

버스이용환경이 이용자의 스트레스에 미치는 영향: 대전시를 사례로

이재영¹·박진희^{2*}

¹대전발전연구원 도시기반연구실, ²한국해양대학교 물류시스템공학과

The Impact of the Bus Use Environments on Users Stress: The Case of Daejeon City

LEE, Jaeyeong¹ · PARK, Jin Hee^{2*}

¹Department of Urban and Transportation, Daejeon Development Institute, Daejeon 34863, Korea

²Department of Logistics, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

Abstract

This study analyzed that the impact of the bus use environment on users' stress in each step of bus use, from accessing to leaving to transfer, in the city of Daejeon. For this, we collected the stress data from 300 users using personal interviews at the bus stops and on-board bus. Also, we used factor analysis and structural equation model method for analysis of the impact of external and internal bus environments on stress of users. The results of this study showed that the highest stress impact factor was an onboard factor($\beta=.416$) including 'density and crowding', 'no seat to seat' and 'low ride comfort and safe'. The next stress impact factor was transfer factor including 'insufficient transfer information', 'lack of connectivity of bus and subway' and 'uncomfort transfer route'. From the above, we recommend that bus policies need to focus on not the supplier but users and also, this user based policy need to be more specified considering the characteristics of various users such as females, the elderly, irregular users, and so on.

본 연구는 대중교통 특히, 버스의 이용과정에서 이용자가 받는 외부 자극(이용환경)이 스트레스(육체적·정신적 부하)에 미치는 영향관계를 분석하였다. 이를 위해 요인분석 및 구조방정식모형(Structural Equation Model)을 이용하였으며, 대전 시내버스 이용자를 대상으로 자료를 수집하였다. 분석결과, 5개 변수 중 탑승혼잡요인이 버스 이용자의 스트레스에 가장 큰 영향을 주는 요인인 것으로 나타났으며($\beta=.416$), 다음으로 환승요인($\beta=.392$), 운영요인($\beta=.265$), 계절요인($\beta=.150$), 정류장시설요인($\beta=.090$)의 순으로 나타났다. 즉, 이용자의 스트레스는 시설과 운영의 양적인 요인보다는 질적인 서비스 수준 더 큰 관련성이 있는 것으로 분석된 바, 버스정책은 이용자 중심으로 전환되어야 할 것이다. 또한, 스트레스는 이용자특성(성별, 연령, 정기이용여부)에 따라 다르게 나타나므로 보다 세분화된 서비스 제고전략이 유효할 것으로 판단된다.

Keywords

bus use environment, characteristics of users, factor analysis, stress, structural equation model
버스이용환경, 이용자특성, 요인분석, 스트레스, 구조방정식모형

* : Corresponding Author
jinheep@kmou.ac.kr, Phone: +82-51-410-4337, Fax: +82-51-405-8822

Received 26 August 2015, Accepted 2 December 2015

서론

1. 연구의 배경 및 목적

대중교통 이용자들은 대중교통수단의 이용환경으로부터 다양한 심리적·육체적 스트레스를 받고 있으며, 스트레스는 대중교통수단의 선택과 이용률에 영향을 미친다(Wener et al., 2005). 예컨대, 통행시간이 길고 불편한 통행에서는 스트레스가 증가한다(Litman, 2011).

대중교통 이용환경과 수단선택의 관계에서 스트레스는 다음과 같이 매개된다. 즉, 대중교통 이용환경이라는 자극은 결국, 스트레스의 변화를 유발하고 그 결과로써 수단선택과 이용률이 나타나는 것으로 해석한다.

이를 대중교통 이용자의 관점에서 좀 더 엄밀하게 해석하면 대중교통의 이용률은 대중교통 이용환경이 아니라 대중교통 이용환경에 직면하거나 노출될 때 받는 스트레스에 영향을 받는다는 의미이다. 동일한 물리적 환경에서도 개인에 따라 스트레스의 정도는 다르게 인지되고 이로 인한 결과(수단선택, 이용률 등)도 다르게 나타나기 때문이다. 대중교통의 이용률과 관련된 연구에서 이용환경에 대한 직접적인 관련성보다는 스트레스라는 관점에서의 연구가 필요한 이유이다. 또한, 이용환경에 초점을 맞춘다면 개인이라는 매개체를 단순화 혹은 평균화함에 따라 분석 및 정책오류가 발생할 수 있는 위험성도 있다.

우리나라의 대중교통환경은 공급이 절대 부족하던 시대를 지나서 승용자동차와 경쟁하는 시대에 있기 때문에 대중교통의 질이 매우 중요해졌다. 따라서, 대중교통정책은 평균적 이용자보다는 개별적 이용자에 초점을 맞출 필요가 있으며 물리적 환경보다는 개인의사결정에 직접 영향을 미치는 지표를 분석할 필요가 있다.

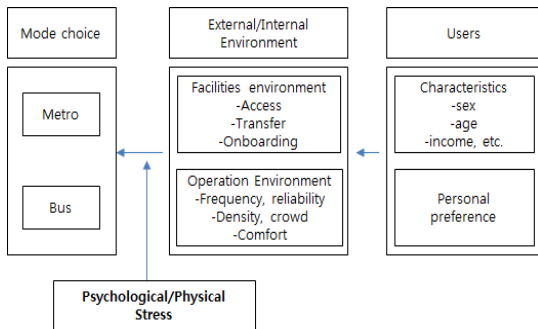


Figure 1. Environment and stress in steps of transit use

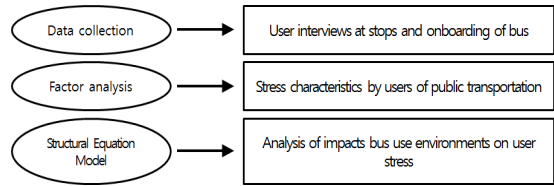


Figure 2. Data collection and study methods

이러한 관점에서 본 연구는 대중교통 특히, 버스의 이용과정에서 이용자가 받는 외부 자극(이용환경)이 스트레스(육체적·정신적 부하)에 미치는 영향관계를 분석하는데 목적이 있다.

2. 연구의 내용 및 방법

대중교통 이용환경이 스트레스에 미치는 쌍방향 영향 관계 분석을 위해 요인분석(Factor Analysis) 및 구조방정식모형(Structural Equation Model)을 이용하였다. 연구를 위한 자료는 대전시의 시내버스 이용자를 대상으로 정류장 및 버스탑승조사를 통하여 면접식 설문조사 방식으로 수집하였다. 다만, 환승단계에 관한 설문내용은 전철과의 환승부분을 포함하였다.

대중교통 이용환경과 스트레스

1. 이용환경 및 스트레스 관련 연구

대중교통 이용에 영향을 미치는 요소에 대한 연구는 그 동안 여러 가지 관점에서 많은 연구가 있었다. 이들 연구는 크게 3가지 방법으로 구분해 볼 수 있다.

첫째, 환경적 평가방법으로 물리적 여건을 변수화하여 이들의 영향을 분석한 연구들이다. 국내에서는 Lee (2013), Yang and Shon(2000), Kim et al.(2009), Kim and Choi(2010), Kim et al.(2013), Kim et al.(2008) 등의 연구가 있고, Ryan and Frank(2011), Kashfi, Bunker and Yigitcanlar(2014), Ozbil, Peponis and Bafna(2009) 등의 연구가 최근 연구이다.

Lee(2013)은 서울시 통근통행 자료의 분석을 통하여 주거밀도, 토지이용 혼합도, 보행 접근성이 짧을수록 통근통행에서 승용차보다 지하철을 이용할 확률이 높아진다고 분석하였다. 이러한 연구들에서 사용한 변수를

보면, Yang and Shon(2000)은 수평이동거리, 계단의 수, 에스컬레이터 여부, 환승횟수, 환승시간, 에스컬레이터 유무를 변수로 설정하였고, Kim et al.(2009)과 Kim and Choi(2010)는 차내시간, 외부보행거리, 실내보행거리, 계단수, 에스컬레이터를 변수로 활용하였다.

Ryan and Frank(2011)는 보행환경이 대중교통수요에 미치는 영향을 조사하였는데, 토지이용과 밀도 등을 반영한 보행지수를 이용하여 양의 영향관계가 있음을 밝혔다. Kashfi, Bunker and Yigitcanlar(2014)는 서비스빈도, 통행시간비, 경사요인 등을 요인으로 분석하여 서비스빈도와 밀도가 양의 관계에 있으며 통행시간 비율(버스승차시간/승용자동차승차시간)과 음의 관계가 있음을 밝혔다. Ozbil, Peponis and Bafna(2009)는 대중교통수단까지의 연결성과 접근성이 밀도보다 더 큰 영향이 있음을 밝혔다.

둘째, 심리적 평가요소인 만족도, 스트레스 등을 이용한 연구이다. 대중교통 만족도에 미치는 영향요소를 도출한 연구로는 Kim and Kang(2014), Cho et al.(2012), Kim and Mun(2008), Hong et al.(2010) 등이 있다. Kim and Kang(2014)는 시내버스 만족요인을 경제성, 편리성, 안전성 요인으로 구분하여 분석한 결과, 안전성, 편리성, 경제성 순으로 영향이 있는 것으로 분석하였다. Choo et al.(2012)는 대중교통 이용자 만족도에 미치는 요인분석을 통하여 성별, 연령, 소득, 직업, 학력 등 응답자 특성과 지역, 주이용교통수단, 교통카드 이용, 통행목적 등이 이용자 만족도에 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Kim and Mun(2008)는 시내버스의 종합만족도에 미치는 서비스의 질적 요인은 동조성, 접근용이성, 신뢰성, 유형성, 능률성 등으로 분석하고 제시하였다. Hong et al.(2010)는 이용자 이동단계를 고려한 중앙버스전용차로 서비스 평가모형을 개발하고, 이동단계, 환승단계, 접근단계의 순으로 서비스 만족도에 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 또한, Kim et al.(2013)는 버스 이용자의 관점에서 서비스평가모형을 개발하였는데, 이용자 접근시간, 구간통행시간, 차내 혼잡수준, 교통법규 및 운행규정 위반여부 등을 비용함수로 정량화하여 노선 및 정류소별 이용자 서비스수준을 평가하였다.

한편, 심리적 요소와 관련된 연구는 대부분 만족도를 이용한 연구인데 비해 Park(2013)은 생체지표를 활용한 스트레스 평가방법을 제시하고, 스트레스의 요인별

특성을 분석하였다. 대중교통 이용시 승차, 환승, 접근, 대기 순으로 스트레스가 많은 것으로 분석하고, 차내 혼잡도, 통행시간, 급정차 등에 따른 스트레스의 정도를 파악하였다. Cantwell, Caulfield, O'Mahony(2009)는 더블린시를 대상으로 대중교통으로 통근통행시 유발되는 스트레스를 분석하였는데, 혼잡도와 서비스의 불안정성, 긴 배차간격 등에서 스트레스지수가 높다고 분석하였다. O'Regan and Buckley(2003)는 스트레스가 통행목적에 따라 다르게 나타남을 밝혔는데, 통근통행시 스트레스 수준이 높다는 것으로 분석했다. Evans and Stecker(2007)는 환경적 영향에 관한 다양한 연구를 수행했는데, 교통혼잡, 불안정한 서비스 등이 스트레스를 유발하며 이 들 요소는 대중교통이용에 부정적 요소로 작용한

Table 1. Literature review and influence factors

	Researchers	Influence factors considered
Physical environmental Factors	Ryan et al.(2011)	Pedestrian environment around transit Stops relates with transit ridership
	Kashfi et al.(2014)	Service frequency, Travel time ratio, Topographic grade factor
	Ozbil et al.(2009)	Street connectivity, Length
	Lee K. H.(2013)	Residential density, Mix of land use, Accessibility of walk
	Yang C. H, Son E. Y.(2000)	No of transfer, Time of transfer, Escalator
	Kim H. R. et al.(2009), Kim H. B., Choi J. H.(2010)	In vehicle time, Walking distance at outside, Walking distance at inside, No of stairs, Escalator
	Kim W. G et al. (2013)	Access time, Waiting time, Congestion, Accidents, travel time, in vehicle crowding etc.
Psychological Factors	Kim J. H., Kang B. S.(2014)	Economy, Convenience, Safety, Waiting
	Chu S. H. et al.(2012)	Sex, Age, Income, Job, Education, mode, trip purpose
	Kim S. K., Mun I. K.(2008)	Accessibility, Reliability, Efficiency, Flexibility
	Hong Y. M. et al.(2010)	Move, Transfer, Access
	Park J. W.(2013)	Bio index(RRI mean, RR triangular index, LF/HF index)
	Cantwell et al.(2009), O' Regan et al.(2003), Evans et al.(2007)	Density, Reliability, Frequency, Trip Purpose
Others	Lee K. S. et al.(2014), Choi S. K. et al.(2013)	Rain, Temperature

다고 주장하였다.

셋째, 기타 연구로서 Lee et al.(2014), Choi et al.(2013) 등은 강우와 기후 등이 대중교통수요에 미치는 영향을 분석하기도 하였다.

이들 연구를 종합하면, 대중교통수단을 선택하는 의사결정요소는 대중교통 운영, 물리적 환경, 개인적 특성으로 구분되고, 측정척도가 거의 대부분 환경적 평가방법이나 만족도를 이용했다는 점이 한계로 지적된다.

환경적 평가방법은 “환경-스트레스인식-의사결정”이라는 구조에서 개인별로 다르게 반응하는 스트레스를 반영하지 못하는 한계가 있다. 또한, 만족도는 신체적 및 정신적 부하를 나타내는 스트레스 개념과는 정반대의 접근방식이어서 세부요인이 다를 수 밖에 없기 때문이다.

다만, 생체지표를 이용한 연구의 경우, 피험자가 1인 이거나(Park, 2013) 물리적 환경 및 이용환경을 구체적으로 세분화하지 못하였다(Cantwell et al., 2009; O'Regan et al., 2003; Evans et al., 2007)는 점이 한계로 지적된다.

2. 대중교통 이용환경과 스트레스 유형 및 요인

일반적으로 대중교통을 이용하는 단계는 접근, 대기, 승차, 환승 단계로 구분할 수 있는데, 대중교통 이용과정에서 심리적 불쾌감 및 육체적 고통 등의 스트레스를 겪게 된다. 좀 더 구체적으로 보면, 접근단계에서는 불편한 보행환경이나 사고우려가 스트레스 요인일 수 있으며, 대기단계에서는 정류장 시설환경, 계절적 요인, 대기시간 등이 영향을 미칠 수 있다. 또한, 승차 중에는 차내 혼잡도, 차내 쾌적성 등에 따라 불쾌감이 상승할 수 있으며, 환승 중에는 환승거리나 시간 그리고 계단 등에 의해서 스트레스를 받을 수 있다.

이러한 스트레스는 매우 다양할 뿐만 아니라 복잡하여 물리적 요인을 이용한 계량화가 매우 어려운 특징이 있다. 다만, 지금까지의 대중교통 이용과 관련된 조사를 통하여 논의된 일반적인 스트레스의 유형은 다음과 같다.

- 노선체계의 불합리 : 굴곡 및 중복노선, 과도한 환승
- 노선의 공급량 부적절 : 과밀 혹은 과소 노선
- 정시성 결여 : 배차간격 미 준수 및 신속성 저하
- 승하차 불편 : 승하차 불편, 좌석 부족, 정류장·역 무질서, 환승불편 및 무정차 통과 등

Table 2. Stress index by steps of bus use

	Index
Access	Uneven surface, Frequent car crash risk
Waiting	Inaccurate Information, small waiting area, Low and High temperature, Rain, Low reliability, Long waiting
boarding (get on/off)	Run for boarding, Disorder, Error of bus card, Give a seat to elderly people
Onboard	Crowded bus, Bad smells from bus, not clean bus, uncomfort
Transfer	Distance of transfer, Information, System of transfer route and facilities

- 차량서비스 불량 : 냉난방상태, 청소상태, 운전자의 난폭운전 및 불친절 등

본 연구에서는 대중교통을 버스로 한정하고, 이용자의 스트레스 유형을 고려하여 버스이용 단계별로 세분하여 적용하였다. 본 연구에서 구분한 이용단계와 스트레스항목은 다음과 같이 설정하였다.

구조방정식을 이용한 대중교통 이용환경과 스트레스간 영향관계 분석

1. 자료의 수집

대중교통 이용환경에 따른 이용자의 스트레스를 분석하기 위하여 버스 이용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 버스정류장에서 대기중인 이용자와 버스내에서 탑승중인 이용자에게 조사원을 이용한 면접식으로 진행하였다. 조사의 개요는 Table 3과 같다.

본 구에서 활용한 버스이용에 따른 스트레스 항목은 선행연구를 통하여 도출된 항목과 이용환경을 고려하여 연구자가 새롭게 추가한 항목으로 구성하였다. 조사된 스트레스 항목은 접근환경, 대기환경, 탑승환경, 승차중 환경, 환승환경 등 크게 5개 부문 27개 항목으로 구성하였다.

Table 3. Summary of survey

Date	3 September 2014 - 10 September 2014
Area	bus stops of Daejeon city
Survey contents	27 stress index
Survey target	Bus users
Sample size	300 response
Scale	7 Likert Scale

2. 기초분석

면접조사를 통하여 수집된 유효자료는 총 300명이었다. 수집된 자료는 성별, 연령별, 거주지역별, 버스이용형태별 등으로 구분하였는데, 버스이용 형태별 특성을 제외한 통계적인 특성은 큰 의미가 없다. 자료수집시 이러한 이용자특성의 균형을 고려하도록 하였기 때문이다. 따라서, 전체 모집단의 분포와는 별개로 해석되어야 한다.

1) 기초 통계

조사된 자료의 성별 분포는 남성 162명(54.0%), 여성 138명(46.0%)으로 구성되었다. 또한, 버스노선의 성격에 간선 263명(87.7%), 급행 14명(4.7%), 지선 23명(7.7%)이 조사되었다.

조사대상자의 연령별 분포는 10대 33명(11.0%), 20대 129명(43.0%), 30대 52명(17.3%), 40대 48명(16.0%), 50대 29명(9.7%), 60대 이상 9명(3.0%)로 나타났는데, 상대적으로 20대 이용자가 높게 나타났으며, 그 다음으로 30대, 40대 순으로 나타났다.

응답자의 거주지역은 대덕구 40명(13.3%), 동구 59명(19.7%), 중구 61명(20.3%), 유성구 72명(24.0%), 서구 68명(22.7%)로 나타나, 각 지역의 인구를 고려할 때 균형적으로 추출된 것으로 볼 수 있다.

마지막으로, 버스이용 형태별 이용자 분포는 통근 및 통학 등 정기적으로 버스를 이용하는 경우가 163명(54.3%), 업무, 쇼핑, 친교 등 비정기적으로 이용하는 응답자가 137명(45.7%)로 대체로 균등하게 표본이 추출된 것으로 확인되었다.

2) 항목별 평균 스트레스 결과

7점 리커트 척도를 이용하여 대중교통 이용시 받게 되는 27개 스트레스 항목에 대한 조사결과, 종합 스트레스 점수는 평균 3.58점으로 나타났다. 스트레스 점수는 항목별 편차가 있으나 전체적으로 중간 정도의 수준을 보였다. 이는 양적인 수준이 어느 정도 충족된 가운데, 서비스 질에 대한 스트레스이므로 극단적인 경우는 드물고, 대중교통 이용자는 이미 어느 정도 스트레스 환경을 받아들이고 있는 사람들이기 때문일 것으로 판단된다.

27개 스트레스 항목에 대하여 일표본 t-검정 결과, 모든 항목에서 유의확률이 0.000으로 나타났다. 따라

Table 4. t-test of stress scores

	N	mean	SD	S.E of Mean
stress	300	3.5832	.81191	.04688

Table 5. T-test and mean of stress index

Stress index	test value= 0			
	t	d.f	Sig	mean
x14. Give a seat to elderly person	50.728	299	0.00	4.897
x8. High temperature of stops in summer	46.910	299	0.00	4.493
x7. Low temperature of stops in winter	45.431	299	0.00	4.443
x12. Disorder in boarding	44.699	299	0.00	4.303
x11. Inaccurate stop of bus at stops	45.917	299	0.00	4.147
x15. High density of bus or crowding	45.976	299	0.00	4.097
x10. Long waiting by low frequency	44.116	299	0.00	4.087
x16. No seat by crowding and lack of seats	41.945	299	0.00	4.063
x27. Many stairs and not simple route	39.343	299	0.00	3.870
x17. Uncomfort when buses start and stop	39.521	299	0.00	3.687
x26. Inconvenient system of transfer route and facilities.	37.152	299	0.00	3.603
x6. Not clean stop facilities	35.936	299	0.00	3.453
x13. Error of smart card	33.410	299	0.00	3.453
x24. Long transfer distance	38.034	299	0.00	3.43
x23. Low travel speed	42.075	299	0.00	3.387
x25. No information for transfer	33.147	299	0.00	3.380
x22. Only one fare system	31.023	299	0.00	3.213
x5. Narrow stop space	35.043	299	0.00	3.200
x1. High crash risk with cars in a way to stop	38.448	299	0.00	3.183
x3. Long distance to bus stop from house	32.778	299	0.00	3.180
x18. Can not read a book or news paper	32.879	299	0.00	3.133
x20. Noise of aged bus	36.569	299	0.00	3.113
x4. Inaccurate bus arrival information	32.560	299	0.00	3.047
x21. Not kind drivers	32.388	299	0.00	3.02
x2. Uneven surface of walking route	35.791	299	0.00	2.960
x19. Not clean bus and bad smells	36.062	299	0.00	2.950
x9. Reliability(pass without stop)	31.257	299	0.00	2.893

서, 각 항목에 대한 응답자의 스트레스 정도는 이용자마다 다르다고 해석할 수 있어 자료를 활용하는데 문제가 없는 것으로 확인되었다.

27개 스트레스 항목 중 가장 높은 점수가 나온 항목은 x14(차내에서 노약자에게 양보를 해야 한다.)가

4.90점으로 나타났는데, 이는 학생들과 40대 이상의 승객으로 양분된 탑승자 분포에 기인한 것으로 판단된다. 따라서, 상대적으로 나이가 어린 학생들은 언제나 양보를 해야 하는 부담을 안고 있으며 이 것이 스트레스로 반영되었다고 볼 수 있다. 다음으로 높은 스트레스 항목으로는 x8(여름에 더워서 기다리는 것이 힘들다.)과 x7(겨울에 추워서 기다리는 것이 힘들다.)로 각각 4.49점, 4.44점으로 더위와 추위에 대한 대책이 거의 없는 정류장에서 승객들의 스트레스가 높다는 것을 알 수 있다.

반면, 스트레스점수가 낮은 항목은 x9(버스가 결행하거나 정차하지 않고 통과한다.)가 2.89점으로 나타나 준공영제가 실시된 이후로 운행에 대한 서비스불량은 개선된 것으로 판단된다.

3. 스트레스 요인에 대한 요인분석

스트레스 요인의 분석을 위해 탐색적 요인분석(EFA: Exploratory Factor Analysis)과 확인적 요인분석(CFA: Confirmatory factor analysis)을 실시하였다. 기존에 영향요인이 잘 알려진 경우에는 탐색적 요인분석없이 곧바로 영향관계를 확인할 수 있으나 본 연구와 같이 요인이 구체화되지 않는 경우에는 2가지 분석을 병행할 필요가 있다.

먼저, 탐색적 요인분석 결과, 편상관관계를 나타내는 편상관계수가 얼마나 작은지 검정하는 Kaiser-Meyer-Olkin는 0.828, Bartlett의 구형성 검정값은 0.000으로 요인분석을 하기에 적합한 것으로 나타났다.

C.R.(Critical Ratio)¹⁾값을 활용하여 모형내 변수 간 경로 및 구조 설정이 유의한 것으로 나타난 것이 최초 설정된 27개의 변수중 21개 였으며, 탑승혼잡요인, 접근및정류장요인, 환승요인, 운영요인, 계절요인 등 총 5개 요인으로 구분되었다. 5개 요인의 설명력은 58.8%로 나타났다. 요인분석의 추출은 주성분분석을 이용하였으며, VARIMAX 회전방식에 의해 요인을 추출하였으

Table 6. KMO and Bartlett test result

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.828
Bartlett's Test of Sphericity	Approx Chi-Square	2332.083
	df	210
	Sig.	.000

1) C.R. 값은 추정값을 표준오차로 나눈 값을 의미하는데, 양측검정에서 C.R. 값이 1.96보다 크면 유의수준 0.05에서 유의하고, 0.258보다 크면 0.01에서 유의한 것으로 판단한다.

Table 7. Component matrix^a of EFA

	component				
	1	2	3	4	5
x11	.706	.117	.115	.121	.177
x12	.734	.063	.066	.048	-.020
x15	.729	.076	.107	.189	.127
x16	.715	-.015	.043	.135	.223
x17	.535	.394	.283	-.107	.226
x1	.023	.714	.049	.241	.022
x2	.004	.775	.159	.152	.061
x5	.206	.570	.138	.203	.284
x6	.315	.608	.160	-.022	.301
x20	.379	.349	.437	-.106	.158
x23	.291	.250	.477	.117	-.071
x25	.038	.322	.697	.237	-.070
x26	.093	.070	.787	.189	.020
x27	.044	-.007	.733	.027	.192
x3	.018	.366	.261	.592	.045
x4	-.070	.121	.293	.761	.091
x9	.297	.244	-.049	.475	.060
x10	.172	-.159	.326	.547	.316
x13	.356	.163	-.076	.589	-.106
x7	.147	.211	.058	.045	.885
x8	.279	.176	.046	.116	.820
Factors	Onboard factor	Stop facilities factor	Transfer factor	Operation factor	Seasonal factor
Eigenvalue	3.099	3.614	2.518	2.140	1.977
% of Variance	14.758	12.445	11.992	10.190	9.414
% of Cumulative Variance	14.758	27.203	39.195	49.385	58.798

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 9 iterations.

며, 주적재치가 0.4이상인 경우를 선택하였다.

다음으로, 확인적 요인분석에서는 13개의 변수가 변인으로 채택되어 구조방정식에 활용하였다. 모형의 신뢰성은 표준화경로계수, 각 요인(잠재변수)의 개념신뢰성, AVE(추출된 분산평균, Average Variance Extracted) 값으로 판별하는데, 본 연구의 개념신뢰도는 탑승 혼잡요인 0.827, 정류장시설요인 0.704, 환승요인 0.762, 운영요인 0.801, 계절요인 0.716 등으로 신뢰성을 확보하였다.

Table 8. CFA and C.R values

	Path co-efficient	S.E.	Standardized path coefficient	C.R.	P
x11 ← Onboard factor	0.896	0.086	0.649	10.371	***
x15 ← Onboard factor	0.952	0.086	0.699	11.089	***
x16 ← Onboard factor	1.000		0.675		
x17 ← Onboard factor	0.975	0.090	0.684	10.875	***
x5 ← Stop facilities factor	0.935	0.073	0.792	12.764	***
x6 ← Stop facilities factor	1.000		0.805		
x20 ← Transfer factor	0.774	0.078	0.614	9.971	***
x25 ← Transfer factor	1.000		0.662		
x26 ← Transfer factor	0.892	0.089	0.621	10.077	***
x3 ← Operation factor	1.000		0.748		
x4 ← Operation factor	0.896	0.079	0.695	11.299	***
x8 ← Seasonal factor	1.000		0.921		
x7 ← Seasonal factor	0.935	0.058	0.844	16.261	***
stress ← e22	1.000				

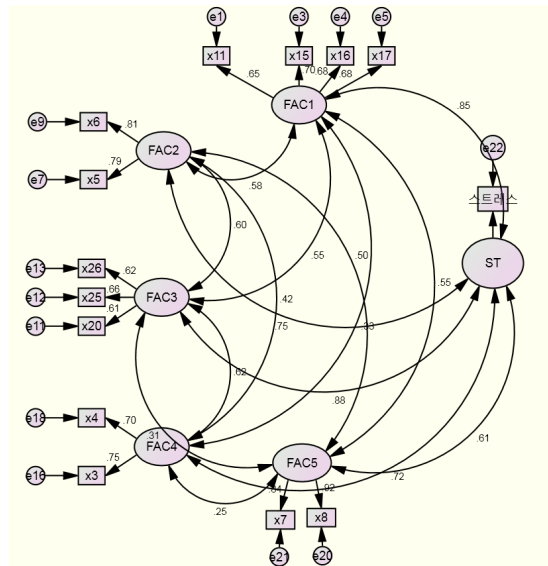
Table 9. Correlation, SMC and AVE

	Onboard factor	Stop facilities factor	Transfer factor	Operation factor	Seasonal factor
Onboard factor	[.544]	.174	.160	.152	.182
Stop facilities factor	.417	[.543]	.207	.199	.167
Transfer factor	.400	.455	[.516]	.200	.068
Operation factor	.390	.446	.447	[.668]	.077
Seasonal factor	.427	.409	.261	.277	[.558]

note) Diagonal: AVE
 Under diagonal: correlation coefficient
 Upper diagonal: square correlation coefficient

또한, AVE는 탑승 혼잡요인 0.544, 정류장시설요인 0.543, 환승요인 0.516, 운용요인 0.668, 계절요인 0.558 등으로 역시 신뢰성을 확보하였다. 그리고, 각 요인의 상관계수 제곱값이 AVE값보다 작아야 하는데, Table 9에서 제시된 바와 같이 모든 변인에서 상관계수의 제곱값이 AVE보다 작은 값을 가지므로 모형의 타당성을 확보하였다고 할 수 있다.

탑승혼잡요인에서는 x15의 설명력($\beta = .699$)이 가장



FAC1 : Onboard factor FAC2 : Stop facilities factor
 FAC3 : Transfer factor FAC4 : Operation factor
 FAC5 : Seasonal factor ST: stress

Figure 3. CFA results of stress

했으며, x12는 설명력이 낮아 제외되었다.

정류장시설요인에서는 x6($\beta = .805$)이 가장 설명력이 높았으며, x1, x2의 설명력이 낮아서 제외되었다. 환승요인에서는 x25($\beta = .662$)가 가장 높은 설명력을 나타냈고, 운용요인에서는 x3($\beta = .748$), 계절요인에서는 x8($\beta = .921$)이 가장 높은 설명력을 가지는 것으로 나타났다.

4. 구조방정식모형을 이용한 스트레스 영향관계 분석

1) 전체 모집단 분석결과

확인적 요인분석 결과를 이용하여, 대중교통 이용환경이 스트레스에 미치는 상호간 영향을 분석하기 위하여 총 스트레스를 관측변수로 하는 구조방정식모형(SEM: Structural Equation Modeling)을 구축하였다.

먼저, C.R.값 및 모형적합도 검증지표를 활용하여 모형의 적합성을 보면, C.R.값은 모형내 변수간 경로 및 구조 설정의 유의성을 보여 주고 있다. 또한, 모형의 적합는 χ^2 , RMSEA, RMR, GFI, NFI, CFI, TLI, IFI 등의 값을 이용하여 살펴볼 수 있는데, 각각 다음과 같다.

먼저, χ^2 (Chi-Squared Test: 카이제곱)을 검증하였다. χ^2 이란 데이터의 정규분포에 근거하여 연구 모형의 완전성을 검증하는 것인데, χ^2 값은 (표본크기-1)*F

Table 10. Fit indices and acceptable thresholds

Fit Index	Values	Acceptable thresholds	Validity
χ^2 (p)	236.034 (0.000)	-	accept(considering sample size)
χ^2 /df	3.747	2:1(Tabachnik and Fidell, 2007) 3:1(Kline, 2005)	accept
RMSEA	.096	Values less than 0.08(MacCallum et al., 1996)	accept
RMR	.166	Good models have small RMR (Tabachnik and Fidel, 2007)	good
GFI	.898	Values greater than 0.8-0.95	accept
AGFI	.831	Values greater than 0.95	accept
NFI	.895	Values greater than 0.8-0.95	accept
CFI	.920	Values greater than 0.9-0.95	good
TLI	.884	Values greater than 0.9-0.95	accept
IFI	.921	Values greater than 0.9-0.95	good

Source: Hooper, D., Coughlan, J., Mullen, M(2008)

로 결정되므로 표본크기에 매우 민감하여 동일한 모형이 표본크기에 따라 기각될 수도 혹은 채택될 수도 있다. 따라서 χ^2 검증 결과에 전적으로 의존하여 모형의 적합도를 판단할 수는 없다. 본 연구 역시 χ^2 값이 236.034로 다소 높지만 표본크기가 300개로 크기 때문에 활용에 문제가 없을 것으로 판단된다.

다음으로 절대적 적합지수인 RMSEA, RMR, GFI를 살펴보면 다음과 같다. RMSEA(Root Mean Square of Error Approximation: 근사원소 평균자승 오차)는 0.1 이하이면 양호한 것으로 보고 0.05 이하이면 매우 적합한 것으로 간주되는데, 본 모형에서는 0.096로 나타나 양호한 수준으로 나타났다. RMR (Root Mean Square Residuals: 원소 간 평균 차이), GFI (Goodness of Fit Index: 기초부합지수) 역시 모형의 해석에 무리가 없는 수치로 나타났다. 또한, 상대적 적합지수인 NFI, CFI, TLI, IF, NFI(Normed Fit Index: 표준부합지수) 역시 연구자에 따라 0.85-0.95 이상이면 우수한 것으로 보는데, 본 연구에서는 기준치에 근접하거나 우수한 것으로 나타났다. 따라서 대부분의 적합도 지수에서 기준치를 상회하거나 근접하여 모형

Table 11. C.R. value of SEM by total group

	Unstandardized path coefficient	S.E.	Standardized path coefficient	C.R.	P
stress ← Onboard factor	.298	.033	.416	9.082	.000
stress ← Stop facilities factor	.054	.023	.090	2.333	.020
stress ← Transfer factor	.272	.041	.392	6.568	.000
stress ← Operation factor	.171	.027	.265	6.234	.000
stress ← Seasonal factor	.080	.016	.150	5.082	.000

의 적합도는 전반적으로 우수한 것으로 나타났다(Table 10 참조).

앞서 분석한 모형의 결과를 해석하면 다음과 같다.

5개 변수 중 탑승혼잡요인이 가장 스트레스에 큰 영향을 주는 요인인 것으로 나타났으며($\beta=.416$), 다음으로 환승요인($\beta=.392$), 운영요인($\beta=.265$), 계절요인($\beta=.150$), 정류장시설요인($\beta=.090$)의 순으로 나타났다.

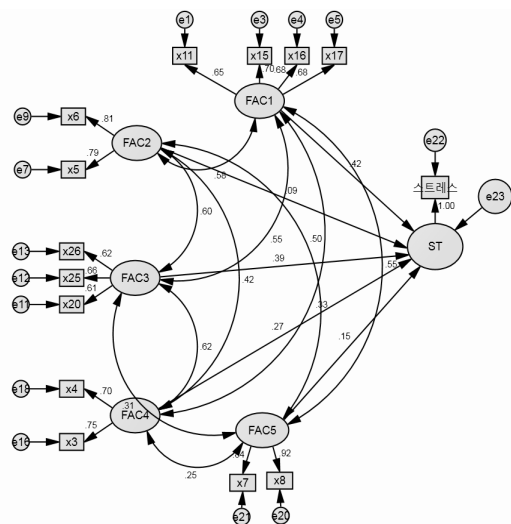
표준화된 대중교통이용 스트레스 = $0.416 \times \text{탑승혼잡요인} + 0.090 \times \text{정류장시설요인} + 0.392 \times \text{환승요인} + 0.265 \times \text{운영요인} + 0.150 \times \text{계절요인}$

비표준화된 대중교통이용 스트레스 = $0.298 \times \text{탑승혼잡요인} + 0.054 \times \text{정류장시설요인} + 0.272 \times \text{환승요인} + 0.171 \times \text{운영요인} + 0.080 \times \text{계절요인} + \epsilon$

탑승혼잡요인은 x11(버스의 정차위치가 부정확하여 우르르 뛰어가야 한다, $\beta=.649$), x15(버스가 너무 혼잡하여 불편하다, $\beta=.699$), x16(혼잡하거나 양보해야 해서 앉아서 가지 못한다, $\beta=.675$), x17(출발이나 정차, 주행시 승차감이 좋지 않다, $\beta=.684$) 등으로 x15의 설명력이 가장 높으며 4개 문항의 설명력은 비슷한 수준으로 나타났다. 즉, 버스 이용자들은 탑승 중에 가장 스트레스를 크게 받는데, 구체적으로 보면, 부정확한 정차위치, 버스의 혼잡함, 좌석의 부족함, 출발 및 정차 시 낮은 승차 등이다.

정류장시설요인은 x5(정류장 공간이 협소하여 기다리기 불편하다, $\beta=.792$), x6(정류장 시설이 깨끗하지 못하고 불편하다, $\beta=.805$) 등이 있는데, 이 중 x6의 설명력이 높아 공간의 협소함과 시설의 불청결함으로 인한 스트레스가 심함을 알 수 있다.

환승요인은 x20(버스가 너무 낡고 오래되어 덜컹거



FAC1 : Onboard factor FAC2 : Stop facilities factor
 FAC3 : Transfer factor FAC4 : Operation factor
 FAC5 : Seasonal factor ST: stress

Figure 4. Results of SEM

린다. $\beta = .614$) x25(갈아타는 버스나 전철에 대한 정보가 없다, $\beta = .662$) x26(갈아타는 버스나 전철이 부족하고 불편하다, $\beta = .621$) 등으로 나타났다.

운영요인에서는 x3(정류장이 집에서 멀어 힘들다. $\beta = .748$), x4(버스 도착정보가 부정확하다. $\beta = .695$) 중 x3의 설명력이 높게 나타났다. 즉, 집으로부터 정류장이 멀리 떨어져 있거나(노선 부족) 도착정보의 부족으로 인하여 스트레스를 받는 것으로 나타났다. 계절요인에서는 x7(겨울에 추워서 기다리는 것이 힘들다, $\beta = .844$), x8(여름에 더워서 기다리는 것이 힘들다, $\beta = .921$) 중 x8의 설명력이 높으며, 여름과 겨울의 온도에 상당한 스트레스를 받고 있음을 알 수 있다.

2) 성별, 정기/비정기 이용에 따른 스트레스 영향력

성별에 따른 각 요인의 스트레스에 대한 영향력을 검토한 결과, 남성과 여성 모두 정류장시설요인에서는 스트레스와의 통계적 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 그러나, 탑승혼잡요인과 환승요인은 남성에게 가장 스트레스를 가중시키는 요인인 것으로 나타났으며, 여성의 경우는 탑승혼잡요인과 운영요인이 가장 스트레스를 가중시키는 요인인 것으로 나타났다. 여성의 경우에 상대적으로 운영요인의 스트레스가 크며, 남성의 경우에는 계절적 요인에 대한 스트레스가 상대적으로 크게 나타났

Table 12. SEM by sex

			Male		Female		CFI		
			Unstandardized path coefficient	Standardized path coefficient	Unstandardized path coefficient	Standardized path coefficient			
stress	←	Onboard factor	.261	.378***	.392	.490***			
stress	←	Stop facilities factor	.033	.055	.026	.045			
stress	←	Transfer factor	.335	.459**	.212	.329***			
stress	←	Operation factor	.133	.196**	.222	.362***			
stress	←	Seasonal factor	.100	.173***	.064	.130**			
Validity criteria	$\chi^2(p)$	χ^2/df	RMR	RMSEA	GFI	AGFI	NFI	TLI	CFI
	$p > .05$	< 2.0	$< .05$	$< .08$	$> .9$	$> .9$	$> .9$	$> .9$	$> .9$
male	161.314 (.000)	2.561	.177	.098	.875	.791	.876	.882	.919
female	159.844 (.000)	2.537	.198	.106	.868	.780	.852	.859	.902

Table 13. SEM by regular/irregular users

			regular		irregular		CFI		
			Unstandardized path coefficient	Standardized path coefficient	Unstandardized path coefficient	Standardized path coefficient			
stress	←	Onboard factor	.306	.451***	.301	.374***			
stress	←	Stop facilities factor	-.018	-.034	.117	.166**			
stress	←	Transfer factor	.437	.533**	.231	.384***			
stress	←	Operation factor	.160	.239**	.137	.217***			
stress	←	Seasonal factor	.034	.061	.103	.200***			
Validity criteria	$\chi^2(p)$	χ^2/df	RMR	RMSEA	GFI	AGFI	NFI	TLI	CFI
	$p > .05$	< 2.0	$< .05$	$< .08$	$> .9$	$> .9$	$> .9$	$> .9$	$> .9$
regular	134.595 (.000)	2.136	.179	.084	.896	.827	.897	.915	.941
irregular	148.565 (.000)	2.358	.168	.100	.869	.781	.858	.871	.911

다. 따라서, 공통적으로 스트레스가 큰 요인은 물론 성별로 차이가 있는 항목에 대해서도 정책적 세분화가 필요할 것으로 판단된다.

한편, 정기/비정기 버스이용자에 대한 각 요인의 스트레스에 대한 영향력을 검토한 결과, 정기 이용자의 경우는 정류장시설요인과 계절요인은 통계적 유의성이 낮아 스트레스 요인이 되지 못하였다. 그러나, 비정기 이용자

의 경우는 모든 요인이 스트레스를 증가시키는 요인으로 작용하였다. 이는 정류장시설요인과 계절요인에 대하여 정기 이용자는 일상적이고 당연한 것으로 받아들이는 반면, 비정기 이용자는 불편에 익숙하지 않기 때문에 상대적으로 큰 불편을 느끼는 것으로 볼 수 있다. 반면, 탑승 혼잡요인과 환승요인은 정기/비정기 이용자에 관계없이 스트레스를 가중시키는 요인으로 나타났다.

따라서, 잠재적인 이용자들인 비정기 이용자들의 편의를 높이기 위해서는 정류장요인, 운영요인, 계절요인 등에서 스트레스를 받지 않도록 세심한 정책적 배려가 필요할 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 대중교통 특히, 버스의 이용과정에서 이용자가 받는 외부 자극(이용환경)이 스트레스(육체적·정신적 부하)에 미치는 영향관계를 분석하였다.

이를 위해 구조방정식모형을 이용하여 상호영향요인을 분석한 결과, 5개 변수 중 탑승혼잡요인이 스트레스에 가장 큰 영향을 주는 요인인 것으로 나타났으며($\beta = .416$), 다음으로 정류장시설요인($\beta = .392$), 운영요인($\beta = .265$), 계절요인($\beta = .150$), 정류장시설요인($\beta = .090$)의 순으로 나타났다. 세부 요인들 또한 유의미한 결과가 나타났다. 즉, 배차간격이나 탑승시 불안정성 등에 대한 스트레스는 기존의 연구결과와 유사하다. 그러나, 본 연구에서 새로이 밝혀진 유의미한 스트레스 요인도 많다. 예컨대, 버스 이용자들은 겨울과 여름에 춥거나 더운 정류장 환경에 대하여 매우 민감하며, 학생들의 경우, 양보에 대한 부담에 대해서도 스트레스를 크게 받고 있는 것으로 나타났다. 특히, 여성의 경우 혼잡한 탑승환경에서 무질서로 인한 스트레스를 크게 받고 있으며, 비정기 이용자는 정기 이용자들보다 정류장 시설과 계절요인에 대하여 민감하게 받아들이고 있는 것으로 나타났다.

이러한 요소들은 그 동안 대중교통정책에서 크게 고려되지 않았던 질적인 환경 및 심리적 요인에 해당한다. 즉, 버스관련 시설이나 운영의 양적인 요인보다는 쾌적함, 질서, 양보 등 질적인 항목들이 스트레스의 더 큰 요인으로 작용하고 있다는 의미이다.

따라서, 답보상태에 있는 버스 이용률을 높이기 위해서는 이용단계(예, 접근, 대기, 탑승)별로 이용자의 행태와 심리적 상태를 고려한 세분화된 서비스지표를 개발하고, 정책의 대상은 여성과 남성, 정기 이용자와 비정기

이용자, 학생과 고령자 등으로 세분화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 의의가 있다. 첫째, 본 연구는 스트레스 유발항목을 활용함으로써 물리적 이용 환경과 이용률간의 관계분석에서 오는 개인 이용자들에 대한 동일화 혹은 평균화의 오류를 개선하고 심리적 요인을 적극 활용했다. 둘째, 만족도와 대치되는 스트레스 개념을 도입하여 요인 및 상호관계를 분석함으로써 새로운 서비스항목(무질서, 양보에 대한 사회적 부담 등)을 개발하고 이의 영향관계를 분석하였다.

한편, 본 연구는 대전시의 이용자를 대상으로 조사한 표본의 한계가 있으므로 조사대상과 이용단계를 세분화할 필요가 있다. 또한, 스트레스 유발요인을 심리학적 관점에서 보다 정교하고 세밀하게 분석할 필요가 있다.

REFERENCES

- Cantwell M., Caulfield B., O'Mahony M. (2009), Examining the Factors that Impact Public Transport Commuting Satisfaction, *Journal of Public Transportation*, 12(2), 1-21.
- Choi S. G., Rhee J. H., Oh S. H. (2013), The Effect of Weather Conditions on Transit Ridership, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 33(6), 2447-2453.
- Choo S. H., Lee H. S., Kang D. S. (2012), Analyzing Factors Affecting Satisfaction of Public Transit Users, *Seoul Studies*, 13(3), 65-78.
- Evans G. W., Wener R. E. (2007), Crowding and Personal Space Invasion on the Train: Please Don't Make Me Sit in the Middle, *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 90-94.
- Hong Y. M., Yoon S. H., Son Y. T., Won J. M. (2010), A Development of Service Evaluation Model for Moving Process of User in Median Bus Lane, *Soul Studies*, 11(2), 197-218.
- Hooper D., Coughlan J., Mullen M. (2008), Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit, *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- Kashfi S., Bunker J. M., Yigitcanlar T. (2014), Effects of Transit Quality of Service Characteristics on

- Daily Bus Ridership, Transportation Research Board 94th Annual Meeting Compendium of Papers, Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., This file was downloaded from: <http://eprints.qut.edu.au/80275/>
- Kim H. B., Choi, J. H. (2010), Modelling of Transfer Impedance of Urban Rail Station, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, 30(1D), 11-15.
- Kim H. R., Kim H. B., Oh J. H., Choi J. H. (2009), A Study of Transfer Impedance of KTX and Rail Stations, J. Korean Soc. Transp., 27(5), Korean Society of Transportation, 189-194.
- Kim J. H., Kang B. S. (2014), Structural Analysis of the Urban Bus Satisfaction Factors in Metropolis, Journal of the Korean Urban Management Association, 27(2), 287-306.
- Kim M. S., Seo I. K., Park S. M., Nam G. M. (2008), The Satisfaction Degree of Public Transportation for the Mobility Handicapped, CIVIL EXPO 2008, Korean Society of Civil Engineers, 10-13.
- Kim S. K., Mun I. K. (2008), Analysis on the Quality of Public Transportation Service Affecting the Overall Level of Satisfaction -focused on Dae-Jeon Metropolitan Bus Service-1, J. Korean Regional Development Association, 20(1), Korean Regional Development Association, 187-206.
- Kim W. G., Roh C. G., Son B. S. (2012), Service Evaluation Models from Transit Users' Perspectives, J. Korean Soc. Transportation, 30(1), 149-159.
- Lee B. J., Kim J. G., Kim K. S., Oh S. H. (2008), Stated Preference Analysis of the Impacts of Bus Crowdedness Information on Bus Choice, J. Korean Soc. Transp., 26(6), Korean Society of Transportation, 61-70.
- Lee J. Y. (2014), Analysis of Factors on bus users stress in Daejeon City, Daejeon Development Institute.
- Lee K. S., Eom J. K., You S. Y., Min J. H., Yang K. Y. (2014), The Impact of Rain on Public Transit Ridership in Seoul, Proceedings of 2014 Spring Conference & Annual Meeting of the Korean Society for Railway, 252-257.
- Lee K. W. (2013), Impacts of Neighborhood's Land Use and Transit Accessibility on Residents' Commuting Trips - A Case study of Seoul, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 14(9), 4593-4601.
- Litman T. (2011), Valuing Transit Service Quality Improvements Considering Comfort and Convenience In Transport Project Evaluation, Victoria Transport Policy Institute, 2.
- O'Regan B., Buckley F. (2003), The Psychological Effects of Commuting in Dublin, Centre for Research in Management Learning and Development Working Paper Series 2003, DCU.
- Park J. U., Moon J. W., Ahn G. G. (2010), Developing a Quantifying Methodology for Stress From Public Transportation Use, The Korea Transport Institute, 69.
- Ryan S., Frank S. (2009), Pedestrian Environments and Transit Ridership, Journal of Public Transportation, 12(1), 50-51.
- Wener R., Evans G. W., Boately P. (2005), Commuting Stress: Psychological Effects of a Trip and Spillover Into the Workplace, Transportation Research Board 1924/2005: 112-117.
- Yang C. H., Sun U. Y. (2000), Estimation of Transfer Related Values of Seoul Subway Users Using Stated Preference and Revealed Preference Analyses, J. Korean Soc. Transp., 18(4), Korean Society of Transportation, 19-30.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제73회 학술발표회에서
발표된 내용을 수정 · 보완하여 작성된 것입니다.

- ☞ 주 작성자 : 이재영
- ☞ 교신 저자 : 박진희
- ☞ 논문투고일 : 2015. 8. 26
- ☞ 논문심사일 : 2015. 11. 19 (1차)
2015. 12. 2 (2차)
- ☞ 심사판정일 : 2015. 12. 2
- ☞ 반론접수기한 : 2016. 4. 30
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필