

진입교통량 및 접근로수별 회전교차로의 사고감소 효과*

Accident Reduction Effects of Roundabout by Entering Volume and Number of Approach

백태헌** · 박병호***

Beak, Tae Hun · Park, Byung Ho

Abstract

This study deals with the traffic accident of roundabout. The purpose is to analyze the accident reduction effects transferring from intersection to roundabout by entering volume and number of approach. In pursuing the above, this study gives particular emphasis to comparatively analyzing the accidents before and after transferring. The main results are as follows. First, the number of traffic accidents were analyzed to be decreased after installing roundabout. Second, the accident reduction of roundabouts with less ADT were evaluated to be less than that of other roundabouts. Finally, the accident reduction of 3-leg roundabouts were analyzed to be less than that of other types of roundabouts.

키 워 드 ▪ 회전교차로, 진입교통량, 교통사고, 비교그룹방법, 사고감소효과

Keywords ▪ Roundabout, Entering Volume, Traffic Accident, Before-after Evaluation with Comparison Group, Accident Reduction Effect

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

2011년 교차로 교통사고는 총 99,086건으로 나타나, 전체 교통사고(221,711건)의 약 44.7%를 차지하는 것으로 보고되었다(도로교통공단, 2013). 또한 전체 교통사고는 2001년 약 29만건에서 2011년 약 22만건으로 꾸준한 감소추세를 보이는 반면, 교차로 교통사고는 동기간동안 64,693건에서 101,547건으로 77%나 증가된 것으로 보고되었다(교통안전공단,

2013). 이에 교차로 교통사고를 줄이기 위한 많은 노력이 이루어지고 있으나, 아직 그 효과는 미미한 수준이다.

이런 교차로 교통사고를 줄이기 위한 방안으로 대두되고 있는 것 중 하나가 회전교차로의 설치이다. 회전교차로는 중앙에 교통섬을 우회하는 형태로 운영되고 있으며, 기존의 로터리 형식을 1970년대 영국에서 운영방식 및 기하구조를 개선한 것이다.

회전교차로는 다른 형태의 평면교차로에 비해 여러 장점을 가지고 있다. 그 중 가장 큰 장점 중 하나인 사고감소 효과에 대해서는 해외의 많은 연구

* 이 연구는 2013년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

이 연구는 대한국토·도시계획학회 2013 춘계학술대회에서 발표한 연구를 수정·보완하여 작성하였음

** 충북대학교 대학원 박사과정 (주저자 : simsimback@naver.com)

*** 충북대학교 도시공학과 교수(교신저자 : bhpark@chungbuk.ac.kr)

에서 부각되고 있다. 프랑스의 경우 회전교차로로 전환 후 위험사고(중상자이상의 사고)가 79% 이상 감소한 것으로 보고되었다. 또한 독일의 경우 1차로 회전교차로 전환 후 총 사고는 30% 사망사고는 88% 감소하였다고 보고된 바 있다(Werner Brilon, 2005). 이러한 회전교차로의 안전성 때문에 정부에서는 교통운영체계 선진화 방안의 일환으로 회전교차로의 도입을 적극 장려하고 있으며, 이에 여러 지자체가 회전교차로 도입을 검토하고 있다(국가경쟁력강화위원회, 2009).

하지만 점진적으로 발전되어온 유럽 및 미국과 달리 국내 도입은 급진적으로 이루어 졌기 때문에, 회전교차로의 운영방식은 국내 운전자들에게는 생소한 방식일 수 있다. 이에 국내 회전교차로를 대상으로 안전 효과에 대한 연구가 필요하다고 판단된다. 그러나 다양한 해외의 연구결과에 비해 국내 회전교차로 도입의 사고 감소 효과에 대한 연구결과 사례는 찾아보기 힘들다. 국내의 회전교차로에 대한 연구는 대부분 시뮬레이션을 통한 용량분석이나 사고요인을 찾는 사고모형 개발에 치우쳐져 있다.

또한 회전교차로의 성능은 일반적으로 교차로 진입 교통량 및 접근로 수 등의 교통조건에 많은 영향을 받는다. 이런 특징은 회전 교차로의 용량뿐 아니라, 안전성에도 영향을 줄 것으로 판단된다.

이에 이 연구는 국내 운영중인 회전교차로 중 2008~2010년도에 개선된 회전교차로 23개 지점을 선정하여, 진입교통량에 따라 회전교차로를 분류한다.

연구의 목적은 분류된 그룹에 따라 회전교차로 도입의 사고 감소 효과를 단순비교방법(simple before-after evaluation method)과 비교그룹방법(before-after evaluation with comparison group)을 통해 분석하는데 있다.

이 연구는 회전교차로의 안전효과를 교통사고와 관련되어 분석을 시도한 기초연구로 그 결과는 회

전교차로로의 도입에 많은 시사점을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구 범위 및 수행과정

이 연구는 회전교차로 설치에 따른 사고 감소 효과에 대해 분석하고자 하는 연구로 국내 회전교차로 중 2008~2010년에 개선된 회전교차로를 대상으로 한다. 또한 분석 대상지의 개선 전과 개선 후의 사고를 분석하기 위하여 2007년~2011년도의 사고 자료를 사용하였다. 이 연구의 수행과정은 다음과 같다.

첫째, 국내·외의 선행연구를 검토하여 관련연구 및 분석방법론을 고찰한다.

둘째, 국내 회전교차로 중 2008~2010년도에 개선된 회전교차로를 선정하여 사전-사후 자료를 구축하고, 기술통계를 통하여 자료의 특성을 파악한다.

셋째, 단순비교와 비교그룹방법을 사용하여 회전교차로 도입에 따른 감소효과를 추정한다.

넷째, 연구결과를 정리하고, 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 기존연구 고찰

1. 회전교차로 관련 연구

1) 국내 연구

국내연구에서는 회전교차로 도입 후의 사고 감소 효과에 대한 연구보다는 용량 연구와 사고원인을 찾는 모형의 개발에 관련된 연구가 주를 이루고 있다.

김두한 등(2003)은 3년간의 사고 자료를 토대로 Traffic Circle과 비신호교차로를 안전성 측면에서

비교·분석하였다. 또한 Traffic Circle에서는 경상의 빈도가 높게 나타나 사고 심각도가 낮아지는 것으로 분석하였다.

박준(2010)은 설계단계에서 회전교차로의 안전성과 운영 수준을 분석하였다. 그 결과 안전성에 영향을 미치는 요소는 진입로 수, 진입로 폭, 피집폭, 피집구간 길이, 내접원 직경, 회전차로 수, 중앙교통섬 직경으로 분석하였다.

한수산 등(2010)은 원형교차로의 사고 유형별 사고 모형을 개발하였다.

김경환 등(2011)은 도시부 원형교차로를 운영 유형별로 구분하였고, 각 유형의 사고 영향 요인을 분석하기 위해 사고 모형을 개발하였다. 그 결과 회전교차로에 영향을 미치는 요인으로 접근로 평균차로 수, 접근로별 분리교통섬 수, 접근로별 감속시설 수 및 주차시설 유무가 선정되었다.

김태영 등(2012)은 국내 회전교차로의 실제 운영을 바탕으로 임계간격을 산정하였다. 그 결과 국내 임계간격은 2.744초로 국외의 연구결과보다 1.5~2.5초 더 적은 것으로 분석되었다.

이동민 등(2013)은 사전·사후의 동영상 분석을 통해 회전교차로 도입의 효과를 분석하였다. 그 결과 안전 측면에서 개별차량의 속도편차가 작아지고, 보행자와의 상충이 줄어드는 반면, 추돌상충이 증가하였다. 이런 결과는 통행우선권이 정립되지 않았기 때문에 발생한 것으로 판단하였다.

2) 국외 연구

국내와 달리 국외연구에서는 회전교차로의 안전성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 사고 감소 효과에 대한 연구가 보고 되었다.

Bhangwant(2001)는 Hauer의 EB(empirical bayes) 방법을 이용하여 신호교차로를 회전교차로로 전환 시의 사고 감소 효과를 분석하였다. 그 결

과 신호교차로를 회전교차로로 전환하였을 경우 사고가 크게 줄어드는 것으로 분석하였다.

Bram 등(2005)은 회전교차로가 건설되었을 때 도로 안전에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 그 결과 회전 교차로가 건설되면 인접도로에서 사고 감소효과가 발생하며, 이는 1~3년 동안 지속적으로 감소하고 그 후 안정화된다고 분석하였다.

Frank F 등(2008)은 시뮬레이션 분석을 통해 회전교차로와 신호교차로의 사고 위험성을 분석하였다. 여러 지표를 사용하여 분석한 결과 회전교차로에서 충돌의 노출빈도가 현저히 적게 나타났다.

Isebrands(2009)는 미국 5개주의 고속주행교차로를 회전교차로로 개선한 전과 후의 사고자료를 비교·분석하였다. 또한 회전교차로로 전환하여 속도를 낮출 경우 사고율은 67% 감소하며, 부상사고율은 89% 감소하는 것으로 분석하였다.

Søren(2013)은 덴마크의 회전교차로를 대상으로 전환 시의 안전성을 분석하였다. 회전교차로의 사고는 일시적으로 증가하였다가 안정화 되는 것으로 분석하였다. 또한 고속주행 교차로 및 비신호 교차로를 전환 하였을 때 안전 효과가 가장 크게 나타난다고 분석하였다.

Xiao 등(2013)은 회전교차로 도입의 안전효과가 여러 가지 교통 조건(속도, 차로 수, 개선 전 교차로의 형태)에 따라 어떻게 차이가 발생하는지 규명하였다. 사고 감소 효과는 고속, 일차로, 양방제어교차로 유형에서 전환할 경우 크게 발생하는 것으로 분석하였다.

2. 분석방법론 고찰

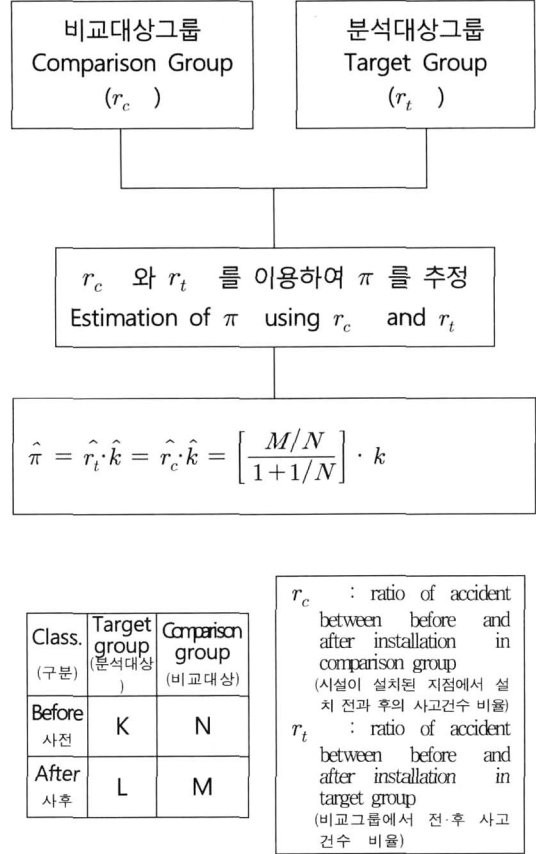
일반적으로 교통시설물의 사전·사후 효과 분석은 단순비교방법, 일대일비교방법, 비교그룹방법 및 Bayes 방법의 4가지 방법을 활용한다.(Hauer, 1997(이수범(2008)의 연구에서 재인용)).

이 중 비교그룹방법은 경우 유사 특성을 지닌 지점을 비교그룹으로 분류하여 외적요인을 보정하는 방법이다. 이 방법은 한 지점을 선택 하는 것에서 발생할 수 있는 오류를 보완하는 장점이 있지만, 비교 그룹 산정의 난해하고 평균으로의 회귀(RTM) 문제가 발생하는 단점이 있다.

이 연구는 외부변화 요인에 따른 분석 오류를 최소화하기 위해 비교그룹방법을 활용하여 분석을 시행하였다. 이 연구에서는 자료수집의 한계로 인하여 Bayes 방법은 적용하지 못하지만, 회전교차로를 도입하지 않은 인근 신호교차로를 선정하여 비교대상 그룹으로 활용함으로써, 유사성에 따른 문제를 극복하고자 하였다.

비교그룹을 이용한 사전·사후 분석방법의 기본개념은 특정 사업이 시행된 지점에서 사업 시행 후 발생한 사고건수와 유사한 조건의 지점에서 사업이 시행되지 않았을 경우에 발생할 사고건수를 예측하여 비교하는 것이다(Hauer, 1997(이수범(2008)의 연구에서 재인용)).

비교그룹방법의 기본개념은 <Figure 1>와 같고, 수행과정은 <Table 1>과 같다. 일반적으로 비교그룹방법에서의 효과척도는 사고변화건수(δ), 혹은 사고변화율(θ)이 사용되며, $\theta < 1$ 이면, 시행된 교통안전사업은 교통사고 감소에 효과가 있는 것으로 결론 내린다(Hauer, 1997(이수범(2008)의 연구에서 재인용)).



주 : 이수범(2008)의 연구에서 재인용
note : Recited in the study of Lee, S. B. (2008)

그림 1. 비교그룹방법의 기본개념

Figure 1. Concept of Comparison Group Method

표 1. 비교그룹방법의 수행과정

Table 1. Study Flow of Comparison Group Method

Step	목적 Purpose	비교그룹방법 계산식 Equations of Comparison Group Method
Step 1	추정 Forecasting λ, π	$\hat{\sigma} = L$ $\hat{\pi} = \hat{r}_t \cdot \hat{k} = \hat{r}_c \cdot \hat{k} = \frac{N/M}{1+1/M} \cdot K$
	추정 Forecasting $\hat{\sigma}^2[\hat{\lambda}]$	$VAR[\hat{\lambda}] = L$ $VAR[\hat{\pi}] = \hat{\pi}^2 \cdot \left[\frac{1}{K} + \frac{VAR[\hat{r}_c]}{\hat{r}_c} \right]$

Step	목적 Purpose	비교그룹방법 계산식 Equations of Comparison Group Method
		$\sigma^2[\hat{\pi}] = \hat{\pi}^2 \cdot \left[\frac{1}{K} + \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{M} + \frac{VAR[\omega]}{E^2[\omega]} \right) \right]$ \therefore $VAR[\hat{r}_c] \cong \hat{r}_c^2 \cdot \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{M} + \frac{VAR[\omega]}{E^2[\omega]} \right)$ $\hat{\delta} = \hat{\pi} - \hat{\lambda} = K - L$
Step 3	추정 Forecasting δ, θ	$\hat{\theta} \cong \frac{(\hat{\lambda}/\hat{\pi})}{1 + (VAR[\hat{\pi}]/\hat{\pi}^2)} = \frac{(L/K)}{1 + (K/K^2)}$ $\sigma^2[\hat{\delta}] = \hat{\pi} + \hat{\lambda} = K + L$
Step 4	추정 Forecasting $\hat{\sigma}^2[\hat{\delta}]$, $\hat{\sigma}^2[\hat{\theta}]$	$\hat{\sigma}^2[\hat{\theta}] \cong \frac{(VAR(\hat{\lambda})/\hat{\lambda}^2) + (VAR(\hat{\pi})/\hat{\pi}^2)}{[1 + (VAR[\hat{\pi}]/\hat{\pi}^2)]^2}$ $= \frac{\hat{\theta}^2 \cdot [(L/L^2) + (K/K^2)]}{[1 + (K/K^2)]^2}$

주 : 이수범(2008)의 연구에서 재인용
note : Recited in the study of Lee, S. B. (2008)

3. 연구의 차별성

이 연구는 회전교차로의 도입 전과 후를 비교분석하여 도입에 따른 사고 감소 효과를 분석하는 연구로 차별성은 다음과 같다.

첫째, 기존의 국내 회전교차로에 대한 연구는 대부분 회전교차로 도입에 따른 용량분석이나 회전교차로 유형별 사고 모형의 개발이 주를 이루었으나, 이 연구는 회전교차로 도입에 따른 사고 감소 효과를 분석하고자 하였다.

둘째, 회전교차로 도입에 따른 안전성 평가는 대부분 국외연구에서 이루어졌으나, 이 연구는 회전교차로 전환 전과 후의 사고 감소 효과를 국내 자료를 통해 분석하였다.

셋째, 기존 국내 연구는 회전교차로의 도입효과를 일괄적으로 분석하였으나, 이 연구에서는 회전교차로 사고 감소 효과를 교통조건에 따라 분류하

여 분석하였다. 이를 통해 회전교차로 도입 후 사고 감소 측면에서 유리한 교통 조건을 찾고자 하였다.

III. 분석의 틀 설정

1. 자료 수집

이 연구에서는 회전교차로 도입 전·후의 사고 감소 효과를 비교하기 위해 국내 설치된 회전교차로 중 2008~2010년 개선했던 전국 23개 회전교차로를 대상으로 선정한다. 분석 대상 교차로의 수가 확대될 수 없는 이유는 교통선진화 정책으로 설치되는 회전교차로가 대부분 신설 교차로이므로, 그 표본수가 줄어들었기 때문이다. 분석대상 교차로는 <Table 2>와 같다.

분석에는 도로교통공단의 교통사고분석시스템을 활용하여 2007~2011년의 5개년도 사고자료를 수집하여 사용된다.

2. 자료 분류

교통량에 따른 도입 효과를 분석하기 위해 대상 교차로를 총 진입교통량에 따라 5,000대/일 이하(그룹 1), 5,000~10,000대/일(그룹 2), 10,000대/일 이상(그룹 3)의 세 가지 그룹으로 분류한다. 그리고 접근차로 수에 따른 도입효과 분석을 위하여 대상 교차로를 3지(그룹 A), 4지(그룹 B) 및 5지 이상(그룹 C)의 교차로로 분류한다. 연구에 사용된 교차로의 지점 수 및 분류 기준은 <Table 3>과 같다.

표 2. 조사대상 교차로

Table 2. Survey Intersections

Region	Name	Installed Year	ADT	Number of Approach
Gyeonggi	Dangmal Underpass	2008	10,931	3
Gyeonggi	Taepyeong Intersection	2009	17,129	4
Gyeonggi	Seorakmyeon Office Center Intersection	2009	8,846	5
Gangwon	samil Plaza 5-leg Intersection	2008	11,961	5
Gangwon	Yemi 6-leg Intersection	2008	3,588	6
Chungbuk	Gangyai Seopyeong Intersection	2008	6,198	4
Chungbuk	Daeso Buyun	2008	3,155	3
Chungbuk	Jisil Intersection	2010	3,597	3
Chungbuk	Hoedong Intersection	2010	2,098	4
Chungbuk	Gimjeong 3-leg Intersection	2010	5,051	3
Chungbuk	Seongsin Intersection	2010	7,194	4
Chungbuk	Geumsin Intersection	2010	1,210	4
Chungnam	Suchon 3-leg Intersection	2010	1,942	3
Chungnam	Sinchang Rail Station 3-leg Intersection	2010	3,342	3
Chungnam	Hwangsan 3-leg Intersection	2010	1,784	3
Chungnam	Okdol Hill 4-leg Intersection	2010	576	4
Chungnam	Rail Station 3-leg Intersection	2009	21,583	3
Jeonbuk	Gyeongbok Palace Apartment 3-leg Intersection	2008	4,742	3
Jeonbuk	Gimje City Hall 5-leg Intersection	2009	28,171	5
Jeonbuk	Gimje Police Station 5-leg Intersection	2008	23,485	5
Jeonbuk	Dangsan Intersection	2008	5,815	4
Gyeongnam	Baegyeon Intersection	2009	6,236	4
Jeju	Seogwangseori Intersection	2008	3,229	4

표 3. 그룹의 분류

Table 3. Classification of Groups

일평균진입 교통량 ADT	under 5,000 veh./day	5,000~10,000 veh./day	over 10,000 veh./day
	Group 1 (11 points)	Group 2 (6 points)	Group 3 (6 points)
접근로 수 Number of Approach	3-leg	4-leg	5 over-leg
	Group A (9 points)	Group B (9 points)	Group C (5 points)

또한 비교대상 그룹은 교통량 및 속도 등의 변수가 최대한 유사하도록 설정하기 위해 대상 교차로의 주도로 상에 위치한 상부교차로와 하부교차로 중 분류조건(교통량 및 접근로 수)에 부합하는 교차로를 지정하여 자료를 수집한다. 비교대상 그룹의 구성 방법은 <Figure 3>과 같다.

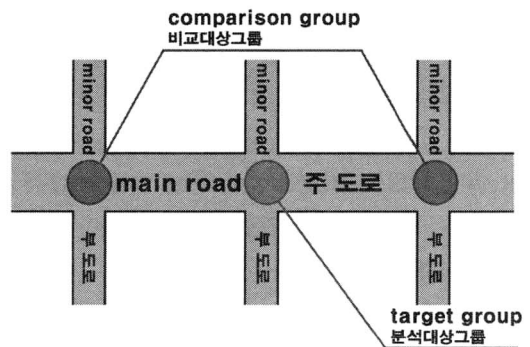


그림 3. 비교대상그룹의 선정

Figure 3. Composition of Comparison Groups

IV. 사고감소효과 분석

1. 진입교통량 유형별 분석

1) 단순비교법 사고 감소효과

전술한 바와 같이 회전교차로 도입연도가 다르기 때문에 사고 건수는 설치 전과 설치 후의 연평균

사고건수를 사용한다. 단순비교법으로 분석한 결과는 <Table 4>와 같다.

표 4. 단순비교방법의 분석결과 (진입교통량)
Table 4. Result of Simple Before-After Evaluation Method (Entering Volume)

구분 Classification	분석대상그룹 Target Group	비교대상그룹 Comparison Group	
Group 1	Before	38	28
	After	30	30
	Simple Method	-8(-21%)	2(7%)
Group 2	Before	15.5	17
	After	8	19
	Simple Method	-7.5(-48%)	2(11%)
Group 3	Before	19.5	21
	After	10.5	19.5
	Simple Method	-9(-46%)	1.5(-7%)

분석대상 그룹의 사고건수는 Group 1의 경우 38건에서 30건으로 8건(21%) 감소하였고, Group 2의 경우 15.5건에서 8건으로 7.5건(48%) 감소하였다. Group 3은 19.5건에서 10.5건으로 9건(46%) 감소하였다. 동 기간 동안 비교대상 그룹의 사고건수는 Group 1의 경우 2건(7%) 증가하였고, Group 2의 경우 2건(11%) 증가하였으며, Group 3의 경우 1.5건(7%) 감소하였다.

단순비교법으로 진입교통량별 사고 감소 효과를 추정해 보면, 일정 교통량(5,000대/일) 이상인 그룹에서 사고 감소 효과가 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

2) 비교그룹법 사고 감소효과

진입 교통량 유형에 따라 그룹화한 교차로의 비교그룹법 결과는 <Table 5>와 같다.

표 5. 비교그룹방법의 분석결과 (진입교통량)
Table 5. Result of Before-After Evaluation with Comparison Group (Entering Volume)

구분 Classification	그룹 1 Group 1	그룹 2 Group 2	그룹 3 Group 3
Number of accident in target group (Before)	38	15.5	19.5
Number of accident in target group (After)	30	8	10.5
Number of accident in comparison group (Before)	28	17	21
Number of accident in comparison group (After)	30	19	19.5
λ	30	8	10.5
$\hat{\pi}$	39.31	16.36	17.28
Reduction in accident(δ)	9.31	8.36	6.78
Measure of effectiveness (θ)	0.77	0.48	0.51
Variation of reduction in accident($\hat{\sigma}^2[\delta]$) (Std. deviation)	69.31 (8.33)	24.36 (4.94)	27.78 (5.27)
Variation of measure of effectiveness ($\hat{\sigma}^2[\theta]$) (Std. deviation)	0.03 (0.19)	0.04 (0.21)	0.04 (0.20)

Group 1은 단순 비교에서는 8건(21%)이 감소한 반면, 비교그룹법에서는 9.31건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.77로 나타나 회전교차로 도입에 따라 23%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

Group 2는 단순 비교에서는 7.5건(48%)이 감소하였고, 비교그룹법에서는 8.36건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.48로 나타나 회전교차로 도입에 따라 52%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

Group 3의 경우 단순 비교에서는 9건(46%)이

감소하였고, 비교그룹법에서는 6.78건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.51로 나타나 회전교차로 도입에 따라 49%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

회전교차로의 진입교통량 유형별 사고 감소율은 전반적으로 일정 수준(5,000대/일) 이상인 교차로에서 크게 나타나는 것으로 분석된다. 이러한 결과는 적은 교통량으로 운영되는 회전교차로에서는 일반적으로 차량이 높은 속도를 유지하여 진입하기 때문인 것으로 판단된다.

또한 교통량이 많은 교차로에서는 차량의 상충 빈도가 상대적으로 많이 발생한다. 일반적으로 회전교차로는 상충지점 수를 감소시키는 경향이 있다. 이러한 이유로 교통량이 많은 교차로에서 전환 시 감소효과가 크게 나타난 것으로 판단된다.

2. 접근로 수별 분석

1) 단순비교법 사고 감소효과

접근로 수에 의한 회전교차로 그룹 별 사고 감소효과를 단순비교법으로 비교한 결과는 (Table 6)과 같다.

분석대상 그룹의 사고건수는 Group A의 경우 12.5건에서 10.5건으로 2건(16%) 감소하였고, Group B의 경우 31건에서 17.5건으로 13.5건(44%) 감소하였다. Group C 9.5건에서 20.5건으로 9건(31%) 감소하였다. 동 기간 동안 비교대상 그룹의 사고건수는 Group 1의 경우 4건(24%) 증가하였고, Group 2의 경우 0.5건(2%) 증가하였으며, Group 3의 경우 2건(9%) 감소하였다.

단순비교법으로 접근로 수별 사고 감소 효과를 추정해 보면, 4지 교차로에서 사고 감소 효과가 크게 나타나는 것으로 분석된다.

표 6. 단순비교방법의 분석결과 (접근로 수)
Table 6. Result of Simple Before-After Evaluation Method (number of approach)

구분 Classification		분석대상그룹 Target Group	비교대상그룹 Comparison Group
Group A	Before	12.5	17
	After	10.5	21
	Simple Method	-2(-16%)	4(24%)
Group B	Before	31	26
	After	17.5	26.5
	Simple Method	-13.5(-44%)	0.5(2%)
Group C	Before	29.5	23
	After	20.5	21
	Simple Method	-9(-31%)	-2(-9%)

2) 비교그룹법 사고 감소효과

접근로 수 분류에 따라 그룹화한 교차로의 비교 그룹법 결과는 Table 7과 같다.

표 7. 비교그룹방법의 분석결과 (접근로 수)
Table 7. Result of Before-After Evaluation with Comparison Group (number of approach)

구분 Classification	그룹 1 Group 1	그룹 2 Group 2	그룹 3 Group 3
Number of accident in target group (Before)	12.5	31	29.5
Number of accident in target group (After)	10.5	17.5	20.5
Number of accident in comparison group (Before)	17	26	23
Number of accident in comparison group (After)	21	26.5	21
λ	10.5	17.5	20.5
$\hat{\pi}$	14.58	30.43	25.81
Reduction in accident(δ)	4.08	12.93	5.31
Measure of effectiveness (θ)	0.78	0.55	0.67

구분 Classification	그룹 1 Group 1	그룹 2 Group 2	그룹 3 Group 3
Variation of reduction in accident($\hat{\sigma}^2[\delta]$) (Std. deviation)	25.08 (5.01)	47.93 (4.37)	46.31 (6.81)
Variation of measure of effectiveness ($\hat{\sigma}^2[\theta]$) (Std. deviation)	0.10 (0.31)	0.03 (0.16)	0.04 (0.2)

접근로 수에 의한 분류에 따라 사고 감소 효과를 분석한 결과, Group A은 단순 비교에서는 2건(16%)이 감소한 반면, 비교그룹법에서는 4.08건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.78로 나타나 회전교차로 도입에 따라 22%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

Group B는 단순 비교에서는 13.5건(44%)이 감소하였고, 비교그룹법에서는 12.93건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.55로 나타나 회전교차로 도입에 따라 45%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

Group C의 경우 단순 비교에서는 9건(31%)이 감소하였고, 비교그룹법에서는 5.31건이 감소한 것으로 나타난다. 사고건수 감소효과의 효과율 척도는 0.67로 나타나 회전교차로 도입에 따라 33%의 사고 건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

회전교차로의 접근로 수별 사고 감소율은 전반적으로 그룹 B와 C(4지 및 다지교차로)에서 크게 나타나는 것으로 분석된다. 이러한 결과는 4지 및 다지 교차로에서 상충지점 수 감소가 더 크기 때문인 것으로 판단된다.

또한 4지 교차로에서의 감소율이 가장 크게 나타났는데, 이는 5지 이상의 다지 교차로에서는 모든 접근로에 대한 시거 확보가 힘들고, 차로 선택의 어려움이 있기 때문인 것으로 판단된다.

V. 결론

이 연구는 회전교차로 도입 전과 후의 사고 감소 효과를 진입교통량 및 접근로 수에 따른 그룹별로 비교·분석하고자 한다. 이를 위해 회전교차로 도입지점 23개소를 대상으로 2007~ 2011년의 사고 자료를 수집·분석하였고, 독립성 검정을 실시한 후 단순비교법과 비교그룹법을 사용하여 그룹별로 사고 감소 효과를 분석하였다. 이 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 분석대상 23개 지점에서 회전교차로 도입 전과 후에 유의미한 변화가 있는 것으로 판단된다.

둘째, 진입 교통량이 상대적으로 적은 곳에서는 회전교차로 전환시 사고 감소 효과가 적게 나타나는 것으로 분석된다. 이는 회전 교차로의 안전성을 향상시키는 요인 중 하나가 낮은 진입속도인데, 교통량이 너무 적은 지점은 이러한 속도 저감 효과가 크게 나타나지 않기 때문인 것으로 판단된다.

마지막으로, 3지 보다는 4지 및 다지 교차로에서 전환시 사고 감소 효과가 큰 것으로 분석되었다. 이러한 이유는 4지 및 다지 신호교차로에서 발생하는 상충점 수가 회전교차로 전환 후 크게 감소하기 때문인 것으로 판단된다.

이 연구에서는 회전교차로의 도입은 사고 감소 효과가 큰 것으로 분석되고, 이러한 사고 감소효과는 여러 가지 교통조건에 영향을 받는 것으로 판단된다.

향후 국내에도 많은 회전교차로가 도입될 예정이기에 다양한 교통 조건 하에서의 회전교차로 전환에 따른 사고감소 효과분석은 반드시 필요하다고 생각된다. 또한 전술한 진입·회전 속도 및 상충점 수 감소에 따른 사고 감소 효과의 차이는 추가 자료 수집을 통해 증명할 필요성이 있다고 판단된다.

또한 연구의 신뢰도를 높이기 위해 비교그룹 선

정의 정교화 및 속도, 교통량 및 내접원 직경 등의 기하구조 변수를 감안할 수 있는 다양한 분석방법론을 통한 분석도 필요하다고 판단된다.

인용문헌

References

1. 국가경쟁력강화위원회, 2010. “기초법질서 확립을 위한 교통운영체계 선진화방안”. 출판지 Presidential Council on National Competitiveness (2009), “Advanced Methods of Traffic Operation System for Establishing the Basic Orders”.
2. 교통안전공단, 2013. “교차로 교통사고 현황 분석”. Transportation Safety Authority, 2013. “Analysis of Intersection Traffic Accident”.
3. 김경환·박길수·박병호, 2011. “운영유형별 도시부 원형교차로 사고모형”, 「한국안전학회지」, 27(2): 110-115.
Kim, K-H, Park, K-S and Park, B-H, 2011. “Traffic Accident Models of Urban Circular Intersections by Operational Type” The Korean Society of Safety, 27(2): 110-115.
4. 김두한(2003), “사고자료를 이용한 Traffic Circles의 안전에 관한 비교연구”, 경기대학교 석사학위논문.
Kim, D-H, 2003. “A Comparative Safety Analysis of Traffic Circles with Conventional at-grade Intersections Using 3-year Accident Data”, Master's Degree Dissertation, Kyonggi University.
5. 김태영·박민규·박병호, 2012. “국내 회전교차로의 임계간격 모형”, 「대한교통학회지」, 30(2): 93-100.
Kim, T-Y, Park, M-K and Park, B-H, 2012. “A Critical Gap Model for Roundabouts in Korea”, Journal of Korean Society of Transportation, 30(2): 93-100.
6. 박준, 2010. “교통 안전성과 운영 수준 분석을 통한 국내 회전교차로 적용성 검토 연구”, 서울시립대학교 박사학위논문.
Park, J, 2010. “Review of the Potential Applicability of Modern Roundabouts Based on Safety and Operational Performance Analysis”, Ph. D. Dissertation, Univ. of Seoul.
7. 이동만·유정호·김도훈·이석기, 2013. “사전·사후 비교분석을 통한 회전교차로 도입 효과분석”, 「한국도로학회논문집」, 15(1): 111-119.
Lee D-M, You, J-H, Kim, D-H and Lee S-K, 2013. “An Analysis of Roundabout Application Effects Based on Before and After Field Studies”, Journal of Korean Society of Road Engineers, 15(1): 111-119.
8. 이수범·정도영·김도경, 2008. “토지이용 특성별 어린이 보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과 분석”, 「대한교통학회」, 26(3): 109-117.
Lee, S-B, Jung, D-Y and Kim, D-K, 2008. “The Effects of a School Zone Improvement Project on Crash Reduction Regarding Land Use Characteristics”, Journal of Korean Society of Transportation, 26(3): 109-117.
9. 한수산·김경환·박병호, 2011. “사고유형에 따른 원형교차로 사고모형”, 「한국도로학회논문집」, 13(3): 103-110.
Han, S-S, Kim, K-H and Park, B-H, 2011. “Accident Models of Circular Intersections by Type in Korea”, Journal of Korean Society of Road Engineers, 13(3): 103-110.
10. Bram De Brabander, Erik Nuyts, Lode Vereeck, 2005. “Road safety effects of roundabouts in Flanders”, Journal of Safety Research 36(2005) : 89-296.
11. Frank F. Saccomanno, Flávio Cunto, Giuseppe Guido, Alessandro Vitale, 2008. “Comparing Safety at Signalized Intersections and Roundabouts Using Simulated Rear End Conflicts” 2008 TRB Annual Meeting.
12. Isebrands, Hillary(2009), “Crash Analysis of Roundabouts at High-Speed Rural Intersections”, 2009 TRB Annual Meeting.
13. Søren Underlien Jensen, 2013. “ Safety Effects of Converting Intersections to Roundabouts”,

2013 TRB Annual Meeting.

14. Xiao Qin, Andrea Bill, Madhav Chitturi, David A. Noyce, 2013. "Evaluation of Roundabout Safety", 2013 TRB Annual Meeting.
15. <http://taas.rota.or.kr>.

논 문 투 고	2013-02-17
심 사 완 료	2014-01-29
계 재 확 정 일	2014-01-29
최 종 본 접 수	2014-02-03