

등속조인트 Ball Groove 측정시스템 개발에 관한 연구

박광수¹, 김봉준¹, 장정환¹, 문영훈¹

Development of CV Joint Outer Race Ball Groove Measurement System

K. S. Park, B. J. Kim, J. H. Jang, Y. H. Moon

Abstract

The outer race of CV(constant velocity) joint is an important load-supporting automotive part, which transmits torque between the transmission gear box and driving wheel. The outer race is difficult to forge because its shape is very complicated and the required dimensional tolerances are very small. The forged CV joint investigated in this study has six inner ball grooves requiring high operational accuracy. Therefore, the precise measurement of forged CV joint is very important to guarantee the sound operation without noise and abnormal wear.

In this study, unique in-situ measuring system designed specifically to measure the dimensional accuracy of six inner ball grooves of CV joint has been developed and implemented in shop environments. Newly developed system shows high measurement accuracy with simple operational sequence.

Key Words : CV joint, Outer Race, Ball Groove, Cold Forging, LVDT Sensor, GUI

1. 서 론

등속조인트는 자동차 구동축과 수동축과의 동력전달에서 회전속도의 변동 없이 두 축의 접점을 축의 교차각의 2 등분선상에 있게 하여 등속으로 동력을 전달하는 자동차용 부품으로 외륜(Outer race), 내륜(Inner race) 및 볼(Ball)등이 정밀하게 결합되어 있기 때문에 특히 외륜의 Ball Groove 치수정밀도가 나쁠 경우 차량 회전시 떨림이나 이상음이 발생할 수 있어 높은 정밀도를 요구하는 부품이다[1].

등속조인트부품 중 하우징은 형상이 복잡하며 높은 정밀도 및 다단계의 성형공정이 요구되고 기계가공에 비용이 많이 소요되므로 가능한 한 최종제품에 가까운 형상으로 단조 성형하기 위한

연구가 활발히 진행되고 있다[2]. 단조공정으로 생산된 등속조인트의 경우 6 개의 내면 그루브(Groove)를 가지고 있고 매우 정밀하게 작동되는 부품이다. 이러한 부품의 특성상 그루브의 생산후 치수오차 측정은 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 방법으로 측정이 어려웠던 등속조인트의 내면그루브를 측정하는 시스템 개발에 관하여 연구 하였다.

2. 등속조인트 Ball Groove 측정시스템 개발

Fig. 1 은 본 실험을 위해 제작한 시스템의 전체도를 나타낸다. CV Joint Ball Groove Measurement System 에서 측정된 데이터들은 DAQ 보드를 통과

1. 부산대학교 정밀기계공학과 / 정밀정형 및 금형가공 연구센터

교신저자 : yhmoon@pusan.ac.kr

하여 Lab View로 프로그래밍 된 PC의 GUI로 전달되게 된다. 측정 데이터들은 범용 스프레드시트 프로그램인 Microsoft EXCEL (*.xls) 파일로 저장되고, 데이터는 TCP/IP 연결로서 인터넷을 통해 현장이 아닌 곳에서도 실시간으로 받아 볼 수 있게 하였다.

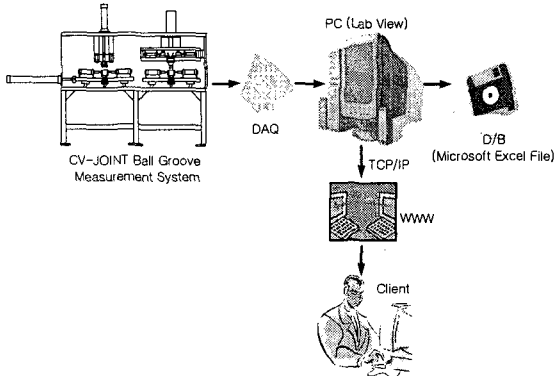


Fig. 1 System overview

3. 등속조인트 Outer Race Ball Groove 측정 원리

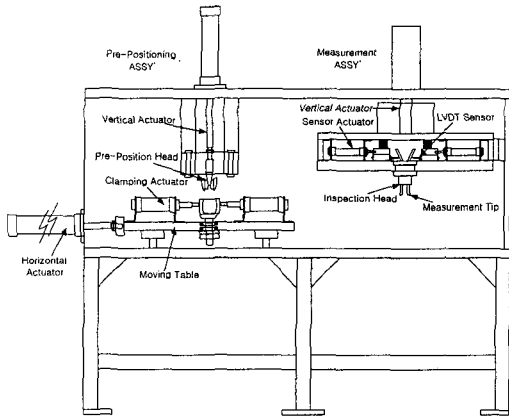


Fig. 2 CV Joint measurement system

Fig.2 는 CV Joint Outer Race Ball Groove의 치수정밀도를 측정하기 위해 측정시스템을 나타낸 것이다. 먼저 냉간 2 공정을 거치면서 생산 완료된 CV Joint Outer Race를 측정시스템에 장착하게 되고, 제품과 측정센서와의 위치를

정확히 맞추기 위해 Pre-Position 과정을 거치게 된다. 이렇게 고정된 CV Joint Outer Race는 Moving Table을 통해 Measurement ASSY'로 전달되게 되고, 전달된 CV Joint는 Inspection 헤드로서 내면 Ball Groove를 측정하게 된다. 측정부의 센서는 저렴한 가격에 비해 높은 정도를 자랑하는 LVDT 변위센서를 사용하였고, CV Joint의 내경이 협소한 관계로 변위센서를 외부에 장착하여 측정할 수 있도록 지렛대 구조의 지그 설계를 통해 외부에서 측정을 할 수 있도록 제작하였다. 이렇게 측정된 데이터는 컴퓨터로 전송되게 되고 세부측정 데이터를 받아 볼 수 있다.

4. Ball Groove 측정시스템의 측정부 헤드

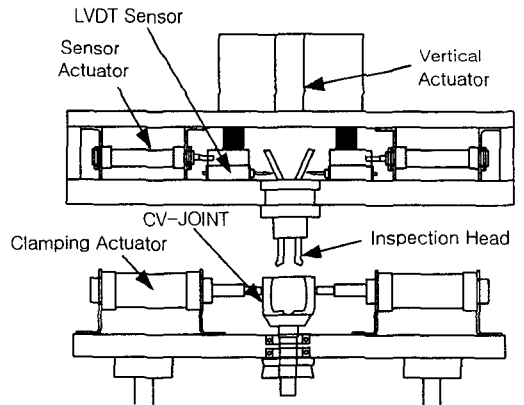


Fig. 4 Measurement ASSY'

Fig.4 는 측정부 ASSY'를 나타낸 것이다. 초기 위치가 정해진 CV Joint는 이동테이블에 의해 Measurement ASSY'로 이동하게 되고, 이동된 테이블에서 Vertical Actuator를 통해 수직 하강된 측정헤드에 의해 Ball Groove 내면을 측정하는 원리이다. Ball Groove 내면에 측정 끝단이 밀착되어 내면 데이터 값을 읽어 들일 수 있도록 Sensor Actuator가 센서마다 연결되어 있다. Actuator를 통해 이동된 LVDT 센서가 내면 Groove의 정확한 데이터를 읽어 들이게 된다.

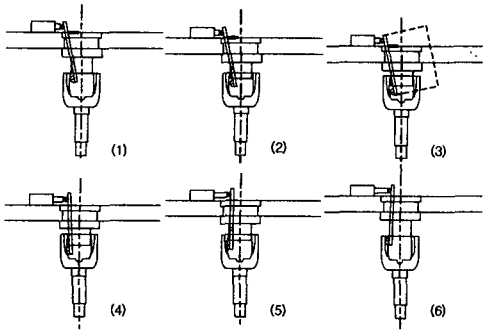


Fig. 5 Principle of the measurement head operation

Fig.5 는 지렛대 원리로 설계된 CV Joint Ball Groove 내면 측정 시스템의 측정헤드 작동원리를 나타낸 것이다. (1)에서 (3)까지 진행되는 동안 수직테이블이 내려가서 CV Joint Ball Groove 내면을 따라 측정부 끝단이 내려가게 되고 이후 (4)에서 Sensor Actuator 가 작동되어 지렛대의 원리로 밀어주게 되고 이때 측정부 끝단이 Ball Groove 를 따라 밀착되게 된다. 이 상태에서 (5)와 (6)을 지나며 Ball Groove 의 면을 따라 이동된 LVDT 센서의 값을 읽어 들이게 된다.

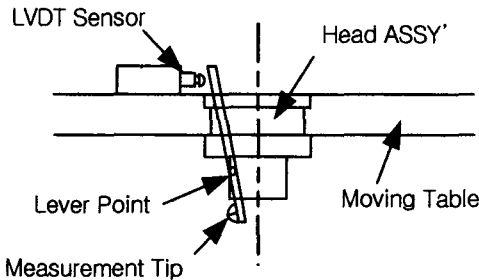


Fig. 6 Detail view of the measurement head

Fig.6 은 측정 헤드부의 상세도를 나타낸 것이다. 측정부 끝단에서의 이동 값을 지렛대의 원리를 이용하여 LVDT 센서가 데이터 값을 받아들이는 구조이다. 설계상 Lever Point 의 위치가 LVDT 센서의 끝단과 측정 팁 끝단과의 정 중앙에 위치하지 못했다. 이 차이 값은 비례식을 사용하여 프로그래밍 적으로 보정하여 정확한 값을 나타낼 수 있도록 하였다.

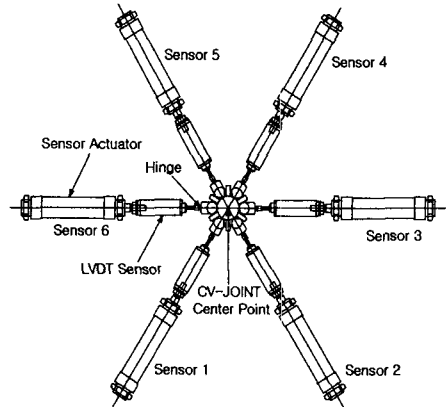


Fig. 7 LVDT sensor and Actuator of the 6 Directions

Fig. 7 은 Table 위에 장착된 6 개 방향 LVDT Sensor 와 Actuator 를 나타낸 것이다. 60°의 분할 각도를 갖고 CV Joint Outer Race 내면으로 측정 팁이 들어갈 때는 Actuator 가 후진 한 상태에서 측정 팁이 내면으로 들어간 후에 Actuator 가 전진하게 되고, 이때 Actuator 앞부분에 장착된 LVDT Sensor 가 전진하게 되면서 Hinge 로 연결된 지렛대를 밀게 된다.

5. 완성된 시스템



Fig. 8 Picture of the CV Joint measurement system

Fig. 8 은 완성된 CV Joint Ball Groove 측정 시스템을 나타낸다. 각각의 Actuator 를 제어 할 수 있는 스위치와 유공압 장비, 인디게이터, LVDT 센서 컨디셔너, 컴퓨터등으로 이루어져 있다.

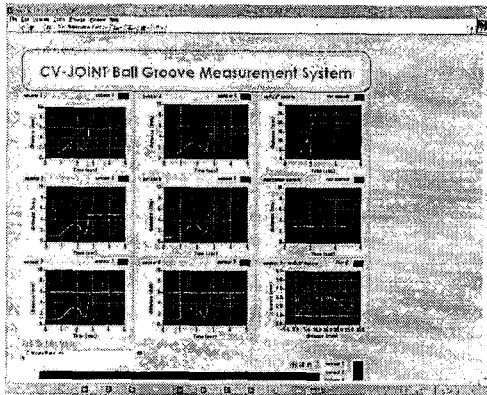


Fig. 9 Graphic user interface of the CV joint measurement system

Fig.9 는 측정시스템의 사용자 인터페이스(GUI)를 나타낸 것이다. CV Joint 를 측정한 데이터 값들이 그래프로 나타나게 되고 각각의 센서 정보 및 획득 데이터 값을 저장하게 된다. 저장된 데이터는 가장 많이 사용되는 범용 스프레드시트인 Microsoft EXCEL 파일로 저장되게 된다. 획득된 데이터를 기반으로 한 그래프의 비교를 통해 한눈으로 쉽게 측정된 CV Joint Outer Race 의 내면 Ball Groove 를 확인 할 수 있고, 보다 정밀한 비교 분석이 필요할 때 저장된 EXCEL 파일을 열어 분석해 볼 수 있다. 본 시스템에서는 초당 1 만번의 데이터까지 획득할 수 있는 DAQ 카드를 장착하였으며 EXCEL SHEET 에는 5 초간 획득한 5 만개의 데이터를 그래프 상으로 나타내어주고 EXCEL SHEET 로 저장하게 된다.

6. 결 론

본 연구에서는 CV Joint Ball Groove 치수 불량 문제 해결에 관한 객관적이고 신뢰성 있는 결합 발생 원인을 분석하고 이에 따른 금형 재설계를 통한 정밀제품 생산에 기여하기 위하여 전수 검사용 Ball Groove 측정 시스템을 개발 하였다.

(1) 본 실험을 통해 CV Joint 최종 제품의 Ball Groove 치수 정밀도의 확보가 가능하게 되었다.

(2) 국내에서 유일하게 전수 검사용 CV Joint Ball Groove 측정 시스템을 제작, 구축하였다.

본 연구에서는 정밀한 3 차원 측정이 가능한 CV Joint Ball Groove 전용 측정 시스템을 구축하고 평가 할 수 있는 첫 번째 시스템으로도 그 의미가 더욱 크다고 할 수 있다.

(3) 인터넷과의 연결을 통해 손쉬운 데이터 확보가 가능하게 되었다. 이는 매우 편리한 기능으로서 현장과 떨어진 곳의 연구소나 설계실에서 실시간 적으로 생산되고 있는 제품의 치수를 확인 해 볼 수 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부 중소기업 신뢰성 향상 지원사업의 일환으로 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Jan-Welm Biermann, 1999, Measurement System for CV Joint Efficiency, SAE 1999-01-0936
- [2] 조휘창, 박인송 “자동차 중고재생 등속조인트와 스티어링 기어박스의 성능과 활용 효과에 대한 연구” 한국자동차 공학회 논문집, 제 10 권, 제 5 호, 2002, pp199 ~ 205
- [3] Altan, T., Boulger, F.W., Becker, J.R., Akger man, N. and Henning, H. J., 1973, "Forging Equipment, Materials, and Practices," MCIC HB 03, Battelle Columbus Laboratories, Columbus, OH.
- [4] Pale, J.A., Shivpuri, R. and Altan, T., 1992, "Recent Developments in Tooling, search in Cold Forging of Complex Parts, "J of Mterials Processing Technology, Vol. 33, pp 1 ~ 29
- [5] Fujikawa, S., Yoshioka, H and Shimamura, S, 1992, "Cold and Warm Forging Applications in the Automotive Industry," J. of Materials Processing Technology, Vol. 35, pp.317 ~ 342
- [6] KOMATSU Ltd., 1982, "KOMATSU Warm and Cold Forging System : Constant Velocity Joint Forging Line," FESA-E-G-003
- [7] Kobayashi, S., Oh, S, I and Altan, T., 1989, "Metal Forming and the Finite Element Method," Oxford Univ. Press.