

被覆アーク溶接の技術修得

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-05-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川崎, 孝俊, 安藤, 誠, 山森, 英智, 内山, 裕二, 伊藤, 雅基 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/8780

被覆アーク溶接の技術修得

川崎 孝俊* 安藤 誠** 山森 英智* 内山 裕二* 伊藤 雅基**

1. はじめに

アーク溶接作業は、自動車産業、建設業等をはじめとする幅広い分野において、ものづくり基盤技術として広く利用されている。福井大学においても機械・建築建設分野の実験装置、金属材料加工、橋梁模型及び鉄骨組立作業などに用いられている。さらに近年は、国立大学法人化後、受託研究や共同研究の増加により、民間企業との共同実験や装置開発を行うなど、高度な溶接技術や品質管理の徹底、コンプライアンスやリスクアセスメントの取り組みがますます重要となってきた。また、福井大学におけるベテランのアーク溶接技術者は限られており、その技術継承は重要な課題である。従って本研修では、基本的なアーク溶接技術を修得するとともに、今後の大学を取り巻く環境を踏まえ、関係法令の理解や安全衛生管理についても研修を行い、現代社会に通用する技術者として必要な要素を身につけることを目標とする。

2. 研修方法

本研修は週1回2時間程度、工学部科学技術育成センター内の溶接室で行った。図1に研修プロセスを示す。法令理解、技術修得、安全管理を3本柱と位置づけ、PDCAサイクルを活用し研修達成度の向上を図った。

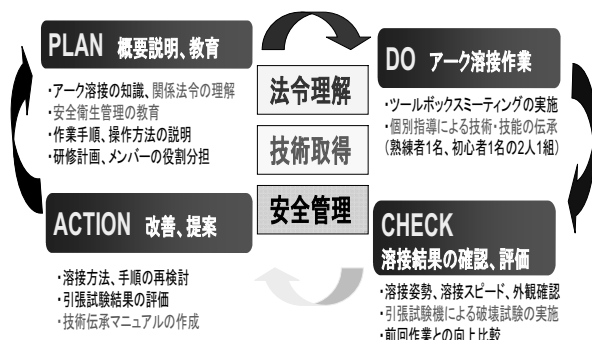


図1 研修プロセス

* 第1技術室 機器開発・試作班

** 第2技術室 物理計測班

3. 研修内容

3.1 被覆アーク溶接の概要

被覆アーク溶接は、図2に示すように、溶接電源の片端子に溶接用ケーブルで接続された被覆アーク溶接棒と、もう一方の片端子に溶接用ケーブルで接続された被溶接物である金属母材との間に電圧をかけアークを発生させる。この金属アークは高温（約5000～6000℃）を集中的に発するので溶接棒のアーク端部とその直下の母材表層部を溶融して溶接金属を形成する。特徴として、母材同士を原子レベルで金属接合することができる。

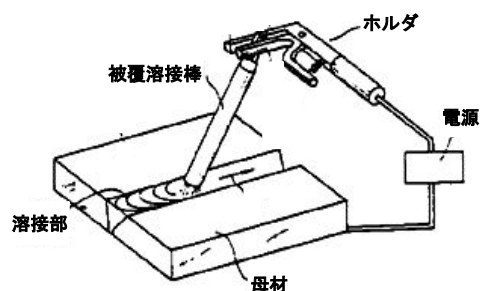


図2 アーク溶接の原理

溶接作業の技術伝承として難しい点は、カンとコツに依存する技術であるため、数多くの溶接作業をこなさないと感覚が掴みにくいことである。対策として、ベテラン技術者へヒアリングを行いポイントやノウハウを抽出した技術伝承マニュアルの作成や個別指導（図3参照）、溶接棒の動かし方などを動画撮影により確認し、技術力の向上に努めた。



図3 アーク溶接指導状況

3.2 関係法令について

アーク溶接業務を行うにあたって、安全・衛生で規制を受ける法令則を図 4 に示す。近年、溶接の作業環境も工作物の多様化や屋外・高所作業などますます複雑化してきている。したがって、作業者の安全と健康を確保するにはさらなる安全管理意識の向上および管理体制の構築が不可欠である。労働安全衛生法では、従業員数 10 人以上 50 人未満の事業場（技術部 30 人以上）では、安全衛生推進者または衛生推進者を選任し、危険防止の対策や教育、健康診断などの安全衛生の業務を担当させることになっている。本研修では、研修者全員が教育や研究を通じて溶接指導や安全管理を行う立場であるため、労働安全衛生法の理解やこれまでの福井大学の取り組みなどについて学習した。

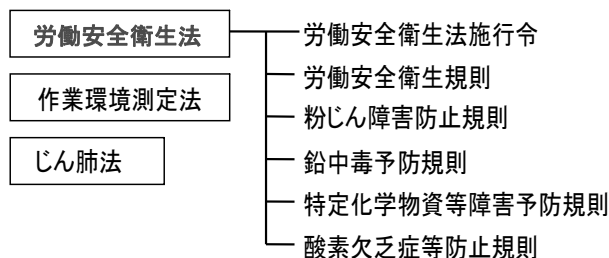


図 4 アーク溶接の関係法令

3.3 安全管理について

アーク溶接作業に関わる安全管理は下記に示す①～④の内容について実施した。

①安全衛生活動の実施

- ・溶接機械、溶接棒、保護具などの取扱方法
- ・安全な作業手順の確認
- ・事故時における応急・救命措置の訓練
- ・5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）活動

②ヒヤリ・ハット防止活動

アーク溶接作業から溶接作業中にヒヤリとした、ハットしたことがなかったか、についてヒアリングし、事故が発生する前に対策を講ずるため、予防処置としてリスクアセスメントを実施した。

③危険予知活動（KY 活動）の実施

KY 活動（図 5 参照）は、作業前に現場や作業に潜む危険要因とそれにより発生する事故について話し合い、作業者の危険に対する意識を高めて事故を防止するものである。研修作業前に KY 活動の進行役を当番制で研修者全員に担当させ、安全意識を高めるとともに、当日の研修内容や作業手順、注意事項などを周知し、安全で効率的な研修環境の構築に努めた。



図 5 KY 活動の状況

④リスクアセスメント

表 1 はアーク溶接作業のリスクアセスメント結果を示す。研修者全員でアーク溶接作業のリスク要因を作業シミュレーションや事故事例を基に調査し、事故に繋がるリスク要因を事前に見つけ、その危険性について評価を行い、危険度に応じて対策を講じた。対策例：図 6 参照

アーク溶接作業のリスク要因	頻度	可能性	重篤度	優先度	リスク低減措置案
汗や雨で濡れ、溶接棒が腕に触れて感電する	4	4	6	IV	衣類を乾かす。雨天時はなるべく作業しない
ケーブルの被覆が破れ、アース線の接続不良で感電する	2	1	6	III	ケーブル他の使用前点検する
電流調節レバーの動作不良により、過大電流が流れ感電する	2	2	6	III	クランプ電流計で、ケーブル電流を測定する
溶接直後の部分に触って火傷する	1	1	3	II	冷めるまで触らない
飛び散る火花(スパッタ)が服や靴に入りやけどする	2	2	1	I	火花が入らない服装と長靴
ヒューム・スラグ粒子を長期に吸い込んでじん肺になる	1	6	10	IV	屋内は局所排気を使用する 防塵マスクを使用する
スラグで足元が滑べり疲労しやすい	4	2	1	II	5S活動の実施
狭い煩雑な場所、屋外又は高所作業など環境の変化に伴いミスや危険が増える	2	4	10	IV	危険予知活動(KY活動)の実施
溶接光(紫外線・青光=ブルーライト)を見て目が痛くなる	4	4	4	III	遮光メガネを使用し、長時間作業をしない
ケーブルに足を引っ掛け転倒する	2	1	1	I	ケーブルを煩雑にしない 作業台に這わしてまとめる

※厚生労働省 リスクアセスメント評価基準を参考に作成

表 1 アーク溶接作業のリスクアセスメント結果

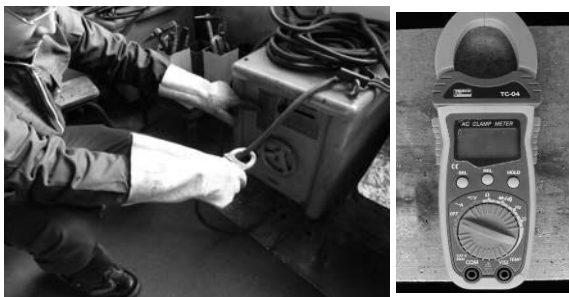


図6 クランプ電流計による電流値確認

3.3 アーク溶接技術・技能

3.3.1 アーク発生方法とストレートビート

今回の研修で使用するアーク溶接機は、育成センター溶接室内にある交流アーク溶接機（日立製作所 AT-SS）及び溶接棒（4φ mm）を使用した。溶接電流は、溶接する母材や溶接棒の推奨電流をもとに設定し、アークを発生させ、電流値ハンドルを操作して適正な電流値に徐々に近づけ設定する。アークの発生方法は、図7に示すタッピング法とブラッシング法があり、それぞれについて練習を行った。

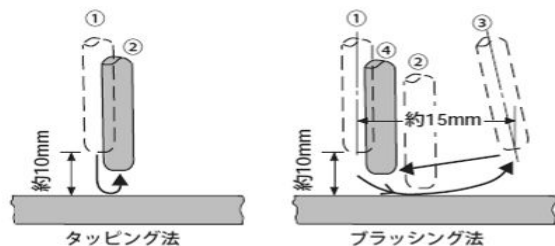


図7 アーク発生方法

図8は、アーク溶接の基本である下向きストレートビート溶接の結果を示す。ストレートビートは溶接の進行方向に向かって、 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の角度で、適切な移動速度（溶接ビート長/溶融した溶接棒長）で動かす。母材と溶接棒の距離は適切なアーク長（母材と溶接棒の距離で適切不良の原因になる）になるように練習を繰り返した。溶接結果をもとにアーク音を比較したところ、正常に行われた溶接のアーク音は「ジー」となり、不良な溶接でのアーク音は「パチパチ」という音になることがわかり、音の違いによる溶接のポイントを抑えることができた。

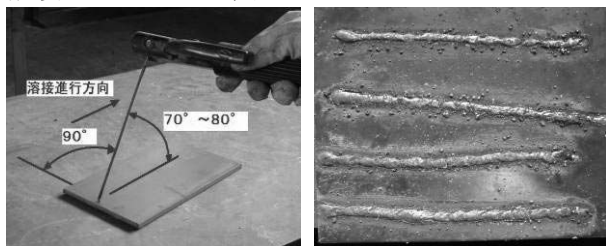


図8 ストレートビート溶接

3.3.2 突合せ溶接

突合せ溶接は、母材の溶接を施す部分に開先とよばれる溝を設け、この開先の中に溶着金属を溶かし込む溶接である。図9に突合せ溶接の結果を示す。母材の溶接は、ウィービングビートにより行った。図9に示す溶接後の平面を見ると、溶け込み不良が多く不均一な溶接結果になった。対策としては、熔融池（熔融金属のたまり）を同じ形状に保つ、熔融スラグ（被覆剤が溶けた部分）が適度に熔融池を覆う棒操作の見極めやスラグの巻き込まないようにする必要があり、溶接品質の向上のため、ベテラン者の溶接作業を動画で撮影し練習した。

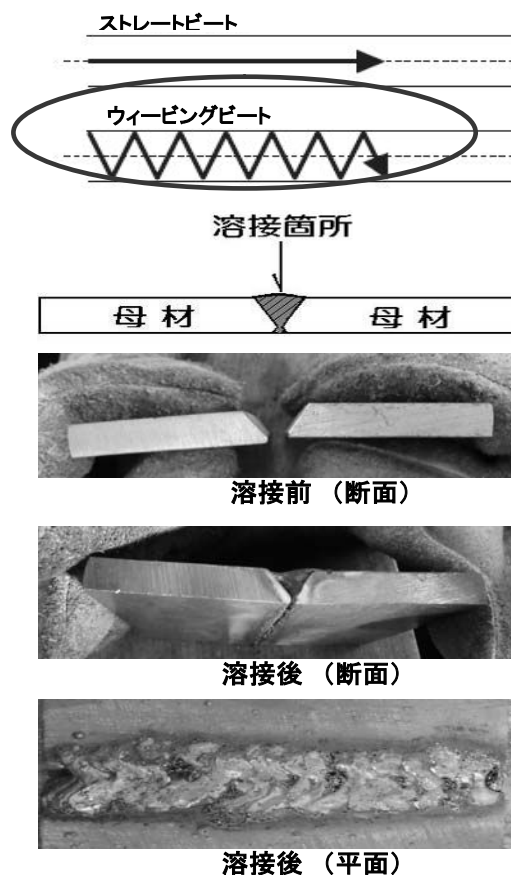


図9 突合せ溶接

3.3.3 隅肉溶接

図10は、当て金継ぎ手及びT字継ぎ手における隅肉溶接結果を示す。隅肉溶接はほぼ直交する二つの面を溶接する三角形状の断面をもつ溶接継手であり、技術修得には熟練を要した。得られた知見として、母材同士を固定するために仮付け溶接を行ったが、仮付け面上は本溶接での熔融金属が接着しにくかったことにより、仮付けの位置は応力が集中する部分を避けること、仮付け面上の清掃を確実にすることが必要であることがわかった。

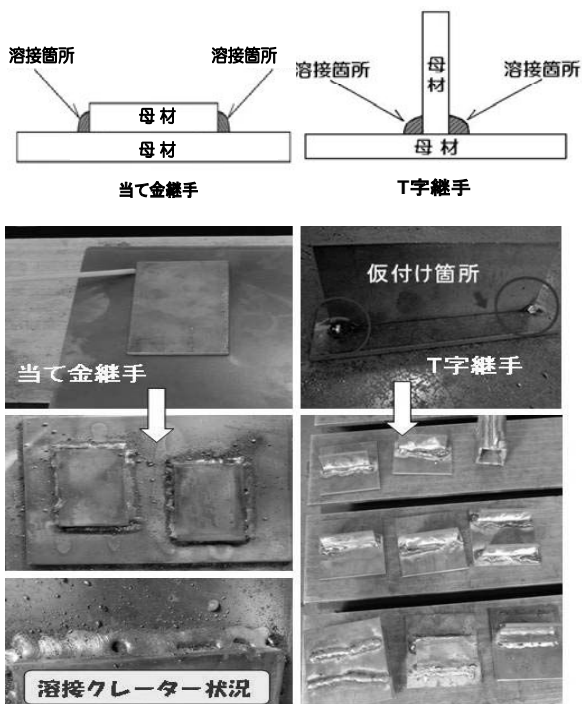


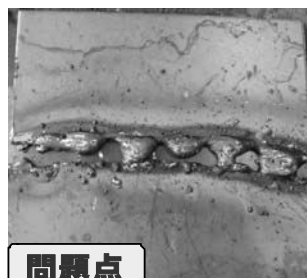
図 10 隅肉溶接

3.3.4 薄板の溶接

近年、福井大学の依頼業務で薄板の溶接に関する内容が増えてきている。しかしながら、これまで薄板の溶接（図 11 参照）は、高温なアーク熱を発生するため、薄板が熱に耐え切れず溶けてしまうことにより溶接できなかった。そこで、問題解決に向けて、文献調査やベテラン技術者にヒアリングを実施した。その結果、溶接電流を上げて、点を打つように溶接棒を操作することで溶接が可能であることがわかった。実際に溶接してみたところ、電流を 20%（経験値）程度上げて、アーク放電を発生しやすくして点を打つように溶接棒を操作することで不連続ではあるが、アーク熱による穴や亀裂などはなく溶接することができた。



材質：一般構造用圧延鋼 SS400
板厚：2mm



問題点

薄板材のため熱に耐え切れず穴が開いている状態



工夫した点

電流を上げて少しずつ点を打つように溶接を行った

図 11 薄板材の溶接

3.3.5 溶接結果の引張試験

溶接結果を検証するため、図 12 に示すように引張試験機（島津製作所 REH-100）を使用して鉄板突合せ継ぎ手の引張試験を行った。図 12(a)の初心者が溶接した引張試験結果は、溶接箇所で破断し、溶接不良であることがわかった。この原因として、溶接する際の仮付け箇所と本溶接箇所の接着不良や、溶接クレター（図 10 参照）が発生した箇所に重ねて溶接したため、内部に空洞ができたことなどが考えられる。また、熟練者の溶接結果は、溶接箇所以外で破断しており、確実に溶接されたことがわかった。

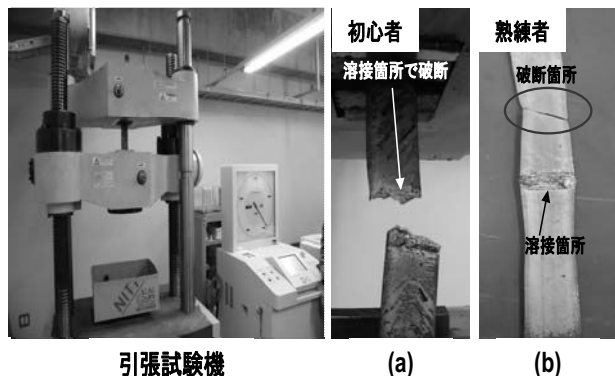


図 12 引張試験状況

4. まとめ

本研修では、被覆アーク溶接の技術修得を行う上で基本的な溶接方法を学ぶとともに、近年の社会情勢を踏まえ、労働安全衛生法の理解、5S・ヒヤリハット・KY 活動やリスクアセスメントの安全活動についても実施し、現代社会に通用する技術者として基本的な技術や知識を修得することができた。また、今回の研修で実施した安全活動は、幅広く他の業務においても活用することができるので、研修メンバーから有意義な研修であったと好評を得た。