

□ 論 文 □

다이아몬드 立體交叉에서의 信號燈 設置基準

Guidelines for installing Traffic Signals at Diamond Interchanges

張 明 淳*

(道路交通安全協會 研究所長)

Carroll J. Messer

(美텍사스 A & M大教授)

目 次

I. 序 言

II. 現場資料蒐集計劃 및 分析接近方法

III. 資料分析結果

IV. 結 論

ABSTRACT

The paper contains the data collection methods and procedures employed in the study to evaluate the operational effects of stop sign and signal control at diamond interchanges. An assessment of traffic control alternatives is described in terms of operational effects of queues and travel speed.

Guidelines for installing signal control at diamond interchanges are provided in terms of internal volume, left turn proportion within internal volume, and the sum of internal and external volume. The specific traffic volume guidelines were developed based on a combination of these variables affecting operational performance.

I. 序 言

다이아몬드 입체교차는 도시내에서 고속도로 또는 고속화도로와 도시간선도로를 이용하는 교통을 배분하고 수용하는 수단으로 많이 이용되고 있다. 각각의 다이아몬드 입체교차에서 특색에 맞는 교통제어방식을 채택해야 하는 임무가 교통공학자에게 있는 것이다. 즉 교통량이 어느 기준에 도달했을 때 또는 어떠한 기하구조를 갖춘 다이아몬드 입체교차에 일시정지를 사용할 것인가 또는 교통 신호등을 설치할 것인가 하는 문제가 교통학자의 관심의 대상인 것이다. 본 논문은 이러한 과제

를 연구검토함으로써 다이아몬드 입체교차에서의 효율적인 교통운영방법을 제시하여 교통공학자가 이용할 수 있는 지침을 제공하고자 하는 것이다.

현재 이용되고 있는 교통운영방법을 평가하고 장래의 교통운영계획에 참고가 되도록 본 장에서는 다이아몬드 입체교차에서의 교통운영방법과 이에 따른 교통소통에 주는 영향을 검토하고자 한다.

1. 연구배경

다이아몬드 입체교차에 적용되는 교통제어

* 本學會正會員・工學博士

방식에는 다음의 두가지가 있다.

- 일시정지표시 (Stop signs)
- 교통신호등 (Traffic signals)

다이아몬드 입체교차에서 교통량이 많은 경우에는 일시정지운영은 많은 교통량을 처리하는데 비효율적이기 때문에 신호등을 설치할 필요성이 따르게 된다. 이러한 점은 주어진 도로기하구조조건과 교통여건이 동일할 때 일시정지와 교통신호등 사이에는 처리할 수 있는 교통용량의 차이가 존재하기 때문인 것이다.

다이아몬드 입체교차의 신호화는 시민의 설치요구가 증대하거나 또는 MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Device)¹⁾의 독립교차로 기준에 의거하여 입체교차의 한쪽이나 양쪽 모두가 타당할 때 이루어지고 있다. 그러나 MUTCD의 설치타당성기준은 다이아몬드 입체교차가 갖고 있는 교통특색을 반영하고 있지 않을 뿐만 아니라 입체교차에서의 2개의 교차로와 연관된 교통패턴에 민감하도록 책정되어 있지도 않다.

텍사스교통문제연구소에서 행한 다이아몬드 입체교차의 연구와²⁾³⁾⁴⁾ 미연방도로교통청의 연구는⁵⁾⁶⁾⁷⁾ 다이아몬드 입체교차에서의 현시방법과 서비스도로에서의 연동화와 신호체계 최적화에 공헌하여 왔으나 입체교차에서의 교통제어지침은 제시되지 않고 있다.

따라서 각각의 도로기하구조와 교통패턴이 상이한 다이아몬드 입체교차에서 전방향일시정지 또는 교통신호등에 의한 제어를 선택하도록 명확하고도 효율적인 지침의 개발이 요망되고 있는 것이다.

2. 연구목적

본연구의 목적을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

- 1) 두가지의 교통제어방법(즉 전방향일시정지와 신호등)이 소통에 미치는 영향의 평가
- 2) 각각의 교통제어 방법이 갖는 상대적 효율성을 분석
- 3) 독립입체교차에서의 교통제어방법을 선택할 수 있는 지침의 마련

II. 現場資料蒐集計劃 및 分析接近方法

1. 자료수집현장선정

미국 텍사스주의 대상입체교차 지점을 답사한 후에 상이한 기하구조와 교통상황을 감안하여 4지점을 선정하였다(표1 참조). 선정된 4지점은 모두 고속도로 또는 고속화도로와의 다이아몬드 입체교차로 2지점은 overpass이고 2지점은 underpass이다. 고속(화)도로의 서비스도로는 입체교차지점을 경유하여 연속적으로 설치되어 있으며 U-Turn 차선은 설치되어 있지 않고 입체교차의 2교차로 사이에는 현장 4를 제외하고는 좌회전 Bay가 설치되어 있으며 접근로의 차선 수는 1~3차선으로 구성되어 있다. 또한 2교차로 사이의 분리된 거리는 90~160m로 되어 있다.

2. 교통제어실험대상

각입체교차에서 평가대상으로 택한 교통제어방식도 <표1>에 제시되어 있다. 지점 1을 제

<표 1> 현장기하구조 및 교통제어실험대상

현장지점	교차로분리거리(m)	교통제어 실험대상
1	145	일시정지, ^a 3현시, 4현시중복 (overlap)
2	160	일시정지, 4현시중복
3	115	일시정지, 4현시중복
4	90	일시정지, 4현시중복

외하고 일시정지제어가 신호등을 설치하기 전에 관찰되었고 지점 1은 신호등을 작동시키지 않고 일시정지제어로 하루를 운영한 뒤 다음 날 평가하였다. 지점 4를 제외하고 모든 신호등은 선주기방식(Pretimed signal) 이고

지점 4는 교통감응방식(Actuated signal)으로 운영되고 있다.

3. 현장조사계획 및 방법

DIAMOND INTERCHANGE CONTROL

Travel Time Recording Form



City: _____

Location: _____

Time: _____

Recorder: _____

Approach Influence Zone Arrival Time	1st Intersection		2nd Intersection		Direction Codes ^a R, T, LT, LL, TT, TL	Stop Delay			Travel Time
	Stop Time	Departure Time	Stop Time	Departure Time		1st	2nd	Total	

- a:
- R =Right turn
 - T =Through
 - LT=Left-through
 - LL=Left- left
 - TT=Through-through
 - TL=Through- left

<그림 1> Travel Time Recording Form.

현장조사는 하루에 4시간(오전, 오후 첩두 각 1시간, 비첩두 2시간)을 조사하였다. 평가대상자료로 선정된 것은 주행속도와 지체차량수 및 교통량으로 하였다.

주행속도조사는 입체교차영향지점에 도착하는 차를 관찰하여 도착시간, 1차 2교차로 정지시간 및 1과 2교차로 출발시간을 기록하였으며 이때 사용된 조사자료 표가 <그림1>에 제시되고 있다.

교통량은 각 교차로에 1명의 관찰자가 접근로의 교통량을 매 15분마다 계수기와 자동기록기(Automatic counters)을 이용하여

조사하고 이를 시간단위로 확대하였다.

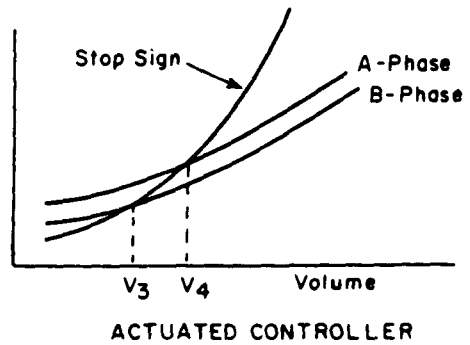
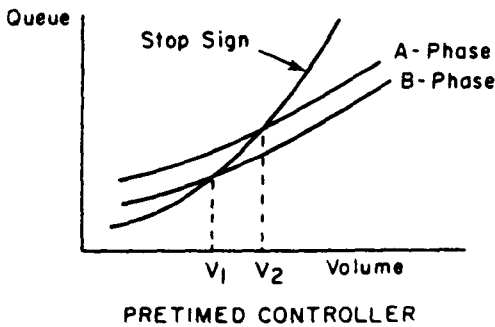
지체차량수는 관찰자가 매 15초 간격으로 입체교차의 2교차로에 이르는 6개의 접근로상에 정지하고 있는 차량수를 조사하였다. 지체차량분석단위시간으로는 15분을 선정하여 평균을 취함으로써 매 15초간의 평균지체차량수로 채택하였다.

4. 분석접근방법

다이아몬드 입체교차에서의 교통제어방식을 위한 지침서는 다음과 같은 3가지 방법을 기준으로 할 수 있을 것이다.

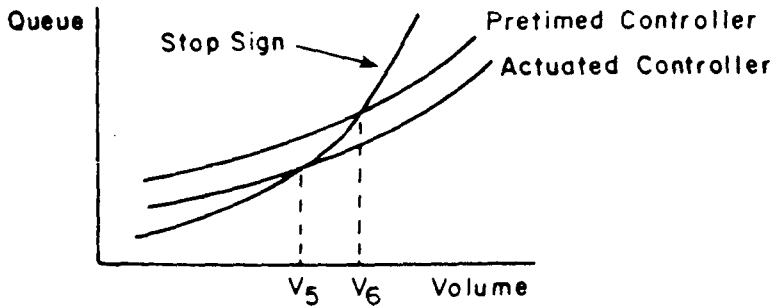
1) 신호체제 및 현시방법에 따른 지침

예 :

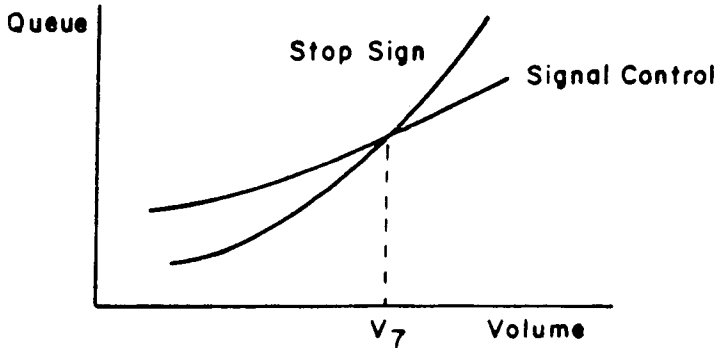


2) 신호체제에 의한 지침

예 :



3) 일반적 교통제어방식에 의한 지침
예 :



본 연구의 목적이 일시정지제어와 교통신호 등을 이용한 제어의 지침을 마련키 위한 것이기 때문에 3 번째 접근방법을 이용하였다.

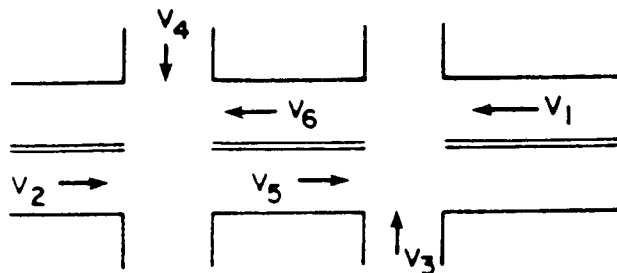
5. 지침서개발을 위한 세부분석방법

지침서는 각각 상이한 입체교차에서의 상이한 기하구조와 교통패턴을 식별하여 반영되는 것이라야 한다. 따라서 각각의 접근로의 차선수의 차이에서 오는 영향을 식별하기 위해 차

선수로 나누어 정규화(normalize) 하였다. 즉 본연구보고서에 제시하고 있는 입체교차의 교통량은 6개의 접근로에서의 차선당 교통량을 합산한 것이 된다.

한편 상이한 입체교차에서의 교통패턴의 상이성을 특정지을 수 있도록 2개의 변수를 도입하였다.

1) 내부교통량 대 외부교통량 비율
(Ratio of internal volume per lane to external volume per lane (RIE))



$$RIE = \frac{\text{Internal Volume Per Lane}}{\text{External Volume Per Lane}} = \frac{V_5 + V_6}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

2) 내부교통량중 좌회전이 차지하는 비율 내부교통량중에 좌회전 교통량을 분리하여 생각한 이유는 내부에서 좌회전 교통량이 많을수록 전반적인 입체교차의 교통흐름이 영향을 받고 있기 때문이다. 또다른 이유로는 이러한 비율이 입체교차에 흐르는 서비스도로에서의 2중좌회전교통량(Double left turning traffic)을 수용하기 위해 설치하는 U-Turn 차선의 이점을 반영하기 위한 특색에서이다.

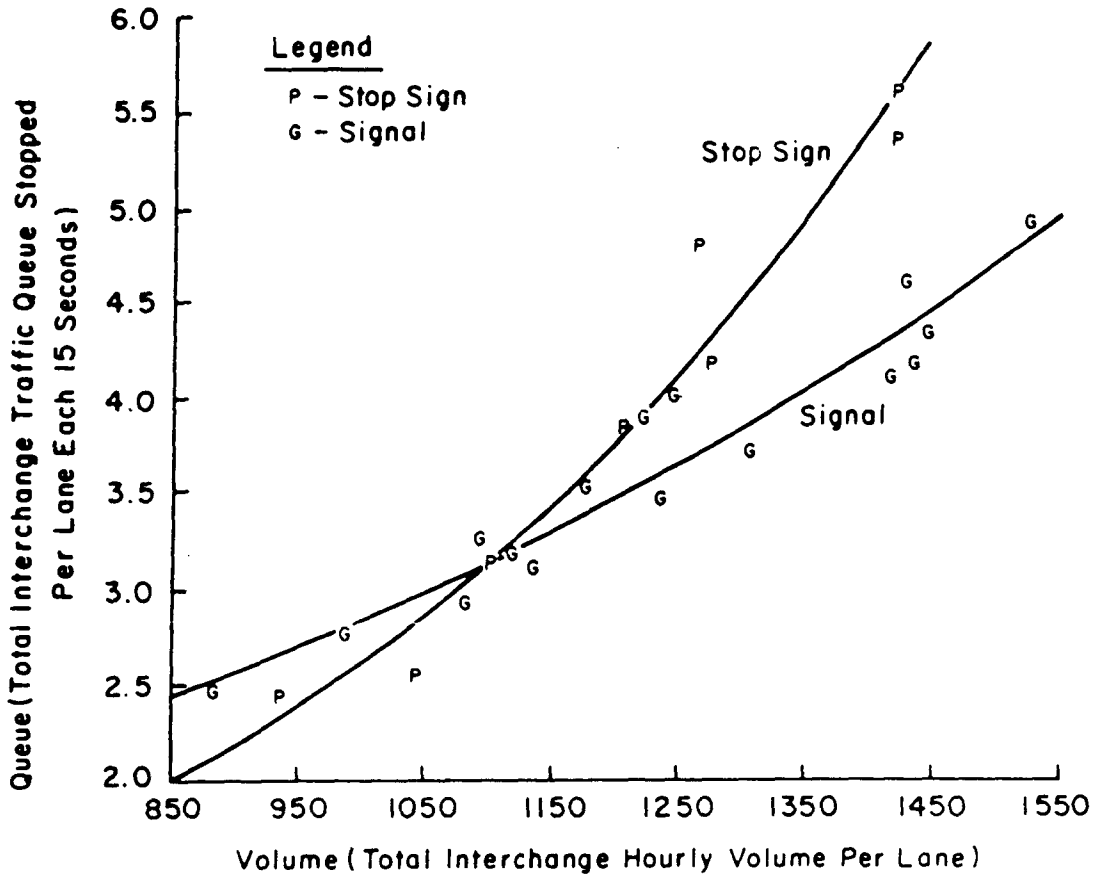
앞에서 언급했듯이 6개의 접근로에서 정지한 차량수를 조사하였는 바 2개의 접근로는 간선도로이고 2개의 접근로는 서비스도로이고 2개의 접근로는 2개의 교차로 사이의 의미하고 있다.

본연구에서 정의한 총입체교차지체는 이러한 6개접근로에서 정지한 차선당 평균지체 차량수를 합제한 것이다.

전반적으로 입체교차의 교통량이 적을 때에는 일시정지제어가 교통신호등에 의한 제어보다 지체도가 적은 것으로 확인되었다. 그러나 입체교차의 교통량이 증가할 때는 일시정지 제어가 신호등제어보다 더 많은 지체가 발

III. 資料分析結果

1. 지체도 분석



<그림 2> Queue Versus Volume by Stop Sign and Signal Control at Location 1

생되었다.

<그림2>는 현장지점 1에서 관찰된 지체도 특성을 제시해 주고 있으며 구체적으로 확인된 결과는 다음과 같다.

- 교통량이 증가하면서 신호등에 의한 제어가 일시정지제어보다 더 효율적 수단이다.

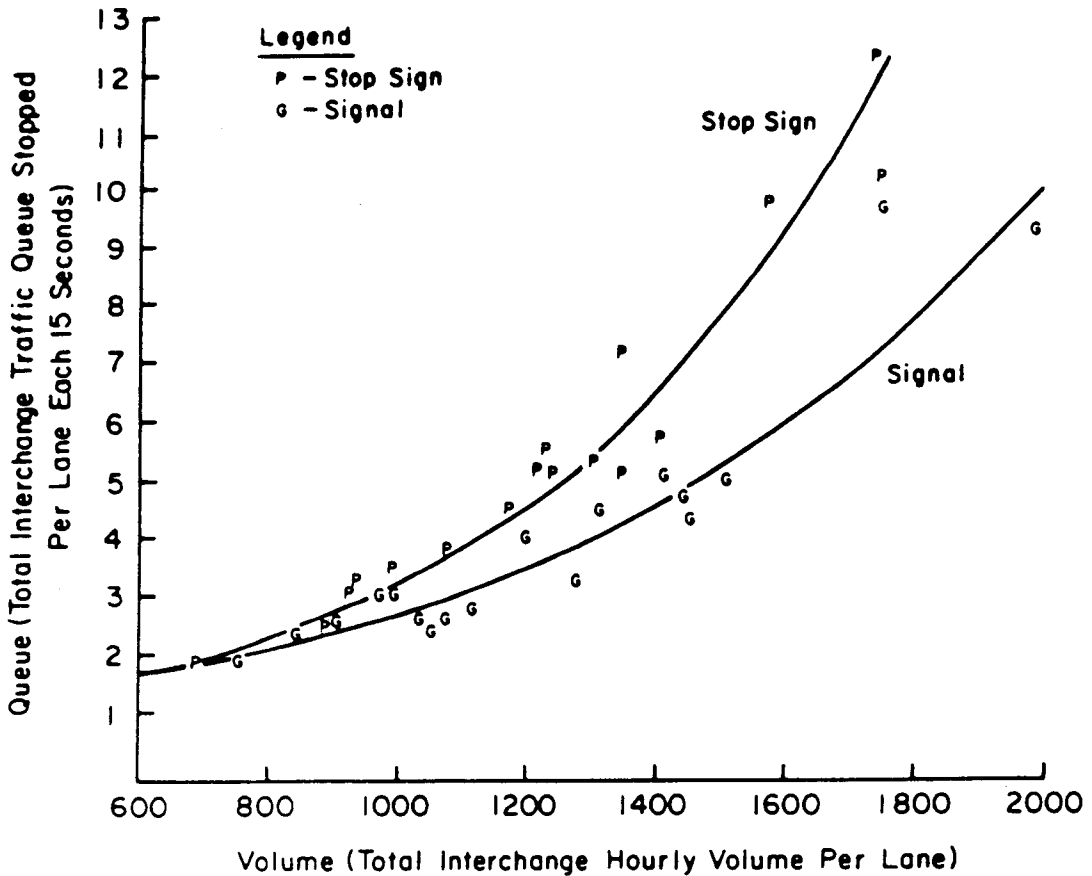
- 교통량이 입체교차에 시간당 1100대 이상일 경우에는 신호등제어가 일시정지보다 더욱 효과적이다.

<그림3>은 현장지점 2에서 관찰된 지체도 특성이며 구체적으로 다음과 같은 사항이 확인되었다.

- 교통량이 증가하면서 신호등에 의한 제어가 더욱 효과적이라는 일반적인 통설을 확인해주고 있다.

- 교통량이 시간당 600대 이상을 초과할 때는 신호등이 일시정지보다 효과적이다.

<그림2>의 지점 1과 <그림2>의 지점 2를 비교해보면 일시정지제어와 교통신호등간에 동일한 지체도를 발생시키는 교통량 사이에 차이가 있음을 나타내고 있다. 이러한 차이는 각각의 입체교차사이에 존재하는 교통패턴의 차이가 부분적으로 영향을 미치는 것으로 판단되었으며 이러한 차이점의 특색이 앞으로 제시될 일



<그림 3> Queue Versus Volume by Stop Sign and Signal Control at Location 2

단정지와 신호등선택을 위한 지침에 사용되고 있다.

2. 교통제어방식의 평가

교통제어방식을 평가하기 위해서는 2개의 기준을 고려하였다. 하나는 교통제어방식이 지체도에 미치는 영향의 평가이고 다른 하나는 주행속도에 미치는 영향의 평가이다. 이러한 2가지 평가기준은 우선 독립적으로 분석되었으며 후에 병합하여 반영시켜 지침을 개발하였다.

3. 교통제어방식별 지체도와 교통량의 관계

지점 1과 2에 대한 초기분석 결과 확인된 것은 2교차로사이의 내부지점을 이용하는 교통량이 많을수록 교통신호등에 의한 제어가 입체교차로의 총이용교통량이 낮음에도 불구하고 한교차로를 많이 통과하는 입체교체의 경우에 비할 때 더욱 효과적인 것이 확인되었다.

또한 초기분석은 입체교차의 교통량과 지체도가 지수함수로 나타내지고 있음이 확인되었다. 따라서 위에서 확인된 성격을 특징짓는 내부교통량을 반영하여 RIE 변수를 추가하여 다음과 같은 지수함수를 수립된 현장자료를 합하여 적용하였다.

$$Q = \exp(a + bV + cRIE)$$

$$(Q = A \exp(bV + cRIE))$$

Q=총 입체교차 정지차량수
 V=총 입체교차 시간당 차선당 이용교통량
 RIE=내부교통량 대 외부교통량 비율
 A, a, b, c =유도된 상수

위의 수식을 로그로 변환하면 선형방정식인 $\log Q = a + bV + cRIE$ 가 된다. 통계학 컴퓨터 프로그램인 Statistical Analysis System(SAS)⁸⁾을 이용하여 일시정지와 신호등 제어에 의한 모델이 다음과 같이 유도되었다.

$$\text{일시정지 : } Q_p = 0.26 \exp(1.89V/1000 + 0.94RIE)$$

$$\text{신호등 : } Q_s = 0.29 \exp(1.25/1,000)$$

회귀곡선결정상수(Coefficients of determination (R^2))는 각각 0.95와 0.93으로 나타났으며 모든 변수는 $\alpha = 0.01$ 수준에서 유효하였다. 다만 신호등에 의한 제어의 경우 RIE변수는 $\alpha = 0.25$ 로 유효하지 않았는데 이는 신호연동화가 일시정지방식보다 상당히 많은 내부교통량을 지체의 영향을 받지 않고 처리하는 특색이 있기 때문이다.

<그림 4>는 유도된 식을 도면화한 것으로 이용된 RIE값은 현장조사에서 얻어진 값을 이용하였다. <그림 4>에서 보여주듯이 입체교차에서 내부교통량이 많을 경우에는 낮은 입체교차 총교통량에서 신호등 설치가 정당화 되고 있음을 보여준다.

유도된 방정식과 그림을 종합하여 구체적으로 지체에 주는 영향을 평가하여 제어기준을 제시한 것이 <표 2>에 나타나 있다. <표 2>에서 특히 주목되는 것으로는 다이아몬드 교차로는 평상 교차로와는 달리 내부교통량의 규모여부에 상당히 민감하기 때문에 특별케이스로 생각되어야 한다는 것이다.

4. 교통제어방식별 주행속도와 교통량과의 관계

주행속도는 방향별로 분석되었는데 그 이유는 간선도로에서의 직진 교통류와 서비스도로나 내부에서의 좌회전 교통류가 상이한 특징을 갖고 있기 때문이다. 또한 지체도 모델에서와 같이 RIE변수를 추가하여 다음과 같이 유도되었다.

· 간선도로 직진교통류의 경우

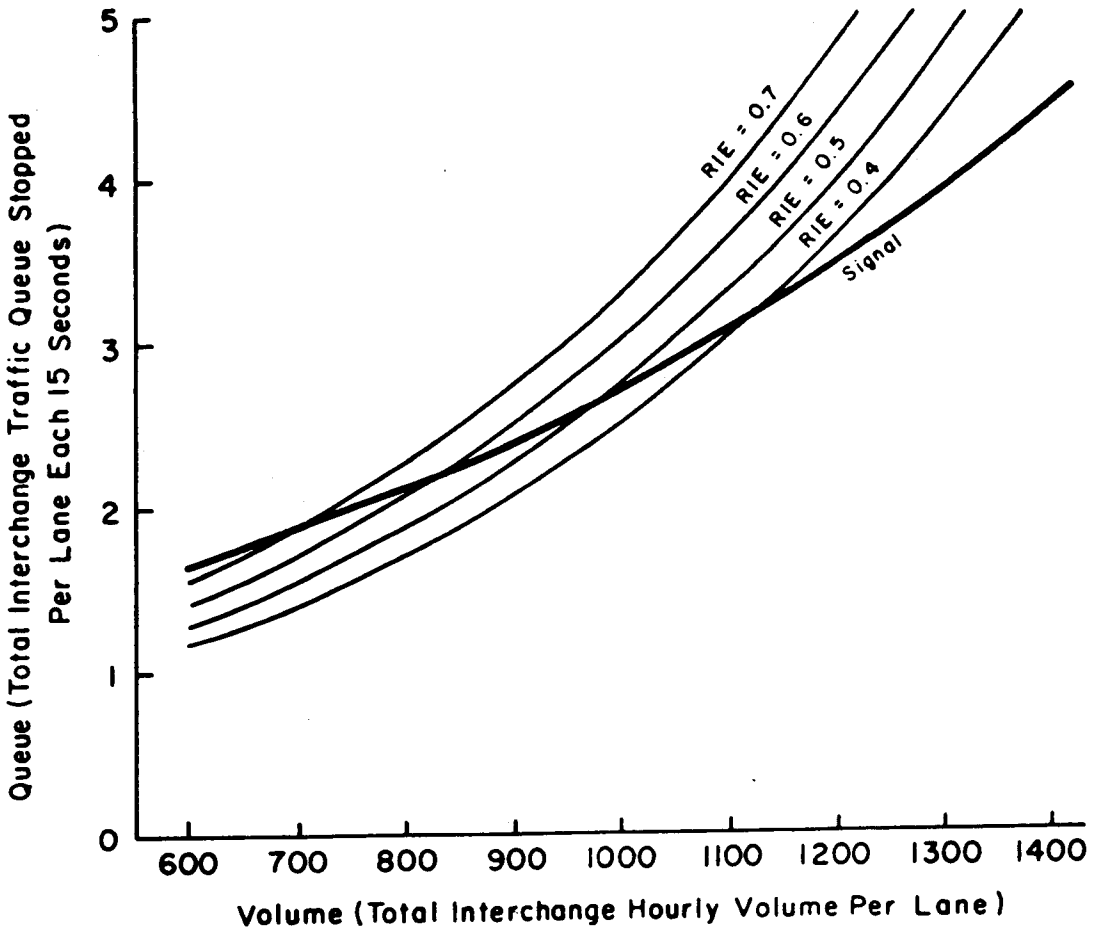
$$\text{일시정지 : } U_p = 26.6 - 9.07V/1000$$

$$\text{신호등 : } U_s = 81.9 \exp(-0.53V/1000 - 1.62RIE)$$

· 좌회전 교통류

$$\text{일시정지 : } U_p = 28.9 - 10.17V/1000$$

$$\text{신호등 : } U_s = 39.66 \exp(-0.35V/1000 - 0.88RIE)$$



〈그림 4〉 Queue Versus Volume by Stop Sign and Signal Control.

U_p = 일시정지 제어시 주행속도, feet per second(fps)

S_s = 신호등제어시 주행속도, fps

V = 총 입체교차 시간당 차선당 이용사용량

RIE = 내부교통량 대 외부교통량 비율

일시정지 제어시의 주행속도는 내부교통량의 영향에 둔감한 것으로 나타났는데 그 이유는 각 접근로에서의 정지형태가 일정한 것에 기인한 것으로 보인다.

한편 교통신호등 제어시 주행속도가 내부교통량에 민감한 것은 내부교통량이 연동화속

도에 영향을 주고 있기 때문이다.

그림 5와 6은 유도된 방정식을 도면화한 것으로 구체적으로 보여주고 있는 사실은 다음과 같다.

· 간선도로 직진 교통류에 대해서는 내부교통량이 외부교통량의 70%에 도달하지 않을 경우에는 신호화가 효율적이다. 이러한 이유는 신호화가 내부교통량이 지나칠 정도로 많아 외부접근교통류에 영향을 미칠 때 까지는 상당히 양호한 연동체계를 유지할수 있기 때문이다.

· 좌회전교통류에 대해서는 입체교차 총 교

〈表2〉 TRAFFIC CONTROL ALTERNATIVE PERFORMANCE BASED ON QUEUE ONLY AS RELATED TO TOTAL INTERCHANGE VOLUME.

RIE	Shorter Queue During Stop Sign Control	Shorter Queue During Traffic Signal Control
0.4	Volume < 1140	Volume > 1140
0.5	Volume < 990	Volume > 990
0.6	Volume < 840	Volume > 840
0.7	Volume < 690	Volume > 690

Note: Total interchange volume is the sum of internal and external traffic volume per hour per lane at an interchange.

통량과 내부교통량이 한계점에 달하지 않는한 일시정지 제어가 신호등보다 효율적이다. 이러한 이유는 종종 좌회전 교통류는 신호제어시 1주기를 기다려야 하는 경우가 있는데 일시정지는 이러한 지체를 필요로 하지 않기 때문이다.

5. 지체도와 주행속도를 병합한 지침의 개발

지체도와 주행속도를 병합한 방법을 설명하기 위하여 예를들어 소개하기로 하며 최종적으로 교통량에 의한 판단지침이 후에 소개되고 있다.

한 입체교차에 있어서 RIE값이 0.5로 가정하면 이 입체교차에 지체도만을 고려하여 신호화 하려면 차선당 시간당 교통량이 990대 이어야 한다(그림 4와 표 2 참조).

한편 주행속도를 고려하면 이러한 교통량 상태하에서 신호화가 간선도로 직진교통류에 더욱 효과적인 반면에 일시정지 제어가 좌회전 교통류에 더욱 효율적이다(그림 5와

6 참조).

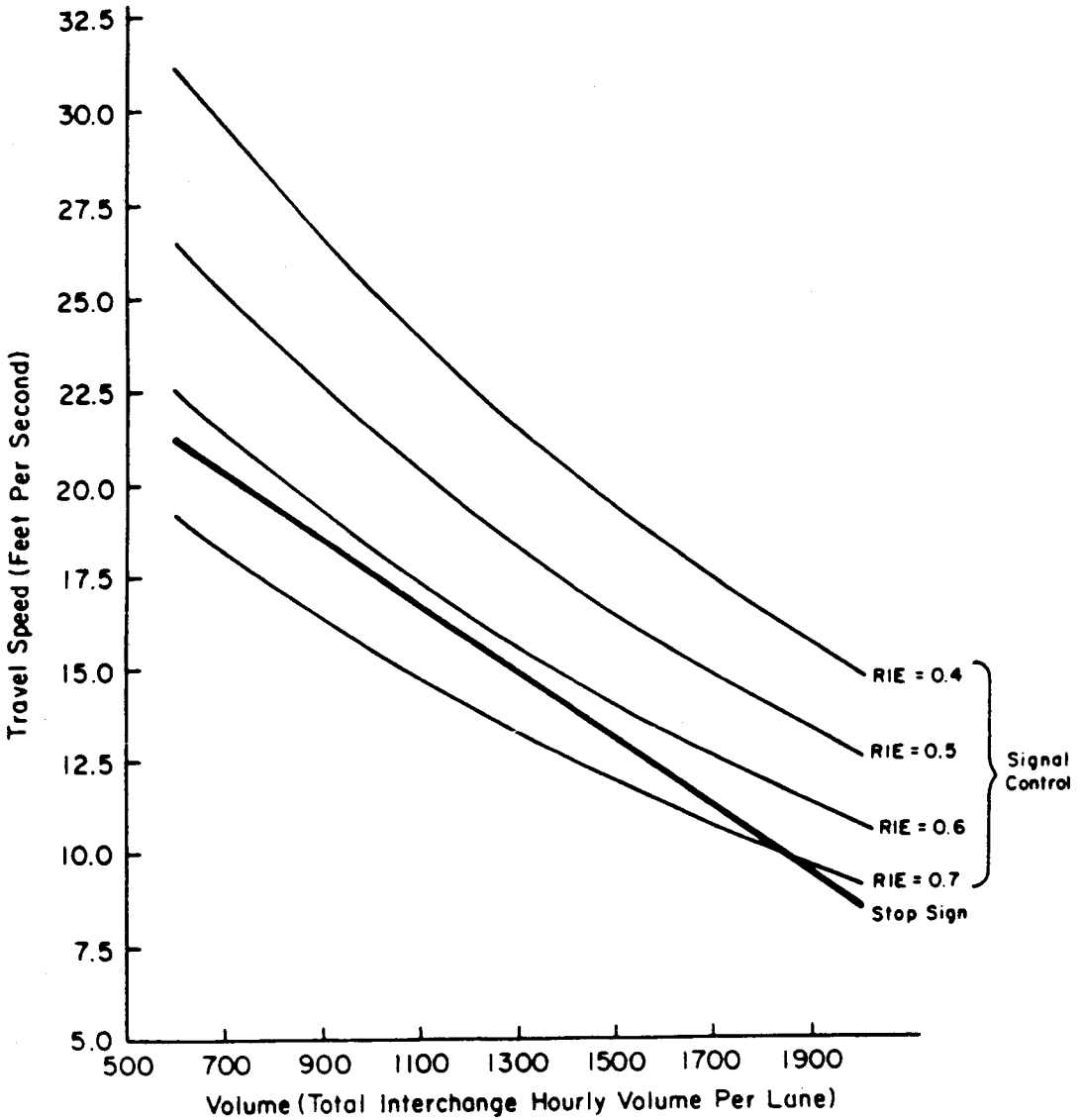
내부교통량중에 40%가 좌회전을 하고 60%가 직진을 한다고 가정하면 일시정지와 신호등에 의한 제어시 방향별 교통류에 대한 속도비는 다음과 같다.

1) 좌회전 속도비

$$\begin{aligned} \text{일시정지} &= 28.9 - 10.17 \times \text{Volume} / 1000 \\ \text{신호등} &= 39.66 \exp(-0.35V/1000 - 0.88 \times \\ & \quad 88 \text{ RIE}) \\ &= 28.9 - 10.17 \times 0.99 \\ & \quad 39.66 \exp(-0.35 \times 0.99 - 0.88 \times \\ & \quad 0.5) \\ &= 18.9 \\ & \quad 18.1 = 1.04 \end{aligned}$$

2) 간선도로 직진교통류

$$\begin{aligned} \text{일시정지} &= \\ \text{신호등} &= \\ & 26.6 - 9.07 \times \text{Volume} / 1000 \end{aligned}$$

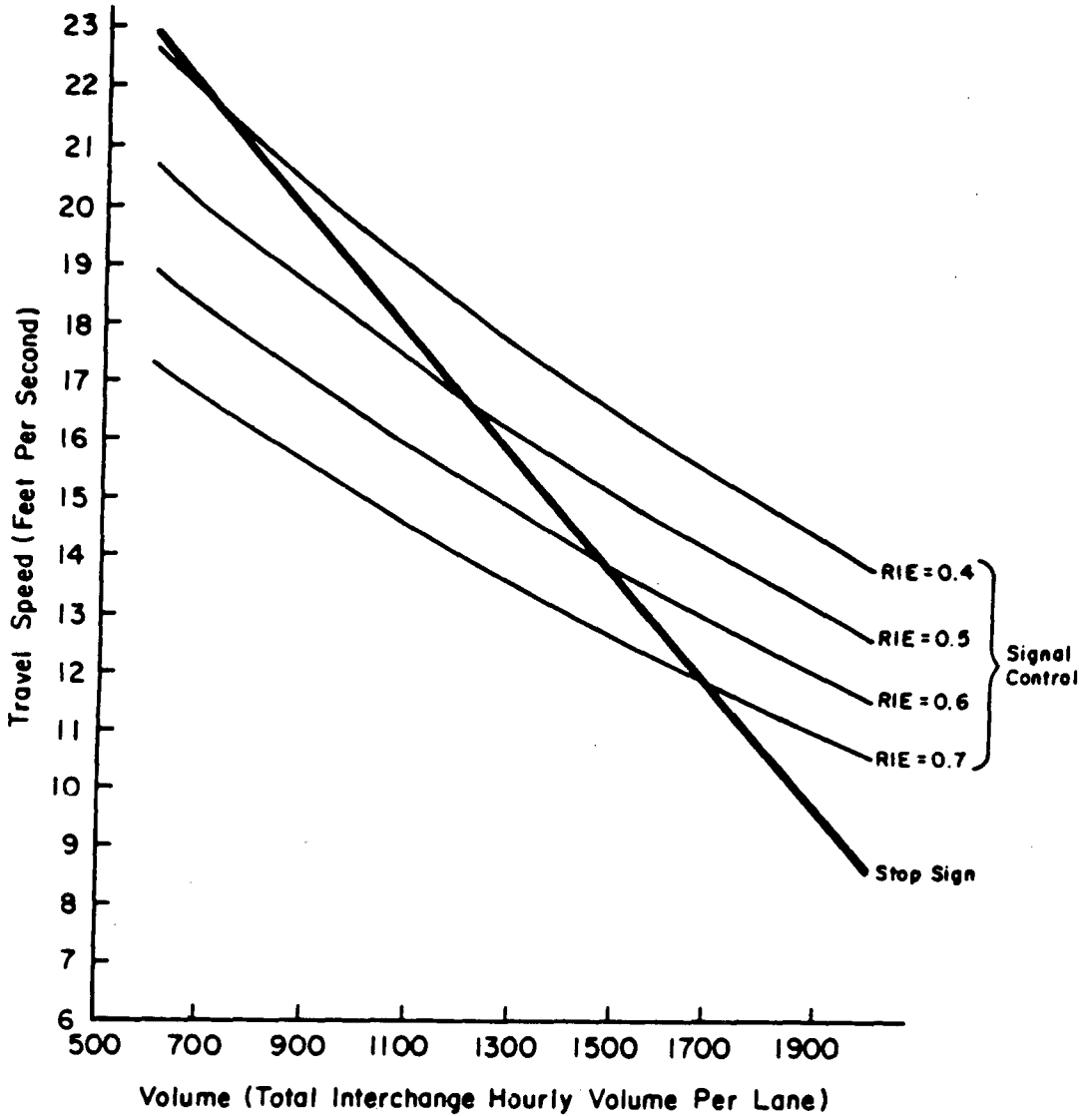


〈그림 5〉 Travel Speed Versus Volume for Arterial Through Traffic by Stop Sign and Signal Control.

$$\begin{aligned}
 & 81.9 \exp (-0.53V/1000 - 1.62 RIE) \\
 & = 81.9 \exp (-0.53 \times 9.07 \times 0.99 - 1.62 \times 0.5) \\
 & = \frac{17.6}{21.6} = 0.81
 \end{aligned}$$

본입체 교차에 40%의 좌회전 교통이 있고 60%의 직진 교통류가 있으므로 조정비율은 다음과 같다.

$$\text{일시정지 신호등} = 40\% \times \text{좌회전 속도비} + 60\%$$



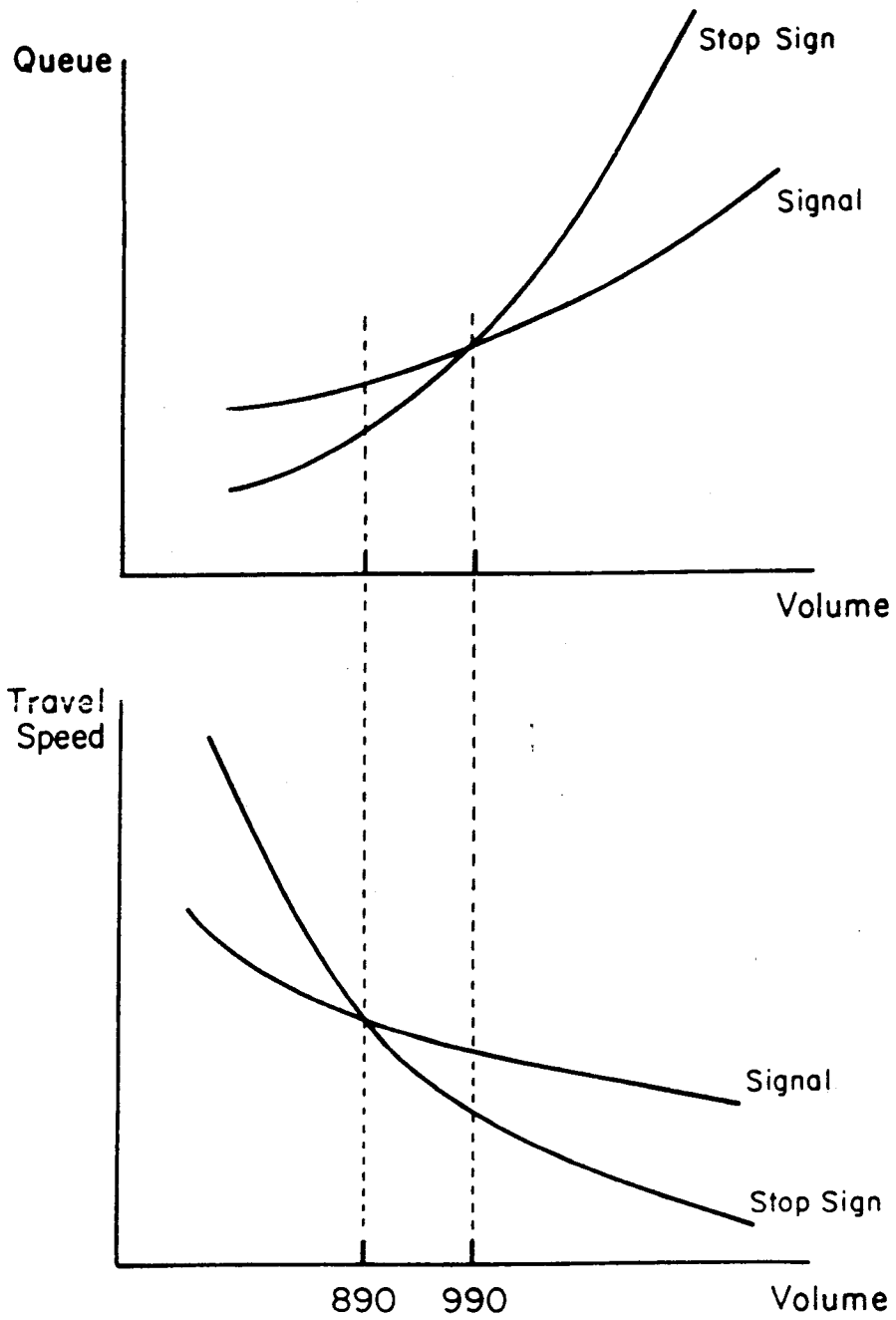
<그림 6> Travel Speed Versus Volume for Left Turn Traffic by Stop Sign and Signal Control.

직진속도비
 $= 0.4 \times 1.04 + 0.6 \times 0.81$
 $= 0.90$

위의 결과는 본 입체교차에서의 교통패턴하에서는 주행속도를 고려할 때 신호등이 일시

정지제어보다 효율적임을 의미하고 있다.

이와같은 주행속도의 효율성을 고려하여 교통공학자는 이 입체교차에 990대보다 낮은 교통류에서 신호등을 설치하는 것이 타당하게 되는 것이다. 따라서 먼저 고려한 지체도의



<그림 7> Adjustment Effect of Queue and Travel Speed.

<表3> GUIDELINES FOR INSTALLING TRAFFIC SIGNALS AT DIAMOND INTERCHANGES.

RIE	Left Turn %	Minimum Interchange Volume For Signal Control
0.4	30	1005
	50	1035
	70	1060
0.5	30	935
	50	955
	70	980
0.6	30	850
	50	865
	70	885
0.7	30	750
	50	760
	70	775

where:

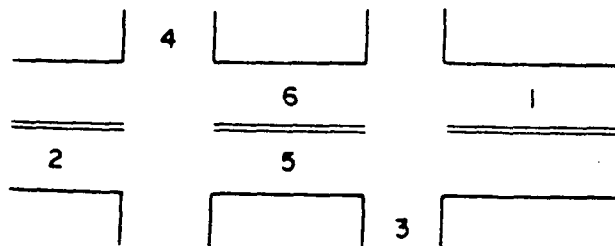
RIE = Sum of internal traffic volume per hour per lane / sum of external traffic volume per hour per lane

Left Turn (%) = Proportion of left turn traffic within internal traffic

Interchange Volume For Signal Control = Sum of internal and external traffic per hour per lane at an interchange

Internal Traffic = Traffic at Stations 5 and 6

External traffic = Traffic at Stations 1, 2, 3, and 4



에 주행속도의 효율성을 고려하면 990대 × 0.9 = 890대가 신호등 설치의 기준이 되는 것이다.

<그림7>은 이러한 주행속도에 의한 보정효과를 보여주고 있다. 이 예제로 인용한 입체교

차에서 지체도와 주행속도를 똑같은 가치로 판단하면 교통량에 의한 신호화 설치여부의 판단기준은 940대(즉(990대+890대)/2)가 되는 것이다.

<表4> SIMPLIFIED GUIDELINES FOR INSTALLING TRAFFIC SIGNALS AT DIAMOND INTERCHANGES.

RIE	Minimum Interchange Volume For Signal Control
0.4	1050
0.5	950
0.6	850
0.7	750

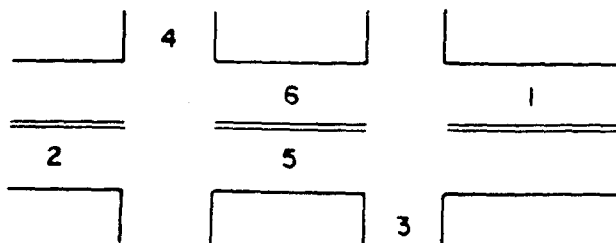
where:

$$RIE = \frac{\text{Sum of internal traffic volume per hour per lane}}{\text{sum of external traffic volume per hour per lane}}$$

Interchange Volume = Sum of internal and external traffic per hour per lane at an interchange

Internal Traffic = Traffic at Stations 5 and 6

External Traffic = Traffic at Stations 1, 2, 3, and 4



6. 신호화 지침

위에서 제시한 예제를 따라 현장에서 조사된 다양한 내부교통량비와 좌회전 교통량비가 평가되었다. 즉 RIE값은 0.4에서 0.7까지 좌회전교통류 비율은 30%에서 70%까지 평가되었으며 평가결과 얻어진 다이아몬드 입체교차에서의 신호화의 기준으로 추천되는 교통량지침이 <표3>에 제시되고 있다.

한편 추천된 <표5>의 교통량기준을 MUTCD의 신호등설치의 관계에 따르면 제시된 교통량이 하루중 어느 8시간 동안에 만족해야 할 것이다. 그러나 제시한 교통량을 몇시간 만족해야 좋을지의 정확한 근거는 집행하고 결과를 참작하여 정할 필요가 있을 것이다.

7. 간결한 신호등 설치지침

<표3>에서 다이아몬드 입체교차에서의 신호등 설치 기준에 제시된 좌회전 교통류 비율은 실용적으로 큰 영향을 미치지 않고 있으며 또한 이러한 자료를 얻기 위해서는 많은 노력과 인력이 두가지로 소요되기 때문에 실제 집행시에는 이를 현실적으로 무시해도 부

작용이 미미한 것으로 판단되는 것이다. 이러한 고려하에서 실용성을 감안한 간결한 교통량지침이 <표4>에 제시되고 있다

8. MUTCD의 신호화 타당성과의 비교

MUTCD는 그 지침서에서 제시한 신호등 설치 타당성 기준에 하나 또는 그 이상이 해당되어야만 신호등을 설치하도록 규정하고 있다. 이중 교통량과 관련된 2사항중 첫번째 타당성으로서의 최소 교통량기준은 접근교차로의 교통량을 주요근거로 하여 신호등을 설치하는 것으로 되어 있으며 <표5>에 제시된 바와 같다.

두번째 타당성 기준인 연속교통류의 차단기준은 주도로의 교통류가 상당하여 부도로의 교통류가 진입하거나 횡단하기 위해서는 상당한 지체와 위해를 감수해야 하는 경우에 해당되며 이는 부도로에서의 2방향 일시정지제어에 해당되므로 다이아몬드 입체교차에 적용되는 전방향 일시정지 제어방식은 해당 되지 않는 것이다.

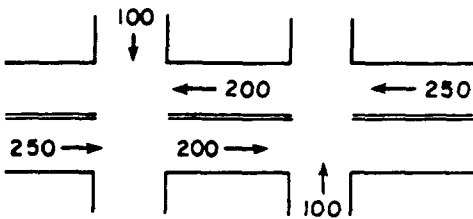
예제를 제시함으로써 본 연구에서 개발된

<表5> MUTCD MINIMUM VEHICULAR VOLUMES FOR WARRANT 1.

Number of Lanes for Moving Traffic on Each Approach		Vehicles Per Hour on Major Street (Total of Both Approaches)	Vehicles Per Hour on Higher-Volume Minor Street Approaches
Major Street	Minor Street		(One Direction Only)
1	1	500	150
2 or more	1	600	150
2 or more	2 or more	600	200
1	2 or more	500	200

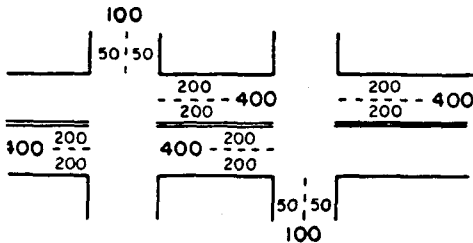
다이아몬드 입체교차의 신호화기준을 MUTCD에서 제시하고 있는 신호화기준을 비교 검토하기로 한다.

1) 예제 1 : 각 접근로에 1차선만 있는 경우



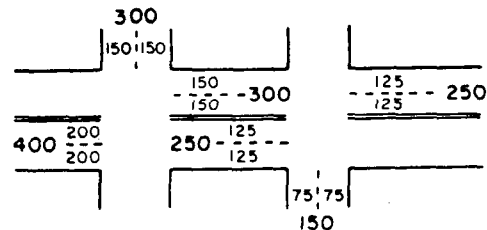
주도로에 450대가 통과하고 있고 부도로에 100대의 차량이 통과하고 있기 때문에 어느 쪽 교차로도 MUTCD타당성 기준 1에 해당되지 않는다. 그러나 총 입체교차 교통량이 내부비율 0.6을 나타내면서 1100대가 이용하므로 본 입체교차로는 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성을 만족시키고 있다.

2) 예제 2 : 각 접근로에 2차선이 있는 경우



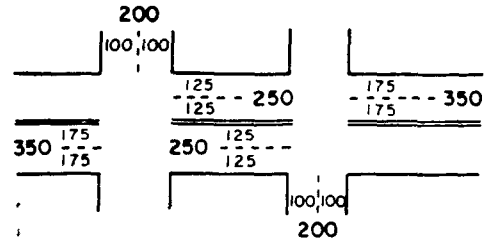
주도로에 800대가 이용하고 있고 부도로에 100대가 이용하고 있으므로 2교차로 모두 MUTCD 타당성 기준을 만족하고 있지 못하다. 그러나 총 입체교차로의 교통이 내부비율 0.8에 900대가 통과하므로 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성을 만족시키고 있다.

3) 예제 3 : 교통량이 교차로간 불일치 경우



교차로 1은 MUTCD타당성을 만족시키고 있으나 교차로 2는 이를 만족시키지 않고 있다. 이 경우 서로 다른 교통제어(즉 교차로 1은 신호등, 교차로 2는 일시정지)를 각 교차로에 이용하는 것은 입체교차 안전상 위태로운 모험이다. 본 예제에서 교차로 1이 타당성을 만족시키므로 신호등을 가설한다고 가정하면 다이아몬드 입체교차 신호등 설치기준으로 평가할 때 825대의 교통이 내부 비율 0.5로 운영되고 있기 때문에 신호화 타당성을 만족시키지 않는 것이다.

4) 예제 4 : MUTCD는 만족시키지만 입체교차신호와 타당성은 불만족시키는 경우



주도로에 600대가 이용하고 있고 부도로에 200대가 이용하고 있기 때문에 MUTCD 타당성은 만족시키고 있으나 입체교차에서 내부비율 0.45에 800대의 총 교통량이 이용하므로 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성은 만족시키고 있지 않다.

이상과 같은 실패를 많이 제시할 수 있으나 이러한 실패들은 다음 4가지에 해당하는 것으로 요약할 수 있다.

(1) MUTCD 타당성은 만족하나 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성은 만족하지 못하는 경우

(2) MUTCD 타당성은 만족시키지 못하나 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성은 만족하는 경우

(3) MUTCD 타당성이 한 교차로는 만족하나 다른 교차로는 만족시키지 못하고 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성은 만족시키는 경우

(4) MUTCD 타당성이 한 교차로는 만족하

나 다른 교차로는 만족시키지 못하고 다이아몬드 입체교차 신호화 타당성도 만족시키지 못하는 경우

이러한 가능한 모든 경우로부터 고려할 때 다이아몬드 입체교차로에서의 2개의 교차로는 교통패턴의 특성상 분리되어 취급될 수가 없음을 보여주고 있다. 즉 다이아몬드 입체교차로에서의 2개의 교차로를 분리하여 취급하는 것은 옳은 접근방법이 아닌 것이다. 따라서 다이아몬드 입체교차로에서의 신호화 타당성여부는 현행 MUTCD에서 취급하고 있는 독립교차로 신호화 타당성과는 별개로 접근되어야 하는 것이다. 이러한 이유로 다이아몬드 입체교차로에서 신호화 여부를 결정하는 지침으로 <표3> 또는 <표4>에서 제시하고 있는 교통량이 기준으로 되어야 한다.

IV. 結 論

본조사에서 수집된 자료와 현장에서 관측된 것을 종합하면 다음과 같은 결론에 도달한다.

(1) 다이아몬드 입체교차에서 각각의 교차점이 교차로임에는 분명하나 다이아몬드 입체교차에서의 2교차로는 상당히 가까운 거리에 위치하고 있기 때문에 평상의 2개의 독립교

차로와는 달리 운영되는 교통특성을 가지고 있다.

(2) 다이아몬드 입체교차에서의 2 교차로가 독립교차로와는 다른 특성이 있기 때문에 다이아몬드 입체교차에서의 신호화 기준은 독립교차로의 신호화 기준인 MUTCD 방법과는 분리된 기준이 설정되어야 한다.

(3) 다이아몬드 입체교차에서 교통정체와 주행속도를 함께 고려해 보면 교통량이 어느 기준을 초과하는 경우에는 신호화가 일시정지보다 제어방법이 우수한 것으로 판단되었으며 이러한 다이아몬드 입체교차에서의 신호화가 타당한 교통량기준이 표3과 4에 제시되고 있다.

辭 謝

본 연구를 위해 연구기금을 제공한 미텍사스주 교통국 관계인사와 자료수집을 위한 통제어운영방식에 협조해 주신 텍사스주 대상시의 교통과 관계인사께 감사의 말씀을 드립니다. 아울러 본 논고의 한국어 번역에 도와준 도로교통안전협회 노희철 연구원에게 감사드립니다.

參 考 文 獻

1. Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) for Streets and Highways, Federal Highway Administration (FHWA), 1978.
2. Pinnell, C. and D.C. Capelle, "Operational Study of Signalized Diamond Interchange", HRB, Bulletin 324, 1962, pp. 38-72.
3. Messer, C.J. and Others, "Real-Time Frontage Road Progression Analysis and Control Strategy", TRR503. TRB 1974, pp. 1-12.
4. Messer, C.J. and Others, "Optimization of Pretimed Signalized Diamond Interchanges", TRR644. TRB. 1977, pp. 78-84.
5. Munjal, P.K. and Others, Design Manual for Traffic Signal Control of Diamond Interchange Complexes, FHWA Report No. TM-4601/007/03, 1972.
6. Control Strategies for Signalized Diamond Interchange, Executive Summary, FHWA-TS-78-207, 1978.
7. Diamond Interchange Program-User's Manual, FHWA-IP-80-4, 1980.
8. SAS Institute, SAS User's Guide, Basics and Statistics, 1982.