

[P 1-36]

Aluminum brazing in high vacuum without flux

M. TSUBATA, T. YAMAURA, K. SHINOHARA, H. BABA

Nihon Koshuha Co., Ltd.

1119 Nakayama-cho, Midori-ku, Yokohama, 226 Japan

Abstract

Nihon Koshuha Co., Ltd. has developed Aluminum brazing method in high vacuum without flux. This method has good characters. For example, an object having little thermal capacity is brazed other having large one.

フラックスレス高真空アルミろう付け

1 はじめに

日本高周波株式会社では、高周波の反射を抑制するためのマッチングボックスを作っている。この導波管部は、従来、溶接とネジ止め、それにアルミハンダを使って作っていた。しかしこれには時間と手間がかかっていた。そこで一度に炉中ろう付けで出来ないか技術開発を進めていたが、このたびそれに成功し、新しい2.45GHz用のチューナーが完成した。

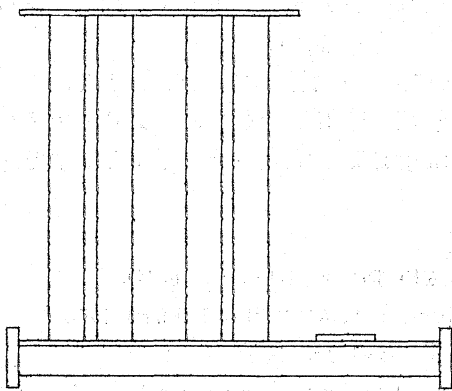


図1 チューナー導波管の概略図

2 ろう接

アルミニウム合金の接合方法には、融接、ろう接、機械的接合、接着といろいろとあるが、その中で溶接やろう接は気体や液体のリークを起こさずに、また、かなりの強度の接着が出来る。そしてろう接は母材を溶かさないので、きれいにくっつけることが出来る。

ろう付けは溶接と違って母材を溶かさない。ろう材が溶けて接合面に広がり、再び固まる際に母材表面とろう材との間に金属結合を生じさせて接合するものである。

3 ろう接の利点

ろう接が溶接よりも優れていると考えられる点を列挙してみる。

- 1) 継ぎ手の中が埋まる。
- 2) 熱容量の大きなものと小さなものとをくっつけることが出来る。
- 3) 歪みが小さく溶接にみられる割れの心配がない。
- 4) 溶接だと肉を盛り上げる必要があ

るが、ろう接にはそれが無いので、外観がきれいに仕上がる。

4 アルミろう接の技術的困難の克服

アルミニウム合金のろう接は、他の金属のろう接よりも多くの問題を持っているので、成功するまでにはいくつもの問題点をクリアしなくてはならなかった。

まず第一に、アルミニウムは非常に強固な酸化皮膜で覆われている。ろう接の際には、この酸化皮膜を何らかの方法で破壊してやらないと、母材とろう材との間で合金を作らないという問題があった。

一般に大気中で行うアルミろう付けでは、フラックスを用いてこの表面酸化皮膜を除去している。しかしこのフラックスは完全に除去してやらないと、腐食の原因となる。

普通の真空炉や雰囲気炉の場合にはマグネシウムのゲッター作用を利用している。

当社のろう付けでは、高真空中で加熱することにより酸化皮膜を除去する方法で、マグネシウムを必要としない方法を採用した。

第二に、ろう材としてやはりアルミニウム合金を使用するのでろう付け温度が母材の融点と非常に近く、かなり厳密な温度コントロールが要求される。

また、Cuを含む2000系と呼ばれるジュラルミンの仲間や、アルミにMgを添加した5000系のアルミニウム合金は、融点がろう材の液相点よりも低くろう付けは出来ない。

アルミニウム合金の熱伝導率は、種類により若干異なるが、おおむね銅の6割、ステンレスの10倍くらいであり、かなり良い。そのためバーナー等による局所加熱の場合、温度コントロールが難しい。また融点が純アルミの場合でも赤熱温度以下であり、見た目が変わらないうちに融け始める。

そのため一般に炉中ろう付けの方が温度コントロールのミスによる失敗が起こりにくい。当社でも炉を使用している。

第三に、アルミの熱膨張率は他の金属と比較するとかなり大きく、ろう付け治具との膨張差が生じる。そしてアルミはステンレスといった金属と比較すると非常に柔らかいので、簡単に変形するという問題がある。これはろう付け設計に工夫を凝らすことで避けている。

5 当社の炉の性能

ろう付け室の大きさ

400W×600H×400D

(棚をつけることも出来る)

最高温度 650℃

均熱性 615±5℃

到達真空度 10⁻⁸Torr台

(ベーキングを行った場合)

6 前処理としての苛性処理

先にも書いたが、アルミニウムはきれいに見えても、必ず表面には酸化膜が存在する。これは普通数nmの厚さだが、傷が付いて新たな面が出てきた場合にさらに酸化されたりして、次第に厚くなっていく。この酸化膜を最小限にするため、また脱脂として、母材とろう材とをろう付け前に苛性ソーダに浸ける処理が必要であることが分かった。

7 ろう付け出来るアルミの種類

アルミはその添加物によりいくつもの系統、種類に分けられる。そのうちろう付け性が良いと言われているのが、純アルミである1000系、AlにMnを添加したA3003、SiとMgを添加した6000系のうちMgが少ないA6063である。

最初はMgが真空ものに悪い影響を与えるのではないかと考え、Mgの入っていないA1050とA3003に目をつけた。ろう材も、Mgを含まないA4343を使った。試験してみたところ、A1050はうまくいったが、A3003は濡れ性が悪くうまくいかなかった。そこで、Mgを含んでいるA6063をテストしてみたところ、濡れ性も良くうまく行くことが分かった。ところがA6063が融け出す温度とA4343が融けきる温度にほとんど差がないことから、ろう付け温度の引き下げが必要だと考え、ろう材をA4045に変えた。

そして現在、母材には1000系の純アルミとA6063、ろう材としてA4045という組み合わせを使えばろう付けが出来るようになった。

8 焼き入れ

母材として使える1000系とA6063のうち、1000系には焼きが入らないが、A6063には焼きが入る。

A6063の焼き入れの方法

- ①溶体化温度（添加物がアルミに溶けた状態になる温度、520℃）にした後、急冷（水冷）
- ②時効硬化処理（例 T6:175℃8時間）

これを実際にテストしてみて、ろう付け前の強度まで回復していることを確認した。

9 まとめ

以上のような特徴を踏まえ、溶接等の従来の加工法では難しかった構造を持つ製品がろう接により出来るようになりました。

特に薄いものと厚いものとも接合、複雑なものの接合に応用していきたい

と考えます。

10 謝辞

当社でアルミろう付けを始めるにあたって、高エネルギー物理学研究所の石丸先生にはいろいろなご助言をいただきました。ここに感謝いたします。