

공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응 방안 연구

변완희 / 기호영 / 신도겸 / 배연희
임민정 / 이민재 / 이상준

report

연구관리 2024-055호

공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응 방안 연구

지 은 이	변완희 • 기호영 • 신도겸 • 배연희 • 임민정 • 이민재 • 이상준
발 행 인	정창무
발 행 처	한국토지주택공사 토지주택연구원
주 소	(34047) 대전 유성구 엑스포로 539번길 99
홈페이지	http://lhri.lh.or.kr
전화번호	042-866-8445
이 메 일	whbyun@lh.or.kr

- 이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로써 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
- 우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응 방안 연구

Study on Electric Vehicle Fire Safety in Underground Car Park

변완희 • 기호영 • 신도겸 • 배연희 • 임민정 • 이민재 • 이상준

LH토지주택연구원

참여연구진

연구책임

변완희 LH 토지주택연구원 연구위원

연구진

기호영 LH 토지주택연구원 연구위원

신도겸 LH 토지주택연구원 수석연구원

배연희 LH 토지주택연구원 책임연구원

임민정 LH 토지주택연구원 주임연구원

이민재 LH 토지주택연구원 연구원

이상준 LH 스마트주택기술처 차장

외부 연구진

윤해권 한국안전인증원 연구소 소장

김학중 숭실사이버대학교 교수

김문선 문건축사사무소 대표(건축사)

정재문 문건축사사무소 사원

■ 연구의 배경 및 목적

최근 자동차산업의 패러다임이 내연기관에서 전동화 중심으로 빠르게 바뀌고 있는 가운데 지난해 국내 전기차 판매량이 경유차 판매량을 넘어선 것으로 나타났다. 2022년 말 기준, 전기차는 39만 대로 전년 대비 68.4% 증가를 보이고 있고, 2025년에는 5%(113만 대), 2030년에는 12%의 점유율을 예상하고 있다.

최근 전기차 점유율이 높아짐에 따라 차량 화재에 대한 논란도 꾸준히 제기되고 있다. 전기차 보급을 늘리기 위해서는 화재 대응 능력을 높여 안전에 대한 걱정을 줄여야 하지만, 대책은 미흡한 실정이다. 전기차는 한번 불이 나면 배터리 열폭주로 인해 대형화재로 이어지는 데다가, 배터리 특성상 진압도 어려워 시민의 생명과 재산에 막대한 피해를 일으킬 잠재적인 위험 요소라 할 수 있다.

따라서 전기차 점유율의 급격한 증가로 인한 화재 빈도의 증가, 범정부 차원의 대책 미흡 등의 현 상황에서 공동주택 거주자가 절대적인 우리나라의 경우는 공동주택 지하주차장의 전기차 화재 대응을 위한 대책 마련이 시급한 실정이라고 판단된다.

이에 본 연구는 공동주택 지하주차장의 전기차 화재 예방 및 대응에 필요한 공동주택 용 대응 매뉴얼을 마련하고, 화재 발생 시 위험을 최소화할 수 있도록 지하주차장의 공간 요소별 전기차 화재 안전등급을 개발하며, 마지막으로 전기차 화재 안전성을 높일 수 있는 새로운 형태의 주차장 계획 방향 수립을 목적으로 하였다.

■ 전기차 화재 대응 매뉴얼

전기차 화재 대응 매뉴얼은 공동주택 지하주차장의 전기차 화재 안전을 위한 사전 대응은 물론 화재 발생 시 대처와 관련된 관리사무소와 입주민의 행동 요령을 목적으로 하고 있다.

매뉴얼은 ① 전기차 화재 개요, ② 화재 대응체계 구축, ③ 화재대응 운영 및 관리, ④ 교육 및 홍보 총 4개의 본편과 매뉴얼의 내용을 요약한 관리사무소·입주민 행동요령(부록)까지 총 5편의 구성되어 있다. 이 중 핵심이 되는 ‘② 화재 대응체계 구축’ 편은 평상시 행동 요령으로 충전·소방·안전시설 등에 대한 현황 파악 및 체크리스트를 통한 점검 및 관리, 화재 대비 대응조직구성 및 역할 분담 등 화재 예방 및 대비에 중점을 두고 있다. ‘③ 화재 대응 운영 및 관리’ 편은 화재 발생 시 관리사무소, 입주민 등이 쉽게 이해하고 따라 할 수 있도록 사진, 삽화 등 활용하여 화재 단계별 대응 요령을 제시하는 한편, 충전으로 인한 화재 피해를 최소화하고자 충전구역 위치 지정 시 고려사항도 같이 수록하고 있다. ‘④ 관리사무소, 입주민 행동 요령(부록)’ 편은 설명서 본문을 보지 않더라도 행동 요령만으로 현장 대응이 가능하도록 대응 절차 및 내용을 요약 정리함으로써 긴급한 상황에서도 설명서에 따라 적절한 대응이 이루어지도록 하였다.

충전구역 지정시 고려사항

1 지상에 지정할 때



① 옆에 있는 건물과는 10m 이상 떨어진 위치가 좋아요.



② 어린이 놀이터 등과 20m 이상 떨어진 위치가 좋아요.



③ 쓰레기 처리장 등 가연물 보관 장소와 20m 이상 떨어진 위치가 좋아요.



④ 소나무, 잣나무 등 불에 잘 타는 나무와 떨어진 위치가 좋아요.



⑤ 출동한 소방대가 쉽게 접근 가능한 위치가 좋아요.



⑥ 충전구역에는 온도가 높아 올라가지 않도록 가림막을 설치하세요.

[요약 그림 1] 충전구역 지정 시 고려사항[부록 편 예시]

본 연구를 통해 국토교통부, 한국토지주택공사는 전기차 화재로부터 안전한 주거환경 조성을 위한 ‘공동주택 전기자동차 화재대응 매뉴얼’을 발간하였고, 현재 전국 지자체의 공동주택관리부서, 대한주택관리사협회 등에 배포 완료하였다. 또한 동시에 중앙 공동주택관리지원센터(myapt.molit.go.kr), K-아파트(www.k-aprt.go.kr)누리집을 통해 매뉴얼을 게시하였다.

■ 전기차 화재 안전등급

전기차 화재 안전등급은 전기차 화재로 인한 인적/물적 피해, 화재 진압 및 확산과 관련한 안전도를 등급화하여 제시한 것으로, 공동주택 지하주차장의 공간 위치별 안전등급화가 가능한 방법론 개발을 목적으로 하고 있다.

이를 위해 본 연구는 주차장 공간을 [요약 표 1]과 같이 크게는 두 개 요소, 세부적으로는 네 개의 요소로 분류하고 있다. 그리고 주차장 공간 요소별 안전도를 산출하고, 그로부터 5개 안전등급에 대한 안전도 점수를 도출하였다.

[요약 표 1] 주차장 위치에 따른 공간요소

주차장 위치(A)	주차장 내 공간요소		
	위치요소 (B)	주차면 형태 요소(C)	고위험시설(D)
A1 지상주차장(옥외)	B1 피난층 연결부인근	C1 3면벽체 주차구획	D1 가연성물질1 인근 (유류, 재활용시설 등)
A2 지상주차장(옥내)	B2 피난계단인근	C2 2면벽체 주차구획	D2 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실 등)
A3 피난층연결주차장	B3 썬큰인근	C3 이외 주차구획	D3 고위험시설2 인근 (주민공동시설 등)
A4 지하1층주차장	B4 건축물출입구인근		D4. 위험요소 없음
A5 지하2층주차장	B5 경사로종단인근		
A6 지하3층이하주차장	B6 기타공간		

안전도 분석은 AHP와 델파이 기법을 통해 수행하였다. 먼저 AHP 분석을 통해서는 인적 피해 축소, 물적 피해 축소, 소방대 접근성, 연소확대 방지 등 4개의 안전도 요인과 중요도(가중치)를 도출하였고, 델파이 분석을 통해서는 안전도 요인별로 1~10점 구간의 점수화를 수행하였다. 공간 요소별 안전도는 ‘안전도 요인 가중치*요인별 안전도 점수’의 합으로 나타나게 된다.

특정 공간 요소의 안전도 산출을 위한 식과 방법은 아래와 같다.

$$x = a \times A + b \times B + c \times C + d \times D$$

[요약 표 2] 임의 공간 요소 x에 따른 안전도 점수화 방법

공간 요소	인적피해 축소 a%	물적피해 축소 b%	소방대 접근성 c%	연소확대방지 d%	안전도 점수
x	A	B	C	D	$x = a \cdot A + b \cdot B + c \cdot C + d \cdot D$

[요약 표 3] 주차장 위치에 따른 안전도 점수

주차장 위치(A)	인적피해 축소 안전도	물적피해 축소 안전도	소방대 접근성 안전도	연소확대방지 안전도	안전도
A1. 지상주차장(옥외)	6.774	1.723	1.002	0.501	10.000
A2. 지상주차장(옥내)	4.803	1.081	0.783	0.337	7.005
A3. 피난층연결주차장	4.557	1.018	0.774	0.314	6.664
A4. 지하1층주차장	3.141	0.830	0.474	0.214	4.659
A5. 지하2층주차장	2.402	0.642	0.291	0.169	3.504
A6. 지하3층이하주차장	1.601	0.470	0.164	0.132	2.367

전기차 화재 안전등급은 전기차 화재 안전에 대한 지하주차장의 안전성 판단의 근거 지표가 될 수 있고, 보다 안전성 높은 전기차 충전구역을 지정하거나, 이외의 전기차 주차 권고 구역의 지정에도 적용할 수 있다. 또한 안전등급별 합리적인 소방안전시설 적용 방안을 마련할 수 있다. 전기차 화재 안전등급은 소방 전문가와 건축 전문가의 자문을 통해 5등급으로 분류하였으며, 안전도 점수를 통해 계량화하였다. 어떤 임의 공간의 종합적인 안전도는 4개의 공간 요소의 안전도의 합으로 나타난다.

[요약 표 4] 전기차 화재 안전등급별 점수 및 설명

안전등급	종합 안전도 점수	설명	비고
1등급	230점 이상	지상주차장(옥외)로써 공간 전체가 외기에 노출되어 있어 전기차 화재에 따른 위험이 매우 낮아 기본적인 소방안전시설 이외의 추가적 시설(장비)이 필요하지 않은 공간	- 지상주차장(옥외) · 동출입구 인근 제외 · 위험물질 및 위험시설 인근 제외
2등급	130점~230점 미만	공간의 많은 부분이 외기와 면해있는 있어 전기차 화재에 따른 연기로부터의 도피가 용이하고, 소방대의 진입이 원활한 공간	- 지상주차장(옥내) 입구 인근 - 피난층연결 주차장 입구 인근 - 지하1층의 썬큰 인근
3등급	100점~130점 미만	주로 지상주차장(옥내) 또는 피난층 연결주차장의 피난층연결부 인근이나 지하 1층의 썬큰과 같이 외기와 직접 면해 화재연기의 배출이 상당히 가능한 공간	- 지하1층 주차장 - 지하2층 주차장 썬큰 인근
4등급	50점~100점 미만	주로 지하2층 이하에서 썬큰과 같이 화재연기의 배출이 공간 외부로 일부 이루어지는 공간	- 지하2층 주차장 썬큰 인근 이외 공간 - 지하3층 주차장 썬큰 인근
5등급	50점 미만	주로 지하3층 이하의 공간으로 화재 시 피해가 크고 소방 대응이 매우 어려운 공간	- 지하3층 이하 썬큰 인근 이외 공간

한편, 임의 공간 y 의 종합안전도는 아래의 식을 통해 산출한다.

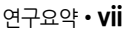
$$y = A_i \times \{ \text{avg}(B_1, B_2, \dots, B_j) + C_k + \text{avg}(D_1, D_2, \dots, D_l) \}$$

여기서,

- A : 해당 주차장의 층별 위치 요소, I : A의 항목
- B : 주차장 내 위치 요소, j : B의 항목
- C : 주차면 형태 요소, k : c의 항목
- D : 고위험 시설(물질) 요소, l : D의 항목
- 임의 공간 y 는 주차장 내의 위치 요소(B)가 중복 가능하여 평균값을 적용
- 임의 공간 y 는 위험 시설요소(D)이 중복 가능하여 평균값을 적용

임의 공간의 전기차 화재 안전등급은 종합안전도 점수를 통해 도출되는데, 아래는 ‘지하1층 주차장, 썬큰 인근 공간’의 종합안전도 점수와 안전등급을 보여주고 있다. 해당 공간의 종합안전도는 126.5이고, 이 점수는 3등급에 해당하게 된다. 또한, 본 연구는 기축 공동주택과 신축 공동주택에 대하여 해당 등급별 권고하는 소방안전시설을 제안하고 있다.

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2	●	C2. 2면벽체 구획	6.9	●	D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기시설등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전등급 안전도 종합점수					126.5						
안전등급					3등급						



■ 신개념 주차장

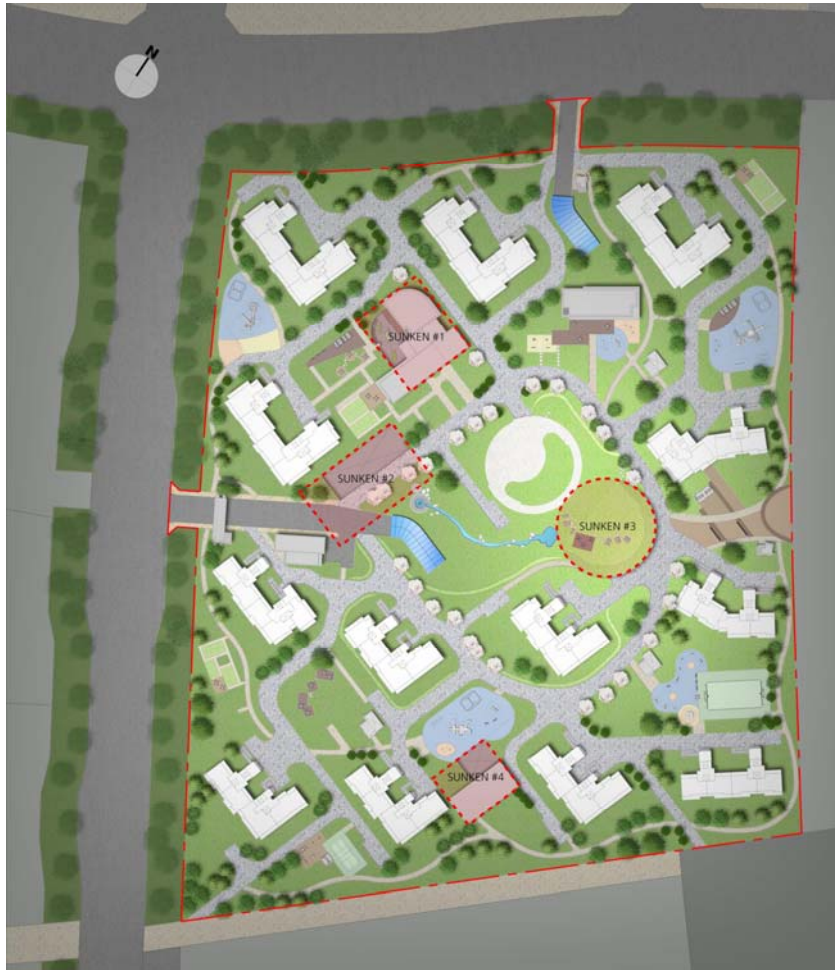
본 연구에서 제안하는 신개념 주차장은 공동주택 지하주차장의 건축계획적 방향성을 유지하면서, 동시에 전기차 충전구역에 대한 전기차 화재 안전등급 2등급과 3등급 수준을 목표로 설정하였다.

신개념 주차장의 기본구상을 위해 2024년 현재 일반적인 형태의 공동주택을 대상으로 하였다. 구체적으로는 다음과 같다.

- 약 7만㎡의 부지에 59형, 74형과 84형의 세대가 혼합된 약 1,500세대 단지
- 주 동수는 14동이고, 층수는 16층에서 30층으로 구성됨
- 단지 출입구는 북측과 서측 2곳에서 이루어지며 지상주차 없이 지하 2층까지 주차장으로 계획되었으며 주차대수는 총 1,750대임
- 지상은 소방도로와 녹지공간, 주민공동시설, 어린이 놀이터, 운동시설 등이 있음
- 대상 단지에는 주민공동시설과 연계된 일반적인 썬큰 #1이 있는데, 본 연구는 썬큰 #2, #3, #4를 추가 적용함

신개념 주차장을 구상하기 위해 전기차 화재 안전과 관련한 국내외 건축물을 조사하였다. 조사대상으로는 Lammermarkt Parking Garage(네덜란드), Caldeiroa Car Park(포르투갈), 마곡중앙광장(한국), Herma Parking Building(한국), 9th Avenue Parkade + Innovation Cente(캐나다) 등이다.

국내외 주차장 사례를 분석한 결과, 썬큰, 나선형 구조, 자연 통풍이 용이한 외관 디자인, 복합용도의 가치 향상을 위한 특화설계, 향후 용도 변경을 고려한 구조 등으로 정리되었다. 먼저, 썬큰은 지하공간을 지상 및 외기와 연결하는데 큰 이점이 있다. 특히 자동차 및 보행자 주출입구를 썬큰 구조로 설계하는 사례가 일반적이었으며, 주차장 일부 공간에 의도적으로 썬큰을 배치하여 지하층의 자연환기 기능을 향상할 수 있음을 확인했다. 특히 나선형 구조는 모든 층의 공간을 연결한다는 점에서 강점이 있었다. 내부와 외부를 단절하지 않는 외부 디자인은 채광과 자연환기를 여러 방향에서 가능하게 하는 장점을 갖고 있다.



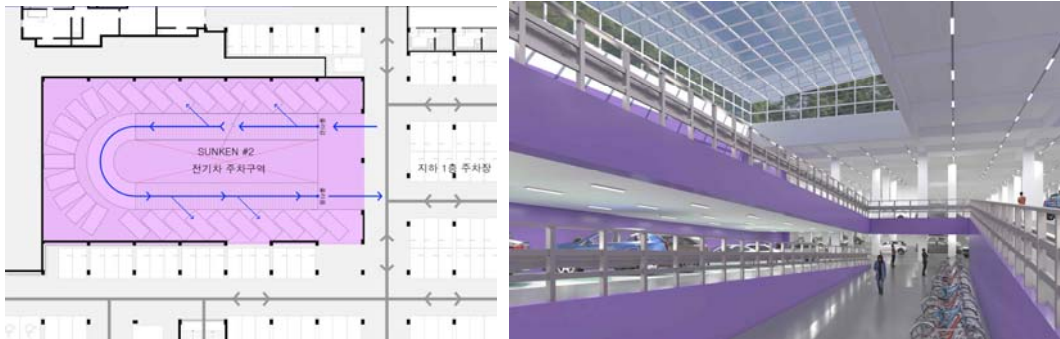
[요약 그림 2] 신개념 대상단지 배치도

기본구상은 다음과 같은 방향으로 수행하였다.

- 전기차 화재 안전등급 2등급 및 최소 3등급을 목표로 인적/물적 피해 최소 및 용이한 화재진압이 가능한 건축구조 계획
- 기존건축 및 주차장 계획의 대규모 조정이나 변경없이 전기차 화재로부터 안전한 건축공간 제시
- 화재 시 연기배출에 용이한 외기에 면한 구조, 즉 지하주차장에서의 썸큰 구조와 일부 오픈으로 전체 환기를 유도하는 나선형 구조 채택

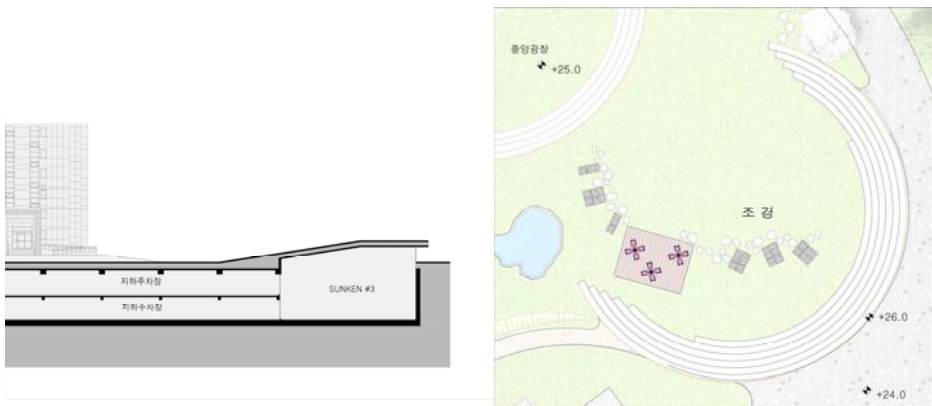
특히, 썸큰 #2는 본 연구에서 대표적으로 제안하는 방식으로 썸큰과 나선형을 갖춘 주차구역이다. 자주식 주차가 가능한 경사도 7% 이하의 경사로 (5.5%)를 차로로 하고, 공간 효율을 고려하여 일방통행 방식을 적용하였다. 나선형 구조로 각 층이 공간적으로

연결되어 있어서 지상 고측창 개방 시 모든 층이 외기와 면해 환기에 용이한 구조를 갖추도록 하였다.



[그림 요약 3] 썬큰과 나선형 램프를 결합한 구조

또한, 썬큰 #3는 조경과 연계되는 썬큰 구조로 지면층의 기존 조경 공간을 해치지 않으면서, 단면적으로 높이를 들어올려 인위적 썬큰 구조를 조성한 형태이다. 경사면은 조경 공간으로 쓰거나 계단을 설치하여 무대 관람석의 형태도 가능하도록 하였다.



[그림 요약 4] 조경과 연계되는 썬큰 구조

지하주차장에 썬큰 #1만 있을 경우와 신개념 요소 썬큰 #2, #3, #4가 추가되었을 때의 등급 변화를 분석한 결과, 분석 대상 단지의 전체 주차대수 1,750대 중 썬큰 #1만 있을 경우, 2등급의 주차구역은 41대(2.3%)에 불과하였고, 여기에 썬큰 #2, #3, #4를 추가 적용하면 325대(18.6%)로 확대되는 것을 확인할 수 있었다. 특히 지하 2층의 경우 대체로 4등급 수준이나, 썬큰 구조를 적용할 경우 3등급 주차구역이 크게 확대되었다.

■ 제언

○ 제언 1

전기차 화재 안전 등급을 전기차충전구역 지정을 위한 가이드라인으로 규정할 것을 제안하였다. 특히 이미 배포된 전기차 화재 대응 매뉴얼에 안전등급 설정 및 적용 방법을 추가함으로써 실용성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

○ 제언 2

전기차는 전기차 충전구역에 완속 14시간, 급속 40분 이후에는 일반 주차면에 주차하여야 하는데, 전기차 화재는 충전 구역 이외의 주차면에서도 발생하는 것으로 조사되고 있다. 전기차 화재 안전등급은 전기차 화재와 관련된 안전성을 의미하므로, 전기차 충전 구역 이외의 안전등급 3등급 이상의 주차구역을 전기차 권고 주차구역으로 지정할 것을 제안하였다. 단 전기차 충전구역과 달리 전기차 권고 주차구역은 법적 강제가 아닌 권고로 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

○ 제언 3

지하주차장 전체 주차면 중에서 전기차 화재 안전등급 1~3등급이 차지하는 비율을 주택성능등급 지표에 추가할 것을 제안하였다. 다시말해 4등급 및 5등급에 대해서는 소방안전시설을 추가하여 인증받을 때 안전등급 3등급 이상을 인정하는 것이다. 다만, 소방안전시설의 추가에 따른 전기차 화재 안전등급 상향 인정에 대해서는 향후 연구를 통해 보완이 필요하다고 판단된다.

○ 제언 4

LH 공동주택의 전기차 충전구역의 전기차 화재 안전등급 실태 전수조사 시행할 것을 제안하였다. 조사를 통해 4등급, 5등급의 경우는 소방안전시설을 추가하거나 이전하고, 신규 전기차 충전구역 지정 시에는 전기차 화재 안전 등급 3등급 이상에 설치할 것을 권고하고 있다.

○ 제언 5

공동주택의 지하주차장은 본 연구에서 정의한 전기차 화재 안전등급만으로 확인할 수 없는 경우가 많을 것으로 예상된다. 따라서 소방 및 건축 전문가의 현장 조사 및 과학적 분석을 통해 안전등급을 명확히 할 수 있는 컨설팅 제도가 필요하다고 판단된다.

차 례 Contents

제1장 서론	1
1. 연구 배경 및 목표	1
1.1. 연구 배경	1
1.2. 연구의 목표	2
2. 연구의 범위	3
2.1. 시·공간적 범위	3
2.2. 내용적 범위	3
 제2장 전기차 현황조사 및 소방안전시설	 5
1. 공동주택 현황	5
2. 전기차 및 충전기 보급 현황	7
2.1. 자동차 등록현황	7
2.2. 전기차 충전기 현황	11
3. 전기차 화재	13
3.1. 국내 전기차 화재발생 현황	13
3.2. 국내 전기차 화재 발생 원인	15
3.3. 전기차 화재 특징	16
3.4. 국내 전기차 화재	19
3.5. 해외 전기차 화재 사례	27
4. 국내·외 관련 규정 및 기준	33
4.1. 국내 법규	33
4.2. 국내·외 안전시설 설치기준	37

제3장 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼	47
1. 매뉴얼 개요	47
1.1. 목적	47
1.2. 매뉴얼의 구성	47
2. 매뉴얼의 내용	48
 제4장 주차장 공간 요소의 안전도	 55
1. 주차장 공간 요소의 분류	55
1.1. 주차장 위치(A)에 대한 정의	56
1.2. 위치 요소(B)에 대한 정의	58
1.3. 주차면 형태 요소(C)에 대한 정의	62
1.4. 고위험시설 요소(D)에 대한 정의	64
2. Delphi & AHP 분석	66
2.1. Delphi & AHP 개요	66
2.2. 델파이/AHP 분석 개요	67
2.3. 델파이 분석	68
2.4. AHP 분석	69
2.5. 임의 공간 요소의 안전도 산출	71
 제5장 전기차 화재안전등급 및 적용 방안	 73
1. 전기차 화재안전등급의 개요	73
1.1. 전기차 화재안전등급의 목적	73
1.2. 전기차 화재안전등급의 등급화	73
2. 전기차 화재안전등급의 적용	76
2.1. 임의 공간의 전기차 화재안전등급 도출 방법 및 의미	76
2.2. 공간별 전기차 화재안전등급 산출(예시)	77
3. 주차장 전체의 전기차 화재 안전등급 도출	90
4. 전기차 화재 안전등급에 따른 소방안전시설 적용 방안	98
4.1. 소방안전시설 적용 개요	98
4.2. 전기차 화재 안전등급에 따른 소방안전시설의 적용 예시	100

제6장 신개념 주차장	113
1. 기본 구상 개요	113
2. 국내외 사례 조사	114
3. 설계 기본 구상	128
3.1. 기본구상 방향	128
3.2. 배치도	128
3.3. 평면도/단면도/투시도	129
4. 신개념 주차장의 전기차 화재 안전등급도	135
5. 종합 시사점	138
 제7장 결론과 제언	 139
1. 결론	139
2. 제언	140
 참고문헌	 143
 부록 - 소방안전시설	 145
1. 소방안전시설의 종류 및 요구사항	145
2. 안전시설	151

표차례 List of Tables

[표 2-1] 최근 5년간 공동주택 현황	6
[표 2-2] 연도별 누적 등록대수	8
[표 2-3] 전기차 종류	10
[표 2-4] 전기차 충전시설 현황	11
[표 2-5] 충전기 1기당 전기차 대수	12
[표 2-6] 국내 자동차 등록현황 및 화재 현황	13
[표 2-7] 2017년~2023년 9월까지 전기차 피해 현황	14
[표 2-8] 최근 5년간 국내 전기차 화재 원인별 현황	15
[표 2-9] 국내 전기차 화재 사례분석	19
[표 2-10] 최근 5년간 국내 전기차 화재 차량의 상태별 현황	22
[표 2-11] 최근 5년간 국내 전기차 화재 지역별 현황	22
[표 2-12] 최근 5년간 국내 공동주택 전기차 화재 현황	23
[표 2-13] 국외 전기차 화재 사례분석	27
[표 2-14] 전기차 전용구역 및 충전시설 관련 기준	36
[표 2-15] 국내외 전기차 시설 관련 기준	37
[표 2-16] 전기차 충전설비 안전기준(KFS-1130)	38
[표 2-17] 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드	39
[표 2-18] 전기차 화재 대응가이드	40
[표 2-19] 전기저장시설의 화재안전성능기준, 기술기준 (NFPC/NFTC 607)	40
[표 2-20] Risk insight electric vehicle charging	41
[표 2-21] Charging of electric cars in parking garages	42
[표 2-22] Recommendations for fire safety when charging electric vehicle (RC59)	43
[표 2-23] Electric vehicle charging and enclosed car parks	44
[표 2-24] Covered car parks – fire safety guidance for electric vehicles(T0194)	46
[표 4-1] 주차장 위치에 따른 공간요소	55

[표 4-2] 주차장 위치에 따른 공간요소	67
[표 4-3] 주차장 위치에 따른 텔파이 안전도 점수	68
[표 4-4] 위치요소에 대한 텔파이 안전도 점수	68
[표 4-5] 주차구역 형태에 대한 텔파이 안전도 점수	68
[표 4-6] 위험물질 및 시설에 대한 텔파이 안전도 점수	69
[표 4-7] 1단계 요인 평가	70
[표 4-8] 2단계 요인 평가	70
[표 4-9] 임의 공간 요소 x에 따른 안전도 점수화 방법	71
[표 4-10] 주차장 위치에 따른 안전도 점수	71
[표 4-11] 위치요소에 대한 안전도 점수	71
[표 4-12] 주차구역 형태에 대한 안전도 점수	72
[표 4-13] 위험물질 및 시설에 대한 안전도 점수	72
[표 5-1] 공간 요소별 안전도 점수 예시	74
[표 5-2] 전기차 화재안전등급별 점수 및 설명	75
[표 5-3] 전기차 화재 안전등급별 권장 소방안전시설	99
[표 6-1] 주차장 건축물 사례 요약	114
[표 6-2] Lammermarkt Parking Garage 개요	114
[표 6-3] Caldeiroa Car Park 개요	117
[표 6-4] 마곡 중앙 광장 개요	119
[표 6-5] Herma Parking Building 개요	121
[표 6-6] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 개요	123

그림차례 List of Figures

[그림 2-1] 최근 5년간 공동주택 현황	6
[그림 2-2] 국내 자동차 등록현황 및 전기차 등록현황	7
[그림 2-3] 2023년 5월 현재 국내 지역별 전기차 등록 현황	8
[그림 2-4] 자동차 및 전기차 등록대수	9
[그림 2-5] 글로벌 전기차 등록 현황	9
[그림 2-6] 연도별 전기차 충전시설 현황	12
[그림 2-7] 전기차 화재 발생현황	13
[그림 2-8] 전기차 화재 발생 건수 및 인명피해 현황	14
[그림 2-9] 국내 전기차 화재발생 원인별 사례 분석	15
[그림 2-10] 리튬이온배터리 주요 구조	17
[그림 2-11] 배터리 구성 및 열폭주 현상	18
[그림 2-12] 내연기관, 전기차 화재 시 소요 소방력 비교	18
[그림 2-13] 충주 아파트 지하주차장 전기차 화재	24
[그림 2-14] 제주 아파트 지하주차장 전기차 화재	25
[그림 2-15] 대구 아파트 지하주차장 전기차 화재	26
[그림 2-16] 스타방에르(Stavanger) 공항 Sola 다층 주차장 화재	29
[그림 2-17] 미국 플로리다주 전기차 화재 모습	30
[그림 2-18] 러시아 모스크바 전기차 화재 모습	31
[그림 2-19] 미국 텍사스주 전기차 화재 모습	32
[그림 2-20] 전기차 충전시설의 종류	35
[그림 3-1] 지상 충전구역 지정 시 고려사항	48
[그림 3-2] 지하 충전구역 지정 시 고려사항(계속)	49
[그림 3-3] 관리사무소 화재 대응 1단계	50
[그림 3-4] 관리사무소 화재 대응 2단계	51
[그림 3-5] 관리사무소 화재 대응 3단계	52
[그림 3-6] 입주민 피난 행동요령	53
[그림 3-7] 소방시설 및 안전시설 위치 고려사항	54

[그림 4-1] 지상 주차장	56
[그림 4-2] 외기에 면한 필로티 형태 주차장	56
[그림 4-3] 피난층으로서 직접 지상으로 통하는 주차장	57
[그림 4-4] 피난층과 연결된 지하주차장	58
[그림 4-5] 피난계단 인근에 위치한 주차장	59
[그림 4-6] 건축물 출입구 앞 주차장	59
[그림 4-7] 썬큰 인근에 위치한 주차장	60
[그림 4-8] 경사로(램프) 인근 주차장	61
[그림 4-9] 기타 공간	61
[그림 4-10] 3면 벽체 주차구획	62
[그림 4-11] 2면 벽체 주차구획	63
[그림 4-12] C1과 C2를 제외한 주차구획	64
[그림 4-13] 가연성 물품과 인접한 주차 공간	64
[그림 4-14] 전기실, 발전기실 등 주변에 위치한 주차 공간	65
[그림 4-15] 주민공동시설 등 주변에 위치한 주차 공간	65
[그림 4-16] AHP 분석을 위한 안전성 요인	69
[그림 4-17] 안전요인별 AHP 가중치	70
[그림 5-1] 전기차 화재안전등급 분석의 공간 요소	74
[그림 5-2] 지상 주차장 도면(옥외)	90
[그림 5-3] 지하 1층(피난층) 주차장 도면	91
[그림 5-4] 지하 1층 주차장 도면	91
[그림 5-5] 지하 2층 주차장 도면	92
[그림 5-6] 지하 3층 주차장 도면	92
[그림 6-1] Lammermarkt Parking Garage 내부공간	115
[그림 6-2] Lammermarkt Parking Garage 선형구조	116
[그림 6-3] Lammermarkt Parking Garage (좌)단면도, (우)평면도	116
[그림 6-4] Lammermarkt Parking Garage 계단 및 엘리베이터실 (좌)지하층, (우)지상층	116
[그림 6-5] Caldeiroa Car Park 외관	117
[그림 6-6] Caldeiroa Car Park 단면도 - 경사지 활용 구조	118
[그림 6-7] Caldeiroa Car Park 썬큰 구조	118
[그림 6-8] Caldeiroa Car Park 외관 디자인	118
[그림 6-9] 마곡 중앙 광장 외관	119

[그림 6-10] 마곡 중앙 광장 내부 공간	120
[그림 6-11] 마곡 중앙 광장 단면도	120
[그림 6-12] 마곡 중앙 광장 평면도	120
[그림 6-13] Herma Parking Building 외관	122
[그림 6-14] Herma Parking Building 상업시설	122
[그림 6-15] Herma Parking Building의 자연통풍에 용이한 구조	122
[그림 6-16] Herma Parking Building 입면도	123
[그림 6-17] Herma Parking Building 평면도	123
[그림 6-18] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 외관	124
[그림 6-19] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-공공편의시설 (1층)	124
[그림 6-20] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-스타트업 오피스(2층)	125
[그림 6-21] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-주차장, 중정, 단면구조	125
[그림 6-22] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 평면도	125
[그림 6-23] 신개념 주차장 배치도	128
[그림 6-24] 지하 1층 평면도	129
[그림 6-25] 지하2층 평면도	130
[그림 6-26] 썬큰 #1 평면도	131
[그림 6-27] 썬큰 #1 단면도	131
[그림 6-28] 썬큰 #2 종단면도	132
[그림 6-29] 썬큰 #2 평면도	132
[그림 6-30] 썬큰 #2 투시도1	132
[그림 6-31] 썬큰 #2 투시도2	132
[그림 6-32] 썬큰 #3 지상평면도	133
[그림 6-33] 썬큰 #3 지하평면도	133
[그림 6-34] 썬큰 #3 단면도	133
[그림 6-35] 썬큰 #3 투시도	134
[그림 6-36] 썬큰 #4 평면도	134
[그림 6-37] 썬큰 #4 단면도	134
[그림 6-38] 지하1층 전기차 화재 안전등급도	136
[그림 6-39] 지하2층 전기차 화재 안전등급도	137
[그림 7-1] 지하1층 전기차 주차 권고 구역 예시	140
[그림 7-2] 지하2층 전기차 주차 권고 구역 예시	140

제1장 서론

1. 연구 배경 및 목표

1.1. 연구 배경

- 최근 자동차산업 패러다임이 내연기관에서 전동화 중심으로 빠르게 바뀌고 있는 가운데 지난해 국내 전기차 판매량이 경유차 판매량을 넘어서고 있음
 - 국토교통부는 2022년 말 기준으로 휘발유차는 전년 대비 2.6% 증가했고, 경유차와 LPG차는 각각 1.2%와 2.1% 감소한 반면, 전기차가 39만 대로 전년 대비 68.4% 증가를 발표
 - 우리나라의 전기차 보급률은 2022년 기준 전체 자동차의 1.14%이나, 2025년에는 5%(113만 대), 2030년에는 12%의 점유율을 예상¹⁾
- 세계 각국이 탄소중립 달성을 위해 전기차를 온실가스 저감 방안의 핵심 과제로 삼고 있으며, 글로벌 완성차 업체들도 전동화에 가속화 하는 등 다양한 정책을 수립 중에 있음
 - 우리나라는 탄소중립 달성을 위해 2030년까지 온실가스 배출량을 2018년 대비 40% 수준으로 줄이기 위해 친환경차 보급 정책을 수립
- 국내 전기차 시장이 매년 가파른 성장세를 이어가고 전기차 점유율이 높아짐에 따라 차량 화재에 대한 논란도 꾸준히 제기되고 있는 실정임
 - 전기차 보급을 늘리기 위해서는 화재 대응 능력을 높여 안전에 대한 걱정을 줄여야 하지만, 대책은 미흡한 실정
 - 전기차는 한번 불이 나면 배터리 열폭주로 인해 대형화재로 이어지는 데다가, 배터리 특성상 진압도 어려워 시민의 생명과 재산에 막대한 피해를 일으킬 잠재적인 위험요소
- 2022년 12월 소방청 발표에 의하면 전기차 화재 사고는 83건, 2017년 1건이 처음 보고된 이후, 2018년 3건, 2019년 7건, 2020년에는 11건으로 두 자릿수를 넘었고, 2021년에는 24건, 2022년에는 44건을 기록하며 매년 증가 추이를 보이고 있음

1) 산업통상자원부와 환경부, 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

- 발화요인으로서는 전체 사고의 58%가 전기적 요인이고 다음으로 기계적 요인과 원인을 알 수 없는 경우(14.5%), 교통사고(7.0%), 부주의(3.0%)로 나타남
- 전기차 화재는 배터리 및 관련 부품에 의한 것으로 추정되는 전기적 요인이 가장 높은 비율을 차지
- 따라서 전기차 점유율의 급격한 증가로 인한 화재 빈도의 증가, 범정부 차원의 대책 미흡 등 현 상황에서 공동주택 지하주차장 전기차 화재는 입주민의 생명과 안전에 심각한 위험을 초래할 수 있어 전기차 화재 안전을 위한 대응 매뉴얼 개발과 전기차 충전구역 화재 대응을 위한 종합대책 마련이 절실히 요구됨
- LH 역시 공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응을 위한 테스트포스를 운영 중
 - 화재안전 기준에 대한 정부차원의 법 기준 마련 시까지 많은 시일이 소요될 것으로 판단하여 LH 내 여러 부서가 공동으로 단기적 대안을 마련 중

부 서	내 용
공공주택사업처 공공분양사업처	• (기준수립 시) 공공주택전기차 충전구역 위치 결정 협조
주택기술단	• (기준수립 後) 시방서, 표준상세도 수정 및 추가, 설계지침 변경사항 반영, 일위대가 등재
공공주택전기차	• (기준수립) 전기차 충전시설 적정위치, 전용 CCTV설치 기준수립
공공주택설비처	• (기준수립) 스프링클러 살수밀도 30%증가 및 수원확보, 질식소화포 비치 기준수립
고객품질혁신처 건설자산관리처 매입자산관리처	• (기준수립 後) 준공지구 전기차 화재 대응 위한 설치기준 수립
공공도시정비처 도시재생사업처	• (기준수립 後) 수립기준 준용 또는 응용 재수립

1.2. 연구의 목표

- 공동주택 지하주차장 전기차 화재 예방 및 진압, 피난 등 대국민용 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼 마련
- 신축 공동주택 지하주차장 등의 전기차 화재 안전등급 개발
- 전기차 화재 안전성을 제고할 수 있는 새로운 개념의 주차장 계획 방향 수립

2. 연구의 범위

2.1. 시·공간적 범위

■ 시간적 범위

- 공동주택 지하주차장 내 전기차 화재 대응 방안의 시급성, 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼의 제작, 배포, 교육, 건축 및 신축 공동주택의 건축 계획적 대책 마련에 소요되는 시간을 고려할 때 2025년을 기준으로 하는 것이 적절하다고 판단함

■ 공간적 범위

- 전국의 모든 아파트를 대상으로 함
- 다만, 자료수집과 분석의 용이성을 위해 LH가 건설한 아파트 단지를 중심으로 연구를 추진하되, 민간에서만 볼 수 있는 주상복합아파트도 조사대상에 포함

2.2. 내용적 범위

- 공동주택 주차장 분석
 - 공동주택 조사를 통해 주차장 공간 요소 및 전기차 주차구역을 전기차 화재와 관련한 화재확산, 진압, 피난의 관점에서 조사
 - 주차장 유형은 구조적으로 지상, 지하, 필로티가 있고, 아파트 동과 연결된 형태와 분리된 형태로 구분
 - 지하주차장만으로 볼 때 아파트 단지 전체를 연결하는 대단위 주차장과 동별 지하주차장으로 구성된 소규모 형태가 존재
- 국내외 정부 및 지자체에서 추진 중인 전기차 화재 안전 대응방안 사례 조사
 - 국내 정부 및 지자체 등 전기 차 화재 관련 대응 방안 등을 조사
 - 해외 전기차 화재 관련 대응방안은 문헌 중심으로 조사
- 공동주택 지하주차장 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼 마련
 - 국내외 전기차 화재 사례 조사를 통해 전기차 화재의 특성을 살피고, 국내외 화재 안전 대응 매뉴얼 사례를 조사
 - 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼에는 소방안전 시설뿐만 아니라, 전기차 화재 발생에

따른 진압, 대피, 사후 조치 등 전반적 요소를 제시

- 공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응 안전등급 모델 개발
 - 전기차 화재 대응을 위한 지하주차장 공간 요소를 분석
 - 안전등급을 통해 지하주차장의 전기차 화재안전성을 평가하는 지표 제시
- 전기차 화재안전등급 종합 운용 방안
 - 공동주택 현장에서 활용 가능한 전기차 화재안전등급의 적용 방법을 제시
 - 전기차 화재안전등급에 따른 소방안전시설의 적용 방법을 제시
- 신개념 주차장 기본구상
 - 전기차 화재 안전성을 제고하기 위한 주차공간의 계획 방안을 제시

제2장 전기차 현황조사 및 소방안전시설

1. 공동주택 현황

- 공동주택은 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사로 분류하고 있으나, 본 연구에서는 아파트 단지를 대상으로 공동주택을 분석함
 - 국내 공동주택은 전국에 2019년 16,719개 단지에서 2020년에는 17,213개 단지로 494개(3.0%) 단지가 증가하였으며, 2023년 11월을 기준으로 2019년 대비 1,810개 단지가 증가한 18,529개 단지로 매년 약 2%~3% 정도씩 증가하고 있음
 - 2023년 12월 말 기준 지역별 아파트 단지는 [표 2-1]과 같으며, 경기도가 4,925개 단지, 서울 2,607개 단지, 부산 1,234개 단지, 경남 1,199개 단지로 나타남
- 최근 공동주택의 주차장 형태를 보면 아파트 단지의 주거 환경과 보행자 안전을 위해 지상 주차장에서 지하주차장으로 바뀌고 있음
 - 최근 건설되는 대부분의 아파트 단지는 주차장이 지하에 위치하고 있음
 - 과거에는 지하 2층에 불과했던 주차장이 이제는 지하 4층에서 지하 9층까지 내려가는 등 도심지를 중심으로 지하주차장이 심층화되고 있는 실정
- 주차장이 지하로 이동하고 심층화되는 것은 전기차 화재와 관련하여 심각한 상황을 초래할 수 있음
 - 친환경 자동차법에 따라 2022년 1월 28일을 기점으로 기축시설의 경우 전기차 충전구역을 총 주차대수의 2%, 신축시설의 경우 5% 이상 설치하도록 함에 따라 공동주택에서 지하주차장에 전기차 충전구역을 설치할 수밖에 없는 실정임
- 소방청에서는 전기차 충전구역을 지하 2층까지만 설치하도록 규정하고 있으나, 실제 설치 사례는 그 이하의 지하층에 두는 경우가 흔치 않은 실정



[그림 2-1] 최근 5년간 공동주택 현황

출처 : 국토교통부 통계누리, 공동주택 현황(<https://stat.molit.go.kr>)

[표 2-1] 최근 5년간 공동주택 현황

단위 : 단지

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
서울	2,413	2,463	2,507	2,564	2,607
부산	1,110	1,149	1,165	1,205	1,234
대구	874	897	920	949	999
인천	829	846	867	909	950
광주	766	790	803	822	833
대전	459	470	475	488	490
울산	448	453	457	467	480
세종	168	172	188	193	198
경기	4,380	4,523	4,651	4,786	4,925
강원	615	644	665	679	694
충북	607	626	640	652	670
충남	744	768	782	814	848
전북	694	722	734	748	767
전남	577	601	626	644	670
경북	803	823	834	841	857
경남	1,129	1,158	1,175	1,184	1,199
제주	103	108	111	114	115
전국	16,719	17,213	17,600	18,059	18,536

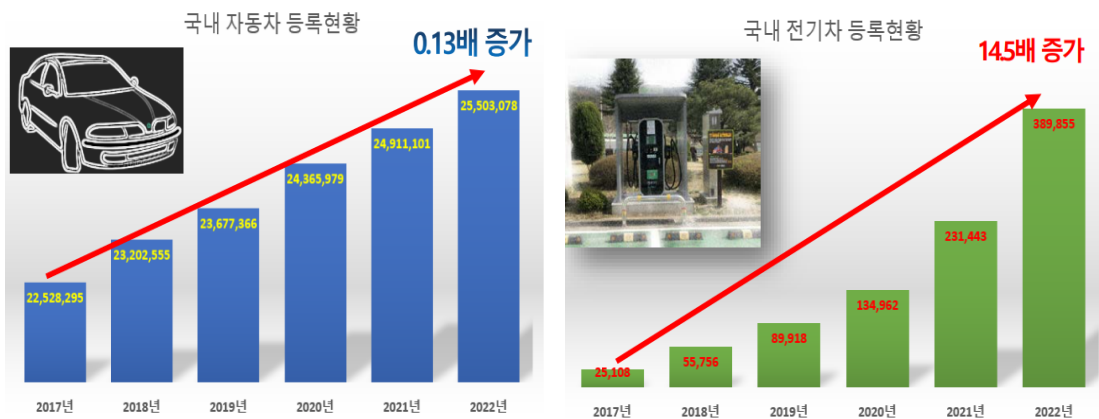
출처 : 국토교통부 통계누리, 공동주택 현황(<https://stat.molit.go.kr>)

2. 전기차 및 충전기 보급 현황

2.1. 자동차 등록현황

■ 국내 자동차 등록현황

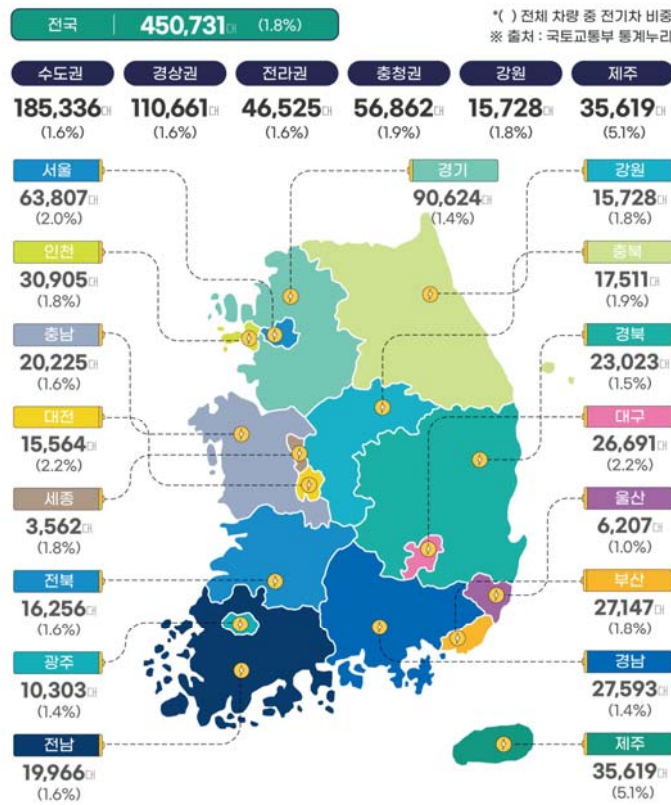
- 2017년 22,528,295대에서 2022년 25,503,078대로 2017년 대비 1.3배 증가함
- 전체 자동차 등록현황 중 국내 전기차 등록현황은 2017년에 25,108대에서 2022년에는 389,855대로 2017년 대비 22년까지 14.5배로 보급이 크게 확대되고 있음



[그림 2-2] 국내 자동차 등록현황 및 전기차 등록현황

출처 : 국립소방연구원

- 2022년 한 해동안 전기차 판매량은 총 판매차량 중 7.4%에 해당하는 것으로 나타남
 - 2023년 5월 전기차 등록대수는 경기(9.1만 대), 서울(6.4만 대)이 가장 많고, 전기차 비중은 제주가 5.1%로 가장 높고 대구(2.2%), 대전(2.2%), 서울(2.0%)이 2% 이상으로 전국 평균(1.8%) 대비 높은 비중으로 나타남



[그림 2-3] 2023년 5월 현재 국내 지역별 전기차 등록 현황
출처 : 전력거래소, IEA, Global EV Outlook 2023

- 최근 5년간 연도별 자동차 등록대수 대비 전기차 등록대수는 [표 2]와 같으며, 전기차 비율은 매년 급속도로 증가하고 있으며, 2023년 12월 기준으로 2.09%에 달하고 있음

[표 2-2] 연도별 누적 등록대수

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년 12월
자동차 등록대수 (대)	23,677,366	24,365,979	24,911,101	25,503,078	25,949,201
전기차 등록대수 (대)	89,918	134,962	231,443	389,855	543,900
전기차 비율(%)	0.37	0.55	0.92	1.53	2.09

출처 : 국토교통부 통계누리, 2023년 12월 자동차등록자료 통계 (<https://stat.molit.go.kr/>)

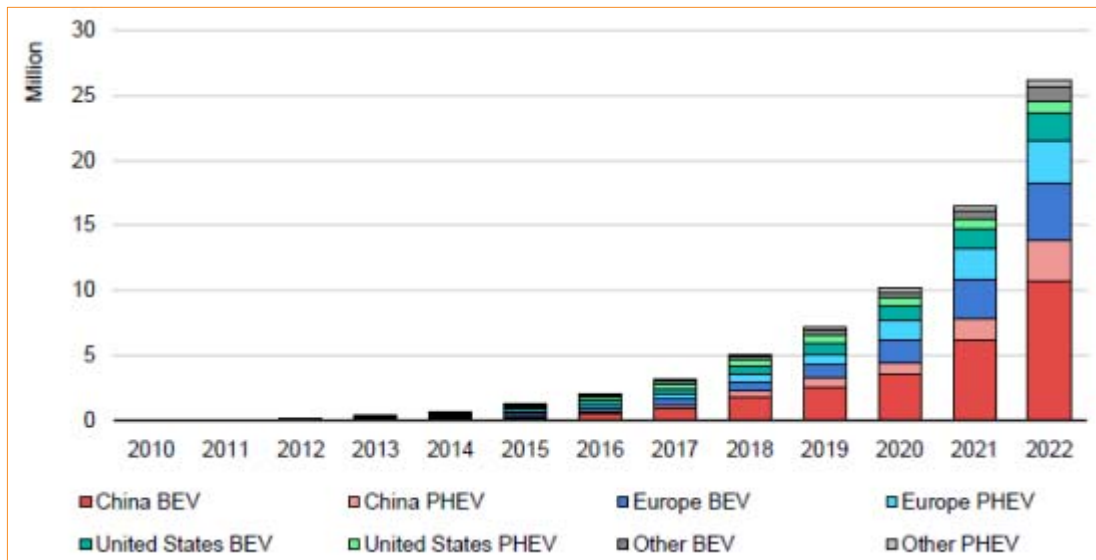


[그림 2-4] 자동차 및 전기차 등록대수

출처 : 국토교통부 통계누리, 2023년 12월 자동차등록자료 통계 (<https://stat.molit.go.kr/>)

■ 국제에너지기구(IEA) 전기차 등록현황

- 2022년 말 전 세계 누적 전기차등록대수는 2,600만 대로 2017년 대비 10배 이상 증가함
- 2022년 전 세계 전기차 판매량은 전체 자동차의 14%로서 판매된 신차 20대 중 약 3대에 해당











[그림 2-5] 글로벌 전기차 등록 현황





출처 : 전력거래소, IEA, Global EV Outlook 2023

■ 주요 전기차 종류

- 전기차 모델은 지속적으로 다양화되고 있음
- 국내 전기차 시장은 성장세가 지속되고 있으며 수입차 비중 또한 높아지고 있음

[표 2-3] 전기차 종류

구분		승용차						
								
차량명		아이오닉5 (롱레인지)	아이오닉6 (롱레인지)	GV60	EV6 (롱레인지)	올 뉴 니로	모델3 (롱레인지)	모델Y (롱레인지)
제조사		현대	현대	현대	기아	기아	테슬라	테슬라
승차 인원		5인승	5인승	5인승	5인승	5인승	5인승	5인승
1회 충전 주행거리 (km)	상온 (25℃)	469	544	470	483	404	528	511
	저온 (-6.7℃)	389	428	416	446	303	440	433
전비 (km/kWh)		5.0~6.1	5.5~7.0	5.3~6.1	5.8~6.2	4.7~6.2	5.2~6.2	5.1~6.0
배터리 종류		리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온
배터리 용량 (kWh)		77.4	77.4	77.4	77.4	64.8	84.96	84.96

구분		승용차		화물차		버스		
								
차량명		볼트	i4 M50	봉고III EV	포터II 일렉트릭	일렉시티 (4PACK V1)	아폴로1100	SMART9.3
제조사		쉐보레	BMW	기아	현대	현대	현대	에디슨모터스
승차 인원		5인승	5인승	3인승	3인승	52인승	23인승	32인승
1회 충전 주행거리 (km)	상온 (25℃)	414	385	220	220	420.8	303.4	412.6
	저온 (-6.7℃)	273	295	172	173	-	-	-
전비 (km/kWh)		4.14~6.3	3.5~4.6	2.9~3.7	2.9~3.7	-	-	-
배터리 종류		리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온	리튬이온 폴리머	리튬이온	리튬인산철
배터리 용량 (kWh)		65.94	83.9	58.86	58.86	290.4	128.0	258.0

출처 : 전력거래소, 무공해차 통합누리집(ev.or.kr), 제조사 홈페이지

■ 전기차 보급 정책

- 전 세계적으로 전기차 이용량은 2030년까지 2022년 대비 8배 이상 성장(IEA 전망 2022년 3천만대에서 2030년 2억 4천만대)할 것으로 예측
- 미국은 2030년 전기차 50% 판매, EU는 2035년 내연차 판매금지 등 전 세계적으로 전기차 보급률 증가 예상
- 국내 전기차 보급은 그린뉴딜(Green New Deal), 2050 탄소중립 등을 통해 전기차를 중심으로 한 무공해차 보급 목표를 2025년 283만 대, 2030년 785만 대로 수립.
- 2023년 4월 확정된 국내 전기차 보급은 2030년까지 기존 300만대에서 420만 대로 목표를 상향 조정, 충전기는 123만기 이상 보급 목표를 확정

2.2. 전기차 충전기 현황

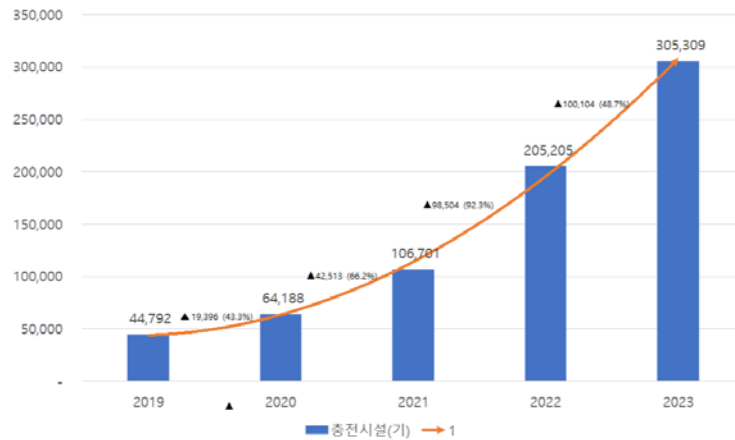
■ 전기차 충전기 보급 현황

- 전기차 충전기는 환경부 무공해차 보급 및 충전인프라 구축 현황에 따르면 2023년 12월 기준으로 전기차 충전시설은 총 305,309기(급속충전기 34,386기, 완속충전기 270,923기)가 설치
- 전기차 충전기 연도별 설치 누적 현황은 [표 2-4]와 같음

[표 2-4] 전기차 충전시설 현황

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년 12월
충전시설(기)	44,792	64,188	106,701	205,205	305,309
급속충전시설(기)	7,396	9805	15,067	20,737	34,386
완속충전시설(기)	37,396	54,383	91,634	184,468	270,923
건기차	89,918	134,962	231,443	389,855	543,900

출처 : 환경부(2024), “무공해차 보급 및 충전 인프라 구축현황”



[그림 2-6] 연도별 전기차 충전시설 현황
출처: 환경부(2024), “무공해차 보급 및 충전 인프라 구축현황”

■ 충전기 1기당 전기차 대수

- 전기차 충전기 1기당 전기차 대수는 2022년 1월 기준 전국 평균 2.1대였으나 2023년 기준 1.7대로 충전시설 보급실적은 세계 주요국과 비교 시 매우 우수한 실정임
- 급속 평균 15.2대, 완속 평균 2.4대
- 충전기 1기당 전기차는 세계 기준 10대, 유럽 13대, 중국 8대²⁾

[표 2-5] 충전기 1기당 전기차 대수

(단위: 대/기, %)

구분		급속충전기	완속충전기	합계
2019년	전기차 수	12.1	2.4	2
	증가율	-	-	-
2020년	전기차 수	13.7	2.4	2.1
	증가율	32.5%	45.4%	43.3%
2021년	전기차 수	15.3	2.5	2.1
	증가율	53.6%	68.4	66.2%
2022년	전기차 수	18.7	2.1	1.8
	증가율	37.6%	101%	92.3%
2023년	전기차 수	15.8	2	1.7
	증가율	65.8%	46.8%	48.7%

출처: 국토교통부 통계누리 “2023년 12월 자동차등록자료 통계”, 환경부 “무공해차 보급 및 충전 인프라 구축현황”자료를 바탕으로 작성

2) 출처: 2022년 IEA

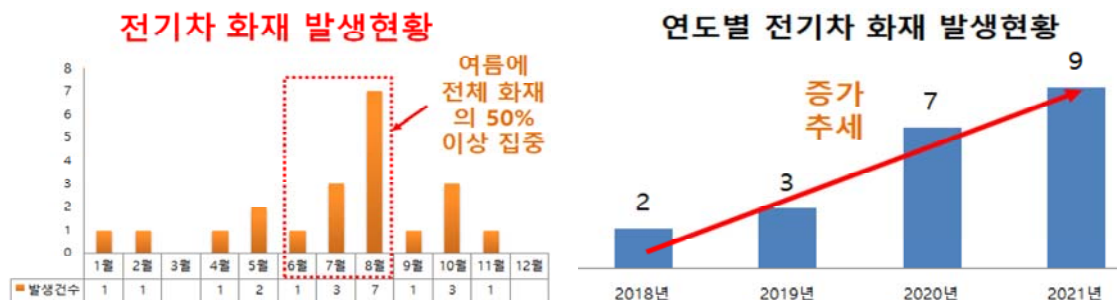
3. 전기차 화재

3.1. 국내 전기차 화재발생 현황

- 국내 전기차 화재는 2017년 1대를 기준으로 꾸준히 증가하여 2022년에는 44대로 증가
- 내연기관 화재는 2017년 4,971대에서 2022년에는 4,625대로 점차 감소 추세임
- 내연기관 자동차 1만 대당 화재 발생 건수는 2017년 2.2대에서 2022년 1.84대로 나타남
- 전기차 1만 대당 화재 발생 건수는 2017년 0.4대에서 2022년에는 1.12대로 나타남
- 내연기관 자동차와 전기차 1만 대당 화재 발생 비율은 내연기관 자동차 1.84와 전기차 1.12로 비슷한 수준임
- 국내 전기차 화재는 6월~8월에 해당하는 여름에 발생하는 것으로 나타남

[표 2-6] 국내 자동차 등록현황 및 화재 현황

구분	차량등록			화재건수 (1만대당 발생비율)		
	계	내연기관	전기차	계	내연기관 화재	전기차 화재
2017년	22,528,295	22,503,187	25,108	4,971 (2.20)	4,970 (2.20)	1 (0.40)
2018년	23,202,555	23,146,799	55,756	5,067 (2.18)	5,065 (2.18)	2 (0.36)
2019년	23,677,366	23,587,448	89,918	4,710 (1.98)	4,707 (1.98)	3 (0.33)
2020년	24,365,979	24,231,017	134,962	4,558 (1.87)	4,547 (1.87)	11 (0.82)
2021년	24,911,101	24,679,658	231,443	4,530 (1.81)	4,506 (1.83)	24 (1.04)
2022년	25,503,078	25,113,223	389,855	4,669 (1.83)	4,625 (1.84)	44 (1.12)



[그림 2-7] 전기차 화재 발생현황

- 2017년부터 2023년 9월까지 전기차 화재는 총 131건이 발생하였으며 인명피해 14명(사망 1명, 부상 13명), 재산피해는 약 45억원으로 나타남
- 전기차 화재는 2022년 44건이 발생하여 4명(사망 1, 부상 3)이 발생하였고, 2023년 9월 현재 42건의 전기차 화재가 발생하여 6명의 부상자가 발생함.



[그림 2-8] 전기차 화재 발생 건수 및 인명피해 현황

[표 2-7] 2017년~2023년 9월까지 전기차 피해 현황

구분	화재 건수	인명피해			재산피해액(천원)
		계	사망	부상	
계	131	14	1	13	4,505,457
2017년	1	2	0	2	1,511,603
2018년	3	0	0	0	55
2019년	7	1	0	1	13,145
2020년	11	0	0	0	360,740
2021년	23	1	0	1	878,084
2022년	44	4	1	3	907,054
2023년 9월	42	6	0	6	834,776

출처: 소방청 “전기차, 내연기관 차량 화재 현황”, 소방청 보도자료 “2023 올해 상반기 전기차 화재 42건 발생”자료를 바탕으로 작성

3.2. 국내 전기차 화재 발생 원인

- 전기차 화재는 2017년 최초 1건의 전기차 화재가 발생한 이후부터 2023년 9월까지 총 131건의 화재가 발생하였으며, 최근 5년간 전기차 화재는 128건으로 2022년 44건, 23년 9월까지 42건이 발생하는 등 전기차 화재는 매년 증가하고 있음
- 최근 5년간 발생한 전기차 화재의 원인은 전기적 요인 31건, 기계적 요인 8건, 화학적 요인 2건, 부주의 22건, 교통사고 18건, 원인 미상 38건, 기타 8건, 제품결함 1건으로 나타났으며 가장 발생빈도가 높은 원인은 전기적 요인으로 31건으로 나타남

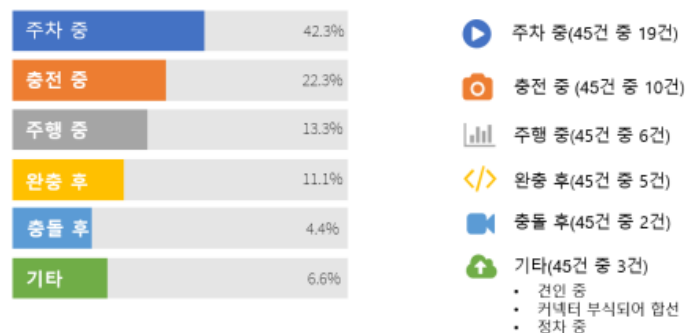
[표 2-8] 최근 5년간 국내 전기차 화재 원인별 현황

단위: 건

구분	전기	기계	화학	부주의	교통 사고	원인 미상	기타	제품 결함	총합
2019년	2	2	0	0	2	1	0	0	7
2020년	0	2	0	0	4	5	0	0	11
2021년	7	0	2	6	2	5	2	0	24
2022년	11	2	0	9	3	14	5	0	44
2023년 6월	11	2	0	7	7	13	1	1	42
총합	31	8	2	22	18	38	8	1	128

출처: 소방청 “전기차, 내연기관 차량 화재 현황”, 소방청 보도자료 “2023 올해 상반기 전기차 화재 42건 발생”

- 국내 전기차 화재를 차량의 위치 및 상태별로 분석한 결과 주차 중 화재가 19건, 충전 중 화재가 10건, 완충 후 5건, 충돌 후 화재 2건 등으로 분석



[그림 2-9] 국내 전기차 화재발생 원인별 사례 분석

3.3. 전기차 화재 특징

■ 일반적 특성

- 하이브리드 차량 : 연료(휘발유, 경유, LPG 등)에 착화되어 연소확대가 급격히 진행 (연료지배형 화재의 패턴)
- 내장재 : 플라스틱 및 시트 등 차량내부에 화재하중이 높은 재질 사용(순간 플레시오버 (Flash Over) 도달)
- 소화활동 : 보닛 등으로 차량 내부에 직접 주수가 어려움
- 인명피해 : 교통사고에 의한 2차 화재의 경우 차량 내부에서 피난 어려움

■ 전기적 및 구조적 특성

- 전기차 : 고전압배터리 사용으로 사고 발생 시 감전의 위험 상존
- 2차 피해 가능 : 고전압배터리 폭발 및 내부 전해액 누출로 인한 소방대원 피해 가능
- 화재진압 : 고전압배터리의 충격 등에 대비한 하드케이스로 팩킹되어 있어 화재 발생 시 차체에서 분리가 어렵고(제거소화 측면), 많은 양의 물을 사용
- 시스템 안전조치 어려움 : 제조사마다 고전압배터리의 모양, 크기, 장착위치 및 긴급 차단 스위치의 위치가 달라 신속한 대응 어려움
- 배터리 : 내연기관과 달리 고전압배터리는 열과 수분에 취약하여 재발화 및 폭발 우려

■ 전기차 화재 발생 원인

- 배터리 결함에 의한 발생 : 배터리 제조 과정에서 혼입된 금속 등 이물질이 분리막을 손상시켜 양극과 음극의 경계가 무너지면서 화학적 충돌로 인한 열이 발생하고 화재로 이어지게 됨
- 충전 중(과충전, 과방전, 과열) : 과충전 역시 열을 수반하며, 배터리 내부에 가연성 가스를 발생시키고, 전해액(리튬 이동통로) 변화와 분리막 손상을 일으켜 열폭주를 발생시킴. 과방전은 내부 구리극판을 통해 비정상적으로 전자가 공급되면 극판이 녹고, 내부 단락의 가능성이 높아져 과충전과 마찬가지로 화학적 반응에 의한 발열 발생



[그림 2-10] 리튬이온배터리 주요 구조

출처 : LG에너지솔루션 배터리인사이드

- 외부가열 및 충격 : 가연성 물질을 가득 담은 배터리에 외부요인에 의한 가열과 충격은 배터리의 구조를 망가뜨려 화학적 발화로 이어짐
- 전기장치 결함
- 절연물 불량 및 파손
- 배터리셀 내부 양극판과 음극판 사이의 분리막 손상
- 냉각장치 손상에 따른 과열 및 충·방전에 따른 과열에 의한 방열 부족

■ 전기차 화재의 소화 특성

- 리튬이온배터리는 완전 전소하기까지는 꺼지지 않는 특성이 있음
- 전기차 화재는 열폭주로 인해 진화가 어려움
 - 배터리에 외부충격으로 분리막이 파손될 경우 순식간에 1,000℃ 넘게 온도가 치솟는 열 폭주현상 발생
 - 배터리에 축열된 열로 인하여 재발화 위험
 - 질식소화포(덮개)를 덮어도 소화 어려움
 - 완전 진화는 어려우며 최종적으로는 냉각 소화 필요

배터리 구성



배터리 열폭주 현상



※ 리튬이온배터리는 에너지 밀도가 매우 높으며 처음에 화재가 발생한 배터리에서 주변 배터리의 온도를 급상승시킴(온도상승이 역학적 과정에 의해 에너지 방출을 증가시키고, 이에 따라 온도상승을 더욱 가속시키는 양성 피드백 현상)

열폭주 관련 언론보도



[그림 2-11] 배터리 구성 및 열폭주 현상
출처: 전기차 전용주차구역 소방안전가이드-부산소방재난본부

내연기관·전기차 화재 시 소요 소방력 비교

내연기관 자동차		전기 자동차	
1시간	소요 시간	8배	8시간
2~3명	소요 인력	2.5배	7명
1TON	필요 소화수량	110배	110TON (인원당 100L)
적음	재발화 위험	22시간 후에도 재발화	높음

출처: 미국 전기차 기술자 리포트

소방력 소요 관련 언론보도



[그림 2-12] 내연기관, 전기차 화재 시 소요 소방력 비교

3.4. 국내 전기차 화재

1) 총괄 현황

■ 발생 현황

- 국내에서 발생한 전기차 화재는 앞서 설명한 바와 같이 2017년 최초 1건의 화재가 발생한 이래 매년 증가하여 2023년 9월을 기준으로 총 131건의 화재가 발생함
- 전기차 화재 중 공동주택에서 발생한 화재 분석이 없어 언론에 노출된 전기차 화재 61건을 조사하였으며 그중 공동주택 화재를 분석함
- 조사한 전기차 화재 중 지역별로 살펴보면 서울 6건, 대구 11건으로 대구에서 가장 많은 화재가 발생하였으며, 원인별로는 충전 중 13건, 주차 중 28건으로 주차 중에 가장 많은 화재가 발생한 것으로 조사됨. 이중 공동주택에서 발생한 화재는 24건으로 조사됨

[표 2-9] 국내 전기차 화재 사례분석

NO	발생장소	발생일시	화재원인	재산피해 (인명, 재산)	화재발생 위치	비고
1	부산 연제구	2023.11.23	충돌 후	부상자 2명	도롯가	이동식 침수조 이용하여 50분 만에 진화
2	충남 아산시	2023.11.04	주차 중		아파트 지하주차장	1시간만에 진화
3	인천 남동구	2023.10.13	주행 중	(인력 51명, 장비 17대)	도롯가	1시간 47분만에 진화
4	대구 남구	2023.09.23	주차 중		도롯가	완전진화까지 11시간 30분
5	대구 달성군	2023.08.04	충전 중		아파트 지하주차장	
6	서울 양천구	2023.08.01	주차 중	2,800만원 재산피해	아파트 지하주차장	
7	경남 진주시	2023.07.20	견인 중		금산교 사거리	초기진화 14분 추가화재우려로 24시간 안전조치
8	충남 서산시	2023.07.18	주차 중	2,800만원 재산피해	민박집 간이 창고	질식소화포로 4시간 30분만에 진화
9	제주 봉개동	2023.07.09	주차 중	1,400만원 재산피해	공동주택 주차장	소화수조로 1시간 30분만에 진화
10	경기 광주시	2023.07.04	충돌 후	1명 사망	도롯가	2시간 45분만에 진화
11	경기 부천시	2023.06.16	주차 중	500만원 재산피해	아파트 단지 내	40여분만에 진화

NO	발생장소	발생일시	화재원인	재산피해 (인명, 재산)	화재발생 위치	비고
12	전북 전주시	2023.06.04	주행 중		도롯가	1시간만에 진화
13	대구 달성군	2023.05.24	주차 중	6,091만원 재산피해(차량 2대 전소, 1대 일부 탐, 장비 32대, 인력 92명)	아파트 지하주차장	2시간 반만에 진화
14	부산 부산진구	2023.04.30	충전 중	1,500만원 재산피해	아파트 지하주차장	30여분만에 진화
15	경북 경주시	2023.04.24	주차 중	3,200만원 재산피해(인력 38명, 장비 16대)	펜션 주차장	30분만에 진화
16	대구 달서구	2023.04.23	주차 중	2,700만원 재산피해	아파트 지상주차장	2시간만에 진화
17	대구 달성군	2023.04.20	주차 중	2,600만원 재산피해	도롯가	이동식 소화수조로 1시간만에 진화
18	강원도 춘천시	2023.04.10	충전 중	1명 화상	충전소	20분만에 진화
19	강원도 원주시	2023.03.07	주차 중		아파트 지하3층	50분만에 진화(배터리)
20	부산 동래구	2023.02.10	주차 중		아파트 차고	
21	광주 광산구	2023.02.24	배터리 시험과정 중		친환경자동차부품 인증센터	15분만에 진화
22	세종시 소정면	2023.01.09	충돌 후	1명 화상/8,800만원 재산피해(인력 50명, 장비 17대)	도롯가	
23	서울 성동구	2023.01.07	주차 중	인력 65명, 차량 27대	서비스센터 주차장	3시간 50분 만에 진화(배터리)
24	서울 강북구	2022.12.26	충전 중	1,000만원 재산피해	주택가	8시간 반만에 진화(배터리)
25	부산 북구	2022.12.26	주행 중		만덕교차로 인근	20분만에 진화
26	제주 서귀포시	2022.12.15	주차 중	(인력 30여명)	기숙사 주차장 (22톤 주수)	2시간만에 진화
27	경북 영주시	2022.12.05	충돌 후	1명 사망	상가 건물	
28	대전 유성구	2022.09.27	주차 중	7명 사망 1명 부상	백화점 주차장	
29	세종시 전동면	2022.09.08	충전 중		주택	36분만에 진화
30	제주 서귀포시	2022.08.08	충전 중	소방관 1명 부상 2,398만원 재산피해	토평동 주택 앞	4시간 만에 진화(배터리)
31	전남 목포시	2022.08.03	주차 중	3,000만원 재산피해	주민센터 주차장	
32	경기 용인시	2022.06.27	충돌 후			
33	부산 강서구 남해 고속도로	2022.06.04	충돌 후	2명 사망	조립형 소화수조를 이용해 진화(배터리)	
34	제주시	2022.05.10	충전 중	1,900만원 재산피해	주택 앞	
35	서울 구로구	2022.02.22	주차 중	약 7,000만원 재산피해	오류동역 인근 지상주차장	
36	부산 동래구	2022.02.09	주차 중	7,600만원 재산피해	아파트단지 내 충전소	

NO	발생장소	발생일시	화재원인	재산피해 (인명, 재산)	화재발생 위치	비고
37	경북 경주시	2022.01.14	충전 중	983만원 재산피해	남산동의 주차장	
38	충남 태안군	2022.01.11	주행 중	2,800만원	도롯가	30분만에 진화
39	충북 충주시	2021.11.24	주차 중	1,200만원 재산피해	아파트 지하주차장	
40	전남 여수시	2021.10.24	충전 중		아파트 지하주차장/ 방수->질식소화포 던기->지상으로 이 동-> 완전질식소화	
41	전북 무주군	2021.08.15	주행 중	700만원 피해	고속도로	
42	대구 북구 사수로	2021.07.14	주행 중	700만원 재산피해	도롯가	
43	세종시 소담동	2021.07.01	주차 중		아파트 지하주차장	
44	충남 보령	2021.06.18	주차 중		펜션 주차장	
45	경남 창원시 진해구	2021.02.15	주행 중	4억원 가량 재산피해	도롯가(국도)	
46	대구 달서구	2021.01.23	충전 중	1,500만원 재산피해	택시회사 주차장	3시간 40분만에 진화
47	전북 완주	2020.12	주행 중	1,500만원 재산피해	도롯가	
48	서울 용산구	2020.12.09	충돌 후	1명 사망, 2명 부상 (인력 84명) 1억 5천만원 재산피해	주민자치센터 주차장 /4만4천리터 사용	
49	경기 남양주시	2020.10.17	충전 중	약 2,500만원 재산피해	아파트 지하주차장	
50	대구 달성군	2020.10.04	완충 후		아파트 지하주차장	
51	제주도 일도2동	2020.09.26	주차 중	약 2,600만원 재산피해	가정집 차고	
52	전북 정읍	2020.08.24	완충 후		아파트 지하주차장	
53	대구 북구 칠구	2020.08.07	충전 중		야외 주차장	
54	대구 북구 산격동	2020.05.29	완충 후	3,000만원 재산피해 (인력 42명)	공영주차장	2시간 11분만에 진화
55	경기도 안산	2020.04.02	주차 중		아파트 지하주차장	
56	세종시 고운동	2019.08.13	완충 후		아파트 지하2층주 차장	
57	경기도 부천시	2019.08.09	주차 중	5,600만원 재산피해 (인력 50명)	가정집 차고	2시간만에 진화
58	강원도 강릉시	2019.07.28	충전 중	일반인 1명 부상	단독주택 옆 (고전원 배터리)	
59	충남 홍성군	2019.07.16	기계적 요인		도롯가	10분만에 진화
60	대구 달서구	2019.06.17	전기적 요인			
61	제주시 애월읍	2019.05.21	충돌 후	7,224만원 재산피해	도롯가	

■ 국내 전기차 원인별 화재

- 최근 5년간 언론에 공개된 전기차 화재 61건에 대해 차량 상태별로 분석한 결과, 주차 중에 24건, 충전 중 13건으로 나타났으며, 다음으로 충돌 후, 주행 중, 완충 후, 기타 순으로 나타남
- 공동주택 화재에서와 같이 주차 중과 충전 중에 화재가 많이 발생하는 것으로 볼 때 차량이 운행하지 않고 있는 상황에서 화재 감시와 초기 대응에 많은 관심과 노력이 필요할 것으로 판단됨

[표 2-10] 최근 5년간 국내 전기차 화재 차량의 상태별 현황

단위: 건

구분	화재건수	충돌 후	주차중	충전 중	주행 중	완충 후	기타
화재건수	61	8	24	13	8	4	4

출처: 언론조사

■ 국내 전기차 지역별 화재

- 전기차 화재 61건에 대해 지역별로 분석한 결과 대구에서 11건의 화재로 가장 많이 발생하였으며, 서울, 경기, 제주, 부산, 충남에서 5건에서 6건의 화재가 발생함

[표 2-11] 최근 5년간 국내 전기차 화재 지역별 현황

단위: 건

구분		총	서울	경기	인천	제주	부산	세종
화재건수		61	5	6	1	6	6	4
대전	충남	대구	충북	강원	경남	경북	전남	광주
1	5	11	1	3	2	3	2	1

출처: 언론조사

2) 국내 공동주택에서의 전기차 화재 사례

- 공동주택에서 발생한 전기차 화재 통계가 충분하지 않아 최근 5년간 언론에 공개된 자료를 조사함
 - 2019년부터 2023년까지 총 24건의 전기차 화재가 발생하였으며, 인명피해는 사망 1명, 부상 2명에 그치고 있음
 - 그러나 화재가 발생한 현황을 살펴보면 주차 중 화재가 14건으로 가장 많았으며, 다음으로 충전 중 6건, 완충 후 3건, 충돌 후 1건으로 나타남
 - 특이할 사항은 주차 중 화재가 월등하게 높고 충전 중 화재가 다음이라는 것임
- 위와 같은 결과로 볼 때 인명피해가 적은 이유는 차량 내에 사람이 없는 주차 중, 충전 중에 많은 화재가 발생하기 때문인 것으로 예상됨
 - 주차 중 및 충전 중에 화재가 많이 발생한다는 것은 화재에 대한 감시와 화재 시 자동 소화설비의 활용도를 높일 필요가 있다는 것을 의미함
- 따라서 화재 대응 계획과 화재 초기에 화재를 발견하기 위한 계획을 고려하여야 하며, 건축물의 구조적인 안전성을 높일 필요가 있을 것으로 판단됨

[표 2-12] 최근 5년간 국내 공동주택 전기차 화재 현황

단위 : 건

구분	화재건수	충돌 후	충전 중	주차 중	완충 후	인명피해	
						사망	부상
2019년	2	0	0	1	1	0	0
2020년	6	1	1	2	2	1	2
2021년	3	0	1	2	0	0	0
2022년	3	0	2	1	0	0	0
2023년	10	0	2	8	0	0	0
총합	24	1	6	14	3	1	2

출처 : 언론조사

■ 충주 아파트 지하주차장 전기차 화재

- 2021년 11월 24일 오전 7시 58분경 충주시 호암동에 위치한 공동주택에서 주차 중 화재가 발생
- 화재 원인은 배터리팩이 손상되면서 열폭주가 발생하였으며, 주차장에서 1차 진화 후 공터로 이동하여 이동식 수조에 침수하여 소화하였으며, 소화에는 1시간 20분이 소요



[그림 2-13] 충주 아파트 지하주차장 전기차 화재

화재 시간	2021년 11월 24일 약 오전 7시 58분
화재 위치	충북 충주시 호암동
차량상태	주차 중
사상자	-
재산피해	약 1,200만원
화재 원인	배터리팩이 손상되면서 열폭주 현상 발생
확산 원인	화재 시 일반 진압 장비로 진화 시도하였지만 실패
진화 방법	주차장에서 1차 진화 후 운동장 공터로 옮겨 이동식 수조 방법으로 1시간 20분여만에 완진
출처	뉴스1 (https://m.news1.kr)

■ 제주 아파트 지하주차장 전기차 화재

- 2020년 9월 26일 오후 11시경 제주시 일도 2동에 위치한 아파트 지하주차장에서 충전 중 발생한 전기차 화재로 원인은 정확하게 밝혀지지 않았으며, 배터리팩 손상으로 인한 열폭주가 진행됨



[그림 2-14] 제주 아파트 지하주차장 전기차 화재

화재 시간	2020년 9월 26일 오후 11시
화재 위치	제주 제주시 일도2동
차량상태	충전 중
사상자	-
재산피해	약 2,600만원
화재 원인	원인불명(시스템 업데이트 미실시 및 전기차 전용 냉각수 미착용으로 추정)
확산 원인	배터리팩 손상으로 인한 열폭주 현상
진화 방법	-
출처	ZDNET Korea(https://zdnet.co.kr/)

■ 대구 아파트 지하주차장 전기차 화재

- 대구 달성군 유가읍에 위치한 아파트 지하주차장에서 2020년 10월 4일 오전 2시 47분경 차량 충전이 완료된 후 발생한 전기차 화재로 차량 1대가 전소하였으며, 배터리팩 내부에서 전기적인 원인에 의해 화재가 발생함



[그림 2-15] 대구 아파트 지하주차장 전기차 화재

화재 시간	2020년 10월 4일 약 오전 2시 47분
화재 위치	대구 달성군 유가읍
차량상태	완충 후
사상자	-
재산피해	전기차 1대 전소
화재 원인	배터리팩 내부에서 전기적인 요인
확산 원인	
진화 방법	17분 만에 진화
출처	뉴스1 (https://m.news1.kr)

3.5. 해외 전기차 화재 사례

- 해외에서 발생한 전기차 화재사례를 언론 보도자료를 통해 총 43건을 조사하였으며
충전 중 5건, 주차 중은 10건, 충돌 후 12건, 주행 중 10건, 기타 6을 조사함
- 국가별로는 미국 19건, 중국 4건, 캐나다 3건 등을 조사함

[표 2-13] 국외 전기차 화재 사례분석

NO	발생장소	발생일시	화재원인	재산피해 (인명, 재산)	화재위치
1	미국 플로리다 할리우드	2023.11.07	배터리 손상		
2	중국 쓰촨성	2023.08.10	주행 중	2명 사망	
3	네덜란드 해안 프리맨틀 고속도로	2023.07.25	차량 이송 중 화물 안 전기차	1명 사망 다수 부상	해안
4	미국 플로리다 주택	2023.07.24	시스템 소프트웨어 업데이트 미실시	100만 달러 이상 재산피해	
5	미시간주 디트로이트 인근	2023.02.04	제조결함, 내부 전선 합선		
6	미국 캘리포니아주	2023.01.30	주행 중		
7	캐나다 퀘벡	2022.09	주차 중		지하주차장
8	남아메리카 플로리다주	2022.08.02	충전 중 연기		
9	미국 캘리포니아주	2022.06.23	폐차 대기 중		
10	캐나다 밴쿠버시	2022.05.24	주행 중		
11	중국 선전시	2022.03.29	주차 중		
12	헝가리 부다페스트	2022.02.21	운전 중 콘크리트 장벽과 충돌	1명 부상	
13	캘리포니아 샌드 캐년 애비뉴	2022.02.09	전봇대와 충돌 후		
14	인디애나주 웨스트	2021.11.27	가드레일 충돌 후		
15	독일일 슈투트가르트시	2021.10.13	충전 중	25대 버스 전소	
16	미국 조지아주	2021.09.15	주차 중		
17	미국 캘리포니아주 새크라멘토	2021.08.31	주차 중		
18	미국 캘리포니아주	2021.08.06	충전 중	11억 5,000만원 재산피해	
19	미국 버몬트주	2021.07.01	충전 중		

NO	발생장소	발생일시	화재원인	재산피해 (인명, 재산)	화재위치
20	미국 펜실베이니아주	2021.06.29	주행 중		
21	노르웨슬로	2021.06.23	주차 중		
22	미국 텍사스주 휴스턴	2021.04.17	충돌 후	2명 사망	10만 6천리터 사용
23	중국 상하이 치바오	2021.01.19	주차 중		
24	오스트리아 레온슈타인	2019.09.17	충돌 후		
25	러시아 모스크바	2019.08.17	충돌 후	1명 중상, 2명 타박상	
26	캐나다 몬트리올	2019.07.26	주차 중		
27	중국 상하이 쉬후이	2019.04.21	주차 중	주변 차량 피해	
28	미국 플로리다주	2019.02.24	충돌 후		
29	미국 캘리포니아주 로스앤젤레스	2018.06.15	주행 중		
30	미국 플로리다주 포트로더데일	2018.05.09	충돌 후	2명 사망, 1명 중상	
31	미국 캘리포니아주 마운틴뷰	2018.03.23	충돌 후	1명 사망	
32	프랑스 남서부 비아리츠	2016.08.15	주행 중		
33	노르웨이 오슬로	2016.01.01	충전 중		
34	미국 워싱턴 시애틀	2013.10.01	주행 중		
35	캐나다 몬트리올	2019.07.26	주차 중		
36	중국 상하이 쉬후이	2019.04.21	충전 후 주차 중	주변 차량 피해	
37	미국 플로리다주	2019.02.24	충돌 후		
38	미국 캘리포니아주 로스앤젤레스	2018.06.15	주행 중		
39	미국 플로리다주 포트로더데일	2018.05.09	충돌 후	2명 사망, 1명 중상	
40	미국 캘리포니아주 마운틴뷰	2018.03.23	충돌 후	1명 사망	
41	프랑스 남서부 비아리츠	2016.08.15	주행 중		
42	노르웨이 오슬로	2016.01.01	충전 준비 중		
43	미국 워싱턴 시애틀	2013.10.01	주행 중		

■ 스타방에르(Stavanger) 공항 화재

- 스타방에르 공항 Sola에 있는 다층 주차장 1층에 주차된 차량에서 2020년 1월 7일 약 15시25분에 발생한 화재로 주차장 붕괴, 수백대 차량 손상, 공항 폐쇄 등의 피해가 발생
- 화재가 확산된 원인은 신고지연과 자동화재시스템과 자동소화시스템이 없었으며, 건축적으로 방화구획이 되어있지 않았음
- 초기진화에 소화기를 활용하지 않는 등 대응 부실로 화재가 확산됨
- 당시 강풍이 인한 화재 확산의 큰 원인의 하나로 분석됨



[그림 2-16] 스타방에르(Stavanger) 공항 Sola 다층 주차장 화재
출처 : RISE 스웨덴 연구소 AB, 안전 및 운송 라이즈 파이어 리서치

■ 미국 플로리다주 전기차 화재

- 미국 플로리다주 주택차고에서 발생한 전기차 화재로 주차 중에 화재가 발생함
- 화재원인은 배터리 시스템 소프트웨어를 업데이트하지 않아서 발생한 것으로 밝혀졌으며, 주택으로 화재가 확산되었고, 주수 소화를 통해 진화함



[그림 2-17] 미국 플로리다주 전기차 화재 모습

화재 시간	2023년 7월 19일 오전 7시 05분
화재 위치	미국 플로리다 주 주택 차고
차량상태	주차 중
사상자	-
재산피해	100만달러 이상
화재 원인	배터리 시스템 소프트웨어 미업데이트로 인한 화재
확산 원인	주택 차고와 연결된 다락방으로 화재 확산
진화 방법	소방대가 물로 주수 소화
출처	insideEVs(https://insideevs.com)

■ 러시아 모스크바 전기차 화재

- 러시아 모스크바에서 전기차와 견인차가 충돌하여 발생한 전기차 화재



[그림 2-18] 러시아 모스크바 전기차 화재 모습

화재 시간	2019년 8월 10일
화재 위치	러시아 모스크바
차량상태	충돌 후
사상자	1명 중상, 2명 타박상
재산피해	전기차 1대 전소
화재 원인	오토파일럿 모드 사용으로 인한 정차된 견인트록과 충돌
확산 원인	-
진화 방법	-
출처	Reuters(https://www.reuters.com)

■ 미국 텍사스주 휴스턴 전기차 화재

- 미국 텍사스주에서 발생한 전기차 화재로 나무와 충돌하면서 배터리팩이 손상되어 발생한 화재
- 소방대가 4시간 동안 30,000gallon(약 113ton)의 물을 이용해 소화 완료



[그림 2-19] 미국 텍사스주 전기차 화재 모습

화재 시간	2021년 4월 17일 9시 7분경
화재 위치	미국 텍사스주 휴스턴
차량상태	충돌 후
사상자	2명 사망
재산피해	전기차 1대 완전 전소
화재 원인	나무와 충돌 후 리튬이온 배터리 케이스 손상
확산 원인	-
진화 방법	소방대가 4시간 동안 30,000gallon의 물로 소화
출처	KHOU(https://www.khou.com)

4. 국내·외 관련 규정 및 기준

4.1. 국내 법규

- 국토교통부의 「주택건설기준 등에 관한 규정」에 따른 공동주택 전기차 전용 주차구역 설치
- 「주택건설기준 등에 관한 규정」 제27조제2항에 따라 지역의 특성, 전기차 보급 정도 및 주택의 규모 등을 고려하여 총 주차대수 중 그 일부를 전기차 전용주차 구역으로 구분 설치하도록 시·도 조례로 정할 수 있음
- 「주택건설기준 등에 관한 규칙」 제6조의2 제1항 제4호에 따라 전기차 이동형 충전기를 이용할 수 있는 콘센트를 주차단위구획 총수에 연도별로 4% ~ 10%를 설치해야 함. 다만, 지역의 전기차 보급률 등을 고려하여 규정된 비율의 1/5의 범위에서 특별자치시·특별자치도·시·군 또는 자치구의 조례로 설치기준을 강화하거나 완화할 수 있음
- 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(산업부, 이하 「친환경자동차법」이라 한다.)에 따른 전기차 전용구역 설치
 - 산업통상자원부의 「친환경자동차법」 제11조의2 제1항 및 제2항에 따라 공동주택에는 환경친화적 자동차 충전시설 및 전용주차구역을 설치
 - 「친환경자동차법 시행령」 제18조의5 제2호가목에 따라 환경친화적 충전시설 및 전용주차구역을 공동주택 100세대 이상 아파트 설치
 - 주차단위구획 총수(총 주차대수)가 50개 이상인 시설 중 환경친화적 자동차 보급현황·보급계획·운영현황 및 도로여건 등을 고려하여 시·도 조례로 정할 수 있음
 - 「한국전기설비규정」 일부개정(안) (산업부, 2024년 1월 1일 시행)
 - 지하주차장 전기차 충전설비 화재 안전성 강화
 - 지하 3층 이내에 시설 설치

- 감시용 CCTV 시설
- 이동식 충전기 옥내 시설 금지 등
- 전기차 충전구역 조도 기준 명확화
 - 공공 주택 공용부분(차고) 조도는 “D” → 30 lx(최저) - 40 lx(표준) - 60 lx(최고)에 해당
 - 전기차 충전 지침에 따라 지하주차장 조도는 30 lx(최저) - 40 lx(표준) - 60 lx(최고) 이상으로 관리

■ 전용주차구역 설치기준(「친환경자동차법」 제18조의6)

- 전기차 전용주차구역 및 충전구역 설치 수
 - 2022년 1월 28일 이후 허가대상 : 총 주차대수의 5% 이상(해당 범위 이상에서 시·도의 조례로 정함)
 - 2022년 1월 28일 이전 허가받은 대상(기축시설) : 총 주차대수의 2% 이상(해당 범위 이상에서 시·도의 조례로 정함)
- 전용주차구역을 설치하지 않을 수 있는 기준
 - 지사업시행계획 인가를 받은 경우로써 인가받은 사업시행계획에 따라 해당 시설의 철거가 예정된 경우
 - 관할 시장, 군수, 구청장이 전용주차구역을 설치하는 것이 불가능하거나 현저히 곤란하다고 인정하는 경우

■ 충전시설 설치기준(「친환경자동차법」 제18조의7(충전시설의 종류 및 수량 등))

- 환경친화적 자동차 충전시설은 충전기에 연결된 케이블로 전류를 공급하여 전기차 또는 외부충전식 하이브리드자동차(외부 전기 공급원으로부터 충전되는 전기에너지로 구동 가능한 하이브리드자동차)의 구동 축전지를 충전하는 시설로써 구조 및 성능이 산업통상자원부 장관이 정하여 고시하는 기준에 적합한 시설이어야 함
- 충전시설의 종류(「친환경자동차법」 제18조의7)
 - 급속충전시설 : 충전기의 최대 출력값이 40kW 이상인 것
 - 완속충전시설 : 충전기의 최대 출력값이 40kW 미만인 것
 - 전기차에 이동형 충전기 또는 휴대용충전기 등을 연결하여 구동 축전지를 충전하고

이에 따른 과금을 할 수 있도록 설치된 콘센트(둘 이상의 콘센트가 설치된 때에는 동시에 각 콘센트를 이용할 수 있는 것에 한한다.)도 포함



※ 이동식 충전기를 접속할 수 있는 시설을 설치한 경우 이를 완속충전시설의 설치로 봄.
다만, 「주차장법」 제6조 또는 「주택건설기준 등에 관한 규정」 제27조에 따른 전기자동차의 전용주차구획이 설치된 경우에 한함

[그림 2-20] 전기차 충전시설의 종류

출처 : 부산소방재난본부

- 다채널 충전시설(둘 이상의 전기차를 동시에 충전할 수 있는 채널을 갖춘 충전시설을 말한다.)은 동시 충전이 가능한 채널의 수에 해당하는 충전시설을 설치한 것으로 봄. 다만, 충전시설을 설치한 것으로 보는 수량은 다음 각 호의 구분에 따른 값을 초과할 수 없음

- 급속충전시설인 다채널 충전시설 : 최대 출력값을 40kW로 나눈 값
- 완속충전시설인 다채널 충전시설 : 최대 출력값을 3kW로 나눈 값

■ 이동형 충전기를 이용할 수 있는 콘센트 설치(「주택건설기준규칙」)

- 제6조의2(주차장의 구조 및 설비) 제1항 제4호에 따라 전기자동차의 이동형 충전기를 이용할 수 있는 콘센트(각 콘센트별 이동형 충전기의 동시 이용이 가능하며, 사용자에게 요금을 부과하도록 설치된 것)를 주차단위구역 총수에 다음 비율을 곱한 수 이상을 설치함

- 2023년 6월 30일까지 : 4%
- 2023년 7월 1일부터 2024년 12월 31일까지 : 7%
- 2025년 1월 1일 이후 : 10%

※ 급속/완속 충전기 수량은 위의 해당 비율에 포함하여 계산

[표 2-14] 전기차 전용구역 및 충전시설 관련 기준

구분		내용		관련법규
전용구역 설치		주차단위구획 50개 이상의 소유자		(산업부) 「친환경자동차법」법 제11조의2 제1항
설치대상		100세대 이상 공동주택		(산업부) 「친환경자동차법」법 제11조의2 제1항 제2호
전용주차구역 및 충전시설	'22.1.28 이후 허가	총 주차대수의 5% 이상		(산업부) 「친환경자동차법 시행령」 제18조의6 제1항
	'22.1.28 이전 허가	총 주차대수의 2% 이상(기축시설)		
충전시설의 종류	급속	충전기의 최대 출력값이 40kW 이상인 시설		(산업부) 「친환경자동차법 시행령」 제18조의7 제1항
	완속	충전기의 최대 출력값이 40kW 미만인 시설		
이동형 충전기 콘센트	주택건설 기준 규칙	'23.6.30일까지	4%	(국토부) 「주택건설기준 등에 관한 규칙」 제6조의2 제1항 제4호
		'23.7.1~'24.12.31	7%	
		'25.1.1 이후	10%	

- 환경친화적 자동차 충전시설의 수
 - 해당 시설의 총 주차대수의 100분의 5 이상의 범위에서 시도의 조례로 지정
 - 다만, 기축시설의 경우에는 해당 시설의 총 주차대수의 100분의 2 이상의 범위에서 시도의 조례로 지정
- 환경친화적 자동차 충전시설의 종류 등 충전시설의 설치에 관한 세부사항은 전기차 등의 보급현황 및 계획, 운행현황 및 도로여건 등을 고려하여 시도의 조례로 지정

■ 「서울특별시 건축물 심의기준」제34조

- 전기차충전소는 자상에 설치하는 것을 원칙으로 함. 지하에 설치할 경우 옥외에서 주차장으로 직접 진입 가능한 램프가 있는 최상층에 설치, 설치대수가 부족할 경우 지하층에 설치
- 전기차 전용주차구역은 직통계단과 멀리 떨어진 위치에 설치. 구조상 불가피한 경우

직통계단 출입문과 직접 면하지 않도록 반대편 또는 측면에 설치

- 3대 이하로 격리 방화벽 구획
- 주차구역마다 차수판 설치
- 전용의 연결송수관설비 방수구와 방수기구함 설치
- 질식소화포 2개 이상 비치

4.2. 국내·외 안전시설 설치기준

[표 2-15] 국내외 전기차 시설 관련 기준

국내 전기차 충전설비 안전기준 및 가이드		국외 전기차 충전설비 안전기준 및 가이드	
1. 전기차 충전설비 안전기준 (KFS-1130)	한국화재 보험협회	Risk insight : risk insight electric vehicle charging, 2022 (전기차 충전 중)	zurich resilience solutions (스위스)
2. 전기차 전용 주차구역 소방안전 가이드(2022)	부산 소방본부	Charging of electric cars in parking garages, 2020 (주차장에서 전기차 충전)	research institutes of sweden (스웨덴)
3. 국립소방연구원 2023 전기차 화재 대응 가이드	국립 소방연구원	RC59 : Recommendations for fire safety when charging electric vehicle, 2021 (충전 시 화재 안전을 위한 권장사항)	FPA(영국)
4. 전기저장시설의 화재안전기술기준 (NFTC 607), 전기저장시설의 화재안전 성능기준 (NFPC 607)	소방청	Electric vehicle charging and enclosed car parks, 2021 (전기차 충전 및 밀폐된 주차장)	RSA insurance group (영국)
		T0194 - Covered car parks - fire safety guidance for electric vehicles (지붕이 있는 주차장-전기 자동차에 대한 화재 안전 지침)	ARUP Group (영국)

1) 국내 기준

■ 전기차 충전설비 안전기준(KFS-1130)³⁾

- 화재보험협회에서는 아래 표와 같이 전기차 충전구역에 대한 방화구획, 불연재료, 소방 시설 등에 대하여 전기차 주차구역 방호대책을 제시하고 있음

3) 출처 : 한국화재보험협회

[표 2-16] 전기차 충전설비 안전기준(KFS-1130)

구분	내용
방화구획	주차단위 구획별(최대 4대) 1시간 이상 내화성능의 방화구획
불연재	벽체 및 천장의 실내에 접하는 부분의 마감재료 불연재 사용
이격거리	전기차 충전설비를 옥외 또는 별도로 분리된 충전 전용 건물에 설치 시 가연성 벽체와 10m 이상, 불연성 벽체 7.5m 이상 이격 이격거리를 확보할 수 없는 경우 - 전기차와 벽체가 접하는 폭 또는 길이보다 크고, 높이 2m 이상 자립할 수 있는 1시간 이상 내화성능 벽체 설치
경량구조물	전기차 충전 전용 건물은 불연재 외벽과 폭발력이 위로 방출될 정도의 가벼운 불연재료 지붕
환기설비	충전설비가 건물 내에 위치한 경우 적절한 제연계획 수립
감시설비	전기차 전용구역 감시용 CCTV설치, 방재실 또는 관리실 등에서 감시할 수 있을 것
소화기	충전설비 인근 설치, 분말소화기 3.3kg 이상, C급 화재에 적응성이 있는 2kg 이상 가스계 소화기 비치
자동화재탐지설비	비화재보 방지 및 조기 감지를 위해 공기흡입형 감지기 또는 아날로그형 감지기 설치, 단, 천장이 없는 경우 발신기만 설치 충전설비 인근에 발신기 설치 그 밖의 화재감지 및 경보시스템은 KFS 1051 준수
스프링클러설비	옥내의 경우 스프링클러설비 설치, 최소 방수밀도 12.2LPM/m ² (12.2mm/min)이상, 수원 30분 이상 사용가능 용량 그 밖의 스프링클러설비는 KFS 1013 준수
피난유도설비	피난계단에서 옥외로 대피하는 층의 벽과 문에 피난관련 픽토그램 설치
충전설비를 지하에 설치하는 경우	주차단위구획별(최대 3대)로 3면을 내화성능 2시간 이상의 방화구획 벽 설치 스프링클러설비는 습식방식 적용, 단, 동파가 우려되는 장소는 동파방지 등 필요한 성능은 방재시험연구원, UL(Underwriter20s Laboratories), FM(Factory Mutual), 한국산업기술원이 인증한 부동액 또는 열선 설치 물막이판 등의 전용수조 추가설치 가능

■ 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드⁴⁾

- 부산소방재난본부에서는 아래 표와 같이 전기차 충전소가 있는 주차장에 대한 표시 및 환기설비, 방화구획, 소방시설과 같이 화재안전성능에 대한 세부 설치기준을 제·개정함

[표 2-17] 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드

구분	내용
환기설비	1) 전기차 충전구역은 DA(Dry Area) 인근에 설치 2) 구조상 불가피한 경우 다음의 전용 배출설비 설치 - 배풍기·배출덕트·후드 등을 이용한 강제 배출 - 전용주차구역 바닥면적 1㎡에 27CMH 이상의 용량 배출 성능 확보 - 전용주차구역용 화재감지기의 감지에 따라 작동 및 직통계단의 인근에서 수동기동 가능
방화구획	1) 내화구조 또는 불연재료로 된 60cm 이상의 제연경계벽 설치 2) 주차단위 구획(최대 3대 구획) : 3면을 내화성능 1시간 이상의 벽체로 방화구획
물막이판	1) 높이 600mm 이상. 2) 물막이판(지주 포함)의 재질은 알루미늄 등의 불연재료
스프링클러설비	1) 수원의 수량은 바닥면적 1㎡에 분당 18.4리터 이상의 방수량을 30분 이상 방수할 수 있는 용량 2) k-factor 115 이상의 헤드를 설치
연결송수관 설비	1) 쌍구형 방수구와 길이 15m의 관창 1개, 호스 2개 이상 설치
급수배관	1) 65mm 이상의 별도의 급수배관(소화배관에서 연결 금지) 설치
질식소화포	1) 전기차 전용 소화질식포 및 보관함 비치 2) 보관함에 감전방지 방전화 및 방전 장갑 2set 비치할 것
감시설비	1) 전기차 전용주차구역 감시용 CCTV 설치 2) CCTV는 열 또는 영상 등을 인식하여 경보를 발할 수 있는 기능
표시 및 표지판	1) 전기차 충전구역임을 쉽게 알 수 있도록 구획선 또는 문자 등 표시 2) 전용주차구역 인근의 식별이 용이한 위치에 충전 방해행위 및 주차금지 등에 대한 표지 설치

■ 2023 전기차 화재 대응 가이드⁵⁾

- 국립소방연구원은 전기차 화재 유형 및 특성에 따라 상방향 방사장치, 질식소화덮개, 이동식 소화수조 및 이동식 컨테이너가 전기차 화재에 각 어떠한 영향을 미치는지 실험을 진행
- 분석 결과를 토대로 지상 및 지하 전기차 화재에 대한 대응가이드를 작성함

4) 출처 : 부산소방재난본부

5) 출처 : 국립소방연구원

[표 2-18] 전기차 화재 대응가이드

구분	내용
상방향 방사장치	1) 장점 : 전기차 하부 고전압 배터리 신속하게 냉각 및 자체 하중에 의해 하부에 고정되어 소화 가능 2) 단점 : 상방향 방사장치 부피가 커질시 적재공간 마련 필요
질식소화덮개	1) 장점 : 화재가 발생되지 않은 차량에 대해서는 외부 화염 차단을 통해 보호 가능 2) 단점 : 전기차 화재의 경우 리튬이온 배터리 화재 특성으로 인해 화재진압에는 효과가 없으나 지하주차장에서 발생된 전기차 화재의 경우 냉각소화와 병행하여 사용 시 연기차단 및 시야확보 가능
이동식 소화수조	1) 장점 : 전기차 전체를 신속하게 냉각가능하며, 재발화 방지 및 보관에 활용 가능 2) 단점 : 현장에 설치하는 시간이 소요되기 때문에 전기차 화재진압 골든타임을 놓칠 우려가 있어 초기 진압수단으로 한계를 가짐
이동식 컨테이너	1) 초기 진압이 완료된 전기차를 이동식 컨테이너 내부로 견인하여 안전한 장소로 이동 및 보관 하여 재발화 방지 2) 층고가 낮은 지하주차장에 진입 가능하다면 전기차 화재 대응에 적극활용가능
보호장비	1) 진압대원 : 방화장갑 및 방화신발 2) 구조대원 : 절연장갑 및 절연신발

■ 전기저장시설의 화재안전성능기준,기술기준 (NFPC/NFTC 607)

- 소방청은 에너지저장장치(ESS)를 활용한 전기저장시설의 화재사고 예방 및 피해확산방지를 위한 소방설비, 배출설비, 방화구획 등을 갖추도록 하고 있으나, 전기차 화재에 대한 대응시설은 제시하지는 않음

[표 2-19] 전기저장시설의 화재안전성능기준, 기술기준 (NFPC/NFTC 607)

구분	내용
소화기	소화기의 능력단위를 고려하여 구획된 실마다 추가 설치
스프링클러설비	습식스프링클러설비 또는 준비작동식스프링클러설비 설치
배터리용소화장치	중앙소방기술심의위원회의 심의를 거쳐 전기저장장치에 대한 소화성능을 인정받은 배터리용 소화장치를 설치 가능
자동화재탐지설비	공기흡입형 감지기, 아날로그식 연기감지기 또는 중앙소방기술심의위원회의 심의를 통해 전기저장장치의 화재에 적응성이 있다고 인정된 감지기 설치
자동화재 속보설비	설치
배출설비	화재감지기의 감지에 따라 작동하고, 바닥면적 1㎡에 18CMH 이상의 배출성능
설치장소	소방대의 원활한 소방활동을 위해 지면으로부터 지상 22m 이내, 지하 9m 이내로 설치
방화구획	벽체, 바닥 및 천장은 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에 따라 건축물의 다른 부분과 방화구획

2) 국외 기준

■ Risk insight electric vehicle charging(전기차 충전 중)⁶⁾

- Zurich resilience solutions은 이격거리, 방화구획, 환기설비, 자동화재감지설비, 스프링클러설비 등 전기차 충전 중에 대한 위험을 줄이고자 전기 자동차 충전설비를 설치하기 전·후에 대한 고려사항을 제시하고 있음

[표 2-20] Risk insight electric vehicle charging

구분	내용
이격거리	1) 전기 자동차 충전 및 주차장은 가연성 벽에서 최소 10m, 보호되지 않은 개구부/불연성 벽의 넓은 유리에서 최소 7.5m 이격 2) 전기 충전 장치/주차장은 폐기물 화합물, 팔레트 보관소 또는 가스 실린더 케이스와 같은 외부 가연성 또는 인화성 보관 구역에서 최소 10m 이격
방화구획	1) 내부 충전/주차구역은 최소 60분 내화성을 갖춘 별도의 방화구획 2) 지하 충전/주차구역은 최소 120분의 내화성을 갖춘 방화구획
환기설비	1) 화재 시 유독 가스의 발생을 줄이기 위한 지하 또는 숨겨진 충전 및 주차 공간에 적절한 환기 장치 설치
자동화재 감지설비	1) 화재감지기는 전기 자동차 및 충전장치 가까이 설치 2) 경보 발생 시 상주하는 경보 수신센터로 자동 전송
스프링클러 설비	1) 스프링클러 시스템은 독립적인 UKAS 공인 제3자 인증 기관으로부터 적절한 인증을 받은 엔지니어가 BS EN 12845(ref.31)를 포함하는 LPC 스프링클러 규칙에 따라 설계하고 설치
일반적인 고려사항	1) 영국 전력망 연결 규칙, 현지 계획법 및 안전 규정을 준수 2) 충전/주차구역의 존재 및 운영은 전체 현장의 주요 화재 위험 평가 프로세스에 통합될 것 3) 설치 - 충전 장치는 제조업체 지침과 전기 충전 장비 설치에 대한 IET 실행 규약에 따라 설치 4) 유지관리 및 서비스 - 제안된 서비스 프로그램이 IET 권장 사항으로 대체되지 않는 한 제조업체 권장 사항에 따라 충전 장치를 유지 관리하고 검사 5) 모든 설치, 유지관리 및 서비스 활동은 NICEIC, ECA, SAFed, NAPIT 또는 SELECT 인증을 받은 업체와 같이 적절하게 인증된 계약업체에 의해 수행 6) 충전 장치와 차량 주위에 최소 2m 이상의 거리를 항상 폐기물, 초목, 재고 보관소 및 기타 가연성 물질이 없도록 유지 7) 충전 장치는 매일 육안으로 검사 8) 충전/주차구역은 표지판으로 명확하게 표시 9) 화재 발생 시 충전/주차구역과 소방대 접근로 사이에 적절한 간격이 제공 10) 불필요한 장력과 그에 따른 손상/마모 및 찢어짐을 방지하기 위해 충전 장치 근처에 지정된 케이블 홀더(릴)를 제공 11) 충전 장치는 주차 차량과의 우발적인 접촉을 방지하기 위해 적절하게 배치된 충격 보호 장치로 보호 12) 현지 현장 직원에게 DC 장비의 위험 증가(해당하는 경우), 작동 방법을 강조하는 적절한 교육을 제공하는 것이 중요. 장비, 일상적인 육안검사 요구 사항, 충전 장치를 분리하는 방법 및 정지를 위한 비상 절차. 13) 야간이나 주말 충전 주차장에 사람이 상주하지 않을 시 충전을 피할 것 14) 충전 주차장 근처에 적절한 소화 설비 설치
전기설치 및 배전	1) 접지 오류 발생 시 충전소 전원 공급 장치에서 자동분리를 위한 전류장치(RCD) 제공 2) 전기 자동차 충전장비 설치 시 IET 실행 규정에 따라 6개월 단위로 테스트 실시 3) 충전소 비상 수동 격리 표지판을 설치하고 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치 4) 전기적 오작동 시 충전소 전원 공급 자동 차단

6) 출처 : Risk insight : zurich resilience solutions_스위스

구분	내용
태양광 주차장에 대한 추가 고려사항	1) 지붕 캐노피 구조의 스탠드/지지대는 차량 충격 또는 충전 장치 외의 적절한 충격을 보호하고 불연성 재료로 제작 2) PV 패널 캐노피 지붕 영역에서 흐르는 지표수에 대한 적절한 배수를 제공 3) 패널의 DC 케이블은 통합 케이블 트레이에 숨기고 인버터 패널은 보안이 유지되는 전용 전기실/건물에 배치하여 DC 전기 장비의 위험을 강조하는 적절한 경고 표지판을 제공 4) 자동 화재 경보 보호 및 스프링클러 시스템이 제공되는 경우 PV 태양광 패널 캐노피 구조 아래에 설치 5) 검사 및 유지관리 - 정기적인 유지보수는 패널 제조업체의 권장 사항에 따라 유지보수 6) 현장 직원은 일상적인 육안검사, PV 패널의 일반 유지관리/청소, 비상 격리 스위치 위치를 포함한 비상 정지에 대한 요구사항에 대한 충분한 교육 실시 7) PV 태양광 패널에 악의적인 손상 및 도난으로 인한 위험이 있으므로 적절한 보안을 제공

■ Charging of electric cars in parking garages(나라별 규정에 관한 사항)⁷⁾

- Research Institutes of Sweden은 전기차 충전인프라가 늘어남에 따라 노르웨이, 미국, 영국, 유럽연합 등 전기 자동차 화재 위험에 대한 조치 및 규정을 제시하고 있음

[표 2-21] Charging of electric cars in parking garages

구분	기준	내용
노르웨이 규정	주차장 건축기술 기준	1) Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning(지침이 포함된 건축기술규정(TEK 17)) 준수 - 주차장 및 지하주차장의 면적이 1,200㎡를 초과 시 화재경보시스템 또는 자동 스프링클러 시스템 적용 가능 - 각 층 벽면 중 1/3 이상이 평평한 지면 위 외부로 개방되어 있고 평균 지면 높이보다 16m 미만인 최상층 주차표면은 개구부가 잘 환기되도록 설치한 경우 화재경보시스템 또는 자동스프링클러 시스템을 설치하지 않고 건설 허용
	전기설비 기준	1) Regulations on electrical low voltage installations(전압 설비에 관한 규정) 준수 2) Regulations on electrical supply systems(전기 공급 시스템에 관한 규정) 준수 3) 표준 NEK 400:2018 준수
미국규정	주차 구조물에 대한 기준	NFPA 88A(주차구조물 표준) 준수
	스프링클러 설비기준	NFPA 13(스프링클러 시스템 설치 표준) 준수
	전기설비 기준	NFPA 70(국가 전기 코드) 625조 전기 자동차 충전 시스템 준수
영국규정	건물규정	Volume 2 - Buildings other than dwelling houses(주거용 주택 이외의 건물) 준수
	전기설비 기준	1) Automated and Electric Vehicles Act 2018(2018 자동차 및 전기차법) 준수 2) BS 7671:2018 Requirements for Electric Installations, Section 722 Electric vehicle charging installation(전기설비 요구사항 섹션 722 전기차 충전설비) 준수
유럽연합 (EU)에 대한 일반 지침	유럽연합 기준	DIRECTIVE 2014/94/EU Section 24 회원국은 자동차에 전기를 공급하기 위해 공개적으로 접근 가능한 인프라가 구축되도록 할 것. 국가 정책 체계에서 대중이 접근할 수 있는 적절한 충전 지점 수를 정의하기 위해 회원국은 자국 영토에서 대중이 접근할 수 있는 기존 충전 지점의 수와 사양을 고려하고 다음 사항을 결정할 수 있을 것. 일반 또는 고전력 충전 지점에 배포 노력

7) 출처 : research institutes of sweden(스웨덴연구소 연합회)

구분	기준	내용
	전기용품 안전기준	1) EN 62196-1 충전 플러그 및 소켓의 설계 표준 일반 요구 사항 준수 2) EN 62196-2 AC 핀 및 접촉 튜브 액세스리에 대한 치수 호환성 및 상호 호환성 요구 사항 준수 3) EN 62196-3 DC 및 AC/DC 핀과 접촉 튜브 차량 커플러에 대한 치수 호환성 및 상호 호환성 요구 사항 준수

■ RC59 : Recommendations for fire safety when charging electric vehicle
(충전 시 화재 안전을 위한 권장사항)⁸⁾

- RISCAuthorty는 전기 자동차 충전소 및 주차장의 내화성능, 이격거리, 자동화재감지설비, 스프링클러설비 등 전기 자동차 충전 중에 관한 권장사항을 제시하고 있음

[표 2-22] Recommendations for fire safety when charging electric vehicle (RC59)

구분	내용
충전 중 화재 고려사항	1) 충전구역을 공정 및 보관 구역과 물리적으로 분리 2) 비즈니스 생산 및 프로세스 기능에 영향을 주지 않고 안전한 위치에서 충전 지점을 격리할 수 있는 적절한 전원 공급 장치, 제어 및 격리 시스템 제공 3) 건물이 비어 있을 때를 위한 위험 통제 조항 4) 적절한 자동화재감지 및 경고 장치 5) 화재위험에 비례하는 고정식 화재진압 시스템과 함께 휴대용 소방 장비 제공 6) 생명과 재산을 보호하고 화재 발생 시 사업의 지속적인 기능을 보장하기 위한 비상조치 계획 개발 7) 충전 장비의 안전한 사용과 충전소에서 전원을 안전하게 차단하고 현장에서 대피하는 등 화재 발생 시 취해야 할 조치에 대한 직원 교육
내화성능	1) 내부 충전 지점은 분리된 단일 층 구조에 위치 2) 분리된 구조로 설치 할수 없는 경우 외함은 충전구역과 구내의 다른 부분사이에 최소 60분 내화성을 제공 구내로 접근할 수 있는 경우 문이나 셔터는 경우 문이 위치한 구조물과 동일한 최소 60분의 내화성 제공 3) 전기 자동차 충전소가 있는 지하 주차장은 최소 120분 내화성을 제공하고 건물의 다른부분과 분리
이격거리	1) 밀폐된 충전구역은 폐기물을 포함한 저장공간이 없어야 하며 최소 6m 이상 떨어져 있어야 함 2) 발화성 액체 저장고와 같은 위험시설이 있는 경우 전기차 충전지점은 위험지역 가장자리에서 최소 10m 이상 이격. 최소 이격거리는 길이가 5m 이상인 차량의 경우 차량의 전체 길이에 5m를 더한 길이로 한다.
자동화재감지설비	1) 독립적인 UKAS 공인 제3자 인증 기관의 인증을 받은 제품을 BS 5839-1에 따라 최소한의 P2 표준으로 설치 2) 화재 경보는 UKAS 공인 제3자 인증 기관의 인증을 받은 경보 수신센터에서 모니터링을 해야 함
스프링클러설비	전기차 충전소가 있는 밀폐된 주차장에 BS EN 12845를 포함하는 LPC 스프링클러 규칙(또는 동등하고 인정된 스프링클러 규칙, 예 : NFPA 13 및 88A)에 따라 밀폐된 주차장 공간에 대한 적절한 사양에 따라 스프링클러를 설치

8) 출처 : 영국 방재기관 FPA

■ Electric vehicle charging and enclosed car parks(전기차 충전 및 밀폐된 주차장 리스크 관리 가이드)⁹⁾

- RSA insurance group은 이격거리, 방화구획, 스프링클러설비, 자동화재감지설비, 환기설비, 감시설비 및 충전설비 설치 시 안전장치 및 유지관리에 대한 초기 지침을 제시하고 있음

[표 2-23] Electric vehicle charging and enclosed car parks

구분	내용		
이격거리	1) 차량 충전 베이 사이의 최소 이격거리는 5m가 이상적임. 5m가 실용적이지 않은 경우 차량 충전 베이의 표준 차량 주차 베이 크기보다 최소 1m 간격을 추가. 2) 충전기 및 충전차량 근처(10m 이내)에 보관물, 폐기물 등 가연성 또는 인화성 물질을 두지 않을 것		
방화구획	1) 충전 구역(차량 접근 지점 포함)에 대한 접근 지점의 방화 셔터 또는 문을 자동으로 닫고 최소 120분의 구조적 무결성을 포함하여 다른 구역과 120분 동안 화재를 격리할 수 있는 지하 구역 2) 충전기와 충전기 사이에 120분간 내화성능(예 : 콘크리트 또는 벽돌 벽), 60분 방화벽(예 : 이중 스킨 석고보드 벽) 3) 구조 부재, 바닥, 천장 및 측벽을 포함하여 모든 주차장에 대해 최소 120분 내화성능 4) 연소 중인 연료가 방화구획을 방해하지 않도록 적절한 크기로 배열된 배수설비와 경사면 설치		
스프링클러 설비	구분	기존 차량 화재 시 사양	신규설치 시 현대식 차량화재 권장사양
	LPC	Ordinary Hazard 2 - 5mm/min over 144m ³ (180m ³ dry systems)	High Hazard Process 1 (HHP1) : 7.5mm/min over 260m ³ (350m ³ dry systems).
		일반 위험 2(OH2) - 144m ³ 이상 5mm/min(180m ³ 건식 시스템)	고위험 프로세스 1(HHP1) : 260m ³ 이상 7.5mm/min.(350m ³ 건식 시스템)
	NFPA	Ordinary Hazard 1 - 4.1mm/min over 370m ³ (480m ³ dry systems) to 6.1mm/min over 260m ³ (338m ³ dry systems).	Extra Hazard Group 1 (EH1) : 8.2mm/min over 465m ³ (605m ³ dry systems) to 12.2mm/min over 230m ³ (300m ³ dry systems). Note this is more onerous than the LPC and FM designs chosen but the next occupancy protection level down (OH2) is considered potentially insufficient.
		일반 위험 1(OH1) - 370m ³ (480m ³ 건식 시스템)에서 4.1mm/min ~ 260m ³ (338m ³ 건식 시스템)에서 6.1mm/min.	추가 위험 그룹 1(EH1) : 465m ³ (605m ³ 건조 시스템)에서 8.2mm/min에서 230m ³ (300m ³ 건조 시스템)에서 12.2mm/min. 이것은 선택된 LPC 및 FM 설계보다 더 부담이 크지만 다음 점유 보호 레벨 다운(OH2)은 잠재적으로 불충분한 것으로 간주됩니다.
	FM	Hazard Category 2 : 8mm/min over 230m ³ (300m ³ dry systems)	Hazard Category 2 : 8mm/min over 230m ³ (300m ³ dry systems).
		위험 범주 2 : 230m ³ 이상 8mm/min(300m ³ 건식 시스템)	위험 범주 2 : 230m ³ (300m ³ 건식 시스템) 이상에서 8mm/min.

9) 출처 : RSA insurance group_영국

구 분	내 용
자동화재감지설비	1) 자동 스프링클러 시스템이 미설치 시 BS 5839-1 또는 해당 지역의 이에 상응하는 화재 감지 장치 설치 2) 옥외 노출된 장소 : 불꽃감지기 설치 3) 옥내 연기감지기 설치. 비화재보 방지를 위해 다중센서 감지기 권장
수원	현지 규정 또는 소방서 요구의 경우 모든 구역의 90m 이내의 장소에서 1.5bar에서 최소 1,900LPM으로 흡입할 수 있는 수원을 24시간 이상 제공
수동소방장비	1) 차량 방화 담요 2) 분말소화기 3) CO ₂ 소화기
환기설비	1) BS7346 파트 7 : 2013(화재 조건에 대한 주차장 환기 시스템 설계) 및 승인된 문서 B 또는 해당 지역의 동등 항목을 준수하고 수동 화재진압 전략의 일환으로 지역 소방서와 합의할 것 2) 환기횟수 시간당 최소 10회 이상으로 주차장에 기계식 환기 장치 제공(추가 환기 속도가 필요할 수 있음) 화재감지 시 동작 3) 주차장이 현지 법률에 따라 '개방'으로 정의된 경우에도 리튬 이온 배터리 열 발생에 대한 기계적 환기를 고려한 환기
감시설비	CCTV 설치
차량 충전설비 설치 및 안전장치	1) 충전 장비는 자격을 갖춘 사람이 설치했는지 확인 2) 충전용 전기 공급 장치가 목적과 전기 부하에 적합하고 충전기 전용확인 3) 유인 위치나 건물 입구 등 비상시 접근할 수 있는 위치에 차량 충전용 비상 격리 스위치 설치 4) 화재경보기가 활성화되었는지 확인, 스프링클러 시스템 동작으로 충전기에 대한 전기 공급 차단 5) 제조업체 권장사항 및 현지 법규를 준수 확인 6) 충전기는 배터리 완전 충전의 80%로 제한, 차량 배터리 관리 시스템이 오류 상태를 표시한 경우 작동하지 않을 것 5) RCD 보호 기능을 제공하고 AC 및 DC 결합 전류에 대해 활성화되도록 조치 6) 충전할 수 있는 차량을 충전 지점에 명확하게 표시 7) 급속 충전기는 표지판을 통해 기존 충전기와 명확하게 구분 8) 전기 자동차 충전 장비 설치에 대한 IET 실천 강령을 참조
유지관리	1) 충전기와 충전 장비가 제조업체 지침에 따라 유지관리 2) 충전기 및 관련 장비에 대해 다음 검사를 완료하고 기록 보관 - 손상된 케이블, 충전기 등을 확인하기 위해 매주 육안검사 실시 - 수리가 완료될 때까지 손상된 장비를 사용하지 말고 필요한 경우 장비가 격리되었는지 확인 (예 : 격리/잠금 절차) - 연간 정기 검사 또는 위험 평가에 따라 필요시 검사 - 연간 적외선 검사. 장비가 최소 60분 동안 연속으로 충전 작업을 수행한 후에 이 작업 수행 - 3년마다 고정 배선 검사 또는 이에 상응하는 현지 서비스 제공 3) 차량 충전 리드가 양호한 상태로 유지되도록 물리적인 조치 적용 4) 화재 예방 및 감지 시스템이 현지 표준에 따라 유지되는지 확인 5) 모든 휴대용 전기 장비는 위험 평가에 따라 정기적으로 검사
직원 교육	주차장 직원과 건물 관리인, 유지보수 인력 등 지역 인력을 교육하여 충전 중단 확인을 포함하여 화재 발생 시 취해야 할 조치를 숙지 요구

■ T0194 - Covered car parks - fire safety guidance for electric vehicles
(지붕이 있는 주차장 - 전기 자동차에 대한 화재안전 지침)¹⁰⁾

- ARUP group은 자동화재감지설비, 열모니터링 카메라, 스프링클러설비, 물분무설비, 환기설비 등 밀폐된 주차장에 전기 자동차 충전설비를 설치하는 것에 대한 임시 지침을 제시하고 있음

[표 2-24] Covered car parks - fire safety guidance for electric vehicles(T0194)

구분	내용
열모니터링 카메라	ISO 18251-1 : 2017[71]과 NFPA 1801 : 2021[72] "소방용 열화상 장비 표준"은 모두 열화상 장비의 설계 및 테스트에 대한 지침 준수
스프링클러설비	1) 주차장에 스프링클러가 설치 시 BS EN 12845 : 2015 +A1:2019[73]에 따라 설계하고 설치 2) 주거용 스프링클러 시스템 표준 BS 9251:2021[74]은 해당 시스템의 용량을 100㎡ 이하의 아파트 아래 작은 주차장에만 제한
물분무설비	물분무 시스템은 BS 8489-1 준수
자동화재감지설비	1) 화재 감지 및 경보 시스템은 BS 5839-1 : 2017를 준수 2) ICEV 화재 시 열감지기 설치, 전기차 화재 시 연기감지기 설치 3) 증기운 가스 감지를 위한 휘발성 유기감지기 또는 가스감지기 설치
수원	BS 9990 : 2015[65]의 현재 권장 사항인 60분 동안 1,500l/min의 용량
환기설비	자동 연기 환기 시스템을 자동화재진압 시스템과 함께 사용하는 경우, 기계적 환기 시스템의 작동으로 인해 자동화재진압 시스템의 작동이 지연되지 않도록 시스템의 작동 순서 수립

10) 출처 : ARUP에어럽 그룹_영국

제3장 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼

1. 매뉴얼 개요

1.1. 목적

- 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼은 공동주택 지하주차장의 전기차 화재로부터 입주민의 생명과 재산을 보호하기 위한 최소한 조치 방안의 제시를 목적으로 함
- 평상시 충전시설, 소방 및 안전시설에 대한 점검, 관리, 대응조직 구성 등은 물론 전기차 화재 발생 시 관리사무소와 입주민의 행동 요령을 상세하고, 이해하기 쉽게 구성

1.2. 매뉴얼의 구성

- 매뉴얼은 ① 전기차 화재 개요, ② 화재 대응체계 구축, ③ 화재 대응 운영 및 관리, ④ 교육 및 홍보 총 4개의 본편과 매뉴얼의 내용을 요약한 관리사무소·입주민 행동요령(부록)까지 총 5편의 구성¹¹⁾
 - ‘화재 대응체계 구축’ 편은 평상시 행동요령으로 충전·소방·안전시설 등에 대한 현황 파악 및 체크리스트를 통한 점검 및 관리, 화재 대비 대응조직 구성 및 역할 분담 등 화재 예방 및 대비에 중점을 둠
 - ‘화재 대응 운영 및 관리’ 편은 화재 발생 시 관리사무소, 입주민 등이 쉽게 이해하고 따라할 수 있도록 사진, 삽화 등 활용하여 화재 단계별 대응요령을 제시하는 한편, 충전으로 인한 화재피해를 최소화하고자 충전구역 위치지정 시 고려사항도 같이 수록함
 - ‘관리사무소, 입주민 행동요령(부록)’ 편은 매뉴얼 본문을 보지 않더라도 행동요령만으로 현장 대응이 가능하도록 대응 절차 및 내용을 요약·정리함으로써 긴급한 상황에서도 매뉴얼에 따라 적절한 대응이 이루어지도록 함

11) 국토교통부, 한국토지주택공사는 2024년 12월 11일 전국 지자체의 공동주택관리부서, 대한주택관리사협회 등에 배포하고, 중앙공동주택관리지원센터(myapt.molit.go.kr), K-아파트(www.k-aprt.go.kr) 누리집을 통해 게시 완료함

2. 매뉴얼의 내용

- 전기차 화재 대응 매뉴얼의 자세한 내용은 보고서 ‘별첨’ 참조
- 본문에서는 ‘관리사무소와 입주민 행동요령’만을 예시로 제시함

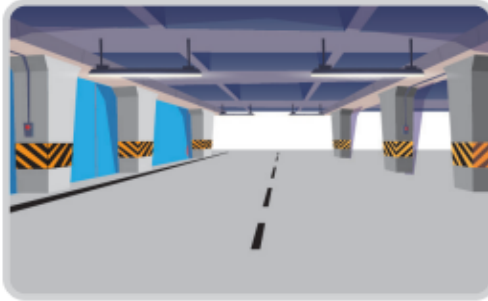
1) 충전구역 지정 시 고려사항



[그림 3-1] 지상 충전구역 지정 시 고려사항

충전구역 지정시 고려사항

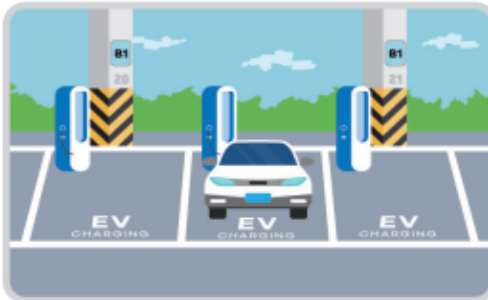
1 지하에 설치할 때



① 외기와 개방되어 있는 선로는 괜찮아요.



② 지상에서 직접 진입 가능한 램프 앞은 괜찮아요.



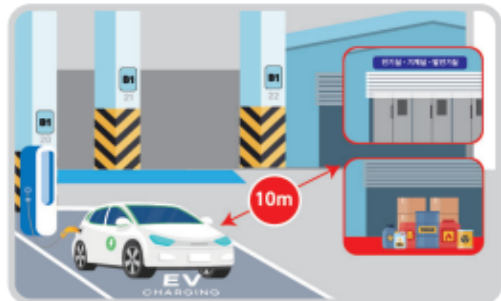
③ 지상에 개방된 지하층은 괜찮아요.



④ 지하3층 이하는 피하세요.



⑤ 주동 출입구(피난통로) 앞은 피하세요.



⑥ 가연성·인화성 물질을 보관하는 창고와 전기실, 기계실, 발전기실 등과는 10m 이상 이격하세요.

[그림 3-2] 지하 충전구역 지정 시 고려사항(계속)

2) 전기차 화재 대응 1단계

관리사무소 전기차 화재 대응

1 관리사무소 피난대응은 어떻게 해야하나요?



❶ CCTV 등을 통해 전기차 화재 상황을 확인한다.
(차종, 화재위치 등)



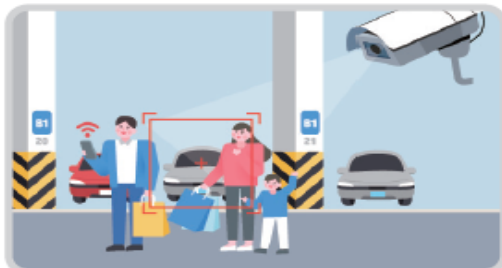
❷ 화재 사실을 확인한 후
개인 임무에 따라 행동한다.



❸ 안내방송을 실시한다.
(전기차 화재구역 우선)



❹ 아파트 출입구의 자동문을 일괄 개방한다.
(출입통제기능 해제)



❺ 화재주변 사람들의 위치를 우선 파악한다.



❻ 입주인을 피난 통로로 대피하도록 안내한다.

[그림 3-3] 관리사무소 화재 대응 1단계

3) 관리사무소 전기차 화재 대응 2단계

관리사무소 전기차 화재 대응

2 관리사무소는 초기 화재대응을 어떻게 해야하나요?



① 안전장비를 착용하고 대응한다.



② 화재 발생지역 스프링클러설비를 수동으로 개방한다.



③ 화재초기를 제외하고 직접 진압활동은 자제한다



④ 차량 내부에서 연기가 발생하고 있을 때는 차량 출입문을 개방하지 않는다.



⑤ 화재가 확산되면 즉시 대피한다.



⑥ 소방대에게 상황을 인계한다.

[그림 3-4] 관리사무소 화재 대응 2단계

4) 관리사무소 전기차 화재 대응 3단계

관리사무소 전기차 화재 대응

3 관리사무소는 소방대를 지원합니다



① 소방차의 진입로를 확보한다.



② 소방차 전용구역에 장애물은 즉시 이동 조치한다.



③ 주차장, 충전시설 자료와 관리사무소 공간을 소방관에게 제공한다.



④ 피난인원, 건물 내 미피난자(구조대상자)를 확인한다.



필요시 지원사항

- 화재 위치와 관련된 사항을 설명한다.
- 차종 및 차량 화재상황을 설명한다.
- 방재실에서 설비 활용을 지원한다.
- (필요시) 안전장비를 제공한다.
- 주차장 도면, 충전시설 위치도 등을 제공한다.

[그림 3-5] 관리사무소 화재 대응 3단계

5) 입주민 피난 대응

입주민 전기차 화재 대응

1 입주민은 어떻게 피난해야 하나요?



❶ 최대한 낮은 자세로
피난계단으로 이동한다.



❷ 대피방송에 귀를 기울인다.



❸ 피난자는 방화문을 닫고 나간다.



❹ 노약자를 우선 배려한다.



❺ 피난계단을 통해 피난층(지상층)으로
이동한다.(질서유지)



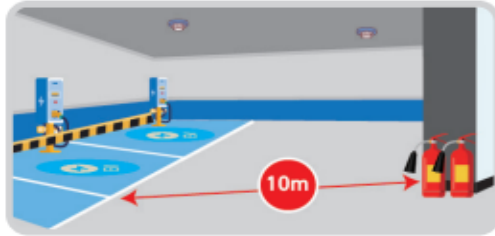
❻ 지정된 대피장소로 이동한다.

[그림 3-6] 입주민 피난 행동요령

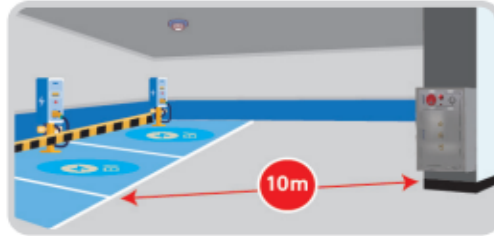
6) 전기차 충전구역 소방·안전시설

전기차 충전구역 소방·안전시설

1 전기차 충전구역의 소방시설



① 충전구역과 소화기는 5m 이상 10m 이내에 배치하세요.



② 충전구역과 옥내소화전(연결송수관 방수구, 발신기)은 5m 이상 10m 이내에 설치하세요.



③ 화재감지기는 전기차 충전구역 천장에 설치하세요.



④ 스프링클러 수동조작스위치(SVP)는 피난계단 출입구 옆에 설치하세요.

2 전기차 충전구역의 안전시설

- ① 질식소화포, 상방향 살수설비는 피난계단 인근에 즉시 반출이 가능하도록 배치하세요.
- ② 안전장비는 피난계단 인근 및 방재실에 비치 관리하세요.
- ③ CCTV(열화상 CCTV)는 전기차 충전구역 전용으로 설치하세요.
- ④ 안전시설에는 사용설명서와 안전시설 명칭, 수량, 관리방법을 표시하세요.



① 질식소화포, 상방향 살수장치는 출입구 옆에 두거나 계단 부속실에 보관한다.



② CCTV(열화상 CCTV)는 전기차 충전구역을 비추는 전용 설치를 권장한다.

[그림 3-7] 소방시설 및 안전시설 위치 고려사항

제4장 주차장 공간 요소의 안전도

1. 주차장 공간 요소의 분류

○ 주차장의 공간을 아래와 같이 크게는 두 개, 세부적으로는 네 개의 요소로 분류함

- 주차장 위치 : 수직 공간 측면으로 주차장의 위치를 나타냄
- 주차장 내부 공간 요소
 - 위치 요소 : 주차장의 수평 공간 내에서 주차면의 위치를 나타냄
 - 주차면 형태 요소 : 주차장의 수평 공간 내에서 주차면의 형태를 나타냄
 - 고위험시설 : 주차장 내 고위험시설의 종류 및 유무를 나타냄

[표 4-1] 주차장 위치에 따른 공간요소

주차장 위치(A)	주차장 내 공간요소		
	위치요소 (B)	주차면 형태 요소(C)	고위험시설(D)
A1지상주차장(옥외)	B1피난층 연결부인근	C1 3면벽체 주차구획	D1 가연성물질1 인근 (유류, 재활용시설 등)
A2지상주차장(옥내)	B2피난계단인근	C2 2면벽체 주차구획	D2 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실 등)
A3피난층연결주차장	B3썬큰인근	C3 이외의 주차구획	D3 고위험시설2 인근 (주민공동시설 등)
A4지하1층주차장	B4건축물출입구인근		D4. 위험요소 없음
A5지하2층주차장	B5경사로종단인근		
A6지하3층이하주차장	B6기타공간		

1.1. 주차장 위치(A)에 대한 정의

■ 지상주차장(옥외)

- 지상주차장(옥외)은 (주차장법 시행규칙 제2조)에 따른 자주식 주차장 중 지하식이 나 건축물식이 아닌 지평식주차장으로서 건축물 외부 지상에 위치한 주차장을 말함
- 지상주차장(옥외)는 전기차 화재에 따른 인적 물적 피해로부터 가장 안전한 주차구획으로 본 과제에서는 1등급으로 규정하나, 다만 화재 시를 대비하여 수목 등의 발화 물질을 제거하고 설치하여야 함



[그림 4-1] 지상 주차장

■ 지상주차장(옥내)

- 자주식 주차장 중 건축물식으로서 본 과제에서는 건축물에 설치되며 외기에 면해 있는 필로티 형태의 주차장을 말함



[그림 4-2] 외기에 면한 필로티 형태 주차장

■ 피난층 연결 주차장

- 피난층은 ‘직접 지상으로 통하는 출입구가 있는 층(건축법시행령 제34조)’으로 피난층 연결 주차장은 경사로를 통하지 않고 지상으로 연결된 주차장을 말함



[그림 4-3] 피난층으로서 직접 지상으로 통하는 주차장

■ 지하 1층 주차장

- 공동주택 지하 1층에 위치한 주차장으로 외기와 면한 공간이 램프, 썬큰 등 제한적인 형태를 가짐. 단 공동주택이 지상보다 높은 곳에 있어 주차장이 지상 표고 위에 있더라도 지하 1층 주차장의 역할을 하는 경우는 이를 지하 1층 주차장으로 봄

■ 지하 2층 주차장

- 공동주택 지하 2층에 위치한 주차장으로 외기와 면한 공간이 썬큰 등 제한적인 형태를 가짐. 단 공동주택이 지상보다 높은 곳에 있어 주차장이 지상 표고 위에 있더라도 지하 2층 주차장의 역할을 하는 경우는 이를 지하 2층 주차장으로 봄

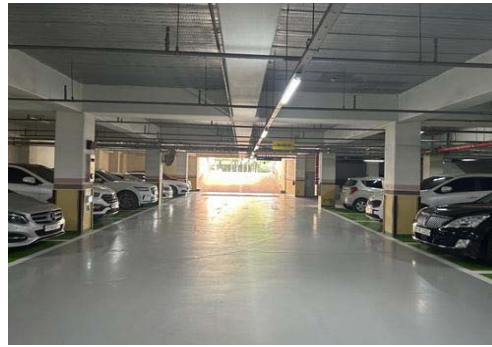
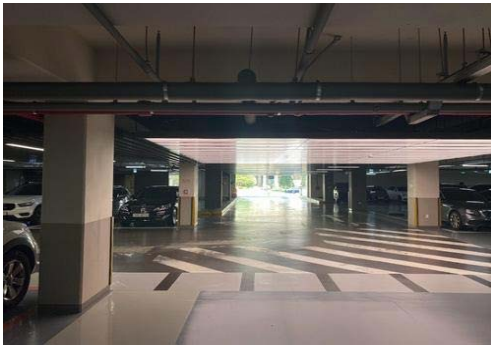
■ 지하 3층 이하 주차장

- 공동주택 지하 3층에 위치한 주차장으로 외기와 면한 공간이 썬큰 등 제한적인 형태를 가짐. 단 공동주택이 지상보다 높은 곳에 있어 주차장이 지상 표고 위에 있더라도 지하 3층 주차장의 역할을 하는 경우는 이를 지하 3층 주차장으로 봄

1.2. 위치 요소(B)에 대한 정의

■ 피난층 연결부 인근

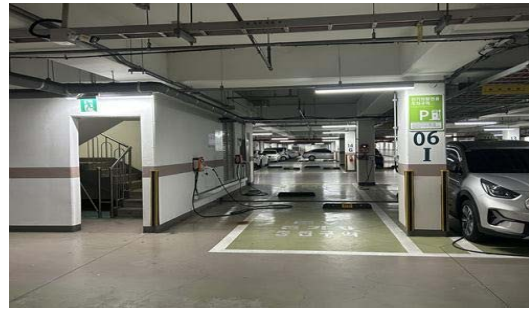
- 피난층 연결 주차장의 출입구에서 반경 20m 이내의 지역을 의미함
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표8(이하, 별표 8)에 의하면 각종 시설을 위험시설로부터 20m를 떨어져 있도록 하고 있는데, 전기차 배터리를 폭발 위험이 있는 위험시설로 가정하여 적용함(이하 ‘인근’은 별표8에 따른 ‘20m 이내’로 규정함)



[그림 4-4] 피난층과 연결된 지하주차장

■ 피난계단 인근

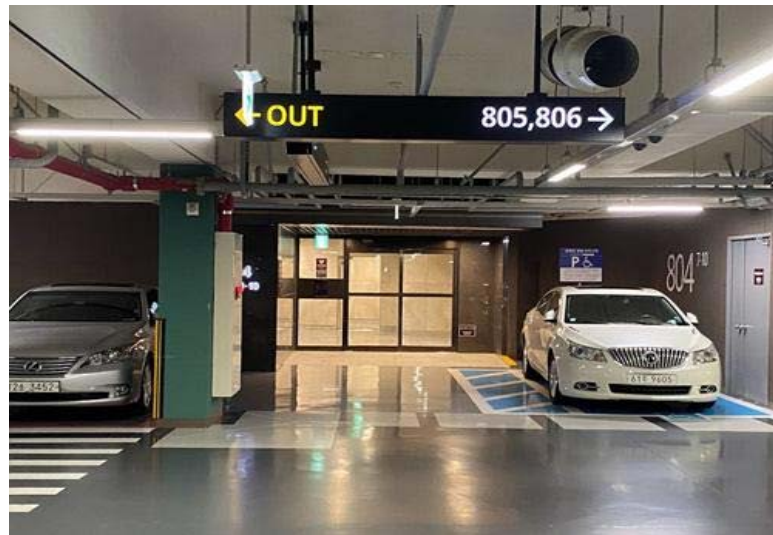
- 피난계단은 피난층 또는 지상으로 직통으로 연결된 계단으로서 건축법 49조 및 건축법시행령 35조에 의하여 용도와 규모에 따라 설치되는 계단을 말하며, 피난계단 인근이란 계단 입구로부터 반경 20m 이내를 말함
- 본 과제에서는 피난방화규칙 제9조 제2항 제2호에 의한 방화문 설치규정에도 불구하고 전기차 화재 및 연기로부터 안전하게 지상으로 대피할 수 있는 기능적 역할을 하는 계단은 피난계단으로 규정함



[그림 4-5] 피난계단 인근에 위치한 주차장

■ 건축물 출입구 인근

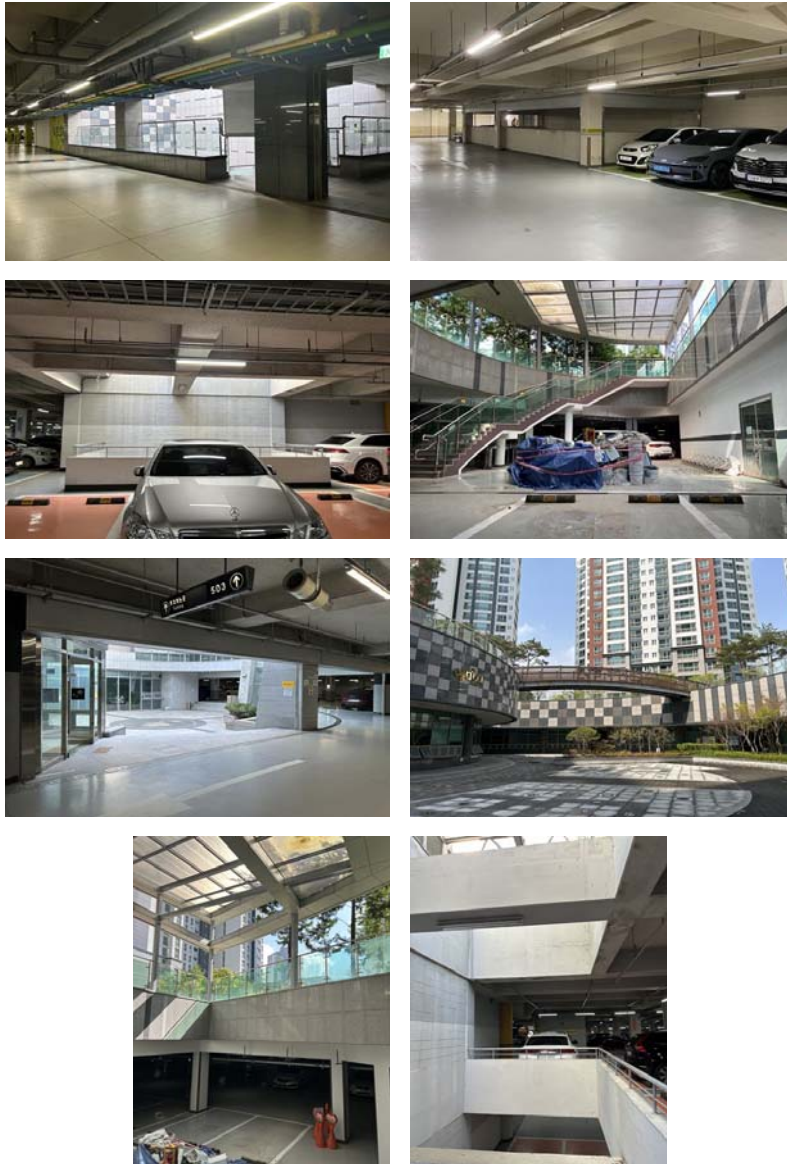
- 건축물 출입구 인근이란 지하주차장 내에서 주동 및 각종 커뮤니티 시설의 출입구에서 반경 20m 이내를 말함



[그림 4-6] 건축물 출입구 앞 주차장

■ 썬큰 인근

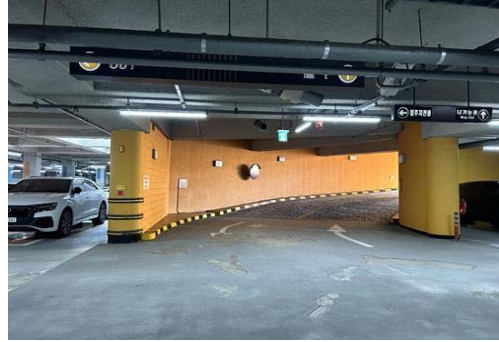
- 썬큰(Sunken)은 ‘초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행령 제 14조 제1항 제3호’에 따라 ‘지표 아래에 있고 외기에 개방된 공간으로서 건축물 사용자 등의 보행 휴식 및 피난 등에 제공되는 공간’을 말함
- 다만 전기차 화재 시 연기를 외부 지상으로 유출시킬 수 있는 DA(드라이 에어리어 등) 등 동일 기능의 구조를 갖는 경우도 썬큰으로 보며, 이때 인근은 20m 이내로 함



[그림 4-7] 썬큰 인근에 위치한 주차장

■ 경사로 종단 인근

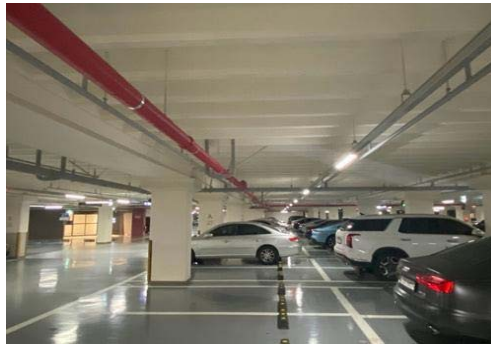
- 차량이 지하층으로 진출입하는 경사로를 의미하며, 경사로 종단 인근은 지상을 향한 경사로의 종단로부터 20m 이내로 함. 이때 지하로 향하는 경사로 입구는 고려하지 않음



[그림 4-8] 경사로(램프) 인근 주차장

■ 기타 공간

- 기타 공간이란 B1~B6까지의 특정 공간을 제외한 공간을 의미함



[그림 4-9] 기타 공간

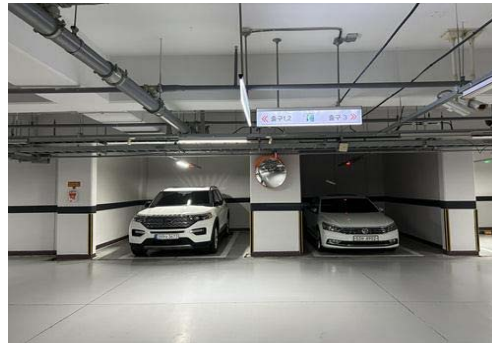
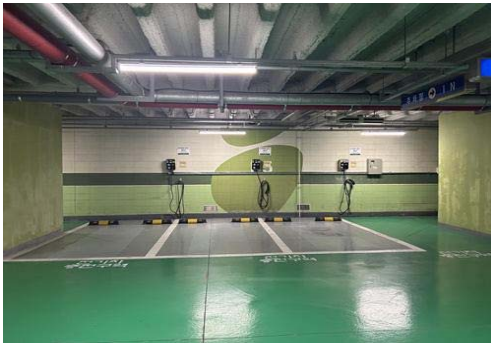
1.3. 주차면 형태 요소(C)에 대한 정의

■ 주차구획 (주차장법 제2조)

- 주차단위구획이란 자동차 1대를 주차할 수 있는 구획을 말함
- 주차구획이란 하나 이상의 주차단위구획으로 이루어진 구획 전체를 말함

■ 3면 벽체 주차구획

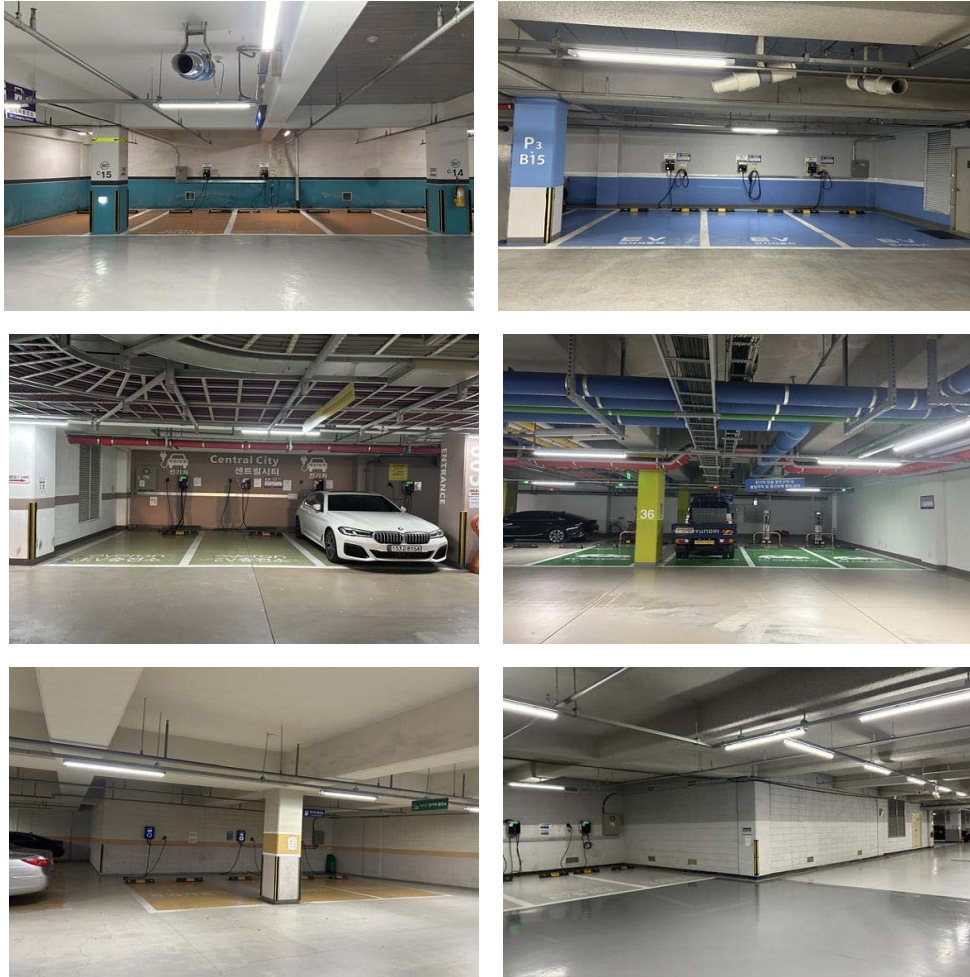
- 3면 벽체 주차구획이란 하나의 주차구획을 3면의 내화구조 벽체로 구성된 주차구획을 말함 (측면 2면, 배면)



[그림 4-10] 3면 벽체 주차구획

■ 2면 벽체 주차구획

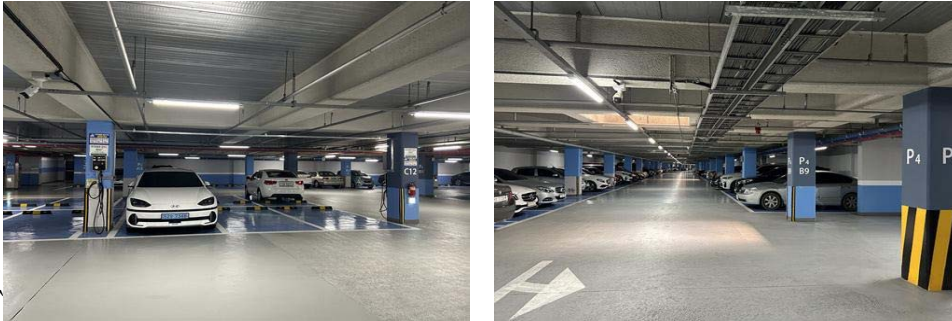
- 2면 벽체 주차구획이란 하나의 주차구획을 2면의 내화구조 벽체로 구성된 주차구획을 말함 (측면 중 1면, 배면)



[그림 4-11] 2면 벽체 주차구획

■ 이외 주차구획

- C1과 C2를 제외한 모든 주차구획을 말함

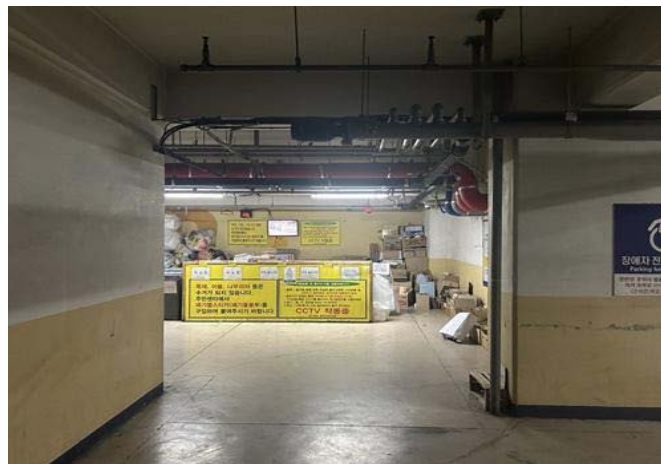


[그림 4-12] C1과 C2를 제외한 주차구획

1.4. 고위험시설 요소(D)에 대한 정의

■ 가연성 물질1 인근

- 가연성 물질1 은 화재확산 위험이 있는 발화물질로서 유류(폐유, 휘발유, 경유 등), 재활용 시설 등을 말하며, ‘가연성 물질 1 인근’이란 이로부터 20m 이내의 공간을 말함



[그림 4-13] 가연성 물품과 인접한 주차 공간

■ 고위험시설1 인근

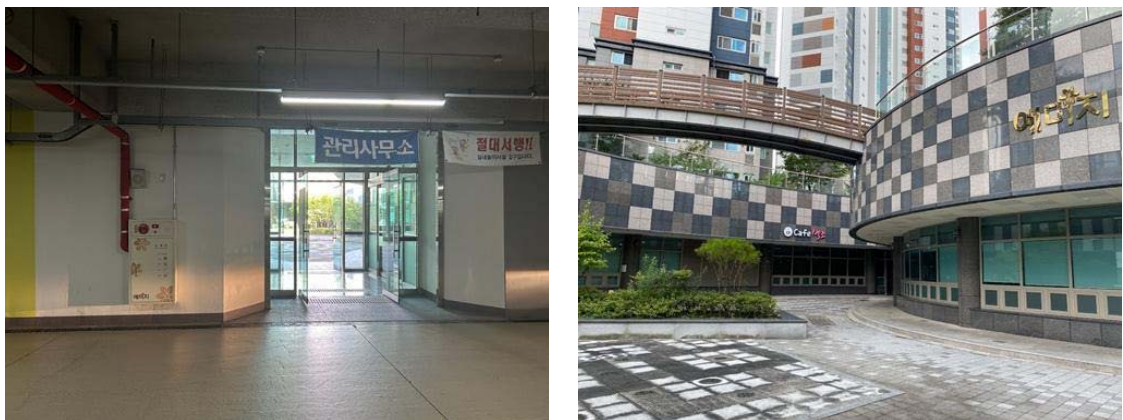
- 고위험시설1이란 확산 및 건축물 전체에 영향을 미치는 변압기, 전기실, 발전기실, 창고를 말하며, 고위험시설1 인근이란 이들 시설로부터 20m 이내의 공간을 말함



[그림 4-14] 전기실, 발전기실 등 주변에 위치한 주차 공간

■ 고위험시설2 인근

- 고위험시설2란 인명 피해 위험이 있는 주민공동시설, 커뮤니티시설, 근린생활시설 등을 말하며, 고위험시설2 인근이란 이들 시설의 출입구로부터 20m 이내의 공간을 말함



[그림 4-15] 주민공동시설 등 주변에 위치한 주차 공간

2. Delphi & AHP 분석

2.1. Delphi & AHP 개요

■ 목적

- 전기차 점유율이 높아짐에 따라 배터리 화재 역시 빈도가 증가하고 있고, 일반 내연기관 자동차와 달리 화재에 따른 피해가 증가하고 있지만, 범정부 차원의 대책은 미흡한 실정임
- 전기차 배터리에는 고인화성 물질이 포함되어 충격 결함으로 인한 열폭주 현상과 완전 연소 시까지 화학 반응이 지속되는 특성이 있으며, 이로 인해 인근 차량으로의 2차 화재 가능성도 높다고 할 수 있음
- 특히 전체 전기차의 80%가 공동주택 지하주차장에서 주차 및 충전하고 있고, 전기차 배터리 화재의 진압 자체가 어려워 엄청난 재난으로 확대될 수 있음
- 전기차 점유율의 급격한 증가, 이로 인한 화재의 빈도 증가, 범정부 차원의 대책 미흡 등의 현 상황에서 공동주택 지하주차장 전기차 화재는 입주민의 생명과 안전에 심각한 위험을 초래할 수 있어 빠른 시일 내에 대응책이 필요한 실정임
- 본 분석은 전문가 참여에 의한 델파이 및 AHP기법을 통하여 공동주택 지하주차장의 전기차 화재 발생 시 그 위험을 최소화하기 위한 소방안전시설 및 건축계획적 대책 마련을 목적으로 하고, 위치 및 공간요소, 소방안전시설에 의한 전기차 주차장 안전등급 결정을 하기 위함

■ 델파이 분석

- 델파이 기법(Delphi method)은 전문가의 경험적 지식을 통한 문제해결 및 미래예측을 위한 기법임
- 전문가 합의법이라고도 함. 전문가들의 의견수립, 중재, 타협의 방식으로 반복적인 피드백을 통한 하향식 의견 도출을 통해 문제를 해결하는 기법으로 1964년 미국의 RAND 연구소에서 개발되어 IT분야, 연구개발분야, 교육분야, 군사분야 등에서 활용되고 있음
- 본 분석은 공동주택 지하주차장의 전기차 화재 발생 시 그 위험을 최소화하기 위한 소방안전시설 및 건축계획적 대책 도출에 적용을 목적으로 함

■ AHP 분석

- AHP(Analytic Hierarchy Process)는 1970년대 초반 T. Saaty에 의해 개발되었으며 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정방법론임
- AHP는 기본적으로 집단 의사결정 기법의 한 방법이며 의사결정의 전 과정을 다단계로 구분한 뒤 단계별로 분석, 해결함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 것을 지원하는 접근방법의 하나로 정성적 요소를 포함하는 다기준 의사결정에 이용되고 있음
- 본 분석은 도출된 소방안전시설 및 건축계획적 대책에 대하여 쌍대비교를 통하여 중요도 및 가중치 선정에 적용을 목적으로 함

2.2. 델파이/AHP 분석 개요

■ 전기차 화재안전등급 개발을 위한 델파이 및 AHP 분석 참여자 선정

- 델파이/AHP 참여 인원 15명
- 건축 및 소방관련 박사, 교수, 건축사, 기술사 등이 참여
- 건축물의 구조 등에 이해도가 높은 전문가 참여
- 전기차 충전구역과 관련하여 이해도가 높은 전문가 참여

■ 분석을 위한 주차장의 공간 요소 도출

- 델파이/AHP 분석 참여 전문가의 합의를 통해 공간 요소를 도출함

[표 4-2] 주차장 위치에 따른 공간요소

주차장 위치(A)	주차장 내 공간요소		
	위치요소 (B)	주차면 형태 요소(C)	고위험시설(D)
A1지상주차장(옥외)	B1피난층 연결부인근	C1 3면벽체 주차구획	D1 가연성물질1 인근 (유류, 재활용시설 등)
A2지상주차장(옥내)	B2피난계단인근	C2 2면벽체 주차구획	D2 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실 등)
A3피난층연결주차장	B3썸큰인근	C3 이외 주차구획	D3 고위험시설2 인근 (주민공동시설 등)
A4지하1층주차장	B4건축물출입구인근		D4. 위험요소 없음
A5지하2층주차장	B5경사로종단인근		
A6지하3층이하주차장	B6기타공간		

2.3. 텔파이 분석

■ 분석 개요

- 주차장 공간 요소에 대해 전기차 화재 안전성 점수를 1~10 구간에서 결정
- 텔파이 기법의 기본 원칙에 따라 15명의 전문가의 합의를 통해 최종 점수화

■ 분석 결과

[표 4-3] 주차장 위치에 따른 텔파이 안전도 점수

주차장 위치(A)	인적피해축소	물적피해축소	소방대 접근성	연소확대방지
A1. 지상주차장(옥외)	10.000	10.000	10.000	10.000
A2. 지상주차장(옥내)	7.091	6.273	7.818	6.727
A3. 피난층연결주차장	6.364	5.818	7.727	6.182
A4. 지하1층주차장	6.364	5.273	5.727	4.273
A5. 지하2층주차장	4.909	4.727	3.545	3.909
A6. 지하3층이하주차장	2.364	2.727	1.636	2.636

[표 4-4] 위치요소에 대한 텔파이 안전도 점수

위치 요소(B)	인적피해축소	물적피해축소	소방대 접근성	연소확대방지
B1. 피난층연결부 인근	8.545	7.545	8.636	7.091
B2. 피난계단 인근	4.000	3.727	6.636	4.000
B3. 쉼터 인근	7.455	6.273	7.000	6.636
B4. 건축물출입구 인근	2.545	2.545	6.727	3.818
B5. 경사로종단 인근	6.364	5.818	6.818	5.545
B6. 기타공간	4.182	4.000	4.364	4.000

[표 4-5] 주차구역 형태에 대한 텔파이 안전도 점수

주차면 형태 요소(C)	인적피해축소	물적피해축소	소방대 접근성	연소확대방지
C1. 3면벽체 구획	7.727	8.273	6.818	8.545
C2. 2면벽체 구획	7.000	6.636	6.636	6.727
C3. 이외 주차구획	5.182	4.364	5.727	4.091

[표 4-6] 위험물질 및 시설에 대한 텔레이 안전도 점수

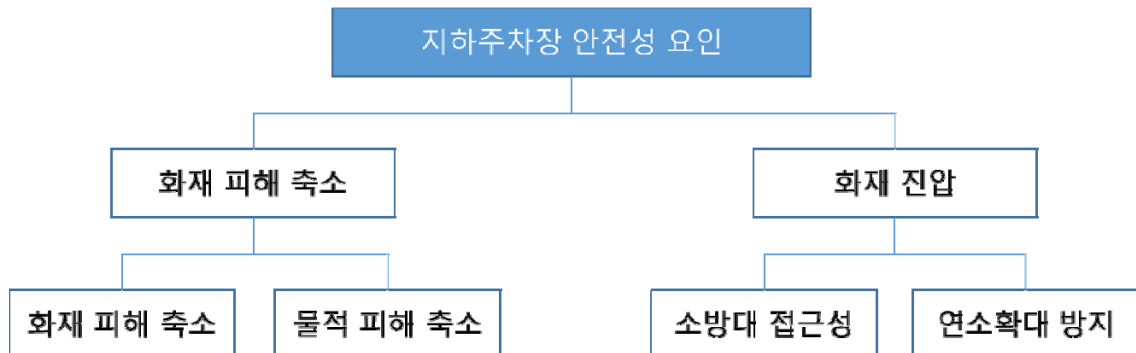
고위험 시설(물질)요소(D)	인적피해축소	물적피해축소	소방대 접근성	연소확대방지
D1. 고위험시설 없음	10.000	10.000	10.000	10.000
D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.727	3.273	4.636	2.636
D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.364	3.364	4.364	3.364
D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	2.727	4.091	5.636	3.909

2.4. AHP 분석

■ 전기차 화재 안전성 요인

○ 전기차 화재 안전성 요인으로 다음과 같은 2단계를 통해 요인 가중치를 도출

- 1단계 요인 가중치 분석
- 인적/물적 피해 축소
- 화재 진압
- 2단계 요인 가중치 분석
- 인적피해 축소
- 물적피해 축소
- 소방대 접근성
- 연소확대 방지



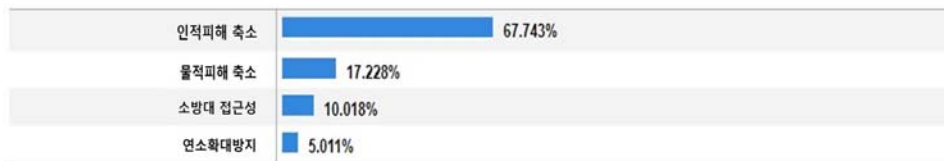
[그림 4-16] AHP 분석을 위한 안전성 요인

- AHP 평가는 일반적으로 10명 이상의 전문가 참여와 비일관성 비율이 0.1이하일 경우 객관적인 평가로 인정
- 본 평가의 경우 평가자는 15명, 비일관성 비율 0.1이하로 나타남
- 전기차 화재 안전성 요인에 대한 AHP 분석은 1단계 요인에 대한 쌍대비교를 실시하고, 2단계 요인에 대한 쌍대비교를 실시하여 1단계 결과와 2단계 결과를 종합하여 위험 순위를 결정함

■ AHP 분석 결과

- 안전요인별 AHP에 따른 가중치(a, b, c, d)

최하위기준의 통합결과 순위



[그림 4-17] 안전요인별 AHP 가중치

- 1단계 요인 평가

[표 4-7] 1단계 요인 평가

화재로 인한 피해 축소	0.8497
화재진압	0.1503
합 계	1.0000

- 2단계 요인 평가

[표 4-8] 2단계 요인 평가

인적피해 축소	0.6774
물적피해 축소	0.1723
소방대 접근성	0.1002
연소확대 방지	0.0501
합 계	1.0000

2.5. 임의 공간 요소의 안전도 산출

■ 임의 공간 요소의 안전도 산출 방법

- 임의 공간의 화재 안전성 요인(AHP 분석결과)과 해당 공간의 델파이 안전도 점수를 곱하고,
- 특정 공간 요소의 안전도는 각 안전성 요인과 델파이 안전도 점수의 곱의 합계 산출

$$x = a \times A + b \times B + c \times C + d \times D$$

[표 4-9] 임의 공간 요소 x에 따른 안전도 점수화 방법

공간 요소	인적피해 축소 a%	물적피해 축소 b%	소방대 접근성 c%	연소확대방지 d%	안전도 점수
x	A	B	C	D	$x = a \times A + b \times B + c \times C + d \times D$

■ 임의 공간 요소의 안전도

- 주차장 위치에 따른 안전도 점수

[표 4-10] 주차장 위치에 따른 안전도 점수

주차장 위치(A)	인적피해 축소 안전도	물적피해 축소 안전도	소방대 접근성 안전도	연소확대방지 안전도	안전도
A1. 지상주차장(옥외)	6.774	1.723	1.002	0.501	10.000
A2. 지상주차장(옥내)	4.803	1.081	0.783	0.337	7.005
A3. 피난층연결주차장	4.311	1.002	0.774	0.310	6.397
A4. 지하1층주차장	4.311	0.909	0.574	0.214	6.007
A5. 지하2층주차장	3.325	0.814	0.355	0.196	4.691
A6. 지하3층이하주차장	1.601	0.470	0.164	0.132	2.367

- 위치요소에 대한 안전도 점수

[표 4-11] 위치요소에 대한 안전도 점수

위치 요소(B)	인적피해 축소 안전도	물적피해 축소 안전도	소방대 접근성 안전도	연소확대방지 안전도	안전도
B1. 피난층연결부 인근	5.789	1.300	0.865	0.355	8.309
B2. 피난계단 인근	2.710	0.642	0.665	0.200	4.217
B3. 쉼터 인근	5.050	1.081	0.701	0.332	7.164
B4. 건축물출입구 인근	1.724	0.439	0.674	0.191	3.028
B5. 경사로종단 인근	4.311	1.002	0.683	0.278	6.274
B6. 기타공간	2.833	0.689	0.437	0.200	4.160

○ 주차구역 형태에 대한 종합안전도 점수

[표 4-12] 주차구역 형태에 대한 안전도 점수

주차면 형태 요소(C)	인적피해측소 안전도	물적피해측소 안전도	소방대 접근성 안전도	연소확대방지 안전도	안전도
C1. 3면벽체 구획	5.234	1.425	0.683	0.428	7.771
C2. 2면벽체 구획	4.742	1.143	0.665	0.337	6.887
C3. 이외 주차구획	3.510	0.752	0.574	0.205	5.041

○ 위험물질 및 시설에 대한 안전도 점수

[표 4-13] 위험물질 및 시설에 대한 안전도 점수

고위험 시설(물질)요소(D)	인적피해측소 안전도	물적피해측소 안전도	소방대 접근성 안전도	연소확대방지 안전도	안전도
D1. 고위험시설 없음	6.774	1.723	1.002	0.501	10.000
D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	2.525	0.564	0.465	0.132	3.685
D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	2.956	0.580	0.437	0.169	4.142
D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	1.847	0.705	0.565	0.196	3.313

제5장 전기차 화재안전등급 및 적용 방안

1. 전기차 화재안전등급의 개요

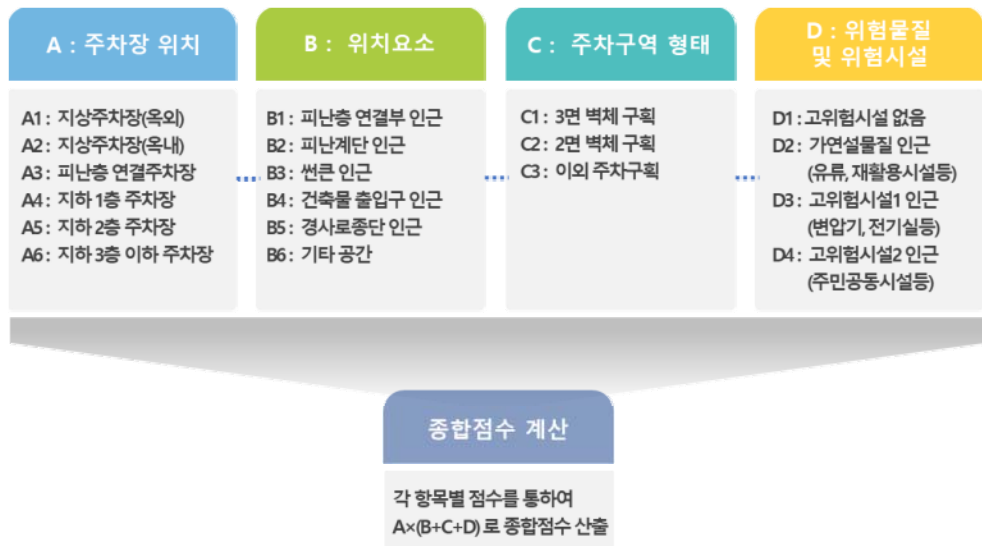
1.1. 전기차 화재안전등급의 목적

- 전기차 화재 안전에 대한 지하주차장의 안전성 판단의 근거 지표
- 안전성 높은 전기차 충전구역의 지정
- 안전성을 높이기 위한 소방 및 안전시설의 적용
- 전기차 충전구역 외 전기차의 권고 주차구역의 지정
 - 전기차 주차 권고 구역은 전기차의 화재 안전을 위한 충전구역 이외의 주차면을 말하며, 전기차 화재안전등급 1등급~3등급에서 지정할 수 있음

1.2. 전기차 화재안전등급의 등급화

■ 전기차 화재안전등급의 계량화 방법

- 소방 전문가와 건축 전문가의 자문을 통해 최종 5등급으로 분류
- 각 등급은 인적피해/물적피해 감소와 화재진압의 용이성 수준이 명확하고, 직관적으로 이해할 수 있는 수준에서 결정
- 주차장의 임의 공간에 대해 모든 공간 요소의 안전도 점수(종합안전도)를 통해 시물레이션을 수행하여 등급별 최소 및 최대 구간 결정
- 각 등급과 해당 점수 및 설명은 아래와 같음



[그림 5-1] 전기차 화재안전등급 분석의 공간 요소

[표 5-1] 공간 요소별 안전도 점수 예시

주차장 위치 안전도 (A)		주차장 내 공간 요소 안전도 점수					
		위치요소 안전도 (B)		주차면의 형태 안전도(C)		위험시설 안전도(D)	
번호	점수	번호	점수	번호	점수	번호	점수
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0	B1. 피난층 연결부 인근	8.3	C1. 3면벽체 구획	7.8	D1. 고위험시설 없음	10.0
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0	B2. 피난계단 인근	4.2	C2. 2면벽체 구획	6.9	D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	3.7
A3. 피난층 연결주차장	6.7	B3. 뽀큰 인근	7.2	C3. 이외 주차구획	5.0	D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	4.1
A4. 지하 1층 주차장	6	B4. 건축물 출입구 인근	3.0			D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3
A5. 지하 2층 주차장	4.7	B5. 경사로종단 인근	6.3				
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	B6. 기타 공간	5.7				

(전기차 화재 안전등급 결정 기준)

- 1등급: 230점
- 2등급: 130점 이상 ~ 230점 미만
- 3등급: 100점 이상 ~ 130점 미만
- 4등급: 50점 이상 ~ 100점 미만
- 5등급: 50점 미만

■ 임의 공간의 종합안전도 산출 방법

- 임의 공간의 종합적인 안전도는 본 연구의 공간 요소를 통해 구성되며, 이들 네 요소의 합으로 나타남

- 주차장 위치, 위치 요소, 주차면 형태 요소, 화재확산 위험 요소

- 임의 공간 y의 종합안전도

$$y = A_i \times \{ \text{avg}(B_1, B_2, \dots, B_l) + C_k + \text{avg}(D_1, D_2, \dots, D_l) \}$$

여기서,

- A : 해당 주차장의 층별 위치 요소, l : A의 항목
- B : 주차장 내 위치 요소, j : B의 항목
- C : 주차면 형태 요소, k : c의 항목
- D : 고위험 시설(물질) 요소, l : D의 항목
- 임의 공간 y는 주차장 내의 위치 요소(B)가 중복 가능하며, 이때 평균값을 적용
- 임의 공간 y는 위험 시설요소(D)이 중복 가능하며, 이때 평균값을 적용

[표 5-2] 전기차 화재안전등급별 점수 및 설명

안전등급	종합 안전도 점수	설명	비고
1등급	230점 이상	지상주차장(옥외)로써 공간 전체가 외기에 노출되어 있어 전기차 화재에 따른 위험이 매우 낮아 기본적인 소방안전시설 이외의 추가적 시설(장비)이 필요하지 않은 공간	- 지상주차장(옥외) · 동출입구 인근 제외 · 위험물질 및 위험시설 인근 제외
2등급	130점~230점 미만	공간의 많은 부분이 외기와 면해있는 있어 전기차 화재에 따른 연기로부터 의 도피가 용이하고, 소방대의 진입이 원활한 공간	- 지상주차장(옥내) 입구 인근 - 피난층연결 주차장 입구 인근 - 지하1층의 썬큰 인근
3등급	100점~130점 미만	주로 지상주차장(옥내) 또는 피난층 연결 주차장의 피난층연결부 인근이나 지하 1층의 썬큰과 같이 외기와 직접 면해 화재 연기의 배출이 상당히 가능한 공간	- 지하1층 주차장 - 지하2층 주차장 썬큰 인근
4등급	50점~100점 미만	주로 지하2층 이하에서 썬큰과 같이 화재 연기의 배출이 공간 외부로 일부 이루어 지는 공간	- 지하2층 주차장 썬큰 인근 이외 공간 - 지하3층 주차장 썬큰 인근
5등급	50점 미만	주로 지하3층 이하의 공간으로 화재 시 피해가 크고 소방 대응이 매우 어려운 공간	- 지하3층 이하 썬큰 인근 이외 공간

2. 전기차 화재안전등급의 적용

2.1. 임의 공간의 전기차 화재안전등급 도출 방법 및 의미

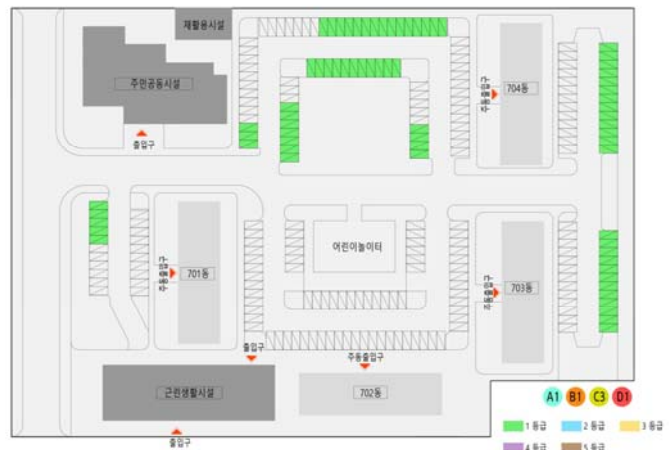
- 전기차 화재안전등급을 결정하는 주차장의 위치 및 공간 요소들을 도면을 통하여 분석 가능
- 임의의 공간에 대해 그 중심으로부터 평균 20m를 동일 영향권 으로 가정
- 동일 영향권에 대해 공간 요소의 해당 점수의 합을 통해 종합안전도 산출
- 종합안전도 점수를 통해 최종 전기차 화재안전등급을 결정
- 해당구간의 전기차 화재 안전등급은 전기차 주차구역 지정 및 전기차 주차 권고구역의 타당성 평가 기준으로 활용

2.2. 공간별 전기차 화재안전등급 산출(예시)

1) 지상주차장 공간 ① - A1B1C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0	●	B1. 피난층 연결부 인근	8.3	●	C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수 ¹²⁾					233.5점						
안전등급					1등급						

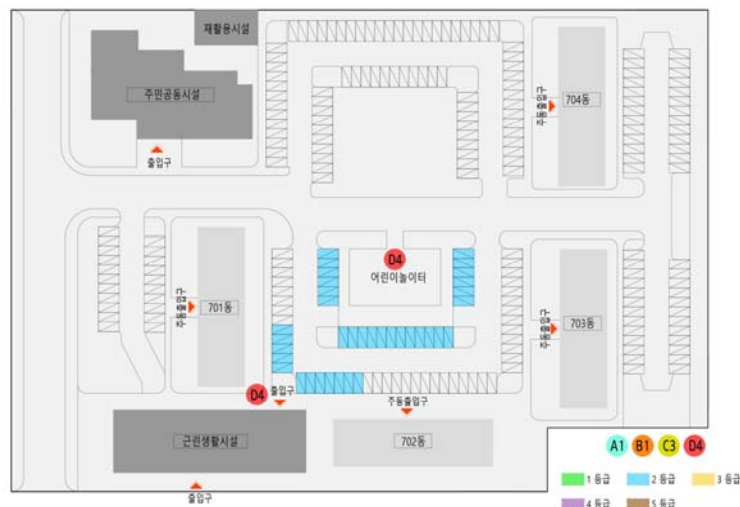
(안전등급 기준)
 • 1등급: 230점
 • 2등급: 130점 이상 ~ 230점 미만
 • 3등급: 100점 이상 ~ 130점 미만
 • 4등급: 50점 이상 ~ 100점 미만
 • 5등급: 50점 미만



12) 안전도 종합점수 계산: $A_i \times (Avg(B_i) + Avg(C_k) + Avg(D_m))$

2) 지상주차장 공간 ② - A1B1C3D4

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0	●	B1. 피난층 연결부 인근	8.3	●	C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썸큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기시설등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	●
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					166.6점						
안전등급					2등급						



3) 피난연결 주차장 공간 ③ - A3B1C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3	●	C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7	●	B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					156점						
안전등급					2등급						



4) 지하 1층 주차장 공간 ④ - A4B3C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					133.2						
안전등급					2등급						



5) 지하 1층 주차장 공간 ⑤ - A4B2C2D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2	●	C2. 2면벽체 구획	6.9	●	D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					126.5						
안전등급					3등급						



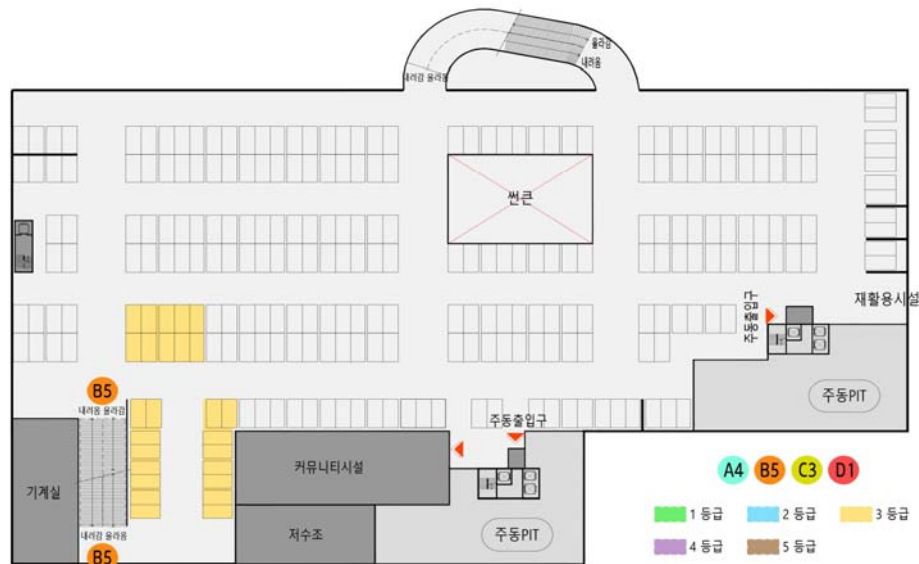
6) 지하 1층 주차장 공간 ⑥ - A4B4C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기시설등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0	●				D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수			108.2								
안전등급			3등급								



7) 지하 1층 주차장 공간 ㉦ - A4B5C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					127.9						
안전등급					3등급						



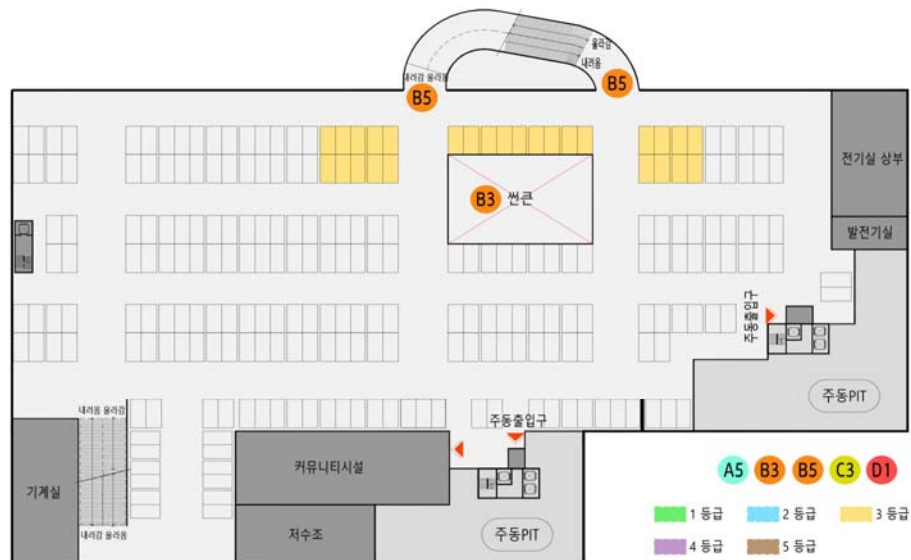
8) 지하 2층 주차장 공간 ⑧ - A5B6C3D3

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬크 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	●
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7	●	B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7	●						
안전도 종합점수			69.8								
안전등급			4등급								



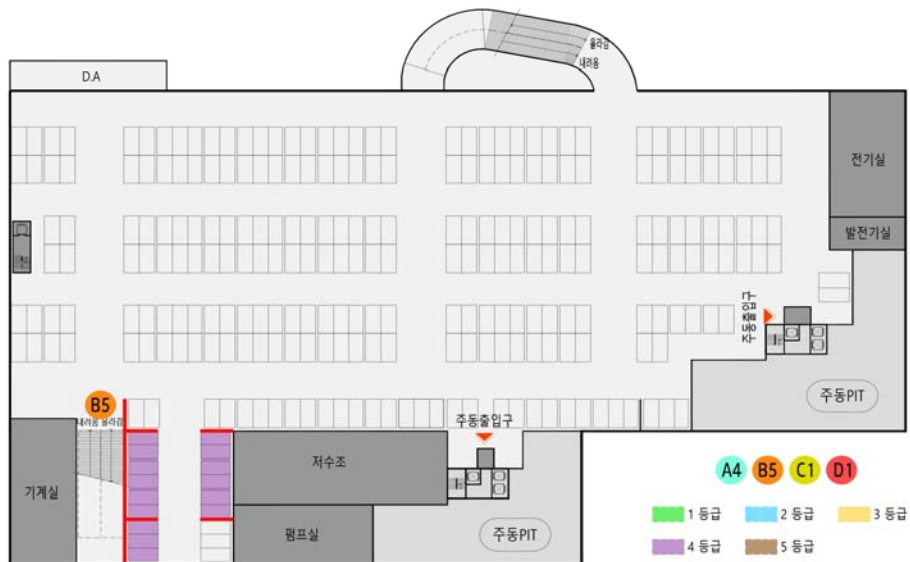
9) 지하 2층 주차장 공간 ㉠ - A5B3B5C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7	●	B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					102.4						
안전등급					3등급						



10) 지하 3층 주차장 공간 ⑩ - A6B5C1D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8	●	D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬크 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수			56.9								
안전등급			4등급								



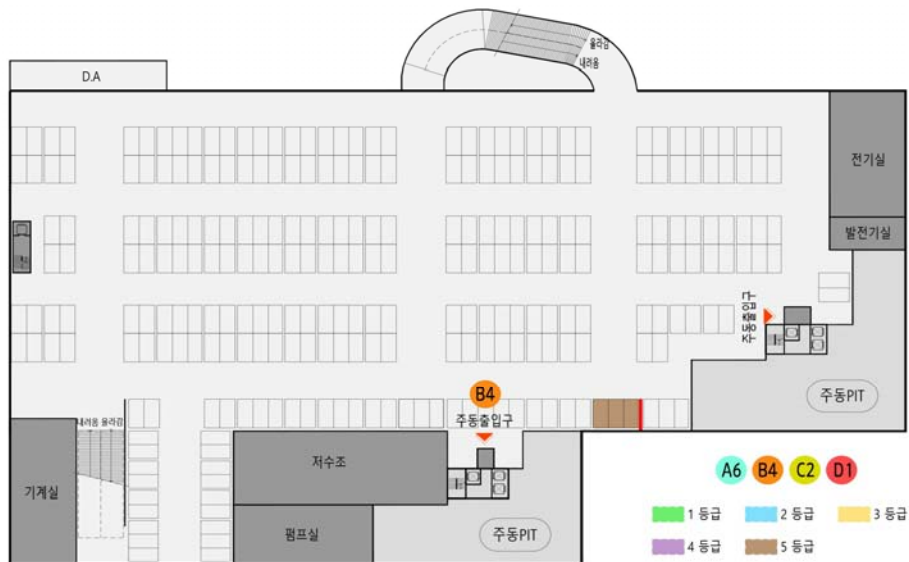
11) 지하 3층 주차장 공간 ㉑ - A6B3C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류, 재할용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수			52.6								
안전등급			4등급								



12) 지하 3층 주차장 공간 ㉔ - A6B4C2D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9	●	D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0	●				D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수			47.1								
안전등급			5등급								



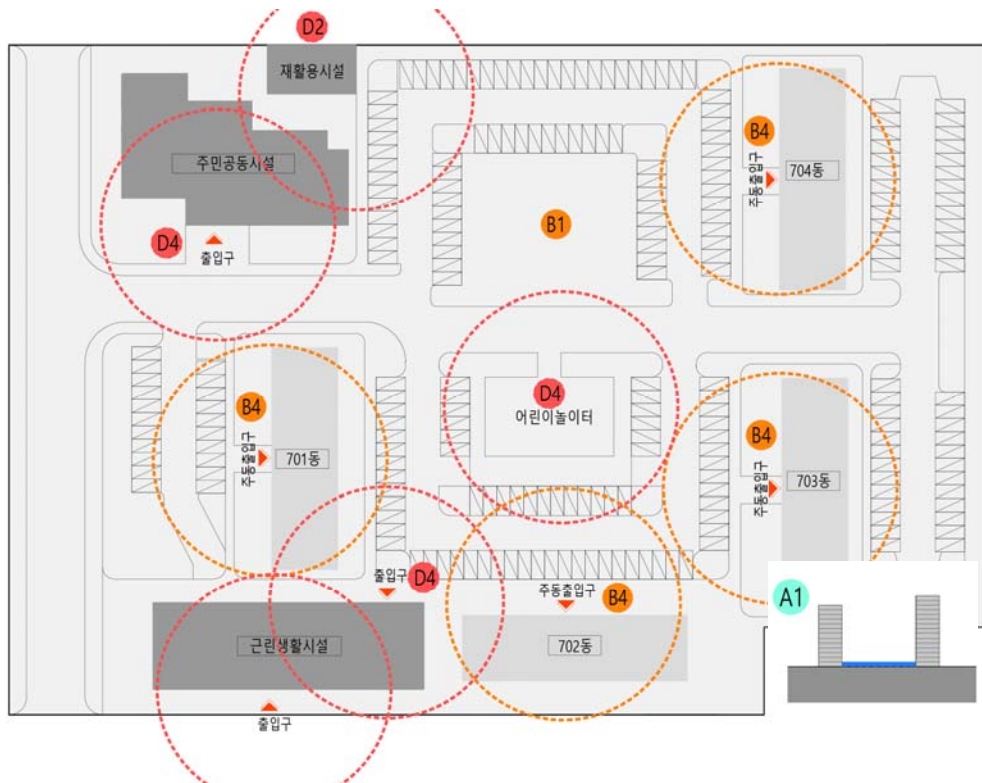
13) 지하 3층 주차장 공간 ㉓ - A6B6C3D3

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기시설등)	4.1	●
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7	●						
안전도 종합점수			35.1								
안전등급			5등급								



3. 주차장 전체의 전기차 화재 안전등급 도출

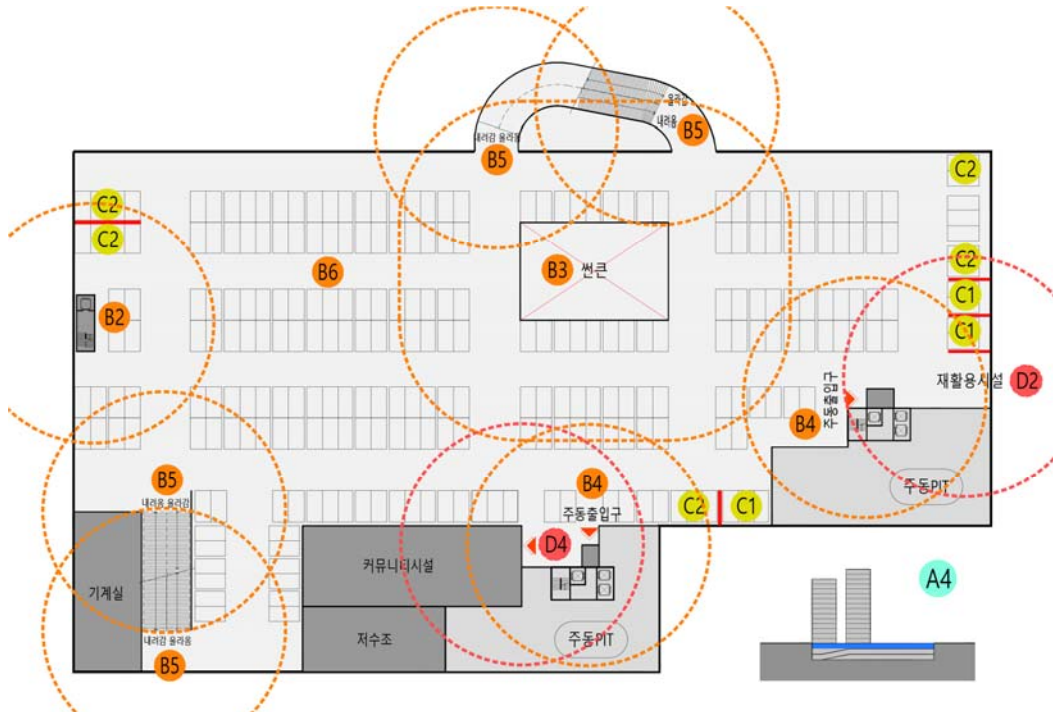
- 임의 공간의 종합안전도 및 전기차 화재 안전등급 산출 방법을 주차장 전체의 모든 공간으로 확대하여 도출 가능
- 전기차 화재 안전등급을 통해 주차장 전체의 전기차 화재 안전성 평가 가능
 - 기존 전기차 충전구역의 적정성 평가
 - 해당 공동주택의 주차장에 대한 전기차 안전성의 종합 평가 기준으로 활용 가능



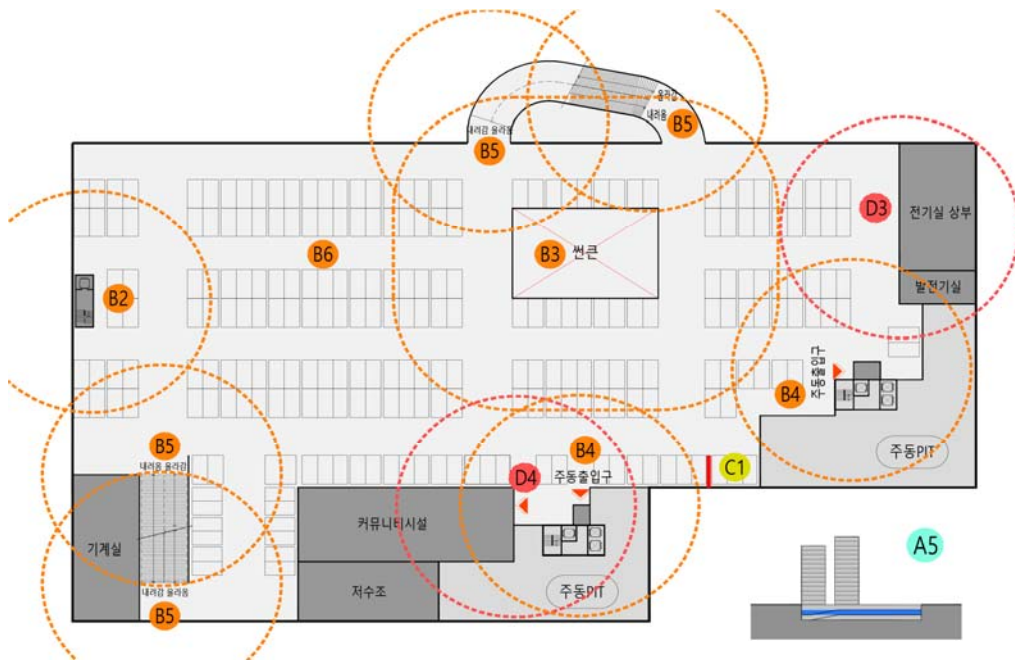
[그림 5-2] 지상 주차장 도면(옥외)



[그림 5-3] 지하 1층(피난층) 주차장 도면



[그림 5-4] 지하 1층 주차장 도면



[그림 5-5] 지하 2층 주차장 도면



[그림 5-6] 지하 3층 주차장 도면

1) 지상층 주차장 안전등급 산정도 (예시)



위치요소		주차면의 형태		위험시설	
번호	위치	번호	위치	번호	위치
B1	피난층 연결부 인근	C1	3면벽체 구획	D1	고위험시설 없음
B2	피난계단 인근	C2	2면벽체 구획	D2	가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)
B3	써큰 인근	C3	이외 주차구획	D3	고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)
B4	건축물 출입구 인근			D4	고위험시설2 인근 (주민공동시설등)
B5	경사로 종단 인근				
B6	기타 공간				

2) 지하 1층(피난층) 주차장 안전등급 산정도 (예시)



위치요소		주차면의 형태		위험시설	
번호	위치	번호	위치	번호	위치
B1	피난층 연결부 인근	C1	3면벽체 구획	D1	고위험시설 없음
B2	피난계단 인근	C2	2면벽체 구획	D2	가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)
B3	썬큰 인근	C3	이외 주차구획	D3	고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)
B4	건축물 출입구 인근			D4	고위험시설2 인근 (주민공동시설등)
B5	경사로 종단 인근				
B6	기타 공간				

3) 지하 1층 주차장 안전등급 산정도 (예시)



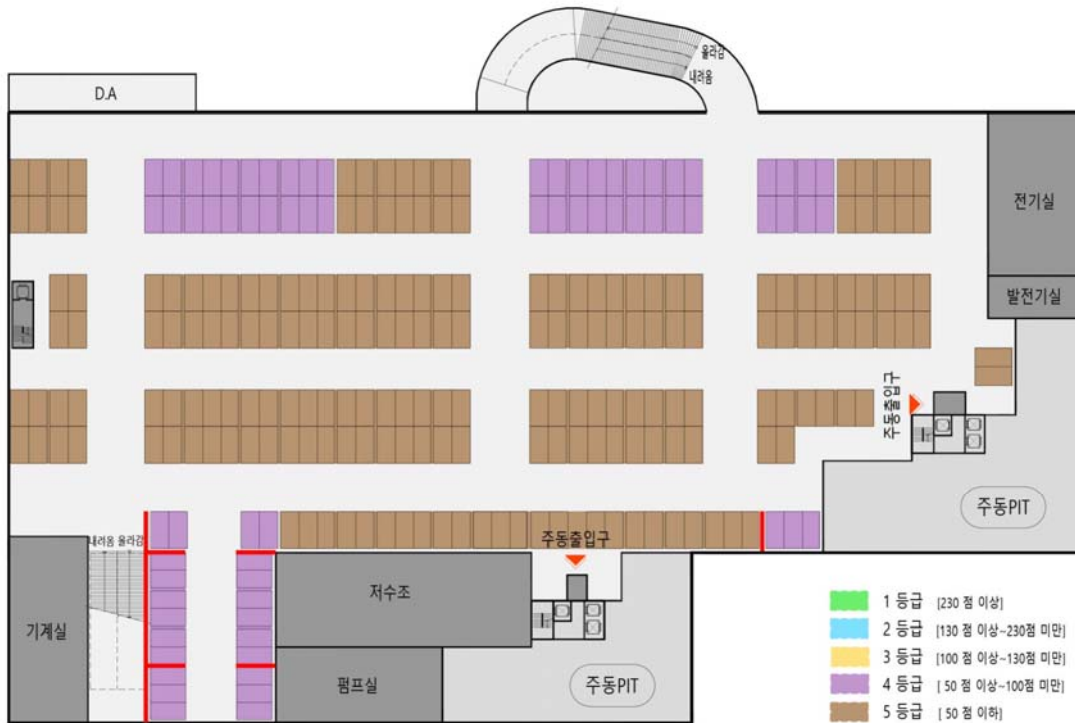
위치요소		주차면의 형태		위험시설	
번호	위치	번호	위치	번호	위치
B1	피난층 연결부 인근	C1	3면벽체 구획	D1	고위험시설 없음
B2	피난계단 인근	C2	2면벽체 구획	D2	가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)
B3	썬큰 인근	C3	이외 주차구획	D3	고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)
B4	건축물 출입구 인근			D4	고위험시설2 인근 (주민공동시설등)
B5	경사로 종단 인근				
B6	기타 공간				

4) 지하 2층 주차장 안전등급 산정도 (예시)



위치요소		주차면의 형태		위험시설	
번호	위치	번호	위치	번호	위치
B1	피난층 연결부 인근	C1	3면벽체 구획	D1	고위험시설 없음
B2	피난계단 인근	C2	2면벽체 구획	D2	가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)
B3	썬큰 인근	C3	이외 주차구획	D3	고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)
B4	건축물 출입구 인근			D4	고위험시설2 인근 (주민공동시설등)
B5	경사로 종단 인근				
B6	기타 공간				

5) 지하 3층 주차장 안전등급 산정도 (예시)



위치요소		주차면의 형태		위험시설	
번호	위치	번호	위치	번호	위치
B1	피난층 연결부 인근	C1	3면벽체 구획	D1	고위험시설 없음
B2	피난계단 인근	C2	2면벽체 구획	D2	가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)
B3	써큰 인근	C3	이외 주차구획	D3	고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)
B4	건축물 출입구 인근			D4	고위험시설2 인근 (주민공동시설등)
B5	경사로 종단 인근				
B6	기타 공간				

4. 전기차 화재 안전등급에 따른 소방안전시설 적용 방안

4.1. 소방안전시설 적용 개요

■ 소방안전시설 적용의 필요성

- 전기차 화재 안전등급 1등급과 2등급은 전기차 화재에 따른 피해 및 화재 진압에 유리한 공간으로 최소한의 소방안전시설의 적용만으로도 충분할 것으로 판단됨
- 다만, 3등급 이하부터는 화재 대응에 필요한 소방안전시설을 각 등급에 맞도록 정의할 필요가 있음. 이에 소방전문가를 대상으로 자문을 통해 등급별 소방안전시설 적용 방안을 도출함

■ 전기차 화재 안전등급에 따른 소방안전시설

- 기축 공동주택은 적용할 수 있는 소방안전시설이 제한적인 것을 고려하여 소방안전시설을 제안함
 - 따라서, 기축 공동주택은 3등급까지를 전기차 충전구역으로 하고, 그 외 4등급 이하의 소방안전시설의 적용이 제한적이므로 배제하는 것을 권고함
- 신축 공동주택의 경우, 열화상 CCTV, 스프링클러(살수밀도 115이상), 옥내소화전(40분 이상), 제연설비, 제연경계벽 등은 4등급과 5등급을 전기차 충전구역으로 지정할 경우에 한해서만 검토
 - 현재의 전기차 보급률 및 증가추세를 고려할 때, 1등급~3등급의 주차구획 공간만으로도 전기차 충전구역 수요를 감당할 수 있을 것으로 판단됨

[표 5-3] 전기차 화재 안전등급별 권장 소방안전시설

건축 등급	기축	신축	비고
1	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비¹³⁾ 소화기 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 위험시설을 피해 충전구역 배치 재난예보시스템 및 상방향 살수장치는 선택적 적용
2	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 기축의 경우 옥내소화전, 스프링클러설비가 설치되지 않은 경우에는 충전구역에서 배제하는 것이 적합함
3	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러(살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<p>1) 기축</p> <ul style="list-style-type: none"> 건축구조 변경, 비용 등을 고려한 추가설비 검토 설비 개선이 가능한 조건일 경우 추가설비 검토 기존 설비의 신뢰성 향상 고려 <p>2) 신축</p> <ul style="list-style-type: none"> 스프링클러(살수밀도 115이상), 옥내소화전(40분 이상), 제연설비, 제연경계벽 등은 전기차 충전구역으로 지정된 경우에 한해서만 검토
4	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전(소화용수 40분 이상) 스프링클러(살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	
5	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전(소화용수 40분 이상) 전용 열화상 CCTV 스프링클러(살수밀도 115이상) 제연설비(기계제연), 제연경계벽 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	

1) 지상주차장 공간 ① - A1B1C3D1

기축	신축
	<ul style="list-style-type: none">• 질식소화포• 안전장비• 소화기• 전용 CCTV• 충전구역 표지 및 표식

100 • 공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응 방안 연구

2) 지상주차장 공간공간 ② - A1B1C3D4

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0	●	B1. 피난층 연결부 인근	8.3	●	C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근(변 압기, 전기시설등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	●
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					166.6점						
안전등급					2등급						



기축	신축
<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식

3) 피난연결 주차장 공간 ③ - A3B1C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3	●	C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7	●	B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					155.6점						
안전등급					2등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식

4) 지하 1층 주차장 공간 ④ - A4B3C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					133.2						
안전등급					2등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 CCTV 충전구역 표지 및 표식

5) 지하 1층 주차장 공간 ⑤ - A4B2C2D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2	●	C2. 2면벽체 구획	6.9	●	D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					126.5						
안전등급					3등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 • 스프링클러 • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 • 스프링클러 (살수밀도 115이상) • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식

6) 지하 1층 주차장 공간 ⑥ - A4B4C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0	●				D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					108.2						
안전등급					3등급						



- 질식소화포
- 안전장비
- 소화기
- 옥내소화전
- 스프링클러
- 전용 열화상 CCTV
- 충전구역 표지 및 표시

- 질식소화포
- 안전장비
- 소화기
- 옥내소화전
- 스프링클러
(살수밀도 115이상)
- 전용 열화상 CCTV
- 충전구역 표지 및 표식


7) 지하 1층 주차장 공간 ㉦ - A4B5C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0	●	B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					127.9						
안전등급					3등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 (살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식


8) 지하 2층 주차장 공간 ⑧ - A5B6C3D3

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	●
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7	●	B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7	●						
안전도 종합점수					69.8						
안전등급					4등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 • 스프링클러 • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 (소화용수 40분 이상) • 스프링클러 (살수밀도 115이상) • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화


9) 지하 2층 주차장 공간 ⑨ - A5B3B5C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7	●	B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4		B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					102.4						
안전등급					3등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 (살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식

10) 지하 3층 주차장 공간 ㉔ - A6B5C1D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8	●	D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결 주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3	●						
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					56.9						
안전등급					4등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 (소화용수 40분 이상) 스프링클러 (살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화

11) 지하 3층 주차장 공간 ㉑ - A6B3C3D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류,재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2	●	C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기,전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					52.6						
안전등급					4등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 스프링클러 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 질식소화포 안전장비 소화기 옥내소화전 (소화용수 40분 이상) 스프링클러 (살수밀도 115이상) 전용 열화상 CCTV 충전구역 표지 및 표식 조명시설 강화

12) 지하 3층 주차장 공간 ㉔ - A6B4C2D1

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	●
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9	●	D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썸큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0		D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	4.1	
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0	●				D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로 종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7							
안전도 종합점수					47.1						
안전등급					5등급						

	기축	신축
	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 • 스프링클러 • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 (소화용수 40분 이상) • 전용 열화상 CCTV • 스프링클러 (살수밀도 115이상) • 제연설비 (기계제연), 제연경계벽 • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화

13) 지하 3층 주차장 공간 ⑬ - A6B6C3D3

주차장 위치 안전도 (A)			주차장 내 공간 요소 안전도								
			위치요소 안전도 (B)			주차면의 형태 안전도(C)			위험시설 안전도(D)		
번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정	번호	점수	선정
A1. 지상주차장 (옥외)	10.0		B1. 피난층 연결부 인근	8.3		C1. 3면벽체 구획	7.8		D1. 고위험시설 없음	10.0	
A2. 지상주차장 (옥내)	7.0		B2. 피난계단 인근	4.2		C2. 2면벽체 구획	6.9		D2. 가연성물질 인근 (유류, 재활용시설등)	3.7	
A3. 피난층 연결주차장	6.7		B3. 썬큰 인근	7.2		C3. 이외 주차 구획	5.0	●	D3. 고위험시설1 인근 (변압기, 전기실등)	4.1	●
A4. 지하 1층 주차장	6.0		B4. 건축물 출입구 인근	3.0					D4. 고위험시설2 인근 (주민공동시설등)	3.3	
A5. 지하 2층 주차장	4.7		B5. 경사로종단 인근	6.3							
A6. 지하 3층 이하 주차장	2.4	●	B6. 기타 공간	5.7	●						
안전도 종합점수					35.1						
안전등급					5등급						

	기숙	신축
	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 • 스프링클러 • 전용 열화상 CCTV • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 질식소화포 • 안전장비 • 소화기 • 옥내소화전 (소화용수 40분 이상) • 전용 열화상 CCTV • 스프링클러 (살수밀도 115이상) • 제연설비(기계제연), 제연경계벽 • 충전구역 표지 및 표식 • 조명시설 강화

제6장 신개념 주차장

1. 기본 구상 개요

■ 과업 목표

- 공동주택 지하주차장의 건축계획적 방향성을 유지하면서, 동시에 전기차 충전구역에 대한 건축적 측면의 기본구상 수립
- 본 연구에서 제시한 전기차 화재 안전등급 2등급과 3등급 수준을 목표로 설정

■ 설계 기본구상 대상

- 2024년 현재 일반적인 형태의 공동주택을 대상으로 함
- 지상층에는 소방도로 외에는 조경과 시설물을 통해 녹지와 보행환경을 조성하고, 주차장은 지하에만 위치하고 있는 단지
- 세대 수는 약 1000~2000세대로 국민주택 규모 이하의 단지

■ 내용적 범위

- 국내외 사례 조사
 - Lammermarkt Parking Garage
 - Caldeiroa Car Park
 - 마곡 중앙 광장
 - Herma Parking Building
 - 9th Avenue Parkade + Innovation Center
- 설계 요소
 - 대상 : 공동주택 지하1층, 지하2층 주차장
 - 설계 공간 : 전기차 충전구역
 - 산출 결과물 : 배치도, 평면도, 단면도, 투시도

2. 국내외 사례 조사

■ 조사 개요

- 화재 안전에 유리한 다양한 국내외 건축물 사례를 조사
- 조사 대상 주차장 건축물 요약은 [표 51]과 같음

[표 6-1] 주차장 건축물 사례 요약

사례	Lammermarkt Parking Garage	Caldeiroa Car Park	마곡 중앙 광장	헤르마 주차빌딩	9th Avenue Parkade + Innovation Center
위치	네덜란드	포르투갈	한국	한국	캐나다
건축연도	2017	2019	2019	2010	2022
썬큰구조	O	O	O	X	X
복합 건축물	X	X	O	O	O
특징	나선형 구조, 모든 층 공간 연결	경사지 활용, 자연환기에 용이한 외관디자인	직경 60m 썬큰광장, 지상과 지하의 유기적 연결	상업시설 가치 극대화, 환기에 용이한 개구부와 오픈된 계단실	환기가 유리한 중정·외관 디자인, 용도 전환이 용이한 건물 구조

■ Lammermarkt Parking Garage

[표 6-2] Lammermarkt Parking Garage 개요

사례	Lammermarkt Parking Garage	건축가	JHK Architecture
위치	네덜란드	건축연도	2017
규모	525개 주차공간, 8개 전기차 충전소	층수	지하 6개층
구조	나선형 구조	마감재	-
특징	나선형 구조로 모든 층이 공간적으로 연결되어 있음. 나선형 구조의 지면층을 개방 시 모든 층이 외기와 면하는 구조를 갖춘		

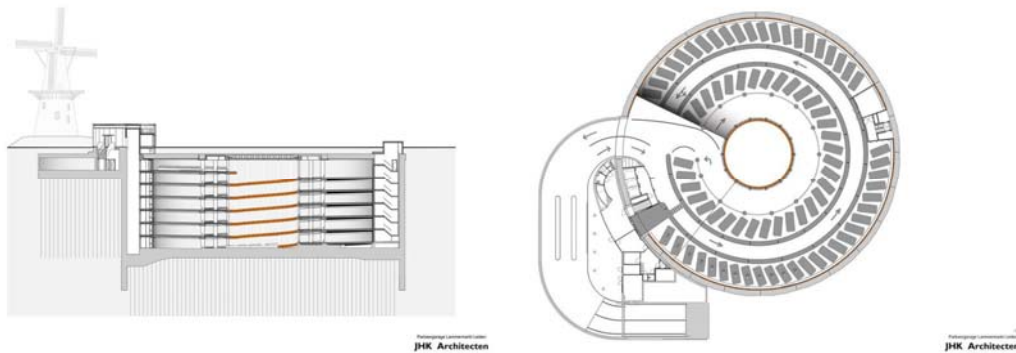
- Lammermarkt Parking Garage는 네덜란드 레이든(Leiden)에 위치한 주차장으로 유럽주차협회(European Parking Association)에서 수여하는 유럽표준주차상(European Standard Parking Award) 금상(Gold Award)을 수상
 - 금상은 안전, 품질, 사용자 친화성 부분에서 우수한 점수를 받은 주차장에 수여됨
- 설계 개요
 - 시트 파일링 압착, 앵커 드릴링, 진동을 최소화하는 콘크리트 다이어프램 벽 등 친환경 건축 기술을 도입
 - 직경 60m, 깊이 22m의 지하주차장으로, 6개 층으로 구성되어 있으며, 총 525개의 주차공간과 8개의 전기차 충전소를 갖춘
 - 나선형 구조로, 모든 층이 공간적으로 연결되어 있음. 지면층의 나선형 중앙을 개방 시 모든 층이 외기와 면해 환기에 용이한 구조를 갖춘
 - 각 층 한쪽 측면에 계단 및 엘리베이터를 통해 사람들의 안전하고 편리한 이동성 확보
 - 주차 통로는 일방통행 구조로써 운전자는 나선형 구조를 따라 주차 공간을 찾을 수 있음



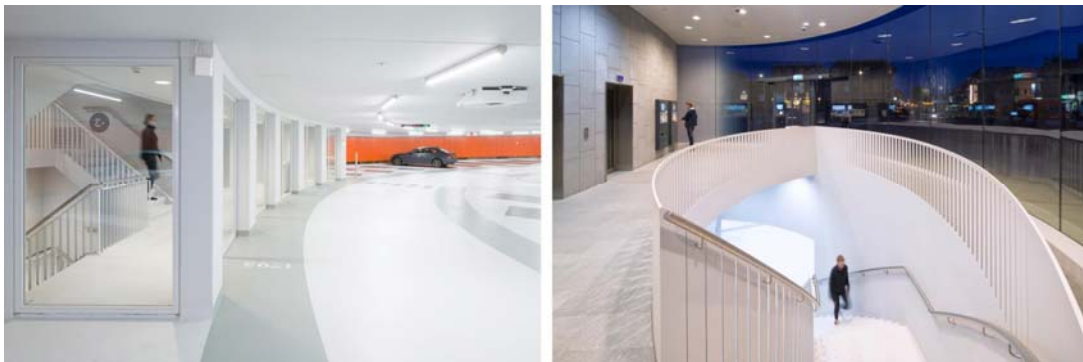
[그림 6-1] Lammermarkt Parking Garage 내부공간



[그림 6-2] Lammermarkt Parking Garage 선형구조



[그림 6-3] Lammermarkt Parking Garage (좌)단면도, (우)평면도



[그림 6-4] Lammermarkt Parking Garage 계단 및 엘리베이터실 (좌)지하층, (우)지상층

■ Caldeiroa Car Park

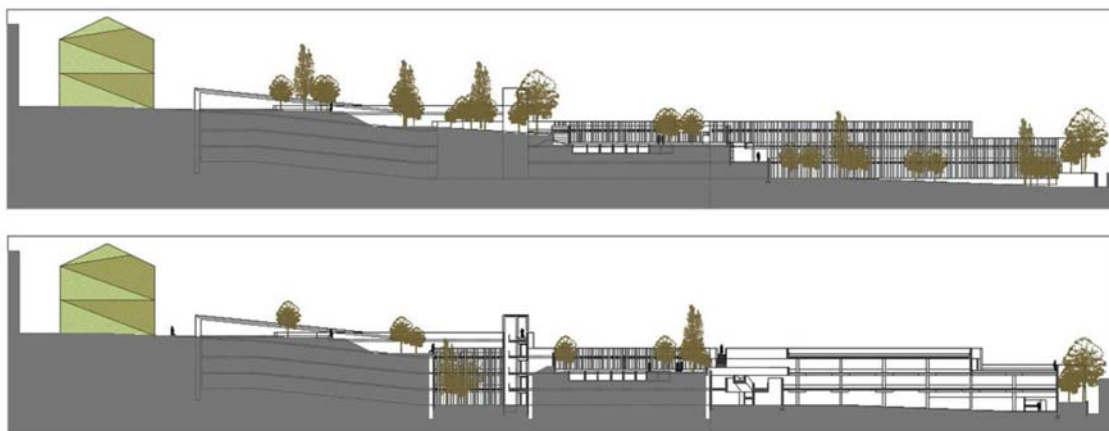
[표 6-3] Caldeiroa Car Park 개요

사례	Herma Parking Building	건축가	Pitagoras Group
위치	포르투갈	건축연도	2019
규모	161,458 ft ² (15,000m ²) 500개 주차공간	층수	3개층
구조	경사지형 활용 구조 (지하+지상)	마감재	외관 : 코르텐 강판
특징	틈이 있는 외관 디자인과 쉼큰의 배치로 자연환기가 용이하게 함		

- Herma Parking Building은 포르투갈 도시 Guimarães에 위치한 주차장으로, 주변 경관과의 조화 및 전통과 현대의 통합을 고려하여 설계함
- 설계 개요
 - 약 500개의 주차 공간이 있으며, 경사 지형을 활용한 3개 층으로 구성됨
 - 주차장의 일부는 지하로 매립되고 일부는 지상에 노출된 구조임
 - 자연환기에 용이한 구조를 채택함. 특히 보행자의 주요 출입구는 쉼큰 구조로 설계되어 지하공간의 환기와 조명 효율성을 극대화함
 - 지하 주차공간에도 이와 유사한 전략이 적용됨. 선별적으로 쉼큰을 배치하여 외기와 직접적인 접촉을 가능하게 하고 환기와 조명의 효율을 향상시킴
 - 지상층의 경우에는 외관 디자인에 코르텐 강판을 사용하였는데, 강판 사이에 의도적으로 공간을 남겨 자연스러운 공기의 흐름을 유도하고 있음



[그림 6-5] Caldeiroa Car Park 외관



[그림 6-6] Caldeiroa Car Park 단면도 - 경사지 활용 구조



[그림 6-7] Caldeiroa Car Park 켜켜 구조



[그림 6-8] Caldeiroa Car Park 외관 디자인 - 코르텐 강판 사이에 틈을 주어 자연환기 유도

■ 마곡 중앙 광장

[표 6-4] 마곡 중앙 광장 개요

사례	마곡 중앙 광장	건축가	우리동인 건축사 사무소
위치	대한민국	건축연도	2019
규모	연면적 : 21,133 m ² 건축면적 : 11,110 m ² 228개 주차공간	층수	지상 1층, 지하 2층 1층 : 광장 지하1층 : 근린상업시설 지하2층 : 주차장
구조	철근콘크리트, 철골콘크리트 구조	마감재	노출콘크리트, 화강암, 알루미늄 패널
특징	직경 60m의 원형 썸큰 광장이 지상과 지하를 유기적으로 연결함		

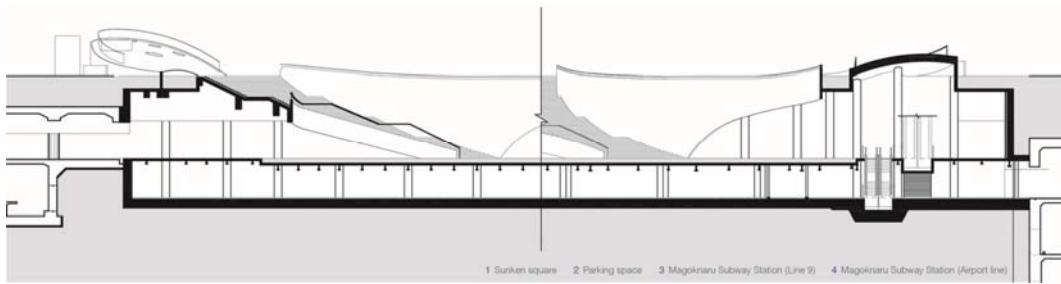
- 마곡신도시 중심부에 위치한 광장으로 9호선 마곡나루역, 5호선 마곡역, 공항철도 마곡나루역을 연결하는 교통의 요지임
 - 주거단지와 병원 쇼핑물, 사무실 및 연구센터가 있으며, 대지 남서쪽에는 녹지가 있고, 북동쪽에는 서울식물원이 위치해 있음
- 설계 개요
 - 총 면적이 21,133 제곱미터이며 지하 2층과 지상 1층으로 구성되어 있음. 지하 1층은 근린 상업 시설 공간으로 활용되며, 지하 2층은 주차장으로 사용됨
 - 디자인의 주요 특징은 직경 60m의 썸큰 광장으로, 이 공간은 행사, 공연, 전시 등 다양한 활동을 수용할 수 있음
 - 썸큰은 지상과 지하 1층을 유기적으로 연결하는 동시에 지하공간이 외기와 직접 만날 수 있도록 하여 환기에 유리한 구조를 제공함



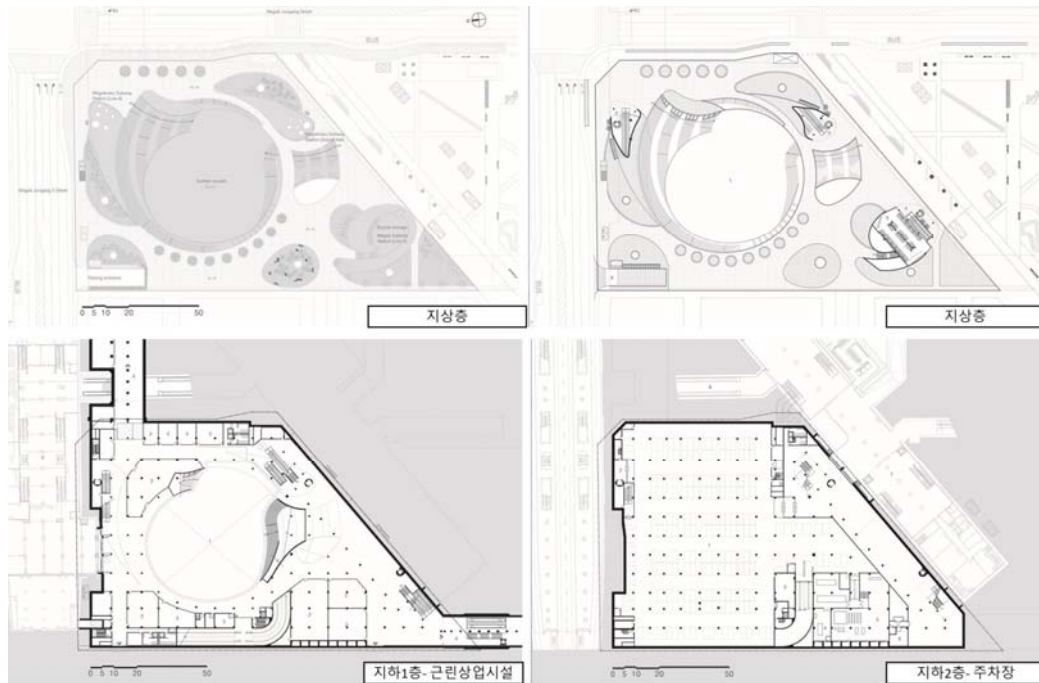
[그림 6-9] 마곡 중앙 광장 외관



[그림 6-10] 마곡 중앙 광장 내부 공간



[그림 6-11] 마곡 중앙 광장 단면도



[그림 6-12] 마곡 중앙 광장 평면도

■ Herma Parking Building

[표 6-5] Herma Parking Building 개요

사례	Herma Parking Building	건축가	조호건축
위치	대한민국 용인시	건축연도	2010
규모	건축면적 : 639.4m ² 연면적 : 2,554.29m ²	층수	지상 4층, 지하 1층 1층 : 상업시설 2~4층 주차장
구조	철근 콘크리트, 철제계단	마감재	폴리카보네이트, 광택스테인레스패널
특징	연면적의 20%를 상업면적으로 활용, 특화된 외관 디자인으로 상업시설 가치 극대화 자연통풍이 용이하도록 입면마다 개구부 두었으며, 지상 1층~4층을 가로지르는 오픈된 계단실을 두어 모든 층이 공간적으로 연결되도록 함		

- 경기도 용인시에 위치한 주차빌딩으로 주차공간보다는 상업시설을 중시하는 디자인 투자를 통해 상업시설의 가치를 극대화한 복합건축물 사례임
 - 특화된 외관 디자인과 조경면적을 테라스로 변경하는 등 상업시설의 가치를 높일 수 있는 디자인 전략을 채택함
- 설계 개요
 - 연면적 2,554.29 제곱미터, 총 4개층 건축물로, 1층은 상업시설, 2~4층은 주차장으로 활용. 연면적의 20%를 상업시설로 활용함
 - 용지의 크기 및 형태의 제한을 극복하기 위해 주차대수를 50대 미만으로 줄여 경사로의 폭을 3.3m로 축소하고¹⁴⁾ 절약된 공간에 상업시설을 최대한으로 배치함
 - 용지의 형태가 60도에서 150도까지 10개의 다양한 각도로 구성된 비정형 구조이며, 특히 한쪽 면이 삼각형태임. 폭도 14m로 좁아 주차장으로 활용하기 쉽지 않은 용지임
 - 외관을 635개의 5겹 폴리카보네이트로 마감함. 반투명한 폴리카보네이트 외벽은 햇빛을 반사하며, 건물 내부의 불빛도 은은하게 새어나와 다양한 색상을 연출함
 - 폴리카보네이트의 외부 부분은 바이올렛 색상으로, 내부 부분은 화이트 컬러 코팅하였으며, 외부 부분을 IR코팅 및 코팅 표면처리를 하여 빛의 각도에 따라 유리나 금속의 반사면과 같은 느낌을 연출함
 - 층마다 입면마다 다른 개구부 외부와 내부가 단절되지 않도록 하는 동시에 자연통풍이 용이하게 함
 - 지상 1~4층을 가로지르는 계단실은 모든 층이 공간적으로 연결하는 동시에 천장이 오픈되어 전체공간의 환기를 용이하게 함

14) 주차장법에 따라 주차대수가 50대 이상일 경우 6m 폭의 경사로를 확보해야함



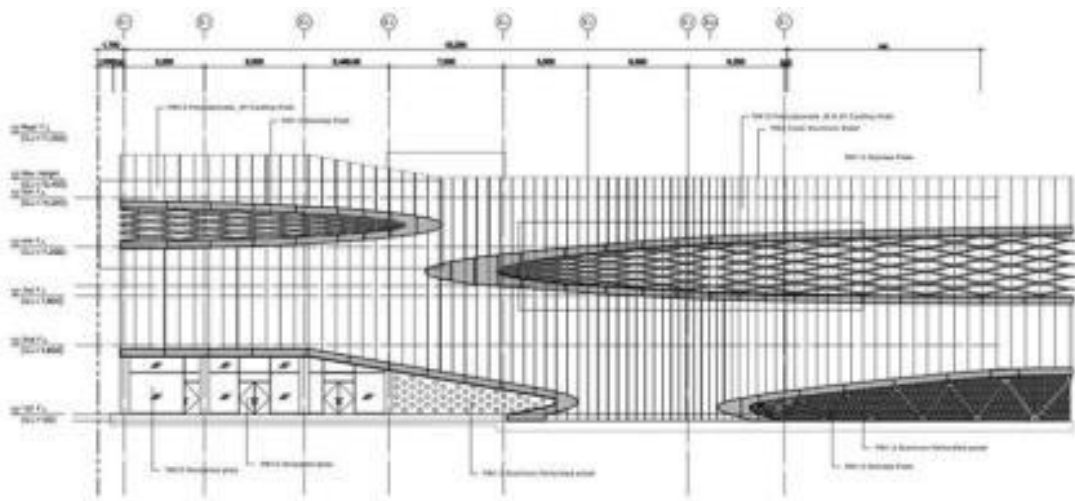
[그림 6-13] Herma Parking Building 외관



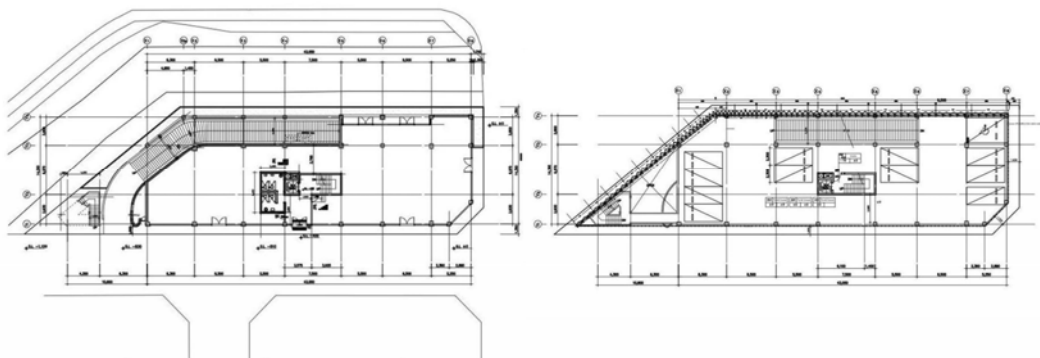
[그림 6-14] Herma Parking Building 상업시설



[그림 6-15] Herma Parking Building의 자연통풍에 용이한 구조



[그림 6-16] Herma Parking Building 입면도



[그림 6-17] Herma Parking Building 평면도

■ 9th Avenue Parkade + Innovation Center

[표 6-6] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 개요

사례	9th Avenue Parkade + Innovation Cente	건축가	5468796 Architecture, Kasian Architecture Interior Design & Planning
위치	캐나다 캘거리	건축연도	2022
규모	주차장면면적 : 285,000 ft ² 혁신센터면면적 : 50,000 ft ² 510개 주차공간(6개 전기차 충전소 포함)	층수	지상 7층 1,2층 : 공공편의시설, 혁신센터 2~7층 주차장
구조	타원형, 나선형	마감재	외관 : 알루미늄 파이프
특징	1층에 공공편의시설, 2층 일부에 오피스, 2층~7층에 주차장을 갖춘 복합건축물 향후 도심 내 주차 수요 감소를 반영할 수 있도록 용도 전환이 용이한 구조를 갖춘 타원형 나선형태로 타원 중심부에 중정이 위치하여 채광과 환기가 여러 방향에서 용이한 구조임		

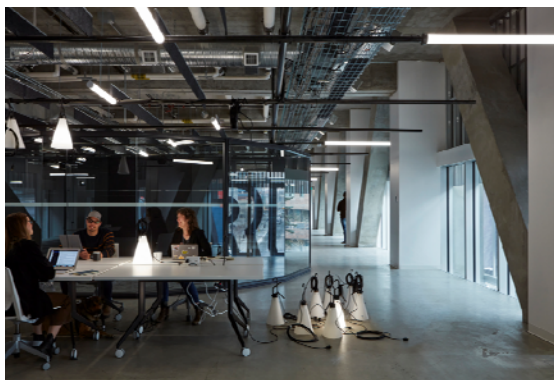
- 캐나다 켈거리 도심에 위치한 7층 규모의 복합건축물로, 주변에 켈거리 도서관, 켈거리 시청, 국립 음악센터 등이 인접함
- 1층 : 공공 편의시설(농구장, 카페, 야외 전시공간 등)
- 2층 일부 : 지역 스타트업 지원 오피스 공간
- 2층~7층 : 주차장 (510개 주차공간, 6개 전기차 충전소 포함)
- 설계 개요
 - 향후 도심 내 주차 수요의 감소를 반영하여 주차공간을 사무실, 경공업, 주거용 건물로 쉽게 전환할 수 있는 구조로 설계됨
 - 건물의 전면부를 주요 도로인 9번가를 따라 배치하여 1층 공공 편의시설의 접근성을 높임
 - 타원형 나선 형태로, 타원 중심부에는 거리 너비의 중정이 위치함. 채광과 환기가 여러 방향에서 용이한 구조임
 - 1000개 이상의 알루미늄 파이프를 사용하여 다공성 금속 장막으로 외관을 제작함. 이로 인해 외부와 내부가 단절되지 않아 자연환기가 용이함



[그림 6-18] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 외관



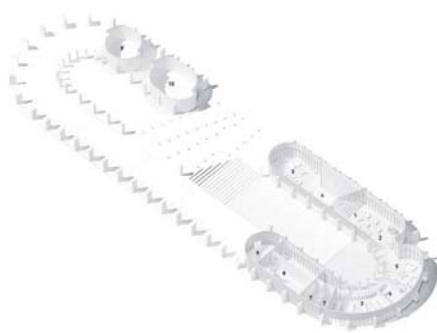
[그림 6-19] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-공공편의시설 (1층)



[그림 6-20] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-스타트업 오피스(2층)



[그림 6-21] 9th Avenue Parkade+Innovation Center-주차장, 중정, 단면구조



[그림 6-22] 9th Avenue Parkade+Innovation Center 평면도

■ 사례 조사 소결

- 국내외 주차장 사례를 분석한 결과, 썬큰, 나선형 구조, 자연 통풍이 용이한 외관 디자인, 복합용도의 가치 향상을 위한 특화설계, 향후 용도 변경을 고려한 구조 등으로 정리할 수 있음
- (썬큰 활용) 썬큰은 지하공간을 지상 및 외기와 연결하는데 큰 이점이 있음. 특히 자동차 및 보행자 주출입구를 썬큰 구조로 설계하는 사례가 다수 조사됨. 또한 주차장 일부 공간에 의도적으로 썬큰을 배치하여 지하층의 자연환기 기능을 향상할 수 있음
- (나선형 구조) 나선형 구조는 모든 층의 공간을 연결한다는 점에서 강점이 있음. 즉, 한 개 층이라도 외기와 접해있으면 환기가 용이해짐
- (외관 디자인) 내부와 외부를 단절하지 않는 외부 디자인은 채광과 자연환기를 여러 방향에서 가능하게 함. 사례들에 적용된 디자인은 틈이 있는 패널 디자인, 입면의 개구부, 파이프를 활용한 장막 디자인 등임
- (복합용도 가치 극대화) 주차장과 상업시설이 복합된 경우 상업시설의 가치를 극대화하기 위한 전략으로 1) 유동인구가 많은 도로와 상업시설 간의 접촉면적을 최대화 하고, 2) 외관 디자인을 특화하여 주차 건물 보다 상업용 건물처럼 보이게 하며, 3) 조경 면적을 테라스로 변경하여 상업시설의 매력을 높이는 등이 있음
- (용도 전환) 향후 자율주행자동차의 보편화, MaaS (Mobility as a Service) 등으로 인한 주차 수요 감소를 고려하여, 도심 내 주차건물의 용도를 업무시설, 상업시설, 주거용 건물 등 다른 용도로 쉽게 전환할 수 있는 구조를 고려할 수 있음

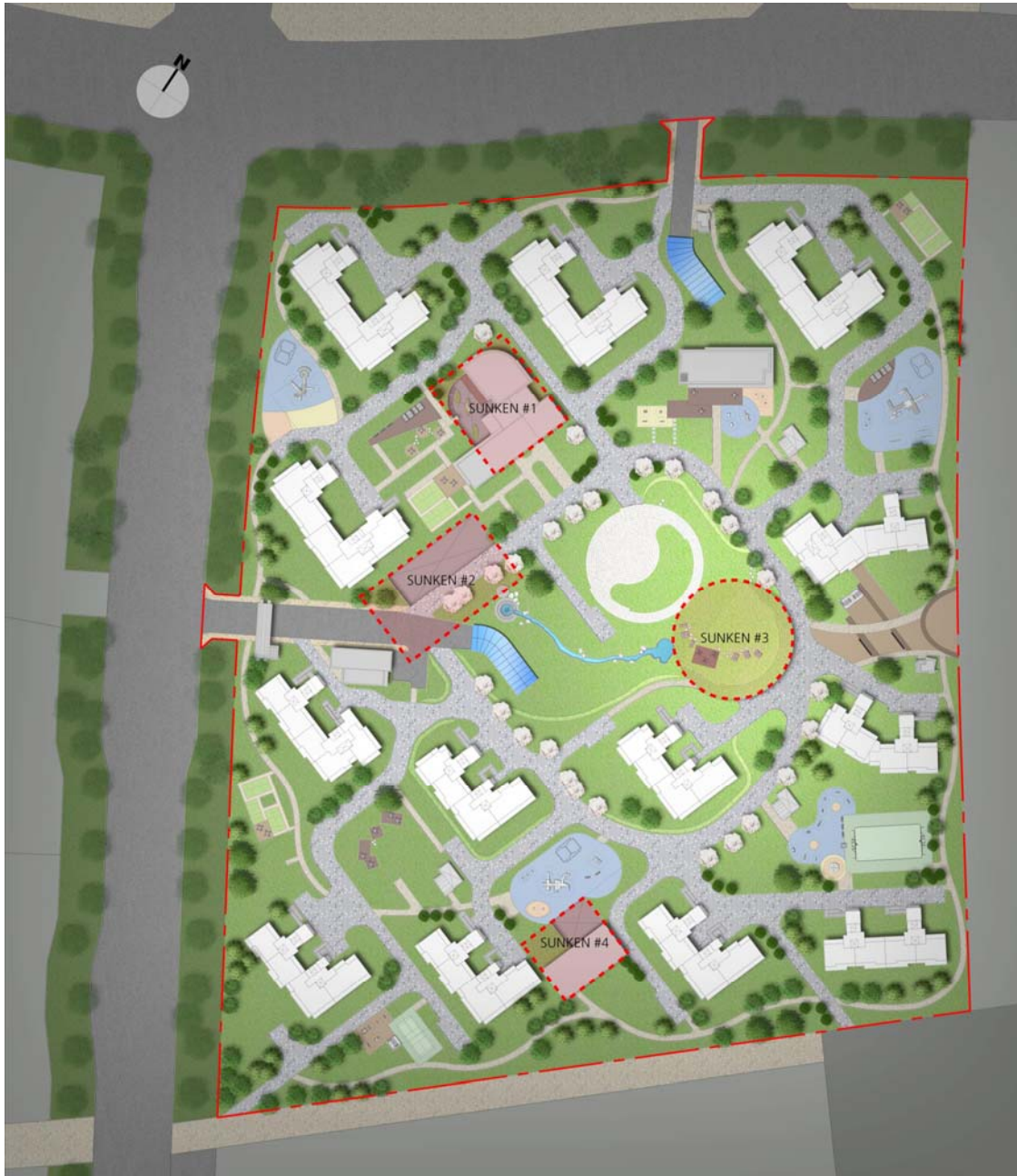
3. 설계 기본 구상

3.1. 기본구상 방향

- 전기차 화재 안전등급 2등급 및 최소 3등급을 목표로 인적/물적 피해 최소화 및 용이한 화재진압이 가능한 건축 구조를 계획
- 기존 건축 및 주차장 계획의 대규모 조정이나 변경 없이 전기차 화재로부터 안전한 건축 공간을 제시
- 화재 시 연기배출에 용이한 외기에 면한 구조, 즉 썬큰 구조와 일부 오픈으로 전체 환기를 유도하는 나선형 구조 등 다양한 형태의 썬큰 구조를 도입

3.2. 배치도

- 약 7만㎡의 부지에 59형, 74형과 84형의 세대가 혼합된 약 1,500세대 단지
- 주 동수는 14동이고, 층수는 16층에서 30층으로 구성됨
- 단지 출입구는 북측과 서측 2곳에서 이루어지며 지상주차 없이 지하 2층까지 주차장으로 계획되었으며 주차대수는 총 1,750대임
- 지상은 소방도로와 녹지공간, 주민공동시설, 어린이 놀이터, 운동시설 등이 있음
- 대상 단지에는 주민공동시설과 연계된 일반적인 형태의 썬큰 #1이 있으며, 본 연구에서는 썬큰 #2, #3, #4를 추가 적용하여 전기차 화재 안전등급의 변화를 분석함



[그림 6-23] 신개념 주차장 배치도

3.3. 평면도/단면도/투시도

1) 지하 1층 평면도

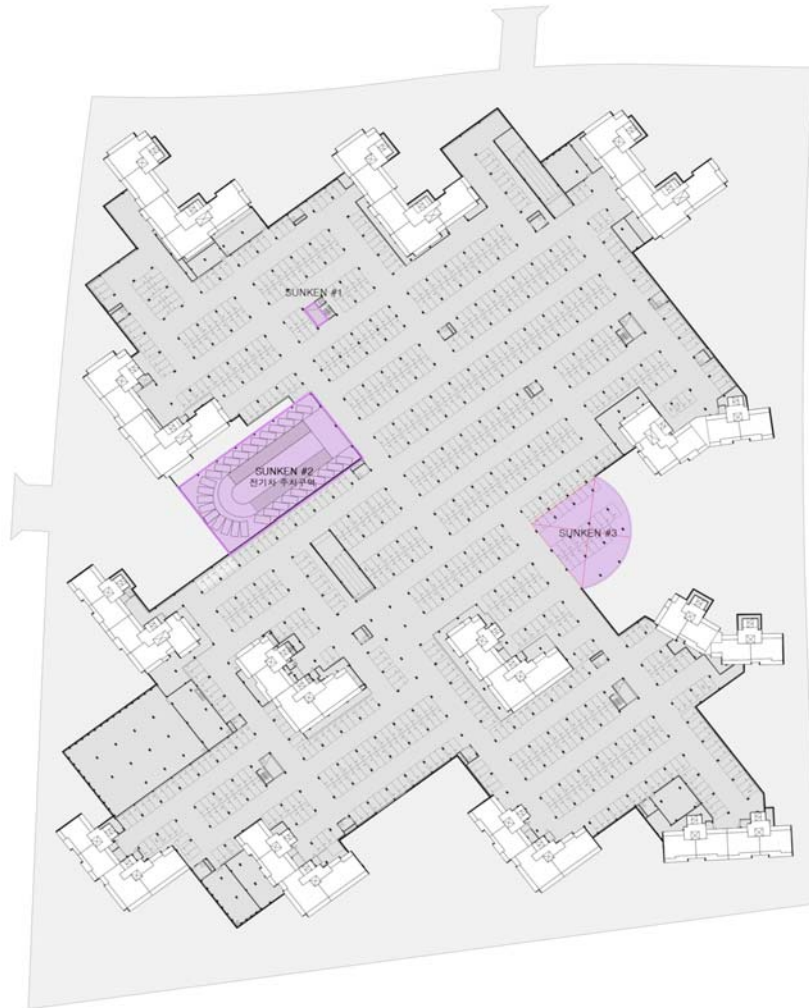
- 2개의 출입구에서 진입하는 2개의 경사로가 있으며 지하에서 주동으로 연결됨
- 썬큰 #1 : 대상 단지에 설치된 주민공동시설과 연계된 일반적 형태의 썬큰 구조
- 썬큰 #2 : 각 층 주차장 내에서 진입하는 나선형 구조의 썬큰으로 일방향 차로와 주차 구획으로 구성
- 썬큰 #3 : 조경 공간에 높낮이를 주어 조경 하부를 썬큰으로 구성
- 썬큰 #4 : 높은 층고가 요구되는 운동시설을 지상과 연결한 썬큰으로 구성



[그림 6-24] 지하 1층 평면도

2) 지하 2층 평면도

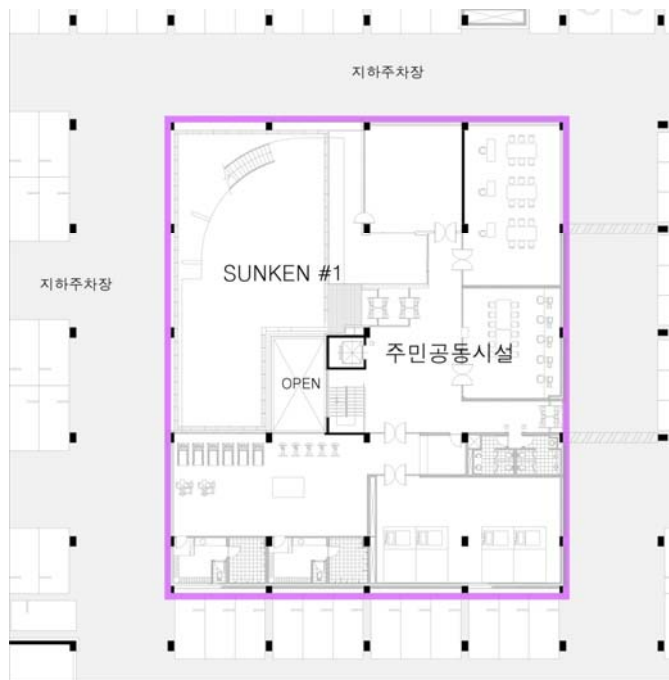
- 최하층으로 남서측에 저수조와 전기실 등이 배치
- 썬큰 #1 : 지하 2층에서는 상부 OPEN 구간이 축소됨 (일반적 형태)
- 썬큰 #2 : 각 층 주차장 내에서 진입하는 나선형 구조의 썬큰으로 일방향 차로와 주차구획으로 구성
- 썬큰 #3 : 상부 OPEN 구간을 지하 1층과 동일하게 유지하고 주차구획 배치
- 썬큰 #4 : 지하 2층에서는 제외



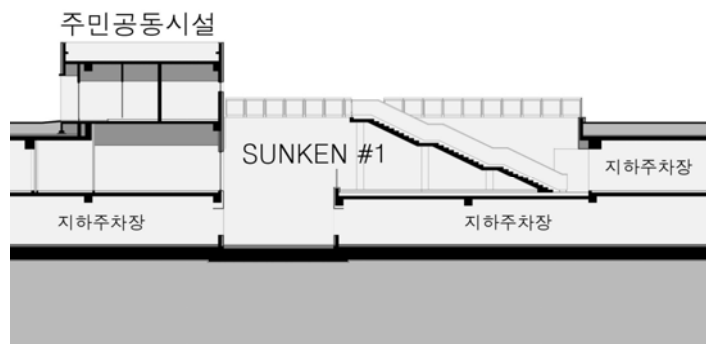
[그림 6-25] 지하2층 평면도

3) 썬큰 #1 평면도/단면도

- 가장 일반적 형태의 썬큰 구조
- 주로 용적율로 인해 주민공동시설이 지하에 배치되면서 외기에 면하기 위해 설치되는 썬큰 구조 형태
- 지하 2층에서는 OPEN 구간이 축소될 수 밖에 없는 구조
- 외기에 면하긴 하나 주민공동시설 출입 구조가 썬큰과 면해 있고, 지상과 연결된 계단이 방화구획 없이 설치되어 화재 시 이용에 어려움이 있음



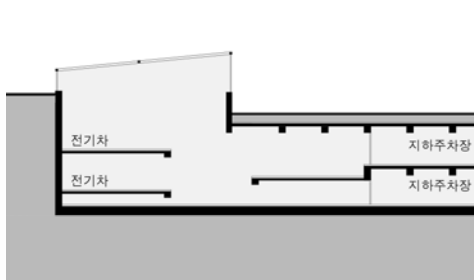
[그림 6-26] 썬큰 #1 평면도



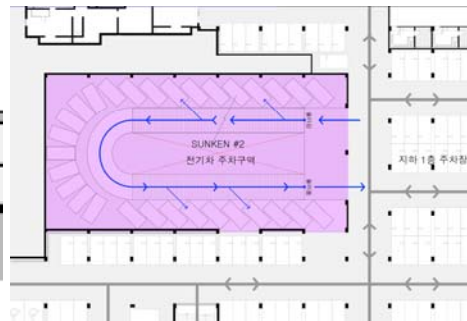
[그림 6-27] 썬큰 #1 단면도

4) 썬큰 #2 평면도/단면도/투시도

- 신개념 주차장에서 제안하는 썬큰과 나선형을 갖춘 주차 구역
- 자주식 주차가 가능한 경사도 7% 이하의 경사로 (5.5%)를 차로로 하고, 일방통행 방식을 적용
- 경사로를 차량 이동과 전기차 주차구역 공간으로 설계
- 나선형 구조로 각 층이 공간적으로 연결되어 있어서 지상 고층창 개방 시 모든 층이 외기와 면해 환기에 용이한 구조를 갖춘
- 지상층 상부 오픈 구간은 가벼운 형태의 지붕과 고층창을 설치하여 우수유입 방지와 향시 환기를 가능하도록 함
- 썬큰 #2의 주차구역은 각 층에서 진입은 가능하나 방화셔터 등으로 구획



[그림 6-28] 썬큰 #2 종단면도



[그림 6-29] 썬큰 #2 평면도



[그림 6-30] 썬큰 #2 투시도1



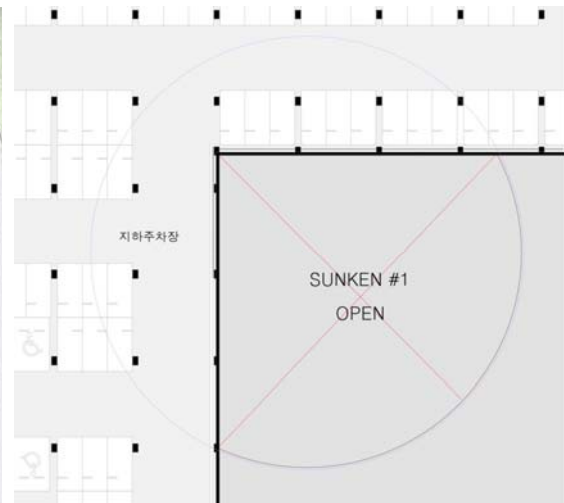
[그림 6-31] 썬큰 #2 투시도2

5) 썬큰 #3 평면도/단면도/투시도

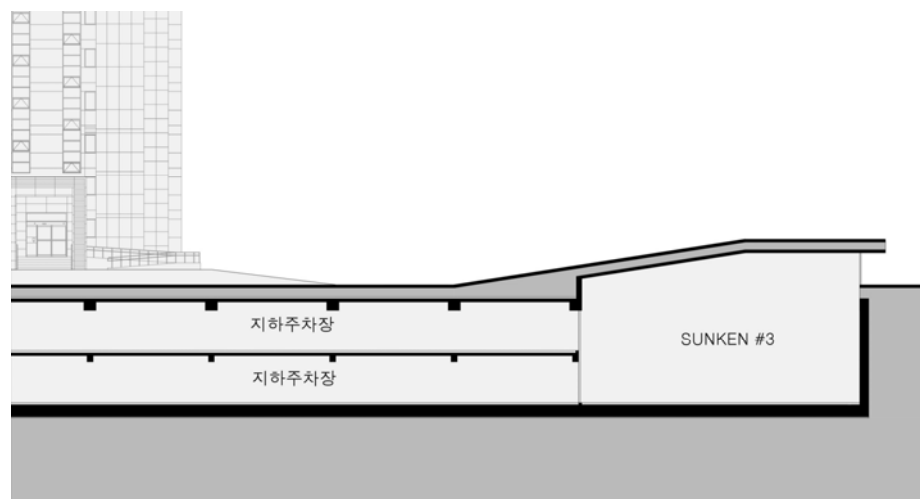
- 신개념 주차장에서 제안하는 조경과 연계되는 썬큰 구조
- 지면층의 기존 조경 공간을 해치지 않으면서, 단면적으로 높이를 들어올려 인위적 썬큰 구조를 조성한 형태
- 경사면은 조경 공간으로 쓰거나 계단을 설치하여 무대 관람석의 형태도 가능함
- 지하 1층에서 지하 2층까지 연결되어 환기가 가능



[그림 6-32] 썬큰 #3 지상평면도



[그림 6-33] 썬큰 #3 지하평면도



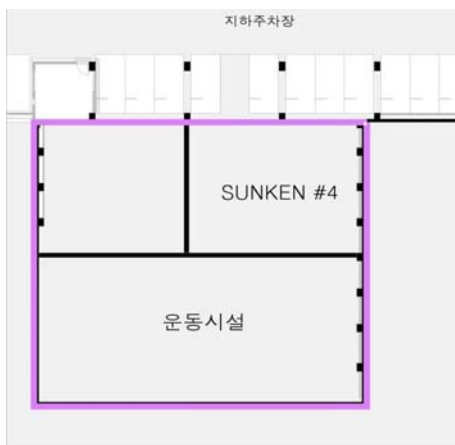
[그림 6-34] 썬큰 #3 단면도



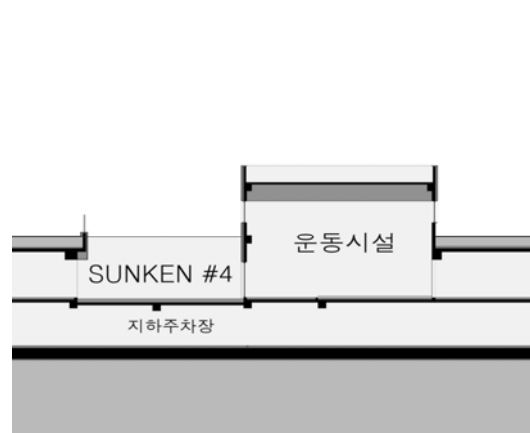
[그림 6-35] 썬큰 #3 투시도

6) 썬큰 #4 평면도/단면도

- 썬큰 #1과 유사하나 운동시설의 주진입구를 지상에서 하도록 하여, 썬큰과 시설의 교차를 막는 형태를 제안
- 높은 층고가 요구되는 운동시설 등의 주민시설을 지하 1층과 지상층 2개층으로 계획하면서 썬큰을 형성함
- 썬큰 구조상 지하 1층까지만 오픈 형태가 가능



[그림 6-36] 썬큰 #4 평면도



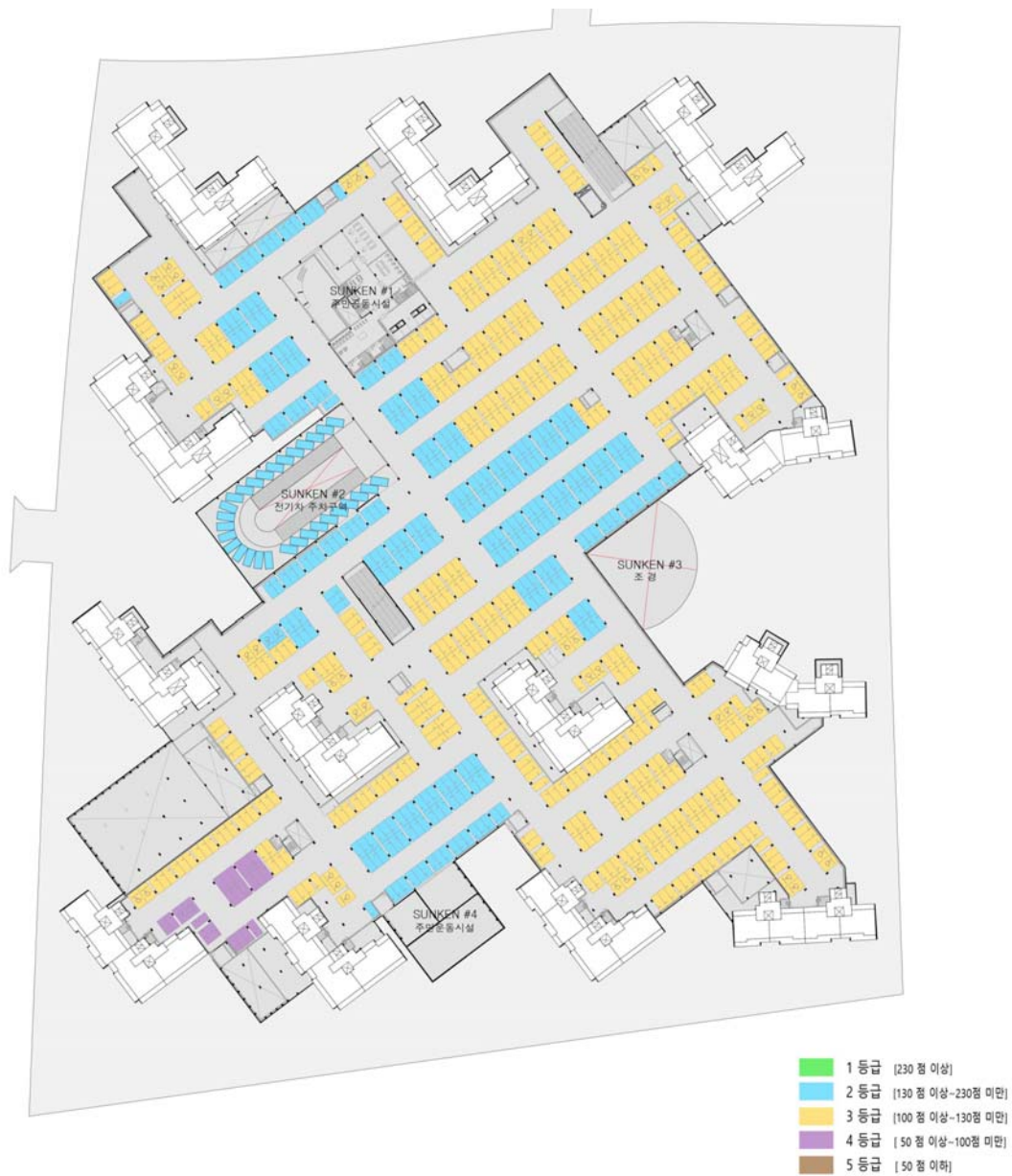
[그림 6-37] 썬큰 #4 단면도

4. 신개념 주차장의 전기차 화재 안전등급도

- 기존 공동주택의 공간계획 구조를 유지하면서, 지하주차장에 신개념 요소로서 썬큰과 나선형구조 적용 결과를 전기차 화재 안전등급도로 확인함
- 썬큰 #1만 있을 경우와 신개념 요소 썬큰 #2, #3, #4가 추가되었을 때의 등급 변화를 분석함
- 공동주택 단지는 일반적으로 썬큰 #1 구조의 하나만 있다고 가정
- 분석 대상 단지에 대한 등급 변화는 본 연구에서 목표로 하는 등급 목표 2등급에 대해 분석함
- 분석 대상 단지의 전체 주차대수 1,750대 중 썬큰 #1만 있을 경우, 2등급의 주차구역은 41대(2.3%), 썬큰 #2, #3, #4를 적용하면 325대(18.6%)로 확대됨
- 특히 지하 2층의 경우 대체로 4등급 수준이나, 썬큰 구조를 적용할 경우 3등급 주차구역이 크게 확대됨을 확인함

1) 지하 1층의 전기차 화재 안전등급도

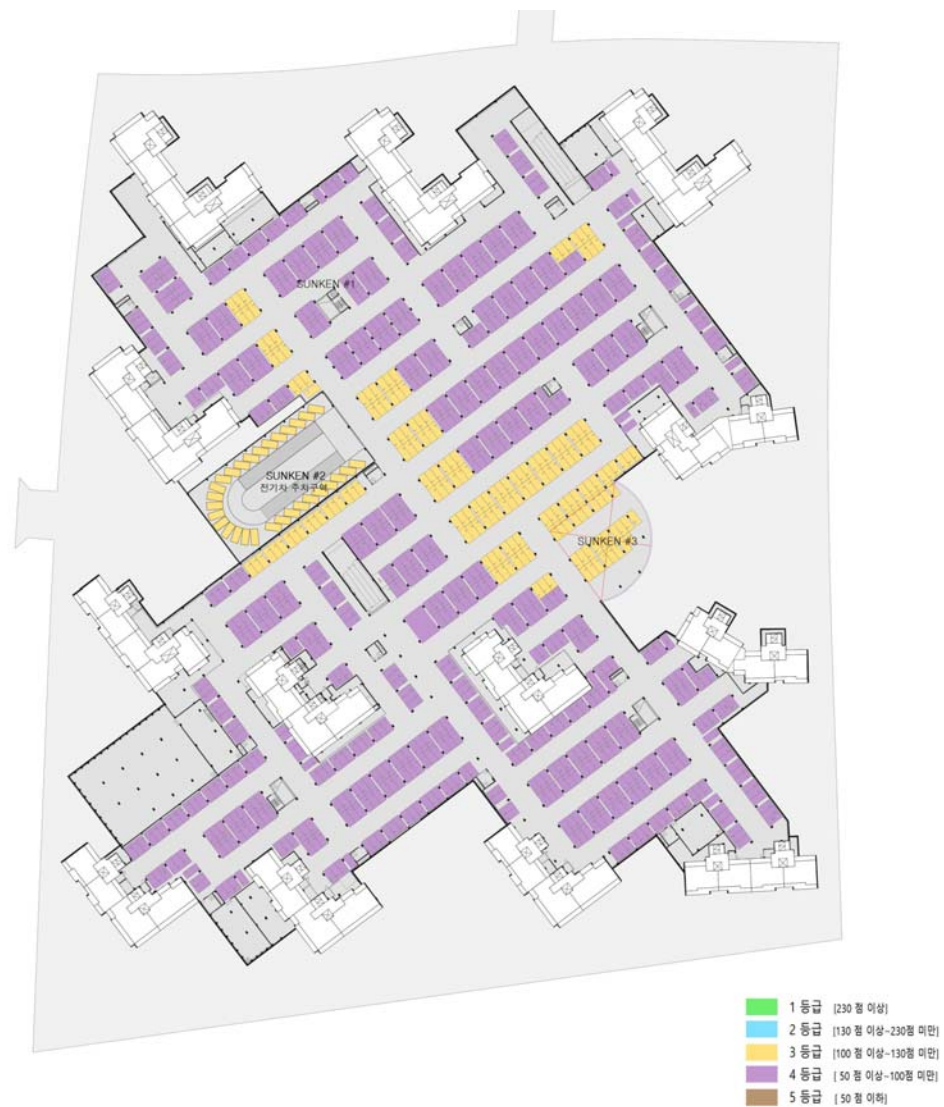
- 신개념 주차장 요소가 적용된 주차구역은 전기차 화재 안전등급 기준을 적용 결과 2등급으로 전기차 충전구역으로 최적임을 확인
- 그 외 지역은 대체로 3등급에 해당하며, 신개념 주차장 공간을 적용할 경우, 지하 1층 대부분이 전기차 충전구역으로 지정 가능할 것으로 판단됨
- 단, 전기차 화재 안전등급 기준 2등급 혹은 3등급이라 할지라도, 피난계단, 동출입구 주변에 전기차 충전구역 지정은 권고하지 않음



[그림 6-38] 지하1층 전기차 화재 안전등급도

2) 지하 2층의 전기차 화재 안전등급도

- 신개념 주차장 공간은 전기차 화재 안전등급 기준을 적용한 결과, 3등급으로 나타남
- 그 외 지역은 대체로 4등급에 해당하며, 전기차 충전구역 설치 시 충분한 소방안전시설이 필요할 것으로 판단됨
- 단, 전기차 화재 안전등급 기준 3등급 혹은 4등급이라 할지라도, 피난계단, 동출입구 주변에 전기차 충전구역 지정은 권고하지 않음



[그림 6-39] 지하2층 전기차 화재 안전등급도

5. 종합 시사점

- 신개념 주차장, 정확히는 신개념 주차장 공간은 법제도적 요건이나 기존의 건축 및 주차장 계획의 큰 조정 없이 가능한 형태로 설계 가능한 방안을 제시함
- 신개념 주차장 공간은 썸큰 구조를 기본으로 채택하였고, 분석 결과 전기차 화재 안전 등급이 지하 1층은 2등급, 지하 2층은 3등급으로 나타남. 따라서 신개념 주차장 공간은 전기차 충전구역으로 적정한 공간을 제공할 수 있을 것으로 판단됨
- 본 연구는 향후 10년 이내 전기차 비율 10%~15% 수준의 상황에 대처하기 위한 설계 방안을 제시한 것으로 신개념 주차장 공간의 적용 시 충분한 전기차 충전구역 확보가 가능할 것으로 판단됨
- 다만, 신개념 주차장은 전기차 화재에 대응한 안전만을 고려한 것으로 실제 적용에 있어서는 경제성, 단지 규모 등 보다 많은 고려가 필요할 것으로 사료됨

제7장 결론과 제언

1. 결론

- 본 연구는 공동주택 지하주차장에서 전기차 화재로 인한 위험을 줄이고, 입주민의 생명과 재산을 보호하기 위한 종합적인 안전 대책 마련을 목적으로 함
- 공동주택의 전기차 화재 예방 및 대응을 위한 전기차 화재 안전 매뉴얼을 제작하여, 전국의 공동주택에 배포 완료함
- 지하주차장 공간 요소에 대해 화재 관련 안전성을 델파이와 AHP 분석을 통해 점수화하였고, 전기차 화재 안정성의 지표로서 전기차 화재 안전등급을 제시함
- 전기차 화재 안전등급은 전기차 충전구역의 지정 및 평가, 충전구역 외 전기차의 주차 권고구역 지정에 활용 가능
 - 본 연구는 전기차 화재 안전등급을 통해 인적 물적 피해를 최소화하고, 피난 및 진압 등에 유리한 주차구역을 합리적인 과학적인 방법을 제시하고 있음
 - 또한 전기차 화재 안전등급을 고려하여 주차구역을 지정할 경우, 합리적인 소방안전시설의 적용 방법을 제시하고 있음
 - 이외에도 전기차 화재 안전등급은 전기차가 일반 주차구역에 주차할 경우, 보다 안전한 주차구역 지정에도 활용 가능함. 다시말해 전기차의 주차 권고 구역 지정에도 적용할 수 있음
- 신개념 주차장은 법제도적 요건이나 기존의 건축 및 주차장 계획의 큰 조정 없이 설계 가능한 방안을 제시하였고, 특히 썬큰 구조를 기본으로 제안함
 - 기존 아파트 지하주차장을 대상으로 도입할 때, 기존 1개의 썬큰 구조는 4개까지 가능했으며, 본 연구는 다양한 형태의 썬큰 구조를 제시함
 - 기존 주차장을 썬큰 구조로 변경한 결과, 전기차 화재 안전등급이 크게 향상되는 것으로 나타났고, 특히 2등급 이상의 전기차 충전구역을 충분하게 확보할 수 있는 것으로 나타남
 - 본 연구는 향후 10년 이내 전기차 비율 10%~15% 수준의 상황에 대처하기 위한 설계 방안을 제시한 것이며, 썬큰 중심의 신개념 주차장 적용 시 충분한 전기차 충전구역 확보가 가능할 것으로 판단됨

- 다만, 신개념 주차장은 전기차 화재에 대응한 안전 중심의 설계 구상으로, 실제 적용에 있어서는 공동주택의 구조, 형태, 규모, 경제성 등의 고려를 통해 도입 여부를 결정해야 할 것임

2. 제언

■ 제언 1. 전기차 화재 안전등급을 전기차 충전구역 지정에 위한 가이드라인으로 규정

- 전기차 화재 안전등급을 전기차 충전구역 지정 시 가이드라인으로 규정
- 전기차 화재 안전 대응 매뉴얼에 전기차 화재 안전등급 및 적용 방법을 추가

■ 제언 2. 전기차 주차 권고구역 지정

- 전기차는 전기차 충전구역에 완속 14시간, 급속 40분 이후에는 일반 주차면에 주차하여야 하는데, 전기차 화재는 충전구역 이외의 주차면에서도 발생
- 전기차 화재 안전등급은 전기차 화재와 관련된 안전성을 의미하므로, 전기차 충전구역 이외의 전기차 화재 안전등급 3등급 이상의 주차구역을 **전기차 주차 권고구역**으로 지정할 것을 제안(전기차 전용 주차구역을 의미하지 않음)
- 다만, 전기차 충전구역과 달리 전기차 주차 권고구역은 법적 강제가 아닌 권고로 하는 것이 바람직할 것임



[그림 7-1] 지하1층 전기차 주차 권고 구역 예시



[그림 7-2] 지하2층 전기차 주차 권고 구역 예시

■ 제언 3. 주택성능등급 지표에 전기차 화재 안전등급 추가

- 지하주차장 전체 주차면 중에서 전기차 화재 안전등급 1~3등급이 차지하는 비율을 주택성능등급 지표에 추가
- 4등급 및 5등급에 대해서는 소방안전시설을 추가하여 인증을 받을 경우 전기차 화재 안전등급 3등급 이상을 인정
- 소방안전시설의 추가에 따른 전기차 화재 안전등급 상향 인정에 대해서는 향후 연구를 통해 보완 필요

■ 제언 4. 전기차 충전구역의 전기차 화재 안전등급 실태 조사

- LH 공동주택의 전기차 충전구역의 전기차 화재 안전등급 실태 전수조사 실시
- 4등급, 5등급의 경우는 소방안전시설을 추가하거나 이전하고, 신규 전기차 충전구역 지정 시에 전기차 화재 안전등급 3등급 이상에 설치할 것을 권고

■ 제언 5. 전문가 컨설팅 제도 운영

- 공동주택의 지하주차장은 본 연구에서 정의한 전기차 화재 안전등급만으로 확인할 수 없는 경우가 많을 것으로 예상됨
- 따라서 소방 및 건축 전문가의 현장 조사 및 과학적 분석을 통해 전기차 화재 안전등급을 명확히 할 수 있는 컨설팅 제도가 필요하다고 판단

참고문헌

1. 국립소방연구원, “2023 전기차 화재대응 가이드”, 2023
2. 국토교통부 통계누리, “공동주택 현황” (<https://stat.molit.go.kr>)
3. 국토교통부 통계누리, “2023년 12월 자동차등록자료 통계” (<https://stat.molit.go.kr/>)
4. 뉴스1 (<https://m.news1.kr>; 아파트 지하주차장 전기차 화재 사고)
5. 부산소방재난본부, “전기차 전용주차구역 소방안전가이드”, 2022
6. 산업통상자원부, “제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)”, 2021
7. 소방청 “전기차, 내연기관 차량 화재 현황”, 2023
8. 소방청 보도자료, “2023 올해 상반기 전기차 화재 42건 발생”, 2023
9. 소방청, “전기저장시설의 화재안전기술기준(NFTC.607), 성능기준(NFPC.607)”, 2022
10. 스위스, “Risk insight electric vehicle charging”, 2022
11. 스웨덴, “Charging of electric cars in parking garages”, 2020
12. 전력거래소, IEA, “Global EV Outlook”, 2023
13. 전력거래소, 무공해차 통합누리집 (<http://ev.or.kr>)
14. 한국화재보험협회, “전기차 충전설비 안전기준(KFS-1130)”, 2022.01
15. 환경부, “무공해차 보급 및 충전 인프라 구축현황”, 2024
16. ARUP Group, “T0194 - Covered car parks - fire safety guidance for electric vehicles”, 2023
17. FPA(영국), “RC59: Recommendations for fire safety when charging electric vehicle”, 2021
18. LG 에너지솔루션 배터리인사이드 (<https://inside.lgensol.com>), 2024

19. RSA insurance group, “Electric vehicle charging and enclosed car parks”, 2021.
20. RISE Fire Research, <https://risefr.no/publikasjoner>
21. insideEVs (<https://insideevs.com>; 전기차 화재 사고)
22. KHOU (<https://www.khou.com>; 전기차 화재 사고)
23. Reuters (<https://www.reuters.com>; 전기차 화재 사고)
24. ZDNET Korea(<https://zdnet.co.kr/>; 제주 아파트 지하주차장 전기차 화재 사고)

(Lammermarkt Parking Garage)

25. https://www.archdaily.com/881403/lammermarkt-parking-garage-jhk-architekten?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
26. <https://lbn.sika.com/en/international-references/lammermarkt-parking-garage.html>

(Caldeiroa Car Park)

27. https://www.archdaily.com/947839/caldeiroa-car-park-pitagoras-group?ad_medium=widget&ad_name=category-parking-article-show

(마곡중앙광장)

28. https://www.archdaily.com/947839/caldeiroa-car-park-pitagoras-group?ad_medium=widget&ad_name=category-parking-article-show

(헤르마 주차빌딩)

29. https://www.archdaily.com/226089/herma-parking-building-joho-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

(9th Avenue Parkade + Innovation Center)

30. <https://www.archdaily.com/987482/9th-avenue-parkade-plus-innovation-center-5468796-architecture-plus-kasian-architecture-interior-design-and-planning>
31. <https://www.azuremagazine.com/article/calgary-9th-avenue-parkade/>

부록 - 소방안전시설

1. 소방안전시설의 종류 및 요구사항

1) 소방안전시설의 종류

- 전기차 화재 안전성 개선을 위해 필요한 시설은 크게 소방시설과 안전시설로 구분함
- 소방시설과 안전시설의 종류와 기준을 아래에 제시함
- 다만, 이들 시설의 요구사항은 소방청 등에서 권고하고 있는 것으로서, 현재 다양한 논의가 진행 중이므로 적용에 있어서는 전문가적 판단이 필요할 것임

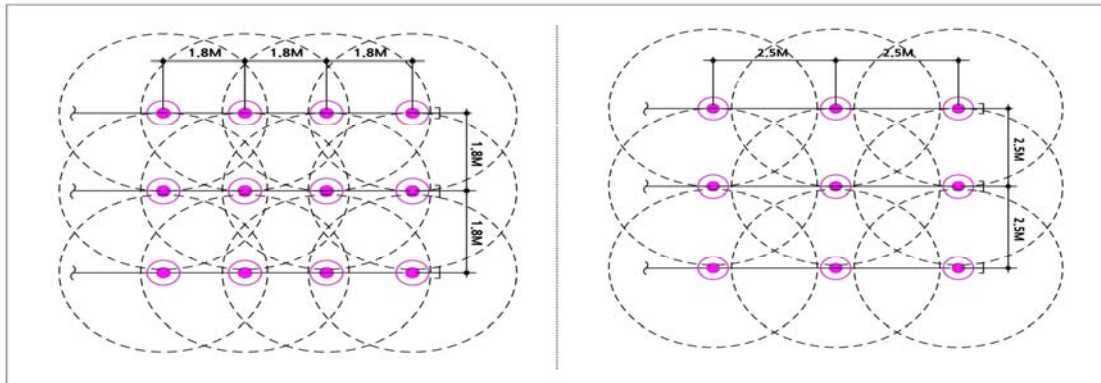
[부록 표 1] 소방시설 분류

구분	분류	구분	분류
소방 시설	스프링클러 살수밀도 증대 (K Factor 115이상 적용)	안전 시설	질식소화포 비치
	옥내소화전 이격 설치 (이격거리 준수 : 5m 이상 ~ 10m 이하)		안전장비 (방화복, 마스크, 절연장갑 등)
	소화기 이격 배치 (이격거리 준수 : 5m 이상 ~ 10m 이하)		충전구역 표시나 표식 (소방시설 표지)
	연결송수관설비 방수구와 방수기구함 설치 (이격거리 준수 : 5m 이상 ~ 10m 이하)		상방향 살수 장치 설치
	소화용수 확보 (소화설비 40분 이상)		충전구역 수조화 (물막이판, 65mm 전용 방수구)
	특수감지기 설치 (감지선형 감지기, 아날로그 감지기, 공기흡 입형 감지기 등)		충전구역 전용 CCTV 설치 (열화상 CCTV)
	제연경계벽 설치		충전구역 천장 및 벽면 단열재를 불연재 적용 (배관, 케이블 트레이, 덕트 단열재 포함)
	제연설비 (환기설비 겸용)		재난예보 안전관리시스템 구축
	제연설비 전용 (기계제연)		조명시설 강화 1) 공공주택 공용부분 조도 : 30lx(최저) - 40lx(표준) - 60lx(최고)로 관리 2) 지하주차장 조도 : 30lx(최저) - 40lx(표준) - 60lx(최고)이상으로 관리

2) 소방시설 요구사항

■ 스프링클러 살수밀도 증대

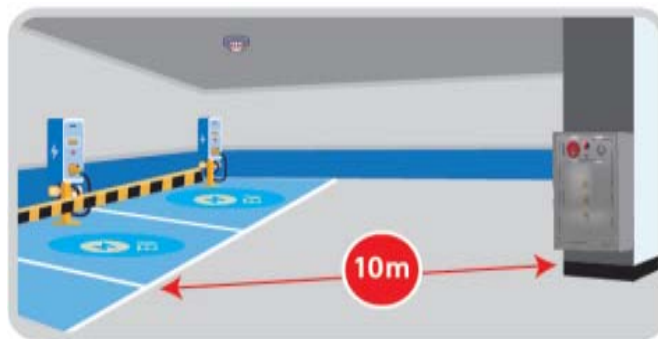
- 충전구역 내에 스프링클러 설비 헤드는 기존 대비 살수밀도를 30% 이상 높여 수원을 확보 필요
- 이를 위해 기존 헤드 간격을 좁히거나(1.8 m), 헤드의 분당 방수량을 증가(K Factor 115이상 적용)하는 방식



[부록 그림 1] 스프링클러 살수 밀도 증가(방수량 분당 80→115L)

■ 옥내소화전 이격 설치

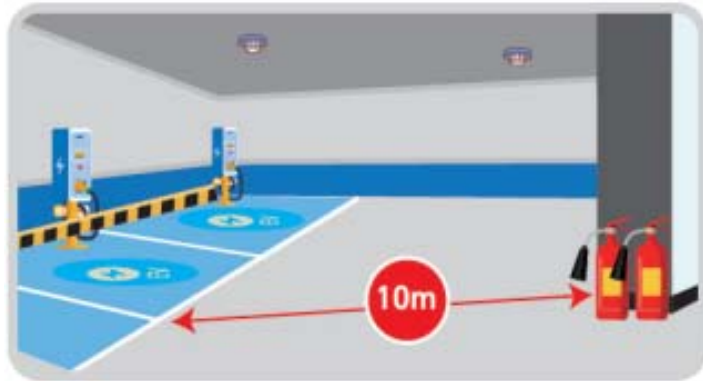
- 옥내소화전과 전기차 충전구역과의 거리가 너무 가까이에 배치될 경우 전기차 충전 구역 화재 시 옥내소화전을 사용하는데 어려움이 예상
- 충전구역 끝부분에서 옥내소화전까지의 이격거리를 5m 이상 ~ 10m 이하로 하여 화재 시 즉시 사용이 가능하도록 해야 함



[부록 그림 2] 옥내소화전과 전기차 충전구역과의 이격거리

■ 소화기 이격 배치

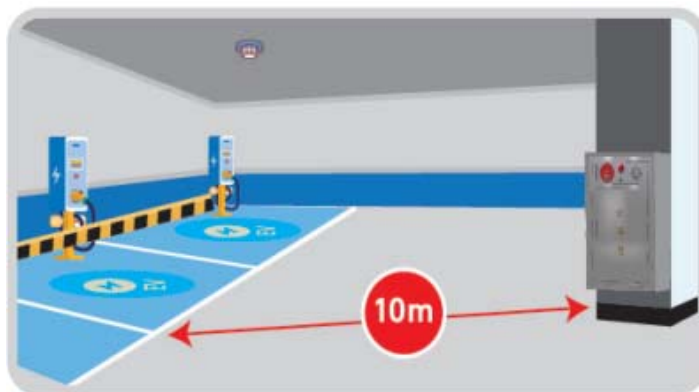
- 소화기와 전기차 충전구역과의 거리가 너무 가까이에 배치될 경우 전기차 충전구역 화재 시 소화기를 사용하는데 어려움이 예상
- 충전구역 끝부분에서 소화기까지의 이격거리를 5m 이상 ~ 10m 이하로 하여 화재 시 즉시 사용이 가능하도록 해야 할 것임



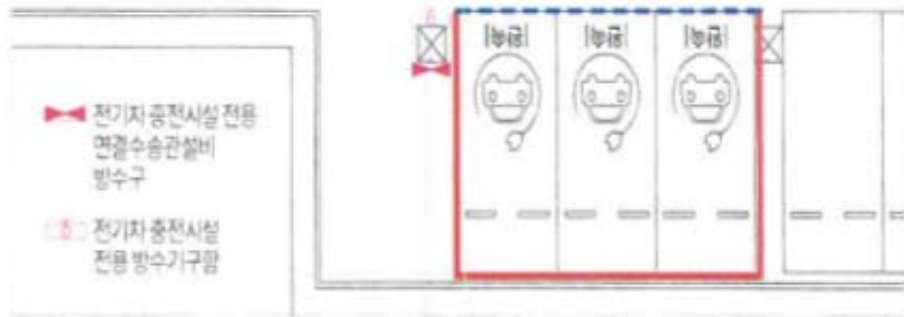
[부록 그림 3] 소화기와 전기차 충전구역과의 이격거리

■ 연결송수관설비 방수구와 방수기구함 설치

- 연결송수관설비 방수구와 전기차 충전구역과의 거리가 너무 가까이에 배치될 경우 전기차 충전구역 화재 시 방수구를 사용하는데 어려움이 예상
- 충전구역 끝부분에서 방수구까지의 이격거리를 5m 이상 ~ 10m 이하로 하여 화재 시 즉시 사용이 가능하도록 해야 할 것임



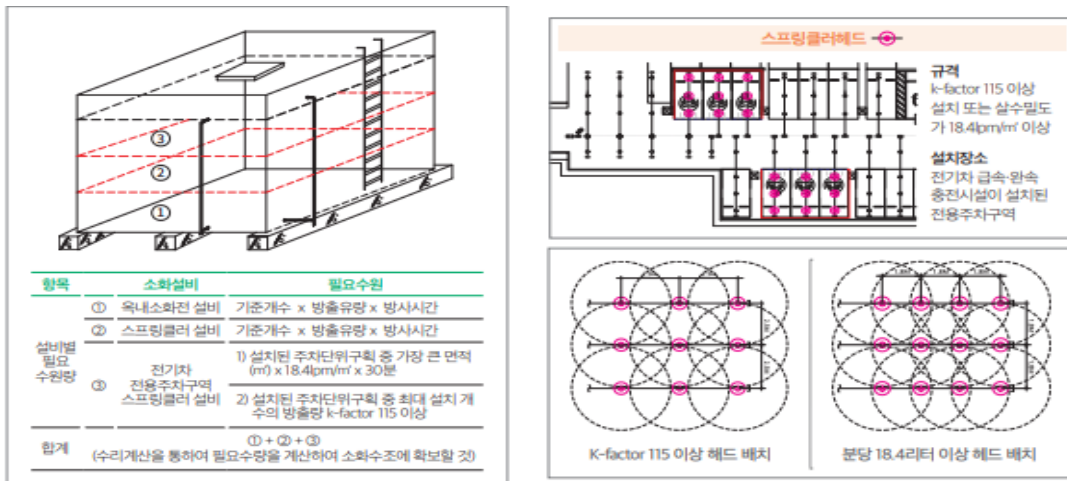
[부록 그림 4] 연결송수관설비 방수구와 전기차 충전구역과의 이격거리



[부록 그림 5] 연결송수관설비 방수구와 전기차 충전구역과의 이격 예시

■ 소화용수 다량 확보

- 전기차 화재는 소화에 많은 양의 물을 필요로 하며, 전기차 화재에 대응하기 위해서는 최소한 40분 이상 사용 가능한 수원 확보가 필요



[부록 그림 6] 소화용수 보관사례

■ 특수감지기 설치

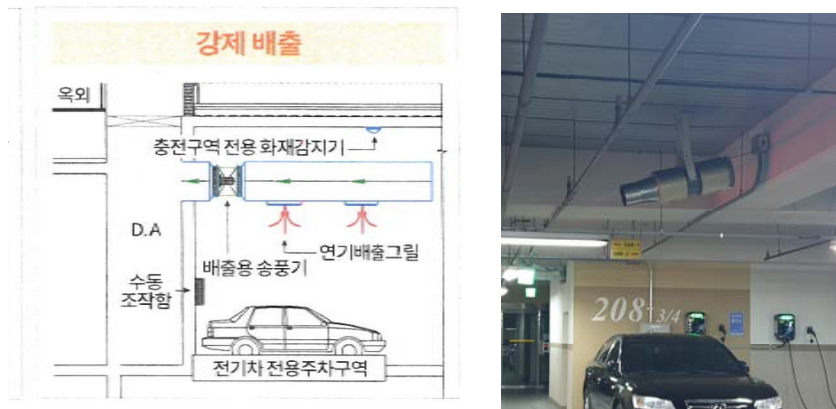
- 전기차 화재는 빠른 반응속도가 빠른 감지기를 설치해야 초기 화재에 빠르게 대응이 가능함
- 전기차 충전구역의 천장 상부에 감지선형 감지기, 아날로그 감지기, 공기흡입형 감지기 등이 있는데, 전기차 화재는 초기에 다량의 연기가 발생되는 것을 고려할 때 연기식 아날로그감지기를 설치하는 것이 가장 적합할 것이라 판단됨



[부록 그림 7] 특수감지기 설치사례

■ 제연설비(환기설비 겸용)

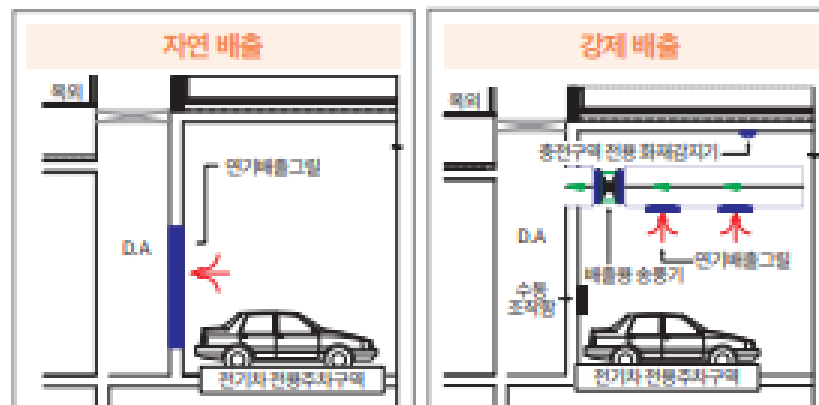
- 전기차 화재에서 연기배출은 소화 활동을 위한 시인성 확보에 있어 매우 중요한 요소임
- 지하주차장과 같이 밀폐된 공간에서는 연기를 빠르게 옥외로 배출하지 않을 경우, 소화 활동을 하는 소방대에 많은 영향을 줄 우려가 높음
- 환기설비를 이용한 제연설비는 화재감지기와 연동하여 환기설비 겸용 급기 및 배기용 환기팬을 동작하는 방식으로 바닥면적 1 m²에 시간당 27 m³ 이상의 배출 용량이 필요함
- 또한 비상전원 연결, 전원은 내화배선 사용, 제어용 배선 등에는 내화 또는 내열 배선을 사용하여야 함



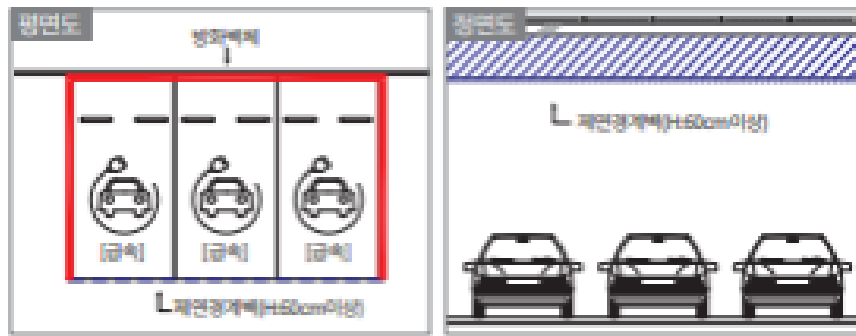
[부록 그림 8] 지하주차장 강제배기장치(예시)

■ 제연설비 전용(기계제연)

- 전용의 제연설비는 방식과 용량은 환기설비를 이용한 제연설비와 동일하지만, 전용의 송풍기와 덕트를 사용한다는 점이 다름
- 이 제연설비는 제연경계벽을 설치하여 연기를 구획된 공간에 가두어 배출함으로서 소화활동에 장애가 되는 연기를 제어할 수 있음
 - 전기자동차 전용주차구역에는 내화구조 또는 불연재료로 된 높이 60cm 이상의 제연경계벽을 설치
 - 제연경계벽 대신 차단막을 활용할 경우, 법정 높이 문제를 해결할 수 있어 지하주차장 적용 검토 필요



[부록 그림 9] 전기차 충전구역 제연설비



[부록 그림 10] 전기차 충전구역 제연경계벽

2. 안전시설

■ 질식소화포

- 초기소화 및 연소확대 방지를 위해 질식소화포를 전기차 충전구역 인근에 배치하여 화재 시 활용하도록 해야 함
- 질식소화포는 식별이 용이한 위치에 “전기차 질식소화포”라고 표시한 표지판을 부착하여 보관함에 비치(감전방지를 위한 방전화 · 방전장갑 2set 포함)하여야 함
- 질식소화포는 화재진압은 어렵지만 초기화재에서 화재확산 및 연기확산을 방지하는 데는 중요한 역할을 수행함
- 질식소화포 또한 전기차 충전구역 인근에 근접해서 배치할 경우에는 사용이 불가능하기 때문에 계단 출입구 옆 또는 계단 부속실에 비치하여 사용자가 안전장비를 착용 후 접근하여 사용할 수 있도록 해야 함



[부록 그림 11] 전기차 주차구역 질식소화포



[부록 그림 12] 질식소화포 사용요령

■ 안전장비

- 안전장비에는 방화복, 마스크, 절연장갑 등이 포함되며 질식소화포와 같은 장소에 보관하여야 하며, 소화 활동에 있어서 반드시 착용 후 전기차 화재에 접근해야 함
- 안전장비는 내구연한을 반드시 기록하여 관리하고, 전기차 충전구역 인근에 배치해 서는 안되며 계단실 내 또는 그 인근에 보관하여야 함



[부록 그림 13] 안전장비 배치

■ 충전구역 표시나 표식

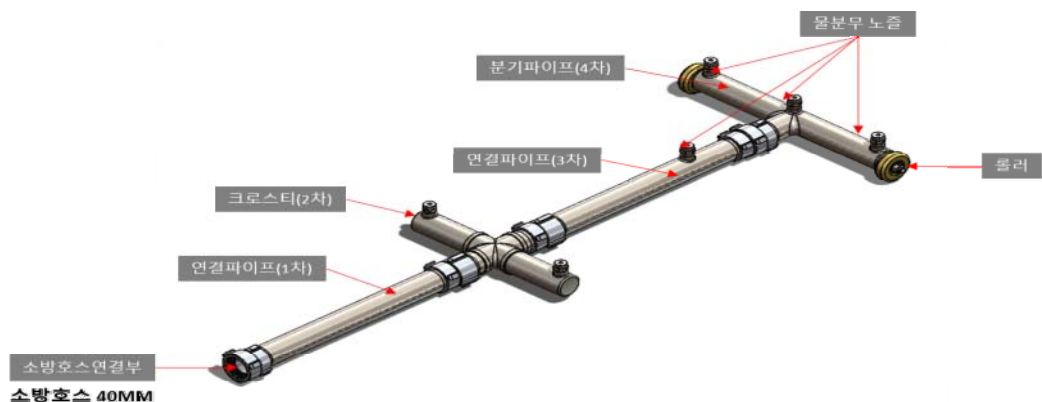
- 전기차 충전구역 인근에 설치되는 모든 장비와 설비에는 해당 설비에 대한 표시와 해당 설비의 명칭을 표시해야 함
- 모든 표시는 쉽게 눈에 띄는 글자 또는 그림문자로 표시하여야 하며, 반드시 사용을 위한 설명서를 부착해야 함

■ 상방향 살수장치

- 상방향 살수 장치는 전기차 화재 시 옥내소화전 또는 연결송수관설비 방수구에 연결하여 차량 하부로 밀어 넣어 상방향으로 방사하는 설비임
- 화재 초기에 하부에 직접 살수함으로써 초기 주수소화가 가능하여 화재의 확산을 방지할 수 있음



[부록 그림 14] 상방향 살수장치 사용요령



[부록 그림 15] 상방향 살수장치

■ 충전구역 수조화

- 전기차 충전구역에 방화벽 및 물막이판을 설치하여 1차 진화 후 재발화를 방지하기 위해 차량을 침수하기 위한 수조를 말함
- 전기차 충전구역을 수조화하기 위해서는 충전구역 인근에 65mm 방수구를 설치하여 직접 물을 받을 수 있어야 함



[부록 그림 16] 전기차 충전구역 물막이판

■ 충전구역 전용 CCTV

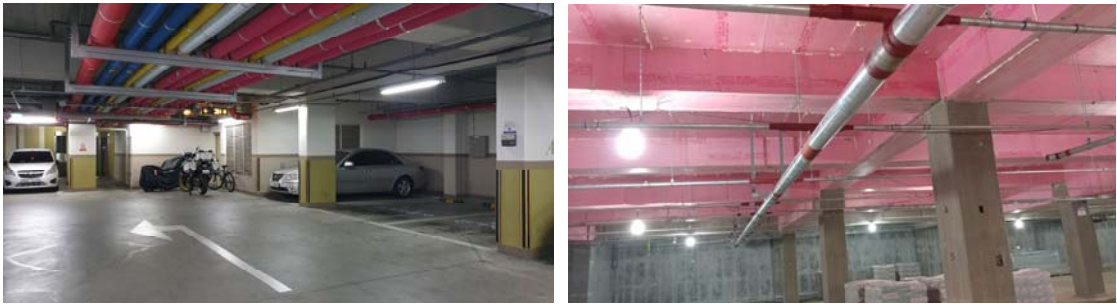
- 전기차 충전구역에는 전용의 CCTV를 설치해야 함
- 가능한 열화상 카메라를 설치하여 차량이 일정한 온도 이상으로 올라갈 경우 즉시 대응할 수 있는 방안이 가장 적합함
- CCTV는 전기차 충전구역을 직접 볼 수 있는 구조로 해야 하며, 방재실에서 감시가 가능해야 함



[부록 그림 17] CCTV 설치사례

■ 충전구역 천장 및 벽면 단열재를 불연재 적용

- 전기차 충전구역에 사용되는 단열재 및 보온재는 불연재료를 사용해야 함
- 전기차 화재가 천장에 부착된 단열재로 인하여 천장을 타고 다른 구역으로 화재가 확산되는 것을 방지해야 함
- 천장에 부착된 스프링클러 헤드는 단열재에 방수할 수 있는 구조가 아니기 때문에 화재 확산방지를 위해 반드시 필요한 조치임



[부록 그림 18] 배관에 설치된 단열재

■ 조명시설 강화

- 화재 발생 시 안전을 위하여 적절한 밝기의 조명설비를 설치하여야 함
 - 공공 주택 공용부분(차고) 조도는 “D” : 30 lx(최저)-40 lx(표준)-60 lx(최고)에 해당
 - 전기차 충전 지침에 따라 지하주차장 조도는 30 lx(최저)-40 lx(표준)-60 lx(최고) 이상으로 관리해야 함

[부록 표 2] 주차장 주차위치 조도기준

위치	구분	조도분류	조도범위[lx] (최저-표준-최고조도)
실내, 지하	기계식 주차 장치 출입구	F	150-200-300
	주차위치(일반 장소)	D	30-40-60
	주차위치(출입 많은 장소)	E	60-100-150
	차도(일반 장소)	E	60-100-150
	차도(차량 많은 장소)	F	150-200-300

