

---

# 서울시 교통혼잡비용 산정의 개선방향에 관한 연구

SDI 기획정책과제 No.2003-WP-02

---

2003. 5.

## 연구진

---

연구책임 손영태 • 명지대학교 교통공학과 교수

연구보조 김성관 • 명지대학교 교통공학과 석사과정

이정근 • 명지대학교 교통공학과 석사과정

김호중 • 명지대학교 교통공학과 석사과정

---

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

# 목 차

요 약	3
I. 서 론	13
1.1. 연구의 배경 및 목적	13
1.2. 연구의 내용	13
II. 기존 문헌 고찰	9
2.1. 혼잡비용 이론	17
2.2. 기존연구	20
III. 교통혼잡비용 산정 요소	25
3.1. 혼잡비용 산정 대상구간	25
3.2. 혼잡 시간대 선정	28
3.3. 혼잡기준속도	37
3.4. 주행속도 산정	50
IV. 교통혼잡비용 산정방법의 틀	57
4.1 시간대별 구간별 교통변수 산출	59
4.2 도로별 혼잡기준속도 및 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간 산출	60
4.3 차량운행 비용 산출	61
4.4 시간가치 비용	63
4.5 1일 혼잡비용 계산	63
참고문헌	59

## 표목차

<표 3-1> 도로기능별 도로연장 .....	26
<표 3-2> 도로법에 의한 분류 .....	26
<표 3-3> 도로관리주체별 도로현황 및 자치구도 인가현황 .....	27
<표 3-4> 도시계획법에 의한 분류 .....	27
<표 3-5> 도로폭원별 도로연장 및 면적 .....	27
<표 3-6> 도시부 도로 혼잡시간대 및 집중률 .....	29
<표 3-7> 통행속도 자료 교차로명 .....	31
<표 3-8> 통행속도 자료 도로별 교차로명 .....	32
<표 3-9> 2001년05월 강남구 시간대별 링크 통행속도현황 .....	34
<표 3-10> 2001년05월 강남구 시간대별 축별 통행속도현황 .....	35
<표 3-11> 도로별 설계 서비스수준 .....	37
<표 3-12> 교통개발연구원의 혼잡 기준속도 제시 .....	38
<표 3-13> 경기개발연구원의 혼잡기준 속도 .....	39
<표 3-14> 고속도로 기본 구간의 서비스수준 .....	40
<표 3-15> 엇갈림 구간의 서비스수준 .....	42
<표 3-16> 측도 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 기준 .....	42
<표 3-17> 엇갈림 구간의 서비스 수준별 속도 계산 값 .....	43
<표 3-18> 엇갈림 구간의 영향권 내에서의 속도 .....	44
<표 3-19> 엇갈림 구간 고려시 서비스 수준 D에서의 평균통행 속도 .....	45
<표 3-20> 고속도로의 혼잡 기준속도 .....	46
<표 3-21> 도시고속도로 교통관리 시스템에 의한 혼잡도 기준 .....	46
<표 3-22> 서울시계 기준 고속도로 및 도시고속도로 현황 .....	47
<표 3-23> 다차로도로 서비스 수준 .....	48
<표 3-24> 2차로 도로 서비스 수준 .....	48
<표 3-25> 간선도로의평균 통행속도별 서비스 수준 .....	49
<표 3-26> 도로구분과 도로여건에 따른 간선도로 유형 .....	49

<표 3-27> 도시간선도로 혼잡기준속도 .....	49
<표 3-28> BPR 공식의 정산 .....	52
<표 4-1> 도로별 혼잡 기준속도 .....	60
<표 4-2> 연료소모비 모형식 .....	61
<표 4-3> 고속도로에서 속도에 따른 유지정비비 변화 .....	61
<표 4-4> 속도별 차종별 엔진오일 소모량 .....	62
<표 4-5> 고속도로에서 속도에 따른 엔진오일비 변화 .....	62
<표 4-6> 속도별 차종별 타이어 소모량 .....	62
<표 4-7> 고속도로에서 속도에 따른 타이어마모비 변화 .....	63
<표 4-8> 차량당 시간가치 산정방법 .....	63
<표 5-1> 도로별 혼잡 기준속도 .....	67

## 그림목차

<그림 1-1> 연구수행 과정도 .....	14
<그림 2-1> 혼잡 비용과 사회적 비효율 .....	17
<그림 2-2> 지역간 도로의 교통혼잡비용 산정 방법 .....	20
<그림 2-3> 도시부 도로의 교통혼잡비용 산정 방법 .....	21
<그림 2-4> 혼잡비용 산정 방법 .....	22
<그림 3-1> 도로폭원별 연장 및 면적비율 .....	28
<그림 3-2> 통행속도 자료 노드맵 .....	31
<그림 3-3> 2001년 05월 시간대별 축별 통행속도현황(강남대로, 평일) .....	33
<그림 3-4> 2001년 05월 시간대별 축별 통행속도현황(강남대로, 주말) .....	33
<그림 3-5> 2001년 05월 시간대별 축별 통행속도현황(테헤란로, 평일) .....	33
<그림 3-6> 2001년 05월 시간대별 축별 통행속도현황(테헤란로, 주말) .....	33
<그림 3-7> 편도 2차로의 시간대별 교통량 .....	36
<그림 3-8> 편도 3차로의 시간대별 교통량 .....	36
<그림 3-9> 편도 4차로의 시간대별 교통량 .....	36
<그림 3-10> 고속도로 기본 구간의 속도 - 교통량 곡선과 서비스수준 .....	41
<그림 3-11> 측도 엇갈림 구간의 서비스수준 .....	42
<그림 3-12> 고속도로 구성 요소의 영향권 .....	44
<그림 4-1> 교통혼잡비용 구성 요소 .....	57
<그림 4-2> 혼잡비용 산정 방법 .....	59

## 요 약

### 1. 혼잡비용 산정 대상구간

서울시 교통 혼잡비용은 서울시계내의 모든 도로를 대상으로 산정하는 것이 이상적이나 현실적으로 모든 도로에 대해 혼잡비용을 산출하는 것은 어려우므로 일정 수준 이상의 교통량을 유지하며 혼잡상태를 보이는 도로를 대상으로 함.

일정 수준이란 도로의 기능분류에 의해 보조간선도로 이상의 도로를 우선적으로 대상으로 하며 보조간선도로 이하인 경우에도 왕복 4차로 이상의 대로(폭원 25m이상)에 대해서도 산정해야 함.

보조간선도로 이상의 도로는 약 14.9%에 해당되며 대로 이상의 도로는 11.53%에 해당되므로 일반적으로 보조간선도로 이상의 도로는 대로 이상의 도로로 볼 수 있음. 따라서 본 연구에서는 보조간선도로 이상의 도로를 혼잡비용 대상구간으로 설정하기로 함.

### 2. 혼잡시간대 선정

본 연구에서는 서울시의 혼잡 현황을 살펴보기 위해 교통변수 중 통행속도와 교통량자료를 이용하였으며 이를 토대로 서울시의 혼잡시간대를 파악하였음.

#### (1) 통행속도 현황

서울시 혼잡시간대 현황 파악을 위한 통행속도는 한 교통정보 제공 업체의 통행속도 자료를 이용하였음.

강남권 도로의 경우 시속 25km/h를 혼잡기준속도라 가정하였을 때 모든 도로가 방향에 관계없이 평일에 15시간 이상의 혼잡을 보여주며 일부 새벽시간을 제외하고 온종일 혼잡 상태임을 보여줌.

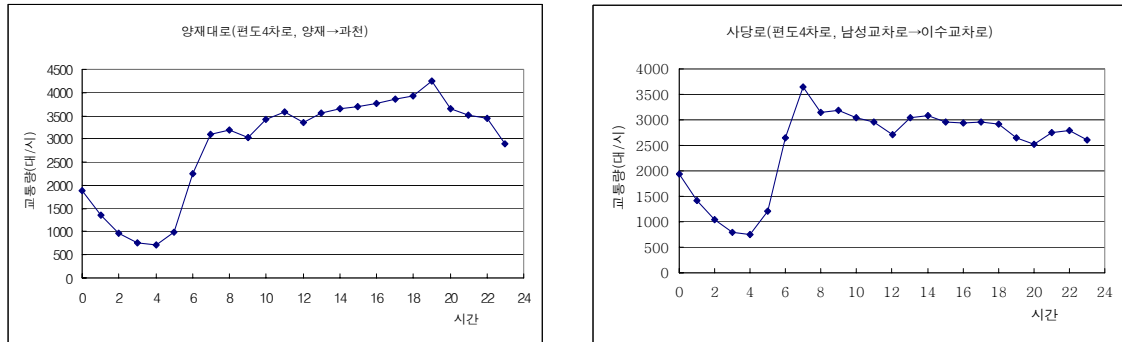
2001년 5월 강남구 시간대별 축별 통행속도현황 (km/h)

		st_node	ed_node	~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10	~11	~12	~13	~14	~15	~16	~17	~18	~19	~20	~21	~22	~23	~24	20km이하 잠시크테	25km이하 잠시크테	28km이하 잠시크테		
평 일	강남 대로	한남대교 남단	양재역사거리	24	25	27	29	30	30	29	24	21	21	21	19	20	20	19	17	17	19	18	18	18	18	19	21	11	18	19		
		양재역사거리	한남대교남단	25	28	31	32	34	33	28	25	24	22	19	17	19	18	14	13	14	17	15	15	16	17	19	22	12	17	19		
	논현 로	동호대교남단	양재천화곡알	26	28	29	29	31	31	29	24	18	18	17	16	17	17	15	13	12	14	14	16	19	19	21	24	14	16	18		
		양재천화곡알	동호대교남단	27	29	30	31	32	30	29	25	21	20	18	17	18	17	13	13	13	15	13	13	16	16	18	23	13	16	17		
	안주 로	성수대교남쪽입구	현대체육관알	30	32	33	33	36	33	29	24	20	20	20	19	21	19	17	16	18	20	18	19	22	21	23	27	11	16	16		
		현대체육관알	성수대교남쪽입구	31	32	34	36	38	38	34	27	22	22	21	21	24	22	19	18	19	19	14	14	19	21	23	26	7	15	16		
	신릉 로	갤러리이팝구정	숙명여고알	23	25	26	27	28	29	26	22	18	17	17	15	15	13	11	11	11	11	11	13	15	16	21	14	18	22			
		숙명여고알	갤러리이팝구정	22	24	25	28	28	28	25	21	17	16	15	15	16	16	13	12	12	13	12	13	15	16	17	21	14	20	23		
	삼성 로	창당사거리	대치역사거리	28	29	30	33	34	33	29	23	21	20	20	20	21	19	18	16	17	17	14	14	19	21	22	25	11	16	17		
		대치역사거리	창당사거리	24	27	27	30	30	34	28	23	18	17	17	17	19	18	17	15	15	16	14	15	18	18	20	22	14	17	20		
	영동 대로	영동대교남단	학여울역	29	30	30	34	32	33	31	25	23	22	22	22	21	20	19	19	19	19	17	17	20	23	24	27	8	16	16		
		학여울역	영동대교남단	29	32	33	36	37	37	30	21	17	18	17	18	23	22	21	20	18	17	14	15	19	22	24	27	10	16	16		
	입구 천로	한남대교 남단	영동대교남단	21	24	25	26	28	32	25	24	23	19	17	15	14	15	14	13	12	13	12	11	11	13	16	16	13	20	22		
		영동대교남단	한남대교남단	24	26	28	29	30	30	26	20	16	16	15	13	14	14	11	10	10	10	10	12	14	15	14	17	15	17	20		
	도산 대로	신사역사거리	영동대교남단	24	24	26	26	28	28	28	25	23	21	20	19	18	19	17	17	16	16	13	12	14	18	18	21	12	18	23		
		영동대교남단	신사역사거리	24	25	25	27	28	30	27	24	20	20	19	17	19	17	15	14	14	15	14	14	16	16	17	20	14	19	22		
	학동 로	논현동사거리	경기고교입구	26	28	28	30	31	30	27	23	24	21	19	19	20	18	17	16	15	16	14	13	17	19	20	23	12	16	20		
		경기고교입구	논현동사거리	25	25	27	28	27	25	25	20	17	17	17	16	18	17	15	15	15	16	16	17	20	21	22	24	14	20	23		
	봉은 사로	제일생명사거리	종합전시장알	26	27	28	30	33	34	32	26	21	18	16	15	15	16	12	10	11	12	11	10	13	15	17	22	13	15	19		
		종합전시장알	제일생명사거리	25	25	26	27	29	30	28	24	20	18	15	14	17	17	13	11	11	11	11	12	14	16	18	22	14	18	21		
	태세 란로	강남역사거리	삼성역사거리	27	28	28	31	33	34	29	25	23	22	20	18	19	18	15	15	15	17	14	15	18	19	21	25	12	16	19		
		삼성역사거리	강남역사거리	24	27	30	32	36	34	33	24	20	19	16	15	16	14	10	9	9	10	10	9	13	14	16	20	14	17	18		
	역삼 로	서초우성아파트	휘문고교입구	25	27	27	28	30	28	25	21	17	17	15	14	15	16	12	12	11	13	11	12	16	16	18	20	14	18	22		
		휘문고교입구	서초우성아파트	24	26	26	29	28	28	25	20	14	14	13	12	15	14	11	9	9	10	9	10	13	15	16	21	15	18	22		
	도곡 동길	맹행사거리	탄천2교입구	26	28	28	30	31	27	22	19	19	18	17	18	17	17	15	16	16	15	15	16	19	21	23	14	16	21			
		탄천2교입구	맹행사거리	28	30	31	34	36	34	26	19	14	16	17	17	19	18	17	16	16	17	17	18	18	20	21	25	15	16	18		
	남부 순환	양재역사거리	학여울역	31	35	36	39	39	36	30	24	20	23	24	23	25	24	22	19	19	18	16	17	22	22	24	29	6	16	16		
		학여울역	양재역사거리	31	34	35	37	37	34	31	26	25	23	18	20	19	20	24	23	20	17	16	16	17	21	24	27	9	16	16		
주 말	강남 대로	한남대교 남단	양재역사거리	21	23	25	27	30	31	26	25	22	21	21	17	14	11	10	11	14	18	20	21	21	21	21	21	8	17	18		
		양재역사거리	한남대교남단	21	25	26	31	31	34	32	32	21	22	21	17	14	12	12	15	16	16	17	21	22	21	22	22	14	17	19		
	논현 로	동호대교남단	양재천화곡알	25	27	29	28	31	34	30	24	20	19	17	17	14	14	15	15	16	17	19	18	19	20	22	24	12	16	18		
		양재천화곡알	동호대교남단	24	27	29	30	34	32	31	26	23	20	18	17	14	11	11	11	14	15	15	16	20	21	24	25	6	14	17		
	안주 로	성수대교남쪽입구	현대체육관알	28	30	31	34	35	35	30	26	24	23	20	19	18	18	18	19	22	22	23	24	25	25	26	28	6	14	16		
		현대체육관알	성수대교남쪽입구	30	31	33	35	38	36	35	27	23	22	21	20	16	16	16	16	17	21	15	21	25	24	27	28	14	19	23		
	신릉 로	갤러리이팝구정	숙명여고알	22	23	24	26	26	26	27	21	18	17	17	15	14	14	14	12	12	14	13	15	15	16	17	17	17	14	19	23	
		숙명여고알	갤러리이팝구정	21	22	25	26	27	26	26	21	16	16	16	14	15	14	12	12	13	13	14	16	17	17	18	19	10	16	19		
	삼성 로	창당사거리	대치역사거리	26	28	29	33	35	32	27	24	21	20	20	17	18	16	16	16	19	19	21	20	21	23	27	11	16	19			
		대치역사거리	창당사거리	26	28	29	32	31	33	27	22	20	19	18	18	17	17	16	17	20	19	20	22	23	24	24	24	7	14	17		
	영동 대로	영동대교남단	학여울역	27	30	31	32	32	34	32	26	24	24	21	20	19	18	17	19	19	19	21	22	24	25	26	29	0	0	1		
		학여울역	영동대교남단	61	68	76	65	78	80	59	42	29	35	33	28	31	30	31	29	37	35	30	42	48	49	59	54	15	19	22		
	입구 천로	한남대교 남단	영동대교남단	20	24	25	26	29	28	27	22	19	16	13	10	10	10	10	9	9	8	7	7	8	11	16	17	14	18	22		
		영동대교남단	한남대교남단	21	25	26	28	27	29	27	22	16	16	15	14	12	12	12	11	10	11	11	14	14	14	14	16	12	19	21		
	도산 대로	신사역사거리	영동대교남단	22	25	26	26	27	29	29	25	22	21	20	19	18	17	15	15	14	13	13	16	17	20	20	21	11	17	20		
		영동대교남단	신사역사거리	23	25	26	26	30	30	29	26	21	21	18	17	17	16	16	16	16	16	16	18	19	19	21	23	10	16	20		
	학동 로	논현동사거리	경기고교입구	26	26	28	32	29	28	33	23	21	19	19	19	16	14	13	15	14	14	19	19	22	21	23	21	12	17	18		
		경기고교입구	논현동사거리	25	29	27	29	30	33	31	23	22	20	17	14	15	14	13	12	14	17	17	20	19	21	23	23	14	17	20		
	봉은 사로	제일생명사거리	종합전시장알	24	25	28	27	32	35	32	27	19	14	12	12	11	11	10	9	11	12	14	16	17	20	22	14	19	23			
		종합전시장알	제일생명사거리	22	23	26	22	27	28	26	24	18	17	15	12	13	13	9	9	12	13	13	20	20	19	24	20	9	16	19		
	태세 란로	강남역사거리	삼성역사거리	23	26	27	30	31	30	31	26	23	22	19	18	16	16	16	17	17	20	20	23	23	25	25	26	13	17	19		
		삼성역사거리	강남역사거리	20	26	28	31	35	35	32	25	21	19																			



## (2) 교통량 현황

서울지방 경찰청에서는 매년 도심/시경계/한강 교량/주요간선도로에 대해 1회 24시간 1주일 단위로 조사된 교통량 자료를 이용하여 분석한 결과 오전 7시경에 첨두에 가까운 값으로 교통량이 상승하여 21~23시까지 혼잡상태를 유지하고 있음.



< 편도 4차로의 시간대별 교통량 예 >

## (3) 서울시 혼잡시간대

서울시 내의 교통혼잡은 오전 첨두시 이후로 21~23시 이후까지 지속되어 14~16시간 이상의 임혼잡시간대를 보임. 혼잡시간대를 설정하여 혼잡비용을 계산한다면 시작 시각을 07시, 종료 시각은 도로에 따라 21~23시로 설정하는 것이 바람직함.

혼잡시간대를 설정할 경우 설정된 시간대가 도로 구간별로 변화되는 것을 반영하기 어려운 점을 고려할 때 통행속도 및 교통량 자료가 확보된 경우, 혼잡시간대 설정을 회피하고 조사된 통행속도를 기준으로 한 혼잡한 시간대의 혼잡비용을 계산하는 방법이 가장 바람직함.

## 3. 혼잡기준속도

혼잡기준속도는 도시부의 설계서비스 수준인 D를 기준으로 하여 2001년 도로용량편람에 의해 제시하였으며, 제시된 혼잡기준속도는 다음과 같음.

도로별 혼잡 기준속도

구 분	고속도로			도시고속도로	도시간선도로		
	설계속도 (kph)				자유속도 (kph)		
	120	100	80		80(Ⅰ)	70(Ⅱ)	60(Ⅲ)
혼잡 기준속도	88 kph	82 kph	70 kph	60 kph	28 kph	25 kph	20 kph

## 4. 주행속도 산정 방법

속도 자료를 얻기 위해서는 크게 3가지 방법이 있음.

### (1) 상시 조사

혼잡비용을 산정하기 위해 직접 현장 조사를 통하여 매시간 자료를 얻는 방법으로 정확성이란 측면에서 다른 방법에 비하여 큰 장점을 가지나 365일, 24시간을 대상 지역의 도로 전체를 조사해야 하기 때문에 비용과 현실적 가능성에 한계

### (2) 관계식의 이용

교통변수 간의 관계에 입각하여 취득 가능한 자료를 이용해서 속도를 역으로 추정함. 취득가능 또는 추정가능한 자료로는 교통량을 들 수 있으며, 교통량과 속도의 관계식을 이용하게 된다. 그러나 이러한 방법은 관계식에 의해 통행속도가 도출되기 때문에 실제의 통행속도와 추정된 속도와는 차이가 있을 수 있음.

### (3) 정보의 활용

최근 몇 년간 ITS 사업의 활성화로 인하여 교통량에 관한 자료뿐만 아니라 속도에 관해서도 많은 조사가 이루어지고 있음.

특히 서울지역의 경우는 교통정보를 제공하는 기관의 증대와 서울지방경찰청 등의 공공기관에서의 정기적인 속도 조사로 통행속도에 관한 자료를 취득하고 있음. 이와 같이 취득된 정보를 주행속도 산정가능

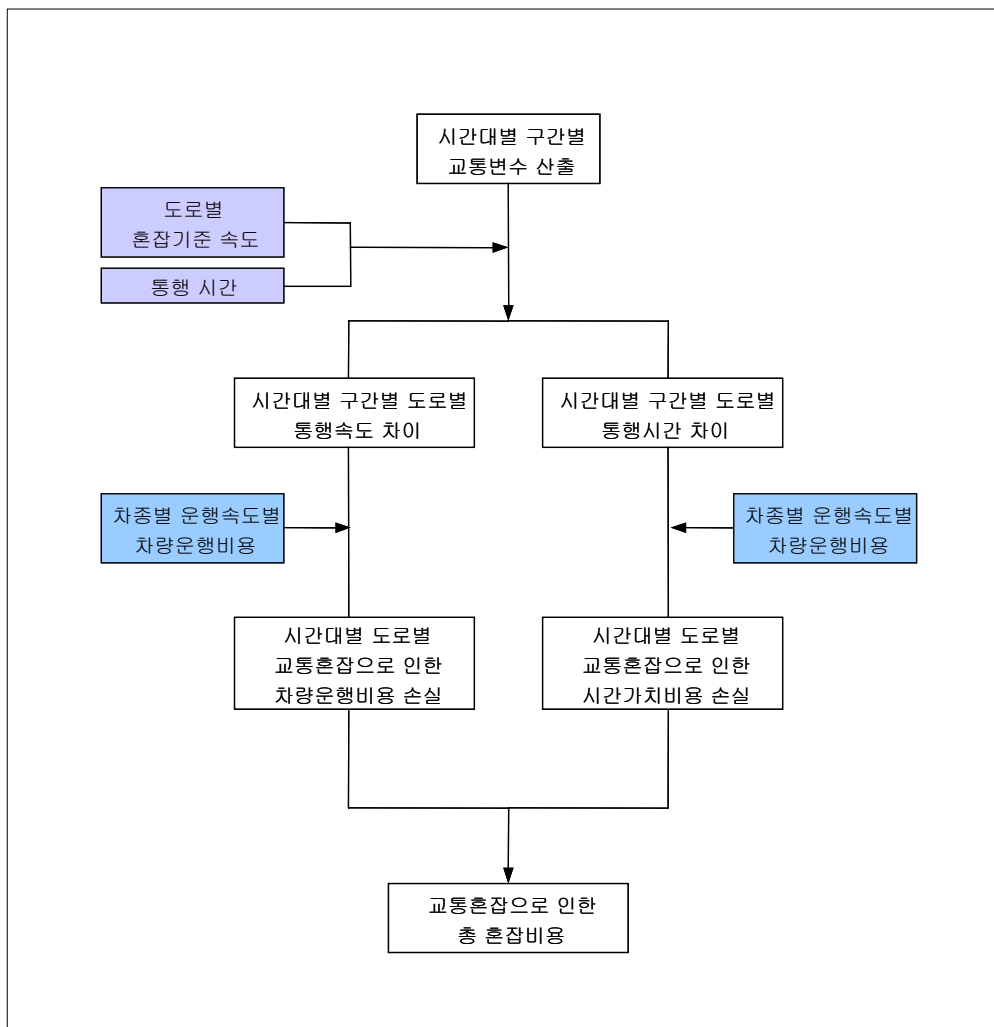
이 방법은 속도 자료를 제공하는 기관의 속도 추정 알고리즘의 정확성에 검증을 거쳐야하는 문제점을 가지고 있으나 실시간 조사를 통하여 구축된 자료이기 때문에 처음에 언급하였던 직접 조사에 의한 방법에 가장 근접한 통행속도 자료를 제공한다는 장점이 있으므로 본 연구에서는 교통정보를 통한 통행속도 이용이 바람직하다고 판단함.

## 5. 교통혼잡비용 산정방법의 틀

1일 혼잡비용 =

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_l \text{구간별 교통량}_{ijkl} \times [ \{ \text{차종별유류비}_l \times (\text{운행속도 연료소모량}_{kl} - \text{기준속도 연료소모량}_{kl}) + (\text{운행속도 유지관리비}_{kl} - \text{기준속도 유지관리비}_{kl}) + (\text{운행속도 엔진오일비}_{kl} - \text{기준속도 엔진오일비}_{kl}) + (\text{운행속도 타이어마모비}_{kl} - \text{기준속도 타이어마모비}_{kl}) \} \times \text{길이}_i + \text{평균 시간가치비용}_{jl} \times (\text{운행시간}_{ij} - \text{기준운행시간}_{ij}) ]$$

여기서,  $i$ = 구간,  $j$ = 시간,  $k$ = 도로,  $l$ = 차종



< 혼잡비용 산정방법 >

## 1) 시간대별 구간별 교통변수 산출

### (1) 시간대별 구간별 통행속도

시간대별 구간별 통행속도는 기존에 교통정보를 수집하여 제공하는 기관의 자료를 활용. 과거 365일 24시간의 통행속도를 수집하여 1년 중 하루 통행속도 평균치에 가까운 1일을 선정하여 그 날의 속도를 1일 24시간 통행속도 분포로 선정하며, 이 날이 속한 월과 주를 대표적 통행속도를 갖는 기간으로 선정

### (2) 시간대별 구간별 통행시간

시간대별 구간별 통행속도와 구간별 링크 길이를 이용하여 통행시간을 산출

### (3) 시간대별 구간별 차종별 교통량

시간대별 구간별 차종별 교통량은 상시조사를 통해 시간대별 구간별 차종별 교통량을 조사하는 것이 가장 이상적이나 서울시내의 모든 도로 구간에 교통량을 조사하는 것은 비용 등의 제반 문제로 어려운 실정임을 감안 현재 서울지방경찰청에서는 도심, 시경계, 한강교량, 주요간선도로를 중심으로 1년에 1회 24시간 1주일 단위로 실시되는 교통량 조사를 개선하여 활용

조사기간은 시간대별 구간별 통행속도 중 연중 평균치를 보이는 기간 중에 차종별 교통량 조사를 실시하며, 이 교통량 조사 기간에 수집된 통행속도를 대푯값으로 하여 혼잡비용 산정에 이용

또한, 현재는 도심 / 시경계 / 한강 교량 / 주요 간선도로에 대해서만 조사하고 있는 것을 보조 간선도로까지 확장하여 조사 실시

## 2) 도로별 혼잡기준속도 및 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간 산출

도로별 혼잡기준속도는 앞서 제시한 바와 같으며 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간은 구간 길이와 혼잡기준속도를 이용하여 구간별로 산정

## 3) 차량운행비용 산출

차량운행 비용은 연료소모비, 유지관리비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등으로 구성하며 주행속도의 함수로 계산

#### 4) 시간가치 비용 산출

시간가치 비용은 시간대별 구간별 통행시간과 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간과의 차이를 차종별 평균시간 가치를 고려하여 구함.

#### 5) 1일 혼잡비용 계산

차량운행 비용과 시간가치 비용의 합으로 구함.

# I . 서 론

## 1.1. 연구의 배경 및 목적

교통혼잡비용은 차량들이 교통혼잡으로 인하여 정상속도 이하로 운행하게 됨으로써 추가적으로 발생하는 총체적인 비용을 말한다. 교통혼잡비용의 산출은 교통혼잡으로 인한 사회적 손실의 규모를 파악하게 함으로써 교통혼잡이 국가경제에 미치는 영향을 가늠케 하는 근거 자료를 제공하고, 또한 교통정책의 대안수립에 기본적인 자료로 활용되며, 대규모 시설투자가 필요한 교통사업에 대해 투자재원의 효율적 배분 및 사용을 위한 판단의 기초로 활용되는 중요한 자료가 된다.

교통혼잡비용은 대상구간도로의 공간적 시간적 범위, 산정방법과 다양한 가정 값들에 의해 영향을 받게되어 분석자의 범위설정과 분석방법에 따라 산출된 혼잡비용도 차이를 갖게 되며 따라서 혼잡비용의 범위설정 및 분석방법은 객관적이고 합리적이어야 일관성 있는 교통혼잡비용 산출 값을 갖게 된다.

본 연구는 혼잡비용 산정대상 범위설정 및 혼잡기준속도 산정 등의 혼잡비용산정 요소를 중심으로 교통혼잡비용 산정방법의 틀을 마련하여 서울시의 도로여건과 교통특성을 반영할 수 있는 교통혼잡비용산정의 개선방향을 제시하여 이를 통해 서울시 교통정책의 지표로 활용하고자 한다.

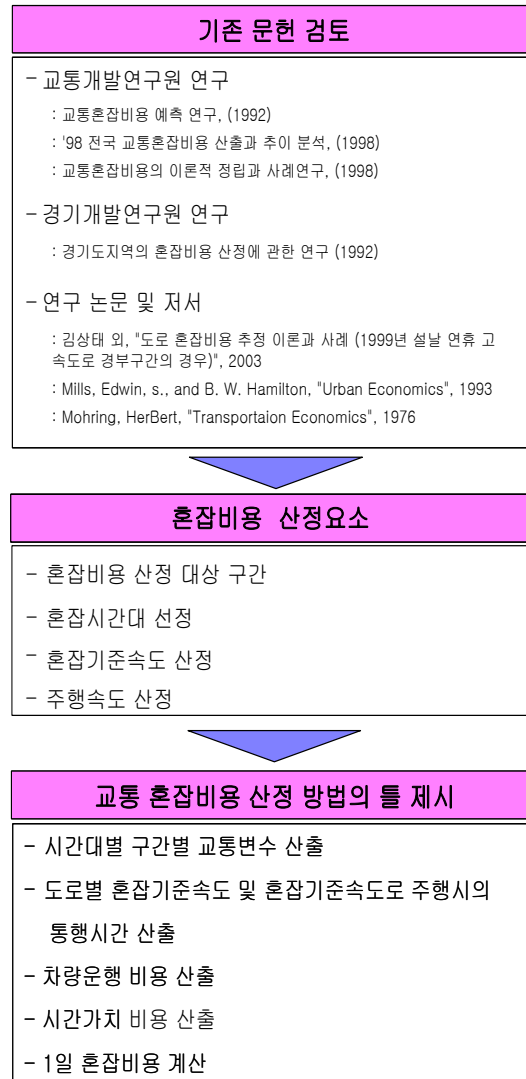
## 1.2. 연구의 내용

교통혼잡비용 산정은 교통혼잡으로 인해 추가적으로 발생하는 차량운행비와 시간가치 비용을 구하는 과정으로 다양한 분야의 연구 결과를 종합적으로 이용하게 된다. 그러나 본 연구에서는 단위시간가치(인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금) 및 단위 운행비용(연료소모비, 엔진오일비, 유지정비비, 타이어 마모비) 등의 화폐가치에 대한 것은 연구 대상에서 제외하고 혼잡비용산정 과정 중에서 공학적 요소에 중점을 두어 속도 및 시간산출에 필요한 주요 요소의 도출방법 제시에 한정하기로 한다.

본 연구는 다음의 과정을 통해 수행한다.

- 1) 교통혼잡비용에 관한 기존 문헌을 검토하여 장·단점을 파악하고,
- 2) 교통혼잡비용 산정을 위한 요소 중 혼잡비용 산정하는 대상구간과 혼잡시간대 선정, 혼잡의 기준속도 설정, 그리고 주행속도 산정 방법을 제시하며,

3) 이를 통해 혼잡비용을 산정하는 틀을 제시하기로 한다.



<그림 1-1> 연구수행 과정도

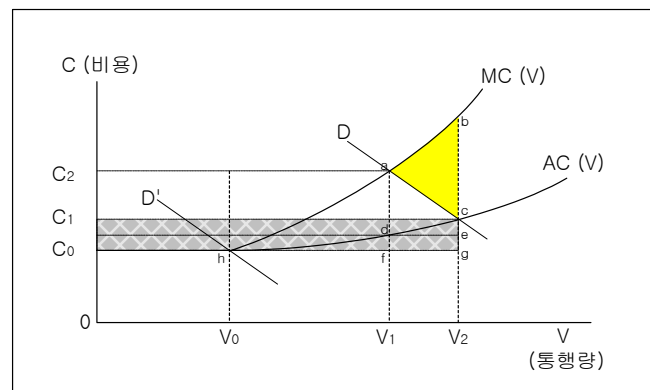
## II . 기존 문헌 고찰

### 2.1. 혼잡비용 이론

교통혼잡비용은 도로를 주행하는 차량들이 교통혼잡으로 인해 정상속도 이하로 주행함으로써 발생하는 시간가치의 손실, 차량운행비의 증가 등의 추가적인 사회적 비용의 총합을 의미한다.

경제학적인 의미에서 볼 때 교통혼잡으로 인한 추가적인 비용은 ‘교통혼잡에 따른 자중 손실(Deadweight Loss)’과 ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 외부효과(Congestion Externalities)의 크기’의 두 가지로 정의될 수 있다.

교통혼잡에 따른 자중 손실이란 최적수준의 교통량을 초과하게되어 교통량을 한 단위 추가함으로써 얻게 되는 한계편익이 그것을 위해 부담해야 하는 한계비용에 못 미치게 되어 사회적 손실이 될 때, 사회가 본래 달성할 수 있는 것보다 낮은 총 잉여(후생)를 발생하게 되는데 이때 사회가 입는 비효율 정도, 또는 후생손실(welfare loss)을 말한다. 다시 말하면 한계비용이 교통수요보다 많은 지점에서부터 발생하여 현재의 교통수요까지 추가로 지불하는 비용의 합계라 정의될 수 있다.



<그림 2-1> 혼잡 비용과 사회적 비효율

교통혼잡에 따른 자중손실로 교통혼잡비용을 정의할 때, 교통혼잡은 운행중인 차량의 통행비용곡선과 도로 이용자의 지불의사 비용(Willingness to Pay) 곡선이 균형을 이루는 교통량 보다 수요가 많을 때 발생하게된다. 다시 말하면, 교통혼잡은 교통수요와 교통시설물의 공급 관계가 균형적인 상태를 넘어 교통수요가 공급보다 더 많은 불균형 상태일 때 발생하게 된다.



<그림 2-1>에서 수요 곡선에 의해 산출된 지불의사비용곡선을 D라 하고, 통행비용곡선(공급 곡선)에 의해서 산출된 평균비용곡선을 AC라 할 때, 두 곡선이 만나는 지점(V2)에서 평균비용곡선은 특정 구간에서 통과교통량이 증가함에 따라 상승하는 곡선이다. 이 곡선은 다음과 같이 도로용량(K)과 교통량(V)의 함수로 정의된다.

$$AC = F(V, K)$$

한 대의 차량이 도로에 진입하여 현재 도로상을 운행중인 전체 차량의 운행속도를 저하시킨다면 전체 차량의 운행비용은 추가적으로 증가하게 된다. 이러한 경우의 추가운행비용을 한계비용(Marginal Cost, MC)이라 한다. 한계비용은 일정 교통량에 도달하게 될 때까지는 평균비용곡선과 일치하여 일정한 상태를 보이다가 교통량이 증가함에 따라 점차 증가하는 곡선의 형태를 나타낸다. 한계비용 곡선은 평균비용곡선을 편미분한 다음의 식과 같이 정의된다.

$$MC = \frac{\partial AC(V) \cdot V}{\partial V}$$

혼잡이 발생하지 않는 교통량(V0)까지는 한계비용이 상승하지 않지만, 교통량이 그 수준을 넘게 되면 한계비용이 평균비용보다 더 빨리 증가하게 된다. 수요곡선이 D' 상태일 때에는 교통혼잡이 없고 혼잡비용도 발생하지 않는다. 그러나, 교통수요가 D로 증가하면 혼잡비용이 발생한다. 여기서 사회적 최적인 곳은 수요곡선 D와 MC(V)가 만나는 점(a)이고, 사적 최적이 되는 곳은 수요곡선 D와 AC(C)가 만나는 점(c)이다.

수요곡선(D)과 한계비용곡선(MC), 그리고 평균비용곡선(AC)에 의해서 △abc의 면적을 구할 수 있다. 그 수식은 다음과 같다.

$$CC = \int_{V_1}^{V_2} [MC(V) - D(V)] dV = V_2 AC(V_2) - V_1 AC(V_1) - \int_{V_1}^{V_2} D(V) dV$$

사적 최적이 사회적 최적보다 높아짐에 따라 발생한 사회적 비효율의 크기는 △abc의 면적이며, 이것이 정체(혼잡)비용으로 간주하여 측정하는 ‘교통혼잡에 따른 자중손실’이 된다.

두 번째 혼잡비용의 정의는 ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 외부효과의 크기’이다. ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 외부효과의 크기’를 경제학적으로 살펴보면 다음과 같다. 어느 한 경제 주체의 행동이 본인의 의도와는 무관하게 다른 경제 주체에

게 일방적으로 영향을 미치는 경우, 이러한 현상을 경제학에서는 외부성이라 하며, 그 관계를 매개로 생기는 영향을 외부효과라 한다. 외부효과는 한 개인이 자신의 경제활동과정에서 다른 경제 주체의 효용이나 생산에 의도하지 않은 영향을 미치는 현상을 말하며, 다른 경제 주체에게 이익을 가져다주는 것을 외부 경제(external economies)라 하고 반대로 손해를 끼치는 행위를 외부 불경제(external diseconomies)라고 한다. 여기서, 교통혼잡으로 인해서 발생하는 외부효과는 외부 불경제에 해당한다.

교통혼잡비용을 ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 외부효과의 크기’로 정의한다면, 도로상을 주행하는 차량이 설정된 기준속도 이하로 운행하게 될 때 혼잡이 발생하는 것으로 간주하여 기준속도 이하로 운행하는 차량 및 사람의 모든 추가적 비용을 혼잡비용으로 정의하게 된다. <그림 2-1>에서  $V_1$ 만큼의 교통량이 기준속도 보다 낮은 속도로 운행함에 따라 차량 한 대당  $C_0C_1$  만큼의 비용을 추가 지불한다.

$$C = (C_2 - C_0) V_1$$

즉, 빗금친  $\square C_0C_1$ 의 면적이 혼잡비용에 해당한다.

그러나 이와 같은 계산방법은 기준속도일 때의 교통량과 혼잡비용 산출시점의 교통량과는 차이가 있음을 간과하여 산출시점의 교통량만으로 혼잡비용을 산출함으로써 결과 치의 정확성을 저하시키는 것으로 실제 혼잡기준속도일 때의 시간당 교통량이  $V_0$ 대/시간, 통과교통량이  $V_1$ 대/시간 이라면 시간당 혼잡비용은 다음과 같은 방법에 의해 산출되어야 한다고 주장되기도 한다.

$$C = (C_2 - C_0) V_0 + \frac{1}{2} (C_2 - C_0) (V_1 - V_0)$$

김동호, 안강기(1998)는 이와 같이 ‘관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 외부 효과(Congestion Externalities)의 크기’로 정의하여 혼잡비용을 산출하는 방식은 첫째, 혼잡비용의 정의가 사회 통념적 개념으로 정의되어 혼잡비용의 과다 추정을 유발하며 둘째, 혼잡기준속도가 산출자 임의로 결정된 속도임을 지적하고 있다. 셋째, 혼잡비용을 결정하는 교통량을 1일 양방향 교통량을 사용하고 1일 혼잡교통량을 전일교통량의 일정비율로 가정함으로써 정확한 혼잡비용 산출이 불가능하며 넷째, 차량운행비용 중 혼잡에 상관없이 소요되는 고정비용이 혼잡비용에 포함되어 과다한 혼잡비용을 산출하는 요인이 됨을 지적하였다.

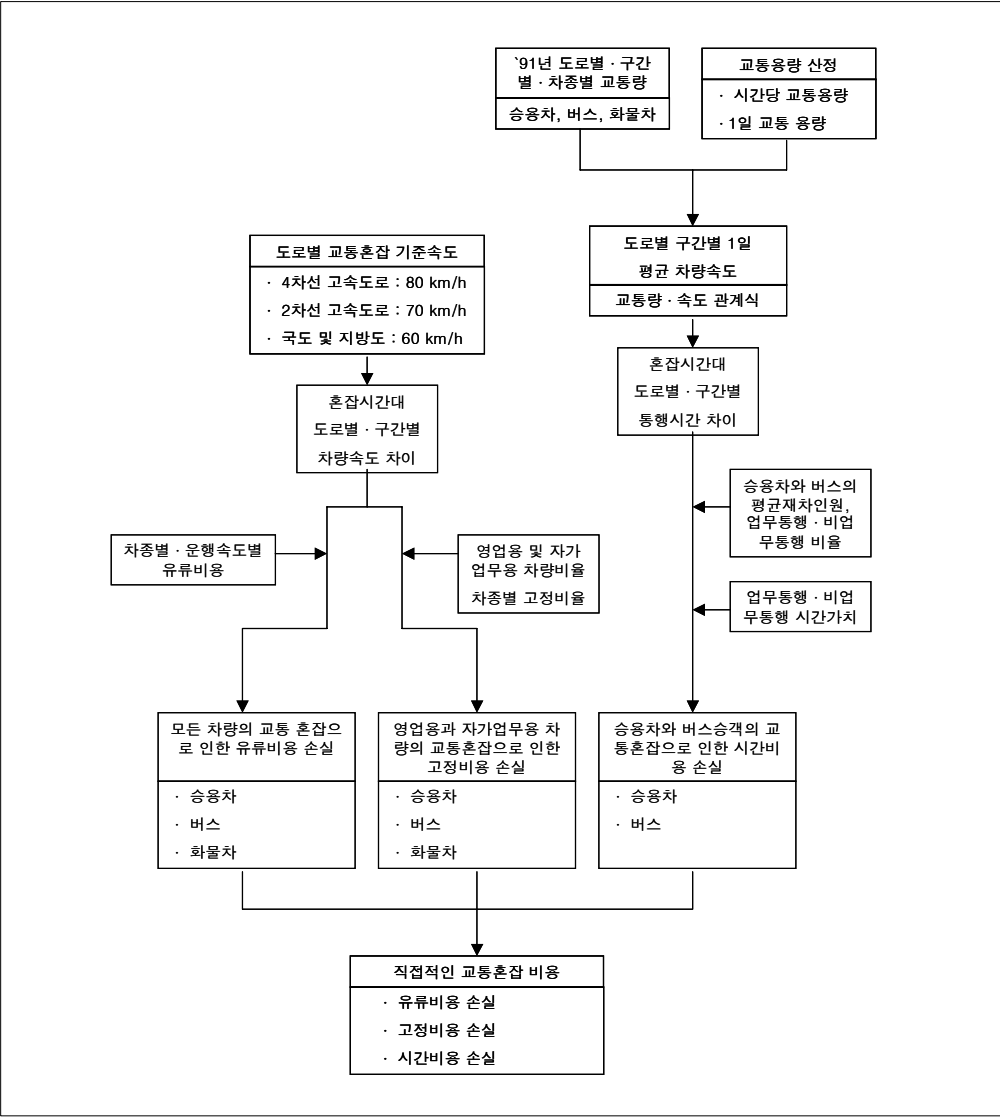
그러나 김성수(1998)는 ‘교통혼잡에 따른 자중손실’과 ‘외부비용’의 정의에 따라 각각의 방법으로 산출된 혼잡비용의 크기는 동일한 정의하의 비교대상이 아님을 언급한 바 있다.

## 2.2. 기존연구

교통혼잡비용에 관한 기존 연구는 크게 교통개발연구원의 연구와 경기개발연구원의 연구가 있다.

### 2.2.1. 교통개발연구원 연구

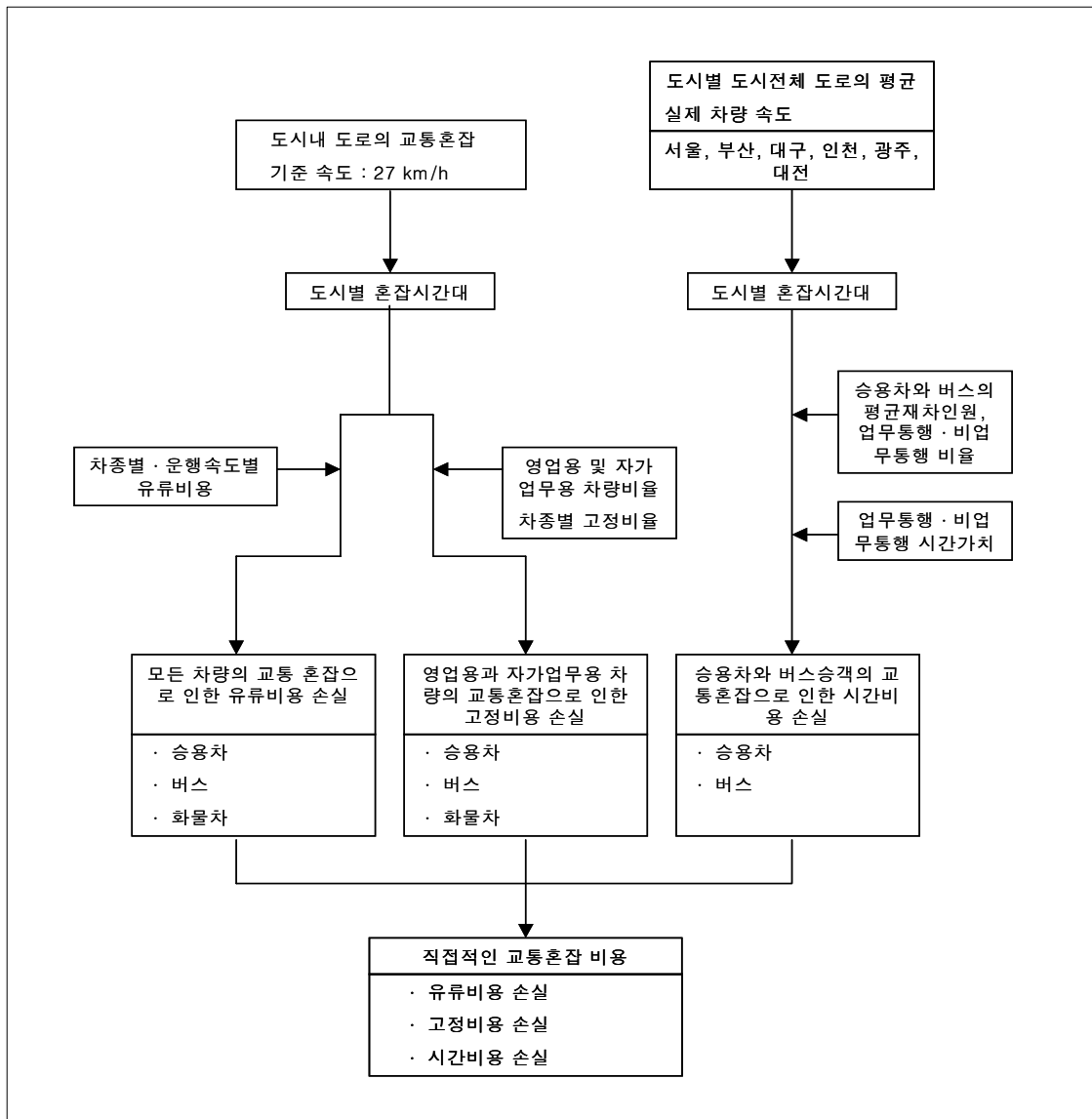
교통개발연구원에서는 1992년에 전국 교통혼잡비용을 산정하기 위한 방법론을 제시하여 산출한 바 있으며, 동일한 방법으로 1998년에 전국 혼잡비용을 산출한 바 있다.



<그림 2-2> 지역간 도로의 교통혼잡비용 산정 방법 (교통개발연구원)

혼잡비용산출을 위해 도로를 지역간 도로와 도시부 도로로 나누어 별도로 산정하였는데, 우선 혼잡의 기준속도를 설정한 뒤에 지역간 도로에서는 도로별 구간별 1일 평균 차량속도를 BPR식을 이용해 산정하여 차량의 속도차이 및 주행시간 차이를 계산하였고, 이를 차량운행비와 시간비용으로 환산하였다. BPR식에 이용된 교통량은 건설부에서 매년 조사하는 교통량 통계를 활용하였다.

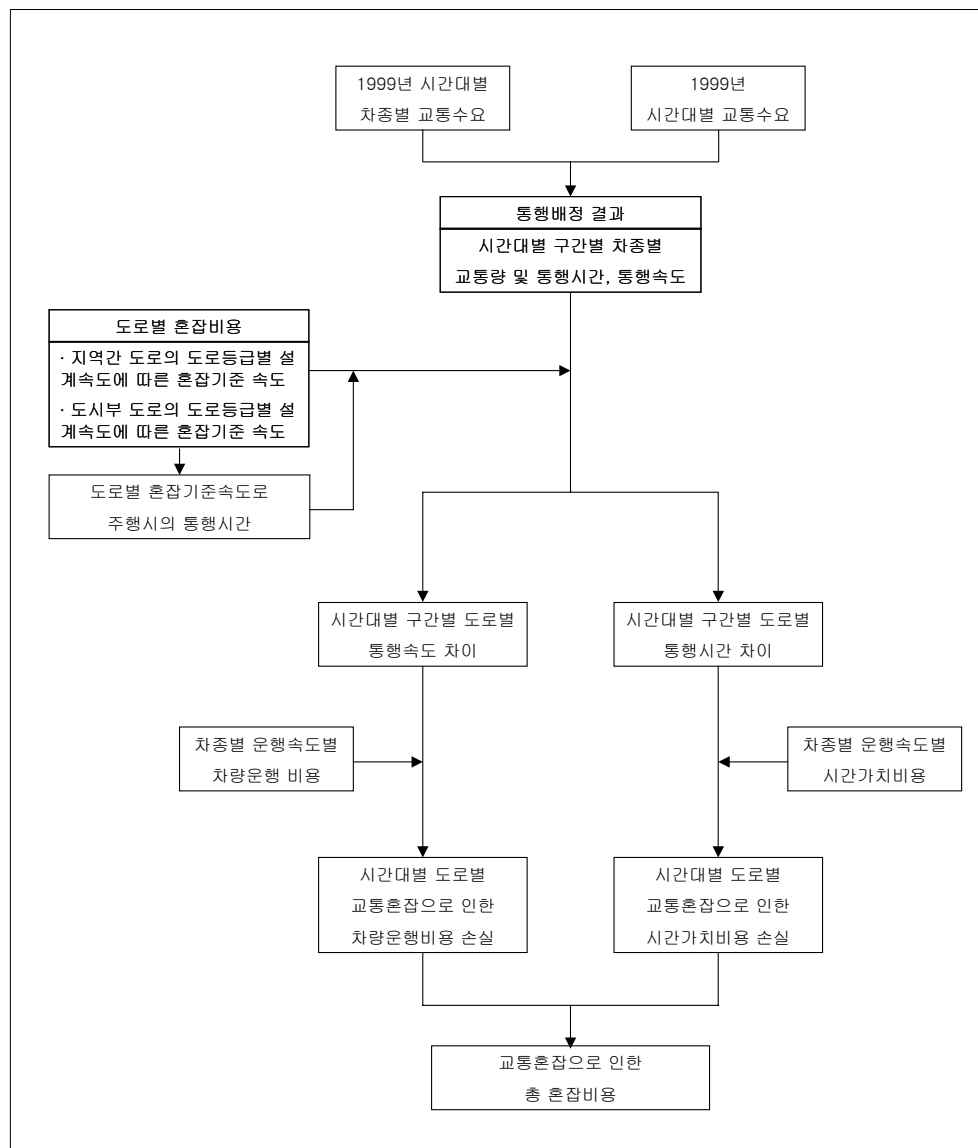
도시부도로의 경우에는 도시별 차종별 차량 대수와 차종별 차량당 1일 운행거리 중 혼잡시간대에 운행하는 거리를 산출하여 평균차량 운행속도로 운행하는 경우의 거리와 혼잡기준속도로 운행하는 경우의 거리의 차 즉, 교통혼잡으로 인한 차량속도와 운행시간의 차이를 산출하여 혼잡비용을 산출하였다.



<그림 2-3> 도시부 도로의 교통혼잡비용 산정 방법 (교통개발연구원)

### 2.2.2. 경기개발연구원 연구

경기개발연구원의 『경기도지역의 혼잡비용 산정에 관한 연구, (2000)』에는 차종별 교통수요와 시간대별 교통수요를 이용하여 시뮬레이션으로 가로망에 통행배정한 뒤 시간대별 구간별 차종별 교통량을 산출하여 차량운행비용과 시간가치비용을 구하였는데, 경기개발연구원은 분석시간대를 오전 첨두, 생활시간, 오후 첨두로 나누어 1일 통행시간을 이용하지 않고 시간대별로 혼잡비용을 산출하였다.



<그림 2-4> 혼잡비용 산정 방법 (경기개발연구원)

### Ⅲ. 교통혼잡비용 산정 요소

#### 3.1. 혼잡비용 산정 대상구간

서울시 교통혼잡비용의 산출 대상구간은 기본적으로 서울시계 내의 모든 도로를 대상으로 하여야 한다. 비록 서울시의 특수성으로 인해 수도권 거주자의 서울시 출퇴근으로 인한 혼잡이 서울시계 인접 도로에서 발생할 수도 있으며, 서울시로부터 수도권으로 진출하는 차량에 의해 서울시계 내외에서 혼잡비용이 발생할 수 있다. 그러나 이와 같은 혼잡을 모두 산출할 경우 혼잡비용을 과다하게 계산할 개연성이 높으며 현재 경기도에서 경기도 지역의 혼잡비용을 산출하고 있으므로 서울시의 혼잡비용은 서울시계 내에서 발생하는 혼잡비용으로 한정하는 것이 바람직하다.

현재 서울시내 도로는 2000년 12월 기준 7,888.76Km로 방법론상에서 볼 때 서울시 전체 도로에 대해 혼잡비용을 계산하는 것은 대단히 어려운 일이고 실제로 이면 도로를 포함한 모든 도로에서 혼잡비용이 발생하는 것이 아니며 발생하더라도 이는 미미할 수 있다. 본 절에서는 서울시의 도로현황을 파악하고 이를 바탕으로 혼잡비용산출을 위해 필요한 대상 구간을 설정하기로 한다.

##### 3.1.1. 서울시 도로 현황

도로의 구분기준은 법적(관리주체별) 구분, 기능별 구분, 폭원별 구분 등으로 다양하게 설정된다. 이 구분기준별 도로현황은 다음과 같다.

##### (1) 도로기능에 의한 분류

서울시 도로정비 기본계획에 의하면 서울시의 기능에 의한 도로는 이동성과 접근성에 따라 도시고속도로, 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로 및 국지도로로 구분되며 서울시계를 기준으로 할 때 도로기능별 도로연장은 <표 3-1>와 같다.

<표 3-1> 도로기능별 도로연장 (서울시계 기준, 2000. 12)

구분		노선수	연장 (km)	연장구성비	비고
도시고속도로	도시고속도로	10개 노선	174.80	2.22%	고속화도로 포함
	고속도로	5개 노선	29.00	0.37%	경인고속도로 중복
	계	14개 노선주)	203.80	2.59%	
주간선도로		26개 노선	421.21	5.34%	서울특별시도 고시
보조간선도로		123개 노선	549.64	6.97%	서울특별시도 고시
보조간선 이하 도로			6714.15	85.11%	
총계			7,888.76	100%	

자료 : 서울시 도로정비기본계획(2002)

서울시 도로를 기능별로 분류하여 살펴보면 중장거리 통행을 담당하는 도시고속도로는 고속도로(서울시계내의 연장기준)를 포함하여 2.59%이며 주간선도로의 비율을 포함했을 경우에도 7.93%에 불과하다.

## (2) 도로법에 의한 분류

도로법 11조에 의해 도로분류는 <표 3-2>에 표시한 바와 같다. 즉 도로법에 의한 분류는 도로의 구분을 도로관리 주체별로 나누고 있으므로 <표 3-1>에서와 같은 고속도로는 포함되지 않는다.

<표 3-2> 도로법에 의한 분류

도로법에 의한 분류	고속국도	
	일반국도	
	특별시도	자동차 전용도로
		주간선도로
		보조간선도로
	지방도	
	시도·군도	
	구도	

<표 3-3>는 서울시계내의 도로를 도로법에 의한 분류에 따라 집계한 결과로서, 그 연장은 7888.76km에 달하며 이중 자치구도 대상도로 6,769km로 85%를 차지하나 자치구도 인가현황은 54%에 불과하다. 또한 서울시에서 지정한 자동차 전용도로는 13개 노선(176.36km)이며, 이중 7

개 노선(양재대로 5.4km, 노들길 8.5km, 남부순환로 5.4km, 청계고가로, 제물포로, 과천 ~ 우면산 간 도로, 포이 ~ 내곡간 도로)은 현재 주간선도로로도 중복 고시되어 있는 실정이다.

<표 3-3> 도로관리 주체별 도로현황 및 자치구도 인가 현황(2002. 12)

도로의 종류	구분 연 장		면적(km <sup>2</sup> )	비고
	km	(%)		
계	7,888.76	100	78.7	
일반국도	168.88	2.1	6.2	특별시도와 중복됨 (중복구간 11.55km)
특별시도	1,120	14.2	35.3	특별시도를 제외한 도로를 자치구도로 하나,
자치구도	6,769	85.8	43.4	실제 자치구도 인가현황은 54%에 그치고
	자치구도 인가율 54.0%			있음.

자료 : 서울시 도로정비기본계획(2002)

### (3) 도시계획법에 의한 분류

도시계획법에서는 도로를 도시계획시설의 하나로 보고 있으며, 그 분류기준은 폭원으로 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 도시계획법에 의한 분류

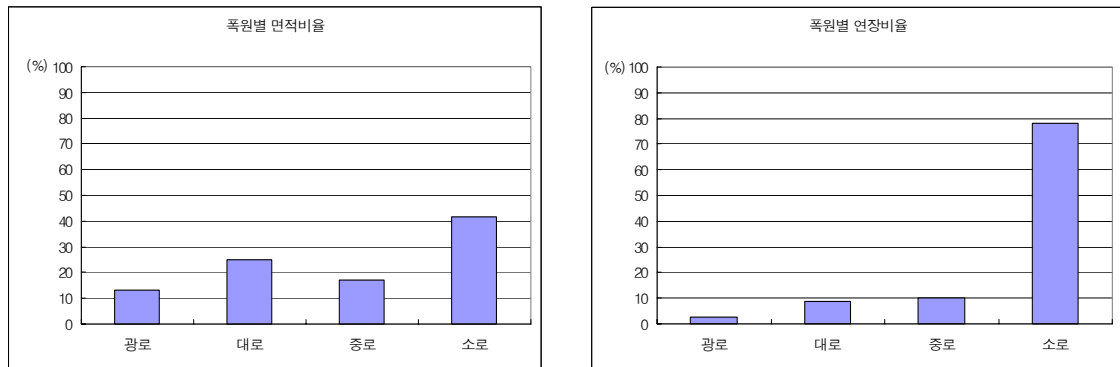
도로의 분류	광 로	대 로	중 로	소 로	광 장
폭 원	40m 이상	25m 이상	12m 이상	12m 미만	-

<표 3-4>의 기준에 의해 서울시 도로를 폭원별로 나누어 살펴보면 <표 3-5>와 같다. 연장 측면에서 보면 폭원이 협소한 소로의 비율이 78.26%로 높게 나타나는데, 전반적으로 볼 때, 폭원이 협소하고 그 기능이 지역서비스에 국한되는 중로 및 소로에 집중되어 있음을 알 수 있다. 폭원을 고려한 도로면적 측면에서 보면 25m 대로 이상이 38%를 웃도는 수치를 보인다.

<표 3-5> 도로 폭원별 도로연장 및 면적 (2000. 12)

구 분		총 계	광 로 (40m 이상)	대 로 (25m 이상)	중 로 (12m 이상)	소 로 (12m 미만)	광 장
연 장	(m)	7,888,764	234,540	675,009	805,532	6,173,683	79 개소
	(%)	100	2.97 %	8.56 %	10.21 %	78.26 %	-
면 적	(m <sup>2</sup> )	78,689,143	10,494,299	19,549,380	13,345,907	32,732,445	2,567,112
	(%)	100	13.34 %	24.84 %	16.96 %	41.60 %	3.26 %





<그림 3-1> 도로 폭원별 연장 및 면적 비율

### 3.1.2. 혼잡비용 대상구간

전술한 바와 같이 서울시 교통 혼잡비용은 서울시계내의 모든 도로를 대상으로 산정하는 것이 이상적이다. 그러나 현실적으로 모든 도로에 대해 혼잡비용을 산출하는 것은 어렵다고 볼 수 있다. 따라서 일정 수준 이상의 교통량을 유지하며 혼잡상태를 보이는 도로를 대상으로 해야 한다. 이 일정 수준이란 도로의 기능분류에 의해 보조간선도로 이상의 도로를 우선적으로 대상으로 하며 보조간선도로 이하인 경우에도 왕복 4차로 이상의 대로(폭원 25m 이상)에 대해서도 산정해야 한다. 보조간선도로 이상의 도로는 약 14.9%에 해당되며 대로 이상의 도로는 11.53%에 해당된다. 일반적으로 보조간선도로 이상의 도로는 대로 이상의 도로로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 보조간선도로 이상의 도로를 혼잡비용 대상구간으로 설정하기로 한다.

## 3.2. 혼잡시간대 선정

혼잡현상이 공간적으로 서울시 모든 도로에 발생하지 않는 것과 마찬가지로, 혼잡현상은 하루 종일 발생하는 것이 아니라 일부 시간대에 발생하게 되며 혼잡시간대는 도로의 기능이나 지역 등에 따라서도 다르게 나타난다. 따라서 혼잡비용은 앞 절에서 제시한 대상구간에 대해 도로별로 혼잡이 발생하는 시간을 선정하여 혼잡비용을 산정하면 된다.

### 3.2.1. 기존 연구의 혼잡시간대 선정

#### (1) 교통개발연구원

교통개발연구원은 1992년 『교통혼잡비용 예측 연구』에서 도로의 기능을 지역간 도로와 도

시내 도로로 구분하여 도로별로 혼잡 시간대를 각각 선정하였다.

지역간 도로의 경우, 혼잡한 10시간 동안의 교통량을 1일 교통량과 비교한 결과 혼잡한 10시간 동안의 교통량이 1일 교통량의 60%에 해당하므로 1일 교통량의 60%를 혼잡시간대의 교통량으로 가정하였다. 즉, 1일 교통량 중 혼잡한 10시간 동안의 교통량이 10시간을 기준으로 산출된 1일 교통용량하의 차량 운행속도로 운행한다고 가정하였다.

도시내 도로의 경우는 도시 내에서 첨두시와 비첨두시가 따로 없고 전생활시간대에 걸쳐 교통혼잡이 발생하는 것으로 보았다. 서울시 경찰국에서 '90년에 조사한 『교통백서 (서울시 경찰국, 1990)』의 서울시내 시간대별 교통집중률 자료를 근거로 생활시간대와 출·퇴근시의 교통량 집중률이 거의 차이를 보이지 않고, “첨두시간의 전일화” 현상이 나타나고 있다고 판단하였다.

혼잡시간대를 출근시간대인 07:30부터 퇴근시간대인 20:00까지 12시간 30분으로 설정하였으며, 오전 첨두시 07:30 ~ 09:00, 생활시간대 09:00 ~ 18:00, 오후 첨두시 18:00 ~ 20:00로 구분하여 총 12시간 30분을 혼잡시간대로 선정하였다. 이 시간대의 교통량은 전체교통량의 76.3%에 해당한다고 한다.

<표 3-6> 도시부 도로 혼잡시간대 및 집중률

구분	오전 첨두시 07:30 ~ 09:00	생활시간대 09:00 ~ 18:00	오후 첨두시 18:00 ~ 20:00	혼잡시간 집중률(%)
집중률(%)	10.2	53.1	13	76.3

자료 : 교통개발연구원(1992년), 『교통혼잡비용 예측 연구』

이후 『'98 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석(교통개발연구원, 1999)』과 김동호·안강기의 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구(1998)』에서도 <표 3-6>의 혼잡시간대를 그대로 적용하였다.

교통개발연구원의 방법에 의한 혼잡시간대는 지역간 도로의 경우 하루 중 10시간을 혼잡한 시간이라 가정하고 혼잡한 10시간 동안의 교통량이 10시간을 기준으로 산출된 1일 교통용량하에서 계산된 차량속도를 이용하여 혼잡비용을 산출하게 된다. 이는 혼잡시간대의 모든 교통량이 동일한 속도로 10시간 동안 운행하게 되는 다소 비현실적인 상황을 반영하는 것으로 시간대별로 변할 수 있는 차량 속도에 대한 고려가 부족하다고 할 수 있다.

또한 도시내 도로의 경우에는 혼잡시간대를 설정하였으나 자료부족으로 인해 혼잡시간대별로 혼잡비용을 산출하지 못하였으며, 도시별로 차종별 차량대수와 차량 1대당 운행하는 거리를 산출하고 이 거리를 평균차량속도로 운행하는 경우와 교통혼잡 기준속도로 운행하는 경우를 비교하여 교통혼잡으로 인한 차량속도와 운행시간의 차이를 산출하였다. 이는 자료부족으로 인해 도시내에

서 발생하는 교통혼잡을 구간별로 도로의 기능이나 교통현황에 따라 산출한 것이 아니고 평균값들만을 이용하여 산출하였기 때문에 산출된 값에 오류가 생길 개연성을 가진다.

## (2) 경기개발연구원

『경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구 (경기개발연구원, 2000)』에서는 도로의 혼잡이 시간대별로 많은 차이가 있는 것으로 판단하여 시간대를 오전 첨두시, 생활시간대, 오후 첨두시, 비생활시간대로 나누었으며 『경기도 교통종합기본계획 [통행특성조사], (경기도, 1998)』의 통행목적별 출발시간 분포를 기준으로 시간대를 나누었다.

통행목적별 출발시간 분포에서 오전 첨두시를 07:00 ~ 09:00로, 생활시간대를 09:00 ~ 17:00로, 오후 첨두시를 17:00 ~ 19:00로, 비생활시간대는 19:00 ~ 07:00로 설정하였는데 이중 오전 첨두시와 오후 첨두시 및 생활시간대에 혼잡이 발생할 것으로 예측하여 혼잡시간대를 12시간으로 설정하였으며, 기타 비생활시간대에 발생하는 혼잡은 극히 적을 것으로 판단하여 분석에서 제외하였다.

『경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구 (경기개발연구원, 2000)』에서는 KOTI의 연구와는 달리 구체적인 혼잡시간대의 범위를 명시하였으나 지역간 도로와 도시부 도로의 구분없이 동일한 혼잡시간대를 이용하고 있다. 이는 도로의 기능에 따라 발생할 수 있는 혼잡 시간대의 차이를 반영하지 못할 수도 있다.

### 3.2.2. 혼잡시간대 현황

본 연구에서는 서울시의 혼잡 현황을 살펴보기 위해 교통변수 중 통행속도와 교통량자료를 이용하였으며 이를 토대로 서울시의 혼잡시간대를 파악하였다.

#### (1) 통행속도 현황

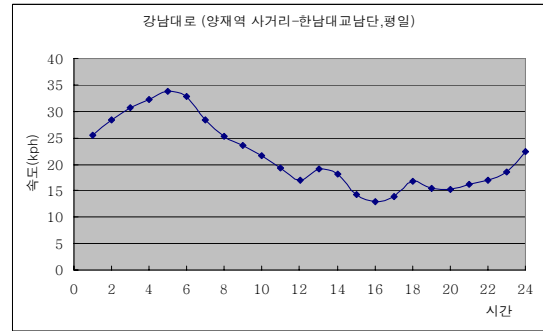
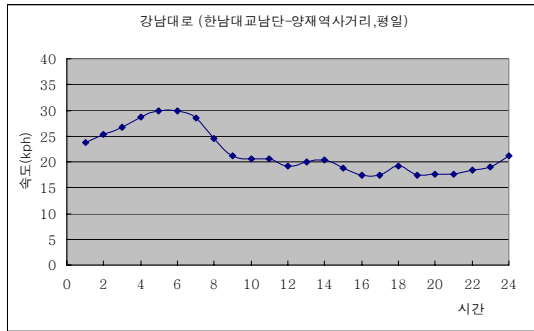
서울시 혼잡시간대 현황 파악을 위한 통행속도는 한 교통정보 제공 업체의 통행속도 자료를 이용하였다. <그림 3-2> 및 <표 3-7>, <표 3-8>는 제공된 자료에 해당되는 지역과 교차로다.



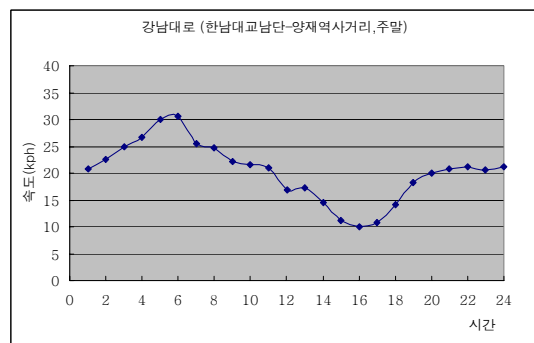
<표 3-8> 통행속도 자료 도로별 교차로명

도로	노드번호	노드	도로	노드번호	노드	도로	노드번호	노드
강 남 대 로	3	한남대교남단	영 동 대 로	11	청담사거리	테 헤 란 로	25	강남역사거리
	7	신사역사거리		17	청담공원앞		26	특어청앞
	13	논현동사거리		23	영동차관아파트		27	역삼역사거리
	19	제일생명사거리		30	포스코사거리		28	르네상스호텔앞
	25	강남역사거리		37	대치사거리		29	선릉역사거리
	32	서초우성아파트		44	대치은마아파트		30	포스코사거리
	39	뱅뱅사거리		51	대치역사거리		31	삼성역사거리
	46	양재역사거리						
논 현 로	1	동호대교남단	압 구 정 로	3	한남대교남단	역 삼 로	32	서초우성아파트
	4	압구정역		4	압구정역		33	역삼초등학교앞
	8	안세병원앞		5	성수대교남단		34	역삼세무서입구
	14	논현천주교회앞		6	갤러리아압구정		35	역삼개나리아파트
	20	삼성호텔앞		11	청담사거리		36	도성초등학교앞
	27	역삼역사거리		12	영동대교남단		37	대치사거리
	4	압구정역	도 산 대 로	7	신사역사거리	도 곡 동 길	38	휘문교교입구
	41	도곡사거리		8	안세병원앞		39	뱅뱅사거리
	47	양재전화국앞		9	도산공원사거리		40	은광여교입구
		10		학동사거리	41		도곡사거리	
		11		청담사거리	42		영동세브란스병원	
언 주 로	2	성수대교남쪽입구	12	영동대교남단	남 부 순 환 로	43	단국중교입구	
	5	성수대교남단		44		대치은마아파트		
	9	도산공원사거리	학 동 로	13	논현동사거리	45	탄천2교입구	
	15	서울세관앞		14	논현천주교회앞	46	양재역사거리	
	21	강남구청사거리		15	서울세관앞	47	양재전화국앞	
	28	청담공원앞		16	강남구청사거리	48	매봉역	
	35	경기고교입구		17	청담공원앞	49	현대체육관앞	
	42	영동세브란스병원		18	경기고교입구	50	숙명여교앞	
	49	현대체육관앞	봉 은 사 로	19	제일생명사거리	51	대치역사거리	
6	갤러리아압구정	20		삼성호텔앞	52	학여울역		
10	학동사거리	21		역삼경복아파트				
16	강남구청사거리	22		삼릉공원앞				
22	삼릉공원앞	23		영동차관아파트				
29	선릉역사거리	24		종합전시장앞				
선 릉 로	36	도성초등학교						
	43	단국중교입구						
	50	숙명여교앞						

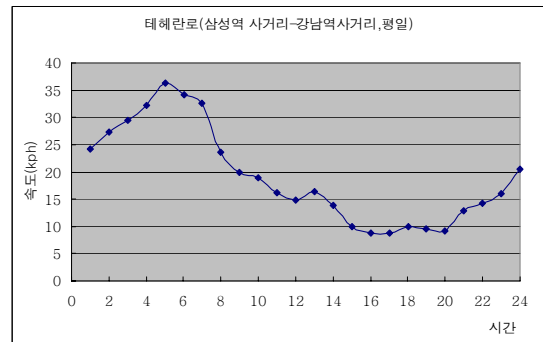
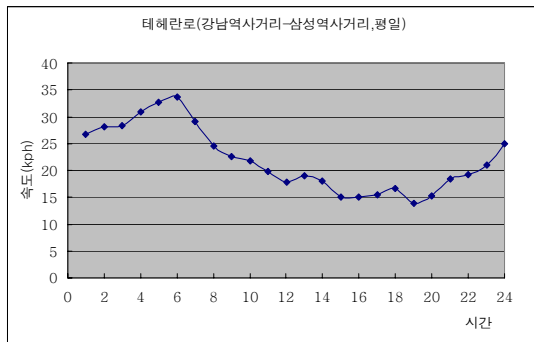
<그림 3-3> ~ <그림 3-6>는 서울 강남권의 남북 및 동서 축의 대표적인 강남대로와 테헤란로의 구간별 통행속도 현황이다. 평일의 경우는 5월의 두 개 주에 대한 평균값이며, 주말은 두 개 주 토요일의 평균값이다.



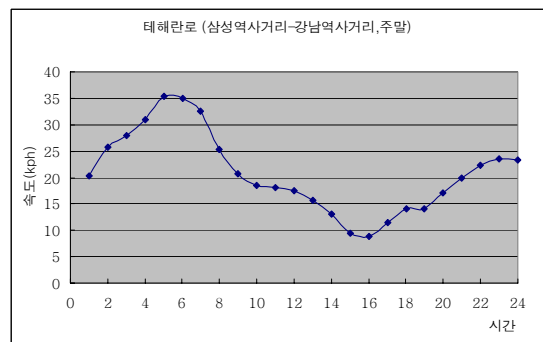
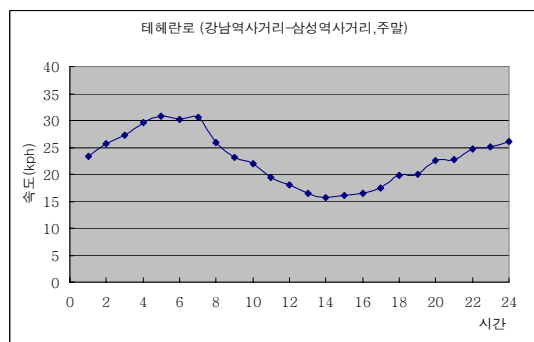
<그림 3-3> 2001년 5월 시간대별 축별 통행속도현황 (강남대로, 평일)



<그림 3-4> 2001년 5월 시간대별 축별 통행속도현황 (강남대로, 주말)



<그림 3-5> 2001년 5월 시간대별 축별 통행속도현황 (테헤란로, 평일)



<그림 3-6> 2001년 5월 시간대별 축별 통행속도현황 (테헤란로, 주말)

<표 3-9>는 강남대로와 테헤란로의 통행속도를 시간대별 방향별로 한 개의 표에 정리한 것으로 통행속도의 범위에 따라 표 셀의 음영이 달라지는데 짙어질수록 통행속도가 낮은 것을 표현하도록 하였다. 음영의 구분은 본 보고서의 앞에서 제시한 간선도로의 혼잡기준속도의 도로유형에 따른 세 가지 기준에 의한 것으로 시속 20km/h의 혼잡기준속도 하에서 강남대로(신사역-한남대교 남단 제외)는 구간별로 하루의 혼잡시간이 7~16시간, 25km/h의 기준에서는 12~21시간이며, 28km/h를 혼잡기준속도로 보았을 때 기존연구에서 제시한 혼잡시간대 보다 훨씬 많은 시간대가 혼잡함을 보여주고 있다. 즉, 새벽의 일부시간대를 제외하고는 하루종일 혼잡이 진행되고 있음을 알 수 있다.

테헤란로의 경우도 구간별로 비슷한 분포를 보임을 알 수 있다.

<표 3-9> 2001년 5월 강남구 시간대별 링크 통행속도 현황 (강남대로, 테헤란로 (km/h))

		st_node	ed_node	~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10	~11	~12	~13	~14	~15	~16	~17	~18	~19	~20	~21	~22	~23	~24	20kph이하 혼잡시간대	25kph이하 혼잡시간대	28kph이하 혼잡시간대		
평 일	강 남 대 로	nb	한남대교남단	신사역사거리	26	27	30	34	36	35	39	32	20	25	30	27	22	23	21	19	20	22	18	20	19	19	23	8	13	16		
			신사역사거리	논현동사거리	23	27	28	29	31	27	25	22	17	18	20	19	19	22	20	18	19	18	17	16	15	19	19	14	18	21		
			논현동사거리	제일상영사거리	24	25	25	26	27	26	24	24	22	20	22	21	22	21	20	20	20	19	19	18	19	20	10	20	23			
			제일상영사거리	강남역사거리	20	22	24	27	30	37	30	26	22	21	20	18	18	18	16	16	14	19	17	17	15	16	16	14	18	20		
			강남역사거리	서초우성아파트	25	27	29	30	31	27	26	22	24	21	21	21	22	23	22	20	20	21	18	19	19	20	22	6	17	20		
			서초우성아파트	행령사거리	20	20	22	22	26	26	22	24	18	16	15	17	18	18	12	13	15	14	14	16	16	18	18	17	21	23		
		sb	행령사거리	양재역사거리	30	31	33	35	34	35	35	25	22	22	19	17	22	19	18	18	17	19	20	21	24	22	21	8	16	16		
			양재역사거리	행령사거리	31	33	36	35	38	33	30	25	22	21	20	19	22	22	19	18	16	20	20	21	22	23	23	7	16	16		
			행령사거리	서초우성아파트	31	36	36	36	43	39	19	17	15	15	13	12	14	14	13	11	12	15	17	17	18	19	26	16	16	17		
			서초우성아파트	강남역사거리	21	24	26	28	28	28	28	19	17	16	14	11	15	15	11	9	9	13	11	11	13	15	15	16	18	23		
			강남역사거리	제일상영사거리	18	21	23	26	28	29	24	26	27	24	18	17	16	17	15	11	11	14	12	10	11	12	15	17	14	18	22	
			제일상영사거리	논현동사거리	33	35	35	34	35	33	37	35	34	31	25	20	26	22	17	15	20	18	17	13	15	16	19	28	10	12	13	
	테 헤 란 로	wb	논현동사거리	신사역사거리	21	24	26	28	29	27	23	22	20	17	18	16	17	14	9	10	12	15	14	16	16	15	18	15	19	22		
			신사역사거리	한남대교남단	39	45	51	54	54	55	53	47	48	39	39	41	42	36	36	34	32	36	35	40	34	35	32	0	0	0		
			강남역사거리	특허청앞	18	21	20	22	23	26	19	16	14	14	13	13	12	12	10	11	11	12	12	13	13	14	15	17	19	22	23	
			특허청앞	역삼역사거리	29	29	31	34	36	41	35	27	25	26	24	23	23	23	21	21	22	22	22	22	22	23	26	0	13	16		
			역삼역사거리	크레딧스호텔앞	26	26	25	28	29	32	29	25	24	24	21	20	22	20	20	20	18	18	18	19	19	21	24	10	18	20		
			크레딧스호텔앞	선릉역사거리	28	32	33	37	37	38	34	25	22	20	17	14	16	15	10	10	10	12	10	11	16	16	17	14	16	17		
		eb	선릉역사거리	포스코사거리	35	33	31	34	36	35	34	33	30	29	28	25	28	27	24	23	23	25	16	18	24	29	32	2	8	11		
			포스코사거리	삼성역사거리	25	27	31	31	35	28	25	23	22	20	17	15	16	15	12	13	14	14	10	13	16	18	20	14	18	20		
			삼성역사거리	포스코사거리	27	29	35	39	40	36	33	21	17	16	15	12	14	12	9	8	9	11	11	15	18	19	21	14	16	17		
			포스코사거리	선릉역사거리	33	36	39	40	45	45	41	26	19	17	13	14	18	14	11	12	11	15	19	21	24	22	23	11	15	16		
			선릉역사거리	크레딧스호텔앞	23	25	25	28	31	32	28	21	20	18	17	17	19	18	17	15	17	17	16	15	19	21	21	13	19	21		
			크레딧스호텔앞	역삼역사거리	23	26	27	29	33	34	33	25	23	22	22	21	21	14	11	11	14	12	9	17	19	20	22	9	17	19		
주 말	강 남 대 로	nb	역삼역사거리	특허청앞	27	29	33	37	45	43	44	29	28	25	22	18	19	12	6	5	5	5	4	7	10	13	22	12	14	16		
			특허청앞	강남역사거리	15	19	22	23	28	20	22	20	15	15	12	9	8	7	6	7	6	7	6	6	7	12	19	22	23			
			한남대교남단	신사역사거리	25	24	26	29	33	42	35	27	24	28	25	23	20	18	13	18	22	22	18	20	23	21	20	6	16	19		
			신사역사거리	논현동사거리	23	26	27	26	29	31	21	25	18	19	19	17	15	13	12	17	15	19	18	19	19	22	23	13	18	21		
			논현동사거리	제일상영사거리	20	23	26	26	29	27	20	24	23	19	21	18	19	16	19	14	13	23	23	22	24	21	22	9	19	22		
			제일상영사거리	강남역사거리	15	16	19	25	31	31	32	26	23	23	21	18	17	14	10	7	8	15	19	18	17	18	15	14	14	19	20	
		sb	강남역사거리	서초우성아파트	24	27	28	32	31	30	24	25	27	22	21	22	22	16	12	5	7	12	26	26	23	19	17	6	15	20		
			서초우성아파트	행령사거리	18	21	20	21	22	26	22	27	23	20	19	13	17	13	6	5	6	7	16	20	18	24	26	14	20	23		
			행령사거리	양재역사거리	26	29	34	31	38	33	30	23	22	21	21	12	14	10	7	7	6	8	15	23	31	28	24	8	14	16		
			양재역사거리	행령사거리	26	31	30	37	37	35	32	26	24	21	23	22	19	21	20	19	26	26	22	24	24	25	26	3	13	17		
			행령사거리	서초우성아파트	26	31	31	40	40	37	28	24	16	16	13	15	14	13	16	15	19	19	18	19	23	26	26	13	15	18		
			서초우성아파트	강남역사거리	20	23	21	26	27	31	24	42	17	18	15	12	9	11	8	21	16	13	18	19	17	16	16	14	14	19	21	
	테 헤 란 로	wb	강남역사거리	제일상영사거리	12	17	17	24	22	25	30	32	18	22	22	17	13	9	9	12	14	11	11	17	17	15	17	14	15	21	21	
			제일상영사거리	논현동사거리	28	31	35	34	34	36	33	36	29	29	25	19	17	13	13	18	16	17	22	26	29	27	30	7	9	12		
			논현동사거리	신사역사거리	18	22	24	25	28	31	31	25	17	18	18	15	10	9	9	12	12	15	17	21	19	19	14	20	21			
			신사역사거리	한남대교남단	33	42	47	53	51	59	56	55	38	44	39	38	31	27	28	23	23	36	34	35	42	45	40	0	2	4		
			강남역사거리	특허청앞	15	17	19	21	23	21	34	18	19	14	14	13	12	12	11	13	11	14	14	16	19	16	15	17	18	22	22	
			특허청앞	역삼역사거리	24	26	29	32	36	41	35	29	23	27	25	23	22	26	24	28	23	28	29	27	30	31	30	0	8	14	14	
	eb		역삼역사거리	크레딧스호텔앞	19	21	24	27	25	31	27	26	29	25	21	19	19	19	20	19	19	21	20	24	22	26	27	8	16	21		
			크레딧스호텔앞	선릉역사거리	24	29	33	37	35	33	38	25	20	18	18	17	14	11	13	12	17	18	17	21	19	23	22	12	17	17		
			선릉역사거리	포스코사거리	36	36	30	32	34	29	31	38	31	32	25	25	22	22	21	23	23	30	27	31	36	36	38	0	7	8		
			포스코사거리	삼성역사거리	24	26	28	29	32	28	22	21	20	19	15	13	13	13	11	12	14	15	17	17	18	21	23	22	13	18	21	
			삼성역사거리	포스코사거리	23	30	31	36	43	41	45	25	20	17	19	14	12	16	14	16	15	15	15	16	18	21	25	24	13	17	17	
			포스코사거리	선릉역사거리	28	35	36	39	42	40	38	31	21	17	16	18	21	20	21	19	22	22	26	26	25	27	27	5	11	16		
	sb		선릉역사거리	크레딧스호텔앞	23	25	25	28	31	32	28	21	20	18	17	17	19	18	17	15	17	17	16	15	19	21	21	13	19	21		
			크레딧스호텔앞	역삼역사거리	20	23	27	28	37	36	29	25	21	21	24	25	22	22	15	8	17	27	24									

혼잡시간대를 소구간이 아닌 도로별 전체 구간으로 보면(<표 3-10>), 시속 25km/h를 혼잡기준속도라 가정하였을 때 모든 도로가 방향에 관계없이 평일에 15시간 이상의 혼잡을 보여준다. 따라서 서울시 강남권의 도로는 일부 새벽시간을 제외하고 온종일 혼잡 상태임을 보여준다.

<표 3-10> 2001년 5월 강남구 시간대별 축별 통행속도현황 (km/h)

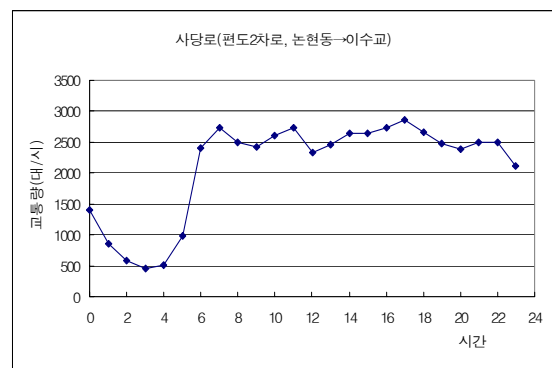
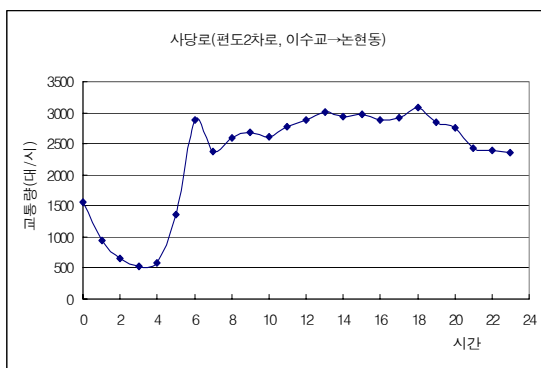
	st_node	ed_node	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	20대 이후 점심시간	23대 이후 점심시간	28대 이후 점심시간
평 일	강남대로	한남대교 남단 ~ 양재대교 남단	24	25	27	29	30	30	29	24	21	21	21	19	20	20	19	17	17	19	18	18	18	18	19	21	11	18	19
	대원로	양재대교 남단 ~ 한남대교 남단	25	28	31	32	34	33	28	25	24	22	19	17	19	18	14	13	14	17	15	15	16	17	19	22	12	17	19
	논현로	동원대교 남단 ~ 양재대교 남단	26	28	29	29	31	31	29	24	18	18	17	16	17	17	15	13	12	14	14	16	19	19	21	24	14	16	18
	안주로	양재대교 남단 ~ 동원대교 남단	27	29	30	31	32	30	29	25	21	20	18	17	18	17	13	13	13	15	13	13	16	16	18	23	13	16	17
	상봉로	상봉대교 남단 ~ 한남대교 남단	30	32	33	33	36	33	29	24	20	20	19	21	19	17	16	18	20	18	19	22	21	23	27	11	16	16	
	신동로	한남대교 남단 ~ 상봉대교 남단	31	32	34	36	38	38	34	27	22	22	21	21	24	22	19	18	19	19	14	14	19	21	23	26	7	15	16
	신동로	갈매대교 남단 ~ 숙원대교 남단	23	25	26	27	28	29	26	22	18	17	17	15	15	15	13	11	11	11	11	11	13	15	16	21	14	18	22
	신동로	숙원대교 남단 ~ 갈매대교 남단	22	24	25	26	28	28	25	21	17	16	15	15	16	16	13	12	12	13	12	13	15	16	17	21	14	20	23
	신성로	창동대교 남단 ~ 대치대교 남단	28	29	30	33	34	33	29	23	21	20	20	21	19	18	16	17	17	14	14	19	21	22	25	11	16	17	
	신성로	대치대교 남단 ~ 창동대교 남단	24	27	27	30	30	34	28	23	18	17	17	17	19	18	17	15	15	16	14	15	18	18	20	22	14	17	20
	영동대로	영동대교 남단 ~ 학원역	29	30	30	34	32	31	25	23	22	22	22	21	20	19	19	19	19	17	17	17	20	23	24	27	8	16	16
	대원로	학원역 ~ 영동대교 남단	29	32	33	36	37	37	30	21	17	18	17	18	23	22	21	20	18	17	14	15	19	22	24	27	10	16	16
	입구	한남대교 남단 ~ 영동대교 남단	21	24	25	26	28	32	25	24	23	19	17	15	14	15	14	13	12	13	12	11	11	13	16	16	13	20	22
	정로	영동대교 남단 ~ 한남대교 남단	24	26	28	29	30	30	26	20	16	16	15	13	14	14	11	10	10	10	10	12	14	15	14	17	15	17	20
	도산대로	신사대교 남단 ~ 영동대교 남단	24	24	26	26	28	28	28	25	23	21	20	19	18	19	17	17	16	16	13	12	14	18	18	21	12	18	23
	대원로	영동대교 남단 ~ 신사대교 남단	24	25	25	27	28	30	27	24	20	20	19	17	19	17	15	14	14	15	14	14	16	16	17	20	14	19	22
	학동로	논현대교 남단 ~ 경의대교 남단	26	28	28	30	31	30	27	23	24	21	19	19	20	18	17	16	15	16	14	13	17	19	20	23	12	16	20
	로	경의대교 남단 ~ 논현대교 남단	25	27	27	28	27	25	25	20	17	17	17	16	18	17	15	15	16	16	17	20	21	22	24	14	20	23	
	북로	제일대교 남단 ~ 중랑대교 남단	26	27	28	30	33	34	32	26	21	18	16	15	15	16	12	10	11	12	11	10	13	15	17	22	13	15	19
	서로	중랑대교 남단 ~ 제일대교 남단	25	25	26	27	29	30	28	24	20	18	15	14	17	17	13	11	11	11	11	12	14	16	18	22	14	18	21
	태릉로	강남대교 남단 ~ 신성대교 남단	27	28	28	31	33	34	29	25	23	22	20	18	19	18	15	15	15	17	14	15	18	19	21	25	12	16	19
	로	신성대교 남단 ~ 강릉대교 남단	24	27	30	32	36	34	33	24	20	19	16	15	16	14	10	9	9	10	10	9	13	14	16	20	14	17	18
	역삼로	사천대교 남단 ~ 휘문대교 남단	25	27	27	28	30	28	25	21	17	17	15	14	15	16	12	12	11	13	11	12	16	16	18	20	14	18	22
	로	휘문대교 남단 ~ 사천대교 남단	24	26	26	29	28	28	25	20	14	14	13	12	15	14	11	9	9	10	9	10	13	15	16	21	15	18	22
	도곡동길	행당대교 남단 ~ 탄천대교 남단	26	28	28	28	30	31	27	22	19	19	18	17	18	17	15	16	16	15	15	16	19	21	23	14	16	21	
	동길	탄천대교 남단 ~ 행당대교 남단	28	30	31	34	36	34	26	19	14	16	17	17	19	18	17	16	16	17	17	18	18	20	21	25	15	16	18
	남부순환	양재대교 남단 ~ 학원역	31	35	36	39	39	36	30	24	20	23	24	23	25	24	22	19	19	18	16	17	22	22	24	29	6	16	16
	순환	학원역 ~ 양재대교 남단	31	34	35	37	37	34	31	23	18	20	19	20	24	23	20	17	16	16	17	21	24	23	24	27	9	16	16
주 말	강남대로	한남대교 남단 ~ 양재대교 남단	21	23	25	27	30	31	26	25	22	21	21	17	14	11	10	11	14	18	20	21	21	21	21	8	17	18	
	대원로	양재대교 남단 ~ 한남대교 남단	21	25	26	31	31	34	32	32	21	22	21	17	14	12	12	15	16	16	17	21	22	21	22	22	14	17	19
	논현로	동원대교 남단 ~ 양재대교 남단	25	27	29	28	31	34	30	24	20	19	17	17	14	14	15	15	16	17	19	18	19	20	22	24	12	16	18
	안주로	양재대교 남단 ~ 동원대교 남단	24	27	29	30	34	32	31	26	23	20	18	17	14	11	11	11	14	15	15	16	20	21	24	25	6	14	17
	상봉로	상봉대교 남단 ~ 한남대교 남단	28	30	31	34	35	35	30	26	24	23	20	19	19	18	18	19	22	22	23	24	25	25	26	28	6	14	16
	신동로	한남대교 남단 ~ 상봉대교 남단	30	31	33	35	38	36	35	27	23	22	21	20	16	16	16	17	21	15	21	25	24	27	28	14	19	23	
	신동로	갈매대교 남단 ~ 숙원대교 남단	22	23	24	26	26	27	21	18	17	17	15	14	14	12	12	14	13	15	15	16	17	17	17	14	19	23	
	신동로	숙원대교 남단 ~ 갈매대교 남단	21	22	25	26	27	26	26	21	16	16	16	14	15	14	12	12	13	13	14	16	17	17	18	19	10	16	19
	신성로	창동대교 남단 ~ 대치대교 남단	26	28	29	33	35	32	27	24	21	20	20	17	18	16	16	16	19	19	21	20	21	23	23	27	11	16	19
	신성로	대치대교 남단 ~ 창동대교 남단	26	28	29	32	31	33	27	22	20	19	18	17	17	16	17	20	19	20	22	23	24	24	24	7	14	17	
	영동대로	영동대교 남단 ~ 학원역	27	30	31	32	32	34	32	26	24	21	20	19	18	17	19	19	19	21	22	24	25	26	29	0	0	1	
	대원로	학원역 ~ 영동대교 남단	61	68	76	65	78	80	59	42	29	35	33	28	31	30	31	29	37	35	30	42	48	49	59	54	15	19	22
	입구	한남대교 남단 ~ 영동대교 남단	20	24	25	26	29	28	27	22	19	16	13	10	10	10	10	9	9	8	7	7	8	11	16	17	14	18	22
	정로	영동대교 남단 ~ 한남대교 남단	21	25	26	28	27	29	27	22	16	16	15	14	12	12	12	11	10	11	11	14	14	14	14	16	12	19	21
	도산대로	신사대교 남단 ~ 영동대교 남단	22	25	25	26	27	29	29	25	22	21	20	19	18	17	15	15	14	13	13	16	17	20	20	21	11	17	20
	대원로	영동대교 남단 ~ 신사대교 남단	23	25	26	26	30	30	29	26	21	21	18	17	17	16	16	16	16	16	18	19	19	21	23	10	16	20	
	학동로	논현대교 남단 ~ 경의대교 남단	26	28	28	32	29	28	33	23	21	19	19	19	16	14	13	15	14	14	19	19	22	21	23	23	12	17	18
	로	경의대교 남단 ~ 논현대교 남단	25	29	27	29	30	33	31	23	22	20	17	14	15	14	13	12	14	17	17	20	19	21	23	23	14	17	20
	북로	제일대교 남단 ~ 중랑대교 남단	24	25	28	27	32	35	32	27	19	14	12	12	11	11	10	9	11	12	14	16	17	20	20	22	14	19	23
	서로	중랑대교 남단 ~ 제일대교 남단	22	23	26	22	27	28	26	24	18	17	15	12	13	13	9	9	12	13	13	20	20	19	24	20	9	16	19
	태릉로	강남대교 남단 ~ 신성대교 남단	23	26	27	30	31	30	31	26	23	22	19	18	16	16	16	17	17	20	20	23	23	25	25	26	13	17	19
	로	신성대교 남단 ~ 강릉대교 남단	20	26	28	31	35	35	32	25	21	19	18	17	16	13	9	9	11	14	14	17	20	22	23	14	17	22	
	역삼로	사천대교 남단 ~ 휘문대교 남단	23	27	28	28	27	30	27	22	17	17	14	14	13	10	11	12	14	15	16	18	17	20	20	22	14	18	21
	로	휘문대교 남단 ~ 사천대교 남단	24	25	26	26	29	30	26	21	16	15	14	13	14	13	11	13	15	17	18	19	20	18	21	23	13	16	19
	도곡동길	행당대교 남단 ~ 탄천대교 남단	27	28	28	30	32	35	29	22	20	20	18	19	17	14	13	1											



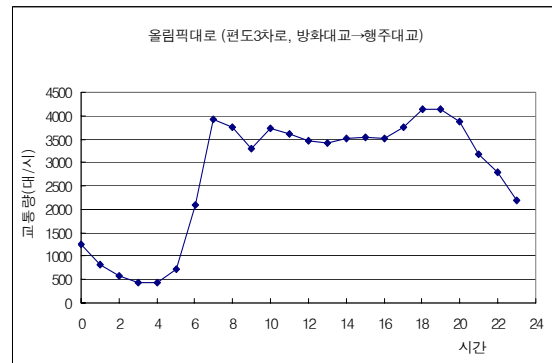
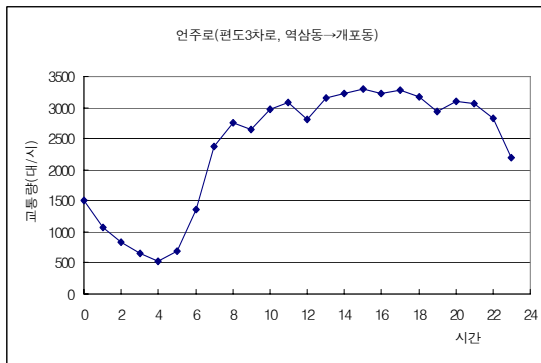
## (2) 교통량 현황

서울지방 경찰청에서는 매년 도심/시경계/한강 교량/주요간선도로에 대해 1회 24시간 1주일 단위로 교통량 조사를 실시하고 있다.

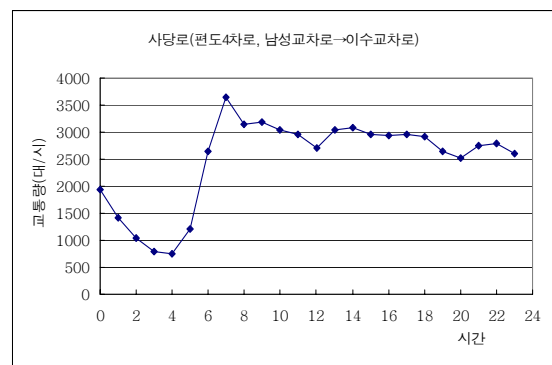
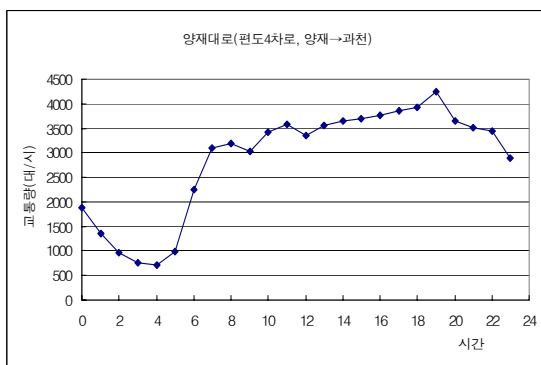
<그림 3-7> ~ <그림 3-9>는 편도 2차로, 3차로, 4차로의 도로에 대한 교통량 현황의 예로, 일반적으로 오전 7시경에 첨두에 가까운 값으로 교통량이 상승하여 상승된 상태를 21~23시까지 계속 유지하고 있는 것을 보인다. <그림 3-7> ~ <그림 3-9>는 통행속도 현황에서 보여준 서울시의 혼잡형태를 그대로 재현하고 있다.



<그림 3-7> 편도 2차로의 시간대별 교통량



<그림 3-8> 편도 3차로의 시간대별 교통량



<그림 3-9> 편도 4차로의 시간대별 교통량

### 3.2.3. 혼잡시간대

서울시 통행속도 및 교통량 현황 예에서 보듯이 서울시 내의 교통혼잡은 오전 철두시 이후로 21~23시 이후까지 지속되는 것을 알 수 있다. 따라서 혼잡시간대는 14~16시간 이상임을 알 수 있다. 혼잡시간대를 설정하여 혼잡비용을 계산한다면 시작 시각을 07시, 종료 시각은 도로에 따라 21~23시로 설정하는 것이 바람직하다.

혼잡시간대를 설정할 경우 설정된 시간대가 도로 구간별로 변화되는 것을 반영하기 어려운 점을 고려할 때 통행속도 및 교통량 자료가 확보된 경우, 혼잡시간대 설정을 회피하고 조사된 통행속도를 기준으로 한 혼잡한 시간대의 혼잡비용을 계산하는 방법이 가장 바람직할 것이다.

## 3.3. 혼잡기준속도

혼잡기준 속도는 혼잡비용산출에 핵심이 되는 내용으로 기준속도설정에 신중을 기해야 하는데 이는 혼잡기준속도의 변화에 따라 혼잡비용의 산출결과가 달라질 수 있기 때문이다. 본 절에서는 기존 연구의 혼잡기준속도 선정원칙을 검토하고 이를 바탕으로 혼잡기준속도를 도로별로 제시하기로 한다.

### 3.3.1. 기존 연구의 혼잡기준속도 선정

#### (1) 『교통혼잡비용 예측 연구』(1992) 교통개발연구원

『교통혼잡비용 예측 연구, 교통개발연구원, (1992)』에서는 교통혼잡의 기준속도는 정상적인 상태 하에서의 차량속도를 의미하며 정상적인 상태하에서의 차량속도는 도로의 적절한 교통용량 수준과 교통량에 의해서 결정된다고 하였다. 이를 위해 교통용량과 서비스수준을 고려하였는데 서비스 수준중에서 도로 설계시 적용되는 기준인 설계서비스 수준을 이용하였다. 설계서비스 수준이란 분석대상 도로의 교통혼잡상태를 어느 수준까지 허용할 것인가에 대한 것으로 <표 3-11>과 같이 도시내 도로의 경우에는 설계서비스 수준이 D로, 지역간도로의 경우 고속도로는 서비스 수준 C, 일반도로는 D로 설정한다.

<표 3-11> 도로별 설계 서비스수준

구 분	지방 지역	도시 지역
고속도로	C	D
일반도로	D	D

이와 같이 설계서비스 수준을 고려하여, 고속도로의 경우 이상적인 4차선 고속도로 기본구간의 설계속도가 100km/h이고, 서비스 수준이 C일 때의 차량속도는 82km/h이나 엇갈림 구간과 연결로 접속부 구간에서의 속도 감소현상이 발생함을 고려하여 혼잡기준속도를 80km/h로 설정하였고, 이상적인 2차선 고속도로의 서비스 수준 C의 차량속도는 80km/h이나 최고 제한속도가 80km/h이며, 산지부가 많은 고속도로를 감안하여 4차선 고속도로의 교통혼잡 기준속도보다 낮은 70km/h로 정하였다.

그외 국도 및 지방도 도로는 2차선 도로이며 여러 가지 교통조건에 의한 영향을 고려하여 2차선 고속도로의 혼잡기준 속도보다 낮은 60km/h로 정하였다.

도시고속화 도로는 고속도로와 유사한 특성을 가지고 있고, 2차선 고속도로와 같은 제한 속도를 가진다. 하지만 도시지역이므로 서비스 수준은 C가 아닌 D로 적용하여 60km/h로 설정하였다.

도시내 도로의 경우는 도심지 도로와 도시내 외곽도로로 구분하였다. 도심지 도로의 혼잡 기준속도는 25km/h로 도시내 외곽도로의 교통혼잡 기준속도는 27km/h로 설정하는 것이 바람직하다고 했지만, 결국 관련자료의 한계로 인하여 도로별로 구분하지 않고 외곽도로의 혼잡기준속도인 27km/h를 적용하였다.

<표 3-12>는 교통개발연구원이 제시한 혼잡 기준속도이다.

<표 3-12> 교통개발연구원의 혼잡 기준속도 제시

구분		혼잡기준속도
지역간도로	4차선 고속도로	80km/h
	2차선 이상고속도로	70km/h
	국도 및 지방도	60km/h
도시부도로	도시고속화 도로	60km/h
	도시내 도로	27km/h

김동효, 안강기, 정광복(1998)은 『98 전국 교통혼잡 비용 산출과 추이분석, 교통개발연구원』에서 위의 기준을 이용하였고 김상태, 이기훈(2002) 『도로 혼잡비용 추정 이론과 사례, 대한교통학회』에서도 위의 혼잡기준속도를 이용하였다.

## (2) 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구』(1998), 교통개발연구원

김동효, 안강기(1998)는 『교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구, 교통개발연구원』에서 기

존방법의 가장 큰 문제점을 혼잡비용 산출자의 주관에 의해 결정되는 혼잡기준속도 선정이라고 보았다. 또한 기존의 방법은 교통수요와 공급에 의한 균형속도가 아니므로 객관적 타당성이 결여된다고 보았다.

이 연구에서 교통수요와 공급에 의한 균형속도를 구하는 방법은 혼잡이 발생하지 않는 균형 교통량일 때의 통행속도를 가중평균하여 균형속도를 계산하는 것이다.

이 연구에서는 교통수요와 공급에 의한 균형속도를 도로 구간별로 계산하여 경부고속도로로 판교~청원 구간과 수원시 내부 간선도로를 대상으로 기존의 방식과 새로운 방식에 따라 혼잡비용을 산출하여 비교·분석을 실시하였다.

### (3) 『경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구, 경기개발연구원, 2000』

『경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구, 경기개발연구원, 2000』에서는 『도로용량 편람, 건설부, 1992』를 기준으로 도시부와 지역간의 도로를 나누어 혼잡기준속도를 선정하였다(<표 3-13>).

<표 3-13> 경기개발연구원의 혼잡기준 속도

구분		혼잡기준속도 (단위 : km/h)			
지역간 도로	고속도로 <sup>1)</sup>	-	-	82 (100)	90 (120)
	국도 <sup>2)</sup>	55 (70)	60 (80)	65 (90)	70 (100)
	지방도, 시군도 <sup>3)</sup>	20 (65)	23 (72)	25 (77)	27 (82)
도시부 도로	고속화도로 <sup>2)</sup>	55 (70)	60 (80)	65 (90)	70 (100)
	국도, 지방도, 시군도 <sup>3)</sup>	20 (65)	23 (72)	25 (77)	27 (82)

주 : ( )의 숫자는 1) 설계속도, 2) 평균최대통행속도, 3)자유속도

이 연구에서도 교통개발연구원(1992)에서 선택한 <표 3-11>의 설계서비스 수준을 이용하여 지역간 도로의 혼잡기준 속도는 고속도로를 일반 고속도로의 서비스 수준 C, 국도를 다차선도로의 서비스 수준 D, 지방도로와 시군도를 도시 및 교외 간선도로의 서비스 수준 D일 때의 속도를 적용하여 선정하였다. 도시부 도로의 혼잡기준 속도는 고속화도로를 다차선 도로의 서비스 수준 D, 국도 및 지방도·시군도를 도시 및 교외 간선도로의 서비스 수준 C일 때의 속도로 선정하여 분석하였다.

도로의 설계시의 서비스 수준을 기준으로 혼잡기준속도를 산정시 과거의 도로용량 편람을 준용하고 있으므로 새로운 기준에 의한 도로용량편람으로 개정할 필요가 있다.

### 3.3.2. 혼잡기준속도 제시

본 연구에서는 기존 연구와 마찬가지로 혼잡기준속도를 혼잡대상 구간의 설계서비스 수준에 해당하는 속도로 제시하기로 하며 서비스수준 속도는『도로용량편람, 건설교통부, 2001』을 기준으로 하여 설정하기로 한다.

설계 서비스 수준은 대상 도로에 어느 수준의 서비스까지를 제공해 줄 것인가에 대한 문제이다. 허용 수준은 해당도로의 기능과 특성, 입지, 교통특성 등을 고려하여 결정한다. 도시지역에 도로가 위치할 경우 운전자들은 혼잡한 상태의 도로환경에 익숙해져 있음과 도로 부지의 확보 문제 등의 상황을 고려하여 설계시 서비스수준을 낮게 잡을 수 있다. 반대로 지방지역에 위치하는 경우에는 장거리 통행자가 많고, 부지확보에 관한 문제가 도시지역에 비하여 쉽다는 점 등을 고려하여 지방지역의 도로는 도시지역의 도로 보다 높은 서비스 수준으로 설계가 가능하다. 일반적으로 설계서비스 수준은 <표 3-11>과 같이 지방지역과 도시지역으로 구분하여 C 또는 D로 설정하고 있다. 그런데 서울시의 혼잡비용은 서울시계 내의 도로를 대상으로 하며 서울시계 내의 도로들은 극히 일부를 제외하고는 도시내 도로로서의 역할을 수행하게 된다. 따라서 서울시 혼잡비용의 산정을 위한 혼잡기준속도는 서비스 수준 D를 기준으로 하여 산정하기로 한다.

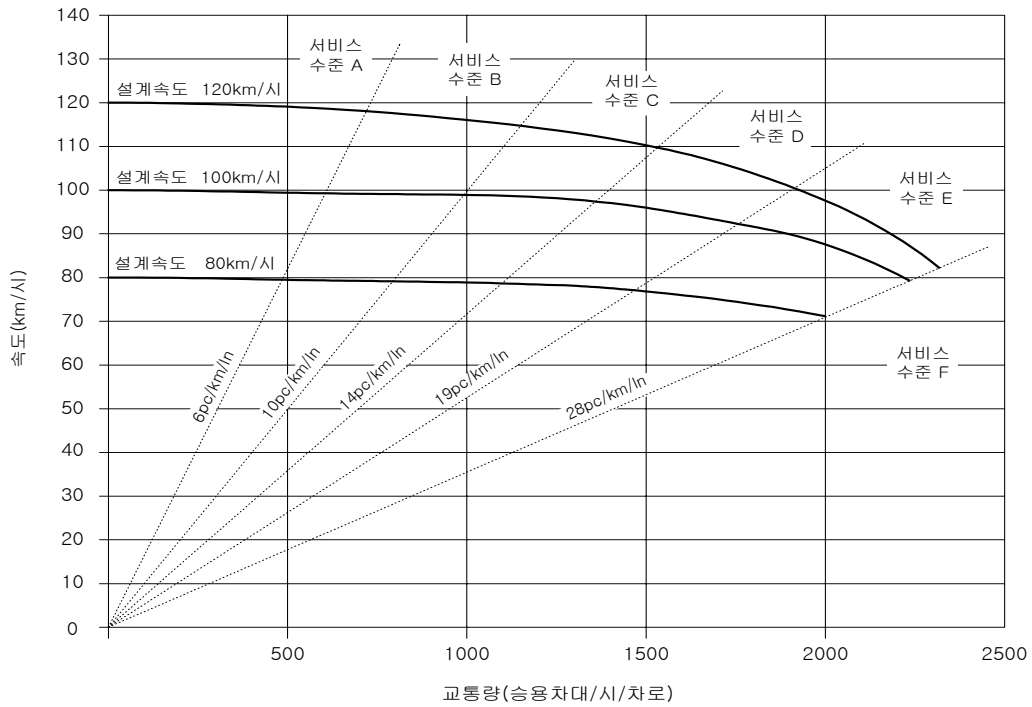
#### (1) 고속도로

고속도로는 고속도로 기본구간, 엇갈림 구간, 연결로 접속부 등의 세 요소로 구성되어 있으며, 상류 및 하류 부분 구간의 운영에 영향을 주는 여러 요소들로 구성된 복합 시설이다. 도로용량편람 개선 연구 - 1단계(대한교통학회, 교통개발연구원, 건설기술연구원(1999))에서 각 요소별로 정의하고 있는 서비스 수준은 <표 3-14>와 같으며, 교통량 및 속도에 따른 서비스 수준은 <그림 3-10>과 같다.

<표 3-14> 고속도로 기본 구간의 서비스수준

서비스 수준	밀도 (pcpkmpl)	설계 속도 120 kph			설계 속도 100 kph			설계 속도 80 kph		
		교통량 (pcphpl)	$v/c$ 비	속도 (kph)	교통량 (pcphpl)	$v/c$ 비	속도 (kph)	교통량 (pcphpl)	$v/c$ 비	속도 (kph)
A	≤6	≤700	≤0.3	≥118	≤600	≤0.27	≥99	≤500	≤0.25	≥79
B	≤10	≤1,150	≤0.5	≥115	≤1,000	≤0.45	≥98	≤800	≤0.40	≥78
C	≤14	≤1,500	≤0.65	≥110	≤1,350	≤0.61	≥96	≤1,150	≤0.58	≥76
D	≤19	≤1,900	≤0.83	≥102	≤1,750	≤0.8	≥92	≤1,500	≤0.75	≥75
E	≤28	≤2,300	≤1.00	≥85	≤2,200	≤1.00	≥80	≤2,000	≤1.00	≥70
F	>28	-	-	<85	-	-	<80	-	-	<70

주 : 이 표의 교통량 관련 기준은 각 설계속도 수준에서 이상적인 도로 및 교통 조건에서 정해진 것임.



<그림 3-10> 고속도로 기본 구간의 속도 - 교통량 곡선과 서비스 수준

<표 3-14>에 의하면 서비스 수준이 D인 경우 설계속도가 주행속도 120km/h인 경우 102km/h, 설계속도가 100km/h인 경우 92km/h가 된다. 이는 고속도로 대부분의 제한 속도가 100km/h인 경우를 감안할 때 다소 높은 값이 된다. 또한 1992년의 도로용량편람과 비교해 볼 때, 이는 전보다 10km/h의 상향된 값을 보인다. 그러므로, 고속도로 기본구간의 서비스수준에 대한 속도값을 그대로 혼잡기준속도로 적용할 시 혼잡비용의 과추정 문제가 있는 것으로 판단된다. 엇갈림 구간 및 연결로 접속부에서는 합류/분류 차량의 집중으로 본선의 교통 흐름에 영향을 미치기 때문에 고속도로 기본구간에서의 서비스수준만을 적용하지 않고, 고속도로의 구성요소에 의한 기본 구간의 영향을 고려할 필요가 있다.

이를 위해 우선, 엇갈림 구간 및 연결로 접속부 구간에서의 속도와 이러한 구간이 고속도로 기본구간에 영향을 미치는 영향의 범위를 정의할 필요가 있다.

도로용량편람에서 제시한 엇갈림 구간의 서비스 수준은 <표 3-15>와 같다.

<표 3-15> 엇갈림 구간의 서비스수준

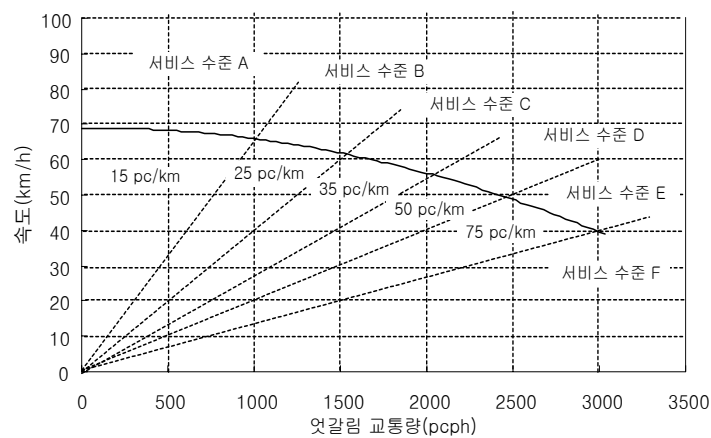
서비스수준	밀도(D, pc/km/pl)	
	연결로 엇갈림 구간	측도 엇갈림 구간
A	≤ 6	≤ 8
B	≤12	≤13
C	≤17	≤18
D	≤22	≤25
E	≤27	≤38
F	>27	>38

자료 : 도로용량편람 (건설교통부, 2000)

<표 3-15>에서 보이는 바와 같이 엇갈림 구간에서는 속도가 아닌 밀도를 효과 척도로 사용하고 있다. 그러나, 위의 서비스 수준 외에 도로용량 편람에서는 측도 엇갈림 구간의 현장설계 및 운행 여건을 고려하여 다음과 같이 서비스 수준별 밀도와 교통량, V/C, 속도 등의 총괄적인 기준을 별도로 다시 제시한 바 있다.

<표 3-16> 측도 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 기준

서비스 수준	밀도 (pc/km/pl)	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



<그림 3-11> 측도 엇갈림 구간의 서비스수준

측도 엇갈림 구간에 대한 서비스 수준별 속도는 <표 3-16>을 통하여 알 수 있으나, 우리나라에서 주로 사용하고있는 연결로 엇갈림 구간에서의 서비스 수준별 속도는 나타나있지 않으므로 측도 엇갈림 구간과 유사하게 연결로 엇갈림 구간의 서비스 수준별 속도를 다음의 식을 이용하여 재산출하였다.

$$D = \frac{V/N}{S}$$

여기서,

$S$  = 엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 평균 속도(kph)

$V$  = 엇갈림 구간의 총 교통량(pcp)

$D$  = 엇갈림 구간의 평균 밀도(pcpkmp)

$N$  = 엇갈림 구간의 총 차로 수

식에서 밀도( $D$ )는 엇갈림 차선당 교통량을 엇갈림 구간의 평균속도로 나누면 구할 수 있다.

<표 3-17> 엇갈림 구간의 서비스 수준별 속도 계산값

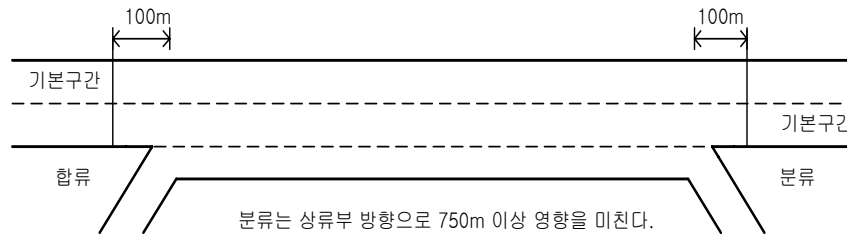
서비스 수준	교통량 (pcph)	연결로 엇갈림 구간		측도 엇갈림 구간	
		밀도 (pcpkmp)	속도 (kph)	밀도 (pcpkmp)	속도 (kph)
A	≤ 1,000	≤ 6	≥ 83.33	≤ 8	≥ 62.50
B	≤ 1,500	≤ 12	≥ 62.50	≤ 13	≥ 57.69
C	≤ 2,000	≤ 17	≥ 58.82	≤ 18	≥ 55.56
D	≤ 2,500	≤ 22	≥ 56.82	≤ 25	≥ 50.00
E	≤ 3,000	≤ 27	≥ 55.56	≤ 38	≥ 39.47
F	< 3,000	> 27	< 55.56	> 38	< 39.47

본 연구에서는 우리나라에서 주로 사용하고 있는 연결로 엇갈림 구간에 의한 고속도로 기본 구간의 영향을 고려하도록 하며, 서비스 수준 D에서 연결로 엇갈림 구간의 속도는 56.82 km/h를 적용한다.

고속도로의 기본 구간 중에서 엇갈림 구간에 의해서 영향을 받는 구간은 전체 구간이 아닌 일부 구간에 한하게 된다. 그러므로, 엇갈림 구간의 영향을 고려하기 위해선 엇갈림 구간이 기본 구간에 영향을 미치는 영향권을 설정할 필요가 있다.

본 연구에서는 엇갈림이 시작되는 진입 연결로의 100m 상류 지점부터 엇갈림이 끝나는 진출 연결로의 100m 하류 지점까지 영향을 미치며, 또한 분류시 상류부 방향으로 750m이상 영향을 미치므로 엇갈림 구간의 영향권 범위를 약 1km로 정의하도록 한다.





자료 : 도로용량편람 (건교부, 2001)

<그림 3-12> 고속도로 구성 요소의 영향권

엇갈림 구간의 영향권 내(1km)에서는 엇갈림의 영향을 받는 차로와 그렇지 않은 차로가 동시에 존재하게 된다. 엇갈림 구간의 영향을 받는 차로를 이용하는 차량의 속도는 56.82 km/h를 적용하며, 엇갈림 구간의 영향을 받지 않는 차로는 서비스 수준 D에 해당하는 속도를 이용하여 엇갈림 영향권내의 평균속도를 구할 수 있다.

<표 3-18>은 기본구간을 4차로로 가정했을 때, 엇갈림구간의 영향권 1km 내에서 엇갈림구간의 영향을 받는 차로와 영향을 받지 않는 차로를 동시에 고려하여 서비스수준 D에서의 설계속도별 통행속도를 가중평균을 통하여 계산한 것이다.

<표 3-18> 엇갈림 구간의 영향권 내에서의 속도

구분	설계속도		
	120 kph	100 kph	80 kph
영향권 내의 속도	72.98 kph	70.25 kph	64.66 kph

주 : 엇갈림 영향 차로와 비영향 차로의 차량 이용 비율이 동일하다고 가정

고속도로의 혼잡기준 속도를 산정하기 위하여 고속도로 구간에서의 주행속도는 도로용량 편람에서 제시한 서비스 수준 D에서의 설계속도별 속도를, 엇갈림 구간에서의 속도는 <표 3-18>에서 제시한 값을 이용한다. 다음의 <표 3-19>는 엇갈림 구간내의 서비스 수준 D에서 통행속도를 경부·경인 고속도로 서울시제내 구간의 IC사이의 거리를 적용하여 계산된 평균통행 속도이다.

<표 3-19> 엇갈림 구간 고려시 서비스 수준 D에서의 평균통행 속도

고속도로	구간	거리 (km)	설계속도 (kph)		
			120	100	80
경부선	한남대교 - 반포	2.7	88.91	82.54	70.12
	반포 - 서초	2.3	86.97	81.09	70.12
	서초 - 양재	2.6	88.47	82.21	70.65
	양재 - 판교 JC	7.9	97.11	88.53	73.51
	판교 JC - 판교	1.2	76.62	73.13	66.18
	산술 평균		87.62	81.50	70.25
	평균 구간 거리	3.34	91.15	84.20	71.57
경인선	신월 - 부천	4.9	94.35	86.53	72.63
	부천 - 서운 JC	2.2	86.39	80.65	69.92
	서운 JC - 부평	2.6	88.47	82.21	70.65
	산술 평균		89.74	83.13	71.07
	평균 구간 거리	3.23	90.83	83.96	71.46

주 : I·C 사이에 엇갈림 구간이 1개 존재한다고 가정

I·C에서 I·C까지를 단일 구간이라 할 때, 구간 길이가 길수록 통행속도는 높아진다. 이는 기본 구간의 거리가 길수록 엇갈림 구간의 영향권에 의한 속도의 영향이 상대적으로 작아지기 때문이며 거리가 짧을수록 엇갈림에 의한 영향에 의해 속도가 감소하게 된다.

<표 3-19>에서 서비스 수준 D일 때, 설계속도 120km/h에서 구간별 평균 속도의 범위는 76.62 ~ 97.11km/h의 범위를 가진다. 76.62km/h는 1.2km라는 짧은 구간에서 나타난 값으로 엇갈림 구간에 의한 영향이 크게 작용한 것이고, 97.11km/h는 구간 거리가 7.9km라는 긴 거리에서 산정된 값으로 다소 높은 값을 보인다. 경부 및 경인고속도로의 경우 서울시계내에서 일반적으로 2.2 ~ 2.7km의 구간거리를 보이므로, 이에 해당되는 평균적 속도인 88km/h를, 설계속도 120km/h에서의 혼잡기준속도로 선정하는 것이 바람직하다.

설계속도 100 km/h에서 구간별 평균 속도의 범위는 73.13 ~ 88.53 km/h의 범위를 가진다. 속도 76.13km/h는 1.2 km라는 짧은 구간에서 나타난 값으로 엇갈림 구간에 의한 영향이 크게 작용한 것이고, 88.53 km/h는 구간 거리가 7.9km라는 긴 거리에서 산정된 값이다. 그러므로, 설계속도 100 km/h일 때도 마찬가지로 경부 및 경인고속도로 서울시계내에서의 구간거리 범위인 2.2 ~ 2.7km에 해당되는 평균적 주행속도인 82km/h를, 설계속도 100km/h에서의 기준속도로 선정하기로 한다.

마지막으로, 설계속도 80km/h일 때의 경우도 설계속도 120km/h, 100 km/h일 때와 마찬가지로 평균적인 구간거리에서의 평균적 통행속도인 70 km/h를 적용하기로 한다.

<표 3-20> 고속도로의 혼잡 기준속도

구분	설계속도		
	120 kph	100 kph	80 kph
기준 속도	88 kph	82 kph	70 kph

## (2) 도시고속도로

최근에 실시 또는 실시중에 있는 서울시 도시고속도로 ITS 사업에서는 일부 도시고속도로에 대해 통행속도를 기준으로 혼잡도를 정의하고 있다. <표 3-21>는 각 도시고속도로 교통관리 시스템에 의한 혼잡도 기준이다.

<표 3-21> 도시고속도로 교통관리 시스템에 의한 혼잡도 기준

구 분	혼잡도	소통원활		지체서행	정체
강변 북로	혼잡 심각도	원활	하	중	상
	고속도로 본선	≥ 60 kph	60 ~ 40 kph	40 ~ 20 kph	< 20 kph
	램프	≥ 30 kph	30 ~ 20 kph	20 ~ 10 kph	< 10 kph
	우회도로	≥ 30 kph	30 ~ 20 kph	20 ~ 10 kph	< 10 kph
내부 순환로	고속도로 본선	> 40 kph		20 ~ 40 kph	< 20 kph
	램프	> 30 kph		30 ~ 15 kph	< 15 kph
	주변 가로	> 20 kph		20 ~ 10 kph	< 10 kph
올림픽 도로	고속도로 본선	> 50 kph		50 ~ 30 kph	< 30 kph

도시고속도로에서 정의하고 있는 소통원활의 기준은 본선기준으로 내부순환도로의 경우는 40km/h, 강변북로의 경우는 60km/h로 정의된다. 혼잡을 느끼게 되는 지체서행은 통행속도가 40km/h이하인 경우이다. 이는 앞서 고속도로를 기준으로 한 <표 3-14>에 의한 서비스 수준 D의 값과는 큰 차이를 보인다. <표 3-14>의 고속도로를 기준으로 한 값들은 효과적도인 밀도를 기준으로 하여 밀도-속도 관계에 의해 속도를 역산한 것으로 높은 속도값을 보이게 되며 또한 이상적인 조건을 기준으로 산정된 값이므로 실제 운전자가 느끼는 혼잡정도보다는 높은 값을 보일 수도 있다. 따라서 이를 도시고속도로의 조건에 적합하도록 조절할 필요가 있다. 현재 도시고속도로의 제한속도가 80km/h ~ 90km/h 임을 볼 때 도시고속도로의 혼잡기준속도를 고속도로를 기준으

로 <표 3-14>의 용량편람에 의해 설계속도 80km/h일 때의 75km/h로 설정하는 것은 과도하게 높은 것으로 판단되며, 도시고속도로 교통관리 시스템의 기준인 <표 3-21>에 의해 40km/h를 혼잡기준속도로 하는 것도 무리가 있어 이는 다차로 도로의 서비스 수준 D보다도 못한 수준이 된다. 또한, 앞에서 제시한 <표 3-20>고속도로의 혼잡기준 속도에서 80km/h 일 때 정의된 70km/h로 설정 할 수도 있으나 일반적으로 80km/h의 제한 속도에 의해 높은 속도를 낼 수 없는 도시고속도로의 특성 등을 고려하면, 이 속도 역시 도시고속도로의 혼잡기준 속도로써는 높은 것으로 판단된다.

<표 3-22> 서울시계 기준 고속도로 및 도시고속도로 현황 (서울시계내의 연장기준)

구 분	노선명	연장 (km)	관리주체
도시고속도로	강변북로	25.5	서울시
	올림픽대로	42.5	서울시
	동부간선도로	29.6	서울시
	서부간선도로	10.8	서울시
	내부순환로	40.1	서울시
	청계고가로	6.9	서울시
	북부간선도로	6.8	서울시
	의왕 ~ 과천간 고속화도로	3.3	서울시
	분당 ~ 내곡간 고속화도로	4.3	서울시
고속도로	경인고속도로(제물포로, 서울시구간)	5.0	서울시
	경인고속도로	0.5	한국도로공사
	경부고속도로	12.0	한국도로공사
	신공항고속도로	3.0	(주)신공항 하이웨이

도시고속도로의 경우는 서울시 간선도로의 근간을 이루는 도로이나 도로 용량 편람에서 정의하고 있는 효과척도 및 서비스수준의 기준이 부재한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도시고속도로에 대한 용량편람 연구가 진행되기 전까지 도시고속도로의 평균적 소통원활 기준인 60km/h를 혼잡 기준속도로 하기로 한다.

고속도로와 도시고속도로의 혼잡속도 기준은 서울시계내의 고속도로 및 도시고속도로 그리고 고속화도로에 적용하며, 적용되는 도로는 <표 3-22>와 같다.

### (3) 다차로 도로 및 2차로 도로

다차로도로는 도로의 유형, 승용차의 최대 평균 통행속도 및 신호등 밀도에 따라 평균 통행속도를 기준으로 <표 3-23>에 따라 서비스 수준을 구한다.

<표 3-23> 다차로도로 서비스 수준

도로 유형	I		II	II, III	III
주어진 도로 조건에서 승용차의 최대 평균통행속도(SP1)	≥ 87kph		< 87kph		
신호등 밀도(개/km)	≤0.1	≤0.3	≤0.1	≤0.7	≤1.0
서비스수준	평균통행속도(kph)				
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

그러나 일부 다차로도로의 경우도 서울시계 내에서는 다차로 도로의 성격보다는 <표 3-22>에서 정의하는 다차로도로의 유형보다 신호등이 많은 간선도로의 성격을 가지게 된다. 따라서 서울시 혼잡비용산정을 위해 다차로도로의 서비스 수준은 고려하지 않는다.

2차로 도로의 경우는 총지체율을 효과적으로 하여 도로 유형별로 서비스 수준을 구한다.

<표 3-24> 2차로 도로 서비스 수준

구 분	총지체율(%)		교통량(pcph)
	도로유형 I	도로유형 II	
LOS			
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	-

2차로도로의 경우에도 서울시계내에서 연속류 상태로 운영되는 경우는 극히 드물며 있다 하더라도 중간에 신호등이 존재하는 등 간선도로의 성격을 띠게 된다. 따라서 서울시 혼잡비용산정을 위해 2차로 도로의 서비스 수준은 고려하지 않는다.

#### (4) 도시간선도로

도시 간선도로는 간선도로 유형별로 자유속도를 기준으로 평균 통행속도를 이용하여 서비스 수준을 구한다.

<표 3-25> 간선도로의 평균 통행속도별 서비스 수준

간선도로 유형	I	II	III
자유속도 범위 (kph)	≤ 85	≤ 75	≤ 65
자유속도 기준 (kph)	80	70	60
서비스 수준	평균 통행속도 (kph)		
A	≥ 67	≥ 60	≥ 49
B	≥ 51	≥ 46	≥ 39
C	≥ 37	≥ 33	≥ 29
D	≥ 28	≥ 25	≥ 20
E	≥ 21	≥ 18	≥ 12
F	≥ 10	≥ 10	≥ 8
FF	≥ 6	≥ 6	≥ 5
FFF	< 6	< 6	< 5

<표 3-26> 도로구분과 도로여건에 따른 간선도로 유형

도로구분 \ 도로여건	양 호	보 통
고 규 격	I	I
중간규격	I	II
저 규 격	II	III

도시간선도로의 경우 서비스수준 D를 기준으로 하여 다음과 같이 혼잡기준속도를 설정하기로 한다.

<표 3-27> 도시간선도로 혼잡기준속도

간선도로 유형	I	II	III
자유속도 기준 (kph)	80	70	60
혼잡 기준 속도 (kph)	28	25	20

만약 서울시 도시간선 전구간에 대해 자유속도 설정이 어려운 경우에는 도시간선도로 중 도로의 여건이 보통이고 중간규격인 II 유형의 서비스 수준 D값인 25km/h를 혼잡기준속도로 설정하여 혼잡비용산출에 이용할 것을 제시한다.

### 3.4. 주행속도 산정

#### 3.4.1. 교통개발연구원 방법

##### (1) 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석

『'98 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석 (교통개발연구원, 1999)』에서는 지역간 도로와 도시부 도로로 구분하여 혼잡비용을 산출하였다. 각 도로의 혼잡비용을 산출하는 방법에 있어서 운행속도에 관한 부분을 다르게 적용하였다.

지역간도로의 경우는 도로상의 운행시간을 산정 후 그 값을 이용하여 차량운행속도를 산정하였다. 운행시간을 산정하는 방식은 BPR 공식을 이용하였으며, 그 식은 다음과 같다.

$$T = T_0 \left( 1 + 0.15 \left( \frac{V}{C} \right)^4 \right)$$

여기서,  $T$  : 통행시간  
 $T_0$  : 자유교통류의 통행시간  
 $V$  : 교통량 (배분교통량)  
 $C$  : 교통용량

교통용량은 도로용량편람(건설부, 1992)에서 제시한 다음의 교통용량 산정식을 이용한다.

$$SF = C_j \times N \times f_w \times f_{hv}$$

여기서,  $SF$  : 교통용량  
 $C_j$  : 시간당 최대 교통량(2200pcu)  
 $N$  : 차로수  
 $f_w$  : 차로폭 및 측방여유 보정계수  
 $f_{hv}$  : 종차량 보정계수

운행속도는 거리와 시간에 의한 관계에 의해서 산정 되었으며, 그 식은 다음과 같다.

$$S = L / T$$

여기서,  $S$  : 구간운행속도,  $L$  : 구간거리,  $T$  : 구간운행시간

도시부 도로에서 혼잡비용을 산출하기 위한 방법으로 운행속도가 아닌 운행거리의 개념을 사용하였다. 그 방법은 교통안전공단에서 2년마다 발표하는 차종별 1일 운행거리를 이용하여 평균 차량운행속도로 운행하는 경우의 거리에서 혼잡기준속도로 운행하는 경우의 거리의 차이 즉, 교통혼잡으로 인한 차량속도와 운행시간의 차이를 산출하여 혼잡비용을 산출하였다.

## (2) 교통혼잡비용 예측 연구

『교통혼잡비용 예측 연구 (교통개발연구원, 1992)』에서는 실제 차량운행속도를 조사하지 않고서도, 차량운행속도를 도출할 수 있는 방법으로 교통밀도나, 교통량/용량 비율로 이용할 수 있으나 교통밀도에 관한 조사가 지역간 도로나 도시내도로 어느 곳에서도 전혀 시행되지 않아 속도-밀도 모형을 이용하여 차량운행속도를 도출할 수가 없으므로, 교통량/용량 비율을 이용한 BPR공식에 의하여 차량운행속도를 도출하였다.

그러나 BPR 공식은 사용되는 교통용량이 1일 교통용량이나 시간당 교통용량이나는 차지하더라도, 용량에 이르게 될 때의 차량속도가 실제보다 상당히 높게 나타나는 등의 비현실성을 감안하여 대구-대전간 고속도로상의 교통량을 토대로 연구한(서선덕, 도로용량함수와 혼잡비용, 교통정보, 1991) 다음의 결과를 이용하였다.

$$T = T_0 \left( 1 + 0.91 \left( \frac{V}{C} \right)^3 \right)$$

여기서,  $T$  : 통행시간

$T_0$  : 자유교통류의 통행시간

$V$  : 1일 교통량

$C$  : 시간당 교통량에 k-factor(0.1)을 이용한 교통량

도시부 도로에서는 도시부 도로에서 혼잡비용을 산출하기 위해 방법으로 운행속도가 아닌 운행거리의 개념을 사용하였다.

교통개발연구원의 통행시간 계산 방법은 도로구간에 대해 1일 교통용량과 1일 10시간의 혼잡 시간대를 가정하여 혼잡시간대의 교통량이 전체 1일 교통량의 60%에 해당하는 것으로 가정하여 산출된 것이다. 즉 BPR 공식에 1일 용량대비 1일 혼잡시간대 교통량(건설부의 검지기 교통량 조사자료이용)의 비율에 의해 계산되는 것으로 실제로 발생하는 시간대별 통행시간과는 다른 값이 될 수 있다.



### 3.4.2. 경기개발연구원 방법

검지기에서 발췌된 교통량자료를 이용하여 일부 개별적 링크의 혼잡비용을 산정한 교통개발 연구원의 경우와 달리 『경기도 지역의 혼잡비용 산정에 관한 연구, 경기개발연구원, 2000』에서는 기존점 자료를 이용하여 통행배정 시뮬레이션을 통해 가로망자료를 추출 후 통행시간을 산정하였다. 이를 위해 통행저항함수로 BPR 공식을 이용하였으며 BPR공식은 사용되는 교통량이 용량에 도달하게 되면 차량속도가 실제보다 상당히 높게 나타난다고 판단하여, BPR 공식의 현실적용의 문제점을 지적하고 이를 간략적으로 보정하는 방법을 선택하였다.

그 보정 방법은 각각의 자유속도별로 구분을 하고 V/C비율을 1.0과 0.4를 가정하고, 그 값에 해당하는 적절한 속도를 가정하였다. 다음으로 용량상태의 속도와 자유교통류 상태의 속도비를 구하여  $\alpha$  계수를 산정하였다.  $\beta$  계수를 구하기 위해서 BPR식의  $\beta$  계수를 종속변수로 설정하여 역으로  $\beta$  계수를 산출하는 방법이다. 이 방법으로 산출한 BPR계수는 <표 3-28> 같다.

<표 3-28> BPR 공식의 정산

속도 (km/h)		30	40	50	55	60	70	80	90
V/C	0.4	25	35	45	52	58	69	77	85
	1.0	5	5	10	15	20	20	30	30
$\alpha$		5.00	7.00	4.00	2.67	2.00	2.50	1.67	2.00
$\beta$		5.43	6.12	5.76	5.42	5.21	5.62	9.55	10.14

시간당 교통용량은 시간당 최대 교통량에 차선수, 차선폭 및 측방여유폭, 승용차이외의 차량구성비 등을 고려하여 다음의 식을 이용하였다.

4차선이상 고속도로의 경우,

$$SF = C_j \times N \times f_w \times f_{hv}$$

여기서,

SF = 시간당 양방향 교통량 (대/시)

$C_j$  = 시간당 최대 교통량(pcu)=2,200

N = 차로수

$f_w$  = 차로폭 및 측방여유 보정계수

$f_{hv}$  = 중차량 보정계수

2차선 고속도로의 경우,

$$SF = C_j \times f_w \times f_{hw} \times f_d$$

여기서 ,

SF = 시간당 양방향 교통량 (대/시)

Cj = 시간당 최대 교통량(pcu) = 2,200

fw = 차로폭 및 측방여유 보정계수

f<sub>h</sub>v = 중차량 보정계수

f<sub>d</sub> = 종방향보정계수

한편, 국도나 지방도의 경우는 고속도로와 같은 연속류 도로가 아닌, 교차로가 있는 단속류 도로임을 감안 위에서 언급된 시간당 고속도로의 교통용량에 교차로방해 보정계수를 고려하여 산출하였고 단속류에서 교차로 통행에 큰 영향을 미치는 포화 차두시간은 1.3을 가정하였다. 이러한 방법은 모든 링크의 기하구조 및 교통현황을 파악해야만 가능한 것으로 경기도 전체 링크를 대상으로 할 때 적절하지 못할 수 있고 또한 실제도로에서는 V/C가 1.0이상인 경우, 이전의 도로용량 산정방법으로는 이것을 표현하지 못하는 경우를 고려하기 위해 K factor라는 첨두시 보정계수를 사용하였고, 도시부 도로의 경우에는 신호교차로가 다수인 점을 감안하여 포화차두시간 1.3초를 적용하여 주도로 방향의 녹색시간비율이 60%라 가정하여 용량(=포화교통류율÷포화차두시간×녹색시간비)을 산정하였다.

이와 같이 BPR식을 보정하는 이러한 방법은 『수도권 자동차 대기오염물질 배출량 추정 및 대기오염 저감정책방안 연구 (경기개발 연구원, 2002)』에서도 사용되었다.

경기개발연구원의 연구는 O-D를 기준으로 혼잡시간대를 나누어 통행배정을 통해 가로망 자료를 이용하여 통행시간을 구하였다. 그러나 도시부의 경우는 일률적으로 주도로 방향의 녹색시간 비율을 60%로 가정하였다.

### 3.4.3. 주행속도 산정방법

혼잡비용을 산출하기 위해선 교통혼잡을 판정하는 혼잡기준속도와 함께 주행속도에 관한 자료를 필요로 한다. 그 이유는 혼잡기준속도와 운행되고있는 차량들의 주행속도의 차이에 의해서 혼잡비용이 정의되기 때문이다. 그러므로 주행속도 산정을 위한 속도 자료는 현실적이어야 하며 신뢰성에 근거하여야 한다.

속도 자료를 얻기 위해서는 크게 3가지 방법을 고려해 볼 수 있다.

#### (1) 상시 조사

혼잡비용을 산정하기 위해 직접 현장 조사를 통하여 매시간 자료를 얻는 방법을 들 수 있다. 이 방법은 정확성이란 측면에서 다른 방법에 비하여 큰 장점을 가진다. 하지만 365일, 24시간을 조사해야하고, 대상지역의 도로 전체를 조사해야 하기 때문에 비용과 현실적 가능성에 문제점이 있다.

## (2) 관계식의 이용

주행속도 조사가 어려운 경우, 자료 수집이 용이한 변수를 이용해 속도를 도출하는 방법을 들 수 있다. 이 방법은 주로 교통변수간의 관계에 입각하여 취득 가능한 자료를 이용해서 속도를 역으로 추정하는 것이다. 취득가능 또는 추정가능한 자료로는 교통량을 들 수 있으며, 교통량과 속도의 관계식을 이용하게 된다. 이는 직접 조사를 통한 방법의 문제점을 보완하여 통행속도를 산출할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 방법의 단점은 관계식에 의해 통행속도가 도출되기 때문에 실제의 통행속도와 추정된 속도와의 차이가 있을 수 있다는 것이다. 교통량을 이용하여 통행속도를 구하는 대표적인 식은 BPR식이다.

$$T(V) = T_0 \left[ 1 + \alpha \left( \frac{V}{K} \right)^\beta \right]$$

여기서,  
T<sub>0</sub> = 자유속도, V = 교통량, K = 도로용량, α와 β = 매개상수

BPR공식은 사용되는 교통량이 용량에 도달하게 되면 차량속도가 실제보다 상당히 높게 나타난다는 문제가 있다. 미국 연방도로국은 매개상수 α=0.15, β=4를 권장하였으나 국내 실정에 맞지 않다는 비판과 함께 현재까지 학자들 사이에 통일된 의견이 부족한 실정이다.

BPR식뿐만 아니라 속도 자료를 도출하기 위하여 관계식을 이용할 경우 위와 같은 문제점을 내포하고 있으며, 그 해결책을 위해서 또 다른 방법을 필요로 하게되는 상황이 반복 될 수 있다.

## (3) 정보의 활용

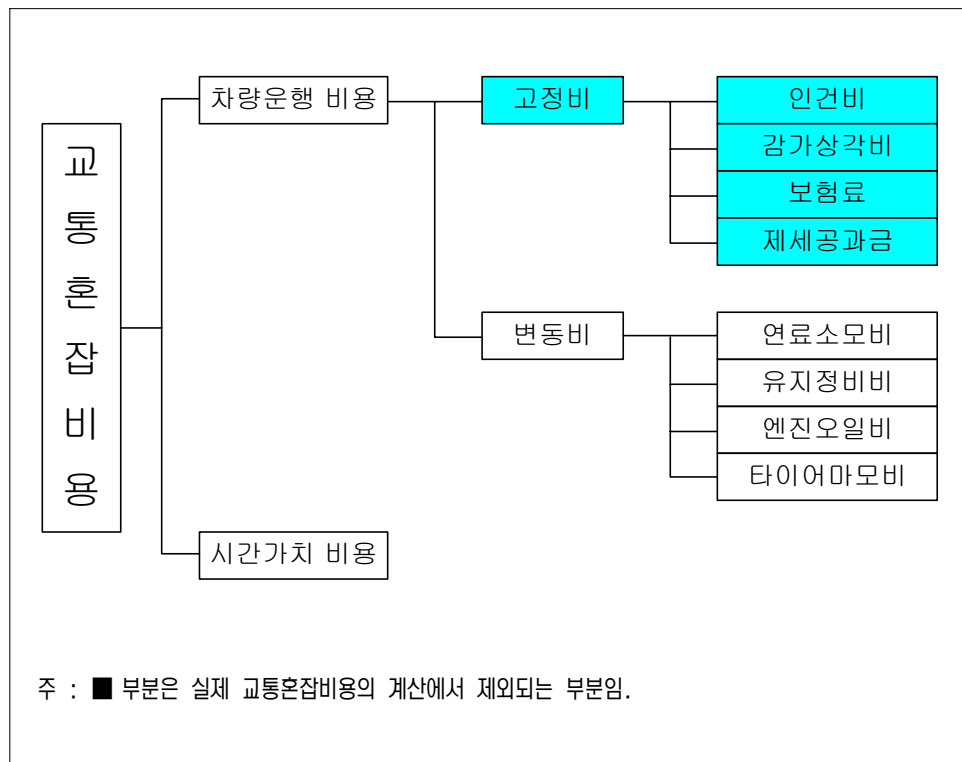
최근 몇 년간 ITS 사업의 활성화로 인하여 교통량에 관한 자료뿐만 아니라 속도에 관해서도 많은 조사가 이루어지고 있다. 특히 서울지역의 경우는 교통정보를 제공하는 기관의 증대와 서울지방경찰청 등의 공공기관에서의 정기적인 속도 조사로 인하여 통행속도에 관한 자료를 취득하고 있다. 따라서 이와 같이 취득된 정보를 주행속도 산정에 이용하는 방법이 있다.

이 방법은 속도 자료를 제공하는 기관의 속도 추정 알고리즘의 정확성에 검증을 거쳐야하는 문제점을 가지고 있으나 실시간 조사를 통하여 구축된 자료이기 때문에 처음에 언급하였던 직접 조사에 의한 방법에 가장 근접한 통행속도 자료를 제공한 다는 장점이 있다.

위에서 언급한 바와 같이 상시조사를 통한 방법은 비용과 현실적 가능성에 관한 문제점을 가지고 있으며, 관계식을 이용하는 방법은 실제 통행속도에 대한 정확성의 문제점을 가지고 있다. 그러므로 상시조사를 직접 실시하지 않고도 이에 가장 근접한 자료를 이용할 수 있는 세 번째의 방법을 이용할 것을 제시한다.

#### Ⅳ. 교통혼잡비용 산정방법의 틀

교통혼잡비용은 도로를 주행시 교통혼잡으로 인해 추가적으로 발생하는 사회적 비용의 합으로, 일반적으로 교통혼잡이 발생하면 정상적인 상황에 비해 추가적으로 발생하는 비용은 차량운행비용과 시간가치 비용이 있다.



<그림 4-1> 교통혼잡비용 구성 요소

혼잡비용을 산출하기 위해서는 연료소모비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등의 차량 운행비는 차종별 속도에 대한 함수로 산정하며, 시간가치 비용의 경우, 차종별 통행시간별로 단위 시간가치를 구하여 산정하게 된다.

1일 혼잡비용은 다음의 식에 의해 구할 수 있다.

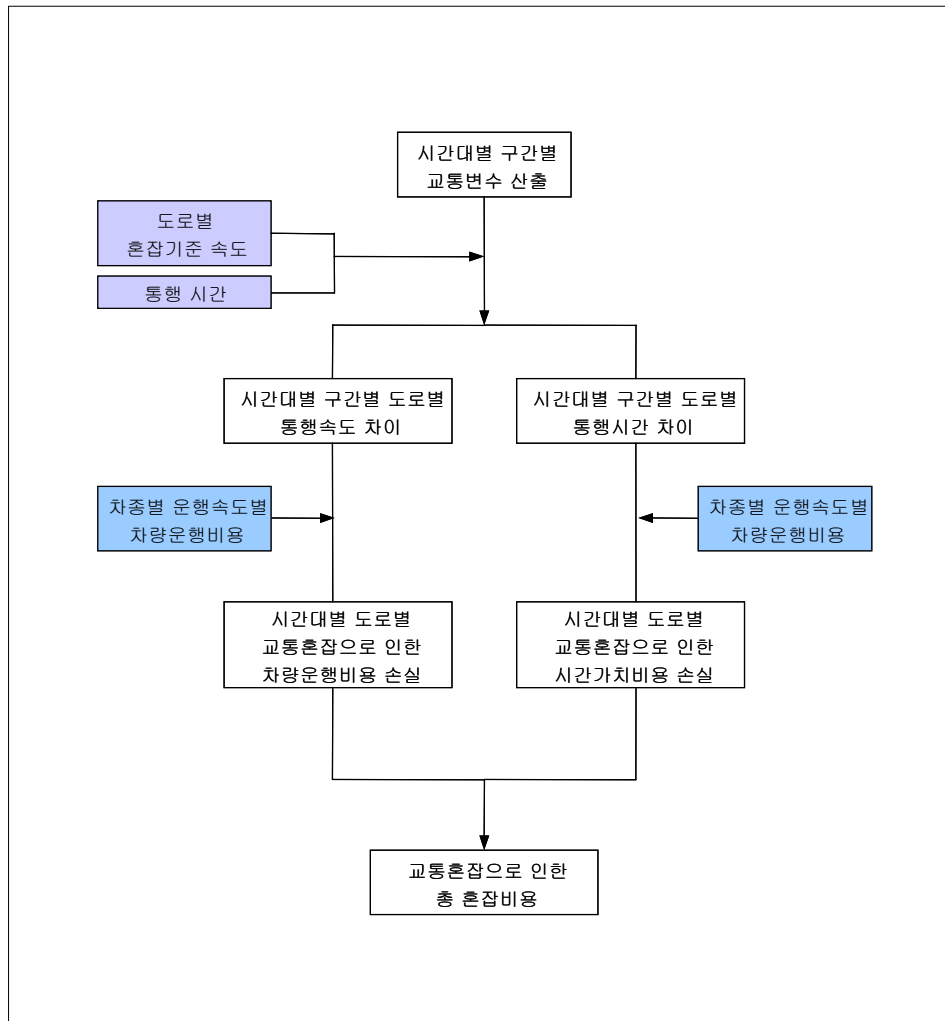
1일 혼잡비용 =

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_l \text{구간별 교통량}_{ijkl} \times [ \{ \text{차종별 유류비}_l \times (\text{운행속도 연료소모량}_{kl} - \text{기준속도 연료소모량}_{kl}) + (\text{운행속도 유지관리비}_{kl} - \text{기준속도 유지관리비}_{kl}) + (\text{운행속도 엔진오일비}_{kl} - \text{기준속도 엔진오일비}_{kl}) + (\text{운행속도 타이어마모비}_{kl} - \text{기준속도 타이어마모비}_{kl}) \} \times \text{길이}_i + \text{평균 시간가치비용}_{jl} \times (\text{운행시간}_{ij} - \text{기준운행시간}_{ij}) ]$$

여기서,  $i$  = 구간,  $j$  = 시간,  $k$  = 도로,  $l$  = 차종

위의 식에 의해 혼잡비용을 산출하기 위해서는 다음의 순서를 따른다.

1. 시간대별 구간별 교통변수 산출
2. 도로별 혼자기준속도 및 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간 산출
3. 차량 운행비용 산출
  - ① 시간대별 구간별 연료소모비
  - ② 시간대별 구간별 유지관리비
  - ③ 시간대별 구간별 엔진오일비
  - ④ 시간대별 구간별 타이어마모비
4. 시간가치 비용 산출
  - ① 시간대별 구간별 통행시간과 혼잡기준속도로 주행시 시간차이 계산
  - ② ①의 시간차이에 차종별 평균시간 가치를 고려하여 시간대별, 구간별, 차종별 시간가치 비용 손실값 계산
5. 1일 혼잡비용 계산
  - 차량운행비와 시간가치비용의 합



<그림 4-2> 혼잡비용 산정방법

각 순서별 계산과정을 설명하면 다음과 같다.

#### 4.1 시간대별 구간별 교통변수 산출

혼잡비용 산출을 위한 교통변수는 다음과 같다.

- 시간대별 구간별 통행속도
- 시간대별 구간별 통행시간
- 시간대별 구간별 차종별 교통량

### (1) 시간대별 구간별 통행속도

시간대별 구간별 통행속도는 기존에 교통정보를 수집하여 제공하는 기관의 자료를 활용한다. 과거 365일 24시간의 통행속도를 수집하는 것이 바람직하며, 이 자료를 이용하여 1년 중 하루 통행속도 평균치에 가까운 1일을 선정하여 그날의 속도를 1일 24시간 통행속도 분포로 선정하며, 이 날이 속한 월과 주를 대표적 통행속도를 갖는 기간으로 선정한다.

### (2) 시간대별 구간별 통행시간

앞에서 구한 시간대별 구간별 통행속도와 구간별 링크 길이를 이용하여 통행시간을 산출한다.

### (3) 시간대별 구간별 차종별 교통량

시간대별 구간별 차종별 교통량은 상시조사를 통해 시간대별 구간별 차종별 교통량을 조사하는 것이 가장 이상적이다. 그러나 현재 서울시내의 모든 도로 구간에 교통량을 조사하는 것은 비용 등의 제반문제로 어려운 실정이다. 현재 서울지방경찰청에서는 도심, 시경계, 한강교량, 주요 간선도로를 중심으로 1년에 1회 24시간 1주일 단위로 교통량 조사를 실시하고 있는데, 조사 기간을 개선하여 활용할 수 있다.

조사기간은 시간대별 구간별 통행속도중 연중 평균치를 보이는 기간 중에 차종별 교통량 조사를 실시하며, 이 교통량 조사 기간에 수집된 통행속도를 대푯값으로 하여 혼잡비용 산정에 이용한다.

또한, 현재는 도심 / 시경계 / 한강 교량 / 주요 간선도로에 대해서만 조사하고 있는데 이를 보조 간선도로까지 확대해야 혼잡비용 산출을 할 수 있게 된다.

## 4.2 도로별 혼잡기준속도 및 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간 산출

본 연구에서 제시한 혼잡기준속도는 다음과 같다.

<표 4-1> 도로별 혼잡 기준속도

구 분	고속도로			도시고속도로	도시간선도로		
	설계속도 (kph)				자유속도 (kph)		
	120	100	80		80(Ⅰ)	70(Ⅱ)	60(Ⅲ)
혼잡 기준속도	88 kph	82 kph	70 kph	60 kph	28 kph	25 kph	20 kph

혼잡기준속도로 주행시의 통행시간은 구간길이와 혼잡기준속도를 이용하여 구간별로 산정한다.

### 4.3 차량운행 비용 산출

차량운행 비용은 연료소모비, 유지관리비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등으로 구성하며 주행속도의 함수로 계산된다. <표 4-2> ~ <표 4-7>는 차량운행비용 계산을 위한 모형의 예로 차량운행 비용 산출을 위해 이용한 것들이다.

<표 4-2> 연료소모비 모형식

구분	연료소모비 모형식	
KOTI1) (1992) (단위 : ℓ/km)	승용차	$(4.0031 + 0.41167 V - 0.002741 V^2) \cdot V^{-1}$
	버스	$-0.000062 + 7.539 V^{-1} + 0.0000123 V^2$
	트럭	$-0.000912 + 7.4865 V^{-1} + 0.00001602 V^2$
KOTI2) (1998) (단위 : ℓ/1000km)	승용차	$11.684 + 1183.908 V^{-1} + 0.00469 V^2$
	버스	$67.518 + 16613.459 V^{-1} + 0.01766 V^2$
	트럭	$90.278 + 1922.822 V^{-1} + 0.01932 V^2$
예비타당성 조사3) (1999) (단위 : ℓ/km)	승용차	$0.02938 + 1.5310 V^{-1} + 0.0000038 V^2$
	버스	$0.1805 + 2.9114 V^{-1} + 0.0000085 V^2$
	소형트럭	$0.4575 + 1.9601 V^{-1} + 0.0000050 V^2$
	중형트럭	$0.1223 + 1.7173 V^{-1} + 0.0000076 V^2$
	대형트럭	$0.2314 + 3.2677 V^{-1} + 0.0000143 V^2$

주 : ■ 부분은 경기도지역의 혼잡비용 산정에 관한 연구(2000)에서 사용한 모형식

자료 : 1) 『교통혼잡비용 예측 연구, 교통개발연구원 (1992)』

2) 『차량운행비의 산정, 교통개발연구원 (1998)』

3) 『예비타당성 조사수행을 위한 일반지침 연구, 한국개발연구원 (1999)』

<표 4-3> 고속도로에서 속도에 따른 유지정비비 변화

(단위 : 원/km)

속도 차종	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
승용차	17.97	18.99	20.14	21.43	22.86	24.43	26.14	27.98	29.96	32.09	34.35	36.74
대형버스	35.07	36.47	38.61	41.50	45.13	49.50	54.62	60.49	67.09	74.44	82.53	91.37
소형화물차	19.22	19.22	21.02	22.55	24.51	26.88	29.68	32.89	36.53	40.59	45.07	49.97
중형화물차	44.51	46.31	49.05	52.73	57.35	62.90	69.38	76.81	85.17	94.47	104.71	115.88
대형화물차	52.61	54.36	57.25	61.30	66.47	72.83	80.32	88.96	98.75	109.69	121.77	135.01

자료 : 『도로 및 철도부문사업의 예비 타당성조사 표준지침 연구, 한국개발연구원 (1999)』



<표 4-4> 속도별 차종별 엔진오일 소모량

(단위 : ℓ/1000km)

속도	승용차	대형버스	대형트럭
8	0.75	1.30	1.21
16	0.57	0.98	0.99
24	0.53	0.95	0.98
32	0.55	0.93	0.97
40	0.57	0.94	0.97
48	0.60	0.95	0.98
56	0.63	0.97	1.00
64	0.65	1.00	1.02
72	0.67	1.03	1.05
80	0.69	1.07	1.07
88	0.71	1.14	1.12
96	0.74	1.25	1.18
104	0.77	1.37	1.24

자료 : 『차량운행비의 산정, 교통개발연구원 (1998)』

<표 4-5> 고속도로에서 속도에 따른 엔진오일비 변화

(단위 : 원/km)

속도 차종	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
승용차	2.46	2.25	2.08	1.93	1.81	1.73	1.71	1.74	1.86	2.06	2.36	2.78
대형버스	9.01	6.02	5.19	4.70	4.26	3.86	3.55	3.42	3.57	4.10	5.12	6.74
화물차	9.09	6.10	5.20	4.61	4.08	3.58	3.17	2.92	2.94	3.31	4.15	5.54

자료 : 『도로 및 철도부문사업의 예비 타당성조사 표준지침 연구, 한국개발연구원 (1999)』

<표 4-6> 속도별 차종별 타이어 소모량

(단위 : 0.001mm/1000km)

속도	승용차	대형버스	대형트럭
8	238.41	566.71	312.92
16	242.39	569.43	314.35
24	246.36	572.27	316.97
32	250.33	576.89	320.55
40	254.31	583.27	325.09
48	258.28	591.39	330.58
56	262.25	601.25	337.04
64	266.23	612.82	344.46
72	270.20	626.09	352.85
80	274.17	641.03	362.21
88	287.15	657.65	372.54
96	282.12	675.91	383.55
104	286.09	695.80	395.81

자료 : 『차량운행비의 산정, 교통개발연구원 (1998)』

<표 4-7> 고속도로에서 속도에 따른 타이어 마모비 변화

(단위 : 원/km)

구분	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
승용차	3.79	6.31	9.23	11.72	13.69	15.12	16.07	16.57	16.68	16.46	15.96	15.24
대형버스	1.26	5.71	8.82	12.27	16.28	20.98	26.40	32.55	39.43	47.05	55.40	64.46
소형화물차	1.12	2.29	3.60	5.03	6.60	8.32	10.25	12.41	14.82	17.53	20.57	23.96
중형화물차	1.95	8.82	13.68	18.97	25.17	32.43	40.80	50.31	60.96	72.73	85.63	99.65
대형화물차	3.68	17.17	26.45	36.85	49.46	64.65	82.56	103.27	126.83	153.26	182.58	214.80

자료 : 『도로 및 철도부문사업의 예비 타당성조사 표준지침 연구, 한국개발연구원 (1999)』

## 4.4 시간가치 비용

시간가치 비용은 시간대별 구간별 통행시간과 혼잡기준속도로 주행시의 통행시간과의 차이를 차종별 평균시간 가치를 고려하여 구한다.

차종별 시간가치에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며, <표 4-8>는 경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구의 내용이다.

<표 4-8> 차량당 시간가치 산정방법

구분	산정방법
승용차	$(VOTBA \times RB \times VOTNA \times RN) \times PA$
택시	$VOTBT + (VOTBA \times RB + VOTNA \times RN) \times (PT - 1)$
버스	$VOTBB + (VOTBA \times RB + VOTNA \times RN) \times (PB - 1)$
화물차	$VOTBC \times PC$

- 주 :  $VOT_{ij}$  : 차종 j일 때 통행목적 i에 따른 시간가치  
 $R_i$  : 통행목적 i에 따른 통행목적 비율 (B는 업무통행, N은 비업무 통행)  
 $P_i$  : 통행목적 i일 때 평균재차인원  
통행목적 B는 업무통행, N은 비업무통행을 의미하며,  
차종 A는 승용차, T는 택시, B는 버스, C는 화물차를 의미한다.  
자료 : 『경기도지역의 혼잡비용산정에 관한 연구, 경기개발연구원 (2000)』

## 4.5 1일 혼잡비용 계산

차량운행 비용과 시간가치 비용의 합으로 구한다.

## V. 결론 및 향후 연구과제

교통혼잡비용은 도로를 주행하는 차량들이 교통혼잡으로 인해 정상속도 이하로 주행하므로써 발생하는 추가적인 비용의 총합으로 일반적으로 차량운행비 및 시간가치비용의 증가를 계산을 통해 산출하게 된다. 교통혼잡 비용은 계산과정에서 대상도로구간의 공간적/시간적 범위와 혼잡기준속도의 설정, 통행속도의 산정에 있어 다양한 가정값에 영향을 받게 되어, 산출된 혼잡비용에 차이를 가지게 된다.

따라서 본 연구에서는 혼잡비용 산정을 위해 반드시 필요한 혼잡비용 산정대상 구간, 혼잡시간대, 혼잡기준속도 및 주행속도를 합리적으로 도출하는 방법을 제시하였으며 이를 종합하여 혼잡비용을 산출하는 틀을 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 혼잡비용 산정 대상구간은 서울시의 도로여건과 교통여건 및 혼잡비용 계산 과정의 현실적 문제를 고려하여 보조간선도로 이상의 도로를 대상으로 한다.
- 혼잡시간대는 서울시 통행속도와 교통량 현황 분석 결과 오전 첨두시 이후 혼잡현상이 전일 동안 지속되며, 혼잡시간대의 시작은 오전 첨두시인 7시이고, 21~23시에 종료되어 혼잡시간은 하루중 14~16시간으로 분석된다. 따라서 혼잡비용 계산도 이 시간대를 기본으로 하여 분석되어야 한다. 그러나 혼잡시간대를 분석자가 설정하여 비용을 산정하는 것보다는 가능한 통행속도와 교통량 자료를 취득하여 비용을 산정하는 것이 바람직하다.
- 혼잡기준속도는 도시부의 설계서비스 수준인 D를 기준으로 하여 2001년 도로용량편람에 의해 제시하였으며, 제시된 혼잡기준속도는 다음과 같다.

<표 5-1> 도로별 혼잡 기준속도

구 분	고속도로			도시고속도로	도시간선도로		
	설계속도 (kph)				자유속도 (kph)		
	120	100	80		80(Ⅰ)	70(Ⅱ)	60(Ⅲ)
혼잡 기준속도	88 kph	82 kph	70 kph	60 kph	28 kph	25 kph	20 kph

- 주행속도는 서울시에 대한 교통정보제공 기관의 자료를 이용하도록 하며, 교통량 자료에 대해서는 현재 매년 수행되는 조사방법의 범위를 조정하여 도출하는 방안을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 교통혼잡비용의 산정방법은 현재를 기준으로 하여 합리적으로 혼잡비용을 도출할 수 있는 방법이다. 그러나 이 방법은 조사된 자료에 기초하기 때문에 미래의 교통혼잡비용 예측을 수행할 수 없는 단점이 있다. 미래의 교통혼잡 예측은 교통수요 예측과 통행배정을 통해 산출된 교통량을 활용하는 방안을 활용하는 것이 필요하다.

또한 도로용량편람에서 다루지 않고 있는 도시고속도로의 서비스 수준 분석 방법이 마련되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김동효·한강기(1998), “교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구”, 교통정책연구, 제5권 제1호, pp. 88 ~ 108.
- 김동효·한강기·정광복(1999), “ ’98 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석”, 교통정책
- 김성수(1999) “교통혼잡비용의 이론적 정립과 사례연구에 대한 소견”, 교통정책연구, 제5권 제1호, pp. 109 ~ 110.
- 서선덕(1991), “도로용량함수와 혼잡비용”, 교통정보
- 건설교통부(1992), “도로용량 편람”
- 건설교통부(2001), “도로용량 편람”
- 경기개발연구원(2000), “경기도 지역의 혼잡비용산정에 관한 연구”
- 교통개발연구원(1992), “교통혼잡비용 예측 연구”
- 교통개발연구원(1998) “차량운행비의 산정”
- 교통개발연구원·한국건설기술연구원·대한교통학회(1999) “도로용량편람 개선 연구 (1단계)”
- 서울시정개발연구원(2003), “서울시 도로정비기본계획”
- 서울지방경찰청(2003), “서울시경 교통량 조사자료”
- 한국개발연구원(1999), “도로 및 철도부문사업의 예비 타당성조사 표준지침 연구”
- 한국개발연구원(1999), “예비 타당성 조사수행을 위한 일반지침 연구”
- 한국도로공사(2002), “2001년 고속도로 교통량 조사”
- Mills and Hamilton, Urban Economics, 5th ed. Harper Collins College Publisher, 1993
- Mohring, Herbert, Transportation Economics, Cambridge, Ballinger Publishing Company, 1976
- Hau, Timothy D. Economic Fundamentals of Road Pricing : A Diagrammatic Analysis, Working Paper, The World Bank, Washington, D.C, 1991