

Q-24 各種アルミニウム溶加材とその使い分けは？

A-24 溶接構造物に供せられるアルミニウム合金の溶接用として、日本国内では11種類の溶加材が実用化されています*。その使い分けには、母材との組合せにおいて、溶接の割れの発生程度、強度（延性、靱性）、耐食性、カラーマッチ、高温特性等を考慮しなければなりません。

以下にこれらの溶加材の組成、目的・背景、使い分け等について説明します。

① 1000シリーズ（1070, 1100, 1200）

このシリーズには1070, 1100及び1200の3種類の溶加材があります。

1070は99.70%以上のAlを標準組成とし、高純度Alの溶接用で、溶接金属も母材と同様の高い耐食性を必要とする場合に用いられます。強度はあまり重要視されませんが、溶接継手の引張強さは54 N/mm²以上です。

1100, 1200は99.00%以上のAlを標準組成とし、工業用純Al及びAl-Mn系合金の溶接に使用します。溶接性、耐食性、延性良好で、溶接継手の引張強さは74~108 N/mm²程度です。

② 2000シリーズ（2319）

このシリーズの溶加材は2319の1種類のみで、Alと6.3%Cu, 0.3%Mn, 微量Zrを標準組成としています。Al-Cu系合金は溶接割れが起こりやすく溶接構造材として殆ど使用されていません

でしたが、宇宙開発等に関連して、2219や2419がロケット燃料タンク材等として開発されたのに伴い、その溶接用に制定された経緯があります。溶接継手の引張強さは溶接のままで245 N/mm²以上となります。

③ 4000シリーズ（4043, 4047）

このシリーズにはAlと5%Siを標準組成とする4043と12%Siを標準組成とする4047の2種類の溶加材があります。

4043は溶接金属の高温（熱間）割れに対する抵抗が大きいことから、Al-Mg-Si系の溶接割れを起こし易い合金または鋳物の溶接に用いられています。陽極酸化処理では、溶接金属が母材と異なった色調となりカラーマッチに注意が必要で、次の5000シリーズの使用が適切の場合があります。溶接継手の引張強さは母材によって167~245 N/mm²程度です。

4047は共晶組成のAl-Si合金でもっぱら鋳物用の溶接に使用されていますが、Al-Cu系やAl-Mg-Si系合金にも適用できます。溶接継手の引張強さは4043の場合と同程度です。

④ 5000シリーズ（5554, 5654, 5356, 5556, 5183）

このシリーズには5554, 5654, 5356, 5556及び5183の5種類の溶加材があり、標準組成は、AlとMg, 微量Cr, のAl-Mg系とそれにMn添加の場合のAl-Mg-Mn系とがあります。このMg含有量に応じて、Al-Mg系, Al-Mg-Si系, Al-Zn-Mg系合金等の溶接に広範に使用されています。その量が多くなるに従って溶接金属の強度が上昇することが知られています。しかしMgが多くなると、例えば、応力腐食割れを起こしやすくなる等、強度ばかりでなくその他の要因も考えて使い分けをする必要があります。

5554は2.7%Mg, 0.75%Mnを標準組成とし、Mg含有量の低いAl-Mg系合金（5052, 5454など）用の溶加材で、使用温度が約65°Cを超える化学装置などにも広く用いられています。

* 本件に関するJIS「アルミニウム及びアルミニウム合金に溶加棒及び溶接ワイヤ」は、平成21年7月20日に改正され、溶加材の登録種類は改正前（JIS Z 3232:2000）の11種類から改正後（JIS Z 3232:2009）33種類と大幅に増加しました。（表1参照）
本改訂の目的はISOとの整合性をとることとされています。
但し、ここでは従来から日本国内で実用的に使用されている11種類について説明することにしました。

表1 化学成分による種類及びその記号 (JIS Z 3232:2009)

記号 A	記号 B ^{a)}	記号 A	記号 B ^{a)}	記号 A	記号 B ^{a)}
A1070 ○	Al 1070	A4043 ○	Al 4043	A5754	Al 5754
A1080A	Al 1080A	A4043A	Al 4043A	A5356 ○	Al 5356
A1188	Al 1188	A4046	Al 4046	A5356A	Al 5356A
A1100 ○	Al 1100	A4047 ○	Al 4047	A5556 ○	Al 5556
A1200 ○	Al 1200	A4047A	Al 4047A	A5556C	Al 5556C
A1450	Al 1450	A4145	Al 4145	A5556A	Al 5556A
A2319 ○	Al 2319	A4643	Al 4643	A5556B	Al 5556B
A3103	Al 3103	A5249	Al 5249	A5183 ○	Al 5183
A4009	Al 4009	A5554 ○	Al 5554	A5183A	Al 5183A
A4010	Al 4010	A5654 ○	Al 5654	A5087	Al 5087
A4018	Al 4018	A5654A	Al 5654A	A5187	Al 5187

注^{a)} 記号 B は、ISO 18273 による規定である。

記号 A 又は記号 B のいずれかを用いる。

○印は、旧 JIS Z 3232:2000 で規定されていた溶加材

5654は3.5%Mgを標準組成とし、同じ組成である5154用の溶加材として用いられています。溶接継手の引張強さは206~265 N/mm²程度です。

5356は5.0%Mgを標準組成とし、Al-Mg系、Al-Mg-Si系、Al-Zn-Mg系合金の溶接など適用範囲が広く、最も多く使用されている溶加材です。微量のTiを添加して結晶粒を微細化し、溶接金属の機械的性質の改善を図ったのが特徴です。溶接性も良好であり、溶接継手の引張強さは265~304 N/mm²程度です。

5556はMgの含有量は5356と同じですが、それに0.75%Mnを添加した標準組成で、溶接性、溶接金属の機械的性質ともに良好で、特に溶接継手

強度の高いことを必要とする溶接構造物に適しています。溶接継手の引張強さは274~314 N/mm²程度です。

5183は4.8%Mg、0.75%Mnを標準組成とし、溶接性が特に優れ、溶接金属の機械的性質も良好で、5356と同様に、5083の板材等多くの合金の溶接に用いられています。5556に比べ溶接金属の強度はやや低いですが、その延性、靱性の点で優れています。溶接継手の引張強さは274~304 N/mm²程度です。

何れにおいても、具体的、詳細な使い分けは、JIS Z 3604での溶加材選定指針が参考になります。