

AL 및 AL합금의 저주파 PULSE MIG 용접법의 개발

최 병길* 이 사영** 이 승학*** 천 성진****
한국기계연구원 용접기술부*, 명지전문대학**, 전력연구원***, 한국용접공업(주)****

Development of Low Frequency Pulse MIG Welding Process for AL and its alloy

Byung-Kil Chol* Sa-Young Lee** Seung-Hak Lee**** Sung-Ji Chun****
Korea Institute of Myong Ji Junior Korea Electric power HankokWeld
Machinery&Masterials* College** Research Institute*** mfg.Co,Ltd****

The low frequency pulsed MIG welding process of new current waveform control to switch over unit pulse conditions (pulse current, pulse duration) in the fixed cycle was developed and its effect were investigated for aluminium and its alloy.

By using this new welding process, the bead appearance having clear ripple pattern, such as TIG welding bead can be obtained and the gap tolerance of lap and butt welding joint can be expanded.

Key Words : Low frequency pulsed MIG welding process, unit pulse, aluminium alloy, clear ripple pattern, wire melting phenomena, synergic pulsed GMAW, gap torelance, inverter controlled welder, bead formation.

1. 서언

AL 및 AL 합금의 MIG 용접에서는 TIG용접에 비해 자동장치에 결합시키는 것이 용이하기 때문에 용접능률의 향상과 품질의 안정화를 목적으로 자동화가 진행되고 있다. 특히 자동차, 오토바이, 여객선등에는 AL 합금이 여러분야에 걸쳐 이용되고 있고 MIG용접의 자동화로의 기대가 크다.

그러나, 자동화하기 위해서는 여러 문제점 해결하여야만 한다.

이를테면, 자동차나 오토바이에 쓰이고 있는 AL합금에서는, 박판의 용접이음에서 Gap이 존재할 경우에 용락이나 한쪽만 녹는 등의 이상이 생겨, 양호한 용접 결과를 얻을 수 없을 때가 자주 있다. 더욱이 최근에는 오토바이 Frame 용접구조물에서 TIG 용접으로 Filler wire를 첨가할 경우에 얻어지는 것 같이 규칙적인 Ripple이 만들어지는 비늘 형상의 Bead가 MIG용접에서도 얻을 수 있게 되었다.

그래서 본 논문에서는 중간주파수의 Pulse에 저주파수의 Pulse를 중첩한 새로운 전류파형제어의 저주파 Pulse MIG 용접법을 개발하였다.

2. 저주파 펄스 MIG 용접법의 원리

2-1. 저주파 펄스 MIG 용접전원

저주파 펄스 MIG 용접법의 개발에는, 인버터에 의한 출력전류의 고속제어를 하면서 출력전압을 Feed Back 하여, 펄스주파수를 변조하는 (P.F.M)방식의 용접전원 이다.

그림. 1과 같이 제어기로 전용 마이크로 Controller인 8097를 사용하였으며, 출력 디지털값을 D/A변환하는 EPLD회로를 채택했다. 또한, Pulse MIG 용접 데이터 (Ip, Ib, Tp)를 Data Base화 하였다. 따라서 제어기는 입력 설정값에

따라 용접 Data Base를 참조하여 출력을 하게 된다. 또한, Pulse변환 주기는 임의로 가변할 수 있지만 0.5Hz ~ 50Hz 까지 제한하였다.

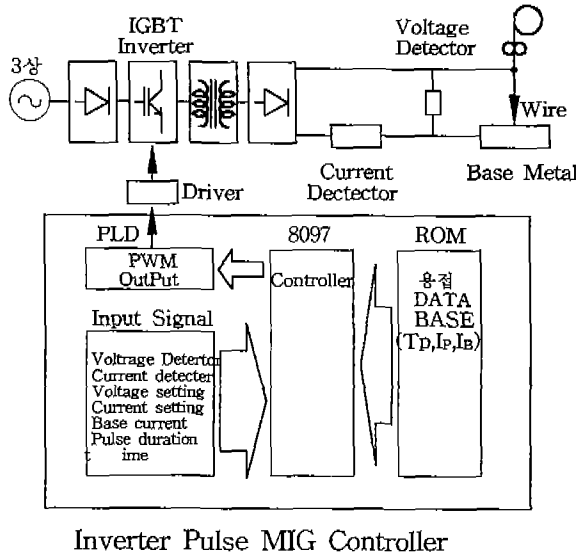


그림. 1 저주파Pulse MIG 용접전원 구성도

2-2. 전류파형제어방법

그림. 2는 1.2mm의 AL-Mg 합금을 써서 용접 전류100A Arc전압19V (겉보기 Arc 길이 3mm)로 설정하였을때 Pulse에 거의 동기된 Project 이행으로 되는 Pulse전류 I_p 및 Pulse폭 T_p 를 얻을 수 있다. AL의 Pulse MIG용접에서는 단락이행이 생기지 않고 Spray화하는 적정한 Unit Pulse조건 범위를 알수 있다. 따라서 그림중에서와 같이 적정Unit Pulse조건범위내에서 두가지 다른 Unit Pulse 조건을 선별하고 이것을 주기적으로 가변하면 단락되지 않고 Spray화된 채로 Arc상태를 변화시키는 것이 가능해진다.

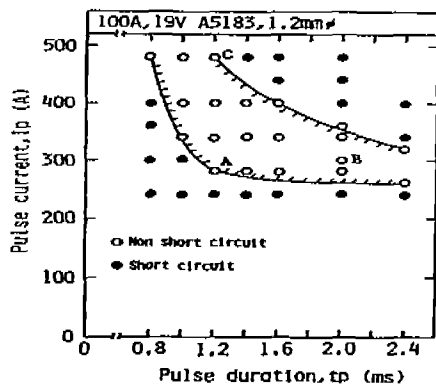


그림. 2 알루미늄 Pulse MIG의 Pulse 조건

그림. 3에 저주파 펄스 MIG용접법에 의한 전류 파형과 파형파라메타이다. 전류파형은 용접이행을 제어하기 위해 중간주파수의 Pulse 전류(50 - 300 Hz)로, Bead면을 제어하기 위해 0.5 - 50Hz의 저주파를 중첩한 파형으로 되고 있다.

따라서, Unit Pulse의 각 파라메타 및 Unit Pulse조건 가변주파수 f_s 는 임의로 설정할 수 있지만, 중간주파수의 Unit Pulse주파수는 미리 설정한 용접전류치 I_{av} 나 Arc 전압치 E_{av} 에 의존한다.

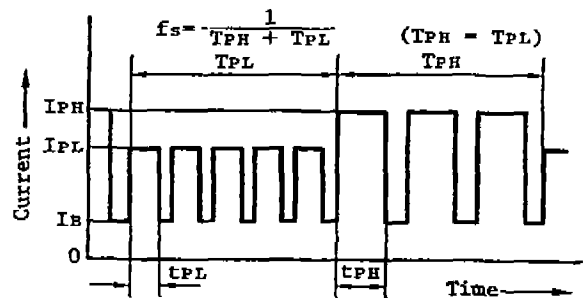


그림. 3 저주파 펄스 전류파형 과 절환

2-3. Arc 길이제어

그림. 4은 평균용접전류 100A 평균Arc전압 19V 용접속도 40cm/min 및 Wire길이 돌출 17mm로 설정하여 저주파 Pulse용접을 행한 경우의 Arc의 상태를 $f_s = 1\text{Hz}$ 에 대해 나타낸 것이다. 이때 Unit Pulse조건에 따라 겉보기 Arc길이는 14mm에서 8mm까지 변화하지만, Arc가 Contact Tip에 미치는 Burn Back이나 Wire가 모재에 단락함 없이 Spray Arc상태에서 겉보기 Arc 길이를 용이하게 조정할 수 있었다.

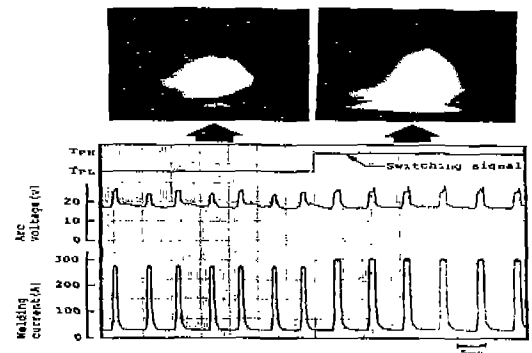


그림. 4 저주파 펄스 MIG 용접법의 Arc 사진, 용접전압 및 용접전류 파형

3. 저주파 Pulse MIG용접법의 효과

3-1. Bead형상

그림. 5는 Unit Pulse 조건을 $I_p = 280A$, $T_p = 1.2ms$ 로 설정하고 더우기 용접전류 및 Arc 전압을 각각 90A 및 18V로 설정한 상태에서 I_p 및 T_p 를 적정 Unit Pulse 조건범위내에서 변화시켜 Bead단면의 형태를 조사한 것이다. 또, 그림중의 숫자는 결보기 Arc 길이를 나타내고 있다. 이에 의하면 I_p 혹은 T_p 가 증가하면, 결보기 Arc 길이의 증가와 함께 Bead폭 및 용입깊이는 함께 증가하는 경향을 나타낸다. 특히, I_p 의 변화는 T_p 의 변화보다도 Bead폭이나 용입깊이에 대해 큰 영향을 미치는 것이다. 이때문에 Unit Pulse 조건을 주기적으로 전환하는 용접법에서는 Bead 형태를 주기적으로 변화시키기가 용이하게 되고 특히, 용입의 제어가 가능해진다.

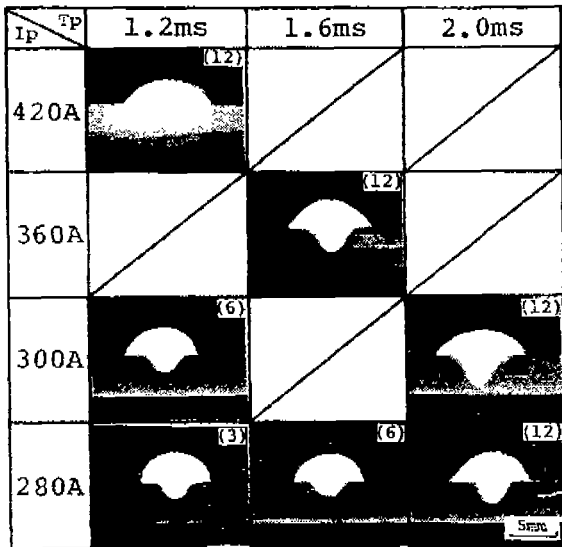


그림. 5 Unit Pulse 조건에 따른 효과

그림6은 WIRE 1.2mm의 A5183 및 모재 4mm의 A5052을 사용해서 용접전류90A, ARC전압19V 및 용접속도 40cm/min의 조건으로 저주파PULSE MIG용접을 하였을때 Bead외관을 나타낸 것이다. f_s 가변에 따라 Tip용접에서 얻어지는 Ripple의 확실한 Bead를 MIG용접에서 얻는 것이 가능해졌다.

3-2. 용접이음의 Gap여유도

3-1에서도 언급한 것처럼 용접점에서는 용입제어가 가능하여지기 때문에 AL합금박판용접에서 Gap여유도의 확대를 기대할 수 있다.

그림. 7은 판재 3mm의 겹침 Fillet용접이음에서 용접속도를 변화시킨 경우의 최대허용 Gap을 표시한 것이다. 여기서 채택한 용접법에서는 Pulse MIG용접법에 비해 용접속도 및 GAP모두 그 적용범위가 확대되는 것을 알수 있다. 이것은 아크길이의 신축에 따라, ARC길이가 길어지는 과정에서 모재를 폭넓게 녹이는 힘에 따라 편향된 녹음을 막고, ARC길이가 짧아지는 과정에서 GAP에 용착금속을 쌓는 것 같은 형태로 (입열을 억제해 용락을 막고 채우는) 용접을 번갈아 반복하고 있는 것으로 생각된다.

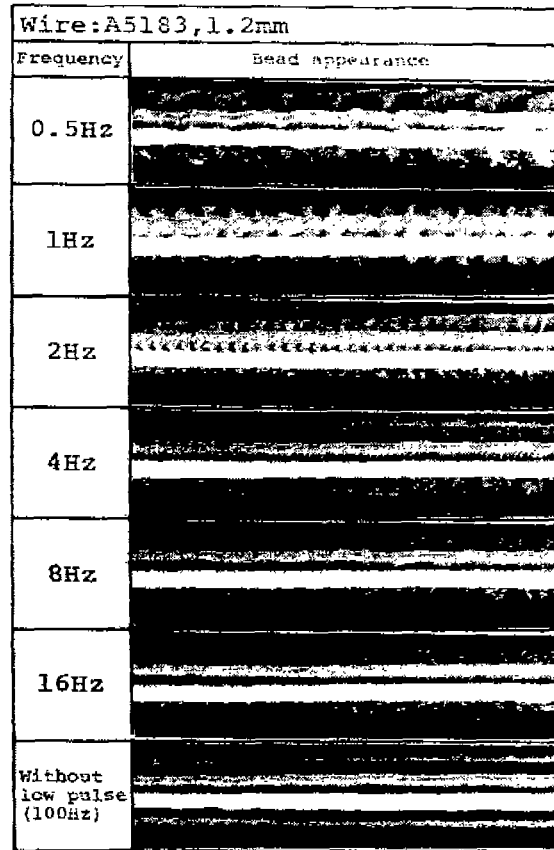


그림. 6 저주파 펄스 MIG 용접법에 의한 Bead 외관

5. 결론

인버터 용접장치를 사용한 Unit Pulse조건으로 전환하는 새로운 전류파형제어의 저주파 Pulse MIG 용접법의 개발에 따라 AL 및 AL합금의 용접에서 몇가지의 문제점을 해결할 수 있었다. 여기서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 저주파 Pulse MIG 용접법에서는 적정한 Unit Pulse조건범위내에서 두가지 다른 Pulse 조건을 전환하므로써 Wire용착량 변화와 출력전압의 변화를 얻을 수 있고, Pulse에 동기한 용적이행되는 범위에서 결보기 Arc길이를 인정하게 변화시킬 수 있었다.

2) Unit Pulse조건 of 전환과 함께 Arc길이의 변화에 의해 용접입열 및 모재로의 입열범위가 변화하고 Bead외관의 제어가 가능하게 되었다. 따라서 TIG용접에서 얻을 수 있는 것 같은 Ripple이 (확실한 비늘 Bead)얻을 수 있게 되었다.

3) 상기의 결과에 의해 AL금속용접에서 Gap여유도의 적용범위가 확대될 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) George Chryssis, High-Frequency Switching Power Supplies, McGRAW-HILL, Inc, (1984).
- (2) John Norrish, Advanced Welding Processes, IOP Publishing Ltd, (1992).
- (3) H. Nmura, Y. Sugitani, Investigation on dynamic characteristics in low frequency pulse MIG welding, IIW Doc. XII-F-189-78 (1978).

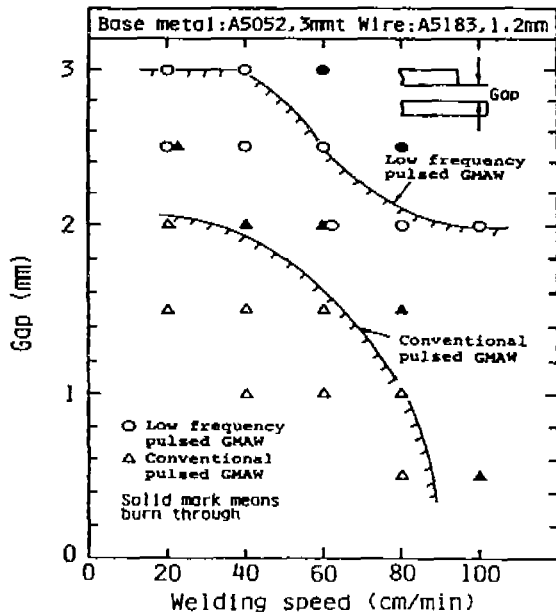


그림. 7 겹치기 용접에서 최대 Gap 여유도

그림. 8는 Wire 1.2mm의 A5183을 사용하여 모재 1.5mm와 3mm에 의한 겹침 Fillet용접을 본 용접법으로 행한 경우의 Macro단면을 각 Gap에 대해 나타낸다. 본 용접법에서는 Gap의 크기나 용접 속도에 따라 fs나 Unit Pulse조건 of 전환시간 비율 T_{pl} / T_{ph} 을 선정하므로써, 일반적으로 Pulse MIG용접법으로 용착이나 편향녹음이 발생하기 쉬운 용접이음에서도 용접이 가능하게 되었다.

Gap	Macro structure
1mm	
2mm	
3mm	

그림. 8 겹치기 용접의 Macro 단면