

紹介

鉄骨ボックス柱自動溶接施工マニュアル

工藤 憲二¹⁾ 小牧 知紀²⁾
宮前 薫³⁾ 宮沢 利貴⁴⁾

近年、溶接の高能率化のため大電流の使用が一般的になってきた。今回は鉄骨のBOX柱を例にとりサブマージーク溶接およびエレクトロスラグ溶接の施工要領を紹介する。

まえがき

建築鉄骨のBOX柱溶接継手に対して当工場では自動溶接法として、角継手に大電流2電極タンデムサブマージーク自動溶接法（TSAW法）を、ダイヤフラムには立向自動溶接法（CES法及びSESNET法）を採用している。

今回、標準化の一貫として、TSAW法とSESNET法の施工マニュアルを作成し、より一層、品質の安定化を計る事とした。

1. 装置概要

写真-1に角継手溶接装置を、写真-2にダイヤフラム溶接装置の全景を示す。

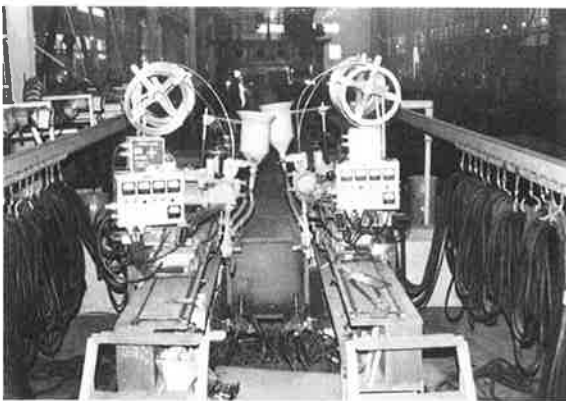


写真-1

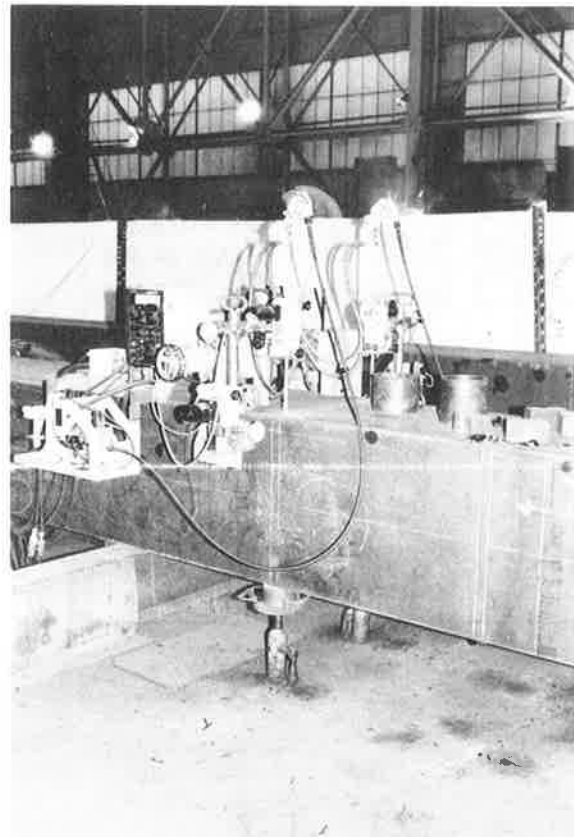


写真-2

(1) 角継手溶接装置

図-1に角継手溶接装置の概要を示す。

本装置はサブマージーク溶接を採用し、大電流かつ2電極として高速溶接を目的としている。さらに、レール台および製品据付台自体を可動とし、スポットクーラーと合せて溶接者の負担軽減に努めている。

1) 東京工場 技術部技術課 課長

2) 東京工場 製造部鉄構課係長

3) 東京工場 技術部技術課

4) 東京工場 技術部技術課

(2) ダイヤフラム溶接装置

図-2にダイヤフラムの溶接装置概要を示す。
一人2台の使用を前提としているので、1つのフレームに2台の溶接機をセットし、ワイヤーは200kg巻を使用し作業能率の向上を計っている。

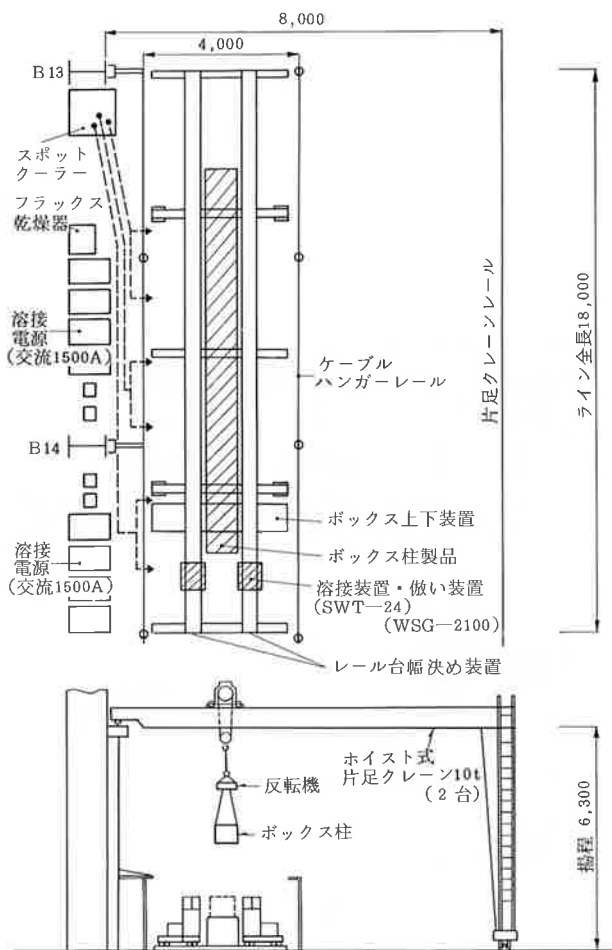
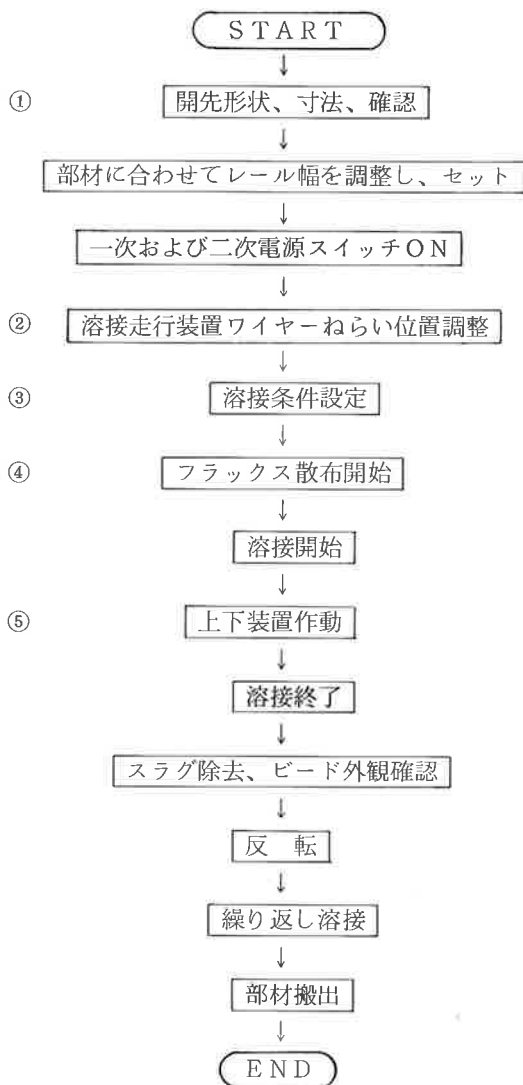


図-1 角継手溶接装置

2. 作業手順

(1) 角継手溶接



① 開先形状、寸法の確認
開先標準形状を表-1に、使用溶接材料を表-2に示す。

表-1 開先標準形状

板厚 t(mm)	ボックス柱角継手 開先形状寸法
19~25	
26~40	
41~50	

表-2 使用溶接材料

項目	許容差
θ	$\pm 5^\circ$
a	$\pm 2 \text{ mm}$
S	$\pm 3 \text{ mm}$
G	1 mm
G ₁	1 mm
G ₂	0.5mm
d	$\pm 0.5 \text{ mm}$

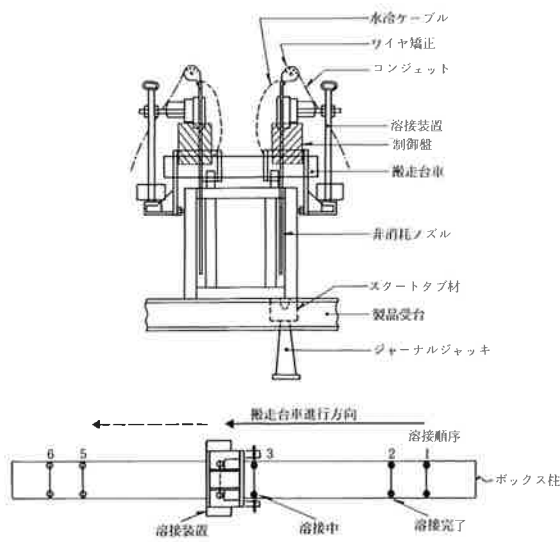


図-2 ダイヤフラムの溶接装置

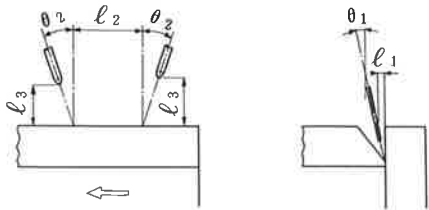
TSAW法においては、特にルートフェースの寸法がルート部の溶け込み深さに影響を与えるため、重点管理項目である。

② 溶接走行装置ワイヤーねらい位置調整

ワイヤーねらい位置を表-3に示す。L型開先の先行ワイヤーは、ねらい位置の許容範囲が特にせまいため、センサーを作動させたときの微妙な狂いに気をつける必要がある。

表-3 ワイヤーねらい位置

板厚	開先形状	トーチ種別	$\theta 1$	$\theta 2$	l_1	l_2	l_3
PL 19	レ形	先行	5°	8~11°	1mm	50~55mm	30mm
PL 25		後行	5°	8~11°	4mm		40mm
PL 28	レ形	先行	5°	8~11°	2mm	50~55mm	30mm
PL 32		後行	5°	8~11°	4mm		40mm
PL 36	レ形	先行	5°	8~11°	3mm	55~60mm	30mm
PL 40		後行	5°	8~11°	5~6mm		40mm
PL 41	V形	一層目 先行	0°	8~11°	CENTER	60mm	30mm
PL 50		一層目 後行	0°	8~11°	CENTER		40mm
		二層目	先行	0°	8~11°	3~4mm	35mm
後行			0°	8~11°	3~4mm	30mm	



③ 溶接条件設定

溶接条件を表-4、5に示す。また使用ワイヤーおよびフラックスを表-6に示す。

表-4 L型開先1層溶接条件

板厚 mm	開先形状	断面積 (mm ²)		総電流 (A)	先行		後行		速度 (cm/min)
		入熱量 (KJ/cm)	(A)		(V)	(A)	(V)		
19		94.5	2,200	1,400	36	800	42	50	
		118.8	2,500	1,500	37	1,000	43	55	
22		136	2,500	1,500	36	1,000	42	45	
		141.3	2,700	1,600	37	1,100	44	50	
25		185	2,900	1,700	36	1,200	43	35	
		197.4	3,100	1,800	38	1,300	46	40	
28		185	3,100	18,00	36	1,300	43	30	
		246.6	3,300	1,900	38	1,400	46	40	
32		256	3,250	1,850	36	1,400	44	30	
		259.2	3,450	1,950	38	1,500	47	35	
36		336	3,300	1,900	36	1,400	44	30	
		263.0	3,500	2,000	38	1,500	47	35	
40		429	3,400	1,950	36	1,450	44	30	
		271.0	3,600	2,050	38	1,550	47	33	

表-5 V型開先1~2層溶接条件

板厚 mm	開先形状	断面積 (mm ²)	先行		後行		速度 (cm/min)
			(A)	(V)	(A)	(V)	
36		609	2,000	35	1,350	45	35
			2,100	37	1,400	47	38
40		609	2,050	35	1,400	45	25
			2,150	37	1,450	47	30
45		609	2,000	35	1,400	37	30
			2,100	39	1,500	41	35
50		688	950	35	900	37	30
			1,050	40	1,000	41	35
50		688	2,000	36	1,450	38	30
			2,100	39	1,550	41	35
50		688	1,150	33	1,050	37	28
			1,250	37	1,150	41	31

(36. 40. 1層溶接は参考値)

表-6 使用ワイヤーおよびフラックス

メーカー	ワイヤー銘柄	ワイヤー径	フラックス	メッシュ	備考
日鉄溶接工業	Y-A	6.4φ	NSH-52	12×100	50Kgf/mm ² 高張力鋼用
川崎製鉄	KW-43B	6.4φ	KB-115	12×200	50Kgf/mm ² 高張力鋼用

※ワイヤーとフラックスの組み合わせは、メーカーを揃える事。
 ※フラックスは焼成型(ボンドタイプ)のため、使用前に250~350℃にて60分乾燥の後に使用する事。
 ※開封後の余りについては、乾燥器にて50℃前後で保温の事。

④ フラックス散布開始

フラックス散布量は総電流による溶融プールの大小により決まる。実際の散布量は散布高さにより管理する。これを表-7に示す。

また、この散布高さを一定に保つため、図-3のようなフラックス保持装置を使用している。

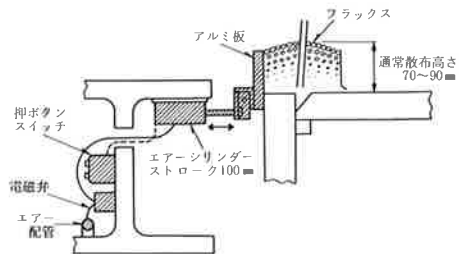
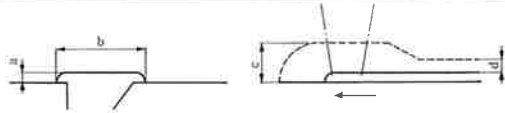


図-3 フラックス保持装置

表-7 フラックス散布量

板厚 mm	総電流 (A)	ビード形状 mm		c mm	d mm
		a	b		
25	2,900 ~ 3,000	2.0 ~ 2.5	22	70	40
28	3,100 ~ 3,300	2.5 ~ 3.0	26	75	45
32	3,250 ~ 3,450	3.0 ~ 3.5	30	80	50
36	3,300 ~ 3,500	3.0 ~ 3.5	33	85	50
40	3,400 ~ 3,600	3.5 ~ 4.0	37	90	55



⑤ 昇降装置作動

溶接中にボックス柱は溶接入熱によって柱軸方向に曲がるため、図-4のようにB点からC点まで下り溶接となる。このため溶接金属が先行し融合不良となる場合があるので、この危険を避けるため昇降装置を用いて水平度調整を行う。

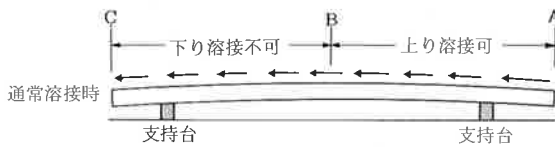


図-4 溶接施工時の反り上り

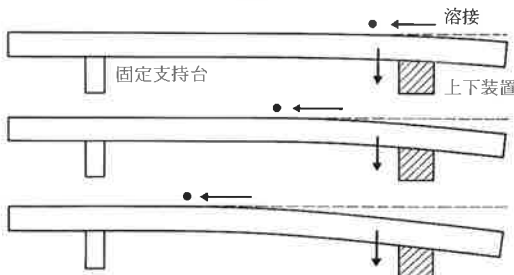
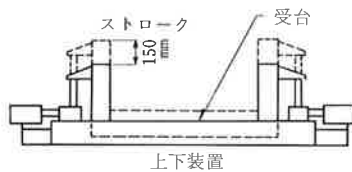


図-5 昇降装置作動原理

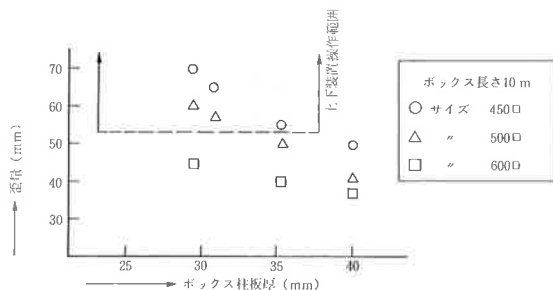
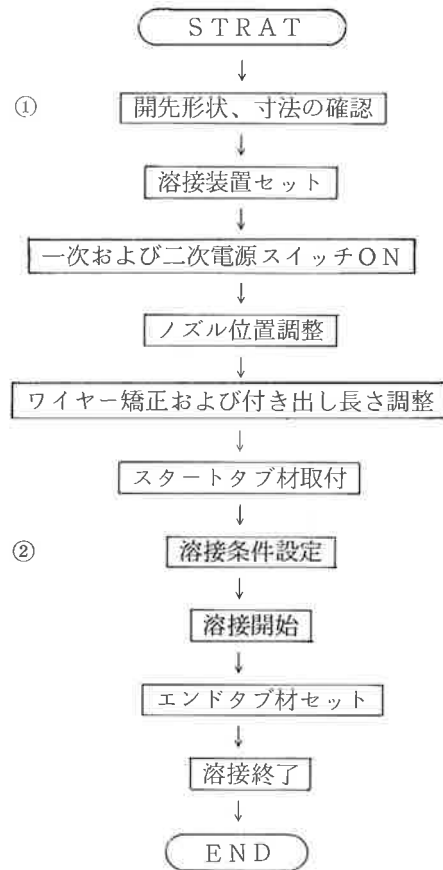


図-6 ボックス柱板厚、寸法別の歪量

作動原理は図-5に示す通りである。

実際に適用する範囲を図-6に示す。ボックス柱は断面寸法および板厚が小さいほど歪が大きくなるため注意が必要である。

(2) ダイアフラム溶接



① 開先形状、寸法の確認

表-8に示す開先標準どおりか確認する。なお、使用する溶接材料を表-9に示す。

表-8 開先標準形状

	t ₁	t ₂	ℓ ₁	ℓ ₂
19~25	28	25	50	
26~40	32	25	50	
41~50	32	30	65	

※当金は全てFB (SM) 材とする。
 ※ダイアフラム板厚38~50mmでスキンプレートが22mm以下の場合、開先間隔は+5mmとする。(スキンプレート落下防止)

表-9 溶接材料

ワイヤー		フラックス		適用鋼種	メーカー
銘柄	径	銘柄	粒度		
YM-55 A	1.6 φ	YF-15	20×D	SS 41 SM 50 SM 53	日鉄溶接工業

② 溶接条件設定

表-10に示す値を基に溶接条件を設定する。またアークスタート前にカットワイヤーおよびフラックスを予め入れておく。それを表-11に示す。

表-10 溶接条件

(a) ギャップ 25mm 非消耗ノズル揺動なし

開先形状	板厚 (mm)		ギャップ (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	ワイヤ送給量 (m/min)
	t 1	t 2					
	19	19	25	380	50	4.5~5.5	9.0
	22	25	25	380	51	3.9~4.2	9.1
	25	28	25	380	52	3.5~3.8	9.2

(b) ギャップ 25mm 揺動あり

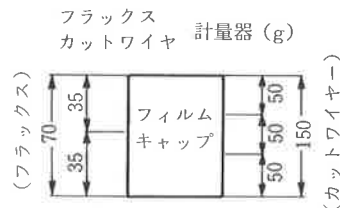
開先形状	板厚 (mm)		ギャップ (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	ワイヤ送給量 (m/min)	揺動	
	t 1	t 2						回数 (回/min)	停止時間 (sec)
	28	25	25	380	52	2.5~2.8	9.2	8~10	2
	32	28	25	380	53	2.3~2.6	9.2	7~9	2~3
	36	32	25	380	53	2.0~2.4	9.3	6~8	3~4
	40	40	25	380	54	1.6~2.0	9.4	5~7	4~5

(c) ギャップ 30mm 揺動あり

開先形状	板厚 (mm)		ギャップ (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	ワイヤ送給量 (m/min)	揺動	
	t 1	t 2						回数 (回/min)	停止時間 (sec)
	40	32	30	380	54	1.3~1.6	9.4	4~5	4~6
	45	45	30	380	55	1.0~1.4	9.6	3~4	5~7

表-11 カットワイヤーおよびフラックス

項目	ダイヤフラム板厚 (mm)	
	19~25	28~40
起動用フラックス (g)	60~80	70~90
起動用カットワイヤー	40~50	50~70



3. 異常状態の原因と対策

TSAW法とSESNET法の異常状態における原因と対策を表-12、13、14に示す。

表-12 異常状態の原因と対策 (TSAW法)

異常状態	原因	対策
溶接が中断する	<ul style="list-style-type: none"> 溶接器電源内の電磁開閉器の接点不良 制御ケーブル (9P) の断線 電極ノズル、チップ内に鉄屑異物のつまり 	<ul style="list-style-type: none"> 接点の交換、定期点検の実施 断線箇所の補修または交換 ワイヤー矯正、送給ロールの適正加圧
ビード波形の不揃い	<ul style="list-style-type: none"> 電極ノズル、チップの焼損 	<ul style="list-style-type: none"> ノズル、チップの交換
ブローホールの発生	<ul style="list-style-type: none"> 開先内の汚れ、油の付着 フラックスの湿り 	<ul style="list-style-type: none"> 開先内の清掃 フラックスの乾燥
アークの吹き上げが激しい	<ul style="list-style-type: none"> 先行極、後行極の極間が広い フラックス 散布量の不足 	<ul style="list-style-type: none"> 先行、後行2プールに近いのでセミ1プールになる様、極間を縮める フラックス散布高さを保つ
アンダーカット発生	<ul style="list-style-type: none"> 後行電圧が低い 極間が広い 	<ul style="list-style-type: none"> 電圧を少し上げる 極間を少し縮める

表-13 欠陥発生の原因と対策 (TSAW法)

欠陥発生部位	原因	対策
① 初層溶け込み不良	<ul style="list-style-type: none"> ・電流不足、電圧過大 ・ねらい位置不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧を1～2V下げる ・ねらい位置を正確に
② 中間層のスラグ巻き込み	<ul style="list-style-type: none"> ・先行極の電圧が低い ・極間が広い ・ねらい位置不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧を適正値に ・極間を適正値に ・ねらい位置を正確に
③ 高温割れ	<ul style="list-style-type: none"> ・先行極の電圧が低い ・後行極の条件が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧を適正値に ・条件を適正値に
⑤ 表面層のスラグ巻き込み	<ul style="list-style-type: none"> ・後行極のねらい位置不良 ・後行極の電圧不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ねらい位置を正確に ・電圧を適正値に
⑥ アンダーカット	<ul style="list-style-type: none"> ・極間が広い 	<ul style="list-style-type: none"> ・極間を適正値に
⑦ オーバーラップ	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接速度が遅い ・後行極の電圧が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接速度を適正値に ・電圧を適正値に

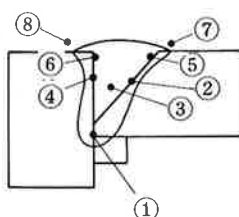

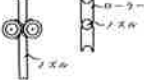


表-14 故障の原因と処置 (SESNET法)

故障状況	原因	処置(対策)
ノズル上昇が遅い (設定電流値より大巾に上る)	<ul style="list-style-type: none"> ・ラックギヤがかみ合っていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラックギヤがかみ合う様セットする 
ギヤの山同士が当りノズルに接しない為、下に落ちる		<ul style="list-style-type: none"> ・ノズルランプ解除レバー操作時確認を行う
電流、電圧が安定しない	ワイヤー送給経路のつまりとコンジェットの小曲り	<ul style="list-style-type: none"> ・ノズル内のコンジェットの清掃または交換 ・矯正器迄のコンジェットの清掃または交換 ・長尺コンジェットケーブル(15m)の小曲りを大曲りに直す
アークが中断する	チップが痛んでいる	<ul style="list-style-type: none"> ・ワイヤー矯正がされていないのでチップ孔径が大きくなっている ワイヤー矯正をし、チップ交換
	ワイヤー送給量の不足	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル回転計にて所定の送給量に調整する
ノズル自動上昇しない	直流電流計(メーターリレーDA)の不良	<ul style="list-style-type: none"> ・交換補修
ノズル手動上昇しない	リレー(RY3)の不良	<ul style="list-style-type: none"> ・交換補修
揺動しない	制御ケーブル(5P)断線 ヒューズ(F2) 溶断 揺動速度ボリューム(VR3)の不良	<ul style="list-style-type: none"> ・交換補修

あとがき

大電流溶接は今後さらに改善すべき課題も多く、無人化の推進と併せて、高品質の安定化を最重要課題とし研究を進めていく所存である。