

平成 18 年度地域研究者養成事業「湿式表面処理技術」 16 アルミニウム合金用新しい化学研磨液の開発

白石徳明*, 樋口浩一

Development of Chemical Polishing Liquid for Aluminum Base Alloy

SHIRAISHI Tokuaki* and HIGUCHI Koichi

We examined the environment-friendly chemical polishing liquid containing alkali for the aluminum base alloy. The following results were obtained.

1)Gloss

・Gloss value 330 was able to be obtained in ten minutes using chemical polishing liquid containing alkali.
・The gloss value was increasing by adding the sodium metaborate. However, the addition of excessive is not good for luster.

2)Burr

・Burr was hardly removed using chemical polishing liquid containing alkali.

3)The change in dimension and the surface roughness.

・There was little change before and after processing it, though the dipping time had been lengthened.

キーワード：アルミニウム合金，化学研磨，バリ取り，光沢，寸法変化，表面粗さ

1 緒 言

金属の研磨方法は、大きく分けて機械的研磨、電解研磨、化学研磨がある。機械的研磨は、バフ研磨、バレル研磨、ショットブラスト等物理的処理である。この方法は、被研磨面の凸部を切削、塑性変形、摩耗などにより除去し、平滑面を得る方法である。一方、電解研磨、化学研磨は化学薬品を用いた化学的処理法である。この方法は、被研磨面の微小凸部を凹部より優先的に溶解して平滑化する方法である。電解研磨は、電気エネルギーを用いた陽極電解であり、化学研磨は、化学薬品中への浸せきによる自然溶解であり、操作上の違いは大きい。即ち、化学研磨の方が電解研磨に比べ、電解電源がいらない。電解時の電圧、電流管理などが不要であり、メリットが多い。

近年、様々な製品が小型化し、部品の微小化が進んでいる。この様な傾向の中で、微細加工技術も進歩している。部品の小型化にとともに、部品の精密化とともに、バリ除去の問題が大きくなっている。このような部品に対しては、機械的研磨に比べ、化学的研磨は、複雑な形状部品のバリ取りがムラ無くでき、又、薄物部品も変形することなくバリ取りができ、微細加工部品への対応が可能となる。

これまで当社においては、これらの部品への適用を考慮し、鉄鋼系及びステンレス系用の化学研磨液の開発を行ってきた。本ORTでは、これまで対象としていなかったアルミニウム合金用の化学研磨液の開発にあたり、

窒素、リン酸を含む化学研磨液は、環境上の問題が有ることから、アルカリ系の化学研磨液に注目した。

本報告では、検討を行ったアルミニウム合金用化学研磨液について、これまでに開発した鉄鋼系及び、ステンレス系の化学研磨液と比較しながら報告する。

2 バリ取りの機構¹⁾

プレス加工で生じたバリは、プレス加工による内部応力が加わり、その上金属組織が変化するために化学研磨液中に浸漬すると、バリ部分の溶解速度が他の部分に比べて大きくなり、優先的に溶解除去される。このため、**図1**に示すように、鋭角なバリは他の平坦部に比べ、 $L / \sin(\theta/2)$ 倍だけ多く溶解するので、バリが早く除去できる。これが、バリ取りの機構である。

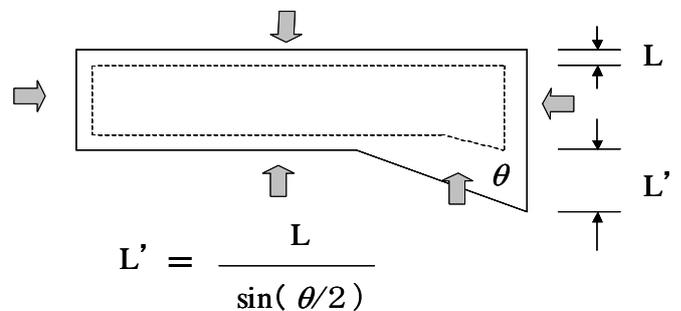


図1 バリ取りの機構

*株式会社ワールド・アルマイト

3 実験方法

3.1 化学研磨条件

実験にはアルミニウム合金 A5052 (Mg を 2.2~2.8%含むアルミニウム合金) 板を用いて、表 1 に示すアルカリ系、リン酸系の基本組成・基本条件に基づき浸漬時間を変化させて化学研磨を行った。なお、比較として鉄鋼、ステンレス鋼の条件も表 1 に示す。なお、表中の A~G の記号は企業秘密の化学成分である。

アルミニウム合金の実験では、サンプルは治具を用いて液中に浸漬させ、リン酸系研磨液の場合は液を静止状態で処理し、アルカリ研磨液の場合は、マグネットスターラーを使用して液の攪拌を行った。なお、鉄鋼とステンレス鋼は、1角を針金でつるし液に浸漬させ、テストピースや化学研磨液は、静止状態で実験した。

表 1 化学研磨液の基本組成と実験条件

アルミニウム合金条件			鉄鋼・ステンレス鋼条件		
基本組成	アルカリ系 水酸化ナトリウム A B	リン酸系 リン酸 C	基本組成	鉄鋼 過酸化水素 酸性フッ化アンモン D E	ステンレス鋼 塩酸 硝酸 リン酸 F G
基本条件			基本条件		
温度	70℃	100~120℃	温度	25~35℃	90~95℃
時間	3分	3分	時間	3~15分	3~15分

A-Gの記号は企業秘密の化学成分

3.2 評価方法

光沢は、日本電色工業株式会社製のハンディー光沢計 (PG-1M) を用い、測定角度は、60° で測定を行った。

バリの大きさは、電子顕微鏡を用いて評価し、寸法はマイクロメーターで測定した。粗さ測定には、サーフテスター (株式会社ミツトヨ製) を用いた。このとき、鋼板の圧延方向を測定位置とした。

4 実験結果

4.1 光沢

水酸化ナトリウム 0.2%, A 成分 10%, B 成分 0.1% を混合した研磨液に、70℃、浸漬時間を 1~10 分に変化させた場合のアルミニウム合金の光沢の変化について、図 2 に示す。後述するリン酸系の研磨液より浸漬時間を長くしたのは、溶解が遅く平面やプレス打ち抜きバリが殆ど取れない状況だったためである。浸漬前の素材の平均的な光沢は 290 で、浸漬時間とともに直線的に上昇し 10 分では 330 を得ることが出来た。水酸化ナトリウム 0.14%, A 成分 10%, B 成分 0.05% を混合した研磨液に、

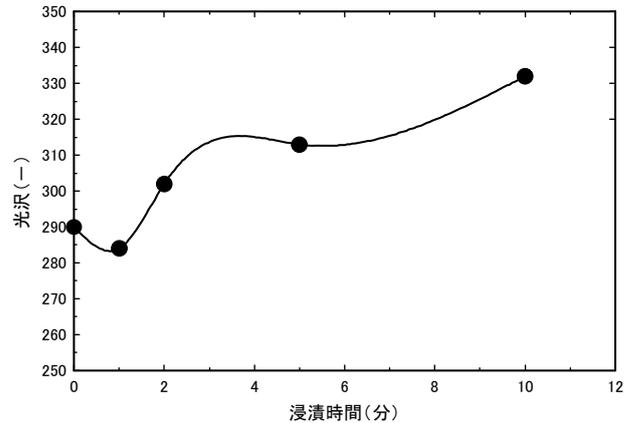


図 2 アルミニウム合金の浸漬時間と光沢の関係 (NaOH 0.2%, A 成分 10%, B 成分 0.1%, 70℃)

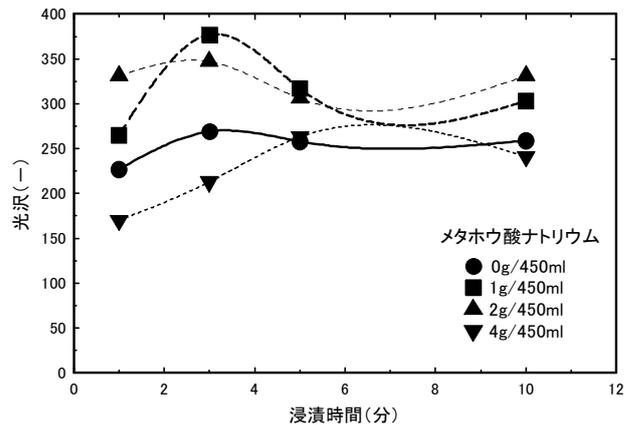


図 3 アルミニウム合金の浸漬時間と光沢の関係 (NaOH 0.14%, A 成分 10%, B 成分 0.05%, 70℃)

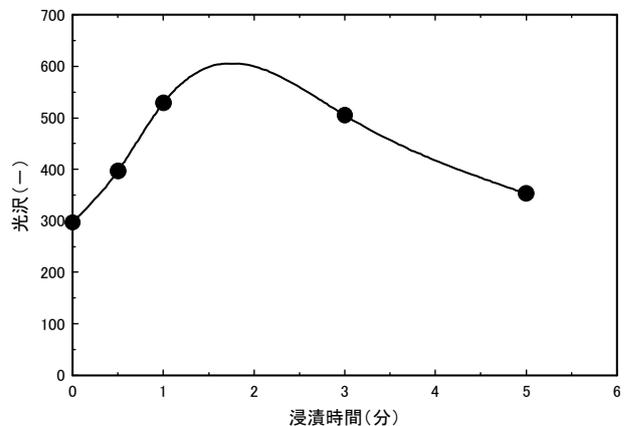


図 4 アルミニウム合金の浸漬時間と光沢の関係 (リン酸, C 成分, 110~120℃)

70℃でメタホウ酸ナトリウムを加えて処理したアルミニ

ウム合金の光沢の変化について、**図3**に示す。メタホウ酸ナトリウムの添加を0から2g/450mlと増やすに従い、光沢は301~345へ増加したが、4g/450mlを加えると250程度に低下した。メタホウ酸ナトリウムは、多く添加しても効果は期待できないことがわかった。

一方、酸系の代表成分であるリン酸とC成分を混合した研磨液を用い、110~120°Cで0.5分~5分と浸漬時間を変化させた場合のアルミニウム合金の光沢変化を、**図4**に示す。リン酸系研磨液では、浸漬時間0.5分~1分の初期段階では、時間と共に光沢は上昇し520までになったが、3分後には降下しはじめ、さらに時間を長くすると、表面が肌荒れとなり、5分になると光沢は350と降下して、商品価値が失われた。

比較として、当社がこれまでに開発した研磨液による鉄鋼(SS400)の光沢の変化を、**図5**に示す当社が開発した酸性フッ化アンモン系の研磨液は、25~35°C、浸漬後3分で400~450の光沢を得ることが出来た。データは示していないが、これは市販品と同等であった。

又、当社がこれまでに開発した研磨液によるオーステナイト系のステンレス鋼SUS304の光沢の変化を、**図6**に示す。自社開発品の研磨液は、主な組成(リン酸+硝酸)に界面活性剤を少量添加したものである。90~95°C、浸漬時間10~15分で、光沢350~370であった。データは示していないが、市販品と殆ど光沢に差はなかった。

4.2 機械加工やプレス加工のバリ除去

図7には、アルミニウム合金を代表的なアルカリ系研磨液(水酸化ナトリウム0.14%、A成分10%、B成分0.05%を混合、メタホウ酸ナトリウムを2g/450ml添加)に浸漬させた時の浸漬時間とバリ除去の関係を示す。ほとんど寸法変化は認められないことが分かる。今回、アルカリ系の研磨液をバリ取りに利用するため、様々に条件を変えて実験を繰り返したが、バリの溶け込みや溶解量は、殆ど無かった。すなわち、今の組成のアルカリ研磨液では、バリ取りに向かない事がわかった。今後さらに実験を重ねバリ取りが可能なアルカリ系研磨液の開発を行う。

一方、**図8**に示すように、リン酸系の研磨液では、時間に比例してバリ除去量が多くなり、5分では100 μ mのバリを除去することが出来る。

同じく自社開発したステンレス鋼(SUS304)のバリ取りの様子を、**写真1**に示す。25~35°C、浸漬時間15分で完全に除去されることが分かる。ここには示さないが、その他の材質S45C、SK4、SCM415、SKD11等は、

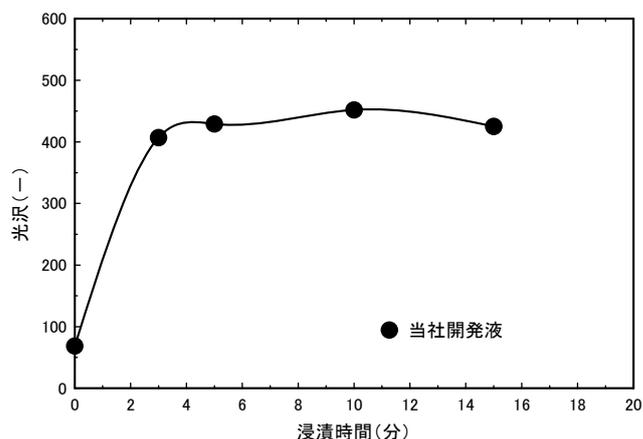


図5 鉄鋼の浸漬時間と光沢の関係 (25~35°C)

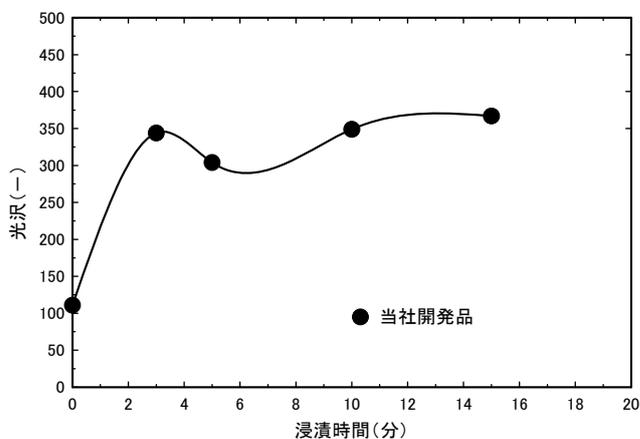


図6 SUS304の浸漬時間と光沢の関係 (90~95°C)

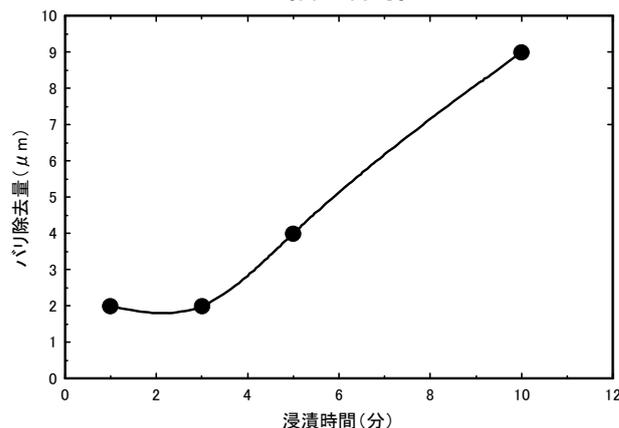


図7 アルミニウム合金の浸漬時間とバリ取り量の関係 (NaOH 0.14%、A成分10%、B成分0.05%、メタホウ酸ナトリウム2g/450ml、70°C)

自社開発した鉄鋼用の研磨液で、6分で完全に除去された。

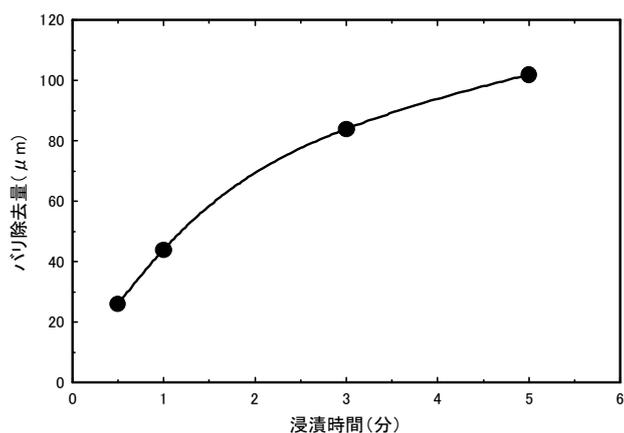


図8 アルミニウム合金の浸漬時間とバリ取り量の関係
(リン酸, C成分, 110~120°C)

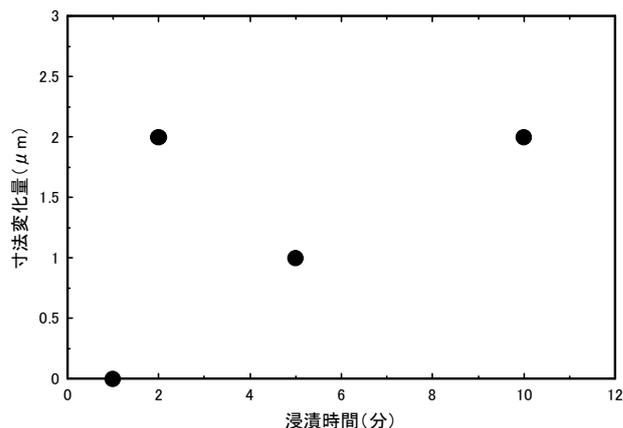


図9 アルミニウム合金の浸漬時間と寸法変化量の関係

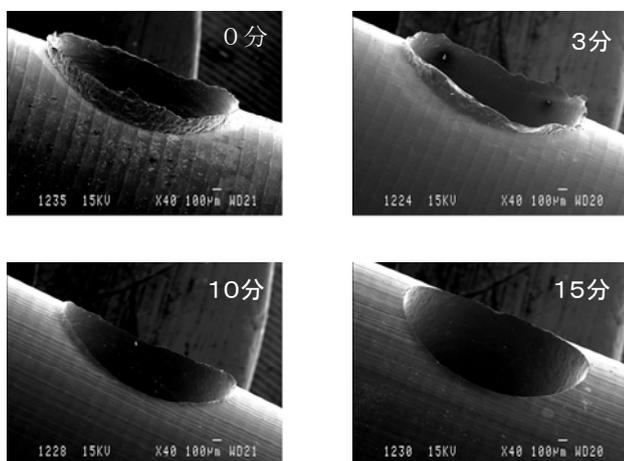


写真1 バリ除去の様子 (SUS304)

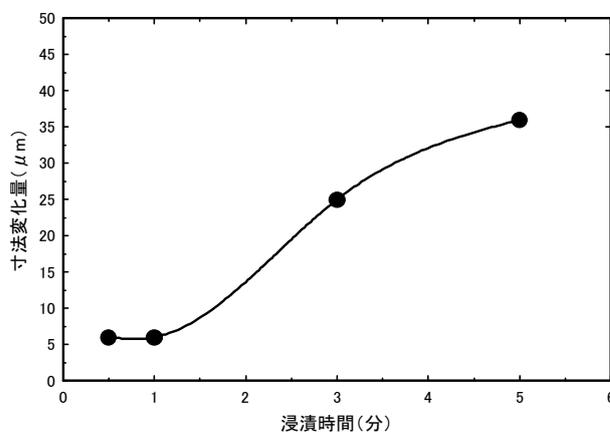


図10 アルミニウム合金の浸漬時間と寸法変化量の関係
(リン酸, C成分, 110~120°C)

4.3 寸法変化量

アルミニウム合金を、水酸化ナトリウム 0.2%, A 成分 10%, B 成分 0.1%を混合した研磨液を用いて、70°Cで処理した時の寸法変化について、図9に示す。この場合、浸漬時間 10 分で 2 μm と、溶け込みが殆ど無いことがわかる。

一方、アルミニウム合金をリン酸系研磨液を用いた場合の浸漬時間と寸法変化量の関係を図10に示す。70°C浸漬 1 分で 5 μm、5 分で 35 μm の寸法変化量があり、線的な増加が見られた。

比較として、図11には、SPH 材を酸系研磨液を用いて処理した場合の浸漬時間と寸法変化量の関係を示す。25~35°C、浸漬時間 4 分で 40 μm、10 分で 100 μm と浸漬時間が増すに従い、ほぼ直線的に増加している。また、図12には、SUS304 用の酸系研磨液を用いて処理

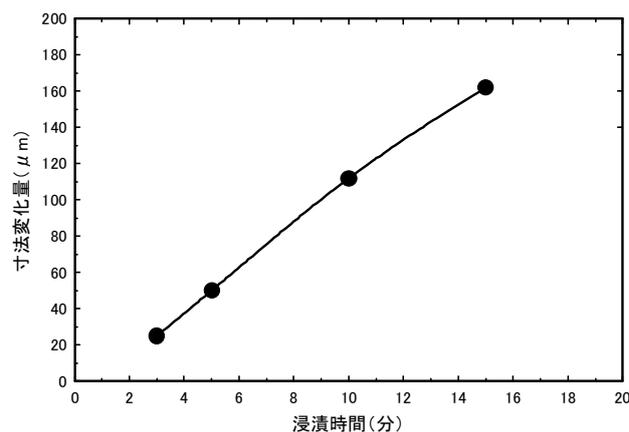


図11 鉄鋼の浸漬時間と寸法変化量の関係
(過酸化水素, 酸性フッ化アンモニウム, D, E成分, 25~35°C)

した場合の浸漬時間と寸法変化量の関係を示す。90~95°Cにおける寸法変化量は、5 分で 10 μm、15 分で 60 μm

m であり、ステンレス鋼も直線的な増加は見られるが、鉄鋼に比べ小さくなっている。

化学研磨による寸法変化量は、これらの検量線を用いることで、浸漬時間から算出できる。寸法公差が必要な場合、変化量を見込んでおくことも重要である。

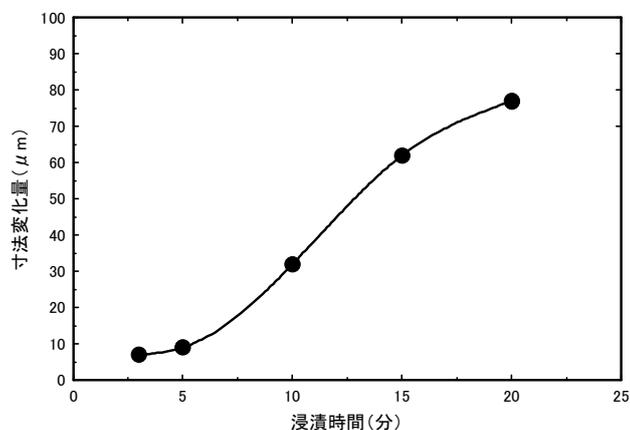


図 1 2 SUS304 の浸漬時間と寸法変化量の関係
(塩酸, 硝酸, リン酸, F, G 成分, 90~95°C)

4.4 表面粗さ

一例をあげると、アルミニウム合金の化学研磨前の最大高さは、 $1.24\mu\text{m}$ であったが、アルカリ系研磨液で処理したところ、10 分で最大高さは、 $1.18\mu\text{m}$ であり、ほとんど変化なかった。

一方、材質 SPH (熱間圧延軟鋼板) では、化学研磨前に最大高さ $4.20\mu\text{m}$ であったものが、浸漬時間 10 分では最大高さ $1.42\mu\text{m}$ になっており、表面粗さは小さくなっていた。

5 結 言

アルミニウム合金用の環境に優しいアルカリ系化学研磨液の開発を行ったところ、以下の結果が得られた。

1) 光沢

- ・浸漬時間 10 分で光沢 330 を得ることが出来た。
- ・メタホウ酸ナトリウムの添加で光沢を増すことが可能となった。しかし、過剰の添加は良くない。

2) バリ

- ・ほとんどバリは除去されなかった。

3) 寸法変化・表面粗さ

- ・浸漬時間を長くしても処理前と殆ど変化無かった。

今後は、光沢だけではなく、バリ除去速度の速いアルミニウム合金用の化学研磨液の開発を行う予定である。

文 献

- 1) 間宮他：化学研磨と電解研磨，槇書店 p14 (2001)