

株式会社名村造船所

アークタイム管理システム導入検討

荒巻 翔平*

Shohei Aramaki



溶接作業の能率や溶接機の稼働率等を考える場合、「アークタイム」と言われる指標が非常に有用であるが、伊万里事業所内に点在している約1,700台の個々の溶接機のアークタイムを既存のアークタイマー等を活用して詳細かつタイムリーに把握するには非常に多くのコスト（労力）を要することから、弊社ではアークタイムを活用した分析・評価は限定的にしか行われてこなかった。

そのような状況下、住電通信エンジニアリング(株)により昨今開発された、容易に取り付ける事が可能な無線式小型センサを活用した全く新しい形のアークタイム管理システム「アークタイムウォッチャー®」が市場に投入されたことから、今回そのシステムの実用性を評価すべく本調査を実施した。今回の本調査においては、実際に製造工程の一部に「アークタイムウォッチャー®」を試験的に設置し、得られるデータの有効性の確認・評価、及びそのデータの活用方法の検討を行った。

1. 緒言

アークタイムとは、弊社でのあらゆる製造工程で使用されているアーク溶接において、アークが発生している時間、すなわち溶接している時間を指し、製造工程を管理する指標として、様々な活用方法がある重要なデータのの一つである。作業時間内のアークタイム時間、すなわちアークタイム率を算出し、評価・分析する事で、作業効率の把握が可能となる。一般的にアークタイム率は15%~50%程度とされているが、溶接前後の準備段取り・運搬移動・手待ち時間等によって大きく左右される。例えば、弊社の内業工程において、溶接機及び作業者を固定し、ブロックをコンベアで流すようなラインでは最大40%超のアークタイム率で作業を進めている。一方で外業工程においては、溶接する範囲が広く、移動や段取りに時間を要する環境の影響により、15%を下回る場合もあり得る。また、溶接作業者の技量によってもアークタイム率は変化し、適切な教育・訓練によっても能率向上を図る事が出来る。さらに、ブロックや区画ごとにアークタイム率を算出し分析した結果を元に、設計

計画段階における溶接継手数や継手位置の検討へフィードバックする事で、工数削減へ繋がる改善も可能となる。そこで今回新たに市場へ投入された、「アークタイムウォッチャー®」という、機器の設置及びデータ収集が容易で、アークタイムを定量的に把握出来る管理システムの適用を検討する事を目的に試験的な導入を行った。

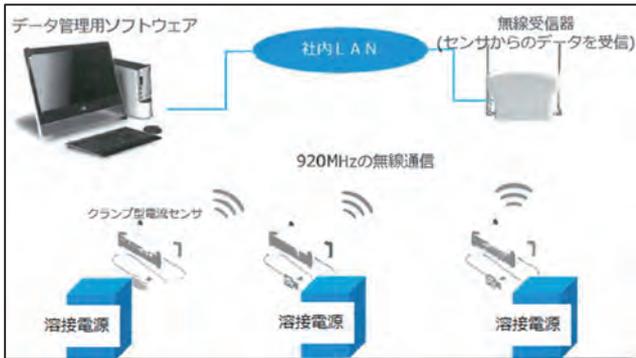
2. 機器の紹介

2.1 全体構成

本調査において使用した機器の全体構成を第1図に示す。各溶接電源に小型のクランプ型電流センサを取付け、1次側の電源ケーブルを流れる電流値を読み取り、受信機で無線通信を活用してデータを受信し、社内ネットワークを介してデータ管理用ソフトウェアにデータを蓄積するような構成となっている。読み取った電流値が、一定の値を超えるかどうかでアーク発生かどうかを判断するという仕組みである。

原稿受理日：July 27, 2018

*株式会社名村造船所 船舶海洋事業部 生産管理部 生産技術課



第1図 システム全体構成

2. 2 クランプ型電流センサ

今回の調査で使用した機器のうち特徴的なものとして、この小型のクランプ型電流センサ（写真1参照）があげられる。写真2のように、外部電源から1次電源を溶接電源本体へ供給するためのケーブルをクランプする事で設置が可能となっている。



写真1 クランプ型センサ

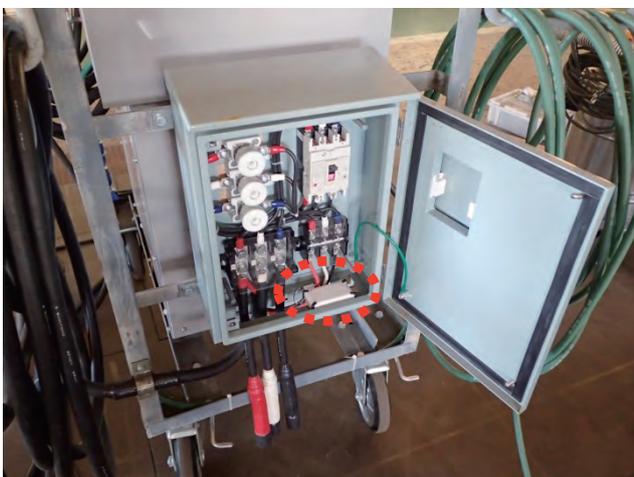


写真2 クランプ型センサ設置状況



写真3 既存のアークタイマー



写真4 アークタイマー設置状況

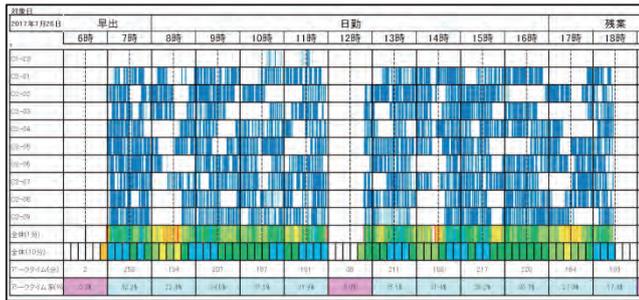
2. 3 出力機能

このソフトウェアには、メーカーが推奨する様々なグラフや集計表が事前にテンプレートとして登録されており、基本的なアークタイムの把握・分析には活用しやすくなっている。また、導入後に使用者側のニーズに応じてテンプレートの追加及び修正も可能になっている。更に、外部データ連携機能による、アークタイム以外のデータとの連動も考慮されており、ソフトウェアのアップデートを必要と

せず表計算ソフト等を活用する事で、出力したデータを様々な形で分析する事が出来る。テンプレートの例として、第2,3図に代表的なグラフ例を紹介する。

1) 稼働状況レポート

各溶接機の任意の一日のアークが発生した時間帯を把握する事が可能である。空白になっている時間帯はアークが発生していない時間帯である。



第2図 稼働状況レポート

2) 稼働台数集計レポート

一定の期間を対象に、各溶接機が一日に何分アークが発生したかを集計できる。着色部がその日のアーク発生が少ない事を示す。

対象月	8月										
グループ	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日
01-01	0	30.5	22.67	0	0	0	0	0	171.5	0	0
01-02	0	0	0	0	5.5	0	0	0	43.67	85	0
01-03	177.83	185.87	261.83	243.83	196.87	164.87	0	169.5	273.33	293.17	114
01-04	192	158.83	216	229.83	174	93.33	0	210	214.33	0	86.33
01-05	222.17	247.67	160.5	0	0	169.67	0	223.67	269	297.33	59.5
01-06	0	34.67	0	11.83	44.17	80.33	0	0	0	0	81.5
01-07	195.83	212.17	217.67	224.17	258.17	85.33	0	230.5	247.5	276.5	80.83
01-08	220.5	234.67	244	251.67	153.5	94.33	0	229	209.33	251	95.17
01-09	191.83	225.83	202.93	252.93	278.17	47.33	0	221.5	239.67	274.83	94.5
01-10	194	196.5	211.17	212.33	239.17	97.17	0	225.5	238.67	256.5	89.67
01-11	184.33	238	213.5	215.17	257.83	89.67	0	169.67	93.5	248	96.33
01-12	218.83	86.33	85.67	0	189.83	52	0	127.83	157.83	172	0
01-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
01-14	0	0	0.83	0	0	0	0	0	0	0	0
01-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-16	24	22.83	19	30.17	9	0	0	0	15.5	42	0
01-17	23	9.83	28.5	3.83	4.83	0	0	5.17	5.5	0	0
01-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-19	1.17	68	0	0	0	0	0	5.67	0	0	0
01-20	0	8.67	0	0	0	1	0	0	3.17	0	0
01-21	4	27.17	4	19.33	8.67	1.5	0	44.83	0	2.83	0
02-01	0	192.67	33.83	9.67	44.17	0	0	120.67	148.33	171.33	0
02-02	0	161.83	15.67	88.67	93	93.67	0	213.17	110.83	0	0
02-03	0	0	63.17	40.5	224.83	63.17	0	120.17	287.5	241.83	87
02-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-05	245.83	229.67	231.67	385	392	118.17	0	240.5	285	304.83	76
02-06	231.5	231	246	285.67	249.33	71.5	0	200.17	240.83	285.67	89.67
02-07	189.33	189.83	225.17	217.83	209.67	87.83	0	197.67	226.83	198.67	55.5

第3図 稼働台数集計レポート

さらに、事後の分析に活用出来るだけでなく、第4,5図に示すような、サイネージ機能と呼ばれる、リアルタイムのアーク発生状況をモニタリングする事も可能で、例えば、工場内にモニターを設置して、目標と実績の把握・周知にも活用出来るようになっている。



第4図 サイネージ画面例①

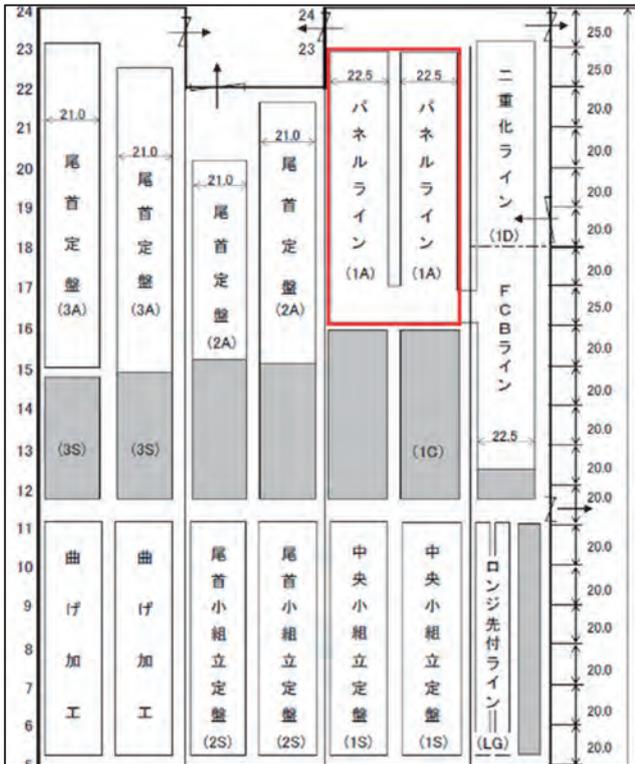


第5図 サイネージ画面例②

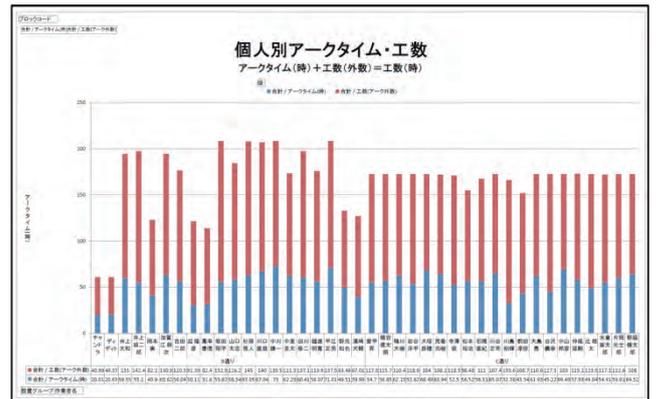
3. 調査の概要

3.1 調査対象

本調査の対象としたエリアは第6図に示す通り、弊社伊万里事業所の第一船殻内業工場の船体平行部大組立施工区画において実施した。対象台数はこのエリアに設置している、溶接職が主に使用している溶接機約120台。調査を実施した期間は2017年7月から10月まで約3ヶ月間実施した。なお、今回この区画を選択した理由は、同様の形状をした船体ブロックを2ラインに分担して別々の協力会社が施工しており、2社の施工状況やアークタイム率が比較しやすいと見込んだためである。また、このエリアでは溶接機を固定した状態で、船体平行部のブロックをコンベア上で流している為、弊社の工場の中でも比較的溶接作業効率が高いエリアという認識である。



第6図 調査実施エリア



第7図 個人別アークタイム率集計

3. 2 調査結果

以下に本調査を実施して得られたデータを紹介します、これらのデータから見えてくる事及び様々なコスト削減への活用について述べる。

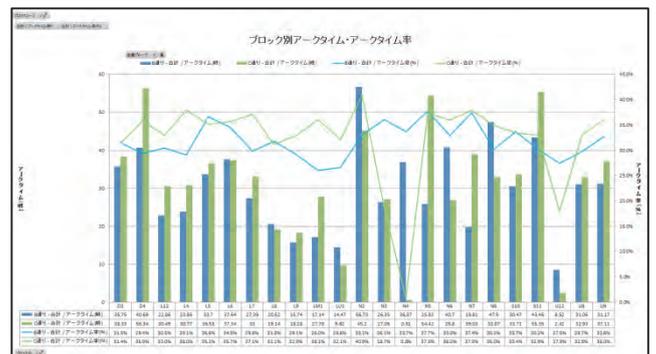
1) アークタイム率

個々の溶接機を使用した作業者を特定し、アークタイムと作業時間のデータを連動して集計する事で、第7図のような各作業員別のアークタイム率の集計グラフを作成する事が出来る。このグラフでは、青がアークタイム、赤がそれ以外の付帯作業となっており、各作業員の能率を定量的に把握する事が可能となる。この集計・分析は個人別に限らず、班や区画毎にも集計は可能で、同様の設備、施工環境同士の職場での比較による改善点の抽出も見込まれる。

実際に今回の調査で2社の協力会社のアークタイム率を比較したところ、明確な差がある事が分かった。この結果を受けて、アークタイム率が低い協力会社へ改善のアプローチを展開する事も可能となる。

2) ブロック作業能率

第8図には調査期間に施工したブロック毎のアークタイムとそのアークタイム率を集計したグラフを示す。各作業員が何時にどのブロックを施工したかを調査する事で、ブロック毎のアークタイム率、すなわち溶接作業における作業能率を把握する事が可能となる。この集計結果を元に、今後の施工要領やブロック形状等の改善へフィードバックするような活用が可能となる。



第8図 ブロック毎のアークタイム率

3) 溶接機の稼働率

第9図に示すように個々の溶接機のアーク発生状況を把握する事が出来る。このデータを用いる事で、溶接機の適正配置、必要台数の最適化が可能となると見込んでいる。

例えば、稼働率が低い溶接機について原因を調査・確認し、使いやすい位置へ移動する。また、必要台数を超えている為、使用率が低い場合には、該当するエリアの台数を減らし、不足しているエリアへ移設するといった対応の判断材料となる。

色表示 10分 0分 ※集計精度を“日”して下さい。(正しく集計されない場合があります)

アークタイム・稼働台数集計

対象月	8月									
グループ	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
B1-01	0	30.5	22.67	0	0	0	0	0	171.5	0
B1-02	0	0	0	0	0	5.5	0	0	49.67	0
B1-03	177.83	188.67	261.83	263.83	196.67	104.67	0	169.5	273.33	299.17
B1-04	192	158.67	216	223.83	174	98.33	0	210	214.33	0
B1-05	222.17	247.67	160.5	0	0	109.67	0	223.67	269	297.33
B1-06	0	94.67	0	11.83	44.17	60.33	0	0	0	0
B1-07	195.83	212.17	217.67	224.17	258.17	85.33	0	230.5	247.5	276.5
B1-08	220.5	234.67	284	251.67	153.5	94.33	0	229	208.33	251
B1-09	131.83	225.83	202.33	252.33	278.17	47.33	0	221.5	233.67	274.83
B1-10	194	196.5	211.17	212.33	239.17	97.17	0	225.5	236.67	256.5
B1-11	194.33	238	213.5	215.17	257.83	89.67	0	169.67	93.5	248
B1-12	218.83	88.33	85.67	0	189.83	52	0	127.83	157.83	172
B1-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
B1-14	0	0	0.83	0	0	0	0	0	0	0
B1-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1-16	24	22.83	19	30.17	5	0	0	0	15.5	42
B1-17	23	9.83	28.5	3.33	4.83	0	0	5.17	5.5	0
B1-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1-19	1.17	68	0	0	0	0	0	5.67	0	0
B1-20	0	8.67	0	0	0	1.1	0	0	3.17	0
B1-21	4	27.17	4	19.33	8.67	1.5	0	44.83	0	2.83
B2-01	0	192.67	33.83	9.67	44.17	0	0	120.67	148.33	171.33
B2-02	0	101.83	19.67	38.67	93	93.67	0	213.17	110.83	0
B2-03	0	0	69.17	40.5	224.83	69.17	0	120.17	257.5	241.83
B2-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2-05	245.83	220.67	233.67	265	302	110.17	0	240.5	266	304.83

第9図 アークタイム・稼働台数集計

4) アーク発生状況

第10図には、個々の溶接機がアークを発生させている時刻が分かるようになっており、あるエリアの溶接機の多くにアーク発生が無い状況であれば、その原因を調査・特定する事で、能率向上に繋げる事が可能である。例えば、その時間帯にブロック移動をしている為、アークを発生させられないという状況であれば、ブロック移動を休憩時間に一括して行い、アークを発生出来ない要因を排除するような取り組みである。

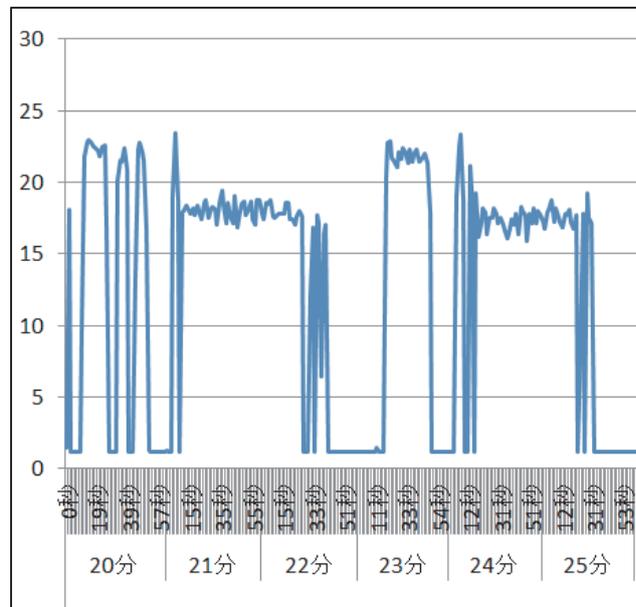
対象日	2017年7月26日		早出					日勤				
	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時					
C1-23												
C2-01												
C2-02												
C2-03												
C2-04												
C2-05												
C2-06												
C2-07												
C2-08												
C2-09												
全体(1分)												
全体(10分)												
アークタイム(分)	2	253	134	207	187	191	36					
アークタイム率%	0.3%	42.2%	22.4%	34.6%	31.1%	31.9%	0.0%					

第10図 アーク発生状況分析

5) 電流波形

第11図に、センサを利用して読み取った電流値の波形を示す。このグラフはある個人の波形であるが、電流値の安定性が、トーチの動かし方や狙い位置の安定性を明確に表す。

すなわち電流値の安定性が溶接品質の安定に直結しており、品質の把握に繋がる。このグラフの個人差を比較・分析する事で、各作業者の技量を定量的に評価する事が出来る。例えば、電流値が安定し技量が高い作業者から他の作業者への指導という活用も可能である。



第11図 電流波形グラフ

4. 結言

4. 1 本システムの活用と課題

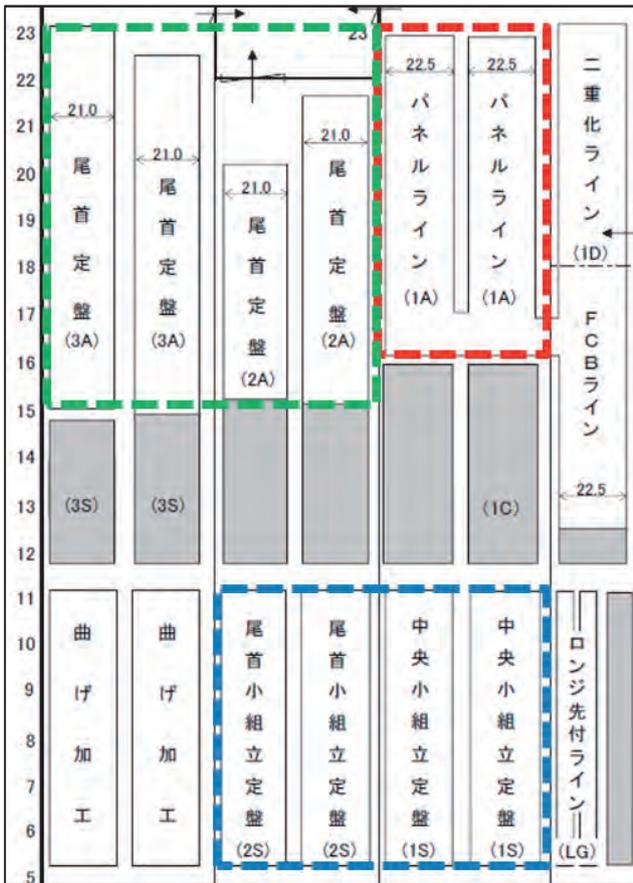
今回の調査によるアークタイムデータから得られる事項を以下に記載する。

- 1) 溶接機のアークタイム率
- 2) 溶接作業者の能率と技量
- 3) ブロック又は作業エリアの作業能率

既存のデータ収集の手法では見えていなかったデータが、定量的に瞬時に見える化出来るようになる事で、今後の新たな管理指標としての活用を見込んでいる。このシステムを運用する事で、例えば今までの指標であった作業工数に加えて、より明確に評価出来るアークタイム率という指標を用いて、目標設定とそのフォロー、分析、そして改善へと繋げる事が出来る。ただし、その改善へ繋げる為には得られたデータをどのような形にし、各管理者がどのような視点でそのデータを活用し、作業者とその作業環境の改善を進めていくかをよく検討する事が最も重要な課題である。

4. 2 今後の展開

今回の調査によって、本システムの有用性について、様々な改善点を掴める事が確認出来た。よって、関係各位との協議の結果、2018年度以降正式導入の方向で計画している。第12図に示すように、内業工場をいくつかの区画に分け、段階的に導入を進めていき、内業工場全域へ拡大していく予定である。



第12図 今後の導入配置図

謝辞

今回の試験導入に際し、センサ設置、データ解析等に対する各種提案、及びご支援、ご協力を賜りました、住電通信エンジニアリング(株)の秋元様をはじめ、関係者の皆さまには心より感謝申し上げます。

また、センサ及び受信機の設置、データ分析等にご協力頂いた社内関係各位にもこの場をお借りしてお礼申し上げます。