

후륜조향장치 리드스크류 초기 효율에 관한 연구

최영인¹⁾ · 김인혁²⁾

현대모비스^{1) 2)}

A Study on Initial Efficiency of Lead Screw in Rear Wheel Steering System

Yeongin Choi¹⁾ · Inhyuk Kim²⁾

^{1) 2)} Hyundai Mobis Co., Ltd

Abstract : This study investigates the initial efficiency characteristics of the lead screw assembly, a key component in rear wheel steering system. Through repeated efficiency tests, the efficiency gradually increased and converged to a stable value, indicating an aging effect. Micron-level clearance increase and iron-based wear particles in grease analysis confirmed initial wear. These findings suggest that initial wear contributes to efficiency stabilization, which is directly linked to the output performance of rear wheel steering system.

Key words : Lead Screw(리드스크류), Rear Wheel Steering(후륜조향), Efficiency(효율), Clearance(유격)

Nomenclature

RWS : rear wheel steering

η : lead screw efficiency, %

F_a : force, N

L : lead, mm

T : torque(input), Nm

1. 서 론

최근 자동차의 조향 성능 향상을 위한 후륜조향장치(RWS)의 적용이 확대되고 있으며, 이에 따라 핵심 구동 부품의 성능 안정화가 중요해지고 있다. 특히 리드스크류 앓세이는 후륜조향장치의 출력 성능에 직접적인 영향을 미치는 부품으로, 리드스크류의 효율 특성은 후륜조향 시스템 전체의 성능 안정화와 밀접한 관련이 있다. 본 연구에서는 후륜

조향장치의 주요 구성품인 리드스크류 앓세이의 초기 효율 변화에 대해 분석하였다.

2. 리드스크류 평가 방법

리드스크류 앓세이의 기본 성능 평가를 위해 몇 가지 성능 지표를 선정하고 평가하였다.



Fig. 1 리드스크류 앓세이

2.1 프리션

샤프트가 회전하지 않게 구속한 상태에서 너트를 회전시켜 일정한 속도로 리드스크류를 동작시킬 때 토크값을 측정한다. 하중을 인가하지 않는 무부

* 최영인, E-mail: yi.choi@mobis.com

하 조건으로 평가한다.

2.2 효율

샤프트가 회전하지 않게 구속한 상태에서 너트를 회전시켜 일정한 속도로 리드스크류를 동작시킨다. 이때 리드스크류 끝단에 특정 부하를 인가한다. 효율(η)은 식 (1)과 같이 계산한다.

$$\eta = \frac{F_a \cdot L \times 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot T} \quad (1)$$

2.3 유격

리드스크류를 고정하고 끝단에 특정 부하를 인가한다. 이 때 하중은 압축, 인장 방향 순서대로 부여하며 하중이 인가되는 시간 동안 리드스크류 바 끝단, 너트앗세이 등 지정된 위치들의 변위를 계측하여 유격을 산출한다.

3. 평가 결과

총 6대 리드스크류를 평가하였으며 효율값이 안정화될 때까지 효율 평가 조건과 동일한 부하조건으로 10회씩 에이징을 3회 반복했다. 무부하 프리션과 유격 평가는 초기값과 에이징 후 계측값을 비교했다.

3.1 프리션 평가 결과

에이징 30회 이후 리드스크류의 프리션 값은 초기 프리션 대비 약 76% 수준으로 감소했다.

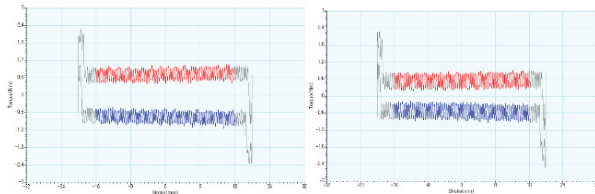


Fig. 2 프리션 평가 결과 비교
(좌 : 초기, 우 : 에이징 후)

3.2 효율 평가 결과

효율 평가 조건과 동일 하중 조건으로 10회 에

이징 반복 후 효율값은 초기 효율값의 104.5% 수준으로 약 4.5% 증가했다. 추가로 10회 에이징을 반복했을 때는 직전 효율값 대비 104.3% 수준까지 약 4.3% 추가 상승하였고, 다시 10회 에이징을 반복했을 때는 직전 효율값 대비 101.1% 수준으로 약 1.1% 상승하였다.

효율 평가 결과, 반복 구동 횟수가 증가함에 따라 리드스크류의 효율이 점진적으로 상승하였으며 일정 횟수 이후 특정 효율값에서 수렴하는 경향이 보였다. 이는 초기 마찰면의 마모 및 접촉면 정렬에 따른 에이징 효과로 해석되며 평균적으로 30회 에이징 이후 효율값은 초기 효율값 대비 약 10% 상승한 수준에서 수렴했다.

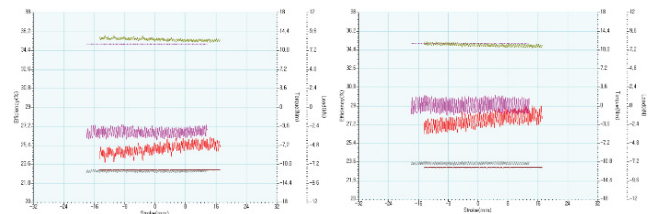


Fig. 3 효율 평가 결과 비교
(좌 : 초기, 우 : 에이징 후)

3.3 유격 평가 결과

에이징 30회 이후 리드스크류의 유격 값은 초기 유격 대비 증가했으며, 6대 샘플 간 편차는 있으나 평균 약 4 μ m 증가했다. (MIN 1.3 μ m ~ MAX 8.7 μ m)

에이징 후 리드스크류 앗세이의 그리스 분석결과 Fe 성분 일부 검출(0.18%)되어 초기 마찰면의 마모가 있었음을 추정할 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통해 리드스크류 앗세이의 초기 효율은 반복 구동에 따른 에이징 효과로 점진적으로 향상되며 일정 수준에서 안정화됨을 확인하였다. 리드스크류의 효율 안정화는 후륜조향장치의 출력 성능 안정화와도 직결된다. 향후에는 리드스크류의 열처리 조건에 따른 효율 안정화 비교 및 리드스크류 효율 안정화와 후륜조향장치 출력 성능 안정화 상관성 분석을 진행할 예정이다. 이를 통해 양산 생산 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- 1) Inhyuk Kim, Jinho Lee, “Rear wheel steering system durability life analysis and accelerated life test development” , KSAE, pp.285-289, 2024.