

## 회주철 프레스 금형에 대한 경화육성 자동 MIG 용접시 균열 및 기공방지 기법의 개발

The development of prevention technique for crack and porosity occurred during hardening overlay auto MIG welding for press die of gray cast iron

유광선\*, 황재련\*\*, 김덕환\*\*, 김병훈\*\*, 황지선\*\*, 조상명\*\*\*

\*부경대 대학원 소재프로세스공학과

\*\*현대 자동차(주) 금형기술개발팀

\*\*\*부경대 신소재공학부 소재프로세스공학전공, pnwcho@pknu.ac.kr

### ABSTRACT

There are some problems when weld gray cast iron which is used well in automobile industry with auto MIG welding. the problems are followed like this

- 1) Occurrence of porosity and hardening organization.
- 2) Occurrence of crack due to lower elongation of gray cast iron when restraint stress works on.
- 3) Occurrence of porosity and unstable bead shape due to unstable arc under low current MIG welding.. especially there is a restraint on chemical composition of weld metal because the weldment demands more than 570Hv hardness. so it is hard to use Fe-Ni wire to prevent cracks occurred on weldment and new welding method is needed to resolve that problems.

This study shows how to prevent porosity and cracks occurring when weld gray cast iron trimming die and shows a new welding method for press die of gray cast iron

## 1. 서 론

자동차 산업에서 활용되는 트리밍용 회주철 금형에 고경도의 Knife edge를 자동 MIG용접으로 육성하여 제작하려는 경우 다음과 같은 특성으로 인한 문제점이 발생한다.

- 1) 높은 탄소당량으로 인한 경화성 조직 및 기공의 발생
- 2) 회주철의 낮은 연신율로 인한 인장 구속응력 작용시 균열의 발생
- 3) 저전류 MIG용접시 아크 불안정으로 인한 비드 불균일 및 기공 발생

특히 용접부의 경도가 Hv 570 이상으로 충분히 높아야 하기 때문에 용접 금속의 화학조성도 매우 제한적으로 된다. 즉 니켈함량이 높은 육성 용접부를 만들어 균열을 억제하기가 곤란하므로 균열 방지를 위한 특별한 시공 기술이 필요한 실

정이다. 따라서 본 연구는 회주철 트리밍 금형에 대한 경화육성 자동 MIG 용접시 발생하는 균열 및 기공방지 기법 개발을 목적으로 하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 2.1 실험재료

본 연구에 사용된 모재는 Table 1, 와이어는 Table 2에 나타내었다.

Table 1 Chemical composition (wt%) and mechanical properties of gray cast iron

MATERIAL	C	Si	Mn	P	S	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Hardness of material (HB)
FC300	3.0 - 3.3	1.8 - 2.3	0.6 - 1.0	Below 0.15	Below 0.12	30	217-269

Table 2 Characteristic of used wires

NAME	Hardness As Welded (HRC)	Applications	Typical Chemistry
B-wire	-	Repairing of Cast Iron, using as buttering	C:0.1 Mn:3.5 Ni:55 Fe:Bal
O-wire	58	Building up for overlay	C:0.4 Si:0.3 Mn:1.2 Cr:7 Mo:2 Ti:0.3 Fe:Bal

2.2 실험 방법

회주철 금형에 고경도의 Knife edge를 자동 MIG용접으로 육성하여 제작하는 경우 Fig. 1에서와 같이 모재를 6R로 그루브 가공한 후 Table 3과 같은 실험 조건으로 다층 용접을 시행한다. 최종 패스를 용접하면 표면절삭을 하여 Knife edge를 만들게 된다. 상기와 같은 조건으로 보호가스의 실딩 형태 변화(노즐 내경 변경)에 따른 기공 방지 실험, Buttering pass 적용에 의한 기공 및 크랙 방지 실험, End tab 장착에 의한 시작, 종료부 비드 밑 균열 방지 실험을 각각 시행하였다.

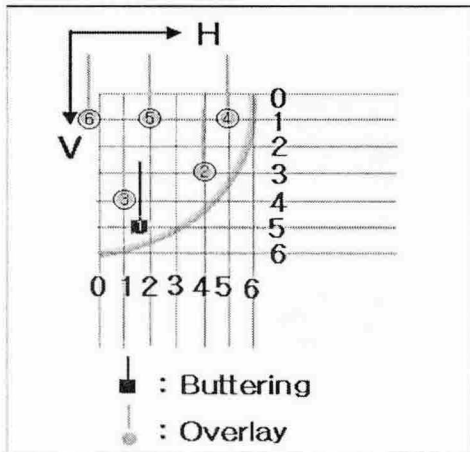


Fig. 1 Teaching point for each pass

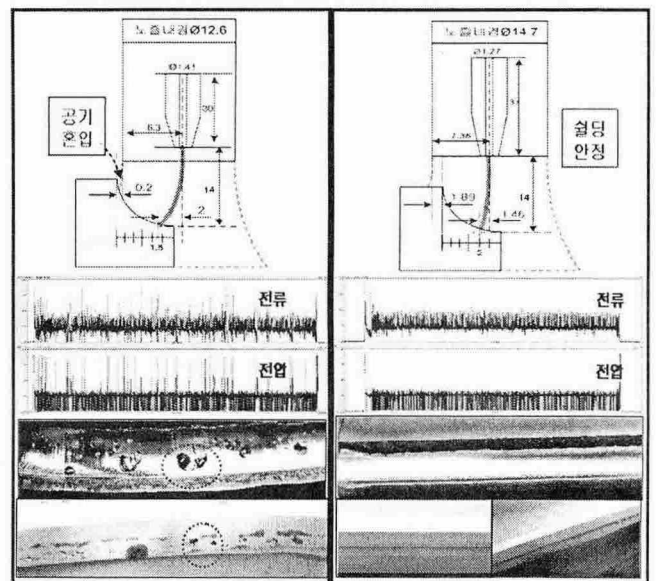
Welding method	Buttering	Overlay
Power source	KEMPPI Digital inverter	
Welding current, A	125	90
Welding voltage, V	18.5	17.0
CTWD, mm	14	14
Shielding gas	80%Ar+20%CO <sub>2</sub> (20 ℓ /min)	
Welding speed, CPM	24	24
wire feed rate, CPM	360	200
Welding wire	B-wire (1.2mm)	A-wire (1.2mm)
Progressive angle	0°	

Table 3 Welding condition for experiment

3. 실험결과 및 고찰

3.1 기공 방지 실험 결과

금형의 형상 및 간섭을 고려하여 만들어진 노즐 내경 $\phi 12.6$ 은 와이어 휨이 6R가공면 안쪽으로 2mm 이상 휘어지게 되면 Fig. 2 a)에서와 같이 노즐의 끝이 가공면 안에 위치하게 되어 용접시 외부의 공기가 혼입하게 된다. 이로 인해 아크가 불안정 하며 기공이 발생함을 알 수가 있었다. 반면 컨택팁 내경을 작게하고 길이를 늘려 와이어 휨을 보정 한 그리고 와이어 티칭 포인트를 0.5mm 안으로 맞춘 Fig. 2 b)의 조건에서는 실딩이 양호하여 아크 안정 및 기공이 발생하지 않음을 확인 할 수 있었다.

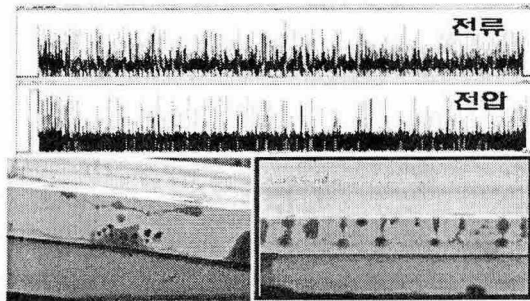


a) Nozzle  $\phi 12.6$       b) Nozzle  $\phi 14.7$   
Fig. 2 Comparison nozzle  $\phi 12.6$  and nozzle  $\phi 14.7$

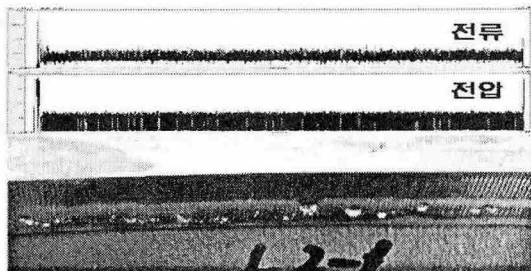
3.2 비드내의 횡크랙 및 종크랙 방지 실험 결과

회주철에 Overlay wire만을 사용하여 용접한 Fig. 3 (a)의 경우 모재의 매우 낮은 연신율과 경화 육성 용접시의 큰 구속응력으로 인해 용접부에 다량의 종크랙 및 횡크랙이 발생함을 알 수 있었다. 반면 연성은 좋고 탄소 고용도는 작은 Ni-Fe계 wire를 사용하여 buttering을 한 후 경화 육성용접 한 용접부의 경우 Fig. 3 b)처럼 용

접부의 횡크랙 및 종크랙이 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.



(a) Only overlay welding

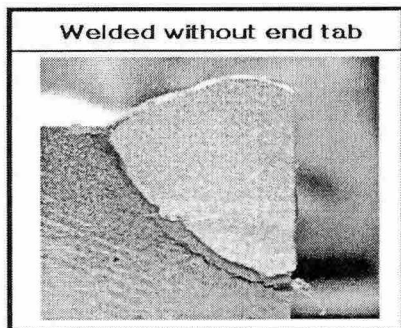


(b) Buttering + overlay welding

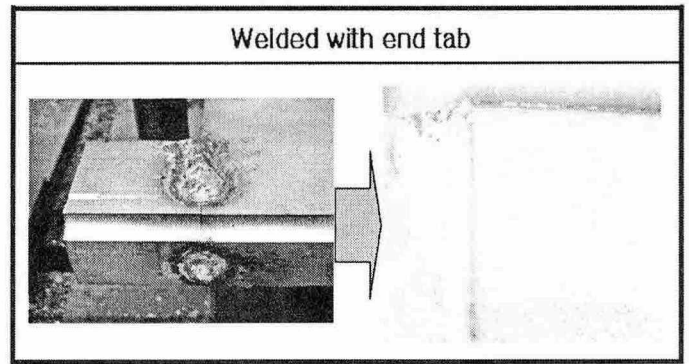
Fig. 3 Comparison of only overlay welding and buttering + overlay welding

### 3.3 용접비드시작, 종단부의 비드 밑 균열 방지 실험 결과

용접부의 균열 방지를 위해 buttering pass를 적용한 결과 횡 크랙 및 종 크랙은 방지되었지만 End tab을 사용하지 않는 경우 Fig. 4 (a)와 같이 시작, 종단부의 모재에서 비드 밑 균열이 발생함을 알 수 있었다. Fig. 4 (b)는 시작부와 종료부에 End tab을 용접으로 부착한 후 본 용접을 한 결과를 보인 것으로 시작, 종단부의 비드 밑 균열이 발생하지 않는 건전한 용접부를 얻을 수 있었다.



(a) Occurrence of under bead crack



(b) Under bead crack prevented

Fig. 4 The effect of end tab

## 4. 결 론

회주철 트리밍 금형에 대한 경화육성 자동 MIG 용접시 발생하는 균열 및 기공방지 기법의 개발을 위해 상기와 같이 실험 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 노즐의 끝이 가공면 안에 위치하게 되어 용접 되면 외부 공기가 용융금속으로 혼입되어 용접부에 다량의 기공이 발생하였다. 와이어 휨과 금형의 형상 그리고 간섭을 고려하여 노즐 내경을 넓힌 결과 실딩이 양호하여 용접부에 기공이 발생하지 않았다.

2) 모재의 매우 낮은 연신율과 경화 육성 용접시의 큰 구속응력으로 인해 용접부에 다량의 종크랙 및 횡크랙이 발생하므로 연성층 확보를 위해 탄소 고용도가 작은 Ni-Fe계 wire를 사용하여 초층에 buttering 함으로써 용접부의 횡크랙 및 종크랙 발생을 방지 할 수 있었다.

3) 용접비드 시작, 종단부에 발생하는 비드 밑 균열은 시작, 종단부에 End tab을 용접으로 부착한 후 본 용접을 함으로써 시작, 종단부의 비드 밑 균열을 방지 할 수 있었다.