

압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치에 관한 연구

최창환*(성균관대 대학원 기계공학과), 허 용(성균관대 기계공학과),
김형익(성균관대 기계설계학과), 석창성(성균관대 기계공학과)

A study on the hydraulic limited slip differential system by pressure generator

C. H. Choi (Mech. Eng. Dept., SKKU), Y. Huh(Mech. Eng. Dept., SKKU),
H. I. Kim(Mech. Design Eng. Dept., SKKU), C. S. Seok(Mech. Eng. Dept., SKKU)

ABSTRACT

The limited slip differential(LSD) is a device which enables the driving force to be transmitted from one slipping wheel to another wheel in such case that the car is stuck in clay or snow. When the unwanted slipping occurs on one wheel, the LSD temporarily restrains the differential motion to transmit the driving force in the other wheel. So far, many types of LSD were developed such as mechanical lock type, disk clutch type, viscous coupling type, torsion type and multiple clutch type. we designed a new type of the hydraulic LSD which uses the principle of trochoid gear pump.

Key Words :Differential gearing device(차동장치), limited slip differential(차동제한장치), Hydraulic limited slip differentials(유압식 차동제한장치), Pressure generator(압력발생장치)

1. 서론

차동장치(differential gearing device)는 동력전달 축으로 들어오는 동력을 양쪽 바퀴 축에 분배해 주며, 두 축 사이의 속도 차이가 있어야 할 때는 자동적으로 구동바퀴 회전차에 의한 토크(torque)를 분배함으로써 원활한 주행이 가능하도록 하는 장치이다.

그러나 차동장치는 회전차에 의한 토크를 분배하기 때문에 한쪽 바퀴가 진흙이나 눈길에 빠져 슬립이 일어나면 다른 바퀴는 토크가 전달되지 않아 주행이 불가능해진다. 이와 같은 차동장치의 단점을 보완한 것이 차동제한장치인데, 차의 구동 바퀴 한쪽이 진흙이나 눈길에 빠져 슬립이 일어나게 되면 차동장치의 기능을 일시적으로 제한시켜 다른 구동 바퀴 쪽으로도 토크를 전달하여준다. 따라서 차동제한장치가 설치된 자동차는 한쪽 구동 바퀴가 진흙이나 눈길등 마찰이 적은 곳에 빠져도 쉽게 빠져 나올 수 있다.

현재 이러한 차동제한장치는 대부분 고가이고 구조가 복잡하기 때문에 일부 고급차량에만 적용되고 있으며, 특히 국내에서는 아직까지 이에 대한 기술 자립도가 거의 없는 실정이다.³

지금까지 개발되어 있는 차동제한장치는 기계식 록 방식, 마찰클러치 방식, 비스커스 커플링 방식, 토오센 방식, 다판클러치 방식 등이 있으며, 대부분 일본, 미국의 자동차 메이커 및 전문 부품업체에서 특

허를 보유하고 있다.⁴ 이에 따라 석창성 등은⁵ 기존의 차동제한장치와 원리가 다른 유압식 차동제한장치의 개발을 시도하고 있다. 압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치는 트로코이드 기어펌프의 원리를 이용한 것으로, 압력발생장치는 사이드 피니언 기어 사이에 설치, 발생하는 압력으로 사이드 피니언 기어 후면에 위치한 마찰판을 밀어주어 차동기능을 제한하는 장치이다.

본 논문에서는 압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치를 설계하여 제작하고 토크 테스트를 통한 성능을 평가하여 실제 차량에의 적용 가능성에 대해 알아보았다.

2. 압력발생장치를 이용한 차동제한장치 작동원리 및 제작

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 트로코이드 기어 원리를 이용한 압력발생장치는 양 끝이 사이드 피니언

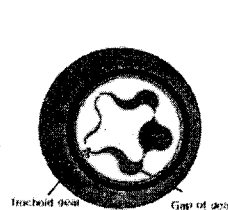


Fig. 1 Trochoid gear

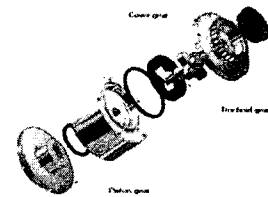


Fig. 2 Pressure generator

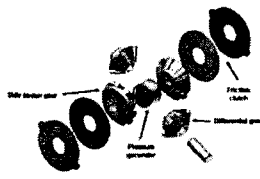


Fig. 3 Component of LSD with a pressure generator

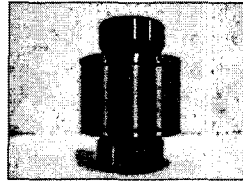


Fig. 4 Pressure generator

기어와 맞물려 있어 차량의 한쪽 구동축에서 슬립이 발생하면 구동축의 상대 운동에 의해 압력발생장치 내부의 트로코이드 기어는 회전을 하게 된다. 트로코이드 기어가 회전을 하면 유압이 발생하게 되며 피스톤 기어가 빠져 나와 사이드 피니언 기어 후면의 마찰판을 압착시켜 마찰력에 의해 차동제한 기능을 수행하게 된다. Fig. 2와 Fig. 3은 압력발생장치와 차동제한장치의 구성품을 나타낸것이며, Fig. 4와 Fig. 5는 H사 P모델을 기준으로 제작한 압력발생장치와 압력발생장치를 설치한 차동제한장치를 나타내었다.

3. 토크 측정 시험

압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치의 성능 시험을 위해 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 동력 계통의 모터, 드라이버 샤프트, 종감속기어, 차동장치, 구동축으로 이루어진 시험장치를 구성하였다.

양쪽 구동축에는 다양한 노면 마찰조건을 줄 수 있도록 브레이크를 설치하고 볼트를 이용하여 볼트의 체결력으로서 디스크의 회전을 제어하여 마찰조건을 조정할 수 있도록 하고, 타코메타를 설치하여 구동 시 구동축의 회전수의 비율로서 마찰조건을 정하였다. 한쪽에는 로드셀을 장착하여 차동 발생 시 차동제한장치에 의한 차동제한력을 측정할 수 있도록 하였다.

4. 시험결과 및 고찰

1단 조건인 50RPM ~ 150RPM, 슬립조건을 100%로 하여 시험을 수행하였으며, 측정범위 0~5000N인 로드셀을 바퀴의 반지름인 230mm 떨어진 지점에 부착하여 실제 차량의 구동력을 측정후 토크로 환산하였다.

Fig. 7에서 나타낸 바와 같이 측정한 토크는 50에

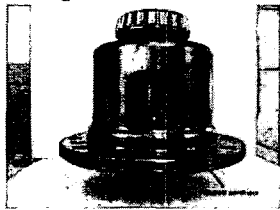


Fig. 5 LSD by pressure generator

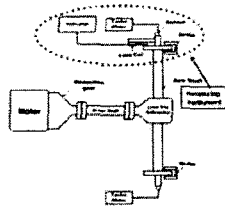


Fig. 6 Schematic diagram of LSD test bed

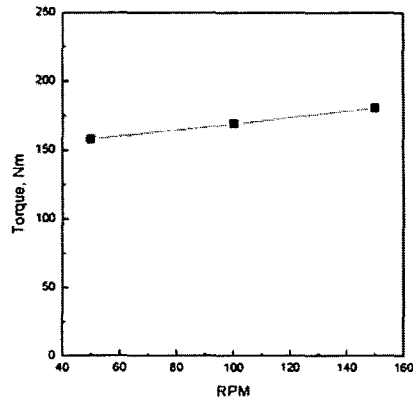


Fig. 7. Toque as RPM

서 150 RPM일 때 약 160에서 180 Nm로 선형적인 증가 경향을 보였으며, 이로서 충분한 구동력이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치를 제안하였으며, 이를 제작하고 성능실험을 통하여 그 가능성을 검토하였다.

시제품에 대한 시험 결과 충분한 구동력이 발생되는 것을 확인할 수 있었으며, 이로서 압력발생장치를 이용한 유압식 차동제한장치의 적용 가능성을 확인하였다.

후기

본 연구는 BK21 사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. M. Kenji, "Differential gear", United States Patent, No.5, 1999.
2. C. G. Lee, S. J. Lee, K. S. Lee, "Differential Gear Model and its Influence on Vehicle Dynamics", Fall Conference Proceeding of Korea Society of Automotive Engineer, Vol. 6, No. 2, pp 21~31, 1994.
3. J. S. Lee, K. H. Kim, H. J. Kim, H. S. Kim, "Analysis of 4WD Viscous Coupling Characteristics at Steady State", Transactions of Korea Society of Automotive Engineer, Vol. 6, No. 2, pp 21~31, 1994.
4. Korea Society of Automotive Engineer, "Handbook of Automotive technology", pp. 240-250, 1996.
5. C. S. Seok, "Differential Gearing Device With Capacity of Limiting Differential", International Patent, No. PCT/KR01/67111, 2001.