

통행시간의 가치변화를 반영한 도로투자 경제성 평가의 실효성 제고방안

Study on Improving Economic Benefit Assessment Methodology of Roadway
Investment through Valuing Time by Travel Journey Length

육동형

■ 연구진

육동형 책임연구원

■ 연구심의위원

이상건 국토연구원 선임연구위원

고용석 국토연구원 연구위원

윤하중 국토연구원 연구위원

김민철 국토연구원 책임연구원

주요 내용 및 정책제안

본 연구보고서의 주요 내용

- ① 통행소요시간별로 다른 통행시간가치를 고려하는 것은 통행자의 특성을 더욱 현실성있게 모형화하려는 노력의 일환이며,
- ② 이의 실제적 적용을 통해 통행시간절감편익이 더욱 정확히 산정 될 수 있다는데 이 연구의 의의가 있음
- ③ 통행소요시간별 통행시간가치를 도로투자사업의 편익산정에 적용한 결과 기존 방법에 의한 결과보다 증가 할 수도 반대로 감소 할 수도 있음을 실증 분석을 통해 밝힘

본 연구보고서의 정책제안

- ① 도로투자사업으로 인한 편익 산정의 증진을 위해 새로운 편익 항목의 개발도 중요하지만 기존 편익산정 방법론의 정확성을 향상시키는 것도 효율적인 방법 중 하나임
- ② 본 연구의 기본적인 연구의 방향처럼 기존 편익산정 방법론의 개선을 통해 편익산정의 정확성 향상을 기대할 수 있는 요소를 찾고 이를 발전시키는 연구가 필요함
- ③ 본 연구에서 제시하는 통행소요시간별 통행시간가치가 도로투자의 편익산정에 반영되기 위해서는 대규모 통행소요시간별 통행시간가치에 대한 조사를 바탕으로 정확한 증감률을 파악하는 것이 필요함

C O N T E N T S

차례

주요 결론 및 정책제안	iii
I. 연구의 개요	3
1. 연구의 배경 및 목적	3
1) 연구의 배경	3
2) 연구의 목적	5
2. 연구의 범위 및 흐름	6
1) 연구의 시·공간적 범위	6
2) 내용적 범위	6
3) 연구의 흐름	7
3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별점	9
II. 기존도로 투자평가사업의 편익산정 방법론에 대한 고찰	15
1. 기존 도로부문의 통행시간 절감편익 산정	15
1) 통행시간절감편익	15
2) 통행시간 신뢰성 가치	16
2. 기존 편익 산정방법론의 개선방안	17
1) 통행시간절감편익	17
2) 통행시간 신뢰성 가치	19
3. 기존 방법론의 개선에 담긴 함의	20
1) 정확한 시간가치의 반영	20
2) 통행시간의 신뢰성 가치의 제고	21

III. 통행소요시간별 통행시간가치-이론 및 행태적 접근	25
1. 이론적 측면	26
1) 시간분배 구조	26
2) 통행소요시간별 통행시간가치의 변화에 대한 이론적 구조	28
2. 행태적 측면	32
3. 국내·외 사례연구	33
IV. 통행시간을 고려한 통행시간절감편익의 산정	41
1. 기·종점 경로별 통행시간	41
2. 기준년도 통행소요시간별 통행시간가치의 추정	43
1) 기존 조사자료의 이용	43
2) 통행소요시간별 통행시간가치 함수의 추정	54
3. 통행소요시간별 통행시간가치의 적용 및 결과	58
1) 통행소요시간별 통행시간가치의 적용	58
2) 사례 사업구간 선정	59
3) 통행시간절감편익의 비교 및 분석	60
V. 결론 및 정책 제언	69
1. 결론 및 정책적 제언	69
1) 결론 및 연구의 의의	69
2) 정책적 제언	70
2. 연구의 한계 및 향후 연구과제	70
1) 대규모 조사의 필요성	70
2) 경로기반 통행배정 기법의 활용성 강화	71
참고문헌	73
SUMMARY	77
부록	81

	제 1 장 연구의 개요	
--	-----------------	--

연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

□ 도로투자사업으로 인한 편익 산정 방법론의 발전

- 도로투자사업으로 인한 편익은 사회·경제상황, 심지어 자연환경의 변화도 그 가치를 제고하는데 영향을 미침
 - 일본의 경우, 평소에는 잘 이용되지 않던 우회도로가 비상재해시 우회대피로의 기능을 수행하는데 중요한 역할을 한 상황을 예로 들어 선택대안으로서의 잠재적 가치를 도로투자 평가에 포함시킴
 - 이를 선택가치라고 표현하고 있으며, 우리나라에서는 이를 교통시설투자평가 지침에서 반영하고 있음

“선택가치는 아직 발생하지 않았거나 또는 현재 다른 수단을 이용하는 통행에 대한 교통서비스를 이용하는 선택(option)을 유지하는 데에 지불하고자 하는 금액이라 한다.” (국토연구원, 한국교통연구원, 2011)

- 사회·경제상황의 변화 외에도 편익 산정 기법의 발전 또한 편익 산정 방법론의 진보에 기여 함
 - 우리나라의 경우, 예비타당성 조사 지침이 발간되기 전에는 표준화된 타당성 조사 기법이 존재하지 않았으나, 지침의 발간이후 편익 산정 기법이 표준화 되었으며, 지침의 수정·보완을 통해 원단위 및 편익 산정기법의 현실성이 향상되고 있음
 - 이와 더불어 국토교통부에서는 교통시설 투자평가지침 및 그 개선방안 연구를 통해 주무관청의 시선에서 교통시설 투자로 인한 편익을 정확히 측정하기 위해 노력하고 있음
- 이러한 노력에도 불구하고, 편익과 비용의 산정에 대한 방법론이나 원단위가 아직 사회·경제적 여건을 충실히 반영하고 있지 못하다는 의견이 존재함 (국토연구원, 한국교통연구원, 2011)
 - 계획적 측면의 접근방식으로 인해 다소 현실적이지 못한 요소가 여러 방면에 산재해 있으며 이 중 통행시간절감편익의 경우, 개별통행자별로 그 변동이 심한 통행시간가치의 합리적인 반영이 제대로 이루어지지 않고 있음
- 본 연구는 통행시간가치에 영향을 미치는 많은 요소 중, 통행소요시간의 변화에 따른 시간가치의 변화를 시간절감편익 산정에 반영함으로써 정확한 시간가치의 적용이 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 함

□ 통행시간절감편익 산정 방법의 개선 필요

- 도로투자사업의 편익에 대한 적절한 산정 방법론의 개발 및 발전은 투자사업으로 인한 경제성 평가의 정확성과 밀접하게 연관되어 있음

- 특히, 교통투자사업에 의해 발생하는 편익의 대부분을 차지하는 (약 70 ~ 80%) 통행시간절감 편익이 개별통행자의 특성을 감안하지 못한 채 일률적인 통행시간가치의 적용으로 편익의 정확성이 향상되지 못하고 있음
- 현행 도로투자사업의 경제성 평가항목 중 통행시간절감편익은 투자사업으로 인한 통행시간 절감에 일률적인 통행시간가치를 곱하여 계산하는 방법을 사용하고 있음
 - 모든 통행자에게 동일한 통행시간가치를 적용하는 것은 현실과는 차이가 있으며 이로 인해 통행시간절감편익 산정의 실효성에 대한 문제가 지적됨
 - 통행시간가치는 통행소요시간의 장·단에 따라 변화한다는 국내 및 국제적 실증 조사연구가 상당 수 발표되고 있음
 - 통행자의 통행소요시간에 따라 통행시간가치가 증가 혹은 감소할 수 있음을 통행시간절감편익 산정에 반영하지 못하는 것은 개개의 통행이 어디서 출발해서 어디로 가는지에 대한 정보, 즉 경로정보를 활용하고 있지 않기 때문임
- 경로정보를 이용하여 통행소요시간에 따른 통행시간가치를 반영한다면 기존보다 현실성이 높은 통행시간절감편익의 계산이 가능할 것으로 보이며 이는 곧 경제성 평가의 실효성 향상으로 이어질 것으로 기대됨

2) 연구의 목적

- 본 연구는 기존 도로투자사업 평가에서 고정된 통행시간가치를 이용하던 방법론을 지양하고, 경로정보를 이용하여 도로투자평가의 실효성 향상을 위한 방향을 제시하는 것을 목적으로 함. 이를 위해 아래와 같은 실천목표를 추진하고자 함

- 첫째, 기존 연구의 고찰을 통해 도로투자사업으로 인해 발생하는 여러 편익 항목의 산정이 아직 미완 (未完)이라는 현실적 시각에서 시간절감편익에 관련된 이슈에 대해 알아봄
- 둘째, 파악한 여러 이슈 중 통행시간가치와 통행소요시간과의 관계에 대한 집중 검토
- 셋째, 경로정보를 이용하여 통행시간절감편익 산정에 통행소요시간에 따른 통행시간가치 적용
- 넷째, 사례 연구 네트워크를 대상으로 기존의 편익 분석과 제시된 방법을 적용한 결과의 비교 및 그 결과를 바탕으로한 정책적 제언 수립

2. 연구의 범위 및 흐름

1) 연구의 시·공간적 범위

□ 시간적 범위

- 이 연구의 기본적인 시간적 범위는 2013년이며 자료의 구득이 어려운 경우 가장 최근의 자료를 이용함

□ 공간적 범위

- 실증분석의 네트워크로 사용될 사례지역은 경상북도 중심의 여러 도로투자 사업 대상구간임

2) 내용적 범위

□ 문헌 고찰

- 도로투자사업의 경제성 평가에서 편익산정의 실효성 제고를 위한 여러 이슈 분석

- 통행시간가치에 변화를 끼치는 요인 중 통행소요시간을 중심으로 관련 연구 검토
 - 이론적 측면
 - 행태적 측면

□ 기준년도 통행시간가치 산정

- 과거 통행소요시간별 통행시간가치 연구자료 검토
 - 한계대체율법에 의한 기존연구의 통행소요시간별 통행시간가치의 증가율을 분석기준년도에 적용
 - 분석기준년도 통행소요시간별 통행시간가치 추정

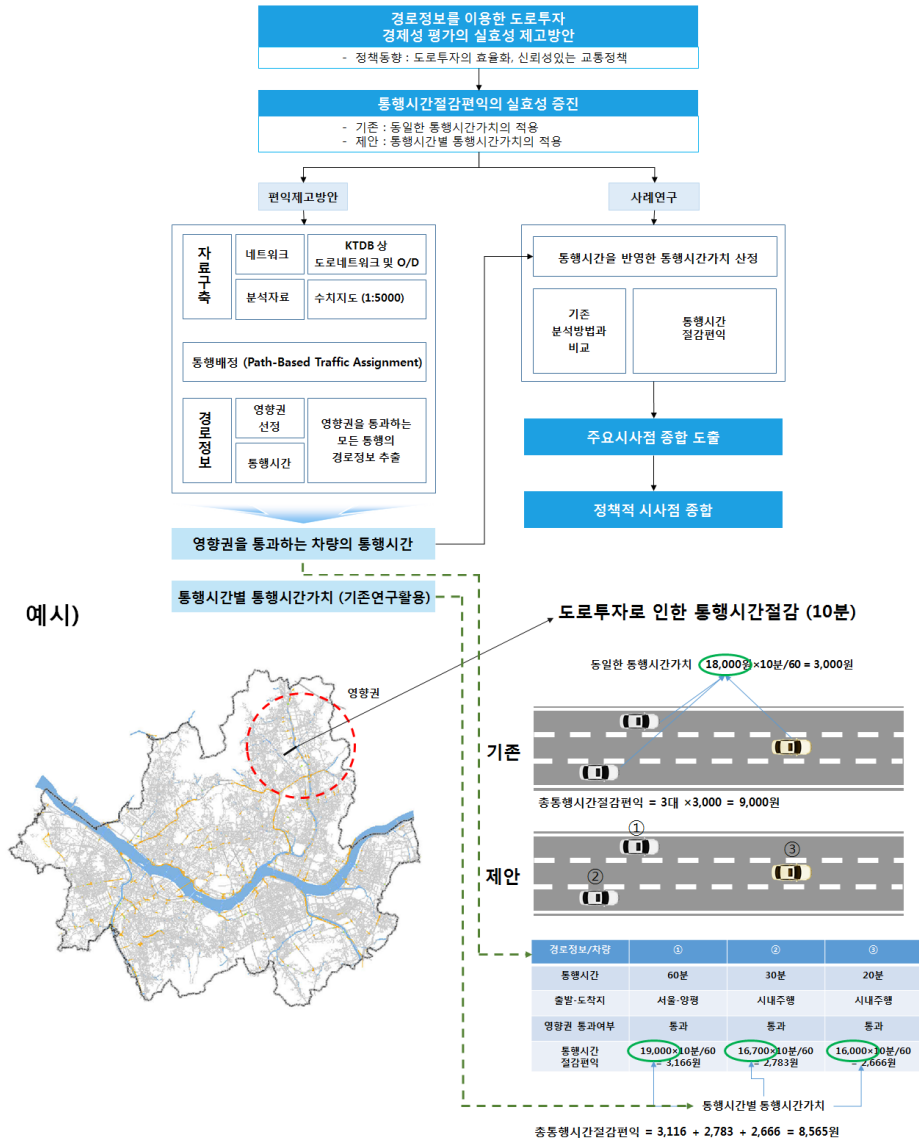
□ 사례연구를 통한 제시된 방법론의 적용 및 기존 결과와의 비교

- 도로사업의 다양성을 반영하기 위해 여러 도로 위계를 포함한 사례 사업 선정
 - 통행시간절감 편익 비교
 - 통행소요시간별 통행시간가치와 경로정보의 통행시간을 이용하여 통행자의 통행소요시간을 반영한 통행시간절감편익 계산 및 기존방식과의 비교
 - 기존 도로투자편익 산정의 과대·과소 추정 분석

3) 연구의 흐름

- 기존 문헌 고찰을 제외한 연구의 흐름을 그림 [1-1]과 같이 표현함

〈그림 1-1〉 연구의 흐름

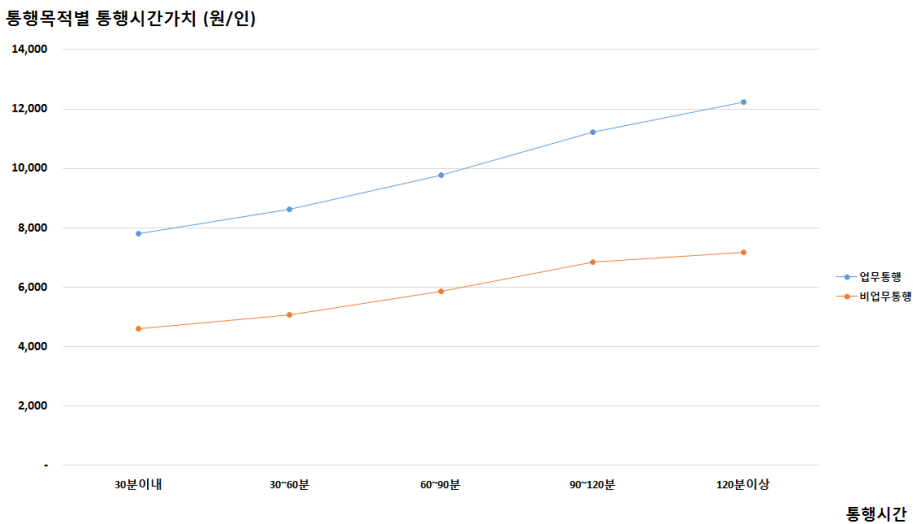


3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별점

□ 선행연구 현황

- 한국개발연구원(2008)은 도로투자사업의 경제성 평가를 위한 통행시간절감편익을 투자사업으로인한 통행시간 절감에 일률적인 통행시간가치를 곱하여 계산하는 방법을 제시하고 있음
 - 도로투자사업으로인한 통행시간절감이 새로 신설된 도로를 이용하는 통행자의 통행소요시간별 통행시간가치에 의해 계산된다면 더욱 현실성 있는 편익산정을 기대 할 수 있음
 - 경로정보는 모든 통행자의 기·종점 및 통행시간에 대한 정보를 제공함으로써 앞서 언급한 통행시간에 의한 통행시간가치의 변화를 반영 가능케 함

〈그림 1-2〉 통행시간거리별 통행시간가치 변화



출처 : 국토연구원, 2003, 유료도로의 통행시간가치 산정에 관한 연구 - 수도권 지역을 중심으로 - p.66

- 실제로 통행시간가치는 통행자의 통행소요시간의 장·단에 따라 변화한다는 국내 및 국제적 실증 조사가 연구가 상당 수 발표되었음
 - 국토연구원 (2003) 및 김설주 외 (2014) 모두 통행시간가치가 통행소요시간에 따라 증가한다는 실증 분석 결과를 제시함
- 국토연구원 (2003)은 통행소요시간별 통행시간가치를 통행목적에 따라 분류하였으며, 업무와 비업무 통행 모두 통행소요시간의 증가에 따라 통행시간가치가 증가하는 추세를 보이고 있으며 비업무통행에 비해 업무통행에서의 증가폭이 더 큰 것으로 분석하였음
- 김설주 외 (2014)의 경우 60분을 기준으로 통행소요시간의 장·단을 구분하였으며, 통행시간가치의 증가가 크지 않은 (10%)것으로 분석함
 - 그러나 조사대상이 서울시내 통행을 대상으로 한 것이며 통행소요시간의 장·단 구분이 60분 이었고 업무와 비업무 통행을 구분하지 않은 점이 미미한 증가의 원인으로 볼 수 있음
 - 공공부문의 경제성 분석이 사회적 할인율의 작은 변화에 민감하게 반영되는 것처럼, 통행시간가치의 10% 내외의 변화는 경제적 편익 분석에 작지 않은 영향을 미칠 것으로 예상됨

□ 주요 선행연구와의 차별성

- 본 연구는 기존 도로투자사업의 경제적 편익산정의 방법론에 대해 경로정보를 추가하여 적용하면 보다 현실성있는 추정이 가능하다는 것을 제시하는 연구로써 기존의 고정된 통행시간가치와 통행량 자체에만 의존하는 도로투자사업의 경제성 분석 대부분의 과제와 차별화 됨
 - 이승훈 (2013)은 링크 기반의 통행시간 절감편익의 한계를 지적하고 이를 개선할 수 있는 가·중점 기반의 통행시간 절감편익 방법론을 제안

- 본 연구는 가·중점 기반이 아닌 이보다 더 자세한 경로정보 기반의 통행시간 절감편익을 산정한다는데 차이점이 있음

〈표 1-1〉 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	• 과제명: 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준 지침 수정·보완 연구 (제5판) • 연구자(년도): 한국개발연구원(2008) • 연구목적: 도로 및 철도 부문 사업에 대해 예비타당성조사를 수행하는 기본적인 절차와 방법론을 규정하여 조사의 객관성과 사업간 평가의 일관성을 제고	• 도로 및 철도 부문 사업에 대한 타당성 분석의 일관성 제고를 위해 편익 및 비용추정의 방법론 및 필요 자료, 통행시간가치를 제공함	• 도로투자자의 타당성 분석을 위해 통행시간가치를 임금율법을 이용하여 계산하였으며 이를 권역별, 차종별로 구분하여 제공하고 있음 • 전국권을 고려 시 승용차, 버스, 화물차 한 대당 통행시간 가치는 각각, 14,990원, 58,561원, 16,571원임
	2	• 과제명: 유료도로의 통행시간 가치 산정에 관한 연구 -수도권지역을 중심으로- • 연구자(년도): 국토연구원 (2003) • 연구목적: 지역적 특성을 고려한 통행시간가치 산출과 유료도로 사업에 적용할 수 있는 방안모색에 주안점을 둠	• 통행시간가치에 관한 여러 가지 가설, 통행목적, 소득수준, 통행시간거리별, 시간절감 및 손실,에 대해 한계대체율법을 적용하여 승용차 이용자의 통행시간가치산출	• 수도권 지역과 사례지역 모두 공통적으로 통행시간거리가 길어질수록 통행시간가치가 증가하는 경향을 나타내고 있음
	3	• 논문명: 수요추정을 위한 유료도로 통행료의 통행시간가치 산정에 관한 연구 • 연구자(년도): 김설주 외(2014) • 연구목적: 유료도로 수요추정 결과의 신뢰성 향상을 위해 유료도로 통행요금에 대한 지불의사를 별도로 추정	• 우면산 터널 및 대체노선 이용차량 운전자를 대상으로 통행시간, 목적, 소득수준별로 Stated Preference 조사 실시	• 통행시간이 60분 미만인 경우와 이상인 경우를 구분하여 통행소요시간별 통행시간가치 산출 • 분석결과 통행시간이 긴 통행에서 통행시간가치가 일관되게 높게 산정되었으나, 그 차이는 약 10%내외를 나타냄
본 연구		• 본 연구는 기존의 링크기반 통행배정 기법으로 인해 제한되었던 편익산정의 계산방법을 벗어나, 경로기반 통행배정 기법을 이용하여 보다 현실적인 편익분석의 방향을 제공하는 것을 목적으로 함	• 기존 도로투자사업의 편익 계산 시 사용하는 통행시간가치가 통행시간에 따라 변동이 있다고 가정한다면 경로기반 통행배정 기법의 경로정보를 이용하여 더욱 정확한 편익 계산이 가능	• 경로기반 통행배정 기법을 이용하여, - 통행소요시간별 통행시간가치를 적용

	제 2 장 기존도로 투자평가사업의 편익 산정 방법론에 대한 고찰	
--	---	--

기존도로 투자평가사업의 편익산정 방법론에 대한 고찰

본 장에서는 이 연구가 제시하는 통행소요시간별 통행시간가치를 적용하는 개선안을 제시하기 전에 도로투자사업으로 인해 발생하는 여러 편익 항목의 산정방법이 아직 미완(未完)이라는 현실적 시각에서, 특히, 통행시간에 관련된 항목에 대한 이슈를 중점적으로 다룸.

1. 기존 도로부문의 통행시간 절감편익 산정

1) 통행시간절감편익

- 통행시간절감편익은 도로교통시설의 신설 및 개선으로 인하여 기존 통행소요시간과 개선된 통행소요시간의 차이에 의해 평가되는 편익으로 사실상 평가 대상 운전자 및 승객의 기본 시간가치와 통행유형에 따라 다양한 값으로 산출될 수 있는 편익임
- 일반적으로 통행시간가치를 산정하는 방법은 한계임금율법과 한계대체율법이 사용되고 있는데, 업무통행과 관련하여 통행시간가치는 국내의 모두 한계임금율법을 사용하고 있음

- 한계임금율법은 도로교통환경 개선으로 인하여 절감된 통행시간을 자신의 생산 활동에 투입할 수 있다는 가정을 바탕으로 통행자의 단위 업무시간당 한계임금으로 산정하는 방법임
- 통행자의 특성(성격, 연령, 성별, 직업 등)에 따라 통행시간가치가 다르게 산정되는 한계대체율과 달리 통행자의 임금수준에 따라 동일한 값이 산정되므로 원단위의 시계열적인 안정성을 확보할 수 있다는 장점이 있음
- 다음 식은 한계임금율법으로 통행시간가치를 산정하는 방법임

$$VOT_{work} = W/T \quad (1)$$

여기서,

VOT_{work} : 업무통행의 시간가치

W : 월 평균 한계임금

T : 월 평균 근로시간

- 이렇게 한계임금율법으로 산정된 통행시간가치를 영향권내의 모든 링크에 도로투자사업 전·후의 통행시간 개선분(分)을 곱하여 통행시간절감편익을 산정하는 것이 현재의 방법론임
- 현재 이용되고 있는 방법론의 수식적 표현은 예비타당성 표준지침 (한국개발연구원, 2008)에 자세히 표현되어 있음

2) 통행시간 신뢰성 가치

- 통행시간 신뢰성의 향상으로 인한 편익은 ‘계획 통행시간 대비 실제 통행시간의 차이’로 정의된 통행시간의 신뢰성이 도로나 철도 투자의 결과로 얼마나 향상되는 가를 측정하는 것을 말함
- 따라서, 신뢰성 가치의 증진으로 인한 편익을 산정하기 위해서는 도로나

철도 이용자의 신뢰성 비용을 계산하는 것이 우선되어야 하며, 이를 위한 원단위를 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안연구(국토연구원, 한국교통연구원, 2011)에서는 다음과 같이 (표[2-1], 표[2-2]) 제시하고 있음

〈표 2-1〉 차종별 통행시간 신뢰성 가치 원단위(지역간 도로 통행)
(2009년 기준가격)

구분	승용차		버스		화물차	
	업무	비업무	운전자	업무	비업무	업무
통행목적비율(%)	19.5	80.5	16.4		83.6	100.0
재차인원(인)	0.304	1,253	1,000	0.637	8,343	1,000
통행시간 신뢰성 가치(원/인·시)	8,359	2,805	8,359	8,359	2,805	8,359
차량 당 목적별 통행시간 신뢰성 가치(원/대·시)	2,541	3,515	8,359	5,324	23,405	8,359
차량 당 통행시간 신뢰성 가치(원/대·시)	6,056			37,089		8,359

출처 : 국토연구원, 한국교통연구원. 2011. 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안 연구. p.153

〈표 2-2〉 차종별 통행시간 신뢰성 가치 원단위(도시부 도로통행)
(2009년 기준가격)

구분	승용차	버스	화물차
재차인원(인)	1.25	12.9	1.18
통행시간 신뢰성 가치(원/인·시)	8,608	8,608	8,608
차량 당 통행시간 신뢰성 가치(원/대·시)	10,760	111,047	10,158

출처 : 국토연구원, 한국교통연구원. 2011. 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안 연구. p.153

2. 기존 편익 산정방법론의 개선방안

1) 통행시간절감편익

- 현재 교통시설(도로사업) 투자평가 지침에서는 통행시간 절감편익을 단순히 업무통행과 비업무통행으로만 구분하여 산출하고 있음

- 기본적으로 통행시간가치의 의미는 단위 통행시간의 단축을 위해 통행자가 기꺼이 지불하고자 하는 화폐가치(money value for willing to pay)를 의미하고, 이는 통행자의 업무특성 및 소득수준, 그리고 통행유형에 따라 다르게 도출될 수 있는 가치임
- 그러므로 업무통행과 비업무통행으로만 구분하여 제시되고 있는 현 방법에서는 정확한 통행시간 절감에 의한 편익을 산정하기에 한계가 있음
- 이에 대하여 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안 연구(국토연구원, 한국교통연구원, 2011)에서는 통행목적별(업무통행, 통근통행, 기타통행)로 통행시간 가치를 산출하여 적용하도록 제안한 바 있음
- 하지만 여전히 비업무통행의 경우, 그 다양성을 반영하기에는 한계가 있음
 - 평일의 비업무통행과 주말 등의 휴일에 갖게 되는 비업무통행의 시간가치가 다를 수 있는 한계를 여전히 극복하지 못하고 있음
 - 최근 주 5일근무제의 보편화로 인해 주말통행 및 여가통행에 대한 관심이 높아지고, 이에 따라, 국민들이 여가생활에 대한 기존 보다 높은 가치를 둠으로, 이를 반영한 통행수요분석 및 편익산정이 매우 중요하게 인식되고 있음
 - 도로의 투자가치를 주말 및 여가통행시간 절감의 측면에서 검토하기 위해 이에 대한 정확한 통행시간가치에 대한 조사가 필요하고, 여가통행의 유형에 따라 구분된 통행시간 가치 산정방법이 개발되어야 함
 - 특히, 여가통행의 경우 짧은 주말 여가통행과 여행성수기 기간의 여가통행에 대해서도 구분하여 조사할 필요가 있음
 - 기존 연구(국토연구원 2006)에서는 여가통행시간가치와 여가통행 재차인원 분석을 한바 있고, 2011년에 수행된 투자평가지침 개선연구에서는 (국토연구원, 한국교통연구원) 이를 기반으로 여가통행시간가치 산정방법을 제안한

바 있음

- 위에서 제시한 통행시간 절감편익 계산을 위한 기존 통행시간가치 산정방법에 대한 개선방안의 내용을 표 [2-3]에 정리함

〈표 2-3〉 통행시간 절감편익 산정 방법의 개선방안 종합

업무통행 시간가치	비업무통행 시간가치
□ 주말 및 여가통행 시간가치 별도 산정	
□ 통행목적별 업무통행, 통근통행, 기타통행으로 구분하여 통행목적별 시간가치를 산출	□ 관광수요 분석을 위한 비업무통행의 시간가치 구체화 필요
□ 업무통행의 시간가치를 최근 원단위로 갱신	□ 유형별 여가통행 시간가치 조사필요
차종별 통행시간 가치 재산정	□ 비업무통행이 업무통행의 1/3 시간가치에 대한 검토 및 보완 필요

2) 통행시간 신뢰성 가치

- 한편 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안 연구(국토연구원, 한국교통연구원, 2011)에서는 기존의 통행시간 신뢰성 가치가 업무와 비업무간의 목적을 구분하지 못하여 객관성이 부족하다고 판단, 업무와 비업무로 구분된 차종별 통행시간 신뢰성 가치의 원단위를 개발
- 또한, 통행시간의 신뢰성 가치에는 시간에 제약을 많이 받는 통행과, 그렇지 않은 통행을 구분할 필요가 있음을 고려함
- 위 연구에서 고려한 통행시간 신뢰성 가치 개선방안의 자세한 사항은 다음과 같이 요약 될 수 있음
 - 도로등급별 통행목적 및 시간제약 여부에 따른 통행시간 신뢰성 원단위 산정
 - 통행수단별 통행시간 신뢰성 원단위 산정

- 도시부 도로와 지방부 도로를 구분하여 통행시간 신뢰성 원단위 산정

3. 기존 방법론의 개선에 담긴 함의

1) 정확한 시간가치의 반영

- 다양한 통행목적별 통행시간가치를 반영하려는 시도와 적절한 주기를 가지는 시간가치의 원단위 갱신은, 통행시간가치를 적당한 시기에 정확히 산정하려는 노력의 일환임
 - 이는 통행소요시간별 통행시간가치가 다름을 인정하고 따라서, 통행소요시간 별로 상이한 통행시간가치를 더욱 정확히 적용하려는 본 연구의 기본적 방향과 그 궤를 같이 함
- 현실적으로, 우리나라에서 적용되고 있는 도로투자를 위한 시간가치가 타 선진국에 비해 현저히 낮다는 의견이 제시됨
 - 교통부문 사회경제적 가치 평가항목의 개정을 위한 기초연구(정성봉, 2009)에 서는 각 국의 소비자물가지수 및 해당 국가의 소득 및 구매력지수를 이용하여 원단위를 보정하여 비교하였음
 - 원단위 보정과정 후 통행시간가치를 비교한 결과, 국가별 승용차의 통행시간가치의 경우 우리나라는 18,626원/시인데 비해, 영국과 독일은 34,000원/시 이상으로 우리나라에 비해 약 2배 정도 큰 것으로 분석되었음

〈표 2-4〉 영국, 독일, 한국의 통행시간가치 비교

(단위 : 원/인·시, 2007년 가격)

구분 국가		통행시간가치							
		업무통행				비업무통행			
		승용차	버스	화물차	철도	승용차	버스	화물차	철도
영국	보정 전	44,962	17,318	17,318	62,876	8,083			
	보정 후	35,504	13,290	13,290	48,252	6,203			
독일	보정 전	44,271	34,043	35,066	31,078	5,373			9,514
	보정 후	36,745	28,256	29,105	25,795	4,460			7,896
한국		18,626	10,228	16,571	18,626	6,091	3,036	-	3,729

출처: 한국교통연구원. 2009. 교통부문 사회경제적 가치 평가항목의 개정을 위한 기초연구. p.89

- 원단위를 보정한 이후에도 우리나라에서 적용되고 있는 통행시간가치가 비교적 낮은 것은 도로투자사업의 편익이 저평가 될 수 있음을 의미하며, 이에 대한 편익제고 방안이 필요함을 의미

2) 통행시간의 신뢰성 가치의 제고

- 통행시간의 신뢰성 가치를 편익화 한다는 것은, 시간의 제약에 대한 운전자의 심리적 인식을 계량화하는 것으로, 이는 곧, 시간제약에 대한 의미를 부여한다는 것으로 통행소요시간별 통행시간가치의 변화와도 연관성이 있음
 - 통행소요시간이 늘어날수록 통행시간가치가 늘어나는 현상은 하루에 주어진 시간예산 (예를 들면, 24시간 중 10시간정도의 경제활동시간) 중 통행소요시간이 늘어남으로 인해 하루의 시간예산에 점차 제약이 증가하고, 이에 따라 운전자는 시간 제약에 더욱 의미부여를 함으로써 통행시간가치가 증가한다는 것임

	제 3장 통행소요시간별 통행시간가치 -이론 및 행태적 접근	
--	---	--

통행소요시간별 통행시간가치 -이론 및 행태적 접근

통행시간가치는 통행자가 1단위의 통행시간을 단축하기 위해 기꺼이 지불 (Willingness to Pay) 하고자 하는 금전적 가치를 의미함. 통행시간가치는 통행자의 사회·경제적 상황에 따라 변화가 발생하는데 (Hensher (1997, 2001); Gunn (2001); Jara-Díaz (2003); Jian et al. (2004); Zhang et al. (2004); Small (2012); Shao et al. (2014))본 장에서는 통행소요시간별로 통행시간가치의 증감에 대해 이론적 배경 및 행태적 측면에서 분석함. 통행시간은 통행거리에 따라 자연스럽게 증가하는 양 (quantity)이나 이는 교통상황과도 연계되어 있어 통행거리로 표현하기 보다는 통행시간으로 표현하기로 함. 이는 한계대체율법에 의한 통행시간가치 측정과도 그 궤를 같이 하는데, 왜냐하면 같은 거리에 대해서도 혼잡에 따라 통행시간이 달라질 수 있고, 이러한 통행시간의 절감을 위한 지불 의사액을 통행시간가치로 측정한 것이므로, 통행시간이 더욱 포괄적이고, 합리적인 표현으로 판단됨. 본 장은 Becker (1965)의 시간 분배 구조에 대한 모형적 분석을 시작으로 통행소요시간이 통행시간가치에 영향을 미치는 원인을 이론적시각에서 접근해보고, 통행자의 행태적 측면 및 실제 조사결과에대한 국내·외적 상황을 파악해 봄

1. 이론적 측면

1) 시간분배 구조

- 통행시간가치에 대한 기본적 이론구조는 Becker (1965)의 시간 분배 구조를 바탕으로 하고 있음
 - 전통적인 소비자 행태 이론에서는 소득수준에 제한된 재화의 소비에만 모형의 대상이었음
 - 그러나, 1960년대부터 생산성 향상이 불러온 노동시간의 감소는 시간이 무한정 주어져 소득을 높이는데 쓰이는 것만이 아니라 노동에 투입되는 시간과 그 외시간으로 분리되어 고려되어야 한 사람의 효용을 적절히 모형화 할 수 있다는 주장이 제기됨
 - Becker (1965)는 처음으로 사람들이 노동과 레저, 그리고 통행으로 구성되는 그들의 가용 시간을 노동에 얼마나 투자할 것인가를 모형화 하였는데, 그는 시간의 절감이 노동과 레저사이에서 자유롭게 전이 (transfer)될 수 있음을 가정함
 - 따라서 노동외의 부분에서 절감된 시간은 (예; 통행시간절감) 바로 노동으로 인한 소득의 증가로 이어질 수 있음을 의미함
- 이러한 시간 분배 구조는 De Serpa (1971)에 의해 실질적으로 모형화 되고 시간가치를 유도하는데 사용됨
 - 개인의 효용을 u 라 하면, u 의 구성은 다양한 활동(k)에 이용되는 시간과 (t_k) 이중 노동에 투입되는 시간(t_w)으로 구분되어지고, 노동으로 인한 소득 및 그 소득을 이용한 재화(X)의 소비로 나타 내어 짐
 - 총 가용시간 (T), 노동시간 및 예산의 제약과 함께 효용함수의 개념적 수식을 나타내면 다음과 같음

$$\begin{aligned} &Max. \\ &U = f(X, t_k, t_w) \end{aligned} \quad (2)$$

s.t.

$$wt_w + r \geq PX$$

$$T \geq \sum_k t_k + t_w$$

$$t_w \geq t_w^m$$

$$t_k \geq t_k^m$$

- 첫 번째 제약은 노동에 의해 얻어지는 소득(임금×노동시간 = $w \times T_w$)과 그 외 소득 (r)은 재화와 그 재화를 구입하기 위한 비용(P)의 합보다는 커야 함을 의미
- 두 번째 제약은 노동과 그 외의 활동에 투입한 시간은 총 가용시간보다 작음을 표현한 것
- 세 번째 및 네 번째 제약식은 각 활동에 대한 최소 시간한계가 필요함을 나타냄

- 위 함수는 제약이 있는 최대문제로써 (Constrained maximization problem), 제약식을 라그랑지 승수 (Lagrange multiplier)를 이용하여 제약이 없는 함수식으로 구성한 뒤, 각 변수별로 도함수를 취한 1차 조건을 정리하면 각 변수의 관계 및 통행시간가치가 유도됨
- 통행시간을 동반한 활동 k 에 대한 통행시간가치 V_k 는

$$V_k = \frac{h_k}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{1}{\lambda} \frac{\partial u}{\partial t_k} + \theta_k \quad (3)$$

여기서,

μ ; 시간에 대한 라그랑지 승수, 시간에 대한 한계 효용

λ ; 예산에 대한 라그랑지 승수, 비용에 대한 한계 효용

h_k ; 활동목적 k 의 시간제약에 연관된 라그랑지 승수

θ_k ; 활동목적 k 의 시간 절감이 다른 재화의 소비에 미치는 영향

- 수식 (3)에서 보는바와 같이, 통행시간가치는 시간과 예산 (비용) 제약의 강도 (binding constraints)에 대한 상대적인 비율(μ/λ)에 활동목적 k 의 통행 시간가치를 제외하고 그 목적의 시간절감이 다른 재화의 소비에 미치는 영향으로 표현됨을 알 수 있음
- 이를 Jiang and Morikawa (2004)는 μ/λ 을 자원으로서의 시간가치 (VR : Value of Time as a Resource), $\frac{1}{\lambda} \frac{\partial u}{\partial t_k}$ 은 활동목적 k 에 할당된 시간가치 (VC : Value of Time as a Commodity), 그리고 θ_k 는 비용절감의 가치 (VCS : Value of Cost Savings)로 표현함

2) 통행소요시간별 통행시간가치의 변화에 대한 이론적 구조

- 앞서 알아보았듯, 통행시간가치는 VR과 VC, VCS의 관계로 표현이 가능한데, 이들 구성요소들은 모두 시간과 비용의 한계 효용에 영향을 받는 구조라는 것을 알 수 있음. 이어지는 단락에서는 통행소요시간이 증가함에 따라 시간가치가 변화하는 이유를 통행시간가치에 영향을 주는 시간과 비용의 한계 효용에 대한 상대성에 의거하여 설명함. 이러한 상대효과적 측면의 접근 외에도 모형의 구조적 분석을 통해 통행소요시간의 장단에 따른 통행시간가치의 변화에 대한 방향성의 이론적 틀을 제공함

□ 한계 효용 체감의 법칙에 의한 통행시간과 비용의 상대효과

- 통행시간가치를 구성하는 요소 중 VR의 영향력은 그 부호를 감안하더라도 다른 요소에 비해 상대적으로 큰 것을 알 수 있으며, 이 값은 주로 시간과 비용의 한계 효용에 대한 상대적 제약의 강도 μ/λ 에 영향을 받음

- 시간에 대한 한계효용은 시간에 대한 함수이고, 지불액 (화폐)에 대한 한계효용은 비용에 대한 함수임을 감안하고, 한계 효용체감의 법칙을 두 요소에 모두 적용하면
 - 통행소요시간에 따라 한계체감하는 두 요소의 상대적 크기 변화로 인해 통행시간가치가 정해지는 것을 알 수 있음
 - 여기서, 시간에 대한 한계 효용 체감의 법칙이란 통행소요시간이 증가할수록 통행소요시간으로 인한 비효용이 한계 체감한다는 것
 - 예를 들어 설명하면, 같은 30분 절감에도

통행시간	통행시간 절감효과
1시간	30분
5시간	30분

- 5시간 통행자에게 30분 절감은 1시간 통행자에게 30분 절감보다 훨씬 적게 느껴진다는 것
 - 즉, 소요시간이 증가할수록 통행으로 인한 비효용이 한계 체감한다는 것을 의미
 - 이는 또한, 통행소요시간이 통행소요시간별로 상대성이 있음을 시사함
 - 일정 시간의 시간절감이 주어졌을 때 (여기서, 30분) 30분의 절감은 통행시간이 짧은 통행에는 큰 부분을 차지 (50%)하므로 1시간 통행자에게는 더욱 평가절상이 될 확률이 높고, 반대로 5시간 통행자에게는 작은 부분 (16.7%)으로 느껴지는 것을 알 수 있음
- 지불액에 대한 한계효용체감도 같은 방법으로 설명이 가능한데, 지불한 비용이 증가하면 증가할수록 지불하는 통행자가 느끼는 통행비용으로 인한 비효용이 한계 체감한다는 것
- 예를 들어 설명하면, 아래 두 가지 선택 사항에 대해

통행비용	통행비용
2000원	1천원 추가
25000원	1천원 추가

- 5시간 통행자의 1천원은 1시간 통행자의 1천원보다 비효율이 더 작게 느껴진다는 것을 의미함
- 화폐, 즉 지불액에 대한 한계 효용 체감의 법칙은 소득으로 대체되어 설명되기도 하는데, 소득이 증가함에 따라 느끼는 개인의 만족과 행복감의 증가가 소득이 증가한 만큼 증가하지 않는다는 것임

□ 상대효과로 인한 통행소요시간별 통행시간가치의 변화

- 이는 시간과 비용에 대한 한계 효용의 비율로 나타내어지는 통행시간가치가 한계 효용 체감의 법칙에 의하여 통행소요시간별로 통행시간가치가 변화할 수 있음을 시사함
 - 이러한 통행소요시간별 통행시간가치의 변화는 두 가지 방향성을 가질 수 있는데, 시간의 한계 효용 체감이 빠르게 진행된다면 통행시간가치는 통행소요시간별로 감소할 것이고, 반대로 비용의 한계 효용 체감이 빠르게 진행된다면 통행시간가치는 증가할 것임
- 한계 효용 감소의 상대적 체감 속도에 의해 결정되는 통행소요시간별 통행시간가치를 파악하기 위해서는 직접적 조사를 통해 알아보는 것이 필요함 (Wardman, 1998)

□ 한계효용의 증·감에 따른 통행시간가치의 변화

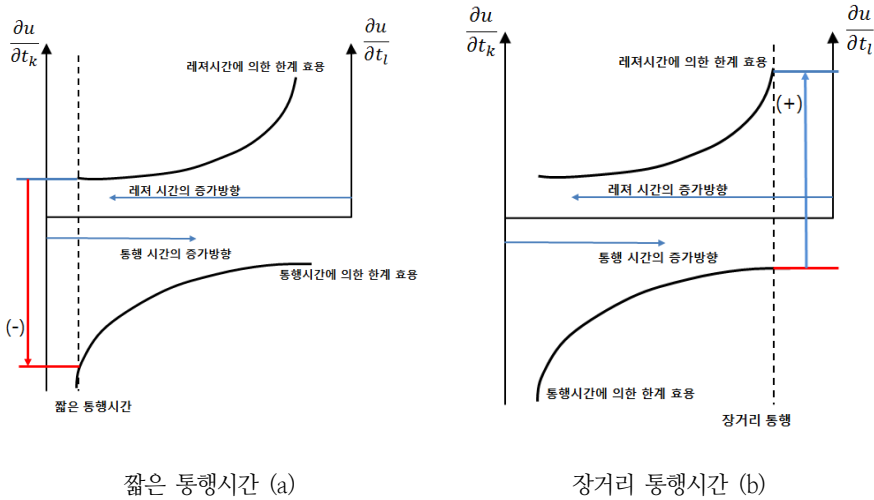
- 한계 효용의 체감에 의한 접근외에도 직접적인 모형의 유도를 통해 통행시간가치의 변화를 파악한 연구도 존재하며, 이 연구 또한, 통행소요시간별로 통행시간가치가 증가와 감소를 모두 나타낼 수 있음을 보여줌

- Jiang and Morikawa (2004)는 통행시간에 기인한 한계효용의 증감이 통행시간의 증가에 따른 효용의 변화와 레저 시간에 할당된 benefit 변화의 상대적 크기에 따라 통행시간가치가 변화할 수 있다는 모형적 분석 결과를 제시
- 활동목적k의 통행소요시간에 의한 통행시간가치의 변화를 Kono and Morisugi (2000)의 분석적 방법을 통해 다음과 같이 유도함

$$\frac{\partial h_k}{\partial \bar{t}_k} = - \frac{\partial^2 u}{\partial t_l^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t_k^2} \quad (4)$$

- 수식 (4)는 활동목적k의 통행시간가치변화를 레저시간의 한계 효용변화와 활동목적k에 할당된 통행시간에 의한 한계 효용의 변화로 표현하고 있음
- 통행소요시간에 의한 통행시간가치의 변화를 통행소요시간으로 인한 한계 효용 (MUT) 변화의 증가와 감소하는 방향을 모두 감안하는 시나리오에 따라 분석을 실시함
- MUT가 통행소요시간에 따라 감소하는 것은 불편함의 증가로 인한 것으로 쉽게 이해될 수 있으나, 이 분석에서 증가하는 경우에 대한 시나리오도 가정한 것은, 통행자가 출근 통행과 같이 반복적인 통행에 습관화되어 통행소요시간에 따른 지루함이나 불편함을 덜 느끼고 동시에 생산적인 일 (예를 들면, 신문이나 스마트 기기의 사용으로 인한 정보의 취득)을 한다면 충분히 증가의 가능성도 있기 때문임
- MUT가 통행소요시간에 따라 감소한다고 가정하면, 수식 (4)의 값은 양수이기 때문에 통행시간가치는 항상 증가함
- 반면, MUT가 통행소요시간에 따라 증가한다고 가정하면, 수식 오른쪽 두 값의 상대적 크기에 따라 통행시간가치의 부호가 결정됨
- Jiang and Morikawa (2004)는 이 두 값의 크기가 한계 효용 곡선의 모양에 의해 통행소요시간별로 차이가 있음을 보임
- 그림 [3-1]에 의하면, 통행시간이 짧은 경우, 통행시간가치는 감소하며, 통행시간이 긴 경우에는 통행시간가치가 증가하는 것을 알 수 있음

〈그림 3-1〉 통행소요시간의 장·단에 따른 통행시간가치의 변화



2. 행태적 측면

□ 통행시간가치 증가에 대한 통행 행태적 측면의 원인

- 파생 수요의 관점에서 본 통행시간가치의 증가원인
 - 통행소요시간이 길어질수록 통행시간가치가 증가하는 것은 통행을 파생수요라는 관점에서 봤을 때 통행을 야기하는 목적에 대한 가치가 높기 때문일 수 있음
 - 시간에 대한 한계 효용이 통행소요시간 자체의 비효율과 통행 때문에 보내는 시간으로 인한 기회비용이라는 측면에서 보면 앞서 예를 든 5시간을 걸려서라도 목적지를 가야하는 통행이라면 그 만큼 중요한 목적이 있는 통행이라 생각할 수 있고 따라서 통행시간절감에 대한 지불의사가 높을 수 있음 (Ayala, 2014)
- 장거리 통행으로 인한 통행의 불편함 증가
 - 이미 통행을 하고 있는 통행자에게 한계 대체율법의 기본적인 가정 즉, 통행으

로 인한 불편함을 줄이기 위해 지불하는 지불용의액을 측정할 경우, 앞으로의 통행시간에 대한 불편함은 더욱 현실적으로 작용할 수 있음

- 이처럼, 통행의 불편함으로 인한 통행시간가치의 변화의 측면에서 접근하는 경우, 이는 출·퇴근 통행시간가치가 업무 통행시간가치보다 낮게 평가되는 이유이기도 함
- 왜냐하면 출·퇴근 통행은 이미 통행자가 통행에 어느 정도 적응이 되어있어, 처음 통행하는 사람보다 그 불편함을 덜 느끼기 때문임 (Small, 1999)

○ 장거리 통행으로 인해 하루에 주어진 시간예산의 감소

- 이를 다른 관점에서 바라보면, 하루에 주어진 시간은 고정되어있는데, 장거리 통행으로 인해 통행소요시간이 늘어날수록 시간에 대한 예산 제약이 점점 증가하게 되고 이는 곧 시간에 대한 한계 효용을 높이는 결과를 초래 할 수 있음

○ 이 외에도 Wardman (1998)의 경우, 긴 통행시간을 고려하는 통행시간가치가 짧은통행시간 보다는 절대변화량의 측면에서 더 큰 값을 다루므로 통행소요시간이 증가할수록 더 높은 통행시간가치가 유도될 수 있음을 시사하기도 함

3. 국내·외 사례연구

□ 통행소요시간별 통행시간가치에 대한 일반적 견해

- 통행소요시간별 통행시간가치의 증감에 대한 방향은 대체로 증가한다는 것이 일반적인 견해임 (Ayala, 2014)
- 한계대체율의 견지에서 보면 통행소요시간이 증가할수록 피로, 지루함 그리고 불편함이 증가하기 때문에 이를 비용을 지불함으로써 줄이려는 행태 (통행시간가치) 는 일반적으로 통행소요시간에 비례하여 증가한다는 것임
- 본 단락에서는 통행소요시간별 통행시간가치의 국내·외 연구사례를 알아봄

□ 국외 사례

- 통행소요시간별 통행시간가치가 증가할 것이라는 추론 (Ayala, 2014; Small, 2012; Zhang et al., 2004; Mackie et al., 2003)은 다수 발견되나 직접적인 조사를 수행하여 이를 밝힌 연구는 유럽의 선진국 위주로 나타남
- 스웨덴
 - 스웨덴에서 수행된 통행시간가치에 대한 연구는 통행거리에 따른 통행시간가치변화를 조사하고 그에 대해 그 원인을 분석함
 - 표 [3-1]에서와 같이, 스웨덴의 경우, 통행시간가치가 50km로 구분된 통행 거리에 따라 상당히 변화하는 것을 알 수 있음

〈표 3-1〉 스웨덴의 통행거리별 통행시간가치

(단위:원)

구분	자동차	항공	intercity-train	X2000	일반 열차	장거리 버스	일반 버스
통근통행 <50km 95% 신뢰구간	4,460 0.6	-	-	-	7,083 10	6,165 22	5,640 6
그 외목적 <50km 95% 신뢰구간	3,541 0.6	-	-	-	5,640 7	4,984 7	3,673 8
모든 목적 >50km 95% 신뢰구간	10,625 0.6	11,543 12	9,707 7	13,380 17	9,182 8	8,526 3	6,559 5

출처: Swedish Institute for Transport and Communications Analysis, 1994. The national Swedish value of time study, table 4.1-4.2 (원화 가치로 변환, 2015년 3월3일 기준)

- 특히, 승용차의 통행시간가치가 가장 큰 차이를 보이고 있으며 통근통행의 통행시간가치가 그 외 목적보다는 차이가 있는 것으로 조사됨
- 통행거리에 따라 통행시간가치가 상이함에 대해 단거리 통행은 빈도가 높아 상대적으로 예산 (즉, 통행비용)의 영향이 더 크게 작용할 수 있다는 점,

혹은 장거리통행일수록 시간 엄수에 대한 제약이 더 엄격하게 적용이 되기 때문인 것으로 해석하고 있음

- 이는 앞서 알아본 행태적 측면의 원인과 그 궤를 같이 하는데, 장거리 통행임에도 통행을 감수할 만한 가치가 있는 통행에 대해서는 더 높은 통행시간을 부여하는 것과 동시에 이러한 통행은 시간 엄수에 대한 제약도 더 클 것이라는 추론을 가능케 함

○ 영국, 캐나다, 스위스

- AMR & HCG (1999)은 영국에서 통행시간에따른 통행시간가치의 탄력성을 0.37로 추정 함
- 이는 1%의 통행거리 증가는 0.37%의 통행시간가치의 증가를 의미
- Mackie et al. (2003)은 AMR & HCG의 자료와 영국에서 시행된 통행시간가치에 관련된 Meta-Analysis Dataset을 바탕으로 통행시간가치의 탄력성을 0.26으로 추정하였으며, 같은 자료를 바탕으로 (AMR & HCG의 자료) Gunn et al. (2001)도 비슷한 결과를 도출
- Zhang et al. (2004)의 경우 기존의 연구결과를 바탕으로 통행시간가치의 탄력성을 0.3으로 제시
- Thomas and Thompson (1970)은 통행소요시간별 통행시간가치를 처음 5분이내는 거의 가치가 없고 (Heggie, 1976) 15분까지는 증가율이 증가하는 곡선을 그리다가 그 이후에는 증가율은 감소하나 계속 증가하는 S-자 모양의 곡선으로 추정함
- 스위스에서도 Axhausen et al. (2005)에 의해 통행소요시간별로 통행시간가치가 증가한다는 조사 결과를 도출
- Wardman et al. (2007)은 영국의 M6T corridor에 대한 수단선택 및 출발시간 선택 모형을 위한 구축자료를 통해, 통행시간가치가 통행거리별로 증가함을 관찰함

○ 감소사례

- 대부분의 조사자료는 통행소요시간별로 통행시간가치가 증가한다는 결론을 내리고 있으나, 이론에 의한 것처럼 통행소요시간별 통행시간가치는 증감의 방향을 모두 나타낼 수 있음
- 일본에서 수행된 조사에 의하면 (Kato, 2006)지역간 통행조사 자료를 이용하여 레저 목적의 통행에 대해 통행시간가치가 감소한다는 결론을 내림

□ 국내 사례

- 업무 및 비업무의 통행목적으로 구분하여 통행소요시간별 통행시간가치를 조사한 국토연구원 (2003)의 경우 누워있는 S-자 모양의 곡선을 보이는데 (그림 [1-2]) 그 증가율을 보면 두 목적 모두에 대해 통행시간이 90~120분 사이에서 증가율이 감소하는 것으로 나타남
- 자세한 통행소요시간별 통행시간가치는 다음 표[3-2]에 제시되어 있음

〈표 3-2〉 통행소요시간별 통행시간가치 - 국내사례

(단위 : 원)

통행시간	통행시간가치		증가율	
	업무통행	비업무통행	업무통행	비업무통행
30분이내	7,806	4,602	-	-
30~60분	8,613	5,059	0.103	0.099
60~90분	9,763	5,848	0.134	0.156
90~120분	11,224	6,842	0.150	0.170
120분이상	12,247	7,162	0.091	0.047

출처 : 국토연구원, 2003. 유료도로의 통행시간가치 산정에 관한 연구 - 수도권 지역을 중심으로 - p.66

- 이 외에도 김설주 외 (2014)의 경우 통행목적을 구분하지 않고 60분을 기준으로 한 통행시간가치의 변화를 분석함

- 이 연구에서는 효용함수를 시간, 비용으로 구성하였을 경우와, 시간, 비용, 거리까지 고려한 두 가지 경우에 대해 시간가치의 변화를 추정하였으며, 모두 증가하는 패턴을 보이는 것으로 나타남
- 특히, 시간 및 비용에 거리까지 고려한 경우, 60분을 기준으로 약 10%의 증가를 보이는 것으로 분석됨

	제 4장 통행시간을 고려한 통행시간절감편익의 산정	
--	--	--

통행시간을 고려한 통행시간절감편익의 산정

앞장에서는 통행소요시간별로 통행시간가치가 변화할 수 있음을 이론적 및 행태적 측면에서 접근하였으며 국내·외의 실증적 조사자료 또한 제시함. 본 장에서는 통행소요시간별 통행시간가치 변화를 직접적으로 통행시간절감편익 산정에 적용하여 기존 동일한 통행시간가치를 적용하는 방법론의 결과와 어떻게 다른가에 대한 분석을 실시함. 이러한 분석을 위해 각 경로별 통행시간이 산정되어야 하는데, 첫 두 단락에서는 자료의 습득 및 추정에 대한 내용이며, 나머지 단락에서는 직접적인 적용결과에 대한 분석이 주를 이룸

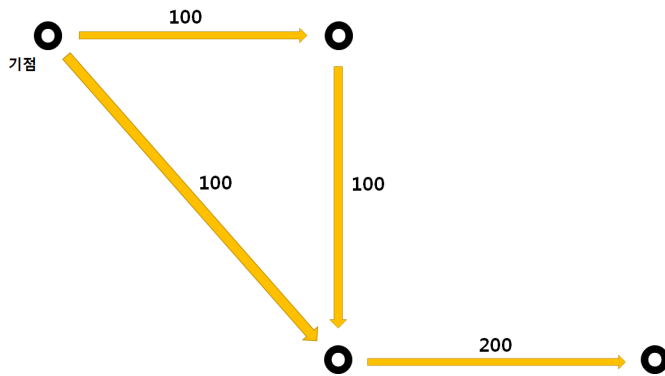
1. 기·종점 경로별 통행시간

□ 경로기반 통행배정을 통한 기·종점 경로별 통행시간 산정

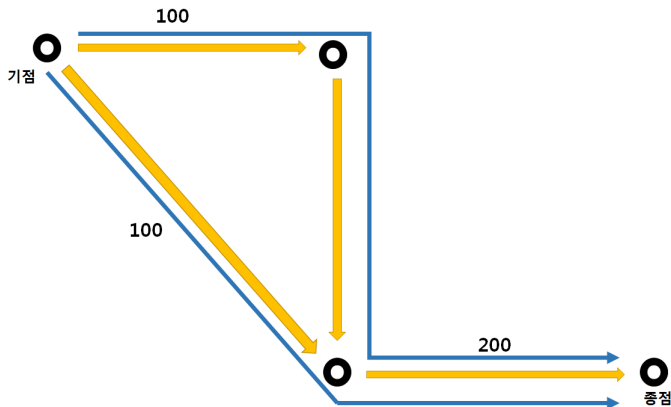
경로기반 통행배정 기법은 본 연구에서 제시하는 통행소요시간별 통행시간가치를 적용하기 위해 필요한 기·종점의 각 경로별 통행시간을 제공해줌. 본 단락에서는 통행소요시간별 통행시간가치를 적용 시 경로기반 통행배정 기법의 유용성에 초점을 두어 설명함. 부록란을 이용하여 경로기반 통행배정 기법이 내재하고 있는 유일하지 않은 경로 통행량의 이슈와 제안된 방법론간의 관계를 설명함

- 경로기반 통행배정을 통한 각·기종점의 경로별 통행시간 산출
 - 4단계 수요추정 모형의 마지막 단계인 통행배정은 크게 두 가지 방식으로 나뉘는데, 본 연구에서는 각 기·종점별로 경로 통행시간을 용이하게 파악할 수 있는 경로기반 통행배정 기법을 적용함

〈그림 4-1〉 기존 및 경로기반 통행배정 기법의 정보제공 능력의 비교



링크베이스 통행배정법의 배정된 통행량에 대한 정보제공 (a)



경로기반 통행배정법의 배정된 통행량에 대한 정보제공 (b)

- 현재 주로 이용되는 통행배정 기법은 (링크 베이스 통행배정) 교통 네트워크에서 링크에 배정된 통행량만을 나타냄
- 반면, 경로기반 통행배정 기법을 이용하면, 링크에 배정된 모든 통행량이 어디서 출발하여 어디로 가는지에 대한 정보를 제공하여 통행소요시간별 통행시간가치를 적용가능하게 해줌
- 이를 그림으로 표현하면 그림 [4-1]과 같음
- 기존의 통행배정 기법은 링크에 배정된 통행량만 알 수 있을 뿐, 그 통행량의 구성이 어떻게 되는가에 대한 정보는 제공해 주지 않음 (그림 [4-1 (a)] 참조)
- 그러나, 경로기반 통행배정 기법은 가·종점 통행량이 어떤 경로를 통해 링크의 통행량을 구성하는가에 대한 정보를 제공하며, 본 연구는 이를 바탕으로 경로별 통행시간에 대한 통행시간가치를 달리 적용하여 통행시간절감편익을 산정하고자 함
- 본 연구에서는 여러 경로기반 통행배정 기법 중 더블 프로젝션 알고리즘을 이용한 통행배정 테크닉을 적용하였으며, 그 자세한 절차에 대해서는 Yook et al. (2012) 및 Panucci et al. (2007) 에 자세히 기술되어 있음

2. 기준년도 통행소요시간별 통행시간가치의 추정

1) 기존 조사자료의 이용

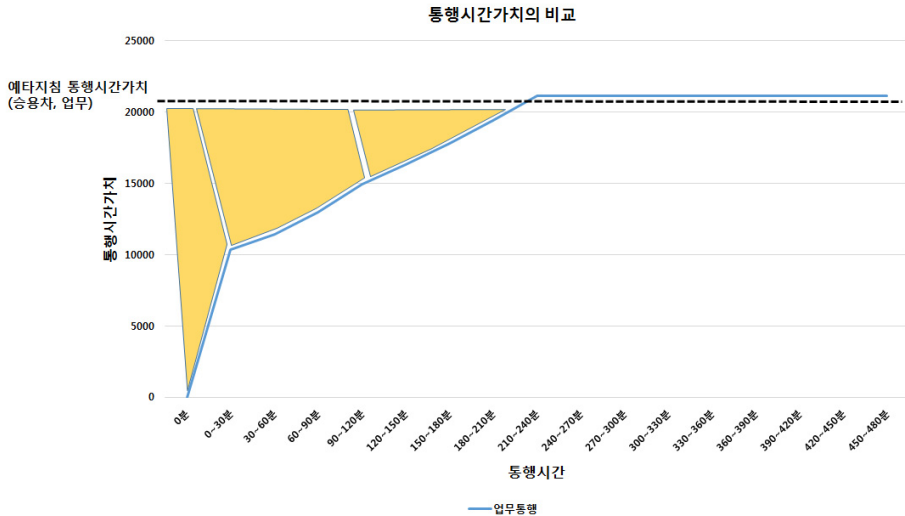
본 연구는 수시과제의 특성상, 예산 및 시간상의 제약으로 인해 2003년에 국토연구원에서 조사한 통행소요시간 및 통행목적별 통행시간가치를 준용하여 분석을 수행함

□ 경제성 분석에서 한계대체율법에의한 통행시간가치 적용의 이슈

- 통행소요시간별 통행시간가치의 증가는 절감하는 통행시간에 대해 통행자가 지불하고자 하는 지불의사 금액을 화폐 가치화 한 것으로 한계 대체율법에 의한 추정 방법에 기초하고 있음
- 그러나 한계 대체율법에 의해 계산된 통행시간가치는 임금율법에 의한 통행시간가치보다 일반적으로 낮게 추정된다고 알려진 바 (김설주 외, 2014), 조사년

- 도와 분석년도 사이에 소비자 물가지수를 반영하여 상향 조정되었다 하더라도 아직 임금율법에 기초한 통행시간가치보다는 낮다고 볼 수 있음
- 한계 대체율법에 의해 추정된 통행시간가치가 통행자의 행태에 근거한다는 장점에도 불구하고 조사자료에 대한 의존도가 높아 자료에 따른 추정값이 다양함으로 인해 (장수은 외, 2010), 한계 대체율법에 의한 값을 그대로 사용하는 것 보다는 통행시간가치의 수준은 임금율법의 수준에 맞추고 목적별 비율, 즉, 업무와 비업무, 업무와 여가 통행 목적에 대한 비율은 한계 대체율에서 산출된 값을 적용하고 있음 (이장호, 2012)
 - 본 연구에서도 임금율법에 의한 통행시간가치를 경제성 분석을 위한 통행시간가치의 기본 수준으로 설정하고, 이에 한계 대체율법에서 얻은 통행소요시간별 증가율을 적용하는 방향으로 추정함
 - 이는 한계 대체율법과 임금율법간의 비율에 대한 정확한 제시자료가 없을 뿐 아니라 이에 대한 잘못된 추정치의 적용은 매우 편의된 결과를 가져올 수 있기 때문임
 - 예를 들면, 소비자 물가 지수만 적용하여 국토연구원 (2003)의 통행시간가치 조사 자료를 보정한 경우, 통행시간절감 편익은 기존의 일정한 통행시간가치를 적용하는 것보다 훨씬 적게 추정 될 것임
 - 그 이유는 아래 그림 [4-2]에서 나타나있듯 현재 이용하는 기준년도의 통행시간가치가 대부분의 통행이 분포하는 2시간 내에 통행소요시간별 통행시간가치보다 높게 책정되어 있어, 업무통행의 경우, 노란색 영역높이차에 통행수요가 곱해진 만큼 통행시간절감 편익이 낮게 계산될 것이기 때문

〈그림 4-2〉 한계대체율의 통행시간가치를 적용할 경우의 예상 편익 감소



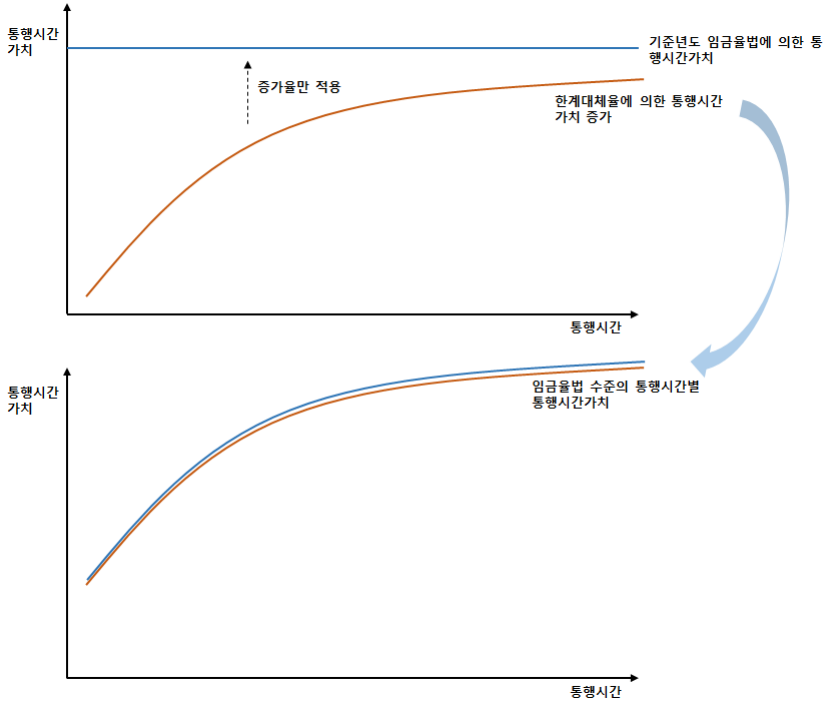
□ 한계대체율법에서 나타난 통행시간가치의 증가율 적용

- 앞서 언급하였듯이, 본 연구에서는 임금율법의 통행시간가치를 기반으로 한계대체율법에서 나타난 통행소요시간별 통행시간가치의 증가율만을 적용 (장수은, 2015)하여 통행시간절감편익 산정에 이용함
- 이를 위해 다음과 같은 절차를 통해 통행소요시간별 통행시간가치를 추정함
 - 연구의 공간적 범위에 기초한 평균 통행시간 산정¹⁾
 - 산정된 평균 통행시간을 기준 (기준 통행시간)으로 국토연구원 (2003)의 결과로부터 기준 통행시간 대비 통행소요시간별 보정계수 산정

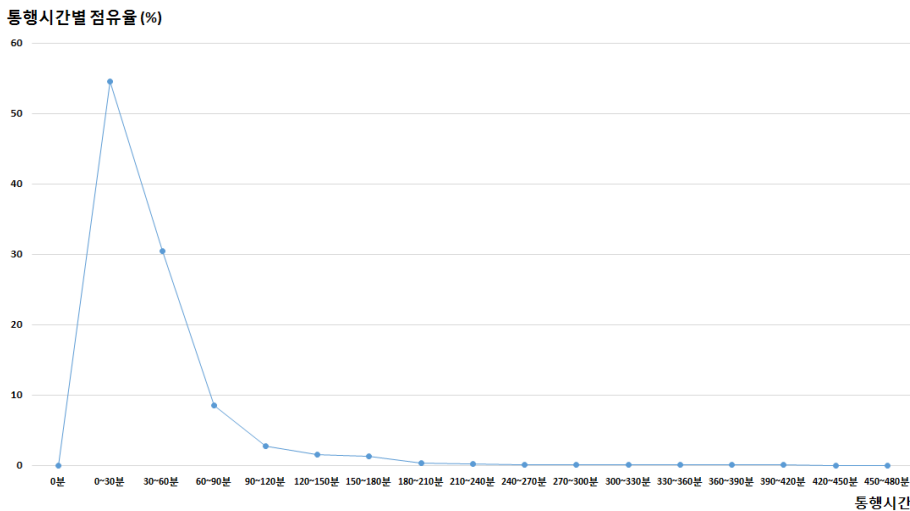
1) 2007년 국가교통DB 구축사업 (2008)에 의하면 2005년과 2006년의 승용차이용 시 평균 통행시간은 각각 37.7분, 38.1분이었음. 2007년 국가교통DB 구축사업 (2008)의 수단별 평균통행시간은 승용차의 경우 통행배정모형에서 나타난 (EMME/2) 존간 통행시간을 산출하였으므로 같은 방법으로 본 연구에서 2013년도 자료를 기준으로 평균통행시간을 산출한 결과, 약 34.5분의 결과를 얻음

- 보정계수를 기준년도의 임금율법의 시간가치에 곱해, 통행소요시간별 통행시간가치 산정
 - 그림 [4-3]에 한계대체율법의 통행시간가치 증가율을 임금율법 수준으로 보정하는 절차에 대한 개념적인 표현을 하였으며, 그림 [4-5]에 각 단계별 방법을 구체적으로 표현함
- 조사되지 않은 구간의 통행소요시간별 통행시간가치의 산정
- 120분 이상의 통행시간에 대해서는 통행시간가치가 분석되어있지 않으므로 그 이후의 통행시간은 증가율을 반영하지 않음
 - 기존의 조사된 값 외에 많은 부분을 가정에 의존할 수 있는 이유는 대부분의 통행이 조사된 통행시간의 구간에서 이루어지기 때문임 (그림 [4-4] 참조)
 - 그림 [4-4]에서 알 수 있듯이, 통행시간빈도 곡선의 최고점이 왼쪽으로 치우쳐 있으며 대부분의 통행이 120분, 즉 2시간이내의 통행으로 2시간 이상의 통행시간에 대해서 통행시간절감편익이 크게 영향을 받지 않는 통행시간분포라는 것을 알 수 있음

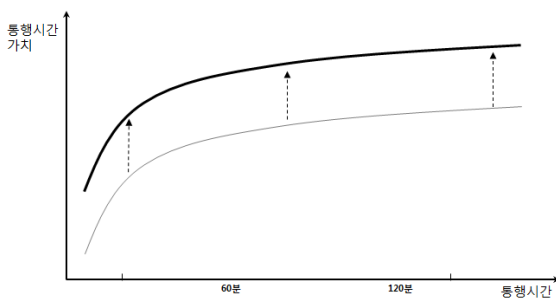
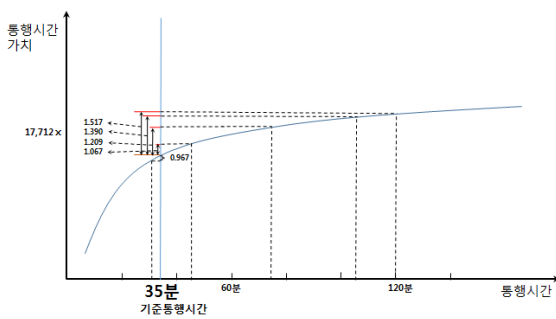
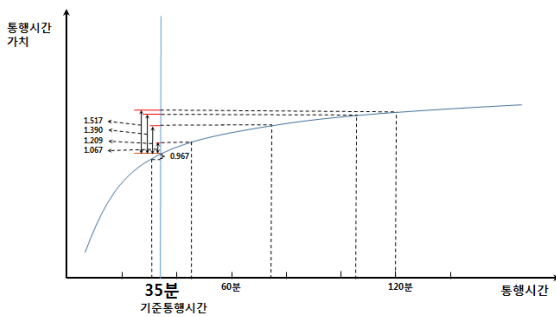
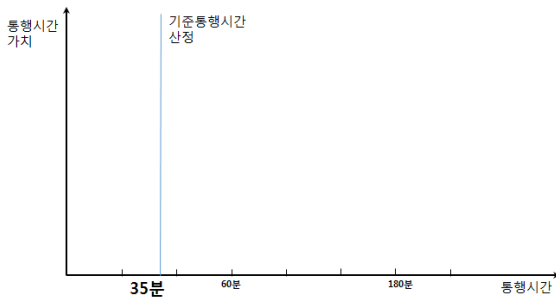
〈그림 4-3〉 통행시간가치 보정의 개념적 표현



〈그림 4-4〉 2013년 기준 승용차 이용 통행소요시간별 통행빈도



〈그림 4-5〉 임금율법 수준의 통행시간가치 산정 절차



□ 산정된 통행소요시간별 통행시간가치

- 앞서 언급한 한계대체율법에서 조사된 통행시간가치의 적용 절차에 대한 자세한 사항은 다음과 같음
- 연구의 공간적 범위에 기초한 평균 통행시간
 - 2013년의 평균통행시간은 34.5분으로 2005년 (37.7분), 2006년 (38.1분), (한국교통연구원, 2008) 2013년 모두 비슷한 평균 통행시간을 보임
 - 2003년에도 평균통행시간이 크게 다르지 않을 것이라는 가정 하에 본 연구에서는 35분을 기준통행시간으로 산정함
- 기준 통행시간 대비 통행소요시간별 보정계수 산정
 - 기준 통행시간을 35분으로 산정하였으므로, 이를 기준으로 다른 시간대의 통행시간가치의 증감을 비율로 나타내면 표 [4-1]과 같음

〈표 4-1〉 기준 통행시간 대비 통행소요시간별 보정계수 (승용차 운전자)

(단위 : 원)

구분	통행소요시간별 통행시간가치		기준통행시간가치 대비증감율	
	업무통행 (A)	비업무통행 (B)	업무통행 A/8,075	비업무통행 B/4,754
30분이내	7,806	4,602	0.967	0.968
35분 ²⁾	8,075	4,754	1.000	1.000
35~60분	8,613	5,059	1.067	1.064
60~90분	9,763	5,848	1.209	1.230
90~120분	11,224	6,842	1.390	1.439
120분이상	12,247	7,162	1.517	1.506

2) 표 [4-1,2,3,5]의 음영처리된 급간은 보정계수가 1.00이므로 2013년 기준 예비타당성조사에서 이용되는 시간가치를 나타냄

- 35분은 30~60분대의 급간에 해당되나 30~60분의 중간값이 45분이므로 35분과는 차이가 있어 35분의 급간을 보간법을 이용하여 새로 만들

○ 임금율법 수준의 통행소요시간별 통행시간가치 산정

- 산정된 통행소요시간별 보정계수를 임금율법의 통행시간가치에 적용하여 통행소요시간별 통행시간가치를 산정함
- 여기서 2013년 기준 임금율법에 의한 통행시간가치는 17,712원으로, 이를 표 [4-2]의 기준통행시간가치 대비 증감율에 곱하면 임금율법 수준으로 보정된 통행소요시간별 통행시간가치가 산정됨

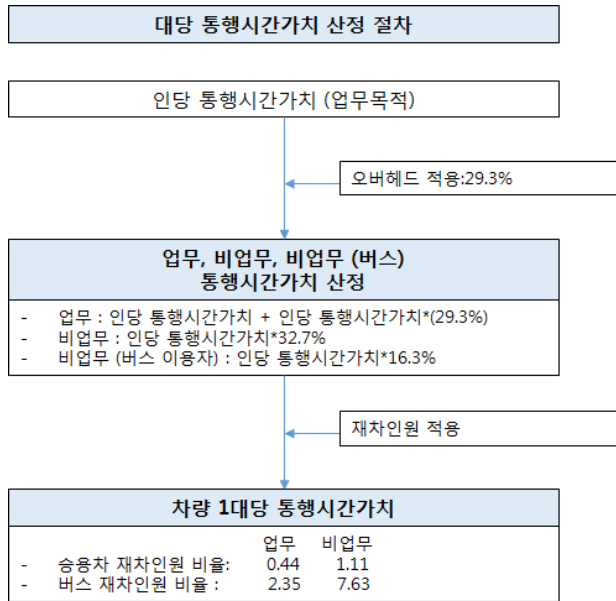
〈표 4-2〉 임금율법 수준의 업무 통행의 통행소요시간별 통행시간가치 (승용차 운전자)
(단위 : 원)

구분	통행소요시간별 통행시간가치	
	업무통행 시간가치= 보정계수×17,712 (A)	보정계수
30분 이내	17,122	0.967
35분	17,712	1.000
35~60분	18,892	1.067
60~90분	21,415	1.209
90~120분	24,619	1.390
120분 이상	26,863	1.517

□ 차량 1대당 통행시간가치 산정

- 지금까지는 인당 통행소요시간별 통행시간가치를 추정han 것이며, 이를 바탕으로 오버헤드와, 재차인원을 고려하여 차량 1대당 통행시간가치를 추정함
- 차량 1대당 통행시간가치는 예비타당성조사 지침을 준용하며, 개괄적인 순서는 그림 [4-6]과 같음

〈그림 4-6〉 대당 통행시간가치 산출 절차



- 인건비성 경비 (오버헤드) 및 비업무통행시간가치
 - 경제성 분석에서는 한계 임금율법에의한 시간당 임금에 인건비성 경비, 예를 들면, 퇴직급여, 복리후생비, 보험료 등을 포함하여 적용하는데, 그 비율은 승용차 운전자의 경우, 29.3%임 (한국개발연구원, 2008)
 - 비업무통행시간가치의 경우, 일반적으로 한계대체율법에 의한 통행시간가치를 적용하는데, 예비타당성조사 지침에 의하면 승용차 운전자와 버스 승객으로 구분하여 적용하고 있음
 - 국토연구원 (2003)의 조사자료는 비업무 통행의 업무 대비 통행시간가치 비율은 약 60%로 산정되어있으나, 본 연구에서는 업무와 비업무의 비율은 예비타당성조사 지침 (2008)의 비율을 따르기로 함
 - 승용차 운전자의 경우, 업무 통행대비 약 32.7%, 버스 승객의 경우, 업무 통행대비 16.3%의 비율을 적용함 (한국개발연구원, 2008)

- 인건비성 경비 및 승용차 운전자와 버스 승객의 비업무통행시간가치는 표 [4-3]과 같음

〈표 4-3〉 오버헤드를 고려한 차종별 업무 및 비업무 통행시간가치

(단위 : 원)

구분	통행소요시간별 통행시간가치		
	승용차 운전자-업무 (A)=표[4-2].A*1.293	승용차 운전자-비업무 A*0.327	버스 승객-비업무 A*0.163
30분이내	22,139	7,249	3,613
35분	22,902	7,489	3,733
35~60분	24,427	7,969	3,972
60~90분	27,689	9,212	4,592
90~120분	31,833	10,777	5,372
120분이상	34,734	11,281	5,623

○ 승용차와 버스의 차종별 통행시간가치

- 도로투자사업의 편익은 통행배정으로 나타난 통행량, 즉, 승용차나 버스의 통행량으로 나타나므로, 대당 통행시간가치를 재차인원을 고려하여 산정함
- 예비타당성조사 지침 (2008)에서는 각 차종별 업무와 비업무 통행으로 구분되어진 재차인원을 제시함 (표 [4-4] 참조)

〈표 4-4〉 승용차 및 버스의 1대당 재차인원

구분	승용차		버스	
	업무 (A)	비업무 (B)	업무	비업무
재차인원 (인)	0.44	1.11	2.35	7.63

출처 : 한국개발연구원, 2008. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구 (제5판). p.333

- 버스의 경우, 버스 운전자는 업무 목적의 통행이므로 버스의 업무 목적 통행 2.35 명 중, 1명은 버스 운전자의 업무 통행시간가치를 반영함

- 이 경우, 버스 운전자는 운전 자체가 목적이기 때문에 파생수요가 아닌 관계로 통행소요시간별 통행시간가치를 고려하지 않으며, 예비타당성조사 지침에서의 버스 운전자 통행시간가치 (10,228원)를 2013년 기준으로 반영함 (12,576원)
- 통행목적별 재차인원을 고려하고, 통행소요시간별 증감율을 반영한 차종별 대당 통행시간가치를 표 [4-5]과 같이 제시함

〈표 4-5〉 승용차 및 버스의 1대당 통행소요시간별 통행시간가치

(단위 : 원/대)

구분	통행소요시간별 통행시간가치	
	승용차 표 [4-3].A*0.44+ 표 [4-3].B*1.11	버스 12,576+표 [4-3].A*1.35+ 표 [4-3].B*7.63
30분 이내	17,787	70,033
35분	18,389	71,976
35~60분	19,593	75,861
60~90분	22,408	84,991
90~120분	25,969	96,540
120분 이상	27,805	102,374

○ 시나리오 분석

- 표 [4-2]를 참고하면 120분 이상의 통행시간가치에 대해 기준 통행시간대비 1.5 정도의 보정계수가 설정되어있는데, 이는 기준통행시간대비 50%의 증가를 의미하는 것으로, 통행소요시간별 통행시간가치가 완만하게 증가한다는 (Ayala, 2014) 일반적인 견해보다 상대적으로 높다고 판단되어 최대 증가율을 20%로 제한하는 시나리오를 추가적으로 분석함
- 위의 절차를 그대로 준용하여 최대증가율이 20%로 제한된 차종별 1대당 통행시간가치는 표 [4-6]과 같음

〈표 4-6〉 승용차 및 버스의 1대당 통행소요시간별 통행시간가치 (최대증가율이 20%)
(단위 : 원/대)

구분	통행소요시간별 통행시간가치	
	승용차	버스
30분 이내	17,787	70,033
35분	18,389	71,976
35~60분	18,634	72,766
60~90분	19,876	77,186
90~120분	21,502	85,200
120분 이상	22,077	93,482

2) 통행소요시간별 통행시간가치 함수의 추정

□ 급간별 통행시간을 이용한 함수의 추정

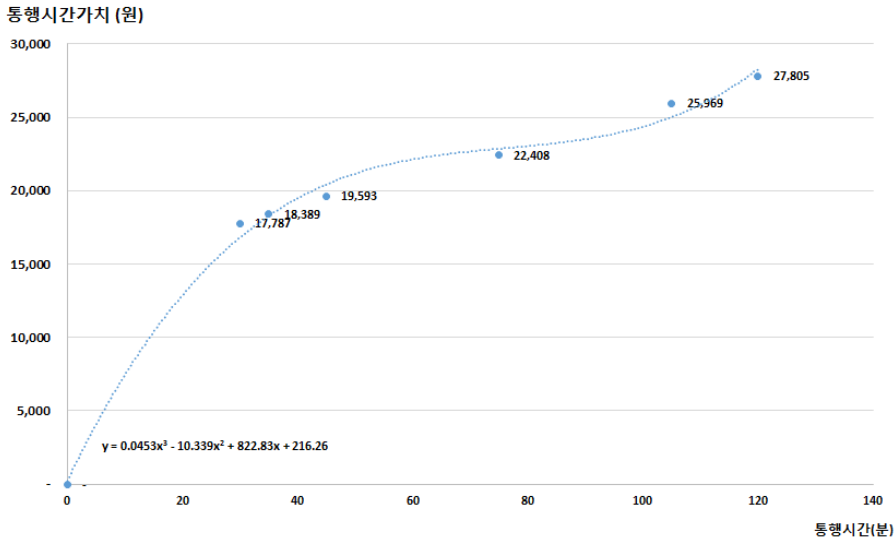
- 급간을 이용한 통행시간가치는 사업 전·후의 미세한 차이에 의한 통행시간의 변화를 반영하기가 어려우므로 본 연구에서는 연속성 있는 함수를 추정하여 통행시간절감편익 산정에 이용함
- 함수의 추정은 현재 구분되어진 6개 급간의 급간별 중간값을 기준으로 수행하며 30분 이내의 경우, 30분으로 가정함
 - 함수의 추정은 수치해석방법의 일종인 다항식 보간법 (polynomial interpolation)을 사용하였으며 주어진 값에 따라 약간의 차이를 보이나, 3차와 4차 다항식 수준에서 실제 자료에 가장 부합하는 결과를 얻을 수 있었음
 - 차종별, 시나리오별 추정된 함수는 다음과 같음

〈표 4-7〉 차종별, 시나리오별 통행소요시간별 통행시간가치 함수

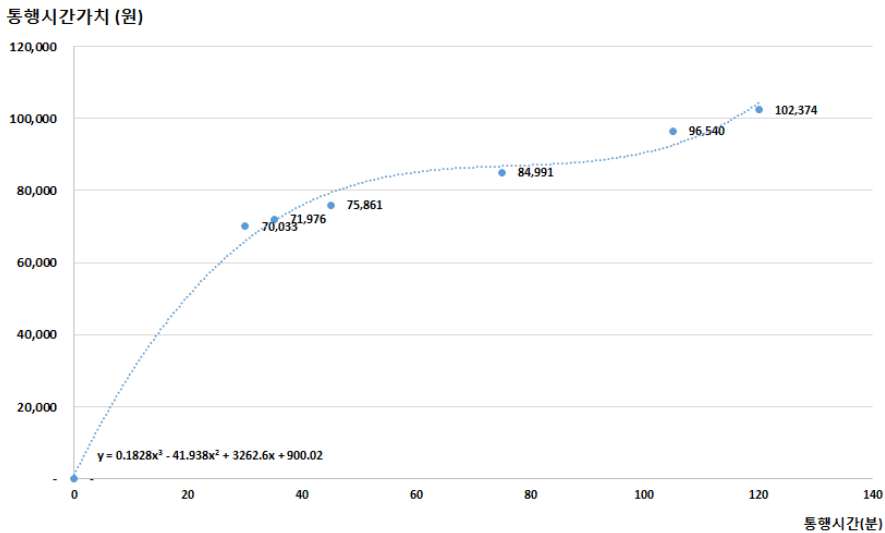
시나리오	차종	함수
시나리오 1 (original)	승용차	$y = 0.0453x^3 - 10.339x^2 + 822.83x + 216.26$
	버스	$y = 0.1828x^3 - 41.938x^2 + 3262.6x + 900.02$
시나리오 2 (증가율 제한)	승용차	$y = -0.0007x^4 + 0.2246x^3 - 24.352x^2 + 1131.3x + 31.1$
	버스	$y = -0.0024x^4 + 0.8026x^3 - 91.366x^2 + 4368.3x + 149.78$

- 여기서, x 는 통행시간을, y 는 통행시간가치를 의미함
- 주어진 자료와의 곡선 적합 (curve fitting)이 어떻게 이루어지는 가는 다음 그림 [4-7]에 제시함
- 일반적으로 추정된 다항식 함수의 모양은 앞서 국외사례에서 언급한 바와 같이, 누어진 S 자 형태를 하고 있어 이론적으로 추정된 모양과 다항식 보간법을 이용한 결과가 비슷한 함수 형태를 띠고 있음

〈그림 4-7〉 곡선 적합 (curve fitting) 결과

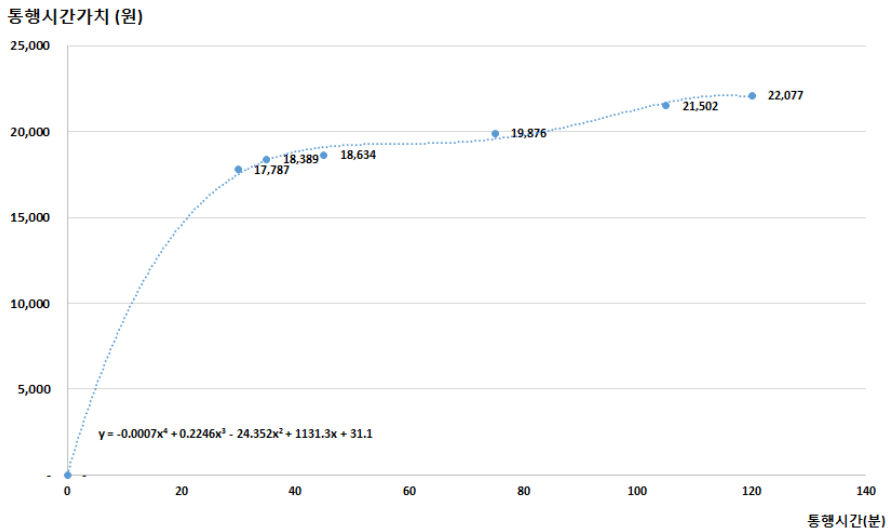


시나리오 1 (승용차)

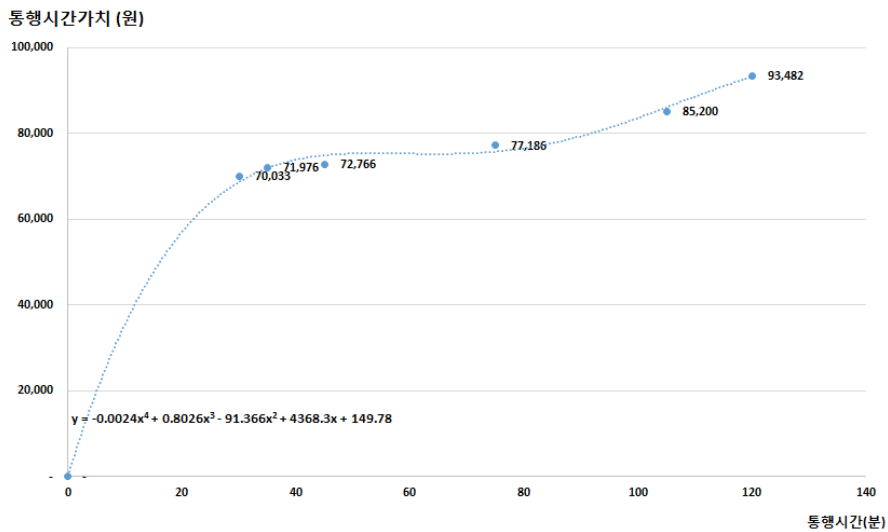


시나리오 1 (버스)

〈그림 4-7〉 곡선 적합 (curve fitting) 결과 (계속)



시나리오 2 (승용차)



시나리오 2 (버스)

3. 통행소요시간별 통행시간가치의 적용 및 결과

1) 통행소요시간별 통행시간가치의 적용

□ 기존 방법론

- 기존의 동일한 통행시간가치를 영향권내 모든 링크의 통행량에 곱하여 산정하는 방식은 예비타당성조사 지침 (2008)을 따름
- 이에 대한 계산식과 설명은 예비타당성조사 지침에서 그대로 인용하였음
 - 예비타당성조사에서는 통행배정의 결과로 산출된 직접 영향권 내 링크의 통행시간과 차종별 교통량의 곱을 이용하여 통행시간 절감편익을 산정함
 - 즉, 사업 미시행 시와 사업 시행 시에 대해 수단별로 산출된 총통행시간에 차종별 통행시간 가치를 적용하여 총통행시간비용을 각각 산출한 후 양자의 차액을 통행시간절감편익으로 산정함
 - 각 분석연도의 통행시간 절감편익(Valuation of Travel Time Savings: VOTS) 계산식은 다음과 같음

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}} \quad (5)$$

여기서,

$$VOT = \sum_l \sum_{\kappa=1}^4 (T_{\kappa l} \times P_{\kappa} \times Q_{\kappa l})$$

$T_{\kappa l}$ = 링크 l 의 차종별, 인별 통행시간

P_{κ} = 차종별, 인별 시간가치

$Q_{\kappa l}$ = 링크 l 의 차종별, 인별 통행량

k = 차종 (1: 승용차, 2: 버스)

□ 본 연구의 제시안

- 본 연구가 제시하는 통행시간절감 편익은 경로정보를 바탕으로 하고 있으므로
가·종점 통행량이 영향권을 통과하는지에 대한 정보 및 영향권내에서의 실제적
인 통행시간과, 총 통행시간에 대한 정보를 이용하여 통행소요시간별 통행시간
가치를 적용함
- 통행시간절감편익은 기존 방법론과 마찬가지로 사업 미시행시의 총 통행량이
고려된 통행시간에서 사업 시행시의 총 통행시간의 차이로 산정함
- 이를 계산식으로 나타내면 다음과 같음

$$VOTS_{\text{경로}} = VOT_{\text{사업 미시행 경로}} - VOT_{\text{사업 시행 경로}} \quad (6)$$

여기서,

$$VOT_{\text{경로}} = \sum_{r \in R, s \in S} \sum_{p \in P^{rs}} \sum_{k=1}^2 f_p^{rs} \times \delta_p^{rs} \times t_p^{rs} \times v_p^{rs}$$

R, S : 기점(R) 및 종점(S)의 집합

P^{rs} : 가·종점 r, s 를 연결하는 경로의 집합

f_p^{rs} : 경로 p 를 이용하는 통행량

δ_p^{rs} : 경로 p 가 영향권을 지나면 1, 아니면 0

t_p^{rs} : 경로 p 가 영향권을 여행한 시간

v_p^{rs} : 경로 p 의 총 통행시간에 해당되는 통행시간가치

k : 차종 (1: 승용차, 2: 버스)

2) 사례 사업구간 선정

본 연구에서는 무작위적으로 선정된 2개의 사례사업구간을 대상으로 통행소요시간
별 통행시간가치를 반영한 결과와 기존 방법론이 적용된 통행시간 절감편익을 비교함.
3개 사업구간 모두 경상북도에 위치해 있고, 같은 영향권을 가지며 되도록 서로

다른 도로 유형 (국도, 국가지원지방도, 국도대체우회도로), 사업연장, 그리고 사업의 유형 (신설, 개량)을 포함하는 구간들을 선정하였음

□ 사례사업 A

- 사례사업 A는 총연장 11.0km에 달하는 국도대체우회도로 신설사업으로써 사업의 유형은 4차로 신설사업임

□ 사례사업 B

- 사례사업 B는 총연장 36.0km에 달하는 국도의 2차로에서 4차로 확장사업임

3) 통행시간절감편익의 비교 및 분석

□ 사례사업 A

- 통행시간절감 편익의 비교
 - 본 연구에서 제시한 방법론을 적용하여 통행시간절감편익을 산정한 결과를 표 [4-8]에 제시함
 - 사례사업 A의 경우, 기존 방법에 비해 차종별로 모두 통행시간절감편익이 증가하는 것으로 분석됨
 - 조사된 증가율을 그대로 적용한 시나리오 1의 경우, 총 편익기준 약 36% 증가, 20%로 통행소요시간별 통행시간가치의 상한선을 제한한 시나리오 2의 경우, 총 편익기준 약 24%의 증가를 나타냄
- 통행시간절감 편익의 분석
 - 경로 정보는 통행의 시간 및 공간정보를 제공해 주므로, 위에서 산정된 통행시간절감편익이 어떤 통행에 기인했는지에 대한 분석을 가능케 함

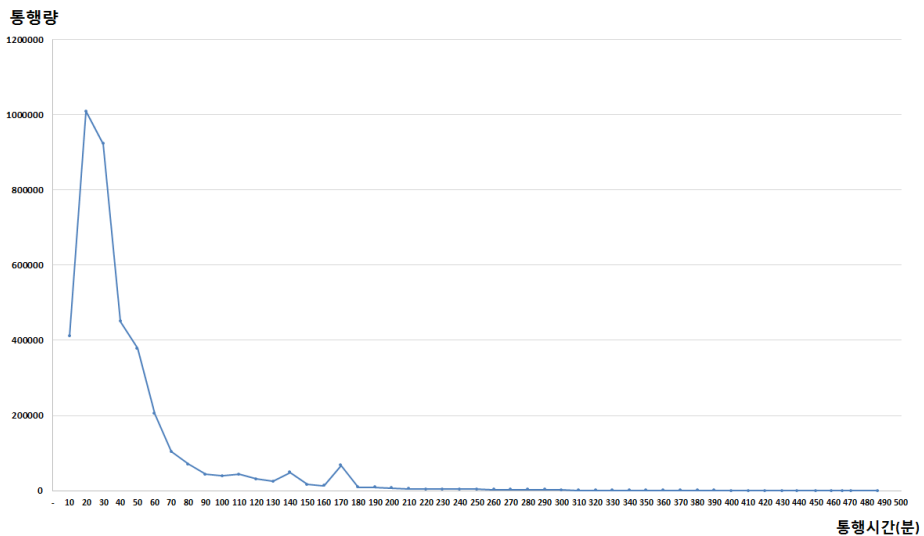
〈표 4-8〉 통행시간절감 편익 산정 결과의 비교

(단위: 원/일)

구분		승용차	버스	총 편익
시나리오 1		79,583,824	6,265,522	85,849,347
시나리오 2		73,095,289	5,723,312	78,818,603
기존방법		58,534,692	4,607,072	63,141,764
기존방법대비 증감율 (%)	시나리오1	35.96	36.00	35.96
	시나리오2	24.88	24.23	24.83

- 통행소요시간별 통행량 (그림 [4-8])과 통행시간절감량 (그림 [4-9])의 분포를 파악함으로써 어떠한 통행이 사업의 시행으로 수혜를 얻는지 분석해 봄

〈그림 4-8〉 통행소요시간별 통행량 분포

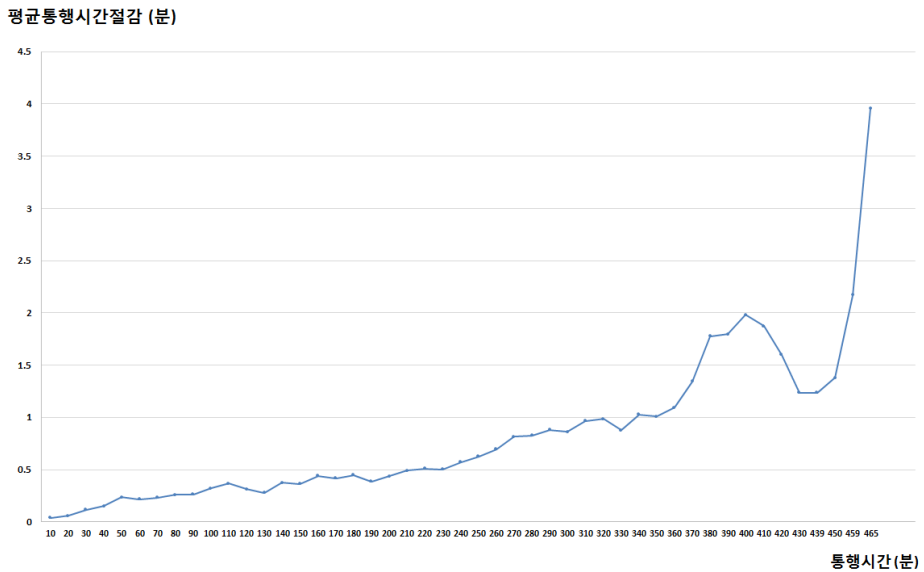


- 그림 [4-8]에 따르면 영향권을 통과하는 통행량의 분포가 대부분 60분이내의 통행으로 구성되는 것을 알 수 있음
- 따라서 이들 통행량이 얼마만큼의 통행시간절감을 이루는 가에 따라 편익의

증감이 결정될 수 있음을 시사함

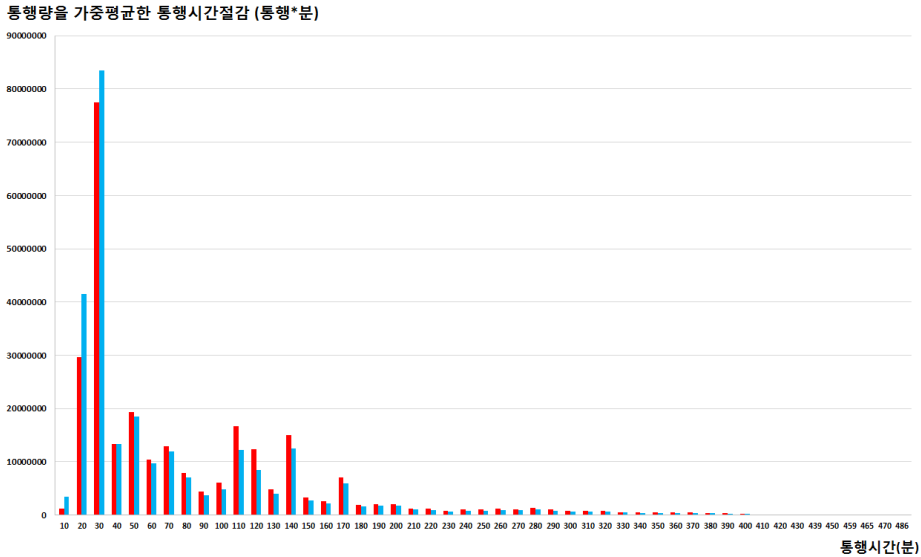
- 평균 통행시간절감을 나타낸 그림 [4-9]에 의하면, 통행시간절감량이 통행소요시간이 증가함에 따라 같이 증가하는 패턴을 보이고 있음
- 본 단락에서는 이 통행소요시간별 통행량에 통행시간절감량을 곱해 통행량으로 가중 평균된 통행시간절감 분포를 계산함

〈그림 4-9〉 통행소요시간별 평균통행시간



- 파란색과 빨간색으로 구분된 막대 그래프는 각각 기존의 편익 산정 방법과 제시된 방법으로 계산된 통행시간절감 분포를 나타냄
- 가중 평균된 통행시간절감분포와 통행량의 분포가 대체적으로 비슷한 패턴을 보이고 있으나, 통행량으로 가중 평균된 통행시간절감 분포가 위아래로 변동 폭이 더 넓게 자리 잡고 있음

〈그림 4-10〉 통행량으로 가중 평균된 통행시간절감 분포 - 사례사업 A



- 처음 30분 이내의 통행에 대해서는 통행량이 많음으로 인해 통행시간절감이 높은 것으로 설명이 가능하고, 그 이후 통행량은 현저히 줄어들지만, 평균적으로 절감하는 통행시간이 점점 늘어남으로 인해 통행시간절감이 통행량의 분포처럼 갑자기 줄어들지는 않음
- 평균통행시간이 35분정도이므로, 그림 [4-10]에서 보이는 처음 10 ~ 30분대 통행시간절감은 동일한 시간가치를 적용하였을 때 보다, 낮은 통행시간가치가 반영되었을 것이고, 편익의 증가는 30분 이후의 통행시간절감에 기인하는 것을 알 수 있음
- 그러나, 180분 이상의 통행시간에는 통행량이 현저히 낮아, 평균통행시간절감량이 증가해도 편익의 증가에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보임

□ 사례사업 B

○ 통행시간절감 편익의 비교

- 본 연구는 통행소요시간별 통행시간가치의 변화에 대한 통행시간절감편익의 변화를 알아보는 것이 목적이므로, 완만한 증가를 나타내는 시나리오 2의 통행시간가치를 통해 사례사업 B의 편익산정 결과를 보이기로함 (표 [4-9] 참조)

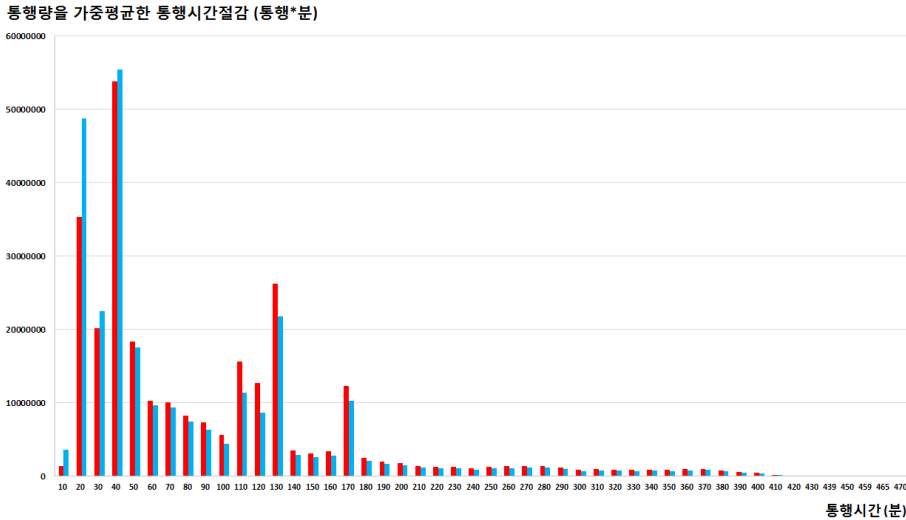
〈표 4-9〉 통행시간절감 편익 산정 결과의 비교 - 사례사업 B

(단위: 원/일)

구분	승용차	버스	총 편익
사례사업 B	14,950,048	1,917,241	16,867,289
기존방법	19,406,853	1,498,945	21,324,095
기존방법대비 증감율 (%)	-20.09	-22.97	-21.82

- 이 경우에는 사업 A의 경우와는 반대로 통행시간절감편익이 기존방법대비 감소하는 경향을 나타냄
- 승용차와 버스의 경우 모두 약 21 ~ 23%의 편익감소 경향을 나타내었으며, 총 편익기준 약 22%의 감소를 보였음
- 이는 통행소요시간별 통행시간가치를 적용하였을 경우, 통행시간절감편익이 증가하는 경향으로만 나타나지 않을 수 있음을 시사함
- 그 이유를 분석하기 위해 앞선 분석처럼 기존 방법과 제안된 방법에서 산정된 통행량으로 가중 평균된 통행시간절감 분포를 비교함
- 그림 [4-10]과 그림 [4-11]을 비교해 보면, 약간의 차이를 발견할 수 있는데, 사례사업 B의 경우, 기존방법의 통행시간절감편익이 통행소요시간이 40분대 인 경우에도 더 높은 것으로 나타남

〈그림 4-11〉 통행량으로 가중 평균된 통행시간절감 분포 - 사례사업 B



- 기준 통행시간이 35분임을 감안하면, 그 이후의 통행소요시간에 대해 제안된 방법으로 산정된 통행시간절감편익이 더 크게 나타나는 것은 두 사례사업에서 모두 관찰되지만, 40분대까지의 통행량의 분포와 절감하는 통행시간의 양에 따라 총 편익의 증감이 많이 영향을 받는 것으로 분석됨
- 그림 [4-10]과 그림 [4-11]이 보여주는 차이는 한 가지 더 있는데, 사례사업 B의 통행시간절감분포가 사례사업 A의 분포보다 더 골고루 분포되어있다는 점임
- 이는 공간적인 통행시간절감의 분포가 사례사업 A 보다 사례사업 B가 더욱 넓게 분포되어있음을 나타냄
- 사례사업 A의 경우, 30분대의 통행소요시간까지와 그 외 통행소요시간대가 사례사업 B만큼의 차이를 보이지는 않음
- 사례사업 B의 영향이 공간적으로 더욱 넓게 분포함은 제안된 방법에 의한 통행시간절감편익 산정이 기존의 방법보다 더욱 높은 편익을 산정할 개연성이 높아지는 환경을 조성하나, 그림에도 불구하고, 기존방법보다 낮은 편익이 산정된 것은 사업구간의 특성, 통행량의 분포, 통행시간 절감의 공간적 분포가

- 사업마다 모두 다른 특성을 나타내기 때문인 것으로 해석할 수 있음
- 그림 [4-11]을 보면, 20분대의 통행시간절감편익에 있어서 두 방법간의 차이가 많이 나타나는 것을 알 수 있는데, 사업구간이 깊어도 불구하고 이러한 현상이 발견될 수 있는 것은 사례사업 B의 경우, 사업구간 36km 중간중간에 교통량의 유출입이 가능하지만, 사례사업 A의 경우, 11km 신설 구간이 중간에 유출입 지점이 없이 건설되어 소화하는 통행의 특성이 다르기 때문인 것으로 사료됨

제 5장
결론 및 정책 제언

결론 및 정책 제언

본 연구의 주요 골자는 통행시간절감편익의 정확성 향상을 목표로 통행소요시간변화로 인한 통행시간가치의 변화를 통행시간절감편익 산정에 적용한 연구임. 본 장에서는 연구 결과를 정리하고 이를 바탕으로 정책적 제언을 마련하고자 함

1. 결론 및 정책적 제언

1) 결론 및 연구의 의의

○ 연구의 의의

- 본 연구에서 제시하는 방법론을 적용했을 시 기존방법보다 통행시간절감편익이 얼마만큼의 향상 혹은 감소로 이어지는가에 초점을 맞추기 보다는 기존의 현상을 더욱 명확히 모형화하고 그 적용을 통해 통행시간절감편익 산정의 현실성을 향상시켰다는 데에서 본 연구의 의의가 있음

○ 통행소요시간별 통행시간가치의 적용 결과

- 본 연구에서 제시하는 통행소요시간별 통행시간가치를 통행시간절감편익 산정에 적용한 결과, 통행소요시간별로 증가하는 통행시간가치를 적용하기 때문에 통행시간절감편익이 증가하는 패턴을 보일 것으로 예상되었으나, 이와는 반대로 통행시간절감편익이 기존방법보다 낮게 산정되는 경우도 관찰되었음

- 이는 통행시간절감편익이 사업의 특성, 통행량 및 통행시간절감 분포와 같이 다양한 요소에 의해 영향을 받기 때문으로 분석됨

2) 정책적 제언

- 통행소요시간별 통행시간절감편익의 반영
 - 서론에서 논한 것처럼, 도로투자사업에 있어, 편익산정의 향상을 꾀하고자 새로운 편익 항목의 발견 및 개발에 많은 노력과 연구가 수행되고 있지만, 이와 더불어 기존 편익의 정확성 향상도 계속되어야 할 연구과제 중 하나임
 - 통행시간절감편익이 전체 편익의 70 ~ 80%를 차지하는 바, 본 연구가 제안하는 통행소요시간별 통행시간가치를 적용하는 방법론이 도로투자사업 편익산정의 정확성제고 방안의 하나로 이용될 가치가 있음

2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구는 기존 조사자료에 의한 통행소요시간별 통행시간가치의 변화를 통행시간절감편익 분석에 적용한 것이므로, 기존 조사의 연도와 분석연도의 차이에서 오는 시간적 측면에서 기준년도의 현상을 충실히 반영하는데 분석의 한계가 있으며, 그 외에도 작은 예산을 다루는 수시과제의 특성에 기인한 연구의 한계가 존재함. 본 단락에서는 이러한 한계를 바탕으로 본 연구에서 제시하는 통행소요시간별 통행시간가치가 도로투자의 편익산정에 반영되기 위한 여러 가지 제반사항에 대해 기술함

1) 대규모 조사의 필요성

- 통행소요시간별 통행시간가치
 - 본 연구에서 적용한 통행소요시간별 통행시간가치는 2003년 국토연구원의 조사자료를 기반 한 것으로, 이는 본 연구의 기준년도인 2013년의 상황을 제대로 반영하지 못할 개연성이 있음
 - 또한, 2003년의 조사자료는 수도권과 지방지역의 유료도로 이용자를 대상으로

한 것으로, 이는 정책에 반영되기 위한 종합적인 조사로 보기 힘들므로 본 연구의 방법론을 적용하기 위해서는 더욱 대규모 조사를 통해, 통행소요시간별 통행시간가치의 변화를 측정하는 것이 필요함

- 3장에서 언급한 통행소요시간별 통행시간가치변화의 행태적 원인은 업무 통행에 있어서도 그 중요도가 다를 수 있음을 시사하고 있으므로 행태적 측면에 대한 조사가 더욱 심도 있게 진행되어야 할 필요성이 있음
- 통행수요의 통행소요시간별 분포에 따라, 통행시간절감편익이 좌우되는 경향이 있으므로, 수도권 지역의 통행과, 지역간 통행의 통행시간가치를 분리하여 통행소요시간별 통행시간가치의 변화를 측정할 필요가 있음
- 이는 기준통행시간이 수도권지역에서는 더 낮아질 수 있으며, 그로인해 통행소요시간별 통행시간가치의 증가율이 다른 패턴을 보일 수 있기 때문임

○ 비업무 목적의 통행소요시간별 통행시간가치

- 주5일 근무제의 보편화로 인해 비업무 통행시간가치에 대한 정확성 향상 요구가 점차 증가하고 있음
- 본 연구에서는 비업무 목적의 통행시간가치는 예비타당성조사 지침에 따라 업무 목적의 약 30%를 적용함
- 그러나 비업무 목적의 경우, 투자평가지침의 개선방향 대로 여러 비업무 목적으로 다양화할 필요가 있음
- 특히, 레저 통행의 경우에는 통행시간에 대한 제약에 크게 영향을 받지 않으므로 통행소요시간별 통행시간가치가 늘어날 개연성이 크지 않음
- 다양한 사회적 현상을 더욱 정확히 반영할 수 있는 방법론의 개발이 중요할 것으로 사료됨

2) 경로기반 통행배정 기법의 활용성 강화

○ 경로기반 통행배정 기법의 유용성

- 현재 대부분의 교통수요 예측 프로그램에 내재되어 이용되는 통행배정 기법은

- 링크기반 통행배정 기법이라하여, 분석틀의 결과는 링크의 통행량만을 산출함
- 따라서 도로투자사업이후의 혜택을 받는 기·종점 통행량의 분포나, 어떠한 통행이 얼마만큼의 통행시간을 절감하는가에 대해서는 추가적인 분석이 이루어져야 함
 - 그러나, 경로기반 통행배정 기법은 경로를 바탕으로 통행량의 적절한 분배를 통해 이용자 평형을 구축하는 기법으로 결과는 경로정보와 함께 통행량이 산출되는 유용함이 있음
 - 경로정보가 이용 가능함은 여러 분석 및 인과관계의 설명에 있어 유용하게 이용될 수 있음
 - 경로기반 통행배정 기법이 유일해 이슈를 안고 있지만, 그로 인한 제약보다는 유용성이 더욱 크므로 이를 적극 활용할 필요가 있음

REFERENCE

참고문헌

- 국토연구원, 한국교통연구원 . 2011. 교통시설 투자평가지침 (도로부문) 개선방안 연구.
경기 : 국토해양부
- 김설주, 정창용, 손의영, 김재영, 고춘수. 2014. 수요추정을 위한 유료도로 통행료의
통행시간가치 산정에 관한 연구. 국토연구. 82:37-47
- 이승헌. 2013. 교통부문 예비타당성조사 쟁점 연구. 서울 : 한국개발연구원
- 이장호. 2012. 지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구. 대한교통학회지 30, no. 6:59 - 70.
- 장수은, 박경욱. 2010. 메타분석을 통한 보행통행의 시간가치 추정 연구. 교통연구 17,
no. 1:13 - 22.
- 정성봉. 2009. 교통부문 사회·경제적 가치 평가항목의 개정을 위한 기초 연구. 한국교통연
구원 기본연구보고서1 - 262.
- 한국개발연구원. 2008. 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구. 제5판.
경기 : 기획재정부.
- 한국교통연구원. 2008. 2007년도 국가교통DB구축사업. 경기 : 국토해양부
- Algers, Staffan, J. L. Dillen, and Staffan Widlert. 1995. The national Swedish value
of time study. Bericht an Swedish Institute for Transport and Communications
Analysis (SIKA), Stockholm.
- Axhausen, Kay W., Hess, Stephane, König, Arnd, Abay, Georg, Bates, John J. and

- Bierlaire, Michel. 2008. Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results
- Becker, Gary S. 1965. A Theory of the Allocation of Time. *The economic journal* 75 no.299 : 493 - 517.
- Belenky, Peter. 2011. Revised departmental guidance on valuation of travel time in economic analysis. US Department of Transportation. Washington, DC.
- De Serpa, Allan C. 1971. A theory of the economics of time. *The Economic Journal* 81, no. 324:828 - 846.
- Gunn, Hugh. 2001. Spatial and temporal transferability of relationships between travel demand, trip cost and travel time. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 37, no. 2:163 - 189.
- Heggie, Ian G. 1976. A diagnostic survey of urban journey - to - work behaviour. *Modal Choice and the Value of Travel Time*, Oxford University Press, Oxford.
- Hensher, David A. 2001. Measurement of the valuation of travel time savings. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)* 35, no. 1:71 - 98.
- Hensher, David A. 1997. Behavioral value of travel time savings in personal and commercial automobile travel. In *The full costs and benefits of transportation* Springer.
- Jara - Diaz, Sergio R. 2003. On the goods - activities technical relations in the time allocation theory. *Transportation* 30, no. 3:245 - 260.
- Jiang, Meilan, and Takayuki Morikawa. 2004. Theoretical analysis on the variation of value of travel time savings. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 38, no. 8:551 - 571.
- Kato, Hironori. 2006. Nonlinearity of the utility function and the value of travel time savings : empirical analysis of inter-regional travel mode choice of Japan
- Kono, Tatsuhito, and Hisa Morisugi. 2000. Theoretical examination on value of time for private trips. *Journal of Infrastructure Planning and Management*.

- JSCE 639 no.46:53-64.
- Mackie, PJ, et al. 2003. Values of travel time savings UK.
- Marketing, Accent. 1996. Research and Hague Consulting Group. The Value of Time on UK Roads.
- Panicucci Barbara, Massimo Pappalardo, and Mauro P. 2007. A path-based double projection method for solving the asymmetric traffic network equilibrium problem. *Optimizat Lett* 1:171-185.
- Shao, Chang-qiao, Yang Liu, and Xiao-ming Liu. 2014. Valuation of travel time savings in viewpoint of WTA. *Computational intelligence and neuroscience* 2014, 19.
- Small, Kenneth A. 2012. Valuation of travel time. *Economics of transportation* 1, no. 1:2 - 14.
- Thomas, Thomas C., and Gordon I. Thompson. 1970. The value of time for commuting motorists as a function of their income level and amount of time saved. *Highway Research Record* no. 314
- Wardman, Mark. 1998. The value of travel time: a review of British evidence. *Journal of transport economics and policy*. 32, no. 3:285 - 316.
- Wardman, Mark, Whelan, Gerard, Vaughan, B., Murphy, P. and Hyman, G. 2007. Modelling the demand for toll roads in the UK.
- Yook Donghyung., Kevin Heaslip., and Anthony C. 2012. Enhancement of the double projection method designed for traffic assignment. Presented at the 91st Annual Meeting of the Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- Zhang, Anming, Anthony E. Boardman, David Gillen, and II Waters. 2004. Towards estimating the social and environmental costs of transportation in Canada. Report for Transport Canada.

S U M M A R Y

SUMMARY

Keywords: Value of time, travel time, cost-benefit analysis

The Cost-Benefit Analysis (CBA) is the widely recognized decision making tool for transportation infrastructure investment projects. Because of its straightforwardness of CBA that clearly indicates the best option in terms of how much for money the project generates it is often used for arguing for budgets in transportation sectors. However, despite its practicality, there are still on-going debates over what to include and what not to in CBA.

This implies that one way to improve the practice of CBA is to include a special terms designed to reflect the special characteristics of a project. The add-on approach is effectively utilized in CBA in order to address the wide range of transportation projects. For example, when the air pollution in the CBD area is concern, sophisticated quantification of the environmental cost due to the vehicles' emission is the major tasks in CBA.

The add-on approach is not limited to reflect the project's special characteristics, but to socio-economic situations, and even the natural phenomena. In case of Japan, they recognize the importance of the option value in the transportation investment assessment when they experienced the potential of the detour route connecting Niigata and Tokyo. When Niigata earthquake 2004 hits the Niigata area Kan-Etsu expressway that carries most traffic between Niigata and Tokyo

was disconnected. However, other un-used routes that connect two cities with the longer distance Ban-etsu and Jōshin-etsu expressway, were useful for carrying the emergency supplies and for facilitating the rehabilitation of the devastated areas. The option value can be defined for the public transportation service too. In the U.S. the availability for the public transportation is assessed as the option value. When the private transportation is not available due to the various reasons such as mechanical problem, other family member's uses, the public transportation offers guaranteed mobility services for those who normally do not use it. Many countries exercise the option value for the transportation investment appraisal such as in United Kingdom, Scotland, Netherlands, and Canada.

Meanwhile, besides utilizing the add-on feature for improving its practices, it is important to increase the preciseness of measurement exercised in the current practices. The typical social benefits dealt with the standardize procedure are the reduction of travel time, operations, accident, and environmental cost. This study concerns the travel time savings because it is the dominant component of benefits from a transportation projects, which implies that the incorrect valuation of the travel time savings could result in the biased evaluation of the candidate projects.

Travel time savings are converted to the monetary values by multiplying to the value of time (VOT). It is widely known that the VOT represents the individual's circumstance and travel characteristics such as the income level, trip purposes, the trip duration. Thus, the VOT is the quantity that inherently varies among population subgroups.

However, it is quite questionable that the varying VOT is well represented in the CBA practices. Quite many projects are evaluated with the same VOT for all users despite the ample evidence that VOT varies widely.

This report aims to investigate the effects of varying VOT with trip duration in calculating the Valuation of Travel Time Savings (VOTS). The attempt, as far as the research aware, is the first one that applies the differentiated VOT to users according to users' travel length typically represented by the travel time. Based on the empirical survey results that indicate the changing pattern of the VOT with the travel time, the study calculates the VOTS under the standardized CBA practices.

Because the topic of the study is to apply the variation of VOT into VOTS calculation, the major concerns of the paper will be; first, how the VOT changes with the trip duration, second, is there a theoretical background for the changing VOT with the travel time?, third, what results in the benefit calculation would be expected when the changing VOT is applied to CBA? These consist of the report in order.

Using the increasing pattern of the VOT observed in South Korea in 2003, the study applies the differentiated VOTS on the randomly chosen sample roadway construction projects and compares it to the existing exercise that uses the fixed VOT. The comparisons of the application results indicate that VOTS from differentiated VOT does not always yield the higher VOTS than the fixed VOT application does because of the different spatial distributions of the travel demand associated with each project.

부록

본 연구가 지향하는 바는, 경로기반 통행배정의 방법론을 바탕으로 통행소요시간별 통행시간가치를 적용하여 통행시간절감편의 산정의 실효성을 제고하는 것으로 본론에서는 이론과 실제 조사자료를 바탕으로 통행시간가치가 통행소요시간별로 변화할 수 있음과 이를 적용한 결과를 위주로 다루었다면, 부록의 란을 빌어 경로기반 통행배정기법의 적용상의 이슈를 논하고자 함

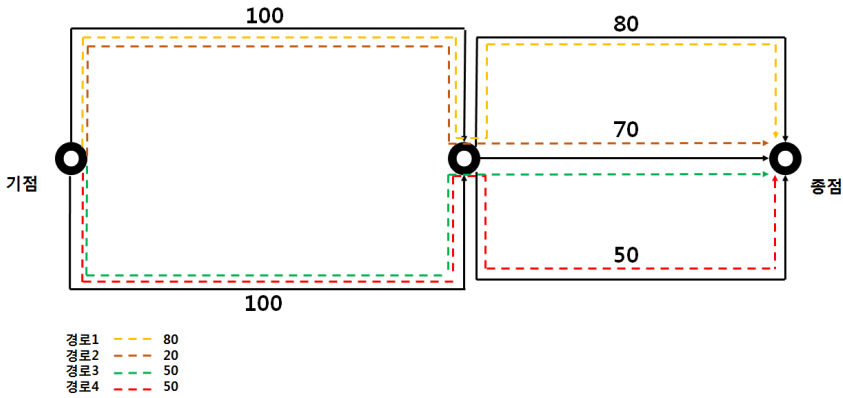
1. 경로기반 통행배정 기법의 적용상의 이슈

1) 유일하지 않은 경로 통행량

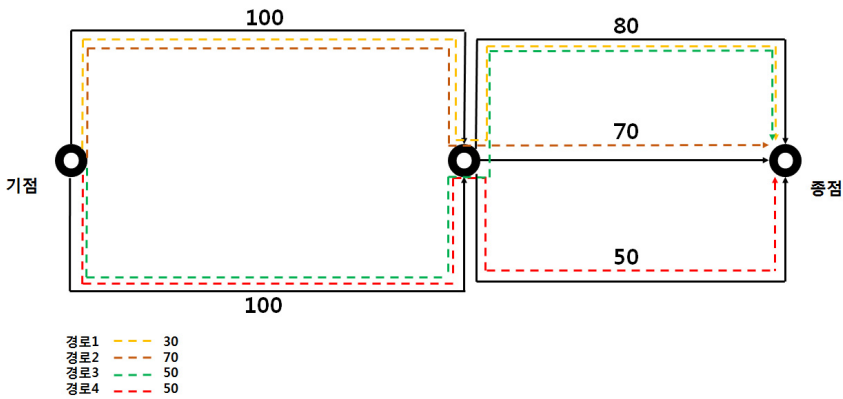
○ 경로의 유일성 이슈

- 경로기반 통행배정 기법은 링크에 배정되는 통행량에 대해 유일하지 않은 경로 통행량을 산출하는 것으로 알려져 있음
- 예를 들면, 그림 [6-1]과 같이, case (a)의 경로통행량과, case (b)의 경로통행량이 다르지만, 링크의 통행량은 같음을 알 수 있음
- 이는 링크 통행량은 유일하나, 경로 통행량은 유일하지 않음을 시사함
- 그러나, 경로 통행량이 유일하지 않은 것은 경로기반 통행배정 기법에서 초기해 (initial solution, or starting point)를 달리했을 때만 다른 경로 통행량이 나타나는 것이지 동일한 초기해를 선정하는 방법을 유지한다면 항상 같은 경로 통행량을 산출함

〈그림 6-1〉 서로 다른 경로통행량의 구성 (예시)



경로 통행량의 구성 case (a)



경로 통행량의 구성 case (b)

- 균형 통행시간을 바탕으로한 통행시간절감 편익의 산정
 - 경로 통행량이 유일하지 않음에도 본 연구에서 제시하는 편익산정 방법론에 경로기반 통행배정 기법을 적용할 수 있는 이유는 초기해가 바뀌어 경로 통행량이 바뀔지라도 가·종점 통행시간은 항상 같기 때문임
 - 이는 이용자 평형을 추구하는 통행배정 문제가 다른 풀이 알고리즘 및 다른 초기해를 이용하여도 항상 같은 해 (여기서는 링크 통행량 및 가·종점 통행시간)를 산출하기 때문임

- 따라서 최종적으로 산출된 기·종점 통행시간은 같으므로 통행소요시간별 통행시간가치를 적용 시 같은 통행시간가치를 적용하게 됨
- 위 그림 [6-1]의 경로 통행량이 변화해도 균형상태에서의 기·종점간 통행시간은 같으므로 (이 경우, case (a)와 case (b)의 각 경로별 통행시간이 같다는 것임) 같은 통행시간가치가 적용된다는 것임
- 따라서 통행소요시간별 통행시간가치를 적용한 통행시간절감편익의 산정은 같은 결과를 산출함

○ 사업시행 전·후의 경로 통행량 변화

- 그러나 사업시행 전·후에는 경로 통행량이 변화 함
- 이는 경로기반이나 링크기반 통행배정간의 통행배정 기법의 다름의 문제가 아니라 네트워크의 변화로 인한 통행행태의 변화임

수시 15-14

통행시간의 가치변화를 반영한 도로투자 경제성 평가의 실효성 제고방안

지 은 이 육동형

발 행 인 김동주

발 행 처 국토연구원

출판등록 제25100-1994-2

인 쇄 2015년 7월 31일

발 행 2015년 7월 31일

주 소 경기도 안양시 동안구 시민대로 254

전 화 031-380-0366

팩 스 031-380-0480

가 격 5,000원

ISBN 979-11-85948-99-7

한국학술진흥재단 연구분야 분류코드 D141304

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2014, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 네이버에서 제공한 나눔글꼴이 적용되어 있습니다.