

수요추정을 위한 유료도로 통행료의 통행시간가치 산정에 관한 연구

Estimating the Value of Travel Time for Toll Road Demand Forecast

김철주 Kim Seoljoo¹⁾, 정창용 Jung Changyong²⁾, 손의영 Shon Euiyoung³⁾,
김재영 Kim Jaeyoung⁴⁾, 고춘수 Ko Chunsoo⁵⁾

Abstract

In analyzing the travel demand in toll road, it is necessary to convert toll to travel time using the value of travel time, in which the value of time is calculated by Marginal Wage Rate Rule. The value of travel time by Marginal Wage Rate, however, could not completely reflect one's willingness to pay and could be varied by travel distance, travel purpose and income level. The analysis using identical values can be generated a bias in demand forecasting of toll road.

This study estimates the value of travel time by travel distance, travel purpose and income level to improve reliability of demand forecast using Stated Preference data in Umyun Mt. Toll Tunnel. Moreover, it is concluded the value of time in toll road is relatively lower than existing value of time because the existing value of time includes indirect cost of 30% in addition to wage.

Keywords: Value of Travel Time, Toll Roads, SP Survey, Income Level, Purpose of Travel

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 과거 신속한 고속도로의 건설 및 투자재원의 안정적 조달을 위해 1963년 「유료도로법」을 제

정, 공표한 이후 일부 수익자 부담 원칙에 의해 통행료를 징수하는 유료도로를 운영하고 있다. 현재 국내에서 운영 중인 유료도로의 유형을 살펴보면 한국도로공사가 관리하는 고속도로(경부고속도로 등), 민간투자사업에 의한 민자도로(서울~춘천 고속도로, 일산대교 등), 각 지방자치단체가 건설, 관리하는 유

1) 서울시립대학교 교통공학과 박사과정(제1저자) | Ph. D. Candidate, Dept. of Transportation Engineering, Univ. of Seoul | Primary Author | seoljookim@gmail.com

2) 서울시립대학교 교통공학과 연구교수(교신저자) | Research Prof., Dept. of Transportation Engineering, Univ. of Seoul | Corresponding Author | seagrass@empal.com

3) 서울시립대학교 교통공학과 교수 | Prof., Dept. of Transportation Engineering, Univ. of Seoul | eyshon@uos.ac.kr

4) 한국개발연구원 전문위원 | Specialist, Public and Private Infrastructure Investment Management Center, Korea Development Institute | planner@kdi.re.kr

5) 서울시립대학교 교통공학과 박사과정 | Ph. D. Candidate, Dept. of Transportation Engineering, Univ. of Seoul | madi51@hanmail.net

료도로와 혼잡통행료를 징수하는 유료도로 등이 있다.

대부분 도로는 무료로 운영되고 있어 교통수요 분석 시 별도의 요금을 고려할 필요가 없지만, 통행료를 부과하는 유료도로의 경우에는 이용자들이 경로 선택 시 일반적으로 통행료를 함께 고려하는 것으로 알려져 있어 통행료 수준 변화에 따라 교통수요 또한 영향을 받을 수밖에 없다. 교통수요 분석 시 통행료는 일반적으로 통행시간으로 변환하여 경로 선택 시 함께 고려하는데, 통행료를 시간으로 변환하기 위해 사용되는 지표를 통행시간가치(Value of Travel Time: VOT)라고 한다.

이러한 통행시간가치는 어떻게 적용하는지에 따라 통행요금의 저항 정도가 달리 적용될 수 있어 유료도로의 교통수요 분석 요소로 사용되고 있다. 최근 들어 민간투자사업으로 추진하는 유료도로가 확대되면서, 통행료 수준에 따른 수요추정 결과는 이들 민간회사의 장래 수입 예측 및 정부 보조금에 직접적인 영향을 주고 있어 그 중요성은 더욱 커지고 있다.

현재 교통수요 분석에 적용하는 통행시간가치는 대부분의 경우 예비타당성조사 표준지침에서 제시하는 통행시간가치를 사용한다. 예비타당성조사 표준지침에서 제시하는 시간가치는 기본적으로 편익 산정을 위해 「한계임금률법」에 의해 도출된 시간 가치로서 사람들의 지불의사(Willingness To Pay: WTP)와 다를 수 있으나 현재는 같이 사용되고 있다.

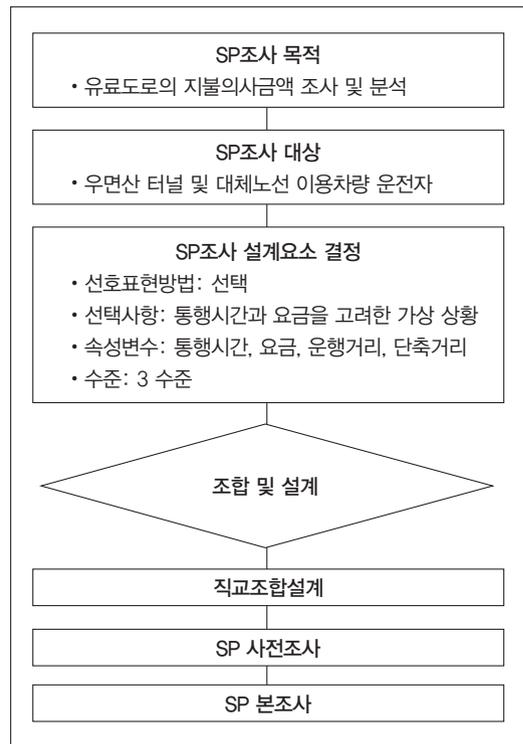
또한 통행거리, 통행 목적, 소득수준별로 지불의사에 차이가 일어날 수 있음에도 불구하고 동일하게 적용됨에 따라 교통수요 과다 혹은 과소 추정의 원인이 될 수 있다. 이에 본 논문에서는 유료도로 수요 추정 결과의 신뢰성 향상을 위해 유료도로 통행요금에 대한 지불의사를 별도로 추정하여 적용하고자 하며, 우면산 터널의 사례를 분석하여 서울시의 특성에 맞는 수요추정을 위한 통행시간가치를 산정하였다.

2. 연구의 내용 및 방법

유료도로의 통행시간가치를 산정하기 위하여 현재 서울시에서 운영하는 유료터널인 우면산 터널을 분석대상으로 선정하였다. 이는 서울시에서 운영 중인 유료도로가 남산 1, 3호 터널, 그리고 우면산 터널뿐이며, 우면산 터널의 유료구간이 짧고 대체 노선이 비교적 명확하게 확보되어 있어 요금 변화에 따른 수요 변화를 분석하기 적합하다고 판단되기 때문이다. 또한 남산 1, 3호 터널과 다르게 24시간 유료로 운영한다는 점에서 분석대상으로 선정하였다.

유료도로를 통행하는 이용자들이 인식하는 통행요금의 시간가치 수준을 분석하기 위하여 SP조사를 이용하였으며, 이때 조사의 목적은 이용자의 지불의사금액(WTP)을 분석하는 것으로 지불의사금액을 이용하여 실제 현실을 최대한 반영하는 통행시간가치를 추정

그림 1 _ SP조사 설계과정



하였다. SP조사의 설계 과정은 <그림 1>과 같다.

김재영외(2009), 이창호(2012), 국토연구원(2003) 등의 선행연구에서 일반적으로 알려진 바와 같이 시간가치의 차이를 보일 것으로 판단되는 통행 목적과 소득수준에 따라 그룹화하여 보다 현실을 반영할 수 있도록 하였으며, 이를 위해 100부의 사전 조사를 통하여 설문 범위를 설정한 후 약 1,500부의 본조사를 시행하였다. 시간가치는 로짓모형을 이용하여 산출하였으며, 이때 분석 프로그램은 Limdep을 이용하였다.

II. 기존 문헌 고찰

유료도로 통행요금의 시간가치 추정과 관련한 국내외 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다.

Calfec et al.(2001)의 연구에서는 전국 단위의 우편조사 패널을 대상으로 하여 혼잡시간, 비혼잡시간, 통행비용(일반적으로 Toll)의 변화에 따른 통행요금의 시간가치를 분석한 바 있다. 이 연구에서는 전통적인 Ordered Probit, Rank-Ordered Logit 모형과 개선된 Mixed Logit의 세 가지 계량경제학적 분석방법을 이용하여 차량 이용자의 통행시간에 대한 가치를 추정하였다. Probit, Logit 모형 적용 시 Rating 기법⁶⁾보다는 Ranking 기법⁷⁾에 의한 결과가 보다 안정적인 결과를 보이고 있으며, 시간당 약 3~5.5달러, 임금 대비 약 15~25% 정도의 시간가치를 나타내는 것으로 분석되었다. Mixed Logit 모형 적용 시에도 시간당 평균 약 3~5.5달러의 결과가 도출된 바 있다.

Hironori et al.(2011)의 연구에서는 일본 내 대규모 가구조사를 통한 도로이용자의 시간가치를 추정한 바 있다. 시간가치 추정에 이용되는 SP, Meta-Analysis, RP의 세 가지 방식 중 일본 전역을 대상으로 RP 분석을 수행하였다. 이를 위해 약 443.6만 대의 통행차량을 대상으로 Expressway를 이용한 경우와 그렇지 않은 경우로 구분하여 차량 1대당, 사람 1인당 통행시간가치를 추정하였다. 본 논문에서는 통행비용에 유류비, 유지관리비 등을 포함하지 않았으므로, 순수한 통행료에 대한 시간가치로 해석할 수 있다. 통행목적, 성별, 연령별, 출발시간대별, 통행거리별로 다양한 분석을 수행하였으며, 1인당 통행시간가치는 1분당 약 14~40엔(시간당 원화로 환산 시 약 1만 1,000원~약 3만 3,000원)인 것으로 분석되었다.

HNTB(2010)의 연구에서는 2007년에 조지아 교통부 주관하에 애틀랜타와 주변 주요 고속도로 이용자를 중심으로 통행요금에 대한 지불의사 및 시간가치를 조사하였다. 각 유료도로 유형별로 추정된 평균적 시간가치는 <표 1>과 같으며, 이 중 I-20E 이용자들의 통행 목적별, 시간대별 시간가치를 살펴보면 시

표 1_ 승용차 이용자의 평균 시간가치

통행 목적	통행시간가치(달러/시간)				
	I-20E	I-20W	I-75	I-85	I-285
Home-Based Work	7.89	10.79	7.64	8.20	7.86
Home-Based Other	11.74	15.71	9.23	10.69	10.15
Not Home-Based	9.04	12.89	8.29	8.86	9.06
AM Peak	10.41	15.25	9.97	9.39	9.26
PM Peak	7.71	8.70	7.84	7.35	8.20
Off-Peak	7.18	10.40	9.57	11.99	10.54
평균소득(달러/년)	69,629	72,737	86,262	85,020	78,632
평균거리(Miles)	26.8	27.5	26.2	26.9	26.4

자료: HNTB, 2010.

6) SP기법 중 응답자들이 대안에 대한 그들의 선택을 어떤 척도에 등급을 매기는 기법.

7) SP기법 중 응답자들이 대안에 대한 그들의 선택을 중요도 순서로 순서를 매기는 기법.

간당 7.18~11.74달러로 소득수준 대비 평균적으로 19%~32%의 비율을 갖는 것으로 나타나고 있다(월 평균 20일, 1일 8시간 근무가정 시).

III. SP조사 설계 및 조사

1. 설문조사를 위한 가정

설문조사에 앞서 본 연구에서는 여러 선행연구에서 제시된 바와 같이 기본적으로 소득수준과 통행목적에 따라 시간가치가 다르다고 가정하였다.

첫째, 소득수준에 따른 차이를 가정하기 위하여 소득수준에 따라 6개의 그룹(150만 원 이하, 151~250만 원, 251~350만 원, 351~450만 원, 451~550만 원, 551만 원 이상)으로 구분하였으며, 이때 소득수준의 범위는 2012년 7월 기준 가구당 평균소득인 394만 원과 가구소득 10분위를 기준으로 하여 설정하였다(〈표 2〉 참조).

둘째, 출근 통행 시간가치는 업무, 비업무 통행 시간가치와 다를 것으로 판단되므로, 통행목적에 따라 3개(업무, 비업무, 출근 통행)의 단위에 따른 시간가

표 2 _ 2012년 가구소득 10분위

(단위: 천 원)

가구소득 10분위	가구 소득
1분위	683
2분위	1,526
3분위	2,149
4분위	2,670
5분위	3,113
6분위	3,628
7분위	4,229
8분위	4,908
9분위	5,976
10분위	9,686

자료: 통계청(<http://kostat.go.kr>).

치를 분석하기 위한 설문조사를 시행하였다.

국토연구원(2003)의 연구에서는 업무, 비업무, 출근 통행으로 구분하여 모형을 추정한 뒤 출근 통행과 비업무 통행이 유사하여 별도로 구분할 필요가 없다고 제시하였으나 본 논문과는 공간적, 시간적 배경의 차이가 있을 것으로 판단되므로 우선 별도로 구분하여 모형을 추정하였다.

2. 설문조사의 설계

시간가치에 대한 설문조사 문항은 직교 실험계획표에 의하여 설계하였다. 본 논문에서는 2개의 속성변수(소득수준, 통행 목적)로 구분하였으며, 각 속성변수는 3개의 수준(저소득, 중소득, 고소득과 출근, 업무, 비업무)을 갖는 것으로 설계하였다. 또한, 2개의 속성변수 간에는 교호 작용을 고려하지 않으므로 9개의 문항으로 구성하는 것이 적합한 것으로 분석되었다.

다만 동일한 시간가치인 경우라도 총통행시간에 따라 응답자의 선택이 다르게 나타날 수 있으므로, A~E의 5가지 설문지 유형으로 설계하였다. 구체적으로 살펴보면, 같은 9,000원/시간의 시간가치를 갖는 문항이라도 유형에 따라 〈표 3〉과 같이 다른 상황을 제시함으로써 결과가 한쪽으로 치우치지 않도록 설계하였다.

이때 설문조사지의 경계시간가치를 설정하기 위

표 3 _ 설문지 유형별 9,000원/시간에 해당하는 설문 문항 예시

(단위: 분, 원)

구분	통행시간	유료요금
A	50 → 40	1,500
B	40 → 30	1,500
C	50 → 30	3,000
D	60 → 40	3,000
E	60 → 50	1,500

표 4 _ 설문조사 문항의 설계 시간가치

(단위: 원/시간)

구분	비업무, 출근 통행 시간가치	업무 통행 시간가치
질문1	3,000	9,000
질문2	4,000	10,500
질문3	4,500	12,000
질문4	6,000	12,800
질문5	8,000	14,000
질문6	9,000	16,000
질문7	10,000	18,000
질문8	10,500	21,000
질문9	12,000	24,000

하여 예비타당성조사 지침의 시간가치인 업무통행 시간가치 1만 8,626원/시간과 비업무 통행시간가치 6,091원/시간을 고려하였다. 기존 연구들에서 출근 시간의 시간가치는 비업무 통행과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었으므로 <표 4>와 같이 업무 통행 9,000~2만 4,000원/시간, 비업무 및 출근 통행 3,000~1만 2,000원/시간 수준으로 설정하였다.

즉 응답자는 출근, 비업무, 업무 통행에 따라 9개의 시간가치에 해당하는 지불의사 금액 문항에 대해 답하게 되며, 이때 문항지는 A~E의 5가지 유형으로 구분하여 다양한 상황을 고려한 시간가치를 분석할 수 있도록 설계하였다.

또한 설문조사자의 편의(Bias)를 없애고 1순위 요소(예를 들면, 시간 또는 비용)만을 고려하는 의사결정을 방지하기 위하여 직접 질문방식이 아닌 시각적 효과를 활용한 SP조사를 시행하였다. 이와 같은 방법은 유료도로를 이용하는 경우의 통행시간 절감과 요금을 동시에 인지할 수 있도록 함으로써 기존 무료도로를 이용하는 경우와 비교하여 경로를 선택할 수 있도록 하였다. <그림 2>는 조사자가 작성하게 되는 9개의 문항 중 하나의 예제로 통행시간이 10분 단축되는 경우에 1,500원의 지불의사를 묻는 문항이다.

그림 2 _ 설문문항 예시

질문	□경로 A (현재)	15분	0원
	□경로 B (대안)	5분	1,500원

즉 이 문항의 경우에는 시간가치 9,000원인 경우의 의사결정을 분석할 수 있다.

3. 설문조사

본조사 이전에 소득수준의 범위와 통행목적의 구분에 대한 적정성을 검토하고, 조사방법, 조사과정, 조사문항 등에 대한 문제점 등을 보완하기 위하여 사전조사를 우선 시행하였다. 사전조사는 100부로 수행하였으며, 조사대상은 조사일 기준 1주일 이내에 우면산 터널 또는 우면산 터널의 대체도로의 성격을 갖는 남태령로, 강남대로, 경부고속도로(서초~양재 IC 구간)를 이용한 경험이 있는 운전자를 선정하였다. 이러한 조사대상에 대하여 온라인 패널조사방법으로 설문조사를 하였다.

통행목적별로 고르게 조사하기 위하여 출근 통행은 34부, 업무와 비업무 통행은 각각 33부씩 조사하였으며, 가구소득은 설문지에서 구분한 소득수준의 구분 기준이 합리적인지를 검토하기 위하여 별도의 구분 없이 사전조사를 하였다.

하지만 사전조사 결과, 450만 원 이하 34부, 451만 원 이상 750만 원 이하 45부, 751만 원 이상 21부로 나타나 2012년 평균 가구소득인 394만 원보다 훨씬 큰 수준으로 나타났다. 이는 승용차를 보유하고 있는 가구의 소득이 평균에 비해 높기 때문인 것으로 판단된다. 이에 본 논문에서는 가구당 평균소득보다 높게 설정하여 설계하였다.

이에 본 조사에서는 사전조사의 결과를 통하여 소득수준의 범위를 9개의 그룹(70만 원 이하, 71~150

만 원, 151~250만 원, 251~350만 원, 351~450만 원, 451~550만 원, 551~750만 원, 751~950만 원, 951만 원 이상)으로 구분하였으며, 이 중 350만 원 이하를 저소득, 351만 원~550만 원을 중소득, 750만 원 이상을 고소득으로 설계하였다. 총 1,540부의 조사를 수행하였으며, 본 조사에서의 설문 응답자의 성별, 직업, 통행목적, 소득수준에 대한 통계지표는 <표 5>와 같다.

이 외에도 통행거리 수준과 단축거리의 인지 유·무에 따라 다를 것이라고 가정하였다. 일반적으로

표 5 _ 설문 응답자의 통계지표

구분	응답자수(명)	
성별	남: 1,050, 여: 490	
직업	직장인: 1,317 학생: 47 주부: 72 기타: 104	
통행 목적	출근: 510 비업무: 510 업무: 520	
소득수준	저소득	70만 원 미만: 9 70~150만 원: 22 151~250만 원: 94 251~350만 원: 203
	중소득	351~450만 원: 271 451~550만 원: 355
	고소득	551~750만 원: 311 751~950만 원: 159 951만 원 이상: 116

표 6 _ 본조사의 설문지 구분

구분	설문지
통행 목적	출근·비업무, 업무
통행거리	단거리, 장거리
단축거리 인지	유, 무
설문지 유형	A, B, C, D, E

장거리를 운행하는 이용자, 그리고 단축거리를 인지하는 이용자의 시간가치가 그렇지 않은 경우에 비해 시간가치가 높을 것으로 예상되므로 이를 구분하여 산정하였다.

이에 최근 우면산 터널 및 대체도로를 이용했을 때의 통행시간이 60분⁸⁾ 미만인 경우와 이상인 경우로 구분하여 설문지 유형을 구분하였다. 또한 통행 시간 감소와 유료 요금만을 제시하는 문항과 단축거리를 추가로 제시하는 문항을 함께 설문하여, 통행 시간가치에 미치는 영향도 함께 분석할 수 있도록 설계하였다. 즉 본조사의 설문지 유형은 <표 6>과 같이 통행목적, 통행거리, 설문지 유형에 따라 40가지로 구분함으로써 조사의 신뢰도를 높일 수 있도록 설계하였다.

IV. 통행시간가치 산정

1. 분석모형

앞에서 설계한 설문지를 통하여 조사한 결과로 통행시간가치를 산정하였다. 설문지를 통하여 구분한 통행목적, 통행거리, 단축거리 인지 외에도 조사결과와 소득수준에 따라 저, 중, 고소득으로 구분하여

표 7 _ Limdep 분석 모형의 효용함수식

구분	모형
통행거리 미포함	$U=A(TIME)+B(COST)$
통행거리 포함	$U=A(TIME)+B(COST)+C(DIST)$
시간가치	$A \times 60 / B$

주: TIME: 통행시간(분).
COST: 통행요금(원).
DIST: 통행거리(km).

8) 수도권 KTDB의 우면산 터널 구간을 Selected link 분석한 결과, 평균통행시간은 약 60분으로 분석됨.

표 8 _ 시간, 요금을 고려한 통행시간가치 추정

(단위: 원/시간)

구분		Coeff.	Std.Err.	t-ratio	P-value	시간가치
단거리	시간	-0.0438	0.0036	-12.2	0.0000	3,632
	요금	-0.0007	0.0000	-29.0	0.0000	
장거리	시간	-0.0402	0.0041	-9.8	0.0000	3,773
	요금	-0.0006	0.0000	-23.3	0.0000	
출근	시간	-0.0780	0.0050	-15.7	0.0000	4,052
	요금	-0.0012	0.0000	-25.0	0.0000	
업무	시간	-0.1197	0.0086	-14.0	0.0000	8,064
	요금	-0.0009	0.0000	-21.9	0.0000	
비업무	시간	-0.0811	0.0051	-15.8	0.0000	3,932
	요금	-0.0012	0.0000	-25.4	0.0000	
저소득	시간	-0.0184	0.0060	-3.1	0.0022	1,848
	요금	-0.0006	0.0000	-14.6	0.0000	
중소득	시간	-0.0473	0.0043	-11.0	0.0000	3,769
	요금	-0.0008	0.0000	-25.2	0.0000	
고소득	시간	-0.0493	0.0043	-11.5	0.0000	4,431
	요금	-0.0007	0.0000	-23.1	0.0000	

〈표 8, 9〉와 같이 총 16개 그룹에 대한 통행시간가치를 분석하였다.

이때 통행시간가치를 산정하기 위하여 Limdep을 이용한 로짓모형의 효용함수식은 〈표 7〉과 같이 설정하였으며, 통행시간과 통행비용의 계수를 이용하여 시간가치를 산정하였다.

2. 통행시간가치 산정 결과

설문조사 결과에 의한 통행시간가치를 로짓모형을 이용하여 산정한 결과, 시간과 요금만을 고려한 경우에는 업무 통행 8,064원/시간, 출근 통행 4,052원/시간, 비업무 통행 3,932원/시간으로 나타내며, 시간, 요금, 거리를 고려한 경우에는 업무 통행 7,113원/시간, 출근 통행 4,918원/시간, 비업무 통행 5,313원/시간으로 분석되었다. 두 가지 분석 결과 모두에서 출근

표 9 _ 시간, 요금, 거리를 고려한 통행시간가치 추정

(단위: 원/시간)

구분		Coeff.	Std.Err.	t-ratio	P-value	시간가치
단거리	시간	-0.0564	0.0040	-14.1	0.0000	5,709
	요금	-0.0006	0.0000	-22.7	0.0000	
	거리	0.0927	0.0122	7.6	0.0000	
장거리	시간	-0.0530	0.0045	-11.7	0.0000	6,259
	요금	-0.0005	0.0000	-17.5	0.0000	
	거리	0.0945	0.0137	6.9	0.0000	
출근	시간	-0.0758	0.0053	-14.4	0.0000	4,918
	요금	-0.0009	0.0000	-19.3	0.0000	
	거리	0.0541	0.0165	3.3	0.0011	
업무	시간	-0.1118	0.0090	-12.5	0.0000	7,113
	요금	-0.0009	0.0001	-15.2	0.0000	
	거리	-0.0880	0.0237	-3.7	0.0002	
비업무	시간	-0.0906	0.0055	-16.4	0.0000	5,313
	요금	-0.0010	0.0001	-20.3	0.0000	
	거리	0.0887	0.0176	5.0	0.0000	
저소득	시간	-0.0307	0.0066	-4.7	0.0000	4,374
	요금	-0.0004	0.0000	-9.8	0.0000	
	거리	0.1111	0.0204	5.4	0.0000	
중소득	시간	-0.0539	0.0047	-11.4	0.0000	5,597
	요금	-0.0006	0.0000	-18.9	0.0000	
	거리	0.0892	0.0144	6.2	0.0000	
고소득	시간	-0.0685	0.0049	-14.1	0.0000	6,844
	요금	-0.0006	0.0000	-19.4	0.0000	
	거리	0.0902	0.0144	6.3	0.0000	

과 비업무 통행의 시간가치는 유사하지만, 업무 통행의 시간가치는 2배 이상 높은 것으로 나타났다.

이러한 조사 결과는 「도로·철도 부분 사업의 예비타당성조사 표준지침」(제5판, 이하 「예타지침」)에서 제시하고 있는 통행시간가치에 비해 낮은 수준이다. 이는 「예타지침」의 업무 통행시간가치는 편익 산정을 위하여 임금수준 외에 간접비(overhead) 등도 함께 고려하고 있으나, 실제 이용자들은 유료도로를 이용할 때 이보다 낮은 지불의사금액을 갖기 때문인

것으로 판단된다.

16개 그룹에 대한 시간가치를 산정한 결과를 상세히 살펴보면, 분석 결과 통행거리에 따라 장거리 통행을 하는 사람의 시간가치가 단거리 통행에 비하여 높은 것으로 나타난다. 하지만 그 차이는 미미하여 거리 미포함의 경우에는 3,632원/시간에서 3,773원/시간으로 141원/시간, 거리 포함의 경우에는 5,709원/시간에서 6,259원/시간으로 550원/시간의 차이를 보이고 있어 큰 차이가 없는 것으로 분석된다.

통행 목적별로는 출근과 비업무 통행의 경우에는 유사한 수준으로 나타나지만, 업무 통행은 이에 비해 높은 것으로 분석된다. 출근과 비업무 통행의 거리 미포함 시 시간가치는 각각 4,052원/시간과 3,932원/시간으로 유사하지만, 업무 통행의 경우에는 이보다 약 2배가량 높은 8,064원/시간으로 분석되었다. 거리가 포함된 경우에도 출근과 비업무 통행에서는 각각 4,918원/시간과 5,313원/시간으로 유사한 것으로 나타났지만, 업무 통행의 경우에는 7,113원으로 높게 분석된다. 단 출근, 비업무 통행의 거리포함 시 시간가치가 거리 미포함 시에 비해 높아지는 것으로 나타났지만, 업무 통행은 오히려 낮아지는 것으로 분석되었다. 이는 업무 통행의 경우 거리의 변화보다는 시간의 변화를 중요하게 고려하여 영향을 받지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 즉 통행목적별로는 출근·비업무 통행과 업무 통행의 시간가치가 차이를 보임을 알 수 있다.

마지막으로 소득수준별로는 소득이 높아질수록 시간가치가 높은 것으로 나타났으며, 거리가 포함된 경우에도 역시 높은 것으로 분석된다. 저소득, 중소득, 고소득층의 경우 통행거리 변화를 인지하지 못하는 경우의 시간가치가 각각 1,848원/시간, 3,769원/시간과 4,431

원/시간으로 분석되지만, 통행거리 변화를 인지하는 경우에는 각각 4,374원/시간, 5,597원/시간, 6,844원/시간으로 높게 분석된다. 이와 같은 수치는 중소득과 고소득층의 시간가치가 각각 48.5%, 54.5% 증가한 것에 비해 저소득층은 136.7%가 증가한 것으로, 특히 저소득일수록 통행거리 변화의 인지 유·무에 따라 시간가치가 민감하게 변화하는 것을 알 수 있다.

업무 통행을 제외한 모든 경우에는 거리의 변화를 고려하였을 때 통행시간가치가 높아지는 것으로 나타났다는데, 이는 유류비용의 절감이 함께 고려되었기 때문이다. 실제 운전자의 경우 유류비용은 노선 선택 시 중요한 고려 요인이므로, 본 논문에서는 거리를 포함하는 통행시간가치가 현실적일 것으로 판단된다.

V. 통행시간가치 검증

1. 기존 연구와의 비교

본 연구의 시간가치 산정 결과, 업무 통행의 1인당 통행시간가치는 7,113원으로 산정되었으며, 이는 「에타지침」의 업무 통행 시간가치 18,606원의 40%

표 10 _ 애틀랜타의 소득 대비 시간가치 비율

구분		도로 구분				
		I-20E	I-20W	I-75	I-85	I-285
시간가치 (달러/시간)	오전 첨두	10.41	15.25	9.97	9.39	9.26
	오후 첨두	7.71	8.7	7.84	7.35	8.2
	비첨두	7.18	10.4	9.57	11.99	10.54
월소득(달러)		5,802	6,061	7,189	7,085	6,553
시간당 소득 (달러/시간)		36	38	45	44	41
시간가치 비율(%)	오전 첨두	28.7	40.3	22.2	21.2	22.6
	오후 첨두	21.3	23.0	17.5	16.6	20.0
	비첨두	19.8	27.5	21.3	27.1	25.7

자료: HNTB, 2010.

수준에 해당한다.

이와 같이 시간가치가 「예타지침」에 비해 낮게 산정된 이유는 「예타지침」은 편익산정을 위하여 산정된 시간가치로 한계임금률법을 이용하여 시간가치를 산정하였기 때문이다. 하지만 실제 유료도로 이용자는 이보다 낮은 지불의사금액을 갖고 있기 때문에 업무 통행의 시간가치는 낮은 것으로 나타난다.

실제로 애틀랜타를 중심으로 주변 고속도로 이용자의 시간가치를 조사한 Georgia Department of Transportation(2010)의 연구 결과를 보면, 소득대비 시간가치 비율은 <표 10>과 같이 17~40% 수준으로 나타난다.

즉 예비타당성조사 지침에서 제시한 편익산정용 시간가치는 「한계임금률법」을 이용함으로써 소득수준을 시간가치로 본 값이므로, 본 논문에서 산정하고자 하는 유료도로의 통행시간가치와는 차이가 있다. 그렇기 때문에 이를 이용하여 유료도로의 수요를 추정할 경우에는 시간가치를 고려한 추가 시간이 짧게 나타나므로 실제 유료도로의 수요에 비해 과다하게 추정될 우려가 있다.

반면에 본 연구의 소득 대비 시간가치 비율을 분석한 결과를 살펴보면 <표 11>과 같이 14.3~27.1% 수준으로 나타나 Georgia Department of Transportation(2010)의 결과와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

2. 탄력성 분석

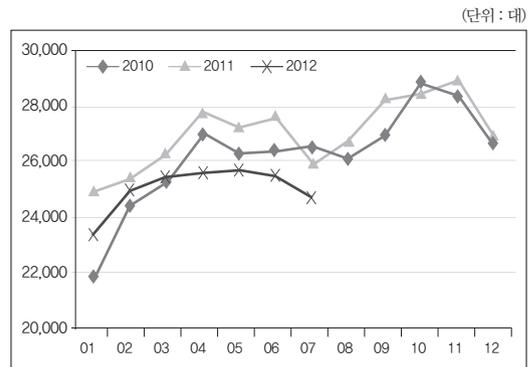
우면산 터널의 요금은 2004년 개통 이후 2,000원이었으나, 지난 2011년 12월에 인상되어 현재 2,500원의 요금을 부과 중이다. 이에 본 논문에서는 요금 인상 전과 후의 수요를 이용하여 우면산 터널의 요금 변화에 따른 수요의 탄력성을 분석하였다.

2010년 1월부터 2012년 7월까지 월별 교통량은 <그림 3>에서 보는 바와 같이 2011년에는 물가 인

표 11 _ 본조사의 소득대비 시간가치 비율

구분	시간가치 (원/시간)	월소득 (만 원)	시간당소득 (원/시간)	시간가치 비율(%)
저소득	4,374	258.7	16,168.8	27.1
중소득	5,597	455.9	28,493.8	19.6
고소득	6,844	766.8	47,925.0	14.3

그림 3 _ 우면산 터널의 월별 평균 교통량



상률로 인해 2010년보다 조금 증가하는 것으로 나타난다. 하지만 요금이 인상된 후인 2012년 1월~7월의 수요는 2011년의 같은 기간에 비해 모두 감소한 것으로 나타나 요금에 대한 탄력성이 있는 것을 알 수 있다. 즉, 우면산 터널은 요금 인상에 따른 통행량 감소 수준을 실제 과거 자료 분석을 통해서 확인하는 것이 가능하다.

요금 인상에 따른 수요의 탄력성을 분석하기 위하여 요금 인상이 없다고 가정하고 2012년 수요를 예측하여 요금 인상에 의한 탄력성을 분석하였다. 우선 2012년에 요금 인상이 없을 경우, 과거 3년간 연평균 증가율을 이용하여 2012년 1월~7월의 총통행량을 예측해보면 20만 3,760대로 나타나 2,500원으로 인상된 현재의 1월~7월의 총통행량인 17만 5,302대와는 약 2만 8,000대 차이가 난다. 이를 이용하여 요금 인상에 따른 수요탄력성을 분석해보면 0.559로 가격의 변화에 비해 수요의 변화는 덜 민감한 것으로 나타난다.

본 논문에서 산정된 통행요금 시간가치의 타당성을 검증하기 위하여, 실제 교통수요 분석에서 주로 활용되는 EMME/3 프로그램에 적용하여 우면산 터널의 수요를 추정하였다.

EMME/3 프로그램을 이용하여 요금을 2,000원으로 유지하는 경우와 2,500원으로 인상하는 경우의 2012년 수요를 분석하였으며, 앞에서 산정된 통행시간가치를 이용하여 요금을 반영하였다. 분석 결과 각각 2만 8,054대/일과 2만 4,447대/일로 분석되어 요금이 인상되는 경우 수요가 감소하는 것으로 분석되었다. 이때의 가격탄력성을 분석해보면 0.514로 실제 수요의 탄력성인 0.559와 유사한 수준임을 알 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 유료도로 통행수요 예측에 중요한 변수로 작용하는 통행요금의 시간가치를 서울시내 도로 이용자를 대상으로 직접 설문조사를 수행하여 산출함으로써 보다 신뢰성 있는 수요추정 결과를 얻고자 하였다.

SP 방식에 의해 통행요금의 시간가치를 산정한 결과 기존에 적용해오던 임금수준에 기반을 둔 시간가치보다는 낮은 수준으로 도출되었다. 이러한 결과는 1차적으로는 편익산정을 위한 시간가치가 임금수준 외에 약 30% 이상의 간접비(Overhead) 등을 함께 고려하고 있기 때문이다.

아울러 지역 간 통행에 있어서는 장거리 통행 시 고속도로의 쾌적성, 연비향상효과, 안전성 등의 요소가 함께 고려되어 보다 높은 시간가치가 산정될 수 있겠으나 도시 내 단거리 통행에서는 우면산 터널과 같이 단구간의 유료도로를 이용한다 하더라도 전체 통행에서의 쾌적성, 연비향상효과, 안전성 등을 크게 기 대할 수 없기 때문에 판단된다.

통행요금에 대한 시간가치를 높게 적용할수록 요금에 대한 저항 정도가 낮아져 교통수요가 높게 추정된다. 최근 들어 기존에 건설된 유료도로(재정, 민자)의 교통수요 과다 예측 문제가 심각하게 거론되고 있는 시점에서 통행요금에 대한 시간가치를 합리적으로 추정하고 반영하는 것이 요구된다.

본 연구 결과가 기존 국내 사례보다는 낮지만 해외 사례와 비교하였을 때 유사한 사례가 존재하며, 우면산 터널의 요금 탄력성 분석 결과보다 높은 적합성을 갖는 만큼 기존에 적용해오던 통행요금에 대한 시간가치는 앞으로 보다 많은 연구를 통하여 보완할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 SP 조사는 현실의 다양한 요인을 고려하지 못한다는 점에서 RP에 비해 분산추정의 문제를 발생시키므로(김진희 외 2010), 향후 이를 고려한 연구가 보완되어야 할 것이다.

참고문헌

- 국토연구원. 2003. 유료도로의 통행시간가치 산정에 관한 연구: 수도권 지역을 중심으로. 경기: 국토연구원.
- 김재영, 손의영, 정창용. 2009. 유료도로의 교통수요분석에 있어서 통행시간가치 차등화 필요성 검토. 대한교통학회지 27권, 4호: 31-40
- 김진희, 정진혁, 손기민. 2010. 잠재변수를 이용한 RP/SP 결합모형에 관한 연구. 대한교통학회지 28권, 4호: 119-128
- 이장호. 2012. 지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구. 대한교통학회지 30권, 6호: 59-70
- 한국개발연구원 공공투자관리센터. 2008. 도로·철도 부분 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판). 서울: 한국개발연구원.
- Calfee John et al. 2001. Econometric issues in estimating consumer preferences from stated preference data: A case study of the value of automobile travel Time. *The Review of Economics and Statistics*, November 83, no.4: 699-707
- Hironori, Kato et al. 2011. Estimating value of travel time savings by using large-scale household survey data from

japan. *Transportation Research Record* 2231: 85-92.

HNTB. 2010. *Atlanta Regional Managed Lane System Plan*.
Atlanta: Georgia Department of Transportation.

URS. 2011. *Toll Road Modelling Technique*. Maricopa
Association of Government.

- 논문 접수일: 2014. 6. 18
- 심사 시작일: 2014. 7. 17
- 심사 완료일: 2014. 7. 20

요약

주제어: 통행시간가치, 유료도로, SP조사, 소득수준, 통행 목적

유료도로의 교통수요에서는 통행료를 통행시간으로 변환하여 적용하며, 「한계임금률법」에 의해 도출된 통행시간가치를 사용하고 있다. 그러나 「한계임금률법」에 의해 도출된 시간가치는 사람들의 지불의사와 다를 수 있으며, 통행거리, 통행 목적, 소득수준에 따라 차이가 있음에도 불구하고 동일하게 적용되어 교통수요추정의 신뢰성을 저하시킬 수 있다.

본 논문에서는 유료도로 수요추정의 신뢰성 향상을 위해 유료도로인 우면산 터널에서의 SP조사 자료를 이용하여 통행거리, 통행 목적, 소득수준에 따른 시간가치를 산정하였다. 그 결과 기존 시간가치에 비해 낮은 것으로 분석되었는데, 이는 기존 시간가치의 경우 편익산정을 위하여 임금수준 외에 약 30% 이상의 간접비 등을 함께 고려하기 때문으로 판단된다.