

■ 論 文 ■

유료도로 연계이용에 있어서 요금할인이 이용수요에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on Effect in Demand by a Discounted Charge for Continuous Use on Toll Roads

정 현 영
(부산대학교 도시공학과 교수)

이 정 호
(부산대학교 석사 졸업)

김 장 규
(주)Mybi 기획팀 팀장)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - 2. 선행 연구와 연구방법
- II. 유료도로의 현황
- III. 조사의 개요
- IV. 유료도로 연계이용 수요예측
 - 1. 유료도로 연계이용 선호도 분석
 - 2. 유료도로 연계이용 수요예측모형
 - 3. 유료도로 연계이용 이용률 산정
- V. 유료도로 연계이용에 대한 요금 산정
 - 1. 연계이용 할인율에 따른 선호도 분석
 - 2. 연계이용에 대한 적정 할인율 산정
 - 3. 연계이용 할인율의 민감도 분석
- VI. 결론
참고문헌

Key Words : 유료도로, 연계이용, 교통혼잡비용, 이용수요예측 모형, 민감도

A toll road, Continuous use, Traffic congestion costs, Disaggregate demand forecasting model, Sensitivity

요 약

우리나라의 대도시는 차량의 증가에 따른 교통혼잡의 발생으로 엄청난 비용을 교통혼잡비용으로 지불하고 있다. 교통혼잡비용의 손실을 줄이고, 도시 내의 소통의 원활화를 위하여 도로시설의 공급에 노력하고 있으나, 도시의 지형·구조상의 특징으로 인하여 터널, 교량 등의 유료도로시설이 많아질 수밖에 없다. 도시 내에 유료도로의 수가 많아지면 도로 이용자의 요금부담은 커지게 되고, 유료도로의 이용을 꺼리게 된다. 따라서 본 연구에서는 이를 해결하기 위한 한 가지 방법으로 유료도로의 연계이용시 할인요금 적용에 대하여 검토해 보고자 한다. 본 연구는 유료도로 연계이용에 따른 할인 요금제가 이용수요에 미치는 영향을 분석하고, 유료도로의 연계이용에 대한 적정 할인율을 추정하고자 한다. 이는 향후 유료도로의 연계이용에 따른 할인 요금 제도를 실제 도입할 때 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

With an increasing number of cars in Korea, the government is constantly providing roads and their related facilities. However the fundamental problems of cities like the structure of cities and the environment of roads make the traffic congestion of downtowns. To solve this problem the construction of toll roads such as tunnels and bridges is increasing but use rates of drivers is low. With more tolls required, less persons will use the roads. Thus this study is to consider offering discounted charges when using the two or more toll roads together. This study analyzes the impact that discounted charges would bring to the demand. In the meantime we looks into what the proper range should be for the discount. The results of this study are expected to be used as basis for the introduction of a discount system in the future.

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라에서는 지속적으로 증가하는 자동차 대수에 맞추어 꾸준히 교통시설 공급해 왔으나, 도시의 구조와 도로 및 교차로의 기하구조 여건 등 도시가 안고 있는 근원적인 문제로 인하여 도시 내 교통의 혼잡이 발생하고 있다. 특히 부산광역시의 경우 도시 공간적 특성과 지형적 영향에 의해, 고속도로를 제외한 유료도로의 수가 전국에서 가장 많은 도시이다. 이러한 여건으로 부산시 유료도로의 이용자의 통행료 부담이 가중되고 있으며, 2003년을 기준으로 유료도로의 통행요금은 총 1,009억 원으로 차량 1대당 연간 105,642원의 요금을 부담하고 있는 실정이다(부산광역시, 2005).

또한 항만배후도로를 비롯한 교통문제를 해소하기 위한 간선도로망 건설은 부산시의 예산 부족과 국비지원의 미흡으로 인하여 민간자본에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 도시 내의 유료도로¹⁾의 증가는 불가피한 상황이며, 부산시는 향후 6개소의 도로가 민간자본으로 유치되어 유료도로로 운영될 계획에 있다. 이에 따라 유료도로를 이용하는 이용자들의 통행료 부담은 더욱 높아질 전망이다. 뿐만 아니라, 실제 교통량이 예상교통량보다 적어 발생하는 통행료 수입 보전 및 통행료 징수기간의 연장 등의 문제는 도시의 재정적 차원에서 부담을 증가시키고 있는 실정이다.

이에 유료도로의 이용 활성화와 유료도로 이용함에 있어 드는 통행료 부담의 감소를 위해 부산시 내의 유료도로를 2개소 이상 연계하여 이용할 경우, 통행료의 일부를 할인해 주는 방안을 제시하고자 한다. 유료도로의 연계 이용에 따른 이용요금 할인제도는 운전자들의 유료도로 이용에 따른 교통비용의 부담을 감소시키고, 유료도로 이용 활성화에 따른 각 유료도로별 요금 수입 증대로 수입보전에 필요한 시 예산을 절약할 수 있다. 또한 도심부를 통과하는 교통을 감소시켜 도심부의 교통혼잡 완화에 기여하고 차량의 통행시간 감축으로 도시내 교통혼잡비용의 감소에 도움이 될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 유료도로 연계이용에 대한 요금 할인이 이용수수에 미치는 영향을 분석하고, 유료도로의 연계이용에 대한 적정 할인율을 추정하고자 한다.

이는 향후 유료도로의 연계이용에 따른 할인 요금 제도를 실제 도입할 때 기초자료로 활용될 것이다.

2. 선행연구와 연구방법

국내의 유료도로에 관한 연구는 유료도로를 건설할 때 그에 따른 이용수요의 추정이나 적정요금의 결정에 대한 연구가 주를 이루었고, 유료도로의 운영에 관한 연구는 거의 찾아보기 힘든 실정이다.

김경환 외(2004)는 순서형 프로빗 모형을 통해서 건설 중인 거가대교의 적정 통행요금을 산정하였고, 퍼지수량화 기법을 통해 이를 검증하였다. 또한 도출된 적정 이용요금을 시간가치 절감액에 비교하여 검토하였다. 이기영 외(2006)는 유료도로 이용자의 편의를 제공하기 위하여 관리주체가 다른 각 유료도로 간 교통정보체계와 요금정산체계에 있어서 상호 연계 방안을 제시하고자 하였다. 이항로짓에 의한 확률선택모형을 이용하여 상호연계를 통한 통행비용과 통행시간의 절감에 대한 대안별 선택 확률을 추정하였다. 남두희(2007)는 개방식 고속도로 이용요금의 불합리성을 개선하고자 개방식 고속도로 무료이용구간의 통행특성을 분석하고 개방식 고속도로를 폐쇄형으로 전환하였을 때의 영향을 분석하였다. 특히 영업체계의 대안별 비교분석을 통해 영업체계의 변화로 인한 전환율 및 경제적 편익을 산출하고 시뮬레이션을 통해 ETCS 도입에 따른 시나리오별 교통 영향을 분석하였다.

국외의 연구로는 Deren Han과 Hai Yang(2008)은 시간가치에 대하여 상이한 이용자들의 계층간의 통행요금에 따른 이용형평성의 문제를 고려하고 있다. 몇 개의 범위를 기준으로 시간에 근거한 기준과 비용에 근거한 기준을 시스템 비용의 일부로 반영하거나 혹은 반영하지 않음을 통해 각 범위별 가격(가치)을 알아보고 있다. 이는 통행요금의 효과라는 정보가 통행요금 계획의 설계에 중요한 정보임을 말한다. Bureau와 Clachant(2007)는 파리의 9개 유료도로를 대상으로 요금의 분포가 통근자에 미치는 효과에 대하여 비교분석하였다. 요금징수로 인하여 교통량은 확연한 감소를 나타냈으며 엄격한 요금징수는 저소득 운전자들에게 더욱 큰 영향을 준다는 것을 밝혔다. Szeto와 Hong (2008)은 유료도로 건설에 있어 재정의 정책을 3가지로 분류하고, 시간의존 네트워크

1) 고속도로(한국도로공사, 민자고속도로) 제외.

크에 의해 각 정책의 효과를 소비자 잉여, 여행비용, 사회적 공급과 이익의 측면에서 평가하였다.

위와 같이 유료도로를 이용함에 있어 효용가치와 이용수요에 근거하여 적정 유료도로 이용요금에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 왔고, 최근 유료도로의 사회적 형평성, 가치분배의 문제, 유료도로 네트워크상의 요금에 따른 사회적 효과, 유료도로 방식에 따른 효과 등에 관한 연구들이 증가하는 추세에 있다. 따라서 본 연구는 유료도로들의 연계이용에 따른 요금 할인제도를 가정하여, 요금에 따른 수요의 변화와 적정 요금의 산정과 그 효용에 대하여 알아보고자 한다.

본 연구의 범위는 부산광역시 내에 현재 운영 중인 도시 내부의 유료도로를 대상으로 하되 고속도로를 제외한다. 또한 유료도로 연계이용시 통행비용과 통행시간에 대한 특정조건을 가정하여 각 조건에 따라 운전자 자신이 유료도로를 이용할 것인가 아닌가에 대한 수요를 추정하는데 초점을 둔다.

운전자들의 유료도로 이용 선호의식을 파악하기에 앞서, 현재 유료도로의 현황에 대하여 조사한다. 부산시의 자동차 운전자를 대상으로 실제 설문조사를 실시하여, 유료도로에 대한 이용실태를 파악하고, 각 주어진 조건

에 따라 유료도로의 연계이용에 대한 단순선호도 분석을 시행한다. 또한 유료도로의 연속적 이용에 따른 할인요금제도 도입을 가정하여 이항로짓 모형과 순서형 프로빗 모형을 통해 이용확률과 유료도로 적정할인율에 대하여 분석한다.

II. 유료도로의 현황

2007년 말 기준으로 우리나라의 전체 유료도로는 총 연장 3,449km에 이르고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 고속도로(민자고속도로 포함)가 3,368km로 전체 유료도로의 97.7%로 대부분을 차지하고 있다. 반면, 지방자치단체 관리도로는 총 17개구간 81km로 전체의 2.3%만을 차지하고 있다. 지방자치단체 소관 유료도로 전체 17개소 중 부산에 위치한 곳이 5개 구간으로, 전국 지방자치단체 중 부산광역시가 가장 많은 수의 유료도로를 운영하고 있는 실정이다.

부산광역시의 최초 유료도로는 제1도시고속도로인 변영로로서 1981년에 개통되었다. 그 후 1984년 8월에 구덕터널이 개통되었고 제2만덕터널이 1988년 4월, 동서고가도로가 1992년 12월, 황령터널이 1995년 5월, 백양터널이 1997년 12월, 수정터널이 2002년 3월, 광안대교가 2002년 12월에 각각 개통되었다. 기존에 운영되던 총 8개소 중에 변영로가 2004년 1월부터 무료화되었고, 뒤이어 제2만덕터널, 구덕터널이 2005년 7월부터 무료화되어, 2007년 말 현재 5개소 총연장 24.87km이 운영 중에 있다. 부산시의 현재 유료도로에 관한 세부 현황과 운영주체에 관해서는 <표 2>에 제시하였다.

<표 1> 우리나라 유료도로 (2007. 12. 31 기준)

구분	노선·구간	연장(km)
계		3,449
고속도로(한국도로공사)	25노선	3,132
민자고속도로	4개 노선	236
지자체 등 관리도로	17개 구간	81

자료 : 국토해양부, "전국 유료도로 현황", 2008.

<표 2> 부산광역시 유료도로 현황

구분	황령터널	백양터널	수정터널	동서고가도로	광안대교
규모	L=1.86km B=9.4m	L=2.34km B=9.9m	L=2.356km B=9.9m	L=10.9km B=19'42m	L=7.42km(복층구조) B=18'25m
투자비(억원)	786	893	1,281	4,633	7,899
통행요금(승용차)	600원	800원	800원	600원	1,000원
정수기간	1996. 6 ~ 2016. 5	2000. 1 ~ 2024. 12	2002. 4 ~ 2027. 4	1993. 9 ~ 2015.12	2003. 6 ~ 2028. 5
개통년일	1995. 5	1997. 12	2002. 3	1992. 12	2002. 12
유료화일시	1996. 6	2000. 1	2002. 4	1993. 9	2003. 6
1일교통량(천대)	75	54	35	60(개금요금소)	48
톨부스	12	12	12	10	20
차로수	10	10	12	10	20
관리운영권자	황령터널 유한회사	백양터널 유한회사	(주)맥쿼리	부산시	부산시
관리운영	주식회사 대우건설	한국도로 관리(주)	수정터널 주식회사	시설 관리공단	시설 관리공단

주 : 1일교통량은 2008년 기준

자료 : 부산광역시 내부자료.

<표 3> 조사의 개요

일시	2008년 9월 22일 ~ 10월 9일(18일간)
대상	부산시 차량운전자
배포	500부
회수	485부(회수율 : 97.0%)
유효	332부(유효회수율 : 66.4%)

III. 조사의 개요

본 연구에서는 유료도로의 연계이용에 있어 할인요금 적용에 따라 선호도 및 수요를 예측하고 적정 할인을 산정하기 위해, 부산시의 자동차 운전자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 비운전자보다 실제 운전자들이 평소 유료도로를 이용해 본 경험을 통해서 유료도로의 요금의 지불과 그에 대한 효용의 정도에 대해 느끼고 있는 점이 있을 것이라 판단하였으며, 실제 이용자들을 통한 수요를 분석하는 것이 더욱 정확한 결과를 도출할 수 있을 것이라 판단되기 때문에 운전자들만을 대상으로 조사를 실시하였다. 설문조사에 대한 개요는 <표 3>과 같다.

설문조사의 각 요인별 항목을 살펴보면, 유료도로 이용현황, 유료도로 연계이용에 대한 선호의식조사, 유료도로 연계이용 할인율에 따른 이용의식조사, 개인속성으로 이루어져 있다.

유료도로 이용현황에서는 평소 유료도로의 이용빈도, 자주 이용하는 유료도로, 유료도로의 이용목적, 요금지

불방식, 요금수준의식정도에 대해 조사하였다. 유료도로 연계이용에 대한 선호의식조사에서는 3개의 가상시나리오를 설정하였다. 먼저 유료도로 1개소(조건1) 이용에 있어서 선호의식 조사에서는 유료도로를 이용하지 않으면 예상 통행시간을 1시간, 유료도로 이용요금을 1,000원으로 고정시키고, 유료도로를 이용함으로써 단축되는 통행예상시간을 단축시킴으로써 유료도로 이용여부에 대하여 조사하였다. 2번째 가상시나리오에서는 유료도로 2개소(조건2) 이용에 있어서 유료도로를 이용하지 않을 경우 예상통행시간을 90분으로 하고, 유료도로를 이용하여 소요되는 요금을 할인율에 따라 변동시키고, 통행예상시간 단축시킴으로써 유료도로 이용여부에 대하여 조사하였다. 3번째 가상시나리오에서는 유료도로를 3개소(조건3) 이용에 있어, 유료도로를 이용하지 않을 경우 예상통행시간을 90분으로 하고, 유료도로 연계이용에 따른 단축되는 통행시간과 할인에 따른 요금을 변화시켜 이용선호를 조사하였다. 다음으로 적정할인율에 대한 산정을 위하여 유료도로 이용에 따른 단축시간을 고정시키고 할인금액을 변화시킴으로서 유료도로 응답여부를 질의하였다. 2개소 연계이용과 3개소 연계이용에 따라 각각 질문하였으며, 이용여부에 대해서는 5개의 범주로 나누어 질의하였다. 개인적 사항에 대해서는 성별, 연령, 학력, 소득, 운전횟수, 운전시간, 운전차량, 거주지 등을 질문하였다. 이에 대한 조사의 요인별 세부항목은 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 설문조사의 각 요인별 세부항목

설문조사 자료요인			세부항목
개인특성 자료			<ul style="list-style-type: none"> • 성별 • 연령 • 학력 • 직업 • 소득 • 운전경력 • 차종 • 운전횟수/7일 • 평균운전시간/1일
유료도로 이용현황			<ul style="list-style-type: none"> • 유료도로 필요성 • 유료도로 이용횟수 • 자주 이용하는 유료도로 • 요금지불 수단 • 단축시간 만족도 • 요금수준
선호의식 자료	이용수요 예측모형	조건1 (1개소)	<ul style="list-style-type: none"> • 비이용시, 예상통행시간 60분 고정, 이용료 0원 • 유료도로 이용시, 이용료 1,000원, 단축된 예상통행시간 제시 - 응답여부질의
		조건2 (2개소)	<ul style="list-style-type: none"> • 비이용시, 예상통행시간 90분 고정, 이용료 0원 • 유료도로 이용시, 이용료 변동, 단축된 예상통행시간 제시 - 응답여부질의
		조건3 (3개소)	<ul style="list-style-type: none"> • 비이용시, 예상통행시간 90분 고정, 이용료 0원 • 유료도로 이용시, 이용료 변동, 단축된 예상통행시간 제시 - 응답여부질의
	적정이용료 산정모형	조건1 (2개소)	<ul style="list-style-type: none"> • 할인율 변화시 - 유료도로 이용정도 5범주로 질의
		조건2 (3개소)	<ul style="list-style-type: none"> • 할인율 변화시 - 유료도로 이용정도 5범주로 질의

IV. 유료도로 연계이용 수요예측

1. 유료도로 연계이용 선호도 분석

본 연구에서는 이항로짓모형(Binary Logit Model)을 이용하여, 유료도로의 연계이용 할인요금 도입에 따른 이용수요를 예측모형 구축을 시도하였다. 유료도로를 이용하는 데 있어 가상시나리오를 구축하고 가상시나리오의 각 조건을 제시하여 해당 조건일 경우 출발지에서 목적지까지 이동하는 트립 상의 유료도로의 이용여부에 대하여 설문을 실시하였다. 조건1은 출발지에서 목적지까지 일반도로의 경우 통행시간이 60분이 소요되는 것을 가정하여, 유료도로를 이용함으로써 단축되는 시간에 따라 이용여부를 선택하도록 하였다. 조건2는 일반도로 이용시 통행시간을 90분으로 하여 경로상 유료도로 2개소를 이용할 것인지에 대하여 질의하였다. 조건3은 조건2와 마찬가지로 통행시간 90분으로 하여, 유료도로 3개소를 가정하여 유료도로를 이용함으로써 단축되는 시간과 지불요금을 단계별로 나누어 경로선택을 하도록 하였다.

각 조건별로 유료도로를 이용한다면 수준에 따라 단축되는 예상통행시간을 제시하고 연계이용에 대한 할인요금을 제시하여 유료도로의 이용여부에 대하여 질의하였다. 유료도로 이용여부의 선택에 있어 영향을 주는 요인으로는 목적지까지의 통행시간과 연계이용에 따른 요금수준으로 선정하였다. 통행시간의 변수의 수준은 같은 비율로 4단계를 설정하였고, 요금의 변수는 3단계로 설정하였다. 이리하여 조건1은 4가지의 경우, 조건2와 조건3은 각각 12가지의 경우가 존재하게 되며 이에 대

<표 5> 변수의 수준 결정

구분		조건1 (유료도로 1개소)	조건2 (유료도로 2개소)	조건3 (유료도로 3개소)
통행 시간 (단축 시간)	비이용	60분(0분)	90분(0분)	90분(0분)
	1수준	55분(5분)	80분(10분)	75분(15분)
	2수준	50분(10분)	70분(20분)	60분(30분)
	3수준	45분(15분)	60분(30분)	45분(45분)
	4수준	40분(20분)	50분(40분)	30분(60분)
이용 요금	비이용	0원	0원	0원
	1수준		2000원	3000원
	2수준	1,000원	1750원	2500원
	3수준		1500원	2000원

하여 조사를 실시하였다. 이렇게 설정된 유료도로 연계 이용에 대한 변수 수준의 결정은 다음 <표 5>에 나타나 있으며, 각 조건별로 유료도로의 이용여부에 대한 응답 결과는 <표 6>과 같다.

모든 조건에서 단축예상시간 4수준, 유료도로 이용요금 3수준에서 가장 높은 이용 응답률을 나타냈다. 조건1에서는 유료도로가 1곳이기 때문에 요금의 할인을 적용할 수 없는 조건이다. 따라서 단일 변수인 통행시간 단축만으로 보았을 때, 1,000원을 지불하였을 때, 15분의 통행시간의 단축이 있었을 때 과반수의 운전자가 유료도로를 이용을 선택하는 것으로 나타났다. 조건2의 결과에서는 요금할인이 안되더라도 통행절약시간이 40분이고 이용요금 1,500원(500원 할인)인 경우에 91.6%로 가장 높은 이용의사를 나타냈다. 20분~30분 사이에 절

<표 6> 조건별 유료도로 이용에 대한 응답률

구분	단축시간	이용요금 (할인금액)	유료도로 이용 응답률(%)
조건1	5분	1,000원	19.9%
	10분	1,000원	31.3%
	15분	1,000원	52.4%
	20분	1,000원	85.8%
조건2	10분	2,000원	17.5%
		1,750원	23.2%
		1,500원	42.2%
	20분	2,000원	41.0%
		1,750원	51.8%
		1,500원	80.1%
	30분	2,000원	62.7%
		1,750원	71.1%
		1,500원	83.1%
	40분	2,000원	71.4%
		1,750원	77.7%
		1,500원	91.6%
조건3	15분	3,000원	16.9%
		2,500원	24.4%
		2,000원	47.6%
	30분	3,000원	47.6%
		2,500원	62.0%
		2,000원	84.6%
	45분	3,000원	59.3%
		2,500원	69.6%
		2,000원	84.6%
	60분	3,000원	69.3%
		2,500원	78.6%
		2,000원	93.4%

2) 조건1에서는 유료도로가 1곳이므로 연계이용이 불가능하기 때문에 요금의 변화는 없다. 다만, 유료도로 이용에 따른 단축시간만을 단계별로 질의하였다.

반의 응답자가 이르면 2,000원을 지불하고 유료도로를 이용하는 것으로 나타났다. 조건3의 결과에서는 통행절약시간이 60분에 이용요금(1,000원 할인)인 경우에 93.4%의 응답자가 이용할 것이라고 응답하여 가장 높은 이용의사를 나타내고 있다. 또, 30분~40분 사이에서 절반의 응답자가 통행요금 3,000원을 지불하더라도 유료도로를 이용하는 것을 알 수 있다.

2. 유료도로 연계이용 수요예측모형

본 연구에서는 이항로짓모형(Binary Logit Model)을 이용하여 유료도로 연계이용에 대한 이용수요예측모형의 구축을 시도하였다. 모형구축에 사용된 변수로는 유료도로 이용의 이용여부를 종속변수로 하여, 공급특성 변수인 유료도로 이용요금³⁾, 통행시간과 수요특성 변수인 개인일반속성 변수, 개인운전특성 변수, 유료도로 이용특성 변수로 구성하였다. 개인일반속성 변수에는 성별, 연령, 학력, 직업, 수입으로 구성되어 있으며, 운전특성변수는 운전경력, 운전시간, 운전빈도, 차종으로 구성되어 있다. 마지막으로 유료도로 이용특성 변수는 유료도로 이용횟수와 유료도로 이용목적으로 되었다. 위 변수 중에서 단계적으로 증가하는 값을 가지거나 일정크기로 증가하는 변수인 통행시간, 이용요금, 연령, 소

득, 운전경력, 운전시간은 연속형 변수로 설정하였으며, 단계적으로 증가하는 값을 가지지 않는 변수들인 성별, 학력, 직업, 운전빈도, 차종, 이용횟수, 이용목적의 경우는 범주형 변수로 취급하였다. 수요예측모형에 사용되는 변수의 세부내용은 <표 7>에 나타난 것과 같다.

설문조사에 대하여 응답한 모든 운전자를 대상으로 하여 유료도로 이용에 미칠 수 있다고 생각되는 모든 공급·수요측면 변수를 적용하여 각 조건1, 2, 3으로 구성되는 수요예측모형을 구축하였다. 시나리오의 조건별로 각각 모형을 구축하였고, 각 조건에 가장 유의한 변수를 사용하여 적절한 모형을 도출하였다. 유의성의 검증은 Wald⁴⁾값을 이용하여 전진법을 사용하였으며, 유의수준 0.05에서 유의한 변수만을 사용하였다.

유료도로 이용수요예측 모형의 결과는 다음 <표 8>과 같이 나타났다. Wald 전진법에 의한 모형의 결과에서는 총 5단계가 적용되었으며, 적용된 변수는 통행시간, 학력, 소득, 운전시간, 유료도로 이용횟수 총 5개로 나타났다.

모형의 구축결과 통행시간은 음(-)의 부호를 나타내어, 유료도로의 이용에 따른 통행시간이 길수록 이용률은 감소하고, 통행시간이 짧아질수록 이용률이 증가함을 나타냈다. 이는 일반적으로 이용자 입장에서 유료도로를 이용하는 목적이 통행거리는 다소 늘더라도 도심 정체구간을 우회하여 통행시간을 단축하는 것이라 볼 수 있으

<표 7> 수요예측모델 변수

변수		변수 특징	
공급 측면	통행시간	각 조건별 제시	
	이용요금	각 조건별 제시	
수요 측면	개인속성	성별	(Dummy) 1=남, 2=여
		연령	1=20대, 2=30대, 3=30대, 4=50대, 5=60대
		학력	(Dummy) 1=고졸이하, 2=전문대이상
		직업	(Dummy) 1=사무직종, 2=자영업, 3=기타직종
		소득	1=100만미만, 2=100~200만, 3=200~300만, 4=300~400만, 5=400~500만, 6=500만이상
	운전특성	운전경력	1=5년미만, 2=5~10년, 3=10~15년, 4=15~20년, 5=20년이상
		운전시간	1=30분이내, 2=30~60분, 3=60~90분, 4=90~120분, 5=120분이상
		운전빈도	(Dummy) 1=주 5회미만, 2=주 5회이상
		차종	(Dummy) 1=승용차, 2=승용차외
	유료도로 이용특성	이용횟수	(Dummy) 1=월 5회미만, 2=월 5회이상
이용목적		(Dummy) 1=업무·통근 2=기타	

3) 조건1은 유료도로1개소에 대한 이용여부 질의이기 때문에 이용요금의 변수가 제외됨.
 4) 두 개의 다른 통계적으로 동등한 검정법으로 Wald검정법과 Score검정법이 있다. Wald검정법은 모수 $\beta_1 = 0$ 하에서 표준정규분포를 한다는 사실을 이용하는 검정법이다.

$$\text{Wald 통계량 값} = \left(\frac{\text{회귀계수 추정치}}{\text{표준오차}} \right)^2$$

<표 8> 유료도로 이용수요예측 모형 결과

설명변수	조건1		조건2		조건3	
	B	유의확률	B	유의확률	B	유의확률
상수	2.444**	0.000	3.476**	0.000	3.543**	0.000
이용요금	-	-	-0.873**	0.000	-0.830**	0.000
통행시간	-1.072**	0.000	-0.692**	0.000	-0.788**	0.000
성별(1)	-	-	-0.287*	0.017	-	-
학력(1)	0.440**	0.002	0.400**	0	0.218*	0.010
직업	-	-	-	0.001	-	0.000
직업(1)	-	-	0.044	0.673	0.216*	0.035
직업(2)	-	-	-0.271**	0.009	-0.162	0.116
소득	0.234**	0.000	0.273**	0.000	0.319**	0.000
운전시간	-0.156**	0.003	-	-	-0.069*	0.024
이용횟수(1)	-0.626**	0.000	-0.348**	0.000	-0.484**	0.000
Cox와 Snell의 R ²	0.257		0.222		0.223	
Nagelkerke R ²	0.343		0.299		0.304	
-2Log 우도[초기 -2 Log 우도]	1443.708[1838.465]		4379.723[5378.393]		4301.194[5308.585]	

**는 0.01에서 유의함을 나타내고, *는 0.05에서 유의함을 나타냄.

므로, 통행시간 감소의 크기가 커질수록 이용률이 높아지는 것은 정상적인 결과라 할 수 있다. 또한 소득의 경우에는 양(+)의 부호를 나타내고 있어, 소득이 높을수록 유료도로를 이용하는 응답이 높은 것으로 알 수 있다. 운전시간에 대해서는 음(-)의 부호를 나타내, 운전시간이 짧은 응답자 일수록 유료도로를 이용하려는 비율이 높은 것으로 나타났다. 이는, 전체 운전시간에서 짧은 운전시간을 가진 운전자일수록 단축시간이 전체 운전시간에 차지하는 절대적 비중이 높으므로 유료도로를 이용함으로써 단축되는 시간가치를 높게 평가하는 결과라 추론된다.

본 모형의 결정계수(R²)를 통한 모형의 검증은 Cox와 Snell의 R² 값과 이를 수정한 Nagelkerke R² 값을 사용하였다. 본 모형에서 Cox와 Snell의 R² 값과 Nagelkerke R² 값이 0.257~0.343으로, 모형의 설명력을 잘 나타냄을 알 수 있다⁵⁾.

또한 각 모형에 사용된 변수들이 종속변수에 대하여 얼마나 잘 설명하고 있는지에 대하여 평가하기 위하여, -2LL(-2Log likelihood)값을 사용하여 적합도를 분석하였다. 그 결과, 초기 상수항만을 적용한 -2LL값이 1838.465로 나타났다. 반면 최종 모형의 적용값은 1381.815로 나타나, 최종 모형이 최초 모형에 비해 유의성이 향상되었음을 알 수 있다.

3. 유료도로 연계이용 이용률 산정

유료도로의 연계이용에 대한 이용률 산정을 위해서는, 앞에서 분석한 각 조건별 이용수요예측모형에 대하여 효용함수로 전환해야 한다. 모형에 대한 함수식은 아래 식(1)~식(3)과 같다.

$$V_{조건1} = 2.444 + \{(-1.072) \times \text{통행시간}\} + 0.440 \times \text{학력1} + 0.234 \times \text{소득} + \{(-0.156) \times \text{운전시간}\} + \{(-0.626) \times \text{이용횟수1}\} \quad (1)$$

$$V_{조건2} = 3.476 + \{(-0.873) \times \text{이용요금}\} + (-0.692) \times \text{통행시간} + (-0.287) \times \text{성별1} + 0.400 \times \text{학력1} + 0.044 \times \text{직업1} + 0.271 \times \text{직업2} + 0.273 \times \text{소득} + (-0.348) \times \text{이용횟수1} \quad (2)$$

$$V_{조건3} = 3.543 + \{(-0.830) \times \text{이용요금}\} + (-0.788) \times \text{통행시간} + 0.218 \times \text{학력1} + 0.216 \times \text{직업1} + (-0.162) \times \text{직업2} + 0.319 \times \text{소득} + (-0.069) \times \text{운전시간} + (-0.484) \times \text{이용횟수1} \quad (3)$$

위의 식을 이용하여 각각의 조건별로 유료도로의 이용률을 산정한 결과는 <표 9>~<표 11>과 같다.

5) Cox와 Snell의 R²는 최대 가능도 측정법을 이용할 때, 기존의 R²를 일반화한 것이다. Nagelkerke가 제안한 통계량은 0~1사이의 값을 갖도록 수정된 R²값이다. 일반적인 R²에 비해, Cox와 Snell, Nagelkerke의 R²값은 비교적 작은 값을 갖게 되는데, 로지스틱 회귀분석에서는 단지 참고정보로 이용되며, 일반적으로 0.2~0.3은 양호한 수치이다. (김순귀 외, 2003)

<표 9> 조건1의 유료도로 이용 확률

예상소요 통행시간 (단축시간)	이용요금 (할인금액)	유료도로 이용	
		실제응답	이용확률
55분(5분)	1,000원(0원)	19.9%	13.1%
50분(10분)	1,000원(0원)	31.3%	30.5%
45분(15분)	1,000원(0원)	52.4%	56.2%
40분(20분)	1,000원(0원)	85.8%	79.0%

<표 10> 조건2의 유료도로 이용 확률

예상소요 통행시간 (단축시간)	이용요금 (할인금액)	유료도로 이용	
		실제응답	이용확률
80분(10분)	2,000원(0원)	17.5%	12.0%
80분(10분)	1,750원(250원)	23.2%	24.7%
80분(10분)	1,500원(500원)	42.2%	44.0%
70분(20분)	2,000원(0원)	41.0%	21.5%
70분(20분)	1,750원(250원)	51.8%	39.6%
70분(20분)	1,500원(500원)	80.1%	61.1%
60분(30분)	2,000원(0원)	62.7%	35.3%
60분(30분)	1,750원(250원)	71.1%	56.7%
60분(30분)	1,500원(500원)	83.1%	75.8%
50분(40분)	2,000원(0원)	71.4%	52.2%
50분(40분)	1,750원(250원)	77.7%	72.3%
50분(40분)	1,500원(500원)	91.6%	86.2%

<표 11> 조건3의 유료도로 이용 확률

예상소요 통행시간 (단축시간)	이용요금 (할인금액)	유료도로 이용	
		실제응답	이용확률
75분(15분)	3,000원(0원)	16.9%	12.2%
75분(15분)	2,500원(500원)	24.4%	24.2%
75분(15분)	2,000원(1,000원)	47.6%	42.3%
60분(30분)	3,000원(0원)	47.6%	23.4%
60분(30분)	2,500원(500원)	62.0%	41.2%
60분(30분)	2,000원(1,000원)	84.6%	61.7%
45분(45분)	3,000원(0원)	59.3%	40.2%
45분(45분)	2,500원(500원)	69.6%	60.7%
45분(45분)	2,000원(1,000원)	84.6%	78.0%
30분(60분)	3,000원(0원)	69.3%	59.7%
30분(60분)	2,500원(500원)	78.6%	77.2%
30분(60분)	2,000원(1,000원)	93.4%	88.6%

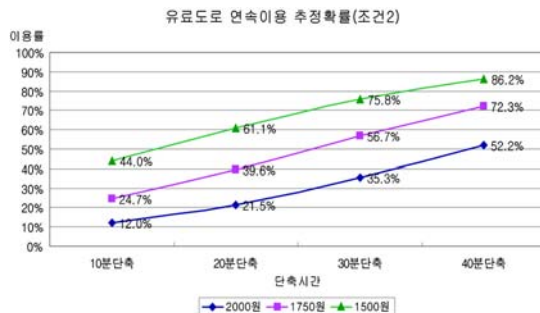
실제 설문응답에서 나타난 각 조건별 유료도로 이용률과 이용수요 예측모형에 따른 추정율과 비교하면 다소 차이가 있으나 조건별로 응답은 유사한 형태의 변화를 나타낸다. 이는 수요추정 모형의 정확도가 상당히 높다는 것을 간접적으로 알 수 있다.

각 조건별 유료도로의 이용수요를 추정한 결과 조건1에서 유료도로 1개소일 경우, 요금 1,000원에 대하여 단

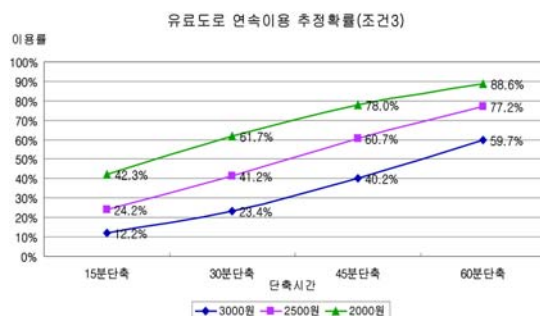
축시간이 5분일 경우 이용률은 13.1%에 그쳤으나 단축시간이 20분일 경우에 이용률은 79.0%까지 늘어나는 것으로 나타났다. 조건2에서는 요금 총소요시간 90분에 대하여 통행요금의 할인 없이 요금은 2,000원에 단축시간이 10분이면 이용률이 12.0%에 그치지만, 연계이용에 의한 요금이 500원이 할인되었을 경우이용률이 44.0%까지 증가하는 것으로 나타났으며, 40분 단축에 요금이 500원 할인될 경우 이용률이 86.2%까지 증가함을 알 수 있다. 조건3에서도 조건2와 비슷한 결과를 가져왔다. 각 조건별 추정치에 대한 유료도로 연계 이용률에 대한 경향을 나타내면 <그림 1>~<그림 3>과 같다.



<그림 1> 조건1의 유료도로 이용률 추정결과



<그림 2> 조건2의 유료도로 이용률 추정결과



<그림 3> 조건3의 유료도로 이용률 추정결과

V. 유료도로 연계이용에 대한 요금 산정

1. 연계이용 할인율에 따른 선호도 분석

전 장에서는 유료도로 연계이용에 따른 이용수요예측 모형을 구축하였고, 본 장에서는 연계이용에 따른 요금할인에 대하여 적정 수준의 요금 할인율에 대하여 알아보고자 한다. 유료도로를 연계이용하는 것에 대하여 실제 부산시에 존재하는 유료도로를 예를 들어 가상시나리오를 설정하였다. 가상시나리오에서 각 제시되는 할인율에 따라서 이용 여부를 조사하였다. 가상시나리오는 2가지 조건으로 제시되었으며, 조건1은 2개의 유료도로를 연계이용할 때의 할인율에 대한 이용여부이고, 조건2는 3개의 유료도로를 연계이용할 때의 할인율에 대한 이용여부 응답이다.

조건1에서는 유료도로 2개소 연계이용에 있어서 총소요시간 60분 중 25분의 통행시간 단축이며, 요금은 1,200원에서 600원까지 총 7단계의 요금을 제시하였다. 조건2에서는 유료도로 3개소 연계이용에 있어서 총소요시간 80분 중 35분 단축이며, 요금은 2,200원에서 1,100원까지 총 12단계의 요금을 제시하였다. 각 조건별로 제시된 금액에 따라 유료도로의 이용여부를 5점 척도⁶⁾로 응답하도록 하였으며, 이에 대한 응답의 결과는 <표 12>와 <표 13>과 같다.

유료도로 2개소에서 할인금액이 0원 일 경우는 “대체로 이용” 혹은 “무조건 이용”의 응답이 33.7%에 그치는데 비해, 최고 600원 할인하였을 경우에는 이용의 응답이 84.3%까지 늘어나는 것으로 나타났다. 또한 3개소 연계이용에서도 할인이 없을 경우 이용의사가 있는 응답자는

<표 12> 유료도로 할인율에 따른 이용응답률(2개소)

구분	할인 금액	절대 이용 안함	대체로 이용 안함	보통	대체로 이용	무조건 이용
유료 도로 2개소 연계 이용	0원	14.5%	22.6%	29.2%	23.2%	10.5%
	100원	12.3%	23.8%	28.6%	23.8%	11.4%
	200원	7.5%	17.5%	31.0%	28.3%	15.7%
	300원	6.3%	7.5%	27.4%	32.8%	25.9%
	400원	3.6%	5.1%	21.1%	33.4%	36.7%
	500원	2.4%	3.9%	15.7%	30.1%	47.9%
	600원	0.9%	2.7%	12.0%	23.8%	60.5%

<표 13> 유료도로 할인율에 따른 이용응답률(3개소)

구분	할인 금액(원)	절대 이용 안함	대체로 이용 안함	보통	대체로 이용	무조건 이용
유료 도로 3개소 연계 이용	0원	18.1%	27.1%	27.1%	17.5%	10.2%
	100원	15.7%	27.7%	28.6%	16.9%	11.1%
	200원	12.7%	28.6%	27.4%	19.0%	12.3%
	300원	10.2%	23.5%	30.4%	20.8%	15.1%
	400원	7.8%	19.6%	32.2%	23.2%	17.2%
	500원	6.0%	13.6%	32.2%	26.5%	21.7%
	600원	5.1%	10.5%	28.9%	29.2%	26.2%
	700원	3.9%	6.9%	26.2%	31.6%	31.3%
	800원	3.3%	4.8%	19.9%	35.8%	36.1%
	900원	3.3%	3.9%	15.4%	32.2%	45.2%
	1000원	2.7%	2.7%	9.3%	25.0%	60.2%
	1100원	1.5%	2.7%	7.8%	20.8%	67.2%

27.7%에 그쳤지만, 최고 1,100원 할인하였을 경우에 88.0%의 응답자가 이용의사가 있는 것으로 나타났다.

2. 연계이용에 대한 적정 할인율 산정

유료도로의 연계이용에 있어서 할인요금을 적용할 경우 적정 할인율의 파악을 위해서 순서형 프로빗 모형을 구축하였다. 모형의 구축 및 분석을 위해서 부산시에 현재 존재하고 있는 유료도로의 예를 들어서, 유료도로 2개소 연계이용과 유료도로 3개소 연계이용에 있어서 적정 할인율에 대하여 설문조사를 실시하였다. 또한, 적정 할인율 산정을 위한 프로빗 모형의 변수로는 공급특성인 할인요금과 IV장의 이용수요 예측모형에서 사용된 개인 일반속성 변수와 개인운전특성 변수, 유료도로 이용특성 등을 변수로 사용하였다.

유료도로 2개소 연계이용에 해당하는 적정 할인율 추정 모형을 Model 1, 유료도로 3개소 연계이용에 해당하는 적정 할인율 추정 모형을 Model 2라 하면 분석 결과는 <표 14>와 같다. Model 1(유료도로 2개소 연계이용)의 경우 할인금액은 양(+의 부호로 할인금액이 클수록 이용률은 높아짐을 알 수 있고, 소득과 운전경력은 양(+의 부호를 나타내고 있어, 소득이 높은 운전자일수록 운전경력이 많은 운전자일수록 유료도로의 이용확률이 높음을 알 수 있다.

모형의 유의성 검증은 MF 검증과 TPL 검증⁷⁾을 사

6) ① 절대 이용안함, ② 대체로 이용안함, ③ 보통, ④ 대체로 이용, ⑤ 무조건 이용
 7) 일반적으로 MF(Model Fit) 검증은 주로 모델의 유의확률을 확인하기 위하여 사용하는 검증방법이며, TPL(Test of Parallel Lines) 검증은 위치요소만을 포함한 모형에 대해, 평행선 검증을 통하여 모든 범주들에 대한 모수들이 동일하다는 가설이 사실인지 평가하기 위하여 주로 이용하는 모델 검증 방법이다.

<표 14> 유료도로 연계이용에 대한 적정 할인을 추정 모형(프로빗)

설명변수	Model 1		Model 2	
	B	유의확률	B	유의확률
[한계치 = 1]	-0.327	0.052	-0.186	0.145
[한계치 = 2]	0.363*	0.029	0.573**	0.000
[한계치 = 3]	1.188**	0.000	1.384**	0.000
[한계치 = 4]	2.053**	0.000	2.18**	0.000
할인금액	0.273**	0.000	0.168**	0.000
소득	0.184**	0.000	0.178**	0.000
연령	-0.082**	0.009	-0.047	0.052
운전경력	0.055*	0.031	0.02	0.300
운전시간	-0.040*	0.035	-0.05**	0.001
[성별=1]	0.097	0.189	0.001	0.989
[학력=1]	0.145**	0.006	0.151**	0.000
[직업=1]	-0.040	0.535	0.04	0.420
[직업=2]	-0.135*	0.047	-0.031	0.547
[운전횟수=1]	-0.184**	0.002	-0.189**	0.000
[차종=1]	0.045	0.610	0.172**	0.010
[이용횟수=1]	-0.224**	0.000	-0.291**	0.000
[이용목적=1]	-0.106	0.062	0.02	0.646
MF 검증	χ^2	359.837	1266.791	
	자유도	12	13	
	유의확률	0.000	0.000	
TPL 검증	χ^2	142.026	138.425	
	자유도	36	39	
	유의확률	0.000	0.000	
-2Log 우도[초기 -2 Log 우도]	1443.708[1838.465]		11957.390(10690.599)	

**는 0.01에서 유의함을 나타내고, *는 0.05에서 유의함을 나타냄.

용하였다. 두 조건의 결과 모두 유의확률 0.000으로 매우 양호한 결과를 나타내었다. 또한 χ^2 과 자유도 등을 고려하여 유의성을 검증하는 TPL 검증 결과에서도 모형의 구축이 잘 되어 있음을 알 수 있다.

조건2에 해당되는 유료도로 3개소의 결과도 조건1의 유료도로 2개소와 마찬가지로 할인금액은 양(+)의 부호를 나타내어 할인금액이 높아질수록 이용률이 높아지는 결과를 나타냈다. 소득은 양(+)의 부호를, 운전시간은 음(-)의 부호를 나타내고 있어, 이 두 변수 역시 조건1과 유사한 결과를 보이고 있다. MF 검증과 TPL 검증을 통한 유의확률 모두 0.000으로 높은 유의성을 나타내고 있다.

프로빗 모형의 결과에서 “한계치 = 1”의 값에서는 PAR 유의확률이 모두 유의한 값을 나타내지 않는 것으로 나타났는데, 이는 전체 응답에서 “한계치 = 1”에 해당하는 “절대 이용안함”의 응답이 가장 적은 수의 응답수를 나타내고 있기 때문이다. “절대 이용안함”의 응답이 높은 유의확률을 나타낼 만한 충분한 응답의 수에 미치지 못하여, 다른 응답의 결과보다 낮은 유의확률을 나타내고 있는 것으로 판단된다.

3. 연계이용 할인율의 민감도 분석

할인금액의 변화에 따른 유료도로를 이용의사가 있는 응답자는 이용할 의사가 없는 응답인 “절대 이용 안함”과 “대체로 이용 안함”을 제외한 다른 응답을 한 응답자로 볼 수 있으므로 유료도로를 이용할 확률은 “무조건 이용”과 “대체로 이용” 그리고 “보통”의 합으로 나타낼 수 있다. 이를 식으로 나타내면 식(4)와 같다.

$$\begin{aligned}
 P_n \text{ (유료도로할인)} &= P(y_n = 5) + P(y_n = 4) + P(y_n = 3) \\
 y_n = 1 &: \text{절대 이용 안함} \\
 y_n = 2 &: \text{대체로 이용 안함} \\
 y_n = 3 &: \text{보통} \\
 y_n = 4 &: \text{대체로 이용} \\
 y_n = 5 &: \text{무조건 이용}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

전체 유료도로 할인에 따른 이용확률은 식(5)와 같이 된다.

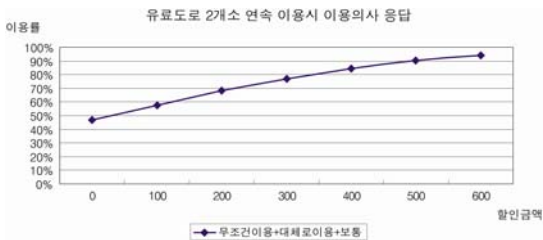
$$P \text{ (유료도로할인 이용률)} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P_n \text{ (유료도로 할인)} \quad (5)$$

<그림 4>는 유료도로 2개소 연계이용의 경우, 그리고 <그림 5>은 유료도로 3개소 연계이용에 해당하는 각각의 유료도로 할인요금에 따른 유료도로 이용확률을 나타내고 있다. 유료도로 2개소 연계이용의 경우 할인금액이 0원일 때는 46.9% 정도의 이용확률에서 시작하여 할인금액이 증가할수록 높은 이용응답률을 보이고, 할인금액이 600원일 때 이용확률은 거의 95%에 이르는 것으로 나타났다. 유료도로 3개소 연계이용의 경우 0원의 할인금액에서 약 40% 정도의 이용확률을, 그리고 1,100원의 할인금액에서는 95% 정도의 이용확률을 보이고 있다.

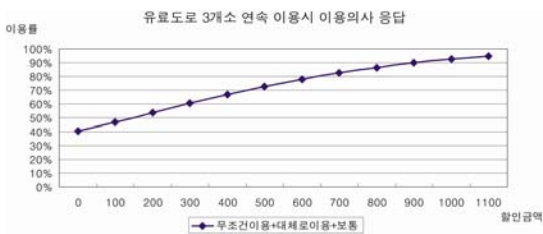
<그림 4>와 <그림 5>에서 유료도로 2개소, 3개소 연계이용에 대한 이용확률 탄력성을 분석하면 <그림 6>과 <그림 7>과 같이 나타나게 된다.

수요의 가격탄력성은 가격변화에 대해 수요량이 얼마나 민감하게 반응하는가를 나타내는 척도이다. 수요와 가격의 탄력성에 있어 일반적으로 (-1)이 되는 값이 공급자에게 있어서 수입이 가장 크게 되는 지점임을 의미한다. <표 15>와 같이 유료도로의 2개소 연계이용에 있어서 할인금액은 약 360원일 때, 유료도로 3개소 연계이용에서는 할인금액이 약 680원일 때 가장 수익이 높은 것을 알 수 있다.

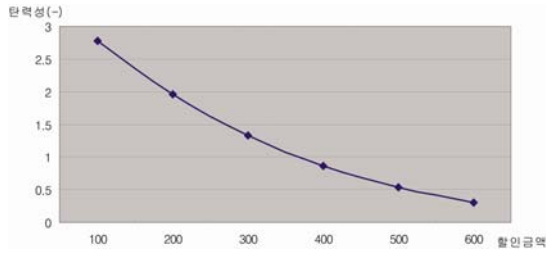
이상의 유료도로 연계이용의 할인금액에 따른 탄력성



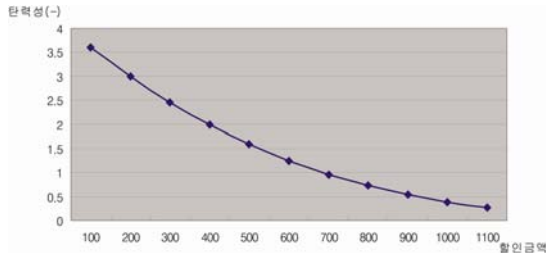
<그림 4> 유료도로 2개소 연계이용 확률



<그림 5> 유료도로 3개소 연계이용 확률



<그림 6> 유료도로 2개소 연계이용 확률의 탄력성



<그림 7> 유료도로 3개소 연계이용 확률의 탄력성

<표 15> 각 조건별 유료도로 연계이용에 따른 할인금액과 할인율

유료도로 2개소			유료도로 3개소		
이용요금(원)	할인요금 [할인금액]	할인율	이용요금(원)	할인요금 [할인금액]	할인율
1,200	840원 [360원]	30%	2,200	1,520원 [680원]	31%
1,200	800원 [400원]	33%	2,200	1,430원 [770원]	35%

분석은 부산시의 유료도로의 실제 예를 들어 설문응답을 실시한 결과이다. 유료도로 2개소의 설문은 황령터널(이용요금 600원)과 동서고가도로(이용요금 600원)이다. 두 유료도로의 이용요금의 합은 1,200원으로 적정 할인금액인 360원을 적용하면, 이용금액은 840원으로 나타났다. 같은 방법으로 유료도로 3개소의 설문은 광안대교(이용요금 1,000원), 황령터널(이용요금 600원)과 동서고가도로(이용요금 600원)를 예로 들었다. 세 유료도로의 이용요금의 합은 총 2,200원으로 적정 할인금액인 680원을 적용하면 1520원인 것을 알 수 있다.

VI. 결론

교통체증으로 인한 교통혼잡비용의 규모가 점점 증가하는 추세에 있으며, 도시의 공간구조상 이러한 교통혼잡 완화를 위해서는 향후에도 유료도로의 건설은 계속되리라 판단된다. 유료도로의 효율적 이용을 위해서는 이

용자의 도로요금에 대한 부담을 감소하는 동시에 공급자 입장에서보다 높은 이용률로 인한 수익금의 증가를 가능하게 하는 방안이 필요하여 본 연구에서는 그 일환으로 유료도로의 연계이용에 따른 요금의 할인하는 정책에 대해 연구를 진행하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

2007년 말 기준 우리나라의 지자체 관리 유료도로는 총 17개 구간이며, 이 중 부산에 위치한 것이 5개소로서 부산광역시는 전국에서 유료도로의 수가 가장 많은 지방자치단체이다. 또한 부산시는 향후 6개의 유료도로를 계획·건설 중에 있어, 최대 11개소의 유료도로가 동시에 운영될 것으로 예측되기 때문에 운전자들의 도로요금에 대한 부담이 커질 것으로 판단된다.

설문조사를 통해 유료도로의 연계이용에 대한 이용요금 할인제도를 가장할 때 유료도로의 이용여부에 영향을 미치는 요인을 파악하였고, 유료도로 연계이용 할인제도에 대한 운전자들의 선호를 파악하고, 이항 로짓모형에 의한 이용수요예측 모형을 이용하여 각 주어진 조건별로 유료도로의 이용확률을 도출하였다. 또한 실제 부산시의 유료도로를 적용하여, 이용자에 대한 선호의식조사를 통해 유료도로 연계이용에 대한 의식을 파악하였고, 그 결과를 바탕으로 민감도 분석을 통하여, 유료도로 연계 이용횟수에 따른 적정할인율에 대하여 제시하였다. 유료도로 2개소 연계이용에 대한 적정할인율은 30~33%의 결과를 나타냈으며, 유료도로 3개소 연계이용에 대한 적정할인율은 31~35%인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 유료도로 연계이용에 대해 이용요금의 할인된다는 가정 하에 이용자의 측면에서 선호의식을 파악하였다. 본 연구의 방법론은 향후 실제 할인제도가 도입될 경우 이용수요의 예측과 적정 할인요금의 산정 등에 활용될 것으로 판단된다. 하지만 실제 유료도로의 연계이용에 따른 할인요금 제도가 도입되기 위해서는 스마트카드 등의 전자결제와 같이 선결되어야 할 과제들이 있다. 또한, 본 연구는 유료도로의 이용이 증가함에 따라 주변 가로나 교차로의 통행행태나 교통량의 변화 그리고 연료소비 및 배기가스 증가와 같은 부정적 영향에 대하여 고려하지 못하고 있다. 향후 연구에서는 유료도로의 이용에 따른 긍정적 효과뿐만 아니라 부정적 효과도 감안한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로 실제 할인제도가 도입되었을 경우, 요금 수익의 적절한 배분 방식 등 유료도로 연계이용에 대한 운영방식에 관한 구체적인 연구가 병행되어야 한다고 생각된다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 부산·울산·경남지회 2009년 정기총회·학술발표회(2009. 4. 24)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 국토연구원(2003), “유료도로의 통행시간가치 산정에 관한 연구 : 수도권 지역을 중심으로”.
2. 김경환·정연탁·하만복(2004), “유료도로 적정요금 산정에 관한 연구-거가대교 이용 승용차를 중심으로-”, 대한토목학회논문집 제24권, 제3D호, pp.355~361.
3. 김순귀 외(2003), “SPSS를 활용한 로지스틱 회귀모형의 이해와 응용”, 자유아카데미, p.69.
4. 남두희(2007), “개방식고속도로 통행특성과 영업체계 전환분석”, 대한교통학회지, 제25권, 제5호, 대한교통학회, pp.101~109.
5. 부산광역시(2005), “부산광역시 유료도로 건설 및 관리 기본계획”.
6. 이기영·김동녕·손의영·이정원(2006), “고속도로 관리시간 상호 연계체계 수립에 관한 고찰 (한국도로공사가 관리하는 노선을 중심으로)”, 대한교통학회지, 제24권, 제4호, 대한교통학회, pp.19~29.
7. 장석용·정현영·고상선(2008), “무선교통정보수집제공시스템(UTIS) 서비스의 이용 수요 예측 및 이용료 적정 수준 산정에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제26권 제5호, 대한교통학회, pp.101~115.
8. 정현영·진재엽·손태민(2002), “부가교통정보시스템(VTIS) 이용수요예측 및 적정이용료 산정에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제20권, 제4호, 대한교통학회, pp.27~38.
9. 조한선·이동민(2007), “2005년 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석”, 한국교통개발연구원.
10. Benjamin Bureau, Matthieu Clachant(2007), “Distributional effect of road pricing : Assessment of nine scenarios of Paris”, Transportation Research part A 42, pp.994~1007.
11. Deren Han, Hai Yang(2008), “The multi-class, multi-criterion traffic equilibrium and the efficiency of congestion pricing”, Transportation Research Part E 44 pp.753~773.

12. Raux, C., Souche, M.(2004), "The acceptability of urban road pricing." *Journal of Transport Economics and Policy* 38 (2), pp.191~216.
13. Santos, G., Rojey, L.(2004), "Distributional impacts of road pricing: the truth behind the myth." *Transportation* 31 (1), pp.21~42.
14. W.Y. Szeto, Hong K. Lo(2008), "Time-depend-ent transport network improvement and tolling strategies", *Transportation Research Part A* 42 pp.376~391.
15. 小谷道泰, 山中英生, 秋田直也(2006), "通行料金割引がドライバーによる有料道路の利用行動へ及ぼす影響分析", *日本都市計畫學會 都市計畫論文集 No.41-3* pp.109~114.

✉ 주 작 성 자 : 정현영

✉ 교 신 저 자 : 정현영

✉ 논문투고일 : 2009. 5. 25

✉ 논문심사일 : 2009. 7. 9 (1차)
2009. 7. 22 (2차)

✉ 심사판정일 : 2009. 7. 22

✉ 반론접수기한 : 2009. 12. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필