

# 다판클러치식 차동제한장치의 마찰 플레이트 성능평가 연구

## The Study on the Experimental Evaluation of LSD Friction Plate

배철용† · 권성진\* · 김찬중\* · 김규식\* · 이봉현\*

Chul-Yong Bae, Seong-Jin Kwon, Chan-Jung Kim, Kyu-Sik Kim and Bong-Hyun Lee

### 1. 서 론

차동제한장치는 작동방식 및 제어방식에 따라 다양한 형태가 적용되고 있으며, 일반적으로 적용되는 방식은 다판클러치식의 차동제한장치이다. 다판클러치 방식 차동제한장치의 경우 마찰 플레이트의 동특성에 의하여 차동제한장치의 성능이 좌우되며, 이에 따라 재질의 변화 및 다양한 설계인자 변화를 통하여 성능을 극대화 시키게 된다. 본 연구에서는 기수행되어진<sup>(1)</sup> 마찰 플레이트 설계안을 바탕으로 마찰 플레이트 시작품을 제작 하였으며, 이에 대한 실제 성능평가를 위하여 다양한 시험 평가모드를 정립하고 벤치마킹 제품과 동일한 평가를 통하여 개발되어진 마찰 플레이트의 최종적인 성능을 검증해 보고자 하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 마찰 플레이트 시험평가모드 정립

본 연구에서는 개발되어진 마찰 플레이트에 대한 성능평가를 위해서는 두 가지 관점의 평가모드가 필요하다. 첫 번째는 단품 성능평가 관점이며, 두 번째는 실차 장착상태에서의 성능평가 관점이다. 하지만 실제 차동제한장치를 위한 시험규격의 경우 국내/외에 정규화된 시험규격 없이 개발업체 혹은 완성차 업체의 자체 유사평가를 통하여 이루어지고 있는 상황이다. 이에 따라 해당 평가규격의 정립을 위하여 본 연구에서는 국내 KS 평가규격, ISO 규격, SAE 규격 및 완성차업체에서 배포되는 평가규격 등 총 44개의 관련 평가규격을 검색 및 분석하여 이를 바탕으로 표 2.1과 같은 평가규격을 구성하였으며, 개발된 시작품에 적용 가능한 세 가지 항목(friction plate run-out, initial torque 및 torque bias ratio)의 평가를 수행하고자 한다.

† 교신저자; 자동차부품연구원  
E-mail : cybae@katech.re.kr  
Tel : (041) 559-3339, Fax : (041) 559-3340

\* 자동차부품연구원

Table 1 Experimental Evaluation Mode for LSD

Evaluation Items		Experiment Modes		
LSD Module Test		Friction Plate Run-out Test		
		Initial Torque Test		
		Torque Bias Ratio Test		
		Disk Durability Test		
		LSD Module Noise Test		
Vehicle Test	Road	Split $\mu$ Road Test		
		Vehicle Road Vibration & Noise Test		

#### 2.2 Friction Plate Run-out Test

Friction plate run-out 평가는 마찰 플레이트 제작 형태에 따른 표면 평탄도를 측정하여, 차동제한장치 조립 시 조립성 검토 및 플레이트의 회전 안정성 검토를 위하여 수행되어지며, 평가 프로세스는 다음과 같다.

- 마찰 플레이트 로터 시스템의 수평조정 및 회전속도 점검 (약 500rpm)
- 레이저 변위센서 측정지점은 스플라인 및 복합소재의 영향을 받지 않는 위치 선정
- 로터 시스템 구동 및 데이터 측정 (샘플링 : 100Hz)



Fig. 1 Apparatus for Friction Plate Run-out Test

Fig. 2는 기존 양산차량에 적용된 벤치마킹용 제품과 본 연구를 통하여 개발되어진 시작품에 대한 플레이트 run-out 평가결과를 도시한 것이다. 전반적으로 플레이트 회전 시, 벤치마킹 제품대비 미소 높은 수준의 플레이트 굴절량을 발생시키고 있으며, 향후 제품 양산 시에는 이에 대한 보완이 필요할 것으로 분석되어진다.

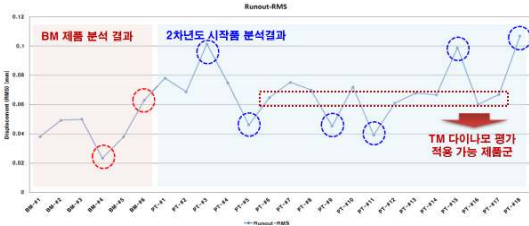


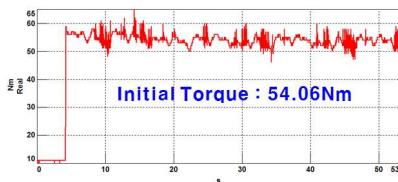
Fig. 2 Result of Friction Plate Run-out Test

### 2.3 Initial Torque Test

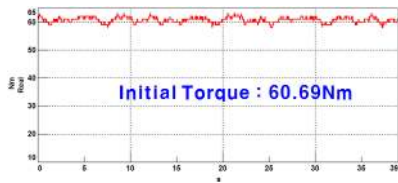
Initial torque 평가는 마찰 플레이트에 대한 초기 예압 토크 및 마찰 플레이트의 초기 구동 안정성 평가를 목적으로 수행되어지며, 평가 프로세스는 다음과 같다.

- 평가용 마찰 플레이트가 적용된 차동제한장치를 transmission 다이노에 장착하여 작동상태 점검
- 디퍼렌셜 모듈의 좌측 사이드 축의 드라이브 샤프트를 고정하고, 좌측 후륜 축은 회전운동 고정
- 우측 사이드 기어부를 최소 2회 이상 회전시킨 후, 10rpm으로 회전시키며 발생하는 토크 측정

Fig. 3은 마찰 플레이트에 대한 initial torque 평가결과를 도시한 것으로써, 본 연구에 적용된 시제품은 약 54Nm로 평가되었으며, 이는 차동제한장치 구동을 위해서는 최소 54Nm 이상의 구동토크가 필요함을 의미하게 된다. 벤치마킹 제품의 경우 약 61Nm로 측정이 되고 있으며, 이에 따라 본 연구에 적용된 시제품이 초기 토크에 다소 민감하게 반응하게 됨을 확인할 수 있다.



(a) Pilot Friction Plate



(b) Bench-marking Friction Plate

Fig. 3 Result of Initial Torque

### 2.4 Torque Bias Ratio Test

TBR(torque bias ratio)은 차동제한장치의 성능평가 항목 중, 가장 중요한 요소이며 TBR에 따라 구동축의 차동비가 결정되어지게 된다. 또한 디퍼렌셜 케이스 내의 오일 온도에 따라서도 서로 상이한 특성을 나타내기

때문에 이에 대한 평가 프로세스의 적용이 반드시 이루어져야만 한다.

- 대상 차량의 리어 액슬부 전모듈을 transmission 다이노에 장착 후, 작동상태 점검
- 디퍼렌셜 케이스 오일온도는 상온조건 및  $80\pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 두 가지 조건에서 평가 추진
- 차량의 좌회전 및 우회전 실차주행 상태 모사를 통하여 양 구동축에서 발생하는 토크 측정 및 분석

Table 2는 벤치마킹 제품 및 본 연구에 적용된 시제품에 대한 TBR 평가결과를 도시한 것이다. 전반적으로 상온조건에서는 벤치마킹 제품이 시제품 대비 높은 TBR을 나타내고 있으나, 차량의 주요 운행조건인  $80^{\circ}\text{C}$  오일온도 조건 하에서는 시제품이 높은 TBR을 형성하고 있음을 알 수 있다. 이에 따라 실제 차량 주행 시에는 시제품의 차동제한 성능이 보다 우수하게 발생할 수 있음을 예측할 수 있다.

Table 2 Result of TBR Test

Product	Oil Temp.	Left Turn	Right Turn
Pilot	$25^{\circ}\text{C}$	2.57	2.76
Product	$80^{\circ}\text{C}$	2.82	2.98
BM	$25^{\circ}\text{C}$	3.03	3.37
Product	$80^{\circ}\text{C}$	2.68	2.81

## 3. 결 론

본 연구에서는 차동제한장치에 대한 성능평가 시험모드를 정립하고, 이를 개발 시제품에 적용함으로써 평가모드의 타당성을 검증하였다. 또한 개발된 시제품의 실차장착에 앞서 안정성을 검증함으로써 향후 실차주행평가에 대한 구동 및 성능 안정성을 확보할 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 부품소재기술개발사업(탄소복합소재 적용 다관 클러치식 차동제한장치 클러치팩 개발)의 성과물로써 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

- (1) C. Y. Bae, D. W. Lee, S. J. Kwon, C. J. Kim and B. H. Lee, "The Study on the Design Sensitivity of LSD Friction Plate based on DOE Analysis", Proceedings of the KSNVE Spring Conference, pp.417~418, 2010.