

# 도시고속도로 진출램프 하류부교차로 운영 개선 사례 분석 (다이아몬드 IC와 SPUI)

Case Analysis for Operation Improvement of Downstream Intersection of  
Urban Freeway Off-ramp (Diamond IC and SPUI)

전 재 현

(서울시립대학교 석사과정)

김 영 찬

(서울시립대학교 교수)

## 목 차

I. 서론	III. 도시고속도로 진출램프 하류부교차로 운영 개선 사례 분석
1. 연구의 배경 및 목적	1. 중동 IC 개선 사업 개요
2. 연구의 내용	2. 다이아몬드 IC와 SPUI 운영 적용
II. 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 특징	3. 결과 분석
1. 다이아몬드 IC의 운영 특징	IV. 결론 및 향후 연구과제
2. SPUI의 운영 특징	참고문헌
3. 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 비교 선행 연구	

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

고속도로와 도시간선도로의 접속부는 상이한 교통특성을 가지는 연속류와 단속류의 결절점으로 도로시설의 효율적인 운영을 위한 주요 관리 대상이다. 서울시 도시고속도로의 진출램프는 국내 고속도로와 도시간선도로의 접속부 중 극심한 정체를 나타내는 대표적인 지역으로, 진출차량의 고속도로 본선에까지 이르는 대기행렬 역류현상이 발생하고 있어 도시고속도로 본선 정체의 주요인이 되고 있다. 고속도로 진출램프에서 대기행렬이 발생하는 주원인으로는 과다 수요 이외에 진출램프 하류부교차로의 비효율적인 운영을 들 수 있다. 이에 고속도로와 도시간선도로 모두의 용량 확보를 위해 진출램프

하류부교차로의 효율적인 운영이 요구된다.

고속도로와 간선도로의 교차 시 네갈래 교차 인터체인지의 대표적 형식의 하나인 다이아몬드 IC가 가장 많이 사용된다. 다이아몬드 IC는 보통 두 교차로 간의 간격이 매우 짧아 신호 운영이 효율적으로 이루어지지 않을 시 스�필백(spillback)이 발생하여 고속도로 본선까지 영향을 끼칠 수 있다. 이에 고속도로와 간선도로 교차 처리 형태를 다이아몬드 IC 대신에 SPUI(Single Point Urban Interchange)를 선택 하기도 하는데 서울외곽순환고속도로의 중동 IC가 그 예로, 진출램프의 대기행렬을 해소하기 위해 다이아몬드 IC로 운영한 것을 SPUI로 변경하였다.

본 연구에서는 중동 IC의 사례를 통해 SPUI로 변경하여 더 효율적인지 SPUI로 운영하는 경우와 변경전 다이아몬드 IC의 신호운영을 개선한 경우와 비교하여 분석하고자 한다.

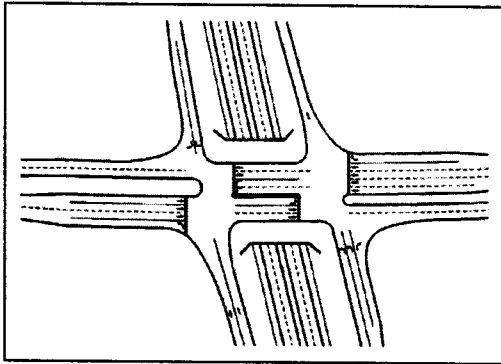
## 2. 연구의 내용

본 연구에서는 먼저 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 특징들을 살펴보고 비교하였다. 그리고 중동 IC를 이전의 다이아몬드 IC로 운영하는 경우, 이전 다이아몬드 IC에서 신호운명을 개선한 경우, 지금의 SPUI로 운영하는 경우에 대해 시뮬레이션을 하여 비교·분석하였다. 또한 중동 IC에서 다이아몬드 IC와 SPUI 형태의 용량을 산정하여 비교하였다.

## II. 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 특징

### 1. 다이아몬드 IC의 운영 특징

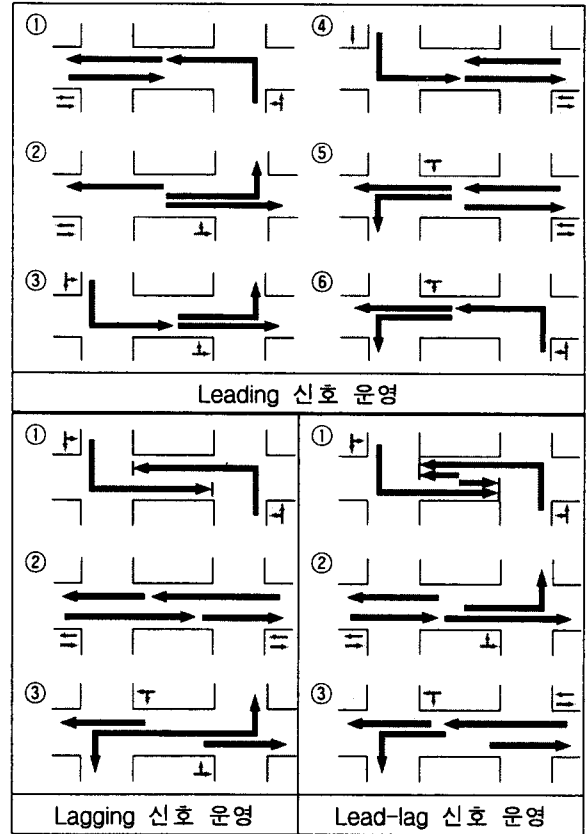
다이아몬드 IC의 전형적인 형태는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 전형적인 다이아몬드 IC 형태

다이아몬드 IC는 보통 두 신호교차로가 매우 근접해 있어서 내부 저장공간의 부족으로 스�필백(spillback) 현상이 발생하기 쉽다. 이 스�필백은 6개의 이동류(NBL, SBL, EBT, WBT, EBL, WBL)에서 발생할 수 있다. 따라서 비효율적인 신호 운영 시 교차로가 과포화 상태가 아님에도 불구하고 스�필백이 발생해 고속도로 본선까지 악영향을 끼칠 수 있다. 이에 두 교차로간에 차량이 효율적으로 이동하게 하고 내부공간의 대기행렬을 최소화하기 위해 두 신호교차로를 연동 운영하는 등의 특별한 신호운영이 필요하다.

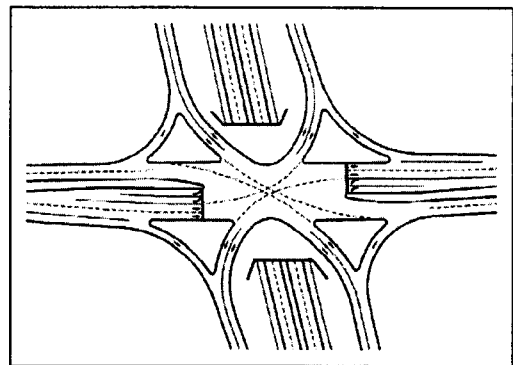
다이아몬드 IC에는 다양한 신호 운영 방법들이 있는데, 크게 <그림 2>와 같이 Leading, Lagging, Lead-lag 신호 운영이 있다.



<그림 2> 다이아몬드 IC의 신호 운영 방법

### 2. SPUI의 운영 특징

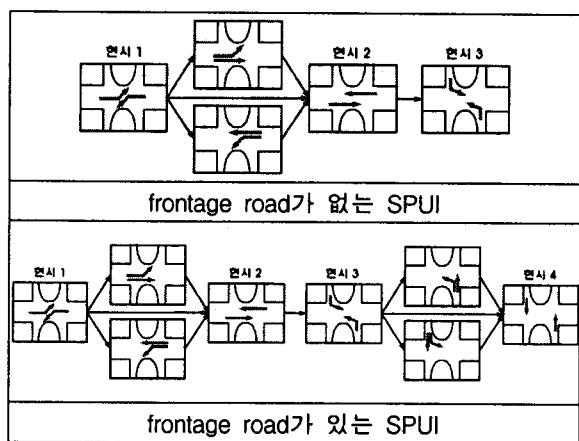
SPUI(Single Point Urban Interchange)는 다이아몬드 IC의 변형으로, 전형적인 형태는 <그림 3>과 같다. SPUI는 고속도로 상부나 하부의 하나의 교차로에서 모든 접근로들이 집결되는 형태로, 전형적인 다이아몬드 IC보다 상충수가 감소하여 필요 현시 수가 4현시에서 3현시로 감소한다.



<그림 3> 전형적인 SPUI 형태

SPUI는 <그림 4>와 같이 보통 중첩현시가 있는 3현시로 운영하지만, frontage road가 있는 경우 중첩현시가 있는 4현시로 운영한다.

다이아몬드 IC 운영 시 교통류 변수들(손실시간, 포화교통류율 등)은 평면교차로와 동일하게 적용되지만, SPUI는 다르게 적용되는 변수들이 있다. SPUI로 운영 시 출발손실시간은 비슷하지만 소거손실시간은 통행 궤적 길이에 영향을 받아서 전체 손실시간이 다이아몬드 IC보다 길게 적용이 된다. 포화교통류율은 다른 이동류들은 비슷하나 좌회전 이동류들은 다이아몬드 IC보다 큰 값이 적용된다. 이는 좌회전 궤적 반경이 증가함에 따라 차두시간이 감소하기 때문이다.



<그림 4> SPUI의 신호 운영 방법

### 3. 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 비교 선행 연구

다이아몬드 IC와 SPUI의 운영을 비교한 연구들이 행해져왔는데 주요 결과는 다음과 같다.

Lesch(1989)는 TRANSYT-7F를 사용하여 5개의 실제 지역에서 다이아몬드 IC와 SPUI를 비교하였으며, 전체적으로 교통량이 매우 많은 경우에 다이아몬드 IC가 SPUI보다 더 효율적이라고 분석하였다.

Fowler(1993)는 TRANSYT-7F를 사용하여 교통량의 변화에 따른 다이아몬드 IC와 SPUI에의 영향을 분석하였는데, 교통량이 매우 많은 경우에는 SPUI가 다이아몬드 IC보다 용량이 더 크고, 다이아몬드 IC는 SPUI보다 교통량 변화에 더 민감하다고 하였다.

Garber(1996)는 5개의 실제 다이아몬드 IC 지역과 6개의 실제 SPUI 지역에서 TRAF-NETSIM 등을 사용하여 교통량의 변화에 따른 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영을 비교하였는데, 교통량이 적을 시 다이아몬드 IC가 지체가 더

작고 교통량이 많을 시 SPUI가 지체가 더 작다고 분석하였다. 또한 전체 교통량이 증가함에 따라 다이아몬드 IC에서의 지체가 SPUI보다 상대적으로 더 빠르게 증가한다고 하였다.

Sharp(2000)는 3개의 교통량 시나리오를 설정하여 CORSIM을 통해 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영을 비교하였는데, 정지지체와 정지수 비율이 SPUI가 다이아몬드 IC보다 더 낮게 나타났다고 하였다.

Jones(2003)는 15개의 교통량 시나리오에 따른 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영을 CORSIM 등을 통해 비교하였는데, 교통운영 효과척도들(지체, 평균통행속도, 통과교통량, 정지수 비율, 현시 실패)이 SPUI가 다이아몬드 IC보다 더 좋게 분석되었다.

또한 Missouri DOT(2004)는 SPUI 운영 시 frontage road가 있으면 다이아몬드 IC가 더 효율적이라고 하였다. 이는 frontage road가 있는 SPUI는 신호 현시가 3현시에서 4현시로 늘어나게 되어 교차로 전체 지체가 증가하기 때문이다.

교통전문가들은 종종 다이아몬드 IC와 SPUI를 양자택일로 선택한다. 선행 연구들에서 보면 전체적으로 SPUI가 다이아몬드 IC보다 더 효율적이라고 분석하였다. 그러나 다이아몬드 IC와 SPUI의 지체 등의 운영 특징들이 상당한 차이를 제시하지는 못하고 있어, 특정 지역에 다이아몬드 IC와 SPUI 중 적합한 형태를 결정하기가 어렵다. 따라서 각 지역별로 어느 형태가 더 효율적일지 각각의 분석을 통한 신중한 선택이 요구된다.

## III. 도시고속도로 진출램프 하류부교차로 운영 개선 사례 분석

### 1. 중동 IC 개선 사업 개요

이전의 중동 IC는 다이아몬드 IC 형태로, 고속도로 진출차량과 평면구간 차량간 엇갈림이 발생하고 직진보다 좌회전 교통량이 많았지만 기하구조 여건상 직진과 좌회전 신호를 분리할 수 없어 극심한 정체가 발생하고 있었다. 이것이 진출램프의 대기행렬이 서울외곽순환고속도로 본선에까지 이르는 대기행렬 역류 현상이 발생하게 하였다.

이에 경기도에서는 중동 IC의 개선 방안으로 서울외곽순환고속도로 하부공간에 좌회전 차로를 설치하였다(2006. 11. 10 개통). 또한 이전의 두 교차로간의 짧은 내부공간을 없애고 2중 교차로를 1개로 통합 운영하는 SPUI 기하구조로 변경하고 NB와 SB 접근로의 차로 수를 증가시켰다. 이로써 교통량이 많은 좌회전 이동류의 동시 현시 적용이 가능하게 되어 처리교통량이 증가하게 되었다. 중동 IC 하부교차로 좌회전 차로 설치 후 하부교차로의 소통이 개선됨에 따라 <표 1>과 같이 서울외곽순환고속도로 본선 중동 IC 근처 구간(장수 IC ~ 계양 IC)의 교통 정체가 완화되었다.

<표 1> 중동 IC 개선 전·후 비교

구 분		개선 전	개선 후
고속도로 본선*	통행속도	29 kph	39 kph
	통행시간	8분 50초	6분 30초
하부교차로	통행시간	2분 54초	38초

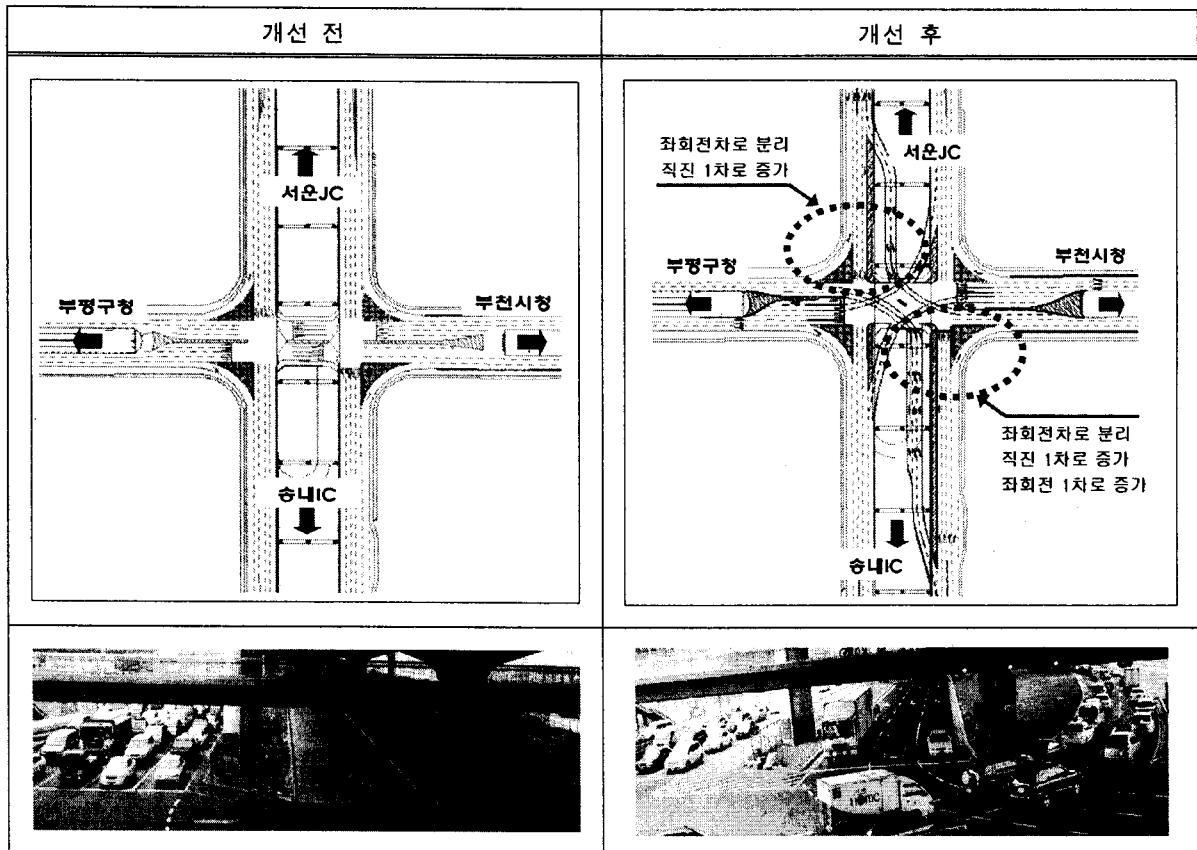
(\* : 서울외곽순환고속도로 장수IC-계양IC 구간, 9km)

## 2. 다이아몬드 IC와 SPUI 운영 적용

중동 IC는 좌회전 차로를 서울외곽순환고속도로 하부공간에 설치, 다이아몬드 IC를 SPUI 형태로 변경함으로써 교차로의 소통이 개선되었고 고속도로 본선의 영향도 감소시켰다. 그러나 이러한 설계 측면의 개선 이전에 신호 운영 측면의 개선이 이루어지지 않은 것이 아쉽고, SPUI로 기하구조를 변경한 것이 기존의 다이아몬드 IC에서 신호 운영을 개선한 경우보다 훨씬 더 효율적인지 의문이 든다. 이에 기존의 다이아몬드 IC의 신호운영, 지금의 SPUI에서의 신호운영을 VISSIM을 이용한 시뮬레이션을 통해 비교·분석하고자 한다.

### 1) Case 1 : 다이아몬드 IC - 이전 신호운영

Case 1은 이전의 중동 IC 하부교차로의 신호 운영으로, 3현시로 운영된다.

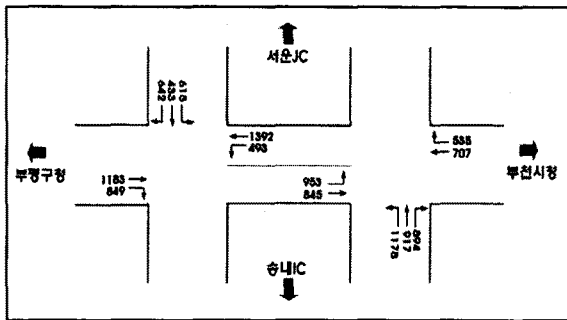


<그림 5> 중동 IC 개선 전·후

<표 2> Case 1의 신호운영

구분	Ø1	Ø2	Ø3	주기
서측				3현시
	44(3)	39(3)	88(3)	180초
	26%	23%	51%	100%
동측				3현시
	87(3)	47(3)	37(3)	180초
	50%	28%	22%	100%

교통량은 <그림 6>과 같고, Case 1, 2, 3에 동일한 교통량을 적용한다.



<그림 6> 중동 IC 하부교차로 교통량

2) Case 2 : 다이아몬드 IC - 4 phase with overlaps 운영

Case 2는 이전의 중동 IC 하부교차로에 4 phase with overlaps 신호운영 방법을 적용한 것으로 3현시로 운영된다.

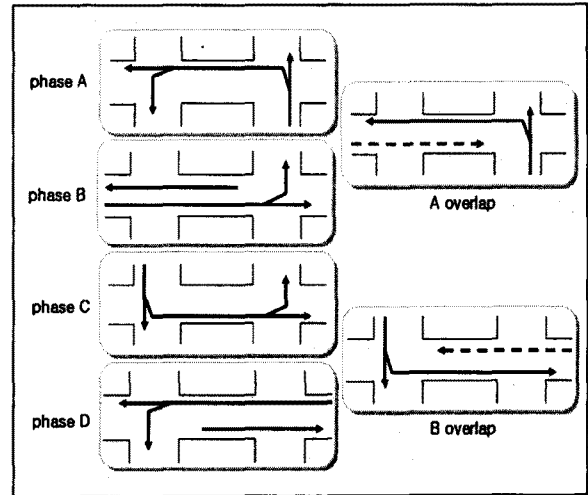
중동 IC는 다이아몬드 IC로 두 신호교차로 간격(60m)이 좁아 비효율적인 신호운영을 하면 내부링크의 저장공간에 스�필백이 발생할 수 있다. 이전의 신호운영은 내부 저장공간에 스�필백은 발생하지 않게 운영되었으나, 오히려 이 스�필백을 발생하지 않게 하려고 신호시간이 비효율적으로 운영되고 있었다.

이에 다이아몬드 IC에서 내부링크 길이가 짧아 내부 저장공간이 충분하지 않을 시 효율적으로 운영할 수 있는 4 phase with overlaps 방법을 적용하였다.

4 phase with overlaps 방법은 다이아몬드 IC 하부교차로의 통과교통량을 최대화하여 용량을 증대시키고, 내부 공간의 대기차량의 수가 내부 저장공간을 초과하지 않도록 하고, 두 교차로간을 효과적으로 연동화시켜 하나의 독립교차로처럼

운영되게 하는 방법이다.

전형적인 다이아몬드 IC 하부교차로에서 이 방법을 적용 시 4 phase with 2 overlaps로 운영할 수 있다. 이것은 두 교차로를 하나로 고려할 때, 4현시로 운영되고 중간에 2번 중첩 현시가 있어 내부 공간에 미리 직진 이동류가 진입하게 하는 것이다. 이 때 두 교차로간 통행 시간을 고려한 옵셋 값을 적용하여 내부공간에 진입한 직진 이동류가 연속 진행하게끔 한다.

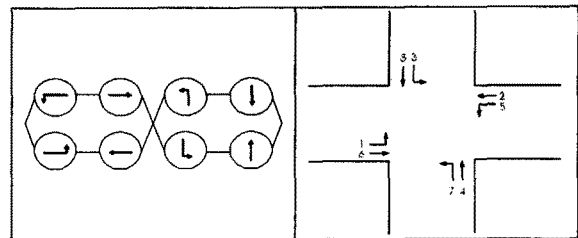


<그림 7> 4 phase with 2 overlaps

4 phase with 2 overlaps를 적용한 중동 IC 하부교차로의 신호시간 설계 과정은 다음과 같다.

① 현시 설계

먼저 현시를 어떻게 운영할지 선택을 하는데, 여기서 두 교차로에 대해 Dual-ring 신호 체계로 설계한다. 현시번호는 NEMA방식으로 부여한다.



<그림 8> Dual-ring 신호체계와 현시번호

② 공통 신호주기 산정

각 교차로별 최적 신호주기를 산정하고 두 교차로 최적 신호주기를 통해 공통 신호주기를 결정한다. 각 교차로별 최적 신호주기를 결정하는 과정은 다음과 같다.

<표 3> 서측교차로 최적신호주기 산정

서측교차로	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
교통량	-	1392	615	-	493	2032	-	1075
포화 교통류율	-	3200	3200	-	3600	9000	-	5400
$y$	-	0.435	0.192	-	0.137	0.226	-	0.199
임계차로 선정	0.435		0.192		0.363		0.199	
$\Sigma y$	0.634							

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\Sigma y} = 79\text{초}$$

<표 4> 동측교차로 최적신호주기 산정

동측교차로	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
교통량	953	1242	-	1811	-	845	1178	-
포화 교통류율	3200	9000	-	5400	-	3600	3200	-
$y$	0.298	0.138	-	0.335	-	0.235	0.368	-
임계차로 선정	0.436		0.335		0.235		0.368	
$\Sigma y$	0.804							

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\Sigma y} = 148\text{초}$$

두 교차로의 공통 신호주기는 큰 값인 148초를 선택하여 150초로 결정하였다. (C=150초)

③ 중첩현시 시간( $\Phi$ ) 산정

중첩현시 시간( $\Phi$ )은 두 교차로간의 통행시간으로 두 교차로간의 거리와 교차로 접근속도를 고려하여 산정한다. 교차로 접근속도가 40kph 일 때 두 교차로간의 거리 60m의 통행시간은 5.4초로 계산의 편의를 위해 5초로 결정하였다. 이 중첩현시 시간은 두 교차로간의 움셋 값이 된다.

④ 이동류별 신호시간 산정

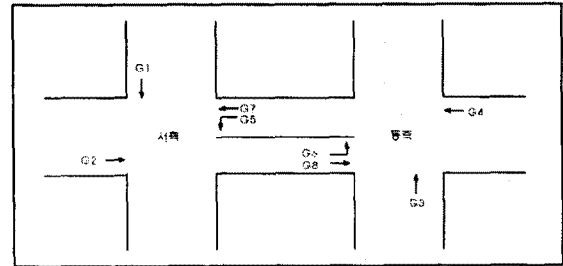
다이아몬드 IC 하부교차로는 외부 이동류 1,2,3,4와 내부 이동류 5,6,7,8로 구성되어 있다. 4 phase with overlap으로 신호 운영을 하면, 표면상으로는 각 교차로에서 주기 시간만큼만 신호 시간을 사용하는 것이지만, 실제로는 주기 (C) 외에 중첩현시 시간( $\Phi$ )만큼 더 사용하게 된다. 4 phase with overlap의 신호시간 관계는 다음과 같다.

서측 교차로 :  $G_1 + G_2 + G_5 = C$

동측 교차로 :  $G_3 + G_4 + G_6 = C$

외부 이동류 :  $G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = C + \Phi$

여기서,  $G_i$  :  $i$ 이동류의 신호 시간



<그림 9> 4 phase with overlap의 이동류 번호

외부 이동류 1,2,3,4를 하나의 교차로 접근로로 가정하여 아래와 같이 신호시간을 결정한다.

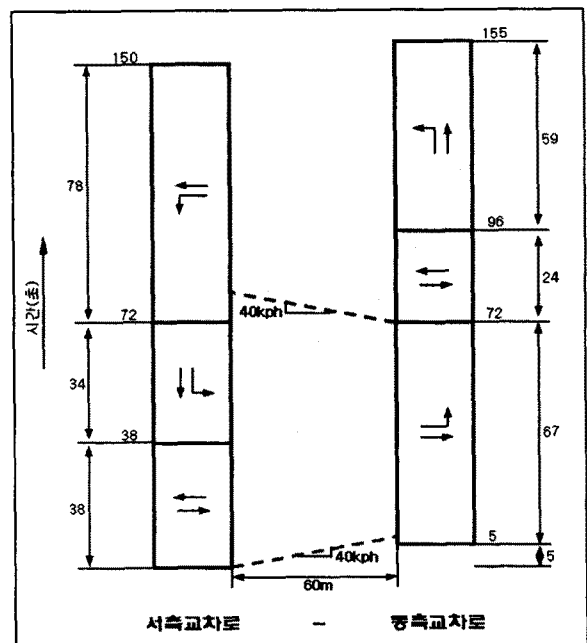
<표 5> 외부이동류 신호시간 산정

구 분	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$
$y_i$	0.199	0.226	0.368	0.138
$\Sigma y_i$	0.931			
$C + \phi - L$	150+5-(4×4)=139			
$g_i$	30	34	55	20
$G_i$	34	38	59	24

$G_1, G_2, G_3, G_4$ 의 신호 시간이 결정되면 내부 이동류의 녹색시간  $G_5, G_6$ 을 아래와 같이 산정한다.

$G_5 = C - (G_1 + G_2) = 78\text{초}$

$G_6 = C - (G_3 + G_4) = 67\text{초}$



<그림 10> 신호 계획

<표 6> Case 2의 신호운영

구 분	Ø1	Ø2	Ø3	주기
서측				3현시
	35(3)	31(3)	75(3)	150초
	25%	23%	52%	100%
동측				3현시
	64(3)	21(3)	56(3)	150초
	45%	16%	39%	100%

3) Case 3 : SPUI with frontage road - 현재 신호운영

Case 3은 기하구조를 변경한 현재의 중동 IC 하부교차로로 frontage road가 있는 SPUI이다. <표 7>과 같이 frontage road가 있어 4현시로 운영되고 중첩현시가 있게 운영된다.

<표 7> Case 3의 신호운영

Ø1	중첩	Ø2	Ø3	Ø4	주기
					4현시
39(3)	18(3)	18(3)	66(3)	12(3)	170초
25%	12%	12%	41%	9%	100%

4) 다이아몬드 IC와 SPUI 용량 비교

중동 IC의 이전 다이아몬드 IC와 지금의 SPUI의 용량을 ICU(Intersection Capacity Utilization) 기법을 사용하여 비교하였다.

ICU는 분석 시 신호운영 자료의 입력이 필요하지 않아 신호운영 자료의 부재시에도 교차로 용량 상태를 효율적으로 분석할 수 있어 설계 및 계획 분석에 적합한 기법이다. 또한 ICU는 다이아몬드 IC와 SPUI 분석을 별도로 다루고 있다. 이에 중동 IC에서 다이아몬드 IC와 SPUI 운영 시 모두 신호운영이 효율적이라고 봤을 때 어떤 형태가 더 효율적일지 ICU 기법을 통한 용량 산정으로 비교 분석이 가능하다.

ICU의 주 결과물은 분석 교차로의 v/c로, 교차로의 여유 용량 및 용량 초과 정도를 파악할 수 있다.

$$ICU = \max [ tMin, (v/s_i \times CL + tL_i) ] / CL$$

여기서, ICU : 임계 v/c 비

CL : 기준주기(Reference Cycle Length)

tL<sub>i</sub> : 임계 이동류 i의 손실시간

v/s<sub>i</sub> : 임계 이동류 i의 교통량 대 포화교통류를 비

tMin : 임계 이동류 i의 최소 녹색 시간

위의 ICU 기본 산정 방식을 바탕으로 다이아몬드 IC와 SPUI에 적용하여 용량을 산정하였다. (교통량은 앞의 분석 시 사용했던 교통량 사용)

3. 결과 분석

분석 결과, 교차로 전체의 지체는 이전의 다이아몬드 IC로 신호운영을 하였을 때 (Case 1)는 142.8(초/대)이고 현재의 SPUI로 운영하는 경우(Case 3)는 33.1(초/대)로 나타나, 기하구조를 변경하여 교차로의 효율이 많이 개선된 것을 보여준다. 이전의 중동 다이아몬드 IC에 4 phase with overlaps를 적용하여 신호 운영을 개선한 경우(Case 2)의 지체는 46.1(초/대)로 현재의 중동 IC보다는 지체가 조금 크지만 이전 경우(Case 1)와 비교 시 교차로의 운영이 크게 향상되는 것을 볼 수 있다.

<표 8> Case별 교차로 전체 지체 비교

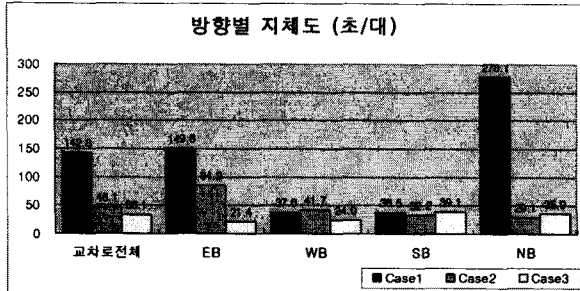
구 분	Case 1	Case 2	Case 3
지체도 (초/대)	142.8	46.1	33.1

Case별로 살펴보면, Case 1의 경우 내부공간의 스피백을 없애기 위해 신호시간을 비효율적으로 운영한 것을 볼 수 있다. 내부 공간의 스피백 발생만 고려하여 서측교차로의 WBT·WBL현시(Ø3)와 동측교차로의 EBT·EBL현시(Ø1)가 길게 운영되었고, 이로 상대적으로 다른 현시 시간이 적게 할당되었다. 교통량이 많은 EB와 NB의 신호(서측교차로의 Ø2, 동측교차로의 Ø2) 시간이 적게 되어 대기행렬과 지체가 크게 발생하였다.

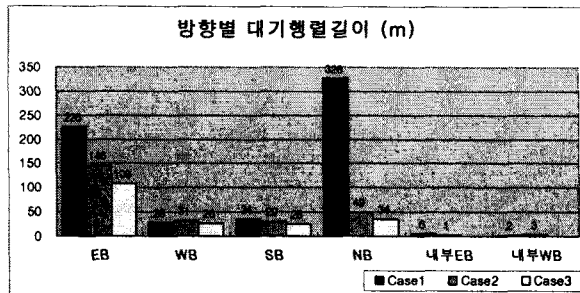
Case 2의 경우 4 phase with overlaps를 적용하여 두 교차로간의 통행시간(움셋)을 고려하였고 독립교차로처럼 모든 이동류가 연속 진행할 수 있도록 연동 운영하였다. 또한 신호시간 계획 시 각 현시시간을 교통량에 따라 최적 배분 하였다. 이에 Case 1보다 대기행렬과 지체가 많이 감소한

것으로 나타났다.

Case 3의 경우 교통량이 많아 지체가 가장 컸던 NB 이동류를 중첩현시로 운영하고 차로수도 증가하여 지체가 많이 줄었다.



<그림 11> Case별 방향별 지체 비교



<그림 12> Case별 방향별 대기행렬 비교

ICU 기법으로 중동 IC에서 다이아몬드 IC와 SPUI의 용량을 분석한 결과, <표 9>와 같이 두 형태가 비슷한 수준으로 나타났다. SPUI 형태로 운영 시 frontage road가 있기 때문에 차로수가 증가했음에도 불구하고 용량이 많이 확보되지는 못한 것이다.

<표 9> 중동 IC의 다이아몬드 IC와 SPUI 용량 비교

구분	다이아몬드 IC	SPUI
v/c 비	79.04	77.95

이전의 중동 IC 신호운영(Case 1)으로 시뮬레이션한 분석 결과를 보면 지체가 크게 나타났지만, ICU 기법으로 산정된 용량은 여유 용량이 남아 있는 것을 볼 수 있다. 이는 이전의 중동 IC 신호 운영이 비효율적으로 운영되어 교차로가 과포화 상태가 아님에도 정체가 발생했던 것이다.

Case 2와 Case 3의 지체를 비교하면, Case 3이 다소 작지만 Case 3에서는 차로 수가 증가(NB 접근로 직진·좌회전 1차로씩 증가, SB접근로

직진 1차로 증가)하였으므로 중동 IC를 SPUI로 운영하는 것이 다이아몬드 IC로 운영하는 것보다 더 효율적이라고 볼 수는 없다. 앞의 선행 연구들에서 보듯이 보통 SPUI가 다이아몬드 IC보다 더 효율적이지만, 중동 IC의 경우 frontage road가 있어서 불가피하게 현시 수가 증가했기 때문에 다이아몬드 IC보다 효율적이지 못한 것이다. 따라서 기하구조 변경 전에 4 phase with overlaps 방법 등을 적용하여 신호 운영을 개선하는 것이 먼저 필요했을 것이다.

#### IV. 결론 및 향후 연구과제

중동 IC의 사례를 통해 다이아몬드 IC에서 SPUI로의 변경이 효율적인지 변경전 다이아몬드 IC의 신호운영을 개선한 경우와 비교·분석해 보았다. SPUI로 변경한 경우와 다이아몬드 IC의 신호운영만을 개선한 경우 모두 이전의 중동 IC보다 지체가 대폭 감소하는 결과를 얻었다. SPUI로 변경한 경우가 신호운영만을 개선한 경우보다 지체가 다소 작지만, 이는 SPUI로 운영 시의 차로 수 증가를 고려하면 SPUI 운영이 더 효율적이라고 볼 수 없다. 중동 IC의 경우 SPUI 운영 시 frontage road로 인한 현시 수 증가로 다이아몬드 IC보다 더 효율적이지 못한 것이다. 따라서 중동 IC에서 SPUI로 기하구조를 변경하기 전에 다이아몬드 IC의 신호운영을 개선함으로써 효율적인 운영을 꾀할 수 있었을 것이다.

사례 분석을 통해 도시고속도로 진출램프 하류부교차로가 비효율적으로 운영될 경우 고속도로 본선까지 악영향을 끼친다는 것과 신호운영의 개선만으로도 큰 효과를 볼 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 효율적인 운영을 위해 기존의 다이아몬드 IC를 SPUI로 변경하고자 할 때는 중동 IC처럼 어떤 형태가 더 효율적인지는 분석을 통해 신중하게 고려되어야 할 것이다.

본 연구에서는 중동 IC의 한 지역만 분석해 보았지만 향후 다이아몬드 IC에서 SPUI로의 개선이 고려되는 다른 여러 지역의 추가 분석 등을 통한 다이아몬드 IC와 SPUI의 운영 비교 연구가 필요하다. 또한 외국의 선행 연구처럼 다양한 교통량 변화 시나리오에 따른 다이아몬드 IC와 SPUI의 영향을 분석하는 연구가 요구된다.



## 참고문헌

1. 김영찬, 과포화 다이아몬드형 인터체인지의 교통신호제어모형의 개발, 대한교통학회지, 1994
2. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 건설교통부, 2000
3. 중동 IC 하부교차로 개통보고, 경기도, 2006.11.09
4. David Husch and John Albeck, Intersection Capacity Utilization(2003 ed), Trafficware, 2003
5. Design of Single Point Urban Interchanges, Missouri Department of Transportation Research, 2004
6. Fowler, B. C., An Operational Comparison of the Single-Point Urban and Tight-Diamond Interchanges, ITE journal, Vol. 63, No. 4, pp. 19-24, 1993
7. Garbar, N. J. and M. J. Smith, Comparison of the Operational and Safety Characteristics of the Single Point Urban and Diamond Interchanges, Virginia Transportation Research Council, Charlottesville, 1996
8. Jones, E. G. and Selinger, M. J., Comparison of Operation of Single-Point Urban and Tight Urban Diamond Interchanges, Transportation Research Record, no. 1847, pp. 29-35, 2003
9. Leisch, J. P., T. Urbanik and J. P. Oxley, A Comparison of Two Diamond Interchange Forms in Urban Areas, ITE journal, Vol. 59, No. 5, pp. 21-27, 1989
10. Roser P. R., Elena S. P. and William R. M., Traffic Engineering (third ed.), Prentice Hall, 2004
11. Sharp, W. H. and M. J. Selinger, Comparison of SPUI and TUDI Interchange Alternatives with Computer Simulation Modeling, ITE Annual Meeting Compendium of Technical Papers, 2000