アルミニウム及びその合金の 金属電弧溶接について (第2報)

STUDY ON THE METAL-ARC WELDING OF ALUMINUM AND ITS ALLOYS (PART 2)

山 口 秀 夫 *
HI DE O YAMAGUCHI

松 田 武 雄
TA KE O MATSUDA

山 本 純 行
JUNG YO YAMAMOTO

荒 牧 毅
TA KESHI ARAMAKI

長 尾 清
KI YOSHI NAGAO

Using the Shinko Metal-arc welding rod test on the metal-arc welding of thick aluminum plate and liquid-tightness of welded tank carried out.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) Metal-arc Welding of Aluminum is suitable for welding of thick plate.
- 2) Liquid-tightness of Aluminum tank of 4mm thick welded by metal-arc is good.
- 3) Tank weld in vertical position is easy and good.
- 4) Preheat work is not difficult.
- 5) Strain due to metal-arc welding is less than that of gas welding.

1 緒 言

第1報に於てアルミニウム及びその合金の金属電弧溶接について行つた基礎的実験の結果を述べた。其後 Lincoln の溶接機を入手したので厚板の溶接実験を行い、又溶接したタンクの永密性について試験し、更に硝酸洗滌タンクを製作したのでそれ等の結果について報告する。

Photo. 1.

Lincoln Welder

2 厚板の溶接試験について

a) 溶 接 機

此の試験に用いた溶接機は Lincoln の "Shield Arc" SAE WELDER でその容量は電圧調整範囲は 110V ~ 50V, 電流は最高 400A 迄出せる。従つて普通の Flat 及び Horizontal の位置に於ける各種の溶接は勿論のこと Vertical (低電圧) の位置に於ける溶接も容易に行は

Table 1.

Data for Arc Welding

Molher Plate	Filler Rod Dia	Edge Preparation	Gap mm	Voltage open Arc	Current A	Number of Passes	Reheat °C
998%	998%	50°					
7 mm	6 mm	50°	2	92 24	180	1	200°
10 mm	8 mm	60°	3	" "	260	1	300°
10 mm	6 mm 5 mm	60°	2	" "	170 160	2 (Face) 2 (Root)	300°
15 mm	5 mm 6 mm	60°	3	" "	150-160 210-220	3 (Face) 3 (Root)	300°
15 mm	5 mm 6 mm	60°	2	" "	160 230	4 (Face) 4 (Root)	300°

* 神鋼金属工業株式会社研究部次長
Shinko Metal Industries Co., Ltd.

れる。容量が大きいから厚さ25%迄の板の溶接も可能である。Photo. 1 にこれの外観を示す。

b) 溶接方法

99.8%及び 99.5% Al の板について行つた試験方法を Table 1 に示す。母板の寸法は $200 \times 100\%$ の大さで何れも Backing Plate を用いた。

- 1 溶接棒は何れも試作 No.30 を用いた。
- 2 15%板に対しては電流が幾分小さい様であるが、この予熱温度では十分に溶着している。
- 3 二回盛以上の場合には前の Slag を充分落して

からその上に溶接した。

c) 機械的試験

Table 2 に溶接材の機械的試験・結果を示す。

Photo. 2.

Macrostructure of 7% Plate 1 Pass

Table 2 Mechanical Properties of Welded Plates

Mother Plate			Electrode		After Weld		
thickness	σ_B	$\delta \%$	dia	number of passes	σ_B	position of break	bending test 180°(face root)
99.8 % 7 %	6.8	45.0	6 $\frac{m}{m}$	1.	6.8	Mother Plate	R=2 T O.K R=1 T O.K R=0 T hair crack
99.5 % 15 %	7.7	43.0	5 $\frac{m}{m}$ 6 $\frac{m}{m}$	4.	7.7	Mother Plate	R=2 T O.K

d) マクロ組織

Photo. 2~4 に断面のマクロ組織を示す、顕微鏡的には小さい巣が認められるが肉眼的にはほとんど見当たらない。

Photo. 3.

Macro-structure of 10% Plate

Photo. 4.

Macro-structure of 15% Plate

抗張試験及び曲げ試験を行つた後の試片を Photo5~6 に示す。

Photo. 5.

Tensile Test Specimens 15% t

Photo. 6.

Bending Test Specimens 15% t

R=1T

R=2T

e) X線透過試験

溶接部のX線透過写真を Photo. 7~8 に示す。

(上) Photo. 7 Radiograph of 7% Plate

(下) Photo. 8. Radiograph of 15% Plate

X線的には巣の存在はほとんど見当らない。唯溶接始端に小さい巣が僅に認められるに過ぎない。以上の試験結果から15%厚さの板の溶接も適当な条件の下に行えば欠陥のないものを得ることが分つた。

3 溶接タンクの水密性について

金属電弧溶接法によるアルミの溶接は板厚 6%以下では水密性並に気密性の点で他の溶接法によるものに比較して劣ると云はれている。そこで 4%板についてその試験を行った。タンクの寸法は $250 \times 250 \times 250 \text{ mm}^3$ で用いた板は 99.8%純度のアルミ板の焼鈍材である。溶接は総べて水平の角溶接とし右図に示す要領で溶接を行った。

1本の4%溶接棒で約150~200%の長さに溶接出来た。従つて1稜を溶接するには途中で棒の継目が出る。この継目の場合には前のビードの表面をよくハツリ新しい棒で充分その部分を溶かさないと溶着不充分のため漏洩する恐れがある。板厚が4%であるので予熱は全く行はなかつた。Table 3 に溶接条件を示す。

Table. 3.
Data for Welding

Mother Plate	Electrode	Voltage	Current
99.8%	99.8%	Open 100V	120 A
4 %	4 % flux	Arc.	
$250 \times 250 \text{ mm}^2$	No 30	24V	

a) 水密試験

満水試験では勿論異常はなかつたので水压を漸次上昇して行くと約 4~5 kg/cm^2 附近で側板及び上下底板の

中心部が張り出し始め初め、立方形の箱が順次球形に近づき 12 kg/cm^2 迄は異常はなかつた、 12 kg/cm^2 を越した処で溶接棒の継目に当る所で1箇所、又 15 kg/cm^2 の圧力で角部の継目の所で1箇所夫々水が漏洩した。然し簡単にピーニングしたら止つた。その後は漏洩もなく圧力を上げ 38 kg/cm^2 迄は異常なく 38 kg/mm^2 を少し越したところで最も変形を多く受けた稜の中間部の所で溶接部と母材の境界部で遂に裂けた。

Photo. 9 にその実物写真を示す。

Photo. 9.
Metal Arc Weld

尚参考のため同じ条件でガス溶接したタンクの写真を Photo. 10に示す。

Photo. 10
Gas Weld

4 硝酸洗滌タンクの溶接について

a) タンクの形状並に寸法

Photo. 11. に完成したタンクの実物写真を示す。

Photo. 11.
Appearance of the Al Tank Welded

Fig. 1. にタンクの展開図を示す。

Fig. 1.
Dimension of the Plates

b) 溶接の方法

Photo. 11. 及び Fig. 1. から分る様に底部に於ける角溶接を出来る丈避けて平面の衝合せ溶接とした。板の厚さが10%であるので二層盛りとし約300°Cに予熱した。開先はFig. 2 に示す様にとつた。

平面の衝合せ溶接の場合には板の間隙を約5~7%ほど取り又角溶接の場合には約2%ほど重ねて夫々200%~300%の間隔を置いて仮付をした。間隙を5~7%ほど取つたのは溶接前の予熱を約300°Cとすると板が膨張して丁度溶接時に密着するからである。溶接するに際しては何れも中央部から始め両方に振分け歪を極力小さくする様に努めた。先づ外側から溶接し裏には Backing Plate を置いた。一本の溶接棒が消耗するとビードの終りの部

Fig. 2.
Edge Preparation for Welding

Corner Welding in Flat Position

分を手でハツリ約20~30秒ガスで予熱して新しい棒で前のハツタ部分をよく溶かし継目の部分から水の漏洩することのない様に注意した。外側が終つて内側の溶接をする前に外側から溶接したビードの裏ハツリを充分行つてから内側の溶接を外側と同じ様に継目に注意して行つた。溶接棒は試作 No. 30 を用いた。仮付には径5%のものを本溶接には6%又は7%を、特に間隙の大きい場合には8%棒を用いた。溶接電流は棒6%で約200A, 7%で約220A, 8%の時は約240Aであつた。

c) 作業の詳細

溶接に要した時間は次の様である。

電弧溶接	ビード末端部の手ハツリ	予熱	電弧溶接
30~40秒	15~40秒	20~30秒	30秒~40秒
経過時間			

即ち約1分30秒を一週期とし作業を進めた。径6%単長380%の棒で平面衝合せ溶接の場合には全長3,500%を溶接するのに棒を16本要した。即ち1本の棒で平均220%溶接したことになる。然し隅溶接の外側の場合は径7%単長380%の棒で全長1,600%を溶接するのに14本要した。即ち1本の棒で平均114%溶接したことになる。尚予熱のトーチの火口は3,250~4,000番で溶解アセチレンを使用した。裏ハツリには pneumatic のチツプハンマーを用いた。比較のために1側面だけガス溶接を行つたが溶接歪は電弧の場合の方が小さく、この歪も大部分は予熱のために出来たもので仮付の時板の間隙を適当に選り更に予熱を迅速に行えば著しく減少するものと考えられる。溶接作業終了後直に稀硝酸で洗滌し硝酸液を入れ試験したが異常はなく引続き現在使用中である。

(P87へ)

(79頁より)

5 総 括

- a) 電弧溶接は厚板溶接に特に適していることが明瞭になつた。
- b) 6 %以下の収率でも注意して作業すれば相当の耐圧性が得られる。厚さ4%で250kg/cm²のタンクに於て特に予熱を行はなくても少くとも 12kg/cm²迄は何の異常も認められない。200°~300° Cの予熱を行うならば更に高い耐圧性が期待出来る様に思う。
- c) 大型タンクを製作した場合には仮付はガス溶接に比較して極めて容易に確実に出来る。即ち flat の位置に於ては勿論 Vertical の位置に於ても何等の困難をも感じなかつた。
- d) 大型タンクの製作に当つては水密の万全を期するため250° C~300° Cの予熱を行なつたがこれは机上で想像するほど複雑な作業ではない。即ち電弧の熱によつて板は既に高温迄加熱せられておるので前記の様に極めて短時間のガス予熱によつて300° C迄板の温度を上げることは容易であつた。
- e) 大型タンクの製作の結果ガス溶接に比較して電弧溶接の歪は極めて少ない事が分つた。