

자동차 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 자동차 유리창 빗물 제거 사이드미러

(2012년 03월 8일 ~ 2012년 12월)

팀명: Sensation

자동차 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2012. 12.

대구대학교 자동차공학부

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제
'자동차 유리창 빗물제거 사이드미러'의 결과보고서로 제출합니다.

(과제기간 : 12. 03. 08 ~ 12. 12.)

2012. 12.

지도교수 : 임 학 규 (인)

대표학생 : 홍 성 환 (인)

참여학생 : 정 재 훈 (인)

박 현 길 (인)

장 진 우 (인)

권 순 재 (인)



목 차

최종보고 요약문	
제1장 과제내용 및 목표	1
제1절 목적 및 필요성	1
제2절 과제의 목표	4
제3절 기대효과 및 활용방안	5
제2장 개념설계 및 상세설계	6
제1절 개념설계	6
제2절 상세설계	9
제3장 제작	15
제1절 공정도	15
제2절 제작	20
제4장 운용 및 시험	27
제1절 운용 및 시험 요구조건	27
제2절 운용 및 시험결과	41
제5장 결론	48
제1절 문제점 분석 및 처리결과	48
제2절 총평	50
[참고문헌]	51

최종보고 요약문

과제명	자동차 유리창 빗물 제거 사이드미러
팀명	Sensation
팀원	홍성환, 정재훈, 박현길, 장진우, 권순제
과제기간	2012년 03월 08일 ~ 2012년 12월

1. 개발내용 및 목표

비가 오는 날 주행 시에 차량들에는 운전자를 배려하여 뒷 유리 열선, 사이드미러 열선, 전방유리에 와이퍼를 장착함으로써 좀 더 선명하고 깨끗한 시야확보를 통하여 안전을 책임지고 있다. 하지만 양측 사이드미러에 대해서는 양측 유리창에 맺혀있는 빗물로 인하여 시야확보에 어려움이 있다. 따라서 이 문제점을 해결함으로써 빗길에 주행하는 운전자를 좀 더 안전하게 보호하기 위하여 개발 목적을 두었다.

2. 개념설계 및 상세설계

60km/h ~ 80km/h 정도의 주행속도에서 차량의 사이드미러에 원뿔대모양의 유체관을 내부에 장착하여 빗물이 제거되고 사이드미러의 가시성이 확보되는 범위를 목표로 제작하고 할 수 있는 최대의 길이, 그리고 최대크기의 유입구와 배출구를 이용하는 것을 목표로 유체역학적 계산을 하여 유체관의 사이즈를 설계하였다.

3. 제작

기존에 판매되고 있는 사이드미러를 구매 미러에 설치가 가능한 크기로 유체관을 설치하고 유체관의 제작비용의 문제점으로 인해 실제 사용모델보다는 제품의 효과가 있는지 없는지를 판단하기 위하여 PT병으로 유체관을 사이드미러에 고정하여 1차 실험을 거치고 유체역학에서 계산된 공기 역학을 근거로 2차 제작, 실험을 실시하였다.

4. 운용 및 시험

설계에서 제시되었던 유체관의 사이즈를 이용하여 세차장에서 에어건과 워터건을 이용하여 실제 에어를 주입하였을 때 물방울이 얼마나 밀려나는지를 알아본 1차 실험과 제작한 프로토타입 제품을 실제 차량에 장착하여 1열 석 유리창에 물방울이 충분히 맺히게 물을 뿌린 뒤에 실제 주행 시험을 해보았다. 실제 주행실험 결과 40km/h부터 서서히 물방울이 밀려나기 시작하여 80km/h에서는 물방울의 방해 없이 사이드미러를 이용이 가능하였다.

5. 세부 연구개발 내용 및 실적

비압축성유체에서의 연속방정식과 무 마찰유동에서의 베르누이 방정식을 이용하여 유체관의 이론적 설계를 진행하였고 이와 함께 조건변수 시험을 통하여 자동차 창문에 맺힌 물방울을 밀어낼 수 있을 정도의 유체관의 수치를 결정, CAD 및 CATIA 프로그램을 이용하여 도면제작을 하였다. 이를 바탕으로 제품제작을 실시하여, 실차 실험 한 결과 60km/h에서 대부분의 물방울이 제거 되었다.

제 1장 과제내용 및 목표

제1절 목적 및 필요성

1. 과제개발의 목적



(그림 1-1. 비가 오는 날의 1열 석 유리창 모습)

과제개발의 최종 목적은 유리창에 맺힌 빗물을 제거가 가능한 사이드미러이다. (그림 1-1)을 보면 유리창에 맺힌 빗물로 인해 가시성에 상당히 문제가 있는 것을 확인 할 수 있다. 비가 오는 날의 차량 주행 시에 차량의 1열 도어(운전석과 조수석)의 유리창에 빗물이 맺히는 현상으로 인하여 빗물에 의한 사이드미러를 볼 수 있는 시야 확보와 집중호우와 야간 주행 시 앞 차량의 후미등과 맞은편 차량의 헤드라이트의 불빛이 1열 석 유리창에 맺힌 물방울에 반사됨으로써 발생하는 시야 확보에 어려움이 있다는 사실을 우천 시 주행 중 발견하게 되었다. 이러한 점은 실제 비가 오는 날의 야간 주행 시에 상당한 위험 요소로써 교통사고를 유발 할 가능성이 농후하다. 이를 개선하기 위해서는 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 제거 하는 것이 가장 확실한 해결방법이라는 결론을 내리게 되었다. 기존의 사이드미러에는 열선을 이용하여 빗물을 제거 하는 방법은 있으나, 1열 석 유리창의 빗물을 효과적으로 제거하는 방안은 아직까지도 확실한 대안은 없다. 또한 다른 동력원을 사용하는 것은 경제적으로 차량의 비용의 증가를 가져오고, 차량의 주행성능에도 비효율적이며, 다른 부가 스위치를 이용하는 것은 운전자의 주행에 대한 시선을 분산할 수 있다고 판단되어 기존의 차량의 부품을 효과적으로 활용하되 경제적이며, 주행성능에 영향을 주지 않고, 운전자의 시선 분산에도 영향을 미치지 않으면서 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 제거하는 것은 사이드미러에 유체가 통과 할 수 있는 원뿔대(깔대기) 모양의 통로(관)를 설치하는 것이다. 사이드미러에 유체가 통과할 수 있는 통로의 설치는 주행 중 받는 기압을 이용하는 것으로써 통로에 들어오는 기압력이동의 병목현상이 발생하여 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 운전자가 보았을 때, 사이드미러가 명확하게 보일 정도까지만 밀어내는 것이 이번 개발과제의 목적이다.

또한, 이번 과제개발을 시작하면서 조원들이 여러 가지 다양한 아이디어를 자유롭게 제시하였다. 제시한 많은 아이디어 중 자체적으로 3가지 기준을 정하여 평가하여 이번 과제를 시작하게 되었으며 다음과 같은 5가지 기준으로 개발을 하고 비가 오는 날 운전자에 대한

애로점을 보완하고 극대화 시키는데 목적과 의의를 줄 것이다.

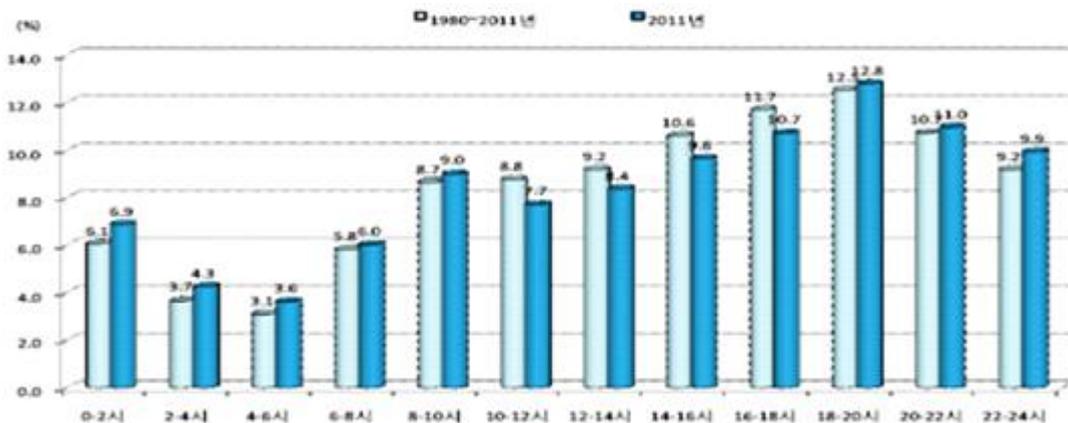
- 실제 차량 주행에 도움이 되는 아이디어인가?
- 실험이 가능 하며, 수치적인 데이터를 얻을 수 있는가?
- 공학적 접근 및 해석이 가능 한가?
- 현재 학부과정에서 학습한 내용을 활용할 수 있는가?
- 과제에 주어진 금액 내에서 완성할 수 있는 과제인가?

위의 기준을 가지고 조원들이 제시한 아이디어를 검토한 결과, 이 기준을 만족하는 아이디어인 1열 석 유리창 빗물제거용 사이드미러가 선정 되었다. 따라서 선정된 이번 개발과제를 통하여 기존의 학습한 내용을 바탕으로 충분히 활용하여 공학도로서 설계 프로젝트를 수행할 수 있는 소양을 완성하는 것 역시 이번 개발과제의 부가적인 목표라 할 수 있다.

2. 과제개발의 필요성

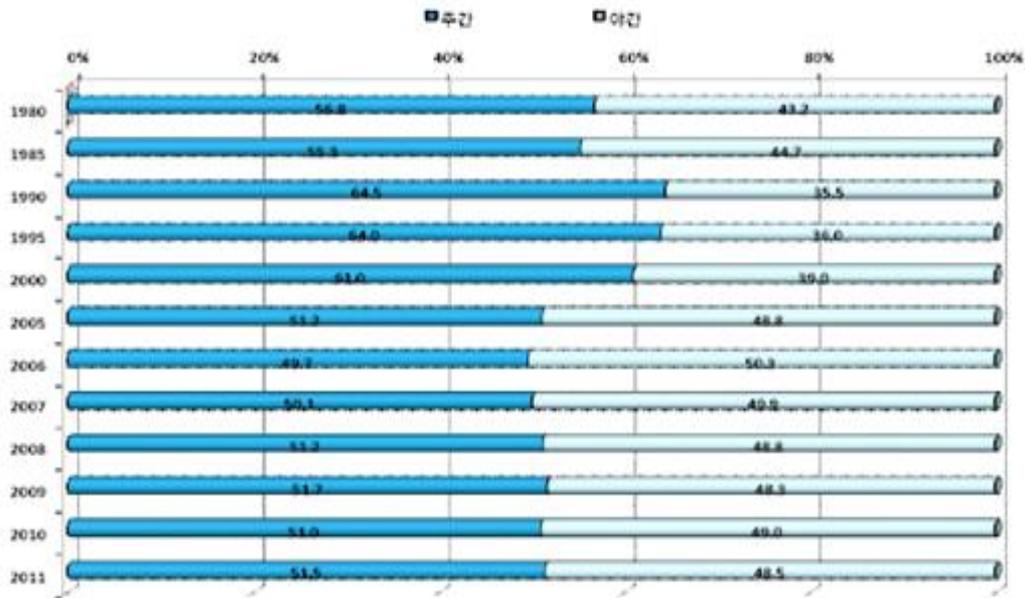
과제 개발의 필요성은 무엇보다도 비가 오는 날 야간주행 시에 사이드미러를 명확하게 이용하게 하여 교통사고를 줄일 수 있는 제품이기 때문에 필요하다. 현재까지 1열 석 유리창에 맺힌 빗물에 대한 명확한 해결 방법이 제시 되지 않았기 때문에 이번 과제개발을 통하여 이에 대한 효과적인 개선 방법을 제시하고 우천 시 야간주행에 안전성을 높임으로써 교통사고의 발생을 줄일 수가 있다. 현재, 대한민국에서는 한정된 도로에서 지속적으로 운전자의 수가 증가 하고 있으며, 장마철 및 폭우와 집중호우로 인한 교통사고가 상당한 위험요소로 인식되기 때문에, 우천 시 차량이용에 대한 다양한 개선 방안이 필요 되는 시점에서 하나의 개선방향으로 필요하다. 또한 이번 개발과제의 목적에서도 알 수 있듯이, 경제성과 주행성능, 운전자의 시선 분산까지 고려하였기 때문에 이번 과제개발은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

과제개발의 필요성을 보다 자세하게 알아보기 위하여 국내기관의 자료를 통하여 설명하겠다. 다음과 같이 도로교통공단의 교통사고통계분석 자료에 따르면 2011년 한 해 동안 우리나라에서는 총 897,271건이 발생하고 있다.



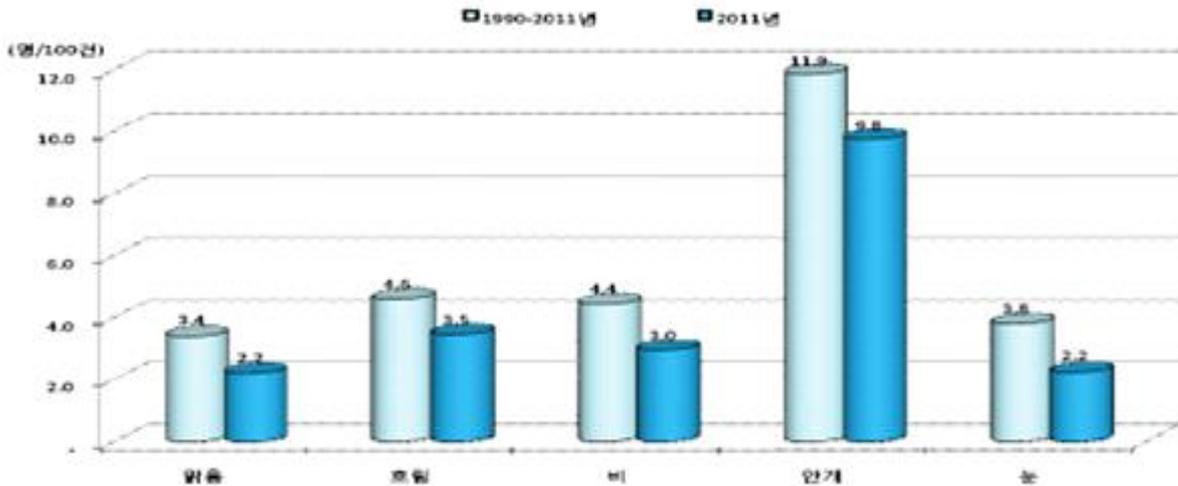
(그림 1-2. 시간대별 교통사고 발생건수 구성비)

(그림1-2)는 2011년도와 그 이전의 시간대별 교통사고 발생건수를 비교하여 그래프로 나타낸 것이다. 14시에서 22시까지가 사고 발생건수가 많은데, 그 중에서도 야간이면서 러시아워인 18시와 20시에 가장 많았다.



(그림 1-3. 주야별 교통사고 발생건수 구성비 추세)

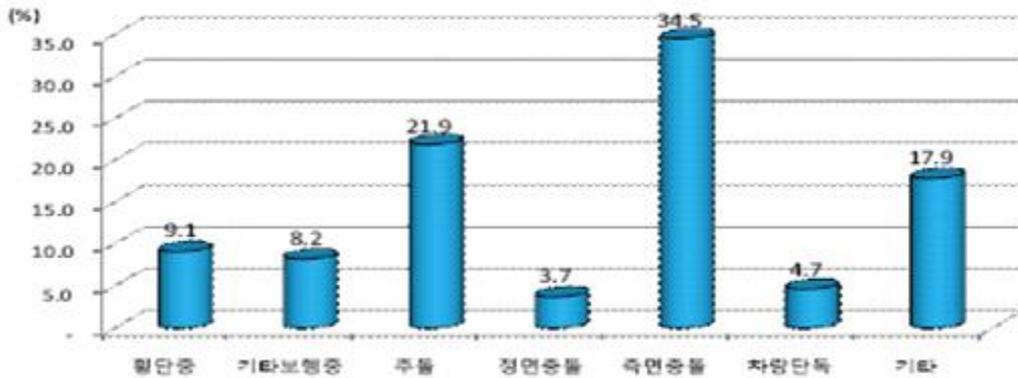
(그림 1-3)은 주야별 교통사고 발생건수를 비교한 비율이며 (그림1-2)과 (그림 1-3) 통해 종합적으로 보면 1980년 이후 발생한 전체사고는 주야별로 야간사고 비율이 더 높으며 비중도 증가 하는 것을 알 수 있다.



1) 치사율 = (사망자/교통사고 발생건수)×100

(그림 1-4. 기상상태별 교통사고 치사율)

또한 2011년 한 해 동안 비가 오는 날 교통사고는 20,704건 발생 되었다. 이 중에서 특히 비가 오는 날의 사고가 치사율이 절대로 낮지 않다는 것을 (그림 1-4)를 통해서 확인 할 수 있다.



(그림 1-5. 주요 사고유형별 발생건수 구성비)

그리고 (그림1-5) 보면 전체 사고 중 측면충돌 사고가 34.5%로 가장 높게 나타나는데 이는 대부분 차선변경 시 측면확인 미숙으로 인한 사고임을 알 수 있다.

종합해 보면 (그림 1-2)에 의하여 야간 주행 시, (그림 1-4)에 의해 비가 오는 날, (그림 1-5)와 같이 측면충돌에 의한 교통사고가 많이 발생한다는 것을 짐작해볼 수 있었다.

결과적으로 야간 주행 시, 특히 비가 오는 날 교통사고는 치사율과 사고율이 높았으며 사고를 줄이기 위해 측면과 사이드 미러를 통한 후, 측면 시야 확보의 과제 개발이 필요하다고 결정하게 되었다.

제2절 과제의 목표

1. 과제의 목표

우선적으로 과제의 목표는 일반적인 차량의 주행속도에서 차량의 주행 시 받는 기압을 이용하여 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 밀어내고 사이드미러를 볼 수 있을 정도만 제거 하는 것이다. 그로 인해 다른 부가적인 동력원을 사용하지 않고 주행에 불편을 주지 않으며 차량의 무게에도 크게 관여하지 않는 제품을 설계하게 되었다. 그러기 위해선 빗물이 맺힌 1열 석 유리창에 사이드미러에 유체를 통과 시켜 빗물제거 효과가 있는지를 초기실험을 실시하여 이번 과제개발을 수행 가능성 유/무를 확인한 후, 사이드미러에 유체가 통과 할 수 있는 통로를 설치하는 것이다. 이를 판단하는 수치적 기준은 차창의 맺힌 물방울을 1열석 창문이 시작하는 앞부분에서 15cm정도 밀어내는 것이다. 따라서 이를 달성하기 위한 세부목표는 1열 석 유리창의 빗물을 밀어 낼 수 있을 정도의 유량을 얻을 수 있는 통로의 위치와 각도, 길이, 모양, 재료 유입구와 배출구의 위치, 크기, 형태, 각도를 여러 변수를 이용한 실험과 가능하다면 시뮬레이션 해석을 통하여 가장 효율적인 값을 결정하는 것이다. 이후, 위의 결과를 가지고 실제 사이드미러에 유체통로를 설치하여 완성된 제품을 제작하고, 실차 실험을 통하여 완성된 제품이 정말로 1열 석 유리창의 빗물을 제거가 되는지를 확인 하는 것이다. 그리고 올바른 제품제작을 위하여 도면을 제작하는 것도 목표로 하고 있다. 마지막으로 실험 결과에 대한 이론적 배경을 수립하여 수치적인 데이터로 나타내는 것이다.

제3절 기대효과 및 활용방안

1. 기대효과



(그림 1-6. 제품가능성 시험)

(그림1-6)은 설계에 앞서 차창에 맺힌 물기의 제거가능 유/무를 확인하기 위하여 실시한 간단한 실험이다. 육안으로 쉬운 확인을 위하여 차창에 거품을 묻힌 후, 컴프레셔로 공기를 분사하여 거품이 밀려난 길이를 측정하였다. 최대 40cm까지 거품이 밀려나게 되어 설계목표 달성 가능성을 최초로 확인하였다. 그리하여 이번 과제개발의 기대효과는 앞서 밝힌 바와 같이 차량 양옆 1열 석 유리창에 빗물을 제거하여 운전자가 우천 시의 주간·야간 주행에도 사이드미러를 통한 후방과 측면 시야확보를 좀 더 선명하고 안전하게 할 수 있다. 이로 인하여 주행 시 정확한 상황판단이 가능하게 될 것을 기대효과로 볼 수 있다.

2. 활용방안

이번 과제개발을 통하여 완성된 제품을 실차에 바로 적용하여 사용 할 수 있도록 하여 우천 시의 주간·야간 주행에 안전성을 높이는 것이다. 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 효과적으로 제거 할 수 있는 방법에 대해서 활용 할 수 있는 방안임으로써 공학적으로도 활용이 가능하다. 또한 실제 차량을 주행 하던 중에 발견한 것임으로 고객의 필요성을 파악하는 하나의 방법으로써도 활용이 가능하다.

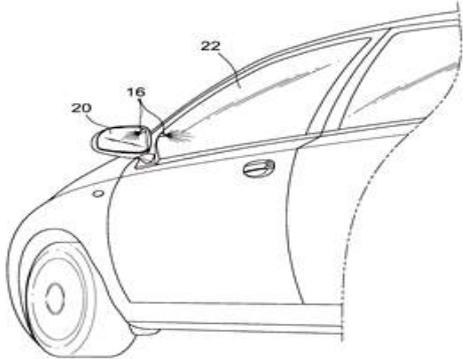
제2장 개념 설계 및 상세설계

제1절 개념설계

1. 이론적 배경

- 기체나 액체는 유압이나 기압으로 많은 곳에 활용되어 사용되어지고 있다. 모양에 상관없이 일정한 두께에 일정 값의 길이를 가진 원통모양의 관에 자연적으로 유체나 기체가 흘러들어가게 한 뒤 한쪽은 압력을 가하고 한쪽은 열어주게 되면 기존의 통과하는 속도나 압력 이상의 값을 얻게 된다. 이런 원리로 사용되고 있는 것이 일반적인 산업체 현장에서 쓰이는 유압식이나 공(기)압식 방식의 장비가 예로 들어지고 있다. 하지만 이러한 방식과 다르게 뒤에서 다른 매개체를 이용한 압력을 가해주지 못하는 경우에는 이러한 이동 중인 유체의 병목현상을 이용하여 원하는 압력 값을 생성하게 된다. 가장 간단한 예로 에어건과 같이 대형 콤프레셔에서 형성된 기체가 좁은 관으로 이루어진 건의 배출구를 통하여 기존의 압력보다 순간적으로 강한 기압을 만들어내어 사용하는 경우이다. 관의 길이가 길수록 관속에서 밀어내는 유체량이 증가하며 배출구의 크기도 관 길이에 맞게 일정 비율로 크게 설계를 하여주면 나오는 유체량이 증가하고 유압도 강하게 되며 유체가 뺏어나가는 거리도 길어지게 된다. 이러한 원리로 60km/h ~ 80km/h 정도의 주행속도 차량의 사이드미러에서 목표만큼 원하는 빗물이 제거되고 사이드미러의 신인성이 확보되는 범위를 목표로 제작 할 수 있는 최대의 길이, 그리고 최대크기의 유입구와 배출구를 이용하는 것이 이번 설계의 이론적 배경이 되었다.

2. 관련특허 및 제품분석

발명의 명칭	자동차 사이드미러와 차창의 물방울 제거장치 (Apparatus for cleaning side window and side mirror of automobile)	
Int. Cl	B60S 1/60 (2006.01)	대표도면
출원번호(일자)	20-2003-0002282 (20030124)	
공개번호(일자)		
공고번호(일자)	(20030516)	
등록번호(일자)	2003129560000 (20030429)	
구분/원출원권리	/	
원출원번호(일자)		
Family 출원번호		
최종처분내용	설정등록의뢰	
심판사항		
등록상태	소멸 (등록료불납)	
국제출원번호(일자)		
국제공개번호(일자)		
심사청구여부 (일자)	N	
심사청구항수	1	
기술이전 희망		
초록	<p>본 고안은 자동차의 사이드미러(side mirror)와 차창상의 물방울을 비롯한 각종 오염물질을 압축공기를 분사하여 자동으로 제거하는 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 운전석의 조작스위치를 간단히 조작하여 물(또는, 워셔액)을 선택적으로 함유하는 고압의 압축공기를 양측의 사이드미러와 차창상에 단속적으로 또는 연속적으로 분사시켜 유리면상에 존재하는 물방울, 성에 및 먼지 등을 제거하고 세정시킴으로써, 사이드미러를 통한 측후방시계의 원활한 확보를 통해 안전운전을 기하도록 하는 자동차 사이드미러와 차창의 물방울 제거장치에 관한 것이다.</p> <p>자동차, 차량, 안전, 사이드미러, 백미러, 아웃사이드미러, 차창, 물방울, 빗물, 성에, 먼지, 미물질, 오염물질, 세정, 워셔액, 압축공기, 에어컴프레서</p>	

* 유사점 ① 차창의 물방울을 제거한다는 것을 목적으로 한 점

차이점 ① 스위치를 이용한 분사방식으로 차창을 세정한다는 점

발명의 명칭 **공기압을 이용한 사이드 미러 및 도어 글래스 빗물 제거장치**

Int. Cl. B60S 1/58 (2006.01)

대표도면

출원번호(일자) 20-1996-0028831 (19960910)

공개번호(일자) 2019980015595 (19980625)

공고번호(일자)

등록번호(일자)

구분/원출원권리 /

원출원번호(일자)

Family 출원번호

최종처분내용 거절결정(일반)

심판사항

등록상태 거절

국제출원번호(일자)

국제공개번호(일자)

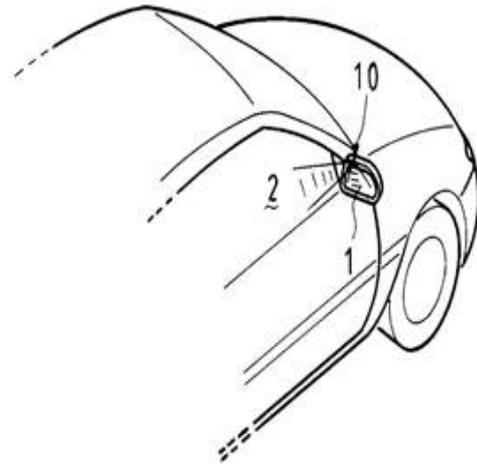
심사청구여부 (일자) Y(1996.09.10)

심사청구항수 1

기술이전 희망

초록

본 고안은 공기압을 이용한 사이드 미러 및 도어 글래스 빗물 제거장치에 관한 것이다. 이러한 본 고안은 사이드 미러의 케이스 일측에 설치되어 사이드 미러나 도어 글래스측, 또는 두 방향으로 동시에 빗물 제거를 위한 공기를 분사하는 공기분사노즐과, 상기 공기분사노즐로 분사되는 공기의 발생원인 공기압발생장치와, 상기 공기압발생장치의 구동을 제어함과 아울러 공기 분사 주기를 조정하는 스위치를 구비하여 사이드 미러 및/또는 도어 글래스의 빗물을 제거하도록 구성된다. 이와 같은 본 고안에 의한 공기압을 이용한 사이드 미러 및 도어 글래스 빗물 제거장치는, 운전시 스위치를 조작하게 되면 공기발생장치로부터 발생되는 소정 압력의 공기가 공기분사노즐을 통하여 사이드 미러와 도어 글래스측으로 분사되어 이곳에 맺혀있거나 맺히는 물방울들을 불어 제거한다. 따라서 사이드 미러 뿐만 아니라 도어 글래스를 항상 청결하게 유지할 수 있어 운전시 차량의 후방 시야를 완벽하게 확보할 수 있다.



* 저희 선정 한 과제와의 유사점과 차이점을 분석하면 다음과 같다.

- 유사점 ① 공기압을 이용하여 차창의 물방울을 제거한다는 것을 목적으로 한 점
② 사이드미러의 케이스 부분에 물방울 제거장치가 설치된 점

- 차이점 ① 스위치를 이용한 분사의 방법으로 차창의 물방울을 제거하는 점
② 주행 시의 기압차가 아닌 추가 적인 동력원을 필요로 하는 공기분사노즐을 사용하여 차창의 물방울을 제거하는 점

▶ 상세정보

발명의 명칭	빛물 제거 기능이 구비된 자동차 사이드미러 (An automobile side mirror with rain cleaning function)	
Int. Cl.	B60R 1/08 (2006.01)	대표도면
출원번호(일자)	20-2005-0027420 (20050923)	
공개번호(일자)		
공고번호(일자)	(20051206)	
등록번호(일자)	2004028320000 (20051130)	
구분/원출원권리	/	
원출원번호(일자)		
Family 출원번호		
최종처분내용	설정등록의뢰	
심판사항		
등록상태	소멸 (등록료불납)	
국제출원번호(일자)		
국제공개번호(일자)		
심사청구여부 (일자)	N	
심사청구할수	2	
기술이전 희망		
초록	<p>본 고안은 차량의 측면에 부착되어, 후방 관찰을 하기 위한 미러가 장착된 하우징으로 구성되는 자동차 사이드미러에 있어서, 상기 하우징의 상부에 전방을 향하여 횡방향으로 개구(開口)되어 차량의 주행시 공기가 유입되는 공기유입부와 상기 공기유입부로 유입된 공기의 일부가 미러의 상면 전체에서 하면 전체로 분사되도록, 미러 상부에 횡방향으로 개구(開口)되며, 분사각이 수직 하방을 향하도록 형성되는 제1분사구와 상기 공기유입부로 유입된 공기의 나머지 일부가 차창으로 분사되도록 차창 측 하우징에 차창방향으로 개구(開口)되며, 분사각이 차창을 향하도록 형성되는 제2분사구 및 상기 하우징의 상단에 공기유입부와 평행하게 횡방향으로 설치되며, 절첩식으로 되어 공기유입부를 개방 또는 폐쇄하는 차단판을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.</p> <p>이 같은 본 고안은 우천주행중 미러 표면과 차창에 맺힌 빗물을 여타의 장치를 필요로 하지 않고, 단지 전방의 공기를 이용하여 신속히 제거할 수 있으므로, 운전자는 후방 시야를 확보하여 안전운행을 도모할 수 있다.</p> <p>자동차, 사이드 미러, 빗물 제거, 공기</p>	

* 유사점 ① 전방의 공기를 이용하여 차창의 물방울을 제거하는 점

차이점 ① 공기유입부를 개방 또는 폐쇄하는 방식인 점

② 차창이 아닌 사이드미러의 표면에 맺힌 물방울을 주로 제거한다는 점

- 고찰 및 결과 -

관련특허와 그 제품들을 분석한 결과 유체관의 설치 이외에 별도의 장치를 필요로 하지 않으면서 주행 시의 전방의 공기를 이용하여 차창에 맺힌 물방울을 제거하는 것을 목적으로 하는 특허는 없는 것으로 나타났다.

제2절 상세설계

1. 이론 설계

1) 초기 조건 및 가정

주행 중 받는 기압을 이용해 사이드미러의 목 부분에 깔때기(꼬깔) 모양의 관(통로)을 제작하여 그 곳을 통해 들어오는 공기압력이동의 병목현상을 이용하여 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 시야가 확보되는 정도까지 밀어내는 제품으로 관의 크기와 모양, 온도와 공기밀도 그리고 유량, 배출구에서의 속도에 따라서 밀어내는 압력과 힘이 결정된다. 이를 오일러 표시에 의한 1차원 연속방정식(equation of continuity) 혹은 비압축성유체의 연속방정식 그리고 베르누이 방정식(Bernoulli's equation)의 특징을 이용하고 물방울의 Drag(항력)와 표면장력과의 관계를 분석하고 유체역학적으로 계산하여 이에 대한 고찰을 할 것이다.

다음은 이를 수행하기 전에 초기 조건 및 가정이다.

- ① $v_1=60\text{km/h}$
- ② 온도는 20°C , 압력은 1atm (대기압상태)이다.
- ③ $Z_1 = Z_2$ 인 수평관의 형태이다.
- ④ 유체통로의 길이는 $l=60\text{mm}$ 로 일정하다.
- ⑤ 유입구와 배출구 모두 대기압상태 임으로 비압축성유체로 가정한다.
- ⑥ 손실수두 h 가 없는 무 마찰유동(마찰이 없는 정상유동)으로 가정한다.

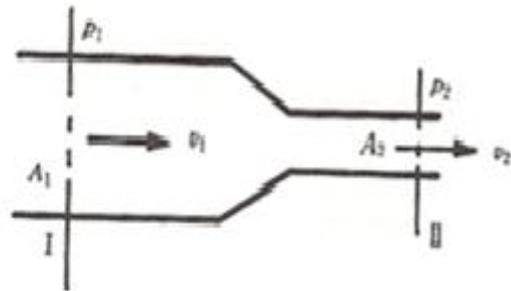
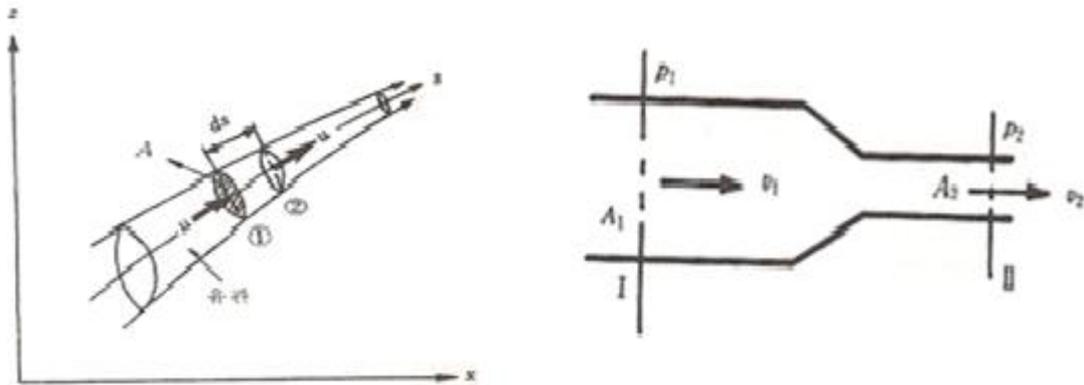
2) 비압축성유체의 연속방정식을 이용한 배출구의 속도

연속방정식을 이용하여 배출구의 속도를 결정한다. 거기에 4가지의 case를 통하여 가장 빠른 v_2 (배출구의 속도) 구하게 것이다. 다음은 v_2 를 비교할 4가지 case이다.

- i) case $\rightarrow d_1 = 25\text{mm}, d_2 = 10\text{mm}, \ell = 60\text{mm}$
- ii) case $\rightarrow d_1 = 35\text{mm}, d_2 = 15\text{mm}, \ell = 60\text{mm}$
- iii) case $\rightarrow d_1 = 46\text{mm}, d_2 = 11\text{mm}, \ell = 60\text{mm}$
- iv) case $\rightarrow d_1 = 48\text{mm}, d_2 = 14\text{mm}, \ell = 60\text{mm}$

이를 질량보존의 법칙을 이용한 연속방정식 $Q = A_1v_1 = A_2v_2$ 을 이용하여 v_2 를 계산하면

$$v_2 = \frac{A_1v_1}{A_2} \text{임을 알 수 있다. 단, 여기서 } A \text{는 단면적이다.}$$



(그림 2-1. 연속방정식을 설명하기 위한 질량보존의 법칙) (그림 2-2. 수평관의 형태)

(그림 2-1)를 보게 되면, 마찰이 없는 비압축성유체상태에서 질량보존의 법칙에 의하여 ①에서의 유량과 ②에서의 유량은 서로 같아야 한다. 따라서 ①→②로 이동하면서 ①에서의 단면적 A_1 에서 ②에서의 단면적 A_2 로 줄어들게 되는데, 질량보존의 법칙에 따라 단면적이 줄어든 만큼 속도는 ①에서의 속도 v_1 에서 ②에서의 속도 v_2 로 증가하게 된다. 여기에 (그림 2-2)와 같이 수평관의 형태에서는 위치에너지의 변화는 없기 때문에 위치에너지를 고려하지 않고 단면적 크기에 따른 속도변화에 중점을 두고 계산하였다. 따라서 유체관의 내부 어떤 지점에서든 유량은 일정하다는 연속방정식의 원리로서 각 case를 계산 하였다. 아래의 수식은 4가지 case에서 주어진 수치를 대입하고 연속방정식을 적용하여 계산된 v_2 을 정리한 것이다.

i) case ($d_1 = 25\text{mm}$, $d_2 = 10\text{mm}$, $l = 60\text{mm}$)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \approx 4.90\text{cm}^2, \text{ 초기조건에서 } v_1 = 60\text{km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \approx 0.785\text{cm}^2, \quad v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{4.90\text{cm}^2 \cdot 60\text{km/h}}{0.785\text{cm}^2}$$

$$\approx 374.33\text{km/h}$$

ii) case ($d_1 = 35\text{mm}$, $d_2 = 15\text{mm}$, $l = 60\text{mm}$)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 35^2}{4} \approx 9.621\text{cm}^2, \quad v_1 = 60\text{km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} \approx 1.767\text{cm}^2, \quad v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{9.621\text{cm}^2 \cdot 60\text{km/h}}{1.767\text{cm}^2}$$

$$\approx 326.7\text{km/h}$$

iii) case ($d_1 = 46\text{mm}$, $d_2 = 11\text{mm}$, $l = 60\text{mm}$)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 46^2}{4} \approx 16.16\text{cm}^2, \quad v_1 = 60\text{km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 11^2}{4} \approx 0.95\text{cm}^2, \quad v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{16.16\text{cm}^2 \cdot 60\text{km/h}}{0.95\text{cm}^2}$$

$$\approx 1049.68\text{km/h}$$

iv) case ($d_1 = 48\text{mm}$, $d_2 = 14\text{mm}$, $l = 60\text{mm}$)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 48^2}{4} \approx 18.1\text{cm}^2, \quad v_1 = 60\text{km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \approx 1.54\text{cm}^2, \quad v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{18.1\text{cm}^2 \cdot 60\text{km/h}}{1.54\text{cm}^2} \approx 705.2\text{km/h}$$

- 고찰 및 결과 -

유체관의 통과 전/후의 압력은 모두 대기압임으로 압력차를 고려하지 않는다. 따라서 베르누이의 방정식이 아닌 연속방정식에 의하여 각 case에 대하여 계산을 실시한 결과, 배출구의 속도(v_2)는 caseiii($d_1 = 4.6\text{cm}, d_2 = 1.1\text{cm}$)의 경우가 가장 빠른 것을 알 수 있다.

∴ 유입구의 지름(d_1)이 크고 배출구의 지름(d_2)가 작을수록 배출구의 속도(v_2)가 큰 것을 알 수 있다.

3) 물방울의 항력과 표면장력과의 관계

① 물방울의 항력

항력(Drag)는 아래의식을 이용하여 구할 수 있으며 항력 계수는 모양에 따라 다르기 때문에 아래의 표를 통하여 제시 하였다. 이번 보고서에서 사용한 항력계수는 유리창에 맺힌 물방울과 가장 유사한 반원 모양이다. 또한 물방울의 단면적은 직경 5mm로 가정하고 계산 하였다.

Shape	Drag Coefficient
Sphere	0.47
Half-sphere	0.42
Cone	0.50
Cube	1.05
Angled Cube	0.80
Long Cylinder	0.82
Short Cylinder	1.15
Streamlined Body	0.04
Streamlined Half-body	0.09

Measured Drag Coefficients

(그림 2-3. 모양에 따른 항력계수)

(그림 2-3)은 풍동 실험을 통하여 결정된 여러 가지 모양에 따른 항력계수이다. 차창에 맺힌 물방울의 경우 물방울의 모양이 윗부분 보다는 아랫부분이 볼록한 형태이지만 이러한 모양에 대한 항력계수를 찾을 수 없는 관계로 이와 가장 유사한 반원 모양의 항력계수를 사용 하였다. 따라서 반원의 항력계수인 0.42를 적용하여 차창에 맺힌 물방울의 항력을 계산 하

였다. 여기에서 물방울의 단면적은 직경 5mm로 가정하여 계산을 실시하였다. 항력을 구하는 공식은 다음 페이지에서 확인 할 수 있다.

$$D = \frac{1}{2} C_p S v_1^2 \quad (D = \text{항력의 크기}, \rho = \text{유체의 밀도}, S = \text{물체의 단면적}, C = \text{항력계수}, v = \text{주행속도})$$

$$D_1 = \text{항력의 크기}, \rho_1 = 1.2 \text{kg/m}^3, S = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} \text{cm}^2, C = 0.42, v = v_1 = 60 \text{km/h}$$

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{1}{2} C_p S v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.42 \cdot 1.2 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2}{4 \cdot 1000^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{60 \cdot 1000}{3600} \right)^2 \\ &= 0.00068722334 \text{N} \\ &= 6.872234 \cdot 10^{-4} \text{N} \end{aligned}$$

$$D_2 = \text{항력의 크기}, \rho_2 = 2.4 \text{kg/m}^3, S = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} \text{cm}^2, C = 0.42, v = v_2 = 1049.68 \text{km/h}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \frac{1}{2} C_p S v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.42 \cdot 2.4 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2}{4 \cdot 1000^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1049.68 \cdot 1000}{3600} \right)^2 \\ &= 0.42066780 \text{N} \end{aligned}$$

- 고찰 및 결과 -

2)과정에서 가장 빠른 v_2 을 기록한 caseiii($d_1 = 4.6 \text{cm}, d_2 = 1.1 \text{cm}$)의 $v_2 = 1049.68 \text{km/h}$ 대입 하여 구한 D_2 와 유체관의 설치 없이 시속 60km/h로 주행했을 때의 항력(D_1)을 비교한 결과 $0.42066780 \text{N} > 0.00068722334 \text{N}$ 으로서 ($D_2 > D_1$)임을 알 수 있다. 또한 D_2 에서는 ρ_2 의 값을 ρ_1 과 다르게 결정하였다. 그 근거는 베르누이 방정식을 이용하여 배출구를 통과한 유체의 밀도를 계산한 후, ρ_2 의 값을 설정하였다.

다음은 베르누이의 방정식이다.

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gZ_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gZ_2 + h = \text{const}$$

위의 방정식을 가정단계에서 손실수두 h 가 없는 정상상태에서 무 마찰유동의 비압축성유동 과 $Z_1 = Z_2$ 인 수평관의 형태로서 정리하였다. 또한 유입구와 배출구 모두 대기압 상태임으로 $P_1 = P_2 = P = 1 \text{atm}$ 을 적용하면, 다음과 같이 정리 할 수 있다.

$$\frac{P}{\rho_1 g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P}{\rho_2 g} + \frac{v_2^2}{2g} = \text{const}$$

여기에서 양변에 중력가속도 g 을 곱하면 다음과 같다.

$$\frac{P}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2}$$

이를 정리하면

$$\begin{aligned} \frac{P}{\rho_1} - \frac{P}{\rho_2} &= \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \\ P \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} \right) &= \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \\ \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} &= \frac{v_2^2 - v_1^2}{2P} \quad \text{이다.} \end{aligned}$$

여기에 $v_2 = 1049.68 \text{ km/h}$, $v_1 = 60 \text{ km/h}$, $P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ 을 대입하여 계산하면 다음과 같다.

$$\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} = \frac{1049.68^2 - 60^2}{2 \cdot 101325} \cdot \left(\frac{1000}{3600} \right)^2 = 0.41816$$

마지막으로 $\rho_1 = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 을 대입하여 ρ_2 에 대해 정리하여 ρ_2 의 값을 아래와 같이 구하였다.

$$\rho_2 - 1.2 = 0.41816 \cdot 1.2 \rho_2$$

$$\rho_2 - 1.2 = 0.501792 \rho_2$$

$$(1 - 0.501792) \rho_2 = 1.2$$

$$\rho_2 = \frac{1.2}{1 - 0.501792}$$

$$\therefore \rho_2 = 2.4 \text{ kg/m}^3$$

그리하여 항력 D_2 의 계산식에 위의 ρ_2 의 값을 대입한 결과 $D_2 > D_1$ 임을 알 수 있다.

② 물방울의 표면장력

차창에 맺힌 물방울의 표면장력을 구해보겠다. 단, 온도는 20°C 이고 물방울의 직경을 5 mm , 물방울의 무게는 70 mg 이다. 또한 물과 유리사이의 마찰계수는 0.1 라고 가정(물과 유리사이의 마찰계수에 대한 정확한 수치자료가 없어서 0.1 로 가정하여 계산)한다. 물의 표면 장력은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 0.0073 \text{ N/m} \\ &= 0.000073 \text{ N/mm} \quad \text{이다. 여기서 원의 둘레 } 5\pi \text{ mm} \text{을 곱하면} \\ &= 0.000073 \cdot 5\pi \quad \text{이다.} \\ &= 0.0011467 \text{ N} \end{aligned}$$

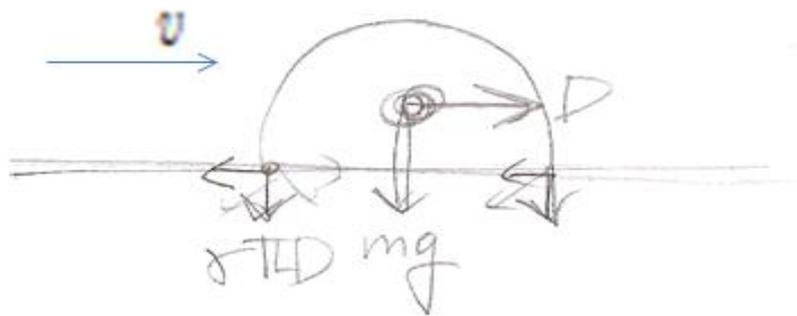
③ 물방울의 항력과 표면장력과의 관계

물방울의 항력과 표면장력사이의 관계를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\sigma s + \mu * mg \geq D_1 \rightarrow \text{물방울이 창문에 고정상태}$$

$$\sigma s + \mu * mg < D_2 \rightarrow \text{물방울이 밀림}$$

즉, 항력이 표면장력과 유리와의 마찰력의 합보다 크다면 물방울이 밀린다는 것이다.



(그림 2-4. 물방울의 표면장력과 항력사이의 자유물체도)

(그림2-4)은 차창에 맺힌 물방울의 마찰력과 표면장력 항력의 관계를 이해를 돕기 위하여 그린 자유물체도이다. 유체관을 통과한 유체가 v 의 속력으로 물방울에 접근하면 항력이 발생하는데, 이때 물방울과 유리사이의 마찰력과 표면장력의 저항을 받게 된다. 따라서 속도 v 에 대한 항력이 마찰력과 표면장력보다 클 경우, 물방울은 자연스럽게 밀려나게 된다.

우선 유리와 물 사이의 마찰력을 구해보면

$$\begin{aligned} \mu mg &= 0.1 \cdot 0.00007 \cdot 9.8 && \text{임을 알 수 있다.} \\ &= 0.0000686 \end{aligned}$$

$$\therefore \sigma_s + \mu mg = 0.0011467 + 0.0000686 = 0.0012153N$$

이를 항력 D_1, D_2 에 관하여 각각 비교해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sigma_s + \mu mg &= 0.0012153 \geq D_1 = 0.00006872234N \rightarrow \text{물방울이 창문에 고정상태} \\ \sigma_s + \mu mg &= 0.0012153 < D_2 = 0.42066780N \rightarrow \text{물방울이 밀림} \end{aligned}$$

- 고찰 및 결과 -

$v_1 = 60km/h$ 에서의 $D_1 = 0.00006872234N$ 의 경우(유체관의 설치 전)에는 물의 표면장력과 유리와 물 사이의 마찰력의 합인 $\sigma_s + \mu mg = 0.0011467 + 0.0000686 = 0.0012153N$ 보다 작아 물이 밀리지 않았으나, 2)에서 선정한 caseiii($d_1 = 4.6cm, d_2 = 1.1cm$), $v_2 = 1049.68km/h$ 에서의 항력 $D_2 = 0.42066780N$ 의 경우(유체관의 설치 후)에는 물의 표면장력과 유리와 물 사이의 마찰력의 합인 $\sigma_s + \mu mg = 0.0011467 + 0.0000686 = 0.0012153N$ 보다 크기 때문에 사이드미러에 유체관의 수치를 caseiii($d_1 = 4.6cm, d_2 = 1.1cm$)로 하여 설치한다면, 항력(Drag)에 의해 물이 밀려나게 되어 과제의 목표로 설정한 물방울로 인한 사이드미러 사용에 방해가 되지 않을 정도까지 물방울을 밀어내는 것을 충분히 달성할 수 있을 것이다.

따라서 최초 프로토타입으로 제작할 유체관의 목표 수치는 $d_1 = 46mm, d_2 = 11mm, \ell = 60mm$ 로 결정하였다.

제3장 제 작

제1절 공정도

1) 초기 예상도 모습

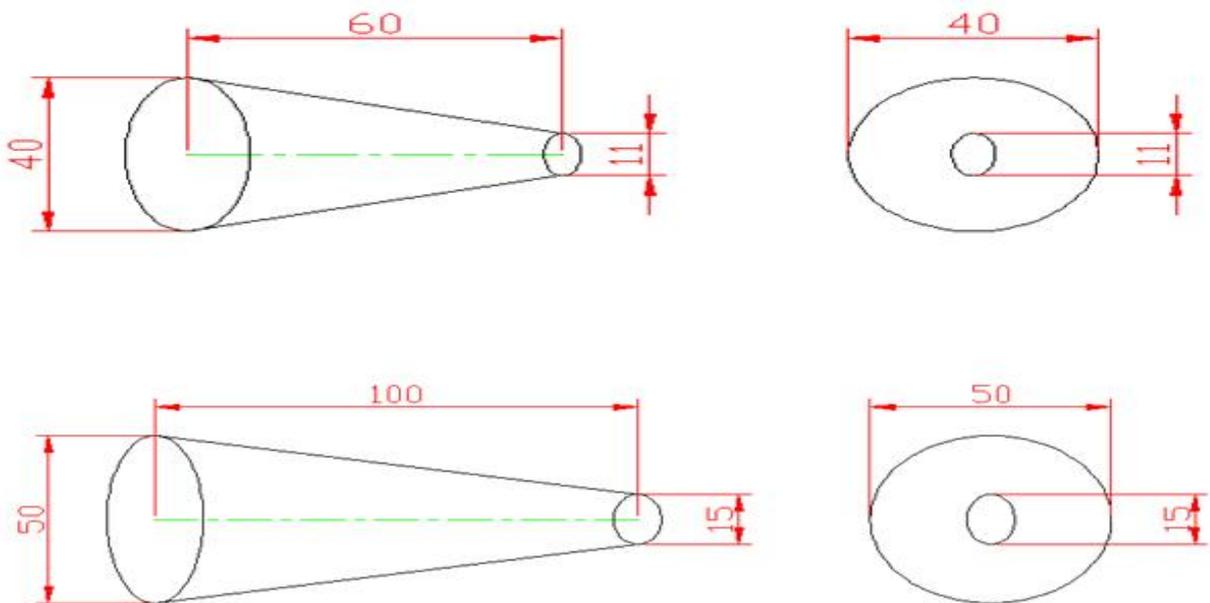


(그림 3-1, 그림 3-2. 초기 예상완성제품의 이미지)

(그림 3-1)과 (그림 3-2)는 제작 공정을 시작하기 전, 목표로 구상했었던 예상완성품의 이미지이다. 일반 사이드미러의 목 부분에 충분한 공기가 들어갈 수 있는 유입구의 형성 그리고 유입구의 크기보다는 좁은 모양으로 병목현상을 충분히 이용하여 차창의 물방울을 밀어내는 것이 가능한 배출구의 모습까지 실제 사이드미러에 적용시킨 모습이다.

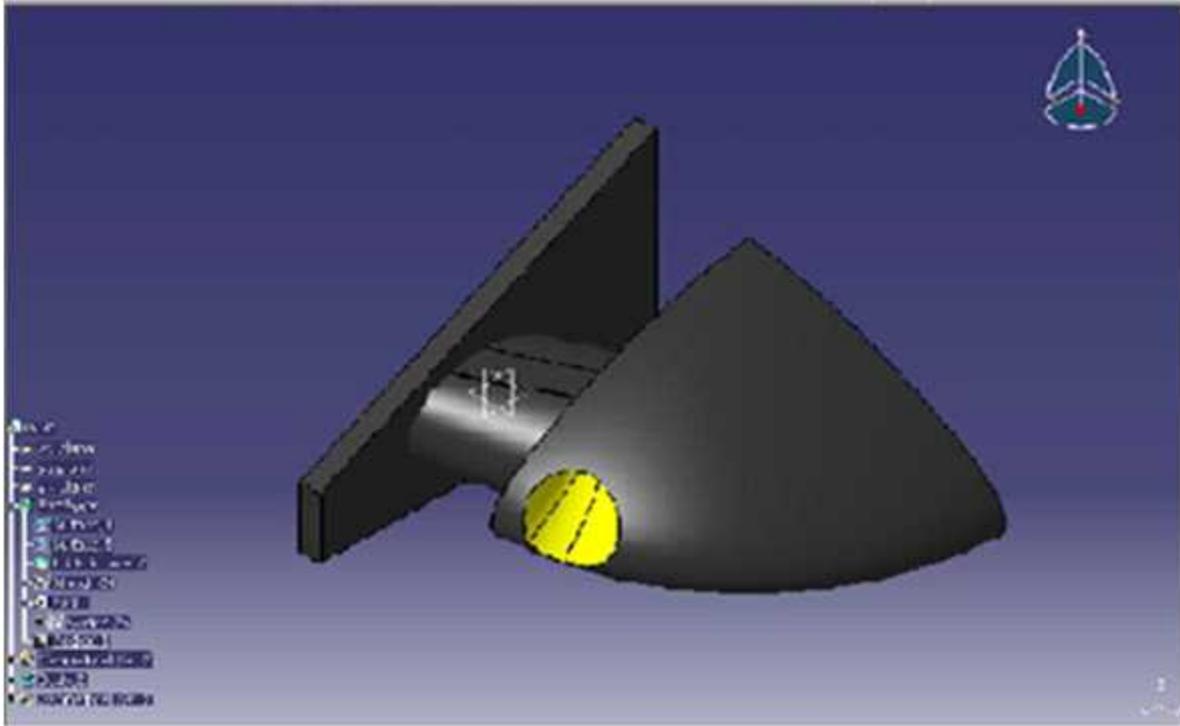
상세 설계에 들어가지 전 아이디어 선정 단계에서는 유체관의 개수를 3가지로하는 방안과 배출구의 각도를 조절하여 1열 석 유리창의 상단과 하단의 원하는 범위를 설정하자는 목표를 가지고 제작 방향을 잡았다. 하지만 상세설계를 진행하면서 위의 2가지 방안까지 구현하기에는 사이드미러 내부의 공간이 충분하지 않았다. 그러므로 초기예상과 실제 적용된 유체관의 구조와 수치는 다를 수밖에 없다. 밑의 (그림 3-3)은 실제 제품에 적용된 유체관의 도면이다.

2) 제작 공정도



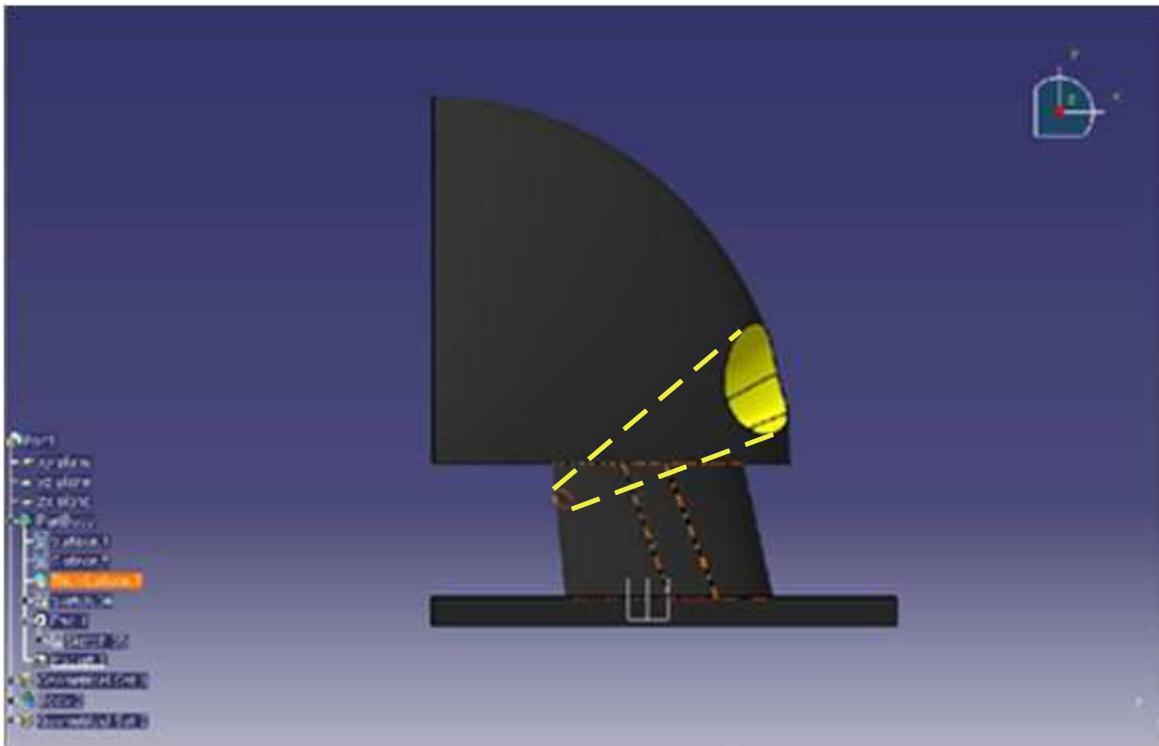
(그림3-3. 현재 제작된 프로토타입의 유체관 캐드도면(상단=보조용, 하단=본체용))

3) 중간 제작과정에서 결정된 제품의 3D도면



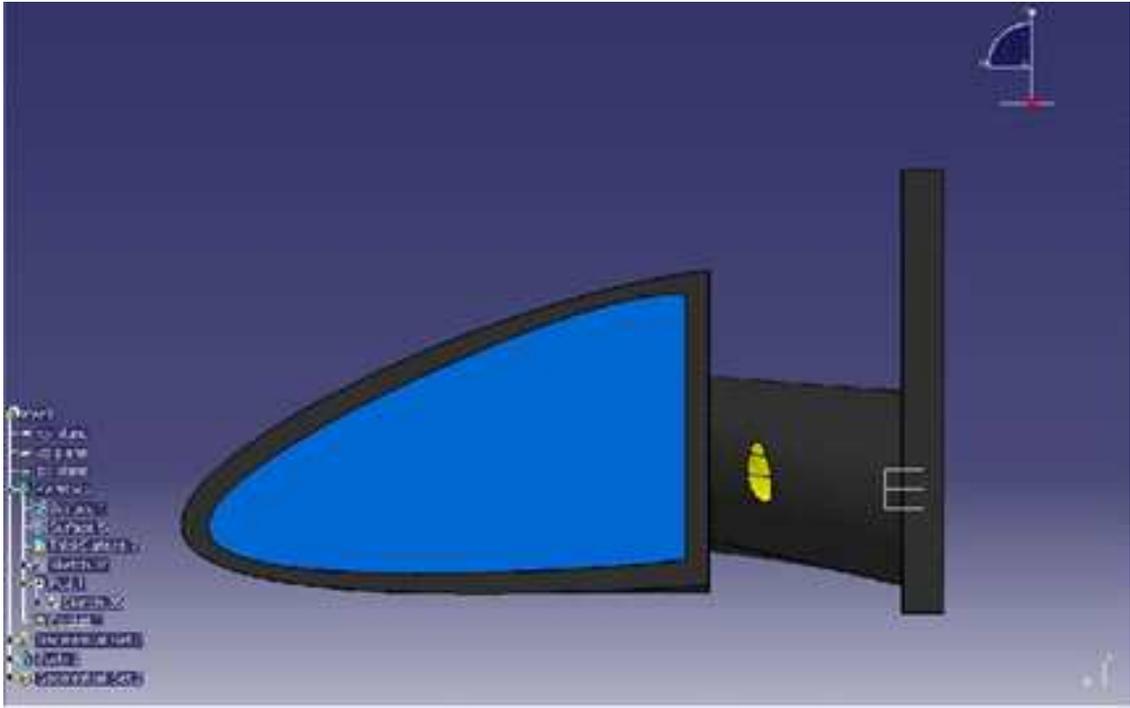
(그림 3-4. 프로토타입의 측면도(3D도면))

(그림 3-4)은 3D도면으로 만들어진 유체관의 유입구 모습이며, 주행 중 바람을 정면으로 받게 되고 유입구로 유체가 주입되게 된다.



(그림 3-5. 프로토타입의 평면도(3D도면))

(그림 3-5)는 유체관을 위에서 바라 본 모습이다. 실선으로 표시된 것이 유체관의 내부 투영도이다.

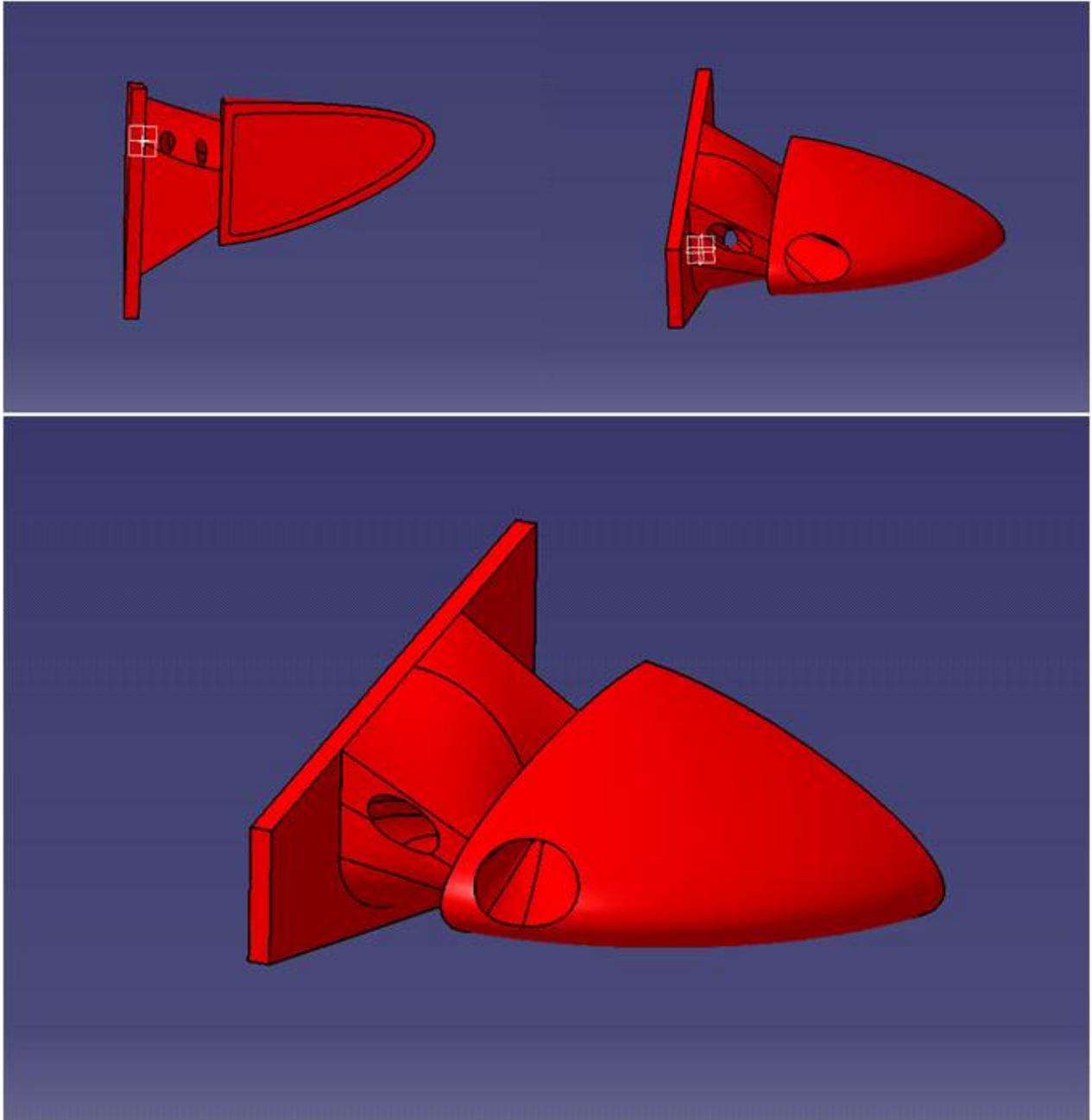


(그림 3-5. 프로토타입의 정면도화 정면도(3D도면))

(그림 3-5)의 노란색 부위가 1열 좌석 유리창 쪽으로 각이 기울여진 유체관의 배기구 모습이다.

(그림 3-3)에서 제작된 유체관의 도면을 참고하여 이를 일반 사이드미러에 적용한 모습이다. (그림 3-1)과 (그림 3-2) 다른 부분은 상세설계를 진행하면서 선정된 유체관의 수치를 적용할 수 없었고 제작 과정에서는 유입구와 배출구의 크기에 따른 문제점이 발생과 기존의 사이드미러 내부 모터 및 배선 구성에 의한 공간 확보의 문제점이 발생하여 이에 대한 해결책으로 사이드미러를 통과하는 유체관은 하나로 통합하여 제작하고 외부에 보조 형식으로 보조유체통로를 추가 제작 하여 프로토타입에 설치하는 것으로 결정 하였다.

4) 완성된 제품의 3D 예상도면



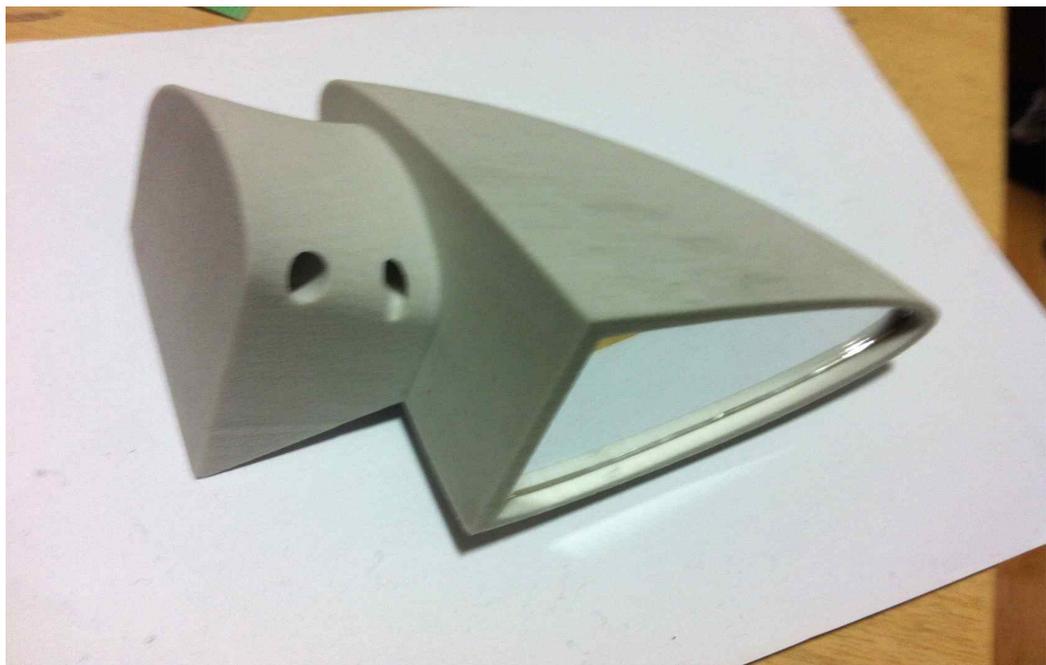
(그림 3-7, 그림 3-8, 그림 3-9. 완성된 제품의 3D도면 (정면도, 평면도, 후면도))

최종적으로 완성된 제품의 특징은 프로토타입에 설치된 기존의 유체관은 유지한 상태에서 사이드미러 목 부분의 윗부분에 보조유체관을 추가로 설치된 것이다. 유입구에서 배출구로 향하는 방향은 물방울을 밀어내기 위하여 최대한 1열 석 유리창으로 향하도록 각도를 준다는 가정 하에 제작한 3D예상도면이다. 최종적으로 완성된 제품은 위의 도면을 바탕으로 하여 제작되었다.



(그림 3-10. 3D도면을 이용하여 3D프린터 제작한 제품의 유입구 모습)

(그림 3-10)은 Catia로 제작한 도면을 가지고 3D프린터 제작방식을 이용하여 실제 전시모델로 제작 완성 된 것이고, 프로토타입과 다르게 2개의 유체관이 모두 사이드미러 내부에 장착이 되어 있는 유입구 모습이다.



(그림 3-11. 3D도면을 이용하여 3D프린터 제작한 제품의 배출구 모습)

(그림 3-11) 은 제작한 모델의 배출구 모습이고 실제 거울을 장착하였다. 실제 사용이 가능한 사이드미러를 제작한다면 (그림. 3-10)과 (그림. 3-11)의 모습과 유사할 것이다.

제2절 제작

1. 프로토타입 제작에 사용될 재료 및 도구



(그림 3-12. 소나타III의 사이드미러)



(그림 3-13. 전동 드릴)



(그림 3-14. 유체관의 재료인 PT병)



(그림 3-15. 실리콘)



(그림 3-16. 흑색스프레이)



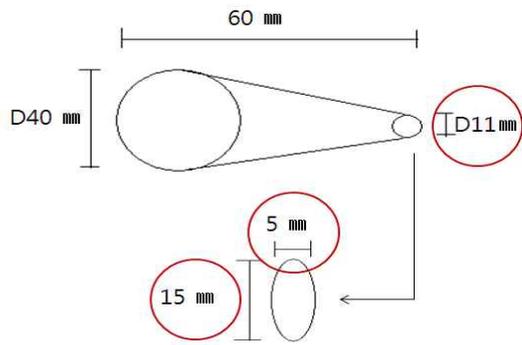
(그림 3-17. 유체관의 고정 장치)

(그림 3-12 ~ 3-17)과 같이 프로토타입 제작에 사용된 재료 및 공구는 사이드미러를 제외하고는 주변에서 쉽게 구할 수 있는 물품들을 사용하였다.

2. 실험에 사용 할 프로토타입 제작



(그림 3-18. 프로토타입 제작 전의 사이드미러)



(그림 3-19. 유체관의 치수)



(그림 3-20. 프로토타입에 설치된 유체관의 모형)

1) 프로토타입 제작 순서

그림 (3-18)과 같은 사이드미러 완성품을 구매 후 거울을 제거하고 불필요한 모터를 제거한다. 그림(3-20)은 PT병(프로토타입 제작이었으며 예산 문제로 인한 선택)으로 사이드미러 내부에 들어갈 유체관을 그림(3-19)와 같은 수치에 맞게 제작 후 완성한 모습이다.



(그림 3-23. 드릴로 유체관 유입구 형성)



(그림 3-22. 드릴로 유체관 배출구 형성)

2) 프로토타입에 따른 사이드 미러 유체관 형성

그림(3-22)는 프로토타입에 따른 유체관 수치에 맞게 드릴을 이용하여 유체관의 배출구를 형성하고 그림(3-23)과 같이 유체관유입구를 그림(3-22)와 같은 형식으로 프로토타입에 따른 유체관 수치에 맞춰 형성한다.



(그림 3-23. 드릴로 유체관 유입구 형성)

그림(3-23)은 사이드미러에 그림(3-22)와 그림(3-33)과 같은 제작형식으로 유체관을 삽입할 공간을 형성한 모습이다.



(그림 3-24. 삽입된 유체관의 유입구)

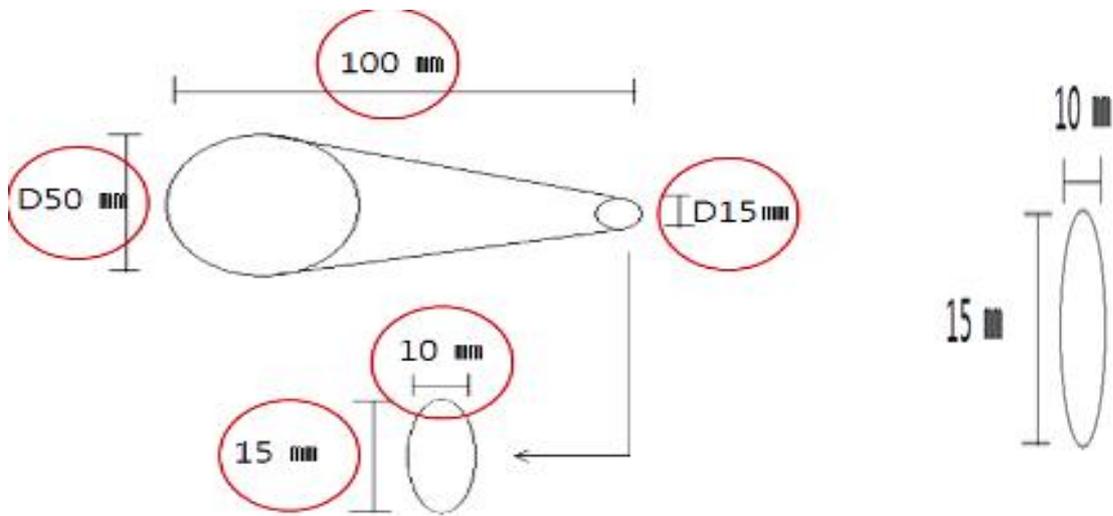


(그림 3-25. 삽입된 유체관의 배출구)

그림(3-24)는 그림(3-23)에 대해 유체관을 삽입할 공간을 형성한 다음 삽입후 실리콘으로 고정시킨 유체관의 유입구의 모습이다. 그림(3-25)는 그림(3-24)에 따른 삽입된 유체관의 배출구 모습이다.



(그림 3-26. 보조유체관의 설치위치)



(그림 3-27. 보조유체관의 치수)

3) 보조유체관의 설계

그림(3-26)은 보조유체관을 설치할 공간의 위치를 나타낸 모습이다. 그림(3-27)과 같은 보조유체관 치수를 이용하여 그림(3-26)에 따른 공간에 제작, 장착을 한다.



(그림 3-28. 보조유체관의 고정장치 유입구 모습)



(그림 3-29. 보조유체관의 고정장치 전체모습)

그림(3-28)과 그림(3-29)는 보조유체관의 형상을 고정시킬 수 있도록 고정 장치를 부착한 형상이다.

*시험 중 보조유체관이 날아가는 것을 방지하기 위하여 시중에서 흔히 구할 수 있는 플라스틱 구조물을 활용, 사이드미러에 고정시킴으로서 보조유체관의 흡입구와 배출구를 고정시키는 공정과정을 진행했다.



(그림 3-30. 완성된 보조유체관의 유입구 모습)



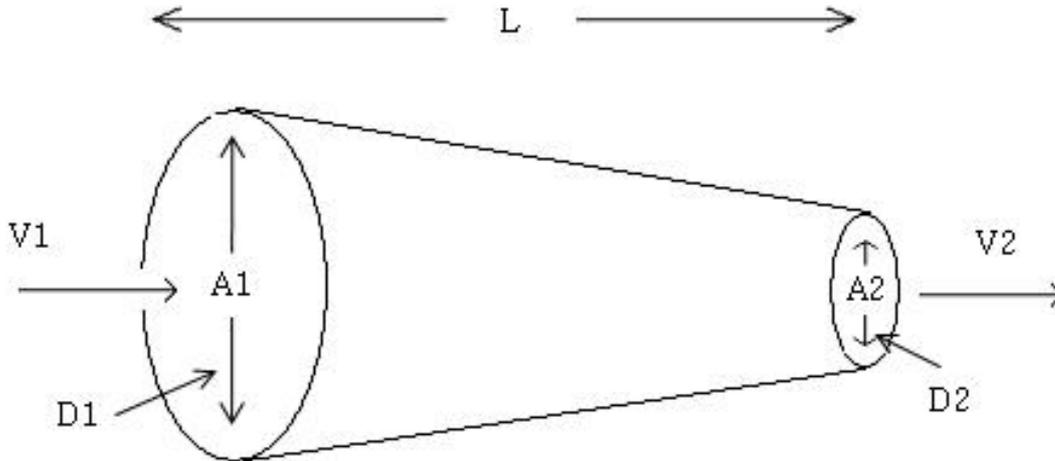
(그림 3-31. 완성된 보조유체관의 프로토타입)

그림(3-30)과 그림(3-31)은 완성된 보조유체관을 고정 장치에 맞춰 장착 후 실리콘으로 고정시킨 형상의 프로토타입을 완성하였다.

제4장 운용 및 시험

제1절 운용 및 시험 요구조건

1. 시험변수조건



(그림 4-1. 사이드 미러를 통한 유체관 모형)

※ 초기조건 및 가정

- ① $V_1=60\text{Km/h}$
- ② 유입구와 배출구 모두 대기압으로 비압축성 유체로 가정한다.
- ③ $Z_1=Z_2$ 의 수평관 형태이다.
- ④ 유체통로의 길이는 $L=60\text{mm}$ 로 일정하다.

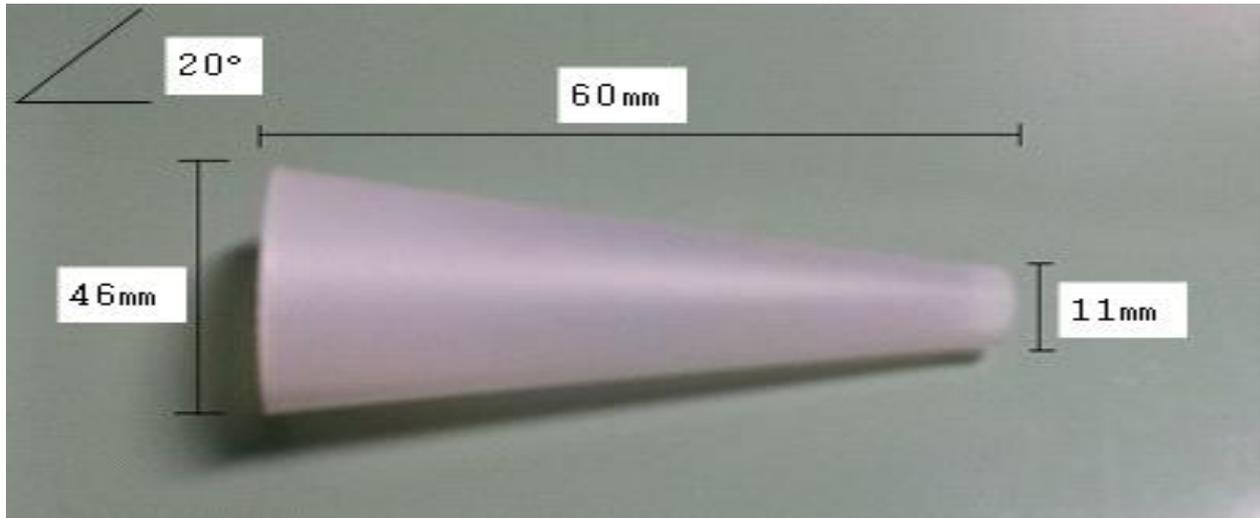
- 연속의 방정식에 의하여

$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$ 인데 이를 이용하여 V_2 를 계산한다.

식을 이용하여 D_1, D_2 를 이용한 조건변수를 통한 이론적 수치를 얻는다.

∴ (그림 4-1)과 같이 위의 가정 및 초기조건을 통한 유입구의 지름(D_1), 배출구의 지름(D_2)의 수치를 변수로 하여 4가지 CASE를 통해 최적화된 모델을 제시, 이론적 모델링을 설계하였다.

1)CASE1 (d1=46mm, d2=11mm)



(그림 4-2. 유체관 조건변수 모형1)

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \times 4.6^2}{4} = 16.62 \text{ cm}^2, V_1 = 60 \text{ km/h}$$

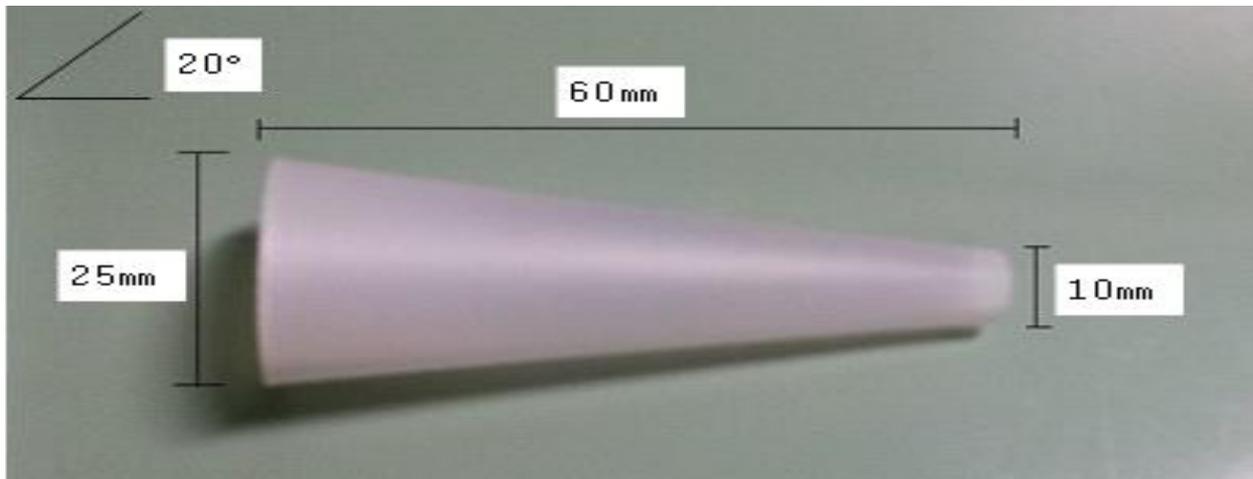
$$A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \times 1.1^2}{4} = 0.950 \text{ cm}^2$$

$$V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2} = \frac{16.62 \times 60}{0.950} \approx 1049.68 \text{ km/h}$$

- 결과 -

(그림4-2)와 같이 유입구(d1=46mm)와 배출구(d2=11mm)에 따른 V2=1049.68 km/h

2)CASE2 (d1=25mm, d2=10mm)



(그림 4-3. 유체관 조건변수 모형2)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \approx 4.90 \text{ cm}^2 \quad V_1 = 60 \text{ km/h}$$

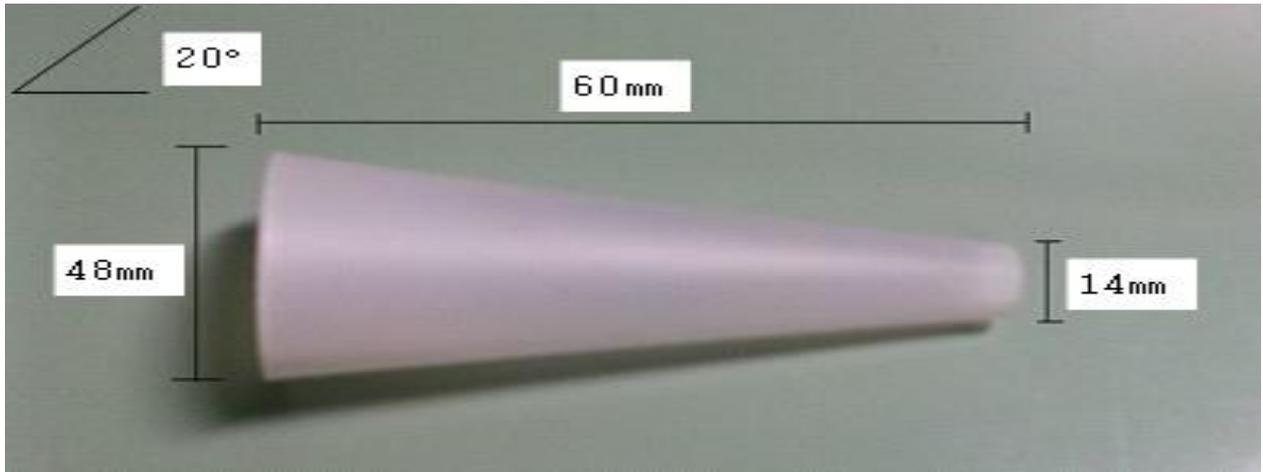
$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi}{4} \approx 0.785 \text{ cm}^2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{4.90 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ km/h}}{0.785 \text{ cm}^2} \approx 374.33 \text{ km/h}$$

- 결과 -

(그림4-3)과 같이 유입구(d1=25mm)와 배출구(d2=10mm)에 따른 V2=374.33 km/h

3)CASE3 (d1=48mm, d2=14mm)



(그림 4-4. 유체관의 조건변수 모형3)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 48^2}{4} \approx 18.1 \text{ cm}^2, v_1 = 60 \text{ km/h}$$

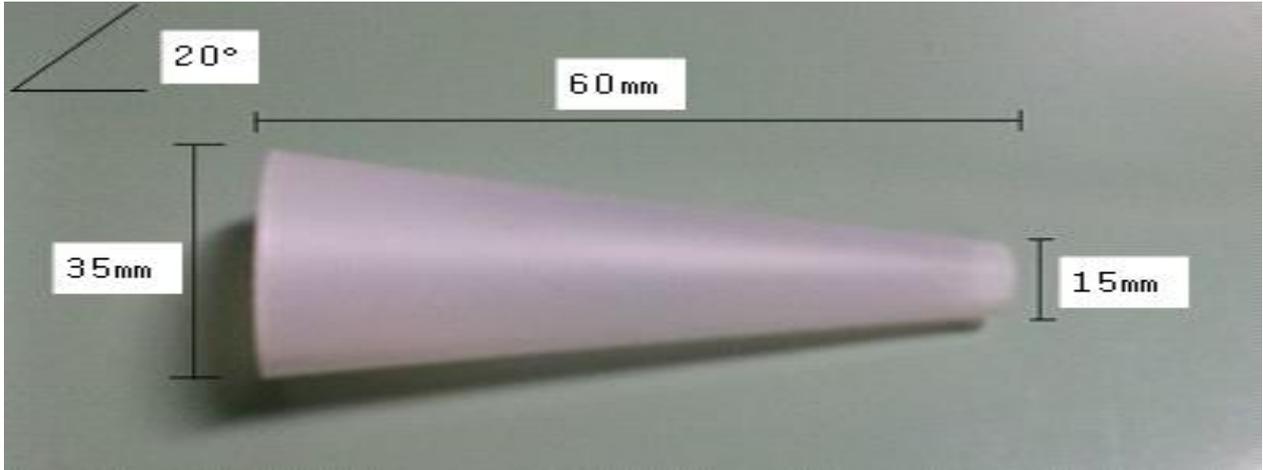
$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \approx 1.54 \text{ cm}^2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{18.1 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ km/h}}{1.54 \text{ cm}^2} \approx 705.2 \text{ km/h}$$

- 결과 -

(그림4-4)와 같이 유입구(d1=48mm)와 배출구(d2=14mm)에 따른 V2=705.2 km/h

4)CASE4 (d1=35mm, d2=15mm)



(그림 4-5. 유체관 조건변수 모형4)

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 35^2}{4} \approx 0.621 \text{ cm}^2 \quad V_1 = 60 \text{ km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} \approx 1.767 \text{ cm}^2, \quad v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{0.621 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ km/h}}{1.767 \text{ cm}^2}$$

$$\approx 326.7 \text{ km/h}$$

- 결과 -

(그림4-5)와 같이 유입구(d1=35mm)와 배출구(d2=15mm)에 따른 V2=326.7 km/h

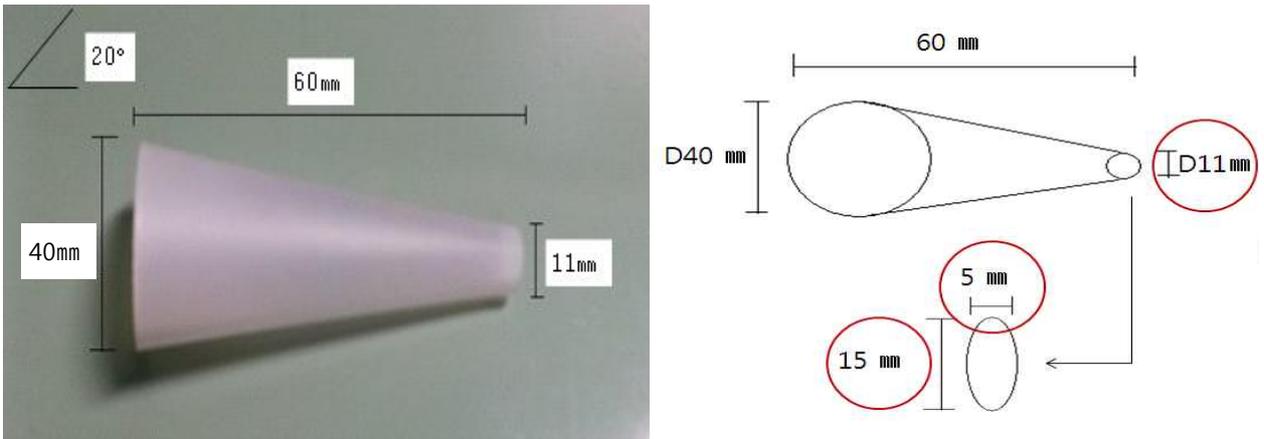
- ◆ 1)CASE1 : d1=46mm d2=11mm V2=1049.68 km/h
- 2)CASE2 : d1=25mm d2=10mm V2=374.33 km/h
- 3)CASE3 : d1=48mm d2=14mm V2=705.2 km/h
- 4)CASE4 : d1=35mm d2=15mm V2=326.7 km/h

- 결과 및 고찰 -

연속방정식에 의한 조건변수에 따른 이론적 수치상 CASE1번의 경우가 가장 빠르다. 유입구 (d1)이 크면 클수록, 배출구(d2)가 작을수록 속도가 빠르다는 결론을 얻을 수 있다.

2. 조건변수에 따른 시험 및 운용결과

1) 조건변수 시험에 따른 효율적 모델제시



(그림 4-6. 최초 유체관의 모델제시)

위의 (그림4-6)을 보면 왼쪽의 치수와 오른쪽의 치수가 다를 수 있다. 그 이유는 제작과정에서 사이드미러 내부의 공간의 협소함으로 인하여 유입구의 수치를 조정할 수밖에 없었다. 따라서 조정된 치수의 유체관을 설치한 상태에서 제품의 효과를 알아보기 위하여 세차장에서 모의시험을 실시하였다.



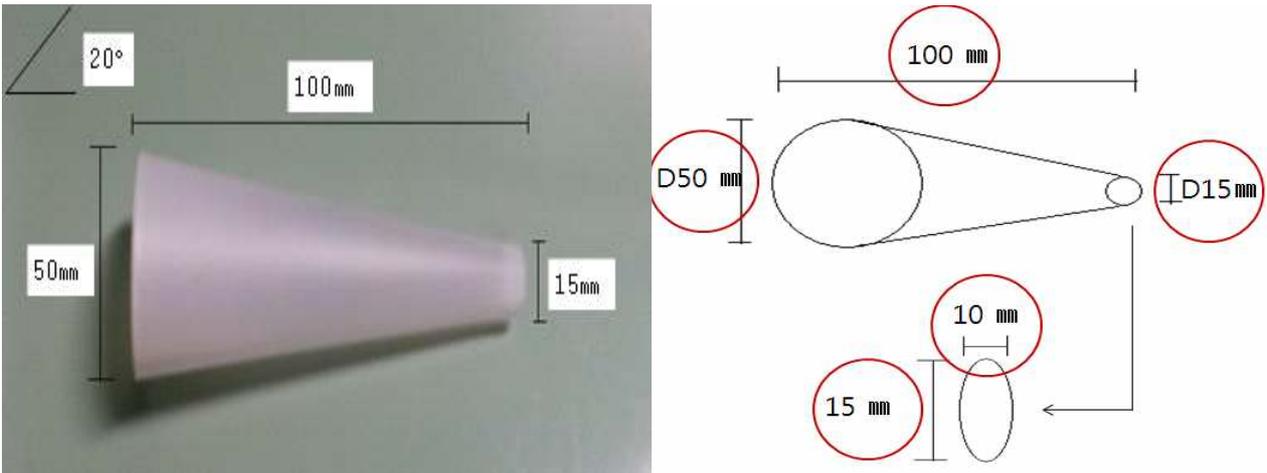
(그림 4-7. 사이드 미러에 유체관의 삽입 상태에서의 시험)

위의 (그림4-7)을 보면 좌측의 사이드미러에 구멍을 뚫은 상태에서 최초 설계된 유체관의 설치를 실리콘을 이용하여 설치하였다. 최초 제작된 프로토타입의 효과를 알아보려고 세차장에서 컴프레셔를 이용하여 모의시험을 실시하였다. 효과를 확인하는 시험임으로 사이드미러를 차량에 장착하기 보다는 차량의 2열 도어의 앞부분에 사이드미러를 고정시킨 상태에서 컴프레셔로 공기를 분사하여 효과를 알아보았다. 또한 비가내리는 상황을 재현하기 위하여 공기 분사 중에 물을 뿌려보면서 시험을 실시하였다.

- 결과 및 고찰 -

이론적 데이터를 통한 CASE1을 사이드 미러에 유체관의 삽입 후 임시적으로 세차장실험에 따른 빗물 제거 효과는 초기 목표했던 물방울의 이동은 기대하기 힘든 정도였다. 사이드 미러의 공간적인 부분을 고려 이론적 수치 데이터를 통한 유체관의 크기로는 효과를 볼 수 없다고 판단하였다.

2) 조건변수 시험에 따른 최종적인 모델제시



(그림 4-8. 보조유체관의 모델제시)

(그림4-8)은 최종적인 모델제시에서의 제시한 보조유체관의 치수이다. (그림4-7)에서 얻은 결과를 바탕으로 초기 목표를 달성하기 위하여 보조유체관의 설계를 진행하였다. 보조유체관의 설계는 이론적 설계의 수치 및 시험 운용 수치데이터를 바탕으로 하여 보조유체관의 설계를 실시하였다.

보조유체관의 이론적설계를 실시한 결과이다. 우선, 2장에서 제시된 가정을 바탕으로 연속 방정식을 적용하여, 배출구의 속도(v_2)는 다음과 같음을 알 수 있다.

보조유체관의 치수($d_1 = 50\text{mm}$, $d_2 = 13\text{mm}$, $\ell = 100\text{mm}$)는 단, d_2 는 형태를 바꾸기 전 13mm 로 하여 계산하였다.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \approx 19.635\text{cm}^2, v_1 = 60\text{km/h}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} \approx 1.327\text{cm}^2, v_2 = ???$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{19.635\text{cm}^2 \cdot 60\text{km/h}}{1.327\text{cm}^2} \approx 887.8\text{km/h}$$

다음으로 보조유체관의 항력을 구하기 전, 베르누이의 정리를 이용하여 밀도(ρ_2)를 구하면 다음과 같다.

$$\frac{P}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = \text{const}$$

$$\frac{P}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2}$$

$$\frac{P}{\rho_1} - \frac{P}{\rho_2} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$$

$$P \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} \right) = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$$

$$\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2P}$$

위의 식에 ρ_2 을 구하기 위하여 ρ_2 을 제외한 각각의 값들을 대입하여 계산하면 아래와 같음을 알 수 있다. ($v_2 = 887.8 \text{ km/h}$, $v_1 = 60 \text{ km/h}$, $P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$, $\rho_1 = 1.2 \text{ kg/m}^3$)

$$\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2} = \frac{887.8^2 - 60^2}{2 \cdot 101325} \cdot \left(\frac{1000}{3600} \right)^2 = 0.2987380$$

$$\rho_2 - 1.2 = 0.2987380 \cdot 1.2 \rho_2$$

$$\rho_2 - 1.2 = 0.3584856 \rho_2$$

$$(1 - 0.3584856) \rho_2 = 1.2$$

$$\rho_2 = \frac{1.2}{1 - 0.3584856}$$

$$\rho_2 = 1.780 \text{ kg/m}^3$$

이를 이용하여 항력 D 를 구하면 다음과 같다.

$$D = \text{항력의 크기}, \rho_2 = 1.780 \text{ kg/m}^3, S = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} \text{ cm}^2, C = 0.42, v = v_2 = 887.8 \text{ km/h}$$

$$D_2 = \frac{1}{2} C \rho S v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.42 \cdot 1.780 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2}{4 \cdot 1000^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{887.8 \cdot 1000}{3600} \right)^2$$

$$= 0.223185 \text{ N}$$

위에서 계산한 항력은 2장의 이론적 설계에서 계산한 물방울의 표면장력과 마찰력의 합인 $\sigma_s + \mu mg = 0.0011467 + 0.0000686 = 0.0012153 \text{ N} < 0.223185 \text{ N}$ 이다. 그리하여 차창에 맺힌 물방울을 제거하는 것에 도움을 줄 것이다.



(그림 4-9. 보조 유체관의 장착 후 차량주행)

(그림4-9)는 좌측의 완성된 프로토타입을 가지고 실제 성능을 알아보기 위하여 우측과 같이 실시한 실차 주행실험이다. 여기에서 이전의 세차장에서 실시한 모의시험보다 월등히 향상된 성능을 확인 할 수 있었다.

- 결과 및 고찰 -

기존 사이드미러에 이론적 수치를 통한 유체관을 삽입하여 측정 시 형상의 크기가 너무 작아 육안으로 뚜렷한 확인을 할 수 없어 사이드미러 목 부분에 보조 유체관의 형상을 이론적 데이터의 값을 통해 나온 방법을 이용, 형상을 크게 하여 추가로 장착 후 시험 시, 시속에 따른 가속 시 유리창의 빗물 제거에 효과를 볼 수 있었다.

3) 유체관의 위치에 따른 조건변수 시험



(그림 4-10. 유체관의 위치가 유입구가 위, 배출구가 아래인 경우)



(그림 4-11. 유체관의 위치가 유입구가 아래, 배출구가 위인 경우)

(그림 4-10)과 (그림 4-11)는 유체관의 위치에 따라 차창에 맺힌 물기를 제거하는 장면을 촬영한 사진이다.

- 고찰 및 결과 -

(그림 4-11)에서 사이드미러를 뒤로 약간 기울인 상태임으로 유입구가 아래, 배출구가 위쪽을 향하고 있음을 확인 할 수 있다. 두 사진은 모두 콤프레셔를 이용하여 공기를 분사한 후, 동일한 시간이 경과한 뒤에 촬영된 사진으로서 위의 (그림 4-10)의 경우가 보다 많은 물방울이 제거 된 것을 알 수 있다. 측정결과 수평으로부터 약 15° 정도 위에서 아랫방향으로 설치 할 때 효과가 있었다. 여기서 고정변수는 사이드 미러와 차창사이의 각도로 하였다. 그 이유는 사이드미러와 차창사이의 각도는 주행방향을 기준으로 각도가 가능한 커지지 않으며 차창에서 주로 물기를 제거할 부분으로 향할 때, 가장 효과적이기 때문이다. 이를 측정한 결과 지점에 따라 오차가 존재하지만 대략 15°~17° 일 때 이었다.

3. 이론상 설계 된 모델 테스트

에어 콤프레셔를 통하여 나오는 유량을 이용하여 일반 유리에 맺혀있는 빗방울을 제거하는데 어느 모델이 실제로 효율적인지를 알아보는 시험으로 에어컨에서 나오는 바람을 풍속계로 측정하고 유체관 유입구에 오는 바람의 속도가 시속 60km와 맞아떨어지는 만큼의 거리로 25cm를 떨어뜨려 쏘아준다. 유체가 다른 곳으로 새어나가서 유리에 맺힌 물방울을 제거하는 상황을 방지하고자 종이박스로 유체관 유입구 주변을 막고 순수 통과하는 바람만으로 유리창의 물방울들의 변화를 확인해보았다.

1)CASE1 : $d_1=46\text{mm}$ $d_2=11\text{mm}$



(그림 4-12. CASE 1 테스트)

(그림4-12)와 같이 유리를 실제 차량의 창문으로 보고 순수 유체관의 성능을 알아보기 위하여 실시한 모델테스트이다. 유리에 물을 충분히 묻힌 뒤, 콤프레셔로 공기를 분사하여 물

방울이 밀려가는 것을 확인 할 수 있었다.

- 결과 -

날씨가 너무 건조하여 창에 묻어 있던 빗물이 빨리 마르게 되는 악조건의 변수를 가지고 테스트를 실시했지만 물방울은 아주 빠른 속도로 유체관에서 멀어지는 결과를 얻게 되었다. 그리고 25cm에서의 결과가 예상보다 너무나 효과적으로 물방울을 밀어내는 모습을 확인할 수 있었기에 30cm에서 다시 테스트를 실행했을 때에도 14cm정도 물방울이 밀려나는 것을 확인 할 수 있었다.

2)CASE3 : $d_1=48\text{mm}$ $d_2=14\text{mm}$



(그림 4-13. CASE 3 테스트)

(그림4-13)은 (그림4-12)의 CASE 1과 비교하기 위하여 실시한 모델테스트이다. 테스트방법은 (그림4-12)와 같은 방식이다. CASE 3과 CASE 1을 비교한 이유는 두 CASE는 유입구의 크기에서는 차이가 크지 않지만, CASE1의 경우 상대적으로 배출구의 크기가 작고, CASE 3의 경우에는 상대적으로 배출구가 크기 때문이다.

- 결과 -

CASE 3의 테스트 결과 25cm 떨어진 곳에서는 에어건으로 바람을 쏘아도 큰 효과가 없었다. 그렇기 때문에 콤프레셔를 25cm보다 가까이 접근하였을 때 효과가 있었다. (그림4-13)에서 보듯, 콤프레셔가 8cm부근 까지 접근된 것을 확인 할 수 있을 것이다. 이를 통해 유입구가 커도 배출구의 크기가 작지 않으면 속도 60km/h 에서는 큰 효과가 없다는 것을 알 수 있었고 효과가 나오는 거리를 알기 위해 에어건을 약 10cm 떨어진 곳에서 바람을 쏘아야만 물방울이 운전자의 시야가 확보되는 안전한 거리를 얻는 것으로 확인하게 되었다.

- 시험 운용 결과 및 고찰 -

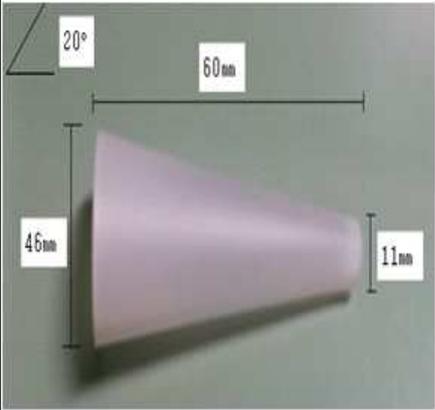
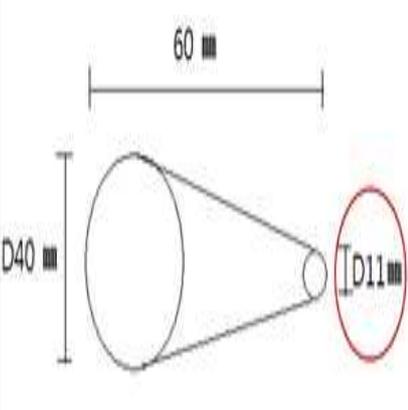
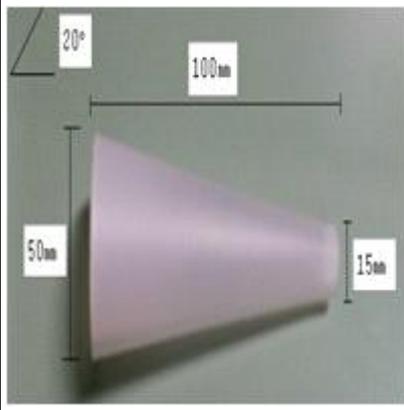
풍속계를 통한 풍속이 정확하지 않은 점과 에어건을 고정형이 아닌 사람이 들고 쏘게 된다는 점 등이 변수로 작용하여 이 시험을 통한 결과가 정확하다고는 할 수 없었지만 유체관의 대략적인 길이와 유입구와 배출구의 크기를 결정하는데 큰 도움이 되었다. 그리고 이 시험을 통하여 유체관의 배출구 모양이 원형에서 계란형의 모델을 고려하게 된 시험으로써 새로운 설계를 가능하게 하였다.

※ 테스트간의 결과 분석 및 피드백 결과

각각의 시험 및 운용과정에 발생한 문제점을 종합하여 분석을 실시하였다.

(1) 문제점 분석

① 이론 설계에서의 치수, 최초 프로토타입의 치수, 시험 결과 치수를 나타낸 표

	이론적 치수	최초 프로토타입 치수	시험 결과 치수
모델 사진			
모델 수치	길이(ℓ)=60mm 유입구 지름(d_1)=46mm 배출구 지름(d_2)=11mm	길이(ℓ)=60mm 유입구 지름(d_1)=40mm 배출구 지름(d_2)=11mm	길이(ℓ)=100mm 유입구 지름(d_1)=50mm 배출구 지름(d_2)=15mm

(표 4-1. : 각 유체관의 치수를 표기)

(표4-1)은 각각의 과정에서 설계 및 제작된 유체관의 치수를 나타낸 것이다. 표에서 이론적 치수와 최초 프로토타입의 치수를 비교하게 되면, 유입구가 46mm에서 40mm으로 줄어든 것을 확인 할 수 있다. 그리고 시험 결과 치수는 공간적 제약을 받지 않아 이론적 수치에 맞추어서 제작하였기 때문에 유입구의 크기는 더욱 커졌으며, 배출구의 크기는 비슷하게 설치하였다.

② 이론적 수치

연속방정식을 이용하여 계산된 배출구의 속도가 가장 빠른 case의 수치를 나타낸 결과 길

이(l)=60mm, 유입구의 지름(d_1)=46mm, 배출구 지름(d_2)=11mm으로 나타났다. 따라서 이러한 경우 하에서 1열 석 유리창에 맺힌 빗물을 날릴 수 있다고 판단하여 이론적 수치를 결정하였으며, 실험을 통하여 가장 효과적인 것을 확인 할 수 있었다.

③ 프로토타입 수치

프로토타입에 설치된 유체관의 치수는 길이($l=60mm$), 유입구의 지름(d_1)=40mm, 배출구 지름(d_2)=11mm이다. 결론적으로 이론적 수치와 최초 프로토타입에 설치된 유체관의 치수가 다른 이유는 사이드미러내의 공간의 협소함 때문이다. 배출구의 경우에는 그 크기가 작으므로 공간의 영향을 받지 않았지만, 유입구의 경우에는 다음의 그림과 같이 유체관의 설치에 공간적 제약이 발생하였다. 그리하여 유입구의 크기를 최대한 큰 길이로 하여 설치한 결과 위의 프로토타입의 치수를 결정하였다.



(그림 4-14 유체관의 삽입 전 사이드미러)

(그림4-14)와 같이 최초 제작된 프로토타입에 유체관이 설치 될 수 없었던 결정적인 원인을 표시하였다. 위 그림에서 원으로 표시된 부분으로 인하여, 실제 설치된 프로토타입의 유체관의 치수는 줄어들 수밖에 없었다.

④ 시험적 수치

이론적 수치를 이용하여 CASE의 수치에 따른 시험 결과 CASE1에 해당하는 치수 값으로 모의시험을 통한 가능성 확인에 효과가 미비하게 육안으로 확인 할 수 없다는 결론을 토대로 사이드 미러 목 부분에 보조 유체관을 추가 설치하여 시험을 통한 효과를 검증 할 수 있었다. 단, 이론적 수치를 통해 알 수 있듯이 유입구(d_1)가 클수록, 배출구(d_2)는 작을수록,

유입구 크기에 비례하게 하는 것으로 빗물이 날릴 수 있다는 효과가 크다는 것을 기본전제로 하여 유체관의 형상을 조금 더 큰 치수로 제작하여 시험 하였다. 길이(ℓ)=100mm, 유입구의 지름(d_1)=50mm, 배출구 지름(d_2)=13mm으로 보조 유체관의 형상을 제작하여 시험하였다.

(2) 실험의 피드백 결과

세차장에서 실시한 1차 실험의 결과는 실험을 실시한 날의 날씨 및 컴프레셔로서 차량이 주행 중에 받는 바람을 대신하였다는 것, 컴프레셔의 에어건으로 최초 프로토타입의 유입구에 정확히 조준이 어려운 점을 감안하더라도, 정확한 데이터를 측정하기 전에 육안으로 관찰하였을 때부터 최초 프로토타입의 효과는 기대한 만큼의 확인 할 수 없었다. 그리하여 1차 실험에서의 기대한 효과를 확인 할 수 없었던 원인을 분석하고 이에 대하여 피드백방식으로 해결방안을 모색하였다.

이에 대한 원인 분석은, 우선 이론적 치수에서 도출된 수치에 최대한 근접한 치수로 유체통로를 제작하려고 하였다. 하지만 실제 제작과정에서는 사이드미러 내부에 유체통로를 설치하기 위해 모터 및 전선을 제거 하였음에도 불구하고 구조 및 공간상 유체통로를 설치할 수 있는 공간이 확보 되지 않았습니다. 사이드미러 내부공간에 맞추어 유체통로를 제작하다보니 이론적 치수에 맞추어 제작이 불가능하였고 이는 1차 실험 결과로 나타나게 되었습니다.

이를 해결하기 위하여 회의를 진행한 결과, 보조유체관의 설치를 고안하였습니다. 그 이유는 보조유체관의 설치 위치를 사이드미러 구조와 공간에 영향을 받는 곳이 아닌 위치에 설치 할 경우 보다 더 이론적설계에서 얻은 치수를 적용 할 수 있기 때문입니다. 최초 프로토타입의 경우 효과를 확인 할 수 없었던 가장 큰 원인이 이론적 치수의 적용하지 못한 점이 기 때문에 이를 보조유체관의 설치로 해결이 가능 할 것으로 판단하여 보조유체관의 설치를 결정하였다. 이를 위하여 기존의 이론 설계치수를 바탕으로 유입구와 배출구의 크기를 결정하였다. 그리고 이를 설치하여 실차 실험을 진행하였다.

제2절 운용 및 시험 결과

1. 실제 차량을 대상으로 시험



(그림 4-15. 차량 시험 전 장착 사진)

(그림 4-15)처럼 제작된 프로토타입을 장착 후 차량속도는 정지 상태에서 80km까지의 범위로 정하고 이동 중 유체관을 통하여 1열 석 유리창에 묻은 물이 효과적으로 날아가는지에 대한 시험을 시행하였다. 안전을 위하여 평소 인적이 드문 장소에서 차량의 운행이 없는 도로와 사람과 차량이동이 적은 야간 시간에 실험을 진행하였다. 비가 오는 날씨에 맞춰서 실행해야 했지만 비가 오지 않았던 관계로 1열 석 유리창에 물을 뿌린 뒤 주행하는 시험으로 대체하였다. 유체관의 크기는 p31과 p32쪽의 (그림 4-6)과 (그림 4-8)와 같이 제작하였고 1열 석 유리창과의 각도는 17도로 고정하였다.

1) 실제 차량에 장착 후 시험 관찰



(그림 4-16. 정지 상태에서의 물이 뿌려진 1열석 유리창)

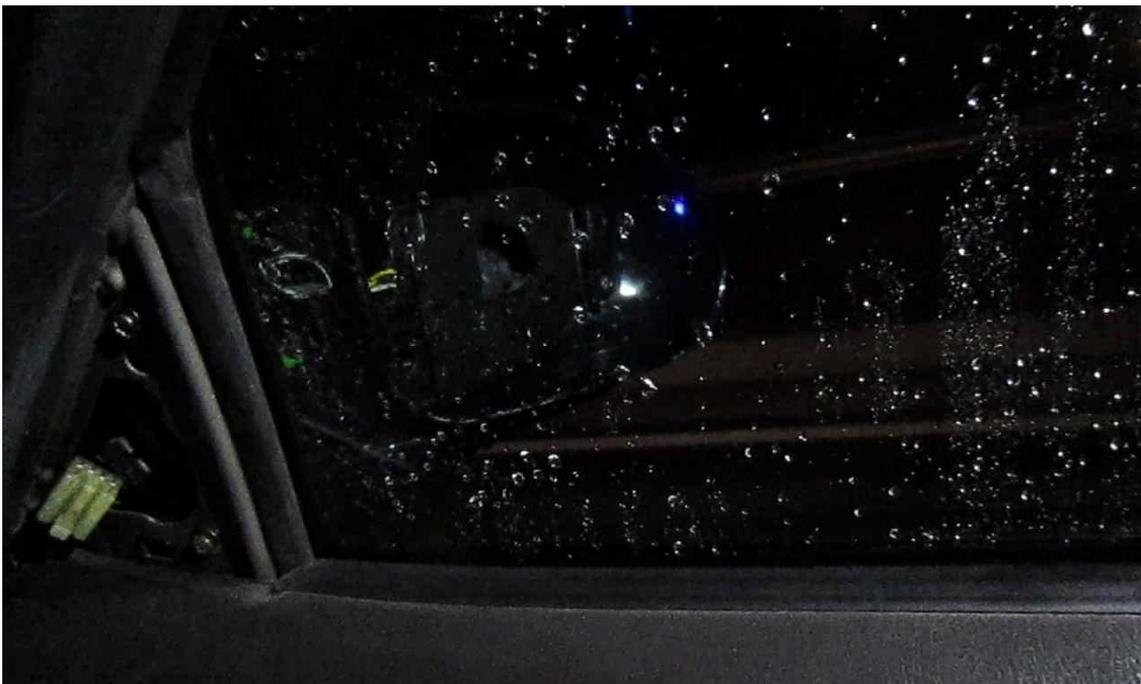
(그림 4-16)은 정지된 차에 물을 뿌린 뒤 가시성의 정도를 확인시켜주는 모습이다. 실제 운전자의 위치에서는 물방울이 사이드미러를 확인하는데 방해가 받는 정도라는 것이라고 확

인 되었다.



(그림 4-17. 약 40km/h 에서의 1열석 유리창모습)

(그림 4-17)처럼 차량 속도가 0~40km미만이 되는 동안에는 물방울이 전혀 움직임이 없었지만 40km부터 물방울의 크기가 큰 순으로 조금씩 밀려나듯 이동을 시작하였다.



(그림 4-18. 약 60km/h 에서의 1열석 유리창모습)

(그림 4-18)를 보면 60km가 되는 시점부터는 중간부위의 큰 물방울들은 모두 밀려나게 되

어 아주 작은 물들만이 남아있고, 창문의 우측부분으로 밀려나는 큰 물방울들을 확인 할 수 있다.



(그림 4-19. 약 80km/h에서의 1열석 유리창 모습)

(그림 4-19)에서 시속 80km가 되었을 때부터 물방울들이 밀려나는 것을 사진에 찍힘으로도 정확하게 확인 할 수 있었으며, 운전자의 가시성에도 효과적이라는 것을 체험 할 수 있었다.



(그림 4-20. 운전자의 사이드미러 확인 가시부분)

(그림 4-20)에서 붉은 원으로 표시된 곳은 운전자가 사이드미러를 확인하는데 필요한 공간을 나타낸다. 그 결과 사진의 셔터블릿에 비쳐진 아주 작은 물방울들을 제외하곤 상당량이 밀려났고, 실제 주행 시 조명이 없는 상황에선 작은 물방울이 운전자의 시야에 전혀 영향을 주지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

2) 제품 장착 전(일반 사이드미러 장착) 주행 시험 관찰



(그림 4-21. 일반사이드미러가 장착된 차량의 정지 상태에서 물이 뿌려진 1열석 유리창)

(그림4-21)은 정지상태에서 차에 물을 뿌린 뒤 가시성의 정도를 확인시켜주는 모습이다. 실제 운전자의 위치에서는 물방울이 사이드미러를 확인하는데 방해를 받는 정도라는 것을 확인하였다. 또한 사이드미러에 비치는 가로등 불빛이 아니라면 사이드미러의 위치를 알아볼 수 없다. 일반 사이드 미러 장착시의 주행 시험 관찰을 통하여 완성된 프로토타입과 일반사이드미러 장착시의 빗물 제거 정도를 비교하여 제품의 효과 및 목표 달성 유/무를 알아보기 위함이다.



(그림 4-22. 일반사이드미러가 장착된 차량의 약 40km/h에서의 1열석 유리창 모습)

(그림4-22)는 약 40km/h에서의 1열석 유리창 모습이다. (그림4-21)과 비교 하였을 시, 물방울의 이동이 전혀 없는 것을 확인 할 수 있다. 제품장착시험에서 40km/h부터 물방울의 이동을 볼 수 있는 것과는 대조적이다.



(그림 4-23. 일반사이드미러가 장착된 차량의 약 60km/h에서의 1열석 유리창)

(그림4-23)은 약 60km/h에서의 1열석 유리창이다. 차량계기판상에서 50km/h부터 60km/h사이에서 물방울의 이동이 관찰 되었다. 하지만 정지상태와 마찬가지로 사이드미러의 가시성을 확보하는 것은 어려움이 있다. 제품을 장착한 실험에서는 약 60km/h에서 물방울이 밀려나는 것을 육안으로도 쉽게 확인 할 수 있는 것과 대조적이다.



(그림 4-24. 일반사이드미러가 장착된 차량의 약 80km/h에서의 1열석 유리창)

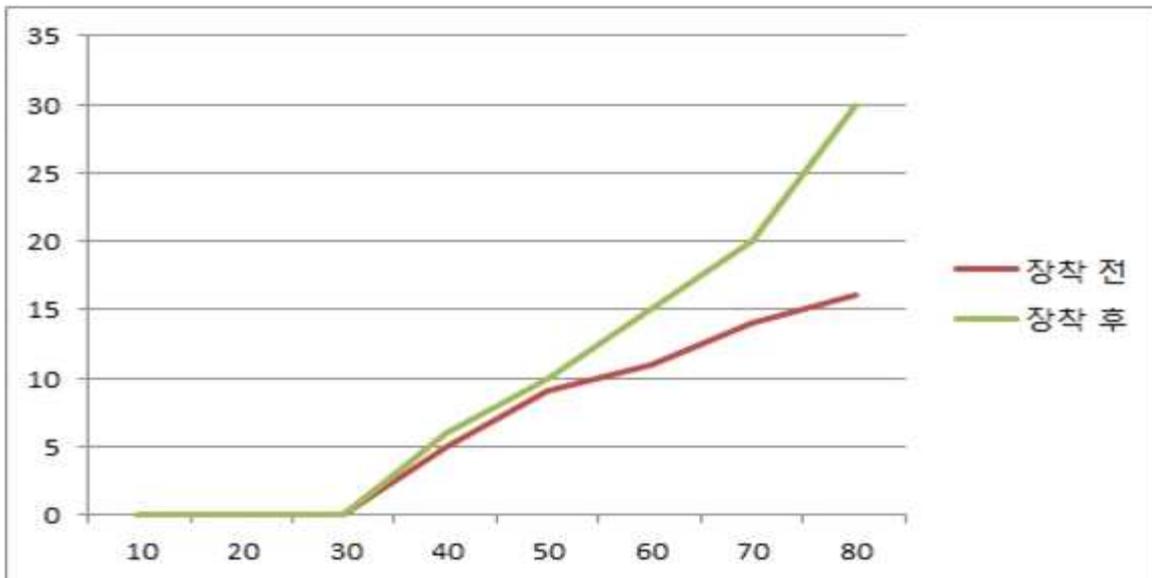
(그림4-24)는 일반사이드미러가 장착된 차량의 약 80km/h에서의 1열석 유리창의 모습이다.

60km/h 이후부터는 밀려나는 물방울의 이동이 보다 많았으나 밀려나는 물방울보다는 밀려나지 않는 물방울이 더 많았다. 거기에 이동하는 물방울조차도 밀려나는 거리가 15cm를 넘지 못하거나 물방울의 흔들림은 있으나 이동 없이 맺힌 자리를 맴도는 물방울이 대부분이었다. 그리고 80km/h를 유지할 경우 추가적인 물방울의 이동은 없었다. 80km/h를 유지하더라도 물방울이 밀려 가지성확보가 가능했던 제품장착 시험 때와는 상당한 차이가 있어 제품의 효과를 확인 할 수 있었다.



(그림 4-25. 일반사이드미러가 장착된 차량에서 운전자의 사이드미러 확인 가지부분)

(그림4-25)에서 붉은 원이 표시된 부분이 일반사이드미러가 장착된 차량에서 운전자가 사이드미러를 확인하는데 필요한 공간이다. (그림4-21)의 정지상태와 비교하였을 때, 물방울의 밀림이 조금 존재하였다. 그렇지만 (그림4-25)에서 확인 할 수 있듯이 가지성확보는 제대로 이루어지지 않은 상태이다.



(그림 4-26. 시속에 따른 물방울이 밀려난 거리)

일반사이드미러를 장착한 경우와 유체관을 장착한 제품의 경우에서, 운전자의 사이드미러

를 확인하는 가시적인 영역을 표시하여 그 부분에서 임의로 유리창에 맺힌 물방울의 차량 시속에 따른 밀려난 거리를 계측한 뒤 그래프로 나타낸 것이 (그림 4-26)이다. 일반사이드미러를 장착한 경우, 시속 약 40(km/h)에서 5cm, 시속 약 60(km/h)에서는 10cm, 시속 약 80km/h에서는 15cm정도로 계측되었다. 제작한 제품을 장착한 시험에서는 시속 40(km/h)일 때는 일반사이드미러를 장착한 경우와 비슷한 6.5cm정도로 나타났다. 이후 서서히 시속이 올라 갈수록 일반사이드미러의 경우와 차이가 나기 시작하여 시속 약 60(km/h)일 때는 15cm, 시속 약 80(km/h)일 때는 30cm정도로 물방울의 밀려나는 거리로 측정 되었다. 제작한 제품의 장착전후를 비교한 결과, 사이드미러에 설치된 유체관을 통하여 물방울이 밀려남으로써 운전자의 사이드미러이용시의 가시성확보에 효과가 있다는 것을 확인 하였다. 따라서 초기에 설정한 설계목표를 달성하였다고 할 수 있다.

- 시험 운용 결과 및 고찰 -



(그림 4-27. 시속 80km/h에서의 1열석 창문의 물방울제거 비교)

(그림4-27)은 시속80km/h에서의 1열석 차창을 비교한 것이다. 차량이 정지 상태에서 주행을 시작하고 1열 석 유리창의 물방울은 시속 40km/h에서 물방울의 크기가 큰 순으로 천천히 뒤쪽으로 밀리며 이동을 시작하였고, 시속 60km/h에서는 40km/h에서 보다 더 빠른 속도로 움직였으며, 시속 80km/h에서는 큰 물방울들이 밀려 난 뒤 남은 아주 작은 크기의 물방울을 제외하고는 모두 제거 되었다. 이와 대조적으로 일반사이드미러를 장착한 경우에선 시속 40km/h까지는 비슷하였으나, 시속 60km/h 부터는 물방울이 밀리는 정도가 차이가 커지기 시작하였다. 이 시험을 통해 얻을 수 있는 결과로는 다른 동력원의 도움 없이 주행 중에 받는 공기저항을 이용하여 1열 석 유리창에 빗물을 제거하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있었고, 이번 시험에서의 문제점으로 제기 된 것은 실제 비가 왔을 때의 공기 중 습도로 인하여 물방울의 밀도가 달라질 수 있으며 실제 날씨에서 오는 바람의 풍속과 풍향에 따라 다른 결과가 있을지도 모른다는 문제점이 제기 되었다.

그리고 현재 프로토타입에 제작 된 유체관은 기존에 제작된 사이드미러에 추가 장착하는 형식으로 제작되어졌기에 가장 효율적인 형태라기보다는, 유체관을 통한 물방울 제거에 주목적을 둔 것이다. 따라서 최종 제작된 제품에서는 2개의 유체관을 모두 포함하는 형태로 제작되었다.

제5장 결론

제1절 문제점 분석 및 처리결과

이번 설계프로젝트 과제인 1열 석 유리창 빗물 제거 사이드미러를 진행 하면서 개념 설계, 그리고 상세 설계, 제작, 운용 및 시험과정을 실시하면서 발견된 문제점을 정리한 결과 다음과 같다.

1. 이론적 설계과정에서 고려하지 못한 변수의 분석 및 처리결과

① 공기의 밀도

비가 오는 날과 맑은 날의 공기의 밀도의 차가 존재한다. 이에 따라서 항력이 달라 질 수 있다. 그러나 비가 오는 날의 습도는 강수량에 따라 차이가 천차만별이다. 일반적으로는 비가 오는 날은 맑은 날보다 상대 습도 100%라고 할뿐, 절대 습도는 큰 차이가 존재하기 때문에 정확한 비가 오는 날의 습도를 측정에는 많은 어려움이 존재한다. 따라서 여러 참고문헌과 인터넷을 이용하였으나, 정확한 밀도를 찾을 수 없어서 맑은 날의 물의 밀도를 이용하여 항력을 계산하게 되었다.

② 온도

온도는 매일, 매시간 마다 변한다. 이에 따른 변수를 고려해야 하지만 각 온도에 따른 변수를 고려하여 해석에는 많은 비용과 시간을 요구한다. 따라서 이를 실온(20℃)으로 가정하여 이론 설계를 진행하였다.

③ 손실수두

이론적 설계에서 무마찰유동(마찰이 없는 정상유동)으로 가정하였다. 하지만 실제 유동에 서는 유체통도에서 발생하는 유체의 Turbulence가 발생하기 마련이다. 이는 유체의 길이, 유입구 및 배출구 지름의 크기에 따라 변한다. 이러한 변수를 측정하기 위해서는 풍동실험 및 CFD해석이 필수이다. 그러나 풍동실험을 실시가 가능한 곳이 전국에 1곳 뿐이며, 그 비용에도 많은 금액을 필요로 하기 때문에 실시 할 수 없었다. 또한 CFD해석 역시 학부생의 과정에는 포함되어 있지 않고, 비가 오는 날이라는 특수한 상황을 해석하는데 많은 시간이 소요되기 때문에 이를 고려하지 않고 무마찰유동으로 가정하여 이론 설계를 진행하였다.

④ 길이($l=60mm$ 고정)

초기단계의 설계과정에서는 길이와 유속에 대하여 고려할 예정하였다. 하지만 사이드미러의 구조상 제한된 길이를 가질 수밖에 없다. 사이드미러 내부 및 보조유체관의 길이가 사이드미러의 길이보다 긴 길이를 가질 경우 외관의 디자인의 일관성, 긴 유체관부분의 사이드미러의 내구성저하 그리고 어느 한부분의 돌출된 형태로 인한 항력의 영향으로 주행성능에 악영향이 미치기 때문에 길이에 대한 변수를 고려하지 않고 길이를 고정하여 이론적 설계를 진행하였다.

⑤ 수평관의 형태

베르누이의 방정식에 의하면, 유입구와 배출구의 위치에 따라 위치에너지가 발생하기 때문에 이에 대한 변수 고려가 필요하다. 하지만 설치된 유체관의 형태에서 알 수 있듯이, 유체관의 형태가 거의 수평에 가까운 상태이며, 프로토타입 및 보조유체관의 제작과 시험에 사용된 유체통로의 형태도 수평관의 형태로 제작하였기 때문에 이론적 설계의 가정 단계에서 수평관의 형태로 진행 하였다.

2. 시험 및 운용과정에서 고려하지 못한 변수

① 모의시험을 통한 바람세기의 영향

프로토타입에 따른 사이드미러를 통한 유체관의 바람으로 유리창 빗물이 날려 가는지 확인 하는 시험에서, 실제 차량이 주행할 때 받는 풍속의 정확한 해석이 불가능 하였다. 목표 속도에서 차창의 빗물을 날리기 위해 콤프레서를 모의실험에서 사용하였는데, 콤프레서 및 세차장 에어건으로 유체관의 앞에서 바람을 쏘 때 바람의 퍼짐에 대한 제어가 불가능하여 가능성에 실현을 두었다.

② 날씨에 대한 고려

날씨에 관한 것으로 비가 올 때 시험을 하여야 하나 기후조건 및 안정상의 위험으로 실제 차량 시험 시 유리창에 물을 묻힌 후 시속에 따른 시험을 할 수 밖에 없었다. 시험 여건상 비가 내리는 날 시험을 통해 좀 더 명확히 알 수 있지만 여건상 보류 후, 시속이 증가함에 따른 물방울이 밀려남으로써 자동차 사이드미러 유체관을 통한 유리창의 빗물 제거를 충족 할 수 있다고 판단하였다.

제2절 총평

이번 설계프로젝트를 시작하면서 팀의 구성과 브레인스토밍방식을 통하여 주제인 빗물제거 사이드미러를 결정하였고, 과제의 목표는 특별한 동력원을 요하지 않는 순수한 차량 주행 중 받는 기압을 이용하여 1열 석 유리창에 맺힌 물방울로 인하여 사이드미러를 사용 시 방해가 되지 않을 정도까지만 물방울을 밀어내는 것으로 설정하였다.

이를 위하여 이론적 설계에서는 연속의 방정식, 베르누이의 정리, 항력, 물의 표면장력을 계산하였다. 여기에 이론적 설계를 토대로 각 길이에 따른 조건 변수를 설정하여 유체관을 통과한 유체가 1열 석 유리창에 맺힌 물방울을 제거가 가능한 지를 콤프레셔를 이용한 모의 실험에서 가장 효율적인 유체관의 유입구와 배출구의 크기를 결정하였다. 이후 CAD와 CATIA 프로그램을 이용하여 공정도 및 3D도면을 완성하였다. 이를 바탕으로 유체관의 제작하였으며, 이를 설치하여 프로토타입의 제품을 제작하였다. 제작된 프로토타입을 시험 및 이론적으로 분석한 결과, 보조유체관의 설치가 필요하게 되어 보조유체관의 설치까지 완료한 후 실차 운용을 통한 결과 $40km/h$ 부터 서서히 물방울이 밀려나기 시작하였다. $60km/h$ 에는 대부분의 물방울이 밀려나게 되었으며, $80km/h$ 에 도달 하였을 때에는 운전자가 물방울로 인한 사이드미러의 이용의 방해를 느끼지 못하게 되었다. 따라서 목표로 잡고 설계한 자동차 유리창 빗물제거 사이드미러는 제작자 우선이 아닌 실제 차량을 활용하는 운전자들을 먼저 생각하고 그들의 입장에서 편의성과 경제성을 고려하였고, 공학적으로 설계되었음은 물론, 주요 목적인 우천 시 주행 안전성을 한 단계 높이게 됨으로써 궁극적으로 교통사고율을 줄이게 될 것이다.

이번 설계프로젝트의 과제를 진행하면서, 여러 현실적인 문제점과 추가적으로 고려해야 할 부분이 발견되었다. 하지만 이를 무리 없이 해결하였으며, 과제의 선정 단계에서 선정한 5가지의 기준에 부합하는 과제를 진행하게 되어 기쁘게 생각한다. 설계프로젝트 과제를 통하여 공학도로서 제품을 설계하는 기본 자질을 가지게 되었다고 생각한다. 이번 과제를 통하여 경험하고 배운 것을 기업에서도 유용하게 활용하게 될 것이다.

감 사

본 프로젝트는 대구대학교 기계항공학과 윤정환 교수님의 유체역학에 대한 멘토와 , 대구대학교 자동차공학과 임학규 지도교수님의 설계프로젝트 진행의 총괄 피드백에 감사드리며 본 보고서를 마치겠습니다.

[참고문헌]

서적 / 저자 / 출판사

1. 유체역학 5th (p.364~365) / MERLE C. POTTER , DAVID C. WIGGERT. / 한티미디어
2. 유체역학 6th (p.34~35, 195~200) / FRANK M. WHITE. / 한국 맥그로힐
3. 유체공학일반 (P.79~89) / 채 수, 이상윤 공저. / 선학출판사

특허실용 / 출원인 / 출원번호

1. 자동차 사이드미러와 차창의 물방울 제거장치 / 이도희 / 2020030002282
2. 공기압을 이용한 사이드 미러 및 도어 글래스 / 빗물 제거장치 / 기아자동차 주식회사 / 2019960028831
3. 빗물 제거 기능이 구비된 자동차 사이드미러 / 김영범 / 2020050027420

문헌 / 제출사항 / 학회 및 출판사

1. ①차량기계분야(2) : 유체/공력/제동 2 ; 기존선 터널 주행 시의 고속열차 차체가 받는 압력변동 계측 및 분석 / 2004년도 춘계학술대회 논문집 / 한국철도학회
2. ②수치해석을 통한 저소음 아웃사이드 미러 표준안에 관한 연구 / 2008년 학술대회 자료집. p.419 2008.11. / 한국 자동차 공학회

통계청 자료

도로교통공단 TAAS 교통사고분석시스템 / <http://taas.koroad.or.kr/>