

연구 MP-24-01

# 수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

- 교통과 전력 수요 커플링 중심으로 -

A study on the strategic plan for electric vehicle charging infrastructure towards  
carbon-neutrality in transportation sector

박지영 · 김범일 · 김찬성 · 김영호 · 노형우



# 서 문

모빌리티 전환은 기술혁명에서 시작하여 모빌리티 자동화, 전기화, 공유화 등 3대 혁명을 축으로 추진되고 있습니다. 모빌리티 전환은 자동차 문화가 불리일으킨 교통 혼잡, 교통사고, 대기오염 등 교통 외부 효과에 구조적인 해결책을 제공할 것으로 전망됩니다. 특히 전기 모빌리티는 교통부문에서 발생하는 온실가스 및 오염물질 배출량을 감축할 수 있는 가장 효과적인 방법입니다.

우리나라는 2021년 탄소중립·녹색성장기본법을 제정하고 2050 탄소중립을 국가 비전으로 명시했습니다. 이어서 2023년 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획에서는 2030년까지 국가 온실가스 감축 목표를 제시했는데, 수송부문 목표는 2018년도 배출량 기준으로 2030년까지 배출량을 37.8%까지 감축하는 것입니다. 구체적인 감축 전략 중 하나로 2030년까지 전기차 420만 대 보급 목표가 포함되어 있습니다. 현재 국내 전기차 규모가 약 50만대 수준임을 고려할 때 해당 목표를 이행하기 위해서는 더욱 적극적인 시장 확산 노력이 필요합니다.

전기차 전환을 촉진하기 위해서는 무엇보다 전기차의 시장 경쟁력을 높이고 운행에 필수적인 충전인프라를 지속적으로 확대해 나가야 합니다. 우리나라 공용 충전인프라 규모는 현재 세계 최고 수준으로 평가받고 있으나 앞으로 전기차가 확대된다면 추가적인 인프라 공급이 필요합니다. 전기차 충전 수요에 맞춰 효과적으로 충전인프라를 구축하고 운영하기 위해서는 수요를 고려한 충전인프라 계획 고도화와 현재 문제점을 반영한 이용자 친화적 인프라 운영방안 개선이 필요할 것입니다. 본 연구에서는 수송부문 탄소중립을 비전으로 전기차 확산에 대응하여 효과적인 충전인프라 계획과 운영 방안을 모색하였습니다. 본 연구 성과가 앞으로 국가 충전인프라 전략 수립에 주요한 기초자료로 활용될 수 있길 기대합니다.

마지막으로 본 연구를 수행하는데 기초자료를 공유하고 함께 공동 연구를 진행한 한전 전력연구원과 연구 수행에 도움을 주신 자문위원분께 감사드립니다.

2024년 4월  
한국교통연구원  
원장 오재학



요약 .....	i
<b>제1장 서론 .....</b>	<b>1</b>
제1절 연구 필요성 및 목적 .....	3
제2절 연구의 범위 및 방법 .....	5
제3절 선행연구 고찰 및 본 연구의 차별성 .....	8
<b>제2장 정책동향 및 선행연구 검토 .....</b>	<b>11</b>
제1절 수송부문 탄소중립 정책 .....	13
제2절 국내·외 전기차 정책 동향 .....	20
제3절 전기차 인프라 관련 선행연구 .....	26
제4절 정책적 시사점과 연구 방향 도출 .....	45
<b>제3장 전기차 인프라 현황 및 장래 계획 분석 .....</b>	<b>49</b>
제1절 전기차 충전 기술과 인프라 .....	51
제2절 국내·외 충전인프라 현황 .....	65
제3절 국내·외 충전인프라 계획 .....	82
제4절 정책적 시사점 .....	91
<b>제4장 전략1. 실수요 기반 인프라 계획 고도화 .....</b>	<b>93</b>
제1절 충전수요 분석 방법 .....	96
제2절 실수요 기반 충전인프라 규모 산정 .....	119
제3절 시뮬레이션 기반 충전인프라 적정성 평가 .....	125
제4절 정책적 활용 방안 및 향후 연구 .....	140

<b>제5장 전략2. 충전인프라 구축 및 운영체계 개선</b>	<b>147</b>
제1절 충전인프라 변화 전망	150
제2절 충전인프라 확대를 위한 법·제도 개선	159
제3절 충전요금체계 개선방안	170
제4절 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선	193
<b>제6장 결론 및 정책제언</b>	<b>205</b>
제1절 결론	207
제2절 정책 제언	209
<b>참고문헌</b>	<b>215</b>
<b>부 록</b>	<b>223</b>
<b>Abstract</b>	<b>239</b>

〈표 1-1〉 연구의 범위 .....	5
〈표 1-2〉 본 연구와 선행연구와의 차별성 .....	8
〈표 2-1〉 부문별 2030년 온실가스 감축 목표 .....	15
〈표 2-2〉 수송부문 탄소중립 시나리오 감축수단 .....	16
〈표 2-3〉 수송부문 온실가스감축로드맵(2018) 기술적 감축수단 .....	17
〈표 2-4〉 수송부문 온실가스감축로드맵(2018) 정책적 감축수단 .....	18
〈표 2-5〉 수송부문 온실가스 감축 이행지표 .....	19
〈표 2-6〉 국내 전기차 충전패턴 분석 사례 .....	27
〈표 2-7〉 지역별 충전기 활용률(2019년 기준) .....	28
〈표 3-1〉 충전방식별 출력 및 사용패턴 .....	52
〈표 3-2〉 전기차 배터리 용량 .....	56
〈표 3-3〉 차세대 배터리 장점 및 단점 .....	57
〈표 3-4〉 무선 충전 사례 .....	59
〈표 3-5〉 국내 공용 충전인프라 연도별 누적 규모 .....	65
〈표 3-6〉 시도별 충전기 및 전기차 보급대수 .....	66
〈표 3-7〉 시군구별 충전기 및 전기차 보급대수 (상위 10개 지자체) .....	67
〈표 3-8〉 경기도 전기버스 충전인프라 현황 .....	68
〈표 3-9〉 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 버스 충전인프라 지원(2023년) .....	70
〈표 3-10〉 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 화물차 충전인프라 지원(2023년) .....	71
〈표 3-11〉 세계 주요국 전기차 및 공용 충전기 보급 현황(2022년 기준) .....	72
〈표 3-12〉 국가별 충전인프라 지원방안 .....	73
〈표 3-13〉 유럽 연합 충전인프라 주요 국가별 순위 (2021년 기준) .....	73
〈표 3-14〉 전기차 충전 사업자 등록 현황 .....	75
〈표 3-15〉 충전인프라 대표 운영기관 .....	75
〈표 3-16〉 기업유형별 충전 사업자 운영현황 .....	76
〈표 3-17〉 충전인프라 대표 운영기관: 급속 기준 .....	76
〈표 3-18〉 국내 주요 대기업 충전인프라 운영현황 .....	77
〈표 3-19〉 미국 주요 전기차 충전 서비스 사업자 .....	79
〈표 3-20〉 유럽 주요 전기차 충전 서비스 사업자 .....	81
〈표 3-21〉 미국 연방정부 전기차 충전인프라 확대 프로그램 .....	88
〈표 4-1〉 급속충전기 설치장소별 충전기 및 충전비율(2023년) .....	99
〈표 4-2〉 공용 충전기 충전 횟수 및 평균 충전 시간 .....	100
〈표 4-3〉 충전 이력 데이터 .....	102

〈표 4-4〉 수원여객 및 관련 운수사 전기버스 현황 .....	103
〈표 4-5〉 전기승용차 충전 시작 시점 분포(OBD 데이터 분석) .....	104
〈표 4-6〉 전기승용차 충전 소요시간 분포(OBD 데이터 분석) .....	105
〈표 4-7〉 공용 충전기 충전 시작 시점 분포(공용 급속충전기 충전실적 분석) .....	106
〈표 4-8〉 전기승용차 충전 시작 시점의 SOC 분포(OBD 데이터 분석) .....	107
〈표 4-9〉 전기승용차 충전 장소 및 충전기 이용 유형(설문조사자료 분석) .....	109
〈표 4-10〉 전기 트럭 충전 장소 및 충전기 이용 유형(설문조사자료 분석) .....	110
〈표 4-11〉 월별 전기버스 충전행태 .....	110
〈표 4-12〉 요일별 전기버스 충전행태 .....	111
〈표 4-13〉 전기버스 충전 시작시간 분포 .....	112
〈표 4-14〉 충전시작 종료 SOC(%) 분포 .....	113
〈표 4-15〉 충전시작 SOC(%)와 종료 SOC(%) 분포 .....	114
〈표 4-16〉 2030년까지 차종별 보급대수 추정 .....	115
〈표 4-17〉 2030년 전기차 보급이 전력망에 미치는 영향 .....	118
〈표 4-18〉 전기승용차 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량 .....	120
〈표 4-19〉 2030년 전기승용차 충전기 필요 규모 .....	121
〈표 4-20〉 전기화물차 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량 .....	122
〈표 4-21〉 2030년 전기화물차 충전기 필요 규모 .....	122
〈표 4-22〉 2030년 전기차 420만 대 보급을 위한 충전인프라 최소 필요 규모 .....	124
〈표 4-23〉 기준 연도 시나리오 설정 .....	126
〈표 4-24〉 장래 연도 시나리오 설정 .....	127
〈표 4-25〉 노드 데이터 구조 .....	131
〈표 4-26〉 링크 데이터 구조 .....	131
〈표 4-27〉 기준 연도 분석 결과 .....	136
〈표 4-28〉 장래 연도 시나리오 분석 결과 .....	138
〈표 4-29〉 장래 시나리오 간 주요 지표 비교 .....	138
〈표 5-1〉 전기차 및 충전인프라 관련 법령 .....	160
〈표 5-2〉 2차 경제규제혁신 TF .....	162
〈표 5-3〉 충전인프라 확대를 위한 주요 쟁점 도출 .....	167
〈표 5-4〉 전기차 및 충전인프라 관련 법령개선(안) .....	168
〈표 5-5〉 전기자동차 충전 전력 요금(자가 소비용) .....	170
〈표 5-6〉 전기자동차 충전 전력 요금(충전 서비스 제공사업자용) .....	171
〈표 5-7〉 회원/비회원 충전요금 비교 (원/kWh) .....	172
〈표 5-8〉 대영채비 로밍요금 (예시) .....	173
〈표 5-9〉 주요 유틸리티 가정용 전기차 충전요금 비교 .....	176
〈표 5-10〉 쉘 리차지 충전요금 .....	178
〈표 5-11〉 빌리브 충전요금 .....	179



〈표 5-12〉 알레고 충전요금 .....	179
〈표 5-13〉 아이오니티 충전요금제별 충전요금 (2023.8.16. 기준) .....	180
〈표 5-14〉 테슬라 충전요금 .....	181
〈표 5-15〉 승용차 연료비 경쟁력 분석을 위한 기본가정 .....	184
〈표 5-16〉 전기 승용차 가중평균 충전비용 .....	184
〈표 5-17〉 연료별 총 소유비용: 충전요금(환경부 아파트 충전요금 가중평균) .....	185
〈표 5-18〉 연료별 총 소유비용 : 충전요금 인상 가정 .....	186
〈표 5-19〉 버스 연료비 경쟁력 분석을 위한 기본가정 .....	188
〈표 5-20〉 연료별 총 소유비용: 충전요금(환경부 급속 고시가격 기준) .....	189
〈표 5-21〉 연료별 총 소유비용 : 충전요금 인상 가정 .....	190
〈표 5-22〉 전기차 및 충전인프라 민원 현황 .....	193
〈표 5-23〉 공공충전기 고장 주요 원인(2023년 1월~11월) .....	195
〈표 5-24〉 전기차 운전자의 충전 장소별 충전기 규모 적정성(5점 만점) .....	197
〈표 5-25〉 전기차 운전자의 충전 장소별 충전환경 만족도(5점 만점) .....	197
〈표 5-26〉 전기차 운전자의 충전기 정책 중요도 평가 .....	198
〈표 5-27〉 충전인프라 요구사항 조사 방법 .....	199
〈표 5-28〉 민간 주도 충전인프라 운영 개선을 위한 요구사항 및 개선사항 .....	204

[그림 1-1] 충전인프라 범위와 구성요소 .....	5
[그림 1-2] 연구 흐름도 .....	7
[그림 2-1] 환경부 충전인프라 로드맵 충전기 규모 산정방법 .....	29
[그림 2-2] NREL 전기차 충전인프라 적정 규모 예측 도구 EVI-Pro .....	34
[그림 2-3] 미국 NREL 2030년 충전인프라 필요 규모 산정 사례 .....	35
[그림 2-4] 유럽 ACEA 2030년 소형차 충전인프라 필요 규모 산정 사례 .....	37
[그림 2-5] 유럽 ACEA 2030년 상용차 충전인프라 필요 규모 산정 사례 .....	38
[그림 2-6] 노르웨이 전기차 보급정책에 따른 판매량 .....	39
[그림 2-7] 노르웨이 전기차 정책 시행 전후 효과 .....	40
[그림 2-8] 스웨덴 도로망과 전기차 충전으로 인한 충전소의 에너지 소모량 표현 .....	41
[그림 3-1] 전기차 충전 방식 .....	51
[그림 3-2] 전기차 표준 규격 .....	52
[그림 3-3] 전기차 충전인프라 구성 .....	54
[그림 3-4] 전기버스 충전인프라 구성 .....	54
[그림 3-5] OCPP 적용범위 .....	55
[그림 3-6] 이동식 충전 로봇 .....	58
[그림 3-7] 한국전력 전기차 충전플러스 DR개념도 .....	60
[그림 3-8] 한국전력 V2G 실증 사례 .....	60
[그림 3-9] 이동형 충전기 이용 사례 .....	61
[그림 3-10] 아파트 전기차 충전인프라 구축 사례 .....	62
[그림 3-11] 노르웨이 초고속충전인프라 구축 사례 .....	62
[그림 3-12] 미국 대형차 MCS 충전인프라 사례 .....	63
[그림 3-13] 국내 수원여객 전기버스 차고지 충전시스템 .....	64
[그림 3-14] 미국 롱비치항 WattEV 충전인프라 .....	64
[그림 3-15] 수원여객 전기버스 충전 전략 비교 .....	69
[그림 3-16] 국가별 연도별 공용 충전기 규모 .....	72
[그림 3-17] 2030년까지 공용충전인프라 구축 목표 .....	82
[그림 3-18] 충전인프라 구축 목표 산정 방법 .....	83
[그림 3-19] 2030년까지 공용충전인프라 구축 목표 .....	84
[그림 3-20] 연도별 충전기 설치 장소별 보급 목표 .....	84
[그림 3-21] 유럽연합 AFIR의 대형차를 위한 충전인프라 이행 조건 .....	86
[그림 3-22] 2030년 캘리포니아 소형차 충전인프라 필요 규모 .....	89
[그림 3-23] 본 연구의 충전인프라 전략 비전 및 목표 .....	92

[그림 4-1] 실수요 기반 인프라 계획 절차 .....	95
[그림 4-2] 박지영·김찬성(2022)의 승용차 충전인프라 분류 .....	97
[그림 4-3] 한전 전력연구원 OBD 조사 방법과 수집 데이터 .....	98
[그림 4-4] 공용 충전기 월별, 요일별 충전량 비교 .....	99
[그림 4-5] 공용 충전기 설치 장소별 충전기 및 충전량 비교 (2023년, 급속충전기) .....	100
[그림 4-6] 박지영 외(2020)의 전기트럭 충전인프라 분류 .....	101
[그림 4-7] 전기승용차 충전 주기 분포(OBD 데이터 분석) .....	108
[그림 4-8] 공용 충전기와 전기버스 충전 시점 비교 .....	112
[그림 4-9] 장래 전기차 충전인프라 시나리오 분석의 흐름도 .....	128
[그림 4-10] Agent 통행 발생지역 (세종시 예시) .....	130
[그림 4-11] KTDB Network 변환 결과 .....	132
[그림 4-12] 전국 개별 통행자의 이동 시뮬레이션 예시 .....	133
[그림 4-13] 전국 공공 충전인프라 지점데이터 표현 .....	134
[그림 4-14] 기준 연도 전국 충전인프라 유형별 시간대별 이용분포 .....	136
[그림 4-15] 기준 연도 공주시 시뮬레이션 횡수별 효용함수 값 .....	136
[그림 4-16] 국내 시간대별 전력 사용량 분포 .....	141
[그림 5-1] 충전인프라 구축 및 운영 개선 연구 흐름도 .....	149
[그림 5-2] 충전인프라 생태계 참여자 .....	151
[그림 5-3] 국내 충전인프라 생태계 .....	153
[그림 5-4] 마이크로그리드 기반 충전인프라 전망 .....	154
[그림 5-5] 대형차 전기차 전환을 위한 충전 기술 전망 .....	155
[그림 5-6] 자율주행 시대의 충전 기술 전망(좌: 이동식 충전기, 우: 무선 충전) .....	156
[그림 5-7] 미국 유틸리티별 여름철 전기차 충전요금(달러/kWh) .....	175
[그림 5-8] 보조금 지급에 따른 전기차 충전요금 .....	186
[그림 5-9] 보조금 지급에 따른 전기차 충전요금 .....	190
[그림 5-10] 전기차 및 충전인프라 민원현황 .....	194
[그림 5-11] 한국환경공단 급속충전시설 운영현황 예시 .....	195
[그림 5-12] 전기차 충전 실패 이유 .....	196



## 1. 연구의 배경 및 목적

우리나라 전기차 등록대수는 2023년 12월 기준 54만대 이상으로 전체 등록대수의 2% 이상을 차지하고 있으며, 출시 차종도 승용차에서 승합차와 화물차 등 중·대형 차종까지 확대되고 있다. 전기차는 수송부문 탄소중립 이행을 위한 가장 중요한 실행방안이다. 그러나 도로교통부에서 전기차 대중화 시대의 인프라 전략은 부재하다.

해외 주요 국가에서는 전기차 확대를 고려해 전기차 보급대수에 따른 충전인프라 공급 규모를 산정하고, 이에 근거하여 인프라 계획을 수립하고 지원정책을 추진하고 있다. 대표적으로 미국의 인프라 투자 및 일자리 법안(Infrastructure Investment and Jobs Act, IIJA)과 유럽 자동차제조회사협회(European Automobile Manufacturers' Association, 이하 ACEA)의 2022년 전기차 충전인프라 마스터플랜에서 필요 공용충전소 전망을 제시하고 있다.

우리나라는 우리나라도 2030년까지 온실가스 감축목표 이행을 위해 전기차 420만 대 목표를 설정하였지만, 이를 뒷받침할 수 있는 충전인프라 계획은 초기 수행 단계로 적정 규모에 대한 평가 방법론 연구는 미비하다.

따라서 본 연구는 수송부문 탄소중립 목표하에 전기차 인프라 국가 전략 수립에 필요한 수요 모델링 방안을 연구하고, 중장기 충전인프라 정책 방안을 탐색하는 것을 목적으로 하고 있다. 그리고 정책 개선방안은 단기적으로는 충전인프라 운영전략 개선안을 도출하고, 장기적으로는 도시 및 교통계획 분야 정책 개선사항을 도출하였다.

## 2. 정책 동향 및 선행연구

### 가. 수송부문 탄소중립 정책

국제사회는 기후변화 위기를 인지하고 해결하기 위해 1997년 ‘교토의정서’를 채택한 후, 2015년에는 ‘파리협정’을 채택하여 선진국과 개도국 모두가 참여하는 체계를 마련하였다. 이를 위해 국가별 기여방안을 스스로 정하고, 2023년부터 5년 단위로 전지구적 이

행점검을 실시하기로 하였다. 우리나라는 2020년 10월 2050 탄소중립 계획을 천명하고, 2021년 10월 18일 ‘2050 탄소중립 시나리오안’과 ‘2030 국가 온실가스 감축목표 상향안’을 심의·의결하였다. 이를 위해 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법’을 마련하고, ‘탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획’을 수립하였다.

「탄소중립기본법」에서 정부는 중장기 목표로 2030 온실가스 감축목표가 포함되었으며, 2018년 온실가스 배출량 대비 40% 감축 목표를 설정하였다. 탄소중립 시나리오는 2050년까지 국내 순배출량을 0으로 하는 두 개의 시나리오로 구성되어 있다. A안은 도로부문 전기·수소차 등으로 전면 전환을 제시하였고, B안은 도로부문 내연기관차의 대체연료 사용을 가정하였다. 두 시나리오 모두 에너지 소비량 감축과 수요관리 강화, 철도와 해운 부문에서의 친환경 전환, 해운과 항공 부문의 바이오연료 확대 등을 포함하고 있다. 도로부문 전기·수소화 비율이 시나리오별로 차이가 있으며, B안은 대체연료 연소로 발생하는 배출량을 직접공기포집(Direct Air Capture) 기술로 상쇄하는 방안을 제시하였다.

2018년 발표된 국가 온실가스감축로드맵 수정안에서는 수송부문 감축 수단을 기술과 정책으로 구분하고 있다. 기술적 감축 수단으로는 바이오디젤 혼합, 승용차 평균 연비 개선, 전기버스 시스템, 해운 부문 에너지효율 개선이 주요 방안으로 도출되었으며, 정책적 감축 수단으로는 대중교통 확대, 승용차 통행 감축, 녹색물류 효율화, 항공운송 효율화가 제시되었다.

2023년 4월 확정된 탄소중립 기본계획은 2050년까지 탄소중립을 목표로 하는 국가비전과 중장기 감축목표를 달성하기 위해 수립되었다. 수송부문은 2018년 배출량 대비 37.8%를 감축하는 것이며, 무공해차 전환, 내연차 관리, 철도·항공·해운 전탄소화를 추진과제로 제시하였다. 무공해차 전환을 위해 전기·수소차 보급 목표와 충전인프라 확충 방안을 포함하였고, 에너지 소비량 감축을 위한 수요관리 강화 방안을 제시하였다.

## 나. 국내외 전기차 정책 동향

우리나라 전기차 보급정책은 ‘탄소중립기본법’, ‘대기환경보전법’, ‘환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률’을 근거로 진행된다. 탄소중립 기본계획에서는 2030년까지 전기차 420만대, 수소차 30만대 보급 목표를 수립하였다. 대기환경보전법은 대기환경개선 종합계획을 통해 무공해차 전환 확대를 목표로 하고 있다. 친환경자동차법에서는 매년 환경친화적 자동차 개발 및 보급 계획을 수립하고, 다양한 제도적 수단을 시행

하고 있다.

미국 바이든 행정부는 탄소중립 정책 기조를 강화하며, 내연차 규제를 강화하고 전기차 보급 촉진 정책을 도입하고 있다. 인플레이션감축법(The Inflation Reduction Act, IRA) 제정을 통해 보조금을 확대하고, 전기차 보급 여건을 개선할 전망이다. 캘리포니아 주는 2035년까지 모든 신규 승용차 및 트럭에 대해 100% 배출 제로를 목표로 하고 있다.

중국은 2020년 ‘신에너지자동차산업발전계획(2021~2035)’을 발표하고, 2035년까지 신에너지자동차 비중을 50%까지 확대하며 내연차 판매를 금지하는 목표를 제시하였다. 이를 위해 더블포인트 제도를 도입하고, 신에너지자동차 보급 목표를 설정하였다.

유럽연합은 탄소중립 목표를 강화하며, 2050년 탄소중립을 목표로 하고 있다. ‘Fit for 55’ 계획을 통해 2030년까지 1990년 대비 55% 감축 계획을 발표하였다. 2035년부터 모든 신차의 배출 제로를 목표로 하고 있으며, 일부 내연기관차는 예외로 인정한다. 독일과 영국은 전기차 보조금 축소 또는 중단을 통해 전기차 성장률이 둔화되는 추세를 보인다.

### 3. 전기차 인프라 현황 및 장래 계획 분석

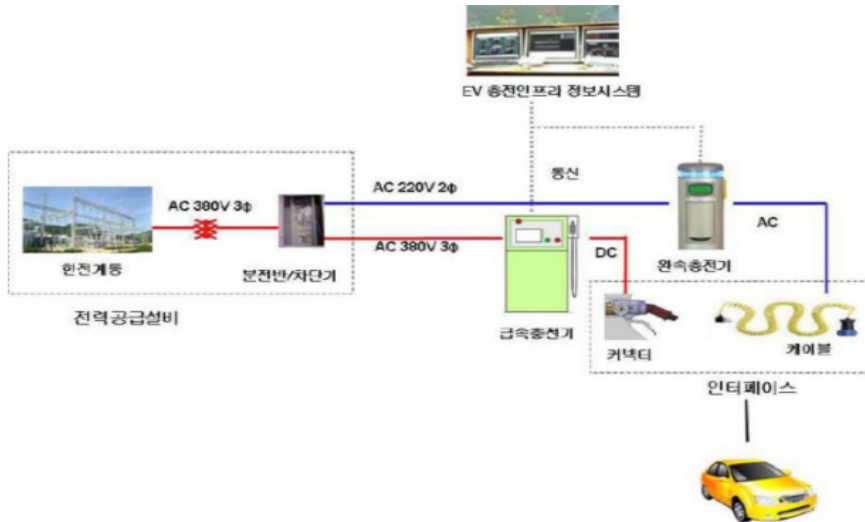
#### 가. 전기차 충전 기술과 인프라

##### (1) 충전인프라 구성 요소

전기차 충전 방식은 일반적으로 완속 충전(AC charging)과 급속충전(DC charging)으로 분류한다. 완속 충전은 차량 내 충전기(On-Board Charger, OBC)를 통해 배터리를 충전하는 방식으로, 충전 용량은 3.7~11kW 범위에 있다. 급속 충전은 40kW 이상의 DC 전원으로 배터리를 직접 충전하며, 최대 350kW급까지 가능하다. 완속 충전기 규격은 일반적으로 5핀, Type1이 보편적이다. 급속충전 표준은 국가별로 상이하며, 한국과 미국은 CCS1, 유럽은 CCS2, 일본은 차데모, 중국은 GB/T 방식을 사용한다. 테슬라는 별도로 NACS 방식을 사용하며, 최근 북미에서도 이 방식이 확대될 전망이다.

전기차 충전인프라는 전력 공급설비, 충전기, 인터페이스, 정보시스템으로 구성된다. 전력 공급설비는 전기설비로 전력량계, 인입구 배선, 분전반, 배선용 차단기 등이 포함된다. 충전기는 완속 충전기와 급속충전기로 나뉜다. 차량과 충전 기간 인터페이스는 커넥터와 차량용 소켓으로 구성된다. 충전정보시스템은 충전기의 설치 위치와 이용 상태 정보를 실시간으로 모니터링할 수 있다. 전기버스와 같이 대용량 충전 용량이 필요한 경우 분

산형 충전시스템과 에너지 저장장치인 파워뱅크를 활용한다. 공용 충전인프라 확대에 따라 충전인프라 통신 프로토콜이 중요해졌다. 최근 국내 충전시설 보조금 인증 기준에 따라 OCPP 1.6으로 표준화되고 있다. OCPP(Open Charge Point Protocol)는 충전스테이션 운영 및 유지관리를 목적으로 개발된 개방형 프로토콜이다.



[그림 1] 전기차 충전인프라 구성

## (2) 충전 기술 발전 동향

전기차 배터리 용량은 2019년 40kWh에서 2031년 70kWh, 2041년 100kWh로 증가할 것으로 전망된다. 차세대 배터리로는 전고체 배터리, 리튬-황 배터리, 리튬-공기 배터리 등이 주목받고 있다. 충전 속도를 줄이기 위해 초고속 충전기 구축이 확대되고 있다. E-pit, 슈퍼차저, 니오의 500급 초고속 충전기, 샤오핑의 S4 슈퍼차저 등이 대표적이다. 이동식 충전기를 통해 충전 편의성을 높이고 있으며, 무선 충전 기술도 발전 중이다. 전력망과 연계한 스마트 충전(플러스 DR) 기술도 개발되고 있다.

## 나. 국내·외 충전인프라 현황

국내 전기차 보급 정책은 초기부터 충전인프라 구축 사업이 함께 추진되었다. 2023년 말 기준 전국 공용 충전인프라는 30만 5,309기가 구축되어 있으며, 전기차 1.85대당 1기 수준이다. 민간 충전 사업자의 참여가 늘고 있으며, 2024년 기준 민간 사업자가 운영



하는 충전기는 급속 61%, 완속 98%를 차지한다. 전기버스는 주로 차고지 중심으로 상용차 전용 충전인프라가 구축되고 있다. 경기도의 전기버스 충전인프라는 충전기 1대당 전기버스 2.03대 수준이며, 수원여객의 차고지 충전시스템은 효율적인 충전 운영 관리를 위해 관제시스템을 활용하고 있다. 환경부의 무공해차 전환 브랜드 사업을 통해 버스 충전인프라 구축이 진행되고 있다.

중국, 미국, 유럽 국가를 중심으로 공용 충전인프라가 확대되고 있다. 중국은 가장 많은 공용 충전기를 보유하고 있으며, 급속충전기도 높은 비율을 차지한다. 미국과 유럽도 정부 주도로 공용 충전기를 구축하고 있으며, 충전소 보급 수준은 지역적 편차가 크다.

〈표 1〉 세계 주요국 전기차 및 공용 충전기 보급 현황(2022년 기준)

구분	전기차 대수	공용 충전기 (급속+완속)	대/기
중국	12,420,000	1,760,000	7.1
미국	2,100,000	128,000	16.4
독일	1,055,600	77,000	13.7
프랑스	695,381	83,700	8.3
노르웨이	612,050	24,100	25.4
영국	591,750	50,600	11.7
한국	437,486	227,659	1.92

주: 순수 전기차 기준  
 자료: IEA(2023), Global EV Outlook 2023

## 다. 국내·외 충전인프라 계획

우리나라는 2023년 전기차 충전인프라 구축 로드맵은 전기차 보급 목표대수가 420만 대로 상향되어 충전인프라 구축 목표를 2030년까지 총 123만 기로 설정하였다. 충전패턴 변화를 반영하여 목표기수를 조정하였다.

2023년 7월 EU는 전기차 충전소 확대를 위한 AFIR 규정을 확정하였다. 2025년부터 주요 도로에 최대 60km 간격으로 충전소를 설치하고, 2030년까지 전체 네트워크를 완성할 방침이다. 충전 비용 납부 간소화 규정도 포함되어 있다. 미국 바이든 행정부는 2030년까지 50만 개 이상의 전기차 충전소 구축을 목표로 하고 있다. NEVI 프로그램을 통해 주정부에 충전인프라 구축 예산을 지원하고 있으며, 2023년 8월 발표한 평가보고서는 2035년까지 필요한 충전인프라 규모를 제시하고 있다.

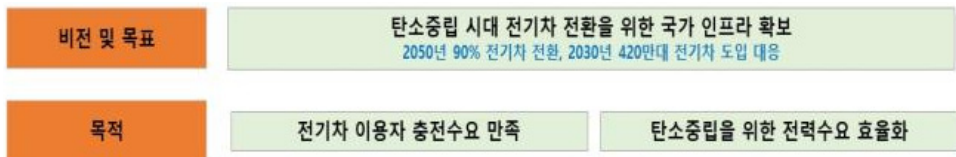
## 라. 정책적 시사점 및 충전인프라 전략 비전 및 목표

### (1) 미래 충전인프라 구축 전략 주요 시사점 및 현안

첫째, 충전인프라에 적용되는 기술이 다양해지고 있어 다양한 변화 추세를 반영한 인프라 구축이 필요하다. 둘째, 전력망과 연계한 인프라 계획 및 운영이 필요하다. 셋째, 충전 표준 및 충전 통신 규격을 고려한 인프라 계획이 필요하다. 넷째, 지역별 전기차와 충전인프라 보급 현황을 분석하여 향후 충전인프라 계획 수립에 반영해야 한다. 다섯째, 차종별 충전 특성을 반영한 인프라 계획이 필요하다.

### (2) 충전인프라 전략 및 목표

본 연구에서는 전기차 충전인프라 관련 현황 및 전망 분석을 토대로 수송부문 탄소중립 이행을 위한 충전인프라 전략을 도출하고자 한다. 장기적인 비전과 목표는 '탄소중립 시대 전기차 전환을 위한 국가 인프라 확보'로 설정하였다. 2030년까지 전기차 420만 대 보급을 목표로 하고 있으며, 충전인프라 구축 과정에서 이용자의 충전 수요를 만족하는 동시에 탄소중립을 위한 전력 수요를 효율화하기 위한 전략을 도출하고자 한다.



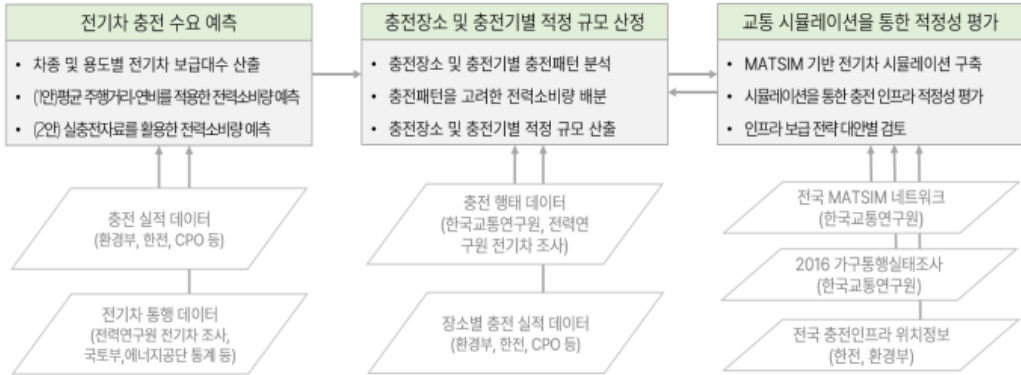
[그림 2] 본 연구의 충전인프라 전략 비전 및 목표

## 4. 전략 1; 실수요 기반 인프라 계획 고도화

전기차 전환을 가속화하기 위해서는 효과적인 인프라 공급이 우선되어야 한다. 국내·외 주요 국가들은 전기차 활성화를 위해 충전 인프라 보급 정책을 추진하고 있다. 그러나 전기차 전환기에 적절한 인프라 공급 규모를 판단하는 것은 쉽지 않다. 선제적인 인프라 투자가 필요하다는 의견이 있으나, 과잉 투자라는 논란도 발생할 수 있다.

전기차 전환 시대에 효과적인 인프라 계획을 수립하기 위한 기초 연구로서 충전 수요에 기반한 인프라 계획 방안을 제시하였다. 실제 충전 데이터를 활용해 충전 수요 분석 방법

을 제시하고, 수요 분석 결과에 기반해 적정 규모를 산정하며, 교통 시뮬레이션을 활용해 산정한 인프라 규모의 적정성을 평가하는 방안을 제시하였다.



[그림 3] 실수요 기반 인프라 계획 절차

## 가. 충전 수요 분석 방법

### (1) 기초자료

효과적인 전기차 인프라 계획을 위해서는 정확한 충전 수요 예측이 중요하다. 충전 수요를 산출하기 위해 전기차 주행거리와 연비 등의 에너지 소비량 자료와 충전 장소 및 충전기 유형별 충전 실적 등 운전자와 차량 중심의 기초 자료가 필요하다. 본 연구는 충전 수요 분석을 위한 기초 자료로서 실제 전기차 운전자의 충전 데이터를 활용하였다. 대상 차종으로는 승용차, 소형 전기 트럭, 전기 버스의 세 가지 차종을 분석하였다.

승용차 충전 수요 분석을 위한 기초 자료는 전기차 운전자 설문 조사, 전기차 차내 단말기(OBD)에서 수집된 충전 데이터, 공용 충전기 충전 실적 자료 등을 활용하였다. 전기 트럭은 설문 조사 자료를, 전기 버스는 전기 버스 운영 업체인 수원여객의 충전 실적 자료를 활용하였다.

### (2) 충전수요 모델링

충전 수요를 시공간적 영역에서 발생 빈도로 모델링하였다. 시간적 범위에서 충전 수요는 어느 시점에 얼마나 많은 충전 수요가 발생하는지를 나타내고, 공간적 범위에서는 어느 장소에서 얼마나 많은 충전 수요가 발생하는지를 나타낸다. 차종별 충전 수요 분석을

위해 시·공간적 충전 패턴을 분석하였다.

#### ○ 전기 승용차 충전

충전 수요의 시간적 분포는 OBD 조사 데이터를 활용해 주요 충전 장소별 시간적 분포, 공간적 분포는 전기차 운전자 설문조사 결과를 활용해 분석하였다. 충전 결정 시점의 SOC 수준과 충전 주기는 충전을 결정하는데 영향을 미치는 요인인 배터리 잔량(SOC)이 미치는 효과를 분석하였다.

#### ○ 전기 트럭 충전

전기 트럭 충전 수요 분석은 충전 장소와 충전기 유형별 충전 빈도를 분석하였으며, 전기 승용차와 유사하게 LCA 분석을 적용해 세 가지 유형으로 분류하였다. 첫 번째 유형은 혼합충전형으로 전체 운전자 중 60.7%를 차지하며 다양한 장소에서 충전하는 유형으로 완속보다 급속충전 비율이 높다. 두 번째 유형은 차고지완속형으로 전체 운전자 중 33.7%를 차지하며 비공용 충전소(차고지, 자택 등)에서 완속 충전 비율이 높은 유형이다. 세 번째 유형은 공용 급속형으로 전체 운전자 중 8.2%를 차지하며 공용 급속충전기 충전 비중이 높은 유형이다.

#### ○ 전기 버스 충전

전기 버스 충전 수요 분석은 수원여객의 충전 실적 자료를 통해 시간적 분포와 충전 시점의 SOC 수준을 분석하였다.

### (3) 전기차 충전 전력량과 전력망 영향

본 연구에서는 중장기 전기차 보급 목표로서 2023년에 제1차 탄소중립 기본계획에서 제시된 2030년까지 전기차 420만 대 보급 목표를 반영하였다. 전체 보급 목표대수인 420만 대를 현재 보급 차종인 승용차, 소형 화물차, 대형 버스에 한정적으로 적용한다는 가정하에 차종별 보급대수를 추정하였다. 그 결과 2030년까지 전기승용차 보급대수는 약 263만 대, 전기화물차는 151만 대, 전기승합차는 5만 7천 대로 추정되었다.

#### ○ 승용차 충전 전력량

2030년까지 전기 승용차 보급대수 2,629 천 대를 기준으로 승용차 평균 주행거리와 연비를 활용해 충전 전력량을 추정하였다. 승용차 평균 주행거리는 2022년도 주행거리 통계에서 평균값인 1일 33km, 전기차 연비는 전기차 평균값인 1kWh당 4.36km를 적용하였다. 평균 주행거리와 연비를 기준으로 전기승용차 2,629천 대의 1일 평균 충전량을 산정하면 19,898 MWh가 산출되며, 이는 제10차 전력수급기본계획에서 2030년 전력 소비량으로 전망된 1일 전력소비량 약 1,569 GWh 중 1.3%에 해당되는 전력량이다.

#### ○ 화물차 충전 전력량

화물차 보급대수는 2030년까지 1,514천 대를 기준으로 일평균 주행거리와 공인 연비를 기준으로 충전 전력량을 예측하였다. 전기화물차 1,514천 대의 1일 평균 충전량을 산정하면 63,002 MWh가 산출되며, 이는 2030년 1일 전력 소비량의 약 4%를 차지한다.

#### ○ 승합차 충전 전력량

승합차 보급대수는 2030년까지 57천 대를 기준으로 일평균 주행거리와 공인 연비를 기준으로 충전 전력량을 예측하였다. 일 평균 충전량을 산정하면 12,011 MWh가 산출되며, 이는 2030년 1일 전력소비량의 약 0.8%를 차지한다.

#### ○ 전력망에 미치는 영향

전기차 보급이 전력망에 미치는 영향은 1일 전력 소비량에 미치는 영향과 최대 전력에 미치는 영향을 분석하였다. 전력 소비량 측면에서 승용차와 화물차 및 승합차를 포함한 전체 전기차 충전 전력량은 약 95MWh로 2030년 전력 소비량 전망 수요인 1,569 GWh의 6%를 차지한다. 따라서 전체 전력 소비량에서 전기차 비중은 10% 미만이다.

최대 전력량을 산정하기 위해 차종별 충전수요의 시간적 분포를 적용하였다. 승용차는 OBD 시간대별 충전수요 분포, 승합차는 수원여객 충전실적, 화물차는 공용 급속충전기 충전실적의 시간대별 분포를 적용하였다. 전기차 충전으로 인한 최대 전력은 오후 12시에 발생하며 6,461MW이다. 이는 2030년 최대 전력인 하계 기준 109.3 GW의 5.9%, 동계 기준 103.3GW의 6.2%에 해당된다. 따라서 최대 전력 기준에서도 2030년까지 전기차 420만 대 보급이 전력망에 미치는 영향은 10% 미만이다.

〈표 2〉 2030년 전기차 보급이 전력망에 미치는 영향

(단위: MWh, MW)

구분	승용차	화물차	승합차	합계	
전력 소비량 (전체 전력소비량 비중)	19,898 (1.3%)	63,002 (4.0%)	12,011 (0.8%)	94,911 (6.0%)	
시간대별 총전수요 (최대 수요 비중)	0시	495	756	1,117	2,368
	1시	291	630	276	1,198
	2시	179	504	132	815
	3시	111	504	60	675
	4시	95	567	36	698
	5시	224	882	24	1,130
	6시	317	1,449	120	1,886
	7시	646	2,016	817	3,479
	8시	1,056	2,646	757	4,459
	9시	932	3,276	841	5,049
	10시	869	3,780	877	5,525
	11시	664	4,284	685	5,633
	12시	808	4,788	865	6,461
	13시	818	4,662	709	6,188
	14시	843	4,725	601	6,169
	15시	890	4,851	492	6,234
	16시	958	4,788	360	6,106
	17시	1,169	4,347	492	6,009
	18시	1,486	3,717	577	5,780
	19시	1,485	3,087	552	5,125
	20시	1,271	2,520	420	4,211
	21시	1,219	1,953	312	3,484
	22시	2,196	1,386	480	4,063
	23시	875	1,008	408	2,292

## 나. 실수요 기반 충전 인프라 규모 산정

### (1) 승용차 충전 인프라 필요 규모 산정

2030년까지 전기승용차 262만 9천 대를 보급할 경우 예상되는 총 충전 전력량은 19,898MWh이다. 비공용 완속 충전기와 공용 완속 충전기는 공급 용량 7kW, 충전기 이용률은 1일 2회, 공용 급속충전기는 현재 공용 충전기 여건을 반영해 공급 용량 100kW, 이용률 1일 3회를 가정하였다. 전체 필요 충전기 규모는 약 140만 기로 주거지 108만 기, 직장 12만 기, 기타 공용 충전소 약 20만 기로 나타났다. 전체 충전기 중 완속 충전기 필요 기수는 138만 기, 급속충전기 필요 기수는 1.6만 기로 산정됐으며, 공용 충전기는 80만 기, 비공용 충전기는 60만 기 정도 필요한 것으로 산출됐다.

전기승용차 1대당 필요한 충전기 수를 산출하면 약 0.53기로 전기차 2대당 충전기 1기가량이 공급되는 수준으로 나타났다. 공용 충전기의 경우 전기승용차 3.1대당 충전기 1기가 공급되는 수준이며, 급속충전기는 전기승용차 167대당 충전기 1기 수준으로 공급해도 최소 수준을 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

〈표 3〉 전기승용차 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량

(단위: %, kWh)

구분		비공용 완속	공용 완속	공용 급속	완속 합계	급속 합계
충전 비율	주거지	19.9	36.3	4.0	56.1	4.0
	직장	1.3	5.8	0.6	7.1	0.6
	기타	-	13.0	19.1	13.0	19.1
충전 전력량	주거지	3,950,852	7,219,284	802,143	11,170,136	802,143
	직장	260,771	1,145,858	127,318	1,406,629	127,318
	기타	0	2,588,829	3,803,341	2,588,829	3,803,341

〈표 4〉 2030년 전기승용차 충전기 필요 규모

(단위: 천 기)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	소계: 공용	소계: 비공용	소계: 완속	소계: 급속	계
합계	782	16	602	798	602	1,384	16	1,400
주거지	516	3	564	518	564	1,080	3	1,083
직장	82	0.4	37	82	37	119	0.4	120
기타 공용	185	13	-	198	0	185	13	198

## (2) 화물차 충전 인프라 필요 규모 산정

2030년까지 전기화물차를 소형 전기트럭으로 151만 4천 대를 보급할 경우 예상되는 총 충전 전력량은 63,002MWh다. 화물차 차종은 1톤급 소형 트럭으로 승용차와 동일한 충전기 사양을 적용하였다. 비공용 완속 충전기와 공용 완속 충전기는 는 공급 용량 7kW, 충전기 이용률은 1일 2회, 공용 급속충전기는 현재 공용 충전기 여건을 반영해 공급 용량 100kW, 이용률 1일 3회를 가정하였다. 전체 필요 충전기 규모는 약 204만 기로 비공용 완속 충전기가 151만 기로 가장 많이 필요하고, 다음은 공용 완속 43만 기, 공용 급속 10만 기 순으로 분석됐다. 비공용 완속 충전기 규모는 충전 전력량을 토대로 산출된 충전기 기수와 차량 1대당 1기를 만족하는 충전기 기수 중 최솟값으로 산출되었다.

전기화물차 1대당 필요한 충전기 수를 산출하면 약 1.35기로 승용차보다 더 많은 충전기가 공급되어야 하는 것으로 나타났다. 공용 충전기의 경우 전기화물차 2.9대 당 충전기 1기가 공급되는 수준이며, 급속충전기는 전기화물차 약 15대당 1기 수준으로 공급해야 하는 것으로 나타났다.

### 〈표 5〉 전기화물차 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량

(단위: %, kWh)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	완속 합계	급속 합계
충전 비율	9.5	48.0	42.5	52.0	48.0
충전 전력량	5,988,145	30,242,260	26,770,530	32,758,675	30,243,260

### 〈표 6〉 2030년 전기화물차 충전기 필요 규모

(단위: 천 기)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	소계: 공용	소계: 비공용	소계: 완속	소계: 급속	계
충전기 기수	428	101	1,514	529	1,514	1,942	101	2,043

## (3) 승합차 충전 인프라 필요 규모 산정

2030년까지 전기승합차 보급은 대부분 노선버스로 운행하는 대형 버스 차량으로 가정하였다. 전기승합차 충전 장소는 차고지로 제한하고, 충전기 사양은 현재 공급되는 200kW급 2개 디스펜서로 구성된 급속충전기를 가정하고 충전기 전력량 배분과 충전기 규모를 산정하였다. 2030년까지 전기승합차를 5만 7천 대 보급할 경우 예상되는 총 충전



전력량은 94,911 MWh다. 수원여객 충전실적 자료를 토대로 1일 1회 이상 충전한 충전기의 일 평균 충전량을 산정한 결과 충전기 한 기당 충전량은 1일 평균 308.8kWh로 산출됐다. 따라서 본 연구에서는 총 충전 전력량을 충전기 1기당 평균 충전량으로 나눠서 전체 필요 충전기 규모를 산정하였다.

전기버스 5만 7천 대 보급에 필요한 최소 충전기 규모는 공용 급속충전기 200kWh급 약 3만 9천 기로 산출되었다. 해당 규모는 충전기별로 2개 디스펜서로 구성되므로 최대 전기버스 약 7만 8천 대를 충전할 수 있는 수준이다. 현재 산정된 충전기 규모는 전기승합차 약 1.5대당 1기가 공급되는 수준이다.

#### (4) 종합 결과 및 시사점

2030년까지 전기차 420만 대를 보급하기 위해 필요한 최소 충전기 기수는 348만 기로, 이중 공용 충전기는 약 137만 기, 비공용 충전기는 약 212만 기가 요구되며, 급속 충전기는 약 16만 기, 완속 충전기는 333만 기가 필요한 것으로 나타났다.

공용 충전기를 중심으로 차종별 필요 규모를 살펴보면 승용차는 3.1대당 1기, 화물차는 2.9대당 1기, 승합차는 1.5대당 1기로 차종별로 필요 수준이 상이하다. 특히 공용 급속충전기의 경우 승용차는 급속 1기당 평균 차량대수 167대 수준이지만, 화물차는 급속 1기당 15대로 더 높은 비율의 급속충전기를 요구하며 승합차의 경우는 현재 충전 전략 하에서는 200kWh급 급속충전기가 기초적인 충전기로 활용되고 있다.

〈표 7〉 2030년 전기차 420만 대 보급을 위한 충전인프라 최소 필요 규모

(단위: 기)

구분	총 계	차종별 산정 결과		
		승용차	화물차	승합차
공용 완속	1,210,151	782,426	427,725	0
공용 급속	155,486	15,776	100,811	38,899
비공용 완속	2,115,660	601,660	1,514,000	0
소계: 공용	1,365,637	798,202	528,536	38,899
소계: 비공용	2,115,660	601,660	1,514,000	0
소계: 완속	3,325,812	1,384,087	1,941,725	0
소계: 급속	155,486	15,776	100,811	38,899
계	3,481,297	1,399,863	2,042,536	38,899

## 다. 시뮬레이션 기반 충전 인프라 적정성 평가

개별 전기차 운전자들이 개인의 활동을 유지하면서, 충전행위를 모델링 할 수 있는 활동기반 모형 중의 하나인 MATSim을 이용하여 충전인프라 규모의 적정성이 평가하였다. 현재 연도의 경우 전기차와 인프라 규모의 적정성 평가는 전기차 시뮬레이션의 결과와 한편의 전기차 인프라 이용패턴, 전력거래소의 충전기당 인프라 이용패턴과 정합성을 검증하였다. 장래의 경우 현재 적용한 방법론의 타당성 하에 장래의 충전 장소별 공급 비중을 달리하면서, 장래의 인프라 규모의 적정성을 평가하였다.

시공간적으로 시뮬레이션 기준 연도와 장래 연도는 2023년도와 2030년도로 설정하고, 공간적으로는 전국을 대상으로 하되, 시뮬레이션에서 계산량의 한계를 감안하여 장래 연도는 공주시에 한정하여 분석하였다.

〈표 8〉 기준 연도 시나리오 설정

충전인프라 규모와 전기차 이용자 규모 가정	전국	공주시
집충전 전락	80% (11kW)	80% (11kW)
직장충전	40% (11kW)	40% (11kW)
공용 급속충전	34,000기 (100kW)	167기 (100kW)
전기차 이용자 규모와 활동의 규모	440,000 전기차 이용자의 10일 동안의 활동과 통행	862 전기차 이용자의 10일 동안의 활동과 통행

차종은 개인 전기승용차에 한정하고, 충전인프라의 적정성 평가는 정부가 계획하고 있는 공용 급속충전 규모에 집중하여 진행한다. 다만, 현재 완속으로 주로 이용하는 집 충전과 직장 충전은 공급 규모를 달리하면서 분석하였다.

- 시나리오 1: 집에서 충전과 직장에서의 충전이 현재와 같은 상황, 공용 급속의 경우 현 상태에서 더 이상 공급이 이루어지지 않는다는 가정
- 시나리오 2: 현재 집충전, 직장충전 비중이 장래에 지속적으로 유지되며, 공용 급속충전이 정부의 계획안처럼 진행
- 시나리오 3: 충전기술의 발달로 집과 직장에서 충전이 훨씬 용이하게 이루어질 수 있다는 가정, 공용 급속충전은 장래에 증가시킬 필요가 없음

- 시나리오 4: 충전기술의 발달로 집과 직장에서 충전이 훨씬 용이하게 이루어질 수 있다는 가정, 예정대로 공급을 증가시키는 경우

장래 공주시를 대상으로 현재 등록된 공주시의 승용차 규모가 40,000대가 모든 전동화된다는 가정하였다. 장래 공용 급속충전기 규모는 현재 공주시에 설치된 159기에 환경부의 지역별 토지이용을 고려한 배분을 적용하여 연구진이 추가 위치를 선정하여 총 686기가 분석에 활용되었다. 기준 연도를 위해 생성한 전기차 이용자의 합성 모집단을 장래 40,000 전기차 이용자에 대한 10일간의 활동과 통행패턴을 고려한 합성 모집단이 분석에 활용되었다.

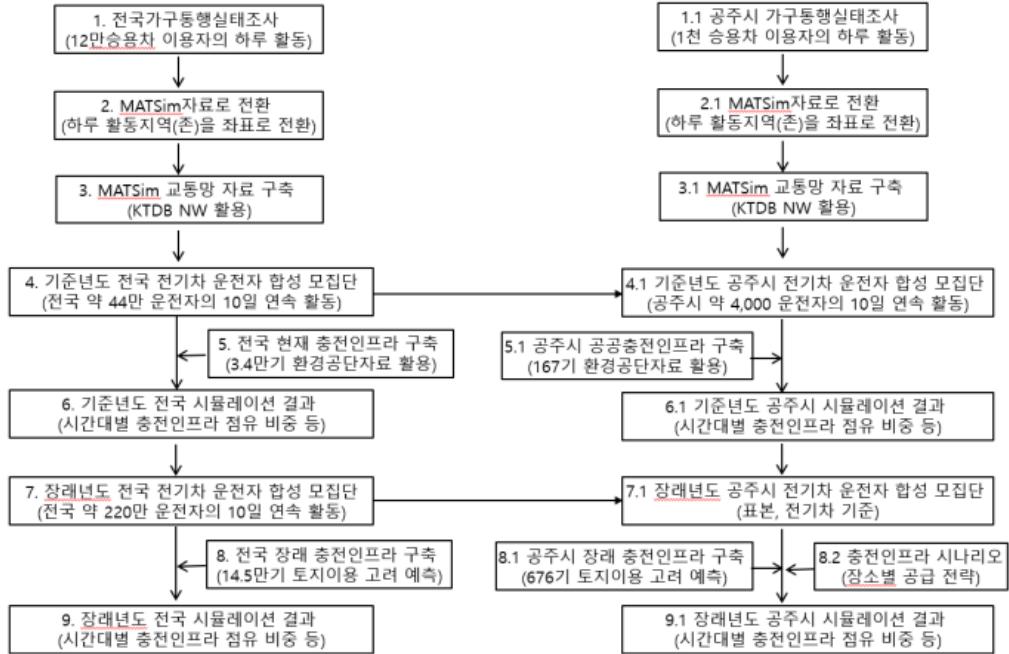
〈표 9〉 장래 년도 시나리오 설정

시나리오	인프라 공급 구분	공급 전략	비고
S1 현재 충전패턴 + 현재 급속충전규모	집충전	80%	현 상태 유지
	직장충전	40%	현 상태 유지
	공용 급속충전	159 기	현재의 공급 수준
S2 현재 충전패턴 + 급속충전규모 증가	집충전	80%	현 상태 유지
	직장충전	40%	현 상태 유지
	공용 급속충전	686 기	전기차 증가에 비례
S3 충전패턴 변화 + 현재 급속충전규모	집충전	100%	집충전 용이
	직장충전	100%	직장충전 용이
	공용 급속충전	159 기	현재의 공급 수준
S4 충전패턴 변화 + 급속충전규모 증가	집충전	100%	집충전 용이
	직장충전	100%	직장충전 용이
	공용 급속충전	686 기	전기차 증가에 비례
공통 전기차 통행 수요		40,000 전기차 이용자의 10일간의 활동과 통행	

#### (1) MATSim 시뮬레이션 구축

시뮬레이션을 위해 개별통행자료는 2016년 가구통행실태조사료 중에서 승용차 이용자만을 추출하여, 2023년 전기차 보급규모와 장래 2030년 220만 대 규모로 합성모집단을 생성하였다. 충전 장소 중에서 공공 충전인프라 개별 지점은 한국환경공단에서 수집한 3.4만 기의 좌표와 장래의 개략적인 토지이용별로 할당된 규모로부터의 개별 지점을 연

구진이 할당하였다. 집충전과 직장충전 좌표는 MATSim에서 자동적으로 할당해주는 기능을 활용하였다.



[그림 4] 장래 전기차 충전인프라 시나리오 분석의 흐름도

(2) 분석결과

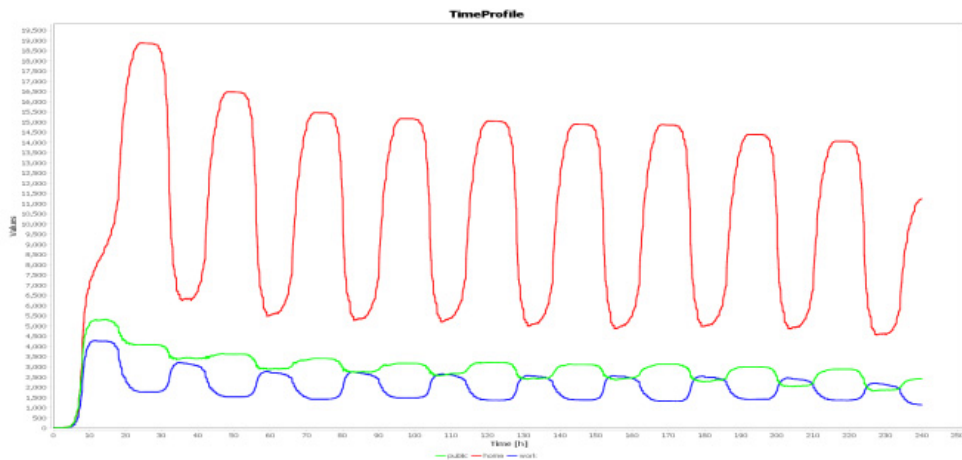
○ 기준 연도 분석 결과

- 두 시나리오 모두 안정적인 결과가 도출되었는지에 대한 것이다. 이 경우 MATSim결과 중의 하나인 Scoring 함숫값이 증가하다가 일정 수준의 값에 도달하는 것으로 나타나 시뮬레이션 결과가 안정적임을 보여줌
- 시뮬레이션 결과의 검증과 관련된 것이다. 검증은 충전 장소별 시간대별 충전기 점유 비중을 앞의 한전의 전기차 이용자의 충전패턴과 비교하여 적정성을 판단하는 것이다. 시뮬레이션 결과가 한전의 자료보다 집충전이 높고, 공용이 낮은 이유로는 시뮬레이션 자료가 내부통행에 집중되고 지역 간 통행이 과소 반영된 영향으로 보인다.
- 셋째, 한전의 전기차 조사자료와 시뮬레이션 결과의 전기차 1대당 충전 주기이다. 1대당 충전 주기는 모두 유사한 것으로 나타났다. 기준 연도의 시뮬레이션 분석결과를

한전 EV조사자료와 비교한 표는 <표 10>과 같다. [그림 5]는 시뮬레이션이 완료된 10일 동안의 충전 장소별 시간대별 점유 빈도를 전국에 대한 결과로 나타낸 것이다.

<표 10> 기준 연도 분석 결과

검증 지표	한전 EV조사	전국	공주시
집충전 점유 비중 (저녁 11시 피크)	7.8%	12.5%	17.9%
직장충전 점유 비중 (저녁 11시 피크)	1.0%	1.0%	1.1%
공용 급속충전 비중 (저녁 11시 피크)	3.0%	2.5%	1.0%
전체 충전 비중 (저녁 11시 피크)	11.6%	16.0%	20.0%
전기차 1대당 충전 주기	3.6일	3.7일	3.9일



[그림 5] 기준 연도 전국 충전인프라 유형별 시간대별 이용분포

#### ○ 장래 시나리오 분석 결과

장래의 경우 공주시에 한정하여 시나리오별로 인프라 공급의 적정성 평가를 4가지의 시나리오를 설정하였다. 기준 연도와 비교하여 전기차가 증가하여도 집과 직장의 충전 가능 비율이 일정 이상이면, 공공 충전인프라의 이용은 장래 공급 규모가 달라져도 높지 않은 것으로 나타났다. 시나리오 1과 2에 비해 3과 4는 공용 급속충전 빈도가 현저히 낮아졌다. 반면, 시나리오별 충전 주기와 전력 사용량에서의 변화를 보면 차이를 발견할 수 있다. 집충전과 직장에서의 충전 가능 비중을 높이면, 공용 충전의 이용은 현저히 낮아지지만, 충전 빈도가 증가하고 전력 사용도 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 시나리오 1과 3의 경우도 비슷한 경향을 보이는 것으로 분석되었다.

〈표 11〉 장래 년도 시나리오 분석 결과

시나리오	인프라 공급 구분	공급 전략	10일 총 충전 횟수	10일 총 전력 사용량
S1 (40000대)	집충전	80%	85,391	1,153,955 kWh
	직장충전	40%	21,119	265,192 kWh
	공용 급속충전	159 기	594	12,711 kWh
	총계		107,104	1,431,858 kWh
S2 (40000대)	집충전	80%	85,352	1,143,709 kWh
	직장충전	40%	21,184	269,456 kWh
	공용 급속충전	686 기	3,455	56.898 kWh
	총계		109,991	1,470,063 kWh
S3 (40000대)	집충전	100%	102,727	1,183.295 kWh
	직장충전	100%	46,060	531,294 kWh
	공용 급속충전	159 기	228	3,397 kWh
	총계		149,015	1,717.986 kWh
S4 (40000대)	집충전	100%	101,872	1,165,367 kWh
	직장충전	100%	45,821	537,408 kWh
	공용 급속충전	686 기	1182	16,680 kWh
	총계		148,875	1,719,455 kWh

〈표 12〉 장래 시나리오간 주요 지표 비교

비교 지표	S1	S2	S3	S4
전기승용차 1대당 충전주기	3.7일	3.6일	2.7일	2.7일
전기승용차 1대당 1일 전력사용량	3.58kWh	3.68kWh	4.29kWh	4.30kWh
공용 급속충전기 1기당 1일 이용횟수	1.21	1.30	0.91	0.99
하루 평균 총 충전 실패건수	260.7	251.1	211.1	187.7

## 5. 전략 2; 충전인프라 구축 및 운영체계 개선

전기차 대중화로 충전 기술 발전과 충전인프라 산업계 전반적인 변화가 진행 중이다. 이를 고려하여 장기적으로 충전인프라 변화를 전망하고, 충전인프라 확대 기반을 위한 법제도, 충전체계 개편, 민간 주도의 충전인프라 개선 방안을 도출하였다.

## 가. 충전인프라 변화 전망

전기차 시장의 급속한 성장과 함께, 충전인프라 생태계도 큰 변화를 겪고 있다. 탄소중립 정책의 강화와 기후변화에 대한 인식 확산, 유럽연합의 내연기관 차량 판매 금지 정책 등은 전기차 시장으로의 전환을 가속화하고 있다. 이러한 환경 변화는 충전기술의 발전을 촉진하고 있다. 주차장의 완속 및 급속 충전기에서 최근 무선 충전 및 로봇암을 활용한 자동 충전 시스템까지 다양화되고 있다. 그리고, 충전사업 모델이 다양화되고 있다. V2G 기술의 상용화는 전기차 배터리를 전력망의 안정성 향상 및 재생에너지 활용의 수단으로 전환하고 있다. 충전카드의 통합과 충전요금제의 혁신은 충전 인프라의 효율적 활용을 촉진한다. 또한, 충전 인프라의 유지 관리가 실시간 데이터 분석을 통해 개선되고 있으며, 공공에서 민간으로의 전환은 사업의 빠른 추진을 가능하게 하고 있다.

## 나. 충전인프라 확대를 위한 법·제도 개선

전기차 및 충전인프라와 관련된 법제도는 친환경차의 보급을 촉진하기 위해 다양한 법령을 통해 지원하고 있다. 전기차의 증가와 기술 발전에 발맞추어 충전인프라 법적 규제 개선이 필요하다. 현재의 법률용어와 규정은 일관성이 부족하며, 충전기와 전기차 간 호환성 문제로 인한 충전 실패를 줄이기 위한 가이드라인 개발이 요구된다. 충전인프라의 개념을 확장하여 충전기, 전력 공급 설비, 인터페이스, 정보시스템을 포함하는 광의의 정의가 필요하다. 친환경차 시행령과 다른 지침 사이에 충전기 유형에 대한 용어 불일치가 있으며, 충전시설 설치는 법적으로 명시되어 있지만, 충전기술의 발전과 충전환경의 변화를 충분히 반영하지 못하고 있다. 전기차 보급률이 높은 지역과 낮은 지역에서 충전인프라 접근성에 대한 차별화된 정책이 필요하다. 전기차 화재 예방과 신속한 대응을 위한 법제도 개선이 시급하며, 충전 인프라의 안전성 및 호환성 향상을 위한 협의체 구성과 가이드라인 도입이 필요하다.

〈표 13〉 전기차 및 충전인프라 관련 법령개선(안)

	관련 현행 법	정비방안
친환경차법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. (생략)	〈추가〉 11. “충전인프라”란 환경친화적 자동차의 동력원을 공급·제어하기 위한 전력공급 설비, 충전시설, 인터페이스, 정보

	관련 현행 법	정비방안
		시스템 등으로 충전시설과 관련 기반 시설을 말한다.
친환경차 시행령	제18조의6(전용 주차구역의 설치기준). 〈생략〉 ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 <b>전용 주차구역을 설치하지 않을 수 있다.</b> 1. 「도시 및 주거환경정비법」 제50조에 따른 사업시행계획 인가를 받은 경우로서 인가 받은 사업시행계획에 따라 해당 시설의 철거가 예정되어 있는 경우 2. 그 밖에 시·도의 조례로 정하는 기준에 해당하는 경우로서 관할 시장·군수·구청장이 전용 주차구역을 설치하는 것이 불가능하거나 현저히 곤란하다고 인정하는 경우 〈생략〉	〈수정〉 ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 <b>전용 주차구역을 설치를 조정할 수 있다.</b> 〈추가〉 3. 충전 신기술 도입으로 제1항의 충전 설치기준을 만족하는 경우, 전용 주차구역 비율을 조정할 수 있다.
	제18조의7(충전시설의 종류 및 수량 등) 〈생략〉 ② 법 제11조의2 제2항에 따라 설치해야 하는 환경친화적 자동차 충전시설의 수는 해당 시설의 총주차대수의 100분의 5 이상의 범위에서 시·도의 조례로 정한다. 다만, 기축시설의 경우에는 해당 시설의 총주차대수의 100분의 2 이상의 범위에서 시·도의 조례로 정한다. 〈생략〉	〈좌동〉 ② 제2항에도 불구하고 충전 신기술 도입으로 제2항의 충전 설치기준을 만족하는 경우, 충전시설 비율을 조정할 수 있다
도로법	제2조(정의) 2항 도로의 부속물 〈생략〉	제2조(정의) 〈신설〉 9. “충전인프라”란 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제11호의 규정에 따른 시설을 말한다
	제30조(도로구역 내 시설의 설치) 〈생략〉	〈신설〉 5. 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제11호의 규정에 따른 시설
건축법 시행령	건축법 시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류 (제3조의5 관련) 〈생략〉 20. 자동차 관련 시설(건설기계 관련 시설을 포함한다) 〈생략〉	〈수정〉
	자. 전기자동차 충전소로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 것	자. 전기자동차 <b>충전인프라</b> 로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 것



## 다. 충전요금체계 개선방안

수송부문 탄소중립을 위해 대표적인 친환경차인 전기차 보급은 중요하다. 전기차 경쟁력을 높이기 위해서는 전기차 이용자에게 경제적 혜택이 중요한 요소이다. 전기차 구입 단계에서는 구매 보조금, 운영단계에서는 충전요금이 전기차 선택의 주요 요인이다. 따라서 국외 전기차 충전요금체계를 분석하고, 내연차 대비 전기 승용차와 전기버스의 연료비 경쟁력을 분석했다. 이를 통해 전기차 보급 확대를 위한 충전요금체계 개선방안을 도출했다. 연료비 경쟁력을 위한 충전요금체계 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 계시별 요금제 기반의 급속 충전요금 재조정이 필요하다. 완속 충전요금과 달리 급속 충전요금은 대부분 충전요금이 고정되어 있다. 완속 충전요금이 전력 수요에 따라 효율적으로 충전할 수 있는 환경이 구축되어 있다. 시간에 상관없이 적용되는 환경부의 급속 충전요금을 전력수요와 공급을 고려하여 요금 책정이 필요하다. 이를 통해 급속 충전을 필요로 하는 전기차 이용자가 보다 합리적인 선택으로 충전요금을 줄일 수 있다. 둘째, 다양한 충전요금 도입이 필요하다. 전기차 사용자의 충전행태에 따라 적합한 요금제를 선택함으로써, 경제적 부담을 줄일 필요가 있다. 기존의 사용량에 따라 부과하는 체계에서 사용량에 상관없는 정기 구독제, 특정 시간대 할인 요금제 등 이용자의 전기차 이용자의 충전행태를 반영한 충전요금제 도입이 필요하다. 셋째, 자가 충전을 위한 충전요금 지원이 필요하다. 현재 충전요금체계에서 민간 충전사업자의 충전시설을 이용 시, 전기 승용차와 전기버스 모두 내연기관보다 연료비 경쟁력 있다. 하지만, 전기차 보급 확대에 맞춰 이용자가 원하는 시간과 장소에 충전인프라를 공급하는 데 제약이 있다. 따라서 전기 승용차 보유자가 거주지 또는 직장 내에 개인용 충전기를 설치하거나, 전기버스 차고지의 충전인프라를 구축하여 충전기 이용을 분산하고, 전기차 이용자의 편의성을 높이기 위한 자가 충전을 위한 지원책이 필요하다. 마지막으로 재생에너지를 적극 활용해야 한다. 국외 일부 충전 사업자는 재생에너지를 활용하여 생산한 전력을 판매하고 있다. 이를 통해 전기차 보급 증가로 전력망에 미치는 영향을 최소화하고, 피크 시 충전수요를 분산할 수 있다. 전기차 충전요금체계를 탄소 배출 감축 목표와 연계하여 재생에너지 사용을 촉진하는 충전요금 체계 도입이 필요하다.

## 라. 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선

전기차 및 충전인프라와 관련된 민원과 요구사항이 지속적으로 제기되고 있다. 이에 따라 충전인프라 운영관리의 개선을 위해 방안을 제안하였다. 충전 환경을 고려한 인프라의 지속적 확대, 충전기의 품질인증 및 성능 평가 체계의 도입, 미래 충전 기술에 대한 지원 강화, 그리고 운영관리 체계의 향상. 특히 충전인프라 보조금 제도의 개편이 필요하다. 우수한 사업자에게 차등 보조금을 제공하여 충전인프라의 질을 높이는 것이 중요하다. 이를 통해 전기차 사용자의 만족도를 높이고, 사업자의 인프라 관리를 보다 안정적으로 지원할 것이다.

**<표 14> 민간 주도 충전인프라 운영 개선을 위한 요구사항 및 개선사항**

요구사항	개선사항
[이용자] • 충전인프라 보급 확대 요구(공동주택, 고속도로) • 충전인프라 의무 비율 상향	충전환경을 고려한 충전인프라 보급 확대
[이용자] • 공공충전인프라 민원 중 고장 비율이 계속 증가 [충전인프라 관리기관] • 충전서비스 관리기관: 충전기 품질시험과 인증체계 도입	충전기 품질인증 및 성능평가
[충전인프라 관리기관] • 충전인프라 기술개발을 위한 지원 • 신규 충전인프라 테스트 지원 • 차량과 충전기간 호환성 검증을 위한 가이드라인 도입 필요	충전기 기술 개발을 위한 지원
[이용자] • 충전인프라 이용 불편 (실제 충전기 고장, 일반 차량 충전기 자리 주차) • 충전요금 결제 편의성 개선 요구(충전카드 일원화) [충전인프라 관리기관] • 충전기사업자 충전기 사후관리 의무화	충전인프라 운영관리체계 향상
[충전인프라 관리기관] • 보조금 지원 방향 재검토(평가에 따른 보조금 인센티브 지급) • 사후관리 강화	충전인프라 보조금 지원방향 전환

## 6. 결론 및 정책 제언

본 연구는 수송부문 탄소중립 목표 달성을 위해 전기차 인프라 국가 전략 수립에 필요한 수요 모델 방안을 연구하고, 중장기 충전인프라 정책 방안을 탐색하기 위해 수행되었다. 주요 연구 결과로, 2030년까지 전기차 420만 대 보급을 위해 필요한 인프라 규모를 산정하고 인프라 적정성을 평가하기 위한 분석 방법을 제시하였다. 또한, 전기차가 확산됨에 따라 증가하는 충전 수요를 충족시키기 위해 법·제도 개선 방안, 충전요금 체계 개선 방안, 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선 방안을 도출하였다.

본 연구를 통한 정책제언은 다음과 같다.

### ○ 실수요를 반영한 충전인프라 계획 고도화

본 연구는 실제 충전 수요 분석을 통해 전기차 보급대수에 따른 필요 충전기 규모를 산정하고, 교통 시뮬레이션 툴 기반 전기차 시뮬레이션을 통해 인프라 규모의 적정성을 평가하는 방안을 제시하였다. 이 분석 방법은 향후 전기차 보급 규모나 차종 변화에 따른 국가 단위의 충전인프라 계획 수정·변경에 효과적으로 활용될 수 있다.

### ○ 차종별 보급 목표를 반영한 충전인프라 계획 수립

현재 운행하는 차량의 충전 수요를 만족하는 동시에 장래 도입될 차량의 충전 수요도 만족할 수 있는 수준으로 충전인프라를 계획해야 한다. 장래 전기차 보급 대수를 반영하여 최소 필요한 충전인프라 규모를 충전 장소 및 충전기 유형별로 산정하는 방안을 제시하였다.

### ○ 공동주택 및 시설물 충전 수요 대응방안 도입

2030년까지 전기차 보급 목표대수인 420만 대 보급 시 전력망에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 전기차 충전 수요가 전력망에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 판단된다. 그러나 장소별로 전력 수요가 크게 증가할 가능성이 있어, 충전 수요 분산 방안이나 유연한 전력 수용 대응 기술이 검토되어야 한다. 또한, 주요 시설물에 적용되고 있는 충전기 의무 설치 비율도 전기차 도입 규모가 확대됨에 따라 재산정이 필요하다.

### ○ 전기차 충전인프라 법제도 개선 및 표준화

전기차 보급이 확대됨에 따라 충전인프라의 중요성이 커지고 있으며, 이에 따른 법제도 개선과 표준화가 필요하다. 충전기에 한정된 용어를 기반 시설 전반으로 확장하는 통일된 용어 도입이 요구된다. 규제의 유연성을 확대하고, 충전 기술 발전과 환경을 고려한 가이드라인과 전기차 화재 증가에 대응하기 위해 안전성을 향상시킬 수 있는 세부 규정과 제도를 마련해야 한다. 그리고 전기차 충전 기술의 안전성과 호환성 표준개발을 추진하여 사용자의 편의성을 증진시키고 충전 실패 위험을 최소화해야 한다.

### ○ 전기차 경쟁력 강화를 위한 충전요금체계 개선

전기차 경쟁력을 높이기 위해서는 합리적인 충전요금 체계개선이 필요하다. 급속 충전 요금을 전력수요와 공급을 고려하여 책정하고, 다양한 충전요금을 도입해 이용자의 선택 폭을 넓혀야 한다. 자가 충전 지원을 통해 충전기 이용을 분산시키고, 재생에너지 기반의 충전요금 체계를 도입해야 한다.

### ○ 민간 주도 충전인프라 운영을 위한 기반 조성

전기차 증가에 따라 충전인프라 관련 사업자도 증가할 것이다. 이에 따라 정부는 충전기의 품질과 성능을 보장하기 위해 품질인증 및 성능평가 체계를 구축해야 하며, 이는 저품질 충전기의 시장 유입을 방지하고 사후 서비스 문제를 예방하는 데 기여할 것이다. 충전인프라의 고장 대응과 운영 관리를 강화하기 위해 고장 코드를 표준화하고 서버로 전송하도록 의무화가 필요하다. 충전 기술의 개발과 상용화를 위한 정부 지원도 필수적이다. 마지막으로, 충전인프라의 양적 성장을 넘어 질적 성장을 위한 전략적 보조금 지원과 우수 사업자에 대한 인센티브 제공이 필요하다.

수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

K O R E A  
T R A N S P O R T  
I N S T I T U T E

# [제1장]

## 서론

- 제1절 연구 필요성 및 목적
- 제2절 연구의 범위 및 방법
- 제3절 선행연구 고찰 및 본 연구의 차별성



# 제1장 | 서론

## 제1절 연구 필요성 및 목적

### 1. 연구의 배경 및 필요성

우리나라 전기차 등록대수는 2023년 12월 기준 54만대 이상으로 전체 등록대수의 2% 이상을 차지하고 있으며, 출시 차종도 승용차에서 승합차와 화물차 등 중·대형 차종까지 확대되고 있다<sup>1)</sup>. 전기차는 수송부문 탄소중립 이행을 위한 가장 중요한 실행방안 중 하나이나, 아직 도로교통부에서 전기차 인프라는 초기 구축 단계로 대중화 시대의 인프라 전략은 부재하다.

우리나라 충전인프라 공급 수준은 해외 대비 양호한 수준이나 점차 전기차 시장 규모가 확대됨에 따라 충전 혼잡과 충전인프라 부족 문제 등이 제기되는 상황이다. 해외 주요 국가에서는 전기차 확대를 고려해 전기차 보급대수에 따른 충전인프라 공급규모를 산정하고, 이에 근거하여 인프라 계획을 수립하고 지원정책을 추진하고 있다. 미국은 2021년부터 인프라 투자 및 일자리 법안(Infrastructure Investment and Jobs Act, IIJA)에 근거해 교통부 주관으로 전기차 충전인프라 구축 사업을 지원 중이다. 캘리포니아주는 2030년까지 8백만 대 무공해차 전환을 위해서 최소 120만 기 공용 충전기가 필요하다는 전망하에 충전인프라 보급 정책을 추진 중이다(California Energy Commission, 2023). 유럽 자동차제조협회(European Automobile Manufacturers' Association, 이하 ACEA)는 2022년 전기차 충전인프라 마스터플랜에서 2030년까지 전기승용차 누적 4,280만 대 전망을 토대로 공용 충전소 290만~680만 개소가 필요하다고 제시한 바 있

1) 국토교통부(2023), 자동차 등록현황보고, <https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRslid=58>, 2023년 12월 자동차 등록자료 통계

다(ACEA, 2023).

우리나라도 2030년까지 온실가스 감축목표 이행을 위해 전기차 420만 대 목표를 설정하였다(관계부처합동, 2023a). 그러나 아직 이를 뒷받침할 수 있는 충전인프라 계획은 초기 수행 단계로 적정 규모에 대한 평가 방법론 연구는 미비하다. 현재 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」에 근거하여 기초적인 충전시설 구축 의무는 법제화되어 있으나 장기적으로 충전인프라 구축과 운영에 대한 법·제도적 근거는 미비한 상황이다. 특히 해외 국가와 비교할 때 전기차 인프라 계획 수립을 위한 수요분석과 모델링, 운영방안 등 기초연구도 아직 미흡한 상황이다.

향후 전기차 충전인프라 구축 방향은 수요자 입장에서는 편리하고 안정적인 충전환경을 공급하는 동시에 에너지 정책 측면에서는 탄소중립을 지향하는 방향으로 구축되어야 한다. 따라서 효율적인 충전인프라 계획을 수립하기 위해서는 충전수요 모델링이 중요하며, 이용자 편의성과 전력망 효율을 제약조건으로 최적 충전인프라 배치 전략을 수립해야 할 것이다. 결국 전기차 인프라 계획은 교통과 전력 수요의 동조화 기반으로 수립되어야 하며, 전기차 운전자의 공간간 충전수요는 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 연구의 목적

본 연구는 수송부문 탄소중립 목표하에 전기차 인프라 국가 전략 수립에 필요한 수요 모델링 방안을 연구하고, 중장기 충전인프라 정책 방안을 탐색하는 것을 목적으로 하고 있다. 여기서 인프라 계획의 수요자료 확보를 위해 국내 전기차 운전자의 동적 특성을 분석하고, 충전인프라 유형별 규모 산정방법론을 개발하고자 한다.

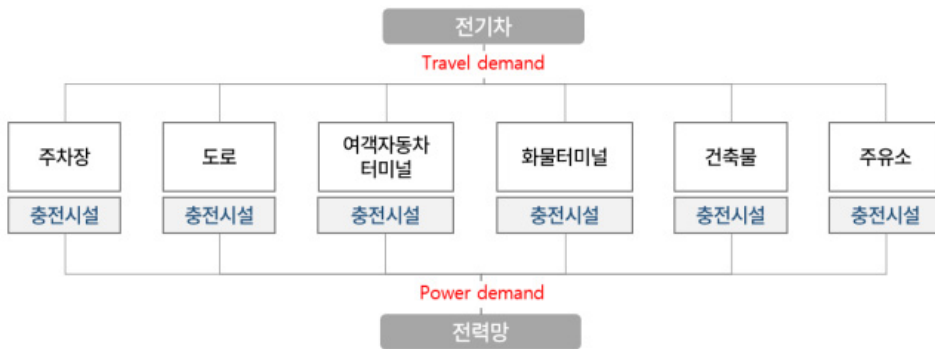
정책 개선방안은 단기적으로는 충전인프라 운영전략 개선안을 도출하고, 장기적으로는 도시 및 교통계획 분야 정책 개선사항을 발굴한다. 특히 본 연구는 에너지 분야 전문 연구기관인 한국전력공사 전력연구원과 협동연구로 진행하여 교통 수요와 전력 수요 동조화를 고려한 전기차 인프라 전략을 탐색하고자 한다.



## 제2절 연구의 범위 및 방법

### 1. 연구 범위

본 연구에서 전기차 인프라란 전기차 운행에 필요한 충전시설이 설치된 모든 교통시설과 시설물 등을 포함한다. 따라서 충전인프라 구성요소는 전기차 충전이 이뤄지는 장소, 각 장소에 설치된 충전시설, 충전시설과 연계된 전력망이나 분산 에너지원 등으로 구성된다.



[그림 1-1] 충전인프라 범위와 구성요소

<표 1-1> 연구의 범위

구분	범위
대상 차종	현재 보급되고 있는 전기차 전 차종을 대상으로 분석 시뮬레이션 분석은 승용차 중심 수행
공간적 범위	전국 시뮬레이션 분석은 전국 국가교통DB도로망 대상 전기차 대중화시대 시뮬레이션은 공주시로 한정하여 수행
시간적 범위	중장기 목표연도로 2030년 분석 시뮬레이션 분석은 100% 전기차 전환 시점 고려

본 연구의 전기차 범위는 분석 대상기간 동안 정책 목표로 반영되어 있는 모든 전기차 차종을 대상으로 한다. 그러나 충전인프라 규모 산정은 전기차 통행 및 충전패턴 분석에 필요한 기초 자료를 확보할 수 있는 승용차, 소형 화물차, 승합차로 제한적으로 진행하였다.

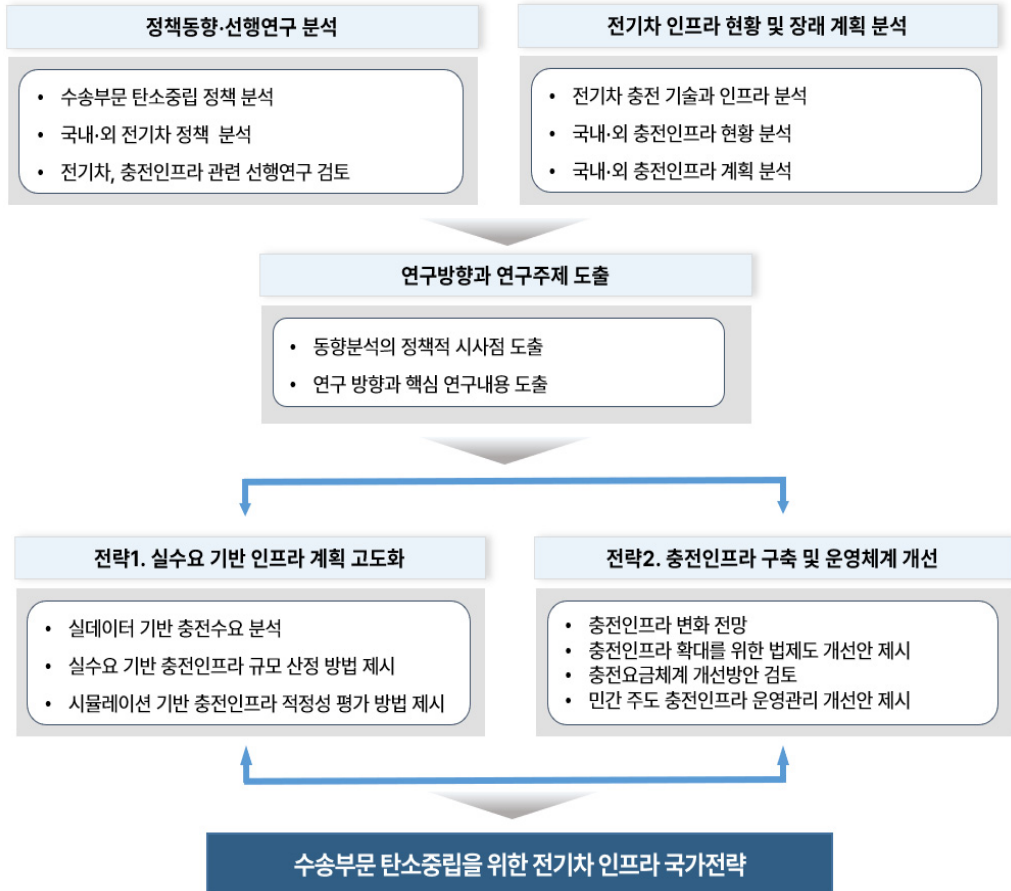
본 연구의 시공간적 범위는 다음과 같다. 충전인프라 규모 산정을 위한 목표연도는 전기차 보급 목표가 구체적으로 제시되어 있는 2030년도를 기준으로 하며 탄소중립 실현으로 대부분 차종이 전기차로 전환되는 시점까지 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 충전인프라 계획과 구축·운영의 공간적 범위는 전국을 대상으로 하며, 시뮬레이션 분석도 전국 네트워크를 대상으로 수행하였다.

## 2. 연구 방법 및 절차

본 연구 방법은 다음과 같이 구분하여 진행되었다. 먼저 동향분석과 정책분석 및 선행 연구 검토를 통해 탄소중립 관점에서 전기차 인프라 부문 과제와 향후 연구방향을 수립하였다. 그 결과 핵심 연구 내용으로 실수요 기반 인프라 계획 고도화 연구와 충전인프라 구축 및 운영체계 개선사항을 진행했다.

실수요 기반 인프라 계획 고도화 연구는 전기차 실제 충전 데이터를 분석하여 충전수요를 예측하고, 결정론적 모형에 기반하여 인프라 적정 규모를 산정하였다. 인프라 규모 적정성에 대한 검토 방법으로는 전기차 통행과 충전을 모사할 수 있는 교통 시뮬레이션 방법을 적용했다.

충전인프라 구축 및 운영체계 개선방안 도출을 위해서는 연구진 브레인스토밍과 전문가 자문 등을 통해 주요 개선항목을 세 가지로 도출했다. 먼저 충전 인프라 확대를 위한 법·제도 개선방안을 도출하기 위해 현행 법·제도 관련 개선사항을 도출했으며 각 항목별 개선안을 검토했다. 다음 충전 요금체계 개선방안을 도출하기 위해서는 국내·외 충전요금 체계를 비교 분석하고, 현재 전기차 차종 중 승용차와 버스 연료비 경쟁력을 분석하였다. 마지막으로 민간 주도 충전인프라 운영·관리 개선방안은 산업계 주요 이해관계자를 대상으로 요구사항을 분석하여 정리했다.



[그림 1-2] 연구 흐름도

### 제3절 선행연구 고찰 및 본 연구의 차별성

선행연구는 주로 초기 전기차 활성화를 위한 기초적인 공용 충전인프라 공급정책이나 민간 사업 지원 및 활성화를 목적으로 추진되었다. 본 연구는 장기적으로 모든 도로교통 수단 전력화에 대비한 인프라 규모와 배치전략을 연구하고, 국가 단위 구축전략의 기초 자료와 분석도구를 개발하는 연구로 기존 연구와 차별화된다.

〈표 1-2〉 본 연구와 선행연구와의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성			
	연구 목적	연구방법	주요 연구내용	
주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 한국판뉴딜지원사업(3)</li> <li>- 수소·전기차 충전인프라 확충을 위한 민간투자 활성화 전략</li> <li>- 연구자: 안근원 외(2022)</li> <li>- 연구목적: 수소·전기차 충전인프라 민간투자사업 활성화 방안 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수소·전기차 충전인프라 현황 및 추진과제 분석</li> <li>- 수소·전기차 충전인프라 확대를 위한 요구사항 설문조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수소·전기차 충전인프라 현황 분석</li> <li>- 수소·전기차 충전인프라 전망 및 이용행태 분석</li> <li>- 수소·전기차 충전인프라 기본방향 및 추진과제분석</li> <li>- 수소·전기차 충전인프라 민간투자사업 활성화 방안</li> </ul>
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 전기자동차 공공 급속충전인프라 중장기 계획 수립</li> <li>- 연구자: 박지영 외(2015)</li> <li>- 연구목적: 전국 공공 급속충전인프라 중장기 구축 및 운영방안 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 현황 분석</li> <li>- 충전인프라 이용실적 분석</li> <li>- 전문가자문 및 이해관계자 의견수렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 급속충전인프라 현황 분석</li> <li>- 전국 급속충전인프라 설치 기준 및 적정 규모 산정</li> <li>- 공공 급속충전인프라 중장기 구축계획 수립</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 공동주택 등 도시형 주택의 충전인프라 구축방안 연구</li> <li>- 연구자: 박지영 외(2014)</li> <li>- 연구목적: 전기차 민간보급을 위한 공동주택 등 도시형 주택 충전인프라 구축방안 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 현황 분석 및 문헌 연구</li> <li>- 충전인프라 구축 실태조사</li> <li>- 전문가 자문</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 전기차 민간수요 잠재력 분석</li> <li>- 국내 충전인프라 구축 환경 분석</li> <li>- 해외 공동주택 충전인프라 구축사례 분석</li> <li>- 공동주택 등 도시형주택 충전인프라 구축방안</li> <li>- 전기자동차 민간 수요를 위한 충전인프라 모델 제시</li> </ul>

구 분	선행연구와의 차별성			
	연구 목적	연구방법	주요 연구내용	
주요 선행 연구	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 친환경차 활성화 추이에 따른 이용자 중심 충전 인프라 구축 방안</li> <li>- 연구자: 이재현 외(2020)</li> <li>- 연구목적: 전기·수소차 보급 활성화를 위해 친환경차 공간분포 및 이용행태를 고려한 충전인프라 정책방안 제언</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 친환경차 현황과 전망</li> <li>- 이용자 조사 및 분석</li> <li>- 지역별 보급 수준 전망</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 친환경차 보급 현황과 정책 분석</li> <li>- 친환경차 보급 시나리오 전망</li> <li>- 전기·수소차 이용자 이용행태 설문조사 및 분석</li> <li>- 2030년까지 친환경차와 연료인프라 공간 분포 분석</li> </ul>
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응 전략 연구</li> <li>- 연구자: 정연제 외(2022)</li> <li>- 연구목적: 전기차 활성화 시 예상되는 전력 계통 영향 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 현황 분석</li> <li>- 전기차 데이터 분석</li> <li>- 시뮬레이션 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기차 보급 및 충전인프라 현황 분석</li> <li>- 지역별 총소유비용 분석</li> <li>- 시간대별 순부하 분석</li> <li>- 충전 의사결정 모형 기반 시뮬레이션 분석</li> <li>- 전기차 보급에 따른 전력시장 영향 시나리오 분석</li> </ul>
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 2021 지속가능교통조사사업</li> <li>- 연구자: 박상준 외(2021)</li> <li>- 연구목적: 탄소중립 실현을 위한 교통부문 이행 현황 점검 및 지속가능교통 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 현황 분석</li> <li>- 문헌조사</li> <li>- 데이터 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소중립과 그린뉴딜 추진 관련 동향 및 현황 조사</li> <li>- 친환경차 차종별 보급을 위한 환경적·경제적 영향평가</li> <li>- 지자체 기반 미세먼지 배출량 조사 및 DB 구축</li> </ul>
	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 2023 2050 지속가능 교통정책 지원 사업</li> <li>- 연구자: 박상우 외(2023)</li> <li>- 연구목적: 탄소중립 친환경차 전환 목표를 이행하기 위한 정책 환경 조사 및 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 현황 분석</li> <li>- 문헌 조사</li> <li>- 현장 조사</li> <li>- 친환경차 이용자 대상 설문조사 및 포커스그룹 인터뷰</li> <li>- 친환경차 보급 메커니즘 분석</li> <li>- 전문가 자문</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기차 충전기 별 충전 행태 분석</li> <li>- 전기차 충전수요 분석</li> <li>- 수소차 통행 행태 분석</li> <li>- 수소차 충전수요 분석</li> </ul>
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시공간적 전기차 충전수요 분석을 기반으로 교통 전력화에 대비한 국가 단위 충전인프라 구축 전략 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 연구동향 문헌연구</li> <li>- 데이터분석</li> <li>- 시뮬레이션 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기차 운전자 동적 특성 분석</li> <li>- 충전인프라 유형별 규모 산정 분석방법론 개발</li> <li>- 도시교통 정책 제언</li> </ul>	



수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

# [제2장]

## 정책 동향 및 선행연구 검토

- 제1절 수송부문 탄소중립 정책
- 제2절 국내·외 전기차 정책 동향
- 제3절 전기차 인프라 관련 선행연구
- 제4절 정책적 시사점과 연구 방향 도출





## 제2장 | 정책 동향 및 선행연구 검토

### 제1절 수송부문 탄소중립 정책

#### 1. 수립 배경

국제 사회는 기후변화 위기를 인지하고 이를 해결하기 위해 선진국에 감축 의무를 부여하는 ‘교토의정서’를 1997년 채택한 데 이어, 선진국과 개도국이 모두 참여하는 ‘파리협정’을 2015년 채택하였다. 이어 2016년 11월 4일 포괄적으로 적용되는 국제법으로의 효력이 발효됐다(대한민국 정책브리핑, 2023). 파리협정은 지구 평균 기온 상승을 2℃보다 낮은 수준으로 유지하고, 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력을 추구한다. 국가별 기여 방안은 스스로 정하는 방식을 채택하고 있으며, 2023년부터 5년 단위로 파리협정 이행 및 장기 목표 달성 가능성을 평가하기 위해 전 지구적 이행점검을 실시하기로 합의했다(기후정보포털, 2023). 기후변화에 관한 정부 간 협의체 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 2100년까지 지구 평균온도 상승을 1.5℃ 이내로 제한하기 위해서는 전 지구적으로 탄소배출량을 감축하고, 2050년경에는 탄소중립(Net Zero)를 달성해야 한다는 경로를 제시했다(대한민국 정책브리핑, 2023).

우리나라는 2020년 10월 2050 탄소중립 계획을 처음 천명한 후 같은 해에 2050 탄소중립 추진전략을 확정·발표하였다. 이후 2050 탄소중립위원회는 2021년 10월 18일 「2050 탄소중립 시나리오안」과 「2030 국가 온실가스 감축목표 상향안」을 심의·의결하였다. 2050 탄소중립 시나리오는 모든 국가가 2050년 탄소중립을 추진한다는 전제하에 국외 감축분 없이 국내 온실가스 배출량은 모두 국내에서 흡수 및 제거하도록 설정됐다. 이후 정부는 탄소중립 정책을 추진하기 위한 법적 기반으로 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하 탄소중립기본법)을 마련하고 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」(이하 탄소중립 기본계획)을 수립하는 등 구체적인 실행방

안을 도출한 바 있다.

### 가. 「탄소중립기본법」에 반영된 국가 비전과 중장기 목표

그동안 우리나라 기후위기 대응과 온실가스 배출량 감축 정책은 「저탄소 녹색성장 기본법(이하 녹색성장법)」을 통해 추진되어 왔으나 「탄소중립기본법」이 제정됨에 따라 「녹색성장법」은 폐기되었다. 「탄소중립기본법」에서는 「녹색성장법」에서는 분명히 제시되지 않았던 탄소중립에 대한 목표와 이행시기를 분명하게 제시하였다. 제7조 제1항에서는 “정부가 2050년까지 탄소중립을 목표로 하여 탄소중립 사회로 이행”한다는 국가비전을 제시하고 있다.

「탄소중립기본법」및 동법 시행령에 명시된 중장기 목표로는 2030 온실가스 감축목표인 2018년 온실가스 배출량 대비 40% 감축 목표가 포함됐다. 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)는 2021년 2018년 온실가스 총 배출량 대비 40% 감축으로 상향되었으며, 2023년 「탄소중립기본법」에 근거해 수립된 제1차 기본계획에서는 2021년 제시된 상향안의 감축목표는 준수하되 감축수단별 이행가능성을 고려해 일부 내용이 조정되었다(관계부처 합동, 2023).

2023년도 수정된 부문별 감축 목표를 살펴보면 수송부문은 기존 목표와 변화가 없으나 산업부문 감축목표는 축소되었으며, 전환부문 감축 목표와 수소·CCUS·국제감축 부문 기여는 상향하는 안으로 변경됐다. 부문별 감축목표와 변경된 내용을 정리하면 <표 2-1>과 같다.

〈표 2-1〉 부문별 2030년 온실가스 감축 목표

(단위: 백만톤CO<sub>2</sub>e, 괄호는 '18년 대비 감축률)

구분	부문	2018	2030 목표	
			기존 NDC ('21.10)	수정 NDC ('23.3)
배출량 합계		727.6	436.6 (40.0%)	436.6 (40.0%)
배출	전 환	269.6	149.9 (44.4%)	145.9 (45.9%)
	산 업	260.5	222.6 (14.5%)	230.7 (11.4%)
	건 물	52.1	35.0 (32.8%)	35.0 (32.8%)
	수 송	98.1	61.0 (37.8%)	61.0 (37.8%)
	농축수산	24.7	18.0 (27.1%)	18.0 (27.1%)
	폐기물	17.1	9.1 (46.8%)	9.1 (46.8%)
	수 소	(-)	7.6	8.4
	탈루 등	5.6	3.9	3.9
흡수 · 제거	흡수원	(-41.3)	-26.7	-26.7
	CCUS	(-)	-10.3	-11.2
	국제감축	(-)	-33.5	-37.5

자료: 국무조정실(2023), 제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획, 2023.4

### 나. 「2050 탄소중립 시나리오」 수송부문 시나리오

지난 2021년 발표된 탄소중립 시나리오는 2020년 10월 국가 비전으로 2050 탄소중립이 선언된 이후 후속 대응으로 마련됐다. 탄소중립 시나리오는 2050년까지 국내 순배출량을 0으로 하는 2개 시나리오로 구성되어 있다.

2023년 발표된 기본계획에는 2030년 중장기 목표와 부문별 감축량이 포함되어 있으나 2050년까지 장기적인 감축경로는 제시되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 2021년 시나리오안을 토대로 2050 탄소중립을 실현하기 위한 수송부문 시나리오와 감축방안을 검토하였다.

수송부문 탄소중립 시나리오는 첫 번째 A안으로 도로부문 전기·수소차 등으로 전면 전환을 제시했고, 두 번째 B안으로 도로부문 내연기관차의 대체연료 사용을 가정하였다. 그 결과 A안에서 수송부문 총 배출량은 2.8백만 톤, B안에서 배출량은 9.2백만 톤으로 감축된다. 부문별로 일부 발생하는 직접 배출량은 이산화탄소 흡수 및 제거 기술을 통해 순배출량 0을 달성하게 된다.

다음으로 수송부문 탄소중립 시나리오 중 제시된 수송부문 주요 감축수단을 살펴보았다. 먼저 두 시나리오 공통으로 적용되는 부분이다. 첫 번째는 에너지 소비량을 감축하기 위한 수요관리 강화 방안이다. 여객 수송의 경우 대중교통과 개인 모빌리티 이용 확대, 공유 차량 등을 통해 승용차 통행량을 15% 감축하는 방안이 제시됐다. 화물 수송은 도로에서 철도와 해운으로 운송수단 전환을 강화하도록 하였다. 두 번째로 철도와 해운 부문에서는 디젤 철도차량을 전기·수소 열차로 모두 전환하고, 해운과 항공 부문에서는 바이오 연료 확대와 친환경 선박 및 항공기로 전환하는 내용이 포함됐다.

시나리오별 차이가 발생하는 부분은 도로부문 전기·수소화 비율이다. 수송부문 배출량은 대부분 도로부문에서 발생하기 때문에 도로부문 감축 전략이 중요한 비중을 차지한다. 도로부문에서는 전기·수소화를 통한 연료 전환이 중요한데 A안은 전기차로 80% 이상 전환, 수소차 등 대안 17% 이상을 목표로 하고 있다. 반면 B안은 전기·수소차 전환 비율을 85% 이상으로 하고 잔여 차량의 경우 이퓨얼(e-fuel)등 재생에너지 기반 대체연료를 활용하는 방안을 제시하고 있다. 이때 대체연료 연소로 발생하는 배출량은 직접공기포집(Direct Air Capture)을 통해 상쇄하는 방안이다.

〈표 2-2〉 수송부문 탄소중립 시나리오 감축수단

감축수단	A안	B안
도로 부문 전기·수소화	전기·수소화 97% 이상 보급 - 전기차 80% 이상 - 수소차 등 대안 17% 이상	전기·수소차 85% 이상 보급 잔여 차량 대체연료(e-fuel 등) 적용
공통	수요관리 강화 - 대중교통 및 개인 모빌리티 이용 - 승용차 통행량 15% 감축 - 화물 운송수단 전환(도로→철도·해운) 친환경 철도 전환 - 디젤→전기→수소 친환경 해운·항공 전환 - (바이오 연료 확대 및 친환경 선박·항공기 전환	

자료: 관계부처 합동(2021), 2050 탄소중립 시나리오안, 2021.10.18.

## 2. 수송부문 감축 전략

### 가. 국가 온실가스감축로드맵 검토<sup>2)</sup>

수송부문 온실가스 배출량 감축을 위해 시행된 세부 전략을 살펴보기 위해 2018년 발표된 국가 온실가스감축로드맵 수정안에 반영된 감축수단을 살펴보았다(환경부, 2018). 국가 온실가스감축로드맵은 「녹색성장기본법」을 근거로 2014년 처음 발표되었으며 계획기간은 2014년부터 2020년까지이다. 환경부는 2018년 로드맵 수정안을 제시하면서 국외 감축량을 최소화하고 부문별 감축량을 상향한 바 있다.

2018년 온실가스감축로드맵에 반영된 수송부문 감축 수단은 기술적 감축수단과 정책적 감축수단으로 구분할 수 있다. 감축 기여도는 기술적 수단을 통해 24.2%를 감축하고, 정책적 수단을 통해 5.1% 감축하도록 계획되었다.

먼저 기술적 감축 수단으로는 바이오디젤 혼합, 승용차 평균 연비 개선, 중·대형차 평균연비제도 시행, 전기버스 시스템, 해운 부문 에너지효율 개선이 주요 방안으로 도출됐다. 수단별 감축량 기여도는 승용차 연비개선이 74.3%, 중·대형차 평균 연비제도 시행 19.1%, 바이오디젤 혼합 4.8%, 전기버스 시스템 1.1%, 해운 0.8% 순이다. 그러나 2018년에 시행된 중간 이행실적 평가 결과 친환경차 보급대수, 승용차 평균 연비, 중·대형차 평균 연비제도 시행, 전기버스 시스템 도입대수 등 정량적 실적이 감축량 목표 수립 당시 목표보다 낮게 분석됐다(환경부, 2018).

〈표 2-3〉 수송부문 온실가스감축로드맵(2018) 기술적 감축수단

구분	주요 내용
도로부문 바이오디젤 혼합	경유에 바이오디젤을 혼합하여 공급하도록 의무화하는 혼합의무화제도(Renewable Fuel Standard, RFS) 추진
친환경차 보급을 포함한 승용차 평균 연비 개선	제조사 차원의 평균 온실가스·연비 기준, 연료효율이 높은 친환경차 보급
중대형차 평균연비제도 시행	중대형차 평균 연비 제도 도입
유무선 충전 전기버스 시스템 도입 운영	경유·CNG 시내버스를 전기버스로 교체
해운부문 에너지효율 개선	연료저감형 선형기술, 고효율 추진기, 가스엔진, 전기추진시스템 도입, 친환경차 선박 보급 등 에너지 효율 개선

자료: 환경부(2018), 수송부문 온실가스 감축이행 모니터링 연구

2) 환경부(2018)을 토대로 작성

다음 정책적 감축 수단으로는 대중교통 확대, 승용차 통행 감축, 녹색물류 효율화, 항공 운송 효율화가 주요 수단으로 제시됐다. 수단별 감축량 기여도는 녹색물류 효율화가 33.5%, 대중교통수단 전환 32.9%, 승용차 통행 전환 29.3%, 항공운송 효율화가 4.3% 순으로 기여도가 높다. 정책적 수단의 경우 이행 수단별로 직접적으로 온실가스 감축 효과와 관련한 지표가 제시되지 않은 상황이어서 배출량 감축 효과는 직접적으로 평가되지 않았다.

〈표 2-4〉 수송부문 온실가스감축로드맵(2018) 정책적 감축수단

구분	주요 내용
대중교통 운영 확대	대중교통수단 지속적 확충, 운행 효율성 제고를 통해 수송분담률 향상
승용차 운행 억제	보행 및 자전거 활성화, 원격근무 활성화, 경제운전 활성화 추진
녹색물류 효율화	3PL 및 공동수배송 활성화로 운송 효율 향상, 도로수송 화물을 철도 및 연안해운 전환
항공운송 효율화	항공기 운영효율 개선

자료: 환경부(2018), 수송부문 온실가스 감축이행 모니터링 연구

## 나. 탄소중립 기본계획<sup>3)</sup>

2023년 4월 확정된 탄소중립 기본계획은 2050년까지 탄소중립을 목표로 하는 국가비전 및 중·장기 감축목표를 달성하기 위해 수립된 계획이다(관계부처 합동, 2023a). 계획 기간은 2023년부터 2042년까지 20년이며, 5년마다 연동계획으로 수립된다.

기본계획에 포함된 수송부문 목표와 감축 대책은 다음과 같다. 수송부문 감축 목표는 2018년 배출량 98.1백만 톤에서 2030년까지 61.0백만 톤으로 37.8%를 감축하는 중·장기 목표를 제시하였다. 이를 위한 추진과제로는 무공해차 전환, 내연차 관리, 철도·항공·해운 전탄소화를 제시하고 있다. 지난 온실가스감축로드맵과 비교할 때 무공해차 전환 수단이 중요도가 높아졌다.

무공해차 전환은 전기·수소차 보급을 확산하고, 이를 위해 충전인프라를 확충하는 방안을 포함하고 있다. 전기·수소차 보급 목표로는 2030년까지 전기차 420만 대, 수소차 30만 대를 보급하는 방안이 포함되었으며, 이에 따라 2030년까지 전기차 충전소는 123

3) 관계부처 합동(2023.4)을 토대로 작성

만 기 이상, 수소충전소는 660기 이상 구축하는 방안이 포함되어 있다. 또한 자동차 부문에서 경량소재 및 저탄소 연료 기술개발과 함께 노후 경유차 조기 폐차 지원 대상을 확대하는 방안도 함께 제시됐다.

내연차 관리는 전주기 평가를 기반으로 차량의 온실가스·연비 기준을 상향함으로써 에너지 소비량을 줄이는 방안이다. 또한 에너지 소비량 감축을 위해 승용차에서 대중교통 및 비동력 교통수단으로 수요 전환을 유도하는 등 수요관리를 강화하는 방안을 제시했다.

도로수송수단 이외 철도·항공·해운 분야 추진과제로는 친환경 철도교통 강화, 친환경 연료 확대, 저탄소 선박기술 고도화 등 모든 운송수단의 저탄소화를 포함하고 있다.

「탄소중립기본법」에 근거하여 기본계획 추진상황 및 성과는 매년 점검토록 규정하고 있다. 이에 따라 수송부문에서 온실가스 감축 이행성과를 평가하기 위해 제시된 이행지표 안은 다음 <표 2-5>와 같다.

<표 2-5> 수송부문 온실가스 감축 이행지표

구분	지표	
차량	무공해차	승용 차종별 누적 등록대수 (전기, 수소, 하이브리드 차량)
		승합·화물 차종별 누적 등록대수 (전기, 수소, 하이브리드 차량)
		공공기관 저공해차 의무구매·임차 비율
	수요관리	차종별 주행거리(km)
		에코드라이브 교육 이수자 수(명)
		대중교통 부담률(%)
		자전거이용률 확대
		지능형교통시스템(ITS) 구축도로(km)
		철도망 연장(km)
		도로→철도 전환 화물수송량(만톤)
	도로→해운 전환 화물수송량(만톤)	
	연비개선	자동차 평균 연비 개선율 (승용 소형, 승합·화물)
		중대형차 평균 연비 제도 도입
	연료 등	바이오디젤 혼합비율(%)
		내연·노후차 운행관리(내연기관차 부제시행, 노후차량 운행제한 지역 확대)
해운·항공	항공기 운영효율 개선율(%)	
	기존선박 대체 건조 물량(친환경 민간선박 전환, 친환경 공공선박 전환)	
	육상전원공급장치(AMP) 확대	
	친환경 물류 사업 확대(무시동히터, 무시동에어컨)	

자료: 2050탄소중립녹색성장위원회(2023), 「국가 탄소중립 녹색성장 기본계획」 '23년 이행점검 계획(안)

## 제2절 국내·외 전기차 정책 동향

### 1. 국내 정책

#### 가. 법적 근거

우리나라 전기차 보급정책은 앞서 검토한 「탄소중립기본법」외에도 「대기환경보전법」, 「환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(이하 친환경자동차법)」을 근거로 진행하고 있다.

「탄소중립기본법」에 근거한 탄소중립 기본계획에서는 2030년까지 감축 목표를 달성하기 위해 수송부문 핵심과제로 전기·수소차 보급을 추진하고 있다. 2030년까지 전기차 보급 목표는 420만 대, 수소차는 30만 대를 목표로 하고 있다. 충전인프라의 경우 전기차 충전소는 생활·교통 거점 중심으로 2030년까지 123만 기 이상, 수소충전소는 교통 거점 중심으로 2045년까지 450기 이상, 2030년까지 600기 이상 구축을 목표로 한다.

「대기환경보전법」에 근거한 대기환경개선 종합계획에서는 2032년까지 전국 연평균 PM2.5 농도  $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 전국 오존 농도 1시간 기준 달성률 50%를 목표로 설정하고 있다(환경부, 2022). 수송부문 중점 추진과제로는 무공해차 전환 확대가 포함되어 있으며 무공해차는 2027년까지 누적 200만 대, 2030년까지 누적 450만 대 보급 목표를 제시하고 있다. 무공해차 보급 확대를 위한 제도적 수단으로 저공해자동차 보급목표제, 저공해자동차 의무·구매 임차제, 저공해자동차 표지제 등을 시행하고 있으며, 민간 전환을 지원하는 한국형 무공해차 전환 100 사업을 추진하고 있다.

「친환경자동차법」에서는 매년 환경친화적 자동차 개발 계획과 보급 계획을 수립하고 있으며 친환경자동차 보급 활성화를 위해 환경친화적 자동차 구매의무제, 환경친화적 자동차 표지제, 환경친화적 자동차 구매목표제 등을 시행하고 있다.

#### 나. 「대기환경보전법」 근거 제도<sup>4)</sup>

4) 「대기환경보전법」 주요 법조항 기준 작성, <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EB%8C%80%EA%B8%B0%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EC%A0%84%EB%B2%95>



여기에서는 먼저 「대기환경보전법」에 근거하여 시행 중인 전기차 관련 정책을 간략하게 정리하였다.

첫 번째, 저공해자동차 보급목표제는 자동차 판매자가 연간 보급하여야 할 저공해차 목표를 설정하도록 하는 제도이며, 무공해차 목표도 별도 설정이 가능하다. 자동차 판매자는 해당연도의 보급실적이 보급목표를 초과할 경우 다음 연도부터 3년 동안 이월하여 목표 이행에 활용할 수 있으며 다른 제작사와 거래도 가능하다.

목표 이행 방안으로 판매실적 외 무공해차 충전시설 설치와 운영, 무공해차 재고, 신재생 에너지 사용, 무공해 상용차 판매를 보급 실적으로 전환하여 활용 가능하다. 만약 연간 보급목표를 달성하지 못할 경우 2022년 1월 1일 이후 보급실적에 해당되는 부분부터 기여금을 납부해야 한다.

두 번째, 저공해자동차의무구매·임차제는 6대 이상의 자동차를 보유하고 있는 기관은 자동차를 새로 구매·임차할 경우 제1종 저공해차로 100% 구매 또는 임차하도록 하는 제도이다. 적용대상은 국가기관, 지방자치단체, 대통령령으로 정하는 공공기관은 의무대상이며, 10대 이상의 자동차를 가진 자는 권고대상으로 설정하고 있다. 만약 구매·임차비용을 준수하지 못한 지방자치단체, 공공기관은 500만 원 이하 과태료를 부과할 수 있다.

세 번째, 저공해자동차표지제는 저공해차로 인정된 차량에 발급되는 표지로 해당 차량은 「도시교통정비법」에 의한 혼잡통행료, 「주차장법」에 의한 공영주차장 주차요금을 감면해주는 제도이다.

네 번째, 민간기업 전기차 전환을 지원하는 사업으로 한국형무공해차전환100(K-EV 100)이 있다. 대상은 자동차를 50대 이상 보유하거나 임차한 민간기업으로 2030년까지 보유 또는 임차하는 차량의 무공해차 전환 선언 시 구매보조금 및 충전인프라 설치를 우선 지원하는 사업이다.

다섯 번째, 자동차평균에너지소비효율기준·온실가스배출허용기준은 「탄소중립기본법」, 「대기환경보전법」에 근거하여 시행되는 제도이다. 자동차 제작자는 자동차 평균에너지소비효율기준과 자동차 온실가스배출허용기준 중 하나를 선택하여 준수해야 한다. 해당 기준은 2009년 국내 자동차 판매량이 4,500대 이하인 자동차 제작업체(이하 소규모 제작업체)에 대해서는 완화된 기준을 적용한다. 기준 미준수 시에는 온실가스배출허용기준 미달성량으로 실제 온실가스평균배출량에서 온실가스배출허용기준을 차감한 미

이행분에 판매대수를 곱해 과징금을 적용하게 된다. 현재 과징금 요율은 대당 1g 초과 시 50,000원으로 설정되어 있다.

위 제도에 적용되는 차량은 국내에서 제작되거나 수입되어 국내에 판매되는 「자동차관리법」에 따른 승용차 및 승합차 중 승차 인원이 15인승 이하이고 총중량 3.5톤 미만인 자동차, 화물차 중 총 중량 3.5톤 미만인 자동차를 대상으로 하고 있다. 해당 제도는 2012년부터 시행되었으며 최근 2021년부터 2030년까지 기준을 확정하고 적용 중이다.

그 외 중대형 상용차에 적용되는 평균에너지소비효율기준및온실가스기준은 「탄소중립기본법」을 근거로 2023년부터 시행되고 있다. 다만 제도 이행 여건을 고려하여 중대형 상용차 제작업체가 선택할 수 있는 기준을 제시하며, 업체의 자발적인 감축을 유도하도록 설계되었다. 대상 차종은 「자동차관리법」에 따른 승합차 및 화물차 중 총중량 3.5톤 이상 자동차, 특수차 중 총 중량 3.5톤 이상인 견인형 자동차, 「대기환경보전법」에 따른 덤프 트럭을 대상으로 한다. 현재 2023~2025년 기준이 제시되어 있으며 초과 달성분에 대해 이월 가능하고 미달성분 상환 의무는 부여되지 않은 상황이다.

#### 다. 「친환경자동차법」 근거 제도<sup>5)</sup>

여기에서는 「친환경자동차법」에 근거하여 시행 중인 전기차 관련 정책을 간략하게 정리하였다.

첫 번째, 환경친화적자동차구매의무제는 「공공기관의운영에관한법률」에 따른 공공기관, 「지방공기업법」에 따른 지방공기업은 구매 또는 임차하는 업무용 차량을 100% 환경친화적자동차 중 전기차 또는 수소차로 구매하도록 하는 제도다. 다만 구매·임차비율 미준수시 과태료 부과는 없다.

두 번째, 환경친화적자동차표지제는 환경친화적 자동차 차주가 환경친화적 자동차에 해당함을 인증하는 표지를 부착 가능하도록 하는 제도다. 해당 제도에 근거해 국가 및 지방자치단체는 해당 자동차에 대한 지원시책을 마련하도록 하고 있다.

세 번째, 환경친화적자동차구매목표제는 특정 업종 및 일정 규모 이상의 환경친화적 자

5) 「친환경자동차법」 주요 법조항 기준 작성 <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsId=009758#0000>

동차 구매대상자는 업무용 차량을 구매·임차할 경우 일정 비율 이상의 환경친화적 자동차 구매하도록 하는 제도로 2022년 1월 28일부터 시행하고 있다. 다만 구매·임차비율 미준수 시 과태료 부과는 없다.

네 번째, 전기차 충전시설 의무설치는 시설물을 대상으로 전기차 전용 주차면과 충전시설 설치 의무비율을 설정하고 있는 제도이다. 아파트 등 공용시설물에 적용하며 신축시설은 총 주차대수의 5%, 기축시설은 총 주차대수의 2%에 해당하는 주차면에 전기차 충전시설을 의무 설치하도록 하고 있다. 또한 전기차 충전기에 충전 없이 일정 시간 이상 주차한 일반차량에 대해 단속하는 권한을 기초지자체에 부과하고 있다.

## 2. 국외 정책

### 가. 미국

미국 바이든 행정부는 탄소중립 정책 기초를 강화하며 내연차 규제를 강화하고 있다. 또한 전기차 시장 확대에 대비해 자국 산업 지원을 위한 보조금 체계 개편 및 보급 촉진 정책을 도입하고 있다. 전기차 지원 제도는 인플레이션감축법(The Inflation Reduction Act, IRA)제정을 통해 보조금이 확대되고 있다. IRA는 세액공제 크레딧으로 지급되는 전기차 보조금 대상을 강화하고 있으며, 지급금액 및 대상 등에 대한 지침에 따라 향후 미국 전기차 보급 및 관련 시장이 변화할 것으로 예상된다.

전기차 전환을 강화하기 위해 미국 환경보호청(EPA) 추가 규제 강화안(2023)이 제시되면서 전기차 보급 여건은 더욱 개선될 전망이다. 위 내용은 기업평균연비(Corporate Average Fuel Economy, CAFE) 표준을 강화하고 미달성 제조사에 대한 규제를 강화하는 방향으로 진행되고 있다. 2026년 자동차제조업체 기업 평균 연비를 종전 40mpg에서 49mpg (20.8km/ℓ)으로 강화하는 한편 연비 규정을 미달성하는 제조사에 부과하는 벌금은 강화할 방침이다.

미국 캘리포니아주는 전기차 정책에 있어서 연방정부보다 더 강력한 정책을 추진하고 있다. 2022년 발표한 첨단청정차 II(Advanced Clean Cars II) 제도는 2026년부터 2035년까지를 목표 기간으로 하고 있다.

여기서는 2035년까지 판매되는 모든 신규 승용차 및 트럭에 대해 100% 배출 제로를 실현하고, 2045년까지 중형 및 대형차에 대해 100% 배출 제로를 달성하는 목표를 제시하였다. 여기에서 배출 제로는 캘리포니아 대기보전국이 정하는 대기오염 물질과 온실가스 배출량이 0이라는 것을 의미한다.

따라서 위 목표를 이행하기 위한 방안으로 제작사에 일정 비율 이상의 무공해차 판매를 의무화하는 무배출차량(ZEV) 프로그램은 더욱 강화되었다. 제작사가 채우지 못하는 이행 크레딧 당 과징금과 목표 수준을 지속적으로 강화하고, 의무할당량을 미충족 시 1 크레딧당 \$5,000 과징금을 부과하는 등 제도를 강화하는 방안이다. 또한 차종별 인정되는 크레딧 한도를 마련하여 플러그인하이브리드 등 일부 차종에 집중을 방지하고 있다. 이외 해당 프로그램에서는 화물차 구매 지원 인센티브, 금융지원 프로그램도 병행 추진된다. 제작 단계 오염물질 배출허용기준도 기존 저공해차배출기준(Low Emission Vehicle III)을 강화한 LEV IV를 발표하였다. 주 내용은 모든 소형차량에 대해서 2025년 0.03 g/mile의 NMOG와 NOX(fleet average) 목표를 달성하고, 0.01g/mile의 개인형 이동장치(PM) 배출량기준을 요구하는 등 오염물질 배출량 감축을 요구하는 내용이다.

## 나. 중국

중국 정부는 2020년 중장기 친환경 자동차 정책 방향을 담은 신에너지자동차산업발전계획(2021~2035)을 발표하고 세부 계획을 제시하고 있다. 여기에 담긴 주요 내용은 경제 활성화를 위한 자동차 소비 유도 정책 실시 및 신에너지 자동차 보급목표를 수립한 것이다.

신에너지자동차산업발전계획안에는 신에너지자동차 판매 비중을 2025년까지 20%, 2035년까지 50%로 확대하고, 2035년 이후에는 내연차 판매를 금지하는 내용이 담겨있다. 이를 위해 현재 중국에서 추진되고 있는 더블포인트 제도를 도입하고 제작사의 무공해차 생산과 판매를 확대하도록 유도하고 있다. 더블포인트 제도는 캘리포니아의 CAFE와 ZEV 프로그램을 벤치마킹하고 결합한 형태로, 자동차 평균 연료소모량과 전기차 판매대수 간에 크레딧 거래가 가능하도록 설계되어 있다.

향후 전기차 지원제도는 지방정부를 중심으로 구매지원 정책을 유지하도록 변경하였다. 현재 중앙정부 차원에서의 취득세는 50% 감면되어 기존의 10% 세율에서 5%로 인하

하였고, 당초 보조금 종료를 2022년부터 시행할 방침이었으나 전기차 시장 여건에 따라 종료를 유예하였으며, 2023년부터 축소 및 중단할 방침이다. 중국 내 신에너지 자동차는 2023년부터 판매가 둔화하면서 전년 대비 약 16% 증가한 데 그칠 것으로 전망되고 있다(중국자동차제조사협회, 2023). 이는 2023년 1~2월 기준 전년 동기 대비 판매량 증가율이 15%로 2022년도 동기대비 증가율 150%보다 낮아진 것을 토대로 분석한 전망이다.

#### 다. 유럽

유럽연합은 탄소중립 정책 기조를 강화하는 한편 감축경로를 가속화하며 2050년 탄소중립 및 중간목표로서 2030년까지 1990년 대비 55% 감축 계획을 제시하였다. 이는 유럽에서 Fit for 55 계획으로 2021년 발표됐다.

자동차 신차 배출허용기준도 “Fit for 55” 계획과 유럽연합 그린딜(Green deal) 목표를 고려해 2021년 새로운 성능 기준이 설정되었다. 이는 2030년 유럽연합 내 판매되는 모든 신차의 평균 탄소배출량 감축목표치를 승용차는 55% 감축하고, 승합차는 50%로 강화하는 방안이다. 2035년에는 모두 100% 감축목표를 달성하도록 해서 사실상 제로 배출을 달성하도록 설정하였다. 따라서 2035년부터 유럽연합 27개 회원국은 플러그인 하이브리드(PHEV)와 하이브리드(HEV)를 포함하여 내연기관을 장착한 모든 신차는 판매가 금지되게 된다. 다만 독일의 요구를 반영해서 합성연료(E-Fuel)를 사용하는 내연기관차는 예외로 인정하게 되었다. 회원국은 유럽연합 법률에 근거하여 제조업체가 개별적으로 또는 풀의 구성원으로서 연간 구속력 있는 목표를 설정하도록 하고 있다.

2023년 유럽 시장을 살펴보면 유럽 전기차 시장을 주도하고 있는 독일과 영국의 경우 보조금 규모를 축소 또는 중단함에 따라 전기차 성장률이 둔화되는 추세다. 독일은 2023년부터 전기차 보조금을 단계적 축소한 후 2년 동안 할당된 34억 유로를 모두 소진할 경우 보조금을 완전 폐지할 계획이다. 영국은 전기차 보조금 제도는 2022년 조기 종료했으며, 지원 대상을 전기차 산업지원으로 확대한 상황이다<sup>6)</sup>.

6) European Alternative Fuels Observatory(2024), 국가별 인센티브와 제도 참조 작성, <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/germany/incentives-legislations>

## 제3절 전기차 인프라 관련 선행연구

### 1. 국내 연구

#### 가. 전기차 운전자 충전패턴 연구

##### (1) 차종별 충전패턴 분석<sup>7)</sup>

전기차 충전인프라 계획의 기초 자료로서 충전수요 예측은 중요하다. 국내 전기차 충전패턴에 관한 연구로서 박지영 외(2022)와 박지영 외(2023)는 국내 전기 승용차와 소형 전기 화물차를 대상으로 충전패턴을 분석한 연구이다. 해당 연구는 운전자 대상 설문조사를 통해 전체 충전 이벤트를 대상으로 충전 장소와 충전기 유형별 이용패턴을 분석하고 전기차 운전자의 충전패턴을 유형화하였다. 박지영 외(2022)는 전기 승용차 운전자 300명을 대상으로 조사한 결과 충전 장소와 충전기 유형별 충전실적을 수집했으며, 통계적 모형으로 잠재계층분석을 적용하여 충전패턴을 네 가지 유형으로 구분하였다. 이와 동일한 조사·분석 방법을 적용하여 박지영 외(2023)는 전기 화물차 운전자의 충전패턴을 분석하였으며 그 결과 전기 화물차 충전패턴을 세 가지 유형을 구분하였다.

박지영 외(2022) 연구에서 전기 승용차 운전자 충전패턴 분석 결과, 첫 번째로 가장 많은 비율을 차지하는 유형은 ‘혼용완속형’으로 약 69.3%가 여기 해당되며 주거지, 직장, 기타 공용 충전소 등 다양한 장소에서 충전하며 완속 충전기 이용률이 높다. 두 번째로 많은 ‘주거지 완속형’은 전체 중 16.5%가 이에 해당되며 주로 주거지 완속 충전기로 충전하는 유형이다. 세 번째로 ‘공용중심형’은 전체 중 8.2%를 차지하며 공용 충전기 중심 충전 특성을 보이며 다른 유형에 비해 급속충전기 이용률이 높다. 네 번째로 ‘직장완속형’은 6.1%를 차지하며 직장에서 완속 충전기를 이용하여 주로 충전하는 유형이다.

박지영 외(2023) 연구에서 전기 화물차 운전자 충전패턴 분석 결과, 첫 번째로 가장 많

7) 박지영, 김찬성(2022), “전기차 운전자의 충전패턴 유형과 영향요인 분석: 잠재계층분석법의 응용”, 전기학회논문지 Vol71, no.11, pp.1639~1645.,

박지영, 김찬성(2023), “전기화물차 충전패턴 분석과 정책적 함의”, 대한교통학회지, 제41권 제3호, pp. 297~307 토대 작성

은 비율을 차지하는 유형은 ‘혼합충전형’으로 약 60.7%가 여기 해당되며 공용·비공용 충전소 등 여러 장소에서 충전하는 것으로 나타났다. 두 번째로 많은 ‘차고지 완속형’은 전체 중 33.7%가 이에 해당되며 주로 집이나 영업소 등 차고지 중심으로 완속 충전기를 통해 충전하는 유형이다. 세 번째로 ‘공용 급속형’은 전체 중 5.6%를 차지하며 공용 급속충전기 중심 충전 특성을 보이며 다른 유형에 비해 충전 빈도도 가장 높다.

〈표 2-6〉 국내 전기차 충전패턴 분석 사례

	계층	1주일간 충전 빈도 (표준편차)				
		장소			충전기 유형	
		주거지	직장	공용	완속	급속
전기 승용차	주거지완속형 16.5%	6.98 (0.30)	0.04 (0.07)	0.52 (0.20)	6.72 (0.32)	0.82 (0.23)
	공용중심형 8.2%	1.13 (0.37)	0.04 (0.10)	5.46 (0.46)	2.99 (0.51)	3.64 (0.39)
	혼용완속형 69.3%	1.61 (0.13)	0.13 (0.04)	0.89 (0.12)	2.01 (0.15)	0.61 (0.12)
	직장완속형 6.1%	1.22 (0.40)	4.72 (0.12)	0.89 (0.32)	5.28 (0.45)	1.56 (0.37)
전기 화물차 (소형)	계층	1주일간 충전 빈도 (표준편차)				
		공용 충전소		기타 장소		
		완속	급속	완속	급속	
	차고지충전형 33.7%	0.08 (0.14)	1.20 (0.32)	5.28 (0.21)	0.15 (0.13)	
	혼합충전형 60.7%	0.51 (0.11)	1.77 (0.27)	0.90 (0.14)	0.24 (0.09)	
공용 급속중심형 5.6%	0.11 (0.34)	11.40 (1.32)	0.01 (0.39)	0.01 (0.31)		

자료1: 박지영, 김찬성(2022), “전기차 운전자의 충전패턴 유형과 영향요인 분석: 잠재계층분석법의 응용”, 전기학회논문지 71, 11, pp.1639~1645

자료2: 박지영, 김찬성(2023), “전기화물차 충전패턴 분석과 정책적 함의”, 대한교통학회지, 41, 3, pp. 297~307

(2) 전기차 충전인프라 충전실적 분석<sup>8)</sup>

한국교통연구원(2022) 연구에서는 전기차 충전인프라 데이터를 기반으로 지역과 장소별 충전인프라 구축 현황과 충전 특성에 대해 분석하였다. 환경부와 한국환경공단이 제공한 2014년부터 2019년까지의 데이터를 활용하며, 매년 9월 1일부터 9월 9일까지의 급속충전기 이력자료를 활용하였다. 2014년 전기차 보급 초기에는 충전기 이용이 충전기 한 기당 1일 평균 충전 횟수가 1.1회였지만, 점차 증가하여 2019년에는 2.3회로 증가하였으며 특히 전기차 보급이 많은 제주도는 5.8회로 평균보다 2.5배 높았다.

2019년도 기준 휴게소의 전기차 충전 빈도는 2.3회로 상대적으로 다른 지점의 충전기보다 높았다. 충전 시간대는 15~18시 시간대 충전기 활용률이 7% 이상으로 다른 시간대보다 높다. 지역별로는 제주(12.2%), 경기도(5.5%), 부산(5.4%), 서울(4.9%)이 다른 지역보다 높은 활용률을 보였으며, 울산(2.9%), 강원(3.0%), 전남(3.2%), 인천(3.6%)은 활용률이 낮게 나타났다.

〈표 2-7〉 지역별 충전기 활용률(2019년 기준)

지역	충전기 개수 (기)	활용률 (%)	지역	충전기 개수 (기)	활용률 (%)
서울	180	5.3	강원	235	3.0
부산	58	5.4	경기	317	5.5
대구	134	4.2	경남	194	4.0
인천	78	3.6	경북	293	4.8
광주	47	3.7	전남	216	3.2
대전	58	5.0	전북	141	3.9
울산	85	2.9	충남	180	4.6
세종	21	4.1	충북	149	5.0
제주	190	12.2	-		

자료: 한국교통연구원(2022), “한국판 뉴딜 지원사업- Part3. 수소·전기차 충전인프라 확충을 위한 민간투자 활성화 전략”, p61, 내용 재정리

8) 한국교통연구원(2022), “한국판 뉴딜 지원사업- Part3. 수소·전기차 충전인프라 확충을 위한 민간투자 활성화 전략”, 내용 재정리



## 나. 충전인프라 계획과 구축·운영방안 연구

### (1) 환경부 충전인프라 구축 계획 연구<sup>9)</sup>

환경부는 충전인프라 보급사업을 추진하면서 장래 충전인프라 구축 로드맵을 수립하고 있다. BNZ파트너스(2022) 연구에서는 2021년 온실가스감축로드맵에서 2030년까지 증장기 보급목표로 반영된 전기차 362만 대 보급을 위해 필요한 충전인프라 필요 규모를 산정하였다.

위 연구는 국가 전기차 보급목표대수를 지역별로 할당하고 지역별 평균 주행거리를 적용하여 전기차 충전요구량을 예측하였다. 또한 지역별 건물유형을 분석하고 건물 유형별 충전특성을 토대로 시설물별 충전기 개수를 산출하였다. 최종적으로 충전시설 보급계획은 지역별 전기차 충전요구량과 시설물별 충전 용량을 모두 고려하여 17개 지자체별 건물유형별 충전기 보급 계획을 도출하였다. 그 결과 최종적으로 2030년까지 전기차 362만 대 보급을 위해서는 급속충전기 15.9만 기, 완속 충전기 120.5만 기 총 136.4만 기가 필요한 것으로 도출됐다.



[그림 2-1] 환경부 충전인프라 로드맵 충전기 규모 산정방법

자료: BNZ파트너스(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급 로드맵 수립, 한국자동차환경협회 수탁과제 보고서

위 연구는 정부 지원의 투자 규모와 예산 계획을 수립하는데 기초 자료로서 지역과 건물 유형에 대해 필요 충전기 규모를 산정하였다. 그러나 대부분 분석은 현재 충전시설 실적 자료를 토대로 이뤄졌기 때문에 실제 전기차 운전자의 충전패턴과 충전선호에 대한 고려는 반영되지 못하였다. 또한 예측된 충전인프라 적정 규모에 대해 실제 전기차 충전수요를 만족할 수 있는지 적정성 평가 등은 어렵다는 한계가 있다.

9) BNZ파트너스(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급로드맵 수립, 한국자동차환경협회 수탁과제 보고서 토대로 작성

## (2) 전기차 충전인프라 민간투자 활성화 전략<sup>10)</sup>

안근원 외(2022)에서는 충전인프라 민간 투자 활성화 전략을 다음과 같은 3가지를 제시하였다. 첫째, 민간 투자를 촉진하기 위해 법과 제도적 거버넌스를 더욱 강화해야 한다. 이를 위해서는 중앙정부 주요 부처인 환경부, 산업부, 국토부 등과 지방정부, 민간사업자와의 긴밀한 협조체계를 구축해야 한다. 이를 통해 전기차 관련 법·제도적 거버넌스를 정립하고, 충전인프라에 대한 범부처적인 패키지 관리 전략을 수립해야 한다. 이 전략은 전기차의 보급, 보조금 지원, 충전인프라 확충, 유지보수 관리, 충전요금 설정 등을 효율적으로 조율하기 위한 것이다. 특히 지자체 참여를 유도하여, 지자체장이 지역별 충전인프라 확대보급 및 관리 계획을 수립할 수 있는 법적 근거가 필요하다고 제기하였다. 이러한 법적 근거를 마련하기 위해서는 건축법, 공동주택관리법, 주차장법 등 관련 규정을 수정하여 「친환경자동차법」에서 규정하는 전기 충전인프라 의무설치 조항을 아파트 주차장, 상가, 단독주택 지역의 공동주차장 등 개별 건축물에서도 세부적으로 적용하고 관리할 수 있도록 법을 개정할 필요가 있다.

둘째, 충전정보 빅데이터와 유지보수 기구 설립을 제안하였다. 충전 이력 데이터를 활용하기 위한 시스템과 관리기구의 설립이 중요하다. 충전 이력 데이터는 공공 빅데이터로, 민간 사업자들이 투자 계획과 투자 규모를 결정하는 데 도움이 될 것이다. 또한, 충전카드 데이터의 표준화 사업과 병행하여 충전카드 빅데이터를 효율적으로 관리하고 제공함으로써 다양한 부대 비즈니스를 유발하는 사회적 가치를 창출할 수 있다.

마지막으로 경쟁시장 유지와 독과점 방지가 필요하다고 주장했다. 성숙한 시장과 규모가 커진 시장에서는 정부 주도에서 민간투자를 유치하고 시장 경쟁 원리를 적용할 필요가 있다. 충전인프라 시장은 네트워크 사업의 특성을 갖고 있기 때문에 선두업체가 독점을 형성하고 시장을 지배할 가능성이 있다. 따라서 활발한 민간투자를 촉진하고 시장 경쟁을 활성화시키기 위해 충전인프라 시장의 경쟁 체계를 유지하는 것이 중요하다.

10) 한국교통연구원(2022), “한국판 뉴딜 지원사업- Part3. 수소·전기차 충전인프라 확충을 위한 민간투자 활성화 전략”, 내용 재정리

### (3) 공동주택 충전인프라 적정 수준 검토<sup>11)</sup>

박상준 외(2021)의 연구는 주거지 중 공동주택 충전인프라 구축 계획에 대하여 분석을 수행하였다. 해당 연구에서는 아파트의 주차면수 기준 충전인프라 의무설치대수를 중심으로 분석하여 의무설치비율을 검토하였다.

분석을 위한 기초 자료로서 공동주택 충전실적 자료를 토대로 전기차 대당 월평균 충전량, 월평균 충전 횟수를 구하였고 1회당 충전량, 평균 충전 시간을 구하였다. 전기차 1대당 월평균 충전량의 경우 월평균 319kWh 수준이었으며 최소 257.4kWh, 최대 361.1kWh의 충전량을 보였다. 또한 1대당 월평균 충전 횟수의 경우 평균 15.7회로 최소 13회, 최대 17.6회 충전하는 것으로 나타났다. 1회당 충전량의 경우 평균 20.4kWh로 최소 19.5kWh, 최대 21.9kWh를 충전하는 것으로 나타났다. 1회당 충전 소요시간의 경우 4.8시간이 소요되었으며 최소 3.7시간, 최대 6.7시간을 충전하는 것으로 확인되었다. 또한 퇴근시간 이후인 17시에서 21시 사이에 충전이 시작되는 것으로 나타났다.

위와 같이 공동주택 충전패턴을 적용하여 충전기 필요 규모를 산정한 결과, 2025년까지 아파트 충전기 의무 설치대수는 약 19만 7천 기, 전기차 등록대수는 약 36만 대로 추정됐다. 이를 토대로 2025년까지 주차면 2%까지 충전기가 구축될 경우 아파트 충전수요는 수용 가능하나 2030년 이후는 충전인프라 규모가 부족할 것으로 예상하였다. 또한 2040년 이후는 공급이 수요를 감당하기 어려울 것으로 추정하였다.

위 연구의 경우 전체 충전인프라 중 국내 공동주택 중 아파트 단지에 있는 충전기를 대상으로 분석을 수행하였다. 따라서 전체 충전인프라 계획에 있어서 해당 분석결과와 분석방법을 적용하기에는 제한적이며, 특히 공용 충전인프라 계획은 미포함되어 있어서 충전인프라 전체 규모 산정에 활용하기는 어렵다.

### (4) 지역별 충전인프라 구축 방안<sup>12)</sup>

이재현 외(2020)의 연구에서는 국내외 친환경차 관련 보급 현황과 충전인프라 확충 계

11) 박상준 외(2021), 2021 지속가능교통조사사업, 한국교통연구원.

12) 이재현 외(2020), 친환경차 활성화 추이에 따른 이용자 중심 충전인프라 구축 방안, 국토연구원.

획에 대하여 조사하고, 친환경차 이용행태를 기반으로 충전인프라 구축 방안에 대하여 연구를 진행하였다. 설문조사 결과 충전인프라의 경우 주거지, 직장, 공용 순으로 충전인프라의 설치가 필요하고, 장소의 특성에 따라 급속과 완속 충전수요를 고려하여서 충전인프라를 설치해야 한다고 나타났다. 그리고 공간 분포 기반으로 급속충전인프라 구축방안을 분석을 수행한 결과 2025년에는 충분한 인프라 공급이 가능할 것으로 예측되나, 2030년부터는 수도권 일부와 6대 광역시 내에서 혼잡이 발생할 것으로 예측되었다. 또한 완속충전인프라는 2025년부터 강원권 및 충청권의 농촌 시군구에서 공급이 부족할 것으로 예측되었으며 2030년에는 수도권을 제외한 전역에서 공급이 부족할 것으로 예측되었다.

#### 다. 충전수요와 전력망 영향 관련 연구

##### (1) 전기차 충전으로 인한 전력망 영향 연구<sup>13)</sup>

충전인프라와 관련한 주요 현안 중 하나는 전기차 규모가 확대되면서 전력망에 미치는 영향에 대한 우려이다. 특히 전기차로 인해 전력 수요가 늘어날 경우 기존 화석발전 등 기저발전을 위한 투자가 늘어나기 때문에 오히려 탄소중립에 역행한다는 주장도 있다.

위와 관련하여 박명덕(2019)은 2030년까지 전기차 보급대수 300만 대를 기준으로 전력 사용량을 예측하고 전력망 최대 부하 영향을 추정하였다. 그 결과 전기차 충전수요 영향은 2030년 최대 부하(100GW)의 약 0.5% 수준으로 표준석탄화력 1기, 기존 설비 예비율 22% 수준에서도 대응 가능한 것으로 나타났다. 따라서 전기차 충전으로 인한 전력망 영향은 제한적일 것으로 예상하였다. 또한 전기차 환경비용을 추정할 때 1km당 5원으로 휘발유 19.5원, 경유 35.6원에 비해 낮게 나타났다. 따라서 현재 전력망 여건하에서도 전기차로 인한 환경 개선 효과가 발생할 수 있음을 분석하였다.

박명덕 외(2020)는 2025년까지 전기차 보급대수 113만 대를 기준으로 그린뉴딜 정책 영향을 분석했으며 박명덕(2019)에서 반영하지 못한 1톤급 전기트럭을 반영해서 전력망 영향을 분석하였다. 분석 결과 전기차 충전 전력량은 2025년 기준 약 3,336~3,471

13) 박명덕(2019), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응전략 연구(전력)(1/4), 박명덕·김비아·김재엽(2020), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응전략 연구(전력)(2/4) 보고서 토대로 작성

GWh로 예측하였으며 전기화물차 656GWh, 전기택시 292.6GWh, 전기승용차 2,094.7GWh로 나타났다.

2025년까지 차종별 충전수요를 세분화해서 분석한 결과 여전히 전력망 최대부하에 미치는 영향은 제한적일 것으로 분석하였다. 그러나 현재 충전요금제도에 수요관리가 가능한 계절별·시간대별 요금 제도를 확대할 경우 수요관리 효과가 커질 것으로 제시하였다.

## (2) 충전부하를 고려한 요금제 설계<sup>14)</sup>

정연제 외(2022)의 연구에서는 2030년에 전기차 보급이 크게 확대되는 것을 바탕으로 계절별 순부하 패턴을 전망하고 분석을 진행하였다. 해당 연구에서는 계절을 중심으로 분석하여 여름과 겨울을 하나의 패턴으로 묶고 봄과 가을을 다른 패턴으로 묶어 분석을 수행하였다. 그 결과 24~1시, 7~9시, 18~21시가 최대부하 시간대임을 확인하였다. 또한 전기차 충전 시뮬레이션을 수행한 결과 최대부하 시간대 직후 충전부하가 집중되는 현상을 확인하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 기존의 요금제와 다른 계시별 요금제를 설정하여 분산시키는 방법을 해결책으로 제시하였다.

## 2. 해외 연구

### 가. 충전인프라 계획 연구

#### (1) 미국<sup>15)</sup>

미국 신재생에너지연구소(National Renewable Energy Laboratory, 이하 NREL)는 2030년까지 미국 전기차 3,300만 대~4,200만 대 시나리오 하에 필요한 충전인프라 규모를 충전기 유형별로 산정하였다. 인프라 규모를 산정하기 위해서는 자체 연구 개발한 분석 도구인 EVI-pro를 활용했다. 이 분석 도구는 실제 관측된 충전패턴을 토대로 장래

14) 정연제 외(2022), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응 전략 연구, 에너지연구원.

15) NREL(2023), The 2030 National Charging Network: Estimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure 토대 작성

전기차 증가에 따라 충전수요를 추정하고 충전인프라 유형별 필요 규모를 예측하는 데 활용된다.

	EVI-Pro 1 (2025)	EVI-Pro 2 (2030)
Zero emission vehicles	1.5M	5.0M
Charging Behavior Objective	Maximize eVMT	Mirror observed behavior
PHEV/BEV Split	45%/55%	32%/68%
Avg BEV Range	210 miles	280 miles
PEVs w/ home charging	92%	82%
Infrastructure utilization	Assumed	Observed
Long-distance travel	No	Simulated (EVI-RoadTrip)*
Transportation network companies	No	Simulated (UC Davis' WIRED)*
Medium/heavy-duty vehicles	No	Simulated (LBNL's HEVI-LOAD)*

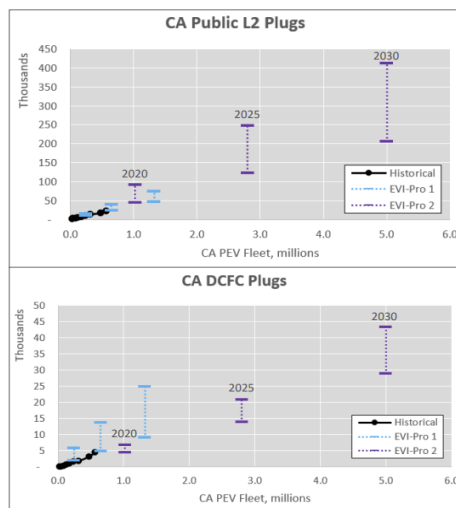
\*To be shown in subsequent presentations

### 2030 Infrastructure Estimates (5M PEVs)

Preliminary values. Subject to review.		Plug Lower Bound	Plug Upper Bound
While-at-home	Single Family (L1 + L2)	3,461,285	3,807,413
	Apartments (L2)	150,144	300,289
While-at-work	Level 2	178,954	357,907
While-in-public	Level 2	206,671	413,341
	DCFC	28,924	43,386
<b>Total</b>	<b>(w/o Single Family)</b>	<b>564,693</b>	<b>1,114,923</b>

- 82% of PEVs w/ residential access
- PEV share by residence type
  - Single family detached = 77%
  - Single family attached = 8%
  - Apartments = 15%
- Non-residential EVSE utilization
  - Level 2 (workplace, public) = 1-2 events/plug/day
  - DCFC = 6-9 events/plug/day

#### Key Assumptions



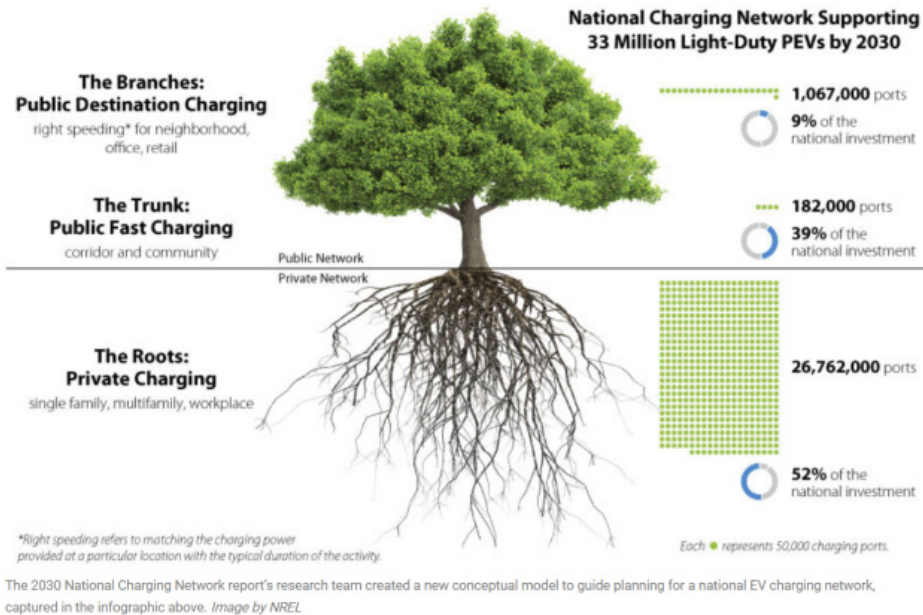
[그림 2-2] NREL 전기차 충전인프라 적정 규모 예측 도구 EVI-Pro

자료: Wood et al. (2020), Electric Vehicle Infrastructure Projection Tool 발표자료

최근 NREL은 충전인프라 규모 산정에 사용하는 모델을 차량 유형과 통행 유형에 따라 EVI-pro, EVI-RoadTrip, EVI-OnDemand의 세 가지 모델로 세분화하였다. EVI-pro는 승용차 운전자의 일상 충전수요를 산정하기 위한 분석도구이며, EVI-RoadTrip은 고속도로 장거리 통행에 필요한 충전인프라 규모를 예측하고, EVI-OnDemand는 우버와

리프트와 같은 라이드 헤일링 서비스에 필요한 충전인프라 수요를 별도로 추정하는 도구이다.

위 분석방법에 근거해 최근 2030년까지 미국 전역에 필요한 충전인프라 규모를 산정한 결과는 다음과 같다. 2030년도 전기차 3,300만 대 시나리오에서 총 2,800만 충전포인트가 필요하며, 이 중 공용 급속충전기는 182,000기, 공용 완속(Level2) 충전기는 100만 기, 비공용 완속(Level1와 Level2 포함) 충전기는 약 2,600만 기가 산출된다. 공용 급속충전기는 주로 장거리 통행이나 라이드 헤일링 차량, 일부 집 충전이 어려운 운전자 용도로 공급된다. 공용 완속 충전기는 고밀도 주거지역이나 오피스빌딩과 상업시설 등 충전수요가 밀집된 장소에 설치된다. 마지막으로 비공용 완속 충전기는 주로 주거지 중심으로 공급된다.



[그림 2-3] 미국 NREL 2030년 충전인프라 필요 규모 산정 사례

자료: NREL(2023), The 2030 National Charging Network: Estimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure

## (2) 유럽<sup>16)</sup>

유럽자동차제조협회(European Automobile Manufacturers' Association, 이하 ACEA)는 2022년 유럽연합 전역을 대상으로 한 충전인프라 계획을 연구하였다. 여기서는 정책 목표에 따라 전기차가 확대될 경우 필요한 충전기 규모와 자본 투자 규모, 전력망과 재생에너지 계획 등이 제시됐다. 따라서 자동차 산업과 에너지 부문 협동 연구로 진행됐으며 에너지 부문에서는 Wind Europe, SolarPower Europe, Eurelectric 등이 참여했다.

본 연구는 2030년까지 전기차 판매대수를 전망하고 이에 따라 필요한 충전인프라 규모를 산정하였다. 그 결과 소형차 충전인프라는 2030년까지 전기차 4,280만 대 기준 총 3,643만 기 필요한 것으로 산출되었다. 여기서 공용 충전기는 683만 기, 비공용 충전기는 2,960만 기로 구성되어 있다.

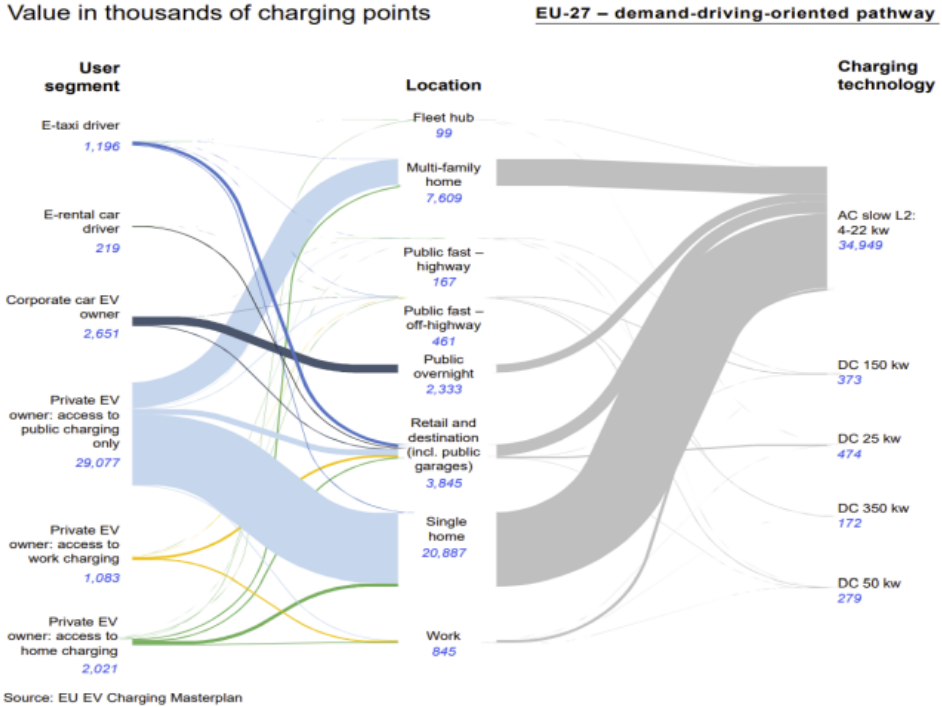
상용차 충전인프라는 소형급의 경우 총 341만 기가 필요하며, 이 중 공용 충전기는 71만 기, 비공용 충전기는 170만 기 필요한 것으로 예측됐다. 중대형 차량의 경우 트럭은 총 27만 4천 기가 필요하며, 공용 충전기 4만 4천 기와 비공용 충전기 23만 기가 필요하다. 버스는 충전인프라 필요 규모로 총 5만 6천 기가 요구되며, 이중 공용 충전기는 4천 기, 비공용 충전기는 5만 2천 기가 필요한 것으로 산출됐다.

위 연구에서는 충전인프라 규모 산정방법을 살펴보면 차종별로 다음과 같다. 먼저 소형차의 경우 차종과 충전 특성을 고려하여 이용자 계층을 구분하고(user segment), 충전패턴 유형을 고려하여 장소별 충전수요를 산정하였으며(location), 각 장소별 충전기 적정유형을 검토하여(charging technology) 총 충전기 규모를 산정하였다. 다음 [그림 2-4]는 이 과정을 도식화해서 보여준다.

16) ACEA(2022), European EV Charging Infrastructure Masterplan 토대로 작성



Exhibit 2: User segments, charging location, and technology for passenger cars  
(same view available for buses and trucks as well as LVCs in the appendix)

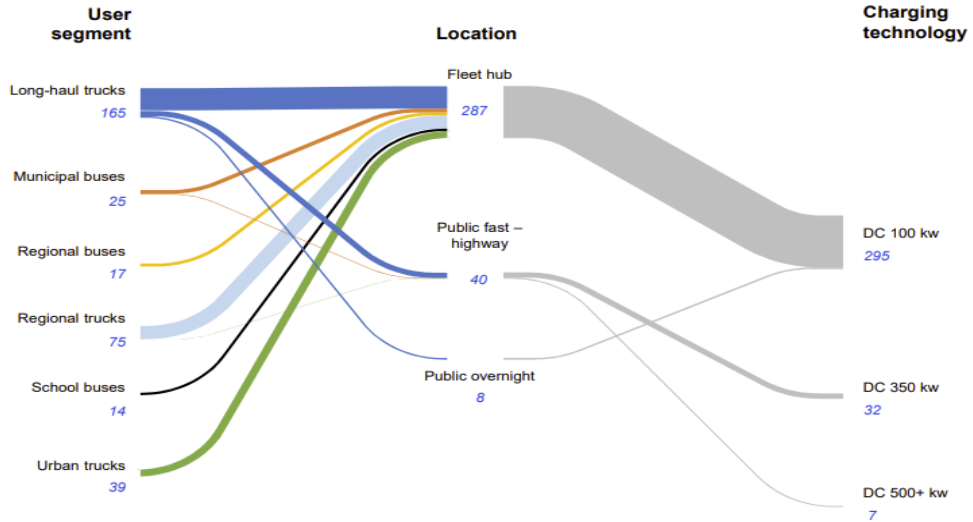


[그림 2-4] 유럽 ACEA 2030년 소형차 충전인프라 필요 규모 산정 사례

자료: ACEA(2022), European EV Charging Infrastructure Masterplan

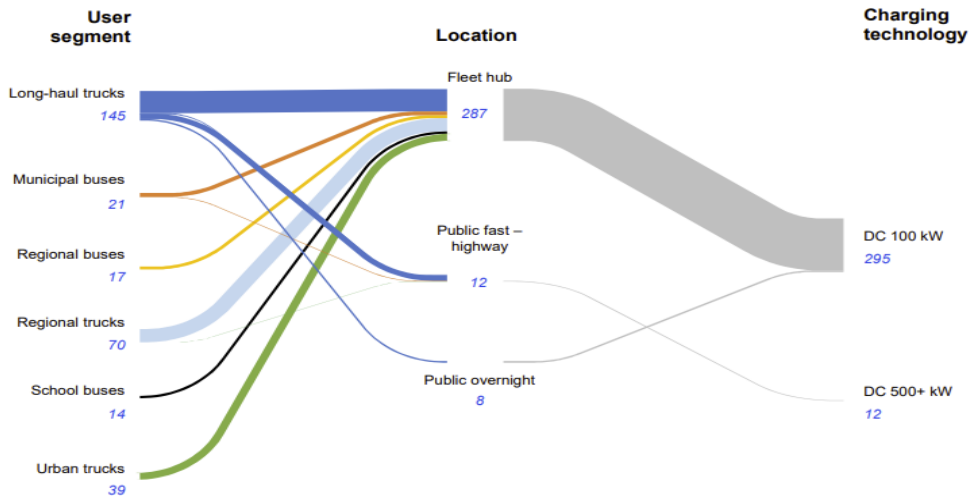
중대형 상용차도 유사한 접근을 통해 충전인프라 규모를 산정하였다. 그러나 상용차 충전기술의 경우 아직 충전 기술에 대한 표준화가 진행 중임을 감안하여 현재 충전방식인 CCS(Combined Charging System)와 MCS(Megawatt Charging System)가 혼용된 충전기술 시나리오와 MCS 중심 시나리오 2개 안으로 제시됐다. 그 결과는 [그림 2-5]와 같이 MCS 기술을 차용할 경우 충전기 규모가 더 작아지는 것으로 나타났다.

**Exhibit 49: User segments, charging location and charging power for CVs, trucks and buses, assuming balanced CCS and MCS public chargers**



Source: EU EV Charging Masterplan

**Exhibit 50: User segments, charging location, and charging power for CVs: trucks and buses assuming MCS fast chargers only**



Source: EU EV Charging Masterplan

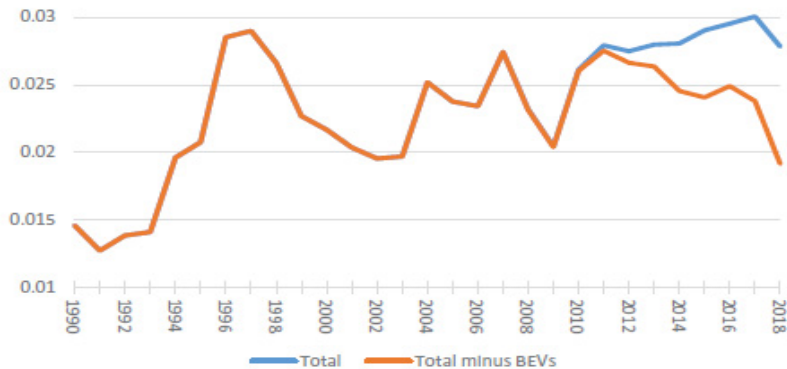
**[그림 2-5] 유럽 ACEA 2030년 상용차 충전인프라 필요 규모 산정 사례**

자료: ACEA(2022), European EV Charging Infrastructure Masterplan

## 나. 충전인프라 계획 평가 및 충전전략 연구

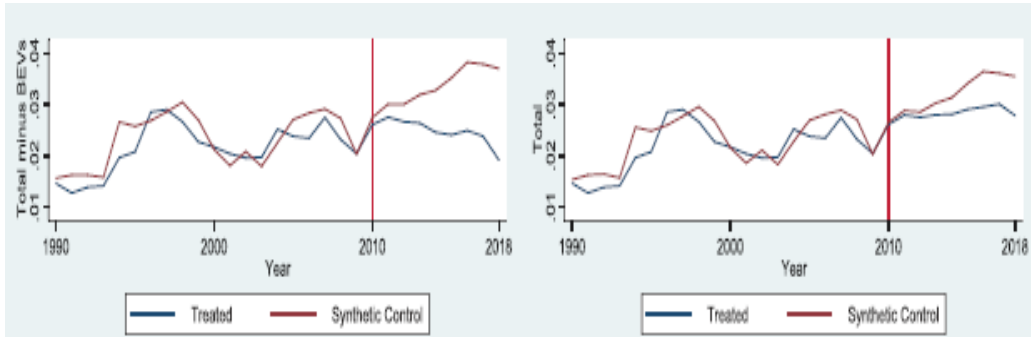
### (1) 노르웨이 전기차 보급정책 평가 연구

Aarstad and Kvitastein(2020) 연구에서는 노르웨이에서 전기차의 보급정책에 대한 진정한 효과를 분석하기 위해 합성대조군 방법이 활용되었다. [그림 2-6]처럼 전기차 보급정책에 따라 2010년 이후 전기차 판매량(파란색에서 주황색을 제외한 영역)이 상당히 증가한 것으로 보인다.



[그림 2-6] 노르웨이 전기차 보급정책에 따른 판매량

전기차 정책의 효과를 분석하기 위해 합성대조군 방법을 적용한 결과를 보면, [그림 2-6]의 주황색 선은 정책을 시행하지 않았을 경우를, 파란색 선은 도입 후의 효과를 나타낸다. 이 결과는 유럽 국가 중심으로 수집된 데이터를 대조군으로 활용하여 노르웨이 전기차 정책 효과를 분석한 것이다. [그림 2-7]의 왼쪽은 전체 차량에서 전기차를 뺀 것이고, 오른쪽은 전체 차량을 말한다. 분석 결과 총 차량에서 정책 시행으로 인해 전체 차량 대수의 감소를 가져왔고, 전체 차량에서 전기차를 뺀 기존 차량은 전체 차량감소보다 적게 감소한 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 전기차 보급정책을 시행하지 않았을 때보다 정책 시행으로 전기차의 판매는 소폭 증가한 것으로 나타나 노르웨이의 전기차 보조금 증가로 나타나 보조금 정책에 부담을 준 것으로 예측되었다(Aarstad and Kvitastein, 2020).



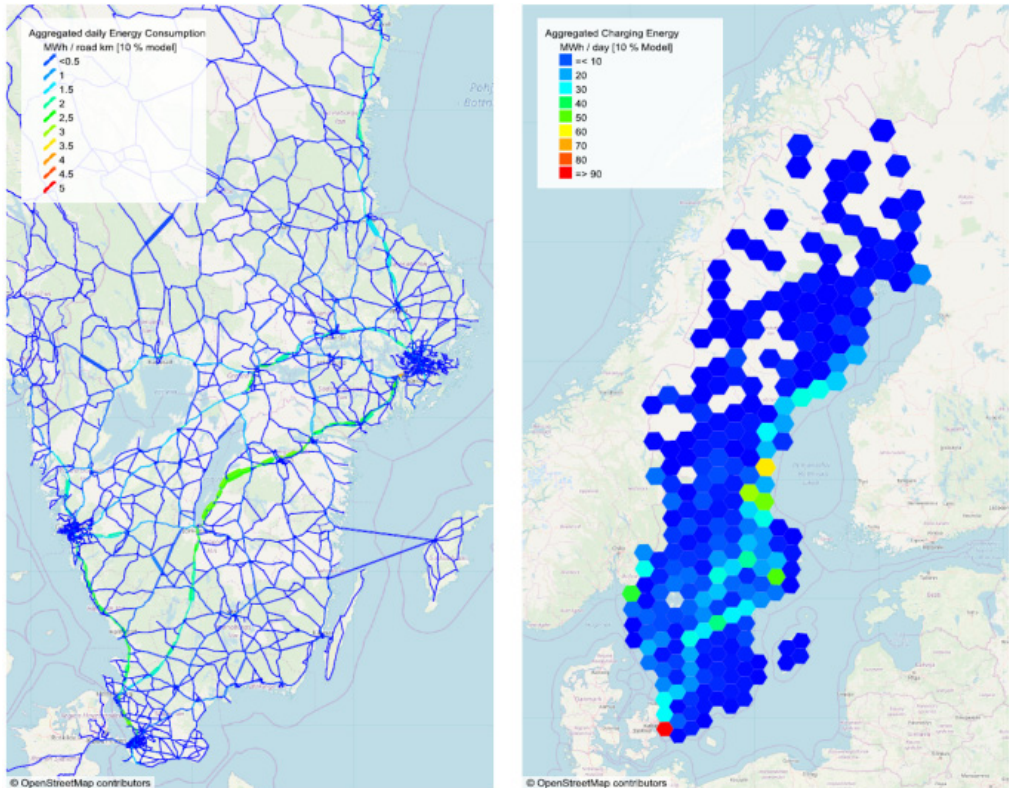
[그림 2-7] 노르웨이 전기차 정책 시행 전후 효과

## (2) 스웨덴 전기차 통행자의 충전과 에너지 사용량 연구<sup>17)</sup>

전 세계적으로 교통부문의 전동화 사회를 구현하고 있는 북유럽 국가 중 대표국가인 스웨덴의 사례연구이다. Bischoff and Nagel (2019)의 연구를 요약하면 다음과 같다.

Bischoff and Nagel (2019)은 스웨덴 장거리 통행자의 국가 전체적인 전기차 시뮬레이션을 통한 시간대별 전기 소모량의 영향을 분석하였다. 입력자료로는 스웨덴 국가교통 모형에서 생성된 지역 간 기종점통행표자료, 교통네트워크 자료, 그리고 기존 가솔린의 충전위치정보이다. 당 연구는 주유소와 같은 곳에 충전소 10개 (승용차 8개, 화물차 2개)를 설치했다고 가정하였다. 각 통행자들은 집에서 충분히 충전한 상태에서 출발하고 이후 SOC(state of charge)가 50%일 때 충전한다고 가정하였다. 스웨덴 전체통행량 중에서 모집단의 10% (50만 에이전트)를 전기차로 가정하여 시뮬레이션을 실시했다. [그림 2-8]은 스웨덴 도로망에서 도로 킬로미터당 에너지 소비를 나타낸 것이고, 오른쪽은 충전소별 에너지 소비량을 나타낸 것이다. 시간대별로는 두 번의 피크를 보였는데 정오인 12시에 가장 높았고, 오후 7시에 두 번째 피크를 보였지만 그 크기는 2배 이상을 보였다. 트럭의 경우 밤 시간인 9시 이후에 피크를 보였지만 영향은 매우 작은 것으로 나타났다.

17) Bischoff and Nagel(2019), Impacts of vehicle fleet electrification in Sweden – a simulation-based assessment of long-distance trips, pp. 1-7



[그림 2-8] 스웨덴 도로망과 전기차 충전으로 인한 충전소의 에너지 소모량 표현

### (3) 독일 베를린 대상 충전전략 평가 연구<sup>18)</sup>

이 연구의 목적은 도시 개인차량을 위한 충전전략 수립과 평가방법을 개발하고 충전형태를 고려한 충전 장소 선정에 대한 베를린시 사례 연구이다 (Ricardo Miranda Jahna 등, 2020). 분석도구는 MATSim(오픈 베를린 시나리오 이용: 10% open Berlin Scenario)을 이용한다. 세부적인 분석가정은 다음과 같다.

- 베를린 내연기관차 100%가 BEV로 교체된 경우 가정 : 4개 규모로 차종 구성하고 랜덤 배분
- 차량은 활동 중 충전 가정 : 충전시각과 소요시간은 사전 고려

18) Ricardo Miranda Jahna etc.(2020), Methodology for Determining Charging Strategies for Urban Private Vehicles based on Traffic Simulation Results, 170, 751-756

충전방식에 대한 시나리오는 3가지 시나리오로 주거지 충전(charging at home), 직장충전(at work), 기타 활동 충전(during leisure activities)을 고려하였다. 집과 직장 충전은 하루 활동에 충분한 충전을 가정했으며, 기타 활동 충전은 활동시간이 길지 않기 때문에 레저활동 전 필요한 거리만큼만 충전한다고 가정하였다.

충전소 규모와 충전용량에 대한 가정은 다음과 같다. 집과 직장충전은 필요 개소수의 상한과 하한을 정의하였다. 상한은 충전수요를 가진 모든 차량 수로 집은 418,420개, 직장은 235,105개를 적용했으며, 하한은 SOC 일정 수준 미만만 충전한다고 가정하고 산정하였다. 기타 레저 충전에서는 모든 링크의 레저활동 차량수 최댓값 합산을 상한으로 설정하고, 하한은 최소 체류시간을 1분에서 30분까지 늘려가며 실제 충전 발생 차량수를 산정하였다. 그 결과 하한은 상한 40%까지 감소하는 것으로 나타났다.

위 가정과 같이 전기차 충전 시뮬레이션은 집과 직장충전에서는 하루 전체 에너지 필요 수요만큼 충전이 이뤄지며 레저 충전에서는 여러 번 충전 가능하며 완충하지 않아도 된다고 가정하였다.

연구 결과를 토대로 충전전략과 충전인프라 적정 규모에 대한 함의는 다음과 같이 도출됐다. 먼저 급속충전은 구축과 운영에 높은 비용이 소요되지만 시뮬레이션 분석 결과 베를린시에 반드시 필요한 인프라는 아닌 것으로 나타났다. 특히 집 충전에서 7.4kW 용량으로 모든 차량이 필요한 충전이 가능하며, 직장충전만 이용할 경우 충전 용량은 11kW 까지 높여서 가능하나 모든 차량의 충전수요를 만족하지는 못한다. 기타 레저 충전의 경우도 직장충전과 유사하게 최적 충전용량 43kW로 급속충전이 공급되어야 할 것으로 나타났다.

따라서 위 분석 결과와 같이 집 충전은 모든 차량의 에너지 수요를 만족하고 7.4kW로 가능하므로 에너지 공급과 충전 전략 측면에서 최적 충전 대안으로 도출됐다. 그러나 이 시나리오의 경우 대부분 충전수요가 저녁 시간대에 집중되므로 전력망 부하가 예상되기 때문에 다른 전략이나 충전 컨트롤 개발이 필요하다는 점이 지적됐다.

#### (4) 독일 뮌헨 교통 시뮬레이션 전기차 모듈 적용

Adenaw and Lienkamp(2021)는 독일 뮌헨시를 대상으로 전기차 충전 모델링을 구현할 수 있는 교통시뮬레이션 툴을 개발하였다. 이 분석도구는 도시계획가가 충전인프라 계획과 설계에 활용할 수 있도록 전기차 이용자의 현실적인 충전행태를 모사하기 위한 목적으로 개발됐다. 그 결과로 전기차 통행과 충전 시뮬레이션이 가능한 시뮬레이션 툴로서 UrbanEV-Contrib을 제시하였다. 여기서 시뮬레이션 툴 개발은 교통 시뮬레이션 도구인 MATSim과 EV-Contrib 모듈을 사용하였다. MATSim은 오픈 소스로 제공되는 에이전트 기반 교통시뮬레이션 툴이며 상세한 설명은 부록에 제시하였다.

위 연구에서 전기차 시뮬레이션 분석을 위해 적용한 주요 가정은 다음과 같다. 도시부 전기차 이용자의 충전 모델링은 (1) 충전결정 행태(charging behavior)와 (2) 장소 선택(location choice)으로 나누어진다.

충전결정 행태는 현실적인 충전 결정을 모사하기 위해 단순 SOC 상태뿐만 아니라 편의성(충전기에서 목적지까지 보행거리)과 이용자 선호(주거지 충전 선호)를 포함하여 설정한다. 장소 선택은 충전 결정 이후 활동 목적지 인근 보행 가능한 충전기 그룹 중 최단 거리를 선택하도록 설계하였다. 다만 위 연구는 통행 중 충전(en-route charging) 행태는 도시 내 충전행태로 비현실적이라는 판단 하에 선택하지 않는 것으로 가정하였다.

위 분석도구를 활용한 교통 시뮬레이션은 뮌헨시에 10,000대의 전기차가 운행된다는 가정하에 수행됐으며 전기차는 기존 출시 모델 4종으로 구분하였다. 충전인프라는 공용 인프라 현재 정보를 활용하여 네트워크에 배치됐다. 현실적인 충전 장소 패턴을 반영하기 위하여 충전기별로 주거지 충전기는 전체 에이전트 중 80%만 이용 가능하며, 직장충전기는 20%만 랜덤하게 배치하였다.

분석기간은 전기차 주행가능거리가 늘어나면서 충전패턴을 일일 패턴으로 분석하기 어렵기 때문에 총 10일 동안 시뮬레이션을 수행하였다. 사용자의 충전결정 기준 SOC는 20%를 적용했으며, 최대 주행가능거리는 500km 등 충전 관련 주요 변수값을 설정하였다. MASTSim 시뮬레이션 에이전트 중 필수 에이전트와 비필수 에이전트를 구분해서 그룹별로 현재 제시되는 활동과 충전 플랜에서 꼭 충전이 필요한 계층과 충전이 불필요한 계층의 비율을 제시하였다.

시뮬레이션 검증은 시간대별 충전기 유형별 점유율을 기준으로 선행연구 결과와 관측 값 등과 비교할 때 질적·양적 동질성을 검토하여 시뮬레이션 타당성을 검증하였다. 구체적으로 지역별 충전기 점유율을 분석하고 위치별 공용 충전기 점유율과 이용률을 비교 분석하여 적정 여부를 판단하였다. 또한 충전을 시작하는 SOC를 비교한 결과 80% 이상 차량은 SOC 30% 이내에서 충전하는 것으로 나타나 합리적인 충전 이벤트로 판단하였다.

위 연구 분석 결과 여기서 제시한 전기차 시뮬레이션 분석 도구는 도시 환경에서 현실적인 충전패턴 모델링이 가능한 분석도구인 것으로 나타났다. 해당 분석 툴을 이용해 전기차 보급률 대비 충전인프라 이용률 평가, 지점별 이용률과 점유율 분석 등이 가능하다. 충전기 이용률 분석 결과 여기에서 가정한 주거지 충전 80%, 직장충전 20%, 전기차 대 공용 충전기 비율 0.07에서는 도시 내 공용 충전소 간 경쟁은 어려운 상황이다.

위 연구 결과를 실제 국내에 적용하기 위해 제한 사항을 검토한 결과는 다음과 같다. 주요 문제점으로는 에이전트 기반 모델링 입력자료 문제, 상용차나 외부지역 통근자 충전 수요 미반영, 충전소별 가격정보 미반영, 장기간 자료 확보가 필요하다.



## 제4절 정책적 시사점과 연구 방향 도출

### 1. 정책적 시사점

#### 가. 수송부문 탄소중립 정책으로서 전기차 전환 가속화

본 장에서는 수송부문 탄소중립 정책과 탄소중립 이행 전략으로서 전기차 정책 현황을 살펴보았다. 우리나라는 「탄소중립기본법」을 통해 탄소중립 이행을 법제도화하였으며 탄소중립 기본계획에서는 2030년까지 감축 목표를 제시하였다. 수송부문에서는 2030년까지 2018년 배출량 대비 37.1백만 톤 감축할 계획이며, 주요 감축 수단으로는 도로 부문 전기·수소화와 수요관리 강화 등을 제시하고 있다.

전기·수소차 전환 목표로는 2030년까지 전기차 420만 대, 수소차 30만 대 보급 목표를 수립하는 등 전기차 전환 속도는 더욱 가속화될 전망이다. 2023년 말 기준 전기차 등록대수는 약 53만 대로 2030년까지 연평균 50만 대 이상 전기차를 보급해야 하며, 2030년까지 신차 시장에서 전기차 점유율은 30% 이상으로 확대되어야 한다.

국내뿐만 아니라 국외 주요 국가 중 2050년 또는 이전 탄소중립 목표를 수립한 국가들은 대부분 적극적인 전기차 전환 정책을 추진하고 있다. 특히 에너지 분야에서 재생에너지 비율을 높이고 있는 국가들의 경우 전기차 전환에 따른 온실가스 감축 효과를 더 극대화할 수 있다. 미국 캘리포니아는 2035년까지 판매되는 모든 신규 승용차 및 트럭에 배출 제로를 실현한다는 목표를 제시했으며, 중국은 2035년까지 신에너지자동차(전기·수소차) 비중을 50%까지 확대하며, 유럽은 자동차 신차 배출허용기준을 통해 사실상 2035년까지 제로 배출을 달성하도록 관련 제도를 강화하고 있다. 따라서 국내외 자동차 시장에서 전기차 전환은 가속화될 전망이나 전환 속도는 자동차 시장의 주요국 정책에 따라 변동의 여지가 있는 상황이다.

#### 나. 전기차 확산을 위한 효과적인 충전 인프라 계획 필요

전기차와 수소차 확산을 위해서는 안정적인 연료 인프라 공급이 중요하다. 정부는 2030년까지 전기·수소차 보급 목표에 맞춰서 전기차 충전소는 120만 기 이상, 수소충전

소는 660기 이상 구축 계획을 수립한 바 있다. 그러나 향후 전기차 전환 속도를 고려할 때 현재 충전 인프라 계획의 적정성 평가나 탄소중립 목표와의 정합성은 아직 충분히 검토되지 못하고 있다.

먼저 충전 인프라 계획과 관련한 문제점으로 초기 전기차 보급 단계에서는 공급 중심 인프라 정책이 추진되면서 수요자의 실 충전 수요를 반영한 인프라 계획은 미흡하였다. 따라서 전기차 전환 시기에 인프라 공급과 관련해서 선제적인 투자로서 필요하다는 입장과 전기차 전환 속도에 비해 과잉 투자라는 논쟁이 발생하고 있다. 전기차 확대에 점차 충전인프라 규모가 증가하고 충전 서비스 사업자가 확대되면서 실수요를 고려한 효과적인 충전인프라 계획이 중요하다. 따라서 효율적인 인프라 계획과 배치 전략을 위해서는 충전 수요에 대한 정확한 예측이 중요하다. 실제 운전자의 동적 특성을 파악하기 위한 기초 자료 수집과 분석이 필요하며 향후 충전수요 예측에 있어서 구매층 변화, 차량 기술 변화 등을 반영할 필요가 있다.

다음으로 국내 충전인프라 구축은 주로 공용 인프라 중심으로 진행되면서 급속충전기 비중이 높다는 점은 전력 수요에 영향을 미칠 수 있는 요인이다. 전기차는 운행 중 배기구를 통한 배출량은 없으나 전기 사용이 늘어나면서 발생하는 간접 배출량이 있기 때문에 전력망 부하를 최소화하고 효율적으로 운영할 수 있는 충전 전략이 필요하다. 따라서 전기차 충전으로 인한 전력망 영향을 최소화할 수 있도록 충전 인프라 계획 수립 과정에서는 충전 수요를 만족하는 것과 동시에 전력 수요를 최소화할 수 있는 최적 충전 전략이 고려되어야 할 것이다.

마지막으로 국내 충전인프라 보급 로드맵은 전기차 주행거리 증가 등 기술 변화나 충전인프라 여건 변화에 따라 목표 변동성이 큰 편이다. 따라서 국가 충전인프라 계획 수립에 있어서 계획에 대한 적정성 검토 및 평가가 필요하다. 현재는 충전인프라 계획에 따라 예산 투입이 이뤄지지만 실제 충전인프라 활용률과 충전 장소 및 충전기 유형별 배분 적정성에 대한 검토는 미시행 중이다. 따라서 인프라 계획의 적정성 평가를 위해 앞으로 전기차 통행과 충전을 모사할 수 있는 교통 시뮬레이션 등 고도화된 분석 방법이 요구된다.

## 다. 장기적인 충전 인프라 구축 및 운영 체계 검토

국내에서 충전 인프라 관련 수행된 선행연구는 주로 전기차 활성화 관점에서 충전 인프라 공급과 생태계 마련에 초점을 맞추고 있다. 그러나 2030년 탄소배출량 감축을 위한 전기차 보급 목표와 탄소중립 목표 등 뚜렷한 정책 방향을 고려할 때 장기적이며 체계적인 충전인프라 구축과 운영체계 수립에 대한 연구가 필요하다. 현재 충전 인프라 정책은 주로 초기 시장 활성화와 지원 제도를 중심으로 추진되고 있으나, 장차 대중화 시대에 대응하기 위해서는 충전인프라 정책에 있어서도 법·제도 및 추진 체계를 정비하고, 지속가능한 인프라 운영 방안 등이 검토되어야 한다.

## 2. 연구 방향 도출

본 장에서 검토한 바와 같이 전기차는 수송부문 탄소중립 이행을 위한 가장 중요한 실행방안 중 하나이다. 향후 전기차 충전인프라 구축 방향은 수요자 입장에서는 편리하고 안정적인 충전 환경을 공급하는 동시에 에너지 측면에서는 탄소 중립을 지향하는 방향으로 구축되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 수송부문 탄소 중립을 위한 전기차 충전인프라 구축 방안을 탐색하고자 하며 주요 연구내용으로 다음과 같이 세 가지 부분에 초점을 맞춰서 진행하고자 한다.

### 가. 전기차 인프라 현황 및 장래 계획 분석

첫 번째 연구 내용으로 다음 3장에서는 전기차 인프라 현황과 장래 계획을 분석하였다. 현재 전기차 충전인프라 현황을 살펴보고 향후 국내외 충전인프라 계획을 살펴보았다. 기술적 측면에서 전기차 충전 기술 수준 및 발전 방향과 충전 인프라 구성 요소를 살펴보고 실제 충전 인프라 구축 사례를 분석했다. 다음으로는 국내·외 충전인프라 현황을 살펴보고 충전서비스 사업자 동향을 살펴보았다. 마지막으로 우리나라와 세계 주요국의 전기차 확산에 따른 충전 인프라 계획을 살펴보고 관련 선행연구들을 검토했다.

## 나. 실수요 기반 인프라 계획 고도화 연구

효과적인 충전 인프라 계획을 수립하기 위해서는 충전 수요 분석과 모델링 연구가 필요하다. 초기에는 전기차 관련 자료 취득이 어려워서 국내에서는 충전 수요와 관련한 선행 연구가 많지 않았다. 그러나 최근 전기차 증가와 자동차 관련 데이터 수집과 활용이 늘어나면서 실데이터 기반 충전 수요 연구가 가능해지고 있다.

따라서 본 연구에서는 실데이터를 통해 충전 수요를 분석하고, 실수요에 기반한 충전인프라 계획을 검토하고자 한다. 이를 위해 한전 전력연구원에서 차량 내 수집장치를 통해 수집된 전기자동차 운전자의 통행·충전 데이터를 활용했다. 충전인프라 계획에서는 차종별 실제 충전 패턴을 토대로 충전 인프라의 장소별·충전기별 적정 규모를 산정했다. 장래 충전 인프라 계획의 적정성을 검토하기 위한 방안으로는 교통시물레이션을 활용하여 전기차 운전자의 통행과 충전 행태를 분석하는 방안을 제시했다.

## 다. 충전인프라 구축 및 운영체제 개선 방안 탐색

본 연구는 충전인프라 계획뿐만 아니라 전기차 대중화 시대에 필요한 충전인프라 구축 및 운영체제에 있어서 개선이 필요한 내용을 탐색하고자 한다. 먼저 장기적으로 전기차 충전인프라가 어떻게 변화하게 될지 전망하고 해당 전망을 토대로 법제도 개선방안과 운영방안으로서 충전요금체제 개선방안을 검토하고자 한다.

전기차 및 충전인프라와 관련된 현행 제도와 규제에 대한 분석으로 관련 법령과 규제를 검토하여 충전인프라의 안정적인 보급과 운영을 지원하는 법제도 개선 방안을 도출하였다. 전기차의 경쟁력을 높이기 위해서는 충전요금 체제의 개선이 필수적이다. 국내외 전기차 및 전기버스의 충전요금과 연료비를 분석하여, 적절한 정책과 전략을 수립하기 위해 내연기관과의 경쟁력을 분석하고, 국내 충전요금 체제 개선 방안을 도출하였다. 전기차 충전인프라의 효율적인 관리와 서비스 개선을 위해 이용자와 관리기관의 요구사항을 파악하고, 이를 바탕으로 충전인프라 운영과 관리를 개선하는 방안을 제시하였다.

수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

# [제3장]

## 전기차 인프라 현황 및 장래 계획 분석

제1절 전기차 충전 기술과 인프라

제2절 국내·외 충전인프라 현황

제3절 국내·외 충전인프라 계획

제4절 정책적 시사점



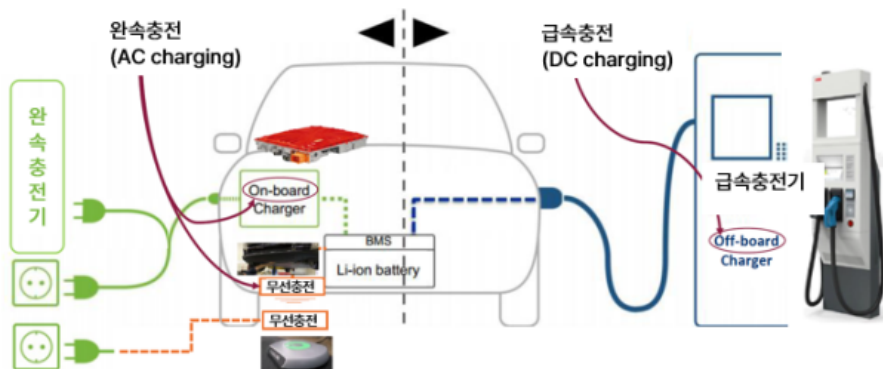
## 제3장 | 전기차 인프라 현황 및 장래 계획 분석

### 제1절 전기차 충전 기술과 인프라

#### 1. 충전인프라 구성 요소

##### 가. 전기차 충전 방식

전기차를 충전하는 방식은 일반적으로 완속 충전(AC charging)과 급속충전(DC charging)으로 분류할 수 있다. 완속 충전은 차량 내에 탑재한 충전기(On-Board Charger, 이하 OBC)를 통해 배터리를 충전하는 방식이며, 충전용량은 3.7~11kW 범위에 있다. 무선 충전은 전자 유도방식 등을 통해 직접 배터리를 충전하는 방식으로 충전용량은 3.2kW~11kW 범위다. 급속충전은 40kW 이상 DC 전원으로 직접 배터리를 충전하는 방식이며 최대 350kW급까지 충전이 가능하다(그림 3-1) 참조).



자료: Yole development 자료 재가공

[그림 3-1] 전기차 충전 방식

## 나. 충전시설 유형







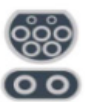



앞서 설명한 전기차 충전 방식별로 충전기 사양과 충전구의 규격도 구분된다. 충전구 규격은 급속과 완속 충전방식과 국가별로 표준이 다르다. 충전방식은 레벨(Level)로 구분하고 있으며, 레벨 단계가 높아질수록 출력사양이 높아지는 형태이다. 차량의 배터리, OBC 성능에 따라 받아들일 수 있는 출력은 다르다. 레벨1과 레벨 2는 완속 충전용이며, 레벨3은 급속 충전용으로 사용되고 있다.

〈표 3-1〉 충전방식별 출력 및 사용패턴

종류	전압/출력	차종	사용패턴
Level 1	~220V/~3kW	PHEV, EV	장시간(콘센트 연결)
Level 2	240v /3~22kW	EV	장시간(별도 충전기)
Level 3	480V~ / 22kW~	EV	단시간(별도 충전기)

자료: 기어트렌드(2023), 충전 방식과 충전구 규격 - 전기차 충전기 알아보기, <https://gear-up3.com/> (검색일: 2023.10.5.)

완속 충전기 규격은 완속AC 단상(5핀, Type1)이 세계적으로 보편적인 표준 규격이나, 급속충전 표준은 국가별로 상이하다. 한국과 미국은 CCS1(콤보1), 유럽은 CCS2(콤보 2), 일본은 차데모(CHAdEMO), 중국은 GB/T 이다. 테슬라는 별도로 NACS 방식을 사용하고 있다. 최근 미국 텍사스주는 테슬라 충전방식 설치를 의무화하는 계획을 승인하였으며 향후 북미 전기차 급속 충전 표준은 NACS까지 확대될 것으로 전망하고 있다.

구분	미국·한국	유럽	일본	중국	Tesla(미국)
완속 (AC)	 Type 1(J1772)	 Type 2(Mennekes)	 Type 1(J1772)	 GB/T	
급속 (DC)	 Combo(CCS1)	 Combo(CCS2)	 CHAdEMO	 GB/T	 NACS (North American Charging Standard)
통신방식	PLC		CAN		CAN
출력범위	150kW 대응기기가 일반적, 350kW 대응기기 설치 시작		50kW 대응기기가 일반적, CHAdEMO 는 90kW 대응기기 설치 시작		250kW 대응

자료: 한국자동차연구원(2023.3.27.), 전기차 급속충전 규격 표준화 동향과 시사점, <https://www.katech.re.kr/page/07090450-89fd-4a3f-8373-ee74cbb3e738;jsessionid=6A9811404143190B51EF61FD57EBD9F6?ac=view&post=bb6b3fc4-64b8-495b-a427-0eb98162aec5&keyword=&page=1>, 산업동향 Vol. 113, (검색일: 2023.10.5.)

〔그림 3-2〕 전기차 표준 규격



그 외 충전시설 유형은 운영과 과금주체에 따라 비공용 충전기와 공용 충전기로 분류할 수 있다. 최근 국내에서는 규제 완화로 비공용 개인충전기 공유서비스를 제공하는 플랫폼 사업도 가능해지고 있다.

비공용 개인충전기는 사용자가 한전과 공급계약을 체결하고 충전기를 직접 설치·운영하는 방식으로 한전 전기차 충전전력 요금체계에 따라 과금된다. 공용 충전기는 충전 사업자가 충전기를 설치·운영하는 방식으로 개인회원은 충전 사업자의 과금정책에 따라 충전요금을 지불하게 된다.

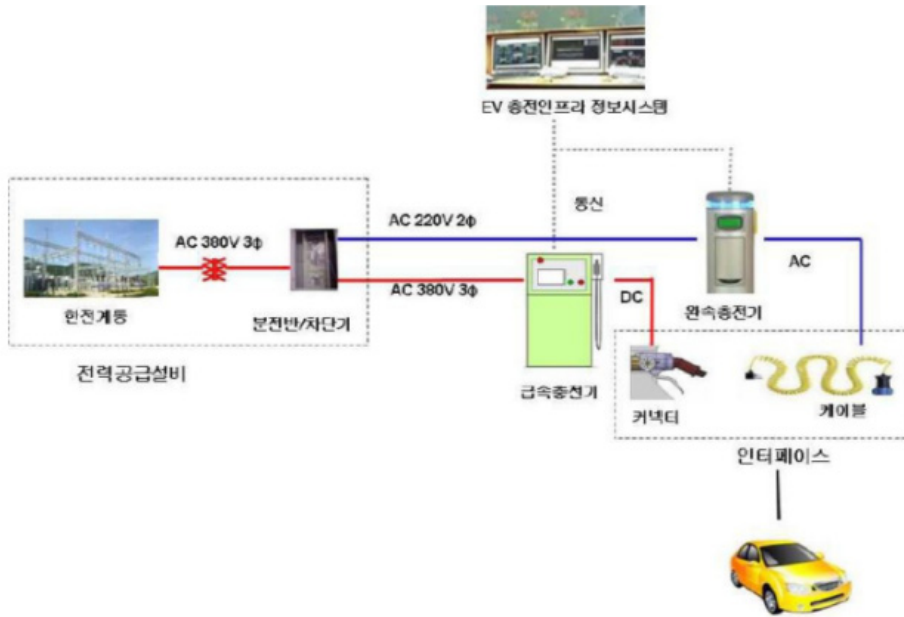
#### 다. 충전인프라 구성

일반적으로 전기차 충전인프라는 전력 공급설비, 충전기, 인터페이스, 정보시스템 등으로 [그림 3-3]과 같이 구성된다.

전력 공급설비는 전기차에 전원을 공급하기 위한 전기설비로, 전력량계, 인입구 배선, 분전반, 배선용 차단기 등이 포함된다. 충전기는 앞서 충전 방식에서 설명한 충전방식별로 전원을 단상 220V로 공급받는 완속 충전기와 3상 380V로 공급받는 급속충전기로 구분된다. 차량과 충전 기간 인터페이스는 충전기에서 전기차에 전기를 공급하기 위해 연결하는 커넥터와 차량용 소켓으로 구성된다. 충전정보시스템은 충전기의 설치 위치와 이용 상태 정보를 실시간으로 충전기 운영상태에 대한 실시간 모니터링이 이루어지게 된다.

전기버스와 같이 대용량 충전 용량이 필요한 경우, 충전수요를 최적화할 수 있도록 충전수요의 자동 분산과 순차 충전이 가능한 분산형 충전시스템으로 구축된다. 또한 최대한 전력수요를 분산하고 피크 전력 소비량을 낮출 수 있도록 에너지 저장장치의 일종인 파워뱅크를 활용하기도 한다.

[그림 3-4]는 국내에서 전기버스 충전 서비스를 제공하는 펌프킨의 전기버스 충전인프라 구성 사례이다. 그림과 같이 한전으로부터 전기를 인수하면서 배전하는 수배전반(분전반), 피크 전력 개선을 위한 ESS(Energy Storage System) 일종인 파워뱅크, 전기버스의 충전 상황, 오류 여부 등을 확인할 수 있는 충전관리시스템으로 구성된다.



자료: 전기차 충전시스템 소개와 인프라 구성, <https://m.blog.naver.com/londoner331/222487187732>, (검색일: 2023.10.5.)

[그림 3-3] 전기차 충전인프라 구성



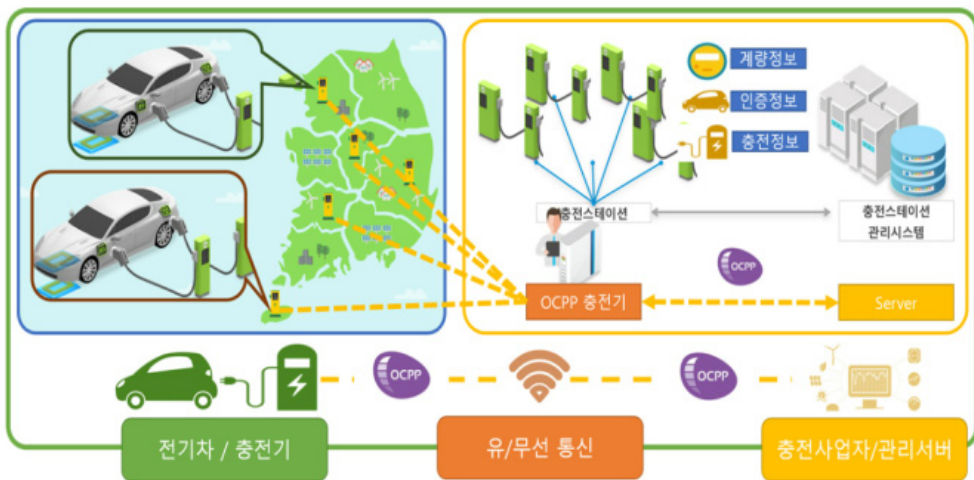
자료: 펌프킨 홈페이지, <https://www.epumpkin.co.kr/business/ev-infra/>, (검색일: 2023.10.5.)

[그림 3-4] 전기버스 충전인프라 구성

## 라. 충전인프라 통신<sup>19)</sup>

공용 충전인프라가 확대되고 다양한 충전 서비스 사업자가 등장함에 따라 충전인프라 통신 프로토콜(Communication Protocol)이 인프라 운영에 중요한 비중을 차지하고 있다. 통신 프로토콜은 서로 다른 기기 간의 데이터 교환을 원활하게 수행할 수 있도록 표준화시켜 놓은 통신 규약으로 기종이 다른 컴퓨터는 대개 서로 다른 통신 규약을 사용하기 때문에 이(異)기종 컴퓨터들끼리 통신을 하려면 표준 프로토콜을 설정하여야 한다.

최근 국내 충전시설 보조금 인증 기준에 따라 OCPP1.6으로 표준화 추세이다. OCPP(Open Charge Point Protocol)는 OCA(Open Charge Alliance)에서 충전스테이션의 운영 및 유지관리를 목적으로 개발한 개방형 프로토콜이다. 현재 미국, 유럽 등 50개 이상의 국가에서 다수의 충전스테이션 관리를 위해 OCPP 사용 중이며 국내에서도 OCPP를 활발하게 개발 및 적용 중이다.



자료 : 클린일렉스 발표자료(2023), 경기도 충전기 충전관리시스템의 표준화 및 스마트 충전 고도화 방안, 재정리

[그림 3-5] OCPP 적용범위

19) 경기도 충전기 충전관리시스템의 표준화 및 스마트 충전 고도화 방안, 재정리

## 2. 충전 기술 발전 동향

### 가. 배터리 기술 발전방향

충전 기술과 인프라에 영향을 미치는 요인으로서 전기차 배터리 기술 발전 방향을 살펴 보았다. 전 세계적으로 전기차 배터리 용량은 2019년 40kWh에서 2031년 배터리 용량은 2019년 보다 1.75배 높은 70kWh, 2041년은 2.5배 증가하여 100kWh에 다다를 것으로 전망하고 있다<sup>20)</sup>.

〈표 3-2〉 전기차 배터리 용량

연도	전 세계 평균 전기차 배터리 용량 (kWh)	충전 시간(분)		
		20kWh AC	120kWh AC	300kWh AC
2019	40	120	20	8
2031	70	210	35	14
2041	100	300	50	20

자료: IDTechEx(2021), 한국자동차환경협회(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급 로드맵 수립, 최종보고회 자료 재인용

폐배터리 시장은 긍정적인 전망이다. 이는 2010년 중후반부터 전기차가 본격 보급을 시작한 지, 7~8년이 지났기 때문에 폐배터리 재사용/재활용을 위한 시장이 앞으로 다가 오고 있다. 그리고 배터리 광물인 니켈, 리튬, 코발트, 망간 등의 가격상승으로 폐배터리 가공에 들어가는 비용을 제하고도 경제성이 보장되기 때문이다. 또한, 미국은 인플레이션 감축법 (IRA)으로 미국을 비롯한 미국의 동맹 국가에서 생산한 배터리 광물/소재 등을 일정 수준 포함해야 하며, 유럽연합은 ‘배터리 여권(Battery Passport)’ 제도로 EU 환경 규제에 맞는 배터리만 사용할 수 있어서, 폐배터리 재활용 시장은 더욱 커질 것으로 전망 된다<sup>21)</sup>.

차세대 배터리로 시장에서 주목하고 있는 종류는 전고체 배터리를 비롯하여 리튬-황 배터리, 리튬-공기 배터리 등 다양하다. 전고체 배터리는 전해질이 고체인 배터리이며,

20) 한국자동차환경협회(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급 로드맵 수립, 최종보고회 자료 재인용

21) 삼성 KPMG 경제연구원(2023), 배터리 생태계 경쟁 역학구도로 보는 미래 배터리 산업, 2023. Vol. 84 내용 재정리

리튬-황배터리는 황을 양극재로 사용하는 배터리이다. 리튬-공기 배터리는 대기 중의 산소를 양극재로 활용하는 배터리이다.

〈표 3-3〉 차세대 배터리 장점 및 단점

구분	장점	단점
전고체 배터리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭발 및 발화 특성이 없어 안전성이 우수</li> <li>• 높은 에너지 밀도 구현 가능</li> <li>• 고출력이 가능</li> <li>• 사용온도가 넓다</li> <li>• 전기구조가 단순</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고체 전해질은 액체 전해보다 이온전도도가 낮음(기존 리튬이온전지처럼 전극 제조 시 용량이나 효율특성이 현저하게 저하)</li> <li>• 높은 제조원가</li> </ul>
리튬-황 배터리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이론적으로 에너지 용량이 리튬이온전지보다 5배 이상 높음</li> <li>• 자원(황)이 풍부하여 가격이 저렴해서 제조원가 낮출 수 있음</li> <li>• 기존 리튬이온전지 생산공정 활용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 황의 전기전도도가 낮음</li> <li>• 충·방전과정에서 황의 중간생성물이 쉽게 녹아 전기 용량/수명 손실 발생</li> <li>• 양극재의 내구성이 낮음</li> </ul>
리튬-공기배터리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전지 무게가 가볍고, 에너지 밀도가 높음</li> <li>• 친환경적이고 안정성도 높음</li> <li>• 차세대 배터리 중 가장 높은 용량 구현할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상용화 계획과 기술적 한계 있음</li> <li>• 불용성 반응물 처리</li> <li>• 낮은 수명 특성</li> <li>• 리튬메달 사용으로 인한 안전성 저하</li> <li>• 공기극의 높은 분극 저항</li> </ul>

자료: 에너지 시장분석, 차세대배터리(전고체전지, 리튬황 전지, 리튬공기전지), <https://blog.naver.com/hoonyang/221607951305>, 내용 재정리 (검색일: 2023.10.17.)

## 나. 충전 기술 발전방향

### (1) 전기차 충전속도 및 편의성 개선

충전 시간을 줄이기 위해 초고속 충전기 구축을 확대하였다. 현대차 그룹의 E-pit은 기존 급속충전기보다 3배 이상 높은 350kW급 고출력 충전기로, 아이오닉5와 기아 EV6은 배터리 잔량 10%에서 80%까지 18분 만에 충전이 가능하다<sup>22)</sup>. 또한, 슈퍼차저는 15분 이내에 최대 322km 상당의 배터리를 충전할 수 있다<sup>23)</sup>. 니오의 500급 초고속 충전기는 차량이 800V 플랫폼에 구축되면 12분 만에 10%에서 80%까지 충전이 가능하며, 400V

22) 전자신문(2-21.12.05), “전기차 초고속 충전소”, <https://www.etnews.com/20211203000030>, (검색일: 2023.10.22.)

23) 해시넷, 초고속 충전, <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%B4%88%EA%B3%A0%EC%86%8D%EC%B6%A9%EC%A0%84>, (검색일: 2023.10.22.)

모텔의 경우 약 20분이 소요된다<sup>24</sup>). 중국 샤오핑의 S4 슈퍼차저는 최대 전력 480W, 최대전류 670A, 최대 충전 전력 400kW를 제공하며, 5분 만에 210km의 주행거리를 얻을 수 있다<sup>25</sup>(CLTC: China light-duty vehicle test cycle 기준).

충전기 설치가 어려운 지역에서는 이동식 충전기를 통한 충전 편의성 향상이 가능하다. 미국 EV셰이프차지 사의 지기(ZiGGy)는 휴대폰 앱이나 기기에 내장된 인포테인먼트의 시스템을 통해 충전이 가능한 충전 로봇이다<sup>26</sup>. 한국 예바 사의 파키(Parky)는 주차장을 돌아다니며 전기차를 충전하는 로봇으로, 현재 배터리 재사용 관련 규제 미비로 상용화가 지연되고 있다. 또한 대만의 이히이로(E-HER)는 이동식 전기차 충전 로봇으로, 30분 만에 완전 방전(0%) 상태에서 80%까지 충전이 가능하다<sup>27</sup>.



자료: 한국디자인진흥원, 디자인 트렌드, 움직이는 전기차 충전기, <https://www.designdb.com/?menu=1278&bbsno=2714&siten=15&act=view&ztag=r00ABXQAOTxjYWxsIHR5cGU9ImJvYXJkIiBubz0iOTg4liBza2luPSJwaG90b19iYnNfMjAxOSI%2BPC9jYWxsPg%3D%3D#gsc.tab=0>, (검색일: 2023.10.9.)

[충전 로봇: 지기(ZiGGy)]



자료: 동아일보(2023.6.16.), EVAR “골치 아픈 전기차 충전 문제, AIoT로 해결할 수 있습니다”, <https://www.donga.com/news/lt/article/all/20230616/119804364/1>, (검색일: 2023.10.9.)

[충전 로봇: 파키(Parky)]

### [그림 3-6] 이동식 충전 로봇

24) 해시넷, 초고속 충전, <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%B4%88%EA%B3%A0%EC%86%8D%EC%B6%A9%EC%A0%84>, (검색일: 2023.10.22.)

25) 해시넷, 초고속 충전, <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%B4%88%EA%B3%A0%EC%86%8D%EC%B6%A9%EC%A0%84>, (검색일: 2023.10.22.)

26) 한국디자인진흥원, 디자인 트렌드, 움직이는 전기차 충전기, <https://www.designdb.com/?menu=1278&bbsno=2714&siten=15&act=view&ztag=r00ABXQAOTxjYWxsIHR5cGU9ImJvYXJkIiBubz0iOTg4liBza2luPSJwaG90b19iYnNfMjAxOSI%2BPC9jYWxsPg%3D%3D#gsc.tab=0>, (검색일: 2023.10.9.)

27) 동아일보(2023.06.16.), EVAR “골치 아픈 전기차 충전 문제, AIoT로 해결할 수 있습니다”, <https://www.donga.com/news/lt/article/all/20230616/119804364/1>, (검색일: 2023.10.9.)

## (2) 무선 충전 기술

무선 충전을 위한 무선전력 전송시스템은 송수신부 코일 간격에 따라 자기유도 방식, 자기공진 방식 등으로 구분되며, 현재 가장 상용화된 기술은 자기유도 방식이다. 전기차용 무선전력 전송시스템의 호환을 위해서는 주파수 선정이 매우 중요하지만, SM (Industrial Scientific and Medical Equipment)<sup>28)</sup> 주파수 대역을 포함한 국가별 주파수 배분 및 규정이 상이하여 국가 간 주파수 호환에 어려움이 있다. 정차 시 무선 충전 효율은 인버터 효율, 코일 효율, 컨버터 효율, 전체 시스템 효율에 의해 결정되나 송수신부 코일 간의 정렬 조건에 따라 효율 특성이 크게 달라진다.

〈표 3-4〉 무선 충전 사례

구분	사례
닛산 리프 EV	<ul style="list-style-type: none"> <li>영국 노팅엄시는 440만 달러 투입하여 택시승강장에서 무선 충전 시험 중</li> <li>택시 업무 중간에 주유소 우회 대신 다음 승객을 기다리며 충전할 수 있는 용이성 확보</li> </ul> 
BMW PHEV	<ul style="list-style-type: none"> <li>SAE(Society of Automotive Engineers)는 무선 전기차 충전 최초 글로벌 표준(SAE J2954)을 발표</li> <li>10인치 간격의 시스템으로 그리드 대 배터리(grid-to-battery) 효율 94% 달성</li> <li>향후 자율주행자동차의 자동 충전이 가능할 것으로 예상</li> </ul> 
일렉트리온 (Electreon)	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 디트로이트의 시범 프로젝트로 약 1.6킬로미터의 도로에 무선 충전 설비 설치 예정</li> </ul> 

자료: 한국자동차환경협회(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급 로드맵 수립, 최종보고회 자료 재구성  
 닛산 리프 EV, BMW PHEV, 이커너미 조선, 스스로 충전하고 주차까지, 도로 달리며 충전도,  
[https://economychosun.com/site/data/html\\_dir/2020/10/12/2020101200034.html](https://economychosun.com/site/data/html_dir/2020/10/12/2020101200034.html) (검색일: 2023.10.17.),  
 동아사이언스(2022.2.9.), 2023년 미국 디트로이트에 1.6km 전기차용 무선 충전도로 생긴다,  
<http://m.dongascience.com/news.php?idx=52258> (검색일: 2023.10.17.)

28) 공업용, 과학용, 의료용 등으로 사용하는 고주파 설비

### (3) 전력망과 연계한 스마트 충전(플러스 DR)

수요 반응(DR)은 전력량 수요에 맞춰 전기 사용자가 사용량을 변화시키는 것 의미한다. 플러스 DR은 재생에너지 발전량 증가로 인해 전력 공급이 전력 수요를 초과하면, 한전과 DR 사업자가 특정 시간에 고객 전력사용량을 증대해 공급과 수요를 맞추는 것이 핵심이고, 충전 사업자는 플러스 DR 참여고객에서 보상을 제공한다. 잉여전력 발생 시, 전기차를 활용하여 충전수요를 높이고, 재생에너지 출력제한을 최소화한다<sup>29)</sup>.



자료: 한국전력공사 전자신문(2023.5.4.), 전기차 충전 '플러스 DB' 제도 시행, <https://www.etnews.com/20230503000175>, 재인용 (검색일: 2023.10.9.)

[그림 3-7] 한국전력 전기차 충전플러스 DR개념도

한국전력공사 전력연구원은 현대차 등 VGI-V2G 요소기술 개발과 실증연구를 수행했다. 아이오닉 5 100대, 한국 알박 AC충전기, 시스넷브이 DC 충전기 100기 이상을 활용하였다<sup>30)</sup>.



자료: 한국전력연구원 박기준(2021.9.10), 전기자동차의 v2g 기술과 실증(제주 CFI 2030을 위한 V2G), 제주 Smart e-Valley 발표자료

[그림 3-8] 한국전력 V2G 실증 사례

29) 한국전력공사 전자신문(2023.5.4.), 전기차 충전 '플러스 DB' 제도 시행,

<https://www.etnews.com/20230503000175>, 재인용 (검색일: 2023.10.9.)

30) 한국전력연구원 박기준(2021.9.10), 전기자동차의 v2g 기술과 실증(제주 CFI 2030을 위한 V2G), 제주 Smart e-Valley 발표자료



### 3. 충전인프라 구축 사례

#### 가. 소형차 충전인프라

승용차와 1톤급 트럭 등 소형 전기차의 경우 배터리 용량이 작아서 주거지 심야 충전방식을 채택한 운전자가 많다. 따라서 충전 시설도 주로 주거지와 직장 등 주요 활동장소의 주차면에 주차하는 것이 유리하다.

주거지 중심으로 구축된 충전인프라 사례를 살펴보면 먼저 [그림 3-9]와 같이 주차장에 설치된 콘센트에 차량 내 비치된 이동형 충전기를 이용하는 사례가 있다. 이때 주차장 콘센트는 공용시설이지만 이동형 충전기는 전기 사용자를 식별할 수 있는 RFID 장치가 달려 있어서 충전기 사용자에게만 전기요금이 부과되는 방식이다.



[그림 3-9] 이동형 충전기 이용 사례

자료: 머니투데이(2023), "500가구 이상 아파트 지을 때 전기차 충전 콘센트 의무설치", <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2017050818142758608>, (검색일: 2023.10.2.)

다음으로 [그림 3-10]은 한국전력공사에서 아파트 주차장에 설치된 공용 완속 충전기와 공용 급속충전기 설치 사례이다. 이용자는 한국전력공사 충전 서비스에 회원 가입한 후 충전기를 이용하게 된다.



**[그림 3-10] 아파트 전기차 충전인프라 구축 사례**

자료: 아파트라이프(2023), "한전, 아파트에 전기차 충전시설 늘린다", [http://www.jay.or.kr/ab-1427-963&PB\\_1458710597=3&pc=p](http://www.jay.or.kr/ab-1427-963&PB_1458710597=3&pc=p), (검색일: 2023.10.2.)

다음 [그림 3-11]은 장거리 이동 중 충전이 필요할 경우 고속도로 휴게소나 인근 주차장에 초고속 충전기를 설치한 사례다. 노르웨이에 구축된 초고속 충전인프라 사례로 운전자는 마치 주유소처럼 단기간 내에 충전하고 이동하는 방식이다.



**[그림 3-11] 노르웨이 초고속충전인프라 구축 사례**

자료: CleanTechnica(2023), "World's Fastest Electric Car Charger Installed in Norway", <https://cleantechnica.com/2022/05/04/worlds-fastest-electric-car-charger-installed-in-norway/>(검색일: 2023.10.2.)

## 나. 상용차 충전인프라

상용차는 차량 운행시간과 주행거리가 승용차보다 길고 차고지나 물류시설 같은 특정 장소에 체류하는 시간이 길다. 따라서 상용차 충전인프라는 충전 속도와 충전 장소에서 승용차 충전인프라와 차별화될 수 있다.

첫 번째로 충전 속도 측면에서 상용차는 긴 작업시간으로 충전에 허용되는 시간이 상대적으로 제한되지만, 주행거리가 길기 때문에 요구되는 충전 용량도 크다. 따라서 승용차보다 급속충전 필요성이 높고 충전 시간을 효율화하기 위한 기술이 필요하다. 최근에는 대형차의 전동화가 진행되면서 충전 전원이 메가와트급인 메가와트 충전시스템(Megawatt Charging System, 이하 MCS)도 등장하고 있다. [그림 3-12]는 오레곤 주 포틀랜드에 대형 화물차와 버스를 위해 설치된 MCS 충전인프라 사례이다.



[그림 3-12] 미국 대형차 MCS 충전인프라 사례

자료: YoCharge 사이트, <https://yocharge.com/faq/what-is-megawatt-charging-system-mcs/> (검색일: 2024.1.2.)

두 번째로 충전 장소 측면에서 상용차는 충전 시간과 작업 효율 측면에서 차고지와 작업 시설에 충전인프라가 확보되는 것이 중요하다. 국내 전기버스의 경우 대부분 차고지에 충전기를 구축하여 이용하고 있는데 [그림 3-13]은 수원여객에서 운영하는 차고지 전기버스 충전 시스템을 보여준다. 차고지에 200kW급 급속충전기를 설치하였으며 각 충전기당 2대씩 동시 충전이 가능한 시스템이다.



**[그림 3-13] 국내 수원여객 전기버스 차고지 충전시스템**

자료: 상용차신문(2023), “국내 최대 전기버스 충전소 수원에 구축...96대 충전 가능”, <https://www.cvinfos.com/news/articleView.html?idxno=11746>(검색일: 2023.10.2.)

최근 독일 등 유럽을 중심으로 대형 전기트럭 상용화가 진행되면서 트럭 전용 충전인프라에 대한 사업모델과 기술개발이 진행되고 있다. [그림 3-14]는 미국 롱비치항에 출입하는 드래이지 트럭을 위해 설치된 충전인프라로 전기트럭 제작사인 WattEV에서 CCS 360kW급 충전기를 설치한 사례이다.



**[그림 3-14] 미국 롱비치항 WattEV 충전인프라**

자료: Cleanearth 사이트, “WattEV Powers Largest Electric Truck Charging Station in US” <https://cleanearth.io/news/watt-ev-powers-largest-electric-truck-charging-station-in-us/>, (자료검색일: 2024.3.22.)

## 제2절 국내·외 충전인프라 현황

### 1. 국내 현황

#### 가. 공용 충전인프라

국내 전기차 보급 정책은 초기부터 보조금 제도와 함께 충전인프라 구축 사업이 함께 추진됐다. 초기 충전인프라 정책은 비공용 충전기와 공용 충전기 모두 구축 비용을 지원했으나, 2020년부터 비공용 충전기 지원은 중단된 상태다.

2023년 말 기준 전국 공용 충전인프라는 30만 5,309기 구축되어 있으며 이는 전기차 1.85대당 1기 수준이다. 2017년부터 2023년까지 충전기 대수 증가율은 연평균 71.9%로 같은 기간 전기차 증가율 73.1%와 비슷한 속도로 확대되고 있다.

공용 충전기 운영 주체는 초기에는 환경부와 한전, 지자체 등 공공부문 비중이 높았으나 점차 민간 충전 사업자 참여가 늘고 있다. 2024년 기준 총 공용 충전기 중 민간사업자가 운영하는 충전기는 급속 61%, 완속 98%를 차지하고 있다.<sup>31)</sup>

〈표 3-5〉 국내 공용 충전인프라 연도별 누적 규모

연도	급속 (기)	완속 (기)	소계 (기)	전기차 대수 (대)	1기당 전기차 대수 (대/기)
2018	5,213	22,139	27,352	55,756	2.04
2019	7,396	37,396	44,792	89,918	2.01
2020	9,805	54,383	64,188	134,962	2.10
2021	15,067	91,634	106,701	231,443	2.17
2022	25,219	202,440	227,659	437,486	1.92
2023	34,386	270,923	305,309	565,154	1.85

자료: 환경부(2024), 무공해차 보급 및 충전인프라 구축현황 '23년 12월말 통계, [https://www.me.go.kr/home/web/public\\_info/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuld=10357&orgCd=&condition.publicInfoMasterId=13&condition.deleteYn=N&publicInfold=1209&menuld=10357](https://www.me.go.kr/home/web/public_info/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuld=10357&orgCd=&condition.publicInfoMasterId=13&condition.deleteYn=N&publicInfold=1209&menuld=10357) (검색일: 2024.3.1.)

충전인프라: 무공해차 통합누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, (2023.6.4. 기준)

31) 무공해차 통합누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, 2024년 1월 기준 통계 (검색일: 2024.1.26.)

2023년 전기차는 약 55만 대, 충전기는 약 22.7천 기가 보급되었다. 경기도가 전기차와 충전인프라 보급대수는 가장 많이 보급되었다. 전기차는 서울시, 인천시 순이며, 충전인프라는 서울시, 부산시 순이다. 상위 3개 지자체가 전체 전기차 보급의 42%, 충전인프라 50%가 보급되었다. 충전기 접근성은 서울시, 부산시, 경기도 순으로 나타났다.

〈표 3-6〉 시도별 충전기 및 전기차 보급대수

구분	충전기 보급대수(기)	전기차 보급대수(대)	충전기 밀도(기/km <sup>2</sup> )
강원도	8,161	18,236	13.9
경기도	59,284	114,117	400.7
경상남도	12,481	36,225	25.9
경상북도	10,924	26,776	14.7
광주광역시	6,578	12,538	77.4
대구광역시	12,491	30,396	205.4
대전광역시	6,735	17,889	62.4
부산광역시	13,343	34,643	495.0
서울특별시	40,913	72,937	1,785.9
세종특별자치시	2,964	4,393	6.4
울산광역시	3,893	7,838	49.3
인천광역시	11,368	40,397	220.0
전라남도	7,075	24,200	26.7
전라북도	7,724	19,795	23.8
제주특별자치도	6,641	39,418	7.1
충청남도	9,449	24,130	18.5
충청북도	7,635	19,972	13.7

자료: 한국교통안전공단, 2023년 12월 기준 시군구별 전기차 보급현황, 재정리

지자체별로 구분하며, 전기차 보급대수는 제주도(제주시, 서귀포시)의 2개 시가 상위 10위권에 있으며, 경기도 4개 시, 서울, 경남, 충북, 인천시 각 1개 지자체가 있다. 충전인프라 보급대수는 경기도 5개 지자체가 있고 충북, 제주, 경남, 충남에 각 1개의 지자체가 포함되어 있다. 면적대비 충전기 보급대수는 전국 상위 10개 지자체는 모두 서울시의 차치구가 포함되어 있다.

〈표 3-7〉 시군구별 충전기 및 전기차 보급대수 (상위 10개 지자체)

구분	전기차 보급대수	구분	충전기 보급대수	구분	충전기 밀도
제주시	29,808	용인시	6,148	성동구	140.2
강남구	14,215	화성시	4,990	중구	120.4
통합창원시	14,204	수원시	4,917	금천구	97.2
용인시	10,487	성남시	4,634	구로구	95.7
청주시	9,887	고양시	4,444	중랑구	90.9
성남시	9,841	청주시	4,428	성북구	89.4
서귀포시	9,610	제주시	4,302	송파구	84.1
고양시	9,472	통합창원시	3,815	마포구	83.7
계양구	9,033	남양주시	3,686	동작구	83.5
수원시	8,969	천안시	3,292	동대문구	82.9

자료: 한국교통안전공단, 2023년 12월 기준 시군구별 전기차 보급현황, 재정리

## 나. 상용차 전용 충전인프라

### (1) 전기버스 충전인프라

전기버스 충전인프라는 주로 차고지 중심으로 구축되어 있으며 아직 전국적인 충전소 통계 집계는 어려운 상황이다. 본 연구는 경기도 전기버스 운영 현황 조사 결과를 토대로 현재 전기버스 충전인프라 현황을 살펴보았다. 경기도에 보급된 전기버스 충전기는 총 1,005대로 충전기 1대당 전기버스 2.03대 수준이며 펌프킨 보급률의 74.2%로 가장 높다. 충전기 유형별로 살펴보면 전체 1,005대 중 200kW급 852대, 300kW급 82대로 200kW급의 보급 비율이 84.8%로 가장 높다. 충전기 및 충전 관제시스템은 펌프킨, 클린 일렉스, 피라인모터스 등 12개 업체의 충전기 및 충전 관제시스템을 사용 중이며 펌프킨의 보급 비율 74.2%로 가장 높다.

〈표 3-8〉 경기도 전기버스 충전인프라 현황

업체명	도입대수(대)				비율 (%)	비 고
	계	200kW	300kW	기 타		
합계	1,005	852	82	71	100.0	전기버스 총 운행 대수 2,039대(*23.8)
펌프킨	746	702	23	21	74.2	
클린일렉스	39	2	-	37	3.9	
EVSIS(중앙제어)	78	73	5	-	7.8	
피라인모터스	63	35	28	-	6.3	
에디슨파워	18	18	-	-	1.8	
SK시그넷EV	31	15	14	2	3.1	
우진기전	8	-	8	-	0.8	
코스텔	8	-	-	8	0.8	
FILSON	7	7	-	-	0.7	
대양기술, 로빈슨	4	-	4	-	0.4	
PNE	3	-	0	3	0.3	
대영채비	-	-	-	-	-	경기 시내버스 납품 없음
LS E-Link	-	-	-	-	-	충전 관제 업체

주: 경기도 시내버스 업체 납품 기준 추정치.

자료: 경기도 시내버스 업체별 보유현황 조사 및 충전기 업체 납품 현황 재구성(2023).

국내 최초로 전기버스 전용 차고지와 충전인프라를 설치하여 운영 중인 수원여객 사례를 살펴보면 총 버스 449대 중 287대를 전기버스로 전환하였다<sup>32)</sup>. 현재 운영 중인 차고지 10개소에 총 191기 충전기가 설치되어 있으며 효율적인 충전 운영관리를 위해 관제시스템을 활용하고 있다. 해당 시스템에서 충전기 현황 모니터링, 충전 현황 관리, 충전기 제어, 충전기 설정, 충전요금 통계 등 충전과 관련하여 다양한 데이터를 기록하고 있다. 이용 데이터를 기반으로 운영관리 방안을 작성하여 최대 부하 시간을 피하여 SOC를 관리하고 있다. 또한 한정된 전력을 활용하여 여러 대의 버스를 충전하기 위해 1:N 순차 충전 방식과 1:N Power Sharing 방식을 활용하고 있다. 1:N 순차충전 방식은 여러 대의 버스를 연결하면 먼저 연결된 충전기에 순서대로 충전을 진행하기 때문에 차량이 급하게

32) 수원여객 내부자료 기준



나갈 이유가 없을 때 유용하다. 1:N Power Sharing 방식은 충전기가 연결될 때마다 출력을 나눠서 충전을 진행하게 된다.



자료: K-1 모빌리티 그룹 자료(2023)

[그림 3-15] 수원여객 전기버스 충전 전략 비교

2022년부터 환경부는 지역형 공모사업으로 무공해차 전환 브랜드 사업을 지원하고 있는데, 특히 상용차인 버스, 화물차, 택시 등의 전기차로의 전환을 촉진하는 데 중점을 두고 있다. 무공해 브랜드 사업을 통해 지원된 버스 충전인프라 구축 사업은 2023년 총 45개 사업에 걸쳐 172.3억 원이 지원되었으며 급속충전기 473기가 설치되었다<sup>33)</sup>. 해당 사업을 통해 구축된 전기버스 충전인프라는 <표 3-9>와 같다.

33) 환경부 내부자료 기준

〈표 3-9〉 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 버스 충전인프라 지원(2023년)

구분	사업명	사업부지	충전기 유형 개수	예산 (억 원)	
1차	광명시 화영운수 광명동굴주차장 충전인프라 구축	경기	급속 4	1.6	
	광명시 화영운수 소하동차고지 충전인프라 구축	경기	급속 4	1.6	
	광주시 퇴촌차고지 충전인프라 구축	경기	급속 4	1.6	
	전주시 전북고속 시외버스공영터미널 충전인프라 구축	전북	급속 4	1.6	
	친환경 전기버스 리더, 대원버스	경기	급속 8	3.2	
	평안운수 양주시 흥죽리영업소 충전인프라 구축	경기	급속 4	1.6	
	포천시 선진 시내버스 시내버스터미널 충전인프라 구축	경기	급속 4	1.6	
	SG station	서울/경기	급속 109	43	
CJ mega station	서울/경기	급속 90	36		
2차	상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축(분당마을버스)	경기	급속 3	0.6	
	상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축(한비운수)	경기	급속 3	0.6	
	SG STATION2	서울/경기	급속 39	15.6	
	한울컴퍼니(주) 송포차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 4	0.8	
	진해여객 여좌차고지 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 6	1.2	
	세진여객 정관차고지 전기버스 충전인프라 구축	부산	급속 2	0.4	
	서흥여객 서흥여객차고지 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 3	0.6	
	마창여객 진동 시내버스환승센터 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 4	0.8	
	마창여객 가포차고지 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 3	0.6	
	(주)마인에너지 덕동공영차고지 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 4	0.8	
	대성운수 예술공원차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 2	0.4	
	공주교통 공주공영차고지 전기버스 충전인프라 구축	충남	급속 2	0.4	
	오산교통 오산공영차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 4	0.8	
	진주시민버스 판문차고지 전기버스 충전인프라 구축	경남	급속 4	0.8	
	대양운수 분사차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 4	0.8	
	대양운수 전곡차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 4	0.8	
	(주)안암교통 안암교통 차고지 전기버스 충전인프라 구축	서울	급속 1	0.2	
	동일이브이 동일운수 차고지 전기버스 충전인프라 구축	충북	급속 2	0.4	
	삼영운수(주) 석수동 공영차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 24	5	
	청신운수(주) 청신운수 차고지 전기버스 충전인프라 구축	충북	급속 3	0.6	
	동백운수 차고지 전기버스 충전인프라 구축	경기	급속 4	0.8	
	3차	상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축_고양교통(주)	경기	급속 4	1.6
		상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축	경기	급속 2	0.8
		상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축_관산운수(주)	경기	급속 3	1.2
		상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축_동방운수(주)	경기	급속 1	0.4
		상용차 중심의 차고지 전기버스 충전시설 구축_흥성(주)	경기	급속 4	1.6
		교통 복지 소외 계층을 위한 EV편의수단 조성 사업	경남	급속 2	0.8
		현대자동차 남양연구소(K-EV100) 전기버스 충전시설 인프라 확대 사업	경기	급속 2	0.8
경남여객, 에버랜드 전기버스 충전인프라 구축		경남	급속 12	4.8	
수도권 공영 차고지별 전기버스 충전인프라 구축		서울/경기	급속 14	5.6	
부산경남지역 거점별 차고지 전기버스 충전인프라 구축		경남/부산	급속 15	6	
KG모빌리티, 지역 거점별 전기버스 충전인프라 구축		충남	급속 12	4.8	
선진 네트워크 전기버스 충전인프라 구축		경기	급속 14	5.6	
수원 사대 공영 차고지 전기버스 충전인프라 구축		경기	급속 25	10	
전라도 지역 거점별 전기버스 충전인프라 구축		전북	급속 5	2	
하남시 마을버스 EV 전환을 위한 충전시설 구축사업		경기	급속 2	1.5	

자료 : 한국환경공단 내부자료, 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 버스 충전인프라 지원사업 재정리

## (2) 전기화물차 충전인프라

국내 전기 화물차는 주로 1톤급 트럭으로 승용차를 위해 구축한 공용 충전인프라를 이용할 수가 있어서 별도로 화물차 전용 충전소를 구축한 사례는 많지 않다. 1톤급 전기트럭은 대부분 공용 충전인프라를 승용차와 공동으로 사용할 수 있으며, 아직 중대형급 전기트럭은 국내 시장에 출시되지 않은 상태로 화물차 전용 충전인프라 사례는 많지 않다.

환경부 무공해차 브랜드 사업을 통해 지원된 화물차 충전인프라 사업은 총 7개로 총 예산은 26.7억 원이 지원됐으며 충전기는 총 380기(급속 110기, 완속 270기)가 구축되었다<sup>34)</sup>. 화물차의 경우 완속 충전기의 설치 비중이 71%로, 급속충전기보다 높은 비율을 보여주고 있다. 이는 버스 운행행태와 달리 화물차 운영 환경을 고려한 충전기 설치가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

〈표 3-10〉 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 화물차 충전인프라 지원(2023년)

구분	사업명	사업부지	충전기 유형 개수	예산 (억 원)
'22년	FILTSON EV Charger	전국	급속 1, 완속 49	1.1
'23년 1차	롯데글로벌로지스 물류센터 전기차충전시설 구축	전국	급속 15	3
	택배용 소형 경유차의 무공해차 전환을 위한 충전인프라 설치 사업	전국	급속 86, 완속 65	18
'23년 2차	CJL 트럭 충전소	경기, 강원	급속 6	2.4
	제주도내 친환경 물류센터 활성화를 위한 농산물 유통차량 전용 인프라 구축	제주	급속 2, 완속 4	0.2
'23년 3차	CJL트럭충전소2	전국	완속 55	0.7
	미세먼지 없는 영남지역을 위한 택배차량 충전인프라 구축	경남	완속 97	1.3

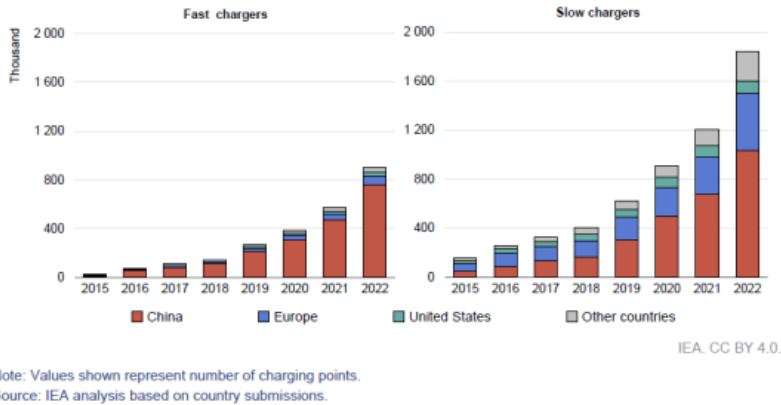
자료: 한국환경공단 내부자료, 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 화물차 충전인프라 지원사업 재정리

34) 환경부 내부자료 기준

## 2. 국외 충전인프라 현황

### 가. 국가별 현황

해외 충전인프라 현황을 살펴보면 중국과 미국, 유럽 국가를 중심으로 공용 충전인프라가 확대되고 있다. 전기차 보유대수가 가장 높은 중국이 가장 많은 공용 충전기를 보유하고 있으며 급속충전기도 가장 많은 비율을 보유하고 있다.



[그림 3-16] 국가별 연도별 공용 충전기 규모

자료: IEA(2023), Global EV Outlook 2023

2022년도 기준 충전기 1기당 평균 전기차 보유대수는 중국 7.1대, 미국 16.4대, 독일 13.7대, 노르웨이 25.4대 순이다. 상대적으로 노르웨이 공용 충전기 규모가 작은 편이나 급속충전기 보급률이 높기 때문이다.

<표 3-11> 세계 주요국 전기차 및 공용 충전기 보급 현황(2022년 기준)

구분	전기차 대수	공용 충전기 (급속+완속)	대/기
중국	12,420,000	1,760,000	7.1
미국	2,100,000	128,000	16.4
독일	1,055,600	77,000	13.7
프랑스	695,381	83,700	8.3
노르웨이	612,050	24,100	25.4
영국	591,750	50,600	11.7

주: 순수 전기차 기준  
자료: IEA(2023), Global EV Outlook 2023

중국과 미국 및 유럽 등 대부분 국가는 초기 정부 주도로 공용 충전기를 구축하고 있으며 지자체나 전기차 운전자의 충전기 설치도 지원하는 정책을 함께 추진하고 있다.

〈표 3-12〉 국가별 충전인프라 지원방안

구분	충전소 구축
중국	주 정부 주도 사업운영 /민관 협의체 구성, 지자체 대한 보조금 지원
미국	지자체에 보조금 지원
독일	충전사업의 60% 보조금 지원
프랑스	지자체의 보조금 지원 사업 운영
영국	충전기 설치에 대한 보조금 지원, 공공기관의 보조금 및 입찰

자료: 한국자동차환경협회

#### 나. 유럽<sup>35)</sup>

유럽감사원재판소(European Court of Auditors)의 보고서에 따르면 2021년 기준으로 유럽에는 33만 개 이상의 공용 충전소가 설치되어 있다. 그러나 공용 충전소의 불균등한 분포가 역내 이동의 걸림돌로 작용하고 있다고 분석하였다. 실제 유럽의 전기차 충전소는 네덜란드와 독일 두 국가에 집중되어 구축되고 있으며, 네덜란드는 키프로스와의 약 1,600배나 차이가 나는 상황이다.

〈표 3-13〉 유럽 연합 충전인프라 주요 국가별 순위 (2021년 기준)

순위	충전인프라 선진국 Top 5		충전인프라 후진국 Top 5	
	국가	충전지점 수	국가	충전지점 수
1	네덜란드	90,284	키프로스	57
2	독일	59,410	몰타	98
3	프랑스	37,128	리투아니아	207
4	스웨덴	25,197	에스토니아	385
5	이탈리아	23,543	라트비아	420

자료: ACEA 보도자료 토대로 무역관 재가공,

에너지정책 소통센터, [유럽] 전기차 충전인프라, 얼마만큼 왔을까?, [https://e-policy.or.kr/news/06.php?admin\\_mode=read&no=5451](https://e-policy.or.kr/news/06.php?admin_mode=read&no=5451), (검색일: 2013.10.15.) 재인용

35) 에너지정책 소통센터, [유럽] 전기차 충전인프라, 얼마만큼 왔을까?, [https://e-policy.or.kr/news/06.php?admin\\_mode=read&no=5451](https://e-policy.or.kr/news/06.php?admin_mode=read&no=5451), (검색일: 2013.10.15.) 내용 재정리

## 다. 미국<sup>36)</sup>

2023년 3월 28일 기준 USA Facts에 따르면, 미국에는 약 5만 6천 개의 전기차 충전소와 14만 8천여 개의 충전기가 설치되어 있다. 특히 2020년과 2021년 사이에 설치 비율이 두 배 이상 증가하였으며, 이 중 공공 충전소가 약 5만 2천 개이며, 민간 충전소는 4천여 개에 달한다.

그러나 미국도 유럽과 마찬가지로 전기차 충전소 보급 수준은 지역적 편차가 큰 편으로 캘리포니아, 뉴욕, 플로리다 주에서 설치한 충전소가 대부분을 차지하고 있다. 캘리포니아는 미국 내 최대 전기차 네트워크를 보유하고 있어 하위 39개 주의 충전소 수를 합친 것보다 많은 15만 706개 충전소가 있다. 그 외 뉴욕이 3,594개, 플로리다가 3,033개이며, 알래스카는 58개로 가장 낮은 수치를 보이고 있다.

## 3. 국내외 충전 서비스 사업자

### 가. 국내 동향

국내 전기차 충전 사업자는 「전기사업법」 제7조의 2에 근거하여 사업자 등록이 필요하며 '23년 현재 총 451개 기업이 등록되어 있는데 이 중 77%는 중소기업으로 구성되어 있다.

2023년 6월 기준으로 무공해차통합누리집 웹사이트 주소를 통해 충전 사업자의 충전기 운영 실태를 조사하였다. 충전인프라는 22만 8천 기가 운영되고 있으며, 완속 충전기는 20만 2천 기, 급속충전기는 2만 5천 기가 구축되어 완속 충전기 비율이 88.9%로 절대적으로 높은 상황이다.

36) kotra 해외시장 뉴스, [https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE\\_NO=3&MENU\\_ID=180&CONTENTS\\_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631](https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631), 내용 재정리 (검색일: 2013.10.18.)

〈표 3-14〉 전기차 충전 사업자 등록 현황

구분	대기업	중견기업	중소기업	기타	합계
2019	15	8	73	10	106
2020	5	5	57	3	70
2021	12	3	76	0	91
2022	12	3	106	9	130
2023	2	3	36	12	53
총합계	46	22	348	34	451

주: 2018년 충전사업 1개 기관 포함, 등록일 기준 기업 현황이며, 충전 사업자 등록 이후 타 기업 인수/합병은 미반영  
 자료: 한국스마트그리드협회 내부자료(2023.6.12. 기준)

1만 기 이상 운영사는 총 108개 충전 사업자 중 7.4%에 해당하는 총 8개의 사업자가 있으며, 주로 급속보다 완속 충전기 위주로 운영하고 있다. 파워큐브는 3만 기 이상 운영하고 있는 업체이며, 에버온과 지에스커넥트는 2만 기 이상 운영 중이다. ㈜휴맥스이브이와 한국전력을 제외한 충전 사업자는 급속충전기 비중이 5% 이하로 매우 낮다.

〈표 3-15〉 충전인프라 대표 운영기관

기관명	기업유형	완속	급속	합계
파워큐브	중소기업	32,985	27	33,012
에버온	중소기업	24,916	346	25,262
지에스커넥트	대기업	21,088	222	21,310
스타코프	중소기업	17,797	8	17,805
차지비	중소기업	15,905	368	16,273
휴맥스이브이	중소기업	12,250	705	12,955
휴먼서비스	대기업	12,627	-	12,627
한국전력	공공	5,801	4,981	10,782
상위 8개사 충전기 합계 (기)		143,369	6,657	150,026
전체 충전기 보급대수 (기)		202,440	25,219	227,659

자료: 무공해차통합누리집 주소 충전소 운영현황('23.6.4. 기준)

공공기관 충전기는 전체 충전기의 8.5%로 대기업(20%), 중소기업(71%)보다 낮은 편이나, 급속충전기는 공공기관이 운영하는 비율이 전체의 51%를 차지하고 있다. 공공기관에서는 한국전력(56%)과 환경부(한국자동차환경협회)(37%)가 전체 공공기관의 93%

를 운영하고 있다. 따라서 환경부와 한국전력과 같은 공공기관의 급속충전기는 전체 급속 충전기의 51%를 차지하고 있어, 급속충전요금 결정에 영향을 주고 있다.

〈표 3-16〉 기업유형별 충전 사업자 운영현황

기업 유형	완속(기)	급속(기)	합계	
			개수	비율(%)
공공기관	6,379	12,932	19,311	8.5
대기업	40,276	4,097	44,373	19.5
중견기업	3,163	35	3,198	1.4
중소기업	152,622	8,155	160,777	70.6
총 합계	202,440	25,219	227,659	

자료: 무공해차통합누리집 주소 충전소 운영현황('23.6.4. 기준)

한편 충전 서비스 사업자 중 보유기수가 많은 상위 기관은 〈표 3-17〉과 같다. 민간 사업자는 완속 충전기 비중이 높지만, 급속충전기는 환경부(한국자동차환경협회), 한국전력, 제주도 등 공공기관에서 운영하는 충전기는 1만 2천 대이며, 완속 충전기보다 급속충전기 위주로 운영하고 있다. 펌프킨은 급속충전기만 운영하고 있으며, 이브이시스도 급속충전기 비중이 67%로 타 민간 사업자보다 비중이 높다.

〈표 3-17〉 충전인프라 대표 운영기관: 급속 기준

기관명	기업유형	급속(기)	전체 운영대수(기)	급속충전기비율(%)
환경부 (한국자동차환경협회)	공공	7,061	7,061	100
한국전력	공공	4,981	10,782	46
SK일렉링크	대기업	2,697	5,768	47
대영채비	중소기업	2,262	5,848	39
펌프킨	중소기업	748	748	100
휴맥스이브이	중소기업	705	12,955	5
한국전기차충전 서비스	중소기업	671	4,110	16
이브이시스	중소기업	640	950	67
블루네트웍스	중소기업	417	860	48
제주특별자치도	공공	383	628	61

자료: 무공해차통합누리집 주소 충전소 운영현황('23.6.4. 기준)



최근 대기업이 기존 충전업체를 인수하거나, 자회사 설립 등을 통해 충전사업에 진출하고 있다. SK그룹은 에버온, 아이파킹, SK에너지 등을 통해 충전인프라 서비스를 진행하고 있다. SK네트웍스는 민간 최대 급속충전기 운영 기업 에스에스차저를 인수했으며, SK E&S는 전국 50여개 주차장에서 전기차 충전 서비스를 하고 있다. 또한, 미국 전기차 충전기 제조·운영기업 ‘에버차지’를 인수하기도 하였다.

LG그룹에서는 LG유플러스가 LG헬로비전으로부터 전기차 충전 사업부를 인수해 전기차 충전기 설치와 운영, 유지·관리, 충전 멤버십 서비스 등을 운영 중이다. 그리고 전기차 충전 통합 플랫폼 ‘볼트업’을 운영하고 있다.

GS그룹에서는 GS커넥트가 GS에너지와 국내 2위 전기차 충전 서비스 업체인 지엔텔의 합작법인으로 약 2만 1천여 기의 전기 자동차 충전시설을 설치하였다.

한화그룹은 한화솔루션을 통해 충전 브랜드 한화 모티브를 출시하고 서비스를 시작했으며, LS그룹은 지주사인 LS와 자회사 E1이 공동투자해 LS이링크를 설립하였다.

〈표 3-18〉 국내 주요 대기업 충전인프라 운영현황

그룹사	충전기 제조	충전인프라 운영 및 서비스
LG	애플망고	LG유플러스
SK	SK시그넷	에버온, 아이파킹, SK에너지
현대차	-	한국전기차충전 서비스
롯데	중앙제어	롯데정보통신, 중앙제어
GS	애플망고	GS칼텍스, GS커넥트
한화	-	한화솔루션
LS	-	LS이링크

자료: 뉴스웨이(2023.2.21.), '540조' 먹거리 전쟁 본격화, 전기차 충전시장 뜨거워진다,  
<https://www.newsway.co.kr/news/view?ud=2023022016255039631>, (검색일: 2023.10.5.)

## 나. 국외 동향

### (1) 미국<sup>37)</sup>

미국의 대표적인 전기차 충전 서비스 사업체는 Charge Point, Tesla destination, BLINK 등이 있다. Charge Point는 미국 전체 공공 충전소의 42.8%를 점유하고 있으며, 볼보 및 스타벅스와 파트너십을 맺고 2023년 여름까지 시애틀과 덴버를 잇는 1,350마일의 고속도로에 최대 60개의 고속 충전기 설치한 상태이다.

Tesla destination는 테슬라사에서 자체적으로 구축하는 슈퍼차저(SuperCharger)를 사용하며 미국에 819개의 충전소 및 7,843개의 충전기를 보유하고 있다. 현재 충전 가격은 지역별로 상이하나 kWh당 0.28달러 수준이며, 최근 신형 모델S와 모델X 구매자에게 슈퍼차저 무제한-무료 이용권을 제공하던 정책을 부활시켰다.

BLINK는 Car Charging Group이 소유한 네트워크로 약 3,275개의 레벨2 충전기와 DC 급속충전기를 보유하고 있으며 회원 등록 없이도 충전기 이용이 가능하다. 레벨2 충전기의 경우 기본 충전요금이 kWh당 0.39~0.79달러 또는 분당 0.04~0.06달러로 설정되어 있으며, 급속충전의 경우 한번 충전에 6.99~9.99 달러가 소요된다.

#### 37) 미국의 전기차 충전소 동향

[https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?pageNo=1&pagePerCnt=10&SITE\\_NO=3&MENU\\_ID=180&CONTENTS\\_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=182692&recordCountPerPage=10&viewType=&pStartDt=&pEndDt=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8+%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C&pRegnCd=&pNatCd=&pKbcCd=&pIndustCd=&pHsCode=&pHsCodeNm=&pHsCdType=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8%20%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C](https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?pageNo=1&pagePerCnt=10&SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=182692&recordCountPerPage=10&viewType=&pStartDt=&pEndDt=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8+%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C&pRegnCd=&pNatCd=&pKbcCd=&pIndustCd=&pHsCode=&pHsCodeNm=&pHsCdType=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8%20%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C) (검색일: 2023.10.11.) 내용 재정리

〈표 3-19〉 미국 주요 전기차 충전 서비스 사업자

회사명	핵심 수익모델	주요 내용
Charge Point	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 최대의 전기차 충전 네트워크(미국 전체 공공 충전소의 42.8% 점유)</li> <li>주차장을 갖춘 기업으로 주택 중심 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 최대의 전기차 충전 네트워크 기업으로 68,000대 이상의 충전기를 보유하고 있으며 그 중 1,500대 가량이 DC 급속충전기</li> <li>충전기가 설치되는 시설 주인이 충전 가격을 결정하도록 하고 있어 충전소 위치마다 가격이 상이한 것이 특징이며, 따라서 매장이나 회사가 비용을 부담하고 고객에게 서비스 차원에서 무료로 충전을 제공하는 것도 가능</li> <li>유료 충전소를 이용할 때는 앱 내의 'Charge Point Card'를 사용하여 결제할 수 있으며 카드는 미리 금액을 넣어두고 다 떨어지면 충전하는 방식</li> </ul>
Tesla destination	<ul style="list-style-type: none"> <li>테슬라 전용 급속충전기 슈퍼차저 운영 중</li> <li>자체 충전기 및 네트워크 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>테슬라는 슈퍼차저(Super Charger)라고 불리는 자체 충전기 및 네트워크를 사용하며 미국에 819개의 충전소 및 7,843개의 충전기를 보유</li> <li>가격은 지역별로 다르게 책정되어 있으나 일반적으로 kWh당 0.28달러이며, 최근 신형 모델S와 모델X 구매자에게 슈퍼차저 무제한-무료 이용권을 제공하던 정책을 부활시킴</li> </ul>
BLINK	<ul style="list-style-type: none"> <li>충전인프라 운영</li> <li>주차시설과 다양한 장소에 충전 시스템 보급 확대</li> <li>자체 클라우드 기반으로 독자적 소프트웨어 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Car Charging Group이 소유한 네트워크로, 약 3,275개의 레벨 2, DC 급속충전기를 보유하고 있으며 회원 등록 없이도 충전기 이용 가능</li> <li>레벨2 충전기의 경우 기본 충전요금이 kWh당 0.39~0.79달러 또는 분당 0.04~0.06달러에 형성. 급속충전의 경우 한번 충전에 6.99~9.99 달러가 소요</li> </ul>

자료: 미국의 전기차 충전소 동향

[https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?pageNo=1&pagePerCnt=10&SITE\\_NO=3&MENU\\_ID=180&CONTENTS\\_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=182692&recordCountPerPage=10&viewType=&pStartDt=&pEndDt=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8+%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C&pRegnCd=&pNatCd=&pKbcCd=&pIndustCd=&pHsCode=&pHsCodeNm=&pHsCdType=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8%20%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C](https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?pageNo=1&pagePerCnt=10&SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=182692&recordCountPerPage=10&viewType=&pStartDt=&pEndDt=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8+%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C&pRegnCd=&pNatCd=&pKbcCd=&pIndustCd=&pHsCode=&pHsCodeNm=&pHsCdType=&sSearchVal=%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8%20%EC%B6%A9%EC%A0%84%EC%86%8C) (검색일: 2023.10.11.)

## (2) 유럽 충전 사업자 동향<sup>38)</sup>

유럽의 대표적인 충전 사업자는 아이오니티(Ionity), 에파세스(Efacec), 셸(Shell)을 꼽을 수 있다. 아이오니티(Ionity)는 유럽 최대 전기차 급속충전업체이며, 고속도로 네트워크를 중심으로 충전기를 설치하고 운영하고 있다. 해당 충전소는 100% 재생 에너지로 구동되며, 자체적으로 에너지를 생성할 수 있는 태양광 패널까지 갖추고 있는 것이 특징이다. 향후 2025년까지 1,000개 이상의 충전소와 7,000개 이상의 개별 충전기를 구축할 계획을 발표하였다.

에파세스(Efacec)는 포르투갈의 최대 전기충전인프라 사업자로 가정용 충전기와 고속 충전기를 운영하고 있다. 개인, 공공, 고속 및 초고속 충전 세그먼트 및 소프트웨어 솔루션을 위한 완전한 범위의 EV 충전기를 제공하고 있다.

셸(Shell)사는 2019년 유럽의 전기차 충전사업체인 그린 로츠(Green Lottes)를 인수하고 추가로 충전 스타트업인 볼타(Volta)를 인수할 예정이다. 볼타는 미국 31개 주를 대상으로 대형 쇼핑몰과 식료품점, 약국 주차장 등 3,000여 개소에 공공 전기차 충전 네트워크를 운영 중인 전기차 충전 스타트업이다.

38) 아이오니티: 아이오니티, 이탈리아 최대 전기차 충전소 선배, <https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=476603> (검색일: 2023.9.25.)

에파세스: <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%97%90%ED%8C%8C%EC%84%B9> (검색일: 2023.9.25.)

셸: 세계 최대 정유사 셸, 전기차 충전 사업 '눈독', <http://www.digitaltoday.co.kr> (검색일: 2023.9.25.), 내용재정리

〈표 3-20〉 유럽 주요 전기차 충전 서비스 사업자

회사명	핵심 수익모델	주요 내용
아이오니티 (Ionity)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유럽 최대 전기차 급속충전 업체</li> <li>• 고속도로 따라 충전 네트워크 구축 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 350kW의 충전 용량을 가진 최첨단 기술을 사용하여 유럽의 고속도로를 따라 HPC(고출력 충전) 네트워크를 구축하고 운영함</li> <li>• 해당 충전소는 100% 재생 에너지로 구동되며, 자체적으로 에너지를 생성할 수 있는 태양광 패널까지 갖추고 있음</li> <li>• 최근 이탈리아 최대 규모의 충전소를 선보이며, 2025년까지 1,000개 이상의 충전소와 7,000개 이상의 개별 충전기를 구축할 계획</li> </ul>
에파세스 (Efacec)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가정용 충전기와 고속 충전기 제공</li> <li>• 충전인프라 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포르투갈의 최대 전기자동차 충전인프라 업체</li> <li>• 전기자동차 충전 솔루션을 개발하고 충전 네트워크 관리 시스템에 통합하는데 주력하고 있음</li> <li>• 개인, 공공, 고속 및 초고속 충전 세그먼트 및 소프트웨어 솔루션을 위한 완전한 범위의 EV 충전기를 제공하고 있음</li> </ul>
Shell 전기차 충전 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전인프라 운영</li> <li>• 주차시설과 다양한 장소에 충전 시스템 보급 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 쉘은 2019년에도 유럽의 전기차 충전사업체인 그린 로츠 (Green Lottes) 인수함</li> <li>• 미국 법인인 쉘 USA는 전기차 충전 스타트업인 볼타(Volta)를 인수할 예정으로, 볼타는 미국 31개 주를 대상으로 대형 쇼핑몰과 식료품점, 약국 주차장 등 3,000여 개소에 공공 전기차 충전 네트워크를 운영 중인 전기차 충전 스타트업임</li> </ul>

자료: 아이오니티: 아이오니티, 이탈리아 최대 전기차 충전소 선배, <https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=476603> (검색일: 2023.9.25.)

에파세스: <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%97%90%ED%8C%8C%EC%84%B9> (검색일: 2023.9.25.)

쉘: 세계 최대 정유사 쉘, 전기차 충전 사업 '눈독', <http://www.digitaltoday.co.kr> (검색일: 2023.9.25.)

## 제3절 국내·외 충전인프라 계획

### 1. 국내 계획

#### 가. 2022년 전기차 충전인프라 구축 로드맵<sup>39)</sup>

수송부문 탄소중립 목표가 반영된 충전인프라 계획으로서 2022년 발표된 ‘탄소중립 조기 실현을 위한 전기차 충전인프라 구축 로드맵’을 정리하였다. 당시는 아직 상향된 NDC 목표가 수립되기 이전 시점으로 2030년까지 전기차 보급 대수 262만 대를 목표로 충전인프라 136만 기 구축 목표를 제시하고 있다. 2025년까지 전기차 120만 대를 목표로 급속충전기 8.4만 기, 완속 충전기 53.5만 기를 구축하고, 2030년까지 전기차 362만 대를 목표로 급속충전기 16만 기, 완속 충전기 120만 기를 보급하는 목표이다.

		’21년(실적)	’25년	’30년
충전 유형별	전기차	23.8만대	120만대	362만대
	충전인프라	10.7만기	62만기	136만기
	급속	1.5만기	8.4만기	16만기
	완속	9.1만기	53.5만기	120만기

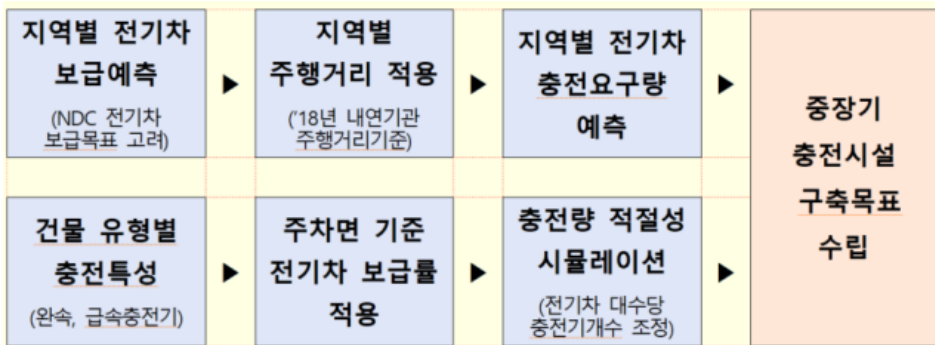
자료: 관계부처 합동(2022), 탄소중립 조기 실현을 위한 전기차 충전인프라 구축 로드맵

[그림 3-17] 2030년까지 공용충전인프라 구축 목표

해당 계획에서 충전인프라 규모는 지역별 전기차 보급예측과 주행거리를 적용하여 산정되었다. 먼저 지역별 충전요구량 예측은 전국 전기차 목표를 지역별 전기차 비율에 따라 배분 후 주행거리를 반영하여 연간 충전요구량을 예측한다. 다음 주차면 기준 전기차 보급률은 완속 충전기용 건물, 공동주택, 급속충전기용 건물, 주차면 수 적용 부적합한 비건물로 주차면 기준의 건물유형 구분 후 전기차 보급률을 적용하였다. 그 다음 과정으로

39) 관계부처 합동(2022.2.), 탄소중립 조기 실현을 위한 전기차 충전인프라 구축 로드맵, 내용 재정리

충전량 적절성 시뮬레이션은 전기차 충전 요구량과 비교하여 충전기 공급부족 또는 초과 시 시뮬레이션을 통해 조정하였다.



자료: 관계부처 합동(2022), 탄소중립 조기 실현을 위한 전기차 충전인프라 구축 로드맵

[그림 3-18] 충전인프라 구축 목표 산정 방법

#### 나. 2023년 전기차 충전인프라 구축 로드맵<sup>40)</sup>

2023년도 제1차 탄소중립 국가 기본계획이 수립되고 수송부문 전기차 보급 목표대수가 420만 대로 상향됨에 따라 충전인프라 구축 로드맵도 수정되었다. 수정 계획에는 그간 충전패턴 변화를 반영하고, 생활권과 이동거점 및 상용차 등 용도에 따른 충전인프라 규모가 새롭게 세분화되었다.

2023년 로드맵에서 제시된 충전인프라 구축 목표는 2030년까지 총 123만 기를 구축하며, 2025년까지 59만 기, 2027년까지 85만 기, 2030년까지 123만 기를 보급할 계획이다. 그동안 충전실적 분석 등을 통해 관측된 실제 충전패턴을 반영하여 목표기수를 조정하였으며, 2022년 로드맵과 비교할 때 전기차 목표대수는 362만대에서 420만대로 16% 상향되었지만, 충전인프라 목표기수는 136만 기에서 123만 기로 9.6% 하향하여 설정되었다.

40) 관계부처 합동(2023.6.), 전기차 충전인프라 확충 및 안전 강화 방안, 재정리

구분	'22년(실적)	'25년	'27년	'30년
총계(만기)	20.5	59	85	123
급속	2.1	6.9	9.9	14.5
완속	18.4	52.0	74.6	108.5

자료: 관계부처 합동(2023), 전기차 충전인프라 확충 및 안전 강화 방안

[그림 3-19] 2030년까지 공용충전인프라 구축 목표

구분	'22년(실적)	'25년	'27년	'30년	
생활권	완속 (주거지·직장 등)	18.4 주거지 15만기 직장 1만기 등	51.9 주거지 43만기 직장 3만기 등	74.5 주거지 48만기 직장 6만기 등	108.5 주거지 55만기 직장 11만기 등
	급속 (근린생활시설, 판매시설 등)	1.4 근린생활 0.8만기 판매시설 0.2만기 등	2.5 근린생활 1.4만기 판매시설 0.5만기 등	4.5 근린생활 2.5만기 판매시설 0.8만기 등	7.6 근린생활 4.5만기 판매시설 1.4만기 등
이동거점	고속도로 휴게소	0.08 휴게소당 3.7기	0.2 휴게소당 9.5기	0.3 휴게소당 14.5기	0.46 휴게소당 22.0기
	주유소 LPG충전소	0.06 전체 주유소의 2.7%	0.18 전체 주유소의 7%	0.25 전체 주유소의 9%	0.39 전체 주유소의 13%
	공영주차장	0.5 주차장당 0.4기	2.4 주차장당 2기	2.9 주차장당 2.4기	3.6 주차장당 3기
상용차거점	전기버스	0.02 개소당 2기	0.3 개소당 4기	0.35 개소당 5기	0.45 개소당 6기
	전기택시	0.01 개소당 1.5기	0.8 개소당 5기	0.9 개소당 5.4기	1.0 개소당 6기
	전기화물	0.02 차고지, 택배거점 등	0.5 산업단지, 물류터미널, 물류단지 확대	0.7 산업단지, 물류터미널, 물류단지 확대	1.0 산업단지, 물류터미널, 물류단지 확대

자료: 관계부처 합동(2023), 전기차 충전인프라 확충 및 안전 강화 방안

[그림 3-20] 연도별 충전기 설치 장소별 보급 목표



## 2. 국외 충전인프라 계획

### 가. 유럽<sup>41)</sup>

2023년 7월 EU 회원국의 전기차 충전소 설치를 의무화하여, 전기차 보급 확대를 통한 운송 분야 전기화를 촉진하기 위해, EU 이사회는 전기차 충전소 확대를 위한 ‘대체 연료 및 인프라 규정(Alternative Fuels Infrastructure Regulation, 이하 AFIR)’을 확정하였다. AFIR 규정에는 전기차 충전소 설치를 비롯한 편리한 충전 비용 납부 방법에 대한 내용을 포함하고 있다.

먼저 전기차 충전소 설치 의무를 모든 유럽 회원국으로 확대하여 설치 간격, 전기차 판매량에 따른 충전소 설치 의무를 부과하였다. AFIR 규정에 따르면, 모든 EU 회원국은 2025년부터 주요 도로에 최대 60km 간격으로 전기차 충전소와 전기 트럭 충전소를 설치해야 한다.

차종별로 세부 내용을 살펴보면 승용차와 밴을 위한 충전인프라는 회원국 차량 등록대수 1대당 1.3kW 공용 충전인프라를 공급해야 한다. 2025년부터 TEN-T 60km당 최소 150kW 급속충전소가 설치되어야 한다.


대형차 충전인프라는 2025년부터 TEN-T 핵심 네트워크 60km당 최소 350kW 설치되어야 하며, TEN-T 포괄적 네트워크는 100km당 최소 350kW가 설치되어야 한다. 최종적으로 2030년까지 전체 네트워크가 완성되도록 할 방침이다.

또한, 전기차 판매량에 따른 공공 충전소 확대 의무도 부여되어, 판매되는 전기차 한 대당 1.3kW(하이브리드 전기차의 경우 0.8kW)의 추가 충전 역량을 확보해야 한다. 이 경우 전기차 판매 대수 33대당 1개의 추가 충전소 설치가 필요하다.

만약 회원국의 전체 운행 차량 가운데 전기차 비중이 15% 이상이면, 전기차 충전소 설치 의무 면제를 신청 가능하다. 청정 운송에 관한 국제위원회(ICCT)는 국제에너지기구(IEA)의 전기차 판매 추이 전망에 따라 경우 2025년 EU의 전기차 충전소는 총 60만 개까

41) 한국무역협회, EU 이사회, 전기차 충전소 확대 의무화 법안 최종 승인, [https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/overseasMrktNews/overseasMrktNewsDetail.do;JSESSIONID\\_KITA=0D0DB98129812D92782D379B69ACC849.Hyper?pageIndex=1&nIndex=1835181&type=0](https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/overseasMrktNews/overseasMrktNewsDetail.do;JSESSIONID_KITA=0D0DB98129812D92782D379B69ACC849.Hyper?pageIndex=1&nIndex=1835181&type=0), 내용 재정리(검색일: 2023.10.18.)

지 확대될 것으로 예상하였다.

 **ELECTRIC CHARGING INFRASTRUCTURE**

	COMMISSION PROPOSAL			NEEDED IN REALITY			
	31 Dec 2025	31 Dec 2030	31 Dec 2035	1 July 2025	1 July 2027	1 July 2030	1 July 2035
<b>TEN-T core network</b>							
Power output per recharging pool	≥1,400kW	≥3,500kW		≥5,000kW		≥6,500kW	
Number / power of recharging stations	1 x 350kW	2 x 350kW		4 x 350kW 4 x 800kW		4 x 1,200kW	
<b>TEN-T comprehensive network</b>							
Power output per recharging pool		≥1,400kW	≥3,500kW		≥1,400kW	≥3,000kW	≥5,000kW
Number / power of recharging stations		1 x 350kW	2 x 350kW		2 x 350kW	2 x 800kW	2 x 1,200kW
<b>Safe and secure parking areas</b>							
		1 x 100kW		4 x 100kW			
<b>Urban nodes</b>							
Aggregated power output	≥600kW	≥1,200kW				≥1,600kW	
Individual power output	≥150kW	≥150kW				All ≥150kW + 2 x 350kW	

자료: ACEA(2023), Alternative fuels infrastructure regulation heavy-duty vehicles, [https://www.acea.auto/files/fact\\_sheet\\_AFIR\\_heavy-duty\\_vehicles.pdf](https://www.acea.auto/files/fact_sheet_AFIR_heavy-duty_vehicles.pdf) (검색일: 2023.10.12.)

### [그림 3-21] 유럽연합 AFIR의 대형차를 위한 충전인프라 이행 조건

기타 충전 비용 납부 간소화에 대한 규정은 모든 공공 충전소에서 이용자가 사전 충전소 이용 등록 없이 충전 시 즉각 비용 납부가 가능하도록 의무화하고, 50kW 이상의 고속 충전소의 경우 신용카드를 통한 비용 납부가 가능하도록 의무화하고 있다. 한편, 자동차 업계는 AFIR 규정이 제시한 전기차 충전소 인프라 설치 목표가 소비자의 전기차 전환 수요를 크게 확대하는데 역부족이라는 입장을 밝히고 있다.

## 나. 미국<sup>42)</sup>

바이든 행정부는 탄소중립 정책 아래 2021~2022년 잇따라 발효된 인프라법(IIJA, IIJA, Infrastructure Investment and Jobs Act) 및 인플레이션감축법(IRA, Inflation Reduction Act)을 본격적으로 시행하고 있다. 여기에서는 2030년까지 미국 전역에 50만 개 이상 전기차 충전소 구축을 목표로 하고 있다.

인프라법에는 75억 달러의 전기차 인프라 확대 프로그램 및 보조금이 포함되어 충전소 보급을 주도하고, 각 주는 해당 자금을 통한 프로젝트를 추진한다. ‘국가 전기차 인프라 프로그램(NEVI, National Electric Vehicle Infrastructure)’에서는 50억 달러 투입, 미국 50개 주에 고속도로 50mi(약 80km)마다 전기 충전소 설치한다. 충전 및 연료 공급 인프라 재량 보조금에서는 25억 달러를 투입할 예정이며, 수소, 프로판, 천연가스 등 기타 대체 연료와 ‘전기차 충전인프라 구축 재량 보조금(CFI, Discretionary Grant Program for Charging and Fueling Infrastructure)’도 집행하고 있다.

NEVI formula program은 연방정부가 주정부에 충전인프라 구축 예산을 지원하는 방식으로 추진되며, 2022년도에 615백만 달러, 2023년도에 885백만 달러를 배분하였다. 여기에서는 고속도로 80km당 전기차 충전시설 설치 가이드라인을 제시하고, 사업비 중 80% 연방정부 부담, 20%는 주정부 및 사기업 또는 기관 부담으로 진행하고 있다.

CFI discretionary grant program은 FHWA 주관으로 총 25억 달러를 두 개 재량 프로그램(community charging and fueling grant, alternative fuel corridor grants)에 배분하는 방식이다. 포물러 프로그램과 차이점은 주정부 이외 시 또는 도시도 지원 가능하며, 수소와 가스 등 비전기 대체연료 인프라 지원도 포함하고 있다.

42) kotra 해외시장 뉴스, 미국 정책자금 투입 프로젝트 현황 ① 전기차 충전소, [https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE\\_NO=3&MENU\\_ID=180&CONTENTS\\_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631](https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631), 내용 재정리

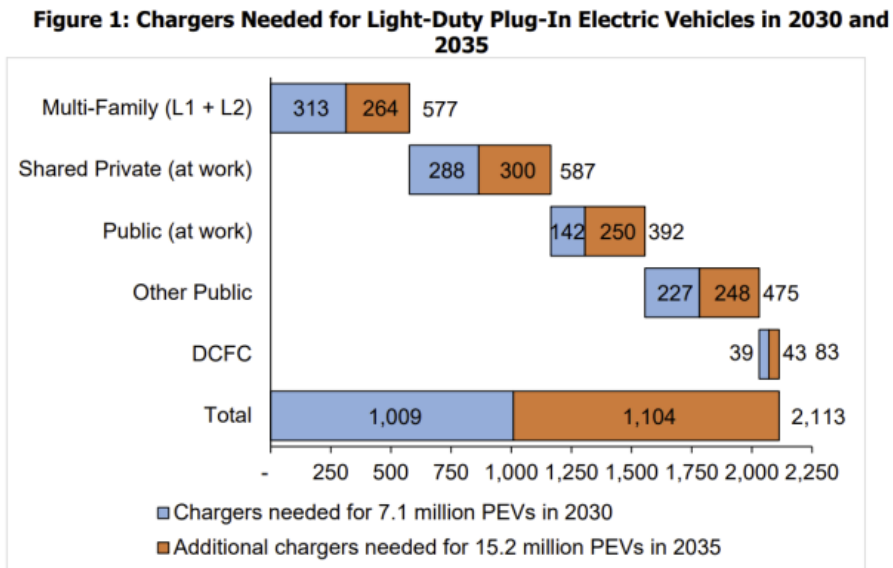
〈표 3-21〉 미국 연방정부 전기차 충전인프라 확대 프로그램

주요 부처	프로그램	주요 내용
교통부-연방 고속도로 관리국 (Federal Highway Administration)	국가 전기차 충전인프라 확대 프로그램 (NEVI: National Electric Vehicle Infrastructure Program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 50억 달러 지원(2022~2026년, 매년 약 10억 달러)</li> <li>• 미국 전역에 고속도로 50mi(약 80km)마다 급속 또는 초급속충전소 총 50만 개 구축 목표</li> <li>• 충전소당 총 600kW 이상의 전력 용량과 4기 이상의 충전기가 동시에 각각 150kW 이상의 전력 공급 필요</li> <li>• 적격 프로젝트 비용의 최대 80%에 대한 자금 지원</li> </ul>
	충전 및 연료 공급 인프라 재량 보조금 (CFI: Charging and Fueling Infrastructure Discretionary Grant)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 25억 달러 지원(2022~2026년, 매년 3억~7억 달러)</li> <li>• 수소, 프로판, 천연가스 등 기타 대체 연료 및 전기차 충전인프라 구축을 위한 재량 보조금</li> <li>• 총 보조금의 최소 50%는 농촌 및 소외된 지역에 대한 접근성을 확대하는 지역사회 보조 프로젝트에 사용</li> <li>• 경량, 중형 및 대형 전기차 충전, 대중교통 충전, 인프라 구축 자금 지원</li> </ul>
	혼잡 완화 및 대기질 개선 프로그램 (CMAQ: Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 교통 혼잡 완화 및 대기질 개선을 위한 프로그램으로 각 주 및 시의 교통 프로젝트 관련 자금 지원</li> <li>• LDV 충전, 상업용 충전, 대중교통 충전인프라 구축, 인력개발 등에 자금 지원</li> <li>• 50개 주에 약 1억 달러에서 5억 500만 달러까지 지원</li> </ul>
	연방 토지 접근 프로그램 (FLAP: Federal Lands Access Program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연방 토지(국립공원, 국유림 등)에 위치하거나 이에 인접한 교통 시설 프로젝트 관련 전기차 충전인프라 구축 자금 지원</li> <li>• 일반적으로 연방 토지 경계로부터 10마일 내 위치 필요</li> <li>• 연방 토지를 보유한 주에 기금 배분</li> </ul>
에너지부	주 에너지 프로그램 (SEP: State Energy Program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 에너지 안보 강화, 주별 에너지 이니셔티브 발전, 에너지 경제성 향상을 위한 연간 공식 기금 및 기술지원 보조금</li> <li>• 미국 50개 주, 5개 미국령, D.C.에 자금 할당 가능</li> <li>• LDV, 상업용, 대중교통 충전인프라 구축, 전기차 교육 및 접근 자금 지원</li> </ul>
농무부	커뮤니티 시설 직접 대출 보조금 (Community Facilities Direct Loan Grant)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌 지역의 필수 커뮤니티 시설 개발을 위한 자금 제공</li> <li>• 전기차 인프라를 포함한 필수 커뮤니티 시설 구매, 건설, 개선에 자금 사용 가능</li> <li>• 프로젝트 비용의 연방 부담금 범위는 75%에서 15%로 가구 소득이 낮은 소규모 지역 사회일수록 더 많은 보조금 할당</li> </ul>
	농촌 에너지 절약 프로그램 (RESP: Rural Energy Savings Program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지 효율 서비스 제공업체 대상 대출 프로그램</li> <li>• 농촌 지역의 전기차 충전기 및 충전인프라 확대 목표</li> <li>• 전기차 충전기, 충전소, 전기 저장 장치를 구축하는 데 필요한 인프라 설치비 상환</li> </ul>

자료: US Department of Transport, KOTRA 시카고 무역관 자료 종합, Federal Funding Programs, <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-infrastructure-funding-and-financing/federal-funding-programs> (검색일: 2023.9.25.)

캘리포니아주는 법령에 근거하여 캘리포니아주 에너지위원회(CEC)는 충전인프라 평가와 장래년도에 필요한 충전인프라 규모를 2년마다 평가하고 업데이트하고 있다. 지난 2023년 8월 발표한 두 번째 평가보고서는 2035년 신차 100% 무공해차 전환을 목표로 한 새로운 충전인프라 규모를 제시하고 있다(CEC, 2023)<sup>43)</sup>.

여기에서 소형차 충전인프라는 2030년까지 전기차(PHEV 포함) 710만 대 보급을 위해 101만 기 충전기 필요하고 이는 39,000기 급속충전기를 포함한다. 2035년까지 전기차 1,520만 대 보급을 위해서는 211만 기 충전기가 필요하며 이는 83,000기 급속충전기를 포함한다.



Models project that California will need more than 1 million public and shared private chargers in 2030 to support 7.1 million plug-in electric vehicles and 2.1 million chargers in 2035 to support 15.2 million plug-in electric vehicles.

Source: CEC staff

### [그림 3-22] 2030년 캘리포니아 소형차 충전인프라 필요 규모

자료: California Energy Commission(2023), Assembly Bill 2127 Electric Vehicle Charging Infrastructure Assessment

43) California Energy Commission(2023), Assembly Bill 2127 Electric Vehicle Charging Infrastructure Assessment, 2023.8.

중대형차 충전인프라는 2030년까지 155,000기가 필요하며, 이중 차고지 충전기는 109,000기, 공용 충전기는 5,500기가 필요하다. 2035년까지 필요 규모는 377,000기로 차고지 충전기 256,000기, 공용 충전기 8,500기가 필요하다. 이때 차고지 충전기는 20kW-150kW급을 예상하며 전체 충전량의 82%를 차지할 것으로 예상된다. 공용 충전기는 350kW-1.5MW급으로 예상되므로 중대형차 충전인프라는 충전수요 관리전략이 중요함을 강조하고 있다.

## 제4절 정책적 시사점

### 1. 주요 시사점과 현안

본 장에서는 국내·외 충전인프라 동향과 정부 정책, 전기차 충전인프라 계획 등을 살펴 보았다. 미래 충전인프라 구축 전략에 있어서 주요 시사점과 현안을 정리하면 다음과 같다.

첫 번째로 충전인프라에 적용되는 기술은 다양해지고 있으며 초고속 충전기, 무선 충전, 이동형 충전기 등 충전 편의성을 위한 기술 개발이 진행 중이다. 따라서 향후 충전인프라 구축과 운영 계획 수립에서 다양한 변화 추세를 반영할 필요가 있다.

두 번째로 전기차 수요가 증가함에 따라 전력망과 연계한 인프라 계획 및 운영이 필요하다. 향후 충전 수요에 따라 효율적으로 대응할 수 있도록 전력망과 연계한 충전인프라를 구축해야 한다. 기존의 일방적인 충전 방식 대신 양방향 충전 시스템은 전력 그리드의 안정성을 향상시키고 전력 저장을 지원함으로써 전력 네트워크에 긍정적인 영향을 가져다 줄 것이다.

세 번째로 충전표준 및 충전 통신 규격을 고려한 인프라 계획과 구축 전략이 필요하다. 최근 미국에서의 충전 표준 변경은 국제적인 영향을 미치고 있으며, 표준을 따르는 것은 국제 시장에서 경쟁력을 확보하는 데 중요하다. 또한 점차 공용 충전기가 증가하면서 전기차 충전 통신 규격은 서로 다른 충전인프라 간의 호환성 보장하는데 중요한 역할을 담당하고 있다. 따라서 향후 기술변화에 따른 충전 통신 규격의 변화에 대응할 수 있는 인프라 계획과 구축 전략이 마련되어야 할 것이다.

네 번째로 지역별 전기차와 충전인프라 보급 현황을 분석하여 향후 충전인프라 계획 수립에 반영해야 할 것이다. 아직은 지역별로 전기차 보급과 충전인프라 보급에 격차가 있으며 향후 전기차 확대 과정에서 지역적 형평성을 개선할 수 있는 보조금 지원 정책이 마련되어야 할 것이다.

다섯 번째로 차종별 충전 특성을 반영한 충전 인프라 계획이 수립되어야 한다. 승용차 충전이 집중되는 공동주택 충전인프라의 경우 신축 공공주택의 충전인프라는 현재 총 주차면수의 5%에서 2025년까지 10%로 상향할 계획이다. 따라서 향후 충전인프라 설치 비

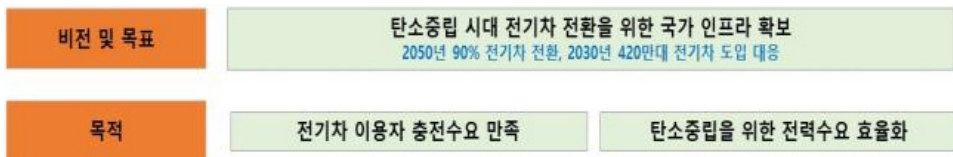
율조정과 관련해서 검토가 필요하다. 버스의 경우 일반 승용차 충전인프라 보다 대규모의 충전시설과 대용량 전력 공급이 필요하여, 기존 충전인프라 설치와는 제약 조건이 있다. 따라서 전기버스 충전 특성을 고려한 인프라 배치 전략이 필요하다.

장기적으로 미래의 전기차 충전인프라 전략 수립은 기술, 표준, 지역적 편차, 그리고 운영행태 고려가 필수적이다. 이러한 사항을 고려하여 전략을 수립하고, 보조금 및 지원 정책을 활용하여 전기차 보급을 성공적으로 진행해야 할 것이다.

## 2. 충전인프라 전략 비전 및 목표

본 연구에서는 전기차 충전인프라 관련 현황 및 전망 분석을 토대로 수송부문 탄소중립 이행을 위해 요구되는 충전인프라 전략을 도출하고자 한다. 여기서 장기적인 충전 인프라 구축 방향은 전기차나 충전 기술의 발전으로 인해 변동가능성이 높기 때문에 우선 중장기 대안으로서 2030년까지 충전인프라 계획 및 구축과 운영체제 개선 방안 도출을 중심으로 연구를 진행했다.

따라서 본 연구에 장기적인 비전과 목표를 '탄소중립 시대 전기차 전환을 위한 국가 인프라 확보'로 설정하였으며, 탄소중립 전망에 따라 2050년까지 90% 이상 전기차 전환 목표, 2030년까지 전기차 420만 대 보급을 중장기 목표로 설정하였다. 충전인프라 구축 과정에서 전기차 이용자의 충전 수요를 만족하는 동시에 탄소중립을 위한 전력 수요를 효율화하기 위한 전략을 도출하는 것이 본 연구의 목적이다.



[그림 3-23] 본 연구의 충전인프라 전략 비전 및 목표



수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

## [제4장]

# 전략1. 실수요 기반 인프라 계획 고도화

제1절 충전수요 분석 방법

제2절 실수요 기반 충전인프라 규모 산정

제3절 시뮬레이션 기반 충전인프라 적정성 평가

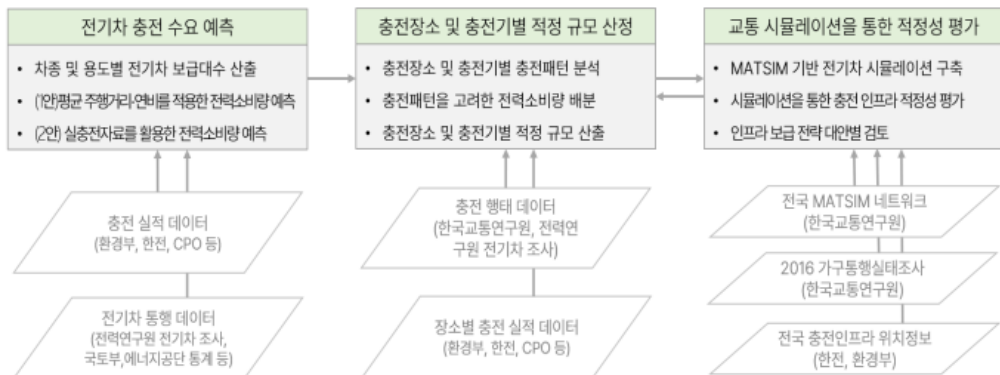
제4절 정책적 활용 방안 및 향후 연구



## 제4장 | 전략1. 실수요 기반 인프라 계획 고도화

전기차 전환을 가속화하기 위해서는 효과적인 인프라 공급이 우선되어야 한다. 앞서 3장에서 살펴본 바와 같이 국내·외 주요 국가에서는 전기차 활성화를 위한 중요한 실행 방안으로서 충전인프라 보급 정책을 추진하고 있다. 그러나 전기차 전환기에 인프라 공급 규모가 어느 수준이 적절한 것인지 판단하기는 어렵다. 전기차 확산을 위해 선제적인 인프라 투자가 필요하다는 의견도 있으나 전기차 실 운영 대수에 비해 과잉 투자라는 논란도 발생할 수 있다.

따라서 본 장에서는 전기차 전환 시대를 맞아 효과적인 인프라 계획을 수립하기 위한 기초 연구로서 충전수요에 기반한 인프라 계획 방안을 제시하였다. 실제 충전 데이터를 활용해 충전수요 분석 방법을 제시하고, 수요 분석 결과에 기반하여 적정 규모를 산정하며, 교통 시뮬레이션을 활용해 산정한 인프라 규모 적정성을 평가하는 방안을 제시하였다. 본 장의 구성은 1절에서 충전수요 분석 방법을 설명하고, 2절에서 충전 장소와 충전기별 적정 규모를 산정한 후, 3절에서 교통 시뮬레이션을 통한 평가 방법을 제시하고자 한다.



[그림 4-1] 실수요 기반 인프라 계획 절차

## 제1절 충전수요 분석 방법

### 1. 기초 자료

효과적인 전기차 인프라 계획을 위해서는 정확한 충전수요 예측이 중요하다. 충전수요를 산출하기 위해서는 전기차 주행거리와 연비 등 에너지 소비량 자료와 충전 장소 및 충전기 유형별 충전실적 등 운전자와 차량 중심 기초 자료가 필요하다. 본 연구는 충전수요 분석을 위한 기초 자료로서 실제 전기차 운전자의 충전 데이터를 활용하였다. 대상 차종으로는 국내 실 충전 데이터 구득이 가능한 차종으로 승용차, 소형 전기 트럭, 전기 버스의 세 가지 차종에 대해 분석을 실시하였다.

#### 가. 승용차 충전 자료

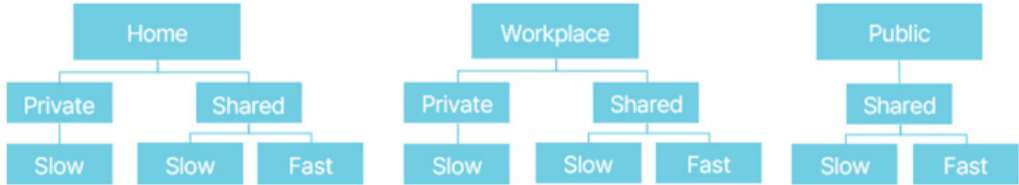
승용차 충전수요 분석을 위한 기초 자료는 전기차 운전자 설문 조사, 전기차 차내 단말기(On-board Device, 이하 OBD)에서 수집된 충전 데이터, 공용 충전기 충전실적 자료 등을 활용하였다. 다음은 자료별로 수집 방법과 활용 데이터를 간략히 정리하였다.

##### (1) 전기차 운전자 설문조사자료

실제 전기차 운전자의 통행과 충전 자료는 인프라 계획의 기초 자료로 중요하나 아직 국내에는 관련 연구가 많지 않은 상황이다. 일부 공용 충전인프라의 충전패턴을 분석한 연구가 있으나 개별 운전자의 충전패턴을 전체적으로 분석한 연구는 많지 않다. 여기서는 선행연구 중 박지영·김찬성(2022)에서 분석한 전기차 운전자의 충전패턴을 토대로 분석을 진행하였다.

박지영·김찬성(2022)은 2021년도에 실시한 전기차 운전자 297명 설문조사자료를 토대로 개별 운전자의 충전패턴을 분석하였다. 충전 관련 조사 항목으로는 충전 장소별 충전기 접근성, 충전 장소별 평균 충전 빈도 등이 포함되어 있다. 위 연구는 전기차 충전 장소를 주거지(home), 직장(workplace), 기타 공용(public)의 세 가지 유형으로 구분했으며, 충전기 보유 형태는 비공용(private), 공용(shared)의 두 개 유형으로 구분했고, 충

전기 유형은 완속(slow)과 급속(fast)으로 구분하였다. 위 연구에서 제시된 충전인프라 분류는 [그림 4-2]와 같이 표현할 수 있으며 전기차 운전자는 각 충전기 이용 여부와 일주일 간 충전 빈도를 응답하도록 하였다.



[그림 4-2] 박지영·김찬성(2022)의 승용차 충전인프라 분류

## (2) OBD 충전 데이터

앞서 설문조사는 전반적인 충전인프라 이용 패턴을 파악하기 위한 기초 자료를 취득할 수 있으나 충전 당시 배터리 상태와 충전량 등 정확한 계측은 어렵다는 단점이 있다. 따라서 본 연구는 차량 내 통신과 연계하여 충전 데이터를 수집할 수 있는 OBD 조사자료를 취득하여 충전수요의 시간적 패턴과 충전량 분석에 활용하였다. 여기서 사용한 OBD 조사자료는 한전 전력연구원에서 실시한 전기차 운전자 대상 OBD 조사를 통해 취득되었다.

해당 조사는 차량 내 단말기를 통해 운행, 주차, 충전상태 정보를 실시간으로 수신하게 되며 단말기와 수집 데이터는 [그림 4-3]과 같다. 한전 전력연구원 조사자료 중 본 연구에서 활용한 데이터는 전국 전기차 351대를 대상으로 2023년 6월부터 10월 1일까지 수집된 약 4개월 운행 데이터를 활용하였다. 여기서 차종 구성은 EV6 64대, 니로 53대, 볼트 77대, 아이오닉 100대, 코나 7대 등으로 구성되어 있다.



항목유형	내용
시간 정보	데이터 수집 시각 (YYYY:MM:DD:HH:SS)
공간 정보	경도 (WGS)
	위도 (WGS)
운행 정보	차량 상태 (시동, 정지)
	주행거리 (km)/TRIP
	속도 (km/h)
	가속도 (m/s <sup>2</sup> )
	급가속 횟수/TRIP
배터리 정보	급감속 횟수/TRIP
	충전상태 (정지충전, 주행충전, 미충전, 충전완료)
	배터리 충전 상태 (%)
	배터리 SOH
	최대 충전 파워 (kW)
	에너지 소비량/TRIP
	배터리 모듈 온도 (°C)
	배터리 팩 전류 (A)
	배터리 팩 전압 (V)
	최소 셀 전압 (mV)
	최대 셀 전압 (mV)
	배터리 LTR 후단 온도 (°C)
배터리 냉각수 인렛 온도 (°C)	

자료수집을 위한 OBD와 앱

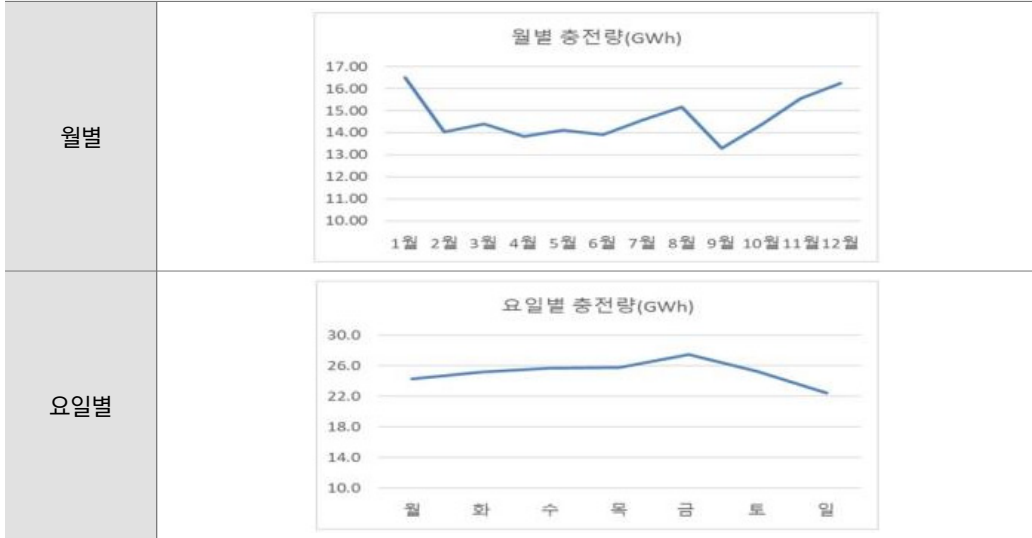
[그림 4-3] 한전 전력연구원 OBD 조사 방법과 수집 데이터

### (3) 공용 충전인프라 충전실적 자료

개별 운전자 입장에서 충전패턴을 분석하기 위한 기초 자료로서 설문조사와 OBD 조사 데이터를 활용했으나 해당 자료는 충전기를 기준으로 하는 충전패턴 분석은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 충전기별 이용횟수 등 충전기 관련 데이터를 취득하기 위해서 환경부 공용 급속충전기 충전실적 자료를 활용하였다.

본 연구에서 활용한 충전실적은 2023년 1월 1일부터 2023년 12월 31일까지 수집되었으며 충전기는 총 7,863기를 대상으로 분석하였다. 여기서 수집된 충전 데이터는 차종별로 분류하여 분석하였으며, 계시별 특성을 반영하기 위해 요일 및 월별 충전실적을 구분하여 분석하였다.

주요 분석 결과 중 월별 충전량을 살펴보면, 겨울철(12~1월)과 여름철(7~8월)이 다른 달보다 상대적으로 충전량이 높고, 요일별로는 금요일에 충전량이 가장 많았다.



[그림 4-4] 공용 충전기 월별, 요일별 충전량 비교

충전기 설치 장소별 충전량을 살펴보면 충전 전력량은 공공시설과 휴게시설, 주차시설 순으로 높으며, 이 세 장소에서 전체 충전량의 74.7%를 차지하고 있다. 특히, 휴게시설은 전체 환경부 급속충전기의 10.3%가 설치되었음에도 불구하고, 실제 충전량은 24.8%에 달하였다.

〈표 4-1〉 급속충전기 설치장소별 충전기 및 충전비율(2023년)

설치장소	충전기 수(기)	충전기 설치비율	총 충전량(GWh)	충전량 비율
공공시설	2726	34.8%	52.71	30.2%
주차시설	1538	19.6%	34.31	19.7%
휴게시설	809	10.3%	43.33	24.8%
관광시설	800	10.2%	12.08	6.9%
근린생활시설	663	8.5%	11.00	6.3%
교육문화시설	526	6.7%	9.62	5.5%
상업시설	467	6.0%	7.54	4.3%
공동주택시설	32	0.4%	0.55	0.3%
차량정비시설	26	0.3%	0.28	0.2%
기타시설	244	3.1%	3.10	1.8%

자료: 한국환경공단 자료



[그림 4-5] 공용 충전기 설치 장소별 충전기 및 충전량 비교 (2023년, 급속충전기)

공용 충전기 일평균 충전 횟수는 2.74회이며, 겨울철(12~2월)과 11월에 다른 달보다 충전 빈도가 빈번하게 이뤄지고 있다. 공용 충전기 충전 시작시간은 주로 12~16시 시간대에 주로 충전을 시작하고 있으며, 23~5시 시간대는 충전 빈도가 상대적으로 낮다. 상업시설은 다른 설치지점과 달리 12~16시간대가 8% 이상으로 다른 시설보다 집중적으로 충전이 이루어지고 있다.

[표 4-2] 공용 충전기 충전 횟수 및 평균 충전 시간

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
충전 횟수 (회/기 일)	3.6	3.4	3.0	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9	2.6	2.7	3.0	3.1
평균 충전 시간(분/회)	23	26	22	23	22	22	21	21	22	21	23	23

## 나. 트럭과 버스 충전 자료

승용차 이외 국내 전기차 보급 차종 중 1톤 트럭과 대형 버스 2종에 대해 충전수요를 분석하였다. 활용 자료는 트럭은 전기 트럭 운전자 대상 설문 조사자료를 활용했으며, 버스는 전기버스 운영 업체인 수원여객의 충전실적 자료를 활용하였다. 다음은 자료별 수집 방법과 활용 데이터에 대해 간략히 정리하였다.



### (1) 전기트럭 운전자 설문조사 자료

전기트럭 운전자 설문조사는 박지영 외(2020)에서 수집한 조사자료를 활용하였다. 위 조사는 1톤급 전기트럭 구매자를 대상으로 2020년 9월에 실시되었으며 면접 형태의 설문조사로 실시되었다. 그 결과 유효표본 총 157명의 조사 결과를 습득했으며 이 중 사업용 운전자는 54명, 비사업용 운전자는 103명이며, 차량은 현대 포터2 67.5%, 기아 봉고 32.5%로 구성되어 있다.

본 연구 목적으로 활용한 데이터는 일주일 동안 충전 장소와 충전기 유형별 충전 빈도로 충전 장소와 충전기 유형 분류는 차종 특성을 반영하여 [그림 4-6]과 같이 분류하였다.



[그림 4-6] 박지영 외(2020)의 전기트럭 충전인프라 분류

### (2) 전기버스 충전실적 자료

전기버스 충전수요 분석을 위한 기초 자료는 실제 전기버스를 운행 중인 수원여객의 충전실적 자료를 활용하였다. 위 자료는 2023년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간 수원여객 전기버스 총 103대의 충전실적이다. 해당 기간 동안 총 충전 전력량은 약 6기가와트시이며, 충전 횟수는 총 162,200회 발생하였다.

전기버스 충전패턴은 차량 용도에 따라 다르며 노선버스의 경우 노선 특성이나 계절적 영향 등에 따라 충전패턴이 다양할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 버스 용도와 노선 유형 등을 세분화할 수 있는 자료 구득이 제한적이므로 수원여객에서 취득한 충전 자료를 통해 노선버스 충전 특성을 분석하고 충전수요 산정에 활용 방안을 모색하였다.

전기버스의 충전행태를 분석하기 위해, 2023년 수원여객의 북부 차고지의 충전 이력 데이터를 활용하였다. 충전 이력 자료는 차량번호, 노선명, 충전기 ID, 충전구 ID (OUTLET ID), 충전 시작 시각, 충전 종료시각, 충전 소요시간, 충전전력량(kWh)으로

구성되어 있다. 2023년 동안 북부 차고지에서 운행되는 차량은 예비차량을 포함하여 총 107대이며, 운행 버스 노선은 10개 노선이다. 최장 인가 거리는 50.9km, 최소 인가 거리는 36.1km이다. 충전인프라는 각 충전기에 2개의 충전구가 있으며, 순차 충전시스템을 적용하여 운영하고 있다.

수원 북부 차고지에서는 2023년 동안 총 162,200건의 충전이 이루어졌으며, 이를 분석할 때 충전 시간이 5분 이하인 데이터는 제외하였다. 이는 동일한 버스가 충전 도중에 5분 이내로 재충전하거나 충전구를 변경하는 경우를 고려하여 해당 데이터를 제외한 것이다.

전기버스 충전행태 분석에는 106대의 총 153,382건 충전 이력 데이터를 활용하였다. 이를 통해, 요일별, 월별, 충전기 기준으로 충전 횟수, 평균 충전 시간, 평균 충전량과 전기버스 평균 충전 횟수를 도출하였다. 또한 시간대별 충전 시간 분포를 도출하였다.

#### 〈표 4-3〉 충전 이력 데이터

구분	예시	비고
차량번호	경기70바1897	-
노선명	5	0번 예비차량
충전기ID	6	-
OUTLET ID	A	충전구 : A, B
충전 시작시각	2023-01-01 00:00:00	-
충전 종료시각	2023-01-01 00:24:08	-
충전 소요시간	00:24:08	시:분:초
충전전력량(kWh)	29	kWh
충전시작 SOC(%)	30	%
충전종료 SOC(%)	90	%

자료: 수원여객 내부자료(2023년 8월 기준)

〈표 4-4〉 수원여객 및 관련 운수사 전기버스 현황

노선번호	기점	종점	인가 거리	인가 대수
13	상광교동종점	금곡동강남아파트	36.1	22
25	이목동차고지.이목동입구	발산리	47.3	8
27	이목동차고지.이목동입구	수지중학교	49.2	2
30	이목동차고지.이목동입구	수원대학교	43.6	11
30-1	이목동차고지.이목동입구	수원대학교	43.7	11
37	경기대정문	민속촌	47.6	12
42	이목동차고지.이목동입구	봉담읍행정복지센터	40.2	11
5	이목동차고지.이목동입구	경희대학교	42	17
7-2	이목동차고지.이목동입구	청와.쌍용.그대가센트럴파크아파트	39.2	7
98	이목동차고지.이목동입구	한화꿈에그린	50.9	20

자료: 경기버스정보, <http://www.gbis.go.kr/service/busInfo/metroBus.action>, (검색일: 2024.2.29.)

## 2. 충전수요 모델링

본 연구에서 충전수요는 시공간적 영역에서 발생 빈도로 모델링하게 된다. 시간적 범위에서 충전수요는 어느 시점에 얼마나 많은 충전수요가 발생하는지 개별 운전자의 충전 시점 결정으로 표현된다. 공간적 범위에서는 어느 장소에서 얼마나 많은 충전수요가 발생하는지를 충전 장소 결정으로 표현된다. 따라서 충전수요 모델링을 위해서는 우선 실제 충전 이벤트의 시간적 분포와 공간적 분포에 대한 분석이 필요하다. 다음은 차종별 충전수요 분석을 위한 시·공간적 충전패턴을 분석한 결과를 요약하였다.

### 가. 전기승용차 충전

#### (1) 시간적 분포

충전수요의 시간적 분포는 OBD 조사 데이터를 활용하여 주요 충전 장소별 충전수요의 시간적 분포를 분석하였다. 분석에 사용한 자료는 모두 17,206건의 충전이벤트이며 주요 분석 항목으로 충전 시작 시점 분포와 충전 소요시간 분포를 살펴보았다.

먼저 충전 시작 시점의 시간대별 분포를 집, 직장, 기타 공용 충전 장소로 구분하여 분

적하였으며 그 결과는 <표 4-5>와 같다. 분석 결과를 살펴보면 집에서 발생하는 충전수요의 첨두시는 오후 10시~11시 사이로 약 20% 충전 이벤트가 해당 시간대에 발생한다. 직장의 경우 충전수요 첨두시는 오전 8시~9시 사이로 약 14% 충전이벤트가 발생하며, 기타 공용 충전소는 집과 마찬가지로 첨두시가 오후 10시~11시 사이이나 첨두 수요가 다른 장소 유형보다 낮다.

다음 충전 소요시간을 분석한 결과 집에서 발생하는 충전수요는 66% 이상이 4시간 이상 충전하며, 직장충전의 경우도 4시간 이상 충전하는 비율이 43.5%를 차지한다. 그러나 기타 공용 충전소에서 발생하는 충전은 1시간 이내 충전하는 비율이 약 47%를 차지하며 단시간 충전하는 수요가 높은 편이다. 충전 소요시간 분포 분석 결과는 <표 4-6>과 같이 요약하였다.

<표 4-5> 전기승용차 충전 시작 시점 분포(OBD 데이터 분석)

	시간대	집	직장	기타 공용
오전	0 ~ 1시	3.3%	0.5%	2.5%
	1 ~ 2시	1.9%	0.9%	1.3%
	2 ~ 3시	1.1%	0.4%	0.9%
	3 ~ 4시	0.6%	0.1%	0.7%
	4 ~ 5시	0.4%	0.3%	0.6%
	5 ~ 6시	0.7%	0.6%	1.6%
	6 ~ 7시	1.5%	3.0%	1.3%
	7 ~ 8시	1.5%	8.7%	3.0%
	8 ~ 9시	3.3%	14.2%	4.4%
	9 ~ 10시	3.5%	9.8%	4.2%
	10 ~ 11시	2.4%	7.7%	4.9%
	11 ~ 12시	1.6%	4.0%	4.4%
	소계	21.8%	50.2%	29.8%
오후	12 ~ 13시	2.4%	6.7%	4.5%
	13 ~ 14시	2.3%	5.9%	4.9%
	14 ~ 15시	2.4%	4.8%	5.4%
	15 ~ 16시	2.6%	5.2%	5.6%
	16 ~ 17시	3.8%	3.9%	5.8%
	17 ~ 18시	6.0%	4.5%	6.2%

시간대	집	직장	기타 공용
18 ~ 19시	8.8%	5.2%	7.1%
19 ~ 20시	8.3%	4.8%	7.6%
20 ~ 21시	8.1%	3.5%	6.0%
21 ~ 22시	8.0%	2.2%	5.8%
22 ~ 23시	19.3%	1.9%	7.7%
23 ~ 24시	6.5%	1.2%	3.8%
소계	78.2%	49.8%	71.2%
계	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 4-6〉 전기승용차 충전 소요시간 분포(OBD 데이터 분석)

충전 시간	집	직장	기타 공용
15분 이내	0.9%	1.7%	10.0%
15 ~ 30분 이내	2.4%	8.6%	15.9%
30분 ~ 1시간 이내	5.2%	13.9%	21.3%
1시간 ~ 2시간 이내	9.5%	14.6%	12.1%
2시간 ~ 3시간 이내	8.8%	10.5%	5.6%
3시간~4시간 이내	6.8%	7.2%	4.4%
4시간 이상	66.4%	43.5%	30.8%
계	100.0%	100.0%	100.0%

한편 공용 급속충전기 충전실적을 활용하여 공용 충전기 충전 시작 시점의 시간대별 분포도 살펴보았다. 그러나 이 경우 이용 차종을 구분하기 어렵기 때문에 승용차 기준 시간대별 분포와 직접적인 비교는 어렵다.

〈표 4-7〉 공용 충전기 충전 시작 시점 분포(공용 급속충전기 충전실적 분석)

시간대	공공 시설	주차 시설	휴게 시설	관광 시설	상업 시설	차량 정비 시설	기타 시설	공동 주택 시설	근린 생활 시설	교육 문화 시설	전체
0시	1.0	1.3	1.5	0.9	0.5	0.6	0.9	1.6	1.2	1.1	1.2
1시	0.9	1.1	1.1	0.8	0.5	1.1	0.7	1.0	1.0	1.1	1.0
2시	0.8	0.9	0.9	0.6	0.4	0.3	0.5	1.2	0.9	0.9	0.8
3시	0.7	0.9	0.9	0.6	0.5	0.4	0.6	1.2	0.9	0.8	0.8
4시	0.8	1.0	1.1	0.7	0.7	0.3	1.1	1.4	1.0	0.9	0.9
5시	1.3	1.3	1.6	1.3	0.9	1.0	1.5	1.5	1.3	1.6	1.4
6시	2.3	2.4	2.4	2.1	1.4	2.7	2.4	2.3	2.4	2.5	2.3
7시	3.2	3.1	3.2	3.0	2.1	6.9	3.5	3.6	3.2	3.4	3.2
8시	4.6	4.1	3.8	4.2	3.0	6.0	4.8	5.4	4.4	4.5	4.2
9시	5.7	5.0	4.7	5.3	4.4	4.4	5.5	6.0	5.3	5.6	5.2
10시	6.2	5.8	5.7	6.3	6.5	6.3	6.4	6.1	5.9	5.9	6.0
11시	6.8	6.8	6.8	7.2	7.4	9.0	7.3	6.5	6.4	6.3	6.8
12시	7.6	7.5	7.5	8.1	8.4	9.0	8.2	7.2	7.2	7.2	7.6
13시	7.5	7.2	7.1	8.0	8.0	6.9	7.7	6.9	7.2	7.2	7.4
14시	7.5	7.3	7.3	8.4	8.2	6.2	7.8	7.1	7.4	7.4	7.5
15시	7.8	7.4	7.5	8.4	8.4	7.0	7.8	7.1	7.7	7.8	7.7
16시	7.8	7.4	7.2	8.0	8.2	7.9	7.4	7.1	7.6	7.8	7.6
17시	6.9	6.9	6.7	6.8	7.6	8.2	6.9	6.7	6.9	7.0	6.9
18시	5.8	6.1	5.9	5.5	6.6	5.2	5.4	5.5	5.9	5.7	5.9
19시	4.8	5.2	4.9	4.5	5.8	3.5	4.1	4.6	5.0	4.9	4.9
20시	3.9	4.2	4.0	3.6	4.7	3.1	3.5	3.7	4.1	4.1	4.0
21시	2.9	3.2	3.3	2.6	3.2	1.9	2.6	2.9	3.1	3.0	3.1
22시	2.1	2.3	2.6	1.7	1.6	1.4	2.0	2.1	2.3	2.1	2.2
23시	1.4	1.6	2.0	1.2	0.8	0.9	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6

주: 노란색: 충전 빈도 2% 미만, 빨간색: 충전 빈도 7% 초과

## (2) 충전 결정 시점의 SOC 수준과 충전 주기

충전을 결정하는데 영향을 미치는 요인 가운데 배터리 잔량(State of Charger, 이하 SOC)이 미치는 효과를 살펴보기 위해 OBD 데이터에서 수집된 충전 시작 시점의 SOC 수준을 분석했으며 그 결과는 〈표 4-8〉과 같다.

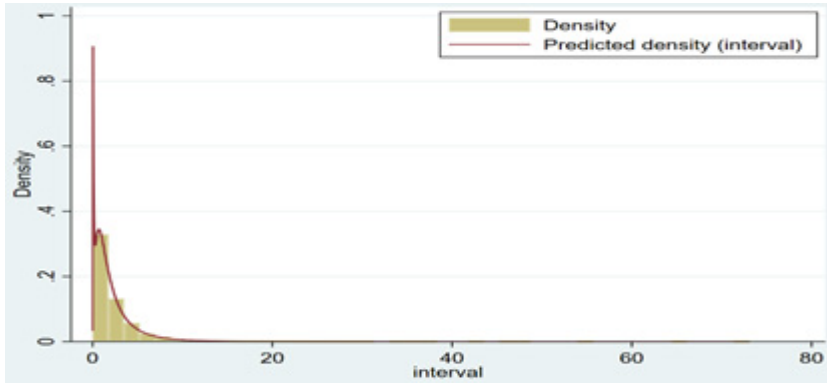
집에서 발생하는 충전 이벤트 중 가장 많은 비율을 차지하는 것은 SOC 수준 60~70%

이며, 직장도 마찬가지로 60~70% SOC 수준에서 가장 많이 충전하게 된다. 그러나 대체로 다양한 SOC 수준에서 충전이 발생하며 특정 SOC 수준에 충전이 집중되는 경향은 발생하지 않았다. 기타 공용 충전소의 경우 가장 많이 충전이 발생하는 SOC 수준은 40~50% 수준이나 역시 약 20~70% SOC 수준에서 대체적으로 고르게 충전이 결정되는 것을 발견할 수 있다. 따라서 충전 결정 시점과 SOC 수준의 관계는 본 분석에서 뚜렷하게 나타나지 않았다.

〈표 4-8〉 전기승용차 충전 시작 시점의 SOC 분포(OBD 데이터 분석)

SOC 수준	집	직장	기타 공용
10% 미만	1.7%	1.1%	2.3%
10 ~ 20%	5.3%	2.2%	8.1%
20 ~ 30%	8.5%	4.5%	12.2%
30 ~ 40%	11.9%	7.4%	16.3%
40 ~ 50%	14.3%	11.2%	16.7%
50 ~ 60%	15.0%	19.0%	15.2%
60 ~ 70%	15.2%	22.8%	14.0%
70 ~ 80%	15.2%	19.2%	9.2%
80 ~ 90%	11.1%	11.4%	4.8%
90% 이상	1.8%	1.2%	1.1%
계	100.0%	100.0%	100.0%

OBD 데이터를 기반으로 개별 전기차 이용자별로 충전 주기를 분석하였다. 그 결과 충전 주기는 평균 2.24일로 분석됐으며 충전 주기 분포는 [그림 4-7]과 같이 로그노멀 분포를 보인다. 로그노멀 분포는 좌측 빈도가 높은 최빈값이 존재하며 우측으로 갈수록 빈도가 줄어드는 경향을 보인다. 이는 전기차 운전자 충전 주기가 짧은 빈도는 높고, 긴 주기의 충전 빈도는 작다는 의미이다.



[그림 4-7] 전기승용차 충전 주기 분포(OBD 데이터 분석)

### (3) 공간적 분포

충전수요의 공간적 분포는 개별 운전자의 장소와 충전기 유형별 충전 빈도를 파악할 수 있는 전기차 운전자 설문조사 결과를 활용하여 분석하였다. 본 연구에서는 충전수요의 공간적 분포를 파악하기 위해 박지영·김찬성(2022)에서 분석한 개별 전기차 운전자의 충전 유형을 활용하였다.

박지영·김찬성은 충전 장소와 충전기 유형별 충전 빈도를 기준으로 잠재 계층 분석(Latent Class Analysis, 이하 LCA)를 적용해 개별 이용자의 충전 유형을 네 가지 유형으로 구분하였다. 유형별 전체 운전자 중 비중과 충전 장소 및 충전기 유형별 충전 비중을 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째 유형은 혼합충전형으로 전체 운전자 중 69.3%를 차지하며 주거지, 직장, 공용충전소 등 여러 장소에서 충전하고, 완속 충전기를 이용한 충전 빈도가 높은 유형이다. 두 번째 유형은 주거지 완속형으로 전체 운전자 중 16.5%를 차지하며 주거지와 완속 충전기에서 충전하는 비중이 높은 운전자를 의미한다. 세 번째 유형은 공용중심형으로 전체 운전자의 8.2%를 차지하며 공용 충전소에서 충전 빈도가 높은 유형이다. 특히 급속충전기 충전 비중이 다른 세 가지 유형보다 훨씬 높게 나타났다. 네 번째 유형인 직장 완속형은 전체 운전자의 6.1%로 가장 낮은 비율을 차지하고 있다. 해당 유형은 직장충전 빈도가 높고 대체로 완속 충전기 충전 비중이 높은 편이다. <표 4-4>는 충전 유형별로 비중과 충전 장소 및 충전기 유형별 충전 빈도 비중을 정리한 것이다.



〈표 4-9〉 전기승용차 충전 장소 및 충전기 이용 유형(설문조사자료 분석)

충전유형	전체 운전자 중 비중	충전 장소별 충전 비중			충전기 유형별 충전 비중	
		주거지	직장	공용	완속	급속
혼합완속형	69.3%	61.2%	4.9%	33.8%	76.4%	23.2%
주거지완속형	16.5%	92.6%	0.5%	6.9%	89.1%	10.9%
공용중심형	8.2%	17.0%	0.6%	82.4%	45.1%	54.9%
직장완속형	6.1%	17.9%	69.1%	13.0%	77.3%	22.8%

자료: 박지영·김찬성(2022), 전기차 운전자의 충전패턴 유형과 영향요인 분석.

## 나. 전기트럭 충전

전기트럭 충전수요 분석은 기초 자료가 제한적인 상황을 고려해 충전수요의 공간적 분포에 초점을 맞춰 분석하였다. 여기에서 활용한 기초 자료는 전기트럭 운전자의 설문조사 결과에서 수집된 충전 장소와 충전기 유형별 충전 빈도이다. 분석 방법은 전기승용차 분석과 유사하게 LCA 분석을 적용하여 개별 운전자 충전패턴을 다음과 같이 세 가지 유형으로 분석하였다.

첫 번째 유형은 혼합충전형으로 전체 운전자 중 60.7%를 차지하며 다양한 장소에서 충전하는 유형으로 완속보다 급속충전 비율이 높다. 두 번째 유형은 차고지완속형으로 전체 운전자 중 33.7%를 차지하며 비공용 충전소(차고지, 자택 등)에서 완속 충전 비율이 높은 유형이다. 세 번째 유형은 공용 급속형으로 전체 운전자 중 8.2%를 차지하며 공용 급속충전기 충전 비중이 높은 유형이다. 유형별 비중과 충전 장소 및 충전기 유형별 충전 비중은 〈표 4-10〉과 같다.

전기승용차와 차별화되는 전기트럭의 충전 특성으로는 급속충전기에 대한 의존도가 높다는 점을 꼽을 수 있다. 다양한 장소에서 충전하는 혼합충전형의 경우에도 급속충전기 충전 비율이 약 59%로 완속 충전기보다 높고, 차고지완속형의 경우도 급속충전기 충전 비중이 20%를 넘는 등 급속충전 활용이 많음을 알 수 있다.

〈표 4-10〉 전기 트럭 충전 장소 및 충전기 이용 유형(설문조사자료 분석)

충전유형	전체 운전자 중 비중	충전 장소·충전기 유형별 충전 비중			
		공용 충전소		비공용 충전소	
		완속	급속	완속	급속
혼합충전형	60.7%	14.9%	51.8%	26.3%	7.0%
차고지완속형	33.7%	1.2%	17.9%	78.7%	2.2%
공용 급속형	5.6%	1.0%	98.8%	0.1%	0.1%

자료: 박지영·김찬성(2023), 전기화물차 충전패턴 분석과 정책적 함의.

## 다. 전기버스 충전

전기버스 충전수요 분석은 수원여객 충전실적 자료를 통해 분석하였다. 충전수요 관련 분석항목으로 시간적 분포와 충전 시점의 SOC 수준을 집중적으로 분석하였다.

먼저 계절별 충전수요를 살펴보면 전기버스 일평균 충전 횟수는 4.3회이며, 겨울철(12~1월), 여름철(7~8월)에 충전 빈도가 상대적으로 높다. 충전 시간은 평균 32.1분 소요되며, 평균 42.8kWh를 충전하고 있다. 전기 기준으로는 일평균 4.0회 충전이 이루어지고 있다. 환경부 급속충전요금(347.2원/kWh)을 적용하며, 전기버스 평균 대당 충전요금으로 약 2백만 원 정도 비용이 발생하고 있다. 요일별 충전 횟수는 수요일과 금요일의 충전 빈도가 상대적으로 높고, 충전량은 토요일과 일요일이 높은 특징이 있다.

〈표 4-11〉 월별 전기버스 충전행태

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
충전 횟수 (회/기 일)	<b>5.0</b>	4.7	4.5	4.3	4.3	4.7	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	4.4	4.2	4.8	<b>5.0</b>	4.3
평균 충전 시간 (분/회)	32.2	32.8	31.8	32.7	31.8	32.1	33.0	33.2	32.3	31.7	30.6	31.0	32.1
평균 충전량 (kWh/회)	47.0	47.3	44.8	45.0	42.1	40.9	40.4	39.8	40.4	41.9	41.6	42.2	42.8
충전요금 (백만 원/대 월)	2.4	2.1	2.0	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	1.8	1.9	2.1	2.5	1.8*
차량 기준 (회/대 일)	4.7	4.6	4.1	3.9	4.1	4.4	4.6	4.7	4.3	4.1	4.9	5.4	4.0

\*주: 전기버스 차량대수는 북부차고지 전체 전기 차량기준으로 산정

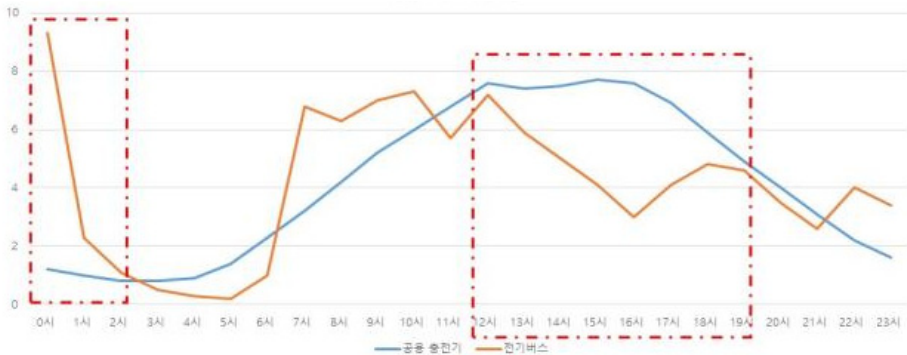
〈표 4-12〉 요일별 전기버스 충전행태

구분	월	화	수	목	금	토	일	합계
충전 횟수 (회/기 일)	4.5	4.6	<b>5.0</b>	4.7	<b>4.9</b>	3.5	3.0	4.3
평균 충전 시간 (분/회)	28.5	32.4	30.7	32.5	30.9	37.1	35.1	32.1
평균 충전량 (kWh/회)	38.1	43.1	41.1	43.3	41.2	<b>49.2</b>	<b>46.7</b>	42.8

전기버스의 충전 시작 시간은 주로 0시에 시작하는 비율이 높으며, 이어서 9~10시 및 12시간대에도 충전량이 상당히 높은 것으로 나타났다. 이는 주로 버스 운영이 종료된 이후인 야간 시간대와 영업 시작 시간대에 충전이 집중되고 있는 것으로 파악된다. 공용 충전기 충전 시작 시간대 분포와 비교하면, 공용 충전기는 오후 시간대(12~16시)에 상대적으로 많은 충전이 이루어지는 공용 충전기와 다른 충전행태를 보이고 있다.

〈표 4-13〉 전기버스 충전 시작시간 분포

충전 시작시간	전체 비율	월	화	수	목	금	토	일
0시	9.3	7.0	9.5	8.7	9.5	8.8	11.8	11.1
1시	2.3	1.1	2.4	2.2	2.5	2.1	3.5	2.4
2시	1.1	0.4	1.2	1.1	1.3	1.1	1.9	0.9
3시	0.5	0.1	0.5	0.5	0.6	0.5	0.8	0.2
4시	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.0
5시	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
6시	1.0	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	1.8	2.5
7시	6.8	7.1	6.9	6.9	6.9	7.0	6.1	6.8
8시	6.3	6.7	6.1	6.3	6.3	6.2	6.3	6.9
9시	7.0	7.5	7.3	7.2	7.1	7.2	5.8	6.4
10시	7.3	7.7	7.8	7.8	7.6	7.5	6.0	6.2
11시	5.7	5.7	5.6	6.0	5.7	5.5	5.5	6.4
12시	7.2	8.1	7.3	7.4	7.7	7.4	5.8	5.7
13시	5.9	6.3	5.8	6.0	5.7	5.8	5.9	6.2
14시	5.0	5.1	4.7	4.5	4.5	4.4	6.2	6.1
15시	4.1	4.0	3.7	3.6	3.4	3.7	5.5	5.9
16시	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	4.6	4.5
17시	4.1	4.2	3.9	3.9	3.9	3.7	4.6	4.8
18시	4.8	5.4	5.1	4.7	5.0	4.6	4.1	4.1
19시	4.6	5.1	4.9	5.1	5.0	5.2	3.2	2.2
20시	3.5	3.9	3.8	3.9	3.8	4.5	1.7	1.4
21시	2.6	2.9	2.7	2.7	2.6	3.1	1.9	2.1
22시	4.0	4.7	4.0	4.3	3.9	4.4	3.1	3.4
23시	3.4	3.4	3.2	3.4	3.3	3.5	3.3	4.0



[그림 4-8] 공용 충전기와 전기버스 충전 시점 비교

전기버스의 충전 시작 SOC(%)는 배터리 잔량 70%에서 충전하는 비율이 31.3%로 가장 많으며, 그 뒤로는 배터리 잔량 60%와 20%대 순이다. 충전 종료 SOC(%)는 100%가 62.5%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 이는 전기버스 배터리 잔량이 충분하더라도 충전 시간이 되면, 최대한 많은 충전을 하고 있는 것으로 판단된다. 또한 버스운행이 종료 되는 시간인 0시에 시작하는 비율이 전체의 9.3%를 차지하고 있어, 버스 운행에 제약 없이 충전할 수 있고, 최대한 충전이 이뤄지고 있는 것으로 알 수 있다.

〈표 4-14〉 충전시작 종료 SOC(%) 분포

계급	충전시작 SOC (%)			충전종료 SOC (%)		
	빈도수	누적	비율(%)	빈도수	누적	비율(%)
10	2,663	1.74	1.7	-	-	-
<b>20</b>	<b>25,483</b>	<b>18.35</b>	<b>16.6</b>	317	0.21	0.2
30	11,736	26.00	7.7	1,212	1.00	0.8
40	11,725	33.65	7.6	4,105	3.67	2.7
50	13,220	42.27	8.6	8,725	9.36	5.7
<b>60</b>	<b>25,540</b>	<b>58.92</b>	<b>16.7</b>	6,865	13.84	4.5
<b>70</b>	<b>47,936</b>	<b>90.17</b>	<b>31.3</b>	8,305	19.25	5.4
80	12,945	98.61	8.4	11,299	26.62	7.4
90	1,882	99.84	1.2	<b>16,673</b>	<b>37.49</b>	<b>10.9</b>
100	252	100.00	0.2	<b>95,881</b>	<b>100.00</b>	<b>62.5</b>

충전 시작 SOC(%) 50%대 이상(50~70%대)에서 시작해서, SOC 90%대에서 종료하는 경우는 전체 충전에서 약 49%이다. 반면에 50%대 미만(10~40%대)에서 SOC 90%까지 충전하는 비율은 약 18%이다.

〈표 4-15〉 충전시작 SOC(%)와 종료 SOC(%) 분포

시작 SOC - 종료 SOC	빈도 수	비율	누적비율
60%대 - 90%대	38,226	24.9	24.9
10%대 - 90%대	16,169	10.5	35.5
70%대 - 90%대	15,641	10.2	45.7
50%대 - 90%대	14,852	9.7	55.3
60%대 - 80%대	6,006	3.9	59.3
40%대 - 90%대	4,621	3.0	62.3
50%대 - 80%대	4,252	2.8	65.0
20%대 - 90%대	3,964	2.6	67.6
20%대 - 40%대	3,048	2.0	69.6
30%대 - 40%대	2,891	1.9	71.5
50%대 - 70%대	2,838	1.9	73.4
60%대 - 70%대	2,696	1.8	75.1
.....	.....	.....	.....
30% 대 - 90%대	2,294	1.5	78.2

### 3. 전기차 충전 전력량과 전력망 영향

#### 가. 차종별 보급대수

전기차 보급 규모에 따른 충전수요를 예측하기 위해서는 먼저 차종별 전기차 보급 대수를 추정해야 한다. 본 연구에서는 중장기 전기차 보급 목표로서 2023년에 제1차 탄소중립 기본계획에서 제시된 2030년까지 전기차 420만 대 보급 목표를 반영하였다. 그러나 해당 계획에는 차종별로 구체적인 목표 대수가 반영되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 전체 보급 목표 대수인 420만 대를 현재 보급 차종인 승용차, 소형 화물차, 대형 버스에 한정적으로 적용한다는 가정하에 차종별 보급 대수를 추정하였다.

승용차와 화물차 및 승합차에 대한 차종별 보급목표 배분은 2021년도 탄소중립 시나리오 수립 과정 중 도출한 2030년까지 차종별 누적 보급 대수를 활용해 차종별 비중을 산정하였다. 그 결과 2030년까지 전기차 보급 대수 중 승용차와 화물차 및 승합차 비중은 각각 62.6%, 36.1%, 1.3%를 차지하고 있다. 여기에 2030년까지 총 전기차 보급 목표 대

수인 420만 대를 적용해 차종별 예상 보급 대수를 산정하였다. 그 결과 2030년까지 전기 승용차 보급 대수는 약 263만 대, 전기화물차는 151만 대, 전기승합차는 5만 7천 대로 추정되었다.

〈표 4-16〉 2030년까지 차종별 보급대수 추정

차종	전체 전기차 보급 대수 중 비중 (환경부, 2021)	2030년까지 보급 대수 추정
승용차	62.6%	2,629 천 대
화물차	36.1%	1,514 천 대
승합차	1.3%	57 천 대
계	100.0%	4,200천 대

자료: 환경부(2021), 2030년까지 전기차 차종별 보급대수 예측 자료 활용

## 나. 승용차 충전 전력량

앞에서 추정한 2030년까지 전기 승용차 보급 대수 2,629 천 대를 기준으로 충전 전력량을 예측하였다. 본 연구는 승용차 평균 주행거리와 전기차 평균 연비를 활용하여 충전 전력량을 추정하였으며 전체 전기승용차 충전에 소비되는 전력량 산정식은 다음과 같다.

$$\text{충전 전력량}_{\text{전기승용차}}(\text{kWh}) = \text{전기승용차대수}(\text{대}) \times \text{평균 주행거리}_{\text{전기승용차}}(\text{km}/\text{대}) \div \text{연비}_{\text{전기승용차}}(\text{km}/\text{kWh})$$

승용차 평균 주행거리는 최신 연도 자료로 2022년도 주행거리 통계에서 평균값인 1일 33km를 적용했다(한국교통안전공단, 2023). 전기차 연비는 한국 에너지공단 자동차에너지소비효율 분석 결과에서 전기차 평균값인 1kWh당 4.36km를 적용하였다. 해당 전비의 경우 5-cycle 보정 복합연비로 에어컨 가동 주행, 외기 저온 주행 등 모든 환경을 반영하여 계산된 연비 값이다(한국에너지공단, 2023).

위 평균 주행거리와 전비를 기준으로 전기승용차 2,629천 대의 1일 평균 충전량을 산정하면 19,898MWh가 산출된다. 이는 제10차 전력수급기본계획에서 2030년 전력소비량으로 전망된 1일 전력소비량 약 1,569GWh 중 1.3%에 해당되는 전력량이다.

#### 다. 화물차 충전 전력량

화물차 보급 대수는 2030년까지 1,514천 대를 기준으로 일평균 주행거리와 공인 연비를 기준으로 충전 전력량을 예측하였다. 여기서 주행거리 자료는 환경부 자료를 활용했으며, 공인 연비는 한국에너지공단 복합 연비 자료를 활용했다(환경부, 2021; 한국에너지공단, 2024). 이때 화물차 충전 전력량은 다음과 같이 산출된다.

$$\text{충전 전력량}_{\text{전기화물차}}(\text{kWh}) = \text{전기화물차대수}(\text{대}) \times \text{평균 주행거리}_{\text{전기화물차}}(\text{km}/\text{대}) \div \text{연비}_{\text{전기화물차}}(\text{km}/\text{kWh})$$

위 입력자료를 토대로 전기화물차 1,514천 대의 1일 평균 충전량을 산정하면 63,002 MWh가 산출되며, 이는 2030년 1일 전력 소비량의 약 4%를 차지한다. 승용차 충전 전력량과 비교하면 화물차 충전 전력량은 승용차보다 3배 이상으로 높게 추정되었다.

#### 라. 승합차 충전 전력량

승합차 보급 대수는 2030년까지 57천 대를 기준으로 일평균 주행거리와 공인 연비를 기준으로 충전 전력량을 예측하였다. 승합차도 화물차와 마찬가지로 주행거리 자료는 환경부 자료를 활용했으나, 승합차의 경우 공인 연비를 측정하지 않기 때문에 전기버스 운송업체인 수원여객에서 산출한 평균 연비를 적용했다(환경부, 2021). 여기서 승합차 충전 전력량은 다음과 같이 산출된다.

$$\text{충전 전력량}_{\text{전기승합차}}(\text{kWh}) = \text{전기승합차대수}(\text{대}) \times \text{평균 주행거리}_{\text{전기승합차}}(\text{km}/\text{대}) \div \text{연비}_{\text{전기승합차}}(\text{km}/\text{kWh})$$

위 입력 자료를 토대로 전기승합차 57천 대의 1일 평균 충전량을 산정하면 12,011 MWh가 산출되며, 이는 2030년 1일 전력소비량의 약 0.8%를 차지한다.

#### 마. 전력망에 미치는 영향

앞서 분석 결과를 종합하여 전기차 보급이 전력망에 미치는 영향은 1일 전력 소비량에 미치는 영향과 최대 전력에 미치는 영향을 분석하였다. 2030년까지 전력 소비량과 최대 전력은 제10차 전력 수급 기본계획에 반영된 전망 값을 토대로 한다.



먼저 전력 소비량 측면에서 승용차와 화물차 및 승합차를 포함한 전체 전기차 충전 전력량은 약 95MWh로 2030년 전력 소비량 전망 수요인 1,569 GWh의 6%를 차지한다. 따라서 전체 전력 소비량에서 전기차 비중은 10% 미만으로 높지 않은 편이다.

다음으로 최대 전력량을 산정하기 위해 차종별 충전수요의 시간적 분포를 적용하였다. 승용차는 앞서 산정한 OBD 데이터를 분석한 시간대별 충전수요 분포를 활용했으며, 승합차는 수원여객 충전실적을 분석한 시간대별 분포를 활용하였다. 화물차의 경우 직접 분석 결과를 활용하기 어렵기 때문에 충전 특성을 고려해 공용 급속충전기 충전 실적의 시간대별 분포를 적용하였다.

시간대별 충전수요를 추정된 결과 전기차 충전으로 인한 최대 전력은 오후 12시에 발생하며 6,461MW이다. 이 값은 2030년 최대 전력인 하계 기준 109.3 GW의 5.9%, 동계 기준 103.3GW의 6.2%에 해당된다. 따라서 최대 전력 기준에서도 2030년까지 전기차 420만 대 보급이 전력망에 미치는 영향은 10% 미만으로 높지 않은 수준이다.

〈표 4-17〉 2030년 전기차 보급이 전력망에 미치는 영향

(단위: MWh, MW)

구분	승용차	화물차	승합차	합계	
전력 소비량 (전체 전력소비량 비중)	19,898 (1.3%)	63,002 (4.0%)	12,011 (0.8%)	94,911 (6.0%)	
시간대별 총전수요 (최대 수요 비중)	0시	495	756	1,117	2,368
	1시	291	630	276	1,198
	2시	179	504	132	815
	3시	111	504	60	675
	4시	95	567	36	698
	5시	224	882	24	1,130
	6시	317	1,449	120	1,886
	7시	646	2,016	817	3,479
	8시	1,056	2,646	757	4,459
	9시	932	3,276	841	5,049
	10시	869	3,780	877	5,525
	11시	664	4,284	685	5,633
	12시	808	4,788	865	6,461
	13시	818	4,662	709	6,188
	14시	843	4,725	601	6,169
	15시	890	4,851	492	6,234
	16시	958	4,788	360	6,106
	17시	1,169	4,347	492	6,009
	18시	1,486	3,717	577	5,780
	19시	1,485	3,087	552	5,125
	20시	1,271	2,520	420	4,211
	21시	1,219	1,953	312	3,484
	22시	2,196	1,386	480	4,063
	23시	875	1,008	408	2,292

## 제2절 실수요 기반 충전인프라 규모 산정

### 1. 산정 방법

여기에서는 앞서 산출한 차종별 충전수요를 토대로 2030년까지 충전기 필요 규모를 산정하고자 한다. 충전기 필요 규모는 충전 전력량을 토대로 산정하였으며, 여기서 제시하는 충전기 규모는 예상되는 충전수요를 만족할 수 있는 최소 수준으로 산정하였다.

차종 구분은 충전수요 분석과 마찬가지로 승용차, 화물차(소형 트럭), 승합차(대형 버스)의 세 개 차종으로 구분하였다. 충전인프라 적정 규모는 충전기 용도와 유형별로 구분하여 산출했는데 용도별로는 공용과 비공용, 충전기 유형별로는 완속과 급속으로 구분하여 산정하였다.

본 연구에서 제시하는 충전기 적정 규모 산정 방법은 차종별 충전수요 분석 결과를 토대로 다음과 같이 세 단계를 통해 도출하게 된다.

#### ○ 1단계 : 충전기 유형별 충전 비율 도출

이 단계는 차종별로 충전 장소와 충전기별 충전 비율을 산정하는 단계이다. 여기서 충전 전력량 배분에 활용하는 충전패턴은 1절에서 제시한 차종별 공간적 충전수요 분포를 활용하였다.

#### ○ 2단계 : 충전패턴을 고려한 전력량 배분

이 단계는 전체 충전 전력량을 충전 장소와 충전기 유형별로 실충전패턴을 고려해 배분하는 단계이다. 여기서는 1단계에서 도출한 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율을 차종별 총 충전수요에 적용하여 충전 장소와 충전기 유형별로 전력 소비량을 배분한다.

#### ○ 3단계 : 충전기 최소 규모 산출

다음 단계로는 충전 장소와 충전기 유형별 전력 소비량을 토대로 충전기 필요 규모를 산정하는 단계이다. 차종 특성에 따라 충전기 공급 용량을 결정하고, 충전실적 분석을 통해 도출된 평균 가동률을 적용하여 최소 필요 규모를 산출하게 된다.

## 2. 승용차 충전인프라 필요 규모 산정

### 가. 충전기 유형별 전력량 배분

앞서 1절에서 검토한 바와 같이 2030년까지 전기승용차 262만 9천 대를 보급할 경우 예상되는 총 충전 전력량은 19,898MWh이다. 충전기별 전력량 배분을 위해 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율을 도출하였다. 여기서 장소와 충전기 유형별 충전 비율은 1절에서 제시한 전기승용차 운전자의 충전패턴 유형을 집계하여 분석하였다. 그 다음 총 충전 전력량을 충전 비율에 따라 배분하여 충전 장소와 충전기 유형별 전력량을 산출하였다. 아래 <표 4-18>은 해당 결과를 정리한 것이다.

<표 4-18> 전기승용차 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량

(단위: %, kWh)

구분		비공용 완속	공용 완속	공용 급속	완속 합계	급속 합계
충전 비율	주거지	19.9	36.3	4.0	56.1	4.0
	직장	1.3	5.8	0.6	7.1	0.6
	기타	-	13.0	19.1	13.0	19.1
충전 전력량	주거지	3,950,852	7,219,284	802,143	11,170,136	802,143
	직장	260,771	1,145,858	127,318	1,406,629	127,318
	기타	0	2,588,829	3,803,341	2,588,829	3,803,341

### 나. 충전기 규모 산출

다음 충전기 규모를 산정하기 위해서는 충전기 공급 용량과 공용 충전기 이용률을 적용해야 한다. 승용차 차종에 공급되는 충전기 사양을 고려해 비공용 완속 충전기는 공급 용량 7kW를 가정했으며, 공용 완속 충전기는 동일한 7kW급에 충전기 이용률은 1일 2회로 가정하였다. 공용 급속충전기는 현재 공용 충전기 여건을 반영해 공급 용량 100kW, 이용률 1일 3회를 가정하였다.

위 가정을 적용해 충전기 유형별로 최소 필요 규모를 산정하였으며 그 결과는 <표 4-19>와 같다. 분석 결과를 살펴보면 전체 필요 충전기 규모는 약 140만 기로 주거지 108만 기, 직장 12만 기, 기타 공용 충전소 약 20만 기로 나타났다. 전체 충전기 중 완속

충전기 필요 기수는 138만 기, 급속충전기 필요 기수는 1.6만 기로 산정됐으며, 공용 충전기는 80만 기, 비공용 충전기는 60만 기 정도 필요한 것으로 산출됐다.

〈표 4-19〉 2030년 전기승용차 충전기 필요 규모

(단위: 천 기)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	소계 : 공용	소계 : 비공용	소계 : 완속	소계 : 급속	계
합계	782	16	602	798	602	1,384	16	1,400
주거지	516	3	564	518	564	1,080	3	1,083
직장	82	0.4	37	82	37	119	0.4	120
기타 공용	185	13	-	198	0	185	13	198

위 분석 결과를 토대로 전기승용차 1대당 필요한 충전기 수를 산출하면 약 0.53기로 전기차 2대당 충전기 1기 가량이 공급되는 수준으로 나타났다. 공용 충전기의 경우 전기승용차 3.1대당 충전기 1기가 공급되는 수준이며, 급속충전기는 전기승용차 167대당 충전기 1기 수준으로 공급해도 최소 수준을 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

### 3. 화물차 충전인프라 필요 규모 산정

#### 가. 충전기 유형별 전력량 배분

앞서 1절에서 산정한 바와 같이 2030년까지 전기화물차를 소형 전기트럭으로 151만 4천 대를 보급할 경우 예상되는 총 충전 전력량은 63,002MWh다. 충전기별 전력량 배분을 위해 충전 장소와 충전기 유형별 충전 비율이 필요하나 전기트럭의 경우 기초 자료의 한계로 충전 장소를 세분화하여 분석하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 1절에서 제시한 전기트럭 운전자의 충전기 유형별 충전패턴 유형을 집계하여 충전기별 충전 비율을 산정하였다. 다음 총 충전 전력량을 충전 비율에 따라 배분하여 충전기 유형별 전력량을 산출하였다. 아래 〈표 4-20〉은 해당 결과를 정리한 것이다.

〈표 4-20〉 전기화물차 충전기 유형별 충전 비율과 충전 전력량

(단위: %, kWh)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	완속 합계	급속 합계
충전 비율	9.5	48.0	42.5	52.0	48.0
충전 전력량	5,988,145	30,242,260	26,770,530	32,758,675	30,243,260

## 나. 충전기 규모 산출

다음 충전기 규모를 산정하기 위해서는 충전기 공급 용량과 공용 충전기 이용률을 적용해야 한다. 여기서 분석하는 화물차 차종은 1톤급 소형 트럭으로 승용차와 동일한 충전기 사양을 적용하였다. 비공용 완속 충전기는 공급 용량 7kW를 가정했으며, 공용 완속 충전기는 동일한 7kW급에 충전기 이용률은 1일 2회로 가정하였다. 공용 급속충전기는 현재 공용 충전기 여건을 반영해 공급 용량 100kW, 이용률 1일 3회를 가정하였다.

위 가정을 적용해 충전기 유형별로 최소 필요 규모를 산정하였으며 그 결과는 〈표 4-21〉과 같다. 분석 결과를 살펴보면 전체 필요 충전기 규모는 약 204만 기로 비공용 완속 충전기가 151만 기로 가장 많이 필요하고, 다음은 공용 완속 43만 기, 공용 급속 10만 기 순으로 분석됐다. 여기서 비공용 완속 충전기 규모는 충전 전력량을 토대로 산출된 충전기 기수와 차량 1대당 1기를 만족하는 충전기 기수 중 최솟값으로 산출되었다.

〈표 4-21〉 2030년 전기화물차 충전기 필요 규모

(단위: 천 기)

구분	공용 완속	공용 급속	비공용 완속	소계 : 공용	소계 : 비공용	소계 : 완속	소계 : 급속	계
충전기 기수	428	101	1,514	529	1,514	1,942	101	2,043

위 분석 결과에서 전기화물차 1대당 필요한 충전기 수를 산출하면 약 1.35기로 승용차보다 더 많은 충전기가 공급되어야 하는 것으로 나타났다. 공용 충전기의 경우 전기화물차 2.9대 당 충전기 1기가 공급되는 수준이며, 급속충전기는 전기화물차 약 15대당 1기 수준으로 공급해야 하는 것으로 나타났다.

#### 4. 승합차 충전인프라 필요 규모 산정

본 연구에서는 2030년까지 전기승합차 보급은 대부분 노선버스로 운행하는 대형 버스 차량으로 가정하였다. 따라서 전기승합차가 충전하는 장소나 충전기 유형은 승용차나 화물차와는 상이한 특성을 가지게 된다.

본 연구는 전기승합차 충전 장소는 차고지로 제한하고, 충전기 사양은 현재 공급되는 200kW급 2개 디스펜서로 구성된 급속충전기를 가정하고 충전기 전력량 배분과 충전기 규모를 산정하였다. 충전기 공급 용량을 200kW급으로 가정한 이유는 수원여객 전기버스 충전실적 자료를 분석한 결과 1회 충전 시 평균 충전 용량은 약 40kWh로 전기버스 충전에 적합하기 때문이다.

2030년까지 전기승합차를 5만 7천 대 보급할 경우 예상되는 총 충전 전력량은 94,911 MWh다. 수원여객 충전실적 자료를 토대로 1일 1회 이상 충전한 충전기의 일 평균 충전량을 산정한 결과 충전기 한 기당 충전량은 1일 평균 308.8kWh로 산출됐다. 따라서 본 연구에서는 총 충전 전력량을 충전기 1기당 평균 충전량으로 나눠서 아래 수식과 같이 전체 필요 충전기 규모를 산정하였다.

$$\text{충전기 필요기수}_{\text{전기승합차}} = \text{총 충전 전력량}_{\text{전기승합차}} \div \text{1기당 평균 충전량}$$

그 결과 전기버스 5만 7천 대 보급에 필요한 최소 충전기 규모는 공용 급속충전기 200kWh급 약 3만 9천 기로 산출되었다. 해당 규모는 각 충전기별로 2개 디스펜서로 구성되므로 최대 전기버스 약 7만 8천 대를 충전할 수 있는 수준이다. 현재 산정된 충전기 규모는 전기승합차 약 1.5대당 1기가 공급되는 수준이다.

#### 5. 종합 결과 및 시사점

앞서 연구 결과로 제시된 차종별 충전기 필요 규모를 합산하여 2030년까지 필요한 충전인프라 규모를 정리했다. 2030년까지 전기차 420만 대를 보급하기 위해 필요한 최소 충전기 기수는 348만 기로, 이중 공용 충전기는 약 137만 기, 비공용 충전기는 약 212만 기가 요구되며, 급속 충전기는 약 16만 기, 완속 충전기는 333만 기가 필요한 것으로 나

타났다.

〈표 4-22〉 2030년 전기차 420만 대 보급을 위한 충전인프라 최소 필요 규모

(단위: 기)

구분	총 계	차종별 산정 결과		
		승용차	화물차	승합차
공용 완속	1,210,151	782,426	427,725	0
공용 급속	155,486	15,776	100,811	38,899
비공용 완속	2,115,660	601,660	1,514,000	0
소계: 공용	1,365,637	798,202	528,536	38,899
소계: 비공용	2,115,660	601,660	1,514,000	0
소계: 완속	3,325,812	1,384,087	1,941,725	0
소계: 급속	155,486	15,776	100,811	38,899
계	3,481,297	1,399,863	2,042,536	38,899

공용 충전기를 중심으로 차종별 필요 규모를 살펴보면 승용차는 3.1대당 1기, 화물차는 2.9대당 1기, 승합차는 1.5대당 1기로 차종별로 필요 수준이 상이하다. 특히 공용 급속충전기의 경우 승용차는 급속 1기당 평균 차량대수 167대 수준이지만, 화물차는 급속 1기당 15대로 더 높은 비율의 급속충전기를 요구하며 승합차의 경우는 현재 충전 전략 하에서는 200kWh급 급속충전기가 기초적인 충전기로 활용되고 있다. 따라서 향후 공용 충전인프라와 급속충전기 계획에서는 화물차와 승합차 등 상용차 충전수요에 대해 보다 심도 있는 고려가 필요하다.

위 분석 결과는 충전 전력량과 제반 가정을 통해 산정된 최소 수준의 규모이므로 충전기 배치 전략이나 공간적 분포에 따라 더 많은 규모의 충전기 공급이 요구될 수 있다. 그러나 위 산정 결과는 향후 충전인프라 계획 과정에서 공급 수준에 대한 바로미터로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



## 제3절 시뮬레이션 기반 충전인프라 적정성 평가

### 1. 분석 방법

#### 가. 교통시뮬레이션 기반 인프라 평가

전통적으로 기종점통행표 기반의 통행기반(trip based) 교통수요 모형이 교통시설타당성평가와 교통투자 시나리오 분석에 활용되어왔다. 그러나 자율주행 기능을 가지는 공유형 차량의 도입 효과나 전기자동차의 충전인프라 공급 규모의 적정성과 같은 새로운 모빌리티 설계에는 기존 교통수요 모형이 아닌 새로운 교통수요 분석 방법이 필요하다. 전기차를 이용하는 운전자는 여러 날 중에서 특정 활동과 연계하여 충전행위를 하기 때문에 기존 기종점통행표 중심의 집계형 자료로는 분석이 어렵고, 개인별로 여러 날(가령, 10일 정도)의 세부적인 활동과 통행정보를 이용하여 시뮬레이션을 해야 한다.

따라서 본 연구는 개별 전기차 운전자들이 개인의 활동을 유지하면서, 충전행위를 모델링 할 수 있는 방법을 적용한다. 이를 위해 선행연구인 Adenaw 등 (2021)에서 뮌헨지역에 적용한바 있는 활동기반 모형 중의 하나인 MATSim을 이용하고자 한다.

시뮬레이션 기반 인프라 평가의 목표는 앞의 제2절에서 결정론적 방법론에 의해 거시적인 장래 인프라 규모가 추정되는데, 본 절에서 미시적인 시뮬레이션 연구를 통해 규모의 적정성이 평가된다. 현재 연도의 경우 전기차와 인프라 규모의 적정성 평가는 전기차 시뮬레이션의 결과와 한전의 전기차 인프라 이용패턴, 전력거래소에서 발표하는 충전기당 인프라 이용패턴과 정합성을 검증한다. 장래의 경우 현재 적용한 방법론의 타당성 하에 장래의 충전 장소별 공급 비중을 달리하면서, 앞서 결정론적 방법에 의해 추정한 장래의 인프라 규모의 적정성을 평가하고자 한다.

#### 나. 분석 범위와 시나리오

교통시뮬레이션 기반 인프라 평가의 분석 범위는 다음과 같이 설정했다. 첫 번째로 시공간적 범위를 설정하였으며, 두 번째로는 대상 차종에 대한 범위를 설정하고, 세 번째로는 시뮬레이션 네트워크 적용 범위를 논의했다.

먼저, 시공간적으로 시뮬레이션 기준 연도와 장래 연도는 2023년도와 2030년도로 설정하고자 하며, 공간적으로는 전국을 대상으로 하되, 시뮬레이션에서 계산량의 한계를 감안하여 장래 연도는 공주시에 한정하여 분석하기로 한다. 즉, 분석 대상에서 장래 전기를 이용하는 운전자 규모가 10일 동안 총 2,200만<sup>44)</sup>이므로 일반적인 데스크톱 환경에서는 시뮬레이션 분석이 어렵고 워크스테이션 급에서도 최소 수개월이 소요될 것으로 예측되기 때문이다. 아래의 두 가지 표에 기준 연도와 장래 연도는 전국과 공주로 지역을 구분하고, 장래의 경우 공주에 한정하는 것으로 제시하였다.

〈표 4-23〉 기준 연도 시나리오 설정

충전인프라 규모와 전기차 이용자 규모 가정	전국	공주시
집충전 전략	80% (11kW)	80% (11kW)
직장충전	40% (11kW)	40% (11kW)
공용 급속충전	34,000기 (100kW)	167기 (100kW)
전기차 이용자 규모와 활동의 규모	440,000 전기차 이용자의 10일 동안의 활동과 통행	862 전기차 이용자의 10일 동안의 활동과 통행

차종의 경우는 개인 전기승용차에 한정하고, 전기버스와 전기트럭의 경우는 고려하지 않는다. 기본적으로 지역별 버스운행과 화물차운행의 통행일지 자료가 부재하기 때문이다. 마지막으로 충전인프라의 적정성 평가는 정부가 계획하고 있는 공용 급속충전규모에 집중하여 진행한다. 다만, 현재 완속으로 주로 이용하는 집충전과 직장충전은 공급 규모를 달리하면서 분석한다. 본 연구에서 장래 시나리오를 3가지로 나누어 분석하고자 하며, 각각의 시나리오를 자세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저, 시나리오 2는 앞에서 예측한 결정론적 방법과 유사한 것이다. 즉, 현재의 집충전, 직장충전 비중이 장래에 지속적으로 유지되며, 공용 급속충전이 정부의 계획안처럼 진행될 경우이다. 시나리오 3과 4는 충전기술의 발달로 집과 직장에서 충전이 훨씬 용이하게 이루어질 수 있다는 가정이다. 다만 이 경우 공용 급속충전은 장래에 증가시킬 필요가 없고(S3), 예정대로 공급을 증가시키는 경우이다(S4). 마지막 시나리오(S1)는 집에서 충

44) 220만 대×10일로 감안

전과 직장에서의 충전이 현재와 같은 상황이지만, 공용 급속의 경우 현 상태에서 더 이상 공급이 이루어지지 않는다는 가정이다.

장래 공주시를 대상으로 하는 시나리오는 100% 탄소중립을 가정한다. 따라서 현재 등록된 공주시의 승용차 규모가 40,000대이므로, 모든 승용차가 전동화된다는 가정이다. 장래 공용 급속충전기 규모는 현재 공주시에 설치된 159기에 환경부의 지역별 토지이용을 고려한 배분을 적용하여 연구진이 추가 위치를 선정하여 총 686기가 분석에 활용되었다. 기준 연도를 위해 생성한 전기차 이용자의 합성 모집단을 장래 40,000 전기차 이용자에 대한 10일간의 활동과 통행패턴을 고려한 합성 모집단이 분석에 활용되었다. 장래 연도 시나리오를 요약하면 다음의 표와 같다.

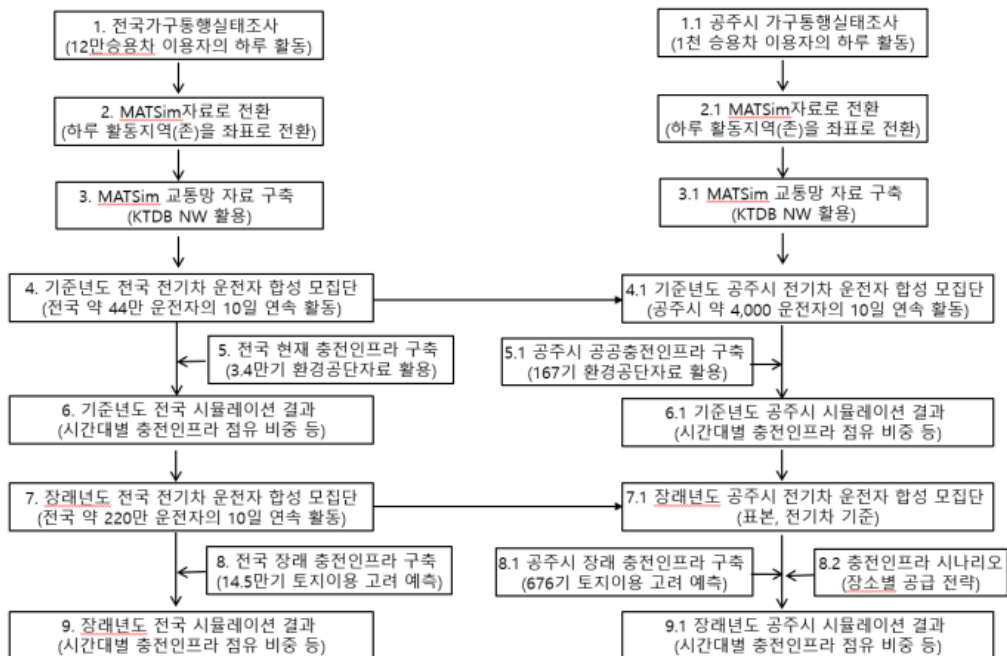
〈표 4-24〉 장래 연도 시나리오 설정

시나리오	인프라 공급 구분	공급 전략	비고
S1 현재 충전패턴 + 현재 급속충전규모	집충전	80%	현 상태 유지
	직장충전	40%	현 상태 유지
	공용 급속충전	159 기	현재의 공급 수준
S2 현재 충전패턴 + 급속충전규모 증가	집충전	80%	현 상태 유지
	직장충전	40%	현 상태 유지
	공용 급속충전	686 기	전기차 증가에 비례
S3 충전패턴 변화 + 현재 급속충전규모	집충전	100%	집충전 용이
	직장충전	100%	직장충전 용이
	공용 급속충전	159 기	현재의 공급 수준
S4 충전패턴 변화 + 급속충전규모 증가	집충전	100%	집충전 용이
	직장충전	100%	직장충전 용이
	공용 급속충전	686 기	전기차 증가에 비례
공통 전기차 통행 수요		40,000 전기차 이용자의 10일간의 활동과 통행	

## 2. MATSim 시뮬레이션 구축

시뮬레이션을 위해 사용되는 자료와 분석 방법을 포함한 전체적인 절차는 아래 그림과 같이 전국과 공주 각각 9단계로 구분하여 진행하였다. 이 중에서 가장 중요한 과정이 개별통행과 활동자료를 구축하는 과정(단계 1, 1.1, 단계 2, 2.1, 단계 4, 4.1, 단계 7, 7.1)과 KTDB의 교통망 자료를 MATSim용 자료로 전환하는 과정(단계 3, 단계 3.1), 그리고 공공 충전인프라 자료 구축과정(단계 5, 5.1, 단계 8, 8.1, 8.2)로 나눌 수 있다.

개별통행자료는 2016년 가구통행실태조사 중에서 승용차 이용자만을 추출하여, 2023년 전기차 보급규모와 장래 2030년 220만 대 규모로 합성모집단을 생성하였다. 충전 장소 중에서 공공 충전인프라 개별 지점은 한국환경공단에서 수집한 3.4만 기의 좌표와 장래의 개략적인 토지이용별로 할당된 규모로부터의 개별 지점을 연구진이 할당하였다. 집충전과 직장충전 좌표는 MATSim에서 자동적으로 할당해주는 기능을 활용하였다.



[그림 4-9] 장래 전기차 충전인프라 시나리오 분석의 흐름도

### 가. 개별 통행자료(Individual) 구축

MATSim 분석을 위해서는 Agent의 이동 정보를 담고 있는 Plan 데이터와 도로망, 철도망 등 Network 데이터, 대중교통 운행 정보를 담고 있는 Transit 데이터가 필요하다. Plan 데이터는 OD 데이터와 유사한 개념이나 통행단위가 아닌 Agent(person) 단위로 하나의 Plan은 다수의 통행을 가질 수 있으며, Network 데이터는 노드와 링크로 구성되며, 링크에는 길이, 속도, 차선, 운행 가능 교통수단 등의 속성값을 가진다. 또한 Transit 데이터는 대중교통(버스, 철도 등)의 경로, 시격, 정류장 간 이동시간, 운행 차량 정보 등의 속성값을 가진다. 본 연구는 대중교통을 다루지 않으므로 이 자료는 구축하지 않았다.

본 연구에서는 KTDB의 2016년 가구통행실태조사자료를 이용하여 MATSim용 자료로 구축하였으며, 전국 좌표단위의 세부적인 통행을 분석하기 위해서 KTDB의 동 단위 데이터를 세분화하여 개인 통행데이터를 구축하였다. 이를 위해 토지이용 정보를 활용하거나 집계구 단위에 랜덤배분 등 고려하였다.

전국차원으로 구축된 개별 통행자 데이터는 총 44만 개를 생성하였으며, 이는 우리나라 전기차 이용자 모집단 규모이고, 전체 승용차의 약 2% 수준이다. 구축된 개별통행자의 agent 표현은 아래와 같이 xml파일로 구성된다. 전기차의 충전패턴을 고려해서 가구통행실태조사자료가 1일 기준이지만, 10일로 확대 적용하였다.

## Agent 데이터 예시

```

<person id="person_0">
  <plan>
    <activity type="home" link="3190-3189" x="14169357.050000" y="4366054.430000" end_time="15:25:34" />
    <leg mode="car" />
    </leg>
    <activity type="work" link="3460-3458" x="14170740.750000" y="4367678.400000" end_time="23:47:19" />
    <leg mode="car" />
    </leg>
    <activity type="home" link="3190-3189" x="14169357.050000" y="4366054.430000" />
  </plan>
</person>
<!-- 232 157 -->
<person id="person_1">
  <plan>
    <activity type="home" link="403-8130" x="14170230.900000" y="4366804.780000" end_time="9:40:34" />
    <leg mode="bus" />
    </leg>
    <activity type="work" link="9521-10005" x="14166857.920000" y="4367481.800000" end_time="13:28:35" />
    <leg mode="bus" />
    </leg>
    <activity type="home" link="403-8130" x="14170230.900000" y="4366804.780000" />
  </plan>
</person>
<!-- 61 281 -->
<person id="person_2">
  <plan>
    <activity type="home" link="4054-2803" x="14164313.160000" y="4370659.780000" end_time="12:50:58" />
    <leg mode="car" />
    </leg>
    <activity type="work" link="7984-7986" x="14166497.250000" y="4370479.740000" end_time="21:1:33" />
    <leg mode="car" />
    </leg>
    <activity type="home" link="4054-2803" x="14164313.160000" y="4370659.780000" />
  </plan>
</person>

```



[그림 4-10] Agent 통행 발생지역 (세종시 예시)

## 나. Network 데이터 구축

KTDB의 네트워크 자료는 EMME에 업로드 가능한 형태로 배포되고 있으며 네트워크 데이터는 크게 노드 데이터와 링크데이터로 구분되어 있다. 노드 데이터는 노드의 종류(존 센트로이드, 일반 노드)와 노드의 좌표, 노드명 등의 정보를 가지고 있다.

〈표 4-25〉 노드 데이터 구조

구분	① 센트로이드 여부	② 노드번호	③ X 좌표	④ Y 좌표	⑤ User data1	⑥ User data2	⑦ User data3	⑧ Optional Node Label
입력구분 (a,m,d)	(센트로이드) 공백(일반노드)	1 ~ 999999 (정수)	실수	실수	실수	실수	실수	xxxx (4 문자)

링크 자료는 링크의 시작 노드, 도착 노드, 길이, 이동 가능한 교통수단, 도로의 종류, 차선 수, 도로용량, VDF 함수의 정보를 가지고 있다. 교통수단으로는 car, rail, subway, exp\_rail, pedest 등이 있다.

〈표 4-26〉 링크 데이터 구조

Update code	① i	② j	③ Length	④ Modes	⑤ Type	⑥ Lanes	⑦ VDF	⑧ User data1	⑨ User data2	⑩ User data3
a	Starting Node Number (int)	Ending Node Number (int)	Link Length (real)	List of Modes (up to 30chars)	Link Type (1 to 999)	# of Lanes (real)	VDF Number (int)	(real)	(real)	(real)

MATSim의 링크데이터도 노드 부분과 링크 부분으로 구성되어 있다. 노드 부분은 노드 id와 x, y 좌표로 데이터가 구성되며, KTDB의 노드 번호, 노드 좌표(x, y)를 그대로 사용하였다. 링크데이터는 링크 id, 시작 노드, 종료 노드, 길이, 속도, 도로용량, 차선 수, 운행 가능 수단으로 구성되며, KTDB의 링크데이터에서 해당 속성 값을 사용하였다. 단위가 다른 링크 속성 값이 있는데 이는 MATSim에서 요구하는 단위로 수정하여 데이터를 구성하였다.<sup>45)</sup>

## 다. 공공 충전인프라 데이터 구축

공공데이터에서 수집 가능한 공공 충전소 인프라 자료는 충전소별로 위치 주소와 좌표가 공개되어 있다. 전국에 약 34,000개의 충전인프라 자료를 MATSim용 자료로 전환하였고, 아래의 그림과 같이 인프라 위치가 GIS로 확인 가능하다.

### KTDB Network 변환 결과

```

(nodes)
(node id="1" x="14165638.97" y="4366954.30") </node>
(node id="2" x="14165371.81" y="4366414.37") </node>
(node id="3" x="14166306.89" y="4367009.68") </node>
(node id="4" x="14166507.27" y="4366580.50") </node>
</nodes>
.....
<linkscapperiod="01:00:00" effectivecellsize="7.5"
effectivelanewidth="3.75">
  <linkid="298-305" from="298" to="305" length="517.00"
freespeed="22.2" capacity="6000" permlanes="15"
oneway="1" modes="car,bus"> </link>
  <linkid="299-303" from="299" to="303" length="476.00"
freespeed="22.2" capacity="6000" permlanes="15"
oneway="1" modes="car,bus"> </link>
  <linkid="300-304" from="300" to="304" length="20.00"
freespeed="22.2" capacity="4500" permlanes="15"
oneway="1" modes="car,bus">
  </link>
</links>
t nodes init
a* 1 309905.00 554098.00 0 0 11010
a* 2 312213.00 551430.00 0 0 11020
a 173997 284733.68 486626.79 0 0 34080
a 174026 290531.30 422840.11 0 0 34350
a814100 495262.41 280760.59 16 21030 8
a814110 500146.04 289537.09 16 21060 8
.....
tlinksinit
a198156 197686 0.39 cp107 3 27 42 936 0
a197692 199133 1.06 cp107 3 27 42 936 0
a199133 197692 1.06 cp107 3 27 42 936 0
a197710 581242 3.26 cp107 2 27 42 936 0
a581242 197710 3.26 cp107 2 27 42 936 0

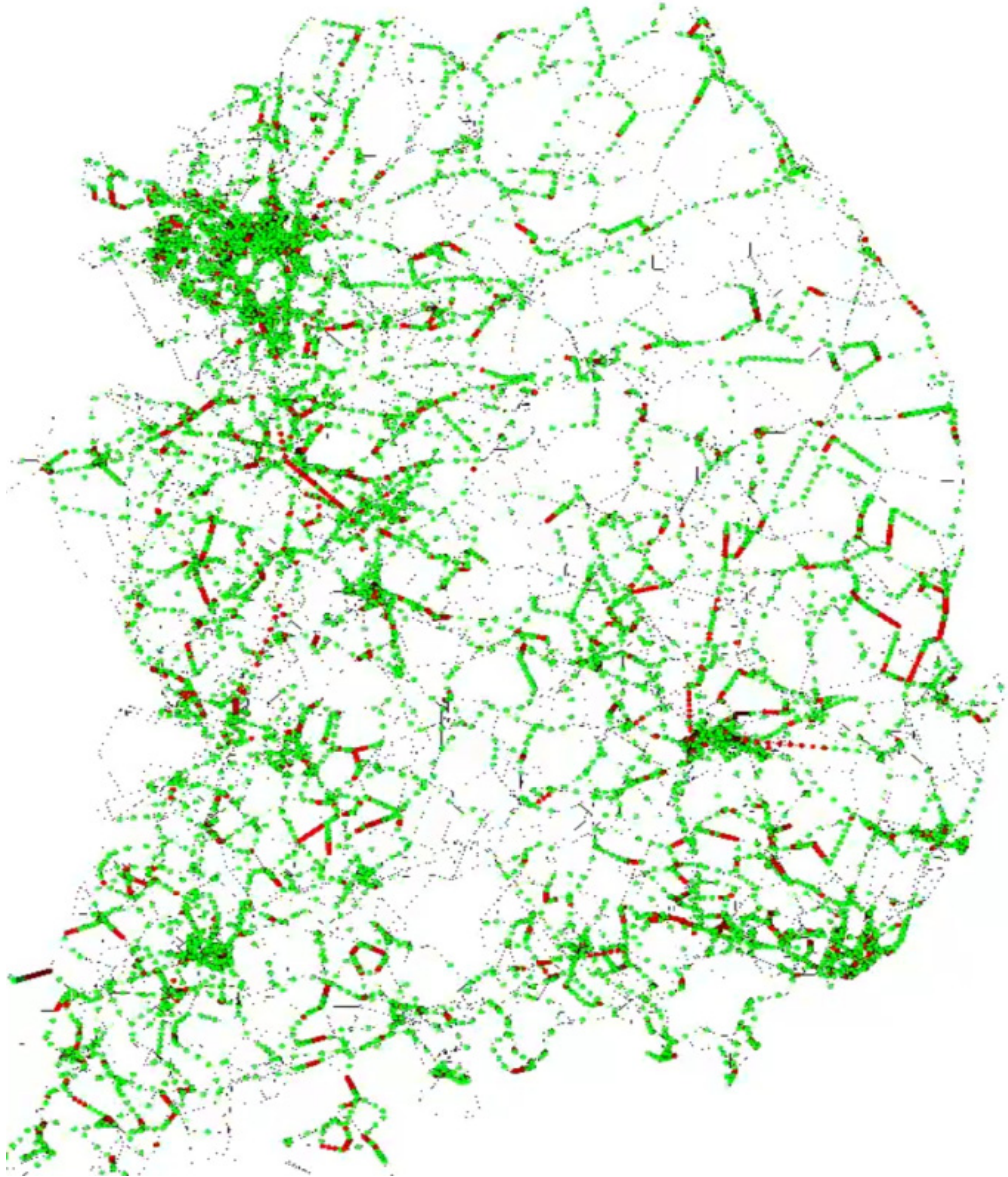
```



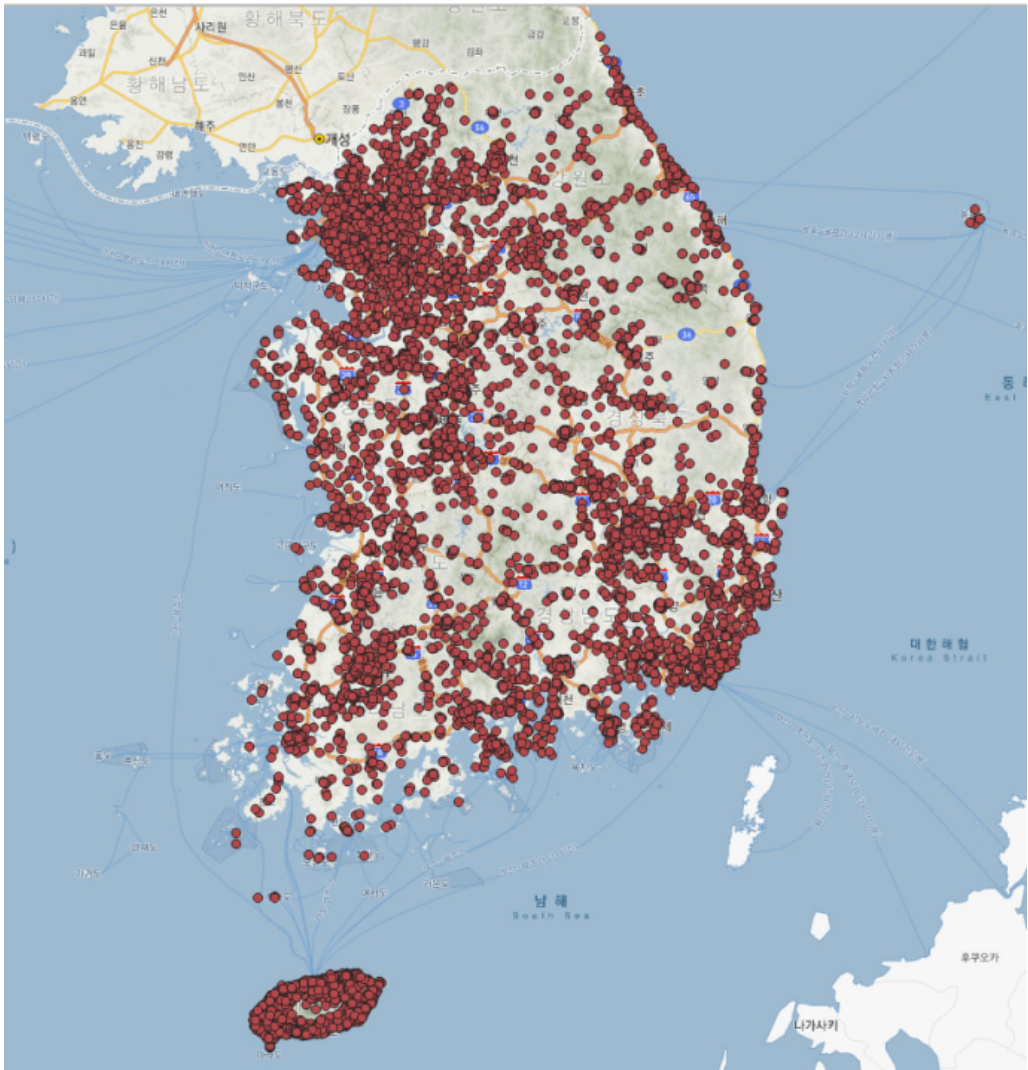
[그림 4-11] KTDB Network 변환 결과

45) 길이: km → m, 속도: km/h → m/h





[그림 4-12] 전국 개별 통행자의 이동 시뮬레이션 예시



[그림 4-13] 전국 공공 충전인프라 지점데이터 표현

### 3. 분석 결과

#### 가. 기준 연도 분석 결과

MATSim에서 시물레이션의 구동은 앞서 구축된 자료를 결합하여 config.xml 실행을 통해 이루어지며, 여기에는 집충전 비중과 직장충전 비중뿐만 아니라 집충전 시 효율을 증가시키는 점수, 최소 SOC이하로 떨어질 경우의 페널티 점수, 활동 지역에서 충전 장소까지 도보 통행 증가로 인한 페널티 점수가 포함되어 있다. 이들 개별 점수들의 합계가 스코어링값이며, 시물레이션 수행 시 이 값이 증가하다가 수렴하게 된다. 선행연구는 50회로 설정하였지만, 본 연구는 다양한 시나리오 분석상 시간 제약을 고려해 기준 연도는 50회 장래 연도는 40회로 설정하였다. 전국을 대상으로 하는 시나리오와 공주시를 대상으로 하는 시나리오의 분석 결과를 정리하면 크게 3가지로 요약이 가능하다.

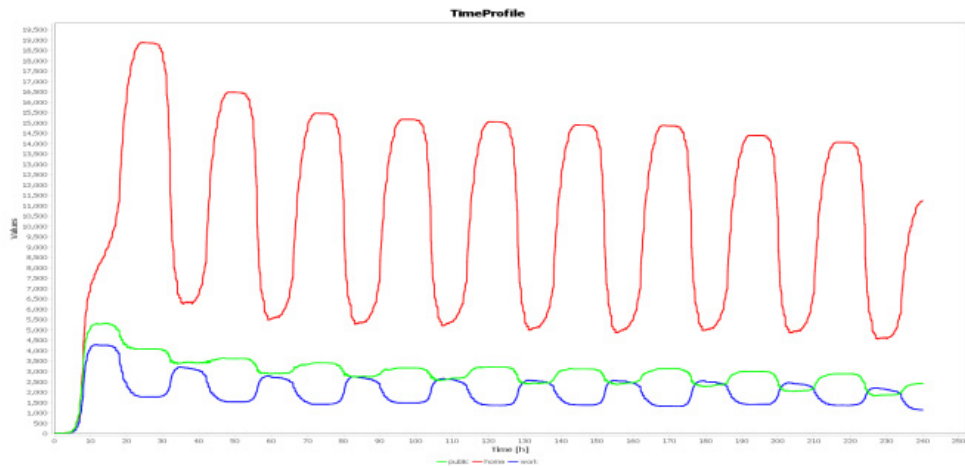
먼저, 두 시나리오 모두 안정적인 결과가 도출되었는지에 대한 것이다. 이 경우 MATSim결과 중의 하나인 Scoring 합숫값이 시물레이션 반복에 따라 증가하는지를 파악한다. 선행연구인 Adenaw 외(2021)에서 보인 것처럼 증가하다가 일정 수준의 값에 도달하는 것으로 나타나 시물레이션 결과가 안정적임을 보여주었다(그림 4-14).

둘째, 시물레이션 결과의 검증과 관련된 것이다. 검증은 충전 장소별 시간대별 충전기 점유 비중을 앞의 한전의 전기차 이용자의 충전패턴과 비교하여 적정성을 판단하는 것이다. 분석 시 351대 전기차가 가장 높은 충전기 점유 비중을 나타내는 피크 시간은 11시이다. 집에서의 충전 비중을 비교하면, 한전보다 시물레이션 기반의 전국 41만 대 및 공주 862대의 충전점유 비중이 다소 높은 것으로 나타났다. 직장의 비중은 모두 점유 비중이 비슷하였고, 공용의 경우 한전과 전국의 결과는 비슷하였지만, 공주의 경우 낮은 것으로 분석되었다. 시물레이션 결과가 한전의 자료보다 집충전이 높고, 공용이 낮은 이유로는 시물레이션 자료가 내부통행에 집중되고 지역 간 통행이 과소 반영된 영향으로 보인다.

셋째, 한전의 전기차 조사자료와 시물레이션 결과의 전기차 1대당 충전 주기이다. 1대당 충전 주기는 모두 유사한 것으로 나타났다. 기준 연도의 시물레이션 분석결과를 한전 EV조사자료와 비교한 표는 <표 4-27>과 같다. [그림 4-14]는 시물레이션이 완료된 10일 동안의 충전 장소별 시간대별 점유 빈도를 전국에 대한 결과로 나타낸 것이다.

## 〈표 4-27〉 기준 연도 분석 결과

검증 지표	한전 EV조사	전국	공주시
집충전 점유 비중 (저녁 11시 피크)	7.8%	12.5%	17.9%
직장충전 점유 비중 (저녁 11시 피크)	1.0%	1.0%	1.1%
공용 급속충전 비중 (저녁 11시 피크)	3.0%	2.5%	1.0%
전체 충전 비중 (저녁 11시 피크)	11.6%	16.0%	20.0%
전기차 1대당 충전 주기	3.6일	3.7일	3.9일



[그림 4-14] 기준 연도 전국 충전인프라 유형별 시간대별 이용분포



[그림 4-15] 기준 연도 공주시 시뮬레이션 횟수별 효용함수 값

## 나. 장래 시나리오 분석 결과

앞서 언급한 것처럼 장래 2030년 전국대상 220만 대의 승용차가 전기차로 전환되는 시나리오는 컴퓨터 계산상의 한계로 인해 분석이 이루어지지 않았다. 따라서 장래의 경우 공주시에 한정하여 시나리오별로 인프라 공급의 적정성을 평가하고자 한다. 이 경우 공주에 등록된 모든 전기차가 전동화되는 것으로 가정한다.

앞서 장래 시나리오로서 <표 4-24>에서 언급한 것처럼 장래 인프라 공급의 적정성 평가를 위해 4가지의 시나리오를 설정하였다. 시나리오 1은 현재 충전패턴과 동일하게 집과 직장의 충전 가능 비율을 가정하고, 공용 급속충전기도 현재와 동일한 규모로 설정했다. 시나리오 2는 현재의 집과 직장의 충전 가능 비율을 유지하지만 장래 정부 목표인 14만 5천 기의 공급목표를 반영해 공용 급속충전기를 686기까지 추가한 시나리오이다. 시나리오 3과 4는 집과 직장에서의 충전이 모두 100% 가능하다고 가정했으며 각각 시나리오 1과 시나리오 2에서 설정한 공용 급속충전기 규모를 적용했다.

본 연구에서 장래 충전인프라 규모의 적정성은 집과 직장에서의 충전 가능 비율이 증가하면 여전히 공용 급속충전기 보급이 확대되어야 하는지, 전기차 이용자가 더 자주 충전하는 불편을 겪어야 하는지, 전력 사용량은 어떻게 달라지는지 등에 대한 검토가 필요할 것이다. 시뮬레이션 기간이 10일이므로 해당 기간 동안의 충전 빈도와 전력 사용량을 집계하였고, 중요한 비교 지표는 대당 충전 주기와 차량 1대당 1일 에너지 사용량으로 집계하여 판단할 수 있도록 하였다. 장래 시나리오는 공주의 모든 승용차가 전동화된다는 가정하에 40,000대를 대상으로 분석한 결과이다. 이와 같은 검토 내용을 고려하여 <표 4-28>에 제시하였다.

검토 결과, 앞의 기준 연도와 비교하여 전기차가 증가하여도 집과 직장의 충전 가능 비율이 일정 이상이면, 공공 충전인프라의 이용은 장래 공급 규모가 달라져도 높지 않은 것으로 나타났다. 시나리오 1과 2에 비해 3과 4는 공용 급속충전 빈도가 현저히 낮아졌다.

반면, 시나리오별 충전 주기와 전력 사용량에서의 변화를 보면 차이를 발견할 수 있다. 집충전과 직장에서의 충전 가능 비중을 높이면, 공용충전의 이용은 현저히 낮아지지만, 충전 빈도가 증가하고 전력 사용도 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 시나리오 1과 3의 경우도 비슷한 경향을 보이는 것으로 분석되었다.

〈표 4-28〉 장래 년도 시나리오 분석 결과

시나리오	인프라 공급 구분	공급 전략	10일 총 충전 횟수	10일 총 전력 사용량
S1 (40,000대)	집충전	80%	85,391	1,153,955kWh
	직장충전	40%	21,119	265,192kWh
	공용 급속충전	159기	594	12,711kWh
	총계		107,104	1,431,858kWh
S2 (40,000대)	집충전	80%	85,352	1,143,709kWh
	직장충전	40%	21,184	269,456kWh
	공용 급속충전	686기	3,455	56.898kWh
	총계		109,991	1,470,063kWh
S3 (40,000대)	집충전	100%	102,727	1,183.295kWh
	직장충전	100%	46,060	531,294kWh
	공용 급속충전	159기	228	3,397kWh
	총계		149,015	1,717.986kWh
S4 (40,000대)	집충전	100%	101,872	1,165,367kWh
	직장충전	100%	45,821	537,408kWh
	공용 급속충전	686기	1182	16,680kWh
	총계		148,875	1,719,455kWh

〈표 4-29〉 장래 시나리오 간 주요 지표 비교

비교 지표	S1	S2	S3	S4
전기승용차 1대당 충전주기	3.7일	3.6일	2.7일	2.7일
전기승용차 1대당 1일 전력사용량	3.58kWh	3.68kWh	4.29kWh	4.30kWh
공용 급속충전기 1기당 1일 이용횟수	1.21	1.30	0.91	0.99
하루 평균 총 충전 실패건수	260.7	251.1	211.1	187.7

### 다. 주요 결과 및 시사점

본 절에서는 교통 시뮬레이션을 기반으로 충전인프라 계획의 적정성을 평가하는 방법을 제시했다. 여기에서는 에이전트 기반 시뮬레이션 도구인 MATSim을 활용했으며, 전기차 통행과 충전을 시뮬레이션하여 충전이벤트와 충전기별 충전실적 등을 분석했다. 분석 시나리오는 2023년도 기준연도와 전기차 100% 전환되는 시점을 장래 연도로 가정하여 분석했으며, 분석 대상지역은 시뮬레이션 효율성을 고려해 공주시로 선정하여 분석을 실시했다.

시뮬레이션 분석 결과 주요 시사점은 다음과 같다. 첫 번째는 기준연도 분석 결과 시뮬레이션을 통해 도출한 충전 패턴은 충전기 시간대별 이용 패턴이나 충전 주기 측면에서 실제 충전 실적과 유사했다. 따라서 본 연구에서 제안한 시뮬레이션 분석 방법은 장래년도 충전인프라 규모 평가에도 적절한 평가 방법으로 활용될 수 있을 것이다. 두 번째는 전기가 증가하여도 집과 직장에서 충전 가능한 비율이 일정 수준 이상이면 공용 충전인프라 이용률은 크게 증가하지 않는다. 따라서 주요 활동 장소인 집과 직장에서 기초 충전을 안정적으로 제공할 수 있다면 공용 급속 충전기 필요 규모는 투입 비용과 전력망 영향을 고려해 최소 수준으로 공급하는 것이 더 효과적이다.

## 제4절 정책적 활용 방안 및 향후 연구

### 1. 정책적 활용 방안

#### 가. 충전인프라 계획 활용 방안

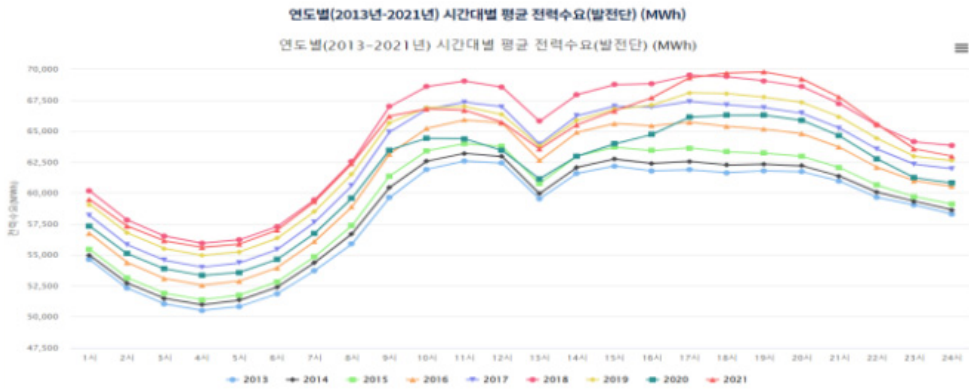
본 연구는 실제 충전수요 분석을 통해 전기차 보급대수에 따른 필요 충전기 규모를 산정하고, 교통 시뮬레이션 툴 기반 전기차 시뮬레이션을 통해 인프라 규모의 적정성을 평가하는 방안을 제시하였다. 여기서 제안하는 분석 방법은 향후 전기차 보급 규모나 차종 변화 등 보급 계획 변화를 반영하여 국가 단위의 충전인프라 계획을 수정·변경하는데 효과적인 분석툴로 활용될 수 있을 것이다.

특히 구축 비용이 높고 운영 수익성을 확보하기 어려운 급속충전기의 경우 효과적인 투자 규모를 산정함으로써 과잉 투자를 막고 민간 중심 생태계 조성에 기여할 수 있을 것이다. 2023년 말 기준 국내 공용 급속충전기 규모는 3만 4천 기 규모로 본 연구에서 2030년까지 필요 규모로 도출한 약 15만 기보다 작고 더 확대가 필요하다. 그러나 2030년까지 승용차 보급 규모만을 고려한다면 이때 요구되는 최소 급속충전기 규모는 약 1만 6천 기로 현재 급속충전기 규모보다 작다. 따라서 향후 공용 급속충전인프라 계획에서는 승용차 이외 화물차와 승합차 등 중·대형차를 위한 급속충전수요가 더 높은 비중을 차지하게 될 것이며, 해당 차종의 충전수요를 세분화하여 반영해야 할 것이다.

#### 나. 전기차 전환의 전력망 영향

우리나라의 최근 연도별 시간대별 전력량을 보면 연도별 또한 증가추세에 있지만, 시간대별 이용 패턴은 유사성을 보인다. 오전 11시와 오후 5시에서 7시가 첨두를 보이고 있으며 2021년의 경우, 평균 70GWh를 사용하는 것으로 나타났다.





자료: 에너지온실가스종합정보 플랫폼, [https://tips.energy.or.kr/egydata/country\\_pow.do](https://tips.energy.or.kr/egydata/country_pow.do) 추출

[그림 4-16] 국내 시간대별 전력 사용량 분포

국내의 경우 전기차 보급 확대에 의한 전력수요의 영향을 검토한 3가지 사례가 있다. 첫째, 박명덕(2019)은 2030년까지 전기차 보급대수 300만 대를 기준으로 전력 사용량을 예측하고 전력망 최대부하 영향을 추정하였다. 그 결과 전기차 충전수요 영향은 2030년 최대부하(100GW)의 약 0.5% 수준으로 표준석탄화력 1기, 기존 설비에비율 22% 수준에서도 대응 가능한 것으로 나타났다. 따라서 전기차 충전으로 인한 전력망 영향은 제한적일 것으로 예상하였다.

박명덕·김비아·김재엽(2020)은 2025년까지 전기차 보급대수 113만 대를 기준으로 그린뉴딜 정책 영향을 분석했으며 박명덕(2019)에 반영하지 못한 1톤급 전기트럭을 반영하여 전력망 영향을 분석하였다. 분석 결과, 전기차 충전 전력량은 2025년 기준 약 3,336~3,471GWh로 예측하였으며 전기화물차 656GWh, 전기택시 292.6GWh, 전기승용차 2,094.7GWh로 나타났다. 2025년까지 차종별로 충전수요를 세분화하여 분석한 결과, 여전히 전력망 최대부하에 미치는 영향은 제한적일 것으로 분석하였다.

둘째, 정연제 외(2022)의 연구에서는 2030년에 300만 대가 보급된다는 가정과 집과 직장에 7kW, 공용 급속은 40kW를 이용 가능하다는 가정하에 전력 사용량을 시간대별로 추정하였다. 추정 결과 저녁 8시에 전기차를 이용하는 전력 사용량이 피크를 보이며, 배터리 용량 시나리오별로 0.45~0.55GWh (2021 전체 전력량의 0.64~0.78%)의 정도로 전체 전력수요에 미치는 영향을 분석하였다.

마지막으로, 최형식 등(2023)의 연구에서는 2030년까지 전기차 보급이 420만 대 보급되고 집충전 확률을 70%, 7kW급 충전기 이용, 일정 비중 22kW 충전기 이용 그리고 낮은 비중의 50kW 급속충전을 한다는 가정하에 전력 사용량을 시간대별로 추정하였다. 추정결과 오전 11~12시, 오후 5시에 피크를 보이는 것으로 예측하였으며, 전력사용량을 1.75GWh(2021 전체 전력량의 2.5%)로 예측하였다,

### (1) 2030년 전기차 420만 대 보급이 전력망에 미치는 영향

본 연구에서는 2030년까지 전기차 보급 목표대수인 420만 대가 보급될 경우 전력망에 미치는 영향을 분석하였다. 전기차 보급 차종은 현재 여건을 반영하여 승용차, 소형 트럭, 대형 버스 차종으로 한정하여 분석하였으며, 충전 전력 수요 분포는 국내 여건을 반영할 수 있도록 설문조사와 OBD조사 및 공용 충전기 충전실적 등을 활용하여 분석하였다.

그 결과 2030년 전기차 충전에 소요되는 1일 전력 소비량은 약 95MWh로 추정되며, 이는 전체 전력 소비량 전망인 1,569GWh의 6%를 차지한다. 시간대별 전력 수요를 검토하면 전기차 충전에 의한 첨두 수요는 오후 12~1시에 발생하며 6,461MW로 추정되었다. 이는 전력 기본계획에 반영된 2030년 최대 전력 하계 기준 109.3 GW의 5.9%, 동계 기준 103.3GW의 6.2%에 해당한다. 따라서 국내 전기차 보급 차종과 실제 충전수요 패턴을 고려해도 전기차 충전이 전력망에 미치는 영향은 전력 소비량과 최대 수요 모두 약 6% 내외로 크지 않을 것으로 판단된다.

### (2) 시뮬레이션 결과 전력망 영향 분석

앞의 공주의 장래 시나리오에 대한 시뮬레이션 결과를 통해 다음과 같이 전국 차원의 전력망에 미치는 영향을 추정해보고자 한다. 공주의 장래 시나리오에서 승용전기차 1대 당 1일 전력 사용량은 3.8~4.5kWh로 추정되었다. 이를 피크시와 비 피크시로 나누어 예측해보면, 1일 기준으로 볼 때 피크는 저녁 11시에 24시간에서 6%를 차지하며, 비 피크는 정오이며, 24시간에서 3%를 차지한다. 이를 장래 전기차 보급 목표인 400만 대로 가정할 경우 전기 승용차로 인해 전력망에 미치는 영향은 0.9GWh에서 1.1GWh으로 나타나 2021 피크시 전체 전력량의 1% 내외인 것으로 나타났다. 선행연구인 정연재 등

(2022)보다는 많고, 최형식 등(2023)의 연구보다는 적은 것으로 추정되었다.

전기차 충전수요의 전력망 영향에 대한 본 연구 결과를 종합하면, 2030년까지 전기차 420만 대 보급 목표 대수는 전력 소비량이 증가하지만, 현재 전력망 계획에 반영된 예비 전력량보다 낮은 수준으로 영향이 크지는 않다. 그러나 실제 충전패턴과 충전 전략에 따라 전력망 부하에 미치는 영향이 다르고 장소별로 전력 수요가 크게 증가할 가능성이 높다. 특히 주택 전력 수요의 경우 충전수요가 심야시간대 집중하게 될 때의 첨두 수요 변화가 크게 발생할 가능성이 있기 때문에 이에 대응한 충전수요 분산 방안이나 유연한 전력 수용 대응 기술 등을 검토해야 할 것이다.

## 2. 향후 연구

### 가. 차종별 보급 목표를 반영한 충전인프라 계획 수립

전기차 전환기의 충전인프라는 현재 운행하는 차량의 충전수요를 만족함과 동시에 장래 도입될 차량의 충전수요도 만족할 수 있는 수준으로 계획되어야 한다. 따라서 현재 시점의 충전인프라 운영 실적만으로는 인프라 규모의 적정성을 평가하기 어렵다.

따라서 본 연구는 장래 전기차 보급대수를 반영하여 최소 필요한 충전인프라 규모를 충전 장소 및 충전기 유형별로 산정하는 방안을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 해당 산정 값은 충전인프라 계획 과정에서 기준으로 활용할 수 있고, 실제 충전수요를 반영한 인프라 계획이 가능하다는 점에서 인프라 공급의 효율성도 높일 수 있다.

그러나 여기 반영된 보급 차종은 현재 출시·운영되고 있는 전기차 차종을 대상으로 하였으며 실제 정책적 보급 목표는 아직 차종별로 세분화되지 않아 반영되지 못하였다. 따라서 향후 연구는 정부가 추진하는 전기차 보급 로드맵과 로드맵에 반영된 차종별 보급대수를 기준으로 충전인프라 규모를 재산정하는 작업이 필요할 것이다.

### 나. 시뮬레이션 기반 충전인프라 적정성 평가

본 장에서는 실수요 기반 원단위를 이용한 충전인프라 규모를 추정하고, 시뮬레이션 기반의 미시적 모형을 통해 적정성을 비교 평가하였다. 시뮬레이션 기반 평가를 위해 전국

규모의 가구통행실태조사 기반의 승용차 이용자로부터 현재와 장래 년도의 합성 전기차 이용 모집단을 만들고, 집충전 비율, 직장충전 비율, 그리고 공용 급속 충전기 보급 규모에 변화를 주는 다양한 시나리오를 분석하였다. 분석 결과, 개인 승용차 중심의 시뮬레이션 기반 연구를 통해 기준 연도 및 장래 년도에 대한 충전인프라 운영과 계획 평가가 가능한 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 본 연구의 한계로 인해 몇 가지 향후 연구 필요성을 제안하고자 한다. 본 연구는 하루 통행과 활동 중심의 가구통행실태조사자료 기반의 개인 승용차 이용자가 전기차를 이용할 것이라는 가정하에 이루어졌다. 하루 기준 자료를 10일로 전환함에 따라 합성 모집단은 주말 통행과 장거리 통행 반영에 한계를 지닌다. 본 연구는 승용차에 집중하였지만, 버스 및 트럭 수단을 추가로 고려할 수 있다면, 정책적으로 활용도를 높일 수 있을 것으로 기대된다. 전기차종의 고려, 활동자료의 확대와 더불어 컴퓨팅 한계를 극복하는 노력도 필요하다. 현재 보급된 44만 전기차를 고려한 기준 연도의 분석에 Ryzen 5955WX Processor(RAM 128GB)환경에서도 20일이 소요되었고, 공주를 대상으로 하는 장래 연도는 시나리오별로 8시간이 소요되었다. 따라서 장래 전국 시뮬레이션은 현재의 성능보다 뛰어난 컴퓨팅 능력이 필요하다.

마지막으로 전기차 전환으로 인한 전력망 영향 분석 시 V1G의 영향만 분석하였으나, 이에 못지않게 재생에너지의 활용도를 높이기 위해 전체 전력망에 전기차가 기여할 V2G와 연계한 시뮬레이션 연구 또한 충분히 정책적 가치가 있을 것으로 판단된다.

#### 다. 장거리 통행을 위한 급속충전인프라망 연구

본 연구에서 충전인프라 규모 산정과 적정성 평가에 활용한 통행 수요와 교통 시뮬레이션은 주로 평일 권역 내에서 발생하는 중·단거리 통행 수요로 구성되어 있다. 따라서 도시나 일정 권역 내부에서 발생하는 통행은 잘 모사할 수 있으나, 발생 빈도가 상대적으로 낮은 장거리 통행 수요는 표본 조사의 한계로 별도 분석이 필요한 상황이다.

장래 전기차 보급이 확산되고 장거리 통행이 늘어나게 될 경우 경로 충전 발생 가능성이 높아지므로 장거리 통행을 위한 충전 네트워크 구축 방안 연구가 추가로 필요하다. 특히 향후 중대형 상용차의 전기차 전환이 늘어나게 된다면 주요 경로상의 급속충전인프라

가 더 많이 요구될 것이다. 최근 고속도로 휴게소에서 일부 발생하는 충전 대기 문제 등은 장거리 수요에 대한 충전망 검토가 필요하다는 것을 보여주는 사례다. 더구나 고속도로상의 충전인프라 구축은 도시 내 충전인프라보다 효과적인 전력 공급망 확보가 어려운 여건이므로 전력 공급 계획과 연계하여 인프라 계획이 진행되어야 할 것이다.



수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

# [제5장]

## 전략2. 충전인프라 구축 및 운영체계 개선

제1절 충전인프라 변화 전망

제2절 충전인프라 확대를 위한 관련 법·제도 개선

제3절 충전요금체계 개선방안

제4절 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선

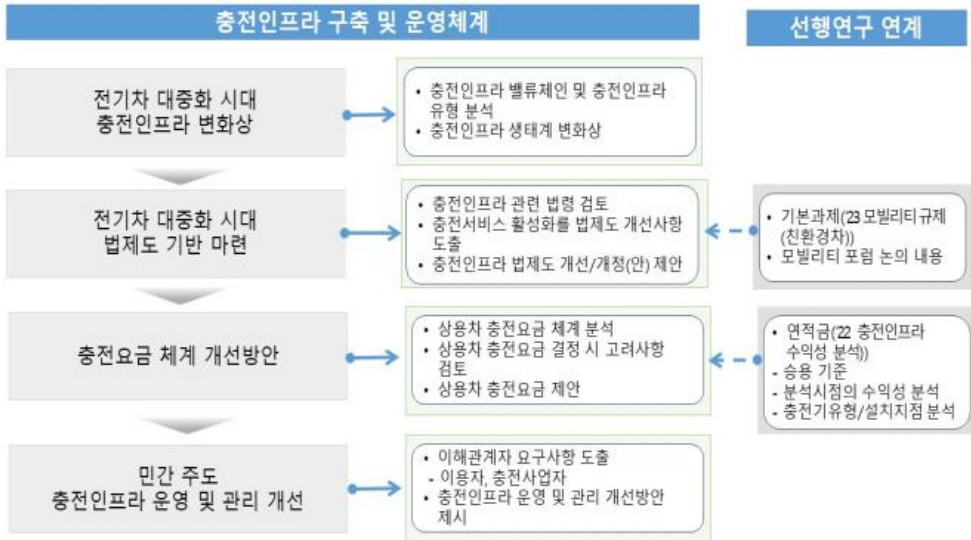




## 제5장 | 전략2. 충전인프라 구축 및 운영체제 개선

전기차 대중화로 충전 기술 발전과 충전인프라 산업계 전반적인 변화가 진행 중이다. 효과적으로 충전인프라를 확대하기 위해서는 미래 충전인프라 변화를 고려한 정책 수립이 중요하다. 따라서 본 장에서는 장기적으로 충전인프라 변화를 전망하고, 충전인프라 확대 기반을 마련하기 위해 구축 및 운영체제 전반적인 개선방안을 도출하였다.

전기차 및 충전인프라와 관련된 현행 제도와 규제에 대한 분석으로 관련 법령과 규제를 검토하여 충전인프라의 안정적인 보급과 운영을 지원하는 법제도 개선방안을 도출하였다. 전기차의 경쟁력을 높이기 위해서는 충전요금 체계의 개선이 필수적이다. 국내외 전기차 및 전기버스의 충전요금과 연료비를 분석하여, 적절한 정책과 전략을 수립하기 위해 내연기관과의 경쟁력을 분석하고, 국내 충전요금 체계 개선방안을 도출하였다. 전기차 충전인프라의 효율적인 관리와 서비스 개선을 위해 이용자와 관리기관의 요구사항을 파악하고, 이를 바탕으로 충전인프라 운영과 관리를 개선하는 방안을 제시하였다.



[그림 5-1] 충전인프라 구축 및 운영 개선 연구 흐름도

## 제1절 충전인프라 변화 전망

### 1. 충전인프라 생태계 전망

#### 가. 충전인프라 산업계 참여자

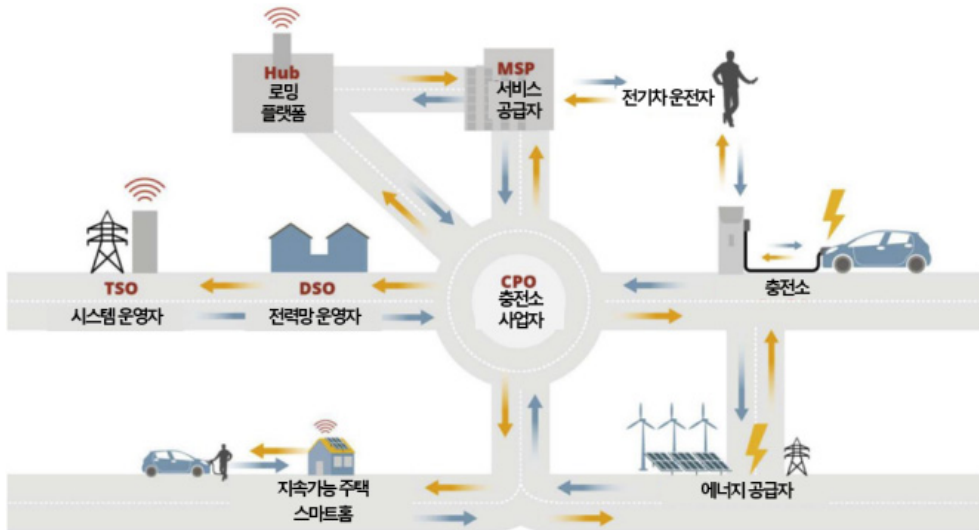
먼저 충전인프라 전망을 검토하기 위해 해당 산업계에 참여하고 있는 주요 플레이어와 역할에 대해 살펴보았다. 국내외 모두 전기차 충전 산업 생태계가 확대되고 탄소중립 정책이 강화됨에 따라 충전인프라 산업계 참여자도 다양해지고 있다. 특히 공용 충전 서비스가 확대되면서 재생에너지, 전력망, 충전소 구축 및 운영 등 다양한 사업 영역이 결합되고 있다. 본 연구는 현재 충전인프라 산업계에서 참여자별 역할과 향후 변화를 다음과 같이 살펴보았다.

먼저 충전인프라 산업계에서 전기차 운전자는 최종 수요자 역할을 담당하며 직접 충전소를 구축·운영하거나, 충전 서비스 사업자(Mobility Service Provider, MSP)와 계약 형태로 충전수요를 충족한다. 여기서 개인이 구축한 충전소는 에너지 공급자와 계약을 통해 전력을 공급받게 된다. 그러나 장래 재생에너지와 결합한 스마트 홈 또는 지속가능 주택에 거주하게 된다면 전기차 운전자 당사자가 에너지 공급자 역할을 담당할 수 있다.

다음으로 충전소 사업자(Charge Point Operator, CPO)는 개별 충전소를 보유하거나 충전 서비스 사업자와 계약을 통해 충전기를 운영하게 된다. 충전소 사업자는 충전 장소를 보유한 소유주나 소유주와 계약을 맺은 충전 서비스 사업자가 대행하게 된다. 개별 충전소는 전력망 운영자와 계약을 통해 전력을 공급받는다.

마지막으로 충전 서비스 사업자는 개별 충전소를 연계하여 통합 운영하며 로밍 플랫폼을 통해 전기차 운전자에게 통합 서비스를 제공한다. 충전 서비스 사업자의 경우 자체적으로 충전소를 구축하고 운영하는 충전소 사업자 역할도 담당할 수 있다.

다음 [그림 5-2]는 앞서 설명한 충전인프라 산업계 참여자와 구성원 간 연계를 도식화한 것이다. 그림에서 보듯이 장기적으로 충전인프라 생태계는 충전 장소와 전력망 및 재생에너지 공급 등 다양한 사업 주체들이 참여하는 형태로 확대될 것으로 예상된다.



[그림 5-2] 충전인프라 생태계 참여자

자료: Netherland Enterprise Agency(2019), [https://nknederland.nl/wp-content/uploads/2021/12/Electric\\_Vehicle\\_Charging\\_-\\_Definitions\\_and\\_Explanation\\_-\\_january\\_2019.pdf](https://nknederland.nl/wp-content/uploads/2021/12/Electric_Vehicle_Charging_-_Definitions_and_Explanation_-_january_2019.pdf), p.8 그림 재구성

## 나. 현재 국내 충전인프라 생태계

국내 전기차 충전인프라 생태계 초기에는 주로 충전기 구축과 운영 및 유지관리에 초점이 맞춰져 왔다. 특히 전기사업법에 따라 독점적인 전기사업자 구조와 제한적인 사업 참여로 인해 민간 주도로 충전 서비스 사업 활성화가 어려웠고, 상대적으로 재생에너지 투자가 늦어지면서 다양한 사업자 참여가 어려운 상황이었다.

그러나 2018년 전기사업법 개정을 통해 소규모 전력 중개사업, 전기자동차 충전사업 등 전기 신산업이 가능해지면서 충전 서비스 사업자가 증가하게 되었다<sup>46)</sup>. 또한 2023년 도 전기사업법 개정을 통해 재생에너지 전력을 에너지 저장 장치에 저장한 후 판매하는 재생에너지 전기 저장 판매 사업이 전기 신산업으로 추가되었다. 따라서 충전 서비스 사업자 역시 재생에너지 전력을 전력시장에 거치지 않고 전기자동차에 공급할 수 있는 근거가 마련되었다<sup>47)</sup>. 따라서 국내 충전인프라 생태계도 앞서 검토한 바와 같이 재생에너지

46) 전기사업법 일부개정법률, 2018.12.13. 시행

47) 전기사업법 제16조의 5 개정, 2024.5.1. 시행 예정

와 연계하여 다양한 민간 사업자 참여로 확대될 것으로 예상된다.

국내 충전인프라 산업계를 살펴보면 전력 생산 및 유틸리티 회사, 충전기 제조사, 충전기 소프트웨어 회사, 충전 관련 부가서비스 제공업체, 충전인프라 정책 수립하고 이를 수행하기 위한 전담기관 등의 정부 기관과 비정부기관 등 다양한 이해관계자로 구성된다. 현재 국내 충전인프라 생태계에 참여 주체를 살펴보면 다음과 같다.

전력 생산 및 유틸리티 회사(Electricity producers and utility companies)는 전기 생산과 배전을 담당하며, 전기차 충전생태계에서 중요한 역할을 수행한다. 한국전력이 전력 판매의 독점 사업자로서 보급 초기부터 충전인프라를 구축과 운영에 참여해 왔다.

충전기 제조사(EV Charging station companies)는 충전기 하드웨어를 개발하고 생산하는 회사이다. 국내에서는 SK시그넷, 대영채비, 이브이시스 등이 대표적이다.

충전 사업자 구축(EV Charging Companies)사는 충전 네트워크를 구축 및 유지 관리하며, 충전소 운영 및 유지보수(EV CPO, Charging Point Operator)는 충전기를 운영·유지 관리하고, EV 운전자 및 차량에 EV 충전 서비스를 제공한다. 국내에는 한국전기차충전 서비스, 차지비 등 다양한 충전 서비스 사업자가 있다.

충전기 소프트웨어 회사(EV Charging software companies)는 EV 충전생태계의 모든 참여자를 연결하는 소프트웨어를 개발하거나, 전기차 충전 관련 부가서비스를 제공하는 회사 등이 있다. 대표적으로 소프트베리 등이 있다.

마지막으로 정부기관과 비정부기관과 전기차 제작사 등이 있다. 정부 기관은 충전인프라 정책 수립을 비롯한 보조금, 인센티브를 제공하는 등 EV 충전 생태계의 다양한 부분을 규제하고 감독한다. 비정부기관은 전기차 및 충전인프라 활성화를 위해 연구원을 비롯한 다양한 비영리 단체가 있다.



[그림 5-3] 국내 충전인프라 생태계

## 2. 탄소중립과 미래 충전인프라 전망

앞서 4장에서는 현재와 유사한 전통적인 전력망 공급 구조와 충전기 기술을 가정하고 2030년까지 충전인프라 필요 규모를 산정하였다. 그러나 충전 기술은 전기차 차량 기술과 함께 빠르게 변화하고 있다. 특히 탄소중립 실현을 위해서는 재생에너지와 분산형 전력망 확대 등 에너지 공급 구조가 변화할 것이며, 대부분 수송 수단을 전기차로 전환하기 위해서는 미래 충전인프라 모습이 현재와 많이 달라져야 할 것으로 예상된다. 따라서 여기서는 미래 충전인프라 변화와 관련하여 주요 기술적 변화로서 마이크로그리드 기반 충전기술, 메가와트 충전 기술, 자율주행 시대 충전 기술 등을 검토하였다.

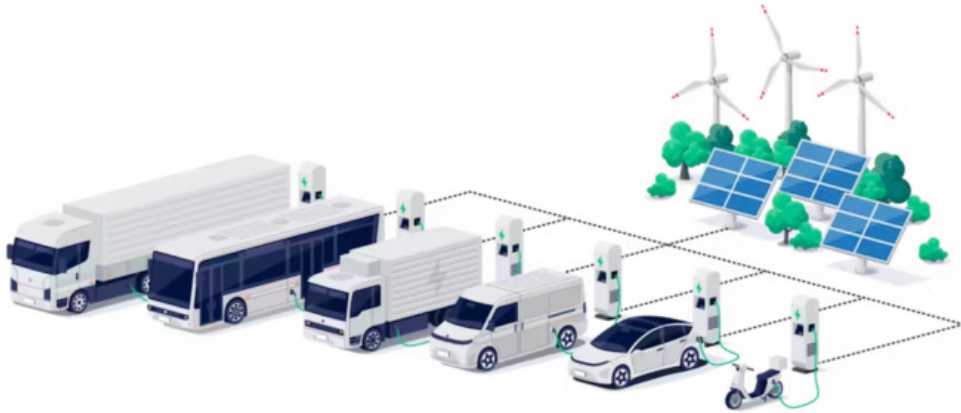
### 가. 마이크로그리드 기반 충전인프라

장기적인 관점에서 충전인프라의 전력 공급은 현재와 같은 중앙공급형 전력망 의존도는 낮아지고 점차 분산형 전력망 비중이 높아질 것으로 예상된다. 따라서 재생에너지 활용 관점에서 전기차 충전인프라는 마이크로그리드를 포함하는 개념으로 확대될 것이다.

전기차 확대와 마이크로그리드 기반 충전인프라 구축이 병행된다면 전기차 전환을 통한 탄소배출량 감축 효과도 더 증대될 수 있을 것이다.

여기서 마이크로그리드는 소규모 제한된 지역에서 분산전원과 부하를 통합관리하여 전력을 자체 생산, 저장, 소비하는 전력망을 의미한다<sup>48)</sup>. 전기차 충전수요는 마이크로그리드에서 분산형 전력 수요 조절매체로서 역할이 강화될 것으로 예상된다. 따라서 장기적으로 재생에너지가 확대될수록 전기차는 전력 침투 수요 절감과 잉여 전력 저장 등 활용도가 높아질 것이며 탄소중립 사회 실현에 기여하게 될 것이다.

그러나 마이크로그리드와 결합한 충전인프라 구축은 기존 전력망을 기반으로 한 충전인프라 구축 방식보다 더 많은 구축 비용이 소요될 것으로 예상된다. 따라서 민간 시장에서 시장경쟁력이 확보될 때까지 마이크로그리드 기반 충전 서비스 사업 활성화를 위한 재정 지원 등 정책적 지원이 필요하다.



**[그림 5-4] 마이크로그리드 기반 충전인프라 전망**

자료: Microgrid Knowledge(2024), 마이크로 그레드 전망과 비용 과제,

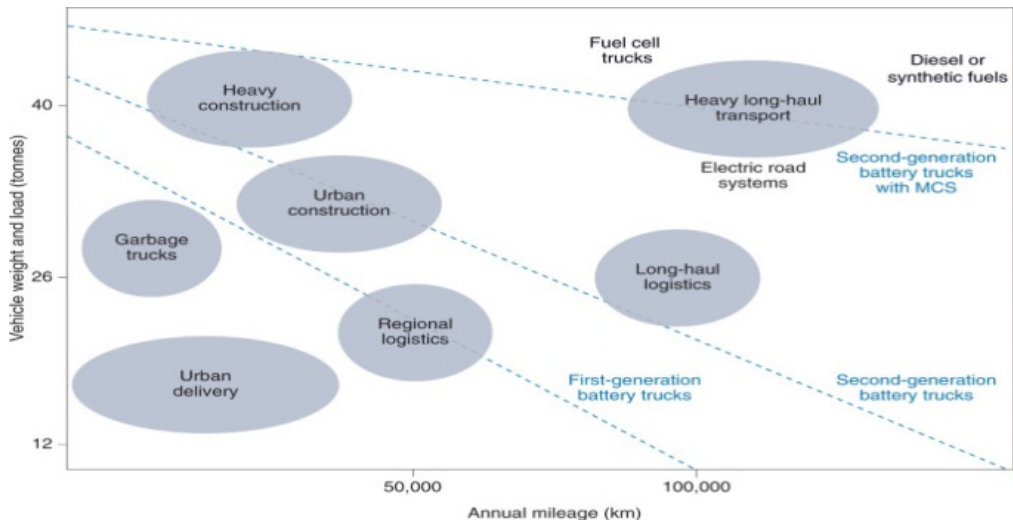
<https://www.microgridknowledge.com/electric-vehicles/article/33008180/microgrids-can-solve-grid-and-cost-challenges-for-ev-charging-projects>

48) Ton and Smith(2012), The U.S. Department of Energy's Microgrid Initiative, The Electricity Journal Vol.25, Issue 8, 2012.10.

## 나. 중대형차 충전을 위한 메가와트충전

현재 충전인프라는 대부분 소형차나 단거리 운행 목적으로 구축되고 있다. 그러나 수송 부문 탄소중립을 위해서는 화물차와 승합차 등 장거리 운송수단까지 전기차 전환이 확대 될 가능성이 높다. 따라서 장기적인 충전인프라 계획에서는 장거리 대형차 전환에 필요한 충전 기술과 충전인프라 구축 방향이 검토되어야 할 것이다.

대형차 충전 기술로 새롭게 등장하는 충전 표준은 메가와트 충전 시스템(Megawatt Charging System, MCS)이다. 이 기술은 메가와트 단위로 충전 전원을 공급하는 기술로 MCS 레벨1의 출력 전압과 출력 전류는 1,500V와 350A, MCS 레벨2는 1,500V와 1,000A, MCS 레벨3은 1,500V와 3,000A를 공급하는 고전원 충전 시스템이다. 해당 기술은 대형차 제작사를 중심으로 상용화 검토 단계에 있으며, 일부 실증용 충전인프라를 구축하고 운영 중이다.



[그림 5-5] 대형차 전기차 전환을 위한 충전 기술 전망

자료: Plotz(2022), Hydrogen technology is unlikely to play a major role in sustainable road transport, <https://www.nature.com/articles/s41928-021-00706-6>

따라서 장기적인 충전인프라 계획은 전기차 보급 차종이 대형차까지 확대되고 새로운 충전 표준이 검토되는 상황을 고려하여 수립될 필요가 있다.

## 다. 자율주행 시대의 충전 기술

미래 수송수단은 자율주행 기술이 확대될 것으로 예상됨에 따라 무인운전에서도 작동할 수 있는 충전 기술이 개발되고 있다. 해당 기술 사례로 이동식 충전기와 무선 충전 기술이 있다.

먼저 이동식 충전기는 로봇 기술을 적용해서 사람이 작동하지 않고도 충전을 가능하게 하는 기술이다. 아직 상용화되지는 않았으나 자율주행 및 로봇 기술 개발과 함께 활용 분야로 검토되고 있다. 다음 무선 충전 기술은 주차 시 유선으로 연결하지 않고 자동 충전이 가능하도록 할 수 있는 기술이다. 대부분 주차면에 매립된 집전 장치를 통해 무선으로 전력을 전송하여 차량 내 배터리를 충전하는 방식으로 개발되고 있으며 일부 시범사업 형태로 상용화되고 있다.



[그림 5-6] 자율주행 시대의 충전 기술 전망(좌: 이동식 충전기, 우: 무선 충전)

자료: <https://www.engineerlive.com/content/future-ev-charging>

## 라. 종합적인 미래 충전인프라 전망

전기차 시장의 성장과 더불어 충전인프라 생태계에도 급속한 변화를 가져올 것이다. 최근에는 전 세계적으로 탄소중립 정책 강화, 기후변화에 대한 인식 확산, 유럽연합의 내연기관 차량 판매 금지 등의 정책이 전기차 시장으로의 전환을 가속화하고 있다. 또한 최근 배터리 기술 발전으로 주행거리가 증가하고, 충전 시간이 단축되고, 전기차 가격이 하락하면서, 전기차 성장에 긍정적으로 작용하고 있다. 이러한 환경변화는 다음과 같은 충전인프라 생태계 변화를 가져오고 있다.

첫째, 충전인프라 기술이 지속적으로 발전하고 있다. 기존에는 주차장에서 설치한 완



속 충전기와 급속충전기의 충전구를 이용한 충전이 주를 이루고 있었다. 최근에는 무선 충전과 같이 이용자가 직접 충전하지 않는 방식의 충전이 상용화되고 있다. 또한, 로봇암을 활용한 자동충전시스템과 배터리 교환기술 등이 개발되어 편리한 충전환경을 제공할 전망이다.

둘째, 충전사업 모델이 다양화되고 있다. 전기차 이용자는 충전수요자에서 공급자로 변화할 것이다. 대표적으로 V2G (Vehicle-to-Grid) 기술의 상용화로 전기차 배터리가 전력망에 저장된 전력을 공급하거나 수요에 따라 충전이 가능하다. 이는 전력망의 안정성을 높이고 재생 에너지 활용 확대에 기여할 것이다. 그리고 환경부에서 발행한 충전카드를 비롯한, 충전 사업자 충전카드를 이용하고 있다. 과거 지역별 대중 교통카드에서 전국 통합카드로 일원화와 같이 충전카드 통합이 진행될 것이다. 현재 사용량에 따른 충전요금 방식에서 구독제나 충전 혼잡도를 고려한 요금제, 재생에너지 활용한 방안 등 다양한 방식의 충전요금제가 등장하고, 충전데이터를 활용한 비즈니스 모델이 등장할 것이다.

셋째, 충전인프라 유지관리 방식에 변화를 가져올 것이다. 실시간 충전소 이용현황 분석으로 충전기 상태정보에 따른 충전인프라 유지관리가 가능해지며, 이는 충전기 이용 효율성 향상을 가져올 것이다.

마지막으로 공공 중심에서 민간사업으로 전환이다. 전기차 보급 초기에는 공공이 주도적으로 충전인프라를 구축하였다. 이제는 전기차 보급 증가가 충전인프라 구축과 운영 유지에 수익성 모델과 결합하여, 점차 공공보다 민간에서 빠르게 사업을 추진해 나갈 것이다. 다만 접근성이 낮아 충전인프라가 불편한 지역, 재생에너지 활용 확대를 위한 지원 등 여전히 공공의 지원이 필요할 것이다.

### 3. 충전인프라 구축 및 운영 관련 개선방안 도출

#### 가. 충전인프라 확대를 위한 법제도 개선

전기 대중화를 위한 법제도 개선방안을 도출하기 위해 현행 전기차 및 충전인프라 관련 제도와 규제개선 동향을 분석하였다. 전기차 관련 친환경차법, 대기환경보전법, 지속가능교통법 등을 포함하여, 충전인프라 자격과 설치조건, 충전인프라 구축과 운영, 안전 등

에 관련 조항 등을 분석하였다. 그리고 정부의 전기차 및 충전인프라 규제 동향과 개선 진행 상황을 검토하고, 충전 사업자를 비롯한 관련 기관의 충전인프라에 규제개선에 대한 요구사항을 도출하였다. 충전인프라 관련 법제도와 충전인프라 규제 개선에 요구사항을 토대로 법제도 개선방안을 도출하였다.

## 나. 충전요금 체계 개선방안

전기차 연료비용은 전기차 선택의 주요 고려 요소이다. 이를 위해 국내외 전기차 및 전기버스의 충전요금과 연료비를 분석하고, 전기차의 경쟁력을 분석하며, 적절한 전기차 보급정책과 전략 수립이 중요하다. 국내외 전기차 충전요금 체계를 가정용 충전방식과 공용충전기 이용 시의 충전요금의 특성을 분석하였다. 전기 승용차와 전기버스의 연료비 경쟁력은 시나리오 기반으로 내연기관의 TCO(Total Cost of Ownership, 총소유비용)를 비교하였다. 충전요금을 기준으로 손익분기점을 도출하여 경쟁력을 평가하였다. 국내외 전기차 충전요금체계 분석과 내연기관 대비 전기차의 경쟁력을 분석하여, 국내 충전요금 체계 개선방안을 도출하였다.

## 다. 민간 주도 충전인프라 운영 및 관리 개선방안 도출

전기차 충전인프라의 효율적인 관리 및 서비스 개선을 위해 충전 서비스 이용자와 관리 기관의 요구사항을 파악하고, 충전인프라 관리체계를 개선하여, 충전인프라 운영과 관리 개선방안을 도출하였다. 전기차 충전인프라의 효율적인 관리 및 서비스 개선을 위해 이용자의 요구사항은 제주연구원, 한국자동차환경협회, 전기차 이용자 설문조사 등의 자료를 활용하였다. 충전인프라 관련 관리기관인 한국환경공단, 스마트그리드협회 실무진의 심층면접으로 충전인프라 운영과 관리의 개선방안을 도출하였다.

## 제2절 충전인프라 확대를 위한 법·제도 개선

### 1. 현행 법·제도 및 규제개선 동향

#### 가. 전기차 및 충전인프라 관련 법제도

정부는 수송부문 탄소중립 이행을 위해 정부 차원에서 친환경차 보급을 적극 추진하고 있다. 전기차는 대표적인 친환경 차량이며, 전기차의 보급 촉진을 위한 관련 법령을 마련하였다. 친환경차의 보급 촉진을 위한 대표법으로는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(약칭 친환경자동차법)」, 「대기환경보전법」, 「지속가능 교통물류 발전법(약칭: 지속가능교통법)」 등이 있다.

친환경자동차법은 친환경차 개발과 촉진을 위한 기본계획 수립(제3조~5조)을 포함하여, 친환경자동차의 구매 및 운행에 대한 지원, 공공기관의 친환경차 구매 의무 및 구매 목표, 지원 등을 명시하고 있다(제10조, 제10조의2, 제10조의3, 제11조). 대기환경보전법은 저공해차 보급과 교체를 촉진하기 위해 예산 지원 및 관련 조항 등이 있다(제58조, 제58조의2~제58조의9). 지속가능교통법에서는 친환경차 교통물류 시설과 기술개발, 운행 확대를 지원하는 조항이 포함되어 있다(제26조~29조).

충전인프라 관련 법령은 충전인프라 자격 및 설치조건, 충전인프라 운영, 안전에 관련된 법령으로 구분될 수 있다. 충전인프라 자격조건은 전기사업법에서 전기자동차 충전사업을 수행하기 위한 등록 규정을 포함하고 있다(제7조의2). 또한 주차장법(제6조), 친환경차법(제11조의2) 및 동법 시행령(제18조의5)에서 충전시설 설치 비율 등을 규정하고 있다. 충전인프라의 구축과 운영에 대한 규정에는 대기환경보전법에서 예산 지원에 관한 규정이 있다(제58조 제3항). 안전에 관련된 규정으로는 전기안전관리법(제13조) 및 전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행규칙(제3종제3항, 제4항) 등이 있다. 화재 관련하여, 부산시 소방재난본부에서는 기차 전용 주차구역 소방안전가이드를 제공하고 있으며, 화재보험협회에서는 KFS 1130 전기차 충전설비 안전기준을 제공하고 있다.

〈표 5-1〉 전기차 및 충전인프라 관련 법령

법률		해당 조항
친환경차법		제3조 환경친화적자동차의개발등에관한기본계획
		제4조 환경친화적자동차의개발시행계획
		제5조 환경친화적자동차의보급시행계획등
		제10조 환경친화적자동차의구매자및소유자에대한지원
		제10조의2 공공기관의환경친화적자동차의구매의무
		제10조의3 환경친화적자동차의구매목표
		제11조 환경친화적자동차의운행에대한지원
		제11조의2 환경친화적자동차의전용 주차구역등
대기환경보전법		제58조 저공해자동차의운행등
		제58조의2 저공해자동차의보급
		제58조의3 저공해자동차보급실적의이월·거래등
		제58조의4 저공해자동차보급기여금
		제58조의5 저공해자동차의구매·임차등
		제58조의6 저공해자동차의구매·임차계획
		제58조의7 저공해자동차의구매·임차실적
		제58조의8 저공해자동차의구매·임차촉진을위한협조요청
	제58조의9 저공해자동차관련정보의제공등	
지속가능 교통법		제26조 환경친화적교통물류시설개발
		제27조 환경친화적교통기술의개발지원
		제28조 환경친화적교통수단의운행확대지원
		제50조 지속가능교통물류체계개선사업의지원
충전인프라 자격 및 설치조건	전기사업법	제7조의2(전기신사업의 등록)
	주차장법	제6조(주차장설비기준 등)
	친환경차법	제11조의2(환경친화적 자동차의 전용 주차구역 등) 동법 시행령 제18조의5(전용 주차구역 및 충전시설의 설치 대상시설)
충전인프라 구축 및 운영	대기환경보전법	제58조(저공해자동차의 운행 등)제3항
안전	전기안전관리법	제13조(여러 사람이 이용하는 시설 등에 대한 전기안전점검) 전기안전관리법 시행령 제7조(여러 사람이 이용하는 시설 등에 대한 전기안전점검)
	전기용품 및 생활용품 안전관리법	전기용품 및 생활용품 안전관리법 시행규칙 안전확인대상제품(제3조제3항 및 제4항 관련)
	화재 관련	부산시 소방재난본부: 전기차 전용 주차구역 소방안전가이드 화재보험협회: KFS 1130 전기차 충전설비 안전기준

자료: 국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr/>, (검색일: 2023.1.10.)

## 나. 전기차 및 충전인프라 규제개선 동향

정부는 민간이 주도하는 「경제 규제혁신 TF」를 구성하여 규제개선 과제를 발굴하고, 개선방안을 제시하고 있다. 전기차 충전기는 유선·무선 모두 형식승인 대상이다. 그러나 무선 충전기에 대한 승인 요건이 명확하지 않아 사실상 제품 인증과 출시가 어려웠다. 이에 관련 법령 및 시행령을 개정하여, 무선 충전기의 기술개발 초기 단계를 고려하여 형식승인의 대상에서 제외하였다. 그러나 기술 진척과 시장 상황을 고려하여 미래에는 형식승인의 기준을 마련할 계획이다.

주유소는 내연차량을 기준으로 규제되어 있어 도심 내 주유소 부지가 협소하여, 물리적으로 충전기 설치가 불가능한 주유소가 많다. 또한, 주유소에는 주유설비 및 세차장 등 부대업무 시설 외의 다른 건축물에는 설치가 불가능하다. 전기차 충전설비는 주유기로부터 1m 이상 이격해야 하는 등 엄격한 기준이 정해져 있다. 이에 위험물 안전관리법 시행규칙을 개정하고 주유소의 배치 구도와 안전조치 상황을 고려하여 전기차 충전설비의 위치를 선정할 수 있도록 관련 기준을 개선할 예정이다.

전력 거래는 원칙적으로 전력시장을 통해서만 가능하다. 재생에너지 발전설비를 이용해 생산한 전기로는 전기차 충전사업을 영위할 수 없다. 이에 전기사업법 개정안에서는 재생에너지 발전설비와 연계한 전기차 충전소 운영의 전력시장 외 거래를 위해 개정안이 제출되었다. 2024년 5월 이후에는 한전과 전력 거래소를 거치지 않은 재생에너지 직거래가 가능하게 되었다<sup>49)</sup>.

49) 이데일리(2023.12.31.), 태양광으로 전기차 충전...내년 '전력 직거래' 시장 넓어진다., <https://www.edaily.co.kr/news/Read?newsId=01584246635844096>, (검색일: 2024.3.15.)

〈표 5-2〉 2차 경제규제혁신 TF

규제 현황		일정	규제 개선 내용
전기차 무선 충전기를 형식승인 대상에서 배제	전기차 충전기는 유선·무선 모두 형식승인 대상이지만, 무선 충전기에 대한 승인 요건이 불명확하여 사실상 제품 인증 및 출시 불가 무선 충전기 기술개발 초기단계	23. 1분기	무선 충전기 제품 출시가 가능토록 관련 규정 개선 계량에 관한 법률 시행령 개정 (기술진척과 시장상황에 따라 형식승인 기준 마련)
주유소 내 이격거리 관련 기준 개선	주유소는 내연차량 기준으로 규제가 설정되어 있어 물리적으로 충전기 설치 불가능 주유소 다수 ①주유설비 및 세차장 등 부대업무 시설 외 다른 건축물 등 설치 불가 ②전기차 충전설비 이격거리 기준 엄격(예: 전기차 충전기는 주유기로부터 1m 이상 이격)	23. 1분기	주유소의 배치 구도와 안전조치 상황에 따라 전기차 충전설비 위치를 선정할 수 있도록 관련 기준 개선 (타당성 연구결과 등을 토대로 추진) 위험물안전관리법 시행규칙 개정
재생에너지 발전설비를 통해 생산한 전기의 충전·판매 허용	전력거래는 원칙적으로 전력시장을 통해서만 가능 전기차 충전 사업자는 재생에너지발전설비를 구축하여 생산한 전기로 전기차충전사업을 영위할 수 없음	23. 1분기	재생에너지발전설비와 연계한 전기차충전소 운영을 전력시장 외 거래 유형으로 인정 전기사업법 개정안 제출

자료: 관계부처 합동(2022.9.5.), 제2차 경제 규제혁신 방안, 재정리

#### 다. 충전인프라 규제개선<sup>50)</sup>

모빌리티 혁신 포럼의 친환경차 분과는 완성차업체, 충전기 업체, 배터리업체 등이 참여하고 있다. 친환경 분과에서 전기차 화재와 충전시설 안전성 확보, 충전시설과 전기차 차량 간 호환성 문제, 상용차 전환을 위한 충전인프라 계획에 대한 개선방안에 대한 논의가 있었다.

최근 전기차의 증가로 인해 화재 발생 건수도 늘어나고 있어 차량과 충전시설의 안전성에 대한 우려가 커지고 있다. 2022년부터는 「친환경자동차법」에 의해 충전시설 설치 의무가 강화되면서, 향후 주차장에 설치되는 충전시설의 규모가 더 커지고 있어 빠른 대응이 필요한 상황이다. 전기차 화재 위험을 낮추고 화재 시 신속한 대응이 가능하도록 충전시설 설치기준과 설치 위치에 대한 검토가 필요하다. 현재 충전기 의무설치 규정이 있음

50) 모빌리티 포럼 친환경 분과 논의 내용 재정리

에도 불구하고 설치 위치나 충전기 유형별 규모 등에 관한 구체적인 기준은 미비하다. 공동주택마다 충전시설 설치 위치나 충전기 유형도 다른 현실 상황을 고려하여 충전인프라 설치 가이드라인을 마련함으로써 이용자 편의성을 높일 수 있다.

다양한 제작사에서 출시되는 전기차와 공용 충전기 간 호환성 문제가 제기되고 있다. 특히 공용 충전기 보급률이 높은 우리나라에서는 호환성 문제로 충전 실패가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 전기차와 충전기 간 호환성을 사전에 점검할 수 있는 정보를 제작사와 공유하는 것이 필요하다. 또한 전기차 제작사와 충전시설 업체 간 협의를 통해 호환성을 점검할 수 있는 가이드라인을 마련할 필요가 있다.

지금까지의 충전인프라는 주로 승용차를 중심으로 운영하고 있으나, 상용차 전환을 위해서는 국토교통부의 역할이 중요하다. 특히 상용차 운행 특성에 맞춘 충전인프라 계획이 필요하다. 최근에는 1톤 전기 트럭이 늘어나면서 고속도로 휴게소에서 충전 혼잡 등의 불편 사례가 증가하고 있다. 따라서 국가 차원에서 상용차 충전인프라 구축 로드맵을 수립하고, 고속도로 등 상용차 충전이 많이 발생할 것으로 예상되는 장소에 공용 급속 충전인프라를 확대하여 전기 상용차 충전 편의성을 개선할 필요가 있다.

## 2. 충전인프라 관련 법·제도 개선사항 도출

### 가. 충전인프라 법적 기준 마련

친환경차의 보급이 증가함에 따라 충전인프라의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 그러나 충전인프라의 관련 법률용어와 규정은 일관성이 부족하며, 현재의 법적 규제는 전기차의 성장에 발맞추지 못하고 있다. 이에 따라 전기차 충전인프라의 발전과 안전성을 고려한 법제도의 보완이 필요한 시점이다. 전기차와 충전기의 종류가 다양해지는 특성을 반영하여, 전기차와 공용 충전기의 호환성 문제로 충전 실패를 줄이기 위한 방안과 가이드라인이 필요하다.

충전인프라의 법률용어 일치와 전력 공급 시설에서 전기차 운행에 필요한 충전시설을 포함하는 교통시설과 충전을 위한 하드웨어를 비롯한 소프트웨어 등 충전시설에 대한 광의의 개념으로 확장이 필요하다. 친환경차 시행령(제18조의7(충전시설의 종류 및 수량

등))에서는 충전기 최대 출력값 40kW 기준을 급속과 완속 충전기 구분하고 있다. 2023년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리 지침 / 전기차 충전 서비스 산업육성 사업 운영 지침에서는 50kW 기준으로 충전기 유형을 구분하여 용어의 불일치 문제가 있다. 또한 일부 조례에서는 충전시설을 「충전기」로 한정하여 정의하고 있다. 친환경차 시행령(제18조의7(충전시설의 종류 및 수량 등)과 서울시<sup>51)</sup>, 경기도<sup>52)</sup>, 광주광역시<sup>53)</sup> 등의 조례에서는 ‘환경친화적 자동차 충전시설’, 또는 ‘전기자동차 충전시설’을 전기자동차 충전시설로 한정하여 정의하고 있다. 그러나 서울특별시 용산구<sup>54)</sup>, 광주광역시 남구<sup>55)</sup>의 일부 자치구 조례에서 「충전인프라」를 환경친화적 자동차의 동력원을 공급·제어하기 위한 전력 공급 설비, 충전기를 포함한 충전시설, 인터페이스, 정보시스템 등으로 충전시설과 관련 기반 시설 등으로 확장하여 정의하고 있다. 전기차 보급률이 낮을 때에는 교통수요와 전력수요 등의 조화를 고려하지 않아도 되지만, 수송부문 탄소중립 이행을 위해서는 충전시설의 설치 기준 전력수요와 함께 전력수요, 안전을 포함하는 설치 가이드라인 등을 모두 고려한 충전전략의 수립이 필요하고, 이를 위해서는 충전인프라 개념의 확장이 필요하다.

#### 나. 설치지점과 충전기술 발전 반영

수송부문 탄소중립 이행을 위한 전기차 충전인프라 보급을 위해서는 설치지점과 충전기술의 발전 등을 반영한 충전인프라 구축이 필요하다. 현재의 친환경차법에서는 설치지점이나 충전기술의 특성을 고려하지 않고, 일정 비율 이상의 설치를 의무화하고 있다. 친환경차 시행령 제18조의5(전용 주차구역 및 충전시설의 설치 대상시설), 제18조의6(전용 주차구역의 설치기준), 제18조의7(충전시설의 종류 및 수량 등)에서는 설치장소와 충

51) 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 서울특별시 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 조례, (검색일: 2023.1.10.)

52) 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 경기도 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례, (검색일: 2023.1.10.)

53) 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 광주광역시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화 조례, (검색일: 2023.1.10.)

54) 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 서울특별시 용산구 전기자동차의 이용 활성화를 위한 지원 조례, (검색일: 2023.1.10.)

55) 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 서울특별시 용산구 전기자동차의 이용 활성화를 위한 지원 조례, (검색일: 2023.1.10.)



전시설의 설치 규모를 제시하고 있다. 예를 들면, 신축시설은 총주차대수의 100분의 5 이상의 범위의 충전시설을 설치해야 한다.

친환경차법에는 충전기 의무설치 규정이 있지만, 도로법, 건축법에는 충전인프라 관련 규정 미비하다. 또한, 충전시설 설치 위치나 충전기 유형도 다른 현실 상황을 고려하여 충전인프라 설치 가이드라인에 마련함으로써 이용자 편의성을 높일 수 있다. 그리고 전기차 보급률이 높은 지역인 서울과 제주도 등과 고속도로 휴게소와 같이 전기차가 많이 이용되는 장소에서는 상대적으로 충전수요가 높으므로 기존의 규정을 강화하는 정책이 필요하다. 반면에 전기차 보급률이 낮은 지역에서는 충전인프라를 선제적으로 구축하여 전기차 보급을 촉진하는 방안도 있다. 최근에는 최근 충전 기술의 발전으로 로봇암을 활용한 자동 충전 시스템이 개발되고, 충전기 한 대로 2대 이상 동시 충전할 수 있는 충전기 등 다양한 충전 기술, 배터리 교환 등이 등장하였다. 따라서 총 주차대수 기준의 획일화된 현재 충전시설 규정을 변경할 필요가 있다.

#### **[환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령]**

제18조의5(전용 주차구역 및 충전시설의 설치 대상시설) 법 제11조의2제1항 각 호 외의 부분에서 “대통령령으로 정하는 시설”이란 다음 각 호에 해당하는 시설로서 「주차장법」에 따른 주차단위구획의 총 수(같은 법에 따른 기계식주차장의 주차단위구획의 수는 제외하며, 이하 “총주차대수”라 한다)가 50개 이상인 시설 중 환경친화적 자동차 보급현황·보급계획·운영현황 및 도로여건 등을 고려하여 특별시·광역시·특별자치시·도·특별자치도(이하 “시·도”라 한다)의 조례로 정하는 시설을 말한다.

1. 공공건물 및 공공이용시설로서 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1에 따른 용도별 건축물 중 다음 각 목의 시설
  - 가. 제1종 근린생활시설 / 나. 제2종 근린생활시설/ 다. 문화 및 집회시설
  - 라. 판매시설 / 마. 운수시설 / 바. 의료시설/ 사. 교육연구시설
  - 아. 운동시설/ 자. 업무시설 / 차. 숙박시설 / 카. 위락시설/ 타. 자동차 관련 시설
  - 파. 방송통신시설/ 하. 발전시설/ 거. 관광 휴게시설
2. 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표 1 제2호에 따른 공동주택 중 다음 각 목의 시설
  - 가. 100세대 이상의 아파트
  - 나. 기숙사
3. 시·도지사, 시장·군수 또는 구청장이 설치한 「주차장법」 제2조제1호에 따른 주차장

#### **[건축법 시행령 별표1]**

8. 운수시설
  - 가. 여객자동차터미널
  - 나. 철도시설
  - 다. 공항시설
  - 라. 항만시설
  - 마. 그 밖에 가목부터 라목까지의 규정에 따른 시설과 비슷한 시설

## 다. 전기차 안전과 화재 방지

전기차 안전과 화재 발생을 줄이기 위한 법/제도적 보완이 필요하다. 전기차 보급 증가와 더불어 전기차 화재가 증가하고 있다. 2020년 11건이었던 전기차 화재는 2021년 24건, 2022년 44건으로 매년 2배씩 증가했으며, 2023년 상반기에는 40건을 넘어섰다. 2022년 말 등록된 전기차 기준으로 화재 발생 비율로 보면 0.01% 수준으로 내연기관 0.02%(화재 3,680건)과 비교하면, 화재 발생 비율은 절반 수준이다<sup>56)</sup>. 하지만 전기차 특성상 화재가 발생하면, 짧은 시간 안에 열폭주 현상이 일어나, 다른 화재보다 더 위험하게 된다. 한국 공동주택의 경우 대부분 지하층에 전기차 충전시설이 설치되어, 화재가 발생 시에 초기 진화와 화재 진압을 위한 진입이 어려워 치명적인 피해를 야기할 가능성이 높다. 따라서 전기차 화재 위험을 낮추고 화재 시 신속한 대응이 가능할 수 있도록 충전시설 설치 기준과 설치 위치에 대한 법제도 마련이 필요하다.

다양한 제작사에서 출시되는 전기차와 공용 충전기의 호환성 문제로 충전 실패가 발생하고 있고, 이를 해결하기 위한 가이드라인이 필요하다. 기존 전기 승용차 위주에서 전기 버스를 비롯한 전기 화물차의 보급이 증가함에 따라 상용차 운행 특성에 맞는 제도적 기반 마련이 필요하다. 마지막으로 전기차 전환에 따른 기존 산업구조의 전환 과정에서 발생 가능한 충격과 부담을 사회적으로 분담하고, 지원하기 위한 정책방안이 필요하다.

전기차 및 충전인프라에 대한 법적 제도 개선을 목적으로, 현재의 관련 법률과 규제 개선 동향을 분석하였다. 이를 통해 충전인프라를 확대하기 위한 주요 쟁점을 <표 5-3>에서 도출하였다. 도출된 주요 쟁점을 해결하기 위한 개선방안은 2절의 3에서 제시하였다.

56) 경향신문(2023.8.25.), “‘전기차 화재’ 올들어 이미 42건…작년 연간 건수 육박”, <https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/202308250853001#c2b>, (검색일: 2024.3.19.)

〈표 5-3〉 충전인프라 확대를 위한 주요 쟁점 도출

구분	주요 쟁점사항
전기차 및 충전인프라 법제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기차 및 충전인프라 법제도간 용어 및 개념 재정립</li> <li>• 전기차 및 충전기 간 호환성 문제</li> <li>• 전기차 차종 확대에 따른 충전인프라 계획 필요</li> </ul>
전기차 및 충전인프라 규제 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 주유소 시설을 활용한 충전시설 확대 제약</li> <li>• 충전인프라 기술 발전을 고려한 규정 고려</li> <li>• 전력 독과점 문제</li> </ul>
전기차 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기차 화재 발생에 따른 구체적인 기준 마련</li> </ul>

### 3. 법·제도 개선 방안 제언

전기차의 보급에 있어 충전인프라의 중요성이 더욱 커지고 있다. 그러나 충전인프라에 대한 법제도가 충분하지 않아 다양한 문제점이 제기되고 있다. 전기차 충전인프라의 법제도 개선은 전기차 산업의 지속적인 성장과 이용자들의 편의성을 확보하는 데 중요한 역할을 한다. 따라서 법률과 용어의 통일, 충전시설 추가 규정, 기술발전 고려, 안전성 강화, 호환성 문제 해결 등의 관련 법제도 개선이 필요하다.

#### 가. 충전인프라 법률 용어 통일 및 개념 확장

전기차 충전인프라의 법제도 개선을 위해 우선적으로 법률 및 용어의 통일과 충전인프라 개념 확장이 필요하다. 충전시설을 광의의 개념으로 정의하여 관련 법률에 포함해야 한다. 현재 친환경차 시행령과 2023년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리 지침 / 전기차 충전 서비스 산업육성 사업 운영 지침의 충전용어가 불일치하고 있다. 또한, 일부 지자체 조례에서는 충전시설을 「충전기」로 한정하여 정의하고 있다. 수송부문 탄소중립 이행을 위해서는 충전시설의 설치가 기존 전력수요와 함께 전력수요, 안전을 포함하는 설치가이드라인 등을 모두 고려한 충전 전략 수립과 이를 위한 충전인프라 개념의 확장이 필요하다. 예를 들면, 현재 친환경차법을 비롯한 도로법과 건축법 시행령에는 “충전인프라”에 대한 용어 정의가 없다. “충전인프라” 용어 도입으로 기존 충전기에서 충전기를 비롯한 기반 시설로 개념 확장이 필요하다.

## 나. 충전환경 변화를 고려한 유연한 법 적용

충전인프라의 설치지점과 충전 기술 발전을 고려한 제도 개편이 필요하다. 현재의 총 주차대수 대비 충전 비율 의무 설치에서 전기차 이용자의 충전 행태, 지역별 전기차 보급 등의 편차를 반영하여, 충전환경에 맞는 가이드라인 제시가 필요하다. 또한 충전 기술의 발전에 의해 충전기 한 대로 다수의 전기차를 충전할 수 있는 충전기가 등장하고, 로봇암을 활용한 자동 충전 시스템, 배터리 교환, V2G (Vehicle-to-Grid) 기술 상용화 등이 개발되고 있다. 이러한 충전환경을 반영하여, 관련 법제도를 개편할 필요가 있다. 예를 들면, 친환경차 시행령에서는 충전기 설치 구역과 충전시설 설치 비율을 규정하고 있다. 이를 충전환경에 반영하여 설치 위치와 비율을 조정할 수 있도록 해야 한다.

## 다. 충전 안전성과 호환성 향상을 위한 제도 개편

충전인프라의 안전성과 호환성을 높이기 위한 제도 개편이 필요하다. 최근 전기차 화재 발생 증가에 따른 안전성 문제, 다양한 전기차 차종과 충전인프라 등장에 따른 호환성 문제가 제기되고 있다. 충전기 보조사업 관련 지침에 화재안전과 충전인프라 호환성 향상을 위한 전기차 제작사를 비롯한 충전기 제작사, 충전 사업자 등이 협의회를 구성하여, 관련 가이드라인을 도입할 필요가 있다.

〈표 5-4〉 전기차 및 충전인프라 관련 법령개선(안)

관련 현행 법		정비방안
친환경차법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 〈생략〉	〈추가〉 11. “충전인프라”란 환경친화적 자동차의 동력원을 공급·제어하기 위한 전력공급 설비, 충전시설, 인터페이스, 정보시스템 등으로 충전시설과 관련 기반 시설을 말한다.
친환경차 시행령	제18조의6(전용 주차구역의 설치기준). 〈생략〉 ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 <b>전용 주차구역을 설치하지 않을 수 있다.</b> 1. 「도시 및 주거환경정비법」 제50조에 따른 사업시행계획 인가를 받은 경우로서 인가받은	〈수정〉 ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 <b>전용 주차구역을 설치할 수 있다.</b>

	관련 현행 법	정비방안
	사업시행계획에 따라 해당 시설의 철거가 예정되어 있는 경우 2. 그 밖에 시·도의 조례로 정하는 기준에 해당하는 경우로서 관할 시장·군수·구청장이 전용 주차구역을 설치하는 것이 불가능하거나 현저히 곤란하다고 인정하는 경우 <생략>	<추가> 3. 충전 신기술 도입으로 제1항의 충전 설치기준을 만족하는 경우, 전용 주차구역 비율을 조정할 수 있다.
	제18조의7(충전시설의 종류 및 수량 등) <생략> ② 법 제11조의2 제2항에 따라 설치해야 하는 환경친화적 자동차 충전시설의 수는 해당 시설의 총주차대수의 100분의 5 이상의 범위에서 시·도의 조례로 정한다. 다만, 기축시설의 경우에는 해당 시설의 총주차대수의 100분의 2 이상의 범위에서 시·도의 조례로 정한다. <생략>	<좌동> ② 제2항에도 불구하고 충전 신기술 도입으로 제2항의 충전 설치기준을 만족하는 경우, 충전 시설 비율을 조정할 수 있다
도로법	제2조(정의) 2항 도로의 부속물 <생략>	제2조(정의) <신설> 9. “충전인프라”란 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제11호의 규정에 따른 시설을 말한다
	제30조(도로구역 내 시설의 설치) <생략>	<신설> 5. 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제11호의 규정에 따른 시설
건축법 시행령	건축법 시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류 (제3조의5 관련) <생략> 20. 자동차 관련 시설(건설기계 관련 시설을 포함한다) <생략> 자. 전기자동차 충전소로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 것	<수정> 자. 전기자동차 <b>충전인프라</b> 로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 것

## 제3절 충전요금체계 개선방안

### 1. 현행 요금 체계 분석

#### 가. 국내 충전요금 체계

국내 전기요금체계는 이부요금제로 기본요금과 전력량 요금으로 구성된다. 주택용, 일반용, 산업 등과 같이 용도별, 계절별, 시간대별, 그리고 부하에 따라 요금을 차등하여 부과하고 있다. 한전은 전기차를 위한 별도의 요금제를 도입하여, 계시별로 요금을 부과하고 있다. 전기차 충전요금은 자가 소비용과 충전 서비스 제공사업자용으로 구분되어 있다(〈표 5-5〉 〈표 5-6〉 참조). 자가 소비용 충전요금보다 충전 서비스 제공 사용자용 충전요금은 세분되어 있으며, 저압과 고압 요금제 각각 4가지 선택 요금제가 운영되고 있다.

전기차를 이용하는 경우, 개인이 설치한 충전기를 사용하거나 충전 서비스 사업자가 운영하는 충전기를 이용할 수 있다. 개인 설치 충전기는 한전과의 계약으로 자가 소비용 충전요금제를 적용받는다. 반면에 충전 서비스 사업자 운영 충전기는 해당 충전 사업자의 요금제에 따라 충전요금이 결정된다.

〈표 5-5〉 전기자동차 충전 전력 요금(자가 소비용)

구분	기본요금	시간대	전력량 요금(원/kWh)		
			여름철	봄/가을철	겨울철
저압	2,390	경부하	84.3	85.4	107.4
		중간부하	172	97.2	154.9
		최대부하	259.2	102.1	217.5
고압	2,580	경부하	79.2	80.2	96.6
		중간부하	137.4	91	127.7
		최대부하	190.4	94.9	165.5

주: 여름철(6~8월), 봄철(3~5월), 가을철(9~10월), 겨울철(11~2월)

자료: 한전 ON, <https://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/E/E/CYEEHP00301.jsp>, (검색일: 2023.12.22.)

〈표 5-6〉 전기자동차 충전 전력 요금(충전 서비스 제공사업자용)

구분	기본 요금	시간대	전력량 요금(원/kWh)				
			여름철	봄/가을철	겨울철		
저압	선택 1	2,390	경부하	95.9	85.4	110.6	
			중간부하	162.2	97.2	143.1	
			최대부하	203.5	102.1	172	
	선택 II	2,390	경부하	83.1	85.4	105.8	
			중간부하	140	97.2	126.7	
			최대부하	270.8	102.1	227	
	선택III	2,390	경부하	90.1	85.4	115.5	
			중간부하	138.6	97.2	125.4	
			최대부하	236	102.1	198.4	
	선택IV	2,390	전체시간	172	97.2	154.9	
	고압	선택 1	2,580	경부하	89.8	80.2	99.4
				중간부하	129.9	91	118.4
최대부하				151.2	94.9	132.4	
선택 II		2,580	경부하	78.2	80.2	95.2	
			중간부하	113	91	105.5	
			최대부하	198.6	94.9	172.4	
선택III		2,580	경부하	84.5	80.2	103.6	
			중간부하	111.9	91	104.5	
			최대부하	174	94.9	151.6	
선택IV		2,580	전체시간	137.4	91	127.7	

자료: 한전 ON, <https://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/E/E/CYEEHP00301.jsp>, (검색일: 2023.12.22.)

전기차 충전 사업자 요금제는 회원 여부, 충전 속도, 충전 시간대 등에 따라 다양하게 적용된다. 충전 속도는 일반적으로 완속(3.5kW콘센트형, 7kW완속, 11kW), 중속(50kW 이상), 급속(100kW 미만, 100kW 이상) 등으로 구분되며, 충전 사업자에 따라 충전요금은 다르게 적용된다. 완속 충전요금은 충전기 설치 위치(아파트, 상업시설 등), 충전 속도(3.5kW 콘센트형, 7kW 완속, 11kW), 계시별 요금을 기준으로 적용하고 있다. 급속충전요금은 완속 충전요금보다 요금체계가 단순하여, 충전 속도(50kW, 100kW 미만, 100kW 이상)에 따라 차등 부과되고 있다.

일반적으로 충전 사업자 회원은 비회원보다 충전요금이 저렴하다. 비회원은 대부분 충

전 속도에 상관없이 대부분 충전 사업자는 동일 요금을 부과하고 있다. 회원과 비회원의 충전요금을 비교하면(〈표 5-7〉 참조), 완속 충전 시, 비회원은 회원보다 평균 75% 추가 비용이 발생한다. 그리고 급속충전 시에는 회원보다 평균 27% 추가 비용을 지불해야 한다. 회원과 비회원의 충전요금은 충전 사업자마다 상이하다. 예를 들면, 대영채비 완속 충전기를 이용하는 비회원은 회원보다 100% 비용을 지불해야 하며, 스타코프는 회원보다 48.9%의 추가 비용이 발생한다. 또한 현대차 E-Pit 이용 시에는 비회원은 회원보다 61.5%, 에어온 13.2% 충전 비용이 높다<sup>57)</sup>.

〈표 5-7〉 회원/비회원 충전요금 비교 (원/kWh)

충전 사업자	회원		비회원 (C)	회원여부에 따른 충전 요금 비교(%)	
	완속 (A)	급속 (B)		완속 [(C-A)/A]	급속 [(C-B)/B]
SK일렉링크	288.0	372.5	520	80.6	39.6
대영채비	250.0	372.5	500	100.0	34.2
스타코프	235.0	-	350	48.9	-
에버온	236.3	335.8	380	60.8	13.2
이브이시스	250.0	330.0	440	76.0	33.3
차지비	269.0	340.0	470	74.7	38.2
휴맥스EV (Turu Charger)	280.0	330.0	480	71.4	45.5
한국전기차인프라기술	215.0	335.8	380	76.7	13.2
이카플러그 (이비랑)	240.0	330.0	335	39.6	1.5
이지차저	219.0	350.0	400	82.6	14.3
현대차 E-PIT	-	325.0	525	-	61.5
평균	248.2	342.2	434.5	75.1	27.0
최대값	288.0	372.5	525.0	82.3	40.9
최소값	215.0	325.0	335.0	55.8	3.1
한전	306.91	335.8	-	-	-

주: 충전 사업자별 충전속도/계시별 충전요금은 산술평균

자료: 각 충전 사업자 홈페이지 참조

SK일렉링크, <https://skelectlink.co.kr/membership/charge>, (검색일: 2023.12.1.)

대영채비, <https://chaevi.com/kr/service/price.php>, (검색일: 2023.12.1.)

57) 상기 충전비용은 수집한 자료를 기반으로 분석한 내용임



스타코프, <https://www.starkoff.co.kr/price>, (검색일: 2023.12.1.)  
 에버온, <https://www.everon.co.kr/notice/143>, (검색일: 2023.12.1.)  
 이브이시스, <https://www.evsis.co.kr/h#sec03>, (검색일: 2023.12.1.)  
 차지비, [https://www.chargev.co.kr/customer-support/charging\\_fee](https://www.chargev.co.kr/customer-support/charging_fee), (검색일: 2023.12.1.)  
 휴맥스EV (Turu Charger), <https://www.humaxcharger.com/user/customer/notice/72>, (검색일: 2023.12.1.)  
 한국전기차인프라기술, <https://m.happecharger.com/mobile/charger/membership.do>, (검색일: 2023.12.1.)  
 이카플러그 (이비랑), <https://www.evrang.com/>, (검색일: 2023.12.1.)  
 이지차저, <https://www.ezcharger.co.kr/32>, (검색일: 2023.12.1.)  
 현대차 E-PIT, <https://www.e-pit.co.kr/brand-web/epit/charging-fare>, (검색일: 2023.12.1.)  
 한전: <https://evc.kepco.co.kr:4445/service/service11.do>, (검색일: 2023.12.1.), 완속(아파트용 충전기), 급속, 환경부 충전요금 적용

타 충전 사업자의 충전기를 이용할 때 충전요금은 충전기의 종류와 충전 사업자에 따라 다를 수 있다. <표 5-8>은 대영채비의 로밍요금의 예이다. 환경부는 환경부 고시 가격이 적용되며, 제주도청의 충전요금은 대영채비 회원 요금보다도 낮다. 제주도청과 환경부를 제외하면, 충전 속도에 따라 요금이 달라진다. 차지비 회원은 충전기 종류와 관계없이 충전요금이 가장 높아, 완속 충전 시 대영채비 회원 요금 대비 94%, 100kW급 이상의 급속 충전까지 26%의 추가 비용을 지불해야 한다. 휴맥스이브이 회원은 완속 충전 시 44% 추가 비용이 발생하고, 50kW급 급속충전요금은 동일한 요금이며, 100kW급 이상의 급속 충전은 6.5% 저렴하다.

**<표 5-8> 대영채비 로밍요금 (예시)**

로밍요금	100kW급 이상	50kW급 이상	중속	완속 충전기
환경부	347.2	324.4	-	-
한전	415	390	390	390
A사 요금	320	320	320	320
B사 요금	360	360	360	360
C사 요금	400	400	400	400
D사 요금	430	430	347.2	347.2
E사 요금	430	430	430	430
F사 요금	440	440	440	440
G사 요금	450	450	400	400
H사 요금	450	450	420	420
I사 요금	450	450	450	450
J사 요금	470	470	420	420

로밍요금	100kw급 이상	50kw급 이상	중속	완속 충전기
K사 요금	485	485	485	485
대영채비	385	360	290	250
A사	제주도청			
B사	휴맥스이브이			
C사	제주전기자동차서비스			
D사	한국전자금융			
E사	지에스커넥트			
F사	SK일렉링크, 에버온			
G사	레드이엔지, 매니지온, 스타코프, 씨어스, 이카플러그, 차지인, 클린일렉스, 타디스테크놀로지, 투이스이브이씨, 플러그링크, 한국전기차인프라기술, 한국전기차충전 서비스			
H사	이브이시스			
I사	GS칼텍스, LG유플러스(엘지헬로비전), SK에너지			
J사	파워큐브코리아			
K사	차지비			

자료: 대영채비, <https://chaevi.com/kr/service/price.php>, (검색일: 2023.12.1.)

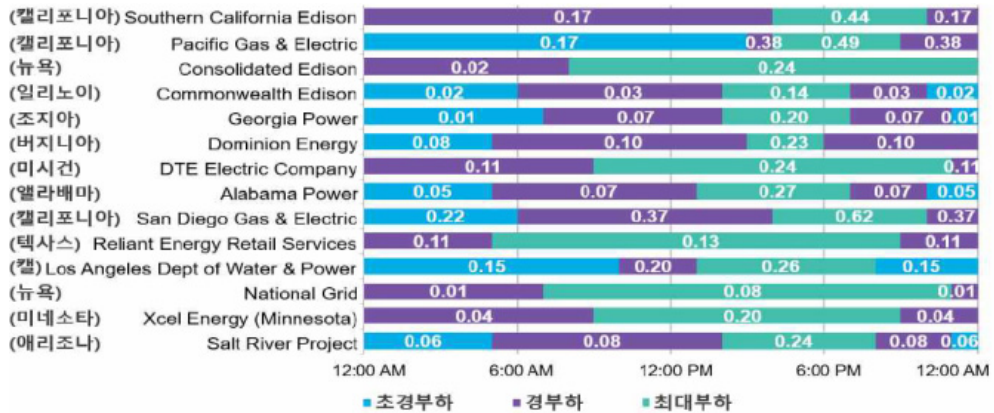
## 나. 국외 충전요금 체계

### (1) 국외 가정용 전기차 충전요금

국외 충전요금 또한 국내와 마찬가지로 가정에서 개인용 충전기를 이용하여 충전하는 경우와 충전 서비스 제공사업자용으로 구분할 수 있다. 미국을 비롯한 유럽에서도 전기차 요금제를 운영하고 있으며, 이들 국가의 유틸리티 사업자 대부분은 계시별 요금제를 사용하고 있다.

미국<sup>58)</sup>은 지역과 계절에 따라 시간대별 요금수준이 유틸리티별로 차이가 있다. 특히 여름철 최대부하 요금이 높은 편이다. 캘리포니아의 전기차 충전요금은 다른 주보다 높다. 예를 들면, 캘리포니아 SDG&E 하계 초경부하 요금은 \$0.22/kWh 가장 저렴한 일리노이 ComEd \$0.02/kWh보다 11배 높다.

58) 경영연구원, 미국 유럽의 가정용 전기차 충전요금제와 충전비용(2021.7.1.), 내용 재정리



자료: 경영연구원, 미국유럽의 가정용 전기차 충전요금제와 충전비용(2021.7.1.)

[그림 5-7] 미국 유틸리티별 여름철 전기차 충전요금(달러/kWh)

유럽<sup>59)</sup>의 대부분의 유틸리티가 주로 계시별 요금제를 적용하고 있으며, 고정 요금제와 실시간 요금제를 채택한 유틸리티도 있다. 프랑스와 독일의 경우 가정용 충전요금이 주택용 요금보다 3~19% 저렴하게 책정되어 있다. 영국은 경부하 시간대는 주택용 요금보다 -70% 낮지만, 최대부하 시간대에는 주택용 요금보다 7% 높다.

〈표 5-9〉와 같이, 가정용 전기차 충전요금은 경부하 시간대와 최대부하 시간대 모두 미국(National Grid, 초경부하)이 가장 충전요금이 낮으며, 미국 SDG&E(초경부하)가 가장 충전요금이 높다. 미국을 제외하면, 경부하 시간대는 한국이 \$0.05/kWh로 가장 낮고, 프랑스가 \$ 0.13/kWh로 한국보다 2.6배 높다. 최대부하 시간대에는 프랑스, 영국, 한국은 충전요금 차이가 비슷하다. 주택용 요금(저압, 하계, 200kWh 이하, 전력량 요금 21년 기준) 비교 시, 경부하 시간대는 68% 높지만, 중간부하, 최대부하 시간대는 각각, 37%, 61% 저렴하다<sup>60)</sup>.

59) 경영연구원, 미국 유럽의 가정용 전기차 충전요금제와 충전비용(2021.7.1.), 내용 재정리

60) 기본요금을 제외한, 부하시간대별 단순 비교임

〈표 5-9〉 주요 유틸리티 가정용 전기차 충전요금 비교

국가	유틸리티	요금제	충전요금(\$/kWh)		비고
프랑스	Engie	계시별	경부하	0.13	-19% (주택용 요금 대비)
			최대부하	0.21	-3% (주택용 요금 대비)
독일	EnBW	고정	0.31		-3% (주택용 요금 대비)
영국	EDF	계시별	경부하	0.06	-70% (주택용 요금 대비)
			최대부하	0.20	+7% (주택용 요금 대비)
미국 (하계)	SDG&E (CA)	계시별	초경부하	0.22	-
			경부하	0.37	-
			최대부하	0.62	-
	National Grid(NY)	계시별	초경부하	0.01	-
			최대부하	0.08	-
한국 (하계, 저압)	한전	계시별	경부하	0.05 (52.6원)	[주택용 저압, 하계, 200kWh 이하 (21년 기준): 88.3원 - 경부하: +68% - 중간부하: -37% - 최대부하: -61% (23년 기준): 120원 - 경부하: +42% - 중간부하: -30% - 최대부하: -54%
			중간부하	0.12 (140.3원)	
			최대부하	0.20 (227.5원)	

자료: 경영연구원, 미국유럽의 가정용 전기차 충전요금제와 충전비용(2021.7.1.) 재정리

한전 주택용 요금: <https://evc.kepco.co.kr:4445/service/service11.do>, (검색일: 2023.12.1.)

주: 한국 달러 환율: 1.179.90원/달러(2020년 연평균 매매기준율 적용), 2021년 하계 기준 한전 요금 자가 소비용 기준임  
2023년 기준 충전요금 경부하: 84.3원, 중간부하: 172원, 최대부하: 259.2원

## (2) 국외 충전 사업자 충전요금

### ○ 미국 충전 사업자

차지포인트(ChargePoint)는 북미 지역 최대 전기차 충전인프라 업체로, 미국 전기차 충전소 기준으로는 51.6%의 점유율을 보유하고 있으며, 충전 포트 기준으로는 35.3%를 차지하고 있다<sup>61)</sup>. 차지포인트는 개방형 네트워크를 갖추어 자동차 브랜드나 유형에 크게 구애받지 않는 충전환경을 제공하고 있다. 또한, 차지포인트 충전소는 독립적으로 소유하고 있어, 충전소마다 다른 충전요금 가격정책을 적용하고 있으며, 충전요금은 충전소

61) 인포스탁데일리(2023.6.28.), 차지포인트 홀딩스(CHPT), 美 전기차 충전 압도적 점유율...GPM 개선 지속, <https://www.infostockdaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=192856>, (검색일: 2023.12.15.)

의 소유자 또는 로밍 파트너가 결정한다. 충전요금은 사용량(kWh) 기반 요금 또는 시간 단위 요금으로 부과되며, 충전소 소유자는 정액 요금, 최소/최대 요금, 야간/유휴 시간대 요금을 결정할 수 있다. 또한, 타사 앱 또는 충전카드를 사용할 때는 해당 앱 또는 카드 운영사에서 요금을 결정하게 된다<sup>62)</sup>. 충전요금은 충전소, 충전지역, 충전 시간대, 그리고 요금제에 따라 다르며, 미국 평균 비용은 약 0.2달러로, 충전지역이나 시간대에 따라 차이가 있다. 예를 들어, 캘리포니아나 하와이는 0.37달러로 높고, 아이다호주, 유타주는 0.14달러로 낮다. 또한, 충전 장소에 따라 요금이 다르며, 가정용 충전은 평균적으로 kWh당 \$0.12 ~ \$0.15, 공공 충전은 kWh당 \$0.20 ~ \$0.30, 고속 평균 충전요금은 kWh당 \$0.30 ~ \$0.40 정도로 책정된다<sup>63)</sup>.

블링크 차지(Blink Charging)<sup>64)</sup>는 플로리다 마이애미에 본사를 두고 있는 충전업체로, 전기차 충전 장비 및 서비스를 제조, 소유, 운영 및 제공하고 있으며, 전 세계에 85,000개의 충전포트를 계약하고 판매하여 구축하고 있다. 블링크 차지의 충전요금은 지역별과 시간대별 요금에 따라 상이하며, 공용 충전요금은 충전량 또는 시간당 요금으로 부과하고 있다. 예를 들면, 충전지역에 따라 요금이 상이하다. 노스다코타의 경우 전기요금은 10센트/kWh 미만이지만, 코네티컷은 33센트/kWh를 초과한다. 충전 시간대에 따라 침두 시간대(주로 낮 시간대)의 충전비용이 야간보다 높다. 충전 장소에 따라 요금이 달라진다. 가정용 충전의 경우, 아이다호와 노스다코타 주에서는 최저 10.24센트/kWh로, 하와이주에서는 최고 43.18센트/kWh로 책정되어 있다. 공용 충전요금의 경우, 완속(레벨2) 충전은 시간당 요금이 \$1~5이고, kWh당 요금은 \$0.20에서 \$0.25이다. 급속충전은 평균 \$0.35/kWh로 다양하게 부과되며, 0.10달러/kWh 미만부터 1달러/kWh 이상 까지 다양한 가격대가 있다.

62) ChargingPoint 홈페이지, <https://www.chargepoint.com/drivers/support/faqs/how-much-will-it-cost-charge-my-car-who-sets-prices-charging>, (검색일: 2023.12.15.)

63) energy5 홈페이지, <https://energy5.com/understanding-the-cost-of-charging-your-ev-at-chargepoint-charging-station-30328>, (검색일: 2023.12.15.)

64) 블링크 차지 홈페이지, <https://blinkcharging.com/how-much-does-it-cost-to-charge-an-ev/>, (검색일: 2023.12.18.)

### ○ 영국 충전 사업자<sup>65)</sup>

셸 리차지(Shell Recharge)는 영국 전역에 2030년까지 10만 개의 공공 충전기를 설치하는 목표를 가지고 있다. 이를 통해 영국 운전자의 90%가 자동차를 이용하여 10분 이내에 급속충전기를 이용할 수 있도록 구축할 예정이다. 셸 리차지의 모든 충전은 100% 재생가능 에너지를 활용하며, 이는 재생 가능 에너지 원산지 보증(REGO)의 인증을 받았다. 셸(Shell) 충전요금은 충전속도와 전용 충전카드 사용 여부에 따라 요금이 달라진다. 또한, 로밍 수수료로 모든 충전소에서 거래당 0.35파운드의 수수료가 부과되며, 월 최대 7.00파운드까지 동일하게 적용하고 있다. 이 요금은 사용량이나 충전 시간과는 무관하게 동일하게 적용한다.

〈표 5-10〉 셸 리차지 충전요금

(단위: £/kWh)

구분	셸 충전카드 (Shell Recharge Card)	비접촉 시 결제 (Contactless)	비고
중속(7~22kW)	0.75	0.79	Fast (7~22kW)
급속(25~150kW)/ 급속(150kW+)	0.81	0.85	Rapid (25~150kW)/ Ultra-rapid (150kW+)
<b>로밍요금</b>			
중속(7~22kW)	0.65	0.35파운드 거래수수료 (월 최대 7.00파운드) 부과	Fast (7~22kW)
급속(25~150kW)	0.85	0.35파운드 거래수수료 (월 최대 7.00파운드) 부과	Rapid (25~150kW)

주: 부가세 포함 요금

출처: 영국 셸 지차지 충전요금, <https://shellrecharge.com/en-gb/public-charging/public-charging-tariffs>, 내용 재정리, (검색일: 2023.12.18.)

빌리브(Believ)<sup>66)</sup>는 영국 전역에 전기차 충전 네트워크를 제공하며, 100% 재생에너지를 사용한 전력을 공급하고 있다. 충전요금은 구독제와 사용량 기반(Pay As You Go, PAYG) 요금제로 구분한다. 구독제는 월 단위로 £5이며, 언제든지 해지할 수 있다. 충전구분에 따라 Fast (722kw)와 Rapid (5075kw)로 구분되며, 구독제 회원과 PAYG 회원

65) 영국 셸 지차지 충전요금, <https://shellrecharge.com/en-gb/public-charging/public-charging-tariffs>, 내용 재정리, (검색일: 2023.12.18.)

66) 빌리브 홈페이지, <https://www.believ.com/>, 내용재정리 (검색일: 2023.12.18.)

에 대한 요금을 각각 제공하고 있다. 유힬요금(Idle fees)은 오전 9시 30분부터 오후 6시 30분까지 적용되며, 분당 8페니가 부과된다. 유힬요금은 충전하지 않는 경우, 4시간 이상 경과 시 적용하고 있다.

〈표 5-11〉 빌리브 충전요금

구분	Fast (7~22kw)	Rapid (50~75kw)
구독제 회원	53	60
PAYG (Pay As You Go)	56	66

자료: 빌리브 홈페이지, <https://www.believ.com/pricing/>, (검색일: 2023.12.18.)

#### ○ 독일 충전 사업자

알레고(Allego)는 네덜란드의 전력망 운영 회사의 자회사로 2013년에 설립된 회사이다. 현재 유럽 전역에 약 34,000개의 충전소를 운영하고 있으며, 알레고의 충전속도별 요금은 충전기 유형에 관계없이 동일한 요금을 적용하고 있다.<sup>67)</sup>

〈표 5-12〉 알레고 충전요금

구분	요금 (EUR/ kWh)	비고
중속 (AC 22kW)	0.6	Regular charging
급속 (50kW)	0.75	Fast charging
급속 (>50kW)	0.85	Ultra-fast charging

자료: 알레고 홈페이지, <https://www.allego.eu/news/2022/december/charging-tariffs-january-2023>, (검색일: 2023.12.18.)

#### ○ 대표적인 충전 사업자

아이오니터(IONITY)<sup>68)</sup>는 유럽 고속도로를 따라 최대 규모의 고전력 충전(HPC: High-Power Charging)을 운영하고 있으며, 최대 350kW의 충전 속도를 지원하고 있

67) 알레고 홈페이지, <https://www.allego.eu/news/2022/december/charging-tariffs-january-2023>, (검색일: 2023.12.18.)

68) 아이오니터 충전요금, [https://ionity.eu/\\_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816\\_PR\\_New%20Pricing\\_August\\_2023.pdf](https://ionity.eu/_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816_PR_New%20Pricing_August_2023.pdf), (2021.7.1.), 내용 재정리

다. 2023년 7월 기준으로 유럽 24개국에서 500개 이상의 충전소와 2,500개 이상의 충전 포인트를 보유하고 있다. 충전요금은 충전소 위치에 따라 충전량(kWh) 또는 분 단위로 부과하고 있다. 아이오니티는 아이오니티 다이렉트(IONITY DIRECT)와 아이오니티 패스포트(IONITY PASSPORT) 두 가지 충전요금을 운영하고 있다. 아이오니티 다이렉트는 아이오니티 네트워크의 모든 충전소에서 충전할 수 있으며, 장거리 여행이 거의 없거나 가끔 고속도로를 이용하는 경우에 적합하다. 가입비나 수수료가 없으며, kWh당 또는 분당 요금제를 적용한다. 반면에 아이오니티 패스포트는 범유럽 아이오니티 충전 네트워크 전체에서 할인요금을 이용할 수 있다. 휴가철에 사용하기에 이상적이며 언제든지 해지가 가능하며, 별도의 월구독료가 있다.

〈표 5-13〉 아이오니티 충전요금제별 충전요금 (2023.8.16. 기준)

구분	아이오니티 다이렉트 (Euro/kWh)(Euro/kWh)	아이오니티 패스포트 (IONITY PASSPORT)
독일 (Euro/kWh)	0.79	0.59
프랑스 (Euro/kWh)	0.69	0.49
노르웨이 (NOK/kWh)	8.4	6.4

주: 아이오니티 패스포트 월구독료: 11.99 유로, 129.00 NOK, 부가세 포함 요금  
 자료: 아이오니티 충전요금, [https://ionity.eu/\\_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816\\_PR\\_New%20Pricing\\_August\\_2023.pdf](https://ionity.eu/_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816_PR_New%20Pricing_August_2023.pdf), (검색일: 2023.12.18.)

테슬라(Tesla)<sup>69)</sup>는 충전요금은 충전 시간 또는 충전량에 따라 요금이 부과하고 있다. 현재 미국에서 한정적으로 80% 이상 충전하려면 별도의 요금(혼잡요금)을 지불해야 한다. 혼잡요금은 슈퍼차저 혼잡요금제가 적용되는 충전소에서 충전대기 차량이 많을 경우, 80% 이상 충전 시 시간당 1달러의 추가 비용을 부과하고 있다. 테슬라 충전요금은 국가별로 상이하며(〈표 5-14〉 참조), 노르웨이 테슬라 충전요금은 kWh당 0.10달러로 독일의 0.26달러의 38% 수준으로 낮다. 한국의 충전요금은 0.11달러이다. 독일, 일본은 한국보다 2배 이상, 영국과 미국도 1.5배 더 높다.

69) 테슬라 충전요금, <https://namu.wiki/w/%ED%85%8C%EC%8A%AC%EB%9D%BC%20%EC%88%98%ED%8D%BC%EC%B0%A8%EC%A0%80>, M Today(2023.11.22.), “90% 충전하려면 1달러 더 내라, 테슬라 슈퍼차저 혼잡 요금제 출시” (검색일: 2024.3.17.) 내용 재정리



〈표 5-14〉 테슬라 충전요금

구분	요금(\$/kWh)	한국 요금 대비 국가별 충전요금
독일	0.26	2.4
일본	0.24	2.2
영국	0.18	1.6
미국	0.16	1.5
프랑스	0.14	1.3
한국	0.11	-
노르웨이	0.10	-

주: Tesla Model S 기준, 세계은행의 kWh당 평균 전기요금(2019년 기준)  
 자료: <https://www.comparethemarket.com/car-insurance/content/cost-of-charging-an-electric-car-globally/>,  
 (검색일: 2024.3.17.)

국외 가정용 전기차 충전요금은 가정용과 충전서비스 사업자로 구분된다. 미국과 유럽의 가정용 충전요금은 주로 계시별 요금제를 사용하고 있다. 특히, 미국은 지역과 계절에 따라 요금 차이가 크며, 캘리포니아의 충전요금이 다른 주보다 높다. 유럽의 프랑스와 독일의 가정용 충전요금은 주택용보다 저렴하지만, 영국은 경부하 시간대 요금이 주택용보다 낮지만, 최대부하 시간대에는 높다. 대표적인 미국과 유럽의 충전사업자의 충전요금 특징은 다음과 같다. 미국의 차지포인트와 블링크 차지는 지역별, 시간대별로 요금을 부과한다. 영국의 쉘 리차지는 재생에너지를 사용하며, 충전 속도에 따라 요금을 다르게 정하고 있다. 독일의 알레고는 충전유형에 관계없이 동일 요금을 적용하고 있다. 유럽 전역에 충전소를 운영하고 있는 아이오니티는 다양한 요금제를 운영하여, 이용자의 충전행태에 따라 적합한 요금제를 선택할 수 있다. 테슬라는 국가별로 요금이 다르고, 다른 충전사업자와 달리 혼잡 시간대에는 추가 요금을 부과하고 있다.

#### 다. 국내외 비교 결과

전기차 충전요금은 국내뿐만 아니라, 미국을 비롯한 유럽 국가에서도 가정용 전기차 요금과 충전 서비스 사업자 충전요금이 구분된다. 한국을 비롯한 미국과 유럽의 유틸리티 사업자 대부분이 계시별 요금제를 사용하고 있다.

미국은 다양한 유틸리티 사업자 있어, 지역에 따라 다양한 요금제가 있으며, 일반적으

로 캘리포니아 지역이 상대적으로 다른 지역보다 충전요금이 높다. 유럽의 대표적인 프랑스와 독일의 경우 가정용 충전요금이 주택용 요금보다 3~19% 저렴하다. 반면에 영국은 경부하 시간대가 주택용 요금보다 -70% 낮지만, 최대부하 시간대에는 주택용 요금보다 7% 높다.

충전 사업자가 제공하는 충전요금은 여러 가지 방식으로 부과된다. 대부분의 충전 사업자들은 사용량(kWh)에 따라 요금을 부과하며, 일부는 충전 시간에 따라 요금을 책정한다. 또한 구독제를 통해 월 단위 요금을 지불하는 경우도 있다. 미국의 차지포인트는 선불 요금제를 도입하여 회원과 비회원을 구분하여 요금을 차등 부과하고 있다. 충전요금은 고정요금과 탄력요금으로 구분된다. 국내 대부분의 경우 급속충전에는 고정요금이 적용되고, 완속 충전에는 계시별 요금제를 적용하고 있다. 국외에서는 테슬라를 포함한 주요 충전 사업자들이 전력 수요에 따라 탄력요금을 적용한다. 독일의 알레고는 다른 충전 사업자와 달리 고정 요금제이다. 테슬라의 충전요금제는 충전량 또는 분당 요금을 부과하며, 충전 후 충전기를 점검하는 경우 혼잡비용이 추가로 청구되어, 일정 수준 이상의 충전량에 대해서는 차등 요금이 부과하고 있다. 대표적인 충전 사업자 중 아이오니티, 쉘 리차지는 충전전력을 재생에너지를 활용하여 생산한 전력을 기반으로 전력을 공급하고 있다.

국가 간 충전요금을 비교하면, 가정용 전기차 충전요금은 경부하 시간대와 최대부하시 간대 모두 미국(National Grid, 초경부하)이 가장 충전요금이 낮으며, 미국 SDG&E(초경부하)가 가장 충전요금이 높다. 경부하 시간대는 한국이 \$0.05/kWh로 가장 낮고, 프랑스가 \$0.13/kWh로 한국보다 2.6배 높다. 최대부하 시간대에는 프랑스, 영국, 한국은 충전요금 차이가 비슷하다. 주택용 요금(저압, 하계, 200kWh 이하, 전력량 요금 21년 기준) 비교 시, 경부하 시간대는 68% 높지만, 중간부하, 최대부하 시간대는 각각, 37%, 61% 저렴하다. 대표적인 테슬라 충전요금을 기준으로 주요 국가 충전요금을 비교하면, 독일, 일본은 한국보다 2배 이상, 영국과 미국도 1.5배 충전요금이 높다. 가정용 요금은 시간대별에 따라 요금이 다르지만, 급속충전요금(테슬라 기준)은 상대적으로 낮다.

## 2. 승용차 연료비 경쟁력 분석

### 가. 분석 가정

전기승용차 연료비 경쟁력을 분석하기 위해, 승용차 대표 연료인 휘발유와의 총소유비용(TCO)을 분석하였다. 일반 승용차 내구 연한인 9년 동안 운행비용을 비교하여 전기 충전요금별 연료비 경쟁력을 분석했다. 전기승용차는 아이오닉 6, 내연기관차는 아이오닉 6와 크기와 판매가격을 고려하여, 디올 뉴그랜저와 쏘나타 디 옛지를 선정하여 비교하였다.

승용차 총소유비용 분석을 위해 승용차의 내용연수는 조달청 기준으로 9년을 적용하였다. 주행거리는 2022년 승용차 주행거리 33km/일 사용하였다<sup>70)</sup>. 비용항목은 초기 설비투자비용(Capital Expenditure, CAPEX)과 운영비용(Operating Expenditure, OPEX)로 분류하였다. 설비투자비용은 차량 구매비, 차량 보조금, 운영비용은 연료비를 기준으로 하였다. 전기 승용차 충전요금 기준은 2023년 충전기 이용실태 조사자료와 충전상황별 충전요금 등의 가중평균을 이용하여 도출하였다(〈표 5-16〉 참조). 연료비 비교를 위한 기본가정은 〈표 5-15〉와 같다. 전체 비용에서 차지하는 비중이 높은 항목을 중심으로 선정하였다.

휘발유와 전기버스 경쟁력 비교는 국고와 지방보조금을 지원하는 시나리오(시나리오 1), 보조금을 지원받지 못하는 시나리오(시나리오 2)으로 구분하여, 충전요금별 경쟁력을 비교하였다.

70) 국가통계포털, 용도별 차종별 연료별 자동차 주행거리, [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=426&tblId=DT\\_42601\\_N003&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=426&tblId=DT_42601_N003&conn_path=I2), (검색일: 2024.3.11.)

〈표 5-15〉 승용차 연료비 경쟁력 분석을 위한 기본가정

구분		세부 내역		비고
휘발유	설비 투자비용 (CAPEX)	판매가격 (천 원)	디올 뉴그랜저 익스클로시브 42,330	판매가격: 현대자동차 홈페이지
			쏘나타 디 엡지 35,560	
		공인연비(복합) (km/m <sup>3</sup> )	디올뉴그랜저: 10.1 쏘나타 디 엡지: 6.2	판매가격: 현대자동차 홈페이지
	운영비용 (OPEX)	연료비 단가 (원/ℓ)	1,639.71	연료비 단가 ('24.3.11. 기준)
전기	설비 투자비용 (CAPEX)	판매가격 (천 원)	현대 아이오닉6 익스클루시브 52,670	판매가격: 현대자동차 홈페이지
		구매 보조금 (천 원)	국고보조금: 7,000 지방보조금(경기도 중앙값): 4,900	무공해차누리집
		공인연비(복합) (km/kWh)	6.2	현대자동차 홈페이지
	운영비용 (OPEX)	연료비 단가 (원/kWh)	277.8	환경부 아파트 충전요금 및 충전기 이용실태 활용

- 자료: 1. 판매가격: 승용차, 전기승용차, <https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/catalog-price-download> (검색일: 2024.3.15.)  
 2. 구매 보조금: 무공해차 통합누리집, <https://ev.or.kr/nportal/buySupprt/initSubsidyPaymentCheckAction.do>, (검색일: 2024.3.15.)  
 3. 연료비 단가: 오피넷, <https://www.opinet.co.kr/user/main/mainView.do> (검색일: 2024.3.11.)  
 충전요금: <https://evc.kepco.co.kr:4445/service/service11.do> (검색일: 2024.3.11.)  
 4. 연비: 승용차, 전기승용차, <https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/catalog-price-download> (검색일: 2024.3.15.)

〈표 5-16〉 전기 승용차 가중평균 충전비용

구분	일주일 충전횟수	충전비율 (%)	충전요금 (kWh)(원)	가중평균	비고	
집	개인완속	0.88	14.3	301.3	43.0	한전 아파트 충전요금 가중치
	공용완속	2.32	37.7	248.2	93.5	회원 완속충전 사업자 산술평균
	공용 급속	0.17	2.8	324.4	9.0	환경부 고시 100kWh 미만, 324.4원/kWh
직장	개인완속	0	0.0		0.0	-
	공용완속	0.51	8.3	248.2	20.5	회원 완속충전 사업자 산술평균
	공용 급속	0.14	2.3	324.4	7.4	환경부 고시
공용 충전소	완속	0.67	10.9	248.2	27.0	회원 완속충전 사업자 산술평균
	급속	1.47	23.9	324.4	77.4	환경부 고시
합계	6.16	100	-	277.8	-	

주: 충전 횟수: 충전기 이용비율(2023), 한전 아파트 충전요금, (<https://evc.kepco.co.kr:4445/service/service05.do>), (검색일: 2024.3.15.)

## 나. 연료비 비교

내연기관(휘발유) 승용차와 전기 승용차의 총소유비용을 비교하면, 국고와 지방정부 구매 보조금을 지원받는 시나리오1에서는 전기 승용차는 그랜저보다 운영비용이 약 31.3% 낮지만, 쏘나타보다는 운영비용이 8.9% 높다. 전기차 보조금을 지원받지 못하는 시나리오 2에서는 그랜저보다 운영비용이 약 4.2% 낮지만, 쏘나타보다는 운영비용이 13.7% 높다. 그랜저 연료비용은 전기 승용차보다 262.3%, 쏘나타 연료비용은 전기 승용차보다 190.4% 높다. 하지만 차량 판매가격은 전기 승용차가 그랜저보다 약 19.6% 낮고, 쏘나타보다 32.5% 낮다. 전기 승용차는 그랜저보다 경쟁력이 있지만, 쏘나타보다는 경쟁력이 낮다.

〈표 5-17〉 연료별 총 소유비용: 충전요금(환경부 아파트 충전요금 가중평균)

(단위: 천 원)

구분	설비투자비용(CAPEX)			운영비용(OPEX)	총 소유비용 (C+D)
	판매비용(A)	보조금 (B)	실구매비용 (C=A-B)	연료비용 (D)	
그랜저	42,330	-	42,330	17,599	59,929
쏘나타	35,560	-	35,560	14,107	49,667
시나리오 1: 보조금 포함(국고+지방)					
전기	52,670	11,900	40,770	4,857	45,627
시나리오 2: 보조금 미포함					
전기	52,670	-	52,670	4,857	57,527

## 다. 전기승용차 연료비 경쟁력 분석

한전의 아파트 충전요금 가중평균 가격을 기준으로 전기승용차와 내연기관(휘발유) 승용차와의 운영비용이 같아지는 손익분기점의 충전 비용을 도출하였다. 국고와 지방정부 보조금을 지원받는 경우(시나리오 1), 쏘나타는 현재 요금 수준보다 약 83%까지 인상한 508.8원/kWh에서 운영비용이 같아지게 된다. 전기차 보조금을 제외하는 시나리오 2에서는 그랜저 차량의 49%를 인상한 415.2원/kWh에서 운영비용이 같아지게 된다.

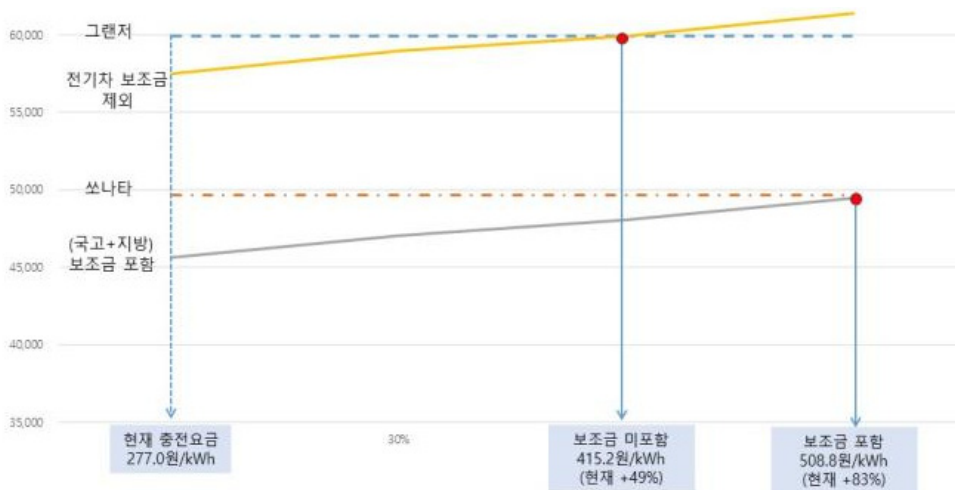
km당 운영비용은 그랜저는 552.8원/km, 쏘나타는 458.2원/km이다. 시나리오1에

서 전기승용차는 420.9원/km, 시나리오 2에서는 530.7원/km이다. km당 운영비용은 시나리오 1은 전기승용차가 23.9%(그랜저 대비), 4.0%(쏘나타 대비) 높다. 시나리오 2는 그랜저보다 8.1 높지만, 쏘나타보다 15.8% 경쟁력이 낮다.

〈표 5-18〉 연료별 총 소유비용 : 충전요금 인상 가정

(단위: 천 원)

구분	설비투자비용(CAPEX)			운영비용(OPEX)	총 소유비용 (C+D)
	판매비용 (A)	보조금 (B)	실구매비용 (C=A-B)	연료비용 (D)	
시나리오 1: 국고+ 지방정부 보조금 포함					
30%	52,670	11,900	40,770	6,315	47,085
50%				7,286	48,056
80%				8,743	49,513
시나리오 2: 보조금 미포함					
30%	52,670	-	52,670	6,315	58,985
50%				7,286	59,956
80%				8,743	61,413



〔그림 5-8〕 보조금 지급에 따른 전기차 충전요금

### 3. 버스 연료비 경쟁력 분석

#### 가. 분석 가정

전기버스 연료비 경쟁력을 분석하기 위해, 현재 시내버스로 많이 이용하고 있는 CNG와의 총소유비용(TCO)을 분석하였다. 운수사업자가 운행 연한동안 운행비용을 비교하여, 전기 충전요금에 따른 연료비 경쟁력을 분석하였다.

버스 총소유비용 분석을 위해 버스의 내용연수는 「여객자동차운수사업법시행령」의 사업자 자동차 차령과 그 연장조건 9년을 적용하였다. 주행거리는 2029년 일평균 주행거리 177km/일 사용하였다<sup>71)</sup>. 비용항목은 초기 설비투자비용(Capital Expenditure, CAPEX)과 운영비용(Operating Expenditure, OPEX)으로 분류하였다. 설비투자비용은 차량 구매비와 차량 보조금, 운영비용은 연료비를 기준으로 하였다. 연료비 비교를 위한 기본가정은 <표 5-19>와 같다. 전체 비용에서 차지하는 비중이 높은 항목을 중심으로 선정하였다.

CNG와 전기버스 경쟁력 비교는 국고보조금 지원 시나리오(시나리오 1), 국고와 지방정부 보조금 지원 시나리오(시나리오 2), 전기차 보조금 제외 시나리오(시나리오 3)으로 구분하여, 충전요금별 경쟁력을 비교하였다.

71) 환경부 보도자료(2021.5.26.), “물류·운수 59개사, “2030년 무공해차 100% 전환” 선언”

〈표 5-19〉 버스 연료비 경쟁력 분석을 위한 기본가정

구분		세부 내역		비고
CNG 버스	설비 투자비용 (CAPEX)	판매가격 (천 원)	에어로시티 초저상 221,800	판매가격: 현대자동차 홈페이지
		구매 보조금 (천 원)	저상보조금: 92,000 CNG보조금: 12,000	-
		공인연비(실연비) (km/m³)	2.05	실연비: 대도시권광역교통위원회 내부자료
	운영비용 (OPEX)	연료비 단가 (원/m³)	1,196.03	연료비 단가 (2024.3.15. 기준)
		유가보조금 (원/m³)	65.3	
전기 버스	설비 투자비용 (CAPEX)	판매가격 (천 원)	현대 일렉시티 350,000	판매가격: 현대일렉시티 제원 및 가격
		구매 보조금 (천 원)	저상보조금: 92,000 전기버스 보조금(대형) 국고: 70,000 지자체(서울): 30,000	현대 일렉시티 기준 2024년 국고, 서울시 대형버스 보조금
		실연비 (km/kWh)	0.84	전비 경기도 수원여객평균 연비 적용(*21.12)
	운영비용 (OPEX)	연료비 단가 (원/kWh)	347.2	환경부 고시 가격 (100kWh 이상)

자료:

1. 판매가격:

- CNG버스, 현대자동차 홈페이지:

<https://www.hyundai.com/kr/ko/c/purchase-guid/catalog>, (검색일: 2024.3.15.)

- 전기버스:

<https://amoled1castle.tistory.com/entry/%ED%98%84%EB%8C%80-%EC%9D%BC%EB%A0%89%EC%8B%9C%ED%8B%B0-%EC%A0%84%EA%B8%B0%EB%B2%84%EC%8A%A4-%EC%A0%9C%EC%9B%90-%EB%B0%8F-%EA%B0%80%EA%B2%A9>, (검색일: 2024.3.15.)

2. 구매 보조금: 무공해차 통합누리집,

<https://ev.or.kr/nportal/buySupprt/initSubsidyPaymentCheckAction.do>, (검색일: 2024.3.15.)

3. CNG, 연료비 단가, 유가보조금:

- 국토부 버스유가보조금 통합관리시스템, <https://www.busc card.co.kr/main/main.do>, (검색일: 2024.3.15.)

4. 연비:

- CNG버스: 대도시권광역교통위원회 내부자료

- 전기버스: 경기도 수원여객평균 연비 적용(\*21.12)



## 나. 연료비 비교

CNG버스와 전기버스 총소유비용을 비교하면, 국고 구매 보조금을 지원받는 시나리오 1에서는 전기버스 총소유비용은 CNG버스보다 2.4% 낮다. 국고와 지방정부 보조금이 모두 포함하는 시나리오 2에서는 전기버스 운영비용이 CNG버스보다 10.1% 줄어든다. 그러나 국고를 비롯한 모든 보조금을 지원받지 못하는 경우인 시나리오 3에서는 CNG버스 운영비가 약 12% 낮다. 이러한 결과는 전기버스의 연료비용은 CNG보다 약 41.2% 낮지만, 판매비용은 CNG버스보다 약 36.6% 높기 때문이다.

〈표 5-20〉 연료별 총 소유비용: 충전요금(환경부 급속 고시가격 기준)

(단위: 천 원)

구분	설비투자비용(CAPEX)			운영비용(OPEX)			총 소유비용 (C+F)
	판매비용 (A)	보조금 (B)	실구매비용 (C=A-B)	연료비용 (D)	유가보조금 (E)	실연료비 (F)	
CNG 버스	221,800	104,000	117,800	339,232	18,521	320,711	438,511
시나리오 1: 국고보조금 포함							
전기버스	350,000	162,000	188,000	240,331	-	240,331	428,331
시나리오 2: 국고+ 지방정부 보조금 포함							
전기버스	350,000	192,000	158,000	240,331	-	240,331	398,331
시나리오 3: 전기차 보조금 제외, 저상 보조금 포함							
전기버스	350,000	92,000	258,000	240,331	-	240,331	498,331

## 다. 전기버스 연료비 경쟁력 분석

현재의 환경부 급속충전기 고시 가격을 기준으로 CNG버스와의 운영비용이 같아지는 손익분기점의 충전비용을 도출하였다. 국고 보조금만 지원 받는 경우(시나리오 1), 현재 충전요금 347.2원/kWh보다 약 4% 높은 326.9원/kWh이면, CNG버스 운영비용이 같아지게 된다. 국고와 지방정부 보조금 모두 지원을 받는다면(시나리오 2), 충전요금은 405.3원/kWh으로 현재보다 약 17% 충전요금이 인상되는 지점이 CNG 버스의 운영비용이 같아진다. 하지만 전기차 보조금을 모두 폐지하게 되면 전기차 충전요금은 현재의 요금보다 약 25% 낮은 260.8원/kWh까지 내려가야 전기버스 경쟁력을 유지할 수 있다.

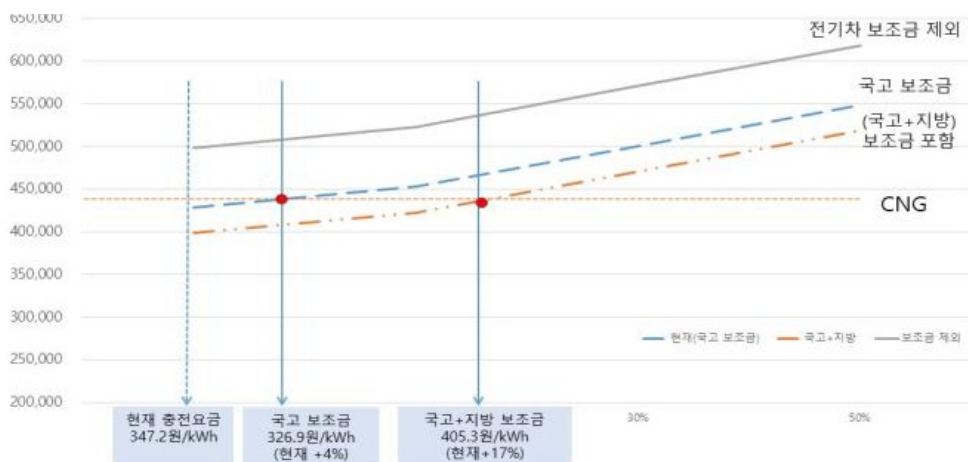
km당 운영비용은 CNG 버스는 754.2원/km이며, 시나리오1에서는 736.7원/km, 시

나리오 2에서는 685.1원/km, 시나리오 3에서는 857.1원/km이다. km당 운영비용은 CNG버스 대비 시나리오 1은 2.3%, 시나리오 2는 9.2% 낮지만, 시나리오 3은 13.6 높다.

〈표 5-21〉 연료별 총 소유비용 : 충전요금 인상 가정

(단위: 천 원)

구분	설비투자비용(CAPEX)			운영비용(OPEX)	총 소유비용 (C+D)
	판매비용 (A)	보조금 (B)	실구매비용 (C=A-B)	연료비용 (D)	
시나리오 1: 국고보조금 포함					
10%	350,000	162,000	188,000	264,364	452,364
30%				312,430	500,430
50%				360,496	548,496
시나리오 2: 국고+ 지방정부 보조금 포함					
10%	350,000	192,000	158,000	264,364	422,364
30%				312,430	470,430
50%				360,496	518,496
시나리오 3: 전기차 보조금 제외, 저상 보조금 포함					
10%	350,000	92,000	258,000	264,364	522,364
30%				312,430	570,430
50%				360,496	618,496



〈그림 5-9〉 보조금 지급에 따른 전기차 충전요금

#### 4. 연료비 경쟁력을 위한 충전요금체제 개선방안

수송부문 탄소중립을 위해 대표적인 친환경차인 전기차 보급은 중요하다. 전기차 경쟁력을 높이기 위해서는 전기차 이용자에게 경제적 혜택이 중요한 요소이다. 전기차 구입 단계에서는 구매 보조금, 운영단계에서는 충전요금이 전기차 선택의 주요 요인이다. 따라서 국외 전기차 충전요금체제를 분석하고, 내연차 대비 전기 승용차와 전기버스의 연료비 경쟁력을 분석했다. 이를 통해 전기차 보급 확대를 위한 충전요금체제 개선방안을 도출했다.

첫째, 계시별 요금제 기반의 급속 충전요금 재조정이 필요하다. 완속 충전요금과 달리 급속 충전요금은 대부분 충전요금이 고정되어 있다. 완속 충전요금은 전력수요를 고려한 계시별 요금제 기반으로 요금을 정하고 있어서, 완속 충전요금이 전력 수요에 따라 효율적으로 충전할 수 있는 환경이 구축되어 있다. 반면에 주요 충전 사업자의 급속충전요금은 환경부 고시 요금을 기준으로 충전요금을 정하고 있다. 이는 충전요금의 급격한 인상 억제에 기여하는 측면도 있지만, 다른 한편으로는 충전 사업자의 안정적인 수익을 보장해주는 제도이다. 시간에 상관없이 적용되는 환경부의 급속 충전요금을 전력수요와 공급을 고려하여 요금 책정이 필요하다. 이를 통해 급속 충전을 필요로 하는 전기차 이용자가 보다 합리적인 선택으로 충전요금을 줄일 수 있다.

둘째, 다양한 충전요금 도입이 필요하다. 전기차 사용자의 충전행태에 따라 적합한 요금제를 선택함으로써, 경제적 부담을 줄일 필요가 있다. 기존의 사용량에 따라 부과하는 체계에서 사용량에 상관없는 정기 구독제, 특정 시간대 할인 요금제 등 이용자의 전기차 이용자의 충전행태를 반영한 충전요금제 도입이 필요하다. 또는 테슬라의 요금정책과 같이 특정 시간대/장소의 혼잡도를 고려한 추가 요금 부과를 통해 충전인프라의 효율적 활용을 유도할 필요가 있다.

셋째, 자가 충전을 위한 충전요금 지원이 필요하다. 현재 충전요금체제에서 민간 충전 사업자의 충전시설을 이용하여 충전하는 경우의 전기 승용차와 전기버스 모두 내연기관보다 연료비 경쟁력 분석 결과, 보조금이 지급되는 현재 기준에서 연료비 경쟁력이 있다. 충전요금은 전기승용차 49%(그랜저), 전기버스는 17% 인상되어야 손익분기점에 도달한다. 하지만, 전기차 보급 확대에 맞춰 이용자가 원하는 시간과 장소에 충전인프라를 공급

하는 데 제약이 있다. 따라서 전기 승용차 보유자가 거주지 또는 직장 내에 개인용 충전기를 설치하거나, 전기버스 차고지의 충전인프라를 구축하여 충전기 이용을 분산하고, 전기차 이용자의 편의성을 높이기 위한 자가 충전을 위한 지원책이 필요하다.

마지막으로 재생에너지를 적극 활용해야 한다. 국외 일부 충전 사업자는 재생에너지를 활용하여 생산한 전력을 판매하고 있다. 이를 통해 전기차 보급 증가로 전력망에 미치는 영향을 최소화하고, 피크 시 충전수요를 분산할 수 있다. 전기차 충전요금체계를 탄소 배출 감축 목표와 연계하여 재생에너지 사용을 촉진하는 충전요금 체계 도입이 필요하다.

## 제4절 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선

### 1. 충전 서비스 이용자 요구사항 도출

#### 가. 기존 조사 결과를 활용한 요구사항 도출

충전 서비스 이용자의 충전인프라 요구사항은 제주연구원 전기차 통계자료, 한국자동차협회 운영현황 자료, 민간사업자 설문조사 자료 등을 분석하여, 충전인프라 이용자의 요구사항을 분석하였다.

제주연구원 EV리포트의 2018년부터 2023년11월까지의 전기차 콜센터에 접수한 민원 통계자료를 활용하여 제주 지역 전기차 이용자의 불편사항을 분석하였다<sup>72)</sup>. 이 기간 동안 전기차 및 충전인프라 관련 민원은 전기차 이용자 48.7%, 렌터카 이용자가 46.5%이다. 이는 제주도의 관광객 특성이 전기차 민원 건수에도 영향을 미치고 있음을 보여준다. 전기차 민원 건수는 공공 충전인프라, 전기차 관련 순으로 많이 발생하였다. 전기차, 전기차 및 충전인프라 민간 보급, 앱 관련 민원은 계속 줄어들고 있지만, 전체 민원에서 공공 충전인프라 관련 민원은 계속 증가하고 있는 추세이다. 2023년 기준으로 전체 전기차 민원 중에서 공공 충전인프라 관련 내용이 94.4%를 차지하고 있다.

〈표 5-22〉 전기차 및 충전인프라 민원 현황

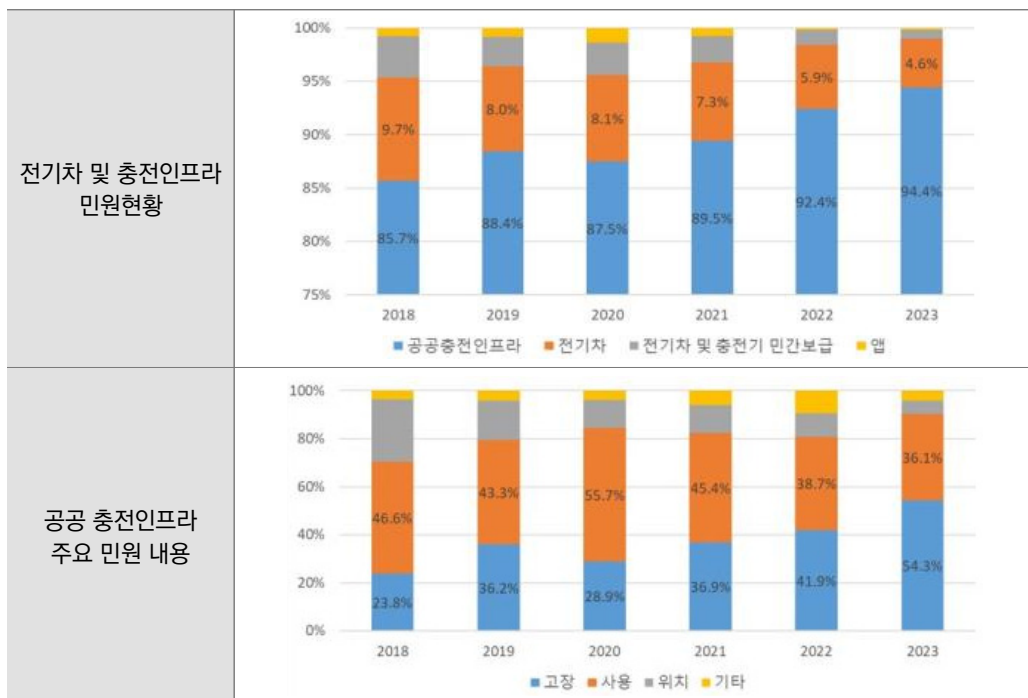
연도	공공 충전인프라	전기차	전기차 및 충전기 민간보급	앱	합계
2018	12,426	1,408	561	112	14,507
2019	19,769	1,779	613	191	22,352
2020	11,033	1,025	379	176	12,613
2021	12,173	996	329	110	13,608
2022	12,652	812	196	27	13,687
2023	10,938	531	92	26	11,587

주: 2018년 12월 제주도 전기차 등록대수 15,480대(제주연구원, EV리포트(2018.12.)  
 자료: 제주연구원, EV리포트, 2018~2023년 11월까지 EV콜센터 민원 내용 정리, 기타 사항 제외  
 2023년 11월 제주도 전기차 등록대수 35,239대(제주연구원, EV리포트(2023.11.)

72) 제주연구원, EV리포트, 2018~2023년 11월까지 EV콜센터 민원 내용 정리, 기타사항은 제외

연도별 공공 충전인프라의 변화 추이를 살펴보면, 2018년 초기에는 공용충전인프라 사용법, 공용충전인프라 위치, 충전인프라 고장에 대한 내용이 각각 46.6%, 26.0%, 23.8%를 차지하였다. 그러나 2023년에는 충전기 고장이 전체 민원 중 54.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다(그림 5-10 참조).

내비게이션 또는 충전인프라 위치 정보 제공 앱 등으로 충전소 위치에 관한 불편 사항이 개선되고 있다. 또한, 제주도 관광지 특성이 반영되어 전기차 이용 초보자의 충전인프라 사용 관련 문의(사용법, 요금, 인증)는 계속해서 발생하고 있다. 그러나, 공공 충전인프라 유지관리가 제대로 이루어지면, 사전에 줄일 수 있는 민원이 다수 발생하고 있다. 예를 들면, 2023년의 가장 많은 불편 사항이 공공 충전인프라 고장에 관한 내용이며, 세부적으로는 공공 충전기 고장의 주요 원인으로 오류코드 출력, 인증 오류, 화면 터치 불량 등이 순으로 나타나고 있다.



주: 민원 내용 기타 사항 제외  
 자료: 제주연구원, EV리포트, 2018~2023년 11월까지 EV콜센터 민원 내용 정리

[그림 5-10] 전기차 및 충전인프라 민원현황

〈표 5-23〉 공공충전기 고장 주요 원인(2023년 1월~11월)

구분	사용 미숙	연결시간 초과	오류코드 출력	충전 중 종료	충전량 및 시간 미변동	커넥터 도어불량	화면터치 불량
건수(건)	101	121	682	563	221	250	295
비율(%)	3.7	4.4	25.0	20.6	8.1	9.2	10.8

자료: 제주연구원, EV리포트, 2023년 1월~11월까지 EV플랫폼 민원 내용 정리, 기타사항은 제외

한국환경공단<sup>73)</sup>에서는 일별로 공공급속충전시설 운영현황 자료를 공개하고 있다. 이 운영현황은 현장점검원이 제공한 데이터를 기반으로 제공하고 있다. 일시적인 고장(예, 시스템 재부팅으로 정상 작업) 발생 시, 원격으로 고장 원인이 제거되는 경우에는 충전시설 고장으로 미집계하고 있다. 2024년 2월 기준(총 19일 자료 평균)으로 충전 총계 7,556기 중 사용가능한 충전기는 7,528기, 고장 건수는 28기, 고장률은 0.7% 수준이다<sup>74)</sup>.

따라서 급속충전기 운영현황은 충전기 사용자가 다양한 충전 사업자가 설치한 급속/완속 충전기를 이용하면서 실제로 경험하는 충전인프라 고장빈도보다 낮게 나타날 수 있다.

'24년 전기자동차 공공급속충전시설 운영현황								
'24.03.20(수)								
□ 전체 8,124기 중/ 사용가능 8,047기/ 임시운영중지 57기/ 고장 20기								
(단위 : 기)								
구분	전체*	대영채비	시그넷	이브이시스	콜린일렉스			
총계	8,124	4,690	2,462	672	300			
사용가능	8,047	4,652	2,437	662	296			
임시운영중지**	57	31	21	3	2			
충전시설 고장	20	7	4	7	2			
고장률(%)	0.2	0.1	0.2	1.0	0.7			
평균 조치기간(주간)***	4일	4일	1일	7일	7일			
평균 조치기간(월간)****	5일	4일	6일	6일	7일			
* 충전기 전체 운영대수는 신규충전기 추가 설치 등에 따라 운영 시작을 기준으로 증감								
** 임시운영중지 : 이천설치 및 시설 공사 등								
*** 평균 조치기간(주간)은 지난 1주간 조치된 충전기의 평균 조치기간임								
**** 평균 조치기간(월간)은 '24년02월 19일~'24년03월 19일 1달간 조치된 충전기의 평균 조치기간임								
□ 충전시설 고장 세부내역								
연번	지역	충전소명	제조사	기종	내역	고장일	공제일	조치 예정일
1	경북	청송군청 충전소	시그넷	44	시스템OS	2024-02-29	20	2024-03-02
2	경북	청송군청 충전소	시그넷	42	시스템OS	2024-02-29	20	2024-03-02
3	제주	한림면청우리원우마을회관	이브이시스	02	시스템OS	2024-03-07	13	2024-03-22

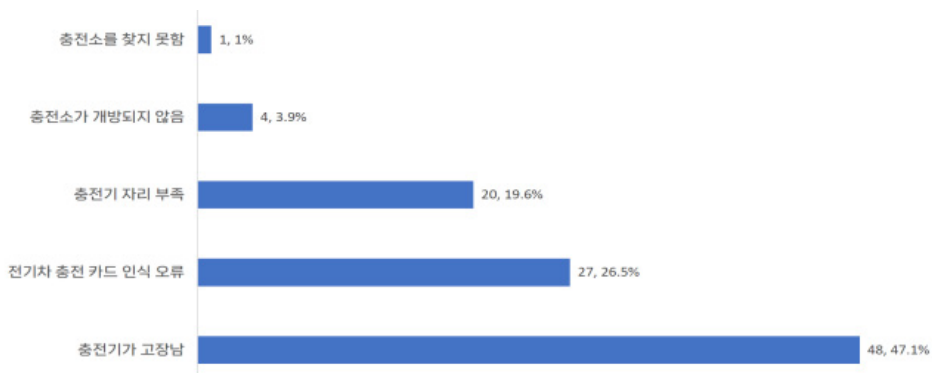
자료: 무공해차 누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, 공공충전시설 운영현황, (검색일: 2024.3.20.)

〈그림 5-11〉 한국환경공단 급속충전시설 운영현황 예시

73) 무공해차 누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, 공공충전시설 운영현황, (검색일: 2024.3.20.) 공공충전시설 운영현황 통계자료는 한국자동차협회에서 제공함

74) 한국자동차협회 내부자료(2024.2월)

소프트베리<sup>75)</sup>는 2023년에 전기차 이용자 121명을 대상으로 설문조사를 수행하였다. 조사결과, 응답자의 84.3%(120명)가 전기차 충전 실패 경험이 있다고 조사되었다. 이들 중 충전 실패의 주요 원인으로는 충전기 고장이 47.1%(48명), 충전카드 인식 오류가 26.5%(27명)로 나타났다. 이 결과는 충전인프라 확대뿐만 아니라 기존 충전인프라의 지속적인 유지관리가 필요하다는 것을 시사한다.



주: 충전실패 경험 응답자(102명)를 대상으로 실패 이유 조사  
 자료: 소프트베리, 전기차 충전인프라·충전매너 설문조사

[그림 5-12] 전기차 충전 실패 이유

## 나. 2023 전기차 운전자 조사 중 요구사항 도출

본 연구에서는 앞서 검토한 외부 조사 결과 이외 2023년 11월 한국교통연구원 주관으로 실시한 전기차 운전자 조사 중 충전인프라 관련 인식과 정책적 요구사항을 묻는 설문을 반영하여 이용자 요구사항을 도출하였다. 위 조사는 한국교통연구원 일반사업으로 수행 중인 ‘2050 지속가능 교통정책 지원사업’에서 수행되었으며 전국 전기차 운전자 303명을 대상으로 2023년 11월 3일부터 21일까지 약 18일간 실시되었다(박상우, 2023).

충전인프라 관련 전기차 운전자 인식과 요구사항을 파악하기 위해 충전인프라 규모의 적정성 평가, 충전 장소 이용 만족도, 충전인프라 정책의 중요도 평가를 실시하였다. 각

75) 소프트베리, 전기차 충전인프라·충전매너 설문조사(2023.9.27.~2023.9.28., 2023.10.2.~2023.10.3.), 행담도휴게소 방문 전기차 이용자 121명 대상 설문조사자료 재정리



분석항목 별로 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫 번째로 충전 장소별로 현재 충전기 공급 규모가 적정한지에 대해 5점 척도로 설문하였으며 그 결과를 정리하면 <표 5-24>와 같다. 결과에서 보듯이 집은 평균 2.92점, 직장은 2.44점, 기타 공용장소는 2.64점으로 모든 장소에서 충전기가 대체로 부족한 수준으로 평가되었다. 특히 직장은 부족하다는 응답이 과반수 이상으로 다른 장소에 비해 공급 수준이 더 열악한 것으로 평가되었다.

<표 5-24> 전기차 운전자의 충전 장소별 충전기 규모 적정성(5점 만점)

충전 장소	매우 부족 : 1점	대체로 부족 : 2점	보통 : 3점	대체로 충분 : 4점	매우 충분 : 5점	평균 점수
집	10.9%	22.5%	36.5%	23.6%	6.4%	2.92
직장	28.1%	23.5%	27.9%	16.6%	3.8%	2.44
기타 공용	14.0%	25.4%	44.7%	14.5%	1.4%	2.64

두 번째로 충전 장소별로 현재 충전환경의 만족도를 5점 척도로 설문하였으며 그 결과를 정리하면 <표 5-25>와 같다. 결과에서 보듯이 집은 평균 3.16점, 직장은 2.72점, 기타 공용장소는 2.76점으로 나타났다. 집에서의 충전환경 만족도는 불만족 비율이 24.6%로 대체로 낮았으나 직장과 기타 공용 장소는 불만족 비율이 각각 41.0%, 36.7%로 더 높고 평균적으로 만족도도 더 낮은 편이다.

<표 5-25> 전기차 운전자의 충전 장소별 충전환경 만족도(5점 만점)

충전 장소	매우 불만족 : 1점	대체로 불만족 : 2점	보통 : 3점	대체로 만족 : 4점	매우 만족 : 5점	평균 점수
집	10.1%	14.5%	34.7%	30.7%	10.0%	3.16
직장	17.0%	24.0%	32.6%	23.0%	3.4%	2.72
기타 공용	12.0%	24.7%	41.4%	19.2%	2.7%	2.76

세 번째로 전기차 운전자 입장에서 다양한 충전인프라 정책에 대한 중요도를 평가하여 1순위와 2순위를 선택하도록 하였다. 정책 방안을 충전기 설치 단계와 충전기 운영 관리 단계로 나눠서 설문을 실시했으며 1순위와 2순위 응답이 높은 순서대로 정리하면 <표

5-26)과 같다.

우선 충전기 설치와 관련한 정책 방안으로는 ‘공동주택과 공용시설물 의무설치 비율 상향’이 응답자 중 54.2%가 중요하다고 선택했으며, 다음은 ‘고속도로 급속충전기 확대’, ‘공동주택과 공용시설물 의무 설치 이행 강화’ 등의 순으로 나타났다. 위 결과는 실제 전기차 운전자는 현재 충전인프라 공급에도 불구하고 지속적인 인프라 확대가 필요하다고 느끼고 있으며, 특히 공동주택, 고속도로 등 이동이 빈번하게 발생하는 장소에서 충전기 안정성 확보가 필요하다는 것을 보여준다.

다음 충전기 운영 관리와 관련한 정책 방안으로는 ‘민간 충전기 고장 복구 등 품질과 서비스 개선’이 응답자 중 56.6%가 가장 중요하다고 선택했으며, 다음은 ‘일반 차량 충전기 주차면 점유 단속’, ‘충전 결제 방식 개선과 결제 편의성 향상’ 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 앞선 선행 조사 사례와 같이 충전기 고장 등 서비스 개선이 중요하며, 지속적으로 충전기 이용 편의성 향상을 위한 노력이 필요하다는 점을 보여준다.

〈표 5-26〉 전기차 운전자의 충전기 정책 중요도 평가

구분	정책방안	1순위+2순위 선택 비율
충전기 설치	공동주택이나 공용시설물에 충전기 의무설치 비율을 높임	54.2%
	고속도로 급속충전기 확대	48.5%
	공동주택이나 공용시설물에 충전기 의무 설치 이행을 강화함	48.0%
	전기차 우선 주차면 확대	25.1%
	주유소, LPG충전소를 전기차 충전소로 전환	22.3%
충전기 운영 관리	민간 충전기 고장 복구 등 품질과 서비스 개선	56.6%
	일반 차량이 충전기 주차면을 점유하는 사례 단속을 강화	51.6%
	충전 결제방식 개선과 결제 편의성을 향상시킴	40.1%
	충전 사각지대에 이동식 충전 서비스 제공	24.3%
	충전시설 화재 대응 등 안전한 충전환경 조성	23.9%

자료: 박상우(2023), 2023 2050 지속가능 교통정책 지원사업 중 전기차 운전자 조사 결과 재구성

## 2. 충전인프라 관리기관 요구사항 도출

### 가. 조사 방법

충전인프라 운영관리 개선사항을 도출하기 위해, 충전기 사업수행기관인 한국환경공단, 한국자동차환경협회와 충전기 시험인증을 수행하는 스마트그리드 협회의 실무진을 대상으로 서면질의와 자문회의를 수행하였다. 충전인프라 수행기관의 특성을 반영하여, 국내 충전기 품질인증, 충전기술 발전에 따른 대응방안, 충전인프라 구축과 운영관리의 개선방안, 충전인프라 보조금 등에 대한 요구사항 및 개선사항 등을 조사하였다.

〈표 5-27〉 충전인프라 요구사항 조사 방법

구분		세부 내용
조사 일시 / 조사 방법		<ul style="list-style-type: none"> <li>서면질의 : 2024.3.11.</li> <li>자문회의: 2024.3.15.</li> <li>서면질의서 작성: 2024.3.15. ~ 2024.3.22.</li> </ul>
주요 조사내용	스마트그리드 협회	<ul style="list-style-type: none"> <li>충전기 품질인증 및 성능평가</li> <li>충전기 기술발전에 따른 대응방안</li> <li>충전인프라 구축/운영/유지관리 등 전반적인 개선사항 (법제도 포함)</li> </ul>
	한국환경공단	<ul style="list-style-type: none"> <li>충전인프라 설치 및 운영 보조사업 개선사항</li> <li>충전기 기술발전에 따른 대응방안</li> <li>충전기 구축/운영/유지관리 등 충전기 전 과정의 규제 개선사항 (법제도 포함)</li> </ul>
	한국자동차환경협회	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용자 측면: 충전인프라 이용 불편사항 (관련 자료 포함)</li> <li>관리기관 측면: 충전인프라 구축/운영/유지관리 등 전반적인 개선사항 (법제도 포함)</li> </ul>

### 나. 주요 요구사항 도출

#### ○ 충전기 품질인증 및 성능평가

현행 충전기 대상 품질인증 체계는 안전인증만 포함하고 있으며, 충전기 품질에 대한 인증은 부재하다. 또한 성능평가도 안전인증의 한 부분으로 수행하고 있으며, 별도로 시행하지 않고 있다. 충전기 품질인증 신설을 요구하는 일부 충전 사업자도 있지만, 또 다른 충전 사업자는 품질인증에 거부감이 있는 상태이다.

### ○ 충전기 기술발전에 따른 대응방안

미래 충전기술의 다양한 등장에 따라 표준안과 함께 차량과 충전기간 통신프로토콜 적합성 검증도 같이 병행되어야 한다. 현재 국내 및 국제 전문가 그룹에서 새로운 충전기술에 대한 표준을 개발하고 있으며, 여기에는 로봇 암을 이용한 자동충전 시스템, MW급 충전시스템, 무선 충전시스템, 이동형 충전 서비스 등이 있다. 신기술의 도입과 관련 서비스의 확장에 필요한 차량과 충전기간 통신프로토콜의 정의는 관련 워킹그룹에서 활발하게 이루어지고 있다. 통신프로토콜에 대한 사항은 허용/적용 범위만을 규정하고 있어, 충전기와 차량 간 통신프로토콜 상호호환성 검증을 위한 가이드라인이 필요하다.

### ○ 충전인프라 구축 과정 지원

충전기를 구축하고 운영하는 과정에서 정부 차원의 지원 정책이 필요하다. 현재 충전기 구축 시, 인허가 지연으로 인한 설치 지연 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 특히 공동주택에 충전기를 설치할 때는 안전상의 이유 등으로 공사가 중단되는 사례도 발생하고 있다. 환경부 충전기는 대부분 사업자와 로밍이 가능하지만, 그 외의 개별 사업자는 로밍 비용이 낮아 전기차 이용자는 사업자별로 별도의 회원가입과 카드 발급을 해야 한다. 충전인프라 유지관리는 고장이 발생한 이후, 사후 수리가 이루어지고 있다. 또한 일부 충전 사업자는 제3자 위탁용역 형태로 운영하고 있어, 충전인프라에 대한 전문성이 부족하고, 유지관리 시간이 지연되는 문제가 발생하고 있다.

### ○ 충전인프라 보조금 제도 개편

충전인프라 보조금 제도를 개편할 필요가 있다. 충전인프라 보조금 제도는 충전인프라와 전기차 보급에 기여하였으며, 충전 사업자와 충전기 제조사 생태계 구축에도 기여하였다. 하지만 일부 충전인프라 보조금 제도를 악용하는 사례도 늘어나고 있다. 예를 들면, 현재 국가보조금을 받아 설치하는 충전기의 경우 타 보조사업(지자체 등)과 중복 수령이 불가하다. 하지만 하나의 주차장에 시차를 두고 충전기를 설치하여, 이증으로 보조금을 받거나, 충전요금을 과도하게 높게 책정하여 특정 사용자가 공공충전기를 사적으로 이용하는 사례도 있다. 또한, 일부 충전 사업자는 충전인프라를 설치하는 데 노력을 기울이지

만, 설치 이후에는 충전기 운영과 유지관리에 대한 관심이 부족하다. 이로 인해 잦은 충전기 고장으로 충전기 품질문제가 발생하고 있으며, 이는 전기차 충전에 대한 부정적인 인식을 야기하고 있다.

### 3. 개선 방안

충전인프라 운영관리 개선사항은 충전기 이용자, 전기차 운전자, 충전 관리기관 등을 비롯한 모빌리티 포럼 친환경 분과 논의사항 등을 종합하였다. 충전인프라 보급, 품질인증 및 성능평가, 충전기 기술 개발, 충전기 관리체계, 충전인프라 보조금 지원 방향으로 충전인프라 개선사항을 정리하였다.

#### 가. 충전환경을 고려한 충전인프라 보급 확대

전기차 충전환경을 고려한 지속적인 충전인프라 확대가 시급하다. 전기차 운전자 요구사항 설문조사에서 전기차 운전자는 현재보다 더 많은 충전인프라 보급 확대를 원하고 있다. 특히 직장, 공동주택, 고속도로 등에서 시간과 장소에 제약 없는 충전을 위해 지속적인 충전인프라 확대를 요구하고 있다. 이는 업무시간 주차시간을 활용한 직장에서의 충전, 장거리 통행에서 충전으로 인한 통행시간을 줄일 수 있는 급속충전 등 충전환경을 반영한 충전 편의성 개선과 안정성에 대한 충전인프라 보급 확대가 필요하다.

#### 나. 충전기 품질인증 및 성능평가

충전기 제작사는 계속 증가추세이다. 특히 완속 충전기의 경우 진입장벽이 낮아, 다양한 충전기 제조사가 등장하고 있다. 이로 인해 사업자간 저가수주가 이뤄지고, 품질이 낮은 충전기가 설치되어 운영되는 사례가 반복적으로 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해 서는 충전기 품질시험 및 인증체계 도입이 시급하다. 품질인증을 통한 제작 능력의 내실화가 필요하다. 품질인증으로 인해 비용이 상승할 수 있지만, 현행 체계를 유지한다면 충전기 내구성이 보장되지 않는 충전기가 설치될 가능성이 있다. 특히 정부의 보조사업만을 노린 충전기 제조사가 보조사업이 종료되면, 회사를 처분하여 향후 A/S에 큰 문제를 초래할 가능

성이 있다. 최근에도, 이러한 사례가 발생하고 있기 때문에 이러한 상황이 확산되는 걸 방지하기 위해서라도 품질시험 및 인증을 통한 제조역량 강화가 필요한 시점이다.

#### 다. 충전기 기술 개발을 위한 지원

미래 충전 기술 개발과 상용화를 위해 지원이 필요하다. 충전 기술 개발 속도보다 관련 규정 개정은 추후에 이뤄지고, 충전인프라 사업자별로 대응하는 데 한계가 있다. 로봇 암을 이용한 자동 충전 시스템은 관련 규격 정의 미비, MW급 충전 시스템은 수전 전력 용량(1,000kW 이상)으로 별도의 전기 안전 관리자가 필요하여 추가 운영비용 발생, 고출력 무선 충전 시스템은 전파법에 따른 인증 문제, 이동형 충전 서비스 관련 규정 미비 등으로 상용화가 늦어지고 있다. 그리고 충전기 제조사는 충전기를 시장에 출시하기 전에 다양한 테스트를 진행하고 있지만 자체시험에는 한계가 있다. 차량과 충전기간 통신프로토콜 적합성 검증 관련 가이드라인을 도입이 필요하다. 이러한 충전기술 개발과 상용화 촉진을 위한 정부의 지원이 필요하다.

#### 라. 충전인프라 운영관리체계 향상

충전기 관리체계 확립으로 충전인프라 질적 향상을 위해 필요하다. 이는 충전기 이용편의성 개선으로 전기차 보급 확대에 기여할 수 있다. 한국환경공단 통계에서는 충전시설 고장률은 낮은 수치(2024년 2월 기준, 0.7%)를 보여주고 있다. 하지만, 실제 전기차 이용자(제주 충전인프라 민원현황, 소프트베리 설문조사, 2023 전기차 운전자 조사) 조사 결과에서는 충전기 관리 개선에 대한 요구가 여전히 높은 것으로 나타났다. 또한, 일반 차량의 충전기 주차면 점유 문제도 여전히 해결되지 않고 있다.

충전기 고장에 대한 신속하고 정확한 대처를 위해, 충전 사업자 및 제조사는 설치되는 충전기에 표준 고장코드를 적용하고 이를 사업자 서버로 전송하는 것을 의무화할 필요가 있다. 이를 통해 소비자는 고장 없는 충전기 이용환경을 경험할 수 있을 뿐만 아니라, 사업자들은 고객 서비스 향상과 인프라 관리의 안정성을 높일 수 있다. 보조금을 통해 설치된 충전기의 경우, 사업자는 충전기의 사후관리를 의무화하고 있지만, 현실적으로 미흡하다. 이를 해결하기 위해 구체적인 관리요건을 제시하고, 이를 준수하도록 의무화할 필

요가 있다. 또한, 현장점검 등을 통해 이를 실질적으로 감시하고 지원하는 것이 중요하다. 또한, 전기차 이용자의 충전요금 결제 편의성의 개선이 필요하다. 충전기 이용자는 충전요금을 줄이기 위해 충전 사업자별로 별도의 회원가입과 복수의 충전 카드를 발급받고 있다. 대중교통 카드와 같이 충전 카드 일원화를 위한 요금 결제 방식 개선이 필요하다.

충전기 고장에 대한 신속한 대처 및 운영관리, 보조금으로 설치한 충전인프라의 체계적인 사후관리, 충전요금 편의성 개선 등 안전하고 편리한 충전기 이용환경을 제공함으로써 전기차 이용자의 만족도를 높이고, 사업자의 인프라 관리를 보다 안정적으로 지원할 수 있을 것이다.

#### 마. 충전인프라 보조금 지원방향 전환

현재까지의 성장은 주로 양적 측면에서 이루어져 왔다. 이에 따라, 질적 성장을 위한 전략적인 지원 방향으로의 전환이 필요한 시기이다. 우수한 사업자를 우선적으로 지원하고, 그들의 수준 높은 충전인프라 구축을 통해 질적 성장으로 지원 방향의 전환이 필요하다.

한국스마트그리드협회에 따르면, 현재 충전 사업자로 등록한 업체는 500개 사가 넘었다. 이중 중소기업이 전체 충전 사업자의 74%(392개 사), 대기업 포함 중견기업은 16%(87개 사), 개인사업자도 6%(31개 사) 등이 있다. 국내 충전기 제조사는 완속 충전기 42개사, 급속충전기 27개사 있다<sup>76)</sup>. 충전기 설치 시에 보조금을 지급함으로써, 설치 이후 충전기 관리와 운영 등 사후관리에는 상대적으로 소홀하여, 전기차 이용자의 충전 불편으로 이어지고 있다. 충전인프라 사업자 수가 증가하고 있지만, 충전 사업자의 관리수준과 능력을 평가하여, 평가에 따른 차등 보조금과 인센티브를 지원하는 정책이 필요하다. 이를 통해 우수한 사업자들을 유인하기 하고, 충전 사업자간 경쟁을 유도할 수 있을 것이다. 충전기 설치 시 보조금을 지급하는 것이 중요하지만, 이로 인해 사후관리에 소홀한 경향이 있다. 따라서 보조금의 지급과 사후관리의 균형을 유지하며, 사업자들이 충전인프라를 지속적으로 관리할 수 있도록 해야 한다.

76) 한국스마트그리드협회 내부자료, 2024년 3월 30일 기준 531개 사업

내실 있는 충전인프라 시장의 성장을 위해서는 우수한 사업자를 위주로 한 보조금과 인센티브 지원이 필요하다. 이를 통해 질적 성장을 이루어내고, 균형 있는 시장 환경을 조성할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 지원 정책을 통해 충전인프라 시장이 보다 안정적이고 발전된 방향으로 나아갈 수 있을 것이다.

〈표 5-28〉 민간 주도 충전인프라 운영 개선을 위한 요구사항 및 개선사항

요구사항	개선사항
[이용자] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전인프라 보급 확대 요구(공동주택, 고속도로)</li> <li>• 충전인프라 의무 비율 상향</li> </ul>	충전환경을 고려한 충전인프라 보급 확대
[이용자] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공공충전인프라 민원 중 고장 비율이 계속 증가</li> </ul> [충전인프라 관리기관] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전서비스 관리기관: 충전기 품질시험과 인증체계 도입</li> </ul>	충전기 품질인증 및 성능평가
[충전인프라 관리기관] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전인프라 기술개발을 위한 지원</li> <li>• 신규 충전인프라 테스트 지원</li> <li>• 차량과 충전기간 호환성 검증을 위한 가이드라인 도입 필요</li> </ul>	충전기 기술 개발을 위한 지원
[이용자] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전인프라 이용 불편 (실제 충전기 고장, 일반 차량 충전기 자리 주차)</li> <li>• 충전요금 결제 편의성 개선 요구(충전카드 일원화)</li> </ul> [충전인프라 관리기관] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전기사업자 충전기 사후관리 의무화</li> </ul>	충전인프라 운영관리체계 향상
[충전인프라 관리기관] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 보조금 지원 방향 재검토(평가에 따른 보조금 인센티브 지급)</li> <li>• 사후관리 강화</li> </ul>	충전인프라 보조금 지원방향 전환



수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

K O R E A  
T R A N S P O R T  
I N S T I T U T E

# [제6장]

## 결론 및 정책제언

제1절 결론

제2절 정책제언



## 제6장 | 결론 및 정책제언

### 제1절 결론

본 연구는 수송부문 탄소중립 목표하에 전기차 인프라 국가 전략 수립에 필요한 수요 모델 방안을 연구하고 증장기 충전인프라 정책 방안을 탐색하기 위해 수행되었다. 주요 연구 결과로 먼저 탄소중립 정책에서 목표로 설정한 2030년까지 전기차 420만 대 보급을 위해 필요한 인프라 규모를 산정하고 인프라 적정성을 평가하기 위한 분석 방법을 제시했다. 다음으로 전기차가 확산되고 충전 수요가 늘어남에 따라 충전인프라 구축 및 운영체계 개선이 필요한 내용으로 법·제도 개선 방안을 도출하고 충전요금체계 개선방안 및 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선 방안을 제시했다. 본 연구에서 진행된 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

2장에서는 수송부문 탄소중립 정책과 전기차 보급 정책에 관련된 국내·외 현황을 살펴 보았다. 전기차 충전인프라와 관련된 선행연구를 분석하고 향후 추가 연구가 필요한 주요 내용을 도출했다. 현황 분석을 통한 정책적 시사점으로는 수송부문 탄소중립 정책으로서 전기차 전환이 가속화되고 있으며, 전기차 확산을 위해 효과적인 충전 인프라 계획이 필요하며 장기적인 충전인프라 구축 및 운영 체계에 대한 검토가 필요하다는 시사점을 도출했다. 시사점에 기반해 본 연구 추진 방향으로서 전기차 인프라 현황 및 장래 계획을 분석하고, 실수요 기반 인프라 계획 고도화 연구를 수행하며, 충전인프라 구축 및 운영체계 개선 방안을 탐색할 것을 제안했다.

3장에서는 현재 국내외 충전인프라 현황과 장래 계획을 살펴보고 충전인프라 전략 연구에 있어서 시사점을 도출했다. 전기차 충전기술 발전과 현재 충전인프라 구축 현황과 참여하고 있는 사업자 현황을 살펴보았다. 국내 충전인프라 현황으로서 공용 충전인프라 현황과 상용차 충전인프라 여건을 분석했으며, 해외 주요국 충전인프라 현황과 비교 분석

했다. 국내에서 2030년까지 수립된 충전인프라 계획을 검토하고 계획 수립 방법을 분석했다.

4장에서는 전기차 인프라 국가 전략 수립에 필요한 수요 모델링 방안을 연구하고 중장기 충전인프라 정책 방안을 탐색했다. 여기서는 인프라 계획의 수요자료로서 국내 전기차 운전자의 동적 특성 분석을 분석하였으며, 충전인프라 유형별 규모 산정방법론을 개발했다. 주요 결과로 차종별 실제 충전패턴을 분석했으며, 실제 충전수요 분석에 기반하여 충전인프라 장소와 유형별 적정 규모를 산정했다. 그 결과 2030년까지 전기차 420만 대를 보급하기 위해 필요한 최소 충전기 기수는 348만 기로 이 중 공용 충전기는 약 137만 기, 비공용 충전기는 약 212만 기까지 필요하며, 급속 충전기는 약 16만 기, 완속 충전기는 약 333만 기가 필요한 것으로 나타났다. 다음 충전인프라 공급 규모의 적정성을 평가하기 위한 방법으로 시뮬레이션 기반 분석방법을 제안했다. 본 연구에서 제시하는 방법은 교통시뮬레이션 도구인 MATSim을 이용하는 방법으로 에이전트 기반 시뮬레이션을 통해 전기차 운전자의 통행과 충전을 모사하고 그 결과를 분석할 수 있다. 본 연구에서는 사례 연구로 공주시를 선택하고 2030년까지 모든 자동차 등록 차량이 전기차로 전환되었을 경우 충전인프라 규모별 시나리오를 구축하여 시뮬레이션을 실시했다. 그 결과 집과 직장 충전이 충분히 확보될 경우 공용 급속충전기 규모는 현재 수준으로도 충전 수요를 만족하는 것으로 나타났다.

5장에서는 전기차 충전인프라 구축과 운영방안 개선을 도출하였다. 이를 위해 충전인프라 변화를 살펴보고, 충전인프라 확대를 위한 법제도, 충전요금체계, 민간 주도 충전인프라 운영관리 개선 방안을 제시하였다. 전기차 대중화로 충전 기술과 인프라에 전반적인 변화가 진행 중이다. 특히, 탄소중립 정책 강화와 기후변화 인식의 확산은 전기차 시장의 확대를 가속화하고 있다. 이러한 환경 변화는 충전 기술 발전을 촉진하며, 다양한 충전시스템이 등장하고 있다. 법제도는 친환경차 보급을 지원하며, 충전인프라 보급 확대를 위해 법적 규제 개선이 필요하다. 현재 법률용어와 규정의 일관성 부족과 충전기와 전기차 간 호환성 문제가 있다. 충전기술의 발전과 충전환경 변화를 충분히 반영하는 법적 정의 확장이 요구된다. 전기차 보급률이 높은 지역과 낮은 지역의 충전인프라 접근성에 차별화된 정책이 필요하다. 충전 인프라의 안전성과 호환성 향상을 위한 협의체 구성과 가이드라인 도입도 시급하다. 전기차 경쟁력을 높이기 위해서는 합리적인 충전요금 체계개선이

필요하다. 민간전환을 대비한 유연한 충전요금 정책 도입과 이용자 요구에 맞는 정기 구독제, 시간대별 요금제 등 다양한 요금정책 적용이 필요하다. 특히 승용차는 내연기관 대비 연료 경쟁력 우위에 있어서, 다양한 요금정책 적용이 가능하다. 충전 인프라 운영관리 개선을 위해 품질인증 및 성능평가 체계 도입, 미래 충전 기술 지원 강화가 제안된다. 충전인프라 보조금 제도 개편을 통해 사업자의 인프라 관리를 안정적으로 지원할 수 있다.

## 제2절 정책 제언

### 1. 정책 제언

#### 가. 실수요를 반영한 충전인프라 계획 고도화

본 연구는 실제 충전수요 분석을 통해 전기차 보급대수에 따른 필요 충전기 규모를 산정하고, 교통 시뮬레이션 툴 기반 전기차 시뮬레이션을 통해 인프라 규모의 적정성을 평가하는 방안을 제시하였다. 여기서 제안하는 분석 방법은 향후 전기차 보급 규모나 차종 변화 등 보급 계획 변화를 반영하여 국가 단위의 충전인프라 계획을 수정·변경하는데 효과적인 분석툴로 활용될 수 있을 것이다.

특히 구축 비용이 높고 운영 수익성을 확보하기 어려운 급속충전기의 경우 효과적인 투자 규모를 산정함으로써 과잉 투자를 막고 민간 중심 생태계 조성에 기여할 수 있을 것이다. 2023년 말 기준 국내 공용 급속충전기 규모는 3만 4천 기 규모로 본 연구에서 2030년까지 필요 규모로 도출한 약 15만 기보다 작고 더 확대가 필요하다. 그러나 2030년까지 승용차 보급 규모만을 고려한다면 이때 요구되는 최소 급속충전기 규모는 약 1만 6천 기로 현재 급속충전기 규모보다 작다. 따라서 향후 공용 급속충전인프라 계획에서는 승용차 이외 화물차와 승합차 등 중·대형차를 위한 급속충전수요가 더 높은 비중을 차지하게 될 것이며, 해당 차종의 충전수요를 세분화하여 반영해야 할 것이다.

## 나. 차종별 보급 목표를 반영한 충전인프라 계획 수립

전기차 전환기의 충전인프라는 현재 운행하는 차량의 충전수요를 만족함과 동시에 장래 도입될 차량의 충전수요도 만족할 수 있는 수준으로 계획되어야 한다. 따라서 현재 시점의 충전인프라 운영 실적만으로는 인프라 규모의 적정성을 평가하기 어렵다.

따라서 본 연구는 장래 전기차 보급대수를 반영하여 최소 필요한 충전인프라 규모를 충전 장소 및 충전기 유형별로 산정하는 방안을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 해당 산정 값은 충전인프라 계획 과정에서 기준으로 활용할 수 있고, 실제 충전수요를 반영한 인프라 계획이 가능하다는 점에서 인프라 공급의 효율성도 높일 수 있다.

그러나 여기 반영된 보급 차종은 현재 출시·운영되고 있는 전기차 차종을 대상으로 하였으며 실제 정책적 보급 목표는 아직 차종별로 세분화되지 않아 반영되지 못하였다. 따라서 향후 연구는 정부가 추진하는 전기차 보급 로드맵과 로드맵에 반영된 차종별 보급대수를 기준으로 충전인프라 규모를 재산정하는 작업이 필요할 것이다.

## 다. 공동주택 및 시설물 충전 수요 대응방안 도입

본 연구에서는 2030년까지 전기차 보급 목표대수인 420만 대가 보급될 경우 전력망에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 2030년 전기차 충전에 소요되는 1일 전력 소비량은 약 95MWh로 추정되며, 이는 전체 전력 소비량 전망인 1,569GWh의 6%를 차지한다. 시간대별 전력 수요를 검토하면 전기차 충전으로 인한 첨두 수요는 오후 12~1시에 발생하며 6,461MW로 추정되었다. 이는 전력 기본계획에 반영된 2030년 최대 전력 하계 기준 109.3GW의 5.9%, 동계 기준 103.3GW의 6.2%에 해당한다. 따라서 국내 전기차 보급 차종과 실제 충전수요 패턴을 고려해도 전기차 충전이 전력망에 미치는 영향은 전력 소비량과 최대 수요 모두 약 6% 내외로 크지 않을 것으로 판단된다.

전기차 충전수요의 전력망 영향에 대한 본 연구 결과를 종합하면, 2030년까지 전기차 420만 대 보급 목표대수는 전력 소비량이 증가하지만, 현재 전력망 계획에 반영된 예비 전력량보다 낮은 수준으로 영향이 크지는 않다. 그러나 실제 충전패턴과 충전 전략에 따라 전력망 부하에 미치는 영향이 다르고 장소별로 전력 수요가 크게 증가할 가능성이 높다. 특히 주택 전력 수요의 경우 충전수요가 심야시간대 집중하게 될 때의 첨두 수요 변화

가 크게 발생할 가능성이 있기 때문에 이에 대응한 충전수요 분산 방안이나 유연한 전력 수용 대응 기술 등이 검토되어야 할 것이다.

또한 친환경차법에 의해 주요 시설물에 적용되고 있는 충전기 의무 설치 비율도 전기차 도입 규모가 확대됨에 따라 적정 규모가 재산정되어야 할 것이다. 현재 기존 주택은 2%, 신규 주택은 5% 의무 설치비율이 적용되고 있으나 기존 주택은 2025년까지 유예된 상황이다. 2030년까지 전기차 420만대 보급 목표를 검토할 때 전체 등록대수에서 전기차 비율은 16% 이상 늘어날 것으로 예상되므로 이를 고려하여 의무설치비율 재검토가 필요하다.

#### 라. 전기차 충전인프라 법제도 개선 및 표준화

전기차 보급에 확대됨에 따라 충전인프라의 중요성이 더욱 커지고 있다. 이를 따라 충전인프라에 관한 법제도 개선과 표준화가 필요하다. 현재 충전기에만 한정된 용어를 충전기를 포함한 기반 시설 전반으로 확장하는 통일된 용어 도입이 요구된다. 또한, 충전환경 변화에 대응할 수 있는 규제의 유연성을 확대해야 한다. 현재의 총주차대수 대비 일률적인 충전 설치 방식에서 벗어나, 충전 기술 발전과 충전환경을 고려한 가이드라인을 제시할 필요가 있다. 충전기 안전성과 호환성을 위한 표준개발이 필요하다. 최근 전기차 화재가 증가하는 전기차 보급에 부정적인 영향을 가져오고 있다. 이에 대응하기 위해 전기차의 안전을 향상시킬 수 있는 세부 규정과 제도를 마련해야 한다. 마지막으로 다양한 전기차 보급으로 전기차와 충전인프라의 호환성 문제가 발생하고 있다. 정부는 전기차 충전 기술과 관련된 안전 및 호환성 표준개발을 추진해야 한다. 이를 통해 사용자의 편의성을 증진시키고 충전 실패의 위험을 최소화하는 데 기여할 수 있다.

#### 마. 전기차 경쟁력 강화를 위한 충전요금체계 개선

전기차 경쟁력을 높이기 위해서는 합리적인 충전요금 체계개선이 필요하다. 현재 완속 충전요금은 전력수요를 고려하여 효율적으로 책정되고 있지만, 급속 충전요금은 대부분 고정요금으로 운영되고 있다. 시간에 상관없이 적용되는 환경부의 급속 충전요금을 전력수요와 공급을 고려하여 책정할 필요가 있다. 이를 통해 급속 충전을 필요로 하는 전기차

이용자가 보다 합리적인 선택을 할 수 있을 것이다. 또한, 다양한 충전요금 도입으로 이용자의 충전행태에 따라 충전요금제를 선택의 폭을 넓혀줄 필요가 있다. 자가 충전을 위한 지원을 통해 충전기 이용을 분산시키고 전기차 이용자의 편의성을 높일 수 있을 것이다. 마지막으로 재생에너지 기반의 충전요금체계를 도입할 필요가 있다. 전기차 보급은 수송부문의 탄소중립 실현을 위한 핵심 정책 과제이다. 따라서 전기차를 에너지 저장 수단으로 활용하고, 전력 수급에 유연하게 대응할 수 있는 충전 인프라의 구축이 필요하다.

## 바. 민간 주도 충전인프라 운영을 위한 기반 조성

전기차 증가함에 따라 충전인프라 관련 사업자도 증가할 것이다. 이에 따라, 정부는 충전기의 품질과 성능을 보장하기 위해 품질인증 및 성능평가 체계를 구축해야 한다. 이는 저품질 충전기의 시장 유입을 방지하고 사후 서비스 문제를 예방하는 데 기여할 것이다. 또한 미래 충전 기술의 개발과 상용화를 위한 정부 지원이 필수적이다. 현재 충전사업자가 또는 제작자 단독으로 인증 문제, 차량과 충전기간 통신프로토콜 적합성 검증 등을 수행하는 데 한계가 있다. 충전인프라 운영관리 향상을 위해 충전기의 고장 대응과 운영 관리를 강화해야 한다. 이를 위해 충전사업자와 제조사는 고장 코드를 표준화하고 이를 서버로 전송하도록 의무화가 필요하다. 마지막으로 충전인프라의 양적 성장을 넘어 질적 성장을 위한 전략적 보조금 지원으로 전환이 필요하다. 우수 사업자에게 차등 보조금, 인센티브 제공으로 민간이 주도적으로 충전인프라 운영할 수 있는 기반을 조성해야 한다.

## 2. 향후 연구

### 가. 시뮬레이션 기반 충전인프라 적정성 평가 연구

본 장에서는 실수요 기반 원단위를 이용한 충전인프라 규모를 추정하고, 시뮬레이션 기반의 미시적 모형을 통해 적정성을 비교 평가하였다. 시뮬레이션 기반 평가를 위해 전국 규모의 가구통행실태조사 기반의 승용차 이용자로부터 현재와 장래 연도의 합성 전기차 이용 모집단을 만들고, 집충전 비율, 직장충전 비율, 그리고 공용 급속 충전기 보급 규모에 변화를 주는 다양한 시나리오를 분석하였다. 분석 결과, 개인 승용차 중심의 시뮬레이



선 기반 연구를 통해 기준 연도 및 장래 연도에 대한 충전인프라 운영과 계획 평가가 가능한 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 본 연구의 한계로 인해 몇 가지 향후 연구 필요성을 제안하고자 한다. 본 연구는 하루 통행과 활동 중심의 가구통행실태조사자료 기반의 개인 승용차이용자가 전기차를 이용할 것이라는 가정하에 이루어졌다. 하루 기준 자료를 10일로 전환함에 따라 합성 모집단은 주말 통행과 장거리 통행 반영에 한계를 지닌다. 본 연구는 승용차에 집중하였지만, 버스과 트럭 수단을 추가로 고려할 수 있다면, 정책적으로 활용도를 높일 수 있을 것으로 기대된다. 전기차종의 고려, 활동자료의 확대와 더불어 컴퓨팅 한계를 극복하는 노력도 필요하다. 현재 보급된 44만 전기차를 고려한 기준 연도의 분석에 Ryzen 5955WX Processor(RAM 128GB) 환경에서도 20일이 소요되었고, 공주를 대상으로 하는 장래 연도는 시나리오별로 8시간이 소요되었다. 따라서 장래 전국 시물레이션은 현재의 성능보다 뛰어난 컴퓨팅 능력이 필요하다.

마지막으로 전기차 전환으로 인한 전력망 영향 분석 시 V1G의 영향만 분석하였으나, 이에 못지않게 재생에너지의 활용도를 높이기 위해 전체 전력망에 전기차가 기여할 V2G와 연계한 시물레이션 연구 또한 충분히 정책적 가치가 있을 것으로 판단된다.

#### 나. 장거리 통행을 위한 급속충전인프라망 연구

본 연구에서 충전인프라 규모 산정과 적정성 평가에 활용한 통행 수요와 교통 시물레이션은 주로 평일 권역 내에서 발생하는 중·단거리 통행 수요로 구성되어 있다. 따라서 도시나 일정 권역 내부에서 발생하는 통행은 잘 모사할 수 있으나, 발생 빈도가 상대적으로 낮은 장거리 통행 수요는 표본 조사의 한계로 별도 분석이 필요한 상황이다.

장래 전기차 보급이 확산되고 장거리 통행이 늘어나게 될 경우 경로 충전 발생 가능성이 높아지므로 장거리 통행을 위한 충전 네트워크 구축 방안 연구가 추가로 필요하다. 특히 향후 중대형 상용차의 전기차 전환이 늘어나게 된다면 주요 경로상의 급속충전인프라가 더 많이 요구될 것이다. 최근 고속도로 휴게소에서 일부 발생하는 충전 대기 문제 등은 장거리 수요에 대한 충전망 검토가 필요하다는 것을 보여주는 사례다. 더구나 고속도로상의 충전인프라 구축은 도시 내 충전인프라보다 효과적인 전력 공급망 확보가 어려운 여건

이므로 전력 공급 계획과 연계하여 인프라 계획이 진행되어야 할 것이다.

#### 다. 전기버스 연료비 경쟁력을 위한 충전요금체계 연구

전기버스의 연료비 경쟁력 확보는 환경 보호와 경제적 이점을 동시에 제공한다. 전기버스로의 전환은 다른 차종보다 온실가스 배출과 대기 오염 감축에 더 큰 기여를 할 수 있다. 또한, 이는 정부의 친환경 정책과 탄소중립 목표 달성을 위해 전기버스의 보급이 필수적임을 의미한다.

전기버스 차종 선택에 있어서 경제성, 특히 연료비 경쟁력은 매우 중요한 선택 요인이다. 그러나 본 연구에서는 전기버스 연료비 경쟁력을 급속충전 단일요금을 기준으로 분석하여 실제 전기버스 충전환경을 충분히 반영하지 못했다. 따라서 실제 충전 이력 데이터를 기반으로 충전 부하 시간대를 반영한 연구가 필요하다. 이를 통해 연료비용 가격 경쟁력을 분석하고, 전기버스의 경제적 이점과 환경적 이점을 극대화할 수 있는 정책적 방향을 제시하고자 한다.

## 참고문헌

### [국내문헌]

- 2050탄소중립녹색성장위원회(2023), 「국가 탄소중립 녹색성장 기본계획」, '23년 이행점검 계획(안).
- 경영연구원, 미국유럽의 가정용 전기차 충전요금제와 충전비용 (2021.7.1.).
- 관계부처 합동(2021), 2050 탄소중립 시나리오안, 2021.10.18.
- 관계부처 합동(2022), 탄소중립 조기 실현을 위한 전기차 충전인프라 구축 로드맵.
- 관계부처 합동(2023a), 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획, 2023.4.
- 관계부처 합동(2023b), 전기차 충전인프라 확충 및 안전 강화 방안.
- 관계부처 합동(2022.9.5.), 제2차 경제 규제혁신 방안.
- 박기준(2021), 전기자동차의 v2g 기술과 실증(제주 CFI 2030을 위한 V2G), 제주 Smart e-Valley 발표자료
- 박명덕(2019), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응전략 연구(전력)(1/4).
- 박명덕, 김비아, 김재엽(2020), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응전략 연구(전력)(2/4).
- 박상우, 박지영, 박상준, 김자인, 신승진(2023), 2023 2050 지속가능 교통정책 지원 사업.
- 박상준 외(2021), 2021 지속가능교통조사사업, 한국교통연구원.
- 박지영 외(2020), 화물차 무공해화 추진 전략 마련을 위한 연구용역, 환경부.
- 박지영 외(2015), 전기자동차 공공 급속충전인프라 중장기 계획 수립, 한국환경공단.
- 박지영 외(2014), 공동주택 등 도시형 주택의 충전인프라 구축방안 연구, 환경부.
- 박지영, 김찬성(2022), “전기차 운전자의 충전패턴 유형과 영향요인 분석: 잠재계층분석법의 응용”, 전기학회논문지 Vol 71, no.11, pp.1639~1645.
- 박지영, 김찬성(2023), “전기화물차 충전패턴 분석과 정책적 함의”, 대한교통학회지, 제41권 제3호, pp. 297~307.
- 삼성 KPMG 경제연구원(2023), 배터리 생태계 경쟁 역학구도로 보는 미래 배터리 산업, 2023. Vol. 84.
- 안근원, 진광성, 김범일, 신희철(2022), 한국판뉴딜지원사업(3)-수소·전기차 충전인프라 확충을 위한 민간투자 활성화 전략.
- 이재현, 윤서연, 연복모, 박소영(2020), 친환경차 활성화 추이에 따른 이용자 중심 충전인

프라 구축 방안, 국토연구원.

소프트베리, 전기차 충전인프라·충전매너 설문조사(2023.9.27.~2023.9.28.).

정연제 외(2022), E-mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응 전략 연구, 에너지연구원.

제주연구원, EV리포트(2018~2023년 11월).

한국에너지공단(2023), 2023 자동차 에너지소비효율분석집.

한국자동차환경협회(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급 로드맵 수립, 최종보고회 자료.

한국전력연구원 박기준(2021.9.10.), 전기자동차의 v2g 기술과 실증(제주 CFI 2030을 위한 V2G), 제주 Smart e-Valley 발표자료.

한국환경공단 내부자료, 환경부 무공해차 브랜드 사업 중 버스 충전인프라 지원사업 재정리.

환경부(2018), 수송부문 온실가스 감축이행 모니터링 연구.

환경부(2021), 보도자료, '물류·운수 59개 사, "2030년 무공해차 100% 전환" 선언', 2021. 5.26.

환경부(2022), 제3차 대기환경개선 종합계획(2023~2032)

BNZ파트너스(2022), 전기차 충전시설 운영현황 분석 및 보급로드맵 수립, 한국자동차환경협회 수탁과제 보고서.

#### [국외문헌]

Aarstad, J. OA Kvitastein(2020), Has the popularity of battery electric vehicle in Norway affected total new car sales? A synthetic control method study, Applied economics letters, 2020.

ACEA(2022), European EV Charging Infrastructure Masterplan.

Adenaw, Lennart and Markus Lienkamp(2021), Multi-Criteria, Co-Evolutionary Charging Behavior: An Agent-Based Simulation of Urban Electromobility, World Electric Vehicle Journal 2021.12.18.

Bischoff, J, F. J. Márquez-Fernández, G. Domingues-Olavarría, M. Maciejewski and K. Nagel, "Impacts of vehicle fleet electrification in Sweden - a simulation-based assessment of long-distance trips", 2019 6th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 2019, pp. 1-7.

California Energy Commission(2023), Assembly Bill 2127 Electric Vehicle

- Charging Infrastructure Assessment.  
IEA(2023), Global EV Outlook 2023.
- Jahna, Ricardo Miranda, Anne Syr'ea, Alexander Grahlea, Tilmann Schlentherb, Dietmar Göhlich (2020), Methodology for Determining Charging Strategies for Urban Private Vehicles based on Traffic Simulation Results, Procedia Computer Science 170 (2020) 751-756.
- NREL(2023), The 2030 National Charging Network: Esitimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure.
- Wood et al. (2020), Electric Vehicle Infrastructure Projection Tool, 발표자료.

#### [웹사이트]

- 경향신문(2023.8.25.), “전기차 화재’ 올들어 이미 42건…작년 연간 건수 육박”, <https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/202308250853001#c2b>, (검색일: 2024.3.19.)
- 국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr/>, (검색일: 2023.1.10.)
- 국가통계포털, 용도별 차종별 연료별 자동차 주행거리, [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=426&tblId=DT\\_42601\\_N003&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=426&tblId=DT_42601_N003&conn_path=I2), (검색일: 2024.3.11.)
- 국토부 버스유가보조금 통합관리시스템, <https://www.buscard.co.kr/main/main.do>, (검색일: 2024.3.15.)
- 기어트렌드(2023), 충전 방식과 충전구 규격 - 전기차 충전기 알아보기, <https://gear-up3.com/> (검색일: 2023.10.5.)
- 기어트렌드, 충전 방식과 충전구 규격 - 전기차 충전기 알아보기, <https://gear-up3.com/> (검색일: 2023.10.5.)
- 기후정보포털(2023), 기후관련정책 중 파리협정, [http://www.climate.go.kr/home/03\\_policy/policy02\\_04.php](http://www.climate.go.kr/home/03_policy/policy02_04.php) (검색일: 2023.10.12.)
- 뉴스웨이(2023.2.21.), ‘540조’ 먹거리 전쟁 본격화, 전기차 충전시장 뜨거워진다, <https://www.newsway.co.kr/news/view?ud=2023022016255039631>, (검색일: 2023.10.5.)
- 동아사이언스(2022.2.9.), 2023년 미국 디트로이트에 1.6km 전기차용 무선 충전도로 생긴다, <http://m.dongascience.com/news.php?id=52258> (검색일: 2023.10.17.)
- 동아일보(2023.6.16.), EVAR “골치 아픈 전기차 충전 문제, AIoT로 해결할 수 있습니다”,

<https://www.donga.com/news/It/article/all/20230616/119804364/1>,  
(검색일: 2023.10.9.)

대영채비, <https://chaevi.com/kr/service/price.php>, (검색일: 2023.12.1.).

대한민국 정책브리핑(2023), 2050 탄소중립, 정책자료, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562> (검색일: 2023.10.12.)

로지시스 홈페이지, <http://www.logisys.co.kr/>, (검색일: 2024.3.22.).

머니투데이(2023), “500가구 이상 아파트 지을 때 전기차 충전 콘센트 의무설치”, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2017050818142758608>, (검색일: 2023.10.2.)

무공해차 통합누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, (검색일: 2023.6.4.)

무공해차 통합누리집, <https://ev.or.kr/nportal/main.do>, 2024년 1월 기준 통계  
(검색일: 2024.1.26.)

블링크 차지 홈페이지, <https://blinkcharging.com/how-much-does-it-cost-to-charge-an-ev/>, (검색일: 2023.12.18.).

벨리브 홈페이지, <https://www.believ.com/>, 내용 재정리, (검색일: 2023.12.18.)

서울경제(2023.6.6.), “美 전기차 충전기 시장 도전자 SK시그넷 “2년 뒤 매출 1조””, <https://www.sedaily.com/NewsView/29QQYRKY4H>, (검색일: 2024.3.22.).

상용차신문(2023), “국내 최대 전기버스 충전소 수원에 구축...96대 충전 가능”, <https://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno=11746> (검색일: 2023.10.2.)

셀: 세계 최대 정유사 셀, 전기차 충전 사업 ‘눈독’, <http://www.digitaltoday.co.kr> (검색일: 2023.9.25.)

아이오니티: 아이오니티, 이탈리아 최대 전기차 충전소 선포, <https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=476603> (검색일: 2023.9.25.)

아이오니티 충전요금, [https://ionity.eu/\\_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816\\_PR\\_New%20Pricing\\_August\\_2023.pdf](https://ionity.eu/_Resources/Persistent/1/b/a/7/1ba7e8cc55f0e604fd16346fb7ab67276a533794/230816_PR_New%20Pricing_August_2023.pdf), (검색일: 2021.7.1.).

아파트라이프(2023), “한전, 아파트에 전기차 충전시설 늘린다”, [http://www.jay.or.kr/ab-1427-963&PB\\_1458710597=3&pc=p](http://www.jay.or.kr/ab-1427-963&PB_1458710597=3&pc=p), (검색일: 2023.10.2.)

알레고 홈페이지, <https://www.allego.eu/news/2022/december/charging-tariffs-january-2023>, (검색일: 2023.12.18.)

에너지 시장분석, 차세대배터리(전고체전지, 리튬황 전지, 리튬공지전지), <https://blog.naver.com/hoonyang/221607951305>, 내용 재정리 (검색일: 2023.10.17.)

에너지정책 소통센터, [유럽] 전기차 충전인프라, 얼마만큼 왔을까?, <https://e-policy>.

- or.kr/news/06.php?admin\_mode=read&no=5451, (검색일: 2013.10.15.)
- 에버온, <https://www.everon.co.kr/notice/143>, (검색일: 2023.12.1.).
- 에파세스: <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%97%90%ED%8C%8C%EC%84%B9>  
(검색일: 2023.9.25.).
- 영국 쉘 지차지 충전요금, <https://shellrecharge.com/en-gb/public-charging/public-charging-tariffs>, 내용 재정리, (검색일: 2023.12.18.).
- 이데이일리(2023.12.31.), 태양광으로 전기차 충전…내년 ‘전력 직거래’ 시장 넓어진다,  
<https://www.edaily.co.kr/news/Read?newsId=01584246635844096>,  
(검색일: 2024.3.15).
- 이브이시스, <https://www.evsis.co.kr/h#sec03>, (검색일: 2023.12.1.).
- 이지차저, <https://www.ezcharger.co.kr/32>, (검색일: 2023.12.1.).
- 이카플러그(이비랑), <https://www.evrang.com/>, (검색일: 2023.12.1.).
- 인포스탁데일리(2023.6.28.), 차지포인트 홀딩스(CHPT), 美 전기차 충전 압도적 점유율  
...GPM 개선 지속, <https://www.infostockdaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=192856>, (검색일: 2023.12.15).
- 스타코프, <https://www.starkoff.co.kr/price>, (검색일: 2023.12.1.).
- 자치법규정보시스템, <https://www.elis.go.kr/allalr/selectAlrBdtOne>, 경기도 환경  
친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례, 광주광역시 환경친화적 자동차의  
보급 및 이용 활성화 조례, 서울특별시 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한  
조례, 서울특별시 용산구 전기자동차의 이용 활성화를 위한 지원 조례, (검색일: 2023.  
1.10.).
- 전기신문(2024.1.16.), “중요성 커지는 ‘유지보수’...환경부 급속충전기 유지보수 위탁운영  
오피넷, <https://www.opinet.co.kr/user/main/mainView.do> (검색일: 2024.3.11.)
- 세분화, <https://www.electimes.com>, (검색일: 2024.3.22.)
- 전기차 충전시스템 소개와 인프라 구성, <https://m.blog.naver.com/londoner331/222487187732>, (검색일: 2023.10.5.)
- 전자신문(2021.12.5.), “전기차 초고속 충전소”, <https://www.etnews.com/20211203000030>, (검색일: 2023.10.22.)
- 전자신문(2023.5.4.), 한전, 전기차 충전 ‘플러스 DB’ 제도 시행, <https://www.etnews.com/20230503000175>,재인용, (검색일: 2023.10.9.)
- 차지비, [https://www.chargev.co.kr/customer-support/charging\\_fee](https://www.chargev.co.kr/customer-support/charging_fee), (검색일:  
2023.12.1.)
- 펌프킨 홈페이지, <https://www.epumpkin.co.kr/business/ev-infra/>, (검색일: 2023.

## 10.5.)

- 테슬라 충전요금, <https://namu.wiki/w/%ED%85%8C%EC%8A%AC%EB%9D%BC%20%EC%88%98%ED%8D%BC%EC%B0%A8%EC%A0%80>, (검색일: 2024.3.17.)
- 한국에너지공단(2024), 자동차표시연비 검색, [https://min24.energy.or.kr/trans\\_hp/AHP/HP\\_03/HP\\_03\\_01\\_010.do](https://min24.energy.or.kr/trans_hp/AHP/HP_03/HP_03_01_010.do).
- 한국디자인진흥원, 디자인 트렌드, 움직이는 전기차 충전기, <https://www.designdb.com/?menuno=1278&bbsno=2714&siteno=15&act=view&ztag=r00ABXQAO TxjYWxsIHR5cGU9ImJvYXJkiBubz0iOTg4IiBza2luPSJwaG90b19iYnNfMjAxOSI%2BPC9jYWxsPg%3D%3D#gsc.tab=0>, (검색일: 2023.10.9.)
- 한국무역협회, EU 이사회, 전기차 충전소 확대 의무화 법안 최종 승인, [https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/overseasMrktNews/overseasMrktNewsDetail.do;JSESSIONID\\_KITA=0D0DB98129812D92782D379B69ACC849.Hyper?pageIndex=1&nIndex=1835181&type=0](https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/overseasMrktNews/overseasMrktNewsDetail.do;JSESSIONID_KITA=0D0DB98129812D92782D379B69ACC849.Hyper?pageIndex=1&nIndex=1835181&type=0), 내용 재정리 (검색일: 2023.10.18.)
- 한국전기차인프라기술, <https://m.happecharger.com/mobile/charger/membership.do>, (검색일: 2023.12.1.)
- 한국전력공사 전자신문(2023.5.4.), 전기차 충전 ‘플러스 DB’ 제도 시행, <https://www.etnews.com/20230503000175>, 재인용 (검색일: 2023.10.9.)
- 해시넷, 초고속 충전, <http://wiki.hash.kr/index.php/%EC%B4%88%EA%B3%A0%EC%86%8D%EC%B6%A9%EC%A0%84>, (검색일: 2023.10.22.)
- 현대자동차 판매가격 승용차, 전기승용차, <https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/catalog-price-download> (검색일: 2024.3.15.)
- 현대자동차 전기버스(일렉시티) 판매가격, <https://amoled1castle.tistory.com/entry/%ED%98%84%EB%8C%80-%EC%9D%BC%EB%A0%89%EC%8B%9C%ED%8B%B0-%EC%A0%84%EA%B8%B0%EB%B2%84%EC%8A%A4-%EC%A0%9C%EC%9B%90-%EB%B0%8F-%EA%B0%80%EA%B2%A9>, (검색일: 2024.3.15.)
- 현대자동차 CNG버스 판매가격, <https://www.hyundai.com/kr/ko/c/purchase-guid/catalog>, (검색일: 2024.3.15.)
- 현대자동차 연비 승용차, 전기승용차, <https://www.hyundai.com/kr/ko/e/vehicles/catalog-price-download> (검색일: 2024.3.15.)
- 현대차 E-PIT, <https://www.e-pit.co.kr/brand-web/epit/charging-fare>, (검색일: 2023.12.1.)
- 환경부 홈페이지, “무공해차 보급 및 충전인프라 구축 현황”, [http://www.me.go.kr/home/web/public\\_info/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIn](http://www.me.go.kr/home/web/public_info/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIn)



- dexPages=10&searchKey=all&searchValue=&menuId=10123&orgCd=&condition.deleteYn=N&publicInfoId=1209&menuId=10123%20(%EA%B2%80%EC%83%89%EC%9D%BC;%202023.%205.19) (검색일: 2023.5.19.).
- 한전 ON, <https://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/E/E/CYEEHP00301.jsp>, (검색일: 2023.12.22.)
- 한전 충전요금: <https://evc.kepco.co.kr:4445/service/service11.do>, (검색일: 2023.12.1.).
- 휴맥스EV (Turu Charger), <https://www.humaxcharger.com/user/customer/notice/72>, (검색일: 2023.12.1.).
- ACEA(2023), Alternative fuels infrastructure regulation heavy-duty vehicles, [https://www.acea.auto/files/fact\\_sheet\\_AFIR\\_heavy-duty\\_vehicles.pdf](https://www.acea.auto/files/fact_sheet_AFIR_heavy-duty_vehicles.pdf) (검색일: 2023.10.12.)
- ChargingPoint 홈페이지, <https://www.chargepoint.com/drivers/support/faqs/how-much-will-it-cost-charge-my-car-who-sets-prices-charging>, (검색일: 2023.12.15.)
- Cleanearth 사이트, “WattEV Powers Largest Electric Truck Charging Station in US” <https://cleanearth.io/news/wattev-powers-largest-electric-truck-charging-station-in-us/>
- CleanTechnica(2023), “World’s Fastest Electric Car Charger Installed in Norway”, <https://cleantechnica.com/2022/05/04/worlds-fastest-electric-car-charger-installed-in-norway/> (검색일: 2023.10.2.)
- energy5 홈페이지, <https://energy5.com/understanding-the-cost-of-charging-your-ev-at-chargepoint-charging-station-30328>, (검색일: 2023.12.15.)
- kotra 해외시장 뉴스, 미국 정책자금 투입 프로젝트 현황 ① 전기차 충전소, [https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE\\_NO=3&MENU\\_ID=180&CONTENTS\\_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631](https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202631), 내용 재정리 (검색일: 2023.10.18.)
- M Today(2023.11.22.), “90% 충전하려면 1달러 더 내라, 테슬라 슈퍼차징 혼잡 요금제 출시” (검색일: 2024.3.17.)
- SK일렉링크, <https://skelectlink.co.kr/membership/charge>, (검색일: 2023.12.1.)
- US Department of Transport, KOTRA 시카고 무역관 자료 종합 Federal Funding Programs, <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-infrastructure-funding-and-financing/federal-funding-programs> (검색일: 2023.09.25.)

YoCharge 사이트, <https://yocharge.com/faq/what-is-megawatt-charging-system-mcs/> (검색일: 2024.1.2.)

Yole development(2023), DC charging for plug-in electric vehicles 2021, [https://medias.yolegroup.com/uploads/2021/03/YINTR21199\\_DC\\_Charging\\_for\\_Plug\\_in\\_Electric\\_Vehicle\\_2021\\_Sample.pdf](https://medias.yolegroup.com/uploads/2021/03/YINTR21199_DC_Charging_for_Plug_in_Electric_Vehicle_2021_Sample.pdf), (검색일: 2023.10.12.)

수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

# 부 록

- 부록 1. 행위자기반모델링 (MATSim)의 소개
- 부록 2. 기초지자체 충전인프라와 전기차 보급현황

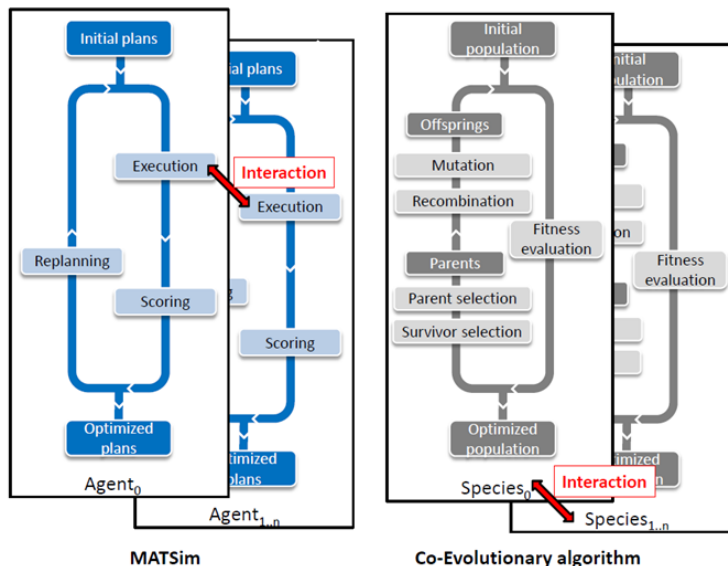


## 부록 1. 행위자기반모델링 (MATSim)의 소개

### 1. 행위자기반모델링과 활동기반모델링

최근 다양한 분야에서 행위자기반모델링기법(에이전트기반모형, Agent-based Modelling, ABM)이 AI와 빅데이터 시대에 맞게 많이 연구되고 있다. 교통연구 분야도 다양한 분야에서 적용되고 있으며, 활용도가 높아지고 있다. ABM을 구성하는 교통시스템의 요소들(가령: 운전자, 보행자, 차량, 전기차 등)을 에이전트로 가정하고, 이들 에이전트 간 상호작용하는 과정을 통해 교통체계의 전체적인 변화과정을 시뮬레이션하고 있다.

에이전트 기반 모델링은 기존의 존 기반 교통수요예측모형과 달리 개별 에이전트의 행동을 보다 정확하게 시뮬레이션 할 수 있다는 점과 다소 복잡한 교통시스템을 보다 효과적으로 모델링 할 수 있다는 점 때문에 매력적인 방법이 될 수 있다. 교통분야에서 교통수요예측과정, 교통혼잡현상의 규명, 교통안전, 교통정책평가 등 다양한 분야에 적용가능하다. ABM을 위한 다양한 소프트웨어들이 개발되어 있다. 사회과학에서 사용하는 NetLog, 기업들에 유용한 AnyLogic 등 다양하지만, 교통분야에서는 MATSim(Multi Agent Transport Simulation, Horni 등, 2016)이 최근에 많이 활용되고 있다.



[부도 1-1] MATSim의 진화알고리즘

MATsim 분석을 위해서는 Agent의 이동 정보를 담고 있는 Plan 데이터와 도로망, 철도망 등 Network 데이터, 대중교통 운행 정보를 담고 있는 Transit 데이터가 필요하다. Plan 데이터는 OD 데이터와 유사한 개념이나 통행단위가 아닌 Agent(person) 단위로 하나의 Plan은 다수의 통행을 가질 수 있다.

Network 데이터는 노드와 링크로 구성되며, 링크에는 길이, 속도, 차선, 운행 가능 교통수단 등의 속성값을 가지며, Transit 데이터는 대중교통(버스, 철도 등)의 경로, 시격, 정류장 간 이동시간, 운행 차량 정보 등 속성값을 가진다. 가령, 세종시의 개별 통행자료를 구축하기 위해서 기본적으로 대전광역시 KTDB의 OD 자료를 사용 가능하다. 그림 2와 같은 에이전트가 그림 1처럼 진화알고리즘을 통해 에이전트 간 상호작용으로 통해 유틸리티가 낮은 에이전트의 활동은 도태되고, 개선된 활동만 남게 된다.

반면, 행위자기반모형은 종종 활동기반모형과 비교되고 있다. 유사한 점은 개인의 활동과 이동을 분석단위로 한다는 점은 유사하지만, 사람이 아닌 다른 행위자(차량, 충전, 건조 환경 등)와의 상호작용의 경우 행위자기반모형에서 다루는 것이 유리하며, 반면, 새로운 활동의 예측 등 기존의 교통수요모형 관점에서의 활동과 통행수요예측은 활동기반모형에서 유리한 경향이 있다.

## 2. MATSim의 개요

### 가. 구성과 주요 특징

MATSim은 대규모 에이전트 기반 시뮬레이션을 구현하기 위한 프레임워크이며, 프레임워크는 결합하거나 독립적으로 사용할 수 있는 여러 모듈로 구성되어 있다.

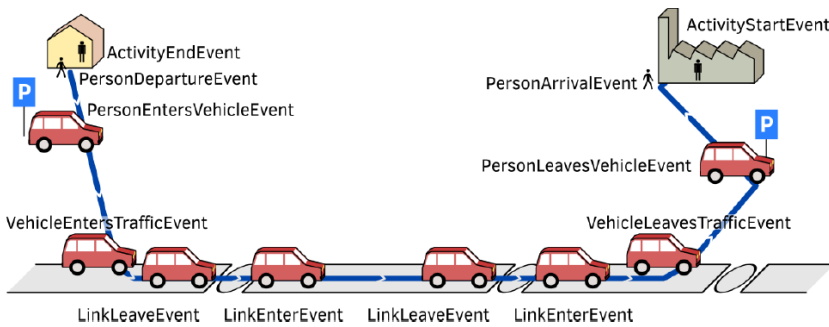
현재 MATSim은 demand-modeling, agent-based mobility-simulation(traffic flow simulation), re-planning, 시뮬레이션을 반복적으로 실행하는 컨트롤러 및 모듈에서 생성된 출력을 분석하는 방법을 위한 프레임워크를 제공한다.

〈MATSim Process〉

#### ○ MATSim의 주요 특징

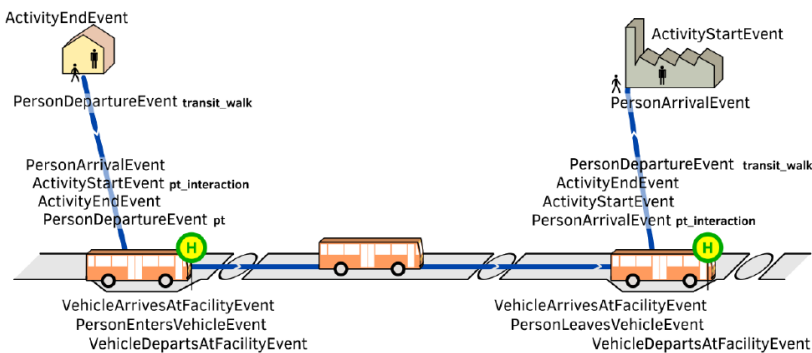
- 빠른 동적 및 에이전트 기반 트래픽 시뮬레이션 : 몇 분 안에 하루 전체 시뮬레이션 수행

- 개인 및 공공 교통 : 개인 차량과 대중교통 모두 시뮬레이션 가능
- 대규모 시나리오 지원 : MATSim은 수백만 에이전트 또는 거대하고 세부적인 네트워크를 시뮬레이션 할 수 있음
- 다양한 분석 및 시뮬레이션 결과물 : 시뮬레이션 된 데이터를 real-world counting stations과 비교
- 모듈 식 접근 방식 : 자신만의 알고리즘으로 쉽게 확장
- 오픈 소스 : 모든 주요 운영 체제에서 실행되는 Java 소스 코드를 얻을 수 있음
- 활발한 개발 : 국제 MATSim 커뮤니티는 지속적으로 새로운 기능을 추가하고 기능을 개선하고 있음



[부도 1-2] MATSim의 승용차 이용자별 Agent의 이동과 활동 표현

PT-Trip by an agent



[부도 1-3] MATSim의 대중교통 이용자별 Agent의 이동과 활동 표현





## ○ 공공차원의 Open data로서 프로젝트 예(독일)

- MATSim Germany 국가 시나리오는 승용차에 대한 500,000개의 에이전트 샘플의 통행을 보여줌
- 전체 시나리오는 the national German travel survey (Mobilität in Deutschland 2008)의 무작위 추출된 400만 명의 에이전트를 계산하고 2,500개의 count stations과 내비게이션 장치의 OD-flows로 보정작업을 수행
- 네트워크 구성을 위해서 주요 도로망(360,000개 링크)과 4백만 개 이상의 activity locations을 openstreetmap.org에서 추출
- 시나리오는 집, 직장, 교육, 쇼핑, 여가 및 기타 유형의 활동을 포함한 종일 여행 계획으로 구성함

〈독일 교통 분석 예〉

## ○ 프로젝트 예(베를린)

- 독일의 수도인 베를린의 인구는 3백만 명과 베를린 주변 브란덴부르크 지역 150 × 250km의 면적, 총인구 약 6백만 명의 통행을 분석함
- 베를린 모델에 대한 첫 번째 접근 방식은 2006년에 시작됨
- 사용된 도로 네트워크는 원래 베를린시 계획 부서에서 개발된 것으로 10,000개 이상의 노드와 30,000개의 링크로 구성
- 시나리오가 베를린의 도시 지역에 초점을 맞추고 있기 때문에 브란덴부르크보다 훨씬 높은 수준의 detail and accuracy를 가짐
- travel demand는 에이전트 기반 수요 생성 모델인 베를린의 “Kutter-Model” (“Berliner Personenverkehrs-Model”)에 의해 생성된 산출물을 기반으로 함
- 계산 성능을 높이기 위해 10%의 자동차 운전자 샘플만 시뮬레이션하여 160,000개 이상의 시뮬레이션 에이전트를 생성하며, 입력 데이터의 한계로 시나리오는 짧은 시간 동안만 적용
- 2010년에는 Berlin transit company BVG를 대신하여 PTV와 함께 베를린과 그 주변 지역에 대한 새로운 시나리오가 만들어짐
- 이 새로운 모델은 베를린 지역의 travel behaviour를 잘 재현하기 위한 광범위한 조

사 데이터를 기반으로 함

- 또한, 모든 대중교통서비스(수백 개의 버스 노선, 수십 개의 트램 노선, 기차, 지하철, 심지어 몇 개의 페리)도 포함됨

### 3. MATSim의 핵심 구동원리

#### 가. 개요

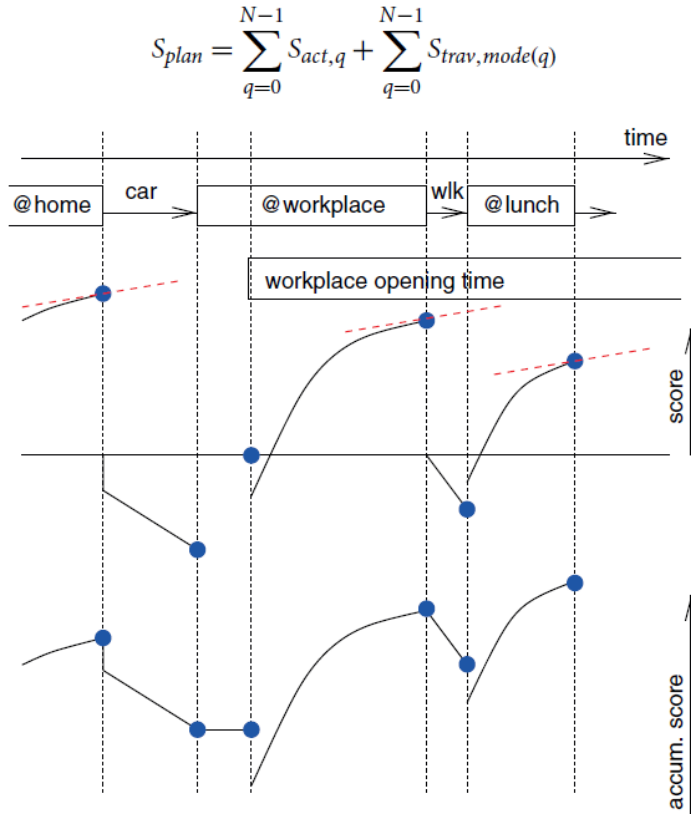
MATSim과 같은 오픈소스 Agent-based 시뮬레이션 환경이 제공되면서 기존에는 분석하지 못하던 다양한 분야의 새로운 기술들을 분석하고 평가할 수 있게 되었다. 지역개발, 교통서비스의 품질 향상, 신 교통수단의 등장, 생활패턴의 변화 등에 따라 사람들의 이동에 관한 특성은 지속적으로 변화되고 있다.

하나의 통행이 유발되었을 경우, 이 통행을 수행하기 위해서는 다양한 사항들이 고려될 수 있다. 즉, 이동수단, 경로, 예상 소요시간, 출발시간 등이 동시에 고려되어 이용자는 통행을 계획하게 되며, 하나의 통행에도 무수히 많은 경우의 수가 존재하며, 이용자는 각자의 기준에 따라 각 경우의 수를 평가하고, 최적의 경우를 판단하여 통행을 수행하게 된다.

MATSim은 이러한 다양한 경우의 수를 고려할 수 있도록 설계되어 있으며, 각각 경우를 수행하였을 경우 얻을 수 있는 가치를 정량화하여 최적의 통행을 결정한다. 이 단계에서 Scoring function이 사용된다. Scoring function은 통행에 대한 이용자의 가치를 판단할 수 있는 기준을 제공하므로, 매우 중요한 부분을 차지한다고 할 수 있다. 높은 값은 생존하고 낮은 값은 도태되는 방향으로 시뮬레이션이 진행된다.

#### 나. 스코어링 함수를 통한 행위자의 적자생존의 원리

뮌헨공대와 스위스 공대의 K. Nagel에 의해 개발되었으며, 각 Agent 별로 점수를 계산한다. 하루 동안의 Trip-chain 전체를 평가할 수 있도록 고안되었으며, 활동 기반으로 평가를 한다. 활동을 수행함으로써 얻을 수 있는 utility와 이동을 수행하면서 소모되는 utility로 구성되어 있다.



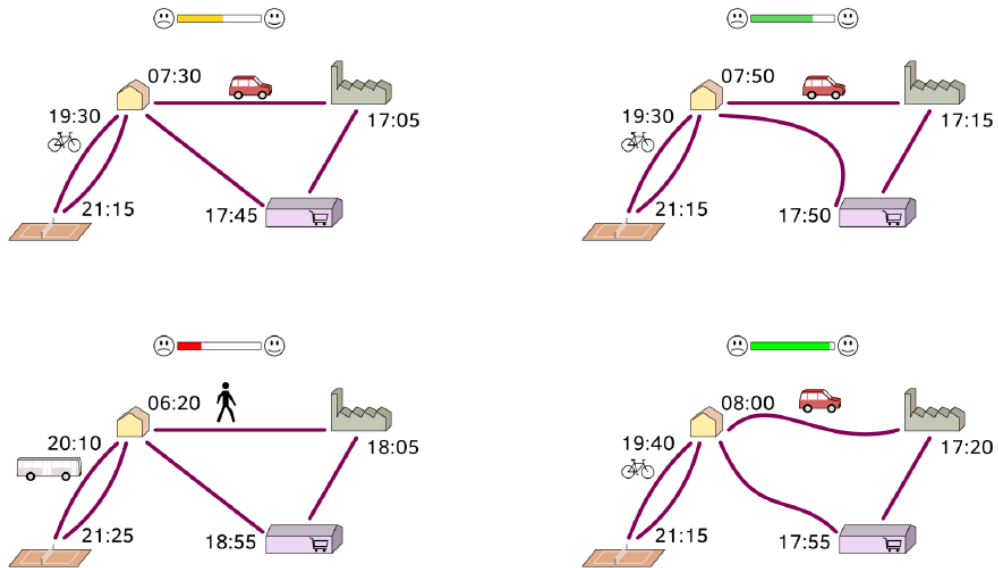
[부도 1-5] MATSim scoring function 개념도

집에서 일터로 가는 동안 이동으로 인해 점수가 감소하고, 일터에서 활동을 수행함으로써 점수가 올라간다. 활동을 수행함으로써 얻는 점수는 출발시간을 결정하는 데 큰 역할을 한다. 활동의 경우 일반적으로 시작시간과 종료시간이 정해져 있기 때문에 이동시간을 고려하여 출발시간을 결정한다. 과도하게 일찍 출발하거나, 활동지에 늦게 도착하는 경우 점수는 감소하게 된다.

이동으로 인한 점수의 감소는 이동수단 선택, 경로 선택 등을 반영한다. 교통수단을 이용함으로써 발생하는 비용, 이동시간이 증가할 경우 점수 감소량은 증가하게 된다. 이동수단의 서비스 질에 따라 점수 감소의 폭이 달라진다.

아래의 그림에서 가장 스코어가 낮은 빨간색 스케줄을 가지는 행위자(개인)은 부도 3-5의 수식에서 계산된 값으로 수치화 되며, 시뮬레이션 대상에서 제외된다.

MATSim의 여러 결과물이 시뮬레이션 과정 중에 생성되는데, 이중에서 Scoring Stat 값이 정상적으로 시뮬레이션이 이루어진 경우, 증가하다가 일정 값에 수렴한 결과를 얻게 된다.



[부도 3-6] MATSim에서 시뮬레이션 과정에서 스코어가 높은 plan과 나쁜 plan의 예

## 부록 2. 기초 지자체 충전 인프라와 전기차 보급 현황

시도	시군구	충전인프라('23)	전기차 총 보급 대수('23)	전기차 총 보급 대수('22)
서울	종로구	847	1,305	834
서울	중구	1,204	2,445	2,172
서울	용산구	1,274	1,600	1,202
서울	성동구	2,355	2,707	2,261
서울	광진구	781	1,381	1,065
서울	동대문구	1,177	1,575	1,106
서울	종랑구	1,682	2,035	1,447
서울	성북구	2,199	1,995	1,488
서울	강북구	744	1,189	880
서울	도봉구	930	1,472	1,106
서울	노원구	1,810	2,172	1,574
서울	은평구	1,750	2,139	1,525
서울	서대문구	1,131	1,627	1,197
서울	마포구	2,001	2,383	1,755
서울	양천구	1,257	2,324	1,731
서울	강서구	2,379	3,683	2,857
서울	구로구	1,924	5,615	5,138
서울	금천구	1,264	1,355	1,024
서울	영등포구	1,644	2,800	2,206
서울	동작구	1,370	1,633	1,209
서울	관악구	850	1,815	1,343
서울	서초구	2,712	6,054	4,779
서울	강남구	3,208	14,215	13,924
서울	송파구	2,852	4,453	3,254
서울	강동구	1,568	2,965	2,250
부산	중구	71	1,643	
부산	서구	243	483	
부산	동구	260	2,653	
부산	영도구	287	693	
부산	부산진구	1,274	3,160	
부산	동래구	1,092	1,700	
부산	남구	1,136	1,711	
부산	북구	865	1,548	
부산	해운대구	2,369	4,552	
부산	사하구	892	1,595	
부산	금정구	732	1,700	
부산	강서구	960	3,062	
부산	연제구	854	4,732	
부산	수영구	563	1,842	
부산	사상구	749	1,495	
부산	기장군	996	2,074	
대구	중구	404	2,452	
대구	동구	1,848	4,621	
대구	서구	311	1,504	

시도	시군구	충전인프라('23)	전기차 총 보급 대수('23)	전기차 총 보급 대수('22)
대구	남구	257	1,000	
대구	북구	2,546	4,492	
대구	수성구	2,238	6,082	
대구	달서구	2,765	6,202	
대구	달성군	2,025	3,688	
대구	군위군	97	355	
인천	중구	1,169	1,890	
인천	동구	165	435	
인천	미추홀구	1,046	2,616	
인천	연수구	2,628	6,442	
인천	남동구	1,615	6,682	
인천	부평구	1,021	3,917	
인천	계양구	736	9,033	
인천	서구	2,735	6,546	
인천	강화군	217	2,660	
인천	옹진군	36	176	
광주	동구	438	880	
광주	서구	1,403	2,747	
광주	남구	929	1,624	
광주	북구	1,796	3,648	
광주	광산구	2,012	3,639	
대전	동구	809	1,996	
대전	중구	792	2,013	
대전	서구	1,890	6,715	
대전	유성구	2,612	5,100	
대전	대덕구	632	2,065	
울산	중구	660	1,289	
울산	남구	1,099	2,075	
울산	동구	340	563	
울산	북구	960	1,635	
울산	울주군	834	2,276	
세종	세종시	2,964	4,393	
경기	수원시	4,917	8,969	6,303
경기	성남시	4,634	9,841	7,153
경기	의정부시	2,015	2,865	2,113
경기	안양시	1,691	3,845	2,638
경기	부천시	2,000	5,077	3,586
경기	광명시	900	1,784	1,332
경기	평택시	3,268	4,765	2,538
경기	동두천시	385	634	474
경기	안산시	1,823	4,409	3,173
경기	고양시	4,444	9,472	6,532
경기	과천시	302	988	694
경기	구리시	744	1,157	755
경기	남양주시	3,686	5,862	3,881
경기	오산시	999	1,392	953
경기	시흥시	2,347	3,186	1,946

시도	시군구	충전인프라('23)	전기차 총 보급 대수('23)	전기차 총 보급 대수('22)
경기	군포시	767	1,620	1,208
경기	의왕시	660	1,323	944
경기	하남시	1,660	3,406	2,586
경기	용인시	6,148	10,487	7,215
경기	파주시	1,995	4,119	2,850
경기	이천시	935	1,954	1,292
경기	안성시	894	1,686	1,074
경기	김포시	2,778	5,791	4,134
경기	화성시	4,990	8,626	5,129
경기	광주시	1,143	3,057	2,044
경기	양주시	1,390	2,406	1,490
경기	포천시	455	1,415	809
경기	여주시	496	1,272	841
경기	연천군	115	527	386
경기	가평군	360	641	474
경기	양평군	343	1,541	1,101
강원	춘천시	1,583	4,235	
강원	원주시	2,313	4,182	
강원	강릉시	933	3,304	
강원	동해시	373	648	
강원	태백시	126	335	
강원	속초시	456	739	
강원	삼척시	260	630	
강원	홍천군	314	605	
강원	횡성군	251	520	
강원	영월군	160	334	
강원	평창군	445	566	
강원	정선군	149	280	
강원	철원군	107	408	
강원	화천군	68	240	
강원	양구군	53	294	
강원	인제군	244	329	
강원	고성군	177	293	
강원	양양군	149	294	
충북	청주시	4,428	9,887	
충북	충주시	1,004	2,914	
충북	제천시	638	1,797	
충북	보은군	86	489	
충북	옥천군	143	679	
충북	영동군	90	818	
충북	진천군	456	1,150	
충북	괴산군	111	548	
충북	음성군	441	964	
충북	단양군	116	454	
충북	증평군	122	272	
충남	천안시	3,292	5,336	
충남	공주시	467	1,235	

시도	시군구	충전인프라('23)	전기차 총 보급 대수('23)	전기차 총 보급 대수('22)
충남	보령시	341	1,158	
충남	아산시	1,734	3,901	
충남	서산시	687	2,302	
충남	논산시	405	1,263	
충남	계룡시	180	673	
충남	당진시	821	2,723	
충남	금산군	154	681	
충남	부여군	162	894	
충남	서천군	149	677	
충남	청양군	56	357	
충남	홍성군	432	984	
충남	예산군	305	1,227	
충남	태안군	264	719	
전북	전주시	3,031	6,219	
전북	군산시	1,333	3,195	
전북	익산시	1,146	3,135	
전북	정읍시	379	1,546	
전북	남원시	288	1,114	
전북	김제시	289	1,111	
전북	완주군	380	804	
전북	진안군	72	321	
전북	무주군	151	308	
전북	장수군	51	321	
전북	임실군	125	359	
전북	순창군	63	257	
전북	고창군	183	593	
전북	부안군	233	512	
전남	목포시	827	1,389	
전남	여수시	924	2,617	
전남	순천시	1,270	2,963	
전남	나주시	884	1,922	
전남	광양시	675	2,470	
전남	담양군	168	675	
전남	곡성군	81	387	
전남	구례군	81	259	
전남	고흥군	78	493	
전남	보성군	130	412	
전남	화순군	307	452	
전남	장흥군	99	401	
전남	강진군	88	369	
전남	해남군	216	768	
전남	영암군	211	657	
전남	무안군	392	868	
전남	함평군	80	532	
전남	영광군	169	1,046	
전남	장성군	167	599	
전남	완도군	87	367	



시도	시군구	충전인프라('23)	전기차 총 보급 대수('23)	전기차 총 보급 대수('22)
전남	진도군	56	306	
전남	신안군	85	4,248	
경북	포항시	2,561	4,815	
경북	경주시	1,040	2,660	
경북	김천시	608	1,658	
경북	안동시	728	1,450	
경북	구미시	2,110	3,189	
경북	영주시	276	954	
경북	영천시	379	1,214	
경북	상주시	237	1,164	
경북	문경시	160	673	
경북	경산시	1,240	2,324	
경북	의성군	96	544	
경북	청송군	96	328	
경북	영양군	25	145	
경북	영덕군	137	363	
경북	청도군	116	546	
경북	고령군	82	596	
경북	성주군	148	1,088	
경북	칠곡군	472	1,173	
경북	예천군	202	625	
경북	봉화군	55	284	
경북	울진군	119	428	
경북	울릉군	37	555	
경남	진주시	1,333	4,843	
경남	통영시	438	845	
경남	사천시	341	870	
경남	김해시	2,363	3,342	
경남	밀양시	357	1,200	
경남	거제시	1,166	1,493	
경남	양산시	1,556	3,355	
경남	통합창원시	3,815	14,204	
경남	의령군	46	294	
경남	함안군	132	1,503	
경남	창녕군	148	693	
경남	고성군	139	554	
경남	남해군	141	489	
경남	하동군	204	540	
경남	산청군	95	592	
경남	함양군	55	345	
경남	거창군	75	541	
경남	합천군	77	522	
제주	제주시	4,302	29,808	
제주	서귀포시	2,339	9,610	



**Abstract****A study on the strategic plan for electric vehicle charging infrastructure towards carbon-neutrality in transportation sector**

*Jiyoung Park · Beomil Kim · Chansung Kim · Youngho Kim · Hyeongwoo Roh*

One of the most important strategies to achieve carbon neutrality in the transportation sector is electrification. Recently, as the speed of commercialization of electric vehicles has accelerated, the market share of electric vehicles in Korea has exceeded 2% of the number of total registered vehicles. However, in order to continue to spread electric vehicles, it is important to make efforts to increase market competitiveness of electric vehicle and expand charging infrastructure. Korea is rated as the world's highest in terms of public charging infrastructure supply, but the lack of charging infrastructure is still considered an obstacle to the expansion of electric vehicles. In a situation where most vehicles must be converted to electric vehicles to achieve carbon neutrality in the transportation sector, long-term national strategic research is needed to establish charging infrastructure and operation plans.

Therefore, this study was aimed at studying demand modeling methods needed to establish a national strategy for electric vehicle infrastructure and exploring mid- to long-term charging infrastructure policy measures under the goal of carbon neutrality in the transportation sector. It first explored the current status of electric vehicle charging infrastructure policy and literature review related to electric vehicle charging infrastructure. Next, we studied ways to establish a charging infrastructure plan based on actual charging demand analysis, and then derived measures to improve the current charging infrastructure construction and operation system. A brief summary of the contents of each chapter is as follows.

Chapter 1 presented an introduction to the research necessity, purpose, and research method. In Chapter 2, we reviewed previous studies related to domestic and international transportation sector carbon neutral policies, and electric vehicle charging infrastructure, and as a result, policy implications and research directions were derived. Chapter 3 summarizes technical details on electric vehicle charging technology and infrastructure, and analyzes the current status and future plans of domestic and overseas charging infrastructure.

In Chapter 4, we analyzed charging demand by vehicle type based on domestic electric vehicle charging data, and presented a method to estimate the size of charging infrastructure needed if the stock of electric vehicles increases in the future. In addition, a method of using traffic simulation as an analysis tool to evaluate the appropriateness of the charging infrastructure scale was presented, and a case study was conducted targeting the entire country and Gongju City.

Chapter 5 forecasts future changes in the overall charging infrastructure construction and operating system and suggests improvement plans according to the changes. Among the improvement measures, first, a plan to improve charging infrastructure-related laws and systems was presented; second, a plan to improve the charging fee system was presented; and third, a plan to improve the operation and management of private-led charging infrastructure was presented.

Based on the results of this study, future policy directions are suggested as follows. First, in the process of establishing future charging infrastructure plans, it is important to calculate the appropriate size of infrastructure that reflects actual charging demand. The charging infrastructure size calculation method used in this study can be used as an effective analysis tool to revise or change national charging infrastructure plans in the future. Additionally, future charging infrastructure plans must be subdivided to reflect the charging characteristics and distribution target scale of each electric vehicle model. Second, for facilities where electric vehicle charging demand is increasing, such as apartment complexes and facilities, charging demand

distribution technology or flexible power reception response technology should be reviewed. When examining the impact of electric vehicle charging on the power grid, there will be little impact on total power consumption by 2030, but power demand by location is expected to vary significantly depending on charging patterns. Additionally, when reviewing the target number of electric vehicles for distribution by 2030, it is necessary to reexamine the mandatory installation rate of chargers in facilities, including apartments.

Lastly, for future research, a simulation-based charging infrastructure adequacy evaluation study and a rapid charging infrastructure network study for long-distance travel were proposed.



## 보고서 집필 내역

구분	성명	소속 및 직책	집필 부분	비고
연구책임자	박지영	모빌리티전환연구본부 연구위원	총괄, 제1장, 제2장, 제3장, 제4장, 제5장, 제6장	
연구책임자	김범일	모빌리티전환연구본부 책임전문원	제1장, 제3장, 제4장, 제5장, 제6장	
참여연구자	김찬성	철도교통연구본부 선임연구위원	제3장, 제4장	
참여연구자	김영호	모빌리티전환연구본부 선임연구위원	제1장	
참여연구자	노형우	모빌리티전환연구본부 연구원	제2장, 부록	





## 저자약력

### 박지영

한국교통연구원 연구위원

University of California, Irvine (교통공학 박사)

### 김범일

한국교통연구원 책임전문원

서울대학교 (도시계획학 박사)

### 김찬성

한국교통연구원 선임연구위원

Portland State University (도시계획학 박사)

### 김영호

한국교통연구원 선임연구위원

Munich University of Technology (교통공학 박사)

### 노형우

한국교통연구원 연구원

인천대학교 (도시건설공학 석사수료)

연구 MP-24-01

## 수송부문 탄소중립을 위한 전기차 인프라 국가 전략 연구

A Study on the Strategic Plan for Electric Vehicle Charging Infrastructure towards Carbon-neutrality in Transportation Sector

인쇄 2024년 4월 25일

발행 2024년 4월 30일

발행인 오재학

발행처 한국교통연구원

세종특별자치시 시청대로 370

세종국책연구단지 과학인프라동

전화. 044-211-3114 팩스. 044-211-3222

홈페이지. www.koti.re.kr

인쇄처 000000 (000-000-0000)

가격 9,500원

ISBN 979-11-6384-245-3 93530

