

..... 연구총서 2007-07 ..

## 교통혼잡비용 추정방법 개선

Improvement of the Estimation Method for Traffic Congestion Costs

..... 조한선 · 박인기 · 이동민 · 박준석 .....



## 서 문

---

교통혼잡비용은 교통혼잡으로 인한 개인 및 사회적 손실의 규모를 파악함으로써 교통혼잡이 국가경제에 미치는 영향을 가늠케 하는 근거 자료로 사용되고 있으며, 또한 교통정책 입안자가 효율적인 교통정책을 수립·평가하는데 있어 유용한 근거 자료로 활용되고 있습니다. 이에 교통혼잡비용은 본 연구원에서는 1992년 ‘교통혼잡비용 예측 연구’를 시작으로 매년 추정되어 왔으나, 이용 가능한 데이터가 극히 제한적이었던 시기에 정립된 추정방법을 현재 그대로 사용함으로써 매년 유사한 문제가 제기되고 있어 이의 개선이 필요하게 되었습니다.

본 연구보고서에서는 기존 방법의 개선을 통해 보다 신뢰성 있고 객관적인 교통혼잡비용을 추정하기 위한 새로운 방법을 개발하였고, 개선된 방법으로 2005년도 교통혼잡비용을 재추정하여 기존 방법과의 비교·분석을 통한 새로운 방법의 적용 가능성을 검증하였습니다. 앞으로는 새롭게 개선된 방법에 의해 교통혼잡비용을 추정함으로써, 교통혼잡비용이 교통혼잡을 완화하기 위한 정책대안 수립, 교통시설 투자의 타당성 및 투자재원의 효율적 배분 등의 판단에 보다 객관적이고 현실적인 기초자료로써 활용될 수 있기를 기대합니다. 마지막으로, 본 연구의 결과가 관계·산업계·학계 등 교통관계자

여러분께 유용한 기초 자료로 활용되기를 바라면서 본 연구의 수행  
에 도움을 주신 관계자 여러분께 감사의 뜻을 전합니다.

2007년 12월

한국교통연구원

**원장 김 병 진**

# 목 차

---

표 목 차 .....	vii
그림목차 .....	xi
요 약 .....	xiii

## 제1장 서 론 ..... 1

- 제1절 연구의 배경 및 목적 / 1
- 제2절 연구의 범위 및 수행방법 / 4
- 제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성 / 6

## 제2장 교통혼잡비용의 개념정립 ..... 11

- 제1절 교통혼잡비용의 개념 / 11
- 제2절 교통혼잡비용의 구성요소 / 17
- 제3절 교통혼잡비용 추정방법 고찰 / 28
- 제4절 기존 방법의 문제점 / 32

<b>제3장</b>	<b>외국의 교통혼잡비용 추정 사례</b>	<b>45</b>
제1절	미국 / 45	
제2절	일본 / 57	
제3절	캐나다 / 60	
제4절	사례 종합 및 시사점 / 64	
<b>제4장</b>	<b>교통혼잡비용 추정 방법의 개선</b>	<b>67</b>
제1절	교통혼잡비용 추정방법의 개선방향 / 67	
제2절	지역간 도로 / 69	
제3절	도시부 도로 / 78	
<b>제5장</b>	<b>개선된 추정방법의 적용 및 비교</b>	<b>93</b>
제1절	지역간 도로 / 93	
제2절	도시부 도로 / 99	
제3절	기존방법과의 비교 및 적용가능성 검토 / 112	
<b>제6장</b>	<b>결론 및 정책제언</b>	<b>121</b>
제1절	결론 / 121	
제2절	정책제언 / 127	
<b>참고문헌</b>		<b>145</b>
<b>부 록</b>		<b>149</b>
<b>Abstract</b>		<b>155</b>

## 표목차

---

<표 1- 1> 본 연구의 필요성 .....	3
<표 1- 2> 본원과 경기개발연구원의 연구 결과 비교(1999년 수도권 교통혼잡비용) .....	8
<표 1- 3> 교통혼잡비용 산출에 관한 기관별 연구 내용 비교 .....	9
<표 1- 4> 선행연구와의 차별성 .....	10
<표 2- 1> 차종별 운전자의 시간당 인건비 .....	19
<표 2- 2> 차종별 시간당 감가상각비 .....	20
<표 2- 3> 차종별 시간당 보험료 .....	21
<표 2- 4> 차종별 시간당 제세공과금 .....	22
<표 2- 5> 연도별 고정비의 원단위 값 종합비교표 .....	23
<표 2- 6> 차종별 속도-연료소비모형 .....	25
<표 2- 7> 통행목적별, 차종별 시간가치비용 .....	28
<표 2- 8> 경부고속도로의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교 .....	35
<표 2- 9> 일반국도의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교 ·	36
<표 2-10> 지방도의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교 ·	37
<표 2-11> 일반적인 지체함수와 KTDB의 지체함수( 2005년)의 파라미터 사용결과 비교 .....	39

<표 2-12> 기존 방법에서의 혼잡기준속도와 선정기준 .....	40
<표 3- 1> 비용관련 상수 .....	47
<표 3- 2> 미국의 교통혼잡비용 추이(1982~2003년) .....	55
<표 3- 3> 교통 현황(평일 12시간 조사) .....	58
<표 3- 4> 혼잡도별 도로연장 현황(평일 12시간 조사) .....	58
<표 3- 5> LOS별 연료소모량 .....	62
<표 3- 6> 캐나다 9대 도시의 교통혼잡비용(2002년 가격 기준) .....	63
<표 3- 7> 해외사례 비교 종합 .....	64
<표 4- 1> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 추정에 있어서 개선효과 .....	70
<표 4- 2> 통행비용함수의 파라미터 값을 수정하기 위한 국내 연구 .....	72
<표 4- 3> 2005년 기준 O/D 및 네트워크를 통한 파라미터 정산 결과(고속국도, 일반국도, 지방도) .....	72
<표 4- 4> 지방지역 및 도시지역의 설계서비스 수준 .....	74
<표 4- 5> 고속도로 기본 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 .....	74
<표 4- 6> 고속도로 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 .....	75
<표 4- 7> 다차로 도로 유형구분 .....	76
<표 4- 8> 다차로 도로 서비스수준 .....	76
<표 4- 9> 2차로 도로의 서비스수준 .....	77
<표 4-10> 제안하는 교통혼잡기준속도와 그 선정기준 .....	78
<표 4-11> 간선도로의 도로구분에 따른 기능적 분류 .....	81
<표 4-12> 도로구분과 도로여건에 따른 간선도로 유형 .....	81
<표 4-13> 도시별 일반도로 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용 (기존 방법) .....	83
<표 4-14> 도시별 일반도로 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용 (개선된 방법) .....	85



<표 4-15> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 추정에 있어서 개선효과 .....	88
<표 5- 1> 고속국도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터 .....	95
<표 5- 2> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(고속국도) .....	95
<표 5- 3> 고속국도의 노선별 혼잡비용 산출결과 .....	96
<표 5- 4> 일반국도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터 .....	97
<표 5- 5> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반국도) .....	98
<표 5- 6> 지방도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터 .....	98
<표 5- 7> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(지방도) .....	99
<표 5- 8> 서울시 도로현황 .....	100
<표 5- 9> 서울시 차로수별 도로현황 .....	101
<표 5-10> 차로수별 실 연장 및 조사연장 .....	101
<표 5-11> 부산시 일반도로, 부산시 자동차전용도로, 서울시 자동차전용도로 및 서울시 일반도로의 6시간 평균속도대 시간대별 속도 비율 및 비교 .....	103
<표 5-12> 차로수별 승용차 교통혼잡비용 .....	104
<표 5-13> 차로수별 버스 교통혼잡비용 .....	104
<표 5-14> 차로수별 화물차 교통혼잡비용 .....	104
<표 5-15> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로) .....	105
<표 5-16> 서울시 자동차전용도로 현황 .....	106
<표 5-17> 서울시 관내 통과 고속국도 현황 .....	107
<표 5-18> 5개 자동차전용도로의 평일 연평균 24시간 속도 .....	108
<표 5-19> 5개 자동차전용도로의 평일 연평균 24시간 교통량 ..	109
<표 5-20> 1일 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율과 1일 평균속도 대 시간대별 속도 비율 .....	110
<표 5-21> 자동차전용도로(올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도로)의 교통혼잡비용 .....	111

<표 5-22> 자동차전용도로(남부순환로, 서부간선도로 및 동부간선도로)의 교통혼잡비용 .....	111
<표 5-23> 자동차전용도로의 교통혼잡비용 .....	111
<표 5-24> 서울시 전체 도로의 교통혼잡비용 .....	112
<표 5-25> 2005년 고속국도의 교통혼잡비용의 비교 .....	113
<표 5-26> 2005년 일반국도의 교통혼잡비용의 비교 .....	113
<표 5-27> 2005년 지방도의 교통혼잡비용 .....	114
<표 5-28> 기존방법과 개선된 방법과의 교통혼잡비용 비교 .....	115
<표 5-29> 도시별 일반도로연장 및 조사 연장 .....	117
<표 5-30> 방법별 도시별 교통혼잡비용 .....	118

## 그림목차

---

<그림 1- 1> 연구수행과정 .....	6
<그림 2- 1> 교통혼잡으로 인한 자중손실 .....	13
<그림 2- 2> 내부화된 혼잡비용 .....	15
<그림 2- 3> 교통공학적 의미의 혼잡비용 .....	17
<그림 2- 4> 교통혼잡비용의 구성 요소 .....	18
<그림 2- 5> 기존의 연료소모곡선과 새로운 연료소모곡선의 차이 (승용차) .....	26
<그림 2- 6> 기존 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정 방법 .....	30
<그림 2- 7> 기존 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정 방법 .....	32
<그림 2- 8> 경부고속도로 평균 시간대별 교통량 비율의 지역별 차이 .....	34
<그림 2- 9> 경부고속도로 평균 시간교통량의 지역별 차이 .....	35
<그림 2-10> 일반국도 평균 시간대별 교통량비율의 지역별 차이 ·	36
<그림 2-11> 일반국도 평균 시간교통량의 지역별 차이 .....	36
<그림 2-12> 지방도 평균 시간대별 교통량의 지역별 차이 .....	37
<그림 2-13> 지방도 평균 시간교통량의 지역별 차이 .....	37
<그림 2-14> 1992년 도로용량편람에서의 고속국도 교통량·평균통행속도의 관계 .....	41

<그림 2-15> 2001년 도로용량편람에서의 고속국도 교통량-평균통행속도의 관계 .....	41
<그림 3- 1> 교통혼잡비용 크기 .....	46
<그림 3- 2> 상시지체시간 추정을 위한 계산과정 .....	49
<그림 3- 3> 도시규모별 교통혼잡비용 변화 추이 .....	56
<그림 3- 4> 손실추정의 과정 .....	59
<그림 3- 5> 혼잡비용의 크기 .....	61
<그림 4- 1> 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정절차 .....	70
<그림 4- 2> 자유속도별 양방향 2차로 도로에서의 교통량과 평균통행속도의 관계 .....	77
<그림 4- 3> 개선된 교통혼잡비용 추정 방법의 절차 .....	88
<그림 4- 4> 시간대별 교통량 추정 절차 .....	91
<그림 4- 5> 시간대별 속도 추정 절차 .....	92
<그림 5- 1> 경부고속도로 전구간의 평균 시간대별 교통량 .....	94
<그림 5- 2> 일반국도 전구간의 평균 시간대별 교통량 .....	97
<그림 5- 3> 지방도의 시간대별 교통량 .....	99
<그림 5- 4> 서울시 자동차전용도로, 부산시 일반도로 및 부산시 자동차전용도로의 속도분포 .....	102
<그림 5- 5> 부산시 일반도로, 부산시 자동차 전용도로, 서울시 자동차전용도로 및 서울시 일반도로의 6시간 속도분포 .....	103

## 요 약

---

### 1. 서론

교통혼잡비용은 교통혼잡을 완화하기 위한 정책 대안 수립 및 교통시설 투자의 타당성·경제성 분석을 위한 기초자료로서 활용도가 매우 높기 때문에 교통혼잡비용의 보다 정확한 산출은 매우 중요하다. 이러한 교통혼잡비용은 1992년 우리 연구원에서 “교통혼잡비용 예측 연구”를 시작으로 매년 추정되고 있으며, 이용 가능한 데이터가 극히 제한적이었던 시기에 정립된 추정방법론을 현재에도 그대로 사용함으로써 매년 유사한 문제점이 제기되고 있으나 개선되지 않아 이의 개선이 필요한 실정이다.

본 연구의 목적은 기존 방법론 개선을 통해 보다 신뢰성 있는 교통혼잡비용을 산정하기 위한 새로운 방법론 개발하고 개선된 방법론을 이용하여 2005년도 교통혼잡비용을 재 산정하여 과거 방법론과의 비교 분석하고 함에 있다.

본 연구는 우선적으로 교통혼잡비용 추정과 관련한 국내·외 사례를 보다 정밀하게 비교·검토하고, 현재 취득 가능하고 지속성이 유지되는 자료 범위의 구체화 및 현재의 추정방법론을 개선할 수 있는 대안을 수립한다. 그리고 개발된 교통혼잡비용 추정 방법에 의해 2005년도 혼잡비용을 재 산정함으로써 과거방법론과 비교 분석함으로써 본 연구를 통해 개선된 교통혼

잡비용 추정방법을 검증하고자 한다.

2005년 교통혼잡비용 재추정의 공간적 범위는 지역간 도로의 경우 전국 고속국도, 일반국도 및 지방도이며, 도시부 도로의 경우는 서울특별시를 비롯한 6대 광역시를 대상으로 하고 시간적 범위는 우선적으로 2005년 단일시점을 기준으로 한다.

## 2. 교통혼잡비용 추정방법 고찰

### 가. 지역간 도로

지역간 도로의 교통혼잡비용을 산정하기 위한 기존 방법의 문제점은 크게 세 가지로 구분할 수 있다.

첫째, 차량의 운행시간을 산정함에 있어서 일평균교통량을 사용함으로써 각 시간대별로 발생하는 교통혼잡 상황을 반영하지 못하고 있다. 기존 방법에서는 일평균 교통량을 이용하여 교통혼잡비용을 추정하고 있고, 교통혼잡이 하루 중 10시간 동안 발생하는 것으로 보고 이를 바탕으로 총 일교통량의 60% 차량통행이 혼잡비용을 유발한다고 가정하여 교통혼잡비용을 산정하고 있다. 그러나 이 가정은 전국의 지역간 도로에 일률적으로 적용하기에는 문제가 따른다. 실제로 도로유형별, 교통량 조사지점별로 교통 패턴은 시간대에 따라 다양하게 나타나고 있다.

둘째, 차량운행시간을 계산하기 위해 사용되는 BPR 수식의 파라메타 조정이 필요하다. BPR 수식은 구간통행시간을 계산하기 위해 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 통행비용함수(VDF 함수)로 파라미터는 일반적으로  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 0.15와 4를 사용하고 있으나, 이는 국내 실정에 맞지 않는다고 지적되고 있고, 최근 국가교통 DB에서는 보정된 국가교통DB센터 VDF 자료를 제공하고 있으므로 이를 이용한 BPR 수식 적용이 필요하다.

셋째, 과거 교통패턴에 따른 혼잡기준속도를 적용하여 사용하고 있어 산

정된 혼잡비용실제 혼잡상황을 반영하지 못하고 있다. 기존 방법에서 사용하고 있는 혼잡기준속도는 1990년대 초반의 도로 및 교통상황을 반영하여 선정된 값으로 1992년 도로용량편람에서 제시하고 있는 서비스수준 C와 서비스수준 D에서의 교통특성을 이용하여 만들어진 기준이다. 그 후 도로 및 교통상황 그리고 운전자의 특성들이 변화되었고, 도로용량편람도 2001년에 새로운 기준들을 제시하고 있어 이에 대한 수정이 요구되고 있다.

## 나. 도시부 도로

도시부 도로의 교통혼잡비용은 서울특별시를 비롯한 7개 광역시를 대상으로 하며, 교통혼잡으로 인한 차량속도와 혼잡기준속도로 운행했을 때의 운행시간의 차이를 산출하고 이를 차종별 1대당 1일 운행거리와 도시별 차종별 차량등록대수를 적용하여 각 도시에 대해 교통혼잡으로 발생한 추가적인 운행시간을 추정한다. 기존 도시부 도로의 교통혼잡비용을 추정하기 위한 혼잡기준속도는 서비스 수준 D를 기준하여 결정하고 있는데, 이 서비스수준에 해당하는 각 도로유형별 혼잡기준속도는 상이하나, 자료취득의 어려움으로 인해 27km/h를 도시부 혼잡기준속도로 설정하여 사용하고 있다.

교통혼잡시간대는 오전 Peak 07:30~09:00, 생활시간대 09:00~18:00, 오후 Peak 18:00 ~20:00, 총 12시간 30분으로 이는 전체 교통량의 76.3%에 해당한다고 간주하고 있다. 이와 같이 계산된 차량의 추가된 운행시간을 화폐단위로 환산하기 위하여 시간가치, 연료소모모형 및 고정비의 원단위 값을 적용하여 도시부 도로의 교통혼잡비용을 추정한다.

도시부 도로의 교통혼잡비용을 산정하기 위한 기존 방법의 문제점은 크게 세 가지로 구분될 수 있다. 첫째, 도시별 관측된 교통량 대비 차종별 차량등록대수를 적용하여 교통혼잡으로 발생한 추가적인 운행시간을 추정하고 있다. 차량당 평균 지체시간과 등록차량대수를 곱함으로써 총 지체시간을 추정하고 있는데, 총 지체시간을 추정하기 위해서는 차량당 평균 지체시

간과 총 교통량을 곱하여야 하나, 총 교통량 수집이 사실상 어려워 등록대수를 교통량이라 가정하는 방법론을 이용하고 있다.

둘째, 등록된 차량의 1일 평균 주행거리를 이용하여 교통혼잡비용을 추정하고 있다. 혼잡비용 추정을 위해서는 교통량의 주행거리가 필요한데, 기존 방법론에서 등록차량의 1일 평균 주행거리를 사용함으로써, 혼잡비용을 추정하는 데 있어서 과대 추정의 개연성이 존재한다. 가로별로 실측 교통량뿐만 아니라 가로별 노선 연장을 이용한 주행거리 추정이 필요할 것이다.

셋째, 도시 내 지역별 그리고 도로유형별 차이를 고려하지 못하고 동일한 속도를 이용하여 혼잡비용을 추정하고 있다. 도시별로 평균통행속도는 침두시 및 비침두시의 도심 및 외곽지역으로 구분하여 조사하고 있으나, 기존 방법론에서는 이의 단순한 산술평균을 이용하여 평균통행속도를 구하고 있다. 외곽지역의 높은 속도와 도심지역의 낮은 속도의 산술평균값이 도시의 대표 속도로 사용되고 있으므로, 혼잡비용을 추정하는 데 있어서 과소 추정의 개연성이 존재한다. 또한 가로의 양방향 평균속도와 1일 평균속도를 이용함으로써 역시 혼잡비용을 과소 추정하게 될 개연성이 존재한다.

### 3. 교통혼잡비용 추정 방법의 개선

#### 가. 지역간 도로

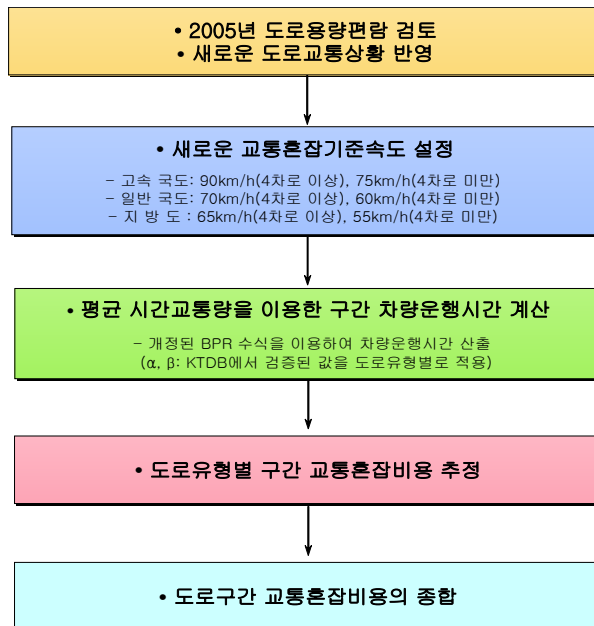
본 연구에서는 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법의 문제점들을 해결하기 위해서 크게 세 가지의 개선 방안을 마련하였다. 첫째, 교통혼잡기준속도를 90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고 실질적인 교통혼잡상황을 반영할 수 있도록 재선정하였다. 둘째, 일교통량을 대체하여 시간대별 교통량을 이용한 고속국도의 혼잡비용을 추정할 수 있는 방법을 마련하였다. 셋째, 운행시간계산을 위해 사용되는 BPR 식 파라메타( $\alpha$ ,  $\beta$ )는 국가교통DB에서 2007년 7월에 배포한 파라메타를 사용하였다. <그림 1>은 개선



된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법의 절차를 보여주고 있다.

**<표 1> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 산정에 있어서 개선효과**

구분	개선 내용	개선 효과
1	시간대별 교통량 이용	10시간의 혼잡시간대와 총 차량의 60%가 혼잡비용을 유발한다는 가정을 배제함으로써 실질적인 각 도로구간의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
2	BPR 식 파라메타 수정	보다 현실적인 통행시간을 계산하기 위해 기존방법에서 사용 중인 파라메타( $\alpha=0.14, \beta=4$ )를 2005년 국가교통DB에서 재 산정한 값을 적용함
3	교통혼잡기준 속도 재설정	90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고, 실질적인 교통혼잡상황을 고려할 수 있음



**<그림 1> 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정절차**

1) 시간대 교통량 이용 지역간 도로의 혼잡비용 추정

일교통량에서 시간교통량 사용으로 전환함으로써, 기존 방법에서 사용한

교통혼잡시간대에 대한 가정을 더 이상 사용할 필요가 없어졌고, 침두시간대 교통상황과 밤 시간 등과 같이 교통혼잡이 전혀 발생하지 않는 시간대의 교통상황을 반영한 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 되었다.

### 2) 국가교통DB에서의 통행비용함수 파라메타 사용

지방도를 제외한 전국의 고속국도와 일반국도를 대상으로 국내 교통특성을 반영한 국가교통DB 통행비용 함수의 파라미터가 수정되어 배포된 상태 이어서, 본 연구에서는 기존방법에서 사용한 값보다는 현재 수정 및 보완된 국가교통 DB에서 배포된 통행비용함수 파라미터를 이용하여 구간별 통행시간을 계산하여 교통혼잡비용을 추정하게 되었다.

### 3) 혼잡기준속도 수정

본 연구에선 2005년 도로용량편람에서 설명하고 있는 교통량-속도의 관계를 반영하여 교통혼잡 기준속도를 다음과 같이 규정하고자 하였다.

**<표 2> 제안하는 교통혼잡기준속도와 그 선정기준**

도로 유형	차로수	기준속도 (km/h)	선정 기준
고속 국도	4 이상	90	양방향 4차로 이상의 고속도로의 설계속도를 100km/h정도로 가정할 때 이상적인 4차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 97km/h이나 엇갈림 및 램프구간에서는 더 낮은 값임.
	2	75	양방향 2차로 고속도로는 현재 동해고속도로의 일부구간과 88고속도로 구간에만 존재하고, 이들 도로의 설계속도는 80km/h임. 이상적인 2차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 78km/h이고, 엇갈림 및 램프구간에서는 더 낮은 값임.
일반 국도 (지방도)	4 이상	70 (65)	양방향 4차로 이상의 일반국도 및 지방도의 설계속도를 80km/h 이상으로 가정할 때 이상적인 4차로 이상의 도로에서의 최대속도는 87km/h이고 유형별 다차선도로의 서비스 수준 C의 차량속도 경계 값은 53km/h에서 76km/h 사이로 분포되고 이는 도로유형 및 신호등 교차로의 밀도에 따라 다르게 나타나고 있음
	2	60 (55)	양방향 2차로 도로 중 유형 II도로는 설계속도가 80km/h 미만으로 이들 도로의 서비스 수준 C에서의 차량속도는 약 55km/h 이하임

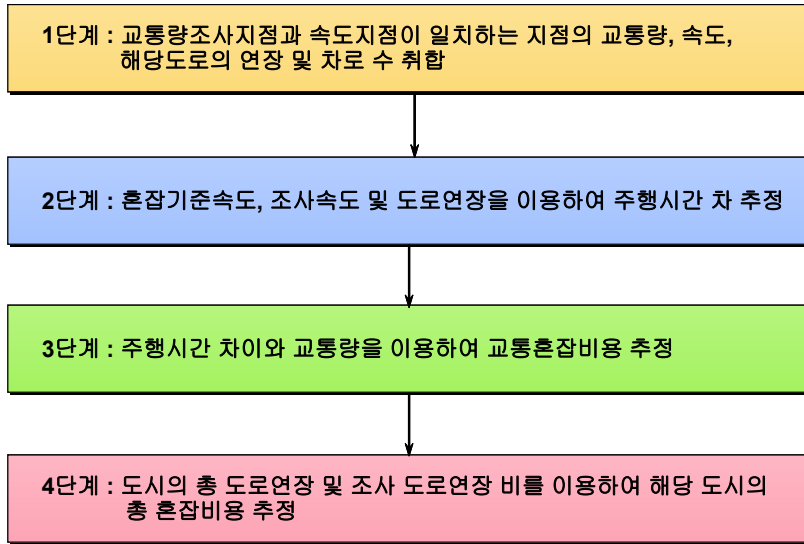
## 나. 도시부 도로

도시부 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 개선하기 위해 본 연구에서 고려중인 주요개선사안들은 다음과 같고, <표 3>에서는 개선사안들에 의한 기대효과와 <그림 2>에서는 개선된 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정방법의 절차를 보여주고 있다.

- 해당 도시의 차량등록대수 대신에 도로별 시간대별 방향별 교통량 이용
- 해당 도시의 1년 평균 양방향 통행속도 대신에 도로별 시간대별 방향별 속도 이용
- 해당 도시의 등록차량 1일 평균 주행거리 대신에 도로 연장 이용
- 일반도로 및 자동차전용도로 구분

**<표 3> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 추정에 있어서 개선효과**

구분	개선 내용	개선 효과
1	도로별 시간대별 방향별 교통량 이용	해당 도시의 총 등록차량의 76.3%가 혼잡비용을 유발한다는 가정을 배제하고, 기존의 차량등록대수 대신에 도로별 시간대별 방향별 교통량을 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
2	도로별 시간대별 방향별 속도 이용	해당 도시의 1년 평균 통행속도대신에 도로별 시간대별 방향별 속도를 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
3	도로연장 이용	해당 도시의 등록차량 1일 평균 주행거리 대신에 교통량 및 속도 조사구간의 도로연장을 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
4	일반도로 및 자동차전용도로 구분	일반도로와 자동차전용도로의 혼잡기준속도를 각각의 특성에 맞게끔 적용함으로써, 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정할 수 있음



<그림 2> 개선된 교통혼잡비용 추정 방법의 절차

위와 같은 과정을 거쳐 24시간 교통량과 속도자료를 추정한 후, 1일 교통 혼잡비용은 다음과 같은 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{1일 혼잡비용} &= \sum_i^T \sum_j^R \sum_k^H \text{차종별 구간별 시간대별 교통량}_{ijk} \times \\
 &[\text{차종별 유류비}_i \times \text{구간거리}_j \times \max(\text{운행속도 연료소모량}/\text{km}_{ij} \\
 & - \text{기준속도 연료소모량}/\text{km}_{ij}, 0) + (\text{시간당 운행비}_i \\
 & + \text{차종별 평균시간가치비용}_i) \times (\text{운행시간}_j - \text{기준운행시간}_j)]
 \end{aligned}$$

여기서

$i$ : 차종( $i$  = 승용차, 버스, 화물차)

$j$ : 구간( $j$  = 1,...도시별 분석 가로 수)

$k$ : 시간대( $k=0, \dots, 23$ )

기존 방법과 비교해서 가장 큰 차이점은 해당 도시의 대표 도로를 선정하여 각 도로에 대한 방향별, 시간대별 교통량 및 속도를 이용한다는 것이다.

#### 4. 개선된 추정방법의 적용 및 비교

##### 가. 지역간 도로

본 연구에서는 개선된 교통혼잡비용 추정방법에 대한 활용 가능성을 평가하기 위해서 기존방법으로 산정된 2005년 지역간 도로의 교통혼잡비용과 비교하였다. 개선된 방법을 통해 교통혼잡비용을 산정하기 위해 필요한 각 변수들의 계수는 기존방법과 동일하게 사용하였고, 본 연구에서 수정·보완한 부분들에 대해서만 새로운 값을 적용하여 값을 산출하였다.

고속국도의 경우 <표 4>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통행비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에 비해 약 80% 정도의 값이 추정되었다. 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 고속국도의 교통혼잡비용은 2조 3천억 원으로 기존방법에 의해 산출된 값과 거의 일치하는 것으로 나타났다.

**<표 4> 2005년 고속국도의 교통혼잡비용의 비교**

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교(%)
기존방법( $\alpha=0.15, \beta=4$ )		851,6	10,941	3,337	22,793	-
본 연 구	시간교통량 사용	5,570	9,301	3,391	18,262	0.80
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	7,236	12,227	3,594	23,055	1.01

일반국도의 경우 <표 5>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통

행비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에 비해 약 96% 정도의 값이 추정되었고, 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 고속국도의 교통혼잡비용은 5조 원정도로 기존방법에 의해 산출된 값에 비해 약간 작은 것으로 나타났다.

**<표 5> 2005년 일반국도의 교통혼잡비용의 비교**

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교(%)
기존방법( $\alpha=0.15, \beta=4$ )		27,910	11,113	12,236	51,259	-
본 연 구	시간교통량 사용	21,844	10,673	16,859	49,377	0.96
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	22,415	10,850	16,860	50,247	0.98

지방도의 경우 <표 6>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통행 비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에 비해 약 82% 정도의 값이 추정되었고, 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 지방도의 교통혼잡비용은 1.4조 원 정도로 기존방법에 의해 산출된 값에 비해 약간 작은 것으로 나타났다.

**<표 6> 2005년 지방도의 교통혼잡비용 비교**

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교(%)
기존방법( $\alpha=0.15, \beta=4$ )		5,388	8,987	2,551	16,925	-
본 연 구	시간교통량 사용	3,630	8,163	2,075	13,868	0.82
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	3,603	7,969	2,001	13,572	0.80

## 나. 도시부 도로

기존 방법에서의 7대도시의 총 교통혼잡비용은 <표 7>에서 보듯이 14조 5,643억 원인 반면, 개선된 방법에 의한 교통혼잡비용은 14조 4,460억 원으로 추정되어, 약 0.8% 감소한 것으로 나타났다. 도시별로 기존방법에 의한 값보다 높거나 낮게 추정되었으며, 7대 도시 전체의 혼잡비용이 기존방법보다 낮게 추정된 것은 기존방법에 포함되어있는 승용차의 고정비를 개선된 방법에서는 제외시키고 또한 연료소모모형을 교체함에 따라 나타난 결과로 볼 수 있으며, 개선된 방법에 승용차 고정비를 포함시키고 기존의 연료소모모형을 적용하였을 경우, 기존보다 약 4.9% 증가 한 것으로 나타나 7대 도시 전체의 혼잡비용은 약간 증가한 것으로 나타났다. 업데이트된 연료소모모형을 사용함으로써, 기존의 연료소모모형을 사용하였을 경우의 승용차 고정비를 제외한 총 교통혼잡비용은 14조 7,956억 원보다 약 2.4% 적게 나오게 되는데, 이는 실제로 차량의 성능이 우수해 지면서 발생한 교통혼잡비용의 감소분이라 할 수 있을 것이다.

**<표 7> 기존방법과 개선된 방법과의 교통혼잡비용 비교**

(단위: 억 원, %)

구분	기존방법 (a)	개선된 방법 (b)	변화율 (a, b)	도시별 비율
서울	60,190	61,014	1.4	42.2
부산	34,799	32,167	-7.6	22.3
대구	11,846	11,396	-3.8	7.9
인천	17,468	19,735	13.0	13.7
광주	7,229	7,883	9.0	5.5
대전	10,344	8,918	-13.8	6.2
울산	3,767	3,346	-11.2	2.3
계	145,643	144,460	-0.8	100

부산시와 대구시의 경우 기존방법과 비교해서 개선된 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용은 각각 약 7.6%, 3.8%로 비교적 적게 감소하였으나, 대전

시의 경우는 13.8%, 울산시의 경우는 약 11.2%로 부산시와 인천시에 비해 크게 감소하였다. 한편 서울시, 인천시 및 광주시의 경우는 기존방법과 비교해서 개선된 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용이 각각 약 1.4%, 13.0%, 9.0% 증가하였다. 도시별로 교통혼잡비용이 기존방법에 비해 증가 또는 감소하였는데, 이는 기존 방법에서 이용한 도시별 차량등록대수와 및 1일 평균주행 거리로 설명될 수 있을 것이다.

또한 각 도시별로 조사된 도로연장 대비 총 연장 비율이 다를 뿐만 아니라, 조사된 도로가 각 도시를 대변할 수 있는 성격의 도로라고 할 수 있는가라는 의문이 남아있는 상태에서 기존 방법과의 차이는 당연히 발생할 수 있을 것이다. 그러므로 개선된 방법에서는 도시의 총 도로 중 일부 교통량과 속도가 조사되는 구간만을 선정하여 교통혼잡비용을 추정한 후 이를 총 도로연장과 조사연장 비율을 이용하여 증가시키므로, 조사된 도로의 연장 및 교통상황이 매우 중요하다고 할 수 있을 것이다.

#### 다. 적용가능성

개선된 방법에 의해 추정한 2005년도 지역간 도로의 교통혼잡비용은 기존 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용과 유사하게 추정되어 개선된 방법을 향후 교통혼잡비용 추정에 적용하여도 크게 무리가 없을 것으로 판단된다. 과거 교통혼잡비용 추이분석 상의 연속성에는 제한적일 수 있지만, 과거 추정된 교통혼잡비용에 비해서 보다 구체적인 자료를 이용하고 변화된 교통특성을 반영했다는 점에서 보다 현실적인 교통혼잡비용이라 할 수 있기 때문에, 향후 교통혼잡비용을 추정하는 경우에 본 연구에서 제안하고 있는 방법을 사용하는 것을 제언한다.

개선된 방법에 의해 추정한 2005년도 도시부 교통혼잡비용이 기존의 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용과 도시별로는 다소 차이가 있으나, 도시부 도로 총량에서는 거의 비슷(약 0.8% 감소)하게 나타났다는 데 주목할 필요



가 있을 것이다. 도시별로는 10% 이상의 차이를 보이는 도시가 있지만, 보다 구체적인 자료를 이용하여 교통혼잡비용을 추정하였다는 측면에서 기존 방법보다는 현실적인 교통혼잡비용이라 할 수 있을 것이다. 또한 도시부 도로 총량에서의 차이는 승용차의 고정비 제외와 연료소모모형의 교체에서 비롯된 것이고 또 이러한 접근이 현실을 보다 정확하게 반영한 것이라 볼 때, 향후 교통혼잡비용 추정에 개선된 방법을 적용하여도 큰 무리는 없을 것이라 판단된다. 개선된 방법의 여러 가지 장점 중 가장 큰 장점이라 할 수 있는 각 도시의 대표 평균통행속도 대신에 가로별, 방향별 시간대별 통행속도를 이용함으로써 속도 추정 시 오차의 영향을 최소화시켰다는 것만을 고려해 보더라도, 향후 교통혼잡비용 추정에 개선된 방법을 적용하는 것이 바람직할 것이라 판단된다.

## 5. 결론

### 가. 연구결과 종합

#### 1) 지역간 도로

본 연구에서는 기본적으로 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정을 위한 기존방법을 준용하고 일부 수정하는 수준에서 개선방안을 마련하였다. 근본적으로는 도로구간별 통행속도를 이용하여 차량운행시간을 직접 계산할 수 있는 방법을 개발하는 것이 필요하나, 아직까지는 현실적으로 각 도로의 통행속도, 특히 시간대별 통행속도 자료를 구하는 것이 불가능하기 때문에, BPR 식을 이용하는 기존방법의 기본절차를 따르는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 또한 과거 추정결과와의 연속성을 배제할 수 없기 때문에 완전히 다른 방법으로 교통혼잡비용을 추정하는 것은 바람직하지 못한 것으로 판단되었으므로 본 연구에서는 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 근본적으로 개선하기보다는 보다 가용한 자료를 확대하고 계산절차를 보다 구체화하

여 추정된 교통혼잡비용이 좀 더 현실적인 결과가 되도록 하는 방향에서 교통혼잡비용 추정방법을 개선하였다.

개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법은 크게 세 가지로 분류하여 설명할 수 있다. 첫째, 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에서는 90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고, 실질적인 교통 혼잡 상황을 고려하여 교통 혼잡 기준속도를 재추정하여야 한다. 둘째, 실질적인 시간대 평균교통량을 사용함으로써, 교통 혼잡이 하루 중 10시간 동안 발생하고 총 일교통량의 60% 차량통행이 혼잡비용을 유발한다는 가정으로 인한 문제점들을 해결하여야 한다. 셋째, 국내의 교통상황을 반영할 수 있는 지체 함수식의 파라미터를 사용하여, 보다 정확성 높은 운행시간 추정방법을 이용하였다. 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 통해서 교통관련 기술의 개발에 따른 가용한 자료의 확대에 인하여, 교통혼잡비용 추정방법이 최초 개발되었던 시점에 비하여 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 되었고, 교통상황의 변화를 보다 구체적으로 반영할 수 있게 되었다. 이러한 개선된 방법에 의해 추정된 지역간 도로의 총 교통혼잡비용은 8조 6,874억 원으로 기존 방법론에서의 9조 977억 원보다 약 5% 정도 감소한 것으로 나타났다.

## 2) 도시부 도로

본 연구에서 제안한 개선된 방법은 기존의 교통혼잡비용 추정방법에서 사용하는 변수인 해당도시의 자동차 등록대수, 1일 평균주행거리 및 평균통행속도만으로는 해당도시의 교통혼잡비용을 추정하기에는 무리라는 취지에서 출발하였다.

기존 방법과의 가장 큰 차이는 자동차 등록대수, 1일 평균주행거리 및 대상 도시의 평균통행속도 대신에 각 가로의 방향별 시간대별 교통량 및 속도 자료와 각 가로의 연장을 직접 이용하였다는 것이다. 이렇게 혼잡비용 추정방법이 개선됨으로써 기존 방법에서의 문제점인 각 입력변수에 따른 혼잡비

용의 과대 및 과소 추정 요인을 어느 정도는 제거하였고, 또한 보다 구체적인 자료를 사용함으로써 추정된 혼잡비용의 현실성을 높일 수 있었지만, 각 도시의 가로들이 전수 조사되지 못하는 상황에서 조사된 도로의 대표성 문제라든지, 24시간 교통량 및 속도분포를 추정하기 위해 다른 도시의 분포를 적용했다든지 하는 문제는 여전히 논란의 소지가 있다. 이러한 문제들은 방법상의 문제라기보다는 자료의 부족으로부터 발생하는 문제로 개선된 방법에 의한 혼잡비용의 신뢰도를 높이기 위해 빠른 시일 내에 해결되어야 할 것이다.

개선된 방법에 의해 추정된 7대도시의 총 교통혼잡비용은 14조 4,460억 원으로 기존 방법에서의 14조 5,643억 원보다 약 0.8% 감소한 것으로 나타났다. 이것은 기존방법에 포함되어있는 승용차의 고정비를 개선된 방법에서는 제외시킴으로써 나타난 결과로 보이며, 개선된 방법에 승용차 고정비를 포함시킬 경우, 약 14조 9,322억 원으로 기존보다 약 2.5% 많게 나타났다. 도시별로 보면, 서울시의 경우는 기존방법에 비해 약 1.4% 증가한 것으로 나타나 거의 차이가 없었으며, 광주시 및 인천시의 경우 약 9.0% 및 13.0% 증가한 것으로 나타나 기존 방법과의 차이를 보였다. 나머지 도시들은 기존 방법에서 보다 혼잡비용이 감소하였는데, 대구시의 경우 3.8%로 비교적 적게 감소하였으나, 부산시의 경우 약 7.6%, 대전시의 경우 13.8%, 울산시의 경우는 약 11.2%로 대구시에 비해 크게 감소하였다. 이렇듯 도시별로 교통 혼잡비용이 기존방법에 비해 증가 또는 감소하였는데, 이는 도시별로 좀 더 구체적인 자료를 사용함으로써 발생한 것으로, 이러한 차이는 받아들일 만한 수준으로 판단된다.

혼잡기준속도의 민감도 분석에서 언급하였듯이, 개선된 방법에서 가장 두드러진 성과는 기존방법에서는 각 도시의 대표 평균통행속도가 혼잡비용 추정에 절대적인 영향을 미치지만, 개선된 방법에서는 가로별 통행속도가 이용됨으로써, 가로별 통행속도 추정 시 발생할 수 있는 오류가 해당 도시의 교통혼잡비용 추정치에 그다지 큰 영향을 미치지 않을 것이라는 것이다.

## 나. 본 연구의 한계성 및 향후 연구방향

### 1) 지역간 도로

본 연구에서 제안한 개선된 방법론은 기존 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에 비해 완전히 새로운 방법을 개발하기보다는 기존방법을 준용하여 일부 수정된 방법이다. 그로 인하여 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법은 몇 가지 한계점을 갖고 있다.

첫째, 교통혼잡비용은 혼잡시에 추가로 발생하는 통행시간에 따른 비용으로 실제 통행시간(통행속도)을 바탕으로 추정되어야 하지만, 현재 전국의 지역간 도로의 통행시간(통행속도) 자료를 확보할 수 없는 한계로, 통행시간을 추정하는 BPR함수를 이용하고 있고, 이에 따른 오차를 본 연구에서는 극복하지 못하였다.

둘째, BPR 함수의 파라메타는 국가교통 DB를 통해 정산된 값을 사용하고 있으나, 이 값은 매년 변동될 수 있는 값으로, 새로이 정산된 파라메타 값에 의해 전체 추세가 약간 변동될 수 있는 값이다.

셋째, 지역간 도로는 건설기술연구원에서 조사하고 있는 도로교통량조사 자료를 활용하고 있는데, 일반국도 대다수지점과 고속국도 및 지방부 모든 도로구간은 1년에 한번 이루어지는 인력식 조사에 의해 구축됨에 따라 그 정확성이 결여될 수 있고, 도로교통량자료의 정확성의 결여는 본 연구에서 추정하는 교통혼잡비용에 보다 크게 영향을 미칠 수 있다. 하지만, 이는 현재 전국 도로의 교통량자료 분석을 위한 유일한 자료이고, 교통혼잡비용은 그 자체 값으로의 의미보다는 과거추세로써의 의미가 중요한 만큼 이에 대한 정확성을 향후 연구를 통해 개선하는 것이 바람직하다.

### 2) 도시부 도로

개선된 방법에서는 도시의 가로별로 24시간 시간대별 교통량자료가 필요한데, 현재 24시간 시간대별 교통량자료가 있는 도로는 서울시 일반도로, 서

울시 자동차전용도로 및 대전시 일반도로뿐으로, 다른 도시의 가로들에 대해서는 제한된 자료를 이용하여 24시간 시간대별 교통량을 추정해야한다. 이때 사용된 대상도시의 교통량 분포가 어느 특정 도로의 교통량 분포와 동일하다는 가정은 각 도시의 교통특성을 고려할 때 무리일 수 있다. 이는 속도에 대해서도 마찬가지로 지적될 수 있다.

또한 개선된 방법에서는 교통량 및 속도가 조사된 도로에 대해서만 교통혼잡비용을 추정한 후 조사도로연장과 도시 전체의 도로연장과의 비율을 이용하여 그 도시의 총 혼잡비용을 추정하였다. 그러므로 도시별 도로연장이 상당히 중요한 변수로 역할을 하는데, 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장, 도로현황조서 및 지자체의 자체 자료의 내용이 서로 일치하지 않는 부분이 상당히 존재한다. 본 연구에서는 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하였지만, 보다 정확한 혼잡비용을 구하기 위해서는 보다 정확한 도로연장이 필요하다.

일관된 기준 및 지침 없이 도시별로 나름대로의 기준을 정해 놓고 교통량 및 속도를 조사함에 따라, 도시별로 조사된 도로의 연장이 다르고, 조사된 도로가 각 도시를 대변할 수 있는 성격의 도로라는 근거 제시가 사실상 어려우므로, 최대한 많은 도로를 조사하되 가능한 각 도시를 대변할 수 있는 도로를 선정해서 조사가 이루어지도록 해야 할 것이다.

#### 다. 정책제언

첫째, 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용을 포함하여 추정하는 것이다. 현재 추정하고 있는 교통혼잡비용은 평일의 일반적인 혼잡을 기본으로 하고 있다. 그러나 운전자들은 도로상에서 교통사고, 날씨, 집회 등으로 인한 교통혼잡을 흔히 경험하고 있으며, 또한 주말 연휴, 설·추석의 명절 연휴, 하계 휴가기간 등에 극심한 정체를 겪고 있다. 이와 같은 비 반복적 정체로 인한 교통혼잡비용의 규모는 상당할 것으로 추정된다. 따라서 단계적으로 계산이

가능한 범위 내에서 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용을 별도로 추정해야 할 것으로 판단된다. 단기적으로는 상시 교통량조사지점 자료 등을 이용하여 주말 또는 명절기간 동안의 교통혼잡비용을 개략적으로 추정하고, 장기적으로는 도로교통량조사 시스템, 한국도로공사의 OASIS(Operations Analysis & Supportive Information System), 국토 ITS 시스템, 그리고 각 도시에서 운영중인 교통정보센터 등에서 수집되는 자료를 이용한다면 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용을 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 교통혼잡비용 추정대상 범위를 확대하는 일이다. 현재의 교통혼잡비용 추정 범위를 확대하여 현재 도로부문에 국한해서 추정되고 있는 교통혼잡비용을 항공 및 철도부문으로 확대하여 추정·제공하고, 현재 7대 광역시급 도시에 한해 추정되고 있는 교통혼잡비용 추정 대상도시를 확대하여 도시의 교통서비스 수준 또는 환경친화성 등 도시별 비교·평가 등에 활용될 수 있도록 하여야 한다. 마지막으로 현재는 내부화된 혼잡비용만을 추정하고 있으므로 조속히 외부비용 추정기법을 개발하여 교통혼잡으로 인한 내부화된 혼잡비용과 외부비용을 모두 포함한 교통혼잡비용의 추정이 필요하다.

셋째, 화물의 시간가치를 계량화하여 교통혼잡비용 추정에 포함시키는 일이다. 현재 추정하고 있는 교통혼잡비용은 여객부문에 대해서는 시간가치비용과 차량운행비용이 모두 고려되고 있지만, 화물차에 대해서는 화물의 시간가치를 반영하지 않고 있어 다른 수단에 비해 상대적으로 과소평가될 수밖에 없다. 그리고 국가 물류비가 추정되고 있지만 이 또한 교통혼잡으로 인해 추가되는 부분에 대한 구분이 없이 추정되고 있는 실정이다. 따라서 화물의 시간가치 계량화가 시급히 이루어져 교통혼잡비용 추정시 화물의 시간가치를 반영토록 하여, 교통혼잡이 물류활동에 미치는 영향을 파악하고 이를 정책적으로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

넷째, 첨단교통시스템을 활용한 자료 수집체계 구축이 필요하다. 현재 교통혼잡비용을 추정하기 위해 사용되는 기초자료를 개선하기 위해 지역간 도로의 경우는 도로교통량조사 시스템과 한국도로공사 OASIS, 민자고속도로

관리시스템, 국도 ITS 시스템 등과의 연계를 통해 상시조사 자료 수집지점을 확대하고, 첨단교통시스템이 운영되지 않는 일부 국도 및 지방도에 대해서는 조사지점 및 조사횟수(평일과 주말조사 병행)를 확대할 필요가 있다. 그리고 도시부의 경우는 현재 서울시를 포함한 7대 광역시와 일부 도시에서 운영중인 교통정보센터를 통하여 교통혼잡비용 추정에 필요한 자료를 생성·제공하도록 하면 보다 정확한 교통혼잡비용이 추정될 수 있을 것이며, 추정대상도시를 점차 확대해 나갈 수도 있을 것으로 판단된다.

다섯째, 총 교통비용 개념을 도입하는 것이다. 교통비용이라 함은 개인이 직접 지출하는 차량비용, 대중교통요금, 유류비, 통행료, 세금, 혼잡으로 인한 시간비용, 환경비용, 사고비용 등 교통과 관련된 모든 비용을 말한다. 이러한 교통비용의 추정결과는 교통시설의 타당성 평가, 혼잡통행료나 대중교통요금과 같은 교통가격정책, 교통환경정책, 교통의 사회적 형평성 등 다양하게 활용될 수 있다. 현재 한국교통연구원의 교통혼잡비용, 교통사고비용, 그리고 환경정책평가연구원의 교통환경비용(2002년 일회 추정), 건설교통부에 의해 집계되고 있는 정부의 교통부문 지출현황, 통계청의 교통부문 가구 지출비용 등 교통비용이 산발적으로 추정되고 있으나, 아직 계량화 방법이 미흡하거나 계량화되지 않은 항목들도 있다. 따라서 장기적인 관점에서 교통관련 비용을 매년 추정·발표하여 이의 정책적 활용도를 높이는 것이 필요하다.





# 제1장 서론

## 제1절 연구의 배경 및 목적

### 1. 연구의 배경

경제발전과 소득향상에 따른 교통수요의 증가는 소음, 매연 등으로 인한 교통환경비용, 교통사고비용, 교통혼잡비용 등 사회적 비용 또는 외부 불경제의 증가를 초래하여 궁극적으로는 국가의 대외경쟁력 약화와 국민의 경제활동 및 실생활에 지대한 불편을 끼치고 있는 실정이다.

국민의 교통활동으로 인한 사회적 비용 중 교통혼잡비용은 차량들이 교통혼잡으로 인하여 정상속도 이하로 운행하게 됨으로써 추가적으로 발생하는 총체적인 비용을 말한다. 교통혼잡비용은 교통혼잡으로 인한 개인 및 사회적 손실의 규모를 파악함으로써 교통혼잡이 국가경제에 미치는 영향을 가늠케 하는 근거 자료를 제공하고, 교통혼잡을 완화하기 위한 정책대안 수립, 교통시설 투자의 타당성 및 투자재원의 효율적 배분 등을 위한 판단의 기초 자료로서 활용도가 매우 높기 때문에 교통혼잡비용의 정확한 산출은 매우 중요하다 할 수 있다.

교통혼잡비용은 우리 연구원에서 1992년 “교통혼잡비용 예측 연구”를 시작으로 매년 추정되고 있으나, 이용 가능한 데이터가 극히 제한적이었던 시

기에 정립된 추정방법론을 현재에도 그대로 사용함으로써 매년 유사한 문제가 제기되고 있어 이의 개선이 필요한 시점이다.

## 2. 연구의 목적

교통혼잡비용은 대상구간도로의 공간적, 시간적 범위, 추정방법과 다양한 가정 값들에 의해 영향을 받게 되어 분석자의 범위설정과 분석방법에 따라 산출된 혼잡비용도 차이를 갖게 된다. 그러므로 혼잡비용의 범위설정 및 분석방법은 객관적이고 합리적이어야 일관성 있는 교통혼잡비용을 산출할 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 기존 방법의 개선을 통해 보다 신뢰성 있고 객관적인 교통혼잡비용을 추정하기 위한 새로운 방법을 개발하고, 개선된 방법으로 2005년도 교통혼잡비용을 재추정하여 기존 방법과의 비교·분석을 통한 새로운 방법의 적용 가능성을 검증하는 데 있다. 또한 기존의 시설투자 위주의 교통정책에서 친환경, 형평성, 지속가능성 등을 중시하는 교통정책으로의 패러다임 변화를 반영한 교통혼잡비용의 정책적 활용방안과 이를 위한 향후 개선방안을 제시하고자 한다.

&lt;표 1-1&gt; 본 연구의 필요성

기관의 설립목적과 사회·정책적 요구	본 연구의 부합성
<p>▶ 기관의 설립목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 한국교통연구원의 설립목적           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통(물류)정책 기술을 연구/개발</li> <li>- 교통정책/기술에 관련된 국내/외 각종 정보의 수집/조사/분석/보급</li> <li>- 삶의 질 향상과 국가경쟁력 제고</li> <li>- 효율적이고 지속가능한 교통체계 추진정책을 제시</li> <li>- 교통관련 기초자료 구축/핵심기술 개발</li> </ul> </li> <li>● 연구실의 주요 업무           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로정책/계획의 수립과 타당성 평가</li> <li>- 교통안전정책/계획의 수립 및 안전기술연구</li> <li>- 첨단 및 환경친화적 도로교통기술 연구</li> <li>- 사회적 비용 등 도로교통 관련 통계 작성/분석</li> </ul> </li> </ul> <p>▶ 사회적 요구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 개인의 시간가치비용과 유류비 등의 증가에 따라 교통혼잡으로 인한 물질적 손실에 보다 민감해짐으로써 보다 합리적으로 교통혼잡비용을 추정할 수 있는 방법개발이 요구되고 있음</li> </ul> <p>▶ 정책적 요구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 각종 도로교통관련 정책 수립의 기초자료로 사용하는 교통혼잡비용이 현재 교통상황을 반영하고 첨단기술 개발에 따른 여건 변화를 반영하여 추정되도록 요구됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 과거 10여 년 동안 본원에서 추정해온 교통혼잡비용은 각종 교통정책 개발을 위한 기초자료로 활용되어오고 있고, 이를 보다 합리적으로 추정하기 위한 방법론을 개발하는 것은 본원의 설립목적과 부합됨</li> <li>● 본 연구실은 도로정책 및 계획 수립 그리고 교통혼잡비용과 사고비용 등의 도로교통 관련통계 작성 및 분석을 해오고 있음으로 교통혼잡비용의 추정방법을 개선하기 위해 적당함</li> <li>● 사회, 경제적으로 꼭 필요한 교통혼잡 완화 정책 수립을 위한 기초자료 제공</li> <li>● 교통혼잡 완화를 위해 꾸준히 노력하고 있는 정부의 정책개발에 기초자료를 제공해 준다는 측면에서 정부시책과도 부합됨</li> <li>● 건설교통부, 한국도로공사 및 각 지방자치단체 등의 유관기관과 업무협조가 용이하고, 그동안 관련연구를 지속적으로 수행한 본원에서 수행하는 것이 바람직함</li> </ul>
관련정책분야의 요구사항	본 연구주제의 시의성
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 교통혼잡비용은 교통혼잡으로 인한 개인 및 사회적 손실규모를 파악하여 국가경제에 미치는 영향을 분석하기 위해 활용되고, 교통혼잡을 완화하기 위한 정책대안 수립, 교통시설 투자의 타당성 및 투자재원의 효율적 배분 등을 위한 판단의 기초자료로서 활용도가 매우 높기 때문에 교통혼잡비용의 정확한 산출은 매우 중요함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 교통혼잡비용은 본 연구원에서 90년대 초반 이후 계속 추정해온 교통혼잡관련 사회·경제적인 지표임. 본 연구는 교통상황이 변하고, 각종 첨단기술 발전에 의해 가용한 자료의 범위가 넓어진 현 시점에서 이러한 자료를 활용하여 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정하기 위해 기존의 방법을 개선한다는 취지에서 시의적절함.</li> </ul>

## 제2절 연구의 범위 및 수행방법

### 1. 연구의 범위

#### 가. 공간적 범위

연구의 지역적 범위는 크게 전국의 고속국도, 일반국도 및 지방도로 구성된 지역간 도로와 서울특별시를 비롯한 광역시급 이상의 도시부 도로로 구분된다.

- 지역간 도로: 매년 교통량조사가 이루어지는 전국의 고속국도, 일반국도, 지방도 구간
- 도시부 도로: 서울특별시 및 광역시급 이상의 7대 도시

여기서 지역간 도로는 건설교통부에서 매년 조사하여 발표하고 있는 『도로교통량 통계연보』에 수록된 도로구간을 대상으로 하며, 도시부 도로는 매년 주요 가로 및 교차로에서 교통량 및 주행속도가 조사되어지고 있는 서울특별시를 포함한 광역시급 이상의 7대 도시를 대상으로 한정한다.

#### 나. 시간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 2005년 단일시점을 기준으로 하여 새로운 방법을 토대로 교통혼잡비용을 재추정하고, 이를 기존 방법에 의해 제시된 2005년 교통혼잡비용과 비교·분석하였다. 또한 교통혼잡비용을 구성하는 각 요소들의 원단위, 교통량 및 주행속도 자료 등 모든 요인들은 2005년 말 또는 2005년의 일정시점을 기준으로 하였다.

## 다. 내용적 범위

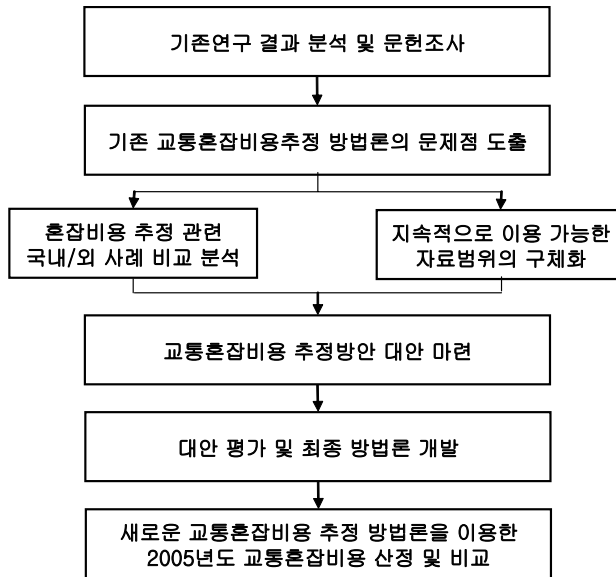
기존의 교통혼잡비용 추정 방법을 개선하고자 하는 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 연구의 내용적 범위는 다음과 같이 크게 6개 부문으로 구성된다.

- 1) 교통혼잡비용의 개념 정립
- 2) 교통혼잡비용 추정과 관련된 국내·외 사례 검토
- 3) 기존 교통혼잡비용 추정방법 고찰 및 문제점 분석
- 4) 교통혼잡비용 추정방법 개선방안 마련
- 5) 개선된 교통혼잡비용 추정방법 적용 및 기존 방법과의 비교·분석
- 6) 교통혼잡비용의 정책적 활용방안 및 향후 개선방안 제시

## 2. 연구수행방법

본 연구는 우선 교통혼잡비용에 대한 개념 정립과 함께 관련 국내·외 사례를 보다 정밀하게 비교·검토하여 기존 교통혼잡비용 추정방법의 문제점을 도출한 후, 현재 취득 가능하고 지속성이 유지되는 자료범위의 구체화를 통한 기존 추정방법에 대한 개선대안을 마련하였다. 이후 새로운 방법에 의해 2005년도 교통혼잡비용을 재추정하여 기존 방법과 비교·분석을 통하여 교통혼잡비용 추정을 위한 개선방안을 제시하였다.

이러한 일련의 연구수행과정은 <그림 1-1>과 같다.



<그림 1-1> 연구수행과정

### 제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

교통혼잡비용에 관한 연구는 국내·외적으로 많은 연구가 이루어져 왔으며, 특히 교통경제학자들에 의하여 이론이 정립되고 실증적인 사례연구가 진행되어 왔다. 교통혼잡비용 추정방법을 개선하기 위한 본 연구와 직접적인 관련이 있는 선행연구로는 아래와 같은 우리 연구원의 연구과제들이 있다.

- 1992년, 『교통혼잡비용 예측 연구』, 손의영, 모창환, 이희승, 주정열
- 1997년, 『교통혼잡비용의 구성요인과 추이분석』, 김동효, 안강기
- 1998년, 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구』, 김동효, 안강기
- 1999 ~2007년, 『전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』

『교통혼잡비용 예측 연구(1992)』에서 현재까지 사용하고 있는 교통혼잡비용 추정 방법론이 정립되었는데, 1992년 당시 이용 가능한 자료가 극히 미

진한 상황에서 정립된 방법으로 방법론 자체에는 문제가 없지만, 적용한 데이터에 대한 문제가 지속적으로 제기되어왔다. 또한 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구(1998)』에서는 기존의 문제점을 해결해 보고자 하는 차원에서 보다 경제학적인 관점에서 접근하여 지불의사비용곡선을 도출한 후 이를 이용하여 사례중심으로 교통혼잡비용을 추정하는 방법론을 개발하였다. 하지만, 전국적인 적용을 위한 데이터는 여전히 부족한 상황으로 실용화되지는 못하였다. 그 후 현재까지 교통혼잡비용 추정 방법 개선을 위한 연구는 별도로 수행된 것이 없으며, 기존의 방법을 이용해 오고 있는 실정이다.

교통혼잡비용 추정방법은 한국교통연구원에서 사용하고 있는 방법 이외에도 다양한 방법들이 제안되어오고 있다. 경기개발연구원(2000)과, 서울시정개발연구원(1994)이 한국교통연구원의 연구방식을 토대로 개발된 교통혼잡비용 산출방식을 적용하여 각기 경기도와 서울특별시의 교통혼잡비용을 산출·발표한 바 있다. 한국교통연구원의 방법은 관측된 차량교통량 자료를 사용하는데 비하여 경기개발연구원의 방법에서는 1999년도 수도권 O-D 자료와 교통계획모형을 사용하였다는 점에서 차별화되고 있다. 그러나 상이한 원단위 값 및 계산방식 등의 이유로 인하여 경기도의 교통혼잡비용을 한국교통연구원 방식으로 산출할 경우 경기개발연구원 방식에 비해 고정비 포함 시 약 1.8배 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 또한 서울시정개발연구원의 방법도 O-D 자료의 통행배정이라는 교통계획모형을 통하여 교통혼잡비용을 산출하고 있고, 특히 화물부문의 교통혼잡비용을 화물차의 ton·km당 운송비용으로 계산하고 있는 점이 다르다.

**<표 1-2> 본원과 경기개발연구원의 연구 결과 비교(1999년 수도권 교통혼잡비용)**

(단위: 억 원)

구 분	경기개발연구원		한국교통연구원방식의 적용		한국교통연구원	
	고정비 제외	고정비 포함	고정비 제외	고정비 포함	고정비 제외	고정비 포함
경기도	9,583	16,818	18,136	32,415	-	-
서 울	35,132	62,036	49,082	86,669	24,000	41,700

자료: 경기개발연구원, 『경기도지역의 교통혼잡비용 산정에 관한 연구』, 2000.

이렇듯 O-D 자료를 기본으로 교통계획모형을 활용·산출한 교통혼잡비용은 실제 관측교통량을 기반으로 교통혼잡비용을 추정하는 본 연구 방식에 의거 산출한 교통혼잡비용보다 40~50% 적은 규모로 산출·분석된다. 이러한 차이의 원인은 여러 가지가 있을 수 있으나 가장 주요한 원인은 개별 통행지구 내 통행(intra-zonal trip)을 무시하는 O-D 통행량 배정과정에서 발생한다고 볼 수 있다. 교통계획모형을 활용·산출한 교통혼잡비용은 근본적으로 본 연구의 방식에 의거 산출한 교통혼잡비용보다 항상 적은 규모로 산출될 수밖에 없다.

따라서 가로망에 통행하는 차량대수 및 속도를 일일이 조사하고 이를 일정한 기준속도(이상적인 통행여건 하에서 자유교통류 속도)와 비교하여 그 차이를 비용으로 산출하는 방식이 현실적으로 활용 가능하다면 가장 정확한 숫자를 제공할 수 있지만, 교통혼잡비용을 산출하기 위하여 매년 막대한 비용을 투입하여 개별 도로구간 전부를 조사할 수는 없으므로 그 차선책으로 도로교통량 통계연보를 활용하거나, 기종점통행량 자료를 활용한 교통계획적 분석방법을 활용할 수밖에 없는 것으로 분석된다. 국내에서 교통혼잡비용을 산출하는 대표적 기관들의 특징을 살펴보면 <표 1-3>와 같다.



&lt;표 1-3&gt; 교통혼잡비용 산출에 관한 기관별 연구 내용 비교

구 분	수행연구기관			
	한국교통연구원	경기개발연구원	서울시정개발연구원	
대상지역	· 전국 · 7대 도시	· 경기도 지역 내 시군	· 서울시내	
연구방법	혼잡기준속도	· 지역간: 3개 분류 · 도 심: 27km/h	· 지역간: 도로설계속도에 따라 구분 · 도심: 최대 통행속도 및 자유속도에 따라 구분	· 한국교통연구원 방식과 동일
	업무통행비율	· 수단별 업무통행비율 적용	· 시간대별 업무통행비율 적용	· 한국교통연구원 방식과 동일
	시간가치	· 수단별 일일 시간가치 적용	· 시간대별 업무통행비율 적용	· 한국교통연구원 방식과 동일
	분석대상기간	· 일일 분석 · 오전7시~오후7시 · 총 12시간	· 시간대별 분석 · 오전첨두 2시간 · 생활시간 8시간 · 오후첨두 2시간	· 한국교통연구원 방식과 동일
	교통혼잡비용계산방식	· 통계자료의 교통량 또는 차량보유대수에 의존하여 지역전체의 통행량을 추정하여 계산	· OD 자료의 통행배정(assignment)을 통한 link별 계산	· 통행목적별로 각 구의 통행 분포를 파악하여 계산(OD base)
기타사항	· 화물부문의 교통혼잡비용을 운전자의 인건비 시간비용으로 계산	· 한국교통연구원 방식과 동일	· 화물부문의 교통혼잡비용을 화물차의 톤·km당 운송비용으로 계산	

1998년 이후에도 지속적으로 이용 가능한 데이터의 종류 및 양이 증가하고 있어, 이의 적용가능성을 다시 한 번 검토해 볼 시기가 되었다. 본 연구에서는 1992년부터 현재까지 우리 연구원에서 추정하고 있는 전국 교통혼잡비용 추정 방법에 대한 재검토 및 현재의 가용한 데이터 적용을 통해서 교통혼잡비용 추정을 위한 새로운 방법을 개발하고자 한다. <표 1-4>는 기존 교통혼잡비용 관련 선행연구와 본 연구에 대한 차별성을 정리한 것이다.

&lt;표 1-4&gt; 선행연구와의 차별성

구분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요연구내용
주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 2002년 전국교통 혼잡비용 산출 및 추이분석</li> <li>- 과제명: 2003년 전국교통 혼잡비용 산출 및 추이분석</li> <li>- 과제명: 2004년 전국교통 혼잡비용 산출 및 추이분석</li> <li>- 연구자(연도): 교통개발연구원(매년)</li> <li>- 연구목적: 전국 지역간 도로 및 서울특별시를 비롯한 6대 광역시의 교통혼잡비용산출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역간 도로의 구간별 용량 추정 및 교통량 수집</li> <li>- BPR 공식을 이용한 총 통행 시간 추정</li> <li>- 도시부의 평균통행속도 수집 및 등록차량의 일일 평균 주행거리 수집</li> <li>- 도시부의 평균통행속도와 등록 차량의 일일 평균 주행거리를 이용한 평균 통행 시간 추정</li> <li>- 혼잡기준 속도로 주행 시의 통행시간을 추정 후 혼잡시간 산출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전국 지역간 도로(고속국도, 일반국도, 지방도) 교통혼잡비용산출</li> <li>- 서울특별시를 비롯한 6대 광역시의 교통혼잡비용산출</li> <li>- 지역간 도로 및 도시부 도로의 교통혼잡비용 추이 분석</li> </ul>
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: The 2005 Urban Mobility Report</li> <li>- 연구자(연도): Texas Transportation Institute 등 (2005)</li> <li>- 연구목적: 85개 대도시의 교통혼잡비용 산출하고, 교통혼잡비용 완화방안 제시 및 효과 측정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상시지체 추정</li> <li>· 통행량 및 도로의 특성 수집</li> <li>· 침두시간 동안의 통행 분리</li> <li>· 혼잡시간대 추정</li> <li>· 도로구간의 혼잡도 추정</li> <li>· 각 그룹의 속도 평균</li> <li>· 속도와 통행량을 이용한 지체 추정</li> <li>- 돌발상황 관련 지체 추정</li> <li>- 연간 개인당 지체 추정</li> <li>- 통행률 지표 추정</li> <li>- 통행시간지표 추정</li> <li>- 승용차 지체비용 추정</li> <li>- 승용차 연료비용 추정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 85개 대도시의 교통혼잡비용 산출</li> <li>- 교통혼잡의 원인 및 문제점 분석</li> <li>- 교통혼잡비용 완화방안 제시 및 효과 측정</li> <li>- 교통혼잡비용 추이 분석</li> </ul>
폐연구		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 교통혼잡비용 추정 방법론 개선을 통한 보다 신뢰성 있는 새로운 교통혼잡비용추정 방법론 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 혼잡비용 추정과 관련한 국내외 사례를 보다 정밀하게 비교·검토</li> <li>- 현재 취득 가능하고 지속성이 유지되는 자료범위 파악</li> <li>- 이를 통해 현재의 추정방법론을 개선할 수 있는 대안 수립 및 새로운 방법론 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재의 교통혼잡비용 추정 방법론에 대한 문제점도출</li> <li>- 각 문제점에 대한 개선대안 검토</li> <li>- 국외 교통혼잡비용 추정사례 및 국내 적용 가능성 검토</li> <li>- 교통혼잡비용 추정방법론 선정(지역간 도로, 도시부 도로)</li> <li>- 교통혼잡비용 추정을 위한 각종 원단위 재검토</li> <li>- 장기적인 관점에서 개선방안 제시</li> </ul>

## 제2장 교통혼잡비용의 개념정립

일반적으로 교통혼잡비용은 차량들이 도로상에서 교통혼잡으로 인하여 정상속도 이하로 운행하게 됨으로써 추가적으로 발생하는 총 비용을 말한다. 이러한 교통혼잡비용은 교통혼잡으로 인하여 발생하는 추가적인 비용의 범위, 대상도로의 범위, 추정방법 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받게 되며, 그 차이 또한 크게 날 수 있다. 따라서 본 장에서는 우리 연구원에서 기존에 발표했던 교통혼잡비용 및 본 연구에서 추정하고 있는 교통혼잡비용의 개념과 혼잡비용의 범위, 그리고 추정과정을 정리하였다.

### 제1절 교통혼잡비용의 개념

#### 1. 경제학적 의미에서 본 교통혼잡비용

경제학적인 의미에서 볼 때 교통혼잡비용은 어느 한 차량의 도로 진입으로 인한 교통혼잡이 그 도로를 이용하는 제3자 모두에게 발생하지만 이에 대한 책임을 지지 않기 때문에 발생하는 사회비용(Social Cost)으로 ‘교통혼잡에 따른 자중 손실(External Cost or Deadweight Loss)’과 운전자가 혼잡으로 인한 책임이 본인에게 있다고 생각하지는 않지만 교통혼잡으로 인한 지체를

감내하는 ‘내부화된 혼잡비용(Internalized Congestion Cost)의 크기’의 두 가지로 정의될 수 있다<sup>1)</sup>.

### 가. 교통혼잡에 따른 자증 손실

경제학적 의미의 교통혼잡은 Mohr(1976), Mills(1989) 등에 의해 이론적으로 정립된 혼잡통행료의 개념에서 찾아 볼 수 있다. 도로연장의 총 길이를  $h$  km, 모든 차량의 운행거리를  $x$  km, 1km운행하는 드는 비용을  $c(x)$ 라 하면 자동차의 밀도는  $x/h$ 이고 모든 차량의 통행비용은  $x \cdot c(x)$ 가 된다. 도로에서의 운행길이가 길어지면 자동차의 밀도는 증가하고 운행속도는 감소하여 운행비용  $c(x)$ 는 증가하게 된다. 각 운전자는 단위 km당 운행비용  $c(x)$ 를 이미 알고 있어 자동차 운행이  $c(x)$ 보다 가치가 있다고 평가될 때 도로에 진입한다. 그러나 추가적인 자동차의 진입은 기존의 모든 차량의 속도를 감소시켜 모든 다른 도로 사용자의 비용을 증대시킨다. 따라서 추가적 운행의 한계비용은 특정 운전자의 개별비용 뿐만 아니라 다른 모든 운전자에게 미치는 추가적 비용을 포함한다. 이를 달리 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{dc}{dx} = c + x \frac{dc}{dx} \quad (1)$$

여기서  $c$ 는 개인의 사적 한계비용(Private Marginal Cost, PMC)이고  $x \frac{dc}{dx}$ 는 다른 모든 도로사용자의 비용증가분을 나타내는 한계외부비용(Marginal Externl Cost, MEC)이다. 도로에서 통행료를 징수하지 않는다면 차량운행의 적정수준을 넘게 되고 이에 따라 개인들의 지불의사액을 초과하는 사회적 비용(Social Marginal Cost, SMC)을 유발시켜 사회 전체적으로 비용이 늘어나게 된다.

$$PMC = c(x) < c(x) + cdc/dx = PMC + MEC = SMC \quad (2)$$

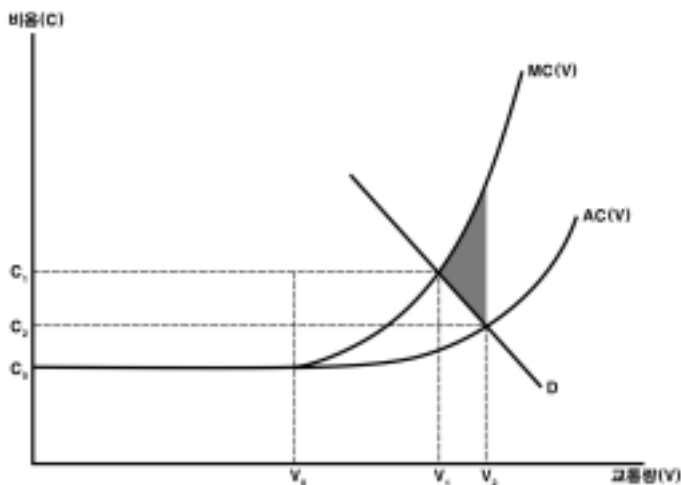
1) 김성수, 『1998; 서울시 교통혼잡비용 추정의 개선방향에 관한 연구』, 서울시정개발연구원, 2003.

그런데 도로사용자는 자신의 한계편익(Marginal Benefit, MB)이 한계비용과 일치 될 때까지 도로를 사용하게 된다. 그리고 이때의 한계편익은 그의 사회적한계편익(PMB)인 동시에 사회적 한계편익(SMB)이기도 하다. 그 결과 다음과 같은 관계가 성립한다. 결국 사회적 한계비용이 사회적 한계편익보다 크기에 자원배분이 비효율성이 초래되어 시장의 실패가 발생한다.<sup>2)</sup>

$$SMB = PMB = PMC < SMC \quad (3)$$

<그림 2-1>에 의하면 현실에서 발생하는 교통량은 수요곡선에 의해서 산출된 지불의사비용(Willingness to Pay) 곡선 D와 평균비용곡선(AC)이 만나는 지점에서 결정된다. 평균비용곡선은 특정 구간을 통과하는 교통량이 증가함에 따라 증가하는 곡선으로 다음의 식과 같이 도로용량(K)과 교통량(V)의 함수로 정의된다.

$$AC = F(V, K) \quad (4)$$



<그림 2-1> 교통혼잡으로 인한 자증손실

2) 주학중 외, 『무질서의 경제적 비용에 관한 연구』, 한국개발연구원, 1995.

한편 혼잡이 발생하는 시점에서 새로운 차량 한 대가 추가적으로 도로에 진입했을 때 현재 도로상을 운행하고 있는 전체 차량의 운행속도를 저하시킴으로써 전체 차량의 운행비용을 추가적으로 증가시키게 된다. 이러한 추가운행비용을 한계비용(Marginal Cost)이라 하며 이는 다음의 식과 같이 정의된다.

$$MC = \frac{\delta AC(V)V}{\delta V} \quad (5)$$

한계비용은 차량운행비용과 같이 일정 교통량에 도달하게 될 때까지는 차량의 통행수요보다 적으나 교통량이 증가함에 따라 점차 증가하는 곡선 형태를 나타낸다. 경제학적 의미의 혼잡비용은 한계비용이 한계편익(수요곡선)보다 많은 지점에서부터 발생하며, 현재의 교통수요까지 추가로 지불하는 비용의 합계를 의미하는데 후생손실이 발생한다고 하여 자중손실이라 불린다. 혼잡비용(CC)은 <그림 2-1>의 음영부분과 같이 한계편익을 나타내는 지불의사비용(D)과 교통량의 변화에 따른 평균비용함수(AC), 이에 따른 한계비용함수(MC)가 만드는 곡선에 의하여 결정되며 이는 다음과 같은 식으로 계산된다.

$$\begin{aligned} CC &= \int_{V_1}^{V_2} [MC(V) - D(V)] dV \\ &= V_2 AC(V_2) - V_1 AC(V_1) - \int_{V_1}^{V_2} D(V) dV \end{aligned} \quad (6)$$

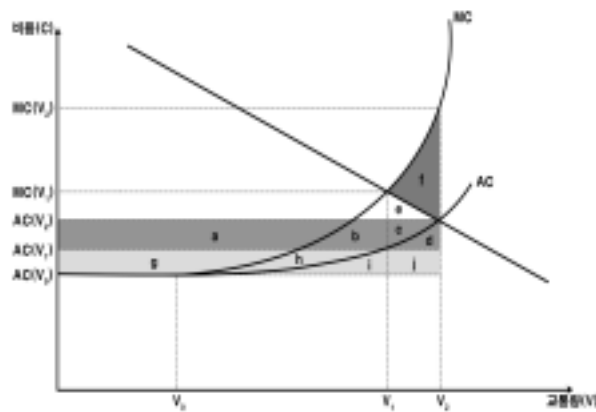
따라서 교통혼잡에 따른 자중손실의 크기는 <그림 1-1>의 음영부분의 면적과 같다.

#### 나. 내부화된 혼잡비용

외부효과는 자신의 경제활동과정에서 다른 경제 주체의 효용이나 생산에

의도하지 않은 영향을 미치는 현상을 말하며, 교통혼잡으로 인해서 발생하는 외부효과는 외부불경제에 해당한다. 교통혼잡비용을 ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 내부화된 외부효과의 크기’라고 한다면 도로상을 주행하는 차량이 설정된 기준속도 이하로 운행하게 될 때 혼잡이 발생하는 것으로 간주하되 이에 따른 추가 비용은 운전자들이 감내하는 것으로 이해된다. 이러한 차원에서 교통의 외부효과는 일부분 내부화되기 때문에 환경이나 소음 등에 의한 외부효과와는 차이가 있다<sup>3)</sup>.

교통혼잡으로 인한 내부화된 외부효과의 크기는 <그림 2-2>와 같이 시장균형 교통량인  $V_2$ 가 관찰시점의 속도로 운행할 때 소요되는 총비용과 기준속도로 운행할 때 소요되는 총비용간의 차이로 정의할 수 있다. 이때 기준속도를 교통량  $V_0$ , 즉 혼잡이 발생하지 않을 때의 운행속도로 설정하면 외부비용의 크기는  $a+b+c+d+g+h+i+j$ 의 면적이 된다. 이와 달리 기준속도를  $V_1$  비용에서의 속도로 설정하면 외부비용의 크기는  $a+b+c+d$ 의 면적이 된다<sup>4)</sup>. 그림에서  $a+b+c+d$ 의 면적이 내부화된 외부비용이라면  $f$ 는 순수한 외부비용이라 할 수 있다.



<그림 2-2> 내부화된 혼잡비용

3) *Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada*, Canada Department of Transportation, 2006

4) 김성수, “교통혼잡비용의 이론적 정립과 사용방안에 대한 소견”, 『월간교통』, 1998.

## 2. 교통공학적 의미의 교통혼잡비용

교통공학적 의미의 교통혼잡비용은 경제학적 교통혼잡비용의 ‘내부화된 외부효과’를 측정하는 방법과 상당히 유사하다. 일반적으로 평균비용곡선의 구성은 교통혼잡이 발생하는 시점 전에도 운전자가 차량을 운행하면서 들어가는 인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금 등의 고정비용과 연료소모비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등의 운행비용과 마지막으로 운전하는 데 들어가는 시간비용으로 구성되어 있다. 이때 시간비용은 BPR 식에서 유도되는 비용의 크기와 같고 평균비용곡선을 구성하는 타비용은 일반적으로 BPR 식에서 추정된 시간비용을 기초로 해서 추정하는 것이 일반적으로 통용되는 교통혼잡비용 추정방식이다.

공학적 의미의 교통혼잡비용은 도로의 물리적 특성에 기초해서 혼잡을 정의한다. 따라서 공학적인 정의는 실제 측정된 교통량은 도로의 용량을 감안하여 통행속도로 변환되고 이때 BPR식과 같은 교통공학의 이론식이 적용된다. 도시의 특성과 가로의 특성에 따라 관계식에서 사용하는 파라미터 값은 변하지만 공학적으로 측정된 교통량을 비용으로 환산하는 데 가장 일반적으로 쓰이는 함수식이라는 것에는 의문의 여지가 없다(식 7 참조).

$$T = T_0 [1 + \alpha (V/C)^\beta] \quad (7)$$

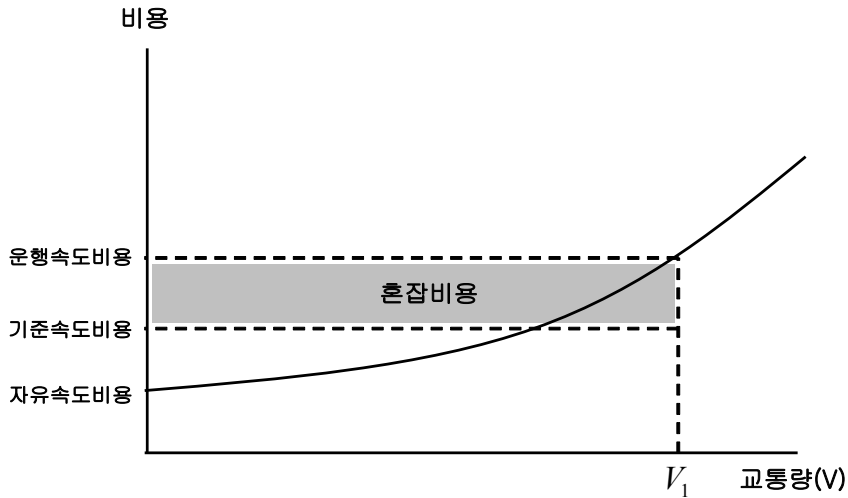
여기서 T: 교통량(V)에 따른 통행시간,  $T_0$ : 자유속도에 의한 통행시간,

C: 해당구간의 교통용량,  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 매개상수임

BPR 식에 따르면, 일정구간의 도로용량이 일정할 때 교통량이 증가하면, 밀도가 증가하고, 통행시간은 늘어나게 되고, 일정한 기준치 이상이 늘어나게 되면 이때부터 교통혼잡비용을 발생시키는 시간지체가 시작된다고 판단한다. <그림 2-3>은 BPR 함수 곡선으로 관찰된 운행속도비용과 기준속도비



용의 차이에 의해 혼잡비용이 추정됨을 나타낸다.



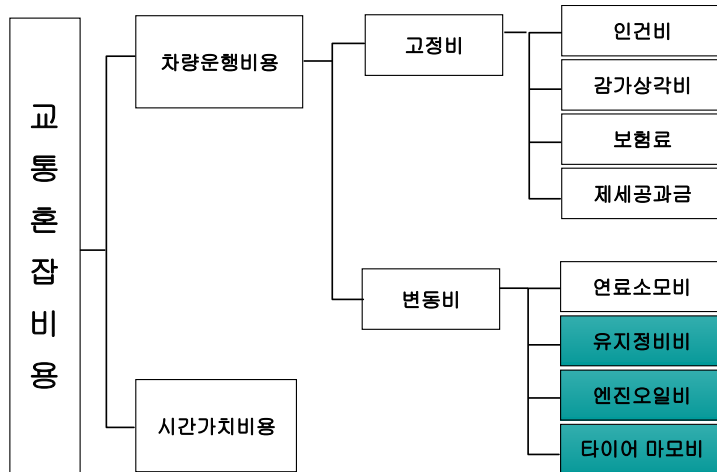
<그림 2-3> 교통공학적 의미의 혼잡비용

## 제2절 교통혼잡비용의 구성요소

교통혼잡비용 구성 요소의 구분에 있어 현재까지 국내에서 수행된 대부분의 연구들은 『교통혼잡비용 예측 연구(교통개발연구원, 1992)』에 수록된 혼잡비용 구성 요소를 적용하여 설정하고 있으며, 본 연구에서도 이를 수용하였다.

일반적으로 교통혼잡비용은 크게 차량운행비용과 시간가치비용으로 구분되며, 차량운행비용은 다시 고정비와 변동비로 구분된다. 고정비에는 운전자의 인건비, 차량의 감가상각비, 보험료, 각종 제세공과금 등이 있고, 변동비에는 연료소모비와 차량의 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등이 있으나, 실제로 연료소모비를 제외한 나머지 항목들은 계산하기가 곤란하므로 혼잡비용의 산출에 있어 이들 항목은 제외된다. 다음의 <그림 2-4>은 교통

혼잡비용을 구성하고 있는 요소들을 나타내고 있다.



주: ■ 부분은 실제 혼잡비용 계산에서 제외되는 항목임.

<그림 2-4> 교통혼잡비용의 구성 요소

본 절에서는 각각의 항목에 대한 간단한 설명과 2005년도 교통혼잡비용을 추정하기 위해 기존 방법론에 적용되었던 값들을 검토하고자 한다.

## 1. 차량운행비용

차량운행비용은 고정비와 변동비로 구분되며, 이들 각 항목들은 분석 기준년도에 대한 각 항목의 시간당 금액인 원단위 값으로 산출된다. 차량운행비용 중 고정비용은 교통혼잡 발생유무와 관계없이 일정하게 지출되는 비용이다.

## 가. 고정비

### 1) 인건비

인건비는 운전자의 1인당 월평균 급여로서 업무용 승용차, 소형 버스, 소형 화물차는 『2005 건설교통 통계연보(건설교통부, 2006)』의 전 산업 월평균 급여 및 근로시간 자료를 토대로 산출하였으며, 대형 버스와 화물차의 경우는 버스조합 및 화물차 연합회를 통하여 월평균 급여 및 근로시간 자료를 수집 적용하였다. <표 2-1>은 차종별 운전자의 평균 임금 및 시간당 인건비를 제시하고 있다.

**<표 2-1> 차종별 운전자의 시간당 인건비**

구 분	평균 임금 (원/월)	월평균 근로시간 (시간/월)	시간당 인건비 (원/시)
승용차	2,404,385	195.1	12,323.9
택시	2,334,624	197.6	11,814.9
소형 버스	2,404,385	195.1	12,323.9
대형 버스	2,698,690	235.0	11,483.8
- 시내	2,868,847	225.0	12,750.4
- 시외	2,286,585	234.0	9,771.7
- 고속	2,940,639	246.0	11,953.8
화물차	2,189,464	226.3	9,674.7
- 소형	1,900,004	192.9	9,848.2
- 중형	2,189,464	226.2	9,680.3
- 대형	2,478,925	259.8	9,541.1

자료: 1. 건설교통부, 『건설교통통계연보』, 2006. 2. 버스연합회, 2005년 내부자료  
3. 고속버스조합, 2005년 내부자료 4. 화물차연합회, 2005년 내부자료

### 2) 감가상각비

차종별 시간당 감가상각비는 차종별 기준차량을 설정하고, 이에 대해 일반적으로 사용되는 정액법(감가상각 대상액, 내용연수, 월평균 가동시간)을 적용하여 산출하였다. 여기서 감가상각 대상액은 취득가액에서 예상잔존가

치(취득가액의 10%)를 제외한 가격이며, 내용연수는 회계법상의 내용연수와 법적 사용연수를 감안하여 설정하였다. 월평균 가동시간은 차종별 운전기사의 1인당 근로시간에 차종별 해당 운전기사 소요인원을 감안한 시간으로 택시 1.86인, 시내버스 1.92인, 시외버스 1.37인, 고속버스 1.55인, 화물차 1.15인을 적용하였으며, 업무용 승용차 및 소형 버스는 추가 소요인원이 없는 것으로 가정하였다. <표 2-2>는 차종별 시간당 감가상각비를 제시하고 있다.

**<표 2-2> 차종별 시간당 감가상각비**

구 분	차량가격 (천원)	취득세액 (원)	취득가액 (원)	감가상각 대상액(원)	내용연수	
승용차	11,200	1,009,180	12,209,180	10,988,262	6	
택시	13,120	746,160	13,866,160	12,479,544	4	
소형 버스	15,550	725,200	16,275,200	14,647,680	6	
대형 버스	- 시내	69,800	3,461,050	73,261,050	65,934,945	6
	- 시외	96,380	4,438,400	100,818,400	90,736,560	6
	- 고속	125,800	6,004,730	131,804,730	118,624,257	6
화물차	- 소형	24,150	1,251,350	25,401,350	22,861,215	6
	- 중형	55,700	2,853,150	58,553,150	52,697,835	6
	- 대형	96,200	4,457,700	100,657,700	90,591,930	6
구 분	연간 감가 상각액(원)	월평균 감가 상각액(원)	월평균 가동 시간(시)	시간당 감가 상각액(원)		
승용차	1,831,377	152,615	195.1	782.2		
택시	3,119,886	259,991	367.5	707.4		
소형 버스	2,441,280	203,440	195.1	1,042.7		
대형 버스	- 시내	10,989,158	915,763	432.0	2,119.8	
	- 시외	15,122,760	1,260,230	320.6	3,931.1	
	- 고속	19,770,710	1,647,559	381.3	4,320.9	
화물차	- 소형	3,810,203	317,517	221.9	1,431.1	
	- 중형	8,782,973	731,914	260.1	2,813.9	
	- 대형	15,098,655	1,258,221	298.8	4,211.1	

주: 기준차종은 승용차(아반떼 1.6 GL), 택시(NF쏘나타 N20 영업용), 소형 버스(스타레스 12인승), 시내버스(Aero City 도시저상), 시외버스(Aero Space LS), 고속버스(유니버스 프레임, 시외직행), 소형 화물(마이티 2.5t), 중형 화물(8t), 대형 화물(19t).

자료: 현대자동차 2005년 차량판매가격

## 3) 보험료

보험료는 각 차종, 연식, 운전자의 연령·경력 등 다양한 요소들에 의해 매우 복잡하게 계산·부과되나, 본 연구에서는 이를 단순화하여 계산하였다. 즉, 기준 차종은 신차이고, 운전자의 연령은 26세 이상이며, 경력 5년의 무사고인 운전자에 대한 보험요율을 적용하였다. 또한 보험은 책임보험과 종합보험에 가입한 것으로 간주하였고, 자차보험은 가입하지 않은 것으로 설정하여 계산하였는데, 산출방식은 ‘연간 보험료÷12개월÷차종별 월평균 가동시간’으로 산출하였다. 여기서 연간 보험료는 보험개발원의 협조를 통한 취득 자료를 인용하였으며, 이에 따른 보험료의 산출 결과는 다음 <표 2-3>과 같다.

&lt;표 2-3&gt; 차종별 시간당 보험료

구 분	연간 보험료(원/년)	월평균 보험료(원/월)	월평균 가동시간(시간/월)	시간당 보험료(원/시)
승용차	255,551	21,296	195.1	109.2
택시	2,082,776	173,565	367.5	472.2
소형 버스	3,147,661	262,305	195.1	1,344.5
대형 버스		-		749.8
- 시내	4,834,708	402,892	432.0	932.6
- 시외	3,578,889	298,241	320.6	930.3
- 고속	1,768,457	147,371	381.3	386.5
화물차		-		641.7
- 소형	1,186,752	98,896	221.9	445.7
- 중형	2,611,707	217,642	260.1	836.7
- 대형	2,304,527	192,044	298.8	642.7

주: 보험개발원 내부자료

## 4) 제세공과금

제세공과금의 산출 방법도 앞서 언급된 기준차량을 대상으로 매년 부과되는 면허세(택시 한정)와 2분기별 자동차세 및 환경개선부담금 등의 2005년도 부담분을 적용하였다. 차종별 시간당 제세공과금의 산출 방법은 보험료

의 산출방식과 동일한 방법을 적용하였으며, 산출방식은 ‘연간 제세공과금÷12개월÷차종별 월평균 가동시간’이다. <표 2-4>는 산출된 차종별 시간당 제세공과금을 설명하고 있다.

**<표 2-4> 차종별 시간당 제세공과금**

(단위: 원, 시)

구 분	연간 금액	월평균 금액	월평균 가동시간	시간당 제세공과금
승 용 차	209,300	17,442	195.1	89.4
택 시	82,962	6,914	367.5	18.8
소형 버스	105,475	8,790	195.1	45.1
대형 버스		-		49.9
- 시내	203,899	16,992	432.0	39.3
- 시외	203,899	16,992	320.6	53.0
- 고속	261,899	21,825	381.3	57.2
화 물 차		-		53.7
- 소형	98,983	8,249	221.9	37.2
- 중형	197,899	16,492	260.1	63.4
- 대형	216,899	18,075	298.8	60.5

##### 5) 차량운행비 중 고정비 종합

본 연구의 분석 기준년도인 2005년을 기준으로 산출된 차량운행비 중 고정비 산출 결과의 연도별 비교는 다음의 <표 2-5>와 같다.

인건비 항목에 있어 차종별 시간당 인건비는 화물차를 제외하고는 경기 회복으로 인한 물가상승과 더불어 임금의 동반적인 상승도 이루어진 것을 알 수 있다. 감가상각비 역시 전년도와 동일한 계산방식을 적용하였으며 택시를 제외하고는 다소 상승한 결과를 보여주고 있다.

기존방법에서는 승용차의 고정비를 교통혼잡비용에 포함시켜왔지만, 버스나 화물차의 경우는 교통혼잡이 발생하여 차량 운행속도가 감소하면, 그만큼 더 많은 차량이 필요하게 되어 고정비로서 감가상각비, 보험료, 제세공과금, 운전자 인건비가 추가로 발생하게 될 수 있는 반면, 승용차의 경우는

이에 해당한다고 보기 어렵기 때문에 본 연구를 통해 개선된 방법에서는 승용차의 고정비는 제외시키는 것이 옳다고 판단된다.

<표 2-5> 연도별 고정비의 원단위 값 종합비교표

(단위: 원/대·시)

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
인 건 비 <sup>1)</sup>	승용차	7,471	8,146	8,658	9,758	11,187	11,965	12,324
	택 시	7,204	8,169	8,384	9,313	10,465	10,723	11,815
	소형버스	7,471	8,146	8,658	9,758	11,187	11,965	12,324
	대형버스	10,950	12,664	13,398	8,843	9,392	10,491	11,484
	화물차	7,789	8,495	9,376	9,607	9,097	9,011	9,675
감가상각비 <sup>2)</sup>	승용차	491	562	577	580	608	648	782
	택 시	424	461	471	519	569	561	707
	소형버스	862	663	772	802	834	982	1,043
	대형버스	2,278	2,541	2,716	2,962	2,992	3,175	3,457
	화물차	1,379	1,290	2,400	2,604	2,262	2,377	2,819
보 험 <sup>3)</sup>	승용차	245	257	249	253	102	104	109
	택 시	358	376	478	513	419	435	472
	소형버스	349	366	1,301	1,218	1,294	1,340	1,344
	대형버스	941	1,019	720	657	730	740	750
	화물차	506	512	524	604	567	580	642
제세공과금	승용차	145	146	90	84	88	88	89
	택 시	52	52	47	47	18	18	19
	소형버스	125	127	30	30	43	44	45
	대형버스	112	114	39	39	47	47	50
	화물차	68	66	47	48	49	50	54

자료: 1) 건설교통부, 『건설교통통계연보』, 2006.

2) 현대자동차 차량판매가격, 2005년 자료 이용

3) 보험개발원 내부자료, 2005년 자료 이용

## 나. 변동비

차량운행비용 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 변동비로 연료비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등으로 구성되나 본 연구의 교통혼잡비용

산출시에는 연료비의 변동치만을 분석대상으로 하며, 나머지 항목은 교통혼잡에 따른 비용의 변화 폭이 극히 미미하여 제외하였다.

교통혼잡으로 인한 차량통행속도의 감소는 차량의 연료소비를 증가시키게 되므로 변동비는 차량의 운행속도와 유류 가격에 직접적인 영향을 받게 된다. 따라서 변동비를 파악하기 위해서는 유류 가격과 차량통행속도에 따른 차종별 연료소모량을 알아야 한다.

유류 가격은 시세가 계속 변화하므로 본 연구에서는 연평균 유류 가격을 이용하여 변동비의 원단위 가격을 결정하였으며, 세금은 공공자금으로서 소비자가 정부에 지급한 금액으로 개개인의 실질적인 소비로 볼 수 없으므로, 유류 가격은 소비자 가격이 아니라 세금을 제외한 가격을 적용하였다. 본 연구에서 적용한 가격은 휘발유 492.0원/ℓ, 경유 530.9원/ℓ, LPG 333.0원/ℓ로 2004년에 비해 각각 14.0%, 23.2%, 9.4% 변동한 값이다.

차종별 속도별 연료소모량의 산출에 있어 지금까지 사용된 대부분의 값들은 본원에서 1987년에 수행한 연구<sup>5)</sup>와 에너지경제연구원에서 1991년에 수행한 연구<sup>6)</sup>에서 도출한 차량속도와 연료소모에 대한 회귀방정식의 결과를 인용하여 차종별 운행속도별 연료소모량을 산출하고 있다. 이러한 산출식은 지금까지 수행된 차량의 연료소모량 산출에서 모두 동일하게 적용된 것으로서 본 연구에서도 같은 식을 적용하였으며, 차종별, 속도별 연료소모량의 회귀식은 다음과 같다.

$$G_a(S) = (4.0031 + 0.41167S - 0.002741S^2)^{-1} \quad \text{<식 2-1>}$$

$$G_b(S) = -0.000062 + \frac{7.539}{S} + 0.0000123S^2 \quad \text{<식 2-2>}$$

$$G_c(S) = -0.000912 + \frac{7.4865}{S} + 0.00001602S^2 \quad \text{<식 2-3>}$$

여기서,  $G_a(S)$ ,  $G_b(S)$ ,  $G_c(S)$  = 승용차, 버스 및 화물차의 연료소모량(liter/km)  
 $S$  = 차량운행속도(km/h)

5) 교통개발연구원, 『고속국도 유료화제도와 통행료 설정 방법에 관한 연구』, 1987

6) 에너지경제연구원, 『수도권 승용차 연료소비실태 분석 및 절감대책 연구』, 1991



그러나 승용차 및 기타 차량의 제조 기술이 발달하여 차량연비가 향상되었기 때문에 위의 식을 재검증하여야 한다는 판단에 따라 본 연구원에서는 1998년도 기본 과제로 『차량운행비 산출에 관한 연구』를 수행하였다. 연구 방법은 승용차와 대형 버스, 대형 화물 등 3가지 차종을 대상으로 속도별 연료소모량을 실제 실험을 통해 측정된 후 이를 이용하여 속도와 연료소모량에 대한 회귀식을 산출하였다(교통개발연구원, 1998). 차종별로 적용된 회귀식은 <표 2-6>과 같다.

$$G_a(S) = 11.684 + \frac{1,183.908}{S} - 0.00469S^2 \quad \text{<식 2-4>}$$

$$G_b(S) = 67.518 + \frac{1,613.459}{S} + 0.01766S^2 \quad \text{<식 2-5>}$$

$$G_t(S) = 90.278 + \frac{1,922.822}{S} + 0.01932S^2 \quad \text{<식 2-6>}$$

<표 2-6> 차종별 속도-연료소비모형

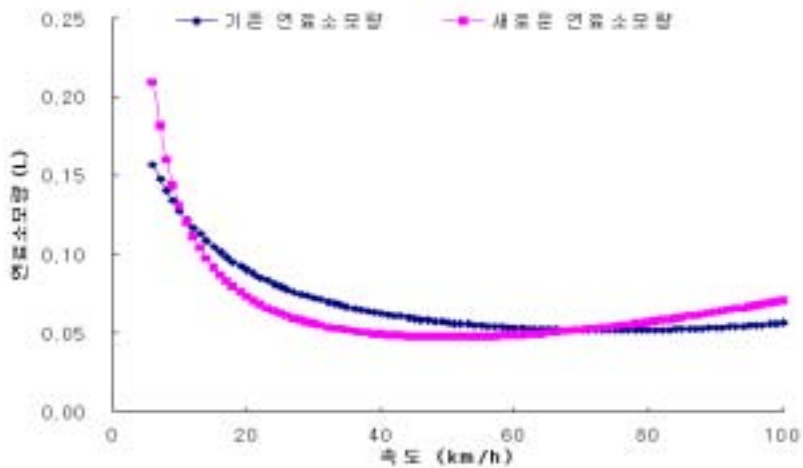
차종 \ 독립변수	상수	SPEED-1	SPEED2	R <sup>2</sup>
승용차	11.684	1,183.908	0.00469	0.993
버 스	67.518	1,613.459	0.01766	0.972
트 렉	90.278	1,922.822	0.01932	0.911

주: 종속변수 = 연료소비량, FUELA(liters/1,000km), 독립변수 = 속도(SPEED)(km/h)

자료: 교통개발연구원, 『일간교통』, 1998. 12.

이와 같은 연구 결과에도 불구하고 기존의 교통혼잡비용 추정 방법에서는 기존의 회귀식과 유의할만한 차이가 없으며, 기존에 산출된 교통혼잡비용 결과에 다소나마 영향을 주게 됨으로써 교통혼잡비용의 추이 분석에 혼동을 초래할 수 있다는 염려로 인해 새롭게 개발된 연료소모량 회귀식을 적용하지 않았다. 하지만, 본 연구에서는 기존의 방법을 조금이라도 현재의 상황에 맞게 개선한다는 차원에서 또한 교통혼잡비용 추정에 크게 영향을 주

지 않으므로, 연료소모량 산출을 위한 회귀식을 바꾸고자 한다. <그림 2-5>는 승용차에 대한 기존의 연료소모곡선과 새로운 연료소모곡선의 차이를 보여 준다. 대략적으로 10km/h~70km/h에서는 새로운 연료소모곡선에서 더 적은 연료소모량을 보이는 반면, 그 이외의 속도에서는 반대의 현상을 보인다. 혼잡기준속도가 27km/h인 점을 감안할 때, 기존보다 약간 적게 혼잡비용이 추정될 것으로 보이지만, 크게 영향은 없을 것으로 판단된다.



<그림 2-5> 기존의 연료소모곡선과 새로운 연료소모곡선의 차이(승용차)

결론적으로 변동비의 산출은 기존의 방정식을 적용하여 차량속도별 연료소모량을 산출하고, 휘발유, 경유 및 LPG의 2005년 평균  $l$  당 가격(에너지경제연구원 자료 협조)을 적용하여 교통혼잡에 따른 차종별, 속도별 연료비의 변동비용을 산출하였다.

## 2. 시간가치비용의 분석

시간가치비용은 교통혼잡으로 인하여 발생된 손실시간분의 비용(혹은 가치)으로서 이를 화폐단위화한 것이다. 즉, 차량의 운행속도가 정상속도를 유지한다면 원하는 시간에 목적지에 도달하여 개개인의 경제활동 및 재화 창출의 기회를 가질 수 있으나, 교통혼잡에 의해 지체된 시간만큼 이러한 기회를 상실하므로 이에 대한 가치비용을 산출한 것이다. 그러므로 시간가치비용은 실제 눈에 보이지 않는 가치로서 개개인이 피부로는 느낄 수 없으나, 교통혼잡에 따른 경제활동의 손실분을 의미하며, 교통과 같은 공공부문에 있어 공공시설투자에 대한 타당성 평가를 위한 경제성 분석에 있어 매우 중요한 의미를 지닌다. 예를 들어 도로를 신설 또는 확장하는 경우 교통시설 공급에 따른 시설용량의 증가로 차량의 운행속도가 향상되었다면, 시설이용자의 시간가치비용을 축소시키게 되어 시간가치 편익이 발생하는 것으로 간주하여 시설이용자 개개인의 시간가치비용의 축소는 시설투자에 대한 편익으로 계산된다.

그러나 시간가치비용과 이에 관련된 편익을 계산하는 것은 계량화하기 어려운 여러 가지 변수들을 종합하여야 하므로 간단한 문제가 아니다. 시간가치에 대한 의견 및 결과는 각각의 연구에 적용하는 방식과 변수에 따라 서로 다르므로 공공사업의 타당성을 분석함에 있어 많은 논란이 있다. 이에 따라 기획예산처에서는 『도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침』을 마련하고 시간가치에 대한 지침을 작성하여 도로건설 타당성 평가 등에 동 지침을 적용토록 하고 있다<sup>7)</sup>.

따라서 본 연구에서는 이를 준용하여 차종별 이용자(승용차, 버스)의 시간가치비용은 전산업 월평균소득 등을 기준으로 하였으며 비업무통행의 시간가치는 업무통행대비 승용차는 32.7%, 버스 25%를 가정하였다.

7) 한국개발연구원, 『도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』, 2001.

**<표 2-7> 통행목적별, 차종별 시간가치비용**

(단위: 원)

구 분	업무 통행	비업무 통행
승용차	15,678	5,127
버 스	15,082	3,920

- 자료: 1. 건설교통부, 『건설교통 통계연보』, 2005.  
 2. 국토연구원, 『도로사업 투자분석 기법정립』, 1999.

### 제3절 교통혼잡비용 추정방법 고찰

#### 1. 지역간 도로

지역간 도로는 고속도로, 국도, 지방도로 구분되며, 매년 건설교통부에서 발간하고 있는 교통통계연보의 조사지점을 대상으로 교통혼잡비용을 산출하고 있다. 지역간 도로의 교통혼잡비용은 도로용량편람에서 정의한 교통상황에 따른 통행속도를 기반으로 설정된 도로 유형별 혼잡기준속도와 실제 관측된 교통량에 의한 차량운행속도의 차이를 이용하여 추정하고 있다.

현재 지역간 도로의 교통혼잡비용을 추정하기 위한 혼잡기준속도는 설계 서비스수준을 기반으로 하여 적정서비스 수준을 결정하고 이에 해당하는 통행속도를 찾아 교통혼잡기준 속도로 설정하여 사용하고 있다. 지역간 도로의 교통혼잡비용을 추정하기 위한 기준서비스수준은 고속도로는 서비스수준 C를, 일반국도 및 지방도는 서비스수준 D를 적용하고 있고 도로용량편람에서 제시하고 있는 해당 서비스수준의 통행속도를 기반으로 다음과 같은 혼잡기준속도를 설정하여 사용하였다.

- 고속국도: 80km/h(4차로 이상), 70km/h(2차로 이상)
- 일반국도/지방도: 60km/h

한편 교통혼잡비용을 추정하기 위한 기초자료로 사용한 도로교통량 통계연보에서는 평균 통행속도 및 통행시간을 제공하고 있지 못하기 때문에, 관측된 구간 교통량 수준에 해당하는 평균운행시간을 산정하여야 한다. 이 평균 운행시간을 산정하기 위해서 미국 연방도로국에서 개발한 BPR 공식을 이용하였고, 이 BPR 식은 다음과 같다.

$$T = T_0 \times (1 + 0.15 \times (V/C) \times 4)$$

여기서  $T$ : 통행시간,  $T_0$ : 자유교통류의 통행시간

$V$ : 관측 교통량,  $C$ : 교통용량

또한 도로교통량 통계연보에서는 일평균교통량을 제공하고, 시간대별 평균교통량은 제공하고 있지 못하기 때문에, BPR 식을 이용하기 위해서는 일평균 관측교통량과, 적정 일교통용량을 별도로 정의하여 사용하였고, 하루의 전체시간 중 혼잡이 일어나는 시간대를 평가하기 위해 아래와 같은 가정을 사용하였다.

- 혼잡시간대는 1일 10시간
- 혼잡시간대의 교통량은 전체 1일 교통량의 약 60%에 해당함.

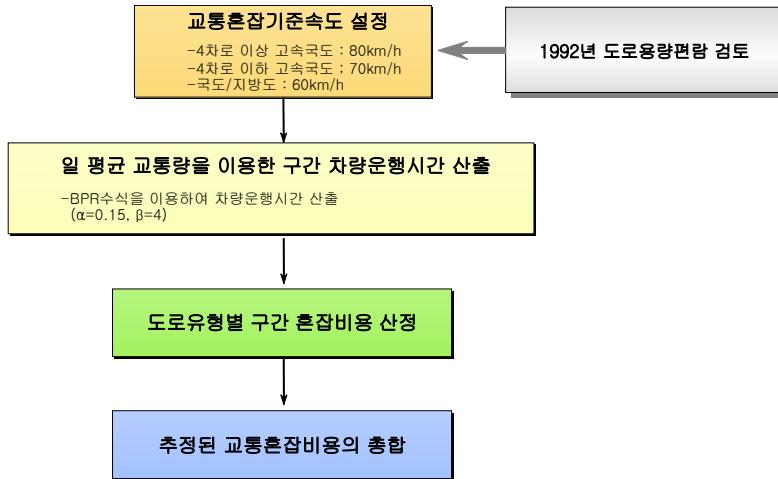
즉 총 차량의 60%가 혼잡비용을 유발함

교통혼잡비용을 계산하기 위해 교통혼잡 발생으로 인한 교통혼잡의 시간비용 외에 교통혼잡으로 추가 발생한 연료소모량을 포함하여야 한다. 이와 같이 교통혼잡 발생으로 인한 교통혼잡의 시간비용과 교통혼잡으로 추가 발생한 연료소모비용을 합하여 최종적으로 해당구간에서 발생한 교통혼잡비용을 계산할 수 있다.

1일 혼잡비용

$$= \sum_i \sum_j \text{구간별 교통량}_{ij} \times [\text{차종별 유류비}_j \times (\text{운행속도 연료소모량}_j - \text{기준속도 연료소모량}_j) + (\text{시간당 운행비}_j + \text{재차인원}_j \times \text{평균시간가치비용}_j) \times (\text{운행시간}_i - \text{기준운행시간}_i)] \times 0.6$$

여기서  $i$ : 구간,  $j$ : 차종



<그림 2-6> 기존 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정 방법

## 2. 도시부 도로

도시부 도로의 교통혼잡비용은 서울특별시를 비롯한 7개 광역시를 대상으로 하며, 교통혼잡으로 인한 차량속도와 혼잡기준속도로 운행했을 때의 운행시간의 차이를 산출하고 이를 차종별 1대당 1일 운행거리와 도시별, 차종별 차량등록대수를 적용하여 각 도시에 대해 교통혼잡으로 발생한 추가적인 운행시간을 추정한다. 기존 도시부 도로의 교통혼잡비용을 추정하기 위한 혼잡기준속도는 서비스 수준 D를 기준하여 결정하고 있는데, 이 서비스수준

에 해당하는 각 도로유형별 혼잡기준속도는 다음과 같이 상이하나, 자료취득의 어려움으로 인해 27km/h를 도시부 혼잡기준속도로 설정하여 사용하고 있다.

○ 도로유형별 서비스 수준 D의 속도

- 도시고속화도로: 60km/h
- 도 심 지 역: 25km/h
- 도시 외곽 지역: 30km/h

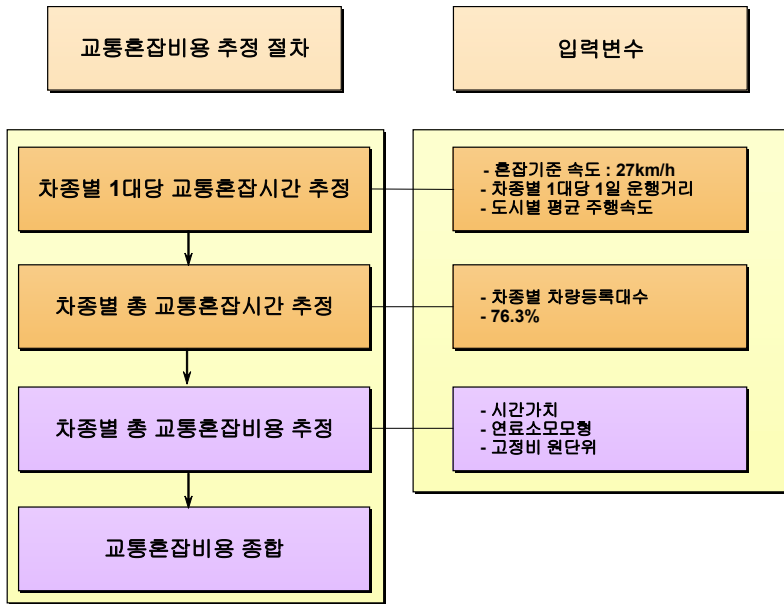
교통혼잡시간대는 오전 Peak 07:30~09:00, 생활시간대 09:00~18:00, 오후 Peak 18:00 ~20:00, 총 12시간 30분으로 이는 전체 교통량의 76.3%에 해당한다고 간주하고 있다. 이와 같이 계산된 차량의 추가된 운행시간을 화폐단위로 환산하기 위하여 시간가치, 연료소모모형 및 고정비의 원단위 값을 적용하여 도시부 도로의 교통혼잡비용을 추정한다.

이상과 같은 방법으로 도시부 도로에 대하여 교통혼잡비용 산출을 위한 방법론을 설정하고, 각 혼잡비용 구성 요소에 대한 분석 기준년도의 원단위 값을 구하여 교통혼잡으로 인해 발생하는 교통혼잡비용을 다음과 같이 추정한다.

1일 교통혼잡비용

$$\begin{aligned}
 &= \sum \text{차량등록대수}_i \times [\text{유류비}_i \times 1\text{일 평균주행거리}_i \\
 &\quad \times \max(\text{운행속도 연료소모량}/\text{km}_i - \text{기준속도 연료소모량}/\text{km}_i, 0) \\
 &\quad + (\text{시간당 운행비}_i \times \text{평균시간가치}_i) \times (\text{운행시간}_i - \text{기준운행시간}_i)] \\
 &\quad \times 0.763
 \end{aligned}$$

여기서  $i$ : 차종



<그림 2-7> 기존 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정 방법

## 제4절 기존 방법의 문제점

### 1. 지역간 도로

지역간 도로의 교통혼잡비용을 산정하기 위한 기존 방법의 문제점은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 차량의 운행시간을 산정함에 있어서 일 평균교통량을 사용함으로써 각 시간대별로 발생하는 교통혼잡 상황을 반영하지 못하는 문제이다. 다시 말하면 기존 방법에서는 첨두시에는 교통혼잡이 극도로 발생하고, 밤 시간에는 교통혼잡이 전혀 발생하지 않는 일반적인 교통패턴을 반영하지 못하고 있다. 둘째, BPR 수식을 이용하여 차량운행시간을 계산하기 위해 사용되는 파라메타의 조정이 필요하다. 기존의 방법에서는 과거 미국 연방 도로국(Bureau of Public Road)에서 산출된  $\alpha(0.15)$ 와



Beta(4)를 사용하고 있지만, 이 파라메타들은 국내의 최근 교통상황을 설명하기에는 적절하지 않는 것으로 알려져 있다. 최근 국가교통 DB에서는 보정된 국가교통DB센터 VDF 자료를 제공하고 있으므로 이를 이용한 BPR수식 적용이 필요하다. 셋째, 과거 교통패턴에 따른 혼잡기준속도를 적용하여 사용하고 있어 산정된 혼잡비용실제 혼잡상황을 반영하지 못하고 있다.

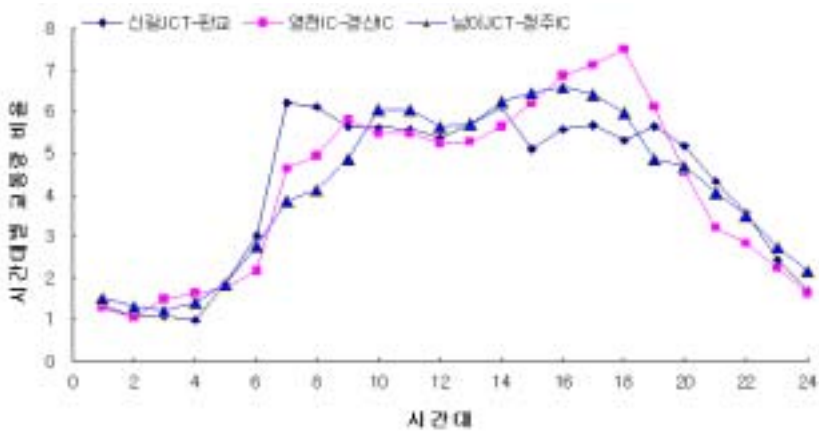
### 가. 일평균교통량을 이용한 차량 운행시간 산정

기존 교통혼잡비용 추정방법에서는 도로교통량 통계연보에서 제공하고 있는 일평균 교통량을 이용하여 교통혼잡비용을 추정하고 있고, 교통혼잡이 하루 중 10시간 동안 발생하는 것으로 보고 이를 바탕으로 총 일교통량의 60% 차량통행이 혼잡비용을 유발한다고 가정하여 교통혼잡비용을 산정하고 있다. 하지만 실제적으로 교통혼잡이 10시간 동안 발생한다는 가정은 전국의 지역간 도로 중 수도권 일부도로에만 한정된 것으로 전국의 지역간 도로에 일률적으로 적용하기에는 문제가 따르고 있다. 또한 총 일교통량의 60%의 차량통행이 혼잡비용을 유발한다는 가정 역시 지역별 교통특성을 반영하지 못한 채 일률적으로 적용할 수는 없는 상황이다. 이러한 가정 하에 교통혼잡비용을 추정하는 기존 방법에서는 첨두시간대 교통상황과 밤 시간 등과 같이 교통혼잡이 전혀 발생하지 않는 시간대의 교통상황을 반영하지 못하고 있다. 실제로 도로유형별로 그리고 교통량 조사지점별로 교통 패턴은 시간대별로 다양하게 나타나고 있다. 고속국도의 대표적인 예인 경부고속도로 경우에는 대체적으로 오전 7시부터 오후 10시까지의 교통량이 상대적으로 많이 나타나고 있다.

같은 경부고속도로에서도 수도권 지역에서의 경부고속도로와 이외의 지역에서의 시간대별 교통패턴은 다르게 나타날 수 있다. <그림 2-8>은 경부고속도로의 각기 다른 특성을 보일 수 있는 지역의 구간 일교통량에 대한 평균시간교통량의 비율을 설명하고 있다. 이를 통해서 기존 방법에서 사용한

가정(혼잡시간대는 1일 10시간)과 같이 오전 8시부터 저녁 7시까지의 10시간 정도에서 일교통량에 대한 시간교통량의 비율이 높게 나타남을 알 수 있다. 또한 <표 2-8>에서 보면 이들 10시간 동안의 비율을 합해 보면 60% 혹은 그 이상이 되어 기존방법에서 사용한 또 다른 가정(혼잡시간대의 교통량은 전체 1일 교통량의 약 60%에 해당)도 역시 타당성 있는 것처럼 보인다.

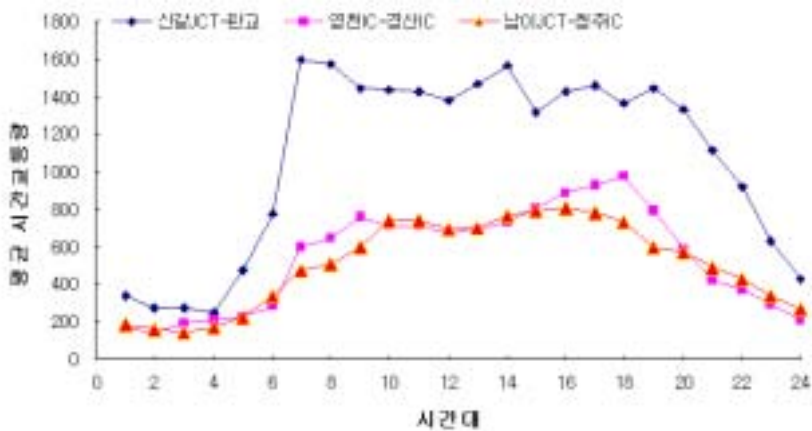
그러나 <그림 2-9>에서 보는 바와 같이 위의 구간의 실제 시간교통량을 비교해 본 결과 위의 두 가정은 항상 성립하는 가정은 아님을 확인할 수 있었다. ‘신갈JCT-판교’구간은 오전 7시부터 오후 8시 정도까지 시간대 교통량이 1,400대 이상이 되어 이시간대 교통혼잡이 극심한 것으로 나타났지만, 다른 두 구간의 경우에는 24시간 내내 평균 시간교통량이 1,000대 이상인 시간대가 거의 없어 하루 중 교통혼잡이 거의 일어나고 있지 않음을 알 수 있다. 이와 같이 혼잡시간대 관련 두 가정(혼잡시간대는 1일 10시간과 혼잡시간대의 교통량은 전체 1일 교통량의 약 60%에 해당)을 일률적으로 전국의 도로에 적용하는 것은 문제가 있음을 알 수 있다.



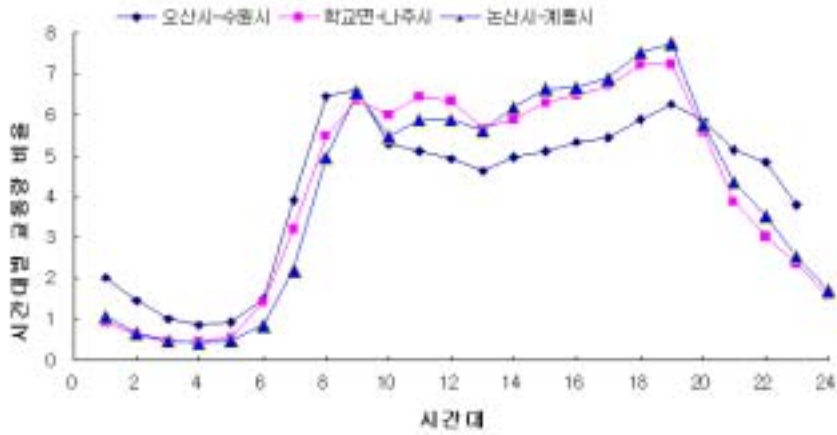
<그림 2-8> 경부고속도로 평균 시간대별 교통량 비율의 지역별 차이

**<표 2-8> 경부고속도로의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교**

지역	일 교통량 (대/일)	10시간(8~19시) 교통량 비율의 합
신갈JCT-판교C	205,621	61.68
영천IC-경산IC	51,960	65.47
남이JCT-청주IC	73,642	64.11

**<그림 2-9> 경부고속도로 평균 시간교통량의 지역별 차이**

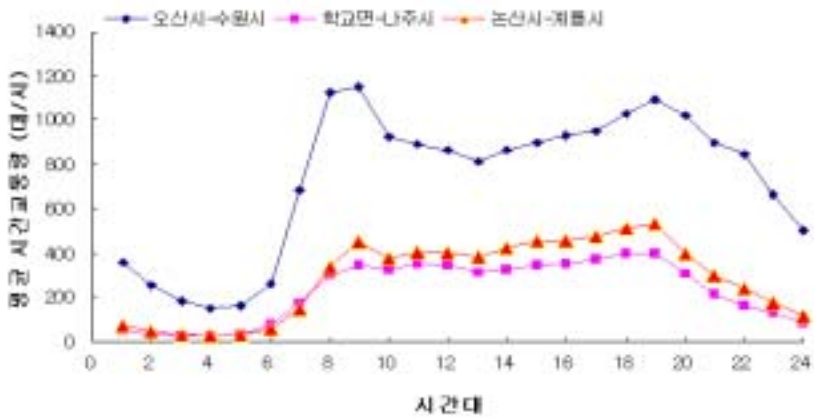
이러한 교통패턴은 일반국도 및 지방도에서 유사하게 나타나고 있다. 일반국도의 교통량은 고속국도와 같이 대체적으로 오전 8시부터 오후 8시까지의 교통량이 상대적으로 많게 나타나고 있고 이는 지방도에서 관측될 수 있다. 하지만 지방도의 경우에는 오전-오후 침두시간이 고속국도와 일반국도에 비해서 뚜렷이 나타남을 알 수 있다.



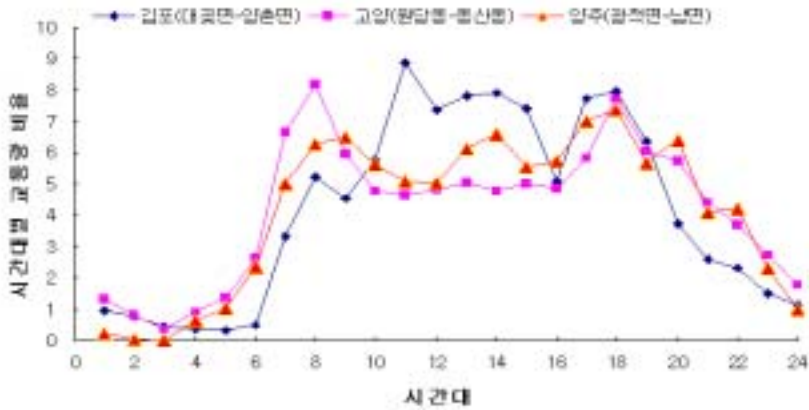
<그림 2-10> 일반국도 평균 시간대별 교통량비율의 지역별 차이

<표 2-9> 일반국도의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교

지역	일 교통량 (대/일)	10시간(8~19시) 교통량 비율의 합
오산시-수원시	70,109	59.46
화교면-나주시	21,946	70.53
논산시-계룡시	27,496	70.94



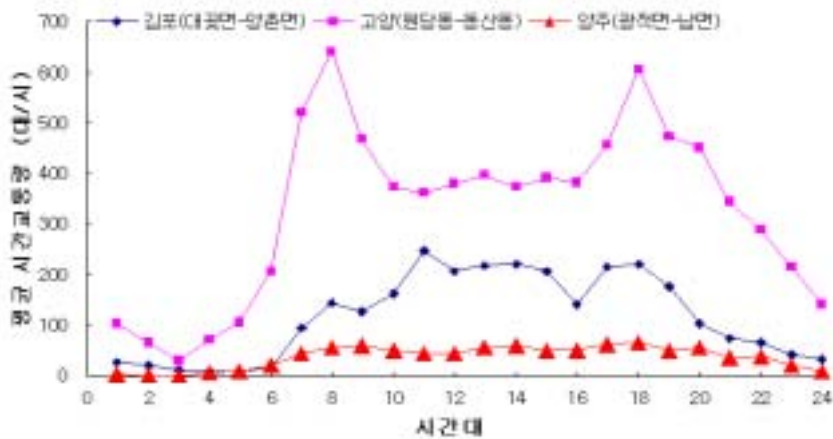
<그림 2-11> 일반국도 평균 시간교통량의 지역별 차이



<그림 2-12> 지방도 평균 시간대별 교통량의 지역별 차이

<표 2-10> 지방도의 10시간 교통량 비율의 합계와 일교통량 비교

지역	일 교통량 (대/일)	10시간(8~19시) 교통량 비율의 합
김포(대곶면-양촌면)	11,140	75.72
고양(원당동-동산동)	62,728	61.59
양주(광적면-남면)	1,780	66.97



<그림 2-13> 지방도 평균 시간교통량의 지역별 차이

일평균 교통량을 사용하는 기존방법에서는 이러한 시간대별 그리고 도로 유형 및 지역별 교통특성을 반영하지 못한 채로 교통혼잡비용을 산정하고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 도로교통량 조사구간별로 시간대 교통량을 산정하여 교통혼잡비용을 추정해야 한다.

#### 나. BPR 수식의 파라메타 값 조정 필요

BPR 수식은 구간통행시간을 계산하기 위해 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 통행비용함수(VDF 함수)로 미국 연방도로국에서 제시하여 수식으로 미국 연방도로국(Bureau of Public Road)의 첫 글자를 따서 BPR 수식으로 불리고 있다. BPR 수식은 아래 수식에서 보는 바와 같이  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 두 파라메타와 교통량 및 교통용량에 의해 구성되어진다.

$$T = T_0 \left( 1 + \alpha \cdot \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right)$$

여기서 T: 통행시간,  $T_0$ : 자유교통류의 통행시간

V: 관측 교통량, C: 교통용량

일반적으로  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 0.15와 4를 사용하고 있으나, 이는 국내 실정에 맞지 않는다고 지적되고 있고(장덕형, 1993; 강호익, 박창호, 1998), 최근 국가교통 DB에서는 보정된 국가교통DB센터 VDF 자료를 제공하고 있으므로 이를 이용한 BPR 수식 적용이 필요하다. 국가교통DB 센터에서는 2005년 지체함수의 파라미터 최종정산결과를 지난 7월에 배포한 바 있다.

교통량이 500대/시와 1500 대/시의 교통량을 갖은 고속도로 구간에서  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 0.15와 4를 사용하는 경우와 국가교통DB 센터의 2005년 지체함수의 파라미터를 사용한 결과 아래 표에서 보는 바와 같이 계산된 구간통행시간이 상당수 차이가 있음을 알 수 있다. 이 차이는  $\beta$ 가 교통량/용량 비의 지수 함

수로 되어 있기 때문에 교통량이 증가함에 따라 급격히 증가하게 된다. 그러므로 검증된 통행비용함수의 파라미터를 사용하는 것은 통행속도를 직접 측정하여 교통혼잡비용을 추정해야 하는 현재 상황에서 매우 중요한 문제이다.

**<표 2-11> 일반적인 지체함수와 KTDB의 지체함수(2005년)의 파라미터 사용결과 비교**

구분	교통량	용량	$\alpha$	$\beta$	TO	T
일반적인 지체함수 파라미터 사용	500	2000	0.15	4	10	10.01
	1500	2000	0.15	4	10	10.47
국가교통DB 센터의 2005년 지체함수의 파라미터 사용	500	2000	1.459	1.943	10	10.99
	1500	2000	1.459	1.943	10	18.34

주: 국가교통DB 센터의 2005년 지체함수의 파라미터는 2007년 7월에 배포한 값임

#### 다. 현재의 교통상황을 반영하지 못하는 혼잡기준속도 적용

교통혼잡 기준속도는 교통혼잡과 비 혼잡을 구분 짓는 기준척도로, 보통 통행속도를 주로 이용하고 있다. 교통혼잡비용을 추정하는 절차에서는 실제 운행속도가 혼잡기준속도 이상이 되면, 해당 도로에서는 혼잡이 발생하지 않는 것으로 간주하고, 혼잡기준속도 이하이면 혼잡이 발생한 것으로 판단하고 있다.

하지만, 기존 방법에서 사용하고 있는 혼잡기준속도는 1990년대 초반의 도로 및 교통상황을 반영하여 선정된 값으로 1992년 도로용량편람에서 제시하고 있는 서비스수준 C와 서비스수준 D에서의 교통특성을 이용하여 만들어진 기준이다. 그 후 도로 및 교통상황 그리고 운전자의 특성들이 변화되었고, 도로용량편람도 2001년에 새로운 기준들을 제시하고 있어 이에 대한 수정이 요구되어지고 있다. 특히 과거 2차로 도로였던 일반 국도 및 지방도 등이 많이 다차로 도로로 개선되어 있어서, 기존 방법에서 일반국도와 지방도에 대해 일률적으로 같은 혼잡기준속도를 그대로 사용하는 것은 현재 교통상황을 반영할 수 없는 결과를 초래하게 되어 현재 교통특성을 반영할 수

있는 새로운 값으로 대체되어야 한다.

기존방법에서 적용된 지역간 도로의 유형별 교통혼잡 기준속도의 선정기준에 대해 교통개발연구원의 연구보고서(1992년)에서는 아래 표에서 보는 바와 같이 구체적으로 설명하고 있다.

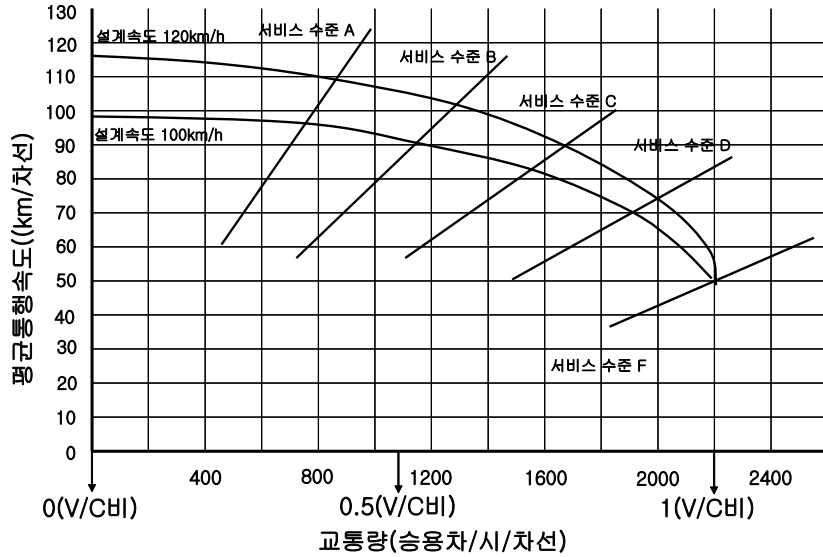
<표 2-12> 기존 방법에서의 혼잡기준속도와 선정기준

도로유형	차로수	기준속도 (km/h)	선정 기준
고속국도	4	80	이상적인 4차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 82km/h이나 엇갈림 및 램프구간의 램프구간에서는 더 낮은 값임.
	2	70	이상적인 2차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 80km/h로 4차선 고속도로와 거의 비슷하나, 설계속도 자체가 4차로 고속도로보다 낮아 최고제한속도가 80km/h이고 영동고속도로나 88고속도로와 같은 2차선 고속도로는 산지부를 많이 포함하고 있어, 4차선 고속도로의 교통혼잡 기준속도보다는 낮은 값을 가짐.
일반국도/ 지방도	4	60	2차로 도로가 대부분인 국도 및 지방도의 경우에는 고속도로에 비해 주행조건(시계불량, 산지/구릉지 포함)이 불량하고 신호교차로가 많아, 2차선 고속도로의 혼잡기준속도(70km/h)보다 낮은 값을 사용함.
	2	60	

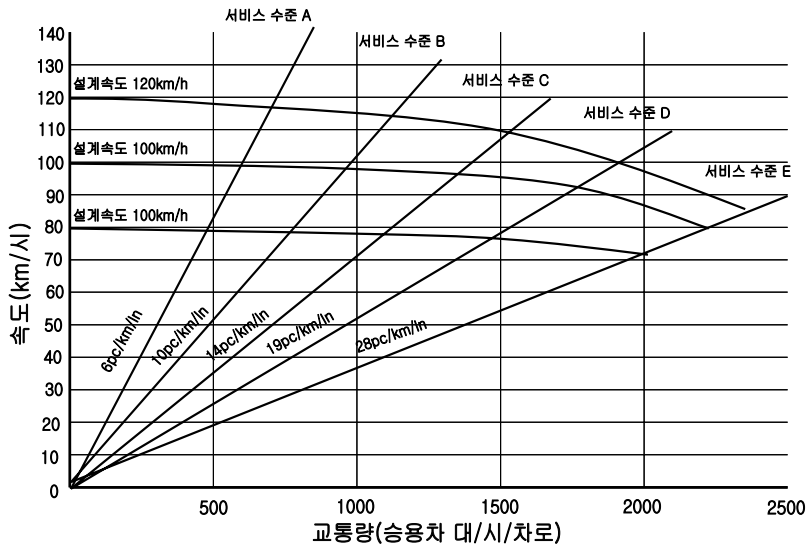
출처: 교통개발연구원, 『교통혼잡비용 예측』, 1992.

해당 서비스 수준에 해당하는 교통량-속도의 관계는 1992년 도로용량편람에 비해 2001년 도로용량편람에는 상당수 변화를 보이고 있다. 예를 들면 1992년 도로용량편람에서의 고속국도 서비스 C 수준은 교통량 증가에 따른 통행속도의 감소율이 크지만, 2001년 도로용량편람에서는 그 감소율이 완만하여 설계서비스 수준 C를 기준으로 하는 고속국도의 혼잡기준속도 선정기준은 변경되어야 한다. 아래 그림에서 이와 같은 1992년 도로용량편람과 2001년 도로용량편람에서의 고속국도의 교통량-통행속도 관계를 보여주고 있다.





<그림 2-14> 1992년 도로용량편람에서의 고속국도 교통량-평균통행속도의 관계



<그림 2-15> 2001년 도로용량편람에서의 고속국도 교통량-평균통행속도의 관계

현재 지역간 도로는 서비스 수준 C를 기준으로 고속도로 4차선 이상은 80km/h, 2차선 이상은 70km/h, 국도 및 지방도는 60km/h를 혼잡기준 속도로 설정해 놓고 있다.

## 2. 도시부 도로

도시부 도로의 교통혼잡비용을 추정하기 위한 기존 방법의 문제점은 입력 변수에 의한 것으로 크게 세 가지로 구분될 수 있다. 첫째, 차량의 총 운행시간을 산정하기 위해 실제 교통량 대신 해당 도시의 차량등록대수를 사용한다는 것, 둘째, 차량의 실제 주행거리 대신에 차량의 1일 평균주행거리를 사용한다는 것, 셋째, 도시별 1개의 평균 주행속도를 이용한다는 것이다. 이러한 변수를 사용함으로써 각 도시의 교통상황을 적절히 반영하지 못하고 있다.

### 가. 차량등록대수를 이용

기존 도시부 도로의 교통혼잡비용은 각 도시의 평균통행속도, 차량등록대수 및 등록차량의 1일 평균 주행거리 등을 이용하여 차량당 평균 통행시간을 추정한 후 혼잡기준속도로 주행했을 경우의 차량당 평균 통행시간과의 차이를 차량당 평균 지체시간으로 추정하고 있다. 이렇게 추정된 차량당 평균 지체시간과 등록차량대수를 곱함으로써 총 지체시간을 추정하고 있는데, 총 지체시간을 추정하기 위해서는 차량당 평균 지체시간과 총 교통량을 곱하여야 하나, 총 교통량 수집이 사실상 어려워 등록대수를 교통량이라 가정하는 방법론을 이용하고 있다. 즉, 각 도시의 등록차량은 해당 도시에서만 주행한 것으로 가정한 것이 되어 혼잡비용을 과대평가할 수 있는 여지를 남겨 왔고, 이와 동시에 타 시에 등록된 차량은 해당도시를 전혀 주행하지 않은 것으로 되어 혼잡비용을 과소평가할 수 있는 여지 또한 있었던 것이다.

따라서, 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정하기 위해서는 가로별 실측 교통량을 이용하여야 할 것이다.

#### 나. 등록차량의 1일 평균 주행거리 이용

혼잡비용 추정을 위해서는 교통량의 주행거리가 필요한데, 기존 방법론에서 등록차량의 1일 평균 주행거리를 사용함으로써, 혼잡비용을 추정하는 데 있어서 과대 추정의 개연성이 존재한다. 즉, 등록차량의 1일 평균 주행거리에는 해당도시 이외에서 주행한 거리가 포함되어 있을 텐데, 이를 모두 해당도시에서 주행한 것으로 간주하기 때문이다. 그러므로 가로별로 실측 교통량뿐만 아니라 가로별 노선 연장을 이용한 주행거리 추정이 필요할 것이다.

#### 다. 도시별로 1개의 평균 운행속도 이용

도시별로 평균통행속도는 침두시 및 비침두시의 도심 및 외곽지역으로 구분하여 조사하고 있으나, 기존 방법론에서는 이의 단순한 산술평균을 이용하여 평균통행속도를 구하고 있다. 외곽지역의 높은 속도와 도심지역의 낮은 속도의 산술평균값이 도시의 대표 속도로 사용되고 있음으로, 혼잡비용을 추정하는 데 있어서 과소 추정의 개연성이 존재한다. 예를 들어, 도심지역 평균속도가 26km/h이고 외곽지역 평균속도가 28km/h인 경우, 이들의 산술평균값인 27km/h를 도시전체에 적용할 경우, 혼잡이 전혀 없는 것으로 추정될 것이다. 이 경우 외곽지역은 혼잡이 없으나, 도심지역은 엄연히 혼잡이 존재하고 있으므로, 도심지역의 혼잡비용을 따로 추정하여야 할 것이다.

또한 가로의 양방향 평균속도를 이용하다보니 역시 혼잡비용을 과소 추정하게 될 개연성이 존재한다. 예를 들어, 가는 방향의 평균속도가 26km/h이고 오는 방향의 평균속도가 28km/h인 경우, 이들의 산술평균값인 27km/h를 해당 가로에 적용할 경우, 혼잡이 전혀 없는 것으로 추정될 것이다. 이 경우

오는 방향은 혼잡이 없으나, 가는 방향은 엄연히 혼잡이 존재하고 있으므로, 가는 방향의 혼잡비용을 따로 추정하여야 할 것이다.

1일 평균속도를 이용함으로써 역시 혼잡비용을 과소 추정하게 될 개연성이 존재한다. 예를 들어 첨두시간대에는 평균속도가 26km/h이나 하루 평균속도가 28km/h인 경우, 해당 가로에 혼잡이 전혀 없는 것으로 추정될 것이다. 이 경우 첨두시간대에는 엄연히 혼잡이 존재하고 있으므로, 시간대별 혼잡비용을 따로 추정하여야 할 것이다.

## 제3장 외국의 교통혼잡비용 추정 사례

혼잡비용을 국가 차원에서 추정하여 발표하는 나라는 많지 않으나 미국, 캐나다, 일본 등과 같은 국가에서는 자체적인 산출 방법에 의거하여 혼잡비용을 추정 또는 산출하고 있다. 따라서 교통선진국의 혼잡비용 추정방법 및 결과를 검토하고 그에 따른 시사점을 도출하는 것은 본 연구에 도움이 될 수 있다고 판단된다.

본 연구에서는 미국, 일본, 캐나다의 혼잡비용 추정방법 및 결과, 정책적 활용도를 검토하고 비교 분석을 통해 우리나라 비용추정상의 문제점 파악 및 개선방안을 마련할 수 있는 근거자료로 활용하고자 한다.

### 제1절 미국

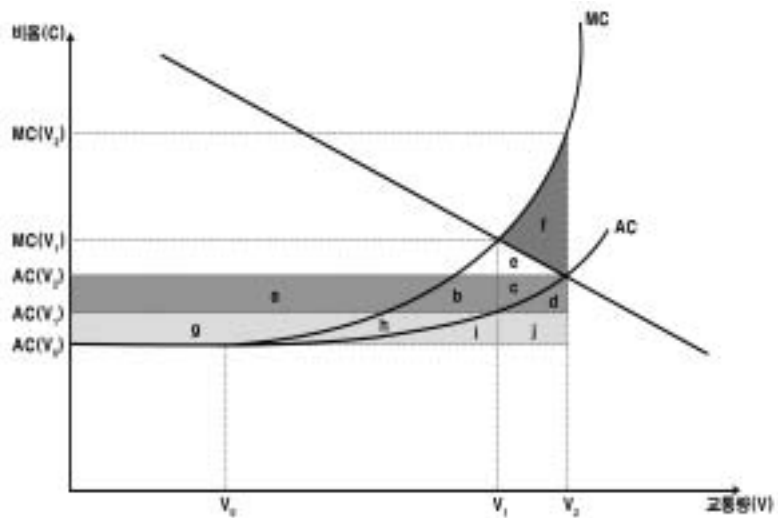
미국은 Texas Transportation Institute에서 매년 *Urban Mobility Report*를 발간하는데, 이 보고서에서 미국의 85개 주요도시별로 교통혼잡비용을 추정하고 있다. 본 보고서에서는 2005년도 발간된 *The 2005 Urban Mobility Report*를 중심으로 미국의 교통혼잡비용 추정방법론과 추이를 정리하였다.

## 1. 추정방법론

*Urban Mobility Report*에서 교통혼잡비용을 추정하기 위한 기본 데이터는 각 주의 DOT와 US DOT로부터 협조를 받고 있으며, 통행 및 도로 현황은 컴퓨터 모델과 지속적인 연구 결과로부터 개발된 일정한 절차에 의해 분석된다. *Urban Mobility Report*에서 제시하는 다양한 통계치를 계산하기 위해서 상수, 통행지체, 통행률 지표, 통행시간지표, 연료소모, 연료낭비, 교통혼잡비용, 혼잡통행비율, 도로혼잡지표 등 9가지 세부 항목으로 나뉘어져서 진행된다.

미국의 경우, 지체시간을 자유속도와 첨두시간대 평균속도와의 통행시간 차이로 규정하고 있으며 <그림 3-1>에서 보는 바와 같이 기준속도는 자유속도에서 바로 벗어난 LOS B 상태일 때인 교통량 수준  $V_0$ 이고, 교통량  $V_2$  일 때 계산되는 혼잡비용의 크기는  $a+b+c+d+g+h+i+j$ 로 나타낼 수 있다.

즉, 혼잡비용의 추정 방법이 순수한 경제학적 의미에서의 혼잡비용이 아니라 공학적 기반에 의한 혼잡비용 추정방식이라 할 수 있다.



<그림 3-1> 교통혼잡비용 크기

## 2. 혼잡비용 추정의 구성요소

### 가. 상수(CONSTANTS)

교통혼잡비용추정을 위해서는 <표 3-1>에 제시된 값들을 이용하며, 이 값 이외에도 도시나 주별로 일 차량 통행거리(Daily Vehicle-Mile of Travel), 인구 및 연료 소모량 등 3가지 변수를 추가적으로 이용한다.

일 차량 통행거리(DVMT)는 도로 일정 부분의 일평균 교통량(ADT)과 대상 도로의 길이와의 곱으로 구해지는데, 교통혼잡비용 추정을 위해서는 도시의 모든 도로의 일 교통량이 제시되어야 한다. 그러나 보고서에서 적용하는 자료수집에서의 시간 및 비용의 제약으로 일 차량 통행거리(DVMT)는 각 도시 지역의 고속국도나 주요간선도로를 대상으로 추정되고, 관련 데이터는 주로 연방도로국의 Highway Performance Monitoring System(HPMS)로부터 구해진다.

인구는 U.S. Census Bureau의 추정치를 기본으로 사용하고, 연료소모량은 미국 전체 주의 평균 연료비용 추정치인 American Automobile Association(AAA)의 데이터를 사용하며, 이때 연료종류별 가격의 큰 차이가 없으므로 평균치를 적용한다.

<표 3-1> 비용관련 상수

상수	값
▪ 승객 수	▪ 1.25 인/대
▪ 근무일 수	▪ 250 일/년
▪ 평균시간비용	▪ \$13.45/시 <sup>1</sup>
▪ 상업용 차량 운행비용	▪ \$71.05/시
▪ 차량혼합률	▪ 95% 승용차와 5% 상업용 차량
▪ 침투시간대의 통행률	▪ 변수
▪ 차량 속도	▪ 변수

참조: *Adjusted annually using the Consumer Price Index*, US Dept. of Labor, 2002.

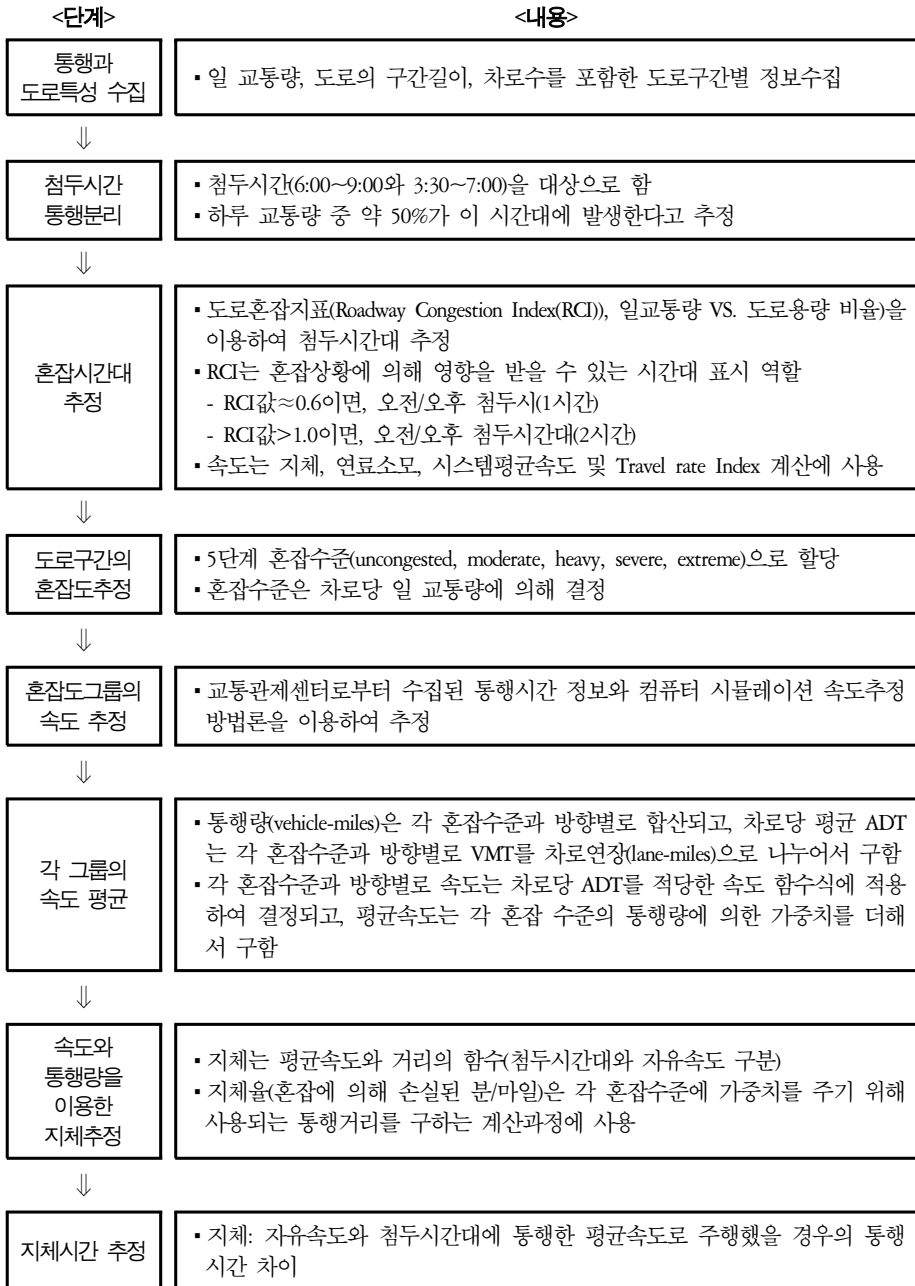
## 나. 지체시간

미국의 경우 지체시간을 상시지체와 돌발상황지체로 구분하여 추정하고 있다. 대부분의 사례에서 돌발상황지체를 계산하고 있지 않는다는 점을 큰 특징으로 볼 수 있으며, 그 이유는 미국의 경우 도로교통에 대한 의존도가 상대적으로 매우 높아 돌발상황지체의 비중이 크기 때문인 것으로 풀이된다.

### 1) 상시지체(Recurring Travel Delay)

상시지체는 차로당 교통량과 차량 속도 공식을 이용하여 추정되며, 계산 과정은 <그림 3-2>와 같다.





<그림 3-2> 상시지체시간 추정을 위한 계산과정

## 2) 돌발상황지체(Incident-Related Travel Delay)

상시지체 이외에도 교통사고나 차량의 고장 등 돌발상황 시에 발생하는 지체가 있을 수 있는데, 돌발상황에 의한 지체정도는 교통사고나 차량고장의 빈도와 그런 돌발상황들이 얼마나 신속하게 본선에서 치워지느냐에 따라 결정된다. 미국의 연구서는 상시지체와 돌발상황지체 비율을 곱하여 돌발상황지체를 추정한다.

이 비율은 각 고속국도의 특성과 교통량에 대한 구체적인 연구에 의해 개발되었고, FHWA에서 개발한 방법론이 돌발상황의 영향을 추정하기 위해 사용되고 있다. 일반도로에서의 돌발상황지체는 고속국도와는 다른 형태로 발생하는데, 일반도로는 돌발상황이 신속히 제거될 수 있는 이면도로가 있는 반면, 돌발상황률은 비교적 높은 편이고, 상시지체는 낮은 편이다.

## 3) 연간 개인당 지체 추정

하루당 추정된 상시지체와 돌발상황지체를 1년 단위로 환산하는 과정으로, 하루당 차량지체는 고속국도와 주간선도로에 대해 4가지의 혼잡 수준별로 집계된 지체의 총합이 된다. 연간 승객의 지체시간은 일 지체 추정치에 평균 차량당 승객(1.25명/대)과 250근무일을 곱하여 추정한다.

연간 개인당 지체

$$= (\text{일 돌발상황지체} + \text{상시지체}) \times \text{연 250일 근무일수} \\ \times \text{차량당 평균승객수}$$

## 다. 통행률지표(Travel Rate Index)

통행률지표는 도로의 혼잡으로 인해 추가된 주행시간을 나타내는 것으로 예를 들어 통행비율지표 1.3은 자유속도 주행 시보다 첨두시간대의 주행시

간이 30% 더 소요됨을 의미한다.

가중평균속도는 고속국도와 간선도로별 평균통행속도와 통행량의 곱을 합친 값을 총 통행량으로 나누어 구하고, 통행률(분/마일)은 분단위 환산을 위하여 60을 평균속도로 나누어 구한다.

통행률지표도 역시 통행률에 통행량 가중치를 이용하는 방법으로 추정한다.

$$\text{통행률지표} = \frac{\frac{\text{고속국도 Travel Rate}}{\text{고속국도}} \times \text{첨두시간대 고속국도 VMT} + \frac{\text{주간선도로 Travel rate}}{\text{주간선도로 Freeflow rate}} \times \text{첨두시간대 주간선도로 VMT}}{\text{첨두시간대 고속국도 VMT} + \text{첨두시간대 주간선도로 VMT}}$$

#### 라. 통행시간지표

통행시간지표(Travel Time Index)는 통행률지표와 같은 형태로 첨두시간대와 자유속도 시간대를 비교하는 것으로, 통행률지표는 일상지체만을 포함하는 반면, 통행시간지표는 일상지체와 돌발상황지체 모두를 포함한다. 5개의 혼잡수준을 각 구간에 할당하고, 통행량을 가중치한 각 혼잡수준에서 지체를 계산하는 방법으로써 지체율(자유속도와 평균속도의 차이)을 이용한다.

각 그룹에서 상시지체의 평균 통행률로부터 자유속도 통행률을 감하여 지체율을 구하고, 지체율과 돌발상황시 지체 대 일상지체 비율을 곱함으로써 돌발상황상황에서 얻을 수 있는 지체율을 추정한다.

$$\text{통행시간지표} = \frac{\text{첨두시간대 통행률(분/마일)}}{\text{평균 자유속도 통행률}}$$

#### 마. 연료 소모

혼잡상황과 비 혼잡상황에서 차량운영에 따른 연료소모량을 추정하기 위해서 다음과 같은 1차회귀식이 이용된다.

혼잡시 평균 연료사용

$$= 8.8 + 0.25 \times (\text{혼잡한 침두시간대 시스템 평균속도})$$

## 바. 연료낭비

침두시간 동안 자유속도보다 느린 속도로 운행되는 차량에 의해 낭비된 연료의 추정치로, 침두시간대 평균속도 및 침두속도와 관련된 평균 연료소모량을 이용한다.

연간 연료낭비

$$= \text{통행지체} \times \text{혼잡한 침두시간대 시스템평균속도} \\ \div \text{연간연료사용} \times \text{연250일 근무일수}$$

## 사. 교통혼잡비용

교통혼잡비용은 지체비용과 연료비용 두 개의 요인으로 나누어지고, 이 값들은 직접적으로 주행속도 계산과 연관이 있다. 지체비용은 승용차의 손실시간 추정치와 혼잡시의 상업용 차량의 증가된 운영비용의 추정치이며, 승용차의 혼잡으로 인한 연료비용은 침두시 혼잡통행속도, 평균 연료소모량 및 차량의 지체시간에 의해 추정된다. 낭비된 시간과 연료의 비용은 상업용 차량의 운행비용(\$ 71.05 in 2002) 안에 포함되어 있으므로, 낭비된 시간과 연료에 대해 따로 값을 구하지는 않는다. 각각의 비용은 다음 식에 의해 구해진다.

- 승용차 지체비용

연간 승용차 총지체비용

$$= \text{일 지체시간} \times \text{시간가치} \times \text{평균재차인원} 1.25 \times \text{연 250일 근무일수}$$

(시간가치: \$/Hour, 평균재차인원: Person/vehicle)

## - 승용차 연료비용

$$\text{승용차 연료비용} = \text{연간 연료비용} \times \text{승용차 비율}$$

## - 상업용 차량 비용 계산식

연간 상업용 차량 총 운행비용

$$= \text{일 지체시간} \times \text{상업용 차량비율}$$

$$\times \text{상업용 차량의 시간당 운행비용} \times \text{연 250일 근무일수}$$

## - 총 교통혼잡비용

: 돌발상황지체 및 일상지체로 인한 혼잡 때문에 발생한 연간 비용을 구하기 위해 차량 지체와 연료 낭비로 인한 비용을 합하여 구한다.

혼잡으로 인한 연간비용

$$= \text{연간 승용차 지체비용} + \text{연간 승용차 연료비용}$$

$$+ \text{연간 상업용 차량 운행비용}$$

## 아. 혼잡시 통행 비율

첨두시 및 일일 중 혼잡시간대의 주행에 대한 각 도시별 통행 비율은 일 통행량의 단지 50%만이 첨두 시간대에 발생한다는 가정을 했기 때문에 단지 첨두 혼잡시간대의 통행량은 일 교통량의 절반이 된다.

혼잡상황 시 통행 = 혼잡한 첨두시간대 통행 비율  $\times$  그룹의 *VMT*

$$\text{혼잡한 첨두통행비율}(\%) = \frac{\text{혼잡한 일일 통행비율}}{2}$$

## 자. 도로 혼잡 지표

도시부 도로 혼잡수준은 교통류 밀도를 측정하는 공식을 이용하여 추정된다. 고속국도와 주간선도로의 차로당 일평균 교통량은 각 지역별로 주행차량 거리(VMT)와 도로 차로당 길이(Ln-Mi)를 이용하여 추정하며, 시스템의 각 구간의 통행량을 이용한 비율은 고속국도나 주 간선도로의 상태를 측정하는 데 사용된다. 이런 가중치는 도시간의 비교에 사용된다.

도로혼잡지표는 지역의 병목이나 통행패턴의 변화를 고려하지 않은 거시적 측면의 측정치이며, 고속국도 램프미터링, 대중교통중심의 정책변화나 카풀 같은 개선책들로 인한 영향이 포함되지 않았고, 혼잡도 지표가 1.0보다 크면, 그 지역의 혼잡수준은 높은 것을 나타내며, 도로혼잡지표가 1.0일 때의 통행조건은 다음과 같다.

- 통근시간은 비첨두시간의 주행시간보다 25% 이상 걸리지 않음
- 고속국도 상에서 첨두시간 동안 통행속도는 낮지만 통행은 지속되고, 통행이 가다 서다(Stop-and-Go)를 반복하지는 않음
- 보통 혼잡은 각 첨두시간 동안 1시간 30분 ~ 2시간 이상 지속되지 않음
- 혼잡한 교차로에서도 1~2번의 주기 후에는 교차로를 통과함
- 도로혼잡지표는 운영 향상(교통사고 신속처리, 신호연동화), 여객의 이동 효율성 향상(버스 또는 카풀 차선)이나 대중교통 향상(버스우선신호)에 의한 영향은 포함하지 않음
- 도로혼잡지표는 교통병목지점(좁은 교량이나 터널)이나 시스템 간의 미연결로 인한 용량 손실을 의미하는 상황을 포함하지 않음
- 도시지역 내의 혼잡도를 평균화시켰으므로 평균보다 훨씬 나쁘거나 좋은 지역이 있을 것임

### 3. 교통혼잡비용 추이

미국 대도시 지역의 혼잡은 계속 증가 추세에 있으며, 고용시장과 통행이 약간 감소했음에도 불구하고, 2003년의 통행시간지체는 37억 시간, 연료낭비는 23억 갤런을 발생시켜 총 630억 달러 이상의 교통혼잡비용 발생시켰다.

이는 2002년보다 통행시간지체는 7,900만 시간, 연료낭비는 6,900만 갤런 증가한 것으로 미국의 경우 <표 3-2>에서 보듯이 교통혼잡비용뿐만 아니라 교통수요 추정치, 현재의 혼잡수준을 유지하기 위해 신설해야 할 도로연장 및 대중교통 승객수와 교통혼잡비용을 줄이기 위해 수행된 각 방안에 대한 영향을 제시함으로써 도로관련 정책수립에 기초 데이터를 제공하고 있다.

미국의 교통혼잡비용 추이는 지난 20여년 동안 비교적 일률적인 비율로 증가해 왔다. 첨두시간의 총 주행 중 최악의 혼잡수준을 보이는 기간은 1982년 12%에서 2003년 40%로 증가하였으며, 자유속도 주행을 보이는 기간은 1982년 70%에서 2003년 33%로 약 절반정도 감소하였다.

<표 3-2> 미국의 교통혼잡비용 추이(1982~2003년)

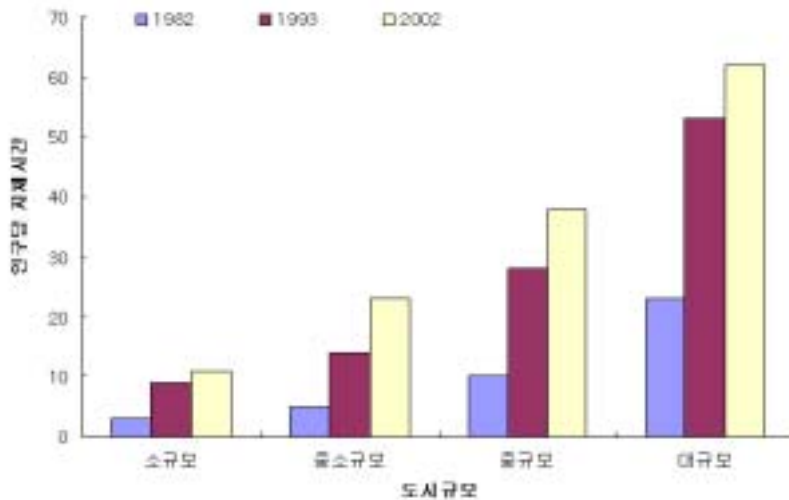
효과 척도	1982	1993	2002	2003
개인 혼잡도				
첨두시 여행객당 연간 지체(시간)	16	40	47	47
Travel Time Index(자유속도 조건과 첨두시간대의 여행시간 비율)	1.12	1.28	1.37	1.37
첨두시 여행객당 연간 지체가 20시간이 넘는 도시	5	37	0	51
전체 혼잡도				
총 혼잡시간(조 시간)	7	24	36	37
총 낭비된 연료(조 갤런)	4	13	22	23
교통혼잡비용(조 달러)	125	394	615	631
교통 수요				
주요도로의 일당 vehicle-mile(조)	10.6	16.6	20.9	21.4
대중교통의 연간 승객-마일(조)	229	351	437	434

&lt;표 3-2&gt; 계속

효과 척도	1982	1993	2002	2003
현재 혼잡수준 유지를 위해 필요한 도로나 대중교통승객 수	7,638	6,459	4,927	5,002
고속국도나 주간선도로의 차로당 마일일당 대중교통 승객수(백만)	8.6	8.2	7.2	7.3
혼잡문제 해결방안에 대한 효과				
운영개선에 의한 절감된 시간(백만 시간)	NA	NA	301	336
대중교통 이용으로 인해 절감된 시간(백만 시간)	269	696	1,097	1,096
운영개선에 의한 절감된 시간비용(조 달러)	NA	NA	50	56
대중교통 이용으로 인해 절감된 시간비용(조 달러)	46	90	182	182

주: NA - Not Applicable, 2000년 이전은 운영이나 대중교통전략으로 인한 영향의 자료 없음.

인구 3백만 이상을 ‘대규모’, 1백만~3백만 ‘중규모’, 500,000~1백만 ‘중소규모’, 500,000 미만을 소규모로 구분하여 분석한 결과는 다음과 같다.



&lt;그림 3-3&gt; 도시규모별 교통혼잡비용 변화 추이

도시규모별 교통혼잡비용 변화를 살펴보면, 인구규모에 관계없이 모든 도시의 혼잡기간은 점점 늘어나고, 더 넓은 교통 네트워크에 악영향을 미치면



서 혼잡정도는 점점 심해지고 있는 실정이다. 85개 도시지역의 침두시간 동안 인구당 연평균 지체는 1982년 16시간에서 2003년 47시간으로 급증한 것으로 나타났다.

## 제2절 일본

일본에서는 여행속도, 교통량, 시간비용, 연료비용 등 각종 요인들을 고려한 교통혼잡비용을 추정·활용하고 있다.

일본의 교통혼잡비용 추정사례는 본원에서 출간하고 있는 『월간교통(2003.10)』의 “미국·일본·한국의 교통혼잡비용 추정방법 비교 및 시사점” 내용을 중심으로 정리한 것이다. 일본 국토교통성은 도로행정평가 인터넷사이트를 통해 교통혼잡비용을 추정하여 발표하고 있는데 현재 발표된 자료에 의하면 전국 교통혼잡비용은 약 12조 엔이며, 이를 인당으로 환산하는 경우 9만 엔에 해당된다. 또한 정체로 인한 손실시간은 연간 약 38억 시간으로 1인당 30시간이다.

### 1. 도로교통센서스 데이터에 의한 혼잡구간 추정

일본 국토교통성 도로국에서는 『전국도로교통센서스』와 관련하여 각종 조사를 실시하고 있는데, 이 중 일반교통량조사에서는 전국의 일반 행정기관(都道府縣)관할 이상의 도로를 대상으로 시간대별 교통량 및 혼잡시의 여행속도 등을 측정하고 있다. 이 결과를 이용하여 교통혼잡에 따른 속도 저하의 실태를 거시적인 관점에서 전국 손실시간으로 추정하고 있다.

1997년도 전국도로교통센서스에 의하면 도로종별 교통상황은 <표 3-3>, 혼잡도별 연장 집계는 <표 3-4>와 같다.

**<표 3-3> 교통 현황(평일 12시간 조사)**

도로종류		조사연장 (km)	평균 교통량(대) (주간 12시간)	평균 혼잡도	혼잡시 평균 여행속도(km/h)
고속 국도	국토개발 간선자동차도로	6,115	19,894	0.54	83.5
	도시고속국도	549	48,844	0.89	36.6
	소계	6,664	22,278	0.58	75.5
일반 도로	일반국도	53,281	8,929	0.94	36.7
	주요 지방도	57,200	4,906	0.75	34.0
	일반 지방도	69,633	2,862	0.59	33.4
	소계	180,114	5,329	0.79	34.5
전체 도로 합계(평균)		186,778	5,943	0.75	35.2

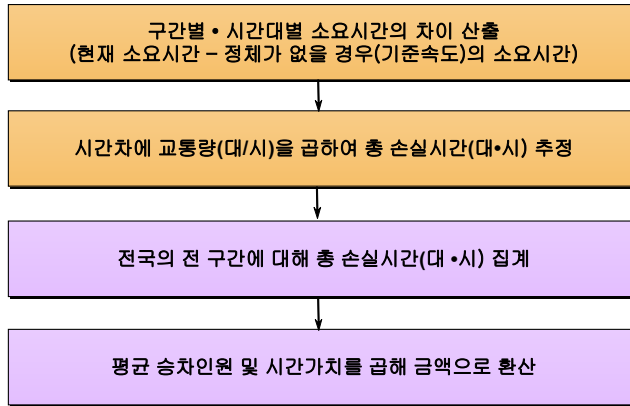
**<표 3-4> 혼잡도별 도로연장 현황(평일 12시간 조사)**

(단위: km)

도로종류		혼잡도 추정 구간	혼잡도<1.0	1.0<혼잡도<1.5	혼잡도>1.5
고속 국도	국토개발 간선자동차도로	6,115	5,542	559	14
	도시고속국도	549	313	228	8
	소계	6,664	5,855	787	22
일반 도로	일반국도	53,281	33,466	13,082	6,733
	주요 지방도	57,200	42,967	9,423	4,810
	일반 지방도	69,632	56,235	7,866	5,532
	소계	180,114	132,668	30,371	17,075
전체 도로 합계		186,778	138,523	31,158	17,097

## 2. 손실시간과 손실금액의 추정과정과 주요 변수

손실금액은 조사구간별, 시간대별로 추정하고 있다. 즉, 현재의 소요시간과 정체가 없을 경우의 소요시간과의 차이에 시간가치를 곱하여 결정된다.



<그림 3-4> 손실추정의 과정

전국도로교통센서스에서는 시간대별 교통량 및 혼잡시간대의 여행속도를 측정하고 있다. 손실시간을 계산하는 데 필요한 혼잡시간대의 여행속도는 시간대별 교통량에서 속도와 교통용량에 대한 교통량의 비의 관계로 각 조사구간마다 추계하고 있다.

기준속도는 정체가 없는 상황에서의 주행속도로서 기본적으로는 각 도로종별마다 규제속도의 평균치를 이용하고 있다. 단, 인구밀집지구(Densely Inhabited District: DID)와 비인구밀집지구의 경우는 정체 발생 용이성과 신호 등 주행여건이 다르기 때문에 규제속도를 DID지구의 경우 다소 낮게 설정하고 있는 도로도 있다. 예를 들면 일반국도의 기준속도는 DID지구 내에서는 35km/h, DID지구 외에서는 50km/h로 설정하고 있다.

차량 1대의 손실시간, 즉 ‘손실시간(대·시)’을 ‘손실시간(인·시)’으로 환산하기 위해 평균 재차인원을 이용하고 있다. 평균 재차인원은 1997년 센서스의 조사결과인 1.3인/대를 이용하였다.

손실시간(인·시)이 구해졌을 때, 이를 비용으로 환산하기 위해 ‘근로통계조사(후생노동성)’를 이용하여 일반 취업자의 평균 시간가치를 추정하였다. 여기서는 취업자의 평균 임금을 취업시간으로 나눈 값(약 2,300엔/시·인)을 이용하였다.

### 3. 손실시간과 손실금액의 추정

행정구역별 손실금액에 의하면 도쿄도(東京都), 오사카부(大阪府), 아이치현(愛知縣) 등이 상위를 차지하였으며, 3대 도시권에서의 정체에 의한 손실이 매우 큼을 알 수 있다. 반대로 사가현(佐賀縣), 후쿠이현(福井縣), 돗토리현(鳥取縣) 등이 하위를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

## 제3절 캐나다

### 1. 추정방법론

'*The Cost of Congestion in Canada*'라는 보고서를 통해 전국 도시 가운데 9개 도시에 대한 상습적 교통정체에 대한 혼잡비용을 추정하고 있다. 기본적으로 미국의 방법론과 동일하나 첨두시간대에 발생하는 혼잡에 대하여 이용자가 어느 정도의 혼잡을 수용하나 그 정도가 심해져 더 이상 수용할 수 없는 한계가 존재한다고 가정하여 이에 따른 혼잡비용을 산출한다. 자유속도의 50%, 60%, 70%를 한계치로 가정하여 EMME/2 예측모형을 통한 결과를 이용하여 교통혼잡비용을 추정했다.

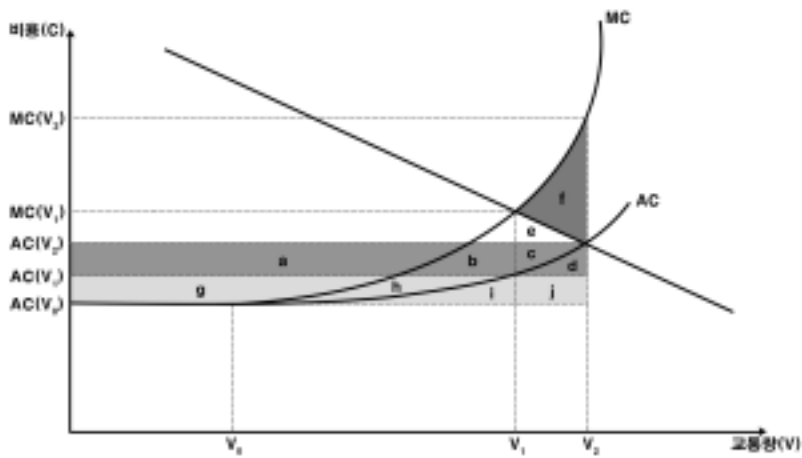
캐나다의 추정방법론에서는 교통혼잡비용을 시간손실비용, 연료소모비용 및 환경비용(온실가스 배출)으로 구분하고 있으며 다른 나라와는 달리 환경비용을 추가적으로 혼잡비용에 포함시킨 것이 특징이라 할 수 있다.

원칙적으로 교통혼잡비용을 추정하기 위한 이론적 기초는 공학에 두고 교통 혼잡으로 늘어난 정체에 따른 시간손실, 연료손실, 그리고 내부화되지 않은 외부비용에 해당되는 지구온난화비용을 계산하였다.

<그림 3-5>에서 보는 바와 같이 캐나다 계산방식은 기준속도가 자유속도가 아니라는 점에서 미국의 계산 방식과는 차이가 나고, 또한 외부효과에

해당되는 환경비용을 일부 감안했기 때문에 f 면적의 일부가 비용 추정에 포함되었다고 해석할 수 있다.

그러나 비침두시 혼잡, 비 반복 혼잡, 화물차량 운행비용, 소음 등의 비용은 고려되지 않아 혼잡비용에 관한 현실 상황을 반영하기에는 다소 과소 추정되었다는 지적도 있다(Transport Canada, 2006).



<그림 3-5> 혼잡비용의 크기

## 2. 교통혼잡비용의 구성요소 및 방법론

### 가. 시간손실비용(캐나다 달러 기준)

캐나다 교통부의 업무통행 및 비업무통행 관련 자료를 이용하여 각 통행 종류별 혼잡비용을 추정한다. 예를 들면 2006년의 시간손실비용 추정에서 밴쿠버의 경우 2003년의 자료를 통해 업무통행이 48%, 비업무 통행이 52%로 구분하였고 업무통행의 시간가치는 29.72\$, 비업무 통행의 시간가치는 9.26\$로 추정했다. 캐나다 사례의 경우 도시별로 시간가치 비용을 다르게 적용하여 혼잡비용을 추정하고 있다.

## 나. 연료소모비용

모든 차량을 단일 차량(경량차량)으로 간주하여 추정하였고 연료비용은 각 도시별로 각각 조사하여 경유와 휘발유 가격을 구분하였다. 연료비용에 포함된 세금은 계산하지 않았다. 이것은 캐나다의 경우 혼잡에 따른 사회적 비용에 보다 큰 관심이 있기 때문이다. 연료소모량 및 배기가스량 추정에는 Virginia Tech Microscopic Energy and Emission Model과 Comprehensive Modal Emission Model(CMEM)을 이용하여 LOS별로 연료의 소모량을 추정하고 있다.

**<표 3-5> LOS별 연료소모량**

도로별 서비스 수준	추정 속도(km/h)	연료소모량(Ml/veh-km)
Arterial, LOS A-B	45	81.98
Arterial, LOS C-D	30	95.92
Arterial, LOS E-F	20	141.59
Freeway High-Speed	105	65.22
Freeway Los A-C	95	63.79
Freeway Los D	85	62.81
Freeway Los E	50	71.84
Freeway Los F	30	98.28
Freeway Los G	20	113.13

## 다. 온실가스 배출비용

교통혼잡으로 인한 추가적 소모연료량을 산출하여 온실가스 배출비용을 추정한다. 주요 자동차 배출가스인  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $HC$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ ,  $PM$ 에 대하여 각각의 일정규모에 따른 배출 비용을 정하여 추가적으로 사용한 소모연료량이 배출한 각각의 양을 곱하여 전체적인 비용을 추정한다<sup>8)</sup>.

8) *Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada*, Canada Department of Transportation, 2003.

## 라. 혼잡지표의 개발

교통정책 입안자로 하여금 연간 교통혼잡이 미치는 영향을 파악하기 위해 교통혼잡지표를 개발하였으며 통행지체, 연료소모, 도로구간 혼잡 등을 포함하고 있다.

## 3. 교통혼잡비용 추이

캐나다 9개 도시의 교통혼잡비용은 <표 3-6>과 같다. 미리 언급하였듯이 캐나다는 자유교통류 속도의 50%, 60%, 70%로 기준속도를 설정하여 각 시나리오별 혼잡비용을 추정하고 있으며 자료 수집의 한계로 인하여 각 도시별 기준년도는 상이하나 시나리오에 따라 혼잡비용 총액은 약 23억 달러에서 37달러로 추정된다. 이 결과는 돌발상황 정체로 인한 혼잡비용이 제외된 혼잡비용이다.

**<표 3-6> 캐나다 9대 도시의 교통혼잡비용(2002년 가격 기준)**

(단위: 백만 달러)

도 시	연 도	자유교통류 속도의 50% 한계치	자유교통류 속도의 60% 한계치	자유교통류 속도의 70% 한계치
밴쿠버	2003	402.8	516.8	628.7
에드먼턴	2000	49.4	62.1	74.1
캘거리	2001	94.6	112.4	121.4
위니펙	1992	48.4	77.2	104.0
해밀턴	2001	6.6	11.3	16.9
토론토	2001	889.6	1,267.3	1,631.7
오타와/기티노	1995	39.6	61.5	88.6
몬트리올	1998	701.9	854.0	986.9
퀘벡	2001	37.5	52.3	68.4
총 계		2,270.2	3,015.0	3,720.6

## 제4절 사례 종합 및 시사점

### 1. 사례 비교 종합

우리나라를 포함하여 사례 대상 국가 모두 실질적인 비용 함수 곡선을 구하기 어려운 문제로 공학적 이론에 근거한 혼잡비용 추정 방법론을 채택하고 있으며 그 이론적 근거로 BPR방식을 삼고 있다. 분석 대상지역은 미국, 캐나다의 경우 지역간 교통에 대한 혼잡은 미비한 것으로 간주하여 도시부 지역만을 추정하고 있는 반면, 우리나라와 일본은 도시부 및 지역간 교통에 대한 혼잡비용을 추정하고 있다.

캐나다의 경우 자유속도의 50, 60, 70%를 혼잡기준속도로 채택하여 사회적 혼잡인식에 대한 현실성을 감안하였으며 온실가스비용을 혼잡비용에 포함시킨 점 등이 특징이라 할 수 있다.

<표 3-7> 해외사례 비교 종합

구 분	미 국	캐나다	일 본
대상지역/도로	도시부(고속, 간선)	도시부(고속, 간선)	지역간, 도시부
대상 도시 수	85개	9개	전국
추정대상 혼잡유형	반복, 비 반복	반복	반복
혼잡판단 기준속도	자유속도	자유속도의 50, 60, 70%	자유속도
혼잡비용 범위해석	공학기반, 경제학적 내부비용	공학기반, 경제학적 내부비용	공학기반, 경제학적 내부비용
혼잡비용 항목구성	유류, 시간, 상업용 운행	유류, 시간, 온실가스	시간
혼잡시간대 구성	오전, 오후 첨두 6.5시간(교통량비 50%)	오전, 오후 첨두 (6.5 시간)	측정시간대 모두
시간가치 차등화	없음	업무/비업무	취업자 평균 시간가치
속도추정방법	BPR	BPR	관측자료



## 2. 시사점

본 연구에서 검토된 국가들은 모두 경제학적 의미에서의 혼잡비용(deadweight loss)이 아닌 교통공학적 접근방식으로 혼잡비용을 추정하고 있다. 이와 같은 교통공학적 기반에서의 혼잡비용은 자유교통류에서의 속도가 환경 또는 경제학적 측면에서 가장 효율적인 속도가 될 수 없으므로 합리적인 정책 목표가 될 수 없다는 단점에도 불구하고 경제학적 접근방법인 사회적 한계비용 및 평균비용 곡선을 현실적으로 도출하기 힘든 현실적 제약조건으로 인하여 널리 사용되고 있다.

미국의 경우, 혼잡비용의 추정기준을 자유속도로 하고 비용으로는 차량자체와 연료소모만을 고려하였다. 이는 측정 가능한 변수 중 신뢰성 있게 얻을 수 있는 변수만을 채택함으로써 방법론을 간단히 했을 뿐만 아니라, 결과치인 혼잡비용 값 자체의 신뢰성도 높이는 영향이 있다. 또한 혼잡비용을 추정하기 위한 기초데이터가 각 지역의 교통관리센터로부터 제공되는 환경하에서 혼잡비용 추정이 이루어져 우리나라와는 여건이 상당히 다를 수 있다. 그러므로 미국의 방법론을 우리나라에 적용하기 위해서는 심도 있는 고찰이 필요하다<sup>9)</sup>.

캐나다 사례의 경우 연간 총 혼잡비용은 23~37억 불로 매우 보수적인 수치로 나타나고 있다. 이는 지역간 도로에 대한 추정이 없을 뿐 아니라 캐나다 전체 도시 중 9개 대도시만을 기준으로 했기 때문이기도 하지만 기준속도를 매우 보수적으로 설정하여 계산했기 때문이다. 각각의 도시에 따른 연료비용, 시간가치 비용을 조사해 반영한 것은 혼잡비용의 추정에 있어 보다 높은 신뢰성을 줄 수 있다. 캐나다 사례에서 가장 특이할 만한 점은 배출가스 비용을 추정한다는 데 있다.

미국과 캐나다 모두는 혼잡비용의 추정뿐만 아니라 이를 도로교통정책에 입안, 활용하기 위하여 혼잡비용을 활용한 정책지표를 개발하고 있다는 점

9) 조한선, “미국의 교통혼잡비용 산출 방법론”, 『월간교통』, 2006.

이 특기할 만한 점이다. 이와 같은 정책지표의 개발은 우리나라에서도 개발하여 정책입안자들로 하여금 효율적인 정책수립의 기준 잣대로 활용하게 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

일본 사례의 가장 큰 특징은 교통혼잡비용 추정에 있어 조사된 자료를 토대로 시간가치비용만을 교통혼잡비용으로 간주하고 있다. 도로 유형별 기준속도를 설정하여 관측교통류의 실제속도와의 차이를 가지고 시간지체 비용을 산출한다는 점에서는 일반적인 방법과 유사하다고 할 수 있다.

## 제4장 교통혼잡비용 추정 방법의 개선

경제학적 의미의 교통혼잡비용 추정이 보다 객관적일지는 모르나, 2장에서 언급하였듯이 경제학적 의미의 교통혼잡비용을 추정하기란 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 본 장에서는 교통공학적 측면에서 앞에서 정리한 기존 교통혼잡비용 추정 방법의 문제점을 토대로 현재 이용가능한 모든 자료를 이용하여 교통혼잡비용 추정 방법을 개선하고자 한다. 지역간 도로와 도시부 도로는 각각의 문제점 및 이용 가능한 자료의 성격이 다르므로 각각에 대해 독립적으로 추정방법을 개선하는 것이 바람직할 것이다.

### 제1절 교통혼잡비용 추정방법의 개선방향

지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법은 기본적으로 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정을 위한 기존방법을 준용하고 일부 수정하는 수준에서 개선방안을 마련하였다. 근본적으로는 도로구간별 통행속도를 이용하여 차량운행시간을 직접 계산할 수 있는 방법 개발이 필요하나, 아직까지는 현실적으로 각 도로의 통행속도, 특히 시간대별 통행속도 자료를 구하는 것이 불가능하기 때문에, BPR 식을 이용하여 차량운행속도를 산정하여 교통혼잡비용을 추

정하는 기존방법의 기본절차를 따르는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 또한 과거 추정결과와의 연속성을 배제할 수 없기 때문에 완전히 다른 방법으로 교통혼잡비용을 추정하는 것은 바람직하지 않다. 그러나 교통관련 기술의 개발과 가용한 자료의 확대에 인하여, 교통혼잡비용 추정방법이 최초 개발되었던 90년대 초반에 비하여 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 되었고, 교통상황의 변화를 보다 구체적으로 반영할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 근본적으로 개선하기보다는 보다 가용한 자료를 확대하고 계산절차를 보다 구체화하여 추정된 교통혼잡비용이 좀 더 현실적인 결과가 되도록 하는 방향에서 교통혼잡비용 추정방법을 개선하고자 한다.

2장에서 언급한 도시부 도로의 기존 교통혼잡비용 추정 방법의 문제점을 해결하기 위해서는 각 도시의 가로에 대한 보다 구체적인 교통량 및 속도자료가 필요할 것이다. 도시 내 총 교통량을 구하기 위해 전 도로구간의 교통량을 파악하는 것은 사실상 불가능할 것이므로, 교통량 조사 대상 링크의 교통량과 대상 링크의 연장과 총 노선 연장의 비율을 이용해서 총 교통량을 어느 정도 추정할 수 있을 것이다.

또한 도심지역과 외곽지역의 속도를 산술평균하여 도시를 대표하는 평균통행속도를 구하는 문제를 해결하기 위해서는 도심의 도로연장과 외곽지역의 도로연장을 따로 집계한 뒤 각 도로연장을 고려하여 가중평균을 구하여 도시 전체의 평균통행속도를 구하는 방안이 있을 수 있다. 하지만, 이러한 문제와 더불어 혼잡비용 추정을 위해 가로의 양방향 및 하루 평균속도를 이용하는 문제와 등록차량의 1일 평균 주행거리를 이용하는 문제에 대한 가장 바람직한 해결방안은 가로별 시간대별 방향별 교통량 및 통행속도와 도로연장을 이용하는 것이라 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 현재 각 도시에서 조사하고 있는 교통량 및 속도자료를 최대한 활용하여 위에서 언급한 기존방법의 문제점을 하나하나 해결하는 방향으로 기존의 방법을 개선해 나갈 것이다.

## 제2절 지역간 도로

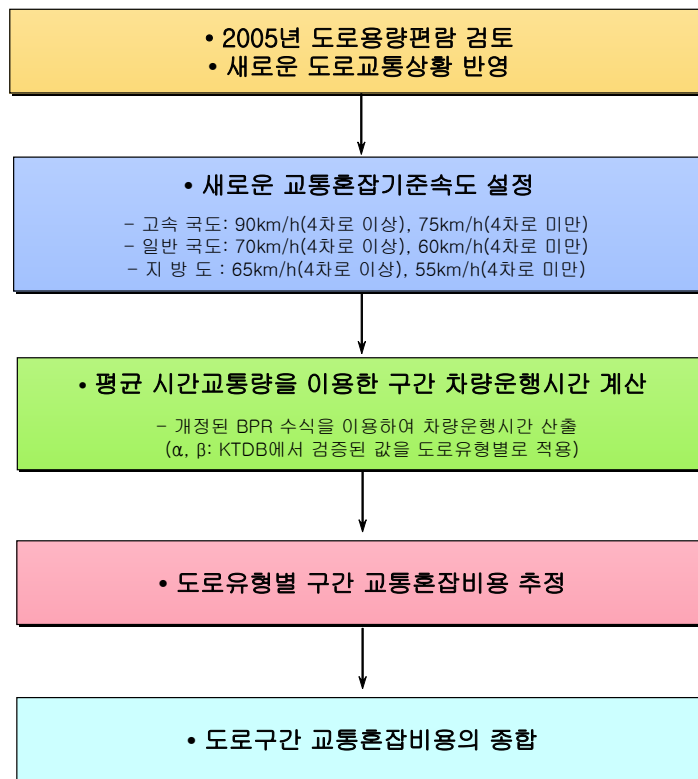
지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법 개선은 앞 절에서 언급한 바와 같이, 기본적으로 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정을 위한 기존방법을 준용하고 일부 수정하는 수준에서 개선방안을 마련하였다.

앞 장에서 언급한 지역간 교통혼잡비용 추정방법의 문제점들을 해결하기 위해서 크게 세 가지의 개선 방안을 마련하였다. 첫째, 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에서는 90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고, 현재의 교통 혼잡상황을 고려하여 교통 혼잡 기준속도를 재 추정하였다. 둘째, 평균 시간교통량을 사용하여 매 시간대에 발생하는 교통혼잡비용을 추정함으로써, 기존 방법에서 사용한 “교통 혼잡이 하루 중 10시간 동안 발생하고 총 일교통량의 60% 차량통행이 혼잡비용을 유발한다”는 가정으로 인한 문제점들을 해결하였다. 셋째, 국내의 교통상황을 반영할 수 있는 통행비용함수식의 파라미터를 사용하여, 보다 합리적인 운행시간을 추정하여 이용하였다. 이와 같은 새로운 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법 개발을 위해 본 연구에서 고려중인 주요개선방안은 다음과 같고, <표 4-1>에서는 개선방안들에 의한 기대효과를 설명하고 있으며, <그림 4-1>은 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법의 절차를 보여주고 있다.

- 교통혼잡기준속도 재선정
- 시간대별 교통량을 이용한 고속국도의 혼잡비용 추정
- BPR 식 파라메타 수정( $\alpha$ ,  $\beta$ ): 국가교통 DB에서 검증한 통행비용함수 사용

**<표 4-1> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 추정에 있어서 개선효과**

구분	개선 내용	개선 효과
1	시간대별 교통량 이용	하루 중 10시간 동안 교통혼잡이 발생하고 총 차량의 60%가 혼잡 비용을 유발한다는 가정을 배제함으로써 실질적인 각 도로구간의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
2	BPR 식 파라메타 수정	보다 현실적인 통행시간을 계산하기 위해 기존방법에서 사용 중인 파라메타( $\alpha=0.14$ , $\beta=4$ )를 도로유형별로 2005년 국가교통DB에서 재 추정한 값을 적용함
3	교통혼잡기준속도 재선정	90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고, 실질적인 교통 혼잡 상황을 고려할 수 있음

**<그림 4-1> 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정절차**

## 1. 시간대별 평균교통량을 이용한 지역간 도로의 혼잡비용 추정

본 연구에서는 기존 교통혼잡비용 추정방법에서 사용한 혼잡시간대 관련 가정에 의한 문제점을 해결하기 위해서는 건설기술연구원에서 매년 도로교통량 통계연보를 제작하기 위해 수집되는 구간별 시간교통량을 사용하였다.

도로교통량 통계연보 상에는 각 조사구간별 시간대별 평균교통량이 제공되고 있지 않지만, 실제 도로교통량 조사는 24시간 동안 시간대별로 이루어지고 있고, 이 시간대별 평균교통량 자료는 도로교통량 조사 시스템 서버에 저장되고 있으므로 이를 통해 전국 고속국도, 일반국도, 지방도의 조사구간별 시간 평균교통량을 수집할 수 있고 최종적으로 교통혼잡비용을 시간대별로 추정할 수 있다.

일교통량에서 시간교통량 사용으로 전환함으로써, 기존 방법에서 사용한 혼잡시간대 관련 가정을 더 이상 사용할 필요가 없어졌고, 첨두시간대 교통상황과 밤 시간 등과 같이 교통혼잡이 전혀 발생하지 않는 시간대의 교통상황을 반영한 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 되었다.

## 2. 국가교통DB에서의 통행비용함수 파라미터 사용

통행비용함수는 도로상의 교통량과 통행시간의 관계를 나타내는 함수로 교통량의 증가에 따른 통행시간 변화를 나타내는 값이다. 기존의 방법에서는 파라미터 값을  $0.15(\alpha)$ 와  $4(\beta)$  사용하고 있으나, 이는 국내 실정에 맞지 않는다고 지적되어 이 파라미터 값을 수정 보완하려는 많은 노력이 있어 왔다. <표 4-2>는 국내의 통행비용함수의 파라미터 값을 수정하기 위한 연구를 정리하여 보여주고 있다. 그러나 최근에는 한국교통연구원 국가교통DB 센터에서 전국 규모의 O/D와 통행속도 조사를 통해 이 파라미터 값들을 수정 및 보완하여 발표하고 있다. 현재 지방도를 제외한 전국의 고속국도와 일반국도를 대상으로 국내 교통특성을 반영한 통행비용 함수의 파라미터가

수정되어 배포된 상태이어서, 본 연구에서는 기존방법에서 사용한 값 대신 현재 수정 및 보완된 국가교통 DB에서 배포된 통행비용합수 파라미터를 이용하여 구간별 통행시간을 계산하여 교통혼잡비용을 추정하려 한다. <표 4-3>는 국가교통DB에서 제시하고 있는 VDF 파라미터와 해당 교통특성을 설명하고 있다.

**<표 4-2> 통행비용합수의 파라미터 값을 수정하기 위한 국내 연구**

구분	연구내용
이의은(1986)	부산-울산 간 국도와 지방도를 대상으로 파라미터 값 도출
최기주(1986)	서울의 도시가로인 영동지역을 대상으로 파라미터 값 도출
서선덕(1990)	우리나라 전국도로망을 대상으로 파라미터 값을 도출한 최초의 연구
주정열(1993)	전국 규모의 지역간 도로망과 도시 가로망으로 구분하고 각 지역의 도로유형 별로 파라미터를 수정/보완함
장덕형(1993)	21년간의 고속도로 자료를 이용하여 파라미터 수정
강호익(1996)	고속도로 교통관리 시스템의 차량검지시스템의 자료와 국도의 상시 교통량 조사 장비에서 수집된 자료를 이용하여 파라미터 값 도출
김병기(2002)	국도 등급I 도로의 상시 교통량 조사 장비에서 수집된 자료를 이용하여 파라미터 값 도출

**<표 4-3> 2005년 기준 O/D 및 네트워크를 통한 파라미터 정산 결과(고속국도, 일반국도, 지방도)**

도로위계(편도)	자유속도 (km/h)	용량/차로 (pcupl)	파라미터	
			$\alpha$	$\beta$
고속도로(1차로)	80	1,600	3.931	5.316
고속도로(2차로)	117	2,200	1.459	1.943
고속도로(3차로 이상)	119	2,200	3.210	5.936
일반국도(1차로)	70	750	1.896	3.894
일반국도(2차로)	80	1,000	0.430	3.566
일반국도(3차로 이상)	90	1,200	0.653	3.232
지방도(1차로)*	60	750	0.15	4
지방도(2차로)*	70	1,000	0.15	4
지방도(3차로 이상)*	80	1,000	0.15	4

주: \*) 현재 지방도의 국가교통 DB의 VDF 파라미터 값들은 보완되지 않은 값임



### 3. 혼잡기준속도 수정

교통 혼잡은 정성적인 지표로 이는 교통이용자의 주관적 판단에 따라 다르게 적용될 수 있는 값이고 교통혼잡을 정의내리는 교통혼잡속도 역시 사실상 운전자 개개인의 주관적 판단에 따라 다양하게 나타날 수 있는 값이다. 그러나 본연구와 같이 국내 모든 도로를 대상으로 하는 광범위한 연구에서는 개개인의 주관적인 판단을 고려하기보다는 총체적인 개념으로써의 교통혼잡지표를 선정함이 바람직하다. 그러므로 기존 방법과 같이 본 연구에서도 교통량-통행속도의 관계를 이용하여 일정 속도를 교통혼잡의 발생을 판단하는 지표로 사용하고자 한다.

본 연구에서는 정상적인 교통상황에서의 차량속도를 교통혼잡의 기준속도로 정의하고 있으며, 이 기준속도는 도로의 적정서비스 수준과 그에 따른 교통량에 의해 정의될 수 있다. 교통혼잡 기준속도에 부합되는 서비스수준의 설정은 각 도로의 설계 서비스수준을 따르는 것이 바람직할 것으로 판단되고, 도로의 설계 서비스수준은 도로의 계획 및 설계 시 적용되는 도로의 지표로써, 이론적으로 볼 때 건설된 도로의 실제 교통량이 이 설계 서비스수준의 교통량보다 높게 되면 혼잡이 발생하게 된다는 의미를 포함하고 있다. 다시 말하면, 설계 서비스수준의 의미는 분석대상 도로의 교통혼잡 상태를 어느 수준까지 허용할 것인가를 결정하는 기준으로 볼 수 있다<sup>10)</sup>.

일반적으로 도시부 도로의 경우에는 도시교통의 특성상 장래교통량 변화가 심하지 않고 운전자들이 교통혼잡에 민감하지 않으며, 도시부 도로를 서비스 수준 C까지 끌어올리는 것은 채원의 낭비이므로, 서비스수준 D를 통상적으로 도시부 도로의 설계서비스 수준으로 이용하고 있다. 한편 지방부 도로의 경우에는 지역간 교통의 특성으로 인하여 장래 교통량 변화가 심하고 운전자들이 높은 이동성을 요구하기 때문에, 도시부에 비해 상대적으로 높은 설계서비스수준을 이용하고 있다. <표 4-4>는 일반적으로 사용되는 설

10) 대한교통학회, 『도로용량편람 2001』

계서비스 수준을 보여주고 있다.

**<표 4-4> 지방지역 및 도시지역의 설계서비스 수준**

구분	지방지역	도시지역
자동차 전용도로	C	D
일반도로	D	D

출처: 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침』, 2000.3, p45.

지역간 도로의 혼잡기준 서비스는 기존 방법에서 사용한 정의를 그대로 사용하는 것에 문제가 없다고 판단하여, 기존 방법을 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에도 동일하게 사용하고자 한다. 즉, 모든 지역간 도로(고속도로, 일반국도, 지방도)의 서비스수준 C 이하를 교통혼잡이 발생하기 시작하는 교통량 수준으로 보고 이에 따른 통행속도를 혼잡기준 속도로 정의하려 한다.

현재 2001년 도로용량편람에서 제시하고 있는 고속도로 기본구간의 서비스수준별 교통량과 교통량-속도의 관계는 <표 4-5>와 <표 4-6>에서 설명하는 바와 같다.

**<표 4-5> 고속도로 기본 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도**

서비스 수준	밀도 (pcpkmpl)	설계 속도 120 kph		설계 속도 100 kph		설계 속도 80 kph	
		교통량 (pcphpl)	v/c비	교통량 (pcphpl)	v/c비	교통량 (pcphpl)	v/c비
A	≤6	≤700	≤0.3	≤600	≤0.27	≤500	≤0.25
B	≤10	≤1,150	≤0.5	≤1,000	≤0.45	≤800	≤0.40
C	≤14	≤1,150	≤0.65	≤1,350	≤0.61	≤1,150	≤0.58
D	≤19	≤1,900	≤0.83	≤1,750	≤0.8	≤1,500	≤0.75
E	≤28	≤2,300	≤1.00	≤2,200	≤1.00	≤2,000	≤1.00
F	> 28	-	-	-	-	-	-

**<표 4-6> 고속도로 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도**

서비스수준	밀도 (pcpkmpl)	교통량 (pcph)	V/C 비	속도 (kph)
A	≤ 7.5	≤1,000	≤0.16	≥65
B	≤12.5	≤1,500	≤0.33	≥60
C	≤17.5	≤2,000	≤0.58	≥55
D	≤25.0	≤2,500	≤0.83	≥50
E	≤37.5	≤3,000	≤1.00	≥40
F	>37.5	<3,000	<1.00	<40

고속도로와 달리 일반국도와 지방도는 차로수 및 국도의 등급에 의해 그 교통특성이 다르게 구분될 수 있다. 양방향 4차로 이상의 일반국도와 지방도는 도로용량편람에서 정의하고 있는 다차로 도로에서의 교통특성을 따르고, 양방향 2차로 일반국도와 지방도는 도로용량편람에서 정의하고 있는 유형 II 2차로 도로에서의 교통특성을 따르게 된다고 볼 수 있다.

한편 도로용량편람(2001)에서는 다차로 도로를 아래와 같이 정의내리고 있고, 일반국도의 대부분 도로가 다차로 도로의 도로 및 교통특성을 지니고 있는 것으로 분석하고 있다.

“다차로 도로는 고속도로와 함께 지역간 간선도로 기능을 담당하는 양방향 4차로 이상의 도로로서, 고속도로와 도시 및 교외간선도로의 도로 및 교통 특성을 함께 갖고 있으며, 확장 또는 신설된 일반국도가 주로 이에 해당된다.”

지방도의 경우에는 구간별로 최근 양방향 4차로 이상의 도로로 확장 및 신설되는 노선이 많아지고, 설계속도가 높은 노선이 많아짐에 따라, 양방향 4차로 이상의 지방도 역시 도로용량편람에서 정의내리고 있는 다차로 도로의 도로 및 교통특성을 따른다고 보는 것이 타당하다. 위에서 언급한 바와 같이 일반국도와 지방도는 차로 수에 따라 다차로 도로 및 2차로 도로로 구

분하여 혼잡비용을 추정함이 바람직한 것으로 판단된다.

도로용량편람(2001)에서는 다차로 도로를 <표 4-7>과 <표 4-8>에서 보는 바와 같이 설계속도와 신호등 밀도에 의해서 세 가지 유형으로 구분하여 서비스수준을 분석하도록 제시하고 있다.

<표 4-7> 다차로 도로 유형구분

구분	설계속도(km/h)	신호등 밀도(개/km)	이상적인 조건의 최대 평균통행속도(km/h)
유형 I	90, 100	≤ 0.3	92
유형 II	80	≤ 0.7	87
유형 III	70, 80	≤ 1.0	87

<표 4-8> 다차로 도로 서비스수준

도로유형	I		II	II, III	III
주어진 도로조건에서의 승용차의 최대 평균통행속도	≥ 87(km/h)		≤ 87(km/h)		
신호등 밀도(개/km)	≤ 0.1	≤ 0.3	≤ 0.1	≤ 0.7	≤ 1.0
서비스수준	평균통행속도(km/h)				
A	≥ 85	≥ 80	≥ 80	≥ 70	≥ 65
B	≥ 81	≥ 75	≥ 76	≥ 65	≥ 60
C	≥ 76	≥ 70	≥ 71	≥ 59	≥ 53
D	≥ 71	≥ 65	≥ 66	≥ 52	≥ 45
E	≥ 65	≥ 57	≥ 60	≥ 42	≥ 35
F	< 65	< 57	< 60	< 42	< 35

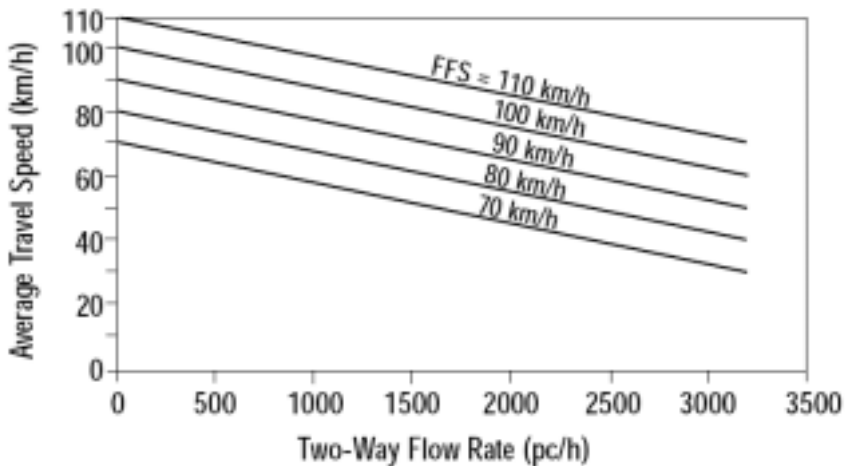
한편 도로용량편람(2001)에서는 양방향 2차로 도로를 설계속도 80km/h를 기준으로 두 가지 유형으로 구분하고 있고 유형 I는 주로 고속도로와 같은 고규격도로가 해당하고, 유형 II는 주로 일반적인 2차로 도로가 해당한다고 도로용량편람은 설명하고 있다.

- 유형 I: 설계속도 80km/h 이상의 연속 교통류 도로
- 유형 II 설계속도 80km/h 이하의 연속 교통류 도로

**<표 4-9> 2차로 도로의 서비스수준**

구분 서비스수준	총지체율(%)		교통량(pph)*
	도로유형 I	도로유형 II	
A	≤ 8	≤ 10	≤ 650
B	≤ 15	≤ 20	≤ 1,300
C	≤ 23	≤ 30	≤ 1,900
D	≤ 30	≤ 40	≤ 2,600
E	≤ 38	≤ 50	≤ 3,200
F	> 38	> 50	> 3,200

주: \* 2차로 도로에서의 교통량은 양방향 교통량을 의미함

**<그림 4-2> 자유속도별 양방향 2차로 도로에서의 교통량과 평균통행속도의 관계**

이를 바탕으로 본 연구에서는 교통혼잡기준속도를 다음과 같이 규정하고자 한다.

**<표 4-10> 제안하는 교통혼잡기준속도와 그 선정기준**

도로유형	차로수	기준속도 (km/h)	선정 기준
고속국도	4 이상	90	양방향 4차로 이상의 고속도로의 설계속도를 100km/h 정도로 가정할 때 이상적인 4차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 97km/h이나 엇갈림 및 램프구간에서는 더 낮은 값임
	2	75	양방향 2차로 고속도로는 현재 88고속도로 구간에만 존재하고 설계속도는 80km/h임. 이상적인 2차로 고속도로 기본구간에서의 서비스 수준 C의 차량속도는 78km/h이고, 엇갈림 및 램프구간에서는 더 낮은 값임
일반국도 (지방도)	4 이상	70 (65)	양방향 4차로 이상의 일반국도 및 지방도의 설계속도를 80km/h 이상으로 가정할 때 이상적인 4차로 이상의 도로에서의 최대속도는 87km/h이고 유형별 다차선도로의 서비스 수준 C의 차량속도 경계값은 53km/h에서 76km/h 사이에 분포하고 이는 도로유형 및 신호등 교차로의 밀도에 따라 다르게 나타나고 있음
	2	60 (55)	양방향 2차로 도로 중 유형 II도로는 설계속도가 80km/h 미만으로 이들 도로의 서비스 수준 C에서의 차량속도는 약 55km/h 이하임

### 제3절 도시부 도로

기존의 도시부 도로의 교통혼잡비용은 교통량 및 속도자료의 취득이 어려워 도시별 차량등록대수, 도시별로 하나의 평균통행속도 및 도시별 차종별 1일 평균주행거리를 이용하여 추정해 왔다. 이에 따른 도시부 교통혼잡비용 추정방법의 문제점은 앞에서 언급한 바 있다. 하지만 최근 ITS기술의 발전과 지방자치단체 및 관계기관의 교통관련 자료의 체계화 노력으로 도시별 혹은 도로 유형별로 취득 가능한 자료가 다양해짐에 따라, 각 도로의 유형과 지역특성을 고려한 교통혼잡비용 추정방법의 마련이 가능해지게 되었다. 또한 도시부에 건설된 도로가 다양화(도시고속도로, 도심 간선도로, 도시외곽지역도로 등)되고 이에 따른 도로의 주행환경이 변화함에 따라 기존의

혼잡시간대 및 혼잡시간대 교통량 비율 등 각종 지표에 대한 재검토와 더불어 각 도로와 지역특성을 고려한 새로운 교통혼잡비용 추정방법이 필요하게 되었다.

본 절에서는 이러한 새로운 교통혼잡비용 추정방법의 필요성에 의해 각 도시별로 이용 가능한 자료를 파악한 후 위에서 언급한 기존방법에서의 문제점을 보완하는 방향으로 이를 최대한 활용하여 기존의 교통혼잡비용 추정방법을 개선하고자 한다. 우선, 각 도로유형별(일반도로 및 자동차전용도로)로 그에 적합한 혼잡 기준속도를 적용하지 않고, 하나의 기준속도를 모든 도로에 적용해온 기존의 불합리한 면을 개선하기 위해 교통혼잡비용 추정방법과는 별개로 기존의 혼잡 기준속도에 대한 검토를 선행하고자 한다.

## 1. 도시부 도로의 교통혼잡 기준속도 검토

### 가. 일반도로

교통혼잡 기준속도를 정하기 위해서는 도로의 설계 서비스수준에 대한 개념이 필요한데, 설계 서비스수준은 설계 대상 도로의 서비스 수준(혼잡 상태)을 어느 수준까지 허용할 것인가와 관련하여 해당 도로의 기능과 특성, 입지, 교통 특성 등을 고려하여 결정하게 된다. 도로용량편람(1992, 2001)에서는 도로별 설계 서비스 수준을 고속도로의 경우 지방 지역은 서비스 수준 C, 도시지역은 서비스 수준 D로, 일반도로의 경우 지방 지역 및 도시 지역 공히 서비스 수준 D로 적용하고 있다.

기존 방법에서는 도로용량편람(1992)을 기반으로 하였으며, 도로여건이 양호한 것을 기준으로 4개의 간선도로유형 중 도시외곽지역은 간선도로유형 I의 서비스 수준 D일 때의 속도인 27km/h를 도심지역은 간선도로유형 II의 서비스 수준 D일 때의 속도인 25km/h를 교통혼잡 기준속도로 설정하였으며, 도시 고속화 도로에 대해서는 2차로 고속국도와 제한속도가 같은 연유

로 해서 이를 토대로 하였으며, 도시지역임을 감안하여 이보다 다소 낮은 60km/h로 설정해 놓고 있다. 하지만, 도로별로 혼잡비용을 추정하기 위한 충분한 자료가 없었던 관계로, 도로의 구분 없이 일괄적으로 27km/h를 교통혼잡 기준속도로 적용해 왔다.

도로용량편람(2001)에서는 간선도로 유형을 1992년판의 4개와는 달리 3개로 분류해 놓고 있으며, 서비스 수준 D에서의 속도는 간선도로의 유형에 따라 다음과 같다.

- 간선도로 유형 I 자유속도 80km/h, 서비스 수준 D 28km/h
- 간선도로 유형 II 자유속도 70km/h, 서비스 수준 D 25km/h
- 간선도로 유형 III 자유속도 60km/h, 서비스 수준 D 20km/h

간선도로 유형별로 혼잡기준속도를 적용하기 위해서는 해당 가로의 특성을 고려하여 각 가로별로 간선도로를 유형에 따라 분류해야 하지만, 현재의 제한된 자료로는 어려운 상황이다.

간선도로를 기능적으로는 <표 4-11>과 같이 고규격, 중간규격 및 저규격으로 분류하고 하고 있으며, 이를 위해서는 이동성 및 접근관리수준 등 상당히 여러 가지 요인을 고려해야 한다. 또한 도로여건에 따른 간선도로의 유형을 분류하기 위해서는 <표 4-12>에 제시되어 있듯이, 기능적 분류가 선행되어야 한다. 이렇듯 대상 도로의 유형을 정확하게 파악하기란 쉽지 않다. 더구나, 주 간선도로와 보조 간선도로간 또는 보조간선도로간의 도로로서 도시교통의 집산기능을 담당하고 있는 집산도로에 대해서는 서비스 수준 개념 정립이 안 되어있어, 도시 내 전체도로에 대해 도로등급별로 이에 맞는 혼잡기준 속도를 결정하기란 쉽지 않은 상황이다.

집산도로를 제외한 간선도로 유형을 가능한 간편히 분류하기 위한 하나의 시도로써 <표 4-11>과 <표 4-12>를 바탕으로 간선도로 유형 III은 편도 1~2차로, 간선도로 유형 II는 편도 3차로, 간선도로 유형 I은 편도 4차로 이



상으로 규정할 수 있을 것이다. 이와 같이 구분된 간선도로의 유형별로 다른 혼잡기준속도를 적용하여 혼잡비용을 추정하는 것이 바람직하다고 할 수 있겠다. 그러나 혼잡기준속도를 기존의 27km/h에서 차로 수 별로 20, 25, 28 km/h로 변경하면, 평균적으로 혼잡기준속도를 낮추게 됨으로써 혼잡비용은 기존보다 상당히 작게 나올 수 있다.

<표 4-11> 간선도로의 도로구분에 따른 기능적 분류

구 분		기능적 분류		
		고 규 격	중 간 규 격	저 규 격
이 동 성		매우중요	중요	보통
접근관리수준		고	중	저
연 결 도 로		고속도로 도시고속도로 도시부 연결국도	주요간선도로	집산도로
주요통행목적		장거리통과교통	도시부접근교통	도시부내부교통
구 분		설 계 수 준 분 류		
		고 규 격	중 간 규 격	저 규 격
진출입로 설치밀도		저	중	고
km당 신호교차로수		2개 이하	1~3개	2개 이상
자 유 속 도(kph)		≤ 85	≤ 75	≤ 65
보 행 자 밀 도		저	중	고
주 변 개 발 정 도		저	중	고
구 분		도 로 여 건 범 주		
		양 호	보 통	
차로 수	고 규 격	링크 편도 4차로 이상	링크 편도 3차로	
	저규격/중간규격	링크 편도 3차로 이상	링크 편도 2차로	

<표 4-12> 도로구분과 도로여건에 따른 간선도로 유형

도로구분		도로여건	
		양 호	보 통
고 규 격		I	I
중 간 규 격		I	II
저 규 격		II	III

한편 도로용량편람(2001) 상 서비스 수준 C의 속도는 간선도로의 유형에 따라 다음과 같이 서비스 수준 D에서 보다 약 9km/h 높다.

- 간선도로 유형 I 자유속도 80km/h, 서비스 수준 D 37km/h
- 간선도로 유형 II 자유속도 70km/h, 서비스 수준 D 33km/h
- 간선도로 유형 III 자유속도 60km/h, 서비스 수준 D 29km/h

이와 같이 혼잡기준 서비스 수준에 따라 혼잡기준 속도는 크게 변하며, 혼잡기준속도의 설정은 혼잡비용 추정에 있어서 상당히 중요할 것으로 보인다. 그러므로, 혼잡기준속도를 설정하는 데 있어서, 교통혼잡비용에 미치는 혼잡기준속도의 영향을 파악하는 것이 필요할 것이다. 기존방법에서의 혼잡기준속도에 대한 민감도를 분석해 보고자 혼잡기준속도를 25~29km/h를 적용해 보았으며, 그 결과는 <표 4-13>와 같다. 도시별로는 울산시의 1km/h당 평균 약 1,087억 원에서 많게는 서울시의 평균 약 1조 1,068억 원의 변화를 보인다. 7대 도시 전체의 교통혼잡비용을 비교해보면, 혼잡기준속도 1km/h당 교통혼잡비용은 약 2조 6,000원 정도 변화하는 것으로 나타나, 교통혼잡비용 추정에 있어서 혼잡기준속도가 상당한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

&lt;표 4-13&gt; 도시별 일반도로 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용(기존 방법)

구분	혼잡기준속도(km/h)	교통혼잡비용(억 원)	혼잡비용 차이(억 원)
서울	25	36,414	12,347(0.34)
	26	48,760	11,431(0.235)
	27	60,190	10,613(0.177)
	28	70,803	9,880(0.14)
	29	80,683	11,068(0.223)
	평균	59,370	
부산	25	26,044	4,547(0.175)
	26	30,590	4,209(0.138)
	27	34,799	3,908(0.113)
	28	38,707	3,638(0.094)
	29	42,344	4,076(0.13)
	평균	34,497	
대구	25	6,178	2,406(0.39)
	26	8,584	3,263(0.381)
	27	11,846	3,031(0.256)
	28	14,877	2,822(0.19)
	29	17,699	2,881(0.304)
	평균	11,837	
인천	25	10,393	
	26	14,067	3,674(0.354)
	27	17,468	3,401(0.242)
	28	20,625	3,157(0.181)
	29	23,563	2,939(0.143)
	평균	17,223	
광주	25	3,771	1,702(0.452)
	26	5,473	1,757(0.321)
	27	7,229	1,632(0.226)
	28	8,860	1,519(0.172)
	29	10,379	1,652(0.293)
	평균	7,143	
대전	25	6,318	2,091(0.331)
	26	8,408	1,936(0.231)
	27	10,344	1,798(0.174)
	28	12,141	1,675(0.138)
	29	13,815	1,875(0.219)
	평균	10,205	
울산	25	1,870	790(0.423)
	26	2,660	1,107(0.417)
	27	3,767	1,268(0.337)
	28	5,034	1,181(0.235)
	29	6,215	1,087(0.353)
	평균	3,909	
총계	25	90,989	27,553(0.303)
	26	118,542	27,102(0.229)
	27	145,643	25,405(0.175)
	28	171,048	23,651(0.139)
	29	194,699	25,928(0.212)
	평균	144,184	

교통혼잡비용 추정방법이 바뀐다고 해서 혼잡기준 속도에 대한 민감도가 크게 변할 것 같지는 않지만, 혼잡기준 속도 설정에 참고하고자, 개선된 방법에서의 혼잡기준 속도에 대한 민감도 역시 분석해 보았다.

<표 4-14>에서와 같이, 도시별로 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용의 변화량 및 변화율이 다른데, 이는 각 도시의 도로 및 교통특성과 도시별 혼잡비용 규모에 의한 것으로 판단되며, 변화량의 경우 적게는 울산시의 1km/h 당 평균 약 560억 원에서 많게는 서울시의 평균 약 6,464억 원 차이를 보이고 있다. 변화율의 경우는 변화량과는 달리 대전시의 경우가 가장 큰 1km/h 당 평균 약 19.7%를 보이고, 부산시의 경우가 가장 적은 평균 약 7.8%를 보이고 있다. 그러므로 교통혼잡비용 규모자체가 가장 큰 서울시의 경우는 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용 변화율은 적어 교통혼잡비용에 대한 혼잡기준속도의 영향이 타 시에 비해 적다고 할 수도 있겠으나, 변화량 자체는 가장 크게 나타나 교통혼잡비용에 대한 혼잡기준속도의 영향은 타 시에 비해 크다고 할 수 있다. 반대로, 교통혼잡비용 규모자체가 가장 적은 울산시의 경우는 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용 변화율이 커서 교통혼잡비용에 대한 혼잡기준속도의 영향이 타 시에 비해 크다고 할 수도 있겠으나, 변화량 자체는 가장 작게 나타나 교통혼잡비용에 대한 혼잡기준속도의 영향은 타 시에 비해 작다고 할 수 있다. 7대 도시 전체의 교통혼잡비용을 비교해 보면, 혼잡기준속도 1km/h당 교통혼잡비용은 약 1조 6,054원 정도 변화하는 것으로 나타나, 개선된 방법에 있어서도 혼잡기준속도의 영향은 상당히 큰 것을 알 수 있다.

&lt;표 4-14&gt; 도시별 일반도로 혼잡기준속도에 따른 교통혼잡비용(개선된 방법)

구분	혼잡기준속도(km/h)	교통혼잡비용(억 원)	혼잡비용 차이(억 원)
서울	25	48,204	
	26	54,491	6,288(0.131)
	27	61,014	6523(0.12)
	28	67,581	6,568(0.108)
	29	74,059	6,479(0.096)
	평균	-	6,464(0.114)
부산	25	27,322	
	26	29,754	2,432(0.089)
	27	32,167	2,414(0.082)
	28	34,531	2,364(0.074)
	29	36,875	2,344(0.068)
	평균	-	2,389(0.078)
대구	25	8,542	
	26	9,935	1,394(0.164)
	27	11,396	1,462(0.148)
	28	12,838	1,442(0.127)
	29	14,276	1,438(0.112)
	평균	-	1,434(0.138)
인천	25	14,995	
	26	17,314	2,320(0.155)
	27	19,735	2421(0.14)
	28	22,150	2,416(0.123)
	29	24,549	2,399(0.109)
	평균	-	2,389(0.132)
광주	25	5,584	
	26	6,678	1,094(0.196)
	27	7,883	1,206(0.181)
	28	9,125	1,242(0.158)
	29	10,419	1,294(0.142)
	평균	-	1,209(0.169)
대전	25	6,110	
	26	7,472	1,362(0.223)
	27	8,918	1,447(0.194)
	28	10,683	1,765(0.198)
	29	12,556	1,873(0.176)
	평균	-	1,612(0.198)
울산	25	2,340	
	26	2,823	484(0.207)
	27	3,346	523(0.186)
	28	3,925	580(0.174)
	29	4,581	656(0.168)
	평균	-	561(0.183)
총계	25	113,097	
	26	128,467	15,371(0.136)
	27	144,460	15,993(0.125)
	28	160,833	16,373(0.114)
	29	177,314	16,482(0.103)
	평균	-	16,055(0.12)

이렇듯 도시부 도로에 있어서, 교통혼잡비용에 대한 혼잡기준속도의 영향은 상당히 크며, 새로운 혼잡기준속도를 적용함으로써 기존에 추정해 오던 혼잡비용과 큰 차이를 보인다면, 혼잡기준속도에 대한 사회적인 합일점을 찾지 못한 현 상태에서 기존의 혼잡기준속도를 바꾼다는 것은 사회적으로 혼선을 줄 수 있다고 판단된다. 또한 현재 추정하고 있는 교통혼잡비용이 교통혼잡비용의 정의인 교통혼잡으로 인해 발생하는 추가비용을 정확하게 추정하기보다는 교통혼잡의 정도를 계략적으로 화폐가치화한 것이라는 면이 강하고, 사회가 발전하면서 혼잡비용이 어떠한 추세로 변화하고 있는가를 가늠하기 위한 지표로서의 역할 또한 크므로, 혼잡기준속도를 바꿈으로써 혼잡비용 추세에 큰 영향을 준다면 바람직하지 못하다고 판단된다. 그러므로 본 연구에서는 기존의 혼잡기준속도 27km/h를 적용하기로 하였다.

#### 나. 자동차전용도로

자동차전용도로의 혼잡기준속도는 자동차전용도로의 특성이 지역간 도로와 유사하게 연속류로 운영되기 때문에, 지역간 도로의 혼잡기준속도 결정 방법과 같은 방법을 적용해서 구해야 할 것이다. 설계속도 80km/h에서의 서비스 수준 D를 적용하였을 경우, 고속도로 기본구간의 속도-교통량 곡선(도로용량편람, 2001)을 이용하여, 혼잡기준속도를 75km/h로 선정하였고, 혼잡비용 추정을 위해서는 도시부 일반도로의 혼잡비용 추정방법과 동일한 방법을 이용하였다.

## 2. 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정 방법의 개선 방안

기존의 지역간 도로 교통혼잡비용 추정 방법에서는 개념적으로 조사 교통량이 혼잡기준 교통량(혼잡기준속도로부터 BPR 식을 이용하여 구할 수 있음)보다 많을 때 교통혼잡비용이 발생하게 되는데, 이러한 개념을 도시부 도

로에 적용시키기 위해서는 도시부 도로의 각 구간마다 용량 및 교통량과 각 도로의 특성에 따라 BPR식에서 요구하는 파라미터값이 필요하다. 과거에는 이러한 데이터를 수집하기란 현실적으로 교통정보 수집 인프라구축 측면에서 거의 불가능하였기에, 교통량, 속도 및 주행거리를 개략적으로 추정하여 도시부 교통혼잡비용을 추정해 왔다. 교통량의 대체 안으로는 해당도시의 자동차 등록대수를 사용하였고, 통행거리의 대체 안으로는 차종별 1일 평균 주행거리를 이용하여 왔다.

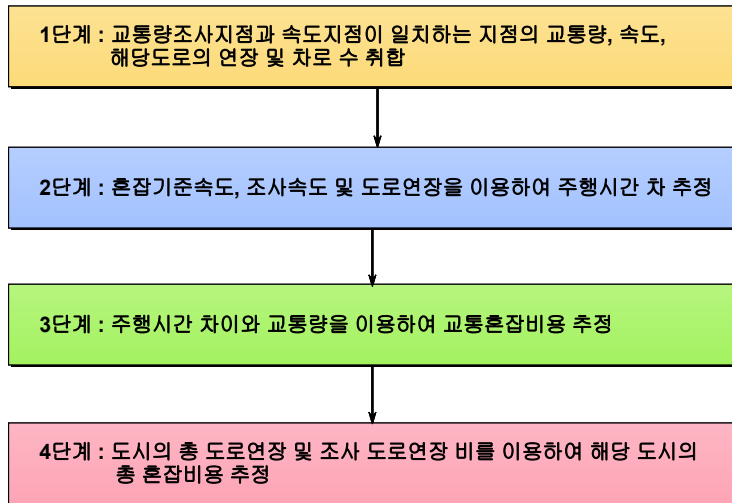
하지만, 현재는 서울시를 포함한 7대도시에서 매년 교통량과 속도를 조사하여 발표하고 있으므로, 이 자료를 이용하여 보다 현실적이고 구체적으로 혼잡비용을 추정할 수 있는 방안을 마련해 볼 수 있게 되었다. 현재의 교통량 및 속도조사에도 약간의 문제가 있으나, 본 연구에서는 가능한 한 문제를 최소화하는 방향으로 접근해 나가고자 한다.

도시부 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 개선하기 위해 본 연구에서 고려중인 주요개선사안들은 다음과 같고, <표 4-15>에서는 개선사안들에 의한 기대효과와 <그림 4-3>에서는 개선된 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정방법의 절차를 보여주고 있다.

- 해당 도시의 차량등록대수 대신에 도로별, 시간대별, 방향별 교통량 이용
- 해당 도시의 1년 평균 양방향 통행속도 대신에 도로별, 시간대별, 방향별 속도 이용
- 해당 도시의 등록차량 1일 평균 주행거리 대신에 도로 연장 이용
- 일반도로 및 자동차전용도로 구분

**<표 4-15> 주요개선방안에 따른 교통혼잡비용 추정에 있어서 개선효과**

#	개선 내용	개선 효과
1	도로별, 시간대별, 방향별 교통량 이용	해당 도시의 총 등록차량의 76.3%가 혼잡비용을 유발한다는 가정을 배제하고, 기존의 차량등록대수 대신에 도로별, 시간대별, 방향별 교통량을 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
2	도로별, 시간대별, 방향별 속도 이용	해당 도시의 1년 평균 통행속도대신에 도로별, 시간대별, 방향별 속도를 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
3	도로연장 이용	해당 도시의 등록차량 1일 평균 주행거리 대신에 교통량 및 속도조사구간의 도로연장을 사용함으로써, 보다 현실적으로 각 도로구간 및 도시의 시간대별 교통혼잡상황을 반영할 수 있음
4	일반도로 및 자동차전용도로 구분	일반도로와 자동차전용도로의 혼잡기준속도를 각각의 특성에 맞게끔 적용함으로써, 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정할 수 있음.

**<그림 4-3> 개선된 교통혼잡비용 추정 방법의 절차**

위와 같은 과정을 거쳐 24시간 교통량과 속도자료를 추정한 후, 1일 교통혼잡비용은 다음과 같은 식을 이용하여 구할 수 있다.



$$\begin{aligned}
 \text{1일 혼잡비용} &= \sum_i^T \sum_j^R \sum_k^H \text{차종별 구간별 시간대별 교통량}_{ijk} \\
 &\times [\text{차종별 유류비}_i \times \text{구간거리}_j \times \max(\text{운행속도 연료소모량}/km_{ij} \\
 &- \text{기준속도 연료소모량}/km_{ij}, 0) + (\text{시간당 운행비}_i \\
 &+ \text{차종별 평균시간가치비용}_i) \times (\text{운행시간}_j - \text{기준운행시간}_j) \\
 \text{여기서 } & \quad i: \text{차종}(i = \text{승용차, 버스, 화물차}) \\
 & \quad j: \text{구간}(j = 1, \dots, \text{도시별 분석 가로 수}) \\
 & \quad k: \text{시간대}(k=0, \dots, 23)
 \end{aligned}$$

기존 방법과 비교해서 가장 큰 차이점은 해당 도시의 대표 도로를 선정하여 각 도로에 대한 방향별, 시간대별 교통량 및 속도를 이용한다는 것이다. 지역간 도로와는 달리 도시부 도로는 그 특성상 도시별로 자료의 범위가 다를 수 있으므로 이를 일반화시키는 작업이 필요하며, 여기서는 이를 위해 고려해야 할 사항 및 일반화 과정을 간단히 제시하고자 한다.

#### 가. 교통혼잡비용 추정을 위한 도로의 선정

지역간 도로와는 달리 도시부 도로는 현재 교통량에 대해 전수 조사가 이루어지지 않고 도시별로 일정 지점을 선정하여 일정시간대에만 교통량을 조사하고 있다. 속도에 대해서도 마찬가지이다. 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정하기 위해서는 대상도로에 대해 교통량과 속도 자료가 모두 필요하지만, 도시별로 교통량 및 속도 조사 지점이 서로 달라 교통량 과 속도를 동시에 조사하는 구간을 선정하는 작업이 필요하다. 그러다 보니 선정된 지점 수가 적고, 이렇게 선정된 지점들이 각 도시를 대변할 수 있는 도로라는 근거 마련 또한 필요한데 이 또한 어려운 실정이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고 있으나, 특별한 대안이 없는 관계로 각 도시별로 선정된

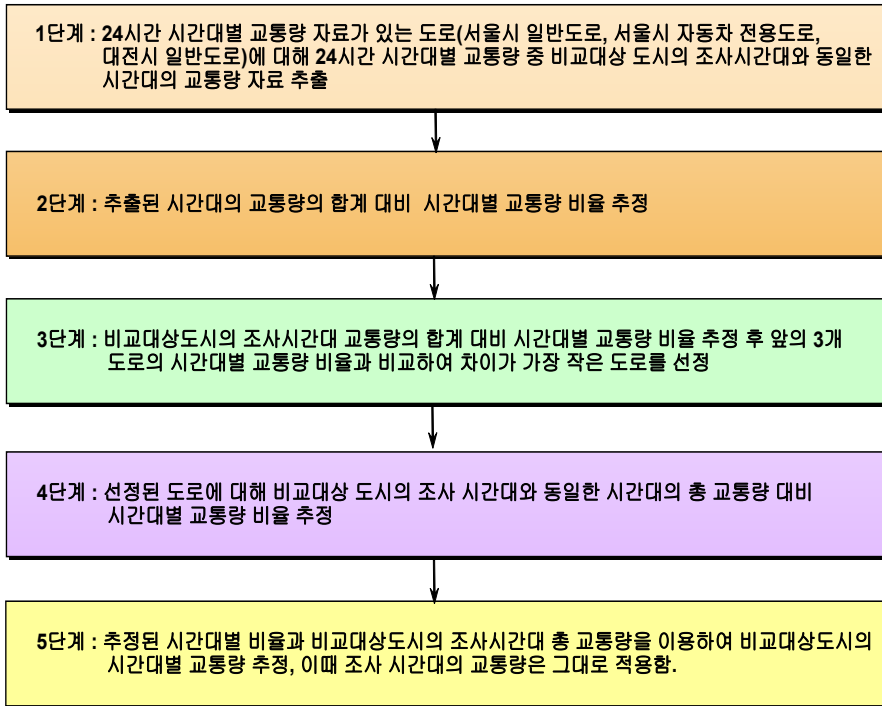
지점들이 해당 도시를 대변한다는 가정 하에 도시부 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 개선하였다.

#### 나. 시간대별 방향별 교통량

기존의 연구에서는 교통혼잡 시간대를 오전 Peak 07:30~09:00, 생활시간대 09:00~18:00, 오후 Peak 18:00~20:00, 총 12시간 30분으로 간주하였으며, 전체 교통량의 76.3%만이 혼잡을 경험한다는 가정 하에 분석을 하였다. 이를 검증해 보기 위해 시간대별 교통량과 속도자료가 모두 있는 서울시 5개 자동차전용도로(올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도로)의 자료를 이용하여 분석해 보았다. 분석 결과 하루에 약 14.3시간 정도 혼잡을 경험하는 것으로 나타났고, 혼잡을 겪는 이 시간대의 교통량은 1일 교통량의 약 73.54%로 나타나, 기존에 적용한 비율보다는 다소 낮게 나타났다. 이 비율을 시간대별 교통량 자료가 부재한 도로에 대해 적용하는 방법이 있을 수 있으나, 가능한 24시간 시간대별 교통량을 추정하여 혼잡비용을 구하는 것이 조금이라도 더 현실적인 혼잡비용을 추정한다는 측면에서 바람직할 것으로 판단된다. 현재 시간대별 교통량 자료가 있는 도로는 서울시 자동차전용도로, 서울시 일반도로 및 대전시 일반도로와 울산시의 경우 교량부분에 대해서만 24시간 교통량 자료가 있을 뿐이다. 기타 도시들의 도로는 도시별로 6~16시간 교통량자료가 있다.

본 연구에서는 교통량에 대해서는 24시간 시간대별 교통량 자료가 있는 도로에 대해서는 그 교통량을 그대로 사용하고, 부분적으로 시간대별 교통량이 있는 도로에 대해서는 조사된 시간대의 교통량 분포를 24시간 시간대별 교통량자료가 있는 도시의 도로 즉, 서울시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 대전시 일반도로의 같은 시간대 교통량 분포를 비교하여 가장 비슷한 분포를 따르는 도시의 도로를 선정한 후, 조사된 시간대의 교통량은 그대로 사용하고, 그 이외의 시간대별 교통량은 조사된 교통량과 선정된 도로의 교

통량 분포를 이용하여 추정하기로 하였다. <그림 4-4>는 24시간 시간대별 교통량추정 절차를 보여준다.



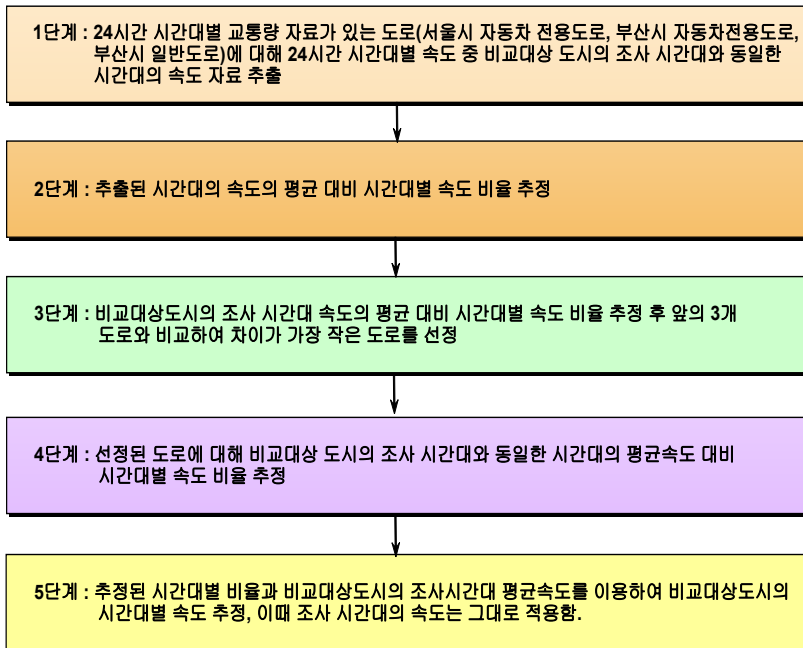
<그림 4-4> 시간대별 교통량 추정 절차

#### 다. 시간대별 방향별 속도

기존과 같이 1일 평균 통행속도를 이용할 경우, 1일 평균 통행속도가 혼잡기준속도 이상인 도로에서는 1년 내내 혼잡이 발생하지 않는다는 결과가 나오게 되는데, 이는 하루평균속도를 이용하다 보니 발생할 수 있는 결과로 비현실적인 접근 방법이라 할 수 있을 것이다. 그러므로 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정하기 위해서는 시간대별 교통량 및 속도자료가 필요한데, 현재 시간대별 속도자료가 있는 도로는 서울시 자동차 전용도로, 부산시의

일반도로와 부산시의 자동차전용도로 뿐이다. 기타 도시들의 도로는 도시별로 6~10시간 속도자료가 있다.

24시간 시간대별 속도 자료가 있는 도로에 대해서는 그 속도를 그대로 사용하고, 부분적으로 시간대별 속도가 있는 도로에 대해서는 조사된 시간대의 속도분포를 24시간 시간대별 속도자료가 있는 도시의 도로 즉, 서울시 자동차전용도로, 부산시 일반도로, 부산시 자동차전용도로의 같은 시간대 속도분포를 비교하여 가장 비슷한 분포를 따르는 도시의 도로를 선정하고, 조사된 시간대의 평균 속도와 선정된 도로의 속도분포를 이용하여 추정하였다. 이 방법에서도 1일 평균 통행속도가 혼잡기준속도 이상인 도로 중 1년 내내 혼잡이 발생하지 않는다는 결과가 나올 수 있는데, 이는 실제로 혼잡이 발생하지 않는다고 봐야 할 것이다. 24시간 시간대별 속도추정 절차는 교통량 추정절차와 거의 유사하며 <그림 4-5>와 같다.



<그림 4-5> 시간대별 속도 추정 절차

## 제5장 개선된 추정방법의 적용 및 비교

제4장에서는 가능한 범위에서 최대한 객관적이고 현실적인 교통혼잡비용을 추정하기 위해 기존의 교통혼잡비용 추정방법을 개선하였다. 본 장에서는 개선된 교통혼잡비용 추정방법을 2005년도의 자료에 적용하여 그 결과를 기 발표된 교통혼잡비용과 비교를 하고자 한다. 또한 비교를 통해 향후 적용가능성도 검토해 볼 것이다.

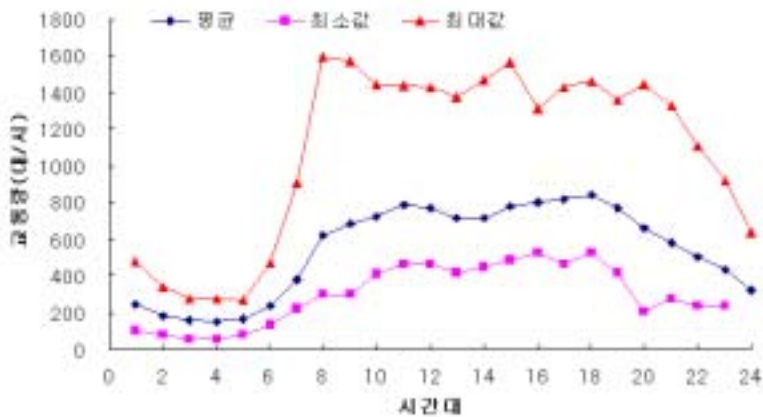
### 제1절 지역간 도로

#### 1. 2005년 교통혼잡비용 재 추정 결과

본 연구에서 제시하고 있는 교통혼잡비용 추정방법에 대한 활용 가능성을 평가하기 위해서 기존방법으로 추정된 2005년 전국교통혼잡비용과 비교하였다. 개선된 방법을 통해 교통혼잡비용을 추정하기 위해 필요한 각 변수들의 계수는 기존방법과 동일하게 사용하였고, 본 연구에서 수정·보완한 부분들에 대해서만 새로운 값을 적용하여 값을 산출하였다. 차량운행시간을 계산하기 위해 적용된 BPR 수식의 파라미터들은 2007년 7월에 배포한 국가교통DB에서 제시한 값(<표 5-1> 참조)을 고려하여 적용하였다.

### 가. 고속국도의 교통혼잡비용

개선된 방법을 사용하여 고속국도의 교통혼잡비용을 추정하고 차량운행 시간을 계산하기 위해 사용된 BPR 수식의 파라미터들은 <표 6-1>과 같다. 국가교통DB에서 제시한 용량 값이 도로용량편람에서 제시하고 있는 이상적인 고속국도 기본구간의 용량 값과는 차이가 있으나, 통행비용함수의 검증을 통해 산출된 파라미터  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 값을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제시한 값을 고려하여 적용하였다. 또한 기존 방법에서 사용하던 일교통량 대신 본 연구에서 사용한 연평균 시간대 교통량은 <그림 5-1>에서 보는 바와 같다. 일반적으로 고속국도는 오전 7시 이후 교통혼잡이 발생하기 시작해서 낮 시간대에 지속적으로 발생하는 것으로 분석되었다. 하지만 고속국도의 교통특성은 최대값과 최소값 곡선에서 보는 바와 같이 지역적으로 교통특성이 각기 달라 교통혼잡비용을 지역별 구간과 시간대로 세분화하여 추정하는 것이 보다 합리적임을 알 수 있었다. 이와 같은 방법으로 고속국도 교통혼잡비용을 추정한 결과, 2조 55억 원의 교통혼잡비용이 2005년 기준 고속국도에서 발생한 것으로 분석되었다. 차종별 항목별 교통혼잡비용은 <표 5-2>에서 보는 바와 같다.



<그림 5-1> 경부고속도로 전구간의 평균 시간대별 교통량

**<표 5-1> 고속국도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터**

구분	2차로	4차로	6차로 이상
$\alpha$	3.93	1.46	3.21
$\beta$	5.32	1.94	5.94
자유속도(km/h)	80	100	100
혼잡기준속도(km/h)	75	90	90

주: 국가교통DB에서 제시하고 있는 4차로 이상 고속국도의 자유속도는 117~119km/h의 값이지만, 이는 모든 고속도로에서 제한속도를 넘는 값으로 본 연구에서는 대부분의 고속국도에서 적용하고 있는 제한속도인 100km/h를 사용하였음

**<표 5-2> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(고속국도)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	189	7,046	7,236	723,574
버스	1,43354	179	10,614	12,226	1,079,314
화물	3,075	519	-	3,594	51,920
계	4,507	888	17,660	23,055	1,854,808

새로운 교통혼잡비용 추정방법이 각 고속국도의 교통혼잡정도를 잘 반영하는지 확인하기 위해 <표 5-3>에서 보는 바와 같이 고속국도의 노선별 교통혼잡비용을 추정하여 비교하였다. 전반적으로 고속국도의 노선별 교통혼잡비용은 비슷한 값을 보이고 있으나, 몇 개의 노선에서 기존방법으로 추정된 값과 다른 교통혼잡비용 값이 추정되었다. 이는 해당 고속국도의 일교통량에 의해 추정된 교통혼잡비용과 평균시간교통량에 의한 교통혼잡비용의 차이라 볼 수 있다. 특히 전라도와 경상도를 잇는 88올림픽고속도로는 기존 방법에 추정된 혼잡비용이 개선안에 의한 값에 비해 상대적으로 크게 과대 추정되었고, 동해고속도로의 경우에는 반대의 현상을 확인할 수 있었다.

**<표 5-3> 고속국도의 노선별 혼잡비용 산출결과**

노선	노선안내	교통혼잡비용(백만 원)	
		기존방법	개선된 방법
1	경부고속도로	663,809	455,347
10	남해고속도로	124,517	154,278
12	88올림픽고속도로	37,640	579
15	서해안고속도로	238,192	370,862
16	울산고속도로	1,430	5,843
20	익산포항고속도로	205	1,087
25	논산천안고속도로	12,364	36,731
35	통영대전, 중부고속도로	44,376	102,121
37	제2중부고속도로	17,281	44,424
45	중부내륙고속도로	9,966	22,738
50	영동고속도로	392,733	437,998
55	중앙고속도로	21,875	37,102
65	동해고속도로	33,494	194
100	서울외곽순환고속도로	394,610	353,362
102	마산외곽고속도로	8,215	21,907
104	남해제2고속도로지선	52,987	68,467
110	제2경인고속도로	30,448	19,101
120	경인고속도로	116,498	79,152
130	인천국제공항고속도로	1,119	1,996
251	호남고속도로지선	2,294	4,007
300	대전남부순환고속도로	147	420
451	구마고속도로	58,759	58,798
551	중앙고속도로지선	16,322	27,270

#### 나. 일반국도의 교통혼잡비용

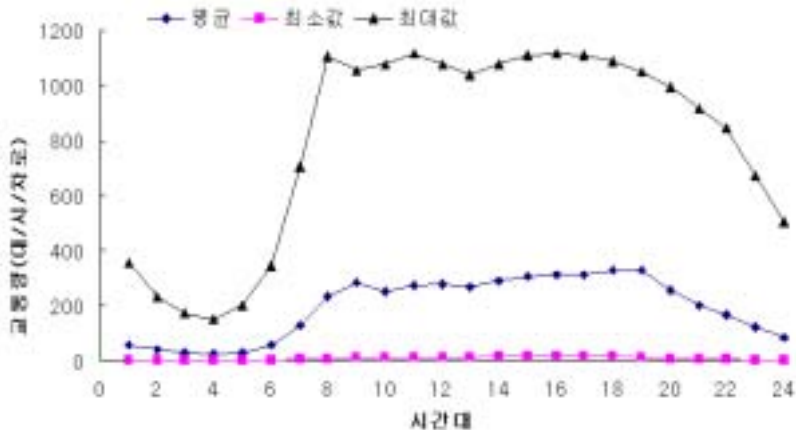
일반국도의 교통혼잡비용 추정절차에서 차량운행시간을 계산하기 위해 사용된 BPR 수식의 파라미터들은 <표 5-4>와 같다. 고속국도 교통혼잡비용의 추정과 마찬가지로 국가교통DB에서 제시한 용량 값이 도로용량편람에서 제시하고 있는 이상적인 조건하의 다차선 도로 및 양방향 2차로 도로 기본



구간 용량 값과는 차이가 있으나, 실제 관측교통량을 토대로 통행비용함수의 검증을 통해 산출된 국가교통 DB 파라미터  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 값을 사용하였다. 본 연구에서 사용한 일반국도의 시간대 교통량은 <그림 5-2>에서 보는 바와 같다. 일반적으로 일반국도는 고속국도와 마찬가지로 오전 7시 이후 교통혼잡이 발생하기 시작해서 낮 시간대에 지속적으로 발생하는 것으로 분석되었다. 이와 같은 방법으로 일반국도 교통혼잡비용을 추정한 결과, 5조 247억 원의 교통혼잡비용이 2005년 기준 일반국도에서 발생한 것으로 분석되었다. 차종별 항목별 교통혼잡비용은 <표 5-5>에서 보는 바와 같다.

<표 5-4> 일반국도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터

구분	2차로	4차로	6차로 이상
$\alpha$	1.90	0.43	0.65
$\beta$	3.89	3.57	3.23
자유속도(km/h)	70	80	90
혼잡기준속도(km/h)	60	70	70



<그림 5-2> 일반국도 전구간의 평균 시간대별 교통량

**<표 5-5> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반국도)**

(단위: 억 원)

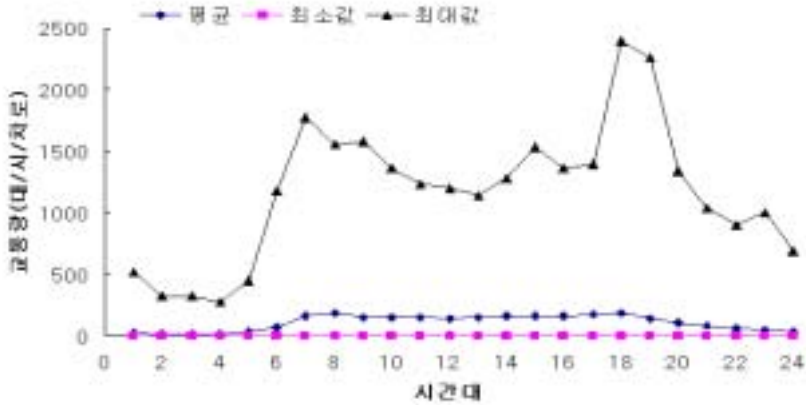
구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용차	-	161	22,254	22,415	22,415
버스	1,248	352	9,250	10,850	9,602
화물	12,672	4,310	-	16,982	4,310
계	13,920	4,822	31,504	50,247	36,327

**다. 지방도의 교통혼잡비용**

지방도의 교통혼잡비용 추정절차에서 차량운행시간을 계산하기 위해 사용된 BPR 수식의 파라미터들은 <표 5-6>와 같다. 앞에서 설명한 바와 같이 지방도의 경우에도 고속국도나 일반국도와 마찬가지로 국가교통DB에서 제시한 용량 값이 도로용량편람에서 제시하고 있는 다차선 도로 및 양방향 2차로 도로 기본구간의 용량 값과는 차이가 있으나, 통행비용함수의 검증을 통해 산출된 파라미터  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 값을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제시한 값을 고려하여 적용하였다. 본 연구에서 사용한 지방도의 시간대 교통량은 <그림 5-3>에서 보는 바와 같다. 이와 같은 방법으로 고속국도 교통혼잡비용을 추정한 결과, 1조 3572억 원의 교통혼잡비용이 2005년 기준 지방도에서 발생한 것으로 분석되었다. 차종별 항목별 교통혼잡비용은 <표 5-7>에서 보는 바와 같다.

**<표 5-6> 지방도의 교통혼잡비용 추정을 위한 파라미터**

구분	2차로	4차로	6차로 이상
$\alpha$	0.15	0.15	0.15
$\beta$	4	4	4
자유속도(km/h)	70	80	90
혼잡기준속도(km/h)	60	70	70



<그림 5-3> 지방도의 시간대별 교통량

<표 5-7> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(지방도)

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용차	-	105	3,498	3,603	3,603
버스	923	204	6,841	7,969	7,045
화물	1,603	398	-	2,001	398
계	2,526	706	10,339	13,572	11,046

## 제2절 도시부 도로

### 1. 2005년 교통혼잡비용 재 추정 결과

#### 가. 도시부 일반도로

##### 1) 서울시

통계상 서울시 총 도로연장은 <표 5-8>에서 보듯이, 포장도로 기준 약 8,047km이고, 왕복 2차로 이하가 80.2%로 대부분을 차지하고 있으므로, 교통

혼잡비용 추정에 왕복 2차로 이하 도로의 포함 여부가 매우 중요할 것이다. 왕복 2차로 이하 도로에 대한 정확한 도로특성 및 도로의 운영특성을 파악하기는 어려우나, 대부분 이면도로 및 아파트단지 내 도로라고 가정할 경우, 교통혼잡비용 추정에 포함시키기에는 다소 무리가 있으리라 판단된다.

<표 5-8> 서울시 도로현황

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미 포장도	미 계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	8,058	8,047	6,454	632	559	284	119	10	-
		100.0	80.2	7.9	6.9	3.5	1.5		
고속국도	23	23	-	3	3	16	-	-	-
		100.0	-	14.1	13.2	72.7	-		
일반국도	167	167	-	4	163	-	-	-	-
		100.0	-	2.2	97.8	-	-		
특별·광역시도	7,854	7,844	6,454	625	391	255	119	10	-
		100.0	82.3	8.0	5.0	3.2	1.5		
지방도	14	14	-	-	2	12	-	-	-
		-	-	-	-	-	-		
(국가지원지방도)	14	14	-	-	2	12	-	-	-
		100.0	-	-	13.4	86.6	-		

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

한편 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 서울시 일반도로 중 왕복 2차로 이하의 도로연장은 불과 754km으로 도로현황조사상의 자료와 상당한 차이를 보이고 있으며, 왕복 4차로 이하의 경우 통계자료와 약 5,803km, 6차로의 경우 174km, 8차로 이상은 150km의 차이를 보인다. 이런 차이를 보이는 이유는 현재 명확하게 밝혀지지는 않았지만, 본 연구에서는 제안한 방법상 교통량과 속도자료가 부재한 도로의 연장이 늘어나면 교통혼잡비용이 증가하게 되는데, 교통혼잡비용의 과대 추정을 방지하는 차원에서 총 도로연장이 짧은 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기

로 하였다. 그 결과, 서울시 일반도로의 교통혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 5-9>에서 보는 바와 같이 자동차전용도로를 제외하고 왕복 4차로 이하 1,205.4km, 6차로 385.2km, 8차로 이상은 253.0km로 설정하였다.

**<표 5-9> 서울시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장*	일반도로 연장
2~4차로	1,273.3	68.0	1,205.4
5~6차로	443.3	58.1	385.2
7차로 이상	325.9	72.9	253.0
계	2,042.5	198.9	1,843.6

주: \* 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

서울시의 경우 일반도로 중 교통량조사 지점은 108개 지점(119개 지점 중 도시고속도로 제외)이며, 속도조사 가로는 290개 노선(327개 가로 중 도시고속도로 및 차로 수 불분명 가로 제외)이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 43노선이며, <표 5-10>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,844km(총 2,043km 중 자동차전용도로 제외)의 14.2%인 262.7km이다.

**<표 5-10> 차로수별 실 연장 및 조사연장**

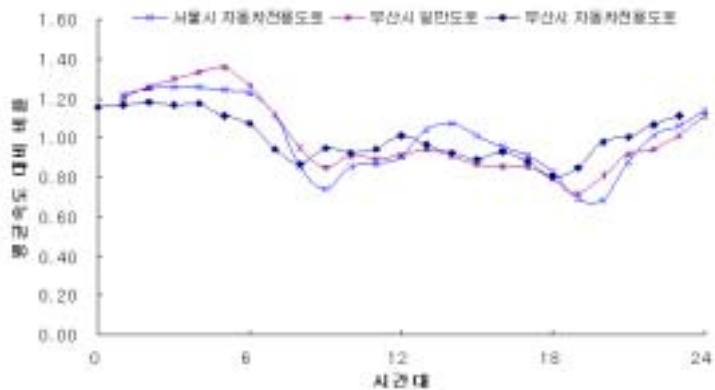
(단위: km)

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	22.3	78.4	162.1	262.7
실 연장	1,205.4	385.2	253.0	1,843.6
비율	0.018	0.203	0.641	0.142

1일 평균 속도를 이용할 경우 43개 구간 중 37개 구간(86.0%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 이는 나머지 6개 구간에서는 1년 내내 혼잡이 발생하지 않는다는 의미로 비현실적인 접근이라 판단된다. 그러므로 24시간 시간대별 속도자료가 필요한데, 서울시의 경우 24시간 교통량 자료는 있으나, 속

도는 오전첨두(7:00~9:00), 낮(12:00~14:00), 저녁첨두(18:00~20:00)시간대에만 자료가 있다. 24시간 시간대별 속도 추정을 위해서는 앞서 설정한 방법대로 서울시 일반도로의 6시간 속도분포와 24시간 시간대별 속도자료가 있는 서울시 자동차전용도로(올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도), 부산시 일반도로 및 자동차전용도로의 같은 시간대에 대한 속도분포를 비교하여 가장 비슷한 경향을 보이는 도로를 선정하고, 서울시의 조사된 6시간 평균 속도와 선정된 도로의 24시간 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

서울시 자동차전용도로, 부산시 일반도로 및 부산시 자동차 전용도로의 속도분포는 <그림 5-4>와 같이 서울시 자동차전용도로의 속도는 오전 및 오후첨두시간대에는 하루평균속도의 약 70%를 보이고 있으며 낮 시간대는 오히려 하루평균속도보다 높은 속도를 보이고 있다. 반면, 부산시 일반도로나 자동차전용도로의 속도분포는 오전첨두시부터 오후 10시까지 계속 하루평균속도 이하의 속도를 보이고 있다. 또한 부산시 일반도로의 하루 중 속도변화 폭은 부산시 자동차전용도로의 속도변화 폭보다 심한 것을 알 수 있고, 3개의 도로 중 부산시 자동차전용도로의 속도변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

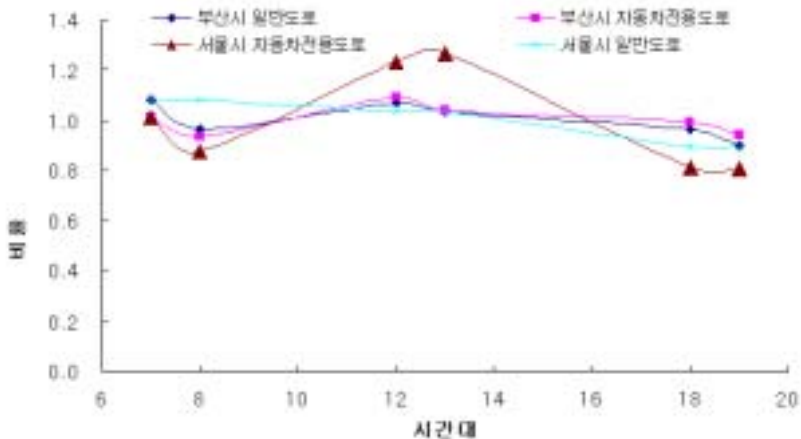


<그림 5-4> 서울시 자동차전용도로, 부산시 일반도로 및 부산시 자동차전용도로의 속도분포

<표 5-11> 과 <그림 5-5>에서 보는 바와 같이 6시간의 속도분포 비교에서 서울시 일반도로의 속도분포는 서울시나 부산시 자동차전용도로의 속도분포보다는 부산시 일반도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 서울시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 서울시의 6시간 속도와 부산시 일반도로의 24시간 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 5-11> 부산시 일반도로, 부산시 자동차전용도로, 서울시 자동차전용도로 및 서울시 일반도로의 6시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	부산시 자동차전용도로	서울시 자동차전용도로	서울시 일반도로	부산시 일반도로-서울시 일반도로	부산시 자동차전용도로-서울시 일반도로	서울시 자동차전용도로-서울시 일반도로
07~08시	1.078	1.008	1.007	1.077	0.001	0.069	0.069
08~09시	0.960	0.931	0.877	1.077	0.117	0.146	0.199
12~13시	1.066	1.089	1.231	1.033	0.033	0.056	0.198
13~14시	1.034	1.038	1.268	1.033	0.001	0.006	0.235
18~19시	0.965	0.992	0.812	0.891	0.074	0.102	0.078
19~20시	0.898	0.942	0.805	0.891	0.008	0.051	0.086
계					0.234	0.430	0.866



**<그림 5-5> 부산시 일반도로, 부산시 자동차전용도로, 서울시 자동차전용도로 및 서울시 일반도로의 6시간 속도분포**

시간대별 교통량과 속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 43개 구간 중 42개 구간(97.7%)에서 교통혼잡이 발생하였으며, 이는 실제 시간대별 통행속도 정보가 없는 상황에서 조사된 6시간의 속도를 이용하여 시간대별 교통혼잡비용을 시간대별로 추정한 것으로써 이용 가능한 자료의 한계를 감안한 방법이라 할 수 있을 것이다.

서울시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 43개 노선의 자료를 이용하여 추정한 차로수별 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 차종별로 <표 5-12>, <표 5-13>, <표 5-14>와 같이 추정되었다.

**<표 5-12> 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	413	11,217	11,630
6차로	-	385	10,440	10,825
8차로	-	173	4,715	4,888
계	-	971	26,372	27,343

**<표 5-13> 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	1,100	46	8,149	9,294	8,195
6차로	1,024	43	7,584	8,651	7,627
8차로	462	19	3,425	3,907	3,444
계	2,586	108	19,158	21,852	19,266

**<표 5-14> 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	1,828	108	-	1,936	108
6차로	1,701	102	-	1,803	102
8차로	768	45	-	813	45
계	4,297	255	-	4,552	255



차종별 항목별 교통혼잡비용은 <표 5-15>에서 보듯이, 항목별로는 시간 비용이 4조 5,530억 원으로 전체 혼잡비용 5조 3,747억 원의 84.7%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 2조 7,343억 원(50.9%)으로 가장 많았으며, 다음으로 버스가 2조 1,852억 원(40.6%), 화물차가 4,552억 원(8.5%) 순으로 나타났다.

<표 5-15> 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	971	26,372	27,343	27,343
버스	2,586	108	19,158	21,852	19,266
화물	4,297	255	-	4,552	255
계	6,883	1,334	45,530	53,747	46,865

## 2) 기타도시

부산시 및 기타 광역시에 대해서는 서울시와 같은 절차를 이용하여 교통 혼잡비용을 추정하였으며, 자세한 분석절차는 부록에 제시하였다.

### 나. 도시부 자동차전용도로의 혼잡비용 추정결과

도시부 자동차전용도로의 교통혼잡비용도 일반도로의 혼잡비용 추정과 같은 방식 즉, 교통량과 속도가 조사된 가로만을 대상으로 혼잡비용을 추정한 후 이를 전체 도로연장과의 비율을 이용해서 총 일반도로의 혼잡비용을 추정하는 방법으로 추정하여야 하지만, 도시별로 자동차 전용도로에 대해 교통량 및 속도 조사 자료가 없거나 충분하지 않아 일반도로의 혼잡비용 추정과 같은 방식으로 추정하기가 곤란한 도시가 존재한다. 그러므로 자동차 전용도로에 대해서는 조사대상 노선만을 선정하여 혼잡비용을 추정하기로 하였는데, 이에 따라 도시부의 자동차전용도로에 대해서는 혼잡비용이 과소 추정될 것으로 판단된다.

## 1) 서울시

도로현황조사(건설교통부, 2006)에 따르면, 서울시에서 관리하는 자동차전용도로는 <표 5-16>과 같이 13개 노선 총 연장 약 176.3km이고, 서울시 관내를 통과하는 고속국도는 <표 5-17>와 같이 5개 노선 총 연장 22.64km로 서울시 관내를 통과하는 고속국도를 포함하여 서울시의 총 자동차전용도로의 연장은 총 198.9km이다.

&lt;표 5-16&gt; 서울시 자동차전용도로 현황

노선명	구간		연장(km)	차로	지정일자
올림픽대로	하일동시계	행주대교 남단	42.5	8	86. 7. 12
노들길	한강대교남단	양화교	8.5	4	86. 7. 12
강변북로	천호대교북단	난지도(상암동)시계	26.8	4~8	97. 5. 10
제물포길	양평동	신월IC	5.5	4	86. 9. 15
남부순환로	시흥IC	오류IC	5.4	4	86. 9. 15
양재대로	수서IC	양재IC	5.4	8~10	89. 2. 13
서부간선도로	성산대교 남단	시흥대교	10.8	4	89. 2. 13
동부 간선도로	노원교 하류 상계근린공원 앞	동1로 접속부	1.71	4	97. 5. 10
	용비교	노원교 하류 상계근린공원 앞	18.1	4~6	94. 4. 30
	강남 수서IC	성남시계 (송파 장지동)	3.9	6	97. 5. 26
	올림픽대로 (삼성동185)	강남 수서IC (수서동 361)	4.7	6	99. 6. 30
내부 순환로	광진구 자양동	올림픽대로(삼성동185)	1.2	6	00. 6. 23
	성산대교 북단	스위스그랜드 호텔 앞	5	6	95. 10. 31
	스위스그랜드호텔앞	성북 하월곡동	10.2	6	98. 12. 15
북부 간선도로	성북 하월곡동	성동 성수동 동부간선도로	6.8	4~6	98. 12. 15
	화랑로 목동IC	구리시계	3.12	4~6	97. 5. 10
언주로	성북 월곡IC	화랑로 목동IC	5.18	4	02. 3. 11
	강남 포이동	성남시계(서초 신원동)	4.35	4~6	97. 5. 26
우면산로	서초구 우면동 시계	선암IC	0.3	4	00. 3. 25
양재.C~한남대교남단	서초구 양재.C	서초구 잠원동 한남대교남단	6.83	4~8	02. 12. 5

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

**<표 5-17> 서울시 관내 통과 고속국도 현황**

도로명	연장(km)	차로수
경부선(1)	7.62	8
서해안선(15)	3.19	4~6
서울외곽순환선(100)	8.34	8
경인선(120)	0.50	6~8
인천국제공항선(130)	2.99	6~8
계	22.64	-

이 중 시간대별 교통량 및 속도자료가 수집되고 있는 자동차전용도로는 올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도 등 5개 노선 108.1km로 총 연장 198.9km의 54.3%이며, 시간대별 교통량 자료와 6시간 속도자료가 있는 자동차전용도로는 남부순환로, 서부간선도로 및 동부간선도로 등 3개 노선 45.8km로 전체의 약 23.0%이다.

5개 노선의 일평균 시간대별 속도는 <표 5-18>에서 보듯이 38.1~92.7km/h의 범위에 있으며, 평균 약 71.6km/h이다. 일평균 시간대별 교통량은 <표 5-19>와 같이 264~8,474대의 범위에 있으며, 평균 약 3,500대이다.

&lt;표 5-18&gt; 5개 자동차전용도로의 평일 연평균 24시간 속도

시간	속도(km/h)									
	내부순환		강변북로		북부간선		올림픽대로		노들길	
	동향	서향	동향	서향	동향	서향	동향	서향	동향	서향
0	87.7	88.7	86.2	86.9	89.7	87.3	88.5	88.7	80.3	84.9
1	90.7	91.8	88.6	89.6	92.1	87.2	90.5	91.6	81.4	86.5
2	91.6	92.6	89.3	90.6	92.7	87.6	90.9	91.9	82	86.7
3	91.5	92.6	89.5	90.7	92.6	87.4	90.4	91.5	81.5	86.5
4	90.7	91.8	88.9	90.2	92.3	87.1	89.3	91	80.2	86.2
5	88.7	89.4	88.1	89.5	91.1	88.7	87.3	89.3	77.5	84.5
6	81.1	81.8	77.3	86.1	75	83.9	75.8	85.7	69.5	82.7
7	63.6	63.2	49.2	70.3	47.8	68.6	51.2	69.8	45.1	82
8	54.1	57.8	41.4	54.8	38.1	59.6	45.7	59.6	40.8	80
9	61.2	69.7	49.6	64.4	44.6	62.3	56.2	68.2	55	80.4
10	58.1	69.8	47.6	66.2	46.4	67.6	57.6	69.8	59.1	79.4
11	55.9	71.6	48.9	66.7	51.6	75.5	57.3	73.4	66.2	79.2
12	66.3	78.8	64.9	75.5	70.9	82.2	70.6	81.9	74	81.2
13	74.3	79.8	70.2	75.2	79.9	80.5	74.7	80.6	73	80.3
14	72.8	75.7	61.9	68.3	77.6	75	68.1	74	70.7	78.7
15	69.1	71.8	57.3	62.5	75.4	71.4	64.1	64.7	68.7	76.4
16	64.8	68.5	54.8	57.5	74.9	69.5	61.4	57.1	68.2	74.3
17	56.7	62.8	49.9	52.8	67.1	65.7	54.7	49.7	64	68.6
18	43.8	53.8	39.7	46.4	56.4	61.1	43.6	42.9	53.7	51
19	42.1	56.3	40.5	39.9	51.8	60.9	44.1	45.5	57.1	49.6
20	59.1	69.6	55.9	55.8	53.4	72.8	62.5	61.7	70.8	65.6
21	71.7	77.9	67.7	68.3	64.6	79.1	71.9	75.1	73	73.4
22	76.1	79.1	73.1	72.9	72.3	82	73.4	78.7	74.3	75.6
23	81.4	83.3	80.2	79.9	79.8	84.7	81.2	83	76.8	79.3
평균	60.9	68.5	53.3	61.6	60	70.1	58.9	64.9	62.6	73.3

※ 음영부분은 혼잡기준속도 이하의 속도를 나타내는 시간대

&lt;표 5-19&gt; 5개 자동차전용도로의 평일 연평균 24시간 교통량

시간	교통량(대/시)									
	내부순환		강변북로		북부간선		올림픽대로		노들길	
	동향	서향	동향	서향	동향	서향	동향	서향	동향	서향
0	1,973	2,055	3,875	3,295	1,529	1,276	2,387	4,108	610	624
1	1,323	1,375	2,612	2,271	1,026	839	1,749	2,905	443	425
2	934	988	1,852	1,636	733	595	1,267	2,106	340	316
3	799	815	1,507	1,276	618	517	1,063	1,719	294	271
4	836	857	1,626	1,249	689	674	1,228	1,596	352	264
5	1,460	1,908	2,656	2,087	1,163	1,443	2,456	2,261	525	355
6	3,419	4,135	6,577	4,796	2,239	2,876	5,609	4,773	1,406	658
7	4,424	4,979	8,170	7,433	2,277	3,235	6,509	7,798	2,254	1,235
8	4,541	4,651	8,049	7,432	2,209	2,752	6,314	8,423	2,648	1,501
9	4,367	4,399	7,787	7,052	2,410	2,942	6,088	7,208	2,596	1,264
10	4,367	4,256	7,533	7,050	2,604	3,062	6,145	7,476	2,275	1,228
11	4,355	4,182	7,124	6,898	2,718	2,929	5,820	7,432	1,915	1,189
12	4,306	3,924	6,459	6,318	2,733	2,687	5,496	6,789	1,482	1,034
13	4,204	3,941	6,386	6,545	2,675	2,828	6,034	7,683	1,563	1,168
14	4,447	4,103	6,256	6,787	2,732	2,942	6,112	8,030	1,658	1,299
15	4,441	4,182	6,125	6,758	2,696	2,958	5,975	8,089	1,725	1,388
16	4,369	4,236	5,744	6,647	2,710	2,978	5,865	8,109	1,794	1,479
17	4,233	4,266	5,637	6,516	2,868	2,990	5,363	8,214	1,936	1,631
18	3,960	4,167	5,997	5,861	2,857	2,810	4,758	8,474	2,107	1,876
19	3,714	4,130	6,355	4,982	2,790	2,572	4,430	8,208	1,800	1,761
20	3,394	3,751	6,431	4,951	2,677	2,442	4,280	8,117	1,236	1,598
21	3,223	3,399	6,282	5,139	2,587	2,332	4,477	7,571	1,077	1,371
22	3,148	3,262	6,264	5,322	2,481	2,128	4,434	7,240	997	1,248
23	2,774	2,786	5,345	4,696	2,189	1,720	3,525	6,063	821	995
계	79,011	80,747	132,649	122,997	52,210	54,527	107,384	150,392	33,854	26,178

※ 음영부분은 혼잡기준속도 이하의 속도를 나타내는 시간대

<표 5-20>과 <표 5-21>을 이용하여 1일 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율과 1일 평균속도 대 시간대별 속도 비율을 추정하면 <표 5-22>과 같다.

**<표 5-20> 1일 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율과 1일 평균속도 대 시간대별 속도 비율**

시간	1일 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율	1일 평균속도 대 시간대별 속도 비율
0	0.03	1.22
1	0.02	1.25
2	0.01	1.25
3	0.01	1.25
4	0.01	1.24
5	0.02	1.22
6	0.04	1.12
7	0.06	0.85
8	0.06	0.74
9	0.06	0.85
10	0.05	0.86
11	0.05	0.90
12	0.05	1.04
13	0.05	1.07
14	0.05	1.01
15	0.05	0.95
16	0.05	0.91
17	0.05	0.83
18	0.05	0.69
19	0.05	0.68
20	0.05	0.88
21	0.04	1.01
22	0.04	1.06
23	0.04	1.13

시간대별 교통량 및 속도자료가 있는 5개 자동차전용도로(올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도로)의 교통혼잡비용은 <표 5-21>에서 보는 바와 같이 총 2,175억으로 추정되었고, 시간대별 교통량 자료와 6시간 속도자료가 있는 남부순환로, 서부간선도로 및 동부간선도로 등 3개 노선에 대해서는 <표 5-21>의 비율 및 6시간 평균속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 <표 5-22>과 같이 총 5,264억 원으로 추정되어 위의 5개 도로의 총합보다 많게 추정되었다.

**<표 5-21> 자동차전용도로(올림픽대로, 노들길, 강변북로, 내부순환로 및 북부간선도로)의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	-	1,958	1,958	1,958
버스	12	-	181	193	181
화물	24	-	-	24	-
계	36	0	2,139	2,175	2,139

**<표 5-22> 자동차전용도로(남부순환로, 서부간선도로 및 동부간선도로)의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	13	2,555	2,568	2,568
버스	251	-	1,856	2,107	1,856
화물	416.3	0.1	-	416.4	0.1
계	667	13	4,411	5,091	4,424

위에서 추정된 총 8개 노선의 혼잡비용은 <표 5-23>과 같으며, 나머지 자동차전용도로에 대해서는 다른 도시들과 일관성을 유지하기 위해서 혼잡비용을 추정하지 않았다. 그러므로 총 자동차전용도로 연장(198.9km)의 약 77.4%인 153.9km에 대해서만 교통혼잡비용을 추정한 것으로, 항목별로는 시간비용이 6,550억 원으로 전체 혼잡비용 7,266억 원의 90.1%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 4,526억 원(62.3%)으로 가장 많았으며, 다음으로 버스가 2,300억 원(31.7%), 화물차가 440억 원(6.1%) 순으로 나타났다.

**<표 5-23> 자동차전용도로의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	13	4,513	4,526	4,526
버스	263	-	2,037	2,300	2,037
화물	440	-	-	440	-
계	703	13	6,550	7,266	6,563

서울시 전체 도로의 교통혼잡비용은 일반도로와 자동차전용도로의 혼잡비용을 합산하여 <표 5-24>과 같이 6조 1,014억 원으로 추정되었으며, 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 총 7,266억 원으로 서울시 전체 혼잡비용의 약 11.9%를 차지하고 있는 것으로 추정되었다.

<표 5-24> 서울시 전체 도로의 교통혼잡비용

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	984	30,885	31,869	31,869
버스	2,849	108	21,195	24,152	21,303
화물	4,737	255	-	4,992	255
계	7,586	1,347	52,081	61,014	53,428

## 2) 기타도시

부산시 및 기타 광역시에 대해서는 서울시와 같은 절차를 이용하여 교통혼잡비용을 추정하였으며, 자세한 분석절차는 부록에 제시하였다.

## 제3절 기존방법과의 비교 및 적용가능성 검토

### 1. 지역간 도로

#### 가. 기존방법과의 비교

앞 절에서 설명한 바와 같이 개선된 방법에 의하여 추정된 2005년 교통혼잡비용은 기존방법에 의한 추정결과와 시간교통량 사용만을 개선한 결과와 비료하였다. 고속국도의 경우 <표 5-25>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통행비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에



비해 약 80% 정도의 값이 추정되었다. 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 고속국도의 교통혼잡비용은 2조 3천억 원으로 기존 방법에 의해 산출된 값과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 차종별로는 승용차의 혼잡기준속도는 감소했으나, 버스와 화물차의 교통혼잡비용은 기존방법에 비해 높게 추정됨을 알 수 있다.

<표 5-25> 2005년 고속국도의 교통혼잡비용의 비교

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교
기존방법( $\alpha=0.15, \beta=4$ )		851,6	10,941	3,337	22,793	-
본 연구	시간교통량 사용	5,570	9,301	3,391	18,262	0.80(%)
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	7,236	12,227	3,594	23,055	1.01(%)

일반국도의 경우 <표 5-26>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통행비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에 비해 약 96% 정도의 값이 추정되었고, 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 일반국도의 교통혼잡비용은 5조 정도로 기존방법에 의해 산출된 값에 비해 약간 작은 것으로 나타났다. 차종별로는 승용차의 혼잡기준속도는 감소했으나, 화물차의 교통혼잡비용은 기존방법에 비해 높게 추정됨을 알 수 있다.

<표 5-26> 2005년 일반국도의 교통혼잡비용의 비교

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교
기존방법( $\alpha=0.15, \beta=4$ )		27,910	11,113	12,236	51,259	-
본 연구	시간교통량 사용	21,844	10,673	16,859	49,377	0.96(%)
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	22,415	10,850	16,860	50,247	0.98(%)

지방도의 경우 <표 5-27>에서 보는 바와 같이 우선적으로 혼잡기준속도를 바꾸지 않고, 시간교통량을 사용하기 위해 국가교통DB에서 제공하는 통행비용함수를 적용한 결과, 기존 방법에 의한 교통혼잡비용에 비해 약 82% 정도의 값이 추정되었고, 혼잡기준속도를 수정한 최종 개선된 방법을 이용하여 추정된 지방도의 교통혼잡비용은 1.4조 정도로 기존방법에 의해 산출된 값에 비해 약간 작은 것으로 나타났다.

**<표 5-27> 2005년 지방도의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원/년)

구 분		승용차	버 스	화물차	계	기존방법과 비교
기존방법( $\alpha=0.15$ , $\beta=4$ )		5,388	8,987	2,551	16,925	-
본 연구	시간교통량 사용	3,630	8,163	2,075	13,868	0.82(%)
	시간교통량 사용, 혼잡기준속도 변경	3,603	7,969	2,001	13,572	0.80(%)

전반적으로 지역간 도로의 교통혼잡비용은 모든 유형의 도로에서 기존 교통혼잡비용 추정방법에 의해 추정된 값과 유사하게 추정되었다.

#### 나. 적용가능성 검토

개선된 방법에 의해 추정한 2005년도 지역간 도로의 교통혼잡비용은 기존 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용과 유사하게(약 0.8% 이상) 추정되어 개선된 방법을 향후 교통혼잡비용 추정에 적용하여도 크게 무리가 없을 것으로 판단된다. 과거 교통혼잡비용 추이분석 상의 연속성에는 제한적일 수 있지만, 과거 추정된 교통혼잡비용에 비해서 보다 구체적인 자료를 이용하고 변화된 교통특성을 반영했다는 점에서 보다 현실적인 교통혼잡비용이라 할 수 있기 때문에, 향후 교통혼잡비용을 추정하는 경우에 본 연구에서 제안하고 있는 방법을 사용하는 것을 제언한다.

## 2. 도시부 도로

### 가. 기존방법과의 비교

교통혼잡비용 추정 방법을 개선 한다고 해서 교통혼잡비용 자체가 크게 바뀐다면, 기존 방법 내지는 개선된 방법이 크게 잘못된 것이라 할 수 있을 것이다. 이러한 측면에서 개선된 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용과 기존의 방법을 통해 추정된 교통혼잡비용을 비교해 보는 것은 의미 있는 일일 것이다.

**<표 5-28> 기존방법과 개선된 방법과의 교통혼잡비용 비교**

(단위: 억 원, %)

구분	기존방법 (a)	개선된 방법 (b)	변화율 (a, b)	도시별 비율
서울	60,190	61,014	1.4	42.2
부산	34,799	32,167	-7.6	22.3
대구	11,846	11,396	-3.8	7.9
인천	17,468	19,735	13.0	13.7
광주	7,229	7,883	9.0	5.5
대전	10,344	8,918	-13.8	6.2
울산	3,767	3,346	-11.2	2.3
계	145,643	144,460	-0.8	100

기존 방법에서의 7대 도시의 총 교통혼잡비용은 <표 5-284>에서 보듯이 14조 5,643억 원인 반면, 개선된 방법에 의한 교통혼잡비용은 14조 4,460억 원으로 추정되어, 약 0.8% 감소한 것으로 나타났다. 도시별로 기존방법에 의한 값보다 높거나 낮게 추정되었으며, 7대 도시 전체의 혼잡비용이 기존방법보다 낮게 추정된 것은 기존방법에 포함되어있는 승용차의 고정비를 개선된 방법에서는 제외시키고 또한 연료소모모형을 교체함에 따라 나타난 결과로 볼 수 있으며, 개선된 방법에 승용차 고정비를 포함시키고 기존의 연료소모모형을 적용하였을 경우, 기존보다 약 4.9% 증가한 것으로 나타나 7대 도시 전체의 혼잡비용은 약간 증가한 것으로 나타났다. 업데이트된 연료소

모모형을 사용함으로써, 기존의 연료소모모형을 사용하였을 경우의 승용차 고정비를 제외한 총 교통혼잡비용은 14조 7,956억 원보다 약 2.4% 적게 나오게 되는데, 이는 실제로 차량의 성능이 우수해 지면서 발생한 교통혼잡비용의 감소분이라 할 수 있을 것이다.

부산시와 대구시의 경우 기존방법과 비교해서 개선된 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용은 각각 약 7.6%, 3.8%로 비교적 적게 감소하였으나, 대전시의 경우는 13.8%, 울산시의 경우는 약 11.2%로 부산시와 인천시에 비해 크게 감소하였다. 한편 서울시, 인천시 및 광주시의 경우는 기존방법과 비교해서 개선된 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용이 각각 약 1.4%, 13.0%, 9.0% 증가하였다. 도시별로 교통혼잡비용이 기존방법에 비해 증가 또는 감소하였는데, 이는 기존 방법에서 이용한 도시별 차량등록대수와 및 1일 평균주행거리로 설명될 수 있을 것이다. 즉, 기존 방법에서 보다 혼잡비용이 감소한 도시에서는 실제 차량 이용률이 다른 도시에 비해 적은 것을 암시할 수 있고, 실제 주행한 구간에 대상 도시 이외의 지역이 많이 포함되었을 가능성이 높을 것이다.

또한 각 도시별로 조사된 도로연장 대비 총 연장 비율이 다를 뿐만 아니라, 조사된 도로가 각 도시를 대변할 수 있는 성격의 도로라고 할 수 있는가라는 의문이 남아있는 상태에서 기존 방법과의 차이는 당연히 발생할 수 있을 것이다. 그러므로 개선된 방법에서는 도시의 총 도로 중 일부 교통량과 속도가 조사되는 구간만을 선정하여 교통혼잡비용을 추정한 후 이를 총 도로연장과 조사연장 비율을 이용하여 증가시키므로, 조사된 도로의 연장 및 교통상황이 매우 중요하다고 할 수 있을 것이다.

도시별 차로수별 일반도로연장 대비 조사연장은 <표 5-29>에서 볼 수 있듯이, 평균 약 13.8% 이며, 인천시의 경우가 22.0%로 가장 높았고, 대구시의 경우 7.4%로 가장 낮게 나타났다. 또한 차로수별 비율은 4차로 이하가 평균 약 3.1%로 5차로 이상의 비율보다 현저히 낮게 나타났는데, 특히, 대구시, 부산시 및 서울시는 각각 1.1%, 1.7%, 1.8%의 조사 연장률을 보이는데,

이들이 각 도시 4차로 이하 도로의 교통혼잡비용을 대변할 수 있다고 보기 어려운 부분이 있다. 그러므로 개선된 방법에 의해 교통혼잡비용을 추정하기 위해서는 해당 도시를 대변할 수 있는 조사 도로 및 적정량의 도로연장 선정이 중요할 것으로 판단된다.

<표 5-29> 도시별 일반도로연장 및 조사 연장

구분	차로수구분	차로수별 연장 및 비율	일반도로 조사연장	조사연장 비율
서울	4차로 이하	1,206(0.654)	22	1.8%
	5~6차로	386(0.209)	78	20.3%
	7차로 이상	254(0.138)	162	64.1%
	계	1,844(1.00)	263	14.2%
부산	4차로 이하	1,008(0.773)	17	1.7%
	5~6차로	172(0.132)	136	79.0%
	7차로 이상	126(0.097)	60	48.0%
	계	1,305(1.00)	213	16.3%
대구	4차로 이하	820(0.72)	9	1.1%
	5~6차로	190(0.167)	40	20.8%
	7차로 이상	130(0.114)	35	27.2%
	계	1,139(1.00)	84	7.4%
인천	2~4차로	951(0.769)	64	6.7%
	5~6차로	180(0.146)	125	69.7%
	7차로 이상	107(0.086)	83	78.2%
	계	1,237(1.00)	272	22.0%
광주	4차로 이하	810(0.806)	17	2.1%
	5~6차로	138(0.137)	31	22.5%
	7차로 이상	58(0.058)	31	53.8%
	계	1,005(1.00)	79	7.8%
대전	4차로 이하	673(0.797)	19	2.8%
	5~6차로	110(0.13)	37	34.1%
	7차로 이상	63(0.074)	53	85.4%
	계	845(1.00)	109	12.9%
울산	4차로 이하	1,066(0.893)	53	5.0%
	5~6차로	82(0.069)	68	82.8%
	7차로 이상	47(0.039)	28	60.3%
	계	1,194(1.00)	148	12.4%
총계	4차로 이하	6530(0.763)	201	3.1%
	5~6차로	1256(0.147)	515	41.0%
	7차로 이상	781(0.092)	453	58.0%
	계	8567(1.00)	1,168	13.6%

한편 혼잡비용의 도시별 비중은 서울시가 42.2%로 가장 높았으며, 울산시가 2.3%로 가장 낮게 나타났다. 이런 도시별로 혼잡비용의 비중은 <표 5-30>에서의 도시별 인구 및 자동차등록대수와의 비교를 통해 어느 정도는 설명될 수 있을 것이다. 인천시, 광주시, 대전시는 인구수나 자동차등록대수와 거의 비례하여 혼잡비용이 나왔으며, 대구시와 울산시의 경우는 인구수나 자동차등록대수와 비교해서 혼잡비용이 다소 적게 나타났다. 반면, 부산시의 경우는 인구수나 자동차등록대수를 비교했을 때 다소 많이 나온 경향을 보인다. 이러한 결과는 교통혼잡비용을 단순히 도시의 인구 수나 자동차등록대수만으로 추론하기에는 무리가 있음을 보여주고 있다. 그러나 도시별 혼잡비용과 인구 수 및 자동차등록대수의 비교를 통해 부산시의 경우는 다른 시들에 비해 경제활동인구가 많거나, 차량 이용률이 높음을 추론할 수 있을 것이고, 반대로 울산시의 경우는 경제활동인구가 적거나, 차량 이용률이 낮다고 말할 수도 있으나, 공장이 많은 도시의 특성상 공장이 3교대로 운영되고 있으므로, 교통량 집중이 다른 시에 비해 덜 함을 추론할 수 있을 것이다.

**<표 5-30> 방법별 도시별 교통혼잡비용**

구분	인구(2006.12)	자동차등록대수	인구(2006.12)(%)	자동차등록대수(%)
서울	10,356,202	2,805,860	44.7	41.6
부산	3,635,389	972,676	15.7	14.4
대구	2,513,219	847,220	10.8	12.6
인천	2,663,854	796,103	11.5	11.8
광주	1,415,953	434,925	6.1	6.4
대전	1,475,961	505,846	6.4	7.5
울산	1,102,988	380,931	4.8	5.6
계	23,163,56	6,743,561	100	100

## 나. 적용가능성 검토

개선된 방법에 의해 추정된 2005년도 교통혼잡비용이 기존의 방법에 의해 추정된 교통혼잡비용과 도시별로는 다소 차이가 있으나, 도시부 도로 총량에서는 거의 비슷(약 0.8% 감소)하게 나타났다는 데 주목할 필요가 있을 것이다. 도시별로는 10% 이상의 차이를 보이는 도시가 있지만, 보다 구체적인 자료를 이용하여 교통혼잡비용을 추정하였다는 측면에서 기존방법보다는 현실적인 교통혼잡비용이라 할 수 있을 것이다. 또한 도시부 도로 총량에서의 차이는 승용차의 고정비 제외와 연료소모모형의 교체에서 비롯된 것이고 또 이러한 접근이 현실을 보다 정확하게 반영한 것이라 볼 때, 향후 교통혼잡비용 추정에 개선된 방법을 적용하여도 큰 무리는 없을 것이라 판단된다. 물론, 개선된 방법의 한계에서 언급하였듯이, 개선된 방법 또한 현 시점에서 풀지 못하는 문제를 안고 있다. 이러한 문제는 지속적으로 문제해결의 의지를 갖고 접근해 나간다면 결국 풀리리라 본다. 개선된 방법의 여러 가지 장점 중 가장 큰 장점이라 할 수 있는 각 도시의 대표 평균통행속도 대신에 가로별, 방향별, 시간대별 통행속도를 이용함으로써 속도 추정 시 오차의 영향을 최소화시켰다는 것만을 고려해 보더라도, 향후 교통혼잡비용 추정에 개선된 방법을 적용하는 것이 바람직할 것이라 판단된다.

그동안 교통혼잡비용은 교통혼잡으로 인해 지체된 시간을 추정한 후 매년 그 해의 운전자 및 승객의 시간가치와 연료비를 곱하여 추정하여왔다. 그러다 보니, 실제로 교통혼잡으로 인한 지체시간이 늘어나서 교통혼잡비용이 증가한 것인지, 아니면 시간가치 및 연료비 인상 즉, 물가의 인상으로 인해 교통혼잡비용이 증가한 것인지 구분이 불분명하였다. 그러므로 과거와의 비교를 위해서는 불변가격으로 혼잡비용을 산출하는 것이 필요하다. 그러나 불변가격으로 교통혼잡비용을 산출할 경우 기준년도를 어느 시점으로 정할 것이라든지, 기준년도를 일정시기 경과 후 사회·경제적여건 등의 이유로 변경하려 할 경우 혼선이 있을 수 있다는 점 등을 고려할 때, 불변가격으로

교통혼잡비용을 산출하는 것은 바람직하지 못할 것이다. 교통혼잡비용 비교의 필요성과 불변가격으로 산출했을 때의 문제점을 고려해서, 향후에는 경상가격을 기준으로 한 교통혼잡비용과 함께 총 지체시간을 따로 집계하는 것이 바람직할 것이다.



## 제6장 결론 및 정책제언

### 제1절 결론

#### 1. 연구결과 종합

##### 가. 지역간 도로

본 연구에서는 기본적으로 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정을 위한 기존방법을 준용하고 일부 수정하는 수준에서 개선방안을 마련하였다. 근본적으로는 도로구간별 통행속도를 이용하여 차량운행시간을 직접 계산할 수 있는 방법 개발이 필요하나, 아직까지는 현실적으로 각 도로의 통행속도, 특히 시간대별 통행속도 자료를 구하는 것이 불가능하기 때문에, BPR 식을 이용하는 기존방법의 기본절차를 따르는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 또한 과거 추정결과와의 연속성을 배제할 수 없기 때문에 완전히 다른 방법으로 교통혼잡비용을 추정하는 것은 바람직하지 못한 것으로 판단되었으므로 본 연구에서는 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 근본적으로 개선하기보다는 보다 가용한 자료를 확대하고 계산절차를 보다 구체화하여 추정된 교통혼잡비용이 좀 더 현실적인 결과가 되도록 하는 방향에서 교통혼잡비용 추정방법을 개선하였다.

개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법은 크게 세 가지로 분류하여 설명할 수 있다. 첫째, 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에서는 90년대 이후 변화된 도로 및 교통상황을 반영하고, 실질적인 교통 혼잡 상황을 고려하여 교통 혼잡 기준속도를 재추정하여야 한다. 둘째, 실질적인 시간대 평균교통량을 사용함으로써, 교통 혼잡 하루 중 10시간 동안 발생하고 총 일교통량의 60% 차량통행이 혼잡비용을 유발한다는 가정으로 인한 문제점들을 해결하여야 한다. 셋째, 국내의 교통상황을 반영할 수 있는 지체 함수식의 파라미터를 사용하여, 보다 정확성 높은 운행시간 추정방법을 이용하였다. 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법을 통해서 교통관련 기술의 개발에 따른 가용한 자료의 확대에 인하여, 교통혼잡비용 추정방법이 최초 개발되었던 시점에 비하여 보다 현실적인 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 되었고, 교통상황의 변화를 보다 구체적으로 반영할 수 있게 되었다. 이러한 개선된 방법에 의해 추정된 지역간 도로의 총 교통혼잡비용은 8조 6,874억 원으로 기존 방법론에서의 9조 977억 원보다 약 5% 정도 감소한 것으로 나타났다.

#### 나. 도시부 도로

본 연구에서 제안한 개선된 방법은 기존의 교통혼잡비용 추정방법에서 사용하는 변수인 해당도시의 자동차 등록대수, 1일 평균주행거리 및 평균통행속도만으로는 해당도시의 교통혼잡비용을 추정하기에는 무리라는 취지에서 출발하였다.

기존 방법과의 가장 큰 차이는 자동차 등록대수, 1일 평균주행거리 및 대상 도시의 평균통행속도 대신에 각 가로의 방향별, 시간대별 교통량 및 속도자료와 각 가로의 연장을 직접 이용하였다는 것이다. 또한 자료가 있는 도시에 한해서 도시 내 자동차전용도로의 혼잡비용을 별도로 추정하였다는 것이다. 이렇게 혼잡비용 추정방법이 개선됨으로써 기존 방법에서의 문제점

인 각 입력변수에 따른 혼잡비용의 과대 및 과소 추정 요인을 어느 정도는 제거하였고, 또한 보다 구체적인 자료를 사용함으로써 추정된 혼잡비용의 현실성을 높일 수 있었지만, 여전히 풀어야 할 숙제는 남아있다. 즉, 각 도시의 가로들이 전수 조사되지 못하는 상황에서 조사된 도로의 대표성 문제라든지, 24시간 교통량 및 속도분포를 추정하기 위해 다른 도시의 분포를 적용했다든지 하는 문제는 여전히 논란의 소지가 있다. 이러한 문제들은 방법상의 문제라기보다는 자료의 부족으로부터 발생하는 문제로 개선된 방법에 의한 혼잡비용의 신뢰도를 높이기 위해 빠른 시일 내에 해결되어야 할 것이다.

개선된 방법에 의해 추정된 7대도시의 총 교통혼잡비용은 14조 4,460억 원으로 기존 방법에서의 14조 5,643억 원보다 약 0.8% 감소한 것으로 나타났다. 이것은 기존방법에 포함되어있는 승용차의 고정비를 개선된 방법에서는 제외시킴으로써 나타난 결과로 보이며, 개선된 방법에 승용차 고정비를 포함시킬 경우, 약 14조 9,322억으로 기존보다 약 2.5% 많게 나타났다. 도시별로 보면, 서울시의 경우는 기존방법에 비해 약 1.4% 증가한 것으로 나타나 거의 차이가 없었으며, 광주시 및 인천시의 경우 약 9.0% 및 13.0% 증가한 것으로 나타나 기존 방법과의 차이를 보였다. 나머지 도시들은 기존방법에서 보다 혼잡비용이 감소하였는데, 대구시의 경우 3.8%로 비교적 적게 감소하였으나, 부산시의 경우 약 7.6%, 대전시의 경우 13.8%, 울산시의 경우는 약 11.2%로 대구시에 비해 크게 감소하였다. 이렇듯 도시별로 교통혼잡비용이 기존방법에 비해 증가 또는 감소하였는데, 이는 도시별로 좀 더 구체적인 자료를 사용함으로써 발생한 것으로, 이러한 차이는 받아들일 만한 수준으로 판단된다.

혼잡기준속도의 민감도 분석에서 언급하였듯이, 개선된 방법에서 가장 두드러진 성과는 기존방법에서는 각 도시의 대표 평균통행속도가 혼잡비용 추정에 절대적인 영향을 미치지만, 개선된 방법에서는 가로별 통행속도가 이용됨으로써, 가로별 통행속도 추정 시 발생할 수 있는 오류가 해당 도시의

교통혼잡비용 추정치에 그다지 큰 영향을 미치지 않을 것이라는 것이다.

## 2. 본 연구의 한계성 및 향후연구 방향

### 가. 지역간 도로

본 연구에서 제안한 개선된 방법론은 기존 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법에 비해 완전히 새로운 방법을 개발하기보다는 기존방법을 준용하여 일부 수정된 방법이다. 그로 인하여 개선된 지역간 도로의 교통혼잡비용 추정방법은 몇 가지 한계점을 갖고 있다.

첫째, 교통혼잡비용은 혼잡시에 추가로 발생하는 통행시간에 따른 비용으로 실제 통행시간(통행속도)을 바탕으로 추정되어야 하지만, 현재 전국의 지역간 도로의 통행시간(통행속도) 자료를 확보할 수 없는 한계로, 통행시간을 추정하는 BPR 함수를 이용하고 있고, 이에 따른 오차를 본 연구에서는 극복하지 못하였다.

둘째, BPR 함수의 파라메타는 국가교통 DB를 통해 정산된 값을 사용하고 있으나, 이 값은 매년 변동될 수 있는 값으로, 새로이 정산된 파라메타 값에 의해 전체 추세가 약간 변동될 수 있는 값이다.

셋째, 지역간 도로는 건설기술연구원에서 조사하고 있는 도로교통량조사 자료를 활용하고 있는데, 일반국도 대다수지점과 고속국도 및 지방부 모든 도로구간은 1년에 한번 이루어지는 인력식 조사에 의해 구축됨에 따라 그 정확성이 결여될 수 있고, 도로교통량자료 정확성의 결여는 본 연구에서 추정하는 교통혼잡비용에 보다 크게 영향을 미칠 수 있다. 하지만, 이는 현재 전국 도로의 교통량자료 분석을 위한 유일한 자료이고, 교통혼잡비용은 그 자체의 값으로의 의미보다는 과거추세로써의 의미가 중요한 만큼 이에 대한 정확성은 향후 연구를 통해 개선되어야 함이 바람직하다.

## 나. 도시부 도로

본 연구에서는 기존의 교통혼잡비용 추정방법에서의 불합리한 점을 해결하고자 새롭게 수집되고 있는 교통정보를 최대한 활용하려는 노력과 더불어 다양한 접근방법을 시도하여 최선의 방법을 설정하였다. 하지만, 자료의 부족 및 통계자료의 신뢰성 결여 등 여전히 풀어야 할 문제점은 남아있다고 할 수 있다. 개선된 방법에서는 다양한 변수들을 사용하였는데, 이 중에서 가장 중요한 변수로는 가로별, 방향별 조사시간 교통량을 기반으로 한 시간대별 교통량, 조사시간 속도를 기반으로 한 시간대별 속도, 해당 도시의 도로연장 및 조사도로연장이라 할 수 있겠다. 이런 변수들을 추정하는 과정에서 문제의 소지가 될 수 있는 점을 정리해 보고자 한다.

개선된 방법에서는 도시의 가로별로 24시간 시간대별 교통량자료가 필요한데, 현재 24시간 시간대별 교통량자료가 있는 도로는 서울시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대전시 일반도로뿐으로, 다른 도시의 가로들에 대해서는 제한된 자료를 이용하여 24시간 시간대별 교통량을 추정해야한다. 이 과정에서 3개의 도로(서울시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대전시 일반도로) 중 어느 하나의 교통량분포를 대상도시의 24시간 교통량 분포로 적용하여 24시간 시간대별 교통량을 추정하였다. 이는 대상도시의 교통량 분포가 어느 특정 도로의 교통량 분포와 동일하다는 가정으로 해석될 수 있는데, 각 도시의 교통특성을 고려할 때 무리일 수 있다. 속도에 대해서도 마찬가지로 문제가 될 수 있다.

또한 개선된 방법에서는 교통량 및 속도가 조사된 도로에 대해서만 교통혼잡비용을 추정한 후 조사도로연장과 도시 전체의 도로연장과의 비율을 이용하여 그 도시의 총 혼잡비용을 추정하였다. 그러므로 본 연구에서 적용한 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상에서의 도로연장 대신에 도로연장이 길게 집계된 도로현황조서 및 지자체의 자체 자료를 이용하거나 교통량과 속도자료가 부재한 도로의 연장이 늘어나게 되면 교통혼잡비용이 증가

하게 된다. 이렇듯 개선된 방법에서는 도시별 도로연장이 상당히 중요한 변수로 역할을 하는데, 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장, 도로현황조사 및 지자체의 자체 자료의 내용이 서로 일치하지 않는 부분이 상당히 존재한다. 본 연구에서는 교통혼잡비용의 과대 추정을 방지하고 보다 현실성 있는 자료라 판단되는 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하였지만, 보다 정확한 혼잡비용을 구하기 위해서는 보다 정확한 도로연장이 필요하다. 이를 위해서는 보다 정확하고 철저한 조사와 더불어 건설교통부, 지자체 및 한국교통연구원과의 협의를 통해 통계 및 분석용 자료인 도로현황조사, 지자체의 자체 자료 및 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크의 도로 특성 및 도로연장의 일원화가 필요할 것이다.

일관된 기준 및 지침 없이 도시별로 나름대로의 기준을 정해 놓고 교통량 및 속도를 조사함에 따라, 도시별로 조사된 도로의 연장이 다르고, 조사된 도로가 각 도시를 대변할 수 있는 성격의 도로라는 근거 제시가 사실상 어려우므로, 각 지자체와 협의를 통해 최대한 많은 도로를 조사하되 가능한 각 도시를 대변할 수 있는 도로를 선정해서 조사가 이루어지도록 해야 할 것이다. 특히, 4차로 이하 도로의 조사 연장률은 평균 약 3.1%로 5차로 이상의 비율보다 현저히 낮게 나타났는데, 특히, 서울시, 부산시 및 대구시는 각각 1.8%, 1.7%, 1.1%의 조사 연장률을 보인다. 이 들이 각 도시 4차로 이하 도로의 교통혼잡비용을 대변할 수 있다고 보기 어려운 부분이 있다. 그러므로 건설교통부를 중심으로 지자체 및 한국교통연구원과의 협의를 통해 적절한 조사 시점 및 지점을 포함한 조사 방법을 하루 속히 정립하는 것이 필요하다.

## 제2절 정책제언

### 1. 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용 추정

현재 추정하고 있는 교통혼잡비용은 평일의 일반적인 혼잡을 기본으로 하고 있다. 그러나 운전자들은 도로상에서 교통사고, 날씨, 집회 등으로 인한 교통혼잡을 흔히 경험하고 있으며, 또한 주말 연휴, 설·추석의 명절 연휴, 하계휴가기간 등에 극심한 정체를 겪고 있다. 이와 같은 비 반복적 정체로 인한 교통혼잡비용의 규모는 상당할 것으로 추정된다. 일례로 미국의 경우는 이러한 비 반복적 정체로 인한 교통혼잡비용이 전체 교통혼잡비용의 50%에 상당하는 것으로 추정하여 교통혼잡비용에 반영하고 있다.

최근 주5일제의 영향으로 주말에 지역간 도로의 혼잡은 가중되고 오히려 도심지역의 교통상황은 양호해지고 있어 현재 추정되는 교통혼잡비용은 지역간 도로의 경우 과소 추정될 소지가 있는 반면에 도시부 도로는 과대 추정의 소지가 있다. 따라서 단계적으로 계산이 가능한 범위 내에서 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용을 별도로 추정해야 할 것으로 판단된다. 단기적으로는 상시 교통량조사지점 자료 등을 이용하여 주말 또는 명절기간 동안의 교통혼잡비용을 개략적으로 추정하고, 장기적으로는 도로교통량조사 시스템, 한국도로공사의 OASIS(Operations Analysis & Supportive Information System), 국도 ITS 시스템, 그리고 각 도시에서 운영중인 교통정보센터 등에서 수집되는 자료를 이용한다면 비 반복 정체로 인한 교통혼잡비용을 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

### 2. 교통혼잡비용 추정 대상범위 확대

현재의 교통혼잡비용은 교통수단 측면에서는 도로교통 부문, 공간적으로는 지역간 도로와 7대 광역시급 도시, 경제학적 비용개념에서는 내부화된

혼잡비용으로 한정되어 추정되고 있다. 그러나 교통혼잡비용의 정책적 활용도를 높이기 위해서는 이들 범위를 확대해 나갈 필요가 있다.

먼저 현재 도로부문에 국한해서 추정되고 있는 교통혼잡비용을 항공 및 철도부문으로 확대하여 추정·제공하면, 교통수단별 총비용(내부(사적)비용과 외부비용의 합)의 개념에서 수단별 타당성평가 등 교통정책에 유용하게 활용될 것으로 판단된다. 또한 현재 7대 광역시급 도시에 한해 추정되고 있는 교통혼잡비용 추정 대상도시를 확대하여 도시의 교통서비스 수준 또는 환경친화성 등 도시별 비교·평가 등에 활용될 수 있도록 하여야 한다.

마지막으로 교통혼잡비용은 개인들이 감내하는 내부화된 비용과 교통혼잡으로 인한 사고, 소음, 대기오염 등 개인들이 책임지지 않고 사회로 전가시키는 순수한 의미의 사회적 비용인 외부비용으로 구분될 수 있다. 그러나 현재에는 내부화된 혼잡비용만을 추정하고 있으므로 조속히 외부비용 추정 기법을 개발하여 교통혼잡으로 인한 내부화된 혼잡비용과 외부비용을 모두 포함한 교통혼잡비용의 추정이 필요하다.

### 3. 화물의 시간가치 계량화 및 반영

교통혼잡은 기업의 생산성과 관련이 있는 기업물류활동에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 국가경제 차원에서 경쟁력을 높이기 위해서는 교통혼잡으로 인한 물류비용을 저감하는 정책을 적극적으로 전개할 필요가 있다. 그러나 현재 추정하고 있는 교통혼잡비용은 여객부문에 대해서는 시간가치비용과 차량운행비용이 모두 고려되고 있지만, 화물차에 대해서는 화물의 시간가치를 반영하지 않고 있어 다른 수단에 비해 상대적으로 과소평가될 수밖에 없다. 그리고 국가 물류비가 추정되고 있지만 이 또한 교통혼잡으로 인해 추가되는 부분에 대한 구분이 없이 추정되고 있는 실정이다.

따라서 화물의 시간가치 계량화가 시급히 이루어져 교통혼잡비용 추정시 화물의 시간가치를 반영토록 하여, 교통혼잡이 물류활동에 미치는 영향



을 파악하고 이를 정책적으로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

#### 4. 첨단교통시스템을 활용한 자료수집체계 구축

현재 교통혼잡비용 추정에 이용되는 자료는 지역간 도로의 경우 건설기술연구원에서 조사하고 있는 도로교통량조사 자료를 활용하고 있는데, 이 자료의 50% 이상이 1년에 한 번 이루어지는 인력식 조사에 의해 구축됨에 따라 그 정확성이 결여될 수 있다. 그리고 도시부 도로의 경우는 각 도시별로 표본을 추출하여 조사된 교통량 및 속도자료를 활용하고 있으며, 이 또한 조사방법이나 대상도로의 선정에서 일관된 기준 및 지침 없이 조사가 이루어져 도시별로 조사시간대가 다르고, 조사된 대상도로가 도로위계별로 적절하게 표본이 추출되지 않아 도시의 혼잡수준을 대변할 수 있는 자료라고 보기에는 다소 무리가 있다.

따라서 지역간 도로의 경우는 도로교통량조사 시스템과 한국도로공사 OASIS, 민자고속도로 관리시스템, 국도 ITS 시스템 등과의 연계를 통해 상시 조사 자료 수집지점을 확대하고, 첨단교통시스템이 운영되지 않는 일부 국도 및 지방도에 대해서는 조사지점 및 조사횟수(평일과 주말조사 병행)를 확대할 필요가 있다. 그리고 도시부의 경우는 현재 서울시를 포함한 7대 광역시와 일부 도시에서 운영중인 교통정보센터를 통하여 교통혼잡비용 추정에 필요한 자료를 생성·제공하도록 하면 보다 정확한 교통혼잡비용이 추정될 수 있을 것이며, 추정대상도시를 점차 확대해 나갈 수도 있을 것으로 판단된다.

#### 5. 총 교통비용 개념의 도입

현재 교통혼잡비용은 건설교통부 업무편람에 수록되어 도로투자정책을 수립·평가하는 데 근거자료로 활용되고 있으며, 서울시를 비롯한 7대 도시의 교통혼잡을 완화하기 위한 정책지표로서 활용되고 있다. 그러나 교통혼잡비

용이 교통혼잡 수준을 나타내는 지표 수준을 넘어 다양한 교통정책에서의 정책적 활용도를 높이기 위해서는 수단별 총 교통비용의 추정이 필요하다.

교통비용이라 함은 개인이 직접 지출하는 차량비용, 대중교통요금, 유류비, 통행료, 세금, 혼잡으로 인한 시간비용, 환경비용, 사고비용 등 교통과 관련된 모든 비용을 말한다. 이러한 교통비용의 추정결과는 교통시설의 타당성 평가, 혼잡통행료나 대중교통요금과 같은 교통가격정책, 교통환경정책, 교통의 사회적 형평성 등 다양하게 활용될 수 있다.

현재 한국교통연구원의 교통혼잡비용, 교통사고비용, 그리고 환경정책평가연구원의 교통환경비용(2002년 일회 추정), 건설교통부에 의해 집계되고 있는 정부의 교통부문 지출현황, 통계청의 교통부문 가구지출비용 등 교통비용이 산발적으로 추정되고 있으나, 아직 계량화 방법이 미흡하거나 계량화되지 않은 항목들도 있다. 따라서 장기적인 관점에서 교통관련 비용을 매년 추정·발표하여 이의 정책적 활용도를 높이는 것이 필요하다.

## 참고문헌

---

### [국내문헌]

1. 건설교통부, 『2003 도로교통량 통계연보』, 2004.
2. \_\_\_\_\_, 『건설교통 통계연보』, 2004.
3. \_\_\_\_\_, 『건설교통통계연보』, 2006.
4. \_\_\_\_\_, 『도시철도 기본계획 수립 지침』, 1993.
5. 대한교통학회, 『도로용량편람』, 2001.
6. 경기개발연구원, 『경기도지역의 혼잡비용 산정에 관한 연구』, 2000.
7. 고속버스조합, 2005년 내부자료.
8. 교통개발연구원, 『1998 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 1999.
9. \_\_\_\_\_, 『1999 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2000.
10. \_\_\_\_\_, 『2000 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2001.
11. \_\_\_\_\_, 『2001 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2003.
12. \_\_\_\_\_, 『2002 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2004.
13. \_\_\_\_\_, 『고속도로 유료화제도와 통행료 설정 방법에 관한 연구』, 1987.
14. \_\_\_\_\_, 『교통혼잡비용 예측 연구』, 1992.
15. \_\_\_\_\_, 『교통혼잡비용의 구성요인과 추이분석』, 1997.
16. \_\_\_\_\_, 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구』, 1998
17. \_\_\_\_\_, 『월간교통』, 1998.
18. \_\_\_\_\_, 『차량운행비 산출에 관한 연구』, 1998.

19. 김동효, 안강기, “교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구”, 『월간교통』, 1999.
20. 강호익 · 박창호, “도로유형별 지체함수 정립에 관한 연구”, 『대한교통학회지』, 통권 39호, 1998.
21. 김성수, 『1998; 서울시 교통혼잡비용 추정의 개선방향에 관한 연구』, 서울시정개발연구원, 2003.
22. 김성수, “교통혼잡비용의 이론적 정립과 사용방안에 대한 소견”, 『월간교통』, 1998.
23. 김정훈, 『도로교통의 외부비용과 적정혼잡과세』, 한국조세연구원, 2000.
24. 김준순 외, 『육상교통 수단의 환경성 비교분석』, 한국환경정책·평가연구원, 2002.
25. 김태식, “미국·일본·한국의 교통혼잡비용 추정방법 비교 및 시사점”, 『월간교통』, 2003.
26. 대한교통학회, 『도로용량편람』 2001.
27. 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침』, p45, 2000. 3.
28. 건설교통부, 『도로현황조사』, 2005.
29. 명지대학교, 『경기도 지역의 혼잡비용 산정에 관한 연구』, 2000.
30. 버스연합회, 2005년 내부자료.
31. 서상범, 한상용, 『2003 국가물류비 산정 및 추이 분석』, 한국교통연구원, 2005.
32. 서울시정개발연구원, 『서울의 생산성 지표에 관한 연구: 서울의 교통혼잡비용 추정과 영향 분석』, 1994.
33. 손영태, 『서울시 교통혼잡비용 산정의 개선방향에 관한 연구』, 서울시정개발연구원, 2003.
34. 손의영, 『교통혼잡비용 예측 연구』, 교통개발연구원, 1992.
35. 손의영, 황기연, 『자동차소유, 운행의 사적·사회적 비용 비교연구』, 서울시정개발연구원, 2001.
36. 에너지경제연구원, 『수도권 승용차 연료소비실태 분석 및 절감대책 연구』, 1991.
37. 오재학, 김동효, “교통혼잡비용의 올바른 이해를 촉구”, 『월간교통』, 2001.
38. 장덕형, “고속도로 통행의 지체함수와 통행저항 파라미터의 민감도 분석에 관한 연구”, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 1993.
39. 조한선, “미국의 교통혼잡비용 추이와 혼잡 해소방안”, 『월간교통』, 2006.
40. 조한선, “미국의 교통혼잡비용 산출 방법론”, 『월간교통』, 2006.
41. 한국개발연구원, 『도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구』, 2001.
42. \_\_\_\_\_, 『2004 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2006.

43. 한국교통연구원, 『2003 전국교통혼잡비용 산출 및 추이분석』, 2005.
44. 홍갑선, “교통혼잡비용을 어떻게 해석해야 하나?”, 『월간교통』, 2006.
45. 홍갑선, 『교통 관련 사회환경비용의 내재화방안』, 교통개발연구원, 1999.
46. 화물차연합회, 2005년 내부자료.
47. 주학중 외, 『무질서의 경제적 비용에 관한 연구』, 한국개발연구원, 1995.

## [국외문헌]

1. *Adjusted annually using the Consumer Price Index*, US Dept. of Labor, 2002.
2. Bouladon, G., *Cout et Avantage des Vehicules a Moteur*, OECD, Paris, 1991.
3. Darbeira, R., *Le cout Total de la V.P. et des T.C. dans une Grande Agglomeration: le Cas de Paris*, LeCecil Creteil, 1992.
4. David Schrank, Tim Lomax, *The 2005 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, 2005.
5. ECMT(The European Conference of Ministers of Transport), *Efficient Transport for Europe, Policies for Internalisation of External Costs*, ECMT, OECD, Paris, 1998.
6. \_\_\_\_\_, *Internalising the Social Costs of Transport*, ECMT, OECD, Paris, 1997.
7. Mills, Edwin S. and B. W. Hamilton. *Urban Economics*, 5th ed. Harper Collins College Publisher, 1994.
8. Mohring, Herbert. *Transportation Economics*, Cambridge, Ballinger Publishing Company, 1976.
9. Sunduck Suh, Changho Park, and Tschangho John Kim, “A Highway Capacity Function in Korea: Measurement and Calibrations”, *Transportation Research-A, Vol 24A, No.3*, 1990.
10. *The 2001 Urban Mobility Report*, Texas Transport Institute, 2001.
11. *Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada*, Canada Department of Transportation, 2003.
12. *Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada*, Canada Department of Transportation, 2006.
13. Todd Litman, *Transportation Cost Analysis*, Victoria Transport Policy Institute, 2002.

## [웹사이트]

1. 부산광역시 홈페이지(<http://www.busan.go.kr>)



## **부 록**

---

1. 2005년 도시부 도로의 교통혼잡비용 재 추정 결과  
(부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)

2. 회의 개최 실적





# 1. 2005년 도시부 도로의 교통혼잡비용 재 추정 결과 (부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)

## 가. 도시부 일반도로

### 1) 부산시

<표 부록1-1>에서 보듯이, 통계상 부산시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 2,629km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 57.4%로 절반 이상을 차지함으로써, 서울시의 경우와 마찬가지로 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

<표 부록1-1> 부산시 도로현황

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미 포장도	미 계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	2,728	2,629	1,509	543	412	135	30	80	19
		100.0	57.4	20.7	15.7	5.1	1.1		
고속국도	27	27		18	9				
		100.0		67.4	32.6				
일반국도	125	125	12	66	47				
		100.0	9.8	52.9	37.3				
특별·광역시도	2,403	2,350	1,395	456	335	134	30	53	
		100.0	59.4	19.3	14.3	5.7	1.3		
지방도	74	55	30	2	22	1			19
		100.0	54.5	4.0	39.6	1.9			
(국가지원지방도)	74	55	30	2	22	1			19
		100.0	54.5	4.0	39.6	1.9			
군도	100	72	71	1				27	
		100.0	98.6	1.4					

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 부산시 일반도로 중 왕복

2차로 이하 도로연장은 681km으로 도로현황조사상의 자료와 상당한 차이를 보이고 있다. 부산시의 경우도 서울시와 마찬가지로 이유로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 부산시 일반도로의 교통혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-2>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 1,007.4km, 5~6차로는 171.7km, 7차로 이상은 125.6km로 설정하였다.

**<표 부록1-2> 부산시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2~4차로	1,032.0	24.6	1,007.4
5~6차로	221.0	49.3	171.7
7차로 이상	153.8	28.2	125.6
계	1,406.8	102.1	1,304.7

부산시 일반도로의 교통량조사 지점은 72개 지점(76개 지점 중 도시고속도로 제외)이며, 속도조사 가로는 31개 축(36개 지점 중 도시고속도로 제외)이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 17개 노선 174개 구간이며, <표 부록1-3>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,304.7km (총 1,407km 중 자동차전용도로 제외)의 16.3%인 212.8km를 차지한다.

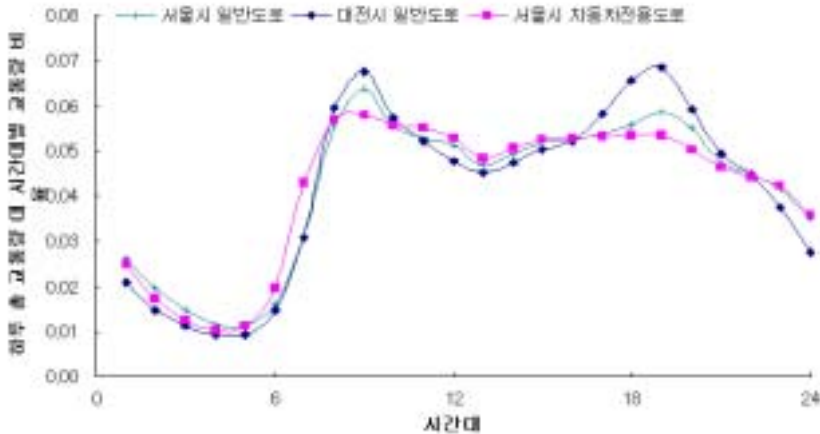
**<표 부록1-3> 부산시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

(단위: km)

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	16.9	135.6	60.3	212.8
실 연장	1,007.4	171.7	125.6	1,304.7
비율	0.017	0.790	0.480	0.163

부산시의 경우 교통량은 13시간 자료만이 있으므로, 24시간 시간대별 교통량 추정이 필요한데, 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 자동차전용도

로의 24시간 시간대별 교통량자료를 이용하기로 하였으며, 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 자동차전용도로의 24시간 시간대별 교통량 분포는 <그림 부록1-1>과 같다.



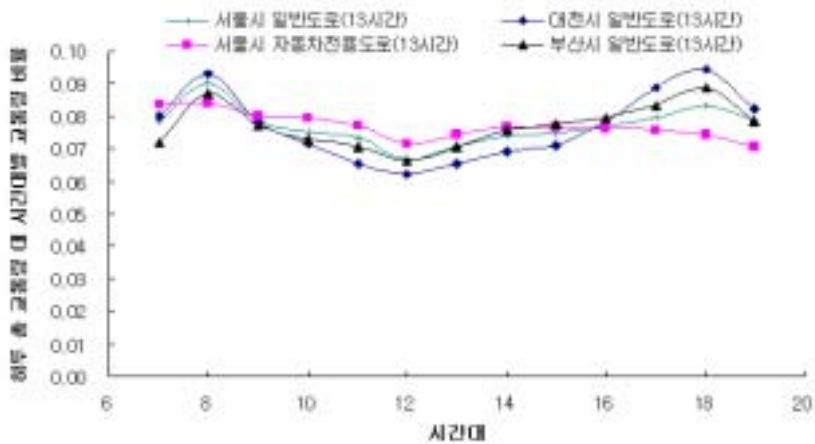
**<그림 부록1-1> 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 자동차전용도로의 하루 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율**

<그림 부록1-1>에서 보는 바와 같이 서울시 일반도로와 자동차전용도로의 교통량 분포는 오전 및 오후 침두시에는 대전시 일반도로보다 낮은 집중률을 보이지만, 그 이외의 시간대에는 대전시보다 높은 교통량 비율을 보이고 있다. 또한 서울시 일반도로의 침두시 교통량 집중이 자동차전용보다 높은 것을 알 수 있다.

<표 부록1-4>와 <그림 부록1-2>에서 보는 바와 같이 13시간의 교통량 분포 비교에서 부산시 일반도로의 교통량 분포는 대전시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 교통량분포보다는 서울시 일반도로의 교통량분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 부산시 일반도로의 13시간 교통량은 그대로 적용하고 그 이외의 시간대는 부산시의 13시간 교통량과 서울시의 13시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율을 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-4> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 부산시 자동차전용도로 및 부산시 일반도로의 13시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (13시간)	대전시 일반도로 (13시간)	서울시 자동차 전용도로 (13시간)	부산시 일반도로 (13시간)	서울시 일반도로 -부산시 일반도로	대전시 일반도로 -부산시 일반도로	서울시 자동차 전용도로 -부산시 일반도로
07~08시	0.078	0.080	0.0836	0.072	0.0065	0.0081	0.0116
08~09시	0.090	0.093	0.0840	0.087	0.0030	0.0060	0.0031
09~10시	0.079	0.078	0.0798	0.077	0.0013	0.0008	0.0025
10~11시	0.075	0.072	0.0796	0.073	0.0022	0.0014	0.0065
11~12시	0.073	0.065	0.0771	0.071	0.0024	0.0055	0.0064
12~13시	0.067	0.062	0.0714	0.066	0.0004	0.0043	0.0050
13~14시	0.071	0.065	0.0745	0.070	0.0001	0.0051	0.0041
14~15시	0.074	0.069	0.0768	0.076	0.0017	0.0065	0.0013
15~16시	0.075	0.071	0.0768	0.077	0.0024	0.0064	0.0006
16~17시	0.077	0.079	0.0761	0.080	0.0026	0.0008	0.0035
17~18시	0.079	0.089	0.0756	0.083	0.0038	0.0058	0.0076
18~19시	0.083	0.094	0.0742	0.089	0.0053	0.0057	0.0145
19~20시	0.079	0.082	0.0705	0.079	0.0000	0.0035	0.0081
계					0.032	0.060	0.075



**<그림 부록1-2> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 부산시 자동차전용도로 및 부산시 일반도로의 13시간 교통량 분포**

또한 서울시의 경우는 방향별 교통량 자료는 있으나 방향별 속도 자료가 없어서 방향별로 구분 없이 양방향 교통량 합과 양방향 속도 평균을 이용하여 교통혼잡비용을 추정하였지만, 부산시를 포함한 6대 광역시의 경우 방향별 교통량 및 속도자료가 있으므로, 방향별로 분리하여 교통혼잡비용을 구한 후 이를 합산하기로 하였다.

1일 평균 속도를 이용할 경우 175개의 구간 중 76개 구간(43.4%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 시간대별 속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 175개의 구간 중 147개 구간(84.0%)에서 교통혼잡이 발생하였다. 부산시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 175개 구간의 자료를 이용하여 추정한 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-5>, <표 부록1-6>, <표 부록1-7>과 같이 추정되었다.

#### <표 부록1-5> 부산시 차로수별 승용차 교통혼잡비용

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	485	12,826	13,311
6차로	-	110	2,930	3,041
8차로	-	64	1,715	1,779
계	-	660	17,471	18,131

#### <표 부록1-6> 부산시 차로수별 버스 교통혼잡비용

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	849	38	6,292	7,180	6,331
6차로	115	6	853	974	859
8차로	85	4	627	716	631
계	1,049	49	7,772	8,869	7,821

**<표 부록1-7> 부산시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	3,319	209	-	3,528	209
6차로	592	44	-	636	44
8차로	306	29	-	335	29
계	2,193	282	-	4,499	282

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-8>에서 보듯이, 항목별로는 시간비용이 2조 5,243억 원으로 전체 혼잡비용 3조 1,499억 원의 80.1%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 1조 8,131억 원(57.6%)으로 가장 많았으며, 다음으로 버스가 8,869억 원(28.1%), 화물차가 4,499억 원(14.3%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-8> 부산시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	660	17,471	18,131	18,131
버스	1,049	49	7,772	8,869	7,820
화물	4,217	282	-	4,499	282
계	5,266	990	25,243	31,499	26,232

## 2) 대구시

<표 부록1-9>에서 보듯이, 통계상 대구시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 2,190km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 62.6%를 차지함으로, 대구시 역시 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

&lt;표 부록1-9&gt; 대구시 도로현황

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미포장도	미계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	2,216	2,190	1,371	415	228	103	73	256	
		100.0	62.6	18.9	10.4	4.8	3.3		
고속국도	87	87	9	47	4	27			
		100.0	10.7	53.8	4.5	31.0			
일반국도	108	108		48	60				
		100.0		44.7	55.3				
특별·광역시도	1,867	1,867	1,239	315	164	76	73		
		100.0	66.3	16.9	8.8	4.1	3.9		
지방도	18	18	18						
		100.0	100.0						
(국가지원지방도)	18	18	18						
		100.0	100.0						
군도	136	110	105	5				26	
		100.0	95.7	4.3					

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 대구시 일반도로 중 왕복 2차로 이하 도로연장은 540km으로 현황자료와 상당한 차이를 보이고 있다. 대구시의 경우도 서울시와 마찬가지로 이유로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 대구시 일반도로의 교통 혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-10>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 819.1km, 5~6차로는 189.8km, 7차로 이상은 129.7km로 설정하였다.

&lt;표 부록1-10&gt; 대구시 차로수별 도로현황

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2~4차로	879.6	60.5	819.1
5~6차로	203.3	13.5	189.8
7차로 이상	174.0	44.3	129.7
계	1,256.9	118.3	1,138.6

대구시 일반도로의 교통량조사 지점은 77개 지점(78개 지점 중 도시고속도로 제외)이며, 속도조사 가로는 45개 축(버스전용차로가 없는 도로의 승용차 속도: 25개 축, 버스전용차로 설치구간: 20개 축)이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 25개소이며, <표 부록1-11>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,139km(총 1,253km 중 자동차전용도로 제외)의 7.4%인 84.2km이다.

**<표 부록1-11> 대구시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	9.4	39.5	35.3	84.2
실 연장	819.1	189.8	129.7	1,138.6
비율	0.011	0.208	0.272	0.074

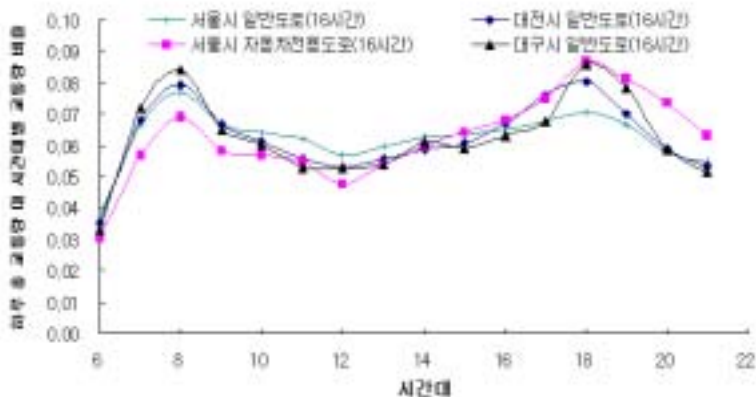
대구시의 경우 교통량은 일반도로의 경우 16시간(6:00~22:00), 버스전용차로 설치 구간은 8시간(07:00~09:00, 12:00~14:00, 17:00~21:00) 자료가 있고, 통행속도는 오전(7:00~10:00), 낮(12:00~15:00), 오후(17:00~21:00) 총 10시간 자료만 있어, 24시간 시간대별 교통량 및 속도 추정이 필요하다.

<표 부록1-12>와 <그림 부록1-3>에서 보는 바와 같이 16시간의 교통량 분포 비교에서 대구시 일반도로의 속도분포는 서울시 일반도로나 자동차전용도로의 교통량분포보다는 대전시 일반도로의 교통량분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 대구시 일반도로의 16시간 교통량과 버스전용차로 설치 구간의 8시간 교통량은 그대로 적용하고 그 이외의 시간대는 대구시의 각각 16시간 및 8시간 교통량과 대전시의 16시간 및 8시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율을 이용하여 추정하기로 하였다.



**<표 부록1-12> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 16시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (16시간)	대전시 일반도로 (16시간)	서울시 자동차 전용도로 (16시간)	대구시 일반도로 (16시간)	서울시 일반도로 -대구시 일반도로	대전시 일반도로 -대구시 일반도로	서울시 자동차 전용도로 -대구시 일반도로
06~07시	0.037	0.035	0.030	0.0334	0.004	0.002	0.003
07~08시	0.067	0.068	0.057	0.0719	0.005	0.004	0.015
08~09시	0.077	0.079	0.069	0.0844	0.008	0.005	0.015
09~10시	0.067	0.067	0.058	0.0650	0.002	0.002	0.007
10~11시	0.064	0.061	0.057	0.0601	0.004	0.001	0.003
11~12시	0.062	0.056	0.055	0.0531	0.009	0.003	0.002
12~13시	0.057	0.053	0.048	0.0528	0.004	0.000	0.005
13~14시	0.060	0.056	0.054	0.0540	0.006	0.002	0.000
14~15시	0.063	0.059	0.060	0.0615	0.001	0.003	0.002
15~16시	0.064	0.061	0.064	0.0592	0.005	0.001	0.005
16~17시	0.065	0.067	0.068	0.0630	0.002	0.004	0.005
17~18시	0.067	0.076	0.075	0.0677	0.000	0.008	0.007
18~19시	0.071	0.080	0.087	0.0856	0.015	0.005	0.001
19~20시	0.067	0.070	0.081	0.0783	0.012	0.008	0.003
20~21시	0.058	0.059	0.074	0.0587	0.001	0.000	0.015
21~22시	0.055	0.053	0.063	0.0513	0.003	0.002	0.012
계					0.081	0.050	0.100

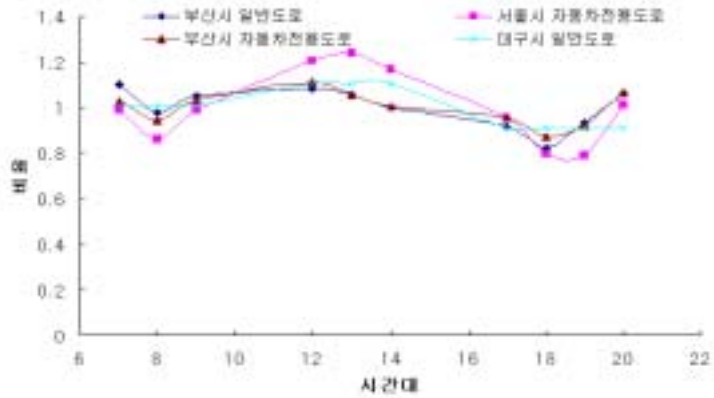


**<그림 부록1-3> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 16시간 교통량 분포**

<표 부록1-13>과 <그림 부록1.4>에서 보는 바와 같이 10시간의 속도분포 비교에서는 대구시 일반도로의 속도분포는 부산시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 속도분포보다는 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 대구시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 대구시의 10시간 속도와 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-13> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 10시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	서울시 자동차 전용도로	부산시 자동차 전용도로	대구시 일반도로	부산시 일반도로 -대구시 일반도로	서울시 자동차 전용도로 -대구시 일반도로	부산시 자동차 전용도로 -대구시 일반도로
07~08시	1.098	0.987	1.027	1.012	0.086	0.026	0.015
08~09시	0.978	0.859	0.947	1.012	0.034	0.153	0.065
09~10시	1.052	0.988	1.031	1.012	0.040	0.024	0.019
12~13시	1.086	1.205	1.109	1.105	0.019	0.100	0.004
13~14시	1.053	1.241	1.057	1.105	0.052	0.136	0.048
14~15시	1	1.167	1.006	1.105	0.106	0.062	0.099
17~18시	0.914	0.956	0.958	0.912	0.002	0.044	0.046
18~19시	0.823	0.795	0.872	0.912	0.089	0.117	0.040
19~20시	0.936	0.788	0.925	0.912	0.024	0.124	0.012
20~21시	1.059	1.013	1.068	0.912	0.147	0.101	0.156
계					0.598	0.888	0.503



**<그림 부록1-4> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 10시간 속도분포**

1일 평균 속도를 이용할 경우 25개의 구간 중 19개 구간(84.0%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 시간대별 교통량과 속도자료를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 25개의 구간 중 21개 구간(84.0%)에서 교통혼잡이 발생하였다. 대구시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 28개 노선의 자료를 이용하여 추정된 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-14>, <표 부록1-15>, <표 부록1-16>과 같이 추정되었다.

**<표 부록1-14> 대구시 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	-	-	-
6차로	-	93	2,276	2,369
8차로	-	91	2,328	2,419
계	-	184	4,603	4,788

<표 6-29>에서와 같이 4차로에서 혼잡이 전혀 발생하지 않았는데, 이는 대구시의 4차로 가로 중 교통량 및 속도자료가 있는 신천동로(9.4km)에서 전

혀 혼잡이 발생하지 않았기 때문이다. 이러한 결과는 현실과는 다소 차이가 있을 수 있지만, 조사연장에서 혼잡비용을 추정된 후 조사연장과 총 4차로 연장 비를 이용하여 4차로에서 발생하는 총 혼잡비용을 추정하는 현 방법 상 나타날 수 있는 결과로, 이와 같이 4차로의 혼잡비용이 배제된 상황에서 대구시의 혼잡비용은 다소 과소평가될 수 있다고 판단된다.

**<표 부록1-15> 대구시 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	-	9	-	9	9
6차로	363	15	2,690	3,068	2,705
8차로	294	13	2,178	2,486	2,192
계	657	38	4,868	5,562	4,905

**<표 부록1-16> 대구시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	-	9	-	9	9
6차로	292	14	-	306	14
8차로	210	12	-	222	12
계	501	35	-	536	35

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-17>에서 보듯이, 항목별로는 시간비용이 9,417억 원으로 전체 혼잡비용 1조 887원의 87.0%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 버스가 5,562억 원(51.1%)으로 가장 많았으며, 다음으로 승용차가 4,788억 원(44.0%), 화물차가 536억 원(4.9%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-17> 대구시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	184	4,603	4,788	4,788
버스	657	38	4,868	5,562	4,905
화물	501	35	-	536	35
계	1,158	257	9,471	10,887	9,728

## 3) 인천시

<표 부록1-18>에서 보듯이, 통계상 인천시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 2,003km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 71.7%로, 인천시 역시 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

&lt;표 부록1-18&gt; 인천시 도로현황

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미 포장도	미 계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	2,191.5	2,003.4	1,433.7	164.7	228.9	135.7	40.6	157.9	30.2
		100.0	71.6	8.2	11.4	6.8	2.0		
고속국도	78.3	78.3			28.8	49.6			
		100.0			36.7	63.3			
일반국도	76.8	75.0	15.7	11.7	47.6				1.8
		100.0	20.9	15.6	63.5				
특별·광역시도	1,536.6	1,522.8	1,117.9	151.0	140.4	73.0	40.6	13.7	
		100.0	73.4	9.9	9.2	4.8	2.7		
지방도	63.0	34.6	7.4	2.0	12.1	13.1			28.4
		100.0	21.4	5.8	35.0	37.8			
(국가지원지방도)	63.0	34.6	7.4	2.0	12.1	13.1			28.4
		100.0	21.4	5.8	35.0	37.8			
군도	436.9	292.7	292.7					144.2	
		100.0	100.0						

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 인천시 일반도로 중 왕복 2차로 이하 도로연장은 672km으로 현황자료와 상당한 차이를 보이고 있다. 인천시의 경우도 서울시와 마찬가지로 이유로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 인천시 일반도로의 교통혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-19>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 950.4km, 5~6차로는 179.8km, 7차로 이상은 106.1km로 설정하였다.

**<표 부록1-19> 인천시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2~4차로	950.4	-	950.4
5~6차로	208.6	28.8	179.8
7차로 이상	174.2	68.1	106.1
계	1,333.2	96.8	1,236.4

인천시 일반도로의 교통량조사 지점은 273개 지점이며, 속도조사 가로는 44개 축이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 40개소이며, <표 부록1-20>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,236km(총 1,333km 중 자동차전용도로 제외)의 22.0%인 272km이다.

**<표 부록1-20> 인천시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

(단위: km)

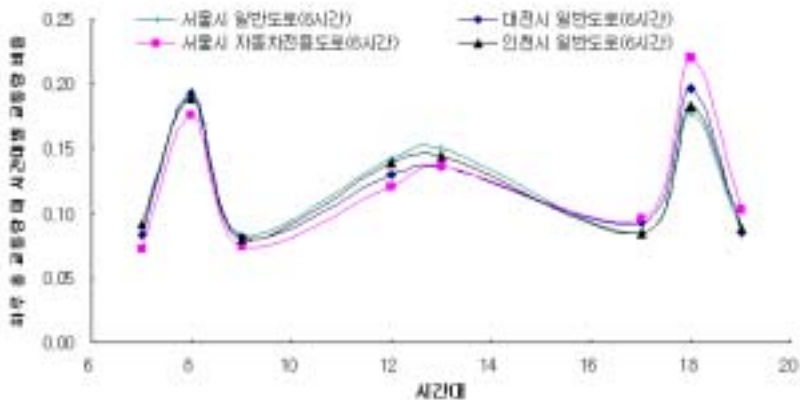
구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	64.1	125.4	83.0	272.4
실 연장	950.4	179.8	106.1	1,236.4
비율	0.067	0.697	0.782	0.220

인천시의 경우 교통량은 일반도로의 경우 6시간(7:30~9:30, 12:00~14:00, 17:30~19:30) 자료가 있고, 통행속도는 오전(7:00~9:00), 낮(11:00~15:00), 오후(18:00~20:30) 총 8시간 30분 자료만 있어, 24시간 시간대별 교통량 및 속도 추정이 필요하다.

<표 부록1-21>과 <그림 부록1-5>에서 보는 바와 같이 6시간의 교통량 분포 비교에서 인천시 일반도로의 교통량 분포는 대전시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 교통량분포보다는 서울시 일반도로의 교통량분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 인천시 일반도로의 24시간 교통량은 인천시 6시간 교통량과 서울시 일반도로의 시간대별 교통량 분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-21> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 인천시 일반도로의 6시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (6시간)	대전시 일반도로 (6시간)	서울시 자동차 전용도로	인천시 일반도로 (6시간)	서울시 일반도로 -인천시 일반도로	대전시 일반도로 -인천시 일반도로	서울시 자동차 전용도로 -인천시 일반도로
07:30~08:00	0.084	0.083	0.072	0.0912	0.008	0.008	0.019
08:00~09:00	0.192	0.194	0.176	0.1889	0.003	0.005	0.013
09:00~09:30	0.084	0.081	0.074	0.0804	0.004	0.001	0.006
12:00~13:00	0.143	0.130	0.018	0.1392	0.004	0.009	0.018
13:00~14:00	0.151	0.137	0.008	0.1446	0.006	0.008	0.008
17:30~18:00	0.085	0.093	0.011	0.0851	0.000	0.008	0.011
18:00~19:00	0.178	0.197	0.037	0.1828	0.005	0.014	0.037
19:00~19:30	0.084	0.086	0.016	0.0878	0.004	0.002	0.016
계					0.033	0.054	0.127



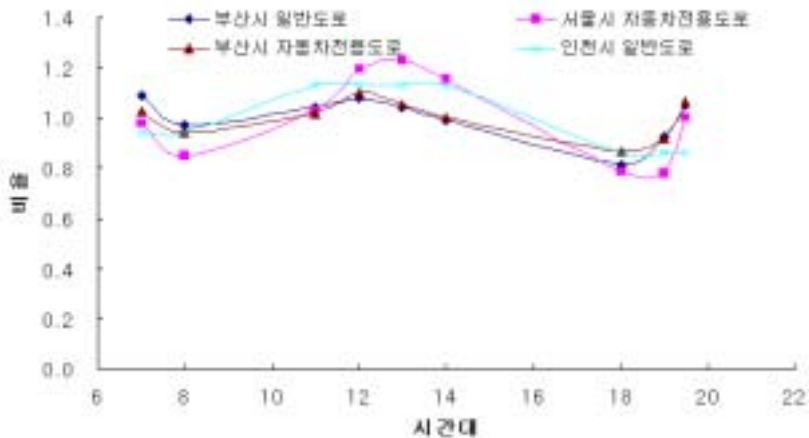
**<그림 부록1-5> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 인천시 일반도로의 6시간 교통량 분포**

<표 부록1-22>와 <그림 부록1-6>에서 보는 바와 같이 8시간 30분의 속도분포 비교에서는 인천시 일반도로의 속도분포는 부산시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 속도분포보다는 부산시 자동차전용도로의 속도분포를

따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 인천시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 8시간 30분 속도와 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-22> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 인천시 일반도로의 8시간 30분 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	서울시 자동차전용도로	부산시 자동차전용도로	인천시 일반도로	부산-인천	서울시 자동차전용도로-인천시 일반도로	부산시 자동차전용도로-인천시 일반도로
07~08시	1.088	0.976	1.022	0.945	0.143	0.031	0.077
08~09시	0.969	0.850	0.942	0.945	0.025	0.095	0.003
11~12시	1.043	1.033	1.021	1.132	0.088	0.099	0.110
12~13시	1.075	1.192	1.104	1.132	0.057	0.061	0.028
13~14시	1.043	1.228	1.053	1.132	0.089	0.096	0.079
14~15시	0.990	1.155	1.002	1.132	0.142	0.023	0.129
18~19시	0.816	0.787	0.870	0.861	0.045	0.074	0.009
19~20시	0.927	0.779	0.921	0.861	0.066	0.082	0.060
20~20.5시	1.049	1.002	1.064	0.861	0.188	0.141	0.203
계					0.843	0.702	0.697



**<그림 부록1-6> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 인천시 일반도로의 8시간 속도분포**



1일 평균 속도를 이용할 경우 40개의 구간 중 32개 구간(80.0%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 시간대별 교통량과 속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 40개 구간 중 39개 구간(97.5%)에서 교통혼잡이 발생하였다. 인천시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 40개 노선의 자료를 이용하여 추정한 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-23>, <표 부록1-24>, <표 부록1-25>와 같이 추정되었다.

**<표 부록1-23> 인천시 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	290	7,054	7,344
6차로	-	51	1,164	1,215
8차로	-	15	277	291
계	-	355	8,495	8,850

**<표 부록1-24> 인천시 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	856	36	6,343	7,235	6,379
6차로	141	9	1,047	1,197	1,056
8차로	34	2	249	284	251
계	1,031	47	7,638	8,716	7,685

**<표 부록1-25> 인천시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	1,708	85	-	1,794	85
6차로	282	22	-	304	22
8차로	67	4	-	71	4
계	2,057	112	-	2,169	112

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-26>에서 보듯이, 항목별로는 시간비용이 1조 6,133억 원으로 전체 혼잡비용 1조 9,735억 원의 81.7%를

차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 8,850억 원(44.8%)으로 가장 많았으며, 다음으로 버스가 8,716억 원(44.2%), 화물차가 2,169억 원(11.0%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-26> 인천시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	355	8,495	8,850	8,850
버스	1,031	47	7,638	8,716	7,685
화물	2,057	112	-	2,169	112
계	3,088	514	16,133	19,735	16,647

4) 광주시

<표 부록1-27>에서 보듯이, 통계상 광주시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 1,354km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 63.2%로 광주시 역시 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

**<표 부록1-27> 광주시 도로현황**

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미 포장도	미 계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	1,353.7	1,353.6	855.5	319.9	107.5	62.1	8.6		0.16
		100.0	63.2	23.7	7.9	4.6	0.6		
고속국도	16.7	16.7		16.7					
		100.0		100.0					
일반국도	90.1	90.1	24.2	38.1	27.8				
		100.0	26.9	42.3	30.8				
특별·광역시도	1,247.0	1,246.8	831.3	265.1	79.8	62.1	8.6		0.16
		100.0	66.7	21.2	6.4	5.0	0.7		

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 광주시 일반도로 중 왕복 2차로 이하 도로연장은 571km으로 다른 도시의 경우보다는 적지만 역시 현

황자료와 차이를 보이고 있다. 광주시의 경우도 서울시와 마찬가지로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 광주시 일반도로의 교통혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-28>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 809.3km, 5~6차로는 137.5km, 7차로 이상은 57.9km로 설정하였다.

**<표 부록1-28> 광주시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2-4차로	826.1	16.7	809.3
5-6차로	143.9	6.5	137.5
7차로 이상	57.9	-	57.9
계	1,027.9	23.2	1,004.7

광주시 일반도로의 교통량조사 지점은 66개 지점이며, 속도조사 가로는 19개 축이고, 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 13개소로, <표 부록1-29>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,005km(총 1,028km 중 자동차전용도로 제외)의 7.8%인 78.8km이다.

**<표 부록1-29> 광주시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	16.8	30.9	31.2	78.8
실 연장	809.3	137.5	57.9	1,004.7
비율	0.021	0.225	0.538	0.078

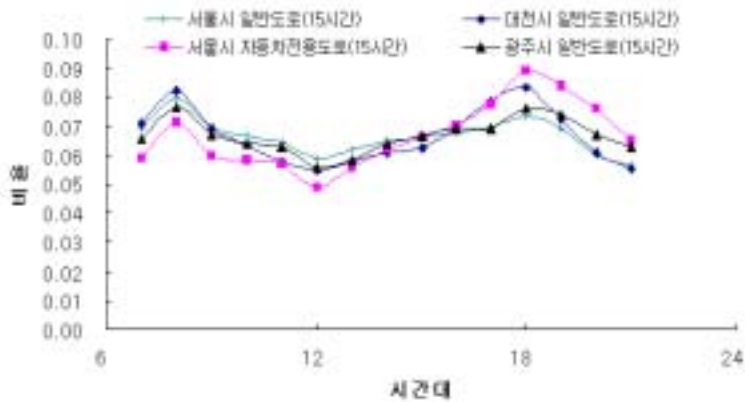
광주시의 경우 교통량은 일반도로의 경우 15시간(7:00-22:00) 자료가 있고, 통행속도 조사는 하루 4회(07:30, 13:00, 18:00, 20:00) 실시하고 있어, 24시간 시간대별 교통량 및 속도 추정이 필요하다.

<표 부록1-30>과 <그림 부록1-7>에서 보는 바와 같이 15시간의 교통량 분포 비교에서 광주시 일반도로의 속도분포는 대전시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 교통량분포보다는 서울시 일반도로의 교통량분포를 따르는

것을 알 수 있다. 그러므로 광주시 일반도로의 24시간 교통량은 광주시 15시간 교통량과 서울시의 시간대별 교통량 분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-30> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 광주시 일반도로의 15시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (15시간)	대전시 일반도로 (15시간)	서울시 자동차 전용도로 (15시간)	광주시 일반도로 (15시간)	서울시 일반도로 -광주시 일반도로	대전시 일반도로 -광주시 일반도로	서울시 자동차 전용도로-광주시 일반도로
07~08시	0.069	0.071	0.059	0.066	0.004	0.005	0.007
08~09시	0.080	0.082	0.071	0.077	0.003	0.006	0.005
09~10시	0.070	0.069	0.060	0.067	0.002	0.002	0.007
10~11시	0.067	0.063	0.058	0.064	0.003	0.000	0.005
11~12시	0.065	0.058	0.057	0.063	0.002	0.005	0.007
12~13시	0.059	0.055	0.049	0.056	0.003	0.001	0.007
13~14시	0.062	0.058	0.056	0.058	0.004	0.001	0.003
14~15시	0.065	0.061	0.062	0.064	0.001	0.003	0.002
15~16시	0.066	0.063	0.066	0.067	0.001	0.004	0.001
16~17시	0.068	0.070	0.070	0.069	0.001	0.000	0.001
17~18시	0.070	0.079	0.078	0.069	0.001	0.009	0.008
18~19시	0.074	0.083	0.089	0.076	0.003	0.007	0.013
19~20시	0.069	0.073	0.084	0.074	0.005	0.001	0.010
20~21시	0.060	0.061	0.076	0.067	0.007	0.006	0.009
21~22시	0.057	0.055	0.065	0.063	0.006	0.008	0.002
계					0.045	0.059	0.087



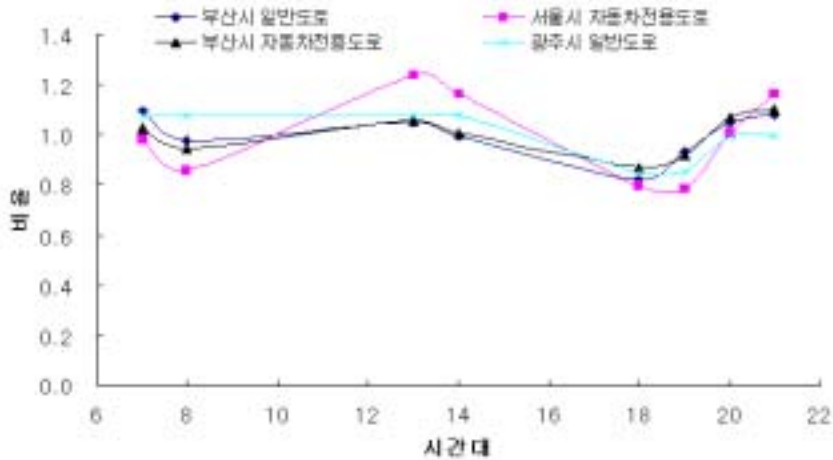
**<그림 부록1-7> 서울시, 대전시 및 광주시 일반도로의 15시간 교통량 분포**

속도조사의 경우 조사 시간길이 명시 없이 조사 시작시간만을 명시하고 있어 조사시간대를 아침첨두(7:00~9:00), 낮 비첨두(13:00~15:00), 저녁첨두(18:00~20:00), 저녁 비첨두(20:00~22:00)라 가정하고, 조사된 8시간의 속도를 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 부산시 자동차전용도로의 같은 시간대 속도분포와 비교하여 광주시 일반도로에 적용할 속도분포를 선정하기로 하였다.

<표 부록1-31>과 <그림 부록1-8>에서 보는 바와 같이 8시간의 속도분포 비교에서 광주시 일반도로의 속도분포는 서울시 자동차전용도로나 부산시 자동차전용도로의 속도분포보다는 부산시 일반도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 광주시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 하루 4회의 속도와 부산시 일반도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-31> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 광주시 일반도로의 6시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	서울시 자동차 전용도로	부산시 자동차 전용도로	광주시 일반도로	부산시 일반도로 -광주시 일반도로	서울시 자동차전용도로 -광주시 일반도로	부산시 자동차 전용도로 -광주시 일반도로
7	1.093	0.984	1.027	1.075	0.018	0.091	0.048
8	0.975	0.857	0.946	1.075	0.100	0.218	0.129
13	1.050	1.238	1.057	1.077	0.027	0.162	0.020
14	0.996	1.165	1.006	1.077	0.080	0.088	0.071
18	0.820	0.794	0.872	0.853	0.033	0.059	0.019
19	0.931	0.786	0.924	0.853	0.078	0.067	0.071
20	1.053	1.011	1.067	0.996	0.057	0.015	0.071
21	1.083	1.165	1.101	0.996	0.087	0.169	0.105
계					0.481	0.869	0.534



**<그림 부록1-8> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 광주시 일반도로의 6시간 속도분포**

1일 평균 속도를 이용할 경우 13개의 구간 중 9개 구간(69.2%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 시간대별 교통량과 속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 13개 전 구간에서 교통혼잡이 발생하였다. 광주시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 13개 노선의 자료를 이용하여 추정한 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-32>, <표 부록1-33>, <표 부록1-34>과 같이 추정되었다.

**<표 부록1-32> 광주시 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	102	2,046	2,147
6차로	-	38	1,024	1,062
8차로	-	22	238	260
계	-	162	3,307	3,469

**<표 부록1-33> 광주시 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	294	16	2,178	2,487	2,193
6차로	136	9	1,006	1,152	1,016
8차로	33	3	242	277	245
계	462	28	3,426	3,916	3,454

**<표 부록1-34> 광주시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	321	21	-	342	21
6차로	124	10	-	134	10
8차로	19	3	-	23	3
계	464	34	-	498	34

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-35>에서 보듯이, 항목별로는 시간비용이 6,733억 원으로 전체 혼잡비용 7,883억 원의 85.4%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 버스가 3,916억 원(49.7%)으로 가장 많았으며, 다음으로 승용차가 3,469억 원(44.0%), 화물차가 498억 원(6.3%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-35> 광주시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	162	3,307	3,469	3,469
버스	462	28	3,426	3,916	3,454
화물	464	34	-	498	34
계	927	224	6,733	7,883	6,957

## 5) 대전시

<표 부록1-36>에서 보듯이, 통계상 대전시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 1,682km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 73.2%로 대전시 역시 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

&lt;표 부록1-36&gt; 대전시 도로현황

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미포장도	미계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	1,688	1,682	1,231	233	147	49	21		6
		100.0	73.2	13.9	8.8	2.9	1.2		
고속국도	70	70		52	12	5			
		100.0		75.0	17.9	7.1			
일반국도	79	79	16	22	31	5	5		
		100.0	20.2	27.9	38.9	6.4	6.6		
특별·광역시도	1,511	1,511	1,215	158	94	28	16		
		100.0	80.4	10.5	6.2	1.8	11.0		
지방도	28	23	75	0.4	10	11	0.1		6
		100.0	3.3	2.0	44.2	49.8	0.7		
(국가지원지방도)	28	23	0.7	0.4	10	11	0.1		6
		100.0	3.3	2.0	44.2	49.8	0.7		

자료: 도로현황조사서, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 대전시 일반도로 중 왕복 2차로 이하 도로연장은 442km으로 현황자료와 상당한 차이를 보이고 있다. 대전시의 경우도 서울시와 마찬가지로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 대전시 일반도로의 교통 혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-37>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 672.7km, 5~6차로는 109.7km, 7차로 이상은 62.5km로 설정하였다.



**<표 부록1-37> 대전시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2~4차로	727.4	54.7	672.7
5~6차로	124.5	14.8	109.7
7차로 이상	67.5	5.0	62.5
계	919.4	74.5	844.9

대전시 일반도로의 교통량조사 지점은 71개 지점이며, 승용차 속도조사 가로는 18개 축으로, 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 17개소이며, <표 부록1-38>에서 보듯이 일반도로 총 연장 845km(총 919km 중 자동차전용도로 제외)의 12.9%인 109.2km이다.

**<표 부록1-38> 대전시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

(단위: km)

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	19	37	53	109.2
실 연장	673	110	62	845
비율	0.028	0.341	0.854	0.129

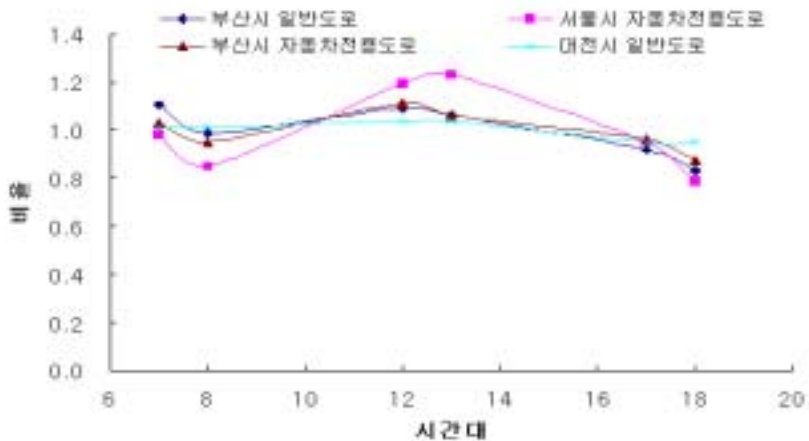
대전시의 경우 교통량 조사시간대는 07:00~9:00, 12:00~14:00, 17:00~19:00로 하루 6시간에 불과하지만, 2000년 충남지방경찰청 조사 자료를 이용하여 1일 교통량 및 시간대별 교통량을 산출하고 있으므로 교통량의 경우 대전시의 24시간 시간대별 교통량을 이용할 수 있으나, 속도의 경우는 오전첨두(7:00~9:00), 낮(12:00~14:00), 저녁첨두(17:00~19:00)시간대에만 조사가 이루어지고 있어 24시간 시간대별 속도 추정이 필요하다.

<표 부록1-39>와 <그림 부록1-9>에서 보는 바와 같이 6시간의 속도분포 비교에서 대전시 일반도로의 속도분포는 부산시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 속도분포보다는 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 대전시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 6시간 속도

와 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-39> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 대전시 일반도로의 6시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	서울시 자동차전용도로	부산시 자동차전용도로	대전시 일반도로	부산시 일반도로-대전시 일반도로	서울시 자동차전용도로-대전시 일반도로	부산시 자동차전용도로-대전시 일반도로
7	1.106	0.979	1.031	1.010	0.096	0.031	0.020
8	0.985	0.853	0.952	1.010	0.025	0.157	0.058
12	1.095	1.197	1.114	1.039	0.056	0.158	0.076
13	1.062	1.232	1.063	1.039	0.024	0.194	0.024
17	0.922	0.949	0.963	0.951	0.030	0.002	0.012
18	0.830	0.790	0.877	0.951	0.121	0.162	0.074
계					0.352	0.704	0.266



**<그림 부록1-9> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 대전시 일반도로의 6시간 속도분포**

1일 평균 속도를 이용할 경우 17개 구간 중 14개 구간(82.4%)에서만 교통 혼잡이 발생하였으며, 시간대별 교통량과 속도를 이용하여 교통혼잡비용을

추정한 결과 17개 구간 중 15개 구간(88.2%)에서 교통혼잡이 발생하였다. 대전시의 총 교통혼잡비용은 위에서 설정한 17개 노선의 자료를 이용하여 추정한 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-40>, <표 부록1-41>, <표 부록1-42>과 같이 추정되었다.

**<표 부록1-40> 대전시 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	63	1,720	1,783
6차로	-	55	1,380	1,435
8차로	-	39	1,025	1,064
계	-	157	4,125	4,282

**<표 부록1-41> 대전시 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	274	11	2,028	2,312	2,039
6차로	124	5	917	1,046	922
8차로	100	4	741	845	745
계	497	20	3,686	4,204	3,706

**<표 부록1-42> 대전시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	209	11	-	220	11
6차로	86	5	-	90	5
8차로	116	7	-	123	7
계	411	22	-	433	22

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-43>에서 보듯이, 시간비용이 7,810억 원으로 전체 혼잡비용 8,918억 원의 87.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 차종별로는 승용차가 4,282억 원(48.0%)으로 가장 많았으며, 다음으로 버스가 4,204억 원(47.1%), 화물차가 433억 원(4.9%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-43> 대전시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	157	4,125	4,282	4,282
버스	497	20	3,686	4,204	3,706
화물	411	22	-	433	22
계	908	199	7,810	8,918	8,010

## 6) 울산시

<표 부록1-44>에서 보듯이, 통계상 울산시 총 도로연장은 포장도로 기준 약 1,501km로 왕복 2차로 이하 도로가 총 연장의 약 74.4%로 울산시 역시 왕복 2차로 이하의 도로를 어느 정도 혼잡비용 추정에 포함시킬 것인가가 문제이다.

**<표 부록1-44> 울산시 도로현황**

(단위: km)

노선명	연장	포장도						미 포장도	미 계통도
		소계	2차로 이하	4차로	6차로	8차로	10차로 이상		
합계	1,574	1,501	1,117	284	76	18	7	44	29
		100.0	74.3	18.9	5.1	1.2	0.5		
고속국도	42	42		32	10				
		100.0		75.4	24.6				
일반국도	184	169	61	107	2				14
		100.0	35.7	63.1	1.2				
특별·광역시도	1,087	1,065	831	145	64	18	7	22	
		100.0	78.1	13.6	6.0	1.7	0.6		
지방도	12,900	12,900	12,900						
		100.0	100.0						
(국가지원지방도)	13	13	13						
		100.0	100.0						
군도	249	212						22	15
		100.0							

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 울산시 일반도로 중 왕복 2차로 이하 도로연장은 845km으로 현황자료와 차이를 보이고 있다. 울산시의 경우도 서울시와 마찬가지로 이유로 국가교통 DB센터의 교통 분석용 네트워크상의 도로연장을 적용하기로 하였으며, 울산시 일반도로의 교통혼잡비용 추정에서 고려되는 도로연장은 <표 부록1-45>에서 보는 바와 같이 왕복 2~4차로 1,065.5km, 5~6차로는 81.6km, 7차로 이상은 46.1km로 설정하였다.

**<표 부록1-45> 울산시 차로수별 도로현황**

(단위: km)

차로 수 구분	총 연장	자동차전용도로 연장	일반도로 연장
2~4차로	1,097.1	31.6	1,065.5
5~6차로	91.9	10.3	81.6
7차로 이상	46.1	-	46.1
계	1,235.1	41.9	1,193.2

울산시의 경우 일반도로의 교통량조사 지점은 160개 지점이며, 승용차 속도조사 가로는 39개 축이고, 이중 교통량조사 지점과 속도조사 구간이 일치하는 구간은 25개소이며, <표 부록1-46>에서 보듯이 일반도로 총 연장 1,193km(총 1,235km 중 자동차전용도로 제외)의 12.4%인 148.3km이다.

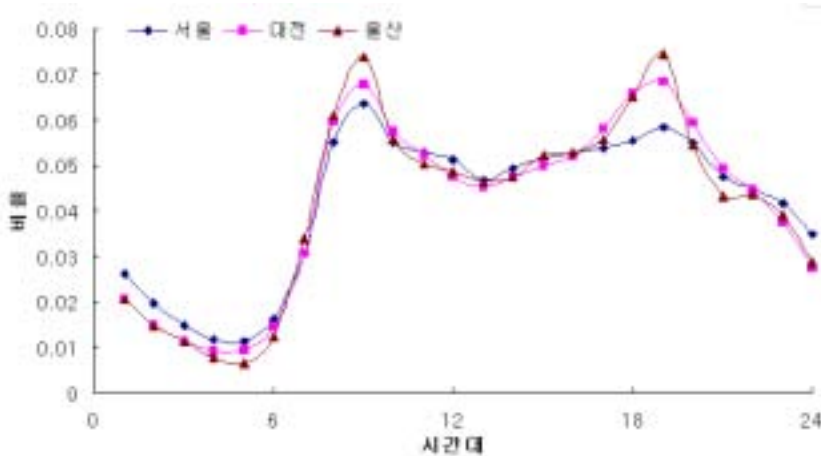
**<표 부록1-46> 울산시 일반도로의 차로수별 실 연장 및 조사연장**

구분	2/4차로	6차로	8차로 이상	계
조사연장	52.9	67.6	27.8	148.3
실 연장	1,065.5	81.6	46.1	1,193.2
비율	0.050	0.828	0.603	0.124

울산시의 경우 주요가로구간은 8시간(7:00~10:00, 12:00~14:00, 17:00~20:00)의 교통량을 조사하고 있으나, 교량의 경우는 24시간 조사를 하고 있어서, 서울시나 대전시의 교통량분포를 이용하는 것보다는 울산시 교량에서의 교통량 분포를 울산시 주요가로구간에 적용하기로 하였다. 또한 주요가로구간의 8시

간 교통량이 시간대별로 집계되어 있지 않고, 8시간 총 교통량만을 제공하고 있어, 8시간 총 교통량과 교량에서의 교통량분포를 이용하여 주요가로구간의 24시간 시간대별 교통량을 추정하였다.

<그림 부록1-10>은 서울시, 대전시와 울산시 일반도로의 24시간 교통량 분포를 보여주고 있다. 울산시의 경우 서울시보다는 대전시의 교통량 분포와 비슷한 경향을 보이는 것을 알 수 있고, 오전 및 오후 첨두시에는 대전시보다 높은 집중률을 보여 도시 규모가 작아질수록 오전 및 오후 첨두시 교통량의 집중이 심하다는 것을 알 수 있다.



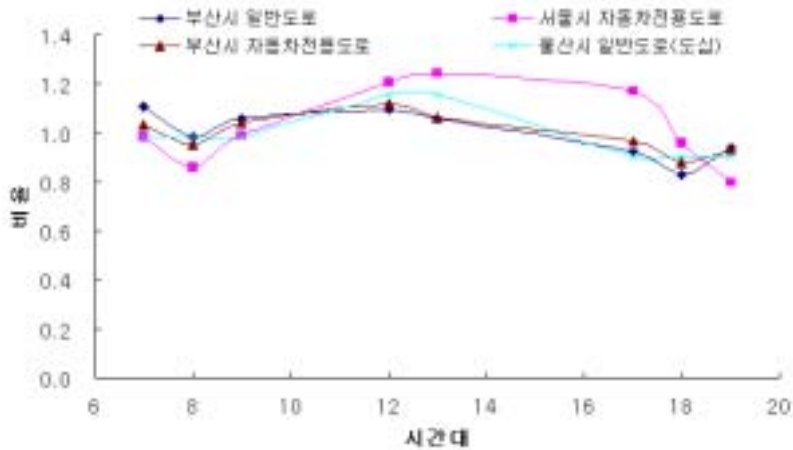
<그림 부록1-10> 서울시, 부산시 및 울산시 일반도로의 하루 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율

속도의 경우는 오전(7:00~10:00), 낮(12:00~14:00), 오후(17:00~20:00) 총 8시간 자료만 있어, 24시간 시간대별 교통량 및 속도 추정이 필요하다. <표 부록1-47>과 <그림 부록1-11>에서 보는 바와 같이 8시간의 속도분포 비교에서 울산시 일반도로의 속도분포는 서울시 자동차전용도로나 부산시 일반도로의 속도분포보다는 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 울산시 일반도로의 24시간 시간대별 속도는 8시간 속

도와 부산시 자동차전용도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-47> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 울산시 일반도로의 6시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	서울시 자동차 전용도로	부산시 자동차 전용도로	울산시 일반도로	부산시 일반도로 -울산시 일반도로	서울시 자동차 전용도로 -울산시 일반도로	부산시 자동차 전용도로 -울산시 일반도로
07~08시	1.106	0.988	1.035	0.987	0.119	0.001	0.048
08~09시	0.985	0.860	0.955	0.987	0.002	0.127	0.032
09~10시	1.060	0.989	1.041	0.987	0.073	0.002	0.054
12~13시	1.095	1.207	1.120	1.159	0.064	0.048	0.039
13~14시	1.062	1.243	1.068	1.159	0.097	0.084	0.091
17~18시	0.921	1.169	0.968	0.907	0.014	0.262	0.060
18~19시	0.829	0.958	0.880	0.907	0.078	0.050	0.027
19~20시	0.943	0.796	0.933	0.907	0.036	0.111	0.026
계					0.483	0.686	0.377



**<그림 부록1-11> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로, 부산시 자동차전용도로 및 울산시 일반도로의 6시간 속도분포**

1일 평균 속도를 이용할 경우 25개의 구간 중 11개 구간(44.0%)에서만 교통혼잡이 발생하였으며, 시간대별 교통량과 속도를 이용하여 교통혼잡비용을 추정한 결과 25개 구간 중 20개 구간(80.0%)에서 교통혼잡이 발생하였다. 울산시의 차종별 교통혼잡비용은 위에서 설정한 25개 노선의 자료를 이용하여 추정한 교통혼잡비용과 차로수별 조사 도로연장과 실제 도로연장 비율을 이용하여 <표 부록1-48>, <표 부록1-49>, <표 부록1-50>과 같이 추정되었다.

**<표 부록1-48> 울산시 차로수별 승용차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계
4차로	-	171	1,595	1,766
6차로	-	20	226	246
8차로	-	3	86	89
계	-	194	1,906	2,101

**<표 부록1-49> 울산시 차로수별 버스 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	88	11	654	753	664
6차로	12	1	90	104	91
8차로	5	0	35	39	35
계	105	12	779	896	791

**<표 부록1-50> 울산시 차로수별 화물차 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
4차로	259	41	-	300	41
6차로	32	4	-	36	4
8차로	13	1	-	13	1
계	303	46	-	349	46

차종별 비용항목별 교통혼잡비용은 <표 부록1-51>에서 보듯이, 항목별로는 시간비용이 2,685억 원으로 전체 혼잡비용 3,346억 원의 80.3%를 차지하



는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 2,101억 원(62.8%)으로 가장 많이 차지하였으며, 다음으로 버스가 896억 원(26.8%), 화물차가 349억 원(10.4%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-51> 울산시 차종별 비용항목별 교통혼잡비용(일반도로)**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	194	1,906	2,101	2,101
버스	105	12	779	896	791
화물	303	46	-	349	46
계	408	252	2,685	3,346	2,937

#### 나. 도시부 자동차전용도로의 혼잡비용 추정결과

##### 1) 부산시

부산시에서 제공하는 자동차전용도로 현황자료는 <표 부록1-52>와 같이 5개 노선 총 연장은 약 47.876km이고, 부산시 관내를 통과하는 고속국도는 <표 부록1-53>과 같이 4개 노선 총 연장은 26.64km이다.

**<표 부록1-52> 부산시 자동차전용도로 현황(1)**

노 선 명	총연장 (km)	기점	종점	비 고
번영로(6차로)	15.7	문현R	구서I.C	74.12.28 지정 1980년 준공
동서고가로(6차로)	10.856	문현R	감전I.C	'88.3.23 지정 1994년 준공
우암고가로(4차로)	3.1	감만사거리	문현 동서고가로	'96.11.19 지정 1997년 준공
관문대로(6차)	10.8	개금동 54-2	모라동 1370-1	1999년 준공
광안대로 (복층, 편도4차로)	7.42	남천동 49호광장	우동 센텀시티	'03. 5. 9 지정 2003년 준공
계	47.876	-	-	-

출처: <http://www.busan.go.kr/>

**<표 부록1-53> 부산시 관내 통과 고속국도 현황**

노선명	시내 통과(km)	시내주요경과지	차로수
경부고속(1호선)	7.42	금정구 구서IC-양산시계	8
남해고속(10호선)	7.22	북구 덕포동-김해시계	8
남해고속지선(104호선)	8.2	사상구 감전IC-김해시계	4
중앙선(부산-춘천)(55호선)	3.8	삼락동 강서대교-김해시계	4
계	26.64	-	-

출처: <http://www.busan.go.kr/>

하지만, 도로현황조사(건설교통부, 2006)에 따르면, 부산시에서 관리하는 자동차전용도로는 <표 부록1-54>와 같이 4개 노선 총 연장 약 40.456km로 부산시 홈페이지에서 제공하는 현황과 다르게 나타나고 있고, 또한 부산시에서 발행한 2005년 『차량통행속도 조사결과(부산광역시, 2006. 3)』에서는 도시고속도로 속도조사 구간을 <표 부록1-55>과 같이 5개 노선 총 연장 75.5km로 설정하였다.

**<표 부록1-54> 부산시 자동차전용도로 현황(2)**

노선명	구간	연장(km)	차로수	지정일자
번영로	문현교차로-구서 IC	15.7	4-8	74. 12. 28
동서고가로	문현교차로-감전 IC	10.856	4	88. 3. 23
우암고가로	감만사거리-문현동 동서고가도로	3.1	4	96. 11. 19
관문대로	제5부두-삼락 IC	10.8	4	93. 11. 18
계	-	40.456	-	-

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

**<표 부록1-55> 부산시 도시고속도로 속도조사 구간**

노선명	연장(km)	차로수
번영로(6차로)	22.8	6
동서고가로(6차로)	14.1	6
다대항배후도로+강변대로	12.6	4
관문대로(6차)	12.4	6
광안대로(복층, 편도4차로)	13.6	8
계	75.5	-

출처: 『차량통행속도 조사결과』, 부산광역시, 2006. 3.

이렇듯 부산시 홈페이지에서 공식적으로 제공하는 자동차전용도로 현황과 건설교통부에서 발간한 도로현황조서와 부산시에서 조사한 『차량통행속도 조사결과』자료의 도시고속도로 현황은 각 노선의 연장 뿐만 아니라, 1개의 노선은 지정자체가 다른 것으로 나타났다. 본 연구에서는 각 가로에서 실측한 속도 자료를 이용하는 것이 필요하므로, 차량통행속도 조사결과자료에서 설정한 노선 및 도로연장을 이용하기로 하였다.

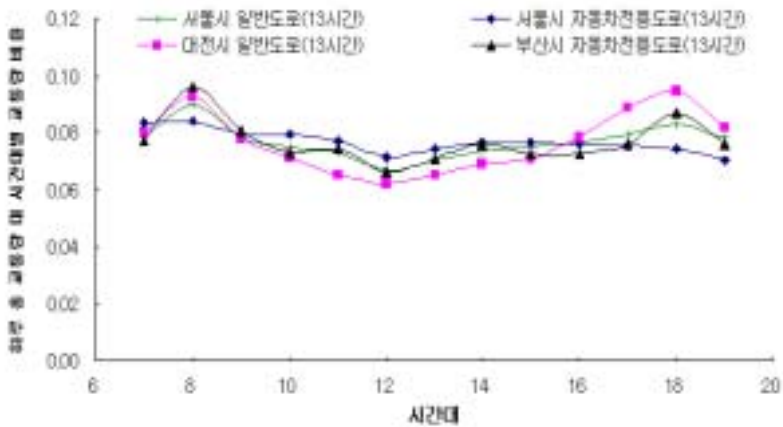
교통량조사 지점 총 76개소 중 자동차전용도로의 조사지점은 4개소이며, 속도조사 가로는 총 36개(339.1km) 축 중 자동차전용도로는 5개축(75.5km)이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 지점이 일치하는 지점은 4개 교통축 61.2km(관문대로, 수영강변도로/광안대로, 동서고가로, 번영로)이다. 4개의 자동차전용도로의 경우 24시간 속도 자료는 있으나, 교통량은 13시간(7:00~20:00) 자료만 있어 24시간 시간대별 교통량 추정이 필요하다.

교통량의 경우 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 자동차전용도로의 24시간 시간대별 교통량자료가 있으므로, 이들의 하루 총 교통량 대 시간대별 교통량 비율을 이용하기로 하였다.

<표 부록1-56>과 <그림 부록1-12>에서 보는 바와 같이 13시간의 교통량분포 비교에서 부산시 자동차전용도로의 교통량 분포는 대전시 일반도로나 서울시 자동차전용도로의 교통량분포보다는 서울시 일반도로의 교통량 분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 부산시 일반도로의 13시간 교통량은 그대로 적용하고 그 이외의 시간대는 부산시의 13시간 교통량과 서울시 일반도로의 13시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율을 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-56> 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 및 부산시 자동차전용도로의 13시간  
간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (13시간)	서울시 자동차 전용도로 (13시간)	대전시 일반도로 (13시간)	부산시 자동차 전용도로 (13시간)	서울시 일반도로 -부산시 자동차 전용도로	서울시 자동차 전용도로 -부산시 자동차 전용도로	대전시 일반도로 -부산시 자동차 전용도로
07~08시	0.078	0.0836	0.080	0.077	0.001	0.0065	0.003
08~09시	0.090	0.0840	0.093	0.096	0.006	0.0121	0.003
09~10시	0.079	0.0798	0.078	0.081	0.002	0.0009	0.003
10~11시	0.075	0.0796	0.072	0.073	0.002	0.0065	0.001
11~12시	0.073	0.0771	0.065	0.075	0.001	0.0026	0.009
12~13시	0.067	0.0714	0.062	0.067	0.000	0.0048	0.005
13~14시	0.071	0.0745	0.065	0.071	0.000	0.0037	0.005
14~15시	0.074	0.0768	0.069	0.076	0.002	0.0008	0.007
15~16시	0.075	0.0768	0.071	0.073	0.002	0.0039	0.002
16~17시	0.077	0.0761	0.079	0.073	0.004	0.0035	0.006
17~18시	0.079	0.0756	0.089	0.076	0.003	0.0009	0.013
18~19시	0.083	0.0742	0.094	0.087	0.004	0.0130	0.007
19~20시	0.079	0.0705	0.082	0.076	0.003	0.0054	0.006
계					0.031	0.065	0.070



**<그림 부록1-12> 서울시 및 대전시 일반도로와 서울시 및 부산시 자동차전용도로의  
13시간 교통량 분포**

부산시의 4개 자동차전용도로에 대한 교통혼잡비용은 위에서 추정된 시간대별 교통량과 조사된 시간대별 속도를 이용하여 추정된 결과 <표 부록1-57>과 같이 나타났으며, 나머지 자동차전용도로에 대해서는 다른 도시들과 일관성을 유지하기 위해서 혼잡비용을 따로 추정하지 않았다. 그러므로 총 자동차전용도로 연장(102.1km)의 약 59.9%인 61.2km에 대해서만 교통혼잡비용을 추정한 것으로, 항목별로는 시간비용이 506억 원으로 전체 혼잡비용의 75.6%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 495억 원(74.1%)으로 가장 많이 차지하였으며, 다음으로 화물차가 152억 원(22.8%), 버스가 21억 원(3.2%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-57> 부산시 자동차전용도로의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	8	487	495	495
버스	2	0	18	21	19
화물	140	12	-	152	12
계	143	20	506	669	526

부산시 전체 도로의 교통혼잡비용은 일반도로와 자동차전용도로의 혼잡비용을 합산하여 <표 부록1-58>과 같이 3조 2,167억 원으로 추정되었으며, 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 총 669억 원으로 부산시 전체 혼잡비용의 약 2.6%를 차지하고 있는 것으로 추정되었다.

**<표 부록1-58> 부산시 전체 도로의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	668	17,958	18,626	18,626
버스	1,051	49	7,790	8,890	7,839
화물	4,357	294	-	4,651	294
계	5,409	1,010	25,748	32,167	26,759

## 2) 대구시

도로현황조사(건설교통부, 2006)에 따르면, 대구시에서 관리하는 자동차 전용도로는 <표 부록1-59>와 같이 7개 노선 총 연장 약 30.7km이고, 대구시 관내를 통과하는 고속국도는 <표 부록1-60>과 같이 6개 노선 총 연장 87.0km이다.

**<표 부록1-59> 대구시 자동차전용도로 현황**

노선명	구간	총연장(km)	차로수	지정일자
신천대로	삼덕초교동편-서대구 I.C	17.0	6~10	'87. 10. 1
효목고가도로	신암동-동부경찰서	0.7	4	'92. 11. 3
서변대교 및 접속도로	신천대로-고촌교	1.2	6	'93. 11. 26
서대구-성서 도시고속도로	서대구 I.C-성서 I.C	3.6	4	'99. 9. 30
광로 2 - 13호	동서변 택지지구-고촌교	0.9	8	'00. 10. 30
대로 1 - 19(범안로)	범돌지구-달구벌대로	4.1	6	'01. 11. 20
대로 1-19 광로 2 - 12	달구벌대로-안심	3.2	6~8	'02. 12. 20
계	-	30.7	-	-

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

**<표 부록1-60> 대구시 관내 통과 고속국도 현황**

노선명	총연장(km)	차로수
1호선	25.5	4,6,8
88올림픽(12)	9.3	2
익산-포항(20)	9.1	4~6
중부내륙(45)	4.8	4
중앙선(55)	8.3	4-6
구마선(451)	30.0	4,6,8
계	87.0	-

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

하지만 대구시에서 발행한 『2005년 차량속도조사 자료집(대구광역시, 2006. 3)』에서는 도시고속도로 속도조사 구간을 신천대로 1개 노선 13.3km로 설정하여, 속도조사를 실시하는 신천대로의 조사연장이 공식적인 통계자료와는 다

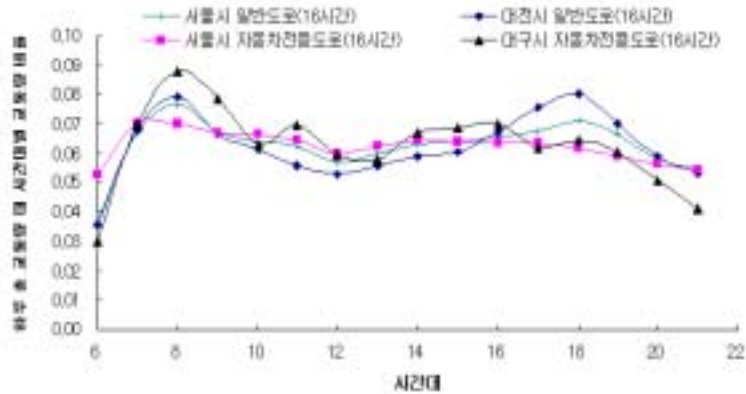
르나 본 연구에서는 실측한 속도를 이용하는 것이 필요하므로, 차량통행속도 조사결과자료를 이용하기로 하였다.

교통량조사 지점은 총 78개소로 이 중 자동차전용도로 1개소이며, 속도조사 가로는 총 45개(296.1km) 구간 중 자동차전용도로는 3개축(27.9km)이다. 이 중 교통량조사 지점과 속도조사 지점이 일치하는 지점은 신천대로(13.3km) 1개 축으로, 교통량은 16시간(6:00~22:00) 자료가 있고, 통행속도는 오전(7:00~10:00), 낮(12:00~15:00), 오후(17:00~21:00) 총 10시간 자료만 있어, 24시간 시간대별 교통량 및 속도 추정이 필요하다.

<표 부록1-61>과 <그림 부록1-13>에서 보는 바와 같이 16시간의 교통량분포 비교에서 대구시 자동차전용도로의 교통량 분포는 서울시 일반도로의 교통량분포와 가장 비슷한 경향을 보이므로, 대구시 자동차전용도로의 16시간 교통량은 그대로 적용하고 그 이외의 시간대는 대구시 자동차전용도로의 16시간 교통량과 서울시 일반도로의 16시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율을 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-61> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 16시간 교통량 대 시간대별 교통량 비율 및 비교**

시간대	서울시 일반도로 (16시간)	대전시 일반도로 (16시간)	서울시 자동차 전용도로 (16시간)	대구시 자동차 전용도로 (16시간)	서울-대구 시자동차 전용도로	대전-대구시 자동차 전용도로 비교	서울시 자동차 전용도로 -대구시 자동차 전용도로 비교
06~07시	0.037	0.035	0.053	0.0298	0.007	0.006	0.023
07~08시	0.067	0.068	0.070	0.0702	0.003	0.002	0.000
08~09시	0.077	0.079	0.070	0.0879	0.011	0.008	0.018
09~10시	0.067	0.067	0.067	0.0784	0.012	0.012	0.012
10~11시	0.064	0.061	0.067	0.0628	0.001	0.002	0.004
11~12시	0.062	0.056	0.065	0.0696	0.007	0.014	0.005
12~13시	0.057	0.053	0.060	0.0595	0.003	0.007	0.000
13~14시	0.060	0.056	0.062	0.0579	0.002	0.002	0.004
14~15시	0.063	0.059	0.064	0.0669	0.004	0.008	0.003
15~16시	0.064	0.061	0.064	0.0687	0.005	0.008	0.005
16~17시	0.065	0.067	0.064	0.0699	0.004	0.003	0.006
17~18시	0.067	0.076	0.063	0.0617	0.006	0.014	0.002
18~19시	0.071	0.080	0.062	0.0642	0.007	0.016	0.002
19~20시	0.067	0.070	0.059	0.0605	0.006	0.009	0.002
20~21시	0.058	0.059	0.056	0.0509	0.007	0.008	0.005
21~22시	0.055	0.053	0.054	0.0412	0.014	0.012	0.013
계					0.099	0.130	0.103



**<그림 부록1-13> 서울시 일반도로, 대전시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 일반도로의 16시간 교통량 분포**

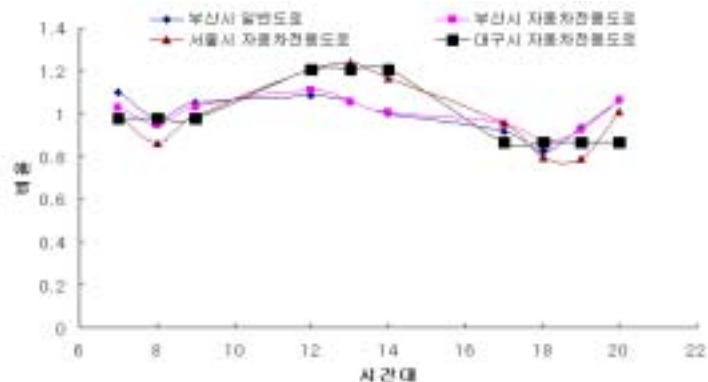
<표 부록1-62>와 <그림 부록1-14>에서 보는 바와 같이 10시간의 속도



분포 비교에서 대구시 자동차전용도로의 속도분포는 부산시 일반도로나 자동차전용도로의 속도분포보다는 서울시 자동차전용도로의 속도분포를 따르는 것을 알 수 있다. 그러므로 대구시 자동차전용도로의 24시간 시간대별 속도는 10시간 속도와 서울시 자동차전용도로의 속도분포를 이용하여 추정하기로 하였다.

**<표 부록1-62> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 자동차전용도로의 10시간 평균속도 대 시간대별 속도 비율 및 비교**

시간대	부산시 일반도로	부산시 자동차전용도로	서울시 자동차전용도로	대구시 자동차전용도로	부산시 일반도로-대구시 자동차전용도로	부산시 자동차전용도로-대구시 자동차전용도로	서울시 자동차전용도로-대구시 자동차전용도로
07-08시	1.098	1.027	0.987	0.975	0.123	0.052	0.011
08-09시	0.978	0.947	0.859	0.975	0.003	0.028	0.116
09-10시	1.052	1.031	0.988	0.975	0.077	0.056	0.013
12-13시	1.086	1.109	1.205	1.203	0.118	0.095	0.002
13-14시	1.053	1.057	1.241	1.203	0.150	0.146	0.038
14-15시	1	1.006	1.167	1.203	0.204	0.197	0.036
17-18시	0.914	0.958	0.956	0.866	0.048	0.092	0.090
18-19시	0.823	0.872	0.795	0.866	0.043	0.006	0.071
19-20시	0.936	0.925	0.788	0.866	0.070	0.059	0.078
20-21시	1.059	1.068	1.013	0.866	0.193	0.202	0.147
계					1.028	0.932	0.602



**<그림 부록1-14> 부산시 일반도로, 서울시 자동차전용도로 및 대구시 자동차전용도로의 10시간 속도분포**

대구시의 1개 자동차전용도로에 대한 교통혼잡비용은 위에서 추정된 시간대별 교통량과 속도를 이용하여 추정된 결과 <표 부록1-63>과 같이 나타났으며, 나머지 자동차전용도로에 대해서는 다른 도시들과 일관성을 유지하기 위해서 혼잡비용을 따로 추정하지 않았다. 그러므로 총 자동차전용도로 연장(118.3km)의 약 11.2%인 13.3km에 대해서만 교통혼잡비용을 추정한 것으로, 항목별로는 시간비용이 441억 원으로 전체 혼잡비용의 86.4%를 차지하는 것으로 나타났고, 차종별로는 승용차가 257억 원(50.5%)으로 가장 많이 차지하였으며, 다음으로 버스가 208억 원(40.9%), 화물차가 44억 원(8.7%) 순으로 나타났다.

**<표 부록1-63> 대구시 자동차전용도로의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	0	257	257	257
버스	25	0	184	208	184
화물	44	0	-	44	0
계	69	0	441	510	441

대구시 전체 도로의 교통혼잡비용은 일반도로와 자동차전용도로의 혼잡비용을 합산하여 <표 부록1-64>와 같이 1조 1,396억 원으로 추정되었으며, 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 총 510억 원으로 대구시 전체 혼잡비용의 약 5.1%를 차지하고 있는 것으로 추정되었다.

**<표 부록1-64> 대구시 전체 도로의 교통혼잡비용**

(단위: 억 원)

구분	고정비	유류비	시간비용	계	고정비 제외
승용	-	185	4,860	5,045	5,045
버스	682	38	5,051	5,771	5,089
화물	545	35	-	581	35
계	1,227	258	9,912	11,396	10,169

## 3) 인천시

도로현황조사서(건설교통부, 2006)에 따르면, 인천시에서 관리하는 자동차전용도로는 <표 부록1-65>와 같이 3개 노선 총 연장 약 18.5km이고, 인천시 관내를 통과하는 고속국도는 <표 부록1-66>과 같이 5개 노선 총 연장 78.3km이다.

**<표 부록1-65> 인천시 자동차전용도로 현황**

노선명	구간	총연장(km)	차로수	지정일자
광로 2 - 5호선	계양구 작전동-계양구 계산동	1.3	10	86. 9. 29
광로 3 - 5호선	남구 용현동-남동구 논현동	11.0	8	70. 2. 9
광로 3 - 15호선	남동구 서창동-부평구 일산동	6.2	8	87. 7. 20
계	-	18.5	-	-

자료: 도로현황조사서, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

**<표 부록1-66> 인천시 관내 통과 고속국도 현황**

노선명	총연장(km)	차로수
영등선(50)	3.8	4,6,8
서울외곽순환선(100)	12.5	8
제2경인선(110)	12.6	4,6,8
경인선(120)	17.6	6,8
인천국제공항선(130)	31.9	6,8
계	78.3	-

자료: 도로현황조사서, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

하지만 인천시에서 발행한 『2005년 전자교통신호체계 운영구간 교통량조사자료(인천광역시, 2006. 1)』에서는 인천시 관내를 통과하는 자동차전용도로에 대한 교통량 및 속도자료는 포함되어 있지 않아, 교통혼잡비용을 추정할 수 있는 근거가 없는 관계로 인천시의 고속국도 시관내 통과 구간을 포함한 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 추정하지 않기로 하였다.

## 4) 광주시

도로현황조사(건설교통부, 2006)에 따르면, 광주시에서 관리하는 자동차전용도로는 대로 1류 11호선 1개 노선으로 연장은 6.5km이고, 광주시 관내를 통과하는 고속국도는 호남선 16.8km 뿐이지만, 광주시에서 발행한 『2005년 교통관련 기초조사용역 결과보고서(광주광역시, 2006. 1)』에서는 광주시 관내를 통과하는 자동차전용도로에 대해 교통량 및 속도자료는 포함되어 있지 않다. 그러므로 인천시와 마찬가지로 교통혼잡비용을 추정할 수 있는 근거가 없는 관계로 광주시의 고속국도 시관내 통과 구간을 포함한 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 추정하지 않기로 하였다.

## 5) 대전시

도로현황조사(건설교통부, 2006)에 따르면, 대전시에서 관리하는 자동차전용도로는 갑천우안로(4~6차로) 1개 노선으로 연장은 4.6km이고, 대전시 관내를 통과하는 고속국도는 <표 부록1-67>과 같이 4개 노선 총 연장 69.9km이다.

**<표 부록1-67> 대전시 관내 통과 고속국도 현황**

노선명	총연장(km)	차로수
1호선	17.5	4,6,8
중부선(대전-통영)	14.8	4,8
호남선 지선	24.3	4
대전남부 순환선	13.3	4
계	69.9	-

자료: 도로현황조사, 작성기준일: 2005년 12월 31일, 건설교통부

하지만, 대전시에서 발행한 『대전광역시 2005년도 교통조사 및 분석 보고서(대전광역시, 2005. 12)』에서는 자동차전용도로에 대해 교통량은 조사하였으나, 속도를 조사하지 않아, 교통혼잡비용을 추정할 수 있는 근거가 없는

관계로 대전시의 고속국도 시관내 통과 구간을 포함한 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 추정하지 않기로 하였다.

#### 6) 울산시

도로현황조사서(건설교통부, 2006)에 따르면, 울산시에서 관리하는 자동차전용도로는 없으며, 울산시 관내를 통과하는 고속국도는 경부선 27.6km와 울산선 14.3km로 총 41.9km이지만, 울산시에서 발행한 『2005년 정기 교통량 및 속도조사 결과(울산광역시, 2005. 9)』에서는 울산시 관내를 통과하는 고속국도에 대해서는 교통량 및 속도를 조사하지 않아 교통혼잡비용을 추정할 수 있는 근거 없는 관계로 울산시의 고속국도 시관내 통과 구간을 포함한 자동차전용도로의 교통혼잡비용은 추정하지 않기로 하였다.

## 2. 회의 개최 실적

구분	개최일시	개최장소	주요내용
연구심의회	2007. 3. 5	한국교통연구원	연구방향에 대한 원내·원의 전문가 회의
	2007. 7. 18	한국교통연구원	연구중간결과검토 및 향후계획
	2007. 12. 11	한국교통연구원	연구최종결과 검토 및 보완사항 점검
자문회의	2007. 4. 28	건설기술연구원	지역간 도로 시간대 교통량의 확보여부 협의
	2007. 7. 12	한국교통연구원	교통혼잡비용 추정방법 개선방향에 대한 적절성 검토
	2007. 10. 9	한국교통연구원	구체적인 교통혼잡비용 추정방법 개선안에 대한 타당성 및 개선된 방법에 의해 추정된 2005년 교통혼잡비용 결과에 대한 논의

## Abstract

---

### **Improvement of the Estimation Method for Traffic Congestion Costs**

*Han-Seon Cho, et al.*

Traffic congestion cost is one of important information for decision-making processes regarding transportation policy and studies related to validity of highway investments. Under this consideration, it is significantly important to estimate more reasonable traffic congestion costs. Since The Korea Transport Institute(KOTI) had developed the method to estimate traffic congestion costs based on limited data to be collected 10 years ago, this traffic congestion costs have been estimated and used for various purposes. Therefore, the method should be improved to reflect current traffic flow conditions and to use more applicable information.

In this study, the method was improved taking into consideration the changed traffic flow condition and variety of input data to be used. Also traffic congestion costs in 2005 were estimated using the improved method and compared with those estimated using the old method.

Improvement for the method to estimate traffic congestion costs of

non-urban and intercity highways through this study can be categorized with three issues. First improvement is to change "congestion speeds", which are criteria to decide whether there is traffic congestion or not based on types of highway. Second improvement is to use an hourly traffic volume instead of a daily traffic volume for estimating travel time. Third improvement is to use new parameters in the BPR equation. The BPR equation has been used to estimate average travel time in various traffic conditions because there is no information regarding travel speed or travel time for each highway section to be obtained. The annual traffic congestion costs of non-urban and intercity highway in 2005 using a new estimating method was 8.7 trillion, which is five percent higher than 9.1 trillion, which is the annual traffic congestion costs using an old method.

The traffic congestion costs of urban roads in seven major cities in Korea have been estimated to identify trends and examine issues related urban road congestion costs. For the method to estimate traffic congestion costs of urban roads, four improvements were conducted. First is to use an hourly volume instead of the total number of vehicles registered in each city. Second is to use hourly directional average speeds as each type of roads instead of an average speed for all roads in the cities. Third is to use total length of roads in cities instead of annual average travel distance the registered vehicles. Last is to use different "congestion speeds" for urban highways and urban freeways. In 2005, the total annual traffic congestion costs of urban roads in seven major cities using a new estimating method was 14.4 trillion, which is 0.8 percent smaller than 14.5 trillion, which is the annual traffic congestion cost using an old estimating method.

Through this study, there are several improvements for estimating traffic congestion cost, and more reasonable traffic congestion costs



were able to be estimated. The more reasonable traffic congestion costs enable to conduct more reasonable decision-making processes regarding transportation policy and studies related to validity of highway investments. However, there are still many issues in the estimation method of traffic congestion costs that should be considered and improved in future.



## **[저자약력]**

### **조한선**

한국교통연구원 책임연구원  
Texas A&M (공학 박사)

### **박인기**

한국교통연구원 책임연구원  
서울대학교 (공학 석사)

### **이동민**

한국교통연구원 책임연구원  
Pennsylvania State University (공학 박사)

### **박준석**

한국교통연구원 책임연구원  
University of Michigan (교통계획 석사)

## **연구총서 2007-07 교통혼잡비용 추정방법 개선** **Improvement of the Estimation Method for Traffic Congestion Costs**

**ISBN 978-89-5503-259-8 93530**

**인 쇄** 2007년 12월 25일

**발 행** 2007년 12월 31일

**발행인** 김 형 진

**발행처** 한국교통연구원

경기도 고양시 일산서구 대화동 2311번지

TEL: 031-910-3114 / FAX: 031-910-3231

홈페이지: [www.koti.re.kr](http://www.koti.re.kr)

**인쇄처** (주)대홍문화사 전화 02-2279-7925~6

**가 격** 11,000원