

2025
정책연구

전기차 화재예방을 위한 대응방안 및 안전시설 설치에 관한 연구

목차

연구요약

제1장 서론	1
제1절 배경 및 필요성	3
제2절 연구방법	5
제2장 전기차 및 충전인프라 현황	7
제1절 전기차 보급 및 충전인프라 구축 현황	9
제2절 전기차 화재 발생 현황 및 화재 사례	19
제3장 전기차 산업 및 기술 동향	31
제1절 전기차 배터리 유형 및 기술 발전 동향	33
제2절 전기차 화재 진압 및 예방 기술 현황	44
제4장 전기차 화재예방 및 대응 안전시설	55
제1절 전기차 화재예방 관련 법·제도 현황	57
제2절 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안	67
제3절 안전대책 마련을 위한 민-관-연 협의체 구성(안)	92
제5장 전기차 화재예방 정책 제언	95
참고문헌	100

표목차

[표 1] 연구수행 체계	5
[표 2] 국내 시·도별 전기차 등록대수 현황	10
[표 3] 전기차 관련 주요 대책과 보급목표	11
[표 4] 국내 시·도별 전기차 충전기 현황	13
[표 5] 강원특별자치도 시군별 전기차 보급 및 충전기 설치 현황('23년 12월)	17
[표 6] 2018년~2024년 6월 전기차 화재 발생 통계	19
[표 7] 2018년~2024년 6월 전기차 화재 유형별 분석	20
[표 8] 2018년~2024년 6월 발화 요인별 전기차 화재 분석	20
[표 9] 2021년~2023년 장소별 전기차 화재 현황 분석	21
[표 10] 2018년~2024년 6월 화재 발생 전기차 제작사, 차명, 최초발화점, 배터리 제조사	22
[표 11] 전기차 화재의 주요 원인	24
[표 12] 국내 전기차 화재 발생 사례	28
[표 13] 국외 전기차 화재 발생 사례	29
[표 14] 강원특별자치도 전기차 화재발생 현황	30
[표 15] 전기차 배터리의 종류 및 특성	35
[표 16] 전기차 배터리 셀의 종류 및 특성	38
[표 17] 전기차 배터리 기술 발전 동향	43
[표 18] 전국 전기차 화재예방 및 안전시설 조례 제정 현황(2025.8월 기준)	61
[표 19] 전기차 화재예방 관련 지방자치단체 조례 주요 내용 비교	66
[표 20] 국내 주요 기관·지자체 전기차 화재예방 및 대응 가이드라인	70
[표 21] 「지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」 4대 추진전략 및 세부내용	72
[표 22] 강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)	88
[표 23] 강원특별자치도 전기차 화재 대응 방안(안)	94

그림목차

[그림 1] 환경부 2030 충전인프라 구축 로드맵 충전기 보급 목표	12
[그림 2] 2030 강원 미래자동차 산업 발전전략	14
[그림 3] 2030 강원 미래자동차 산업 발전전략	15
[그림 4] 전기차 화재 사례	23
[그림 5] 전기차 배터리 화재 요인의 구분	25
[그림 6] 전기차 배터리팩의 열폭주 단계	26
[그림 7] 청라 아파트 지하 주차장 전기차 화재 사례	27
[그림 8] 리튬 이온 배터리의 작동 원리	35
[그림 9] 실리콘 음극 기술	39
[그림 10] 리튬메탈 배터리	40
[그림 11] CTP 및 CTB 기술	42
[그림 12] 전자동 질식소화캡	45
[그림 13] 바닥 관통형 배터리 냉각 시스템	46
[그림 14] 차량 침수형 진화 시스템	47
[그림 15] 고성능 스프링클러 및 급수설비	47
[그림 16] 질식소화포	48
[그림 17] 고정식 자동 살수노즐 시스템	49
[그림 18] 배터리 예지진단형 BMS	49
[그림 19] 과열·화재 감지 기능이 탑재된 전기차 충전기	50
[그림 20] 셀간 차열 격리 구조(배터리셀 패드)	51
[그림 21] 셀 단위 자동소화 시스템	52
[그림 22] 고전압 회로 자동 차단장치(Pyro-Fuse)	53
[그림 23] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 위치	84
[그림 24] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 구조 및 연기배출시설	85

[그림 25] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 구조 및 집수시설	86
[그림 26] 물막이판 설치 예시	87
[그림 27] 전기차 화재 교육훈련 계획 및 시설점검 체크리스트 예시	90
[그림 28] 전기차 화재대응 방안 마련 매뉴얼 및 교육·홍보 자료 예시	92
[그림 29] 민-관-연 협의체 구성(안)	96



전기차 화재예방을 위한 대응방안 및 안전시설 설치에 관한 연구

본 연구에서는 강원특별자치도의 전기차와 충전인프라 현황을 검토하고, 최근 증가하는 전기차 화재의 특성과 원인, 관련 법령과 조례, 기술 동향을 분석하여 도의 지역적 특수성을 반영한 화재예방과 대응체계를 마련하고자 하였음.

강원특별자치도는 전체 면적의 약 82%가 산림으로 이루어져 있어 전기차 화재가 발생할 경우, 단순 차량사고를 넘어 대규모 산불로 확산될 위험이 큼. 또한 지하주차장, 산림 인접 지역, 관광지와 같은 다중이용 공간에서는 초기 대응 실패 시 인명과 재산, 환경 피해가 동시에 커질 가능성이 있음. 전기차 화재는 내연기관 차량에 비해 발생률은 낮지만 배터리 열폭주와 같은 특수 요인으로 인해 진압에 많은 시간과 자원이 필요하며 기존 소방력만으로는 대응에 한계가 있음. 따라서, 이러한 진단을 토대로 세 가지 주요 대안을 도출하였음.

첫째, 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)에서는 지상 설치를 원칙으로 하고 불가피하게 지하에 설치할 경우, 3층 이내, 출입문 반대편, 측면에 설치. 또한, 화재 감지와 경보, 소화와 제연, 배수와 과충전 차단 등에 대한 설비 기준을 제시하였음.

둘째, 전기차 화재 대응 방안(안)에서는 고위험 구역을 지정하고 합동훈련과 정기 점검을 의무화하였고, 관리자와 주민을 대상으로 한 교육과 매뉴얼 보급, 지역 특성에 맞는 장비와 절차를 포함하였음.

셋째, 민-관-연 협의체 구성(안)을 통해 강원특별자치도와 도내 18개 시·군, 소방, 산림, 경찰 등 공공기관, 충전사업자와 제조사 같은 민간, 그리고 연구기관이 함께 참여하는 상시 협력체계를 구축하여 정보 공유와 합동훈련, 사고사례 분석과 정책 보완이 가능하도록 하였음.

현행 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」는 대응계획을 3년마다 수립하도록 의무화하고, 유관기관 등과의 협의체 구성을 포함하는 등 제도적 강점을 가지고 있음. 그러나, 전용주차구역과 충전시설의 지상 설치 권고 규정이 없고, 화재 대응 매뉴얼과 교육 근거가 부족하며, 세부 기술기준도 미비한 한계가 있음. 따라서, 향후 개정 시에는 지상 설치 원칙을 명문화하고 대응 매뉴얼과 교육, 경보 연계 조항을 신설해야 하며, 설비 사양을 구체화할 필요가 있음.

본 연구에서 제시한 강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안), 전기차 화재 대응 방안(안), 민-관-연 협의체 구성(안)은 강원특별자치도의 정책 실행 가이드로 활용될 수 있음. 그러나 본 연구는 제한된 범위와 자원으로 수행된 기초연구이므로 정책적 완결성과 실효성을 확보하기 위해서는 지속적인 보완과 고도화가 필요함. 특히 전기차 화재 대응 정책과 기술기준은 현장의 여건 변화에 따라 꾸준히 점검하고 개선되어야 하며, 이를 위해 민-관-연 협의체는 단순한 계획 수립을 넘어 정책 방향과 기술기준을 정기적으로 검토하고 현장 적용성을 강화하는 핵심 기반으로서 중요한 역할을 할 것으로 판단됨.

▮ 키워드 : 강원특별자치도, 전기차, 화재예방, 안전시설

제 1 장

서론

제 1 절 배경 및 필요성

제 2 절 연구방법

제 1 장

서론



제1절 배경 및 필요성

- 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에 따르면, 전 세계 전기차 이용량은 2022년 3천만대에서 2030년 2억 4천만대로 8배 이상 증가할 전망이다
 - 미국: '30년 신규 경량차의 50%를 무공해차로 판매(바이든 행정명령, '21.8)
 - EU: '35년부터 내연기관차 판매 금지 선언(합성연료 예외 적용, Fit for 55 패키지, '21.7)
 - 글로벌 시장: '23년 550억 달러(약 72조원)에서 '30년 3,250억 달러(약 427조원)로 6배 성장 전망(글로벌 컨설팅사 롤랜드버거)

- 우리 정부는 수송부문의 온실가스 배출량을 감축시키기 위해 '2030 국가온실 감축목표(NDC) 상향안'을 발표하였고, '23년 4월, '제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획' 수립을 통해 2030년까지 전기차 보급 목표 420만대, 충전기 123만기 이상 구축 목표를 설정함

- 수송 부문 온실가스 감축 목표: ('18년)98.1 → ('30년)61.0백만톤(△37.8%)
- 목표 달성을 위해서는 전기차 보급 및 활성화, 효율적인 충전인프라 구축이 요구되나, 전기차 화재 증가로 인한 전기차 포비아(EV Phobia)¹⁾와 캐즘(Chasm)²⁾ 현상으로 전기차 보급이 둔화되어 이에 대응하기 위한 안전대책 마련이 필요한 실정임
- 국내 전기차 화재 건수는 차량 보급률 증가 및 기존 차량 배터리 열화 등으로 인해 증가추세에 있으며, '17년 이후부터 '23년 10월까지의 전기차 화재 건수는 145건으로, 매년 2배가량 증가하고 있음
- 차량 등록 수 대비 전기차 화재 발생 비율은 '22년 기준 약 0.011%로 일반 내연기관 차량 화재발생 비율 0.0184%에 비해 낮은 수치지만 향후 노후 전기차 증가로 내연기관 차량 화재 발생 비율과 비슷할 것으로 추정됨

○ 강원특별자치도는 민선 8기 공약사업으로 '도내 10분 내 전기차 충전기 구축'을 통해 2025년까지 10,000기의 전기차 충전기 추가 구축 목표를 설정하였음

- 이에 따라, 2024년 9월을 기준으로 도내에 8,719기의 충전기가 추가 구축되고, 공약사업 수립 시 목표한 차충비 1.7보다 초과 달성한 1.53으로 전기차 충전인프라는 급격히 확장되고 있으나, 전기차 화재 등의 이슈로 전기차 보급 속도는 예상보다 더딘 상황임
- 이러한 문제를 해결하기 위해 강원특별자치도는 「전기자동차 전용 주차구역 화재예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」를 제정하여 화재예방과 안전대책을 마련하는 등 노력을 기울이고 있으나 여전히 개선이 필요한 실정임

1) 전기차 포비아: 전기차의 안전성, 충전, 비용 등에 대한 소비자의 불안과 거부감

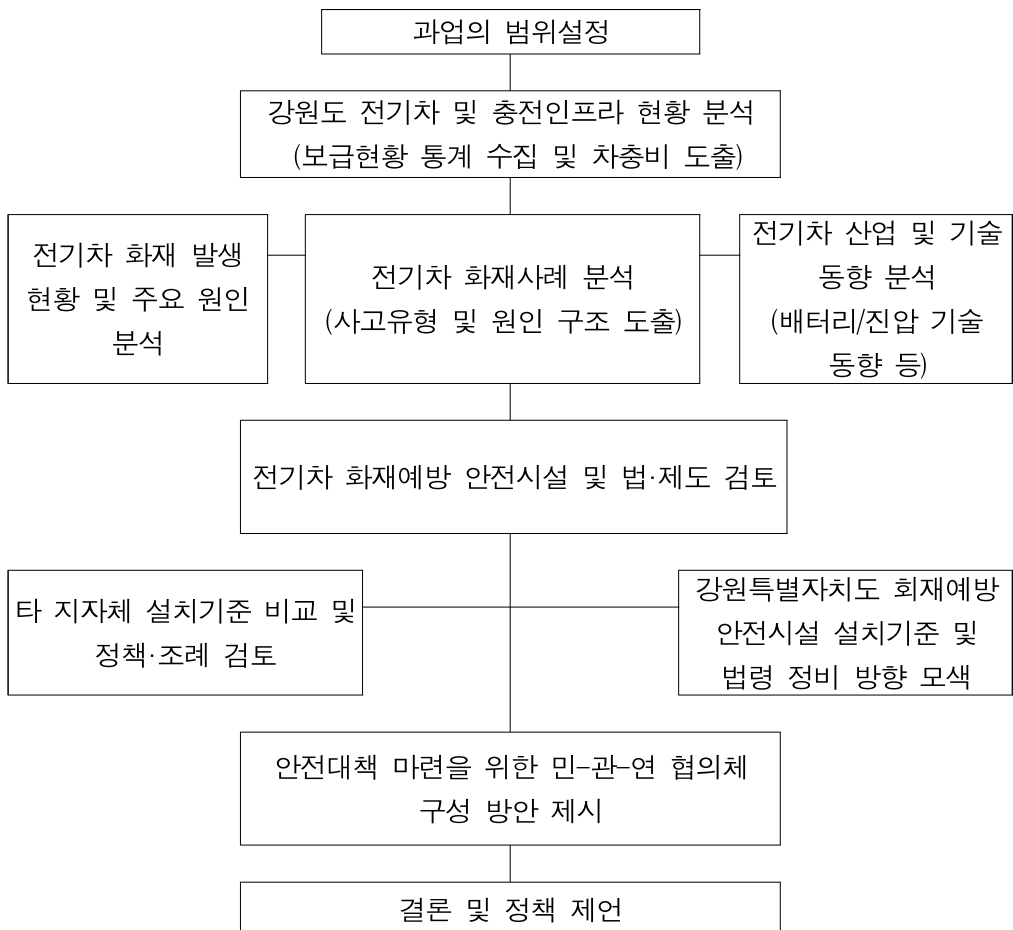
2) 캐즘 현상: 기술이 초기 수용자에서 대중 시장으로 확산되지 못하고 수요가 급감하는 현상



제2절 연구방법

- 본 연구에서는 강원특별자치도의 전기차 및 충전인프라 현황을 파악하고 관련 산업 및 기술 동향, 화재예방 및 대응 안전시설 현황, 법령 및 조례 등을 분석하여 도내 전기차 화재예방 대응방안을 마련하고자 함

[표 1] 연구수행 체계



제2장

전기차 및 충전인프라 현황

제 1 절 전기차 보급 및 충전인프라 구축 현황

제 2 절 전기차 충전인프라 문제점 분석

제2장

전기차 및 충전인프라 현황



제1절 전기차 보급 및 충전인프라 구축 현황

1. 국내 전기차 및 전기차 충전기 보급 현황

- 전기차는 정부의 구매 보조금 및 세금감면 등의 혜택으로 '25년 5월 기준 등록대수 75.4만대(누적)를 넘어섰으며, '20년 13.5만대 대비 약 5.6배가 증가한 수치로 성장하였음
- 국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)에 따르면 전 세계적으로 전기차 이용량은 '30년까지 '22년 대비, 8배 이상 성장할 것으로 전망했고('22년 3천만대 → '30년 2억 4천만대), 향후에도 2050 탄소중립 달성을 위한 정부의 친환경 자동차 보급 확대 정책 및 국민들의 인식 변화로 전기차 등록대수는 꾸준히 증가할 것으로 예상됨
- 또한 우리정부는 '23년 4월 탄소중립녹색성장위원회 제1차 국가기본계획 의결을 통해 '30년까지 전기차 420만대, 충전기 123만기 이상 보급목표를 설정하였음

[표 2] 국내 시·도별 전기차 등록대수 현황

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년 5월
합계	134,962	231,443	389,855	543,900	684,244	754,106
서울	23,393	40,564	59,327	72,937	83,868	88,212
부산	5,355	12,375	22,063	34,643	44,259	48,623
대구	12,630	16,185	24,161	30,396	35,212	37,027
인천	5,366	12,820	26,242	40,397	54,398	62,986
광주	3,210	5,194	9,096	12,538	15,240	16,641
대전	4,469	7,701	14,476	17,889	21,314	22,843
울산	2,274	3,166	5,061	7,838	9,817	10,786
세종	1,148	1,859	3,034	4,393	5,424	5,934
경기	20,477	39,958	77,648	114,117	151,850	169,781
충북	3,883	8,194	15,140	19,972	25,375	28,860
충남	5,489	9,991	16,611	24,130	30,654	34,545
전북	3,323	7,365	12,727	19,795	24,872	26,902
전남	5,223	8,708	15,387	24,200	31,417	35,169
경북	7,051	11,240	19,154	26,776	33,905	37,957
경남	6,308	12,606	22,740	36,225	46,628	52,856
제주	21,285	25,571	32,976	39,418	49,007	52,529
강원	4,078	7,946	14,012	18,236	21,004	22,455

(출처: 국토교통통계누리, 자동차 등록자료 통계)

[표 3] 전기차 관련 주요 대책과 보급목표

연도	대책	2020년	2025년	2030년
'19년10월	미래자동차 산업 발전 전략	-	-	300만대
'20년8월	한국판 뉴딜 종합계획-그린뉴딜	-	113만대	-
'20년10월	미래자동차 확산 및 시장선점 전략	-	113만대	-
'21년2월	제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)	-	113만대	300만대
'21년10월	2030 국가 온실가스 감축목표 상향안	13.5만대	-	362만대
'23년4월	탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획	-	-	420만대

(출처: 각부처 보도자료)

- '25년 5월 기준, 전국 전기차 등록대수는 754,106대였고, 17개 시도 중 경기도가 169,781대로 전기차 등록대수가 가장 많았으며, 다음으로 서울특별시(88,212대), 인천광역시(62,986대), 경상남도(52,856대), 제주특별자치도(52,529대), 부산광역시(48,623대) 순으로 분석되었음
- 전기차 충전기 수는 '20년 34,714기에서 '24년3월 325,667기로 약 9.4배 규모로 증가하였으며, '21년7월 '한국판 뉴딜 2.0'에서 제시된 '21년 보급목표인 누적 96,000기도 초과 달성하였음
 - '23년 6월 환경부에서 발표한 '2030 충전인프라 구축 로드맵'에 따르면 '25년까지 완속충전기(생활거점) 52만기, 급속충전기 6.9만기(이동거점)를 보급하고, '30년까지 완속충전기 108.5만기, 급속충전기 14.5만기를 보급하는 것을 목표로 하고 있음



[그림 1] 환경부 2030 충전인프라 구축 로드맵 충전기 보급 목표

- '25년 5월 기준, 전국 17개 시도 중 전기차 충전기 수는 경기도가 127,964기로 전국 최다 수준이며, 서울특별시(64,623기), 부산광역시(27,236기), 인천광역시(25,511기), 경상남도(25,761기) 순으로 나타났음
- 차충비는 충전기 1기당 충전을 받아들여야 하는 전기차 대수로 작을수록 충분히 충전기가 보급되고 있다는 것을 의미하며, 2025년 5월 기준, 전국 평균 차충비는 1.7로, 충전기 1기가 평균 1.7대의 전기차 수요를 감당하는 수준임
 - 차충비는 제주특별자치도(6.3)가 가장 높아 충전기 부족이 가장 심각했고, 전라남도(2.5), 인천광역시(2.5), 경상남도(2.1) 순으로 열악한 것으로 분석되었으며, 세종특별자치시(1.1), 울산광역시(1.2), 경기도(1.3)는 충전 인프라가 양호한 것으로 나타남

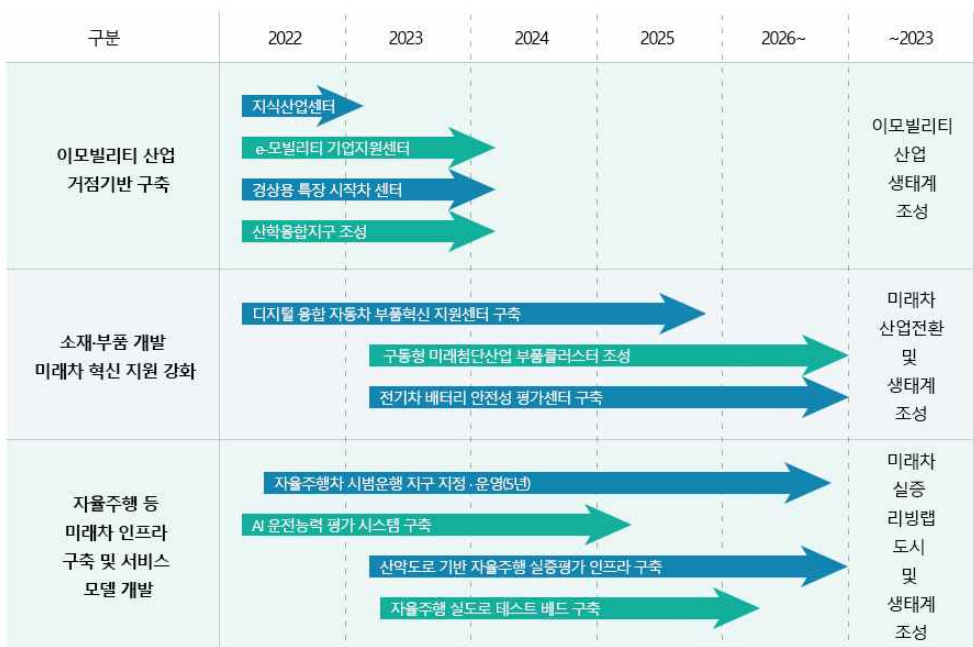
[표 4] 국내 시·도별 전기차 충전기 현황

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년 5월
합계	75,110	107,050	205,205	272,190	371,554	438,123
서울	8,832	14,788	34,774	46,231	58,781	64,623
부산	3,715	5,086	11,468	16,462	22,997	27,236
대구	5,523	7,095	11,730	13,970	17,625	20,588
인천	2,547	4,171	9,525	14,115	20,652	25,511
광주	2,393	3,358	5,920	7,790	10,851	12,910
대전	1,988	2,898	5,894	8,464	11,329	13,090
울산	1,321	1,851	3,400	4,767	6,994	8,748
세종	745	987	2,634	3,454	4,833	5,453
경기	17,239	24,676	52,032	72,450	104,636	127,964
충북	2,625	3,535	6,964	9,031	12,293	14,999
충남	3,564	4,895	8,511	11,623	15,832	18,825
전북	2,703	3,809	6,926	9,426	13,122	15,189
전남	3,181	4,367	6,541	8,622	12,473	14,174
경북	4,897	7,004	10,778	12,939	16,678	19,608
경남	4,449	6,293	11,770	15,204	20,896	25,761
제주	6,771	8,552	9,488	7,370	8,396	8,386
강원	2,617	3,685	6,850	10,272	13,166	15,058

(출처: 무공해차 통합누리집)

2. 강원특별자치도 전기차 및 전기차 충전기 보급 현황

- '22년 2월, 강원특별자치도는 e-모빌리티(이모빌리티) 클러스터(주행로 포함) 고도화를 통해 지속적인 성장이 가능한 전기·전장, 소프트웨어(SW), 센서, 정보통신기술(ICT) 등 고부가가치 미래차 산업 생태계 조성을 위해 '2030 강원 미래자동차 발전 전략'을 발표함



[그림 2] 2030 강원 미래자동차 산업 발전전략

- '30년까지 모빌리티 산업 거점 기반구축 가시화, 소재·부품 개발 미래차 혁신 지원 강화, 자율주행 등 미래차 인프라 구축 및 서비스 모델 개발 등 3대 추진전략, 8개 세부과제를 추진하여 미래자동차 산업 생태계 조성에 국비, 민자 포함 총 4,557억 원을 투자할 계획임

2030 비전

미래차 산업 전환 지원 및 미래차 산업 생태계 구축

e-모빌리티 클러스터(주행로 포함) 고도화를 통해 지속적인 성장이 가능한
고부가가치 미래차 산업(전기차, S/W, 센서, ICT 등) 생태계 조성

추진
목표

- ❶ 2030년도 국내 경형화물전기차 시장 1/3 점유
▲ '30년까지 누적 52천대 생산·보급 및 경·소형 차량 개발·보급 등
- ❷ 2025년까지 미래차 산업 혁신지원 플랫폼 구축
- ❸ 2027년까지 자율주행 등 미래차 실증·시범도시 조성

추진
전략
(과제)

1. 이모빌리티 산업 거점 기반구축 가시화

차량생산 확대 및 차종 다양화 / 생산연구 지원 인프라 확충 /
산업기술 전문 인력 양성

2. 소재·부품 개발 미래차 혁신지원 강화

미래차 혁신지원 플랫폼 구축 / 지역산업 융합형 미래차 핵심 부품
개발 지원 / 초광역권 협력 네트워크 구축

3. 자율주행 등 미래차 인프라 구축 및 서비스 모델 개발

자율주행 플랫폼 구축 및 서비스 모델 개발 / 자율주행 실증·상용화
인프라 구축



[그림 3] 2030 강원 미래자동차 산업 발전전략

- 강원특별자치도는 횡성(우천일반산업단지)에 (주)디피코 전기차 생산공장 건립 및 지역 상생형 지역일자리 사업 등을 기반으로, 초소형전기화물차 양산은 물론, 이모빌리티 산업 연구·지원 인프라 구축 등 이모빌리티 산업생태계 구축을 위해 많은 노력을 기울이고 있음
- 강원특별자치도는 현재 도정 핵심과제로 ‘미래차 산업 육성’을 내세우며 ‘생활권 10분내 전기차 충전기 구축’등 도내 전기차 충전 인프라를 늘리기 위해 적극적으로 노력하고 있음
- 민선 8기 공약사업으로 ‘25년까지 충전기 10,000기 추가 구축 계획을 수립하였으며, ‘25년 3월 기준 해당 공약의 조기 달성을 공식 발표함
- 강원특별자치도의 시군별 전기차 보급 및 충전기 설치현황을 파악하기 위해 가장 최근 통계자료인 ‘2024 강원통계연보’를 분석한 결과, ‘23년 12월 기준, 도내 전체 전기차는 18,236대이며 전기차 충전기는 10,272기가 구축되었고, 충전기 1기당 충전을 받아들여야 하는 전기차 수 비율인 차충비는 1.78로 나타남
- 앞서 ‘국토교통통계누리’를 통해 분석한 2025년 5월 기준 강원특별자치도의 차충비는 1.49로 도내 전기차 충전 인프라가 점차 개선되고 있는 것으로 보임
- 또한, 인제군(1.17), 평창군(1.19), 동해시(1.26)는 상대적으로 낮은 차충비를 보여 충전 인프라가 비교적 양호하게 구축된 것으로 나타났으나 양구군(4.52), 화천군(3.16), 철원군(3.11)은 상대적으로 차충비가 높아 충전 인프라 구축이 시급한 것으로 분석되었음
- 전기차 밀도 지표를 살펴보면, 속초시(6.99대/km²), 원주시(4.82대/km²), 춘천시(3.79대/km²)가 상위권을 차지하며 도심지 중심의 전기차 수요 집중 현상을 보였고, 충전기 밀도 역시 속초시(5.03기/km²), 원주시(3.29기/km²), 동해시(2.86기/km²)에서 높게 나타남

[표 5] 강원특별자치도 시군별 전기차 보급 및 충전기 설치 현황('23년 12월)

구분	전기차수(A)	충전기수(B) (완속+급속)	시군별 면적(C) (km ²)	차충비(A/B)/ 시군별면적	전기차수 (A/C)	충전기수 (B/C)
합계	18,236	10,272	16,873.73	1.78	1.08	0.61
춘천시	4,235	1,838	1,116.4	2.30	3.79	1.65
원주시	4,182	2,860	868.23	1.46	4.82	3.29
강릉시	3,304	1,438	1,040.75	2.30	3.17	1.38
동해시	648	516	180.2	1.26	3.60	2.86
태백시	335	194	303.49	1.73	1.10	0.64
속초시	739	532	105.76	1.39	6.99	5.03
삼척시	630	485	1,187.81	1.30	0.53	0.41
홍천군	605	359	1,820.55	1.69	0.33	0.20
횡성군	520	281	998	1.85	0.52	0.28
영월군	334	158	1,127.32	2.11	0.30	0.14
평창군	566	476	1,463.96	1.19	0.39	0.33
정선군	280	185	1,219.86	1.51	0.23	0.15
철원군	408	131	889.68	3.11	0.46	0.15
화천군	240	76	908.93	3.16	0.26	0.08
양구군	294	65	704.25	4.52	0.42	0.09
인제군	329	281	1,646.1	1.17	0.20	0.17
고성군	293	221	660.75	1.33	0.44	0.33
양양군	294	176	629.69	1.67	0.47	0.28

(출처: 강원특별자치도, 2024 강원통계연보)

- 이러한 지역별 특성은 전기차 화재 발생 시 긴급 대응 역량과 직결되므로, 고밀도 지역에는 고속 대응체계를, 충전기 부족 지역에는 충전기 집중 배치와 함께 화재감지 및 진압 설비를 우선적으로 도입하는 등 시군별 맞춤형 화재 예방 및 대응체계 구축이 요구됨
- 강원특별자치도의 전기차 화재 대응 정책 수립에 있어, 단순한 충전기 보급 확대를 넘어 안전성과 접근성을 동시에 고려한 정밀한 인프라 계획 수립의 필요성을 시사함



제2절 전기차 화재 발생 현황 및 화재 사례

1. 전기차 화재 발생 현황 및 주요 원인 분석

- 최근 2018년부터 2024년 6월까지 전기차 화재는 총 189건이 발생하였으며, 이로 인해 사망 1명, 부상 15명이 발생하였음
 - 연도별 발생 건수는 '18년 3건, '19년 7건, '20년 11건, '21년 24건, '22년 43건, '23년 72건, '24년(6월까지) 29건으로 꾸준히 증가 추세를 보이고 있으며, 화재로 인한 전체 재산피해는 약 48.4억 원 규모임
 - 전기차 화재 증가는 전기차 보급 확대에 따른 구조적 증가로 판단되며, 이에 따른 화재 예방과 대응체계의 지속적인 강화가 요구됨
 - 최근 3년간 전기차 화재는 총 139건이 발생하였으며, 여기서 사망 1명, 부상 6명이 발생하였음

[표 6] 2018년~2024년 6월 전기차 화재 발생 통계

구분	화재(건)	사망(명)	부상(명)	재산피해(천원)
2018	3	0	0	13,145
2019	7	0	1	270,029
2020	11	0	0	360,740
2021	24	0	1	878,084
2022	43	0	3	913,362
2023	72	1	9	1,463,986
2024(6월)	29	1	1	942,606
합계	189	1	15	4,841,952

(출처: 소방청, 화재정보통계시스템)

- 유형별로는 운행 중 화재가 전체의 약 49.2%(93건), 주차 중 화재가 29.6%(56건), 충전 중 화재가 18.0%(34건)로 나타났으며, 이 세 가지 유형이 전체 화재의 96.8%를 차지함

[표 7] 2018년~2024년 6월 전기차 화재 유형별 분석

구분	계	운행 중	주차 중	충전 중	정차 중	견인 중
2018	3	1	2	0	0	0
2019	7	3	3	1	0	0
2020	11	3	5	3	0	0
2021	24	12	7	4	1	0
2022	63	22	10	10	1	0
2023	72	34	21	13	3	1
2024(6월)	29	18	8	3	0	0
총합	189	93	56	34	5	1

(출처: 소방청, 화재정보통계시스템)

[표 8] 2018년~2024년 6월 발화 요인별 전기차 화재 분석

구분	원인 미상	전기적 요인	부주의	교통 사고	기계적 요인	화학적 요인	기타	계
2018	0	1	1	0	1	0	0	3
2019	1	2	0	2	2	0	0	7
2020	5	0	0	4	2	0	0	11
2021	5	7	6	2	0	2	2	24
2022	13	11	9	3	3	0	4	43
2023	23	17	11	13	3	0	5	72
2024(6월)	1	1	8	5	2	5	0	29
총합	48	46	35	29	13	7	11	189

(출처: 소방청, 화재정보통계시스템)

- 발화 요인별 분석 결과, 화재 원인이 미상인 경우가 48건(25.4%)으로 가장 많았으며, 전기적 요인이 46건(24.3%), 부주의 35건(18.5%), 교통사고 29건(15.3%), 기계적 요인 13건(6.9%), 기타 11건(5.8%), 화학적 요인 7건(3.7%) 순으로 나타났음
- 장소별 전기차 화재 현황(2021~2023년)을 분석한 결과, 전체 139건 중 일반도로에서의 발생이 68건(약 48.9%)으로 가장 많았음
 - 다음으로 지상 주차장 32건(23.0%), 지하 주차장 10건(7.2%), 고속도로 13건(9.4%) 순으로 나타나, 도로 및 주차시설에서의 화재 발생 비율이 전체의 88.5%를 차지하는 것으로 나타남

[표 9] 2021년~2023년 장소별 전기차 화재 현황 분석

구분	2021	2022	2023	계
일반도로	11	24	33	68
주차장 지상	5	12	15	32
주차장 지하	1	2	7	10
공지	1	2	3	6
고속도로	3	2	8	13
기타도로	3	1	6	10
합계	24	43	72	139

(출처: 소방청, 화재정보통계시스템)

- 참고로 최근 2018년부터 2024년 6월까지 공동주택 전기차 화재는 27건이 발생하였고 화재의 발생 원인은 원인 미상 19건, 전기적 요인 3건, 화학적 요인 2건, 기타 3건 등으로 나타남
 - 특히, 전기차 화재 발생 유형은 주차 중 화재가 17건(63%), 충전 중 화재가 10건(37%)으로 분석됨
 - 공동주택의 전기차 화재는 인명피해는 적었지만 재산 피해와 화재로 인한 2차 피해가 가중될 수 있어 지속적인 관리와 관심이 필요함

[표 10] 2018년~2024년 6월 화재 발생 전기차 제작사, 차명, 최초발화점, 배터리 제조사

제작사	건수	차명	건수	배터리 제조사	건수	최초발화점	건수
현대	61	코나 EV	22	LGES	63	고전압배터리	76
기아	24	포터2 EV	16	SK on	54	차량기타부품	36
한국지엠	15	볼트 EV	13	삼성SDI	9	외부요인	24
르노코리아	9	아이오닉5	11	파나소닉	6	미상	3
폭스바겐그룹	9	SM3 Z.E.	9	Lishen	2	-	-
테슬라	6	붕고3 EV	9	Zhongke(중국)	1	-	-
비바모빌리티	2	E-tron	6	CATL	1	-	-
KG모빌리티	2	EV6	5	BYD	1	-	-
쎄보모빌리티	2	아이오닉 EV	4	ETP(중국)	1	-	-
대창모터스	2	니로(DE) EV	3	Farasis(중국)	1	-	-
마이브	1	일렉시티	3	-	-	-	-
마스터전기차	1	쏘울(PS) EV	3	-	-	-	-
스마트솔루션	1	레이 EV	3	-	-	-	-
피라인모터스	1	브이버스60	2	-	-	-	-
디피코	1	모델Y	2	-	-	-	-
그린모빌리티	1	모델3	2	-	-	-	-
벤츠	1	아이오닉EV	2	-	-	-	-
-	-	모델X	2	-	-	-	-
-	-	기타 모델*	22	-	-	-	-
합계	139	합계	139	합계	139	합계	139

(출처: 전용기 의원실 자료, 한국교통안전공단 자동차안전연구원 제공)

* 기타 모델: 다니고1, e-Tron Sportback 55 qu., MOTZ-FAMI, 볼트 EUV, CEVO-C SE, 포르토탱, 아이오닉6, 이-화이버드(eFiBIRD), ID.4 pro, 토레스EVX, HYPERS1612N, 니로 EV, SMART EV Z, G80 EV, 마스타VAN, Q4 e-tron, 마이브 M1, 카운티 일렉시티, CEVO-C, 다니고밴EV, 볼트EV, EQE 350+

- 최근 2018년부터 2024년 6월까지 139건의 전기차 화재 사례를 분석한 결과, 제작사별로는 현대자동차가 61건으로 가장 많은 화재 건수를 기록하였으며, 다음으로 기아자동차 24건, 한국지엠 15건, 르노코리아 및 폭스바겐그룹 각 9건, 테슬라 6건 순으로 나타남
- 차명별로는 현대 코나 EV가 22건으로 가장 많았으며, 다음으로 포터2 EV 16건, 볼트 EV 13건, 아이오닉5 11건, SM3 Z.E. 및 봉고3 EV 각 9건, E-tron 6건, EV6 5건, 아이오닉 EV 4건 순이었음
 - 배터리 제조사별로는 LG에너지솔루션(LGES)이 63건으로 가장 많았으며, 다음으로 SK on 54건, 삼성SDI 9건, 파나소닉 6건, Lishen(중국) 2건 순으로 나타났음
 - 최초 발화점으로는 고전압 배터리에서 발생한 화재가 76건으로 가장 많았고, 다음으로 차량 기타 부품 36건, 외부요인에 의한 화재 24건이었으며, 이 외에도 발화 지점이 확인되지 않은 미상 사례가 3건 있었음



[그림 4] 전기차 화재 사례

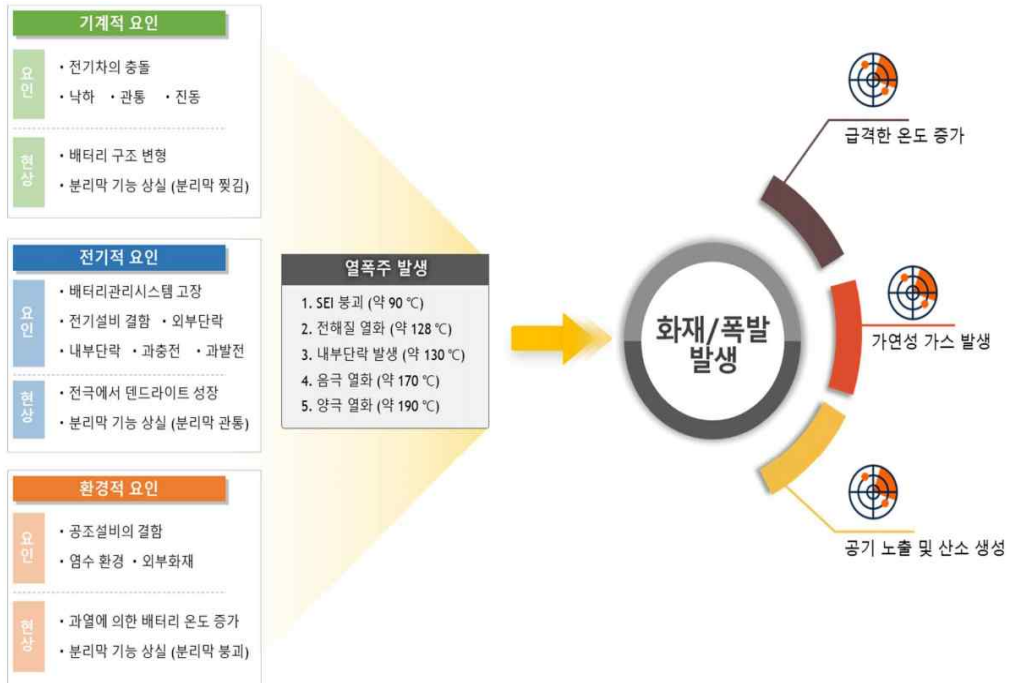
2. 전기차 화재 사례 및 문제점 분석

- 현재 전기차의 화재 발생률은 10,000대당 1.68%로, 내연기관 차량의 1.88%보다 낮지만, 전기차의 화재 진압은 훨씬 더 어려우며, 짧은 채택 기간으로 인해 완전히 안전하다고 볼 수 없음
 - 전기차의 주요 화재 원인은 배터리의 과충전, 외부충격, 과열, 제조 불량 등에 의한 것으로, 기계적, 전기적, 환경적 요인으로 구분되며, 이러한 원인에 의해 배터리 셀에 스트레스가 가해지면 열이 발생하며 열폭주(Thermal runaway) 현상으로 발전하게 되는데 전기차의 리튬 이온 배터리는 물과 반응성이 높아 화재 시 물로 쉽게 소화하기 어려운 단점이 있음
 - 일반 차량 화재의 경우 약 1톤의 물과 1시간의 진화 시간이 소요되는 반면, 전기차 배터리 화재 진압에는 약 110톤의 물과 8시간의 진화 시간이 필요하며 일반 소방펌프차 1대의 소화용수가 약 3천 리터(약 3톤)임을 고려할 때, 상당한 소방력이 요구됨을 의미함

[표 11] 전기차 화재의 주요 원인

구분	주요 원인	내용
배터리 결함	리튬이온 배터리의 열폭주 현상	◦ 고온 또는 과충전 시 내부 압력이 상승하여 분리막 손상 및 양극·음극 간 단락이 발생, 열폭주로 연쇄 발화 가능성 있음
BMS 결함	배터리 관리 시스템(BMS) 오류	◦ 전압, 전류, 온도 등을 실시간 모니터링하는 BMS의 기능 저하로 과충전, 과방전, 과열 등의 위험 상황을 감지하지 못해 화재로 이어질 수 있음
배선 및 커넥터 결함	전기 배선 및 커넥터의 접촉 불량 또는 절연 파손	◦ 복잡한 전기 배선과 커넥터에서 발생하는 접촉 불량이나 절연 파손은 단락을 유발하여 화재의 원인이 될 수 있음
급속충전에 따른 배터리 노화	반복적인 급속충전으로 인한 배터리 열화	◦ 반복적인 급속충전은 배터리 셀의 열화와 내부 저항 증가를 초래하여, 장기적으로 화재 위험을 높일 수 있음

(출처: 인천연구원 연구자료 재구성)



[그림 5] 전기차 배터리 화재 요인의 구분

- 전기차의 배터리에 발생할 수 있는 열폭주(Thermal Runaway)는 리튬이온 배터리 내부에서 과열, 과충전, 외부 충격 등으로 인해 내부 반응이 통제 불가능한 상태로 진행되며 급격히 온도가 상승하고 폭발적 화재로 이어지는 현상으로, 특정 셀에서 시작되어 인접 셀로 전이되며, 전체 배터리 팩이 연쇄적으로 폭발할 수 있음
- 열폭주는 일반적으로 다음의 4단계를 거쳐 발생함
 - 1단계: 특정 셀의 열화 단계에서는 배터리 내부의 결함이나 외부 충격으로 셀이 불안정해짐
 - 2단계: 가스 및 열 방출 단계에서는 내부에서 가연성 가스가 배출되며, 온도와 압력이 점점 상승함



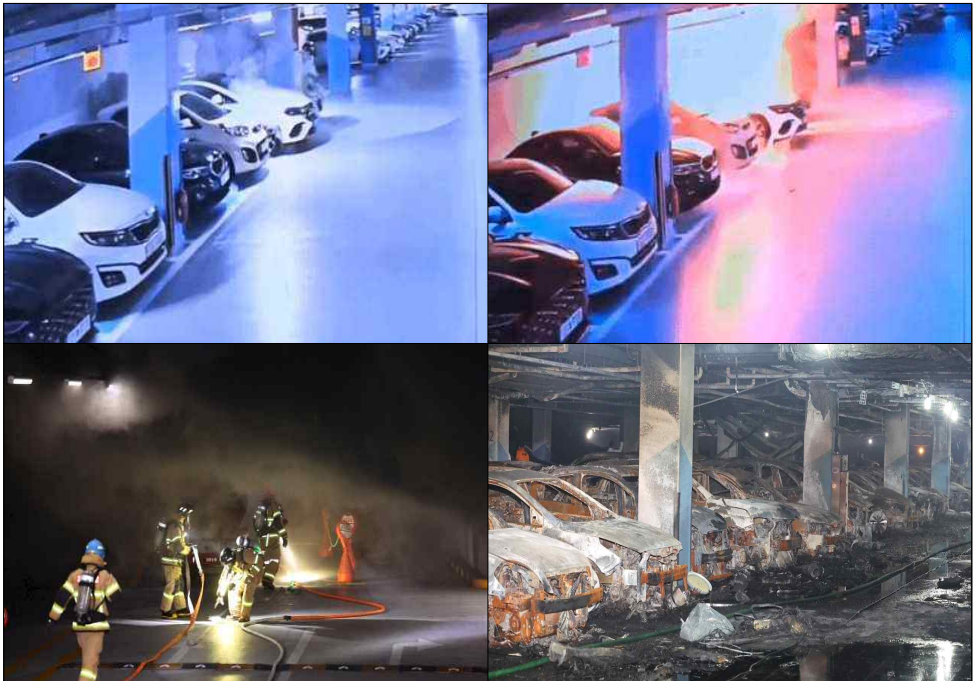
[그림 6] 전기차 배터리팩의 열폭주 단계

- 3단계: 열폭주 발생 단계에서는 내부 단락 등으로 인해 자가 발열이 폭주하면서 화염과 유독가스를 동반한 폭발이 일어남
- 4단계: 열폭주의 전이 단계에서는 인접한 셀로 열이 전달되어 연쇄적으로 폭발이 발생하게 됨
- 열폭주는 전기차 화재의 주요 위험요소 중 하나로, 초기에 징후를 파악하고 구조적으로 확산을 방지하는 기술이 중요함

○ 전기차 보급이 증가됨에 따라 전기차 화재 발생은 증가 추세에 있으며, '24년 8월, 인천 청라국제도시의 한 아파트 지하 주차장에서 발생한 전기차 화재가 국내 주요 전기차 화재 사례로 평가됨

- '24년 8월 1일 오전, 인천 청라제일풍경채 2차 아파트 지하 1층 주차장에서 주차 중이던 메르세데스-벤츠 EQE 350 전기차에서 화재가 발생했고, 화재는 약 8시간 20분 만에 진압되었으며, 이 과정에서 총 880대의 차량 피해(전소 42대 포함), 23명의 인명피해(연기흡입 등), 1,500여 세대의 단전·단수 및 184세대의 대피 등 대규모 피해가 발생하였음
- 화재 차량은 충전 중이 아니었음에도 배터리에서 자발적 열폭주 현상이 발생해 급격한 연소 확산이 이루어졌으며, 해당 차량에 탑재된 파라시스(FARASIS)사의 NCM 배터리는 과거 중국에서 화재 위험으로 리콜된 이력이 있는 제품임

- 지하 주차장의 스프링클러가 준비작동식 방식으로 설치되어 있었음에도 관계자의 조작과 중계기 고장으로 인해 작동하지 않아 초기 화재 확산을 방지하지 못했음
- 지하 주차장의 낮은 층고(2.45m)로 인해 소방차 진입이 불가능했고, 150m 떨어진 램프를 통해 우회 투입하면서 화점 접근 및 진화에 큰 시간이 소요되었음
- 청라 화재는 전기차 배터리의 안전성 문제, 초기 대응 시스템의 한계, 구조적 소방 진입 제약 등 복합적 취약 요소가 맞물린 대형 사고로, 향후 전기차 화재 대응 정책 전반에 대한 근본적 재검토와 보완의 필요성을 드러낸 사례라고 할 수 있음



[그림 7] 청라 아파트 지하 주차장 전기차 화재 사례

[표 12] 국내 전기차 화재 발생 사례

발생 시기	화재 유형	발화 원인 및 내용	피해 규모 및 인명 피해	전기차 모델	장소
2020.08	충전 중 화재	충전 중 배터리 과열, 결함 의심	차량 일부 소실, 인명 피해 없음	현대 코나 EV	대구
2021.05	주행 중 화재	고전압 배선 단락(전기적 요인)	차량 일부 소실, 인명 피해 없음	기아 니로 EV	경기도 평택
2022.03	주행 중 화재	고전압 배터리 결함(제조사 리콜 대상)	차량 전소, 운전자 경상	쉐보레 볼트 EV	경기도 수원
2022.06	주행 중 화재	고속도로 주행 중 충격 흡수대와 충돌, 배터리 손상으로 화재	차량 전소, 운전자 2명 사망	현대 아이오닉 5	부산 남해고속도로
2022.12	주행 중 화재	차량 외벽 충돌 후 배터리 손상, 화염 확산	차량 전소, 운전자 경상	현대 아이오닉 5(택시)	경북 영주
2023.04	주행 중 화재	하부 도로 잔해물과의 충돌로 배터리팩 손상, 열폭주	차량 전소, 운전자 경상	쉐보레 볼트 EV	경기도 평택
2024.06	주행 중 화재	하부 충격(외부 충격)으로 인한 배터리 손상, 발화성 냉매 사용 지적	차량 전소, 운전자 경상	현대 아이오닉 5	부산
2024.08	주차 중 화재	배터리 열폭주 추정. 정차 중 연기 발생 후 폭발, 배터리 결함 가능성 조사 중	차량 전소, 인근 차량·시설 피해, 인명 피해 없음	메르세데스-벤츠 EQE 350	인천 청라 아파트 지하주차장
2025.01	주차 중 화재	기기 내 과열 차단장치 미작동. 주차장 내 자연 발화	차량 전소, 인명 피해 없음	쉐보레 볼트 EUV	대전 유성구
2025.03	충전 중 화재	급속충전 중 배터리 발열 및 손상. 충전기와 차량 연결부 과열 추정	차량 전소, 인명 피해 없음	기아 EV6	경기도 수원
2025.04	주행 중 화재	고전압 배선 피복 손상으로 인한 단락. 주행 중 하부에서 연기·화염 발생	차량 일부 소실, 운전자 경상	제네시스 GV60	서울 강서구

(출처: 기사자료)

[표 13] 국외 전기차 화재 발생 사례

발생 시기	화재 유형	발화 원인 및 내용	피해 규모 및 인명 피해	전기차 모델	장소
2020.04	충돌 후 화재	교통사고 후 배터리 손상으로 인한 열폭주	차량 전소, 탑승자 경상	테슬라 모델 S	미국 텍사스 휴스턴
2020.06	주차 중 화재	배터리 결함(리콜 대상), 주차 중 자연 발화	차량 전소, 인명 피해 없음	현대 코나 EV	노르웨이 오슬로
2021.04	충돌 후 화재	교통사고 후 배터리팩 파손으로 열폭주 발생, 진화에 7시간 소요	차량 전소, 탑승자 사망	테슬라 모델 S	미국 텍사스
2021.07	충전 중 화재	충전 중 배터리 과열 (여름철 고온 및 충전기 결함 영향)	차량 전소, 인명 피해 없음	니오 ES8	중국 상하이
2021.09	충돌 후 화재	가드레일 충돌 후 배터리 손상으로 발화	차량 전소, 운전자 사망	포르세 타이칸	중국
2024.12	충전 중 화재	공공 충전소 인프라 결함 및 배터리 과열	차량 전소, 인근 차량 일부 피해	르노 조에	프랑스 파리
2025.05	주행 중 화재	고온 환경에서 주행 중 배터리 열폭주로 인한 발화	차량 전소, 운전자 경상	BYD 한(漢) EV	중국 광저우
2025.06	선적 중 화재	운송 중 전기차 배터리에서 발화, 다수 차량 연쇄 화재 발생	차량 수십 대 소실, 인명 피해 없음	테슬라, 포드 등 혼합	미국 알래스카 인근 해상

(출처: 기사자료)

- 강원특별자치도내 전기차 화재는 '19년 1건을 시작으로 '23년 4건, '24년 2건이 발생하여 현재까지 총 7건의 화재가 발생하였으며, 화재 원인은 대부분 배터리의 전기적 요인인 것(배터리팩 열폭주, 전원공급 케이블 이상, 캠핑용 보조배터리 불량)으로 밝혀짐

[표 14] 강원특별자치도 전기차 화재발생 현황

발생시기	발생 지역	발생장소 (충전여부)	전기차 모델	인명피해 (재산피해/천원)	화재원인
2019.07.28.	강릉	실외 (충전 중)	현대 코나	1 (49,608)	전기적 요인 (배터리팩 열폭주)
2023.03.07.	원주	실내 (충전 중)	쉐보레 볼트	- (26,211)	전기적 요인 (배터리팩 열폭주)
2023.03.23.	원주	실외 (주행 중)	디피코 포르트로 EV탑	- (83)	전기적 요인 (전원공급 케이블)
2023.04.10.	춘천	실외 (미 충전)	기아 쏘울 EV	1 (11,000)	전기적 요인 (캠핑용 보조배터리)
2023.05.13.	평창	실외 (충전 중)	르노코리아 SM3 ZE	- (11,000)	전기적 요인 (배터리팩 열폭주)
2024.02.02.	삼척	실외 (주행 중)	현대 아이오닉6	- (56,000)	주행중 사고 (가로등 충돌)
2024.10.26.	원주	실외 (주행 중)	테슬라	- (20,000)	전기적 요인 (경고등 점등 후 화재)

◦ 2019년 1건, 2023년 4건으로 총 5건 발생

◦ 2023년 4월 춘천 전기차 화재는 캠핑용 보조배터리에서 발생

(출처: 강원특별자치도 소방본부 내부자료 및 기사자료)

제 3 장

전기차 산업 및 기술 동향

제 1 절 전기차 배터리 유형 및 기술 발전 동향

제 2 절 전기차 화재 진압 및 예방 기술 현황

제3장

전기차 산업 및 기술 동향



제1절 전기차 배터리 유형 및 기술 발전 동향

1. 전기차 배터리 유형

- 전기차 시장은 에너지 전환과 탄소중립 기조에 따라 급성장 중이며, 중심에는 고성능·고안전성 배터리 기술이 있음
 - 배터리는 전기차의 주행거리, 충전속도, 안전성, 비용에 직접적인 영향을 주는 핵심 부품으로, 배터리 기술 경쟁력 확보는 자동차 산업 경쟁력과 직결됨
 - 전기차의 리튬이온 배터리는 양극, 음극, 분리막, 전해질로 구성된 이차전지로, 리튬이온이 양극과 음극 사이를 이동하며 충·방전되는 방식으로 작동함
- LFP(리튬인산철, Lithium Iron Phosphate)
 - 양극재로 리튬과 인산철 화합물을 사용하는 리튬계 배터리로 가격이 저렴하고, 고온 안정성이 우수하며, 충·방전 수명이 길다는 장점이 있으나, 에너지 밀도가 낮아 장거리 주행 성능은 제한적임(셀 기준 160~180Wh/kg)

- 테슬라 모델3 표준형, BYD 블레이드 배터리 등 중저가형 전기차 및 상용차에 널리 적용됨

○ NCM/NCA(삼원계, Nickel-Cobalt-Manganese/Aluminum)

- 양극재로 니켈·코발트·망간(NCM) 또는 니켈·코발트·알루미늄(NCA)을 혼합한 리튬계 배터리로 고에너지 밀도(셀 기준 200~260Wh/kg)를 가지며, 저온 성능이 우수한 장점이 있지만, 원재료 단가가 높고 열폭주 위험이 존재함
- 현대차 E-GMP 플랫폼, BMW i시리즈, 테슬라 모델S·X·Y(롱레인지) 등 고성능 모델에 적용됨
- 청라 전기차 화재와 관련하여 중국 FARASIS(파라시스)사의 NCM 배터리 결함이 원인으로 추정됨

○ Na-ion(나트륨이온 배터리)

- 리튬 대신 나트륨을 사용한 차세대 이온전지로, 자원 매장량이 풍부하고 가격이 저렴하며, 저온 환경에서도 작동 성능이 우수하나, 에너지 밀도가 낮음(셀 기준 약 100~160Wh/kg 수준)
- CATL, BYD 등 중국계 업체 주도로 2025년 내 상용화 예정이며, 도심형 소형 EV 및 에너지저장장치(ESS)용으로 기대됨

○ 전고체 배터리(All-Solid-State Battery, ASSB)

- 액체 전해질 대신 고체 전해질을 사용하는 리튬계 차세대 배터리로, 리튬금속 음극 적용이 가능하며, 에너지 밀도 극대화(500Wh/kg 이상 가능성), 화재 위험 최소화 등의 이점이 있으나, 제조공정이 복잡하고 단가가 높아 상용화까지 시간이 요구됨
- 삼성SDI, 도요타, 퀀텀스케이프 등 글로벌 기업 주도로 2027~2030년 사이 고급 전기차 및 항공모빌리티용으로 단계적 상용화 추진 중



[그림 8] 리튬 이온 배터리의 작동 원리

(출처: LG에너지솔루션)

[표 15] 전기차 배터리의 종류 및 특성

구분	정의	장/단점	에너지 밀도	적용 사례
LFP	양극재로 리튬과 인산철 화합물을 사용하는 리튬계 배터리	◦ 저렴한 가격, 높은 열안정성, 긴 수명 ◦ 낮은 에너지 밀도	160~180 Wh/kg (셀 기준)	테슬라 모델3 표준형, BYD 블레이드 배터리
NCM /NCA	니켈·코발트·망간 또는 알루미늄을 혼합한 리튬계 배터리	◦ 높은 에너지 밀도, 저온 성능 우수 ◦ 고가, 열폭주 위험	200~260 Wh/kg (셀 기준)	현대 E-GMP, BMW i시리즈, 테슬라 롱레인지
Na-ion	리튬 대신 나트륨을 사용하는 차세대 배터리	◦ 저비용, 자원 풍부, 저온 성능 양호 ◦ 낮은 에너지 밀도	100~160 Wh/kg (셀 기준)	CATL, BYD의 도심형 EV, ESS용 배터리
ASSB	액체 전해질 대신 고체 전해질을 사용하는 리튬계 배터리	◦ 고안전성, 리튬금속 음극 가능, 고밀도 ◦ 제조 난이도·단가 높음	최대 500 Wh/kg 이상 (이론상)	삼성SDI·도요타·퀀텀 스케이프, 고급 EV·항공모빌리티 (개발 중)

(출처: 기사자료 재구성)

2. 전기차 배터리 셀 유형

- 전기차에 탑재되는 리튬이온 배터리는 셀의 구조에 따라 원통형, 각형, 파우치형으로 구분되며, 동일한 화학 조성을 바탕으로 하되 구조 설계, 열관리 방식, 생산 공정, 차량 내 적용 방식에서 서로 다른 특성을 보임
 - 배터리 제조사 및 완성차 업체들은 제품 전략과 차량 플랫폼에 따라 셀 구조를 선택하고 최적화하는 방향으로 기술개발을 진행하고 있음
- 원통형 셀(Cylindrical Cell)
 - 전극과 분리막을 말아 금속 캔에 삽입하고 밀봉하는 구조를 활용함으로써 생산 자동화에 적합하고, 기계적 강도를 확보하며, 열을 효과적으로 분산시키는 특징이 있음
 - 표준화된 규격(18650, 2170, 4680 등)을 적용함으로써 대량 생산 효율을 향상시키고, 품질의 일관성을 유지하는 데 효과적이며, 셀 팽창에 대한 내구성과 내압 특성을 높이는 데에도 적합함
 - 반면, 셀 간 빈 공간이 발생하여 공간 효율이 저하되고, 팩 차원의 에너지 밀도 확보에 한계를 초래하는 단점이 있으며, 셀 수 증가로 인해 BMS 및 배선 설계를 복잡하게 만들고, 용접 공정을 증가시킴
 - 적용 사례로는 테슬라(모델S, 사이버트럭 등), 리비안, 루시드 등이 있으며, 최근에는 4680 셀을 차체 구조와 통합하여 셀 투 바디(Cell-to-Body) 아키텍처로 확장하는 방향으로 기술이 발전하고 있음

○ 각형 셀(Prismatic Cell)

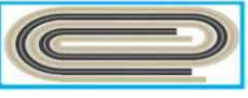
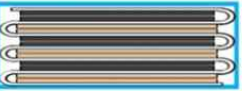
- 전극을 겹겹이 쌓거나 말아서 사각형 금속 상자에 넣는 구조로, 배터리 공간을 효율적으로 쓰고 셀 용량을 키우기 용이하며, 셀과 모듈의 수를 줄일 수 있고, 팩 설계의 일체화 촉진 및 시스템 복잡도를 낮출 수 있음
- 그러나, 셀 사이에 냉각 여유가 거의 없고, 충·방전 반복 시 팽창으로 인해 전극 손상이나 전해질 분포 불균형이 발생할 수 있으며, 냉각판 구성이나 열 분산 설계의 복잡도가 높을 뿐 아니라, 조립 공정이 정교하여 제조 비용이 상승하는 단점이 존재함
- BMW, 폭스바겐, BYD, CATL 등에서 이 구조를 널리 활용하고 있으며, 대표적으로 BYD 블레이드 배터리와 GM의 차세대 LMR 각형 셀이 고도화된 기술 적용 사례로 평가되고 있음

○ 파우치형 셀(Pouch Cell)

- 얇은 알루미늄 필름 파우치에 전극을 적층하고 밀봉하는 구조를 도입함으로써 무게를 줄이고, 에너지 밀도를 높이며, 셀 형상 설계에 유연성을 부여하는데 유리함
- 제조공정 또한 적층→포장→전해질 주입 순으로 비교적 단순하여 대형 셀을 유연하게 설계하는 데 적합함
- 그러나, 구조적 지지체가 없기 때문에 외부 충격이나 셀 팽창에 대응하기 위한 보강 설계가 필수적이며, 장기 사용 시 내부 가스 발생이나 팽창 현상으로 인해 수명과 안정성에 영향을 줄 수 있고, 밀봉이 손상될 경우, 전해질 누출 위험이 존재하여 팩 설계 시 보호구조 확보가 요구됨

- LG에너지솔루션, SK온 등 국내 주요 배터리 기업들이 주력 생산 중이며, GM 볼트, 현대·기아, 포드 Mach-E 등 다양한 전기차 모델에서 광범위하게 활용되고 있음

[표 16] 전기차 배터리 셀의 종류 및 특성

구분	원통형 셀	각형 셀	파우치형 셀
형상 구조	원형 금속 캔  	사각 하드 케이스  	얇은 필름 파우치  
기계적 강도	매우 우수	우수	취약
에너지 밀도	중간	높음	매우 높음
열관리 효율	공극 냉각으로 용이함	냉각판 등 복잡한 구조 요구	설계 유연성에 따라 달라짐
공정 난이도	자동화 용이	조립 복잡, 용접 필요	적층 및 밀봉으로 단순~중간 수준
중량 대비 효율	중간	높음	매우 높음
대표 적용 사례	테슬라, 리비안, 루시드	BYD, BMW, 폭스바겐	LG, SK, GM, 현대·기아 등

(출처: 기사자료 재구성)

3. 최신 배터리 기술 발전 동향

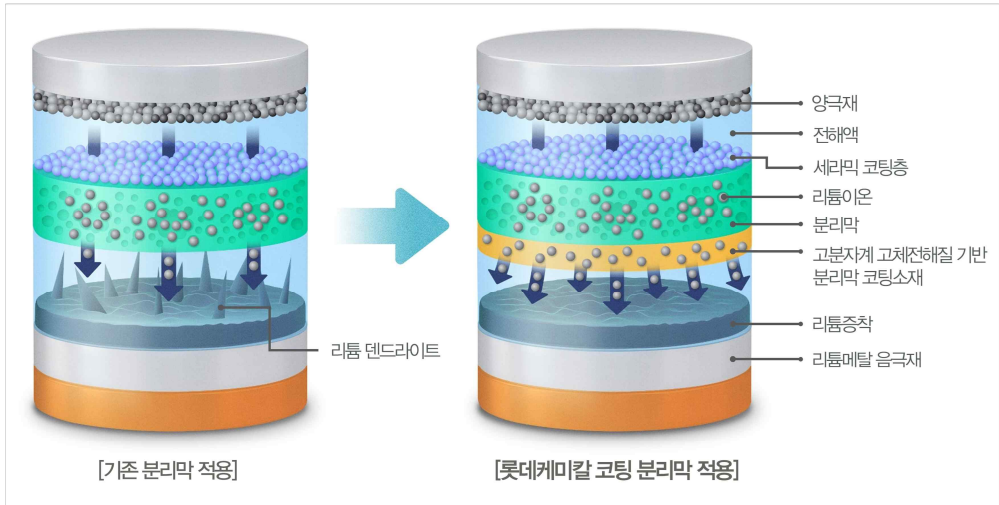
○ 실리콘 음극 기술

- 흑연 음극에 실리콘을 혼합해 리튬 저장 용량을 증가시키고 에너지 밀도를 높이는 기술임
- 충·방전 시 발생하는 실리콘의 부피 팽창으로 인해 수명 저하가 유발되는 한계가 존재하여, 나노 구조 제어, 고탄성 바인더 적용, 표면 코팅 기술을 병행 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있음
- 복합 음극재의 실리콘 함량을 단계적으로 높이는 전략을 중심으로 LG에너지솔루션, 파나소닉, Sila Nanotechnologies 등이 상용화를 추진 중임



[그림 9] 실리콘 음극 기술

(출처: LG에너지솔루션)



[그림 10] 리튬메탈 배터리

(출처: 롯데케미칼)

○ 리튬메탈 음극 및 전고체 배터리

- 금속 리튬 음극과 고체 전해질을 적용해 에너지 밀도 향상과 화재 위험 감소를 동시에 달성하려는 차세대 배터리 기술임
- 고체 전해질은 액체 전해질 대비 열 안정성과 비인화성을 확보할 수 있으나 계면 저항과 낮은 이온전도도 문제가 수반되어, 황화물 및 산화물계 고체 전해질을 기반으로 계면 제어와 덴드라이트 억제를 목표로 연구가 진행되는 중임
- 삼성SDI, 퀀텀스케이프, Nanotechnologies 등은 2027~2030년 상용화를 목표로 시제품 검증 및 대량 생산 공정 확보에 주력하고 있음

○ 고망간 양극재(LMR, Lithium Manganese Rich) 기술

- 니켈과 코발트 사용량을 줄이고 망간 함량을 늘리는 고망간 양극 기술은 원재료 비용을 절감하고, 자원 공급 리스크를 낮추는 방안으로 부상하고 있음

- 고용량 구현에는 유리하지만 반복 충·방전 시 전압 강하와 열적 안정성 저하가 발생하는 구조적 한계를 지니고 있으며, 현재 소재 내 안정성 확보를 위해 결정구조 제어, 도핑 기술, 계면 안정화 방안 등에 대한 연구가 진행되고 있음
- GM과 Ford는 2028년까지 LMR 양극 기반 각형 셀을 차세대 전기 트럭 및 SUV에 적용하기 위한 계획을 수립하고 있으나, 전압 강하와 구조 불안정성, 고온 안전성 확보 등 기술 과제가 여전히 남아 있음

○ 소듐이온(Na-ion) 배터리

- 리튬 대신 나트륨을 사용하는 기술은 저원가 배터리를 구현하고, 희소 금속 의존도를 낮추는 현실적 대안으로 주목받고 있는 기술임
- 리튬이온 대비 에너지 밀도는 낮지만, 화재 위험이 낮고 저온 성능이 우수하다는 장점으로 ESS 시장에서도 주목받고 있음
- 프러시안블루계 양극과 경질탄소 음극 중심으로 저가형 플랫폼 최적화를 위한 소재 연구가 활발히 이루어지고 있음
- CATL, BYD 등 주요 기업들이 2025년을 기점으로 양산 체제에 돌입할 계획이며, 도심형 전기차를 중심으로 초기 시장을 확대하고 있음

○ 배터리 재사용·재활용 기술

- 수명이 종료된 배터리에서 유가금속을 추출하거나, 성능이 유지되는 셀을 선별해 재사용하는 자원순환형 기술임
- 원재료 확보 부담을 줄이고 환경 규제를 대응할 수 있다는 점에서 지속가능성과 경제성을 모두 확보하는 특징이 있음
- 테슬라, LG, SK 등은 북미 및 유럽 지역에 재활용 공정을 구축하고, 직접 재생, 습식 침출 등 다양한 방식의 상용화를 추진하고 있음



[그림 11] CTP 및 CTB 기술

(출처: BYD)

○ 배터리 팩 설계 혁신(CTP, CTB)

- CTP(Cell-to-Pack), CTB(Cell-to-Body) 기술은 셀을 모듈 없이 팩 또는 차체에 직접 통합해 공간 활용도를 높이고 중량을 줄이는 차세대 시스템 설계 기술임
- 모듈 생략을 통해 구조 단순화와 부품 수 절감이 가능하며, 침지식 냉각 및 고속 충전 기능과 연계해 시스템 효율을 높일 수 있음
- 테슬라는 4680 셀 기반 CTB를 양산 적용 중이며, BYD는 블레이드 배터리 구조를 전기차 플랫폼 전반에 적용하여 부품 수를 줄이고 중량을 경감하는 효과를 실현하고 있음

○ 전기차 배터리는 셀 구조를 고도화하고, 핵심 소재 기술을 강화하며, 시스템 통합 설계를 발전시키는 방향으로 빠르게 진화하고 있음

- 배터리 제조사와 완성차 업체들은 차량 플랫폼, 주행거리, 가격 경쟁력 등 다양한 요소를 고려해 폼팩터와 셀 기술을 전략적으로 선택하고 있음
- 향후 2025~2035년은 리튬이온 배터리 기술의 성숙과 더불어 전고체, 소듐이온 등 차세대 기술의 도입이 병행되는 과도기로, 기술선도와 원가 절감, 안전성 확보를 위한 다층적인 대응 전략이 요구되는 시기가 될 것으로 전망됨

[표 17] 전기차 배터리 기술 발전 동향

구분	기술 정의	기술 현황	업체 현황
실리콘 음극	리튬 저장 용량을 높이기 위해 흑연에 실리콘을 혼합하는 기술	실리콘 팽창 문제를 해결하기 위해 나노구조 제어 및 바인더 기술을 적용하는 중	LG에너지솔루션, 파나소닉, Sila 등이 고실리콘 복합 음극을 개발 중
리튬메탈 음극 및 전고체 배터리	리튬메탈 음극과 고체 전해질을 적용해 고에너지·고안전성 배터리를 구현하는 기술	덴드라이트 억제 및 계면 안정화를 위한 고체 전해질 기술을 개발 중	삼성SDI, 퀀텀스케이프, Sila 등이 2027~30년 상용화를 목표로 추진 중
고망간 양극재 (LMR)	니켈·코발트 사용량을 줄이고 망간을 늘려 원가 절감과 자원 리스크를 완화하는 기술	전압 강하와 구조 불안정성 해결을 위한 도핑 및 계면 기술을 개발 중	GM, Ford, LG, SK온 등이 2028년 적용을 목표로 고망간 양극재를 개발 중
소듐이온 배터리	리튬 대신 나트륨을 사용해 원재료 비용을 낮추는 배터리 기술	프러시안블루계 양극과 경질탄소계 음극 중심으로 저가형 플랫폼을 구축 중	CATL, BYD 등이 2025년 양산을 계획하고 유럽 기업들도 개발을 진행 중
재사용·재활용 기술	폐배터리를 재사용하거나 유가 금속을 회수하는 순환형 자원 기술	직접 재생, 습식 침출 등 다양한 공정을 통해 자원 회수 효율을 높이는 중	테슬라, LG, SK온 등이 재활용 설비를 확장하며 글로벌 협업을 강화 중
팩 설계 혁신 (CTP·CTB)	셀을 모듈 없이 팩이나 차체에 직접 통합하여 공간 효율을 높이는 구조 기술	침지식 냉각 및 고속 충전 기술과 결합해 전체 시스템 성능을 고도화하는 중	테슬라, BYD가 상용화에 성공했으며 국내 업체도 기술 내재화를 추진 중

(출처: 기사자료 재구성)



제2절 전기차 화재 진압 및 예방 기술 현황

- 전기차 화재는 발생 이후 쉽게 진화하지 못하는 특성을 가지며, 리튬이온 배터리 화재의 경우, 전소하기 전까지는 완전히 소화되지 않음
 - 또한, 최종적으로 완전한 진화를 위해 냉각소화를 필요로 하고, 초기 대응에도 어려움을 보임
- 전기차 화재는 열폭주로 인한 재발화 위험성을 갖고 있으며, 소방연구원의 연구 결과에 의하면 최초 열폭주 발생 시 약 1,200℃까지 급격히 온도가 상승하고, 순간적으로는 최대 약 1,900℃까지 도달하는 것으로 나타남
 - 열폭주는 화재 진화를 어렵게 만들며, 배터리에 축적된 열이 재발화를 유발할 가능성이 높고, 전기차 화재 발생 시 유독성 가스가 다량 방출될 가능성이 있으며, 화재 지점 접근도 어려운 문제점이 있음
- 전기차 화재는 일반적인 화재보다 소화에 많은 시간이 소요되며, 2020년 4월 경기도 안산과 2021년 7월 세종시에서 발생한 사례를 보면 출동에서부터 완전 진화까지 약 1시간이 소요되었음
 - 배터리 화재는 냉각소화가 필수적이어서 다량의 물을 주수하거나 냉각을 위해 수조에 담가 소화하는 방법을 활용하고 있음
- 전기차 화재의 특수성과 그에 따른 대응 한계를 고려할 때, 기술적 대응 수단 마련이 시급한 과제로 대두되고 있음
 - 따라서 본 절에서는 현재 적용 및 개발되고 있는 전기차 화재 진압 및 예방 기술 현황에 대해 살펴보하고자 하였음

1. 전기차 화재 진압 기술

○ 전자동 질식소화캡

- 센서가 열·연기·불꽃을 감지하면 차량 상부에 불연성 덮개를 자동 하강시켜 산소를 차단하고, 상단의 살수 노즐을 통해 배터리를 냉각시키는 무인 자동 소화 시스템임
- 인명 접근 없이 초기 화재에 대응 가능하고, 설치 면적이 적어 지하주차장 환경에 적합하나, 구획 단위 고정형의 경우 커버 범위에 제약이 있고 정기 점검이 요구됨
- 국내에서는 2024년 서울 광진구 공영주차장 및 용산구청 지하주차장에 시범 설치되어 실증을 완료하였으며, , 대구 남구, 인천광역시 등 여러 지방자치단체에서 전자동 질식소화캡을 설치·운영하고 있으며, 앞으로도 전기차 보급 확대에 따라 다양한 지자체에서 관련 장비 도입이 늘어날 전망이다



[그림 12] 전자동 질식소화캡

(출처: 산업일보)

○ 배터리 관통식 관창

- 고압 드릴로 차량 하부를 관통해 배터리팩에 구멍을 낸 뒤 고압수를 직접 분사하여 열폭주를 빠르게 진압하는 고정식 자동 냉각 시스템임
- 기존 방식 대비 진화 시간이 크게 단축되며 내부 셀 직접 냉각이 가능하나, 설치 구조와 차량 정렬 정확도가 요구됨
- 서울, 부산, 경기, 충남, 강원 등 여러 지역의 소방기관이 2023년~2024년에 걸쳐 관통형 진압장비를 도입하였음



배터리 하부 천공, 소화수 직접 분무



화재 진압 완료

[그림 13] 바닥 관통형 배터리 냉각 시스템

(출처: 한국경제)

○ 이동식 소화수조

- 화재 차량을 크레인으로 들어 올려 대형 물탱크에 침수시켜 열폭주를 완전히 차단하는 방식의 이동식 수조형 진화 장치임
- 재발화 가능성이 거의 없고 완전 냉각이 가능하나, 장비 확보와 운반 공간 확보가 어렵고 운용 효율성이 낮음
- 2022년 말 제주도에서 이동식 침수조를 최초로 실전 투입하여 큰 효과를 거둔 바 있으며, 부산, 인천, 서울 등의 소방기관에서도 일부 보유하고 있음



[그림 14] 차량 침수형 진화 시스템

(출처: 동아일보)

○ 고성능 스프링클러 및 급수설비

- 분당 18.4L 이상 살수 가능한 고방출량 스프링클러와 전용 급수배관을 전기차 전용 구역에 적용하는 수계 기반 진화 시스템임
- 초기 화재 확산을 억제하는 기본 설비로 안정적이지만, 배관 인프라 구축과 급수압 유지가 필요함
- 2024년 8월 소방청 TF가 발표한 ‘지하주차장 전기차 화재안전 종합대책’에 따르면, 앞으로 전기차 주차가능 지하주차장에는 빠른 작동이 가능한 습식스프링클러를 설치하고 충전구역에는 조기반응형 헤드(주차면당 2개 이상)를 의무화할 계획임

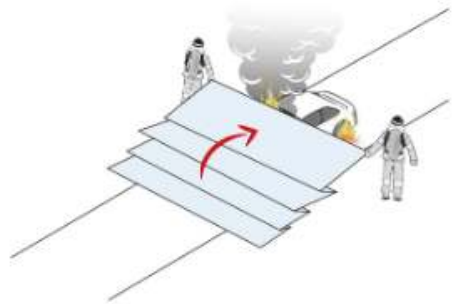


[그림 15] 고성능 스프링클러 및 급수설비

(출처: 동아일보)

○ 질식소화포(=질식소화덮개)

- 고내열 불연성 섬유로 제작된 대형 소화포를 차량에 덮어 산소를 차단하고 열 확산을 억제하는 수동 대응 장치임
- 구조가 단순하고 비용이 저렴해 초기 진압에 유용하나, 배터리 내부 열폭주까지는 완전 진압이 어려움
- 질식소화포는 비교적 단가가 낮고 취급이 쉬워 2020년대 후반 전국적으로 빠르게 보급되고 있고, 경주시, 노원구, 창녕군, 파주시 등의 지자체가 비치하고 있음



[그림 16] 질식소화포

(출처: fireblock)

○ 고정식 자동 살수노즐 시스템

- 열 또는 연기 감지기와 연동된 고정형 살수노즐이 특정 구획에 집중 살수하여 배터리 발화 확산을 억제하는 자동 진화 설비임
- 자동 작동으로 초기 대응이 가능하며 구역별 조절이 용이하나, 배관과 감지기 오작동에 대비한 유지관리 체계가 필요함
- 육송(주)에서 2023년 소방산업실용화연구개발 과제로 한국소방산업기술원과 공동 개발, 현재 상용화하고 있으며 대기업 및 지자체, 금융권, 리조트 등 200여곳에 설치 운영 중임



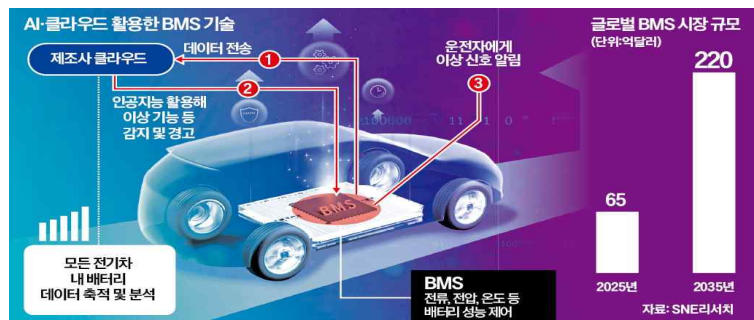
[그림 17] 고정식 자동 살수노즐 시스템

(출처: 오토뷰)

2. 전기차 화재 예방 기술

○ 예지 진단 BMS(Battery Management System)

- 배터리의 전압·전류·온도·저항 등 실시간 데이터를 분석하여 이상 징후를 조기에 감지하고 운전자나 충전설비에 경고를 전달하는 예지 진단 기능의 배터리 관리 시스템임
- 발화 전 대응이 가능하고 유지보수 효율이 높으나, 진단 정확도 확보와 데이터 표준화가 요구됨
- 2016년 GM이 가장 먼저 상용화했으며, 현대차, 기아, 제네시스 등 E-GMP 전기차 및 LG에너지솔루션 배터리 기반 글로벌 9개사 완성차 전기차(2025년 기준)에 기본 또는 옵션으로 적용되어 있음



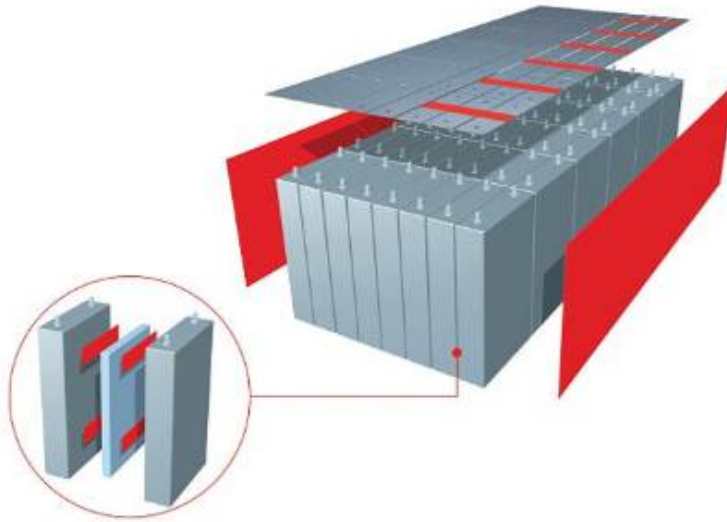
[그림 18] 배터리 예지진단형 BMS

(출처: 한국경제)



[그림 19] 과열·화재 감지 기능이 탑재된 전기차 충전기 (출처: 전기신문)

- 충전 커넥터 과열 감지 및 절연 진단
 - 충전기와 차량 간 접속부의 온도 또는 절연 저항을 실시간으로 감지하여 과열 또는 단락 징후가 발생하면 충전을 중단하는 안전 제어 기술임
 - 접점 불량이나 충전기 결함으로 인한 화재를 사전에 방지할 수 있으나, 센서 내구성과 감지 오차에 대한 검증이 필요함
 - 환경부가 2023년 관련 기술기준을 마련하였고, 2024년부터 스마트 완속 충전기에 적용되어 보급 중임
- 이중 차단형 스마트 충전 시스템
 - 충전 중 이상 전류나 온도 상승이 감지되면 전원 공급과 통신 제어를 동시에 차단하여 충전을 즉각 중단하는 복합 안전 차단 기술임
 - 충전설비 자체 발화를 예방하는 구조적 대응이 가능하나, 시스템 복잡성으로 인해 초기 도입 비용이 높음
 - 2024년 10월 기준 전국 전기차 충전기 중 약 40만 기가 설치·운영되고 있으며, 이중 신규 완속 충전기 상당수가 정부 목표에 따라 이중 차단형 등 화재 예방 스마트 충전 시스템으로 교체·도입되고 있음



[그림 20] 셀간 차열 격리 구조(배터리셀 패드)

(출처: lkcelltech)

○ 셀간 차열 격리 구조

- 배터리 셀 간에 발화지연 또는 불연성 소재(예: 차열 시트, 내화성 패드)를 적용하여 열폭주 발생 시 인접 셀로의 열 전이를 지연시키는 구조
- 기존의 진동 흡수 및 스웰링 완충 목적의 배터리셀 패드에 난연 기능을 포함한 복합형 제품이 개발되고 있으며, 일부는 셀간 차열재로도 활용 가능함
- 셀간 차열 구조는 배터리팩 내 구조적 안정성은 향상되지만, 용적 증가 및 원가 부담이 발생할 수 있음
- 배터리셀 패드는 2021년부터 국내 주요 전기차(현대차, 기아 등)에 본격적으로 장착 및 납품되기 시작했으며, 2024년 기준으로 국내 전기차 생산 라인에 광범위하게 적용되고 있음

○ 불연성 전해액 및 고안정성 소재 적용

- 인화성이 낮은 전해질이나 난연성 고분자 소재를 적용하여 전해액 자체의 발화 가능성을 낮추는 화재 예방 중심의 배터리 소재 기술임
- 화재 예방 효과가 높고 소재 기반 안전성을 강화할 수 있으나, 출력 성능 저하와 원가 이슈가 존재함
- 국내외 배터리 기업에서 2023년 이후 시제품 개발을 완료하였으며, 2025년 이후 상용화를 목표로 인증 절차가 진행 중임

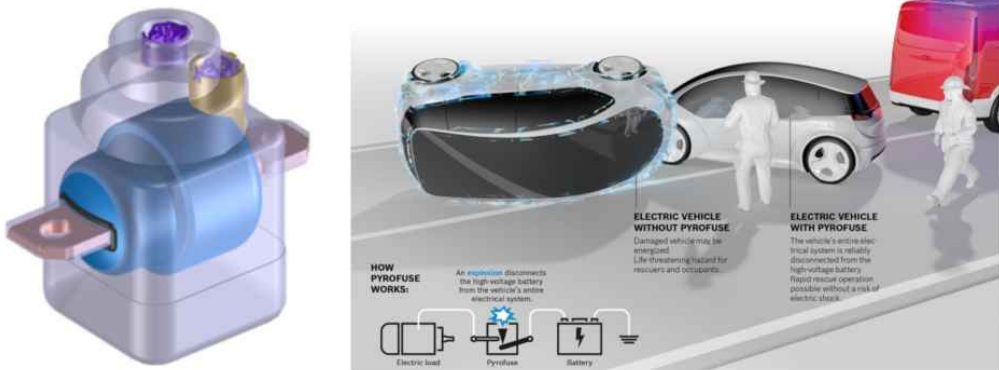
○ 셀 단위 자동소화 시스템

- 배터리 셀 내부에 내장된 소형 소화약제가 발화 또는 이상 압력 발생 시 자동으로 분사되어 해당 셀을 독립적으로 진압하는 내장형 대응 기술임
- 열폭주 초기 단계에서 개별 셀 확산을 차단할 수 있으나, 시스템 복잡성과 원가 부담이 있으며 차량 설계 단계부터 통합되어야 함
- 현대모비스가 2023년 세계 최초로 개발하여 기술을 공개하였으며, 유럽 일부 지역의 안전 기준 변화에 맞춰 2025년 이후 상용화를 준비 중임



[그림 21] 셀 단위 자동소화 시스템

(출처: 현대모비스)



[그림 22] 고전압 회로 자동 차단장치(Pyro-Fuse)

(출처: Miba, Bosch)

○ 고전압 회로 자동 차단장치(Pyro-Fuse)

- 이상 전류나 충격 발생 시 화약 기반의 퓨즈가 작동하여 고전압 회로를 즉시 단절함으로써 2차 화재 확산을 방지하는 보호 장치임
- 작동 속도가 빠르고 비교적 단순한 구조이나 1회성 장치로 사고 후 재사용이 불가하고 물리적 교체가 필요함
- 대부분의 전기차에 기본적으로 탑재되고 있으며, 최근에는 열폭주 감지 연동형으로 고도화가 진행되고 있음

제4장

전기차 화재예방 및 대응 안전시설

제 1 절 전기차 화재예방 관련 법·제도 현황

제 2 절 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

제 3 절 민-관-연 협의체 구성 방안

제4장

전기차 화재예방 및 대응 안전시설



제1절 전기차 화재예방 관련 법·제도 현황

1. 전기차 관련 법령

- 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 및 시행령
 - 환경친화적 자동차의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 종합적인 계획 및 시책을 수립하여 추진하도록 함으로써 자동차산업의 지속적인 발전과 국민 생활환경의 향상을 도모하며 국가경제에 이바지함을 목적으로 함
 - 공공건물 및 공동주택 등 일정 규모 이상의 시설 소유자에게 전기차 충전시설 및 전용주차구역 설치를 의무화하고 있으며, 설치 기준은 주차면수의 5% 이상을 시·도 조례로 규정하도록 하고 있음
 - 또한 국가 및 지방자치단체는 관련 충전시설과 주차공간의 확충을 위해 재정적·기술적 지원을 할 수 있도록 규정하고 있음
 - 그러나, 법률의 핵심이 충전 인프라 확충에 집중되어 있어, 화재 예방 및 안전관리 측면의 규정은 부재함

○ 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」

- 특정소방대상물 등에 설치하여야 하는 소방시설등의 설치·관리와 소방용품 성능관리에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하고 공공의 안전과 복리 증진에 이바지함을 목적으로 함
- 지하주차장을 포함한 특정소방대상물에 대해 스프링클러, 경보설비, 피난설비, 소화용수설비 등의 소방시설을 의무적으로 설치·유지하도록 하고 있음
- 그러나, 전기차 배터리 화재의 특수한 성격(예: 열폭주, 재발화 등)을 반영한 별도의 기준이 존재하지 않아, 내연기관 차량과 동일한 소방기준이 적용되고 있음

○ 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」

- 화재의 예방과 안전관리에 필요한 사항을 규정함으로써 화재로부터 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하고 공공의 안전과 복리 증진에 이바지함을 목적으로 함
- 소방안전관리자 제도를 통해 일정 규모 이상의 건축물에 대해 화재예방과 초기 대응 활동을 수행하도록 규정하고 있고, 법령에 따라 소방 교육 및 훈련, 위험물 관리 등 전반적인 화재예방 활동이 포함됨
- 그러나, 일반 건축물과 동일한 범주에서 전기차 관련 시설을 관리하도록 되어 있으며, 전기차 특성에 맞는 추가 대응 기준이나 특수훈련 등은 포함되어 있지 않음

○ 「한국전기설비규정(KEC)」

- 전기설비기술기준 고시(이하 “기술기준”이라 한다)에서 정하는 전기설비(“발전·송전·변전·배전 또는 전기사용을 위하여 설치하는 기계·기구·댐·수로·저수지·전선로·보안통신선로 및 그 밖의 설비”를 말한다)의 안전성과 기술적 요구사항을 구체적으로 정하는 것을 목적으로 함

- 현재 기준, 국내에서 전기차 충전장치 설치에 대한 규정을 유일하게 포함하고 있으며, 전기차 충전설비에 대해 감시용 CCTV 설치, 접지 및 차단장치 확보 등의 안전기준을 명시하고 있음
- 또한, 충전설비 자체의 화재 예방을 위한 기술적 조치가 중심이며, 설치 시의 설비 안전성을 확보하는 데 중점을 둠
- 특히 지하주차장에 대해서 CCTV의 설치, 지하주차장 3층이내 설치, 설치 구역의 벽, 기둥, 천장, 바닥의 내화구조, 이동식 충전기 설치 금지 등 추가적인 조항을 규정함
- 그러나, 충전기 외부 요인 또는 차량 자체 문제로 인한 화재 등 충전 중이 아닌 상태의 전기차에서 발생하는 화재에 대한 기술 기준이나 대응 요건은 포함되어 있지 않음

○ 「주차장법 시행규칙」 등 지하주차장 관련 기준

- 「주차장법」은 주차장의 설치·정비 및 관리에 필요한 사항을 규정함으로써 자동차교통을 원활하게 하여 공중(公衆)의 편의와 안전을 도모함을 목적으로 하고, 기계식주차장에서 발생한 사고에 초점을 맞추고 있으며, 「주차장법 시행규칙」은 「주차장법」 및 같은 법 시행령에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함
- 「주차장법 시행규칙」의 지하주차장 관련 규정에서 차량 진입을 고려한 주차장 높이를 최소 2.3m 이상으로 확보하도록 하고 있으며, 공원형 단지 등 지상 주차가 불가능한 공동주택의 경우, 진입로 높이를 2.7m 이상으로 확보하도록 별도 규정되어 있음
- 그러나 기존 건축물의 상당수는 2.3m 내외로 설계되어 있어, 일부 소방차량, 특수소화장치, 고정식 제연장비 등의 진입이 어려운 구조적 한계가 존재함(경형 소방차조차 2.8m 이상 필요)

2. 전기차 화재 관련 국내 지방자치단체 조례

- 2025년 8월 기준, 전국 17개 광역자치단체 중 16개가 본청 차원의 전기자동차 화재예방 및 안전시설 관련 조례 제정을 이미 제정하였으며, 이는 전체의 94.1%에 해당함
 - 유일하게 미제정으로 확인되었던 제주특별자치도도 2025년 7월 관련 조례가 발의된 상태로, 사실상 전국 모든 광역단체가 제정 또는 제정 예정 단계에 있으며, 따라서 광역단체 차원의 정책 기반은 전국적 수준에서 완비 단계로 평가할 수 있음
- 전국 226개 기초자치단체 중 88개 단체가 조례를 제정하여 제정률은 38.9% 수준에 머물고 있음
 - 지역별로 차이가 크며, 대전광역시 5개 구 전체가 제정 완료하여 100% 달성하였고, 서울특별시는 25개 구 중 16개가 제정하여 64%를 기록했으며, 광주광역시는 5개 구 중 4개 제정으로 80% 수준에 도달함
 - 반면, 전라남도(22개 중 3개, 13.6%), 전북특별자치도(14개 중 2개, 14.3%), 경상북도(23개 중 2개, 8.7%)는 제정률이 15% 미만으로 저조하였고, 충청북도는 기초자치단체에서 단 한 곳도 제정하지 못한 상태로 분석됨
 - 수도권의 경우 경기도는 31개 시·군 중 19곳이 제정하여 61.3%를 기록, 전국 평균 대비 빠른 확산세를 보임
- 강원특별자치도는 총 18개 시·군 중 8개 시군(44.4%)이 제정을 완료하였음
 - 춘천시, 원주시, 속초시, 고성군, 양양군, 평창군, 홍천군, 화천군

- 또한, 「강원특별자치도교육청 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」(2024.11.1.)를 전국 17개 광역 교육청 중 유일하게 제정하여, 학교 및 교육기관 내 전기차 충전시설 확산에 대응한 학생 및 교직원 안전 확보와 교육현장 특화 화재예방 체계를 최초로 제도화한 사례로 평가됨

[표 18] 전국 전기차 화재예방 및 안전시설 조례 제정 현황(2025.8월 기준)

구분	기초지자체 수	기초지자체 제정 수	기초지자체 제정률	광역 본청 제정 여부	교육청 제정 여부
서울	25	17	68%	제정(2023.10.04)	X
부산	16	7	44%	제정(2023.07.05)	X
대구	8	3	38%	제정(2024.10.30)	X
인천	10	4	40%	제정(2024.03.28)	X
광주	5	3	60%	제정(2025.04.25)	X
대전	5	5	100%	제정(2024.09.27)	X
울산	5	2	40%	제정(2025.04.03)	X
세종	1	-	-	제정(2025.01.01)	X
경기	31	13	42%	제정(2024.10.11)	X
강원	18	7	39%	제정(2024.09.27)	O
충북	11	0	0%	제정(2024.12.27)	X
충남	15	4	27%	제정(2024.07.10)	X
전북	14	2	14%	제정(2024.11.01)	X
전남	22	3	14%	제정(2024.12.19)	X
경북	23	2	9%	제정(2024.05.23)	X
경남	18	7	39%	제정(2024.11.11)	X
제주	2	0	0%	조례 발의 진행 중	X

- 본 연구에서는 전국 전기차 화재 예방 관련 조례 중 서울, 인천, 부산, 경북, 울산 동구, 강원특별자치도 등 상대적으로 이른 시기에 제정한 지자체 사례를 중심으로 주요 내용과 특징을 분석하였음
- 「서울특별시 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」
 - 제정/시행일: 2023.10.04./2024.07.01. (일부개정 2024.09.30.)
 - 목적: 전기자동차 전용주차구역의 화재를 예방하고 안전시설 지원에 필요한 사항을 규정하여 시민의 안전과 재산을 보호하는 것을 목적으로 함
 - 주요내용: 시장이 전용주차구역의 화재 예방 및 대응계획 수립, 안전시설 설치 지원, 화재 예방 홍보 및 교육, 화재 대응 매뉴얼 마련 등을 규정함
 - 안전시설 설치기준: 물막이판, 질식소화덮개, 전용 열화상 카메라, 충수용 급수설비, 상방향 직수장치 등 화재 진압 관련 설비 및 장비 기준 마련
 - 관계인 권고 기준: 충전시설의 화재 대응·방지 기능 탑재, 과충전 방지 및 정보통신 기능 충전시설 설치, 옥외·지상 설치 권장, 지하 설치 시 외기 근접 구역 설치 등 권고 가능
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 있음(시장 주관으로 제작 및 배포 규정)
 - 특이사항: 차량 제조사, 충전시설 관리주체, 유관기관 등과 협력체계 구축 가능, 외부 전문기관 위탁 가능
- 「인천광역시 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」
 - 제정/시행일: 2024.03.28./2024.07.01.(최종 개정 2025.03.12.)

- 목적: 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재를 예방하고 관련 안전시설 지원에 필요한 사항을 규정함으로써 시민의 생명과 재산 보호를 목적으로 함
 - 주요내용: 시장이 전용주차구역 화재 예방 대책 수립 및 안전시설 설치 지원, 관계인 협조 체계 마련을 규정함
 - 안전시설 설치기준: 물막이판, 질식소화덮개, 전용 열화상 카메라, 충수용 급수설비, 바닥밀폐형 트레이 및 배관 하부 보호패널 설치 기준 마련
 - 관계인 권고 기준: 전용주차구역 및 충전시설의 옥외·지상 설치, 지하 설치 시 외기와 근접한 곳 설치, 화재 방지 기능이 있는 충전시설 설치 등을 권고할 수 있도록 규정
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 있음(시장 주관으로 마련 및 배포 규정)
- 「부산광역시 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」
- 제정/시행일: 2023.07.05./2023.07.05.(최종 개정 2024.12.25.)
 - 목적: 환경친화적 자동차 전용주차구역 및 충전시설의 지상 설치를 권장하고 환경친화적 자동차 화재로 인한 피해 예방과 신속한 대응을 위해 필요한 사항을 규정함으로써 시민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 함
 - 주요내용: 시장이 안전시설 설치 지원을 하고, 지상 설치 권장, 화재 예방 관련 체계를 구축하도록 규정
 - 안전시설 설치기준: 물막이판, 차량용 질식소화덮개, 전용 CCTV 등 설치기준 마련
 - 관계인 권고 기준: 지상 설치, 안전시설 설치, 화재 대응·방지 기능 탑재 충전시설 설치 및 과충전 방지 기능 설치 권고 가능
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 있음(시장 주관으로 마련 및 배포 규정)

- 「경상북도 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」
 - 제정/시행일: 2024.05.23./2024.05.23.
 - 목적: 환경친화적 자동차 전용주차구역 및 충전시설의 화재로 인한 피해 예방과 안전시설 지원에 필요한 사항을 규정함으로써 경상북도민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 함
 - 주요내용: 도지사가 화재 예방과 안전시설 설치 지원, 관계인 협조 등 화재 예방 관리 규정
 - 안전시설 설치기준: 방화벽, 물막이판, 질식소화덮개, 전용 CCTV, 충수용 급수설비, 상방향 직수장치 등 설치 기준 마련
 - 관계인 권고 기준: 전용주차구역 및 충전시설 지상 설치 및 안전시설 설치를 도지사가 권고 가능
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 있음(도지사 주관으로 마련 및 배포 규정)

- 「울산광역시 동구 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재예방 및 안전시설 지원에 관한 조례」
 - 제정/시행일: 2024.06.27./2024.06.27.
 - 목적: 환경친화적 자동차 전용주차구역 및 충전시설의 지상 설치를 권장하고 환경친화적 자동차 화재로 인한 피해 예방과 신속한 대응을 위해 필요한 사항을 규정함으로써 주민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 함
 - 주요내용: 구청장이 안전시설 설치 지원과 지상 설치 권장, 관계인의 화재 예방 및 대응 조치를 권고할 수 있도록 규정
 - 안전시설 설치기준: 격리방화벽, 스프링클러, 질식소화포, 물막이판 급수배관, 제연경계벽, 전용 연기배출 덕트, 전용 화재감시 카메라, 상방향 직수장치 등 설치 기준 마련

- 관계인 권고 기준: 지상 설치, 지하 설치 시 안전시설 및 화재 예방 대응 설비 마련, 충전시설의 화재 대응 기능 확보, 자체 소방훈련 및 교육 등을 구청장이 권고 가능
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 없음
- 「강원특별자치도 전기차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」
- 제정/시행일: 2024.09.27./2024.09.27.
 - 목적: 전기차 전용주차구역에 대한 화재를 예방하고 관련 안전시설 지원에 필요한 사항을 규정하여 강원특별자치도민의 안전과 재산을 보호함을 목적으로 함
 - 주요내용: 도지사가 전용주차구역 화재 예방 및 안전시설 설치 지원과 3년 단위 대응계획 수립, 관계인의 화재 예방 및 대응 협력을 규정
 - 안전시설 설치기준: 불꽃감지기 카메라 등 화재감지 및 경보설비, 질식소화덮개, 차수판, 충수 급수시설, 상방향 직수장치, 방화벽 등 설치 기준 마련
 - 관계인 권고 기준: 도지사가 관계인에게 안전시설 설치 기준 준수를 권고할 수 있도록 규정
 - 화재대응 매뉴얼 유무: 없음
 - 특이 사항: 차량 제조사, 충전시설 관리주체, 유관기관 등과의 협의체 또는 협력체계 구성 및 운영 가능

[표 19] 전기차 화재예방 관련 지방자치단체 조례 주요 내용 비교

구분	목적	안전시설 설치기준	관계인에 대한 권고	화재 대응 매뉴얼
서울	전용주차구역 화재 예방 및 안전시설 지원 규정으로 시민 안전과 재산 보호	물막이판, 질식소화덮개, 감시 전용 열화상 카메라, 총수용 급수설비, 상방향 직수장치 등	화재 대응·방지 기능 탑재 충전시설 설치, 과충전 방지 및 배터리 정보 제공 기능, 옥외·지상 설치 권장, 지하 설치 시 외기 근접 구역 설치 등	있음
인천	전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 사항 규정으로 시민 생명과 재산 보호	물막이판, 차량용 질식소화덮개, 감시 전용 CCTV, 총수용 급수설비 등	옥외·지상 설치 권장, 지하 설치 시 출입구 인근 등 외기 근접 설치, 안전시설 설치 권고	있음
부산	전용주차구역 및 충전시설 지상 설치 권장, 화재 피해 예방과 신속 대응 사항 규정	방화벽, 물막이판, 차량용 질식소화덮개, 감시 전용 CCTV, 총수용 급수설비 등	지상 설치 및 안전시설 설치 권고	있음
경북	전용주차구역 및 충전시설의 화재 예방 및 안전시설 지원 사항 규정	방화벽, 물막이판, 차량용 질식소화덮개, 감시 전용 CCTV, 총수용 급수설비, 상방향 직수장치 등	지상 설치 및 안전시설 설치 권고	있음
울산 동구	전용주차구역 및 충전시설 지상 설치 권장, 화재 피해 예방 및 신속 대응 사항 규정	격리방화벽, 스프링클러, 질식소화포, 물막이판 급수배관, 제연경계벽, 전용 연기배출 덕트, 감시카메라, 상방향 직수장치 등	옥외·지상 설치 권장, 지하 설치 시 안전시설 및 대응설비 마련, 자체 소방훈련 등 상세 권고	없음
강원	전기자동차 전용주차구역 화재 예방 및 관련 안전시설 지원으로 도민 안전과 재산 보호	불꽃감지기 카메라, 질식소화덮개, 차수판, 총수 급수시설, 상방향 직수장치, 방화벽 등	안전시설 설치 권고	없음

3. 법·제도의 문제점 분석

- 전기차 및 충전시설에 대한 화재 대응의 중요성이 부각되고 있음에도 불구하고, 관련 법령의 정비는 여전히 미흡한 수준에 머물러 있음
 - 현행 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」은 충전시설 설치의무를 중심으로 규정되어 있으나, 화재 예방 및 안전 관리에 관한 조항은 포함되어 있지 않음
 - 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 등 소방 관련 법령은 전기차 화재의 특수성(열폭주, 재발화 등)을 고려하지 못하고 있으며, 일반 차량에 준한 기준만을 제시하고 있음
 - 지방정부가 제정한 조례들은 선도적인 제도 정비의 성격을 띠고 있으나, 대부분의 조항이 권고에 그치고 있어 법적 강제력이 부족함
- 전기차 화재 대응에 필요한 물리적 환경 여건도 충분히 마련되어 있지 않음
 - 현행 지하주차장 층고 기준(2.3m)은 고성능 소방차나 특수장비의 진입에 제한을 초래하고 있으며, 실제 경형 소방차조차 2.8m 이상을 요구하는 상황임
 - 고열 및 유독가스가 동반되는 전기차 화재에 효과적으로 대응하기 위한 고성능 환기설비 및 전용 배연설비에 대한 국가 차원의 기술기준은 아직 마련되어 있지 않음
 - 지자체 조례에 명시된 안전시설 설치 기준은 감지기, 경보설비, 소화포, 방화벽 등으로 포괄적으로 정리되어 있으나, 세부 기술 사양이나 설계 기준이 부재하여 실질적인 현장 적용에는 한계점이 존재함

- 전기차 전용주차구역 및 충전시설에 필요한 안전설비 설치에 높은 비용이 소요됨에 따라 민간 건물 소유자나 공동주택 단지의 자부담이 과도한 상황임
 - 조례상 대부분의 재정지원 조항은 “예산의 범위 내”로 규정되어 있어 실질적인 지원 규모나 방식이 불명확함
 - 특히 기존 건축물에 대한 안전시설 보강과 관련해서는 별도의 재정 기준이나 사회적 합의가 부재하여, 재정적 부담과 갈등 발생의 가능성이 있음
- 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」는 제도 구조의 완성도와 정책 대상의 확장성 측면에서 강점을 가지나, 기술적 구체성, 실행력, 충전기 기능 강화, 교육 연계성 등은 보완이 필요하며, 향후 개정 시, 계획의 실효성 확보와 기술기준의 정밀화, 장비 수준의 규범 반영을 통한 실행력 강화가 필요할 것으로 보임
 - 다수 지자체가 대응계획 수립을 조례상 ‘가능한 조치’ 수준으로만 규정하거나 매뉴얼 배포에 그치고 있는 반면, 강원특별자치도 조례는 화재 예방 및 대응계획을 3년마다 정기 수립하도록 명시함으로써, 중장기 대응체계 구축을 제도화하였음
 - 또한, 전기차의 정의에 외부충전식 하이브리드차를 포함함으로써, 미래차 전환 흐름을 반영한 정책 적용 범위의 유연성을 확보하였고, 충전기 제조사-관리주체-유관기관과의 협력체계 구축, 계획 수립 및 설치기준 관련 사무 위탁 근거 명시 등을 통해 행정 실현 가능성을 제고함
 - 그러나, 강원특별자치도 조례는 전용주차구역 및 충전시설의 지상 설치를 권고하는 조항이 부재하여, 설치 위치에 따른 화재 위험 저감 효과를 제도적으로 확보하지 못하고 있음

- 타 지자체는 지상 설치 권고를 조례에 명시하여 화재 시 연기 확산 방지와 대피 및 진압 동선 확보를 제도적으로 뒷받침하고 있으나, 강원특별자치도는 이러한 규정이 없음
- 또한, 화재 대응 매뉴얼에 관한 규정이 부재하여 화재 발생 시 표준 대응 절차를 마련 및 배포하는 법적 근거가 없음
- 타 지자체는 매뉴얼 마련 및 배포뿐 아니라 대피 유도까지 규정하여 현장 대응의 일관성과 신속성을 확보하고 있으나, 강원특별자치도는 해당 조항이 없음
- 따라서, 전용주차구역 및 충전시설의 지상 설치를 권고하는 조항을 신설하고, 화재 대응매뉴얼 작성·배포 및 필요 시 교육·경보체계 연계를 규정하는 조항을 추가하여 현장 안전성과 대응 표준화를 동시에 확보할 필요가 있을 것으로 판단됨



제2절 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 본 절에서는 강원특별자치도의 「전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」를 중심으로, 「소방청 지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」 등 국내 주요 기관·지자체의 전기차 화재예방 및 대응 가이드라인을 통합 분석하여, 현행 조례의 구조적 장점은 유지하면서, 기술적·운영적 완성도를 높이는 방향으로 강원특별자치도의 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안을 제안하고자 하였음

[표 20] 국내 주요 기관·지자체 전기차 화재예방 및 대응 가이드라인

기관명 (작성연월)	제목	주요 내용
소방청 (2025.2월)	지하주차장 전기차 화재안전 종합대책	◦ 지하주차장 전기차 화재 특성 맞춤 소방시설 의무화, 초기반응형 스프링클러헤드 등 소방시설 강화, 화재대응 매뉴얼 마련
부산 소방재난본부 (2022.5월)	전기차 전용 주차구역 소방안전가이드	◦ 전기차 전용 주차구역 방화구획 설치, 소화수조 등 초기 소화설비 확보, 배연설비 설치 등
국토부, LH (2025.4월)	공동주택 전기자동차 화재안전 매뉴얼	◦ 공동주택 내 전기차 충전구역 화재 시 관리책임자 행동 요령, 대응체계, 입주인 행동요령, 관리 및 교육 안내
울산 동구 (2024.6월)	전기자동차 충전시설 및 전용주차구역 설치 권고 기준	◦ 충전시설 지상 설치 원칙, 지하 설치 시 방화구획, 별도의 소방시설(질식소화포, 대형스프링클러) 설치
국립소방연구원 (2025.4월)	전기자동차 화재대응 가이드	◦ 전기차 화재 유형별 대응법 및 장비(이동식 소화수조, 관통형 장비 등) 설명, 배터리 화재 특성 분석 및 대응
인천소방본부 (2024.10월)	전기자동차 전용주차구역 및 충전시설의 관계인 화재대응 매뉴얼	◦ 관계인을 위한 전기차 화재 대응 초기 행동요령, 단계별 대응 절차 및 소방대 협력 방안

1. 소방청 「지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」

- 2025년 2월 소방청과 관계부처는 지하주차장에서의 전기차 화재에 효과적으로 대응하기 위해 「지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」을 발표하였음
 - 이 대책은 지하공간 내 전기차 화재의 구조적·기술적 특수성을 반영하여, 실효성 중심의 예방·대응 체계 강화를 목표로 하고 있음
 - 2023년 9월 ‘전기차 화재 안전관리대책’의 연장선상에서 추진되었으며, 행정안전부·국토교통부·산업통상자원부·환경부 등 관계부처가 공동 참여하는 지하주차장 전기차 화재안전 태스크포스(TF, Task Force) 운영을 통해 총 4대 추진전략과 19개 세부과제를 도출함
 - 4대 추진전략은 전기차화재 맞춤형 소방시설 설치기준 마련, 지하주차장 전반 화재안전성능 강화, 안전하고 효과적인 화재대응체계 마련, 진압장비 확충 및 첨단장비 개발 등임
 - TF는 화재예방, 건축구조, 화재대응, 소방장비 등 4개 분과로 구성되었으며, 다양한 분야의 전문가 및 현장 의견을 반영하여 법제·시설·운영 측면 전반에 걸친 개선안을 수립함
 - 주요 내용으로는 지하공간 전용 소방장비 도입, 아파트 지하주차장 실태조사, 관계인 교육·훈련 강화, 진압·배연전술 및 피난대책 마련이 포함되고, 스프링클러 개선, 전기차 주차구역 안전기준 마련, 방화구획 등 제도 정비도 병행되며, 이를 통해 초기 대응력과 현장·제도 기반을 함께 강화하는 것이 핵심임
- 전기차 맞춤형 소방시설 설치기준 마련
 - 모든 지하주차장에 소화설비 및 경보설비 설치를 의무화하고, 전기차 충전구역에는 화재 감지 및 방수의 신속성과 정확성을 높이기 위해 조기반응형 습식 스프링클러 설치를 기준화함

[표 21] 「지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」 4대 추진전략 및 세부내용

추진전략	세부내용
전기차 맞춤형 소방시설 설치기준 마련	◦ 지하주차장 내 소화설비 및 경보설비 설치 의무화
	◦ 전기차 충전구역 내 조기반응형 습식 스프링클러 설치
	◦ 아날로그식 연기감지기 및 주차면당 2개 이상 헤드 설치
	◦ 소규모 주차장 대상 대체 설비 허용(연결살수설비 등)
	◦ 준비작동식 스프링클러의 예외적 적용 기준 마련
	◦ 송수구 연결배관 후단(2차측) 연결 의무화
	◦ 기존 건축물의 소방시설 점검 강화 및 장기수선계획 반영 유도
지하주차장 전반 화재안전성 능 강화	◦ 배관 보온재 난연성 기준 상향
	◦ 벽·천장·기둥 등 마감재의 방화성능 기준 강화
	◦ 국토부 주관 지하주차장 방화구획 기준 R&D 추진
	◦ 충전구역 입지 기준 마련(세대 출입구 이격 등)
안전하고 효과적인 화재대응체 계 정비	◦ 「지하주차장 화재대응 표준작전절차」 제정
	◦ 「전기차 화재대응 가이드」 보완(차종별 정보 포함)
	◦ 위기관리 표준·실무·현장 매뉴얼 순차 개정
	◦ 전기차 화재 대응 및 원인분석 교육 강화
진압장비 확충 및 첨단장비 개발	◦ 이동식 수조, 방사기기, 질식소화덮개 등 3종 장비 보유기준 수립
	◦ 무인 소방차량 개발 추진(현대차 협업)
	◦ 총 561억 원 규모 다부처 R&D(화재 대응기술 및 로봇·센서 개발)

(출처: 소방청)

- 감지기의 경우, 아날로그식 연기감지기를 적용하여 오작동을 최소화하고, 주차면당 2개 이상의 조기반응형 헤드를 설치하도록 하여 화재 확산 초기 차단에 초점을 맞춤
- 동절기 동파 및 관리 여건상 스프링클러 설치가 곤란한 소규모 주차장에는 연결살수설비, 비상경보설비, 단독경보형 감지기 등 대체 설비를 허용하며, 동파 방지와 자동 작동 기능을 갖춘 준비작동식 스프링클러도 예외적으로 적용 가능하도록 함
- 또한 기존 스프링클러 설비의 송수구 배관 연결 기준을 명확히 하여, 밸브 전단(1차측)이 아닌 밸브 후단(2차측)으로 연결하도록 의무화함으로써, 밸브 폐쇄 시에도 외부 소방차량으로부터 소화수 공급이 가능하도록 제도적 보완을 추진함
- 기존 건축물에 대해서는 불시점검을 통해 설치설비의 작동 여부를 확인하고, 장기수선계획 수립 시 개선된 설비 기준이 반영될 수 있도록 각 소방서 중심의 컨설팅도 병행함
- 공동주택의 경우 입찰절차로 인한 공사 지연을 방지하기 위해, 소방시설 공사는 수의계약이 가능하다는 내용을 국토부와 협의하여 관계기관에 안내함

○ 지하주차장 전반 화재안전성능 강화

- 소화배관에 설치되는 보온재는 기존 대비 난연성능 기준을 상향 조정하여 가연성 자재에 의한 연소확산을 차단하고, 벽체·기둥·천장 등 주요 구조부 마감재에 대해서도 방화성능 기준을 강화함
- 국토부 주관 R&D를 통해 지하주차장 대형화와 화재 패턴 변화를 고려한 적정 방화구획 기준, 연기확산 방지방안 등에 대한 기술개선안을 도출하고, 이를 향후 기준화로 연결할 예정임

- 충전구역의 경우, 세대 출입구와의 이격거리 확보 등 입지 기준을 마련함으로써 화재 발생 시 대피동선 확보와 열·연기 확산 방지를 구조적으로 지원할 수 있도록 산업부·환경부·소방청과 공동으로 기준 정립을 추진하고 있음

○ 안전하고 효과적인 화재대응체계 정비

- 소방청은 지하주차장 전기차 화재 특성을 반영한 「지하주차장 화재대응 표준작전절차」를 신규 제정하고, 다양한 차종별 배터리 구성 및 화재 확산 양상을 반영한 「전기차 화재대응 가이드」도 보완함
- 기존의 위기관리 표준매뉴얼은 2025년 1월 개정 완료되었으며, 후속으로 실무매뉴얼과 현장조치 행동매뉴얼도 정비 중에 있음
- 전기차 화재 대응력 강화를 위해 소방대원 대상 실무교육이 확대되며, 원인 분석과 사례 학습 중심의 전문교육 체계도 병행 확대됨

○ 진압장비 확충 및 첨단기술 개발

- 전기차 화재 진압을 위한 3종 장비(이동식 수조, 방사기기, 질식소화덮개)에 대해 소방관서별 보유기준을 설정하고, 기준 이상 보유가 가능하도록 예산 및 물량을 지속 확대함
- 지하공간 화재 현장에 차량 및 인력 진입이 제한되는 점을 고려하여, 소방청과 현대자동차가 협력하여 무인 소방차량 개발을 추진 중에 있으며, 이는 대공간 구조 내 화재 대응 효율을 높이는 데 기여할 것으로 기대됨
- 소방청, 행안부, 산업부가 공동으로 총 561억 원 규모의 R&D 사업을 추진하고 있으며, 이 중 248억 원은 전기차 화재 대응기술(6개 과제), 313억 원은 소방대원의 화재진압 및 인명 탐색을 지원하는 센서·로봇 등 첨단장비 개발에 투입됨

2. 부산소방재난본부 「전기차 전용 주차구역 소방안전가이드」

○ 목적 및 주요내용

- 전기차 전용 주차구역에서 발생할 수 있는 화재의 특성을 고려하여, 화재 발생 시 신속하고 효과적인 대응을 통해 피해를 최소화하기 위한 소방안전성능 기준과 관리 지침을 제공하고자 함
- 전기차의 배터리 화재 특성을 반영한 실질적인 소방설비 설치 기준과 현장 대응 가이드라인을 상세히 제시하여 화재 예방 및 초기 진압의 효율성을 높이는 데 목적이 있음

○ 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 방화구획
 - 전기차 전용주차구역은 별도의 구획을 설정하여 내화성능 1시간 이상의 방화벽으로 설치하고, 구획당 차량은 최대 3대 이하로 제한하여 화재 확산을 방지하도록 권장
- 소화설비
 - 배터리 열폭주 시 효과적인 냉각을 위한 조립형 소화수조 설치
 - 일반 스프링클러 대비 높은 방수능력을 가진 K-factor 115 이상의 대형 스프링클러 헤드 설치
 - 소화설비는 최소 30분 이상 지속적으로 방수가 가능하도록 수원량을 확보
 - 소화활동 지원을 위한 물막이판 설치 및 65mm 이상의 별도 급수배관과 소방용 방수기구함 설치

- 연기배출설비

- 화재 시 발생한 연기 및 유독가스를 신속히 외부로 배출하기 위한 강제 배연설비(배풍기, 배출덕트) 설치하고, 바닥면적 1㎡당 최소 27m³/h 이상의 배출용량을 확보하며, 배출덕트는 내열성과 내식성이 우수한 아연도금강판 이상 재질을 사용

- 질식소화포

- 배터리 화재의 초기 단계에 신속히 대응하여 연소 확산을 방지할 수 있는 전기차 전용 질식소화포를 주차구역 인근에 설치하고, 누구나 쉽게 식별하고 사용할 수 있도록 전용 보관함에 명확한 표지판을 부착하여 비치

- 감시설비 및 충전설비 관리

- 전기차 주차구역 및 충전시설은 실시간 화재감지가 가능한 전용 CCTV를 설치하여 상시 모니터링
- 충전시설의 과충전 및 이상 상태를 감지하여 화재를 사전에 방지할 수 있는 충전 표시물 및 감시 시스템 설치 및 유지 관리

3. 국토교통부·LH 「공동주택 전기자동차 화재안전 매뉴얼」

○ 목적 및 주요내용

- 공동주택 내 전기차 충전구역에서 화재가 발생할 경우, 초기 대응 실패로 인한 대규모 인명·재산 피해를 방지하기 위해 관리책임자와 입주민의 역할을 명확히 정립하고, 체계적인 대응 절차와 교육·관리 방안을 제시함
- 충전시설이 집중되어 있는 지하주차장 등 위험 공간에서 관계인의 초동 대응력을 향상시키는 것을 핵심 목표로 함

○ 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 전기차 충전시설 및 전용주차구역 설치 기준
 - 신축 공동주택: 총 주차대수의 5% 이상에 전기차 충전시설 및 전용주차구역 설치
 - 기축 공동주택: 2025년 1월 27일까지 총 주차대수의 2% 이상 충전시설 설치 의무
 - 이동형 충전기 사용을 위한 콘센트는 총 주차단위구획의 7% 이상 설치(「주택건설기준 등에 관한 규칙」 제6조의2 기준)
- 전기차 충전시설 지하주차장 설치 기준
 - 충전시설은 지하 3층 이내에만 설치 가능
 - 이동식 충전기는 지하주차장 내 설치 금지
 - 조도는 최소 30lx 이상 유지, 감시용 CCTV와 화재감지기 연동 시스템 설치
- 관계인 중심 대응 체계
 - 관리사무소는 비상대응 매뉴얼을 상시 비치하고, 전기차 화재 발생 시 즉시 피난 안내 및 소방기관에 신고
 - 초기 진화 장비(소화기, 질식소화포 등) 위치를 평상시 입주민에게 안내하고, 화재 시 신속히 사용할 수 있도록 조치
 - 충전시설 일일 점검 체크리스트 운영, 이상 발생 시 즉시 사용 중지 및 조치
- 입주민 대응 요령
 - 화재 발생 시 엘리베이터 사용 금지, 비상계단 이용 유도
 - 관리사무소 안내에 따라 질서정연한 피난 진행
 - 연 1회 이상 화재대응 교육 및 훈련 참여

- 교육 및 관리체계

- 관리책임자 및 관계인은 충전설비에 대한 기본 구조와 화재 대응 절차에 대해 연 1회 이상 교육 이수
- 입주민 대상 정기 교육 실시: 화재 발생 시 대피 요령, 소화기 및 질식포 사용법 등 실습 포함
- 정기 점검 및 교육 결과는 별도 대장에 기록하여 추후 검토 및 개선 자료로 활용

4. 울산광역시 동구 「전기자동차 충전시설 및 전용주차구역 설치 권고 기준」

○ 목적 및 주요내용

- 울산광역시 동구 조례에 따라 전기차 충전시설 및 전용주차구역을 설치할 때 화재 예방과 안전을 고려한 권고 기준을 제시함
- 지하주차장 내 설치가 불가피할 경우, 화재 확산 방지와 초기진화 지원을 위한 별도의 소방안전시설 설치를 명확히 제시하여 전기차 화재로 인한 대형 피해를 사전에 차단하는 데 목적이 있음

○ 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 설치 위치 기준
 - 전기차 충전구역은 지상 설치를 원칙으로 하며, 불가피하게 지하에 설치할 경우에는 지표면에 가까운 층을 우선 배치
 - 지하 설치 시 전용주차구역이 직통계단 출입문과 직접 면하지 않도록 반대편 또는 측면에 위치하도록 설계

- 방화구획
 - 주차 단위 구획별로 내화성능 1시간 이상의 벽체를 활용하여 3면 이상 방화구획 설치
 - 최대 3대까지 하나의 방화구획으로 묶는 것을 기준으로 설계
- 스프링클러 및 소화설비
 - K-factor 115 이상의 대형 방출량 스프링클러 헤드를 설치하고, 수리계산을 통해 30분 이상 방수 가능한 수원을 확보
 - 질식소화포를 전용주차구역 인근 식별이 쉬운 장소에 설치하고, “전기차 질식소화포” 표지판을 부착한 보관함을 별도 설치
 - 전용 급수배관(65mm 이상)과 방수기구함 설치
 - 물막이판 설치를 통해 구획 내 물 채움 가능하도록 구성하고, 제연경계벽은 60cm 이상 설치
- 연기배출설비
 - 주차단위 구획별 전용 배풍기, 배출덕트, 후드 등을 이용하여 강제 배출되도록 설계
 - 배출덕트는 아연도금강판 또는 동등 이상의 내식성·내열성 재질을 사용하고, 바닥면적 1m²당 27m³/h 이상 배출 성능 확보
- 기타 안전설비
 - 소화 오염수 처리를 위한 전용 집수설비를 설치하거나, 차수판 내부 오염수를 전문 폐기물 처리업체에서 처리 가능하도록 계획
 - 배출설비 및 지하주차장 배기팬은 화재감지기와 연동되도록 설정
 - 상방향 직수 분사장치(스프링클러) 주차구역 내 설치
 - 열 또는 영상 감지 가능한 감시용 카메라 설치
 - 충전설비 내 과충전 방지를 위한 충전 상태 표시물 부착

5. 국립소방연구원 「전기자동차 화재대응 가이드」

○ 목적 및 주요내용

- 전기차 화재의 특성과 유형별 전개 양상을 체계적으로 분석하고, 그에 따른 효과적인 대응 방법과 특화 장비 사용 지침을 제시함으로써 소방대의 전기차 화재 현장 대응역량을 향상시키며, 반복적인 재발화 및 인명·재산 피해를 최소화하는 데 목적이 있음
- 리튬이온 배터리 기반 전기차의 열폭주, 유독가스 발생, 구조적 복잡성 등을 반영하여 화재 발생 시 대응 원칙과 장비 운영 기준을 상세히 수록함

○ 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 화재 대응 장비 사용 기준
 - 상방향 방사장치: 차량 하부에 위치한 배터리 팩을 직접적으로 냉각 및 소화할 수 있도록 직수 분사형 장치 사용
 - 질식소화덮개: 배터리 부위에 산소 차단용으로 활용하며, 초동 진압용으로 사용
 - 이동식 소화수조: 다량의 소화수 확보 및 지속적 냉각을 위한 이동형 수조 사용
 - 이동식 컨테이너: 화재 차량을 격리·밀폐하여 주변 화재 확산을 방지하고 냉각 및 소화 병행
 - 관통형 소화장비: 차량 하부나 배터리팩을 직접 관통하여 냉각수를 주입하는 장비로, 밀폐형 화재에 적합
- 화재 대응 방법
 - 화재 진행 상황에 따라 ①진화(초기) ②지연(냉각 중심) ③특수 대응(지하, 충전 중 등)으로 구분하여 대응

- 지상 충전 중 화재: 직접 진입 후 방사 가능하나, 반드시 열감지기로 배터리 온도 확인 필요
- 지하 충전 중 화재: 연기 확산 차단 및 배연 우선, 상방향 방사와 질식소화포 병행 사용
- 차량 구조별 대응: 승용차, 버스, 트럭 등 차량 유형에 따라 배터리 위치가 상이하므로 대응 방식과 장비 위치 고려 필요
- 인명 보호 및 안전 확보
 - 소방대원은 반드시 레벨 A 이상 방호복 착용, 유독가스 발생 시 대응 거리 유지
 - 재발화 가능성에 대비하여 진화 후에도 지속 냉각 및 현장 감시 유지
 - 화재 잔여물은 별도 격리 및 전문 폐기물 처리 절차 준수

6. 인천소방본부 「전기자동차 전용주차구역 및 충전시설의 관계인 화재대응 매뉴얼」

○ 목적 및 주요내용

- 공동주택 및 복합건축물 내 전기차 전용주차구역과 충전시설에서 화재 발생 시, 현장 관계인(관리사무소, 안전관리자 등)이 소방대 도착 전까지 신속하고 체계적으로 초기 대응할 수 있도록 단계별 대응 절차와 행동요령을 제공함
- 전기차 화재의 특수성을 반영하여, 관계인이 쉽게 이해하고 따라할 수 있는 대응 체계와 비상연락 절차, 피난 유도 방법 등을 명확히 정리함으로써 현장 초기 대응역량을 강화하는 데 목적이 있음

○ 화재예방 안전시설 설치기준 및 대응방안

- 전기차 충전시설 지하주차장 설치 기준

- 충전시설은 지하 3층 이내 설치 가능
- 이동식 충전기는 옥내 설치 금지
- 충전구역 조도 기준은 30lx 이상 확보
- 감시용 CCTV 및 화재감지기 설치를 통해 상시 모니터링 체계 유지

- 단계별 화재 대응 절차

- ① 화재 확인 단계: 경보 수신, 연기 또는 열 감지, CCTV 확인 등을 통해 화재 발생 인지
- ② 화재대응 1단계(피난 대응): 관리책임자는 즉시 입주민 피난 유도, 비상방송 및 안내 방송 실시
- ③ 화재대응 2단계(초기 진화): 이동식 소화기 및 질식소화포 등을 활용한 초기 소화 시도
- ④ 소방대 지원 단계: 소방대 도착 시 화재 위치, 진행상황, 피난 여부 등 정보 전달 및 현장 통제 지원
- ⑤ 입주민 피난 지원 단계: 엘리베이터 사용 금지 안내, 고령자 및 장애인 등 취약계층 우선 피난 보조

- 비상대응 체계 구축

- 공동주택 관리사무소는 전기차 충전시설과 연계된 화재 대응 매뉴얼을 작성하고 상시 비치
- 비상연락체계 수립 및 유관기관(소방서, 전기안전공사 등) 연락망 확보
- 관계인 및 입주민 대상 정기 교육 실시(소화기 사용법, 질식포 사용법, 화재 시 행동요령 등)

- 교육 및 훈련

- 연 1회 이상 정기 소방훈련 실시, 입주민 참여 유도
- 피난 동선, 소화설비 위치, 감시장비 작동 방법 등 현장 맞춤형 시나리오 중심의 교육 운영
- 화재 발생 시 당황하지 않고 대응할 수 있도록 매뉴얼 숙지도 점검 및 리허설 반복 진행

7. 강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)

○ 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」는 전기차 충전시설 설치 확대에 따른 화재 예방 및 피해 최소화를 목적으로, 전용주차구역에 필요한 안전조치를 규정하고 있음

- 주요 내용으로는 충전시설 설치 의무, 화재예방 설비의 설치 지원, 지자체장의 지도점검 책임 등을 포함하고 있으며, 제도적 기반을 마련하는 데 기여함
- 그러나 현행 조례는 기술적 기준의 구체성 부족, 시설별 적용범위 미비, 설치 위치 및 성능기준의 미비점 등으로 인해, 실제 화재 예방 기능의 실효성을 높이는 데 한계가 존재함
- 따라서, 앞서 조사한 「소방청 지하주차장 전기차 화재안전 종합대책」 등을 포함한 “국내 주요 기관·지자체 전기차 화재예방 및 대응 가이드라인”을 분석하여 강원특별자치도 현행 조례의 구조적 장점은 유지하면서 세부 기준을 보완한 지하주차장 전기차 전용 주차구역 대상 “강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)”을 제안하고자 하였음

○ 설치 위치

- 전기차 충전구역은 화재 발생 시 신속한 대응이 가능하도록 지상 설치를 원칙으로 하며, 부득이하게 지하에 설치할 경우에는 지하 3층 이내로 제한하고, 출입문 반대 또는 측면에 설치해야 함



[그림 23] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 위치

(출처: 부산소방재난본부, 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드)

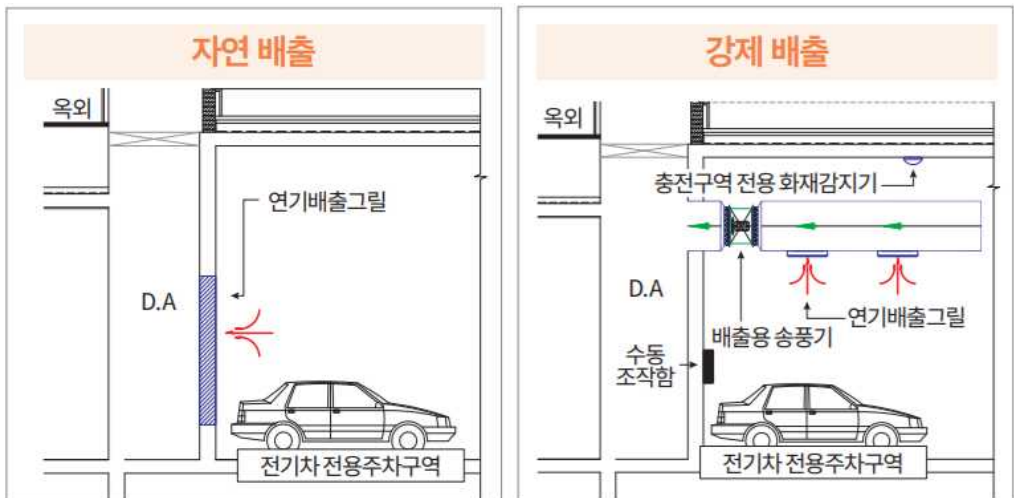
○ 경보설비

- 화재감지기: 불꽃감지기 또는 열·연기감지기를 설치해 조기 감지가 가능하도록 해야 함
- CCTV 및 관리자 통보: 감지기와 연동 가능한 CCTV를 설치하고, 경보와 연계된 관리자 알림 시스템을 구축해 실시간 대응체계를 마련해야 함

- 경보음·표시장치: 시각 및 청각 알림을 병행하며, 인접 공간에도 경보 전달이 가능한 장치를 설치해야 함

○ 소화설비

- 질식소화덮개: 차량 3대당 1개 이상 설치하며, 전용 보관함에 보관하고, 충전기 반경 5m 이내에 위치 표기를 포함하여 설치해야 함
- 차수판: 구획형 설치 시 20cm 이상의 방수 차수판을 설치해야 함
- 충수 급수시설: 호스 연결이 가능한 65mm 이상 배관과 5m³ 이상의 수조를 확보해야 함
- 상방향 직수장치: 차량 하부 진화를 목적으로 상향 스프링클러를 병행 설치해야 함
- 자동스프링클러: K115 이상의 규격을 갖추고, 최소 30분 이상 방수가 가능한 자동 스프링클러를 설치해야 함

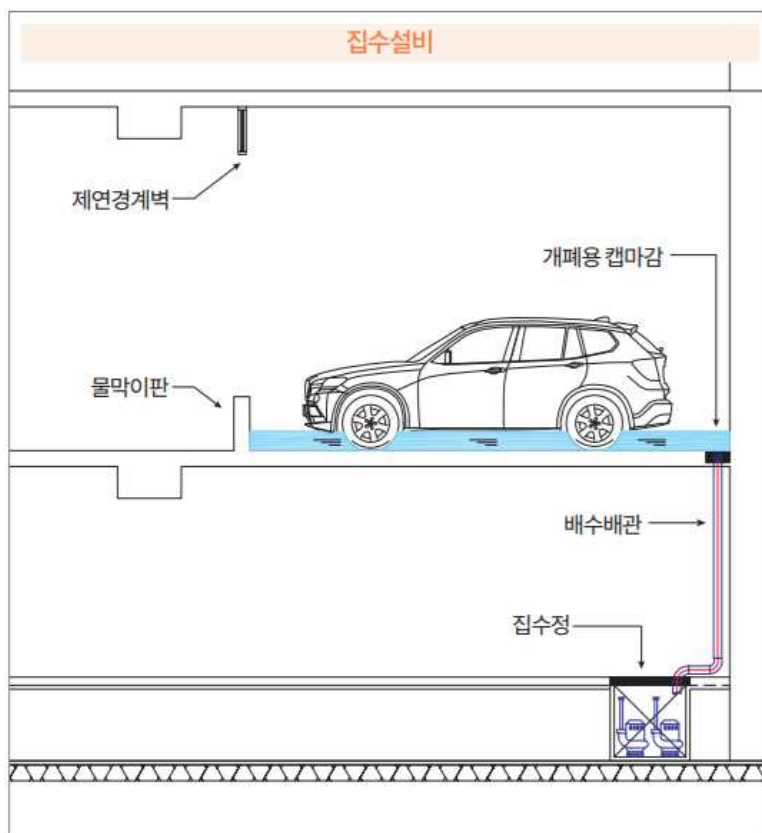


[그림 24] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 구조 및 연기배출시설

(출처: 부산소방재난본부, 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드)

○ 방지시설

- 방화벽: 차량 3대 이하 단위로 구획하며, 내화 1시간 이상의 방화벽을 설치해 화재 확산을 방지해야 함
- 제연경계벽: 연기 확산을 차단하기 위한 높이 60cm 이상의 제연경계벽을 설치해야 함
- 강제 배기덕트: 연기 배출용 덕트는 m^2 당 $27\text{m}^3/\text{h}$ 이상의 용량을 확보해야 함



[그림 25] 지하주차장 전기차 전용 주차구역 구조 및 집수시설

(출처: 부산소방재난본부, 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드)

○ 기타설비

- 물막이판: 주차단위구획별로 높이 60cm 이상의 물막이판을 수동으로 설치하거나, 방화구획 벽체를 활용하여 전용 화재감지기와 연동해 자동으로 작동되도록 하며, 주차단위구획 또는 방화구획된 전 구역에 대해 조립형 소화수조 형태로 물을 충수할 수 있는 구조로 구성해야 함
- 오염수 집수정: 수계 소화 이후 발생할 수 있는 폐수의 외부 유출을 방지하기 위해 집수정을 설치해야 함
- 충전제어장치: 과충전 방지, 충전 상태 표시, 자동 차단 기능을 포함한 충전제어장치를 탑재해야 함

○ 본 연구에서 제안된 “강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치 기준(안)”은 지하주차장 내 전기차 화재에 대한 사전 대응 역량을 강화하고, 향후 지원사업 및 관리감독의 실효성 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

- 그러나, 고비용 설비 도입의 어려움, 안전기준 및 연동체계 미비, 오염수 처리기준 부재 등의 한계를 고려할 때, 설치 의무화, 재정지원, 통합관제, 환경기준 보완 등 제도적 보완이 필요할 것으로 보임



[그림 26] 물막이판 설치 예시

(출처: 부산소방재난본부, 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드)

[표 22] 강원특별자치도 전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)

구분	세부 항목	설치기준
설치 위치	충전구역 위치	◦ 지상 우선 원칙, 지하의 경우 3층 이내·출입문 반대편·측면에 설치
경보설비	화재감지기	◦ 불꽃감지기 또는 열·연기감지기 설치
	CCTV 및 관리자 통보	◦ 감지기 연동형 CCTV, 경보 연계 및 관리자 알림 시스템 구축
	경보음·표시장치	◦ 시각·청각 알림 병행, 인접 공간에도 경보 전달 가능 장치 설치
소화설비	질식소화덮개	◦ 차량 3대당 1개 이상, 전용보관함 설치, 위치 표기 필요됨(충전기 반경 5m 이내에 설치)
	차수판	◦ 구획형 설치 시 20cm 이상 방수 차수판 설치
	충수 급수시설	◦ 65mm 이상 호스연결 배관, 5m ³ 이상 수조 확보
	상방향 직수장치	◦ 차량 하부 진화 목적 상향 스프링클러 병행 설치
	자동스프링클러	◦ K115 이상, 30분 이상 방수 능력 확보
방지시설	방화벽	◦ 차량 3대 이하 단위 구획, 내화 1시간 이상 방화벽 설치
	제연경계벽	◦ 연기 확산 방지를 위한 60cm 이상 제연경계벽 설치
	강제 배기덕트	◦ m ² 당 27m ³ /h 이상의 연기배출 용량 확보
기타 설비	오염수 집수정	◦ 수계 소화 이후 폐수 유출 방지를 위한 집수정 설치
	충전제어장치	◦ 과충전 방지, 충전상태 표시, 자동 차단 기능 탑재

8. 강원특별자치도 전기차 화재 대응 방안(안)

- 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」는 전기차 충전시설 확대에 따른 대응계획 수립·시행, 안전시설 설치 기준 및 지원, 관계인에 대한 권고, 사무의 위탁, 협력체계 구축 등의 대응체계를 제도적으로 규정하고 있으나, 강원특별자치도의 지역적 특수성을 충분히 반영하지 못하고 있음
 - 강원특별자치도는 전기차 충전시설로 인한 화재가 지하주차장 등 지하 밀폐공간에서의 피해뿐 아니라 산림으로의 확산까지 이어질 수 있어, 복합적이고 구조적인 위험요인을 안고 있음
 - 특히, 전체 면적의 약 82%가 임야로 구성되어 전국 최대의 산림 보유 지역인 강원특별자치도는 산불 위험이 매우 높은 지역으로, 봄철을 중심으로 대형 산불이 빈발하고 있으며, 건조기와 겹친 전기차 배터리의 열폭주 화재는 산림 연소 확산을 가속화할 수 있는 구조적 연계 위험성을 지님
 - 또한, 겨울철 한파로 인한 지하 소방설비의 동파 및 결빙 문제, 오지 주차장의 소방 접근성 부족, 농어촌, 관광지, 소규모 숙박시설의 소방 사각지대 발생 등의 문제점도 존재함
 - 강원도소방본부의 조사 결과에 따르면, 도내 아파트 단지에 설치된 약 1만 2천여 기의 전기차 충전기 중 대부분이 지하주차장에 집중 설치되어 있으며, 실제 춘천에서는 충전시설 철거 논의가 주민회의 안전으로 상정될 만큼 화재에 대한 불안감이 지역사회 문제로 확산되고 있는 추세임
 - 따라서, 앞서 조사한 “국내 주요 기관·지자체 전기차 화재예방 및 대응 가이드라인”과 강원특별자치도의 지역적 특수성과 위험 양상을 반영하여, “강원특별자치도 전기차 화재 대응 방안(안)”을 제안하고자 하였음

○ 강원특별자치도 전기차 화재 예방 및 대응계획 수립

- 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전 시설 지원 조례」 제4조에 따라 3년 주기로 ‘전기차 화재 예방 및 대응계획’을 수립하고 도지사 승인을 받아 시행
- 계획 수립 시 도내 충전시설 전수조사를 실시하여 지상 및 지하 설치 비율, 방화구획 유무, 피난 동선, 환기 및 배수 상태, CCTV 사각지대 등 세부 데이터를 확보
- 위험도 평가에 따라 지하 밀폐공간, 산림 인접지, 접근 곤란 관광·산악지를 우선관리 구역으로 지정하고 해당 구역에는 강화된 안전시설 설치와 추가 장비 배치를 의무화

[2024년 제 1회 교육·훈련 및 자체평가 계획]					1) 비상대응계획 및 점검 체크리스트			
교육훈련 개요	명 칭				구 분	평가항목	실시 여부	
	일 시				대응계획	• (조직구성) 비상대응 조직의 변경 사항 및 정비		
	장 소					• (조직의 역할 분담) 조직원의 임무 숙지 확인		
	종 류	이론	☐ 강의식 ☐ 세미나/워크숍			• (비상대응계획) 계획에 따른 훈련 및 교육		
	주관부서	실습	☐ 도상훈련 ☐ 종합훈련 ☐ 부분(기능)훈련		모니터링 및 대응 준비	• (전기차 정보) 공동주재 참가자 주차현황 수시 모니터링		
	참여대상					• (사고사례) 전기차 화재 현황 및 단지 내 취약지역 파악		
	참여기관					• (비상연락망) 관리자 비상연락망 및 관계시설(조직) 연락망 정비		
	시나리오	<th rowspan="3">시설 점검/확인</th> <td>• (충전시설) 충전시설 점검 체크리스트 비치 및 점검 실시</td> <td></td>			시설 점검/확인	• (충전시설) 충전시설 점검 체크리스트 비치 및 점검 실시		
교 보 재				• (소방시설) 소방시설 점검 체크리스트 비치 및 점검 실시				
			• (안전시설) 안전시설 점검 체크리스트 비치 및 점검 실시					
교육훈련 계획	교육계획				대피 관리	• (대피로 확보) 유도등, 유도선 부착, 점등 관리		
						• (대피로 안전점검) 대피로 직재물 등 위험요소 제거		
	훈련계획					• (방화시설) 대피방송시설 확인		
					• (대피장소 확보) 단지 내 대피장소 및 대피공간 사전 확인			
					임주민 홍보	• (가정 내) 대피경로 확인 등		
						• (차량) 전기차 충전 시 주의사항 등		
			• (대피경로) 비상시 대피경로 및 주의사항 안내					
			• (홍보) 화재 예방 및 대응방법, 비화재보 등에 따른 민원 방지 홍보					
평가계획	평가일시			평가자		기타	• (훈련) 화재 대응 훈련 시 임주민 참여	
	평가기준	* 평가 체크리스트					• (접근통제) 차량통제, 접근제한 등	

[그림 27] 전기차 화재 교육·훈련 계획 및 시설점검 체크리스트 예시
(출처: 국토부·LH, 공동주택 전기자동차 화재안전 매뉴얼)

○ 전기차 화재대응 훈련계획 수립 및 시설점검 방안 마련

- 훈련계획

- 지하 밀폐공간, 산림 인접, 접근 곤란 지역 등을 포함하여 연 1회 이상 강원특별자치도 차원의 합동훈련(도, 18개 시·군, 소방, 아파트 등 시설 관리자, 아파트 입주민 또는 이용자) 계획 수립 및 실시
- 훈련 내용: 초기 화재 진압 절차, 신고 및 통보 체계 작동, 차량 대피 및 이격, 소방대 지원 절차

- 시설점검 및 확인

- 충전시설, 감지기, 경보설비, 소화장비, 전원차단기, 배연설비, 피난 유도등 등 작동 여부 점검 방안 마련 및 시설관리 대장 제작·배포

○ 화재대응 매뉴얼 제작 및 배포

- 아파트 등 시설 관리자용 매뉴얼

- 화재 대응 단계별 세부 절차(확인 → 신고 → 피난 유도 → 초기 진압 → 소방대 지원) 마련
- 비상연락망, 장비 위치, 피난 동선, 전원 차단기 및 배연창 위치 포함
- 사후점검 절차(화재 후 시설 이상 유무, 장비 재정비 포함) 명시

- 아파트 입주민 및 이용자 안내문

- 대피 경로, 행동 요령, 주요 소화장비 위치를 도식화하여 충전구역, 시설 출입구, 엘리베이터 등에 부착할 수 있도록 권고

○ 교육 및 홍보

- 교육 대상별 차등 구성

- 아파트 등 시설 관리자: 장비 작동법, 전원 차단, 신고 및 통보 절차, 초기 진압, 소방대 협조
- 일반 이용자: 피난 요령, 초기 소화 방법, 대피 우선순위, 집결지 확인

- 홍보 방식

- SNS, 지역 방송, 리플릿, 영상물 제작 및 배포
- 시설 내 행동요령 부착, 관광지·대형 행사 시 현장 홍보 부스 운영

- 교육·홍보 효과 점검

- 교육 후 설문 및 평가 실시를 통한 행동요령 숙지 상태 확인



[그림 28] 전기차 화재대응 방안 마련 매뉴얼 및 교육·홍보 자료 예시
(출처: 국토부·LH, 공동주택 전기자동차 화재안전 매뉴얼)

○ 지역 특수 위험 대응

- 우선관리 구역 지정

- 산악 관광지, 접근 곤란 지역, 결빙 취약 시설 등
- 충전기 설치 제한 또는 강화된 안전기준 적용

- 시설 보강
 - 보온재 및 가열장치 설치로 겨울철 급수배관 동파 방지
 - 이동식 소화장비 및 발전기 비치
 - 진입로 확보 계획 수립 및 소방차 접근로 사전 점검
- 시설점검 항목
 - 소방 접근성, 동파 여부, 장비 작동 상태
- 산불 확산 차단
 - 대상 구역
 - 산림과 인접한 충전구역 및 주차장
 - 시설 기준(「2025년도 전국 산불방지 종합대책」 반영)
 - 소화기 및 질식소화덮개 비치, 과충전 방지 기능 충전기 보급
 - 산림과의 이격거리: 방화벽 5m, 산불 지연제 살포 구간 10m, 산불 안전공간 25m, 산불 완충지대 50m
 - 운영 기준
 - 산불경보 ‘주의’ 이상 발령 시 충전시설 운영 제한 또는 실시간 감시 강화
 - 산불 취약 계절(봄, 가을)에는 순찰 및 점검 주기 단축
 - 점검 체계
 - 산불 확산 방지지설(방화벽, 살포 구간, 완충지대)의 상태 점검
 - 식생 및 잡초 제거, 방화선 확보 여부 확인
- 본 연구를 통해 제안된 “강원특별자치도 전기차 화재 대응 방안(안)”은 지역 특수성을 반영한 예방 및 대응 체계를 구체화함으로써, 전기차 화재로 인한 산불 확산 등 복합 재난에 대비하는 정책적 기반을 마련하였다는 점에서 의의가 있음

- 실효성 확보를 위해서는 산악, 관광지, 지하주차장 등 위험 유형별 차등 대응 지침을 마련하고 특화된 시설 및 장비 보강을 병행할 필요가 있음
- 또한 3년 주기 전기차 화재예방 대응계획 수립 시 전수조사와 현장 피드백을 반영한 순환적 계획 및 보완 체계를 확립해 정책 실행력과 현장 대응 역량을 지속적으로 강화하는 것이 요구됨

[표 23] 강원특별자치도 전기차 화재 대응 방안(안)

구분	주요 내용	핵심 세부항목
전기차 화재 예방 및 대응계획 수립	조례에 따라 3년 주기로 계획 수립 및 도지사 승인 후 시행	◦ 충전시설 전수조사 ◦ 위험지역(지하, 산림 인접, 접근 곤란) 우선관리 및 안전시설 강화
전기차 화재대응 훈련계획 및 시설점검	연 1회 이상 도 차원의 합동훈련	◦ 초기 진압, 신고, 대피, 소방 지원 훈련 ◦ 충전, 소화, 전원차단, 피난 설비 점검
화재대응 매뉴얼 제작·배포	관리자 및 입주민·이용자용 별도 제작	◦ 단계별 대응 절차 마련 ◦ 대피경로, 소화장비 위치 안내
교육·홍보	대상별 차등 교육, 다채널 홍보	◦ 관리자 및 입주민·이용자 맞춤 교육 ◦ SNS, 방송, 리플릿 등 홍보 및 효과 점검
지역 특수 위험 대응	위험지역 관리 및 시설 보강	◦ 결빙, 산악, 주요 관광지, 접근 곤란 지역 충전기 제한 및 보강 ◦ 이동식 소화장비 비치
산불 확산 차단	산림 인접 충전구역 및 주차장 대상	◦ 기준에 따라 방화벽 및 완충지대 설치 ◦ 산불경보 시 운영 제한 및 점검 강화



제3절 안전대책 마련을 위한 민-관-연 협의체 구성(안)

- 전기차 화재 안전대책 마련을 위한 민-관-연 협의체는 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례」 제9조에 근거하여, 차량 및 충전시설 제조사, 충전시설 관리주체, 유관기관 간의 실질적이고 효율적인 협력체계를 구축함으로써 전기차 화재로 인한 인명, 재산, 환경 피해를 최소화하는 것을 목적으로 함
 - 강원특별자치도는 산림 인접지역, 지하주차장, 관광지 등 다양한 공간적 특성으로 인해 전기차 화재 발생 시 피해가 복합 재난으로 확대될 가능성이 높으며, 특히 전체 면적의 82%가 임야로 이루어진 전국 최대 산림 보유 지역으로서, 전기차 배터리 화재가 산불로 확산될 위험성이 큼
- 강원특별자치도의 지역적 특성을 고려할 때, 대규모의 형식적인 조직보다는 신속 대응과 실행력을 중시한 경량·실무형 협의체 구성이 필요함
 - 강원특별자치도 유관부서를 중심으로 18개 시·군 유관부서, 강원도 소방본부, 산림청, 강원경찰청 등 공공부문과, 도내 충전사업자, 전기차 및 배터리 제조사 등 민간부문, 도내 유관 연구원 및 대학 등 연구·전문기관이 참여하는 구조로 구성
 - 공공: 강원특별자치도 유관부서(총괄), 18개 시·군 유관부서(지역 대응), 강원도소방본부(화재 진압), 산림청(산불 확산 방지), 강원경찰청(통제 및 대피 지원) 등
 - 민간: 도내 충전사업자, 전기차·배터리 제조사(필요 시 기술 지원) 등
 - 연구·전문기관: 한국건설생활환경시험연구원(삼척, 실화재센터/첨단방재센터), 도내 대학 등

- 주요 역할

- 위험지역 정보 공유: 지하 밀폐, 산림 인접, 접근 곤란 지역 등 고위험 시설 현황 공유
- 공동대응 절차 표준화: 초기 통보, 대응, 대피 지침 간소화 및 일원화
- 합동 모의훈련 실시: 위험도가 높은 시·군 중심
- 기술·장비 개선 제안: 충전시설 안전기능 보완, 감시·차단 설비 제안
- 사고 사례 분석·피드백: 화재 발생 후 개선안 도출 및 매뉴얼 반영
- 3년 주기 '전기차 화재 예방 및 대응계획 수립' 자문 등 참여

- 운영체계는 강원특별자치도 유관부서 주관 총괄회의와 소방본부 중심의 상시 실무연락망을 기반으로 함

- 전기차 화재 안전대책 마련을 위한 민-관-연 협의체 구성을 통해 강원특별자치도는 지역 실정과 위험 양상을 반영한 경량·실무형 상설 협력체계를 마련하고, 민-관-연의 핵심 역량을 결집하여 전기차 화재 안전대책의 실효성을 강화할 수 있을 것으로 판단됨



[그림 29] 민-관-연 협의체 구성(안)

제 5 장

전기차 화재예방 정책 제언

제5장

전기차 화재예방 정책 제언

- 강원특별자치도는 산악 지형이 많고 산림 비중이 전국 최고 수준(면적의 약 82%)에 달하는 지역적 특성으로 인해, 타 지역과 구별되는 특수한 재난 위험에 직면해 있음
 - 최근 전기차 보급 확대와 함께 전기차 화재가 새로운 위험 요인으로 부상하고 있으며, 특히 산림 인접지역과 관광지, 지하주차장 등에서는 화재가 대형 산불이나 복합재난으로 확산될 가능성이 존재함에 따라 강원특별자치도의 전기차 화재예방 및 대응을 위한 종합적 정책 방향을 제언하고자 함
- 지역 특수 위험 대응체계 고도화
 - 강원특별자치도는 산악 및 관광지, 결빙 취약 시설, 접근 곤란 지역 등 전국에서도 특수한 위험 환경을 보유하고 있음
 - 겨울철 도로 결빙, 해발고도 변화에 따른 접근 지연, 관광 성수기 교통 혼잡 등은 전기차 화재 대응 속도와 효율을 저하시키는 요인으로 작용함
 - 현재 소방 인력과 장비 배치는 평지 및 도심 중심 구조여서 산악 및 관광지 형태의 환경에 특화된 대응 역량이 부족함

- 따라서, 소방, 도로, 기상 정보를 통합한 실시간 대응 시스템 구축, 헬기, 드론 활용 초기 진화 지원체계 강화, 산악형 소형 소방차 및 진압 장비 도입, 현장 지휘 및 통신망 보강 등 지역 맞춤형 대응 방안 마련이 필요할 것으로 보임

○ 산불 확산 차단 및 전기차 화재 연계 관리

- 도 전체 면적의 82%가 산림으로 구성되어 있어 전기차 충전시설 및 주차구역 화재가 산불로 확대될 위험성이 높으며, 현재 도내 충전 인프라 설치 기준에는 산림과의 이격거리나 화재 확산 위험 평가 절차가 부재함
- 따라서 위험도 기반 충전 인프라 배치 기준 강화, 방화지대 확보, 내화성 구조물 설치, 산불 및 전기차 화재 통합 대응 매뉴얼 마련이 필요할 것으로 판단되며, 전문 연구기관과 협력하여 화재 및 산불 확산 예측 모델 개발, 계절 및 지형별 대응 시나리오 검증 등을 추진하여 과학적 대응 근거를 축적해야 함

○ 법·제도 개선 및 조례 보완

- 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전 시설 지원 조례」는 3년 주기의 '전기차 화재 예방 및 대응계획' 수립을 명시하고 있으나, 지상 설치 권고 부재, 화재 대응 매뉴얼 규정 부재, 안전시설 기술기준 미비 등 구조적 한계를 내포하고 있음
- 따라서, 타 지자체 사례(인천, 부산, 경북, 울산 동구 등)를 참조하여 지상 설치 권고, 대피 및 진압 동선 확보, 표준 대응 매뉴얼 마련, 세부 기술 사양 명문화 등 실효성 강화가 필요함
- 또한, 조례상 지원 범위, 대상, 방법을 구체화하여 현장 적용 가능성을 높이고, 시행규칙에 세부 기술기준과 평가 절차를 포함시킬 필요성이 있을 것으로 보임

○ 전기차 화재 예방 및 대응계획 수립의 실효성 제고

- 「강원특별자치도 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전 시설 지원 조례」 제9조에 따른 3년 주기 ‘전기차 화재 예방 및 대응 계획 수립’이 형식적 절차에 그치지 않도록, 실행 가능한 목표, 예산, 기술 로드맵을 포함해야 하며, 매년 이행점검을 통해 실효성을 확보해야 함
- 계획 수립 시, 민-관-연 협의체가 참여하여 기술 검증, 정책 우선 순위 설정, 예산 배분 기준 등을 마련해야 함
- 또한, 시설 위험도 기반 보강 순위, 안전시설 표준사양, 단계별 투자 계획, 성과평가 지표 등을 포함하여 실행력 있는 계획 구조를 확립해야 할 것으로 판단됨

○ 본 연구에서 제시한 강원특별자치도의 ‘전기차 화재예방 안전시설 설치기준(안)’, ‘전기차 화재 대응 방안(안)’, ‘민-관-연 협의체 구성(안)’은 도 차원의 정책 실행 가이드로 활용이 가능할 것으로 보임

- 그러나, 본 연구는 제한된 범위와 자원을 바탕으로 수행된 기초연구로, 정책적 완결성과 실효성 확보를 위해 지속적인 보완과 고도화가 필요함
- 특히, 전기차 화재 대응 정책과 기술기준은 현장의 실태와 여건 변화에 따라 지속적으로 점검 및 개선되어야 하므로, 연구 결과를 일회성 성과로 한정하지 않고 장기적 발전 과제로 이어가는 노력이 요구됨
- 따라서, 전기차 화재 안전대책 마련을 위한 민-관-연 협의체 구성 및 운영을 통해 전기차 화재 예방 및 대응계획 수립뿐만 아니라, 정책 방향과 기술기준의 정기적 검토 및 보완, 현장 적용성 강화를 가능하게 하는 핵심적 기반으로서 역할을 담당하게 하는 것이 필요할 것으로 판단됨

참고문헌

- 강원특별자치도, 2024, 2024 강원통계연보
- 강원특별자치도, 2024, 전기자동차 전용주차구역의 화재 예방 및 안전시설 지원 조례
- 경상북도, 2023, 환경친화적 자동차 전용주차구역 조례
- 국토교통부, 2024, 국토교통통계누리, 전기자동차·충전기 보급 현황
- 국토교통부·LH, 2025, 공동주택 전기자동차 화재안전 매뉴얼
- 국립소방연구원, 2025, 전기자동차 화재대응 가이드
- 무공해차 통합누리집, 2025.5, 국내 시·도별 전기차 충전기 현황(통계)
- 부산광역시, 2023, 「경친화적 자동차 전용주차구역 조례
- 부산소방재난본부, 2022, 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드
- 산림청, 2025, 2025년도 전국 산불방지 종합대책
- 산업통상자원부, 2023, 2차전지 산업 동향과 전망
- 소방청, 2023, 전기차 화재 대응 매뉴얼
- 소방청, 2025, 지하주차장 전기차 화재안전 종합대책
- 울산광역시 동구, 2023, 환경친화적 자동차 전용주차구역 조례
- 인천광역시, 2024, 환경친화적 자동차 전용주차구역의 화재예방 및 안전시설 지원 조례
- 인천소방본부, 2024.10, 전기자동차 전용주차구역 및 충전시설의 관계인 화재대응 매뉴얼
- 한국전기연구원, 2022, 전기차 배터리 안전기술 보고서
- LG에너지솔루션, 2023, 배터리 안전기술 백서

연구책임 | 김대훈 한국기후변화연구원 선임연구원

정책연구 2025
전기차 화재예방을 위한 대응방안 및 안전시설
설치에 관한 연구

- * 인 쇄 _ 2025년 11월
- * 발 행 _ 2025년 11월
- * 발 행 인 _ 최병수
- * 발 행 처 _ 한국기후변화연구원
- * 주 소 _ (24239) 강원도 춘천시 수변공원길 11
- * 홈페이지 _ www.kric.re.kr