング加工適用の技術的課題

高強度7000系合金をスピニング加工する場合、加工しやすい焼きなまし処理材（O材）を使用するのが一般的である。しかし、スピニング加工後に溶体化処理するとパイプ外表面の結晶粒が粗大化し、アルマイト後の外観で問題が生じる。そこで、溶体化処理後自然時効材（T4材）のスピニング加工性を評価したところ、自然時効が進み硬度が高く、スピニング加工が困難であることがわかった。そのため、自然時効が進んだ素材を加工可能な状態にする技術開発を行った。

#### 3.2 復元処理の利用

この課題を解決するため、復元処理の利用を検討した。復元処理とは、材料を一定温度以上に加熱することにより、自然時効により析出した析出物を再固溶させる処理のことである。この処理によって、材料強度を低くすることが可能になる。しかし、加工前に復元処理工程を追加すると、熱処理炉の設置や熱処理後の時間管理が必要となり、コストアップ要因となる。

そこで、スピニング加工中の加工発熱を利用し、復元処理温度まで素材の温度を上昇させ、その後クーラントで冷却する方法を開発した。これにより材料強度を低下させ、スピニング加工が可能になった。

#### 3.3 復元処理性の優れた高強度7000系合金の開発

スピニング加工性を向上させるため、最終の人工時効後の強度は現行材と同じとしながら、復元処理後の材料強度の低下量の大きな合金の開発を目標とした。

ラボの予備検討例として、Fig. 4に復元処理性に及ぼす銅添加量の影響を示す。銅添加量の少ない方が、復元処理により硬さがより低くなる傾向が確認された。このような検討の結果、スピニング加工に最適な合金を開発した。開発合金は、最終製品の強度を低下させることなく、従来合金（A7050）よりも優れた復元処理性を実現した（Fig. 5）。開発した復元方法と開発合金を組み合わせることにより、材料歩留まり向上を達成することができた（Fig. 6）。

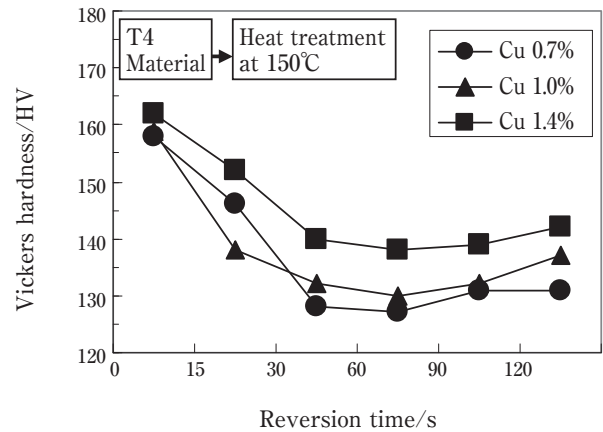


Fig. 4 Effect of the Cu content on the reversion property of Al-Zn-Mg-Cu alloys.

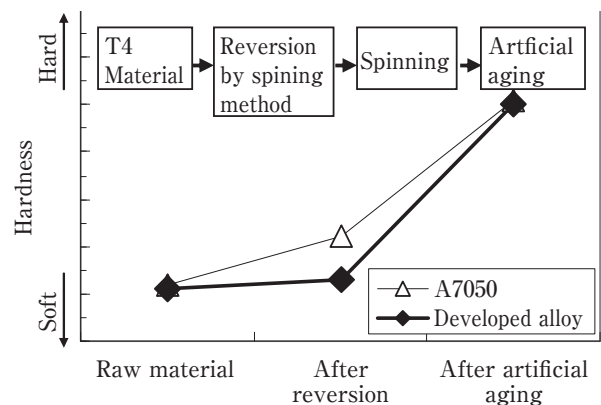


Fig. 5 Hardness changes in a processing.

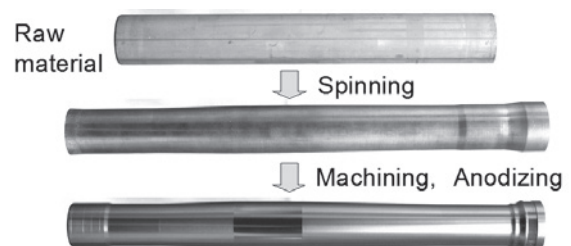


Fig. 6 Appearance of an outer tube made of the developed alloy.

## 4. 加工熱処理を適用したA6061合金管の開発

### 4.1 加工熱処理の利用

オンロード用の OUTER チューブには、主にコストと加工性のバランスから A6061 合金管が使用されている。 OUTER チューブのさらなる軽量化のため、加工熱処理を利用した A6061 合金管の高強度化を検討した。加工熱処理とは、溶体化処理後の素材に適切な熱処理を加えることにより、塑性加工時に均一な高密度の転移が導入され、最終時効後に微細な析出物が高密度に析出することで、強度を向上させる方法である。

Fig. 7 に TMT 工程の模式図を示す。スピニング加工の前に人工時効処理を入れることで、強度の向上を図った。

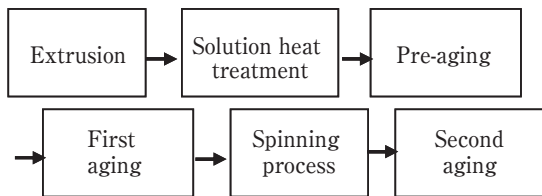


Fig. 7 A TMT Process.

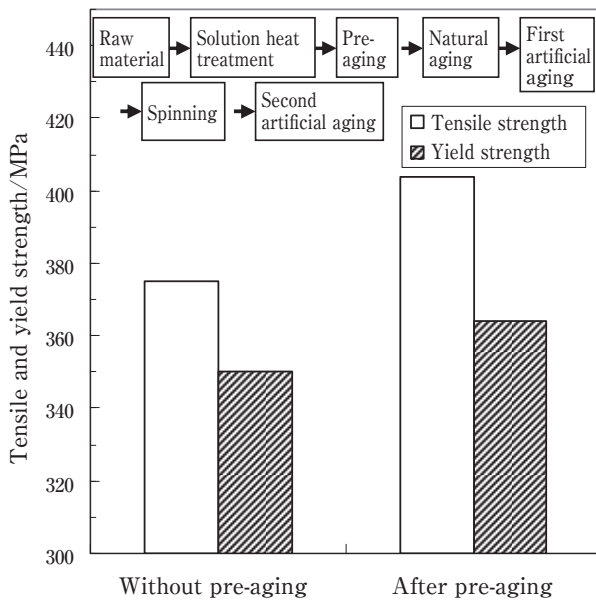


Fig. 8 Effect of a pre-aging on tensile properties after a second artificial aging.

Table 1 Tensile properties of the A6061 alloy outer tube.

	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Elongation (%)
T8 temper	365~385	340~370	approx. 12
TMT process	400~410	370~380	approx. 12

### 4.2 負の効果の抑制

6000系合金では、溶体化処理後の室温時効条件が、最終時効後の強度に影響を与えることが知られており、強度の低下（負の効果）が懸念された。Fig. 8に負の効果の検討例を示す。この課題を解決するために、溶体化処理直後に予備時効処理を追加することで、自然時効条件によらず、安定した製品強度を確保することができた。

### 4.3 開発の成果

Table 1に一般的な T8 調質材と開発工程材の引張強さを示す。開発工程材では、一般的な T8 調質以上の強度と延性を得ることができた。

## 5. おわりに

本技術を活用したオフロード用 7000 系合金フロントフォークは、7 年間で累計 30 万台以上の二輪車に採用され、開発合金の製造実績は累計 1,100 ton 以上となっている。また、オンロード用 6000 系合金フロントフォークは 3 年間の累計 2 万台で約 50 ton の製造実績であり、今後さらなる適用車種の拡大が期待される。

これら実績と技術により、軽金属学会の第 49 回小山田記念賞を受賞した。

### お問い合わせ

(株) UACJ 押出加工 営業本部 中部営業部

〒460-0022

愛知県名古屋市中区金山 1-13-13 金山プレイス

TEL : 052-324-4716 FAX : 052-324-4732

UACJ Extrusion Corporation

Marketing & Sales Division, Chubu Area Office

Kanayama Place, Kanayama 1-13-13, Naka-ku,  
Nagoya-shi, Aichi 460-0022, Japan

TEL: +81-52-324-4716 FAX: +81-52-324-4732



加藤 勝也 (Katsuya Kato)

(株) UACJ 技術開発研究所 名古屋センター  
第六部