

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業） 分担研究報告書

3. アーク溶接作業での感電災害防止における好事例の収集調査

研究分担者 富田 一 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所特任研究員
研究分担者 三浦 崇 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所研究員
研究分担者 濱島京子 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所上席研究員
研究協力者 崔光石 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所上席研究員
研究協力者 遠藤雄大 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所任期付研究員

研究要旨 アーク溶接作業での感電災害防止には交流アーク溶接機用自動電撃防止装置があり、平成23年には始動感度を取り入れて構造規格、技術上の指針が改正となっている。アーク溶接作業を含めた感電災害防止対策等の好事例について先進的取り組み等の調査を行った。今年度は、昨年度に引き続き交流アーク溶接機を多く使用している造船業の感電災害防止等の取組みの好事例を収集するとともに、始動感度の現状、韓国におけるアーク溶接作業にともなう感電防止の規則を調査した。

A. 研究目的

アーク溶接作業での感電災害防止には交流アーク溶接機用自動電撃防止装置があり、平成23年には始動感度を取り入れて構造規格、技術上の指針が改正となっている。アーク溶接作業を含めた感電災害防止対策等の好事例について先進的取り組み等の調査を行う。

B. 研究方法

交流アーク溶接機を多く使用している造船業の感電災害防止等の取組みの好事例を収集するとともに、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置構造規格改正後の始動感度の現状、海外でのアーク溶接作業にともなう感電防止に関する規則について韓国の場合を調査した。

(倫理面への配慮)

生体への影響に関わる実験ではないので特段倫理面への配慮は不要である。

C. 研究結果

(1) 造船所における感電災害防止対策等の現地調査

4月から6月に行われる溶接技能訓練を

見学した。造船所は、技能訓練のための専用の施設を持ち、教官も配置している。この技能訓練は4月からの新入社員が受講し、技能習得の後に現場に配属される。訓練の具体的な目的は、溶接技能者資格の取得である。しかし、同時に、溶接に伴う労働災害の危険性（主に感電災害、アーク光による目の障害、ヒュームによる障害）の知識習得と、危険性に対する対策の重要性（しゃ光ガラス付き溶接用保護面、保護めがね、防塵マスク、アーク溶接用手袋、前掛け、腕カバー、足カバー、安全靴等の装備品の使用訓練を含む）を学ぶ。また、様々なミスの原因となる溶接器具の整理整頓の重要性を教育、ルールの教育・徹底を指導している。

次にアーク溶接機の整備工場を見学した。整備工場では様々な設備の修理を行うが、交流アーク溶接機の修理・調整、また交流アーク溶接機用自動電撃防止装置（以下、「自動電撃防止装置」という。）の動作確認を行っている。自動電撃防止装置の動作確認は「自動電撃防止装置チェックおよび自動電撃防止装置チェック用抵抗ユニット」を使って行われている。この動作確認用計測機器は平成23年の交流アーク溶接機用自動電撃防止装置構造規格（以下、「構造規格」

という。)に始動感度の規定が設けられる以前に製造されたものであり、多くの事業場、製造現場で使用されている平成 23 年以前の構造規格に基づく交流アーク溶接機の動作確認には有効である。

構造規格改正に伴って新たに規定された始動感度に基づく自動電擊防止装置を内蔵する交流アーク溶接機は数台が導入されていた。しかし、構造規格改正による始動感度を測定可能な計測機器は市販されていないため、自動電擊防止装置の動作確認はメーカーによるメンテナンスに依存している。

始動感度が規定された構造規格に基づく自動電擊防止装置を内蔵した交流アーク溶接機が数台導入されていたので、その使用感について調査した。その結果、現場へのヒアリングと溶接試験を実施し、現場作業者に確認したところ、これまでとまったく変わりがないとのことであった。しかし、交流アーク溶接機を使用するのは艤装(装備を取り付ける工程) の取付職であるため、溶接職がするような連続溶接やアークを発生させたり、止めたりする断続的な溶接作業はしていない。特に断続的な溶接では始動感度の上限値が 260 となったことでアークが発生しにくくなる可能性があるので、試験を実施したが、アークが発生しにくくなるようなことはなかった。したがって、まったく従来型と変わりなく、作業を行うことができることのことだった。

また、感電を体感し教育する施設を有し、安全教育が机上の空論にとどまらず、作業者にとって新鮮に感じられるような工夫をしていた。これは業界団体による安全衛生対策の推進の一環である。その活動として作成された安全体感マニュアル集(疑似体験 再現朝礼 体感施設) では、感電、墜落転落など 11 種の災害が掲載されている。感電では、溶接用フォルダーの漏電実験、電路の短絡実験、また、微弱電流による感電体験などが掲載されている。

(2) 配線用遮断器、漏電遮断器等の製造・販売会社の調査

調査した会社では、以前には自動電擊防止装置の始動感度、安全電圧、遅動時間等の点検装置を製造・販売していた。交流アーク溶接機のユーザーからは、定期点検の

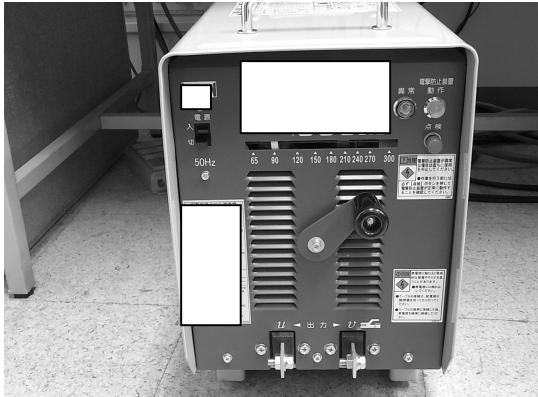
際に自動電擊防止装置の始動感度を測定できる点検装置の市販の要望があった。現状では、点検は、交流アーク溶接機のメーカーや機器レンタル会社等で行っている。今回調査した会社では、販売の採算があれば、製造販売ができるが、需要からすると価格が高くなる事情があるため、一般ユーザー向けの商品よりも、過去に特注によって点検装置を製造販売した方法での対応が今後も続くものと思われる。

漏電遮断器については、事業所用配電盤での普及は常識となりつつあるが、家庭用配電盤でも標準となっている。したがって、固定配線における漏電防止はかなり進んでいると考えられる。一方、例えば建設業などでの仮設配線や移動配線では漏電遮断器を設置しにくい状況もあり得る。この場合、コンセントとプラグとの間に挿入可能な漏電遮断器が開発されており、普及も進んでいくと思われる。よりコンパクトで使い勝手の良い製品が開発されており、現在では高圧あるいは特別高圧よりも死亡災害件数の多い低圧に起因する感電災害の防止効果が期待できる。

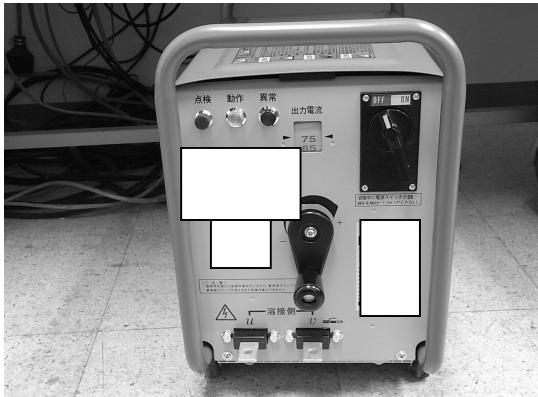
(3) 交流アーク溶接機用自動電擊防止装置の特性調査

平成 23 年には構造規格に始動感度が取り入れたことから、当該構造規格に基づき製造された外付け及び内蔵の自動電擊防止装置について始動感度を中心として特性を確認した。調査したのは図 1、表 1 に示す内蔵型 2 機種と外付け型(出力側遮断) 1 機種の合計 3 機種である。安全電圧の確認には、デジタルマルチメータ(YOKOGAWA 、 753704) を用いて実効値で測定した結果、安全電圧の仕様では 18 ~ 22V であるが、測定値では 19 ~ 21V であった。これらは構造規格の第 12 条で定められた実効値で 30V 以下をいずれも満足しているものであった。

また、始動感度については、交流アーク溶接機の二次側にすべり抵抗器を接続して、抵抗値を 500 から徐々に小さくして、自動電擊防止装置の電磁接触器が作動したときの抵抗値をデジタルマルチメータ(YOKOGAWA 、 753704) で測定して始動感度とした。交流アーク溶接機に内蔵あるいは外付けされる自動電擊防止装置の始



(a) A (内蔵)



(b) C (内蔵)

図 1 試験に使用した自動電撃防止装置内蔵の交流アーク溶接機

表 1 自動電撃防止装置の始動感度

	A (内蔵)		B (外付け) 出力側遮断		C (内蔵)	
	仕様	測定値	仕様	測定値	仕様	測定値
安全電圧	22V	21V	22V	19V	18V	19V
標準始動感度	180 Ω	151 Ω	180 Ω	120 Ω	120 Ω	159 Ω
遅動時間	約1s	0.8s	約1s	-	約1s	1.16s

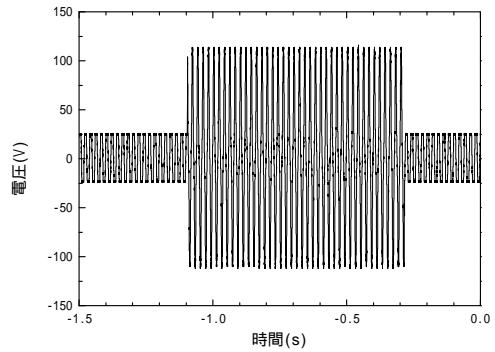


図 2 自動電撃防止装置 (A (内蔵)) の場合の溶接機の二次側出力電圧変化 (テストボタンによる)

動感度の仕様では 120 ~ 180 であるが、測定値では 120 ~ 159 であった。これらは構造規格の第 13 条の 2 で定められた 260 以下をいずれも満足するものであった。

自動電撃防止装置 (A (内蔵)) のテストボタンを押したときの交流アーク溶接機の二次側の電圧変化を図 2 に示す。安全電圧から溶接機無負荷電圧になり、0.8 秒後に再び安全電圧となっていることがわかる。

(4) 韓国の規制・規格

アーク溶接作業は感電災害の危険性が高いことから、リスクアセスメントや保護具の着用、危険低減装置の使用などの対策が採られている。今回は、韓国について調査した。

1) 韓国の場合

韓国では我が国のアーク溶接作業による感電防止と類似した規則を導入している。産業安全保健基準に関する規則（労働安全衛生規則）第 306 条（交流アーク溶接機など）においては、感電危険性の高い次の場合には自動電撃防止装置を設置することが義務づけられている。また「アーク溶接装置の設置及び仕様に関する技術指針」（KOSHA GUIDE E-76-2013、韓国産業安全健康公団）においても同様の規定がなされている。

1. 船舶の二重船体内部、若しくは Ballast タンク、若しくはボイラー内部等導電体に囲まれた場所

2. 墜落する危険性がある高さ 2m 以上の場

所で鉄骨等導電性の高い接地物に労働者が接触するおそれがある場所

3. 作業員が水、発汗などで導電性が高く湿気の多い状態で作業する場所

上記の1、2は我が国の労働安全衛生規則第332条と同じであるが、3に挙げられた

「作業員が水、発汗などで導電性が高く湿気の多い状態で作業する場所」は我が国の労働安全衛生規則には定めがない。

D. むすび

始動感度の上限値が取り入れられた自動電撃防止装置の使用感は、上限値が定められていなかった従来の自動電撃防止装置と変わらないこと、自動電撃防止装置の始動感度などを試験する装置が市販されていない現状を確認した。

自動電撃防止装置の始動感度を測定した結果、構造規格に定められた上限値を満足していることを確認した。

韓国におけるアーク溶接作業による感電防止の規則を調査した結果、日本と類似し

ていることがわかったが、水、発汗などで導電性が高く湿気の多い状態で作業する場所で自動電撃防止装置の使用が義務づけられている点が相違していた。

E. 研究発表

1. 論文発表

富田一, 静電誘導等が原因で発生する感電災害, 安全と健康, Vol.67, No.7, pp.28-29, 2016.

三浦崇, 統計でみる感電災害の現状, 北海道のでんき, Vol.724, pp.4-13, 2016.

三浦崇, 夏の感電死亡リスクと年齢別感電災害発生率, クレーン, Vol.54, No.628, pp.37-41, 2016.

三浦崇, 年齢ごとの災害発生件数(1), 建設の安全, No.526, pp.8-11, 2016.

三浦崇, 年齢ごとの労働災害発生率(2), 建設の安全, No.527, pp.3-7, 2016.

三浦崇, 高橋明子, 労働災害発生率と年齢との関係, 労働安全衛生研究, Vol.10, No.1, pp.33-43, 2017.