

보행량에 따른 도시부 회전교차로 운영에 관한 연구

A Study of Roundabout Operation According to the Pedestrian Volume

김상엽	Kim, Sangyoup	정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 연구교수 · 주저자 (E-mail : road@uos.ac.kr)
최재성	Choi, Jaisung	정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : traffic@uos.ac.kr)
이수인	Lee, Suin	서울시립대학교 교통공학과 석사 (E-mail : suin1124@nate.com)
김명규	Kim, Myungkyu	서울시립대학교 교통공학과 석사과정 (E-mail : audrb85@uos.ac.kr)
김영일	Kim, Youngil	정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 박사수료 (E-mail : hangang941@yahoo.co.kr)
전병국	Jeon, Byeong-kuk	정회원 · 서울시립대학교 도시공학과 박사과정 (E-mail : bkjeon@korea.kr)

ABSTRACT

Roundabouts, which belong to traffic circles, are intersections which are similar to the existing rotary form. Roundabouts recently have been constructed all around the world. And interests in roundabouts are increasing in Korea. However, there are lacks of research on pedestrian volume which has a great influence on operation efficiency of roundabouts in urban area. Therefore, this study suggests efficiency analysis and pedestrian signals in roundabouts according to the pedestrian volume. First, VISSIM simulation was organized to analyse volume of one lane roundabouts in urban area. Second, average delay of intersections was calibrated by VISSIM simulation dividing signalized intersections and non-signalized intersections depending on pedestrian volume. Finally, this study showed that roundabouts are suitable when pedestrian volume was under 200person/hr and traffic circles with a pelican signal are suitable when pedestrian volume was over 200person/hr. And when pedestrian volume and traffic volume are over 600person/hr and 1,500vph respectively, fixed signalized intersections fit well.

KEYWORDS

roundabout, pedestrian, pedestrian crossing, roundabout simulation, pelican crossing

요지

원형교차로 중 회전교차로는 기존에 존재하였던 로터리의 형태와 유사한 형태의 교차로로서 최근 세계적으로 많이 설치되고 있으며 우리나라에서도 회전교차로에 대한 관심이 증가하고 있다. 그러나 도시부의 경우 회전교차로 운영 효율에 큰 영향을 미치는 요소 중 하나인 보행량에 대한 영향 분석은 미미하다. 따라서 본 연구에서는 보행량에 따른 회전교차로의 효율 분석 및 보행신호를 제시하였다. 첫째, 도시부 1차로 회전교차로의 용량을 분석하기 위해 VISSIM 시뮬레이션을 구성하였다. 둘째, VISSIM 시뮬레이션을 통해 보행량에 따라 신호가 없는 회전교차로와 신호가 있는 원형교차로로 구분하여 교차로의 평균차량 지체를 산정하였다. 끝으로, 이 연구에서 나타난 분석결과 도시부 회전교차로 설치시 보행량이 200명/시 이하인 경우 회전교차로가 적합하며 보행량이 200명/시 이상인 경우는 펠리컨 신호가 있는 원형교차로, 보행량이 600명/시가 높으면서 교통량이 1,500대/시 이상인 경우는 정주기식 신호가 있는 신호교차로가 적합한 것으로 나타났다.

핵심용어

회전교차로, 보행자, 보행자 횡단, 회전교차로 시뮬레이션, 펠리컨 횡단보도

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 한국을 비롯하여 세계적으로 사고감소 및 녹색 교통 활성화 차원에서 회전교차로(Roundabout)에 대

한 관심이 높아지고 있다. 회전교차로는 미국, 영국, 호주 등 유럽 국가에서 효과적으로 사용되는 교차로 형태로서, 기존의 존재하였던 로터리의 형태와 유사하지만 운영방법은 상이하다. 우리나라에서는 회전교차로에 대

한 인식이 신호교차로에 비하여 위험성이 높고, 차량의 통행에 있어 우선권 및 차량간의 마찰에 대한 우려로 인하여 적극적으로 국내에는 적용하지 못하고 있는 실정이다. 하지만 회전교차로에 대한 해외의 다양한 사례와 연구들에서 입증되었듯이 회전교차로의 효율성과 안전성 측면에 대한 객관적인 근거들이 충분히 제시되고 있다. 우리나라에서는 그동안 적극적이지 않았던 회전교차로 설치에 대하여 우호적인 입장으로 국가적인 차원에서 회전교차로를 장려하려 하고 있으며 2009년 전국에 100개의 회전교차로가 설치되었다(국가경쟁력강화위원회, 2009). 이러한 사회적 배경과 더불어 최근 국내에서는 회전교차로에 대하여 교통안전, 교통운영, 정책적인 방향으로 다각도로 접근하고 있다.

우리나라에서 회전교차로에 대해 검토한 것은 주로 회전교차로의 안전성, 운영효율성, 용량에 관한 부분이다. 회전교차로가 도시부에 설치될 경우 회전교차로의 용량에 영향을 미치는 가장 큰 요소 가운데 하나가 보행량이지만 보행량에 따른 용량에 대한 분석은 미미하다.

따라서 본 연구에서는 도시부 1차로 원형교차로 설치시 보행량에 따른 교차로의 용량을 살펴보고 보행신호가 필요하다고 판단되는 경우 최적 보행신호 구성을 제시함으로써 원형교차로 중 회전교차로와 교통서클의 효율적인 교차로 운영방안을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

일반적으로 회전교차로의 용량에 영향을 주는 요인들은 크게 물리적인 설계요소, 교통량의 구성, 보행량으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 도시부에 설치되는 1차로 회전교차로를 대상으로 보행량이 회전교차로의 용량에 미치는 영향에 대하여 분석을 수행한다. 또한 본 연구에서는 보행량에 따른 회전교차로의 최적 보행신호 분석을 수행하기 위해서 보행자 신호의 감응식 제어를 적용할 수 있는 VISSIM을 사용하여 분석하였다.

보행량에 따른 회전교차로 최적 보행신호 구성을 도출하기 위하여 『국내 회전교차로 설계지침(안), 2004, 국토해양부』에서 제시하고 있는 도시부 회전교차로 설계기준에 부합하는 회전교차로를 대상으로 용량분석 및 보행량에 따른 회전교차로의 용량변화를 우선적으로 수행한다. 그리고 보행량과 교통량이 증가함에 따라 본 연구에서 제시하고 있는 횡단신호의 3가지 형태를 시나리오로 구분하여 분석을 수행한다. 본 연구에서는 기존의 차량 중심의 회전교차로 용량분석과는 달리 교통량과 보행량을 모두 변수로 가정하여 분석을 수행하여 교통

량과 보행량에 따라 효율적인 원형교차로 설치 방안을 제시한다.



그림 1. 연구수행도

2. 기존연구 고찰

2.1. 국내연구

전우훈 등(2003)은 회전교차로와 신호교차로의 효율성을 비교하기 위하여 SIDRA를 이용하였으며, 시물레이션은 단지 1차로로 구성된 회전교차로에 대해서만 수행되었다. 분석 결과에 따르면, 각 방향의 접근로에서 교통량이 600대/시 이하일 때 신호교차로보다 회전교차로의 효율성이 우수한 것으로 분석하였다.

인병철 등(2010)은 보행자가 횡단하며 발생하는 지체가 3지 회전교차로와 신호교차로의 운영효율에 미치는 영향을 비교분석함으로써 3지 회전교차로의 설치 기준을 연구하였다. 이를 위해 VISSIM을 이용하였으며, 시물레이션 분석결과 1차로 회전교차로는 보행교통량이 300~400명/시인 경우 회전교차로의 운영효과가 크게 감소한 것으로 분석하였다.

2.2. 해외연구

Baranowski(2005)는 회전교차로에 보행자에 대한 연구를 수행하였다. 연구를 통하여 각 지점들의 기준들을 분류하였는데 FHWA의 경우 60명 이상의 보행자가 4시간 이상 지속될 경우, 90명 이상의 보행자가 2시간 이상 지속될 경우, 110명의 보행자가 1시간 이상 지속될 경우 보행신호 적용을 고려하여야 한다고 제시하고 있다. Ottawa지역의 경우 200명의 보행자가 8시간 지속, 200~400명의 보행자가 12시간 교통량이 4,000대

이상 15,000대 미만인 지역에 대하여 보행신호 운영을 제시하고 있다. Colorado지역의 경우 진입속도 40mph 이하의 회전교차로를 대상으로 100명 이상의 보행이 있을 경우 보행신호에 대하여 고려하여야 한다고 제시하고 있다.

3. 회전교차로 보행자 횡단 시뮬레이션 구성

3.1. 횡단보도 신호 구성

3.1.1. 무통제 횡단보도

일반적으로 교통량이 적은 지역을 중심으로 설치되는 횡단보도로써 노면에 횡단보도 마킹만으로 운영되는 횡단보도이다. 일반적으로 차량들은 보행자가 횡단보도에 진입하기 전까지는 멈추지 않고 통과 가능하다. 보행자의 경우에도 차도를 지나가는 차량들을 인지하고 횡단 여부를 결정하기까지 긴 시간이 요구된다. 보행자의 경우 횡단에 앞서 양쪽방향에 차량들의 접근의 여부를 확인하여야 한다.

3.1.2. 펠리컨(Pelican) 횡단보도

펠리컨 횡단보도는 보행자에 의해서 운영되는 신호교차로이다. 보행자가 대기공간에 있는 버튼을 누르면 보행자 신호가 활성화되는 신호구성이다. 적색신호가 켜져 있을 경우 보행자는 대기하여야 하고 녹색신호에 보행자는 횡단 가능하다. 주기적인 신호등의 운영이 아니기 때문에 보행자는 녹색 신호시에도 차량의 접근 및 감속에 대한 주의를 하여야 한다. 녹색등이 점멸할 시에는 보행자는 횡단보도에 진입 불가하고 보도에서 대기하여야 하며, 횡단중인 보행자는 안전하게 횡단을 마무리 하여야 한다.

3.1.3. 정주기 횡단보도

일반적으로 신호교차로를 비롯한 대부분의 도로에서 적용하는 횡단보도로써 녹색·적색 신호등으로 운영되며 적색신호에 대기하고 녹색신호에 횡단이 가능하다. 정주기식 횡단보도의 경우 차량 및 보행자에 모두 높은 안전성을 제공한다. 그러나 차량 및 보행자의 통행량이 적은 경우에는 불필요한 대기시간을 야기할 수 있다.

3.2. 시뮬레이션 구성

연구는 도시부 1차로 회전교차로를 대상으로 분석을 수행하였다. 회전교차로에 진입하는 교통량은 좌회전, 직진, 우회전의 비율을 1:8:1로 일괄적으로 적용하여 분

석을 수행하였다. 보행자의 횡단 속도는 1.2m/s로 적용하였고, 횡단보도의 길이는 13m로 적용하였다. 또한 접근차로의 교통섬에 위치하여 신호를 대기하는 보행량은 고려하지 않았으며 진입한 보행량은 진입 현시에 횡단을 완료하는 것으로 정의하였다. 보행속도를 고려한 횡단보도의 최소녹색시간은 10.8초로 나타났으나, 보행의 효율성, 어린이 및 노약자와 같은 보행수요의 다양한 구성 및 녹색시간 중 진입 보행량을 감안하여 20초의 유효녹색시간을 적용하였다.

표 1. 본 연구의 시뮬레이션 적용

	회전교차로 설계기준	시뮬레이션 적용	비고
회전교차로 설계속도(km/h)	23~30	23~25	-
내접원 직경(m)	45~55	45	-
중앙교통섬 직경(m)	25~37	35	-
회전차로 폭(m)	9~10	9	-
진입부 최대 설계속도(km/h)	40	35~42	-
보행자 통행속도(m/s)	1.2	1.2	교통약자 반영
보행자 우선권	-	보행자	보행자 우선
분리교통섬	유/무	무	-

3.3. 시나리오 설정

본 연구의 회전교차로 시뮬레이션의 변수는 횡단신호 구성(무통제, 펠리컨, 정주기식), 교통량(100대/시/4lane~4,000대/시/4lane)으로 구성하여 교차로 평균 차량지체를 도출하였다. 무통제의 경우 통행의 우선권은 보행자에게 있도록 설정하였으며, 펠리컨 횡단보도는 VISSIM의 VisVap을 사용하여 구성하였다. 정주기식 횡단보도의 신호운영은 총 신호주기를 120초로 정의하였다. 시나리오의 구성은 표 2와 같다.

표 2. 시뮬레이션 시나리오의 구성

구분		신호운영	시나리오
지역	종류		
도시부	1차로 회전교차로	무통제	시나리오 1
		펠리컨	시나리오 2
		정주기	시나리오 3

3.3.1. 무통제 횡단보도 시뮬레이션 구성

본 연구에서는 무통제 횡단보도 분석은 양보 기능을 적용하여 분석을 수행하였다. 보행자가 횡단보도에 진입할 때 통행의 우선권은 보행자 우선권으로 설정하였

으며 차량은 보행자의 횡단이 시작될 경우 횡단보도에 정지하도록 하였다. 무통제 횡단보도의 경우 보행자가 횡단하는 반대방향의 차량은 통행이 가능하도록 설정하였다.

3.3.2. 펠리컨 횡단보도 시뮬레이션 알고리즘 구성

펠리컨 횡단보도는 보행자가 차도 횡단을 위하여 대기공간에 진입하여 버튼을 누름으로 인하여 보행자의 신호현시가 요청되는 방식으로 시뮬레이션에서 구현하기 위해서 본 연구에서는 VisVap을 이용하여 펠리컨 횡단보도의 알고리즘을 감응식 횡단보도로 구성하였다. 펠리컨과 같은 보행자에 의한 횡단보도의 경우 신호현시에 대한 요청이후 대기시간에 따라 교차로의 용량이 변화된다. 현시에 대한 요청이후 짧은 대기시간은 용량을 회전교차로의 용량을 감소하게 하며, 반대로 긴 대기시간은 회전교차로의 용량을 증가시킨다.

본 연구에서는 보행자 신호현시 요청 이후 60초의 대기시간을 설정하였고, 이는 본 연구에서 시나리오로 설정하여 분석을 수행한 정주기식 보행자 횡단 신호구성(C=120초)의 1/2로 설정하였다.

3.3.3. 정주기 횡단보도 시뮬레이션 구성

본 연구에서는 2현시 신호체계를 이용하여 회전교차로를 횡단하는 횡단보도를 구성하였다. 신호주기는 120초로 설정하고 20초의 횡단시간을 적용하였고 100초의 차량통행시간을 확보하였다. 본 연구에서 신호주기를 120초로 설정한 것은 최적 신호주기가 아니라 보행량과 교통량에 따른 무통제, 펠리컨, 정주기 신호의 차이를 보이기 위해 정주기 신호의 신호주기를 120초로 가정하였다.

3.4. 회전교차로 HCM 용량모형 고찰

회전교차로의 용량을 산출하는 대표적인 모형으로는 미국의 HCM 모형이 있다. HCM 2000에서 제시하는 회전교차로의 용량은 진입하는 차량과 회전하는 차량과의 임계간격, 추종시간 그리고 상충교통량에 따라 결정된다.

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left[\frac{v}{c} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v}{c} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)v}{450T}} \right] \quad (1)$$

여기서,

d : 제어지체(초/대)

v : 차로별 진입교통량(대/시)

c : 차로별 용량(대/시)

T : 분석 단위시간($T=1$, 1시간 분석,

$T=0.25$, 15분 분석)

식(1)은 HCM 2000에서 제시하는 회전교차로의 용량 모형이다. HCM 2000의 회전교차로 용량모형은 양방향정지교차로(TWSC : Two Way Stop Control)의 용량모형에서 파생된 것으로 차량의 진입에 따라 나타나는 임계간격(critical gap)과 추종시간(follow-up time)을 바탕으로 용량이 산정된다. 임계간격은 진입하는 차량이 회전하는 차량을 인식하고 안전하게 진입할 수 있는 간격을 의미한다. 추종시간은 앞차가 진행하는데 뒤에 대기하는 차량이 앞차의 위치까지 진행하는데 소요되는 시간을 의미한다. 임계간격과 추종시간은 그림 2와 같다.

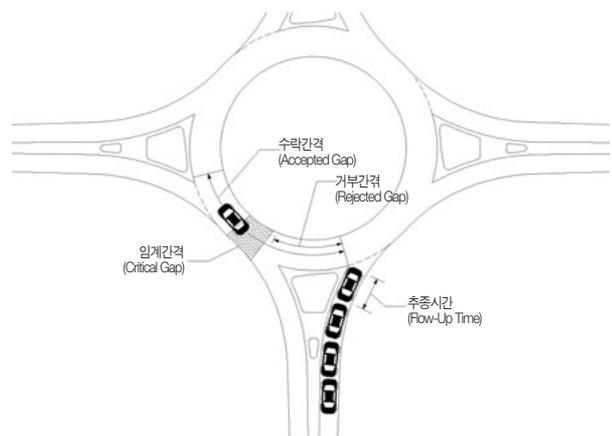


그림 2. 임계간격 및 추종시간

본 연구에서는 보행량에 따른 회전교차로의 운영방법에 대하여 VISSIM 시뮬레이션을 통하여 분석을 수행하였다. VISSIM을 이용한 회전교차로의 분석은 양보를 이용한 분석으로 HCM에서 제시하는 용량모형과 밀접한 관련이 있다.

4. 회전교차로 시뮬레이션 결과분석

4.1. 보행자 운영 시뮬레이션 결과분석

본 연구에서는 회전교차로의 운영 효율성 분석을 위하여 효과적도는 차량별평균지체(초/대)로 설정하였다. 본 연구에서는 회전교차로의 효율성 분석을 위하여 도로용량편람(국토해양부, 2001)에서 제시하고 있는 '신

호교차로 서비스 수준 기준'을 이용하였다. 횡단 보행량에 따른 교차로의 지체 분석결과 보행량이 증가할수록 회전교차로의 용량은 표 3과 같이 감소하였다.

표 3. 보행량별 회전교차로 용량

보행량 (명/시)	교통량 (대/시/4lane)	평균차량지체 (초/대)
100	3,500	70.5
200	3,200	70.2
400	2,600	73.1
600	1,800	79.3
800	1,100	88.7

무신호 운영분석의 결과는 그림 3과 같다. 무신호 운영의 경우 보행량이 600명/시 이상일 경우 급격하게 차량량의 지체가 증가함을 알 수 있다. 보행량이 100명/시일 경우 보행신호를 무통제로 회전교차로의 용량변화는 거의 나타나지 않았다. 보행량이 400명/시를 초과할 경우 보행수요와의 마찰로 인한 통행차량들의 지체는 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

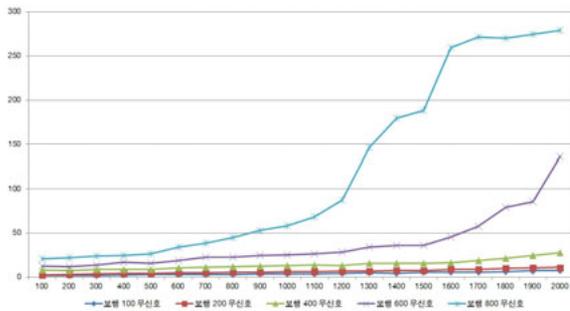


그림 3. 무신호 운영 시뮬레이션 분석

그림 4와 같이 회전교차로의 횡단 보행량이 100명/대일 때에는 보행량이 통행하는 교통량에 미치는 영향은 미미하므로 보행신호의 운영은 무신호 운영이 가장 회전교차에 효율적인 것으로 나타났다.

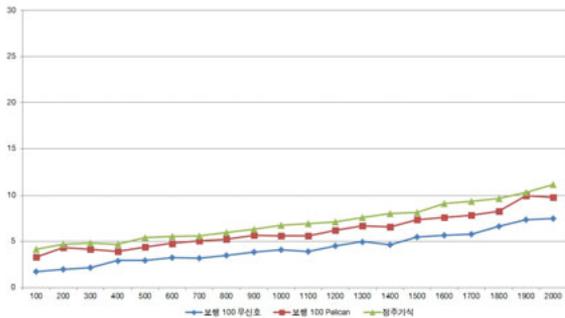


그림 4. 보행량 100명/시 분석결과

그림 5와 같이 회전교차로를 횡단하는 보행량이 200명/시일 경우 진입교통량에 따른 다양한 보행신호의 적용이 가능하다. 회전교차로의 진입교통량이 1,100대/시/4lane까지는 무통제 횡단보다 운영이 회전교차로에 가장 효율적인 것으로 나타났다. 회전교차로의 시간당 진입교통량이 1,100대/시/4lane 이상 2,000대/시/4lane 미만일 경우에는 펠리컨 횡단보다 운영이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 따라서 일반적으로 회전교차로 운영시 회전교차로 횡단보행량이 200명/시 이상일 경우에는 보행자의 신호운영방법에 대하여 고려가 필요하다.

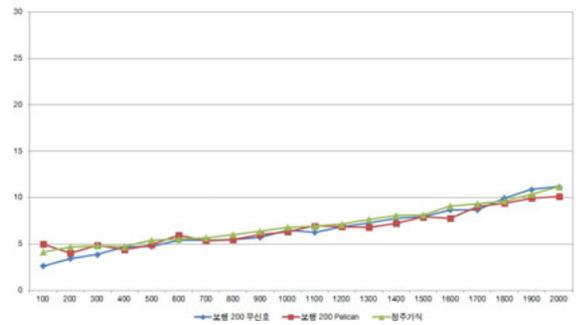


그림 5. 보행량 200명/시 분석결과

그림 6과 같이 회전교차로의 횡단보행량이 400명/시일 경우에는 무통제 보행운영이 상대적으로 비효율적인 것으로 나타났다. 보행량이 400명/시 이상일 경우에는 회전교차로의 진입교통량이 적을 경우에도 회전교차로 통행차량의 평균지체에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 회전교차로를 통행하는 보행량이 400명/시 이상일 경우에는 일반적으로 교차로의 효율성을 확보하기 위하여 회전교차로 보다 보행신호가 있는 원형교차로가 유리한 것으로 나타났다. 시뮬레이션을 통하여 도출된 결과로는 보행량이 400명 이상일 경우 펠리컨, 정주기식 보행운영을 적용하여야 하며, 이 두 가지 횡단방법의 적용은 보행량이 증가할수록 정주기식 보행운영의 적용범위가 증가하는 방향으로 나타났다.

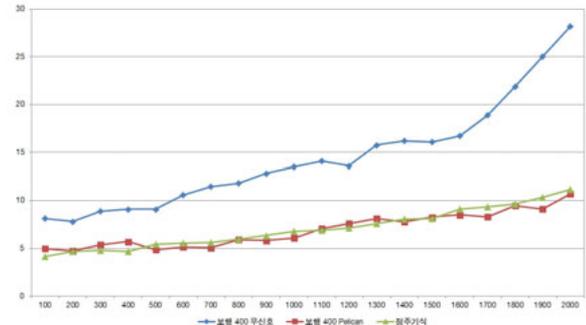


그림 6. 보행량 400명/시 분석결과

4.2. 시뮬레이션 적용성 검증

시뮬레이션의 수행을 통하여 나타난 결과는 현장의 데이터를 구성하여 분석한 가설일 뿐 실제로 현장에서 나타나는 결과와 얼마나 차이가 있는가에 대하여 알아보기 위하여 통계적인 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 현재까지 국내의 회전교차로의 자료수집의 한계로 인하여 자료의 수집은 1차로 회전교차로의 진입로의 성격과 유사한 지역을 대상으로 비신호 횡단보도 운영에 따른 차량 지체를 조사하였다. 조사지점 선정 기준은 다음과 같다.

첫째, 대상지역은 2차로 도로로 제한한다.

둘째, 차량은 40km/h 이하의 속도로 통행하여야 한다.

셋째, 횡단보도는 비신호 횡단보도로 운영되어야 한다.

선정기준을 만족한 서울시 동대문구 회기동을 비롯하여 서울시내 2차로 도로 총 3개의 지역을 대상으로 교통량, 보행량, 통행시간, 대기행렬을 조사하였다. 조사 자료는 표 4와 같다.

t-test는 두 개의 모집단에서 각각 독립적으로 추출한 두 개의 표본을 비교하거나, 또는 서로 짝지은 경우 두 표본집단간의 차이를 검정할 때 사용할 수 있다. 본 연구에서 t-test를 수행하기 위해 사용한 식은 식 (2)와 같다.

$$t = \frac{\bar{d} - d_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (2)$$

여기서, \bar{d} : 각 표본요소 값들의 차이의 평균값

d_0 : 영가설로 설정된 차이의 평균값

S_d : 표본요소들의 차이값들의 표준편차

한편 대응표본 t-test를 수행하기 위해 사용한 귀무가설(H_0)과 대립가설(H_1)이다.

- H_0 : 현장에서 나타나는 차량의 차량지체와 시뮬레이션의 차량지체는 차이가 없다.

표 4. 보행자에 따른 차량지체 현장조사 자료

조사지점 1		경희의료원 인근 횡단보도					
조사시간		2010. 12. 18 - 2010. 12. 22					
조사방법		1. 교통량 및 횡단보행량 조사(/15분) 2. 진입차량 지체조사					
No	15분 보행량 (명/15분)	15분 교통량 (대/15분/4lane)	1시 보행량 (명/시)	시교통량 (대/시/4lane)	현장조사 차량지체 (초/대)	시뮬레이션 차량지체 (초/대)	오차 (초)
1	62	58	248	232	5.2	3.6	1.6
2	56	29	224	116	4.1	2.1	2.0
3	220	118	880	472	27.1	31.3	-4.2
4	120	136	480	544	15.2	11.3	3.9
5	65	122	260	488	5.9	6.3	-0.4
6	198	119	792	476	26.1	26.4	-0.2
7	365	69	1,460	276	38.8	41.0	-2.2
8	320	37	1,280	148	39.6	39.5	0.1
9	94	130	376	520	11.5	8.9	2.6
10	28	50	112	200	5.1	2.0	3.1
11	21	51	84	204	9.3	2.0	7.3
12	96	47	384	188	10.2	7.5	2.7
13	17	30	68	120	5.2	1.2	4.0
14	81	131	324	524	9.2	6.5	2.7
15	381	68	1,524	272	46.2	51.6	-5.4
16	113	49	452	196	6.9	9.2	-2.3
17	54	74	216	296	5.6	4.1	1.5
18	151	59	604	236	16.8	13.3	3.5
19	29	46	116	184	7.4	1.8	5.6
20	17	31	68	124	4.8	1.0	3.8

- H_1 : 현장에서 나타나는 차량의 차량지체와 시뮬레이션의 차량지체는 차이가 있다.

본 연구에서 t-test를 수행한 결과 표 5를 얻었으며, 이 때 95% 신뢰구간에서 유의확률이 0.237로 나타났다.

표 5. t-test 분석결과

구 분		t-test
유의수준		0.05
평 균	현장지체	10.019
	시뮬레이션	9.543
분 산	현장지체	55.530
	시뮬레이션	86.994
자유도		82
t 통계량		1.192
유의확률(양쪽)		0.237

따라서 이 값은 통계적 유의수준 0.05보다 큰 값을 가지기 때문에 본 연구에서 제시하는 보행자의 통행에 따른 회전교차로의 차량지체는 합리적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 수행한 시뮬레이션의 결과를 근거로 회전교차로의 보행량에 따른 적정 신호운영 범위를 제시할 수 있다.

5. 결론

일반적으로 회전교차로는 차량의 지체를 줄이고 사고를 감소시키는 장점을 가지고 있다. 더불어 중앙교통섬 및 접근속도의 제어로 인하여 보행자 사고 또한 감소한다. 그러나 도시지역의 경우 차량 및 보행의 수요가 지방부에 비하여 상대적으로 매우 높아 보행자로 인하여 교차로의 효율성을 달성하기는 현실적으로 어렵다. 따라서 본 연구에서는 도시부 1차로 회전교차로를 대상으로 보행량이 회전교차로의 지체에 미치는 영향에 대하여 보행 신호 대안별로 분석을 수행하였다. 본 연구에서 VISSIM을 이용하여 분석을 수행한 결과 보행량에 따른 차량통행량별 신호운영방안은 표 6과 같이 나타났다. 본 연구

표 6. 보행량에 따른 차량 통행량별 보행신호 운영

구 분	교통량(대/시)				
	~500	~1,000	~1,500	~2,000	
보행량 (명/시)	~200	무통제	무통제	무통제	무통제
	~400	펠리컨	펠리컨	펠리컨	펠리컨
	~600	펠리컨	펠리컨	펠리컨	펠리컨
	~800	펠리컨	펠리컨	펠리컨	정주기

의 분석결과 보행수요가 200명/시 이상일 경우 보행신호 운영방안에 대하여 해당 지점의 교통량을 고려하여 사전에 계획이 요구된다. 횡단하려는 보행수요가 400명/시 이상일 경우에는 교차로의 효율을 위해 회전교차로보다는 원형교차로의 설치가 고려되어야 한다.

보행량이 매우 많은 도심 내부지역 도로의 경우 차량의 통행량 또한 많게 되면 보행자와 차량의 이동성이 모두 와해되게 된다. 보행자와 차량의 통행을 확보하기 위한 횡단신호의 구성방법들에 대한 한계는 분명히 존재한다. 따라서 회전교차로의 적용에 있어서 적용 예상지역의 예상 차량통행량 뿐만 아니라 보행수요의 예측량까지 고려하여야 한다. 회전교차로의 계획에 있어서 교차로 설치지역이 차량의 통행이 우선인지 보행자의 통행이 우선인지에 대한 지역적인 구분이 선행되어야 할 것이다.

본 연구에서는 회전교차로를 통행하는 차량 중심의 관점에서 최대 효율을 얻을 수 있는 보행자 신호방안에 대하여 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 보행자의 통행에 있어 교통량과 신호 운영에 따른 보행자의 서비스 수준에 대한 부분을 포함하지 못하는 한계가 있다. 향후 추가적인 연구 및 데이터 수집을 통하여 회전교차로 통행 차량의 효율성과 보행자의 이동성 및 안전성을 확보할 수 있는 합리적인 운영방안 개발이 요구된다.

참고 문헌

- 국가경쟁력강화위원회(2009), "녹색교통을 위한 회전차로(Roundabout)활성화 방안".
- 국토해양부(2004), "평면교차로 설계지침".
- 국토해양부(2009), "도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설".
- 국토해양부(2001), "도로용량편람".
- 박병호, 정용일(2005), "SIDRA를 이용한 4지 1차로 현대식 회전교차로 효과평가", *한국지역개발학회지*, 제17권, 제2호, pp.89~106.
- 박병호, 김태영, 한상욱, 양정모(2009), "회전교차로와 4지 신호교차로 효과에 관한 비교분석", *한국ITS학회논문지*, 제8권, 제2호, pp.27~35.
- 전우훈, 도철웅(2003), "Roundabout의 용량분석", *대한교통학회지*, 제21권, 제3호, pp.59~69
- Transportation Research Board(2000), "Highway Capacity Manual".
- Vincenzo Gallelli, Rosolino Vaiana.(2008), "Roundabout Intersections : Evaluation of Geometric and Behavioral Features with VISSIM", *TRB National Roundabout Conference 2008*.
- FHWA(2000), "Roundabouts : An informational Guide".

Joe G. Bared, Abbas Mohasel Afshar(2009), "Using Simulation to Plan Capacity Models by Lane for Two- and Three-Lane Roundabouts", *TRB*, Vol.2096, pp.8~15.

Bill Baranowski(2005), "Pedesrian Crosswalk Signals at Roundabouts : Where are they Applicable?", *TRB Roundabout Conference 2005*.

접 수 일 : 2011. 1. 18

심 사 일 : 2011. 1. 26

심사완료일 : 2011. 10. 13