

경기도 교통수단 통행시간가치 산정 연구

A Study on the Value of Travel Time in
Gyeonggi-Do

김병관 외

kimbk0730@gri.re.kr

www.gri.kr

기본연구 2023-01

경기도 교통수단 통행시간가치 산정 연구

A Study on the Value of Travel Time in
Gyeonggi-Do

연구책임 김병관 (경기연구원 연구위원)
공동연구 박병탁 (경기연구원 연구원)
박지선 (경기연구원 연구원)

인쇄 2023년 9월
발행 2023년 9월
발행인 주형철
발행처 경기연구원
주소 (16207) 경기도 수원시 장안구 경수대로 1150
전화 031)250-3114 / 팩스 031)250-3111
홈페이지 www.gri.kr
등록번호 제 99-3-6호 © 경기연구원, 2023
ISBN 979-11-6853-205-2 93320

※ 이 보고서의 내용은 연구자의 의견으로서 경기연구원의
공식 견해와 다를 수 있습니다.

연구요약

통행시간가치는 통행에 소요되는 통행시간에 대하여 통행자가 지불할 용의가 있는 금전적 가치를 의미한다. 통행시간가치는 통행 특성과 통행자 특성이 변화함에 따라 계속 변화하고 있다. 또한, 통행자들이 이용하는 교통수단에 대한 통행시간가치는 통행자의 통행시간가치, 통행목적, 재차인원 등에 따라 교통수단별 통행시간가치가 크게 차이가 날 수 있다.

통행시간가치는 교통SOC 사업과 교통수단 도입에 따른 효과분석, 통행자의 통행행태 분석, 교통시설과 교통수단의 요금수준 등 교통정책 결정을 위한 중요한 기초자료로 활용되고 있다. 특히, 통행시간가치는 도로, 철도, 공항 등 교통시설 투자사업에 따른 통행시간 절감편익을 산출함에 있어서 반드시 필요한 요소라 할 수 있고 교통시설 투자사업의 경제적 타당성을 판단함에 있어서 가장 결정적인 영향을 미치게 된다. 하지만 대부분의 기존 연구에서의 수도권 통행시간가치는 전국 지역간 통행을 기반으로 분석된 결과여서 수도권 통행특성을 반영하기에는 한계가 있을 수밖에 없다. 수도권은 전국의 다른 지역과 비교하여 교통혼잡 수준이 높고 대중교통 공급 및 서비스 수준이 높으며 이에 따라 대중교통 이용률이 높다고 할 수 있다. 또한, 통행자의 통행 목적 등 통행특성이 다르고 소득 및 경제활동 등 통행자 특성이 다르다.

이에 본 연구는 경기도를 중심으로 수도권 승용차, 버스, 지하철, 화물차의 대표적 교통수단에 대한 합리적인 통행시간가치를 산정하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 기존 연구와는 다르게 수도권 통계자료와 통행조사 자료, 오픈소스 기반의 첨단교통정보를 이용하여 수도권 현실을 보다 잘 반영할 수 있는 통행시간가치를 산정하였다. 우선 수도권 통행자에 대한 교통수단과 통행목적에 따른 통행자 통행시간가치를 산정하였다. 여기서, 교통수단별 운전자 업무 통행시간가치는 임금률을 적용하여 산정하였고 교통수단별 통행자 통행시간가치는 한계대체율을 적용하여 산정하였다.

수도권 개인교통수단에 대한 업무, 비업무, 여가, 총목적 통행의 통행자 통행시간가치는 31,064원/시간·인, 25,631원/시간·인, 24,127원/시간·인, 26,758원/시

간·인으로 산정되었다. 또한 수도권 대중교통수단에 대한 업무, 비업무, 여가, 총목적 통행의 통행자 통행시간가치는 26,850원/시간·인, 20,966원/시간·인, 19,814원/시간·인, 21,937원/시간·인으로 산정되었다.

다음으로 기존 지침과 관련 연구의 방법을 준용하여 업무 통행과 업무를 제외한 비업무 통행을 고려한 교통수단 기준 통행시간가치를 산정하였다. 수도권 교통수단의 통행시간가치는 승용차, 버스, 화물차, 지하철에 대하여 32,725원/시간·대, 356,254원/시간·대, 24,932원/시간·대, 21,083원/시간·인으로 산정되었다.

본 연구의 통행시간가치는 기존 연구 결과와 비교하여 비교적 높게 산정되었고 업무 통행 대비 그 외 목적 통행의 통행시간가치도 상대적으로 높게 산정되었다. 이러한 결과는 본 연구가 대규모 수도권 통행 자료와 보다 정확한 첨단교통 자료를 활용하였기에 수도권 통행 특성을 보다 현실적으로 반영한 결과라 생각한다. 본 연구의 결과는 향후 수도권에 대하여 보다 합리적으로 적용될 수 있는 기준 및 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 기대된다. 또한, 본 연구는 코로나19의 영향 기간인 2021년 통행조사 자료를 활용하였다. 이에 통행자에게 중요하게 인식되는 통행이 주로 이루어져 통행시간가치가 높게 산정되었을 수 있다고 생각한다. 따라서 향후 보완조사와 지속적인 연구를 통해 검증이 필요하며 변화를 검토할 필요가 있다.

키워드 수도권, 통행시간가치, 통행목적, 교통수단

차례

제1장 | 서론 _ 1

제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 과정	5

제2장 | 선행연구 검토 및 자료 구축 _ 9

제1절 통행시간가치 관련 문헌 검토	11
제2절 데이터 수집 및 분석자료 구축	33

제3장 | 업무 통행시간가치 산정 _ 35

제1절 기초자료 구축 및 분석	37
제2절 임금률법에 의한 업무 통행시간가치 산정	53

제4장 | 통행자 통행시간가치 산정 _ 61

제1절 기초자료 구축 및 분석	63
제2절 통행목적별 수단선택모형 및 효용함수 구축	80
제3절 통행자 통행시간가치 산정	93
제4절 통행자 통행시간가치 산정 결과 비교 평가	102

제5장 | 교통수단 기준 통행시간가치 산정 _ 107

제1절 교통수단 통행시간가치 산정	109
제2절 교통수단 통행시간가치 산정 결과 비교 평가	112

제6장 | 결론 _ 115

제1절 결론	117
제2절 정책제언	121

참고문헌 _ 125

Abstract _ 129

표차례

[표 2-1] 영국(2022)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2010년)	14
[표 2-2] 스위스(2021)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2015년)	15
[표 2-3] 독일(2015)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2012년)	15
[표 2-4] 스웨덴(2023)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2017년)	16
[표 2-5] 네덜란드(2013)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2010년)	16
[표 2-6] 미국(2016)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2015년)	16
[표 2-7] 일본(2012)의 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2000년)	17
[표 2-8] 통행시간가치 산정에 관한 국외 연구 종합 검토	19
[표 2-9] KDI(2012)의 전국 수단별 평균 통행시간가치 산출 (기준연도: 2010년)	21
[표 2-10] KDI(2021)의 수도권 수단별 평균 통행시간가치 산출	23
[표 2-11] 국토부(2022)의 수도권 수단별 평균 통행시간가치 산출	25
[표 2-12] 이장호(2012)의 업무 대비 비업무·여가 통행시간가치 비율 (기준연도: 2011년)	27
[표 2-13] 이장호(2012)의 1인당 비업무·여가 통행시간가치 (기준연도: 2011년)	27
[표 2-14] 김경현 등(2017)의 1인당 통행목적별 통행시간가치 (기준연도: 2016년)	29
[표 2-15] 통행시간가치 및 수단선택모형에 대한 기존연구 검토 종합	31
[표 2-16] 통행 목적에 따른 수단별 인당 통행시간가치 비교	32
[표 2-17] 업무통행 시간가치의 기초자료	33
[표 2-18] 교통수단별 통행 정보 구득 방법	34
[표 3-1] 승용차 운전자의 급여, 근로시간 보정 방법	37
[표 3-2] 버스와 화물차 운전자의 근로시간 보정 방법	38
[표 3-3] 버스와 화물차 운전자의 급여 산출 방법	39
[표 3-4] 오버헤드 비율 산출 방법	39
[표 3-5] 업무통행 시간가치 산정을 위한 분석자료	40
[표 3-6] 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	41
[표 3-7] 버스 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	43
[표 3-8] 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	44
[표 3-9] 승용차 운전자의 근로시간 현황	45
[표 3-10] 버스 및 화물차 운전자의 근로시간 현황	47

[표 3-11] 승용차 운전자의 시간당 임금 현황	48
[표 3-12] 버스 운전자의 시간당 임금 현황	49
[표 3-13] 화물차 운전자의 시간당 임금 현황	50
[표 3-14] 임금에 대한 오버헤드 비율 현황	51
[표 3-15] 승용차 운전자의 업무 통행시간가치	53
[표 3-16] 버스 운전자의 업무 통행시간가치	55
[표 3-17] 화물차 운전자의 업무 통행시간가치	56
[표 3-18] 경기도 교통수단별 운전자의 업무 통행시간가치	58
[표 4-1] 개인통행실태조사 내용	63
[표 4-2] 개인통행실태조사 통행 목적 분류	64
[표 4-3] 개인통행실태조사 통행수단 분류 (9개 수단 → 4개 수단)	65
[표 4-4] 통행 목적에 따른 통행수단별 통행량과 비율	66
[표 4-5] 수도권 지역 통행수단별 통행량과 비율	66
[표 4-6] 수도권 지역 통행목적별 통행 발생량과 비율	67
[표 4-7] 수도권 지역 통행목적별 통행 도착량과 비율	67
[표 4-8] T-map API 입력과 출력 데이터 형식	68
[표 4-9] 사용 연료에 따른 수도권 승용차 유류비 단가	69
[표 4-10] 사용 연료에 따른 수도권 승용차 평균 연비	70
[표 4-11] 수도권 시·군·구의 공영주차장 급지별 시간당 요금	71
[표 4-12] Google map API 출력 데이터 형식	73
[표 4-13] 수도권 대중교통 수단별 요금 체계	74
[표 4-14] 수도권 대중교통수단의 기본구간과 기본요금에 따른 순위	75
[표 4-15] 통행자 선택 통행수단 특성	76
[표 4-16] 모형 1 효용함수(Multinomial Logit)	81
[표 4-17] 모형 2 효용함수(Multinomial Logit)	82
[표 4-18] 모형의 계수 부호에 대한 타당성 검토	85
[표 4-19] 업무·비업무 통행의 수단선택모형 구축 결과(모형1)	87
[표 4-20] 여가·총목적 통행의 수단선택모형 구축 결과(모형1)	88
[표 4-21] 업무·비업무 통행의 수단선택모형 구축 결과(모형2)	90
[표 4-22] 여가·총목적 통행의 수단선택모형 구축 결과(모형2)	92
[표 4-23] 통행목적별 통행자 통행시간가치 (모형1)	94
[표 4-24] 개인교통수단 업무 통행 대비 통행자 통행시간가치 비율 (모형 1)	94

[표 4-25] 통행목적별 통행자 통행시간가치 (모형2)	95
[표 4-26] 개인교통수단 업무 통행 대비 통행자 통행시간가치 비율 (모형 2)	95
[표 4-27] 통행목적별 통행자 통행시간가치 산정 결과 (2021년 기준)	101
[표 4-28] 기존 연구 통행자 통행시간가치 비교	104
[표 5-1] 수도권 승용차 및 버스 재차인원	109
[표 5-2] 수도권 승용차, 버스, 지하철의 업무 및 비업무 통행 비율	110
[표 5-3] 수도권 교통수단 평균 통행시간가치 산정 결과	111
[표 5-4] 경기도 교통수단 평균 통행시간가치 산정 결과	111
[표 5-5] KDI(2021)의 수도권 교통수단 평균 통행시간가치 비교	112
[표 5-6] 본 연구와 선행 연구의 업무 대비 비업무 통행자 통행시간가치 비율 비교 ..	113
[표 6-1] 통행시간가치의 국내외 연구 비교	119

그림차례

[그림 1-1] 연구수행 과정	7
[그림 3-1] 수도권 및 경기도 업무 통행시간가치 산정 과정	40
[그림 3-2] 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	42
[그림 3-3] 버스 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	42
[그림 3-4] 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황	44
[그림 3-5] 승용차 운전자의 근로시간 현황	46
[그림 3-6] 버스 및 화물차 운전자의 근로시간 현황	46
[그림 3-7] 승용차 운전자의 시간당 임금 현황	48
[그림 3-8] 버스 운전자의 시간당 임금 현황	49
[그림 3-9] 화물차 운전자의 시간당 임금 현황	50
[그림 3-10] 임금에 대한 오버헤드 비율 현황	52
[그림 3-11] 승용차 운전자의 업무 통행시간가치	54
[그림 3-12] 버스 운전자의 업무 통행시간가치	54
[그림 3-13] 화물차 운전자의 업무 통행시간가치	56
[그림 4-1] 선택 통행수단의 통행시간과 통행비용 분포	77
[그림 4-2] 통행시간에 대한 통행빈도 분포(TTFD)	78
[그림 4-3] 통행비용에 대한 통행빈도 분포(TCFD)	79
[그림 4-4] 개인교통수단의 통행목적별 통행자 통행시간가치 비교	96
[그림 4-5] 대중교통수단의 통행목적별 통행자 통행시간가치 비교	97
[그림 4-6] 통행목적별 통행자 통행시간가치 산정 과정	98
[그림 4-7] 수도권 통행자의 통행목적별 통행시간가치	99
[그림 4-8] 경기도 통행자의 통행목적별 통행시간가치	100
[그림 4-9] 기존 연구 통행자 통행시간가치 비교	103
[그림 4-10] 연도별 소비자 물가지수 변화 추이 (기준연도 2020년)	105
[그림 4-11] 소비자 물가지수 보정 승용차 통행자 통행시간가치(2021년 기준)	106

01

서론

제1절 | 연구의 배경 및 목적

제2절 | 연구의 범위 및 과정

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

통행시간가치는 통행에 소요되는 통행시간에 대하여 통행자가 지불할 용의가 있는 금전적 가치를 의미한다. 통행시간가치는 교통수단, 통행 목적과 같은 통행 특성과 소득수준과 같은 통행자 특성에 따라 다르다. 그러므로 이러한 특성이 변화함에 따라 통행시간가치도 계속 변화하고 있다고 할 수 있다. 또한, 통행자들이 이용하는 교통수단에 대한 통행시간가치는 교통수단을 이용하는 통행자의 통행시간가치, 통행 목적, 재차인원 등에 따라 교통수단별 통행시간가치가 크게 차이가 날 수 있다.

통행시간가치는 신규 교통 SOC 사업과 교통수단 도입에 따른 효과분석, 통행자의 통행형태 분석, 교통시설과 교통수단의 요금수준 등 교통정책 결정을 위한 중요한 참고 자료로 활용될 수 있다. 특히, 통행시간가치는 도로, 철도, 공항 등 교통시설 투자 사업에 따른 통행시간 절감편익을 산출함에 있어서 반드시 필요한 요소라 할 수 있고 교통시설 투자 사업의 경제적 타당성을 판단함에 있어서 가장 결정적인 영향을 미치게 된다. 통행시간 절감 편익은 교통시설 투자 사업에 따른 전체 편익의 약 60% 정도를 차지하는 것으로 나타나 편익 항목 중 가장 큰 비중을 차지하는 항목으로 알려져 있다(Hensher, 2000).

현재, 수도권 지역의 통행시간가치는 한국개발연구원(KDI)의 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도부문 연구」에서 제시하고 있는 수치가 공식적으로 활용되고 있다. 하지만 대부분의 지침과 연구에서의 수도권 통행시간가치는 전국 지역간 통행을 기반으로 분석된 결과여서 수도권 통행특성을 반영하기에는 한계가 있을 수밖에 없다. 수도권은 전국의 다른 지역과 비교하여 교통혼잡 수준이 높고 대중교통 공급 및 서비스 수준이 높으며 이에 따라 대중교통 이용률이 높다고 할 수 있다. 또한, 통행자의 통행 목적 분포 등 통행특성이 다르고 소득 및 경제활동 등 통행자

특성이 다르다. 이에 수도권 통행자의 통행특성을 반영하여 수도권에 대한 통행시간 가치를 새롭게 검토할 필요성이 있다.

특히, 경기도를 포함한 수도권은 GTX 건설, 광역철도 연장, 트램 등 신규 도시철도 도입 등 다양한 철도 관련 사업이 추진될 예정이고 버스가 중요한 대중교통으로 운행되고 있다. 이에 수도권을 대상으로 승용차, 버스, 철도, 화물차 등 대표적 교통수단에 대한 합리적인 통행시간가치를 검토하고 이를 기반으로 수도권 현실에 맞는 교통정책 분석자료를 확보하여 수도권 교통 SOC 사업을 합리적으로 평가할 수 있는 기반을 확보할 필요가 있다고 생각한다.

2. 연구의 목적

연구는 경기도를 중심으로 서울과 인천을 포함한 수도권 승용차, 버스, 지하철, 화물차의 대표적 교통수단에 대한 합리적인 통행시간가치를 산정하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 기존 연구와는 다르게 수도권 통계자료와 통행조사 자료, 첨단교통 자료를 기반으로 수도권 현실을 보다 잘 반영할 수 있는 통행시간가치를 산정하고자 하였다.

우선 수도권 통행자에 대한 교통수단과 통행목적에 따른 통행자 통행시간가치를 산정하였다. 교통수단은 승용차, 버스, 지하철, 화물차로 구분하였고 통행 목적은 업무, 비업무, 여가 통행으로 구분하였다. 교통수단별 운전자 업무 통행시간가치는 고용·소득 통계자료를 기반으로 임금률법을 적용하여 산정하였고 교통수단별 통행자 통행시간가치는 수단선택모형을 구축하여 한계대체율을 적용하여 산정하였다.

이후 기존 KDI 지침과 관련 연구의 방법을 준용하여 업무 통행과 업무를 제외한 비업무 통행을 고려한 교통수단 기준 통행시간가치를 산정하였다. 본 연구를 통해 산정된 교통수단 통행시간가치는 수도권 통행특성을 반영한 통행자 통행시간가치를 적용한 결과라 할 수 있으며 보다 합리적인 기준 및 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

제2절 연구의 범위 및 과정

1. 연구의 범위

1) 시·공간적 범위

본 연구의 공간적 범위는 경기도를 중심으로 서울과 인천을 포함한 수도권을 대상으로 하였다. 이에 수도권 통행을 대상으로 연구를 수행하였으며 수도권 개인통행조사 자료와 함께 첨단교통 자료를 기반으로 수도권 통행자와 교통수단의 통행시간가치를 산정하였다.

본 연구는 국가교통조사를 통해 2021년 수도권 전역에서 실시된 개인통행실태조사 자료를 주요 통행 기초자료로 활용하였다. 따라서 시간적 범위는 2021년을 기준 연도로 설정하였고 고용·소득 등 각종 통계자료와 오픈소스 기반의 교통수단 속성 자료도 2021년을 기준으로 수집하여 분석하였다.

- 공간적 범위 : 수도권 통행
- 시간적 범위 : 기준연도 2021년
 - 개인통행실태 조사 자료 : 2021년 10월 ~ 12월
 - 교통수단 속성 자료(Open API)
 - 개인교통수단(T-map API) : 개인통행실태 조사 동일 시점
 - 대중교통수단(Google Map API) : 2022년 동일 요일 시점
 - 통계자료 : 2021년 공인 통계

2) 내용적 범위

연구는 수도권 교통수단에 대한 합리적인 통행시간가치를 산정하는 것을 최종 목적으로 하였다. 교통수단 기준의 통행시간가치를 산정하기 위해서는 기본적으로 통행자 통행시간가치를 산정하여야 한다. 이에 본 연구에서는 업무, 비업무, 여가 통행으로 통행 목적을 구분하고 승용차, 버스, 지하철, 화물차로 교통수단을 구분하

여 통행목적별 교통수단 통행자의 통행시간가치를 산정하였다.

연구는 통근 통행을 별도의 통행 목적으로 구분하지 않고 비업무 통행의 범주에 포함하여 분석하였다. 이는 통근 통행이 일상적이고 반복적인 필수 통행인 점과 주거지 입지에 의해서 일반화 통행비용(통행시간+통행비용)이 결정되는 점, 출근 첨두시 개인교통수단 이용에 제약이 따르는 점 등으로 통행시간과 통행비용의 상대적 효용 가치를 기준으로 통근 통행의 통행시간가치를 정량화하기 매우 어렵다고 판단하였기 때문이다. 결국, 통근 통행의 통행시간가치는 연구에서 적용한 한계대체율법이 아닌 별도의 추가적인 검토와 연구가 필요하다고 판단하였다.

승용차, 화물차, 버스 운전자의 업무 통행시간가치는 고용·소득 통계자료를 기반으로 임금률법을 적용하여 산정하였다. 그리고 승용차, 버스, 지하철 통행자의 업무, 비업무, 여가 통행의 통행시간가치는 수단선택모형을 구축하여 한계대체율을 적용하여 산정하였다. 여기서 화물차는 여객 수송의 대상이 아니기 때문에 고려되지 않았다. 즉, 화물차는 운전자의 업무 통행시간가치에 대해서만 임금률법을 적용하여 산정하였다.

다음으로 본 연구에서 산정한 통행자 통행시간가치를 기반으로 업무와 비업무 통행을 고려한 교통수단 기준의 평균 통행시간가치를 산정하였다. 이후 본 연구에서 산정된 통행자 통행시간가치와 교통수단 통행시간가치를 기존 지침과 연구에서 제시된 결과와 비교 평가를 수행하였다.

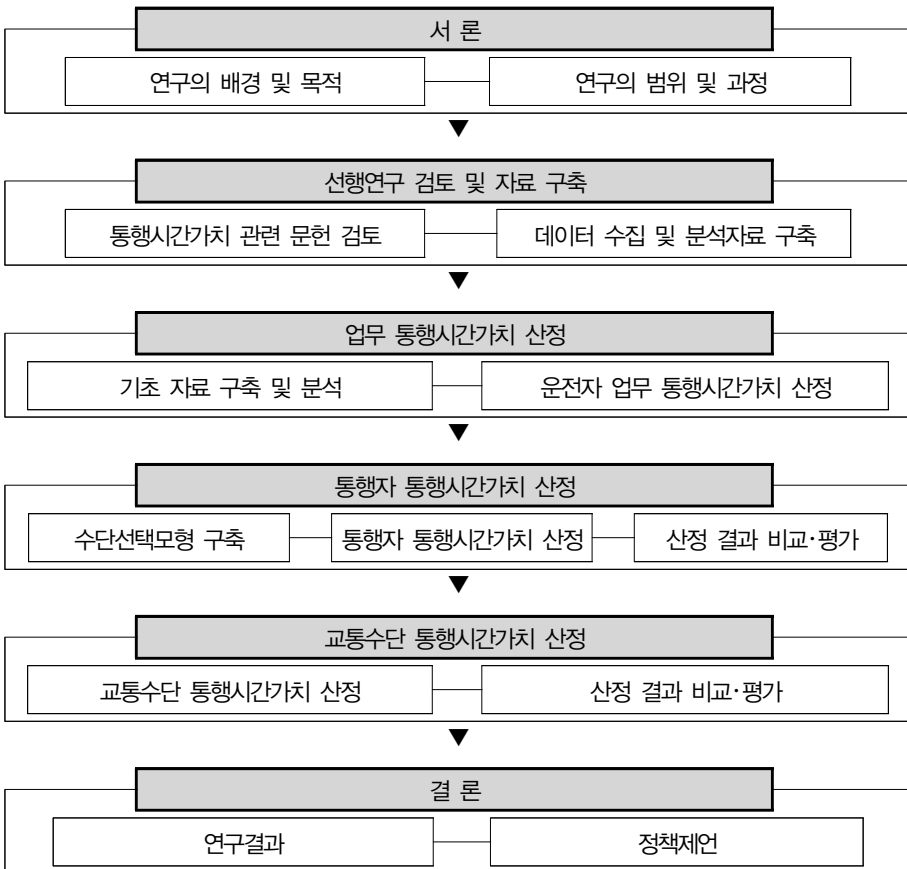
- 내용적 범위

- 개인통행조사, Open API 첨단교통자료 등 데이터 수집 및 가공
- 승용차, 화물차, 버스 운전자 업무 통행시간가치 산정
- 개인교통 및 대중교통 수단선택모형 구축 및 통행자 통행시간가치 산정
- 교통수단 기준 통행시간가치 산정
- 통행자 및 교통수단 통행시간가치 산정 결과 비교 평가

2. 연구 수행 과정

연구의 주요 내용은 수도권 통행자의 통행시간가치와 교통수단의 통행시간가치를 산정하는 것이다. 이를 위하여 연구에서는 고용·소득 통계자료를 수집·분석하여 임금률법에 의한 수도권 승용차, 버스, 화물차 운전자의 업무 통행시간가치를 산정하였다. 다음으로 개인통행조사, Open API 첨단교통자료, 운임·주차·연료경제 등 관련 통계 및 정책 자료를 수집·가공하여 수단선택모형을 구축하고 한계대체율에 의한 수도권 통행자의 통행시간가치를 산정하였다. 최종적으로 운전자 및 통행자의 통행시간가치를 이용하여 수도권 교통수단의 통행시간가치를 산정하였다.

[그림 1-1] 연구수행 과정



2

선행연구 검토 및 자료 구축

제1절 | 통행시간가치 관련 문헌 검토

제2절 | 데이터 수집 및 분석자료 구축

제2장 선행연구 검토 및 자료 구축

제1절 통행시간가치 관련 문헌 검토

1. 통행시간가치 산정 방법론

1) 개요

통행시간가치는 통행자가 1시간(단위시간)의 통행시간을 단축하기 위하여 지불하고자 하는 금전적인 가치이다. 통행시간가치는 통행시간 절감 편익을 결정하기 때문에 교통시설 투자 평가사업에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소라 할 수 있다. 이러한 통행시간가치를 산정하는 주요 방법론에는 임금률법과 한계대체율법이 있다.

2) 임금률법

임금률법은 통행자의 임금을 기반으로 통행시간가치를 산정하는 방법이다. 임금률법은 통행자가 통행시간을 절감한 만큼 생산활동에 기여할 수 있다는 가정을 바탕으로 한다. 임금률법에 의해 다음과 같이 업무와 비업무 통행시간가치를 산정할 수 있다.

$$VOT_{\text{business}} = \frac{W}{T}$$
$$VOT_{\text{non business}} = \frac{W}{T} \times \gamma$$

VOT_{business} , $VOT_{\text{non business}}$ 는 각각 업무와 비업무 통행시간가치, W 는 월평균임금, T 는 월평균 근로시간, 그리고 γ 는 업무 통행에 대한 비업무 통행의 시간가치 비율이다.

3) 한계대체율법

한계대체율법은 통행시간과 통행비용의 한계효용 비율을 통하여 시간가치를 산정하는 방법이다. 한계효용을 계산하기 위하여 통행시간과 통행비용 등을 포함하는 통행자의 수단선택 행태에 대한 수단선택모형을 구축한다. 그리고 통행시간가치는 추정된 모형의 통행시간과 통행비용의 한계대체율로 산정된다. 하지만, 통행자 개인의 통행시간가치를 직접 측정하기 어렵기 때문에 수단선택모형은 주로 통행실태 조사와 같은 통행 조사 자료를 이용하여 구축된다. 한계대체율법에 의한 통행시간가치는 다음 식과 같이 산정될 수 있다.

$$U = \alpha + \beta_{TT}x_{TT} + \beta_{TC}x_{TC}$$

$$VOT = \frac{\frac{\partial U}{\partial x_{TT}}}{\frac{\partial U}{\partial x_{TC}}} = \frac{\beta_{TT}}{\beta_{TC}}$$

U 는 수단선택모형 효용함수, α , β_{TC} , β_{TT} 는 모형의 매개변수, x_{TT} 는 통행시간에 대한 설명변수, x_{TC} 는 통행비용에 대한 설명변수이다.

개인이 대안(통행수단)을 선택하는 데 영향을 미치는 효용은 개인의 속성과 대안이 가지고 있는 속성에 따라 달라진다. 따라서, 수단선택모형의 설명변수들은 대안의 특성을 묘사하는 변수와 개인이 가지고 있는 특성을 나타내는 변수로 구분할 수 있다. 대안의 특성을 묘사하는 변수에는 대안특정상수(Alternative Specific Constant), 대안특성변수(Alternative Specific Variable), 일반변수(Generic Variable)로 3가지 종류가 있다.¹⁾

(1) 대안특정상수 (Alternative Specific Constant)

대안특정상수는 개인이 기준 대안과 비교하여 특정 대안에 대해 가지는 상대적인

1) "<https://blog.naver.com/gneoybtak/223163313407>" (2023.09.25.).

선택을 의미하며 모형의 설명변수들로는 설명되지 못한 어떤 요인에 의해 발생하는 상수값이다.

(2) 일반변수 (Generic Variable)

일반변수는 동일한 설명변수에 대해서는 모든 대안들에 대해 동일한 값의 계수를 가진다. 이는 해당 변수가 개인의 효용함수에 미치는 영향력이 모든 수단에서 동일하다는 의미이다. 만약 특정 설명변수가 2개 이상의 수단에서 동일한 영향력을 효용함수에 미친다면 해당 수단들에 대한 일반변수로 설정할 수도 있다.

(3) 대안특성변수 (Alternative Specific Variable)

대안특성변수는 동일한 설명변수일지라도 대안별로 다른 값의 계수를 적용하며 이는 해당 변수가 대안별로 개인의 효용함수에 미치는 영향이 다르다는 것을 의미한다. 예를 들어, 버스와 지하철의 요금이 동일하게 100원 인상되더라도 개인의 효용에 미치는 영향이 다르다면 통행비용에 대한 설명변수는 모형에서 대안별로 다른 값의 계수를 적용하는 대안특성변수로 설정된다.

개인이 가지고 있는 특성을 나타내는 변수는 개인특성변수(Individual Specific Variable)로 성별, 승용차 보유 여부, 소득수준 등과 같은 사회경제변수(Socioeconomic Variable)를 포함한다. 개인특성변수는 선택 주체가 되는 개인의 속성을 나타내므로 일반적으로 모든 대안에 대해 동일한 값으로 고려하지만, 필요에 따라 개인특성변수를 특정 대안들에 대한 대안특성변수로 처리할 수도 있다. 가령, 기존 연구들에서는 자동차 보유 대수를 승용차의 대안특성변수에만 포함하고 성별은 지하철의 대안특성변수에만 고려(김경현 등, 2017)하거나 성별, 소득, 나이 등의 모든 개인특성변수를 대안특성변수 행태로 설정하였다(이혜승 등, 2009). 즉, 개인특성변수를 대안특성변수로 처리함으로써 개인 속성에 따른 각 대안에 대한 선호도 정도를 비교할 수 있다.

2. 국외 연구 검토

통행수단을 기준으로 영국, 스위스, 독일, 스웨덴, 네덜란드는 수단별 통행시간가치를 제시하고 있으며, 미국, 일본은 수단의 구분없이 통행시간가치를 제시하고 있다.

영국은 통행 목적을 업무, 통근, 기타로 구분하여 통행시간가치를 제시하고 있으며, 이 중 업무 통행시간가치는 수단을 세분화하여 제시하고 있다. 영국의 수단별 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-1] 영국(2022)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2010년)

(단위: £/hour)

구분	원단위	인지비용	시장가격
업무	-	-	-
승용차(운전자)	14.86	14.86	17.69
승용차(승객)	14.86	14.86	17.69
대중교통(운전자)	11.94	11.94	14.21
대중교통(승객)	8.42	8.42	10.02
광역철도	24.52	24.52	29.18
도시철도	8.42	8.42	10.02
대형화물(운전자/승객)	10.52	10.52	12.52
일반화물(운전자/승객)	12.13	12.13	14.43
택시/콜택시(운전자)	11.50	11.50	13.68
택시/콜택시(승객)	14.86	14.86	17.69
도보	8.42	8.42	10.02
자전거	8.42	8.42	10.02
오토바이	14.86	14.86	17.69
근로자 평균	16.19	16.19	19.27
비업무	-	-	-
통근	8.36	9.95	9.95
기타	3.82	4.54	4.54

자료 : U.K traffic analysis guidance(2022). *Transport analysis guidance*.

스위스는 통행 목적을 총목적, 업무, 통근, 교육, 쇼핑, 여가로 구분하여 수단별 통행시간가치를 제시하고 있다. 스위스의 수단별 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-2] 스위스(2021)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2015년)

(단위: CHF/hour)

구분	총목적	업무	통근	교육	쇼핑	여가
도보	6.0	26.1	6.7	11.6	4.5	6.1
자전거	9.9	32.6	7.9	8.2	9.9	10.3
승용차	13.2	24.6	14.6	15.8	10.3	12.1
대중교통	12.3	29.1	12.4	13.0	10.9	11.2

자료 : Swiss Confederation Federal Office for Territorial Development ARE(2021). "Surveying and analysing mode and route choices in Switzerland 2010-2015".

독일은 통행시간가치를 단기와 장기로 구분하여 수단별 통행자 통행시간가치를 제시하고 있다. 단기의 경우 통상적으로 비용-편익 분석에서 사용되는 통행시간가치를 의미하며, 장기의 경우 미래의 주거 및 직장 위치에 따른 수단선택에 대한 통행시간가치를 의미한다. 통행 목적은 업무, 쇼핑으로 구분하여 승용차와 대중교통에 대한 통행시간가치를 제시하고 있다. 독일의 수단별 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-3] 독일(2015)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2012년)

(단위: €/min)

구분		승용차		대중교통	
		업무	쇼핑	업무	쇼핑
단기		8.88	15.61	6.49	20.82
장기	직장	4.72	-	4.08	-
	거주지	20.81	281.03	9.49	128.24

자료 : Dubernet, Ilka, Dubernet, Thibaut Jean Pierre, Axhausen, Kay W.(2017). "Comparing short- and long-term values of travel time savings derived from a joint modelling framework".

스웨덴은 통상적으로 비용-편익 분석 시 사용되는 통행시간가치와 교통수단 변경 시의 통행시간가치를 제시하고 있다. 교통수단 변경 시의 통행시간가치는 다목적 통행과 단일 통행으로 구분하며, 다목적 통행은 통행 중 두 개 이상의 목적지에 가기 위해 교통수단을 변경하는 경우를 의미한다. 스웨덴의 수단별 통행자 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-4] 스웨덴(2023)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2017년)

(단위: SEK/hour)

구분	일반			교통수단 변경					
	승용차	버스	지하철	다목적 통행			단일 통행		
				승용차	버스	지하철	승용차	버스	지하철
업무	101	62	80	-	62	80	-	155	202
비업무	69	38	62	-	38	62	-	97	155

자료 : The Swedish Transport Administration(2023). *Analysis method and social economics calculation values for the transport sector: ASEK 7.1.*

네덜란드는 통행 목적을 업무, 통근, 기타로 구분하여 수단별 통행시간가치를 제시하고 있다. 네덜란드의 수단별 통행자 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-5] 네덜란드(2013)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2010년)

(단위: €/hour)

구분	승용차	버스/트램/도시철도	광역철도
업무	26.25	19.00	19.75
통근	9.25	7.75	11.50
기타	7.50	6.00	7.00
평균	9.00	6.75	9.25

자료 : Kim (2013). "The social value of shorter and more reliable travel times".

미국은 통행수단을 지상교통수단, 항공 및 고속철도로 구분하여 구체적인 수단별 통행시간가치는 제공하지 않고 있다. 통행 목적은 지역 내 통행과 지역 간 통행으로 구분하여 업무와 비업무에 대한 통행시간가치를 제시하고 있다. 미국의 통행자 통행 시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-6] 미국(2016)의 수단별 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2015년)

(단위: \$/hour)

구분		지상교통수단 (승용차, 버스, 지하철 등)	항공 및 고속철도
지역 내 통행	업무	25.4	-
	비업무	27.2	-
지역 간 통행	업무	25.4	63.2
	비업무	27.2	36.1

자료 : U.S Department of Transportation(2016). *2016 Revised Value of Travel Time Guidance.*

일본은 수단별로 통행시간가치를 제공하지 않으며, 통행 목적, 통행자 특성에 따른 통행시간가치를 제시하고 있다. 통행 목적은 업무, 통근, 기타로 구분하고 통행자 특성은 성별, 업종, 연령, 통행 시간대, 이동 거리별로 구분하여 통행시간가치를 제시하고 있다. 이 중 통행 목적에 따른 통행시간가치 산정 결과는 다음과 같다.

[표 2-7] 일본(2012)의 통행자 통행시간가치 (기준연도: 2000년)

(단위: 원/min)

구분		전체 차량 (승용차, 버스, 화물차 등)
업무		33.9
비업무	통근	24.5
	기타	21.0

자료 : Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2012). *Research on the time value of road transportation*.

통행자 1인당 통행시간가치를 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치의 비율로 환산하여 국외 연구 결과를 비교하였다.

미국, 독일의 경우 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치가 큰 것으로 나타났다. 비업무 통행시간가치 산정 시 미국은 통행수단을 구분하지 않았으며, 독일은 통행수단을 승용차와 대중교통으로 구분하였다. 미국의 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치의 비율은 1.07이며, 독일의 경우 승용차 업무 통행시간가치 대비 승용차 비업무 1.76, 대중교통 비업무 2.34로 나타났다.

스위스의 경우 통행 목적을 총목적, 업무, 통근, 교육, 쇼핑, 여가로 구분하여 정확한 비교는 어려우나, 승용차 업무 통행시간가치 대비 총목적 통행시간가치의 비율로 비교하였을 때 승용차 0.54, 대중교통 0.50으로 나타났다.

영국, 일본, 스웨덴, 네덜란드의 경우 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치가 작은 것으로 나타났다. 영국과 일본은 비업무 통행시간가치 산정 시 통행수단을 구분하지 않았으며, 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치의 비율은 영국이 통근 0.56, 기타 0.26이며, 일본이 통근 0.72, 기타 0.62로 나타났다. 이와 달리 스웨덴, 네덜란드의 경우 수단별 비업무 통행시간가치를 산정

하였다. 스웨덴의 승용차 업무 통행시간가치 대비 비업무 통행시간가치 비율은 승용차 0.68, 버스 0.38, 지하철 0.61로 나타났다. 네덜란드의 경우 비업무를 통근과 기타로 구분하고 수단별 통행시간가치를 제시하고 있다. 승용차 업무 통행시간가치 대비 통근 통행시간가치의 비율은 승용차 0.35, 버스·트램·지하철 0.30, 고속열차 0.44로 나타났으며, 기타 통행시간가치의 경우는 승용차 0.29, 버스·트램·지하철 0.23, 고속열차 0.27로 나타났다. 국외 통행시간가치 산정 관련 연구를 종합하여 정리한 결과는 다음과 같다.

[표 2-8] 통행시간가치 산정에 관한 국외 연구 종합 검토

국가명	연구자	통행 목적 및 수단		1인당 통행시간가치	승용차 업무 통행시간가치 대비 비율
미국	U.S Department of Transportation(2016)	업무 (승용차, 버스, 지하철 등)		25.40\$/hour	1.00
		비업무 (승용차, 버스, 지하철 등)		27.20\$/hour	1.07
영국	U.K Department for Transport(2022)	업무	승용차	14.86£/hour	1.00
			대중교통	8.42£/hour	0.57
			광역철도	24.52£/hour	1.65
			도시철도	8.42£/hour	0.57
		비업무	통근	8.36£/hour	0.56
			기타	3.82£/hour	0.26
일본	Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2012)	업무(승용차)		2,052円/hour	1.00
		비업무	통근	1,476円/hour	0.72
			기타	1,260円/hour	0.61
스위스	Swiss Confederation Federal Office for Territorial Development ARE(2021)	업무	승용차	24.6franc/hour	1.00
			대중교통	29.1franc/hour	1.18
		총목적	승용차	13.2franc/hour	0.54
			대중교통	12.3franc/hour	0.50
독일	Dubernet. Ilka, Dubernet. Thibaut Jean Pierre. Axhausen. Kay W.(2017)	업무	승용차	532.80€/hour	1.00
			대중교통	389.40€/hour	0.73
		쇼핑	승용차	936.60€/hour	1.76
			대중교통	1,249.20€/hour	2.34
스웨덴	The Swedish Transport Administration(2023)	업무	승용차	101SEK/hour	1.00
			버스	62SEK/hour	0.61
			지하철	80SEK/hour	0.79
		비업무	승용차	69SEK/hour	0.68
			버스	38SEK/hour	0.38
			지하철	62SEK/hour	0.61
네덜란드	Kim (2013)	업무	승용차	26.25€/hour	1.00
			버스/트램/지하철	19.00€/hour	0.72
			고속열차	19.75€/hour	0.75
		비업무 (통근)	승용차	9.25€/hour	0.35
			버스/트램/지하철	7.75€/hour	0.30
			고속열차	11.50€/hour	0.44
		비업무 (그 외)	승용차	7.50€/hour	0.29
			버스/트램/지하철	6.00€/hour	0.23
			고속열차	7.00€/hour	0.27

자료 : 각 연구 참조 연구자 작성.

3. 기존 국내 지침 검토

1) 예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구(KDI, 2012)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2010년이고 전국권 지역간 통행을 중심으로 하였다.

① 업무 통행시간가치

업무 통행시간가치는 월평균 급여를 월평균 근로시간으로 나누어 시간당 임금 수준을 산출한 후, 추가적으로 고용주가 부담하고 있는 부가적인 비용인 오버헤드 비용을 반영하는 임금률법에 의해 산정되었다. 승용차 운전자의 급여는 고용노동부의 사업체 노동력 조사 자료를, 버스와 화물차 운전자의 급여는 2009년 운수업 통계조사 자료를 2010년 명목 임금 상승률로 보정하여 이용하였다. 근로시간 자료는 2010년의 사업체 노동력 조사 자료를 이용하였으며 오버헤드 산출은 한국은행의 기준연도 기업경영분석 자료를 적용하였다.

② 비업무와 여가 통행시간가치

비업무와 여가 통행시간가치는 앞서 산출한 업무 통행시간가치에 한계대체율(수단선택모형)에 의해 산출된 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율을 곱하여 계산되었다. 2010년 한국교통연구원에서 수행한 전국 가구통행실태 조사의 데이터를 기초 자료로 이용하여 로짓모형 형태의 수단선택모형을 구축하였다.

통행 목적은 2010년 전국 가구통행실태 조사 자료에서 조사된 통행 목적을 업무·비업무·여가로 구분하였다. 구체적으로, 업무 목적의 통행은 업무 및 귀사 목적의 통행을 포함하고, 비업무 통행은 업무 및 귀사 목적을 제외한 모든 목적의 통행을 포함한다. 여가 통행은 통행 목적 중 여가, 오락, 외식 및 친지 방문 목적의 통행만을 고려하였다.

통행수단은 국가교통 데이터베이스에서 제공하고 있는 수단인 승용차, 버스, 철도 등 전체 3개 수단에 대한 자료를 이용했다.

해당 연구에서 구축한 수단선택모형의 효용함수 식은 다음과 같다.

$$U_{car} = \beta_1 T_{car} + \beta_2 C_{car}$$

$$U_{bus} = \alpha_{bus} + \beta_1 T_{bus} + \beta_3 C_{bus}$$

$$U_{train} = \alpha_{train} + \beta_1 T_{train} + \beta_4 C_{train}$$

수단은 승용차(car), 버스(bus), 철도(train)로 구분하며, T 는 각 수단에 대한 통행시간, C 는 각 수단에 대한 통행비용을 의미한다. α_{bus} , α_{train} 는 각각 버스와 철도 수단에 대한 대안특성상수, β_1 는 일반변수에 대한 매개변수, β_2 , β_3 , β_4 는 대안특성변수들에 대한 매개변수이다.

(2) 연구 결과

임금률법에 의해 산출된 업무 통행시간가치는 승용차 운전자 20,477원/인·시간, 버스 운전자 15,680원/인·시간, 화물차 운전자 15,489원/인·시간으로 분석되었다.

한계대체율법에 의해 산출된 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율은 승용차 42.8%, 버스 22.0%, 철도 22.1%, 업무 대비 여가 통행시간가치 비율은 승용차 52.8%, 버스 31.6%, 철도 27.8%로 분석되었다. 따라서, 1인당 비업무 통행시간가치는 승용차 통행자 8,769원/인·시간, 버스 통행자 4,506원/인·시간, 철도 통행자 4,519원/인·시간으로 각각 산정되었다.

[표 2-9] KDI(2012)의 전국 수단별 평균 통행시간가치 산출 (기준연도: 2010년)

구분	승용차		버스		화물차		철도 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.44	1.11	1.35	7.63	1	0	0.13	0.87
시간가치(원)	20,477	8,769	1인: 15,680 1.35인: 20,477	4,506	15,489	-	20,477	4,519
시간가치(원/대·시)	9,010	9734	43,324	34,379	15,489	-	2,662	3,932
평균시간가치(원/대)	18,744		77,703		15,489		6,594	

자료 : KDI(2012). 『예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구』.

산출된 1인당 통행시간가치를 예비타당성조사 지침의 방법론을 준용하여 전국권 통행의 수단별 평균 통행시간가치를 산출한 결과는 각각 승용차 수단 18,744원/대·시간, 버스 77,703원/대·시간, 화물차 15,489원/대·시간, 철도 6,594원/인·시간이다.

2) 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도 부문 연구(KDI, 2021)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2016년이고 전국권 통행을 대상으로 수단선택모형을 구축한 후 광역권별 교통수단의 통행시간가치를 분석하였다.

① 업무 통행시간가치

업무 통행시간가치는 월평균 급여를 월평균 근로시간으로 나누어 시간당 임금 수준을 산출한 후, 추가적으로 고용주가 부담하고 있는 부가적인 비용인 오버헤드 비율을 반영하는 임금률법에 의해 산정되었다. 승용차 운전자 급여는 고용노동부의 사업체 노동력 조사 자료를 이용하였고, 버스와 화물차 운전자 급여는 2016년 운수업 통계조사 자료를 이용하였다. 근로시간 자료는 2016년의 사업체 노동력 조사 자료를 이용하였고 오버헤드 산출은 한국은행의 2016년 기업경영분석 자료를 적용하였다.

② 비업무 통행시간가치

비업무 통행시간가치는 앞서 산출한 업무 통행시간가치에 한계대체율법(수단선택모형)에 의해 산출된 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율을 곱하여 계산되었다. 해당 비율은 「국가교통 DB 검토 및 교통부문 쟁점 연구」(KDI, 2019)에서 산정된 비율을 적용하였다. 통행수단은 국가교통 데이터베이스에서 제공하고 있는 수단인 승용차, 버스, 철도 등을 고려하였다.

(2) 연구 결과

임금률법에 의해 산출된 업무 통행시간가치는 승용차 운전자 22,502원/인·시간, 버스 운전자 16,812원/인·시간, 화물차 운전자 17,001원/인·시간으로 분석되었다.

한계대체율법에 의해 산출된 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율은 승용차 44.9%, 버스 26.2%, 철도 25.7%이다. 따라서, 1인당 비업무 통행시간가치는 승용차 통행자 10,103원/인·시간, 버스 통행자 5,893원/인·시간, 철도 통행자 5,788원/인·시간으로 각각 산정되었다.

산출된 1인당 통행시간가치를 예비타당성조사 지침의 산정 방법을 준용하여 수도권 통행의 수단별 평균 통행시간가치를 산출하였다. 이때, 2016년 기준 수단별 평균통행시간가치는 소비자물가지수(103.8%)를 이용하여 2019년 기준으로 보정하여, 수도권 승용차 수단의 평균시간가치 15,191원/대·시간, 버스 115,911원/대·시간, 화물차 17,647원/대·시간, 철도 6,355원/인·시간으로 산정되었다.

[표 2-10] KDI(2021)의 수도권 수단별 평균 통행시간가치 산출

구분	승용차		버스		화물차		철도 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.17	1.07	0.13	15.6	1		0.02	0.98
시간가치(원)	22,502	10,103	1인: 16,812 0.13인: 22,502	5,893	17,001	-	22,502	5,788
시간가치(원/대·시)	3,825	10,810	19,737	91,931	17,001	-	450	5,672
2016년 기준 평균 시간가치(원/대)	14,635		111,668		17,001		6,122	
2019년 기준 평균 시간가치(원/대)	15,191		115,911		17,647		6,355	

자료 : KDI(2021). 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도부문 연구』.

3) 교통시설 투자평가지침(7차) (국토교통부, 2022)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2020년이고 전국권 통행을 대상으로 수단선택모형을 구축한 후 광역권별 교통수단의 통행시간가치를 분석하였다.

승용차, 버스, 화물차, 철도 수단의 업무, 비업무 통행시간가치는 한국개발연구원(KDI)의 「예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구」 결과에 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도 부문 연구」(KDI, 2021)에서 산정한 평균 재차인원과 업무 통행비율을 적용하여 산정하였다. 한편, 통근 통행시간가치는 첨두시와 비첨두시를 구분하여 수요 예측을 실시할 때, 오전 첨두시에서 통근 목적을 분리하여 김설주 등(2014)의 연구에서 제시한 업무 대비 통근 통행시간가치의 비율 50.25%를 준용하여 적용하였다.

한편, 철도 부문의 통행시간가치는 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제6판) 전문가 간담회 자료」(KDI, 2017)에서 산정한 결과를 바탕으로 「철도 투자평가제도 개선 연구」(한국철도시설공단, 2016)에서 제시한 통행 비율을 적용하여 산정하였다.

(2) 연구 결과

임금률법에 의해 산출된 업무통행시간가치는 승용차 운전자 22,502원/인·시간, 버스 운전자 16,812원/인·시간, 화물차 운전자 17,001원/인·시간으로 분석되었다. 1인당 통행시간가치를 예비타당성조사 지침의 산정 방법을 준용하여 수도권 통행의 수단별 평균 통행시간가치를 산출한 결과는 승용차 15,279원/대·시간, 버스 116,581원/대·시간, 화물차 17,749원/대·시간, 철도 6,364원/인·시간이다.

[표 2-11] 국토부(2022)의 수도권 수단별 평균 통행시간가치 산출

구분	승용차		버스		화물차		철도 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.17	1.07	0.13	15.6	1		0.05	0.95
시간가치(원)	22,502	10,103	1인: 16,812 0.13인: 22,502	5,893	17,001	-	22,755	5,033
시간가치(원/대·시)	3,825	10,810	19,737	91,931	17,001	-	1,139	4,781
평균 시간가치(원/대)	14,635		111,668		17,001		5,920	
2020년 기준 평균 시간가치(원/대)	15,279		116,581		17,749		6,364	

자료 : 국토교통부(2022). 『교통시설 투자평가지침 (7차)』.

4. 기존 국내 연구 검토

1) 지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구(이장호, 2012)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2011년이고 전국 지역간 통행을 중심으로 분석하였다.

① 업무 통행시간가치

업무 통행시간가치는 월평균 급여를 월평균 근로시간으로 나누어 시간당 임금 수준을 산출한 후, 추가적으로 고용주가 부담하고 있는 부가적인 비용인 오버헤드 비용을 반영하는 임금률법에 의해 산정되었다. 연구에서는 「도로 철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 보완 연구 (제5판)」(KDI, 2008)에서 제시한 값을 준용하였다.

② 비업무와 여가 통행시간가치

비업무와 여가 통행시간가치는 앞서 산출한 업무 통행시간가치에 한계대체율법(수단선택모형)에 의해 산출된 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율을 곱하여 계산되었다. 해당 연구는 2011년 전국 범위의 지역간 통행자를 대상으로 수단선택 선호도 조사를 직접 실시하여 기초자료를 구축하였다. 해당 자료를 이용하여 통행 목적을 업무, 통근, 통학, 여가, 친지 방문, 쇼핑, 기타 등으로 구분하였고 여가 통행을 비업무에서 분리하여 업무 통행, 여가 통행을 제외한 나머지 통행을 비업무 통행으로 정의하였다.

통행비용과 통행시간 외에 소득, 자동차 보유 유무, 통행 인원 등의 개인특성변수들을 추가적으로 수단선택모형에 포함하였고 통행수단은 승용차, 버스, 일반철도, 고속철도 수단을 고려하였다. 해당 모형의 효용함수 식은 다음과 같다.

$$U_{car} = \beta_1 T_{car} + \beta_2 C_{car} + \gamma_1 Inc + \gamma_2 Bag + \gamma_3 Par + \gamma_4 Car$$

$$U_{bus} = \alpha_{bus} + \beta_1 T_{bus} + \beta_3 C_{bus} + \gamma_5 Inc + \gamma_6 Bag + \gamma_7 Par + \gamma_8 Car$$

$$U_{HSR} = \alpha_{HSR} + \beta_1 T_{HSR} + \beta_4 C_{HSR} + \gamma_9 Inc + \gamma_{10} Bag + \gamma_{11} Par + \gamma_{12} Car$$

$$U_{CR} = \alpha_{CR} + \beta_1 T_{CR} + \beta_5 C_{CR} + \gamma_{13} Inc + \gamma_{14} Bag + \gamma_{15} Par + \gamma_{16} Car$$

수단은 승용차(car), 버스(bus), 고속철도(HSR), 일반철도(CR)로 구분하며 T 는 각 수단에 대한 통행시간, C 는 각 수단에 대한 통행비용을 의미한다. Inc는 고소득 더미, Bag는 대형 수화물 더미, Par는 총인원 더미, Car는 가구차량보유대수로 해당 변수들은 개인특성변수이다. α_{bus} , α_{HSR} , α_{CR} 는 각각 버스, 고속철도, 그리고 일반철도 수단에 대한 대안특성상수, β_1 는 일반변수에 대한 매개변수, β_2 , β_3 , β_4 는 대안특성변수들에 대한 매개변수, $\gamma_1 \cdots \gamma_{16}$ 는 개인특성변수에 대한 매개변수이다.

(2) 연구 결과

업무 통행시간가치는 「도로·철도 부문 연구」(KDI, 2008)에서 제시한 값을 따라 승용차 운전자 18,626원/인·시간, 버스 운전자 10,228원/인·시간, 화물차 운전자 16,571원/인·시간으로 산정하였다. 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율은 승용차 30.9%, 버스 33.8%, 고속철도 42.2%, 일반철도 28.5%이고 업무 대비 여가 통행시간가치 비율은 승용차 30.8%, 버스 19.1%, 고속철도 25.2%, 일반철도 23.9%로 산정되었다. 그 결과, 1인당 비업무 통행시간가치는 승용차 통행자 5,735원/인·시간, 버스 통행자 3,559원/인·시간, 고속철도 통행자 4,682원/인·시간, 일반철도 통행자 4,447원/인·시간이고 1인당 여가 통행시간가치는 승용차 통행자 9,175원/인·시간, 버스 통행자 6,291원/인·시간, 고속철도 통행자 7,861원/인·시간, 일반철도 통행자 5,310원/인·시간으로 분석되었다.

[표 2-12] 이장호(2012)의 업무 대비 비업무·여가 통행시간가치 비율 (기준연도: 2011년)

구분	승용차	버스	고속철도	일반철도
업무	1	-	-	-
여가	0.493	0.338	0.422	0.285
비업무 (여가 제외)	0.308	0.191	0.252	0.239

자료 : 이장호(2012). "지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구", 『대한교통학회지』, 30(6), 59-70.

[표 2-13] 이장호(2012)의 1인당 비업무·여가 통행시간가치 (기준연도: 2011년)

구분	승용차	버스	고속철도	일반철도
여가	9,175	6,291	7,861	5,310
비업무 (여가 제외)	5,735	3,559	4,684	4,447

자료 : 이장호(2012). "지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구", 『대한교통학회지』, 30(6), 59-70.

2) 수도권 통행 특성을 고려한 통행시간가치 산정 연구(김경현, 2017)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2016년이고 수도권 통행자를 중심으로 분석하였다. 연구에서는 통행 목적(업무·통근·비업무)에 따라 수단선택모형을 구축하여 목적별 통행시간가치를 산정하였다. 해당 연구에서는 모형 구축을 위하여 2016년에 서울특별시, 인천광역시, 경기도의 통행자를 대상으로 설문조사를 수행하였다.

통행 목적은 조사 당시의 수도권 통행자가 기입한 통행 목적이며 업무·비업무·통근 3가지이다. 통행수단은 승용차(car), 버스(bus), 지하철(subway) 3가지이지만 수도권 대중교통 통합요금제 시행 효과를 반영하기 위하여, 차내시간(IVT), 차외시간(OVT), 통행비용(C)에 대한 설명변수를 버스와 지하철 수단을 통합한 대중교통 수단의 일반변수로 설정하였다. 통행목적별 수단선택모형은 다음과 같이 구축되었다.

① 업무 통행의 수단선택모형

$$U_{car} = \beta_1 IVT_{car} + \beta_2 C_{car} + \gamma_1 N_{car}$$

$$U_{bus} = \alpha_{bus} + \beta_3 IVT_{bus} + \beta_4 OVT_{bus} + \beta_5 C_{bus}$$

$$U_{subway} = \alpha_{subway} + \beta_3 IVT_{subway} + \beta_4 OVT_{subway} + \beta_5 C_{subway} + \gamma_2 Gen$$

업무 통행의 경우, 개인속성변수인 승용차 보유대수(N_{car})와 성별(Gen)을 승용차와 지하철의 효용함수에 각각 포함하였다.

α_{bus} 와 α_{subway} 는 각각 버스와 지하철 수단에 대한 대안특성상수, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 는 매개변수, γ_1, γ_2 는 개인특성변수에 대한 매개변수이다.

② 통근 통행의 수단선택모형

$$U_{car} = \beta_1 IVT_{car} + \beta_2 C_{car} + \gamma_1 Car + \gamma_2 Gen$$

$$U_{bus} = \alpha_{bus} + \beta_3 IVT_{bus} + \beta_4 OVT_{bus} + \beta_5 C_{bus}$$

$$U_{subway} = \alpha_{subway} + \beta_3 IVT_{subway} + \beta_4 OVT_{subway} + \beta_5 C_{subway}$$

통근 통행의 경우, 개인속성변수인 승용차 보유 여부(Car)와 성별(Gen)을 승용차 효용함수에 포함하였다. α_{bus} 와 α_{subway} 는 각각 버스와 지하철 수단에 대한 대안특성 상수, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 는 매개변수, γ_1, γ_2 는 개인특성변수에 대한 매개변수이다.

③ 비업무 통행의 수단선택모형

$$U_{car} = \beta_1 IVT_{car} + \beta_2 C_{car} + \gamma_1 Car$$

$$U_{bus} = \alpha_{bus} + \beta_3 IVT_{bus} + \beta_4 OVT_{bus} + \beta_5 C_{bus}$$

$$U_{subway} = \alpha_{subway} + \beta_3 IVT_{subway} + \beta_4 OVT_{subway} + \beta_5 C_{subway}$$

비업무 통행의 경우, 개인속성변수인 승용차 보유 여부(Car)만 승용차 효용함수에 포함하였다. α_{bus} 와 α_{subway} 는 각각 버스와 지하철에 대한 대안특성상수, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 는 매개변수, γ_1, γ_2 는 개인특성변수에 대한 매개변수이다.

(2) 연구 결과

1인당 업무 통행시간가치는 승용차 통행자 21,876원/인·시간, 대중교통 통행자 5,016원/인·시간, 통근 통행시간가치는 승용차 통행자 12,694원/인·시간, 대중교통 통행자 4,145원/인·시간, 그리고 비업무 통행시간가치는 승용차 통행자 9,044원/인·시간, 대중교통 통행자 2,638원/인·시간으로 산정되었다.

[표 2-14] 김경현 등(2017)의 1인당 통행목적별 통행시간가치 (기준연도: 2016년)

구분	승용차	대중교통 (버스 + 지하철)
업무	21,876	5,016
통근	12,694	4,145
비업무 (통근 제외)	9,044	2,638

자료 : 김경현 등(2017). “수도권 통행 특성을 고려한 통행시간가치 산정 연구”, 『대한교통학회지』, 35(6), 481-498.

3) 수요 추정을 위한 유료도로 통행료의 통행시간가치 산정에 관한 연구 (김설주 등, 2014)

(1) 연구내용

연구의 기준연도는 2012년이고, 서울 시내 도로 통행자를 대상으로 분석하였다. 연구에서는 한계대체율법을 이용하여 통행 목적(업무·출근·비업무)에 따른 목적별 승용차 통행자의 통행시간가치를 산정하였다. 로짓모형을 구축하기 위하여 2012년 서울특별시 우면산 터널에서 SP조사를 수행하였다. 구축한 로짓모형은 다음 식과 같다.

$$U_{car} = \beta_1 T_{car} + \beta_2 C_{car}$$

T_{car} 와 C_{car} 는 각각 승용차의 통행시간과 통행비용을 의미하고, β_1 와 β_2 는 각각 승용차의 통행시간과 통행비용 설명변수에 대한 매개변수이다.

(2) 연구 결과

한계대체율법에 의해 통행시간가치를 산정한 결과, 승용차 통행자의 업무 통행시간가치는 8,064원/인·시간, 통근 통행시간가치는 4,052원/인·시간, 그리고 비업무 통행시간가치는 3,932원/인·시간으로 분석되었다.

통행시간가치와 교통수단선택에 대한 국내 기존 연구들을 통행시간가치 산정 방법론과 구축된 수단선택모형을 기준으로 하여 [표 2-15]로 정리하였다. 또한, 선행연구들에서 제시한 통행목적별 통행자 통행시간가치는 [표 2-16]에서 비교하였다.

[표 2-15] 통행시간가치 및 수단선택모형에 대한 기존연구 검토 종합

선행연구	연구 범위	통행 목적	산정 방법론		수단					모형의 설명변수				
			임금률	한계대체율	승용차	버스	지하철	일반철도	고속철도	대안특성변수	일반변수	개인특성변수		
KDI (2021)	-	업무	○		○	○	○			통행비용	통행시간	-		
		비업무		○										
KDI (2012)	-	업무	○		○	○	○			통행비용	통행시간	-		
		비업무		○										
		여가		○										
국토부 (2022)	-	업무	○		○	○	○	○	○	통행비용	통행시간	-		
		비업무		○										
		통근		○										
이장호 (2012)	전국	업무	○		○	○	-	○	○	통행비용	통행시간	소득 자동차 보유 대수 등		
		비업무		○										
		여가		○										
조남건 (2001)	전국	업무	○		○	○	-	○	-	통행비용	차내시간 차외시간 접근비용			
		비업무		○										
김경현 등 (2017)	수도권	업무		○	○	○		-	-	통행비용 차내시간	차외시간		성별 자동차 보유 대수 등	
		비업무		○										
		통근		○										
김설주 등 (2014)	서울	업무		○	○	-	-	-	-	-	통행비용 통행시간	-		
		비업무		○										
		통근		○										

자료 : 각 연구 참조 연구자 작성.

[표 2-16] 통행 목적에 따른 수단별 인당 통행시간가치 비교

선행 연구	기준 연도	분석 권역	통행 목적	수단별 인당 통행시간가치 (단위: 원/안시간)				
				승용차	화물차 (운전자)	버스		철도 (통행자)
						(운전자)	(통행자)	
KDI(2021)	2016	전국	업무	22,502	17,001	16,812	-	-
			비업무	10,103	-	-	5,893	5,788
KDI(2012)	2010	전국	업무	20,477	15,489	15,680	-	-
			비업무	8,769	-	-	4,506	4,519
			여가	10,802	-	-	6,470	5,695
국토부(2022)	2016	전국	업무	22,502	17,001	16,812	-	22,755
			비업무	10,103	-	-	5,893	5,033
이장호(2012)	2011	전국	업무	18,626	-	-	-	-
			비업무	5,735	-	-	3,559	4,447
			여가	9,175	-	-	6,291	5,310
조남건(2001)	1999	전국	업무	9,306	7,420	7,558	-	-
			비업무	3,042	-	-	1,516	1,882
김경현 등(2017)	2016	수도권	업무	21,876	-	-	5,016	
			비업무	9,044	-	-	2,638	
			통근	12,694	-	-	4,145	
김설주 등(2014)	2012	서울	업무	8,064	-	-	-	-
			비업무	3,932	-	-	-	-
			통근	4,052	-	-	-	-

자료 : 각 연구 참조 연구자 작성.

제2절 데이터 수집 및 분석자료 구축

본 절에서는 통행시간가치 산정에 요구되는 데이터를 수집 및 가공하는 방법을 개략적으로 설명하였다. 운전자 업무 통행시간가치 산정을 위한 기초자료와 통행자 통행시간가치 산정을 위한 모형 정산자료에 대한 보다 자세한 설명과 분석 내용은 제3절 제1장과 제4절 제1장에서 자세히 다루고자 한다.

1. 업무 통행시간가치 산정을 위한 기초자료

[표 2-17]은 업무 목적의 통행시간가치를 산정하기 위해 요구되어지는 승용차, 버스, 화물차 운전자의 급여, 근로시간, 오버헤드 비율에 대한 자료를 보여준다. 승용차 운전자 급여와 근로시간은 고용노동부의 「사업체 노동력조사」 자료를 통해 서울, 경기, 인천의 수도권 지역의 5인 이상, 비농전산업의 상용총근로시간과 상용 월급여액을 기준으로 수집되었다. 버스와 화물차 운전자의 급여는 통계청의 「운수업 통계조사」 자료를 통해 파악되었다. 구체적으로 버스 운전자의 급여는 수도권 지역의 시내, 시외, 전세버스 운송업의 급여액을, 화물차 운전자의 급여는 수도권 지역의 일반 화물자동차 운송업의 급여액을 기준으로 수집되었다. 버스와 화물차 운전자의 근로시간은 수도권 지역의 5인 이상, 육상운송업의 상용총근로시간을 기준으로 산출되었다. 오버헤드는 한국은행의 「기업경영분석」 자료를 통해 근로자의 총급여 이외에 고용주가 부담하는 부가적인 비용들인 퇴직급여, 복리후생비, 보험료 등을 고려하여 산정되었다.

[표 2-17] 업무통행 시간가치의 기초자료

구분	내용
급여	<ul style="list-style-type: none"> 승용차 : 사업체 노동력조사(고용노동부) 버스, 화물차 : 운수업 통계조사(통계청)
근로시간	<ul style="list-style-type: none"> 사업체 노동력조사(고용노동부)
오버헤드	<ul style="list-style-type: none"> 기업경영분석(한국은행)

자료 : 연구자 작성.

2. 통행자 통행시간가치 산정을 위한 모형 정산자료

통행자 통행시간가치를 산정하기 위해서는 국가교통조사를 통하여 2021년 10월부터 12월까지 수도권 지역에서 실시된 개인통행실태조사 자료를 사용하였다. 해당 자료는 서울, 인천, 경기의 총 1,114개 읍면동 단위에서 발생하는 개인별 통행 정보들로 구성되어 있으며, 통행일시, 출발지와 도착지 정보, 통행 목적, 이용한 교통수단, 소요시간 등을 포함한다.

또한, 수단선택모형을 구축하기 위해서 선택하지 않은 대안 교통수단들의 통행시간과 통행비용과 같은 통행 데이터가 필요하다. 본 연구와 기존 연구와의 가장 큰 차별성은 교통수단들의 통행 정보를 보다 정확하고 공간적으로 세분화된 첨단교통자료를 활용하였다는 것이다. 대부분의 기존 연구들은 교통수단의 통행시간과 통행비용의 통행 정보를 행정동 단위의 교통존을 기준으로 수집하였고 실제 통행정보가 아닌 시뮬레이션을 기반으로 한 교통모형에서 추정된 수치를 활용하였다. 이에 반해 본 연구는 실제 통행이 이루어진 경위도 좌표를 기반으로 실제 교통망의 교통수단 운행 자료를 제공하는 첨단교통자료를 수집하여 활용하였다.

[표 2-18]은 교통수단별로 통행 데이터를 얻기 위한 검색 방법과 출력 데이터를 보여준다. 승용차와 택시의 데이터는 T-map API를, 버스와 지하철의 데이터는 Google Map API를 이용하여 구축하였고 이를 통해 각 수단의 통행비용, 통행시간, 환승 횟수 등의 상세한 속성 데이터를 수집하였다.

[표 2-18] 교통수단별 통행 정보 구축 방법

구분	승용차, 택시	버스, 지하철
Open source API	Tmap API	Google Map API
검색 기준	통행일시, 출발지와 도착지 정보	통행일시, 출발지와 도착지 정보
출력 데이터	통행거리, 통행시간, 유료도로 이용 요금, 택시요금	출발시각, 도착시각, 노선번호, 환승거리, 환승시간, 통행거리, 통행시간, 정류장 개수

자료 : 연구자 작성.

3

업무 통행시간가치 산정

제1절 | 기초자료 구축 및 분석

제2절 | 임금률법에 의한 업무 통행시간가치 산정

제1절 기초자료 구축 및 분석

1. 기초자료 구축

업무 통행시간가치를 산정하기 위해서는 승용차, 버스, 화물차 운전자의 급여, 근로시간, 그리고 오버헤드 비율에 대한 기초자료가 필요하다.

승용차 운전자의 급여와 근로시간 데이터는 고용노동부의 「사업체 노동력조사」 자료를 이용하여 전국의 5인 이상, 비농전산업의 전체 근로시간과 전체 임금총액을 기준으로 수집하였다. 하지만 수도권을 대상으로 급여와 근로시간을 산출하기 위하여 시도별 자료를 확인해본 결과, 비농전산업의 전체 근로시간과 전체 임금총액은 사업체 노동력조사 자료에 존재하지 않았으므로, 수도권 자료는 서울시, 경기도, 인천시의 5인 이상, 비농전산업의 상용총근로시간과 상용월급여액을 기준으로 수집하였다. 데이터의 일관성을 확보하기 위하여 시도별 자료에 대해서 전국을 기준으로 전체 근로시간과 전체 임금총액으로 보정작업을 수행하였다. 즉, 전국의 전체 임금총액과 상용월급여액, 전체 근로시간과 상용총근로시간의 비율로 보정계수를 산출하였다. 그 후, 산출한 보정계수를 서울시, 경기도, 인천시 상용월급여액과 상용총근로시간에 곱하여 전체 임금총액과 전체 근로시간으로 보정하였다.

[표 3-1] 승용차 운전자의 급여, 근로시간 보정 방법

구분	내용
기존 기초 통계자료	<ul style="list-style-type: none"> 전국 : 전체 임금총액, 전체 근로시간(원/월/인, 시간/월) 시도별 : 상용월급여액, 상용총근로시간(원/월/인, 시간/월)
보정계수 산출	<ul style="list-style-type: none"> 급여 : 전국 전체 임금총액 / 상용월급여액 근로시간 : 전국 전체 근로시간 / 상용총근로시간
수도권/경기도 급여 및 근로시간 보정치	<ul style="list-style-type: none"> 급여 : 상용월급여액 x 급여 보정계수 근로시간 : 상용총근로시간 x 근로시간 보정계수

주 : 보정계수 산출을 위한 전체 임금총액, 전체 근로시간, 상용월급여액, 상용총근로시간은 모두 전국을 기준으로 함.
자료 : 연구자 작성.

전국 버스와 화물차 운전자의 근로시간은 전국의 5인 이상, 운수업 중 육상운송업을 기준으로 파악하였다. 하지만 수도권을 대상으로 근로시간을 파악하기 위하여 시도별 자료를 확인해본 결과, 운수업²⁾ 전체 자료만 수집되어 있고 세부 업종인 육상운송업 자료는 존재하지 않았다. 타 산업들이 포함된 근로시간은 추후 전국과 시도별 자료를 비교할 때 오차가 크게 발생한다. 따라서 승용차 운전자의 급여와 근로시간과 유사한 방법으로 수도권 자료는 육상운송업을 기준으로 보정 작업을 수행하였다.

이는 승용차 운전자의 급여, 근로시간 보정 과정과 동일하다. 먼저 전국 육상운송업의 전체 근로시간을 시도별 운수업의 상용총근로시간으로 나누어 보정계수를 산출하였다. 그 후, 산출한 보정계수를 서울시, 경기도, 인천시 상용총근로시간에 곱하여 시도별 육상운송업의 전체 근로시간으로 보정하였다.

[표 3-2] 버스와 화물차 운전자의 근로시간 보정 방법

구분	내용
기존 기초 통계자료	<ul style="list-style-type: none"> 전국 : 육상운송업 기준, 전체 근로시간(시간/월) 시도별 : 운수업 기준, 상용총근로시간(시간/월)
보정계수 산출	<ul style="list-style-type: none"> 전국 육상운송업 전체 근로시간 / 운수업 상용총근로시간
수도권/경기도 근로시간 보정치	<ul style="list-style-type: none"> 상용총근로시간 x 근로시간 보정계수

주 : 보정계수 산출을 위한 전체 근로시간, 상용총근로시간은 모두 전국을 기준으로 함.
자료 : 연구자 작성.

버스와 화물차 운전자의 급여는 통계청의 「운수업 통계조사」 자료를 통해 파악하였다. 구체적으로 버스 운전자의 급여는 전국과 수도권의 시내, 시외, 전세버스 운송업의 급여액을 기준으로 화물차 운전자의 급여는 전국과 수도권의 일반 화물자동차 운송업의 급여액을 기준으로 각각 수집하였다. 그리고 수집된 급여액을 버스와 화물차 종사자 수로 각각 가중평균하여 1인당 월평균 급여액으로 산출하였다. 버스와 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여액을 산출하는 방법은 다음과 같다.

2) 운수업 안에는 육상운송업 외 수상운송업, 항공운송업, 창고 및 운송 관련 서비스업이 포함되어 있음.

[표 3-3] 버스와 화물차 운전자의 급여 산출 방법

구분	내용
기존 기초 통계자료 (전국, 시도별)	<ul style="list-style-type: none"> 버스 : 시내, 시외, 전세버스 운송업 기준, 종사자수(명), 총급여액(원/년) 화물차 : 일반 화물자동차 운송업 기준, 종사자수(명), 총급여액(원/년)
수도권/경기도 급여 산출	<ul style="list-style-type: none"> 버스 : 수도권 시내, 시외, 전세버스 운송업 월평균 급여액의 종사자수 가중평균(원/월/인) 화물차 : 수도권 일반 화물자동차 운송업 월평균 급여액 * 월평균 급여액 = 총급여액/12월/종사자수(원/월/인)

자료 : 연구자 작성.

오버헤드(Overhead)는 한국은행의 「기업경영분석」 자료를 통해 파악하였다. 업무 통행시간가치를 산정할 때 근로자의 총급여뿐만 아니라 고용주가 부담하는 부가적인 비용을 추가하여 산출하게 되는데 이를 오버헤드(Overhead)라 한다. 보통 선진국의 연금에 해당하는 퇴직급여, 복리후생비, 보험료를 부가적 비용으로 간주하고 있어 본 연구에서도 이를 적용하여 오버헤드를 산출하였다.³⁾

승용차 운전자는 전산업에서 농업과 어업을 제외한 비농전산업을 기준으로 하였고 버스 운전자는 육상여객운송업, 화물차 운전자는 도로화물운송업을 기준으로 하였다. 따라서 퇴직급여, 복리후생비, 보험료의 합을 각각의 기준별 산업의 총급여로 나누어 임금에 대한 오버헤드 비율을 산출하였다.

[표 3-4] 오버헤드 비율 산출 방법

구분	내용
교통수단별 산업 기준	<ul style="list-style-type: none"> 승용차 : 비농전산업 버스 : 육상여객운송업 화물차 : 도로화물운송업
필요항목	총급여, 퇴직급여, 복리후생비, 보험료(백만원)
오버헤드 산출	$\text{오버헤드}(\%) = (\text{퇴직급여} + \text{복리후생비} + \text{보험료}) / \text{총급여}$

자료 : 연구자 작성.

3) 조남건(2001). "우리나라 지역간 통행의 시간가치 산출 연구", 『국토연구』, 3, 25-38.

업무통행 시간가치 산정을 위하여 파악한 승용차, 버스, 화물차 운전자의 급여, 근로시간, 오버헤드 비율의 분석자료는 다음과 같이 정리할 수 있다.

[표 3-5] 업무통행 시간가치 산정을 위한 분석자료

구분	승용차 운전자		버스 운전자		화물차 운전자	
	전국	수도권	전국	수도권	전국	수도권
급여	<ul style="list-style-type: none"> 규모 : 5인 이상 산업분류 : 비농전산업 		<ul style="list-style-type: none"> 종사자수 산업분류 : 시내버스, 시외버스, 전세버스 		<ul style="list-style-type: none"> 종사자수 산업분류 : 일반 화물자동차 운송업 	
	전 체 임 금 총액	상용 월급여액	총급여액		총급여액	
근로 시간	<ul style="list-style-type: none"> 규모 : 5인 이상 산업분류 : 비농전산업 		<ul style="list-style-type: none"> 규모 : 5인 이상 산업분류 : 육상운송업 		<ul style="list-style-type: none"> 규모 : 5인 이상 산업분류 : 육상운송업 	
	전체근로 시간	상용총근로 시간	전 체 근 로 시간	상용총근로 시간	전 체 근 로 시간	상용총근로 시간
	<ul style="list-style-type: none"> 산업분류: 비농전산업 (전산업-(농업+어업)) 		<ul style="list-style-type: none"> 산업분류: 육상여객운송업 		<ul style="list-style-type: none"> 산업분류: 도로화물운송업 	
오버 헤드						

자료 : 연구자 작성.

분석자료를 바탕으로 경기도 업무 통행시간가치를 산정하는 과정은 다음과 같다.

[그림 3-1] 수도권 및 경기도 업무 통행시간가치 산정 과정

구분	승용차 운전자	버스 운전자	화물차 운전자
월평균급여 (원/월/인)	경기도 상용월급여액 x 보정계수	시내, 시외, 전세버스 운송업 월평균 급여액의 종사자수 가중평균	일반 화물자동차 운송업의 월평균 급여액
	*보정계수 = $\frac{\text{전국 임금총액}}{\text{상용월급여액}}$	$\frac{\text{*월평균 급여액(원/월/인)} \times \text{총급여액}_{12\text{월}}}{\text{종사자수}}$	
근로시간 (시간/월)	경기도 상용총근로시간 x 보정계수	경기도 상용총근로시간 x 보정계수	
	*보정계수 = $\frac{\text{전체 근로시간}}{\text{상용총근로시간}}$	$\frac{\text{*보정계수} \times \text{전체 근로시간}}{\text{상용총근로시간}}$	
시간당임금 (원/인*시간)	$\frac{\text{월평균급여}}{\text{근로시간}}$		
오버헤드 비율 (%)	$\frac{\text{퇴직급여} + \text{복리후생비} + \text{보험료}}{\text{총급여}}$		
업무통행 시간가치 (원/인*시간)	시간당임금 x (1+오버헤드 비율(%))		

- 주 : 1) 승용차 운전자 월평균 급여, 근로시간은 비농전산업, 전국 기준임.
 2) 버스 운전자의 근로시간은 육상운송업, 화물차 운전자의 근로시간은 운수업이 기준임.
 3) 오버헤드 비율(%)은 비농전산업 기준으로 전산업에서 농업과 어업을 제외한 급여임.

자료 : 연구자 작성.

2. 기초자료 분석

1) 1인당 월평균 급여

2011년~2021년 전국과 수도권, 경기도의 교통수단별 운전자 1인당 월평균 급여 현황을 분석하였다. 전국 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여는 2011년 2,843,545원에서 2021년 4,038,749원으로 연평균 3.6% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 2,972,429원에서 2021년 4,068,985원으로 전국보다 월평균 급여가 높은 것으로 나타났다. 경기도의 경우 2011년 2,821,321원에서 2021년 4,072,330원으로 연평균 3.7% 증가하며 전국, 수도권의 월평균 급여와 비슷한 수준이었다.

[표 3-6] 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

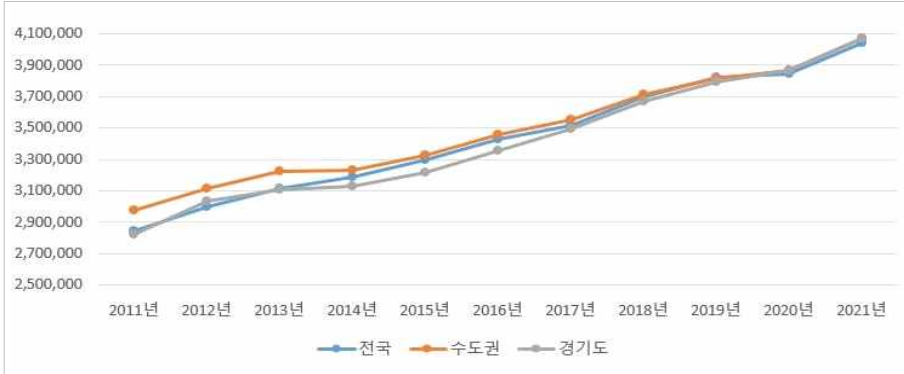
(단위: 원/인·월)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	2,843,545	2,972,429	2,821,321
2012년	2,995,471	3,113,579	3,034,667
2013년	3,110,992	3,225,894	3,109,680
2014년	3,189,995	3,229,980	3,129,930
2015년	3,300,091	3,322,683	3,218,309
2016년	3,424,726	3,456,544	3,357,614
2017년	3,518,155	3,550,319	3,492,215
2018년	3,696,314	3,709,735	3,670,202
2019년	3,818,727	3,816,236	3,794,989
2020년	3,846,401	3,862,543	3,868,401
2021년	4,038,749	4,068,985	4,072,330
연평균 증가율(%)	3.6%	3.2%	3.7%

주 : 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여는 비농전산업(5인 이상 규모)의 평균값을 나타냄.
 자료 : 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.

[그림 3-2] 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

(단위: 원/인·월)

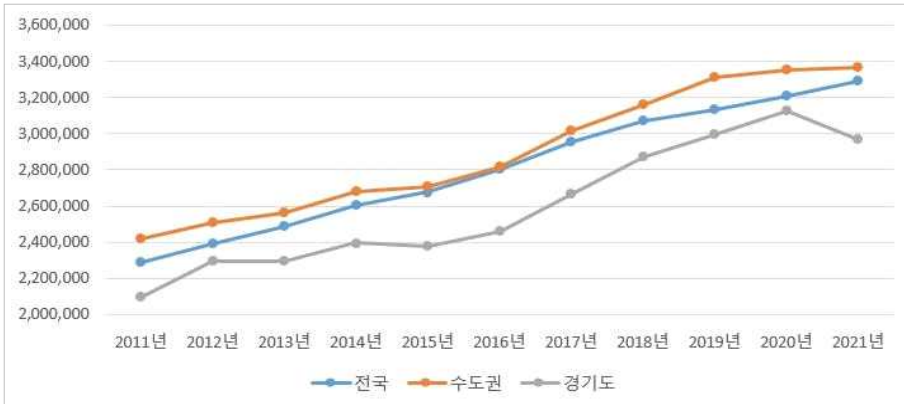


자료 : 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.

전국 버스 운전자의 1인당 월평균 급여는 2011년 2,286,909원에서 2021년 3,294,243원으로 연평균 3.7% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 2,419,125원에서 2021년 3,364,241원으로 승용차 운전자의 월평균 급여와 마찬가지로 전국보다 월평균 급여가 높은 것으로 나타났다. 경기도의 경우 2011년 2,093,230원에서 2021년 2,969,984원으로 연평균 3.6% 증가하였지만, 전국, 수도권의 월평균 급여보다 낮은 수준으로 나타났다. 이는 경기도가 다른 지역보다 전세버스 운송업이 차지하는 비중이 높아 상대적으로 1인당 월평균 급여가 적은 것으로 나타났다.

[그림 3-3] 버스 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

(단위: 원/인·월)



자료 : 통계청(2011~2021). “운수업 통계조사”.

[표 3-7] 버스 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

(단위: 원/인·월)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	2,286,909	2,419,125	2,093,230
2012년	2,393,129	2,510,027	2,294,556
2013년	2,488,521	2,564,514	2,291,953
2014년	2,605,385	2,679,188	2,394,355
2015년	2,676,186	2,709,755	2,378,298
2016년	2,806,297	2,816,856	2,460,192
2017년	2,956,443	3,019,070	2,666,548
2018년	3,071,293	3,160,345	2,871,501
2019년	3,135,653	3,313,230	2,998,326
2020년	3,207,208	3,352,276	3,126,406
2021년	3,294,243	3,364,241	2,969,984
연평균 증가율(%)	3.7%	3.4%	3.6%

주 : 버스 운전자의 1인당 월평균 급여는 시내+시외+전세버스 운송업의 급여액을 가중평균하여 나타냄.
 자료 : 통계청(2011~2021). “운수업 통계조사”.

전국 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여는 2011년 2,348,802원에서 2021년 3,239,451원으로 연평균 3.3% 증가하였다. 수도권은 2011년 2,575,571원에서 2021년 3,196,663원으로 연평균 2.2%의 낮은 증가율을 나타내며 전국보다 적게 나타났다. 경기도의 경우 2011년 2,183,656원에서 2021년 2,933,956원으로 연평균 3.0% 증가하였지만, 전국, 수도권의 월평균 급여보다 적은 것으로 나타났다.

[표 3-8] 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

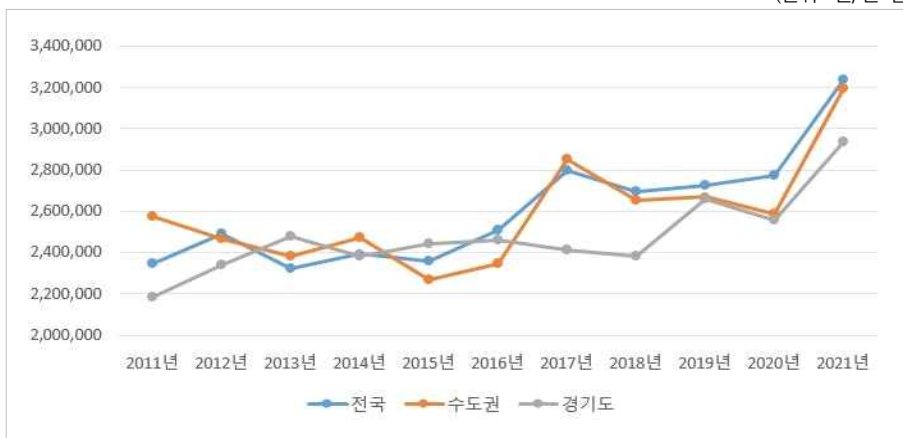
(단위: 원/인·월)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	2,348,802	2,575,571	2,183,656
2012년	2,492,586	2,468,523	2,340,962
2013년	2,323,497	2,383,995	2,477,776
2014년	2,391,576	2,471,290	2,384,473
2015년	2,361,253	2,270,353	2,443,142
2016년	2,507,185	2,348,131	2,460,934
2017년	2,798,834	2,851,469	2,414,643
2018년	2,694,818	2,652,514	2,384,500
2019년	2,728,441	2,668,529	2,660,231
2020년	2,772,343	2,589,821	2,555,516
2021년	3,239,451	3,196,663	2,933,956
연평균 증가율(%)	3.3%	2.2%	3.0%

자료 : 통계청(2011~2021). “운수업 통계조사”.

[그림 3-4] 화물차 운전자의 1인당 월평균 급여 현황

(단위: 원/인·월)



자료 : 통계청(2011~2021). “운수업 통계조사”.

2) 근로시간

2011년~2021년 전국과 수도권, 경기도의 교통수단별 운전자 월평균 근로시간 현황을 분석하였다. 전국 승용차 운전자의 월평균 근로시간은 2011년 176.3시간에서 2021년 162.7시간으로 10년 동안 13.6시간 감소하였다. 수도권의 경우 2011년 174.5시간에서 2021년 162.4시간으로 전국과 비슷한 근로시간을 갖는 것으로 나타났다. 경기도의 경우 2011년 176.1시간에서 2021년 164.5시간으로 전국, 수도권보다 많지만 연평균 0.7% 감소하며 비슷한 감소 추세로 나타났다.

[표 3-9] 승용차 운전자의 근로시간 현황

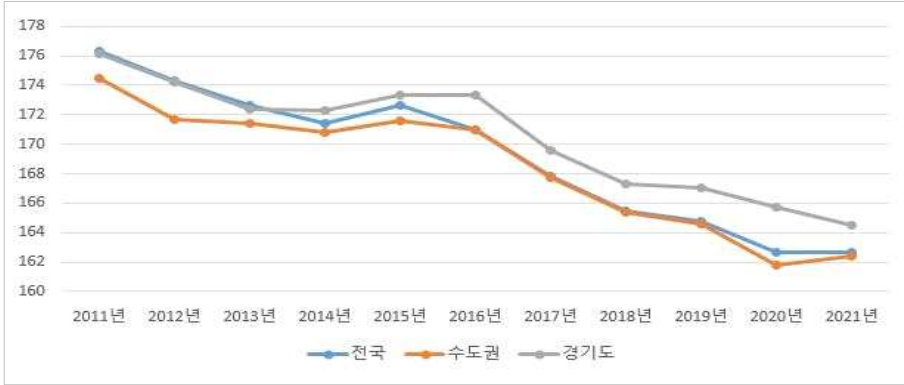
(단위: 시간/인·월)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	176.3	174.5	176.1
2012년	174.3	171.7	174.2
2013년	172.6	171.4	172.4
2014년	171.4	170.8	172.3
2015년	172.6	171.6	173.3
2016년	171.0	171.0	173.3
2017년	167.8	167.7	169.6
2018년	165.5	165.4	167.3
2019년	164.8	164.6	167.0
2020년	162.7	161.8	165.7
2021년	162.7	162.4	164.5
연평균 증가율(%)	-0.8%	-0.7%	-0.7%

자료 : 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.

[그림 3-5] 승용차 운전자의 근로시간 현황

(단위: 시간/인·월)

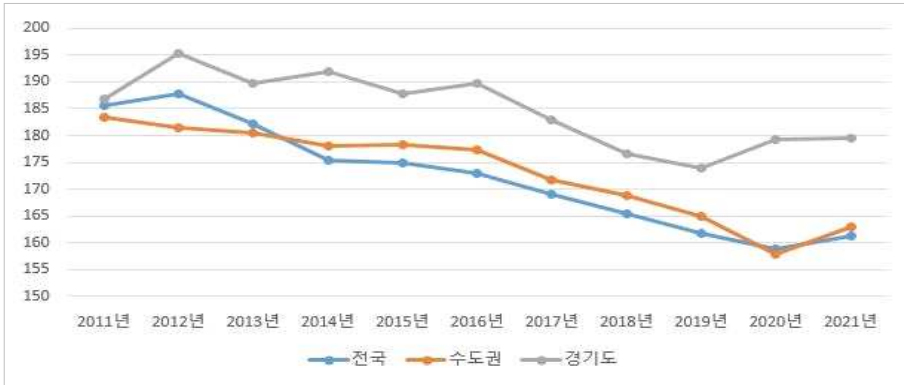


자료 : 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.

전국 버스 및 화물차 운전자의 월평균 근로시간은 2011년 185.5시간에서 2021년 161.4시간으로 10년 동안 24.1시간 감소하였다. 수도권은 2011년 183.5시간에서 2021년 163.0시간으로 연평균 1.2% 감소하며 전국과 비슷한 수준으로 나타났다. 이는 운수업 종사자의 충분한 휴식시간 보장, 안전한 운행환경 조성 등 과도한 근로시간 단축을 통해 근로여건을 개선하려는 움직임으로 볼 수 있다. 하지만 경기도의 경우 2011년 186.8시간에서 2021년 179.5시간으로 다른 지역과 비교하여 여전히 근로시간이 많은 것으로 나타났다.

[그림 3-6] 버스 및 화물차 운전자의 근로시간 현황

(단위: 시간/인·월)



자료 : 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.

[표 3-10] 버스 및 화물차 운전자의 근로시간 현황

(단위: 시간/인·월)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	185.5	183.5	186.8
2012년	187.8	181.4	195.4
2013년	182.3	180.5	189.8
2014년	175.3	178.0	191.9
2015년	175.0	178.3	187.8
2016년	173.0	177.3	189.6
2017년	169.0	171.8	182.8
2018년	165.3	168.7	176.7
2019년	161.8	164.9	174.0
2020년	158.8	157.8	179.3
2021년	161.4	163.0	179.5
연평균 증가율(%)	-1.4%	-1.2%	-0.4%

자료 : 고용노동부(2011~2021). "사업체노동력조사".

3) 시간당 임금

2011년~2021년 전국과 수도권, 경기도의 교통수단별 운전자의 시간당 임금 현황을 분석하였다. 시간당 임금은 각각 운전자의 1인당 월평균 급여를 월 근로시간으로 나누어 산출하였다. 전국 승용차 운전자의 시간당 임금은 2011년 16,129원에서 2021년 24,823원으로 연평균 4.4% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 17,033원에서 2021년 25,056원으로 전국보다 다소 높은 것으로 나타났다. 경기도의 경우 2011년 16,020원에서 2021년 24,750원으로 전국, 수도권보다 적지만 비슷한 증가 추세로 나타났다.

[표 3-11] 승용차 운전자의 시간당 임금 현황

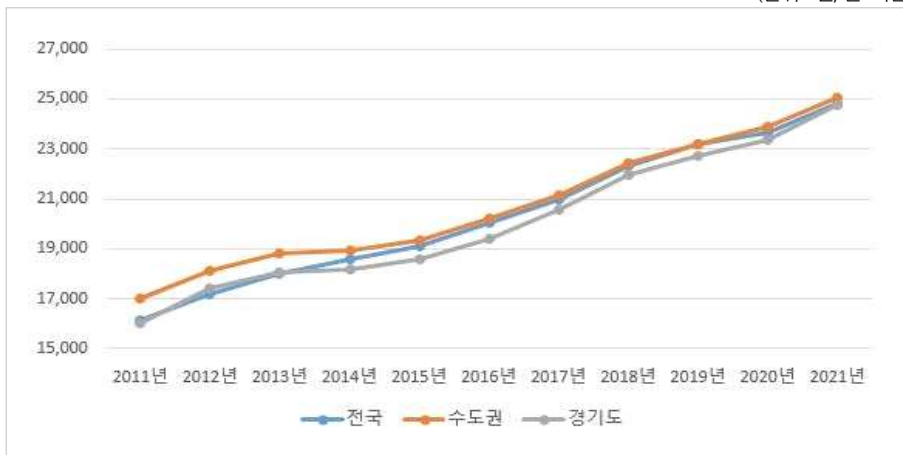
(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	16,129	17,033	16,020
2012년	17,186	18,134	17,420
2013년	18,024	18,823	18,036
2014년	18,611	18,915	18,164
2015년	19,120	19,361	18,567
2016년	20,028	20,210	19,372
2017년	20,966	21,170	20,586
2018년	22,334	22,432	21,940
2019년	23,172	23,187	22,728
2020년	23,641	23,872	23,348
2021년	24,823	25,056	24,750
연평균 증가율(%)	4.4%	3.9%	4.4%

자료 : 연구자 작성.

[그림 3-7] 승용차 운전자의 시간당 임금 현황

(단위: 원/인·시간)



자료 : 연구자 작성.

전국 버스 운전자의 시간당 임금은 2011년 12,328원에서 2021년 20,410원으로 연평균 5.2% 증가하였다. 수도권은 2011년 13,183원에서 2021년 20,633원으로 전국과 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만 경기도의 경우 2011년 11,206원에서 2021년 16,550원으로 전국, 수도권보다 시간당 임금이 적게 나타났다. 이는 월평균 급여 대비 근로시간이 많아 시간당 임금이 높지 않은 것을 알 수 있다.

[표 3-12] 버스 운전자의 시간당 임금 현황

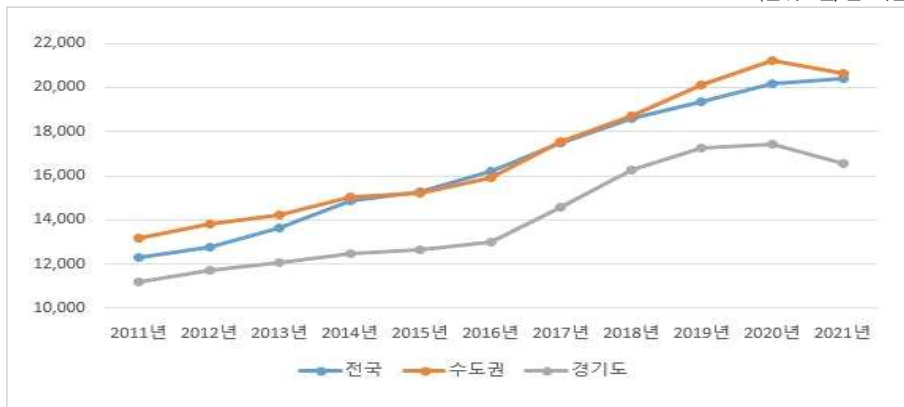
(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	12,328	13,183	11,206
2012년	12,743	13,837	11,745
2013년	13,651	14,206	12,079
2014년	14,862	15,049	12,474
2015년	15,292	15,196	12,666
2016년	16,221	15,889	12,977
2017년	17,494	17,573	14,587
2018년	18,580	18,738	16,247
2019년	19,380	20,098	17,233
2020년	20,197	21,245	17,433
2021년	20,410	20,633	16,550
연평균 증가율(%)	5.2%	4.6%	4.0%

자료 : 연구자 작성.

[그림 3-8] 버스 운전자의 시간당 임금 현황

(단위: 원/인·시간)



자료 : 연구자 작성.

전국 화물차 운전자의 시간당 임금은 2011년 12,662원에서 2021년 20,071원으로 연평균 4.7% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 14,036원에서 2021년 19,605원으로 전국과 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만 경기도의 경우 버스 운전자와 마찬가지로 월평균 급여 대비 근로시간이 많아 2011년 11,690원에서 2021년 16,350원으로 전국, 수도권보다 시간당 임금이 적게 나타났다.

[표 3-13] 화물차 운전자의 시간당 임금 현황

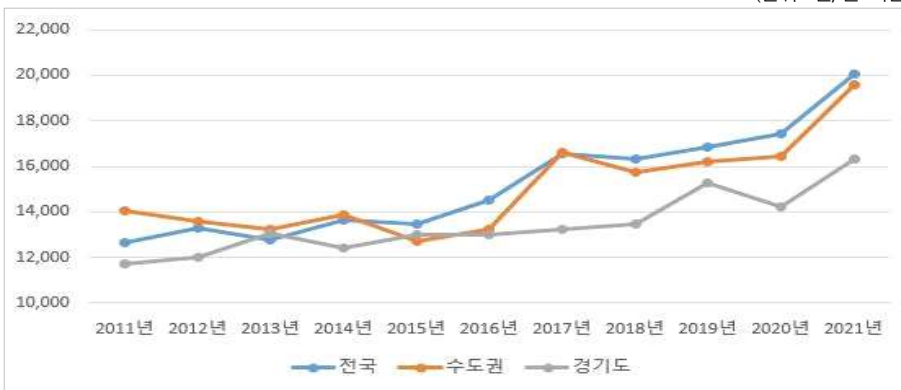
(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	12,662	14,036	11,690
2012년	13,273	13,608	11,982
2013년	12,745	13,206	13,058
2014년	13,643	13,882	12,423
2015년	13,493	12,732	13,011
2016년	14,492	13,245	12,981
2017년	16,561	16,597	13,209
2018년	16,303	15,727	13,491
2019년	16,863	16,187	15,289
2020년	17,458	16,413	14,249
2021년	20,071	19,605	16,350
연평균 증가율(%)	4.7%	3.4%	3.4%

자료 : 연구자 작성.

[그림 3-9] 화물차 운전자의 시간당 임금 현황

(단위: 원/인·시간)



자료 : 연구자 작성.

4) 오버헤드(Overhead) 비율

2011년~2021년 교통수단별 임금에 대한 오버헤드 비율 현황을 분석하였다. 승용차 운전자의 오버헤드 비율은 2011년 26.73%에서 2021년 23.98%로 연평균 1.1% 감소하며 버스, 화물차 운전자보다 오버헤드 비율이 낮았다. 버스 운전자의 경우 2011년 27.50%에서 2021년 24.67%로 연평균 1.1% 감소하며 승용차 운전자의 오버헤드 비율과 유사한 증감추세를 나타냈다.

하지만 화물차 운전자의 경우 승용차, 버스 운전자보다 높은 오버헤드 비율을 차지하고 있었다. 2011년 28.75%에서 2021년 27.17%로 연평균 0.6%로 감소하며 승용차, 버스 운전자보다 오버헤드 비율이 높은 것을 알 수 있다.

[표 3-14] 임금에 대한 오버헤드 비율 현황

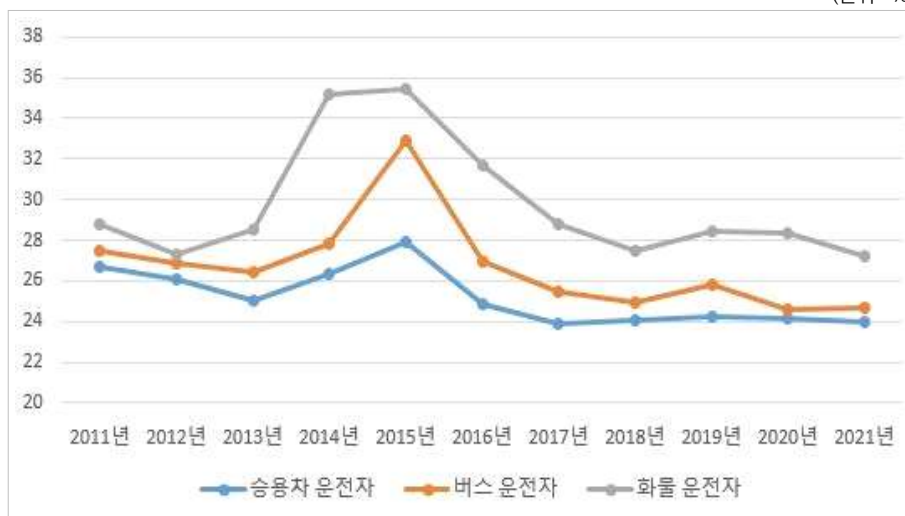
(단위: %)

구분	승용차 운전자	버스 운전자	화물 운전자
2011년	26.73	27.50	28.75
2012년	26.10	26.88	27.34
2013년	25.05	26.44	28.52
2014년	26.36	27.81	35.21
2015년	27.89	32.93	35.40
2016년	24.83	26.95	31.69
2017년	23.93	25.42	28.81
2018년	24.06	24.97	27.47
2019년	24.20	25.81	28.45
2020년	24.12	24.63	28.37
2021년	23.98	24.67	27.17
연평균 증감율(%)	-1.1%	-1.1%	-0.6%

자료 : 한국은행(2011~2021). "기업경영분석".

[그림 3-10] 임금에 대한 오버헤드 비율 현황

(단위: %)



자료 : 한국은행(2011~2021). "기업경영분석".

제2절 임금률법에 의한 업무 통행시간가치 산정

전국과 수도권, 경기도 교통수단별 운전자의 업무 통행시간가치를 분석하였다 앞서 구축한 월평균 급여, 근로시간, 시간당 임금, 오버헤드 비율에 대한 자료를 임금률법에 의하여 정산하여 2011년~2021년 전국과 수도권, 경기도 교통수단별 운전자의 업무 통행시간가치를 파악하였다.

1) 승용차 운전자의 업무 통행시간가치 산정

전국 승용차 운전자의 업무 통행시간가치는 2011년 20,440원에서 2021년 30,775원으로 연평균 4.2% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 21,585원에서 2021년 31,064원으로 전국보다 다소 높은 것으로 나타났다. 경기도의 경우 2011년 20,302원에서 2021년 30,685원으로 전국, 수도권보다 적지만 비슷한 증가 추세로 나타났다.

[표 3-15] 승용차 운전자의 업무 통행시간가치

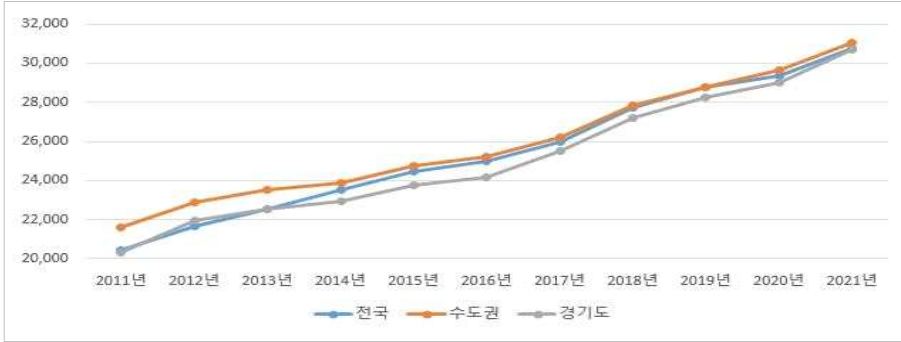
(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	20,440	21,585	20,302
2012년	21,671	22,867	21,967
2013년	22,540	23,539	22,554
2014년	23,517	23,900	22,952
2015년	24,452	24,760	23,745
2016년	25,000	25,228	24,182
2017년	25,985	26,237	25,513
2018년	27,709	27,830	27,219
2019년	28,780	28,798	28,228
2020년	29,343	29,629	28,978
2021년	30,775	31,064	30,685
연평균 증가율(%)	4.2%	3.7%	4.2%

자료 : 연구자 작성.

[그림 3-11] 승용차 운전자의 업무 통행시간가치

(단위: 원/인·시간)



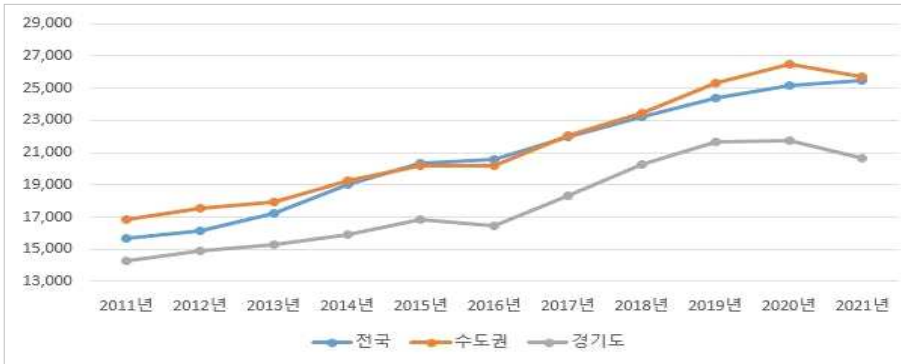
자료 : 연구자 작성.

2) 버스 운전자의 업무 통행시간가치 산정

버스 운전자의 업무 통행시간가치는 승용차 운전자에 비해 낮은 것으로 분석되었다. 전국 버스 운전자의 업무 통행시간가치는 2011년 15,718원에서 2021년 25,446원으로 연평균 4.9% 증가하였다. 수도권은 2011년 16,808원에서 2021년 25,724원으로 전국보다 다소 높은 것으로 나타났다. 하지만 경기도의 경우 2011년 14,287원에서 2021년 20,633원으로 연평균 3.7% 증가하며 전국, 수도권보다 적은 수준으로 나타났다.

[그림 3-12] 버스 운전자의 업무 통행시간가치

(단위: 원/인·시간)



자료 : 연구자 작성.

경기도 버스 운전자의 업무 통행시간가치가 전국과 수도권과 비교하여 적게 산정된 결과는 경기도 버스 운전자의 전세버스 비중이 높아 상대적으로 월평균 급여가 낮고 경기도 평균 근로시간이 전국 161.4분과 비교하여 179.5분으로 많기 때문이다.

[표 3-16] 버스 운전자의 업무 통행시간가치

(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	15,718	16,808	14,287
2012년	16,168	17,556	14,902
2013년	17,259	17,961	15,272
2014년	18,995	19,234	15,943
2015년	20,328	20,199	16,836
2016년	20,593	20,170	16,474
2017년	21,942	22,041	18,295
2018년	23,220	23,418	20,304
2019년	24,381	25,284	21,679
2020년	25,171	26,478	21,727
2021년	25,446	25,724	20,633
연평균 증가율(%)	4.9%	4.3%	3.7%

자료 : 연구자 작성.

3) 화물차 운전자의 업무 통행시간가치 산정

화물차 운전자의 업무 통행시간가치는 버스 운전자와 비슷한 수준으로 분석되었다. 전국 화물차 운전자의 업무 통행시간가치는 2011년 16,302원에서 2021년 25,524원으로 연평균 4.6% 증가하였다. 수도권의 경우 2011년 18,071원에서 2021년 24,932원으로 연평균 3.3% 증가하며 전국과 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만 경기도의 경우 2011년 15,050원에서 2021년 20,792원으로 연평균 증가율은 수도권과 같지만, 전국, 수도권보다 적은 수준으로 나타났다. 경기도 화물차

운전자의 업무 통행시간가치가 전국과 수도권과 비교하여 적게 산정된 것은 경기도 화물차 운전자의 월평균 급여가 낮고 평균 근로시간이 많기 때문이다.

[표 3-17] 화물차 운전자의 업무 통행시간가치

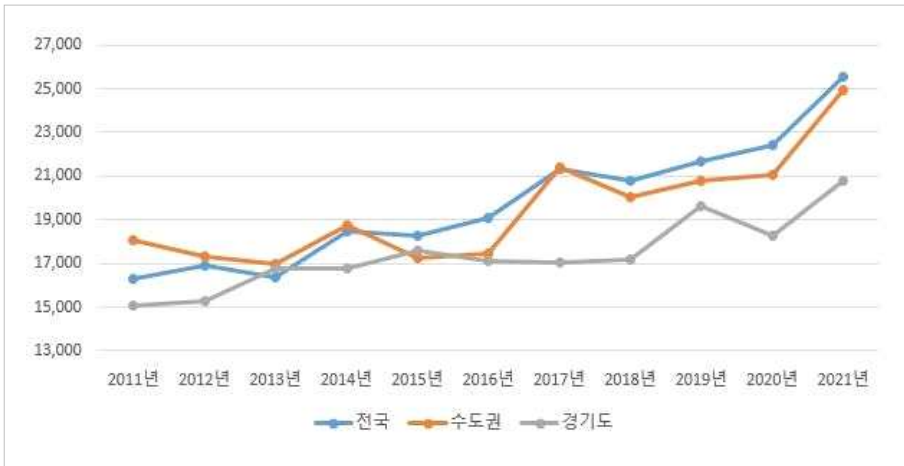
(단위: 원/인·시간)

구분	전국	수도권	경기도
2011년	16,302	18,071	15,050
2012년	16,902	17,328	15,258
2013년	16,380	16,972	16,782
2014년	18,446	18,769	16,796
2015년	18,269	17,238	17,616
2016년	19,085	17,442	17,095
2017년	21,332	21,379	17,014
2018년	20,782	20,048	17,198
2019년	21,660	20,792	19,639
2020년	22,410	21,068	18,291
2021년	25,524	24,932	20,792
연평균 증가율(%)	4.6%	3.3%	3.3%

자료 : 연구자 작성.

[그림 3-13] 화물차 운전자의 업무 통행시간가치

(단위: 원/인·시간)



자료 : 연구자 작성.

4) 소결

2011년~2021년 경기도 교통수단별 운전자의 월평균 급여, 근로시간, 시간당 임금, 오버헤드 비율, 업무 통행시간가치를 정리한 결과는 다음과 같다. 2021년 경기도 승용차 운전자의 1인당 월평균 급여는 4,072,330원으로 버스, 화물차 운전자 대비 높은 임금을 받는 것으로 나타났다. 근로시간은 승용차 운전자가 164.5시간 근무하는 것에 비해 버스, 화물차 운전자는 179.5시간으로 월평균 15시간 더 많았다. 급여와 근로시간으로 시간당 임금을 파악해본 결과, 승용차 운전자는 시간당 24,750원으로 버스, 화물차 운전자에 비해 높은 임금을 받는 것으로 나타났다.

업무 통행시간가치를 산정하기 위해서는 종사자의 급여, 근로시간 외 퇴직급여, 복리후생비, 보험료와 같은 부가적인 비용, 즉 오버헤드(Overhead)를 추가하여 산출하여야 한다. 경기도의 경우 오버헤드 비율은 화물차 운전자가 27.17%로 승용차, 버스 운전자에 비해 높은 것으로 나타났다.

최종적으로 시간당 임금에 오버헤드 비율을 적용하여 운전자의 업무 통행시간가치를 산출하면 승용차 운전자 30,685원, 버스 운전자 20,633원, 화물차 운전자 20,792원으로 승용차 운전자의 업무 통행시간가치가 가장 높은 것을 알 수 있다.

[표 3-18] 경기도 교통수단별 운전자의 업무 통행시간가치

구분		승용차 운전자	버스 운전자	화물차 운전자
1인당 월평균 급여 (원/월)	2011년	2,821,321	2,093,230	2,183,656
	2012년	3,034,667	2,294,556	2,340,962
	2013년	3,109,680	2,291,953	2,477,776
	2014년	3,129,930	2,394,355	2,384,473
	2015년	3,218,309	2,378,298	2,443,142
	2016년	3,357,614	2,460,192	2,460,934
	2017년	3,492,215	2,666,548	2,414,643
	2018년	3,670,202	2,871,501	2,384,500
	2019년	3,794,989	2,998,326	2,660,231
	2020년	3,868,401	3,126,406	2,555,516
	2021년	4,072,330	2,969,984	2,933,956
근로시간 (시간/월)	2011년	176.1	186.8	
	2012년	174.2	195.4	
	2013년	172.4	189.8	
	2014년	172.3	191.9	
	2015년	173.3	187.8	
	2016년	173.3	189.6	
	2017년	169.6	182.8	
	2018년	167.3	176.7	
	2019년	167.0	174.0	
	2020년	165.7	179.3	
	2021년	164.5	179.5	
시간당 임금 (원/인·시간)	2011년	16,020	11,206	11,690
	2012년	17,420	11,745	11,982
	2013년	18,036	12,079	13,058
	2014년	18,164	12,474	12,423
	2015년	18,567	12,666	13,011
	2016년	19,372	12,977	12,981
	2017년	20,586	14,587	13,209
	2018년	21,940	16,247	13,491
	2019년	22,728	17,233	15,289
	2020년	23,348	17,433	14,249
	2021년	24,750	16,550	16,350

(표 계속)

구분		승용차 운전자	버스 운전자	화물차 운전자
임금에 대한 오버헤드 비율 (%)	2011년	26.73%	27.50%	28.75%
	2012년	26.10%	26.88%	27.34%
	2013년	25.05%	26.44%	28.52%
	2014년	26.36%	27.81%	35.21%
	2015년	27.89%	32.93%	35.40%
	2016년	24.83%	26.95%	31.69%
	2017년	23.93%	25.42%	28.81%
	2018년	24.06%	24.97%	27.47%
	2019년	24.20%	25.81%	28.45%
	2020년	24.12%	24.63%	28.37%
	2021년	23.98%	24.67%	27.17%
시간가치 (원/인·시간) (C)*(1+D)	2011년	20,302	14,287	15,050
	2012년	21,967	14,902	15,258
	2013년	22,554	15,272	16,782
	2014년	22,952	15,943	16,796
	2015년	23,745	16,836	17,616
	2016년	24,182	16,474	17,095
	2017년	25,513	18,295	17,014
	2018년	27,219	20,304	17,198
	2019년	28,228	21,679	19,639
	2020년	28,978	21,727	18,291
	2021년	30,685	20,633	20,792

자료 : 연구자 작성.

4

통행자 통행시간가치 산정

제1절 | 기초자료 구축 및 분석

제2절 | 통행목적별 수단선택모형 및 효용함수 구축

제3절 | 통행자 통행시간가치 산정

제4절 | 통행자 통행시간가치 산정 결과 비교 평가

제4장 **통행자 통행시간가치 산정**

제1절 기초자료 구축 및 분석

1. 개인통행실태조사 자료

본 연구는 수단선택모형을 구축하기 위하여 2021년 10월부터 12월까지 국가교통조사를 통해 수도권(서울, 인천, 경기)에서 수행된 개인통행실태조사 자료를 사용하였다. 해당 자료는 2021년 10월 1일 기준의 행정구역 체계를 따라 서울(423개), 인천(152개), 경기(539개)의 읍·면·동 기준 총 1,114개 존에서 발생하는 개인별 통행 정보들로 구성되어 있다. 구체적인 조사 내용은 통행일시, 출발지와 도착지 정보(행정동, 좌표), 통행 목적, 이용 교통수단, 통행시간 등을 포함한다. 해당 자료를 통해 응답자가 선택한 교통수단과 해당 수단의 속성 자료를 수집하였다.

[표 4-1] 개인통행실태조사 내용

항목	조사내용
개인특성	1. 통행 유무 2. 출발 및 도착지 (행정동 및 좌표) 3. 통행 목적 4. 교통수단 및 환승지 5. 출발 및 도착 시간 (통행시간)

자료 : 국토교통부 등(2021). 『2021년 수도권 여객 기·종점 통행량(O/D)조사 및 현행화 공동사업』.

연구는 개인통행실태조사의 세부 통행 목적 12개를 통행의 특성을 고려하여 업무, 비업무, 여가 목적으로 구분하였다. 업무 통행은 세부 통행 목적 중 업무(3), 귀사(9)를 포함하고 비업무 통행은 업무를 제외한 모든 통행 목적을 포함하도록 하였다. 여가 통행은 여가/운동/관광/레저(4), 친지방문(5), 식사(7), 쇼핑·음식포장(8)을 대상으로 하였다.

[표 4-2] 개인통행실태조사 통행 목적 분류

개인통행실태조사 기준		수단분담모형 구축을 위한 통행 목적 구분		
세부 목적	TYPE	업무 통행	비업무 통행	여가 통행
출근	1		○	
귀가	2		○	
업무	3	○		
여가/운동/관광/레저	4		○	○
친지방문	5		○	○
병원진료	6		○	
식사	7		○	○
쇼핑, 음식포장	8		○	○
귀사	9	○		
기타	10		○	
등교	11		○	
학원	12		○	

자료 : 연구자 작성.

연구는 통근 통행을 별도의 통행 목적으로 구분하지는 않고 비업무 통행에 포함하여 분석하였다. 통근 통행의 통행시간가치는 본 연구에서 적용한 통행시간과 통행비용의 한계대체율로 산정하기는 어렵다고 판단하였는데 그러한 이유는 다음과 같다. 첫째, 통근 통행은 다른 통행 목적과 달리 일상적이고 반복적으로 반드시 수행하여야 하는 필수 통행이다. 따라서 통행시간과 통행비용을 포함한 일반화 통행비용과 관계없이 통행이 이루어지고 일반화 통행비용의 영향이 미미하여 상대적인 가치를 산정하기 어렵기 때문이다. 둘째, 통근 통행은 가구기반 통행(home-based trip)으로 통근 통행시간과 통행비용은 주거지의 위치에 따라 결정된다. 이러한 주거지의 위치는 주택가격과 교육여건, 가구원의 경제활동 등 다양한 사회경제적 요인에 의해서 결정된다. 결국, 다양한 요인에 의해 선택된 주거지의 위치에 따라 통근 통행시간과 통행비용이 결정되고 이러한 일반화 통행비용을 지불하고서라도 통행자의 통근 통행이 이루어지기 때문에 일반화 통행비용이 통근 통행에 미치는 영향이 적다고 할 수 있다. 셋째, 통근 통행은 침두시간에 이루어지고 도로혼잡이 가장 극심하게 발생하여 승용차 등 개인교통수단의 통행 여건이 매우 좋지 않은 상황이다. 또한, 직장에서의 주차 가능 여부가 개인교통수단 이용에 큰 영향을 미치지만 대부분의

직장이 모든 근로자에게 주차 공간을 제공하지는 않고 있다. 이에 통행자들은 통행 시간과 통행비용에 관계없이 대중교통수단 이용을 선호할 수밖에 없어 승용차와 같은 개인교통수단의 상대적 통행시간가치를 산정하기 어렵기 때문이다.

9개의 통행수단 중 도보, 화물차, 기타 수단의 데이터를 제외하고 승용차, 택시, 버스, 지하철 4가지 통행수단으로 분류하였다. 그 결과, 모형 구축 자료로 총 85,164개의 통행 데이터를 확보하였고 그 중 버스와 지하철 수단의 경로가 동일한 데이터 9,662개를 제거하여 총 75,502개의 데이터를 선별하였다.

[표 4-3] 개인통행실태조사 통행수단 분류 (9개 수단 → 4개 수단)

개인통행실태조사 기준		수단분담모형 구축 통행수단 구분	
수단구분	TYPE	수단구분	TYPE
도보	1	분석 제외	
승용차	2	승용차	1
시내버스(일반+광역+마을)	3	버스	3
시외/고속	4		
기타버스	5		
지하철/철도	6	지하철	4
택시	7	택시	2
화물차	8	분석 제외	
기타	9		

자료 : 연구자 작성.

선별한 데이터 77,502개를 업무, 비업무, 여가의 3가지 통행 목적으로 분류한 결과, 통행목적별 통행량은 각각 업무 6,754 통행, 비업무 68,748 통행, 여가 11,044 통행이며 통행 목적에 따른 수단 통행량과 비율은 다음 표와 같다. 업무 통행의 승용차 비율이 75.0%로 비업무(64.0%), 여가(62.2%) 통행 보다 높게 나타났다. 택시의 수단 분담률은 모든 경우에서 2.2 ~ 3.4% 사이로 낮게 나타났다. 버스와 지하철 수단을 포함한 대중교통수단은 비업무와 여가 통행에서 각각 33.8%, 35.2% 수준으로 나타났으나 업무 통행은 21.6%로 다른 통행 목적들에 비해 낮은 수준으로 나타났다.

[표 4-4] 통행 목적에 따른 통행수단별 통행량과 비율

(단위: 통행, %)

구분	업무 통행		비업무 통행		출근 통행		여가 통행	
	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)
승용차	5,065	75.0	44,030	64.0	11,031	61.8	6,874	62.2
택시	228	3.4	1495	2.2	195	1.1	283	2.6
버스	569	8.4	10,753	15.6	2,686	15.0	1,714	15.5
지하철	892	13.2	12,470	18.1	3,951	22.1	2,173	19.7
전체	6,754	100	68,748	100	17,863	100	11,044	100

자료 : 연구자 작성.

지역에 따른 수단별 통행량과 비율을 살펴보면, 경기와 인천 지역은 승용차 비율이 각각 78.9%와 75.0%로 높게 나타났다. 반면, 서울 지역은 승용차의 수단 부담률이 48.0%로 두 지역에 비해 낮게 나타났다. 이는 서울이 버스와 지하철 등 대중교통 인프라 공급과 접근성이 상대적으로 우수하여 대중교통의 서비스 수준이 높고 승용차와 택시 등의 개인교통수단의 서비스 수준은 교통혼잡으로 인하여 낮은 이유에서 기인한 것으로 판단된다. 서울의 버스와 지하철의 수단 부담률은 각각 18.9%와 29.8%로 경기와 인천 지역에 비해 높은 것을 볼 수 있다.

[표 4-5] 수도권 지역 통행수단별 통행량과 비율

(단위: 통행, %)

구분	경기		서울		인천		합계	
	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)
승용차	27,011	78.9	15,717	48.0	6,367	75.0	49,095	65.0
택시	488	1.4	1,099	3.4	136	1.6	1,723	2.3
버스	4,089	12.0	6,185	18.9	1,048	12.4	11,322	15.0
지하철	2,669	7.8	9,755	29.8	938	11.1	13,362	17.7
전체	34,257	100	32,756	100	8,489	100	75,502	100.0

자료 : 연구자 작성.

수도권 지역의 통행목적별 통행 발생량과 비율을 살펴보면, 경기, 서울, 인천 지역의 업무, 비업무, 여가 통행의 통행 발생 분포가 유사하게 나타났다.

[표 4-6] 수도권 지역 통행목적별 통행 발생량과 비율

(단위: 통행, %)

구분	경기		서울		인천		합계	
	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)
출근	8,751	25.6	6,940	21.2	2,172	25.6	17,863	23.7
업무	3,092	9.0	2,877	8.8	785	9.3	6,754	9.0
비업무	31,165	91.0	29,879	91.2	7,704	90.8	68,748	91.1
여가	4,802	14.0	5,031	15.4	1,211	14.3	11,044	14.7

자료 : 연구자 작성.

[표 4-7] 수도권 지역 통행목적별 통행 도착량과 비율

(단위: 통행, %)

구분	경기		서울		인천		합계	
	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)	통행량 (통행)	비율 (%)
출근	7,627	22.3	8,370	25.6	1,866	22.0	17,863	23.7
업무	3,056	9.0	2,946	9.0	752	8.9	6754	9.0
비업무	31,229	91.1	29,799	91.0	7,720	91.1	68,748	91.1
여가	4,994	14.6	4,865	14.9	1,185	14.0	11,044	14.6

자료 : 연구자 작성.

2. 오픈소스(Open Source API) 기반 통행 자료

수단선택모형을 구축하기 위해서 선택되지 않은 대안 교통수단들의 속성 데이터가 필요하다. 이에 본 연구에서는 Open Source API를 이용하여 선택되지 않은 대안 교통수단들의 통행비용과 통행시간과 같은 통행 속성 데이터를 수집하였다. 특정 시점의 출·도착지 간 교통수단들의 통행 속성 데이터는 개인통행조사에서 조사된 통행일시, 출발지와 도착지의 좌표 정보를 Open Source API에서 입력하여 수집하도록 하였다.

1) 승용차와 택시 수단 데이터 구축

승용차와 택시 수단의 통행비용과 통행시간에 대한 통행 속성 데이터는 T-map API를 이용하여 수집하였다. T-map API 환경에서 날짜, 출발시각, 출발지와 도착지 좌표를 입력하여 해당 시점의 출·도착지 간 통행거리, 통행시간, 유료도로 이용요금, 그리고 택시요금에 대한 정보를 수집하였고 다음은 그 예시를 보여주고 있다.

[표 4-8] T-map API 입력과 출력 데이터 형식

(단위: m, 원)

구분	입력 데이터						출력 데이터			
	날짜	출발 시각	출발지 위도	출발지 경도	목적지 위도	목적지 경도	통행 거리	통행 시간	유료도로 요금	택시 요금
1	11.23	16:30	37.53	126.96	37.31	126.82	36,682	4,908	2,900	40,200
2	11.23	09:00	37.58	127.01	37.57	126.89	14,025	2,815	0	17,500
3	11.23	17:00	37.57	126.89	37.58	127.01	14,064	2,827	0	16,700

자료 : 연구자 작성.

승용차 수단의 통행비용으로 유료도로 이용요금 외에도 승용차 유류비와 주차비를 추가로 산정하여 적용하였다. 승용차 유류비는 출·도착지 간 통행거리를 평균 연비로 나누고 평균 유류비 단가를 곱하여 산정하였다. 평균 유류비 단가는 승용차의 연료별 단가를 승용차와 승합차의 연간주행거리로 가중평균하여 산출하였다.

2021년 기준 오피넷의 주유소별 평균 판매가격과 LPG 충전소 지역별 평균 판매가격, 한국전력의 전기자동차 충전 전력요금 자료를 수집하여 휘발유, 경유, LPG, 전기 등의 승용차의 연료별 단가를 파악하였다. 승용차와 승합차의 연간 주행거리 자료는 한국교통안전공단의 2021년 차종별 연료별 자동차 주행거리 자료를 통해 수집하였다. 수집한 자료는 다음과 같고 2021년 기준 수도권 승용차의 유류비 단가는 1,562.58원/리터로 분석되었다.

[표 4-9] 사용 연료에 따른 수도권 승용차 유류비 단가

(단위: 원/ℓ, 원/kW, 천km)

구분		2021년 리터당 단가	승용·승합 연간주행거리
휘발유	서울	1,668.46	16,997,238
	인천	1,590.62	9,851,081
	경기	1,597.57	33,936,194
경유	서울	1,472.20	11,261,006
	인천	1,392.72	7,778,269
	경기	1,398.02	26,724,300
LPG	서울	1,207.83	4,120,568
	인천	1,381.87	2,394,890
	경기	1,215.17	6,037,523
전기	서울	2,390.00	3,052,115
	인천	2,390.00	1,376,253
	경기	2,390.00	4,594,619
가중평균		1,562.58	

자료 : 오피넷. “주유소 지역별 2021년 평균 판매가격”, “<https://www.opinet.co.kr>” (2023.04.10. 검색).
 오피넷. “LPG 충전소 지역별 2021년 평균 판매가격”, “<https://www.opinet.co.kr>” (2023.04.10. 검색).
 한국전력 사이버지점. “2021년 1월 1일 시행 전기요금(종합) 전기자동차 충전전력요금(저압)”
 “<https://cyber.kepco.co.kr>”, (2023.04.10. 검색).
 한국교통안전공단 자동차주행거리통계. “2021년 차종별 연료별 자동차주행거리”, “<https://kosis.kr>”
 (2023.04.10. 검색).

승용차의 평균 연비는 사용 연료별 연료경제(연비)를 수도권 지역의 승용차와 승합차의 연간주행거리로 가중평균하여 산출하였다. 연료경제란 연간주행거리를 연간 유류소비량으로 나눈 수치로, 연료소비 단위당 주행거리를 의미한다. 휘발유, 경유, LPG의 내연기관차의 연료경제 자료는 산업통상자원부의 2020년 에너지총조사보고서 중 차종별 운행특성(연료경제)에서 중형차 1,500cc~1,900cc 기준으로 수집하였다. 전기차의 연료경제는 차종별 운행특성에서 승용 다목적형 기준으로 파악하였다. 수도권 지역의 승용차와 승합차의 연간 주행거리는 한국교통안전공단의 수도권 승용차와 승합차의 연간주행거리를 기반으로 산정하였다. 적용한 자료들은 아래와 같으며, 승용차의 평균 연비는 10.6km/ℓ 로 분석되었다.

[표 4-10] 사용 연료에 따른 수도권 승용차 평균 연비

(단위: km/ℓ, 천km)

구분	연료 경제	수도권 승용·승합 연간주행거리
휘발유	10.5	60,784,513
경유	11.9	45,763,575
LPG	8.1	12,552,981
전기	8.6	9,022,987
가중평균	10.6	

주 : 내연기관차 연료경제(중형차 1,500~1,900cc기준), 전기차 연료경제(승용 다목적형 기준).
 자료 : 산업통상자원부, 『2020년도 에너지총조사보고서』 차종별 운행 특성(연료경제).
 한국교통안전공단 자동차주행거리통계, “차종별 연료별 자동차주행거리”, “<https://kosis.kr>”, (2023.04.10. 검색).

승용차의 주차비를 산정하기 위해 수도권 시·군·구 기준의 공영주차장 급지별 주차장 이용료를 조사하였다. 급지마다 주차장 이용료가 상이하였으므로 시·군·구 기준의 평균 공영주차장 이용료를 산정하였다. 개인통행실태조사에 기입된 도착지 정보를 바탕으로 1시간 주차를 기준으로 평균 주차장 이용료를 적용하여 승용차 주차비를 산정하였다.

[표 4-11] 수도권 시·군·구의 공영주차장 급지별 시간당 요금

(단위: 원/시간)

수도권 구분	시·군·구	시간당 요금					
		1급지	2급지	3급지	4급지	5급지	평균
서울특별시	종로구, 중구, 용산구, 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 노원구, 은평구, 마포구, 양천구, 강서구, 구로구, 금천구, 영등포구, 동작구, 강남구, 송파구, 강동구	6,000	3,000	1,800	1,200	600	2,520
	강북구	4,200	3,000	1,800	1,200	1,200	2,280
	서대문구	6,000	3,000	1,800	1,200	1,200	2,640
	서초구	4,800	3,000	1,800	1,200	600	2,280
인천광역시	중구, 동구, 미추홀구, 연수구, 부평구, 계양구, 서구	2,000	1,200	800	600	-	1,150
	남동구	2,000	1,200	800	500	-	1,125
	강화군	1,200	1,200	1,200	-	-	1,200
	옹진군	2,000	1,200	800	-	-	1,333
경기도	수원시	2,100	1,500	700	-	-	1,433
	성남시, 가평군	1,000	600	-	-	-	800
	안양시	1,500	1,000	500	-	-	1,000
	부천시	2,100	1,600	900	-	-	1,533
	광명시	1,200	550	-	-	-	875
	평택시	1,000	1,000	1,000	-	-	1,000
	동두천시, 구리시	1,600	1,100	-	-	-	1,350
	안산시	1,500	1,000	900	900	-	1,075
	고양시	1,800	1,200	960	600	-	1,140
	과천시	3,000	2,100	1,200	600	-	1,725
	남양주시	1,500	950	-	-	-	1,225
	오산시, 양평군	1,200	600	-	-	-	900

(표 계속)

수도권 구분	시·군·구	시간당 요금					
		1급지	2급지	3급지	4급지	5급지	평균
경기도	시흥시	1,700	1,100	600	-	-	1,133
	군포시	1,300	800	500	-	-	867
	의왕시	1,700	1,200	1,100	-	-	1,333
	하남시	1,700	1,200	700	-	-	1,200
	용인시, 화성시	1,500	1,100	700	-	-	1,100
	파주시	1,000	700	-	-	-	850
	이천시	1,350	1,100	850	-	-	1,100
	안성시	1,000	400	-	-	-	700
	김포시	1,500	600	-	-	-	1,050
	광주시	1,700	1,100	-	-	-	1,400
	양주시	1,200	600	-	-	-	900
	포천시	1,100	550	-	-	-	825
	여주시	1,100	500	-	-	-	800
	연천군	1,500	1,500	1,500	-	-	1,500

자료 : 각 시·군·구별 공영주차장 이용요금 참고.

2) 버스와 지하철 수단 데이터 구축

Google Map API를 이용하여 출발시각, 도착시각, 환승거리, 환승시간, 통행거리, 통행시간 등 버스와 지하철 수단의 통행 정보를 수집하였다. 앞서 T-map API에서 적용했던 입력 데이터(통행일시, 출·도착지 좌표 정보)를 동일하게 Google Map API에서 입력하여 출·도착지 간 통행 정보를 수집하였다. 아래 표는 Google Map API 환경에서 대중교통수단의 통행거리와 통행시간 등의 통행 정보를 수집한 예시를 보여준다. 수도권 전철(전철 2호선), 시외버스, 수도권 버스(경기일반버스)와 같이 출·도착지 간 통행을 위한 개별 교통수단 정보를 알 수 있다. 이외에도 해당 API에서 조회되는 수단들로 공항버스, 시외버스, 고속버스, 마을버스, 수도권 일반·좌석·광역 버스, 수도권 전철, 일반철도, 고속철도 등이 있다.

[표 4-12] Google map API 출력 데이터 형식

(단위: m, 초)

수단 1			수단 2			...	합계	
통행 수단	통행 거리	통행 시간	통행 수단	통행 거리	통행 시간	...	통행 거리	통행 시간
도보	1,247	1,266	전철 2호선	50,496	4,860	...	54,476	6,730
도보	122	124	시외버스	2,611	360	...	56,321	7,215
도보	163	164	경기일반	1,421	192	...	2,084	1,337

자료 : 연구자 작성.

T-map API와는 다르게 Google Map API에서는 과거 시점에 대한 검색 옵션을 지원하지는 않는다. 따라서 개인통행실태조사 응답자의 통행 요일과 동일한 요일 및 시간을 적용하여 데이터를 수집하였다. 예를 들어, 수집된 개인통행실태조사의 통행일시가 21.10.21.(목)이라면 해당 통행일과 다르지만 22.05.26.(목)과 같이 통행 요일을 동일하게 적용하여 해당 시간의 대중교통 통행 데이터를 수집하였다.

또한, Google Map API에서는 대중교통 통행비용에 대한 정보를 제공하지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 수도권 대중교통 통합요금제를 기준으로 통행비용을 산정하였다. 공항버스(1)와 시외버스(2)의 운임은 시외버스 일반형 거리운임요율에 따라 통행거리가 기본거리인 10km 이내일 시 기본요금 1,600원을 산정하고

10km 초과 시 기본요금에 초과분만큼 임률 138.41원/km로 계산한 금액을 더하여 산정한다. 고속버스(3)의 운임은 우등 고속버스 거리운임요율에 따라 통행거리가 200km 이하일 시 103.31원/km으로, 201~400km는 95.16원/km, 401km 이상은 86.99원/km을 적용하였다.

[표 4-13] 수도권 대중교통 수단별 요금 체계

구분		대상	수단코드	요금체계
공항버스			1	경기도 시외버스요금 전환 (2018.6.3. 한정면허 만료)
시외버스			2	시외버스 일반형 운임요율
고속버스			3	우등 고속버스 운임요율
마을버스		수도권 전체	4	수도권 통합거리 요금 체계
경기	일반	일반/시내/타시도	5	
	좌석		6	
	직행좌석	직행좌석/간선급행	7	
	경기순환		8	
	광역급행	수도권 광역버스 M버스	9	
서울	일반	간선/지선/순환	10	
	광역		11	
인천	일반	간선/지선/급행간선	12	
	좌석		13	
	광역		14	
수도권 전철		지하철, 전철, 도시철도	15	
일반철도			16	일반철도 요금 체계
고속철도		KTX, SRT	17	고속선 요금 체계

주 : 일반철도는 무궁화/누리호 기준, 고속선은 KTX.
 자료 : 경기도청, "G-BUS 소개 버스 요금(22.10)",
["https://www.gg.go.kr/contents/contents.do?cidx=629&menuId=2344"](https://www.gg.go.kr/contents/contents.do?cidx=629&menuId=2344) (2023.04.10. 검색).

수도권 지역에서는 시내버스, 전철, 마을버스 등 이용한 대중교통수단과 횡수에 관계없이 총 이용거리만큼 요금을 산정하는 수도권 대중교통 통합요금제를 시행하고 있다. 대중교통 통합 요금 체계는 거리비례 요금 체계로 총 통행거리가 기본구간 이내라면 기본요금만 산정되지만 기본구간 초과 시 초과분을 5km마다 100원씩 추가하여 최종적으로 기본요금에 더하여 산정된다. 여기서, 기본요금과 기본수단은 한 번의 통행에서 이용한 대중교통수단 중 가장 높은 기본구간과 기본요금 순위를 가진 수단으로 반영하였다. 수도권 대중교통 수단들의 기본구간과 기본요금, 순위를 다음과 같이 정리하였고 해당 기준에 의해 경기·서울·인천의 일반, 좌석 등의 버스(4~14)와 수도권 전철(15) 수단들의 통행비용을 산정하였다.

[표 4-14] 수도권 대중교통수단의 기본구간과 기본요금에 따른 순위

(단위: 원, km)

순위	수단	기본요금	기본거리	코드
1	경기순환	3,050	30	8
2	경기 직행좌석, 광역급행(M버스)	2,800	30	7, 9
3	인천 광역	2,650	30	14
4	경기 좌석	2,450	30	6
5	서울 광역	2,300	30	11
6	인천 좌석	1,650	10	13
7	경기 일반	1,450	10	5
8	인천 일반, 수도권 전철	1,250	10	12, 15
9	서울 일반, 마을 버스	1,200	10	10, 4

자료 : 경기도청. “G-BUS 소개 버스 요금”(22.10),

“<https://www.gg.go.kr/contents/contents.do?cildx=629&menuId=2344>” (2023.04.10. 검색).

서울교통공사. “운임안내”, “<http://www.seoulmetro.co.kr/kr/page.do?menuId=354>” (2023.04.10. 검색).

인천버스정보. “요금정보안내”, “<https://bus.incheon.go.kr/bis/fare.view>” (2023.04.10. 검색).

일반철도와 고속철도의 통행비용은 각각 일반철도와 고속선 요금 체계에 따라 산정하였다. 본 연구에서는 일반철도의 통행비용은 무궁화/누리로의 운임체계에 따라 통행거리가 기본구간 40km 내 2,600원, 이후 1km당 96.36원씩으로 산정하였고 고속철도의 통행비용은 KTX의 고속선 운임체계에 따라 기본구간 50km 내 8,400원, 이후 km당 164.41원씩 산정하였다.

3. 통행 특성 분석

개인통행조사자료와 승용차, 택시, 버스, 지하철 수단에 대한 Open Source API 자료를 결합하여 수단선택모형 구축을 위한 최종 분석자료를 구축하였다. 구축한 자료를 이용하여 통행거리, 통행시간, 통행비용 등 통행 특성에 대한 기초 분석을 수행하였다.

[표 4-15] 통행자 선택 통행수단 특성

구분	선택 통행수단			
	승용차	택시	버스	지하철
평균 통행거리 (km)	15.3	9.6	9.7	17.3
평균 통행시간 (분)	30.1	28.8	46.4	46.6
평균 통행비용 (원)	4,274	11,864	1,568	1,454

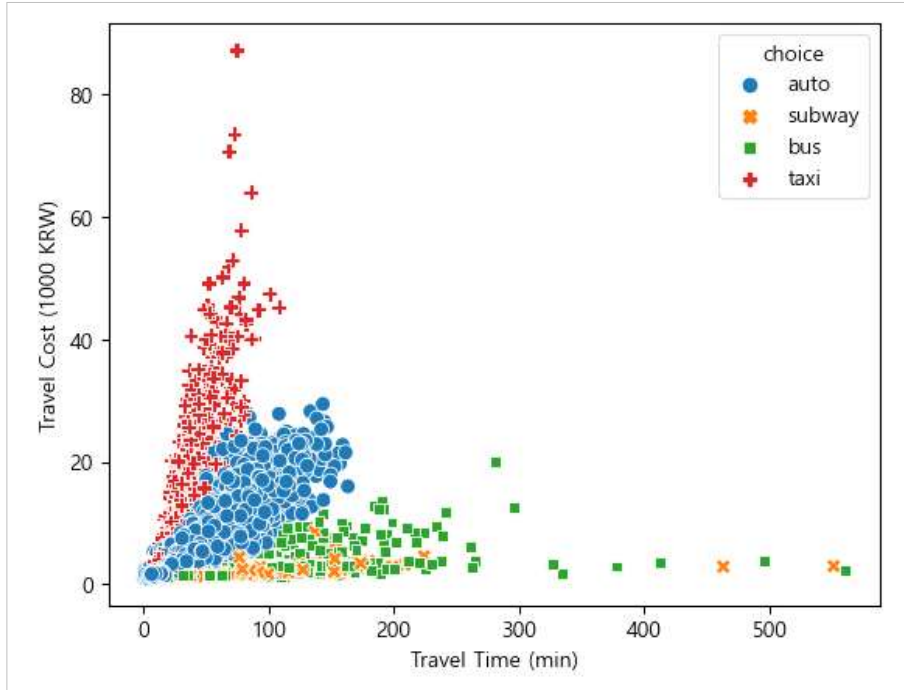
자료 : 연구자 작성.

통행자가 이용 또는 선택한 통행수단의 통행거리, 통행시간, 통행비용 평균을 살펴보면 승용차와 택시를 이용한 통행자는 평균적으로 각각 30.1분과 28.8분을 소요하였고 통행비용으로 각각 4,273원과 11,864원을 지불하였다. 한편, 버스와 지하철을 이용한 통행자는 평균적으로 각각 46.4분과 46.6분을 소요하였고 통행비용을 각각 1,568원과 1,454원만큼 지불하였다. 버스와 지하철은 통행시간과 통행비용에 대한 속성이 유사하게 분포함을 확인할 수 있다.

아래 그림은 선택된 통행수단의 통행시간과 통행비용에 대한 산점도이다. y축은 통행비용 변수이고, x축은 통행시간 변수이다. 모든 수단에서 통행시간과 통행비용은 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 택시는 통행시간 대비 통행비용(즉, 기율기)이 다른 수단들에 비해 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 택시의 통행비용이 비싸고 통행자들이 장시간 통행에서 비싼 택시 요금으로 인하여 택시를 선호하지 않는 결과라 할 수 있다. 승용차는 버스와 지하철보다는 통행시간 대비 통행비용이 높게 나타났다. 하지만 버스와 지하철과 같은 대중교통수단은 통행시간과 통행비용에 대해 비교적 유사한 분포를 갖는 것으로 나타났다.

[그림 4-1] 선택 통행수단의 통행시간과 통행비용 분포

(단위: 분, 천원)



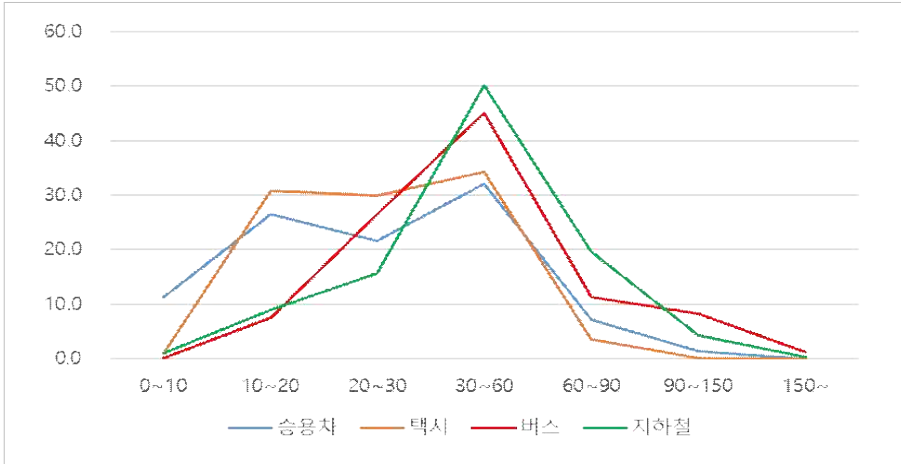
자료 : 연구자 작성.

이를 좀 더 상세하게 분석하기 위하여 버스와 지하철을 중심으로 통행시간 (Travel Time)과 통행비용(Travel Cost)에 대한 통행빈도 분석을 수행하였다.

아래 그림은 통행시간에 따른 통행빈도 분포(Travel Time Frequency Distribution)를 보여준다. 버스와 지하철의 통행빈도 분포는 30분~60분 구간에서 각각 45.0%와 50.2%로 가장 많은 통행빈도를 보여주는 볼록한 형태를 갖는다. 반면, 승용차와 택시의 통행빈도 분포는 10분~20분 구간에서 각각 26.4%, 30.8%로 높은 빈도를 갖고 20분~30분 구간에 감소 후 다시 30분~60분 구간에 32.2%, 34.3%로 높은 빈도를 가지는 형태를 보여준다. 이러한 특성을 고려하였을 때, 통행 시간 속성은 버스와 지하철을 포함하는 대중교통수단과 승용차와 택시를 포함하는 개인교통수단으로 구분하여 분석을 수행할 필요가 있다고 할 수 있다.

[그림 4-2] 통행시간에 대한 통행빈도 분포 (TTFD)

(단위: %, 분)



자료 : 연구자 작성.

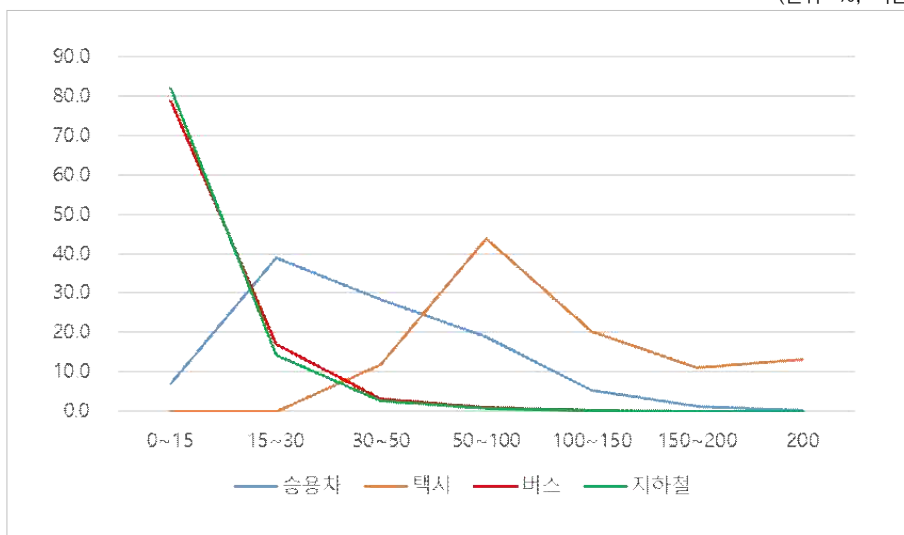
다음은 통행비용에 대한 통행빈도 분포(Travel Cost Frequency Distribution)를 보여주고 있다. 승용차의 통행비용 분포는 1,500원~3,000원 구간에서 38.8%로 가장 높은 통행빈도를 보이고 3,000원~5,000원과 5,000원~10,000원 구간에서도 각각 28.3%, 18.9%로 다른 수단들과 비교하였을 때 고르게 분포하고 있음을 알 수 있다. 반면, 택시의 통행비용 분포는 기본 요금이 높기 때문에 5,000원~10,000원 구간에서 43.8%가 분포하고 10,000원 이상 구간에서 44.5%가 분포하는 것으로 나타났다. 다른 교통수단과 비교하였을 때, 통행비용이 비싸더라도 통행빈도는 분포가 높은 편임을 확인할 수 있었다.

버스와 지하철의 통행빈도 분포는 모든 구간에서 거의 동일한 추이를 보여주는 데, 이는 수도권 대중교통 통합요금제 시행으로 인하여 한 번의 통행에서 통행자가 이용한 대중교통수단의 종류에 관계없이 통행거리를 기반으로 통행비용이 산정되기 때문이라고 볼 수 있다. 즉, 통행자는 bus와 지하철의 구분이 중요한 것이 아니라 bus와 지하철의 하나의 대중교통수단으로 이용하고 있음을 알 수 있다.

결국, 통행비용과 통행시간에 대한 통행빈도 분포를 살펴본 결과, bus와 지하철을 구분하여 분석하는 것보다는 통행자가 하나의 대중교통수단으로 인식하고 있는 것을 반영하여 분석할 필요가 있다고 판단된다.

[그림 4-3] 통행비용에 대한 통행빈도 분포(TCFD)

(단위: %, 백원)



자료 : 연구자 작성.

본 연구의 분석 결과와 유사하게 「수도권 통행 특성을 고려한 통행시간가치 산정 연구」(김경현 등, 2017)에서도 수도권에서 버스와 지하철을 구분한 수단선택모형을 구축한 결과, 버스와 지하철의 모형 추정 계수가 통계적으로 유의한 차이가 없다는 결과를 제시하고 있다. 또한, 수도권의 경우 대중교통 수단간 높은 환승 통행 비율을 보이고 있고 수도권 통합요금제 시행으로 버스와 지하철을 구분한 주수단 개념이 모호하다고 언급하고 있다.

이에 본 연구는 기존 연구 검토 결과와 수도권 통행 특성을 반영하여 버스와 지하철 수단을 통합하여 대중교통수단으로, 승용차와 택시 수단을 통합하여 개인교통수단으로 구분하여 수단선택모형을 구축하고자 한다.

제2절 통행목적별 수단선택모형 및 효용함수 구축

1. 모형 설정

1) 개요

수단선택모형은 개별행태모형과 집계모형으로 구분된다. 앞서 2021년 개인통행실태조사와 오픈소스 기반 첨단교통자료를 토대로 개별통행시간, 통행비용 등의 분석 데이터를 구축하였으므로 선택 주체가 개인이 되는 개별행태모형을 구축하였다. 수단선택모형으로 활발하게 이용되고 있는 확률 선택 모형 중 하나인 다항로짓모형을 채택하였다. 모형은 승용차, 택시, 버스, 지하철 4개의 수단을 대상으로 하였으며 총목적, 업무, 비업무, 여가의 4가지 통행 목적에 대하여 수단선택모형을 구축하였다.

선행연구들에서 고려하였던 바와 같이 모형의 변수로 통행비용과 통행시간을 고려한 모형(모형 1)을 제안하였다. 추가적으로 통행시간과 통행비용 외에 수단선택에 영향을 미치는 대중교통수단의 환승 횟수, 출발/도착지의 도시 지역 여부, 지하철역의 유무에 대한 변수를 포함하여 모형(모형 2)을 제시하였다.

2) 모형 1의 효용함수 설정

승용차, 택시, 버스, 지하철 4개 수단에 대해 효용함수를 구축하였고 설명변수로 통행비용과 통행시간을 적용하였다. 여기서, 통행비용은 모든 수단에 대한 일반변수로 고려하였다. 즉, 통행비용 변수에 대한 계수 값을 4개 수단에 대해서 동일하게 적용하였다. 하지만 통행시간은 통행시간 특성 분석을 수행한 결과에 따라 승용차와 택시를 포함한 개인교통수단과 버스와 지하철을 포함한 대중교통수단에 대한 대안 특성변수로 구분하여 고려하였다.

연구에서 통행비용을 일반변수로 고려하고 통행시간을 대안특성변수로 고려한 이유는 이후 분석 결과를 보면 알 수 있듯이 통행자들이 통행비용보다는 통행시간에 대해서 수단선택 행태에 있어서 더 탄력적으로 반응하기 때문이다. 즉, 수단선택에 영향을 미치는 효용함수에서 통행시간이 통행비용보다 민감하고 수단별로 명확한 특성을 갖고 있다고 보았다.

[표 4-16] 모형 1 효용함수 (Multinomial Logit)

교통수단별 효용함수식	
$U_{\text{auto}} = \beta_{TT, \text{private}} TT_{\text{auto}} + \beta_{TC} TC_{\text{auto}}$	
$U_{\text{taxi}} = \alpha_{\text{taxi}} + \beta_{TT, \text{private}} TT_{\text{taxi}} + \beta_{TC} TC_{\text{taxi}}$	
$U_{\text{bus}} = \alpha_{\text{bus}} + \beta_{TT, \text{public}} TT_{\text{bus}} + \beta_{TC} TC_{\text{bus}}$	
$U_{\text{subway}} = \alpha_{\text{subway}} + \beta_{TT, \text{public}} TT_{\text{subway}} + \beta_{TC} TC_{\text{subway}}$	
여기서, U_m :	m 수단의 효용
α_m :	m 수단의 수단특성상수
$\beta_{TT, \text{private}}$:	개인교통수단 통행시간 변수의 계수
$\beta_{TT, \text{public}}$:	대중교통수단 통행시간 변수의 계수
β_{TC} :	통행비용 변수의 계수
TT_m :	m 수단의 통행시간
TC_m :	m 수단의 통행비용
자료 : 연구자 작성.	

3) 모형 2의 효용함수 설정

통행자가 교통수단을 선택할 때, 통행비용과 통행시간 외에도 교통혼잡 및 대중교통 수준이 다른 도시 및 농촌 지역 특성, 환승 횟수, 주변에 지하철역이 존재하는지 등 다양한 다른 요인에 영향을 받게 된다. 이에 모형 1을 기반으로 통행비용과 통행시간 외에 대중교통수단의 환승 횟수, 출발/도착지의 도시 지역 여부, 지하철역의 유무 등에 대한 변수를 추가적으로 고려하여 모형 2의 효용함수식을 다음과 같이 구축하였다.

[표 4-17] 모형 2 효용함수 (Multinomial Logit)

교통수단별 효용함수식	
$U_{\text{auto}} = \beta_{\text{TT,private}} \text{TT}_{\text{auto}} + \beta_{\text{TC}} \text{TC}_{\text{auto}} + \beta_{\text{admin}} D_{\text{admin}}$	
$U_{\text{taxi}} = \alpha_{\text{taxi}} + \beta_{\text{TT,private}} \text{TT}_{\text{taxi}} + \beta_{\text{TC}} \text{TC}_{\text{taxi}}$	
$U_{\text{bus}} = \alpha_{\text{bus}} + \beta_{\text{TT,pubic}} \text{TT}_{\text{bus}} + \beta_{\text{TC}} \text{TC}_{\text{bus}} + \beta_{\text{transfer}} N_{\text{transfer}}$	
$U_{\text{subway}} = \alpha_{\text{subway}} + \beta_{\text{TT,pubic}} \text{TT}_{\text{subway}} + \beta_{\text{TC}} \text{TC}_{\text{subway}} + \beta_{\text{transfer}} N_{\text{subway}} + \beta_{\text{station}} D_{\text{station}}$	
여기서, U_m :	m 수단의 효용
α_m :	m 수단의 수단특성상수
$\beta_{\text{TT,private}}$:	개인교통수단 통행시간 변수의 계수
$\beta_{\text{TT,pubic}}$:	대중교통수단 통행시간 변수의 계수
β_{TC} :	통행비용 변수의 계수
β_{admin} :	출발지와 도착지의 도시 지역 더미변수의 계수
β_{transfer} :	대중교통수단의 환승 횟수 변수의 계수
β_{station} :	출발지와 도착지의 지하철 역 유무에 대한 더미변수의 계수
TT_m :	m 수단의 통행시간
TC_m :	m 수단의 통행비용
N_m :	m 수단의 환승 횟수 (대중교통수단만 고려)
D_{admin} :	출발지와 도착지 모두 동지역면 1, 아니면 0 (도시 지역 더미)
D_{station} :	출발지와 도착지 모두 지하철 역이 있으면 1, 아니면 0 (지하철 역 더미)

자료 : 연구자 작성.

출발지와 도착지가 도시 지역이면 대중교통 공급 수준이 높아 접근성이 우수하고 교통혼잡으로 인해 승용차 이용에 따른 신속성 및 편리성이 낮아진다고 할 수 있다. 즉, 도시 지역 여부는 승용차 효용에 영향을 미치므로 승용차의 효용함수에 행정구역(동지역) 더미 변수를 추가하였다. 참고로 D (Dummy 변수)는 표현식이 참이면 1, 거짓이면 0을 반환하는 지시함수(Indicator function)로, D_{admin} 은 출발지와 도착지 모두 행정동 지역이면 1을 아니면 0을 반환한다. 또한, 출발지와 도착지 지역 인근에 모두 지하철역이 있으면 통행자는 철도 수단을 선호할 것이므로 지하철

역 유무 더미 변수($D_{station}$)를 추가하였다. 마지막으로 대중교통의 환승 횟수는 대중교통의 효용 수준에 강한 영향을 미친다고 판단하여 대중교통인 버스와 지하철의 효용함수에 일반변수 형태로 적용하였다.

2. 모형 검증

1) 우도비 Likelihood Ratio Index (ρ^2)

추정된 모형이 관측된 자료를 얼마나 잘 설명하는지 검증하기 위해 로짓모형과 같은 선택모형에서는 모형의 적합도를 주로 우도비(ρ^2)로 평가한다. ρ^2 는 회귀 분석에서 결정계수와 비슷한 역할로 0~1 사이의 값을 가지며, 1에 가까운 값을 가질수록 추정된 모형의 적합도가 우수함을 의미한다. 특히, 로짓모형에서 모형의 적합도가 우수하다고 평가되는 ρ^2 에 대한 일반적인 기준은 없지만 0.2 이상이면 모형의 적합도가 높다고 평가된다(Mc Fadden, 1977; Louviere, Hensher & Swait, 2000).

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)}$$

$L(\hat{\beta})$: 제안한 모형의 로그우도값 ($\hat{\beta}$: 모형에서 추정된 계수)

$L(0)$: 모든 계수가 0인 null 모형의 로그우도값

하지만 ρ^2 는 동일한 표본자료에서 모형의 변수를 추가할 때마다 개선된다는 단점이 존재한다. 이를 보완하기 위하여 모델의 매개변수의 개수에 대한 penalty를 추가하여 $\overline{\rho^2}$ 를 사용한다.

$$\overline{\rho^2} = 1 - \frac{L(\hat{\beta}) - K}{L(0)}$$

K : 제안한 모형에서 추정된 매개변수의 개수

본 연구에서는 구축된 다항로짓모형의 적합도를 두 가지 지표인 ρ^2 과 $\overline{\rho^2}$ 를 사용하여 모형의 적합도를 검증하였다.

2) 계수에 대한 t-검정

다항로짓모형 내 계수들의 추정치가 어느 정도의 통계적 신뢰성을 가지는지도 검증이 필요하다. 이때는 다음과 같이 귀무가설과 대립가설을 설정하고 t-통계량을 이용하여 검정한다.

귀무가설(H_0) : $\beta_k = 0$

대립가설(H_0) : $\beta_k \neq 0$

t-통계량이 기각역에 속하게 되어 $\beta_k = 0$ 이라는 귀무가설을 기각하게 되면 k 번째 설명변수는 통계적으로 유의미하며 $\beta_k \neq 0$ 이라는 대립가설을 채택한다. 반대로 t-통계량이 기각역에 속하지 않으면 $\beta_k = 0$ 이라는 귀무가설이 채택되어 해당 설명변수는 통계적으로 유의미하지 않는다고 본다. 본 연구에서 고려하는 유의수준은 0.05(95%), 0.01(99%), 0.001(99.9%)이며 해당 유의수준을 토대로 검정하였다.

3) 계수 부호 타당성

다항로짓모형의 계수 추정치에 대한 부호가 타당한지에 대해서도 검토가 필요하다. 제안한 2가지 모형에서는 통행비용과 통행시간, 대중교통수단의 환승 횟수, 출발/도착지의 도시 지역 여부, 지하철역의 유무 등에 대한 변수들을 고려하였고 이들 변수들에 대한 계수 부호의 타당성을 다음 표와 같이 검토하였다.

[표 4-18] 모형의 계수 부호에 대한 타당성 검토

변수 (Variable)	계수 부호
통행시간 (TT)	음(-)
통행비용 (TC)	음(-)
환승 횟수 (N)	음(-)
출발지와 도착지 모두 동지역 여부 (D_{admin})	음(-)
출발지와 도착지 모두 지하철 역 유무 ($D_{station}$)	양(+)

자료 : 연구자 작성.

제안한 2가지 모형(모형 1과 모형 2)은 공통적으로 통행비용, 통행시간 변수를 포함하여 구축되었다. 통행자는 통행수단을 이용하는 통행시간이 짧을수록 해당 수단을 선호하고 통행시간이 길수록 수단의 효용이 낮아지므로 통행시간 계수 추정치의 부호는 음(-)의 값을 가져야 한다. 아래와 같은 효용함수에서 통행시간의 계수 추정치(B_{TT})의 부호가 음(-)의 값일 때 통행시간(TT)이 클수록 효용(U)이 작아지기 때문이다.

$$U = \beta_{TT}TT + \sum_k \beta_k X_k$$

β_k : 설명변수 k 의 계수

X_k : k 에 대한 설명변수 (e.g., 통행비용, 환승 횟수 등)

또한, 통행자는 통행수단의 통행비용이 저렴할수록 해당 수단을 선호하고 통행비용이 증가할수록 수단의 효용이 낮아지기 때문에 통행비용 계수 추정치의 부호는 음(-)의 값을 가져야 한다. 그러므로 본 연구에서 제안한 2가지 모형에서는 통행시간과 통행비용 계수 추정치의 부호가 음(-)의 값을 가질 때 부호가 타당한 것으로 판단하였다.

모형 2에서는 통행비용과 통행시간 외에 대중교통수단의 환승 횟수, 출발/도착지의 도시 지역 여부, 지하철역의 유무 등에 대한 변수를 추가적으로 고려하였다.

통행자는 대중교통수단을 이용할 때, 다른 조건들이 동일하다는 가정하에 환승 횟수가 적은 경로를 선택한다. 환승 횟수가 많은 수단일수록 효용이 감소하므로 대중교통수단(버스와 지하철 수단)의 환승 횟수에 대한 계수 추정치는 음(-)의 값을 가져야 한다.

출발지/도착지 지역이 모두 동지역(도시 지역)이면 버스나 지하철에 대한 접근이 용이하고 도로의 혼잡수준이 높아 승용차보다는 대중교통수단을 이용할 확률이 높다. 모형 2에서는 승용차 수단에 대해서만 출발/도착지의 도시 지역 여부에 대한 더미변수를 추가하였고 계수 추정치는 음(-)의 값을 가져야 한다.

또한, 출발지와 도착지 인근에 지하철역이 있으면 지하철의 효용이 올라가고 통행자가 지하철을 선호할 확률이 높아진다. 즉, 지하철역의 존재는 통행자가 지하철을 선택함에 있어 긍정적인 영향을 준다. 이러한 점을 고려하여 지하철에 출발/도착지의 지하철역 유무에 대한 더미 변수를 추가하였고 지하철의 효용에 긍정적인 영향을 미쳐야 하므로 계수 추정치의 부호는 양(+)의 값을 가져야 한다.

3. 모형 구축 결과

수단선택모형의 효용함수를 2가지 형태(모형 1과 모형2)로 설정하였고 업무, 비업무, 여가 통행에 대하여 다항로짓모형을 구축하였다. Python의 xlogit Package를 이용해 모형을 구축하였고 구축된 모형을 우도비(ρ^2)와 계수에 대한 통계적 검증(t-검정), 계수 부호 타당성의 3가지 검토 사항에 대하여 검증을 수행하였다.

1) 모형 1 구축 결과

다음은 업무와 비업무 통행의 다항로짓모형을 구축한 결과이다. 비업무 통행은 업무 통행을 제외한 모든 통행 목적으로 구분하였으므로 총 관측 자료 수 75,502개에서 업무 6,754개를 제외하면 비업무 68,748개이다. 우도비는 업무와 비업무 각각 0.499와 0.410, 수정된 우도비는 0.498과 0.410으로 나타났으므로 모형의 적합도는 높다고 평가되었다. 모형의 통계적 유의성 측면에서 계수에 대한 유의성을 나타내는 t-통계치는 두 통행 목적 모두 모든 계수들에 대하여 유의수준 0.001에서

유의하게 분석되었다. 또한, 통행시간과 통행비용에 대한 계수값이 음(-)의 부호를 가지고 있으므로 계수의 부호도 모두 타당하게 분석되었다.

수단특성상수는 통행시간과 통행비용 외에 모형에 포함되지 않은 다른 요인들의 효용에 대한 평균적인 효과를 나타낸다. 특히, 수단특성상수는 기준 수단과 비교하여 특정 수단에 대해 가지는 상대적인 선호를 의미하므로, 절대적인 값보다 다른 수단과의 상대적인 값 차이가 중요하다. 모형에서 관측된 택시, 버스, 지하철의 수단특성상수는 승용차 기준(0)보다 작으므로 수도권 통행자들은 통행시간과 통행비용 외에 다른 요인들로 인해 승용차 수단을 가장 선호한다고 할 수 있다. 구체적으로 업무 통행의 모형에서 승용차는 택시보다 6.02배($\exp(0)/\exp(-1.796) = 6.02$), 버스보다 3.12배, 지하철보다 3.97배만큼 선호한다고 볼 수 있다. 또한, 비업무 모형에서는 승용차는 택시보다 약 6.53배, 버스와 지하철에 대하여 각각 1.60배와 2.81배만큼 선호된다. 업무 통행의 분석 결과와 비교해보면 통행자는 비업무 통행에서 대중교통을 더 선호하는 것으로 나타났다.

[표 4-19] 업무·비업무 통행의 수단선택모형 구축 결과 (모형 1)

변수 (Variable)	업무 통행			비업무 통행		
	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)
택시 수단특성상수	-1.796	-17.87	0.000	-1.876	-50.98	0.000
버스 수단특성상수	-1.139	-15.32	0.000	-0.473	-23.26	0.000
지하철 수단특성상수	-1.379	-19.75	0.000	-1.035	-52.82	0.000
통행비용	-0.095	-9.31	0.000	-0.134	-30.66	0.000
개인교통수단 통행시간	-0.064	-23.34	0.000	-0.074	-85.86	0.000
대중교통수단 통행시간	-0.055	-29.10	0.000	-0.061	-107.18	0.000
관측자료수	6,754			68,748		
ρ_0^2 (우도비)	0.499			0.410		
$\bar{\rho}^2$ (수정 우도비)	0.498			0.410		

자료 : 연구자 작성.

아래 표는 여가와 총목적 통행의 다항로짓모형을 구축한 결과이다. 여가와 총목적 통행 모형의 관측 자료 수는 각각 11,044와 75,502개이다. 우도비와 수정된

우도비는 여가와 총목적 각각 0.426과 0.416 수준으로 나타났으므로 모형의 적합도는 높다고 분석되었다. 또한, 통행시간과 통행비용에 대한 계수값이 음(-)의 부호를 가지고 있으므로 계수의 부호도 모두 타당하게 분석되었다. 모형의 계수에 대한 유의성을 나타내는 t-통계치는 두 모형의 모든 계수들에 대하여 유의수준 0.001에서 유의하게 분석되었다.

[표 4-20] 여가·총목적 통행의 수단선택모형 구축 결과 (모형 1)

변수 (Variable)	여가 통행			총목적 통행 (전체 통행)		
	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)
택시 수단특성상수	-1.440	-16.80	0.000	-1.881	-54.37	0.000
버스 수단특성상수	-0.362	-7.30	0.000	-0.520	-26.61	0.000
지하철 수단특성상수	-0.980	-20.52	0.000	-1.060	-56.38	0.000
통행비용	-0.182	-14.00	0.000	-0.126	-31.46	0.000
개인교통수단 통행시간	-0.095	-36.66	0.000	-0.073	-89.39	0.000
대중교통수단 통행시간	-0.078	-46.61	0.000	-0.060	-111.18	0.000
관측자료수	11,044			75,502		
ρ_0^2 (우도비)	0.426			0.416		
$\overline{\rho^2}$ (수정 우도비)	0.426			0.416		

자료 : 연구자 작성.

2) 모형 2 구축 결과

통행자가 통행수단을 선택할 때, 통행비용과 통행시간 외에도 환승 횟수, 주변에 이용 가능한 지하철역이 존재하는지 등 다양한 요인을 고려한다고 할 수 있다. 따라서 모형 2는 통행비용과 통행시간 외에 이들 요인을 고려하여 모형의 설명변수로 추가하였다.

다음은 업무와 비업무 통행의 다항로짓모형을 구축한 결과이다. 수정된 우도비는 업무와 비업무 각각 0.501과 0.414로 모형 1의 수정된 우도비(0.498과 0.410)와 비교하였을 때 0.003과 0.004만큼 모형 적합도가 향상되었다.

모형의 통계적 유의성 측면에서 계수에 대한 유의성을 나타내는 t-통계치는 업무 통행 모형에서 지하철역 유무에 대한 더미 변수의 계수를 제외하고 두 가지 통행 목적 모두 모든 계수들에 대하여 유의수준 0.001에서 유의하게 분석되었다. 업무 통행의 지하철역 유무에 대한 더미 변수의 계수도 유의수준 0.01(99% 신뢰수준)에서 유의했기 때문에 두 모형의 계수 추정치는 모두 통계적으로 신뢰할 수 있는 것으로 분석되었다.

업무와 비업무 모형 모두 통행시간과 통행비용에 대한 계수값이 음(-)의 부호로 나타났으므로 통행시간과 통행비용에 대한 부호의 타당성을 만족하였다. 환승 횟수와 행정구역 더미에 대한 계수값도 음(-)의 부호로 산정되었다. 앞서 설명했던 바와 같이 통행자는 환승 횟수가 늘어날수록 대중교통수단에 대한 효용이 낮아지며 출발지와 도착지가 도시 지역일 경우 대중교통수단에 대한 접근성이 좋으므로 상대적으로 승용차 수단에 대한 효용이 감소하기 때문이다. 비슷한 이유로 출발지와 도착지 인근에 지하철역이 있으면 통행자는 지하철을 이용하기 편리하고 더 선호하게 되기 때문에 지하철역 유무 더미에 대한 계수값은 양(+)의 부호로 나타났다. 이러한 검토 사항을 바탕으로 업무와 비업무 모형의 계수 추정치 부호는 모두 타당하게 평가되었다.

대중교통의 환승 횟수의 추정치는 비업무 통행(-0.163)보다 업무 통행(-0.201)에서 더 작았다. 즉, 대중교통의 환승 횟수는 비업무 통행보다 업무 통행에서 대중교통의 효용을 더 크게 감소시키는 것으로 분석되었다. 지하철역 유무 더미에 대한 계수 추정치는 비업무 통행(1.35)보다 업무 통행(2.15)에서 더 크게 나타났다. 통행자는 출발지와 도착지 인근에 지하철역이 존재한다면 업무 통행을 할 때 비업무 통행 시의 약 2.22배($\exp(2.15)/\exp(1.35) = 2.22$)만큼 더 지하철을 선호하였다.

행정구역 더미의 계수 추정치는 비업무와 업무 통행 각각 -0.55와 -0.43으로 산정되었다. 도시 지역을 통행하는 통행자는 도시와 비도시 간 또는 비도시 지역을 통행할 때보다 약 0.58~0.65배만큼 승용차 수단을 덜 선호한다고 할 수 있다. 도시 지역은 대중교통에 대한 접근성과 서비스 수준이 비교적 우수하고 교통혼잡 수준이 높은 반면 비도시 지역은 그렇지 않으므로 통행자는 비도시 지역에서 승용차 수단을 더 선호하는 경향이 있기 때문이다.

업무와 비업무 통행에서 관측된 택시, 버스, 지하철의 수단특성상수는 승용차

기준(0)보다 작으므로 수도권 통행자들은 통행시간, 통행비용, 환승 횟수, 지하철역 유무, 도시 지역 여부 외에 다른 요인들로 인해 승용차 수단을 가장 선호한다고 분석되었다. 구체적으로 업무 통행 모형에서 승용차는 택시보다 10.55배, 버스보다 6.22배, 지하철보다 60.57배만큼 선호된다. 또한, 비업무 통행 모형에서는 승용차는 택시보다 약 10.16배, 버스와 지하철 수단에 대하여 각각 2.77배와 17.07배만큼 선호되는 것으로 분석되었다. 업무 통행의 분석 결과와 비교해보면 통행자는 비업무 통행에서 대중교통을 더 선호하는 것으로 나타났다.

[표 4-21] 업무·비업무 통행의 수단선택모형 구축 결과 (모형 2)

변수 (Variable)	업무 통행			비업무 통행		
	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)
환승 횟수	-0.201	-3.39	0.001	-0.163	-10.36	0.000
지하철역 더미	2.150	2.98	0.003	1.354	10.95	0.000
행정구역 더미	-0.548	-3.67	0.000	-0.428	-10.81	0.000
택시 수단특성상수	-2.356	-13.08	0.000	-2.319	-42.62	0.000
버스 수단특성상수	-1.828	-10.60	0.000	-1.019	-22.13	0.000
지하철 수단특성상수	-4.104	-5.69	0.000	-2.837	-22.88	0.000
통행비용	-0.088	-8.60	0.000	-0.126	-28.87	0.000
개인교통수단 통행시간	-0.063	-22.81	0.000	-0.073	-84.50	0.000
대중교통수단 통행시간	-0.050	-23.09	0.000	-0.056	-89.98	0.000
관측자료수	6,754			68,748		
ρ_0^2 (우도비)	0.502			0.413		
$\overline{\rho^2}$ (수정 우도비)	0.501			0.414		

자료 : 연구자 작성.

다음은 여가와 총목적 통행의 다항로짓모형을 구축한 결과이다. 수정된 우도비는 여가와 총목적 통행 각각 0.428와 0.418로 모형 1의 수정된 우도비와 비교하여 조금 더 높은 수준으로 나타났다.

모형의 통계적 유의성 측면에서 계수에 대한 유의성을 나타내는 t-통계치는 여가 통행 모형에서 환승 횟수의 계수를 제외하고 두 통행 목적 모두 모든 계수들에 대하여 유의수준 0.001에서 유의하게 분석되었다. 여가 통행 모형에서 환승 횟수의 계수도 유의수준 0.05(95% 신뢰수준)에서 유의했기 때문에 두 모형의 계수 추정치는 모두 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 한편, 여가와 총목적 통행 모형 모두 통행시간, 통행비용, 환승 횟수, 행정구역 더미에 대한 계수 값이 모두 음(-)의 부호로, 지하철역 유무 더미에 대한 계수값은 양(+)의 부호로 나타났으므로 계수 추정치에 대한 부호는 타당하게 분석되었다.

여가 통행과 총목적 통행에 대한 대중교통 환승 횟수의 추정치는 -0.10과 -0.17로 산정되었다. 앞서 업무 통행의 경우 추정치는 -0.20으로 나타났던 점을 고려하였을 때, 통행자는 여가 통행에서 다른 통행 목적보다 대중교통의 환승 횟수에 대해 덜 민감한 것으로 나타났다. 행정구역 더미의 추정치는 여가와 총목적 통행 각각 -0.40와 -0.43으로 산정되었다. 도시 지역을 통행하는 통행자는 도시와 비도시 간 또는 비도시 지역을 통행할 때보다 약 0.65~0.67배만큼 승용차 수단을 덜 선호한다고 할 수 있다. 앞서 분석했던 바와 동일하게 도시 지역은 대중교통에 대한 접근성과 서비스 수준이 비교적 우수하고 교통혼잡 수준이 높은 반면 비도시 지역은 그렇지 않으므로 통행자는 비도시 지역에서 승용차 수단을 더 선호하는 경향이 있다고 볼 수 있겠다.

마지막으로 여가와 총목적 통행에서 택시, 버스, 지하철의 수단특성상수는 승용차 기준(0)보다 작으므로 수도권 통행자들은 통행시간, 통행비용, 환승 횟수, 지하철역 유무, 도시 지역 여부 외에 다른 요인들로 인해 승용차 수단을 가장 선호하는 것을 알 수 있다. 구체적으로 여가 통행 모형에서 승용차는 택시보다 6.35배, 버스보다 2.33배, 지하철보다 22.90배만큼 선호된다. 한편, 총목적 통행에서는 승용차는 택시보다 약 10.28배, 버스와 지하철 수단에 대하여 각각 2.92배와 18.16배만큼 선호된다.

[표 4-22] 여가·총목적 통행의 수단선택모형 구축 결과 (모형 2)

변수 (Variable)	여가 통행			총목적 통행 (전체 통행)		
	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)	계수 (Coefficient)	t-통계치 (t-ratio)	p값 (p-value)
환승 횟수	-0.099	-2.29	0.022	-0.166	-10.95	0.000
지하철역 더미	1.736	4.42	0.000	1.384	11.37	0.000
행정구역 더미	-0.397	-3.69	0.000	-0.434	-11.38	0.000
택시 수단특성상수	-1.849	-13.33	0.000	-2.330	-44.96	0.000
버스 수단특성상수	-0.848	-6.86	0.000	-1.073	-24.20	0.000
지하철 수단특성상수	-3.131	-7.94	0.000	-2.899	-23.78	0.000
통행비용	-0.175	-13.31	0.000	-0.119	-29.57	0.000
개인교통수단 통행시간	-0.094	-35.93	0.000	-0.073	-87.94	0.000
대중교통수단 통행시간	-0.074	-40.48	0.000	-0.055	-92.93	0.000
관측자료수	11,044			75,502		
ρ_0^2 (우도비)	0.428			0.419		
$\overline{\rho^2}$ (수정 우도비)	0.428			0.418		

자료 : 연구자 작성.

제3절 통행자 통행시간가치 산정

1. 한계대체율에 의한 통행시간가치 산정

앞 절에서 모형 1과 모형 2의 다항로짓모형을 4가지(업무, 비업무, 여가, 총목적) 통행 목적에 대해서 총 8개의 모형을 구축하였다. 본 절에서는 구축한 수단선택모형의 효용함수를 이용하여 한계대체율에 의한 통행시간가치를 산정하였다. 다음으로 임금률에 의해 산정한 경기도와 수도권 업무 통행시간가치와 업무 대비 비업무·여가·총목적 통행시간가치의 상대적 비율을 적용하여 통행목적별 통행자 통행시간가치를 산정하였다.

한계대체율에 의한 통행자 통행시간가치는 수단선택모형 효용함수의 통행시간과 통행비용의 한계효용 비율을 적용하여 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$U = \alpha + \beta_{TT}x_{TT} + \beta_{TC}x_{TC},$$

$$VOT = \frac{\frac{\partial U}{\partial x_{TT}}}{\frac{\partial U}{\partial x_{TC}}} = \frac{\beta_{TT}}{\beta_{TC}}$$

U 는 수단선택모형 효용함수, $\alpha, \beta_{TT}, \beta_{TC}$ 는 모형의 매개변수, x_{TT} 는 통행비용 변수, x_{TC} 는 통행시간 변수이다.

1) 모형 1 통행자 통행시간가치

모형 1의 통행목적별 통행자 통행시간가치를 수단별로 구분하여 제시하면 다음과 같다. 승용차와 택시의 개인교통수단을 이용하는 통행자 통행시간가치는 업무 통행 40,300원/시간·인, 비업무 통행 33,251원/시간·인, 여가 통행 31,300원/시간·인, 총목적 34,713원/시간·인으로 산정되었다. 버스와 지하철의 대중교통수단을 이용하는 통행자 통행시간가치는 업무 통행 34,833원/시간·인, 비업무 통행

27,199원/시간·인, 여가 통행 25,705원/시간·인, 총목적 통행 28,460원/시간·인으로 산정되었다. 통행수단별 통행자 통행시간가치를 비교한 결과, 대중교통에 비해 개인교통수단의 통행시간가치가 상대적으로 크게 분석되었다. 통행 목적별로 보면 업무 통행의 통행자 통행시간가치가 가장 크게 나타났다.

[표 4-23] 통행목적별 통행자 통행시간가치 (모형 1)

(단위: 원/시간·인)

목적	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)
업무	40,300	34,833
비업무	33,251	27,199
여가	31,300	25,705
총목적	34,713	28,460

자료 : 연구자 작성.

[표 4-24] 개인교통수단 업무 통행 대비 통행자 통행시간가치 비율 (모형 1)

목적	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)
업무	1.000	0.864
비업무	0.825	0.675
여가	0.777	0.638
총목적	0.861	0.706

자료 : 연구자 작성.

개인교통수단 통행자의 업무 대비 비업무·여가·총목적 통행의 통행자 통행시간가치 비율은 각각 0.825, 0.777, 0.861이며, 대중교통수단 통행자의 경우는 0.675, 0.638, 0.706으로 분석되었다.

2) 모형 2 통행자 통행시간가치

모형 2의 통행목적별 통행자 통행시간가치를 수단별로 구분하여 제시하면 다음과 같다. 승용차와 택시의 개인교통수단 통행자의 통행시간가치는 업무 통행 42,945원/시간·인, 비업무 통행 34,860원/시간·인, 여가 통행 32,099원/시간·인, 총목적 통행 36,475원/시간·인이며, 버스와 지하철의 대중교통수단 통행자의 통행시간가치는 업무 통행 33,650원/시간·인, 비업무 통행 26,445원/시간·인, 여가 통행 25,206원/시간·인, 총목적 통행 27,690원/시간·인으로 나타났다. 수단별 통행자 통행시간가치를 비교한 결과, 모든 통행 목적에서 대중교통에 비해 개인교통수단의 통행시간가치가 상대적으로 크게 분석되었다. 통행목적별로 보면 업무 통행시간가치가 가장 크게 나타났다.

[표 4-25] 통행목적별 통행자 통행시간가치 (모형 2)

(단위: 원/시간·인)

목적	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)
업무	42,945	33,650
비업무	34,860	26,445
여가	32,099	25,206
총목적	36,475	27,690

자료 : 연구자 작성.

[표 4-26] 개인교통수단 업무 통행 대비 통행자 통행시간가치 비율 (모형 2)

목적	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)
업무	1.000	0.784
비업무	0.812	0.616
여가	0.747	0.587
총목적	0.849	0.645

자료 : 연구자 작성.

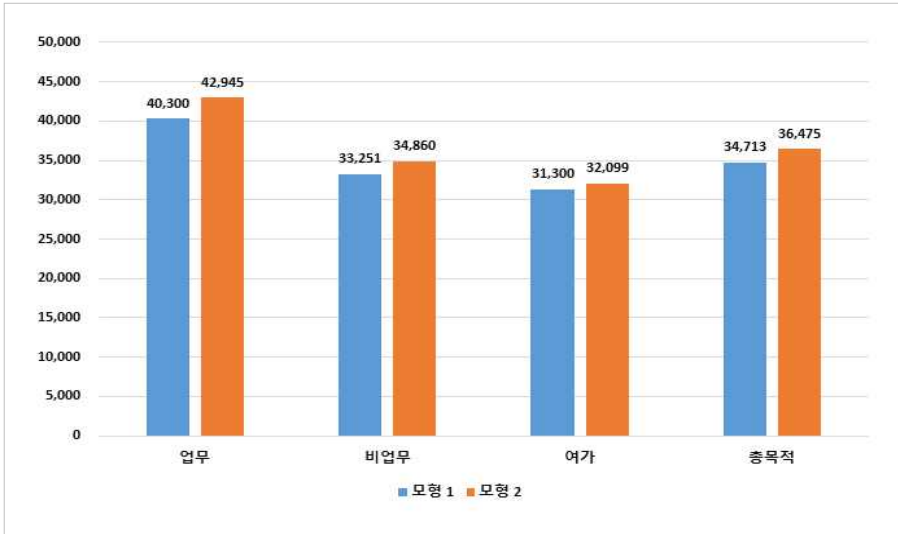
개인교통수단 통행자의 업무 대비 비업무·여가·총목적 통행의 통행자 통행시간 가치 비율은 각각 0.812, 0.747, 0.849이며, 대중교통수단의 통행자의 경우는 0.616, 0.587, 0.645로 분석되었다.

3) 소결

모형 1과 2에서 산정한 통행목적별 통행자 통행시간가치를 비교하였다. 개인교통수단에 대한 통행목적별 통행자 통행시간가치를 비교하면 다음 그림과 같다. 개인교통수단 통행자 통행시간가치의 범위는 업무 통행 40,300~42,945원/시간·인, 비업무 통행 33,251원~34,860원/시간·인, 여가 통행 31,300~32,099원/시간·인, 총목적 34,713~36,475원/시간·인으로 나타났다.

[그림 4-4] 개인교통수단의 통행목적별 통행자 통행시간가치 비교

(단위: 원/시간·인)



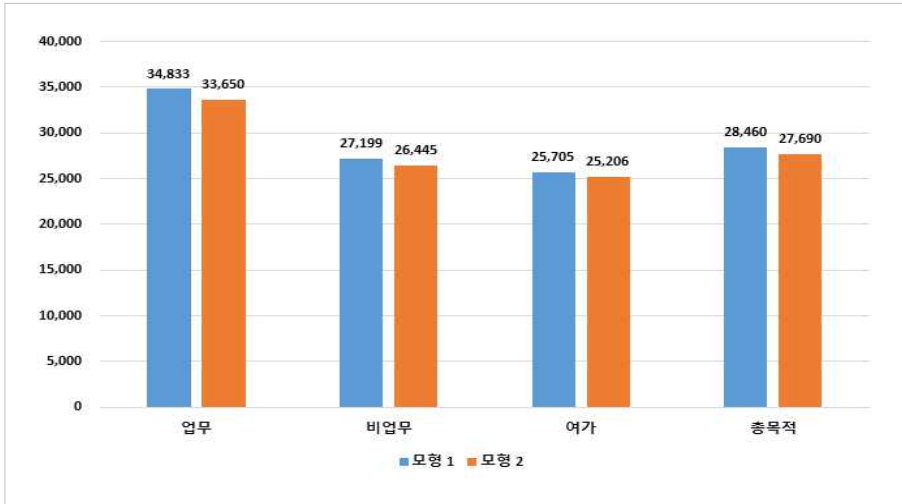
자료 : 연구자 작성.

대중교통수단에 대한 통행목적별 통행자 통행시간가치를 비교하면 다음 그림과 같다. 대중교통수단 통행자 통행시간가치 범위는 업무 통행 33,650~34,833원/시간·인, 비업무 통행 26,445~27,199원/시간·인, 여가 통행 25,206~25,705원/시

간·인, 총목적 통행 27,690~28,460원/시간·인으로 나타났다.

[그림 4-5] 대중교통수단의 통행목적별 통행자 통행시간가치 비교

(단위: 원/시간·인)



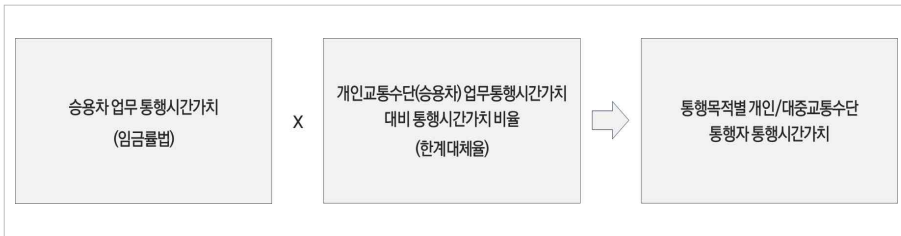
자료 : 연구자 작성.

2. 통행목적별 통행자 통행시간가치 산정

앞서 한계대체율을 적용해 모형 1과 2의 통행목적별 통행자 통행시간가치를 산정하였고 개인교통수단(승용차) 업무 통행 대비 통행시간가치 비율을 산출하였다. 연구는 통행시간가치 비율과 임금률법으로 산정된 승용차 업무 통행시간가치를 이용하여 통행목적별 수도권과 경기도 통행자의 통행시간가치를 산정하였다.

통행목적별 통행자 통행시간가치는 수단선택모형의 한계대체율로 산정된 통행시간가치를 그대로 적용하지 않고 임금률법으로 산정된 승용차 업무 통행시간가치를 기준으로 재산정되었다. 이는 승용차 통행자의 업무 통행시간가치는 고용·소득 통계자료를 이용하여 산정하고 이를 기준으로 상대적인 차이를 적용하여 통행자 통행시간가치를 산정하는 것이 보다 명확하고 기초자료로서의 안정성을 확보할 수 있다고 판단하였기 때문이다. 이러한 가정은 기존 지침과 연구들에서도 공통적으로 적용하고 있는 방법이다.

[그림 4-6] 통행목적별 통행자 통행시간가치 산정 과정

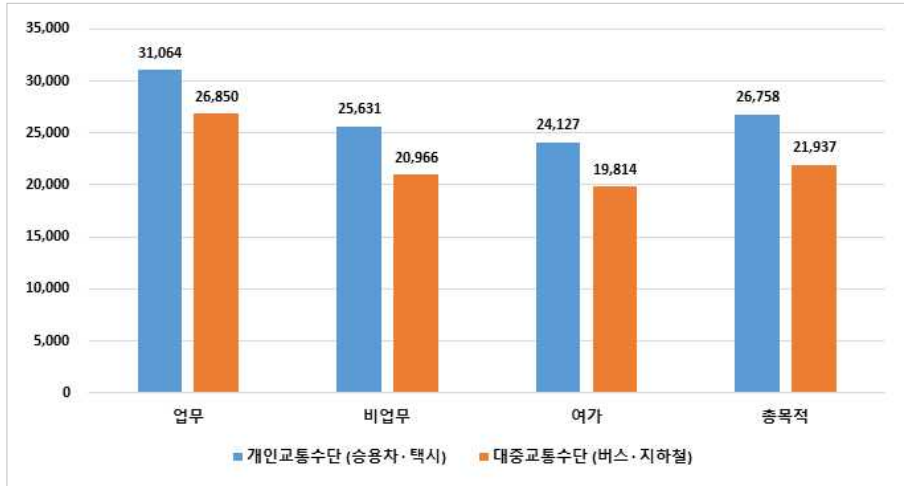


통행시간과 통행비용 외에 다른 요인에 의한 통행시간가치 산정의 왜곡 가능성을 최소화하기 위해서 본 연구에서는 모형 1에서 산정된 통행자 통행시간가치 비율을 적용하였다. 통행시간가치 산정에 대한 지침들(KDI, 2021; 국토교통부, 2022)에서도 이러한 점을 고려하여 통행시간과 통행비용의 관계로만 통행시간가치를 산정하고 있다. 앞서 모형 2에서 고려하였던 도시 지역 여부, 환승 횟수, 지하철역 유무와 같은 다른 요인들은 통행자의 수단선택 행태를 더 잘 묘사할 수 있으나 통행시간가치만을 고려하였을 때에는 왜곡 가능성이 있다고 보았다. 또한, 다른 기타 요인들을 포함한 모형 2와 통행시간과 통행비용만을 고려한 모형 1의 결과가 큰 차이가

존재하지 않았다. 이러한 이유로 본 연구는 모형 1을 기준으로 통행목적별 통행자 통행시간가치를 산정하였다.

[그림 4-7] 수도권 통행자의 통행목적별 통행시간가치

(단위: 원/시간·인)



자료 : 연구자 작성.

위의 그림은 수도권의 개인교통수단과 대중교통수단 통행자의 통행목적별 통행시간가치 산정 결과를 보여준다. 임금률법으로 산정한 수도권 개인교통수단 통행자의 업무 통행시간가치는 31,064원/시간·인이고 개인교통수단 통행자의 업무 대비 비업무·여가·총목적의 통행시간가치 비율은 0.825, 0.777, 0.861로 수도권 개인교통수단 통행자의 비업무·여가·총목적 통행자 통행시간가치는 각각 25,631원/시간·인, 24,127원/시간·인, 26,758원/시간·인으로 산정되었다.

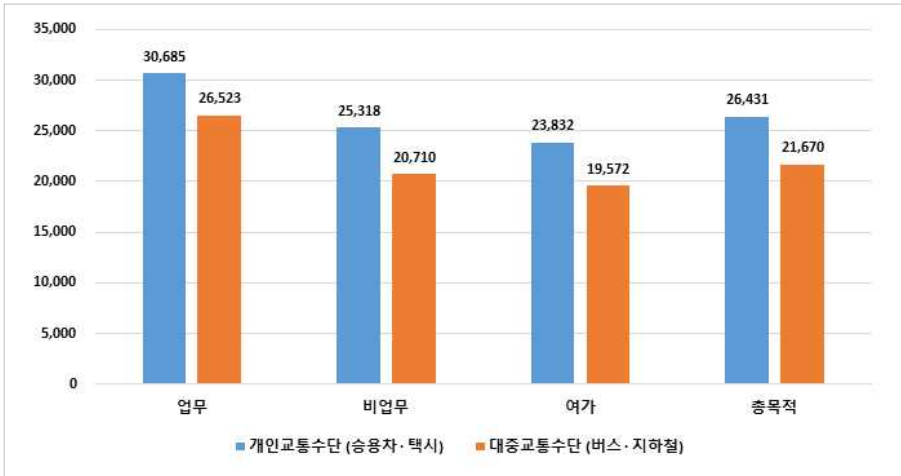
개인교통수단 통행자의 업무 대비 대중교통수단 통행자의 업무·비업무·여가·총목적의 통행시간가치 비율은 앞서 0.864, 0.675, 0.638, 0.706으로 산정되었으므로 수도권 대중교통수단 통행자의 업무·비업무·여가·총목적 통행시간가치는 각각 26,850원/시간·인, 20,966원/시간·인, 19,814원/시간·인, 21,937원/시간·인으로 산정되었다.

통행시간가치 산정에 대한 국내 지침들(KDI, 2021; 국토교통부, 2022)에서 대중교통수단 통행자의 업무 통행시간가치는 임금률법으로 산정한 승용차 통행자의

업무 통행시간가치와 동일하게 적용하고 있지만, 본 연구에서는 한계대체율로 산정한 개인교통수단 통행자의 업무 통행시간가치 대비 대중교통수단 통행자의 업무통행시간가치 비율을 이용해 대중교통수단 통행자의 업무 통행시간가치를 별도로 제시하였다.

[그림 4-8] 경기도 통행자의 통행목적별 통행시간가치

(단위: 원/시간·인)



자료 : 연구자 작성.

위의 그림은 경기도의 개인교통수단과 대중교통수단 통행자의 통행목적별 통행시간가치 산정 결과를 보여준다. 임금률법으로 산정한 경기도 승용차 통행자의 업무 통행시간가치는 30,685원/시간·인이다. 앞서 수도권을 분석하였던 것과 동일한 방법으로 개인교통수단 통행자의 업무 대비 비업무·여가·총목적 통행의 통행시간가치 비율을 적용하여 경기도 개인교통수단 통행자의 통행시간가치를 산정한 결과, 비업무·여가·총목적의 통행자 통행시간가치는 25,318원/시간·인, 23,832원/시간·인, 26,431원/시간·인으로 산정되었다. 경기도 대중교통수단 통행자의 업무·비업무·여가·총목적 통행의 통행시간가치는 각각 26,523원/시간·인, 20,710원/시간·인, 19,572원/시간·인, 21,670원/시간·인으로 산정되었다.

최종적으로 산정된 통행목적별 통행자 통행시간가치는 업무 통행의 통행자 통행시간가치가 가장 크고 총목적, 비업무, 여가 통행의 순으로 산정되었다. 또한, 개인교통수단의 통행자 통행시간가치가 대중교통수단보다 크게 산정되었다.

[표 4-27] 통행목적별 통행자 통행시간가치 산정 결과 (2021년 기준)

(단위: 원/시간·인)

통행 목적	수도권		경기도	
	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)	개인교통수단 (승용차·택시)	대중교통수단 (버스·지하철)
업무	31,064	26,850	30,685	26,523
비업무	25,631	20,966	25,318	20,710
여가	24,127	19,814	23,832	19,572
총목적	26,758	21,937	26,431	21,670

자료 : 연구자 작성.

본 연구에서는 수도권과 경기도의 통행자 통행시간가치를 구분하여 분석하였고 유사한 수준이지만 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 주로 평균 임금의 차이로 인해 업무 통행시간가치가 다르게 산정된 결과라 할 수 있다. 수도권과 경기도 통행자의 통행시간가치는 현황을 파악하거나 명확하게 나누어 적용할 수 있을 경우에만 구분하여 활용될 수 있을 것이다. 실제 수도권 통행은 시도의 구분 없이 광역적으로 이루어지고 있기 때문에 정책적으로 활용함에 있어서는 수도권 전체의 통행시간가치를 활용하는 것이 합리적이고 이를 활용하여야 하는 경우가 많을 것이라 생각한다.

제4절 통행자 통행시간가치 산정 결과 비교 평가

본 연구에서 산정한 수도권 통행목적별 통행자 통행시간가치를 기존 연구의 결과와 비교·평가하였다. 아래 그림은 본 연구와 기존 연구들에서 제시한 통행목적별 통행시간가치의 결과를 보여주고 있다. 연구마다 기준연도가 다르므로 직접적인 비교는 어렵지만 전체적으로 업무 통행에 대한 통행시간가치가 비업무, 여가, 통근 통행에 대한 통행시간가치보다 높았다. 통행수단 중에서는 승용차 통행자의 통행시간가치가 다른 교통수단의 통행자 통행시간가치보다 높은 편이었다.

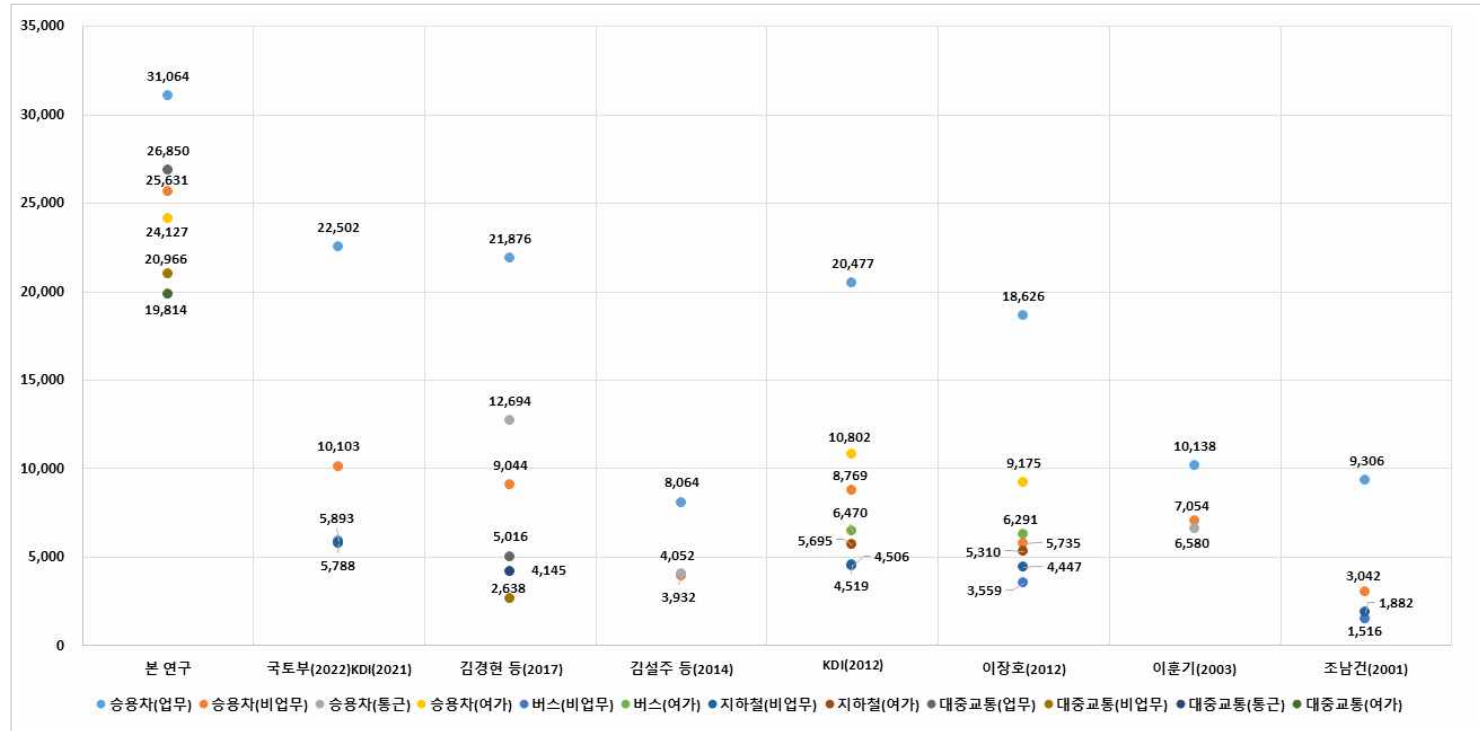
또한, 시간이 지날수록 통행자 통행시간가치가 상승하고 있음을 볼 수 있다. KDI(2021)와 조남건(2001)의 연구 결과를 비교하면 대중교통수단에 대한 통행자 통행시간가치는 약 3.07~3.89배 증가한 것으로 나타났다. 이는 수도권에서 통행자의 소득 수준이 상승한 것과 함께 대중교통 서비스 수준이 향상되어 대중교통 이용률이 증가하였고 이에 따라 대중교통에 대한 통행자의 지불 용의가 상승하였다고 볼 수 있을 것이다.

대부분의 연구들이 승용차 통행자에 대한 업무와 비업무 통행의 통행시간가치 산정에 중점을 두고 수행되어왔다. 대중교통 통행자에 대해서는 고려하지 않았거나 업무 통행에 대해서는 승용차 통행자와 동일하다고 가정하고 비업무 통행에 대해서만 통행시간가치를 산정하였다. 하지만, 본 연구는 기존 연구들과 다르게 승용차와 대중교통에 대한 업무, 비업무, 여가 통행에 대한 통행자 통행시간가치를 모두 산정하였다.

본 연구의 통행자 통행시간가치가 기존 연구들에 비해서 높게 산정되었는데 승용차 통행자 업무 통행시간가치는 임금률법에 의해서 산정된 결과이고 나머지 승용차 비업무·여가와 대중교통 업무·비업무·여가 통행시간가치는 한계대체율에 의한 통행시간가치 비율에 의해서 산정된 결과이다. 이에 승용차 업무 통행시간가치는 수도권 임금 상승에 따른 결과라 할 수 있다. 승용차 비업무·여가와 대중교통 업무·비업무·여가 통행시간가치는 기존 연구와 비교하여 수도권의 통행 특성을 고려하였을 때 업무와 그 외 통행 목적의 통행시간가치 차이가 크지 않고 승용차와 대중교통의 통행시간가치 차이도 크지 않기 때문이라 판단된다.

[그림 4-9] 기존 연구 통행자 통행시간가치 비교

(단위: 원/시간·인)



자료 : 각 연구 참조 연구자 작성.

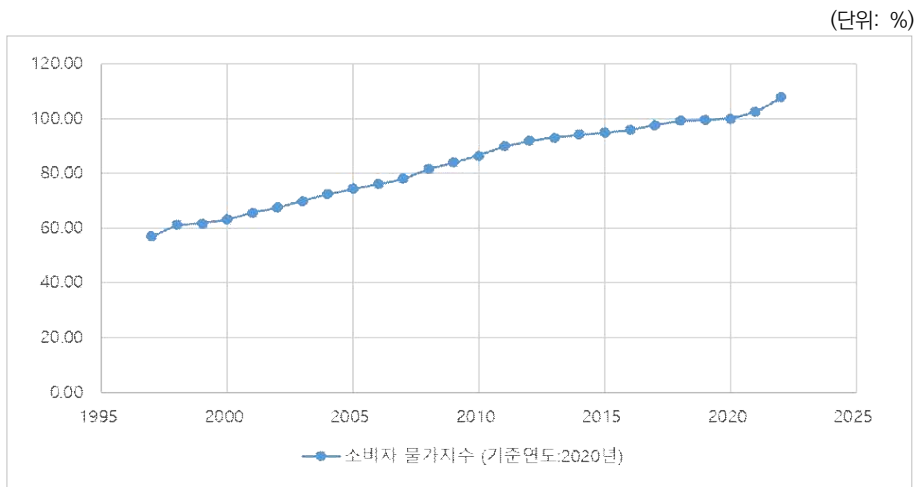
[표 4-28] 기존 연구 통행자 통행시간가치 비교

선행 연구	기준연도	분석권역	통행 목적	수단별 통행자 통행시간가치 (단위: 원/인·시간)		
				승용차	버스	지하철/철도
KDI(2021)	2016	전국	업무	22,502	-	-
			비업무	10,103	5,893	5,788
KDI(2012)	2010	전국	업무	20,477	-	-
			비업무	8,769	4,506	4,519
			여가	10,802	6,470	5,695
국토부(2022)	2016	전국	업무	22,502	-	22,755
			비업무	10,103	5,893	5,033
이장호(2012)	2011	전국	업무	18,626	-	-
			비업무	5,735	3,559	4,447
			여가	9,175	6,291	5,310
조남건(2001)	1999	전국	업무	9,306	-	-
			비업무	3,042	1,516	1,882
김경현 등(2017)	2016	수도권	업무	21,876	5,016	
			비업무	9,044	2,638	
			통근	12,694	4,145	
김설주 등(2014)	2012	서울	업무	8,064	-	-
			비업무	3,932	-	-
			통근	4,052	-	-
본 연구	2021	수도권	업무	31,064	26,850	
			비업무	25,631	20,966	
			여가	24,127	19,814	

자료 : 각 연구 참조 연구자 작성.

승용차 통행자의 업무와 비업무 통행시간가치가 대부분의 기존 연구에서 분석되었기에 승용차 통행자의 통행시간가치를 중심으로 비교·평가하였다. 본 연구의 결과를 기존 연구와 비교하기 위하여 기존 연구에서 제시한 통행시간가치를 소비자 물가지수를 반영하여 2021년 기준으로 보정하였다. 소비자 물가지수는 연도와 비교연도의 상대적인 물가 차이를 의미하며 연도별로 우상향하는 추세를 띤다.

[그림 4-10] 연도별 소비자 물가지수 변화 추이 (기준연도 2020년)

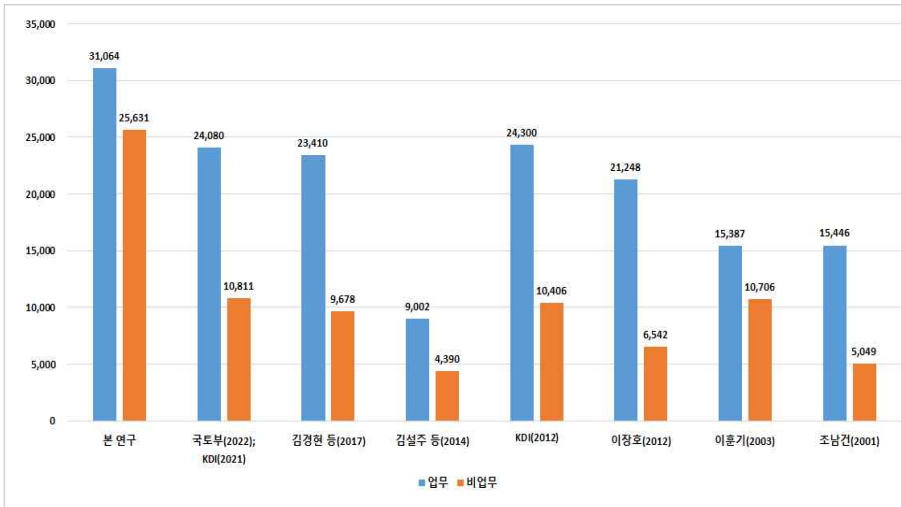


자료 : 통계청(1997~2022). “소비자 물가조사”.

2021년 기준으로 통행시간가치를 보정한 결과, 국토부(2022)와 KDI(2021)의 승용차 통행자의 업무와 비업무 통행의 통행시간가치는 24,080원/시간·인과 10,811원/시간·인으로 산정되었다. 해당 결과를 본 연구의 수도권 승용차 통행자의 업무와 비업무 통행의 통행시간가치 31,064원/시간·인과 25,631원/시간·인과 비교하였을 때, 비업무 통행에서 다소 큰 차이를 보였다. 이는 전국과 비교하여 수도권 지역에서 비업무 통행이 업무 통행만큼 중요하며 과거보다 중요한 가치를 가지고 있음을 의미한다고 할 수 있다.

다수의 기존 연구들(국토부, 2022; KDI, 2021; KDI, 2012; 이장호, 2012)의 결과와도 비교하였는데 해당 연구들은 전국의 지역간 통행을 중심으로 수단선택모형을 구축하여 통행시간가치를 산정한 결과로 전체 통행 중 내부통행 비율이 약 98%⁴⁾인 수도권과 직접적인 비교가 어렵다고 판단되고 그에 따른 차이가 클 것이다.

[그림 4-11] 소비자 물가지수 보정 승용차 통행자 통행시간가치 (2021년 기준)
(단위: 원/시간·인)



자료 : 연구자 작성.

김경현 등(2017)의 연구는 본 연구와 마찬가지로 수도권 특성을 조사하여 통행시간가치를 산정한 바가 있다. 하지만 해당 연구에서는 1,100개의 표본조사(851개 유효 표본)로 본 연구의 75,502개의 표본과 비교하여 수도권의 다양한 특성을 대변하기에는 한계가 있을 수 있다. 또한, 총 통행시간이 아닌 차내 통행시간에 대한 통행시간가치를 산정하여 통행시간가치가 과소하게 산정되었을 수 있다고 판단된다. 그리고 해당 연구에서 제시한 모형들의 수정된 우도비가 0.153~0.175 수준으로 모형의 적합도도 본 연구와 비교하여 낮게 평가되었으므로 해당 연구의 통행시간가치 산정 결과와 본 연구의 결과를 직접적으로 비교하기는 힘들다고 생각한다.

4) 국토교통부 외(2022). 『2022년 수도권 여객 O/D 전수화 공동사업』.

5

교통수단 기준 통행시간가치 산정

제1절 | 교통수단 통행시간가치 산정

제2절 | 교통수단 통행시간가치 산정 결과 비교 평가

제1절 교통수단 통행시간가치 산정

1. 산정 방법 및 기초자료

수도권과 경기도의 교통수단 기준 차량 1대당 평균 개념의 통행시간가치를 산정하였다. 교통수단 통행시간가치는 앞서 산정한 수도권과 경기도의 임금률법에 의한 업무 통행 통행자의 통행시간가치에 업무와 비업무 통행 목적 비율, 차량 재차인원을 적용하여 산출하였다. 통행 목적 비율과 차량 재차인원은 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측(한국교통연구원, 2017)과 전국 여객기종점 통행량조사(한국교통연구원, 2016)의 자료를 이용하여 산정하였다. 본 연구의 기준연도가 2021년이지만 2016년의 자료를 이용한 이유는 해당 자료 이후로 공인된 배포자료가 존재하지 않았기 때문이다. 따라서 2021년에도 통행 목적 비율과 차량 재차인원이 2016년의 조사된 자료와 큰 변화가 없다는 가정하에 해당 자료를 적용하였다.

재차인원은 전국 여객기종점 통행량조사(KOTI, 2016)의 자료를 이용하여 승용차와 버스 수단에 대해 산출하였다. 승용차 재차인원은 가구통행실태조사와 장거리 통행조사 자료를 이용하여 수도권 내부통행을 대상으로 수도권 지역의 승용차 재차인원을 산정하였다.

[표 5-1] 수도권 승용차 및 버스 재차인원

(단위: 인/대)

구분	2016년	2010년	차이 (2016년-2010년)
승용차	1.24	1.24	0
버스	15.73	13.49	+2.24

자료 : 한국교통연구원(2016). “전국 여객기종점통행량조사”.

2016년 기준, 수도권 지역의 승용차 재차인원은 1.24명으로 2010년의 조사 결과와 동일한 것으로 나타났다. 한편, 버스 재차인원은 수송실적 자료를 이용하여 마찬가지로 수도권 내부통행을 대상으로 수도권 지역의 버스 재차인원을 산정하였다. 2016년 수도권의 버스 재차인원은 15.73명으로 2010년의 13.49명보다 약 2.24명 증가한 것으로 나타났다.

업무 및 비업무 통행의 통행 목적 비율은 전국 여객 O/D 전수화 자료를 이용하여 산출하였다. 수도권 지역의 내부통행을 대상으로 승용차, 버스, 지하철의 업무 및 비업무 통행의 비율을 산정하였다. 2016년의 승용차, 버스, 지하철의 업무 및 비업무 통행 비율은 아래 표와 같다. 2016년을 기준으로 2010년과 비교하였을 때, 승용차, 버스, 지하철 수단의 업무 비율은 0.04, 0.07, 0.03씩 감소한 것으로 나타났다.

[표 5-2] 수도권 승용차, 버스, 지하철의 업무 및 비업무 통행 비율

구분	2016년		2010년		차이 (2016년-2010년)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
승용차	0.14	0.86	0.18	0.82	-0.04	+0.04
버스	0.008	0.992	0.08	0.92	-0.07	+0.07
지하철	0.02	0.98	0.05	0.95	-0.03	+0.03

자료 : 한국교통연구원(2017). “전국 여객 O/D 전수화 자료”.

2. 교통수단 통행시간가치 산정 결과

수도권의 교통수단 평균 통행시간가치는 승용차 32,725원/시간·대, 버스 356,254원/시간·대, 화물차 24,932원/시간·대로 산정되었다. 경기도는 승용차 32,326원/시간·대, 버스 347,130원/시간·대, 화물차 20,792원/시간·대로 산정되었다. 3개 교통수단 모두 수도권이 경기도 보다 통행시간가치가 높은 것으로 분석되었지만 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

지하철의 평균 통행시간가치는 정확한 재차인원을 고려하기 어렵기 때문에 업무와 비업무 통행 비율만을 고려하여 통행자 1인을 기준으로 산정하였고 수도권은 21,083원/시간·인과 경기도 20,826원/시간·인으로 산정되었다.

[표 5-3] 수도권 교통수단 평균 통행시간가치 산정 결과

구분	승용차		버스		화물차		지하철 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.17	1.07	0.13	15.60	1.00	-	0.02	0.98
통행자 통행시간가치 (원/시간·인)	31,064	25,631	1인: 25,724 0.13인: 26,850	20,966	24,932	-	26,850	20,966
통행시간가치 (원/시간·대)	5,393	27,333	29,103	327,151	24,932	-	537	20,546
평균 통행시간가치 (원/시간·대)	32,725		356,254		24,932		21,083	

주 : 승용차, 버스, 화물차는 차량당 통행시간가치(원/시간·대), 지하철은 인당 통행시간가치(원/시간·인).
자료 : 연구자 작성.

[표 5-4] 경기도 교통수단 평균 통행시간가치 산정 결과

구분	승용차		버스		화물차		지하철 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.17	1.07	0.13	15.60	1.00	-	0.02	0.98
통행자 통행시간가치 (원/시간·인)	30,685	25,318	1인: 20,633 0.13인: 26,523	20,710	20,792	-	26,523	20,710
통행시간가치 (원/시간·대)	5,327	26,999	23,971	323,159	20,792	-	530	20,296
평균 통행시간가치 (원/시간·대)	32,326		347,130		20,792		20,826	

주 : 승용차, 버스, 화물차는 차량당 통행시간가치(원/시간·대), 지하철은 인당 통행시간가치(원/시간·인).
자료 : 연구자 작성.

경기도 수단별 업무·비업무 통행자의 통행시간가치가 수도권 전체와 비교하여 적기 때문에 경기도 교통수단 통행시간가치가 다소 낮게 산정되었다. 이는 경기도가 수도권에 비해서 전체 임금수준과 버스 및 화물차 운전자의 급여수준이 다소 낮기 때문이라 할 수 있다. 승용차, 버스, 지하철의 여객 부문은 1.2%~2.6%로 큰 차이가 없고 화물차의 물류 부문만 16.6%로 다소 차이가 나는 것으로 나타났다.

제2절 교통수단 통행시간가치 산정 결과 비교 평가

본 연구에서 산정한 교통수단 통행시간가치 산정 결과를 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도 부문 연구(KDI, 2021) 결과와 비교하였다. 해당 연구의 교통수단 평균 통행시간가치가 2016년 기준으로 산정되어 있어 소비자 물가지수를 반영하여 2021년 기준으로 보정하였다. 그 결과, 승용차 15,661원/시간·대, 버스 119,499원/시간·대, 화물차 18,193원/시간·대, 철도 6,551원/시간·인으로 산정되었다. 이를 기준으로 본 연구에서 제시한 교통수단 평균 통행시간가치는 승용차 2.1배, 버스 3.0배, 화물차 1.4배, 지하철 3.2배로 분석되었다.

[표 5-5] KDI(2021)의 수도권 교통수단 평균 통행시간가치 비교

구분	승용차		버스		화물차		지하철/철도 (1인)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.17	1.07	0.13	15.6	1.00	-	0.02	0.98
통행자 통행시간가치 (원/시간·인)	22,502	10,103	1인: 16,812 0.13인: 22,502	5,893	17,001	-	22,502	5,788
통행시간가치 (원/시간·대)	3,825	10,810	19,737	91,931	17,001	-	450	5,672
2016년 기준 평균 통행시간가치 (원/시간·대)	14,635		111,668		17,001		6,122	
2021년 기준 평균 통행시간가치 (원/시간·대)	15,661		119,499		18,193		6,551	
본 연구 평균 통행시간가치 (원/시간·대)	32,725		356,254		24,932		21,083	

주 : 통계청의 소비자 물가지수를 이용하여 2016년의 평균시간가치를 2021년 기준으로 보정.
자료 : KDI(2021), 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도 부문 연구』.

기존 연구와 본 연구의 방법론상의 차이점은 기존 연구에서는 버스, 철도 통행자의 업무 통행시간가치를 승용차 업무 통행시간가치와 같다고 가정하여 동일한 통행 시간가치를 적용하였으나 본 연구에서는 연구에서 산정한 개인교통수단과 대중교통수단의 업무 통행시간가치를 구분하여 적용하였다는 점이다.

기존 연구와 본 연구의 결과 차이가 크게 나타나는 것은 기본적으로 본 연구의 비업무 통행시간가치가 크기 때문에 발생하는 것이라 할 수 있다. 이는 연구에서 제시한 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율이 기존 연구에서 적용한 결과보다 높기 때문이다. 아래 표는 본 연구와 기존 연구에서 적용한 업무 대비 비업무 통행시간가치 비율에 대한 비교 결과를 보여준다.

[표 5-6] 본 연구와 선행 연구의 업무 대비 비업무 통행자 통행시간가치 비율 비교

구분	통행 목적	승용차	버스	지하철
본 연구	업무	1	0.864	
	비업무	0.825	0.675	
KDI(2021)	업무	1	-	-
	비업무	0.449	0.262	0.257
KDI(2012)	업무	1.000	-	-
	비업무	0.428	0.220	0.221

자료 : KDI(2021). 『예비타당성 조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도부문 연구』.

KDI(2012). 『예비타당성 조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구』.

KDI(2021)에서 제시한 비율은 승용차 0.449, 버스 0.262, 철도 0.257이며, KDI(2012)에서 제시한 비율은 승용차 0.428, 버스 0.220, 철도 0.221이다. 이와 비교하였을 때, 본 연구에서는 개인교통수단(승용차) 0.825과 대중교통수단(버스·지하철) 0.675로 기존 지침들보다 높게 산정되었음을 알 수 있다. 이는 과거 기존 연구가 전국 지역간 통행을 대상으로 업무와 비업무 통행의 통행시간가치 비율을 산정하였기에 상대적 낮게 산정되었을 수 있다고 판단된다.

반면, 수도권 통행자들은 비업무 통행의 가치를 업무 통행만큼 중요하게 생각하고 있다고 할 수 있겠다. 소득수준 증가와 삶의 질이 향상됨에 따라 이동의 가치가 증가하였고 이에 과거보다 업무 이외의 통행에 대한 가치가 증가하였다고 볼 수 있다.

본 연구에서 수도권 통행자의 총목적 통행의 통행시간가치가 개인교통수단 26,758원/시간·대(업무 31,064원/시간·대)과 대중교통수단 21,937원/시간·대(업무 26,850원/시간·대)로 산정된 결과를 보았을 때 수도권의 경우, 통행에 따른 통행시간가치가 낮지 않음을 알 수 있다. 결국, 이에 따라 수도권의 교통수단 평균 통행시간가치는 선행연구에 비해 약 1.4~3.2배 정도 증가한 것으로 나타났다.

06

결론

제1절 | 결론

제2절 | 정책제언

제1절 결론

통행시간가치는 통행에 소요되는 통행시간에 대하여 통행자가 지불할 용의가 있는 금전적 가치를 의미한다. 즉, 통행자가 통행시간을 절감하기 위하여 지불할 가치가 있다고 생각하는 금액이라 할 수 있겠다. 이러한 통행시간가치는 통행시간을 화폐 가치화하여 통행비용과 함께 일반화 통행비용으로 환산하기 위해서 반드시 필요하고 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 통행시간가치는 교통사업의 효과분석, 통행행태 분석, 교통수단·시설의 운임 결정 등 다양한 교통정책 결정에서 중요한 기초자료로 활용되고 있다.

경기도를 포함한 수도권의 통행시간가치는 소득수준 및 통행행태 변화에 따라 변화하고 있으나 현재 사용되고 있는 수도권 통행시간가치는 이러한 변화와 수도권 특성을 반영하는 데에는 한계가 있다고 판단된다. 현재 수도권의 통행시간가치는 기존 관련 지침과 연구에서 제시한 수치가 활용되고 있으나 대부분 전국 지역간 통행 또는 수도권 소규모 설문조사를 기반으로 산정된 결과이고 수도권의 통행 목적 분포와 재차인원 특성만을 반영하여 활용되고 있다. 즉, 근본적으로 수도권 통행자를 대상으로 수도권 통행자들을 대표할 수 있는 통행시간가치를 검토하고 반영할 필요가 있을 것이다. 이에 본 연구는 수도권 통행자의 고용·소득 수준과 통행행태를 반영하여 2021년 기준 수도권 통행자의 통행시간가치와 교통수단 통행 시간가치를 산정하고자 하였다.

연구는 우선 수도권 고용·소득 통계자료를 기반으로 임금률법을 적용하여 승용차, 버스, 화물차 운전자의 업무 통행시간가치를 산정하였다. 여기서 승용차 운전자는 업무 목적으로 승용차를 이용하는 통행자를 의미하고 버스와 화물차 운전자는 운수 종사자를 의미한다. 승용차, 버스, 화물차 운전자의 업무 통행시간가치는 수도권의 경우, 31,064원/시간·인, 25,724원/시간·인, 24,932원/시간·인으로 산정되었고 경기도의 경우, 30,685원/시간·인, 20,633원/시간·인, 20,792원/시간·인으

로 산정되었다. 경기도의 업무 통행시간가치가 적게 산정된 것은 경기도가 수도권 전체 평균보다 임금수준이 다소 낮고 근로시간이 다소 길기 때문이라고 할 수 있다.

다음으로 연구는 77,502개의 개인통행조사와 이와 연관된 오픈소스(Open Source API) 기반 첨단교통자료를 이용하여 수단선택모형을 구축하고 한계대체율을 적용한 개인교통수단(승용차·택시)과 대중교통수단(버스·지하철)의 업무, 비업무, 여가, 총목적 통행의 통행자 통행시간가치를 산정하였다. 수도권 개인교통수단의 업무, 비업무, 여가, 총목적 통행의 통행자 통행시간가치는 31,064원/시간·인, 25,631원/시간·인, 24,127원/시간·인, 26,758원/시간·인으로 산정되었다. 또한 수도권 대중교통수단의 업무, 비업무, 여가, 총목적 통행의 통행자 통행시간가치는 26,850원/시간·인, 20,966원/시간·인, 19,814원/시간·인, 21,937원/시간·인으로 산정되었다. 산정된 통행시간가치는 개인교통수단이 대중교통수단보다 크고 업무 > 총목적 > 비업무 > 여가의 순으로 산정되었다.

연구는 통행자 통행시간가치를 적용하여 교통수단 기준의 통행시간가치를 산정하였다. 교통수단 통행시간가치는 기존 관련 지침의 방법을 준용하여 산정되었으나 개인교통수단(승용차)과 대중교통수단(버스·지하철)의 통행시간가치는 다르다고 판단하여 업무 통행시간가치를 수단별로 구분하여 적용하였다. 수도권 교통수단의 통행시간가치는 승용차, 버스, 화물차, 지하철에 대하여 32,725원/시간·대, 356,254원/시간·대, 24,932원/시간·대, 21,083원/시간·인으로 산정되었다. 또한, 경기도 교통수단 통행시간가치는 승용차, 버스, 화물차, 지하철에 대하여 32,326원/시간·대, 347,130원/시간·대, 20,792원/시간·대, 20,826원/시간·인으로 산정되었다. 큰 차이는 없으나 경기도가 수도권에 비하여 교통수단 통행시간가치가 다소 적게 산정되었는데 이는 경기도가 급여수준이 다소 낮고 통행자 통행시간가치가 적게 산정되었기 때문이다.

본 연구의 통행시간가치는 기존 국내 연구 결과와 비교하여 비교적 높게 산정되었다. 특히, 업무 통행 대비 그 외 목적 통행의 통행시간가치와 승용차 대비 대중교통의 통행시간가치가 높게 산정되었다. 하지만, 앞서 검토한 국외 연구와 비교하면 기존 국내 연구의 통행시간가치가 상대적으로 낮게 검토되어 온 면이 있다고 생각한다. 특히, 수도권의 경우에는 더욱 그럴 수 있다고 판단된다. 따라서 수도권에 대한 본 연구의 결과가 보다 합리적일 수 있으며 의미있게 고려될 필요가 있다고 생각한다.

[표 6-1] 통행시간가치의 국내외 연구 비교

구분	국가	연구	통행목적	통행수단	1인당 통행시간가치	승용차 업무 대비 비율
업무 대 비업무	미국	U.S Department of Transportation(2016)	업무	지상교통	25.40\$/시	1.00
			비업무		27.20\$/시	1.07
	영국	U.K Department for Transport(2022)	업무	승용차	14.86£/시	1.00
			통근	전체	8.36£/시	0.56
			기타		3.82£/시	0.26
	일본	Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2012)	업무	전체	2,052円/시	1.00
			통근		1,476円/시	0.72
			기타		1,260円/시	0.62
	스웨덴	The Swedish Transport Administration(2023)	업무	승용차	101SEK/시	1.00
			비업무		69SEK/시	0.68
	KDI(2021)		업무	승용차	22,502원/시	1.00
			비업무		10,103원/시	0.45
	본 연구		업무	승용차	31,064원/시	1.00
			비업무		25,631원/시	0.83
승용차 대 대중교통	스위스	Swiss Confederation Federal Office for Territorial Development ARE(2021)	업무	승용차	24.6franc/시	1.00
				대중교통	29.1franc/시	1.18
	독일	Dubernet. Ilka, Dubernet. Thibaut Jean Pierre. Axhausen. Kay W.(2017)	업무	승용차	532.80€/시	1.00
				대중교통	389.40€/시	0.73
	네덜란드	Kim (2013)	업무	승용차	26.25€/시	1.00
				대중교통	19.00€/시	0.72
	김경현(2017)		업무	승용차	21,876원/시	1.00
				대중교통	5,016원/시	0.23
	KDI(2021)		업무	승용차	22,502원/시	1.00
				대중교통	-	-
	본 연구		업무	승용차	31,064원/시	1.00
				대중교통	26,850원/시	0.86

본 연구는 전국 지역간 통행이 아닌 수도권 통행자의 통행 자료를 이용하였기에 실질적으로 수도권 통행 특성을 반영한 결과라 할 수 있다. 또한 본 연구는 기존 연구의 교통존과 교통모형으로 추정된 통행정보가 아닌 통행이 이루어진 정확한 좌표를 기준으로 실제 교통수단의 운행 정보를 제공하는 첨단교통자료를 활용하였기에 보다 정확하고 현실적인 자료를 기반으로 통행시간가치를 산정하였다고 생각한다.

이에 본 연구는 수도권 통행 특성을 보다 정확하고 현실적으로 반영한 결과라 생각하며 향후 수도권에서 보다 합리적으로 적용할 수 있는 기준 및 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

제2절 정책제언

본 연구는 수도권 통계자료와 통행자료, 첨단교통정보를 기반으로 수도권 통행시간가치를 산정하였기에 수도권 통행 특성을 보다 정확하고 현실적으로 반영한 결과라 할 수 있고 이러한 결과를 바탕으로 다음과 같은 정책제언을 하고자 한다.

1. 수도권 통행 특성을 반영한 통행시간가치 적용

연구의 수도권 통행시간가치는 기존 연구의 결과보다는 상당히 증가한 것으로 나타났다. 이는 첫째, 수도권의 소득 수준 증가로 인하여 업무 통행시간가치가 증가하였기 때문이다. 둘째, 수도권은 삶의 질 향상과 이동의 가치 증가로 업무와 비업무의 통행시간가치가 큰 차이가 없어 비업무 통행의 통행시간가치가 높아졌기 때문이다. 셋째, 수도권의 대중교통수단과 개인교통수단에 대한 통행시간가치의 차이가 크지 않아 대중교통수단의 통행시간가치가 높기 때문이다. 통행시간가치는 교통정책 결정을 위한 중요한 기초자료로 활용되고 있다. 특히, 교통시설 투자 사업의 타당성 분석에서 통행시간절감 편익을 산정하는 데 있어서 중요한 영향을 미치게 된다. 즉, 수도권의 교통시설 투자에 따른 사회경제적 효과가 지금까지 고려되었던 것보다 더 높을 수 있다는 것이다. 이에 수도권 현실에 맞는 통행시간가치를 반영하여 수도권 교통시설 투자 사업을 보다 형평성 있고 합리적으로 평가할 필요가 있다고 생각한다.

2. 대중교통 중요성 증가에 따른 투자 및 활성화 정책 필요

연구에서 수도권 대중교통의 통행시간가치가 기존 연구보다 높고 승용차와 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 수도권 통행자의 소득 수준과 삶의 질이 향상됨에 따라 대중교통이 과거와 같이 단순히 이동을 위한 저렴한 수단이 아니라 다양한 목적으로 양질의 서비스를 제공해야 하는 중요한 수단이 되었다는

것을 의미한다. 본 연구에서 산정된 대중교통 통행자의 통행시간가치가 적지 않기에 대중교통 투자에 따른 효과도 지금까지 고려됐던 것 보다 더욱 크다고 할 수 있다. 결국, 대중교통 투자에 대한 당위성 및 타당성이 높아 졌다고 할 수 있을 것이다. 수도권외의 경우, 대중교통 수단의 중요성이 증가하고 투자에 대한 사회경제적 효과가 크다고 할 수 있어 대중교통에 대한 투자 및 활성화 정책이 더욱 필요하다고 할 수 있다.

3. 광역 통행을 고려한 수도권 통행시간가치 활용

수도권 통행은 98%가 수도권 내에서 통행이 이루어지고 있으며 도로와 철도 등 대중교통이 유기적으로 연결되어 하나의 생활권으로 광역 통행이 이루어지고 있다. 본 연구는 경기도와 수도권의 통행시간가치를 구분하여 산정하였는데 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 경기도와 수도권의 통행시간가치는 현황을 파악하고 지역 간 지표로서 활용이 가능할 것이라고 판단된다. 하지만, 실제 수도권 통행은 시도의 구분없이 광역적으로 이루어지고 있기 때문에 정책적으로 활용함에 있어서는 수도권 전체의 통행시간가치를 활용하는 것이 합리적일 것이다.

4. 통행 특성 변화를 고려한 보완 연구 수행

본 연구는 코로나19의 영향 기간인 2021년 통행조사 자료를 활용하여 연구를 수행하였다. 6년마다 시행되는 국가 차원의 전국통행조사가 코로나19 영향에도 2021년에 시행되었다. 이 기간에는 불필요한 통행이 자제되었고 개인교통수단의 이용 수요가 높은 반면 대중교통수단의 이용 수요는 낮았다. 개인교통에 비하여 대중교통에 대한 효용이 낮고 대중교통 통행시간과 통행비용에 대한 수요 및 효용의 탄력성이 낮았음에도 불구하고 본 연구의 대중교통 시간가치가 기존 연구보다 높게 나타났다. 하지만 이 기간의 통행은 통행자들에게 중요한 통행에 대해서 주로 이루어져 통행시간가치가 상대적으로 높게 산정될 가능성도 있다고 생각한다. 따라서

본 연구의 결과는 향후 보완조사와 지속적인 연구를 통해 검증이 필요하며 변화를 검토할 필요가 있다고 생각한다.

참고문헌

- 고용노동부(2011~2021). “사업체노동력조사”.
- 국토교통부 등(2021). 『2021년 수도권 여객 기·종점통행량(O/D)조사 및 현행화 공동사업』.
- 국토교통부(2022). 『교통시설 투자평가지침 (7차)』.
- 국토교통부 등(2022). 『2022년 수도권 여객 O/D 전수화 공동사업』.
- 김경현 등(2017). “수도권 통행 특성을 고려한 통행시간가치 산정 연구”, 『대한교통학회지』, 35(6), 481-498.
- 김설주 등(2014). “수요추정을 위한 유료도로 통행료의 통행시간가치 산정에 관한 연구”, 『국토연구』, 37-47.
- 산업통상자원부. 『2020년도 에너지총조사보고서』.
- 이장호(2012). “지역간 여가통행의 시간가치 산정 연구”, 『대한교통학회지』, 30(6), 59-70.
- 이훈기 등(2003). “시장분할기법을 이용한 통행시간가치 산정에 관한 연구: 수도권지역의 승용차 운전자를 중심으로”, 『국토연구』, 147-161.
- 이혜승, 이희연(2009). “서울시 대중교통체계 개편 이후 통근 교통수단 선택의 차별적 변화”, 『대한지리학회지』, 44(3), 323-338.
- 조남건(2001). “우리나라 지역간 통행의 시간가치 산출연구”, 『국토연구』, 3, 25-38.
- 통계청(1997~2022). “소비자 물가조사”.
- 통계청(2011~2021). “운수업 통계조사”.
- 한국교통연구원(2017). 『전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측』.
- 한국교통연구원(2016). 『전국 여객기종점통행량 조사』.
- 한국개발연구원(2008). 『도로 철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 보완 연구(제5판)』.
- 한국개발연구원(2012). 『예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구』.
- 한국개발연구원(2021). 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 도로·철도부문 연구』.
- 한국은행(2011~2021). “기업경영분석”.

한국철도시설공단(2016). 『철도 투자평가제도 개선 연구』.

Louviere, J. J., Hensher, D. A., & Swait, J. D. (2000). "Stated choice methods: analysis and applications", Cambridge university press.

McFadden, D. (1977). "Quantitative methods for analyzing travel behaviour of individuals: some recent developments".

U.S Department of Transportation(2016). *2016 Revised Value of Travel Time Guidance*.

U.K traffic analysis guidance(2022). *Transport analysis guidance*.

Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2012). *Research on the time value of road transportation*.

Claude Weisa, Matthias Kowaldb, Antonin Danaletc, Basil Schmid, Milenko Vrtica, Kay W. Axhausen, Nicole Mathysc(2021). "Surveying and analysing mode and route choices in Switzerland 2010-2015", Swiss Confederation Federal Office for Territorial Development ARE, 1-12.

Germany Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure(2016). *The 2030 Federal Transport Infrastructure Plan*.

Dubernet. Ilka, Dubernet. Thibaut Jean Pierre. Axhausen. Kay W.(2017). "Comparing short- and long-term values of travel time savings derived from a joint modelling framework", Institute for Traffic Planning and Transport Systems, 1-17.

The Swedish Transport Administration(2023). *Analysis method and social economics calculation values for the transport sector: ASEK 7.1*.

Kim (2013). "The social value of shorter and more reliable travel times", Mobility Policy Institute, Ministry of Infrastructure and Water Management, 1-37.

[웹사이트]

경기도청. "<https://www.gg.go.kr/contents/contents.do?cidx=629&menuId=2344>"

(2023.04.10. 검색).

네이버블로그. “<https://blog.naver.com/gneoybtak/223163313407>” (2023.09.25. 검색).

서울교통공사. “<http://www.seoulmetro.co.kr/kr/page.do?menuidx=354>”
(2023.04.10. 검색).

오피넷. “<https://www.opinet.co.kr>” (2023.04.10. 검색).

인천버스정보. “<https://bus.incheon.go.kr/bis/fare.view>” (2023.04.10. 검색).

한국교통안전공단 자동차주행거리통계. “<https://kosis.kr>” (2023.04.10. 검색).

한국전력 사이버지점. “<https://cyber.kepco.co.kr>” (2023.04.10. 검색).

Abstract

The value of travel time(VOT) refers to the monetary value that a traveler is willing to pay for the travel time required for travel. VOT continues to change as travel characteristics and travel behavior change. In addition, the VOT of the transportation modes used by traveler can vary greatly depending on the travel time value of the traveler, the purpose of the trip, the number of repeat passengers, etc.

VOT is used as important basic data for determining transportation policies, such as analyzing the effects of transportation SOC projects and introduction of transportation modes, analyzing the travel behavior of passengers, and fare levels for transportation facilities & modes. In particular, VOT can be said to be an essential element in calculating travel time reduction benefits from transportation facility investment projects such as roads, railroads, and airports, and has the most decisive influence in determining the economic feasibility of transportation facility investment projects. However, The VOT in the metropolitan area of most existing studies was analyzed based on travel between regions across the nationwide, so there are bound to be limitations in reflecting the travel characteristics of the metropolitan area. Compared to regions across the nationwide, the metropolitan area has a high level of traffic congestion, a high level of public transportation supply and service, and therefore a high public transportation usage rate. In addition, the travel characteristics, such as the purpose of travel, are different, and the characteristics of the travelers, such as income and economic activities, are different.

Accordingly, the purpose of this study was to calculate reasonable VOT for representative transportation modes such as auto, buses, subways, and trucks in the metropolitan area, focusing on Gyeonggi-do. For this

purpose, unlike previous studies, VOT that could better reflect the reality of the metropolitan area were calculated based on metropolitan area statistical data and travel survey data. First, the VOT of traveler in the metropolitan area was calculated according to the transportation modes and trip purpose. The VOT of drivers by transportation mode was calculated by applying the wage rate method, and the VOT of traveler by transportation mode was calculated by applying the marginal substitution rate.

The VOT for work and non-work, leisure, general trip purposes on personal transportation in the metropolitan area are calculated as 31,064 won/hour·person, 25,631 won/hour·person, 24,127 won/hour·person, 26,758 won/hour·person. In addition, the VOT for work and non-work, leisure, general trip purpose on public transportation in the metropolitan area is calculated as 26,850 won/hour·person, 20,966 won/hour·person, 19,814 won/hour·person, 21,937 won/hour·person.

Next, by applying the existing guidelines and methods of related research, the VOT based on transportation mode was calculated considering business and non-business trip. The VOT of transportation modes in the metropolitan area was calculated as 32,725 won/hour·vehicle, 356,254 won/hour·vehicle, 24,932 won/hour·vehicle, and 21,083 won/hour·person for auto, bus, truck, and subway.

The VOT of this study was calculated to be relatively high compared to the results of previous studies, and the VOT of other trip purposes was also calculated to be relatively high compared to work trip. These results are believed to reflect the characteristics of travel in the metropolitan area more realistically because this study used travel data of a large number of metropolitan area traveler. It is expected that the results of this study can be used as standards and basic data that can be more reasonably applied to the metropolitan area in the future. In addition, this study used traffic survey data from 2021, the period

affected by COVID-19. Accordingly, it is believed that VOT may have been calculated high because the trips are mainly important to travelers. Therefore, the results of this study need to be verified through future supplementary surveys and continuous research, and there is a need to review changes.

Keyword Metropolitan Area, Value of Travel Time, Trip Purpose, Transportation Mode