

과포화 교통축에서의 신호주기 증가효과 분석

Effect Analysis of Increasing Cycle Length in Oversaturated Urban Arterials

김수희

아주대 교통연구센터,
전임연구원

오영태

아주대 환경건설교통공학부,
교수

이철기

아주대 ITS대학원,
교수

정준하

도로교통안전관리공단,
책임연구원

Key Words : 과포화교통축, 비공통주기, 최적주기증가율, CORSIM

목 차

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2. 연구의 내용

II. 이론적 고찰

1. 비공통주기기반의 신호제어연구

2. 문제제기

III. 모의실험 방법론

1. 모의실험 환경 및 수행시나리오

2. 모의실험 결과 분석 시나리오

IV. 모의실험 수행 및 결과분석

1. 모의실험 수행

2. 모의실험 결과분석

V. 결론 및 향후연구

2. 연구의 내용

주요 연구 내용으로는, 현장상황을 최대한 일반화하여 반영하기 위해서, 현장 기하조건 및 교통조건, 신호조건을 토대로 다수의 실내 모의실험 시나리오를 작성하고 TRANSYT-7F, CORSIM을 이용하여 모의실험을 수행한 후, 주기증가로 인한 offset의 파피에 따른 영향, 적정주기증가율, 교통축의 영향분석등을 수행한다.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

급속히 증가하는 교통수요의 증가문제를 충분히 수용할 수 있는 도로공급이 어려우므로 기존의 시설을 최적화하기 위한 연구가 주를 이루고 있으며, 이러한 연구들도 비포화상황에서의 최적화가 주를 이루고 있어, 과포화 상황에서는 비효율적으로 작용할 수 있다.

국내에서는 서울시 실시간 신호제어시스템(이하 "COSMOS"라 함)을 개발하여, 제어단위(SA : Sub-Area 이하 "SA"라 함)내 공통주기를 사용하고, 포화도(DS : Degree of Saturation 이하 "DS"라 함)가 1.0을 넘는 상태부터 추가 녹색시간을 단계적으로 부여한 신호제어방식을 사용하고 있다. 또한, 국내에서는 출퇴근 시 정체가 확산되어 앞막힘 현상이 발생하는 수도권 도시 내 교차로들에 대하여 경찰에 의한 현장긴급제어가 빈번히 수행되고 있는 실정이다.

또한, 현장긴급제어가 접근로 대기행렬의 완전소거 방식을 취하고 있는데, 이러한 방식은 각 접근로별 통과시간을 증대시킴으로써, 신호주기증가의 원인으로 작용하고 있으며, 또한 무조건적인 주기증가는 애기치 못한 정체유발원인으로 작용할 수 있다.

이에, 본 연구의 목적은 본 연구는 과포화 진행 상황에 따라 교통축에서의 주요정체지점인 중요교차로(CI : Critical Intersection, 이하 "CI"라 함)의 주기를 증가시켜, 과급되는 인접교차로와의 오프셋(Offset)의 파피영향을 분석하고, 교통축 전체에 미치는 영향을 분석하는 것이다.

II. 이론적 고찰

1. 비공통주기기반의 신호제어연구

이영인, 임재승, 윤경섭(2000)은 대기차량 및 지체도 최소화를 위한 주기변동기반 동적 신호시간 결정모형을 개발하는 연구를 수행하였는데, 이 연구에서는 v/c (volume/capacity 이하 " v/c "라함) 0.7과 1.0의 상황에서의 대기차량 예측모형을 기초로 다음 주기에서의 대기차량을 예측한 후, 유전자 알고리즘 적용 신호시간(주기/녹색시간) 및 이동류별 지체시간을 산정하였다. 또한, 주기시간을 교차로마다 각각 다르게 최적화, 주기종료시점 차이를 적합도 함수를 통해 주기마다 오프셋(Offset)을 보정하였으며, TRANSYT-7F나 PASSER-II에 의한 방식과 비교, 통과 교통량, 지체시간 개선효과를 도출하였다.

이영인, 최완석(2002)은 대기차량길이와 평균지체도를 최소화하는 이중목적 변동주기 기반의 동적 신호시간 결정모형을 개발하고 유전자 알고리즘을 이용하여 신호 최적화 모형을 구축하고자 하였으며, 2개의 목적함수를 동시에 최적화 하는 동적신호시간 결정을 위한 것으로 목적함수는 대기차량길이 최소화, 지체도 최소화로 구성하였다.

정준하(2007)의 연구에서는 HILLS 평가기법을 이용하여 현장 긴급제어의 효과를 4개의 시나리오를 통해 제시하였으며, 현장 신호운영경험이 있는 전문 운영자가 실시간으로 현장상황에 따라 즉시 신호시간을 변경하여 현장긴급제어를 수행하여 신호효율성 개선의 가능성을 보여주었다. 또한, 현재까지 체계적인 제어방법 수립 및 효과 등에 대한 평가가 명확히 수행되지 못한 실정이며, 무분별한 주기증가보다는 정체근원지점을 정확히 알고 있을 경우에, 공통주기에서 벗어나 일시적으로 교차로의 주기를 증가시켜 상류부의 지체를 해소시키는 전략을 체계적으로 정립하여 제시할 필요가 있다.

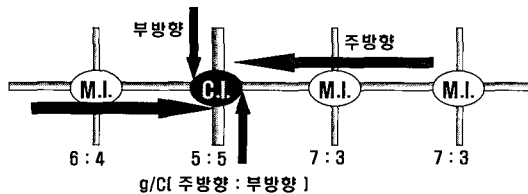
이에, 본 연구에서는 중요교차로(CI)의 과포화 상황이 급속도로 진행되어 앞막힘(Spillback)현상이 발생되고, 인접한 하류부교차로에 영향을 미쳐 하류부 교차로까지 과포화가 전이되는 상황과 같은 과포화 발생 시에 주기증가의 영향분석을 수행한다.

2. 문제제기

기존의 COSMOS 신호제어시스템은 제어대상지역을 구분하고, 그룹화하여 제어단위(SA)별로 제어한다. 제어단위(SA) 내에서 주로 오프셋(Offset)을 통한 연동을 고려해야 하므로 중요교차로(CI)와 비중요교차로(MI)의 주기를 공통으로 하는 제어단위(SA)내 공통주기 제어방식을 사용한다.

그러나, 중요교차로(CI)는 주요 교통축이 교차하는 지점을 일반적으로 선정하므로, 교통수요측면에서 주축과 부축의 비율의 50:50으로 비슷하게 나타나며, g/C(Effective green/Cycle) 비율도 교통수요에 적절하게 5:5로 분할하고 있는 실정이다. 이에 비해 비중요교차로(MI)는 주방향과 부방향의 비율이 일반적으로 교통수요가 7:3, 6:4정도로 형성되므로 g/C비율도 7:3, 6:4정도로 설정하여 신호운행을 하고 있는 실정이다.

따라서, 교통축제어 측면에서는, 인접한 비중요교차로(MI)와의 g/C비율의 차이가 발생하고 있으며, 이러한 차이로 인하여 중요교차로(CI)가 교통축의 주요 정체지점으로 발생하는 경우가 빈번하다고 할 수 있으며, 과포화시 중요교차로(CI)가 주요 병목지점으로 작용할 가능성 높아진다.



[그림 1] 교통축에서의 g/C 비율의 예시

III. 모의실험 시나리오

1. 모의실험 환경 및 수행 시나리오

1) 개요

본 모의실험에서의 기준값은 TRANSYT-7F를 통한 최적화

신호변수를 적용한 CORSIM 결과값으로 정하며, 주기증가를 수행한 신호변수를 적용한 CORSIM 결과값과 비교한다.

또한, 시뮬레이션 수행 시 초기 평형(Equilibrium)시간을 최대한으로 설정하여 충분히 평형상태가 된 후, 시뮬레이션이 수행되도록 하며, 객관적인 평가 결과를 위하여 조건별 시나리오 마다 Random number seed를 3회에 걸쳐 다르게 발생시켜 나온 결과의 평균값을 해당 시나리오의 결과값으로 선정한다.

앞서 설명한 각 조건들을 기본으로 하여 중요교차로(CI)의 위치 변화, v/c의 변화, 링크길이의 변화, 신호주기길이 증가의 변화, 신호주기증가에 따른 현시배분 방식에 따라 각 case별로 분석을 실시하도록 한다.

2) 국내 도시부 도로환경 검토

본 모의실험 환경은 국내 도시부 도로의 여건을 충분히 반영하기위해서 서울지역의 도시부 도로를 상대로 도로특성 및 신호운영특성을 검토하여 반영하였다.[4]

[표 1] 국내 기하구조 및 교통특성

구분	제시된 값
링크길이	도곡동길, 남부순환로, 영동대로, 인주로, 구성 범위 : 220~820m, 평균 500m
신호주기	120~160초, 최대 180초
차로수	중요교차로(CI) 직진 : 3.2차로, 좌회전 : 1.2차로
교통량 회전비율	강남대로 회전비율 참조 직진 80%, 회전 20%

3) 모의실험 시나리오 구성

모의실험 시나리오 구성은 객관적 효과발생을 위한 시나리오 작성을 목표로 한다. 이에, 국내 도시부 도로의 신호운영 시 발생할 수 있는 상황을 모두 반영할 수는 없지만 링크길이별, CI 위치별, v/c별, 오프셋(Offset)별로 구분하여 실제 현상에서 발생할 수 있는 환경을 최대한 반영하여 일반화 시킬 수 있도록 아래와 같이 시나리오를 수립하도록 한다.

[표 2] 모의실험 시나리오 구성

항목	구성 내용
CI 위치	CI_1(축의 끝단), CI_2(축의 내부)
링크길이	200m, 400m, 600m, 800m
v/c	1.0, 1.2
신호조건	신호주기 150초, 현시배분
CI 주기 증가율 범위	주기를 기준으로 10% 단위로 0~50%까지 증가
오프셋(offset)	CI와 인접MI와의 상대offset적용 (0%, 20%, 40%, 60%, 80%) 주기(150초)기준 offset변화(0, 30, 60, 90, 120초)
CI 주기 증가에 따른 현시배분	주방향배분방식(M : 증가시간 100%배분) 주/부방향 공통배분방식(A : 증가시간 50%배분(주:부))

중요교차로(CI)의 위치별 조건은 교통축에서의 끝단에 위치할 경우와 내부에 위치할 경우로 구분하여 구성하며, 링크길이는

서울시 COSMOS 운영구간의 링크길이가 200~600m 정도로 다양하며, 평균 500m 최대 800m 이상의 링크가 존재하므로, 200~800m의 범위에서 200m씩 증가시켜 적용한다.

신호조건은 모의실험 상황이므로, 실제 현장 신호운영시 적용하게 되는 신호변수를 대체하기 위하여 TRANSYT-7F를 통해 최적화된 신호변수를 적용한다. 본 모의실험에서는 90~150초 사이의 주기범위를 부여하여 최적신호주기를 기준으로 하여 적용하며, 최적화된 오프셋(Offset)을 산출한다.

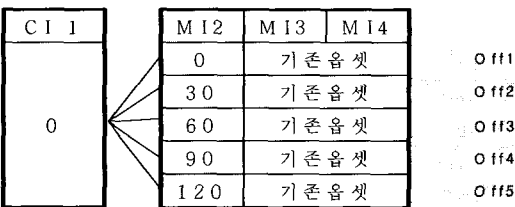
기존 국내 신호운영상 256초¹⁾까지 주기를 부여할 수 있다, 현장 신호운영상 최대 주기가 180초이며, 50% 주기를 증가시켰을 경우 270초가 되므로 50%보다 초과 증가시킬 경우, 실제 현장에 적용하기 어렵기 때문에 50%로 한정한다.

4) 오프셋(Offset) 영향도 분석 및 적용방법

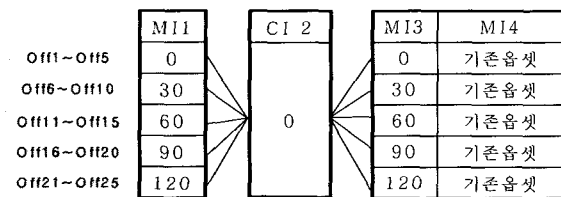
본 연구의 모의실험에서 오프셋(Offset)의 적용은 주기증가로 인한 중요교차로(CI)와 인접한 비중요교차로(MI)와의 오프셋(Offset) 파괴로 인한 영향을 분석하고, 오프셋(Offset) 파괴의 영향이 최소가 되는 최적주기증가율을 선택하기 위하여 여러 가지의 다양한 오프셋(Offset)경우를 모두 적용하도록 한다.

또한, 이러한 오프셋(Offset)의 적용 시, 비중요교차로(MI)와 인접 비중요교차로(MI)와의 오프셋(Offset)은 기존의 오프셋(Offset)을 유지하도록 하며, 중요교차로(CI)와 인접한 비중요교차로(MI)와의 오프셋(Offset)만을 상대오프셋(Offset)으로 적용하도록 한다.

상대오프셋(Offset)은 중요교차로(CI)의 오프셋(Offset)을 "0"으로 변환하고, "0"으로 변환하였을 때의 차이만큼 인접 비중요교차로(MI)의 오프셋(Offset)을 더하거나 빼서 상대오프셋(Offset)으로 변환시킨다. 상대오프셋(Offset)으로 변환한 상황에서 비중요교차로(MI)의 상대오프셋(Offset)을 신호주기의 값을 기준으로 0%부터 80%까지 20%씩 증가시켜, 변화시켜 신호변수 입력 자료를 준비한다. 즉 신호주기가 150초 일 경우 20%인 값 30초씩 증가시키게 된다.



[그림 2] 상대오프셋(Offset)_CI 교통축 끝단 위치

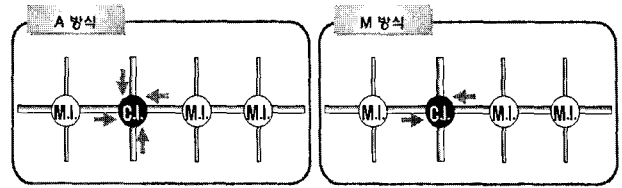


[그림 3] 상대오프셋(Offset)_CI 교통축 내부 위치

1) 신호제어기에서 신호주기 부여를 위하여 정해진 bit수가 8bit이므로 이진법에 의거, 나타낼 수 있는 신호주기는 28, 256자리로, 0~255초까지 부여할 수 있음

5) 주기증가에 따른 현시배분 방식

본 모의실험에서는 중요교차로(CI)의 주기를 증가시키는 것으로, 주기증가에 따른 현시배분방식은 두 가지로 구성한다.



[그림 4] 주기증가에 따른 현시배분 방식

중요교차로(CI)특성상 교통축 축방향(주방향) 및 교차방향(부방향)의 교통수요의 비율이 비슷하므로, 교통축의 주방향, 부방향에 주기증가시간의 50%씩 균등하게 배분하는 방식으로 A방식(A : All bound 이하 "A방식" 이라 함)과 교통축의 축방향 즉, 주방향에 주기증가시간의 100%를 배분하는 방식으로 M방식(M : Main bound 이하 "M방식" 이라 함)으로 구분하여 신호주기 증가에 따른 현시배분방식으로 구성한다.

6) 모의실험을 위한 시뮬레이션 모형 선정

본 연구의 모의실험을 위한 시뮬레이션 모형은 TRANSYT-7F과 CORSIM을 사용하도록 한다.

현장의 신호운영상황을 기초로 한 모의실험을 수행하는 것이므로, 실제 현장 신호제어시스템에서 최적화된 신호운영변수인 TOD값을 기준으로 적용해야 하지만, 모의실험 환경이므로 TOD를 대체할 수 있는 TRANSYT-7F에 의한 산출된 최적신호변수를 기준 신호제어변수로 활용 한다.

CORSIM은 애니메이션을 활용한 교통상황의 모니터링 및 체크가 용이하며, 도시내 교통축에서 경험하게 되는 대부분의 상황을 상당히 섬세한 수준까지 재현이 가능하고, 속도, 교통량, 밀도, 지체, Spillback, 대기행렬 등의 다양한 효과적도를 제공할 수 있다. 이에, 기준값(TOD 또는 TOD 대체용 TRANSYT-7F 최적화 변수적용)과 본 연구의 개발 신호운영 방법론과의 비교를 위한 모의실험 결과값 산출을 위해 활용 한다.

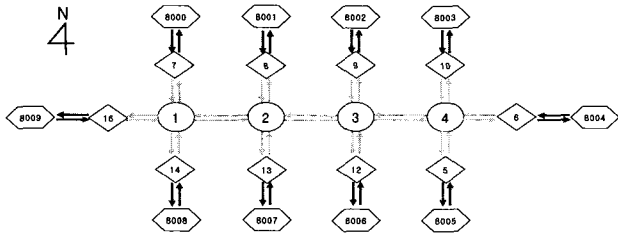
2. 모의실험 결과분석 시나리오

1) 모의실험 결과분석을 위한 효과적도(MOE)선정

본 연구에서 모의실험의 효과적도(MOE : Measure of Effect 이하 "MOE" 라 함)는 통과교통량(Throughput)과 지체도(Delay)로 선정한다. 신호교차로 제어시 지체도 최소화나 연동폭 최대화가 전통적인 제어목표로 사용되어 왔으나, 과포화 상황하에서는 비포화상태와는 달리 교차로 생산성최대화(Maximum productivity)가 적절하며, 이에 효과적도는 처리교통량(Throughput)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 일반적인 교차로 서비스수준을 나타내는 지체(Delay)를 선정하여 결과를 참고하도록 한다.

효과적도(MOE)는 분석대상 링크에 따라 3가지로 구분하는데, 교통축 축방향에 대한 주방향, 교통축 교차도로인 부방향, 주

방향과 부방향을 모두 고려한 Network로 구분하여 분석을 수행한다.



[그림 5] 분석대상 노드-링크체계

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Link Vol 1} + \text{Link Vol 2} + \dots + \text{Link Vol (n-1)} + \text{Link Vol n}}{n}$$

[그림 6] 통과교통량(Throughput) 산출 방식

$$\text{Delay} = \frac{(\text{Link Vol 1} \times \text{Link Delay 1}) + (\text{Link Vol 2} \times \text{Link Delay 2}) \dots + (\text{Link Vol (n)} \times \text{Link Delay (n)})}{(\text{Link Vol 1} + \text{Link Vol 2} + \dots + \text{Link Vol (n)})}$$

[그림 7] 지체도(Delay) 산출방식

지체도(Delay)의 산출방식은 아래와 같이 분석 대상 구간의 선정조건에 따라 선정된 해당 링크 교통량과 지체도를 이용하여 가중평균하여 산출한다. 단, 유출되는 링크의 경우 지체도가 "0"이므로 분석에서 제외한다.

2) 주기증가에 따른 교통축 영향 분석 방법

교통축내에서 중요교차로(CI)의 주기의 증가는 인접 비중요교차로(MI)와의 오프셋(Offset)이 깨지게 되므로, 교통축내부의 교통류의 심각한 영향을 미칠 수 있다.

따라서, 오프셋(Offset)의 변화에 따른 영향도 분석의 차원에서, 발생 가능한 모든 경우의 오프셋(Offset)을 적용해야 하지만, 불가능하므로, 가급적 다양한 오프셋(Offset)의 상황을 최대한 반영하여 주기증가로 인한 교통축내 교통류에 미치는 악영향을 최소화 시킬 수 있는 적정주기증가율 및 오프셋(Offset)을 도출한다.

아래 그림에서 X축은 해당 주기증가율 적용시, 각각의 오프셋(Offset)의 경우를 나열한 것이며, Y축의 개선효과를 구분하기 위하여 각 효과척도(MOE)의 결과값을 나타낸 것이다.

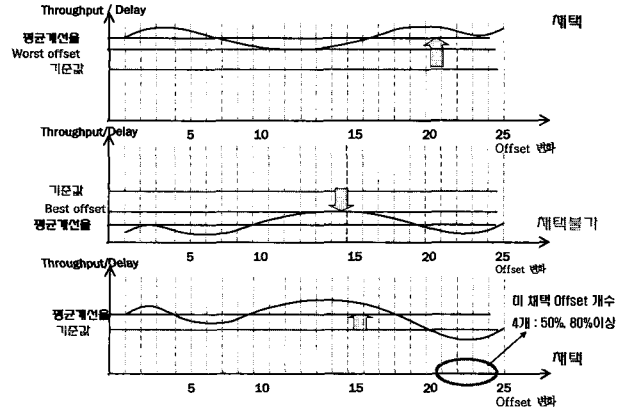
첫째, 앞에서 전술한 각 오프셋(Offset)적용시의 결과값들을 오프셋(Offset) 1에서 오프셋(Offset) 25까지 나열한 결과 최저개선효과를 보이는 오프셋(Worst offset) 적용 결과값이 기준결과값보다 우월 할 경우, 해당 주기의 증가율은 채택된다.

둘째, 첫째 경우와 상반된 경우로, 각 오프셋(Offset)적용시의 결과값들을 오프셋(Offset) 1에서 오프셋(Offset)25까지 나열한 결과,

최고개선효과를 보이는 오프셋(Best offset) 적용 결과값이 기준 결과값보다 미달 할 경우, 해당 주기의 증가율은 채택불가로 판단하고, 해당주기증가율은 적용하지 않도록 한다.

셋째, 전술한 두 개의 경우에도 속하지 않는 경우, 즉, 일부 오프셋(Offset)적용결과가 기준값보다 우월하지만, 나머지 오프셋(Offset)적용결과는 기준값에 미달 할 경우, 전체 오프셋(Offset)

의 개수에 우월한 오프셋(Offset)의 수가 80%이상인 경우, 해당 주기증가율을 채택하도록 한다. 그러나, 최악의 오프셋(Offset)이 선택될 경우에는 오히려 교통축 내 상황이 악화 될 가능성이 있으므로, 충분히 검토가 될 수 있는 사항에 해당된다. 또한, 운영자가 실제 신호운영에 적용할 경우, 최악의 오프셋(Offset)을 피해야 하며, 최고 개선효과를 나타내는 오프셋(Offset)을 사전에 파악하여 해당주기증가율 적용 시에는 최적 오프셋(Offset)을 사용하도록 한다.



[그림 8] 주기증가율 채택 방법 개념도

IV. 모의실험 수행 및 결과분석

1. 모의실험 수행

1) 시뮬레이션 모형 입력자료 구성

[표 3] TRANSYT-7F 및 CORSIM 입력자료 구성

사용자 입력변수	TRANSYT-7F	CORSIM	비고
Minimum Cycle	90 초	--	주기, 오프셋, 현시
Maximum Cycle	150 초	--	최적화 범위
시뮬레이션 분석시간	120분(2시간)	7200초(2시간)	--
출발순시시간	2 초	2.3 초	도로용량편람
진행연장시간	2 초	--	도로용량편람
자유속도(접근속도)	30kph	19mph(30kph)	--
Q-Discharge headway	--	1.6 초	포화차두시간
차로폭	--	12ft (3.6m)	이상적 조건
최회전 베이 길이	90 m	90 m	--
차량구성	승용차	승용차	--

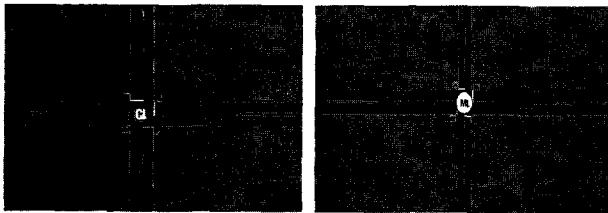
본 연구의 모의실험시 적용된 TRANSYT-7F 및 CORSIM의 입력자료는 국내 도시부 신호 및 교통현황을 최대한 반영하도록 하며, 특히 침두시간대가 보통 2시간정도 나타나므로, 시뮬레이션 분석시간은 2시간으로 설정하며, CORSIM의 배출차두시간은 포화차두시간인 1.63초를 적용해야 하나, 소수점 첫째자리까지 입력이 가능하여 1.6초로 적용하여 모의실험을

수행하였다.

2) 기하조건 구성

모의 실험 환경에서 4개의 교차로가 연결된 도시부 도로를 대상으로 제어단위(SA)로 설정하여 구성하였으며, 교통축 주방향 도로(동-서 축)은 양방향 6차로, 교통축 교차도로(남-북 축)은 양방향 4차로로 구성되어 있으나, 중요교차로(CI)의 경우, 교통수요의 비율이 비슷하므로 교차도로의 경우도 양방향 6차로로 구성하였다.

또한, 중요교차로(CI)의 위치에 따른 효과분석을 위하여 교통축의 끝단 NODE_1, 교통축의 내부 NODE_2로 구분하여 구성하였으며, 링크길이에 따른 효과분석을 위하여 200m, 400m, 600m, 800m의 4가지 경우로 구성하였다.

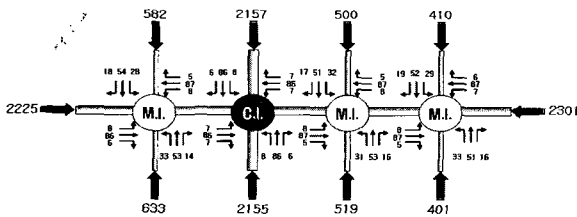


[그림 9] 중요교차로(CI) 및 비중요교차로(MI)의 기하 구성

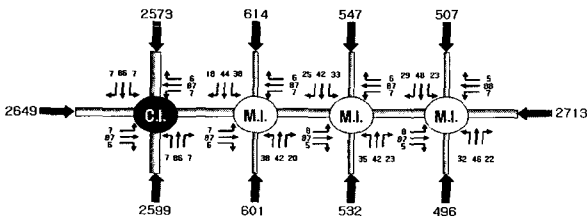
3) 교통조건 및 신호조건 구성

본 연구는 과포화시의 상황을 반영하기 위해서, 모의실험에 적용될 교통조건을 v/c 1.0과 v/c 1.2의 상황에 대하여 구성하였다.

중요교차로(CI)의 경우 교통량 비율은 진술한 바와 같이, 서울시 COSMOS 운영지역의 교통량 비율을 반영하여 직진교통량 80%, 회전교통량 20%의 수준에 최대한 비슷하도록 구성하였다.



[그림 10] v/c 1.0 CI 2(교통축 내부)교통조건 구성



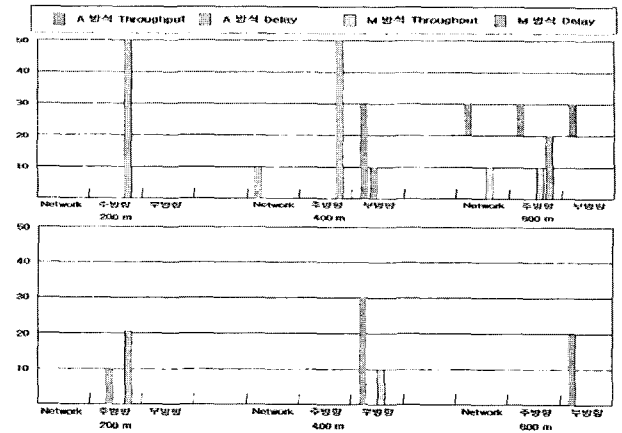
[그림 11] v/c 1.2 CI 1(교통축 끝단)교통조건 구성

본 연구의 모의실험에 적용될 신호조건은 진술한 바와 같이, 서울시 COSMOS 운영지역의 신호조건을 반영하여 중요교차로(CI)에 대해 교통축 주/부방향 g/C가 약 5:5, 비중요교차로(MI)에 대해 약 6:4 또는 7:3으로 구성하였으며, 4현시 체계로 운영하도록 하며, 신호 주기는 교통축내 교차로 모두 150초로 TRANSYT-7F를 통한 최적 주기값으로 설정하였다.

2. 모의실험 결과 분석

1) v/c 1.0일 경우

개선 주기증가율의 분포상에서 나타나듯이 v/c 1.0의 경우에는 주기증가로 인한 개선효과를 보이는 주기증가율이 범위가 적고, 불규칙하게 분포하고 있어서 현시배분방식에 따른 차이를 알 수 없다.

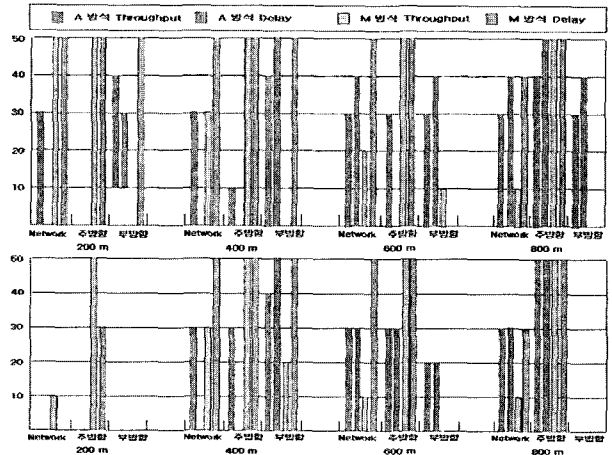


[그림 12] v/c 1.0일 경우 주기증가율 분포 CI 1(상), CI 2(하)

2) v/c 1.2일 경우

개선 주기증가율의 분포상에서 나타나듯이 v/c 1.2의 경우에는 주기증가로 인한 개선효과를 보이는 주기증가율이 고르게 분포하고 있으며, 현시배분방식에 따라 M방식이 전체적으로 개선효과가 발생하는 주기증가율의 분포가 고루 나타나고 있어, M방식이 A방식보다 개선효과가 더 있다고 볼 수 있다.

또한, 중요교차로(CI)의 위치상 교통축 끝단(CI 1)에 위치할 경우가 교통축내부(CI 2)에 위치한 경우보다 주기증가율의 범위가 더 많이 나타나고 있어, 교통축 끝단에 위치할 경우가 개선효과가 더 있다고 볼 수 있다.



[그림 13] v/c 1.2일 경우 주기증가율 분포 CI 1(상), CI 2(하)

특히, 링크길이가 짧은 경우, 200m링크는 중요교차로(CI)가 교통축 내부에 있는 경우에 개선효과가 상대적으로 감소하는 분포를 나타내고 있다. 이러한 이유는 중요교차로(CI)의 용량 증대로 인한 영향을 하류부 인접 비중요교차로(CI)에 보이고

있다고 판단되며, 링크길이가 짧아서 교통류 유입량의 증대 영향을 받아 출만한 링크길이를 확보하지 못했다고 볼 수 있다.

3) 최적 주기증가율

개선효과가 있는 주기증가율을 검토한 결과, v/c 1.0인 경우는 개선효과가 불규칙하므로, v/c 1.2인 경우에 대해서 제시하였다. 다음의 표는 최대의 개선효과를 나타내는 주기증가율과 개선효과를 정리한 결과이다.

[표 6] 최적 주기증가율에 의한 개선효과

링크 크기 (m)	제어 목표	CI 1 (교통축 끝단)				CI 2 (교통축 내부)			
		Throughput		Delay		Throughput		Delay	
		주기 증가율 (%)	개선 효과 (%)	주기 증가율 (%)	개선 효과 (%)	주기 증가율 (%)	개선 효과 (%)	주기 증가율 (%)	개선 효과 (%)
200	Network	30	6.8	50	7.7	10	1.4	30	0.7
	주방향	50	9.9	50	2.9	10	4.4	20	4.5
	부방향	10	1.5	50	8.6	-	-	-	-
400	Network	10	3.4	20	28.9	10	5.1	20	37.3
	주방향	20	6.5	20	28.1	10	5.2	20	30.5
	부방향	-	-	20	17.6	10	4.9	20	42.1
600	Network	10	2.2	20	24.9	10	1.3	20	18.9
	주방향	10	5.1	20	37.5	10	6.2	30	46.1
	부방향	-	-	20	6.0	-	-	-	-
800	Network	10	0.4	10	14.2	10	0.4	10	8.5
	주방향	10	3.9	20	47.5	10	3.9	30	48.3
	부방향	-	-	-	-	-	-	-	-

4) v/c 및 주기증가율 범위

용량 증대의 효과는 v/c 1.2를 초과할 경우, 일반적으로 나타나는 것으로 판단되며, M방식의 현시배분방식을 적용한 주기증가율 10~20%의 범위에서 최대의 개선효과가 나타난다. 따라서, 중요교차로(CI)는 비중요교차로(MI)의 교통축 주방향 현시만큼 주기를 증가시켜 중요교차로(CI)와 인접한 비중요교차로(MI)의 교통축 주방향의 g/C비율의 균형을 맞춘다면 개선효과를 충분히 볼 수 있다고 사료된다.

5) 중요교차로(CI)의 위치 및 링크길이

중요교차로(CI)위치가 축 끝단에 있을 경우, 모의실험상 링크길이와 상관없이 무한대 통과 가능하며, CI위치가 축 내부에 있을 경우 하류부 링크저장용량(Storage)의 영향을 받는 것으로 판단된다. 또한, 링크길이 200m일 경우, v/c 1.2시점 대기 길이가 200m를 초과할 수 있으므로 불규칙하게 주기증가의 범위가 나타나고 있으며, 개선효과 또한 불규칙한 것으로 나타난다. 링크길이가 400m의 경우, 600m, 800m에 비해 앞막힘(Spillback) 발생빈도가 높아, 주기증가로 인한 앞막힘(Spillback) 해소 효과로 인한 부방향 개선효과가 큰 것으로 판단된다.

V. 결론 및 향후연구

본 연구에서의 모의실험은 모든 과포화상황을 적용한 것은 아니지만, 특히 교통축의 축방향(주방향)의 접근로 v/c 1.2이상의 과포화상황에서, 중요교차로(CI)와 인접한 비중요교차로(MI)의 g/C가 불균형을 이루며, 하류부의 링크길이가 충분할

경우, 주기증가의 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

향후 추가적으로 연구되어야 할 부분은 다음과 같다.

첫째, 주기증가의 비율은 신호주기를 기준으로 10%간격으로 증가시켰는데 증가간격에 대한 기준을 제시할 필요가 있으며, 이러한 사항을 명확히 제시하기 위해서는 각 증가간격별로 민감도분석이 보완되어야 할 것이다.

둘째, 주기증가로 인한 오프셋(Offset)의 영향을 최소화하려고 노력하였지만, 향후 매주기마다 최적의 오프셋(Offset)의 산정 및 적용방안이 추가적으로 보완되어 진다면 현재의 결과보다 훨씬 개선효과가 클 것으로 판단된다.

셋째, 교통의 집중이 과다하여 교통상황이 더 악화될 수 있는 가능성이 존재하므로, v/c 1.2이상의 변화에 따른 주기증가율 변화 방안이 추가적으로 연구되어야 한다.

참고문헌

- [1] 서울시정개발연구원, 실시간 신호제어 시스템 검증,평가, 2003.
- [2] 서울지방경찰청, 실시간 신호제어시스템 실무해설집, 2002.
- [3] 서울시정개발연구원, 신신호시스템 검증 및 평가를 위한 학술용역(1차), 2002.
- [4] 경찰청, 교통신호제어기 표준규격서, 2004.
- [5] 서울지방경찰청, 2002년 신신호시스템 기능개선, 2003.
- [6] 서울지방경찰청, 2000년 신신호시스템 기능개선, 2001.
- [7] 서울지방경찰청, 신신호시스템 기능개선 용역, 1999.
- [8] 정준하, HILS 기법을 이용한 실시간 교통신호제어 평가시스템 개발, 박사학위논문, 아주대학교 대학원, 2007.
- [9] 이영인, 최완석, "유전자 알고리즘을 이용한 이중목적 주기변동 신호시간 결정 모형 개발", 대한교통학회지 제20권 제5호, 2002.
- [10] 이영인, 임재승, 윤경섭, "대기차량 최소화를 위한 주기변동기반 동적 신호시간 결정모형 개발", 대한교통학회지 제18권 제2호, 2000.
- [11] Federal Highway Administration, CORSIM User's Guide version 5.0, Mar 2001.
- [12] Federal Highway Administration, CORSIM Reference Manual version 5.0, Mar 2001.
- [13] Federal Highway Administration, TSIS User's Guide version5.0, Mar 2001.
- [14] Federal Highway Administration, "ITRAN 4.0", 2000.
- [15] University of florida Transportation Research Center, TRANSYT-7F User guide, 1998.
- [16] Federal Highway Administration, Traffic Control System Hand book, 1996.