

■ 論 文 ■

전적색신호가 교차로 직각충돌사고에 미치는 영향
 Effect of All-Red Clearance Interval on Intersection Right-Angle Crashes

김 용 석
 (도로교통공단 교통안전팀 차장)

강 동 수
 (도로교통공단 교통안전팀 부장)

박 준 태
 (서울시립대학교 교통공학과 박사과정)

이 수 범
 (서울시립대학교 교통공학과 교수)

목 차

- | | |
|---|---------------|
| I. 서론 | 2. 분석방법 및 과정 |
| II. 전적색신호시간(All-Red Clearance Interval)의 특성과 적용 | IV. 자료수집 |
| III. 분석방법 | V. 평가결과 |
| 1. 가설의 정립 | VI. 결론 및 향후과제 |
| | 참고문헌 |

Key Words: 전적색신호시간, 황색신호시간, 사전·사후 분석, 가설검정, 정규성검정, 비모수검정
 All-Red Clearance Interval, Yellow Change Interval, Before-After Study, Hypothesis Test, Test of Normality, Non-parametric Test

요 약

교차로에서 신호시간 변경 시 교차로를 벗어나지 못한 차량과 대향 차량, 교차로 횡단보도의 보행자(자전거)와의 충돌을 피하기 위하여 황색신호와 별도로 전적색신호를 운영하고 있다. 외국은 전적색신호 운영이 교통사고에 미치는 영향을 분석해 오고 있다. 반면 국내의 경우에는 이와 같은 유사한 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 국내에서 운영되는 전적색신호가 교통사고에 어떠한 영향을 미치는 지를 가설검정 통하여 평가하였다. 전적색신호를 도입한 교차로 10개소에 대하여 전·후 사고율을 분석하였다. 95% 유의 수준에서 비모수 검정을 실시한 결과 전적색신호의 도입은 교차로 안전성을 향상시키는 것으로 분석되었다. 이는 전적색신호가 신호변경 중에 교차로에 남아 있는 차량의 정리와 미리 진입하는 차량을 통제함으로써 교차로내의 직각충돌사고를 감소시켰기 때문으로 분석된다.

An All-red clearance interval(AR) has been operating with amber signal in order to avoid collision between vehicles which cannot come out of the intersections, vehicles coming in from the opposite direction, and pedestrians(bicycles) on the crosswalk during the signal conversion time at the intersections.

Foreign nations have been analyzing AR's influences of traffic accidents. On the other hand, the similar research has not been conducted in the country. The objective of this paper, therefore, is to analyze the safety at the intersections with respect to the installation of AR through the hypothesis test. A before-and-after analysis has been performed for 10 intersections where applied AR. From the 95% of significance level, the results of Non-parametric Test show that the installation of AR improves a safety at the intersections. The results indicates that AR discharges vehicles passing through the intersections and control entering vehicles at the intersections.

1. 서론

교차로는 운전자에게 진행방향에 대한 의사결정을 요구하는 지점으로 항시 상충의 위험성을 내포하고 있다. 우리나라의 경우 2008년 교차로에서 신호위반으로 인한 사고는 26,436건으로 45,122명의 사상자가 발생하여 안전운전불이행 사고에 이어 두 번째로 많다.(2009, 경찰청) 교차로 신호운영은 차량간에 통행우선권을 부여하여 교차로에서 발생하는 흐름을 효율적으로 제어한다. 또한 교통흐름을 제어를 함으로써 차량 간의 상충기회를 최소화하여 교차로의 안전성을 높일 수 있다. 교차로에서 신호현시변경 시미처 교차로를 벗어나지 못한 차량과 대향 차량, 횡단보도 보행자 및 자전거 이용자와의 충돌을 피하기 위하여 황색신호와 별도로 전적색신호(All-Red Clearance Interval)를 운영하고 있다.

Datta, TK et al(2000)가 디트로이트(Detroit, Michigan)에서 행한 연구에 의하면 황색신호와 전적색신호가 적절하게 설계된 교차로는 전적색신호가 없는 교차로에 비해서 사고건수가 감소되었으며, 특히 직각충돌 사고가 감소되었다고 한다. 그러나 이 연구는 적절한 황색신호(4초)와 전적색신호(1.5~2초)의 도입 외에도 좌회전전용차로의 설치 및 신호 도입, 아스팔트 포장, 200ft내 노상주차 금지, 표지의 개선 등이 전적색신호와 아울러 시행되었다.

Schlattler, K. L. et al(2003)이 오클랜드 컨트리(Oakland Country, Michigan)의 3개 교차로(트럭통행이 많은 교차로 2개, 교통량이 적은 시외의 1개 교차로, 사고자료는 도입 전 4개월, 도입 후 9개월 사용)에 대해 전적색신호 도입으로 인한 신호위반과 늦은 유출(late exit)¹⁾의 전·후 효과를 비교한 결과, 신호위반은 지점에 따라 감소 또는 증가의 결과를 보였다. 그러나 적절한 소거시간 길이는 늦은 유출을 감소시키는데 효과적임 것으로 나타났다.

Roper, Brain A. et al(1990)은 인디애나(Indiana)의 28개 교차로와 비교그룹(Comparison Group)을 선정하여 전·후 효과를 분석하였다. 자료는 도입 전 2년, 도입 후 4년의 사고를 이용하였다. 분석결과 도입 후 1년은 사고가 감소하였으나 이후는 사고가 도입 전과 비슷하거나 높게 나타났다.

Reginald R. Souleyrette(2004)는 미네아폴리스

를 대상으로 하여 횡단면분석(Cross-section Study)과 도입 전·후 분석(Before-and-after Study)을 하였다. 횡단면분석에서는 전적색신호가 도입된 38개 교차로와 유사지점(Control Group)의 4년간 사고자료를 비교하였고, 전·후 분석에서는 전적색신호가 도입된 22개 교차로와 47개 유사지점의 전·후 5년간 자료를 비교하였다. 횡단면분석에서는 전적색신호가 도입된 교차로가 더 높은 사고율을 보였으며, 전·후 분석에서는 도입 후 2년까지는 도입 전보다 사고율이 감소하였으나 3년 이후는 전보다 사고가 증가한 것으로 분석되었다.

이상과 같이 외국의 연구에서는 전적색신호 운영이 교통사고에 어떠한 영향을 미치는지를 분석해 오고 있다. 반면 국내는 이와 같은 유사한 연구가 진행되어 오지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내(서울시)에서 운영되는 전적색신호가 교차로 교통사고에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하고자 한다.

II. 전적색신호시간(All-Red Clearance Interval)의 특성과 적용

적색신호 점등 시 정지할 필요가 있는 운전자들에게 주의를 주기 위해 적절한 신호변환시간(Signal change interval)이 제공되어야 한다. 신호변환시간은 황색신호시간과 전적색신호시간으로 구성된다. 차량이 이동하는 현시사이의 신호변환은 황색신호와 전적색신호가 연속적으로 이루어지고 상호연관성과 보완성을 가지므로 동시에 고려해야 한다.

황색신호의 목적은 녹색신호에 뒤늦게 진입하는 차량에 대하여 적색신호가 다음에 있음을 경고하는 것이다. 적절한 황색신호시간을 산출하기 위해서 식 (1)과 같은 운동학 모형(Kinematic Model)을 이용하며, 이 모형은 운전자의 인지반응시간, 설계속도, 감속도, 경사의 함수 등으로 이루어져 있다.(ITE, 2009)

$$y = t + \frac{v}{2a + 2Gg} \quad (1)$$

여기서

y : 황색신호시간(s)

t : 인지반응시간(일반적으로 1s)

1) 늦은 유출(late exit)은 신호현시가 적색으로 변환 후에 교차로를 벗어나는 것으로 정의

- v : 설계속도(m/s)
- a : 감속도(일반적으로 3.0m/s²)
- g : 중력가속도(9.8m/s²)
- G : 접근로경사(%/100, 내리막경사 값은 음수)

$$r = \frac{(w+l)}{v} \tag{2}$$

- 여기서
- r : 전적색신호시간(s)
- w : 정지선에서 충돌이 없는 지점까지 거리(m)
- l : 차량길이(일반적으로 6.0m)
- v : 설계속도(m/s)

황색시간이 길면 운전자들이 황색시간을 녹색시간으로 활용하게 되므로 최대 5초를 넘지 않도록 한다. 계산식에 의해 5초가 넘어갈 경우 나머지 시간은 일반적으로 전적색신호로 제공된다. 또한 MUTCD(2001)는 3~6초의 황색시간이 있어야 함을 언급하고 있다.

전적색신호는 황색신호 후에 따르는 추가적인 시간이며, 교차로내의 차량을 정리하기 위해 모든 방향에 적색신호를 등화하는 방법이다.(경찰청, 2005) 전적색신호는 황색신호시간이 과도하게 길게 산출되는 곳에서 황색신호의 효용성을 높이고 안전을 확보하기 위하여 사용된다.

전적색신호는 식(2)와 같이 교차로의 길이, 차량길이, 설계속도 등의 함수이다.(ITE, 2009)

전적색신호의 장점을 살펴보면, ① 교차로가 넓어 교차로를 미쳐 벗어나지 못한 차량과 대향차량의 충돌방지, ② 교차로를 늦게 통과하는 차량과 보행자(자전거)간의 충돌방지, ③ 접근차량에 대한 경고를 제공하여 불법적인 신호위반 감소기회 제공, ④ 신호변환 중 교차로를 통과하지 못한 차량에 대한 소거시간(Clearance time)을 제공하여 소통에 기여 등이 있다. 단점으로는 별도 신호시간을 제공하므로 교차로의 용량을 축소하는 경우가 있다.

국내 및 미국에서는 <표 1>과 같이 지역 특성을 반영하여 ITE 지침을 보완하여 적용하고 있다.

<표 1> 국내의 황색 및 전적색신호 적용현황

구분	국내	미국		
		Illinois	Indiana	Missouri
관련 산식	$Y = Tb + \frac{V}{2d} + \frac{(W+L)}{V} - Ts$ <p>Y : 황색신호시간(s) Tb : 인지반응시간(1.0s) V : 접근속도(m/s) d : 정지감속도(5.0m/s²) W : 교차로 횡단거리(m) L : 차량길이(m) Ts : 출발인지 반응 및 여유시간(1.5s)</p>	$Y + AR = t + \frac{v}{2a} + \frac{w+l}{v}$ <p>Y : 황색신호시간(s) AR : 전적색신호시간(s) t : 인지반응시간(1.0s) v : 접근속도(m/s) a : 감속도(3.0m/s²) w : 교차로 횡단거리(m) l : 차량길이(m)-6.0m추천</p>	$CI = tp + \frac{v_i}{2a+2Gg} + \frac{(w+l)}{v_c}$ <p>CI : 황색+전적색시간(s) tp : 인지반응시간(s) vi : 초기속도(m/s) a : 감속도(3.0m/s²) G : 접근로경사 g : 중력가속도(9.8m/s²) w : 교차로 횡단거리(m) l : 차량길이(m)-6.0m추천 vc : 교차로통과속도(m/s)</p>	$CP = t + \frac{V}{2a \pm 64.4g} + \frac{(W+L)}{V}$ <p>CP : 황색+전적색시간(s) t : 인지반응시간(1.0s) V : 접근속도(m/s) a : 정지감속도(m/s²) - CBD(low speed) : 3.0m/s² - 일반접근로 : 3.8m/s² - high speed 접근로 : 4.6m/s² W : 교차로 횡단거리(m) L : 차량길이(m)-6.0m추천 ※ CP는 7초이내</p>
특성	<ul style="list-style-type: none"> - 황색시간은 최대 5초로 하며, 이를 넘는 나머지 시간은 2초 범위 내에서 전적색시간을 사용함. 황색시간과 전적색신호시간을 포함해서 7초를 초과하지 못하도록 함 - 교차로 폭과 접근속도에 따른 황색신호시간과 전적색신호시간을 표로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> - ITE의 산식과 달리 경사를 고려하지 아니함 - 황색시간의 범위는 3-5초로 하며, 이를 넘는 나머지 시간은 전적색신호로 처리 	<ul style="list-style-type: none"> - 황색시간의 범위는 3-5초로 하며, 이를 넘는 나머지는 전적색신호로 처리 - 속도를 교차로에 접근하는 초기속도와 통과하는 통과속도로 구분하여 산식에 적용 - 중차량 교통량도 고려하여 차량길이를 6-17m로 적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 황색시간의 범위는 4-5초로 함 - 규정된 황색신호시간을 초과하더라도 전적색신호시간을 자동적으로 도입하지 않고 전문가의 판단에 의해 도입이 결정됨. 이는 전적색신호의 도입을 제한하여 운전자의 기대심리를 제한하기 위함 - 정지감속도가 지역에 따라 다양하게 적용 - 접근속도는 15th percentile 속도를 사용(넓은 교차로, 좌회전에 안전상 유리)

III. 분석방법

1. 가설의 정립

교차로에서 전적색신호 도입에 따른 안전성을 평가하기 위하여 다음과 같은 가설검정(Hypothesis Test)을 정립하였다.

H_0 : 전적색신호 도입 전·후 교차로의 직각충돌사고율은 동일하다.

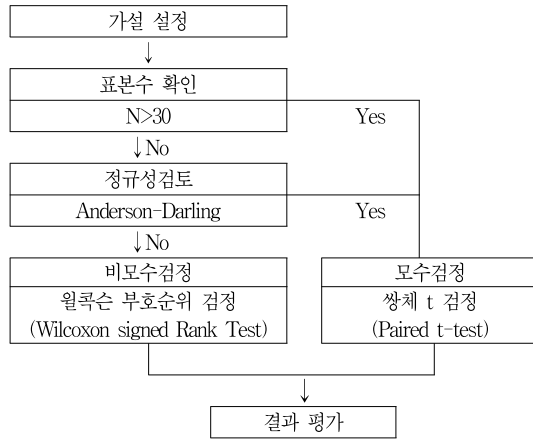
H_A : 전적색신호 도입 후 직각충돌사고율은 도입전보다 적다.

가설의 정립이유는 다음과 같다. 전적색신호는 교차로에서 현시변경 시 교차로를 벗어나지 못한 차량과 대향 차량을 시간적으로 분리하여 충돌을 피하기 위해 운영하는 방식이다. 외국의 여러 연구는 전적색신호 도입 시 초기에는 사고건수가 도입전보다 적어지는 연구결과를 나타냈다. 우리나라에서도 전적색신호 도입 후 사고발생빈도가 적어지는 지를 규명하고자 가설을 설정하였다.

2. 분석방법 및 과정

개선공사 전·후의 교통사고 평가는 사용되는 자료에 따라 ① 유사지점 비교를 통한 사전·사후 분석(Before & After Study with Control Sites),²⁾ ② 개선공사 지점에 대한 사전·사후 분석(Before & After Study),³⁾ ③ 비교평행분석(Comparative Parallel Study)⁴⁾ 등이 있다. 본 연구에서는 개선공사 지점에 대한 사전·사후 분석(Before & After Study)을 이용하였다.

조사된 집단의 표본이 정규분포를 따른다면 전적색신호 설치 전·후 교통사고를 토대로 쌍체 t-검정(Paired t-test)를 수행하여야 한다. 그러나 집단의 표본이 정규분포를 따르지 않는다면 모수적 방법 대신 비모수적 방법을 사용해야 한다. 비모수는 모집단에 대한 분포형태를 가정할 수 없는 경우에 사용되는 방법이다. 즉 비모수



<그림 1> 전적색신호 운영에 따른 분석 과정

적 방법은 모집단의 분포가 정확하게 알려져 있지 않은 경우에 뛰어난 검정력과 효율성을 보인다.(차영준의 5인, 2001)

중심극한정리에 의하면 표본의 크기가 30보다 클 경우에는 표본의 평균 및 분산이 정규분포를 따른다고 가정할 수 있지만, 30보다 작은 경우에는 표본이 정규분포를 따르는지 판단하기 위해서는 정규성을 검토해야 한다.(김도경의 2인, 2008) 따라서 본 연구에서는 표본의 크기가 30보다 작으므로 Anderson-Darling의 정규성검정 방법(Test of Normality)을 이용하여 정규성을 검토하였다. 전적색신호 운영에 따른 효과를 평가하는 과정은 <그림 1>과 같다.

IV. 자료수집

서울시 전자신호구간에서 2006년 전적색 신호를 도입한 지점을 대상으로 교차로 운영, 교통사고 등에 대한 자료를 수집하였다. 2006년 서울지역에서 전적색신호를 도입한 교차로는 30여개로 조사되었으나 교통량, 운영자료, 교통사고 등의 자료 구득이 가능한 10개 교차로를 분석대상으로 하였다.

본 연구에서 조사된 지점들은 3지와 4지 교차로로 대부분

2) 이 방법은 공사지점과 유사한 지점의 사고 변화율을 비교하는 것이다. 이때의 유사한 지점의 선정은 이 분석에서 가장 어렵고 중요한 과정으로 개선이 실시되지 않았으면서 개선지점과 유사한 사고추이나 교통량 등 주변여건이 비슷한 지점을 선정해야 한다.
 3) 개선 전·후 사고자료를 기초로 하여 사고율을 비교 평가하는 방법이다. 이 방법은 두 가지 기본적인 가정을 전제로 하고 있는데, 첫째는 개선이 없었다면 사고율은 같은 수준으로 계속된다는 것이고, 두 번째는 개선후 측정된 사고율은 개선사업의 효과에 기인한다는 것이다.
 4) 이 분석은 개선전 사고율이 없는 것을 제외하고는 유사지점을 이용한 전·후 비교 방법과 유사하다. 이 분석은 개선이 없을 경우 그 지점의 사고율도 유사지점(유사지점들의 평균)과 비슷하다는 것이다. 개선지점 사고율을 유사지점들의 평균사고율과 비교할 때 관측된 차이가 개선에 기인한다는 것을 가정으로 한다.

<표 2> 교차로 형태 및 신호운영현황

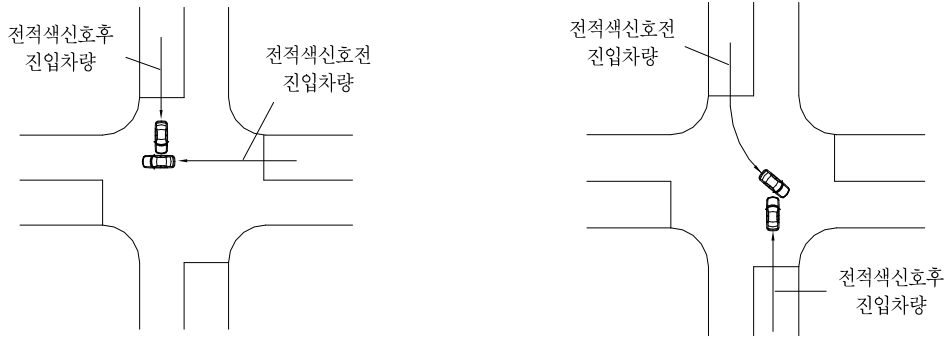
지점	형태	주기 (초)	현시			
			Φ1	Φ2	Φ3	Φ4
연희IC 동측	사천고가 연희IC	120~150				
천마 레미콘	세곡동 북정역 천마 레미콘	140~160				
영등포 홍익상가	영등포 경찰서 영등포 도서관	120~150				
북정역 앞	세곡동 남한산성	190~220				
홍익대 앞	청기와 주유소 홍대 홍익초교	110~160				
상도역 앞	신상도 터널 상도 터널	130~170				
승인동 교차로	창신동 동대문 신설동 청계7가	110~200				
능동 교차로	면복동 종곡동 어린이대공원	110~150				
수색 소방 파출소앞	구름다리 약국 수색 교회	120~160				
청담동 교차로	갤러리아 원 앞 예식장 선릉	130~170				

주) (3+2) = (황색신호시간+전적색신호시간)

분 간선도로에 위치하고 있으며, 전적색신호 설치 전·후 교차로의 기하구조 및 교통운영 개선 등 교통류의 흐름을 변화시킬 정도의 규모가 큰 개선이 이루어 지지 않은 것으로 파악 되었다. 교통량자료는 서울지방경찰청과 도로교통공단의 “교통신호체계 운영구간의 조사자료”, 서울시와 서울지방경찰청의 “서울특별시 교통량 조사자료”, 도로교통공단의 “교통사고 잦은 곳 기본개선계획”에서 발췌하여 일평균교통량(ADT)으로 환산하였다. 신호운영자료는 서울지방경찰청에서 운영 중인 지역제어기 자료를 이용하

였다. <표 2>와 같이 천마레미콘앞을 제외한 대부분의 교차로에서 2초의 전적색신호를 주고 있다. 또한 황색+전적색신호시간은 4~6초를 주고 있어 7초를 초과하지 못한다는 경찰청기준에는 적합한 것으로 나타났다.

교통사고 자료는 운전자 적용기간 사고를 배제하기 위해 전적색신호를 도입한 당해 연도를 제외하고 전·후 2년간의 사고자료를 이용하였다. 본 연구에서 전적색신호의 도입과 관련된 사고를 추출하기 위해서 <그림 2>와 같이 전적색신호가 운영되는 현시 전·후 이동하는 차량 간의



<그림 2> 전적색신호와 관련 추출된 사고유형

직각충돌사고를 전적색신호와 관련된 사고로 가정하였다.

적색신호와 관련된 직각충돌사고는 54건에서 29건으로

<표 3>과 같이 도입 전·후 10개 지점의 2년간 사고를 조사 분석한 결과, 조사된 교차로에서 발생한 총사고건수는 477건에서 408건으로 14.5%가 감소하였다. 전

46.3%가 감소하였고, 교통량을 고려한 1억 차량당 사고건수에 있어서도 도입 전 19.3건에서 10.6건으로 45.1%의 감소를 보였다.

<표 3> 전적색신호 도입 전·후 교통사고

지점	도입년월	전후	총 사고건수	전적색신호관련 직각충돌사고현황								1억대차량당 전적색신호관련 사고건수	ADT
				사고건수				인명피해					
				계	사망	중상	경상	계	사망	중상	경상		
계		전	477	54	0	25	27	80	0	35	45	19.3	766,695
		'04년	221	24	0	10	13	35	0	12	23	8.6	
		'05년	256	30	0	15	14	45	0	23	22	10.7	
		후	408	29	0	14	15	48	0	19	29	10.6	
		'07년	198	14	0	8	6	23	0	13	10	5.1	
		'08년	210	15	0	6	9	25	0	6	19	5.5	
		증감(%)	-14.5	-46.3	0.0	-44.0	-44.4	-40.0	0.0	-45.7	-35.6	-45.1	-2.0
연희IC동측	2006.2	전	23	3	0	0	3	11	0	0	11	7.8	105,719
		'04년	12	2	0	0	2	10	0	0	10	5.2	
		'05년	11	1	0	0	1	1	0	0	1	2.6	
		후	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
		'07년	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
'08년	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0			
천마레미콘	2006.6	전	19	4	0	3	1	8	0	6	2	18.8	58,563
		'04년	7	1	0	1	0	1	0	1	0	4.7	
		'05년	12	3	0	2	1	7	0	5	2	14.1	
		후	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
		'07년	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
'08년	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0			
영등포홍의상가	2006.8	전	28	5	0	2	3	6	0	2	4	11.0	125,173
		'04년	16	3	0	1	2	4	0	1	3	6.6	
		'05년	12	2	0	1	1	2	0	1	1	4.4	
		후	27	2	0	2	0	3	0	3	0	4.3	
		'07년	15	1	0	1	0	2	0	2	0	2.1	
'08년	12	1	0	1	0	1	0	1	0	2.1			
북정역앞	2006.8	전	89	3	0	2	1	4	0	3	1	10.9	75,556
		'04년	48	1	0	1	0	2	0	2	0	3.6	
		'05년	41	2	0	1	1	2	0	1	1	7.3	
		후	66	3	0	2	1	4	0	2	2	10.8	
		'07년	37	2	0	1	1	2	0	1	1	7.2	
'08년	29	1	0	1	0	2	0	1	1	3.6			

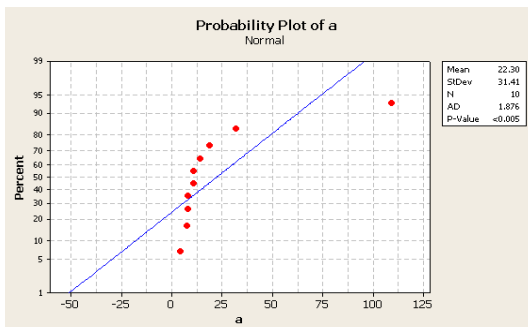
홍익대앞	2006.8	전	23	1	0	1	0	2	0	2	0	8.0	34,206
		'04년	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
		'05년	18	1	0	1	0	2	0	2	0	8.0	
		후	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
		'07년	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
상도역앞	2006.8	'08년	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	33,219
		전	41	4	0	2	2	5	0	2	3	13.8	
		'04년	14	2	0	1	1	2	0	1	1	6.9	
		'05년	27	2	0	1	1	3	0	1	2	6.9	
		후	33	3	0	1	2	4	0	1	3	10.4	
송인동교차로	2006.9	'07년	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	79,448
		'08년	25	3	0	1	2	4	0	1	3	10.4	
		전	75	17	0	5	10	18	0	8	10	108.8	
		'04년	29	11	0	3	7	11	0	4	7	70.4	
		'05년	46	6	0	2	3	7	0	4	3	38.4	
능동교차로	2006.9	후	61	9	0	5	4	11	0	5	6	63.0	39,194
		'07년	31	3	0	3	0	3	0	3	0	21.0	
		'08년	30	6	0	2	4	8	0	2	6	41.9	
		전	99	5	0	4	1	6	0	4	2	32.0	
		'04년	54	4	0	3	1	5	0	3	2	25.6	
수색소방파출소앞	2006.9	'05년	45	1	0	1	0	1	0	1	0	6.4	42,918
		후	87	5	0	2	3	16	0	6	10	35.0	
		'07년	43	3	0	2	1	8	0	6	2	21.0	
		'08년	44	2	0	0	2	8	0	0	8	14.0	
		전	25	2	0	1	1	4	0	3	1	7.7	
청담동교차로	2006.10	'04년	13	0	0	0	0	0	0	0	0.0	71,799	
		'05년	12	2	0	1	1	4	0	3	1		7.7
		후	14	1	0	0	1	1	0	0	1		4.0
		'07년	4	0	0	0	0	0	0	0	0		0.0
		'08년	10	1	0	0	1	1	0	0	1		4.0
충담동교차로	2006.10	전	55	2	0	1	1	2	0	1	1	4.2	130,395
		'04년	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
		'05년	32	2	0	1	1	2	0	1	1	4.2	
		후	68	1	0	1	0	1	0	1	0	2.1	
		'07년	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
'08년	32	1	0	1	0	1	0	1	0	2.1			

주) 사고율 산정 시 고려되는 ADT는 '04년과 '08년 교통량 구득이 용이하지 않아 각각 '05년과 '07년 교통량과 동일함을 가정

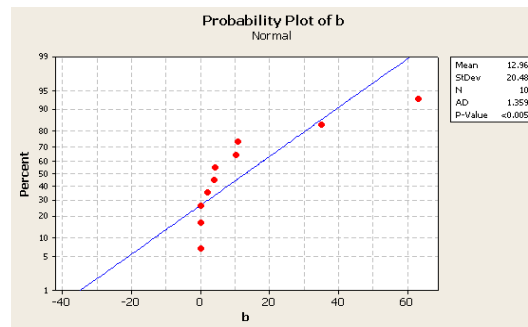
V. 평가결과

전적색신호 도입 전·후 안전성평가를 위해서 수집된 표본수는 10개이므로 가설검정에 앞에 정규성 검토를 하였다. 도입 전·후 2년간 사고율에 대한 정규성을

Anderson-Darling 방법으로 검정한 결과 산출된 p값이 각각 0.005이하이므로 “표본의 분포는 정규분포를 따른다.”는 귀무가설(H₀)을 유의수준 95%에서 기각한다. 그러므로 교통사고 표본은 정규분포를 따른다고 할 수 없다(<그림 3>, <그림 4> 참조).



<그림 3> 도입 전 교통사고율 정규성 검토



<그림 4> 도입 후 교통사고율 정규성 검토

<표 4> 전적색신호 도입에 따른 안전성 평가 결과 (단측검정)

Wilcoxon Signed Rank Test : a-b					
Test of median = 0.00 versus median ≠ 0.00					
	N	N for Test	Wilcoxon statistics	P	Estimated Median
a-b	10	10	52.0	0.007	5.710

따라서 쌍체 표본을 이용한 비모수 윌콕슨 부호순위 검정을 이용하여 분석하였다. 도입 전후의 사고율 차이 (도입 전 사고율 - 도입 후 사고율)를 생성하여 전적색 신호를 도입하면 직각충돌사고가 적어질 것이라는 가설을 검증하였다.

가설검정을 실시한 결과 <표 4>와 같이 산출된 p-값이 0.007로 95%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하므로 전적색신호를 도입할 경우 도입전보다 직각충돌사고가 적어진다고 볼 수 있다.

이는 전적색신호가 신호변환 시 교차로에 남아 있는 차량의 정리와 미리 진입하는 차량을 통제함으로써 교차로내의 충돌사고를 감소시켰기 때문으로 분석된다.

VI. 결론 및 향후과제

교차로는 다양한 흐름을 가지는 교통류와 더불어 운전자에게 진행방향에 대한 의사결정을 요구하는 구간이므로 일반 단일로 구간에 비해 차량 간 상충이 많이 일어난다. 차량 간 상충을 감소시키기 위하여 신호등을 설치하여 교통류를 시간적으로 분리한다. 그러나 신호등 설치 후에도 운전미숙, 신호위반 등으로 교통사고가 감소하지 않는 지점도 있다.

신호를 통한 차량의 안전을 확보하기 위한 방법의 하나로 전적색신호가 운영되고 있다. 전적색신호의 도입은 황색신호의 증가에 따른 신호위반 기회감소, 신호변경 시 교차로내에 남아있는 차량에 대한 유출시간을 확보해 줄 수 있으므로 시행초기에는 교통사고를 감소시키는 장점이 있는 것으로 해외의 여러 연구에서 나타나고 있다. 국내에서는 전적색신호가 사고에 미치는 영향이 분석된 적이 없어 이에 대한 연구를 하였다.

2006년에 전적색신호가 도입된 서울시 10개 교차로를 대상으로 도입 전·후 2년간 사고율에 대하여 정규성과 가설 검정을 실시하였다. 표본이 정규분포를 따르지 않아 비모수 윌콕슨 부호순위검정으로 가설을 검증한 결과, 95% 유의수준에서 귀무가설(H₀: 도입 전·후 사고는 동

일하다.)을 기각하여 전적색신호의 도입이 교차로의 안전성을 향상시키는 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 도입 전·후 장기간의 교통사고 자료 구득이 용이하지 않아 2년간의 사고를 이용하여 분석하였다. 향후에는 장기간 교통사고의 구득이 가능한 시점에서 추가적인 분석, 도입에 따른 사고유형의 변화 등에 대해서도 연구할 필요가 있다.

참고문헌

1. 경찰청(2009), 교통사고통계.
2. 경찰청(2005), 교통신호기 설치·관리 매뉴얼.
3. 도로교통공단(2008), 교통사고통계분석.
4. 차영준외 5인(2001), 비모수 검정, 자유아카데미
5. 김도경, 박정순, 이점호(2008.9), 신호 및 좌회전 처리 방법에 따른 교차로 안정성 평가, 서울도시연구 제9권 제3호.
6. 서울시, 서울지방경찰청(2006), 교통량조사자료.
7. 서울지방경찰청, 도로교통공단(2005, 2007), 서울특별시 교통신호체계 운영구간 교통량조사 자료.
8. 홍유표, 김민중(2009.3), 신호개선이 교통안전에 미치는 영향분석. 도로교통공단 내부자료.
9. Datta, TK; schattler, K; and Datta, S(2000), Red Light Violation and Crashes at Urban Intersection., TRB 1734, pp.52~58.
10. schattler, K. L., T. K. Datta, and C. L. Hill S(2003), "Change and Clearance Interval Design on Red Light Running and Late Exits." TRB 82nd Annual Meeting Compendium of Papers.
11. Roper, Brain A., Jon D. Fricker, C. Shinha Kumares, Robert E. Montgomery. "The effect of the All-red Clearance Interval on Intersection Accident Rates in India", Purdue University. Indiana Department of Transportation. Joint Highway Research Project. FHWA/IN/JHRP-90/7.
12. Reginald R. Souleyrette, Molly M. O'Brien, Thomas McDonald(2004), "Effectiveness of All-Red Clearance Interval on Intersection Crashes", Center for Transportation Research and Education Iowa State University, Published

by Minnesota Department of Transportation
 Research Services Section, pp.57~58.

13. Institute of Transportation Engineers Technical
 Council Task Force 4TF-1(1994.8), "Determining
 Vehicle Signal Change and Clearance Intervals",

An Informal Report the Institute of Trans-
 portation Engineers, pp.3~4, p.7.

14. Institute of Transportation Engineers(2009),
 "Traffic Engineering Handbook(6th Edition)",
 pp.412~413.

- ✎ 주 작 성 자 : 김용석
- ✎ 교 신 저 자 : 이수범
- ✎ 논문투고일 : 2009. 7. 6
- ✎ 논문심사일 : 2009. 8. 24 (1차)
- 2009. 11. 18 (2차)
- 2010. 1. 27 (3차)
- ✎ 심사판정일 : 2010. 1. 27
- ✎ 반론접수기한 : 2010. 6. 30
- ✎ 3인 익명 심사필
- ✎ 1인 abstract 교정필