

## 회전교차로 우회전 별도차로 설치 효과 검토\*

### Effectiveness Analysis on the Installation of Right-Turn Bypass Lane in Roundabout

임진강	Lim, Jin Kang	비회원 · 충북대학교 도시공학과 석사과정 · 주저자 (E-mail : plue@nate.com)
김경환	Kim, Kyung Hwan	비회원 · 충북대학교 도시공학과 석사과정 · 공동저자 (E-mail : as1836@nate.com)
박병호	Park, Byung Ho	정회원 · 충북대학교 도시공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr)

#### ABSTRACT

This study deals with the Right-Turn Bypass Lane in Roundabout. The purpose of the study is to comparatively analysis the effectiveness questions on the installation of right-turn bypass lane in roundabout. In pursuing the above, this study analyzed after and before of the right turn bypass lane plan by VISSIM software. The right turn bypass lane is formed by control type of yield and control type of joint were compared and analyzed the effects of the operation. The main results analyzed are as follows. First, after Right-Turn Bypass Lane is Installed, the traffic volume rate of the right-turn increasing by average delay time per vehicle is on the gradual decrease, maximum average about 28% with the fact that decreases. Second, control type of yield and control type of joint are both average delay time per vehicle decreasing by the traffic volume rate of the right-turn is on the gradual increase. Control type of joint was analyzed with the fact that has the maximum average about 18% delay decrement efficiency.

#### KEYWORDS

roundabout, right-turn bypass, control type of yield, control type of join

#### 요지

이 논문은 회전교차로 우회전 별도차로를 다루고 있다. 본 연구의 목적은 회전교차로 기하구조의 설계요소 중 우회전 별도차로의 설치에 따른 효과를 분석하는데 있다. 이를 위해 VISSIM을 이용하여 우회전 별도차로의 설치 전·후를 비교·분석하였다. 또한 우회전 별도차로 설치 방식인 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태의 운영효과를 비교·분석하였다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 우회전 별도차로 설치 후에는 우회전 교통량비의 증가에 따라 지체가 점차적으로 감소하여 최대 평균 약 28% 감소하는 것으로 나타났다. 둘째, 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태 모두 우회전 교통량이 증가할수록 지체가 감소하였다. 또한 합류에 의한 통제 형태가 양보에 의한 통제 형태보다 최대 평균 약 18% 지체감소 효율이 있는 것으로 나타났다.

#### 핵심용어

회전교차로, 우회전 별도차로, 양보에 의한 통제, 합류에 의한 통제

### 1. 서론

#### 1.1. 연구의 배경 및 목적

회전교차로는 교차로 중앙에 원형의 교통섬을 두어 차량이

원형 교통섬을 우회하여 통과하도록 하는 교차로이다. 로터리(rotary)와는 달리 현대식 회전교차로(modern roundabout)는 차량이 교차로 내부에서 회전하는 차량에게 양보하는 형식

\* 본 논문은 2010년 3월 한국도로학회 봄학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임.

으로 운영된다. 본래 미국에서 유래하여 로터리라고 불렸으며, 국내에서도 운영되었으나 여러 문제점으로 인하여 미국은 물론 국내에서도 대부분 폐기되었다. 1970년대 초 영국에서 로터리의 설계 및 운영방식을 바꿔 그 단점을 해결하고, 이름을 회전교차로(roundabout)라고 바꾸었다. 현재 회전교차로는 유럽에서는 물론 호주와 미국 등 세계 여러 나라에서 적극 설치되고 있다. 그러나 현재 국내에서는 국외에서만 회전교차로의 도입이 적극적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이미 세계적으로 그 우수함이 인정되었지만 아직까지 국내에서는 많은 연구가 이루어지지 않고 있으며, 최근에서야 관심을 갖고 기초 연구 활동이 이루어지고 있다.

회전교차로는 교차로의 특성에 따라 기하구조를 달리하여 설계요소를 변화시켜 줄 수 있다. 기하구조의 구성요소에 따라 회전교차로의 전체적인 안전과 흐름에 영향을 미치기 때문이다. 그러나 아직 국내에서 회전교차로에 대한 연구가 미흡한 실정이며, 특히 기하구조의 설계요소에 대한 연구가 미비한 실정이다. 기하구조의 설계요소 중 우회전 별도차로(right-turn bypass lanes)는 일반적으로 차전거와 보행자와의 상충 위험을 높이기 때문에 차전거와 보행자의 활동이 많은 도시지역보다 지방지역에 설치를 고려해야 한다. 또한, 진입교통량 중에 우회전 교통량이 많아 직진과 좌회전 교통류에 방해가 될 경우에 설치를 고려하며, 회전교차로의 전체적인 흐름을 보다 빠르고 안정적으로 운영할 수 있도록 한다.

본 연구는 회전교차로의 국내의 도입가능성을 검토하기 위한 기초연구로 회전교차로 기하구조의 설계요소 중 우회전 별도차로의 설치에 따른 효과를 분석하는데 그 목적이 있다.

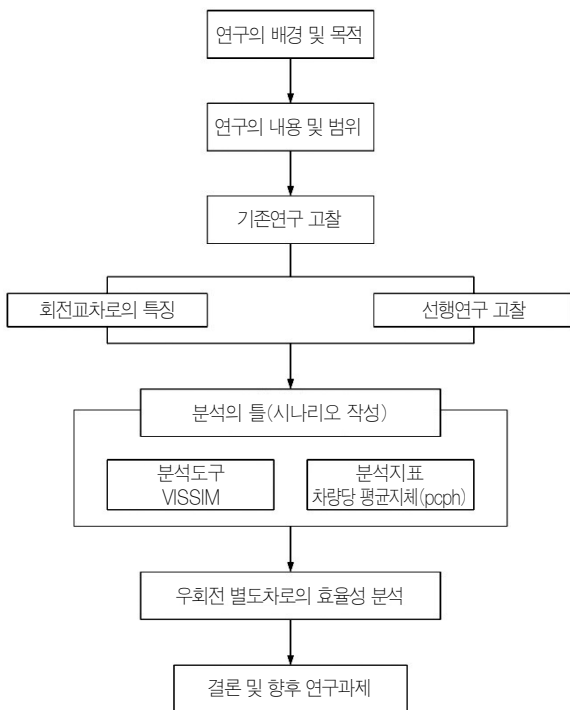


그림 1. 연구의 수행과정

## 1.2. 연구의 내용 및 수행과정

본 연구는 VISSIM을 이용하여, 1차로 회전교차로와 여기에 우회전 별도차로를 설치한 회전교차로의 운영효과를 비교·분석한다. 이를 위해 다음과 같은 절차로 연구를 진행한다.

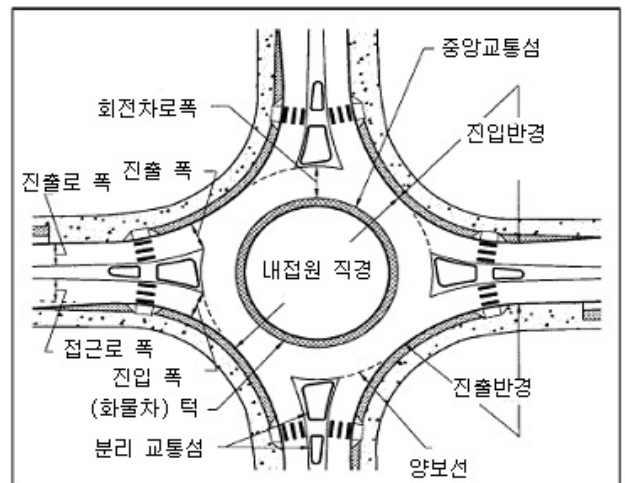
첫 번째로 국내·외 문헌과 사례를 통하여 회전교차로의 일반적인 특징과 기하구조에 대해서 살펴본다. 이와 더불어 우회전 별도차로가 설치된 회전교차로의 특성을 검토한다. 두 번째로 1차로 회전교차로와 우회전 별도차로가 설치된 회전교차로를 다양한 회전교통량 변화에 따른 시나리오를 작성한다. 세 번째로 각각의 시나리오에 대해 VISSIM을 이용하여 우회전 별도차로가 용량에 미치는 영향에 대해 비교·분석하고, 효율성을 평가하여 결론을 제시한다.

## 2. 선행연구 검토

### 2.1. 회전교차로의 특징

회전교차로는 중앙에 설치된 원형의 교통섬과 차량이 회전하여 통과하기 위한 회전차로, 그리고 회전차로로 진출입을 하기 위한 진출입로 등으로 구성되어 있으며, 운영원리와 기하구조는 일반적인 교차로와는 다르게 설계된다. 전형적인 회전교차로의 기하구조 구성은 그림 2와 같다.

회전교차로의 기하구조 구성 중 우회전 별도차로는 우회전 교통량이 과도하게 많아 직진과 좌회전 교통류에 방해가 될 때 설치하여야 한다. 이는 직진과 좌회전의 용량을 늘려 우회전 교통량으로 인해 초과된 진입교통량의 용량 문제를 해결하여 회전교차로 전체의 운영효율을 향상시킬 수 있는 장점이 있지만, 우회전 별도차로의 설치 시 더 큰 진입곡선반경이 필요하므로 진입부와 진입곡선부에 추가로 용지가 소요되는 단점도 있다.

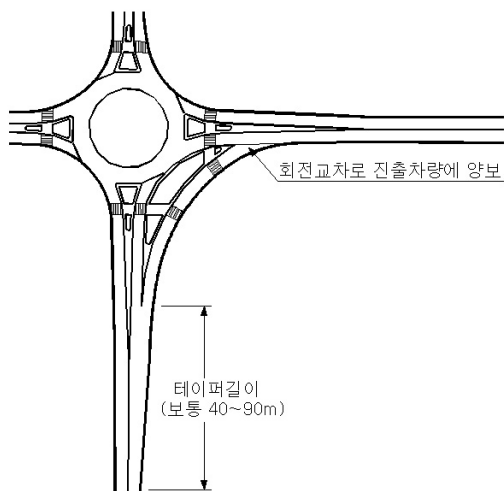


자료 : 박병호·류승욱(2008), 회전교차로의 계획과 설계 p.13

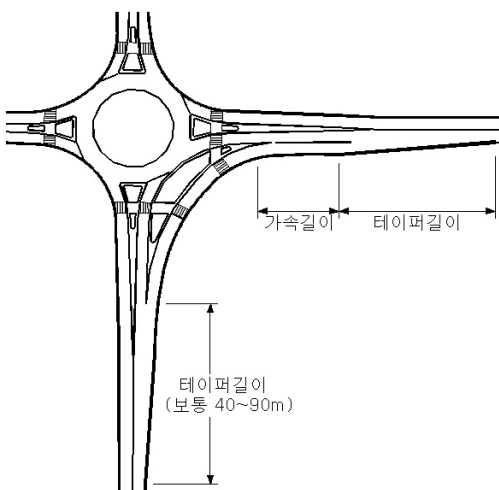
그림 2. 회전교차로 설계요소

『평면교차로 설계지침(2004)』에서는 회전교차로의 우회전 별도차로를 그림 3과 같이 2가지 방법으로 설치할 수 있도록

제시하고 있다. 그림 3은 진입부에 테이퍼를 확보하고 진출부에 양보에 의한 진입통제를 하는 방법과 진출부에 우회전 자동차를 위한 가속차로를 설치하여 합류시키는 방법을 나타낸 것이다. 양보에 의한 통제는 우회전 별도차로의 진출부에서 정지 혹은 감속하여 운행을 하여 회전부에서 진출하는 차량에 양보운전을 하는 형태이다. 이는 진출차량의 속도를 낮춰줄 수 있으므로 보행자와 자전거 통행량이 많은 지역에 설치가 유리한 특징이 있다. 합류에 의한 통제는 우회전 별도차로의 진출부에 우회전 자동차를 위한 가속차로를 설치하여 합류시키는 방법이다. 이는 높은 속도로 진입이 가능하여 진입부 용량을 개선할 수 있는 특징을 가지고 있다. 우회전 별도차로의 반경은 가장 큰 진입차량의 회전반경과 비교할 때, 큰 차이가 나지 않게 설계하고, 우회전 차량의 속도가 회전교차로 전체의 다른 차량과 유사한 속도를 가지도록 하여, 두 교통류간의 안전한 합류와 보행자의 안전성을 확보하도록 하여야 한다.



양보에 의한 통제



합류에 의한 통제

자료 : 국토해양부, 평면교차로 설계지침 p.230

그림 3. 우회전 별도차로 설계방법

## 2.2. 국내·외 연구

미국 NCHRP(National Cooperative Highway Research Program)에서는 1997년 회전교차로의 위상과 아울러 그 실패를 파악하기 위해 미국 전역의 교통국을 대상으로 설문조사를 실시한 바 있다. 이 설문에는 회전교차로의 적용경험이 미국 44개 주(州) 교통국이 참여하였다. 응답자의 절반이상(66%)이 안전성 제고, 지체감소, 비용감소, 도시경관 등을 이유로 사업을 시행하였다. 특히 안전성과 지체감소가 회전교차로 도입의 가장 큰 요인으로 분석된다.

Rachel Jamieson은 "In Transition: Roundabout In Greater Vancouver, British Columbia"에서 King George Highway의 8번도로에 우회전 별도차로가 있는 1차로 회전교차로를 소개하고 있다.

Mark T. Johnson은 "Roundabout implementation in constrained urban environment-achieving proper design while minimizing impacts"에서 4가지 사례를 통해 도시부 회전교차로의 효과 및 대안을 제시하고 있으며, 첫 번째 사례로 Wisconsin에 있는 4지신호교차로에서 4방향의 우회전별도차로가 있는 회전교차로를 제안하였다.

Howard McCulloch는 "Roundabout lessons learned the hard way in Newyork States"에서 뉴욕에 있는 회전교차로들에 대해서 분석하였다. 그 중 4방향의 우회전별도차로가 설치 되어있는 Kingston 회전교차로는 60%의 사고감소와 83%의 부상감소효과가 있는 것으로 나타났다.

Werner Brilon은 "Roundabouts : A State of the Art in Germany"에서 독일의 여러 유형의 회전교차로를 대상으로 기하학적 설계, 교통안전, 용량 및 효율에 대해서 연구하였다. 2차로 회전교차로에 대한 설계요소로 직경 40~60m, 회전차로 8~10m, 1~2차선의 진입로 등을 제시하였으며, 용량을 수용할 수 없을 경우의 대안으로 우회전별도차로, 2차선의 회전차로와 1차선의 진입로, 2차로의 진입로 등을 제시하였다.

SIDRA를 이용한 4지 1차로 현대식 회전교차로의 효과 평가(박병호, 정용일)에서는 4지 1차로 현대식 회전교차로의 운영 효율을 분석하기 위해 네 가지 형태의 교차로를 SIDRA를 통해 분석하였다.

회전교차로의 용량보정계수에 관한 연구(이용재, 김석근)에서는 회전교차로의 용량분석을 실시하는 경우 활용될 수 있는 새로운 형태의 용량 보정계수의 도출에 관한 연구를 진행하였다. 그 결과 기존의 모형식의 기본구조는 그대로 유지하지만, 이 모형식이 갖고 있는 비현실적인 한계점을 극복하고 이를 해결할 수 있는 방안을 제시하여 현실적인 용량분석을 할 수 있도록 확장된 형태의 용량 모형식을 제시하였다.

회전교차로의 용량분석(전우훈, 도철웅)에서는 회전교차로에 대한 진입용량 모형의 개발과, 교통량에 관한 준거를 마련하였다. 회전교차로의 진입용량은 회전교통류율과 기하구조에

의해서 결정되며, 이 기하구조 요소는 중앙섬직경과 진입차로 폭 그리고 회전차로폭이다. 분석 결과에 따르면, 각 방향의 접근근로에서의 교통량이 600pcph 이하일 때 신호교차로보다 회전교차로의 효율성이 우수한 것으로 분석되었다.

회전교차로의 서비스수준 기준 정립 연구(김응철, 지민경)에서는 회전교차로를 위한 효과적도를 VISSIM을 이용하여 분석하고 있으며, 1차로 회전교차로에서는 1,700pcph에서 서비스수준을 F로 정의하고 있다.

다이아몬드 입체교차점에서의 회전교차로 도입에 따른 운영 효과분석(김태영, 박상혁, 박병호)는 SIDRA를 이용하여 입체교차점에서 회전교차로 도입에 따른 운영을 비교하고 있다.

### 2.3. 연구의 차별성

지금까지 국내 연구에서는 회전교차로의 도입효과 혹은 전체에 대한 연구가 대부분이었고, 회전교차로를 구성하는 설계요소에 대한 연구는 없었다. 국외에서는 회전교차로의 용량을 증가시키는 방법 중 하나로 우회전별도차로를 제시하였으나, 정확한 효과를 분석하지는 않았으며, 사례분석만을 하였다.

본 연구는 회전교차로를 구성하는 설계요소 중 우회전 별도차로에 대한 효과를 수치로 나타낸 연구로 차별성은 다음과 같다.

첫째, 회전교차로의 기하구조의 구성요소 중 우회전 별도차로의 설치의 유·무가 회전교차로의 전체적인 용량과 흐름에 영향을 주는지에 대해서 VISSIM을 이용하여 비교·분석하였다.

둘째, VISSIM을 이용하여 회전교차로의 우회전 별도차로를 『평면교차로 설계지침(2004)』에서 제시한 2가지 설계방법으로 적용하여 다양한 회전교통량 변화에 따른 시나리오를 분석하였다.

## 3. 분석의 틀 설정

### 3.1. 분석 프로그램

회전교차로의 운영효과를 평가할 수 있는 대표적인 프로그램은 ARCADY, RODEL, aaSIDRA, KREISEL, VISSIM 등이 있다. 본 연구에서 사용된 VISSIM은 독일 PTV사에서 개발된 미시적인 분석도구로서, 시간의 변화와 특성에 따른 도시교통 및 대중교통 운영 시뮬레이션 모델의 개발에 기초하고 있다. 또한 교통 및 대중교통 운영의 분석이 가능하고 교통공학 및 계획의 효과적도를 기본으로 교통운영상의 다양한 대안을 평가하기 편리하다. VISSIM은 교차부분 및 합류부분에서의 속도 감소에 대해 분석이 가능하고, 신호 및 정지표지 제어가 포함된 교차로의 설계 대안에 관해 쉽게 비교 가능하며, 회전형 교차로나 경사가 분리된 인터체인지에 관해서도 그 비교가 가능하다. 시뮬레이션을 통해 평균지체시간, 평균정지차량수, 평균속도, 총 통행거리 등의 결과값을 얻을 수 있으며, 본 연구에서는 차량당 평균지체시간을 분석지표로 설정하였다.

### 3.2. 네트워크 구축 및 주요 파라메타 설정

분석할 대상은 표 1과 같이 『평면교차로 설계지침(2004)』에서 제시된 회전교차로 유형별 설계요소를 참고하여 지방지역 1차로 회전교차로를 VISSIM을 통해 네트워크를 구축하였다. 회전교차로의 특성상 회전부의 차량에 우선권을 주기 위하여 Priority Rule을 설정하였으며, Gap Time은 3초, Headway 값은 5m로 기본값을 주었다. 중단경사는 0값으로 없는 것으로 하였고, Output file중 Average delay time(car)을 선택하여 차량당 평균지체 값을 설정하였다. 또한 분석을 위하여 다음과 같은 가정을 하였다.

첫째, 진입속도는 40km/h이고 회전차로의 속도는 25km/h로 설정하였고, 차로폭은 3.5m, 회전차로폭은 6m, 가속구간과 테이퍼의 길이를 75m로 설정하였다. 둘째, 우회전 별도차로의 속도는 회전차로 속도와 동일하게 25km/h로 설정하였다. 셋째, 우회전 별도차로가 설치되어있는 진입부의 진입교통량을 우회전 교통량만 높여주었다. 넷째, 분석을 단순화시키기 위해 중차량, 유턴, 보행자 통행은 없는 것으로 설정하였다. 다섯째, 우회전 별도차로가 설치되지 않은 진입부의 진입교통량비는 좌:직:우=1:4:1로 동일하게 주었다.

표 1. 회전교차로 분석 네트워크

(단위: km/시, m)

회전부	회전차로 설계속도	25
	중앙교통섬 직경	24
	회전차로폭	6
진입부	진입부 최대 설계속도	40
	진입부 차로폭	3.5
우회전 별도차로	설계속도	25
	가속구간 및 테이퍼	75
	차로폭	3.5

### 3.3. 분석 시나리오 작성

회전교차로의 우회전 별도차로의 설치가 전체적인 용량과 흐름에 영향을 주는지에 대하여 분석하기 위해 표 2와 같이 총 180(3×4×15)개의 분석시나리오를 작성하였다. 조건 1에서는 우회전 별도차로의 설치 전·후의 형태로 분류하였고, 조건 2에서는 우회전 별도차로가 설치되는 진입교통량 중 우회전 교통량 비율을 변화시켜 주었다. 조건 3은 총 진입교통량을 400pcph씩 증가 시켜 차량당 평균지체시간을 분석하였다. 또한 시뮬레이션에 의한 오차를 최소화하기 위해 총 10회 반복 실행하여 얻은 값들의 평균값을 이용하여 결과값을 도출하였다.

이 연구의 분석 절차는 첫째, 우회전 별도차로의 설치 전·후를 비교하여 효과를 분석하고, 둘째, 우회전 별도차로의 2가지 설치방법인 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태를 비교하여 우수성을 분석하였다.

표 2. 분석 시나리오

조건 1 우회전 별도차로	조건 2 진입교통량 비 (좌 : 직 : 우)	조건 3 총진입교통량 (pcph)
설치 전	1 : 4 : 1	400~6,000
설치 후 (양보에 의한 통제)	1 : 4 : 2	
	1 : 4 : 4	
설치 후 (합류에 의한 통제)	1 : 4 : 8	

## 4. 시나리오별 분석

### 4.1. 우회전 별도차로 설치 전·후 비교

표 3은 우회전 별도차로 설치 전·후에 따른 차량당 평균지체를 나타낸 것이다. 분석결과 진입교통량 비가 좌회전:직진:우회전=1:4:1일 때 설치 전에는 3,200pcph, 설치 후에는 4,000pcph일 때 교차로 서비스수준<sup>1)</sup>이 F로 나타났다. 진입교통량 비가 좌회전 : 직진 : 우회전=1:4:2일 때는 우회전별도차로 설치 전 3,600pcph에서 서비스수준 F에 도달하였고, 설치 후에는 4,800pcph에서 서비스수준 F에 도달하였다. 직진교통량과 우회전교통량이 동일한 좌회전:직진:우회전=1:4:4인 경우는 설치 전 4,000pcph, 설치 후 6,000pcph에서 각각 서비스수준 F에 도달하였다. 우회전교통량이 직진교통량보다 초과한 좌회전:직진:우회전=1:4:8인 경우는 설

치 전 4,000pcph에서 서비스수준 F에 도달하였고, 설치 후에는 6,000pcph 이후에 서비스수준 F에 도달하는 것으로 나타났다.

우회전 별도차로 설치 전은 우회전 교통량 비율의 증가에도 3,200pcph~4,000pcph에서 서비스수준 F에 도달하였고, 전체적으로는 지체가 미미하게 감소하는 것으로 나타났다. 그림 4와 같이 우회전 별도차로 설치 후에는 우회전 교통량비의 증가에 따라 지체가 점차적으로 감소하는 것으로 나타났고, 그림 5에서와 같이 우회전 별도차로 설치의 효과는 우회전 교통량비의 증가에 따라 증가하였으며, 최대 평균 28%의 지체 감소 효과를 보였다.

### 4.2. 우회전 별도차로의 방식에 따른 비교

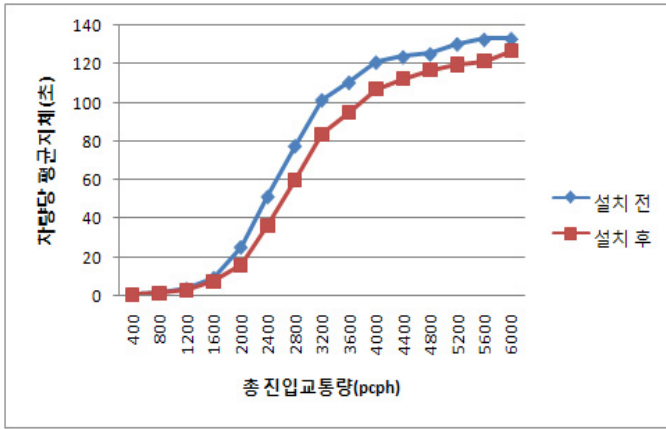
표 4는 우회전 별도차로의 2가지 형태인 양보에 의한 통제와 합류에 의한 통제의 차량당 평균지체를 나타낸 것이다. 분석결과 진입교통량 비가 좌회전:직진:우회전=1:4:1일 때 양보에 의한 통제 형태는 3,600pcph, 합류에 의한 통제 형태는 4,000pcph일 때 서비스수준 F에 도달하여 합류에 의한 통제 형태가 양보에 의한 통제 형태 보다 전체적으로 지체가 낮은 것으로 나타났다. 진입교통량 비가 좌회전:직진:우회전=1:4:2일 때 양보에 의한 통제 형태는 3,600pcph, 합류에 의한 통제 형태는 4,800pcph에서 서비스수준 F에 도달하였다. 좌회전:직진:우회전=1:4:4인 경우 양보에 의한 통제 형태는 4,000pcph, 합류에 의한 통제 형태는 6,000pcph에서

표 3. 우회전 별도차로 설치 전·후에 따른 차량당 평균지체

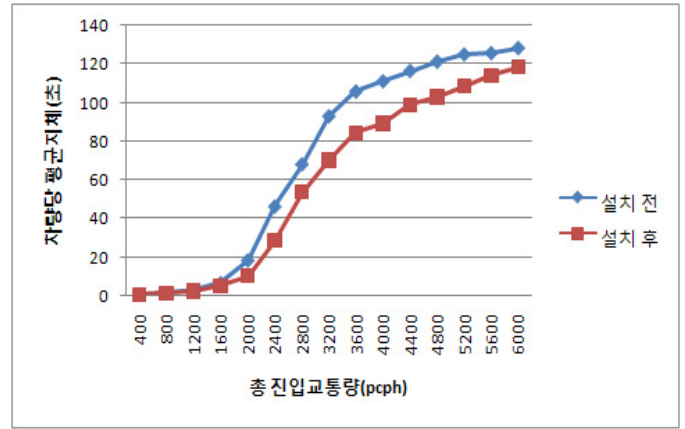
(단위: pcph, sec)

총 진입교통량	1 : 4 : 1		1 : 4 : 2		1 : 4 : 4		1 : 4 : 8	
	설치 전	합류에 의한 통제	설치 전	합류에 의한 통제	설치 전	합류에 의한 통제	설치 전	합류에 의한 통제
400	0.848	0.78	0.836	0.68	0.832	0.546	0.72	0.468
800	1.547	1.317	1.433	1.243	1.353	1.186	1.332	1.162
1,200	3.698	2.701	3.056	2.312	3.003	2.286	2.988	2.096
1,600	9.34	7.323	6.763	5.201	6.669	4.914	6.535	4.337
2,000	25.293	15.927	18.506	10.19	15.026	9.12	12.022	8.949
2,400	51.454	36.292	46.395	28.465	37.32	26.891	32.193	23.948
2,800	77.666	60.142	68.208	53.5	64.967	50.309	56.801	41.827
3,200	101.533	83.665	93.146	70.008	85.761	61.335	82.133	58.847
3,600	110.58	94.927	105.94	84.248	99.657	75.974	89.647	66.858
4,000	121.005	107.152	111.263	89.018	106.415	82.125	103.393	70.216
4,400	123.804	112.587	116.582	98.67	112.659	84.749	111.548	73.939
4,800	125.298	117.002	121.399	102.714	118.097	90.412	116.503	80.571
5,200	130.483	119.712	125.102	108.244	121.953	93.666	117.25	83.848
5,600	132.827	121.667	125.794	113.911	122.934	95.844	121.4	85.149
6,000	133.194	126.728	128.441	118.088	127.152	98.522	121.357	88.519

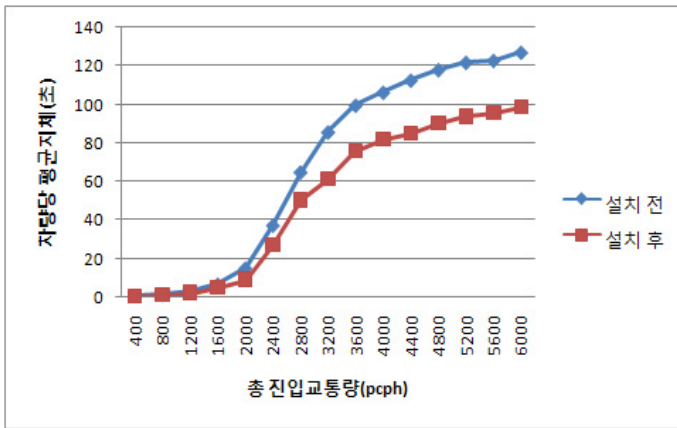
1) Korea Highway Capacity Manual(2005)에서는 신호교차로 내에서 평균지체 100~220초 사이를 서비스수준 F로 정의하기 때문에, 본 논문에서는 차량당 평균지체 100초에 서비스수준 F에 도달하는 것으로 분석함.



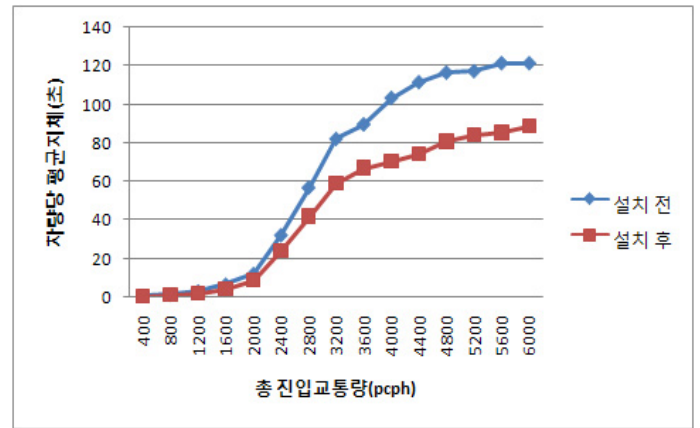
좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 1



좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 2

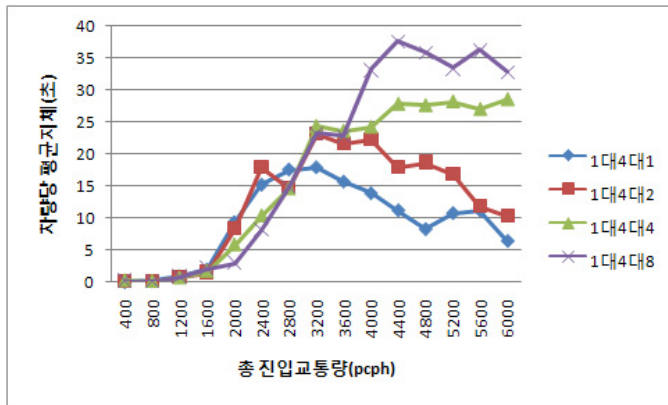


좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 4

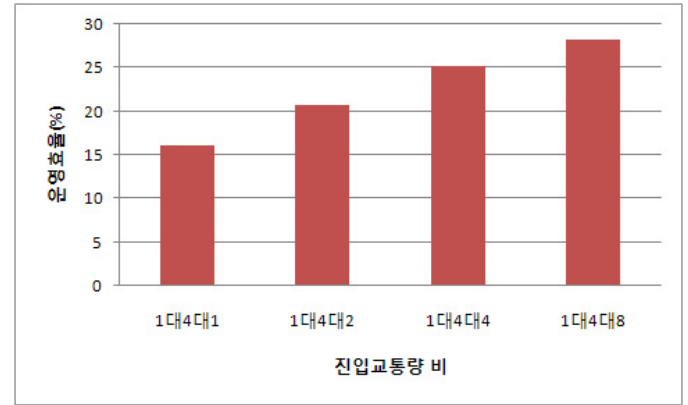


좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 8

그림 4. 우회전 별도차로 설치 전·후에 따른 차량당 평균지체



설치 전·후 차량당 평균지체 차이



설치 전·후에 따른 운영효율

그림 5. 우회전 별도차로 설치 전·후에 따른 차량당 평균지체 차이 및 운영효율<sup>2)</sup>

각각 서비스수준 F에 도달하였다. 좌회전:직진:우회전 = 1:4:8일 때 양보에 의한 통제 형태는 6,000pcph에서, 합류에 의한 통제 형태는 6,000pcph 이후에 서비스수준 F에 도달

하였다.

그림 6과 같이 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태는 우회전 교통량이 증가할수록 지체가 낮아지는 것을 알 수 있고, 합류에 의한 통제 형태가 양보에 의한 통제 형태보다 지체의 감소폭이 큰 것을 알 수 있다. 그림 7에서와 같이 두 방식

2) 본 연구에서는 우회전 별도차로의 설치로 인한 차량당 평균지체 감소효과를 운영효율로 정의함.

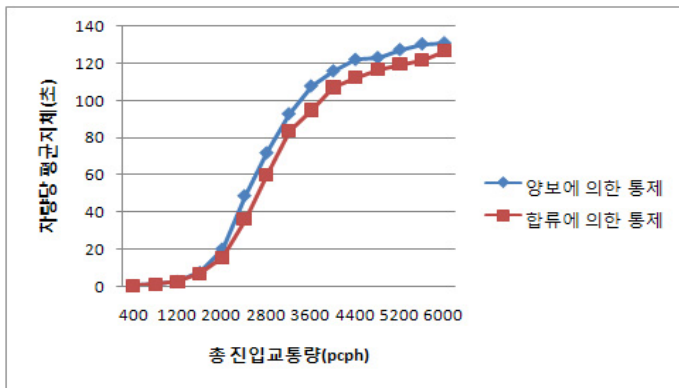
의 운영효율은 우회전교통량비의 따라 점차적으로 증가하며 좌회전:직진:우회전=1:4:4에서 합류에 의한 통제 형태가 양보에 의한 통제 형태보다 평균 약 18% 운영효율이 있는 것으로

나타났다. 이후 좌회전:직진:우회전=1:4:8일 때는 평균 약 17%의 운영효율이 있는 것으로 나타나 지체의 차이가 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다.

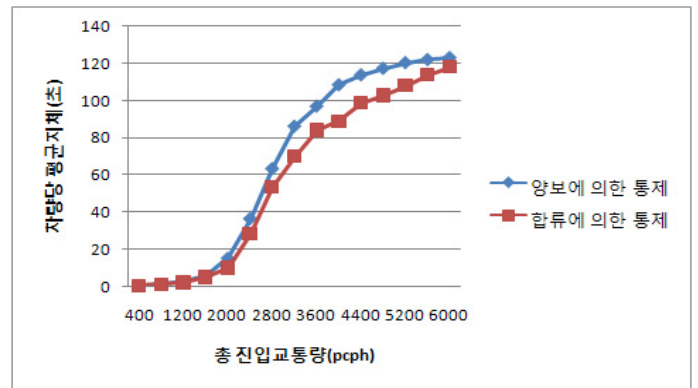
표 4. 우회전 별도차로의 방식에 따른 차량당 평균지체

(단위: pcph, sec)

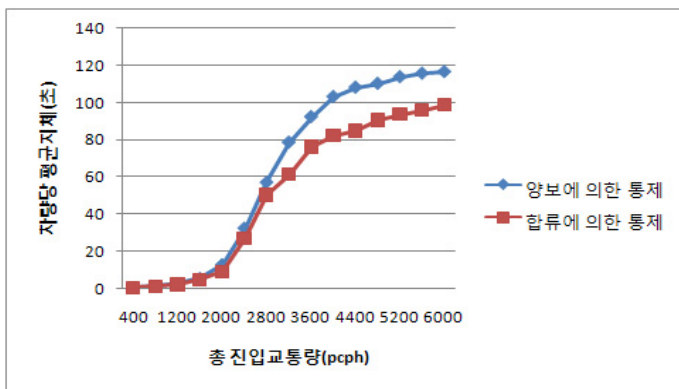
총 진입교통량	1 : 4 : 1		1 : 4 : 2		1 : 4 : 4		1 : 4 : 8	
	양보에 의한 통제	합류에 의한 통제	양보에 의한 통제	합류에 의한 통제	양보에 의한 통제	합류에 의한 통제	양보에 의한 통제	합류에 의한 통제
400	0.822	0.78	0.778	0.68	0.709	0.546	0.609	0.468
800	1.522	1.317	1.393	1.243	1.311	1.186	1.167	1.162
1,200	3.123	2.701	2.912	2.312	2.899	2.286	2.895	2.096
1,600	7.879	7.323	5.743	5.201	5.598	4.914	5.454	4.337
2,000	20.544	15.927	15.557	10.19	13.019	9.12	11.592	8.949
2,400	49.135	36.292	36.71	28.465	32.618	26.891	29.479	23.948
2,800	72.175	60.142	63.554	53.5	57.168	50.309	50.235	41.827
3,200	93.125	83.665	86.343	70.008	78.673	61.335	70.731	58.847
3,600	108.077	94.927	97.071	84.248	92.361	75.974	81.949	66.858
4,000	116.175	107.152	108.577	89.018	103.158	82.125	85.029	70.216
4,400	122.338	112.587	113.904	98.67	108.128	84.749	89.148	73.939
4,800	123.314	117.002	117.401	102.714	110.21	90.412	92.135	80.571
5,200	127.596	119.712	120.452	108.244	113.786	93.666	94.641	83.848
5,600	130.646	121.667	122.095	113.911	115.671	95.844	97.88	85.149
6,000	131.208	126.728	123.166	118.088	116.49	98.522	102.864	88.519



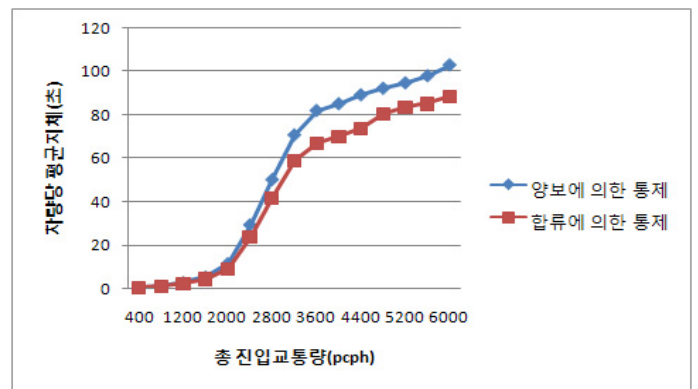
좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 1



좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 2



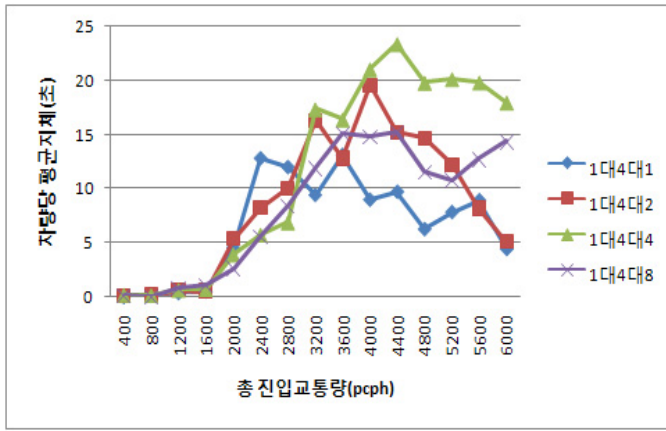
좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 4



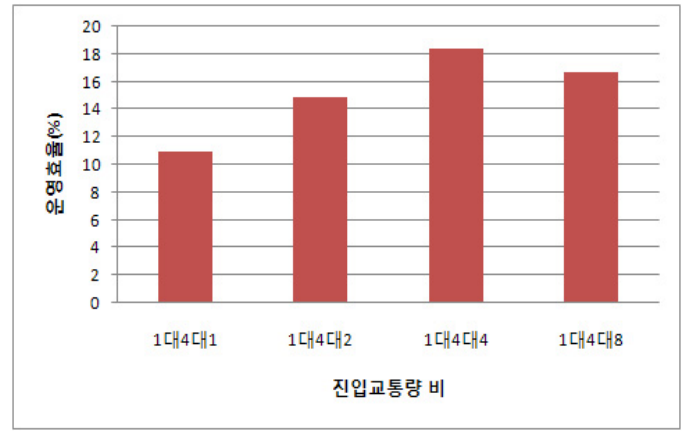
좌 : 직 : 우 = 1 : 4 : 8

그림 6. 우회전 별도차로의 방식에 따른 차량당 평균지체





방식에 따른 차량당 평균지체 차이



방식에 따른 운영효율

그림 7. 우회전 별도차로의 방식에 따른 차량당 평균지체 차이 및 평균감소비율

## 5. 결론

본 연구는 회전교차로 기하구조의 설계요소 중 우회전 별도차로의 설치에 따른 효과를 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 회전교차로의 우회전 별도차로 설치 전·후를 분석하고, 우회전 별도차로 설치 방식인 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태의 운영효과를 비교·분석하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 회전교차로 우회전 별도차로의 설치 전·후를 비교·분석한 결과 우회전 별도차로 설치 전은 우회전 교통량 비율의 증가에도 3,200pcph~4,000pcph에서 서비스수준 F에 도달하였고, 전체적으로는 지체가 미미하게 감소하는 것으로 나타났다. 우회전 별도차로 설치 후에는 우회전 교통량비의 증가에 따라 4,000pcph에서 최대 6,000pcph 이후에 서비스수준 F에 도달하여 운영효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 우회전 별도차로 설치의 효과는 우회전 교통량비의 증가에 따라 증가하였으며, 최대 평균 약 28%의 지체 감소 효과를 보였다.

둘째, 우회전 별도차로의 2가지 방식인 양보에 의한 통제 형태와 합류에 의한 통제 형태를 비교·분석한 결과, 양보에 의한 통제 형태는 우회전 교통량비의 증가에 따라 3,600pcph~6,000pcph에서 서비스수준 F에 도달하여 합류에 의한 통제 형태보다 운영효율이 좌회전:직진:우회전=1:4:4에서 최대 평균 약 18% 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 좌회전:직진:우회전=1:4:8일 때는 평균 17%의 운영효율의 차이가 있어 우회전 교통량비가 증가 할수록 두 방식의 운영효율은 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구는 향후 회전교차로의 국내 도입을 위한 기초연구로 회전교차로의 기하구조 설계요소 중 우회전 별도차로의 설치의 운영효과를 VISSIM을 통해서만 분석하였기 때문에 국내 운전자들의 행태를 전혀 고려하지 못한 한계점을 가지고 있다. 또

한 본 연구에서는 자전거 및 보행교통량에 대한 고려를 하지 않아 향후에는 다른 변수들을 고려한 연구가 진행되어야 하며, 1차로 회전교차로에만 국한되어 적용하였기에 다양한 형태의 회전교차로에 대한 연구와 우회전별도차로 설치에 대한 비용효과성 분석이 진행되어야 할 것으로 판단된다. 그리고 현재 우리나라는 회전교차로에 대한 잠정적인 지침만이 있고, 우회전 별도차로에 대한 회전반경, 차로폭, 길이 등 정확한 설계 지침이 제시되어 있지 않기 때문에 향후 정확한 설계지침에 따른 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 감사의 글

이 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2010년 첨단도시개발사업(과제번호: 07도시재생/B01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- 국토해양부(2005), "도로용량편람".
- 국토해양부(2000), "도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침".
- 국토해양부(2004), "평면교차로 설계지침".
- 김응철·지민경(2009), "회전교차로의 서비스수준 기준 정립 연구", *대한교통학회지* 제27권 제1호, pp.7-16.
- 김태영·박상혁·박병호(2009), "다이아몬드 입체교차점에서의 회전교차로 도입에 따른 운영효과 분석", *대한교통학회지* 제27권 제1호, pp.53-62.
- 박병호·류승욱(2008), "회전교차로의 계획과 설계", 예원사.
- 박병호·정용일(2005), "SIDRA를 이용한 4지 1차로 현대식 회전교차로의 효과 평가", *한국지역개발학회지* 제17권 제2호, pp.89-106.
- 이용재·김석근(2002), "현대식 회전교차로의 용량보정계수에 관한 연구", *대한토목학회지* 제22권, pp.185-195.



전우훈·도철웅(2003), "Roundabout의 용량분석", *대한교통학회지* 제21권 제3호, pp.59-69.

Akcelik, R.E. Chung and M. Besley(1998), "Roundabouts: Capacity and Performance Analysis", *ARRB Transport Research Ltd., Research Report No. 321.*

Mark T. Johnson, "Roundabout implementation in constrained urban environment-achieving proper design while minimizing impacts", *TRB Conference 2005*

NCHRP Report-572: *Roundabouts in the United States.*

Howard McCulloch, "Roundabout lessons learned the hard way in Newyork States", *TRB Conference 2005*

Rachel Jamieson, "In Transition: Roundabouts In Greater Vancouver, British Columbia", *TRB Conference 2005*

Werner Brilon, "Roundabouts : A State of the Art in Germany", *TRB Conference 2005*

접 수 일 : 2010. 4. 19

심 사 일 : 2010. 4. 19

심사완료일 : 2010. 9. 28