

# 자동차 후면형상에 따른 공력특성 분석

## Aerodynamic analysis of automotive back shape design

정현석<sup>1\*</sup>, 이인덕<sup>1</sup>, 김수진<sup>1</sup>, 이도형<sup>1</sup>  
한양대학교<sup>1</sup>

### 초 록

21세기인 지금 우리시대에 자동차는 필수적인 교통수단이다. 이런 자동차의 구동을 위해서는 연료가 필요하며, 아직까지 석유가 그 연료의 중심이다. 그러나 지구에서 나오는 석유자원은 매장량의 한계가 보이며, 치솟는 가격뿐만 아니라 세계적으로 고연비 고효율 차량을 선호하기 때문에 연료소비를 최소화 하는 방법을 찾아야 한다. 본 연구에서는 차량의 후면 형상에 중점을 두어 주행 시 발생하는 공력특성 중 항력을 감소시키기 위해 EDISON 시뮬레이션 프로그램으로 자동차의 후면 형상 변화에 따른 공력특성 해석과 주행 시 가장 효율적인 최적의 후면 형상을 찾아보았다.

Key Words : 자동차 공기역학(Automotive Aerodynamics), 최적설계(Design optimization), 후면형상(Rear end shape), 항력계수(Drag coefficient)

## 1. 서 론

### 1.1 연구 목표

일반적으로 차량 형상 디자인은 외형 뿐 아니라 자동차의 운동학적 요소에 영향을 미친다. 고유가 시대에 차량의 연비를 최대화 하면서 효율을 높이기 위한 자동차 개발이 전 세계적으로 우선적인 목표가 되었고, 차체 주위로 흐르는 외부 유동과 관련해 공력성능의 최적화라는 목표가 생겼다. 자동차의 공력성능은 항력계수( $C_d$ )에 많은 영향을 받기 때문에 항력계수를 감소시키는 것이 공력성능을 최적화 시키는 것이라 볼 수 있다. 자동차의 후면 형상 변형이 공력성능에 주는 영향을 알아보기 위해 몇 가지 디자인을 EDISON 시뮬레이션 프로그램을 통해 해석, 최적의 후면 형상을 찾아 보았다.

## 2. 본 론

### 2.1 승용차 주위 유동 해석

차량의 주행 시 발생하는 주위의 공기 유동은 차량 외부 형상에 의해 많은 지배를 받고 이는 적절한 외형 설계가 항력의 감소에도 큰 영향을 끼친다고 할 수 있다. 항력을 낮추기 위해 본 연구에서는 자동차의 여러 부분 중 후면 형상에 초점을 맞추고 상, 하단 측 각각 3가지의 형상변화를 주어 총 9가지 경우의 해석을 수행하였다.

차량 디자인은 카티아를 통해 L차량 모델 선정, 우선 상단측 부분의 각도를  $-15, 0, 15$ 도로 변화시키고 하단측 부분의 각도를  $0, 15, 30$ 도로 변화시키며 레이놀즈 수  $9,000,000(100\text{km/h})$ 의 조건을 주었다.

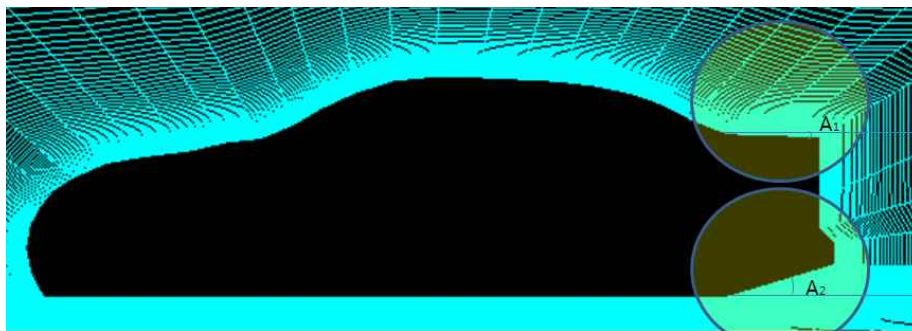
### 2.2 L 차량의 해석 기법

### 2.2.1 유동 입력조건

- Re =  $9 \times 10^6$  (speed = 100km/h)
- Flow type: Turbulent flow
- Steadiness: Steady flow

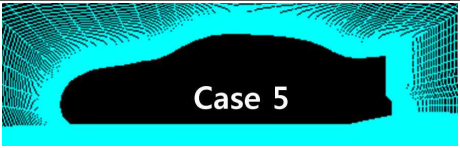









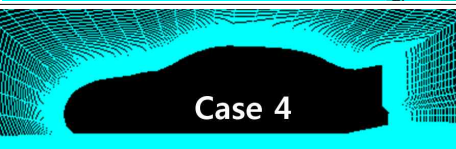

- Inlet: Constant pressure inlet
- Outlet: Extrapolation
- Ground & Car surface: Viscous wall
- Upside: Inflow or outflow

### 2.2.2 차량 후면 형상변화 조건



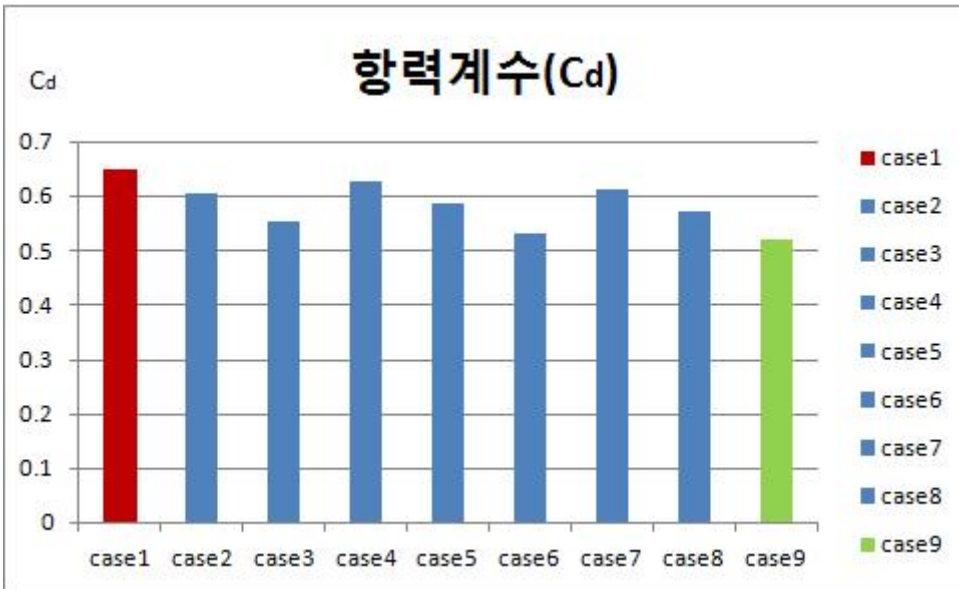
후면 상부각도(A<sub>1</sub>), 후면 하부각도(A<sub>2</sub>)

Table 1. 해석 케이스

Model	후면 형상		Modeling	
	상부(A <sub>1</sub> )	하부(A <sub>2</sub> )		
Case1	12.5°	17.5°		
Case2	7.5°	17.5°		
Case3	-2.5°	17.5°		
Case4	12.5°	12.5°		
Case5	7.5°	12.5°		
Case6	-2.5°	12.5°		
Case7	12.5°	7.5°		
Case8	7.5°	7.5°		
Case9	-2.5°	7.5°		

### 2.3 해석 결과(형상에 따른 공력변화) 및 최적 형상

구 분	Case1		Case2		Case3		Case4		Case5		Case6		Case7		Case8		Case9	
	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)	a1(°)	a2(°)
	12.5	17.5	7.5	17.5	-2.5	17.5	12.5	12.5	7.5	12.5	-2.5	12.5	12.5	7.5	7.5	7.5	-2.5	7.5
항력 계수 (Cd)	0.650		0.606		0.553		0.629		0.586		0.534		0.614		0.571		0.521	



Good Case : 9(후면 상부각  $A_1 = -2.5^\circ$ , 하부각  $A_2 = 7.5^\circ$ )경우에 항력계수가 가장 낮음을 찾아내었다.  
 Bad Case : 1(후면 상부각  $A_1 = 12.5^\circ$ , 하부각  $A_2 = 17.5^\circ$ )경우에 항력계수가 가장 낮음을 찾아내었다.

### 3. 결론

본 연구에서 후면 형상 변화에 따른 공기유동을 Edison 프로그램을 통해 확인 할 수 있었으며 그중 항력계수가 최저의 값을 가지는 차량 후면 형상을 찾아내었다. 차량의 고속 주행 시 후면에 작용하는 압력이 상당히 크게 변하며 그에 따라 공력성능이 변한다는 것을 확인하였다.

최적 설계 형상을 찾기 위해 선정된 9가지 모델은 현재 상용화된 L차량의 후면 설계를 토대로 선정되었고 각각의 값의 차이를 비교할 수 있었다.

9가지의 케이스 해석을 통한 결과 이러저러한 형상의 모델이 얼마만큼의 항력계수를 나타냄으로써 가장 적은 항력을 받게 된다는 것을 확인하였고 그로인해 연비와 효율을 가장 높일 수 있다고 결론을 내릴 수 있다.

### 후 기

EDISON 시뮬레이션 프로그램을 사용하면서 다른 CFD 상용프로그램과 비교해 여러 가지 제한적인 부분들이 보였다. 무엇보다 격자 생성 시 차량모습의 표현과 외부 경계와의 결합에서 많은 어려움이 있었

다. 하지만 좌표 데이터로 디자인 형상을 불러올 수 있는 기능이 있어서 이를 적극 활용하기로 결정, 카티아로 설계한 디자인을 해석하는 것도 가능하다는 이점을 느낄수 있었다. 더 복잡한 형상도 이와 같은 방법으로 EDISON 시뮬레이션 프로그램에 간편히 구현하여 해석할 수 있을 것이다. 또한 웹 기반의 프로그램임에도 불구하고 상당히 안정적인 솔버와 후처리 프로그램, 컴퓨팅 시스템이 만족할만한 결과를 계산해 주었다.

## 참고문헌

- (1) 송기선, 강승은, 전상욱, 박훈일, 기정도, 김규홍, 이동호, 2011, 승용차의 후면 형상 변형이 공기저항 감소에 미치는 영향, 한국자동차공학회논문집, 제19권 제4호, 137-145
- (2) Merle C. Potter, David C. Wiggert, 2011, "Mechanics of fluids," 한티미디어, pp. 362~375, 384~388
- (3) 김형섭, 박경석 역, 1999, 자동차 역학, 일진사, 서울, pp. 22~23