

高周波 펄스 아-크 용접機的 應用

金 廷 燮
(豐山金屬 部長)

李 福 熙
(仁荷大 大學院)

■ 目 次 ■	
1. 序 論	3·2 造管工程에의 應用 結果
2. 高周波 펄스 아-크 발생 원리	4. 應 用 分 野
3. 溶 接 實 驗 시스템	5. 結 論
3·1 시스템 構成	參 考 文 獻

1 序 論

고주파 펄스 아-크 용접기는 15(kHz) 전후의 펄스 전류를 이용하므로 電磁 핀치 효과에 의한 아-크의 硬直安定性和 高周波 振動에 의한 溶融 금속의 攪拌作用에 의해서 알루미늄, 티타늄과 같은 경금속의 용접에서 blow-hole의 발생을 저감시키고, 熱影響이 작아 고품질의 용접이 가능하며 용접부의 신뢰성이 향상된다. 또한 종래의 TIG용접기에서는 실현시킬 수 없는 용접의 고속화와 고품질화가 가능하다. 게이트 턴 오프 다이리스터(G. T. O)를 回路素子로 하여 주회로를 채용한 고주파 펄스 아-크 용접기는 트랜지스터형 용접기에서는 불가능한 고성능, 대용량화가 이루어져 넓은 분야에 이용되고 있다.

펄스 전류 주회로의 고속 스위치으로 過負荷耐量이 큰 G. T. O를 사용하고, 합리적인 冷却系統을 적용하여 圓周全姿勢溶接, 定尺溶接, 造管溶接, fila wire 용접, 異種異形材의 용접 등 다양한 용도에 사용되며, 열교환기, hoop장치 등 자동기계를 포함하여 total system에 많이 쓰이므로 이 분야의 연구개발에 노력을 기울여야 하겠

다. 여기에서 고주파 펄스 아-크 용접기의 개요와 실험 시스템 및 응용 예에 대하여 설명한다.

2 高周波 펄스 아-크 발생 원리

고주파 펄스 아-크 용접기에 印加되는 전원은 펄스전류에 직류전류를 중첩시켜서 대전류를 발생하도록 하는 직류 중첩방식을 이용하는 것이 편리하다. 이렇게 하면 제작 비용의 비율을 많이 차지하는 고주파 펄스 발생부의 부담을 줄일 수 있어 cost performance의 향상을 도모할 수 있다. 그림 1은 直流重疊方式에 대한 說明이다.

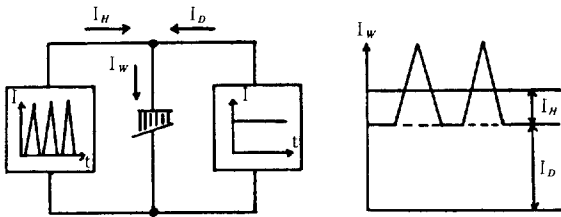
용접 총전류(평균치) I_w 는 펄스전류(평균치) I_H 와 직류전류 I_D 의 합이고 총전류 설정기 이외에 펄스전류 설정기를 두어 총전류에 대한 펄스전류의 비율을 임의로 설정하기 위하여 bead형상으로 미세하게 제어한다. $I_w - I_H > 0$ 인 경우는 총전류 설정기에 의해서 I_w 를, 펄스전류 설정기에 의해서 I_H 를 설정한다. $I_w - I_H \leq 0$ 인 경우는 부족분에 대하여는 직류전류 I_D 가 자동적으로 추가되어 총전류 I_w 를 항상 일정하게 유지시키며, I_H 의 설정치가 I_w 를 상회하더라도 $I_w = I_H$ 가 되고 총전류 I_w 가 우선이다.

용접기의 심장부인 펄스전류 발생회로는 용접전원과 torch사이의 배선에 나타나는 인덕턴스는 15(μ H) 정도이고, 현재의 용접공정에 있어서 이 값이하로 하는 것은 곤란하다. 따라서 펄스전류 주파수가 10(kHz) 이상으로 되면 전류의 증·감 시간이 상대적으로 큰 비율을 차지하므로 그림 2와 같이 펄스전류는 三角波 전류로 된다. 그림 2는 펄스전류 발생회로의 구성과 전류파형을 나타낸다. 이 회로는 펄스전류를 공급하기 위한 직류전원 E , 전류를 온·오프하는 고속 스위치 HS , 배선 인덕턴스 L_o 의 전류통로인 다이오드 DH , 이 전자 에너지를 흡수하는 콘덴서 C , C 에 저장된 에너지를 E 에 회생시켜 주기 위한 200(Hz) 정도로 동작하는 저속 스위치 LS , 회생전류 I_R

를 억제하기 위한 리액턴스 L_i , LS 의 오프時 L_i 의 전류를 環流시키기 위한 다이오드 DL 로써 구성되어 있다. 이의 특성은 처음에 HS 가 온되면 上昇句配 $(E - V_A)/L_o$ 로 전류가 증가하고 다음에 HS 가 오프되면 $(E_c + V_A - E)/L_o$ 의 句配로 전류가 감소한다. 전류의 下降句配는 E , V_A 가 일정하다고 볼 수 있으므로 E_c 의 값을 변화시킴에 따라 임의로 선정할 수 있다. HS 가 온·오프를 반복하면 C 에는 HS 온時에는 그림 3에 나타낸 것과 같은 펄스전류중에서 斜線部分의 전류가 흘러들어 가고, E_c 의 값은 계속 상승한다. 그리고 E_c 를 所定値로 하기 위하여 저속 스위치 LS 의 온時間을 제어한다. LS 에 의한 C 에서의 放電電流는 그림 3과 같이 되고 LS 의 온 시간이 주기에 차지하는 부분을 γ 라고 하면 정상상태에서는 다음과 같은 관계가 성립된다.

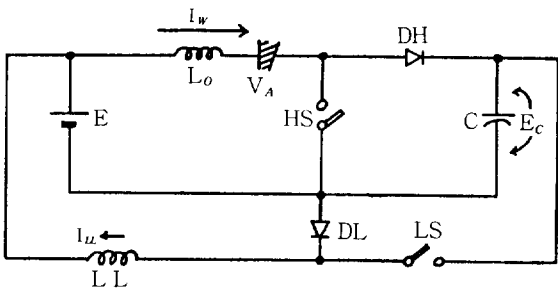
$$\gamma E_c = E$$

따라서 γ 를 제어하면 E_c 는 E 보다 큰 임의의 값으로 설정할 수 있으므로 그림 4에 나타낸 것과 같이 펄스평균전류를 일정하게 유지하면서 펄스폭치를 변화시킬 수 있다. 또 직류전류 발생회로는 용접용 전원으로 많이 사용되고 있는 다이리스터를 이용한 double-star접속의 정류회로를 채용

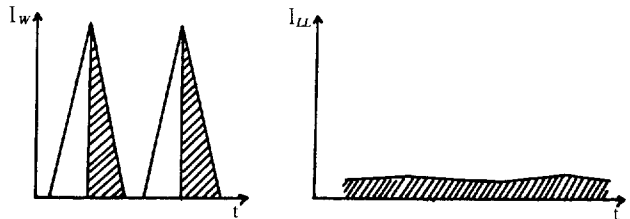


I_H : 펄스전류 평균치, I_D : 직류전류 평균치,
 I_w : 용접 전류 평균치

그림 1. 直流重疊 시스템과 電流波形

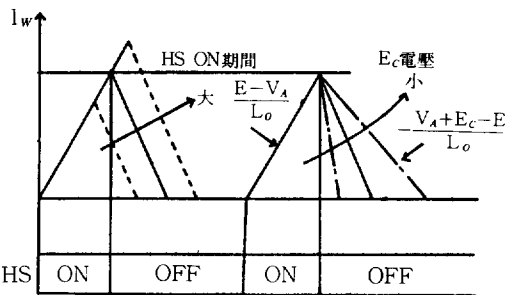


(a)



C 에의 충전전류 C 에서의 방전전류

그림 3. 回生 콘덴서 C 의 充·放電電流



(b)

그림 2. 펄스 電流發生回路와 電流波形

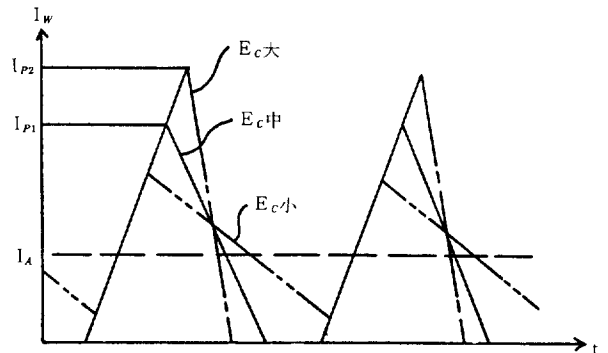


그림 4. 平均值固定時의 E_c 와 피크전류

하고, 펄스전류 발생회로와 병렬로 접속하여 용접할 때의 전류는 그림 5와 같다.

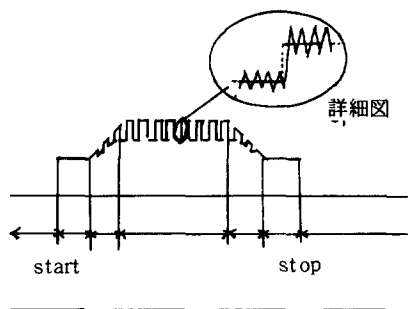


그림 5. 용접電流模型圖

3 용접 實驗 시스템

실험時 용접조건의 탐색, 용접治具 등의 검토는 필요불가결이며, 급후 광범위한 용도에 적용되고 있는 고속 펄스 아크 용접 실험 장치를 중심으로 용접 실험 시스템을 설명한다.

3.1 시스템 구성

그림 6은 용접實驗裝置를 중심으로 positioner, 各種 용접治具, 電流模型 發生器, 아크전압 제어를 이루는 주변기기 및 검사설비로 구성된 실험 시스템을 나타낸다.

용접速度, 용접距離, 臺車走行開始 시간 및

filawire송급 timing 등의 설정을 digital화하고, torch각도, 電極과 母材間 距離, 용접선과 torch 走行線의 기계적인 조작 등 재현성이 높게 구성하면 이상적일 것이다. remote control에 의한 臺車의 inching, 용접開始 및 停止位置의 설정과 같은 조작성이 좋도록 자동화했다.

3.2 造管工程에의 응용 결과

고주파 펄스 아크 용접기는 종래의 TIG형 용접으로는 할 수 없었던 고속화, 고품질화를 이룩하였으며, 이제까지 불가능했던 銅合金, 알루미늄합금, 0.1~0.3(mm)의 極薄板의 용접이 가능하게 되었고 적용범위를 현저히 확대시켰다.

造管工程에 있어서는 용접기를 치환하는 것만으로도 생산능력의 增強이 가능하게 되고 도입효과가 커서 다수 채용하고 있다. 造管工程에 사용하고 있는 용접법으로는 電縫方式과 TIG방식이 있는데, 특히 후자의 고속화는 오랫동안의 과제였으나 2電極, 3電極 등 多電極化의 연구가 추진되어 실용화되고 있다.

그러나 다전극방식은 각전극의 관리를 철저히 하지 않으면 그 성능을 발휘하는 것이 곤란하기 때문에 operator의 부담이 증대하고, 또 원리적으로 1.0(mm) 이하의 薄物에의 적용이 어려운 등의 이유로 1전극방식에 의한 고속화가 상당히 요구되고 있다. 고주파 펄스 아크 용접기는 이 needs에 응하고 있으므로 용접속도와 품질의 향상을 가

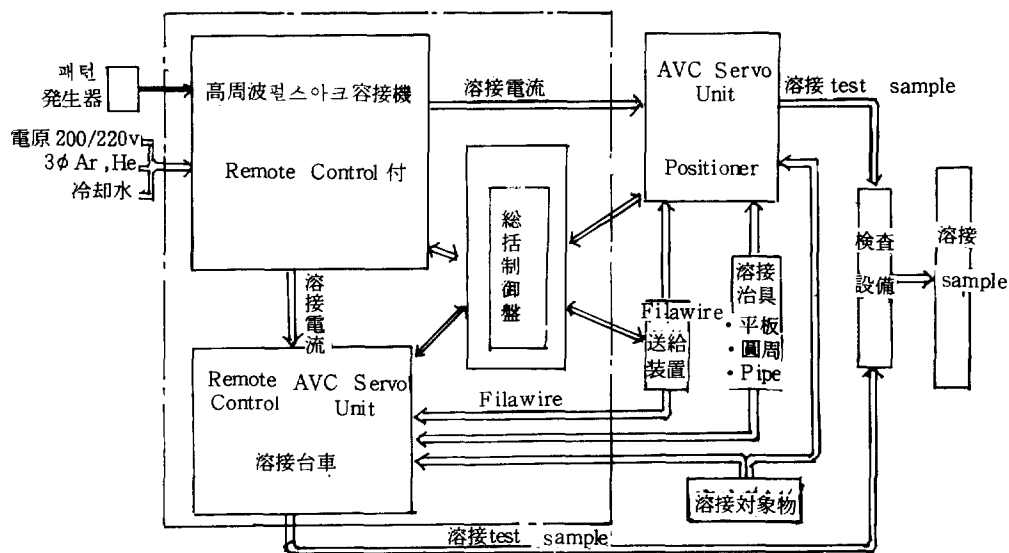


그림 6. 용접實驗 시스템의 구성

능케 하고, 원료의 消費抑制를 현저히 향상시키는 등의 효과가 있을 뿐만아니라 아-크전극 monitor, AVC 등의 周邊機器의 응용에 의하여 operator의 負擔을 대폭 경감시킬 수 있다.

SUS 304의 두께에 대한 溶接進行速度를 타방식과 비교해 보면 그림 7과 같다.

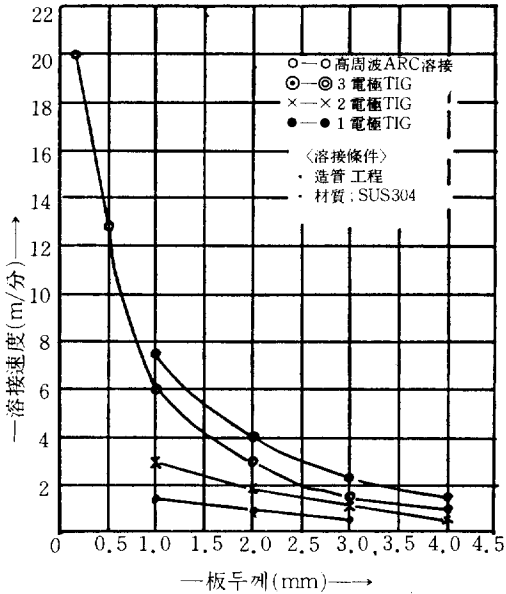


그림 7. 板 두께와 溶接速度

이와 같이 고주파 펄스 아크 용접기는 造管工程에 적용성이 높고, 이제까지 스테인레스鋼, 連鋼, 티타늄, 니켈합금, 알루미늄 등의 재질과 板 두께 0.3~4.0(mm)의 재질의 용접에 채용되고, 그 성능을 높이 평가받고 있다.

④ 應用 分野

고주파 펄스 아-크 용접기는 최근 전자·정밀기기 등의 각 분야에 있어서 壓延加工의 고속화와 그 가공부품의 需要增大만이 아니라 그 소재인 각종 hoop材에 대한 품질도 향상되기를 요구하고 있다. 다음에 각종 응용분야에 대하여 알아보자.

(1) Hoop 連繫 裝置

hoop連繫部에 대한 板 두께의 精度, 인장강도 등의 품질이 증시되고, operator의 技量에 좌우되던 종래의 용접가공방법의 개선이 지적되고 있다.

溶接治具에 관한 know-how가 확립되고, 용접품을 결정하는 중요한 point인 절단, 용접, 압연까지를 일체화한 自動 hoop連繫裝置에 이용되고 있으며 이에 따라서 경험이 적은 operator도 단시간에 고품질화가 가능하게 되고 連繫部의 품질도 향상된다.

(2) 各種 熱交換器

熱交換器는 銅, 알루미늄 및 이들의 합금이 많이 쓰이며 땀질에 의한 접합이 주류이지만 생산성 및 품질 향상의 목적으로 일부에서 고주파 펄스 아-크 용접기가 적용되고, 금후 溶接治具의 개발에 의해서 그 적용범위는 확대될 것이라고 생각된다.

(3) 製 缶

食缶, 石油缶 등을 생산하는 製缶機에 있어서는 수요가 많고 생산성이 증시되는 주스 등의 食料用 製缶에서는 고가인 wire seam溶接機가 사용되지만 비교적 수량은 적은 것은 설비비가 많은 관계로 다른 용접법이 검토되고, 그 유력한 후보로서 고주파 펄스 아-크 용접이 대두되고 있다.

(4) 住宅·빌딩用 建材

住宅·빌딩용 건재에 있어서 알루미늄 건재는 건축물의 design을 특징으로 하기 때문에 여러가지 형상이 요구되고 있다. 그 제조에 있어서는 아름다운 마무리와 후 공정을 생략하는 목적으로 고주파 펄스 아-크 용접기가 주목되고, 溶接治具의 개발, 자동화를 위한 주변기기의 연구와 수요자와 일체로 된 새로운 용접가공 공정의 개발 등이 추진되고 있다.

(5) 家庭用品

Pot, 暖房機器 등에는 스테인레스, 알루미늄 등이 많이 쓰이며, 가공법으로는 壓延加工法이 많이 쓰이므로 治具의 개발, 자동화를 위한 연구로 새로운 製品을 제작하는 경우 항상 close-up되는 문제점은 있다. 이것을 해결하는 방법으로는 hoop 소재를 roll成形后 용접하는 방식이 있다. 이 방식에 따르면 치수변경도 即應되며, 여기에서도 고주파 펄스 아-크 용접이 주목되고 있다.

(6) 航空機·原子力

항공기·원자력 관계의 분야에서는 스테인레스, 알루미늄, 티타늄, 인코넬, 하스테로이 등이 사용되며, 여러가지의 용접법이 사용되지만 특히 정밀가공을 요하고 있는 분야에서는 대상물의 加工精度 향상과 함께 專用 治具의 개발, 정밀robot가 등장하기도 하며 고주파 펄스 아-크 용접기가 사용될 날도 멀지 않겠다 생각된다.

5 結 論

고주파 필스 아크 용접기는 熱歪曲의 抑制과 용접의 고속화를 추구하면서 실현되어지고 있으며, 용접의 精度 향상화의 흐름에 따른 것이다. 금후는 용접治具를 始昨으로 周邊機器를 자동화함에 따라 더욱 호평받고, 더 넓은 분야에서 이용될 것이라 기대되어지고 있다. 우리나라에서도 용접 know-how의 축적에 적극적으로 연구 노력하고, 필요에 따라서 수요자의 협조를 얻어 새로운 용접 방식의 개발이나 flexible性인 용접治具 등의 개발에 精進해야 하겠다.

참고문헌

1) Busz, G. & Finkelnburg, W.: Z. phys., vol. 139, p.212 (1954)
 2) Hertz, W., Motshmann, H. & Wittel, H.:

Proc. IEEE, vol.59, p.485 (1971)
 3) 山本·島田: 용접學會誌, Vol.36, p.324(昭42)
 4) 西川: 용접學會, 용접아크物理研究委員會資料, No.66-45, 48(昭41)
 5) Lowke, J. J. & Liebermann R. W.: J. Appl. phys., Vol.42, p.3532 (1971)
 6) S.B.Dewan and A. Straughen: Power Semiconductor Circuits, 1975, Tronto, Canada.
 7) A.E.Robson and P.C.Trone mann, Proc. phys. Soc. Lond. 73 (1959), p.508
 8) 田村·小原·土居·鈴木, 용접ステン레스鋼管 9製造, 製鐵研究 292號, 1977.
 9) A.Von Engel.: Ionized Gases, 1965, Oxford Clarendon Press.
 10) A. Von Engel and K.W.Arnold, phys. Rev. 125 (1962), p.803
 11) J.D. Cobine and E.E. Burger. phys. Rev. 93. (1954), p.653
 12) Tuthill, R.W.: JAWS, vol.33, p.128 (1954)

科學技術人の 信條

우리 科學技術人은 科學技術의 暢達과 振興을 通하여 國家發展과 人類福祉社會가 이룩 될 수 있음을 確信하고 다음과 같이 다짐한다.

- 一. 우리는 創造의 精神으로 眞理를 探究하고 技術을 革新함으로써 國家發展에 積極寄與한다.
- 一. 우리는 奉仕하는 姿勢로 科學技術 振興의 風土를 造成함으로써 온 國民의 科學的 精神을 振作한다.
- 一. 우리는 높은 理想을 指向하여 自我를 確立하고 相互協力함으로써 우리의 社會的 地位와 權益을 伸張한다.
- 一. 우리는 人間의 尊嚴性이 崇尚되고 그 價値가 保障되는 福祉社會의 具現에 獻身한다.
- 一. 우리는 科學技術을 善用함으로써 人類의 繁榮과 世界의 平和에 貢獻한다.