

## 보행신호 운영에 따른 회전교차로의 효과 분석

### Effectiveness Analysis of Roundabout Based on the Operation of Pedestrian Signal

김 경 환\*                      박 병 호\*\*  
(Kyung Hwan Kim)            (Byung Ho Park)

#### 요 약

이 연구는 회전교차로의 운영효과를 다루고 있다. 연구의 목적은 보행신호 운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 분석하는데 있다. 이를 위해 교통시뮬레이션 프로그램인 VISSIM을 사용하였다. 이 연구에서는 보행신호 운영(7개), 교차로 유형(2개), 보행교통량(8개) 및 진입교통량(15개)에 따른 1,680개의 시나리오를 분석하였다.

주요 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 4지 1차로 회전교차로는 유형 2, 4지 2차로 회전교차로는 유형 6이 다른 유형에 비해 운영효과가 좋은 것으로 평가되었다. 둘째, 보행신호 운영의 평균 지체가 비신호 횡단보도에 비해 낮은 것으로 분석되었다. 마지막으로, 4지 1차로는 표준 횡단보도가 2단 횡단보도에 비해 평균지체가 8.18% 감소하였다. 반면, 4지 2차로는 2단 횡단보도가 표준 횡단보도에 비해 36.53% 감소 효과가 있는 것으로 평가되었다.

#### Abstract

This study deals with the operation effectiveness of roundabout. The objective of this study was to analyze the operational effectiveness of roundabout based on the operation of pedestrian signal. For pursuing the above, VISSIM was as a traffic simulation program. this study gives particular attention to analyzing the 1,680 scenarios by operation of Pedestrian Signal(7 cases), roundabout type(2 cases), pedestrian volume(8 cases) and entering volume(15 cases).

The main results analyzed are as follows. First, the operational effectiveness analyzed by 2 type of 4-legged 1-lane roundabout and 6 type of 4-legged 2-lane were evaluated to be better than that by the others type. Second, the average delay time analyzed by operation of pedestrian signal were evaluated to be less than that by unsignalized pedestrian crossing. Finally, the average delay time analyzed by pedestrian crossing were decreased 8.18% than that by staggered pedestrian crossing in 4-legged 1-lane. However, the average delay time analyzed by staggered pedestrian crossing were evaluated to be decreased 36.53% than that by pedestrian crossing in 4-legged 2-lane.

**Key words** : Priority Rule, Operational Effectiveness, Average Delay Time Per Vehicle, Roundabout, Staggered Pedestrian Crossing

\* 주저자 : 충북대학교 도시공학과 박사과정

\*\* 교신저자 : 충북대학교 도시공학과 교수

† 논문접수일 : 2012년 1월 25일

† 논문심사일 : 2012년 6월 29일

† 게재확정일 : 2012년 7월 2일

# I. 서 론

## 1. 연구 배경 및 목적

회전교차로는 기존 로터리의 설계 및 운영방식을 좀 더 개량한 형식으로서 일반 교차로에 비해 상충점의 수가 적고, 운전자의 운전행위를 단순화시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 교차로의 용량 및 안정성 증가, 지체감소 등과 같은 운영효과를 가지고 있다. 이에 교통 분야에서는 「교통운영체계 선진화 방안」의 7대 핵심과제에도 포함되는 한편, 신호교차로와 비교하여 차량지체와 배기가스 배출이 낮은 회전교차로의 도입을 검토하고 있다.

이러한 변화에 따라 최근 회전교차로에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 아직까지 보행자를 고려한 연구는 미진한 상태이다. 특히 보행자를 고려한 연구는 대부분 비보호 횡단보도만을 활용하여 회전교차로의 운영효과를 분석하고 있다.

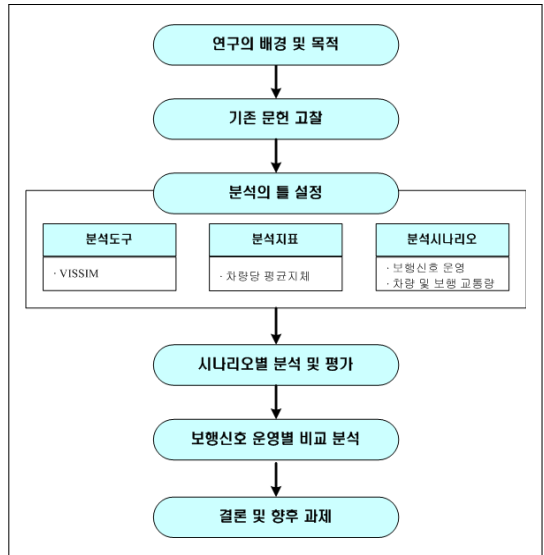
이에 이 연구에서는 보행신호 운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 비교·분석하는데 목적을 두고 있다. 이 연구의 결과는 향후 보행자와 차량의 원활한 소통을 위한 회전교차로에서의 보행신호 운영 기준을 정립하는데 도움을 줄 것으로 판단된다.

## 2. 연구 내용 및 방법

이 연구는 미시적 교통시뮬레이션인 VISSIM을 이용하여, 횡단보도 내 보행자와 차량을 고려한 보행신호 운영에 따른 회전교차로 운영효과를 비교·분석하였다. 분석에 사용된 회전교차로는 국토해양부의 ‘평균교차로 설계지침(2004)’에서 제시한 4지 1차로와 2차로 회전교차로를 대상으로 하였다.

연구의 수행과정은 <그림 1>과 같다. 첫째, 연구의 전반적인 배경과 목적을 제시한다. 둘째, 기존의 회전교차로 관련 문헌을 검토하여 연구의 차별성을 제시한다. 셋째, 분석교차로에 대한 기하구조를 설계하고, 보행신호운영 유형과 보행 및 진입 교통량을 고려한 분석 시나리오를 설정한다. 넷째, 설계된 회전교차로와 분석시나리오를 VISSIM을 이용하여

분석하고, 이를 비교한다. 다섯째, 보행신호운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 비교분석하고, 마지막으로 결론을 제시한다. 또한 연구의 한계에 대해 검토하여 향후 과제를 제시한다.



<그림 1> 연구의 수행과정  
<Fig. 1> Flowchart of this study

# II. 기존 문헌 고찰

## 1. 기존 문헌 검토

### 1) 국내 문헌

손영태 등(2004)은 시범운영중인 서울시 교차로의 2단 횡단방식을 사례로 이용하여 운영효과를 분석하고, 이를 통해 설치기준을 검토하였다. 그 결과 좌회전, 직진 동시신호에서 교차로의  $Y_c$ 가 0.9 이하일 경우에 2단 횡단보도를 설치하면 지체도 감소에 대한 편익을 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

전우훈 등(2003)은 회전교차로의 진입용량 모형 개발 및 교통량에 관한 준거를 마련하였다. 진입용량에 크게 영향을 주는 도로조건은 중앙교통섬 직경과 회전차로 폭으로 분석되었으며, 도로용량편람(2001)에서 제시되지 못한 회전교차로 용량과 서비스수준 분석 연구가 필요하다고 제시하였다.

김응철 등(2009)은 효과적도를 선정하고 시뮬레이션 분석을 이용하여 회전교차로의 서비스수준 기준을 정립하였다. 지방지역 회전교차로를 분석대상으로 하였으며, 1차로 회전교차로에서 서비스수준 F의 진입교통량은 1,700pcph이며, 평균차량지체는 18초로 분석되었다. 또한 2차로 회전교차로에서는 서비스수준 F의 진입교통량은 2,900pcph이며, 평균차량지체는 31초로 평가되었다.

인병철(2009)은 VISSIM을 이용하여 차량 및 보행교통량을 고려한 회전교차로의 운영효과를 신호교차로와 비교하여 어떠한 조건에서 효과적인가를 평가하였다. 또한 회전교차로에서 신호교차로로 전환되어야 하는 진입교통량을 추정하기 위한 24개의 회귀모형식을 구축하였다.

이수인 등(2010)은 도시부 2차로 회전교차로를 대상으로 보행량에 따른 교통량별 회전교차로의 지체 변화를 비교하였다. 보행수요가 400대/시 이상일 경우에는 무통제보다 펠리컨 및 정주기식 신호운영이 더 효율적인 것으로 평가되었다.

## 2) 국외연구 검토

미국 NCHRP(National Cooperative Highway Research Program)에서는 1997년 미국 전역의 교통국을 대상으로 회전교차로의 위상과 실행에 대한 설문조사를 실시하였다. 응답자의 66%가 안전성 제고, 지체 및 비용감소, 도시경관 등을 이유로 회전교차로를 도입한 것으로 응답하였다.

Bastian J. S. 등(2007)은 1차로 및 2차로 회전교차로의 보행자 신호처리 조사 분석을 통해 회전교차로를 미시적으로 분석하였다.

Sadek A. W.(2008)는 현대식 회전교차로를 대상으로 일반분석과 마이크로 시뮬레이션(RODEL, aaSIDRA, PARAMICS, VISSIM 등) 분석을 비교·평가하였다. VISSIM이 가장 많은 변수를 고려하여 교차로를 분석할 수 있으며, aaSIDRA의 환경요인은 대부분 신뢰할 수 있는 것으로 나타났다. PARAMICS는 비교변수를 적용하여도 결과에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

Baranowski B.(2005)는 보행량과 교통량에 따른 회전교차로의 보행신호 운영을 연구하였다. 연구 결과 각 지침에서 보행신호 운영을 검토해야 하는 보행량과 교통량의 범위를 제시하였다.

Evbokia V. 등(2008)은 메릴랜드 주와 델라웨어 주의 전방향 정지제어 교차로를 신호 및 회전교차로로 전환할 경우의 운영효율을 비교 분석하였다.

## 2. 연구의 차별성

이 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, VISSIM을 이용하여 횡단보도를 구축하고 보행 횡단보도의 운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 비교 분석하였다는 점에서 차별성이 있다. 보행량을 고려한 기존 연구에서는 비보호 횡단보도만을 대상으로 분석하였으나, 이 연구에서는 비보호를 포함한 횡단보도의 보행신호 운영에 따른 효과를 분석하였다.

둘째, 보행신호에 따른 회전교차로의 운영효과를 분석하는데 있어 일반 횡단보도 뿐 아니라 회전교차로의 교통섬을 활용한 2단 횡단보도를 포함하여 보다 다양한 보행신호 운영을 분석하였다. 기존 문헌에서도 신호교차로를 중심으로 2단 횡단보도의 효과를 이미 분석한 바 있으며, 회전교차로의 특성상 분리교통섬이 각 진입로에 설치되어 있으므로 2단 횡단보도의 운영이 용이할 것으로 판단된다.

## Ⅲ. 분석틀의 설정

### 1. 네트워크

#### 1) VISSIM

VISSIM은 링크를 기반으로 구성되어 교통 운영이나 교차로에서의 교통류 통행방향을 제어하기 용이하다. 특히 차선별 특성을 고려한 차선제어가 가능하다는 이점이 있다. 또한 운전자 행태를 반영할 수 있어 도시부 및 지방부 도로 등 다양한 형태의 교통특성을 사실적으로 묘사하고 분석할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

### 2) 2단 횡단보도(Staggered Pedestrian Crossing)

보행자를 한 현시 내에 횡단시키는 종래의 표준 횡단보도와는 달리, ‘2단 횡단보도’는 도로중앙에 보행자가 대기 할 수 있는 보행섬을 설치하여 보행자가 두 개의 횡단보도를 2회에 나누어서 횡단하도록 하는 형태의 횡단보도를 의미한다. 영국에서 제안되어 유럽에서 많이 사용되고 있으며, 우리나라에서도 시범적으로 설치하여 운영되고 있다.

### 3) 보행자 최소 녹색시간

보행시간은 보행자 고정녹색시간과 녹색 점멸시간으로 구분된다. 보행자 신호시간은 보행자의 안전과 차량소통의 2가지 측면을 고려하여 설정하며, 다음 식 (1)에 의해 산출한다.

$$G_p = T + \frac{D_x}{S_p} \quad (1)$$

여기서,

$G_p$  : 보행자 최소 녹색시간

$T$  : 고정녹색시간(이 연구에서는 7초)

$D_x$  : 횡단거리

$S_p$  : 보행자 평균속도(이 연구에서는 1.0m/s)

### 4) 네트워크 구축

이 연구에서는 ‘평면교차로 설계지침(2004)’에서 제시하고 있는 지방부 4지 1·2차로 회전교차로를 분석네트워크로 선정하였다. 1·2차로 회전교차로 모두 진입로별 분리교통섬을 설치하였으며, 횡단보도의 폭은 4m로 설정하였다. 교차로별 설계기준은 <표 1>과 같다.

회전교차로의 특성을 반영하기 위해 Priority Rule을 이용하여 회전차로에 우선권을 부여하였다. 또한 비보호 횡단보도의 경우에는 보행자에게 통행 우선권이 있는 것으로 가정하여 Priority Rule을 설정하였으며, 분리교통섬을 보행대피공간으로 활용할 수 있도록 횡단보도를 2단 횡단보도 형식으로

구축하였다. 차량과 보행자간의 Priority Rule에서는 Front와 Rear Gap을 3.5초와 1.0초로 설정하였다.

분석을 단순화하기 위해 중단경사는 0값으로 경사가 없는 것으로 가정하였으며, 차량운행특성으로 차간시간은 3초, 차간간격은 5m로 설정하였다. Output file중 Average delay time(car)을 선택하여 차량당 평균지체 값을 산출하였다. 회전교차로의 진입로 차량은 회전차로에 진입하기 위해 감속해야 하므로, 교차로의 진입로와 회전차로의 설계속도는 동일한 값을 적용하였다.

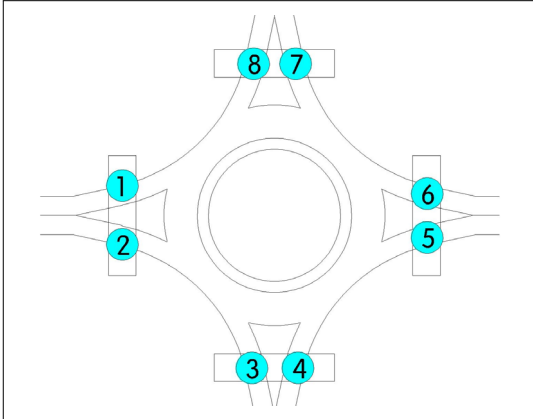
<표 1> 회전교차로 설계기준  
<Table 1> Design criteria of roundabout

구분	4지 1차로	4지 2차로
내접원 직경	40	60
회전차로 폭	6	9
진입로 속도	40	50
회전차로 설계속도	25	25
보행자 최소 녹색시간	표준 : 19초 2단 : 11초	표준 : 30초 2단 : 15초
교통량 비율	주도로 : 부도로 = 2 : 1	
방향별 비율	좌회전 : 직진 : 우회전 = 2 : 6 : 2	

## 2. 시나리오 설정

보행신호 운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 비교·분석하기 위해 보행신호 운영을 7개의 유형으로 구분하였다. 각 유형별로 보행교통량은 100~800인/시(100인/시 간격), 진입교통량은 전 방향 기준으로 400~6,000대/시(400대/시 간격)까지 증가하는 시나리오를 작성하였다. 따라서 분석시나리오는 교차로 유형 2개, 보행신호 운영 7개, 보행교통량 8개 및 진입교통량 15개로 구성되어 총 1,680 (2×7×8×15 = 1,680)개의 시나리오를 분석하였다.

분석을 단순화하기 위해 신호주기는 120초로 모든 유형에서 동일한 것으로 가정하였으며, 보행신호기 위치는 <그림 2>와 같다. 유형 1은 보행신호기를



〈그림 2〉 보행신호기 위치  
 〈Fig. 2〉 Location of pedestrian signals

설치하지 않고 비보호로 운영하며, 그 외의 유형별 보행신호는 <표 2>와 같이 운영된다. 차량은 각 도로의 해당 보행신호기 작동시에만 정지하며, 보행신호기는 0, 30, 60 및 90초를 시점으로 보행신호시간만큼 작동하는 것으로 설정하였다. 이때 보행신호시간은 식 (1)에서 산출된 값을 적용하였다.

〈표 2〉 유형별 횡단보도 운영  
 〈Table 2〉 Operation of pedestrian crossing by type

구분	0초	30초	60초	90초	비고
유형 1	비보호	비보호	비보호	비보호	보행자 우선
유형 2	①~⑧	-	-	-	표준
유형 3	①②	③④	⑤⑥	⑦⑧	표준
유형 4	①② ⑤⑥	-	③④ ⑦⑧	-	표준
유형 5	②④ ⑥⑧	-	①③ ⑤⑦	-	2단
유형 6	②⑤	④⑦	①⑥	③⑧	2단
유형 7	②⑥	④⑧	①⑤	③⑦	2단

주 : 현시에 표시된 번호는 <그림 2>에 표현된 보행신호기의 위치를 나타낸 것임

### 3. 분석지표 선정

신호교차로의 경우 교통량, 신호운영 및 기하구조를 토대로 차량당 평균제어지체를 산출한다. 그러나 우리나라에서는 아직 회전교차로에 대한 운영효율분석 모형이 제시되지 못하였다. 이에 이 연구에서는 평가지표를 차량당 평균지체로 선정하고, 이를 통하여 회전교차로의 운영효과를 분석하였다.

## IV. 시나리오별 비교 분석

### 1. 4지 1차로 회전교차로

VISSIM을 이용하여 시나리오를 분석한 결과, 유형 2의 지체가 가장 낮게 분석되어 회전교차로의 운영효과가 다른 유형에 비해 좋은 것으로 판단된다. 그 다음으로는 유형 4, 유형 5, 유형 3, 유형 6, 유형 7, 유형 1의 순으로 나타났다.

특히 2단 횡단보도로 구성된 유형 5, 유형 6 및 유형 7의 경우, 표준 횡단보도로 구성된 유형 2, 유형 3 및 유형 4에 비해 운영효과가 떨어지는 것으로 분석되었다. 즉 도로를 횡단하는데 있어 횡단보도를 2회에 나누어서 횡단하는 것보다 한 개의 횡단보도를 1회에 횡단하는 것이 회전교차로의 운영효과를 더 높이는 것으로 평가되었다.

또한 보행량이 증가할수록 지체가 증가하는 것으로 분석되었다. 이는 보행신호가 종료되어도 보행신호시간에 횡단보도에 진입한 보행자가 횡단을 종료하는 시점까지 차량이 횡단보도를 통과하지 않고 대기하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

보행량 300인/시 이하의 경우에는 유형 1(비보호 운영)을 기준으로 1,200대/시(보행량 200인/시 이하)와 교통량 1,600대/시(보행량 300인/시)까지 수용가능한 것으로 나타났다. 또한 유형 1의 지체가 신호 횡단보도 운영에 비해 낮게 분석되어 신호 횡단보도의 운영이 필요하지 않은 것으로 평가되었다.

<표 3>과 <표 4>에서 보는 바와 같이 유형 1(비보호 운영)은 교통량 400대/시일 때, 보행량 400인/시와 800인/시에서 지체가 20.172초/대와 46.140초/

〈표 3〉 1차로 회전교차로의 분석결과(보행량 400인/시)  
 〈Table 3〉 Analysis result of 1-lane roundabout  
 (pedestrian volume : 400person/hour)

(단위 : 대/시, 초/대)

구분	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4	유형 5	유형 6	유형 7
400	20.172	10.065	12.119	10.158	10.511	12.157	13.291
800	26.791	14.063	15.901	14.367	15.506	16.167	16.291
1,200	58.932	15.657	19.033	16.334	17.335	20.457	26.112
1,600	101.450	30.206	39.509	37.886	38.272	44.532	48.135

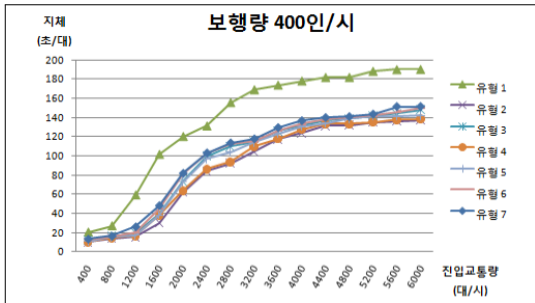
주 : 음영표시는 지체시간 18초/대(서비스수준 F)이하의 진입교통량을 표시한 것임

〈표 4〉 1차로 회전교차로의 분석결과(보행량 800인/시)  
 〈Table 4〉 Analysis result of 1-lane roundabout  
 (pedestrian volume : 800person/hour)

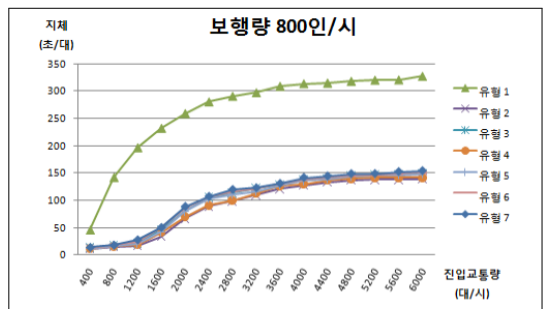
(단위 : 대/시, 초/대)

구분	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4	유형 5	유형 6	유형 7
400	46.140	10.826	12.780	11.298	11.451	12.993	14.022
800	142.260	14.486	17.475	15.611	16.379	17.847	18.226
1,200	196.665	16.372	21.497	18.536	20.199	23.284	27.953
1,600	232.108	33.479	46.197	40.683	42.062	50.182	50.468

주 : 음영표시는 지체시간 18초/대(서비스수준 F)이하의 진입교통량을 표시한 것임



〈그림 3〉 1차로 회전교차로의 유형별 차량지체 비교  
 (보행량 400인/시)  
 〈Fig. 3〉 Comparison of vehicle delay of 1-lane roundabout by type (pedestrian volume : 400person/hour)



〈그림 4〉 1차로 회전교차로의 유형별 차량지체 비교  
 (보행량 800인/시)  
 〈Fig. 4〉 Comparison of vehicle delay of 1-lane roundabout by type (pedestrian volume : 800person/hour)

대로 분석되었다. 이는 보행신호를 비보호로 운영할 경우 교통 혼잡으로 인해 회전교차로의 운영효과가 크게 떨어지는 것으로 나타나 신호 횡단보도의 운영이 필요한 것으로 판단된다.

보행량 400인/시의 경우에는 유형 2, 유형 4 및 유형 5는 진입교통량이 1,200대/시, 유형 3, 유형 6 및 유형 7은 800대/시를 초과하면 지체가 급격히 증가하여 운영효율이 감소하는 것으로 평가되었다. 보행량 800인/시의 경우엔 유형 2는 진입교통량 1,200대/시, 유형 3, 유형 4, 유형 5 및 유형 6은 진입교통량 800대/시, 그리고 유형 7은 진입교통량 400대/시를 초과하면 지체가 급격히 증가하는 것으로 분석되었다. 반면 유형 1은 모든 보행교통량에서 차량지체가 높아 운영효율이 낮은 것으로 평가되었다.

## 2. 4지 2차로 회전교차로

분석 결과는 <표 5>와 <표 6>과 같다. 유형 6의 지체가 가장 낮게 분석되어 회전교차로의 운영효과가 다른 유형에 비해 좋은 것으로 판단된다. 그 다음으로는 유형 7, 유형 5, 유형 4, 유형 3, 유형 2, 그리고 유형 1의 순으로 나타났다.

반면 4지 1차로 회전교차로와는 달리, 2단 횡단보도로 구성된 유형 5, 유형 6 및 유형 7의 지체가 표준 횡단보도로 구성된 유형 2, 유형 3 및 유형 4에 비해 낮게 나타났다. 이는 2차로 도로를 횡단하는데 있어서는 도로를 2회에 나누어 횡단하는 것이 한 개의 횡단보도를 1회에 횡단하는 것보다 회전교차로의 운영효과를 더 높이는 것으로 분석되었다.

〈표 5〉 2차로 회전교차로의 분석결과(보행량 400인/시)  
 〈Table 5〉 Analysis result of 2-lane roundabout  
 (pedestrian volume : 400person/hour)

(단위 : 대/시, 초/대)

구분	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4	유형 5	유형 6	유형 7
400	13.657	12.765	12.735	10.200	7.107	5.871	6.050
800	16.876	16.157	13.097	11.095	7.990	6.584	6.629
1,200	18.004	16.160	13.541	13.174	8.432	7.352	8.013
1,600	24.231	22.766	17.907	15.788	10.431	9.689	10.192
2,000	36.862	24.784	19.166	18.423	12.624	11.993	12.575
2,400	63.957	35.453	25.316	24.660	18.582	15.126	16.451
2,800	89.240	53.151	47.785	41.020	24.222	19.876	21.109
3,200	99.620	72.100	66.511	65.905	45.068	34.200	35.037
3,600	113.694	89.735	84.934	81.585	65.775	58.952	63.837

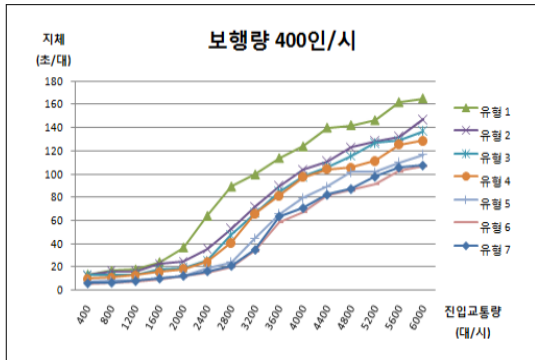
주 : 음영표시는 지체시간 31초/대(서비스수준 F)이하의 진입교통량을 표시한 것임

〈표 6〉 2차로 회전교차로의 분석결과(보행량 800인/시)  
 〈Table 6〉 Analysis result of 2-lane roundabout  
 (pedestrian volume : 800person/hour)

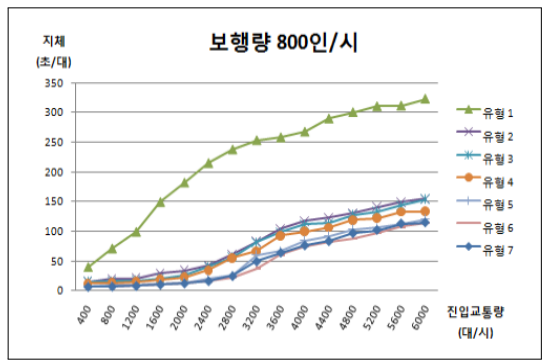
(단위 : 대/시, 초/대)

구분	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4	유형 5	유형 6	유형 7
400	39.340	15.178	15.015	12.010	7.749	6.063	6.765
800	70.785	19.721	15.641	12.694	8.051	7.078	7.488
1,200	98.757	20.648	17.184	14.976	8.700	8.406	8.456
1,600	149.011	28.672	20.982	18.340	10.843	10.073	10.671
2,000	181.658	33.602	24.793	22.410	12.958	12.642	12.734
2,400	214.774	41.732	40.592	34.777	19.221	15.693	16.522
2,800	237.636	61.047	55.974	54.862	25.064	22.504	24.962
3,200	253.210	82.454	81.750	66.070	60.028	37.497	49.192
3,600	258.103	104.156	98.600	92.680	66.585	60.644	63.837

주 : 음영표시는 지체시간 31초/대(서비스수준 F)이하의 진입교통량을 표시한 것임



〈그림 5〉 2차로 회전교차로의 유형별 차량지체 비교  
 (보행량 400인/시)  
 〈Fig. 5〉 Comparison of vehicle delay of 2-lane roundabout by type(pedestrian volume : 400person/hour)



〈그림 6〉 2차로 회전교차로의 유형별 차량지체 비교  
 (보행량 800인/시)  
 〈Fig. 6〉 Comparison of vehicle delay of 2-lane roundabout by type(pedestrian volume : 800person/hour)

즉 횡단보도의 길이가 증가할수록 2단 횡단보도의 운영이 회전교차로의 운영효과를 향상시키는 것으로 판단된다.

또한 보행량이 증가할수록 지체가 증가하는 것으로 분석되었다. 4지 1차로 회전교차로와 마찬가지로 보행신호가 종료되어도 차량이 횡단보도를 통과하지 않고 보행신호시간에 횡단보도에 진입한 보

행자가 횡단을 종료할 때까지 대기하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

보행량 300인/시 이하의 경우에는 4지 1차로 회전교차로와 유사하게 분석되었다. 유형 1(비보호 운영)을 기준으로 2,000대/시(보행량 200인/시 이하)와 교통량 2,400대/시(보행량 300인/시)까지 수용가능한 것으로 나타났다. 또한 유형 1의 지체가 신호 횡

단보도 운영에 비해 낮게 나타나 신호 횡단보도보다 운영효율이 좋은 것으로 평가되었다.

4지 1차로 회전교차로와는 달리, 유형 1(비보호 운영)은 보행량 400인/시에서 교통량 1,600대/시까지 수용할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 보행량 800인/시는 4지 1차로 회전교차로와 마찬가지로 교통량 400대/시에서 지체가 39.340초/대로 분석되어 신호 횡단보도의 운영이 필요한 것으로 판단된다.

보행량 400인/시의 경우엔 유형 1은 1,600대/시, 유형 2는 2,000대/시, 유형 3과 유형 4는 2,400대/시, 유형 5, 유형 6 및 유형 7은 2,400대/시를 초과하면 지체가 급격히 증가하는 것으로 분석되었다. 반면 보행량 800인/시의 경우엔 유형 1은 400대/시부터 차량지체가 높아 운영효율이 낮은 것으로 평가되었다. 유형2는 1,600대/시, 유형 3과 유형 4는 2,000대/시에서 차량지체의 증가에 따라 운영효율이 크게 떨어지며, 유형 5, 유형 6 및 유형 7은 보행량 400인/시와 동일한 진입교통량 수준에서 운영효율이 떨어지는 것으로 나타났다.

## V. 결 론

이 연구는 보행신호 운영에 따른 회전교차로의 운영효과를 비교·분석하는데 목적을 두고 있다. 분석을 위해 미시적 교통시뮬레이션인 VISSIM을 이용하였으며, 보행자와 차량을 고려한 보행신호 운영에 따른 회전교차로 운영효과를 비교·분석하였다. 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 4지 1차로 회전교차로는 유형 2, 4지 2차로 회전교차로는 유형 6이 다른 유형에 비해 효과적인 것으로 분석되었다. 또한 4지 1차로와 2차로 모두 유형 1의 지체가 가장 높게 나타나 보행신호 운영이 회전교차로 운영효과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 특히 4지 1차로와 2차로 회전교차로 모두 보행량 300인/시 이하의 경우에는 유형 1(비보호 운영)이 가장 효율적인 것으로 분석되었다. 따라서 보행량 400인/시 이상일 경우, 즉 보행교통량이 매우 많은 경우에 보행신호의 운영이 필요한

것으로 판단되었다.

둘째, 비보호 횡단보도에 비해 보행신호로 운영하는 것이 4지 1차로는 약 50.27%, 4지 2차로는 약 69.22% 정도 지체가 감소하는 것으로 분석되었다.

마지막으로 4지 1차로는 표준 횡단보도가 2단 횡단보도에 비해 약 8.18%, 4지 2차로는 2단 횡단보도가 표준 횡단보도에 비해 약 36.53% 정도 감소 효과가 있는 것으로 분석되었다. 즉 보행자의 횡단거리가 짧은 1차로에서는 표준 횡단보도, 횡단거리가 긴 2차로에서는 2단 횡단보도의 설치가 고려되어야 할 것으로 평가되었다.

이 연구는 4지 1·2차로 회전교차로를 분석하여, 보행신호 운영에 따른 차량 지체만을 분석하였다는 점에서 한계를 지니고 있다. 보다 설명력 있는 연구를 위해서는 차량과 보행자를 고려한 평가지표가 개발되어야 할 것으로 판단된다. 또한 다양한 회전교차로 유형을 고려하여 운영효과를 비교 분석해야 하며, 감응식 보행신호도 포함하여 비교·분석하는 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 건설교통부, “평면교차로 설계지침,” 2004.
- [2] 건설교통부, “도로용량편람,” 2005.
- [3] 김응철, 지민경, “회전교차로의 서비스수준 기준 정립 연구,” *대한교통학회지*, vol. 27, no. 1, pp.7-16, 2009.
- [4] 손영태, 김철호, 최기주, “2단 횡단보도의 정량적 설치기준에 관한 연구,” *대한토목학술논문집*, vol. 24, no. 2D, pp.133-141, 2004.
- [5] 이수인, 최재성, 박준, 김상엽, “보행량에 따른 회전교차로 보행자 신호운영 방안에 관한 연구,” *한국도로학회 2010년 춘계학술대회 논문집*, pp.179-186, 2010.
- [6] 이용재, 김석근, “로타리형 교차로의 역사와 미래,” *건설환경논문집*, vol. 12, no. 1, pp.237-255, 2000.
- [7] 인병철, “보행교통량에 근거한 회전교차로 효과분석,” *충북대학교 대학원 석사 학위논문*, 2009년.
- [8] 전우훈, 도철웅, “Roundabout의 용량분석,” *대한*



- 교통학회지, vol. 21, no. 3, pp.59-69, 2003.
- [9] Adel W. Sadek, "Calibration Potential of Common Analytical and Micro-Simulation Roundabout Model : A New England Case Study." TRB 2008 Annual Meeting, 2008.
- [10] Bastian Jonathan Schroder, Nagui M. Roupail and Ron Hughes, "Crossing Solutions at Roundabouts and Channelized Turn Lanes for Pedestrians with Vision Disabilities," TRB 2007 Annual Meeting, 2007.
- [11] Bill Baranowski(2005), "Pedestrian Crosswalk Signals at Roundabouts : Where are they Applicable," TRB Roundabout Conference, 2005.
- [12] Evbokia Vlahos and Abhishai Polus, "Evaluating conversion of all-way stop-controll intersections into roundabout," 2008 TRB annual meeting, 2008.
- [13] NCHRP Report-572 : Roundabouts in the United States.

### 저자소개



김 경 환 (Kim, Kyung Hwan)

2009년 2월 : 충북대학교 도시공학과(공학사)  
2009년 3월 ~ 20011년 2월 : 충북대학교 도시공학과(공학석사)  
2011년 3월 ~ : 충북대학교 도시공학과(공학박사) 재학 중



박 병 호 (Park, Byung Ho)

1976년 7월 ~ 1981년 6월 : KAIST/RDRI 연구원  
1981년 6월 ~ 1983년 8월 : 국토연구원 연구원  
1987년 5월 : 미국 펜실베니아대학 도시및지역계획학 박사  
1987년 7월 ~ 1990년 2월 : 한국교통연구원 철도항공연구실장  
2002년 4월 ~ 2003년 1월 : 충북대학교 교육연구처장  
1990년 2월 ~ : 충북대학교 도시공학과 교수