



FI 2026

Future Innovation tech eXpo Conference

차량 보행자 보호를 위한 액티브 후드시스템 및 양산 사양 소개

홍성태 책임연구원
/ 피에이치에이 무빙시스템설계팀

CONTENTS

I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

IV. 상세 부품 설명

V. 개발 효과



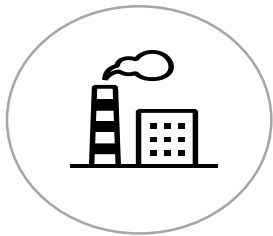
매출액
1.2조



종업원
3,400명



국가
9개국



사업장
20개



연구소
6개



9 Countries

6 R&D Center
Domestic 2
Overseas 4

20 Plant
Domestic 8
Overseas 12

H Headquarter (1 place) **R** R&D Center (6 place)
M Manufacturing Plant (20 place) **S** Sales Office (1 place)

HISTORY

FOUNDATION
설립과 기반 구축

- 1985 평화정공㈜ 설립 (PHA)
- 1997 모범 중소기업인 대통령상 수상
- 인도(첸나이)법인 설립
- 2001 코스닥 등록
- 2002 중국(대칭)법인 설립

VALUE MANAGEMENT
글로벌 네트워크 구축

- 2004 ㈜에이에스티 설립
- 2005 중국(북경)법인 설립
- 솔로바키아(멜리나)법인 설립
- 2006 Single PPM 대통령상 수상
- 2007 체코(체스키 테신)법인 설립
- 2009 품질5스타 획득 (현대차·기아)
- 2010 미국(알라바마)법인 설립
- 2011 중국(영성)법인 설립
- 미국(미시간)법인 설립

GLOBALIZATION
내실경영

- 2012 GM Supplier of the year 6년 연속 수상(2006-2011)
- 2013 Chrysler Innovation 수상
- PHA Edscha 설립
- 2015 영국 R&D센터 설립
- 2018 베트남(하이퐁)법인 설립
- 2021 IRS2 경영실상 수상

SUBSTANTIAL MANAGEMENT
지속가능경영

- 2022 UNGC 가입
- 미국(조지아)법인 설립
- 2023 현대차·기아 R&D Partners Tech-Day 우수신기술 최우수상 수상
- 사립나눔 사회공헌대상 부총리겸 기획재정부 장관상 수상
- 2024 현대차·기아 2022-2023 올해의 협력사상 수상
- 행복더함 사회공헌 우수기업 국회의원장상 수상
- 품질5스타 획득 (현대차·기아)
- 2025 인도(무네)공장 설립
- GM Supplier Quality Excellence Award 11년 연속 수상 (2014-2024)
- 산업재해 유공포상 고용노동부 장관상
- 2024-25 글로벌 ESG 평가 Ecovadis Platinum 등급 획득 (상위 1%)
- 2026 인도(아나타푸르)공장 설립
- 올해의 협력사상 수상 (현대차·기아)

PHA 주요 생산품

Side Entry	Power Trunk System	Power Tailgate System	Power Endgate System	Power Frunk System
 DOOR LATCH  E-LATCH  DOOR MODULE  Window Regulator 	 LATCH  DRIVE UNIT  ECU  HINGE 	 LATCH  DRIVE UNIT  ECU  APS (Anti Pinch Sensor) 	 ENDGATE HANDLE  ENDGATE LATCH  ENDGATE ACTUATOR  ENDGATE STRIKER 	 LATCH  DRIVE UNIT  ECU  STRIKER 

Active Hood Lift System



Overview

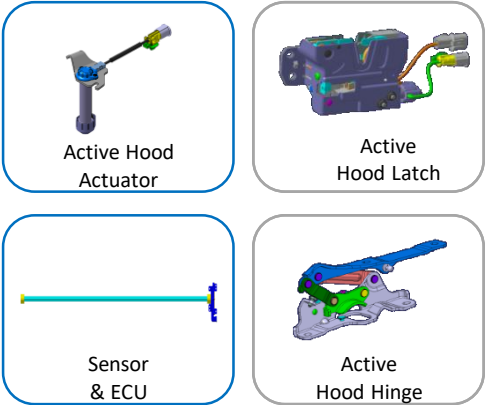
차량과 보행자가 충돌할 때 후드를 상승시켜
보행자의 머리 상해 위험을 줄이는 시스템

Components

액티브 후드 액추에이터 / 래치 / 힌지 / 센서 및 전자제어장치

Feature

- 충돌 감지 및 신호 제어
 - 화약식 액추에이터를 통한 소형화 및 고성능 확보
 - 래치가 후드 앞부분을 들어 올려 신장이 작은 보행자와 어린이의 머리 보호
 - 힌지가 후드 패널의 좌우 모서리를 들어 올려 성인의 머리 보호



CONTENTS

I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

IV. 상세 부품 설명

V. 개발 효과

I. 개발 개요

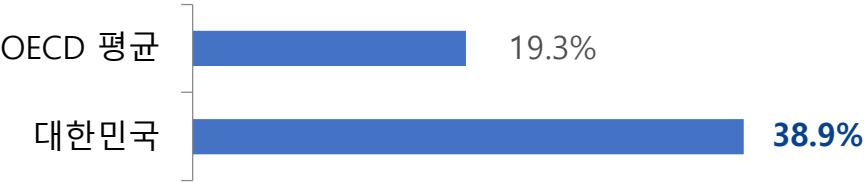
▣ 개발 배경

1) 2025년 국내 교통사고 중 보행자 비율 : 36.3%



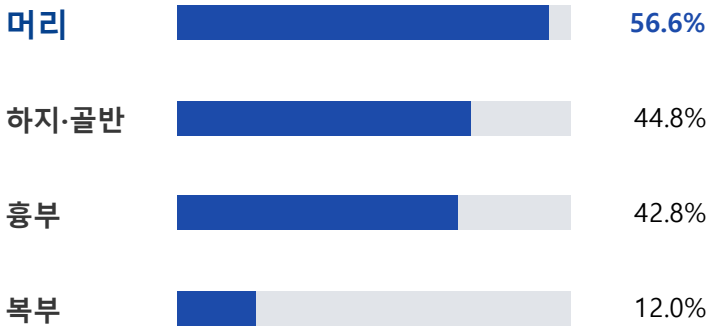
자료 : 한국도로교통공단 TAAS (2025년 교통사고 통계)

※ 보행자 사망사고 OECD 평균의 약 2배

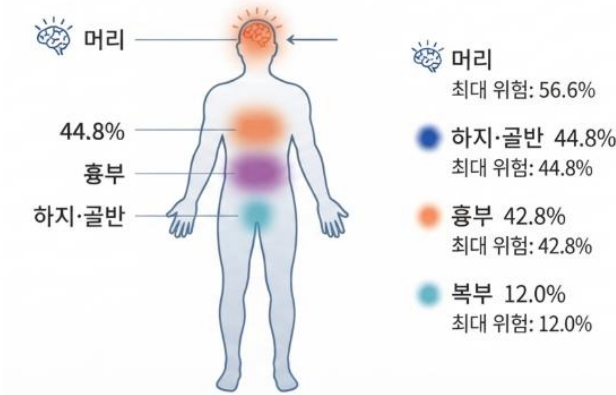


자료 : 한국도로교통공단 TAAS (2019년도)

2) 중증 보행자 사고에서 머리 손상은 주요 위험 요인



자료 : 중증 손상 환자군 연구 결과

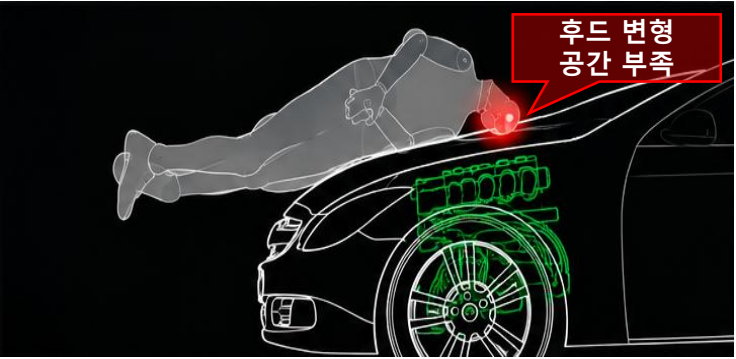
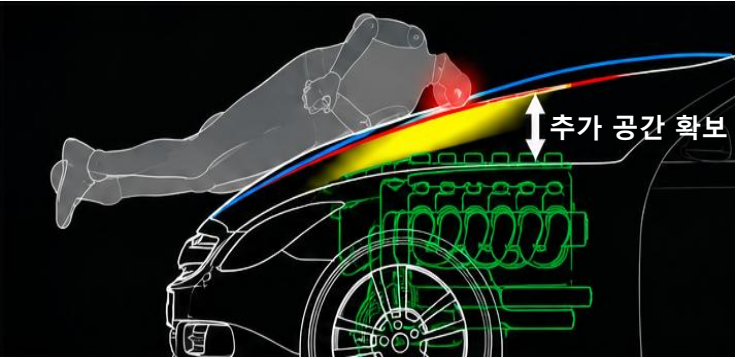


보행자 사고 시 머리 손상 위험이 가장 높아, 차량 전면부(후드)의 머리 보호 설계가 중요

I. 개발 개요

▣ 일반 후드 VS 액티브 후드

⇒ 액티브 후드 시스템 : 보행자와 차량 충돌 시 후드를 상승시켜 보행자 머리와 후드 내 엔진 부품간의 2차 충격을 예방

일반 후드	액티브 후드
	
후드 변형 공간 부족 → 엔진/스트럿 등 강체와 2차 충돌 위험	후드 상승 → 추가 공간 확보 → 후드 변형으로 충격 에너지 흡수
	

자동차 후드(본넷트) 설명

엔진 보호 및 먼지 유입 방지



엔진룸을 덮어 이물질, 먼지, 수분으로부터 엔진을 보호하고, 주행 중 돌 위험 등을 방지합니다.

차량 디자인 요소 및 스타일



차량 전면부의 인상을 결정짓는 주요 디자인 요소입니다. 공기역학적 설계를 통해 연비 향상에 기여합니다.

자동차 후드 (Bonnet/Hood)



보행자 충격 완화



보행자와의 충돌 시 충격을 흡수하여 부상을 최소화하도록 설계됩니다. (보행자 보호 기준 준수)

소음 및 열 차단



엔진룸의 소음이 실내로 유입되는 것을 차단하고, 엔진 열이 보닛 외부로 전달되는 것을 줄여줍니다.

후드 '추가 공간' 확보가 보행자 머리 상해 저감의 핵심 요소

CONTENTS

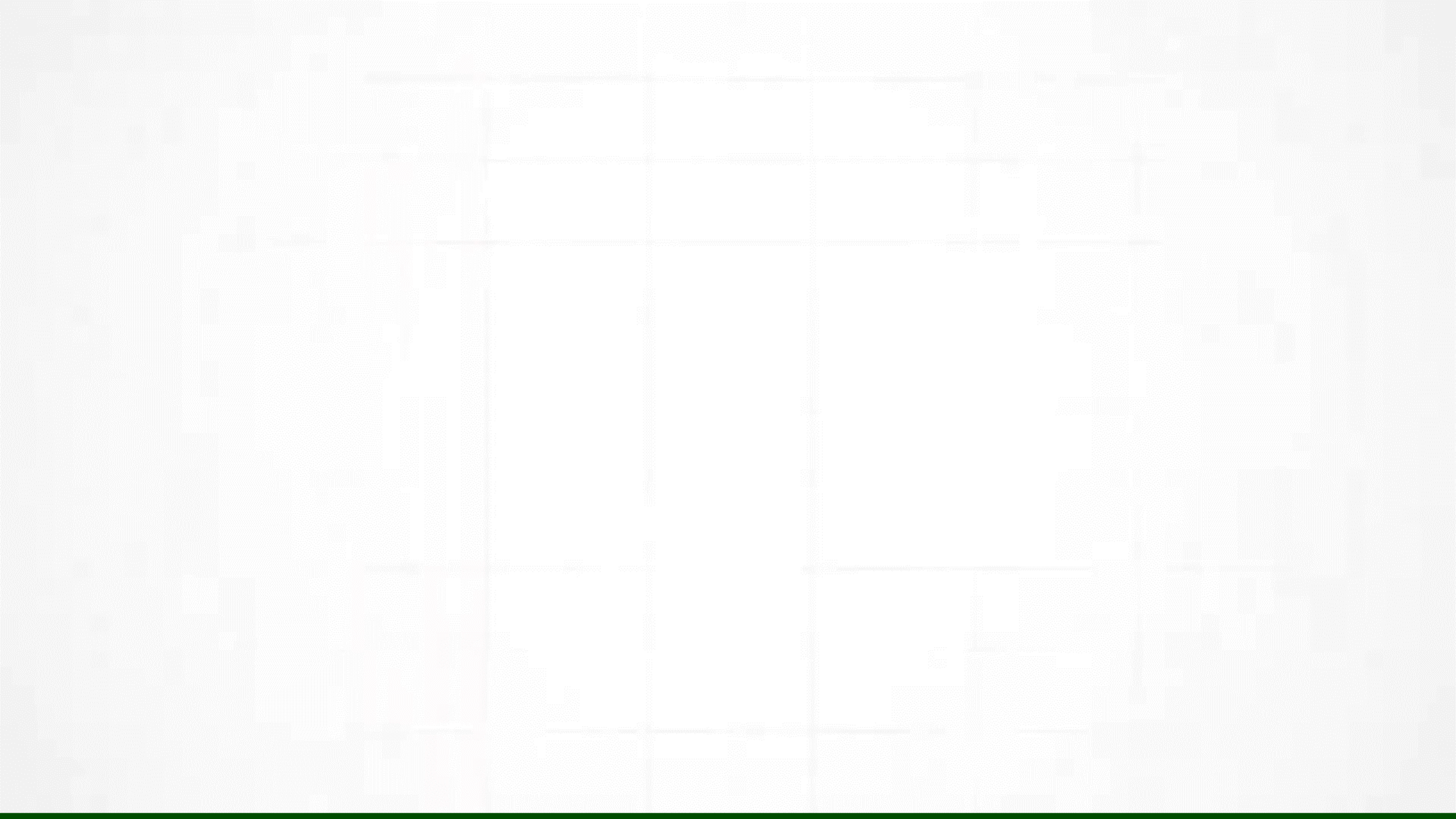
I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

IV. 상세 부품 설명

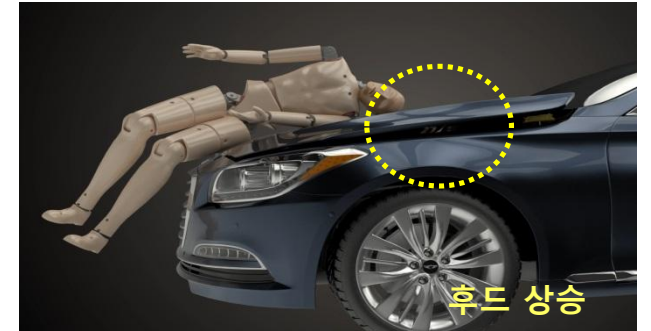
V. 개발 효과



II. 액티브 후드 시스템 원리

▣ 액티브 후드 시스템 작동 원리(개념)

- 보행자 충돌 감지(센서) → 충돌 판단(ECU) → 액추에이터 작동 → 후드 상승 → 머리 충격 완화



▣ 보행자 신장에 따른 2차 충돌 위치 차이

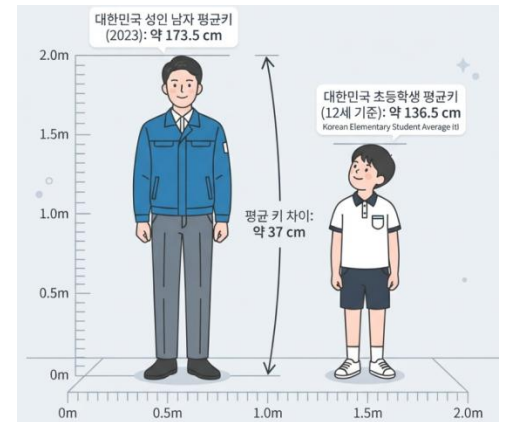
- 어린이와 성인은 신장 차이로 차량 후드와 충돌 위치가 달라짐



성인 충돌 조건



어린이 충돌 조건



보행자 신장과 충돌 조건을 고려한 액티브 후드 시스템 설계가 필요

II. 액티브 후드 시스템 원리

▣ 경쟁사 보행자 보호 시스템 적용 사례

- 제조사별로 액티브 힌지, 액티브 래치, 보행자 에어백 등 다양한 방식을 적용

사양	액티브 힌지	4코너 액티브 시스템 (액티브 힌지 + 래치)	보행자 에어백
업체	BENZ, Jaguar, Peugeot, Nissan 등	BMW	볼보
형상	       	 액티브 힌지 2개  액티브 래치 2개 	충돌 시 앞유리 하단과 A필러 주변을 덮어 보행자의 머리 충격을 완화하는 시스템 
단점	후드 앞단이나 측면 충돌에 대한 보행자 보호 효과 제한	시스템 복잡성 및 원가 상승, 패키지 공간 필요	일회성 작동 부품 교체 필요, 원가 및 정비 부담 증가

원가와 정비성을 고려하면서 보행자 머리 상해를 줄일 수 있는 **최적의 보호 시스템 개발이 필요**

CONTENTS

I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

IV. 상세 부품 설명

V. 개발 효과

Ⅲ. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

▣ 3코너 액티브 후드 시스템

- 2개의 액티브 힌지와 1개의 액티브 래치를 사용하여 후드를 상승시키는 메커니즘

액티브 후드 힌지



단점

후드 앞단이나 측면 충돌에 대한
보행자 보호 효과 제한

성능 개선

4코너 액티브 / 보행자 에어백

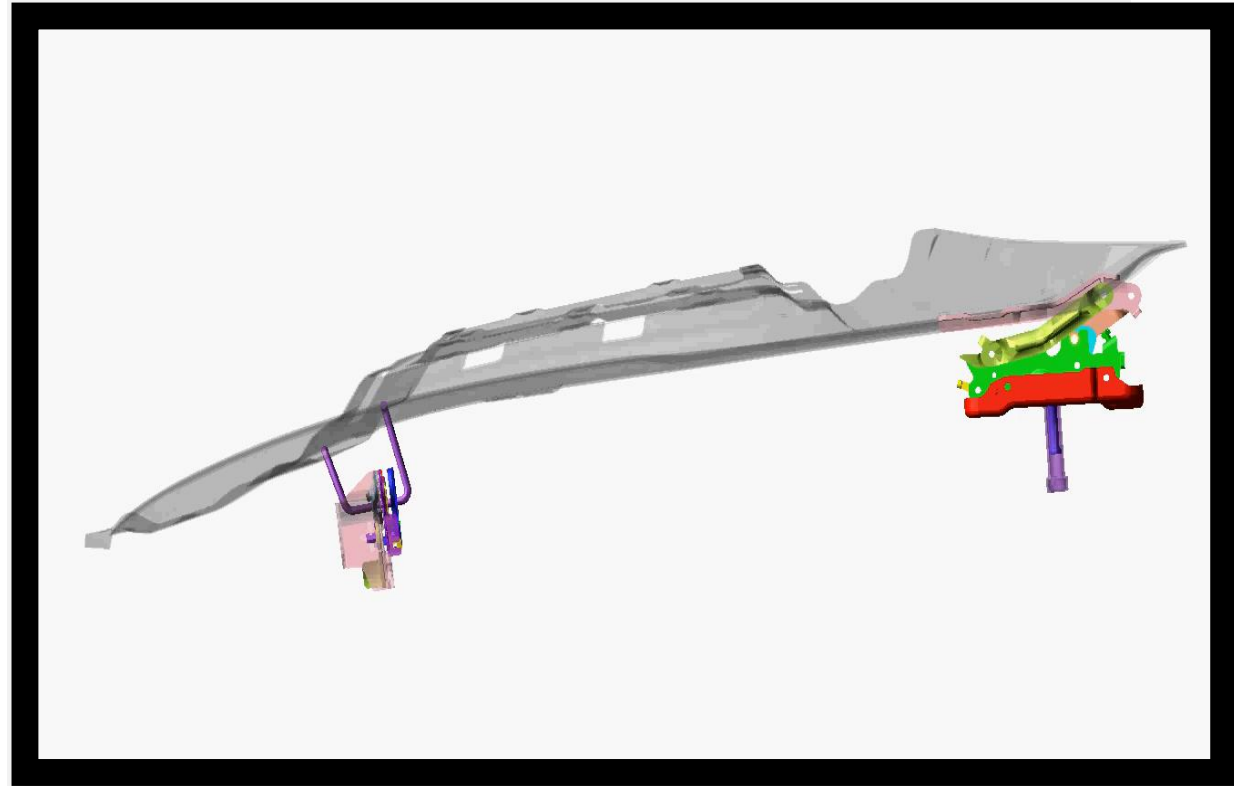


단점

시스템 복잡성 및 원가 상승
/ 정비 부담 증가

원가 절감

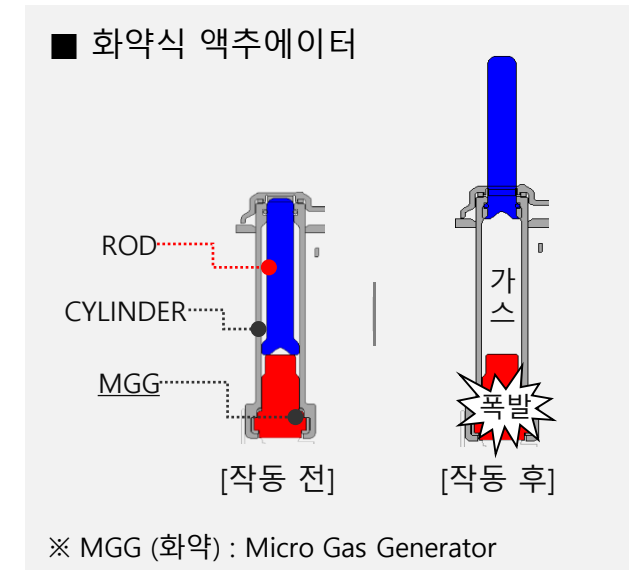
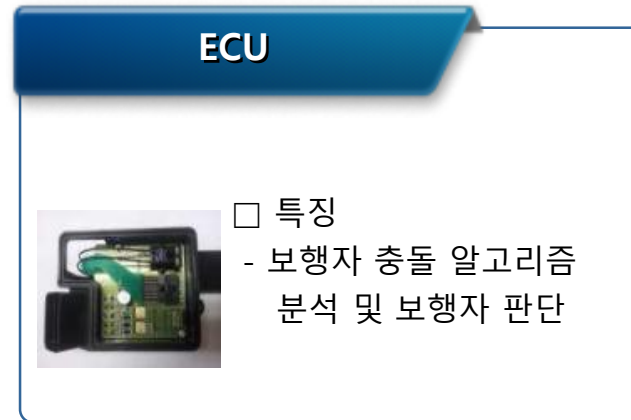
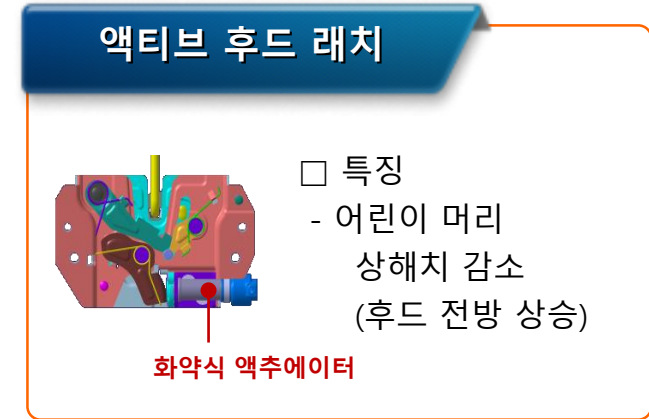
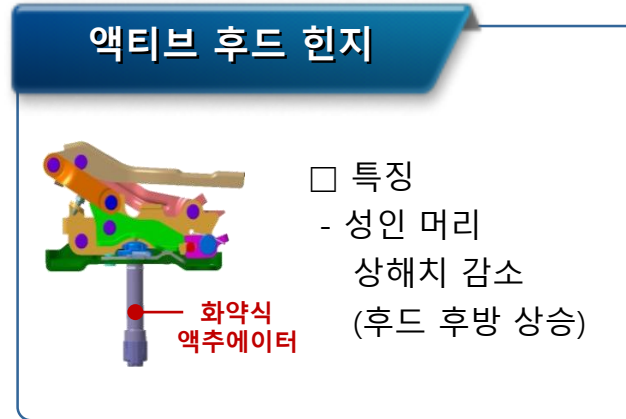
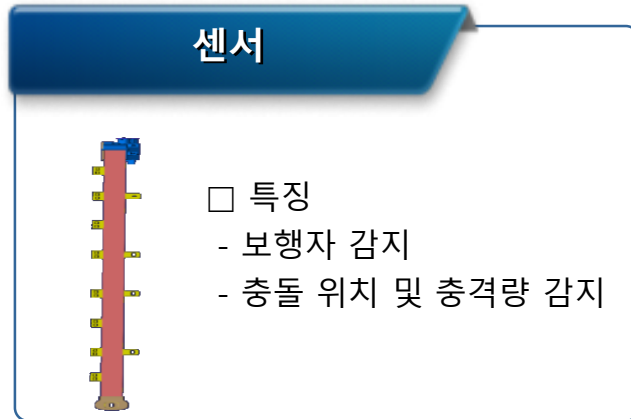
※ 3코너 액티브 후드 시스템 : 후드 전방/후방 동시 상승



3코너 액티브 후드시스템 적용으로, 원가·중량 절감 및 보행자 보호 영역 확대

Ⅲ. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

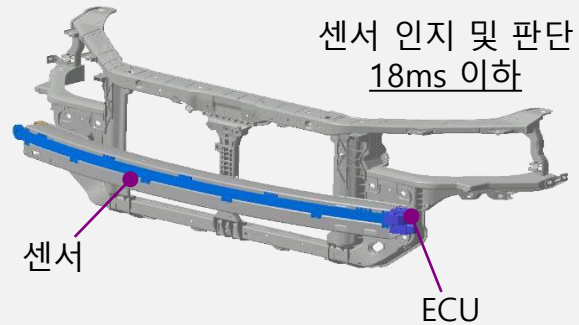
■ 시스템 구성



Ⅲ. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

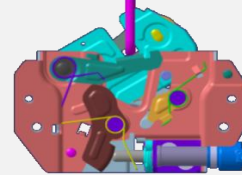
■ 시스템 작동 원리

① 보행자 충돌 감지(센서) → 충돌 판단(ECU)



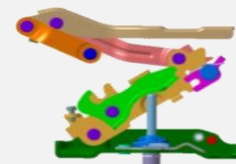
② 액추에이터 작동 : 래치/힌지 동시 상승

작동 시간
15ms 이하



액티브 래치

작동 시간
18ms 이하

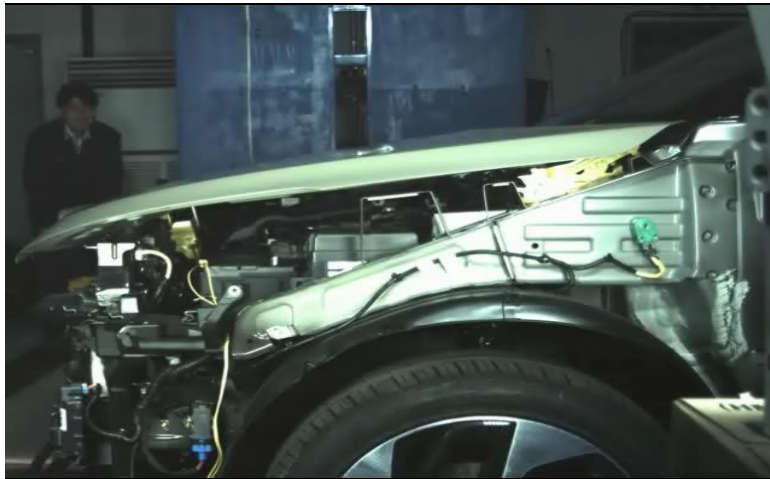


액티브 힌지

③ 후드 상승 (충격 완충)



※ 실차 평가결과 : 시스템 전체 작동 시간 확인



■ 총 시스템 작동 시간 : TRT (Total Response Time)

	시간
센서 인지/판단	18ms 이하
후드상승시간 (힌지+래치)	18ms 이하
총 시스템 작동 시간	36ms 이하

3코너 액티브 후드시스템 세계 최초 양산 차량 적용 : 투싼 적용

CONTENTS

I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

IV. 상세 부품 설명

V. 개발 효과

IV. 상세 부품 설명 _ 액티브 후드 센서

1. 액티브 후드 센서

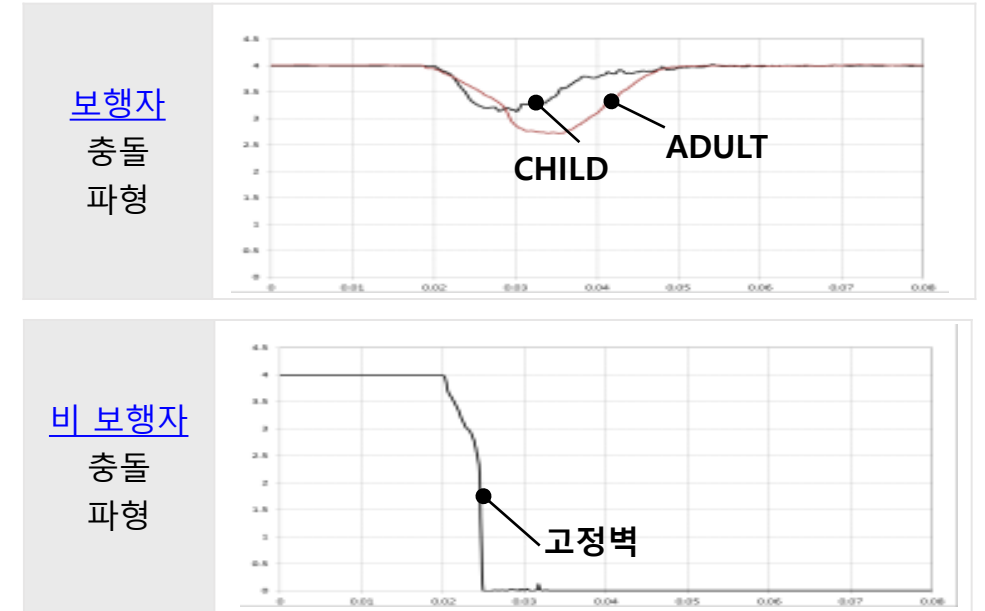
1) 주요 기능

⇒ 센서는 범퍼 내측에 장착 되어 보행자 인지 및 판단 기능



2) 주요 기술

⇒ 보행자 충돌 파형 분석을 통한 보행자 인식



	ECU 응답 시간	보행자 판별	MIS-USE CASE 검증
목표값	18msec 이하	 <어린이>  <성인여성>  <성인남성>	※ 여러 실생활 조건의 사물과 충돌 평가 ⇒ 보행자 인식 기술을 향상 및 오작동 방지  <삼각대>  <원뿔/원통표지판>  <안전바>  <안전바>  <PE드럼>  <쓰레기통>
실차 평가 결과	15msec	보행자 판별 및 정상 작동	

IV. 상세 부품 설명 _ 액티브 후드 센서

1. 액티브 후드 센서

3) 다양한 MIS-USE CASE 검증 : 실생활 조건의 다양한 사물과 충돌 및 주행 환경 평가

	임팩터		사진
1	삼각대		
2	삼각뿔 표지판		
3	안전펜스		
4	평판 표지판		
5	HOLLOW 표지		

	임팩터		사진
6	농구공		
7	Granulate Bag		
8	PE 드럼통 + 물 20% (2.8kg)		
9	쓰레기통 + 물20%		

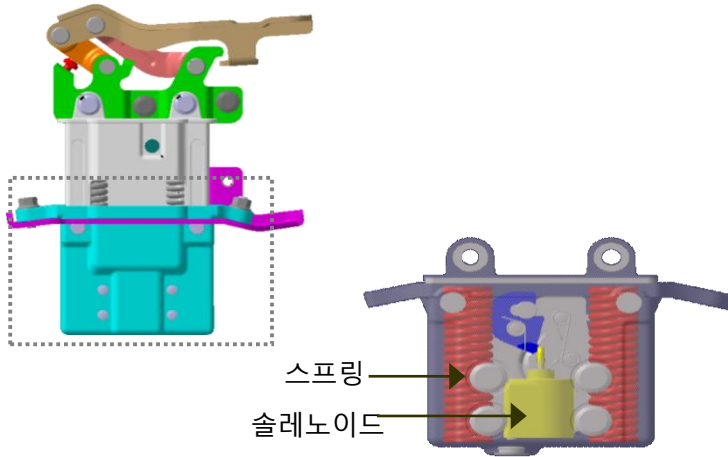
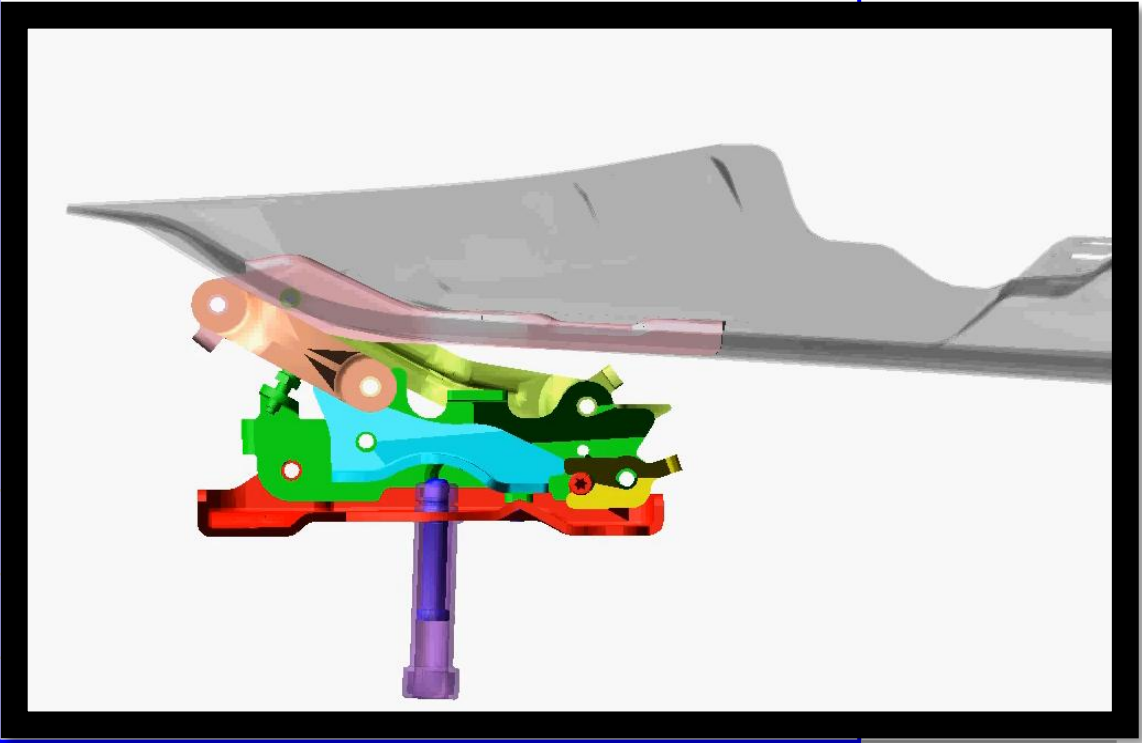
	임팩터	사진
10	험로 주행	
		
		
11	환경 시험로	
		
		

다양한 검증을 통한 센서의 보행자 인지 능력을 향상 및 검증 활동 추진

IV. 상세 부품 설명 _ 액티브 후드 힌지

2. 액티브 후드 힌지

■ 주요 기능 : 화약식 액추에이터를 사용하여, 후드 후방부 상승시켜 충격 완충 공간 확보

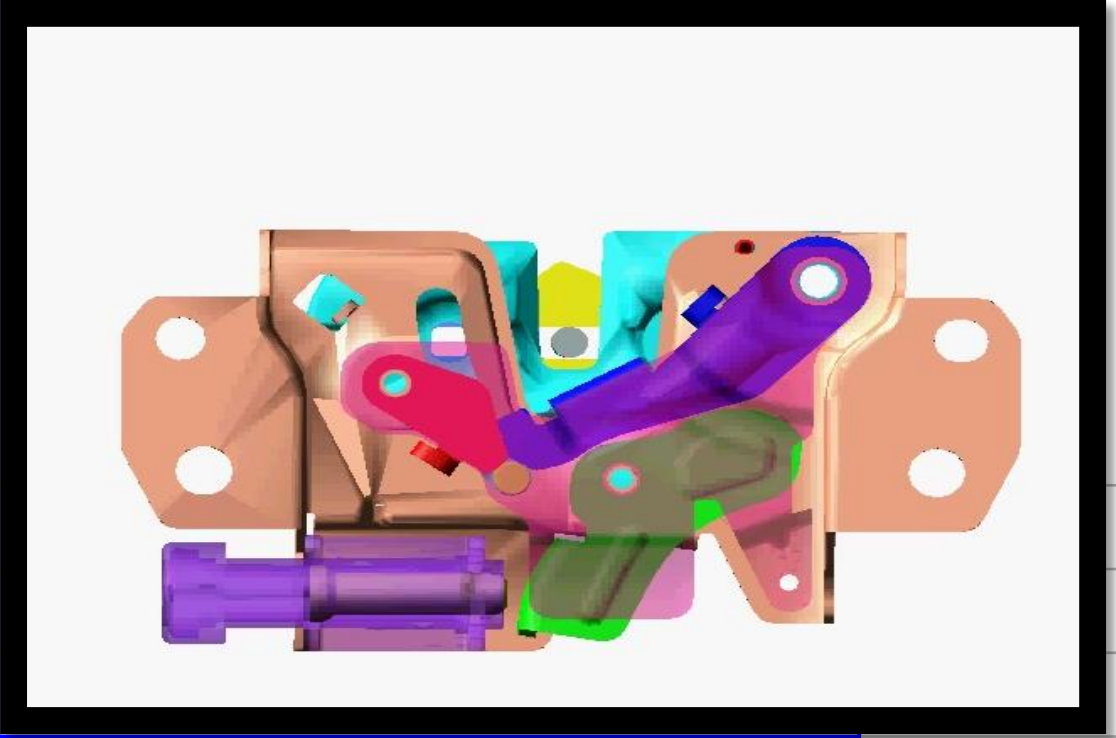
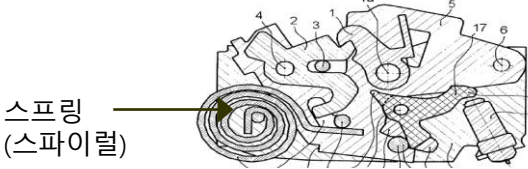
사양		경쟁사 힌지	액티브 후드 힌지	비고
액추에이터		스프링식	화약식	-
형상		▣ 스프링력에 의한 전개 방식	▣ 가스 압력에 의한 전개 방식	
				
특징	전개 시간	37ms 이하		
	중량	5.5kg		
	패키지	ACT'R SIZE : 115 X 55 X 89		

경쟁사 대비 화약식 액티브 후드 힌지 : 전개시간·중량·패키지 모두 개선

IV. 상세 부품 설명 _ 액티브 후드 래치

3. 액티브 후드 래치

■ 주요 기능 : 화약식 액추에이터를 사용하여, 후드 전방부 상승하여 충격 완충 공간 확보

사양		경쟁사 래치	액티브 후드 래치	비고
액추에이터		스프링식	화약식	-
형상		▣ 스프링력에 의한 전개 방식	▣ 가스 압력에 의한 전개 방식	
				
				
특징	전개 시간	30ms		
	중량	2,400g (1,200 X 2개)		
	SIZE	150 X 110 X 85 (2개)		

경쟁사 대비 화약식 액티브 후드 래치 : 전개시간·중량·패키지 모두 개선

IV. 상세 부품 설명 _ 평가검증

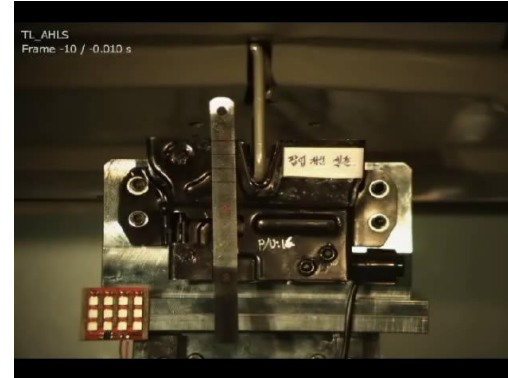
4. 주요 평가 검증

1) 부품 단위 성능 검증



■ 액티브 후드힌지 성능

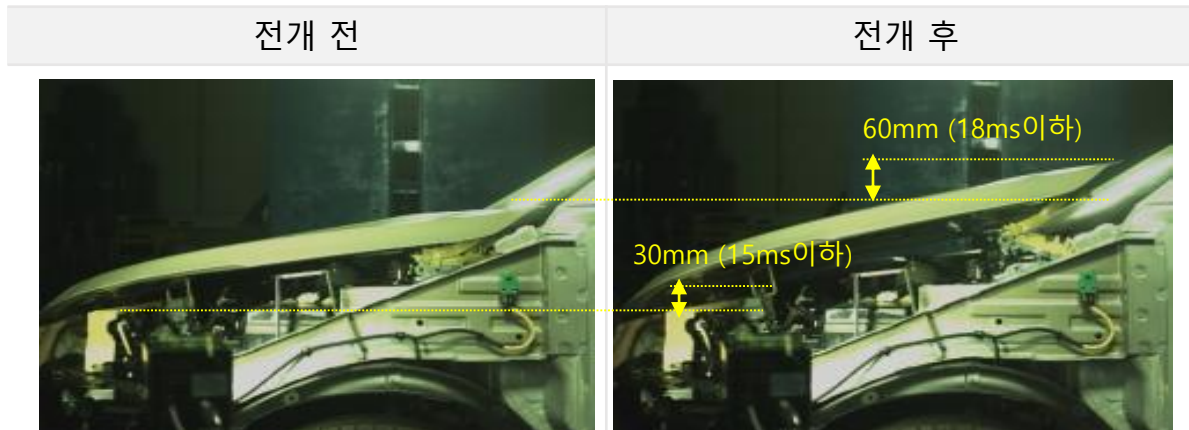
		SPEC	결과
전개 성능	높이	60mm	60mm
	시간	18ms	14ms
기본 성능	내구	3,000회	양호
	강도	250kgf	499kgf



■ 액티브 후드래치 성능

		SPEC	결과
전개 성능	높이	30mm	30mm
	시간	15ms	11ms
기본 성능	내구	3,000회	양호
	강도	550kgf	1,214kgf

2) 시스템(완성차) 단위 전개 성능 검증 : 팝업 높이, 시간 측정, 센서 감지 성능 점검



경쟁사 대비 화약식 액티브 후드 래치 : 전개시간·중량·패키지 모두 개선

CONTENTS

I. 개발 개요

II. 액티브 후드 시스템 원리

III. 3코너 액티브 후드 시스템 개발

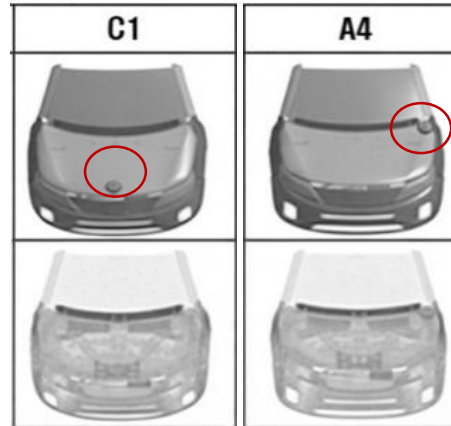
IV. 상세 부품 설명

V. 개발 효과

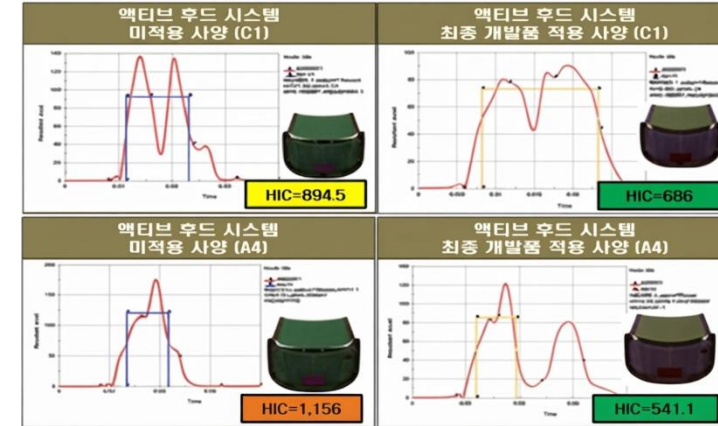
V. 개발 효과

1. 보행자 보호 효과

- 액티브 후드 시스템 적용에 따른 보행자 머리 상해 위험 저감 효과



HIC(Head Injury Criterion, 보행자 머리 상해 평가 지표)
※ HIC는 값이 낮을수록 머리 상해 위험이 낮음



C1 포인트 (래치)
HIC 23% 감소

A4 포인트 (힌지)
HIC 53% 감소

- 후드 전·후방을 동시에 상승시켜 어린이와 성인 보행자의 보호 영역 확대

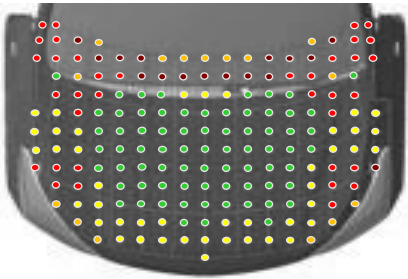
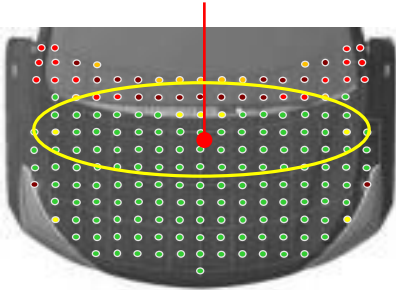
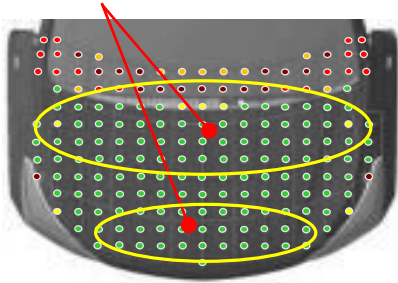
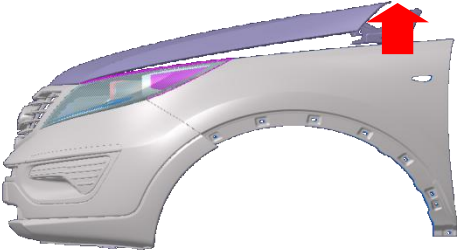
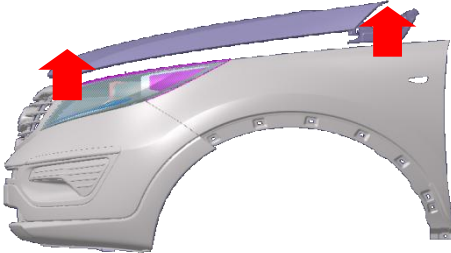


3코너 액티브 후드 시스템은 보행자 보호 영역을 확대하고, 머리 상해 위험을 줄이는 데 기여

V. 개발 효과

2. Euro NCAP 보행자 보호 평가 점수 향상

※ 25년도 평가 기준 : 머리 보호 24점 만점

보행자 보호 평가 점수	액티브 후드 미 적용	2코너 액티브 후드 시스템	3코너 액티브 후드 시스템
	19.9점	22.7점 (+2.8점)	25.6점 (+5.7점)
보행자 보호 영역		성인 보행자 보호 영역 확대 	성인·어린이 보행자 보호 영역 확대 
시스템 구성	보행자 보호 장치 미적용	 액티브 힌지 2개	 액티브 힌지 2개 + 액티브 래치 1개

Euro NCAP(European New Car Assessment Programme, 유럽 신차 평가 프로그램)

3코너 액티브 후드 적용으로 성인·어린이 보행자 보호 영역 확대 및 평가 점수 향상

V. 개발 효과

3. 양산 차종 및 매출 효과

	액티브 시스템 사양	연간 판매 수량	비고
UM (쏘렌토)	2코너 팝업	76,000 대	양산
AG (아슬란)	2코너 팝업	23,000 대	양산
TL (투산)	3코너 팝업	139,000 대	양산
IK (G70)	2코너 팝업	13,000 대	양산
CK (스팅어)	2코너 팝업	6,000 대	양산
FE (넥쏘)	3코너 팝업	3,000 대	양산
RG3 (G80)	2코너 팝업	38,000 대	양산
RS4 (G90)	2코너 팝업	16,200 대	양산
JK1 (GV70)	1코너 팝업	7,800 대	양산
ME1 (아이오닉9)	2코너 팝업	28,600 대	양산
NH2 (넥쏘)	3코너 팝업	12,500 대	양산
JG (GV90)	2코너 팝업	1,700 대	양산
JX2 (GV80)	2코너 팝업	82,600 대	개발 중

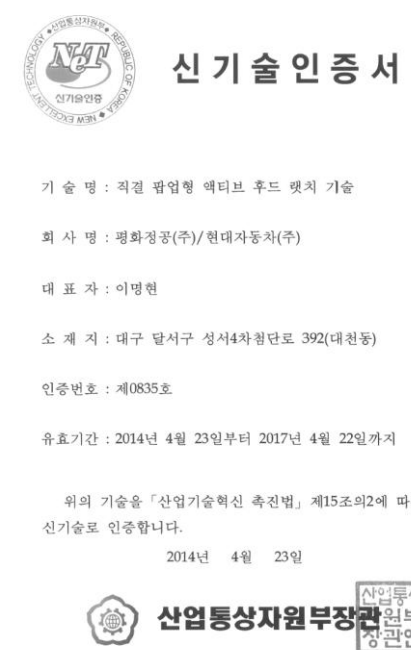
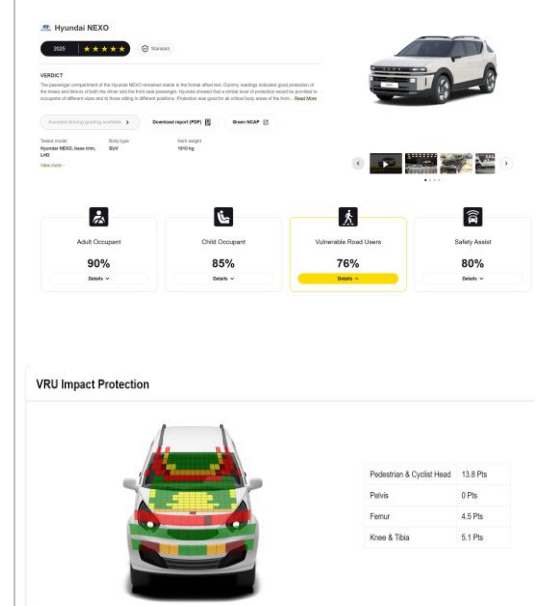
액티브 후드시스템을 총 13차종 양산 개발하였고, 연간 예상 매출 합계 538억원

V. 개발 효과

4. 주요 특허·인증·평가 성과

※ CE (Conformity to European) : 유럽 통합규격인증마크

※ EOTC (European Organization for Testing and Certification) : 유럽평가인증단체

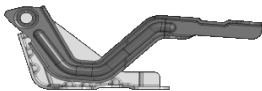
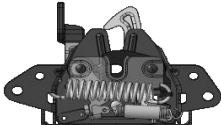
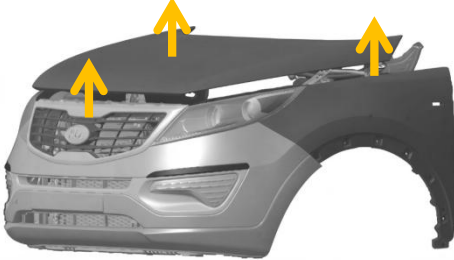
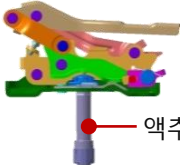
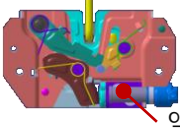
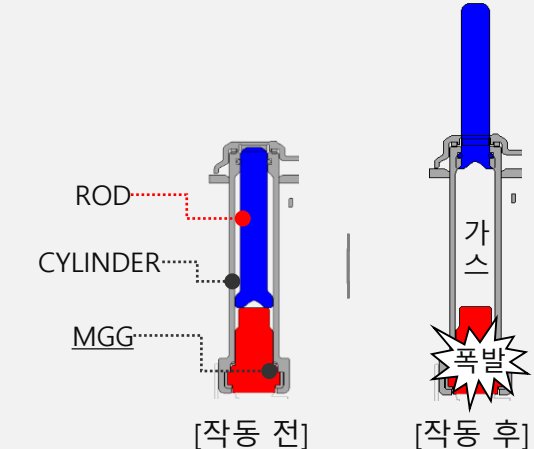
항목	특허 출원	신기술 인증 (산업통상자원부)	CE 인증 (EOTC)	EURO-NCAP 보행자 등급
내용	출원 건 : 20건 (등록:15건)	후드래치 메커니즘 신기술 인증 (NET)	유럽 안전 인증 획득	5★ 최고 등급 획득
인증서	 ※ 출원 지역 : 국내, 미국, 중국, 독일, 일본			

특허 / 신기술 인증 / Euro NCAP 평가 결과를 통한 보행자 보호 성능 확인



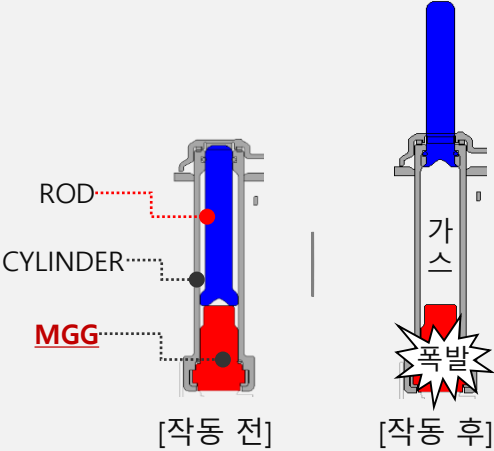
감사합니다

※ 부록 _ 3코너 액티브 후드 비교

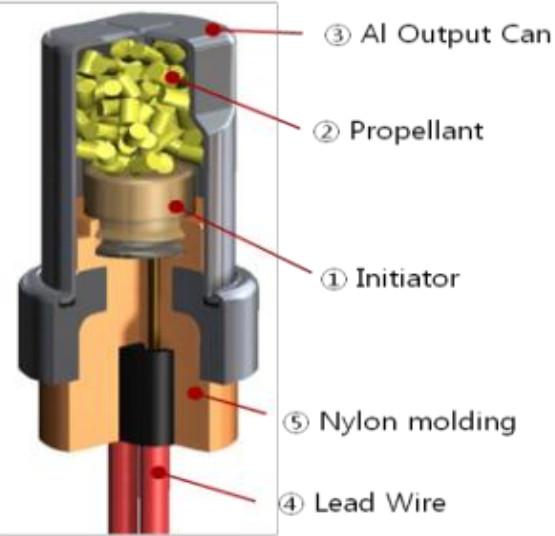
	일반 후드	3코너 액티브 후드 시스템
시스템 구성	  힌지  힌지	후드 전방+후방 동시 상승 - 액티브래치 1개 + 액티브 힌지 2개   액티브 힌지  액티브 래치 ■ 화약식 액추에이터  [작동 전] [작동 후] ※ MGG (화약) : Micro Gas Generator
기능	● 후드를 열고 닫는 기능 - 힌지 : 차체와 후드를 연결 기능 - 래치 : 후드를 잠금 및 잠금 해제 기능	● 후드를 열고 닫는 기본 기능 수행 ● 보행자 보호 기능 : 3코너 액티브 후드시스템 - 보행자 보호 영역 증대 : 후드 전/후방 모드 상승 시켜 보행자 보호 영역 증대 - 원가/중량 최소화 : 화약식 액추에이터 사용 하고, 래치 1개만 적용하여 원가/중량 향상

※ 부록 _ 액추에이터 내부 MGG 구조

■ 화약식 액추에이터



※ MGG (화약) : Micro Gas Generator

MGG 구조	NO	부 품 명	주요 기능
	1	Initiator (작약)	* 전류 신호를 받아 내부 발열 & 화약 점화 :370도
	2	Propellant (화약)	•추진제 점화에 의한 압력 생성 (추진제) 고체 → 기체 =>300도
	3	Al Output Can	* 제품 보호 및 Output 파단에 의한 압력 배출
	4	Leadwire	* 전류 신호를 Initiator Pin으로 전달
	5	Nylon molding	* Initiator 보호 및 방수, 기밀 역할
	NO	점화 원리	
	1	* 전원 공급	
	2	* Initiator 내부 Bridge wire 발열	
	3	* Bridgewire 발열에 의한 Initiator 내부 화약 점화	
	4	* 추진제(Green Propellant) 점화	
	5	* 추진제 점화압력에 의한 Output can 파단 및 압력 발생	

※ 부록 _ Euro NCAP 보행자 머리 보호 점수

▪ 25년도 평가 기준

평가 영역	영문 약어	최대 원점수	전체 환산	주요 평가 내역
성인 탑승자 보호	AOP	40점	100%	정면 충돌, 측면 충돌, 후방 충돌, 목 상해, 안전벨트·에어백
어린이 탑승자 보호	COP	49점	100%	어린이 더미 충돌 보호, 어린이용 카시트 장착, 어린이 탑승자 감지
취약 도로 이용자 보호	VRU	63점	100%	- 보행자·자전거 이용자의 머리, 골반, 다리 충돌 보호 및 AEB - 물리적 보호 36점 (머리 보호 : 24점) + AEB 충돌 회피·완화 27점
안전 보조 시스템	Safety Assist	18점	100%	보행자·자전거 이용자의 머리, 골반, 다리 충돌 보호 및 AEB
합계		170점		

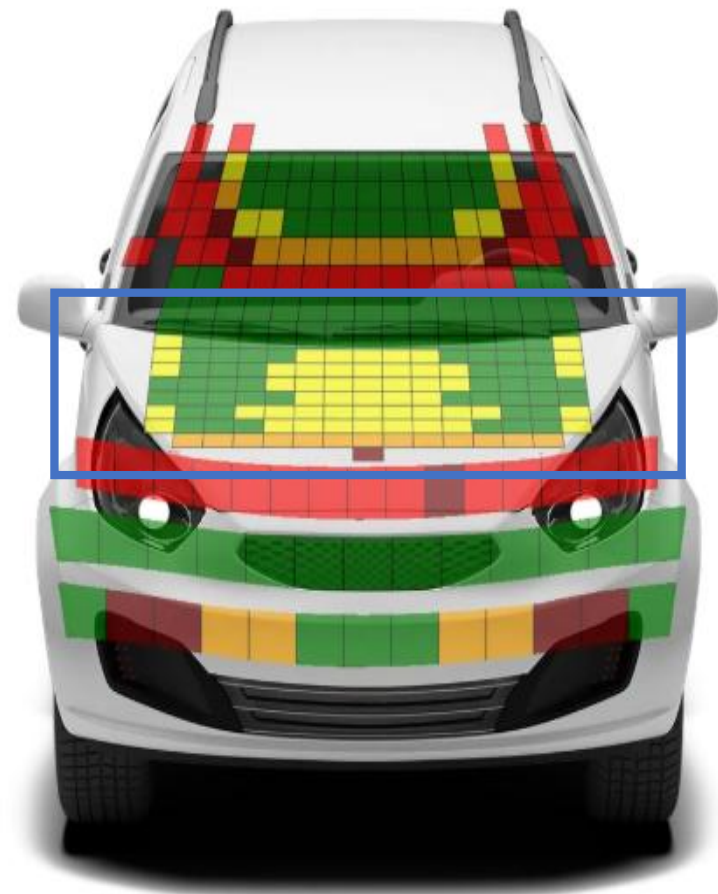
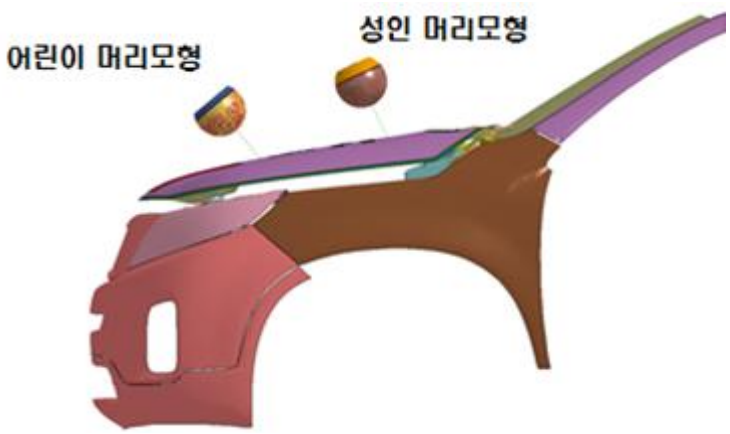
▪ 26년도 평가 기준

평가 영역	최대 배점	주요 평가 내용
Safe Driving 안전 운전 지원	100점	운전자 졸음·주의 분산 감지, 운전자 반응 상태, 안전벨트 착용, 운전 보조 기능 및 HMI
Crash Avoidance 충돌 회피	100점	차량이 충돌을 예방하거나 충돌 강도를 줄이는지를 평가
Crash Protection 충돌 보호	100점	- Frontal Impact 정면 충돌(40점) / Side Impact 측면 충돌(35점) / Rear Impact 후방 충돌 (5점) - VRU Impact 보행자·자전거 이용자 충돌 (20점) : 머리 충돌 : 10점 + 골반다리 충돌 : 10점
Post-Crash Safety 사고 후 안전	100점	구조대용 구조 정보 및 응급 대응 정보, 사고 자동 신고 시스템, 사고 후 비상등·차량 정지 기능 전동식 도어 핸들의 사고 후 작동, 전기차 고전압 배터리 차단, 탑승자 구조 및 탈출 용이성
4개 단계	400점	

※ 부록 _ Euro NCAP 보행자 머리 보호 점수

▪HIC(Head Injury Criterion, 보행자 머리 상해 평가 지표)
⇒ HIC는 값이 낮을수록 머리 상해 위험이 낮음

구 분	보행자 보호 정도				
색 상	Green	Yellow	Orange	Brown	Red
머리 상해치 (hic)	650 미만	650 이상 1,000 미만	1,000 이상 1,350 미만	1,350 이상 1,700 미만	1,700 이상

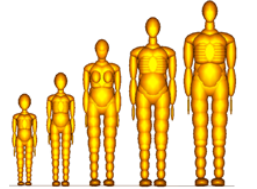


※ 부록 _ 액티브 시스템 보행자 성능 검증

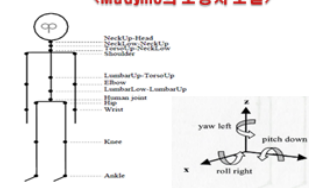
▣ 보행자 충돌에 따른 보행자 거동 해석

1) 보행자 모델 특징 분석

- 보행자 모델별 거동형태 설정
(다양한 보행자 조건의 모델 구성)



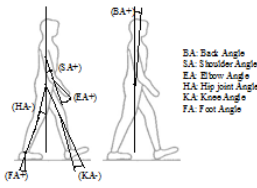
<Madymo의 보행자 모델>



<보행자 모델의 조인트 위치 및 좌표계>

구분	3세	8세	성인여성	성인남성(50%)	성인남성(85%)
키 (m)	0.95	1.17	1.53	1.74	1.91
앉은 키 (m)	0.55	0.64	0.81	0.92	1.00
어깨 폭 (m)	0.25	0.28	0.40	0.47	0.52
무릎 높이 (m)	0.28	0.35	0.47	0.54	0.59
무게 (kg)	14.5	23.0	49.77	75.7	101.1

구분	조인트 부위	마디모상 정의	Degree of freedom		
			D1/R1	D2/R2	D3/R3
1	Complete Human	Human_Int	X/Roll right	Y/Pitch down	Z/Yaw left
2	Lower lumbar joint	LumbarLow-LumbarUp_Int	Yaw right	Pitch down	Roll right
3	Upper lumbar joint	LumbarUp-TorsoInt_Int	Roll right	Pitch down	Yaw left
4	T1	TorsoUp-NeckLow_Int	Pitch down	-	-
5	Neck joint	NeckLow-NeckUp_Int	Roll right	Pitch down	Yaw left
6	Head OC	NeckUp-Head_Int	Roll right	Pitch down	Yaw left
7	Hip	HipS_Int	Roll right	Pitch down	Yaw left
8	Knee	KneeS_Int	Pitch down	Roll left	Yaw left
9	Ankle	AnkleS_Int	Yaw left	Roll right	Pitch down
10	Shoulder	ShoulderS_Int	Pitch down	Roll right	-
11	Elbow	ElbowS_Int	Yaw left	Pitch down	-
12	Wrist	WristS_Int	Yaw left	Roll right	-



BA: Back Angle
SA: Shoulder Angle
EA: Elbow Angle
HA: Hip joint Angle
KA: Knee Angle
FA: Foot Angle

	WP1		WP2		WP3	
	Left	Right	Left	Right	Left	Right
BA (deg)						
SA (deg)	0	0	-15	+15	-10	+10
EA (deg)	+14	+14	0	+27	+22	+22
HA (deg)	+31	0	+29	-12	+23	-8
KA (deg)	-69	-10	-14	-10	-21	-49
FA (deg)	0	+10	0	+22	0	0

SUMMARY OF IHRA PEDESTRIAN SAFETY WG ACTIVITIES (2003) 인용



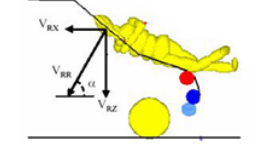
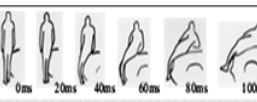
WP1 WP2 WP3

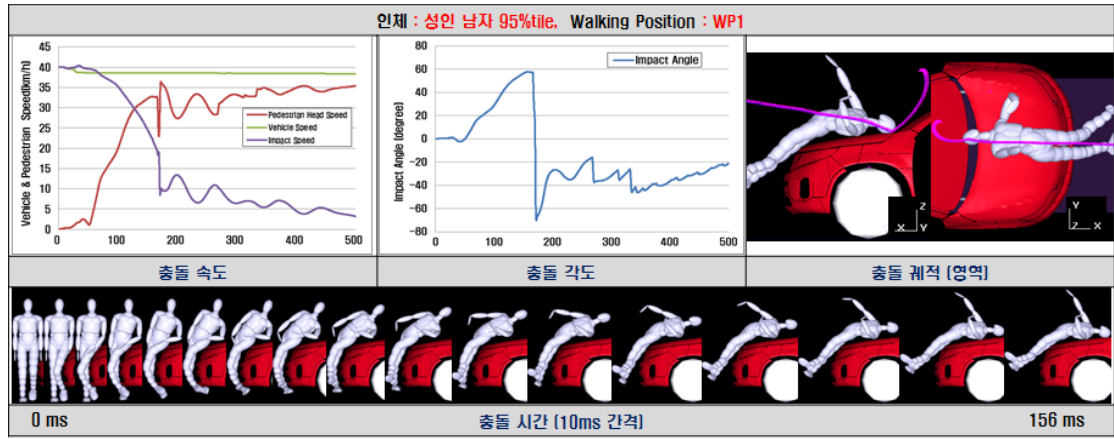
<Madymo 보행자 모델 WP구현>

2) 보행자 거동해석 산출 방안 수립

- 보행자 충돌에 따른 데이터 산출 방안 수립
- 보행자 거동 해석 시나리오에 따른 보행자 거동 해석

Output Data 산출 방법

구분	측정 계략도	설명
보행자 머리 속도/각도 계산		● 보행자의 머리 충격속도는 차량과 보행자의 상대속도로 계산 $V_{RR} = \sqrt{V_{RX}^2 + V_{RZ}^2}$
		● V_{RX} 는 충돌시 차량의 X방향 속도(V_{VX})와 보행자의 머리 속도(V_{PX})를 이용하여 계산 $V_{RX} = V_{VX} - V_{PX}$
보행자 머리 충돌 시간 측정		● 보행자의 머리 충돌 시간은 시뮬레이션 처음 시작 부터가 아닌 보행자의 다리 부분에 1차 충돌 이후 머리의 2차 충돌까지의 시간을 측정



※ 부록 _ 액티브 시스템 보행자 성능 검증

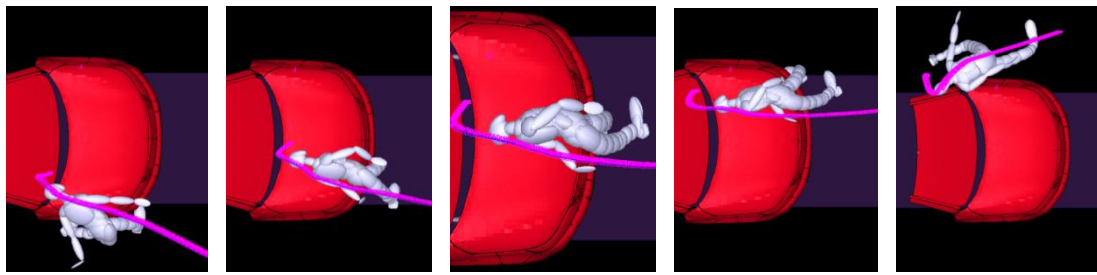
▣ 보행자 충돌 위치 및 충돌 시간 분석

1) 보행자 거동에 따른 차량 충돌 위치 분석

- 보행자 조건 및 도로 방식에 따른 충돌 위치 분석

구분	차대 보행자 충돌에 따른 보행자 거동해석 시나리오 [차량 위치별 보행자 충돌에 따른 거동 해석]				
AHLS 적용 여부	능동형 후드 시스템 미적용 차량			Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	
인체 모델	95% 성인 남성	50% 성인 남성	5% 성인 여성	6세 아동	
Walking po sition	WP1, WP2, WP3 중 1차년도 해석결과 최소시간의 WP선택				
충돌위치	RH (+700mm)	RH (+300mm)	C (0)	LH (-300mm)	LH (-700mm)

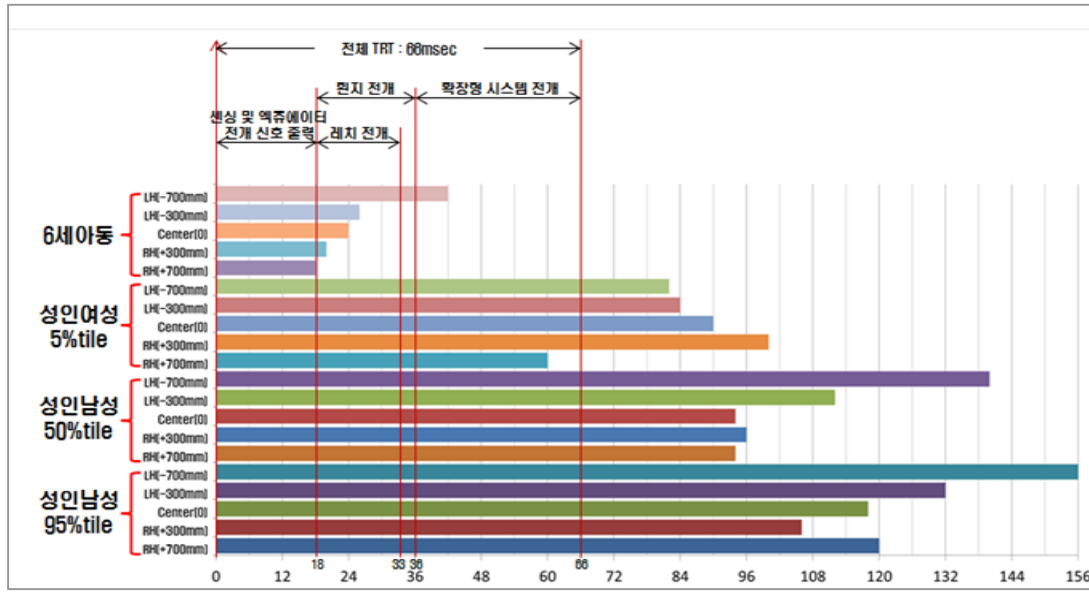
No.	차량 속도 조건	보행자 조건	능동형 시스템 조건	WP	충돌위치
1	40KPH	성인 남성 95%tile	미적용	WP2	RH (+700mm)
2	40KPH	성인 남성 95%tile	미적용	WP2	RH (+300mm)
3	40KPH	성인 남성 95%tile	미적용	WP2	C (0)
4	40KPH	성인 남성 95%tile	미적용	WP2	LH (-300mm)
5	40KPH	성인 남성 95%tile	미적용	WP2	LH (-700mm)
6	40KPH	성인 남성 95%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	RH (+700mm)
7	40KPH	성인 남성 95%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	RH (+300mm)
8	40KPH	성인 남성 95%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	C (0)
9	40KPH	성인 남성 95%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	LH (-300mm)
10	40KPH	성인 남성 95%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	LH (-700mm)
11	40KPH	성인 남성 50%tile	미적용	WP2	RH (+300mm)
12	40KPH	성인 남성 50%tile	미적용	WP2	RH (+700mm)
13	40KPH	성인 남성 50%tile	미적용	WP2	C (0)
14	40KPH	성인 남성 50%tile	미적용	WP2	LH (-300mm)
15	40KPH	성인 남성 50%tile	미적용	WP2	LH (-700mm)
16	40KPH	성인 남성 50%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	RH (+300mm)
17	40KPH	성인 남성 50%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	RH (+700mm)
18	40KPH	성인 남성 50%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	C (0)
19	40KPH	성인 남성 50%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	LH (-300mm)
20	40KPH	성인 남성 50%tile	Hinge+Latch+Extended Plate 전개 차량	WP2	LH (-700mm)



<차량 충돌 위치 RH +700mm, +300, 0, LH -300mm, -700mm>

2) 보행자 차량 충돌 시간 분석

- 보행자의 머리와 차량 후드의 충돌 시간 분석



※ 부록 _ 액티브 시스템 보행자 성능 검증

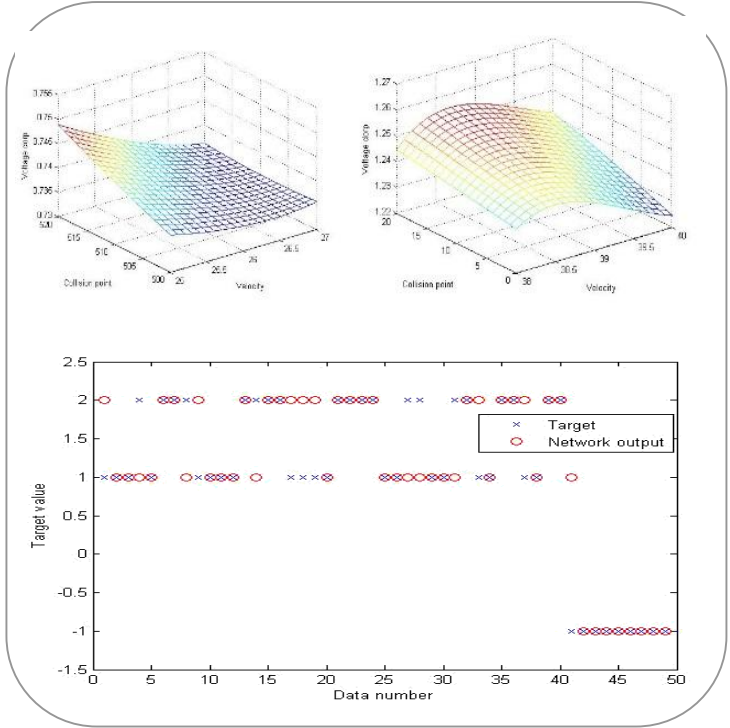
▣ 보행자 식별 Self learning 알고리즘 개발

- Legform 충돌실험의 반복실험 및 변경된 조건의 총 66번의 실험 데이터 얻음
- Grossberg Network 알고리즘을 이용하여 총 49개의 데이터 중 48개를 정확히 구분
- 데이터 분석을 통하여 충돌물체가 달라짐에 따라 신호가 다름을 확인
- 퍼셉트론 알고리즘을 통해 Weight벡터와 Bias벡터를 구하여 성인과 아이를 구분

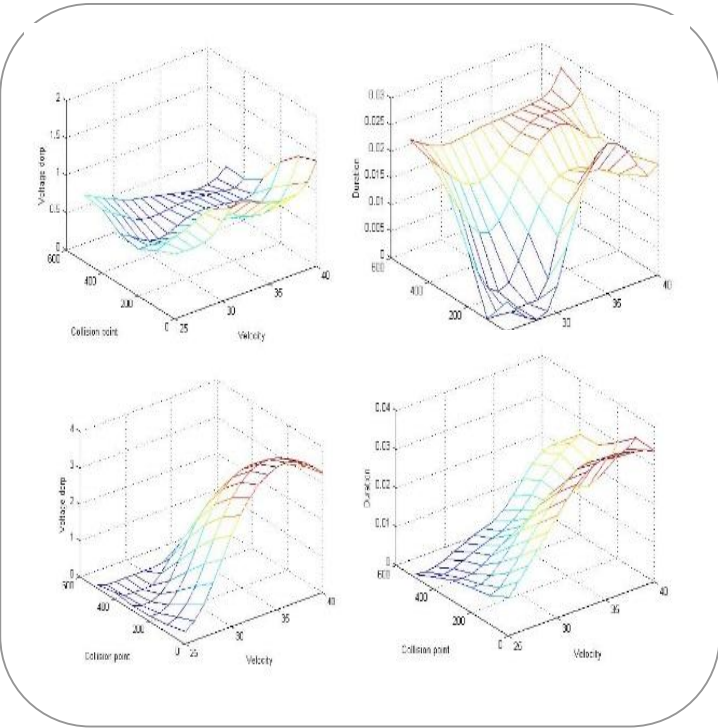
No.	Target	Velocity(km/h)	Temperature(℃)	Collision point	Remark
1	Child	25	20	0L	
2	Child	25	20	0L	
3	Child	25	20	0L	
4	Child	25	20	612L	
5	Child	25	20	612L	
6	Child	25	20	612L	
7	Child	40	20	0L	
8	Child	40	20	0L	
9	Child	40	20	0L	

No.	Target	Velocity(km/h)	Temperature(℃)	Collision point	Remark
14	Child	40	20	612	
15	Adult	25	20	0	
16	Adult	25	20	612	
17	Adult	40	20	612	
18	Child	25	50	0	
19	Child	25	50	612	
20	Child	40	50	0	
21	Child	40	50	612	
22	Adult	25	50	0	
23	Adult	25	50	612	
24	Adult	40	50	0	
25	Adult	40	50	612	
26	Child	25	-10	0	
27	Child	25	-10	612	
28	Child	40	-10	0	
29	Child	40	-10	612	
30	Adult	25	-10	0	
31	Adult	25	-10	612	

< Legform 반복실험 데이터 >



< Grossberg Network 결과 >



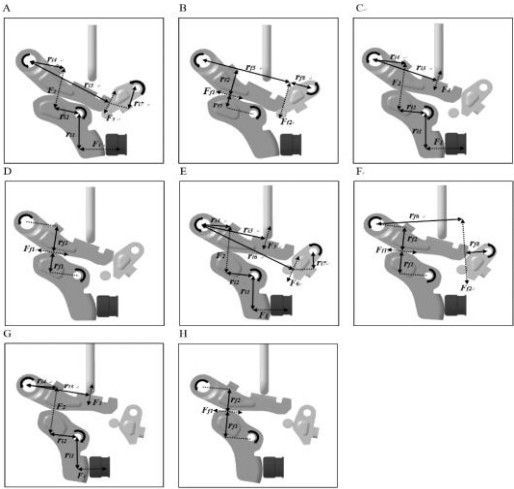
< 퍼셉트론 알고리즘 결과 >

※ 부록 _ 힌지&래치 액추에이터 이론수식

▣ 래치 / 힌지 작동 성능 메커니즘 분석

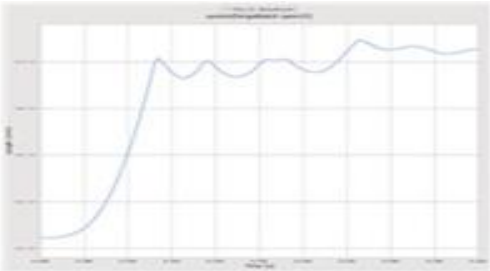
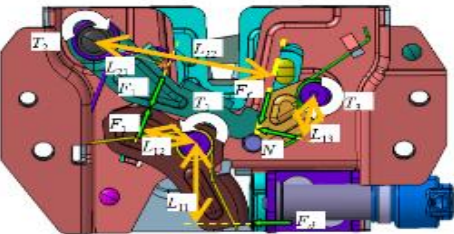
1) 래치 전개 성능 이론적 검토

- 운동 방정식 정립 및 동역학 해석 검증



$$\begin{aligned}
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{12} \times F_2(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_1 \times (\theta_1(t) + \theta_1(\tau_1)) \\
 I_a \times \theta_2''(t) &= r_{14} \times F_2(t) - r_{13} \times F_3(t) + r_{12} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2)) \\
 I_3 \times \theta_3''(t) &= r_{17} \times 0.225 \times F_3(t) - r_{18} \times \mu_b \times (0.225 \times F_3(t) + 3 \times K_2 \times \theta_3(t)) \\
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{12} \times F_2(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_1 \times (\theta_1(t) + \theta_1(\tau_1)) \\
 I_a \times \theta_2''(t) &= r_{14} \times F_2(t) - r_{13} \times F_3(t) + r_{12} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2)) \\
 m \times x''(t) &= 0.91 \times F_3(t) \\
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{12} \times F_2(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_1 \times (\theta_1(t) + \theta_1(\tau_1)) \\
 I_a \times \theta_2''(t) &= r_{14} \times F_2(t) - r_{13} \times F_3(t) - r_{13} \times F_3(t) + r_{12} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2)) \\
 &\quad - \mu_a \times r_{16} \times (0.64 \times F_6(t) + 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2))) \\
 I_3 \times \theta_3''(t) &= r_{17} \times 0.75 \times F_6(t) - r_{16} \times \mu_a \times (0.64 \times F_6(t) + 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2))) \\
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{12} \times F_2(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_1 \times (\theta_1(t) + \theta_1(\tau_1)) \\
 I_a \times \theta_2''(t) &= r_{14} \times F_2(t) - r_{13} \times F_3(t) + r_{12} \times \mu_b \times F_2(t) - 30 \times K_2 \times (\theta_2(t) + \theta_2(\tau_2)) \\
 m \times x''(t) &= 0.98 \times F_3(t)
 \end{aligned}$$

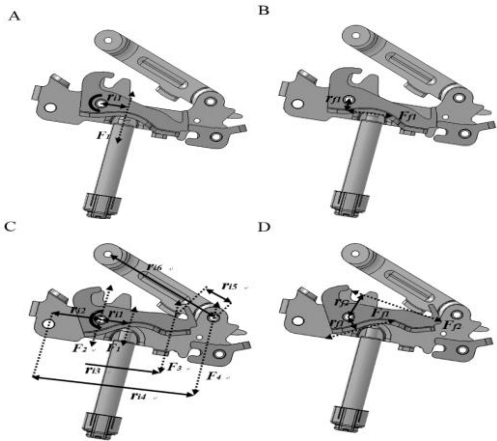
< 운동 방정식 정립 >



<리커다인 동역학 해석>

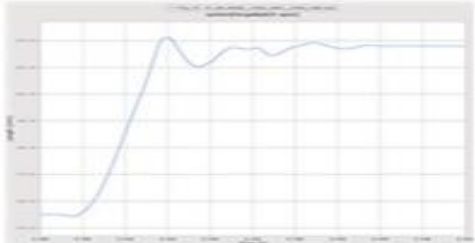
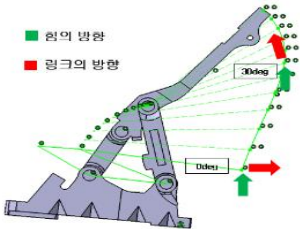
2) 힌지 전개 성능 이론적 검토

- 운동 방정식 정립 및 동역학 해석 검증



$$\begin{aligned}
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_1(t) - l \times K_1 \times \theta_1(t) \\
 I_1 \times \theta_1''(t) &= r_{11} \times F_1(t) - r_{13} \times F_3(t) - r_{11} \times \mu_b \times F_1(t) - r_{12} \times \mu_b \times F_3(t) - l \times K_1 \times (\theta_1(t) + \theta_1(\tau_1)) \\
 I_2 \times \theta_2''(t) &= r_{12} \times F_2(t) - r_{14} \times F_4(t) - l \times K_2 \times \theta_2(t) \\
 I_3 \times \theta_3''(t) &= r_{14} \times F_3(t) \times 0.3 - r_{13} \times m \times g \times 0.95 - r_{12} \times \mu_b \times F_3(t) - l \times K_3 \times \theta_3(t) \\
 m \times x''(t) &= r_{13} \times \theta_3''(t) + r_{14} \times \theta_2''(t)
 \end{aligned}$$

< 운동 방정식 정립 >



<리커다인 동역학 해석>

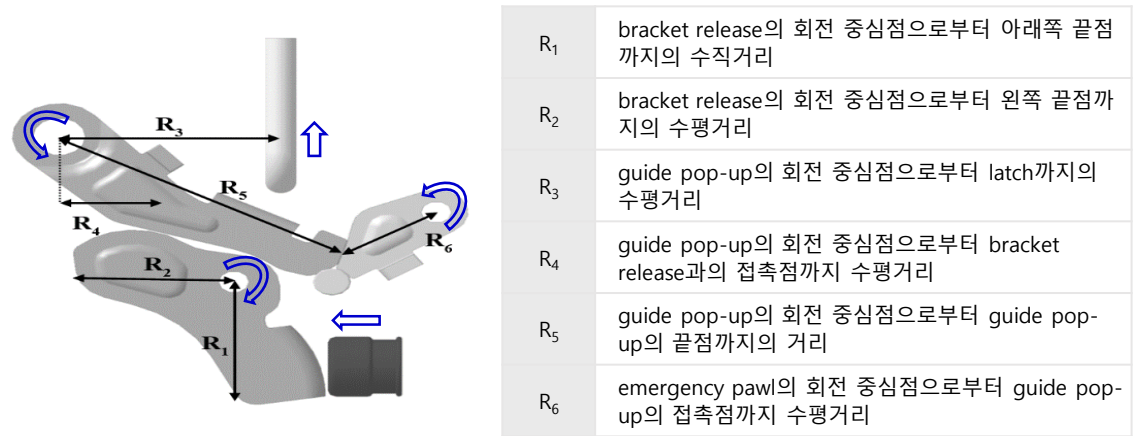
3-3. 힌지&래치 액추에이터

※ 부록 _ 힌지&래치 액추에이터 이론수식

▣ 후드 전개 메커니즘 최적화

1) 경계조건내 메커니즘 최적화

- 설계 변수 선정 및 주요 영향 인자 확인



< 래치 파트 변수 설정 >

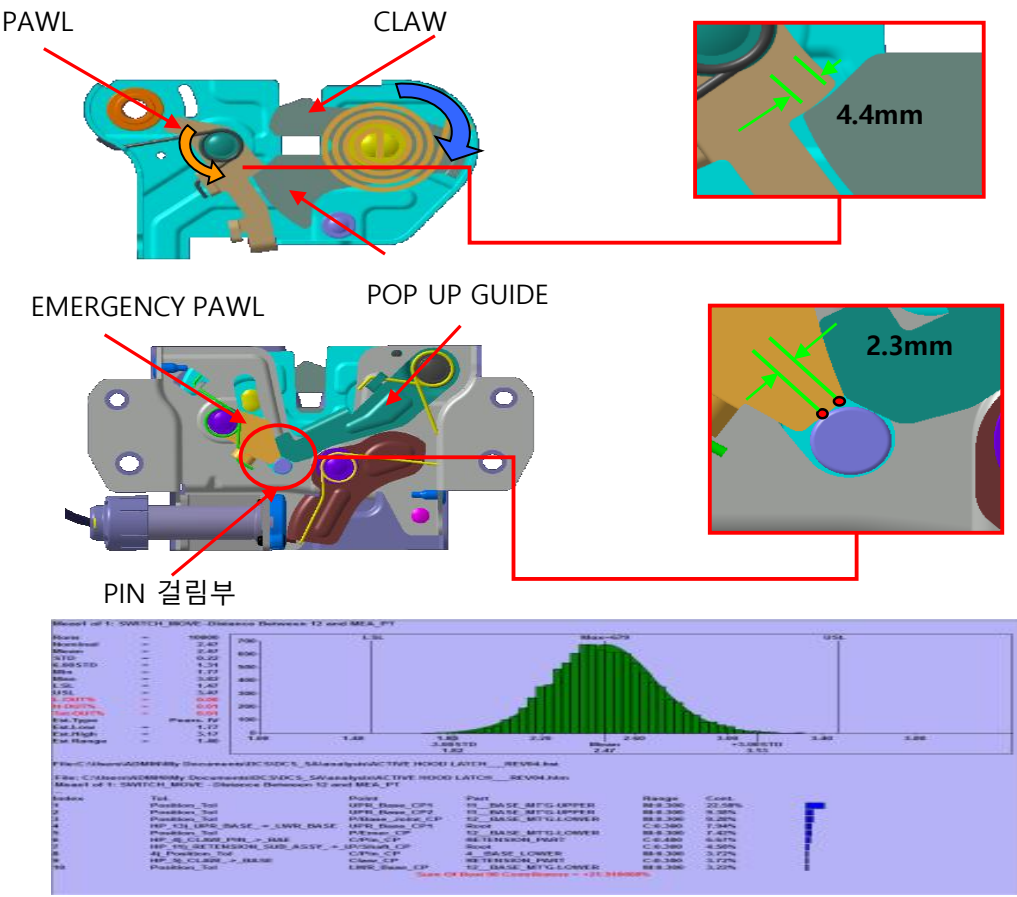
	-20%	0%	+20%
R ₁	10.7 ms	10.2 ms	9.8 ms
R ₂	9.8 ms	10.2 ms	10.5 ms
R ₃	10.1 ms	10.2 ms	10.3 ms
R ₄	10.6 ms	10.2 ms	9.8 ms
R ₅	10.1 ms	10.2 ms	10.2 ms
R ₆	10.1 ms	10.2 ms	10.2 ms

R ₁	증가할수록 전개시간에 줄어듦
R ₂	감소할수록 전개시간에 줄어듦
R ₃	영향이 적음
R ₄	증가할수록 전개시간에 줄어듦
R ₅	영향이 적음
R ₆	영향이 적음

< 주요 영향 인자 확인 >

2) 래치 파트 공차해석

- 주요 메커니즘 파트 공차 분석



<3DCS 공차 해석>