

Q-18 フラックスろう付と真空ろう付の原理を教えてください。

A-18 アルミニウム合金をろう付するためには、表面の酸化皮膜を破壊、除去する必要があります。その代表的な方法としてフラックスろう付法とフラックスレスろう付法の一つとしての真空ろう付法が挙げられ、両者には原理に違いがあります。

以下に、それぞれの原理について説明します。

フラックスろう付では、フラックスは、加熱過程にてろう付温度以下で熔融、ろう付部を覆い、ろう付温度付近での母材とろうの酸化皮膜の成長防止の役割を担います。次に、表面の酸化皮膜の破壊、除去作用として、下記の1) から3) に示す様なことが考えられています。

- 1) 酸化皮膜の直接溶解
- 2) 電気化学反応による溶解
- 3) 機械的破壊

ここで、600°Cのろう付温度では、フラックス中に酸化皮膜である Al_2O_3 が固溶することは考えにくく、一般的には加熱過程で母材アルミニウムと酸化膜との熱膨張差によって生じる酸化皮膜の割れ（破壊）部に熔融フラックスが進入、母材と酸化皮膜間で局部電池を形成し、皮膜下の母材が溶解し、熔融フラックス中に酸化皮膜が剥離除去される2)の電気化学反応説が有力とされています。その模式図を Fig. 1¹⁾ に示します。また、3)

は、塩化物系フラックスの場合は、フラックス中の塩化物と母材アルミニウムが反応し、 $AlCl_3$ を生成し、これが昇華して酸化皮膜を剥離除去します。一方、フッ化物系フラックスの場合は、熔融したフラックスによる酸化膜の溶解、破壊すると一般的に言われています。

このように酸化皮膜が破壊、除去された後に、熔融ろうが母材、隙間部などに濡れ拡がり、熔融フラックスと置換、充填され、冷却凝固することで、ろう付が完了することとなります。

真空ろう付では、真空排気することで、酸素と水分濃度を低下させ、ろう付加熱過程での母材とろうの酸化を低減します。次に、酸化皮膜の破壊、除去作用として、Fig. 2 に示すような現象が

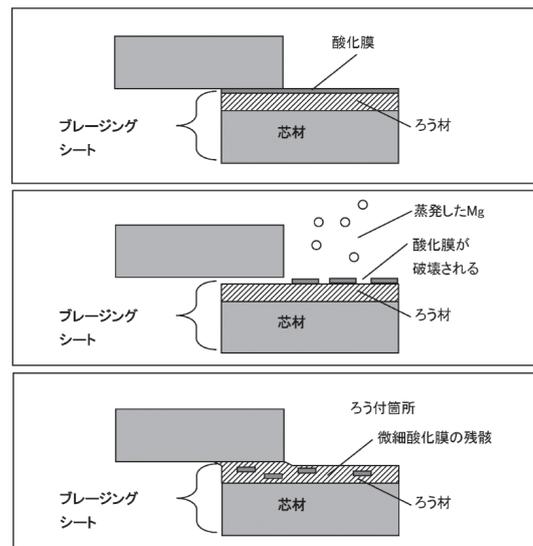


Fig. 2 真空ろう付における表面での反応

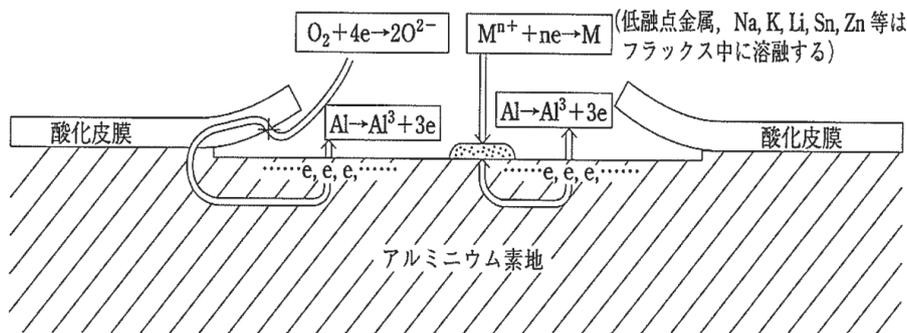
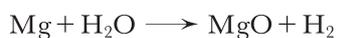
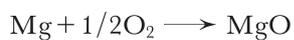


Fig. 1 フラックスによるアルミニウム酸化皮膜の除去（電気化学的機構）

起こるとされています。すなわち、加熱昇温に伴い、母材アルミニウムと酸化皮膜の熱膨張差により酸化皮膜にクラックが発生します。それとほぼ同時に、ろう材に含まれているMgが、そのクラックから蒸発し酸化皮膜の破壊が進みます。特にろう材が溶融する580°C付近からその挙動は活発になります。また、Mgの蒸発により次に示す反応で炉内の残留酸素および水分を除去します。これがいわゆるMgのゲッター作用で、炉内がより清浄となり、酸化が防止され、破壊された皮膜の再生も起こりません。このように酸化皮膜が破壊、除去されることにより、溶融ろうが母材、隙間部などに濡れ拡がり、充填されることとなります。



参 考 文 献

- 1) 軽金属溶接構造協会：アルミニウムブレージングハンドブック（改訂版），（2003，3）p49
- 2) the Aluminum Association: Aluminum Fluxless Vacuum Brazing, p14