

GC300에서 고주파 열처리에 따른 안내면 변형에 관한 연구 A study on slideway deformation from High-frequency heat treatment in GC300

조규재, 김유엔*, 홍성오, 김훈희(조선대)

Abstract

The way to reduce wear quantity of numerical control machine tool slideway is highfrequency heat treatment process for slideway in GC300. By using this way mentioned above we can expect the increase of Rockwell hardness from Rockwell hardness 30 to 48~55.

The deformation quantity caused by high-frequency heat treatment results in increasing nonwork time at the following process grinding work so it is important that we minimize the deformation quantity as much as possible.

This thesis will propose one of the ways to minimize nonwork time at grinding work. We first prospect the deformation quantity and process the rough cutting considering the data.

1. 서론

최근 산업의 발달과 더불어 고강도재질을 얻고자 금속을 적당한 온도로 가열 및 냉각시켜 사용 목적에 따라 표면은 경도가 크고 내부는 인성이 큰 금속의 기계적 성질, 물리적 성질을 변화시키기 위해 열처리를 행하고 있다. 그리고 물

체의 표면을 경화하고 내마모성을 증대시키고, 내부는 주로 철강재 기체의 표면을 경화하고 내마모성을 충격에 견딜 수 있도록 인성을 크게 하는 열처리를 표면 경화법(surface hardening)이라 하고, 이 방법에는 침탄경화법, 질화법, 청화법, 화염담금질, 고주파 담금질 등이 있다. 생산성향상과 품질향상 그리고 원가 절감을 위해서 생산제품의 끊임없는 원가 절감 요구에 부응하여 후 가공을 생략할 수 있는 완성품(near net shape)상태의 처리품을 생산하는 열처리 기술이 이용되며 그중 열처리공정에서 고주파 열처리가 이에 가장 적합한 것으로 생각된다.^{1~2)}

고주파 열처리는 고주파 유도 가열법을 이용하여 피가열물의 표면을 경화온도(GC300의 900℃경우)까지 급속가열후 급속냉각(물, 수용액, 기름)하여 표면층에 급냉경화층을 만들어내는 방법이다.

고주파 열처리는 피가열체에 큰 에너지를 극히 단시간에 공급할 수 있으며, 가열 코일로부터의 전력전달효율이 매우 좋고, 피가열체의 표면만을 단시간에 가열할 수 있으며, 또한 국부만을 가열할 수 있어 에너지 절감 및 원가 절감을 꾀할 수 있고, 전기에너지를 이용하여 공해가 없는 깨끗한 작업환경을 만들 수 있는 장점을 가진 방법으로 널리 사용되고 있다.^{3~4)}

고주파 열처리에 대한 연구는 페러디로

부터 발달된 전자유도 현상을 이용한 전기가열 방법으로써 국내 및 국외에서도 열처리기술 산업계에 많이 쓰이고 있다. 널리 이용되고 있는 고주파 표면경화법은 주로 철강재 기계부품의 피로강도와 내마모성, 인성의 향상수단으로 넓게 활용되고 있고, 여러 가지 부품의 경량화, 콤팩트화 등에 도움이 되고 있다. 또 전기에너지를 직접 열에너지로 변환시키는 과정에서 에너지 절약, 노동력절감, 인 라인(in line)화에 의한 비용절감등 현장위주의 기술논문이 발표되고 있으나 부족한 편이다.

본 연구에서는 고주파 열처리에 따른 안내면 변형을 예측하고, 열처리전 변형량을 고려하여 열처리후 연마작업 공정을 줄여 시간절약과 비용절감으로 생산성향상에 도움이 되도록, 변형량을 예측하고 고주파 열처리시 실험적 변형량과 프로그램에 의한 변형량을 비교, 분석하여 생산성향상과 비용절감을 목적으로 하였다.

2. 고주파 열처리

고주파 열처리는 가열 coil에 둘러싸인 피가열물에 고주파 전력을 인가하면 피가열물에 유기된 와 전류(Eddy current)에 의해 발생하는 주울(Joule)열에 의해 표면을 가열한 후 냉각시킴으로써 표면을 열처리하는 것을 말하고, 자동차부품, 건설기계, 제철기계, 공작기계, 냉동기와 전기기계 부품에 이르기까지 필수적인 공정이다.

열처리 공정에 의한 변형은 고주파 열처리만이 아니고, 물리적 변화에 의해 발생하는 것으로 기본적으로 피할 수 없다. 열처리 변형은 균일, 경도 불량 등과 함께 대표적 문제점으로 변형에는 많은 인자가 복잡하게 작용하기 때문에 그 원인규명을 일반화하기는 어렵다.

한편 고주파 열처리 공정에 의한 안내면의 변형은 일반적으로 열처리를 실시하는

목적이 마찰에 의한 마모량을 최소화하기 위한 부분만 열처리를 수행하고, 안내면에 실시하는 경우 다음 공정이 연마공정을 실시하게 되는데, 안내면의 변형량이 연마공정에서 비작업 시간을 증가시키는 원인이 되고 있다. 이와같은 비작업 시간을 제거하기 위한 방안으로 열처리 후 안내면 변형량을 가공에 의해 제거하는 방안도 현장에서 적용되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 열처리 공정 후 안내면의 변형량을 연마공정 전 공작물의 수준 작업 후 변형량을 측정하고, 실제 측정값을 C언어를 이용한 Lagrange보간법을 이용하여 개발한 프로그램을 통해 각각의 공작물의 변형량을 예측 가능함으로써 황삭 가공 시 변형량을 고려해 가공함으로써 열처리 공정에 의한 변형량을 최소화할 수 있는 방안을 제시 하고자 한다.^{9~10)}

3. 실험장치 및 실험방법

본 연구에 사용된 실험장치는 Photo. 3.1과 같이 열처리 전·후의 안내면 변형량을 확인하기 위해 고주파 공정을 수행할 수 있는 고주파 유도 가열 소입 장치(이하 열처리 장치)를 나타내고 있다.

열처리 장치에 대한 기본적인 사양을 Table 3.1에 나타내었다. 또한 일반 소부품의 경우 변형량을 측정하기 위해 3차원 측정기와 같은 정밀한 측정기를 이용할 수 없기 때문에 열처리 장치에서 열처리 공정이 시작되기 전에 인디케이터(Model : 1003, 1 μ m, Mahr)를 이용하여 안내면의 진직도를 측정하였다. 또한 열처리 공정 후의 안내면 진직도는 연마 공정에서 연마 작업을 하기 위해 공작물의 수준작업을 실시 후 열처리 공정 전의 측정 방법과 동일하게 실시하였다.

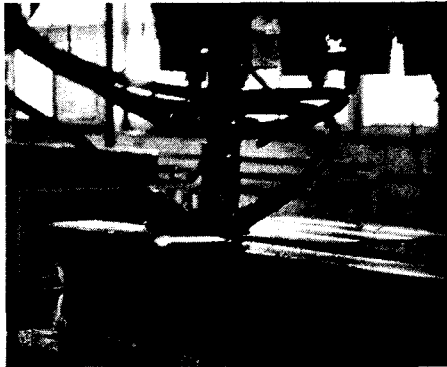


Photo.1 Schematic diagram of expander

Table 3.1 Specification of high frequency induction Heating Equipment

Specification	High frequency generator
Electric power	3상, 440V, 600Hz, 155KVA
power	80KW
Power range	2-80KW
Available length	Max 1200mm
Available diameter	10~300mm
Available weight	30Kg
Moving	Max 1200mm

4. 실험결과 및 고찰

안내면 길이에 대한 열처리 전·후의 변형량을 Fig. 1과 같이 나타내었다. Fig. 1은 가로축은 안내면 길이를 나타내고 세로축은 열처리에 의한 변형량을 나타내고, 본 연구의 공작물 중양(1500mm 지점)의 위치에서 열처리 공정 전의 열처리 장치에 설치 후 진직도가 $400\mu\text{m}$ 를 나타내고, 열처리 후의 동일한 위치에서 진직도는 $2000\mu\text{m}$ 를 나타내고 있음을 알 수 있다. 따라서 열처리 전·후의 측정값을 비교해 보면 공작물

중양(1500mm 지점)의 위치에서 $2000\mu\text{m}$ 의 변형량을 나타내고 있어 이와같은 변형량이 전부 연마공정의 비작업 시간을 증가시키는 중요한 원인의 하나가 되고 있다. 따라서 연마 비작업 시간을 단축시키기 위해서는 열처리 후 변형량을 최소화시켜야 한다. 중양 부분에 변형량이 집중적으로 나타나는 현상은 측정 시 양 끝단을 기준으로 측정하였고, 안내면의 가열 후 급격한 냉각으로 수축에 의한 변형으로 사료된다.

Fig. 2는 안내면 길이가 2m인 대형 후레임의 경우로 먼저 열처리 공정 후 가공물의 중양(1000mm 지점)에서 $600\mu\text{m}$ 의 변형량을 나타내고, Fig. 1과 같은 형상으로 변형량이 나타나고 있다. 이 열처리에 의한 변형량을 기초로 실제 측정된 값을 C언어를 이용하여 자체 작성한 Lagrange보간법을 이용한 오차 모델로 변형량을 예측한 값을 점선으로 나타내었다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 Lagrange보간법을 이용한 오차 모델을 이용하여 안내면 길이에 따른 변형량을 예측한 결과를 각 위치에 따라 점선으로 표시하였다. 예측한 결과를 살펴보면 최대 값과 최소 값의 중앙값으로 예측됨을 알 수 있다. 이와 같이 예측된 변형량을 기초로 황삭 가공에 적용하여 가공 후 열처리 공정을 완료 후 변형량을 측정된 결과 열처리 공정 후 가공물의 중양(1000mm 지점)에서 $240\mu\text{m}$ 의 변형량을 나타냈다. 따라서 변형량을 고려하지 않고 열처리한 안내면의 변형량은 $600\mu\text{m}$ (중양, 1000mm), 오차 모델을 이용하여 예측한 변형량을 고려한 황삭 가공한 공작물의 열처리 후 변형량은 $240\mu\text{m}$ 으로 $360\mu\text{m}$ 정도가 개선됨을 알 수 있다.

Fig. 3은 동일한 방법으로 안내면 길이 2800mm인 후레임에서 적용한 결과를 나타내었다.

Fig. 1, Fig. 2 와 Fig. 3의 실험 결과에서 알 수 있듯이 열처리 공정에 의한 변형량이 $600\mu\text{m}$ (안내면 길이, 2000mm)으로 연마

공정에 많은 비작업을 발생 시키는 것을 알 수 있고, 또한 이와 같은 비작업 시간을 최소화하기 위해서 예측된 변형량을 이용하여 황삭 공정에서 반드시 고려 되어야 함을 알 수 있었다.

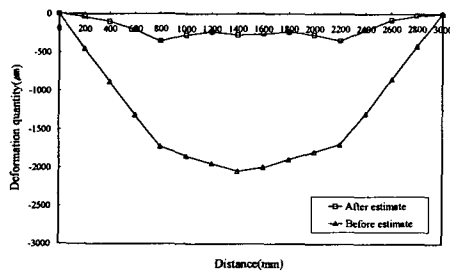


Fig. 1 Relation between according to distance of slideway and deformation quantity.

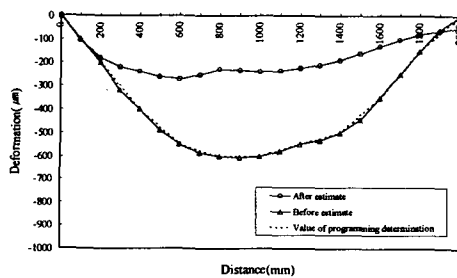


Fig. 2 Relation between distance of slideway and deformation quantity.

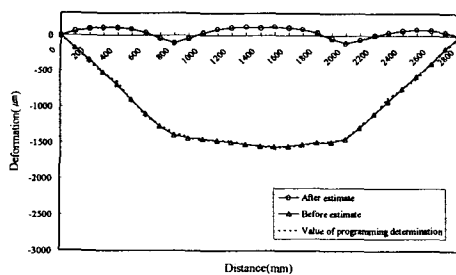


Fig. 3 Relation between distance of slideway and deformation quantity.

4. 결론

열처리 공정에 의한 변형량을 오차 모델을 통해 변형량을 예측하여 황삭 공정에서 예측된 변형량을 고려해 가공을 실시하고, 열처리 공정을 수행함으로써 열처리 공정에 의한 변형량을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구를 통해서 얻은 결과들을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 열처리 공정 중 재질 변형량을 오차 모델을 통해 예측하고, 그 예측량을 열처리 전 공정인 황삭 공정에서 고려가 필요함을 알 수 있었다.
- 2) 1)의 결과를 기초로 변형량을 고려한 가공을 실시함으로써 연마 공정의 비작업 시간을 최소화시키는 하나의 방안을 제시하였다.
- 3) 안내면 길이가 2m인 대형 후레임에서 예측된 변형량을 적용하지 않은 경우 0.6mm의 변형량을 본 연구에서 제시한 예측 변형량을 적용하여 0.24mm로 감소시킬 수 있었다.

참고문헌

1. 이상윤, "최신 금속 열처리", 원창출판사, 1993
2. 김학운, "표면열처리", 원창출판사, 1991
3. 상공자원부, "고성능 고주파 유도가열장치 기술에 관한 최종보고서", 1995
4. 산업 연구원, "고주파 담금질" Vol.4, No.3, 1988
5. 황농문, "열처리 변형", 열처리공학회지, Vol.1 No.1, pp59~65, 1988
6. 한국산업 기술연구소, "최적 열처리 기술과 불량감소 대책", 1989
7. S.L. Semiaton, D.E. Stutz, "Induction

heat treatment of steel” , ASM,
pp.245-257, 1986

8. Nelson stevens, Vol.“induction
Hardening and Tempering”,Metals
Hanbook
9. Steven C. Chapra, Raymond P. Canale,
“Numerical Methods for Engineers”
10. 이덕세, “Lagrange 보간법의 성질에
관한 연구” , 충주공전논문집26, pp.37
7~386, 1992