



2010

교통수요 관리목표 설정을 위한 기초 연구

Establishment of Transportation Demand Management Goals in Seoul

고준호 · 이 창

교통수요 관리목표 설정을 위한 기초 연구

Establishment of Transportation Demand Management Goals
in Seoul

2010

■ 연구진 ■

연구책임 고 준 호 • 도시기반연구본부 연구위원
연구원 이 창 • 도시기반연구본부 부연구위원
이 세 희 • 도시기반연구본부 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

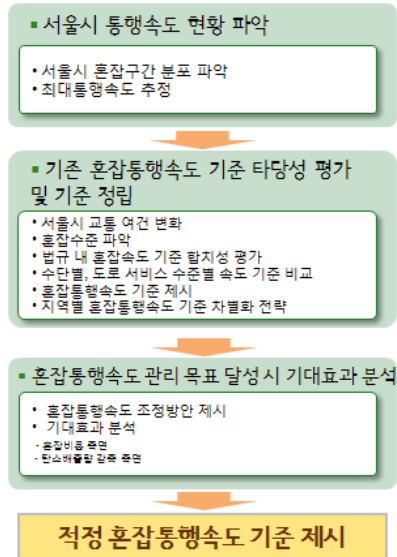
1. 연구의 배경 및 목적

도시인구의 증가, 승용차 보유대수의 증가로 서울시의 교통혼잡은 지속적으로 악화되고 있으며 이에 따라 막대한 교통혼잡비용 및 탄소배출량과 대기오염 물질이 유발되고 있음. 또한 서울시 간선도로에서의 교통혼잡은 시민 삶의 질은 물론 막대한 경제적 손실을 야기하고 있으며 더 나아가 도시경쟁력을 저하시키는 주요인이 되고 있음.

이러한 상황에서 교통혼잡 특별관리시설물(구역) 지정 관련 정책들은 의미 있기는 하지만 그 대상 시설물(구역) 선정 시 사용되는 기준(혼잡시간대의 평균 통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)이 현재 서울시 교통 여건 및 교통수요 관리목표 설정에 적정한 것인지 의문시됨.

따라서 이 연구에서는 현재 서울시의 통행속도 현황 및 기존의 혼잡통행속도 기준의 타당성을 평가하고, 서울시 교통 특성과 교통수요 관리목표 설정에 부합하는 혼잡속도 기준을 재정립하고자 하였음.

2. 연구의 체계



〈그림 1〉 연구 수행 절차

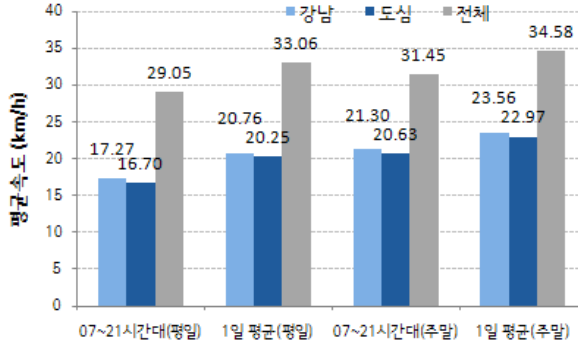
II. 주요 연구 결과

1. 서울시 통행속도 현황 분석

서울시 통행속도 데이터(2009년 5월 기준)를 활용하여 서울시 도로의 통행속도 현황 및 혼잡구간 분포 현황에 대하여 살펴보았음.

서울시 전체 도로의 평균 통행속도에 비해 강남, 도심의 평균 통행속도는 매우 느린 편으로 나타남. 평일 07~21시 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 서울시 전체 평균 통행속도(29.1km/h)¹⁾의 약 57% 수준에 그치며, 같은 시간대 강남의 평균 통행속도(17.3km/h)는 서울시 전체의 비혼잡속도(35.5km/h)의 약 50%, 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 약 48% 수준인 것으로 분석되었음.

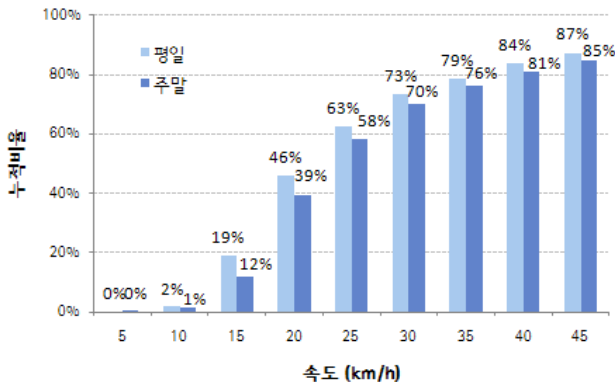
1) 이 연구에서 산출한 평균 통행속도(도시고속도로 포함)는 서울시에서 공식적으로 발표한 평균 통행속도(24km/h)와 분석 조건이 상이하여 값의 차이가 발생함.



주1) 서울시에서 공식적으로 발표된 값들과 다를 수 있음(분석조건 상이)
 주2) 도심: 광화문로, 율곡로, 퇴계로, 흥인문로를 경계로 한 내부도로,
 강남: 강남대로, 압구정로, 도곡동길을 경계로 한 내부도로

〈그림 2〉 서울시 통행속도 현황

평일 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생(현행 기준)하는 혼잡구간의 비율은 서울시 전체 도로 연장의 2%를 차지하고 있으며, 도심, 강남 내부에서는 이러한 구간이 해당지역 도로구간의 각각 27%, 17%를 차지함. 이 분석결과를 통해 볼 때 현행 법적 기준에 따른 실질적인 교통수요관리 대상 지역은 극히 일부 가로구간에 한정되어 있으므로 혼잡통행속도 기준을 상향시켜 대상지역을 현재보다 넓힐 필요가 있을 것으로 판단됨.

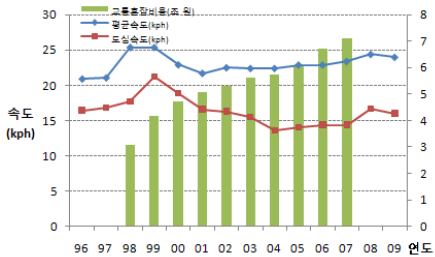


〈그림 3〉 서울시 시간대 속도별 3회 이상 발생 구간 누적비율

2. 혼잡통행속도 기준 타당성 평가 및 기준 정립

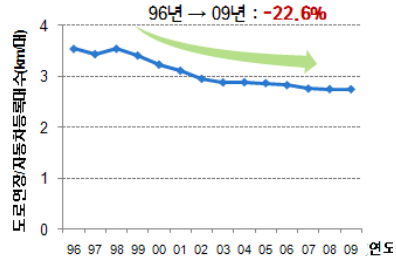
1) 서울시 교통 여건 변화

서울시 교통여건의 변화로 도로와 같은 제한된 인프라 공급에 비해 자동차는 증가하는 상태이며 교통혼잡비용은 꾸준히 증가하고 있는 추세임. 또한, 서울시 전체 평균통행속도는 증가하는 반면 도심의 통행속도는 점차 감소하는 추세로 속도 간의 격차가 점차 증가하고 있음. 따라서 현재 서울시 교통 특성에 맞는 좀 더 강화된 혼잡기준속도 정립이 필요할 것으로 판단됨.



출처 : 서울시 도시교통본부 통계자료

〈그림 4〉 서울시 통행속도 및 혼잡비용



〈그림 5〉 도로연장/자동차등록대수 추세

2) 혼잡통행속도 기준 타당성 평가

현재 교통수요관리를 위한 혼잡통행속도에 대한 법적 기준은 뚜렷한 이유 없이 수요관리 목표 기준마다 상이하며 혼잡통행속도 기준을 정립하기 위한 근거 및 산정 방법도 명확하지 않은 상황임. 도시교통정비촉진법(이하 도촉법)에는 아래와 같이 교통수요관리정책별 혼잡속도기준이 다르게 명시되어 있음.

1. 혼잡통행료 부과지역의 지정 통행속도(도축법 제35조, 2008.3.28)
 - 기준속도 이하의 통행속도가 3회 이상 발생 도로
 - : 도시고속도로(편도 4차로 이상) $\leq 30\text{km/h}$,
 - 간선도로(편도 4차로 이상) $\leq 21\text{km/h}$,
 - 간선도로(편도 3차로 이하) $\leq 15\text{km/h}$
2. 교통혼잡 특별관리구역 지정 통행속도(도축법 시행령 제30조, 2008.12.31)
 - 일정한 구역을 둘러싼 편도 3차로 이상 도로 중 적어도 1개 이상 도로의 시간대별 평균 통행속도가 시속 10킬로미터 미만인 상태(이하 "혼잡시간대"라 한다)가 토·일요일과 공휴일을 제외한 평일 평균 하루 3회 이상 발생
3. 교통혼잡 특별관리시설물 지정 통행속도(도축법 시행령 제30조 및 31조, 2008.12.31)
 - 시설물이 유발하는 교통량으로 인하여 해당 시설물의 주 출입구에 접한 도로의 혼잡시간대(평균 통행속도 10km/h 미만)가 시설물이 유발하는 교통량에 토·일요일과 공휴일을 포함한 주 중 가장 많은 날을 기준으로 하루 3회 이상 발생

현재 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 지정에 사용되는 혼잡통행속도 기준인 10km/h 미만(시간대별 3회 이상 발생)은 자전거 평균 통행속도(15km/h), 택시 시간요금 속도 기준(15km/h), 2009년 도심 평균 통행속도(16km/h), 혼잡비용 산정 시 도시부 혼잡기준속도(27km/h) 등 여러 통행속도 기준에 비해서도 낮은 편임. 따라서 현재속도 기준은 현실적으로도 낮기 때문에 최소 15km/h 이상이 되어야 혼잡통행속도 기준으로 적정하다고 판단됨.

이론적으로도 네트워크 용량과 속도의 관계식에서도 통행속도 15km/h를 기점으로 용량이 감소하는 것을 볼 수 있었으며, 교차로 신호지체에 따른 통행속도와 비교 시에도 최소 신호대기 2회²⁾(각 교차로에서 신호대기, 통행속도 15.7km/h) 시의 통행속도인 15km/h 수준으로 상향 조정할 필요가 있을 것으로 판단됨.

2) 2개 교차로(1,600m)를 60km/h로 주행하고 있는 차량이 각 신호(주기 180초 가정)에 평균 1회 대기 시 통행속도를 추정

3) 혼잡통행속도 기준 제시

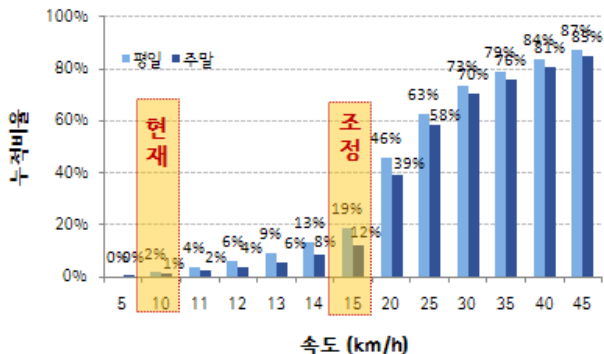
서울시 통행속도 현황과 기존 혼잡통행속도 타당성 평가를 토대로 교통수요 관리목표 설정을 위한 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡기준속도를 정립하고자 함.

현재 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 지정에 사용되는 혼잡통행속도 기준인 10km/h 미만(시간대별 평균통행속도 3회 이상 발생)에 해당하는 구간은 2009년 5월 속도자료에 의하면 서울시 전체 도로구간의 약 2%에 불과함. 또한 간선도로 혼잡통행료 부과기준(15km/h), 자전거 평균 통행속도(15km/h), 택시 시간요금 속도 기준(15km/h), 2009년 도심 평균 통행속도(16km/h), 유형 2 간선도로 서비스 수준 E의 평균 통행속도(18km/h), 혼잡비용 산정 시 도시부 혼잡기준속도(27km/h) 등에 비해서도 낮은 편임.

따라서 현재 서울시 속도 현황 및 여러 통행속도 기준 등을 고려하여 혼잡통행속도 기준을 15km/h(평일 시간기준 3회 이상 발생)로 재정립할 필요성이 있을 것으로 판단됨.

혼잡통행속도 기준을 강화시킬 경우 교통수요관리 대상에 해당하는 구간이 현재보다 크게 늘어날 것으로 예상됨. 따라서 단기적인 급격한 상향 조정에 따른 정책 수용성 약화 및 혼잡관리구역 확대에 따른 행정적 부담을 감안하여 단계적 상향 조정에 대한 검토도 필요할 것으로 보임. 그 대안으로 단기적으로는 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 간선도로 III³⁾ 유형의 서비스수준 E의 평균통행속도를 근거로 하여 혼잡통행속도 기준을 12km/h로 고려해 볼 수 있을 것임.

3) 저규격 도로(유형 3) : 주로 집산도로와 연결되는 간선도로로서 도시부 내의 교통을 주로 소화함. 설계측면에서 볼 때 자유속도는 65kph 이하, km당 신호교차로 수는 2개 이상, km당 버스정류장 수도 2개 이상을 나타냄. 일정 규모 이상 도시의 중심업무 지역의 간선도로가 기능측면에 서는 저규격에 해당함.



〈그림 6〉 속도별 시간대 3회 이상 발생하는 도로구간 비율(현재, 조정 시)

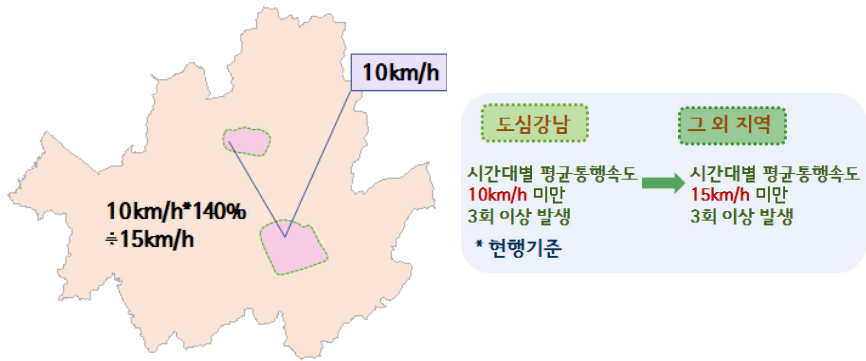
4) 지역별 혼잡통행속도 차별화 전략

서울시 내에서도 지역별 교통 여건이 다르기 때문에 교통혼잡 관리목표를 동일기준으로 적용시키는 것은 불합리하다고 판단됨에 따라 효율적인 교통수요관리를 위하여 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략을 모색하였음.

도시부 교통류를 대상으로 거시적 분석이 가능한 Two-Fluid 모형을 활용하여 서울시 도로망 효율성을 평가하고 승용차 통행수요 규모를 함께 고려하여 교통수요 관리목표로서의 지역별 혼잡통행속도 기준 차별화 적용방안을 제시하고자 함.

분석 결과, 현재 지역별 도로망 효율성 지표와 통행량을 함께 고려하여 도심, 강남 외 지역들은 도심, 강남에 비해 약 40% 높은 교통혼잡 관리목표의 차별적 적용이 필요할 것으로 판단됨. 즉 현재 혼잡통행속도 기준인 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생을 도심, 강남 기준으로 보았을 경우, 그

외 지역들은 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 높여 줄 필요가 있음. 이는 도심, 강남 외 지역들의 도로망 효율성(-20%)과 통행수요에 따른 속도 차이(+60%)를 고려한 대략적인 결과임. 단 이 차이는 현재 교통여건을 고려한 결과이기 때문에 이 연구에서 제시한 혼잡통행속도 기준(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생)으로 조정 시에는 재검토가 필요함.



(그림 7) 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 방안

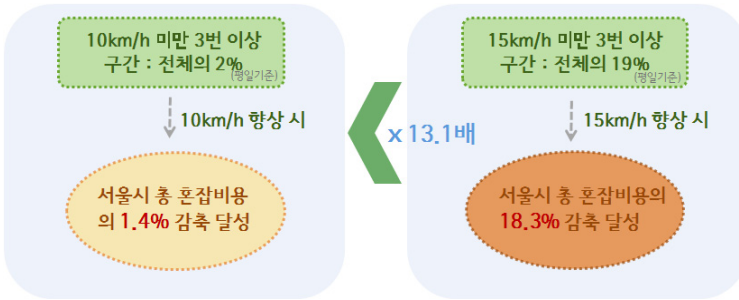
3. 혼잡통행속도 관리목표 달성 시 기대효과

혼잡통행속도 재정립(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생)에 따른 혼잡비용 감축, 탄소배출량 감축, 기타효과 측면에서의 기대효과를 분석하였음.

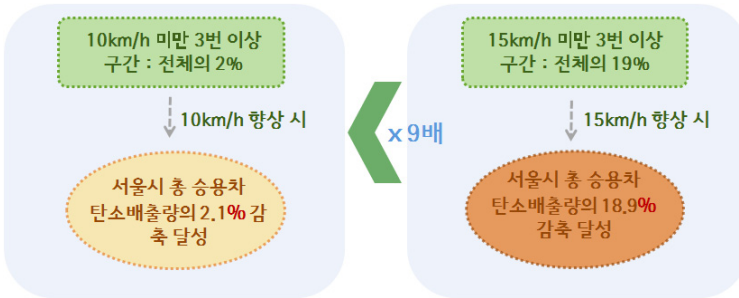
혼잡통행속도 기준을 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 조정하여 기준 이하 도로 구간의 시간대별 통행속도를 15km/h로 향상시킬 경우, 서울시 총 혼잡비용의 약 18.3%, 서울시 승용차 총 탄소배출량의 18.9% 감축이 가능할 것으로 추정됨. 현행 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)에 비해 혼잡관리목표 기준 상향 시(시간대별 평균통행

속도 15km/h 미만 3회 이상 발생) 혼잡비용은 약 13.1배, 탄소배출량은 9배 정도 감축효과가 더 큰 것으로 추정되었음(<그림 8>, <그림 9> 참조).

그 외에도 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 서울시 도로의 혼잡 완화에 따른 기대효과로는 대기질 개선, 삶의 질 및 도시 경쟁력 향상 등이 예상됨.



<그림 8> 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 혼잡비용 감축효과



<그림 9> 혼잡기준속도 상향 조정 시 탄소배출량 감축효과

또한 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만 3회 이상 발생하는 구간들의 속도를 15km/h로 향상시켰을 경우, 승용차 교통량(강남, 도심 기준)도 약 20% 감축하는 효과를 볼 수 있었음.

Ⅲ. 정책 제안

1. 교통수요 관리목표 설정에 부합하며 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡통행속도 기준 제안

현행 법적 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만 3회 이상 발생)에 따른 실질적인 교통수요관리 대상지역은 극히 일부 가로구간에 한정되어 있으므로 혼잡통행속도 기준을 상향시켜 현재보다 대상지역을 넓힐 필요가 있을 것으로 판단됨.

현재 서울시 속도 현황 및 여러 통행속도 기준 등을 고려하여 혼잡통행속도 기준이 최소 15km/h(시간대별 3회 이상 발생) 수준이 되어야 적정하다고 판단됨. 단, 혼잡통행속도 기준을 강화시킬 경우 교통수요관리 대상구간이 현재보다 크게 늘어남에 따라 예상되는 정책 수용성 약화 및 행정적 부담을 감안하여 단계적 상향 조정에 대한 검토도 필요할 것으로 보임. 그 대안으로 단기적으로는 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 간선도로 III 유형의 서비스수준 E의 평균통행속도를 근거로 하여 혼잡통행속도 기준을 12km/h로 고려해 볼 수 있을 것임. 그러나 앞서 제시한 것처럼 혼잡통행료부과속도 기준과의 불일치 해소를 위해서는 혼잡통행속도 기준을 15km/h로 조정해나가는 것이 바람직할 것임.



2. 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략

서울시 내에서도 지역별 교통 여건이 다르기 때문에 교통혼잡 관리목표를 동일기준으로 적용시키는 것은 불합리하다고 판단되며 효율적인 교통수요관리를 위한 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략을 제시함.

현재 지역별 도로망 효율성 지표와 통행량을 함께 고려하여 도심, 강남 외 지역들은 도심, 강남에 비해 약 40%(현행 대비) 높은 교통혼잡 관리목표의 차별적 적용이 필요할 것으로 판단됨.



3. 통행속도와 연계하여 승용차 감축 목표 설정

현재 서울시에서 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간들의 시간당 통행속도를 15km/h까지 개선시키기 위해서는 강남, 도심의 경우 약 20% 승용차 교통량 감소가 필요할 것으로 추정됨.

따라서 교통혼잡 관리목표 달성을 위해서는 혼잡관리 통행속도 기준과 연계하여 도심, 강남 진입 승용차 교통량의 20% 감축목표 설정도 함께 고려할 필요가 있음.

목 차

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 주요내용 및 범위	5
1. 연구 주요내용	5
2. 연구 범위 및 수행 절차	6
제2장 서울시 통행속도 현황 분석	9
제1절 속도 자료	9
제2절 서울시 주요도로 속도 현황	10
제3절 서울시 주요도로 혼잡구간 현황	14
1. 서울시 내부도로 혼잡구간 비율	14
제4절 소결	18
제3장 기존 혼잡통행속도 타당성 평가 및 기준 정립	21
제1절 서울시 교통 여건 변화	21
1. 자동차 등록대수 및 도로 연장 추이	21
2. 서울시 통행속도 및 혼잡비용 추이	23
제2절 혼잡통행속도 기준 타당성 평가	24
1. 혼잡통행속도 법적 기준 검토	24
2. 다양한 통행속도 기준 비교	25
3. 이론적 혼잡통행속도	28
제3절 혼잡통행속도 기준 제시	30

제4절 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략	33
1. 개요	33
2. Two-Fluid 이론	34
2. Two-Fluid 이론 적용 분석 방법	35
3. 서울시 지역별 교통망 운영 효율성 비교	39
4. 서울시 지역별 승용차 통행량 비교	42
5. 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 적용 제시	44
제5절 소결	45
제4장 혼잡통행속도 관리목표 달성 시 기대효과	49
제1절 혼잡통행속도 기준 강화 조정 방안	49
제2절 혼잡통행속도 기준 조정 시 기대효과	50
1. 분석 전제 및 방법	50
2. 혼잡비용 감축	53
3. 탄소배출량 감축	55
4. 기타효과	57
제3절 서울시 교통수요관리 교통량 감축 목표 설정	61
제4절 소결	62
제5장 결론	65
1. 결론	65
2. 향후 연구과제	67
참고문헌	71
영문요약	75

표 목 차

〈표 2-1〉 서울시 07~21시 평균통행속도 현황	11
〈표 2-2〉 도심, 강남 정의	15
〈표 3-1〉 연도별 자동차 등록대수 및 도로연장	22
〈표 3-2〉 연도별 서울시 속도(서울시 전체, 도심) 및 혼잡비용	24
〈표 3-3〉 현재 사용되고 있는 통행속도 기준	26
〈표 3-4〉 실시간 교통상황 정보 제공 시 속도 기준	27
〈표 3-5〉 차량당 제어 지체시간에 따른 서비스 수준	30
〈표 3-6〉 서울시 강남, 도심 및 그 외 지역의 승용차 통행량 및 시가화 면적	42
〈표 3-7〉 도심, 강남과 그 외 지역의 V/C 에 따른 통행속도 차이	43
〈표 4-1〉 고정비의 원단위(2007년 기준)	51
〈표 4-2〉 혼잡비용 감축 효과	53
〈표 4-3〉 탄소배출량 감축 효과	56
〈표 4-4〉 서울시 대기오염물질 배출량 현황(일반)	58
〈표 4-5〉 서울시 대기오염물질 배출량 현황(도로변)	58
〈표 4-6〉 강남, 도심의 속도 향상에 따른 교통량 감소 비율	62

그림목차

<그림 1-1> 서울시 속도 및 교통혼잡비용 추세	4
<그림 1-2> 속도에 따른 연료소모량	5
<그림 1-3> 속도에 따른 탄소배출량	5
<그림 1-4> 연구 범위 및 수행절차	6
<그림 2-1> 서울시 평균 통행속도 현황	10
<그림 2-2> 서울시 시간대별 평균통행속도 현황	11
<그림 2-3> 서울시 속도 분포 현황(평일)	12
<그림 2-4> 서울시 속도 분포 현황(주말)	13
<그림 2-5> 서울시 시간대 속도별 3번 이상 발생 구간 누적비율	14
<그림 2-6> 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(평일)	15
<그림 2-7> 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(주말)	16
<그림 2-8> 평일, 주말 혼잡구간 일치 비율(평일기준)	17
<그림 2-9> 평일, 주말 동시 혼잡발생 구간 분포	17
<그림 3-1> 연도별 자동차 등록대수 및 도로연장	22
<그림 3-2> 도로연장/자동차등록대수 추세	23
<그림 3-3> 서울시 통행속도 및 혼잡비용	24
<그림 3-4> 서울시 유입통행량	24
<그림 3-5> 통행속도 기준별 분포	26
<그림 3-6> 네트워크 용량과 속도 관계	28
<그림 3-7> 2개 교차로 신호 통과 차량 도식화	29
<그림 3-8> 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(평일)	32
<그림 3-9> 속도별 시간대 3번 이상 발생하는 도로구간 비율(현재, 조정시)	33
<그림 3-10> n값에 따른 지체시간과 통행시간	36
<그림 3-11> 단위당 지체시간 보정 전, 후	38

〈그림 3-12〉 파라메타 n값 비교	39
〈그림 3-13〉 지역별 n값과 평균통행속도 간의 상관성	40
〈그림 3-14〉 서울시 구별 파라메타 n값 비교	41
〈그림 3-15〉 교통량에 따른 통행속도 차이	43
〈그림 3-16〉 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 방안	44
〈그림 4-1〉 속도에 따른 탄소배출량 모형	53
〈그림 4-2〉 혼잡기준속도 발생횟수 조정 시 혼잡비용 감축효과	55
〈그림 4-3〉 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 혼잡비용 감축효과	55
〈그림 4-4〉 탄소배출량 감축효과	57
〈그림 4-5〉 혼잡기준속도 상향 조정 시 탄소배출량 감축효과	57
〈그림 4-6〉 서울시 미세먼지 배출량	58
〈그림 4-7〉 서울시 일산화탄소 배출량	59
〈그림 4-8〉 서울시 이산화질소 배출량	59
〈그림 4-9〉 속도에 따른 일산화탄소 배출량	60
〈그림 4-10〉 속도에 따른 이산화질소 배출량	60

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 주요내용 및 범위

제1절 연구의 배경 및 목적

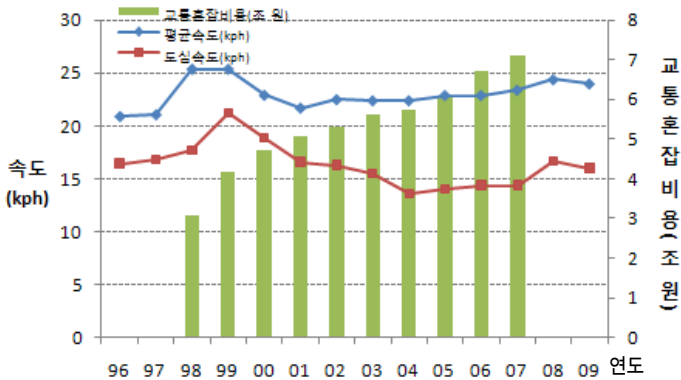
도시인구의 증가, 승용차 보유대수의 증가로 도시의 교통혼잡은 지속적으로 악화되고 있음. 2009년도 서울시 평균 통행속도는 24km/h(도심 16km/h)로 혼잡기준속도⁴⁾인 27km/h보다 낮은 수준임. 이로 인한 혼잡비용이 지난 10년간(1998~2007) 약 8.7% 증가하였고, 서울시의 교통혼잡비용은 전국 혼잡비용의 43% 이상을 차지하고 있음. 또한 교통혼잡은 화석연료 사용을 증가시켜 막대한 탄소배출과 대기오염물질을 유발하기도 함.

서울시 간선도로에서의 교통혼잡은 시민 삶의 질은 물론 막대한 경제적 손실을 야기하고 있으며 더 나아가 도시경쟁력을 저하시키는 주요인이 되고 있음.

극심한 교통 혼잡상황에 대한 개선 효과는 다른 교통 개선 정책들에 비해 경제적 측면, 환경 측면, 도로효율성 측면 등에서 월등함. 그 이유는 일반적으로 낮은 속도에서 연료 소모량 및 대기오염 물질 배출량 등이 많으며 속도 증가에 따른 감소율이 월등히 크기 때문임(<그림 1-2>, <그림 1-3>). 이러한 측면에서 교통혼잡 특별관리시설물(구역) 지정 관련 정책들은 의미 있는 정책임. 그러나

4) 한국교통연구원에서 교통혼잡비용 산정 시 활용하는 혼잡기준속도

그 대상 시설물(구역) 선정 시 사용되는 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)이 현재 서울시 교통 여건 및 교통수요 관리목표 설정에 적정한 것인지 의문시됨.

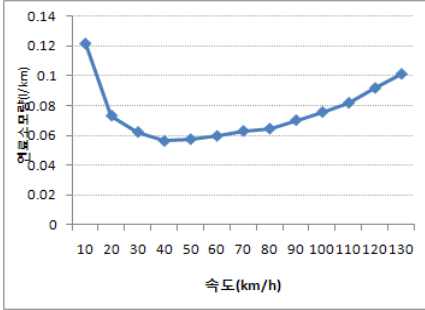


출처 : 속도자료- 서울시 도시교통본부 통계자료
 교통혼잡비용- 한국교통연구원, 2008, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과추이 분석」

〈그림 1-1〉 서울시 속도 및 교통혼잡비용 추세

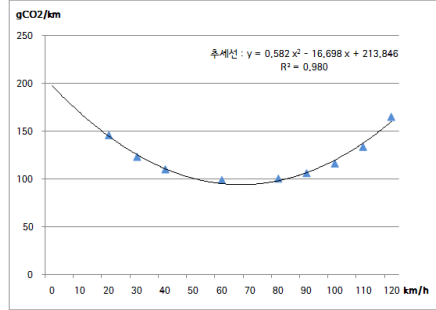
일반적으로 교통혼잡은 교통량과 속도와 관련된 지표로 평가되고 있으나 이 연구에서는 속도만으로 범위를 한정하여 연구하고자 함.

또한 속도측면에서 현재 서울시의 교통수요관리를 위한 혼잡속도 기준이 법적으로 제시되어 있지만 정책별 기준(혼잡통행료 부과 대상 구간 산정 기준 및 교통혼잡 특별관리시설물, 교통혼잡 특별관리구역 지정 기준)이 뚜렷한 이유 없이 불일치하고 서울시 교통특성에 맞는 것인지도 의문시됨. 따라서 이 연구에서는 현재 서울시의 통행속도 현황 및 기존 혼잡통행속도 기준의 타당성을 평가하고 교통수요 관리목표 설정에 부합하며 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡속도 기준을 재정립하고자 함.



출처 : 한국개발연구원, 2004, 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침」

〈그림 1-2〉 속도에 따른 연료소모량



출처 : 서울시정개발연구원, 2009, 「서울시 교통부문 탄소배출 관리전략개발을 위한 기초 연구」

〈그림 1-3〉 속도에 따른 탄소배출량

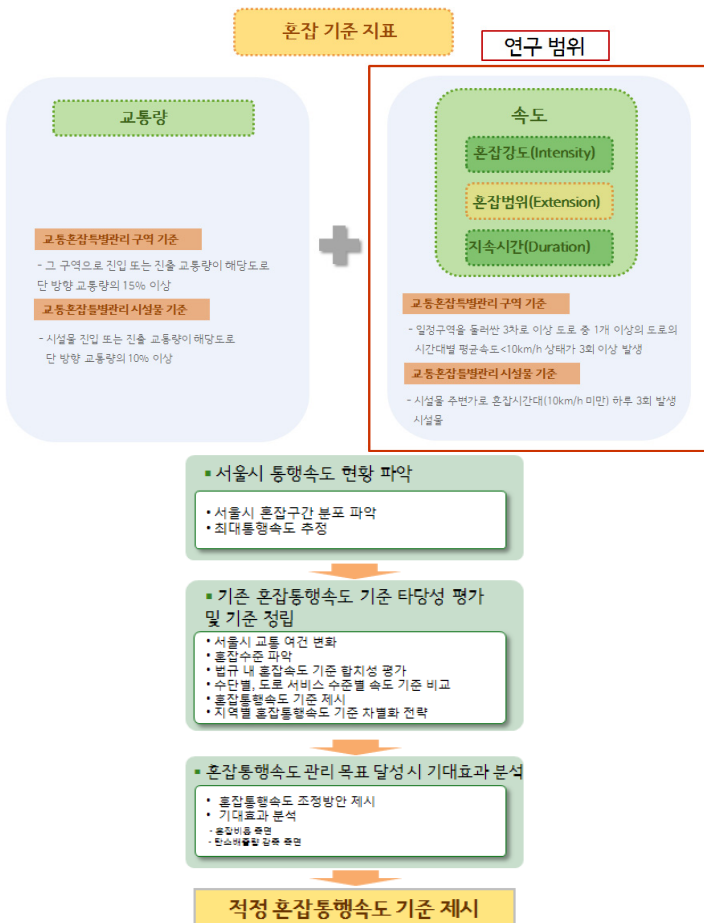
제2절 연구의 주요내용 및 범위

1. 연구 주요내용

- 서울시의 통행속도 현황 파악
- 기존 혼잡통행속도의 법적 기준 및 타당성 평가
- 현 서울시 교통 여건 변화 및 기존 통행속도 기준 검토
- 교통수요 관리목표 달성을 위한 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡통행속도 기준 제시
- 지역별 도로망 효율성과 통행수요 분석을 통한 혼잡통행속도 관리 목표 차별화 전략 제시
- 혼잡통행속도 관리 목표 달성 시 기대효과 분석

2. 연구 범위 및 수행 절차

일반적으로 교통혼잡은 교통량 및 속도와 관련된 지표로 평가되고 있으나 이 연구에서는 속도만으로 범위를 한정하여 연구하고자 함. 또한 속도를 기준으로 한 혼잡정도는 강도(속도의 낮은 정도), 범위(혼잡의 공간적 범위), 지속시간으로 평가될 수 있음. 그 중 혼잡강도, 지속시간을 위주로 특히 혼잡강도를 중점적인 연구 대상으로 분석하였음. 특히 교통수요관리 정책 중 교통혼잡 특별관리구역(시설물) 관련 통행속도 기준을 토대로 타당성을 평가하고 적정 혼잡통행속도 기준을 제시하고자 함.



〈그림 1-4〉 연구 범위 및 수행절차

제2장 서울시 통행속도 현황 분석

제1절 속도 자료

제2절 서울시 주요도로 속도 현황

제3절 서울시 주요도로 혼잡구간 현황

제4절 소결

제 2 장

서울시 통행속도 현황 분석

제1절 속도 자료

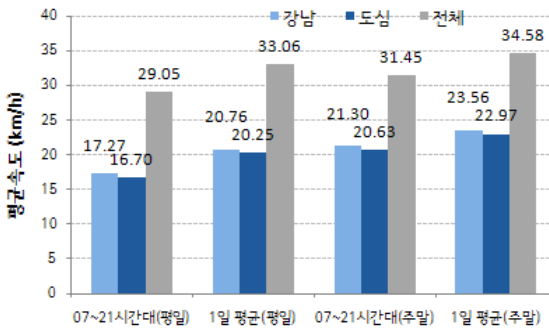
이 연구에서는 서울시 교통정보센터(TOPIS)에서 제공하는 평균 속도자료(2009년도 5월 기준)를 활용하여 서울시 속도 현황을 분석함. 교통정보센터(TOPIS)는 도로의 건설, 유지관리 및 도로 운영에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초 자료를 제공하는데 목적을 두고 서울시 전체도로에 대한 일반차량 및 버스에 대한 통행속도를 조사하고 있음.

이 연구에서 사용된 총 자료의 수집구간 길이는 2,344km(도시고속도로 제외 시 2,027km)이며, 자료수집 구간개수는 1,928개(도시고속도로 제외 시 1,779개)임. 속도 집계단위는 1시간 평균통행속도이며 조사 방식은 위치비콘/GPS를 이용한 검지차량 기반의 구간속도 측정방식임. 속도는 일정 도로구간을 주행한 차량들의 통행거리의 합을 통행시간의 합으로 나눈 공간평균속도로 산정함.

제2절 서울시 주요도로 속도 현황

이 연구에서는 서울시 교통정보센터(TOTIS)의 속도자료(2009년도 5월 기준)를 활용하여 서울시 주요도로의 속도 현황을 살펴봄. 각 도로의 평균 통행속도(도로 연장 고려)를 산출하여 분석한 결과, 서울시 전체 도로의 평균 통행속도에 비해 강남, 도심의 평균 통행속도는 매우 느린 편으로 나타남. 평일 07~21시 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 서울시 전체 평균 통행속도(29.1km/h)⁵⁾의 약 57% 수준에 그침.

같은 시간대 강남의 평균 통행속도(17.3km/h)는 서울시 전체의 비혼잡속도⁶⁾의 약 50% 수준이며, 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 약 48% 수준임.

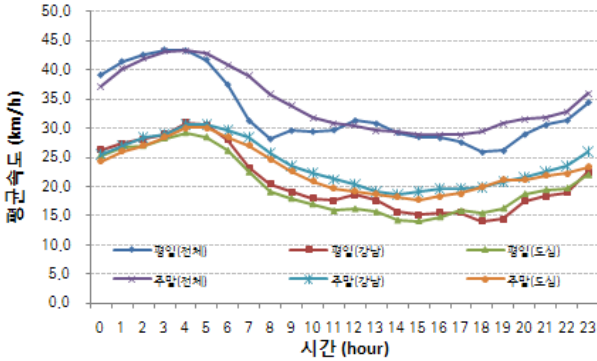


주 : 서울시에서 공식적으로 발표된 값들과 다를 수 있음(분석조건 상).

<그림 2-1> 서울시 평균 통행속도 현황

시간대별 평균 통행속도를 살펴본 결과, 평일 도심과 강남의 평균 통행속도는 <그림 2-2>와 같이 전체적으로 가장 느린 수준을 보임. 또한 도심과 강남은 첨두시에만 통행속도가 떨어지는 일반적인 도시 교통 패턴과는 달리 심야 새벽 시간대를 제외한 거의 전일에 전 시간에 걸쳐 혼잡을 겪고 있는 것으로 보임.

- 이 연구에서 산출한 평균 통행속도(도시고속도로 포함)는 서울시에서 공식적으로 발표한 평균 통행속도(24km/h)와 분석 조건이 상이하여 값의 차이가 발생함.
- 서울시 주요간선도로(도시고속도로제외)의 비혼잡 상황 시 통행속도를 추정하기 위하여 새벽 시간대(23~05시)의 평균 통행속도를 산출한 결과 약 35.5km/h로 도출되었음.



주 : 서울시에서 공식적으로 발표된 값들과 다를 수 있음(분석조건 상이).

〈그림 2-2〉 서울시 시간대별 평균통행속도 현황

〈그림 2-3〉, 〈그림 2-4〉는 서울시 주요도로의 평일과 주말의 방향별 통행속도 현황을 나타냄. 이때 사용된 평균 통행속도는 혼잡이 덜한 새벽시간대를 제외한 07~21시의 평균통행속도를 기준으로 함.

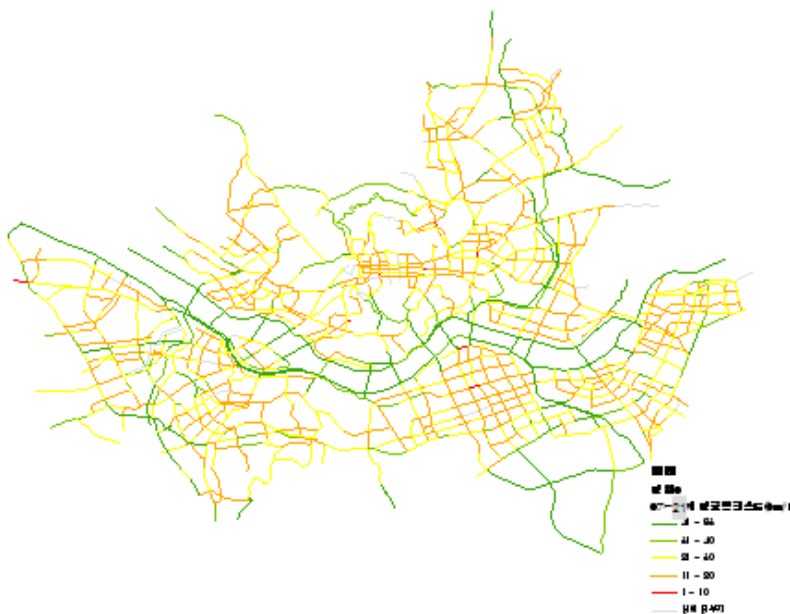
평일의 경우, 양 방향 모두에서 11~30km/h의 평균 통행속도를 가진 도로 구간이 서울시 전체 도로의 약 70%를 차지함. 평균 통행속도가 10km/h 미만인 도로 구간은 서울시 전체 도로 연장의 0.18~0.28% 수준에 불과함.

주말의 경우, 평일과 비슷한 분포를 나타내지만 전체적으로 평균통행속도가 증가하는 경향을 보임. 평일 평균 통행속도가 10km/h 미만인 구간에서 높은 비중을 차지했던 강남과 도심에서도 출·퇴근 차량이 적은 주말에는 그 비중이 상당히 낮아진 것으로 나타남.

〈표 2-1〉 서울시 07~21시 평균 통행속도 현황

07~21시 평균통행속도	평일	주말
40km/h 초과	19.6% (0.1%)	22.8% (0.1%)
31 ~ 40 km/h	11.9% (0.1%)	14.3% (0.8%)
21 ~ 30 km/h	33.9% (3.7%)	37.8% (5.4%)
11 ~ 20 km/h	34.4% (13.6%)	25.0% (6.4%)
10 km/h 이하	0.2% (21.6%)	0.1% (0.0%)

주) 속도별 도로연장 비율, ()안의 값은 도로연장 중 강남·도심이 차지하는 비율로, 서울시에서 공식적으로 발표된 값들과 다를 수 있음(분석조건 상이).



〈평일, 방향1〉



〈평일, 방향2〉

〈그림 2-3〉 서울시 속도 분포 현황(평일)



〈주말, 방향1〉



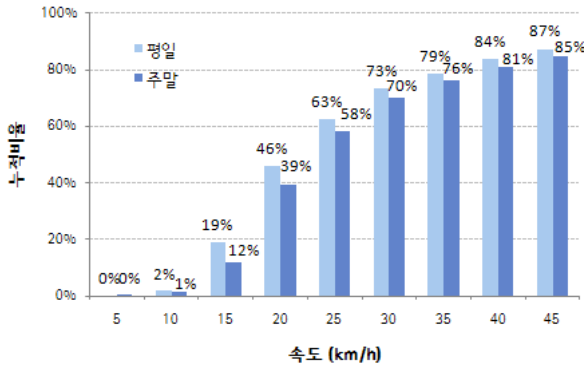
〈주말, 방향2〉

〈그림 2-4〉 서울시 속도 분포 현황(주말)

제3절 서울시 주요도로 혼잡구간 현황

1. 서울시 내부도로 혼잡구간 비율

서울시내 모든 도로에서 하루 중 평균 통행속도가 5~45km/h 이하(5km/h 단위)인 시간대가 3회 이상 발생한 구간의 비율을 분석함. 또한 구간 연장의 누적 비율을 적용하여 속도별 구간의 비율을 산출함.



(그림 2-5) 서울시 시간대 속도별 3번 이상 발생 구간 누적비율

평일 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 혼잡구간의 비율은 서울시 전체 도로 연장의 2%, 15km/h 미만인 경우 19%로 약 9배 이상 증가함. 따라서 이 분석 결과만으로도 혼잡통행속도 기준을 시간대별 평균 통행속도가 10km/h 미만이 3회 이상 발생으로 하였을 경우 서울시 전체적으로 교통수요관리의 주요 대상이 되는 혼잡구간에 해당하는 도로구간이 많지 않을 것으로 예상됨. 따라서 보다 강력한 교통수요관리를 위해서는 혼잡통행속도 기준을 현재보다 강화시켜 관리 대상에 해당하는 구간이 늘어나도록 하는 것이 필요할 것으로 판단됨.

또한 평일 기준으로 도심과 강남 내에서 1시간 기준 속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 도심 전체 중 27%, 강남 전체 중 17%에 불과해 현행 법적 기준에 따른 교통혼잡 특별관리시설물(구역) 등의 실질적인 교통수요관리

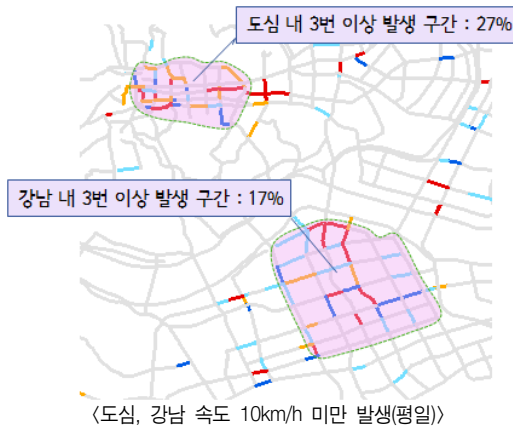
대상지역은 도심, 강남(<표 2-2>에서 정의된 지역 내의 도로구간)에서도 일부 가로구간에 한정되어 있는 것을 알 수 있음.

<표 2-2> 도심, 강남 정의

구분	대상지역
도심	종로구 : 종로 1,2,3,4,가동, 종로 5,6 가동 중구 : 명동, 광희동, 을지로 3,4,5가동 (광화문로, 율곡로, 퇴계로, 흥인문로를 경계로 한 내부도로)
강남	강남구 : 논현 1동, 논현 2동, 청담2동, 삼성1동, 삼성2동, 대치3동, 대치4동, 역삼1동, 역삼2동 (강남대로, 압구정로, 영동대로, 도곡동길을 경계로 한 내부도로)



<속도 10km/h 미만 발생(평일)>

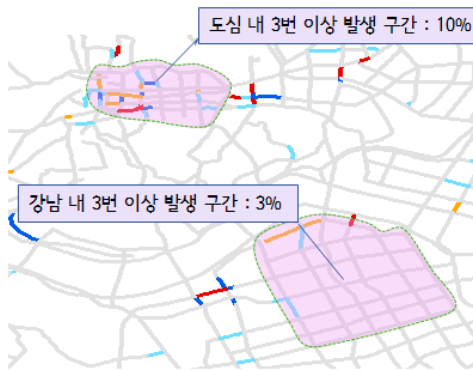


<도심, 강남 속도 10km/h 미만 발생(평일)>

<그림 2-6> 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(평일)



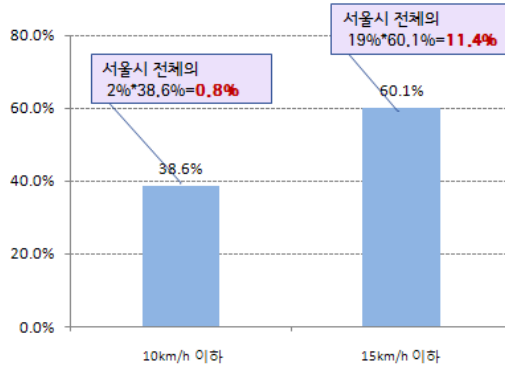
〈속도 10km/h 미만 발생(주말)〉



〈도심, 강남 속도 10km/h 미만 발생(주말)〉

〈그림 2-7〉 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(주말)

혼잡구간 중 평일 기준으로 평일과 주말 모두 혼잡이 발생할 수 있는 구간의 비율은 10km/h 미만인 구간에서 38.6%, 15km/h 미만인 구간에서 60.1%로 분석됨. 이는 서울시 전체 도로 연장 중 0.8%(2%×38.6%)와 11.4%(19%×60.1%) 정도의 구간에서 평일과 주말 모두 극심한 혼잡을 겪고 있는 것으로 파악되며 이러한 혼잡구간에 대한 집중 관리가 필요할 것으로 판단됨.



〈그림 2-8〉 평일, 주말 혼잡구간 일치 비율(평일기준)



〈10km/h 미만 3번 발생〉



〈15km/h 미만 3번 발생〉

주 : 평일기준으로 평일, 주말 동시 혼잡구간 발생(양방향 모두 포함)

〈그림 2-9〉 평일, 주말 동시 혼잡발생 구간 분포

제4절 소결

이 장에서는 서울시 통행속도 데이터(2009년 5월 기준)를 활용하여 서울시 도로의 통행속도 현황 및 혼잡구간 분포 현황에 대하여 살펴보았음.

서울시 전체 도로의 평균 통행속도에 비해 강남, 도심의 평균 통행속도는 매우 느린 편으로 나타남. 평일 07~21시 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 서울시 전체 평균 통행속도(29.1km/h)⁷⁾의 약 57% 수준에 그치며, 같은 시간대 강남의 평균 통행속도(17.3km/h)는 서울시 전체의 비혼잡속도⁸⁾의 약 50%, 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 약 48% 수준인 것으로 분석되었음.

혼잡구간 중 평일 기준으로 평일과 주말 모두 혼잡이 발생할 수 있는 구간의 비율은 10km/h 미만인 구간에서 38.6%, 15km/h 미만인 구간에서 60.1%로 분석됨. 이는 서울시 전체 도로 연장 중 0.8%와 11.4% 정도의 구간에서 평일과 주말 모두 극심한 혼잡을 겪고 있음을 암시함. 향후 이러한 혼잡 구간에 대한 집중 관리가 필요할 것으로 판단됨.

평일 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생(현행 기준)하는 혼잡구간의 비율은 서울시 전체 도로 연장의 2%를 차지하고 있으며, 도심, 강남 내부에서는 해당지역 도로구간의 27%, 17%를 차지함. 이 분석결과를 통해 볼 때 현행 법적 기준에 따른 실질적인 교통수요관리 대상지역은 극히 일부 가로구간에 한정되어 있으므로 혼잡통행속도 기준을 상향시켜 현재보다 대상지역을 넓힐 필요가 있을 것으로 판단됨.

7) 이 연구에서 산출한 평균 통행속도(도시고속도로 포함)는 서울시에서 공식적으로 발표한 평균 통행속도(24km/h)와 분석 조건이 상이하여 값의 차이가 발생함.

8) 서울시 주요간선도로(도시고속도로제외)의 비혼잡 상황 시 통행속도를 추정하기 위하여 새벽 시간대(23~05시)의 평균 통행속도를 산출한 결과 약 35.5km/h로 도출되었음.

제3장 기준 혼잡통행속도 타당성 평가 및 기준 정립

제1절 서울시 교통 여건 변화

제2절 혼잡통행속도 기준 타당성 평가

제3절 혼잡통행속도 기준 제시

제4절 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략

제5절 소결

제 3 장

기존 혼잡통행속도 타당성 평가 및 기준 정립

제1절 서울시 교통 여건 변화

1. 자동차 등록대수 및 도로 연장 추이

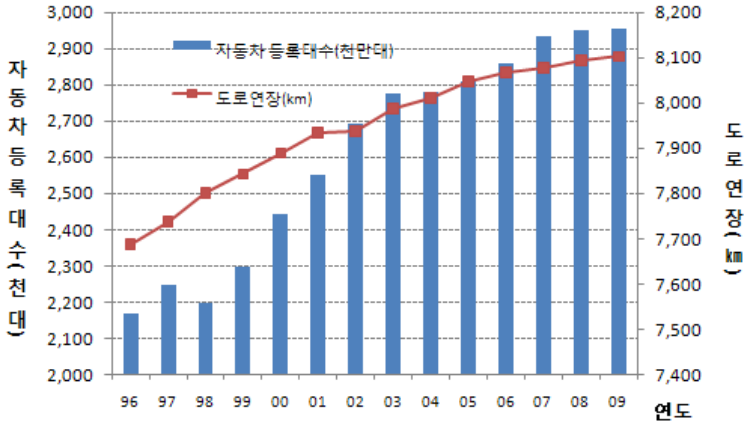
서울시 자동차 등록대수는 1996년 217만대에서 2009년 296만대로 약 36.3% 크게 증가한 반면 서울시 내부 도로 연장은 같은 기간 7,689km에서 8,102km로 약 5.4% 증가함. 자동차 등록대수 및 도로 연장의 연도별 증가율은 모두 점차 감소하는 추세이긴 하나 자동차 등록대수가 도로연장 증가율에 비해 높은 편임. 이로 인해 서울시 자동차 한 대당 공급되는 도로연장의 길이는 지속적으로 감소하고 있으며, 1996년에 비해 2009년에는 약 22.6% 감소함.

이러한 서울시 교통 여건의 변화는 도로와 같은 제한된 인프라 공급에 비해 높은 자동차 증가율을 보여줌으로써 서울시 교통혼잡의 악화를 예견해주고 있음. 따라서 서울시 내부에 인프라 공급의 확대가 더 이상 불가능한 상황이라면 교통수요관리를 통한 혼잡완화정책의 강화가 필요하다는 것을 암시하고 있음.

〈표 3-1〉 연도별 자동차 등록대수 및 도로연장

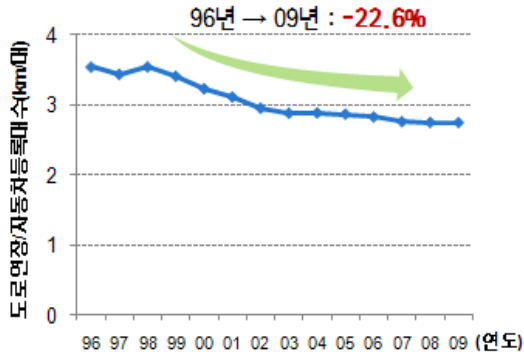
	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
자동차 등록대수 (천대)	2,168	2,249	2,199	2,298	2,441	2,550	2,691	2,777	2,780	2,809	2,857	2,933	2,949	2,955
전년대비 증가율	-	3.7%	-2.2%	4.5%	6.2%	4.5%	5.5%	3.2%	0.1%	1.0%	1.7%	2.7%	0.5%	0.2%
도로 연장(km)	7,689	7,737	7,801	7,843	7,889	7,935	7,937	7,988	8,011	8,046	8,067	8,078	8,093	8,102
전년대비 증가율	-	0.6%	0.8%	0.5%	0.6%	0.6%	0.0%	0.6%	0.3%	0.4%	0.3%	0.1%	0.2%	0.1%
도로연장 / 자동차 등록대수	3.5	3.4	3.5	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7
전년대비 증가율	-	-3.0%	3.1%	-3.8%	-5.3%	-3.7%	-5.2%	-2.5%	0.2%	-0.6%	-1.4%	-2.5%	-0.4%	-0.1%

출처 : 서울시 도시교통본부 통계자료



출처 : 서울시 도시교통본부 통계자료

〈그림 3-1〉 연도별 자동차 등록대수 및 도로연장



〈그림 3-2〉 도로연장/자동차등록대수 추세

2. 서울시 통행속도 및 혼잡비용 추이

서울시 전체 평균통행속도(06시~22시)는 증가하는 반면 도심의 평균 통행속도는 점차 감소하는 추세로 속도 간의 격차가 점차 증가하고 있음. 1996년에 비해 2009년에는 속도 간의 격차가 약 77%(20.9km/h-16.4km/h→24km/h-16km/h) 증가함.

2007년 서울시 도로의 교통혼잡비용(고정비용 포함) 규모는 1998년 대비 약 130% 증가하였으며, 연평균 8.81%의 증가율을 보이고 있음. 2007년 기준 서울시의 교통혼잡비용은 서울시 총예산(27조원)의 약 26% 규모에 달하는 것으로 추정됨. 또한 서울시로 유입되는 출근, 승용차 통행도 꾸준히 증가하고 있는 추세임.

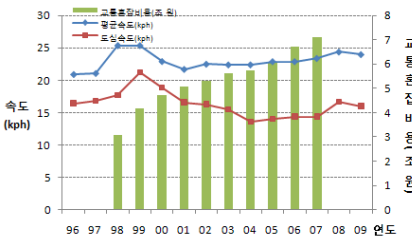
따라서 느린 도심 통행속도, 지속적인 혼잡비용 및 서울시 유입통행의 증가 등의 문제를 해결하기 위해서는 교통수요관리에 필요한 혼잡통행속도 기준의 강화가 필요할 것으로 판단됨.

〈표 3-2〉 연도별 서울시 속도(서울시 전체, 도심) 및 혼잡비용

	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
평균 속도 (kph)	20.9	21.1	25.4	25.4	22.9	21.7	22.5	22.4	22.4	22.9	22.9	23.4	24.4	24
도심 속도 (kph)	16.4	16.9	17.7	21.2	18.8	16.6	16.3	15.5	13.6	14.0	14.4	14.4	16.7	16
교통혼잡비용 (억 원)	-	-	30,861	41,752	47,141	50,868	53,100	56,403	57,237	61,014	67,355	71,037	-	-

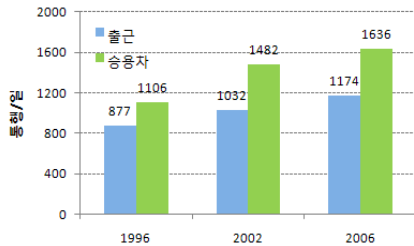
출처 : 속도자료- 서울시 도시교통본부 통계자료

교통혼잡비용- 한국교통연구원, 2008, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」



출처 : 서울시 도시교통본부 통계자료

〈그림 3-3〉 서울시 통행속도 및 혼잡비용



출처 : 수도권교통본부, 2007, 「2006 가구통행실태조사」

〈그림 3-4〉 서울시 유입통행량

제2절 혼잡통행속도 기준 타당성 평가

1. 혼잡통행속도 법적 기준 검토

현재 교통수요관리를 위한 혼잡통행속도에 대한 법적 기준은 뚜렷한 이유 없이 수요관리 목표 기준마다 상이함. 또한 혼잡통행속도 기준을 정립하기 위한 근거 및 산정 방법도 명확하지 않은 상황임. 도시교통정비촉진법(이하 도촉법)에는 아래와 같이 교통수요관리정책별 혼잡속도기준이 다르게 명시되어 있음.

1. 혼잡통행료 부과지역의 지정통행속도(도축법 제35조, 2008.3.28)
 - 기준속도 이하의 통행속도가 3회 이상 발생 도로
 - : 도시고속도로(편도 4차로 이상) ≤ 30km/h,
 - 간선도로(편도 4차로 이상) ≤ 21km/h,
 - 간선도로(편도 3차로 이하) ≤ 15km/h
2. 교통혼잡 특별관리구역 지정 통행속도(도축법 시행령 제30조, 2008.12.31)
 - 일정한 구역을 둘러싼 편도 3차로 이상 도로 중 적어도 1개 이상 도로의 시간대별 평균 통행속도가 시속 10킬로미터 미만인 상태(이하 "혼잡시간대"라 한다)가 토·일요일과 공휴일을 제외한 평일 평균 하루 3회 이상 발생
3. 교통혼잡 특별관리시설물 지정 통행속도(도축법 시행령 제30조 및 31조, 2008.12.31)
 - 시설물이 유발하는 교통량으로 인하여 해당 시설물의 주 출입구에 접한 도로의 혼잡시간대(평균 통행속도 10km/h 미만)가 시설물이 유발하는 교통량이 토·일요일과 공휴일을 포함한 주 중 가장 많은 날을 기준으로 하루 3회 이상 발생

따라서 현재 혼잡통행속도에 대한 법적 기준이 명확한 산정 근거 없이 일치하지 않아 혼란의 여지가 있음.

2. 다양한 통행속도 기준 비교

현재 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 지정에 사용되는 혼잡통행속도의 기준인 10km/h는 간선도로 혼잡통행료 부과기준(15km/h), 자전거 평균 통행속도(15km/h), 택시 시간요금 속도 기준(15km/h), 2009년 도심 평균 통행속도(16km/h), 유형 2 간선도로 서비스 수준 E의 평균 통행속도(18km/h), 혼잡비용 산정 시 도시부 혼잡기준속도(27km/h) 등과 비교했을 때 낮은 편임.

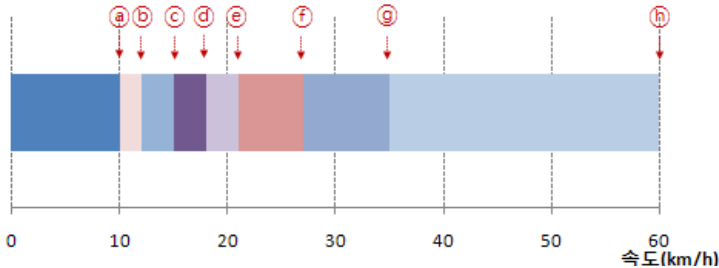
따라서 현재 기준이 되고 있는 여러 통행속도들과 비교 시 현 혼잡통행속도 기준은 낮은 편이기 때문에 속도 기준의 강화가 필요하다고 판단됨. 특히 현재 기준인 10km/h는 자전거 평균주행속도, 택시 시간요금 속도 기준인 15km/h에 비해서도 현실적으로 낮기 때문에 최소 15km/h 수준은 되어야 혼잡통행속도 기준으로 적정하다고 판단됨.

〈표 3-3〉 현재 사용되고 있는 통행속도 기준

속도 기준	속도(km/h)	표시
현 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 혼잡통행속도 기준 (도축법 시행령)	10	a
간선도로(유형3) 서비스 수준 E 평균 통행속도 (KHCM)	12	b
자전거 평균 주행속도(3차로 이하, 자전거 도로 지침)	15	c
간선도로 혼잡통행료 징수 법적 기준(도축법)		
택시 시간요금 속도 기준 - 15Km/h 이하 시 35초마다 100원 추가		
간선도로(유형2) 서비스 수준 E 평균 통행속도 (KHCM)	18	d
간선도로(유형1) 서비스 수준 E 평균 통행속도 (KHCM)	21	e
도시부 혼잡기준속도 (KOTI 혼잡비용 산정 시 기준)	27	f
서울시 도시부 도로 비첨두시 통행속도	35	g
수도권 간선도로 자유 속도	60	h

주 : 국토해양부, 2001, 「도로용량편람」에서 정의한 도로 분류

- ① 고규격(유형 1) : 고속도로 또는 도시부와 연결되는 국도를 연결하는 간선도로로, 주로 장거리 통과교통을 소화함. 일반적으로 신호교차로는 km당 2개 이하, 버스정류장 수도 km당 2개 이하이며, 대도시와 주변 중소도시를 연결하면서 그린벨트 지역을 통과하는 국도 및 지방도 등이 해당함. 설계속도 측면에서 자유속도 85kph임.
- ② 중규격(유형 2) : 고규격 간선도로와 저규격 간선도로의 중간 형태임. 자유속도는 75kph 이하이며 km당 신호교차로 수 및 버스정류장 수는 1~3개이며 일정 규모 이상의 도시에서 중심업무지역 외부의 주거지역의 간선도로가 대표적인 중간규격임.
- ③ 저규격(유형 3) : 주로 집산도로와 연결되는 간선도로로서 도시부 내의 교통을 주로 소화함. 설계속도에서 볼 때 자유속도는 65kph 이하, km당 신호교차로 수는 2개 이상, km당 버스정류장 수도 2개 이상을 나타냄. 일정 규모 이상 도시의 중심업무 지역의 간선도로가 기능측면에서는 저규격에 해당함.



〈그림 3-5〉 통행속도 기준별 분포

현재 서울시의 실시간 교통 상황을 제공하고 있는 웹사이트 내에서는 혼잡상황의 속도기준을 <표 3-4>에서와 같이 제시하고 있음. 서울시 내부 주요간선도로는 대부분 10km/h 이하이면 정체구간으로 보고 있으며 30km/h 이상이면 원

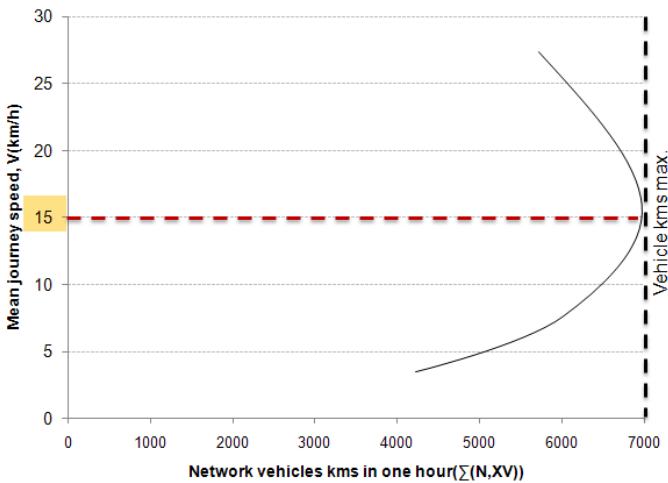
활한 교통상태로 표현하고 있음. 현재 제공하고 있는 속도는 최소 5분 이하 집계단위의 평균통행속도라 1시간 집계단위의 평균통행속도와는 정체 개념에서 큰 차이가 있을 것으로 판단됨. 즉 1시간 동안 평균통행속도가 10km/h로 지속되는 구간은 극심한 정체가 발생하는 혼잡구간으로 5분 동안 지속되는 정체구간과 혼잡 강도에서 상당한 차이가 있을 것임.

〈표 3-4〉 실시간 교통상황 정보 제공 시 속도 기준

		원활 (km/h)	서행 (km/h)	지체 (km/h)	정체 (km/h)	업데이트 주기
네이버 (www.naver.com)	고속도로	80 ↑	50~80	30~50	30 ↓	-
	도시고속도로	60 ↑	40~60	20~40	20 ↓	
	일반도로	30 ↑	20~30	10~20	10 ↓	
다음 (www.daum.net)	고속도로	70 ↑	50~70	30~50	30 ↓	5분
	국도	50 ↑	30~50	20~30	20 ↓	
	시내도로	30 ↑	20~30	10~20	10 ↓	
한국도로공사 (www.ex.co.kr)	고속도로	70 ↑	30~70		30 ↓	5분
	국도	40 ↑	20~40		20 ↓	
	시가지	30 ↑	10~30		10 ↓	
국가교통정보센터 (www.its.go.kr)	고속도로	70 ↑	30~70		30 ↓	-
	도시고속도로	40 ↑	20~40		20 ↓	
	일반도로	40 ↑	20~40		20 ↓	
서울지방국토관리청 도로교통정보센터 (www.scmo.go.kr)	고속국도	70 ↑	30~70		30 ↓	-
	도시고속도로	50 ↑	30~50		30 ↓	
	국도/지방도	40 ↑	20~40		20 ↓	
파란 (www.paran.com)	고속도로	80 ↑	50~80	30~50	30 ↓	5분
	국도	60 ↑	40~60	20~40	20 ↓	
	시내도로	30 ↑	20~30	10~20	10 ↓	
엔로드 (www.nroad.co.kr)	도시고속도로	60 ↑	40~60	20~40	20 ↓	5분
	시내도로	40 ↑	20~40	10~20	10 ↓	
TOPIS (www.topis.seoul.go.kr/)	간선도로	20 ↑	10~20		10 ↓	
서울도시고속도로 (www.smartway.seoul.kr)		50 ↑	30~50		30 ↓	-

3. 이론적 혼잡통행속도

다소 오래된 이론이지만 네트워크 용량과 속도의 관계식에서도 통행속도 15km/h를 기점으로 용량이 감소하는 것을 볼 수 있음. <그림 3-6>은 15km/h 부근에서 최대 교통용량이 발생하고 이 부근 이후에 교통량이 증가하게 되면 평균속도는 급격하게 악화되고 전체 네트워크의 처리능력 등이 떨어지게 되는 것을 보여줌.

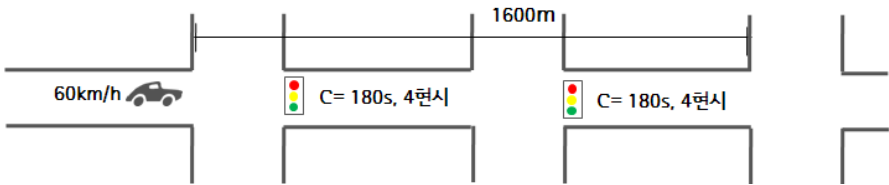


출처 : TRB, 1992, 「Traffic flow theory」

<그림 3-6> 네트워크 용량과 속도 관계

신호지체에 따른 통행속도를 추정하여 혼잡통행속도를 대략적으로 파악하였음. 2개 교차로 통과 차량을 가정할 경우 1,600m 구간 교차로를 60km/h로 주행하고 있는 차량이 두 개의 신호(주기 180초 가정)에서 최소 1회 대기 시 통행속도는 30.9km/h이며, 이때 교차로 지체시간이 45초로 서비스수준 C에 해당함. 평균적으로 신호대기가 1.5회이면 차량의 통행속도는 20.9km/h, 교차로 지체시간은 90초로 서비스수준 E에 이르게 됨. 신호대기가 2회 이상(평균적으로 각

신호에서 1회 대기)일 경우 매우 혼잡한 구간으로 판단되며, 이때 평균통행속도는 15.7km/h, 교차로 지체시간은 135초로 용량상태를 넘어선 서비스 수준 F에 해당함. 따라서 현재 혼잡통행속도 기준인 10km/h는 교차로 신호지체에 따른 통행속도와 비교 시에도 현실적으로 낮기 때문에 최소 신호대기 2회(각 교차로에서 신호대기) 시의 통행속도인 15km/h 수준으로 상향 조정할 필요가 있을 것으로 판단됨.



〈그림 3-7〉 2개 교차로 신호 통과 차량 도식화

1. 신호대기 1회 통행속도

$$\frac{1600}{1600/(16.67mps) + 90s} = 8.6mps = 30.9km/h$$

(서비스수준 E, 교차로 평균 지체시간=45초)

2. 신호대기 1.5회 통행속도

$$\frac{1600}{1600/(16.67mps) + 180s} = 5.8mps = 20.9km/h$$

(서비스수준 F, 교차로 평균 지체시간 = 90초)

2. 신호대기 2회 통행속도

$$\frac{1600}{1600/(16.67mps) + 270s} = 4.4mps = 15.7km/h$$

(서비스수준 F, 교차로 평균 지체시간 = 135초)

〈표 3-5〉 차량당 제어 지체시간에 따른 서비스 수준

서비스 수준	차량당 제어지체
A	≤ 15초
B	≤ 30초
C	≤ 50초
D	≤ 70초
E	≤ 100초
F	≤ 220초
FF	≤ 340초
FFF	> 340초

출처 : 국토해양부, 2001, 「도로용량편람」

제3절 혼잡통행속도 기준 제시

앞 절들에서 살펴본 서울시 통행속도 현황과 기존 혼잡통행속도 타당성 평가를 토대로 서울시 교통 특성을 고려하여 교통수요 관리목표 설정을 위한 혼잡 기준속도를 정립하고자 함.

서울시 교통여건의 변화로 도로와 같은 제한된 인프라 공급에 비해 자동차는 증가하고 있으며 교통혼잡비용 또한 꾸준히 증가하고 있는 추세임.

서울시 전체 평균통행속도는 2000년대 이후 전반적으로 증가하는 경향이 있는 반면 도심의 통행속도는 점차 감소하는 추세로 도심과 그 외 지역 간의 속도 격차가 점차 벌어지고 있음. 따라서 이와 같은 상황을 개선하기 위해서는 현재 서울시 교통 특성에 맞는 좀 더 강화된 혼잡기준속도 정립이 필요할 것으로 판단됨.

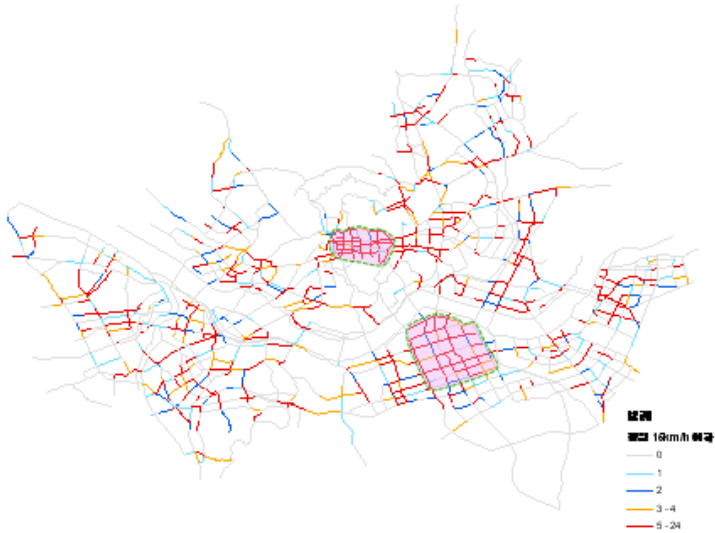
현재 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 지정에 사용되는 혼잡통행속도 기준인 10km/h 미만(시간대별 평균통행속도 3회 이상 발생)에 해당하는 구간은 2009년 5월 기준 속도자료에 의하면 서울시 전체 도로구간의 약 2%에 불과함.

또한 간선도로 혼잡통행료 부과기준(15km/h), 자전거 평균 통행속도(15km/h), 택시 시간요금 속도 기준(15km/h), 2009년 도심 평균 통행속도(16km/h), 유형 2 간선도로 서비스 수준 E의 평균 통행속도(18km/h), 혼잡비용 산정 시 도시부 혼잡기준속도(27km/h) 등에 비해서도 낮은 편임.

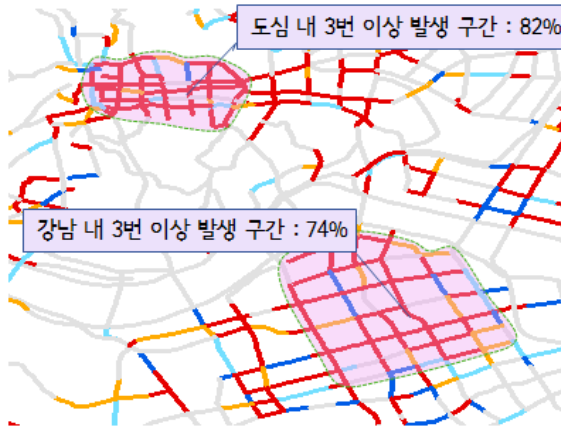
따라서 이 연구에서는 현재 혼잡통행속도 10km/h보다 강화된 속도기준을 제안하고자 함. 현재 서울시 속도 현황 및 여러 통행속도 기준 등을 고려하여 혼잡통행속도 기준을 15km/h(평일 시간기준 3회 이상 발생)로 재정립할 필요성이 있을 것으로 판단됨.

혼잡통행속도 기준을 강화시킬 경우 교통수요관리 대상에 해당하는 구간이 현재보다 크게 늘어날 것으로 예상됨. 평일 시간대별 평균통행속도가 15km/h 미만으로 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 19%를 차지하며 이는 현재 2%에 비해 9배 이상으로 범위가 확산됨을 의미함. 또한 도심과 강남 내에서도 도심 전체 중 82%(10km/h 기준 시 27%), 강남 전체 중 74%(10km/h 기준 시 17%)로 크게 늘어남(<그림 3-8>).

다만 단기적인 급격한 상향 조정에 따른 정책 수용성 약화 및 교통혼잡 특별 관리구역 및 시설물 확대에 따른 행정적 부담을 감안하여 단계적 상향 조정에 대한 검토도 필요할 것으로 보임. 그 대안으로 단기적으로는 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 간선도로 III 유형(<표 3-3> 주 참고)의 서비스수준 E의 평균통행속도를 근거로 하여 혼잡통행속도 기준을 12km/h로 고려해 볼 수 있을 것임. 그러나 앞서 제시한 것처럼 혼잡통행료 부과 속도 기준과의 불일치 해소를 위해서는 혼잡통행속도 기준을 15km/h로 조정해나가는 것이 바람직할 것임.

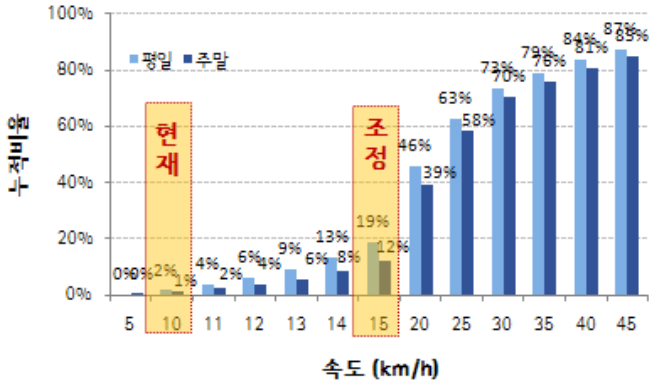


〈속도 15km/h 미만 발생(평일)〉



〈도심, 강남 속도 15km/h 미만 발생(평일)〉

〈그림 3-8〉 서울시 내부도로 혼잡 발생 분포(평일)



〈그림 3-9〉 속도별 시간대 3번 이상 발생하는 도로구간 비율(현재, 조정 시)

제4절 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략

1. 개요

서울시 내에서도 지역별 교통 여건이 다르기 때문에 교통혼잡 관리목표를 동일기준으로 적용시키는 것은 불합리하다고 판단됨. 따라서 효율적인 교통수요 관리를 위하여 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 전략을 모색하였음.

지역별 교통혼잡 관리목표(혼잡통행속도) 선정 시 도로공급 특성과 통행수요를 고려하였으며, 도로네트워크의 효율성, 교통수요 처리능력 등도 살펴보았음. 이 연구에서는 도시부 교통류를 대상으로 거시적 분석이 가능한 Two-Fluid 모형을 활용하여 서울시 도로망 효율성을 분석하였음. Two-Fluid 모형을 사용한 이유는 속도자료를 활용하여 다차로로 구성된 도시부 교통류를 대상으로 도로

교통망의 거시적 분석이 가능하기 때문이다. 한편 기하구조 및 신호운영과 관련된 분석을 통해서 네트워크 효율성 평가가 가능하나 자료수집의 어려움 등으로 이 연구에서 수행하기에는 한계가 있음. 통행수요 측면에서는 서울시 지역별 (강남, 도심, 그 외 지역) 승용차 통행수요의 규모를 토대로 평가하였으며 도로 망 효율성과 함께 지역별 혼잡통행속도 기준을 정립하는데 활용하였음.

즉 Two-Fluid 모형을 활용하여 지역별로 거시적인 측면에서 도로망의 운영 효율성을 평가하고 승용차 통행수요 규모를 함께 고려하여 교통수요 관리목표로서의 지역별 혼잡통행속도 기준 차별화 적용방안을 제시하고자 함.

2. Two-Fluid 이론

Two-Fluid 이론은 다차로로 구성된 도시부 교통류를 대상으로 간선도로 교통망에 존재하는 모든 교통류를 거시적으로 분석하기 위해 1979년 Herman과 Prigogine에 의해 제안된 이론임. 이 이론은 평균주행시간과 최소평균통행시간, 평균통행시간에 대해 다음과 같은 관계식을 제시함.

$$\log T_r = \frac{1}{n+1} \log T_m + \frac{n}{n+1} \log T \quad (1)$$

여기에서 T는 단위거리당 평균통행시간을 의미하며, T_r 은 단위거리당 평균주행시간, T_m 은 단위거리당 평균최소통행시간, n은 교통서비스 수준 파라메타 (네트워크 수요변화의 저항성 계수)를 의미함.

이 이론은 다음과 같은 두 가지 이론적인 가정을 바탕으로 구성된 것임.

가정 1) 간선도로 교통망에서 평균주행속도는 움직이는 차량의 비율과 비례함.

$$V_r = V_m \cdot f_r^n \quad (2)$$

여기서 V_r 은 평균주행속도, V_m 은 평균최대주행속도, f_r 은 주행차량의 비율을 의미함. 평균통행속도 V 는 $V = V_r \cdot f_r$ 로 표현할 수 있으므로 이를 위 식에 대입하면 아래와 같은 식을 얻을 수 있음.

$$V = V_m \cdot f_r^{n+1} \quad (3)$$

가정 2) 간선도로 교통망을 순환하는 프로브 차량의 정지시간비율은 같은 시간에 도로교통망 내에 정지해 있는 차량의 비율과 같음.

$$f_s = \frac{T_s}{T} \quad (4)$$

여기서 f_s 는 정지해 있는 차량의 비율, T_s 는 총 통행시간 중 정지시간을 의미함. 이러한 가정들은 여러 도시들을 대상으로 한 사례연구를 통해 경험적으로 증명된 사실임.

$f_r + f_s = 1$ 이고, 식 (3)에서 속도 V 를 단위거리를 이동하는 시간으로 대체하여 T_r 에 대해서 다시 정리하면 식 (5)가 됨.

$$T = T_m \cdot f_r^{(n+1)} = T_m \cdot \left(\frac{T_r}{T}\right)^{-(n+1)} = T_m \cdot \frac{T^{n+1}}{T_r^{n+1}}$$

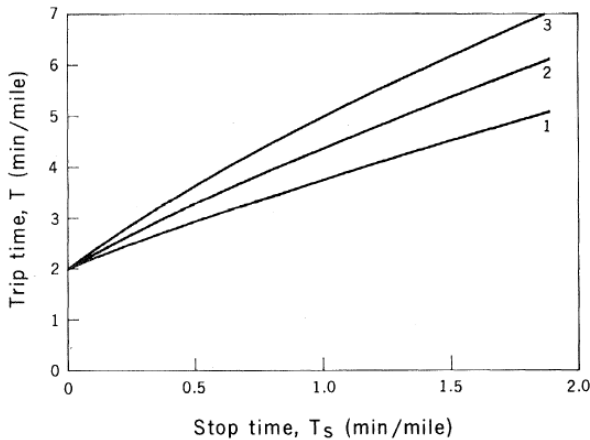
$$T_r^{n+1} = T_m \cdot T^n \quad (5)$$

이를 양변에 로그를 취해서 정리하면 식 (1)을 얻을 수 있음. 식 (1)의 파라메타 추정을 위한 회귀분석은 도로교통망 내 차량들의 통행시간과 정지시간의 자료를 이용하게 되는데 실제 간선도로 교통망 내에 존재하는 모든 차량의 통행 자료를 수집하는 것은 불가능하므로 일반적으로 프로브 차량에 의해 수집되는 자료들을 이용하게 됨. 단 이 연구에서는 프로브 차량에 의한 속도자료가 아닌 서울시 도로구간별 1일 평균속도를 활용하여 분석하였음.

2. Two-Fluid 이론 적용 분석 방법

앞서 소개한 관계식을 통해 주행시간과 통행시간 정보의 로그 값에 대한 회귀분석 계수를 이용하여 치환된 계수들을 산정함으로써 최종적인 파라메타 n 과 T_m 값이 결정됨.

최종 파라메타 n 은 교통수요 증가에 따른 네트워크의 지체 약화에 대한 저항성 계수를 의미하며, 일반적으로 우수한 기하구조나 신호 운영 상황에서는 그 값이 상대적으로 작게 나타남. <그림 3-10>은 기존 연구에서 도출된 도로 네트워크의 n 값에 따른 지체시간과 통행시간의 변화를 보여줌. 이는 동일한 지체시간에서도 도로네트워크의 효율성(n 값의 변화)에 따라 주행시간이 달라지는 것을 나타냄. 즉 같은 정지시간이라도 높은 n 값의 도로일수록 도로 효율성이 낮아 통행시간은 늘어나게 됨. 또 다른 최종 파라메타 T_m 은 도로 네트워크 서비스의 질을 의미하며, 낮은 값을 나타낼수록 우수한 네트워크 서비스의 질을 가진 도로를 의미함. 이 두 파라메타 n , T_m 은 상호 영향을 주면서 변화하게 되므로 어느 한 지표값의 변화에 대한 고려 없이 어느 하나의 지표값만의 크기를 갖고 평가하는 것은 부적절함. 따라서 분석을 쉽게 하기 위하여 한 지표를 고정시켜 나머지 다른 지표값 변화를 토대로 네트워크의 특성을 살펴보는 것이 보다 적절할 것으로 판단함.



출처 : Robert Herman, Ilya Prigogine, 1979, 「A Two-fluid Approach Town Traffic」

<그림 3-10> n 값에 따른 지체시간과 통행시간

따라서 이 연구에서는 활용가능한 지표가 속도자료이고 n값의 의미가 분석 목적에 부합한다는 판단하에 Vm(Vm은 Tm의 역수 관계)값을 고정하고 n값을 도출하는 것으로 결정하였으며 n값을 기준으로 서울시의 지역별 도로망 효율성을 파악하고자 하였음.

고정한 Vm은 서울시 간선도로의 시간대별 최대속도의 평균값인 46km/h를 활용하였음. 이 속도는 서울시 간선도로의 구간별 시간대(0~24시) 중 최대속도값의 평균값으로 도출하였음(아래 식 참고).

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^n d_i} \times \sum_{i=1}^n \max(V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{i24}) \times d_i$$

V_{i1} = 도로구간 i의 시간대 평균통행속도(1~24시)

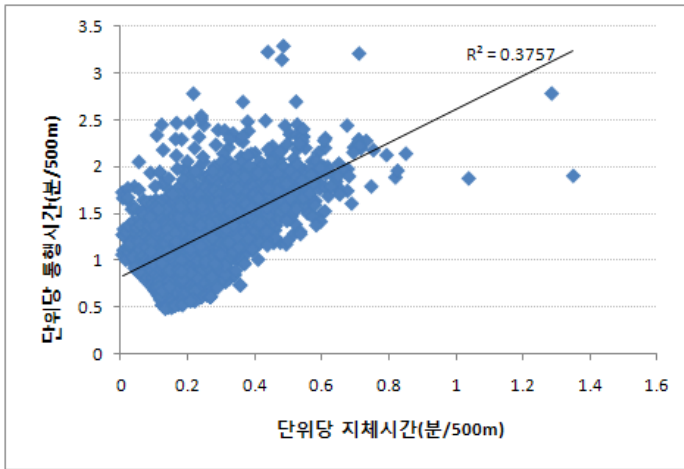
d_i = 도로구간 i의 연장

n = 1,928(사용된 도로구간의 수)

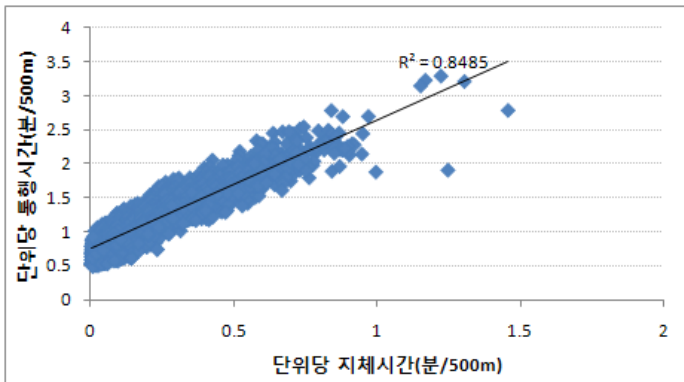
서울시 전체와 강남, 도심의 교통망과 서울시 구별 교통망으로 세분화하여 각각의 통행속도를 활용한 교통망의 운영 효율성을 파악하였음. 2009년 5월 서울시 도로망 속도 데이터를 활용하여 Two-Fluid 모형을 통해 n값을 산출함. 산출된 n값을 통해 서울시 도로망 운영 효율성을 지역별로 파악하여 혼잡속도 기준 적용 시에 활용하고자 함.

기존의 연구와 달리 이 연구에서는 자료의 한계로 정지시간과 주행시간으로 분리된 개별차량의 주행자료를 활용하지 못하고 도로구간의 1일 평균속도 값을 활용하여 분석하였음. n값을 산출하기 위해 서울시 도로구간별 속도데이터와 도로 연장을 활용하여 평균주행시간과 평균통행시간을 도출하였는데 평균주행시간은 평균통행시간에서 지체시간을 뺀 값이라는 전제하에 구간별 자유속도(도로별 23~05시의 평균통행속도로 가정)를 활용하여 지체시간을 산정한 후 도출하였음. 이러한 방식에 의해 추정된 주행시간, 정지시간 값을 활용하여

Vm을 산출한 결과 그 값이 앞서 설정한 Vm 46km/h과 일치하지 않으므로 이를 위해 개별 구간별로 주행시간을 보정하였음. 이때 개별 도로구간별 주행시간 값에 로그를 취하고 전체적으로 일정 비율을 곱하여 산정하는 방법으로 보정하였음. <그림 3-11>은 주행시간에 로그를 취해줌으로써 지체시간이 보정되어 지체시간과 통행시간의 관계가 맞춰지는 모습을 보여줌.



<보정 전>



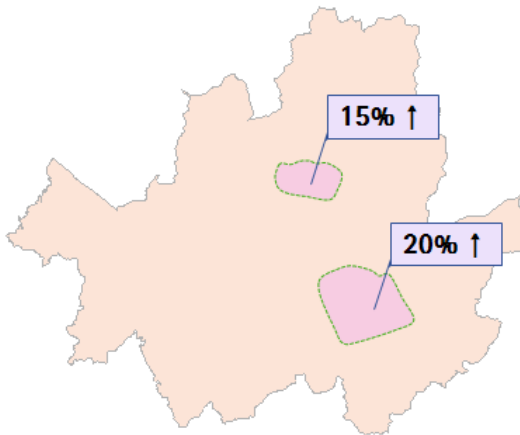
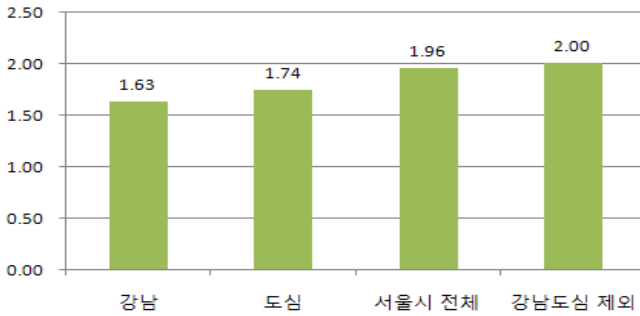
<보정 후>

<그림 3-11> 단위당 지체시간 보정 전, 후

3. 서울시 지역별 교통망 운영 효율성 비교

Two-Fluid 모형을 이용하여 도출된 서울시 전체와 강남, 도심의 파라메타 n 값을 가지고 각 도로망 운영의 효율성을 비교·분석하였음.

n 값은 교통수요 증가에 따른 네트워크의 지체 약화에 대한 저항성 계수로 일반적으로 우수한 기하구조나 신호 운영 상황에서는 그 값이 상대적으로 작은 것으로 나타남. 서울시 전체와 도심, 강남으로 구분하여 분석한 결과를 살펴보면 강남의 n 값이 1.63으로 가장 작은 값을 가지며 강남 도심을 제외한 서울시 도로($n=2.00$)에 비해서는 약 20% 낮은 값을 나타냄. 이는 강남의 도로망이나 운영상황이 다른 도로들에 비해 우수하다는 것을 보여줌. 도심 또한 강남에 비해



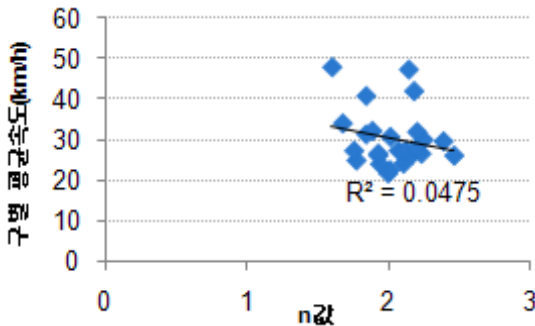
〈그림 3-12〉 파라메타 n 값 비교

서는 높은 값을 보이지만 강남 도심을 제외한 기타지역 도로에 비해서는 약 15% 낮은 값을 보임.

도로망 효율성을 분석한 결과 혼잡통행속도 관리목표를 정립하는데 서울시 전체적으로 동일한 기준을 적용시키는 것보다는 도로망 운영 효율성을 고려하여 지역적으로 차별 적용하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

다시 말하면 도로여건에 따라 도로별 제한속도를 차별적으로 적용하는 것과 마찬가지로 혼잡통행속도 또한 지역별 도로 운영 효율성에 따라 차별적으로 기준을 적용하는 것이 필요할 것으로 판단됨.

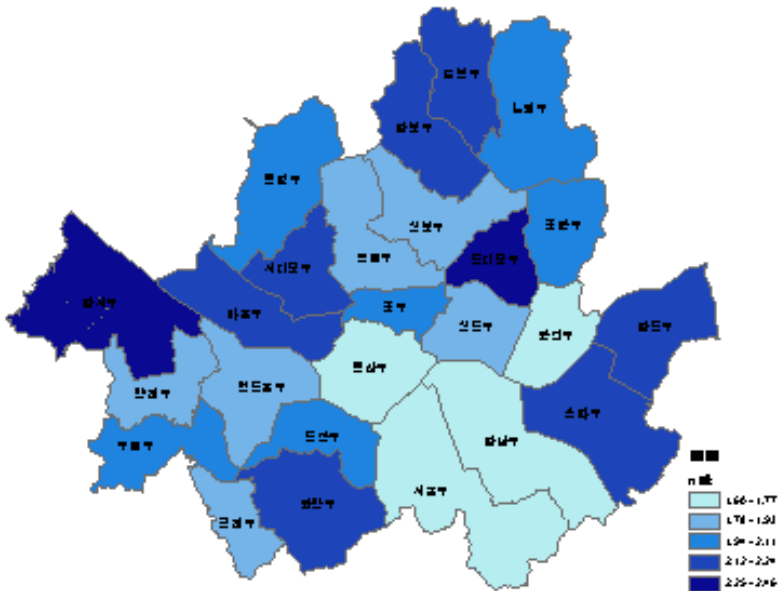
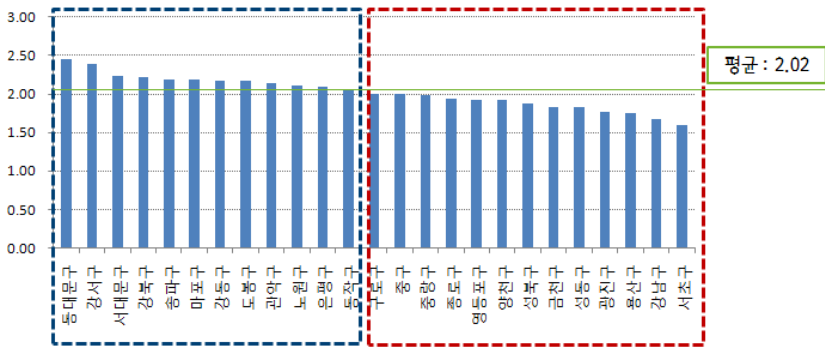
서울시 내부를 좀 더 세분화하여 구별 n값을 비교하여 각 도로망 운영의 효율성을 파악하였음. 분석하기에 앞서 구별 평균통행속도와 도로망 운영 효율성 간의 상관관계를 살펴본 결과(<그림 3-13>) 상관성이 매우 미약하였음. 즉, 도로망 운영 효율성 분석이 통행속도분석과는 상관성이 낮게 나타나고 있으므로 Two-fluid 모형을 이용한 분석이 단순 통행속도 분석과는 다른 접근 방법임을 암시하고 있음.



<그림 3-13> 지역별 n값과 평균통행속도 간의 상관성

<그림 3-14>와 같이 구별 파라메타 n값의 평균은 2.02이며, 상위 집단에는 서초구, 강남구, 용산구, 광진구, 성동구 등이 포함되어 있으며 하위 집단에는 동대문구, 강서구, 서대문구, 강북구, 송파구 등이 포함되어 있음.

비교적 도로망 및 신호체계 정비가 잘 되어 있는 강남에 해당하는 지역들이 다른 지역들에 비해 도로망 효율성이 높은 것을 알 수 있음. 따라서 도로망 효율성에 따라 교통혼잡 관리기준 목표(통행속도)를 차별화하여 적용할 필요성이 있을 것으로 판단됨. 단 도로망 효율성뿐만 아니라 통행수요도 함께 고려하여 적용시켜야 하며, 이는 다음에서 제시하였음.



〈그림 3-14〉 서울시 구별 파라메타 n값 비교

4. 서울시 지역별 승용차 통행량 비교

서울시 교통수요 관리목표 달성을 위한 지역별 혼잡통행속도 기준 차별화 적용방안을 제시하기 위한 고려 사항으로 서울시 지역별(강남, 도심, 그 외 지역) 승용차 통행수요를 분석하였음.

서울시 전체와 강남, 도심부의 승용차통행량을 비교한 결과, <표 3-6>과 같이 강남, 도심은 그 외 지역들에 비해 단위면적(시가화 면적 기준)당 통행량이 약 4배 많은 것으로 나타났음.

<표 3-6> 서울시 강남, 도심 및 그 외 지역의 승용차 통행량 및 시가화 면적

	승용차통행량(대/일)	시가화면적(km)	통행량/면적	비율
강남·도심 제외	6,069,208	208,6	29,095	1.0
도심	553,101	4.2	131,891	4.5
강남	1,565,691	12.2	128,335	4.4
도심+강남	2,118,792	16.4	129,195	4.4

주: 도시교통본부, 2007, 「2006년 가구통행실태조사」 자료에 따른 유입·유출 승용차 통행량 기준임.

도심, 강남이 그 외 지역들에 비해 통행량이 약 4배 많다는 가정하에 시간 비용 함수식(VDF)을 활용하여 V/C 비율에 따른 통행속도 차이를 <표 3-7>과 같이 도출하였음.

$$T = T_0(1 + \alpha(V/C)^\beta)$$

T=통행시간, T₀=자유교통류의 통행시간, V=교통량, C=교통용량,

파라미터 α=0.5, β=2.0(한국개발연구원, 2004, 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침」의 수도권 간선도로에 활용되는 값)

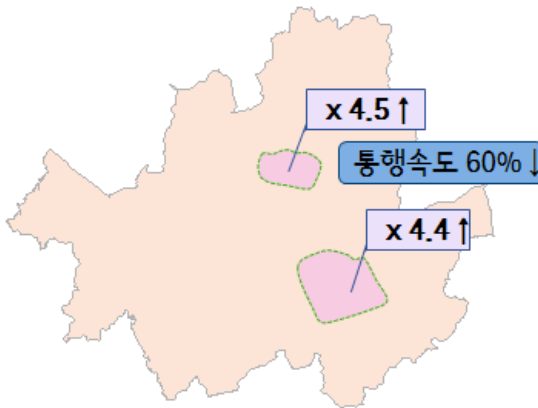
강남, 도심을 제외한 지역의 V/C가 0.5(전일 통행속도기준으로 분석하였으므로 V/C를 0.5 기준으로 평가하는 것이 적절할 것으로 판단), 강남, 도심이 2.0이라고 가정할 때, 이때의 강남, 도심의 통행속도는 그 외 지역들에 비해 약 60%

낮은 수준임.

결과적으로 강남, 도심은 그 외 지역들에 비해 통행량이 월등히 많기 때문에 통행속도 또한 큰 차이를 나타냄. 따라서 도심, 강남의 경우 교통혼잡 관리목표를 다른 지역들과 동일하게 적용시켜서는 안 될 것이며 도로 효율성과 통행수요를 함께 고려한 지역별로 차별화된 적용이 필요할 것이라고 판단됨.

〈표 3-7〉 도심, 강남과 그 외 지역의 V/C에 따른 통행속도 차이

그 외 지역 v/c	도심, 강남 (v/c)×4	통행속도 차이
0.1	0.4	6.9%
0.2	0.8	22.7%
0.3	1.2	39.2%
0.4	1.6	52.6%
0.5	2.0	62.5%
0.6	2.4	69.6%
0.7	2.8	74.7%
0.8	3.2	78.4%
0.9	3.6	81.2%
1.0	4.0	83.3%



〈그림 3-15〉 교통량에 따른 통행속도 차이

5. 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 적용 제시

앞에서 살펴본 도로망 효율성과 통행수요 현황 분석을 통해 현재 교통 여건을 감안한 지역별 교통혼잡 관리목표(통행속도)의 차별화 전략을 제시하고자 함.

분석 결과, 현재 지역별 도로망 효율성 지표와 통행량을 함께 고려하여 도심, 강남 외 지역들은 도심, 강남에 비해 약 40% 높은 교통혼잡 관리목표의 차별적 적용이 필요할 것으로 판단됨. 즉 현재 혼잡통행속도 기준인 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생을 도심, 강남 기준으로 보았을 경우, 그 외 지역들은 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 높여 줄 필요가 있음. 이는 도심, 강남 외 지역들의 도로망 효율성(-20%)과 통행수요에 따른 속도 차이(+60%)를 고려한 대략적인 결과임. 단 이 차이는 현재 교통 여건을 고려한 결과이기 때문에 이 연구에서 제시한 혼잡통행속도 기준(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생)으로 조정 시에는 재검토가 필요함.



(그림 3-16) 교통혼잡 관리목표(통행속도) 차별화 방안

제5절 소결

이 장에서는 기존 혼잡통행속도의 타당성을 평가하기 위해 서울시 교통 여건 변화 및 여러 통행속도 기준과 비교하여 현재 혼잡통행속도 기준의 불합리성을 판단하고 교통수요 관리목표 설정에 부합하며 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡통행속도 기준을 제시하였음.

서울시 교통여건의 변화로 도로와 같은 제한된 인프라 공급에 비해 자동차는 증가하며 교통혼잡비용은 꾸준히 증가하고 있는 추세임. 또한, 서울시 전체 평균통행속도는 증가하는 반면 도심의 통행속도는 점차 감소하는 추세로 속도 간의 격차가 점차 증가하고 있음. 따라서 현재 서울시 교통 특성에 맞는 좀 더 강화된 혼잡기준속도 정립이 필요할 것으로 판단됨.

현재 교통혼잡 특별관리구역 및 시설물 지정에 사용되는 혼잡통행속도 기준인 10km/h 미만(시간대별 3회 이상 발생)에 해당하는 구간은 서울시 전체 도로 구간의 약 2%에 불과함. 또한 자전거 평균 통행속도(15km/h), 택시 시간요금 속도 기준(15km/h), 2009년 도심 평균 통행속도(16km/h), 혼잡비용 산정 시 도시부 혼잡기준속도(27km/h) 등에 비해서도 낮은 편임.

따라서 현재 서울시 속도 현황 및 여러 통행속도 기준 등을 고려하여 혼잡통행속도 기준이 최소 15km/h(시간대별 3회 이상 발생) 수준이 되어야 적정하다고 판단됨. 단, 혼잡통행속도 기준을 강화시킬 경우 교통수요관리 대상 구간이 현재보다 크게 늘어남에 따라 예상되는 정책 수용성 약화 및 행정적 부담을 감안하여 단계적 상향 조정에 대한 검토도 필요할 것으로 보임. 그 대안으로 단기적으로는 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 간선도로 III 유형(<표 3-3> 주 참고)의 서비스수준 E의 평균통행속도를 근거로 하여 혼잡통행속도 기준을 12km/h로 고려해 볼 수 있을 것임. 그러나 앞서 제시한 것처럼 혼잡통행료 부과 속도 기준과의 불일치 해소를 위해서는 혼잡통행속도 기준을 15km/h로 조정해나가는 것이 바람직할 것임.

서울시는 도심과 강남이 그 외 지역들에 비해 도로 효율성 및 통행수요 특성이 확연히 다르기 때문에 혼잡관리 목표 또한 다른 지역과 차별화시켜 적용할 필요성이 있음. 현재 도심, 강남 지역은 타 지역에 비해 도로망 효율성이 20% 높고 통행수요에 따른 속도저하가 약 60% 발생할 것으로 보이기 때문에 약 40%의 낮은 교통혼잡 관리기준(통행속도)을 적용해도 타당성이 있음. 이를 바꾸어 말하면 도심, 강남을 제외한 지역은 도심, 강남에 비해 약 40% 높은 교통혼잡 관리기준(통행속도)을 적용시킬 수 있음(단 현재 교통상황 전제 시).

즉 현재 혼잡통행속도 기준인 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생을 도심, 강남 기준으로 보았을 경우, 그 외 지역들은 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 교통수요 관리목표 수준을 설정하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

제4장 혼잡통행속도 관리목표 달성 시 기대효과

- 제1절 혼잡통행속도 기준 강화 조정 방안
- 제2절 혼잡통행속도 기준 조정 시 기대효과
- 제3절 서울시 교통수요관리 교통량 감축 목표 설정
- 제4절 소결

제 4 장

혼잡통행속도 관리목표 달성 시 기대효과

제1절 혼잡통행속도 기준 강화 조정 방안

이 장에서는 앞장에서 살펴본 기존 혼잡통행속도의 타당성 평가 및 기준 정립을 토대로 혼잡통행속도 재정립에 따른 기대효과를 분석하였음.

우선적으로 혼잡통행속도 기준을 중심으로 현실적 제약을 반영하여 다음과 같은 3가지 혼잡통행속도 기준 강화 조정 방안을 검토하였음.

○대안 1. 통행속도 관측 시간대 축소

- 한 시간 동안에도 속도 편차가 크게 발생하기 때문에 평균통행속도 관측 시간 기준을 현재의 1시간에서 더 짧은 시간으로 축소
- 한계점 : TOPIS에서 제공되는 자료의 시간단위가 1시간 기준이기 때문에 자료 수집의 한계 발생

○대안 2. 혼잡통행속도 발생 횟수 기준 조정

- 혼잡통행속도 발생횟수 기준을 하루 3회 이상에서 1회 또는 2회 이상으로 하향 조정
- 한계점 : 1일 기준 침두시간이 최소 2회 이상 발생하기 때문에(도심과 같이 교통수요가 방향성 없이 집중되는 지역의 경우) 2회 이상은 가능하나

1회 이상은 현실적으로 불가능

○대안 3. 혼잡통행속도 기준 상향

-현재 혼잡통행속도 기준 10km/h를 15km/h나 20km/h로 상향 조정

-한계점 : 20km/h는 저규격(<표 3-3> 주 참조) 간선도로의 서비스수준 D의 평균통행속도이므로 현실적 상황을 반영하였을 때 무리라고 판단

따라서 이 장에서는 현실적으로 가능하다고 판단되는 대안 ① 혼잡통행속도 발생횟수를 하루 3회 이상에서 2회 이상으로 하향 조정, 대안 ② 혼잡통행속도 기준을 10km/h에서 15km/h으로 상향 조정하는 두 대안을 중심으로 기대효과 분석을 실시하여 적정 혼잡통행속도 기준을 정립하는데 뒷받침될 수 있는 근거를 제시하고자 하였음.

제2절 혼잡통행속도 기준 조정 시 기대효과

1. 분석 전제 및 방법

선정한 대안들에 대해 혼잡통행속도 기준을 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만인 3회 이상 발생으로 조정하여 기준 이하 도로 구간의 시간대별 통행속도를 15km/h로 향상시킬 경우 예상되는 혼잡비용 및 탄소배출량 감축 측면에서의 기대효과를 분석하였음.

혼잡비용 도출 및 혼잡비용 감축효과 분석을 위해 서울시 교통정보센터(TOPIS)의 속도 자료를 활용하여 변동비용(유류비용), 고정비용, 시간비용을 포함한 평일 기준 혼잡비용을 계산함. 또한 한국교통연구원(KOTI)에서 산정한 2007년 서울시 총 혼잡비용과 비교하기 위하여 유류비용, 고정비용, 시간비용을 2007년 기준에 맞춰 분석하였음. 유류비용은 연료비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등으로 구성되나 연료비를 제외하고는 비용의 변화 폭이 극히 미미

하여 제외하였음. 연료비는 소비자 가격이 아니라 세금을 제외한 가격인 529.5 원/l를 적용하여 속도별 연료소모량 회귀식⁹⁾을 이용하여 계산하였음. 고정비는 <표 4-1>와 같이 인건비, 감가상각비, 보험비, 제세공과금으로 구성되어 있으며 시간비용은 『도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구』에서 지침하고 있는 승용차 업무통행의 시간가치비용인 16,442원을 적용하였음.

<표 4-1> 고정비의 원단위(2007년 기준)

구분	인건비	감가상각비	보험	제세공과금
고정비용(원/대.시)	14,242	805	253	93

속도데이터 수집구간의 교통량 데이터 확보가 불가능하여 이 연구에서는 시간비용함수식¹⁰⁾을 활용하여 교통량을 추정하였음. 단 모형식으로 산출된 교통량 값은 과대 추정되는 오류를 범할 수 있기 때문에 30개 도로구간의 실제 교통량(서울지방경찰청 자료¹¹⁾)을 활용하여 모형으로부터 추정된 교통량 값을 보정하였음. 최종적으로 서울지방경찰청 홈페이지에서 제공하는 도로 기하구조 데이터의 도로별 양방향 차선수 정보를 수집하여 도로구간별 시간당 교통량을 산출하였음. 이와 같은 과정을 통해 시간당 기준 속도(10km/h와 15km/h 미만)가 3회 이상 발생하는 구간에서의 1일 혼잡비용(기준 속도 이하에서 발생)을 도출하고 각각 속도가 10km/h 미만→10km/h, 15km/h 미만→15km/h로 향상되었

9) $LC(\text{연료소모량}) = 0.02882 + 0.910/V(\text{속도}) + 0.000003828 \times V^2$ (도로·철도 부문사업의 예비타당성조사, 2004)

10) $T = T_0(1 + \alpha(V/C)^\beta)$ T=통행시간, T_0 =자유교통류의 통행시간, V=교통량, C=교통용량, 파라미터 ($\alpha=0.5, \beta=2$)

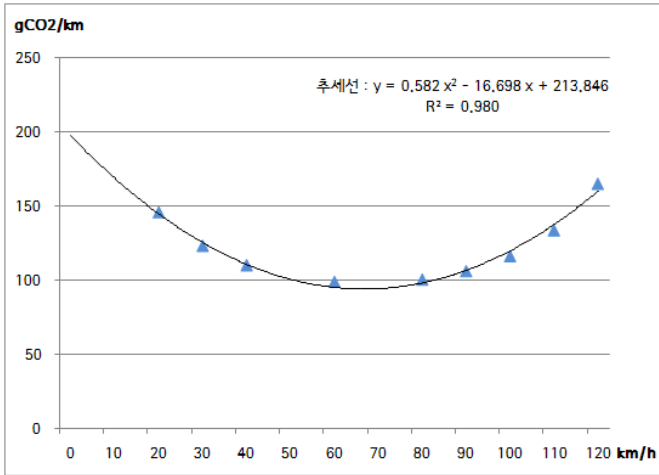
11) 서울지방 경찰청 모니터링 자료는 사대문 중심의 도심지를 진출입하는 지점에 설치한 도심, 한강교량의 통과교통 측정을 위한 교량, 서울시와 경기도 간 시경계 지점의 진출입지점에 설치한 시계, 기타 서울시내의 주요가로와 터널 등에 설치한 간선지점으로 지점군을 4분류하여 조사함. 조사지점에 차량검지기(LOOP)를 매설하고 교통량제어기를 설치하여 전용선을 연결한 통신망을 활용하여 온라인 조사 방법으로 데이터를 수집함. 교통데이터는 도로별/지점별/방향별/시간대별로 조사하고, 교통량, 속도, 점유율, 통행시간, 차량길이, 포화도, 교통사고, 공사, 점유시간, 교통시설물 등의 데이터를 수집함.

다고 가정하고 혼잡비용을 계산하였음. 또한 10km/h 미만 3회 발생을 2회 발생으로 낮춘 경우의 혼잡비용도 계산하였음.

최종적으로 도출된 혼잡비용을 연간 혼잡비용으로 환산하여 한국교통연구원(KOTI)에서 산정한 2007년 서울시 총 혼잡비용 대비 속도 향상에 따른 혼잡비용 감축효과를 분석함.

다음으로 혼잡구간(10km/h와 15km/h 미만이 3회 이상 발생한 도로 구간)에서 발생하는 탄소배출량과 속도 향상 시 배출되는 탄소배출량을 도출하여 속도 증가에 따른 탄소배출량 감축 효과를 분석하였음. 도출된 탄소배출량을 활용하여 승용차에서 발생하는 서울시 총 탄소배출량 대비 속도 향상에 따른 탄소배출량 감축 달성 효과를 비교·분석하였음.

탄소배출량 추정을 위해 서울시정개발연구원에서 수행한 「서울시 교통부문 탄소배출 관리 전략개발을 위한 기초연구」에서 산정한 속도에 따른 탄소배출량 모형식(<그림 4-1>)을 활용하여 탄소배출 원단위를 산출하였음. 교통량은 혼잡비용 산정 시 추정된 값을 활용하였으며, 탄소배출 원단위와 교통량을 활용하여 현재 혼잡통행속도 기준인 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 도로 구간의 시간대별 평균통행속도를 10km/h로 향상시킬 경우와 15km/h로 조정할 경우도 같은 방법으로 탄소배출량을 각각 도출하였음. 단 탄소배출량 도출에서는 속도 향상에 따른 해당 도로 구간의 직접적인 효과뿐만 아니라 속도 향상에 따른 그 외 지역들에 대한 파급효과까지 함께 고려하였음. 혼잡지역의 속도향상에 따른 효과가 타 지역에도 영향을 미치는데 그 영향력은 혼잡구간 면적에 비례한다는 가정하에 파급효과를 고려하였음. 현재 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 2%를 차지하며, 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 19%를 차지함. 도로 면적 비율을 고려하여 속도 향상에 따른 직접적인 혼잡구간에서 발생하는 탄소배출 감축량과 그 지역의 파급효과에 의해 영향을 받은 구간의 탄소배출 감축량을 함께 고려하여 서울시 총 탄소배출량 대비 속도 향상에 따른 탄소배출량 감축 달성 효과를 분석하였음.



〈그림 4-1〉 속도에 따른 탄소배출량 모형

2. 혼잡비용 감축

혼잡기준속도 발생 횟수를 3회에서 2회로 줄이는 것과 혼잡기준속도를 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만에서 3회 이상 발생에서 15km/h 미만에서 3회 이상 발생으로 조정 시 혼잡비용 감축 측면에서의 효과를 분석하였음. 그 결과, <표 4-2>처럼 혼잡기준속도 발생 횟수를 하향 조정 시 혼잡비용의 감축효과는 미미하지만, 혼잡기준속도 조정 시 혼잡비용 감축효과가 매우 큰 것으로 나타남.

〈표 4-2〉 혼잡비용 감축 효과

구분	내용	발생 구간 비율	서울시 총 혼잡비용 발생 기여도	속도 향상 시 서울시 총 혼잡비용 발생 기여도
현행	10km/h 미만 3회 이상 발생	2%	8.5%	7.1%
조정안	1 10km/h 미만 2회 이상 발생	3%	10.6%	9.0%
	2 15km/h 미만 3회 이상 발생	19%	85.8%	67.5%

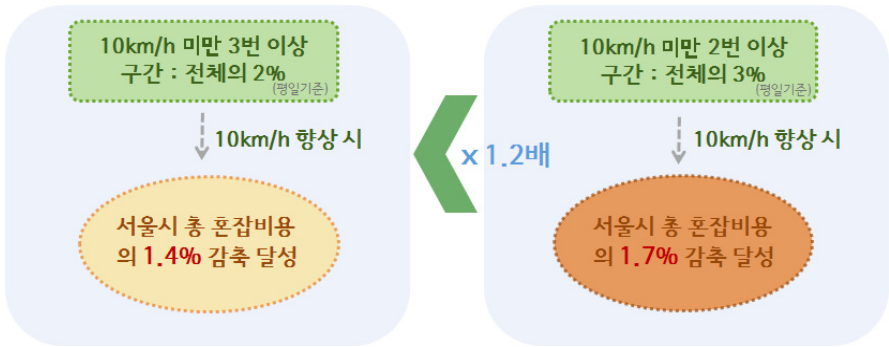
주) 2007년 기준 서울시 총 혼잡비용 : 71,037억원/년 (한국교통연구원, 2008, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」)

현재 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 2%를 차지하며 이 구간에서 발생하는 혼잡비용은 서울시 총 혼잡비용(71,037억원/년)의 8.5%를 차지하고 있음. 이때 시간대별 평균통행속도가 10km/h 미만인 구간을 10km/h까지 향상시켰을 경우, 이 비율은 서울시 총 혼잡비용의 약 7.1%로 줄어들어 속도 개선에 따른 서울시 총 혼잡비용의 감축률은 약 1.4%에 이를 것으로 추정됨.

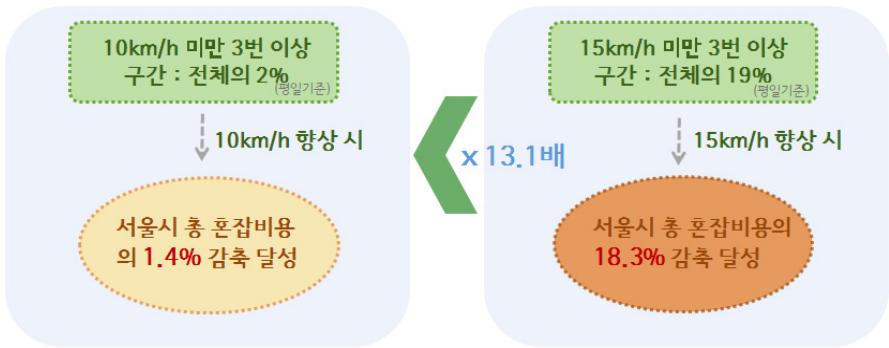
첫 번째 조정방안인 혼잡통행속도 발생 횟수를 2회 이상으로 하향 조정하였을 경우, 현재 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 2회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 3%를 차지하며 3번 이상 발생에 비해 큰 차이를 보이지는 않음. 이 구간에서 발생하는 혼잡비용은 서울시 총 혼잡비용(71,037억원/년)의 10.6%를 차지하고 있으며 이때 시간대별 평균통행속도가 10km/h 미만인 구간을 10km/h까지 향상시켰을 경우, 이 비율은 약 9.0%로 감소함. 이는 속도가 향상됨에 따라 서울시 총 혼잡비용의 약 1.7% 감축이 가능함을 의미하지만 현행 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)을 이용하여 교통혼잡관리가 이루어졌을 경우에 비해 약 1.2배 수준에 불과함.

두 번째 조정안인 혼잡기준속도를 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생에서 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 상향 조정한 경우, 횡수 조정 시보다 혼잡비용 측면에서 큰 효과를 보였음.

현재 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 19%를 차지하며 이 구간에서 발생하는 혼잡비용은 서울시 총 혼잡비용(71,037억원/년)의 85.8%에 달하고 있음. 그러나 시간대별 평균통행속도가 15km/h 미만인 구간을 15km/h까지 향상시켰을 경우, 이 비율은 약 67.5%로 감소하여 속도가 향상됨에 따라 서울시 총 혼잡비용의 약 18.3% 감축이 가능함을 시사함. 현행 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)에 비해 혼잡비용 감축효과가 약 13.1배 커지는 것으로 추정됨.



〈그림 4-2〉 혼잡기준속도 발생횟수 조정 시 혼잡비용 감축효과



〈그림 4-3〉 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 혼잡비용 감축효과

3. 탄소배출량 감축

시간대별 평균통행속도 10km/h 및 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 도로 구간의 탄소 배출량을 도출하고 속도가 향상되었을 때의 배출량을 추정하여 혼잡기준속도 기준 조정 시 탄소배출량 감축효과를 파악하였음.

현재 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간은 서울시 전체 도로의 약 2%를 차지하며 이 구간에서 발생하는 탄소배출량은 서울시 총 승용차 탄소배출량(2,503억원/년)의 약 0.83%를 차지하고 있음. 이때 시간대별 평균통행속도가 10km/h 미만인 구간을 10km/h까지 향상시켰을 경우, 이 비

율이 서울시 총 탄소배출량의 약 0.83%에서 약 0.69%로 감소하여 통행속도가 향상됨에 따라 서울시 총 승용차 탄소배출량의 약 2.1%를 감축하는 것으로 추정됨(단 해당 지역 면적에 비례하여 통행속도 향상에 따른 탄소배출 감소 파급 효과 고려).

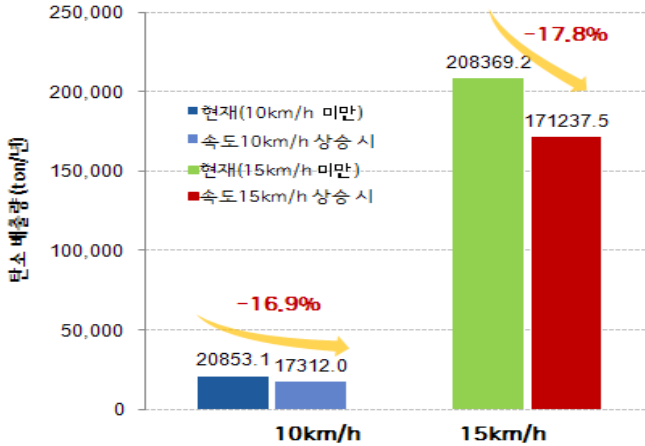
조정방안인 혼잡기준속도를 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생에서 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 상향 조정 시 탄소배출량 감축 분석 결과, 현재 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간에서 서울시 총 승용차 탄소배출량(2,503억원/년)의 약 8.32%를 배출하고 있음. 이때 시간대별 평균통행속도가 15km/h 미만인 구간을 15km/h까지 향상시켰을 경우, 서울시 총 탄소배출량의 약 6.84%를 배출시키며 속도 개선에 따른 서울시 총 승용차 탄소배출량의 감축률은 약 18.9%에 이를 것으로 추정됨(단 해당 지역 면적에 비례하여 속도 향상에 따른 탄소배출 감소 파급 효과 고려).

현행 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)에 비해 혼잡통행속도 기준 상향 시(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생) 탄소배출량 감축효과가 약 9배 커지는 것으로 추정됨.

〈표 4-3〉 탄소배출량 감축 효과

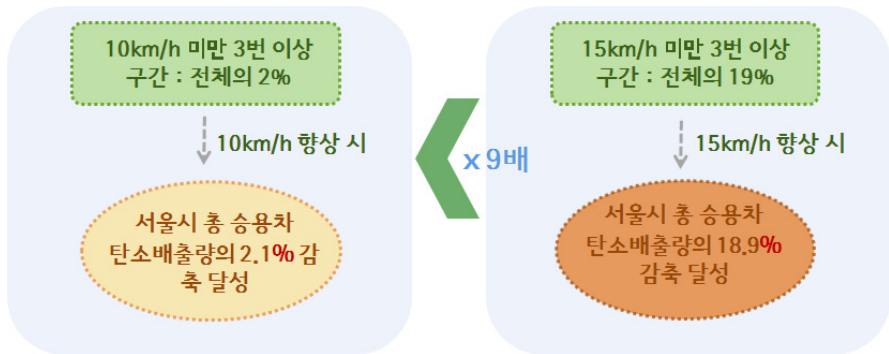
속도	기준	탄소배출량(ton/년)	속도 향상 시 탄소배출량(ton/년)
10km/h 미만	해당지역 1일 기준	57.1	47.4
	해당지역 1년 기준	20,853	17,312
	서울시 승용차 총 탄소배출량 대비	0.83%	0.69%
	파급효과 고려한 그 외 지역의 탄소배출량	2,482,179	2,432,535
15km/h 미만	해당지역 1일 기준	570.8	469.1
	해당지역 1년 기준	208,369	171,237
	서울시 승용차 총 탄소배출량 대비	8.32%	6.84%
	파급효과 고려한 그 외 지역의 탄소배출량	2,294,663	1,858,677

주) 서울시에서 공식적으로 발표된 탄소배출량은 2007년 기준으로 9,493천ton/년(도로 부문)이나 이 연구에서는 승용차에서만 배출되는 탄소량에 따른 감축률을 구하기 위해 직접 승용차 탄소배출량(속도자료 도로구간 내)을 산출하였는데 약 2,503천ton/년으로 추정됨. 그러나 이 연구에서는 분석 시 활용된 도로 네트워크상에서만 발생하는 탄소배출량을 산정하였기 때문에 서울시에서 공식적으로 발표된 값보다 과소 추정되었을 가능성이 높음.



주) 분석 시 활용된 도로 네트워크상에서만 발생하는 탄소배출량을 산정하였기 때문에 서울시에서 공식적으로 발표된 값보다 과소 추정되었을 가능성이 높음.

〈그림 4-4〉 탄소배출량 감축효과



〈그림 4-5〉 혼잡기준속도 상향 조정 시 탄소배출량 감축효과

4. 기타 효과

혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 기대되는 그 밖의 효과로는 대기질 개선, 삶의 질 및 도시 경쟁력 향상 등이 예상됨. 이 연구에서는 기타 효과에 대한 상

세한 분석은 연구기간 및 예산 등의 제약으로 인해 수행하지 못하여 현재 제공되는 자료 및 기존 연구 고찰 등을 통해 속도 개선에 따른 혼잡 완화 시 기대되는 효과들을 살펴보았음.

현재 서울시에서 제공하는 대기오염물질 배출량을 살펴본 결과, 일반 대기 오염도에 비해 도로변 대기 오염도가 미세먼지 23%, 일산화탄소 80%, 이산화질소 128%로 높은 수치를 나타냄. 이는 속도 개선으로 혼잡구간을 줄여 도로변 대기오염물질 배출량을 줄일 필요성이 있음을 시사함.

〈표 4-4〉 서울시 대기오염물질 배출량 현황(일반)

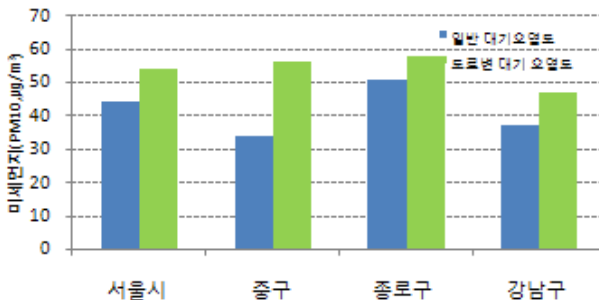
일반 대기오염도	서울시	중구	종로구	강남구
미세먼지(PM10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44	34	51	37
일산화탄소(CO, ppm)	0.5	0.8	0.4	0.4
이산화질소(NO ₂ , ppm)	0.029	0.037	0.034	0.028

출처 : 서울특별시 대기환경정보 서비스, 2010년 7월 15일 오후 12:00 기준

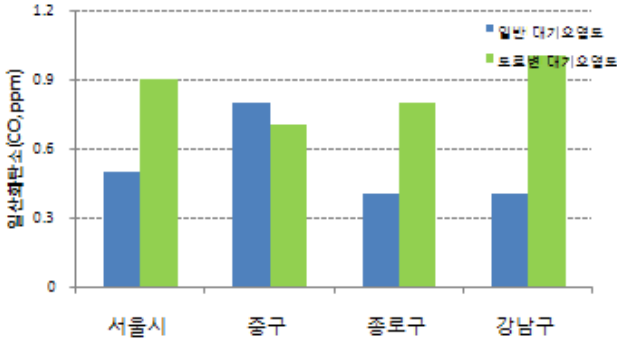
〈표 4-5〉 서울시 대기오염물질 배출량 현황(도로변)

도로변 대기오염도	서울시	중구	종로구	강남구
미세먼지(PM10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54	56	58	47
일산화탄소(CO, ppm)	0.9	0.7	0.8	1.0
이산화질소(NO ₂ , ppm)	0.066	0.068	0.083	0.050

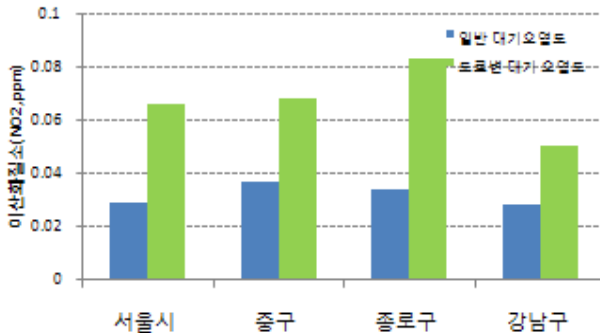
출처 : 서울특별시 대기환경정보 서비스, 2010년 7월 15일 오후 12:00 기준



〈그림 4-6〉 서울시 미세먼지 배출량

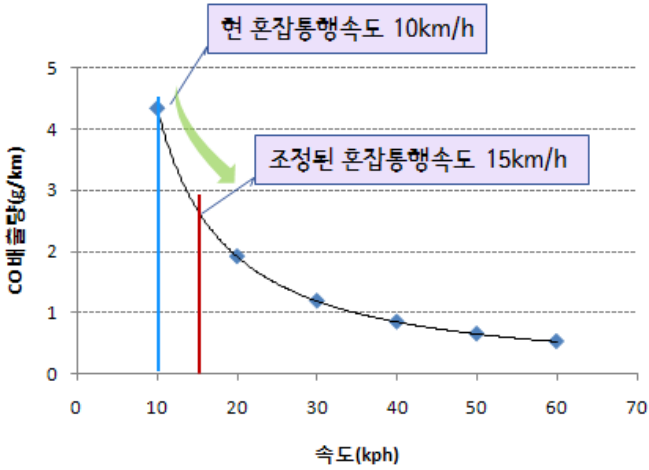


〈그림 4-7〉 서울시 일산화탄소 배출량

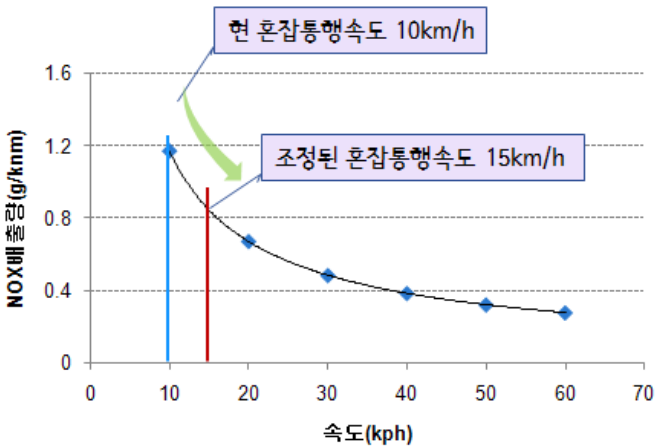


〈그림 4-8〉 서울시 이산화질소 배출량

일반적으로 대기 오염물질 배출량은 느린 속도에서 많이 배출되며 속도가 증가할수록 배출량이 적어지는 경향을 보임. 또한 느린 속도에서 속도 향상 시 대기오염 배출량 감소율이 큼. 이는 느린 속도의 혼잡구간을 완화시켰을 경우 빠른 속도구간에 비해 큰 감축효과가 발생할 수 있다는 것을 나타냄. 상세한 분석은 아니더라도 속도에 따른 대기오염물질 배출량 그래프(〈그림 4-9〉, 〈그림 4-10〉)만 보아도 혼잡통행속도를 10km/h에서 15km/h로 향상 시 다른 속도구간보다 대기오염물질 배출량이 크게 감소하는 것을 볼 수 있음.



〈그림 4-9〉 속도에 따른 일산화탄소 배출량



〈그림 4-10〉 속도에 따른 이산화질소 배출량

또한 통행속도가 증가하게 되어 도시 내 혼잡 완화 시 삶의 질과 도시 경쟁력 또한 향상될 것으로 예상됨. 전 세계 주요 20개 도시의 성인 운전자 8,192명을 대상으로 한 조사¹²⁾(복수응답가능)에서는 통행속도 증가로 인한 통근시간이

12) IBM , 2010, *The Globalization of Traffic Congestion*, 2010 Commuter Pain Survey

많이 줄어든다면 53%는 가족과 친구들과 시간을 보내고, 44%는 취미생활, 42%는 운동, 6%는 일을 더 하겠다는 응답이 나왔음. 통행속도 증가로 인해 줄어든 통근시간이 시민들의 삶을 여유롭고 더 나아지게 만들어 삶의 질을 높여 줄 수 있을 것이라 예상됨.

한편 시카고를 대상으로 연구를 수행한 보고서¹³⁾에 따르면 시카고 지역 전체의 22%가 감소하면 전체 업무통행비용의 5.5%가 줄어든다고 하며, 통근자의 정체에 대한 부담은 지역 고용주들에게 문제를 발생시키고 일자리 생성을 방해한다고 함. 결국, 과도한 통근 시간은 시카고 지역의 87,000개 일자리를 희생시킨다고 함.

서울시 내 도로에서의 교통혼잡은 시민 삶의 질은 물론 막대한 경제적 손실을 야기하고 있으며 더 나아가 도시, 국가 경쟁력을 저하시키는 주된 요인이 되고 있음. 이런 연구 사례들을 살펴봐도 도시 내 통행속도가 증가하여 혼잡구간들이 완화된다면 잠재적으로 시민들의 삶의 질이 향상 될 뿐만 아니라 도시 경쟁력, 더 나아가 국제 경쟁력을 향상시킬 수 있을 것으로 예상됨.

제3절 서울시 교통수요관리 교통량 감축 목표 설정

현재 서울시에서 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간들의 시간당 통행속도를 15km/h까지 개선시키면 강남, 도심의 경우 약 20%의 교통량 감소 효과가 발생하는 것으로 추정됨. 평균통행속도 개선에 따른 교통량 자료는 혼잡비용 감축 분석 시 산정된 값을 활용하였음. 이 효과는 해당 구간에 대한 교통량 감소만 고려하였기 때문에 잠재적으로는 더 큰 교통량 감소효과가 예상됨.

13) Metropolitan Planning Council, 2008, *Moving at the speed of congestion: The True Costs of Traffic in the Chicago Metropolitan Area*

교통혼잡 관리목표 달성을 위해서는 혼잡관리 통행속도 기준과 연계하여 승용차 교통량의 20% 감축목표 설정 또한 함께 고려할 필요가 있음.

〈표 4-6〉 강남, 도심의 속도 향상에 따른 교통량 감소 비율

	조정 전 교통량 비율	속도향상 시 교통량 비율	감소
강남, 도심	1.0	0.8	-20%

제4절 소결

이 장에서는 앞장에서 살펴본 기존 혼잡통행속도의 타당성 평가 및 기준 정립을 토대로 혼잡통행속도 재정립(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생)에 따른 혼잡비용 감축, 탄소배출량 감축, 기타효과 측면에서의 기대효과를 분석하였음.

혼잡통행속도 기준을 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 조정하여 기준 이하 도로 구간의 시간대별 통행속도를 15km/h로 향상시킬 경우, 서울시 총 혼잡비용의 약 18.3%의 감축이 가능하며, 서울시 승용차 총 탄소배출량의 18.9% 감축이 가능할 것으로 추정됨. 현행 기준(시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생)에 비해 혼잡관리목표 기준 상향 시(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생) 혼잡비용은 약 13.1배, 탄소배출량은 9배 정도 감축효과가 더 큰 것으로 추정되었음.

그 외에도 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 서울시 도로의 혼잡 완화에 따른 기대 효과로는 대기질 개선, 삶의 질 및 도시 경쟁력 향상 등이 예상됨.

또한 시간당 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간들의 속도를 15km/h로 향상시켰을 경우, 승용차 교통량(강남, 도심 기준)도 약 20% 감축하는 효과를 볼 수 있었음. 이는 통행속도 기준과 연계하여 승용차 교통량의 20% 감축 목표 설정도 필요하다는 것을 나타냄.

제5장 결 론



1. 결론

도시인구의 증가, 승용차 보유대수의 증가로 서울시의 교통혼잡은 지속적으로 악화되고 있으며 이에 따라 막대한 교통혼잡비용 및 탄소배출량과 대기오염 물질을 유발하고 있음. 또한 서울시 간선도로에서의 교통혼잡은 시민 삶의 질은 물론 막대한 경제적 손실을 야기하고 있으며 더 나아가 도시경쟁력을 저하시키는 주요인이 되고 있음.

이러한 상황에서 교통혼잡 특별관리시설물(구역) 지정 관련 정책들은 의미 있기는 하지만 그 대상 시설물(구역) 선정 시 사용되는 기준(시간대별 평균통행 속도 10km/h 미만 3회 이상 발생)이 현재 서울시 교통 여건 및 교통수요 관리 목표 설정에 적정한 것인지 의문시됨.

따라서 이 연구에서는 현재 서울시의 통행속도 현황 및 기존의 혼잡통행속도 기준의 타당성을 평가하고 교통수요 관리목표 설정에 부합하며 서울시 교통 특성에 맞는 혼잡속도 기준을 재정립하고자 하였음.

서울시 평균 통행속도 데이터(2009년 5월 기준)를 활용하여 서울시 도로의 통행속도 현황 및 혼잡구간 분포 현황을 분석한 결과, 서울시 전체 도로의 평균 통행속도에 비해 강남, 도심의 평균 통행속도는 매우 느린 편으로 나타남.

평일 07~21시 도심의 평균 통행속도(16.7km/h)는 서울시 전체 평균 통행속도(29.1km/h)의 약 57% 수준에 그치며, 서울시 전체의 비혼잡속도¹⁴⁾의 약 48% 수준인 것으로 분석되었음

평일 시간대 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생(현행 기준)하는 혼잡구간의 비율은 서울시 전체 도로 연장의 2%를 차지하고 있으며, 도심, 강남 내부에서는 이러한 구간이 해당지역 도로구간의 각각 27%, 17%를 차지함. 따라서 현행 법적 기준에 따른 실질적인 교통수요관리 대상지역은 극히 일부 가로구간에 한정되어 있으므로 혼잡통행속도 기준을 상향시켜 현재보다 대상지역을 넓힐 필요가 있을 것으로 판단되었음. 또한 기존의 여러 통행속도 기준과 비교한 결과 현재 혼잡통행속도 기준은 다소 낮은 것으로 판단됨.

따라서 서울시 속도 현황 및 여러 통행속도 기준 등을 고려하여 혼잡통행속도 기준이 최소 15km/h(시간대별 3회 이상 발생) 수준이 되어야 적절할 것으로 보임. 단, 혼잡통행속도 기준을 강화시킬 경우 교통수요관리 대상 구간이 현재보다 크게 늘어남에 따라 예상되는 정책 수용성 약화 및 행정적 부담을 감안하여 단계적 상향 조정에 대한 검토도 필요할 것으로 보임. 그 대안으로 단기적으로는 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 간선도로 III 유형(<표 3-3> 주 참고)의 서비스수준 E의 평균통행속도를 근거로 하여 혼잡통행속도 기준을 12km/h로 고려해 볼 수 있을 것임.

서울시는 도심과 강남이 그 외 지역들에 비해 도로 효율성 및 통행수요 특성이 확연히 다르기 때문에 혼잡관리 목표 또한 다른 지역과 차별화시켜 적용할 필요성이 있음. 현재 도심, 강남 지역은 타 지역에 비해 도로망 효율성이 20% 높고 통행수요에 따른 통행속도 저하가 약 60% 발생할 것으로 보이기 때문에 약 40%의 낮은 교통혼잡 관리기준(통행속도)을 적용해도 타당성이 있음. 이를 바꾸어 말하면 도심, 강남을 제외한 지역은 도심, 강남에 비해 약 40% 높은 교통혼잡 관리기준(통행속도)을 적용시킬 수 있음(단 현재 교통상황 전제 시). 즉

14) 서울시 주요간선도로(도시고속도로제외)의 비혼잡 상황 시 통행속도를 추정하기 위하여 새벽 시간대(23~05시)의 평균속도를 산출한 결과 약 35.5km/h로 도출되었음.

현재 혼잡통행속도 기준인 시간대별 평균통행속도 10km/h 미만이 3회 이상 발생을 도심, 강남 기준으로 보았을 경우, 그 외 지역들은 시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생으로 교통수요 관리목표 수준을 설정하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

혼잡통행속도 기준을 정립하는데 뒷받침될 수 있는 근거를 제시하고자 혼잡통행속도 재정립(시간대별 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생)에 따른 기대효과를 분석한 결과, 서울시 총 혼잡비용의 약 18.3%, 서울시 승용차 총 탄소배출량의 18.9% 감축이 가능할 것으로 추정됨. 그 외에도 혼잡통행속도 기준 상향 조정 시 서울시 도로의 혼잡 완화에 따른 기대 효과로는 대기질 개선, 삶의 질 및 도시 경쟁력 향상 등이 예상됨.

또한 시간당 평균통행속도 15km/h 미만이 3회 이상 발생하는 구간들의 속도를 15km/h로 향상시켰을 경우, 승용차 교통량(강남, 도심 기준)도 약 20% 감축하는 효과를 볼 수 있었음. 이는 통행속도 기준과 연계하여 승용차 교통량의 20% 감축 목표 설정도 필요하다는 것을 보여줌.

2. 향후 연구과제

향후 법적 기준 재조정 시에는 이 연구에서 제시한 혼잡통행속도 기준보다 더 적절한 기준을 제시하기 위해 보다 정확한 서울시 속도 현황 파악 및 좀 더 세분화된 속도 기준별 분석이 필요할 것으로 판단됨.

이 연구에서는 도로구간의 평균속도 자료를 활용하여 Two-fluid 모형을 이용한 도로 효율성 분석 시 한계가 있었음. 향후 개별 차량의 속도 자료를 활용한다면 보다 정확한 도로 효율성 분석이 가능할 것으로 판단됨.

또한 서울시에서 제공하는 속도자료(TOPIS)와 실제 도로의 속도 현황은 약간의 차이가 있을 것으로 예상됨. 따라서 실제 도로 속도와의 오차에 대한 검증도 필요할 것임.

일반적으로 교통혼잡은 교통량 및 속도와 관련된 지표로 평가되고 있으나 이 연구에서는 속도만으로 범위를 한정하여 연구하였음. 따라서 향후에는 교통량 기준을 검토하는 연구를 수행하여 교통량과 속도를 연계한 혼잡기준을 정립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

혼잡통행속도 관리 목표 달성 시 기대효과인 대기질 개선, 삶의 질 및 도시경쟁력 향상 등과 관련해서는 연구기간 및 예산 등의 제약으로 인해 수행하지 못하였으므로 이와 관련된 연구도 필요할 것임.

참 고 문 헌



참고문헌

- 교통개발연구원, 2008, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과추이 분석」
- 국토해양부, 2001, 「도로용량편람」
- 서울시정개발연구원, 2003, 「도로교통망의 이동성 분석지표 개발」
- _____, 2009, 「서울시 교통부문 탄소배출 관리전략개발을 위한 기초 연구」
- 서울특별시, 2009, 「서울 친환경에너지 기본계획 2030」
- 수도권교통본부, 2007, 「2006 수도권 가구통행실태조사」
- 이청원, 2003, “two fluid 이론을 이용한 간선도로 교통망의 거시적인 분석”, 『대한토목학회지』 제23권 5호, pp.615~622
- 정영제 외 2인, 2009, “Two-Fluid Model을 활용한 교통신호제어시스템 개선에 따른 거시적 교통류 변화 분석”, 『대한교통학회지』 제27권 1호, pp.27~34
- 한국개발연구원, 2004, 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침」
- 행정안전부, 2010, 「자전거 이용시설 설치 및 관리지침」
- IBM, 2010, *The Globalization of Traffic Congestion*, 2010 Commuter Pain Survey
- Metropolitan Planning Council, 2008, *Moving at the speed of congestion: The True Costs of Traffic in the Chicago Metropolitan Area*
- Robert Herman, Ilya Prigogine, 1979, *A Two-fluid Approach Town Traffic*
- TRB. 1992, *Traffic flow theory*
- <http://transport.seoul.go.kr> (서울시 도시교통본부)
- <http://www.daum.net> (다음)
- <http://www.ex.co.kr> (한국도로공사)

<http://www.its.go.kr> (국가교통정보센터)

<http://www.naver.com> (네이버)

<http://www.nroad.co.kr> (엔로드)

<http://www.paran.com> (파란)

<http://www.scmo.go.kr> (서울지방국토관리청 도로교통정보센터)

<http://www.smartway.seoul.kr> (서울도시고속도로)

<http://www.topis.seoul.go.kr> (서울특별시 교통정보센터)

<http://air.seoul.go.kr> (서울특별시 대기환경정보 서비스)

영문 요약 (Abstract)



Establishment of Transportation Demand Management Goals in Seoul

Joonho Ko · Chang Yi · Sehee Lee

An excessive growth in the population and automobile ownership aggravates traffic congestion in Seoul, which subsequently generates enormous congestion costs along with the high emissions of carbon and other air pollutants. Furthermore, traffic congestion on major arterials in the city deteriorates citizens' quality of life and economy, and consequently impacts its economic competitiveness.

Given these situations, policies related to the designation of the Special Management Facilities (or Zones) on traffic congestion (henceforth, SMF/Z) would be meaningful, but at the same time, it is doubtful whether the current criterion used for the designation—more than three times at which the hourly mean traffic speed is under 10km/h—takes into account current traffic conditions and future goals for transportation demand management (TDM).

Therefore, this study analyzed conditions regarding traffic speeds, and assessed the validity of the current criterion for the SMF/Z designation in an effort to redefine the designation criterion as appropriate for the current traffic conditions and future TDM goals.

Based on the data of the mean traffic speeds in May, 2009, this study analyzed transportation conditions in Seoul, specifically traffic speeds by road and the distribution of congested sections. Major outcomes are as follows.

According to the current criterion for the SMF/Z designation, 2% of the total road lengths in Seoul fall into the SMF/Z. In addition, respectively 27% and 17% of downtown and Gangnam business areas are contained in the

category. This result denotes that the SMF/Z according to the current legal criterion is considerably limited to specific sections, and thus strong TDM measures are supposed to be taken only to limited areas even when congestion is widely prevailed.

In order to evaluate the validity of the criterion for the current congestion traffic speed, this study referred to changes in transportation conditions in Seoul as well as a multiple number of other traffic speed criteria, identifying the inappropriateness of the current congestion traffic speed criterion, less than 10km/h. Accordingly, this study proposed a stronger congestion traffic speed criterion as appropriate to define the TDM goals.

In line with current traffic speed conditions and other traffic speed criteria, an appropriate congestion traffic speed criterion may be 15km/h (more than three times per hour) at the minimum. However, such a stronger criterion, expanding the area of the SMF/Z significantly may increase an administrative burden. Thus, it may be desirable to consider the escalatory adjustment of the criterion. A short-term alternative may be 12km/h, which is the LOS E threshold for the Major Arterial III suggested in the Highway Capacity Manual.

In terms of road efficiency and demand, traffic characteristics in Seoul differ between downtown/Gangnam and elsewhere, so differentiated congestion management goals may be necessary depending on locations. This study proposed that the congestion management goal, in terms of speed, for the areas except downtown and Gangnam should be 40% higher than that of downtown and Gangnam, considering the area's network efficiency and travel demand.

In an attempt to provide a basis for the redesigning of the congestion traffic speed criteria (i.e., more than three times at which the hourly mean traffic speed is under 15km/h), this study estimated effects brought about by the redesigning, and found that it can reduce about 18.3% of the total congestion costs and 18.9% of the total carbon emissions from passenger cars. In the case that such a stronger congestion speed criterion is in place, other possible benefits can be expected, including the improvement of air quality, quality of living, and city's overall competitiveness.

Table of Contents

Chapter 1 Overview of the Study

1. Ground and Purposes
2. Major Contents and Scope of the Study

Chapter 2 Analysis of the Current Traffic Speed Conditions in Seoul

1. Speed Data
2. Current Traffic Speed Conditions on Major Arterials
3. Current Conditions of the Congested Sections
4. Summary

Chapter 3 Assessment of the Validity of the Current Criterion for Defining the Congestion Traffic Speed and Redefinition of the Criterion

1. Trends in Transportation Conditions
2. Assessment of the Validity of the Congestion Traffic Speed Criterion
3. Redefinition of the Congestion Traffic Speed Criterion
4. Establishment of the Location-based Congestion Traffic Speed Criterion
5. Summary

Chapter 4 Expected Benefits according to the Attainment of the Congestion Management Goals

1. Alternatives for the Adjustments of the Congestion Traffic Speed Criterion
2. Expected Benefits
3. Establishment of the Traffic Demand Reduction Goals
4. Summary

Chapter 5 Conclusions

References

시정연 2010-PR-25

교통수요 관리목표 설정을 위한 기초 연구

발행인 정문건

발행일 2010년 10월 31일

발행처 서울시정개발연구원

137-071 서울특별시 서초구 서초동 391

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 6,000원 ISBN 978-89-8052-757-1 93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.