

한국형 전술차량 제동 시 차체 떨림 개선에 관한 연구

김성곤*, 김선진, 신철호, 윤성호
국방기술품질원

A Study on the Improvement of Brake Judder in Korean Light Tactical Vehicles

Sung-Gon Kim*, Seon-Jin Kim, Cheol-Ho Shin, Seong-Ho Yun
Land-system Center, Defense Agency for Technology and Quality(DTaQ)

요약 제동력 향상을 위해 인 보드 브레이크 시스템이 적용된 한국형 전술차량 일부 운용 부대에서 제동 시 차체 떨림 현상인 브레이크 저더가 확인되었다. 차량 제동 시 발생하는 심한 진동은 주행 안정성을 저하시키며 나아가 사고로 이어질 수 있다. 이를 방지하기 위해 본 연구에서는 브레이크 저더가 확인된 차량을 대상으로 고장 분석을 통해 근본원인을 분석하고, 나아가 진동 전달 메커니즘 분석을 통해 진동의 주요 전달 경로를 파악함으로써 개선 가능 인자를 도출하였다. 분석 결과 전술차량에서 확인된 제동 시 차체 떨림은 냉간 저더 현상으로 브레이크 디스크의 과도한 흔들림 조건에서 녹 및 이물유입에 따라 디스크 두께 변동이 증가하여 발생됨을 확인하였다. 또한 이러한 진동은 전달계에 대한 구조 개선을 통해 저감할 수 있음을 확인하였다. 이에 본 연구에서는 각각의 인자들에 대해 개선 방안을 제시하고, 비교시험을 통해 검증함으로써 그 효과성을 확인하였다. 끝으로 본 연구를 통해 도출된 개선안은 차기 군용차량 개발 시 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract Brake judder has been identified in some operating military units of Korean Light Tactical Vehicles(KLTV) with In-board brake systems to improve braking performance. Severe vibration generated while driving the vehicle may reduce the KLTV's driving stability and further lead to accidents. For the prevention of this, this study analyzes the root cause through the failure analysis on the vehicles with the brake judder identified. Furthermore, the improvement factor was derived by identifying a vibration transmission path by analyzing the vibration transmission mechanism. The study analysis confirmed that the vibration of the frame during braking in the tactical vehicle is a cold judder phenomenon, which is caused by an increase in disk thickness variation due to rust and foreign substances under excessive brake disc's run-out. In addition, it was confirmed that such vibration can be reduced by improving the mounting structure. So, an improvement method for each factor was suggested and its effectiveness was verified by comparison test. Finally, it is expected that the improvement plans derived through this study can be used in the development of a next military vehicle.

Keywords : Brake Judder, Korean Light Tactical Vehicle, In-board Brake System, Failure Analysis, Cold Judder, Disk Thickness Variation

*Corresponding Author : Sung-Gon Kim(DTaQ)

email: sg94.kim@dtaq.re.kr

Received March 20, 2020

Accepted June 5, 2020

Revised April 13, 2020

Published June 30, 2020

1. 서론

우리 군에서 운용되는 한국형 전술차량은 최신 민간 기술의 최대 적용을 목표로 개발되었다. 이에 따라 자동 변속기를 포함한 최신 파워팩(power pack)이 적용되고 유로-5 배기가스 기준을 충족하며, 허브 리덕션 포탈 차축(hub reduction portal axle)을 적용하여 높은 지상고 확보 및 야지 주행 성능을 향상시켰다. 또한 독립 현가장치 적용하여 차량의 주행 안정성을 확보하였으며, 특히 Fig. 1과 같이 In-board형 브레이크 시스템이 내장된 차축 통합구조를 적용함으로써 제동력 역시 향상시켰다.

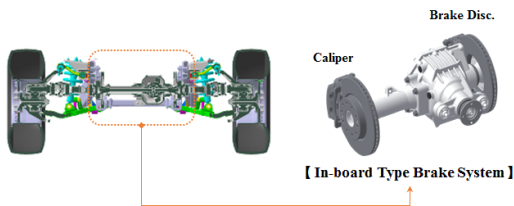


Fig. 1. In-board type brake system of Tactical Vehicle

최근 이러한 고성능 최신 기술이 적용된 전술차량을 운용하는 일부 전방부대에서 차량 제동 시 떨림 현상인 브레이크 저더가 확인되었다. 차량에서 발생하는 브레이크 소음 및 진동은 민간 차량에서도 흔히 발생하는 현상으로 다양한 이론적, 실험적 연구가 이루어져 왔다. 이러한 소음과 진동은 주파수에 따라 스켈(squeal), 모운(moan), 그로운(groan) 소음, 저더(judder) 등으로 구분할 수 있으며[1-2], 특히 차량 제동 시 발생하는 600Hz 이하 저주파수 영역의 진동을 브레이크 저더라고 한다. 브레이크에서 발생하는 이상 소음 및 진동은 디스크 두께 변동(DTV: Disc Thickness Variation, 이하 DTV)에 의해 브레이크 토크 변동(BTV: Brake Torque Variation)이 발생되고 전달 경로를 통해 차량의 운전석까지 전달된다[3-4].

본 논문에서는 한국형 전술차량에서 발생된 제동 시 차체 떨림 현상에 대해 부대별 다양한 고품을 회수하고 고장 분석을 통해 발생 원인을 분석하였다. 또한 진동전달 메커니즘 분석을 통해 주요 소음-진동 전달 경로를 파악하였다. 끝으로 도출된 각 인자들에 대해 개선안을 도출하고 비교시험을 통해 효과성을 검증하였다.

2. 본론

2.1 브레이크 구조와 브레이크 저더

한국형 전술차량은 운용 환경 및 전술 도로 특성을 고려하여 높은 지상고 확보가 가능하며 제동력이 우수한 In-board형 브레이크 시스템이 적용되었다. 일반적인 브레이크에 비해 제동력은 뛰어나나 공간적 제약으로 인해 서비스 작업성이 불리하고, 디스크 표면에 진흙 등 이물 유입이 쉬운 단점이 있다. Fig. 2에는 현재 주로 운용되고 있는 군용차량의 브레이크 구조와 전술차량을 각각 나타내었다. 군용차량의 경우 타이어 휠 내부에 드럼형 브레이크 시스템이 적용되어 전술차량에 비해 상대적으로 이물 유입으로부터 안전하다.

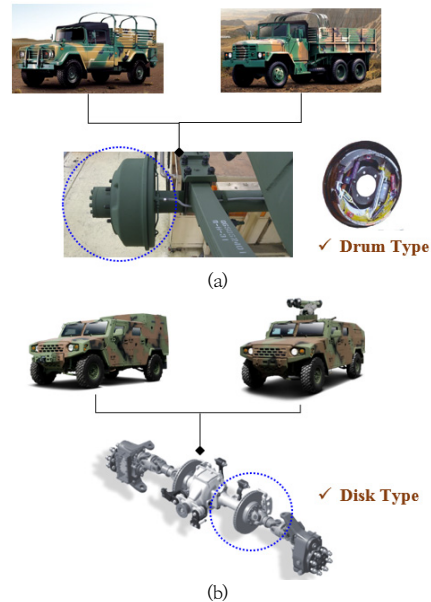


Fig. 2. Brake structure of Military Vehicle
(a) Military truck (b) Korean Light Tactical Vehicle

차량의 브레이크 시스템에서 발생하는 저더 현상은 Fig. 3에 도식화한 바와 같이 디스크 열 변형이나 과도한 흔들림에 의해 디스크 두께 변동이 발생되고 이는 브레이크 시스템의 토크 변동을 유발하게 된다. 이 때 발생된 불규칙한 소음과 진동은 현가 스프링, 액슬, 스티어링 샤프트와 같은 현가장치와 조향장치 등 전달계를 통해 스티어링 휠 및 브레이크 페달, 운전석까지 전달된다.

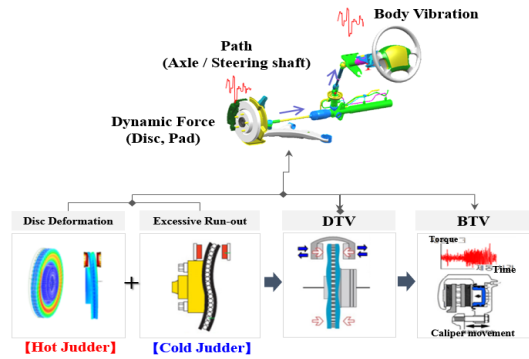


Fig. 3. Cause of brake judder and transmission path

브레이크 저더는 냉간 저더(Cold Judder)와 열간 저더(Hot Judder)로 구분할 수 있다. 열간 저더의 경우 디스크와 패드의 마찰로 인한 디스크 열 변형으로 DTV가 발생된다. 따라서 디스크의 온도 증가를 억제하고 열 변형 패턴 조정을 통해 개선이 가능하다. 냉간 저더는 디스크 및 패드의 불균일한 형상으로 인해 발생되며 제작이나 조립공정 개선을 통해 저감이 가능하다[5-6]. 즉, 차량에서 발생된 브레이크 저더 현상을 명확히 파악하고 구분하는 것은 개선방안 도출을 위해 반드시 필요한 과정이라 할 수 있다.

브레이크 저더에 대한 기존 연구는 디스크 흔들림, DTV 및 차량 제동시간, 페달 답력 변화 등 저더 발생 인자들이 차체 떨림에 끼치는 영향에 대한 실험적, 해석적 연구이거나, 떨림 현상이 확인된 브레이크 디스크에 대한 고장 사례 분석 등이 지배적이다[7-9]. 이에 본 연구에서는 우리군의 전술차량에서 확인된 저더 현상에 대해 원인규명을 위한 고장 분석뿐만 아니라 개선방안을 도출하고 효과성을 확인함으로써, 보다 실질적인 개선 사례 연구가 되고자 한다.

2.2 고장 분석

브레이크 저더가 확인된 전방부대 운용 차량에서 회수한 브레이크를 대상으로 고장 분석을 실시하였다.

차량 운용 환경을 파악하고자 총 7개 부대에서 22개의 브레이크 디스크를 회수하여 분석하였다. 먼저 Table 1과 같이 브레이크 시스템에 대한 육안 검사 후 DTV 및 디스크 흔들림을 측정하였다. 회수한 전체 브레이크 디스크에 대한 고장 분석 결과는 Table 2에서 정리한 바와 같이 DTV 초과, 녹 발생, 런 아웃 초과 순으로 확인되었다. 이는 전술차량에서 발생된 제동 시 차체 떨림 현상은 디스크 두께 변동 초과 차량에서 대부분 발생되며 디스크의 과도한 흔들림과 표면에 발생된 녹(Rust)이 큰 영향을 끼침을 알 수 있다.

Table 2. Results of brake disc failure analysis

Division	Quantity	Remarks
Excessive DTV (Spec : 15 μ m ↓)	20	Duplicate value
Rust	16	
Excessive Disc Run-out (Spec : 50 μ m ↓)	10	
Heat Spot	8	

Fig. 4에는 디스크 표면의 두께를 분석한 결과이다. 표면에 거친 마모와 위치별 두께 편차는 확인되었으나 마찰에 의한 디스크 표면의 열점(Heat spot)이나 디스크 뒤틀림 현상인 코닝(coning)이 확인되지 않았다. 이는 전술차량에서 발생된 브레이크 저더는 열간 저더가 아닌 냉간 저더 현상으로 판단 할 수 있으며, 또한 브레이크 시스템 주변은 차량 관리 미흡으로 인해 진흙으로 덮여 있고, 패드 표면까지 이물질로 가득 차 있음을 확인하였

Table 1. The analysis results of brake disc according to the military units

Division		Military Unit A			Military Unit B			Military Unit C			Military Unit D		
		DTV (15μm ↓)	Run-out (50μm ↓)	Rust/H eat Spot	DTV (15μm ↓)	Run-out (50μm ↓)	Rust/ Heat Spot	DTV (15μm ↓)	Run-out (50μm ↓)	Rust/ Heat Spot	DTV (15μm ↓)	Run-out (50μm ↓)	Rust/ Heat Spot
Distance (km)		5,014			19,584			30,358			7,309		
Front	LH	-			33~37	43/41	X/X	32	32/31	O/X	33	18/33	O/O
	RH				7~12	41/31	X/X	29	26/28	O/X	107	49/107	O/O
Rear	LH	69	19/65	O/X	28~59	120/142	X/X	93	16/94	O/X	-		
	RH	72	34/95	O/X	2~4	10/14	X/X	141	36/114	O/X			
Picture													

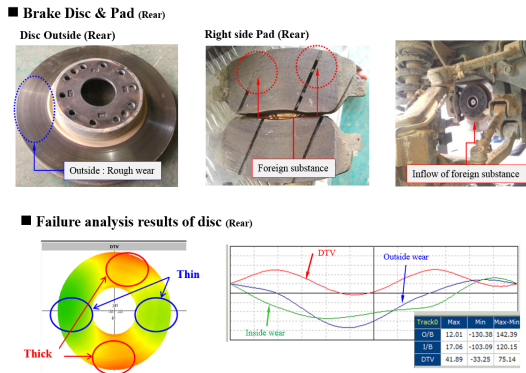


Fig. 4. Analysis results of brake disc thickness

다. 즉 군용차량 운용 특성상 포장도로 보다는 야지나 비 포장도로 주행이 많아 브레이크 시스템으로 유입된 이물질이 디스크 마모를 가속화시킴을 확인할 수 있었다.

브레이크 저더가 확인된 차량의 브레이크 시스템에 대한 고장 분석 절차를 정리하면 Fig. 5와 같다.

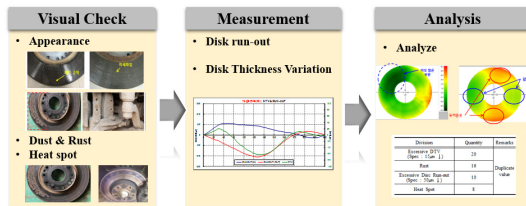


Fig. 5. Procedure on brake disk failure analysis

2.3 진동 전달 메커니즘 분석

브레이크 저더 개선안 도출을 위해 앞장에서 언급한 고장 분석과 더불어 브레이크에서 발생된 진동이 어떻게 운전석으로 전달되는지를 확인하기 위해 진동 전달 메커니즘 분석을 진행하였다. 이는 전달 경로 분석을 통해 기구적으로 진동 전달 저감이 가능한 방안이 있는지를 검토하기 위함이다. 먼저 Fig. 6과 같이 전술차량의 브레이크 및 전달계에 진동 측정 센서를 부착하여 차량 제동시 시스템을 구성한다. 이후 하중 방향 등을 고려하여 진동 입력 값을 보정하고 실제 차량 주행시험을 통해 진동 값을 측정하여 전달 경로를 분석하였다. 그 결과 Fig. 7과 같이 구동축과 현가장치를 통한 진동 전달은 약 30%를 차지하며, 브레이크 시스템이 장착된 차축의 마운팅을 통한 진동 전달이 약 70% 임을 확인할 수 있었다. 즉 차축을 고정하는 마운팅의 구조개선이 소음 및 진동 전달 감소에 효과적임을 알 수 있다.

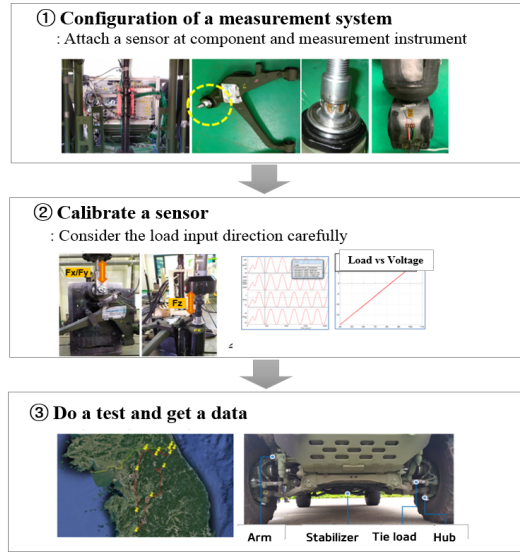


Fig. 6. The process on configuration of measuring system

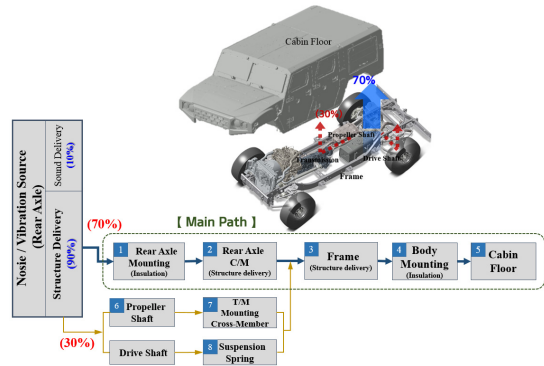


Fig 7. Result on noise & Vibration transfer mechanism analysis

2.4 개선안 도출 및 검증

지금까지 전술차량에서 발생된 브레이크 저더 현상에 대한 고장 분석 및 진동 전달 메커니즘 분석 결과를 기술하였다. 이를 정리하면 전술차량에서 확인된 제동 시 차체 떨림 현상은 냉간 저더(Cold Judder)로 ①브레이크 디스크의 과도한 흔들림 조건(주인자)에서 ②녹 및 ③이물질 유입에 따른 DTV 증가(가속인자)로 발생됨을 확인하였다. 또한 ④전달계(Path)에 대한 구조개선(마운팅 개선)이 브레이크 저더 감소에 효과적임을 알 수 있었다.

차량 제동시 DTV는 제동시간에 비례하여 증가하며, 제동시 페달 압력 변화가 클수록 저더에 유리함이 기존 연구를 통해 확인되었다. 또한 저속 주행보다는 고속주행

시, 정상 제동보다는 급제동시 저더 진폭이 증가한다. 브레이크 디스크의 단면이 넓을수록, 마찰계수가 낮은 패드를 적용할수록 저더 감소에 효과적이다. 이러한 저더 발생 인자별 영향성을 고려하여 본 연구에서는 군용 차량에 적용 가능한 개선안을 제시하고자 한다. 인자별 개선안은 차량 총중량 및 공간적 제약성을 고려하여 도출하고, 개량형 데이터 확보가 가능한 검증시험을 통해 최적화된 안을 선정한다. 이를 도식화하면 Fig. 8과 같다.

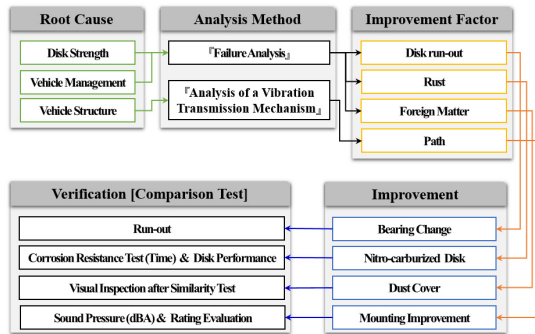


Fig. 8. Procedure for improvement and verification plan

먼저 전술차량에 적용된 브레이크 시스템 단면 구조는 Fig. 9와 같다. 인 보드 브레이크 시스템의 특성 상 브레이크 디스크가 액슬 축에 연결되며 베어링에 의해 고정된다. 따라서 첫 번째 인자로 도출된 브레이크 디스크 흔들림 개선을 위해 기존 단열 볼 베어링 구조에서 복열 테이퍼 롤러 베어링 구조로 변경 하였고, 차량 전·후진 시 디스크 흔들림 량을 측정함으로써 개선효과를 검증하였다. 그 결과 디스크 흔들림 량은 300 μ m에서 20 μ m로 감소됨을 알 수 있었다. 또한 타이어 전·후진 시 베어링 흔들림에 의한 디스크 기준선의 변화 없이 일정함을 확인할 수 있었다.

두 번째로 고장 분석을 통해 확인된 DTV의 주요 발생 인자인 디스크 표면의 녹 발생 억제를 위해 Fig. 10과 같이 산질화 처리를 적용하였다. 이 때 산질화층 두께는 5 μ m 이상이 되도록 하였다. 디스크 산질화 처리의 경우 Michael L. 등의 연구에서 브레이크 마찰재 온도가 350도 이상 조건에서 디스크 마모가 2배 이상 향상되며, 제동 토크는 변화 없이 일정하게 유지됨을 실험적으로 제시하였다[10]. 이에 본 연구에서는 규격에 명시된 염수분무시험 및 제동시험을 통해 내식성에 대한 개선효과를 검증하고자 하였다. 그 결과 염수분무시험에서는 기존 0.5시간 대비 5시간까지 내식성이 향상됨을 확인하였고,

32km/h 조건에서 급제동시험 및 60% 종경사 조건에서의 상용 제동시험 등을 통해 제동력에 이상이 없음을 확인하였다.

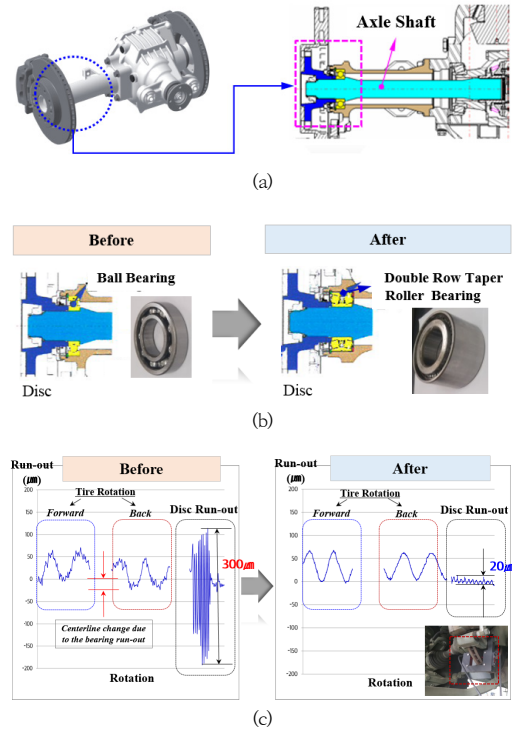


Fig. 9. Brake structure on KLTV
(a) Sectional structure on brake disc
(b) Run-out Improvement
(c) Improvement effect (Disk run-out comparison data)

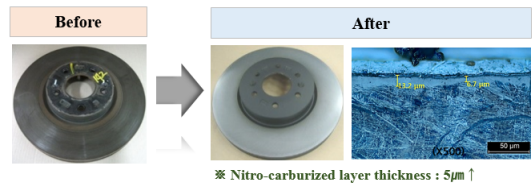


Fig. 10. Brake structure on KLTV

세 번째로 디스크 표면으로의 먼지 등 이물유입을 물리적으로 차단하기 위해 이물유입 방지커버를 적용하였다. 개선에 대한 효과성 검증은 Fig. 11과 같이 야지도로 모사 시험장을 구성하고 차량 주행 시험을 통해 관능평가를 실시하였다. 먼저 커버 적용 위치 선정을 위해 브레이크 디스크 표면으로 이물 유입이 가능한 전·후·좌·우 위치에 커버를 설치하여 최적화된 방안을 도출하고자 하

였다. 그 결과 전차축 및 후차축에 설치된 방지 커버가 30km/h 이상 속도에서 오염방지 효과가 탁월함을 확인하였다. 단, 이물 유입 방지 커버는 차량 중량을 증가시킬 수 있어 실제 적용을 위해서는 추가 검토가 필요하다.

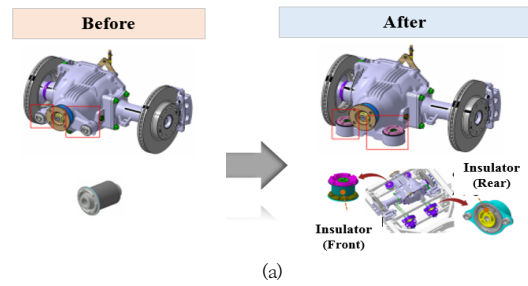


△: In Effect, ○: Great Effect

Division	Before	After	Dust Reduction Effect on Brake System	
① Under Cover (Front)			Front Axle	△
			Rear Axle	
② Under Cover (Front Axle)			Front Axle	○
			Rear Axle	
③ Mud Guard (Front)			Front Axle	
			Rear Axle	△
④ Dust Cover (Rear Axle)			Front Axle	○
			Rear Axle	

Fig. 11. Measures to prevent foreign substance from entering at brake disc
(a) Test site (b) Case study results on dust cover

마지막으로 진동 전달 메커니즘 분석을 통해 확인된 차축 마운팅 구조 변경을 통해 디스크에서 발생된 소음과 진동이 운전석까지 직접적으로 전달됨을 개선하고자 하였다. 먼저 Fig. 12와 같이 진동 흡수를 위해 인슐레이터 용량을 증대시키고, 장착 방향을 변경함으로써 차축에서 발생하는 진동을 최대한 감소시키고자 하였다. 개선 효과 검증은 시속 80km/h에서 차량 정지 시까지 0.3G로 감속시켰을 때 느껴지는 진동을 진동평가 기준을 활용하여 평가하였다. 이 때 브레이크 디스크의 DTV 영향성을 확인하기 위해 20~50 μ m 까지 달리하여 평가를 진행하였다. 그 결과 차량 초기 상태를 모사한 DTV 20 μ m 조건에서는 큰 차이가 없으나, 30 μ m ~ 40 μ m 에서 운전자가 느끼는 브레이크 진동은 현저히 개선됨을 확인할 수 있다. 단 50 μ m 이상 조건에서의 차이는 미비하며, 이는 저터에 의해 운전자가 불편함을 느낀다면 디스크를 교체하여야한다는 의미이다. 추가적으로 개선 전·후에 대한 소음 비교 결과 5.5 ~ 7.6dBA 수준으로 개선됨을 확인할 수 있었다.



【Before】

Time	Disc DTV (μ m)				Remark
	20	30	40	50	
1	8	8	7	7	100℃ ↓ (Disc Temp.)
2	8	7	6	6	
3	8	7	6	6	100~150℃ (Disc Temp.)
4	7	6	5	5	
5	7	5	5	5	

【After】

Time	Disc DTV (μ m)				Remark
	20	30	40	50	
1	8	8	7	7	100℃ ↓ (Disc Temp.)
2	8	7	7	6	
3	8	7	7	5	100~150℃ (Disc Temp.)
4	8	6	7	5	
5	7	6	7	5	

【 Define measurements】

1-3	Extremely Rough
4	Very Rough
5	Rough
6	Fair (General user)
7	Smooth (General user)
8	Very Smooth (Specialist)
9	Extremely Smooth

Fig. 12. Improvement of path structure
(a) Test site (b) Case study results on dust cover

3. 결론

본 논문에서는 한국형 전술차량에서 확인된 브레이크 저터 현상에 대해 고장 분석 및 진동 전달 메커니즘 분석을 통해 발생 근본원인을 알아보고, 개선인자를 도출하였다. 개선 인자들에 대해서는 각각의 품질향상 방안을 수립하고, 시험을 통해 유효성을 검증하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 전술차량에서 확인된 제동 시 차체 떨림은 냉간 저터 현상으로 디스크 런아웃 과다상태에서 녹 및 이물 유입에 따른 DTV 증가로 발생된다.

둘째, 베어링 구조 변경 및 디스크 표면처리, 이물유입 방지커버 적용을 통해 DTV를 현저히 감소시켜 브레이크 저터를 예방함으로써 디스크 교환 주기를 약 6배 향상시킬 수 있었다.

셋째, 전달계에 대한 진동 전달 메커니즘 분석을 통해 브레이크가 장착된 마운팅 구조 개선이 저터 개선에 효과적임을 확인하였고, 구조 변경을 통한 개선 결과 소음 및 진동 전달이 약 4배 이상 저감되었다.

끝으로 본 연구에서 제시된 분석방법 및 저터 개선방안은 향후 유사 군용 차량 개발 시 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] A. V. Vries, M. Wag, "The Brake Judder Phenomenon", *SAE International Congress and Exposition*, Detroit, SAE 920554(SP-914), pp.25-33, Feb. 1992.
- [2] X. Xu, H. Winner, "Experimental Investigation of Hot Judder Characteristics in Passenger Cars", *Euro Brake*, EB2015-VBN-006, 2015
- [3] F. B. Jardim, A. Tamagna, "Study of the Relationship between DTV, BTV and BPV over Judder-Type Vibration of Disc Brake Systems", *SAE Technical Paper*, 2010-01-1694, Oct. 2010.
DOI: <http://doi.org/10.4271/2010-01-1694>
- [4] J. H. Kim, D. H. Yoo, Y. J. Kang, "The Optimal Design of Suspension Module for Brake Judder Reduction", *The Korean Society of Mechanical Engineers Spring Conference*, pp.2895-2900, May 2007.
- [5] S. H. Kim, S. S. Cho, J.H. Lee, "A Study for High Speed Judder Evaluation on Brake System", *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, Vol.23, No.6, pp.485-494, Jun. 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5050/KSNVE.2013.23.6.485>
- [6] C. D. Cho, M. G. Kim, H. J. Cho, "The Origin and Effect of Hot Spot Phenomena on Judder Vibration in Automotive Disk Brake", *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, Vol.16, No.8, pp.886-892, Aug. 2006.
DOI: <http://doi.org/10.5050/KSNVN.2006.16.8.886>
- [7] I. M. Hong, W. S. Lee, J. S. Lee, "An Experimental Study on Brake Judder of Braking on Vehicle", *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, Vol.12, No.5, pp.338-345, May 2002.
DOI: <http://doi.org/10.5050/KSNVN.2002.12.5.338>
- [8] S. W. Youn, M. C. Han, "Study on Brake Judder Caused by Disc Runout and Disc Thickness Variation", *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol.7, No.2, pp.378-386, Feb. 1999.
- [9] H. H. Moon, "A Study for Failure Examples of Brake Judder with Abnormal Vibration of Disc Brake", *Journal of the Korean Institute of Gas*, Vol.20, No.1, pp.40-45, Feb. 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7842/kigas.2016.20.1.40>
- [10] M. L. Holly, L. DeVoe, J. Webster, "Ferritic Nitrocarburized Brake Rotors", *SAE Technical Paper*, 2011-01-0567, Apr. 2011.
DOI: <http://doi.org/10.4271/2011-01-0567>

김 성 곤(Sung-Gon Kim)

[정회원]



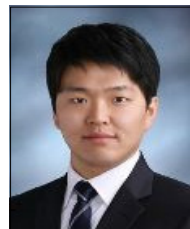
- 2003년 2월 : 한양대학교 기계공학과 (기계공학석사)
- 2003년 1월 ~ 2012년 7월 : 삼성전자 컴퓨터시스템사업부 책임연구원
- 2012년 7월 ~ 현재 : 국방기술품질원 기동화력센터 선임연구원

<관심분야>

군용차량 설계 및 품질관리

김 선 진(Sun-Jin Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한국항공대학교 기계공학과 (기계공학석사)
- 2019년 2월 : 전남대학교 기계공학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 기동화력센터 선임연구원

<관심분야>

군용차량 설계 및 품질관리

신 철 호(Cheol-Ho Shin)

[정회원]



- 2012년 2월 : 고려대학교 기계공학과 (기계공학석사)
- 2014년 8월 : 한국과학기술원 기계공학과 (기계공학석사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 기동화력센터 연구원

<관심분야>

군용차량 및 전차 궤도류 설계, 품질관리

윤 성 호(Seong-Ho Yun)

[정회원]



- 2016년 2월 : 한국해양대학교 기계공학부 (기계공학학사)
- 2018년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 기동화력센터 연구원

〈관심분야〉

군용차량 설계 및 품질관리