

# 부산지역 고정식 신호교차로의 시간대별 소통체계 최적설계에 관한 연구

金 我 曠<sup>1)</sup> · 金 殆 坤<sup>2)</sup>

Optimal Design of the Travel System during the Different  
Time-Periods on the Pretimed Signalized-Intersections in Pusan Area

Kim, Ah-Young · Kim, Tae-gon

## Abstract

The purpose in this study is to review the travel characteristics on the Pretimed Signalized - Intersections under the study in Pusan area, construct the travel systems during the different time-periods based upon the travel characteristics reviewed, and finally suggest the optimal travel systems which could reduce the traffic delay and fuel consumption of the Pretimed Signalized - Intersections based upon the travel system constructed. The following results were obtained :

- i) There was no distinct difference in traffic volumes concentrated during the different time-periods on most of the Pretimed Signalized - Intersections under the study, but a considerable difference in traffic volumes on a few Pretimed Signalized - Intersections. So, the travel system analyses were conducted based upon all the different time-periods reviewed, respectively ;
- ii) There were about 57% reduction of traffic delay and 55% reduction of fuel consumption in Central Business District(CBD), and also about 59% reduction of traffic delay and 57% reduction of fuel consumption in

1) 한국해양대학교 대학원 항만운송공학과 석사과정 항만운송공학 전공  
2) 한국해양대학교 이공대학 해양토목공학과 부교수

Non-Central Business District(Non-CBD) by the travel system optimization ;

Thus, it could be concluded that the signal system pretimed based upon the on-peak periods should not be applied to all the different time-periods on the Pretimed Signalized - Intersections to reduce traffic delay and fuel consumption, and increase the travel capacity on the intersections in Pusan area.

## 1. 서 론

오늘날 도시문제 중 가장 해결하기 어려운 문제는 교통문제로, 특히 출퇴근시간대의 차량과 통행량 집중으로 인한 교통체증은 우선적으로 해결해야 할 가장 중요한 문제가 되고 있다.

부산지역은 약 30% 이상이 산지로 되어 있고, 대체도로 및 우회도로가 극히 부족한 실정으로 높은 차량증가율(연평균 약 16.8%)과 현저하게 부족한 교통시설(1996년 도로율 15%)<sup>21)</sup>로 인해 심각한 교통문제에 직면함은 물론, 도시기능까지 마비되는 사태에 이르고 있다. 더구나 대부분 교정식 신호로 운영되고 있는 부산 지역 주요 간선도로상의 교통체계가 효율적으로 설계·운영되지 못하여 간선도로의 소통능력을 저하시킴으로써 교통문제는 한층 더 심화되고 있다.

## 2. 교통체계분석

본 연구에서는 도심지역(CBD)내 13개 교차로와 부도심지역(Non-CBD)내 17개의 교차로를 연구대상 교차로로 선정되었다. 특히, 도심지역은 A<sub>C</sub>교차로(시청앞교차로), B<sub>C</sub>교차로(부산우체국앞교차로), C<sub>C</sub>교차로(세관앞교차로), D<sub>C</sub>교차로(범내골교차로), E<sub>C</sub>교차로(서면교차로), F<sub>C</sub>교차로(송공교차로), G<sub>C</sub>교차로(양정교차로), H<sub>C</sub>교차로(문현교차로), I<sub>C</sub>교차로(연산교차로), J<sub>C</sub>교차로(내성교차로), K<sub>C</sub>교차로(거제현대APT앞교차로), L<sub>C</sub>교차로(교대앞교차로), M<sub>C</sub>교차로(수안교차로)가 선정되었다. 또한, 부도심지역에는 A<sub>N</sub>교차로(유엔교차로), B<sub>N</sub>교차로(대연교차로), C<sub>N</sub>교차로(수영교차로), D<sub>N</sub>교차로(보수교차로), E<sub>N</sub>교차로(서대신교차로), F<sub>N</sub>교차로(괴정교차로), G<sub>N</sub>교차로(부암교차로), H<sub>N</sub>교차로(백병원앞교차로), I<sub>N</sub>교차로(미남교차로), J<sub>N</sub>교차로(안락교차로), K<sub>N</sub>교차로(범곡교차로), L<sub>N</sub>교차로(금정경찰서앞교차로), M<sub>N</sub>교차로(봉

래교차로),  $N_N$ 교차로(원동I.C.교차로),  $O_N$ 교차로(덕천교차로),  $P_N$ 교차로(하마정교차로),  $Q_N$ 교차로(사하경찰서앞교차로)가 연구대상 교차로로 선정되었다. 따라서, 본 연구에서는 연구대상 신호교차로를 중심으로 각 시간대에 대한 교통체계분석; 통행체계분석, 도로체계분석, 신호체계분석 및 서비스수준분석 등을 실시하였다.

## 2. 1 통행 체계 분석

본 연구에서는 부산시에서 실시한 '94년<sup>11)</sup> 및 '95년<sup>12)</sup> 차량교통량조사결과를 자료로 하여, 부산지역 대상교차로의 1일 12시간 교통량을 분석하여 오전 첨두시간대(AM on-Peak : 07:00~09:00), 오전 비첨두시간대(AM off-Peak : 09:00~12:00), 오후 비첨두시간대(PM off-Peak : 14:00~17:00) 그리고 오후 첨두시간대(PM on-Peak : 17:00~19:00)를 결정하였다.

본 연구대상 교차로상의 통행량은 연구대상 교차로마다 차이는 있었지만, 도심 지역에 있어서는 시간대별로 각각 약 7,000pcu~17,000pcu, 7,800pcu~16,800pcu, 7,500pcu~16,400pcu, 그리고 약 7,600pcu~16,100pcu 정도로 나타났다. 또한 부도심 지역의 교차로 통행량은 시간대별로 각각 4,300pcu~13,500pcu, 5,600pcu~13,400pcu, 5,100pcu~12,700pcu, 그리고 4,900pcu~13,600pcu 정도로 나타났다. 따라서, 위의 통행체계분석으로부터 연구대상 신호교차로상의 첨두시간대가 출퇴근시간대와 일치한다고 볼 수 없었으며, 비첨두시간대에도 화물통행이나 업무통행 그리고 기타통행이 상대적으로 증가함으로써 첨두시간대와 비첨두시간대를 뚜렷하게 구분할 수 없을 정도로 통행수요가 집중하고 있었다(참조 Fig. 2-1).

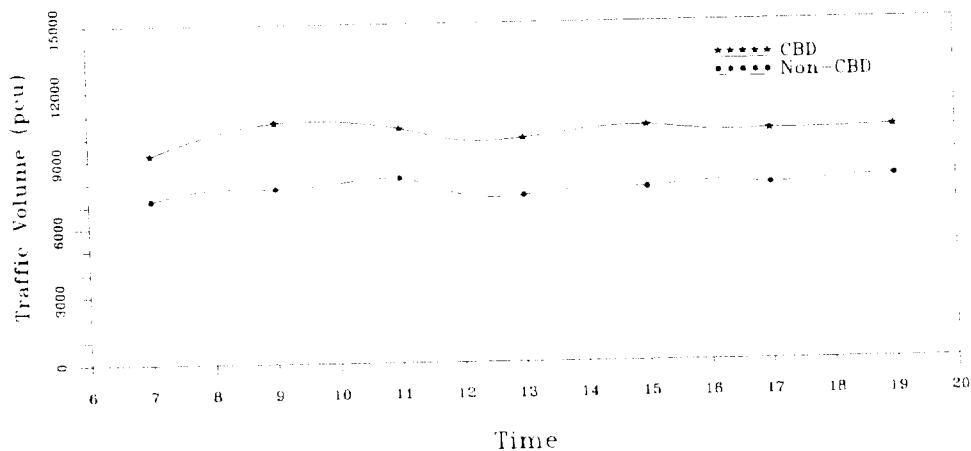


Fig. 2-1 Traffic Volume(pcu) Distribution on Intersections

## 2. 2 도로 체계 분석

대체적으로 본 연구대상 교차로는 접근부에 보도와 차도가 적절하게 분리되어 있지 않아 통과교통량을 효율적으로 처리할 수 없었고, 차로폭이 도로시설용량을 최대한 수용할 수 없게 배정되어 있었다. 또한, 연구대상 교차로사상에 그릇된 차로설계 및 차로지정으로 인하여 교통정체가 가중되고 있었다.

연구대상 교차로의 접근로 폭원은 대체로 약 10~38m를 유지하고 있었고, 차로폭은 약 3~5m정도로 이상적인 차로 폭원(3.6m)과 비교해 볼 때 현저한 차이를 보이고 있었다. 특히, 교차로 접근부의 차로수는 방향별로 편도 1~7차로까지 관측되었는데, 교차로 주변에 일시적으로 주정차하고 있는 각종 차량들로 인해 교차로 우측차로의 이용이 거의 어려워 우측차로의 실제 교통용량이 감소되는 효과를 나타내고 있었다.

## 2. 3 신호 체계 분석

일반적으로, 교차로의 통과차량을 통제하는 주요 신호체계로는 신호등, 교통표지, 노면표시 및 도류화표시 등을 들 수 있으나, 본 연구대상 교차로상에서는 신호등을 제외한 대부분의 교통표지와 노면표시는 차량들에 의해 제대로 지켜지지 않고 있었고, 교통표지 역시 부적절한 위치에 설치되어 있어 오히려 교통사고와 교통정체의 요인이 되고 있었다. 게다가 유출입통행량에 대한 신호등의 주기와 현시가 방향별 통행량에 대해 적절하게 설계되어 있지 않아 교차로 소통체계를 악화시키고 있었다. 본 연구에서는 연구대상 교차로에 대한 각 방향별 차량통행에 따른 신호등의 신호주기, 신호현시, 교통표지 및 노면표지 등을 실측을 통해 면밀히 관측하였고, 특히 도심지역내 대상교차로의 신호주기는 약 140~200초, 신호현시는 2~6현시로 운영되고 있었다. 또한, 부도심지역내 대상교차로의 신호주기는 약 110~280초, 신호현시는 2~5현시로 운영되고 있었다. 더구나, 부산지역 신호교차로의 신호형태는 전자감응식 신호제어(Actuated Signal Control)가 아니라 대부분 고정식 신호제어(Pretimed Signal Control)로 운영되고 있었고, 도심지역과 비도심지역내 대부분의 교차로상에 평면교차 횡단보도가 설치되어 있어 보행자와 차량사이에 상충이 발생하고 있었다. 현황분석 결과, 대부분의 교차로상에서 심각

한 지체(LOS F 수준)를 나타내고 있어 현재 신호운영의 부적절함을 알 수 있었고, 최적화분석 결과 현황분석과 비교할 때 도심지역과 부도심지역에서 평균지체 시간과 연료소모량이 약 57%정도 감소하는 것으로 나타났다.

위의 신호체계분석으로부터 연구대상 교차로의 교통표지와 노면표시가 차량통행특성에 적합한지에 대한 재검토와 신호위반차량에 대해서는 강력한 단속이 요구되었으며, 또한 연구대상 교차로의 각 시간대별 최적 신호체계가 적용되어야 함을 알 수 있었다.

## 2. 4 교차로 서비스 수준(Level of Service, LOS) 분석

일반적으로 교차로의 서비스수준을 비교하는 방법에는 교통량과 교통용량의 비 (*v/c ratio*)에 의한 서비스수준분석과 평균지체 시간에 의한 서비스수준분석이 적용되고, 또한 최적화 목적함수에 의해 교차로의 서비스수준이 극대화되는데, 신호 교차로의 서비스수준분석에 널리 사용되고 있는 모형은 TRANSYT-7F 모형이다. 본 연구에서는 교차로 서비스수준 극대화를 위해 최적화 목적함수로 신호체계 최적화 프로그램인 TRANSYT-7F(Ver 7.2, 1994)의 목적함수가 사용되었다. 이 함수는 표준지체(Standard Delay)와 정지횟수를 중심으로 구성된 불용지수(Disutility Index, *DI*)를 최소화 시키는 것으로 정의되며, 그 내용은 다음과 같다.

$$\text{Minimize } DI = \sum_{i=1}^n [W_{di}d_i + KW_{si}S_i] + U_i [W_{di-1}d_{i-1} + KW_{si-1}S_{i-1}] + QB_i [W_q(a_i - ac_i)^2]$$

여기서,

*DI* : 불용지수                      *d<sub>i</sub>* : 링크 *i* 상에서의 지체 (veh-hr)

*K* : 지체와 관련하여 "stop penalty"

*W<sub>di</sub>, W<sub>si</sub>* : 링크 *i*의 지체 및 정지에 대한 가중치

*U<sub>i</sub>* : 링크 *i*에 대해 가중치가 주어졌다면 '1', 그렇지 않다면 '0'

*Q* : *DI*상에 최대후미대기행렬 "penalty"를 사용자가 포함하고자 한다면 '1', 아니면 '0'

*B<sub>i</sub>* : 최대후미대기행렬이 사용자가 정의한 storage capacity를 증가한다면 '1', 아니면 '0'

*W<sub>q</sub>* : 전체 network에 대해 "spillover"를 나타내기 위해 적용되는 "penalty"

*a<sub>i</sub>* : 링크 *i* 상에서의 계산된 최대후미대기행렬 길이

$qc_i$  ; 링크 i 상에서의 최대후미대기행렬의 용량

$S_i$  ; 링크 i 상에서의 정지 (stops/sec)

또한, 신호교차로의 서비스수준을 교통량과 교통용량의 비나 평균지체시간의 분석결과에 따라 결정할 때, 교통량과 교통용량의 비가 1.0이상인 교차로, 혹은 평균지체시간이 약 78.0초를 초과하는 교차로는 서비스수준이 매우 열악한 상태(LOS F수준)으로 간주하게 되는데, 본 연구대상 교차로에 대한 서비스수준분석 결과, 대부분 교차로상에서 교통량과 교통용량의 비는 1.0이상, 그리고 평균지체시간이 약 78.0초를 초과하는 값을 나타내고 있었다. 따라서, 연구대상 교차로에 대해 방향별 차로수 및 차로용량의 재검토와 이 서비스수준 분석결과에 따른 전반적인 통행체계, 도로체계 및 신호체계에 대한 교통체계개선(TSM)방안 수립이 요구되어졌다.

## 2. 5 교통량 흐름도(Flow Profile Diagrams) 분석

본 연구에서는 연구대상 교차로에 대한 현황분석, 최적화분석, 그리고 각 시간대의 최적신호체계를 고려한 현황분석 등 각 단계의 분석과정에서 남—북방향과 동—서방향의 교통량 흐름도를 비교하였다. 연구대상 교차로내의 현황분석과 최적화분석을 통한 교통량흐름도분석 결과, 대체적으로 교차로의 좌회전 차로에서는 녹색시간에 도착하는 차량이 많이 교차로를 빠져나가지 못해 녹색신호시간인데도 많은 차량이 누적되고 있었고, 또한 직진 차로이나 우회전 차로에서도 용량부족으로 정체가 심하게 나타나고 있었다.

## 3. 교차로분석

본 연구에서는 대상 교차로의 소통체계에 대한 현황분석 및 최적화분석을 통해 최적의 소통체계를 구축하였으며, 구축된 소통체계를 중심으로 최적 신호체계와 최적 현시체계를 제시하였다. 또한, 각 시간대에 있어서의 최적 신호체계를 나머지 서로 다른 시간대에 적용시켜 봄으로써 각 시간대별 최적 신호체계를 비교해 보았다.

### 3. 1 도심지역(CBD) 교차로 분석

도심지역내 연구대상 교차로들은 대체로 3지~6지 교차로로 신호주기는 최저 140초에서 최고 200초로 운영되고 있었고, 각 시간대별 통행량 분포는 오전 첨두시간대에 약 7,000pcu~17,000pcu, 오전 비첨두시간대와 오후 비첨두시간대에 약 7,500pcu~16,400pcu, 그리고 오후 첨두시간대에는 약 7,600pcu~16,100pcu에 이르고 있어 대부분 교차로의 소통용량을 초과하여 운영되고 있었다. 또한, 최적화분석 결과에 의해 평균지체시간이 약 57%정도 감소하였고, 연료소모량은 약 55%정도 감소하였다. 도심지역내 교차로들에 대해, 특정시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 동일하게 적용함으로써 증가하게 되는 평균지체와 연료소모량의 값은 오전 첨두시간대와 오전 비첨두시간대에 각각 약 40%, 29%정도였고, 오후 비첨두시간대와 오후 첨두시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 적용했을 때 평균지체와 연료소모량의 증가율은 각각 28%, 27%정도로 나타났다.

도심지역내 대표적인 교차로로는 교차로 A<sub>C</sub>(시청앞 교차로)를 들 수 있다.

#### 3.1.1 교차로 A<sub>C</sub>(시청앞 교차로)

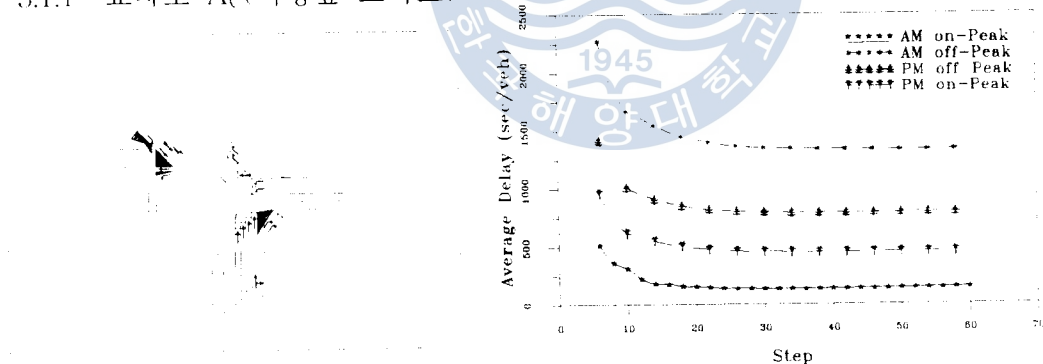


Fig. 3-1 Geometric Conditions and Cycle Evaluation(Intersection A<sub>C</sub>)

교차로 A<sub>C</sub>(시청앞교차로)는 4지 교차로로 신호주기는 160초에 3현시로 운영되고 있었고, 시간대별 통행량은 오전 첨두시간대와 비첨두시간대에 각각 9,880pcu, 13,420pcu, 오후 비첨두시간대와 첨두시간대에는 각각 12,090pcu와 12,120pcu로 나타났다. 또한, 현황분석에 의하면 평균지체시간이 오전 첨두시간대와 비첨두시간대에 각각 341.5sec/veh, 1,360sec/veh로 나타났고, 오후 비첨두시간대와 첨두시간대에 각각 818.1sec/veh, 462.8sec/veh로 나타났다. 연료소모량은 시간대별로 각각

2,654.4lit/hr, 14,142.7lit/hr, 7,691.5lit/hr, 4,392.4lit/hr정도로 나타났다.

오전 첨두시간대에는 서쪽방향으로 향하는 좌회전 차로에서 가장 심한 교통체증이 발생하였고, 나머지 시간대에는 남쪽방향으로 향하는 우회전 차로에서 가장 심한 지체를 보였다. 신호체계의 최적화를 고려할 때 평균지체시간은 현황과 비교하여 오전 첨두시간대와 비첨두시간대에 각각 약 60.7%, 2.0%정도, 오후 비첨두시간대와 첨두시간대에서 각각 약 3.5%, 4.0%정도 감소하였다. 연료소모량은 각 시간대별로 각각 약 59.2%, 2.0%, 3.5%, 2.3%정도 감소하는 것으로 나타났다.

특히, 오전 첨두시간대를 제외한 다른 시간대에 신호체계의 최적설계에 따른 평균지체와 연료소모량의 감소율이 적은 이유는 오전 첨두시간대에 비해 다른 시간대의 통행량이 상대적으로 많은 것에 기인하는 것으로 판단되었다(참조 Table. 3-1). 특정시간대 최적 신호체계를 다른 시간대에 대해 적용하였을 경우, 평균지체시간과 연료소모량이 최고 71%까지 증가하였으며, 교통량흐름도로부터 동일링크라 하더라도 각 시간대별 최적 교통체계를 구축함으로써 보다 원활한 소통상태를 나타내고 있었다(참조 Table. 3-2, 3-3, 3-4, 3-5).

따라서, 교차로 A<sub>c</sub>의 소통체계개선을 위해서는 올바른 교차로 통행특성 파악과 좌회전 통행에 보다 역점을 두는 교차로 기하구조 재설계 및 각 시간대별 통행량에 적절히 대처할 수 있는 최적 신호체계가 구축되어야 했다(참조 Table. 3-6).

Table. 3-1 Measures of Effectiveness(MOE) during Peak Periods(Intersection A<sub>c</sub>)

분 석 Parameter	AM on-Peak			AM off-Peak			PM off-Peak			PM on-Peak		
	현 황	최적화	감소율	현 황	최적화	감소율	현 황	최적화	감소율	현 황	최적화	감소율
Average Delay (sec/veh)	341.5	134.2	60.7%	1,360	1,335.9	1.8%	818.1	789.4	3.5%	462.8	452.3	2.3%
Fuel Consumption (lit/hr)	2,654	1,083.4	59.2%	14,143	13,889.5	1.8%	7,692	7,424.1	3.5%	4,392.4	4,294.4	2.2%

Table. 3-2 MOE Reductions under AM on-peak Optimal Setting(Intersection A<sub>c</sub>)

분 석 Parameter	AM off-Peak			PM off-Peak			PM on-Peak		
	최적화	AM on-Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM on-Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM on-Peak 대입 결과	증가율
Average Delay (sec/veh)	1,335.9	1,915.8	30%	789.4	1,221.5	35%	452.3	773.6	42%
Fuel Consumption (lit/hr)	13,889.5	19,886.5	30%	7,424.1	11,448.6	35%	4,294.4	7,296.1	41%



Table. 3-3 MOE Reductions under AM off-peak Optimal Setting(Intersection A<sub>C</sub>)

Parameter	분석 최적화	AM on-Peak			PM off-Peak			PM on-Peak		
		최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	
Average Delay (sec/veh)	1312	455.3	71%	789.4	800.3	1%	452.3	462.7	2%	
Fuel Consumption (lit/hr)	1084	3518	69%	7424	7525	1%	4294	4391.2	2%	

Table. 3-4 MOE Reductions under PM off-peak Optimal Setting(Intersection A<sub>C</sub>)

Parameter	분석 최적화	AM on-Peak			AM off-Peak			PM on-Peak		
		최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	
Average Delay (sec/veh)	1312	424.7	68%	1335.9	1473.9	9%	452.3	452.6	0%	
Fuel Consumption (lit/hr)	1084	3286.3	67%	13890	15319	9%	4294	4297.1	0%	

Table. 3-5 MOE Reductions under PM on-peak Optimal Setting(Intersection A<sub>C</sub>)

Parameter	분석 최적화	AM on-Peak			AM off-Peak			PM off-Peak		
		최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	최적화	최적화 대입 결과	증가율	
Average Delay (sec/veh)	1312	360.9	63%	1335.9	1340	0%	789.4	789.4	1%	
Fuel Consumption (lit/hr)	1084	2800.8	61%	13890	13965	1%	7424	7518	1%	

Table. 3-6 Cycle Length and Phase(Intersection A<sub>C</sub>)

Setting	Intersection A <sub>C</sub>					Cycle Length(sec)
	φ 1	φ 2	φ 3	φ 4	φ 5	
Initial Setting (%)						160
Optimal Setting (%) (AM on Peak)						180
Optimal Setting (%) (AM off Peak)						240
Optimal Setting (%) (PM off Peak)						200
Optimal Setting (%) (PM on Peak)						190

### 3. 2 부도심지역(Non-CBD) 교차로 분석

부도심지역내의 연구대상 교차로들은 대체로 3지~5지 교차로로, 신호주기는 110초~280초로 운영되고 있었고, 통행량 분포는 오전 첨두시간에 약 4,300pcu~13,500pcu, 오전 및 오후 비첨두시간대에는 약 5,600pcu~13,400pcu, 그리고 오후 첨두시간대에는 약 4,900pcu~13,600pcu을 나타내고 있어, 대부분 시간대의 통행량이 교차로의 소통용량을 초과하고 있었다.

최적화분석 결과에 따른 평균지체시간과 연료소모량의 감소율은 각각 약 59%정도와 약 57%정도로 나타났다. 또한 오전 첨두시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 적용했을 때 평균지체와 연료소모량이 약 40%정도 증가했고, 오전 비첨두시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 적용했을 때는 약 29%정도의 평균지체와 연료소모량이 증가하였다. 그리고 오후 비첨두시간대와 오후 첨두시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 적용했을 때 평균지체와 연료소모량의 증가율은 각각 약 25%정도와 약 30%정도로 나타났다.

부도심지역내 대표적 교차로로 교차로  $I_N$ (미남 교차로)를 들 수 있다.

#### 3.2.1 교차로 $I_N$ (미남 교차로)

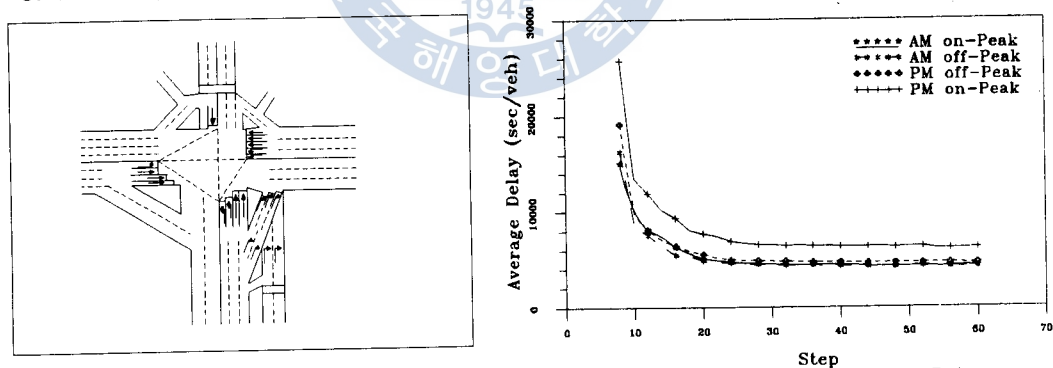


Fig. 3-2 Geometric Conditions and Cycle Evaluation(Intersection  $I_N$ )

교차로  $I_N$ (미남 교차로)는 5지 교차로로 신호주기는 140초에 5현시로 운영되고 있었고, 통행량은 시간대별로 각각 13,510pcu, 12,610pcu, 12,330pcu, 12,650pcu 정도였다. 현황분석결과에 의하면, 평균지체시간이 오전 첨두시간대와 오전 비첨두시간대에 각각 8,231.9 sec/veh, 7,492.1sec/veh, 오후 비첨두시간대와 오후 첨두시간대에 각각 9,342.7sec/veh, 12,739.6sec/veh로 나타났고, 연료소모량은 시간대별로

각각 85,747lit/hr, 72,791lit/hr, 88,800lit/hr, 133,624lit/hr정도였다. 특히, 오전 시간대에는 서쪽방향으로 향하는 좌회전 차로에서 가장 지체가 심하였고, 오후 시간대에는 북쪽방향으로 향하는 좌회전 차로에서 심한 교통체증이 발생했다. 신호체계의 최적화를 고려하면, 평균지체시간은 현황과 비교하여 오전 첨두시간대와 비첨두시간대에 있어 각각 약 48.5%정도와 약 44.2%정도 감소하였고, 오후 비첨두시간대와 첨두시간대에서는 각각 약 51.3%,정도와 약 51.2%정도 감소하였다. 연료소모량 또한 시간대별로 각각 약 72.4%, 약 44.1%, 약 51.3%, 약 51.2%정도 감소하는 것으로 나타났다(참조 Table. 3-7). 또한, 특정시간대 최적 신호체계를 다른 시간대에 대해 적용했을 경우, 평균지체시간과 연료소모량이 최고 58%까지 증가하였다(참조 Table. 3-8, 3-9, 3-10, 3-11).

따라서, 교차로 I<sub>N</sub>의 소통체계개선을 위해서는 교차로의 통행특성을 파악 및 직진통행보다는 좌회전통행에 보다 역점을 두어 교차로 기하구조를 재설계해야 했고, 시간대별 통행량에 적절히 대처할 수 있도록 가장 적절한 최적 신호체계가 구축되어야 했다(참조 Table. 3-12).

Table. 3-7 Measures of Effectiveness(MOE) during Peak Periods(Intersection I<sub>N</sub>)

분 식 Parameter	AM on-Peak		AM off-Peak		PM off-Peak		PM on-Peak	
	현황	최적화 감소율	현황	최적화 감소율	현황	최적화 감소율	현황	최적화 감소율
Average Delay (sec/veh)	8,231.9	42.38%	7,392.1	11.81%	4,932.7	45.47%	6,211.7	51.2%
Fuel Consumption (lit/hr)	85,747	44.19%	72,791	40.65%	43,270	51.3%	133,624	65.20%

Table. 3-9 MOE Reductions under AM on-peak Optimal Setting(Intersection I<sub>N</sub>)

분 식 Parameter	AM off-Peak			PM off-Peak			PM on-Peak		
	최적화	AM on Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM on Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM on Peak 대입 결과	증가율
Average Delay (sec/veh)	4,181	4,792.3	13%	4,547.8	4,874.8	7%	6,211.7	6,096.7	7%
Fuel Consumption (lit/hr)	40,659	46,590.6	13%	43,270	46,371.6	7%	65,207	70,290	7%

Table. 3-10 MOE Reductions under AM off-peak Optimal Setting(Intersection I<sub>N</sub>)

분 식 Parameter	AM on-Peak			PM off-Peak			PM on-Peak		
	최적화	AM off Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM off Peak 대입 결과	증가율	최적화	AM off Peak 대입 결과	증가율
Average Delay (sec/veh)	4,238.4	4,921.5	14%	4,547.8	4,835.1	2%	6,211.7	6,425.5	3%
Fuel Consumption (lit/hr)	44,199	51,305	14%	43,270	44,099.1	2%	65,207	67,447	3%

Table. 3-11 MOE Reductions under PM off-peak Optimal Setting(Intersection I<sub>N</sub>)

Parameter	AM on-Peak			AM off-Peak			PM on-Peak		
	최적화	PM off-Peak 대입 결과	증가율	최적화	PM off-Peak 대입 결과	증가율	최적화	PM off-Peak 대입 결과	증가율
Average Delay (sec/veh)	4,238.4	4,392.6	4%	4,181	4,324.4	3%	6,211.7	6,236	0%
Fuel Consumption (lit/hr)	44,199	48,924	10%	40,659	42,050.1	3%	65,207	65,461.6	0%

Table. 3-12 MOE Reductions under PM on-peak Optimal Setting(Intersection I<sub>N</sub>)

Parameter	AM on-Peak			AM off-Peak			PM off-Peak		
	최적화	PM on-Peak 대입 결과	증가율	최적화	PM on-Peak 대입 결과	증가율	최적화	PM on-Peak 대입 결과	증가율
Average Delay (sec/veh)	4,238.4	4,547.4	7%	4,181	9,912.6	58%	4,547.8	4,620.4	2%
Fuel Consumption (lit/hr)	44,199	48,453.2	9%	40,659	96,272.7	58%	43,270	43,959.2	2%

Table. 3-12 Cycle Length and Phase(Intersection I<sub>N</sub>)

Setting	Intersection I <sub>N</sub>					Cycle Length(sec)
	φ 1	φ 2	φ 3	φ 4	φ 5	
Initial Setting (%)						140
	26 (2)	18 (2)	31 (2)	25 (2)	30 (2)	
Optimal Setting(%) (AM on-Peak)						270
	64 (2)	16 (2)	36 (2)	67 (2)	77 (2)	
Optimal Setting(%) (AM off-Peak)						300
	79 (2)	25 (2)	40 (2)	63 (2)	83 (2)	
Optimal Setting(%) (PM off-Peak)						300
	80 (2)	21 (2)	38 (2)	66 (2)	85 (2)	
Optimal Setting(%) (PM on-Peak)						290
	79 (2)	19 (2)	36 (2)	66 (2)	80 (2)	

#### 4. 결 론

본 연구에서는 부산지역내 도심지역(CBD)과 부도심지역(Non-CBD)을 중심으로

유·출입통행량이 집중하고 있는 30곳의 고정식 신호교차로를 연구대상 교차로로 선정하여 통행체계분석, 도로체계분석 및 신호체계분석을 실시하였으며, 그리고 교차로상의 유·출입통행을 보다 원활히 하기 위해 최적의 소통체계를 제시하였다. 따라서 부산지역의 고정식 신호교차로체계의 보다 효율적인 운영을 위한 분석 결과를 기초로 하여 아래와 같은 결론에 도달하였다.

i) 연구대상 신호교차로에 대한 최적화분석을 통해 평균지체시간과 연료소모량의 감소율은 도심지역과 부도심지역에서 각각 약 56%, 58%정도 감소하였다.

ii) 연구대상 신호교차로에 대해 특정시간대의 최적 신호체계를 다른 시간대에 대해 동일하게 적용하였을 경우, 도심지역과 부도심지역에서는 각 시간대의 최적 신호체계와 비교하여 평균지체시간과 연료소모량이 약 31%정도 증가하였고, 따라서, 고정식 신호교차로상에서의 평균지체시간과 연료소모량을 감소시키기 위해서는 각 시간대별 최적신호체계가 구축되어야 했다.

이상의 결과를 바탕으로, 향후 부산지역 교통문제의 체계적인 연구를 위해서는 교통시설에 대한 종합적인 데이터베이스(database)가 구축되어야 하고, 또한 교통체계의 효율적인 운영을 위해서는 기존의 고정식 신호체계를 전자감응식 신호(Actuated Signal)체계로 전환함과 더불어 간선도로 중심의 신호체계 연동화(Progression) 방안을 도입하여 통합교통관제체계가 구축되도록 하여야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) McTrans, "Study Shows TRANSYT-7F Benefits Tallahassee Motorists", Transportation Research Center, University of Florida, Vol. 10, No. 2, Dec. 1995.
- 2) W. H. Kraft, "Traffic Congestion - What Have We Learned?", ITE Journal, pp. 24-26, Feb. 1989.
- 3) A. K. Rathi and E. B. Lieberman, "Reducing Traffic Congestion in Herald Square", ITE Journal, pp. 27-31, Sep. 1986.
- 4) ITE Technical Council Committee 4A-24, "Management of Damaging Traffic Queues(A Summary Report)", ITE Journal, pp. 37-38, Jun. 1988.

- 5) J. Z. Luh and W. G. Lothian, "Traffic Progression Assessment in Traffic Impact Studies", ITE Journal, pp. 17-21, May. 1991.
- 6) Shui-Ying Wong, "Application of TRANSYT-7F in China", ITE Journal, pp. 38-42, Aug. 1988.
- 7) Transportation Research Board, "Highway Capacity Manual", Special Report 209, 1985.
- 8) McTrans, "TRANSYT-7F Software(Ver. 7.2) Users Manual", the Center, University of Florida, Dec. 1991.
- 9) James L. Pline, "Traffic Engineering Handbook 4th Edition", Institute of Transportation Engineers, 1991.
- 10) W. S. Homburger and J. H. Kell, "Fundamentals of Traffic Engineering 12th Edition", published by Univ. of California at Berkeley, Oct. 1989.
- 11) 부산직할시, '94년 차량교통량 조사결과, 12. 1994.
- 12) 부산직할시 교통관광국, 교통 및 관광통계자료, 5. 1994.
- 13) 김 태 곤, "부산지역 도시교통체계 개선방안에 관한 연구", 한국항만학회, 6. 1994.
- 14) 부산광역시, '95년 차량교통량 조사결과, 12. 1995.
- 15) 김 태 곤, "교차로 신호체계 최적화를 이용한 소통체계 개선방안에 관한 연구", 한국해양대학교 부설 산업기술연구소, 제11집, 12. 1993.
- 16) 김 태 곤, "대도시 교통문제완화를 위한 간선도로별 신호체계의 최적설계에 관한 연구", 한국항만학회, 제8권 제2호, 12. 1994.
- 17) 오 영 태 외 1인, "도시부 신호교차로의 기본용량 및 기하구조 보정계수", 대한교통학회지, 제10권 제2호, 8. 1992.
- 18) 안 현 철, "TSM기법을 고려한 부산지역 간선도로의 최적설계에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원, 2. 1994.
- 19) 도 철 용, 교통공학원론(상,하), 청문각, 1. 1994.
- 20) 이 은 진, "Bus Links를 고려한 부산지역 간선도로 소통체계의 최적설계에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원, 2. 1995.
- 21) 민주자유당 정책 위원회, 부산광역시권 교통 종합대책, 4. 1995.