

생애주기 분석을 통한 전기택시 도입에 대한 사업성 분석 연구

A feasibility study for introducing electric vehicle taxis based on the life-cycle cost analysis

한 대 희* (Daehee Han) (Sungkyunkwan university)
안 용 준** (Yongjun Ahn) (KAIST)
여 화 수*** (Hwasoo Yeo) (KAIST)

· Corresponding author : Hwasoo Yeo(Korea Advanced Institute of Technology), E-mail hwasoo@kaist.edu

요 약

전기택시는 일반 시민들이 탑승을 하면서 쉽게 체험할 수 있는 장점이 있기 때문에 전기자동차 초기 보급 모델로 매우 유용하다. 전기택시는 택시회사의 경영 개선에 도움이 되어야 택시회사에 도입될 수 있다. 그러므로 택시 사업자의 입장에서 비용이나 편익을 분석하여 도입에 대한 사업성이 검토되어야 한다. 그러나 LPG택시와 전기택시의 실제 운행 자료에 기반하여 두 대안을 비교할 수 있는 사업성 연구는 아직 없다. 본 연구에서는 대전광역시의 LPG택시 및 전기택시의 실제 운행 자료를 토대로 생애주기비용을 산정하고 사업성을 분석하는 방법론과 분석 결과, 민감도 분석을 통한 정책적 시사점을 도출하였다. 평가 결과 현재의 배터리 기술, 차량 가격에서는 정부 보조금이 지급된 상태에서 충전시간을 택시기사의 식사, 휴식 시간 등으로 활용해서 손실비용으로 계상하지 않을 경우에 LPG택시보다 총비용이 낮고 사업성이 있다. 향후 연구로는 차량운행 후 수년이 지난 전기택시의 연비, 유지비 등 실적 자료에 기반 한 사업성 검증 연구와 하이브리드 택시 등 다른 방식 친환경차량과의 사업성 비교 연구가 필요하다.

핵심어 : 전기택시, 사업성 평가, 운송원가, 생애주기 분석, 충전손실 비용

ABSTRACT

The advantage of electric taxis is that people who are not familiar with electric vehicle(EV) can have easily experience to ride EV. So, EV taxi would be a reasonable strategy for triggering EV market expansion. However, the EV taxi can be adopted by taxi companies with financial benefits. Therefore the feasibility study should be required by analyzing the cost with the points of view of the taxi company. In this study we suggested the methodology for feasibility study of the EV taxi based on the real taxi data and presented political implication. According to the study result, EV taxis could have economic value under the specific conditions such that the government subsidy is added to the purchase price of the vehicle. Also, the charging time should be used as drivers' rest time or mealtime in order not to consider the loss cost. We suggest that the new feasibility study which compares an EV taxi with other alternative vehicles such as PHEV or with an old EV taxi is needed as the future works.

Key words : Electric vehicle taxi, Feasibility study, Transportation cost price, Life cycle cost, Opportunity cost

† 이 논문은 국토교통부의 u-City 인력양성사업으로 지원되었습니다.

* 주저자 : 성균관대학교 u-City공학과 박사과정, 대전광역시 교통정책과

*** 공저자 및 교신저자 : 한국과학기술원 건설및환경공학과 교수

† Received 17 March 2015; reviewed 17 April 2015; Accepted 23 April 2015

I. 서론

온실가스(Green House Gas)는 인류의 지속 가능성을 위협하는 요소로 국경을 넘어 논의되는 국제적인 이슈이다. 온실가스를 줄려면 화석 연료 태우는 것을 줄여야 한다. 교통 분야는 에너지 사용량과 온실가스 방출 총량의 약 20% 내외를 차지하는 분야이고 제조업 등과 달라서 단기간에 온실가스를 줄일 수 있는 분야로 제시되고 있다. 교통부문에 에너지 사용과 온실가스 방출을 줄이는 방법으로 내연기관 자동차를 전기자동차 등 친환경차량으로 교체하는 방법이 있다.

전기자동차는 환경적인 장점에도 불구하고 차량 가격이 비싸고 배터리 기술의 한계로 주행거리가 내연기관 대비 짧은 한계가 있다. 그래서 운행거리가 긴 버스, 택시가 전기자동차 초기 보급 모델로 제시되고 있으나 전기택시 관련 연구는 많지 않다[1].

전기택시는 일반 시민들이 탑승을 하면서 쉽게 체험할 수 있는 장점이 있기 때문에 전기자동차의 초기 보급 모델로 매우 유용하다. 해외에서는 심천·홍콩(중국), 가나가와현(일본), 런던(영국), 뉴욕(미국) 등에서 시범사업이 수년전부터 진행 중이다[2]. 국내에서는 2013년도부터 대전을 비롯하여 제주, 서울에서 실증사업이 진행 중이다[3].

본격적인 도입이 진행되지 않고 실증사업으로 진행되는 이유는 국내에서는 전기택시의 사업성이 검증되어 있지 않기 때문이다. 전기자동차가 친환경의 가치로 개발되었지만 전기택시로 활발히 운영되기 위해서는 택시회사의 경영 개선에 도움이 되어야 택시 회사로부터 선택될 수 있으므로 전기택시의 보급 활성화를 위해서는 택시 사업자의 입장에서 비용이나 편익을 정밀하게 분석하여 사업성이 검토되어야 한다. 그러나 현재 전기자동차 보급의 초기 단계인 국내에서는 전기택시 도입을 위한 택시 운행 실태 등이 일부 연구된 바 있지만 전기택시의 실제 운행 데이터에 기반을 둔 사업성 또는 경제적 타당성 분석 등에 관한 연구는 매우 미흡하다. 또한 전기택시의 사업성이나 타당성을 평가할 수 있는 방법론도 정립되어 있지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 전기택시의 실제 운행데이터를 토대로 운송원가 방식의 생애주기 총비용을 산정하여 택시회사의 관점에서 전기택시 도입에 대한 사업성을 평가하는 방법론을 제시하고 분석결과와 정책적 시사점을 제시하였다. 이를 위해서 본 연구는 (1) 대전광역시에서 운행한 LPG택시 및 전기택시의 실제 운행데이터를 이용하였다. (2) 운송원가 방식의 생애주기 총비용을 산정하여 경쟁 수단간(LPG택시 대 전기택시) 사업성을 비교하였다. (3) 전기택시와 관련된 중요 변수에 대한 민감도 분석을 통하여 전기택시 도입 효과의 범위를 측정하고 정책적 시사점을 도출하였다.

II. 선행연구 고찰

전기자동차는 차량 가격이 고가이면서 배터리 성능으로 인한 주행거리 제약이 있으므로 국내·외적으로 충전소 위치 선정에 대한 연구가 많으나 전기자동차 보급의 선도 사업으로 제시되고 있는 전기택시에 대한 연구는 많지 않다. 특히 전기택시의 도입에 관한 연구는 국내·외적으로 많지 않은 실정이다.

Gao와 Kitirattagarn(2008)은 미국 뉴욕시의 개인 택시 소유자와 회사 택시 관리자를 대상으로 하이브리드 전기자동차(Hybrid-electric vehicles)에 대한 구입 의사와 하이브리드 전기자동차 택시 보급에 따른 환경적 영향을 설문조사 결과를 기반으로 분석하였다[4].

Ning 등(2012)은 배터리 교환방식 전기택시 도입의 가치 사슬(Value chain)에 대하여 충전소 운영 그룹, 택시 회사, 택시 기사를 동시에 고려한 다목적(Multi-objective) 유전함수(Genetic Algorithm)를 이용하여 경제 분석(Economic analysis)을 실시하였다[5].

Cai 등(2013)은 중국 심천의 BYD6 차량(주행가능거리 200km, 300대, 충전시간 1시 30분) 기반의 급속 충전방식(Quick charging)과 항저우의 ZOTYE M300 차량(주행가능거리 80km, 184대, 배터리 교체시간 10분) 기반의 배터리 교환방식(Swapping) 두 가지 유형의 전기택시 실증사업에 대해서 가치 사

슬(Value chain) 분석과 현금흐름(Cash flow) 분석을 실시하였다[6].

Sellmair와 Hamacher(2014)는 독일 뮌헨의 택시를 대상으로 택시가 가장 많이 정차 또는 대기하는 장소인 택시정류장을 후보지로 하고 택시정류장별로 경제적으로 이상적인 조건의 충전소 개수를 찾는 목적함수를 구축하여 전기택시와 충전소로 구성되는 전체 시스템의 경제적 편익이 최대가 되는 최적화 연구를 실시하였다[7].

Carpenter 등(2014)은 미국 샌프란시스코의 Yellow Cap 택시를 대상으로 베이지안 데이터 분석과 투자자본 수익률(Return on investment, ROI)를 분석하여 택시회사가 내연기관의 택시를 전기택시로 교체할 경우에 대한 사업성을 분석하였다[8].

국내에서는 전기택시 도입에 대한 연구가 더욱 미흡하다. 김시연 등(2013)은 전기자동차 SM3 Z.E.와 소나타2 LPG택시를 비교하여 서울시의 전기택시 적용 및 보급 활성화를 위한 방안을 연구하였다[9].

대전테크노파크(2014)는 2013년 대전광역시 전기택시 실증사업(SM3 Z.E. 3대, 급속충전기 3기)에 대하여 타당성을 평가하였다. 2013년 9월부터 2014년 1월까지 운행한 전기택시와 연비, 연료비 등에 기반하여 경제성 분석 방식으로 타당성을 평가하였다[10].

선행 연구 고찰 결과 순현재가치(NPV), 투자수익률(IRR) 등이 제시되거나 총비용이 제시된 연구결과에는 있으나 전기택시 도입이나 확산의 실질적인 주체인 택시회사의 관점에서 전기택시의 사업성을 판단할 수 있는 전기택시의 성능 데이터나 각종 비용, 그리고 현재 운행 중인 내연기관 택시 대비 사업성을 명확히 제시한 연구 결과는 없다. 따라서 초기 단계인 국내 전기택시 도입에 대한 사업성 검토를 위해서는 전기택시의 실제 운행 데이터를 기반으로 LPG택시와 전기택시의 비용 변화를 쉽게 비교할 수 있는 사업성 분석 결과가 필요하다.

III. 분석 방법론

1. 생애주기비용분석

현재의 LPG택시를 전기택시로 교체할 경우 택시 기사의 인건비, 복리 후생비 등의 조건에는 변동이 없으나 연료비 절감, 차량 가격 상승, 유지관리비 변동, 충전으로 인한 운행시간 및 수입 감소의 변화가 생긴다. 이에 본 연구에서는 LPG택시와 전기택시의 공용기간을 대상으로 운송원가 방식의 생애주기비용을 산정하여 두 대안의 사업성을 비교한다.

운송원가는 택시요금을 결정하는데 사용되는 자료이다. 생애주기비용분석(Life Cycle Cost Analysis)은 “초기투자비와 유지관리비 등 시설물의 내용연수 동안 발생하는 생애주기비용의 일부 또는 전부를 산출하는 것을 말한다”[11]. 비용은 확정적(Deterministic)과 확률적(Stochastic) 방법론으로 산정되며 분석결과를 직관적으로 이해할 수 있으나 미래의 불확실성을 반영하는데 한계가 있는 확정적 방법의 단점을 보완하기 위해서 중요 변수에 대해서는 민감도 분석을 실시한다. 시설물의 공용 수명을 분석기간으로 하고 발생시점이 다른 비용을 모두 현재가치로 환산하여 집계한다. 이를 위해서 실질할인율을 적용한다.

2. 운송원가 항목 및 산정 방법

운송원가 분류체계는 택시 원가 산정시의 분류 관행을 준용하여 산정한다.

LPG 택시는 대전광역시 소재 22개 택시회사에서 실지급된 비용으로 산정된 운송원가(참고문헌 12)를 기준비용으로 산정한다. 다만 이 연구(참고문헌 12)에서는 이윤이 총운송원가에 포함되어 있으나 이윤의 양은 보는 시각에 따라서 다른 의견이 있는 바 본 연구에서는 이윤과 부가세를 제외하고 총 운송원가를 <표 1>과 같이 산정한다.

전기택시는 <표 2>와 같이 택시기사와 관리직원들의 인건비, 복리후생비 등은 LPG택시와 동일한 기준을 사용하고 차량가격, 연료비 등은 2013년도

대전광역시 전기택시 실증시험사업(전기택시 3대, 급속충전기 3기)에서 수집된 자료를 사용한다. 충전 시간 동안 영업을 하지 못하는 특성을 충전 손실비용으로 계상한다.

〈표 1〉 LPG택시 운송원가 항목 및 산정 방법
〈Table1〉 Transportation cost and computation methods for LPG fuel taxi

Level1	Level2	Computation methods
1. Personnel expense	Direct cost for Driver	◦ Real expense of 22 taxi company in Daejeon city
	Direct cost for Mechanic	
	Indirect cost for Manager	
2. Employee welfare cost	Direct	◦ Legal: Applying the premium rate of 4 major insurance
	Indirect	◦ Other: Real expense of financial statements of 22 taxi company
3. Oil expense	LPG fuel	◦ Energy consumption rate : 7km/ℓ ◦ Average LPG gas price(2014.1~7) ◦ Fuel tax subsidy : Deducted
	Others	◦ The amount of using of 22 taxi company in Daejeon city
4. Tire cost	New product	◦ Real expense of financial statements of taxi company
5. Maintenance cost	Parts and repair outsourcing cost	"
6. Insurance	Liability and comprehensive	"
7. Vehicle cost	Vehicle purchasing	◦ Fixed installment methods ◦ Salvage value : 5% of vehicle cost
8. Accident cost	Compensation expense for accident	◦ Real expense of financial statements of taxi company
9. Other cost	General administrative cost	◦ Real expense of financial statements of taxi company

자료 : 참고문헌 [12]에서 인용 후 수정

〈표 2〉 전기택시 운송원가 항목 및 산정방법
〈Table2〉 Transportation cost and computation methods for electric taxi

Level1	Level2	Computation methods
1. Personnel expense	Direct cost for Driver	◦ Same as LPG fuel taxi
	Direct cost for Mechanic	
	Indirect cost for Manager	
2. Employee welfare cost	Direct	◦ Same as LPG fuel taxi
	Indirect	
3. Oil expense	Consumption of electricity	※ Applying the demonstration results of Daejeon city
	Others	◦ Same as LPG fuel taxi
4. Tire cost	New product	◦ Same as LPG fuel taxi
5. Maintenance cost	Parts and repair outsourcing cost	※ Applying the LPG fuel taxi's rate of maintenance cost per vehicle cost
6. Insurance cost	Liability and comprehensive	◦ Same as LPG fuel taxi ¹⁾
7. Vehicle cost	Vehicle purchasing	※[(Car cost + additional cost for buying -subsidy-salvage value) ◦ Salvage value : 5% of vehicle cost
8. Accident cost	Compensation expense for accident	◦ Same as LPG fuel taxi
9. Other cost	General administrative cost	"
10. Opportunity cost	Economic loss	※ By charging time

주 : 1) 2014년도 대전광역시에 운행한 전기택시의 경우 LPG택시와 동일한 보험료를 지불하였음

IV. 생애주기 총비용 분석

1. 분석의 전제

본 연구에서는 국내에서 판매되고 실증사업을

통해서 데이터가 공개된 르노삼성자동차의 SM3 Z.E.를 대상으로 분석한다. 정부공인 SM3 Z.E. 1회 충전주행거리(Range)는 135km이고 연비는 4.4km/kWh이다. 충전방식은 1회 완충에 약 40분(참고문헌 10) 소요되는 급속충전기(설치비 포함 2,700만원) 1대를 택시 4대가 공동 이용하는 조건이다.

생애주기비용분석을 위하여 2014년도를 분석의 기준연도로 하며 과년도 단가의 경우 최근 3년(2011~2013년) 평균 소비자물가상승률 2.5%를 적용한다. 분석기간은 택시의 법적 내구년한인 6년, 소비자물가율을 실질할인율로 적용한다.

LPG택시와 현재의 전기택시는 1:1 비교가 되지 않는다. 2인 1차 방식(각 10시간 근무, 교대 2시간)은 충전(상온에서는 1일 2회, 추울 때는 2~3회)으로 인한 영업시간 손실이 커서 현실적으로 전기택시의 도입이 불가능하다. 1인 1차 방식은 충전을 하는 동안 영업을 못하기 때문에 같은 시간을 근무하더라도 LPG택시 대비 전기택시의 주행거리는 약 20~50km 짧다. 따라서 본 연구에서는 도시지역의 평균통행속도 25km/h, 10시간 운행을 기준으로 LPG 택시는 1일 250km, 전기택시는 충전으로 2시간 운행을 못하는 조건을 반영한 1일 200km 운행거리를 분석의 기준으로 한다.

2. 항목별 비용 산정

2011년부터 2013년까지 최근 3년간의 국내 평균 소비자 물가지수는 <표 3>과 같이 2.5%이다.

<표 3> 소비자 물가지수
<Table 3> Consumer price index

	2011	2012	2013	Average
Consumer price index	4.0	2.2	1.3	2.5

자료 : 통계청, 소비자물가지수

본 연구에 적용된 SM3 Z.E. 전기택시의 실제 운영연비는 <표 4>와 같이 상온에서는 공인 연비인 4.4km/kWh를 상회하고 기온이 떨어지는 12월, 1월에

는 공인 연비보다 낮게 측정되었다. 본 연구에서는 낮은 여름, 가을, 겨울 5개월 동안의 평균 연비인 4.7km/kWh를 연평균 연비로 사용한다.

<표 4> SM3 Z.E. 전기택시 연비
<Table 4> Energy consumption rate of SM3 Z.E. electric taxi

Month	week	Travel distance (km)	Using Electric -ity (kWh)	Energy consumption rate (km/kWh)
Sep. 2013	1st	85.84	12.66	6.78
	2nd	138.92	21.22	6.55
	3rd	97.70	15.24	6.41
	4th	133.14	20.97	6.35
Oct. 2013	1st	138.51	22.53	6.15
	2nd	112.00	18.51	6.05
	3rd	150.13	26.35	5.70
	4th	108.38	20.12	5.39
Nov. 2013	1st	145.05	28.28	5.13
	2nd	120.20	24.52	4.90
	3rd	119.51	26.37	4.53
	4th	92.80	24.04	3.86
	5th	113.98	33.57	3.40
Dec. 2013	1st	133.51	34.53	3.87
	2nd	91.57	27.73	3.30
	3rd	126.65	35.43	3.57
	4th	102.45	30.78	3.33
Jan. 2014	1st	104.59	26.83	3.90
	2nd	70.03	21.72	3.22
	3rd	98.50	28.69	3.43
	4th	72.87	20.77	3.51
	5th	125.37	31.33	4.00
Average		112.80	25.10	4.70

자료 : 참고문헌 [10]

LPG택시와 전기택시의 연료비는 <표 5>와 같이 1일 250km를 주행하는 LPG택시는 평균 연비로 7km/ℓ를 적용할 경우 1일 35.7리터의 LPG가 소요되고 유가보조금(리터당 221.36원)을 차감한 연료비 880.64원/ℓ로 연간 304일 운행시 연료비는 9,557,410원이다. 1일 200km를 주행하는 전기택시는 평균연비 4.7km/kWh를 적용할 경우 1일 42.6kWh의 전력이 소요되고 연간 전기료는 2,088,538원이다.

〈표 5〉 LPG택시와 전기택시 연료비 비교
 〈Table 5〉 Comparison of fuel cost between LPG fuel taxi and electric taxi

Item	LPG taxi	Electric taxi
1-day travel distance (km)	250	200
Energy consumption rate (km/ℓ, kWh)	7	4.7
1-day fuel (ℓ, kWh)	35.7	42.6
Unit cost of fuel (won)	1,102 ¹⁾	161.45
Fuel subsidy (won/ℓ)	221.36	
Exclude fuel subsidy (won/ℓ)	880.64	
Operating day of 1 year	304	304
Fuel cost (won/year)	9,557,410	2,088,538 ²⁾

자료 : 1) 2014년도 1~7월 평균 LPG 가격, 한국석유공사
 2) 대전광역시 실증사업(참고문헌 10)에서 1일 126.5km 주행시 산정된 연간 연료비 원단위를 200km 주행으로 보정한 연간 연료비임

1인 1차 방식으로 운행하는 택시의 기사 인건비는 <표 6>과 같이 연간 24,683,496원이다.

〈표 6〉 택시기사 인건비
 〈Table 6〉 Personal expense of taxi driver

Year	Item	LPG taxi
2011	Wage	1,029,439 ¹⁾ (won/month)
	Bonus	880,651 ¹⁾ (won/month)
	Total	1,910,090 ¹⁾ (won/month)
2014	Wage	1,108,593 (won/month)
	Bonus	948,365 (won/month)
	Total	2,056,958 (won/month)
2014	Wage	13,303,116 (won/year)
	Bonus	11,380,380 (won/year)
	Total	24,683,496 (won/year)

자료 : 1) 참고문헌 [12]

1인 1차 방식으로 운행하는 택시의 기사 복리후생비는 <표 7>과 같이 연간 2,627,270원이다.

〈표 7〉 복리후생비
 〈Table 7〉 Employee welfare cost

Year	LPG taxi
2011	6,684 ¹⁾ (won/day)
2014	7,198 (won/day)
2014	2,627,270 (won/year)

자료 : 1) 참고문헌 [12]

택시의 유지비는 타이어비와 정비비를 합한 금액이다. <표 8>과 같이 LPG택시의 유지비는 부대비용 및 잔존가치가 제외된 차량가격 17,365,266원의 62%인 10,774,800원이다. 전기택시의 유지비는 실적이 없으므로 LPG택시의 차량가격 대비 유지비의 비율을 전기택시의 차량가격 29,000,000원(차량가격에서 배터리 가격을 제외한 금액)에 적용하여 산정하였다. 분석된 전기택시의 총 유지관리비는 17,993,922원이다. 차량가격이 높은 전기택시의 유지비가 LPG택시보다 7,219,122원 높고 167% 수준이다. 배터리는 1일 200km 운행하는 전기택시의 누적 거리가 20만km가 되는 4년차(2017년)에 교체비용으로 <표 17>과 같이 별도 반영하였다.

〈표 8〉 LPG택시와 전기택시 유지비 비교
 〈Table 8〉 Comparison of maintenance cost between LPG taxi and electric taxi

Year	Unit	LPG taxi		Electric taxi	
		Vehicle cost	Maintenance cost	Vehicle cost (Annual)	Maintenance cost
2011	won/day		4,569 ¹⁾		
2014	won/day		4,920		
2014	won/year	2,894,211	1,795,800	4,833,333	2,998,987
Total	won/6 years	17,365,266	10,774,800	29,000,000	17,993,922

자료 : 1) 참고문헌 [12]

전기자동차를 구매할 때는 취득세와 공채가 면제되고 환경부와 지자체의 보조금이 지급된다. 2014년 기준으로 <표 9>와 같이 21,095,000원의 비용 절감 효과가 있다.

〈표 9〉 전기자동차 세제 혜택
 〈Table 9〉 Tax favor of electric vehicle
 (Unit : Thousand won)

Acquisition tax	Government bond	Environmental subsidy	Local government subsidy	Total
755	340	15,000	5,000	21,095

자료 : 참고문헌 [10]

차량 가격은 식(1)과 같이 차량 구입비(부대비용 포함)에서 정부의 보조금과 차량의 잔존가치를 제

외한 금액을 의미한다. 전기택시의 차량 가격은 <표 10>과 같이 19,900,000원으로 LPG택시보다 1,485,072원 높다.

$$(차량구입비 + 매입 부대비용) - 보조금 - 잔존가치 \quad (식 1)$$

<표 10> 차량 구입 가격
<Table 10> Vehicle purchasing price
(Unit : Won)

Item	LPG taxi	Electric taxi (Subsidy deduction)
2011 year - Only vehicle -	17,365,267 ¹⁾	
2011 year - Additional cost included	17,906,360 ¹⁾	
2014 year - Only vehicle -	18,700,493	
2014 year - Additional cost included	19,283,191	42,000,000
Environmental Subsidy		15,000,000 ²⁾
Local government Subsidy		5,000,000 ³⁾
Salvage value (5% of car cost)	868,263 ³⁾	2,100,000 ⁴⁾
Vehicle cost(won)	18,414,928	19,900,000

- 주 : 1) 참고문헌 [12]
 2) 2014년도 환경부 보조금
 3) 2014년도 대전광역시 보조금
 4) 대전광역시 버스운송원가 산정 기준인 5%를 적용

전기택시 1대당 충전기 비용은 식(2)와 같이 충전기 가격(설치비 및 유지비 포함)에서 정부의 보조금과 충전기의 잔존가치를 제외한 금액을 의미한다. 본 연구에서는 급속 충전기 1기를 택시 4대가 사용하는 조건으로 충전비용을 산정하였다. 완속 충전으로 택시영업은 어렵기 때문이다. 현재 전기자동차를 구매하면 700만원 상당의 완속 충전기가 무상으로 지급되고 있다. 전기택시 충전기는 완속에 4시간 이상이 소요되는 완속 충전기 4대의 지원금을 합산하여 급속 충전기 1기를 운영하는 개념이

다. 43kWh 급속충전기는 설치가 되면 매월 약 10만원의 기본료를 내야한다. 이러한 조건을 종합하여 산정한 급속충전기 비용의 총액은 <표 12>와 같이 571천원이다.

$$[(충전기 구입비 + 설치비 + 운영비) - 보조금 - 잔존가치] \div \text{택시 4대} \quad (식 2)$$

<표 11> 급속충전기 설치비
<Table 11> Quick charger installation cost
(Unit : Thousand won)

Charger	Transformer	Electric work	Installation expense	Total
15,000	3,000	3,700	5,000	26,700

자료 : 참고문헌 [10]

<표 12> 급속충전기 비용 (6년간)
<Table 12> Quick charger cost (For 6 years)

Item	Subsidy excluded	Subsidy included
2014year(won) install and operating cost	8,470,680	8,470,680 ¹⁾
Environmental subsidy(won)	-	7,000,000 ²⁾
Local government subsidy(won)	-	-
Salvage value (won) (5% of charger, transformer)	900,000	900,000 ³⁾
Total (thousand won)	7,571	571

- 주 : 1) 대전광역시 실증사업 실적공사비와 급속충전기 월 기본료 (= 43kWh × 2,320원/kWh = 99,760원)를 반영한 결과
 2) 2014년도 환경부 충전기 보조 기준(전기차 1대에 700만원 상당 완속충전기 무상 지급)
 3) 대전광역시 버스운송원가 산정 기준인 5%를 적용

<표 13> 사고 보상비
<Table 13> Accident compensate cost

Year	LPG taxi	Electric taxi
2011	312 ¹⁾ (won/day)	
2014	336 (won/day)	
2014	122,640 (won/year)	122,640(won/year)

자료 : 1) 참고문헌 [12]

사고보상비는 교통사고 발생 시 가입보험의 범위를 초과하거나 보험요율의 할증을 피하기 위하여 타차량의 수리비를 보험으로 처리하지 않고 현금으

로 지불하는 금액을 의미한다. 전기택시의 사고보상비는 <표 13>과 같이 LPG택시와 동일하게 적용하였다. 자차 사고의 경우는 유지비(정비 비용을 포함)로 <표 8>에서 별도로 계상된다.

충전 손실비용은 충전으로 인하여 손실되는 비용을 의미한다. 1회 충전 후 110km를 영업할 수 있는 택시가 1일 200km를 운행할 경우 <표14>와 같이 1일 1.8회의 충전이 필요하다. 1.8회의 충전시간을 비용으로 계상하기 위해서는 택시의 운행 및 충전 방식에 대한 가정이 필요하다. 본 연구에서는 영업을 마친 택시가 택시회사에 주차하지 않고 기사와 주거지에 주차하고 근무 시간 중에 충전하는 조건을 반영하여 충전 비용을 산정하였다. 이유는 택시 기사의 주거지에는 충전기가 설치되어 있지 않기 때문이다. 1회 충전으로 110km를 영업할 수 있는 택시가 1일 200km를 운행하는 조건에서 충전 1회는 근무를 마친 후 택시회사에서 충전하고 0.8회만 근무시간 중에 충전하는 것으로 볼 수도 있기 때문이다. 충전시간 72분, 충전소로 접근하는 시간 25분, 총 97분 동안 영업을 하지 못하며 26,093원/일의 영업 손실액이 발생한다. 단, 충전소까지의 접근거리는 1회당 5.75km(면적 540.1km²인 대전시에 충전기 4개소 설치 수준)로 가정하였다.

<표 14> 충전으로 인한 손실 비용
<Table 14> Opportunity cost by charging time

Item	LPG taxi ¹⁾	EV taxi ²⁾
1-day travel distance(km)	250	200
Operating range(km)	230	110
Frequency of charging (th/day)	0.5	1.8
Charging time making full (min.)	3	40
1-day charging time(minute)	1.5	72
1th - accessing distance to charger(km)	2.2	5.75
1-day accessing distance to charger(km)	1.1	10.35
Average speed of taxi (km/h)	25	25
1-day accessing time(min.)	3	25
Sum of losing time for charging(minh.)	4.5	97
Total (won/day)	1210.5	26,093

주 : 1)대전시에 충전소 32개소 설치 수준
2) 대전시에 충전기 4개소 설치 수준

충전으로 인한 손실시간을 비용으로 계상하기 위해서는 택시의 영업시간과 운행거리에 대한 비용이 필요하다. 2012년 기준으로 대전광역시 법인택시는 1일에 평균 13시간 동안 330.89km를 운행하면서 220,021원을 벌었다. 이는 운행거리 1km당 604원, 영업시간 1분당 256원의 수입을 올렸다는 의미이다. 2014년 기준으로 환산하면 <표15>와 같이 운행거리 1km당 수입은 635원, 운행시간 1분당 수입은 269원이다.

<표 15> 택시 영업시간 및 운행거리의 가치
<Table 15> Value of time and distance for taxi

Year	1-day earning	1-day travel distance	1-day travel time	value of distance (won/km)	Value of time (won/min)
2012	200,021 ¹⁾	330.89 ¹⁾	13	604	256
2014	205,022			635	269

자료 : 1) 참고문헌 [12]

주 : 1일 수입, 주행거리, 운행시간은 2인-1차, 1인-1차 방식의 30:70 가중 평균값임

3. 생애주기 총비용 산정(충전손실비용 포함)

LPG택시의 운송원가 방식 6년간 생애주기 총비용은 <표 16>과 같이 2014년 현재가 기준으로 319,903천원이다. 운송원가를 구성하는 항목별 비중은 기사의 인건비(인건비+복리후생비)가 51.2%로 가장 높고 연료비가 17.9%로 두 번째로 높다. 차량보험료가 7.4%로 차량가격 5.8%보다 1.6%p 높다. 차량유지비는 3.4%, 사고보상비는 0.2% 수준이다.

전기택시의 운송원가 방식 6년간 생애주기 총비용은 <표 17>과 같이 2014년도 현재가 기준으로 342,603천원이다. 운송원가를 구성하는 항목별 비중은 기사의 인건비(인건비+복리후생비)가 47.8%로 가장 높다. 특히 사항은 전기택시의 연료비가 LPG 택시 대비 21.9%인 12,534천원이고 총운송원가 대비 구성비도 3.7%로 내려가는 것이다. 차량가격 19,900천원은 총운송원가의 5.8% 수준이다. 인건비나 차량유지비 등 대부분의 비용항목은 현실적으로 낮추기 어려운 경직성 경비들이다. 따라서 현재의 택시 수송분담률 또는 이용률 하에서 비용절감 노

〈표 16〉 LPG택시 생애주기비용 (충전손실비용 반영)

〈Table 16〉 Life cycle cost of LPG fuel taxi (Opportunity cost by charging time is included)

(Unit : Thousand won)

LPG fuel taxi		2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Portion
Transport -ation cost price	Fuel	9,557	9,557	9,557	9,557	9,557	9,557	57,342	17.9%
	Personnel	24,683	24,683	24,683	24,683	24,683	24,683	148,098	46.3%
	Employee welfare	2,627	2,627	2,627	2,627	2,627	2,627	15,762	4.9%
	Maintenance	1,796	1,796	1,796	1,796	1,796	1,796	10,776	3.4%
	Battery							0	0.0%
	Vehicle	19,283	0	0	0	0	-868	18,415	5.8%
	Charger	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	Insurance	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	23,664	7.4%
	Accident	123	123	123	123	123	123	738	0.2%
Administ -rative expense	Personnel	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	21,834	6.8%
	Employee welfare	500	500	500	500	500	500	3,000	0.9%
	Utility bill	871	871	871	871	871	871	5,226	1.6%
	Others	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	12,858	4.0%
Opportunity cost of charging		365	365	365	365	365	365	2,190	0.7%
Total		69,531	50,248	50,248	50,248	50,248	49,380	319,903	

주 : 2014년도 현재가 기준

〈표 17〉 전기택시 생애주기비용 (충전손실비용 포함)

〈Table 17〉 Life cycle cost of electric taxi (Opportunity cost by charging time is included)

(Unit : Thousand won)

Electric vehicle taxi		2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Portion
Transport -ation cost price	Fuel	2,089	2,089	2,089	2,089	2,089	2,089	12,534	3.7%
	Personnel	24,683	24,683	24,683	24,683	24,683	24,683	148,098	43.2%
	Employee welfare	2,627	2,627	2,627	2,627	2,627	2,627	15,762	4.6%
	Maintenance	2,999	2,999	2,999	2,999	2,999	2,999	17,994	5.3%
	Battery				13,000			13,000	3.8%
	Vehicle	22,000	0	0	0	0	-2,100	19,900	5.8%
	Charger	-24	299	299	299	299	-601	571	0.2%
	Insurance	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	23,664	6.9%
	Accident	123	123	123	123	123	123	738	0.2%
Administ -rative expense	Personnel	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	21,834	6.4%
	Employee welfare	500	500	500	500	500	500	3,000	0.9%
	Utility bill	871	871	871	871	871	871	5,226	1.5%
	Others	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	12,858	3.8%
Opportunity cost of charging		7,904	7,904	7,904	7,904	7,904	7,904	47,424	13.8%
Total		73,498	51,821	51,821	64,821	51,821	48,821	342,603	

주 : 2014년도 현재가 기준

력으로 택시산업을 고도화 시키는 것은 쉽지 않다. 그러나 전기택시는 전기자동차 기술을 이용하여 연료비를 낮추는 효과가 있음을 알 수 있다. 배터리 교체 비용은 13,000만원으로 총원가 대비 3.8%이다.

1일 200km를 운행하는 택시는 연간 304일 운행하면 60,800km를 주행하며 누적거리 20만km(르노삼성 자동차 무상 보증 조건중 거리기준 2배)에서 1회 교체하는 것으로 가정하여 4년차인 2017년에 비용으

로 계상되었다. 전기택시 도입에 따른 편익은 연료비 절감으로 계상되었으므로 전기택시 도입으로 발생하는 부(-)의 편익 즉, 충전소로 접근하거나 충전하는 동안의 영업 손실을 본 연구에서는 충전 손실 비용으로 계상하였으며 47,424천원으로 집계되어 총원가중 13.8%를 차지하는 것으로 분석되었고 기사 인건비 다음으로 비중이 높은 것으로 분석되었다.

LPG택시와 전기택시의 생애주기 총비용 비교 결

과는 <표 18>과 같이 전기택시가 LPG택시 보다 22,700천원 높고 LPG대비 107.1% 수준이다. 항목별로는 전기택시의 연료비가 44,808천원 낮고 21.9% 수준이다. 반면에 차량유지비 167%, 차량구입비 108.1% 등 차량과 관련이 있는 항목은 전기택시가 높은 것으로 분석되었다. 전기택시의 특성으로 배터리 교체 비용 13,000천원, 충전 손실비용 45,234천원이 발생하였다. 인건비, 복리후생비, 차량보험료, 사고보상비 등 LPG택시와 동일한 기준이 적용된 항목은 차이가 없다.

전기택시의 타당성에 중요한 영향을 미칠 것으로 예상되는 항목에 대해서 민감도 분석을 실시하였다. 전기택시 내부 요인으로 정부 보조금이 지원되는 경우와 지원되지 않는 경우, 전기료 인상, 충전기 확대, 배터리 성능 향상을 분석 시나리오로 설정하였고, 외부 요인으로 전기택시와 경쟁 연료인 LPG의 가격 인하를 분석 시나리오로 설정하였다.

민감도 분석결과 <표 19>와 같이 정부의 보조금이 지급되더라도 충전 손실비용을 비용으로 처리하는 조건(1안)에서는 어떠한 경우에서도 전기택시의

비용이 높은 것으로 분석되었다.

4. 생애주기 총비용 산정(충전손실비용 제외)

전기택시와 관련된 중요한 특성인 충전 손실비용은 충전하는 동안 택시 영업을 하지 못하기 때문에 발생한다. 만일 충전시간을 식사, 휴식, 정비시간 등으로 사용한다면 비용으로 계상하지 않아도 된다. 충전손실비용을 비용으로 계상하지 않을 경우의 LPG택시와 전기택시의 생애주기 총비용 비교 결과는 <표 20>과 같이 전기택시가 LPG택시 보다 24,724천원 낮고 LPG대비 92.3% 수준에서 사업성이 있다. 항목별로는 전기택시의 연료비가 44,808천원 낮고 21.9% 수준이다. 반면에 차량유지비 167%, 차량구입비 108.1% 등 차량과 관련이 있는 항목은 전기택시가 높은 것으로 분석되었다. 전기택시의 특성으로 배터리 교체 비용 13,000천원, 충전기 설치 및 운영비용이 571천원 발생하였다. 인건비, 복리후생비, 차량보험료, 사고보상비 등 LPG택시와 동일한 기준이 적용된 항목은 차이가 없다.

<표 18> LPG택시와 전기택시 생애주기비용 비교 (충전손실비용 포함)

<Table 18> Comparison of Life cycle cost between LPG taxi and electric taxi (Opportunity cost by charging time is included)

(Unit : Thousand won)

Item	LPG fuel taxi		Electric vehicle taxi		Difference (2)-(1)	Rate (2)÷(1)	
	Cost (1)	Portion	Cost (2)	Portion			
Transportation cost price	Fuel	57,342	17.9%	12,534	3.7%	-44,808	21.9%
	Personnel	148,098	46.3%	148,098	43.2%	0	100.0%
	Employee welfare	15,762	4.9%	15,762	4.6%	0	100.0%
	Maintenance	10,776	3.4%	17,994	5.3%	7,218	167.0%
	Battery	0	0.0%	13,000	3.8%	13,000	
	Vehicle	18,415	5.8%	19,900	5.8%	1,485	108.1%
	Charger	0	0.0%	571	0.2%	571	
	Insurance	23,664	7.4%	23,664	6.9%	0	100.0%
	Accident	738	0.2%	738	0.2%	0	100.0%
Administrative expense	Personnel	21,834	6.8%	21,834	6.4%	0	100.0%
	Employee welfare	3,000	0.9%	3,000	0.9%	0	100.0%
	Utility bill	5,226	1.6%	5,226	1.5%	0	100.0%
	Others	12,858	4.0%	12,858	3.8%	0	100.0%
Opportunity cost of charging	2,190	0.7%	47,424	13.8%	45,234		
Total	319,903	100.0%	342,603	100.0%	22,700	107.1%	

주 : 2014년도 현재가 기준

<표 19> 민감도 분석 결과 (충전손실비용 포함)

<Table 19> Sensitivity analysis results (Opportunity cost by charging time is included)

(Unit : Thousand won)

Scenario	Contents	Net Value	30% increasing of electricity price	Increasing charger (Decrease accessing distance to charger 5.75→2.2km)	Promoting battery performance (Range 200km)	Decreasing LPG fuel price 20%
Standard	LPG taxi	319,903	319,903	319,903	319,903	305,551
1th	EV taxi (With subsidy)	342,603	346,359	335,307	322,539	342,603
	Difference (1th - standard)	22,700	26,456	15,404	2,636	37,052
	Rate (1th ÷ standard)	107.1%	108.3%	104.8%	100.8%	115.9%

<표 20> LPG택시와 전기택시 생애주기비용 비교 (충전손실비용 제외)

<표 20> Comparison of Life cycle cost between LPG taxi and electric taxi (Opportunity cost by charging time is excluded)

(Unit: Thousand won)

Item	LPG fuel taxi		Electric vehicle taxi		Difference (2)-(1)	Rate (2)÷(1)	
	Cost (1)	Portion	Cost (2)	Portion			
Transportation cost price	Fuel	57,342	17.9%	12,534	4.2%	-44,808	21.9%
	Personnel	148,098	46.3%	148,098	50.2%	0	100.0%
	Employee welfare	15,762	4.9%	15,762	5.3%	0	100.0%
	Maintenance	10,776	3.4%	17,994	6.1%	7,218	167.0%
	Battery	0	0.0%	13,000	4.4%	13,000	
	Vehicle	18,415	5.8%	19,900	6.7%	1,485	108.1%
	Charger	0	0.0%	571	0.2%	571	
	Insurance	23,664	7.4%	23,664	8.0%	0	100.0%
Administrative expense	Accident	738	0.2%	738	0.3%	0	100.0%
	Personnel	21,834	6.8%	21,834	7.4%	0	100.0%
	Employee welfare	3,000	0.9%	3,000	1.0%	0	100.0%
	Utility bill	5,226	1.6%	5,226	1.8%	0	100.0%
Others	12,858	4.0%	12,858	4.4%	0	100.0%	
Opportunity cost of charging	2,190	0.7%	0	0.0%	-2,190		
Total	319,903	100.0%	295,179	100.0%	-24,724	92.3%	

주 : 2014년도 현재가 기준

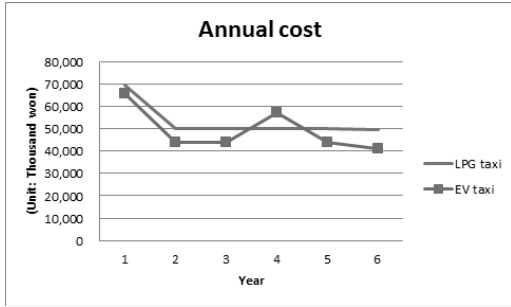
충전 손실비용을 운송원가에 반영하지 않는 경우의 LPG택시와 전기택시의 연차별 비용은 <표 21> 및 <그림 1>과 같이 배터리 교체가 발생하는 4년차에는 전기택시가 LPG택시보다 6,669천원 높다.

<표 21> 전기택시 연차별 비용(충전손실비용 제외)

<Table 21> Annual cost of EV taxi(Opportunity cost by charging time is excluded)

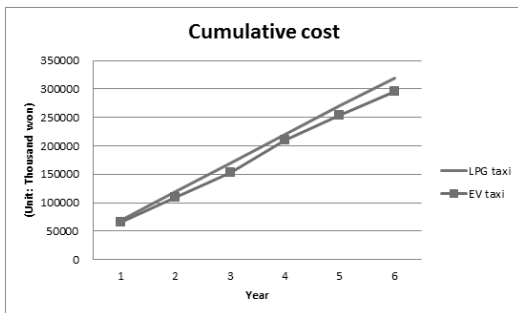
(Unit: Thousand won)

Year	Annually cost			Cumulative cost		
	LPG taxi	EV taxi	Benefit	LPG taxi	EV taxi	Benefit
1st	69,531	65,594	-3,937	69,531	65,594	-3,937
2nd	50,248	43,917	-6,331	119,779	109,511	-10,268
3rd	50,248	43,917	-6,331	170,027	153,428	-16,599
4th	50,248	56,917	6,669	220,275	210,345	-9,930
5th	50,248	43,917	-6,331	270,523	254,262	-16,261
6th	49,380	40,917	-8,463	319,903	295,179	-24,724



<그림 1> LPG 택시와 전기택시 연차별 비용 비교 (충전손실비용 제외)
 <Figure 1> Comparison of annual cost between LPG taxi and EV taxi (Opportunity cost by charging time is excluded)

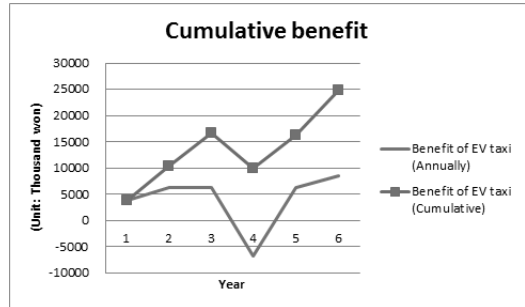
LPG택시와 전기택시의 연차별 비용을 누적한 생애주기총비용 곡선은 <그림 2>와 같이 운영 첫해부터 전기택시가 LPG택시보다 낮다. 배터리 예상교체시기(4년차)에서는 비용 감소로 인한 총비용 감소폭이 줄어들다 5년차부터 다시 증가한다.



<그림 2> LPG택시와 전기택시의 누적 비용 비교 (충전손실비용 제외)
 <Figure 2> Comparison of cumulative cost between LPG taxi and EV taxi (Opportunity cost by charging time is excluded)

전기택시의 각 년도 절감액 및 누적 절감액은 <그림 3>과 같이 1년차부터 LPG택시 대비 비용 절감효과가 발생하며 배터리 교체 예정시점(4년차)에 감소하고 5년차에 다시 증가하는 형태를 나타낸다.

민감도 분석결과 <표 22>와 같이 충전시간을 식



<그림 3> 전기택시의 연차별 및 누적 절감 비용 절감액 (충전손실비용 제외)
 <Figure 3> Cumulative benefit of EV taxi (Opportunity cost by charging time is excluded)

사나 휴식시간으로 이용하므로 택시기사의 손실비용으로 계상하지 않는 2안의 경우 차량과 충전기에 정부보조금이 지급되는 현재 기준에서 전기택시가 총비용에서 24,724천원이 저렴하고 LPG대비 92.3% 수준이다.

전기료가 30% 인상되면 전기택시가 총비용에서 20,968천원 저렴하고 LPG 대비 93.4% 수준이다. 또한 절감액이 현재 기준 절감 비용(24,724천원) 대비 3,756천원 감소한 20,968원이 되고 현재기준 절감비용의 84.8% 수준으로 낮아진다.

충전기가 확대되어 충전소로 접근하는 접근거리가 단축(5.75 → 2.2km)되면 전기택시가 24,724천원 저렴하고 LPG택시 대비 92.3% 수준으로 낮아진다. 또한 현재 기준 절감 비용(24,724천원) 대비 절감액은 변화가 없다. 이는 충전 손실비용을 비용으로 계상하지 않고 있기 때문에 개선효과로 반영되지 않는 것이다.

배터리 성능이 1회 주행으로 200km 주행하는 수준으로 향상되면 전기택시가 24,724천원 저렴하고 LPG택시 대비 92.3% 이다. 또한 현재 기준 절감 비용(22,534천원) 대비 절감액은 없다. 이는 충전 손실비용을 비용으로 계상하지 않고 있기 때문에 개선효과도 반영이 되지 않는 것이다.

외부요인으로 LPG의 가격이 20% 인하되면 전기택시가 10,372천원 저렴하고 LPG택시 대비 96.6% 이다. 또한 절감액이 현재 기준 절감 비용(24,724천

원) 대비 14,352천원이 감소한 10,372원이 되고 현재 기준 절감비용의 42.0% 수준으로 낮아진다.

차량보조금(중앙정부 1,500백만원, 지자체 500만원) 및 충전기 보조금(중앙정부 700만원)이 없는 경우에는 민감도분석 시나리오 2안처럼 충전 손실비용을 운송원가에 비용으로 계상하지 않더라도 전기택시의 총비용이 LPG택시보다 높다. 이는 전기택시에 정부의 보조금이 지급되어야 택시 운송사업자 입장에서 타당성이 있음을 의미한다.

전기택시와 관련된 중요 변수에 대한 민감도 분석결과 충전 시간을 손실 비용으로 처리하지 않는 경우(2안) 총비용 절감액이 10,372 ~ 24,724천원이다. 현재 국내에서 택시의 보험은 대인, 대물 피해 보상만 가입이 되고 자차, 자손의 경우는 보험 가입이 되지 않는다. <표 8>과 같이 유지비에 교통사고 택시의 자체 수리비용이 반영되어 있더라도 차량 가격이 4,200만원인 전기택시에 자기 부담 교통사고가 발생할 경우 편익이 급감하거나 편익을 초과하는 비용이 발생 할 수도 있어서 교통사고는 전기택시 도입에 대한 위험요소(Risk)가 된다. 전기택시 사업자는 교통사고 예방을 위하여 택시기사의 배

치, 안전 교육에 노력하여야 한다.

V. 결론

본 연구는 운송원가 방식으로 집계된 총비용 비교를 통해서 국내에 전기택시를 도입하는 방안에 대하여 택시회사의 관점에서 사업성을 분석하였다. 본 연구결과와 요약은 다음과 같다.

첫째, 차량과 충전기에 보조금이 지급되는 현재의 기준에서 전기택시의 6년간 총비용은 LPG택시 대비 22,700천원(107.1%) 높아서 사업성이 낮은 것으로 분석되었다. 항목별로는 연료비가 LPG 대비 21.9%로 저렴한 반면 차량과 연동되는 차량유지비는 167%, 차량 가격은 108.1%로 분석되었고 전지자동차의 특성으로 배터리 교체비용, 충전 손실비용이 발생하였기 때문이다.

둘째, 민감도 분석결과 정부의 민감도 분석 시나리오 1안처럼 보조금이 지급되더라도 충전시간으로 인한 영업 손실로 인하여 분석 시나리오의 어떠한 조건에서도 전기택시의 사업성이 낮았다. 그러나 충전시간을 택시기사의 식사, 휴식시간 등으로 활

<표 22> 민감도 분석 결과(종합)
<Table 22> Integrated sensitivity analysis results

(Unit: Thousand won)

Scenario	Contents	Net Value	30% increasing of electricity price	Increasing charger (Decrease accessing distance to charger 5.75→2.2km)	Promoting battery performance (Range 200km)	Decreasing LPG fuel price 20%
Standard	LPG taxi	319,903	319,903	319,903	319,903	305,551
1th	Electric taxi (With subsidy)	342,603	346,359	335,307	322,539	342,603
	Difference (1th - standard)	22,700	26,456	15,404	2,636	37,052
	Rate (1th ÷ standard)	107.1%	108.3%	104.8%	100.8%	115.9%
2nd	Electric taxi (with subsidy + Losing cost by charging is excluded)	295,179	298,935	295,179	295,179	295,179
	Difference (2nd - standard)	-24,724	-20,968	-24,724	-24,724	-10,372
	Rate (2nd ÷ standard)	92.3%	93.4%	92.3%	92.3%	96.6%

용하는 조건(시나리오 2안)으로 경우 영업 손실비용으로 계상하지 않으므로 사업성이 발생하였다.

전기택시 활성화를 위해서는 택시 기사와 행태에 맞추어 기사 식당 등에 충전기를 배치하는 전략이 필요함을 의미한다. 내부요인으로 전기료가 인상되던지 외부요인으로 LPG가격이 인하되면 비용 절감 효과가 낮아진다. 또한 자차, 자손 보험의 가입이 안 되는 국내 택시의 경우 교통사고가 발생하면 편익이 급감하거나 비용 절약 분을 초과하는 사고 처리비용이 발생할 수 있어서 전기택시 도입에 대한 위험요소(Risk)가 된다. 정부 보조금이 지급되더라도 충전으로 인한 영업 손실을 비용으로 계상할 경우에는 타당성이 낮고 비용으로 계상하지 않을 경우에는 타당성이 있기 때문에 현재의 기술, 차량 가격에서는 전기택시에 대하여 정부 보조금이 지급되어야 함을 의미한다.

셋째, 전기택시의 총비용은 절감된 연료비를 충전하는 동안 운영을 못하는 영업 손실비용으로 상쇄시키는 구조이다. 따라서 연료비와 충전 손실비용에 대하여 지속적인 실증연구가 필요하다. 본 연구에 사용된 연비는 운행 후 1년 미만의 신차에서 확인된 결과이다. 전기택시에 탑재된 리튬-이온 배터리는 시간이 경과하면서 열화현상에 의한 성능 저하가 일어나므로 전기택시에 대한 정확한 타당성 검토를 위해서는 운행 후 수년이 경과하여 배터리 성능이 낮아진 전기택시에서 수집된 연비와 차량유지비, 사고보상비, 배터리 교체 시기 등에 대한 실적자료에 근거한 추가 연구와 본 연구 결과와의 비교가 필요하다. 그리고 최근 서울시에서 운영을 개시한 하이브리드 택시 등 다른 친환경자동차와의 사업성을 비교한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 충전으로 인한 영업 손실비용을 비용으로 계상하지 않는 조건에서 전기택시의 총비용이 LPG택시보다 낮아서 타당성이 있는 것으로 분석되었다. 전기택시 활성화를 위해서 충전 시간을 영업 손실로 계상하지 않는 조건(예: 기사식당에 충전기 설치, 전기택시 충전 시간 관리 등)에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 국토교통부의 u-City 인력양성사업으로 지원되었습니다.

REFERENCES

- [1] Jung, J., Chow, JY J, Jayakrishnan, R., and Park, J Y., "Stochastic dynamic itinerary interception refueling location problem with queue delay for electric taxi charging station", *Transportation Research Part C40* pp.123-142, 2014
- [2] Park Ji-Young, "Current state of Electric vehicle development and Electric taxi operating in domestic and foreign", 4th *Daejeon Transportation Forum Discussion book*, Daejeon Metropolitan city, pp.8~11, Oct. 2014
- [3] etnews, "Seoul · Jeju · Daejeon is concentrating electric taxi profit model", <http://www.etnews.com/20141022000195>, 2014.10.22.
- [4] Gao, H., O., Kitiiratragarn, V., "Taxi owner's buying preference of hybrid-electric vehicles and their implications for emissions in New York City", *Transportation Research Part A* 42 (2008) pp.1064-1073
- [5] Ning, G., Zhen, Z., Wang, P., Li, Y., Yin, H., "Economic Analysis on Value Chain of Taxi Fleet with Battery-Swapping Mode Using Multiobjective Genetic Algorithm", *Mathematical Problems in Engineering*, 2015
- [6] Cai, Y., Wang, H., Ye, Q., Ouyang, M., "Analysis of Two typical EV Business Models Based on EV Taxi Demonstrations in China", *International Battery, Hybrid and Fuel cell electric Vehicle Symposium*, pp.17-20, EVS 27 Barcelona, Spain, Nov. 2013
- [7] Sellmair, R., Hamacher, T., "Optimization of Charging Infrastructure for Electric Taxis", *Transportation Research Record: Journal of the*

- Transportation Research Board*, no. 2416, pp.82-91, 2014
- [8] Carpenter, T., Curtis, A.R., Keshav, S., "The return on investment for taxi companies transitioning to vehicles-A case study in San Francisco, *Transportation* (2014) 41, pp.785-818
- [9] Kim, S.Y., Hwang, J.D., Lee, S.C., Lim, J.H., Song, K.B., "A study on the alternative for Activating Adaptation and Diffusion of EV Taxi in seoul", *Conference of The Korea Institute of Electric Engineers*, pp.492-493, July 2013
- [10] Daejeon Techno Park, "A feasibility study on electric vehicle taxi pilot project on Daejeon city", *The cooperative project report of Daejeon city and Research institute 2013*, pp.9-18, Sep. 2014
- [11] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "A manual for life cycle cost analysis and evaluate", pp.2-7, Dec. 2008, (www.mltm.go.kr)
- [12] Daejeon City. "Standard transport cost price report of taxi for fare in Daejeon city", pp.52-75, Nov. 2012

〈 저자 소개 〉



한 대 회 (Han, Daehee)

2012년 2월 : 성균관대학교 박사과정 수료(u-City공학 전공)
 2007년 8월 : 서울시립대학교 도시과학대학원 공학석사(교통관리전공)
 1996년 2월 : 한양대학교 교통공학과 공학사
 2004년 7월 ~ 현 재 : 대전광역시청 교통정책과 교통전문연구실 연구원
 2001년 1월 ~ 2004년 7월 : (주)유신코퍼레이션 교통시설연구실
 1995년 11월 ~ 2001년 1월 : (주)선진엔지니어링종합건축사사무소 교통계획부
 e-mail : dhhan@korea.kr / 연락처 : 042) 270-5716



안 용 준 (Ahn, Yongjun)

2006년 8월 : Univ. of Florida 도시및지역계획과 석사(도시계획전공)
 2003년 2월 : 한동대학교 건설환경공학과 학사
 2011년 2월 ~ 현 재 : 한국과학기술원 건설및환경공학과 박사과정
 2008년 5월 ~ 2011년 2월 : (주)SK건설 도시개발전략수립팀 및 연구소
 2007년 7월 ~ 2008년 5월 : (주)서영엔지니어링 도시계획부
 2004년 1월 ~ 2007년 6월 : Univ. of Florida 연구조교 및 연구원
 e-mail : ayj826@kaist.ac.kr / 연락처 : 042) 350-3674



여 화 수 (Yeo, Hwasoo)

2008년 UC Berkeley 토목환경공학과 박사 (교통공학 전공)
 2004년 UC Berkeley 토목환경공학과 석사
 1996년 서울대학교 토목공학과 학사
 2009년 7월 ~ 현 재 : 한국과학기술원 건설및환경공학과 부교수 (교통전공)
 2009년 2월 ~ 2009년 7월 : UC Berkeley, California PATH, 박사후 연구원
 e-mail : hwasoo@kaist.ac.kr / 연락처 : 042) 350-3634

사 진