

접촉식 프리텐서너 클러치 메커니즘에 관한 연구

A study on the contact type clutch mechanism of pre-tensioner

*옥창국¹, #박태원², 김옥현¹

*C. G. Ok¹, #T. W. Park(park@ajou.ac.kr)², W. H. Kim²

¹아주대학교 기계공학부(원) ²아주대학교 기계공학부

Key words : Pre-tensioner, Clutch, Contact

1. 서론

차량의 운용환경이 다양할수록 충돌이나 추돌과 같은 사고도 다양한 환경에서 일어날 수 있다. 따라서 차량의 성능향상을 위한 연구와 함께 운행간에 일어나는 여러가지 유형의 사고로부터 승객을 보호하는 장치에 대한 연구 개발도 중요한 부분이다. 특히 안전벨트의 경우 이러한 사고로부터 승객을 1차적으로 보호하는 장치로서 그 중요성이 가장 높다고 할 수 있다. 안전의 측면에서 이러한 중요성을 충족시키기 위해 충돌시 안전벨트 착용 지점과 인체의 위치에 따른 상해치를 예측한 연구⁽¹⁾, 안전벨트의 안전성을 높이기 위해 벨트의 앵커 부를 해석한 연구⁽²⁾ 등이 이루어 졌으며, 안전벨트 착용 유무에 따른 상해의 차이⁽³⁾도 연구되었다. 하지만 이러한 연구는 안전벨트가 정확하게 착용되었다는 전제하에 이루어진 것으로서 안전벨트가 늘어지는 초기 슬랙을 가지고 있는 경우, 안전벨트가 승객과 시트를 적절하게 밀착시키지 못해 예상치 못한 비정상적인 승객의 거동으로 인하여 상해를 입거나 시트 아래쪽으로 쏠려 내려가는 서브마린 현상 등이 발생하게 된다. 이를 방지하기 위해서 안전벨트의 초기 슬랙을 제거해 주는 장치인 프리-텐서너를 장착한 차량이 대중화되고 있다⁽⁴⁾. 하지만 프리텐서너에 있어 가장 핵심적이라 할 수 있는 체결 클러치 시스템에 해외특허를 사용하게 되어 경제적 손실과 관련 기술의 부재라는 문제점을 가지게 된다.

본 연구에서는 기존의 특허 의존도를 낮출 수 있는 접촉에 의해 작동하는 클러치의 형태를 제안하였고, 그 신뢰성을 검증하기 위해 기존 모델과의 비교 해석을 통해 동역학 모델의 신뢰성을 검증하였다.

2. 클러치 메커니즘

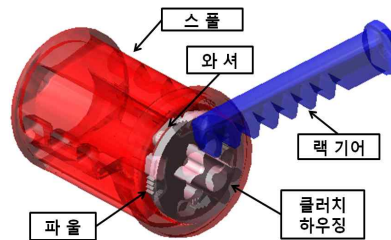


Fig. 1 Dynamic Model of New Mechanism

2. 1 동역학 모델 구성

Fig. 1은 고안된 클러치 모델을 바탕으로 구성된 접촉에 의해 작동하는 클러치의 동역학 모델을 보여준다. 차량 안전 시스템에서 충격이 감지되면 프리텐서너 내부에 장착되어 있는 장약이 폭발한다. 이 때 장약의 폭발에 의해 팽창된 가스는 랙기어와 고정되어 있는 피스톤에 압력을 가하게 되고, 이 압력으로 인해 랙기어는 전진하게 된다. 그 다음 랙기어가 전진하면서 피니언을 회전 시키게 되고, 클러치 하우징의 돌출부와 파울이 접촉하게 된다. 두 물체의 접촉으로 인해 파울은 최초 위치로 부터 전개되며 스프링의 내측면과 체결된다. 이와 같은 과정을 따라 장약의 폭발력이 스프링을 회전시켜 최종적으로 웨빙을 되감아 슬랙을 제거하는 메커니즘이다.

본 연구에서 제안된 클러치 메커니즘은 원심력에 의해 파울이 전개되는 기존 방식을 벗어나 클러치 하우징과 파울의 접촉에 의해 파울을 직접 전개시켜 주는 구조를 가진다. 이를 통해 스프링과 클러치 하우징의 체결 시간은 기존과 같이 유지를 하면서 파울의 전개를 직접적으로 수행할 수 있게 되었다.

2. 2 파울의 전개

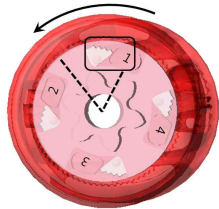


Fig. 2 A Figure of Clutch Before Engagement

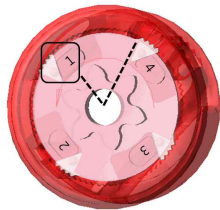


Fig. 3 A Figure of Clutch After Engagement

Fig. 2는 클러치 체결 전의 형상으로 파울은 전개되기 전이며, 클러치 하우징은 원위치에 있게 된다. 장약의 폭발력으로 클러치 하우징의 피니언을 랙기어가 밀게 되면 Fig.3과 같이 클러치가 체결되어 스플이 회전하게 된다.

3. 동역학 모델 해석 결과

프리텐서너의 동작 상에서 가장 중요한 요소는 한정된 시간 안에 클러치가 정확하게 체결되는 것이다. 따라서 새로운 클러치 시스템은 기존에 신뢰성 있게 동작하는 메커니즘에 준하는 체결시간을 목표로 하고 있다. Fig. 6은 클러치 하우징과 스플의 각속도를 비교한 그래프로서 실선은 클러치 하우징을, 점선은 스플의 각속도를 나타낸다. 두 물체의 각속도가 동일할 때 두 물체는 정확하게 체결된 것으로 볼 수 있다. 그래프 상에서 클러치 하우징의 각속도가 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있는데 이는 장약의 폭발에 의해 전진하던 랙기어의 힘이 클러치 하우징에 전해지면서 회전속도를 급격히 상승시키기 때문인 것으로 파악된다. 약 0.0022초에서 두 물체가 동일한 각속도를 가지게 되었고 기존 체결 시간 0.0020초와 비교해 적절한 값으로 판단하였다.

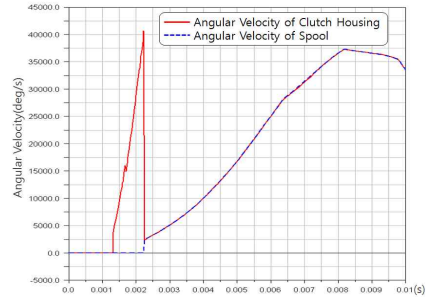


Fig. 4 A Angular Velocity of Two Bodies

4. 결론

본 연구에서는 파울을 직접 접촉에 의해 전개시켜 기존의 특허 방식을 벗어나 새로운 접촉방식의 메커니즘을 고안하였고, 모델에 대한 동역학적 해석이 이루어 졌으며 기존 모델과 대등한 체결시간을 보였다. 차후 진행 연구로 동역학 해석 결과를 바탕으로 스플과 파울의 체결면의 구조 동역학 해석이 있을 예정이다.

후기

본 연구는 ㈜디비아이의 지원에 의한 산학 협력 연구를 통해 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

- (1) 강현대, 한재녕, 채수원, 김동석, “실험계획법을 이용한 벨트 시스템의 설계 연구,” 한국자동차 공학회 창립 30주년 기념 학술대회 논문집 Volume III 1306-1309, 2008.
- (2) 최진용, 이형일, “점용접된 차량 안전벨트 앵커의 과부하 해석 및 J_e 에 의한 피로수명 예측,” 대한기계학회 논문집 A권, 제25권 제4호 662-670, 2001.
- (3) 심관보, “교통사고 위험그룹 및 사고유형별 심각도 결정 연구,” 한국도로학회논문집, 제11권 제2호 195-203, 2009.
- (4) 국민구, 탁태오, 박재순, 김대회, “인체의 연계작용을 고려한 프리텐서너를 가진 시트벨트 시스템의 동역학 해석 및 실험적 검증,” 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집 2189-2194, 2007.