

[연구논문]

청계천 복원에 따른 교통영향분석

Transportation Impact Analysis of ChungGye Stream Restoration

조 옹 학* · 황 기 연**

목 차

- | | |
|---------------|-----------|
| I. 서론 | IV. 분석 결과 |
| II. 청계천 복원 구상 | V. 결론 |
| III. 분석 방법 | |

ABSTRACT

Yonghak Cho · Keeyeon Hwang

The purpose of this study is to analyze the impacts of the restoration of Chonggechun river removing the 6km Chongechon Overpass and paved roadways above the river. The forecast is conducted under the condition that the restoration work would be over by 2011.

The analysis results reveal that the traffic speed in the CBD area would be decreasing 1.7-4.3km/h after the restoration. However, it is predicted that the regional impact is almost negligible. Among the four transportation alternatives, the mixture of the 2-lane oneway street system and light rail transit along the restored river bank is found the best one.

The study concludes that the restoration project would lay the foundation of transforming the pollution ridden city Seoul into the new era of environment-friendly city in a near future.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1960년대 이후 도시의 급격한 양적 팽창은 서울시의 자연하천을 복개하여 도로, 상가 등의 용지로 사용하였다. 서울시 안을 흐르는 청계천, 월

* 서울시정개발연구원 도시교통연구부 연구원

** 서울시정개발연구원 도시교통연구부 선임연구위원

곡천, 녹번천, 시흥천, 봉원천 등 주요 하천은 100% 복개가 완료됐고, 오류천, 성북천, 봉천천 등 몇 곳 남지 않은 하천들마저 70% 이상 복개가 진행됐다. 서울시에 따르면 한강본류를 제외한 서울 시내 26개 주요 샛강들의 복개율은 54%에 이른다. 이런 무분별한 복개는 태양빛과 공기 순환을 막아 강 내부를 광합성이 정지된 무산소 상태로 만들어 자연정화 능력을 완전히 정지시켜 회생불능상태로 만든다는 것이 전문가들의 진단이다(정동양, 2001; 양운재, 2001). 이중 특히, 청계천은 과거부터 명당수로 여겨져 왔으나 청계천 복개사업에 의해 지금은 그 흔적도 찾아볼 수 없으며, 남산터널 공사 등으로 인해 자연적인 수맥이 끊겨져 있는 상태이다.

미국 텍사스주의 샌안토니오시 RiverWalk의 경우 샌안토니오 강의 지천인 Yanaguana천을 보전하여 수로로 개발, 자연과 인공이 서로 조화를 이루며 환경친화적 도시구조를 갖추고 있다. 또한 Yanaguana Cruise라는 주운항로를 운영하여, 운송수단으로서의 역할 및 시를 대표하는 관광명소로서 그 기능을 충실히 하고 있다(황기연, 2001). 청계천은 이보다 좋은 여건을 가진 지천이며, 복원시 그 기대효과는 상당할 것으로 판단된다(신의순, 2001). 또한, 청계천복원시 하수처리문제는 고도 하수처리기술의 발달로 인해 한강물의 재활용과 지하철 지하수 등 수자원을 활용하게 되면 충분히 극복가능하다(노수홍, 2001). 만일, 청계천 살리기를 통하여 친수공간화된다면 도시 오픈 스페이스로서의 큰 역할을 담당할 것이고, 환경 친화적 교통체계를 구축할 수 있는 초석이 될 것이다.

하지만 청계천을 복원할 경우, 청계고가도로 및

램프의 제거, 청계천로 등의 변형/제거 등은 불가피할 것이며, 이로 인한 교통영향이 무엇보다도 중요한 문제가 될 것임에 틀림없다. 따라서 청계천의 복원은 장기적 복구계획의 수립을 통해 서울시 전체의 도시 교통 처리기능과의 종합적 대책을 마련해야 하며, 청계천 복개시설 및 청계천 고가도로 구조물의 철거 역시 신중히 검토 추진되어야 한다. 여기에 하천의 기능이라는 측면에서 생각할 때 단순한 치수기능보다는 환경기능(미기후조정, 대기정화 등 자연생태기능)과 경관기능(공원, 수변산책 등 친수기능)을 생각하여야 하며, 하천문제 역시 이러한 복합적 기능 회복을 위한 노력이 시도되어야 한다(양운재, 2001; 황기연, 2001).

이에 본 연구에서는 청계천 살리기를 전제로 중기적인 관점(2011년)에서의 교통분석을 실시하여 청계천 복원에 따른 교통상황변화를 분석 평가해 보고 이를 통해 실현 가능한 교통계획대안을 제시해 보고자 한다.

2. 연구의 방법

본 연구는 우선 제2장에서는 청계천 복원 구상단계로 청계천의 어제와 오늘을 조망해보고, 청계천 주변 토지이용 및 교통 현황 분석을 통해 청계천 복원에 따른 도로계획 기본원칙을 수립하며, 실행 가능한 대안을 설정해본다. 제3장에서는 설정된 대안을 분석하기 위한 분석과정과 분석방법론을 검토해보고 제4장에서는 이를 기초로 청계천 복원후의 교통상황변화 및 각 실행 가능한 대안간의 비교분석결과를 제시한다. 제5장은 본 연구의 결론으로서 청계천 복

원의 필요성 및 추후 예상되는 문제점을 언급한다.

II. 청계천 복원 구상

1. 청계천의 어제와 오늘

본래 이름이 청풍계천인 청계천은 경복궁 서북쪽 인왕산과 북악산 사이에서 발원하여 서울의 중심부를 뚫고 동진한 다음 답십리 부근에서 남쪽으로 물길을 틀어 내려가다가 성동구 사근동과 송정동, 성수동이 만나는 지점에서 중랑천과 합류하여 성수대교와 동호대교 사이의 한강으로 흘러들어 간다. 태백시 인근에서 샘솟아 강화 북쪽의 서해로 몸을 풀기까지 5백km 가까운 한강의 흐름이 대체로 서북쪽을 향하고 있는 것을 생각한다면 한강의 제2지류인 청계천의 물길은 본류와는 정반대되는 행로를 밟고 있는 셈이다. 한강이 서울을 감싸안고 동에서 서로 흐르는 외수(外水)임에 대해 청계천은 서울의 내수(內水)를 이룬다. 청계천은 그렇게 서울의 산수(山水)가 조화를 이루는 데 없어서는 안될 요소였다(이희덕, 2001).

청계천은 원래는 그리 깊지도 않고, 자연스레 꼬불꼬불 흘러가는 개울이었던 것을 1411년(태종 11) 8월부터 이듬해 2월까지 바닥을 파내는 인공적인 개천 공사를 실시하였다. 하지만 도시가 발달할수록 청계천은 낭만적인 물놀이 공간이 아니라 도심의 골칫덩이로 등장했다. 토사와 쓰레기가 쌓여 해마다 막대한 비용을 들여 준설공사를 해야 했고, 또 하수 유입으로 인한 악취가 주변 주민들의 생활을 위협할 정도였다. 복개할 수밖에 없었던 것이다. 또 도심의 교통을 원활하게 할 도

로의 필요성도 복개를 결정하는 데 일조하였다. 일제 때 광화문 네거리에서 광교까지 1차로 복개된 데 이어 1958년부터 시작된 여러 차례 복개로 지금은 용두동과 마장동 어름 이하를 제하고는 정작 물길을 볼 수 없게 되어 있다. 광교에서 마장동까지 청계천은 폭 12~80m, 총 연장 5,480m 짜리 터널형 철근 콘크리트 라멘구조로 씌워져 있다. 6m간격으로 구조물을 받치는 기둥이 촘촘히 서 있고 40cm 두께로 콘크리트 상판이 올려져 있고 그 위로 차량이 지나 다니고 있다(이희덕, 2001).

청계천의 도로는 청계천을 복개한 복개도로(청계천로)와 고가도로(청계고가도로)의 복층도로로 구성되어 있으며, 도심에 위치한 관계로 주변의 도로망과 매우 인접해 있다.

청계천로는 남북으로 종로 및 을지로와 격자형 연결구조를 이루며, 종로1가 뉴국제빌딩에서 답십로동 신답초등학교 앞에 이르는 길이 6.4km. 너비 50~70m의 서울도심을 가로지르는 도로로 1958년 2월 광교(廣橋)에서 착공, 몇 단계를 거쳐 79년 11월에 마장교까지 완성하였다. 도시의 산업화와 함께 각종 생활오수의 대량 유입에 따른 청계천 오염에 대비하고, 또한 60년대 이후의 경제 발전에 따른 도로용량의 증대에 대처하기 위하여 건설된 이 간선도로는 도시 미관과 주거 환경의 개선, 그리고 토지 이용의 효율성을 높이는 데도 기여한 바 크다. 하지만, 현재는 도심 혹은 도심 주변의 발달단계에 따라 적응하지 못한 상태에 머물러 구조적으로 진화하지 못하고, 기능적, 물리적, 심미적으로 부적합한 위치를 차지하고 있어 주변지역을 슬럼화하는 문제를 안고 있는 것이 현실이다.

청계고가도로(1967. 8. 15착공 - 1971. 8. 15 준공)는 서울을 동서로 관통하는 고가도로로서 남산 1호터널을 시점으로 해서 마장동을 잇는 너비 16m, 길이 5,864m의 3층 높이 콘크리트 고가교량으로 69년 3월 삼일빌딩-신설동로터리 구간이 처음 완공된 것을 시작으로 76년 8월까지 단계적으로 건설됐다. 이 청계고가도로는 현재 미관이나 소음, 노후화 등 도시환경적인 측면에서는 여러 가지 문제점이 지적되고 있는 상황이다. 또한 최근 내부/외부 순환도로의 개설 및 제2기 지하철 개통(1-6호선)으로 인한 교통분산으로 청계천 고가도로 및 청계복개도로의 중요성이 저하되고 있다(황기연, 2001).



<그림 1> 청계천의 어제와 오늘

2. 주변 토지이용 및 교통 현황

청계천 주변의 토지이용을 살펴보면 주위로 상업 및 업무지구가 밀집하고 있으며, 상가 대부분

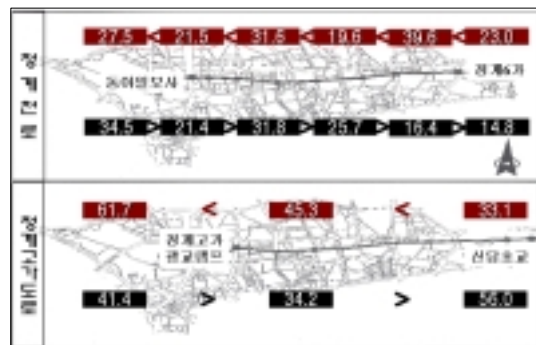
이 전자, 조명, 전지, 모터, 부품공구상가 등 전문 상가로 구성되어 있다(<그림 2> 참조).



자료 : 서울특별시, 1995

<그림 2> 청계천 주변 토지이용현황도

청계천로(동아일보사↔청계6가구간)의 전일 평균통행속도(2000년)를 살펴보면 전체적으로 약 20km/h로 운행되어 매우 열악한 교통환경임을 알 수 있다. 특히, 청계 4가→5가→6가 방향의 통행속도는 15km/h에도 미치지 못하고 있는 실정이다. 청계고가도로(청계고가광교램프↔신답초교)의 경우는 비교적 원활한 통행속도로 운행되는 것으로 나타났다(<그림 3> 참조).



자료 : 서울시, 2000

<그림 3> 청계천로/청계고가도로 통행속도(km/h)

청계천로의 교통량 분석결과, 승용차+승합차 교통량이 전체의 57.5%를 차지하고 있어, 주변도로에 비해 승용(합)차 부담률이 높고, 대중교통 부담률이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(<표 1> 참조).

청계천로 주요 교차로의 전일 평균 교통량을 살펴보면 청계4가 교차로의 평균차량지체가 약 3분정도로 서비스수준 F의 열악한 도로상황을 보이고 있는 것으로 분석되었다(<표 2> 참조).

또한, 청계천로는 왕복 8차로의 도로임에도 불구하고, 그 처리용량은 6차선에도 미치지 못하고 있는 실정으로 나타났다. 이는 불법주차, 상습적인 노상적치행위, 잦은 차량 진출입, 신호위반 등으로 인해 도로의 이동성 기능상실에 기인한 것으로 판단된다.

<표 1> 청계천로 교통량 및 부담률

(07 ~ 19시 기준, 양방향합계)

구 분	승용차	승합차	버스	화물차	기타
교통량(대)	30,123	13,305	4,223	11,156	16,676
부담률(%)	40	17.5	5.5	15	22

자료 : 서울시, 1999

<표 2> 청계천로 주요 교차로 교통량

구분	교통량 (pcu/h)	평균차량지체 (초)	서비스수준 (LOS)
청계로 3가	4,275	24.1	C
청계로 4가	5,672	172.5	F
청계로 5가	5,163	32.8	D

자료 : 대우엔지니어링, 2000

3. 청계천 복원시 기본원칙

청계천 복원과 관련된 주요 도로체계변화에 대

한 기본적인 원칙을 다음과 같이 설정하였다.

- ① 관련도로계획 및 대중교통이용률 변화, 승용차부담률 변화, 통행패턴의 변화 등을 고려, 장기적 복구계획의 수립을 통해 서울시 전체의 도시 교통 처리기능과의 종합적 대책 수립.
- ② 청계천 복개시설 및 청계천 고가도로 구조물은 서울시 전체의 도시 교통 처리기능과의 종합적 대책수립을 전제로 장기적 복구계획의 수립을 통해 변형/철거 등을 신중히 검토 추진.
- ③ 하천의 기능 측면에서 복원시 단순한 치수 기능보다는 환경기능(미기후조정, 대기정화 등 자연생태기능)과 경관기능(공원, 수변산책 등 친수기능)을 생각하여야 하며, 하천문제 역시 이러한 복합적 기능 회복을 위한 노력을 시도.
- ④ 청계천 살리기와 관련된 도로계획은 대로중심의 획일적 도로계획이 아닌 강이 가지고 있는 자연의 선과 부합하는 도로 시설물의 선을 만든다는 원대한 원칙을 가지고 수립.
- ⑤ 철저한 수요관리정책(주차정책, 특별혼잡관리) 및 주변도로 체계정비 등을 통해 교통영향을 최소화할 수 있는 방안 강구.
- ⑥ 주운개발이나 자전거도로 등 환경친화적 교통수단 도입을 통해 용량증대 및 인공적인 선과 자연적 선이 조화를 이루도록 고려.

이렇게 설정된 기본원칙에 부합하도록 다음과 같은 기본적인 도로체계를 단계별로 구상하였다.

- ①단계: 청계고가도로 철거
- ②단계: 청계천로 및 복개시설 철거

- ③단계: 청계천 복원
 ④단계: 기존 13개 평면 교차로의 남북 교각화
 ⑤단계: 기존 청계천로 활용 및 경전철도입방 안 모색

구상된 도로체계를 기초로 <표 3>과 같이 실현가능한 4가지 도로운영 대안을 설정하였다.

<표 3> 청계천 복원시 가능한 도로운영 대안

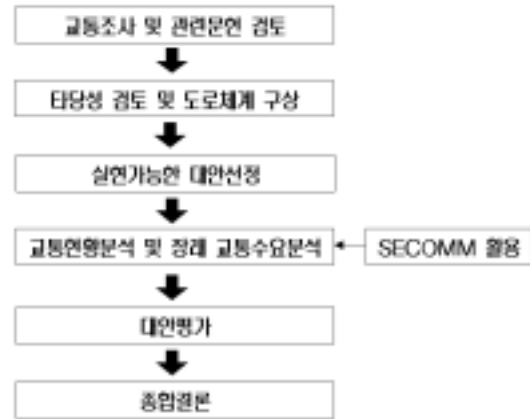
대안	도 로 운 영 방 안
대안1	<ul style="list-style-type: none"> • 청계천(폭: 20m)을 끼고 도는 양측 2차선도로 운영안 • 여유공간의 청계천 고수부지 녹지화 및 보행공간 활용
대안2	<ul style="list-style-type: none"> • 청계천을 끼고 도는 양측 일방 4차선도로 운영안 • 청계천 복원 최소공간(폭: 12m) 확보
대안3	<ul style="list-style-type: none"> • 1안+ 청계천 경전철 신설 (광교↔신답초교 5.8km 구간) • 경전철 기본가정 : 시간당 2,400인 수용가능
대안4	<ul style="list-style-type: none"> • 차로 미설치 운영안 • 여유공간의 청계천 고수부지 녹지화 및 보행공간 조성

III. 분석 방법

1. 분석 과정

청계천로의 시작이자 청계천 상류인 광화문과 출소앞 3지교차로에서, 하류의 미북개구간의 끝인 신답초교앞까지, 약 6km거리의 도로구간을 청계천 복원(2011년 기준)에 따라 직접적으로 영향받는 구간으로 선정하고 도심 및 서울시전체도로를 분석의 공간적 대상으로 하여 SECOMM 모형(EMME/2를 활용한 서울시 혼잡관리모형)을 적

용, 수요분석을 실시하였다. 본 연구의 전체적인 분석과정은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 분석과정도

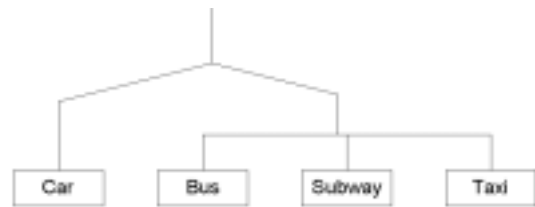
2. 분석 방법론

1) 수단분담모형의 구축방법론

수단분담모형의 구축 방법론은 <그림 5>와 같다. 이 모형을 요약해 보면, 1) 교통수요관리의 정책효과 분석을 위한 비집계 로짓모형의 변수를 선정하는 과정, 2) 비집계 로짓모형 분석을 위한 조사자료의 자료정리(Data Clearing)와 자료입력 과정, 3) 다양한 모형들의 정산작업을 통해 통계적으로 최적 모형의 선정과정, 4) 모형의 검증작업을 통한 모형의 적합성 및 현실 적용성의 시험과정으로 구성되어 있다. 이와 관련된 변수의 선정, 자료의 정리에 관한 사항은 별도의 문헌(서울시정개발연구원, 1998)에 상세히 기재되어 있으므로 본 연구에서는 생략하기로 한다.

본 모형에서 교통수단 선택대안집합은 현실성 있는 분석을 위한 단순화 과정을 통해 『승용차(승합차 포함), 버스, 지하철, 택시』의 네 가지 선

택대안 집합으로 결정하였다. 설명변수는 크게 통행비용에 관한 변수, 통행시간에 관한 변수, 더미 변수 그리고 개인속성변수로 구분되어지며 이러한 범주 내에 드는 독립변수 가운데 통계적으로 관측자료를 가장 잘 설명하는 변수를 선택하여 최종적 교통수단모형으로 설정되어지게 된다. 여러 가지 설명변수를 조합하여 현실을 가장 잘 설명하는 모형을 찾아내기 위하여 여러 가지 형태의 다항로짓모형(MNL)에 대한 통계적 분석을 한 결과 MNL모형의 경우는 IIA 문제가 있으므로 (Ben-Akiva 외, 1996) <그림 6>과 같은 Nested Logit 모형구조를 채택하였다.



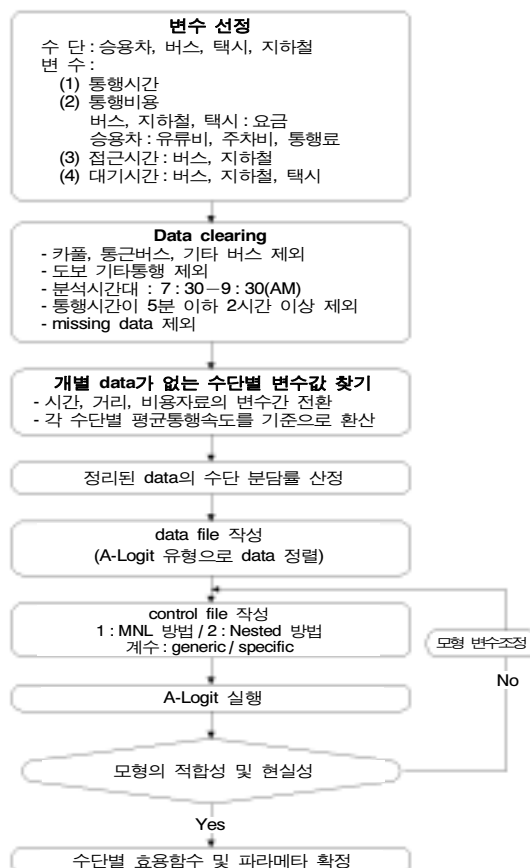
<그림 6> 결정된 Nested Logit 모형구조

2) 통행배정모형의 구축(SECOMM)

(1) 기준년도 모형정산

네트워크의 정산을 위해서는 먼저 기준년도(청계천 미복원시) 통행량 자료와 네트워크 자료의 정리작업이 필요하며, 주기적으로 획득이 가능한 자료에 기초하여 교통지표를 결정하게 된다.

기준년도의 모형정산은 오전 첨두시를 기준으로 수행하였으며, '96년 서울시 교통센서스결과에 의한 수단별 통행량 자료 중 오전 첨두시 통행량 자료를 이용하였다. 공로를 통행하는 승용차(승합차 포함), 택시, 버스의 교통수단별 통행량을 각각의 재차인원을 적용하여 차량단위의 기종점통행량(O/D)으로 환산하였고, 마을버스와 출퇴근, 통학버스와 같이 특정노선을 알 수 없는 기타버스 통행량은 승용차환산계수(PCU)를 적용하여 승용차 교통량으로 구축하였다. 노선버스는 특정 노선을 가지고 있음에 따라 노선이 통과하는 가로구간의 시간당 버스운행대수에 승용차환산계수(PCU)를 적용하여 최종 통행량배정을 위한 별도 자료로 구축하였다. 각 수단별 재차인원은 서울시 센서스의 교통량 조사결과를 토대로 승용차(1.45人), 택시(1.82人), 버스(15.7人)를 적용하였으며, 버스의 승용차환산계수는 도시형 및 좌석버스(2.5), 마을버스(2.0)를 적용하였다(서울시, 1998).



<그림 5> 수단분담률 결정 과정도

적용된 네트워크는 '99년 현재 서울시의 폭원 12M이상인 도로와 경기도 지역의 주요 지방도를 포함하고 있으며, 서울시의 도로위계 내용을 살펴 보면 5개의 도로등급(도시고속도로, 주간선도로, 보조간선도로, 집분산도로, 국지도로)으로 구성된다. 각 도로등급을 고려한 차선당 용량에 따라 총 11개의 차별화된 교통량-지체 함수식(VDF: Volume-Delay Function)을 구축, 적용하여 노선 배정(Assignment) 분석에 이용하였다. 대중교통 노선에는 서울시 지하철/전철 노선과 시내버스 노선, 버스전용차로 등이 포함되어 있다.

(2) 청계천 복원후 영향분석을 위한 모형정산

본 연구에서 사용된 자료의 조사시점(1999년)이 청계천 복원 이전 시점이기 때문에 미래예측(2011년)에 적용될 노선배정모형에서는 이러한 점을 고려하여 설정된 각 도로운영 대안(<표 3>참조)에 대하여 다음과 같은 교통망 수정작업이 필요하다.

- ① 청계천 복원과 관련된 도로의 갱신
 - ② 청계고가도로 및 청계천로 제거하고, 청계천을 끼고 동서 방향으로 운영되는 일방도로 신설(설계속도 50km/h 기준, 광화문과출소앞 3지교차로에서 마장동 신답초교까지 약 6km구간)
 - ③ 청계천을 남북으로 가로지르는 13개의 교각 건설(보행로 포함)
 - ④ 도로 변형에 따른 관련 교차로의 회전교통류 제어
 - ⑤ 일부 대안에 대해 경전철망 추가(가정: 시간당 2400인 수용가능, 설계속도 50km)
- 또한 청계천 복원후의 장래 O-D 추정을 위해

서 기준년도(1999년) 교통망 관련자료(오전첨두시: 08-09시)에 기초하여 목표년도(2011년) 수단 O-D 추정치 중 승용차 O-D량을 기준하여 수도권과 서울시로 구분하여 그 가중치를 추정한 후 아래의 수단분담모형 정산과정을 통해 이를 반영하였다.

모형정산은 소득수준 및 수단별(승용차, 택시, 버스)로 여러 개의 그룹(Class)으로 분리하여 Emme/2의 다계층 차량통행 배정법(Multi-Class on Auto Assignment with Additional Volume)을 이용하여 노선배정 분석을 실행하였다. 이때, 노선버스의 링크교통량은 주어진 값으로 링크에 고정배정(Pre-Loading)하였으며, 네트워크 변경에 따른 영향은 각 그룹별로 다른 값의 가중치를 적용하여 그룹별 영향을 구분한 후 이를 반영시키도록 하였다. 계층(Class)은 청계천 복원에 따라 영향을 받는 승용차 이용자를 청계천 주변의 접근통행계층과 통과통행계층의 2계층으로 구분하였고, 청계천복원에 비교적 영향을 덜 받는 택시와 기타버스를 하나의 계층으로 하였으며, 노선버스의 청계천 주변 해당노선 교통량을 또 다른 계층으로 구분하였다. 이를 기초로 기준년도의 노선배정모형을 정산하였고, 이렇게 정산된 모형을 이용하여 추정된 차량 평균속도와 실제로 관측된 평균속도(서울시, 2000)를 비교하여 오차 비율을 산출하여, 이와 같은 도로 특성별 링크의 오차비율을 이용, 모형에 의해 추정된 속도를 현실적으로 보정하는데 적용하였다. 오차비율에 따른 보정계수(Adjustment Factor)는 (식 1)과 같이 설정되며, 정산과정에서 설정된 보정계수를 이용하여 (식 2)와 같이 예측 평균 통행속도를 계산할 수 있게 된다(황기연 외, 1999).

$$\frac{S_L^{obs}}{S_L^{est}} = f \dots\dots\dots (식 1)$$

$$S_L^{pre} = S_L^{est} \times f \dots\dots\dots (식 2)$$

여기서, S_L^{obj} = 링크 그룹 L의 조사 평균속도
(Observed Speed)

S_L^{est} = 노선배정에 의해 추정된 링크 교통량을 이용하여 추정한 링크 그룹 L의 평균 속도(Estimated Speed)

S_L^{pre} = 링크 L의 예측된 평균 속도

(Predicted Speed)

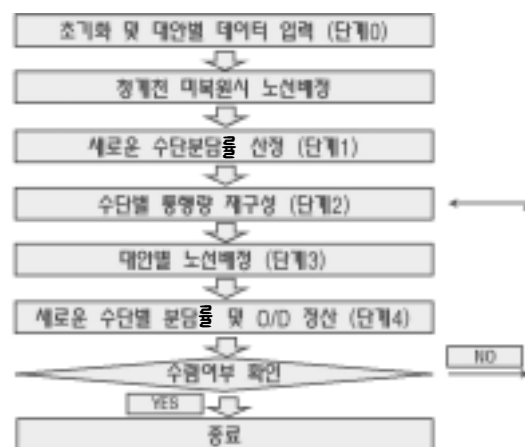
f = 보정계수(Adjustment Factor)

여기서 중요한 것은 도로의 철거 및 신설은 일반적으로 승용차와 대중교통 분담률의 변화를 가져온다는 것이다. 그러나, 기존 수요분석 4단계 모형으로는 이러한 변화를 반영하기가 곤란하다. 따라서, 어느 정도의 정량적인 교통수단 분담률 및 교통량감소 효과, 통행속도의 개선 효과를 가져올 것인가를 예측하기 위해서는 이에 대한 전문적인 분석체계가 구축되어야만 한다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 효과분석체계 모형으로서 교통수요분석 패키지인 Emme/2의 Macro기능을 활용하여 앞에서 언급된 수단분담모형과 노선배정모형을 통합함으로써 일괄적인 수행과정내에서 수단분담률의 변화와 도로여건상의 변화가 지속적인 환류작업을 통해 신속하게 반영되며 균형을 이루도록 하는 SECCOM 모형을 활용하였다(황기연 외, 1999).

본 연구에서 이용한 SECCOM 모형을 요약하면 <그림 7>과 같다. 먼저 초기화 단계(0단계)에서는 본 연구에서 구축된 수단분담 모형과 노선배정 모형을 결합하기 위하여 Nested Logit 모형에 의해 추정된 각 수단별 더미변수 값과 비용

및 시간변수에 대한 Parameter값을 저장한다. 또한 청계천 복원에 따른 효과를 비교하기 위해 청계천 미복원시 노선배정을 통한 수단별 통행량, 속도, 통행시간을 저장하며 추정된 수단분담 모형의 통행시간자료와 청계천 미복원 상황에서의 배정에 의한 통행시간을 비교하여 보정치를 산출하여 저장한다.



<그림 7> SECCOM 분석절차

이를 기초로 새로운 수단분담률 계산단계(단계1)에서는 청계천 복원이 결정된 상태에서의 각 수단별 효용함수(Utility Function)의 계산 및 새로운 분담률을 산출한다.

수단별 통행량 재구성단계(단계2)에서 수단별 통행량 자료는 '96 서울시 교통센서스에서 구축된 승용차, 택시, 마을버스, 기타버스, 노선버스, 지하철, 기타(도보 제외)의 7개 수단 통행량을 이용하였지만, 수단분담모형과 결합하기 위하여 마을버스, 기타버스, 노선버스를 버스로 통합하고, 기타수단은 제외하여 승용차, 택시, 버스, 지하철 등 4개 수단으로 하였다. 청계천 복원에 의해 변화한 분담률은 수단분담모형상의 분담률과

Network상 수단통행량의 분담률 차이를 보정할 수 있는 보정치를 구하여 각 수단별 O/D를 재구성하였다.

노선배정단계(단계3)에서는 각 대안별로 노선배정을 시행하되 승용차와 대중교통으로 나뉘어서 실시한다. 이때 승용차 노선배정을 위한 통행량은 공로상을 운행하는 모든 통행량을 고려하여야 하므로 승용차, 택시, 버스, 화물, 기타통행을 승용차로 환산하여 이용하였다. 여기서, 통행수요는 각 차량별 평균재차인원 및 PCU를 적용하여 차량단위로 환산하였다. 버스전용차로상의 버스는 승용차통행에 영향을 주지 않으므로 평균재차인원만을 적용하였다. 대중교통 배정은 도로상에서 영향을 직접적으로 받는 노선버스(시내, 좌석, 순환버스 등)만을 대상으로 하였다. 지하철은 청계천 복원에 의한 통행시간 및 통행비용 변화가 없는 것으로 가정하여 통행시간 및 통행비용은 수단분담 모형구축시 주어진 통행비용, 통행시간을 그대로 적용하였다. 대중교통배정은 승용차배정의 결과로서 얻어지는 링크 통행시간을 버스 통행시간에 반영하여 수행하게 되며 이때 일반차로와 버스전용차로를 달리 고려하여 수행하였다. 버스노선이 일반차로 구간에 속해 있을 때는 승용차, 택시, 화물 등 차량에 의해 버스 통행속도가 영향을 받기 때문에 이를 버스 통행시간에 반영하였으며, 전용차로 구간에 속해 있을 때는 이에 영향을 받지 않도록 하였다.

노선배정 결과로서 얻어지는 새로운 승용차통행시간과 대중교통통행시간을 활용하여, 수단분담률을 재계산하고 O/D를 정산(단계4)하도록 하였다. 이 과정에서 새로운 분담률과 이전단계의 승용차 수단분담률과의 차이를 저장한 후 승용차

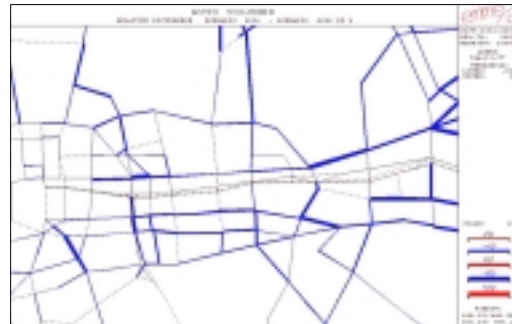
분담률의 차이가 일정수준에 수렴하지 않을 경우 수단별 통행량 재구성단계(단계2)로 되돌아가 조건을 만족할 때까지 반복하도록 하였다.

IV. 분석 결과

1. 청계천 복원후 교통변화 분석

1) 복원후 교통량 증가 가로축

복원후 교통량 증가가 예상되는 가로를 살펴보면(대안 1 기준) 동서축의 경우 종로, 을지로, 퇴계로, 마장로 등과 남북축의 경우 삼일로, 대학로, 홍인문로 등이 복원전에 비해 혼잡이 가중될 것으로 예측되었다(<그림 8> 참조).



<그림 8> 교통량 증가 가로축

2) 청계천 복원 단계별 교통영향분석

1999년부터 2011년까지 서울시의 추가적인 도로계획을 반영하지 않고, 대안 1로 도로를 운영하되 공사기간중에는 O/D량의 변화없이 청계천 복원사업이 시행된다고 가정을 할 때, 청계천 복원 단계별로 통행속도를 분석해 보았다(<표 4> 참조).

그 결과를 분석해보면 우선 청계천 복원사업 미시행시에는 기준년도(1999년)보다 목표년도(2011년)에는 도심도로는 약 2km/h, 서울시전체

도로는 약 4km/h 정도의 속도저하가 예측되었다. 첫 실행단계로 청계고가도로 철거시에는 사업미시행시에 비해 도심속도에 1km/h의 미미한 감소가 있을 뿐 서울시도로에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과로 보아 2011년에 이르러서는 청계고가도로는 제 기능을 다하지 못할 것으로 판단된다.

청계복개시설 철거시에는 청계천로가 그 기능을 수행하지 못하게 됨으로써 사업미시행시에 비해 도심도로의 속도가 4.3km/h에 이를 것으로 분석되었다. 하지만, 도심을 제외하고 그 속도감소는 미미한 것으로 나타났다.

<표 4> 청계천 복원 단계별 통행속도 변화

(단위: km/h)

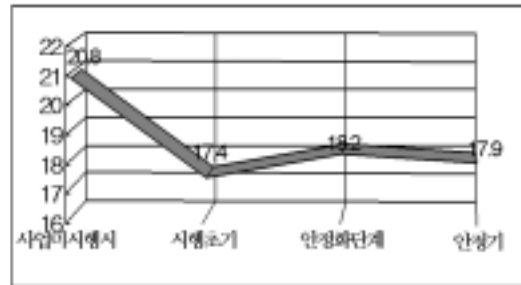
구 분	1999년 현재	2011년 미시행시	청계고가 도로철거시	청계복개 시설철거시	복원 완료시
도심	22.8	20.8	19.8	16.5	17.9
간선도로	22.5	18.9	18.9	18.9	18.8
도시고속도로	51.7	45.9	45.6	44.9	45.6
서울시전체	25.4	21.6	21.6	21.4	21.5

- 주: 1) 통행속도는 오전첨두시(08~09시) 기준
2) 서울시전체도로는 서울시행정구역내에 있는 모든도로를 대상으로 한 평균임

다음으로 청계천 복원후의 통행속도 변화를 살펴보면 SECOMM 적용결과(대안 1, 도심속도기준) 시행초기에는 도심의 교통상황이 악화됨에 따라 사업미시행시에 비해 통행속도가 현저하게 저하(20.8→17.4km/h)되는 것으로 나타났다.

하지만, 그 후 노선전환 및 승용차 수단분담률이 저하되면서 네트워크가 균형을 이루며 안정화되어, 안정기에는 통행속도가 시행초기에 비해 다소 증가(17.4→17.9km/h)하는 것으로 분석되었다(<그림 9> 참조).

<그림 9>에서 각 단계(사업미시행시, 시행초기, 안정화단계, 안정기)의 통행속도는 SECOMM내 균형교통량으로 수립하기 위한 반복횟수(각각 0, 1, 2-3, 4회)에 의해서 산출된 결과이다.



<그림 9> 청계천 복원후 통행속도 변화 추이

2. 대안별 분석 결과

청계천 복원에 따른 대안별 교통영향을 분석해 본 결과, 청계천 복원후 서울시 도심 도로 통행속도는 복원전에 비해 1.7~2.9km/h 감소될 것으로 분석되었다. 도심을 기준으로 통행속도를 대안별로 비교해보면 대안4<대안1<대안3<대안2인 것으로 나타났다.

하지만 4가지 대안 모두 청계천 복원에 따른 서울시 전체 도로(주요 간선도로 및 도시고속도로 포함)의 교통 영향은 미미한 것으로 분석되었다(<표 5> 참조).

복원시 교통영향을 서울시 도심의 교통영향을 최소화할 수 있는 대안은 대안2(청계천 3차로 운영안)로 분석되었다. 하지만, 청계천을 통과통행역제, 보행중심의 환경친화적인 공간으로 활용하기 위해서는 대안3(청계2차로 운영+경전철도입안)이 가장 적절한 것으로 판단된다.

분석결과 청계천 주변을 이용하는 약 6%의 승용

차교통이 대중교통으로 전환된 것으로 분석되었지만, 보다 효율적인 대중교통 우선전략 추진을 통해 청계천 주변의 승용차 접근교통량을 대중교통으로 전환시킬 수만 있다면 도심의 교통영향은 분석결과보다 원활한 통행이 이루어질 것으로 판단된다.

<표 5> 대안별 통행속도 비교(2011년)

(단위: km/h)

구 분	미복원시	대안1	대안2	대안3	대안4
도심	20.8	17.9	19.1	19.1	16.5
간선도로	18.9	18.8	18.8	18.9	18.9
도시고속도로	45.9	45.6	45.8	47.6	44.9
서울시전체	21.6	21.5	21.6	21.7	21.4

주: 1) 통행속도는 오전첨두시(08-09시) 기준

2) 서울시전체도로는 서울시행정구역내에 있는 모든 도로를 대상으로 한 평균임

통행속도 분석결과를 기초로 각 대안을 평가해 보면 <표 6>과 같다.

<표 6> 대안별 평가

대안	장·단점	
<대안 1> 청계천로 2차로 운영안	장점	• 여유허간의 청계천 고수부지 녹지화 및 보행공간 활용 • 청계천 주운활용(폭20m 확보가능) • 청계천 복원비용 최소화
	단점	• 서울시 도심 통행속도 감소(-3km/h)
<대안 2> 청계천로 4차로 운영안	장점	• 복원후 도심 교통영향 최소화 (-1.7km/h)
	단점	• 청계천 주운활용 불가(폭 12m로 협소) • 보행자 통행불편 및 여유허간 활용 곤란
<대안 3> 대안1+ 경전철운영안	장점	• 복원후 도심 교통영향 최소화 • 청계천 주운활용 가능(폭20m 확보가능)
	단점	• LRT 도입에 따른 추가비용 소요 • 청계천 여유허간 활용 협소 (LRT 구조물 개설)
<대안 4> 청계천로 미설치운영안	장점	• 여유허간의 청계천 고수부지 녹지화 및 보행공간 조성 용이
	단점	• 서울시 도심 통행속도 악화(-4.3km/h)

V. 결론

청계천 복원후 서울시 도심도로의 속도변화는 미복원시에 비해 1.7~4.3km/h의 감소 변화가 예상되며, 영향을 최소화할 수 있는 대안은 대안 3(청계2차로 운영+경전철도입안)으로 분석되었다.

청계천 복원시에는 철저한 수요관리정책(주차 정책, 특별혼잡관리) 및 주변도로 체계정비 등을 통해 교통영향을 최소화할 수 있는 방안이 요구된다. 또한, 주운개발이나 자전거도로, Busway 등 환경친화적 대중교통체계 도입을 통해 도로용량증대 및 대중교통의 접근성을 확보하고, 인공적인 선과 자연적 선이 조화를 이루도록 고려되어야 한다.

만일 청계천 복원과 함께 환경친화적인 도로체계구성을 통해 서울을 보다 열린 도시공간화할 수 있다면 가보고 싶은 도로, 미려한 도시환경을 보며 사람들이 걷고 싶은 그런 명소로서의 청계천 조성이 가능할 것이다.

본 분석은 서울시 전체 네트워크 차원에서의 매크로한 분석이므로, 향후 복원과 관련된 세부도로구간과 도로결절점에 대한 상세분석 및 주변도로와의 연계성/조화성 검토 등과 같은 보다 마이크로한 교통영향 분석이 요구되며, 복원시 해당지역 주민생활/경제 등에 큰 영향을 줄 것이 예상되므로, 향후 연구에서는 본 연구에서 미고려된 시민여론 및 교통 관련조사, 철거 및 토목 관련 시설계획, 공사중 교통처리대책, 주차문제, 물류체계정비, 대중교통노선 검토 등 다각적인 교통분석이 요구된다.

또한, 주운, 경전철 등 신교통수단 도입과 관련하여 보다 세부적인 검토(지반 조사 및 시설설치

가능성 검토 등)가 요구되며, 향후 복원계획 수립 시 예상되는 문제점을 수용하고, 실현가능한 대안을 세부적으로 검토하여, 모두에게 설득력을 가지는 청계천의 미래상을 제시해 줄 수 있어야 할 것이다.

참고문헌

- 노수홍, 청계천 수질개선을 위한 고도처리, 제2회 청계천 살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- 대우엔지니어링, 청계천5-8가외 1개지역 화물조업주차개선사업 기본계획 및 실시설계, 2000.
- 서울시정개발연구원, 서울시 교통혼잡관리프로그램 실행을 위한 교통수요관리 효과분석체계의 구축, 1998.
- 서울특별시, 2000년도 정기속도조사자료, 2000.
- 서울특별시, 서울시 '97년 교통지표분석 및 데이터베이스 구축, 보도자료, 1998.
- 서울특별시, 청계천 3-5가 일대 화물조업주차 개선사업 효과분석, 1999.
- 서울특별시, 청계천정비 및 고수부지 활용계획 타당성 조사 보고서, 1995.
- 신의순, 청계천 복원의 경제성 평가, 제2회 청계천살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- 양운재, 지속가능한 청계천 개발계획, 제2회 청계천살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- 이희덕, 청계천의 역사적 배경, 제2회 청계천살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- 정동양, 청계천의 자연하천 및 운하 복원 방안, 제2회 청계천살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- 황기연, 김익기, 이우철, 1998, 서울시 교통수요관리의 교통수단선택효과 예측을 위한 다항로짓모형의 계수 추정 및 검증, 대한교통학회지.
- 황기연, 김익기, 엄진기, 1999. 3, 『교통수요관리 방안의 단기 효과 분석모형의 구축』, 대한교통학회지 제 17권 제1호.
- 황기연, 2001, 제2회 청계천살리기 심포지엄, 연세대, 2001. 4.
- Ben-Akiva, M. Bowman, J. and Gopinath, D. (1996),

- "Travel demand model system for the information era," Transportation, Vol. 23, No. 3.
- Goodwin, P.B. (1992) : "A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long Run Effects of Price Changes".
- Slavin, H. (1996), "An Integrated, dynamic approach to travel demand forecasting," Transportation, Vol. 23, No. 3.