

특대형 회전교차로의 운영효과

Operational Effect of Extra Large-Scale Roundabout

임진강* · 박병호**
Lim, Jin Kang · Park, Byung Ho

Abstract

The goal of this study is to analyze the operational effects of extra large-scale roundabout. This study gives particular attentions to comparing standard signal intersection with extra large-scale roundabouts. This study reviews the extra large-scale roundabouts, builds networks and comparatively analyzes the operational effects using VISSIM. The main results are as follows. First, the operational effect of Target roundabout is the most excellent in all types. However, the delay time of Turbine roundabout is expected to be less than that of Target roundabout in the case of more than 6,000pcph in common type. Second, the operational effects of all intersections are analyzed to be increased in 1:6:3 than 1:6:1. But the operational effect of Target roundabout is still the most excellent. Next, Turbine roundabout is analyzed to have the least effect when left-turn traffic volume increase. It is because the volume of left turning lane is getting over-saturated condition. Finally, enlarging the inscribed circle diameter is evaluated to increase the operational effects of all types. This study can be expected to provide some implications for policy decision-making about the introduction of special large-scale roundabout.

키 워 드 ■ 회전교차로, Target 회전교차로, Turbine 회전교차로, 통행 우선권, VISSIM
Keywords ■ Roundabout, Target Roundabout, Turbine Roundabout, Priority rule, VISSIM

I. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경 및 목적

2010년 회전교차로 설계지침 발간 이후 국내 회전교차로가 많이 도입되었다. 안전행정부에 따르면 2013년까지 전국 364개의 회전교차로가 설치되었으며, 향후 2022년까지 1,592개소를 설치할 예정이라고 밝혔다(안전행정부, 2014). 그러나 회전교차로의 경우 설치조건 및 운영특성이 명확하기 때문에 도입 가능한 교차로가 한정되어 있다. 최근 국토교

통부에서는 2015년부터는 1일 15,000대 미만인 구간을 대상으로 회전교차로의 확대가 이루어질 것으로 밝힌 것도 이와 같은 맥락이라 볼 수 있다.

국내와는 달리 회전교차로가 일찍이 도입되어 왔던 미국, 유럽 등 세계 여러 나라의 경우 기존에 도입되고 있던 표준적인 회전교차로에서 많은 진전이 이루어져 왔다. 2차로 회전교차로의 단점을 극복한 Turbo 회전교차로, Flower 회전교차로, Target 회전교차로 등이 개발되었다. 또한 높은 진입교통량으로 인한 지체증가의 문제점 해결을 위해 신호 회전교차로가 운영되고 있다. 이 외에도 자전거 이용자와 진입차량의 합리적인 이용을 위한

* Chungbuk National University (plue@nate.com)

** Chungbuk National University (Corresponding author : bhpark@chungbuk.ac.kr)

C-Roundabout, 교통량 방향비에 따라 다르게 설치되는 햄버거, 좌회전 Slip-lane 등 다양한 유형의 회전교차로가 존재한다.

이처럼 많은 유형의 회전교차로가 개발되어 왔음에도 불구하고 아직 국내에서는 표준적인 회전교차로의 도입만이 이루어지고 있다. 이는 국내 회전교차로 도입이 최근에 이루어졌으며, 아직까지 정착단계에 있기 때문이라고 할 수 있다. 그러나 정착단계 이후에 회전교차로의 운영효과를 극대화하기 위해서는 다양한 유형의 회전교차로 연구가 지속적으로 진행되어야 하며, 향후 국내 정서에 적합한 회전교차로 유형의 개발이 이루어져야 한다.

이러한 점에 착안하여 이 연구는 다양한 특수유형의 회전교차로를 소개하며, 이 중 기존 회전교차로와 기하구조 및 운영방식이 다른 Target 및 Turbine 회전교차로의 운영효과를 일반적인 신호교차로와 비교분석하는데 목적이 있다. 연구의 결과는 향후 특대형 신호 교차로에서 회전교차로의 도입 및 운영을 위한 기초연구로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구의 내용

그림 1은 연구의 수행과정을 나타낸 것이다. 이 연구는 미시적 분석프로그램인 VISSIM을 이용하여 4지2차로 신호교차로, Target 회전교차로 및 Turbine 회전교차로를 비교·분석하며, 이를 위한 절차는 다음과 같다.

첫째, 기존문헌을 통해 회전교차로의 다양한 유형을 조사하며, 이 중 특대형 교차로에 적용 가능한 회전교차로를 조사한다.

둘째, 특수유형 회전교차로와 관련된 국내외 연구들을 검토하며, 이 연구와의 차별성을 제시한다.

셋째, VISSIM을 활용하여 네트워크를 구축하며,

교차로 유형, 방향별 교통량 등 다양한 시나리오를 작성한다.

마지막으로 시나리오에 따른 분석을 수행하며, 도출된 결과를 통해 향후 특대형 교차로에서의 회전교차로 도입 방안을 제시한다.

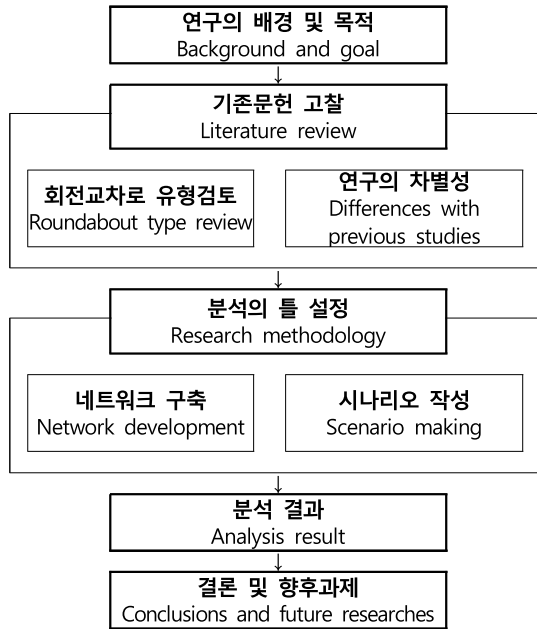


그림 1. 연구의 수행과정

Figure 1. Research flow

II. 기존문헌 고찰

1. 회전교차로

1) 회전교차로 유형

모든 교차로는 교통류 및 기하구조에 따라 서로 다른 다양한 교통특성을 지니고 있다. 따라서 각 교차로에서의 원활한 교통흐름을 위해서는 그 상황에 적합한 기하구조 및 운영방법이 적용되어야 한다. 회전교차로의 경우 1960년대 영국에서 개발된

이후로 지금까지 많은 발전이 이루어져 왔으며, 다양한 교통상황에서도 운영효율이 증대될 수 있는 특수유형의 회전교차로가 개발되어 왔다.

회전차로가 2개 이상인 경우 상충(conflicts) 증가 문제를 해결하기 위해 Turbo 및 Target 회전교차로가 개발되었으며, 특히 Target 회전교차로는 회전부를 입체화하면서 용량을 증대시키는 특징을 지니고 있다.

회전교차로에서 진입교통량이 많을 경우 지체가 증가하는 문제점을 해결하기 위해 신호운영 회전교차로도 설치되고 있다. 회전교차로에서 신호를 운영함으로써 진입교통량 통제에 따른 임계간격을 증대하는 특징이 있다.

이 외에도 방향별 교통량 차이에 따라 Flower 회전교차로, Hamburger 회전교차로, 좌회전 입체형 회전교차로 등이 개발되었다.

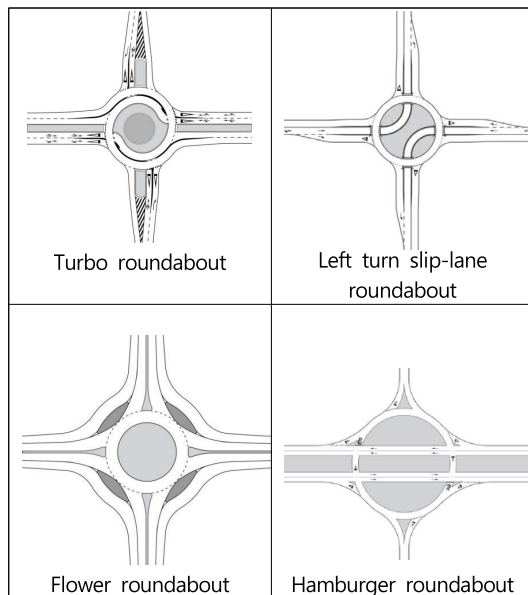


그림 2. 특수유형 회전교차로
Figure 2. Special types of roundabouts

2) 특대형 회전교차로

국내 회전교차로 설계지침에 따르면, 면적이 가장 큰 회전교차로의 설계제원은 내접원 65m인 2차로 회전교차로이다. 그러나 이미 국외에서 개발된 특수유형 회전교차로 중 Target과 Turbine 회전교차로는 이러한 설계제원을 넘어서는 특대형 회전교차로라 할 수 있다. 이처럼 국내 회전교차로 설계지침은 특대형 교차로에서의 회전교차로 도입을 위한 기준이 마련되어 있지 않음을 알 수 있다.

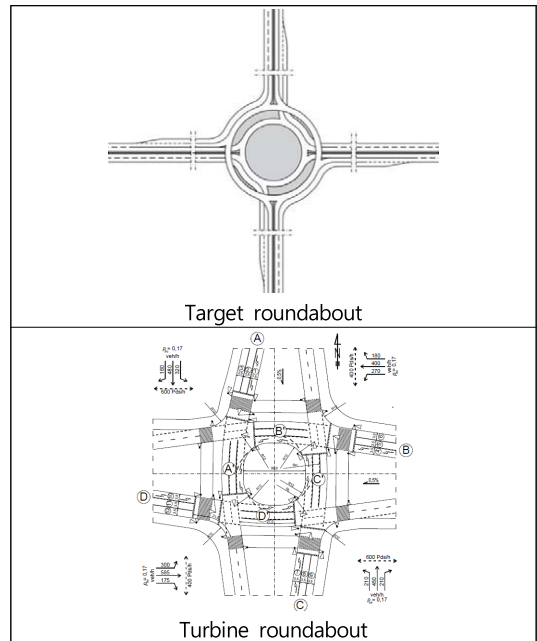


그림 3. 특대형 회전교차로
Figure 3. Extra large-scale roundabout

Target 회전교차로는 T. Tollazzi 등(2013)에 의해서 개발되었으며, 회전부를 입체화한 형태이다. 동·서측에서 진입하는 차량은 안쪽 회전부로, 남·북측에서 진입하는 차량은 바깥쪽 회전부로 진입하여 통과하며, 진출부에서 합류하는 형태이다.

회전부가 입체화되어 있으므로 많은 교통량 수용이 가능함과 동시에 상충지점의 감소로 안전성이 증대되는 효과를 가져오게 된다. 다만 입체교차로로 운영되므로 도입에는 높은 건설비용이 발생하는 단점이 있다.

Turbine 회전교차로는 회전부가 일반 회전교차로와는 다른 형태를 가지고 있으며, 신호에 의해 운영된다. 좌회전 교통량이 신호에 의해 회전한 후 회전부에서 대기하며, 다음 신호에 의해 교차로를 통과하는 형태로 운영된다. 2현시로도 운영이 가능하여 기존 신호교차로 대비 효율적으로 운영이 가능하다. 다만 좌회전차량이 좌회전대기차로의 용량을 초과할 경우 지체가 증가할 우려가 있는 단점이 있다.

Target 및 Turbine 회전교차로 모두 일반 회전교차로 대비 많은 교통량 수용이 가능할 것으로 판단되므로, 교통량이 많고 면적이 충분히 확보 가능한 지방부 외곽지역에서의 설치가 권장된다. Target 회전교차로를 제안한 T. Tollazzi 등(2013)은 도심에서의 설치도 가능할 것으로 제안하였으나, 실질적으로 도심에서 해당 교차로의 설치가 적합한 지점은 찾아보기 힘들 것으로 판단된다.

2. 선행연구 고찰

기존연구와의 차별성을 제시하기 위해 특수유형 회전교차로 관련 국·내외 다양한 연구들을 검토하였다.

송기섭(2011)은 국내에 회전교차로 도입이 활발히 되고 있는 시점에서 Turbo 회전교차로 도입 필요성을 연구하였다. 저자는 VISSIM을 통해 표준형 회전교차로 및 Turbo 회전교차로를 분석하였으며, 분석결과 Turbo 회전교차로의 운영효율이 표준형 회전교차로 대비 약 10% 용량이 증대되는 것으로

평가하였다.

장기훈(2014)은 표준형 회전교차로를 기준으로 Turbo 회전교차로 및 Flower 회전교차로의 운영을 분석하였다. 저자는 VISSIM과 SSAM을 활용하여 지체 및 상충횟수를 평가하였으며, 교통량 및 방향비에 따른 회전교차로 설치 대안을 제시하였다.

박준(2015)은 VISSIM을 활용하여 회전교차로에서 신호미터링 도입에 따른 운영효율을 분석하였다. 저자는 4지1차로 회전교차로를 대상으로 하였으며, 다양한 시나리오를 적용하여 분석결과를 도출하였다.

M. Tracz 등(2011)은 도시 간선도로에서의 과도한 교통량에 따른 지체 문제를 해결하기 위해 다양한 유형의 회전교차로를 분석하였다. 대상 교차로는 Turbine 회전교차로, 신호운영 회전교차로 및 신호운영 Turbo 회전교차로이며, Turbine의 경우 비신호, 2현시 및 6현시로 분석하였다.

T. Tollazzi 등(2011)은 2차로 회전교차로에서 상충지점이 증가하여 안전성에 문제가 발생하는 점에 착안하여 이를 보완한 Flower 회전교차로를 제안하였다. 저자들은 VISSIM을 통해 표준형 회전교차로를 기준으로 Turbo 및 Flower 회전교차로를 분석하였으며, 우회전 교통량 증가에 따라 Flower 회전교차로의 운영효율이 증가하는 것으로 평가하였다.

T. Tollazzi 등(2013)은 2차로 회전교차로의 상충지점 증가 문제를 해결하기 위해 Target 회전교차로를 개발하였다. 회전부가 입체형으로 구성되어 있으며, VISSIM을 통해 분석한 결과 상충지점 감소로 높은 교통량 처리가 가능한 것으로 평가되었다.

J. Sangster 등(2014)은 신호교차로, 표준형 회전교차로 및 Hamburger 회전교차로를 분석하였다. 2가지 시뮬레이션 프로그램을 사용하였으며, 그 결과 Hamburger 회전교차로의 운영효율이 가장 높은 것으로 평가되었다.

3. 연구의 차별성

표 1은 기존연구와의 차별성을 분석대상과 분석 지표 측면으로 정리한 것이다. 이 연구는 특대형 신호교차로를 기준으로 Target과 Turbine 회전교차로를 분석하며, 기존연구와의 차이는 다음과 같다.

표 1. 기존연구와의 차별성
Table 1. Differences with previous studies

Author	Year	Type of roundabout	Measure of effectiveness
K.S. Song	2011	Standard and Turbo roundabouts	delay, speed
K.H. Jang	2014	Standard, Turbo and Flower roundabouts	delay, conflict
J. Park	2014	Standard and Signalized roundabouts	delay
T. Tollazzi et al.	2011	Standard, Turbo and flower roundabouts	delay, queue
M. Tracza	2012	Turbine, Signalized and Signalized Turbo roundabouts	capacity, accident
T. Tollazzi et al.	2013	Standard and Target roundabouts	delay, queue
J. Sangster et al.	2014	Signalized intersection, Hamburger and Standard roundabouts	delay
This study	2015	Signalized intersection, Target roundabout, Turbine roundabout	delay

첫째, 기존 국내 연구들과는 달리 특수유형의 회전교차로를 대상으로 분석한다. 국외에서는 특수유형의 회전교차로 연구가 진행되어 왔으나, 아직 국내에서는 이러한 연구가 매우 부족한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 국내 교통특성을 적용하여 특수유형 회전교차로 중 특대형 회전교차로의 운영효과를 분석한다.

둘째, 국내 회전교차로 설계지침에서 벗어나 특대형 교차로에서의 회전교차로의 도입을 연구하는데 차별성이 있다. 기존 연구는 회전교차로 설계지침에서 제시된 설계제원 내에서의 분석만이 진행되었기 때문에 특대형 회전교차로는 제외되었다. 그러나 이 연구에서는 이러한 특대형 교차로에서 회전교차로의 운영효과를 검토 분석한다.

III. 분석의 틀 설정

1. 네트워크 구축 및 파라메타 설정

분석을 위해 VISSIM을 이용하여 이상적인 4차 2차로 신호교차로, Target 및 Turbine 회전교차로의 네트워크를 구축한다. 설계제원의 경우 회전교차로 설계지침에서 제시된 유형 중 가장 큰 수치(중앙교통섬 직경 43m, 내접원 직경 65m)를 기준으로 구축한다. 분석을 위한 세부 파라메타는 다음과 같이 설정한다.

첫째, 속도의 경우, 국내 교통상황을 반영하기 위해 교차로 규모가 큰 “제주시 신제주로터리”를 대상으로 주행속도, 진입속도 및 회전속도 자료를 수집하여 연구에 적용한다. 주행속도, 진입속도 및 회전속도는 각각 43km/h, 28km/h 및 27km/h로 조사된다. 이에 따라 주행속도 43(37-48)km/h, 진입속도 28(22-32)km/h 및 회전속도 27(22-32)km/h로 설정한다. 내접원 직경이 증가 될 경우 회전부 속도도 증가될 것으로 판단되므로, 내접원 직경 75m 네트워크에서는 회전부 속도를 3km/h 증가시켜 적용한다. 둘째, 보행교통량 및 U턴 교통량은 없는 것으로 가정한다. 셋째, 임계간격(gap time)의 경우 조사된 “제주시 신제주로터리”의 분석 결과값인 3.42초를 적용한다. 넷째, 신호교차로는 4현시 동시신호, Turbine 회전교차로는 2현시 양 직좌신

호로 적용한다. Webster 최적신호주기 공식을 적용하여 교통량 변화에 따른 최적신호주기를 반영한다. 마지막으로 시뮬레이션 분석의 오차를 줄이기 위해 총 10회 분석한 값의 평균을 사용한다.

2 시나리오 작성

다양한 교통량 및 방향비 변화에 따라 총 270개 (3 × 3 × 15 × 2 = 270) 시나리오를 작성하였으며, 표 2와 같다.

조건 1은 교차로 유형이며, 신호교차로, Target 및 Turbine 회전교차로로 분류한다. 조건 2는 교통량 방향비이며, 일반유형(1:6:1), 우회전 증가유형(1:6:3) 및 좌회전 증가유형(3:6:1)으로 설정한다. 조건 3은 총 진입교통량이며, 400~6,000pcph의 교통량을 분석한다. 마지막으로 조건 4는 내접원 직경이며, 65m와 75m를 분석한다.

표 2. 분석 시나리오
Table 2. Scenarios of analysis

조건 1 교차로 유형 (Intersection type)	조건 2 방향비 (Directional ratio)	조건 3 총 진입교통량 (Total volume)	조건 4 내접원 직경 (Inscribed circle diameter)
신호교차로 (Signalized intersection)	1:6:1 (common type)	400 ~ 6,000 pcph	65m
Target 회전교차로 (Target roundabout)	1:6:3 (more right-turn ratio)		
Turbine 회전교차로 (Turbine roundabout)	3:6:1 (more left-turn ratio)		75m

IV. 분석 및 논의

1. 일반유형(1:6:1)

다음은 방향비가 1:6:1인 일반유형을 분석한 결과이다. 내접원 직경 65m에서는 Target 회전교차로의 운영효율이 가장 우수하며, 신호교차로가 가장 낮은 것으로 평가된다. 교통량의 증가에 따라 모든 교차로에서 지체가 증가하여 Target 및 Turbine 회전교차로는 각각 5,200pcph 및 4,800pcph에서 서비스수준 F에 도달하는 것으로 평가된다. 총 진입교통량 6,000pcph까지 교차로 운영효율의 우위는 바뀌지 않는 것으로 분석된다. 그러나 교통량의 증가에 따라 Target 회전교차로의 지체는 급격히 증가하는 경향을 보이며, Figure 4와 같이 6,000pcph 이상에서는 Turbine 회전교차로의 운영효율이 Target 회전교차로보다 좋아질 것으로 판단된다. 내접원직경 75m 분석결과 65m보다 용량이 증대되는 것으로 분석된다. Target 및 Turbine 회전교차로는 각각 5,600pcph 및 6,000pcph에서 서비스수준 F에 도달하였으며, 전반적인 분석결과와 흐름은 65m의 분석결과와 유사하다.

2. 우회전 증가유형(1:6:3)

방향비가 1:6:3인 우회전 증가유형의 분석결과는 Table 4와 같다. 내접원직경 65m 및 75m 모두 일반유형 분석결과와 같이 Target 회전교차로의 운영효율이 가장 높고, 신호교차로가 가장 낮은 것으로 평가된다. 전반적으로 모든 교차로에서 일반유형보다 지체가 낮은 것으로 판단된다. 두 내접원직경 모두 Turbine

특대형 회전교차로의 운영효과 분석

회전교차로는 6,000pcph, Target 회전교차로는 의 지체가 급격히 증가하는 것으로 분석되며, 그 이상의 교통량에서 서비스수준 F에 도달하는 것으로 분석된다. 또한 일반유형의 분석결과 더 많은 진입교통량에서는 Turbine 회전교차로 보다 운영효율이 낮게 나타날 것으로 전망된다.

표 3. 일반유형 분석결과
Table 3. Result of analysis (common type)

Unit: pcph, sec/veh

총 진입교통량 Total volume	신호교차로 Signalized intersection	65m		75m	
		Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout	Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout
400	26.379	1.479	19.023	0.762	18.046
800	26.585	2.723	19.606	1.284	18.234
1,200	27.873	3.687	20.916	2.748	19.376
1,600	28.915	5.023	21.209	3.047	20.475
2,000	29.222	5.326	22.067	4.827	21.362
2,400	32.196	8.876	24.418	6.584	22.485
2,800	34.158	9.292	28.162	7.869	26.374
3,200	37.222	11.678	32.211	9.324	30.397
3,600	40.462	17.932	36.85	14.382	35.126
4,000	44.874	26.354	39.664	22.717	38.742
4,400	48.309	34.967	43.714	29.358	41.587
4,800	57.524	44.932	50.721	38.572	48.631
5,200	69.887	55.877	59.342	48.754	57.724
5,600	81.748	66.915	68.12	60.278	65.297
6,000	92.233	77.345	77.216	72.254	74.375

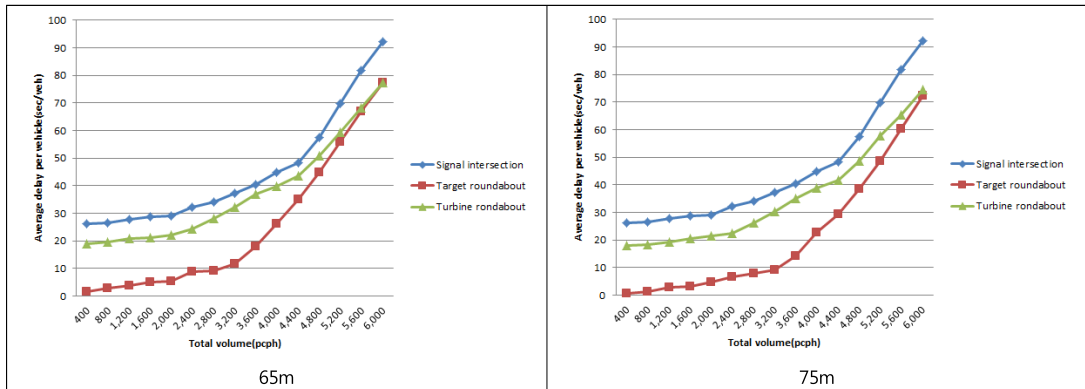


그림 4. 일반유형 분석결과
Figure 4. Result of analysis (common type)

표 4. 우회전 증가유형 분석결과

Table 4. Result of analysis (more right-turn type)

Unit: pcph, sec/veh

총 진입교통량 Total volume	신호교차로 Signalized intersection	65m		75m	
		Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout	Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout
400	25.214	1.354	17.653	0.547	17.084
800	25.576	1.813	17.865	0.972	17.612
1,200	26.725	3.158	18.653	1.582	18.045
1,600	27.02	3.672	19.83	2.034	18.561
2,000	28.579	4.984	20.493	3.807	19.251
2,400	30.274	5.827	21.887	4.186	19.988
2,800	32.325	6.035	23.976	5.527	21.024
3,200	34.548	7.188	27.524	6.095	25.315
3,600	38.924	8.432	29.362	7.181	27.451
4,000	42.875	10.757	32.458	9.055	29.894
4,400	46.354	15.374	35.782	13.281	32.218
4,800	52.842	24.762	39.528	21.008	36.518
5,200	59.354	33.848	43.732	30.715	40.208
5,600	68.975	41.476	47.593	39.21	45.351
6,000	84.564	48.249	53.736	42.581	50.301

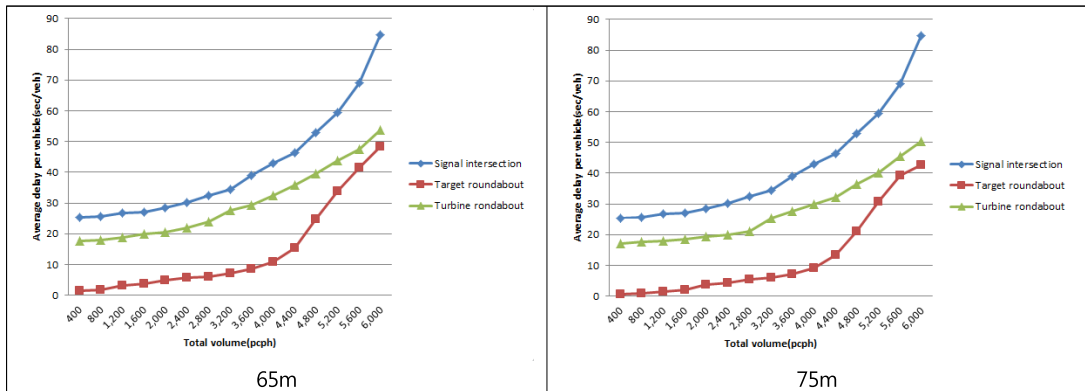


그림 5. 우회전 증가유형 분석결과
Figure 5. Result of analysis (more right-turn type)

3. 좌회전 증가유형(3:6:1)

방향비가 3:6:1인 좌회전 증가유형의 분석결과
Table 5와 같다. 내접원직경 65m 및 75m 모두 교

통량이 적을 경우에는 Target > Turbine > 신호교
차로 순으로 운영효율이 높고, 교통량 증가에 따라
Target > 신호교차로 > Turbine 순으로 우위가 바
뀌는 것으로 평가된다. 이는 Turbine 회전교차로의

특대형 회전교차로의 운영효과 분석

경우 좌회전 교통량 증가에 따라 회전부 좌회전 대
 기차로의 용량이 포화되기 때문인 것으로 판단된다.
 전반적으로 모든 교차로에서 일반유형 보다 운영효
 율이 낮게 분석되며, Target 및 Turbine 회전교차

로의 서비스수준은 두 직경 모두 각각
 4,400pcph 및 3,600pcph에서 F에 도달하는 것
 으로 분석된다.

표 5. 좌회전 증가유형 분석결과

Table 5. Result of analysis (more left-turn type)

Unit: pcph, sec/veh Unit: pcph, won

총 진입교통량 Total volume	신호교차로 Signalized intersection	65m		75m	
		Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout	Target 회전교차로 Target roundabout	Turbine 회전교차로 Turbine roundabout
400	27.524	3.128	26.986	2.875	24.328
800	27.964	4.357	27.913	3.514	25.724
1,200	28.521	5.243	28.252	4.221	26.802
1,600	30.214	6.089	28.775	5.315	27.084
2,000	32.576	7.524	29.766	6.117	28.322
2,400	34.763	9.064	31.225	7.982	30.024
2,800	37.782	11.784	33.576	9.357	31.891
3,200	41.264	13.276	41.943	11.928	39.584
3,600	47.582	28.764	57.376	25.377	54.332
4,000	54.657	43.524	76.564	39.252	72.115
4,400	71.356	64.457	93.736	58.828	89.582
4,800	84.589	79.672	112.354	75.352	108.259
5,200	103.562	89.427	128.687	86.278	122.324
5,600	114.768	103.241	139.345	97.582	135.511
6,000	124.584	110.847	156.574	106.351	151.352

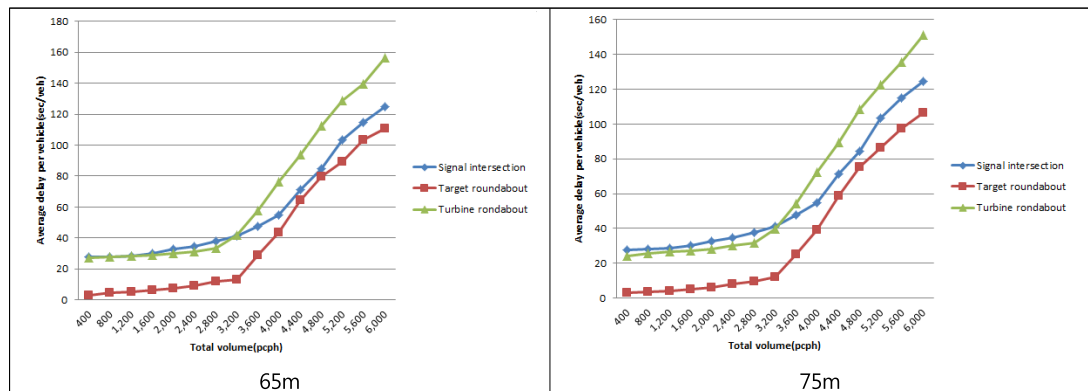


그림 6. 좌회전 증가유형 분석결과
 Figure 6. Result of analysis (more left-turn type)

4. 분석결과 논의

이 연구는 신호교차로의 지체를 기준으로 Target 및 Turbine 회전교차로의 운영효율을 비교 분석한 결과, 신호교차로의 지체가 30초/대 이상일 경우 모든 방향비에서 Target 회전교차로의 운영효율이 가장 높고, 내접원 직경 75m 방향비 1:6:3에서 최대 623%의 운영효율이 있는 것으로 평가된다. 지체가 증가할수록 운영효율은 감소하며, 50초/대 일 경우 내접원 직경 65m 방향비 3:6:1에서

26%의 운영효율을 갖는 것으로 분석된다. Turbine 회전교차로의 경우 두 내접원 직경 모두 일반유형(1:6:1) 및 우회전 증가유형(1:6:3)에서 신호교차로보다 운영효율이 높은 것으로 분석되며, 내접원 직경 75m 방향비 1:6:3에서 최대 51%의 운영효율을 갖는 것으로 평가된다. 그러나 좌회전 증가유형(3:6:1)의 경우 지체 증가에 따라 신호교차로보다 운영효율이 감소하는 것으로 분석된다. 이는 회전부 내 좌회전 대기차로의 용량이 포화상태가 되기 때문인 것으로 판단된다.

표 6. 운영효과 비교분석
Table 6. Comparative analysis of operational effect

Certification	Standard (sec/veh)	Operational effect(%)			
	Signalized intersection	65m		75m	
		Target roundabout	Turbine roundabout	Target roundabout	Turbine roundabout
1:6:1	30	263	32	389	43
	40	126	10	181	15
	50	28	13	49	18
1:6:3	30	420	38	623	51
	40	299	32	373	43
	50	113	34	152	45
3:6:1	30	396	5	468	12
	40	211	-2	246	4
	50	26	-29	39	-24

전반적으로 Target 회전교차로의 경우 신호교차로보다 운영효율이 높으며, 일반 회전교차로보다 많은 용량수용이 가능한 것으로 분석된다. 특히 좌회전 교통량이 증가할수록 신호교차로보다 운영효율이 더욱 증가하는 것으로 판단된다. 따라서 Target 회전교차로는 교통량이 많은 도시외곽지역 혹은 지방지역 신호교차로에서의 도입이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 다만 지체 및 사고감소 효과 대비

초기건설비용이 과다한 점을 고려하여 도입할 경우 신중한 검토가 요구된다.

Turbine 회전교차로의 경우 전반적으로 신호교차로보다 운영효율이 높으나 좌회전 교통량의 증가에 따라 신호교차로보다 낮아질 우려가 있다. 따라서 직진 및 우회전교통량이 높은 도시외곽지역 혹은 지방지역 신호교차로에서의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

V. 결론

이 연구는 특대형 교차로에 도입 가능한 특수 유형 회전교차로의 운영효과를 연구하였으며, 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 모든 유형에서 Target 회전교차로의 운영 효율이 가장 우수한 것으로 분석된다. 그러나 일반 유형의 경우 교통량의 증가에 따라 Target 회전교차로의 지체가 급격히 증가하여, 6,000pcph 이상의 진입교통량에서는 오히려 Turbine 회전교차로의 운영효율이 가장 높을 것으로 기대된다.

둘째, 우회전 증가유형의 경우 전반적으로 모든 교차로의 운영효율이 일반 유형보다 높게 나타나는 것으로 평가된다. 그러나 교차로별 운영효율의 우위는 일반유형과 동일한 것으로 분석된다.

셋째, 좌회전 증가유형의 경우 교통량 증가에 따라 Turbine 회전교차로의 운영효율이 가장 낮은 것으로 분석된다. 이는 회전부 좌회전 대기차로의 용량이 초과됨에 따라 나타나는 현상인 것으로 판단된다.

마지막으로 내접원 직경이 커지면 모든 유형에서 운영효율도 증가하는 것으로 평가된다. 이는 내접원 증가에 따라 회전부내 속도 및 용량이 증대되기 때문인 것으로 판단된다.

이 연구는 기존 연구와는 달리 특대형 교차로에서 회전교차로의 도입 가능성을 평가하였다. 국내 교통특성을 적용하여 분석한 결과, 지체측면에서 Target 및 Turbine 회전교차로 도입은 매우 타당한 것으로 평가된다. 그러나 향후 안전성, 경제성 등 다양한 지표의 적용과 함께 내접원 직경에 따른 분석이 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 특대형 회전교차로의 경우 대규모 건설비용이 투입되기 때문에 향후 비용적인 측면을 고려한 분석이 이루어져야 한다. 아직 국내에서는 특수유형 회전교차로

의 연구가 미진하기 때문에 향후 이러한 연구들이 지속적으로 이루어져야 하며, 국내 교통상황에 적합한 한국형 특수유형 회전교차로가 장래 개발되기를 기대한다.

감사의 글

“이 논문(도서, 작품)은 2015년도 충북대학교 학술연구지원사업의 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음(This work was supported by the intramural research grant of Chungbuk National University in 2015)”

인용문헌

References

1. 국토교통부, 2014, 「회전교차로 설계지침」, 경기. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2014. *Roundabout Guideline*, Gyeonggi.
2. 박준, 2015. “회전교차로 신호미터링 적용방안 개발”, 서울시립대학교 석사학위논문.
Park J., 2015. “Development of an Application for Signal Metering on Roundabouts”, Master’s degree dissertation, University of Seoul.
3. 송기섭, 2011. “2차로 회전교차로 대안으로서의 Turbo-roundabout 평가 및 적용 방안”, 아주대학교 박사학위논문.
Song, K. S., 2011. “Evaluation and Application of Turbo Roundabout as an Alternative to Two-lane Roundabouts”, Ph. D. Dissertation, University of Ajou.
4. 장기훈, 2014. “회전교차로 형태별 운영 및 안전성 평가에 관한 연구”, 아주대학교 석사학위논문.
Jang, K. H., 2014. “A Study on Operation and Safety Assessment of Roundabout Types”, Master’s degree dissertation, University of Ajou.
5. Sangster, J., Rakha, H., Al-Kaisy, A., 2014. “Comparative Analysis of the

- Through-about, Roundabout, and Conventional Signalized Intersection Designs”, Transportation Research Board 94th Annual Meeting , Washington DC: 500 Fifth Street, NW.
6. Tollazzi, T., Jovanovic, Rencelj, M., 2013. “New Type of Roundabout: Dual One-Lane Roundabouts on Two Levels with Right-Hand Turning Bypasses - ‘Target Roundabout’-”, *Traffic & Transportation*, 25(5): 475-481.
7. Tollazzi. T., Rencelj, M., Turnsek, S., 2011. “Slovenian Experiences with Alternative Types of Roundabouts - ‘Turbo’ and ‘Flower’ Roundabout-”, Paper presented at Environmental Engineering 8th International Conference, Vilnius, Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University.
8. Tracz, M., Chodur, J., 2012. “Performance and Safety of Roundabouts with Traffic Signals”, *Social and Behavioral Sciences*, 53(3): 789-800.

Date Received 2016-03-15

Reviewed(1st) 2016-05-16

Date Revised 2016-10-15

Reviewed(2nd) 2016-10-31

Date Accepted 2016-10-31

Final Received 2016-11-16