Textbook (2011)

- This book will provide readers with a solid understanding of the principles of automobile body structural design, illustrating the effect of changing design parameters on the behavior of automobile body structural elements.
- Emphasizing simple models of the behavior of body structural systems rather than complex mathematical models, the book looks at the best way to shape a structural element to achieve a desired function, why structures behave in certain ways, and how to improve performance.

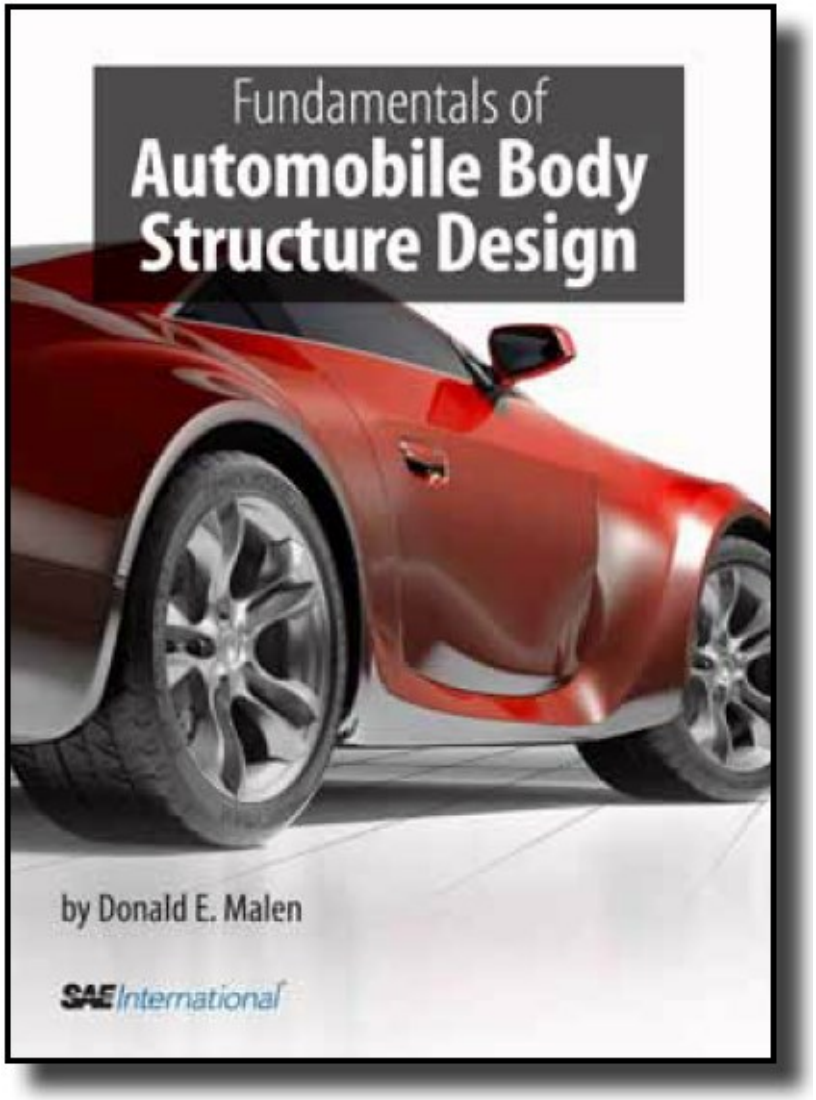


Table of Contents

Chapter	Title
1	The Automobile Body
2	Body Structural Requirements
3	Automotive Body Structural Elements
4	Design for Body Bending
5	Design for Body Torsion
6	Design for Crashworthiness
7	Design for Vibration
8	Design for Vehicle and Styling Integration
9	Material Selection and Mass Estimation in Preliminary Design

자동차 산업 (1)

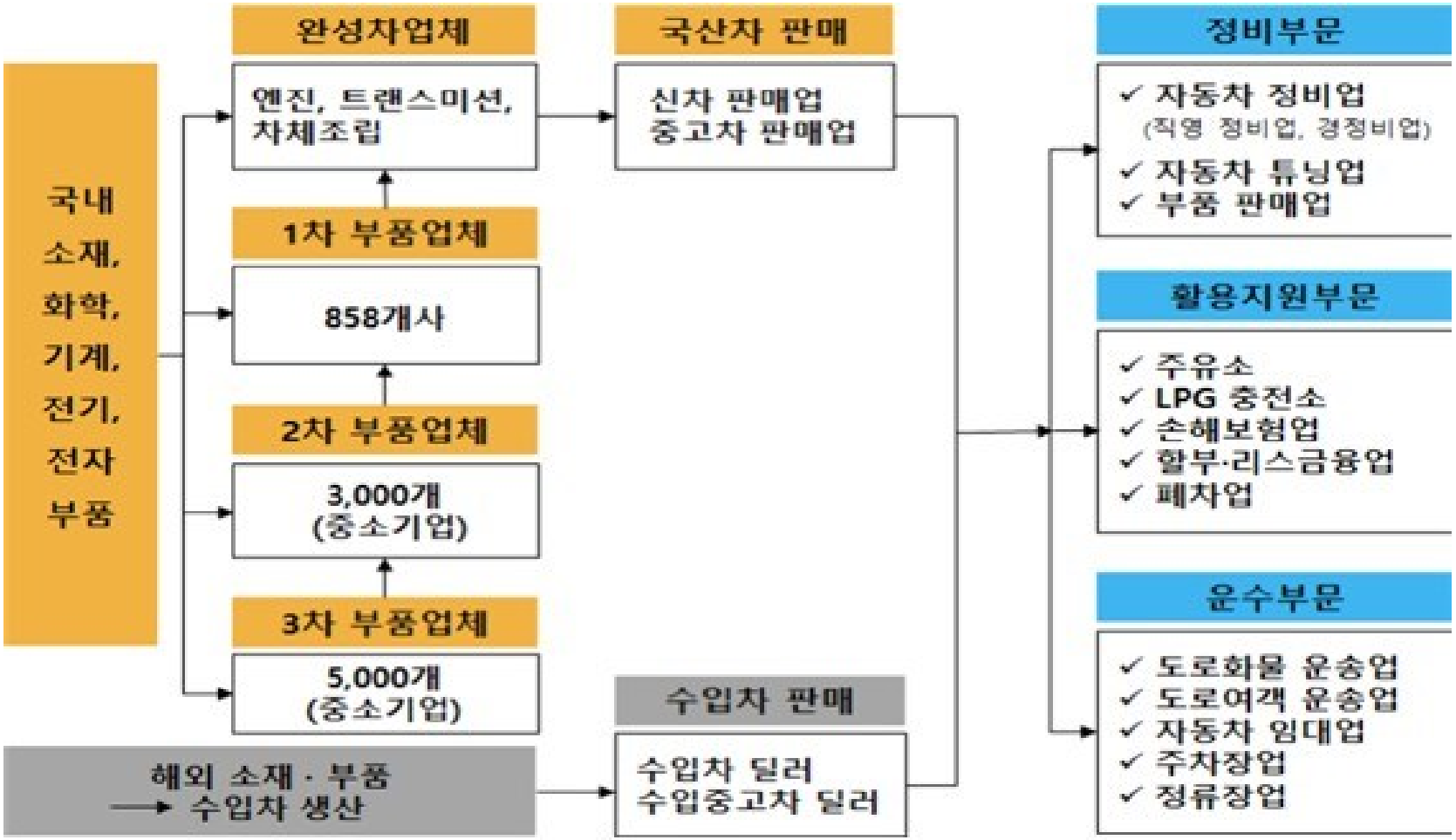
< 자동차산업 직간접 고용현황 비교 >

(단위 : 천명, %)

구 분			2008년	2018년	증감률
자동차산업 직간접 고용인원			1,664	1,903	14.4
	직접고용(자동차산업)		271	363	34.0
		완성차	111	99	-10.8
		자동차부품	160	264	65.4
	간접고용(연관산업)		1,393	1,540	10.6
		생산/소재 (철강, 전기·전자)	122	133	9.8
		자동차 판매/정비 (판매, 수리업)	220	280	27.2
		운수/이용 (여객, 화물, 폐차)	785	863	9.9
		활용지원 (보험, 금융, 주유소)	266	264	-0.9

출처: 한국자동차산업협회(2020.07.15)

자동차 산업 (2)



출처: 한국자동차산업협회(2020.07.15)

2050 탄소중립 사회 부문별 미래상

출처: 탄소중립위원회 (2021.08.05)

전환 부문

재생에너지 발전 비율 확대

2020 6.6% → 2050 56.6 ~70.8%

수송 부문

친환경차 보급 대폭 확대

2020 3.4% → 2050 76~97%

산업 부문

연·원료 대체 산업공정 스마트화

철강

시멘트

석유화학

건물 부문

제로에너지 건축물, 그린리모델링

신축건물

제로에너지 건축물 신규 100%

기존건물

그린리모델링 이행 100%

농축수산 부문

농기계·어선 연료의
전력화·수소화,
저탄소 가축관리

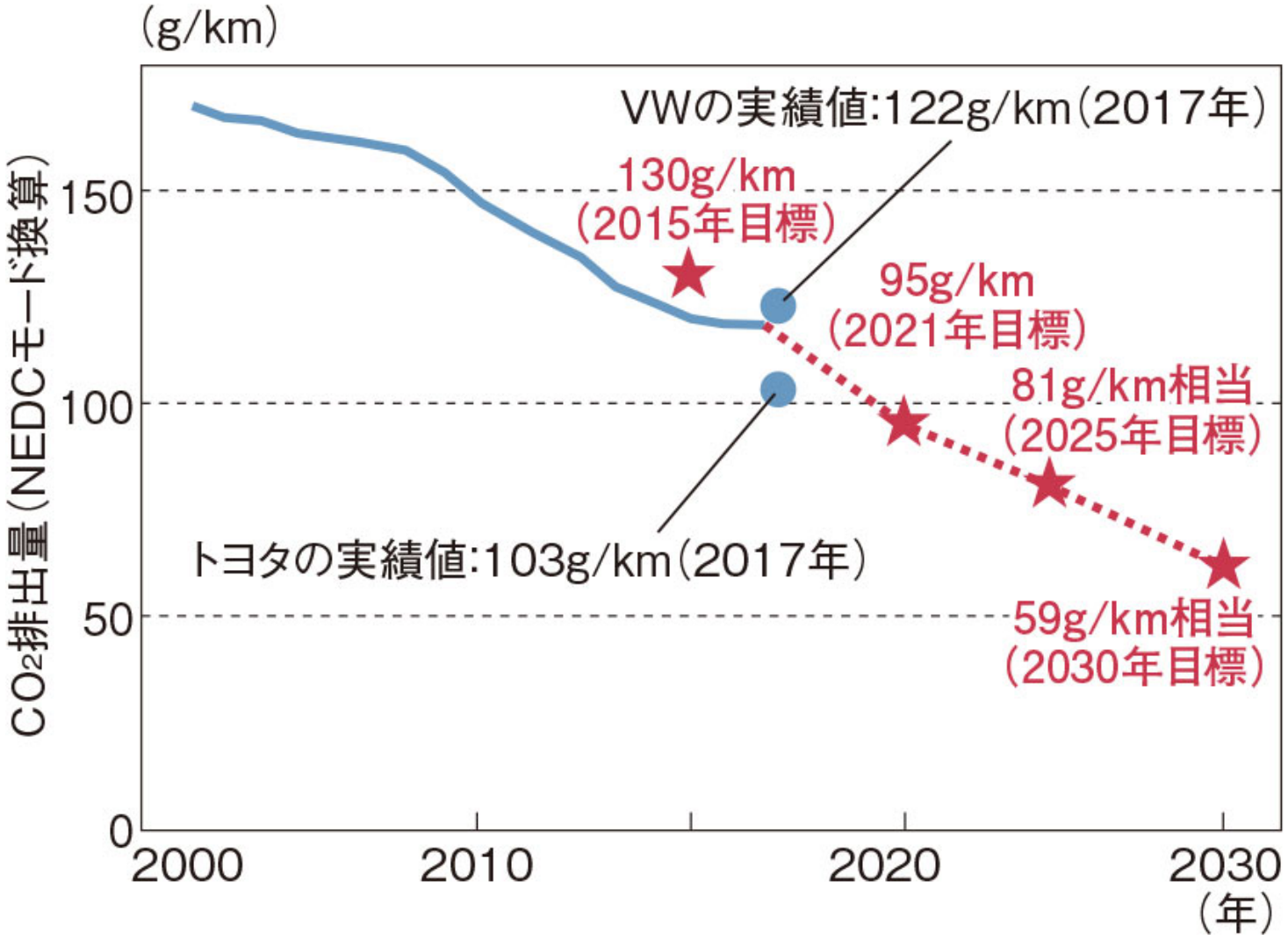
폐기물 부문

폐기물 발생 25% 감축 및
재활용 90%,
바이오플라스틱 대체

환경규제

- CAFE(기업별 평균연비 규제): 판매한 차량의 평균연비를 규제
  - 노르웨이, 네덜란드, 영국은 2025년에, 독일은 2030년, 프랑스는 2040년에 내연기관차를 생산 중단하겠다고 밝힘
- ZEV: EV나 FCV의 판매대수를 일정비율로 요구
  - 미국: 2018년부터 친환경차(EV, FCEV) 의무판매비율을 2%로 할당하고 2025년까지 16%로 확대할 계획
  - 중국: 2019년에 친환경차 의무판매를 10%, 2020년에 12%등으로 점차 증가시키되 수소자동차 보조금은 유지하는 한편 전기차 보조금은 축소하는 정책

EU의 CAFE규제: 승용차 CO_2 배출량



환경부: 2021~2030 자동차 온실가스/연비 기준 (2020.08.31)

붙임 1 국내 판매 중인 주요 자동차 온실가스 배출량

【 10인승 이하 승용 및 승합차량 】

현대 코나 (전기차)	테슬라 Model 3 (전기차)	르노삼성 조에(ZOE) (전기차)	현대 넥쏘 (수소전기차)	토요타 프리우스 (플러그인 하이브리드)	기아 니로 (플러그인 하이브리드)
0g/km	0g/km	0g/km	0g/km	23g/km	26g/km
현대 아이오닉 (하이브리드)	**혼다 어코드** (하이브리드)	**현대 그랜저** (하이브리드)	**한국지엠 스파크**	**쌍용 티볼리**	**푸조 3008i**
69g/km	82g/km	97g/km	108g/km	130g/km	135g/km
르노삼성 QM6	**현대 그랜저**	**BMW 520i**	**랜인지로버 디스커버리**	**아우디 A5**	**볼보 XC90**
150g/km	150g/km	153g/km	159g/km	169g/km	176g/km
벤즈 GLC300	**포드 익스플로러**	**FCA 지프 랭글러**	**마세라티 콰트로 포르테**	**포르쉐 카이엔**	**캐딜락 에스컬레이드**
180g/km	189g/km	193g/km	226g/km	234g/km	259g/km

【 11~15인승 승합 및 소형화물차량 】

현대 포터 (전기차)	현대 스타렉스	기아 카니발(11인)	쌍용 렉스턴 스포츠	한국지엠 콜로라도	현대 포터 (디젤)
0g/km	175g/km	189g/km	199g/km	215g/km	220g/km

※ 위 표의 온실가스 배출량은 동일 차종 중 판매량이 많은 사양 위주로 기재한 것이며, 배기량·공차중량·타이어 종류·출시연도 등에 따라 변동 가능

2. 온실가스 배출 허용 기준

(단위 : g/km)

단계별		1단계				2단계				
기준 \ 연도		'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
연차별[1] (g/km)	10인승 이하 승용·승합	140				127	123	120	110	97*
	11~15인승 승합·소형화물(3.5톤 미만)	해당없음				180	178	177	172	166
판매비율별[2](%)		배출허용기준: 140g/km				배출허용기준: 97g/km				
		30	60	80	100	10	20	30	60	100

1) 연차별 기준: 최종 설정기준을 목표로 매년 단계별로 강화
2) 판매비율별 기준: 전체 판매대수의 일정비율이 만족하도록 단계별로 강화
* 제작사별 공차중량에 따라 신축적으로 기준 적용
예) '20년 기준 산정식: 97 + 0.0407 x (m − 1,421.8), m = 제작사별 평균 공차중량 값
→ 예를 들어, '20년 판매 차량의 평균 공차중량이 1,600kg인 제작사는 당해 년도 기준값을 104.2g/km로 적용

3. 자동차 주요 생산국 온실가스 기준* 비교

(단위 : g/km)

연도	미 국	우리나라 (행정예고안)	유럽연합 (국내 측정방법 환산값)
'21년	110g/km	**97g/km**	95(91)g/km
'25년	103g/km	**89g/km**	81(77)g/km
'30년	미발표	**70g/km**	59(56)g/km

전세계 전기동력차 판매현황 (2017~2020)

유형	2017	2018	2019	2020*e	'20/'19 증감률(%)
BEV	738,299	1,283,229	1,503,464	2,025,371	34.7
PHEV	369,279	571,035	523,844	909,519	73.6
FCEV	3,325	3,904	7,578	8,282	9.3
합계	1,110,908	1,859,544	2,034,886	2,943,172	44.6

전세계 자동차판매	98,569,907	98,008,170	93,747,162	80,908,911	-13.7
전기동력차 비중 (%)	1.1	1.9	2.2	3.6	

자료 : Marklines.com, LMC Global Light Vehicle Forecast '20.4Q
주) 1. 순수HEV 및 MHEV는 제외, 2. *2020년 통계는 잠정통계 기준

출처: 한국자동차산업협회(2021.03.11)

전기동력차 (BEV+PHEV+FCEV)판매 10대 그룹

순위	업체명	2019	2020e		
				비중(%)	증감률(%)
1	Tesla (1)	304,783	442,334	15.0	45.1
2	VW Group(8)	123,152	381,406	13.0	211.1
3	GM Group(9)	94,889	222,116	7.5	134.1
4	**Hyundai Kia Automotive Group (7)**	**124,114**	**198,487**	**6.7**	**59.9**
5	Renault-Nissan Alliance (4)	143,884	194,158	6.6	34.9
6	BYD Auto (2)	218,532	179,295	6.1	-18.0
7	BMW Group (5)	127,618	173,202	5.9	35.7
8	Daimler Group (13)	45,054	168,858	5.7	274.8
9	Geely Holding Group (6)	125,896	157,125	5.3	24.8
10	PSA (25)	7,230	109,987	3.7	1,421.3
전체 합계		**2,034,886**	**2,943,172**	**100.0**	**44.6**

자료 : Marklines.com

주) ( ) 는 2019년도 판매순위

출처: 한국자동차산업협회(2021.03.11)

주요국 전기동력차 판매 현황

순위	국가명	2017	2018	2019	2020*e	증감률(%)
1	중국	567,678	1,031,197	1,054,290	1,206,610	14.7
2	독일	50,282	66,293	106,823	404,545	278.7
3	미국	196,876	358,055	321,601	324,882	1.0
4	프랑스	41,085	53,012	68,652	190,683	177.8
5	영국	46,192	53,906	82,382	180,172	118.7
6	노르웨이	58,827	72,703	79,530	105,521	32.7
7	스웨덴	20,042	27,903	42,706	89,404	109.3
8	네덜란드	8,135	25,481	67,465	83,737	24.1
9	대한민국	14,068	35,800	41,893	61,193	46.1
10	이탈리아	4,614	9,854	15,333	53,864	251.3
	기타	103,109	125,340	156,807	242,561	54.7
	합 계	1,110,908	1,859,544	2,034,886	2,943,172	44.6

출처: 한국자동차산업협회(2021.03.11)

2020년 전기차 모델별 판매 현황

순위	업체명	모델명	2020e*	비중(%)
1	Tesla	Model 3 (1)	336,302	16.6
2	Wuling	Hongguang MINI (신규)	126,603	6.3
3	Renault	ZOE (5)	101,103	5.0
4	Tesla	Model Y (신규)	70,527	3.5
5	Hyundai	Kona (8)	55,981	2.8
6	VW	I.D.3 (신규)	55,850	2.8
7	Nissan	Leaf (2)	53,823	2.7
8	ORA	ORA R1 (11)	46,774	2.3
9	GAC NE	Aion S (10)	46,091	2.3
10	Audi	e-Tron (14)	43,772	2.2
11	BYD	Qin Pro (22)	41,862	2.1
12	VW	Golf (9)	39,717	2.0
13	Chery	eQ1 (6)	39,553	2.0
14	Kia	Niro (16)	34,140	1.7
15	SAIC	MG ZS SUV (17)	33,816	1.7
16	PSA	Peugeot 208 (신규)	31,323	1.5
17	BYD	Han (신규)	28,773	1.4
18	NIO	ES6 (19)	28,020	1.4
19	Chevrolet	BOLT (13)	26,513	1.3
20	BMW	i3 (7)	25,277	1.2
	기타		759,551	37.5
	합 계		2,025,371	100.0

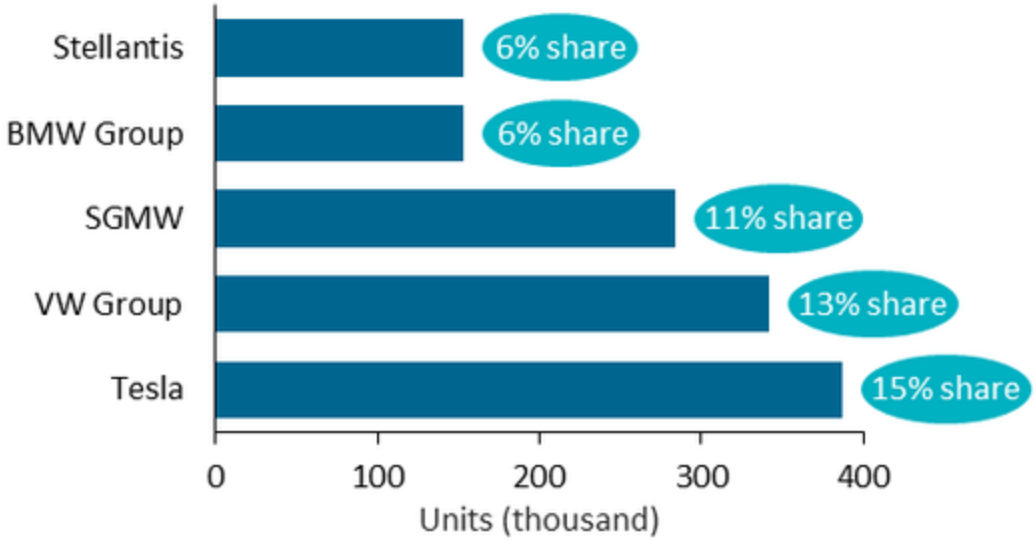
자료 : Marklines.com

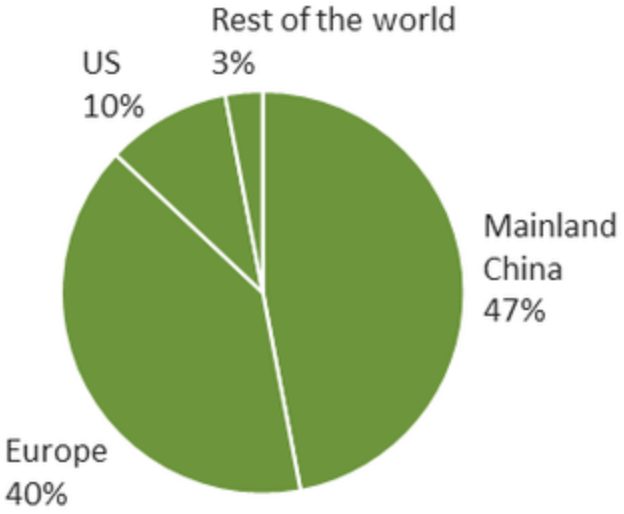
주) ( ) 는 2019년도 판매순위

출처: 한국자동차산업협회(2021.03.11)

Tesla's long-term market leadership is under threat

Worldwide EV* sales by car manufacturer and major market
H1 2021: 2.6 million units
Growth: 160%



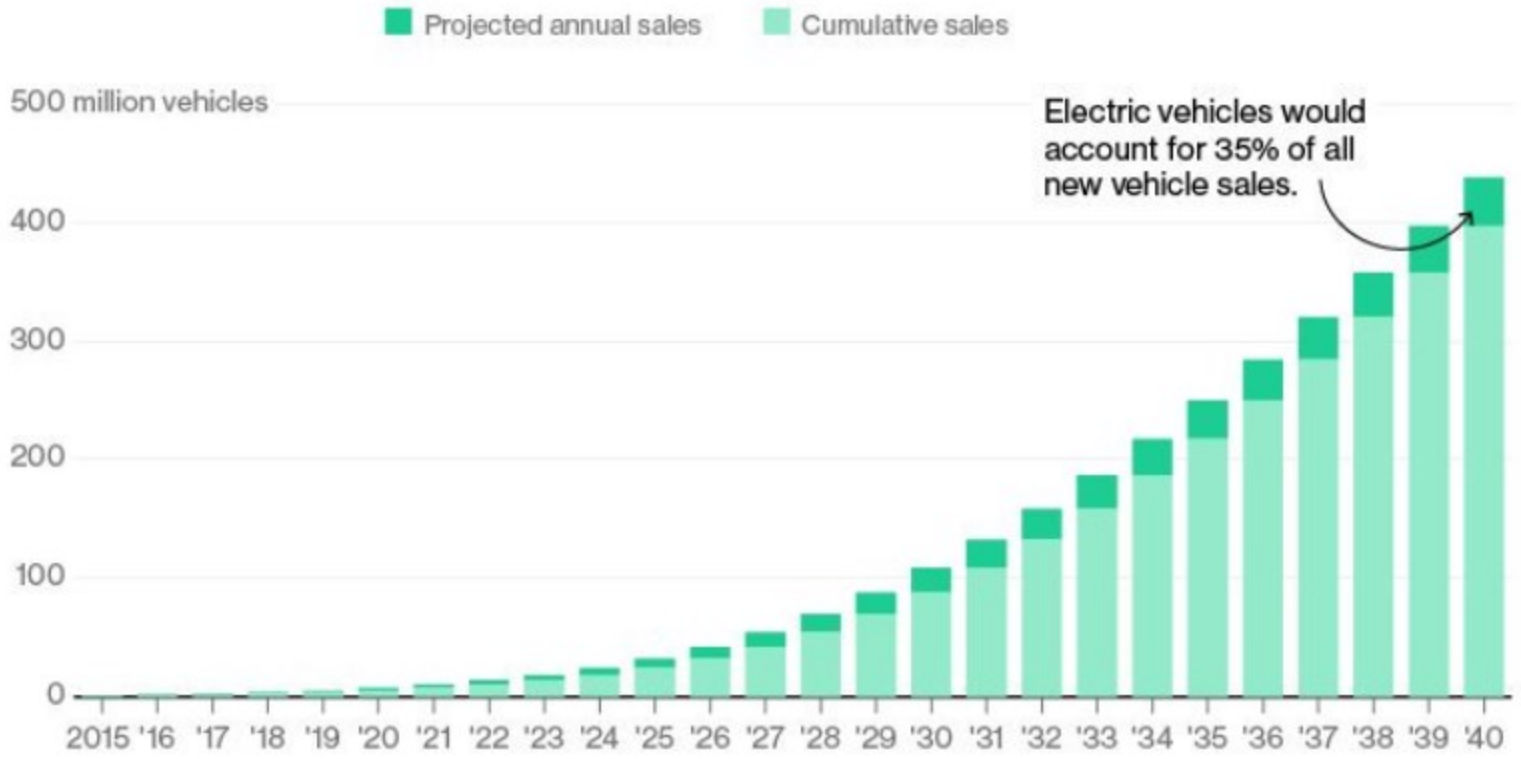


*includes battery electric vehicles and plug-in hybrid electric vehicles
Source: Canalys estimates, August 2021

canalys

The Rise of Electric Cars

By 2022 electric vehicles will cost the same as their internal-combustion counterparts. That's the point of liftoff for sales.

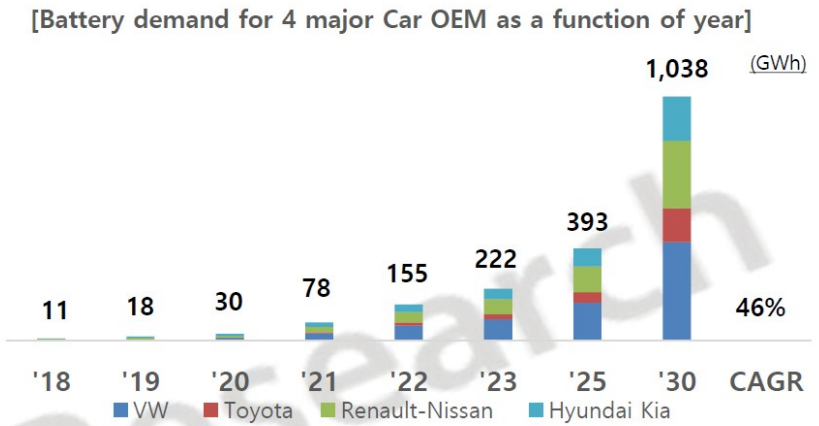


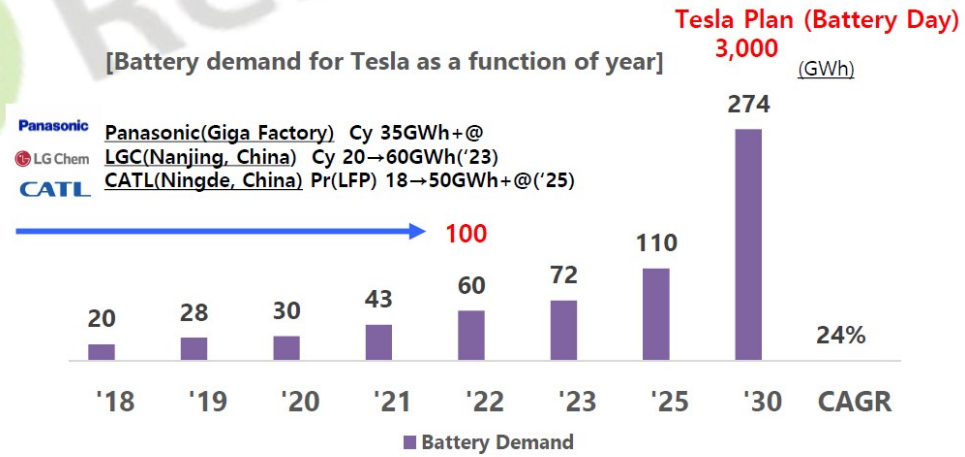
Sources: Data compiled by Bloomberg New Energy Finance, Marklines

Bloomberg

Competition of TESLA vs Traditional OEMs

- 2022Y: 155GWh vs 100GWh (60GWh, SNE Forecast)
- 2030Y: 1038GWh vs 3000GWh (274GWh, SNE Forecast)





Source: SNE Research (2021)

IONIQ5 vs. MODEL 3/Y

아이오닉 5 vs 모델Y vs 모델3 제원표

※테슬라, 모델Y SR 모델 판매 중단
※보조금 미포함 가격

모델Y

출시연도	2020년 3월(한국 2021년 2월)		
유형	스포츠유틸리티차량(SUV)		
트림	SR	LR	퍼포먼스
치수	4751x1921x1624㎜		
축거	2890㎜		
구동방식	후륜	사륜	
주행거리	340㎞	511㎞	448㎞
배터리	60kWh	82kWh	
전비	5.7㎞/kWh	6.2㎞/kWh	5.5㎞/kWh
제로백	5.6초	5.0초	3.7초
공차중량	1775kg	2000kg	
가격	-	6999만원	7999만원
미국가격	-	4만8990달러	6만990만달러

아이오닉 5

출시연도	2021년 4월			
유형	크로스오버유틸리티차량(CUV)			
트림	SR		LR	
치수	4635x1890x1605㎜			
축거	3000㎜			
구동방식	후륜	사륜	후륜	사륜
주행거리	360㎞(추정)		430㎞	410㎞
배터리	58.0kWh		72.6kWh	
전비	6.2㎞/kWh(추정)		5.9㎞/kWh	5.6㎞/kWh
제로백	5.3초			
공차중량	1800kg(추정)			
가격	미정		5000만원대 초중반	
미국가격	-			

모델3

출시연도	2017년 7월(한국 2019년 8월)		
유형	세단		
트림	SR+	LR	퍼포먼스
치수	4694x1849x1443㎜		
축거	2875㎜		
구동방식	후륜	사륜	
주행거리	383㎞	496㎞	480㎞
배터리	50kWh	75kWh	
전비	7.7㎞/kWh	6.6㎞/kWh	6.4㎞/kWh
제로백	5.6초	4.4초	3.3초
공차중량	1645kg	1830kg	
가격	5479만원	5999만원	7479만원
미국가격	3만6990만달러	4만5990달러	5만5990달러

전기차 안전도평가 결과 (2021.8.17)

현대 아이오닉5

종합등급

1등급 (92.1점)

충돌안전성		보행자안전성		사고예방안전성	
98.8%	59.29점 ★★★★★	68.2%	13.64점 ★★★★	95.9%	19.17점 ★★★★★
정면충돌안전성	15.10 / 16.00점	보행자안전성	13.64 / 20.00점	비상자동제동장치(고속)	2.95 / 3.00점
부분정면충돌안전성	14.44 / 16.00점			비상자동제동장치(시가지)	2.70 / 3.00점
측면충돌안전성	16.00 / 16.00점			비상자동제동장치(보행자)	2.72 / 3.00점
좌석안전성	3.10 / 4.00점			비상자동제동장치(자전거)	2.00 / 2.00점
어린이충돌안전성	8.00 / 8.00점			비상자동제동장치(야간)(가점)	2.00 / 2.00점
기둥측면충돌안전성(가점)	1.95 / 2.00점			차로유지지원장치	4.00 / 4.00점
좌석안전띠경고장치(가점)	0.20 / 0.50점			사각지대감시장치	0.50 / 1.00점
첨단에어백장치(가점)	0.50 / 0.50점			후측방접근경고장치	0.30 / 2.00점
				조절형최고속도제한장치	0.50 / 0.50점
				지능형최고속도제한장치	1.50 / 1.50점
합계	59.29 / 60.00점	합계	13.64 / 20.00점	합계	19.17 / 20.00점

시험평가자 의견

해당 차종은 종합등급 1등급을 받아 우수한 결과를 보였다.
충돌안전성분야에서 전반적으로 우수한 결과를 거두었고, 보행자안전성분야에서는 양호한 결과를 나타냈다. 사고예방안전성분야에서는 후측방접근경고장치 평가를 제외하고 높은 점수를 획득하여 우수한 결과를 기록했다.

테슬라 Model3

종합등급

2등급 (83.3점)

충돌안전성		보행자안전성		사고예방안전성	
99.6%	59.77점 ★★★★★	58.4%	11.68점 ★★★	59.5%	11.89점 ★★★
정면충돌안전성	15.36 / 16.00점	보행자안전성	11.68 / 20.00점	비상자동제동장치(고속)	2.64 / 3.00점
부분정면충돌안전성	15.55 / 16.00점			비상자동제동장치(시가지)	3.00 / 3.00점
측면충돌안전성	16.00 / 16.00점			비상자동제동장치(보행자)	2.35 / 3.00점
좌석안전성	1.99 / 4.00점			비상자동제동장치(자전거)	0.90 / 2.00점
어린이충돌안전성	8.00 / 8.00점			비상자동제동장치(야간)(가점)	2.00 / 2.00점
기둥측면충돌안전성(가점)	1.87 / 2.00점			차로유지지원장치	0.00 / 4.00점
좌석안전띠경고장치(가점)	0.50 / 0.50점			사각지대감시장치	1.00 / 1.00점
첨단에어백장치(가점)	0.50 / 0.50점			후측방접근경고장치	- / 2.00점
				조절형최고속도제한장치	0.00 / 0.50점
				지능형최고속도제한장치	0.00 / 1.50점
합계	59.77 / 60.00점	합계	11.68 / 20.00점	합계	11.89 / 20.00점

시험평가자 의견

해당 차종은 종합점수로는 1등급에 해당하나, 보행자 점수 과락으로 종합등급 2등급을 받아 양호한 결과를 보였다.
충돌안전성분야 전반에 걸쳐 우수한 점수를 획득하였고, 상대적으로 낮은 머리충격 평가점수로 보행자안전성분야에서 보통의 결과를 기록했다. 비상자동제동장치(자전거)와 차로유지지원장치 평가시험에서의 일부 성능 부족 등으로 사고예방안전성분야에서 보통 수준의 결과를 나타냈다.

https://www.youtube.com/user/koreancap

IONIQ5 vs. MODEL3

□ 결과 분석

○ (**충돌안전성**) 전반적으로 우수한 수준으로 평가(★★★★★)

- 다만, 고정벽 정면충돌 운전석 및 뒷좌석 일부 감점, 부분정면 충돌시 하부다리 상해는 보통으로 평가
- 고전원전기장치는 충돌 후 화재·폭발이 발생하지 않았고, 안전하게 차단됐으며, 충돌 후 문열림 이상없음

○ (**보행자안전성**) 전반적으로 양호한 수준으로 평가(★★★★)

- 범퍼 다리충격 시험결과는 만점
- 머리충격 시험에서 안전영역(중상가능성 약 9%↓) 비중이 약 25%, 위험영역(중상가능성 약 49%↑)이 약 15%로 양호한 수준

* 중상가능성(AIS(Abbreviated Injury Scale) 3 이상)은 머리상해로 인한 의식불명이 1~6시간 지속되거나 함몰골절 발생 가능을 의미

【보행자안전성 시험 결과】

(머리충격) 녹색 안전영역 25%, 적색 위험영역 15%

○ (**사고예방안전성**) 전반적으로 우수한 수준으로 평가(★★★★★)

- 특히 비상자동제동장치(AEBS)의 모든 평가항목에서 우수한 결과를 보였고, 차로유지지원장치(LKAS)는 차로이탈시 경고알림 및 주행차로 유지평가 모두 만족하여 만점을 획득
- 다만, 후측방접근경고장치(RCTA)는 사선주차시험에 대한 충돌경고 및 충돌방지평가를 만족하지 못했고, 사각지대감시장치(BSD)와 더불어 옵션으로 제공돼 절반만 점수 부여

□ 트림 및 옵션별 평가등급

트림(모델)		안전장치 선택옵션	차량가격(원)	종합등급
롱 레인지	익스클루시브	-*	53,037,000	1등급 (91.3점)*
	익스클루시브	현대스마트센스**	54,437,000	1등급 (92.9점)
	프레스티지	-***	58,095,750	
스탠다드	익스클루시브	-*	50,001,750	1등급 (91.3점)*
	익스클루시브	현대스마트센스**	51,401,750	1등급 (92.9점)
	프레스티지	-***	54,634,500	

* 옵션선택하지 않은 상태로 사각지대감시장치(1.0점) 및 후측방접근경고장치(0.6점) 미적용 (종합등급 점수 91.3점)

** '현대스마트센스' 옵션선택으로 사각지대감시장치(1.0점) 및 후측방접근경고장치 점수(0.6점)의 전체 점수 적용 (종합등급점수 92.9점)

*** 프레스티지 트림은 사각지대감시장치 및 후측방접근경고장치가 기본사양으로 적용됨

**** 아이오닉5의 최종 종합점수는 옵션적용 항목 평가점수(사각지대감시장치 1.0점, 후측방접근경고장치 0.6점)의 50%를 적용함에 따라 92.1점이 부여됨

□ 결과 분석

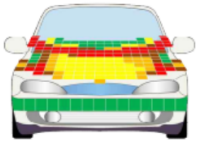
○ (**충돌안전성**) 전반적으로 우수한 수준으로 평가(★★★★★)

- 다만, 좌석안전성에서 다양한 체형의 목상해를 보호하기 어려운 고정형 머리지지대 좌석 사양으로 인해 감점이 발생
- 이 외 고전원전기장치는 충돌 후 화재·폭발이 발생하지 않았고, 안전하게 차단되었으며, 충돌 후 문열림 이상없음

○ (**보행자안전성**) 전반적으로 보통 수준으로 평가(★★★)

- 범퍼 다리충격 시험결과는 만점
- 다만, 머리충격 시험에서 안전영역(중상가능성 약 9%↓)이 약 14%임에 비해 위험영역(중상가능성 약 49%↑)이 약 26%로 높게 나타남

【보행자안전성 시험 결과】



(머리충격) 녹색 안전영역 14%, 적색 위험영역 26%

* 중상가능성(AIS(Abbreviated Injury Scale) 3 이상) : 머리상해로 인한 의식불명이 1~6시간 지속되거나 함몰골절 발생 가능을 의미

○ (**사고예방안전성**) 전반적으로 보통 수준으로 평가(★★★)

- 비상자동제동장치(AEBS) 자전거 횡단 시 감지 불능, 차로유지지원장치(LKAS) 곡선차로 시험(65km/h)에서 차선 이탈, 후측방접근경고장치(RCTA) 미설치, 조절형(SLD)·지능형(ISA) 최고속도제한장치는 경고시간이 기준에 미치지 못했고 지능형최고속도제한장치(ISA) 시험시 스쿨존에서 경고알림이 발생되지 않음

□ 트림 및 옵션별 평가등급

트림(모델)	안전장치 선택옵션	차량가격(원)	종합등급
스탠다드 플러스	-*	54,790,000	2등급 (83.3점)
롱 레인지	-*	59,990,000	
퍼포먼스	-*	74,790,000	

* 트림별 NCAP 평가대상 안전장치 옵션 구성 동일(전체 트림이 동일한 2등급 수준)

자동차안전도평가(KNCAP)

□ (목적) **법적 안전기준**보다 **높은** 수준의 테스트를 실시하고 결과를 **공개**해 제작사의 **자발적 투자**를 **유도**하는 **정부 주도 평가프로그램**

□ (추진경위) **'99년 최초시행** 이후 평가항목·차종을 점차 확대하여 **현재 3개 분야 19개 항목 평가시험** 중

【평가항목 및 배점기준】

구 분	충돌안전성 분야 (8항목)	보행자안전성 분야 (1항목)	사고예방안전성 분야 (10항목)
평가 항목 및 배점	ㅇ기본항목(총 60점) ①정면충돌안전성(16점) ②부분정면충돌안전성 (16점) ③측면충돌안전성(16점) ④어린이충돌안전성(8점) ⑤좌석안전성(4점)	ㅇ기본항목(총 20점) ①보행자안전성 (20점)	ㅇ기본항목(총 20점) ①비상자동제동장치(고속모드) 안전성(3점) ②비상자동제동장치(시가지모드) 안전성(3점) ③비상자동제동장치(보행자감지모드) 안전성(3점) ④비상자동제동장치(자전거감지모드) 안전성(2점) ⑤차로유지지원장치안전성(4점) ⑥사각지대감시장치안전성(1점) ⑦후측방접근경고장치안전성(2점) ⑧조절형 최고속도제한장치안전성(0.5점) ⑨지능형 최고속도제한장치안전성(1.5점)
	ㅇ가점항목(총 3점) ⑥기둥측면충돌안전성(2점) ⑦좌석안전띠경고장치 안전성(0.5점) ⑧첨단에어백장치안전성 (0.5점)		ㅇ가점항목(총 2점) ⑩비상자동제동장치(야간보행자감지모드) 안전성(2점)

분야별 만점 대비 획득점수 비중(%)

분야별 별등급 산정(%)	충돌안전성	보행자안전성	사고예방안전성
★★★★★	93.1 ~	83.1 ~	84.8 ~
★★★★	90.1 ~ 93.0	63.1 ~ 83.0	70.5 ~ 84.7
★★★	87.1 ~ 90.0	43.1 ~ 63.0	55.4 ~ 70.4
★★	84.1 ~ 87.0	23.1 ~ 43.0	40.2 ~ 55.3
★	~ 84.0	~ 23.0	~ 40.1

분야별 획득점수 합산(총점)

종합등급 평가	
1등급	82.1 ~
2등급	75.1 ~ 82.0
3등급	68.1 ~ 75.0
4등급	61.1 ~ 68.0
5등급	~ 61.0

(필요시) 분야별 점수 과락 → 종합등급 조정

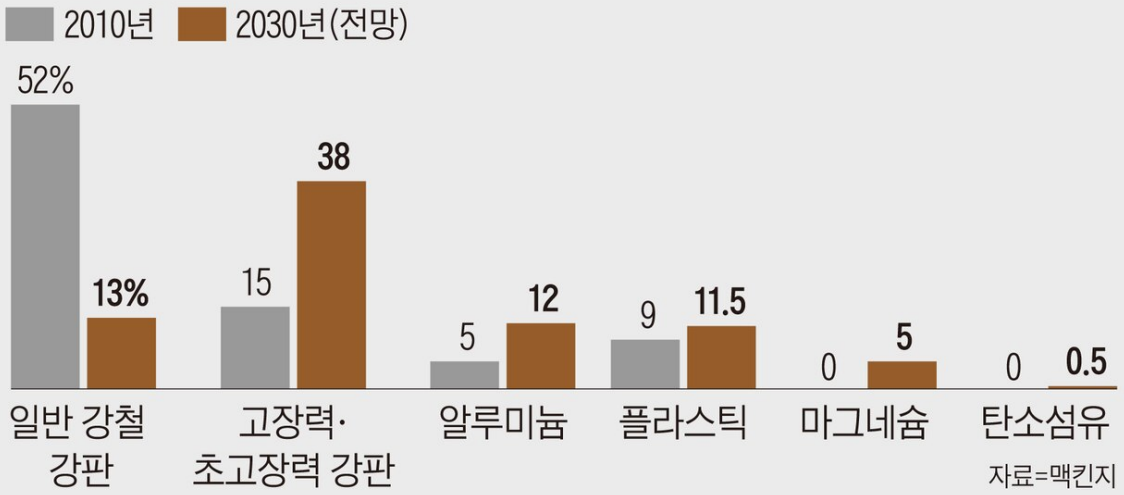
구분	충돌안전성(%)	보행자안전성(%)
1등급	90.1 ~	60.1 ~
2등급	83.1 ~ 90.0	50.1 ~ 60.0
3등급	76.1 ~ 83.0	40.1 ~ 50.0
4등급	69.1 ~ 76.0	35.1 ~ 40.0
5등급	~ 69.0	~ 35.0

완성차 업체별 전기차 다이어트 경쟁

자료=각 사

업체	다이어트법	결과	
포르셰	부품 3D 프린팅 생산	무게	-10%
재규어랜드로버	탄소섬유 차체	무게	-35kg
테슬라	C2C(셀투섀시) 배터리	연비	+14%
도요타	전고체 배터리	무게	-30%
현대차	전기차 플랫폼 적용	무게	-5%

차체 무게 중 경량화 소재 비율

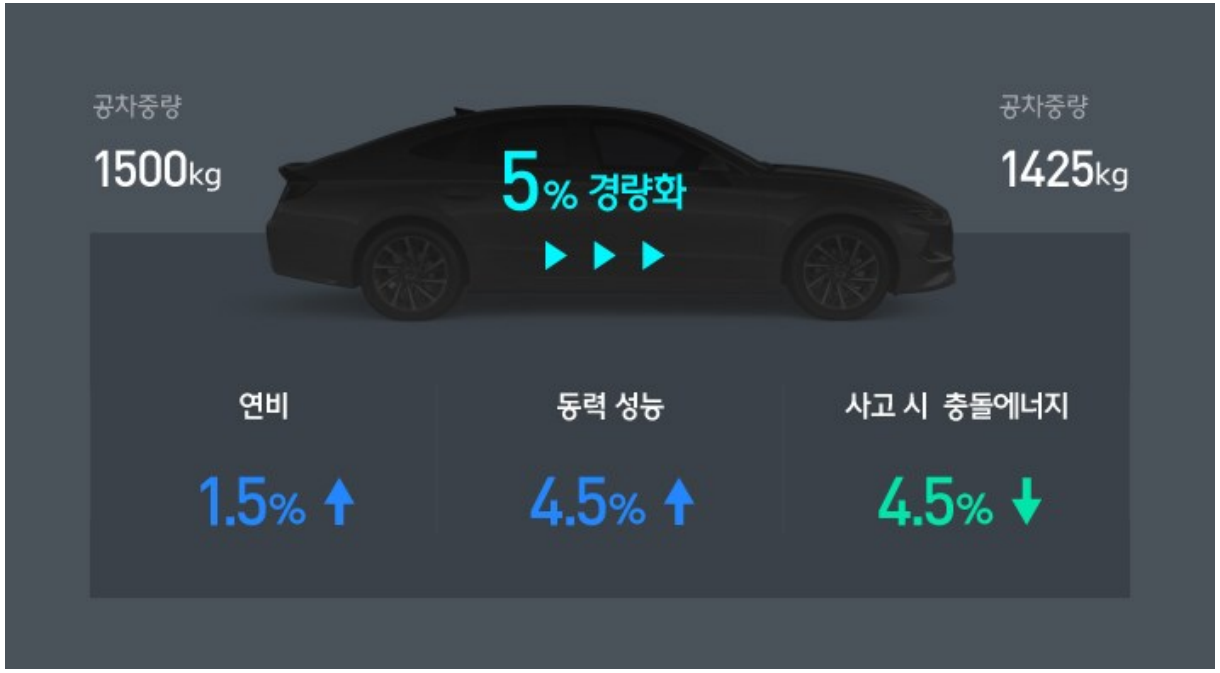


자료=맥킨지

출처: 무게 줄여야 더 간다... 전기차는 다이어트 중 (2020108.24)
Source: Lightweight, heavy impact (McKinsey, 2012.02)

현대기아차 "신차 중량 5% 줄인다“

- 2014, 7세대 LF 소나타, +45kg
- 2019, 8세대 DN 소나타, -59kg (안전/편의 등 상품성 개선 +27kg)



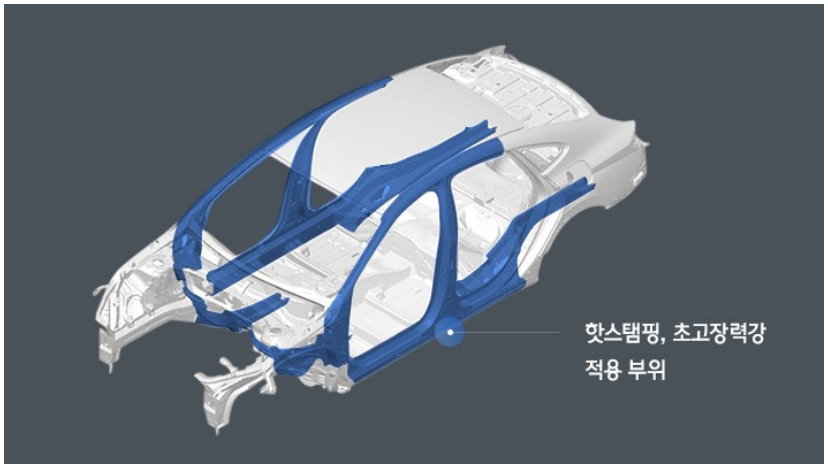
한국자동차연구원에 따르면 1,500kg의 승용차 무게를 약 10% 줄일 경우 연비는 4~6%, 가속 성능은 8%

https://www.mk.co.kr/news/business/view/2019/09/684156/

https://news.hmgjournal.com/Tech/현대기아차-경량화기술-추진전략

경량화 비법: 구조 최적화

- 설계 단계에서부터 강성과 경량화, 두 가지 목표
  - 초고장력 강판을 부위마다 두께를 다르게 성형하는 TRB/TWB(Tailor Rolled Blanking/Tailor Welded Blanking) 공법을 통해 차체 언더바디 강성부재를 최적화했고
  - 핫스탬핑 적용부품을 기존 16개에서 21개로 확대 적용
  - 바디 제어기의 기능을 통합해 부품 수도 줄임
  - 하이브리드(-90kg): 배터리 시스템(-16kg, 출력밀도 21%↑)



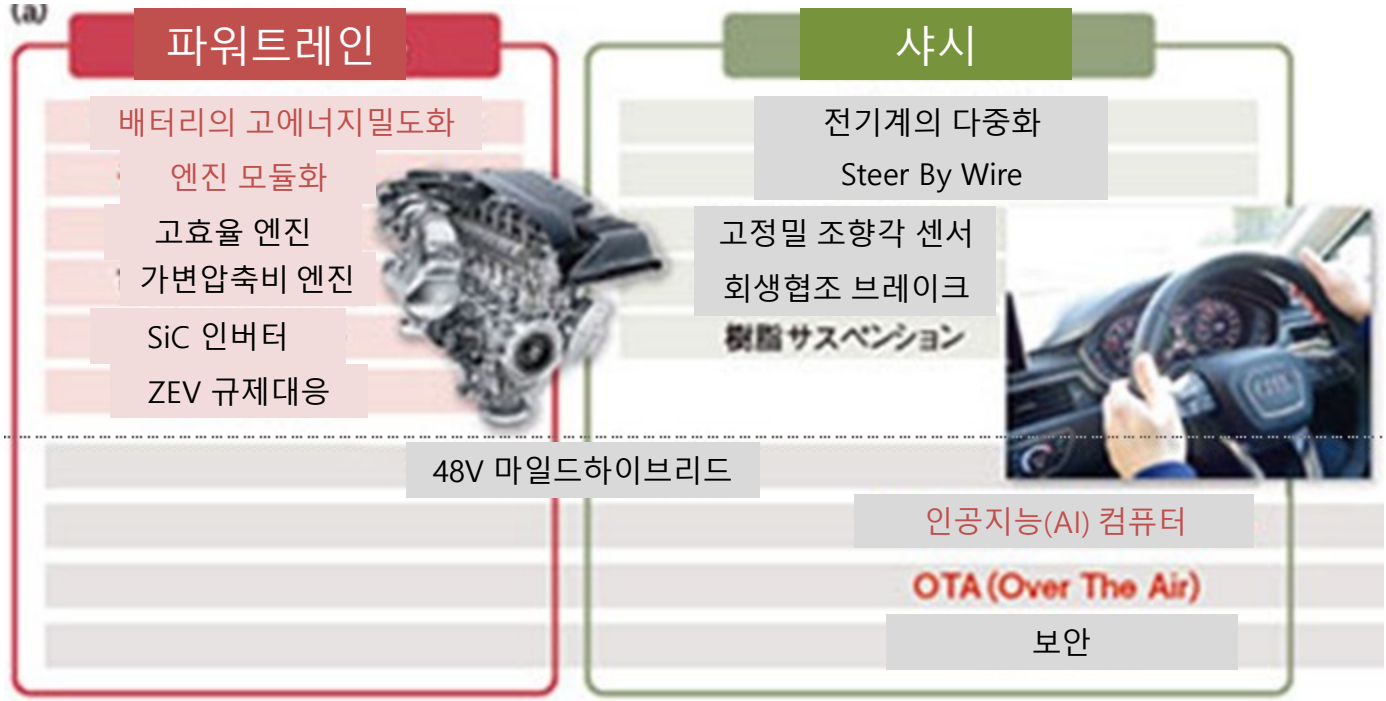
Nikkei Automotive 2017년 5월호

Outline

- Part 1 중대국면에 접어든 기술개발
  - 공통화와 선진성을 구분
- Part 2 기능과 역할의 영역을 초월
  - AI 컴퓨터
  - OTA (Over The Air)
  - HUD (Head Up Display)
  - 배터리의 고에너지 밀도화
  - Modular Engine
  - **부품의 공통화**
  - **초고장력강판**
  - 5G (제5세대 이동통신)
  - 서비스화
  - 북미시장

주목받는 기술 키워드 (1)

- 영역: Powertrain / Chassis / Safety / Body·Information
- 공통: 48V마일드하이브리드, 인공지능컴퓨터, OTA, 보안
- 기계부품(엔진, 골격 등): 공통화→개발효율
- 배터리, 자동운전, OTA, IT등 분야: 선진성→부가가치



주목받는 기술 키워드 (2)

안전

카메라, 레이더
자농브레이크
자동조향
운전자 모니터링
차선변경지원시스템
차선중앙유지시스템

바디 · 정보

HUD(Head Up Display)
5G(제5세대이동통신) 연계
HMI의 AR(증강현실) 도입
서비스화
EUC간 통신의 대용량화
대형액정디스플레이 (계기판)

(b)

차체

부품 공용화
초고장력강판
Hot Press (열간프레스)
Oblique(경사방향) 충돌대응
CFRP의 back door 채용
외장부품의 무 도장화

US: WorldAutoSteel (Past)

ULSAB
UltraLight Steel Auto Body

1998

ULSAC
UltraLight Steel Auto Closures

2000

ULSAS
UltraLight Steel Auto Suspensions

2000

2008~2012

FutureSteelVehicle

Nature's Way to Mobility

ULSAB-AVC
Advanced Vehicle Concepts

2001

US: WorldAutoSteel (Future)

STEEL E-MOTIVE
IN PARTNERSHIP WITH
WorldAutoSteel
RICARDO

2020~

THE FUTURE OF SUSTAINABLE MOBILITY IS STEEL

Steel E-Motive is a new vehicle engineering program which will demonstrate the benefits of steel for global sustainable Mobility as a Service (MaaS) challenges, characterized by fully autonomous and connected electric vehicles.

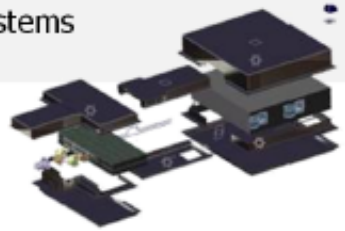
Steel E-Motive's objective is to demonstrate that Advanced High-Strength Steel (AHSS) products and technologies can solve the unique architectural challenges of MaaS, ultimately providing virtual concepts as roadmaps for affordable, safe, mass and environmentally efficient vehicles.

Ride hailing, autonomous, electric vehicle fleets will deliver transportation to millions around the world. With a vast portfolio of AHSS and steel technologies from which to draw, we envision that Steel E-Motive will deliver innovative ideas for steel vehicle architectures that will shape the future of sustainable mobility.

EU: Concept

SmartBatt

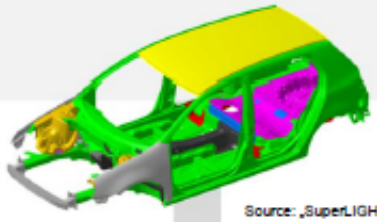
- Fully integrated battery housing
- Lightweight battery concept
- New materials for battery systems



Source: Fraunhofer LBF, „SmartBatt" project

SuperLIGHT-Car

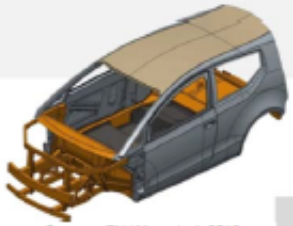
- Economic demonstration of multimaterial vehicle structures for high-volume produced combustion cars



Source: „SuperLIGHT-Car" project, 2009

ELVA

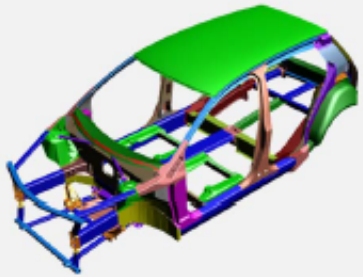
- Concept of light BiW for EV´s
- Space frame design
- Modularity in battery and BiW design



Source: „ELVA" project, 2013

ALIVE

- High volume
- Low weight
- Low costs



Source: M. Kurz , Volkswagen Group Research, K-EFFG/L, 2013

ENLIGHT

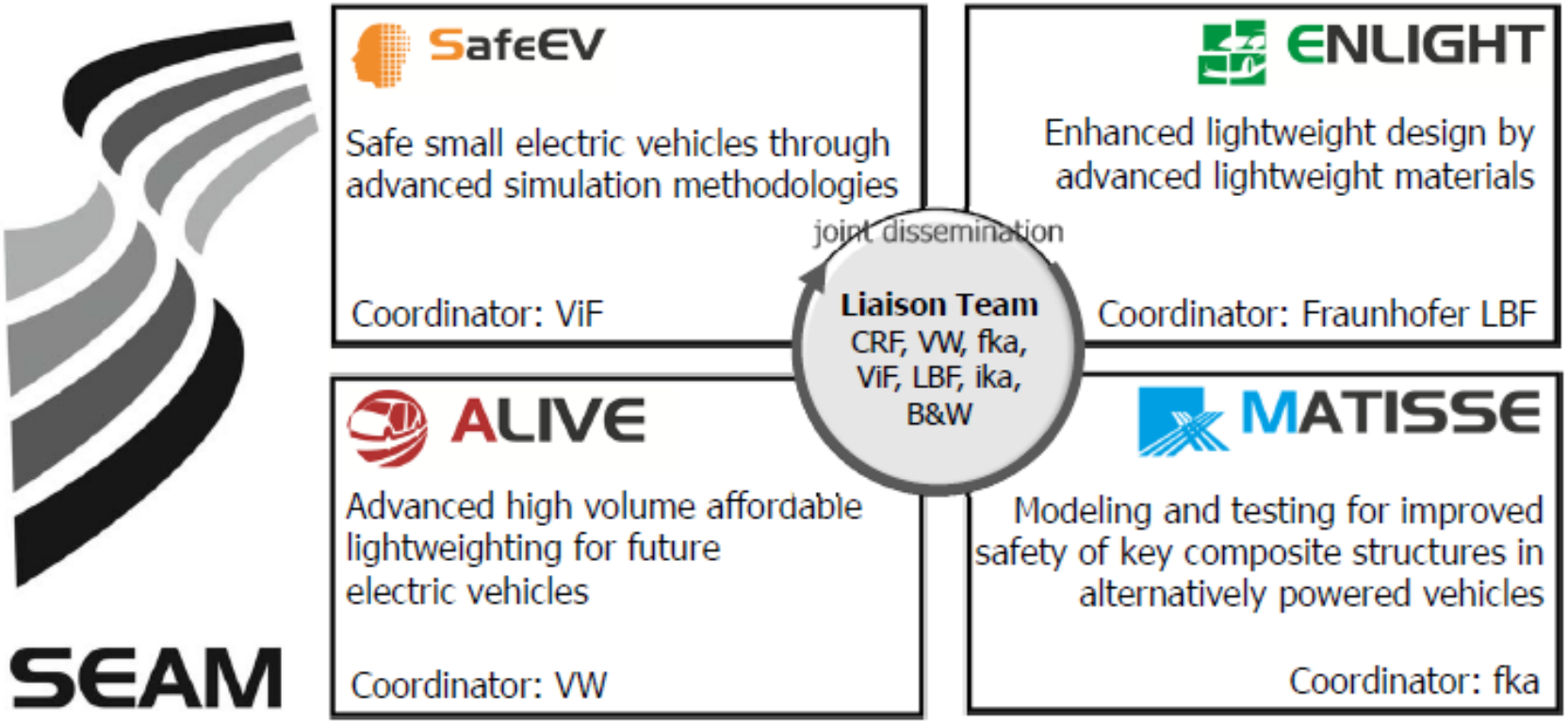
- medium volume
- Novel materials
- Low weight

MATISSE

- Modeling and testing
- Safety of composite structures

SafeEV

- Modeling and testing of small EVs
- Safety of vulnerable road users

EU: SEAM Cluster

- Safe Efficient Advanced Materials
  - Biggest European RTD-cluster on lightweight design
  - Cluster duration: 2012/10~2016/09
  - 47 partner from 10 countries, about 19M € funding