

# 다기능 단속교차로에서 딜레마 존 최소화 방안에 관한 연구

The Minimize of Dilemma Zone at the Intersections Controlled by Automatic Traffic Enforcement

이 준 옥

(한국건설기술연구원 연구원)

류 승 기

(한국건설기술연구원 수석연구원)

박 용 진

(계명대학교 교통공학과 교수)

임 성 한

(한국건설기술연구원 연구원)

## 목 차

I. 서론	III. 조사 및 분석
1. 연구배경 및 목적	1. 현황자료 분석
2. 연구범위 및 방법	2. 조사자료 분석
II. 이론적 고찰	IV. 딜레마 존 산정 및 해결방안
1. 딜레마 존의 정의	1. 딜레마 존 산정
2. 직진황색시간 산정 모형식 분석	2. 딜레마 존 최소화 방안
3. 인지-반응시간	V. 결론
	참고문헌

본 연구는 신호교차로에서의 딜레마 존 범위를 산정하고 신호위반 단속의 허용 범위를 분석하는 데 있다. 각 교차로 접근로별 조사 자료를 토대로 딜레마 존의 범위를 산정하였고, 이를 토대로 신호위반 단속에 있어 딜레마 존의 영향을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

기존의 딜레마 존에 관한 연구에서는 인지-반응 시간과 황색신호시간을 초기값으로 적용하였으나 본 연구에서는 해당 교차로의 조사치를 적용하였다. 조사 방법으로 속도조사는 스피드 건을 이용하여 각각의 대상 교차로별 접근로에서 접근 속도 및 통과 속도를 조사하였으며, 운전자의 인지-반응 시간 및 황색신호시간에 교차로를 통과하는 차량조사는 비디오 촬영을 통하여 조사하였다. 이러한 조사된 자료를 토대로 신호위반 단속기준에 맞추어 딜레마 존에 관하여 분석하였다.

본 연구에서 딜레마 존은 최소정지거리( $d_0$ )가 최대통과거리( $d_c$ )보다 클 때 존재하는 것으로 보았으며, 그 차이만큼의 딜레마 존이 발생하는 것으로 정의하였다. 이에 신호위반 단속을 함에 있어 딜레마 존의 영향을 최소화 할 수 있는 방안 등을 제시하였다.

그러나 각각의 방안을 개별적으로 적용시킬 경우 문제점이 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 자기감응식 루프검지기의 위치를 재조정함에 있어 하나의 루프 검지기를 정지선 이후에 존재함과 동시에 황색신호시간을 재조정하거나, 자기감응식 루프검지기의 작동시간을 재조정하는 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구에서는 3개의 교차로를 비교대상으로 선정하여 각각의 교통환경에 따른 접근로별 딜레마 존의 범위를 최소화하기 위한 대안을 제시하였다.

# 1. 서론

## 1. 연구 배경 및 목적

우리나라의 경우 교통사고 및 과속방지를 위해 신호교차로에서 다기능 단속기계에 의한 신호 및 과속에 대한 단속을 강화함으로써 올바른 교통문화 정립을 추구하고 있다. 다기능 단속기계는 차량의 접근속도를 줄이는 효과는 있지만, 교차로 별 특성을 고려하지 않고 일관된 기준으로 단속을 함에 있어 여러 가지 문제점을 내포하고 있다고 판단된다. 또한 우리나라의 경우 각기 다른 교차로 별 접근로 상에서 딜레마 존에 대한 연구 없이 루프의 위치를 균일적인 설치기준에 의해 설치되고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 교차로 별 딜레마 존에 대한 분석을 토대로 딜레마 존 설정에 있어 영향을 미치는 요인들을 파악함과 동시에 딜레마 존을 최소화하기 위한 방안을 모색하고자 하였다. 또한 이러한 연구를 토대로 신호위반 단속의 허용범위에 대한 의견을 제시하는데 유용한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

## 2 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 현장조사에서 교차로의 접근속도와 교차로 통과 속도의 측정을 통해 운전자의 운전행태를 파악하며, 교차로별 황색신호 등화 후 인지-반응시간을 조사하였다. 교차로는 각기 다른 세 가지 형태의 교차로를 선정하였는데, 첫 번째로는 신호위반 단속이 이루어지지 않는 교차로이며, 두 번째로 신호위반 단속이 이루어지며, 단속 건수가 높은 교차로와 단속 건수가 낮은 교차로를 각각 하나씩 선정하였다. 이는 각기 다른 교통 환경에 따른 운전자의 운전행태를 비교분석 하기 위함이다.

이러한 자료를 토대로 대상 교차로의 각각의 접근로별 딜레마 존의 범위를 산정함과 동시에 딜레마 존에 영향을 미치는 요인을 분석하여 딜레마 존을 최소화할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 또한 신호위반 단속이 시행되고 있는 교차로에서는 각 접근로별 차량의 교차로 접근 특성을 고려한 자기감응식 루프검지기의 적정 설치 위치를 제시하고자 하였다.

본 연구에서는 서로 비교 분석이 가능하도록

기하구조조건 및 제한속도 등이 유사한 교차로 세 곳을 선정하여 단속을 시행하는 곳과 그렇지 않은 곳에 대한 단속건수 내용을 비교 분석하고, 교통 및 기하구조 조건이 동인한 교차로를 대상으로 하였다. 또한 신호위반 단속건수가 확연한 차이를 나타내는 교차로를 선정하여 딜레마 존에 대한 영향을 분석하고 딜레마 존의 영향을 최소화하는 방안을 제시하고자 하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 딜레마 존의 정의

#### 1.1 최소정지거리(Stopping Distance, $d_0$ )

접근속도  $v$ 인 직진차량이 교차로 내에 진입하지 않고 정지선에 정지 할 수 있는 거리는 다음의 (식 2-1)로 계산 되어질 수 있다.

$$d_0 = v_0\delta + \frac{v^2}{2a} \quad (\text{식 2-1})$$

여기서 :  $v_0$  = 차량의 접근 속도

$\delta$  = 운전자의 인지-반응 시간

$a$  = 차량의 감속도

#### 1.2 통과 가능 최대 거리(Clearing Distance, $d_c$ )

통과가능 최대거리( $d_c$ )는 직진차량이 직진황색 시간 동안 교차로를 통과할 수 있을 때 정지선 부터의 거리를 구하는 식은 아래의 (식 2-2)와 같다.

$$d_c = v_0\tau - (w + L) \quad (\text{식 2-2})$$

여기서 :  $v_0$  = 차량의 접근속도

$L$  = 차량의 길이

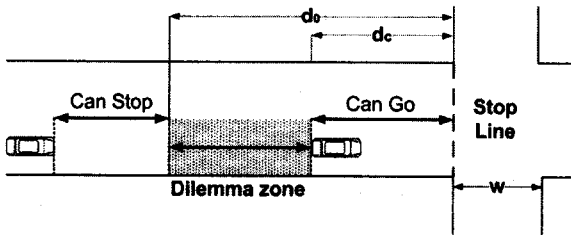
$w$  = 교차로 폭

$\tau$  = 직진 황색시간

#### 1.3 딜레마 존 산정식(Dilemma Zone Distance)

운전자가 정지선에서 안전하고 편안한 상태로 정지할 수 있는 거리를  $d_0$ 로 정의 하였다. 이에  $d_0 \leq d_c$ 이면 운전자는 차를 무리 없이 정지시킬 수 있다. 그러나  $d_0 > d_c$ 가 되면 딜레마 존이 발생하며,  $d_0 > D > d_c$ 의 범위 내에 있는 차량은 직진황색시간이 끝나기 전에 정지선 전

에 정지할 수도 없고, 교차로를 완전히 통과할 수도 없게 된다. 따라서  $d_0 > D > d_c$ 에서 D는 딜레마 존이 되며, <그림 2-1>과 같이 표현된다. 딜레마 존 길이 산정식은 아래 (식 2-3)와 같다.



$d_0$  = 황색 신호시 정지선에 정지할 수 있는 최소 정지거리  
 $d_c$  = 교차로를 완전히 통과할 수 있는 최대 거리

<그림 2-1> 딜레마 존의 범위

$$D = v_0(\tau - \delta) + \frac{v_0^2}{2a} + W \quad (\text{식 2-3})$$

여기서 :  $v_0$  = 직진차량의 접근속도

$\tau$  = 직진 황색시간

$\delta$  = 운전자의 인지반응 시간

$W = w + L$

$a$  = 차량의 감속도

## 2. 직진황색시간 산정 모형식 분석

황색 및 전적색시간을 산출하기 위해서는 교차로의 폭, 차량의 접근속도, 임계감속도, 운전자 반응시간을 고려해야 한다. 딜레마 존을 최소화할 수 있는 적정 신호변환시간은 다음 공식 (식 2-8)에 따라 산출한다.

$$\tau = T_b + \frac{V}{2d} + \frac{W+L}{V} - T_s \quad (\text{식 2-4})$$

여기서 :  $\tau$  = 황색신호시간(sec)

$V$  = 접근속도(m/sec)

$d$  = 정지감속도( $5.0m/sec^2$  적용)

$W$  = 교차로 횡단거리(m)

$L$  = 차량길이(m)

$T_b$  = 정지인지반응시간(1.0sec 적용)

$T_s$  = 출발인지반응 및 여유시간

(1.5sec 적용)

과도하게 긴 황색시간 및 전적색시간은 교차로의 처리효율을 떨어뜨리고 용량을 감소시키는 요인으로 작용함으로 주의해야한다.

이에 우리나라에서 사용하고 있는 황색시간 산정식은 Gazis식에 비해 황색시간을 1.5sec가량 줄일 수 있어 황색시간이 지나치게 길어지는 문제점을 해소할 수 있으나, 결정식에 변수가 많으며, 일률적인 임계 감속도, 운전자 반응시간을 적용하는 문제점은 해결되지 않았다. (식 2-8)에 의하여 교차로의 폭과 접근속도에 따른 황색신호시간을 산출하면 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 우리나라 모형식에 의한 황색시간

너비	40 km/h		50 km/h		60 km/h		70 km/h		80 km/h	
	산출	적용	산출	적용	산출	적용	산출	적용	산출	적용
20	2.9	3	2.8	3	2.7	3	2.8	3	2.9	3
25	3.4	3	3.2	3	3.0	3	3.0	3	3.1	3
30	3.8	4	3.5	4	3.3	3	3.3	3	3.3	3
35	4.3	4	3.8	4	3.8	4	3.5	4	3.5	4
40	4.7	5	4.2	4	3.9	4	3.8	4	3.8	4
45	5.2	5	4.5	5	4.0	4	4.0	4	4.0	4
50	5.6	5(1)	4.9	5	4.5	5	4.3	4	4.2	4
55	6.1	5(1)	5.3	5	4.8	5	4.6	5	4.4	4
60	6.5	5(2)	5.6	5(1)	5.1	5	4.8	5	4.7	5
65	7.0	5(2)	6.0	5(1)	5.4	5	5.1	5	4.9	5
70	7.4	5(2)	6.4	5(1)	5.7	5(1)	5.3	5	5.1	5

자료 : 교통안전실무편람, 1996, 도로교통안전협회

주 : ()는 전적색(all-red)신호로 운영 가능시간

## 3. 인지-반응 시간

일반적으로 운전자는 운전하는 동안에 지각과 반응 등 여러 가지 행위를 반복한다. 도시간선도로 혹은 집·분산도로 등의 단속류상에서나 장애시설이 많은 경우 운전자는 차량운행조작의 많은 변화를 주게 되는데, 이 경우 판단과 반응에 따른 여러 가지 짧은 행위는 아주 중요하다고 할 수 있다.

이러한 의미에서 운전조작과 도로 및 교통상의 위험 요소간의 상관관계를 이해하기 위해서는 간단한 운전조작모형을 사용할 필요가 있다.

황색신호에 대한 운전자 반응시간으로 ITE에서는 1sec을 사용하고 있으며, Bissell과 Warren 그리고 Parsonson과 Santiago도 1sec의 반응시간을 채택하고 있다.

인지 및 브레이크 반응시간에 대한 연구에서 속도와 위치함수로서의 반응시간에 대한 Williams(1977), Sheffi와 Mahmassani(1981)의 연구에 의하면 속도가 높아질수록 또, 교차로

정지선에 가까울수록 반응시간이 감소하는 경향을 보인다고 나타나있다.

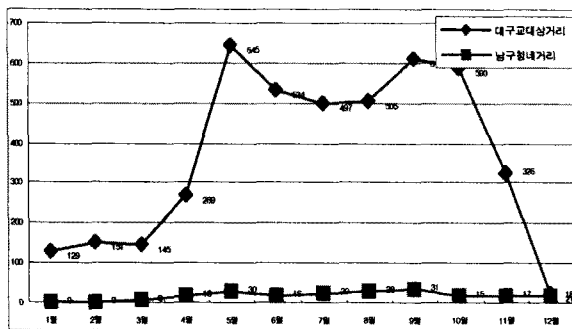
본 연구에서는 선택된 교차로별 인지-반응 시간을 조사하여, 이론적인 측면과 현실적인 측면에서의 오차를 분석하고, 이를 딜레마 존의 범위 산정에 있어 고려하였다.

### III. 조사 및 분석

#### 1. 현황 자료 분석

##### 1.1 대상교차로 현황

조사된 자료에서 교통흐름이 유사하고 평지, 직진구간 등을 고려하여 인접하여 위치한 남구청 네거리와 대구교대 삼거리를 본 연구의 대상 지역으로 선정하였으며, 제한속도가 동일한 지역이다. 그러나 신호위반 단속 건수가 상이하게 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 딜레마 존과 연관이 있을 것으로 판단되며, 이와 관련하여 교차로 접근 속도 조사 및 교차로 통과 조사를 실시하였다. 또한 지점별 인지-반응 시간 조사를 실시하여 각 지점별 차이점을 분석하고자 하였다.



<그림 3-1> 교차로별 단속건수

#### 2. 조사자료 분석

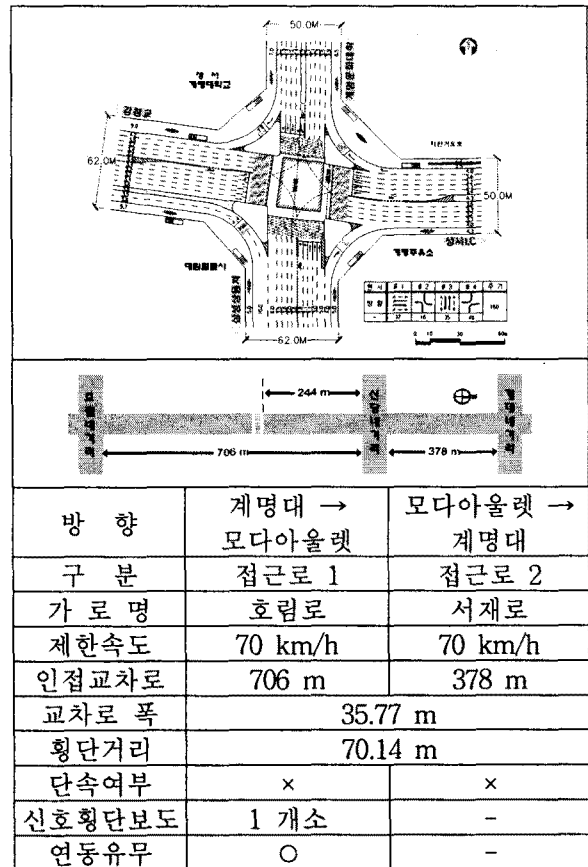
##### 2.1 교차로별 기하구조

각 교차로별 기하구조 및 교차로간 거리를 도식화 하였으며, 교차로의 특성에 대하여 조사하였다. 이러한 조사는 딜레마 존이 형성됨에 있어 기하구조와 각 교차로간의 거리가 어떠한 영향을 미치는가에 대한 중요한 자료가 될 것이다.

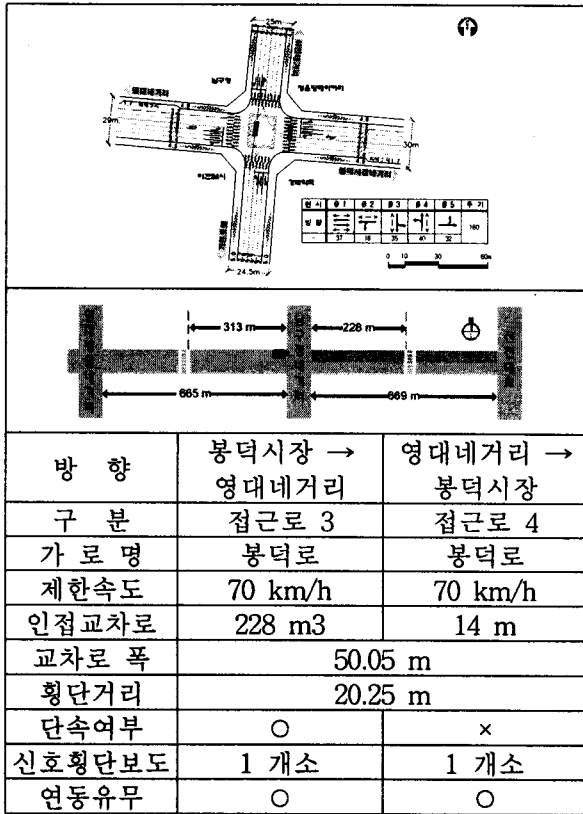
신당네거리를 제외한 남구청 네거리와 대구교대 삼거리에 설치된 신호위반 단속 카메라는

렌즈가 향하고 있는 방향으로 단속이 되고 있다. 이에 단속이 되고 있는 방향과 그렇지 않은 방향에 대한 비교분석을 위하여 본 연구에서는 대향방향의 속도 조사 및 인지-반응시간 조사를 하였으며, 대상 교차로에 대한 자료는 아래의 표와 같다.

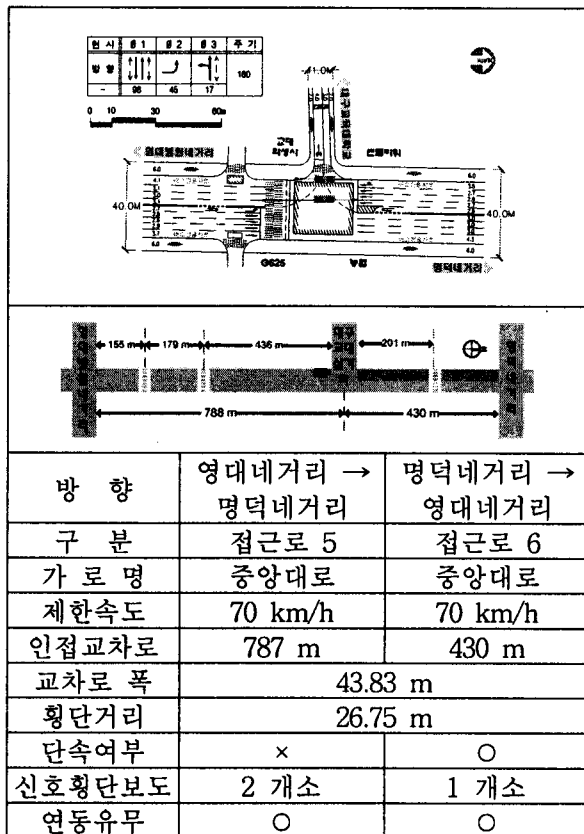
<표 3-1> 신당 네거리 기하구조



<표 3-2> 남구청 네거리 기하구조



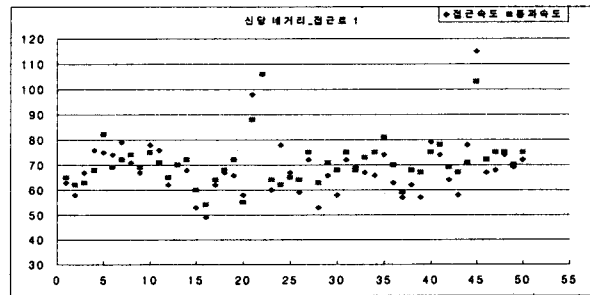
<표 3-3> 대구교대 삼거리 기하구조



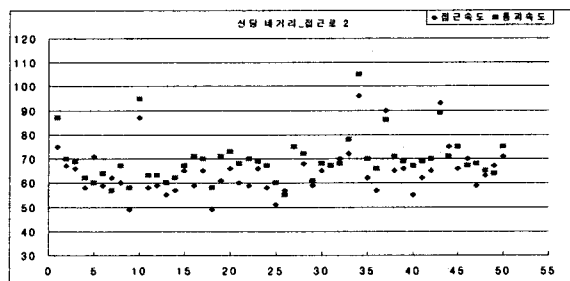
2.2 교차로별 속도 조사 자료 분석

대상교차로별 접근하는 속도와 통과하는 속도를 방향별로 각각 50대씩 표본조사를 실시하였다. 조사는 스피드건을 이용하였으며, 자유속도로 운행하는 차량들을 대상으로 조사하였다. 이는 차량이 어떠한 요인에 의해 방해 받지 않는 자유 속도를 측정할 수 있을 뿐 만 아니라 운전자의 운전 행태를 파악하는데 적합하다고 판단되기 때문이다.

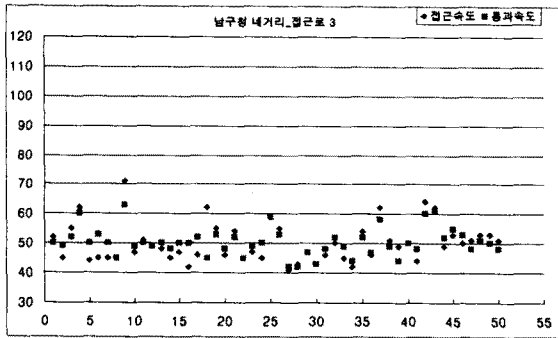
아래의 그래프는 각각의 교차로 접근로별로 접근속도와 통과속도를 비교한 자료로써 차량별 속도에 관한 그래프이다. 각 차량별 접근속도와 통과속도를 나타내는 자료로써 단속이 이루어지는 곳과 그렇지 않은 곳에서의 운전자 운전행태를 파악할 수 있다. 현재 대기능 단속 카메라를 이용하여 단속이 이루어지는 곳은 접근로 3과 6이며, 접근로 3과 6의 경우 접근속도가 교차로 통과속도 보다 높거나 비슷하게 나타난다. 반면 단속을 하고 있지 않은 교차로의 경우 각 차량별 접근속도에 대한 편차 값이 큰 것으로 조사되었다.



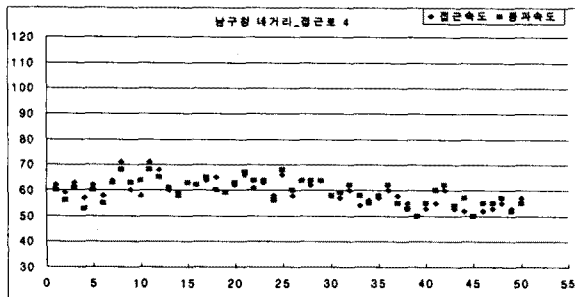
<그림 3-3> 신당네거리 접근로 1



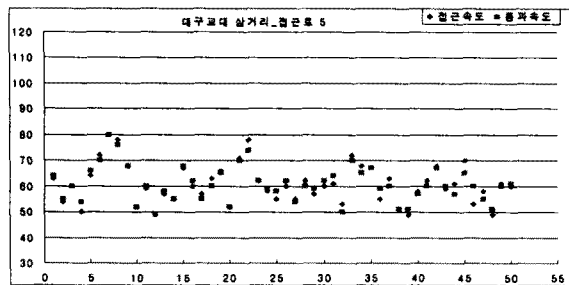
<그림 3-4> 신당네거리 접근로 2



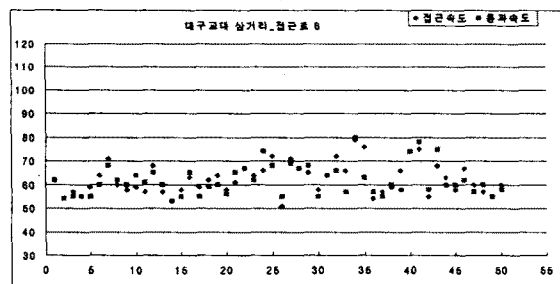
<그림 3-5> 남구청 네거리 접근로 3



<그림 3-6> 남구청 네거리 접근로 4



<그림 3-7> 남구청 네거리 접근로 5



<그림 3-8> 대구교대 삼거리 접근로 6

조사된 접근로별 접근속도와 통과속도의 자료를 기술 통계법을 이용하여 분석한 결과는 <표 3-5>~<표 3-7>에 나타는 것과 같으며, 단속을 하지 않는 신당네거리의 접근속도가 가장 높은 것으로 분석되었다.

신당네거리는 첨도값이 높은 반면 남구청 네거리와 대구교대 삼거리의 첨도값은 0에 가깝게 나타난다. 이는 단속이 이루어 지는 교차로

의 경우 접근속도가 정규분포에 가깝지만, 신당네거리의 경우는 운전자별 운전행태가 강하게 나타나는 것으로 분석된다.

분포의 비대칭 측도인 왜도는 정규분포에서 대칭이므로 0의 값을 가진다. 또한 왜도값이 표준오차의 두 배가 넘는 것은 대칭에서 벗어난 정도를 나타낸다. 이에 조사된 접근속도 및 통과속도는 대부분 대칭에서 벗어나지 않고 정확하게 조사되었다고 보여 진다.

변동계수(CV, Coefficient of Variation)는 조사된 값의 변동 폭을 보여주는 값으로서 산술평균에 대한 표준편차의 상대적 크기를 나타내는 측도이다. 신호위반 단속이 이루어지지 않는 신당네거리의 변동계수가 가장 높은 것으로 나타나는데, 이 역시 운전자별 강하게 나타남을 알 수 있다.

위의 자료를 토대로 조사된 접근로별 접근속도를 살펴보면, 신호위반단속이 이루어지고 있는 교차로의 경우 속도의 변동 폭이 적으며, 접근속도가 낮은 것을 알 수 있다. 반면 신호위반 단속이 이루어지지 않는 신당네거리의 경우 접근속도의 변동 폭이 크며, 첨도와 왜도 역시 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

<표 3-5> 신당네거리 속도 자료분석

구 분	접근로 1		접근로 2	
	접근	통과	접근	통과
평균	65.14	69.44	69.22	70.84
표준오차	1.42	1.34	1.71	1.34
최 빈 값	59.0	67.0	67.0	75.0
표준편차	10.01	9.45	12.12	9.47
분 산	100.20	89.23	146.83	89.77
첨 도	2.28	4.03	4.72	5.18
왜 도	1.33	1.70	1.73	1.73
범 위	47	50	66	52
변동계수(cv)	15.37	13.60	17.51	13.37
최 소 값	49	55	49	54
최 대 값	96	105	115	106
신뢰수준(95%)	2.84	2.68	3.44	2.69

<표 3-6> 남구청 네거리 속도 자료분석

구 분	접 근 로 3		접 근 로 4	
	접근	통과	접근	통과
평 균	50.12	50.34	59.34	59.60
표준오차	0.93	0.67	0.70	0.66
최 빈 값	45.0	50.0	58.0	55.0
표준편차	6.58	4.71	4.96	4.68
분 산	43.29	22.19	24.64	21.92
첨 도	1.07	0.77	-0.16	-0.73
왜 도	1.14	0.74	0.23	-0.12
범 위	30	21	21	18
변동계수(cv)	13.13	9.36	8.36	7.86
최 소 값	41	42	50	50
최 대 값	71	63	71	68
신뢰수준(95%)	1.87	1.34	1.41	1.33

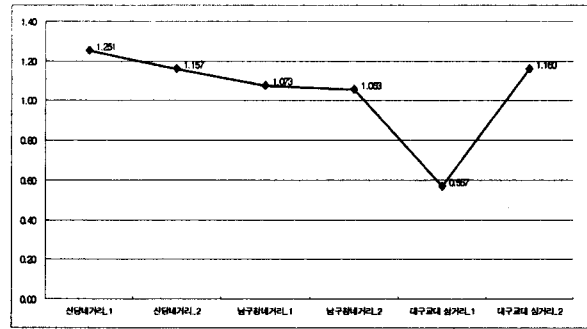
<표 3-7> 대구교대 삼거리 속도 자료분석

구 분	접 근 로 5		접 근 로 6	
	접근	통과	접근	통과
평 균	60.84	60.78	62.50	61.82
표준오차	1.08	0.97	0.93	0.92
최 빈 값	60.0	60.0	57.0	55.0
표준편차	7.63	6.85	6.55	6.52
분 산	58.22	46.95	42.87	42.48
첨 도	0.06	0.30	-0.27	0.56
왜 도	0.60	0.55	0.59	0.99
범 위	31	31	28	27
변동계수(cv)	12.54	11.27	10.48	10.54
최 소 값	49	49	51	53
최 대 값	80	80	79	80
신뢰수준(95%)	2.17	1.95	1.86	1.85

### 3.2.2 교차로별 인지-반응 조사 자료 분석

인지-반응시간 조사는 주행 중인 차량이 교차로의 영향권 내에 진입시 황색신호시간이 시작되는 시점에서 차량 후미의 브레이크등이 켜지기까지의 소요시간을 측정하였다.

대구교대 삼거리의 경우 영대병원네거리에서 명덕 네거리 방향의 인지-반응속도가 0.567sec으로 나타났는데, 조사된 비디오자료를 분석해보면 대구교대 삼거리뿐만 아니라 남구청네거리의 차량들은 브레이크등에 불이 들어와 있는 상태에서 교차로로 접근하는 경향을 띤다. 또한 이미 신호위반 단속을 하고 있음을 운전자들이 인지하고 있는 것으로 판단되었으며, 이로 인해 인지-반응 속도 역시 신호위반 단속을 하고 있는 교차로가 더 낮은 것으로 조사 되었다.



<그림 3-9> 방향별 인지-반응 속도조사

### 3.2.3 황색신호 등화시 교차로 통과차량

황색신호 및 적색신호에 교차로를 통과하는 차량을 접근로별로 10주기씩 조사하였다.

황색신호 등화 후 통과 교통량은 대구교대 삼거리의 명덕네거리→영대병원 네거리 방향이 23대로 가장 높은 것으로 조사되었다. 앞서 언급한 접근속도와 통과속도의 분포를 비교한 자료에서도 나타나듯이 접근로 6이 접근로 3보다 접근속도와 교차로 통과속도가 높다. 즉 접근로 6에서의 신호위반 단속 건수가 높은 원인중 하나로 운전자의 운전습성의 영향이 큰 것을 알 수 있다. 하지만 동일 교차로상의 접근로 5는 평균 접근속도 및 통과속도와 속도의 편차가 접근로 6보다 낮은 것을 알 수 있다. 이는 현장 조사 결과 접근로 5보다 접근로 6에서 다기능 단속카메라의 시인성이 좋았고, 이러한 요인이 운전행태에 영향을 미친다고 판단된다.

<표 3-8> 황색신호 후 통과차량

주 기	접근로1		접근로2		접근로3		접근로4		접근로5		접근로6	
	Y	R	Y	R	Y	R	Y	R	Y	R	Y	R
1	1	-	-	1	1	-	1	-	1	-	2	-
2	3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-
3	1	-	2	-	1	-	1	-	-	-	3	-
4	3	1	1	-	-	-	1	-	-	-	4	-
5	-	-	-	-	3	-	2	-	1	-	3	-
6	3	1	-	-	2	-	-	-	1	-	5	-
7	-	-	1	-	1	-	1	-	2	-	1	-
8	-	-	1	-	3	-	3	-	1	-	1	-
9	1	-	1	-	1	-	3	-	-	-	1	-
10	-	1	1	1	1	-	2	-	-	-	2	-
계	12	3	8	2	13	-	15	-	6	-	23	-

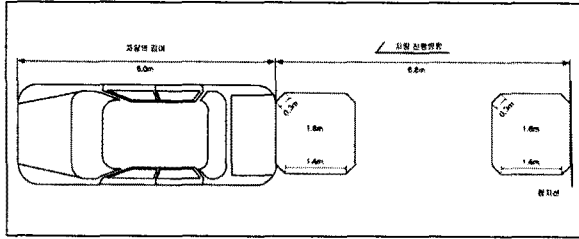
주 : Y(Yellow time), R(Red time)

## IV 딜레마 존 산정 및 최소화방안

### 4.1 딜레마 존 범위 산정

#### 4.1.1 루프검지기의 제원

자기감응식 루프검지기의 위치와 루프검지기 간의 거리는 대구교대 삼거리와 남구청 네거리 모두 동일하였으며, 자기감응식 루프검지기의 재원은 다음 그림과 같다.



<그림 4-1> 자기감응식 루프검지기 재원

본 연구에서는 신호위반 단속의 여부에 기준으로 딜레마 존을 산정하였기 때문에 차량이 정지선 혹은 자기 감응식 루프검지기를 완전히 통과하는 시간을 제외한 황색시간을 계산에 적용하였다. 즉 실제 황색신호가 3sec로 설정되어 있지만, 차량이 이용 할 수 있는 시간은 3sec 미만일 수밖에 없다. 즉, 첫 번째 자기 감응식 루프검지기만 통과하는데 걸리는 시간을 계산하는 근거는 신호위반 단속을 함에 있어 두 개의 자기 감응식 루프검지기에서 저항 값이 모두 인식되어야만 단속이 이루어지기 때문이다.

#### 4.1.2 딜레마 존 산정

신호위반 단속이 실시되고 있는 접근로 3과 6의 딜레마 존 범위를 85%th의 접근속도를 이용하여 산정하였다.

<표 4-3> 85%th 속도에서의 딜레마 존

구 분	속도 (m/sec)	$d_0$	$d_c$	D.Z
접근로 3	15.80	41.76 m	33.49 m	8.27 m
접근로 6	19.31	59.66 m	44.12 m	15.55 m

85%th의 접근속도를 이용한 딜레마 존 범위를 산정한 결과 접근로 3의 경우 8.27m로 나타났으며, 단속건수가 높은 접근로 6의 경우 15.55m로 계산되었다. 이 결과값을 토대로 딜레마 존이 신호위반 단속건수에 영향을 미친다고 판단하였으며, 딜레마 존의 영향을 최소화할 수 있

는 방안을 제시하고자 하였다.

### 4.2 딜레마 존 최소화 방안

#### 4.2.1 황색시간의 재조정

신호 운영적 측면에서 황색신호 시간의 재조정을 통하여  $d_0$ 와  $d_c$ 의 차이를 최소화함으로써 딜레마 존을 제거하는 방안이다. 아래의 표는 85%th 접근속도를 이용하여 조사된 인지-반응 시간과 Default 값으로 각각 계산하였다.

<표 4-4> 적정 황색시간의 비교

구 분	접근로1	접근로2	접근로3	접근로4	접근로5	접근로6	
접근속도 (85%th)	15.76	19.22	15.76	17.93	19.07	19.31	
인지	Default	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
반응	조사값	1.25	1.16	1.07	1.05	0.57	1.16
현재 황색시간	3	3	3	3	3	3	
우리	Default	5.91	5.38	4.63	4.42	4.02	4.01
나라	조사값	6.16	5.54	4.71	4.47	3.59	4.17

주 : 음영부분은 신호위반 단속구간임

#### 4.2.2 자기감응식 루프 검지기의 위치 재조정

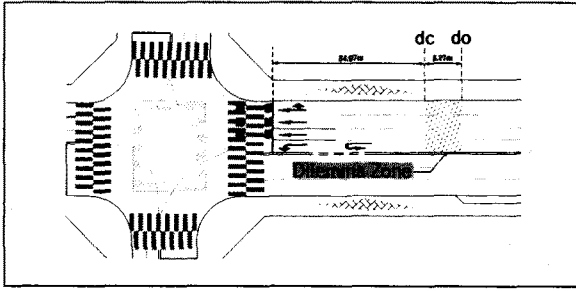
최소정지거리( $d_0$ )와 최대통과거리( $d_c$ )를 가까워지게 함으로써 딜레마 존의 영향을 최소화하기 위해 최소정지거리( $d_0$ )에 영향을 미치는 요인을 재조정 하는 방안을 제시하고자 한다.

접근로별 85%th 접근속도에서의 딜레마 존 범위만큼 이격시켜 최소정지거리( $d_0$ )와 최대통과거리( $d_c$ )의 차이를 최소화함으로써 딜레마 존의 범위를 최소화하는 방안이다.

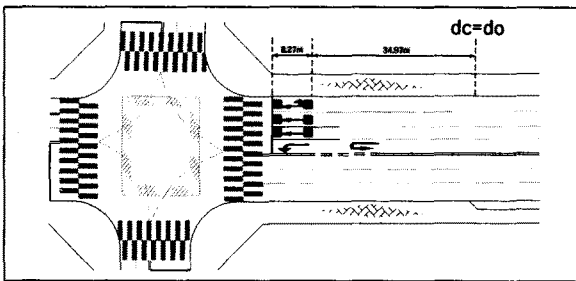
앞서 계산된 딜레마 존의 범위를 토대로 접근로 3의 경우 정지선에 위치한 자기감응식 루프검지기의 위치를 8.27m 전진 시켜야하며, 접근로 6은 15.55m 만큼 전진시켜야 하는 것으로 분석되었다.

아래의 <그림 4-2>~<그림 4-5>는 85%th속도에서 산정된 딜레마 존의 범위를 실제 접근로별로 적용하여 최대통과거리( $d_c$ )를 최소정지거리( $d_0$ )의 위치만큼 이격시켜  $d_0=d_c$ 가 되는 지점에 자기감응식 루프검지기를 이격시켜 신호위반 단속에 있어 딜레마 존의 영향을 최소화 하였다.

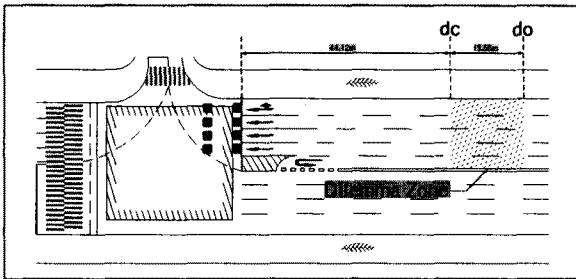




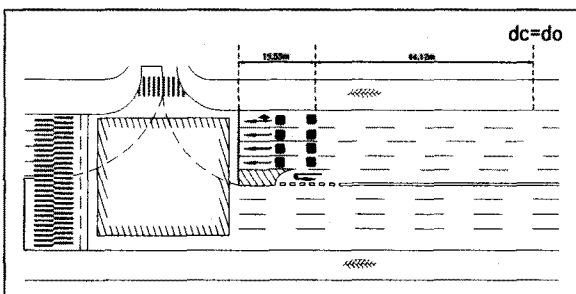
<그림 4-2> 남구청 네거리 개선 전



<그림 4-3> 남구청 네거리 개선 후



<그림 4-4> 대구교대 삼거리 개선 전



<그림 4-5> 남구청 네거리 개선 후

#### 4.2.3 루프검지기의 단속 시간 재조정

신호위반 단속에 있어 딜레마 존의 영향을 고려하여 자기감응식 루프검지기의 단속 시작 시간의 재조정이 필요하다고 판단된다.

아래의 <표 4-5>는 85%th 속도로 접근로별 딜레마 존을 통과하는데 걸리는 시간을 계산한 값이다.

<표 4-5> 85%th 속도의 딜레마 존 통과시간

구분	속도 (m/sec)	Dilemma Zone	통과시간
접근로 3	15.80	8.27	0.52 sec
접근로 6	19.31	15.55 m	0.81 sec

## V 결론 및 향후과제

### 5.1 대안별 분석

앞서 분석된 자료를 토대로 신호단속에 있어 딜레마 존의 영향을 최소화하기 위해 제시된 3가지 대안을 제시하였다. 하지만 각 대안을 개별적으로 교차로에 적용시킬 경우 문제점이 발생하는 것으로 분석되었다.

가. 황색시간 재조정의 경우 너무 많은 황색신호시간을 배분할 경우 교차로 용량저하를 초래한다. 또한 긴 황색시간을 이용하여 교차로를 통과하고자하는 차량들의 접근속도가 높아짐으로써 안전상 문제점이 발생된다.

나. 자기감응식 루프 검지기의 위치 재조정의 경우 현재 일률적으로 정지선으로부터 교차로 내부로 6.8m의 범위에 자기감응식 검지기가 위치하고 있다. 하지만 대구교대 삼거리와 같이 15.55m 만큼 이격시켜야 하는 경우 단속에 있어 어려움이 발생하게 된다.

다. 루프검지기의 단속 시간 재조정의 경우 기계상의 오차를 완벽히 잡을 없다는 문제점을 내포하고 있을 뿐만 아니라, 단속시작시간을 늦출수록 이를 악용하는 운전자들로인한 안전상의 저하를 초래하게 될것으로 판단된다.

이에 이러한 방안들을 개별적으로 적용할 경우 효율성이 저하될 뿐만 아니라 문제점이 발생되기 때문에 두 가지 이상의 방안을 병행해서 사용하는 방안을 제시하였다. 즉, 자기감응식 루프검지기를 정지선 내부로 이격시킴과 동시에 황색신호를 재조정 할 경우 교차로의 용량은 유지되면서 딜레마 존의 범위를 축소시킬 수 있으므로 교차로로 접근하는 차량들의 안전성을 확보할 수 있게 된다.

### 5.2 향후과제

본 연구는 기하구조 및 제한속도 등 여러 가지 조건이 동일함에도 불구하고 2005년도 신호

위반 단속건수가 상이하게 차이가 나는 교차로 2곳을 선정하여 원인을 파악하고 해결책을 제시하고자 하였다. 대상 교차로인 남구청 네거리 (봉덕시장→영대병원네거리)와 대구교대 삼거리 (명덕네거리→영대병원네거리)의 여러 가지 요인들을 파악하여 딜레마 존의 범위를 분석하였다.

본 연구의 주된 목적으로 신호위반 단속에 있어 딜레마 존의 영향을 최소화하는 방안을 모색하는 것이다. 하지만 또 다른 방향으로 현재 신호교차로 상에서 신호위반 단속을 함에 있어 일률적인 단속 기준에 대한 연구도 병행 하였다.

접근로별 특성이 고려되지 않고, 규격화된 설치 기준을 적용함으로써 딜레마 존의 영향은 더욱 커질 것이다. 이에 여러 가지 교통환경을 고려한 자기감응식 루프검지기의 설치기준에 대한 재고가 필요한 것으로 보인다.

본 연구에서는 제시되지 않았지만 현재 이슈화되고 있는 교차로상의 신호등 위치를 전진시켜 운전자의 인지-반응시간을 더욱더 확보하는 등의 교차로 설계상에서의 딜레마 존 최소화 방안에 대한 연구도 이루어 져야할 것이다.

신호위반 단속에 있어 신호위반 단속건수가 목적이 아닌 교차로의 효율적인 운영과 운전자의 안전을 목적으로 하는 설치기준이 재정립 되어야 할 것이다. 본 연구를 토대로 앞으로 더욱더 다양한 변수를 고려한 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 박주원. (2003). 딜레마존 개념을 적용한 좌회전 신호의 황색시간 산정방법. 석사학위논문, 연세대학교, 서울.
- 배혜성. (1999). 신호교차로 사고모형구축에 관한 연구-딜레마구간을 중심으로-. 석사학위논문, 계명대학교, 대구.
- 전태환. (1999). 황색신호시간 결정요인 분석 및 횡형개발에 관한 연구. 석사학위논문, 명지대학교, 서울.
- 박주원. (2002). 신호교차로에서 딜레마존과 직각충돌사고에 관한 연구. 석사학위논문, 전남대학교, 전남

황상호, 송창용, 배광수. (2002). 독립신호교차로 딜레마존 감응신호제어기법 개발. 교통안전협회 학술. 21(4). 7-16

문영준. (2000). 차량추종 모델과 운전자 행태에 근거한 철도교차로의 동적 딜레마 구간. 대한교통학회. 21. 37-58

Dr. Peter T. Martin. (November 2003). Evaluation of advance warning signals high speed signalized intersections. University of Utah.

Joseph S. Milazzo II, PE. (November 2003). The effect of dilemma zones on red light running enforcement tolerances. North Carolina State University.

Prahlad D. (May 2005). Field testing and implementation of dilemma zone protection and signal coordination at closely-spaced high-speed intersection. University of Cincinnati.