

# 軽合金の點熔接

新三菱重工業KK名古屋製作所技師

榎

易

(岡田教授紹介)

## 1. 緒言

我が国の軽合金溶接は、昭和12年当初から実用試験が航空研究所や、三菱重工業で、行われたその初期に於ては鋸鋸に比較して作業の迅速な点と、接手部の平滑度が、優秀な点で、強度部外に應用された。其の後、層流翼は特に翼面の平滑度を要求するに至り、前方翼部にまで應用されたが、その利用ほどこまでも消極的であつた。

近時米国の文献や、製品に接するに溶接は実に積極的に利用して、その應用面の拡大には驚威の外はない。我が国で溶接が積極的に利用されなかつた主因は、溶接部の検査の困難性であつた。且理想的な検査が現場で実施困難で不安であるという点で、接手として本質的な溶接

接手が敬遠されたのであるが、米国は良いものはよいとして最大の利用を考え、その欠点は可能の範囲で最大の努力を傾注して検査する方法を採用している模様である。又不安を生じた場合には、実験によつて之を解決していること溶接機の検定、溶接工の技倆検定、生産時の日々検定、品質管理等、徹底的に確実に実施して木然に危険を防止している。今その一端を米国陸海空軍仕様書 MIL-W-6860 によつて伺つて見る。

## 2. MIL-W-6860 のあらまし

### 2-1 溶接条件の比較

軽合金点溶接の標準条件を第1表及第2表に大々米国のものと、我が国のものを示す。前者のものは、過度

第1表 Al-Alloy の点溶接標準条件 (米國)

板厚%	2 S, 3 S			17 S, 24 S			52 S
	電極圧力	通電時間	電流	電極圧力	通電時間	電流	電流
0.25	27.2kg	3 ∞	15,000Amp.	61kg	5 ∞	10,000Amp.	10,000Amp.
0.51	45.4	3	16,000	120	5	13,000	12,000
0.76	68.0	4	19,000	181	7	16,000	15,000
1.01	90.7	5	21,000	240	9	18,000	17,000
1.27	113.4	6	24,000	320	11	22,000	20,000
1.54	136.1	6	26,000	363	13	25,000	21,000
1.78	158.8	7	28,000	422	14	28,000	24,000
2.03	181.4	8	31,000	485	15	31,000	26,000
2.29	204.1	8	33,000	545	16	34,000	28,000

第2表 Al-Alloy の点溶接標準条件 (日本航空技術協会)

板厚%	2 S				24 S, 11y (Mg 6.0~8.0 Mn 0.1~0.5)			
	電極圧力	通電時間	電流	剪断強度 kg/1点	電極圧力	通電時間	電流	剪断強度 kg/1点
0.4	80kg	2 ∞	17,000Amp.	40	100kg	2 ∞	16,000Amp.	100
0.5	90	3	18,000	50	120	3	17,000	125
0.6	100	4	19,000	60	150	4	18,000	150
0.8	130	5	21,000	80	200	5	19,000	200
1.0	150	6	23,000	100	250	6	20,000	250
1.2	180	7	24,500	120	300	7	21,000	300
1.4	200	8	26,000	140	350	8	22,000	350
1.6	250	9	27,000	160	400	9	23,000	400
1.8	270	10	28,000	180	450	10	24,000	450
2.0					500	10	25,000	500
2.5					600	15	28,000	625

の電極圧力が素地を變形させるので Crack と Porosity を防止し得る最低能力である事と、通電時間は熔接部が完全に熔込をおこす様に充分長くしている点が伺はれる。

2-2 材料と準備方法

点熔接の適用は、二つのグループに分けている。即ち

クラスAは強度を要求する重要な箇所、クラスBは大して重要でなく、強度も要求されない箇所で、前者は検査官が許可した外は Procuring Agency の認可試験によつてなされる。点熔接の許可されている材質の組合せは、第3表に示す。被熔接物の表面状況は、表面抵抗を測定するか、連続 25 点熔接の剪断試験の結果によつて決断

第 3 表 AlとAl-Alloy の組合せ

仕様書番号	QQ-A-315 (52)	" -318 (52)	" -327 (61)	" -331 (53)	" -334 (53)	" -354(Bare 24)※(1)	" -355(Bare 24)※(1)	" -359 (3)	" -361(Clad 17)	" -362(Clad 24)	" -411 (2)	" -561 (2)	AN-A-10 R303(Clad 75)※(2)	AN-A-11 R303(Bare 75)※(1)	" -12 (Bare 24) ※(1)	" -13 (Clad 24)	" -22 (R301, Clad 14)	" -8 (Bare 14S) ※(1)
QQ-A-315 (52)																		
" -318 (52)																		
" -327 (61)																		
" -331 (53)																		
" -334 (53)																		
" -354(Bare 24)※(1)						A	A							A	A		A	A
" -355(Bare 24)※(1)						A	A							A	A		A	A
" -359 (3)																		
" -361(Clad 17)																		
" -362(Clad 24)																		
" -411 (2)																		
" -561 (2)																		
AN-A-10 (Clad 75) R303※(2)																		
" -11 (Bare 75) R303※(1)						A	A							A	A		A	A
" -12 (Bare 24) ※(1)						A	A							A	A		A	A
" -13 (Clad 24)																		
" -22(R301, Clad 14)						A	A							A	A		A	A
" -8 (Bare 14S) ※(1)						A	A							A	A		A	A

※ 註 ; (1) 上記の TABLE は陸上及び航空関係のものに適用する。

海上及び水陸両用のものにあつては Procuring Agency の特別の許可がなければ裸材、高抗張力材の熔接をしてはならない。

(2) 厚さ 0.020 inch 以下の 75S の clad 材は Procuring Agency の特別の許可がなければ熔接してはならない。

(3) A で示したものを以外は如何様に組合せて点熔接を行つてもよい。

A で示された組合せは Procuring Agency の特別の許可があつたときのみ熔接を行つてよい。

され、処理方法が變つた都度検査官の認可を受ける。又 部品の精度は被熔接物の両面が接触しているか、或は手で軽く力を加えただけでよく接触せねばならない事や、結合部の許容寸法等、細部の規定が示されている。

2-3 熔接機の検定

点熔接機は熔接条件の各要素の變量を指示する装置が必要である事を規定し、次項に示された項目が相違した場合には再度検定をうける。

- (a) 溶接機のメーカー
- (b) Control Panel のメーカー
- (c) 機械の定格
- (d) 電流の種類 交流、蓄勢式

(e) 加工方法

試験片は 100 点以上溶接した多点の剪断試験片である。剪断強度は第 4 表に之を示す。強度の変動は 90% は平均値の±12.5%以内で、残りは±25%以内である事、

第 4 表 点溶接剪断力試験片の 1 点当りにつき要求される最低強度及び最低許容平均の強度 (イ)

薄 い 方 の 板 厚 Inch	Al 及び Al-Alloy 裸材 及び Clad 材											
	抗 張 力 56,000 Psi 以上 (1) Pound			抗 張 力 28,000 Psi ~ 56,000Psi (2) Pound			抗 張 力 19,500Psi ~ 28,000Psi (3) Pound			抗 張 力 19,500Psi 以下 (4) Pound		
	最低	最低平均	最低平均	最低	最低平均	最低平均	最低	最低平均	最低平均	最低	最低平均	最低平均
	個々の 場合	3ケの 平均	20ケの 平均	個々の 場合	3ケの 平均	20ケの 平均	個々の 場合	3ケの 平均	20ケの 平均	個々の 場合	3ケの 平均	20ケ均 平の
0.010	60	75	80	50	62	67						
12	75	92	100	65	80	87	30	37	40	20	25	27
14	92	113	123	82	100	110	50	62	67	35	43	47
16	108	135	145	98	120	130	70	86	93	50	62	67
18	125	155	167	115	140	153	80	105	113	63	78	84
20	140	172	187	132	162	175	100	125	133	77	95	103
25	185	230	247	175	215	233	145	180	193	110	135	147
30	235	290	315	217	267	290	190	235	255	150	185	200
32	260	320	347	235	290	313	210	260	280	165	205	220
40	345	425	460	310	380	415	300	370	400	225	275	300
50	465	575	620	427	525	570	400	490	535	295	370	392
51	480	690	640	442	545	590	410	505	547	300	370	400
60	615	760	820	562	690	750	517	640	696	365	450	485
64	690	850	920	625	770	835	565	700	754	400	495	535
70	800	980	1067	705	870	940	632	780	843	440	540	588
72	845	1040	1127	735	910	980	655	810	875	455	560	607
80	1025	1280	1367	852	1050	1137	762	940	1016	522	645	695
81	1050	1290	1400	865	1065	1155	775	955	1035	530	655	707
91	1275	1570	1700	1015	1250	1355	880	1085	1175	605	745	807
94	1345	1660	1795	1065	1310	1420	900	1110	1200	627	775	835
0.102	1535	1890	2048	1200	1480	1600	950	1170	1267	685	845	915
0.110	1730	2130	2310	1335	1645	1780	996	1225	1328	730	900	975
0.114	1830	2250	2440	1360	1675	1815	1005	1240	1340	740	915	987
0.125	2120	2610	2830	1625	2000	2168	1050	1290	1400	785	965	1047
0.140	2525	3120	3370									
0.156	2995	3690	3995									
0.189	4000	4930	5335									

剪断試験の外、マクロ試験、X線試験、金相学試験等、  
 厳密な試験を行つて溶接機は検定されている。

2-4 溶接工程と計画の認可

Contractor は使用溶接機で生産する材料、異種金属の  
 組合せ、及び板厚に関して適當なる溶接計画を樹て、前  
 記溶接機の検定と同様、剪断試験、マクロ試験、X線試  
 験、金相学試験等の結果が満足なものであり、何時でも

作業者や、検査官が参考となつて使える様な全ての条件  
 の調整を表示した Data を準備しておかねばならない。

2-5 品質標準

外觀の凹は最大 0.1%、板厚の10%以下、割れ、Pick  
 up Pins 溶込の過不足、点溶接間の間隙は厚い方の板の  
 10%以内か、0.1%以下等、量的に細部に至り規定してい  
 る。

第 4 表 (ロ)

薄い方の板厚 Inches	Mg 合金					
	AN—M—30 Pounds			AN—M—28a 及び AN—M—29 Pounds		
	最低	最低平均	最低平均	最低	最低平均	最低平均
	個々の場合	3ヶの平均	20ヶの平均	個々の場合	3ヶの平均	20ヶの平均
0.020	64	80	85	86	106	115
0.025	89	110	120	121	150	161
0.030	116	145	156	158	195	210
0.032	128	158	172	174	215	232
0.040	172	212	229	232	285	311
0.050	227	280	303	307	375	409
0.051	232	285	309	314	385	419
0.060	280	345	374	380	470	506
0.064	303	375	405	410	505	547
0.070	337	415	450	457	565	610
0.072	349	430	465	473	583	630
0.080	395	485	527	535	660	713
0.081	400	495	535	543	670	725
0.091	460	570	615	623	770	830
0.094	485	595	645	653	805	870
0.102	542	665	723	734	905	977
0.110	582	715	777	788	970	1050
0.114	610	750	812	823	1010	1098
0.125	680	840	937	920	1130	1227

NOTE 第4表(イ)、(ロ)に掲げた如く強度に依り區別した Al-Alloy の市場に於けるNo.は下記の如し

(1) 14S-T, 17S-T, 24S-T, 4S-RT, 75S-T, R-301, R303

(2) 52S-1/2H, 52S-H, 53S-H, 61S-T.

(3) 2S-II, 3S-1/2H, 61S-O, 61S-W, 52S-O

(4) 2S-O, 2S-1/2H, 3S-O.

#### 2-6 生産時の品質管理

生産に於ける点溶接は第4表の最高の強度より平均値を目標として均一な強度をもち、且良好な金属組織を有する溶接部を得る事である。生産時の溶接を check するための試験は、生産時の状態を代表するものであり検査官の立会のもとに行はれる。生産は溶接計画のもとに責任を持ち、検査官の要求に応じ得る資料と、機械保全設備を常に行い、点溶接 Pitch は図面に忠実に行はれ、良好なる溶接が行はれているか日々の検定試験を実施せねばならない。

日々検定試験は各機械につき生産中1時間毎に、もしも作業が1時間以内で終了する場合には、終了時に電極の取替え、材質、板厚の変る毎に厳格に行はねばならない。製品の溶接部には使用溶接機、溶接日時を打印して後日、日々検定試験で不合格となつた場合には、その間

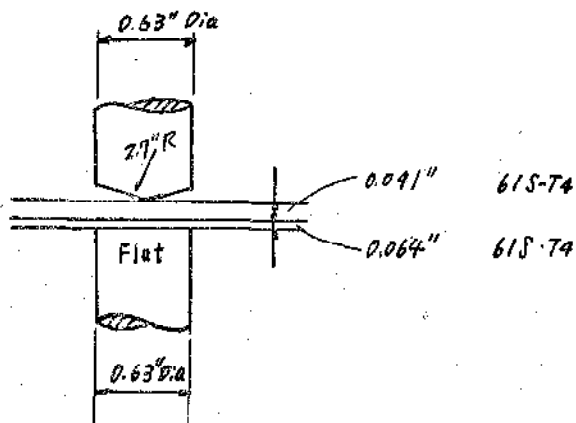
の製品は不合格となるのである。又溶接機の調整は溶接機検定試験で確立された値の±5%以内の調整や、溶接条件の一要素のみなれば±10%までは許容されるがそれ以上の調整によらなければ所定の要求を満足しない場合には再度溶接計画を樹て所定の検定をうけなければならない。此の点は特に被溶接物の形状によつて溶接電流の変化する様な場合には溶接装置や、溶接計画時に細心の注意が必要である。特にAクラスの溶接に適用される場合の要求事項は厳格である。

### 3. 学振Ⅱ型点溶接機の検定と 日々検定試験結果

Ignitron 米国「ウ社」製 WL-5552

溶接機 学振Ⅱ型点溶接機

溶接条件 電極圧力 700 lbs



第1図 電極並に材質(被熔接物)

通電時間 13 cycles  
電 流 26,400 amp

材質並に電極加圧方法(横杆一定式)は第一図に示す。第5表、第6表は熔接機検定、日々検定の試験結果を示す。

#### 4. 結 論

- (1) 静的強度は熔接条件を確実に持つて、満足な結果を得た。
- (2) 割れ、散り、溶込み等については、今後問題をこの事が懸念されるので、装置の改善時に電流波形については研究の要がある。
- (3) 熔接装置の改造や新設が、経的面から困難なる場合を考えて今後ますます熔接条件の決定や、施行方法について強力な実験、研究を進め新熔接法の出現を念願するものである。

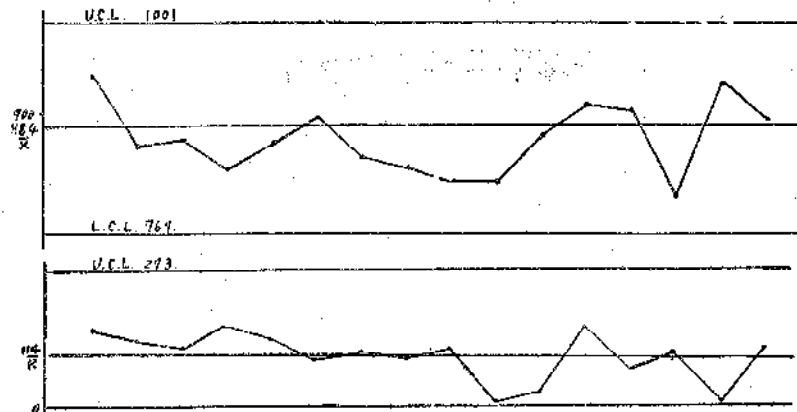
第5表 熔接機検定結果

No.	(Lbs) 剪断力/1点	No.	(Lbs) 剪断力/1点	No.	(Lbs) 剪断力/1点	No.	(Lbs) 剪断力/1点
1	1082	26	1297	51	1200	76	1212
2	958	27	1272	52	1215	77	1052
3	1220	28	1250	53	1161	78	1191
4	1318	29	1315	54	1095	79	1253
5	1198	30	1365	55	1164	80	1190
	1232	31	1249	56	1182	81	1277
7	1315	32	1166	57	1245	82	1231
	1320	33	1273	58	1182	83	1252
9	1322	34	1257	59	1059	84	1177
10	1180	35	1236	60	1241	85	1207
11	1310	36	1148	61	1220	86	1102
12	1212	37	1236	62	962	87	1300
13	1208	38	1195	63	1241	88	1188
14	1267	39	1208	64	1252	89	1296
15	1298	40	1236	65	1231	90	1142
16	1112	41	1120	66	1316	91	1388
17	1320	42	1280	67	1286	92	1290
18	1257	43	1047	68	964	93	1208
19	1275	44	1192	69	1244	94	1140
20	1315	45	1257	70	1232	95	1360
21	1253	46	1213	71	1025	96	1169
22	1363	47	1098	72	1290	97	1335
23	1168	48	1253	73	1173	98	1190
24	1320	49	1078	74	1208	99	1201
25	1273	50	1260	75	1287	100	1100

Average of Shear Strength	1,217.22 Lbs.
Min. Value obtained on Test	958 Lbs.
No. of Specimens within ± 12-1/2% of Average	92
Average Weld Diameter	0.31 inch
第4表 - Minimum	625 Lbs.

第 6 表 日 々 検 定 試 験

Al-Alloy 61S-T4



RANGE	166	145	130	181	152	107	124	114	133	11	41	186	98	126	21	142	
AVERAGE	942	863	871	839	870	899	855	844	830	830	881	916	911	813	944	902	
TEST	1	999	938	810	955	798	741	787	828	918	886	864	948	957	751	953	977
	2	995	858	863	774	861	834	868	907	785	825	905	994	864	810	946	892
	3	833	793	940	789	950	923	711	793	787	829	874	808	912	877	932	835
SETTING		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
TIME		8-9-10	10-11	11-12	1-2	2-3	3-4	4-5	8-9	9-10	10-11	11-12	1-2	2-3	3-4	4-5	
DATE		12/1	"	"	"	"	"	"	12/2	"	"	"	"	"	"	"	
REMARK																	
TANK Sev.No.		3692						3746	3747							3805	

## 最近における車輛熔接の概要

鉄道機器製作監督事務所 条 芳 一  
(井川助教授紹介)

### 1. は し が き

・ 鉄道車輛の組立作業に熔接を適用すれば種々の利点があるので機関車、客電貨車共に昭和10年頃より全面的に銲構造を熔接構造に変更している。しかし機関車は高压容器であると同時に常に火焰に曝されて居り、客電貨車は薄鋼板を使用する部分が多くしかもこれ等の薄鋼板は相当大なる荷重を受ける重要な部材で、振動及び衝撃を受けると同時に外部は化粧面として美観も重視される特異な機械構造物である。実に車輛工業の技術のレベルを左右する大切な要素は熔接作業である。

終戦後二年の間は熔接せられる鋼材の不良、劣悪な熔接棒の氾濫、熔接工の技術低下等により車輛の出来栄は決して芳くなかつた。その後車輛工業界の自覚と国鉄並に關係部材メーカーの協力により熔接工技術検定及び

熔接競技会の実施、技術研究の遂行、日本熔接協会車輛部会を中心とした実地作業面の改善により従來の面目を一新して、最近はユニオンメルト熔接及びスポット熔接まで実用化され著しく出来栄が向上して來た。

この報告は最近の車輛組立作業において熔接が如何に利用されているかに重点をおいて取まとめたもので、機関車及び客電貨車の代表的車種について特色のある施工法を採り上げその概要を記したつもりである。何かの御参考になればこの上もない幸である。

### 2. 蒸氣機関車罐の熔接

高压容器の一種である蒸氣罐の製作は特に入念に行う必要があることは、蒸氣罐の熔接構造に関する規格案がすでに昭和17年9月に制定されていることでも明かである。