

기어 그라인딩 장비 가공조건 최적화에 대한 실험적 연구

An Experimental Research for the Optimization of the Gear Grinding Machine's Operating Condition

이현구† · 김무석 · 황선양 · 권오준 · 강구태*

Hyun Ku Lee, Moo Suck Kim, Sun Yang Hwang, Ojun Kwon, Koo Tae Kang

Key Words : Gear Noise, Grinding machine, Feeding Speed, Cutting Oil, Worm Wheel, Tooth Profile

ABSTRACT

To improve the gear noise quality, gear tooth grinding machine are widely used in automotive industry. While using the gear profile grinding machine to improve the gear tooth quality of the transmission, several defects such as chattering, tooth waves that cause the gear noise occasionally happened. But it is very difficult to solve that problem, because there is no one who knows the setting up the optimal grinding condition appropriately. The abnormal manufacturing conditions which make the gear noise make the engineer to spend a lot of time, effort, and money. Due to demands for solving the serious abnormal gear noise happened in the new FF 6th stage automatic transmission in the mass product stage, the vibration checking process in the worm wheel axis, work rotation and fixed axis of the grinding machine were adapted to find the root causes. As a result, gear profile wave are affected by the work rotation axis's unbalance which is caused by worm wheel feeding speed. And a primary and the secondary grinding feeding speed, cutting oil, work fixed forces are also proved as the important factors. After setting up the grinding condition reported in this paper, it was adapted successfully to the grinding machine to manufacture the new FF 6th speed automatic transmissions' output gear. The gear noise was dramatically disappeared and the process and results will offer good guides to the engineers who manufacture the gear with the grinding machine.

1. 서 론

그라인딩 공법은 변속기 기어소음의 품질을 한 단계 높인 공법이다. 기어가공시 발생하는 채터링, 웨이브, 돌기 형상과 같은 표면 불량은 가공시, 장비의 진동에 의해서 발생되기 때문에 전류 신호를 이용하여 검출해 내는 것은 쉽지 않다[1]. 국내에서는 공구의 진동을 이용하여 치면 연삭 가공품질을 모니터링 하는 시스템에 대한 연구가 있었다[2].

이 연구에서는 그라인딩 장비의 워휠축, 워크고정축, 회전축 등에 진동센서를 설치하여 여러 가공 조건에서 실험을 실시하여, 각각의 장비와 가공조건에 따른 진동특성과 치형데이터 분석을 통하여 발생한 원인과 해결방안, 그리고 최적화에 대한 연구가 진행되었으며, 이를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 연삭기 워크 회전축의 언밸런스(Unbalance)가 문제 치형 웨이브를 만든 원인이다. (2) 발생된 문제를 최소화 하기 위하여, 치면 연삭의 초벌가공

과 정밀가공인 재벌가공 조건을 최적화 하였다. (3) 동일 모델의 치면 연삭기라도 각각의 최적 가공조건은 서로 상이함을 확인하였으며, (4) 가공시 워크를 고정하는 워크 압입력과 절삭유에 따른 영향성을 파악하여 최적화하였다.

2. 본 론

2.1 치면연삭기 진동과 결과

(1) 가공조건과 진동특성과 치형

Fig. 1은 가공 조건에 따른 회전축 상의 진동데이터를 보인 것으로 문제가 발생하는 조건에서 워크가 600rpm으로 회전하는 동안 1회전에 약 10회 정도의 웨이브 진동이 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 영향으로 치형 형상에 웨이브 현상이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

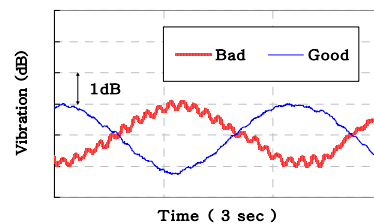


Fig.1 Vibration data of the bad and good

† 교신저자 ; 현대자동차

E-mail : hk-lee@hyundai-motor.com
Tel : (031) 368-2380, Fax : (031) 368-6095

* 현대자동차

(2) 가공조건에 따른 장비 특성

Fig.2 는 동일 조건의 동일모델 ‘ A ’ , ‘ B ’ 두 장비에서 가공한 결과를 나타낸 것으로 동일한 가공조건에서도 상이한 치형상 결과를 보인 것을 알 수 있으며, ‘ B ’ 장비가 상대적으로 ‘ A ’ 장비 대비 가공안정성이 우수하다는 것을 확인할 수 있다.

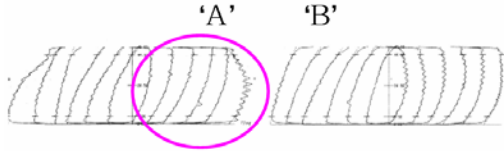
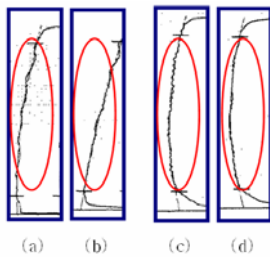


Fig.2 A comparing of gear profiles in the same condition of the ‘ A ’ and ‘ B ’ machines

(3) 워크 압입력의 영향

Fig. 3 은 워크압입력에 따른 기어 가공품의 치형상적서를 나타낸 것이다.



(a) ‘ A ’ : 700N, (b) ‘ A ’ : 500N
(c) ‘ B ’ : 500N, (d) ‘ B ’ : 600N

Fig.3 A comparing of the tooth profile of the ‘ A ’ and ‘ B ’ grinding machine

(4) 절삭유의 영향

Fig.4 는 합성유와 광유 두 가지 절삭유에 따른 진동결과로 합성유가 광유 대비 진동이 유리한 것을 확인 할 수 있다.

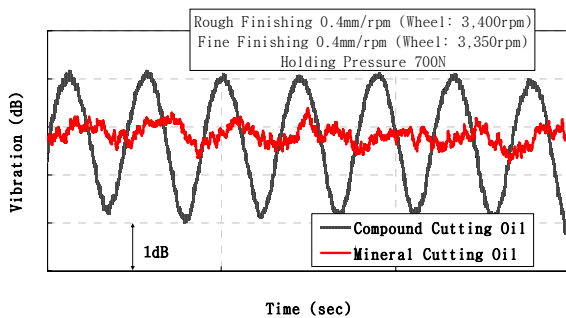


Fig.4 A comparing of the vibration level of the compound and mineral cutting oil

2.2 가공조건최적화

Fig. 5 는 가공조건을 최적화 하여 제작된 기어를 가지고 대상 시험을 실시한 결과를 보인 것으로 개선후 대상에서 소음과 진동 측면에서 약 30~40dB 정도의 개선효과가 있는 것을 확인할 수 있다.

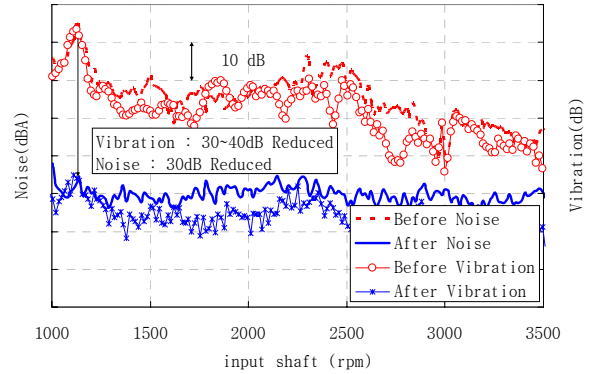


Fig. 5 Noise and vibration level after optimizing the manufacturing condition

3. 결론

이 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 이상 기어 소음이 발생된 원인은 가공시 발생하는 치면연삭기의 워크 회전축의 언밸런스와 관련이 있다.

(2) 발생된 문제를 개선하기 위하여, 치면 연삭의 초벌 가공과 재벌 가공 조건의 선정에 대하여 기준을 마련하였으며, 동일 모델이라도 치면 연삭기마다 최적의 가공조건이 상이함을 확인하였다.

(3) 가공시 워크를 고정하는 압입력과 절삭유에 따라 그 결과가 변경된다는 것을 확인하였고, 최적의 조건을 선정하였다.

(4) 기어 가공 최적 조건을 선정하여 문제소음과 진동을 각각 30dB 이상 개선하였다.

참고 문헌

(1) Altinas, Y. and Weck, M., 2004, , “ Chatter Stability of Metal Cutting and Grinding,” CIRP Annals Manufacturing Technology, 53(2) : pp. 619~642.
(2) Park, S. S., Min, B. K., Lee, S. J., Shin, S. J., Choi, H., 2008, “The Development of the Gear Profile Grinding Machining Quality Monitoring System Using Tool Vibration Signal,” KSAE08-S0233, pp. 1406~1411.