

상용차용 차세대 전동식 파워스티어링 시스템의 실차 성능 평가에 관한 연구

조 하 나^{*1)} · 정 은 정¹⁾ · 전 광 기¹⁾ · 안 상 희²⁾ · 김 종 한²⁾ · 손 명 섭²⁾

한국자동차연구원¹⁾ · HL 만도²⁾

Study on Vehicle Performance Evaluation of Next-Generation Electric Power Steering System for Commercial Vehicles

Hana Cho^{*1)} · Eunjeong Jeong¹⁾ · Kwangki Jeon¹⁾ · Sanghee Ahn²⁾ · Jonghan Kim²⁾ · Myungseob Son²⁾

Korea Automotive Technology Institute¹⁾, HL Mando Corporation²⁾

Key words : Electric power steering(전동식 파워 스티어링), Dual Powerpack(듀얼 파워팩), Actual Vehicle Test(실차 시험), Reliability Assessment(신뢰성 평가), Commercial Vehicles(상용차)

* Hana Cho, E-mail : hncho@katech.re.kr

세계자동차 시장은 내연기관에서 미래차 중심으로 변화하고 있다. 소비자들의 관심은 점점 내연기관차가 아닌 미래차로 이동하고 있으며, 미국, 유럽 등 여러 국가에서 기후위기 대응 정책과 경제 성장을 위하여 미래차 중심 발전 전략을 취하고 있다. 전 세계 전기차 판매 비중은 급격하게 상승하고 있으며, 주요 완성차 브랜드들은 전기차 생산을 목표로 하여 기술개발 연구 중이다.^{1),2)} 이와 같은 상황에서 전기차 관련 기술로의 전환은 선택이 아닌 필수이다.

승용차 조향 시스템은 이미 EPS(Electric Power Steering) 기술이 보편화 되어있으며, EPS 기반 미래차 핵심 기술인 자율주행 관련 부품 개발을 추진 중이다. 한편, 상용차 조향 시스템은 높은 출력 요구되어 현재는 유압 단독 또는 유압과 전동식 파워팩을 함께 적용하고 있다.

친환경 중형 수소전기 상용차는 내연기관 대비 차량 중량이 증가 되어 기존 중형 내연기관 상용차용 파워 스티어링 시스템 출력 토크인 4.8Nm 대비 약 15% 증대된 5.5kNm 이상급 출력 토크가 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 Dual 파워팩이 적용된 5.5kNm 이상급 비유압 전동식 볼너트 파워 스티어링 시스템의 개발하여 성능을 평가하고자 한다. 또한, 전기/전자 시스템의 이중화 시스템을 적용하여 조향장치 고장 시 대응 가능한 Fail Safe Operation 시스템을 탑재, Single 파워팩 상태 시 운전자가 가까운 정비소까지 상용차를 운행할 수 있도록 구현할 예정이다.³⁾

본 연구에서는 Dual 파워팩의 조향 성능 검증을 위해 BN-EPS를 장착한 메가 트럭을 이용하여 실차 시험을 진행하였다. BN-EPS의 성능을 검증하기 위해 실차 정차 시 조타력, 실차 조향휠 복원 성능, 직진 주행 안전성, Fail Safe Operation 성능을 주행시험장에서 평가하였다. 또한, EPS Unit의 신뢰성 검증을 위하여 전자파(EMI, BCI) 시험과 진동 내구(공진점 진동 내구) 시험을 진행하였다. 신뢰성 평가 전, 후 간이시뮬레이터 평가를 통하여 EPS Unit의 성능이 변화하였는지에 대한 평가를 진행하였다.⁴⁾

BN-EPS의 실차 성능평가를 위한 실차 정차 시 조타력 평가의 경우, 차량은 정지한 상태, 평지, 아스팔트 조건에서 스티어링 휠에 걸리는 토크 평균값을 측정하였다. 정지한 상태에서 조타력을 측정하였을 때 평균 조타력 5Nm 이하의 값이 측정되었으며, 실차 정차 시 조타력의 성능 검증을 위한 목표값을 만족하였다.

조향휠 복원 성능평가의 경우, 차량이 일정 속도(10kph, 40kph)로 주행 중 스티어링 휠을 일정 각도(60deg, 90deg) 조향 후 조향휠을 놓았을 때 중앙으로 복귀하는 정도를 측정하였다. 성능평가 결과 복원력 90% 이상으로 측정되었으며, 조향휠 복원 성능 검증을 위한 목표값을 만족하였다.

직진 주행 안전성 평가의 경우, 차량이 고속(80kph) 직진 주행에 필요한 조타력을 측정하여 목표값 이내에 존재하는가를 평가하였다. 성능평가 결과 고속 직진 주행 시 필요한 조타력은 1.5kgf 이하로 측정되었으며, 직진 주행 안전성 성능 검증을 위한 목표값을 만족하였다.

Fail Safe Operation 평가의 경우, Single 파워팩 상태에서 스티어링 휠에 걸리는 조타력을 측정하여 고장 시 조향조정력 범규 평가(국토부 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙 [별표 6 의2. 개정 2021.8.27.] 조향장치에 관한 기준)를 만족하는지 평가하였다. 평가결과 최대 조타력 300N 이하, 조향 시간 6초 이하를 달성하였으며, Fail Safe Operation 성능 검증을 위한 목표값을 만족하였다.

EPS Unit의 신뢰성 검증을 위하여 전자파 시험과 진동내구 시험을 진행하였다. 전자파 시험의 경우, ISO 11452-4(BCI, Level3), CISPR25(CE-V, Class3) 규제치로 평가를 진행하였으며, 두 평가 모두 규제치를 통과하여 신뢰성 평가를 만족하였다. 진동내구 시험의 경우 ES-95400(공진점 진동내구)로 진행하였으며 평가결과 신뢰성 평가를 만족하였다. 신뢰성 평가 전후로 EPS Unit의 운전자 조향 보조력 성능 유지에 대한 검증을 위하여 간이 시뮬레이터 평가를 진행했다. 평가결과 신뢰성 평가 전, 후로 운전자 조향 토크에 대한 성능 비교 시 10% 내외의 변화율을 기록하였다.

이를 통해 Dual 파워팩이 적용된 5.5kNm 이상급 비유압 전동식 볼너트 파워 스티어링 시스템이 중형 상용차량에 장착이 가능하며, 충분한 조향 성능과 신뢰성을 확보하였음을 검증하였다.

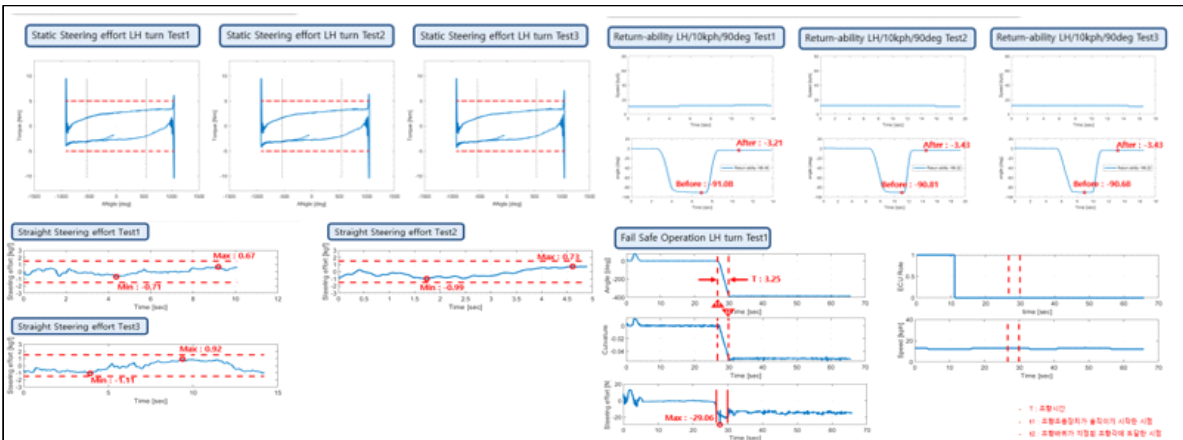


Photo. 1 Actual Vehicle Test Example



Photo. 2 Actual Vehicle with BN-EPS

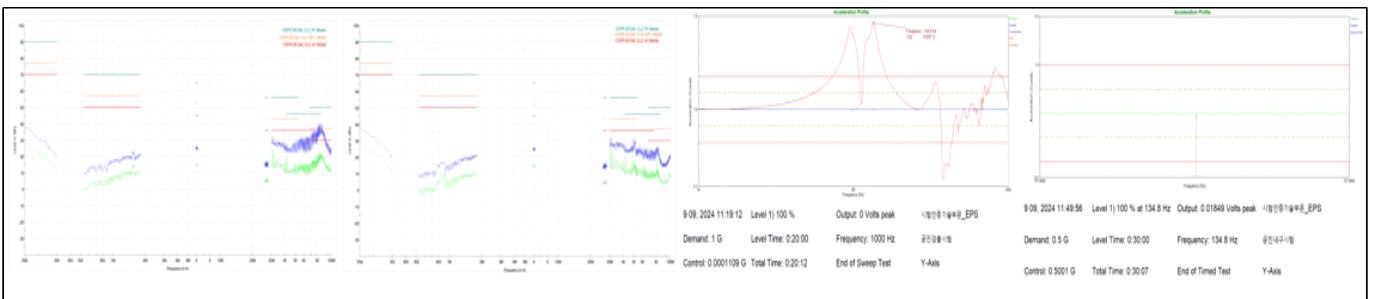


Photo. 3 Reliability Assessment Example

후 기(Acknowledgment)

본 연구는 산업통상자원부 자동차산업기술개발 사업의 ‘(20020774)중형 수소전기 DUAL 파워팩이 적용된 5.5kNm 이상급 비유압 전동식 볼너트 파워 스티어링 시스템 개발’ 과제로 수행된 연구결과입니다.

참고 문헌(References)

- [1]길은선, 김동근, 최현경, 최민철, 유고은, & 전현희. (2022). 미래차 산업구조 전환에 따른 고용 변화 분석. 연구보고서, 1-196.
- [2]경희권, 정은미, 이준, 김경유, 김종기, 최윤희, ... & 권오성. (2022). 글로벌 산업지형 변화에 대응한 전략산업 발전 방안. 연구보고서, 1-392.
- [3] 노동현, 조하나, 전광기, 안상희, 김종한, & 손명섭. (2023). Dual 파워팩 EPS Unit 의 Single 파워팩 전원 단선 고장 주입을 통한 고장 대응 성능 평가. 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, 445-447.
- [4]김혁수, 김선희, 박기홍, & 허승진. (2010). HILS 시스템을 활용한 전동식 조향 시스템 성능평가에 관한 연구. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 797-798.