

# 가스 침유질화 열처리를 적용한 자동차 부품 특성에 관한 연구

최만호, 이호, 박영준, 신민석, 남태혁  
 (주)청호열처리 기업부설연구소  
 e-mail:chheat6500@gmail.com

## The study on the characteristic of gas sulfur-nitriding heat treatment application automotive parts

Choi Man ho, Lee Ho, Park yeong joon, Sin min suk, Nam tae hyeok  
 \*Chung Ho Heat Treatment Co.,Ltd.

### 요약

본 논문에서는 가스 침유질화 열처리를 적용한 자동차 부품의 경도, 단면 및 표면조직, 마찰시험 결과를 정리하였다.

### 1. 서론

최근 자동차 기능 부품들은 출고에서 폐차까지 수명연장 및 소음감소 등과 같은 감성품질까지 요구하기에 단독 공정보다는 복합적인 공정에 의해 이를 해결하기 위하여 많은 방법들이 연구되고 있으며, 이들 중 질화열처리에 의한 방법이 가장 쉽게 적용되고 있고, 마찰·마모에 의해서 소음 및 진동이 발생하는 자동차 및 기계부품들은 침유질화공정에 의해서 이를 해결할 수 있다.

가스 침유질화 (Sulfur-nitriding)는 표면에 굳고 치밀한 질화 화합물(백층)이 질소 확산 경화층 위에 다시 고체 윤활성을 지닌 유화층을 형성시켜 마찰계수 (Coefficient of friction)를 줄여 소음 저감이 가능한 기술이다.

따라서, 본 연구에서는 자동차부품 체인플레이트에 가스 침유질화 열처리를 적용하여 성능을 평가하고자 한다.

### 2. 실험 방법

본 연구에 사용된 재료는 저탄소강(SPCC)이며, 가스 침유질화 열처리를 하여 제작하였다. 적용된 열처리 조건으로는 가열온도 580℃, 가열시간 3시간, 공정가스로는 질소 2.5m<sup>3</sup>/hr, 암모니아 5.0m<sup>3</sup>/hr이고, 최종 침유층을 형성하기 위한 NM가스(H<sub>2</sub>S:3%, N<sub>2</sub> 97%)는 2.0 l/min 적용하였다.

실험에 적용된 가스 침유질화로는 벤티타입-진공퍼지식이고 로내온도 분포가 ±5℃ 이내이고 내용적은 1ton급이다.

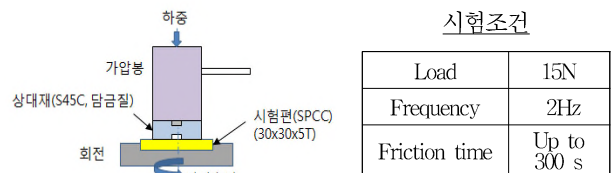
그림 2는 가스침유질화로와 시편의 개략도를 나타낸 것이다.



[그림 1] 가스 침유질화 열처리로 및 대상 부품(체인플레이트)

열처리한 시편의 경도는 마이크로 비커스경도 시험기(시험하중 50g)를 이용하였으며, 단면의 미세조직은 광학현미경을 이용하여 관찰하였다. 표면의 황(S)은 SEM을 이용하여 관찰하였으며, 단면의 성분변화는 EPMA로 측정하였다.

한편, 마찰계수 측정을 위하여 동일한 조건으로 시편을 제작하여 고주파 마찰/마모시험기(TE77 AUTO)를 이용하여 측정하였다.

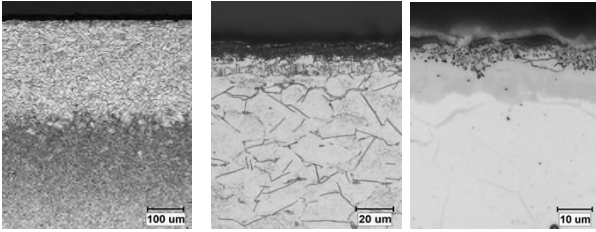


[그림 2] 마찰시험 방법 및 시험조건

### 3. 결과 및 고찰

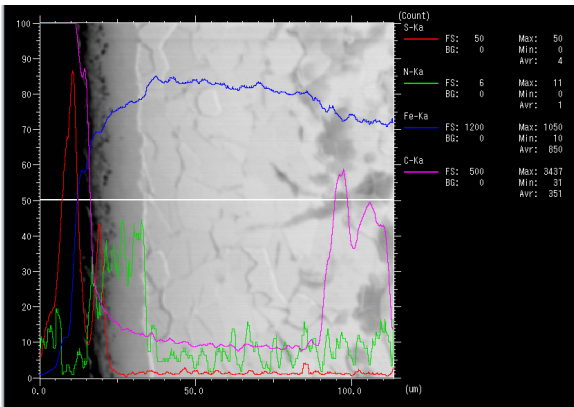
#### 3.1 단면 및 표면 조직

가스 침유질화 열처리 후에는 광학 현미경을 이용하여 100배, 500배 및 1,000배의 배율로 조직을 관찰하였으며, 표면부터 유화물층, 질소화합물층(백층) 및 확산층 순서로 형성되어 있음이 확인된다(그림 3). 유화물층은 1~3 $\mu$ m, 백층은 12~15 $\mu$ m이 측정되었다.



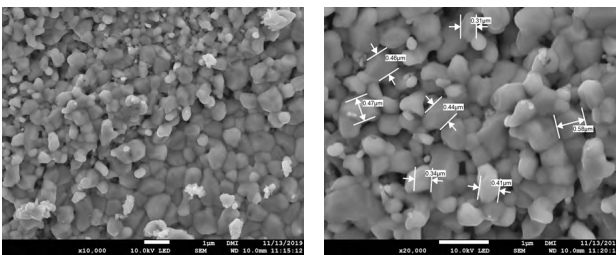
[그림 3] 조직사진 x100, x500, x1,000

그림 4는 그림 3 단면에 대한 EPMA 분석 결과를 나타낸 것이다. 황은 유화물층에서, 질소는 백층에서 각각 관찰되고 있다.



[그림 4] EPMA 분석

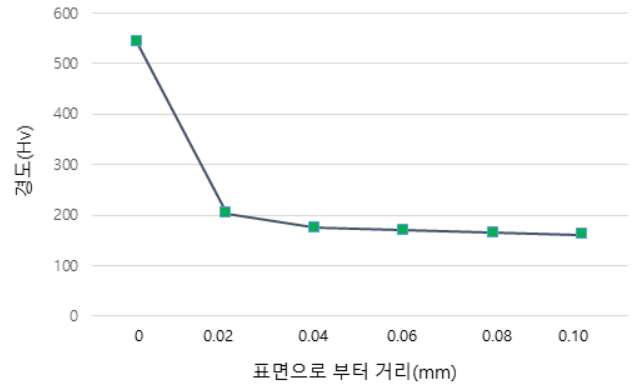
그림 5는 전자 현미경(SEM)으로 표면조직을 관찰하였으며, 황 입자 크기는 대략 0.3~0.6 $\mu$ m 이었다.



[그림 5] 표면 관찰(SEM) x10,000, x20,000

#### 3.2 경도분포

그림 6은 그림 3 단면에 대한 마이크로 비커스경도(Hv) 결과를 보여준다. 표면경도는 545(Hv)이고, 0.02mm에서는 175(Hv)로 큰 차이를 보이고 있으며, 이는 백층의 깊이가 얇게 형성되어 있음을 알 수 있다.



[그림 6] 경도분포

#### 3.3 마찰계수

유화물층 표면의 마모시험에 의한 마찰계수를 측정된 결과 평균 0.59로 목표하는 0.8이하로 나타났다.

[표 1] 마찰계수 측정 결과

시편 No	#1	#2	#3	#4	#5
시험결과	0.53	0.64	0.47	0.66	0.66

### 4. 결론

자동차부품 체인플레이트에 대하여 침유질화열처리를 실험을 수행하였다. 유화물층이 1~3 $\mu$ m 형성되어서 마찰이 있는 부품에서 소음저감을 위한 적용이 가능함을 확인하였다.

#### 후 기

본 연구는 2020년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구과제(ATC)입니다. (No.10077434)

#### 참고문헌

- [1] 최만호, 이호, 박영준, 신민석, 손재환, 자동차 부품 생산을 위한 침유 질화 열처리로 설계, 한국기계가공학회 춘계학술대회, 2020.
- [2] 최만호, 이호, 박영준, 신민석, 남태혁, 침유 질화 열처리로 배가스계 설계 및 제작, 한국산학기술학회 춘계학술대회, 2020.