

高周波誘電加熱のプラスチック溶接への応用

大阪大学工学部 大西 巖・木村 博

高周波誘電加熱の有効な工業材料の1つにプラスチックがある。高周波誘電溶接は熱可塑性プラスチックに高周波電流を流して分子的な運動にもとづく内部摩擦を起こさせ、これにともう内部熱を利用して、軟化溶融せしめ溶接する方法である。厚さの薄いものの溶接に適しており、自動化の進んだ溶接方法である。普通 10~100 Mc. p. s (1Mc. p. s=1,000,000 サイクル毎秒) 程度の高周波で、出力 0.5~30kW のものが使用せられている。第1表¹⁾は英国の World Power Engineering 誌1962年10月号の29頁に掲載されているデータをもとめたものである。

第1表 高周波誘電加熱のプラスチックその応用

応用例	周波数	高周波出力
熱可塑性プラスチックの溶接	20~100 メガサイクル	25kW 以下
プラスチックの熱加工	10~40 メガサイクル	2~30 kW

原理は内部摩擦熱を電気的に発生させるもので、電気絶縁材料であるプラスチックにイオンと電子を交互に入れかえてブラウン運動を起させ、内部に均一に発熱を伴って温度上昇をもたらすものである。普通、数mm以上のプラスチック・シートの溶接では 2~7 kg/cm² の加圧力と 3~6 秒程度の溶接時間が採用されている。2枚の平行な平板電極の間に誘電体をはさみ、電極に高周波電界を印加すると、誘電体の単位体積当りの発熱量は次の式であらわされる²⁾。

$$P = KE^2 = \frac{5}{9} \cdot f \cdot \epsilon \cdot \tan \delta \cdot E^2 \times 10^{-12} \text{ W/cm}^2$$

但し、K = 等価導電率 Ω/cm

δ = 誘電体損失

f = 使用周波数

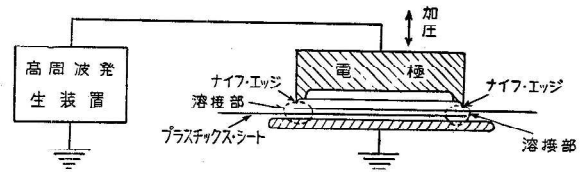
ε = 誘電率

E = 高周波電界 V/cm

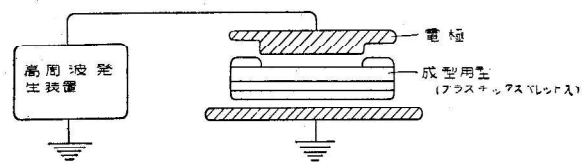
従って、誘電体損失の大きい程、また、周波数の高いほど、誘電率の大きい程大きな値となることがわかる。

ポリ塩化ビニルは極性の大きい材料で、高周波電流により、いわゆる双極子を示して発熱するから、溶接の容易な材料である。その他、ポリアミド系、繊維素系、塩

化ビニリデン系樹脂は比較的容易な材料である。プラスチック産業における誘電加熱の利用は、主として熱可塑性プラスチックの溶接にある。一般にはレインコート、ホロ、ハンドバッグ、財布、定期入れ、袋物、玩具、バンド、包物などの日用雑貨の溶接に高周波マシンという名前で使用されている。この誘電加熱溶接の特徴は、被溶接シートの外側の表面は溶融しないで内側の表面の被溶接部は十分溶融して、満足な溶接が得られることである。2枚以上の熱可塑性プラスチック・シートは溶接個所の適当な形をした電極で印加して溶接せられる。実際の装置では被溶接部が加圧せられると同時にスイッチが作動して電流が通じ、まもなく溶接が完了すると除圧されるようになっている。



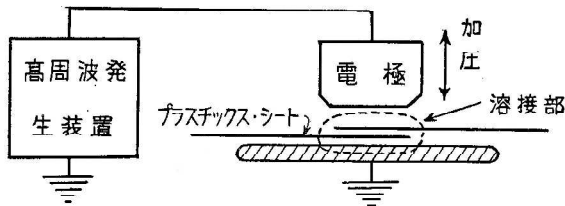
普通、被溶接物は一定の形状、大きさに切断されてから、仮溶接がおこなわれ、適当な荷重のかかったフレームに入れられて、主溶接がおこなわれて目的の製品が完成する。ある場合には、目的の形状、大きさをした電極の周囲がナイフ・エッジとなっていて、被溶接部の外側を切断すると共に、加圧、通電がおこなわれ溶接するものがある。菓品のタブレットを1ストロークで完全密封出来るのも、本装置の特徴の1つである。



最近で、高周波誘電加熱溶接の大規模な単能型自動機や万能型自動機が出現している³⁾。独逸の Körtung 社の高周波溶接機は水圧式クッションにより、石鹼箱や丸底の化学容器の溶接をおこなっており、また、毎時 10,000包の包装溶接ができる大型の溶接機がポーランドで製造されている⁴⁾。第1図はS社のプラスチック用 3.5kW 高周波ウエルダーで高周波発振部と溶接加圧部よりなっており、溶接部は双頭式電極を有し、通電時間

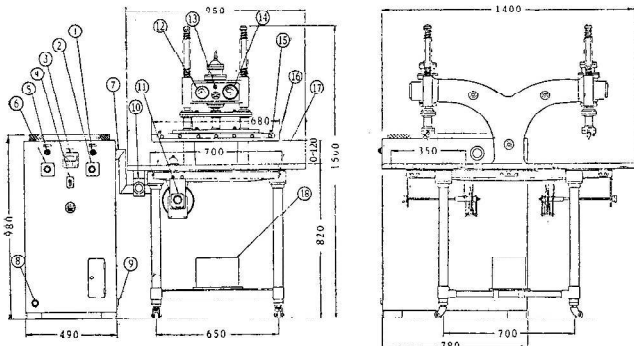
調整器，加圧力調整器，マッチング・メーターが附属している。下部電極の大きさは 350×700 mm，上部電極は 2×680mm 上部電極の上下方向の移動範囲 120mm，テーブルの大きさ 950×1400 mm，アーム寸法 350±25 mm，圧縮空気による加圧方式，接着加圧力最大 150 kg/cm² である。一方，高周波発振器は，電源 3 相 180～220，50～60 サイクル，総入力 7 kVA，高周波出力 3.5kW，発振管 7T-65×1，発振周波数 27.12Mc，整流方式 3 相ブリッジ整流，整流管 2H-66×6，陽極電圧 D.C 6.5/5.5/4.5kV である。重量は加圧装置 170kg，高周波発振器 150kg，計 320kg である。

次に高周波加工法について説明する。高周波加工法は熱可塑性プラスチックを成型するのに使用するペレットの加熱に向いている。従って，此等の材料は一般に熱伝導率が悪い。すなわち，プラスチックを高周波フィールドに入れると，高周波交番電流により，内部の分子が振動回転運動をして発熱し，厚い材料でも内部より発熱して温度上昇をするので，急速に均一に加熱出来る。つまり，極性の大きい分子よりなるプラスチックが有利である。従って，適当に高周波加熱を利用すれば，硬化時間を非常に短縮出来るので，生産量が增大する。ま



た，均一に加熱が出来るので硬化が一様になり，物理的，電気的，機械的性質の優れたものが得られる。

第 2 図は F 社の 1kW 高周波プレヒーターで，フェノール樹脂のタブレット 450g を 90秒で 110°C まで均一に加熱する能力を持っている。この装置は，フェノール



- ① 高圧表示灯 ⑦ 饋電線 ⑬ 高圧表示灯
- ② 陽極電圧調整器 ⑧ 電源入力 ⑭ 陽極電流計
- ③ 電源電圧計 ⑨ 高圧スイッチ・メーターリード ⑮ 電極調整
- ④ 高圧スイッチ ⑩ タイマー ⑯ 上部電極
- ⑤ 電源表示灯 ⑪ 整合調整 ⑰ 下部電極
- ⑥ 電源電圧調整器 ⑫ 圧力計 ⑱ オイラー

図 1 S 社製プラスチック用 3.5kW 高周波溶接機

樹脂の他，ポリ塩化ビニル，ユリア樹脂，石綿とフェノールとの混合物，ゴムなどの成型加工に使用せられている。第 2 表は高周波誘電加熱を成型加工に応用した場合の効果を示したものである。

第 2 表 フェノール-木粉材料の成型加工に高周波を応用

品名	成型品		成型時間	
	重量	最大厚	プレヒーター使用	使用せず
電灯用 プラダ	21.3 g	5.8 mm	1¼ 分	2½ 分
ナンバーリング・ハンドル	35.5	6.4	2½	4
真空掃除器部品	71.0	8.2	1½	3¼
電気アイロンの握り	184.0	25.4	2¼	4¼
端子板	227.0	16.2	2¼	5½
電話器(一部)	284.0	26.0	2½	5
継電器部品	312.0	16.0	3	7

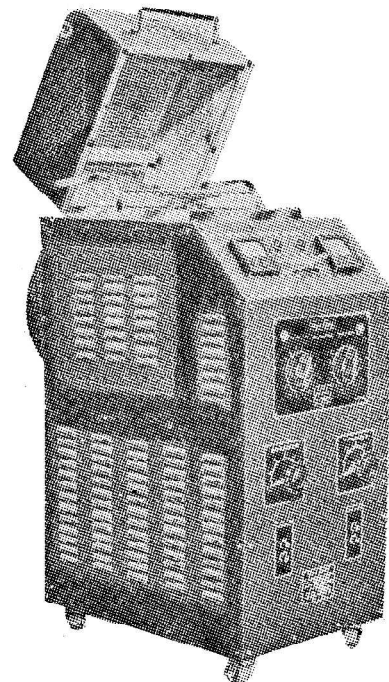


図 2 F 社製プラスチック用 1kW 高周波成型機

参考文献

- 1) "Dielectric Heating-z", World Power Engineering, Vol.1, No.1, 29 (1962)
- 2) 飯田：日本溶接協会誌，Vol.8, No.11,48 (1960)
- 3) 飯田：日本溶接協会誌，Vol.8, No.10,12 (1960)
- 4) "Kunststoffschweißmaschinen und geräte auf der Internationalen Fachmesse der Industrie "Kunststoffe" 1959 in Düsseldorf", Schweipzen und Schneiden, Jan., 1960, 30/32
- 5) 富士電波工業 K. K カタログ