





# 수원시 전기버스 도입효과 분석

Analysis of Electric Bus Introduction Effect in Suwon City

김숙희

연구진

연구책임자 김숙희 (수원시정연구원 선임연구위원)

참여연구원 김형준 (前 수원시정연구원 위촉연구원, 現 아우토크립트(주) 사원)  
신혜영 (수원시정연구원 위촉연구원)

© 2022 수원시정연구원

**발행인** 김선희

**발행처** 수원시정연구원

경기도 수원시 권선구 수인로 126

(우편번호) 16429

전화 031-220-8001 팩스 031-220-8000

<http://www.suwon.re.kr>

**인쇄** 2022년 10월 13일

**발행** 2022년 10월 13일

**ISBN** 979-11-6819-075-7(93320)

---

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

김숙희. 2022. 「수원시 전기버스 도입효과 분석 연구」. 수원시정연구원

---

비매품

## 주요내용 및 정책제안

### ■ 주요내용

- 전기버스 관련 문헌 검토, 국내·외 운영 사례, 관련 법·제도 검토, 국내·외 정책 동향을 확인함으로써 전기버스 도입효과 분석 여건 검토
- 수원특례시 전기버스 운영 및 충전 인프라 현황분석
- 수원특례시 버스운수종사자 대상 설문조사 분석, 버스운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사, 경기도 도민서비스 평가 결과를 바탕으로 전기버스 이용자 만족도 분석수행
- 수원특례시 전기버스 도입효과 평가 지표 제안
- 전기버스 도입의 정량적 효과 분석을 위해 버스업체 운영비 절감효과, 환경적편익 등 경제적 효과 분석
- 수원특례시 전기버스 확대도입을 위한 정책 방향 제시

### ■ 정책 제언

#### ① (전기버스 충전인프라 확대 구축)

- 현재 운영중인 수원시 시내버스를 모두 전기버스로 대체하기 위해서는 공용차고지 및 일반차고지에 충전 인프라 구축이 절대적으로 필요한 것을 알 수 있음
- 버스 운영업체 경영자와의 인터뷰를 통해 전기버스가 안정적으로 운영되기 위해서는 1대당 1기의 충전건이 필요하다는 것을 알 수 있음

#### ② (전기버스의 기술력 확보 및 안전확보 필요)

- 전기버스의 안정적 운영을 위해서는 현재 수준보다 운행거리가 길어야 함. 겨울철 난방능력에 대한 만족도 개선과 운행거리 개선을 위한 기술력 확보가 필요함
- 전기버스의 안전도와 관련한 우려가 존재하는 바, 전기버스 안전도를 제고하기 위한 기술력 확보 및 대응방안 마련이 필수적이라 볼 수 있음

③ (전기버스 확대도입을 위한 표준모델 개발)

- 전기버스 확대도입을 위해 전기버스 차량구조 (안전장치, 내장, 외장, 편의증진 등), 차량성능 (배터리 용량, 배터리 무게, 충전속도, 전비, 등판능력, 배터리 보증기간, 모터, 구동장치 등), 차량관리 (차량모니터링 시스템, 정비편의성), A/S 등에 대한 표준 모델을 개발하는 것이 필요할 것으로 보임

④ (전기충전기 설치시 행정 절차 간소화 방안 마련)

- 전기버스 도입 확대를 위해 전기버스 충전시설 확대 설치는 매우 중요함
- 전기충전기 설치를 위한 허가 등의 행정절차 이행에 있어 많은 시간이 소요되고 있어, 행정절차 간소화가 필요할 것으로 보임

⑤ (전기버스 폐배터리 처리를 위한 방안 마련)

- 배터리 교체 이후 폐배터리 처분과 관련하여서는 사회적인 숙제로 남아있는 사항이기 때문에 이에 대한 해결방안이 마련되어야 비로소 경제성이 있다고 볼 수 있을 것으로 보임

⑥ (전기버스 구입을 위한 중앙정부 재원 확보)

- 전기버스 구입을 위해 환경부와 국토부가 보조금을 지원해 주고 있음. 버스업체의 경우 연료비 등 많은 장점이 있는 전기버스 확대도입을 원하고 있으나, 중앙정부의 예산 부족으로 인해 전기버스 확대 도입에 한계가 있음

⑦ (전기버스 도입과 관련하여 지속적인 홍보)

- 전기버스가 실제로 환경 개선에 기여할 수 있다는 것, 전기버스의 경제적 효과에 대한 홍보를 통해 기존 버스와 전기버스의 차별성을 중점적으로 홍보해야 할 것으로 사료됨
- 또한, 배터리 화재로 인한 전기차에 대한 신뢰성이 완전하지는 않은 바, 이에 대한 신뢰성이 제고될 수 있는 방향으로 홍보가 필요할 것으로 보임

## 국문요약

### ■ 서론

#### ○ 연구의 배경

- 최근 미세먼지, 온실가스 등 환경문제가 심화됨에 따라 탄소중립 정책 등 친환경 정책에 대한 시민들의 관심이 높아지고 있는 상황임
- 친환경 교통수단 도입 정책의 하나로 수원특례시에서도 전기버스를 확대 도입 증으로 2019년 관내 62대의 전기버스 도입을 시작으로, 2022년 기준 관내 249대의 전기버스가 운행 중이며, 마을버스는 2022년 20대를 도입하여 운영중임
- 전기버스 도입효과는 대기질 개선 및 소음 절감, CNG/경유 대비 저렴한 연료비용으로 인한 버스 운영업체의 운영비 절감, 저상형 차량 도입을 통한 이용 편의성 개선 등이 있다고 알려져 있음

#### ○ 연구의 목적

- 전기버스 도입에 대한 설문조사와 버스 운영업체의 운영비 절감효과, 환경편익 등 정량적 도입효과를 분석하고자 함
- 전기버스 도입효과를 평가하기 위하여 전기버스 관련 효과평가 지표를 제안하고, 전기버스 확대 도입을 위한 정책적 방향을 제시하고자 함

### ■ 전기버스 도입 및 수원시 운영현황

#### ○ 전기버스 개요

- 전기버스는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조 전기자동차의 정의를 만족하고, 「자동차관리법」 제3조 및 동법 시행규칙 제2조에서 정의하는 승합자동차를 말함

- 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조에 명시된 전기자동차의 정의는 전기 공급원으로부터 충전 받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차임
- 「자동차관리법」 제3조와 동법 시행규칙 제2조에 명시된 승합자동차의 정의는 11인 이상을 운송하기에 적합하게 제작된 자동차임

#### ○ 수원특례시 전기버스 및 충전인프라 도입 현황

- 2022년 6월 기준 수원특례시에는 총 249대의 전기버스 차량이 시내버스 노선에 도입되어 운영 중에 있으며, 직행좌석버스 7대, 일반시내버스 242대가 운행 중임
- 또한, 2022년 6월 기준 총 20대의 전기버스 차량이 마을버스 노선에 도입되어 운영 중에 있음
- 전기버스 도입에 발맞추어 충전 인프라 구축현황으로 관내 북부공영차고지, 동부공영차고지, 호매실차고지, 서부공영차고지 등에 전기버스 충전 인프라를 구축하여 운영 중이며, 북부공영차고지에 설치된 충전기가 47기로 가장 많은 것으로 나타났고, 동부공영차고지 25기, 호매실차고지 14기 등이 그 뒤를 이음

### ■ 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사

#### ○ 버스 운수종사자 대상 설문조사 개요

- 버스 운수종사자 대상으로 전기버스 도입효과 분석을 수행하기 위해 버스 운영업체의 버스 운수종사자 중 전기버스를 운행하고 있는 버스 운수종사자 139인을 대상으로 설문조사를 수행하였음

#### ○ 버스 운수종사자 대상 설문조사 분석 결과

- 버스 운수종사자 대상 설문조사 결과, 전반적으로 전기버스에 대해서는 만족하는 것으로 나타났으며, 전기버스의 장점으로는 조용함, 매연 저감 등을 확인할 수 있었고, 단점으로는 겨울철 난방부족, 긴 충전시간, 충전에 다른 휴식 부족 등으로 나타남
- 버스 운수종사자들은 전기버스 도입 및 취지에 대해 전반적으로 중요하다고 인식하고 있음

- IPA 분석결과 1사분면인 중요도와 만족도 모두 높은, 지속유지에 해당하는 항목은 진동 발생 여부, 소음 발생 여부, 매연 발생 여부, 승차감, 가감속 능력, 등판능력으로 분석되었고, 2사분면인 중요도 높고, 만족도가 낮은 우선시정에 해당하는 항목은 겨울 철난방능력, 고장률임을 확인할 수 있고, 3사분면인 중요도와 만족도 모두 낮은 저우선 순위에 해당하는 항목은 충전시간, 운행가능거리, 유지관리기술, 충전시주차, 충전에 따른 휴식시간으로 나타났음. 4사분면인 중요도는 낮고, 만족도는 높은 항목은 운행의 편의성으로 나타남
- 분석결과 3사분면에 해당하는 저우선순위 항목인 충전시간, 충전에 따른 휴식시간은 만족도가 매우 낮은 것으로 나타나 운수종사자들의 전기버스 이용 만족도 개선을 위한 노력이 필요함
- IPA 결과를 통해 전기버스의 전반적인 기술력이 개선되어야 함을 알 수 있었고, 주요 강점으로 선정된 항목들에 대해서는 향후 전기버스 확대 도입 시 강점을 강화해야 하고, 나머지 항목들에 대해서도 지속적으로 개선방안을 제시해야 함을 알 수 있음

#### ○ 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사 결과

- 버스 운영업체 경영자 입장에서 전기버스에 대한 인식을 조사하기 위해 버스 운영업체 대표를 대상으로 인터뷰를 수행하였음
- 도입 초기에는 잔고장이 많았으나, 커스터마이징 이후에는 잔고장이 많지 않고, 유지·관리에 소요되는 비용이 기존 내연기관 차량 대비 적고, 소모품이 적게 소요되어 친환경적이라는 장점이 있다는 것을 인터뷰를 통해 알 수 있음
- 또한, 향후에도 전기버스를 확대 도입할 계획이 있다는 사실을 통하여 버스 운영업체 경영자는 전기버스를 도입하여 운영하는 것에 대한 만족도가 높다는 것을 확인할 수 있음

#### ○ 도민 이용자 서비스 평가 결과

- 도민 서비스 평가 분석결과 수원특례시에서 운행되고 있는 전체 노선에 대한 서비스 평가결과보다 전기버스가 투입되어 운행되고 있는 노선의 서비스 평가 결과가 낮은 것으로 나타남
- 이는 경기도 도민 서비스 평가 전반적으로 이용자 수 대비 평가에 참여한 인원 수가 적어 점수가 평가자의 성향에 따라 영향을 받을 수 있다고 볼 수 있음
- 또한, 전기버스 도입에 대한 상세한 설문문항이 아닌 경기도 버스 서비스 평가 지표를 활용하였기 때문에 이런 결과가 제시된 것으로 보임

## ■ 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표 제안

### ○ 전기버스 도입효과 평가지표 제안

- 평가지표 도출을 위해 우선적으로 국내·외 전기버스 도입효과 평가지표와 관련된 문헌을 검토하였고, 문헌 검토 내용을 기반으로 전기버스의 도입효과와 관련된 영향요인들을 도출함
- 문헌 검토 내용과 도출 영향요인 분석 내용을 기반으로 전기버스 도입효과 평가지표를 도출결과 첫 번째 (안)은 경제성, 편의성, 환경성 요인으로 구분하여 도출함
- 도출 과정 중 전문가 자문의견을 반영하여 두 번째 (안)은 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 도출함
- 최종적으로 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)은 크게 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 선정하였고, 경제성 요인으로는 전기버스 도입 및 운영, 충전 인프라의 경제성 등의 요인을 선정하였고, 사회 수용성 요인으로는 전기버스 성능, 충전 인프라 기술, 승객 편의 등의 요인을 선정하였고, 환경성 요인으로는 전기버스 에너지 소모, 환경 개선 등의 요인을 선정함

## ■ 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석결과

### ○ 버스업체 운영비 절감효과분석

- 타도시 및 수원특례시 현황을 검토한 결과 전기버스 연료비를 제외한 정비비 등은 정확한 데이터가 축적되어 있지 않아 분석에 어려움이 있음. 일반적으로 내연기관 버스 보다 전기버스의 정비비가 적게 발생할 것으로 기대되나 배터리 수명이 버스 수명보다 짧아 배터리 교환 또는 수리비용이 크게 발생할 수 있음. 하지만 최근 전기버스구입 시 제조사가 배터리 교체에 대해 지원을 해주고 있음
- 전기버스 감가상각비의 경우 환경부로부터 취득보조금 수령 등으로 인하여 타 유형의 버스와 중요한 차이가 없는 것으로 나타남
- 전기버스 운영비 검토에서는 연료비 절감액만 검토하였으며, 기초자료는 수원여객 자료를 이용하였음
- 버스 유종별 Km당 연료비 비교를 하여 CNG 버스와 전기버스의 차이를 분석한 결과 CNG의 경우 Km당 연료비 428원, 전기버스는 Km당 연료비가 252원으로 나타나 CNG대비 58.9%로 분석됨

## ○ 전기버스 경제성 분석 개요

- 전기버스 도입 환경적 편익 분석은 전기버스 도입으로 인해 발생하는 편익(Benefit)과 비용(Cost)을 산출하는 방식임
  - 발생 편익이 도입비용 대비 1.0을 초과하는 경우 일반적으로 경제성이 있다고 판단할 수 있음
  - 편익항목은 CNG/경유 등의 내연기관 버스에서 전기버스 차량으로 전환 시 대기오염 물질 감축으로 인한 환경적 편익과 연료 유형별 연료비 차이에 따른 연료비용 절감 편익 두 가지 항목으로 구성함
  - 비용항목은 차량구입 비용과 연간연료비용, 배터리 교체비용 세가지 항목으로 구성함
- 수원특례시 전기버스 도입 환경적 편익 분석은 아래에서 설명한 환경적 편익 분석 프로세스를 따라 수행함
  - 원단위 산정, 대기오염 절감비용 산정, 연료비 차이, 차량 비용 차이 등의 분석 과정 통해 수행함

## ○ 전기버스 경제성 분석결과

- 분석한 비용과 편익을 산정한 결과들을 활용하여 비용편익분석을 수행하였고, 할인율은 2020년 7월 국고채수익률을 고려하여 산정함
- 전기버스의 경우 배터리 교체비용이 상당히 높기 때문에 차량 구입비용에 영향을 미치고 있으며, 최근에는 제조사에서 배터리 교체비를 보증을 해주고 있음. 본 경제성 분석에서는 전기버스 배터리 교체 유무에 따라 경제성 분석을 수행함
- 전기버스로의 전환에 대한 경제성을 확인한 결과, CNG 버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 1.19로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.71로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨
- 경유버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 0.82로 나타났고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.56으로 나타남. 배터리 교체 유무와 상관없이 나타나 B/C 값이 1이하로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨

## ■ 결론 및 정책제언

### ○ 결론 및 정책제언

#### ■ 전기버스 충전 인프라 확대 구축

- 기운영중인 시내버스를 모두 전기버스로 대체하기 위해서는 충전 인프라 구축이 절대적으로 필요하며, 버스 운영업체 경영자와의 인터뷰를 통해 전기버스가 안정적으로 운영되기 위해서는 1대당 1기의 충전건이 필요하다는 것을 알 수 있음

#### ■ 전기버스의 기술력 확보가 필요

- 전기버스의 기술은 점점 더 향상되고 있으나, 기존에 도입되어 운영중인 전기버스의 경우 고장률도 높고, 배터리 용량 부족으로 운수종사자들의 만족도가 낮은 것으로 나타남
- 전기버스의 안정적 운영을 위해서는 여러 가지 측면에서 현재 수준보다 성능이 향상이 되어야 하므로 운행거리 개선과 겨울철 난방능력 개선을 위한 기술력 확보가 필요한 상황임
- 또한, 전기버스의 안전도와 관련한 우려가 존재하는 바, 전기버스 안전도를 제고하기 위한 기술력 확보 및 방안 마련이 필수적이라 볼 수 있음

#### ■ 전기버스 확대도입을 위한 표준모델 개발이 필요

- 전기버스 확대도입을 위해 전기버스 차량구조(안전장치, 내장, 외장, 편의증진 등), 차량성능(배터리 용량, 배터리 무게, 충전속도, 전비, 등판능력, 배터리 보증기간, 모터, 구동장치 등), 차량관리(차량모니터링 시스템, 정비편의성), A/S 등에 대한 표준을 개발하는 것이 필요할 것으로 보임

#### ■ 전기충전기 설치 시 행정 절차 간소화 방안 마련 필요

- 전기버스 도입 확대를 위해 전기버스 충전시설 확대 설치에 있어 많은 시간이 소요되고 있어, 행정절차 간소화가 필요할 것으로 보임

#### ■ 전기버스 폐배터리 처리를 위한 방안 마련 필요

- 배터리 교체 이후 폐배터리 처분과 관련하여서는 사회적인 숙제가 남아있는 사항이기 때문에 이에 대한 해결방안이 마련되어야 비로소 경제성이 있다고 볼 수 있을 것으로 판단됨. 폐배터리 처분에 대한 사회적 비용이 클 것으로 판단되기 때문임

#### ■ 전기버스 도입과 관련하여 지속적인 홍보 방안 마련

- 전기버스가 실제로 환경 개선에 기여할 수 있다는 환경적 편익과 전기버스를 선호하는 이유에 대한 홍보를 통해 기존 버스와 전기버스의 차별성을 중점적으로 홍보해야 할 것으로 보임

- 아직 국내에서 전기버스 화재가 발생을 하지 않아 그 위험성에 대해 인식을 하고 있지 않음. 하지만 국외 사례를 봤을 때 배터리 화재로 인한 전기차에 대한 신뢰성이 완전하지는 않은 바, 이에 대한 신뢰성이 제고될 수 있는 방향으로 홍보가 필요할 것으로 보임
- 중앙정부의 재원마련
  - 전기버스 도입 시 친환경 차량 구입을 위한 지원은 환경부에서 하고 있고, 저상버스 도입을 위한 지원은 국토부에서 지원을 하고 있음
  - 하지만 환경부 및 국토부 예산 미확보로 인해 전기버스 도입에 한계가 존재하므로 전기버스 도입을 위한 중앙정부의 재원마련 필요

## ○ 향후과제

- 도민 시내버스 서비스 평가 결과 데이터를 활용하여 시민 만족도 조사를 분석한 결과 전기버스 이용 만족도가 낮은 것으로 나타났음. 이는 도민 서비스 평가 문항에 전기버스 이용 목적이 아닌 일반버스를 대상으로 하고 있어 향후 시민을 대상으로 이용만족도 분석을 심층적으로 분석할 필요가 있음
- 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표를 기반으로 향후 실제적인 도입효과를 분석해야 할 것으로 보임. 전기버스가 지속적으로 도입되고 있는 바, CNG 버스와 비교하여 전기버스의 도입효과를 판단해야 하고, 이를 통하여 지속가능성 있는 운영방안을 모색해야 할 것으로 보임
- 전기버스 적정충전횟수는 운전자의 개인 선호차이 등이 반영이 될 수 있으므로, 따라서 노선별, 업체별 적정 충전횟수에 대해서는 실운영 자료기반으로 분석하여 신뢰성 있는 정보를 제공할 필요가 있음
- 전기버스 시민 만족도 조사 시 직접적인 이용자 만족도뿐만 아니라 간접적인 수혜자(정류장 이용객, 버스 차고지 주변 인근 보행자)에 대한 만족도 조사도 필요할 것으로 보임
- 운송원가 중 연료비 산정 관련하여 연료비에 영향을 미치는 요인(전기버스 충전방식과 충전소 구조, 전기요율변화 등)을 반영하여 연료비 변화에 대한 민감도 분석을 수행할 필요가 있음

주제어: 전기버스, 전기버스만족도, 전기버스 경제성분석, IPA분석, 전기버스 도입효과



---

## 차 례

---

<b>제1장 서론</b> .....	<b>1</b>
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	3
1. 연구의 배경 .....	3
2. 연구의 목적 .....	3
제2절 연구의 범위 및 방법 .....	4
1. 연구의 범위 .....	4
2. 연구의 방법 .....	5
<b>제2장 전기버스 관련 법제도 및 정책동향</b> .....	<b>7</b>
제1절 전기버스 개요 .....	9
1. 전기버스의 정의 .....	9
2. 전기버스 충전기 및 충전 인프라 기술 .....	11
3. 전기버스 충전사업 모델 .....	15
제2절 전기버스 관련 법·제도 검토 .....	17
1. 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황 .....	17
2. 지방정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황 .....	22
제3절 전기버스 관련 정책 동향 .....	25
1. 중앙정부의 정책 동향 .....	25
제4절 국내·외 전기버스 운영사례 .....	32
1. 전기버스 국내 운영 현황 .....	32
2. 국외 운영사례 .....	33
<b>제3장 수원특례시 버스 현황 분석</b> .....	<b>35</b>
제1절 수원특례시 버스 운영 현황 .....	37
1. 버스 관련 교통시설 현황 .....	37
2. 업종별 운수업체 현황 .....	38
3. 버스 운영업체 현황 .....	39

제2절 수원특례시 전기버스 운영 현황 .....	41
1. 수원특례시 전기버스 도입 현황 .....	41
2. 수원특례시 전기버스 충전 인프라 도입 현황 .....	42
<b>제4장 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사 .....</b>	<b>43</b>
제1절 버스 운수종사자 대상 설문조사 .....	45
1. 설문조사 개요 .....	45
2. 설문조사 분석 결과 .....	46
3. 중요도-만족도 분석(IPA) .....	53
제2절 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 .....	56
1. 인터뷰 조사 개요 .....	56
2. 인터뷰 조사 내용 .....	56
제3절 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 .....	57
제4절 시사점 .....	60
<b>제5장 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표 .....</b>	<b>63</b>
제1절 전기버스 도입효과 평가지표 도출 개요 .....	65
제2절 전기버스 도입효과 평가지표 관련 문헌 검토 .....	66
1. Electrifying Transit: A Guidebook for Implementing Battery Electric Buses	66
2. Performance Evaluation Framework: For Electric Buses in India ...	67
3. A Zero-Emission Transition for the U.S. Transit Fleet .....	69
4. Zero-Emission Bus Evaluation Results: County Connection Battery Electric Buses	69
5. Zero-Emission Bus Transition Plan .....	70
6. Roadmap for Electric Bus Systems .....	71
제3절 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안) .....	73
제4절 소결 .....	75

<b>제6장 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석</b> .....	<b>77</b>
제1절 버스업체 운영비절감 효과분석 .....	79
1. 버스 표준운송원가 개요 .....	79
2. 버스 표준운송원가 산정결과 .....	81
제2절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 개요 .....	83
1. 분석 개요 .....	83
2. 전기버스 전화 원단위 및 비용산정 .....	85
3. 전기버스 전화 원단위 및 편익산정 .....	86
제3절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 결과 .....	88
<b>제7장 결론 및 정책제언</b> .....	<b>93</b>
제1절 결론 .....	95
1. 전기버스 도입 및 수원특례시 운영현황 분석 .....	95
2. 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사 .....	96
3. 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표 제안 .....	97
4. 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석결과 .....	98
제2절 정책제언 및 향후과제 .....	100
1. 정책제언 .....	100
2. 향후과제 .....	101

## 표 차례

〈표 2-1〉 전기상용차 핵심기술 .....	10
〈표 2-2〉 충전 소켓 구분 .....	14
〈표 2-3〉 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황 .....	17
〈표 2-4〉 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 지원대상자 검토 및 선정 .....	18
〈표 2-5〉 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 집행 .....	19
〈표 2-6〉 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 부정수급 방지 .....	19
〈표 2-7〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제1조 .....	20
〈표 2-8〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조 제3항 .....	20
〈표 2-9〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조 제5항, 제8항 .....	21
〈표 2-10〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제5조의2 .....	22
〈표 2-11〉 지방정부의 전기자동차 관련 조례 현황 .....	22
〈표 2-12〉 「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」 .....	23
〈표 3-1〉 수원특례시 버스전용차로 운영현황 .....	37
〈표 3-2〉 수원특례시 버스터미널 현황 .....	38
〈표 3-3〉 수원특례시 업종별 운수업체 현황 .....	38
〈표 3-4〉 수원특례시 시내버스 총괄 현황 .....	39
〈표 3-5〉 수원특례시 시내버스 업체별 현황 .....	39
〈표 3-6〉 수원특례시 마을버스 총괄 현황 .....	40
〈표 3-7〉 수원특례시 마을버스 업체별 현황 .....	40
〈표 3-8〉 수원특례시 차고지별 전기버스 충전 인프라 구축 현황(2022.06.16. 기준) .....	42
〈표 4-1〉 버스 운수종사자 대상 설문조사 개요 .....	45
〈표 4-2〉 버스 운수종사자 대상 설문조사 항목 .....	46
〈표 4-3〉 응답자 일반특성(성별) .....	46
〈표 4-4〉 응답자 일반특성(연령대) .....	47
〈표 4-5〉 응답자 일반특성(유종별 운행경력) .....	47
〈표 4-6〉 설문조사 응답자 선호 유종 버스 .....	48
〈표 4-7〉 설문조사 응답자 인식 - 전기버스 장점 .....	48
〈표 4-8〉 설문조사 응답자 인식 - 전기버스 단점 .....	49
〈표 4-9〉 전기버스 적정 충전횟수 .....	49
〈표 4-10〉 전기버스 안전도 .....	50
〈표 4-11〉 전기버스 도입 및 취지 .....	50

〈표 4-12〉 전기버스 만족도 .....	51
〈표 4-13〉 전기버스 도출 항목 만족도-중요도 .....	52
〈표 4-14〉 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사 내용 .....	56
〈표 4-15〉 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 - 수원특례시 .....	59
〈표 5-1〉 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점 .....	66
〈표 5-2〉 전기버스 투입 노선 영향요인 분석 .....	66
〈표 5-3〉 전기버스 기술 수준 평가 내용 .....	68
〈표 5-4〉 버스 유종별 County Connection 버스 서비스 운영 평가 .....	70
〈표 5-5〉 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점 .....	70
〈표 5-6〉 전기버스 도입 및 운영 주요 영향요인 - 유럽 .....	71
〈표 5-7〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 1차 .....	73
〈표 5-8〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 최종 .....	74
〈표 5-9〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 최종 .....	75
〈표 6-1〉 연료비 산정 기준 .....	79
〈표 6-2〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 연료비 산출 결과 .....	80
〈표 6-3〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 유가 변동 추세 산출 결과 .....	80
〈표 6-4〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 전기버스 연료비 산출 결과 .....	81
〈표 6-5〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 유가 변동 추세 산출 결과 .....	82
〈표 6-6〉 경제적 분석의 편익-비용 항목 개요 .....	83
〈표 6-7〉 수원시 시내버스 주행거리 .....	85
〈표 6-8〉 전기버스 제원 .....	85
〈표 6-9〉 CNG 버스 제원 .....	85
〈표 6-10〉 경유버스 제원 .....	86
〈표 6-11〉 차량 구매비용 차이 및 잔존가치 비용 .....	86
〈표 6-12〉 버스유종별 오염물질 발생량 .....	87
〈표 6-13〉 오염물질 사회적 비용 원단위 .....	87
〈표 6-14〉 연간 오염물질 발생량-연간 주행거리 적용 .....	87
〈표 6-15〉 차종 전환시 오염물질 감축량 .....	88
〈표 6-16〉 차종 전환시 환경적 편익 .....	88
〈표 6-17〉 CNG 버스→전기버스 배터리를 교체하지 않을 경우 .....	89
〈표 6-18〉 CNG 버스→전기버스 배터리를 교체할 경우 .....	90
〈표 6-19〉 경유버스→전기버스 배터리를 교체하지 않을 경우 .....	91
〈표 6-20〉 경유버스→전기버스 배터리를 교체할 경우 .....	92

---

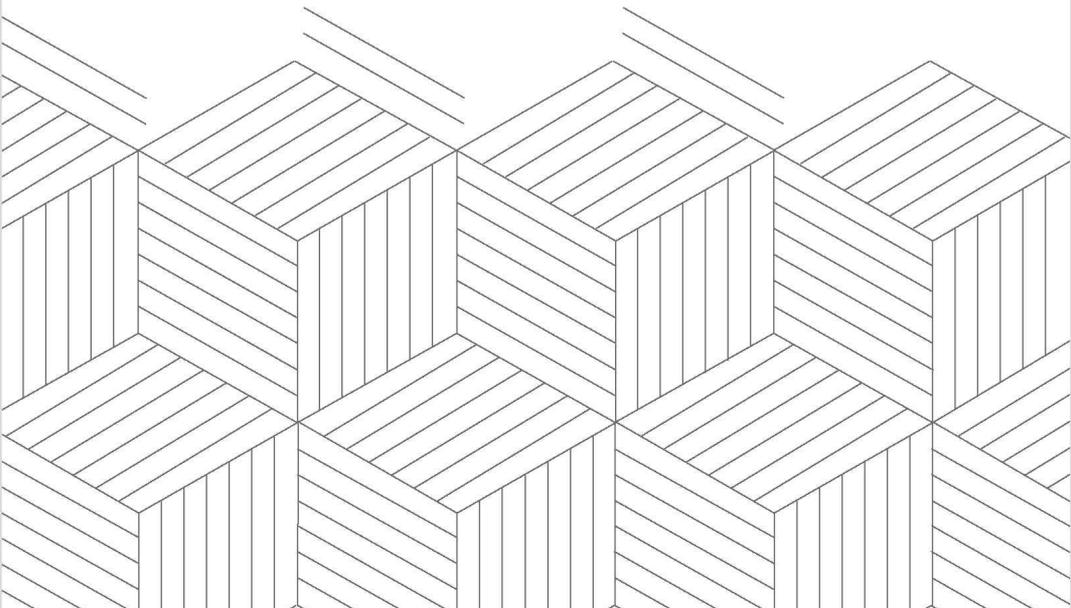
## 그림 차례

---

〈그림 1-1〉 공간적 범위 .....	4
〈그림 1-2〉 연구의 방법 .....	5
〈그림 2-1〉 전기버스시스템의 구성요소 .....	9
〈그림 2-2〉 전기자동차(BEV)의 구조 및 작동 원리 .....	10
〈그림 2-3〉 전기버스 충전방법 선정 .....	12
〈그림 2-4〉 전력 공급 방식 비교 .....	14
〈그림 2-5〉 전기버스 충전사업 모델 .....	16
〈그림 2-6〉 전기차수소차 보급 목표 .....	26
〈그림 2-7〉 국내 전기버스 판매 현황(2021년 기준) .....	32
〈그림 2-8〉 유럽 전기버스 도입 현황 .....	33
〈그림 2-9〉 중국 전기버스 도입 현황 .....	34
〈그림 3-1〉 수원특례시 전기시내버스 도입 현황(2022년 6월 기준) .....	41
〈그림 4-1〉 전기버스 도출 항목 만족도-중요도 .....	52
〈그림 4-2〉 IPA 중요도-만족도 매트릭스 .....	54
〈그림 4-3〉 IPA 분석 결과 .....	55
〈그림 6-1〉 버스(경유, CNG, 전기) 운송원가 항목별 구성비율 .....	82
〈그림 6-2〉 경제성 분석 절차 .....	84

# 제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적  
제2절 연구의 범위 및 방법





# 제1장 서론

## 제1절 연구의 배경 및 목적

### 1. 연구의 배경

- 최근 미세먼지, 온실가스 등 환경문제가 심화됨에 따라 탄소중립 정책 등 친환경 정책에 대한 시민들의 관심이 높아지고 있는 상황임
  - 이러한 환경문제가 전세계적인 사회 문제의 하나로 대두됨에 따라 세계 각 국의 정부에서는 그린뉴딜, 2050 탄소중립 등의 환경정책 추진에 만전을 기하고 있는 상황임
- 대한민국 정부도 이러한 세계적 추세에 발맞추어 탄소중립 정책 강화 방안의 일환으로 2021년 5월 29일 대통령 직속기구인 2050 탄소중립위원회를 구성하여 출범함
  - 2050 탄소중립위원회는 탄소중립 정책의 컨트롤타워 역할을 수행하는 위원회이고, 에너지혁신, 경제산업, 과학기술, 국제협력 등 8개의 분과위원회를 두고 있음. 친환경 모빌리티는 에너지혁신 분과에서 담당하고 있음
- 친환경 교통수단 도입 정책의 하나로 수원특례시에서도 전기버스를 확대 도입 중임
  - 수원특례시는 2019년 관내 62대의 전기버스 도입을 시작으로, 2022년 기준 관내 249대의 전기버스(직행좌석버스 : 7대, 일반 시내버스 : 242대)가 운행 중인 상황임
- 전기버스 도입효과로는 대기질 개선 및 소음 절감, CNG, 경유 대비 저렴한 연료비용으로 인한 버스 운영업체의 운영비 절감, 저상형 차량 도입을 통한 이용 편의성 개선 등이 있음

### 2. 연구의 목적

- 전기버스 도입에 대한 이용 대상별 설문조사와 버스 운영업체의 운영비 절감효과, 환경 편익 등 정량적 도입효과를 분석하고자 함
- 전기버스 도입효과를 평가하기 위하여 전기버스 관련 효과평가 지표를 제안하고, 전기버스 확대 도입을 위한 정책적 방향을 제시하고자 함

## 제2절 연구의 범위 및 방법

### 1. 연구의 범위

#### 1) 공간적 범위

- 수원특례시 전역

〈그림 1-1〉 공간적 범위



#### 2) 시간적 범위

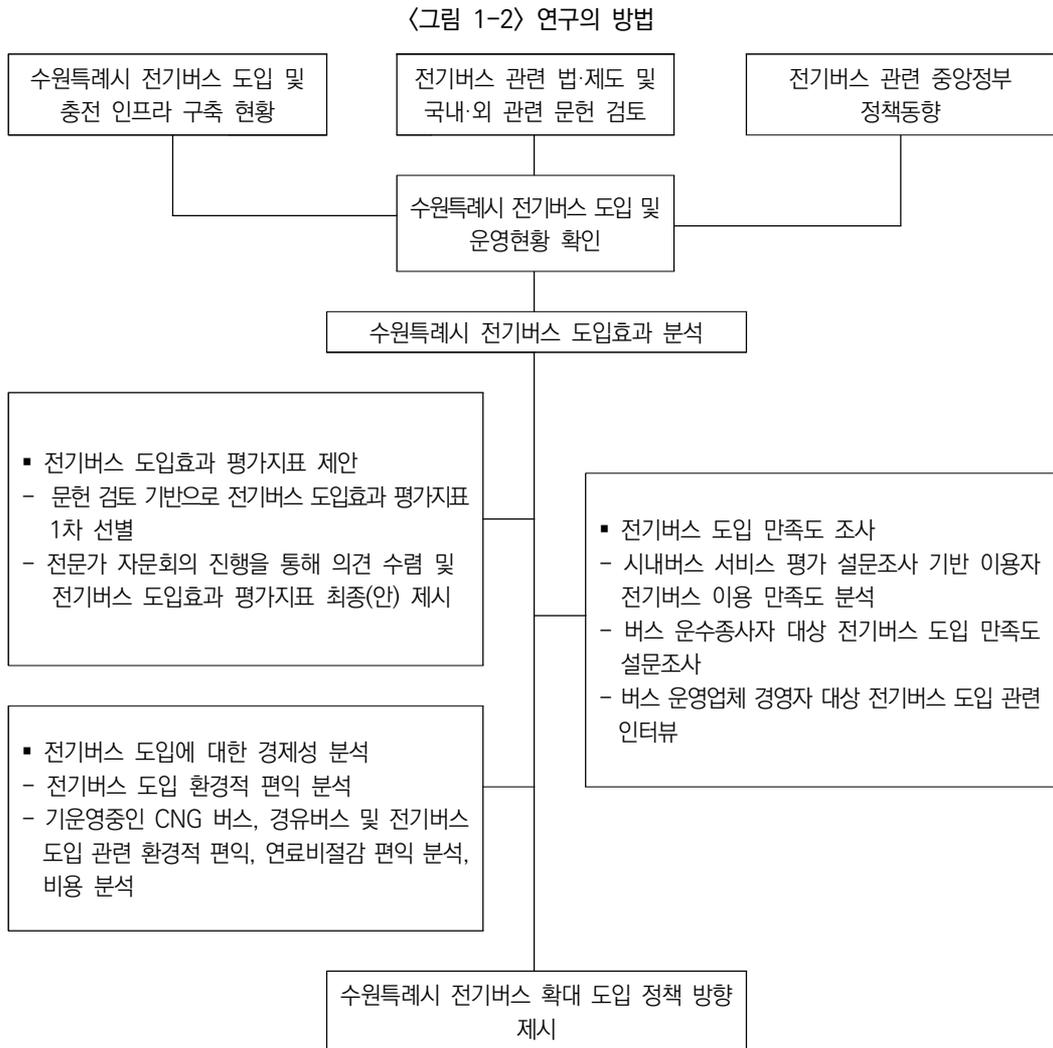
- 전기버스 도입운영 년도(2019년~2022년)

#### 3) 내용적 범위

- 전기버스 관련 문헌고찰 및 국내·외 운행사례 분석
- 전기버스 관련 법·제도 분석
- 수원특례시 전기버스 도입 현황 및 충전 인프라 구축 현황 분석
- 전기버스에 대한 만족도 분석(이용자, 버스 운수종사자, 버스 운영업체 경영자 등)
- 전기버스 도입효과 평가지표 제안
- 전기버스 도입효과 및 경제성 분석
- 전기버스 확대 도입을 위한 정책방향 제시

## 2. 연구의 방법

- 본 연구의 수행절차는 다음과 같음

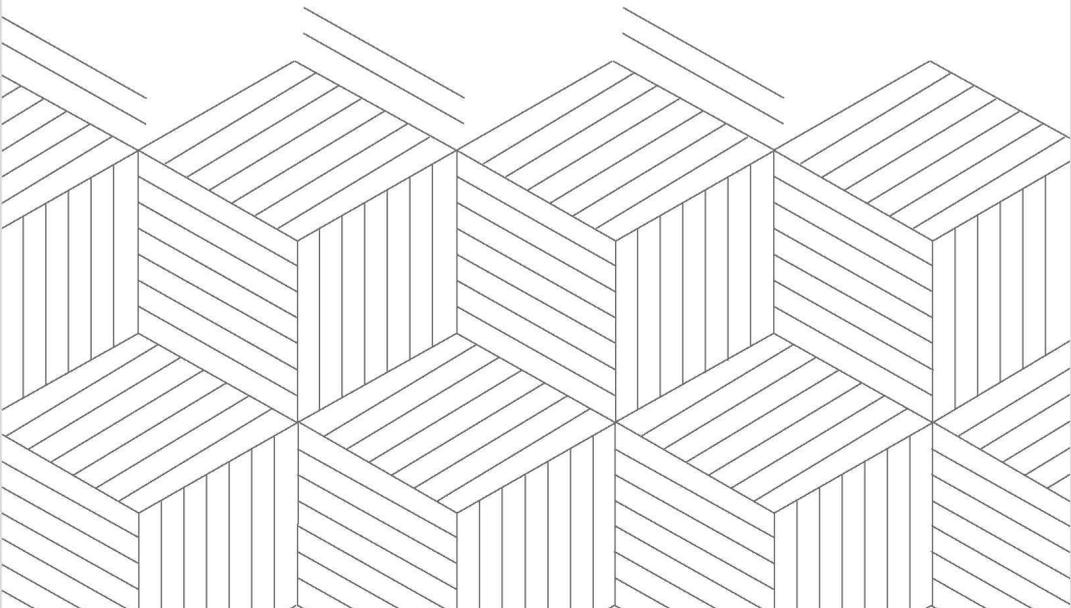




# 제2장

## 전기버스 관련 법제도 및 정책동향

- 제1절 전기버스 개요
- 제2절 전기버스 관련 법·제도 검토
- 제3절 전기버스 관련 정책 동향
- 제4절 국내·외 전기버스 운영사례





## 제2장 전기버스 관련 법제도 및 정책동향

### 제1절 전기버스 개요

#### 1. 전기버스의 정의

- 전기버스는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조 전기자동차의 정의를 만족하고, 「자동차관리법」 제3조 및 동법 시행규칙 제2조에서 정의하는 승합자동차를 말함
  - 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조에 명시된 전기자동차의 정의는 전기 공급원으로부터 충전 받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차임
  - 「자동차관리법」 제3조와 동법 시행규칙 제2조에 명시된 승합자동차의 정의는 11인 이상을 운송하기에 적합하게 제작된 자동차임
- 또한, 전기버스는 차량, 운영전략, 충전 인프라, 버스 정류장 등 전기버스 차량 그 자체 뿐 아니라 모든 구성요소를 포괄하는 개념으로, 운행여건에 따라서 모든 요소가 유기적으로 연계되는 시스템이라 볼 수 있음

〈그림 2-1〉 전기버스시스템의 구성요소



자료: 한종학, 강동윤(2018), 인천광역시 전기버스 운행체계 기초연구

- 전기버스는 전기에너지를 동력원으로 구동하는 특성상 내연기관 자동차와 주요 부품 및 작동 원리에서 차이가 존재함
  - 전기버스의 핵심기술은 구동시스템, 에너지 저장시스템, 공조시스템, 충전시스템으로 구분할 수 있음

〈그림 2-2〉 전기자동차(BEV)의 구조 및 작동 원리



자료: 나영식 외 2인(2021), 전기상용차

〈표 2-1〉 전기상용차 핵심기술

구분		내용
구동시스템	모터	• 전기를 이용하여 구동력을 발생하는 장치
	인버터	• 배터리와 직류(DC)전원을 교류(AC)전원으로 변환하여 모터의 속도, 토크를 제어하는 장치
	변속기	• 모터에서 발생하는 동력을 자동차의 주행상황에 따라 필요한 회전력을 제어하여 바퀴에 전달하는 장치
에너지 저장시스템	배터리	• 전기 에너지를 저장 및 공급하는 장치로서 셀→모듈→팩으로 구성되며 내연기관자동차의 연료탱크에 해당되는 장치
공조시스템		• 차내의 온도, 습도, 청정도, 흐름을 쾌적하게 유지하는 장치
충전시스템	배터리 교체형 시스템	• 기존 방식의 '급속', '완속' 충전 대신에 미리 완충된 배터리 팩을 교환함으로써 충전시간을 내연 차량의 주유 시간만큼 단축시킬 수 있는 장치
	충전장치	• 외부의 전기에너지를 자동차 내부 배터리로 공급하기 위한 장치로서, 공급 장치로는 '급속', '완속', '가정용' 충전기로 구성

자료: 나영식 외 2인(2021), 전기상용차

## 2. 전기버스 충전기 및 충전 인프라 기술

### 1) 전기버스 충전기술

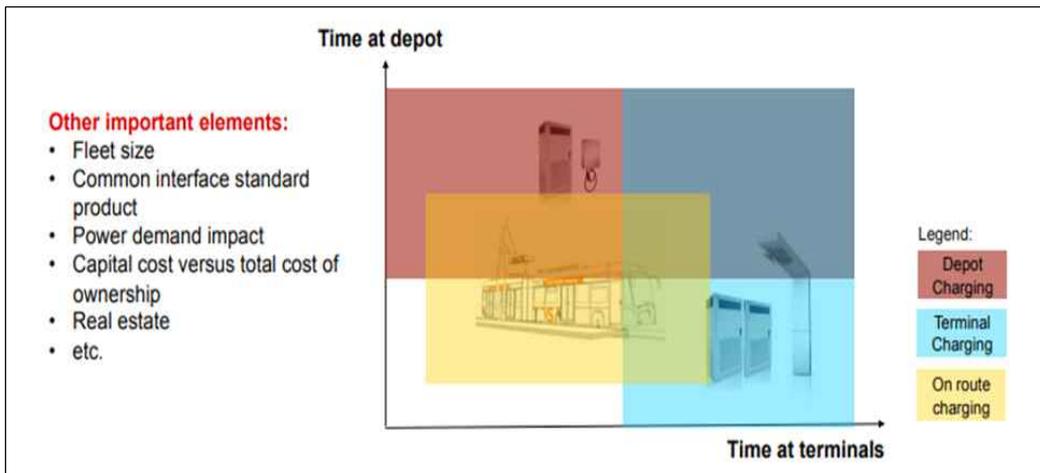
#### (1) 전기버스 충전기술 방식에 따른 유형 분류

- 전기자동차의 범주에 해당하는 전기버스의 충전방식은 충전기술 방식에 따라 플러그인 방식, 배터리 교환 방식, 무선충전식, 경로충전식 등으로 구분할 수 있음
  - 플러그인 방식은 전력케이블을 차체에 장착되어 있는 충전 커넥터에 연결하여 충전하는 방식을 말함. 국내에 도입된 전기버스는 대부분 플러그인 방식으로 운영하고 있고, 수원특례시의 경우에도 플러그인 방식의 전기버스들이 도입됨
  - 배터리 교환 방식은 스테이션 지붕에 배터리 충전 공간과 충전 설비를 설치하여 배터리를 충전하고, 전기버스가 스테이션에 정차 시 차량 상부에 설치된 배터리를 교환하는 방식을 말함
  - 이 방식은 배터리를 교환하는 시간만 소요되기 때문에 다른 충전 방식에 비해 충전 속도가 빠르다는 장점이 있으나, 도입 차량 대수 이상으로 많은 수의 배터리가 필요하고, 스테이션을 구축하는 초기 비용이 많이 소요된다는 단점이 있음
  - 무선충전 방식은 자기공명유도 방식을 이용한 방식으로, 전력망을 전기버스 운행경로 상 도로에 매설하여 운영하는 방식으로, 국내에서는 경상북도 구미시가 시범적으로 운영하였음
    - 충전시설을 도로에 매설하기 때문에 도시 미관에 있어서 유리한 측면이 있고 운행 중 충전이 이루어지기 때문에 타 충전방식 대비 상대적으로 충·방전 관련 이슈에서 자유로울 수 있다는 장점이 있음
    - 그러나 자기공명유도 기술은 상용화하기에는 기술 비용이 크고, 도로에 직접 매설로 인프라를 구축하기 때문에 인프라 구축 비용이 매우 크며, 기술에 최적화된 차량을 도입하기 위해서는 일반적인 전기버스 대비 차량 도입 비용도 상당하고, 유선 충전 방식보다 충전속도가 느리다는 단점이 있음
  - 경로충전 방식은 500kW~1MW급 이상의 급속충전시설을 정류소 또는 대기장소에 마련하여 버스가 해당 장소에 정차 시 대기시간동안 급속충전하는 방식을 말함. 유럽 또는 미국에서 도입을 위해 시험 운영 중에 있음

## (2) 전기버스 운영 여건에 따른 충전방법 유형 분류

- 전기버스 운영에 있어서 중요한 부분 중 하나는 운영 여건에 따른 충전방법 유형이라고 볼 수 있음. 충전방법에 따라 차고지 충전(Depot charging), 종점 충전(Terminal charging), 운행 중 충전(On route charging)으로 나눌 수 있음
- 전기버스 운영 여건에 따른 충전방법은 전기버스의 차량 크기, 버스 도입 규모, 차량 성능 및 제원, 인프라 구축비용, 인프라 구축 대상지의 입지여건 등 다양한 조건을 고려하여 선정하여야 함

〈그림 2-3〉 전기버스 충전방법 선정



자료: Daniel S.(2018), Deployment of charging infrastructure for public transit

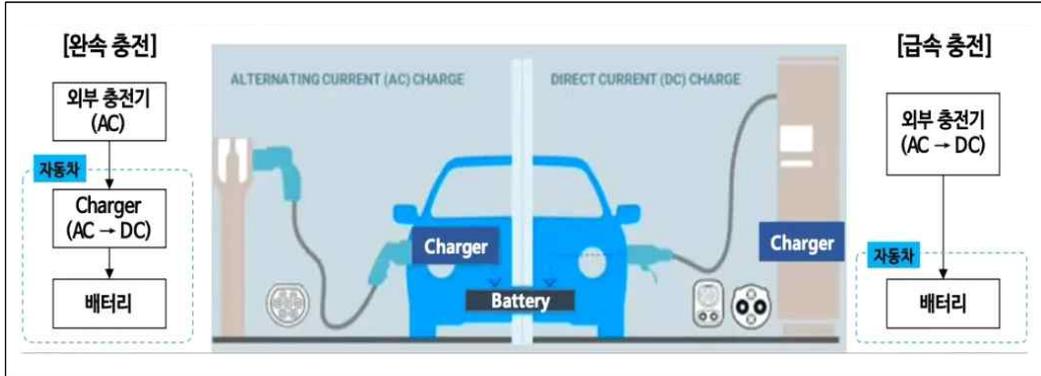
- 차고지 충전(Depot charging) 방식은 일일 운행 후 심야시간대에 차고지의 충전시설에서 심야전력을 활용하여 충전하는 방식임
  - 주로 심야전력을 활용하여 완속충전하는 방식을 활용하며, 에너지 밀도가 높은 완속 충전 방식을 활용하기 때문에 충전효율을 극대화 할 수 있다는 장점이 있음
  - 전기버스를 1회 완전 충전하였을 때, 1일 전일 운행이 가능한 경우, 차고지 주차 시간이 장시간인 경우에 활용할 수 있는 방식임
  - 충전 방식 도입에 있어서 소요되어야 하는 부지가 많고, 충전기를 점유하고 있어야 하는 시간이 많기 때문에 장소 및 시간에 대한 제약이 높음. 이러한 특성으로 인해 차고지 충전 방식 운영을 위해서는 전기버스에 대용량 배터리가 장착되어야 함

- 종점 충전(Terminal charging) 방식은 종점부에서 충전하는 방식을 말하며, 1회 운행 후 휴식시간 또는 식사시간 등을 활용하여 충전하는 방식임
  - 종점부에서 차고지 대기시간 또는 운전자 휴게시간을 활용하여 충전하는 방식과 앞서 언급한 차고지 충전방식의 심야충전 방식을 병행함으로써 운영하는 방식임
  - 전기버스의 배터리 용량의 한계와 방전의 우려에서 상대적으로 유동적인 대응이 가능하지만, 급속충전 인프라를 구축하는 데 있어서 구축비용이 많이 소요된다는 단점과 운행 스케줄의 탄력성이 저하될 수 있다는 단점이 있음
- 경로 충전(On route charging) 방식은 전기버스가 노선을 운행하는 도중에 충전하는 방식을 말하며, 대용량의 전력(최대 1MW)을 활용하여 급속충전하는 방식임
  - 앞서 언급한 배터리 교환 방식과 무선충전 방식도 경로 충전 방식의 하나라고 볼 수 있음. 특히, 국내의 경우에는 해당 충전 방식이 경로 충전 방식의 주를 이룸
  - 미국이나 유럽에서의 경로 충전 방식은 우리나라와 달리 팬터그래프(Pantograph)를 이용한 급속충전 방식이 일반적이라 볼 수 있음
  - 단시간에 초고용량의 전력을 사용하기 때문에 ESS(Energy Storage System)을 활용하는 등 전력 분배 관리(Electric Grid Management)와 관련하여 기술적인 검토가 필요한 상황임

## 2) 전기버스 충전 전력 공급 방식에 따른 유형 분류

- 전기버스의 충전방식은 전압 출력방식과 충전속도에 따라 급속충전용 직류 충전(DC charging)과 완속충전용 교류 충전(AC charging) 방식으로 구분할 수 있음
  - 급속충전용 직류 충전(DC charging)
    - 고용량의 전력을 공급하여 충전하는 방식이고, 차량 외부의 Off-board charger를 이용하여 교류에 비해 상대적으로 고용량의 전력을 충전할 수 있기 때문에 충전시간을 단축할 수 있는 급속충전이 가능함
  - 완속충전용 교류 충전(AC charging)
    - 배터리 충전은 앞서 설명한 직류 충전 방식으로 이루어지기 때문에 교류 충전은 교류-직류 변환을 위해서는 차량 내에 별도로 On-board charger가 설치되어 있어야 함. 또한, 충전 효율 및 에너지 밀도가 높은 장점이 있어, 완속충전에 적합한 방식이라고 볼 수 있음

〈그림 2-4〉 전력 공급 방식 비교



자료: Factimes(2022), 전기차 충전방식: 교류(AC) 완속충전, 직류(DC) 급속충전으로 구분

- 전력 공급 방식에 따라 충전 소켓이 다르게 구성되는데, 국내의 경우에는 전기승용차의 충전규격을 DC콤보 1로 표준화하였으나, 전기버스의 충전규격은 아직 표준화가 이루어지지 않은 상황임. 충전 소켓 구분은 다음과 같음

〈표 2-2〉 충전 소켓 구분

구분	AC 단상 5핀 (완속)	AC 단상 7핀 (완속/급속)	DC Chademo (급속)	DC 콤보 1 (완속/급속)	DC 콤보 2 (완속/급속)
사진					
적용국가	한국, 미국, 일본	한국, 유럽	한국, 일본	한국, 미국, 유럽	한국, 미국, 유럽
급속/완속 소켓구분	완속 전용	일체형	구분형	일체형	일체형
표준화				한국, 미국 전기차 표준	유럽 전기차 표준
특징	에너지 밀도가 높음	급속충전 전력망 관리 가능	급속충전 전파간섭 적음	급속충전	급속충전

자료: 수도권 전기버스 도입 확대방안 자문회의 자료(2018.09.20., 경기연구원) 재구성

### 3. 전기버스 충전사업 모델

- 전기버스 충전사업 모델은 충전사업 주체와 충전시설 입지 대상지에 따라 민간(운송사업자), 민간(충전사업자), 공공으로 구분함

#### 1) 민간(운송사업자) 충전사업 모델

- 민간(운송사업자) 충전사업 모델은 운송사업자가 직접적으로 운영하는 모델 또는 충전 인프라 구축 및 유지보수 관리를 위해 자회사를 설립하여 운영하는 모델로 구분할 수 있음
  - 운송사업자가 직접적으로 운영하는 모델은 운송사업자가 직접 충전 인프라 구축 비용을 지원받아서 보유 차고지에 충전기를 설치 및 운영하는 모델임
    - 전력 단가의 경우, 한국전력과 계약 체결 시 저가소비용으로 체결되기 때문에 단가가 상대적으로 저렴하다는 장점이 있음
    - 이 때문에 제주도 우도에서도 전기버스 도입 시 운송사업자 직영 충전 모델을 채택 하였음. 그러나 충전 인프라를 직접 유지보수 관리해야 한다는 단점이 있음
  - 충전 인프라 구축 및 유지보수 관리를 위해 자회사를 설립하는 모델은 운송사업자가 충전 관련 자회사를 설립하여 충전 인프라를 설치 및 운영하는 모델임
    - 운송사업자는 버스 운영에, 자회사는 충전 인프라 확충 및 유지보수 관리에 집중할 수 있다는 장점이 있기 때문에 충전 인프라의 관리 및 운영 효율성 측면에서 장점이 있음
    - 국내에서는 경기도 김포시 버스회사인 선진버스와 제주특별자치도 서귀포시 버스회사인 동서교통에서 채택한 방식임
    - 선진버스에서는 상위 회사인 선진네트웍스에 위탁 운영하고 있고, 동서교통에서도 자회사를 통해 위탁 운영하고 있음

#### 2) 민간(충전사업자) 충전사업 모델

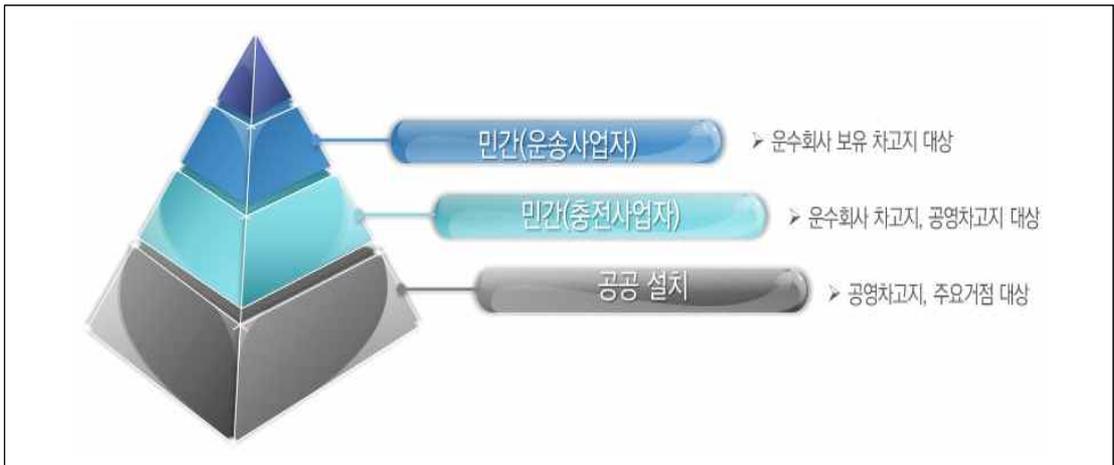
- 민간(충전사업자) 충전사업 모델은 운송사업자 또는 공공이 충전사업자에 충전 인프라 구축 및 유지관리 보수를 위탁 운영하는 모델로 보통 전기버스를 충전하게 되는 버스 운영업체의 차고지 또는 공용차고지의 입지에 관계없이 충전 인프라를 구축할 수 있는 모델임
  - 충전 인프라 유지보수 관리 비용을 경감할 수 있다는 장점이 있음. 그러나 운송사업자가 지방자치단체로부터 보조금을 지원 받아서 직접 충전 인프라를 구축하는 방식에 비해서는 충전 요금 단가가 상대적으로 비싸다는 단점이 있음

- 다양한 민간 충전사업자가 충전 인프라 구축 및 유지보수 관리하고 있는 상황으로 전기자동차 중 전기승용차는 에버온 포스코ICT 등의 민간 충전사업자가 사업을 시행 중에 있으며, 수원특례시의 경우에는 한국자동차환경협회에 충전 인프라 설치 및 유지보수 관리를 위탁 운영한 사례가 있음

### 3) 공공설치 충전사업 모델

- 공공설치 충전사업 모델은 지방자치단체에서 충전 인프라 설치비를 지원 받아서 공영 차고지 또는 주요 거점 지역에 공공이 직접 충전 인프라를 설치 및 유지보수 관리하는 모델임
- 민간 충전사업자 모델 대비 소요 비용이 저렴하다는 장점이 있음. 그러나 지방자치단체에서 직접 충전 인프라를 설치하고, 이후에도 유지보수 관리해야 하기 때문에 이러한 측면에서는 향후에도 부담이 있을 것으로 보임

〈그림 2-5〉 전기버스 충전사업 모델



자료: 김숙희(2018), 수원시 전기버스 운행체계 기반 연구.

## 제2절 전기버스 관련 법·제도 검토

- 전기버스와 관련하여 중앙정부와 지방정부에서 제정한 법·제도를 검토함
  - 전기버스는 전기자동차에 해당되기 때문에 전기자동차와 관련된 법·제도를 중점적으로 검토함
  - 중앙정부에서 제정한 전기자동차와 관련된 법·제도는 크게 환경부와 산업통상자원부에서 제정한 법·제도로 나눌 수 있음
  - 국내 각 지방자치단체에서도 전기자동차와 관련된 조례를 제정함

### 1. 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황

- 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도를 확인한 결과, 크게 환경부에서 제정한 법·제도와 산업통상자원부에서 제정한 법·제도가 있음을 확인함
  - 관련 법·제도 중 전기버스와 관련된 법·제도 항목을 심층적으로 확인함

〈표 2-3〉 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황

기관	세부 추진내역
환경부	• 전기자동차 보급대상 평가에 관한 규정
	• 전기자동차 보급평가위원회 운영 규정
	• 2021년 전기자동차 보급 및 충전 인프라 구축 사업 보조금 및 충전 인프라 설치운영지침
	• 2022년 전기자동차 보급 사업 보조금 업무처리지침
	• 2022년 전기굴착기 보급 사업 보조금 업무처리지침
	• 2022년 전기자동차 완속충전시설 보조사업 보조금 및 설치운영지침
산업통상자원부	• 2022년 전기이륜차 보급사업 보조금 업무처리지침
	• 환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정
	• 환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률

## 1) 환경부 제정 법·제도

- 앞선 <표 2-3>에서 확인한 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황 중 환경부에서 제정한 법·제도를 확인하였고, 이 중 전기버스와 관련된 법·제도를 확인함
  - 전기버스와 관련하여 확인한 법·제도는 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」으로, 주로 보조금과 관련된 내용을 포함하고 있음
- 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」에서 전기버스와 관련하여 제시된 항목은 “보조금 지원대상자 검토 및 선정”, “보조금 집행”, “보조금 부정수급 방지” 등과 관련된 내용임
  - 보조금 집행절차 중 민간 부문의 보조금 지원대상자 검토 및 선정 내용에서 전기버스 도입 지원 내용을 확인할 수 있음
    - 전기버스는 관할 지자체 내의 버스 운영업체에서 요구하는 스펙을 맞추기 위해 제작 기간이 타 차량 대비 유동적임. 따라서, 지침에도 이와 관련하여 출고기한을 지자체와 보조금 지원대상자와 협의하에 설정 가능하다고 제시한 것을 알 수 있음

<표 2-4> 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 지원대상자 검토 및 선정

### 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 4-1-3. 보조금 지원대상자 검토 및 선정

(이상 생략)

- 지방자치단체는 보조금 지원대상자로 결정된 날로부터 2개월 이내에 차량이 출고(차량대금 납부 및 세금계산서 발급·제출)되지 않을 경우 보조금 지원대상자 선정을 취소하거나 대기자로 변경해야 함
  - ※ 다만, 자동차 제작·수입사의 사정으로 대량의 차량 출고지연이 발생할 경우 등 불가피한 경우 환경부는 기존 출고기한 한시 연장 가능
  - ※ 전기버스의 경우 제작 기간을 고려하여 지자체 자체적으로 출고기한 설정 가능
    - 구매 지원신청서 접수 또는 지원대상자 선정 이후 타 차종이나 연식 변경 차량으로 변경 불가. 다만, 지방자치단체 승인 시 변경 가능

(이하 생략)

자료: 무공해차 통합누리집(www.ev.or.kr)

- 보조금 집행절차 중 민간 부문의 보조금 집행 내용에서도 전기버스 도입 보조금 지원 관련 내용을 확인할 수 있음
  - 전기버스 제작에 있어서 대당 많은 비용이 소요될 가능성이 높고, 버스 운영업체에서 대량으로 구매로 이루어지는 경우가 있을 수 있다고 예상되는 바, 선급금을 지급할 수 있다는 지침 내용이 포함된 것을 알 수 있음

〈표 2-5〉 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 집행

## 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 4-1-4. 보조금 집행

- 구매자 또는 자동차 제작·수입사는 전기자동차를 등록한 후 10일 이내에 보조금 집행을 위한 증빙서류를 지방자치단체에 제출
  - ※ 어린이통학차량은 어린이통학차량 신고필증(신고증명서) 발급일로부터 10일 이내
  - 지방자치단체는 거주지 증빙, 출고증빙(세금계산서), 자동차 등록증, 최소자부담 확인 등 서류 외 추가 서류 요청 지양
- 지방자치단체는 자동차 제작·수입사가 지정한 계좌로 원칙적으로 14일 이내에 보조금 지급
  - 자동차 제작·수입사는 지정계좌의 수를 최소한으로 운영
- 지방자치단체는 전기버스 구매계약 체결 후 계약금액의 100분의 70을 초과하지 않는 범위 내에서 전기버스 제작사에 선금금을 지급할 수 있음(선금금 지급의 세부 기준과 절차 등은 관련 법령에 따름)

자료: 무공해차 통합누리집(www.ev.or.kr)

- 보조사업 관리 중 민간 부문의 보조금 부정수급 방지 관련 내용에서 전기버스와 관련하여 전기버스 제작사의 보조금 부정수급을 예방하기 위한 지침들을 제시함

〈표 2-6〉 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 보조금 부정수급 방지

## 「2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」 5-4. 보조금 부정수급 방지(목적 외 사용금지 등)

- 지방자치단체는 보조금을 법령 규정, 교부결정의 내용 등 교부 목적에 따라 사용하여야 하며 다른 용도로 사용하여서는 아니 됨
  - 특히 전기자동차 구매자가 보조금을 교부 목적 외의 용도로 사용하지 않도록 관리함으로써 보조금 부정수급 문제를 사전에 방지하여야 함
  - 지방자치단체는 전기자동차 구매자가 보조금을 부정수급한 사실이 발견되는 즉시 환경부장관에게 문서로 통보하여야 하며, 부정수급이 확정되는 시점에 관련 보조금(국비+지방비, 이자 포함)을 곧바로 환수해야 함
- 지방자치단체는 교부받은 국비보조금과 지방비보조금에 대하여 별도의 계정을 설정하고 자체의 수입 및 지출을 명백히 구분하여 관리하여야 함
- 전기버스 제작·수입사가 이면계약 등을 통해 보조금을 부정수급하는 경우 지원된 보조금(국비+지방비, 이자 포함)을 전액 환수하며, 일정기간 전기자동차 보급사업 참여를 제한할 수 있음
- 환경부가 전기버스 공장도가격 및 수입신고필증, 운수업체와의 계약 관련 서류 등을 요청할 경우 전기버스 제작·수입사는 관련 자료를 제출해야 하며, 제출을 거부하는 제작·수입사에 대해서는 일정기간 보조사업 참여를 제한할 수 있음

자료: 무공해차 통합누리집(www.ev.or.kr)

## 2) 산업통상자원부 제정 법·제도

- 앞선 〈표 2-3〉에서 확인한 중앙정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황 중 산업통상자원부에서 제정한 법·제도를 확인하였고, 이 중 전기버스와 관련된 법·제도를 확인함

- 전기버스와 관련하여 확인한 법·제도는 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」에서 확인할 수 있음
- 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」은 전기자동차, 수소전기자동차, 하이브리드 자동차의 에너지소비효율 기준과 기술적 세부사항에 관한 요건 등을 규정한 것임

〈표 2-7〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제1조

「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제1조(목적)
<p>이 고시는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」, 같은 법 시행령(이하 “영”이라 한다) 및 시행규칙에서 위임된 전기자동차, 수소전기자동차 및 하이브리드자동차의 에너지소비효율의 기준 및 기술적 세부사항에 관한 요건 등을 규정함을 목적으로 한다.</p>

자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

- 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」에서 전기버스와 관련하여 확인할 수 있는 조항은 제4조(기술적 세부사항), 제5조의2(전기버스 시험기관) 등임
- 기술적 세부사항에서는 전기버스의 기술 요건 및 차종을 확인할 수 있음

〈표 2-8〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조 제3항

「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조(기술적 세부사항)
--

(이상 생략)

③ 전기자동차는 자동차관리법 제3조 제1항 내지 제2항에 따른 자동차의 종류별로 다음 각 호의 요건을 갖추어야 한다.

1. 초소형전기자동차(승용자동차/화물자동차)
  - 가. 1회충전 주행거리 : 「자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정」에 따른 복합 1회충전 주행거리는 55km 이상
  - 나. 최고속도 : 60km/h 이상
2. 고속전기자동차(승용자동차/화물자동차/경·소형 승합자동차)
  - 가. 1회충전 주행거리 : 「자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정」에 따른 복합 1회충전 주행거리는 승용자동차는 150km 이상, 경·소형 화물자동차는 70km 이상, 중·대형 화물자동차는 100km 이상, 경·소형 승합자동차는 70km 이상
  - 나. 최고속도 : 승용자동차는 100km/h 이상, 화물자동차는 80km/h 이상, 승합자동차는 100km/h 이상
3. 전기버스(중·대형 승합자동차)
  - 가. 1회충전 주행거리 : 한국산업표준 “전기 자동차 에너지 소비율 및 일 충전 주행 거리 시험 방법(KS R 1135)”에 따른 1회충전 주행거리는 100km 이상
  - 나. 최고속도 : 60km/h 이상

(이하 생략)

자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

〈표 2-9〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조 제5항, 제8항

## 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제4조(기술적 세부사항)

(이상 생략)

⑤ 제3조 및 제4조 제3항 제3호 규정을 만족하는 전기자동차(전기버스)는 다음 각 호와 같다.

1. 에디슨모터스 이화이버드(e-FIBIRD)(204.3kWh, 227.5kWh, 272.2kWh), SMART 8.7, SMART 9.3, 이-스마트, SMART 110(260.9kWh, 272.4kWh), SMART 110E
2. 자일대우 BS110, BS110CN(123kWh, 249kWh), FX120
3. 우진산전 Apollo 1100(204kWh, 257kWh, 258kWh, 296kWh), Apollo 900, Apollo 750(147.1kWh, 147.8kWh)
4. BYD eBUS-12, eBUS-9, eBUS-7
5. 현대자동차 일렉시티(128kWh, 217.8kWh, 256kWh, 290.4kWh), 일렉시티 타운, 일렉시티 굴절버스, 일렉시티 이층버스, 카운티일렉트릭(64kWh, 128kWh)
6. 피라인 HYPERS
7. 대양기술 그린어스
8. 범한자동차 E-SKY, E-SKY II, E-SKY 11, E-SKY 9
9. 비바모빌리티 VBUS, 브이버스60
10. 이비온 E6(60.1kWh, 86.1kWh)
11. 북경모터스 그린타운 850, 그린타운플러스
12. 한신자동차 바네스
13. 이온모터스 시티라이트, 시티라이트9
14. 티에스에코에너지 일레누스(255kWh, 248kWh), 일레누스 TS1100-2
15. GS글로벌 eBUS-12 e-BUS-9, eBUS-7, NEW BYD eBUS-7, NEW BYD eBUS-12
16. 한차 GREENWAY1100
17. 이엠코리아 에픽시티
18. 에스에이피 ELFE(엘페)
19. 태영티엔티 GD11

(중간 생략)

⑧ 제3조의 규정을 만족하는 수소전기자동차(수소전기버스)는 다음 각 호와 같다.

1. 현대자동차 투싼 수소전기자동차
2. 현대자동차 넥쏘 수소전기차
3. 현대자동차 일렉시티 FCEV, 유니버스 수소전기버스
4. 현대자동차 엑시언트 수소전기화물차

자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

- 전기버스를 시험할 수 있는 시험기관은 제5조의2에서 확인할 수 있음

〈표 2-10〉 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제5조의2

「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」 제5조의2(전기버스 시험기관)	
①	전기자동차 중에서 일반 전기버스의 에너지소비효율 측정을 차대동력계에서 시험할 수 있는 기관은 다음 각 호와 같다.
	1. 한국에너지공단
	2. 한국자동차연구원
	3. 자동차융합기술원
②	제1항의 시험기관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기관이어야 한다.
	1. 「국가표준기본법」 제23조에 따라 시험·검사기관으로 인정받은 기관
	2. 제1호의 기관과 동등 이상의 시험능력이 있다고 산업통상자원부장관이 인정하는 기관
③	일반 전기버스의 에너지소비효율 측정 방법은 [별표3]과 같다.
④	공단은 제1항의 시험기관이 측정 결과의 동일성을 확보할 수 있도록 측정설비와 시험원을 대상으로 상관성시험을 실시할 수 있다.

자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

## 2. 지방정부의 전기자동차 관련 법·제도 현황

- 전기자동차 통행에 대한 법적 근거를 마련하기 위하여 지방정부에서도 전기자동차와 관련한 자체적인 조례를 제정함
  - 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 경기도 등의 광역자치단체 뿐 아니라, 수원특례시, 원주시 등의 기초자치단체도 전기자동차와 관련된 조례를 제정한 것을 확인함
  - 제정 조례의 주요 내용은 전기자동차 보조금 지원, 주차장 요금 감면 등의 전기자동차 이용 및 활성화 지원에 필요한 사항과 전기자동차 주차구획 설치 기준, 충전 인프라 설치 기준 등의 전기자동차 관련 기준 등임

〈표 2-11〉 지방정부의 전기자동차 관련 조례 현황

지방정부	조례
서울특별시	• 서울특별시 환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 조례
부산광역시	• 부산광역시 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례
대구광역시	• 대구광역시 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화를 위한 조례
인천광역시	• 인천광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례
대전광역시	• 대전광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진조례
울산광역시	• 울산광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진 및 이용 활성화를 위한 조례
세종특별자치시	• 세종특별자치시 환경친화적 자동차의 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례
경기도	• 경기도 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례

〈표 2-11 계속〉 지방정부의 전기자동차 관련 조례 현황

지방정부	조례
제주특별자치도	• 제주특별자치도 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례
강원도	• 강원도 전기자동차 보급촉진 및 이용활성화 조례
수원시	• 수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례
원주시	• 원주시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용활성화를 위한 지원 조례

- 지방정부의 전기자동차 관련 조례 현황 검토를 통해 수원특례시에서도 전기자동차와 관련하여 조례를 제정하였음을 확인할 수 있음
  - 환경친화적 자동차 보급 촉진과 이용 활성화를 위해 필요한 사항을 상위 법과 유사한 형태로 「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」를 제정함

〈표 2-12〉 「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」

**「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」 [경기도수원시조례 제4100호, 2020.11.9., 일부개정]**

**제1조(목적)** 이 조례는 「대기환경보전법」 및 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」에 따라 환경친화적 자동차 보급 촉진과 이용 활성화를 위해 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. (개정 2020.11.09.)

**제2조(정의)** 이 조례에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “환경친화적 자동차”란 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제2호의 자동차를 말한다. (개정 2020.11.09.)
2. “충전인프라”란 환경친화적 자동차의 동력원 충전시설 등을 말한다. (개정 2020.11.09.)

**제3조(다른 조례와의 관계)** 환경친화적 자동차의 보급 촉진 및 이용 활성화를 위한 지원에 관하여는 다른 조례에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 조례에 따른다. (중전 제8조에서 이동 및 개정 2020.11.09.)

**제4조(활성화계획 수립)** (중전 제3조에서 이동 2020.11.09.)

- ① 수원시장(이하 “시장”이라 한다)은 환경친화적 자동차의 보급을 촉진하고 이용활성화를 위한 시행계획(이하 “활성화계획”이라 한다)을 매년 수립하여야 한다. (개정 2020.11.09.)
- ② 제1항에 따른 활성화계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
  1. 환경친화적 자동차 이용활성화 기본방향 (개정 2020.11.09.)
  2. 환경친화적 자동차 보급계획 (개정 2020.11.09.)
  3. 환경친화적 자동차 충전인프라 구축과 관리운영 방안 (개정 2020.11.09.)
  4. 환경친화적 자동차 보급과 충전인프라 구축을 위한 자원조달 및 재정지원 방안 (개정 2020.11.09.)
  5. 그 밖에 환경친화적 자동차의 이용활성화를 위하여 필요한 사항 (개정 2020.11.09.)
- ③ 시장은 활성화계획을 수립하기 위하여 관련분야 전문가와 시민의 의견을 수렴할 수 있다.

**제5조(구매자 및 소유자에 대한 지원)** 시장은 법 제10조에 따라 환경친화적 자동차의 구매자 및 소유자에게 예산의 범위에서 필요한 지원을 할 수 있다. 이 경우 대기오염물질 저감효과 등을 고려하여 우선순위를 정하여 지원할 수 있다. (개정 2020.11.09.)

〈표 2-12 계속〉 「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」

**「수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례」 [경기도수원시조례 제4100호, 2020.11.9., 일부개정]**

**제6조(환경친화적 자동차의 운행에 대한 지원)** (조제목 개정 2020.11.09.) 시장은 「대기환경보전법」 제58조제11항에 따른 표지를 부착한 환경친화적 자동차를 다음 각 호와 같이 지원할 수 있다. (개정 2020.11.09.)

1. 수원시(이하 “시”라 한다) 공영주차장 및 시청과 그 산하기관의 부설주차장 주차요금 감면
2. 공영주차장 및 부설주차장 안에 충전인프라 설치
3. 「수원시 주차장 조례」에 따라 운영되는 주차장에 환경친화적 자동차 우선 주차 구역 설치 (개정 2020.11.09.)
4. 그 밖에 시장이 필요하다고 인정하는 사항

**제7조(충전시설 보급확대)** (종전 제5조의2에서 이동 2020.11.09.)

- ① 시장은 환경친화적 자동차의 보급을 활성화하기 위하여 환경친화적 자동차 충전시설을 설치·운영할 수 있다. (개정 2020.11.09.)
- ② 시장은 환경친화적 자동차의 보급 활성화를 위해 법 제8조에 따른 수소연료생산자 등에 대해 지원할 수 있으며, 충전인프라 구축시 적극적으로 지원한다.
- ③ <삭제 2020.11.09.>

**제8조(충전시설의 설치·관리운영 등)** ① 시장은 충전인프라의 효율적인 설치·관리운영을 위하여 충전인프라를 설치·관리 운영한 실적이 있거나 능력이 있는 자에게 사무의 전부 또는 일부를 위탁할 수 있다. <신설 2020.11.09.>

- ② 제1항에 따라 설치·관리운영을 위탁받은 자(이하 “수탁자”라 한다)는 시장과 협의하여 충전인프라와 관련한 규정을 제정하여 설치·관리 운영하여야 하며 그 밖에 위·수탁에 필요한 사항은 상호간의 협약으로 정한다. <신설 2020.11.09.>
- ③ 시장은 수탁자에게 위탁에 필요한 경비를 지원할 수 있다. <신설 2020.11.09.>
- ④ 제1항 및 제2항에 따라 사무를 위탁받은 수탁자는 위탁받은 사무에 대하여 주의의무를 다하여야 하며 수탁자의 권리를 타인에게 양도하거나 재위탁 할 수 없다. <신설 2020.11.09.>
- ⑤ 그 밖에 설치·관리운영의 위탁에 관한 사항은 「수원시 사무의 민간위탁 촉진 및 관리 조례」 및 「수원시 공유재산 관리 조례」를 준용한다. <신설 2020.11.09.>

**제9조(환경친화적 자동차에 대한 홍보 등)** ① 시장은 법 제12조에 따라 자동차관련 단체 또는 시 산하기관 및 출자·출연기관 등에게 환경친화적 자동차 보급 확대를 위한 홍보활동의 시행을 요청할 수 있다. (개정 2020.11.09.)

② 시장은 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화 정책을 수립·추진하기 위하여 관련 전문가 등에게 자문할 수 있으며, 검토의견을 제시한 자에게는 예산의 범위에서 「수원시 위원회 참석수당 등의 지급에 관한 조례」 규정을 준용하여 수당 및 여비를 지급할 수 있다. <신설 2020.11.09.>

**제10조(준용)** 제4조에 따른 경비의 지원은 「수원시 지방보조금 관리 조례」를 준용한다. (종전 제7조에서 이동 2020.11.09.)

**제11조(시행규칙)** 이 조례의 시행에 필요한 사항은 규칙으로 정할 수 있다. (종전 제9조에서 이동 및 개정 2020.11.09.)

### 제3절 전기버스 관련 정책 동향

- 전기버스와 관련하여 중앙정부의 정책 동향을 검토하고, 전기·수소차 보급 확산 정책 방향을 확인하였고, 탄소중립 활성화를 위하여 정부에서 발표한 친환경 미래 모빌리티 관련 정책 방향을 확인함

#### 1. 중앙정부 정책 동향

##### 1) 전기·수소차 보급 확산을 위한 정책 방향

- 2018년 정부 관계부처 합동으로 전기·수소차 보급 확산을 위한 정책 방향을 발표함
  - 보급 확대 정책 기본 방향으로 ‘구매 보조금 확대’, ‘충전 인프라 확충’, ‘관련 핵심 기술 개발’, ‘규제 개선 및 제도 정비’, ‘제작사 등 민간 역할 확대 강화’ 등을 제시함
  - 전기자동차는 중·단거리 승용, 수소차는 중장거리 승용 및 대형버스 위주로 보급한다는 방향을 제시하였음
  - 그러나 본 정책 방향은 현재의 전기버스 도입 방향과는 다소 거리가 있는 정책 방향인데, 2022년 기준 전기버스 관련 기술 경쟁력 향상으로 버스 또한 전기자동차로 도입되고 있는 상황임

##### (1) 추진배경

- 신성장동력 확보를 위해 전기차·수소차 활성화를 통하여 글로벌 시장 선점 및 일자리를 창출하여 우리 자동차 산업의 재도약 기회 제공
  - 내연기관차의 판매금지(노르웨이, 네덜란드, 영국, 프랑스 등), 디젤차 운행 제한(독일 슈르트가르트, 프랑스 파리), 친환경차 의무판매제(미국 캘리포니아 주, 캐나다 퀘벡 주 등) 등에 따라 미래자동차시장 확대 전망
- 환경문제 대응으로 무공해 자동차 보급 확대에 의한 대도시 미세먼지를 개선하고 온실가스 감축을 통해 지구온난화 억제
  - 미세먼지 오염도 기여율 : 수도권 23%(디젤차), 베이징 45%(이동오염원)
- 이러한 배경에 따라 전기차·수소차 보급 활성화를 통하여 환경을 개선하고 차세대 혁신 성장 동력을 창출하고자 목표하게 됨

### (2) 보급 현황 및 그간 추진성과

- 2017년까지 전기차 25,593대, 수소차 177대가 보급됨(누적 보급 현황)
  - 이러한 차량 보급 현황에 따라 2017년까지 전기차 급속충전기 1,790기, 수소충전소 12개소를 구축함
  - 2017년 기준 9개소 추가 설치 진행중이고, 2018년에도 10개소를 추가 설치할 계획을 수립한 상황임
- 지원 정책으로 전기차·수소차를 구매하는 경우 구매 보조금을 지원해주고, 세금을 감면해주는 등의 인센티브를 제공하는 정책을 제시함
  - 구매보조금(전기차 14백만원, 수소차 27.5백만원), 세금감면(개별소비세·교육세·취득세 등), 고속도로 통행료(50%) 및 공영주차장(50%) 요금 감면 등
- 추진 성과는 전기차·수소차 성능 개선 및 인프라 확대로 민간 수요 대폭 증가, 친환경차 인프라 확충을 위한 제도 개선 등
- 전기차 충전기 설치 시 국·공유지 임대료 감면 허용, 개발제한구역 내 천연가스 충전소에 수소차 충전소 설치 근거 마련 등

### (3) 보급 확대 정책방향

- 전기차·수소차 보급 확산을 위한 보급 목표는 다음과 같음

〈그림 2-6〉 전기차·수소차 보급 목표

구분		'18	'19	'20	'21	'22
전기차	전기차 [천대]	56.5 [26.5]	98.5 [42]	156.5 [58]	236.5 [80]	350 [113.5]
	급속충전소 [천기]	3.7 [1.5]	5.2 [1.5]	6.7 [1.5]	8.2 [1.5]	10 [1.8]
수소차	수소차 [천대]	0.9 [0.7]	2 [1.1]	5 [3]	9 [4]	15 [6]
	충전소 [기]	39 [18]	80 [41]	130 [50]	200 [70]	310 [110]

주: 재정(보조금 지원), 비재정 수단(친환경차 협력금제도 등) 병행  
 자료: 정부 관계부처 합동(2018), 전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향.

- 세부 추진방향은 ‘차량 보급 활성화’, ‘충전 인프라 확충’, ‘핵심기술 개발 사업’, ‘제도 정비’, ‘민간 역할 강화’ 등으로 구분함
- 차량 보급 활성화를 위해 차량별 특성·인프라 현황을 고려하여 전기차는 중·단거리 승용, 수소차는 충전 인프라가 구축된 지역에 대형버스 위주로 보급하는 방향이 적합할 것으로 보임
  - 2022년까지 전기승용차 35만대, 수소승용차 1.5만대, 대형 수소버스 1천대 보급을 목표로 추진함
  - 전기·수소차는 2022년까지 보조금을 유지하되, 내연기관차와의 가격 차이, 핵심 부품 발전 속도, 보급 여건 등을 고려하여 지원단가를 조정함
  - 전기차는 2022년까지 보조금 유지, 연차별 보조금 단가 인하하고, 수소차는 대량생산에 따른 규모의 경제가 실현될 때까지 보조금은 유지하되 단계별로 단가 인하할 계획임
  - 수소버스 수요창출 측면에서 수소버스 양산체계 구축(2020년 이후 예상) 이전에 우선적으로 시범사업을 추진한 후, 본격적인 보급사업을 추진하며, 충전 인프라 현황, 수소 공급여건 등을 고려하여 5개 도시 선정하고, 예비타당성 조사 등을 통해 경제성, 환경성 등을 분석한 후 본격적인 보급 추진할 예정임
    - 초기시장형성을 지원하기 위해 전기충전 요금할인 및 수소충전 가격 기준 관리
    - 전기차의 전기 기본요금 면제, 전력량 요금 50% 할인하고, 수소차는 동급 내연기관차량 대비 경제성 확보 수준 확인
- 전기차·수소차 이용에 불편함이 없도록 전국 단위의 충전 인프라 구축을 조속히 추진
  - 2022년까지 전기차 급속충전기 1만기(민·관 통합), 수소차 충전소 310개소 구축
    - 전기차 충전기는 충전기 이용패턴, 기술발전, 친환경성 등을 반영한 다양한 유형의 충전소(대형 충전소, 친환경 충전소 등) 구축하고, 완속충전기는 매년 12,000기 보급 하되, 일반인에 대한 개방 여부 및 설치 수량에 따라 차등지원하고 비공용(개인용) 충전기 지원은 점진적 축소
    - 수소차 충전소는 주요 거점 지역에 집중 설치(휴게소 160, 도심 거점 150)하고, 수소 충전소 설치·운영 전담 민간 SPC 설립계획이며, 승용차용은 부생수소, LPG 개질 형태의 융복합 충전소 구축하고, 버스용은 기존 버스 차고지에 CNG 개질 형태의 융복합 충전소 구축
    - 수소 유통체계는 수소(부생수소, CNG·LPG 개질수소 등)를 대량 일괄 구매 및 운송을 담당하는 전담기관을 신설, 수소가격 안정화 추진, 지역별 수소가격이 최대 4,500원/kg(울산광역시 5,500원/kg, 경상남도 창원시 10,000원/kg)

- 핵심기술 개발 지원으로 핵심 부품, 충전기술, 전기·수소차 모델 다양화 등
  - 전기차 관련해서는 500km 이상 주행하기 위한 배터리 등 성능 향상, 충전시간 단축을 위한 충전기술 개발, 다양한 전기차 모델 개발 등 15인승 전기버스(학원 통학 등) 플랫폼 기술, 1톤·2.5톤 전기트럭 핵심 기술 개발
  - 수소차 관련해서는 수소차 가격 저감(7→5천만원) 및 내구성 향상, 수소충전소 국산화율 제고, 다양한 수소차 모델 개발 등, 적재량 5톤급 수소 화물차/특장차 기술 개발
- 제도 정비부분은 전기차·수소차 보급 확산을 위한 제도 개선 추진
  - 전기차 관련 기준 보완(국토교통부)하고, 전기차 안전검사 및 전기차 특성에 맞는 세부 분류기준 마련
  - 전기·수소버스 세제 혜택 유지(행정안전부)는 전기·수소버스 취득세 감면(50%)을 2021년 12월까지 연장함
  - 수소충전소 설치 관련 제도 정비
    - 준주거·상업지역 내 수소충전소 입지제한 완화 검토(국토교통부), 민간보조 충전사업 참여 기업 제한 완화(환경부)
  - 수소충전소 구축·운영 지원은 수소산업 전주기 제품 안전성 실증센터 구축(산업통상자원부), 수소충전소 운영자금 저리 융자지원(금융위원회)
- 민간 역할 강화부분에 있어서는 정부 확대 정책과 함께 제작사의 자발적인 노력을 유인하여 민간(제작사 등) 역할과 책임 확대
  - 전기·수소차 충전소 보급은 제작사의 충전소 보급 역할을 강화하고 사용자가 편리하게 이용할 수 있는 환경 구축 지원
    - 운영 사례 : 현대자동차의 한국전기차충전서비스 SPC에 지분 참여, 영업지점에 충전소 설치 운영 등
  - 전기·수소차 서비스센터 확대는 제작사가 판매한 차량에 대한 충분한 사후 서비스를 제공할 수 있는 환경 구축
    - 운영 사례 : 현대자동차 현재 전국 100여개 → 1,400개 거점에 서비스센터 구축·운영 예정, 고전압 배터리 평생보증 서비스 제공 등
  - 비재정수단으로 전기·수소차의 보급 확대에 대한 제작사의 책임있는 노력을 유인하기 위한 비재정수단 도입 추진(친환경차 협력금제 등)
    - 관계부처, 제작사, 시민단체 등 이해관계자와의 민·관 협의체 구성·운영하여 제도 설계 및 운영 방안 마련(2018년 6월~)

## 2) 한국판 뉴딜, 탄소중립

- 2021년 ‘한국판 뉴딜, 탄소중립’을 주제로 정부 5개 부처에서 합동으로 발표를 하였고, 발표를 통해 탄소중립 실현을 위한 핵심 추진과제를 제시함
  - ‘한국판 뉴딜, 탄소중립’에서 제시한 2022년 핵심 추진과제는 다음과 같음
    - 탄소중립 실현을 위한 사회·경제구조의 대전환 가속화
    - 녹색금융, 녹색기술 개발, 실천문화 확산을 통한 탄소중립 이행기반 강화
    - 데이터 댐, 5G 전국망 확충 등 디지털경제 촉진으로 새로운 기회 선점
    - 탄소중립·뉴딜 기반, 신산업·신기술 육성으로 미래경쟁력 제고
    - 디지털·탄소중립 전환, 포용성장을 선도하는 혁신인재 양성
- 핵심 추진과제 중 친환경 모빌리티와 관련한 추진과제는 ‘사회·경제구조의 탄소중립 전환’임

### (1) 사회·경제구조의 탄소중립 전환

- 2050 탄소중립과 2030 국가 온실가스 감축목표 이행을 위하여 정부는 사회 전 부문에 걸쳐 탄소중립 전환을 추진함
- 2022년의 경우에는 산업, 에너지, 수송, 인프라, 폐기물 등 5개 분야의 전환을 역점적으로 지원하고자 하는 목표를 설정함
- 산업 부문에 대해서는 산업계의 녹색전환을 본격화하여 탄소중립 초석을 마련하고자 목표함
  - 중소·중견기업의 녹색전환을 지원하고 이를 견인하는 녹색유망기업(전용용자 등)을 육성하는 한편, 대·중소기업 협력을 촉진
    - 사업장 탄소중립설비 지원(환경부, 2022년 879억원), 클린팩토리 보급(산업부, 2022년 누적 750개), 스마트 생태공장 전환(환경부, 2022년 누적 100개 등)
    - 배출권거래제 외부 감축실적 인정, 대기업의 특허기술 무상양도(기술나눔) 등
  - 「탄소중립 산업전환 촉진 특별법」 제정으로 산업계와 함께하는 탄소중립을 제도화하고, 제조업 분야의 저탄소 혁신을 가속화하여 미래경쟁력 강화
    - 산업부문 기본계획 수립, 전환 촉진, 신시장 창출, 특례 등 근거 마련
    - (조선) 친환경 선박, (철강) 수소환원제철, (화학) 저탄소 화학소재, (기계) 무공해 기계 개발 등
- 에너지 부문에 대해서는 청정에너지 확산을 통해 탄소중립 전환을 촉진하고자 목표함

- 태양광·풍력의 적정 이격거리 기준 마련, 일괄(원스톱) 허가 등 재생에너지 보급을 가속화하고, 안정적 전력망·분산에너지 시스템을 구축
  - 적정 이격거리 기준 마련(‘신재생에너지법’ 개정), ‘풍력발전 보급촉진 특별법’ 제정 등
  - 변전소 등 계통보강계획 수립(2022년 상반기), 분산에너지 설치 의무화(2023년) 등 체계 마련
- 댐 지역 수열·수상태양광 보급을 확대하고 유기성 폐자원(가축분뇨, 음폐수 등)을 바이오가스화하여 환경자원을 에너지로 전환
  - 댐 내 수상태양광 47MW(2021년) → 60.4MW(2022년) / 2022년 통합바이오가스화 시설 신규 4개소
- 조력(증설)·조류·파력 등 해양에너지 개발·상용화를 촉진하고 해양에너지를 활용한 그린수소 생산 기술개발 추진
- 수송 부문에 대해서는 미래 모빌리티 보급 지원으로 전환을 가속화하고자 목표함
  - 무공해차에 대한 보급목표 상향, 효율적 재정지원 등으로 50만대(누계) 시대를 열고, 주유소보다 편리한 충전환경 조성을 위해 충전 인프라 확충과 무선충전, 배터리 교환 등 신기술 실증 추진
    - (전기차) 2021년 11월 22.9만대 → 2022년 44.6만대
    - (수소차) 2021년 11월 1.9만대 → 2022년 5.4만대
    - 2022년 전기충전기 16만기(누적), 수소충전소 310기(누적) 보급
  - 선박의 친환경 전환(2030년까지 528척)을 위해 공공선박 58척 선도적 전환 및 민간 선박 지원을 강화하고, 친환경선박 전주기 혁신기술 연구개발(2022년~) 및 친환경 어선 개발(전기복합 등)을 추진
    - 한국해양진흥공사·산업은행 친환경선박 투자펀드(6억달러), 내항선 친환경 전환 보조율 상향(20%→30%) 등
- 인프라 부문에 대해서는 탄소중립을 뒷받침하는 녹색 인프라로 전환하고자 목표함
  - 노후학교를 ‘그린스마트 미래학교’로 전환하고 (2021년~2025년, 약 1,400교), 탄소중립 근린도시 조성(2022년~, 2개소 시범), 건물일체형 태양광(BIPV) 등 그린리모델링(2022년 3월 ~, 공공 6개 선도모델), 항만 하역장비 친환경 전환 및 수소항만 구축 등 추진
    - 2021년 대상(484교) : 설계·공사(2022년) / 2022년 대상(518동) : 선정·사전기획·설계(2022년) → 공사(2023년)
    - 수소항만 기본계획 수립(2022년~2023년), ‘수소항만법’ 제정 및 시범사업(광양항·부산신항) 추진

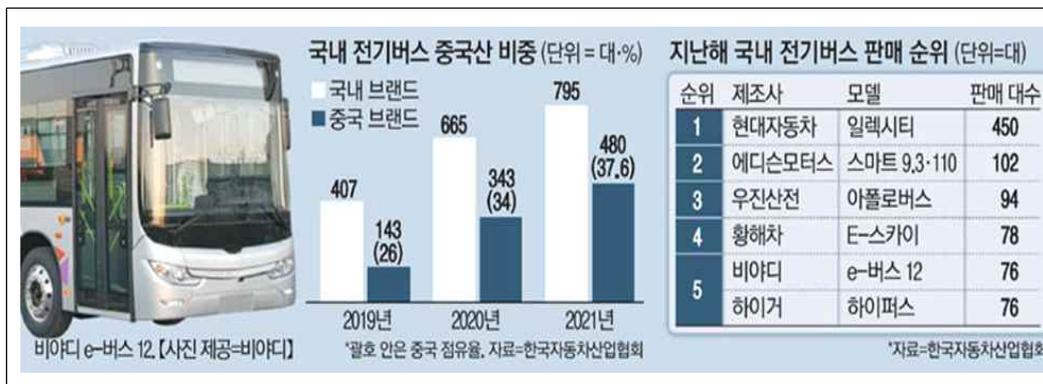
- 폐기물 부문에 대해서는 ‘폐기물 제로’ 순환경제 실현으로 탄소중립 촉진을 목표로함
  - 생산·유통·소비 전 단계 폐기물 감량과 1회용컵 보증금제를 시행하고, 폐플라스틱에 대한 물질재활용(재생원료화), 화학재활용(열분해) 및 소각시설 열 회수 확대
    - 농산물·택배물 과대포장 기준 마련, 비닐봉투(편의점·마트) 및 종이컵(식품접객업) 사용금지 등
  - 친환경 부표 보급을 확대하여 2024년까지 100% 전환을 달성하고, 2023년부터 순차적으로 시행되는 어구 일제회수제, 어구·부표 보증금제가 현장에서 안착할 수 있도록 지원해 해양폐기물 발생을 사전에 예방
    - 보급 목표(누적) : (2021년) 2,130만개(39%) → (2022년) 3,272만개(59%) → (2024년) 5,500만개(100%)

## 제4절 국내·외 전기버스 운영사례

### 1. 전기버스 국내 운영 현황

- 2022년 1분기(1월~3월)의 전기버스 시장점유율은 40%에 육박하며 경유버스를 넘어선 것으로 나타남
  - 2022년 1분기 기준, 버스 유종별 시장점유율 확인 결과, 친환경(전기버스 포함) 38%, 디젤 37%, CNG 25% 순으로 나타남
  - 특히, 시내버스에 대해서 CNG 버스와 경유버스를 도입하는 대신 전기버스를 도입하는 경향이 큰 것을 확인할 수 있음
- 전기버스는 구매보조금 지원 등의 정책으로 점유율이 지속적으로 증가하는 것으로 나타남
  - 2022년 1분기의 전기·수소 등의 친환경 버스 판매량은 511대로, 전년 동기 대비 151.7% 증가한 것으로 나타남
  - 국내 전기버스 시장은 국산과 중국산 모델 간 경쟁이 치열한 상황으로 2022년 1분기에 국산 303대, 중국산 208대가 도입된 것으로 나타나 국산이 약 60%를 차지한 것으로 나타남
  - 정부에서 2022년 전기버스 보급 목표를 2,000대로 배정한 바, 친환경 버스의 점유율은 계속 증가할 것으로 판단됨

〈그림 2-7〉 국내 전기버스 판매 현황(2021년 기준)

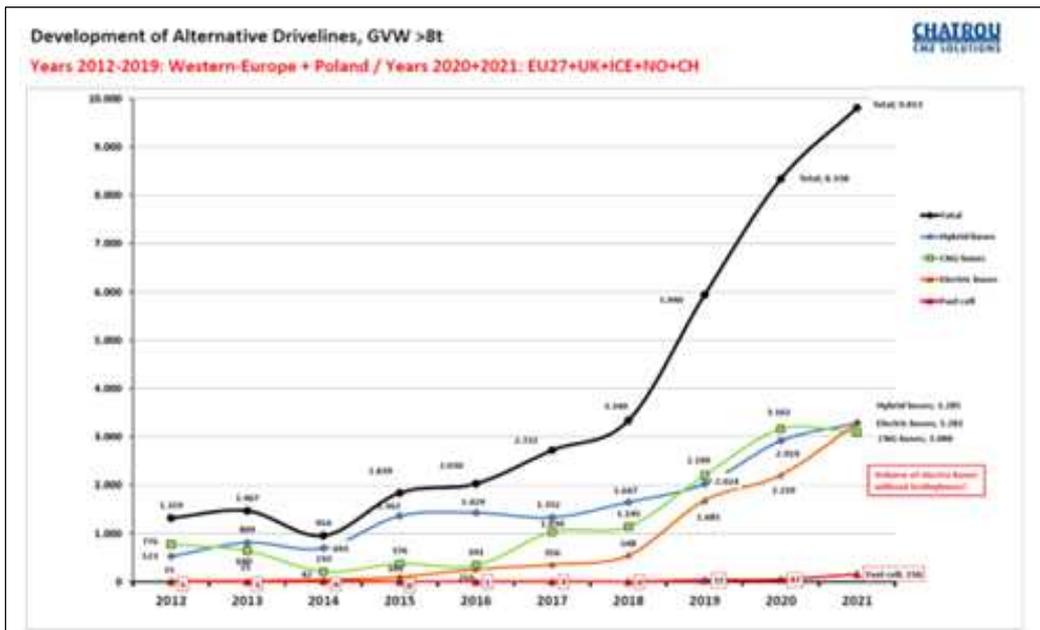


자료: 이사회, "이러다 중국에 다 넘어가겠네"... 중국 전기버스 저가 공습에 국내 판매량 38% 차지, 매일경제, 2022.02.08.

## 2. 국외 운영사례

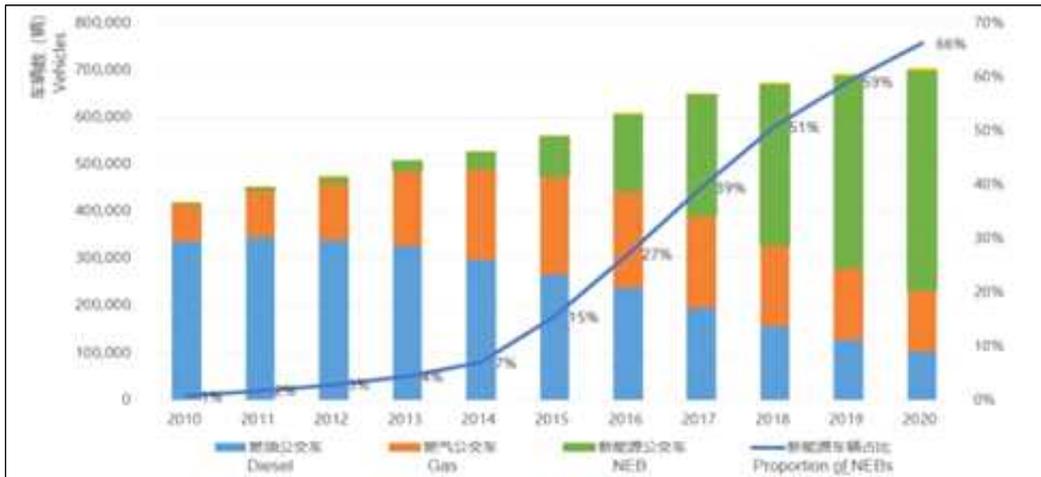
- 미국 전기버스 시장은 지속적으로 확대되고 있는 것으로 나타남
  - 2021년 미국의 전기버스 시장은 약 5억 달러 규모인 것으로 나타났고, 이는 2026년 약 20억 달러 규모까지 증가할 것이라고 예측됨
  - BYD 등 중국산 버스의 도입률이 높은 것으로 나타났고, 국내와 마찬가지로 전기버스 확대 도입을 위해서는 정부에서 보조금 지원이 중요한 요인으로 나타남
  - 시내버스 뿐 아니라 스쿨버스를 대상으로도 도입하고 있는 것으로 나타남
- 유럽의 경우에도 미국과 마찬가지로 전기버스 도입률이 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타남
  - 하이브리드 bus와 전기버스의 도입률이 증가하고 있는 것으로 나타남
  - 유럽도 미국과 마찬가지로 벤츠 등 유럽의 자동차 메이커보다 BYD 등 중국산 버스의 도입률이 높은 것으로 나타남

〈그림 2-8〉 유럽 전기버스 도입 현황



- 중국의 경우에도 미국, 유럽과 마찬가지로 전기버스 도입 대수가 지속적으로 증가하고 있는 것을 확인할 수 있음
  - 중국 공산당에서 주도적으로 전기차 산업을 지원하고 있고, 이 덕분에 중국은 전세계에서 전기버스 운행 대수와 비율이 가장 높은 국가임
  - 2022년 1월에 발표한 교통시스템의 현대화, 종합화를 위한 5개년 계획에서도 전세계적인 탄소중립 정책 수행에 따라 친환경 교통수단 도입을 중점 과제로 제시하였고, 이의 일환으로 전기버스 확대 도입 계획 제시하고 있음
  - 선전, 광저우, 베이징, 청두 등의 지역에서 중점적으로 전기버스를 도입하고 있는 것으로 나타남

〈그림 2-9〉 중국 전기버스 도입 현황

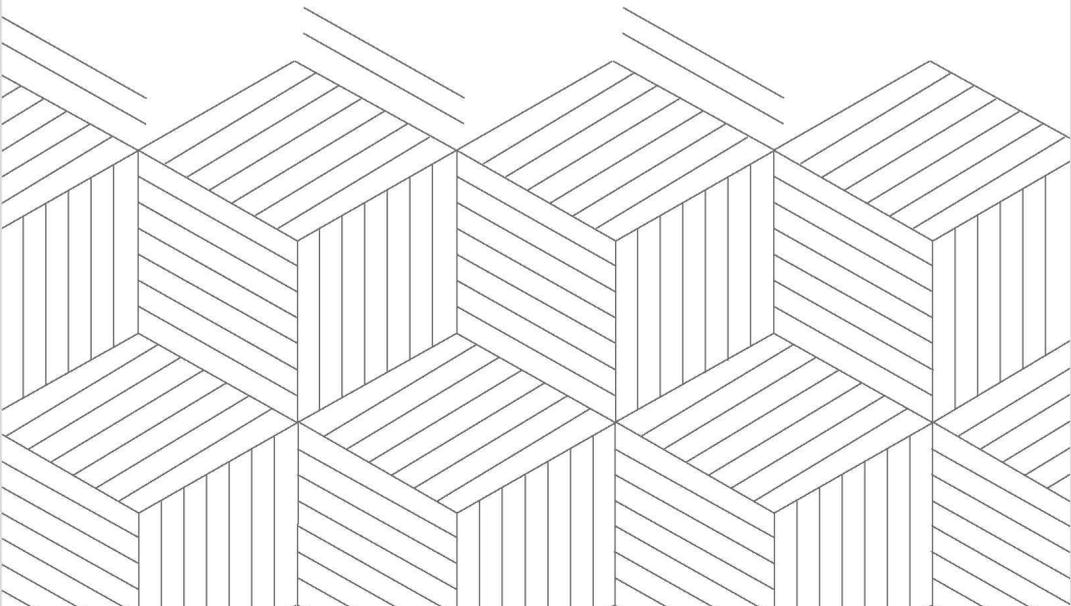


자료: China Academy of Transportation Sciences(CATS) of the Ministry of Transportation of the People's Republic of China(MoT)

# 제3장

## 수원특례시 버스 현황 분석

제1절 수원특례시 버스 운영 현황  
제2절 수원특례시 전기버스 운영 현황





## 제3장 수원특례시 버스 현황 분석

### 제1절 수원특례시 버스 운영 현황

#### 1. 버스 관련 교통시설 현황

##### 1) 수원특례시 버스전용차로 운영현황

- 2018년 기준, 수원특례시 내 버스전용차로는 총 4개 구간 8.8km가 운영 중임
  - 24시간 전일제 운영 구간은 2개 구간으로, 광고중앙역 환승센터 구간과 수원역 환승센터 앞의 버스 접근로 구간임

〈표 3-1〉 수원특례시 버스전용차로 운영현황

구간	노선명	전용차로 현황				시행시기 (지정고시일)	운영시간
		종류	연장 (km)	전일제	시간제		
합계			8.8				
동수원사거리 ~삼성전자 삼거리	중부대로	가로변	4.7	×	○	1996.02.01.	평일 : 07:00~10:00 17:00~20:00 토요일·공휴일 제외
법원사거리 ~광고중앙로사거리	광고 중앙로	가로변	1.5	×	○	-	평일 : 07:00~10:00 17:00~20:00 토요일·공휴일 제외
광고중앙로사거리~광고로	도청로	중앙전용	1.1	○	×		24시간 전일제
서둔지하차도~서평초교 ~수원역환승센터 ~과선교하부~세평지하차도	수인로 9번길	전용도로	1.5	○	×		24시간 전일제

자료: 경기도(2020), 경기도 노선 버스 개편 및 정책 현안 연구.

## 2) 수원특례시 버스터미널 운영현황

- 수원특례시 내 버스터미널은 2곳이 운영 중에 있음

〈표 3-2〉 수원특례시 버스터미널 현황

구분	소재지	연면적(㎡)	노선 수(개)
수원버스터미널	경기도 수원시 권선구 경수대로 270	7,658	65
서수원버스터미널	경기도 수원시 권선구 수인로 291	17,734	16

자료: 경기도(2020), 경기도 노선 버스 개편 및 정책 현안 연구.

## 2. 업종별 운수업체 현황

- 수원특례시의 업종별 운수업체를 확인한 결과, 2019년 기준으로 운수업체 수는 8,069개, 차량 운행대수는 15,236대임을 확인할 수 있음
  - 버스 운수업체 현황 확인 결과, 시외버스는 3개 운수사, 138대, 시내버스는 6개 운수사, 1,088대, 마을버스는 4개 운수사 92대임을 확인할 수 있음

〈표 3-3〉 수원특례시 업종별 운수업체 현황

구분	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년	
	업체 수 (개)	대수 (대)								
합계	7,109	14,190	7,227	14,261	7,319	14,349	7,906	14,975	8,069	15,236
시외버스	3	243	4	157	4	142	4	168	3	138
시내버스	7	1,253	7	1,295	7	1,353	7	1,233	6	1,088
마을버스	4	75	4	91	4	85	5	92	4	92
택시(업체)	27	1,570	27	1,570	27	1,570	27	1,570	27	1,570
개인택시	3,140	3,140	3,140	3,140	3,138	3,138	3,137	3,137	3,136	3,136
전세버스	23	551	23	546	19	475	20	494	20	516
일반화물	271	3,648	283	3,700	301	3,684	343	3,903	345	4,153
개별화물	1,245	1,245	1,274	1,274	1,321	1,321	1,384	1,384	978	978
용달화물	2,373	2,429	2,449	2,449	2,483	2,550	2,962	2,962	3,533	3,533
특수여객	16	36	16	39	15	31	17	32	17	32

자료: 수원특례시청 홈페이지(2022).

### 3. 버스 운영업체 현황

#### 1) 시내버스 운영업체 현황

- 수원특례시의 시내버스 운영 현황을 확인한 결과, 2021년 3월 기준 총 91개 노선, 1,249대(면허대수 기준)가 운영 중에 있는 것을 알 수 있음
- 이중 일반형(68개 노선, 939대), 좌석형(2개 노선, 54대), 직행좌석형(21개 노선, 256대)가 운영 중에 있음
  - 수원특례시 시내버스 운영업체 중 차량 보유대수 및 노선 수가 가장 많은 운영업체는 수원여객임을 알 수 있음

〈표 3-4〉 수원특례시 시내버스 총괄 현황

구분	합계	일반형	좌석형	직행좌석형
노선 수	91	68	2	21
면허대수	1,249	939	54	256

자료: 수원특례시 내부자료(2021년 3월 기준).

〈표 3-5〉 수원특례시 시내버스 업체별 현황

업체명	차량보유현황(대)			노선현황(개)	종사자 수(명)
	계	면허대수	예비차		
<b>합계</b>	<b>1,249</b>	<b>1,145</b>	<b>104</b>	<b>91</b>	<b>2,143</b>
수원여객운수(주)	574	491	83	39	916
용남고속(주)	330	322	8	30	524
(주)용남고속버스타인	50	45	5	5	109
성우운수(주)	114	113	1	6	171
삼경운수(주)	51	50	1	2	90
경진여객(주)	109	103	6	7	280
(주)대원고속	21	21	0	2	53

자료: 수원특례시 내부자료(2021년 3월 기준).

## 2) 마을버스 운영업체 현황

- 수원특례시의 마을버스 업체는 광고운수, 울전마을 버스, 서부여객, 동방운수 4개 업체가 있음
- 운영 현황을 확인한 결과, 2021년 3월 기준 총 16개 노선, 83대(면허대수 기준)가 운영 중에 있는 것을 알 수 있음
- 서부여객이 면허대수 36대, 노선 9개로 가장 많은 면허대수와 노선과 종사자 수를 보유하고 있음
- 광고운수는 4개 노선과 면허대수 28대를 보유하고 있고, 동방운수는 1개 노선과 면허대수 8대로 가장 규모가 작은 업체임

〈표 3-6〉 수원특례시 마을버스 총괄 현황

구분	합계	광고운수	울전마을버스	서부여객	동방운수
노선 수	16	4	2	9	1
면허대수	83	28	11	36	8

자료: 수원특례시 내부자료(2021년 3월 기준).

〈표 3-7〉 수원특례시 마을버스 업체별 현황

업체명	차량보유현황(대)			노선현황(개)	종사자 수(명)
	계	면허대수	예비차		
합계	105	83	22	16	165
광고운수	28	28	0	4	56
울전마을버스	22	11	11	2	19
서부여객	43	36	7	9	65
동방운수	12	8	4	1	25

자료: 수원특례시 내부자료(2021년 3월 기준).

## 제2절 수원특례시 전기버스 운영 현황

### 1. 수원특례시 전기버스 도입 현황

- 2022년 6월 기준 수원특례시에는 총 249대의 전기버스 차량이 시내버스 노선에 도입되어 운영 중에 있음
  - 전기버스 차량 현황 확인 결과, 직행좌석버스 7대, 일반시내버스 242대가 운행 중인 것을 확인할 수 있음
  - 2019년 62대 도입을 시작으로 2020년 92대, 2021년 42대, 2022년 53대가 도입되는 등 전기버스 도입이 원활하게 이루어지고 있는 상황임
  - 2022년 6월 기준 수원여객에서 242대, 경진여객에서 7대의 전기버스를 운행 중이며, 수원여객에서는 전 차량 일반시내버스로 운행 중이고, 경진여객에서는 2022년 5월에 현대 일렉시티 2층버스모델 7대를 도입하여 직행좌석 노선에 투입하여 운행 중임

〈그림 3-1〉 수원특례시 전기시내버스 도입 현황(2022년 6월 기준)



자료: 수원특례시 내부자료(2022년 6월 기준).

- 또한, 2022년 6월 기준 수원특례시에는 총 20대의 전기버스 차량이 마을버스 노선에 도입되어 운영 중에 있음
  - 2021년 15대, 2022년 5대가 도입되었고, 광교운수에서 8대, 울전마을버스에서 12대의 전기버스를 운행 중임

## 2. 수원특례시 전기버스 충전 인프라 도입 현황

- 전기버스 도입세에 발맞추어 수원특례시는 전기버스 충전 인프라를 구축하여 운영 중에 있음
  - 관내 북부공영차고지, 동부공영차고지, 호매실차고지, 서부공영차고지 등에 전기버스 충전 인프라를 구축하여 운영 중임
  - 북부공영차고지에 설치된 충전기가 47기로, 가장 많은 것으로 나타났고, 동부공영차고지 25기, 호매실차고지 14기 등이 그 뒤를 이음
  - 충전면수는 북부공영 94면, 동부공영 50면, 호매실차고지 28면, 경기대 차고지 22면, 동탄 1차고지 20면 순으로 나타남

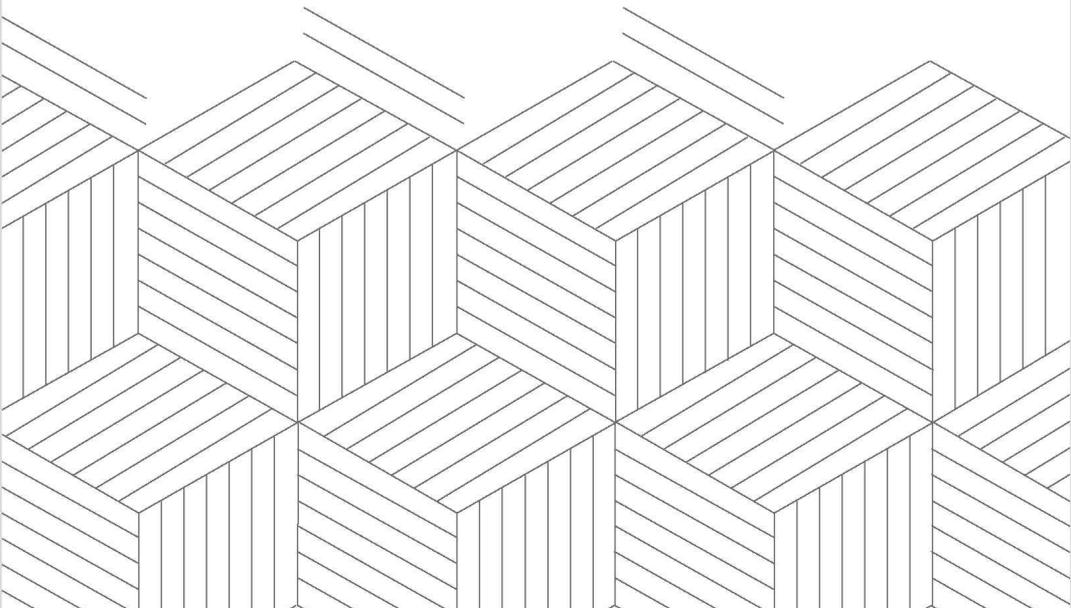
〈표 3-8〉 수원특례시 차고지별 전기버스 충전 인프라 구축 현황(2022.06.16. 기준)

구분	북부공영	경기대	동부공영	호매실	동탄1	서부공영
전기버스(대)	81	32	52	21	26	7
수전용량(kW)	4,000	990	2,000	990	1,000	990
전력변환부(200kW)	19	5	10	5	5	4
충전기(기)	47	11	25	14	10	4
300kW × 2CH(일체형)	0	0	0	0	0	0
200kW × 2CH	46	9	24	13	10	4
120kW × 2CH	1	2	1	1	0	0
충전면수	94	22	50	28	20	8
차고지 면적(m <sup>2</sup> )	10,100	-	29,383	3,082	-	8,953
충전시설 면적(m <sup>2</sup> )	9,927	-	-	-	-	-
순차충전	1:2×11, 1:3×8	1:1×1, 1:2×4	1:2×6, 1:3×4	1:2×2, 1:3×3	1:2×5	1:1×4

자료: 경진여객운수 내부자료(2022.06.16 기준).

# 제4장 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사

- 제1절 버스 운수종사자 대상 설문조사
- 제2절 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰
- 제3절 경기도 도민 시내버스 서비스 평가
- 제4절 시사점





## 제4장 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사

- 수원특례시 내 도입된 전기버스 도입 효과를 분석하기 위하여 버스 운수종사자 대상 설문조사, 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰, 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 결과 등을 분석함
  - 버스 운수종사자 대상 설문조사 수행을 통해 전기버스를 실제로 운행하는 버스 운수종사자들의 만족도를 조사함
  - 버스 운영업체 경영자 대상으로 인터뷰를 수행하여 업체 운영에 있어서 전기버스 투입 효과를 경영자 관점에서 확인함
  - 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 결과 중 수원특례시 내 버스 노선 중 전기버스가 투입되어 운행 중인 노선들의 이용자들이 응답한 결과를 활용하여 전기버스에 대한 이용자들의 만족도를 분석함

### 제1절 버스 운수종사자 대상 설문조사

#### 1. 설문조사 개요

- 버스 운수종사자 대상으로 수원특례시 전기버스 도입효과 분석을 수행하기 위해 버스 운영업체의 버스 운수종사자 중 전기버스를 운행하고 있는 버스 운수종사자 139인을 대상으로 설문조사를 수행하였음

〈표 4-1〉 버스 운수종사자 대상 설문조사 개요

구분	내용
조사명	• 「전기버스 도입효과 분석」 설문조사
조사대상	• 수원특례시 버스 운영업체 내 전기버스 운행 중인 버스 운수종사자
표본수	• 총 139명
조사방법	• 오프라인 설문조사
조사기간	• 2022.08.08.(월) ~ 2022.08.12.(금)

- 설문조사 항목은 설문응답자 일반특성과 전기버스 도입 만족도로 구성하여 조사함
  - 일반특성 항목을 통해 버스 운수종사자 성별, 연령대, 현재 운행차량(차량번호), 운행 경력, 연락처 등을 조사하였음
  - 전기버스 도입 만족도 조사 항목을 통해 선호 유종 버스, 전기버스 장·단점, 전기버스 적정 충전횟수, 전기버스 안전도, 전기버스 도입 및 취지, 전기버스 도입 만족도 전반, 전기버스 차량 영향요인 중요도 및 만족도를 조사하였음

〈표 4-2〉 버스 운수종사자 대상 설문조사 항목

구분	내용
일반특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성별</li> <li>• 연령대</li> <li>• 현재 운행차량(차량번호)</li> <li>• 운행경력</li> <li>• 연락처</li> </ul>
전기버스 도입 만족도 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선호 유종 버스</li> <li>• 전기버스의 장점</li> <li>• 전기버스의 단점</li> <li>• 전기버스 적정 충전횟수</li> <li>• 전기버스 안전도</li> <li>• 전기버스 도입 및 취지</li> <li>• 전기버스 도입 만족도 전반</li> <li>• 전기버스 차량 영향요인 중요도 및 만족도</li> </ul>

## 2. 설문조사 분석 결과

### 1) 응답자 일반특성

- 설문조사 응답자들의 남성의 비율이 96%로 대부분을 차지하는 것으로 나타남

〈표 4-3〉 응답자 일반특성(성별)

구분	빈도(명)	비율(%)
남성	134	96
여성	4	3
무응답	1	1
합계	139	100



- 설문조사 응답자들의 연령대는 50대가 52%로 가장 많은 것으로 나타났고, 60대 이상이 34%, 40대 10%로 40대 이상이 대부분을 차지하는 것으로 나타남

〈표 4-4〉 응답자 일반특성(연령대)

구분	빈도(명)	비율(%)
10대	0	0
20대	1	0.7
30대	4	3
40대	14	10
50대	72	52
60대 이상	47	34
무응답	1	0.7
합계	139	100

- 설문조사 응답자들의 CNG 버스, 경유버스, 전기버스의 유종별 운전경력에 대한 통계값을 확인함
  - 경력 비교 결과, CNG 버스 운행경력의 평균이 6.7년으로 가장 긴 것으로 나타났고, 경유버스와 전기버스가 각각 3.4년, 2.1년으로 그 뒤를 잇는 것으로 나타남
  - 운전경력의 중앙값으로 CNG 버스가 6년, 전기버스 3년, 경유버스 2년으로 그 뒤를 잇는 것으로 나타남

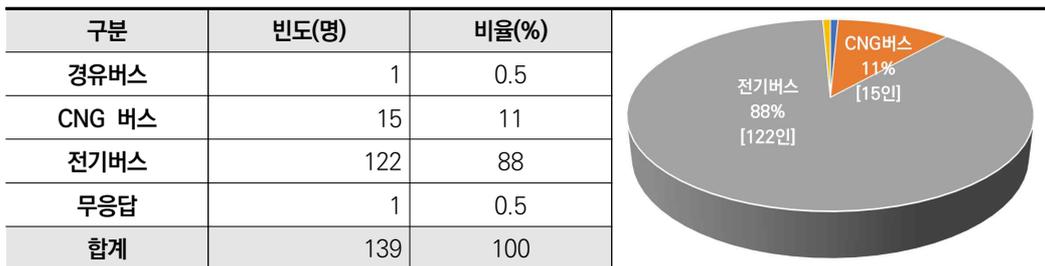
〈표 4-5〉 응답자 일반특성(유종별 운행경력)

구분	CNG 버스	경유버스	전기버스
평균	6.7년	3.4년	2.1년
표준편차	4.4년	4.5년	1.0년
중앙값	6년	2년	3년
25퍼센타일	3년	0년	1년
75퍼센타일	10년	5년	3년

## 2) 전기버스 도입 만족도 조사

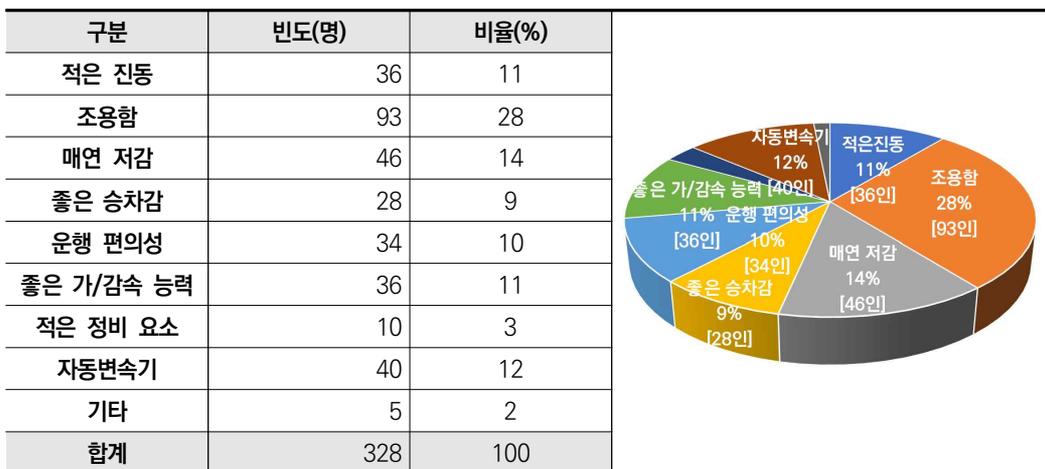
- 설문조사 응답자들이 선호하는 유종의 버스는 전기버스가 122인(88%)으로 가장 많은 것으로 나타났고, CNG 버스가 15인(11%)으로 그 뒤를 이음
  - 전기버스를 선호하는 이유는 타 유종 차량 대비 진동과 소음이 적고, 전 차량에 자동 변속기가 장착되어 있어서 운전 편의성이 좋기 때문으로 판단됨

〈표 4-6〉 설문조사 응답자 선호 유종 버스



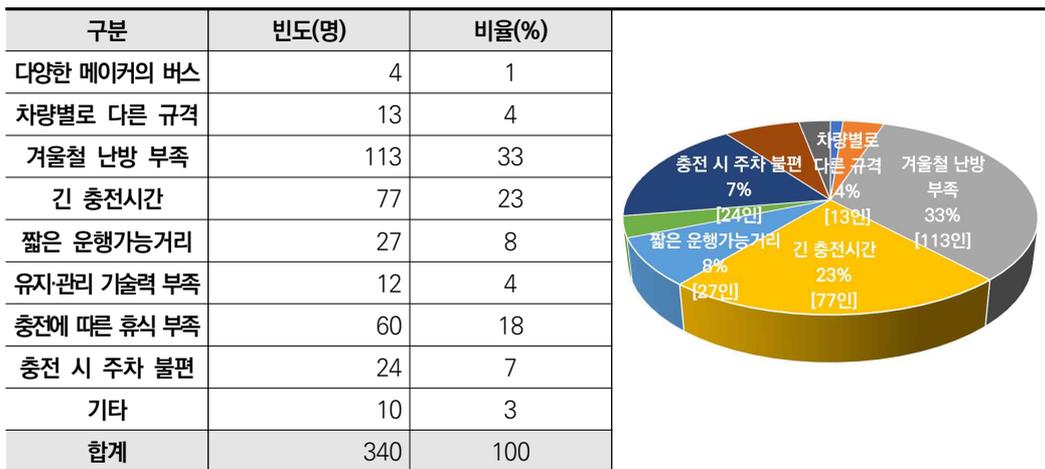
- 설문조사 응답자들이 인식하고 있는 전기버스의 장점을 확인하기 위하여 복수응답으로 설문한 결과, 장점으로 가장 많이 응답한 것은 조용함이었고, 매연 저감 등이 그 뒤를 이음
  - 장점을 통해 전기버스의 주행 쾌적성이 타 유종 대비 좋다는 것을 유추할 수 있음
  - 기타 의견 중 장점 작성 없이 불편사항을 작성한 응답자가 있었는데, 대체로 전기버스의 모든 특징(제동장치, 잦은충전, 차량설계 등)이 별로라는 의견을 제기함

〈표 4-7〉 설문조사 응답자 인식 - 전기버스 장점



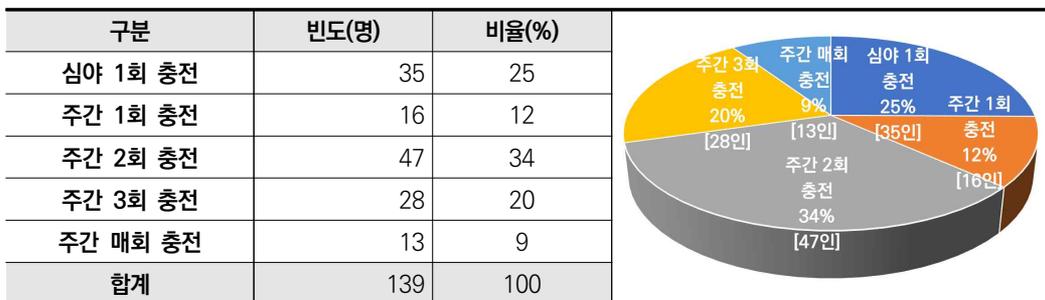
- 설문조사 응답자들이 인식하고 있는 전기버스의 단점을 확인하기 위하여 복수응답으로 설문한 결과, 단점으로 가장 많이 응답한 것은 겨울철 난방 부족이었고, 긴 충전시간, 충전에 따른 휴식 부족 등이 그 뒤를 이음
  - 단점을 통해 겨울철 전기버스의 난방 부족 문제가 존재한다는 것을 알 수 있었고, 긴 충전시간과 그에 따른 버스 운전자들의 휴식 부족 등이 단점임을 확인할 수 있음
  - 기타 의견으로는 하부 잡음이 많다는 것, 승차감이 좋지 않다는 것, 잦은 고장, 잦은 충전으로 인한 근로 지속, 배터리 용량 부족, 인체공학적인 측면을 고려하지 않아서 승객 불편을 야기한다는 의견을 확인할 수 있음

〈표 4-8〉 설문조사 응답자 인식 - 전기버스 단점



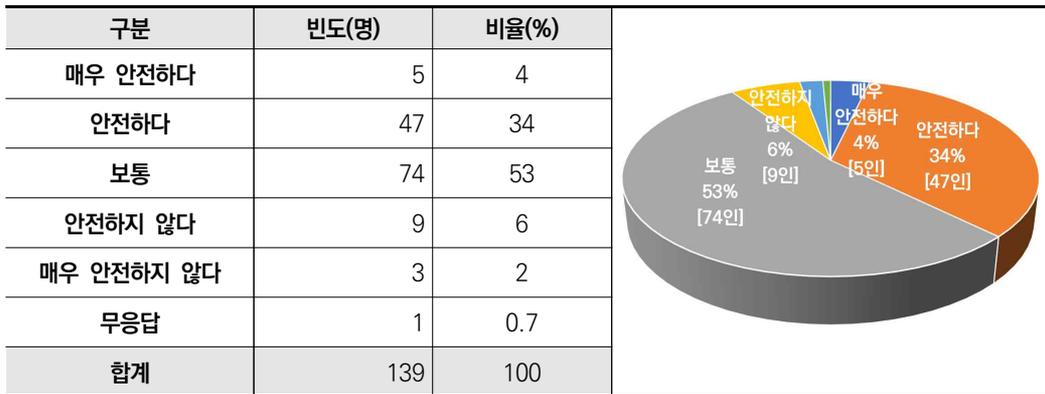
- 설문조사 응답자들이 인식하고 있는 전기버스의 적정 충전횟수는 심야 1회 충전 포함하여 주간 2회 충전이 47인(34%)으로 가장 많은 것으로 나타났고, 심야 1회 충전이 35인(25%)으로 그 뒤를 이음

〈표 4-9〉 전기버스 적정 충전횟수



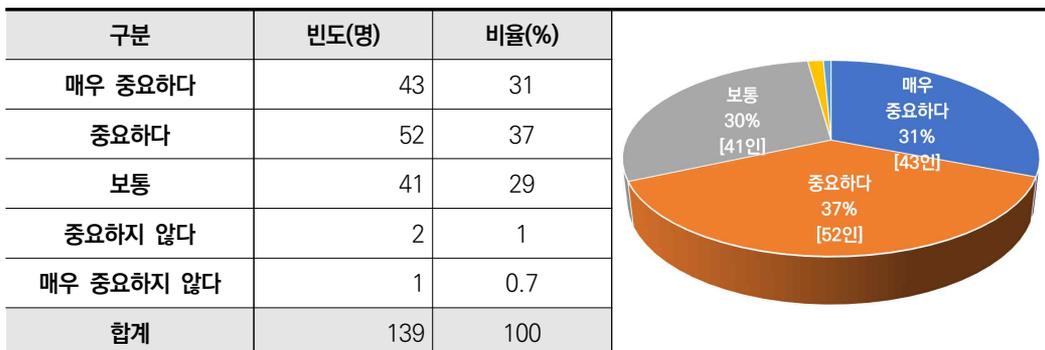
- 설문조사 응답자들이 인식하고 있는 전기버스의 안전도는 보통이 74인(53%)으로 가장 많은 것으로 나타났고, 안전하다가 47인(34%)으로 그 뒤를 이음
  - 이를 통해 버스 운수종사자들은 전반적으로 전기버스에 대하여 안전하다고 인식하고 있는 것을 확인할 수 있음. 전기버스 화재에 대한 경험이 없어 이런 응답결과가 제시된 것으로 보임

〈표 4-10〉 전기버스 안전도



- 설문조사 응답자들이 인식하고 있는 전기버스의 도입 및 취지는 중요하다가 52인(37%)으로 가장 높은 것으로 나타났고, 매우 중요하다가 43인(31%)으로 그 뒤를 잇고 있고, 중요하다 이상이 68%로 높게 나타났음
  - 이를 통해 버스 운수종사자들은 전반적으로 전기버스의 도입 및 취지에 대한 중요성을 인식하고 있는 것을 알 수 있음

〈표 4-11〉 전기버스 도입 및 취지



- 설문조사 응답자들이 응답한 전기버스 도입 만족도는 만족이 59인(43%)으로 가장 많은 것으로 나타났고, 보통이 54인(39%)으로 그 뒤를 이음
  - 만족한다고 응답한 비율은 82% 높게 나타나, 이를 통해 버스 운수종사자들은 전반적으로 전기버스에 대해 만족하고 있는 것을 알 수 있음

〈표 4-12〉 전기버스 만족도

구분	빈도(명)	비율(%)
매우 만족한다	20	14
만족한다	59	43
보통	54	39
만족하지 않는다	3	2
매우 만족하지 않는다	3	2
합계	139	100



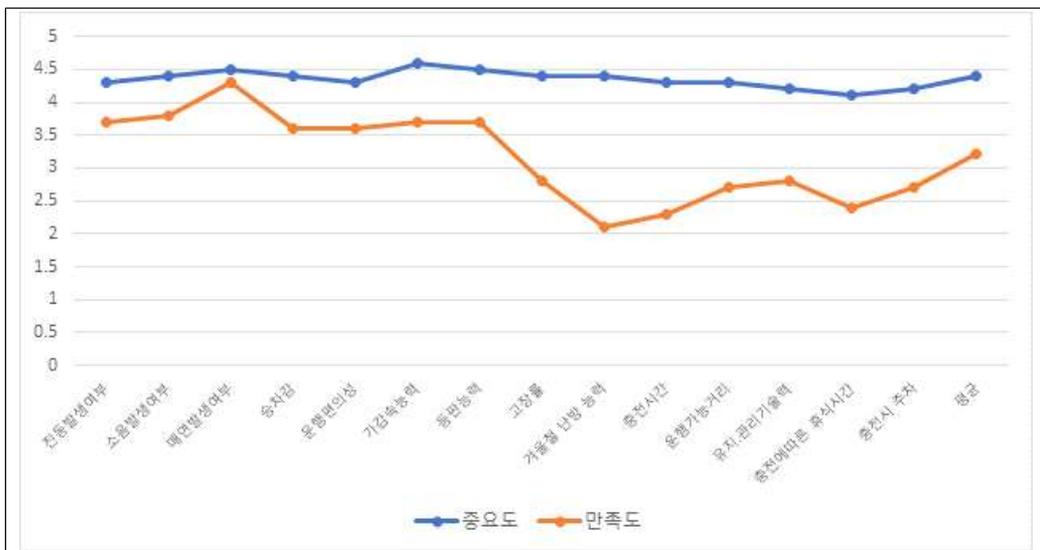
### 3) 전기버스 도출 항목에 대한 중요도-만족도 분석

- 전기버스 주요 항목에 대한 중요도 평균은 4.39점, 만족도 평균은 3.21점으로 응답함
- 전기버스 주요 항목에 대한 중요도 분석결과 모든 항목의 중요도가 4점 이상으로 높은 것으로 나타났고, 가장 낮은 항목은 '충전에 따른 휴식시간'이 4.12점으로 나타났고, 가장 높게 응답한 '가감속능력'이 4.6점으로 응답한 것으로 나타났음
- 전기버스 주요 항목에 대한 만족도 분석결과 중요도에 비해 상대적으로 매우 낮은 것으로 나타났으며, '겨울철 난방 능력'이 2.1점 매우 낮게 나타났고, 매연발생여부가 4.3으로 가장 만족도가 높은 것으로 분석되었음
- 고장률, 겨울철 난방능력, 충전시간, 운행가능거리, 유지·관리 기술력, 충전에 따른 휴식시간, 충전시 주차 항목은 만족도가 3점 이하로 낮은 것으로 나타나 이에 대한 개선의 노력이 필요할 것으로 보임

〈표 4-13〉 전기버스 도출 항목 만족도-중요도

항목	중요도	만족도
진동발생여부	4.3	3.7
소음발생여부	4.4	3.8
매연발생여부	4.5	4.3
승차감	4.4	3.6
운행편의성	4.3	3.6
가감속능력	4.6	3.7
등판능력	4.5	3.7
고장률	4.4	2.8
겨울철 난방 능력	4.4	2.1
충전시간	4.3	2.3
운행가능거리	4.3	2.7
유지.관리기술력	4.2	2.8
충전에따른 휴식시간	4.1	2.4
충전시 주차	4.2	2.7
평균	4.39	3.21

〈그림 4-1〉 전기버스 도출 항목 중요도-만족도

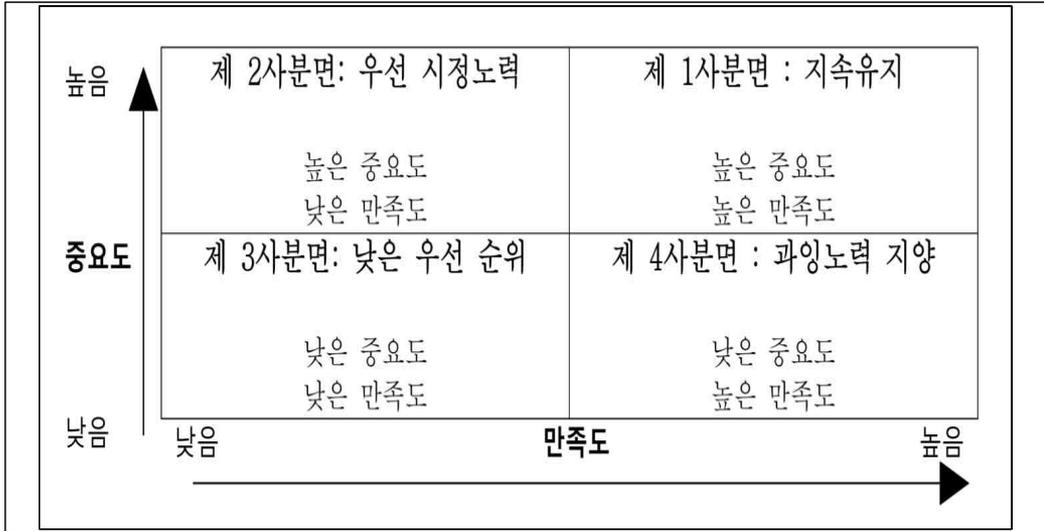


### 3. 중요도-만족도 분석(IPA)

#### 1) IPA 정의와 개념

- IPA(Importance Performance Analysis ; 중요도성과분석)는 Martilla와 James의 1977년 연구를 통해 제품이나 서비스에 대한 고객의 만족도를 측정하는 수단으로 처음 제안 및 도입된 마케팅 분석 기법으로 우선순위 도출을 통해 상품이나 서비스가 가지고 있는 중요 속성들에 대해 만족도 및 중요도에 대한 인식도를 알아내는 분석 방법론임
- IPA 분석은 평가 대상의 중요도 및 실행도(만족도) 값을 활용하여 X, Y축으로 각 역량별 좌표 값을 설정하여 4사분면에 이를 나타내도록 하여 각 속성의 중요도 및 성과(만족도)를 스스로 평가하게 함으로써 상대적인 중요도와 만족도를 동시에 파악할 수 있다는 장점을 가지고 있음
- 즉, 분석 결과물로서 '중요도'(Y 축)와 서비스에 포함 된 다양한 요소의 '성능'(X 축)의 IPA 매트릭스가 출력됨
- 각 사분면은 서비스의 고객 / 사용자가 지정한 요소에 의해 할당 된 중요도와 성능을 결합하고 관리 측면에서 다른 가치를 지님
  - 제1사분면은 이용자가 중요하다고 생각함과 동시에 만족도 또한 높다는 특징을 가지고 있기 때문에 현재의 상태를 지속시키기 위해 그동안의 노력을 지속하는 것이 필요하다는 것을 의미함
  - 제2사분면은 이용자가 아주 중요하다고 생각하지만 만족도가 낮기 때문에 만족도를 중점적으로 개선하는 노력이 필요한 경우를 의미함
  - 제3사분면은 중요도 및 만족도가 낮기 때문에 별도의 개선이 필요한 상태이지만 다른 사항들에 비해 가장 우선순위가 낮음을 의미함
  - 제4사분면은 만족도가 높지만 중요도가 낮기 때문에 더 이상은 과잉 공급되지 않도록 현상을 유지하는 것이 중요하다는 것을 의미함

〈그림 4-2〉 IPA 중요도-만족도 매트릭스



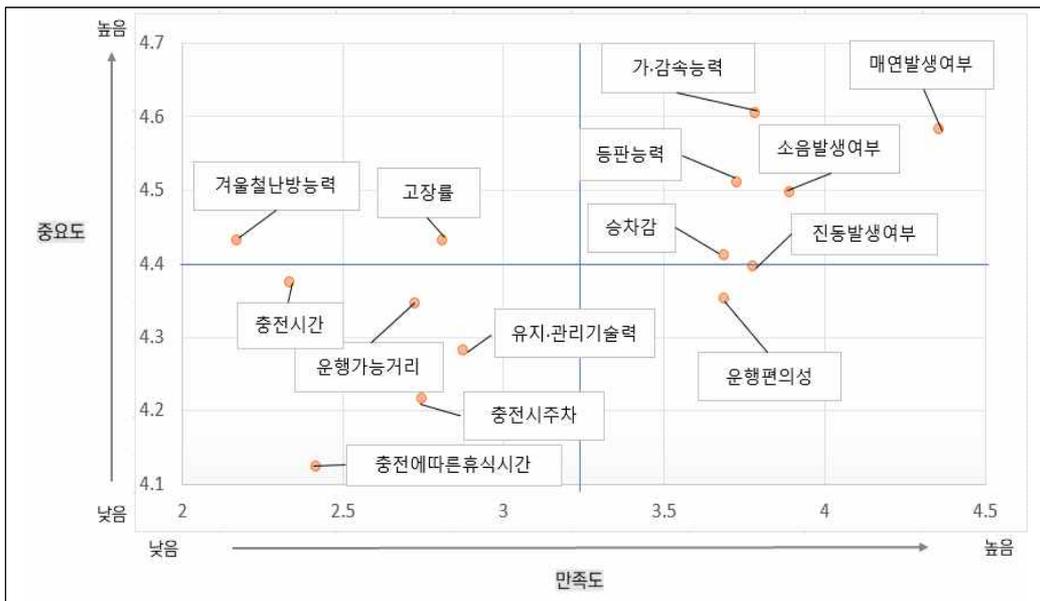
자료: 최영출 외 1인(2014)

## 2) IPA 분석 결과

- 본 연구에서 버스 운수종사자를 대상으로 중요도와 만족도 조사를 수행한 항목은 진동 발생 여부, 소음 발생 여부, 매연 발생 여부, 승차감, 운행 편의성, 가·감속 능력, 등판 능력, 고장률, 겨울철 난방 능력, 충전시간, 운행가능거리, 유지·관리 기술력, 충전에 따른 휴식시간, 충전 시 주차임
- 수집한 전기버스 차량 영향요인의 중요도와 만족도 점수 측정 결과에 대하여 IPA(Importance-Performance Analysis)를 수행하여 전기버스에 대한 강점, 약점, 저우선순위, 불필요강점 항목을 분석함. IPA 결과, 1~4사분면에 해당하는 항목을 확인할 수 있음
- 1사분면인 중요도와 만족도 모두 높은, 지속유지에 해당하는 항목은 진동 발생 여부, 소음 발생 여부, 매연 발생 여부, 승차감, 가·감속 능력, 등판능력인 7개 항목이 이에 해당하는 것으로 나타남
  - 전기버스의 주요 강점으로 인식되는 적은 진동, 조용함, 친환경성, 가감속 능력, 등판 능력 등이 모두 포함된 것을 통해 버스 운수종사자들이 해당 항목에 대하여 만족도가 높다는 것을 알 수 있음
  - 승차감의 경우에는 전기버스가 타 유형의 차량보다 상대적으로 신차에 해당되기 때문에 강점으로 포함된 것으로 판단됨

- 2사분면인 중요도 높고, 만족도가 낮은 우선시정 노력에 해당하는 항목은 겨울철난방 능력, 고장률인 2개의 항목이 해당하는 것으로 나타남
  - 겨울철 난방 능력과 고장률이 우선시정노력 항목으로 나타나 겨울철 난방능력을 향상 시키기 위해서 배터리 용량과 배터리 효율성을 높일 수 있도록 해야 하며, 고장율을 낮추기 위해 기술을 개선하는 노력이 필요할 것으로 보임
- 3사분면인 중요도와 만족도 모두 낮은 저우선순위항목에 해당하는 항목은 충전시간, 운행가능거리, 유지관리기술, 충전시주차, 충전에 따른 휴식시간인 5개 항목이 해당하는 것으로 나타남
  - 운수종사자들의 설문결과 전반적으로 중요도 평균은 매우 높은 반면, 만족도 평균은 상대적으로 낮게 나타나 이런 결과가 제시된 것으로 보임
  - 충전시간, 충전에 따른 휴식시간은 만족도가 매우 낮은 것으로 나타나 운수종사자들의 전기버스 만족도 개선을 위한 노력이 필요함
  - 또한 일부 버스 운수종사자들의 경우, 충전시간에 따른 휴식시간 감소를 불편사항으로 제기한 바, 충전에 따른 휴식시간이 저우선순위항목에 포함되었을지라도 해당 항목들에 대한 개선방안을 지속적으로 고려해야 할 필요가 있음
- 4사분면인 중요도는 낮고, 만족도는 높은 항목은 운행의 편의성으로 나타남
  - 운영편의성에 대해서는 현재와 같이 계속 유지될 수 있도록 해야 할 필요가 있음

〈그림 4-3〉 IPA 분석 결과



## 제2절 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰

### 1. 인터뷰 조사 개요

- 앞서 수행한 버스 운수종사자 대상 설문조사와 별개로, 버스 운영업체 경영자 입장에서 전기버스에 대한 만족도와 인식을 조사하기 위해 버스 운영업체 대표를 대상으로 인터뷰를 수행하였음
  - 수원특례시 버스 운영업체 중 경진여객운수를 대상으로 하였으며, 수원특례시의 버스 운영업체는 2021년 모두 사모펀드로 넘어가서 K1 모빌리티 그룹에 소속되어 있는 상황임
  - 경진여객운수 대표는 K1 모빌리티 그룹 산하의 수원특례시 버스 운영업체를 관리하고 있기 때문에 대표성이 있을 것이라 판단되어 인터뷰 대상으로 선정하게 됨

### 2. 인터뷰 조사 내용

- 전기버스와 관련하여 총 7개의 질문에 대하여 인터뷰를 진행하였고, 인터뷰를 통하여 버스 운영업체 대표는 전기버스 도입 및 운영에 대해 대체적으로 만족하는 것을 알 수 있었고, 전기버스를 지속적으로 확대 도입할 의지가 있다는 것을 확인할 수 있음

〈표 4-14〉 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사 내용

질문	답변
전기버스 운영 현황 및 충전여건은 어떤가요?	• 전기버스 충전여건은 양호한 상황임
전기버스의 운영효율은 어떤가요?	• 전기버스 1대당 1기의 충전건을 구비할 경우, 충전효율이 좋고, 연료비·정비비 절감도 많이 됨
전기버스 충전 시 애로사항이나 문제점이 있나요?	• 충전 시 제일 중요한 이슈는 안전임. 또한, 충전시설 설치를 위한 허가 등의 행정절차를 이행하는 것도 어려움이 있음
전기버스 고장비율은 어떤가요?	• 최초 도입 1년 동안은 잔고장이 많았으나, 커스터마이징 이후에는 잔고장이 많지 않음
전기버스 운영 시 운영 및 유지관리비용은 어떤가요?	• 전기버스 제조사에서는 배터리에 대해 대부분 9년 Warranty를 보장해줌
전기버스 운전자 만족도 및 승객 만족도는 어떤가요?	• 버스 운수종사자들은 조사해봐야 정확히 알 수 있겠지만, 승객 만족도는 높은 편임
향후 충전시설 도입 계획과 전기버스 도입 계획은 어떤가요?	• 향후 전기버스를 확대 도입할 계획이나, 가장 큰 저해요인은 예산임

### 제3절 경기도 도민 시내버스 서비스 평가

- 시내버스 이용자들의 전기버스 만족도를 확인하기 위해 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 결과 중 전기버스가 투입되고 있는 노선의 평가 결과를 추출하였고, 이를 통해 전기버스에 대한 이용자 만족도를 간접적으로 분석하고자 하였음
- 전기버스에 대한 이용자 만족도를 심층적으로 조사하기 위해서는 이용자 대상 설문조사를 수행할 계획이었으나, 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 데이터를 활용하여 이용자 만족도를 분석하게 되었음
- 경기도 도민 시내버스 서비스 평가는 경기도 시내버스 운영업체에 대해 수행하고 있는 경영 및 서비스 평가의 평가 방법 중 하나임
  - 경기도에서는 국토교통부의 법적 근거를 기반으로 관내 31개 시·군 인허가 시내버스 운영업체에 대해 매년 경영 및 서비스 평가를 수행하고 있음
  - 경영 및 서비스 평가 결과는 버스 서비스를 개선하기 위한 정책 수립 및 버스 운영업체에 대한 합리적인 재정지원 산정에 활용됨
  - 평가 방법은 일반 및 재무 현황 조사, 행정기관(유관기관) 조사, 도민 시내버스 서비스 평가, 기타조사 방법 등을 활용함
  - 평가 시행절차는 평가 기본계획 및 지침 수립 → 평가계획 시내버스 운영업체에 통보 → 평가 수행, 업체별 의견 수렴 및 확인 → 평가결과 보고 → 재정지원금 배정액 통보로 구성되어 있음
  - 경기도 경영 및 서비스 평가 지표는 총 7개 평가 분야와 20개의 평가 항목으로 구성되어 있으며, 평가 항목과 평가식은 경기도 버스정책위원회에서 매년 심의를 받아 확정하는 사항임. 평가 점수는 경영평가 100점(가중치 40%), 서비스 평가 100점(가중치 60%)으로 산정함
  - 경영평가는 운전직 고용안정, 차량 현대화, 재무건전성, 민관협력의 4개 분야로 구성되어 있고, 평가분야별로 세부항목은 다음과 같음
    - 운전직 고용안정 평가 세부항목은 운전직 종사자의 임금비율, 운전직 종사자의 임금 체불, 운전직 종사자의 퇴직급여충당금 예치비율, 재정지원금 집행 권고사항 이행 실적이 해당함
    - 차량 현대화의 평가 세부항목은 보유버스 평균 차령, 저상버스 보유 비율임
    - 재무건전성의 평가 세부항목은 부채비율, 유동비율이 해당함
    - 민관협력의 평가 세부항목은 시책사업 참여, 우수사례, 자료제출 허위 작성 및 지연 일수가 해당함

- 서비스 평가는 고객만족, 안전성, 신뢰성의 3개 분야로 구성되어 있고, 평가분야별로 세부항목은 다음과 같음
  - 고객만족 평가 세부항목은 도민 서비스 평가, 관련법규위반 단속결과가 해당함
  - 안전성 평가 세부항목은 교통사고지수, 면허취소인원 및 면허정지자 외 면허정지일수, 운전정밀검사 미수검인수, 운행기록 관리실적이 해당함
  - 신뢰성 평가 세부항목은 운행횟수준수율, 운행정보수집률, 막차시간준수율이 해당함
- 수원특례시 시내버스 노선 중 전기버스가 투입되어 운영 중인 노선은 직행좌석버스가 2개 노선, 일반시내버스가 26개 노선임
  - 수원특례시에 해당하는 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 확인 결과, 일반시내버스 21개 노선에 대한 경기도 도민 시내버스 서비스 평가를 확인할 수 있었고, 이 중, 전기버스의 만족도와 관련성이 있을 것으로 판단되는 쾌적성 및 청결성 점수를 확인함
  - 분석 결과, 수원특례시에서 운행되고 있는 전체 노선의 서비스 평가 결과보다 수원특례시에서 전기버스가 투입되어 운영되고 있는 노선의 서비스 평가 결과가 낮은 것으로 나타남
  - 전기버스 투입 노선 중 도민 서비스 평가 결과가 높게 나타난 버스 노선은 13번 노선으로 나타남
  - 경기도 도민 서비스 평가 전반적으로 이용자 수 대비 평가에 참여한 인원 수가 적은 것으로 나타났기 때문에 점수가 평가자의 성향에 따라 영향을 받을 수 있다고 판단할 수 있음
  - 전기버스에 대한 만족도를 확인할 수 있는 조사항목이 별도로 구분되어 있지 않기 때문에 이용자들의 전기버스 만족도를 확인하는 데에는 한계가 존재하는 상황임
  - 또한, 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰에서 이용자들의 전기버스에 대한 만족도는 높은 것을 알 수 있었고, 경쟁노선에 대하여 전기버스를 투입하고 있다는 것을 확인할 수 있었기 때문에 도민 서비스 평가 결과만으로는 이용자들의 전기버스 만족 여부를 확인하는 데에 한계가 존재함

〈표 4-15〉 경기도 도민 시내버스 서비스 평가 - 수원특례시

노선번호	쾌적성 및 청결성(20점)				
	소계	악취, 조명 등 차량 관리 여부	냉, 난방 등 온도 여부	소음(라디오, 안내방송 음향 등) 상태	내부시설 (손잡이 및 벨) 관리
전체 평균	16.35	4.14	3.96	4.11	4.14
전기버스 평균	15.82	3.99	3.86	3.98	4.00
13	17.89	4.56	4.44	4.56	4.33
13-4	16.46	4.15	3.92	4.18	4.22
16-2	13.67	3.67	3.00	3.67	3.33
20	16.97	4.42	4.11	4.17	4.28
20-1	17.22	4.34	4.22	4.27	4.39
20-2	16.64	4.12	4.08	4.28	4.16
25	15.42	3.67	3.58	4.00	4.17
25-5	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	16.43	4.29	4.00	4.00	4.14
30	16.43	4.13	4.03	4.07	4.19
32-4	14.17	3.50	3.67	3.50	3.50
35	16.91	4.33	3.96	4.30	4.31
42	16.64	4.21	4.00	4.15	4.28
5	15.57	3.89	3.69	4.09	3.91
62-1	16.79	4.17	4.11	4.24	4.27
64	16.86	4.29	4.29	4.14	4.14
7	16.10	3.90	4.00	4.10	4.10
7-1	16.98	4.20	4.24	4.24	4.29
7-1A	16.50	4.22	4.00	4.09	4.20
7-2	18.50	4.67	4.67	4.50	4.67
81	16.17	4.13	3.96	4.00	4.08

자료: 경기도 내부자료.

## 제4절 시사점

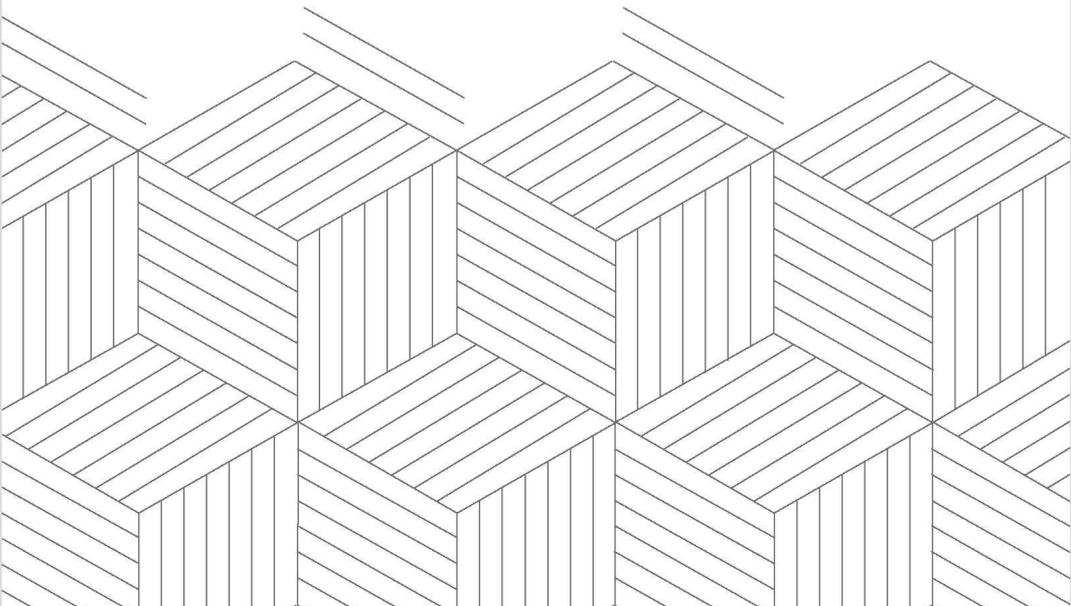
- 버스 운수종사자 대상 설문조사 결과, 전반적으로 전기버스에 대해서는 만족하는 것으로 나타남
  - 전기버스의 장점으로서는 조용함, 매연 저감 등을 확인할 수 있었고, 단점으로는 겨울철 난방부족, 긴 충전시간, 충전에 따른 휴식 부족 등임을 확인할 수 있음
  - 버스 운수종사자들은 전기버스 도입 및 취지에 대해 전반적으로 중요하다고 인식하고 있음을 알 수 있음
  - 또한, 버스 운수종사자들은 전기버스 도입 만족도에 대해 전반적으로 만족하고 있다고 응답한 것을 알 수 있음
- IPA 분석결과와 시사점을 확인할 수 있음
  - 1사분면인 중요도와 만족도 모두 높은, 지속유지에 해당하는 항목은 진동 발생 여부, 소음 발생 여부, 매연 발생 여부, 승차감, 가감속 능력, 등판능력으로 분석되었고, 2사분면인 중요도 높고, 만족도가 낮은 우선시정에 해당하는 항목은 겨울철난방능력, 고장률임을 확인할 수 있고, 3사분면인 중요도와 만족도 모두 낮은 저우선순위항목에 해당하는 항목은 충전시간, 운행가능거리, 유지관리기술, 충전 시 주차, 충전에 따른 휴식시간으로 나타났음. 4사분면인 중요도는 낮고, 만족도는 높은 항목은 운행의 편의성으로 나타남
  - 분석결과 3사분면에 해당하는 저우선순위 항목인 충전시간, 충전에 따른 휴식시간은 만족도가 매우 낮은 것으로 나타나 운수종사자들의 전기버스 만족도를 개선을 위한 노력이 필요함
  - IPA 결과를 통해 전기버스의 전반적인 기술력이 개선되어야 함을 알 수 있었고, 주요 강점으로 선정된 항목들에 대해서는 향후 전기버스 확대 도입 시 강점을 강화해야 하고, 나머지 항목들에 대해서도 지속적으로 개선방안을 제시해야 함을 알 수 있었음
- 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사 결과, 경영자 입장에서의 전기버스 도입 만족도는 높은 것을 알 수 있음
  - 도입 초기에는 잔고장이 많았으나, 커스터마이징 이후에는 잔고장이 많지 않고, 유지·관리에 소요되는 비용이 기존 내연기관 차량 대비 적고, 소모품이 적게 소요되어 친환경적이라는 장점이 있다는 것을 인터뷰를 통해 알 수 있음
  - 연차에 따른 배터리 기능 저하에 대한 문제도 전기버스 제작사에서 대부분 9년 Warranty를 보장해주기 때문에 만족도가 높다는 것을 알 수 있음

- 전기버스에 대한 승객 만족도가 높기 때문에 경쟁 노선에 대해서는 우선적으로 전기 버스를 투입한다는 것 또한 인터뷰를 통해 확인할 수 있음
- 또한, 향후에도 전기버스를 확대 도입할 계획이 있다는 사실을 통하여 버스 운영업체 경영자는 전기버스를 도입하여 운영하는 것에 대한 만족도가 높다는 것을 확인할 수 있음
- 도민 서비스 평가 결과 수원특례시에서 운행되고 있는 전체 노선에 대한 서비스 평가 결과보다 수원특례시에서 전기버스가 투입되어 운행되고 있는 노선의 서비스 평가 결과가 낮은 것으로 나타남
  - 이는 경기도 도민 서비스 평가 전반적으로 이용자 수 대비 평가에 참여한 인원 수가 적은 것으로 나타났기 때문에 점수가 평가자의 성향에 따라 영향을 받을 수 있다고 볼 수 있음
  - 앞선 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰에서 이용자들의 전기버스에 대한 만족도는 높은 것을 알 수 있었고, 경쟁노선에 대하여 전기버스를 투입하고 있다는 것을 확인할 수 있었기 때문에 도민 서비스 평가 결과만으로는 이용자들의 전기버스 만족 여부를 확인하는 데에 한계가 존재한다고 볼 수 있음
  - 향후에는 전기버스에 대한 이용자들의 만족도를 조사할 수 있는 설문조사가 수행되어야 할 것으로 판단되고, 이를 시행하는 적정 시점은 수원특례시 내 일반 시내버스 노선 모두에 전기버스가 운행되는 시점일 것으로 사료됨
- 결과적으로, 전기버스 도입에 대하여 버스 운수종사자와 버스 운영업체 경영자는 만족하는 것으로 나타났기 때문에 향후 수원특례시에 일반 시내버스를 도입할 때, 전기버스를 확대 도입하는 방향은 적합할 것으로 보임



# 제5장 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표

제1절 전기버스 도입효과 평가지표 도출 개요  
제2절 전기버스 도입효과 평가지표 관련 문헌 검토  
제3절 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)  
제4절 소결





## 제5장

수원특례시 전기버스 도입효과  
평가지표

## 제1절 전기버스 도입효과 평가지표 도출 개요

- 전기버스 도입효과 평가지표 도출을 위해 우선적으로 국내·외 전기버스 도입효과 평가 지표와 관련된 문헌을 검토하였음
  - 미국, 유럽, 인도 등의 지역에서 전기버스 도입효과 평가지표를 분석한 문헌을 검토함
- 문헌 검토 내용을 기반으로 전기버스의 도입효과와 관련된 영향요인들을 도출함
  - 전기버스 관련 영향요인들은 전기버스 도입효과 평가지표를 도출하는 데 있어서 도움이 될 수 있기 때문에 평가지표(안) 도출에 있어서 함께 고려하였음
- 문헌 검토 내용과 도출 영향요인 분석 내용을 기반으로 전기버스 도입효과 평가지표(안)을 도출함
  - 첫 번째(안)은 경제성, 편의성, 환경성 요인으로 구분하여 도출하였으나, 도출 과정 중 전문가 자문의견을 반영하여 두 번째(안)은 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 도출함
  - 최종적으로 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)은 크게 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 선정함
    - 경제성 요인으로는 전기버스 도입 및 운영, 충전 인프라의 경제성 등의 요인을 선정하였고, 세부항목으로 전기버스 도입 및 운영에는 전기버스 도입비용, 전기충전비용, 유지관리 비용 3개 항목이 포함되며, 충전인프라의 경제성에는 충전 인프라 구축 비용, 충전기 수, 충전지점 수로 3개 항목이 포함됨
    - 사회 수용성 요인으로는 전기버스 성능, 충전 인프라 기술, 승객 편의 등의 요인을 선정하였고, 세부항목으로 전기버스 성능에는 전기버스 메이커, 배터리 용량, 차량 구동 기술이 포함되고, 승객편의에는 차내소음, 차내 진동, 승객 용량이 포함됨
    - 환경성 요인으로는 전기버스 에너지 소모, 환경 개선 등의 요인을 선정하였고, 전기버스 에너지 소모는 일평균 충전횟수, 에너지 소비량, 소요 에너지 요금에 포함되며, 환경 개선에는 화석연료 소비량, 배출가스 배출량, 소음발생량이 포함됨

## 제2절 전기버스 도입효과 평가지표 관련 문헌 검토

- 전기버스 도입효과 평가지표와 관련하여 검토한 문헌은 총 6개 문헌임
  - 검토 문헌을 기반으로 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)을 도출함

### 1. Electrifying Transit: A Guidebook for Implementing Battery Electric Buses

- 이 연구에서는 우선 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점을 확인함

〈표 5-1〉 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 연료 비용</li> <li>• 낮은 유지 비용</li> <li>• 개선된 차량 성능</li> <li>• 배출가스 배출량 절감</li> <li>• 에너지 절약</li> <li>• 환경적임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제성이 떨어짐(비싼 차량 비용)</li> <li>• 도입 계획이 제한적으로 이루어짐</li> </ul>

자료: Aamodt et al. (2021), Electrifying Transit: A Guidebook for Implementing Battery Electric Buses.

- 전기버스가 투입되는 버스 노선에 대한 영향요인을 분석하여 선정하였음
  - 해당 노선에 전기버스를 투입하는 경우, 고려해야 하는 요인들을 선별하였으며, 크게 버스 노선 특성, 버스 운영 특성, 충전소 및 인프라 특성 등으로 구분함

〈표 5-2〉 전기버스 투입 노선 영향요인 분석

구분	영향요인
버스 노선 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노선 길이</li> <li>• 출발·정차 빈도 수</li> <li>• 노선 통행 도로 경사도</li> <li>• 노선 통행 도로 구조</li> <li>• 노선 통행 도로의 통행패턴 및 교통량</li> </ul>
버스 운영 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 버스 속도</li> <li>• 승객 용량</li> <li>• 버스 크기 및 중량(공차중량/만차중량)</li> <li>• 운행 스케줄</li> <li>• 공차거리(차고지 이동 등)</li> <li>• 노선운행단절에 대한 민감성</li> </ul>

〈표 5-2 계속〉 전기버스 투입 노선 영향요인 분석

구분	영향요인
충전소 및 인프라 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경유지 현황</li> <li>• 충전시설과의 호환성</li> <li>• 다른 노선들과의 중복</li> <li>• 충전소에 대한 접근성</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부온도</li> <li>• 기상</li> </ul>

자료: Aamodt et al. (2021), Electrifying Transit: A Guidebook for Implementing Battery Electric Buses.

- 차량 관련 특성으로 전기버스의 배터리 크기, 충전 계획 등이 차량 도입 및 운영에 있어서 중요한 요인임을 알 수 있음
  - 전기버스의 변속기 관련 기술, 동력 분산 기술 개발 등도 중요한 요인임을 확인할 수 있음
  - 운행 스케줄 구상에 있어서 효율성과 관련되어 있기 때문에 전기버스의 완충 소요 시간도 중요한 요인임
  - 그리고 전기버스 충전 관련 기술도 중요한 요인인데, 충전소에서의 충전, 노선 운행 중의 충전, 충전 완료된 배터리 교체 등 현재 개발된 기술 현황에 따라 운행 효율성이 달라질 수 있기 때문임
- 전기버스를 도입하는 경우, 배터리 충전을 위한 전기 수요가 증가할 것으로 예상되는 바, 그에 따른 전기 생산 확충 등의 정책 구상도 필요할 것으로 보임
- 이외에도 지자체 중심의 전기버스 도입 관련 정책도 중요한 영향요인임을 알 수 있으며, 지자체 중심의 전기버스 도입 목표 수립, 주요 영향요인 확인, 이해관계자 간 합의, 도입 지원금 정책 수립 등이 중요한 영향요인임을 알 수 있음

## 2. Performance Evaluation Framework: For Electric Buses in India

- 관련 사례 검토를 통해 전기버스의 기술 수준을 평가하는 데 있어서 전기버스 시스템 관련 세부 특성, 전기버스 관련 경제적 특성, 기타 특성으로 구분하여 평가를 수행함

〈표 5-3〉 전기버스 기술 수준 평가 내용

구분	영향요인	세부 내용
전기버스 시스템 관련 세부 특성	전기버스 세부 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 메이커</li> <li>• 전체 버스 대수(9m/12m)</li> <li>• 제작 및 도입 날짜</li> <li>• 버스 길이/폭/높이</li> <li>• 버스 총 중량</li> <li>• 휠베이스</li> <li>• 승객 용량</li> <li>• 마력 수</li> </ul>
	전기버스 충전 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전기 유형</li> <li>• 충전기 개수</li> <li>• 전기버스 충전소 용량</li> <li>• 노선 상 충전소(정류장 상 충전소) 용량</li> <li>• 전기버스 충전지점 수</li> <li>• 전기버스 충전지점 1개소당 전기버스 대수</li> </ul>
	전기버스 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 운행대수</li> <li>• 월평균 운행일수</li> <li>• 일평균 노선 운행거리</li> <li>• 일평균 공차거리</li> <li>• 일평균 전체 운행거리</li> <li>• 운행기록계 평균</li> <li>• 운전자 운행시간</li> <li>• 버스 1대당 산정 수익</li> <li>• 일평균 주차시간</li> <li>• 운행 취소거리(취소사유 포함)</li> <li>• 전기버스 유지관리 주기</li> <li>• 전기버스 충전지점 수</li> <li>• 버스 노선 수</li> <li>• 평균 노선 연장</li> <li>• 노선당 평균 버스대수</li> <li>• 노선당 평균 버스 정류장 수</li> <li>• 노선당 평균 통행량</li> <li>• 평균속도</li> <li>• 평균 전기버스 부하율</li> </ul>

〈표 5-3 계속〉 전기버스 기술 수준 평가 내용

구분	영향요인	세부 내용
전기버스 시스템 관련 세부 특성	전기버스 충전 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전기 유형</li> <li>• 충전기 개수</li> <li>• 전기버스 충전소 용량</li> <li>• 노선 상 충전소(정류장 상 충전소) 용량</li> <li>• 전기버스 충전지점 수</li> <li>• 전기버스 충전지점 1개소당 전기버스 대수</li> </ul>
전기버스 관련 경제적 특성	전기버스 도입 및 운영 투자비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 충전 인프라 도입 비용</li> <li>• 비즈니스 모델</li> </ul>
	전기버스 도입 및 운영 지원비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 비용 계약 관련</li> <li>• 총 구매 관련</li> <li>• 지원금 총액</li> <li>• 지원금 출처</li> <li>• 빗 유무</li> <li>• km당 전기버스 이윤</li> </ul>
	운영 및 유지관리비용	-
기타 특성	전기버스에 대한 수용성 및 인지도	-
	버스 운전자 만족도	-

자료: Cheriyan et al. (2020), Performance Evaluation Framework: For Electric Buses in India.

### 3. A Zero-Emission Transition for the U.S. Transit Fleet

- 전기버스의 도입을 위해서는 주요 영향요인을 고려해야 한다고 하였음
  - 연구에서 제시한 주요 영향요인으로는 운전자의 운전 습관, 노선 운행환경, 온도, 배터리 상태 등을 제시함

### 4. Zero-Emission Bus Evaluation Results: County Connection Battery Electric Buses

- 샌프란시스코 지역 동쪽만 지역에서 운행 중인 County Connection 버스 서비스의 운영 평가를 버스 유형별로 수행하였음
  - 2017년에 전기버스가 County Connection 버스 서비스에 처음으로 도입되었음
  - 분석 버스 유형은 전기버스, 디젤버스, 트롤리버스(디젤)임

〈표 5-4〉 버스 유형별 County Connection 버스 서비스 운영 평가

평가 항목	전기버스	디젤버스	트롤리버스
버스 운행대수	4	7	3
총 운행거리	51,550	189,068	-
월평균 버스 1대당 운행거리	1,074	2,251	-
효율성	76.9	85.5	-
연료 효율성(KWh/mile)	2.84	-	-
연료 효율성(mpdge)	13.3	5.1	3.5
평균 운행속도(mph)	6.0	14.8	6.0
로드콜 간격(Miles between roadcalls)-버스	4,686	63,023	-
로드콜 간격(Miles between roadcalls)-운행계통	6,444	189,068	-
전체 유지비용(\$/mile)	0.39	0.44	-
운행계통 유지비용(\$/mile)	0.10	0.14	-

자료: Eudy & Jeffers (2018), Zero-Emission Bus Evaluation Results: County Connection Battery Electric Buses.

## 5. Zero-Emission Bus Transition Plan

- 미네소타 주 미니애폴리스-세인트 폴에서는 기운영중인 버스를 전기버스로 전환시키기 위한 계획을 제시하였음. 또한, 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점을 비교분석하였음

〈표 5-5〉 전기버스 도입 및 운영 시의 장점과 단점

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배출가스 배출량 절감</li> <li>• 화석연료 소비량 감소</li> <li>• 대기질 개선 및 국민 건강 증진</li> <li>• 버스 이용자들의 편의성 증가(소음 및 진동 감소)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체적인 투입 비용 증가(도입 및 인프라 확충)</li> <li>• 전기버스 운행거리</li> <li>• 충전 인프라 확충 필요 증대</li> <li>• 불확실한 교체주기 및 유지관리비용</li> <li>• 버스 서비스 및 운영 측면에서의 상당한 변화</li> </ul>

자료: Metro Transit (2022), Zero-Emission Bus Transition Plan.

- 전기버스의 관련 주요 영향요인을 확인할 수 있었는데, 이러한 영향요인을 확인함으로써 전기버스의 서비스 품질과 신뢰성 제고를 기대할 수 있을 것으로 보임. 전기버스 관련 주요 영향요인은 다음과 같음
  - 전기버스 누적 운행거리 : 연간 전기버스가 누적하여 운행하는 거리
  - 전기버스 이용 가능성 : 전기버스가 노선 운행에 투입될 수 있는 날짜 비율
  - 전기버스 충전 인프라 이용 가능성 : 전기버스 충전 인프라를 이용할 수 있는 날짜 비율
  - 전기버스 신뢰성 : 출발/정차 간 평균 거리
  - 전기버스 충전 신뢰성 : 충전 보증 티켓량
  - 비용/마일 : 마일당 에너지 소비 비용
  - 환경적 영향 : 탄소 배출량 및 배출 비용
  - 평등과 환경과 관련된 정의(Equity and Environmental Justice, EEJ) : 전기버스가 우선순위 EEJ 지역들을 통과하는 거리

## 6. Roadmap for Electric Bus Systems

- 유럽에서도 전기버스를 도입하기 위한 로드맵을 구축하였음
  - ZeEUS 프로젝트를 수행하면서 유럽 내 여러 국가에 전기버스를 도입하는 로드맵을 수립하였음
  - 유럽 내 영국, 벨기에, 스페인, 독일, 프랑스, 이탈리아, 폴란드, 체코 등 다양한 국가에서 전기버스를 도입 및 운영하고 있는 것을 알 수 있음
- 타 지역과 마찬가지로 유럽에서도 전기버스 도입 및 운영 주요 영향요인을 도출하였음

〈표 5-6〉 전기버스 도입 및 운영 주요 영향요인 - 유럽

구분	영향요인
비싼 도입 초기 비용 관련 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배터리 가격</li> <li>• 전기버스 가격</li> <li>• 충전 인프라 가격</li> <li>• 배터리 자율성</li> <li>• km당 에너지 소비</li> <li>• 전기버스 유형별 유지관리지식</li> <li>• 전기버스 유형별 유지관리비용</li> <li>• 감가상각 규칙 관련 지식</li> <li>• 감가상각 규칙 관련 경제적 영향</li> </ul>

〈표 5-6 계속〉 전기버스 도입 및 운영 주요 영향요인 - 유럽

구분	영향요인
새로운 운영방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 기술 관련 지식</li> <li>• 전기버스 관련 기술 도입</li> <li>• 월평균 유지비용</li> </ul>
새로운 입찰 및 생산방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 입찰을 고려한 PTO 만족도 수준</li> <li>• 전기버스 입찰을 고려한 PTA 만족도 수준</li> </ul>
충전 인프라 표준화 및 상호운용가능화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전 인프라 관련 합의된 기준</li> <li>• 상호 운용가능한 충전 솔루션</li> </ul>
에너지·버스 부문 협력 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PTO와 DSO 간 협력 증대</li> </ul>

자료: Abdulah et al. (2018), Roadmap for Electric Bus Systems.

### 제3절 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)

- 앞서 조사한 문헌 사례들을 기반으로 전기버스 도입효과 분석 평가지표를 1차적으로 선정함
  - 평가지표들을 크게 경제성, 편의성, 환경성 측면으로 구분하여 선정함

〈표 5-7〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 1차

구분	영향요인	세부 내용
경제성	전기버스 도입 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 도입 비용</li> <li>• 배터리 가격</li> <li>• 배터리 교체비용</li> <li>• 전기충전비용</li> <li>• 유지관리비용</li> <li>• 감가상각비용</li> </ul>
	충전 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전 인프라 구축 비용</li> <li>• 충전기 유형</li> <li>• 충전기 수</li> <li>• 충전소 용량</li> <li>• 노선 상 충전소 용량</li> <li>• 충전지점 수</li> <li>• 충전지점 1개소당 전기버스 대수</li> </ul>
편의성	전기버스 성능 관련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 메이커</li> <li>• 제작 및 도입 날짜</li> <li>• 버스 크기 및 중량</li> <li>• 차량 가·감속 능력</li> <li>• 차량 등판 능력</li> </ul>
	승객 편의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차내 소음</li> <li>• 차내 진동</li> <li>• 승객 용량(좌석 수)</li> </ul>
환경성	전기버스 에너지 소모 관련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지 소비효율성</li> <li>• 일평균 충전횟수</li> <li>• 일평균 에너지 소비량</li> <li>• km당 에너지 소비</li> <li>• 소요 에너지 요금</li> </ul>
	환경 개선 관련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화석연료 소비량</li> <li>• 배출가스 배출량</li> <li>• 소음 발생량</li> <li>• 대기질 개선정도</li> </ul>

- 앞서 1차적으로 도출한 전기버스 도입효과 분석 평가지표(안)에 대해 전문가 자문회의를 3차례 수행하였고, 자문회의를 통해 수렴한 자문의견을 토대로 최종적으로 평가지표(안)을 제안함
  - 1차 평가지표와 달리 평가지표들을 크게 경제성, 사회 수용성, 환경성 측면으로 구분하여 선정함

〈표 5-8〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 최종

구분	영향요인	세부 내용
경제성	전기버스 도입 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 도입 비용</li> <li>• 전기충전비용</li> <li>• 유지관리비용</li> </ul>
	충전 인프라의 경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전 인프라 구축 비용</li> <li>• 충전기 수</li> <li>• 충전지점 수</li> </ul>
사회 수용성	전기버스 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 메이커</li> <li>• 배터리 용량</li> <li>• 차량 구동기술(가감속 능력 및 등판 능력)</li> </ul>
	승객 편의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차내 소음</li> <li>• 차내 진동</li> <li>• 승객 용량(좌석 수)</li> </ul>
환경성	전기버스 에너지 소모	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일평균 충전횟수(에너지 소비효율성)</li> <li>• 에너지 소비량(일평균, km당)</li> <li>• 소요 에너지 요금</li> </ul>
	환경 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화석연료 소비량</li> <li>• 배출가스 배출량</li> <li>• 소음 발생량</li> </ul>

## 제4절 소결

- 수원특례시의 전기버스 도입효과에 대한 평가를 위하여 전기버스 도입효과 평가지표를 도출함
  - 평가지표 도출을 위하여 우선적으로 미국, 유럽, 인도 등의 지역에서 수행한 전기버스 도입효과 평가지표와 관련된 문헌을 검토하였음
- 문헌 검토 내용을 기반으로 전기버스와 관련된 영향요인을 도출하였고, 도출 영향요인을 기반으로 전기버스 도입효과 평가지표(안)을 도출함
  - 문헌 검토 내용을 기반으로 1차적인 평가지표(안)을 제시하였고, 이후의 전문가 자문 회의를 통해 전기버스 도입효과 평가지표 최종(안)을 도출함
- 최종적으로 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표 최종(안)은 다음과 같음

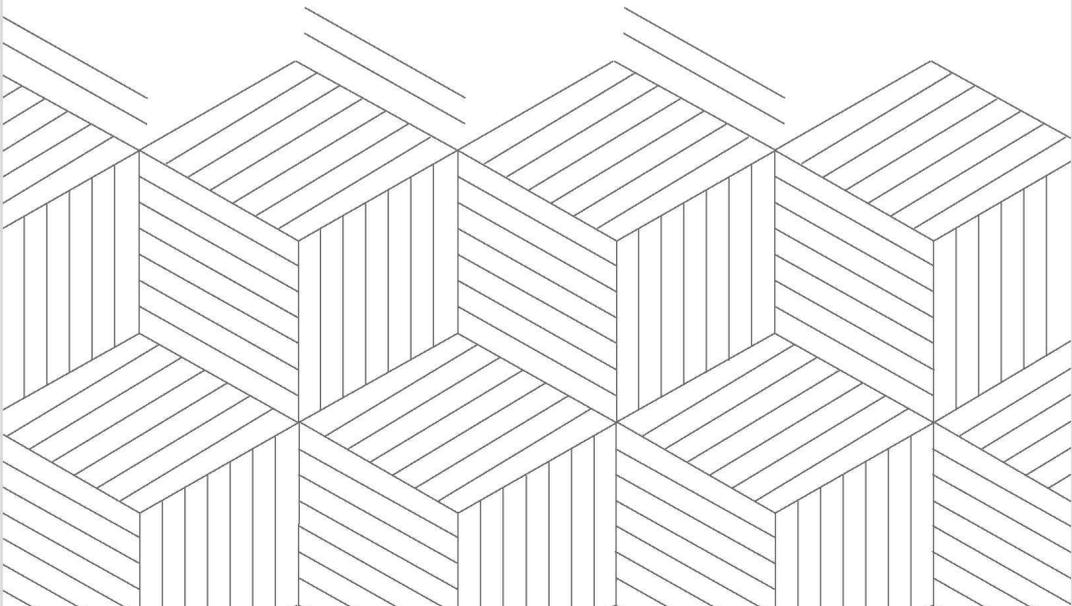
〈표 5-9〉 전기버스 특성별 도입효과 분석 평가지표(안) - 최종

구분	영향요인	세부 내용
경제성	전기버스 도입 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 도입 비용</li> <li>• 전기충전비용</li> <li>• 유지관리비용</li> </ul>
	충전 인프라의 경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전 인프라 구축 비용</li> <li>• 충전기 수</li> <li>• 충전지점 수</li> </ul>
사회 수용성	전기버스 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기버스 메이커</li> <li>• 배터리 용량</li> <li>• 차량 구동기술(가감속 능력 및 등판 능력)</li> </ul>
	승객 편의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차내 소음</li> <li>• 차내 진동</li> <li>• 승객 용량(좌석 수)</li> </ul>
환경성	전기버스 에너지 소모	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일평균 충전횟수(에너지 소비효율성)</li> <li>• 에너지 소비량(일평균, km당)</li> <li>• 소요 에너지 요금</li> </ul>
	환경 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화석연료 소비량</li> <li>• 배출가스 배출량</li> <li>• 소음 발생량</li> </ul>



# 제6장 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석

- 제1절 버스업체 운영비절감 효과분석
- 제2절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 개요
- 제3절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 결과





## 제6장 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석

### 제1절 버스업체 운영비절감 효과분석

#### 1. 버스 표준운송원가 개요

##### 1) 버스 연료비 산정 기준

- 버스 표준운송원가는 경기도에서 추진했던 “경기도 버스운송업체 일반 및 재무현황조사 용역”(2019년 실적)을 기초자료로 활용하여 수행함
  - 표준운송원가는 가동대당 1일 운송원가 단위로 산정하며, 산정 시 수원특례시 내 소재하고 있는 버스 운송업체 4곳의 운송원가 실적을 활용함
  - 2021년 표준운송원가 산정 시 적용한 연도별 물가상승률은 한국은행 통계자료에 명시되어있는 2020년 물가상승비율인 0.54%와 동일하게 가정함
  - 연료비는 유형별로 경유, CNG, 전기로 분류하여 산정하였으며, 그 외 기타의 항목은 실적 구분이 어렵고 구분의 실익이 없어 노선별 총 실적을 기준으로 산정함

〈표 6-1〉 연료비 산정 기준

구분	표준운송원가 산정 기준
연료비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2019년 평균 유가 대비 2021년 1분기 유가 기준으로 2021년 유류비 추정</li> <li>• 전기버스 연료비는 수원여객 실적치 이용하여 산정(km당 CNG 연료비 대비 전기연료비 비율 적용)</li> <li>• 표준운송원가는 노선 평균치 적용 (총연료비÷총가동대수)</li> </ul>

자료: 김숙희(2021), 수원형 시내버스 준공영제 실행방안 수립 연구.

## 2) 버스 표준운송원가 연료비 산정

- 표준 연료비는 연료 유형을 경유, CNG, 전기로 분류하여 산정하였으며, 연료비는 노선별 고유특성에 따라 편차가 발생하므로 조사대상 전체 노선 평균치를 표준원가로 산정하였음
- 경유와 CNG의 2021년 연료비는 2019년 평균 유가 대비 2021년 1분기 유가를 기준으로 하여 산정함
- 전기버스 연료비는 수원여객의 2019년 실적치를 이용하여 산정하였으며, 연료비를 제외한 정비비 등 운영비는 정확한 데이터가 축적이 되어 있지 않아 분석이 어려워 제외하였음
- 유종별 연료비 비교결과 Km당 CNG연료비는 428원, 전기버스 연료비는 Km당 253원으로 나타나 CNG대비 59.1%로 분석됨
- 연료비 산정결과는 보조금을 제외하여 산출한 값임

〈표 6-2〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 연료비 산출 결과

(단위: 원/대, 일)

구분	경유	CNG	전기	비고
평균	79,102	92,782	54,906	표준원가로 적용
중위 80%	77,724	86,724		
중위값	83,243	85,347		

〈표 6-3〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 유가 변동 추세 산출 결과

(단위: 원/ℓ, 원/MJ)

구분	2019년	2020년	2021년	'19년 대비 '21년 비율	비고
경유	1,344.99	1,193.69	1,261.84	93.82%	오피넷 자료 이용
CNG	12.60	11.05	12.31	97.73%	서울도시가스 자료 이용

주: 2021년 연료비는 연도별 평균 유가를 기준으로 산정하였음 (2019년 대비 2021년 유가 비율)

〈표 6-4〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 전기버스 연료비 산출 결과

(단위: 원/km, 원/대, 일)

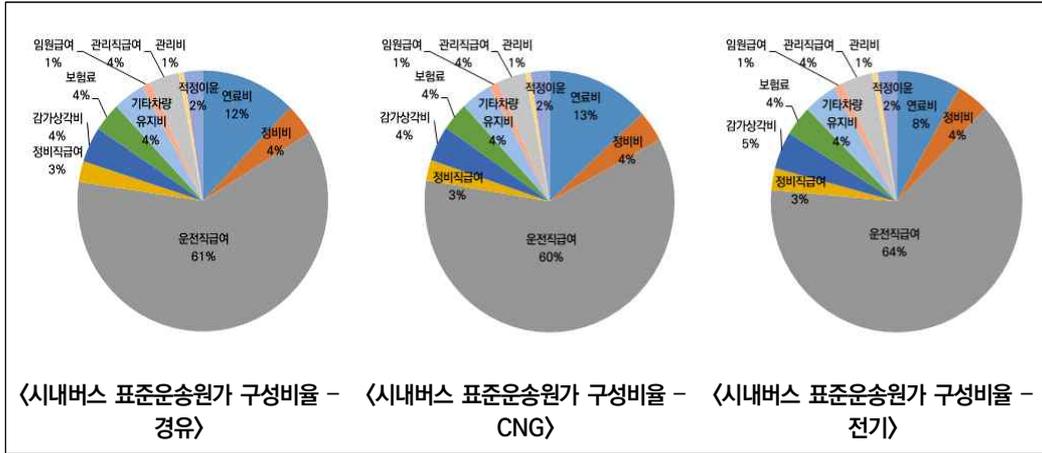
구분	CNG	전기	상대적 비율 (전기/CNG)	비고
a. 연료비	13,998,516,660	91,054,658		
b. 운행거리	32,737,164	359,838		
c. km당 연료비	428	253	59.18%	(a÷b)
d. CNG 대당 표준원가			92,782	표준원가 산정결과
e. 전기 연료비			54,906	(c×d)

주: 전기버스 연료비는 CNG 버스 연료비의 km당 연료비와 비교하여 산정하였음

## 2. 버스 표준운송원가 산정결과

- 연료비는 경유, CNG, 전기로 구분하여 표준원가를 산정하였고, 기타의 원가항목은 실적원가 구분의 어려움이 있어 연료유형별로 구분하지 않음
- 관내에서 운행되고 있는 대부분의 버스는 경유와 CNG 차량이고, 친환경차량 도입을 확대하기 위해 전기버스를 지속적으로 도입하고 있음
  - 연료비 차이로 인해 연료 유형별 운송원가 항목의 구성비율이 다르게 나타남
  - 연료비를 제외한 기타 운송원가 항목의 가동대당 단가는 동일하게 산정함
- 버스 표준운송원가를 확인한 결과 전기버스를 도입할 경우 운송원가가 절감되는 것으로 나타남
  - 표준운송원가를 산정하기 위해 기타 운송원가 항목을 동일하게 산정하고 연료 유형별로 산출된 연료비를 활용함
  - 연료비 산출 결과 전기버스가 54,906원/대로 가장 적은 비용을 나타내고 있는 것으로 분석됨
  - 연료 유형별 버스 운송원가 항목별 구성비율 확인결과 연료비의 구성비율은 경유(12%), CNG(13%), 전기(8%)로 전기버스가 가장 낮은 비율을 나타내고 있는 것으로 확인됨
  - 결과적으로 전기버스의 경우 연료비 절감 편익은 CNG 버스 대비 40.9%가 절감이 되는 것으로 분석되었음

〈그림 6-1〉 버스(경유, CNG, 전기) 운송원가 항목별 구성비율



〈표 6-5〉 연료 유형별 버스 표준운송원가 산정 : 유가 변동 추세 산출 결과

(단위: 원/대, 일)

구분	경유	CNG	전기	비고
1. 연료비	79,102	92,782	54,906	노선평균
2. 정비비	25,286	25,286	25,286	중위80%평균
3. 운전직 인건비	392,717	392,717	392,717	
4. 정비직 인건비	16,498	16,498	16,498	
5. 감가상각비	28,367	28,367	28,367	노선평균
6. 보험료	22,954	22,954	22,954	중위80%평균
7. 기타차량유지비	25,904	25,904	25,904	중위80%평균
8. 임원 인건비	7,475	7,475	7,475	
9. 관리직 인건비	24,467	24,467	24,467	
10. 관리비	4,299	4,299	4,299	중위80%평균
11. 적정이윤	15,565	15,905	14,965	(적정이윤 포함전 운송원가 소계)×이윤율%
<b>운송원가 계</b>	<b>642,633</b>	<b>656,653</b>	<b>617,837</b>	

주: 소수점 반올림으로 인해 운송원가 계에 일부오차가 발생할 수 있음

자료: 김숙희(2021), 수원형 시내버스 준공영제 실행방안 수립 연구.

## 제2절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 개요

### 1. 분석 개요

- 전기버스 도입 경제성 분석은 선행 연구 통해 편익항목과 비용항목 내용을 검토하고 이를 참고하여 수행하였음
  - 전기버스 도입 경제성 분석은 원단위 산정, 대기오염 절감비용 산정, 연료비 절감효과 산정, 연료비 차이, 차량 비용 차이 등을 분석항목으로 구성하여 수행함
- 수원시(2020), 「수원형 수소생태계 모델 구축 계획 수립」 연구에서는 모빌리티 분야에 서의 환경적 편익 분석에 관한 내용을 제시하였음
  - 일반적으로 경제성 분석은 어떠한 서비스 또는 상품을 도입할 때 이를 도입함으로써 발생하는 편익(Benefit)과 비용(Cost)을 산출하는 분석이라고 볼 수 있음
  - 이를 전기버스에 대입하여 보면, 전기버스 도입 경제성 분석은 전기버스 도입으로 인해 발생하는 편익(Benefit)과 비용(Cost)을 산출하는 방식임
  - 발생 편익이 도입 비용 대비 1.0을 초과하는 경우에는 일반적으로 경제성이 있다고 판단할 수 있음
  - 일반적으로 편익항목은 CNG/경유 등 내연기관 버스에서 전기버스 차량으로 전환 시 대기오염물질 감축으로 인한 절감 편익과 연료 유형별 연료비 차이에 따른 절감비용인 연료비용 절감 편익의 두 가지 항목으로 구성하였음
  - 비용항목은 차량 구입비용과 연간 전기충전비용, 배터리 교체비용의 세 가지 항목으로 구성하였음
- 경제적 분석의 개요와 절차는 다음과 같음

〈표 6-6〉 경제적 분석의 편익-비용 항목 개요

구분	내용	
편익(Benefit)	대기오염 절감편익	• 연료유형별 대기오염물질 발생량(g/km)에 따른 사회적 비용
	연료비용 절감편익	• 연료유형별 연료비 차이에 따른 절감 비용
비용(Cost)	차량 구입비용	• 차량 구입비용
	연료비용	• 연간 연료비용
	배터리 교체비용	• 영업용 차량 내구연한 10년 간 1회 교체 가정, 교체 시 비용

자료: 김숙희, 수원시청(2020), 수원형 수소생태계 모델 구축 계획 수립.

〈그림 6-2〉 경제성 분석 절차



- 원단위 산정은 시내버스 일평균 주행거리, 시내버스 연간 주행거리, 버스 유종별 비용 산정으로 구성됨
  - 일평균 주행거리 산정은 2019년 인가 자료를 기준으로 하여 산정함
  - 시내버스 연간 주행거리도 마찬가지로 2019년 인가 자료를 기준으로 하여 산정함
  - 전기버스, CNG 버스, 경유버스에 대한 가격, 연료단가, 연비, 연간연료비용, 배터리 교체 비용(전기버스) 등 산정함
- 대기오염 절감비용에 대한 비용은 크게 오염물질 발생량과 감축량으로 구분할 수 있음
  - 유종별 오염물질 발생량, 오염물질 사회적 비용, 오염물질 감축량, 그리고 산정 값들을 기반으로 해당 연간 오염물질 감축으로 인한 편익을 산정함
  - 오염물질의 사회적 비용을 산정하기 위해 환경부에서 제시한 대기오염물질 사회적 비용 재평가 연구, 소비자물가상승율 등의 자료를 확인하여 이를 연도별 기준 원단위에 맞춰 적용하였음
  - 유종별 오염물질 발생량 산정은 연간 주행거리를 적용하여 산정함
  - 해당 오염물질 감축으로 인한 편익은 기운영중인 CNG 버스 또는 경유버스에서 전기 버스로 전환하였을 경우의 오염물질 감축 편익을 산정함
- 연료비 차이는 CNG 버스 또는 경유버스에서 전기버스로 전환하였을 경우의 연료비를 산정하는 것임
  - CNG 버스 또는 경유버스에서 전기버스로 교체하였을 경우의 구매비용 차이 산정함
  - CNG 버스 또는 경유버스에서 전기버스로 교체하였을 경우의 잔존가치의 차이 산정함
  - CNG 버스 또는 경유버스에서 전기버스의 배터리 교체비용 차이 산정함

- 차량 비용 차이는 연료비 차이와 유사하게 CNG 버스 또는 경유버스에서 전기버스로 전환하였을 경우의 제반 비용을 산정하는 것임
  - 전기버스 도입 시의 연료절감비용의 차이 등에 대해서도 중점적으로 분석
- 위와 같이 산정한 비용을 기반으로 환경적 편익 분석을 수행하여 경제적 편익을 산정함
  - 대기오염절감비용, 연료절감비용 등을 산정하고 이를 통해 전기버스 편익 산정함

## 2. 전기버스 전환 원단위 및 비용산정

- 경제성 분석 전, 시내버스 일평균 주행거리와 연간 주행거리를 확인한 결과, 일평균 주행거리는 253.7km/일, 시내버스 연간 주행거리는 92,600.5km/년으로 나타남
- 전기버스, CNG 버스, 경유버스의 가격, 연료단가, 연비(전비), 연간연료비용, 배터리 교체비용 등을 확인함

〈표 6-7〉 수원시 시내버스 주행거리

구분	내용	원단위	설명
주행거리	일평균 시내버스 주행거리	253.7km	■ 2019년도 수원시 시내버스 인가자료 기준
	연평균 시내버스 주행거리	92,600.5km	■ 일평균 시내버스 주행거리를 연단위로 환산

〈표 6-8〉 전기버스 제원

구분	내용	비고
가격	450,000,000 원/대	
연료단가	173.8 원/kWh	2020년도 한전 전기차충전 요율 기준
전비	1.07 km/kWh	현대 일렉시티
연간연료비용	15,041,091 원	
배터리 교체	151,580,000 원/회	현대 일렉시티(256kWh)급 1회 교체

〈표 6-9〉 CNG 버스 제원

구분	내용	비고
가격	218,100,000 원/대	
연료단가	352.35 원/m <sup>3</sup>	한국천연가스수소차량협회 2020.7 공시
전비	1.71 km/m <sup>3</sup>	현대 뉴슈퍼에어로시티 모델
연간연료비용	35,326,278	

〈표 6-10〉 경유버스 제원

구분	내용	비고
가격	113,990,000 원/대	
연료단가	1149.77 원/리터	한국천연가스수소차량협회 2020.7 공시
전비	3.49 km/l	환경부(2012)
연간연료비용	30,506,956	

〈표 6-11〉 차량 구매비용 차이 및 잔존가치 비용

차종 전환	구매비용차이(원)	잔존가치(10%) 반영 구입 Cost(원)	배터리 교체비	비용산정(원)
CNG→전기	231,900,000	208,710,000	0	208,710,000
경유→전기	336,010,000	302,409,000	0	302,409,000

### 3. 전기버스 전환 원단위 및 편익산정

- 전기버스 편익은 대기오염물질 발생 감축에 따른 편익이 주로 구성되며 경유, CNG 버스의 오염물질 발생량과 주행거리 당 오염물질 발생에 따른 사회적 비용을 적용함
- 주행거리에 연간 주행거리(92,600.5km)를 곱하여 연간 오염물질 감축량을 계산하여 1대 당 연간 오염물질 감축 편익을 산출하였음
- 버스 유종별 오염물질 발생의 경우 CNG 버스와 경유버스 모두 비슷하게 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 배출한 반면, 경유버스의 경우 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 일산화탄소(CO), 미세먼지(PM)를 더 배출하는 것으로 나타남
- 반면, CNG 버스는 경유버스보다 총탄화수소(THC)를 많이 배출하지만 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 일산화탄소(CO)의 오염물질은 적게 배출하기 때문에 상대적으로 친환경적이라고 볼 수 있음

〈표 6-12〉 버스유종별 오염물질 발생량

연료유형	오염물질발생량				PM	단위
	CO2	대기오염물질				
		NOX	THC	CO		
CNG	960.1	1.255	0.066	0.299	0	g/km
경유	965.2	1.909	0.041	1.802	0.0404	
전기	0	0	0	0	0	

주: CNG 버스 오염물질 배출계수는 한국환경정책평가연구원(2015)자료 활용, NIER-5 모드에서 측정된 오염물질 배출결과 중 현대자동차 배출계수를 활용함

- 본 연구에서는 내연기관 버스를 전기버스로 전환 시 오염물질의 사회적 처리비용을 편익으로 보았으며, 버스 1대당 연간 오염물질 감축 편익은 다음과 같음

〈표 6-13〉 오염물질 사회적 비용 원단위

구분	CO2	NOX	THC	CO	PM	단위
2014년 기준 원단위	8.26	45,971	2,825	2,825	408,137	원/kg
2016년 기준 원단위	8.4	46,756	2,873	2,873	415,892	
2017년 기준 원단위	8.6	47,644	2,927	2,927	423,794	

자료: 1. 환경부(2015). 대기오염물질 사회적 비용 재평가 연구, pp. 71-72

2. 소비자물가상승률: E-나라지표

주: 2017년 기준 원단위는 소비자 물가상승률 적용 1.9%

- 오염물질 발생량을 연간 주행거리를 적용하여 연간 오염물질 발생량을 산정한 결과는 아래와 같음

〈표 6-14〉 연간 오염물질 발생량-연간 주행거리 적용

연료유형	환경성분석				PM	단위
	CO2	대기오염물질				
		NOX	THC	CO		
CNG	88905.740	116.214	6.112	27.688	0.000	kg(연간)
경유	89378.003	176.774	3.797	166.866	3.741	
전기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

- CNG 버스에서 전기버스, 경유버스에서 전기버스로 전환 시 발생하는 오염물질 감축량을 산정함

〈표 6-15〉 버스 유종 전환시 오염물질 감축량

차종 전환	CO2	NOX	THC	CO	PM	단위
CNG→전기	88905.74005	116.2136	6.11163	27.68755	0.00000	kg
경유→전기	89378.003	176.77435	3.79662	166.86610	3.74106	

- 해당 오염물질 감축으로 발생한 환경적 편익은 연간 오염물질 발생량을 오염물질 사회적 비용 원단위를 곱하여 산정하였으며, 산정한 결과는 아래와 같음

〈표 6-16〉 버스 유종 전환시 환경적 편익

차종 전환	CO2	NOX	THC	CO	PM	합계(원)
CNG버스→전기버스	764,589.36	5,536,882.07	17,888.75	81,041.46	-	6,400,402
경유버스→전기버스	768,650.82	8,422,237.35	11,112.71	488,417.08	1,585,437.16	11,275,855

### 제3절 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석 결과

- 분석한 비용과 편익을 산정한 결과들을 활용하여 비용편익분석을 수행하였고, 할인율은 2020년 7월 국고채수익률을 고려하여 산정함
- 전기버스의 경우 배터리 교체비용이 상당히 높기 때문에 차량 구입비용에 영향을 미치고 있으며, 최근에는 제조사에서 배터리 교체비용을 보증을 해주고 있음. 본 경제성 분석에서는 전기버스 배터리 교체 유무에 따라 경제성 분석을 수행함
- 전기버스로의 전환에 대한 경제성을 확인한 결과, CNG 버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 1.19로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.71로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨
- 경유버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 0.82로 나타났고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.56으로 나타남. 배터리 교체 유무와 상관없이 B/C 값이 1이하로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨

## 1) CNG 버스 → 전기버스(배터리를 교체하지 않을 경우)

〈표 6-17〉 CNG 버스→전기버스 배터리를 교체하지 않을 경우

(단위: 원)

연도	편익		비용	현재가치		
	대기오염 절감비용	연료비용절감		편익	비용	편익-비용
2022	6,400,402	20,285,188	208,710,000	26,685,590	208,710,000	- 182,024,410.46
2023	6,400,402	20,285,188		26,239,518	-	26,239,517.74
2024	6,400,402	20,285,188		25,800,902	-	25,800,902.40
2025	6,400,402	20,285,188		25,369,619	-	25,369,618.88
2026	6,400,402	20,285,188	-	24,945,545	-	24,945,544.62
2027	6,400,402	20,285,188		24,528,559	-	24,528,559.12
2028	6,400,402	20,285,188		24,118,544	-	24,118,543.87
2029	6,400,402	20,285,188		23,715,382	-	23,715,382.37
2030	6,400,402	20,285,188		23,318,960	-	23,318,960.05
2031	6,400,402	20,285,188		22,929,164	-	22,929,164.26
계	64,004,016	202,851,879	208,710,000	247,651,783	208,710,000	
<b>B/C</b>			1.19			
<b>NPV</b>			38,941,783			
<b>IRR</b>			4%			

## 2) CNG 버스 → 전기버스(배터리를 교체할 경우)

〈표 6-18〉 CNG 버스→전기버스 배터리를 교체할 경우

(단위: 원)

연도	편익		비용	현재가치		
	대기오염 절감비용	연료비용절감	비용산정	편익	비용	편익-비용
2022	6,400,402	20,285,188	208,710,000	26,685,590	208,710,000	- 182,024,410.46
2023	6,400,402	20,285,188		26,239,518	-	26,239,517.74
2024	6,400,402	20,285,188		25,800,902	-	25,800,902.40
2025	6,400,402	20,285,188		25,369,619	-	25,369,618.88
2026	6,400,402	20,285,188	151,580,000	24,945,545	141,696,163	- 116,750,618.68
2027	6,400,402	20,285,188		24,528,559	-	24,528,559.12
2028	6,400,402	20,285,188		24,118,544	-	24,118,543.87
2029	6,400,402	20,285,188		23,715,382	-	23,715,382.37
2030	6,400,402	20,285,188		23,318,960	-	23,318,960.05
2031	6,400,402	20,285,188		22,929,164	-	22,929,164.26
계	64,004,016	202,851,879	360,290,000	247,651,783	350,406,163	
<b>B/C</b>			0.71			
<b>NPV</b>			-102,754,380			
<b>IRR</b>			-11%			

## 3) 경유버스 → 전기버스(배터리 교체하지 않을 경우)

〈표 6-19〉 경유버스→전기버스 배터리를 교체하지 않을 경우

(단위: 원)

연도	편익		비용	현재가치		
	대기오염 절감비용	연료비용절감		비용산정	편익	비용
2022	11,275,855	15,465,866	302,409,000	26,741,721	302,409,000	- 275,667,279.32
2023	11,275,855	15,465,866		26,294,711	-	26,294,710.60
2024	11,275,855	15,465,866		25,855,173	-	25,855,172.66
2025	11,275,855	15,465,866		25,422,982	-	25,422,981.97
2026	11,275,855	15,465,866		24,998,016	-	24,998,015.70
2027	11,275,855	15,465,866		24,580,153	-	24,580,153.10
2028	11,275,855	15,465,866		24,169,275	-	24,169,275.42
2029	11,275,855	15,465,866		23,765,266	-	23,765,265.90
2030	11,275,855	15,465,866		23,368,010	-	23,368,009.73
2031	11,275,855	15,465,866		22,977,394	-	22,977,394.03
계	112,758,551	154,658,656	302,409,000	248,172,700	302,409,000	- 54,236,300
<b>B/C</b>			0.82			
<b>NPV</b>			- 54,236,300			
<b>IRR</b>			- 4%			

## 4) 경유버스 → 전기버스(배터리를 교체할 경우)

〈표 6-20〉 경유버스→전기버스 배터리를 교체할 경우

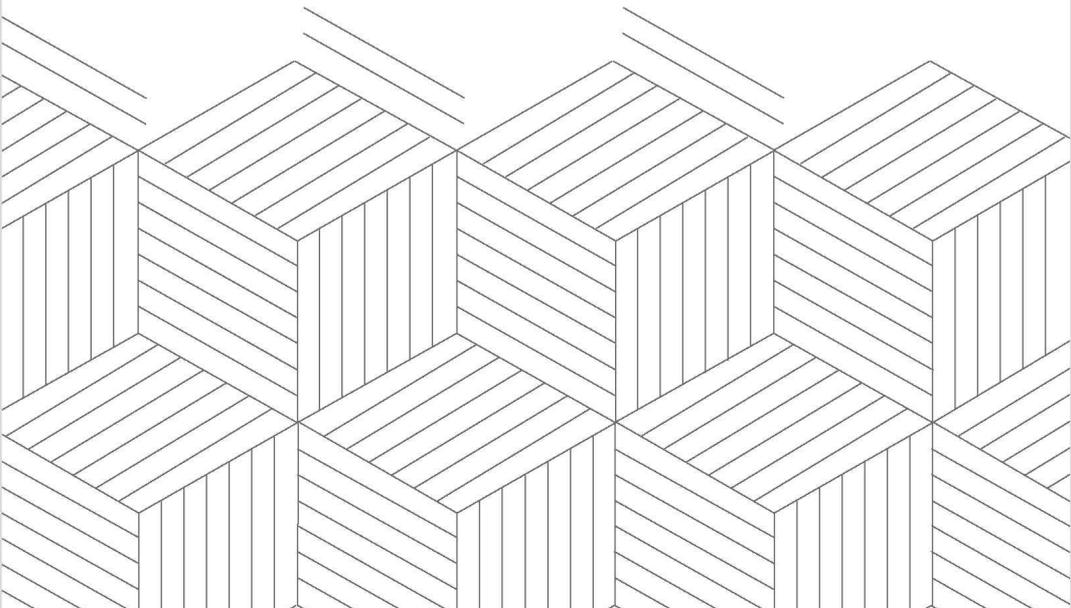
(단위: 원)

연도	편익		비용	현재가치		
	대기오염 절감비용	연료비용절감		편익	비용	편익-비용
2022	11,275,855	15,465,866	302,409,000	26,741,721	302,409,000	- 275,667,279.32
2023	11,275,855	15,465,866		26,294,711	-	26,294,710.60
2024	11,275,855	15,465,866		25,855,173	-	25,855,172.66
2025	11,275,855	15,465,866		25,422,982	-	25,422,981.97
2026	11,275,855	15,465,866	151,580,000	24,998,016	141,696,163	-116,698,147.60
2027	11,275,855	15,465,866		24,580,153	-	24,580,153.10
2028	11,275,855	15,465,866		24,169,275	-	24,169,275.42
2029	11,275,855	15,465,866		23,765,266	-	23,765,265.90
2030	11,275,855	15,465,866		23,368,010	-	23,368,009.73
2031	11,275,855	15,465,866		22,977,394	-	22,977,394.03
계	112,758,551	154,658,656	453,989,000	248,172,700	444,105,163	- 195,932,464
<b>B/C</b>			0.56			
<b>NPV</b>			- 95,932,464			
<b>IRR</b>			- 15%			

# 제7장

## 결론 및 정책제언

제1절 결론  
제2절 정책제언 및 향후과제





## 제7장 결론 및 정책제언

### 제1절 결론

#### 1. 전기버스 도입 및 수원특례시 운영현황 분석

##### 1) 전기버스 개요

- 전기버스는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조 전기자동차의 정의를 만족하고, 「자동차관리법」 제3조 및 동법 시행규칙 제2조에서 정의하는 승합자동차를 말함
- 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조에 명시된 전기자동차의 정의는 전기 공급원으로부터 충전 받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차임
- 「자동차관리법」 제3조와 동법 시행규칙 제2조에 명시된 승합자동차의 정의는 11인 이상을 운송하기에 적합하게 제작된 자동차임

##### 2) 수원특례시 전기버스 및 충전인프라 도입 현황

- 2022년 6월 기준 수원특례시에는 총 249대의 전기버스 차량이 시내버스 노선에 도입되어 운영 중에 있으며, 직행좌석버스 7대, 일반시내버스 242대가 운행 중임
- 또한, 2022년 6월 기준 총 20대의 전기버스 차량이 마을버스 노선에 도입되어 운영 중에 있음
- 전기버스 도입에 발맞추어 충전 인프라 구축현황으로 관내 북부공영차고지, 동부공영차고지, 호매실차고지, 서부공영차고지 등에 전기버스 충전 인프라를 구축하여 운영 중이며, 북부공영차고지에 설치된 충전기가 47기로 가장 많은 것으로 나타났고, 동부공영차고지 25기, 호매실차고지 14기 등이 그 뒤를 이음

## 2. 수원특례시 전기버스 도입 만족도 조사

### 1) 버스 운수종사자 대상 설문조사 개요

- 버스 운수종사자 대상으로 전기버스 도입효과 분석을 수행하기 위해 버스 운영업체의 버스 운수종사자 중 전기버스를 운행하고 있는 버스 운수종사자 139인을 대상으로 설문조사를 수행하였음

### 2) 버스 운수종사자 대상 설문조사 분석 결과

- 버스 운수종사자 대상 설문조사 결과, 전반적으로 전기버스에 대해서는 만족하는 것으로 나타났으며, 전기버스의 장점으로 조용함, 매연 저감 등을 확인할 수 있었고, 단점으로는 겨울철 난방부족, 긴 충전시간, 충전에 따른 휴식 부족 등으로 나타남
- 버스 운수종사자들은 전기버스 도입 및 취지에 대해 전반적으로 중요하다고 인식하고 있음
- IPA 분석결과 1사분면인 중요도와 만족도 모두 높은, 지속유지에 해당하는 항목은 진동 발생 여부, 소음 발생 여부, 매연 발생 여부, 승차감, 가감속 능력, 등판능력으로 분석되었고, 2사분면인 중요도 높고, 만족도가 낮은 우선시정에 해당하는 항목은 겨울철 난방능력, 고장률임을 확인할 수 있고, 3사분면인 중요도와 만족도 모두 낮은 저우선순위 항목에 해당하는 항목은 충전시간, 운행가능거리, 유지관리기술, 충전시주차, 충전에 따른 휴식시간으로 나타났음. 4사분면인 중요도는 낮고, 만족도는 높은 항목은 운행의 편의성으로 나타남
- 분석결과 3사분면에 해당하는 저우선순위 항목인 충전시간, 충전에 따른 휴식시간은 만족도가 매우 낮은 것으로 나타나 운수종사자들의 전기버스 이용 만족도 개선을 위한 노력이 필요함
- IPA 결과를 통해 전기버스의 전반적인 기술력이 개선되어야 함을 알 수 있었고, 주요 강점으로 선정된 항목들에 대해서는 향후 전기버스 확대 도입 시 강점을 강화해야 하고, 나머지 항목들에 대해서도 지속적으로 개선방안을 제시해야 함을 알 수 있었음

### 3) 버스 운영업체 경영자 대상 인터뷰 조사 결과

- 버스 운영업체 경영자 입장에서 전기버스에 대한 인식을 조사하기 위해 버스 운영업체 대표를 대상으로 인터뷰를 수행하였음

- 도입 초기에는 잔고장이 많았으나, 커스터마이징 이후에는 잔고장이 많지 않고, 유지·관리에 소요되는 비용이 기존 내연기관 차량 대비 적고, 소모품이 적게 소요되어 친환경적이라는 장점이 있다는 것을 인터뷰를 통해 알 수 있었음
- 또한, 향후에도 전기버스를 확대 도입할 계획이 있다는 사실을 통하여 버스 운영업체 경영자는 전기버스를 도입하여 운영하는 것에 대한 만족도가 높다는 것을 확인할 수 있었음

#### 4) 도민 이용자 서비스 평가 결과

- 도민 서비스 평가 분석결과 수원특례시에서 운행되고 있는 전체 노선에 대한 서비스 평가결과보다 전기버스가 투입되어 운행되고 있는 노선의 서비스 평가 결과가 낮은 것으로 나타남
- 이는 경기도 도민 서비스 평가 전반적으로 이용자 수 대비 평가에 참여한 인원 수가 적어 점수가 평가자의 성향에 따라 영향을 받을 수 있다고 볼 수 있음
- 또한, 전기버스 도입에 대한 상세한 설문문항이 아닌 경기도 버스 서비스 평가 지표를 활용하였기 때문에 이런 결과가 제시된 것으로 보임

### 3. 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표 제안

#### 1) 전기버스 도입효과 평가지표 제안

- 평가지표 도출을 위해 우선적으로 국내·외 전기버스 도입효과 평가지표와 관련된 문헌을 검토하였고, 문헌 검토 내용을 기반으로 전기버스의 도입효과와 관련된 영향요인들을 도출함
- 문헌 검토 내용과 도출 영향요인 분석 내용을 기반으로 전기버스 도입효과 평가지표를 도출결과 첫 번째 (안)은 경제성, 편의성, 환경성 요인으로 구분하여 도출함
- 도출 과정 중 전문가 자문의견을 반영하여 두 번째 (안)은 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 도출함
- 최종적으로 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표(안)은 크게 경제성, 사회 수용성, 환경성 요인으로 구분하여 선정하였고, 경제성 요인으로는 전기버스 도입 및 운영, 충전 인프라의 경제성 등의 요인을 선정하였고, 사회 수용성 요인으로는 전기버스 성능, 충전 인프라 기술, 승객 편의 등의 요인을 선정하였고, 환경성 요인으로는 전기버스 에너지 소모, 환경 개선 등의 요인을 선정함

## 4. 수원특례시 전기버스 도입 경제성 분석결과

### 1) 버스업체 운영비 절감효과분석

- 타시도 및 수원시 현황을 검토한 결과 전기버스 연료비를 제외한 정비비 등은 정확한 데이터가 축적되어 있지 않아 분석에 어려움이 있음. 일반적으로 내연기관 버스 보다 전기버스의 정비비가 적게 발생할 것으로 기대되나 배터리 수명이 버스 수명보다 짧아 배터리 교환 또는 수리비용이 크게 발생할 수 있음. 하지만 최근 전기버스구입 시 제조사가 배터리 교체에 대해 지원을 해주고 있음
- 전기버스 감가상각비의 경우 환경부로부터 취득보조금 수령 등으로 인하여 타 유형의 버스와 중요한 차이가 없는 것으로 나타남
- 전기버스 운영비 검토에서는 연료비 절감액만 검토하였으며, 기초자료는 수원여객 자료를 이용하였음
- 버스 유종별 Km당 연료비 비교를 하여 CNG 버스와 전기버스의 차이를 분석한 결과 CNG의 경우 Km당 연료비 428원, 전기버스는 Km당 연료비가 252원으로 나타나 CNG대비 58.9%로 분석됨

### 2) 전기버스 경제성 분석 개요

- 전기버스 도입 환경적 편익 분석은 전기버스 도입으로 인해 발생하는 편익(Benefit)과 비용(Cost)를 산출하는 방식임
  - 발생 편익이 도입비용 대비 1.0을 초과하는 경우 일반적으로 경제성이 있다고 판단할 수 있음
  - 편익항목은 CNG/경유 등의 내연기관 버스에서 전기버스 차량으로 전환 시 대기오염 물질 감축으로 인한 환경적 편익과 연료 유형별 연료비 차이에 따른 연료비용 절감 편익 두 가지 항목으로 구성함
  - 비용항목은 차량구입 비용과 연간연료비용, 배터리 교체비용 세가지 항목으로 구성함
- 수원시 전기버스 도입 환경적 편익 분석은 아래에서 설명한 환경적 편익 분석 프로세스를 따라 수행함
  - 원단위 산정, 대기오염 절감비용 산정, 연료비 차이, 차량 비용 차이 등의 분석 과정 통해 수행함

### 3) 전기버스 경제성 분석결과

- 분석한 비용과 편익을 산정한 결과들을 활용하여 비용편익분석을 수행하였고, 할인율은 2020년 7월 국고채수익률을 고려하여 산정함
- 전기버스의 경우 배터리 교체비용이 상당히 높기 때문에 차량 구입비용에 영향을 미치고 있으며, 최근에는 제조사에서 배터리 교체비용을 보증을 해주고 있음. 본 경제성 분석에서는 전기버스 배터리 교체 유무에 따라 경제성 분석을 수행함
- 전기버스로의 전환에 대한 경제성을 확인한 결과, CNG 버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 1.19로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.71로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨
- 경유버스에서 전기버스로 전환 시 배터리를 교체하지 않을 경우 B/C 값이 0.82로 나타났고, 배터리를 교체할 경우 B/C 값이 0.56으로 나타남. 배터리 교체 유무와 상관없이 B/C 값이 1이하로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석됨

## 제2절 정책제언 및 향후과제

### 1. 정책제언

- 전기버스 충전 인프라 확대 구축
  - 기운영중인 시내버스를 모두 전기버스로 대체하기 위해서는 충전 인프라 구축이 절대적으로 필요하며, 버스 운영업체 경영자와의 인터뷰를 통해 전기버스가 안정적으로 운영되기 위해서는 1대당 1기의 충전건이 필요하다는 것을 알 수 있음
- 전기버스의 기술력 확보가 필요
  - 전기버스의 기술은 점점 더 향상되고 있으나, 기존에 도입되어 운영중인 전기버스의 경우 고장률도 높고, 배터리 용량 부족으로 운수종사자들의 만족도가 낮은 것으로 나타남
  - 전기버스의 안정적 운영을 위해서는 여러 가지 측면에서 현재 수준보다 성능이 향상되어야 하므로 운행거리 개선과 겨울철 난방능력 개선을 위한 기술력 확보가 필요한 상황임
  - 또한, 전기버스의 안전도와 관련한 우려가 존재하는 바, 전기버스 안전도를 제고하기 위한 기술력 확보 및 방안 마련이 필수적이라 볼 수 있음
- 전기버스 확대도입을 위한 표준모델 개발이 필요
  - 전기버스 확대도입을 위해 전기버스 차량구조 (안전장치, 내장, 외장, 편의증진 등), 차량성능 (배터리 용량, 배터리 무게, 충전속도, 전비, 등판능력, 배터리 보증기간, 모터, 구동장치 등), 차량관리 (차량모니터링 시스템, 정비편의성), A/S 등에 대한 표준을 개발하는 것이 필요할 것으로 보임
- 전기충전기 설치 시 행정 절차 간소화 방안 마련 필요
  - 전기충전기 설치를 위한 허가 등의 행정절차 이행에 있어 많은 시간이 소요되고 있어, 행정절차 간소화가 필요할 것으로 보임
- 전기버스 폐배터리 처리를 위한 방안 마련 필요
  - 배터리 교체 이후 폐배터리 처분에 대한 사회적 비용이 클 것으로 판단되어 사회적인 숙제로 남아있는 상황임. 이에 대한 해결방안이 마련되어야 비로소 경제성이 있다고 볼 수 있을 것으로 보임
- 중앙정부의 재원마련
  - 전기버스 도입 시 친환경 차량 구입을 위한 지원은 환경부에서 하고 있고, 저상버스 도입을 위한 지원은 국토부에서 지원을 하고 있음
  - 하지만, 환경부 및 국토부 예산 미확보로 인해 전기버스 도입에 한계가 존재하므로 전기버스 도입을 위한 중앙정부의 재원마련 필요

- 전기버스 도입과 관련하여 지속적인 홍보 방안 마련
  - 전기버스가 실제로 환경 개선에 기여할 수 있다는 환경적 편익과 전기버스를 선호하는 이유에 대한 홍보를 통해 기존 버스와 전기버스의 차별성을 중점적으로 홍보해야 할 것으로 보임
  - 아직 국내에서 전기버스 화재가 발생하지 않아 그 위험성에 대해 인식을 하고 있지 않음. 하지만 국외 사례를 확인했을 때 배터리 화재로 인한 전기차에 대한 신뢰성이 완전하지는 않은 바, 이에 대한 신뢰성이 제고될 수 있는 방향으로 홍보가 필요할 것으로 보임

## 2. 향후과제

- 도민 시내버스 서비스 평가 결과 데이터를 활용하여 시민 만족도를 분석한 결과 전기버스 이용 만족도가 낮은 것으로 나타났음. 이는 도민 서비스 평가 문항이 전기버스가 아닌 일반버스의 이용 목적을 대상으로 하고 있어 향후 수원시민을 대상으로 전기버스 이용 만족도를 심층적으로 분석할 필요가 있음
- 도출한 수원특례시 전기버스 도입효과 평가지표를 기반으로 향후 실제적인 도입효과를 분석해야 할 것으로 보임. 전기버스가 지속적으로 도입되고 있는 바, CNG 버스와 비교하여 전기버스의 도입효과를 판단해야 하고, 이를 통하여 지속가능성 있는 운영방안을 모색해야 할 것으로 보임
- 전기버스 적정충전회수는 운전자의 개인 선호차이 등이 반영이 될 수 있으므로, 노선별, 업체별 적정 충전회수에 대해서는 실운영 자료기반으로 분석하여 신뢰성 있는 정보를 제공할 필요가 있음
- 전기버스 시민 만족도 조사 시 직접적인 이용자 만족도뿐만 아니라 간접적인 수혜자(정류장 이용자, 버스 차고지 주변 인근 보행자)에 대한 만족도 조사도 필요할 것으로 보임
- 운송원가 중 연료비 산정 관련하여 연료비에 영향을 미치는 요인(전기버스 충전방식과 충전소 구조, 전기요금변화 등)을 반영하여 연료비 변화에 대한 민감도 분석을 수행할 필요가 있음



## | 참고문헌 |

## 〈보고서〉

- 고준호 외(2017), 친환경차 보급 동향과 서울시 정책방향  
 경기도(2020), 경기도 노선 버스 개편 및 정책 현안 연구  
 김숙희(2018), 수원시 전기버스 운행체계 기반 연구  
 김숙희(2021), 수원형 시내버스 준공영제 실행방안 수립 연구  
 나영식 외 2인(2021), 전기상용차  
 수도권 전기버스 도입 확대방안 자문회의 자료(2018.09.20., 경기연구원)  
 김숙희, 수원시청(2020), 수원형 수소생태계 모델 구축 계획 수립  
 정부 관계부처 합동(2018), 전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향  
 한종학, 강동윤(2018), 인천광역시 전기버스 운행체계 기초연구  
 Aamodt et al. (2021), Electrifying Transit: A Guidebook for Implementing Battery Electric Buses  
 Abdulah et al. (2018), Roadmap for Electric Bus Systems  
 Cheriyan et al. (2020), Performance Evaluation Framework: For Electric Buses in India  
 Center for Transportation and the Environment, Zero-Emission Transition for the U.S. Transit Fleet  
 Daniel S.(2018), Deployment of charging infrastructure for public transit  
 Eudy & Jeffers (2018), Zero-Emission Bus Evaluation Results: County Connection Battery Electric Buses  
 Factimes(2022), 전기차 충전방식: 교류(AC) 완속충전, 직류(DC) 급속충전으로 구분  
 Metro Transit (2022), Zero-Emission Bus Transition Plan

## 〈법률〉

- 2022년 전기자동차 보급사업 보조금 업무처리지침  
 전기자동차 보급대상 평가에 관한 규정  
 전기자동차 보급평가위원회 운영 규정  
 2021년 전기자동차 보급 및 충전 인프라 구축 사업 보조금 및 충전 인프라 설치운영지침  
 2022년 전기굴착기 보급 사업 보조금 업무처리지침  
 2022년 전기자동차 완속충전시설 보조사업 보조금 및 설치운영 지침  
 2022년 전기이륜차 보급사업 보조금 업무처리지침  
 수원시 환경친화적 자동차의 보급 및 이용 활성화를 위한 조례

환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정

환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률

서울특별시 환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 조례

부산광역시 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례

대구광역시 전기자동차 보급 촉진 및 이용활성화를 위한 조례

인천광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례

대전광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진 조례

울산광역시 환경친화적 자동차 보급 촉진 및 이용 활성화를 위한 조례

#### <웹사이트>

국가법령정보센터([www.law.go.kr](http://www.law.go.kr))

매일경제(<https://news.nate.com/view/20220208n34823?mid=n1101>)

무공해차 통합누리집([www.ev.or.kr](http://www.ev.or.kr))

법률우주([www.ulex.co.kr](http://www.ulex.co.kr))

수원시청(<https://www.suwon.go.kr>)

통계로 보는 수원(<https://stat.suwon.go.kr/>)

Fleet Transport(<https://fleet.ie>)

Mobility Transition In CHINA(<https://transition-china.org>)

[https://mblog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=dairum\\_enc&logNo=221404578574](https://mblog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=dairum_enc&logNo=221404578574)



| 저자 약력 |

김숙희

교통공학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 선임연구위원(현)

E-mail : sukheek@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원시 녹색교통진흥지역 도입을 위한 기초연구」 (2020). 수원시정연구원

「수원시 스마트 보행안전 시스템 적용을 위한 정책방향 연구」 (2021). 수원시정연구원

「수요응답형 버스 서비스 도입 방향 연구」 (2022). 수원시정연구원

「건설기계의 효율적인 관리 및 공영주거장 공급방안에 따른 도입여건 분석」 (2022). 수원시정연구원

김형준

교통공학석사

수원시정연구원 위촉연구원(전)

아우토크립트(주) 사원(현)

E-mail : hjkim@autocrypt.io

주요 논문 및 보고서

「수원시 스마트 보행안전 시스템 적용을 위한 정책방향 연구」 (2021). 수원시정연구원

「수요응답형 버스 서비스 도입 방향 연구」 (2022). 수원시정연구원

「건설기계의 효율적인 관리 및 공영주거장 공급방안에 따른 도입여건 분석」 (2022). 수원시정연구원

신혜영

교통공학학사

수원시정연구원 도시공간연구실 위촉연구원(현)

E-mail : shy3181@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「건설기계의 효율적인 관리 및 공영주거장 공급방안에 따른 도입여건 분석」 (2022). 수원시정연구원



