

레이저를 이용한 주철의 Si 표면합금화

Laser assisted Si-surface alloying of cast iron

부경대학교 공과대학 생산가공공학과 ○박 흥 일, 이 병 우
김 성 규, 김 우 열

1. 서론

본 연구에서는 주철재료의 기능을 향상시킬 목적으로 Si의 흑연화효과에 의한 흑연정출과 기지의 고Si화로 고온내산화성 합금화층을 이용하려는 Si의 표면합금화에 대한 기초연구를 하였다. 이를 위하여 감압 플라즈마 용사법으로 주철판(GC250)의 표면에 미리 Si 분말을 피복시킨 후, CO₂ 레이저를 照射하여 주철표면에 Si의 합금화층을 형성시켰다. 얻어진 각각의 합금화층의 주석특성을 해석함과 동시에 고온내산화시험을 하였다.

2. 실험방법 및 고찰

基板素材로 50x60x6t mm의 GC250級の 주철판을 사용하였으며, 용사전에 소재표면을 아세톤으로 세정하고, 알루미나로 브라스팅하였다. 용사분말은 대기중에서 제조된 시판의 Si분말(+63 - -10 μ m)을 사용하였다. 용사분말의 산화를 방지하고 용사층의 치밀화를 위하여 감압 플라즈마 용사장치를 사용하여 두께 150 μ m의 Si 피막을 형성시켰다. 그리고 표면합금화는 CO₂ 레이저를 이용하여 Ar gas 분위기서 레이저 빔의 이동속도를 50, 100, 200 및 300mm/min.로 변화시켰다. 레이저 빔의 이동속도에 따른 주철기판의 ledeburite조직으로 부터 냉각속도를 계산한 결과, 본 실험의 조건하에서 재용융부의 냉각속도는 10⁴ - 10⁵ K/s 정도로 급냉됨을 알 수 있었다.

Fig.1은 알루미나 브라스트 상태의 주철판, Si가 합금화된 시편의 레이저 빔의 이동속도에

따른 비드폭 및 용입깊이의 변화를 나타낸다. Si가 합금화되지 않은 모재와 비교할 때 레이저 빔의 이동속도가 증가하여도 비드폭은 1.2 - 1.3 정도로 큰 변화는 없었다. 그러나 레이저 빔의 이동속도가 증가할수록 용입깊이는 크게 증가하였으며, 이동속도가 50mm/min.인 경우에는 2.1배, 300mm/min.인 경우에는 4.1배로 크게 증가하였다.

Fig.2는 레이저 빔의 이동속도가 50mm/min. (GS50)인 경우의 비드 단면조직 및 Si 합금화층의 깊이 변화에 따른 SEM 조직을 나타낸다. Si의 표면합금화에 의하여 주철고유의 급냉조직인 ledeburite 조직은 생성되지 않고, 미세한 입상흑연이 기지속에 균일분포하였다. 한편 비드 표면에서 중심부로 갈수록 흑연의 크기가 작아지고, 특히 비드 중심부에서는 흑연의 성장이 억제된 20 μ m 이하의 괴상흑연이 정출하였다. 그리고 X선회절분석결과 기지의 화합물은 Fe_3Si_3 임이 밝혀졌다. 또한 Si 합금화층과 모재의 경계부에서 50 μ m 이하의 매우 좁은 ledeburite 영역이 관찰되었다.

Fig.3은 GC250의 모재와 GS50의 합금화층에서 채취한 시편의 TG 분석결과를 나타낸다. 모재와 GS50의 650 $^{\circ}$ C에서의 무게 증가율은 각각 0.6x 및 0.2x 이었으며, 800 $^{\circ}$ C에서의 무게 증가율은 각각 4.3x 및 0.42x 이었다. 여기서 650 $^{\circ}$ C에서 모재의 무게 증가율 보다 800 $^{\circ}$ C에서의 GS50의 무게 증가율이 0.18x 낮게 나타났다. 그리고 800 $^{\circ}$ C에서의 모재 및 GS50의 무게증가율을 비교하면 GS50의 경우가 고온내산화성이 월등하게 우수함을 알 수 있다.

3. 결론

Si 용사피막을 표면합금화시킨 경우, 미세한 괴상흑연이 Fe_3Si_3 기지속에 분산정출된 HV300-500의 Si합금화층을 얻었다. 한편 GS50 시편과 모재를 대기중에서 고온산화시험(825 $^{\circ}$ C, 5시간)한 결과, 무게 증가율은 각각 0.42wt. x 및 4.3wt. x, 산화물층의 두께는 각각 3-5 μ m 및 120-140 μ m로 Si의 표면합금화에 의하여 고온내산화성이 크게 향상됨이 확인되었다.

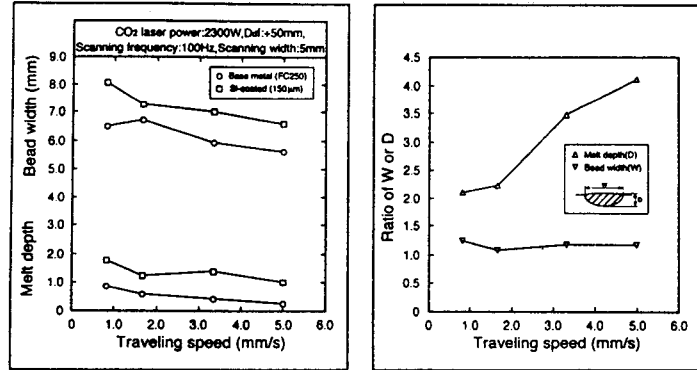


Fig.1 Melt depth and bead width with traveling speeds

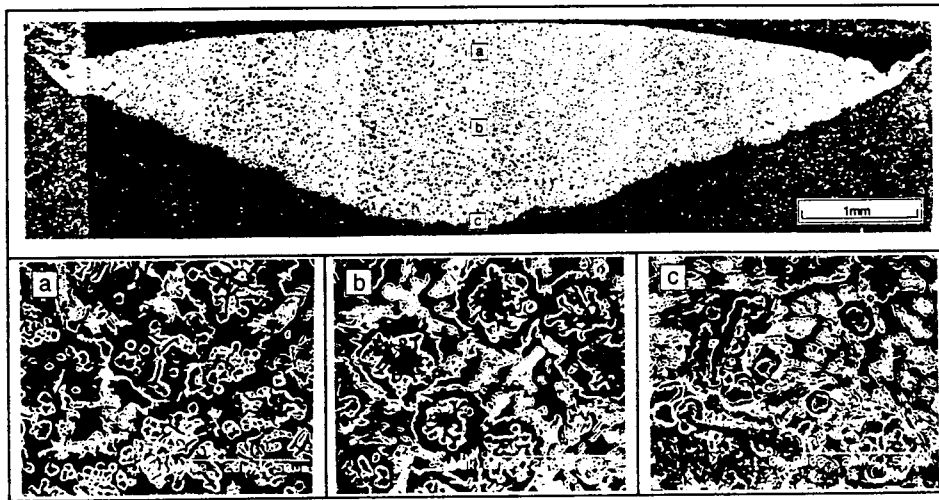


Fig.2 Microstructural changes in the Si-surface alloyed layer

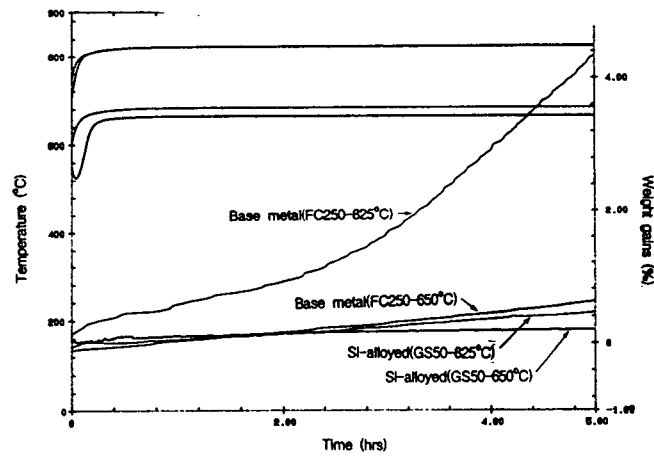


Fig.3 Weight changes of the isothermal oxidized specimen at 650C and 825C for 5 hours in the air.