

회전교차로에서 대각선흥단보도 설치에 따른 차량의 지체도 분석

강성인 · 이영우*

대구대학교 토목공학과

An Analysis of the Vehicular Delay Caused by Scrambled Crosswalk Installation in a Roundabout

KANG, Sung In · LEE, Young Woo*

Department of Civil Engineering, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

Abstract

This study examines a way to install a crosswalk that can improve pedestrians' convenience and safety and that goes beyond the crosswalk design standard of existing roundabouts. When a scrambled crosswalk, one of the crosswalk installation methods, is introduced to the roundabout system, it shortens the cross-walking distance of pedestrians and thus enhances convenience. Although the installation of a scrambled crosswalk may enhance pedestrians' convenience, it may obstruct vehicular traffic. Thus, this study presents standards for reasonable diagonal crosswalk installation based on the investigation on its effects on a vehicle's delay time. This study includes an analysis of the various geometric structures of roundabouts. The study results show that as v/c and the number of pedestrians increased, the delay time after the installation of a scrambled crosswalk increased although the extent was different. In general, the effect of the installation of a scrambled crosswalk was insignificant regardless of the number of pedestrians when v/c was under 0.6. When the number of pedestrians was 300/hour or lower, the difference in the delay time was quite insignificant regardless of v/c . In addition, as the inscribed circle of the roundabout was larger, the difference in the delay time decreased depending on v/c and the number of pedestrians.

본 연구에서는 회전교차로를 대상으로 현재의 횡단보도 설계기준에서 벗어나 보행자의 편의와 안전성을 향상시킬 수 있는 대각선흥단보도 설치에 관한 연구를 수행하였다. 대각선흥단보도의 설치에 보행자 편의증진에는 도움이 되지만 차량 통행에 방해요소가 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 회전교차로에 대각선흥단보도를 설치하였을 때 차량의 지체시간 변화에 대한 연구를 통해 합리적인 설치 기준을 제시하였다. 본 연구에서는 회전교차로의 기하구조와 다양한 교통특성 등을 반영하여 분석을 실시하였다. 연구결과 회전교차로에 대각선흥단보도를 설치할 경우 포화도, 보행자수 증가에 따라 차량의 지체시간이 증가하지만 증가율은 경우에 따라 매우 다르게 나타났다. 전체적으로 포화도 0.6이하에서는 보행자수에 관계없이 대각선흥단보도의 설치에 따른 영향이 미소하였으며 보행자수 300인/시 이하에서는 포화도에 관계없이 지체시간의 차이가 매우 작은 것으로 나타났다. 또한, 회전교차로의 내접원 지름이 커짐에 따라 포화도와 보행자수의 증가에 따른 차량 지체시간의 차이가 작아지는 것으로 분석되었다.

Keywords

delay time, pedestrian volume, roundabout, scrambled crosswalk, v/c
지체시간, 보행자수, 회전교차로, 대각선흥단보도, 포화도

* : Corresponding Author
lyw209@daegu.ac.kr, Phone: +82-53-850-6524, Fax: +82-53-850-6529

Received 10 March 2014, Accepted 25 April 2014

© Korean Society of Transportation
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 교통분야의 패러다임은 자동차 중심의 교통정책에서 벗어나 사람중심의 교통시스템 구축, 교통안전을 우선하는 정책으로 전환되고 있다. 특히, 대기오염 및 온실가스 등을 최소화하고 교통 지·정체로 인하여 발생하는 사회적 비용을 획기적으로 줄이기 위한 저탄소 녹색교통을 지향하고 있다. 이러한 추세에 따라 대기오염 배출량 감소, 유지관리비 절감, 도시미관 개선 그리고 안전하고 쾌적한 도로환경 구축이 가능한 회전교차로에 대한 관심이 높아지고 있다.

이미 영국, 스위스, 독일, 프랑스 등 유럽에서는 1970년대 이후 회전교차로의 건설이 본격화 되었으며 미국에서도 1990년대 이후 회전교차로의 안정성 및 경제성 등을 인정하고 건설을 장려하고 있다. 세계적으로 수 만개의 회전교차로가 효과적으로 운영되고 있고 국외의 회전교차로 도입 성공사례는 쉽게 찾아 볼 수 있다. 프랑스에서는 회전교차로 설치를 통해 평균 78%의 사고 감소 효과가 있는 것으로 알려지고 있으며 미국과 네덜란드는 평균 51% 감소, 호주 41% 감소로 일반 평면교차로보다 안전성이 높은 것으로 보고되고 있다. 또한 미국 TBPR에서는 침투시간에 일반 평면교차로보다 70% 이상의 지체감소 효과가 발생한다고 발표하였다.

국내에서도 회전교차로의 설치 및 운영을 활성화하기 위해 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』을 발간하였다. 그러나 우리나라 회전교차로 설계지침에서는 국외의 사례를 중심으로 유형별 설계요소를 개략적으로 제시하고 있는 수준이다.

그 중에서 특히 회전교차로의 횡단보도 설치 위치에 관한 기준은 보행자 입장에서 불편이 발생하는 문제가 있다. 현재 회전교차로의 횡단보도 설치 위치는 양보선으로부터 6m 이상 이격하여 설치한다는 기준을 제시하고 있다. 이 기준을 적용하면 일반 평면교차로의 횡단보도 이용자에 비해 회전교차로의 횡단보도 이용자의 보행동선이 길어지는 문제가 발생한다.

현재 설치되어 운영되고 있는 회전교차로에서는 무단횡단이 빈번하게 발생하고 있는데 주요 원인이 횡단보도 이용을 위한 우회거리의 증가이다. 이러한 현상은 사고 예방과 인간중심의 교통환경 구축이라는 회전교차로 도입취지에 부합하지 않는 결과이다.

현재 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 제시하고 있는 횡단보도 설치기준으로는 보행자들의 보행동선을 단축시킬 수 있는 방법이 없다.

따라서 본 연구에서는 회전교차로에서 횡단보도행선 증가로 인한 보행자 불편을 해소하기 위한 방법으로 대각선횡단보도 설치를 제안하고자 한다.

대각선횡단보도의 설치 는 차량의 지체 증가 등 또 다른 문제점이 발생할 수 있지만 일반 평면교차로에서는 보행자의 편의증진을 위해 적극적으로 도입하고 있으며 이에 따른 연구도 이미 다수 진행되었다.

그러나 회전교차로는 일반 평면교차로와 교통특성이 전혀 다르다. 따라서 회전교차로에 대각선횡단보도를 설치할 경우 기존 대각선횡단보도에 대한 연구를 보완한 연구가 반드시 필요하다.

본 연구에서는 회전교차로를 대상으로 대각선횡단보도 도입에 관한 연구를 수행하였다. 다양한 교통상황에 대한 시뮬레이션 분석을 통해 차량 지체 등을 최소화하면서 대각선횡단보도 설치를 위한 가장 적절한 기준을 찾고자 연구를 수행하였다.

회전교차로 설계지침에서는 보행자의 안전을 이유로 중앙교통섬에 보행자 통행을 유도하는 시설의 설치를 엄격히 금지하고 있어 현재 대각선횡단보도 도입사례가 전혀 없는 실정이며 본 연구결과를 적용하기 위해서는 설계기준을 변경해야하는 현실적인 한계를 가지고 있다. 그러나 보행동선 길이의 증가로 인한 문제를 해결하기 위한 다양한 방법에 대한 연구는 필요하다고 생각된다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 기존 회전교차로에 대각선횡단보도를 설치할 경우 발생할 교통영향을 분석하기 위해 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 제시하고 있는 기준인 양보선으로부터 6m 이격시켜 횡단보도를 설치하는 CASE I의 경우와 보행자 편의증진을 위해 본 연구에서 제안한 대각선횡단보도를 추가적으로 설치한 CASE II의 경우로 구분하여 분석을 실시하였다.

분석도구는 미시적 시뮬레이션 분석 소프트웨어인 VISSIM 5.20을 사용하였다. 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 제시하고 있는 다양한 회전교차로의 기하구조를 반영하여 시뮬레이션 모형을 구축하였다.

회전교차로 내접원 지름의 크기를 기준으로 25m, 30m, 40m, 50m로 구분하였으며 다양한 교통특성을

반영한 분석을 실시하기 위해 구축된 시뮬레이션 모형에 포화도(v/c), 보행자수(인/시)등의 변수를 단계적으로 변화시키면서 분석을 실시하였다.

시뮬레이션 분석결과를 바탕으로 대각선횡단보도 설치에 따라 각 교통특성, 기하구조별로 차량의 지체시간을 분석하여 차량의 소통에 영향을 최소화하면서 대각선 횡단보도를 설치할 수 있는 기준을 제시하였다.

기존연구 고찰

회전교차로는 평면교차로의 하나로써 교차로 중앙에 원형교통섬을 설치하고 차량이 원형교통섬을 우회하여 통행하는 교차로 형식이다. 과거 미국에서 Rotary를 설치·운영 하였으나 높은 사고율로 인하여 대부분이 폐기되었다. 그 후 1970년대 영국에서 기존 Rotary의 설계 및 운영방식의 단점을 보완하고 이름을 회전교차로라고 바꾸어 설치·운영하였으며 현재 유럽, 호주, 미국 등 세계적으로 유행하고 있는 교차로 운영방식이다.

회전교차로는 진입부와 교차로 내부에서 감속운행을 유도하고 상층 횡수를 감소시키기 때문에 교통사고 발생 건수와 심각한 사고를 현저히 줄일 수 있어 안전성이 매우 높은 장점이 있다. 또한 불필요한 신호에 의한 지체를 줄여 효율적인 교차로 운영이 가능하며 대기오염 감소 및 에너지 절감 등으로 이어져 지속가능한 녹색교통시스템으로 인정받고 있다.

그러나 최근 보행자, 자전거에 대한 관심이 높아지고 있는 추세에 대한 반영은 아직 부족하다. 회전교차로 운영의 효율성을 극대화하면서도 보행자, 자전거의 편의증진을 위한 단계까지 나아가지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 회전교차로의 한계를 고려하여 보행자를 최대한 배려하는 회전교차로를 만들기 위한 연구를 수행하고자 하였다.

본 연구와 관련된 선행연구를 살펴보면 최근 회전교차로를 대상으로 한 연구나 대각선횡단보도를 대상으로 한 각각의 연구는 다수 있으나 회전교차로를 대상으로 대각선횡단보도를 설치하는 경우에 대한 연구는 전무한 것으로 조사되었다.

회전교차로를 연구대상으로 한 선행연구로는 Kim E. C. et al.(2009)에 의해 연구된 회전교차로의 서비스수준 기준을 정립하기 위한 연구가 있다. 이 연구에서는 VISSIM을 이용하여 진입교통량, v/c, 평균차량지체를 효과적으로 분석을 실행하였으며 지방지역 1차로 회전교

차로에서의 서비스수준 F일 때 진입교통량은 1,700pcph, 평균차량지체는 18초이며 서비스수준 A일 때 진입교통량은 700pcph, 이때 평균차량지체는 3초, v/c는 0.41로 분석되었다. 지방지역 2차로 회전교차로는 서비스수준 F일 때 진입교통량은 2,900pcph, 평균차량지체는 31초이며 서비스수준 A일 때 진입교통량은 1,500pcph, 평균차량지체 8초, v/c비는 0.52로 분석하였다.

Kim S. et al.(2011)은 도시부에서 보행량이 회전교차로의 운영 효율에 미치는 영향을 분석하기 위하여 VISSIM을 이용하였으며, 보행량에 따라 신호가 있는 원형교차로와 신호가 없는 회전교차로로 구분하고 교차로에서의 평균차량지체도를 산정 한 후 분석하여 도시부 회전교차로 설치 시 보행량이 200인/시 이하인 경우 회전교차로가 적합하며 보행량이 200인/시 이상인 경우는 펠리컨 신호가 있는 원형교차로, 보행량이 600인/시보다 높으면서 교통량이 1,500대/시 이상인 경우는 정주기식 신호가 있는 신호교차로가 적합하다고 제시하였다.

회전교차로와 관련된 대부분의 연구에서 분석도구로 교통시뮬레이션 모형을 사용하고 있었으며 교통량, 보행자수 등을 변수로 사용하고 있었다.

다음으로 일반교차로에 대각선횡단보도 설치에 따른 선행연구를 살펴보면 Jang Y. J. et al.(2007)이 TRANSYT-7F 모형을 이용하여 교통량과 보행량 수준, 도로 규모에 따른 대각선횡단보도 설치 전·후의 차량 지체도 변화를 분석하였다. 편도 1차로 교차로의 경우에는 보행량이 상·중일 때 유사한 값을 나타내며 편도 2차로 교차로의 경우에는 보행량에 상관없이 임계차선 교통량의 합이 유사한 것으로 분석되었고 3차로 교차로 경우에는 보행량이 상·중일 때 유사한 값을 나타내고 있지만 1, 2차로 교차로에 비해 차량의 지체도가 증가하는 것으로 보아 보행량과 도로의 규모가 커질수록 보행자의 전용현시가 길어져 대각선횡단보도에서의 차량 지체도가 증가하는 것으로 판단하였다.

Han Y. H. et al.(2011)은 운영적인 측면에서 대각선횡단보도의 설치가 차량 지체시간과 보행자 횡단시간에 미치는 영향을 분석하였다. 포화도가 0.7이하일 때는 비보호 좌회전 운영에 의한 현시체계 개선으로 지체시간의 증가를 방지하였고, 제약조건인 보행자 녹색시간을 결정하는 교차로 대각선 폭이 작을수록 대각선횡단보도를 설치하기 적합한 것으로 나타났다. 또한 보행자 횡단시간은 횡단 횡수가 한번인 경우에는 횡단시간의 단축 효과가 10%미만으로 미소하였지만 횡단횡수가 2번 이

상 횡단하는 경우에는 40%이상 횡단시간의 단축효과를 나타냈다. 이러한 분석 결과는 대각선횡단보도의 설치차량 지체시간과 보행자 횡단시간에 영향을 주기 때문에 대각선횡단보도의 설치 지점을 선정할 경우 이에 대한 사전분석이 필요함을 제시하였으며 연구결과를 토대로 권장 설치조건 및 설치 효과를 사전에 분석할 수 있는 단계별 절차를 제시하였다.

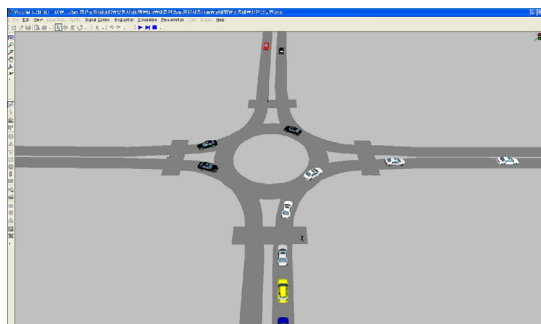
시뮬레이션 모형 구축

시뮬레이션 모형 구축은 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 제시하고 있는 다양한 기하구조 유형을 기준으로 연구를 수행하였다.

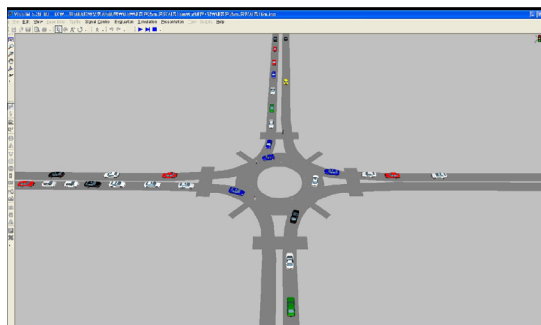
『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서는 설계기준자동차, 회전부 설계속도 및 내접원 지름에 따른

Table 1. Design elements for roundabout

Design Vehicles	Design Speed (km/h)	Design Speed (km/h)	inscribed circle diameter (m)	center traffic island diameter (m)
small car	20	40	25	16
			30	20
			40	31
			50	40



(CASE I) Before the introduction of scrambled crosswalk



(CASE II) After the introduction of scrambled crosswalk

Figure 1. Construct of simulation network

Table 2. Simulation scenario

	Scenario
Traffic Capacity (vphpl)	500 (Each Approach Lane)
v/c	0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8
Pedestrian Volume (p/h)	100, 200, 300, 500, 600
Rate of Turn Movement(%)	Straight : 50, Turn Left : 25 Turn Right : 25
MOE	Average Delay Time
Analysis Time (sec)	3600 (Warming-up : 600)

중양교통섬지름과 회전차로 폭 등을 기준으로 회전교차로를 구분하고 있다.

본 연구에서는 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 제시하고 있는 범위 내에서 기하구조를 Table 1과 같이 내접원 지름의 크기를 기준으로 하고 회전부 및 진입부 설계속도는 각각 동일하다고 가정하였다.

Figure 1은 VISSIM 5.20을 사용하여 회전교차로의 네트워크를 구축한 모습이다. CASE I 은 회전교차로 설계지침에서 제시하고 있는 설계기준을 적용하여 횡단보도를 정지선으로부터 6m 이격 된 곳에 설치한 경우이며 CASE II는 기존 회전교차로에 추가적으로 대각선횡단보도를 설치한 경우이다.

구축된 네트워크에 교통특성을 고려하기 위한 변수로 각 접근로에서의 포화도(v/c)와 보행자수(인/시)를 적용 하였으며 회전교통량 비율은 대구광역시 북구 동천동에 설치 되어있는 회전교차로 2곳과 동구 신천동에 설치 되어있는 회전교차로 2곳의 방향별 교통량을 조사한 결과를 바탕으로 직진 50%, 좌회전 25%, 우회전 25%를 적용하였다.

포화도(v/c)는 0.3-0.8, 보행자수(인/시)는 각각의 포화도(v/c)에 100인/시에서 600인/시까지 100인 단위로 증가시키며 차량의 지체시간을 분석하였다. 횡단보행자의 배분은 횡단방향별로 최단거리를 기준으로 배분하였다. 본 연구에서 수행한 시뮬레이션의 시나리오는 Table 2와 같다.

대각선횡단보도에 따른 차량지체도 분석

1. CASE별 차량지체도 산정

회전교차로에 기존 설계기준에 맞게 횡단보도를 설치한 CASE I 과 대각선횡단보도를 도입한 후인 CASE II 에 내접원 지름별로 포화도와 보행자수의 변화에 따른 지체시간 변화를 분석하였다. 분석결과는 Figure 2에서

Figure 5와 같다.

먼저 Figure 2는 회전교차로 내접원의 지름이 25m 일 때의 분석결과이다. CASE I은 포화도 0.7을 초과하자 지체시간이 증가하기 시작하였으나 증가율은 미소한 것으로 나타났다.

CASE II는 포화도 0.6을 초과하자 지체시간이 증가하기 시작하였으며 포화도 0.7 이상에서는 지체시간의 증가가 확대되는 것으로 나타났다. 특히 보행자수 400인/시 이상에서는 포화도 0.7이상에서 지체시간의 증가율이 급격히 커지는 것으로 분석되었다.

내접원 지름이 30m인 경우를 분석한 결과인 Figure 3을 살펴보면 포화도의 증가에 따라 지체시간이 서서히 증가하지만 보행자수에 따른 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

그러나 CASE II에서 보행자가 400인/시 이상에서 포화도가 0.7을 초과하면서 보행자수와 포화도의 증가에 따라 지체시간의 증가도 급격히 확대되는 것으로 나타났다.

Figure 4는 내접원 지름이 40m일 때의 분석결과이다. CASE I에서 포화도 증가에 따른 지체시간의 변화는 내접원 지름 25m, 30m에 비해 상대적으로 지체시

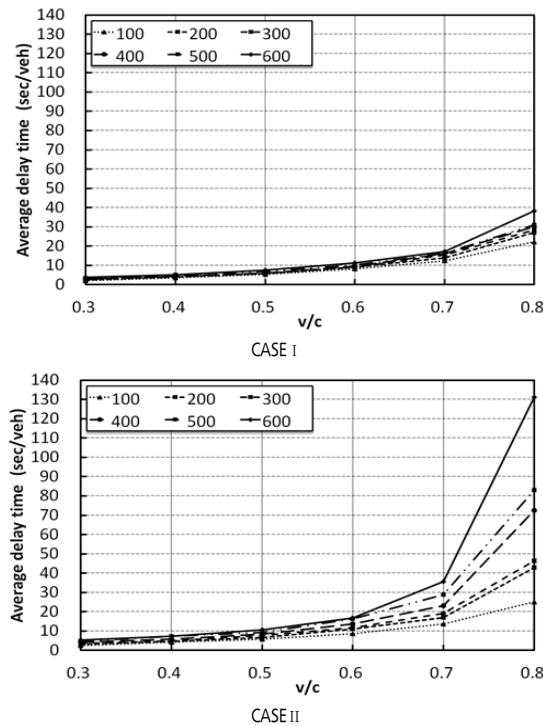


Figure 2. Delay time according to v/c and pedestrian variation (inscribed circle diameter : 25m)

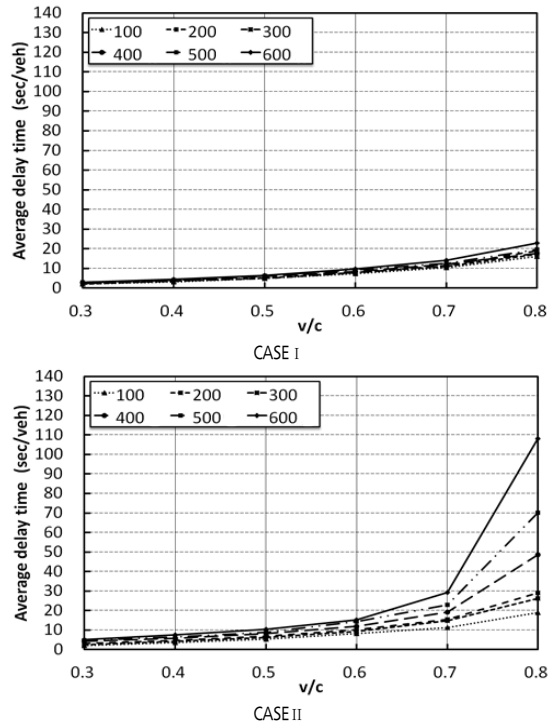


Figure 3. Delay time according to v/c and pedestrian variation (inscribed circle diameter : 30m)

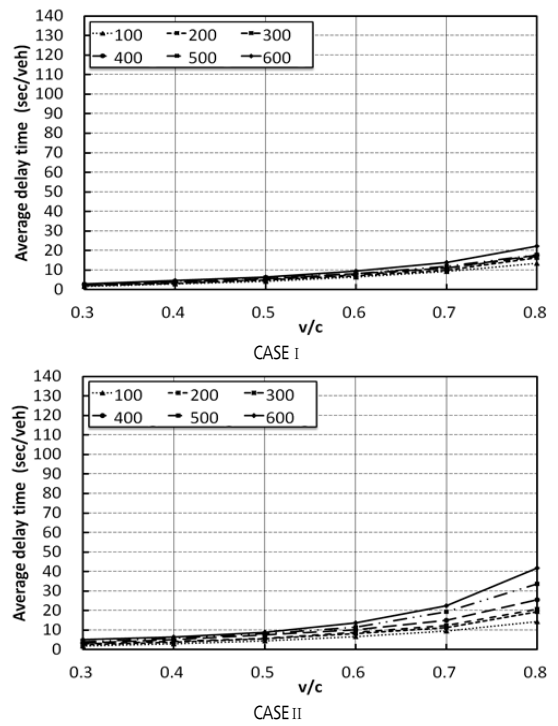


Figure 4. Delay time according to v/c and pedestrian variation (inscribed circle diameter : 40m)

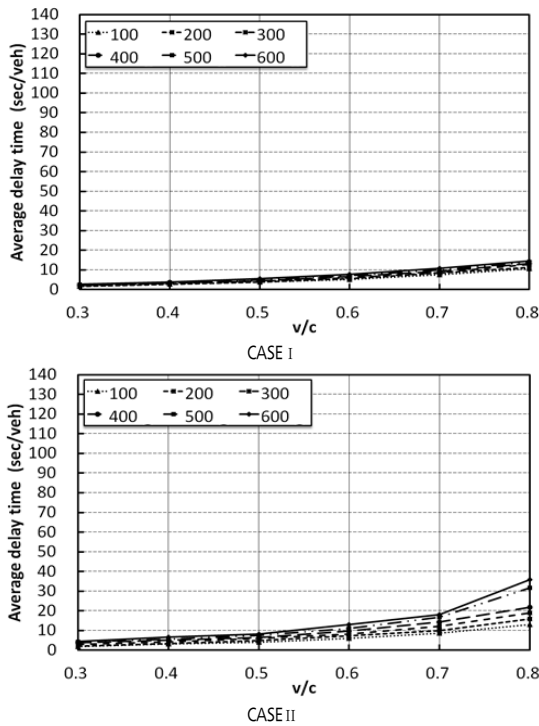


Figure 5. Delay time according to v/c and pedestrian variation (inscribed circle diameter : 50m)

간 증가율이 미소한 것으로 나타났다.

CASE II에서는 포화도의 증가에 따라 지체시간도 점진적으로 증가하고 포화도 0.6을 초과하면서 보행자수에 따라 지체시간의 변화가 나타나지만 전반적으로 내접원 지름 25m, 30m에 비해 보행자수의 증가에 따른 지체시간 영향이 상대적으로 작은 것으로 분석되었다.

내접원 지름이 50m일 때의 분석결과인 Figure 5를 살펴보면 포화도나 보행자수의 증가에 따른 지체시간의 증가가 현저히 감소하는 것으로 나타났다.

CASE II에서 포화도 0.7이상, 보행자수 400인/시 이상에서 지체시간의 증가가 다소 발생하지만 전반적으로 포화도, 보행자수의 증가에 의한 지체시간의 증가는 내접원 지름이 상대적으로 작은 회전교차로에 비해 미소한 것으로 분석되었다.

2. 차량지체도 변화 분석

기존 회전교차로의 지체시간과 대각선흡단보도 설치 시 지체시간 분석결과를 바탕으로 각 CASE별 지체시간의 차이를 비교·분석 하였다.

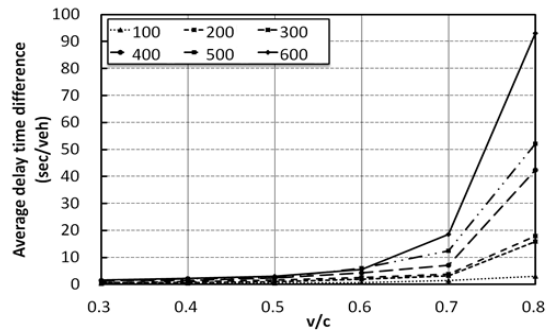


Figure 6. The delay time difference between CASE I and CASE II (inscribed circle diameter : 25m)

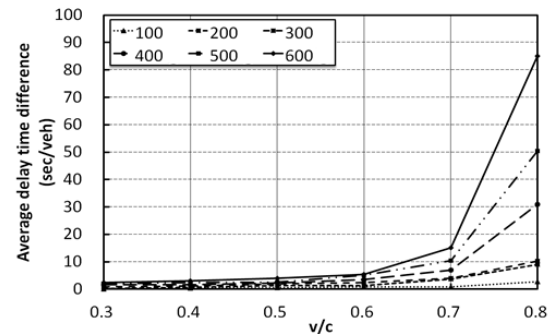


Figure 7. The delay time difference between CASE I and CASE II (inscribed circle diameter : 30m)

Figure 6은 내접원 지름이 25m인 회전교차로에서 대각선흡단보도 설치 전·후 차량 지체시간 차이의 변화를 포화도와 보행자수 증가에 따라 나타낸 결과이다.

보행자수가 100인/시 인 경우에는 포화도 증가에 따른 지체시간 차이의 변화는 매우 미소한 것으로 분석되었다. 보행자수가 400인/시 일 때에는 포화도가 0.7을 초과하자 지체시간 차이가 매우 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

보행자수가 500-600인/시 인 경우에는 포화도가 0.6을 초과하면서부터 지체시간의 차이가 나타나기 시작하여 포화도 0.7을 초과하면서 지체시간 차이의 증가 폭이 급격히 확대되는 것으로 나타났다. 포화도 0.8이고 보행자수가 600인/시에서 최고 93.0sec의 지체시간 차이가 발생하였다.

대각선흡단보도의 설치 전·후 차량의 지체시간 차이를 비교·분석해 본 결과 내접원의 크기가 25m일 때 보행자수가 100인/시 인 경우에는 포화도에 상관없이, 보행자수가 200-400인/시 인 경우에는 포화도 0.7이하, 보행자수가 500-600인/시 인 경우에는 포화도 0.6이하

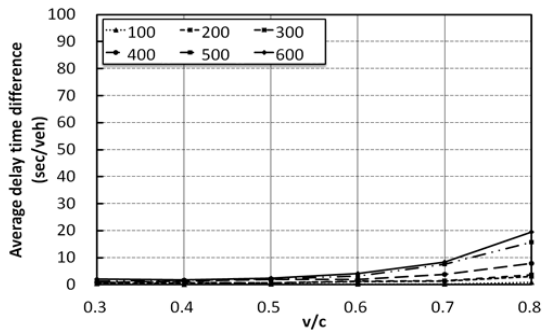


Figure 8. The delay time difference between CASE I and CASE II (inscribed circle diameter : 40m)

의 조건에서 대각선횡단보도를 설치하여도 차량의 소통에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

내접원 지름이 30m일 때의 분석결과인 Figure 7을 살펴보면 보행자수가 200-300인/시 인 경우 포화도가 0.7을 초과하자 지체시간의 차이가 다소 발생하긴 하지만 지체시간 차이가 매우 미소한 것으로 분석되었다.

보행자수가 400인/시 이상에서 포화도가 0.6을 초과하면서 지체시간의 차이가 발생하기 시작하여 포화도가 0.7을 초과하자 지체시간의 차이가 확대되는 것으로 분석되었다. 그러나 내접원의 크기가 25m인 경우보다는 전체적으로 지체시간 차이가 감소하였다.

내접원 지름의 크기가 30m인 경우에는 보행자수가 300인/시 이하에서는 포화도에 상관없이 보행자수가 400-500인/시에서는 포화도 0.7이하, 보행자수가 600인/시에서는 포화도 0.6 이하일 경우 차량 소통에 영향을 최소화 하면서 회전교차로에 대각선 횡단보도의 설치가 가능할 것으로 판단된다.

내접원 지름이 40m일 때의 분석결과인 Figure 8을 살펴보면 내접원 지름이 30m일 때보다 전반적으로 지체시간의 차이가 현저히 감소하는 것으로 분석되었다.

지체시간의 최대차이가 19.5sec로 분석되었으며 포화도가 0.7이고 보행자수가 600인/시에서도 지체시간의 차이는 최고 8.4sec로 나타났다.

보행자수가 100-400인/시 인 경우에는 포화도 증가에 따른 지체시간 차이의 변화가 미소하였으며 보행자수가 500-600인/시 인 경우에 포화도가 0.7을 초과하면서 지체시간의 차이가 다소 발생하지만 내접원 지름이 상대적으로 작은 회전교차로에 비해 지체시간의 차이가 현저히 작은 것으로 분석되었다.

내접원 지름이 50m일 때의 분석결과인 Figure 9를 살펴보면 내접원 지름이 40m일 때와 유사한 경향을 나

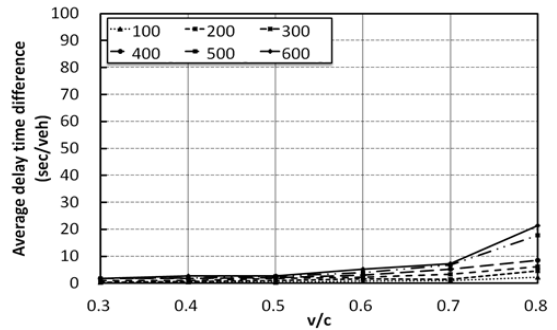


Figure 9. The delay time difference between CASE I and CASE II (inscribed circle diameter : 50m)

타났다. 내접원 지름의 크기 증가에 따른 지체시간 차이의 감소도 더욱 분명하게 나타났다.

회전교차로 내접원 지름이 증가하는 경우 각 CASE 별 지체시간의 차이가 현저히 줄어드는 것으로 나타나 대각선 횡단보도의 설치가 내접원 지름이 작은 경우에 비해 상대적으로 용이한 것으로 분석되었다.

기 연구고찰 결과 일반 평면교차로를 대상으로 한 대각선 횡단보도의 설치는 평면교차로의 규모가 클수록 차량의 지체를 증가시키는 것으로 나타나고 있다.

그러나 회전교차로의 경우 교차로의 규모가 커지더라도 중앙교통섬의 규모가 커질 뿐 대각선횡단보도의 길이는 길어지지 않고 일정하게 유지되며 차량의 회전반경이 확대되어 차량 주행성이 향상되기 때문에 회전교차로 내접원의 지름이 클수록 대각선횡단보도로 인한 차량지체가 줄어드는 것으로 판단된다.

내접원 지름의 크기가 40m, 50m인 경우에는 보행자수가 400인/시 이하에서는 포화도에 상관없이 보행자수가 500인/시 이상에서는 포화도 0.7이하일 경우에 대각선횡단보도의 설치가 가능한 것으로 판단된다.

본 연구결과를 바탕으로 차량의 소통에 영향을 최소

Table 3. Design criteria for scramble crosswalk in roundabout

inscribed circle diameter (m)	Pedestrian Volume (p/h)	v/c
25	under 100	-
	200-400	under 0.7
	over 500	under 0.6
30	under 300	-
	400-500	under 0.7
	over 600	under 0.8
40	under 400	-
	over 500	under 0.7
50	under 400	-
	over 500	under 0.7

화하면서 회전교차로에 대각선흡단보도를 설치하기 위한 기준을 정리하면 Table 3과 같다.

결론

본 연구에서는 회전교차로를 대상으로 횡단보행자의 보행동선을 단축시킴으로써 보행자의 편의를 증진시키고 무단횡단을 방지하여 보행자 안전을 확보하기 위한 대각선흡단보도의 설치에 관한 연구를 수행하였다.

대각선흡단보도의 설치에 보행자의 편의와 안전에는 도움이 되지만 차량의 소통에는 악영향을 줄 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 차량의 지체를 최소화 하면서 대각선흡단보도를 설치할 수 있는 합리적인 기준을 설정하기 위해 회전교차로를 대상으로 대각선흡단보도 설치 전·후의 차량지체시간을 분석하였다.

분석도구는 미시적 교통분석 소프트웨어 프로그램인 VISSIM 5.20을 사용하였으며 다양한 기하구조에서 포화도(v/c), 보행자수(인/시) 등을 변수로 사용하였다.

분석결과 포화도, 보행자수의 증가에 따라 대각선흡단보도 설치시 차량의 지체시간 증가가 발생하는 것으로 나타났으나 포화도, 보행자수에 따라 그 정도는 매우 다른 것으로 분석되었다.

전반적으로 포화도가 0.6이하에서는 보행자수에 관계없이 대각선흡단보도의 설치에 따른 영향이 미소하였으며, 보행자수 300인/시 이하에서는 포화도에 관계없이 지체시간의 차이가 매우 작은 것으로 나타났다. 또한, 회전교차로의 내접원이 커짐에 따라 포화도와 보행자수의 증가에 따른 차량 지체시간의 차이가 작아지는 현상도 확인할 수 있었다. 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 내접원 지름의 크기가 25m인 경우 포화도 0.6이하에서는 보행자수 400인/시까지 대각선흡단보도의 설치로 인한 차량 지체시간의 증가는 미소하였으나 보행자수가 500인/시를 초과하면서 지체시간 차이가 발생하기 시작하였다. 포화도 0.7이상에서는 보행자수가 200인/시 이상부터 지체시간 차이가 증가하였고 포화도 0.8, 보행자수가 400인/시 이상에서는 지체시간의 차이가 급격히 확대되었다.
2. 내접원 지름의 크기가 25m와 30m에서는 지체시간의 차이가 유사한 결과를 나타내고 있으나 내접원 지름의 크기가 30m일 때 지체시간의 차이가

미소하게 감소하는 것으로 나타났다.

3. 내접원 지름의 크기가 40m인 경우에는 보행자수가 100-400인/시인 경우에는 포화도가 0.7을 초과하면서 지체시간의 차이가 미소하게 발생하지만 내접원 지름이 상대적으로 작은 회전교차로에 비해 지체시간의 차이가 현저히 감소하는 것으로 분석되었다.
4. 내접원 지름의 크기가 50m인 경우에도 내접원 지름의 크기가 40m인 경우와 마찬가지로 지체시간 차이의 감소가 뚜렷하게 나타났다.
5. 회전교차로의 내접원 지름의 크기에 따라 대각선흡단보도 설치로 인한 차량의 지체시간을 분석한 결과 내접원의 지름이 커질수록 대각선흡단보도 설치 전·후의 지체시간 차이가 감소하는 것으로 나타났다.
6. 본 연구결과를 바탕으로 회전교차로 내접원 지름의 크기, 보행자수, 포화도의 변화에 따른 대각선흡단보도의 설치기준을 Table 3에 제시하였다.

현재 『회전교차로 설계지침(2010, 국토해양부)』에서 보행자의 안전을 이유로 보행자의 중앙교통섬 통행을 금지하고 있어 본 연구결과를 적용할 수 없는 현실적인 한계를 가지고 있다.

그러나 보행자수가 많거나 보행자 동선이 길어지는 문제점으로 인해 보행불편을 초래하거나 무단횡단이 빈번히 발생하는 경우 보행자의 안전과 편의증진을 위해 다양한 방안이 검토되어야 할 것이다.

본 연구결과 회전교차로에 대각선흡단보도를 설치하는 것은 특정한 교통조건에서는 차량소통에 큰 영향 없이 보행자의 편의를 증진시킬 수 있는 유용한 방안으로 판단된다.

따라서 현재의 확실적인 회전교차로 횡단보도 설계 기준에서 벗어나 향후 보행자의 편의와 안전을 증진할 수 있는 대안으로 대각선흡단보도를 포함하여 다양한 방법의 횡단보도 설계방안에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the 2012 research grant of the Daegu University.

REFERENCES

- Gagnon C., Sadek A. W., Touchette A., Smith M. (2008), Calibration Potential of Common Analytical and Micro Simulation Roundabout Model : New England Case Study, Journal of the Transportation Research Board, 2071, 77-86.
- Han Y. H., Kim Y. C., Yang C. H. (2011), An Analysis Procedure for Evaluating Pedestrian Scramble Construction, J. Korean Soc. Transp., 29(4), Korean Society of Transportation, 73-83.
- Jang Y. J., Kim H. J., Son B. S. (2007), Analyses of Vehicular Delay on Scrambled Crosswalk, The 60th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, 402-411.
- Kim E. C., Ji M. K. (2009), A Study of Level of Service Criteria for Roundabouts, J. Korean Soc. Transp., 27(1), Korean Society of Transportation, 7-16.
- Kim S., Choi J., Lee S., Kim M., Kim Y., Jeon B. (2011), A Study of Roundabout Operation According to the Pedestrian Volume, Journal of the Korean Society of Road Engineers, 13(4), 143-150.
- Ministry of Construction and Transportation (2001), Korea Highway Capacity Manual, Ministry of Construction and Transportation.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010), Roundabout Design Guidelines, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

- ☞ 주 작성자 : 강성인
 ☞ 교신저자 : 이영우
 ☞ 논문투고일 : 2014. 3. 10
 ☞ 논문심사일 : 2014. 4. 10 (1차)
 2014. 4. 25 (2차)
 ☞ 심사판정일 : 2014. 4. 25
 ☞ 반론접수기한 : 2014. 10. 30
 ☞ 3인 익명 심사필
 ☞ 1인 abstract 교정필