

가상환경 차량 시험 모델을 이용한 2속 ATC 성능제어 Calibration

이 학 준^{1)*} · 고 동 환¹⁾

현대위아 전동화검증팀¹

2Speed ATC Control Calibration using a virtual vehicle test model

Hakjun Lee^{1)*} · DongHwan Ko¹⁾

Hyundai-Wia, Electrification validation team¹⁾

Key words : All Wheel Drive System(상시 사륜구동 시스템), Virtual Test Environment(가상시험 환경), Vehicle Test(차량 시험) MILS(Model In the Loop Simulation)

교신저자, E-mail: hakjun.lee@hyundai-wia.com

현대위아는 현대-기아 차량에 공급되는 상시 사륜구동 시스템(All Wheel Drive System)의 연구 개발 및 생산을 담당하고 있으며, 특히 실차 시험을 통한 현대-기아 차량의 사륜구동 성능 개발을 통해 소비자들이 직접 체감할 수 있는 구동 성능 시스템 개발에 기여하고 있다. 상시 사륜구동 시스템은 차량이 눈 길, 혹은 험로 주행 시 적절하게 전/후 구동력을 분배함으로써 해당 노면에서 차량의 탈출 및 가속 성능을 향상시키는 것이 주 목적이며, 시스템 성능을 향상시키기 위해서는 혹한의 저마찰로 혹은 극한의 오프로드 실차 시험을 수반해야 한다. 이러한 실차 시험 평가 진행 시 많은 비용이 발생하며, 시험 환경 특성상 운전자가 쉽게 피로를 느끼고, 시험 중 사고의 위험성 또한 존재한다.

본 논문은 상시 사륜구동 시스템 개발에 필수적인 실차 시험 평가 검증 효율을 높일 수 있는 가상환경 차량 시험 모델을 개발하여 시험 평가 전 사륜 구동 시스템 제어 모델의 안전성을 검증하고, Pre-Calibration을 통해 AWD 최적 성능을 도출하는 것에 관한 것이다. 본 연구에서 사용된 상시 사륜구동 시스템은 후륜 구동 차량에 장착되는 2속 ATC 부품으로 High/Low 기어를 통해 사륜 구동 시 휠에 전달되는 토크를 변화시킬 수 있으며, 그 구동 모드는 2High/4High/4Auto/4Low 4가지로 구성된다.

가상 환경에서 차량 시험 평가를 진행하기 위한 절차는 아래 Figure.1과 같다. 가상환경 차량 시험 모델은 IPG Automotive 사의 Car Maker 프로그램을 이용하였다. 1단계는 차량/시스템 가상화 단계로 당 사 제품이 장착될 차량 모델을 셋팅하는 것이다. 이 모델은 차량 외부, P/T, 샤시 제원 및 사륜 구동 시스템 제원 등을 포함한다.

2단계는 도로모델/시험 환경 구축 단계로 당 팀에서 사륜구동 시스템을 평가하기 위한 TDP (Test Development Process)를 모사한 도로/시험 환경을 구축하는 것이다. 총 14개의 테스트 환경을 구축하였고, 각 Case 마다 가속페달, 드라이브 모드, ESC 작동 유무를 변경하며 시험할 수 있도록 하여 총 1230개의 Case의 시험을 진행할 수 있다.

3단계는 Car Maker 프로그램과 2속 ATC 제어모델을 연동하는 것이다. Figure2.와 같이 2속 ATC 제어 모델은 보조 구동륜에 전달할 토크를 최종 결과 값으로 도출한다. 이 때, Car Maker 가상 환경으로부터 필요한 CAN 신호를 입력 받아 최종 토크를 계산하고, 이 계산된 토크는 다시 가상환경 차량모델에 반영되어 차량의 동적 특성을 변화시키며 Feedback 제어를 수행하는 MILS(Model In the Loop Simulation)환경기반의 가상환경 차량 시험 모델을 구축하였다.

4단계는 지금까지 구성한 가상 환경 모델을 통합하여 테스트 자동화를 수행하는 단계이며, 최종적으로 2속 ATC 제어 시스템 검증 및 Pre-Calibration을 진행할 수 있다.

위와 같이 구축한 가상환경 차량 시험 모델의 적합성을 확인하기 위해 2속 ATC가 장착된 시험차량의 실차 평가 데이터와 비교하였다. Figure3은 차량이 20% 경사면, 전/후륜이 각각 이중마찰 노면에 위치해 있고 운전자가 가속페달 50%를 입력하는 Test Case에서 가상환경 시험 결과 데이터와 실차 시험데이터를 비교한 내용이다. 해당 시험차량은 후륜구동 차량으로 주구동륜(후륜)이 저마찰노면에 위치해있고, 보조구동륜(전륜)이 고마찰노면에 위치한 상황이다. 두 시험 데이터 모두 순간적으로 후륜(녹색/파란색)의 휠속이 5kph 수준으로 미끄러지다가

ATC 출력토크에 의해 보조 구동륜(전륜)으로 차량의 구동력이 분배됨으로써 전/후륜이 동기화 되는 것을 확인할 수 있다. 또한, ATC 토크 출력과 차량의 증가속도 데이터 모두 가상환경을 통해 도출해낸 값이 실차 데이터와 유사한 것을 확인할 수 있다.

Figure4와 같이 2속 ATC에 의한 전/후륜의 토크 분배비를 다르게 하여 이중마찰 경사노면을 탈출하기 위한 최적의 토크를 Pre-Calibration 할 수 있다. ATC 최대 토크의 20% 출력했을 경우에는 경사 노면을 탈출하지 못하고 미끄러지는 것을 볼 수 있으며, 30% 출력 시는 탈출은 가능하나 후륜(녹색/파란색)이 과하게 미끄러지는 것을 볼 수 있다. 50% 출력시에는 미끄러짐의 정도(슬립량)가 감소한 채로 탈출하는 것을 확인하였다.

본 연구과제는 Car Maker 프로그램을 활용한 MILS 기반의 가상환경 차량 시험 모델을 구축하였고 다음과 같은 연구 결과와 향후 과제를 도출하였다.

- (1) 상시 사륜구동 시스템 개발에 필수적인 실차 시험 평가 검증 효율을 높일 수 있는 가상환경 차량 시험 모델을 구축하였다.
- (2) 구축한 가상환경 모델의 정합성을 확인하기 위하여, 실차 시험 데이터와 비교 분석한 결과 유사한 수준의 차량 동역학 특성(휠 슬립량, 증가속도, ATC 토크 출력)이 도출됨을 확인하였다.
- (3) 가상환경 모델을 활용한 제어 시스템 안전성 검증 및 Pre-Calibration을 실차 개발 단계에 적용하여 개발 단계시 투입되는 비용 및 잠재적 위험을 감소시킬 수 있다.



Figure 1. 가상환경 차량 시험 모델 구축 단계

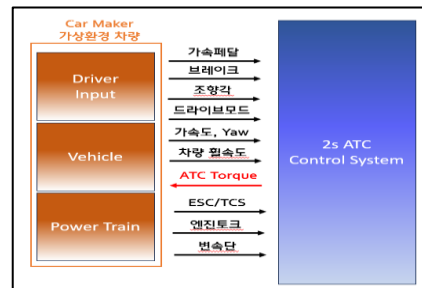


Figure 2. 2속 ATC MILS 제어 모델 개요

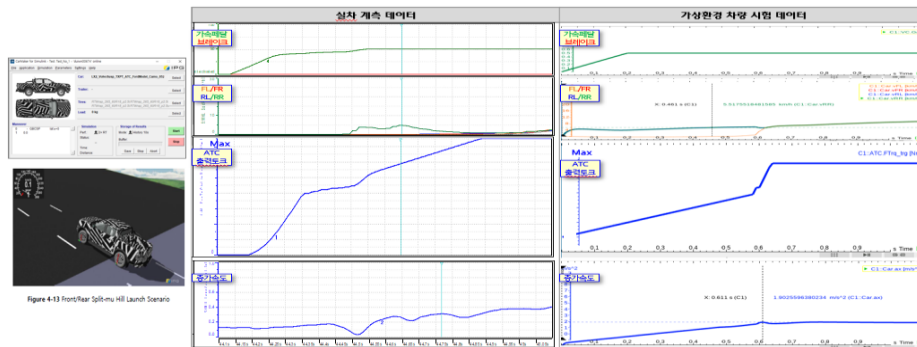


Figure 3. 실차계측 데이터 - 가상환경 시험 데이터 비교



Figure 4. 전/후 토크 분배비에 따른 이중마찰 경사노면 탈출 시험 결과 (가상환경)