

진공침탄열처리의 양산성 평가

최만호, 한병무, 남용호
(주)청호열처리

e-mail: chheat6500@gmail.com

Mass production evaluation for Vacuum Carburizing Heat-treatment

Man-Ho Choi, Byoung-Moo Han, Yong-Ho Nam
ChungHo Heat Treatment Co.,Ltd.

요 약

본 논문에서는 핫월(hot wall)-배치타입 진공침탄열처리로서 자동차 부품(하우징) 양산화를 위해서는 공간을 최대 50%를 확보되어야 표면경도 및 경화깊이를 만족한다.

1. 서론

열처리산업은 자동차, 기계, 조선 및 전기·전자 분야에 적용되고 있으며, 대부분 제품의 중간 및 최종공정에 속하기 때문에 제품의 특성이나 사용수명 등에 직접적인 영향을 미치게 된다.

국내에서 열처리산업을 영위하는 업체는 대부분 임가공형태를 띄고 있기 때문에 신기술개발보다는 단가경쟁으로 내물리고 있는 실정이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 당사에서 개발된 핫월(hot wall)-배치타입(batch type) 진공침탄열처리로서 자동차부품(하우징)을 최대로 장입시키면서 열처리 특성을 만족하는 양산화조건을 실험적으로 도출하고자 한다.

2. 제품사양 및 평가방법

2.1 제품사양

자동차부품(하우징)은 환봉형상(열처리 단면 직경 31mm)으로서 재질은 합금강(16MnCr6)이고, 열처리 후 표면경도는 700~830(Hv), 경화깊이로는 0.35~0.55mm가 각각 요구된다(표 1).

[표 1] 하우징 열처리사항

항목	specification	remarks
표면경도	Hv10)700~830	
경화깊이	Hv550)0.35~0.55	
금속조직	탄화물이 없을 것	

2.2 진공침탄 열처리로 사양 및 열처리 조건

진공침탄열처리로 내부의 유효치수, 온도 및 제어방법 등과 같은 장비사양은 표. 2에 나타내었다.

[표 2] 진공침탄로 사양

item	specification	remarks
용량	Gross 1,000 kg/charge	batch type
노내 유효치수	L1,200×W760×H850	
처리온도	650~950℃, Max.980℃	
가열방법	전기저항, 380V 3φ	
온도 제어	SCR-PID	
제어방법	HMI-PLC	
(가열실)진공도	~10 ⁻² torr	

진공침탄열처리는 침탄공정에서 아세틸렌(C₂H₂) 가스의 공급과 배기를 단시간의 사이클로 반복하는 방법을 적용한다. 즉, 아세틸렌 가스를 완전히 포화상태로하여 아세틸렌 가스의 흡착이 전혀 없는 시간을 유지하는 사이클을 반복하는 것이다. 포화흡착상태가 1분자층에 한정된 정량이라는 성질을 이용한 것으로 과잉의 아세틸렌가스가 공급되지 않도록 공급방법을 펄스로 하며 과잉으로 공급된 잔류 가스는 로(furnace) 밖으로 신속하게 진공배기시켜 슈팅(그을음)을 방지하는 방법이다.

적용된 열처리 사이클은 그림 1과 같으며, 침탄가열실에 질소를 공급하여 온도를 상승시켜 균열(900℃)

에 도달하면 진공배기를 시작하여 압력이 저하되면 아세틸렌가스를 20초 동안 공급하면 내부의 압력이 다시 상승하게 되는 과정을 되풀이 한다. 침탄공정(1h 10min)이 완료되면 아세틸렌가스를 공급하지 않는 상태에서 5분 동안 확산을 시키며, 소입을 위하여 질소가스를 공급시키면서 온도를 강온(850℃)시켜 30분 동안 유지시킨다. 소입방법은 유온 온도 120℃, 교반기 속도는 50hz, 20분 동안 침적시킨후 공냉하였다.

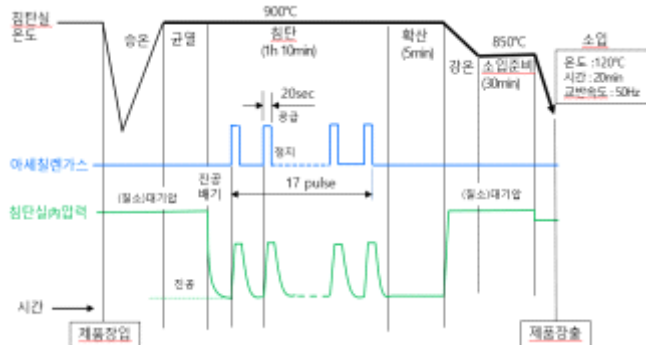


그림 1 적용된 열처리 사이클

2.3 평가방법

편평한 열처리리그 위에 제품을 9단으로 쌓고 서로 이격시키고, 그 공간율(30%, 40%, 45%, 50%)을 변화시도록 하였다. 열처리 후 그림 2와 같이 지그의 중앙부에 해당하는 상, 중, 하 위치에서 제품단면을 절단하여 경도 및 경화깊이를 평가하였다.

변화된 공간율은 공간 내부로 교반기(RCfan)를 회전(1,000rpm)시켜 아세틸렌가스 기류가 제품사이로 상부에서 하부쪽으로 빠르게 형성되어 흡착되도록 하고 또한, 빠른 진공배기가 되도록 하였다.

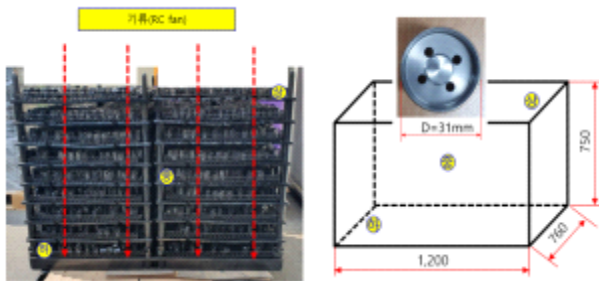


그림 2 열처리제품 및 시편채취 위치

3. 결과

3.1 표면경도 및 경화깊이

그림 3는 공간율 30%일 때의 표면경도 상, 하 위치에서의 표면경도는 768(Hv), 725(Hv)를 각각 나타냈었다. ‘중’ 위치에서는 기류가 잘 형성되지 않아서 표면경도 602(Hv), 경화깊이도 또한 낮게 형성되었다.

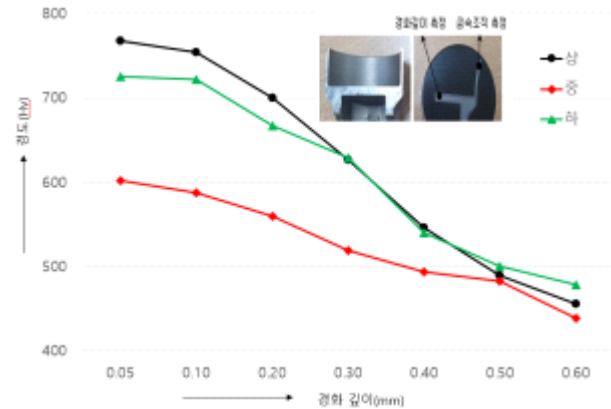


그림 3 공간율 30% 일 때의 경도변화

그림 4는 공간율 40%일 때의 표면경도 상, 하 위치에서의 표면경도는 741(Hv), 768(Hv)를 각각 나타냈었다. ‘중’ 위치에서는 기류가 잘 형성되지 않아서 표면경도 619(Hv), 경화깊이도 또한 낮게 형성되었다.

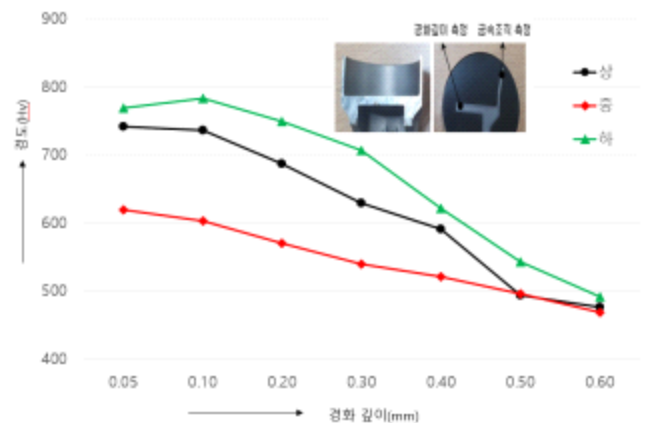


그림 4 공간율 40% 일 때의 경도변화

그림 5는 공간율 45%일 때의 표면경도 상, 하 위치에서의 표면경도는 787(Hv), 807(Hv)를 각각 나타냈었으며, ‘중’ 위치에서는 기류가 잘 형성되어서 표면경도 747(Hv), 경화깊이도 만족하게 형성되었다.

구간별 경도분포 범위 차이는 60~21(Hv) 다소 벗어나 나타나 불안정한 상태를 나타냈지만 공간율 30% 및 40% 보다는 크게 개선되었다.

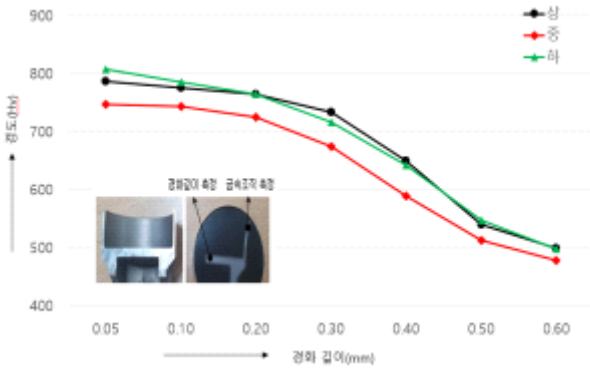


그림 5 공간을 45% 일 때의 경도변화

그림 6은 공간을 50%일 때의 표면경도 상, 하 위치에서의 표면경도는 794(Hv), 808(Hv)를 각각 나타냈었으며, ‘중’ 위치에서도 기류가 잘 형성되어서 표면경도 799(Hv), 경화깊이도 만족하게 형성되었다.

구간별 경도분포 범위 차이는 21~14(Hv) 극히 안정적으로 나타났다.

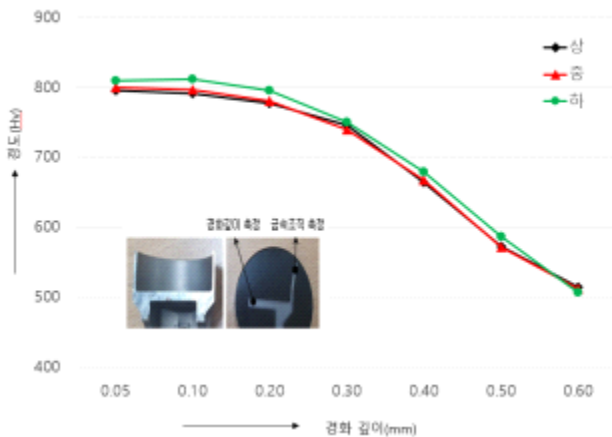


그림 6 공간을 50% 일 때의 경도변화

3.2 조직 및 외관

공간율 50%일 때의 상, 중, 하 위치에서의 금속조직은 그림 7에 나타냈으며, 탄화물의 존재는 발견되지 않았다.

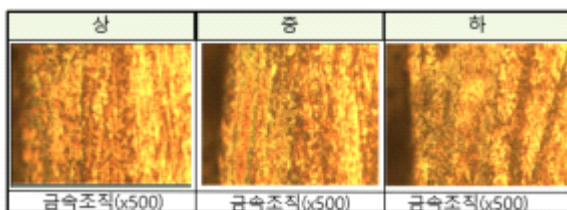


그림 7 공간을 50% 일 때의 금속조직

또한, 공간율(30%, 40%, 45%, 50%)을 변화시켰을때의 열처리후 외관변화는 그림 8에 나타내었다.

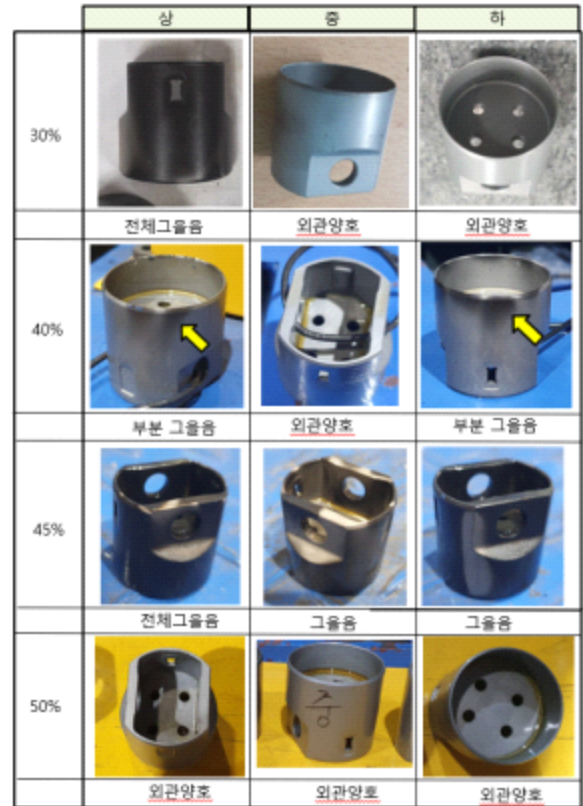


그림 8 공간율 변화에 따른 외관

4. 결론

진공침탄열처리로를 적용하여 자동차부품인 하우징을 대량 생산하기 위해서는 지그 1층당 최대 공간율은 50% 확보되어야 제품사양을 만족할 수 있다.

참고문헌

- [1] 최만호, 이호, N-Hardening 열처리 시스템 개발 및 자동차 부 적용 평가, 한국산학기술학회 춘계학술대회, 2017.
- [2] 최만호, 이호, 박용태, 진공침질로 PID 제어 특성에 관한 연구, 한국산학기술학회 춘계학술대회, 2018.
- [3] 이호, 최만호, 손재환, 침질경화 열처리후 자동차부품 마모시험, 한국기계가공학회 춘계학술대회, 2018.