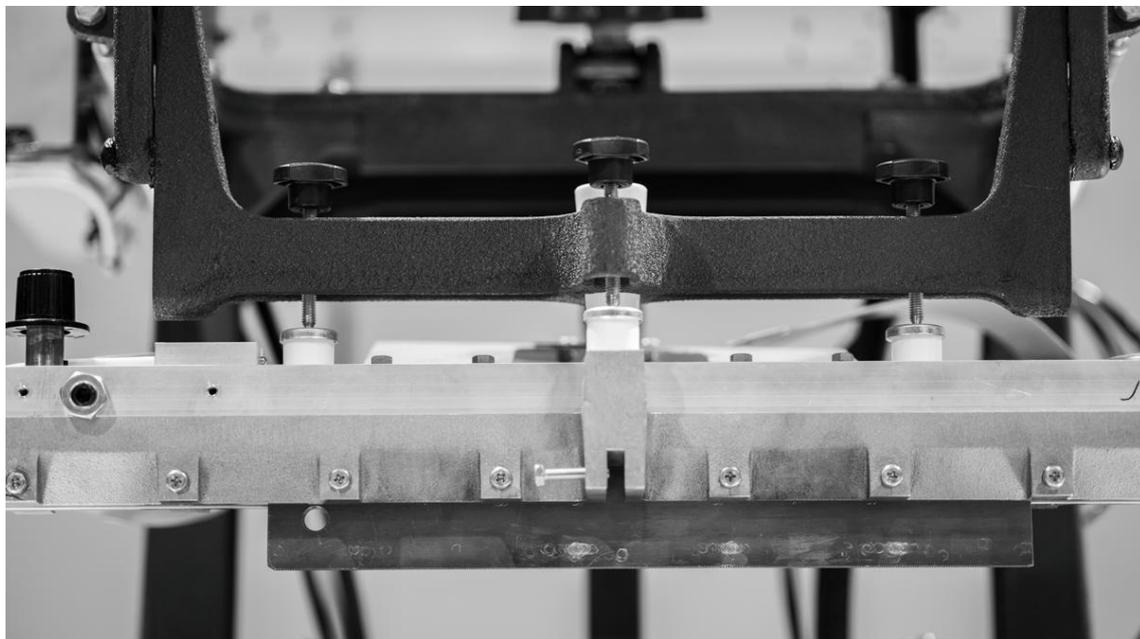


04

はじめての高周波誘電加熱

— 原理・特徴・ウェルダ加工の基本ガイド —



High Frequency Welder

【目次】

1. 高周波誘電加熱の原理
2. 高周波ウェルダとは
3. 高周波溶着の種類
4. 溶着可能な材質
5. 高周波ウェルダの利用例
6. 法的規制
7. 導入に向けた技術相談・テストのご案内

1. 高周波誘電加熱の原理

電子を激しく動かして内部から熱を発生させる

物体を加熱する方法には、対象物の外側から熱を加える「外部加熱」と、対象物自体が発熱体となり、内部から熱を発生させる「内部加熱」の2種類が存在する。今回のテーマである「高周波誘電加熱」は内部加熱に分類される。

1-1. 物体を加熱する方法

物体を加熱する方法は、図 1 に示す通り、「外部加熱」と「内部加熱」に分類される。

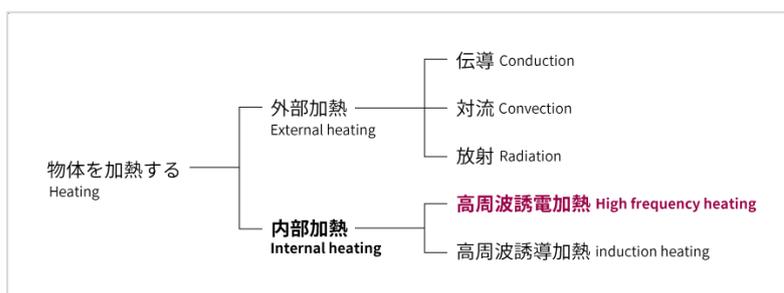


図 1. 加熱方法の種類

1-1-1. 外部加熱

外部加熱は対象物に外部熱源から熱を加える方法で、お湯を沸かす、調理をするなど身近な加熱のほとんどが外部加熱に分類される。熱の伝わり方によって「伝導・対流・放射」の3つの原理に分けられ、「熱移動の三原則」と呼んでいる。

1-1-2. 内部加熱

一方、「内部加熱」とは文字通り「内側から加熱する方法」で、電気を利用する方法と磁気を利用する方法の2通りある。前者を「高周波誘電加熱」、後者を「高周波誘導加熱」といい、本資料で注目するのは、電気を使う「高周波誘電加熱」である。

この加熱方法を家電に例えて、下記をイメージするとわかりやすい(図 2)。

- ◆外部加熱 = トースター
- ◆内部加熱 (高周波誘電加熱) = 電子レンジ
- ◆内部加熱 (高周波誘導加熱) = 電磁調理器 (IH クッキングヒーター)



図 2. 加熱方法のイメージ図

1-2. 高周波誘電加熱の原理

「導電体（金属）」に電圧をかけると、電極に引き寄せられた自由電子は原子核を離れ、自由に動き回る。

では、電気を通さない「誘電体（塩化ビニール等）」に電圧をかけた場合は、どのような反応が起こるのであろうか？ 導電体同様、すべての原子は電極側に引き寄せられるが、自由電子のように原子核から離れることができない。原子は一斉に同じ方向を向き、プラスとマイナスの方向が揃う。この現象を「誘電分極」と言う。

これを利用しているのが「高周波誘電加熱」である。電極のプラス／マイナスの入替えを高速で行うことにより、原子の向きを高速で変えることで原子の衝突や摩擦が生まれ、熱を発生させている（図3）。

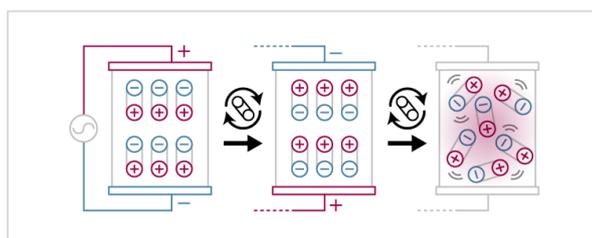


図3. 高周波誘電加熱の仕組み

2. 高周波ウェルダとは

高周波誘電加熱によって熱可塑性樹脂の加工を行う装置

「高周波ウェルダ」とは、塩化ビニールなどの熱可塑性樹脂（誘電体）を高周波誘電加熱によって溶着、溶断する装置のことをいう。

日常生活品はもちろん、医療・工業用品など、幅広い用途に使用されている。

2-1. 高周波ウェルダの基本構成

高周波ウェルダは、「発振器」にて高周波電力の供給を行い、「制御ボックス」にて溶着時間、冷却時間の設定や溶着時の電流値を確認することが出来る。「プレス機構」に取り付けた「金型」にて溶着部に圧力をかけながら高周波電界を加える事で、樹脂の溶着を行う（図4）。

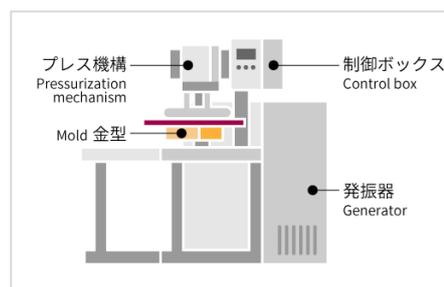


図4. 高周波ウェルダの構成

2-2. 高周波ウェルダの特長

高周波ウェルダは、外部加熱方式（ヒートシール工法）などと比較して、溶着強度や外観の仕上がりに優れている。

例えばヒートシール工法では、ヒーターにて加熱した熱板をシートに押し当てる事で溶着するが、シート表面から熱が伝達するため、溶着に必要な温度以上に表面が加熱される。そのためシート表面の溶融が最も早く、糸引きやバリなどが発生し外観を損ねてしまう。また、冷却工程への切替時には、溶融した樹脂の固着前にシートを開放する必要があり、シワやヨレなどの歪みや溶着強度の低下につながる恐れがある。

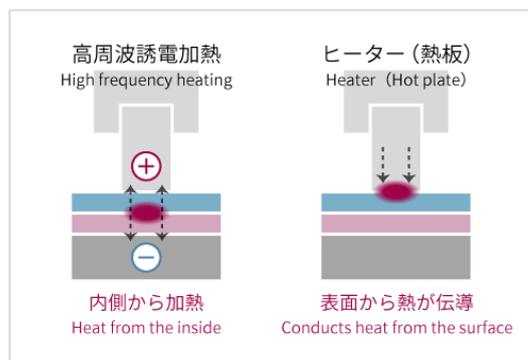


図5. 内部発熱と外部加熱による加熱方式

一方、高周波ウェルダは内部加熱であるため、溶着界面の温度が最も高くなる（図5）。

また、金型自体は樹脂の溶融温度に達する必要が無いため糸引きなどの心配もない。冷却のためにシートを開放する必要もなく、強度と外観を保つことができる。

●高周波ウェルダの特長

- ・ 誘電体内部が一様に発熱するため、急速で均一な溶着ができる
- ・ 内部発熱により、外部加熱（ヒーター、半田コテ）のように外観を損ねない
- ・ 迅速な温度上昇が可能
- ・ シート物の大きい溶着や平面の溶着が可能

3. 高周波溶着の種類

金型の形状で溶着方法が異なる

高周波溶着が幅広く用いられる主な理由は、様々な溶着方法に対応できることが挙げられる。ここでは代表的な溶着方法について解説する。

3-1. 高周波溶着の主な形状

溶着物の主な形状は、「シート状」のモノ、もしくは「チューブ状」のモノである。

重ね合わせた状態だけでなく、突合せ状態での溶着や同時カットも可能となる。

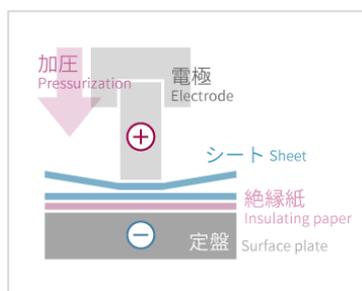


図 6. シートの重ね合わせ溶着

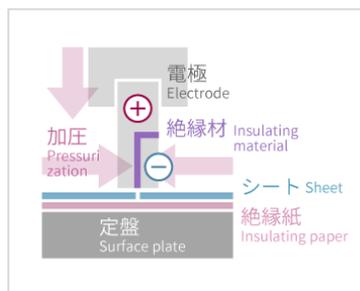


図 7. シートの突合せ溶着

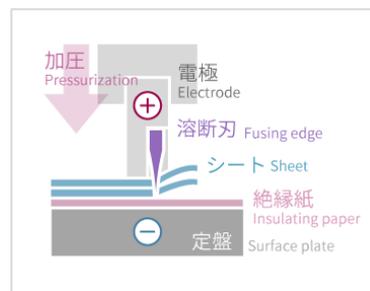


図 8. シートの同時カット

※その他、溶着の種類や形状の詳細については、ホームページまたは会員ページの技術情報をご確認ください。
 「自社のワークが加工可能か知りたい」「自社の用途に合う製品はどれ?」「今の工程にそのまま導入できる?」
 これらの具体的なご相談は、以下よりお気軽にご連絡ください。

技術相談・お問い合わせ

4. 溶着可能な材質

溶着適性は誘電率で決まる

高周波ウェルダーで溶着可能な材質は、電気を通さない誘電体で、温度によって液状と固体の状態の間を行き来する「熱可塑性樹脂」だ。

高周波ウェルダー加工に適すか否かは「誘電率」の数値で決まる。どのような素材が適正なのか、詳しく見ていく。

4-1. 高周波ウェルダーで溶着可能な材質

高周波ウェルダーで溶着可能な材質は誘電体であり、塩化ビニール（軟質・硬質）、塩化ビニリデン、ポリウレタン、ナイロン、フェノール、エポキシ、ABSなどがそれに当たる。

それぞれの熱可塑性樹脂は、ある温度で誘電率($\tan \delta$)が最大になり、高周波ウェルダー加工に適すか否かはこの数値で決まる。塩ビ系統が極端に優れ、ナイロン、ポリウレタンが可能な熱可塑性樹脂といえる。

表 1. 各材料の誘電率、誘電率率一覧

物質名 Material	誘電率 ϵ (@1MHz) Permittivity	誘電率率 $\delta \tan$ (@1MHz) Dielectric power factor	高周波溶着 High-frequency welding
塩化ビニール(軟質) PVC (soft)	3.5 ~ 4.5	0.09 ~ 0.10	◎
塩化ビニール(硬質) PVC (rigid)	2.8 ~ 3.0	0.006 ~ 0.04	◎
塩化ビニリデン PVDC	3.0 ~ 4.0	0.05 ~ 0.08	◎
ポリウレタン PUR	3.5 ~ 3.9	0.02 ~ 0.04	◎
ポリエチレン PE	2.3	< 0.0005	×
ポリプロピレン PP	2.0 ~ 2.1	< 0.0032 ~ 0.0003	×

また、電極（金型）にヒーターを取り付け、事前に温度を上げることにより誘電力率($\tan \delta$)が上がり、溶着が可能になる場合がある。

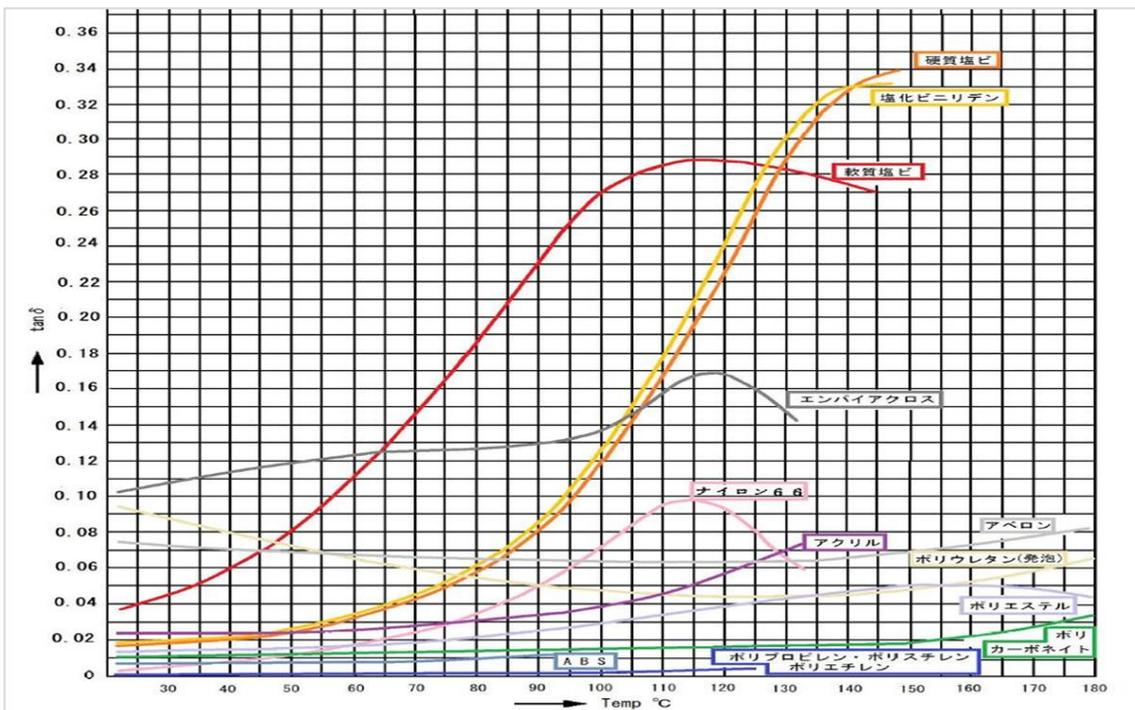


図 9. 各材料の温度と誘電力率の関係

4-2. 絶縁シートの活用法

代表的な絶縁シートである「エンバイアクロス (布)」や「アベロン (紙)」は、高周波溶着では主に絶縁下敷として利用される。溶着中のシートの電気絶縁破壊、一般的にはスパークと呼ばれる現象を防ぎ、製品や電極・金型の破損を防止し、発熱したシートの熱伝導による下部電極となる定盤への熱の逃げを防ぐ役目もしている。

絶縁シートをうまく活用することで、誘電力率が低い薄い材料でも誘電力率が高い絶縁下敷きの加熱により、溶着が可能になる場合もある。



関連する詳細な技術情報や設計事例は、会員ページで公開しています。

ワークへの適用可否や、最適な設計のアドバイスが欲しい方は、
専門スタッフが直接お答えします。お気軽にご相談ください。

技術相談・お問い合わせ

6. 法的規制

当社製品のご使用にあたって（設置許可について）

高周波溶着機の使用には、電波法に基づく設置許可が必要となる場合があります。設置許可を受けずに使用した場合、電波法違反となり、機器の使用中止や罰則が適用されるおそれがあります。設置許可の要否や手続きについて不明な点がある場合は、当社までお問い合わせください。

○設置許可申請について

無線設備、通信設備以外の設備であって、10kHz以上の高周波電流を利用し、かつ50Wを超える高周波出力を使用する設備は、原則として総務大臣の設置許可を受ける必要がある（電波法第100条）。

電波管理局への申請は装置の利用者が行うことになるが、申請先や必要書類等に関する不明点については、当社にてサポートを行っている。必要書類は総務省のウェブサイトからダウンロードできるが、当社製品をご購入のお客様には、「装置仕様」を記入した申請書（申請書の添付書）をお渡ししている。

また、電磁放射妨害波の規制値緩和を廃止する方針が示されている（国際規格CISPR11準拠）。これに伴い、電源端子におけるラインノイズ規制（電波妨害波）が新たに加えられることとなる。

○CISPR11とは

CISPR^{※1}とはIEC（国際電気標準会議）の特別委員会で無線障害を防ぐ為の妨害波に関する規格の略称。CISPRは、IEC（国際電気標準会議）の特別委員会で、無線障害を防ぐための妨害波に関する規格の略称で、「シスプル」と読む。

※1 Comite international Special des Perturbations Radioelectriques

○高周波溶着機を不申請で使用した場合は？

使用申請許可を行わずに使用した場合は「電波法違反」となり、機器の使用中止を求められるばかりか、罰金もしくは懲役などの罰則が適用される。

場合によっては、総合通信局のウェブサイトにて企業名が掲載されるおそれもある。

7. 導入に向けた技術相談・テストのご案内

本資料でご紹介した高周波誘電加熱の技術が、貴社の課題解決に最適かどうか、まずはチェックしてみませんか？

- 外観・強度両立： シート物の溶着で、糸引きやバリを抑えて綺麗に仕上げたい
- 大型・平面溶着： テントやカバーなど、大きな面積を一気に均一に溶着したい
- 効率的な生産： 自動化や同時溶断など、作業の効率化を図りたい

「この材質は接合できる?」「カタログ製品で対応可能か?」「専用の設計が必要か?」など、技術的な疑問に専門スタッフが回答いたします。

実機でのサンプルテストやWEB相談も承っております。まずはお気軽にご相談ください。

工法や素材の適合性を相談する

精電舎電子工業株式会社

精電舎電子工業は、超音波・高周波・レーザといった波動エネルギー技術をコアに、各種溶着・溶断装置および応用加工装置を提供するメーカーです。

複数工法を保有する強みを活かし、製品仕様や生産条件に応じた最適な工法選定、溶着形状の検討、品質向上や自動化を含めた設備提案を行っています。

SEIDENSHA

【本社】 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-2-17
TEL 03-3802-5101 FAX 03-3807-6259

E-mail tokyo@sedeco.co.jp

【柏工場】 〒277-0802 千葉県柏市船戸 1-21-1



詳細な拠点情報、アクセスについては
こちらをご覧ください

本資料に関連する詳細な技術情報は、
ホームページの会員向けコンテンツにて公開しています。