

기계학습을 활용한 습식 클러치 드래그 토크 예측 모델

조 율 호^{*1)} · 안 준 호¹⁾ · 박 진 우¹⁾

현대트랜시스¹⁾

Prediction model of wet clutch drag torque using Machine Learning

Yulho Jo^{*1)} · Junho Ahn¹⁾ · Jinwoo Park¹⁾

Hyundai-Transys¹⁾,

Key words : Machine Learning(머신 러닝), Wet multi-disk Clutch(습식 다판 클러치), Drag Torque(드래그 토크)

* 조율호, E-mail: Yulho.jo@hyundai-transys.com

자동변속기와 다단 감속기에 사용되는 습식 다판 클러치는 우수한 변속품질과 조작성에서 유리한 구조이기 때문에 자동차 산업에서 많이 사용되고 있지만 단점으로 습식 클러치가 체결되지 않는 상태에서 상대속도 발생 시 구동 에너지 손실을 유발하는 드래그 토크(Drag Torque)가 발생되어 연비에 부정적인 영향을 미치고 있다.

이러한 드래그 토크를 줄이기 위해서는 다판 클러치의 적절한 사양 선정을 위한 검토와 공급 유량 최적화가 필요하다.

최적화는 다양한 방법으로 수행되지만 주로 CFD 해석과 시험에서 많은 시간과 자원을 소비하고 있어 본 연구에서는 기존의 습식 다판 클러치의 시험 데이터를 활용하여 머신러닝 모델을 구성하고 드래그 토크를 예측하는 검토 방안을 제시한다.

학습 데이터는 클러치 마찰면의 외경, 내경, 간극(Endplay), 마찰면 개수 등이 기본적으로 활용되며 드래그 토크 예상 모델의 정확도를 향상시키기 위해, SSP(Single Sided Plate)와 DSP(Double Sided Plate)같은 마찰재 구조, 마찰재 패턴 정보, 마찰재 간극, 회전속도 등이 추가적으로 학습 데이터에 포함이 된다.

또한 허브를 통해 유입되어 각 마찰판 사이에 공급되는 냉각 유량의 분배도 드래그 토크에 영향을 미치기 때문에 머신러닝 모델에서 이를 반영할 수 있도록 One Hot Encoding 기법을 적용하여 유입되는 유량의 편향을 정의한 데이터도 학습에 활용되었다.

학습된 머신러닝 모델의 드래그 토크 예측 오차는 통상 자동 변속기에서 사용되는 사양의 범위 안에서 8 ~ 15% 이내의 오차를 보여주고 있으며 마찰판의 상대 회전 속도 관계에서 발생하는 드래그 토크 변화량도 구현이 가능하였다.(Fig.1)

이와 같이 학습된 개발된 머신러닝 모델을 활용하여 다음과 같은 검토에도 적용이 가능하다.

- 1) 초기 자동변속기 또는 다단 감속기 설계 시 비교적 높은 정확도로 드래그 토크를 최적한 클러치 사양과 필요 공급 유량을 검토
- 2) 1D 해석 모델과 연동하여 시스템의 에너지 손실, 열성능 검토에 활용(Fig.2)

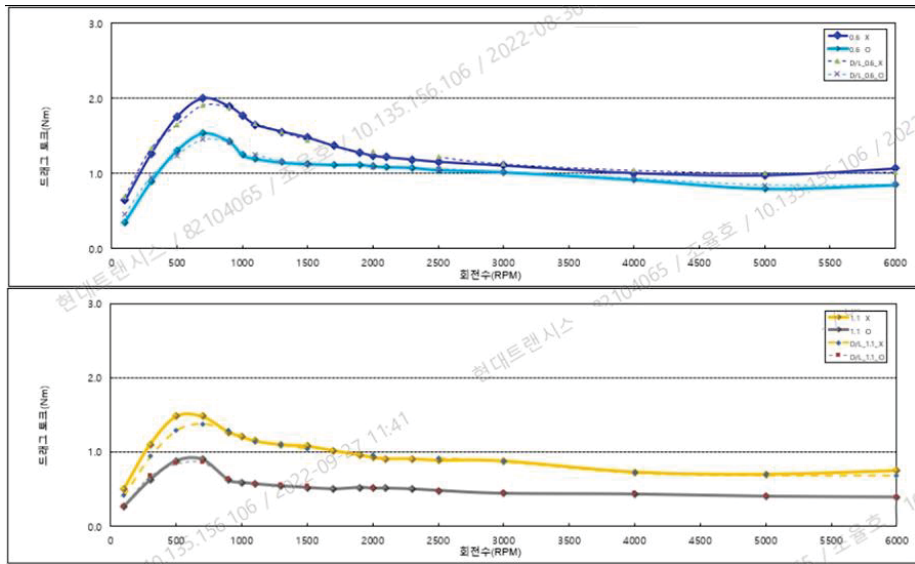


Fig.1 시험과 머신러닝 모델의 드래그 토크 예측 결과 비교

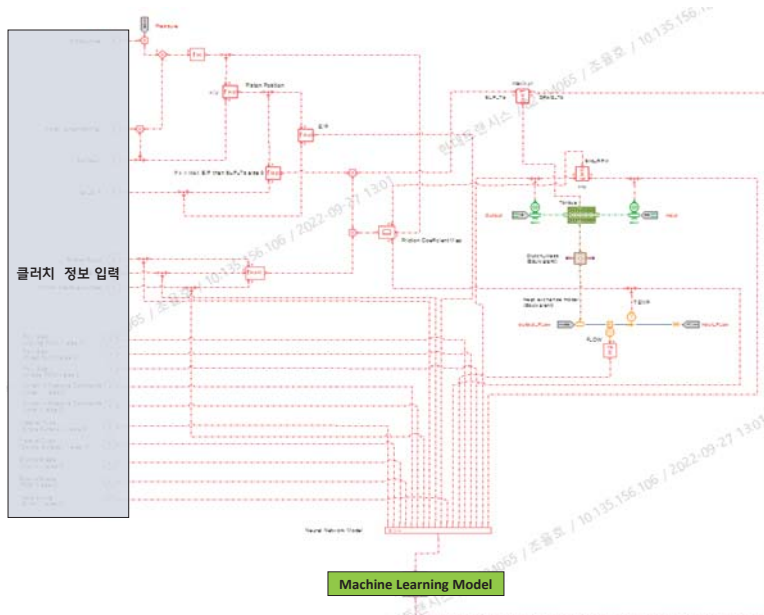


Fig.2 1D 해석 모델(AMESim)에 구성된 머신러닝 모델