

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Robots

Vol. **23** A1
Oct/2011

ロボット事業

■ 寄稿・論文・報文・解説

「シーム溶接技術と
ロボットシーム溶接機」

Seam Welding Technology and Robot Seam Welder

〈キーワード〉 シーム溶接法・ロボットシーム溶接機・
ロボットシーム溶接技術・溶接トランス・抵抗溶接

ART-HIKARI 株式会社／代表取締役
博士 古川 一敏
Kazutoshi FURUKAWA

要 旨

日本の産業が世界の先頭に立って前進を続ける為には、更なる研究・開発・改善を続けて次世代技術を獲得し新技術・新製品を実現することである。次世代技術としては超高強度鋼などの研究開発が進められ、さらなる薄板化、省資源化、省エネルギー化を図ろうとしている。

近年シーム溶接へのニーズが強まっており、最近に至って、3000HzのMFインバータ溶接トランスが開発された。このインバータ溶接トランスを使用することによって、ヘッド・トランス一体型の超小型軽量シーム溶接機を開発、ロボットへ搭載、ロボットシーム溶接機をも実現した。

本稿においては、重要性を増している最新のシーム溶接機の紹介、シーム溶接技術、ロボットシーム溶接技術について述べることとする。

Abstract

In order for Japanese industries to spearhead the industries in the world and continue the progress, the industries need to further continue research, development and improvement and to secure the next-generation technologies for realization of new technologies and new products. As for the next-generation technologies, the research and development of ultrahigh-strength steel have been in progress in order to realize the further thinner material and the saving of resource and energy.

Lately there have been increasing needs for seam welding; then MF Inverter Welding Transformer with 3000 Hz was developed fairly recently. The use of this inverter welding transformer made it possible to develop an ultra-compact, light seam welder with unified head and transformer, which can be installed to a robot for robot seam welder.

In this article, the most recent seam welders with increased importance are introduced and seam welding technology and robot seam welding technology are explained.

1. はじめに

薄板構造物の製造に必要な不可欠な接合技術となっている重ね抵抗溶接技術の代表的なものは、スポット溶接法とシーム溶接法である。

抵抗溶接法は金属アーク溶接法よりも早く1980年代に発見されたが、その実用化はアーク溶接に比べて大幅に遅れ、米国では1935年以降、スポット溶接が自動車産業に使用されるようになって急速に拡大した。

わが国では軍需産業への適用が試みられたが、1945年敗戦によって全ての工業が潰滅し、1950年の朝鮮戦争による米軍特需によって新しいスポット溶接技術も導入され、その実用化が進展した。その後薄板産業も徐々に復活し、1980年わが国の自動車生産台数が世界一となって以降、自動車生産ラインにおいてスポット溶接機のロボット化も実現して使用台数が急拡大した。

一方、抵抗シーム溶接はスポット溶接よりもさらに大電流を使用するため(図1 各種金属の重ね抵抗溶接条件比較図参照)溶接機は一段と大型大重量となり、電源も大容量が必要で設備・資金的に大きな制約を受け、その実用化は極めて限定されていた。しかし、近年シーム溶接へのニーズが強まっており、業界の要請によってシーム溶接技術にも革新的な発展が見られ、ロボットシーム溶接機も実現した。本稿においては、最新のシーム溶接技術、ロボットシーム溶接技術について述べることとする。

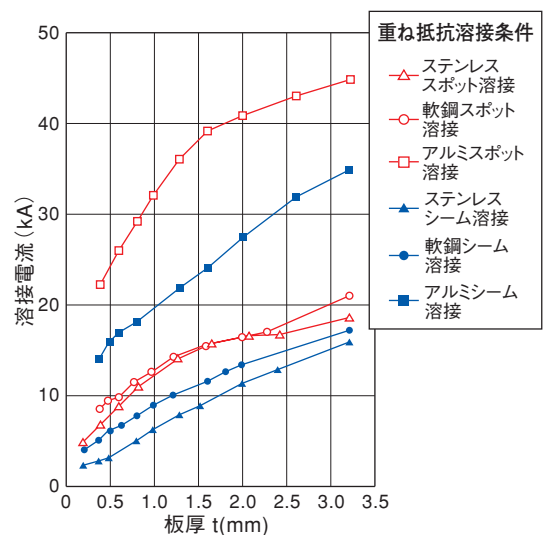
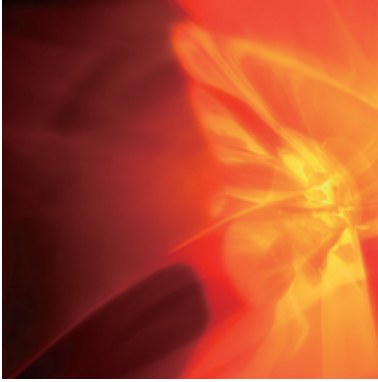


図1 各種金属の重ね抵抗溶接条件比較



2. 抵抗溶接法の原理と抵抗シーム溶接法

重ね抵抗溶接法は、図2のごとく接合しようとする金属板を重ねて両側より電極で加圧し、電流を通じることによって発生する電気抵抗熱(ジュール熱)を利用して溶接するものである。

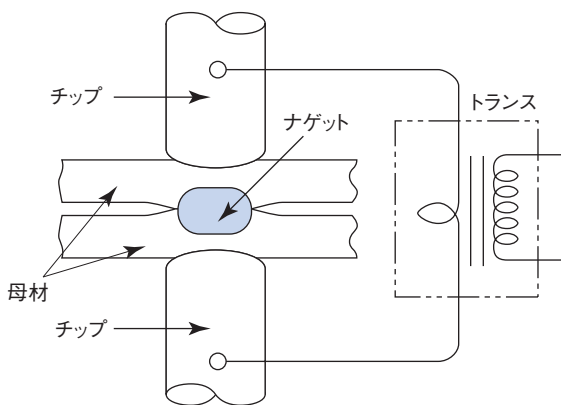


図2 スポット溶接の原理図

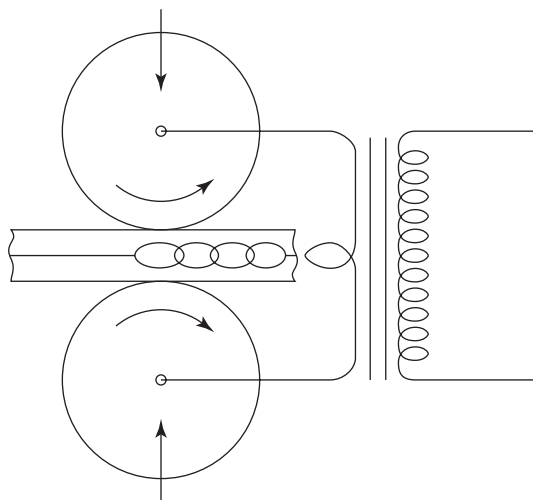


図3 シーム溶接機の原理図

母材に流す電流をI(A)、抵抗をR(Ω)、電圧をE(V)、通電時間をt(Sec)とすると、発熱量H(Cal)は

$$H=0.24I^2Rt=0.24IEt$$

となる。この熱によって母材が溶融し、加圧点が接合されるのがスポット溶接である。また、図3のごとく円板電極を使用し、スポット溶接を連続的に重ねていく方法がシーム溶接法で、気密・水密など耐密性が保たれる。また、シーム溶接はアーク溶接と比べると高速溶接が可能であり、異種金属の接合もでき、溶接作業者の熟練度も不要で、極めてメリットの大きい溶接法である。

とくに極薄板においては、スポット溶接よりも接合部の強度を強くすることができるので、自動車の車体などではスポット溶接にかえてシーム溶接を適用しようとする動きもある。シーム溶接はスポット溶接よりもはるかに大きな電流を使用するため従来シーム溶接機は大型、大容量、大重量ですべて定置式で適用範囲が限られていた。

3. 新しい抵抗溶接技術とロボットシーム溶接機

抵抗溶接の三大要素は、加圧力、電流、通電時間といわれている。

1) 加圧力

抵抗溶接は、加圧溶接といわれる程で、加圧力は三大要素の中でも最も重要な因子である。従来抵抗溶接は、溶接開始から終了まで一定の高い加圧力を加えて行なうものといわれ、人力加圧、電動加圧、空気加圧、油圧・水圧加圧、電磁力加圧などが使用されてきた。

最近の研究によって、加圧力は溶接初期、溶接中、溶接終期と最適加圧力を与えることによってすぐれた溶接結果が得られ、大加圧力、低加圧力を適切に使い分けることが重要であることが判明した。近年大出力のサーボモーターが開発されており、これによって精密な加圧力の調整、迅速なレスポンスが可能となり、抵抗溶接機の性能が大きく向上した。

2) 溶接電流、溶接トランス

抵抗溶接ではkVA級の大電流が使用されているが、従来一般的な重ね抵抗溶接機には構造が簡単で安価な商用周波数の単相交流式が使用されてきた。しかし、交流溶接機の消費電力P(W)は、

$$P = E_2 I_2 = I_2^2 Z \\ = I_2^2 \sqrt{(R+r)^2 + (2\pi fL)^2}$$

ここに、 I_2 :溶接電流(A) E_2 :溶接電圧(V)

Z :インピーダンス(Ω) R :二次回路の抵抗(Ω)

L :二次側の自己インダクタンス(H)

r :被溶接物の抵抗(Ω) f :周波数(Hz)

で、消費電力の60%以上は二次側導体のインピーダンスによって消費されてしまう非常に効率の悪い溶接機であった。

そこで、無効電力を低減するために単相直流抵抗溶接機や中周波インバータ溶接機を開発し、さらに最近1000Hzを超える2000~3000Hzのインバータを使用し、高周波による微細な制御を行なうことによって省エネルギー型の高効率、高性能な溶接トランスを実現した。この溶接トランスは従来型AC100kVAトランスと比較して、本体重量は1/6、通電時間は1/5、溶接速度は5倍以上と、小型軽量で出力強大、溶接時間を短縮、超精密溶接・低加圧力溶接が可能、定電流・定電圧・定電力制御可能で用途が広い。なお、詳細比較は「5.ロボットシーム溶接機」に記す。

3) 制御機能

抵抗溶接機は従来、加圧力、電流、通電時間、溶接速度などを制御するために各種の機械的、電氣的制御器や電子管を使用してきたが、近年の制御技術の革新的な進歩によって極めて精密微細な制御が迅速に行なうことができるようになり、抵抗溶接機の性能を飛躍的に向上している。

4. 各種シーム溶接機

最近の抵抗溶接技術の非常な進歩によってシーム溶接機も従来の大型定置式より、定置式・可搬式とも大小様々な溶接機が開発されている。また、使用目的も従来の主流であった汎用機から様々なニーズに対する多くのシーム溶接機が商品化されてきている。ここにこれら新しいシーム溶接機の一例を示すこととする。

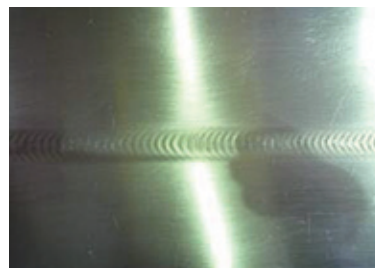
1) 縦型シーム溶接機 (図4)



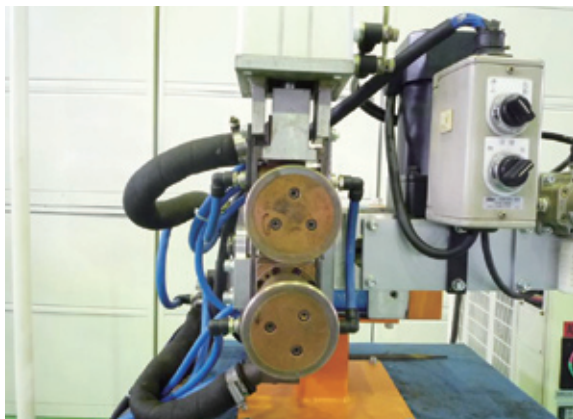
2) 高速横シーム溶接機 (図5)



3) アルミ用横シーム溶接機 (図6)



4) マイクロシーム溶接機 (図7)



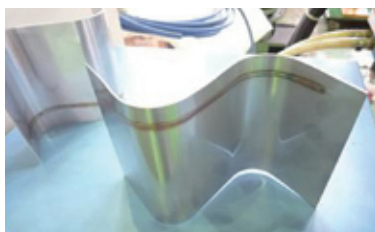
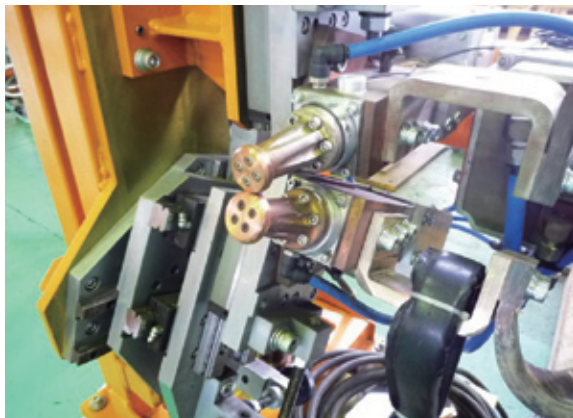
7) エルボシーム溶接機 (図10)



5) ダブルリンクシーム溶接機 (図8)
(ゴリゴリシーム溶接機)



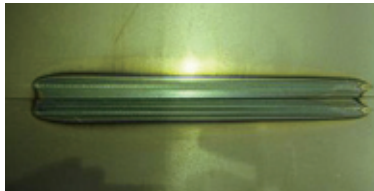
6) S字シーム溶接機 (図9)



8) コーナーシーム溶接機 (図11)



9) ツインシーム溶接機 (図12)
(防食クラッド用ツインシーム溶接機)



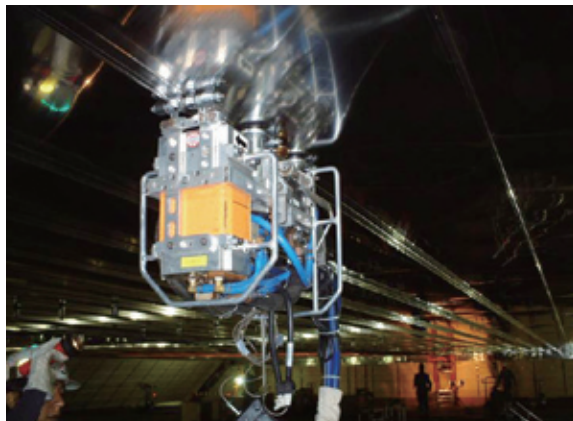
10) フープシーム溶接機 (図13)



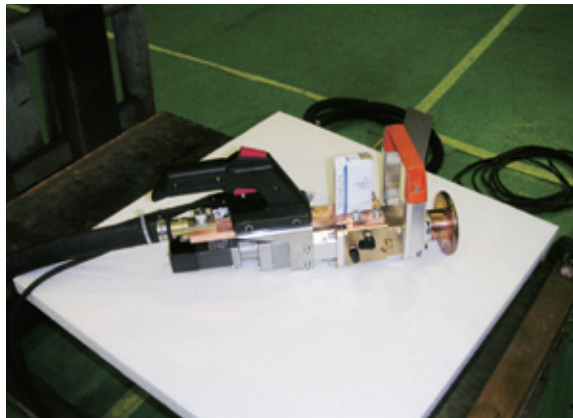
11) 平シーム溶接機 (図14)



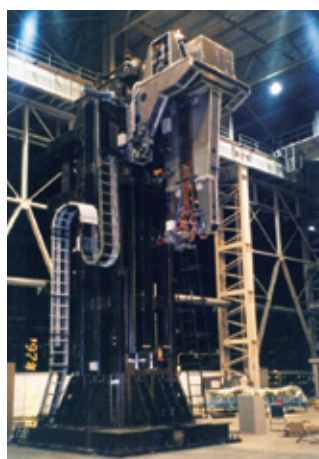
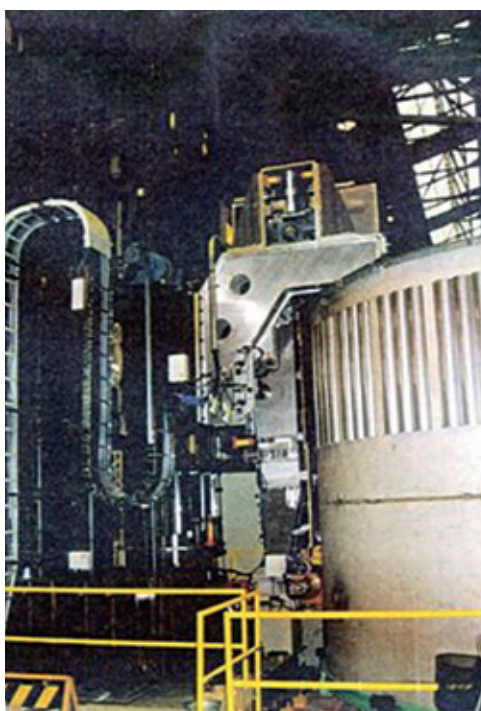
12) 自走シーム溶接機
(超高压自走式小型シーム溶接機) (図15)



13) 低加圧力型片面手動シーム溶接機 (図16)



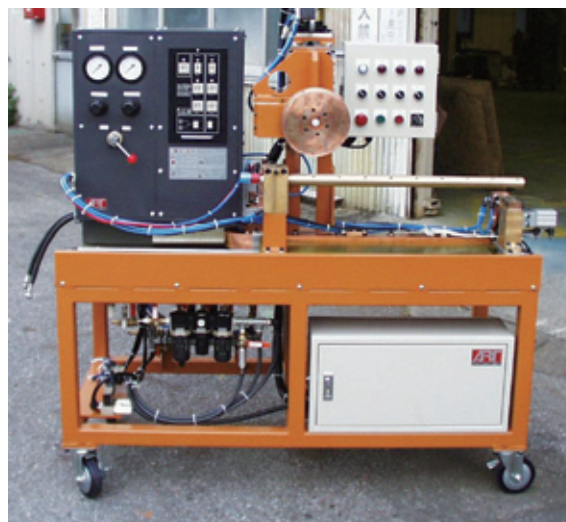
14) ビールタンク用縦型シーム溶接機 (図17)



15) 燃料タンク用平シーム溶接機
(定置式) (図18)



16) フィルタ・メッシュシーム
溶接機 (図19)



5. ロボットシーム溶接機

シーム溶接は極めて大きな溶接電流を使用するため溶接機は大型・大重量となっており、到底ロボットに搭載することは不可能であった。また、溶接ヘッドと溶接トランスを分離することも電力ロスの大きさから考えられないものである。このためロボットスポット溶接機が盛んに実用されている段階においても、ロボットシーム溶接機は実現されなかった。

ところが最近に至って、3000HzのMFインバータ溶接トランスが開発された。表1・図20このインバータ溶接トランスは極めて小型で重量は8kgと軽く、通電時間・休止時間を細かく設定することが可能で電流の立ち上がりが速い。このインバータ溶接トランスを使用することによって、ヘッド・トランス一体型のロボット搭載用高効率、超小型軽量シーム溶接機を開発してロボットに搭載した。

表1 従来型に比べ省電力設計である事が立証

形式	従来型	省エネトランス	従来型との比較
入力電源	AC400V単相	600V	/
入力周波数	50/60Hz	3000Hz	
2次電圧	13.5V	11.7V	
使用率	10%	10%	
最大短絡電流	16000A	16000A	実電流で40%レス
寸法	442×125×160	173×102×126	1/4 容積比
重量	51Kg	約6Kg+ダイオード	1/8 重量比
冷却水流量	4L/分以上	2L/分以上	-2L/分
入力KVA(50%使用時)	100KVA	80KVA	20%レス*定格

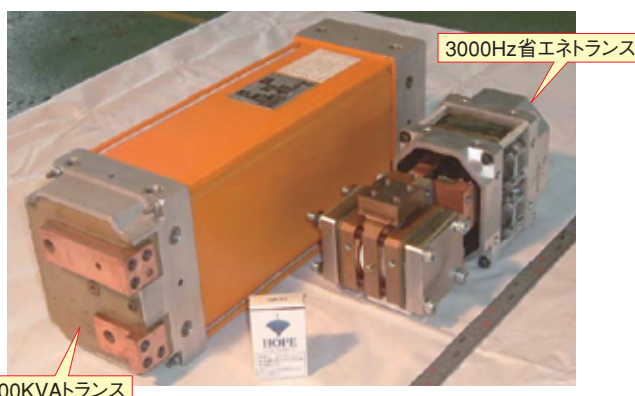


図20 小型軽量化された3000Hzと従来トランス比較

溶接用ロボットは通常6軸のものが使用されているが、シーム溶接機搭載用ロボットは8軸のロボットを特別に設計し、シーム溶接機の動作と完全に同期化して3次元の高速シーム溶接を可能にした。(NACHI-ST200ロボット)

また、ロボットシーム溶接機と同様に、8軸ロボットに超小型軽量の片面シーム溶接機を搭載することによって、片面ロボットシーム溶接機も実現した。

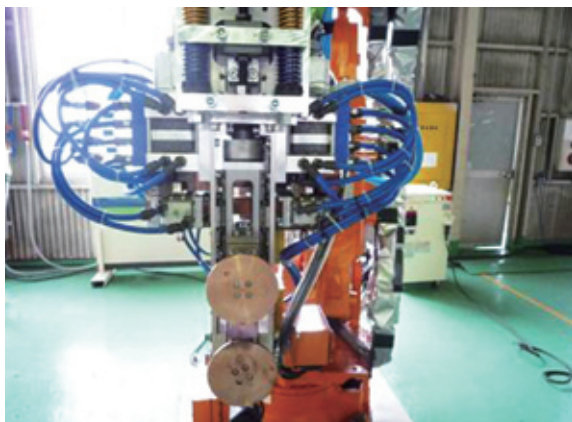


図21 ロボットシーム溶接機

表2 ロボットシーム溶接機の仕様

品名	ロボシーム溶接機
定格容量	140KVA
一次電圧	400V
定格周波数	50/60Hz
使用率	50%
最大短絡電流	15000A
電極回転速度	20m/分
最大加圧力	4KN
電極ストローク	30mm
電極径	110φ
トランス	AH-MF
タイマー	AH-FFHC640-SE



図23 片面ロボットシーム溶接機

表3 片面ロボットシーム溶接機の仕様

品名	ロボシーム溶接機
定格容量	260KVA
一次電圧	400V
定格周波数	50/60Hz
使用率	50%
最大短絡電流	10000A
電極回転速度	10m/分
最大加圧力	4KN
電極径	160φ
トランス	AH-MFトランス×2台
タイマー	AH-FFHC640-SE

ロボットシーム溶接機によって乗用車の窓枠のシーム溶接を示す。



図22 ロボットシーム自動車ボディー溶接機

図21にロボットシーム溶接機を示し、表2にその仕様を示す。図22はロボットシーム溶接機によって乗用車の窓枠のシーム溶接を施工している所である。

図23は片面ロボットシーム溶接機で、表3にその仕様を示している。図24は同機によって厨房製品(水槽)の片面シーム溶接を行なっている所である。



図24 片面シーム溶接ロボット厨房用流し台シンク溶接

6. むすび

以上抵抗溶接技術、シーム溶接技術について最新のロボット溶接技術に至るまで採り上げて説明した。抵抗溶接の最大のユーザーは自動車産業に代表される薄板産業であるが、近年、世界的に発展飛躍を続けてきた自動車産業は、リーマンショック以降急激に低迷し、更に東日本大震災によって一層深刻な翳りが見え始めている。BRICSなどの途上国においては、まだ自動車の販売台数は拡大し当分発展が続くものと思われているが、わが国をはじめ欧米の先進国ではまだ経済の回復の目途は立たず、この暗い状況が続くものと考えられている。しかし、このままわが国の産業が敗退し没落していくのを放置して見ているわけにはいかない。

資源もエネルギーも無く、様々な悪条件の中でわが国が生きていくためには一に世界に先駆けて改善・開発・研究を続け、次世界技術を獲得して新技術・新製品を開発実現することである。今まで我々は材料メーカー、機械メーカー、溶接機メーカー、ユーザー

と協力して新材料の開発を進めてきた。軽金属の適用、高張力鋼薄板の使用による省資源、省エネルギー、省力化、省人化など業界が一体になって取り組んできた。例えばART-HIKARIとNACHIが一緒になって世界で初めてのロボットシーム溶接機を開発、商品化して自動車に適用したことは、その模範的な事の例といえよう。

今一度、世界の先頭に立って前進を続けるためには、さらなる研究・開発・改善を続けて次世代技術を獲得し新技術・新製品を実現することである。次世代技術として現在例えば超高強度鋼の研究開発が進められ、さらなる薄板化、省資源化、省エネルギー化を図ろうとしている。我々はその先頭を進まなければならない。従ってシーム溶接技術、ロボットシーム溶接技術の重要性は益々大きくなり、シーム溶接機、ロボットシーム溶接機に関する知見が一層深く広く求められることになると思われる。本稿がお役に立てば幸いである。