대학생 자작자동차대회

설계 비교 보고서

학교명	국립금오공과대학교	팀명	Auto-Mania
팀장	박도현	지도교수	장일훈
전년도 수상 실적	c-Formula 은상		

차량 내용

구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	AMF-24	2950	1400	1190	202.7	
올해	AMF-25	2950	1400	1190	195	

상기 참가팀은 전년도 KSAE 대학생 자작자동차대회에서 상위 입상한바 다음과 같이 설계 비교 보고서를 제출합니다.

2025 년 6 월 15 일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

■ Summary

2024년 Auto-Mania는 차량 신뢰성과 조향 안정성 확보를 주요 목표로 두고 포뮬러 차량을 제작하였다. 하지만 불필요한 구조의 중량 증가, 저속 시 언더스티어, 드라이버 편의성 부족, 공력 성능 부족 등의 한계를 겪으며 차량 성능의 최대치를 끌어내지 못하였다. 또한, 파워트레인 측면에서는 기존 엔진의 출력 및 구동계 손실, 엔진 반응성 등이 실주행 과정에서 주요한 성능 제한 요소로 적용하였다.

2025년 Auto-Mania의 차량 개발 목표는 '설계 세분화 및 경량화 기반의 신뢰성 확보'이다. 이를 위해 다음의 5가지 주요 목표를 정하고 차량을 설계 및 제작하였다.

1. 엔진 및 흡기 시스템 최적화
2. 차량 지오메트리 수정 및 저속 언더스티어 해소
3. 세부 부품 경량화 및 패키징 최적화
4. 드라이버 편의성 개선

AMF-25 차량은 전년도 차량의 강점을 유지하면서 실제 주행 기반의 문제점들을 기술적 근거를 바탕으로 보완하였다. 엔진과 파워트레인 개선, 새시·공력 구조 경량화, 조종성 향상을 통해 보다 정교하고 신뢰도 높은 차량을 목표로 설계 및 제작하였다.

■ Preliminary Design

차량 제원	전륜	후륜
전장 / 전폭 / 전고 [mm]	2947.4 / 1400 / 1189.4	
축거 [mm]	1570	
윤거 [mm]	1210	1210
공차중량 [kg]	202.5	
무게배분 비율 [%]	46	54

표 1. AMF-24 차량 제원표

차량 제원	전륜	후륜
전장 / 전폭 / 전고 [mm]	2950 / 1400 / 1190	
축거 [mm]	1570	
윤거 [mm]	1210	1200
공차중량 [kg]	195	
무게배분 비율 [%]	48	52

표 2. AMF-25 차량 제원표

■ Detail Design

1. 엔진 및 흡기 시스템 최적화

2022년부터 사용해 온 기존 흡기 시스템은 VJF250 스로틀 바디(지름 36pi)와 리스트릭터를 조합하여 구성되었으며, 해당 구조는 특정 스로틀 포지션 구간에서 출력 반응의 민감도가 떨어지는 문제가 존재하였다.

TP-출력 관계를 분석하기 위해 다음과 같은 검증을 수행하였다.

- VE 테이블 및 다이노 분석: 기존 VE 테이블과 다이노 데이터를 기반으로 분석한 결과 TP 60% 구간부터 100%까지 출력 곡선이 평탄하게 유지되며, 실제 엔진 다이노 테스트에서도 해당 구간에서의 출력 차이는 12% 미만으로 확인되었다. 이는 드라이버 관점에서 미세한 출력 조절이 어려운 조건이었다.
- 유동 해석 결과: 리스트릭터 및 스로틀 바디 유동 특성을 파악하기 위해 TP 10% 단위로 유동 해석을 수행하였고, 그 결과 TP 60%에서 WOT 까지의 유략 차이는 약 8% 수준에 불과하였다. 이는 실제로 드라이버가 체감할 수 있는 출력 변화량이 작아 섬세한 스토틀 조작이 어려운 상태였음을 의미한다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해 기존 36pi 스로틀 바디를 26pi로 축소하였다. 이를 통해 TP 60% 이상 구간에서의 출력 비선형성을 완화하고, 부분 개도 영역에서의 토크 조절 정밀도를 향상했다.



그림 1. 엔진 동력계 실험 1



그림 2. 엔진 동력계 실험 2

2. 차량 지오메트리 수정 및 저속 언더스티어 해소

AMF-24는 전·후륜 모두 동일한 트랙 1210mm를 적용한 설계였으며, J-turn 및 저속 헤어핀 코스에서의 언더스티어 현상이 발생하였다. 드라이버 피드백에 따르면 슬라럼 및 짐카나 코스 등에서 조향 반응이 둔하고 차량 회전 반경이 커지는 현상이 확인되었으며 이는 랩타임 증가로 이어졌다.

이에 따라 AMF-25는 전후륜 트랙을 축소, 롤 센터와 킹핀 오프셋을 조정하여 저속 회전에서의 조향 응답성을 개선하고, 외륜 하중 집중을 통한 코너링 성능 향상을 목표로 설계하였다.

	AMF-24		AMF-25	
Front track (mm)	1210		1210	
Rear track (mm)	1210		1200	
Wheelbase (mm)	1570		1570	
Roll center (mm)	Front	50	Front	47.5
	Rear	65	Rear	65
Kingpin angle (°)	7.1		7.5	
Kingpin offset	O		O	

표 3. 지오메트리 비교표

3. 세부 부품 경량화 및 패키징 최적화

AMF-25는 차량 전체 질량을 줄이고 무게중심을 낮추기 위한 전략으로, 각 시스템별 세부 구성품의 경량화와 배치 효율 향상에 중점을 두었다. 특히 상용제품을 사용하여 불필요하게 높은 안전율로 인해 중량이 과도했던 부품들에 대해 기능 유지 범위 내에서 설계 최적화를 진행하였다.

- 조향계 구조 경량화: AMF-24 차량은 상용차용 스틸 일체형 유니버셜 조인트를 적용하여 실제 요구 하중 대비 과도한 안전율을 가지는 부품이었다. 이에 AMF-25 에서는 피니언 기어 부와 축부를 이종 소재 스플라인 결합 구조로 재설계하고, 경량 알루미늄 유니버셜 조인트를 신규 도입함으로써 조향계 구조의 질량을 1.923kg → 1.09kg 으로 줄여 약 43.31%의 경량화를 달성하였다.

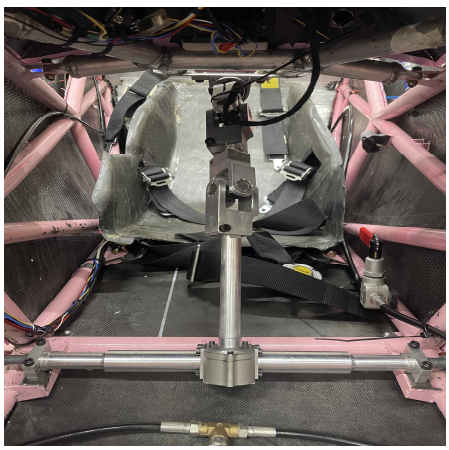


그림 3. AL 유니버셜 조인트



그림 4. Steel 유니버셜 조인트

이와 같이 세부 부품 단위의 최적화는 전체 차량의 무게중심 하향 및 조향계 응답성 향상에도 이바지하며, 차량의 기계적 신뢰성과 운전성을 동시에 확보하는 데 결정적인 역할을 하였다.

4. 드라이버 편의성 개선

AMF-24는 핸드클러치와 스티어링 배선을 외부로 따로 연결하는 방식을 사용함으로써 드라이버 조작 편의성이 다소 떨어지고, 반복적으로 탈거시 피로 누적과 배선 단선 등의 문제가 발생하였다. AMF-25 차량은 이를 해결하고자 다음과 같은 개선 사항을 적용하였다.

- 패들 클러치: 핸드 클러치를 제거하고 패들 클러치 조작 시스템을 적용함으로써, 드라이버가 스티어링 휠에서 손을 떼지 않고 모든 조작을 수행할 수 있도록 하였다. 이를 통해 변속 반응 시간을 단축하고 드라이버 피로도를 감소시켰다.
- 스티어링 휠의 배선 연결 방식을 개선하여 항공 단자를 퀵 릴리즈 허브와 통합하였다. 이로 인해 스티어링 휠을 차량에 장착하는 것만으로 자동으로 연결 되도록 구성되었으며, 별도의 수동 연결 작업이 필요 없어졌다. 이러한 구조는 조립 편의성을 높이는 동시에 배선 단자에 작용하던 기계적 부하를 제거하여 내구성과 신뢰성을 향상하는 결과로 이어졌다.

-

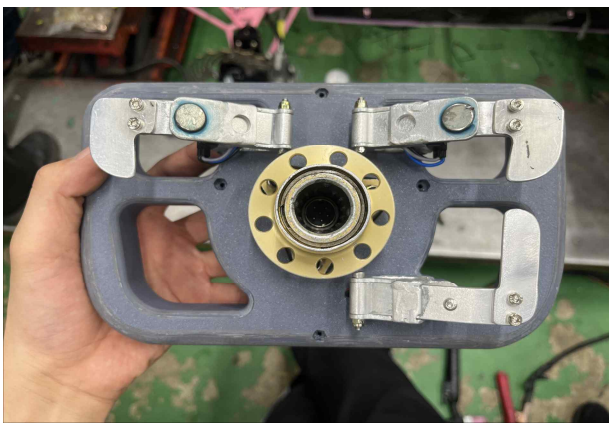


그림 5. 패들 클러치

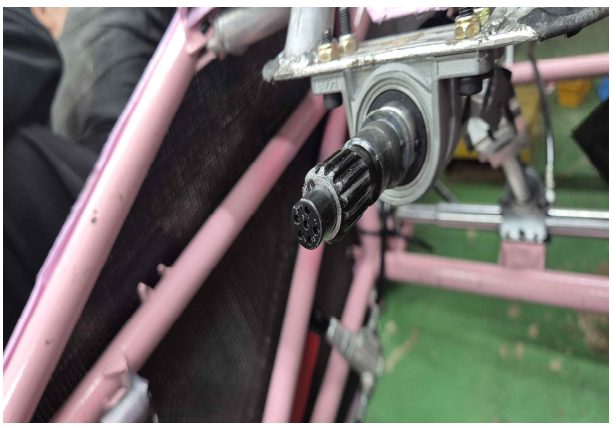


그림 6. 항공단자 통합

■ Manufacturing

AMF-25는 전자식 공압 레귤레이터를 통해 클러치를 제어하는 구조를 채택하였으나, 기존 장착되어 있던 실린더는 클러치 작동 압력을 충족하지 못하는 문제가 발생하였다. 이는 레귤레이터의 최대 허용 압력보다 클러치 작동에 유압이 더 높은 데서 기인하였다. 이에 따라 실제 작동 압력을 측정하고 이에 상응하는 실린더의 보어를 계산하여 설계하고, 공압 클러치용 실린더를 직접 제작하였다.

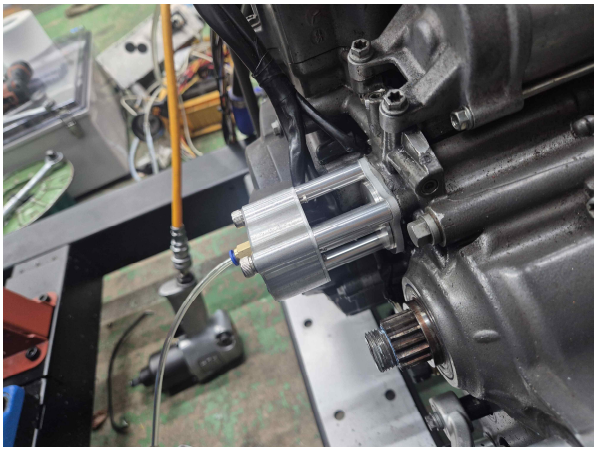


그림 7. 공압 클러치용 실린더

이 구조는 공압 기반 자동 클러치 시스템의 안정적 작동을 보장하며, 추후 전자제어장치와의 연동에도 호환성을 유지할 수 있도록 제작되었다.

■ Conclusion

Auto-Mania는 전년도 차량을 기반으로 실주행 피드백과 기술적 분석을 토대로 문제점을 명확히 파악하였고, 이를 바탕으로 AMF-25에서는 출력 제어성 향상, 섀시 구조 최적화, 조향계 경량화, 운전자 편의성 개선을 핵심 목표로 설정하여 설계 및 제작을 진행하였다.

특히, 다음과 같은 항목들을 개선 설계를 진행하였다.

1. 스로틀 반응성 및 출력 제어 개선을 위한 스로틀 바디 직경 변경
2. 엔진 동력계 기반 맵핑 최적화
3. 지오메트리 수정에 따른 저속 언더스티어 해소
4. 세부 부품 경량화
5. 퀵릴리즈-단자 통합을 통한 내구성 및 정비성 향상

Auto-Mania는 이번 프로젝트를 통해 얻은 데이터와 경험을 기반으로 향후 대회에서도 신뢰성과 성능을 갖출 차량을 제작할 수 있도록 역량을 강화해 나갈 것이다.

Copyright © KSAE