

다지 회전교차로의 효과 분석*

Effectiveness Analysis on Multi-legged Roundabout

한수산* · 김경환** · 박병호***

Han, Su San · Kim, Kyung Hwan · Park, Byung Ho

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

회전교차로(roundabout)는 교차로 중앙에 원형 교통섬을 두고 교차로를 통과하는 자동차가 이 원형 교통섬을 반시계 방향으로 회전하는 평면교차로이다. 회전하는 차량에 통행우선권을 부여하고 회전교차로에 진입하는 차량에는 양보의무를 부과한다. 회전교차로는 신호교차로보다 대형 교통사고가 적고 혼잡비용 절감으로 온실가스배출 억제 등의 효과가 있는 녹색교통체계이다. 회전교차로는 Eno의 자문으로 영국에서 시작되었으며, 1966년 회전차로 운행 우선권(off-side priority rule)으로 인해 진입은 현재 회전교통류에서 간격을 발견하는 진입차량 운전자의 능력에 의해 제어되었다. 이러한 현대식 회전교차로의 성공으로 프랑스, 스웨덴, 호주 몇몇 지역에 도입되었으며 점차 일반화되어 가고 있다.

회전교차로는 우리나라에서도 이미 사용되어 오던 로터리 방식의 교차로로써 정부에서 교통운영체계 개선 및 선진화방안의 하나로 본격 시행중에 있는 사업이기도 하다. 그러나 보편적으로 기존의 일반 사거리 교차로를 회전교차로화하여 운영하고 있는 실정이다. 국외의 많은 연구에서 효율성이 검증된 만큼, 4지 교차로 뿐 아니라 다지 교차로에서의 회전교차로 도입에 대한 가능성 분석이 필요하다.

따라서 본 연구는 다지 신호교차로의 회전교차로 도입가능성을 검토하기 위하여, 다지 교차로의 회전교차로 도입에 따른 운영효과를 비교·분석하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 내용

본 연구는 VISSIM을 이용하여 다지 신호교차로, 다지 회전교차로 및 고가차도 도입 시의 운영효과를 비교·분석한다. 연구의 순서는 다음과 같다. 첫째, 신호교차로와 회전교차로에 대한 국내·외 문헌을 고찰한다. 둘째, 청주시에 있는 다지 신호교차로를 파악한 후, 기하구조 및 도로특성 자료를 수집한다. 셋째, VISSIM을 활용하여 신호교차로와 회전교차로의 네트워크를 구축하고, 각 교차로의 대안별 운영효과를 비교·분석한다. 마지막으로 결론 및 본 연구의 한계와 향후과제를 제시한다.

* 본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2009년 첨단도시개발사업(과제번호 : 07도시재생/B01)에 의해 수행되었음.

* 충북대학교 도시공학과 석사과정(E-mail : sudusk@nate.com) - 발표자

** 충북대학교 도시공학과 석사과정(E-mail : as831836@hanmail.net)

*** 정회원 · 충북대학교 도시공학과 교수(E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr)



그림 1. 연구의 수행과정

2. 기존 연구 고찰

2.1 선행 연구 고찰

미국 NCHRP(National Cooperative Highway Research Program)에서는 1997년 회전교차로의 위상과 아울러 그 실태를 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.

회전교차로와 4지 신호교차로 효과에 관한 비교분석(박병호, 김태영, 한상욱, 양정모, 2009)에서는 회전교차로의 효과를 비교분석하는데 있다. 이를 위해 회전교통량의 변화를 반영하여 분석 시나리오를 작성하고, 회전교차로와 신호교차로를 SIDRA를 이용하여 평균제어지체를 분석했다. 주요 결과는 1차로 회전교차로는 총 진입 교통량이 2,000pcph 이하일 때, 신호교차로보다 효과적이 되고, 2차로 회전교차로는 총 진입 교통량이 3,200pcph 이하일 경우 신호교차로보다 효과적인 것으로 분석된다.

Y형 교차로의 회전교차로 변형에 따른 적용효과분석 및 설치준거 연구(심관보, 임평남, 2007)에서는 지방부 비신호 Y형 교차로에 대해 회전교차로로의 변환 가능성을 검토하기 위해 VISSIM을 활용하여 회전교차로 설치 전·후 모의 실험을 수행하였다. 모의실험결과, 신호 및 비신호 Y형 교차로를 회전교차로로 변형하면 수용할 수 있는 교차로 전체 교통량이 증가하고 안전성이 개선되는 것으로 분석되었다.

도심지역 회전교차로 도입효과에 관한 연구(정용일, 류승기, 변상철, 2005)에서는 회전교차로의 기하구조를 제시하고 회전교차로와 기타 교차로 운영형태와의 운영효과의 비교분석을 통해 도심지역에서의 회전교차로의 도입효과를 판단하였다. 그 결과 2차로 접근 4지 교차로의 경우 그 운영효과가 교통량 및 방향별 회전교통량의 영향을 받는 것으로 나타났고, 도심 2차로 회전교차로는 시간당 진입교통량 최대 5,000대/시까지 그 운영효과가 우수하게 유지되고 있으며, 특히 좌회전 교통류가 많은 경우나 방향별로 균등한 경우 그 운영효과는 신호교차로에 비해 뛰어나다고 분석하고 있다.

aaSIDRA를 이용한 회전교차로와 일반교차로의 효과 비교분석(박병호, 정용일, 2005)에서는 다양한 교통상황별 시나리오를 구성하고, aaSIDRA프로그램을 이용한 시뮬레이션을 통해 회전교차로와 일반교차로와의 효과 비교분석을 실시하였다. 그 결과 최대 시간당 진입교통량을 근거할 때, 2현시 4지 교차로에 비해 회전교차로의 운영효과가 뛰어난 것으로 분석하고 있다.

2.2 연구의 차별성

본 연구의 차별성은 다음과 같다.

첫째, 기존에 운영되고 있는 4지 회전교차로가 아닌 다지 교차로를 대상으로 회전교차로 및 고가 차도의 도입에 따른 운영효과를 분석한다.

둘째, 기존의 연구들은 가상의 네트워크와 교통량을 이용하여 운영효과를 비교·분석하였지만, 본 연구는 가상의 네트워크가 아닌 실제 대상지에 적용시킴으로써 연구의 타당성을 검증하였다.

3. 분석의 틀 설정

3.1 분석대상 선정

청주시에 설치되어 있는 다지 신호교차로는 내덕칠거리, 모충대교 오거리, 석교육거리, 산업단지육거리 및 개신오거리로 총 5개이다. 본 연구에서는 주변상황을 고려해 내덕칠거리, 산업단지육거리 및 개신오거리의 3개 교차로만을 대상으로 하였으며, 인터넷 DAUM 포털사이트에서 제공하고 있는 지도의 기하구조를 기반으로 AutoCAD를 활용하여 네트워크를 구축하였다. 실제 운영되고 있는 교차로의 형태를 구축하기 위해 교통영향평가에서 제시하고 있는 신호현시와 차량교통량을 이용하였다.

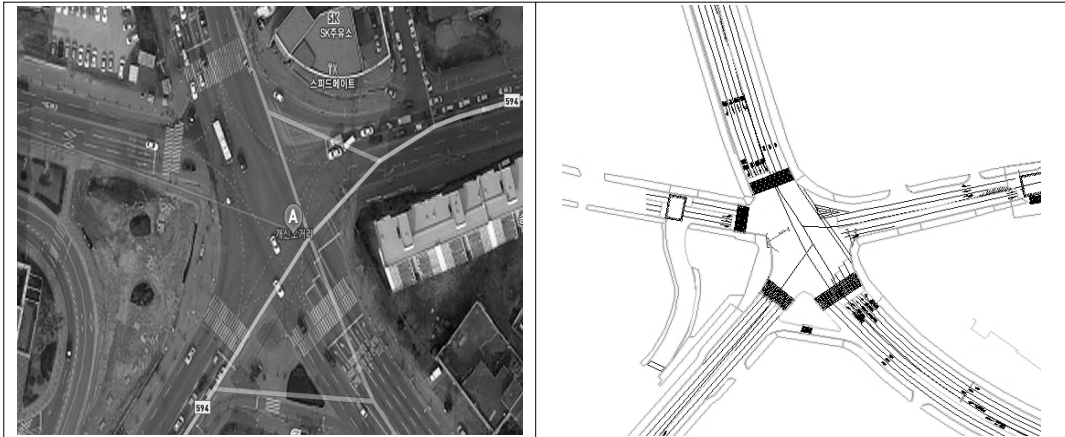


그림 3. 개신오거리 기하구조 현황

개신오거리는 주간선도로와 주간선도로가 교차하며, 대학교의 진출입구가 접해있는 5지 교차로이며, 구축된 네트워크는 그림 3과 같다. 신호주기는 140초이며, 6현시로 운영되고 있다. 차량교통량은 표 1에서 보는 바와 같이 현시 4에 해당하는 남북방향의 직진교통량이 가장 많은 비율을 차지하고 있다.

표 1. 개신오거리 신호현시

교통량	신호현시						신호주기 (초)
	현시 1	현시 2	현시 3	현시 4	현시 5	현시 6	
							140
	20(4)	14(4)	18(4)	30(4)	23(4)	12(4)	

내덕칠거리의 주간선도로와 보조간선도로가 복합적으로 접하는 교차로이며, 구축된 네트워크는 그림 4와 같다. 신호주기는 140초이며, 4현시로 운영되고 있다. 차량교통량은 표 2에서 보는 바와 같이 현시 3에 해당하는 남북방향의 직진교통량이 가장 많은 비율을 차지하고 있다.

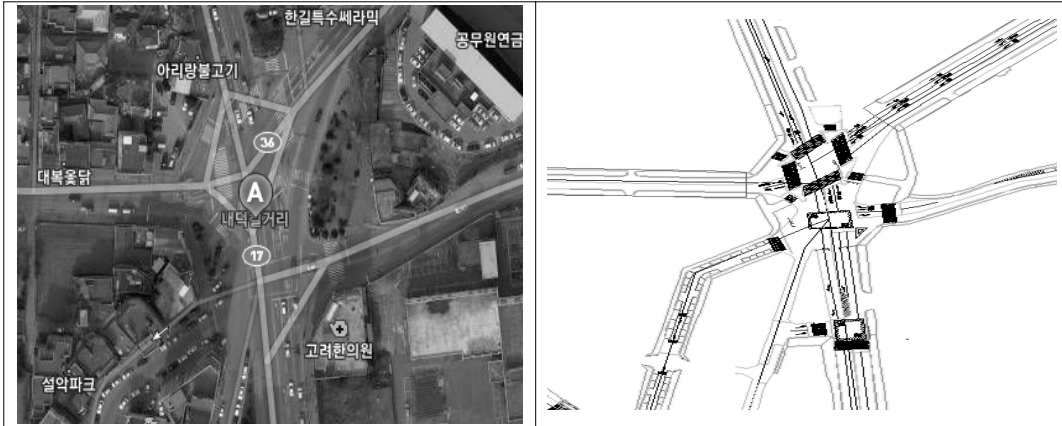


그림 4. 내덕칠거리의 기하구조 현황

표 2. 내덕칠거리 신호현시

교통량	신호현시				신호주기 (초)
	현시 1	현시 2	현시 3	현시 4	
					140
	25(3)	40(3)	51(3)	12(3)	

산업단지육거리의 신호주기는 6현시인 150초로 운영되고 있으며, 1개의 방향(SK주요소 좌측도로)은 비보호 호로 운영하고 있다. 주간선도로와 보조간선도로가 복합적으로 접하는 교차로이며, 구축된 네트워크는 그림 5와 같다. 차량교통량은 표 3에서 보는 바와 같이 현시 4에 해당하는 동서방향의 직진교통량이 가장 많은 비율을 차지하고 있다.



그림 5. 산업단지육거리의 기하구조 현황

표 3. 산업단지육거리 신호현시

교통량	신호현시						신호주기 (초)
	현시 1	현시 2	현시 3	현시 4	현시 5	현시 6	
							150
	24(4)	25(4)	15(4)	28(4)	18(4)	16(4)	

3.2 분석도구 및 분석지표 선정

현재 Microscopic 시뮬레이션 프로그램 중 상용화된 프로그램으로는 VISSIM, PARAMICS, NETSIM, COSIM 등이 있으나, 본 연구에서는 실제 고가차도나 회전교차로를 구현하기 위한 지원이 가능한 VISSIM을 선택하여 회전교차로 도입 효과를 분석하였다.

VISSIM은 독일 PTV사에서 개발된 교통 시뮬레이션으로 시간의 변화와 특성에 따른 도시교통 및 대중교통 운영 시뮬레이션 모델이다. 교통 및 대중교통 운영의 분석이 가능하며, 교통공학 및 계획의 효과 척도를 기본으로 교통운영상의 다양한 대안을 평가하기 편리하다.

VISSIM의 기본적 사항으로는 대중교통 신호 우선권에 대한 개발, 평가, 최적설정을 하며 다양한 종류의 신호제어 방식 사용이 가능하다. 그리고 공동 및 감응식으로 운영되는 교통신호 네트워크 조합의 교통운영에 대한 평가 및 최적화가 가능하고 교차부분 및 합류부에서의 속도감소에 대한 분석이 가능한 프로그램이다.

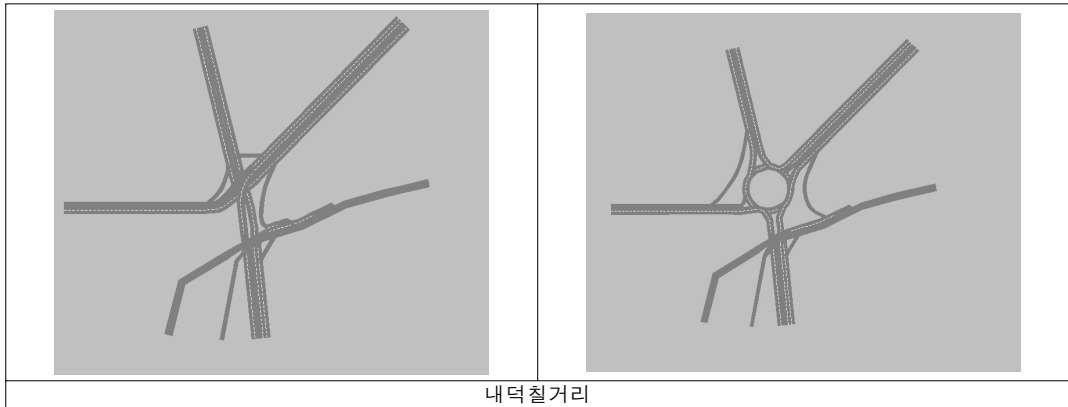
인터넷 포털사이트 및 교통영향평가에서 수집한 차량교통량 및 신호현시를 입력변수로 Microscopic 시뮬레이션 프로그램인 VISSIM에서 평균제어지체를 산정하였다.

3.3 분석 대안선정

다지 회전교차로와 일반 교차로와의 비교분석을 실시하기 위해 다음 표와 같이 대안을 작성하였다. 대안 1은 개신오거리, 산업단지육거리, 내덕칠거리 현재방식대로 운영하였을 때 지체를 분석하였다. 대안 2는 통행량이 적고 신호통제의 필요성이 낮은 교차로 영킴현상이 잦은 다지교차로를 회전교차로로 도입하였다. 대안 3은 상습정체 구간을 고가차도로 운영하고 나머지 구간을 회전교차로로 운영하는 방식으로 하였다. 교통량이 많은 우회전차로는 별도로 연결했다.

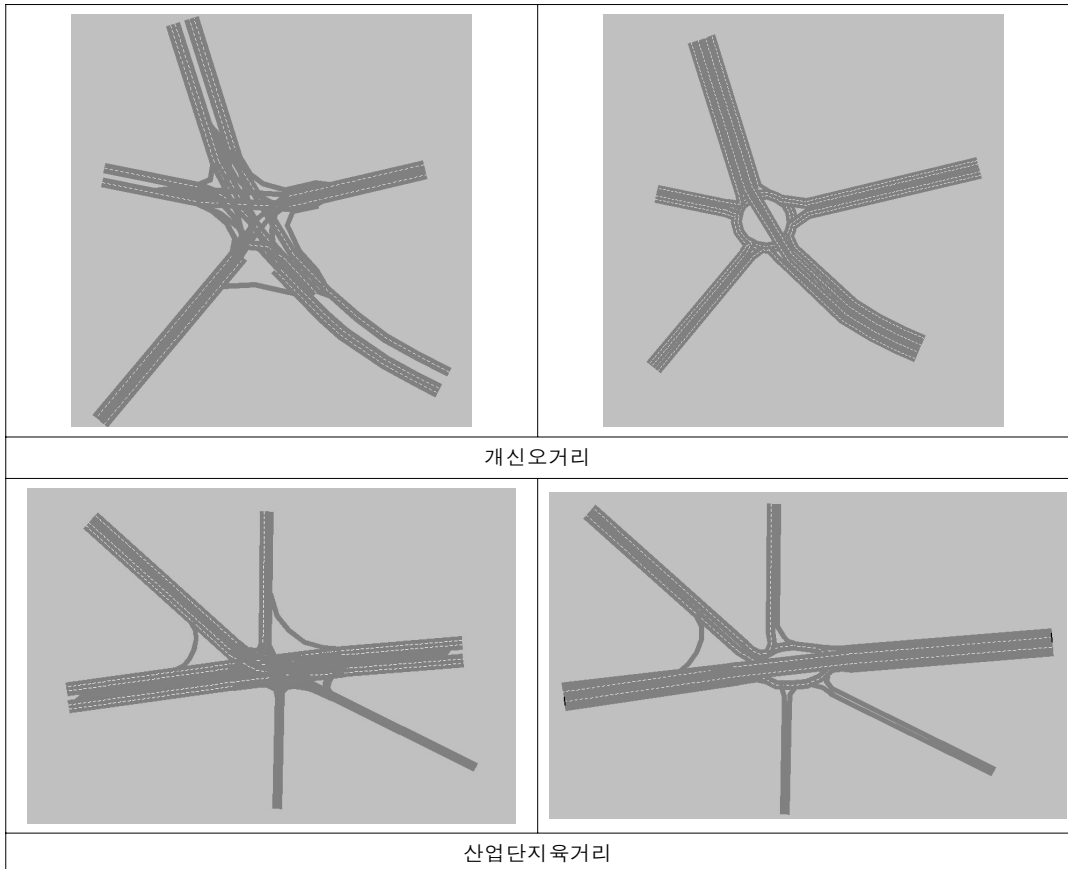
표 4. 분석 대안

대안 1	다지 교차로를 현재 방식으로 운영
대안 2	다지 회전교차로만 운영
대안 3	다지 회전교차로와 고가 차도를 함께 운영



내덕칠거리

그림 6. 다지 회전교차로만 운영할 때 네트워크 현황



개신오거리

산업단지육거리

그림 7. 다지 회전교차로와 고가차도를 함께 운영할 때의 네트워크 현황

4. 도입효과 분석

4.1 대안별 시뮬레이션

그림 8은 다지 교차로와 다지 회전교차로를 시뮬레이션한 모습이다. 회전교차로가 일반 다지 신호교차에 비해 횡단속도가 빠르고 처리용량이 증가하여 차량들의 흐름이 원활해지는 것으로 판단된다.

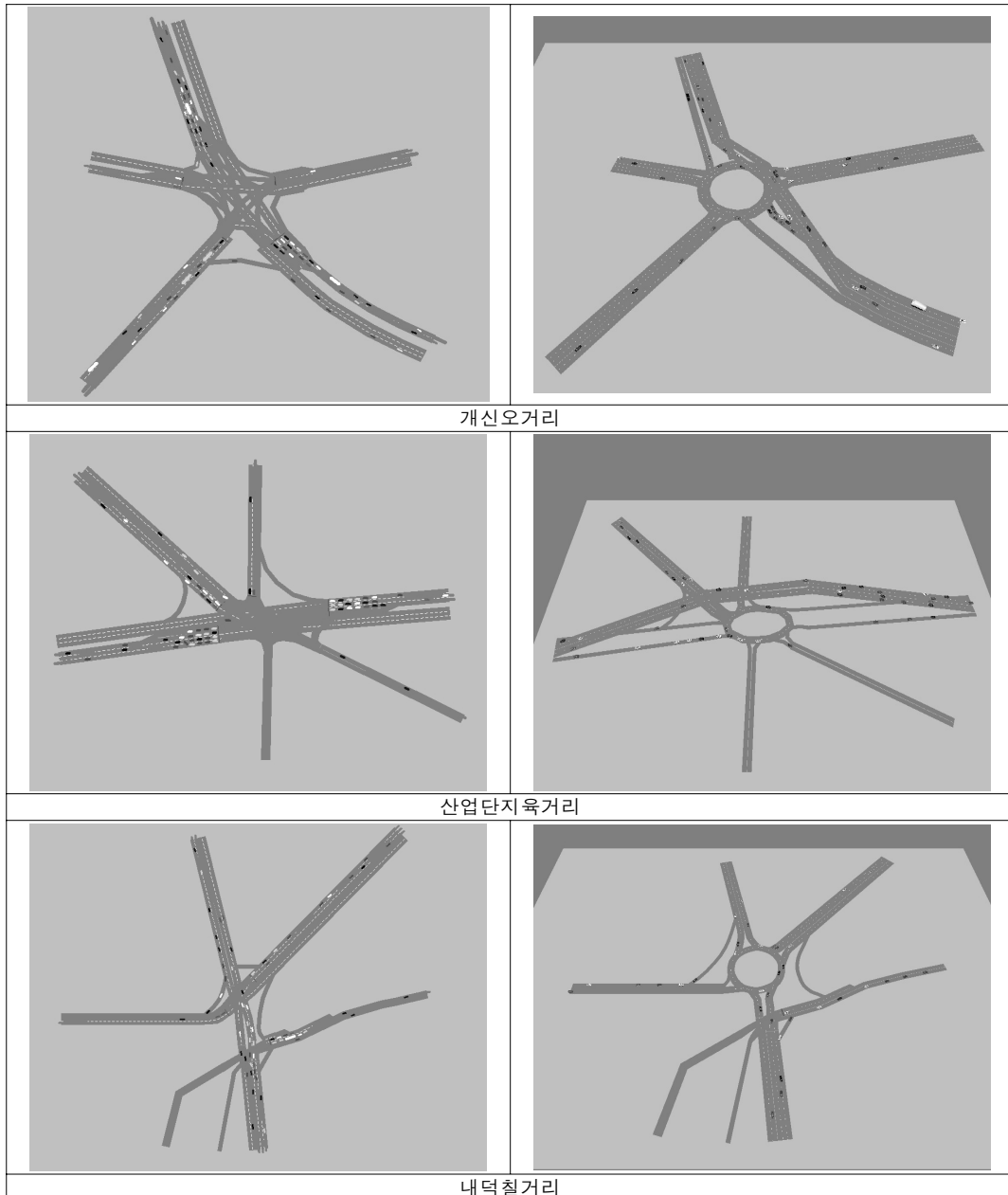


그림 8. 다지 교차로와 다지 회전교차로 시뮬레이션

4.2 분석 결과

표 5는 대안별 회전교차로의 도입에 따른 평균제어지체의 분석결과이다. 도입 전에는 교통량이 많은 구간으로 인해 차량의 지체가 발생하는 것으로 분석되었으나, 회전교차로 도입 후에는 평균제어지체가 확연히 줄었음을 알 수 있다. 산업단지육거리는 도입후 18.442초로 도입전인 82.830초에 비해 약 78%감소하였으며, 개신오거리는 약 66%, 내덕칠거리는 62% 감소하는 것으로 분석되었다.

표 5. 대안별 평균제어지체

교차로		평균제어지체(초)		
		도입전	도입후	증가율
대안 1	개신오거리	90.510	30.868	-65.895
	산업단지육거리	82.830	18.442	-77.735
대안 2	내덕칠거리	28.187	10.700	-62.039

5. 결론

본 연구는 단지 회전교차로 도입가능성을 검토하기 위한 기초 연구로, 실제 운영되고 있는 단지 신호교차로에 회전교차로를 도입하였을 시 지체에 어떤 영향을 주는지 검토하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 단지 신호교차로 및 단지 회전교차로를 교통영향평가의 교통량과 운영현시를 이용해 대안을 작성하고 분석하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 단지교차로와 단지회전교차로 및 고가차도를 같이 운영했을 시의 비교분석 결과 59.642초 또는 64.388초로 평균제어지체가 많이 감소하고 시뮬레이션 모습을 보아 정체구간을 고가차도로 만듦으로써 다른 교차로의 지체가 줄어드는 것으로 분석되었다.

둘째, 단지교차로와 단지회전교차로를 비교했을 시 불필요한 신호체계를 무신호로 변경함으로써 지체가 많이 감소하지 않았지만, 운영효율에 영향을 주는 것으로 분석되었다.

본 연구는 청주시의 단지 신호교차로를 대상으로 현 교통량을 기준으로 분석을 실시하였으며, 차량의 지체만을 분석지표로 사용하였다는 점에서 한계를 가지고 있다. 따라서 향후에는 교차로 기하구조 변화에 따른 건설비용 및 비용효과를 반영한 연구가 진행되어야 하며, 장래수요예측을 통한 교통량의 변화를 고려한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 박병호·류승욱(2008), “회전교차로의 계획과 설계”, 에원사
2. 김태영·박상혁(2009), “다이아몬드 입체교차점에서의 회전교차로 도입에 따른 운영효과 분석”, 대한교통학회지 제27권 제1호, pp.53-62
3. 심관보·임평남(2007), “Y형 교차로의 회전교차로 변형에 따른 적용효과 분석 및 설치준거 연구”, 한국도로학회논문집 제9권 제4호, pp.105-116
4. 박병호·송대섭(2003), “교차로계획에서 현대식 회전교차로(Modern Roundabout)의 도입 타당성”, 충북대학교 건설기술연구소 논문집, 제22권 제2호, pp.134-146
5. 정용일·류승기·변상철(2005), “도심지역 회전교차로 도입효과에 관한 연구 - 균등한 진입 교통류를 가정으로”, 대한토목학회 정기 학술대회, pp.4061-4066
6. 내덕칠거리 청주 울량2지구 택지개발사업 교통영향평가 2007.7
7. 산업단지육거리 청주 복대2구역 주택개발 정비사업에 따른 공동주택 신축 교통영향평가 2008.7
8. 청주 성화2지구 택지개발사업 교통영향평가 2005.10