

第2章 溶 接 設 計

6 余盛削除による引張り強度低下は何%程度か？

Q-6

突合せ溶接継手部で、余盛を母材の厚みまで削り取ると、強度は、余盛を残した状態を100%とすれば、何%程度、低下するのですか？

A-6

余盛を削除した引張試験片の引張強さ $((\sigma_B)_{off})$ と呼ぶ)が余盛ありの引張試験片の引張強さ $((\sigma_B)_{on})$ と呼ぶ)よりも大きくなることは考えられませんが、しかし $(\sigma_B)_{off}$ は必ずしも $(\sigma_B)_{on}$ よりも低くなるとは限りません。供試材料や溶接条件などによって異なってくることを、施工法委員会が行った実験結果¹⁾を例に取って説明します。

実験は、板厚4mmと12mmの6063-T5, 6061-T5, 5083-O及び7N01-T5を用いて、溶加材5356による自動ミグ突合せ溶接継手の引張強さを求めたもので、その結果をTable 4及びTable 5に、また引張試験片の破断状況をFig. 9及びFig. 10に示します。

Table 4 板厚4mm 継手試験片の引張強さ

供試材料	母材の引張強さ N/mm ²	継手引張強さ N/mm ²		$\frac{(\sigma_B)_{off}}{(\sigma_B)_{on}}$
		余盛あり $(\sigma_B)_{on}$	余盛削除 $(\sigma_B)_{off}$	
6063-T5	202	136	136	1.00
6061-T5	305	195	193	0.99
6061-T5 + 5083-O	—	198	198	1.00
5083-O	283	284	278	0.98
7N01-T5	391	361	306	0.85

注)：JIS 5号試験片，4本の平均値

Table 5 板厚12mm 継手試験片の引張強さ

供試材料	母材の引張強さ N/mm ²	継手引張強さ N/mm ²		$\frac{(\sigma_B)_{off}}{(\sigma_B)_{on}}$
		余盛あり $(\sigma_B)_{on}$	余盛削除 $(\sigma_B)_{off}$	
6063-T5	184	151	145	0.96
6061-T5	271	199	198	0.99
5083-O	324	319	298	0.93
7N01-T5	397	340	316	0.93

注)：JIS 5号試験片，4本の平均値

6063と6061合金は、熱処理合金ですので、引張試験片の熱影響部は溶接熱により軟化され溶接金属よりも軟質であるために、余盛の有無に関係なく、Fig. 9及びFig. 10に示すように熱影響部で破断しております。破断位置が同じですから、 $(\sigma_B)_{off}$ と $(\sigma_B)_{on}$ は殆ど変わりがありません。ただ余盛があると、引張破断に伴う局所的な収縮が拘束されますので、 $(\sigma_B)_{on}$ の方が、やや大きくなる傾向が認められます。

5083は焼きなまし材ですので、熱影響部は溶接熱により軟化することはなく、溶加材5356による本実験の場合には、溶接金属の方が、熱影響部よりも軟質となり、余盛があれば熱影響部から、余盛を削除すると溶接金属部から破断し、従って $(\sigma_B)_{off}$ は、 $(\sigma_B)_{on}$ よりも数%低

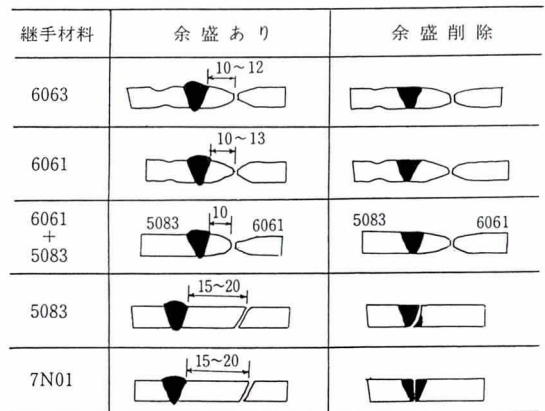


Fig. 9 板厚4mm 継手試験片の破断状況

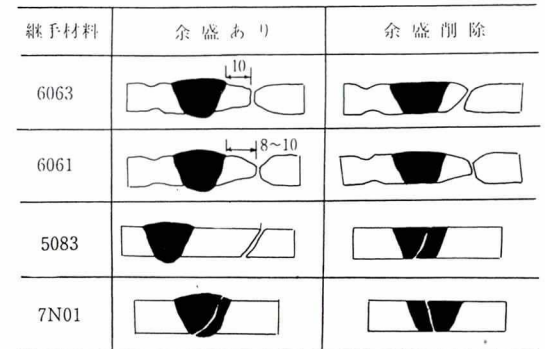


Fig. 10 板厚12mm 継手試験片の破断状況

下しております。

7N01合金の熱影響部は、1週間程度の室温時効により硬化しますので、熱影響部の方が、溶接金属部よりも硬質となります。従って余盛削除試験片では、軟質な溶接金属部で破断しますが、余盛があると、4mm材では熱影響部で破断し、 $(\sigma_B)_{off}$ は $(\sigma_B)_{on}$ よりも15%程度低い値となります。一方、12mm材では、余盛の状況により余盛を貫通して破断したために、余盛削除による断面積の減少分だけ、 $(\sigma_B)_{off}$ は $(\sigma_B)_{on}$ よりも小さな値が得られております。

以上の実験結果が示すように、余盛を削除すると、余盛を残した状態よりも、常に引張強さが低下するとは限りません。また、低下するとしても、母材、溶加材、溶接条件等によって低下の程度は違ってきます。

参 考 文 献

- 1) 『施工法委員会報告』、『軽金属溶接』Vol. 32 (1994) No. 10 P. 442, (社)軽金属溶接構造協会

7 溶接部の余盛高さの許容限度は？

Q-7

アルミニウム合金溶接部の余盛高さは、どの程度にするのが適切ですか、教えてください。

A-7

突合せ溶接部の溶接金属部を、板の表面よりも少し高く盛り上げることを余盛と言います。(Fig. 11)

余盛は、溶接金属部の強度が母材の強度よりも低い場合には、溶接継手の強度をカバーする効果があり、ま

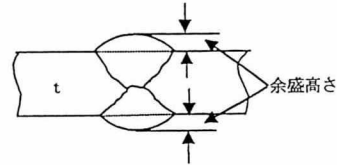


Fig. 11 突合せ継手の余盛高さ

Table 6 余盛の高さ (JIS Z 3604) (単位：mm)

板厚又は肉厚 t	余盛の高さ
6 以下	2 以下
6 を超え15以下	$\frac{1}{3}t$ 以下
15を超え25以下	5 以下
25を超えるもの	7 以下

Table 7 米国基準の余盛許容限度例

(単位：mm)

ANSI/AWS D1.2-1990 Structural Welding Code-Aluminum				ASME Boiler and Pressure Vessel Code SECTION VIII DIVISION 2 Pressure Vessels (1990)			ASME Code for Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping ASME B31.3-1990	
片面溶接		両面溶接		材 厚	Pipe と Tubing の円周継手の最大余盛高さ	左以外の溶接部の最大余盛高さ	材 厚	余盛高さ
材 厚	最大余盛高さ 最大裏波ビード高さ	材 厚	最大余盛高さ					
6.4以下	2.4			2.4未満	2.4	0.8		
6.4を超え12.7以下	3.0	9.5以下	2.4	2.4以上4.8以下	2.4	1.6	6.4以下	1.6
12.7を超え25.4以下	4.0	9.5を超え19.0以下	3.0	4.8を超え12.7以下	3.2	2.4	6.4を超え12.7以下	3.2
25.4を超えるもの	5.0	19.0を超えるもの	5.0	12.7を超え25.4以下	4.0	2.4	12.7を超え25.4以下	4.0
				25.4を超え50.8以下	4.0	3.2	25.4を超えるもの	4.8
				50.8を超え76.2以下	4.0	4.0		
				76.2を超え101.6以下	5.6	5.6		
				101.6を超え127以下	6.4	6.4		
				127を超えるもの	8.0	8.0		

た、溶接ビードの表面付近に発生しがちなブローホールなどの溶接欠陥を逃がすと言う考え方もあります。

しかしながら、過大な余盛は、溶接継手部に応力が負荷された場合に応力集中となる害もあり、好ましくはありません。特に繰り返し荷重がかかる溶接構造物の場合には、疲れ強さが問題となりますので、有害な溶接欠陥が無い限り、ビードを削り、母材面の高さまで仕上げた継手の方が余盛を残したままの継手よりも優れています。

過大な余盛は、次のような理由で望ましくはないとされています。

- (1) 止端部に応力集中を起こし、片面溶接では溶接継手の対称性が損なわれるために疲れ強さを低下させます。
- (2) 構造物の局所的な剛性が増し、一様な変形が妨げられますので、弱点を作る原因となります。また、溶接線の長手方向の曲げに対して、ビード表面の応力が高くなるため、割れ発生の原因となります。
- (3) 余盛過大は、一般的に溶接入熱が大きくなっており、溶接ひずみ、収縮、および熱影響範囲の増大を招きます。
- (4) 表面の凸部が大きくなるために、形態上の欠点となったり、外観が悪くなり、構造物の重量も増大します。
- (5) 溶接材料の所要量や工数が著しく増大し、能率が悪くなります。
- (6) ビード中央部と縁部で厚さの差が大きくなるため、放射線透過試験を行う際に一様なコントラストの写真撮影が困難となり、溶接部の品質検査に問題が生じます。

JIS Z 3604『アルミニウムのイナートガスアーク溶接作業標準』には、余盛高さの原則を Table 6 のように示していますが、繰り返し荷重が作用する継手などでは、余盛を母材面まで平らに削除するか、出来るだけ滑らかに仕上げることを推奨しております。また構造物の適用基準に従った規制が必要であり、Table 7 には、参考までに米国における余盛の基準を示します。

参 考 文 献

- 1) JIS Z 3604、『アルミニウムのイナートガスアーク溶接作業標準』。
- 2) 『アルミニウム合金のイナートガスアーク溶接入門講座』、(株)軽金属溶接構造協会 (1995年発行)。
- 3) 『アルミニウム合金構造物の溶接施工管理』、Ⅳアルミニウム合金の溶接施工一、P. 64~65、(株)軽金属溶接構造協会。

8 アルミニウム溶接構造物の使用温度範囲は？

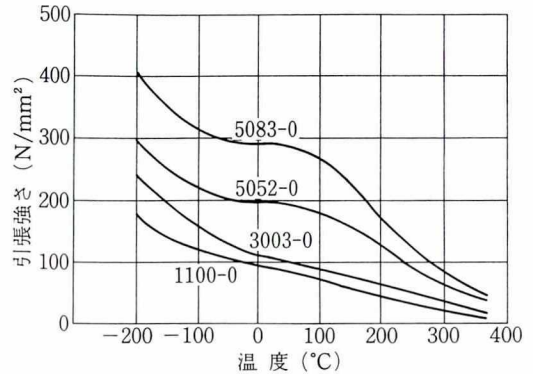
Q-8

アルミニウム合金溶接構造物の使用温度範囲はどの程度ですか、教えてください。

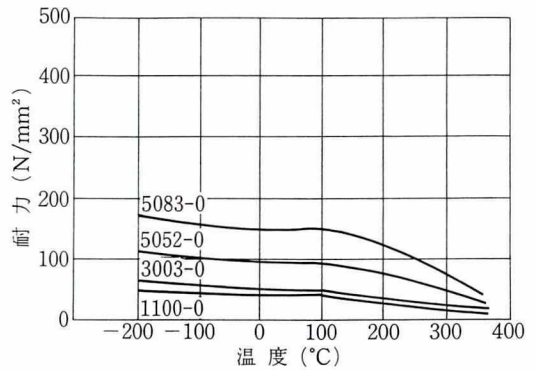
A-8

アルミニウム合金の機械的性質と温度の関係を図 12 に示します。高温側では強度の低下と共に伸びの増加が認められます。一方、低温側では強度の増加と共に、伸びも増加するのが特長です。

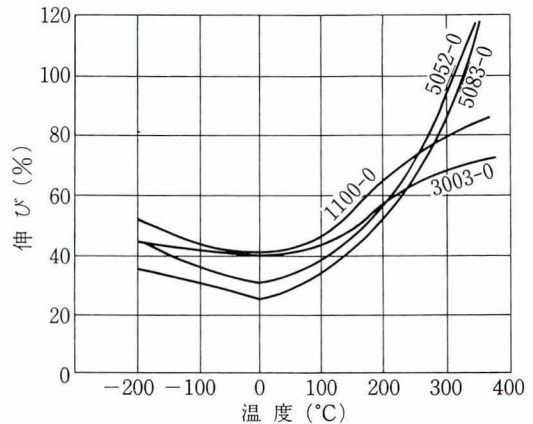
従って、低温側では各種液化ガスなどの貯槽や容器と



a) 引張強さ



b) 耐力



c) 伸び

Fig. 12 アルミニウム合金の低温及び高温における機械的性質

して数多くの実績があり、ロケット燃料用液体水素タンクを始め、液体ヘリウムによる超伝導マグネット用容器や、液化天然ガスの貯蔵容器など溶接構造物としての実績があります。

高温側では、各種高温配管や圧力容器などに実績があります。なお、真空チャンバーや配管などでは、真空特性を確保するために150°Cで24時間程度のガス放出のためのベーキング初期処理、あるいは定期的なメンテナンスのための熱処理が実施される場合があります。

その他、ガス絶縁遮断器、ガス絶縁送電線、冷却ユニット、大型アンテナなど、アルミニウム合金が持つ非磁性、電気導電性、耐食性等の特性を活用した製品が数多く実用化されています。

さて、JIS B 8243『圧力容器の構造』には、許容引張応力が-268~200°Cの温度範囲で記載されており、アルミニウム合金の適用温度範囲の一応の目安と考えられます。

一般に65°Cを越える温度域で使用する場合には、Mgを3.5%以上含む材料では応力腐食割れの恐れがあるため、素材ならびに溶加材の選択には留意が必要となります。その選択基準例をTable 8に示します。

参 考 文 献

- 1) 軽金属溶接構造協会：アルミニウム合金構造物の溶接施工管理，—I アルミニウム合金材料—P. 20~21.
- 2) 稲村，大磯：N. 応用—溶接構造物 (6) 電気機器，軽金属溶接，Vol. 36 (1998) No. 4, P. 29~35.

Table 8 アルミニウム合金の選択基準例

母 材			溶 加 材	
区分	種類	適用温度	常温及び低温	高 温 (65~200°C)
P-21	1100	全温度	A1100BY, WY	A1100BY, WY
	3003			
P-22	5052		A5183BY, WY	A5554BY, WY
	5454			
P-25	5154	高温には適用されない	A5556BY, WY	適用されない
	5083			
	5456			

備考；母材の区分は、JIS Z 3040（溶接施工方法の確認試験方法）によるもので、具体的には以下の通り。

P-21；純アルミニウム、Al-Mn 合金

P-22；Al-Mg 合金（但し Mg<4%）

P-25；Al-Mg 合金（但し Mg≧4%）