

# 디스케일 장비설계를 이용한 샤프트 표면가공

김우강\*, 고준빈#

## Surface Machining of Shaft by Descale Machine Design

Woo-King Kim\*, Jin-Bin Ko#

(Received 28 October 2009; received in revised form 6 January 2010; accepted 12 January 2010)

### ABSTRACT

The shaft surface machining is a popular machine for studying descale machine design and process in automobile industry. In this study, the descale design machine of cutting shaft surface was conducted for the detection of a tool failure in surface process. Induction harden surface is used as analyzing function to detect a sudden change in cutting process level. A preliminary stepped workpiece which had a hard condition was cut by the surface tool and a tool process obtained cutting force machine. At machine failure, the results were suddenly increased and the detailed surfaces were extremely obtained.

**Key Words :** Surface Machining(표면가공), Descale Machine Design(디스케일장비 설계), Cutting Force(절삭력), Induction Harden Surface(고주파 열처리 표면), Workpiece(공작물)

### 1. 서 론

자동차용 드라이브 샤프트를 열처리 후 표면에 존재하는 스케일 제거하기 위한 공정을 개발하기 위해서 장비를 설계하여 장비를 제작하고 장비를 사용하여 열처리 스케일 제거하여 표면조도를 향상시키고 그것을 바탕으로 페인트 도포상태를 향상시키기 위한 것이다<sup>[1]</sup>. 기존 장비로는 스케일 제거시킬 수 없어 그것을 응용한 장비 개발과 연구가 필요하다.<sup>[2-4]</sup>

본 연구에서는 표면가공에서 스케일을 제거하기

위해서 스케일장치를 설계 및 제작하여 열처리 후 잔존하는 열처리 스케일 제거하기 위한 것으로 표면에 조도를 향상시키고, 표면에 잔존하는 스케일 제거하여 열처리한 표면에 페인트를 하는데 도포성을 향상시키기 위한 장치설계 및 유효성을 검증하는데 있다. 분체도장은 에폭시 또는 폴리에틸렌계의 분말을 원료로 사용하여 철, 알루미늄 등에 정전기를 이용, 도장하는 방법으로 기존의 액체페인트보다 내식성, 접착성, 내구성 등이 월등히 뛰어나고 특히 부식방지에 뛰어나 고품질의 제품을 만드는데 널리 사용되고 있으며 유럽 등 선진국에서 최초로 개발되어 국내에 도입된 도장 방식으로 그 수요가 날로 확산되고 있다<sup>[2-6]</sup>. 분체도장의 장점으로 산, 알칼리에 강하고 충격에 강하다는 특징이 있고 물에 강하다.

\* 충남대학교 대학원 기계공학부

# 교신저자 : 한밭대학교 기계설계공학과

E-mail : kjb@hanbat.ac.kr

## 2. 디스케일 이론

### 2.1 디스케일 공정

브러쉬를 사용하여 상하이동 및 좌우 이송을 하여 자동차 구동용 샤프트의 표면의 도포 성을 향상시키기 위해서 전처리 공정으로 제품의 표면에 남아 있는 열처리 스케일 제거하는 공정이다<sup>[7]</sup>.

### 2.2 분체도장 원리

자동차용 드라이브 샤프트는 표면외관을 좋게 하기 위해서 분체도장을 실시하는데 페인트 분체도장을 제품표면에 도포하고 베이킹 노에 넣어서 페인트 분체도장을 실시한다. 분체도장 제품은 부식으로 인한 녹 발생을 억제하고 외관을 아름답게 할 수 있다. 분체도장은 고전압 하에서 음으로 대전된 분체를 접지된 피도 물에 분사하여 전기적으로 부착시킨 후 가열 용해하여 도막 화시키는 방법이며, 그리고 한번 부착된 분체도료는 일반적으로 전기 저항이 높아 방전하기 어렵기 때문에 세팅 중에 피도 물에 떨어지는 경우가 없으며, 또한 분체도료는 어느 정도의 두께로 부착하면 분체끼리 서로 크게 반발하게 되어 그 이상의 두께로는 부착하지 않게 되는 성질을 가지고 있다<sup>[7-11]</sup>. 이를 정전 평형 현상이라 부르고 있으며 이러한 현상이 피도물의 도막두께를 균일하게 해 주는 원리이다.

## 3. 실험장치 및 조건

### 3.1 장치 구성도

Fig. 1은 실험 장치의 구성 도를 나타낸 것이다. 제품표면에 조도를 향상시키기 위해서 디스케일 장비를 제작하였다.

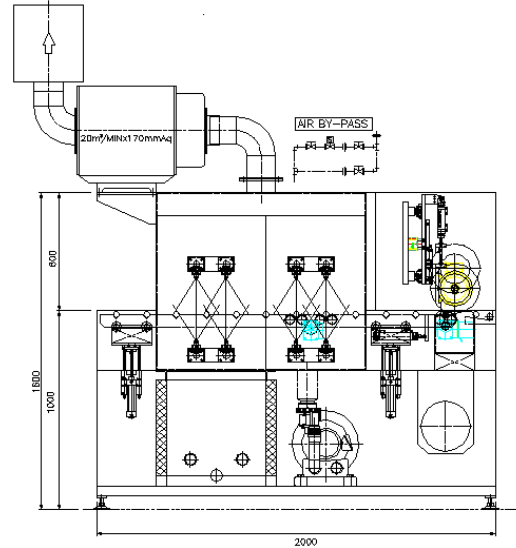


Fig. 1 Experimental set-up

스케일 장치 브러쉬를 상하 및 좌우로 이송하여 제품 표면에 잔존하는 스케일 제거하여 표면조도를 향상시키기 위해서 사용하였고 Fig. 2에서는 시편의 크기와 모양을 나타내었다.

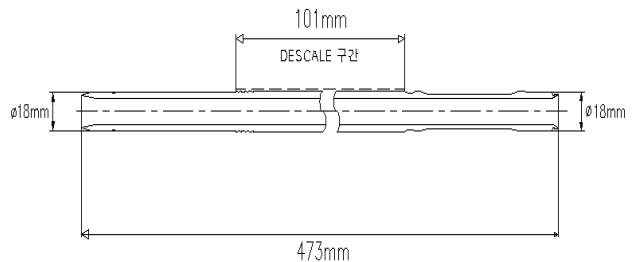


Fig. 2 Size and feature of specimen

### 3.2 실험조건

Table 1은 실험 조건을 나타낸 것이다. 시편의 재질은 SAE1050, 치수는  $\phi 18 \times 473$ mm이다. 시편은 열처리하여 페인트 공정 전으로 제작하였다.

**Table 1 Experimental conditions**

Items	Type
Brush Material	Sus 40
Workpiece Size	$\phi 18 \times 473 \text{mm}$
Brush Size	$\phi 200 \times 30 \text{mm}$
Workpiece Composition	SAE1050M
Machining conditions	Spindle speed : 300~2,000rpm

### 3.3 측정 장치

Fig.3은 본 실험에서의 사용한 표면 거칠기 측정기인 Talyer Hobson사의 Form Talysurf Series이다.

드라이브 샤프트의 디스케일한 표면의 표면거칠기를 측정(Ra)하였다.



**Fig. 3 Photograph of Form Talysurf Series set up for force measurement system**

## 4. 실험결과 및 고찰

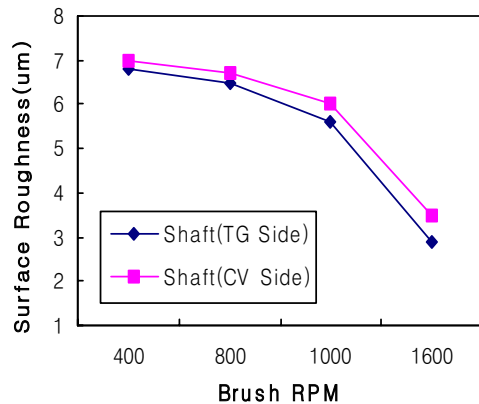
본 연구는 브러쉬 주축회전속도, 깊이, 이송속도를 주요 변수로 하여, 표면 거칠기를 측정, 스케일 장비의 설계를 통한 브러쉬 특성을 고찰함으로써 스케일 장비의 절삭조건과 장비특성을 찾아내기 위한 것이다.

### 4.1 회전속도 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 4은 브러쉬 회전속도가 400~1,000rpm에서 각각의 회전속도에 따른 표면 거칠기를 측정한 결과이다.

브러쉬 회전속도를 400~1,600rpm 까지 변화시켰으며, 그 결과 800rpm이상에서는 브러쉬 회전속도에 변화에 따른 표면 거칠기의 변화는 거의 없으며, 1,000rpm 미만에서는 표면 거칠기가 변화가 없었다. 표면 거칠기의 변화는 거의 같은 경향을 나타냈으며, 그런데 회전속도 1,600rpm 일 때 표면 거칠기는 매우 양호하게 나타났다. 그리고 1,000rpm 미만에서 표면 거칠기가 변화가 없었던 것은 브러쉬 회전에 따른 열처리 스케일을 제거가 악화되는 것은 스케일의 배출이 늦어지면서 상대적으로 디스케일 능력이 증가하기 때문으로 사료된다.

실험 결과로 브러쉬의 디스케일 능력은 주축회전속도를 1,000rpm 이상으로 공작물을 가공하는 것이 제품의 표면거칠기 향상에 도움을 주며, 약 1,600rpm정도가 적합한 것으로 사료된다.



**Fig. 4 Relation between surface roughness and rotating speed at principal axis(RPM) of brush**

### 4.2 깊이 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 5은 브러쉬 깊이를 10~40mm까지 변화시켜서 각각의 브러쉬 깊이에 따른 표면 거칠기를 측정한 결과이다.

일반적인 브러쉬 가공에 있어서 이론적 표면거칠기 값은 깊이에 영향을 받지 않는다. 이러한 것은

절삭깊이가 아주 작을 경우의 칩 배출 과정은 주로 러빙(rubbing)이나 버닝(burnsing)같은 소성변형에 의해 원활하게 이루어지지 못하며, 소성 변형을 일으킨 표면에서는 큰 잔류 응력이 형성되어 표면의 질에 악영향을 끼치기 때문이다.

브러쉬는 완전하게 날카롭지 못하므로 브러쉬 끝 부분을 확대하여 모델화하면 실린더 형으로 가정할 수 있다. 이 때 실린더 부분에 작용하는 힘을 플로잉 힘(plowing force)이라고 한다. 일반적인 가공에 있어서는 깊이가 브러쉬 끝단 날끝 반경에 비하여 상당히 크기 때문에 플로잉 힘이 전체 절삭력에 미치는 영향은 거의 없어 무시할 수 있지만, 절삭 깊이가 감소할수록 플로잉 힘은 비례적으로 커져 무시될 수 없게 된다. 브러쉬 가공에서는 이러한 치수 효과를 잘 보여준다. 이러한 결과로부터 미소 절삭 시 표면 거칠기는 절삭 깊이의 증가와 관련이 있다고 할 수 있다.

실험 결과 조건은 가공 효율성을 고려할 때 깊이는 30mm일 때 가장 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있었다.

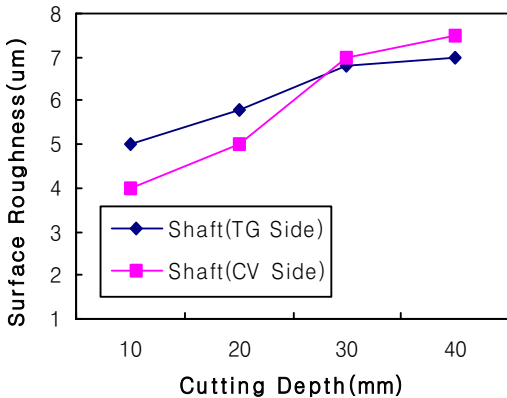


Fig. 5 Relation between surface roughness and cutting depth

경향을 볼 수 있으며, 이러한 실험 결과는 이송방향의 표면 거칠기는 브러쉬 반경과 공작물의 1회전 당 이송 량의 관계에 의하여 기하학적으로 결정되는 이론적 표면 거칠기와 유사한 경향을 나타내고 있다. 가장 양호한 표면 거칠기를 보이고, 실험결과는 일반적으로 브러쉬 속도가 커짐에 따라 표면 거칠기는 양호하게 나타나는 이론적인 거칠기와 비슷한 경향의 측정결과를 나타내었다.

정량적인 실제 가공면의 거칠기는 불확정인자인 진동이나 처짐 등의 동적 현상, 공구 형상에 따른 러빙 특성 등에 의하여 영향을 받으므로 실제의 표면 거칠기는 예측치 보다 크게 된다.

브러쉬 장비의 진동과 외부 환경 변수들이 절삭 과정에 미치는 영향은 이송이 작은 범위에서 크게 작용하게 되며 이러한 영향보다 이송의 영향이 가공면의 표면 거칠기에 더 크게 작용하고 있음을 볼 수 있다. 따라서 70,000mm/sec 정도의 이송속도로 가공을 할 경우 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있을 수 있다.

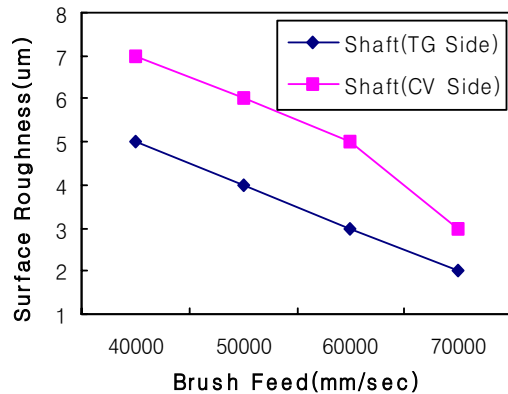


Fig. 6 Relation between surface roughness and brush feed

### 4.3 이송속도변화에 따른 표면거칠기

Fig. 6는 이송속도를 40,000~70,000mm/sec로 각각의 이송속도에 따른 표면 거칠기를 측정된 결과이다.

이송속도가 증가하면서 표면 거칠기가 나빠지는

### 4.4 시간 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 7은 절삭시간을 8~20sec로 변화시켜서 각각의 시간에 따른 표면 거칠기를 측정된 결과이다.

8~15sec까지 브러쉬 시간을 단계적으로 변화시켰으며, 그 결과 15sec이상에서는 브러쉬 시간에 변화에 따른 표면 거칠기의 변화는 거의 없으며

8~15sec 미만에서 표면 거칠기가 양호하게 나타났다. 시간에 변화에 따른 표면 거칠기의 변화는 거의 같은 경향을 나타냈으며, 15sec 이상에서 표면 거칠기가 변화가 없었던 것은 브러시의 회전에 따른 열처리 스케일을 제거가 악화되는 것은 스케일의 배출이 늦어지면서 상대적으로 디스케일 능력이 증가하기 때문으로 사료된다.

이런 실험 결과로 브러시의 디스케일 능력은 가공시간은 15sec까지로 공작물을 가공하는 것이 제품의 표면 거칠기 향상에 도움을 주며, 약 15sec에서 가장 적합한 것으로 사료된다.

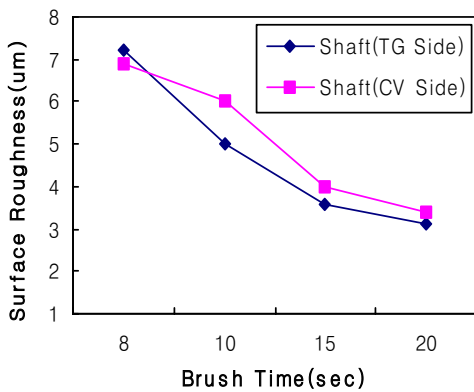


Fig. 7 Relation between surface roughness and processing time of brush

### 5. 결론

본 연구에서는, 디스케일장비를 설계 및 제작하여 가공 특성을 파악하기 위하여 공구의 회전속도, 이송속도, 및 깊이 및 시간에 따른 표면 거칠기를 측정하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 소재 가공에 관한 브러쉬 특성을 통하여 브러쉬의 가공조건은 브러쉬 회전속도가 1,600rpm일 때, 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있었다.

2. 이송속도는 70,000mm/sec, 깊이는 30mm일 때 가장 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있었다.
3. 브러쉬 회전속도는 1,600rpm, 깊이 30mm로 하면 제품의 표면 거칠기가 양호한 결과를 얻을 수 있었다.
4. 브러쉬 시간은 8~15sec까지는 극격하게 표면 거칠기가 양호하게 나타났으며, 15sec이상에서는 표면 거칠기 일정하게 유지되었다.

### 참고문헌

1. Jung, S. K. and Lee, S. H., "A Guide of shot peening Processing," Se Hwa Publishing Company, pp. 6-12, 2001.
2. Gillespie, R. D., "Its Effect on Process Consistency and Resultant Improvement in Fatigue Characteristics," Proc. of the 5th International Conference on Shot peening, Vol. 1, Oxford, pp. 81-90, 1993.
3. Wohlfahrt, H., "The Influence of Peening Conditions on the Resulting Distribution of Residual Stress," Proc. of the 2th International Conference on Shot peening, Vol. 1, Chicago, pp. 316-331, 1984.
4. Rowe, W. B., Black, S. C. E. and Mills, B., "Experimental Investigation of Heat Transfer in Grinding", Annals of CIRP, Vol. 44, No. 1, pp. 329-332, 1995.
5. Eshghy, S., 1967, "Thermal Aspects of the abrasive Cutoff Operation. Part 1-Theoretical Analysis," ASME journal Engineering for Industry, Vol. 89, pp. 356-360.
6. Wang, D. H., "A Study on the Machine Surface Morphology of Laminate Composite", KSPE, Vol. 12, pp. 130-138, 1995.
7. Asai, S., Taguchi, Y., Horio, K., Kasai, T., "Measuring the Very Small Cutting-Edge Radius for a Diamond Tool Using a New Kind of

- SEM Having Two Detectors”, Annals of the CIRP, Vol. 39, No. 1, pp. 85-88, 1990.
8. McKeown, P., “Manufacturing - how small can we go The challenge and opportunities of the nanometer age”, The British Association Lecture, 1996.
  9. Chitra Dorai, “Registration and Integration of Multiple Object Views for 3C Model Construction“, IEEE Transaction on Pattern analysis and Machine Intelligence, 1998.
  10. Shimada, S., Ikawa, N., Tanaka, H. J., Uchikoshi, "Structure of Micromachined Surface Simulated by Molecular Dynamics Analysis", Annals of the CIRP, Vol. 43, Jan., pp. 51-54, 1994.
  11. Hong, M. S., Oh, W. K., Park, S. K., 2000, “Automotive engineering”, Won Chang Publishing Company, pp.215-222, 1994.