

Q-32 アルミニウムの酸化皮膜とろう付性の関係について教えてください。

A-32 アルミニウム合金をろう付するためには、ろう材および母材表面の緻密で強固な、しかも安定な酸化皮膜を破壊あるいは除去して、ろうのぬれ現象を起こさせる必要があります。アルミニウム合金のろう付は、1930年代後半に特殊な分野で工業化しましたが、この酸化皮膜の存在によって、非常に難しいとされていました。

しかし、その酸化皮膜を効果的に破壊あるいは除去する手段として、フラックスろう付ではフラックスが、また、真空ろう付ではMgが、それぞれ、ろうのぬれに対して作用するように開発され、現在では、一般的なプロセスとなっています。

アルミニウム合金の酸化皮膜は一般的に、環境によって異なりますが、初期段階では経時的に成長し、厚くなると言われています。たとえば Fig. 1 に真空ろう付用ブレイジングシートの酸化皮膜成長の一例を示します^{1),2)}。脱脂や酸化皮膜除去などの洗浄方法によって酸化皮膜厚さの成長度合いは異なっていますが、経時的に増加傾向にあることがわかります。従って、洗浄後は酸化皮膜を成長させないような環境管理をする必要があります。

Fig. 2 にブレイジングシートの酸化皮膜厚さとろう付性評価結果を示します。酸化皮膜厚さが増加するにしたが

い、流動性（ろう付性）が低下しています。酸化皮膜が厚くなると、真空ろう付のドライビングフォースであるろう材中のMgの昇華・蒸発が阻害されます。その影響によって、酸化皮膜を微細に破壊できず、酸化皮膜が大きな残骸となることで、溶融ろうのしみ出しが不均一となり、母材へのぬれ広がりを阻害します。但し、酸化皮膜が30 nm (=300 Å) 以下であれば、その影響は少なく、ろう付性も良好と考えられます^{2),3)}。

ろう付性に対する酸化皮膜の影響は、初期の厚さや形態だけではなく、ろう付プロセスの過程で酸化成長することも大きく影響しています。

Fig. 3 にフラックスろう付法に対する不活性ガス雰囲気露点とろう付性の関係を示します。フラックス塗布量の影響はありますが、露点が高くなると、ろう付性は低下しており、露点-30℃を境にしてろう付性の急激な低下が認められます。Fig. 4 に不活性ガス雰囲気中の酸素濃度の影響を示します。加熱速度の影響はありますが、酸素濃度が高いほど、ろう付性は低下しており、一般的には500 ppm 以下が望ましいとされています。以上のことから、雰囲気中の露点および酸素濃度は、ろう付加熱中にブレイジングシートや母材の酸化皮膜を成長させる因子であることが明確で、ろう付品質を維持するには、制御する必要があります²⁾。

次に、ブレイジングシートと母材の酸化皮膜による影響度を調査するため、各酸化皮膜種を人工的に形成させ、ろう付性評価を行った結果を Table 1 に示します。尚、ろ

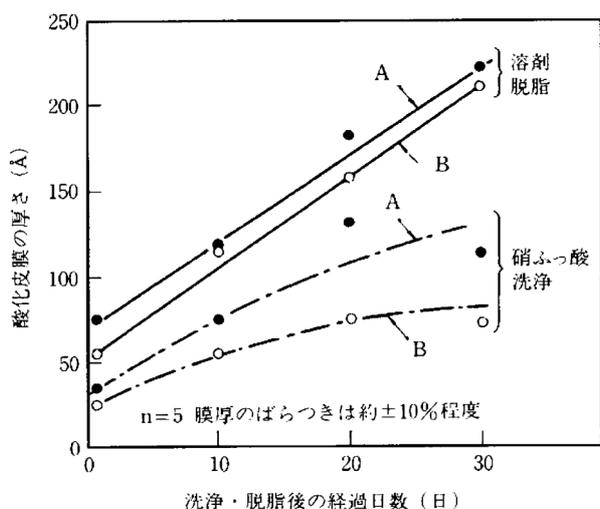


Fig. 1 比較的湿度の高い雰囲気中における酸化皮膜の成長
A：皮材4104 心材3003
B：皮材4005 心材3003

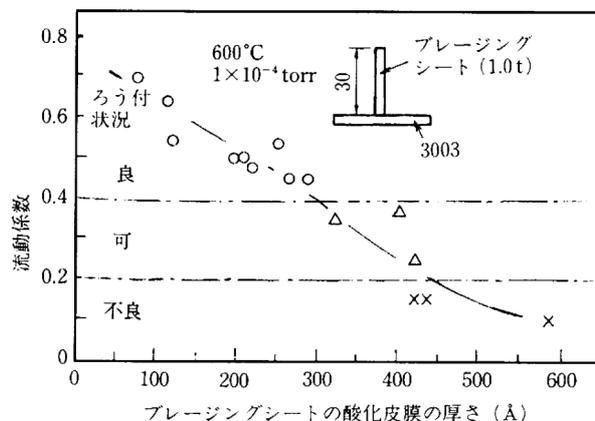


Fig. 2 ろう付性とブレイジングシート表面酸化皮膜の厚さ及び流動係数=フィレット断面積/最初のろうの断面積 (ブレイジングシート BA8PC) : JIS Z 3263での呼称は BAS231P

Table 1 ろう付性に対するブレイジングシート及び母材表面の酸化皮膜の影響

試料	膜種 処理条件	自然酸化皮膜		水和酸化皮膜		陽極酸化皮膜		大気中加熱酸化皮膜	
		苛性洗浄後 デシケータ保管	313 K 60% R.H.	333 K 80% R.H.	3 V	10 V	573 K×9 h	773 K×9 h	
ブレイジングシート ^{注1)}	膜厚 (nm) ^{注3)}	2.0	2.9	5.0	6.2	19	5.1	9.1	
	ぬれ評価	○	○	○	×	×	△	×	
	流動率 (%)	58	56	56	—	—	—	—	
母材 ^{注2)}	膜厚 (nm) ^{注3)}	2.2	2.6		6.2	20	4.7	6.2	
	ぬれ評価	○	○		○	○	○	×	
	流動率 (%)	60	58		56	54	56	—	

注1) 母材表面は全て自然酸化皮膜 注2) 表面は全て自然酸化皮膜 注3) ハンター法で測定

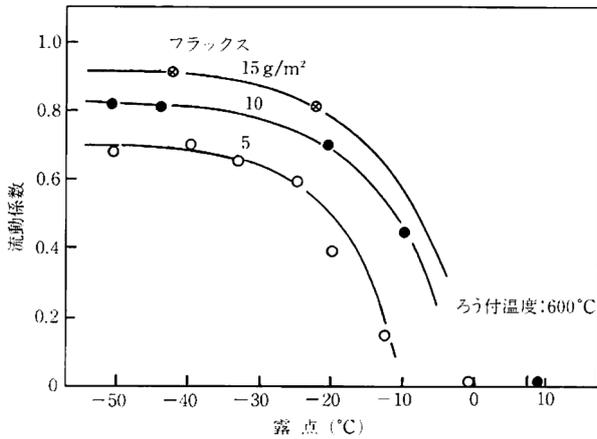


Fig. 3 ふん囲気の露点とフラックス量に関するろう付特性

ろう付性評価基準は、苛性洗浄品を標準とし、その流動性と比較し、良好（標準並み）～不良に沿って、○、△、×としました。その結果、母材表面を自然酸化皮膜とし、ブレイジングシートに各種酸化皮膜を施したサンプルとその反対の組合せでは、前者の方が、ろう付性への阻害影響が大きくなりました⁴⁾。以上のことから、ブレイジングシートの酸化皮膜は母材の酸化皮膜よりろう付性への感受性が高

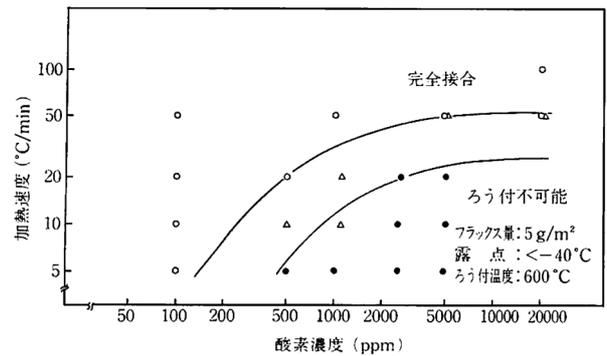


Fig. 4 酸素濃度と加熱速度のろう付性に及ぼす影響 (T字型試験片)

いことが明確となりました。よって、ブレイジングシートの酸化皮膜を制御することで、安定したろう付性が得られると考えられます。

参考文献

- 1) 今泉重威：軽金属, 29, (1979), 115~127
- 2) 軽金属溶接構造協会：アルミニウムブレイジングハンドブック (改訂版), (2003, 3), 80~82, 111
- 3) 今泉重威：軽金属溶接, 14 (1976), 569~581
- 4) 納 康弘：軽金属春季大会概要, 80 (1991), 215~216