

電弧溶接機の自動電撃防止器について

上 月 三 郎

造船所における電気による死亡災害中、電気溶接作業における感電災害が最も件数が多く、殊に最近は激増している。昭和 32 年中の造船所における死亡災害（社外工を含む）で現在迄に造船工業会に報告されたものが 24 件で、その内 18 件は電弧溶接におけるものである。したがって溶接作業における感電危険を排除するためにはその対策として安全ホルダーを使用することが考えられ、すでに多くの造船所において全面的にこれに切替えられている。しかし、造船所における電気安全上最も重要な課題である電弧溶接作業における感電死亡者の中には溶接棒による者が約 3 割も含まれており、これらの災害は安全ホルダーでは防止することができない。また溶接棒の取替えに際しても、正規の無負荷電圧を加えたままで行うことは望ましくない。また最近の一部に絶縁の悪い被覆剤を用いた溶接棒も使用されている。これらの安全化を図るためには自動電撃防止装置を使用することが望ましく、最近漸くこれが普及し始め、100 台以上使用している工場も増し、全国の造船所では現在 1,000 台位使用されていると思われる。製作者も 6 社に及び、表 2 に示すごとく、それぞれの考案に基き得失を示している。またこれらの中には、溶接機に組込んで安全装置付の溶接機として販売しているところもある。さらに、有力な溶接機のメーカーにおいても電撃防止器の製作に着手し、目下試作品の寿命試験を実施している。一般に

この電撃防止器は溶接作業中のみ溶接機の一次側を閉路するので、無駄な鉄損を防止し得る。

普通の溶接機の鉄損は 400 ～ 500W と考えられるが、さらに無負荷時の溶接機の励磁電流が無くなるので、これによる配線および変圧器の電力損失の節約ならびに力率改善の効果も大きい。したがってこれの使用は電気の安全活用上極めて有効な施策と考えられる。

一般に安全装置は常に有効確実にその機能を発揮し十分に信頼し得るものでなければならない。しかし最近製作販売されている防止器にはこれらの点に不充分なものもあるので、当所の技術指針として電撃防止装置の構造基準を作ることとした。この基準においては、電撃防止装置にはその対象とする溶接機の特性の範囲を表示させることにした。現在の造船所には表 1 に示すごとく古い溶接機で現行の JIS に該当しないものが多いからである。そしてこれに該当する溶接機に使用する場合には、溶接作業者の感電事故を確実に防止し、支障なく溶接作業のできることを目途としている。現在までの電撃防止装置に関する研究結果を基本にし、交流アーク溶接機ならびに交流電磁開閉器等の JIS 規格を参考にして立案したが、近く製作者ならびに使用者等の意見を十分に徴して決定する予定である。次に立案の骨子を紹介し、識者各位の御批判に供し、その御叱声をお願いする。

1. 電撃防止装置による二次無負荷電圧

電撃防止装置の主な目的は、これを装置することにより、溶接棒ホルダーに加わる無負荷電圧を感電危険のないまでに引下げることにある。電撃を受けた場合の危険度はそのときの身体への通電電流および通電時間に関係する。溶接作業における感電死亡例を調査すると作業者がホルダーまたは溶接棒を身体の一部に当てて死亡しているのを発見された場合が少くない。したがって、作業者が感電しても不幸にして誰も気付かず、そのまま通電される場合を考えて置かなければならない。また電撃を受けた場合に通電電流がある限度以上に達すると、身体を自由を失い、意識しながらも手を離すことも大声をすることもできなくなるといわれている。この限界電流を不随電流 (Freezing current) と称し、Dalziel は、

表 1

製 造 年	A 造 船 所		B 造 船 所	
	最大無負荷電圧	台 数	最大無負荷電圧	台 数
昭和 20 年迄	100～190	352	100～170	238
21～25	110～130	132	135	2
27	130～140	95	120	9
23			80	26
29			80～90	18
30	70～85	277	84～92	61
31			85～92	15
32	80～90	242	85	51
計		1103		453

表2 交流電弧溶接機用電撃防止器性能比較表 (メーカーの回答による)
労働省産業安全研究所調 (昭和32年12月5日現在)

性能及機構 メーカー別	M K 式	M Y 式	S S 式	Y M 式	M S 式	M G 式
1. 使用条件						
(1) 周囲温度	40°C	40°C	40°C	40°C	50°C	30°C
(2) 周囲条件	函と蓋の端を折曲げた程度、小雨時の使用可、パッキンなし	雨中の使用にも適す蓋にゴムパッキン使用	函と蓋の端を折曲げた程度、小雨時の使用可、パッキンなし	左に同じ 要求によりスポンジパッキン使用	函と蓋の間にゴムパッキン使用 雨中の使用可	函と蓋の間にゴムパッキンを使用する予定
(3) 適用溶接機の種類	アーク電流400Aまで	JISC 9301 による溶接機、但し二次インピーダンス6Ω以上	JIS 規格すべてに適用	二次無負荷電圧70~120V までの溶接機	二次無負荷電圧60~180V、二次インピーダンス7Ω以上	二次インピーダンス6Ω以上
2. 特性及び定格						
(1) 定格電源電圧と範囲	200V (200~220)	200V (170~220)	200V (180~220)	200V (180~220)	200V (180~250)	220V (180~240)
(2) 最高無負荷電圧	26V	約25V	20V (但し溶接機の無負荷電圧により変化す)	30V	30V	25V
(3) 起動時間	0.08秒	4~(2~試作研究中)	0.1秒以下	7~9~	4~5~	0.06~
(4) 開放時限	約1秒 (0.8~1.5秒)	1~1.5秒	約0.8~5秒	1~3秒	0~5秒	1~2秒
(5) 溶接電流の範囲	20~400A	50~250A 100~500A	50~500A	500A、いずれでもよい	いずれでもよい	30~500A
(6) 定格周波数	50/60~	50~又は60~	50/60~	50/60~	50/60~	50/60~
(7) 定格使用率	約70%	80%	連続	約60%	70%	50%
3. 構造及び材料						
(1) ネジ、リベット等のゆるみ、脱落防止法	Sp. W. D. N 使用、リベット鉄製	D. N. Sp. W ツメ付座金割ピン使用	Sp. W. カシメ等	Sp. W. 使用 その他カシメ又はノック	Sp. W. D. N 使用 ロック構造	Sp. N. 白ベン使用
(2) 外部端子の保護方法	ホルダーリード線端子には覆をし、その他は函内に収む	端子筐使用	絶縁テープを巻く	端子はすべて函内に収む	左に同じ	継ぎにゴムホース使用
(3) 外函の材料	1.5mm 厚鋼板製	高級仕上鋼板	鋼板塗装	1.6mm 鋼板焼付塗装	1.6mm 鋼板	1.6mm 鋼板
(4) 主接点の位置	溶接機的一次及び二次側	溶接機的一次側のみ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ
(5) 接点の材料	主接点 硬銅 (エルコン試験中) その他 銀	主接点 銀、タングステン その他 銅、銀	主接点 銅又はタングステン、銅 その他 銀	主接点 銅材にエルコン張 その他 真鍮材にエルコン張	主接点 エルコン その他 エルコン及び銀	主接点 銀 その他 銀
(6) コイル巻線の絶縁の種類	A 種	A 種	A 種	ホルマル線使用	A 種	エナメル線を主とする

4. 試 験 (1) 動作試験	電源電圧 170V, 200V で動作試験開放時限 の測定	(a) 主開閉器の最低 動作電圧, 開放電 圧, 線輪電流測定 (b) 時限継電器の最 低電圧, 開放電圧 測定 (c) 電流線輪の吸引 電流開放電流の測 定 (d) 時限の測定 (e) 15° 傾斜試験 (f) 無負荷開閉動作 100 回 (g) 75A タップでア ーク持続検査	実際の溶接機に取付 け 1 台毎に試験す	無負荷動作試験 100 回時限の測定	50) A 溶接機に取付 け異状のないことを 確認す投入動作試験	
(2) 温 度 試 験 温度上昇限度 (°C) a. 主接点 b. 巻線 c. 函 内 d. 外部端子 e. 裸線 f. その他	一次に 180A, 二次に 400 A 流して試験 a~65°C b~80°C c~30°C d~50°C e~80°C f~200°C (抵抗)	a, d, e は, 熱電対決 は 65°C b は抵抗抗法 65°C	a~50 b~50 d~50	a~50 b~30 c~20 d~30 e~30 f~25	a~30 (熱電対) b~40 (抵抗) c~50 (温度計) マグネット巻線~30 (抵抗法) セレン~25 (熱電対)	a~50 b~15 c~15 d~30 e~30
(3) 主接点の寿命試験	二次電流 250A 10万 回		力率50% 150A 10万 回		一次電流70A で試験 中	
(4) 振 動 試 験					振動 10~15ミクロン 1500~1800~ 3 時間異状なし	
(5) 特徴その他	溶接機二次側に接点 を有するため正確に 動作す		①時限継電装置は放 電管を用いて作動 の確実性と頻繁な 動作に耐えるため の耐久性を持たせ ている。 ②作動方式を極力簡 素にすることに意 を用いた。 ③可動部分は主回路 (一次回路) 用電 磁スイッチと, こ れを作動させるリ レースイッチの 2 個所のみで, 他は 全て固定している ④小型, 軽量に作る ことも設計上の一 つの目標に採り上 げた。	①構造を出来るだけ 簡単にし保守に対 する便を計つ。 ②P.L. (表示灯120 V) を附し, 溶接 機二次端子に接続 その明暗によつて 外部から動作状態 及び点検を容易に 分る様にし。	①適用可能溶接機の 範囲が極めて広い ②力率改善用進相コ ンデンサー端子を 備えている。 ③事故対策に万全の 策を施している。 ④30度までの傾斜に 対して完全に操作 できる構造であ る。	

注) Sp.W. スプリング・ワッシャー

D.N. ダブルナットを示す。

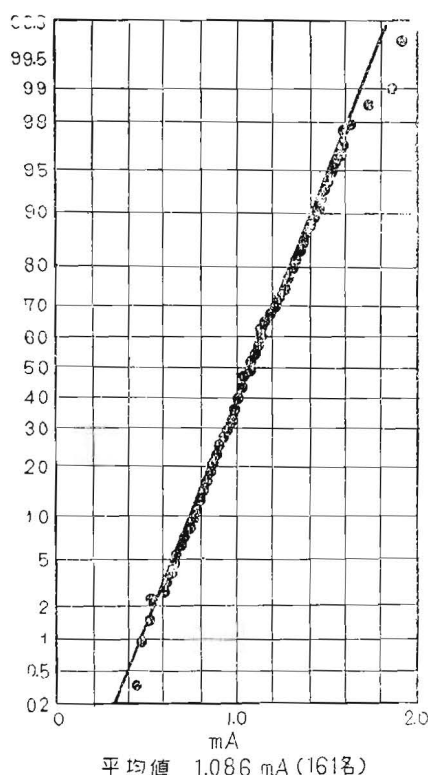


図 1 60 c/s における最小感知電流

60 c/s の交流について多数の男子について測定した結果 図 1 に示すとき正規分布をすと発表している。そして一部ではこの結果より通電電流の危険限界を 9mA としている。感電した場合に通電電流を 9mA 以下に抑えるために加える電圧を何ボルトに抑えたらよいかは、そのときの通電回路の抵抗によつて異なる。Dalziel は傷つかない皮膚に水で濡らした電極をあて、掌と腕との間に電圧を印加して自由のきく電圧 (let-go voltage) の限界の分布を求めた。結果は図 2 の通りで、これによると安全な電圧限界は 21V となると発表している。また実際に商用周波数で感電死亡者を出した電圧の最低記録は我が国では 35V (電学誌 52: 431, 昭 7), 外国では 46V (T.A.I.E.331 (1930-1)) といはれている。

各国において採用されている安全電圧値は、オランダ 50V, スイス 36V, ベルギー 35V, ドイツ 24V と云われている。

そこで、電撃防止器による二次無負荷電圧は 25V 以下を標準とし、いかなる場合にも 30V を越えないようにするのがよいと考える。

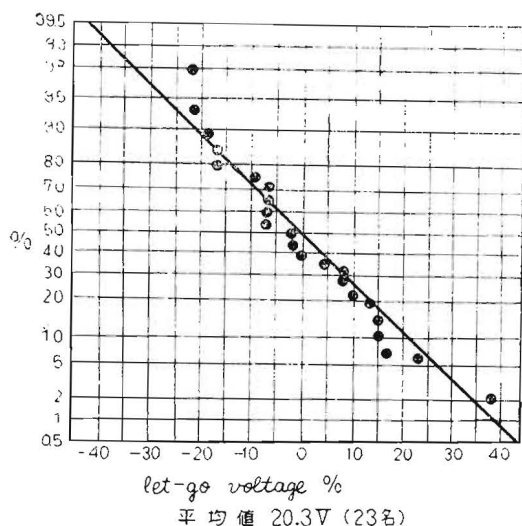


図 2 60 c/s における可随電圧
(皮膚が濡れている場合)

2. 電撃防止装置の起動時間

電撃防止装置を装備して溶接作業を行う場合に、溶接棒の先を被溶接物に接触してから主接点が閉路するまでの時間、すなわち起動時間はできるだけ短い方がよい。この時間が長いと、実際に溶接する際に溶接棒の先を離しても未だ切り替わつていなくてアークが飛ばず、したがつて何回も起動を繰り返さねばならないことになる。この時間は溶接棒を接触してより主接点が接触するまでの継電器回路の種類およびその段数に従つて変化する。電磁オシログラフにより当所にて 50c/s にて起動時間を測定した結果では、表 2 の MK 式が 0.03 秒、MY 式が 0.06 秒、SS 式が 0.1 秒である。MY 式は目下 0.04 秒程度に改造中である。設計ならびに製作に多少の工夫を加えることにより、起動時間を 0.08 秒以下に抑えることは決して困難ではないと考えられる。次に、溶接棒の接触抵抗ならびに二次導線の抵抗が起動時間に如何に影響するかを知るために、MK 式について外部可変抵抗を挿入して実測した結果では、外部抵抗が、0~17 Ω の間、したがつて補助変圧器による短絡電流が 2.8~1.3A の間では起動時間にほとんど影響のないことを確認した。

3. 電撃防止装置の運動時限

電撃防止装置を使用する場合に、アークが切れた際に直ちに主接点が開放されると、溶接作業を持続しにくくなる。殊に上向き溶接の場合にその困難が多い。したがつて、主接点の開路には適当な運動時限を与えなければ

ならない。

この間はホルダーに溶接機の二次無負荷電圧がそのまま加わるので、安全上はこれができる限り短かくすることが必要である。実際の溶接作業についてこれらの時間を調査した結果では 0.5~1.0 秒が適当ではないかと考えられる。現場ではとかくこれを長くすることが要請され勝ちであるが、この時間はサイクル・カウンターにより容易に測定し得るので、現場でも溶接作業熟練者により科学的に検討されることが望ましい。なお測定に当たっては、カウンターをホルダーと被溶接体との間に直接またはスライダックを介して接続して置き、アーク電圧では動作せず無負荷電圧で動作するように調整して置き、種々の溶接作業を実施させて、作業中にどの程度のアーク切れを生ずるかを測定すればよい。

次に、電撃防止器においてこれらの運動時限を与えるためのタイマーとしては色々の型が用いられている。最初、歯車式のものを用いていたが、余りにもデリケートで故障が多いために、最近ではコンデンサー式に改造したものもある。またプランジャー・タイプでオイル・ダンパーを用いているものでは、周囲温度の影響特に低温時の油の粘性による影響について十分に注意しなければならない。また運動時限を自由に調節できるようにしたものもあるが、かえって故障の原因になつたり、あるいは作業者が極端に長く調整して安全性を失っている場合もある。したがって運動時限としては 1 秒以下とし、いかなる場合にも少くとも 1.5 秒を超えることのないようにして置くことが必要と考える。そしてタイマーとしては、構造が頑丈で適用溶接機の種類および周囲条件によつて時限の変化の少ないものを使用することが望ましい。

なお電撃危険と通電時間および通電電流との関係について、羊、犢等についてコロンビア大学およびベル電話研究所で共同実験を行つた結果では、生命に危険を及ぼす主因はエネルギーであるといわれている。そして人体の電気抵抗を 500Ω と仮定すると危険なエネルギーの限界は交流電撃では 13.5 Watt-second といわれている。

4. 周波数および電圧の変動の許容範囲

電撃防止器の定格周波数は 50c/s または 60c/s であり、普通 $\pm 5\%$ の変動を認めている。したがつて、これらの変動に対しても常に安全に確実に動作するものでなければならない。次に定格電圧は、溶接機の規格にならない表 2 に示すごとく 200V としているものが多い。そして電圧の許容範囲については電磁開閉器の規格に従えば $-15\% \sim +10\%$ である。したがつて定格を 200V とすれば 170V ないし 220V となる。そこで実際に現場

で使用する場合に溶接機の一次電圧がこの範囲になければならない。しかし 60 c/s 地域においては配電電圧の標準に 210V または 220V を採用している工場も見受けられる。また同じ電撃防止器を 50c/s および 60c/s に共用する場合には定格電圧としては 50c/s で 200V、60c/s で 220V とする方が適当な場合もある。したがつてメーカーとしては特性として十分に責任の持てる定格電圧およびその変動の許容範囲を定めて表示し、使用者はいかなる場合にもその許容範囲内で使用するよう注意しなければならない。

5. 適用溶接機の二次無負荷電圧および二次側より見たインピーダンス

電撃防止器には、MK 型のように溶接機の二次無負荷電圧にもインピーダンスにも関係なく使用できるものもある。しかし S S 式のごとく、溶接機の二次無負荷電圧によつて電撃防止器による二次無負荷電圧も変化するものもある。溶接機の JIS 規格では、二次無負荷電圧は 90V 以下 (500A は 103V 以下) と定められ、1957 年の改訂で 85V 以下 (500A は 95V 以下) と定められた。しかし造船所には古い溶接機が多く、これらの溶接機の二次無負荷電圧は極めて高い。表 1 は主な造船所について調査した結果である。しかも二次無負荷電圧の高い溶接機程電撃防止器の必要性が高いわけである。したがつて使用せんとする溶接機の二次電圧を調査して、これに適する電撃防止器を選定しなければならない。

次に、MY 式、MS 式等では溶接機の二次側から見たインピーダンスが防止器の動作に影響する。すなわち、インピーダンスが小さいときは溶接棒を被溶接体に接触しなくても溶接機の二次側コイルを通して電流が流れ、この電流により防止器が動作し、ホルダーに溶接機の二次電圧が直接加わることになる。したがつて充分の安全率をもつて適用溶接機のインピーダンスの範囲を決定し表示して置かなければならない。

6. 適用溶接機の電流および定格使用率

電撃防止装置は普通溶接機の一次回路に主接点を設け中には MK 式のごとく二次側にも主接点を設けている。したがつて、接点の容量を決定するためにも適用する溶接機の定格一次電流および二次電流が必要となる。また温度上昇を決定するためには使用率が問題となり、したがつて溶接機の最大定格使用率が問題となる。JIS 規格では 60% (500A は 80%) と定められていたが、1957 年の改正では 50% (500A は 70%) と改正された。

なお、一般にとにかく軽視され勝ちでそのために問題を

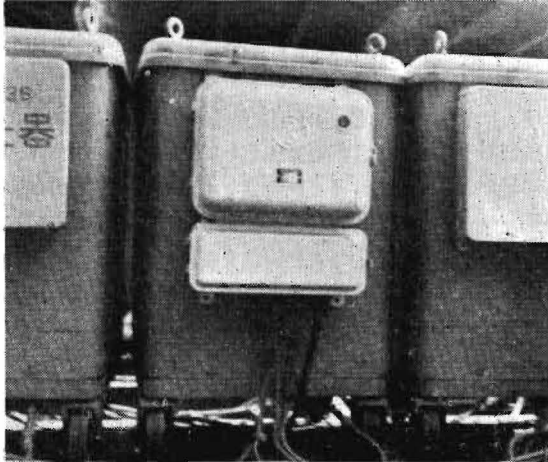


図 3 MY式電撃防止装置

起し勝ちなのは溶接電流の最低値である。防止器の多くは主接点が閉路された後は溶接機の二次電流または一次電流によって保持することになっている。したがって溶接機が小さく薄板の溶接などで溶接電流が余りに小さくなると、接点が開いて溶接ができなくなることがある。しかしそのためにコイルの巻数を余り増すと、大きな溶接機の場合にアークが切れても一次側の励磁電流によって保持し切れなくなることがある。したがって防止器の確実な動作を保証し得る溶接機の一次電流および二次電流の範囲を定めこれを表示して置くことが必要である。

7. 電撃防止装置の一般構造

電撃防止装置は造船所等で使用されるために、とかく手荒らく取扱われることがある。できる限り頑丈に作ると共に、ネジ、ナット、リベットなどは使用中にゆるむことのないようにユルミ止めをして置かなければならない。また電撃防止装置は屋外で使用されることが多いので、強い風雨にさらされたり、塵埃の多い場所で使用するには、図3のごとく端子箱を別にし、本体はパッキン

を取り付けた完全密閉型にすることが必要である。風雨の比較的弱い場所では縁を単に折り曲げた程度の閉鎖型でもよいが、雨水や塵埃が侵入しないかとときどき点検しなければならない。端子部分は容易に接続できるようにするとともに、使用中に不用意に手が触れるおそれのないように保護して置かなければならない。

8. 電撃防止装置の試験

電撃防止装置は安全装置として極めて有効であるが、万一動作を誤った場合すなわち例えばアークが切れたにもかかわらず、主接点が開かなかつたような場合には、かえって危険である。

したがって、使用に際しては充分な試験を経た信頼できるものを選定しなければならない。製品の品質特性の良否を判定する型式試験としては、構造検査、温度試験、絶縁抵抗試験、絶縁耐力試験、振動試験、衝撃試験、動作試験、開閉試験等を行うことが望ましい。

温度試験としては、主接点に適用溶接機の定格一次電流または定格二次電流の最大値に相当する電流を各部の温度が一定となつたと認められるまで（ただし最大4時間）通電する。なお通電は適用溶接機の定格使用率の最大値に従って断続し、その周期は10分とする。そして各開閉接点、巻線および端子部分の温度を測定し、その温度上昇限度（試験中の最高温度と周囲温度との差）が表3の値以下であればよいとする。

振動試験としては、例えば振動数毎分約1,000回、振動幅約2mmの正弦波に近い上下振動および水平振動を各1時間加えて、各部のユルミ、接触不良のないことを確認する。

また起重機で運搬した場合の衝撃による故障を防止するために例えば約30cmの高さより電撃防止器をコンクリート上または堅固な鋼板上に落下させて試験し、使用上支障のある変形、または破損を生じないことを確認する。

動作試験としては、電撃防止装置に定格電圧、定格電圧の85%および110%の電圧を加えて行い、各開閉接点部の動作が確実でバタッキやウナリがなく、起動時間や遅動時限が前に述べた値に適合することを確認する。この場合主接点への通電を軽減または省略してもよい。

次に表示された適用溶接機に確実に使用できることを確認するために、適用溶接機に取付けて実際に溶接作業を行い、溶接機の特徴が表示させた範囲の最低値または最高値を示す場合にも防止器が支障なく動作するか否かを試験する。

電撃防止装置は普通、溶接機の一次回路に接点を挿入

表 3 温度上昇限度 (°C)

			温度計法	抵抗法
接 点	塊状接点	銅および銅合金	65	—
		銀および銀合金	75	—
	成 層 接 点		40	—
	端 子		50	—
	巻 線		65	85

している。この主接点は短絡電流を投入し、励磁電流を遮断する。このために接点が損耗し易く、接点材料として銅以外に銅合金、銀合金等が用いられる。この接点の如何によつて保守の手数が相当に異なるので、溶接機に接続し、開閉試験を行うことが必要である。閉路電流としては溶接電流が表示された適用溶接機の二次電流の最大値になるように調整しておいて、溶接棒にて短絡した場合に主接点に流れる電流を採ればよいと考えられる。

この値は溶接機の二次側のケーブルの長さによつて異なる。しかし実際に二次電流の最大値に相当するようなアーク電流が流れることはほとんどない。したがつて一応二次電流の最大値の110%の電流を閉路し、励磁電流を閉路するように調整して開閉試験を行えばよいと考えられる。そして接点に何等の手入れを行わずに試験を行う。溶接機の二次回路に別の電磁接触器を置いて適当な間隔で開閉を行えば、これによつて主接点の開閉試験と同時に

表 4 自動電撃防止器点検項目および点検結果の一例

点 検 項 目		点 検 要 領	点検結果とその処置(使用期間5ヵ月 使用台数 60 台)	
電 源 を 切 っ て 点 検	(1) 一次側接点 (b) (シールドの付いている側)	(a) 溶粒がついていないか (b) 磨耗はひどくなつていないか	摺り合せ 接点取替 半田あげ	41 回 3 組 1 回
	(2) 二次側接点 (a)	(a) 溶粒がついていないか (b) 磨耗はひどくなつていないか (c) 過熱して変色していないか	摺り合せ 接点取替	34 回 2 組
	(3) 補助変圧器二次側接点 (c)	(a) 可動接点が脱落していないか (b) 可動接点締付リベットが脱落して いないか (c) " ゆるんでいないか	リベット脱落	9 回
	(4) C R 接点	(a) 可動接点が横ずれしていないか (b) 固定接点の取付ビスがゆるんでい ないか	接点のずれ 取付ビスのゆるみ	1 回 1 回
	(5) T R 接点	固定接点の取付ビスがゆるんでい ないか	ビスのゆるみ	3 回
	(6) ネジ, ボルト, ナット類	(a) 脱落していないか (b) ゆるんでいないか (SWが浮いていないか)	1次および2次主接点の調整用ボ ルトずれ	5 回
	(7) 外部導線の端子の接続	端子締付ネジはゆるんでいないか (特にU端子注意)	1次端子接続板の破損	1 回
	(8) スプリング類	(a) 強さが変つていないか (b) 腐食していないか	2次側スプリング腐食取替	2 回
	(9) 抵 抗	(a) 脱落していないか (b) 取付ビスはゆるんでいないか	破 損	2 回
	(10) 補助変圧器	過熱した跡はないか	異常なし	
	(11) セレン整流器	過熱した跡はないか		
	(12) ヨ ゴ レ	(a) 雨水が侵入していないか (b) ホコリが堆積していないか	全般的によごれる	
作 業 中 点 検	(13) T R リレーの開放時限	長過ぎないか	異常なし	
	(14) C R リレーのうなり	高過ぎないか		
	(15) 各接点の動作状況	異常ないか		
	(16) ケ ー ス	異常ないか	鍵不良 4 台	破損 2 台

に電撃防止器の動作試験を行うことになる。また主接点の損傷状況は肉眼で観察するのみでなく、温度上昇または接点部の電圧降下あるいは接触抵抗を測定して判定することが望ましい。

9. 電撃防止装置の保守

電撃防止装置は、信頼のできるものを選定整備するとともに、その保守を完全にしなければならない。保守は電気溶接係または整備係にて行うのがよいが、電気的な点については、電気系の指導を受けるのが良い。実際問題としては、電撃防止器の選定、購入および性能検査は電気系の協力を受け、保守についても少くとも最初は電気系の充分な協力指導を受けることが望ましい。あるいは、電気係、溶接係および安全係より点検員を選出して点検を実施し、好結果を収めているところもある。

点検は外部点検と内部点検に大別し、内部点検も稼働中の点検と停止中の点検に分類する。外部よりの点検を容易にするためにホルダー回路にパイロット・ランプを取付け、図3の右肩に示すごとく箱の外よりこれを見ることができるようにして置く。ランプとしては100Vのネオン電球を使うかあるいは100Vまたは110Vの耐震電球を取付け、溶接機の二次無負荷電圧の高い場合には適当な直列抵抗を取付けて置く。ホルダーに溶接機の

二次無負荷電圧が加わった場合のみ明るく発光し、アーク溶接中および防止装置の補助変圧器に切替中は微かに発光するか、消灯（ネオンの場合）する。この発光状況により防止器の作動状況特にタイマーの動作時間を知ることができる。万ーランプが長く明るく点灯しておれば明らかに防止器の故障で、危険であるから直ちに停止して修理しなければならない。

昨年9月の造船安全技術会議で提案し、その後各所で用いられ好結果を収めている。

次に、作業中の内部点検では各部の接点の動作状況、リレーのうなり、タイマーの運動時限等を調査し、もし異常のある場合には電源を切つて停止して精密点検を行う。

外部点検は毎日行い、内部点検は大体毎月1回ないし2回定期的の実施し、その結果を記録して置く。MK型について某造船所においては、最初に当所の寺沢技官が点検方法を指導し、これに基いて保守管理規程を設けて実施し、比較的好成績を収めている。表4は、その点検表と約5カ月間の点検結果の処置を示したものである。