Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 38, No. 6: 925-932/ December, 2018
DOI: https://doi.org/10.12652/Ksce.2018.38.6.0925

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Transportation Engineering **교통공학**

터보형 회전교차로 설치 효과분석

임창식* · 최양원**
Lim, Chang-Sik*, Choi, Yang-Won**

Effectiveness Analysis of Installation of Turbo Roundabouts

ABSTRACT

This study deals with Turbo-Roundabout of Special-Roundabouts. Recently, many rotary intersections are being constructed in Korea, but the effect of the rotary intersection depends on the total entrance traffic volume and the area of the paper. The purpose of this study is to analyze the operation and accident reduction effect of turning traffic signal intersection with small traffic volume into turbo - type turning intersection. The main results are as follows. First, when the traffic volume of the main road is high, the traffic volume of the subway is less than 10 ~ 15%, or when the left turn ratio is less than 30%, it is improved when switching to the turbo type turn intersection instead of the first turn type and second turn type turn intersection Was analyzed. Second, it is considered that turbo type rotary intersection is more effective than first - type rotary intersection, and it is more effective in increasing road capacity because the area of paper is smaller than that of second - order rotary intersection. Third, the number of traffic accidents decreased by 45.9% and the number of injured persons decreased by 76.5% after the conversion of the turnover type turnover to turbo type. 100%), the number of car accidents was 0.3, and the number of casualties was 0 (100%). Finally, the positive evaluation of the user satisfaction survey showed that the improvement in safety, accessibility, and convenience was improved by 60.4%, which was improved by 16.4% to 76.8% after the conversion to the turbo type turnover.

Key words : Intersection signal, Turbo roundabout, Operation effect, VISSIM

초 록

이 연구는 특수형 회전교차로 중 터보형 회전교차로를 다루고 있다. 최근 많은 회전교차로가 국내에 건설되고 있으나, 회전교차로의 효과는 총 진입교통량과 용지면적에 달려 있다. 이 연구의 목적은 부도로 교통량이 매우 작은 신호교차로를 터보형 회전교차로로 전환함에 따른 운영 및 사고감소 효과를 분석하는데 있다. 주요 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 주도로의 교통량 비율이 높고, 부도로의 교통량이 10~15% 이하인 경우나 좌회전 비율이 30% 이하로 적을 경우 1차로형 및 2차로형 회전교차로 보다는 터보형 회전교차로로 전환할 경우 개선효과가 있는 것으로 분석되었다. 둘째, 1차로형 회전교차로에 비해 터보형 회전교차로는 지체감소효과가 매우 높고, 2차로형 회전교차로에 비해 용지 면적이 적어 도로용량의 증대에도 더욱 효율적인 것으로 판단된다. 셋째, 터보형 회전교차로 전환설치 후 교통사고 건수는 45.9%, 부상자수는 76.5%가 감소하였고, 사고유형별로 차대사람 사고가 2.3명에서 2명(14.3%), 차대차 사고가 14.3명에서 0명(100%), 차량단독 사고가 0.3명에서 사상자가 0명(100%)으로 분석되었다. 마지막으로 이용자 만족도 조사 결과 긍정적인 평가는 60.4%에서 터보형 회전교차로 전환설치 후 76.8%로 약 16.4%가 향상되어 안전성, 접근성, 편의성 등에 대한 개선효과가 높은 것으로 분석되었다.

검색어 : 신호교차로, 터보형 회전교차로, 운영효과, VISSIM

* 정회원 · 교신저자 · 도로교통공단 부산지부 차장대우 (**Corresponding Author** · Busan Branch of Road Traffic Authority · cslim@koroad.or.kr)
** 종신회원 · 영산대학교 드론교통공학과 교수 (Youngsan University · ywchoi@ysu.ac.kr)

Received October 2, 2018/ **revised** October 6, 2018/ **accepted** October 31, 2018

Copyright ⓒ 2018 by the Korean Society of Civil Engineers
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.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

세계적으로 많은 국가에서 회전교차로(Roundabout)에 대한 관심이 높아지고 있다. 회전교차로는 평면교차로의 일종으로 교차로 중앙에 원형교통섬을 두고, 교차로를 통과하는 자동차가 원형교통섬을 우회하도록 하는 교차로 형식이다. 일반적으로 평면교차로에 비해 상충 횟수가 75%적고, 30km/h 이하의 저속으로 운영되며, 운전자의 의사결정이 간단하여 운전자의 피로와 사고를 줄일 수 있다. 우리나라의 회전교차로 도입은 2010년 회전교차로 설계지침이 재정되면서 활성화되기 시작하였고, 교차로의 운영효율 증진과 안전성 향상의 두 가지 목표를 동시에 충족시키는 방안으로 회전교차로의 도입이 적극 장려 되고 있다. 하지만 회전교차로의 도입은 여러 가지 제약조건을 가지고 있다. 이런 제약조건 중에서 대표적인 것이 차량교통량 및 보행자교통량이며, 그 다음으로 부지면적이다. 일반적인 회전교차로는 교통량이 많으면 신호교차로보다 운영효율이 떨어지는 것으로 알려져 교통량이 많은 교차로에서는 도입이 어려운 실정이다(MLIT, 2014).

하지만 부산광역시 사상구에 위치한 모라1동 행정복지센터와 부산광역시 북구에 위치한 부산광역시 학생예술문화회관과 같은 곳은 기존 3지 및 4지 교차로를 건설한 이후 주변 개발 등에 따라 주도로 교통량이 크게 증가한 교차로에서는 부도로의 교통량이 매우 작아도 지역 주민들의 편의나 민원 등을 고려하여 보행신호시간에 잔출입을 허용하고 있다. 이런 교차로들은 부도로의 교통량이 매우 작음에도 불구하고 신호교차로의 현시운영체계를 사용함으로써 효율적으로 교차로가 운영되고 있지 않다. 이런 불합리한 점을 개선하기 위해 국외에서는 여러 형식의 특수형 회전교차로가 연구되고 있으나, 국내에서는 다양한 형태의 회전교차로가 도입되지 않고 있다.

이 연구의 목적은 3지 및 4지 교차로의 부도로 교통량이 매우 작아도 신호운영을 취하고 있는 교차로들을 대상으로 새로운 형태의 터보형 회전교차로를 제시해 VISSIM을 통해 1차로형, 2차로형, 터보형에 대한 개선 전·후의 운영효과를 분석하는데 있다. 또한 제시된 결과들을 토대로 부도로의 교통량을 고려한 터보형 회전교차로의 설치기준 및 효과를 분석해 보고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 수행과정

이 연구는 기존 운영 중인 신호운영 교차로를 터보형 회전교차로로 개선하여 교차로 운영효율을 높이고자 하는 연구로 수행과정은 Fig. 1과 같다.

첫째, 문헌연구를 통하여 터보형 회전교차로의 특성 및 제약조건 등을 살펴보고, 국내외 연구를 고찰한다. 둘째, 주도로 교통량은 많고, 부도로 교통량이 작으며, 신호로 운영 중인 교차로 2개소(모라1동 행정복지센터 및 부산광역시 학생예술문화회관)의 운영형태, 교통량, 지체 등을 수집한다. 셋째, VISSIM을 통해 기존 교차로의 기하구조를 개선할 경우의 효율성과 현실에 적합한 파라메타를 설정한다. 넷째, 주도로 및 부도로의 진입 교통량과 좌회전비율 등 변수를 변화시켜 적절한 터보형 회전교차로 개선 기준을 마련한다. 마지막으로 분석결과의 정리 및 향후 과제 등을 제시한다.

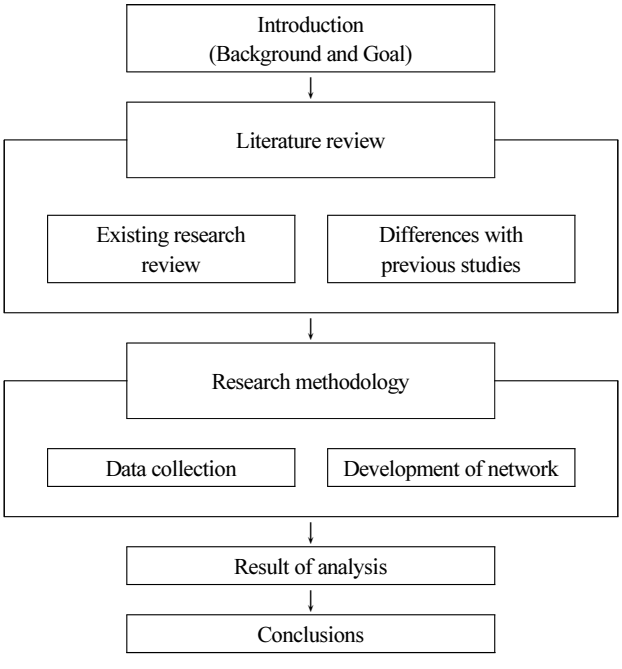

Fig. 1. Research Flow

2. 문헌연구

2.1 회전교차로의 운영특성

일반적으로 회전교차로는 신호교차로에서 발생하는 신호지체를 감소시켜 운영효율 측면에서 장점을 지닌다. Fig. 2는 회전교차로

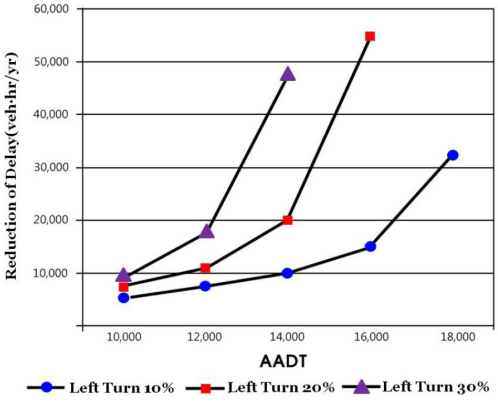

Fig. 2. Annual Delay Reduction Effect of Single Lane Roundabout

설계지침(MLIT, 2014)에서 제시하고 있는 1차로형 회전교차로의 연간 지체감소효과 이다.

이처럼 일반적으로 회전교차로는 신호교차로에 비해 높은 운영효율을 나타내지만, 진입교통량이 일정량 이상으로 많을 경우 오히려 운영효율이 떨어지는 것으로 알려져 있다.

국내 회전교차로 설계지침(MLIT, 2014)에서는 1차로형 20,000대/일과 2차로형 32,000 대/일 이하인 교차로에서의 도입을 권장하고 있다. 국내에서 권장하고 있는 회전교차로의 교통량은 Fig. 3과 같다.

또한 국내에서는 회전교차로를 기본유형 3가지(소형, 1차로형 및 2차로형)와 특수유형 2가지(설치 형태에 따라 평면형과 입체형)로 규정하고 있으며, 2차로 회전교차로에서의 상충수 증가에 따른 안전성 저하의 문제를 해결하기 위해 적극적인 도류화를 통해 회전교차로 이용의 안전성과 효율성을 높일 수 있는 터보형 회전교차로를 소개만 하고 있으나, 이런 형식으로 실제 시공된 곳은 부산에 2개소뿐이다.

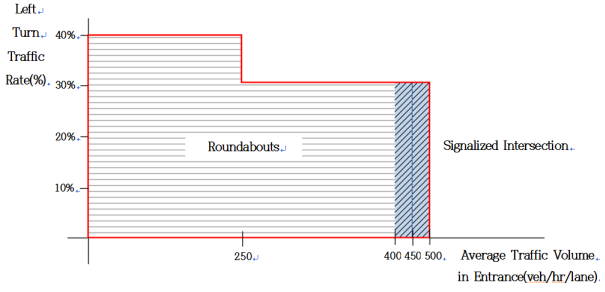

Fig. 3. Recommended Standard Volume of Roundabout

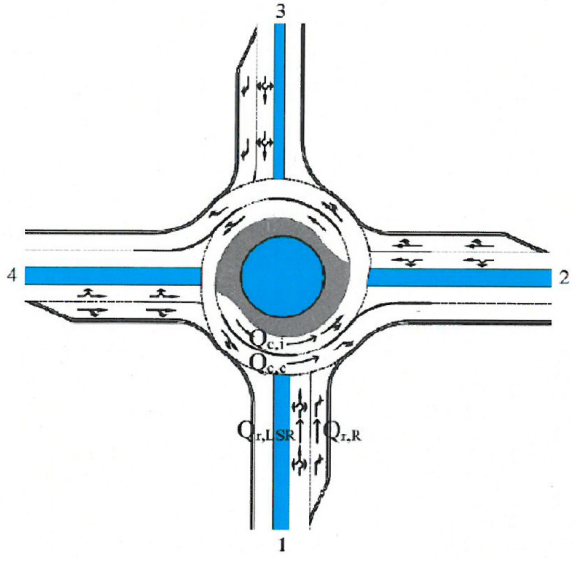

Fig. 4. Geometric Structure of Turbo Roundabout

2.2 터보형 회전교차로에서의 용량효과

일반적으로 터보형 회전교차로 운영은 지양된다. 진행차로별 방향이 전환되는 터보형 회전교차로는 네덜란드, 독일, 슬로베니아 등 외국에서는 이미 다양한 방법의 회전교차로 운영을 병행하고 있다.

국내에서는 회전교차로에 대한 운전자의 인식이나 홍보가 미흡하고, 터보형 회전교차로는 설계기준이 정립되어 있지 않다.

이 연구에서는 독일에서 제시한 다양한 기하구조와 교통량 조건에 대하여 용량, 지체, 대기길이, 등을 산정하여 개선한다. 연구에서 활용한 독일의 터보형 회전교차로의 개요(Mauro and Branco, 2009)는 Fig. 4와 같다.

2.3 기존문헌 고찰

국내 연구에서는 회전교차로에 대한 용량연구와 사고 원인을 찾는 모형의 개발에 관련된 연구가 주를 이루고 있다. Lim et al.(2017)은 특수형 회전교차로의 운영 효율성에 대한 연구를 진행하였다. VISSIM과 SSAM을 이용하여 운영효과를 결론으로 제시하였다. 분석결과 지체 측면에서는 Hamburger형 회전교차로의 운영이 가장 좋으며, 상충 측면에서는 Turbo형 회전교차로의 상충 횟수가 가장 적아 안전한 것으로 평가했다.

Lim et al.(2013)은 국내 회전교차로 설계지침 적용에 따른 속도패턴과 개선효과를 분석하였다. 분석결과 회전교차로의 회전부에서 회전하는 차량이 접근부 차량과 합류상충이 발생하는 지점에서 속도를 현저하게 낮춰 유출부의 속도는 접근부 속도와 같거나 낮게 나타났고, 접근부의 상대차량이 정지하거나 양보해주지 않을 것이라는 불확실한 예측에 의한 제동으로 회전부에서의 속도가 약30~35% 정도 낮아졌다고 평가했다.

Song(2011)은 국내 Turbo 회전교차로 관련 연구가 진행되지 않은 점에 주목하여 국내 2차로 회전교차로의 대안으로 Turbo 회전교차로를 제안하였다. 저자는 VISSIM을 활용 분석하였으며, 4지 2차로 표준 회전교차로와 Turbo 회전교차로는 표준 회전교차로보다 약 10% 정도의 용량이 증대되는 것으로 분석했다.

Jang(2014)은 Turbo 회전교차로와 Flower 회전교차로 등 다양한 형태의 회전교차로의 운영효율을 분석하였다. VISSIM과 SSAM을 이용하여 운영효과를 결론으로 제시하였다. 분석결과는 총 교통량 1,600대/시 이하이고, 좌회전과 우회전 비율이 불균등한 경우 Flower 회전교차로, 1,600~2,000대/시에서는 Turbo 회전교차로 설치가 바람직한 것으로 평가했다.

Engelsman et al.(2007)은 2차로 회전교차로의 한계를 제시하고 Turbo형 회전교차로의 용량 및 안전증대에 대한 효과를 분석하였다. 분석결과 Turbo형 회전교차로는 2차로 회전교차로에 비해 용량은 25~35% 증대되고, 상충지점은 6개소 감소하여 안전측면에

효과가 있으며, 시간당 3,000~3,500대를 초과하지 않는 교차로에 대해 Turbo형 회전교차로 도입확산이 필요하다고 평가했다.

Maruo(2009)은 운영적 측면에서 일반형과 Turbo형 회전교차로를 비교하고자 다양한 기하구조와 교통량 조건에 대하여 용량, 지체, 대기길이 등을 연구하였다. 분석결과 진입부 용량의 측면에서는 안쪽차로 교통량이 많고 바깥쪽 차로 교통량이 많지 않은 경우 Turbo형 회전교차로가 적합하다고 평가했다.

Yperman et al.(2003)은 일반형 3차로 회전교차로와 Turbo형 2차로 회전교차로에 대한 용량을 비교 분석하고자 PARAMICS를 이용하였고, 분석결과 Turbo형 회전교차로의 용량이 일반형 회전교차로에 비해 약 12~20% 더 증가하고, 4방향 접근 교통량이 모두 동일할 때 일반형은 35%, Turbo형은 45% 증가하는 것으로 평가했다.

Tollazzi et al.(2011)은 2차로 회전교차로의 단점인 상충지점 증가를 보완하기 위해 Flower 회전교차로를 제안하였다. 저자들은 VISSIM을 통해 표준 2차로 회전교차로, Turbo 회전교차로 및 Flower 회전교차로의 운영효율을 분석하였으며, 그 결과 우회전 교통량이 증가할수록 Flower 회전교차로의 운영효율이 증가하는 것으로 평가되었다.

Tollazzi et al.(2013)은 2차로 회전교차로의 상충지점을 제거하기 위해 입체 회전교차로인 Target 회전교차로를 개발하였다. 저자들은 VISSIM을 통해 운영효율을 분석한 결과 안전성 및 용량이 증대되는 것으로 평가되었다.

2.4 연구의 차별성

기존의 연구와 비교되는 이 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 기존의 연구는 일반적인 현대식 회전교차로의 운영 효율에 대한 연구가 주를 이루고 있으나, 이 연구는 주도로의 직진 진입교통량이 과다하고 부도로의 좌회전 진입교통량이 현저히 작은 경우에 사용될 수 있는 터보형 회전교차로에 대한 연구를 수행한다.

둘째, 기존의 연구에서 분석되지 않은 1차로형, 2차로형 회전교차로 대안으로서의 터보형 회전교차로의 전환기준(교통량)을 마련해 보고자 한다.

3. 시나리오 구성 및 구축

3.1 분석 대상지 선정

본 연구는 신호운영 중인 기존 교차로를 터보형 회전교차로로 개선한 효과를 분석하고자 하는 연구로 국내 운영 중인 3지 교차로 및 4지 교차로를 터보형 회전교차로로 실제 전환한 지점을 대상으로 선정한다.

선정대상 교차로는 현재 1차로형 및 2차로형 회전교차로의 기하구조를 가지고 있으나, 주도로 상의 직진 진입교통량 과다, 부도로 상에서 좌회전 진입을 허용해 달라고 요구하는 지역주민들의 민원 등 다양한 문제가 발생하여 터보형 회전교차로로 전환설치한 지점이다. 이 연구에서는 Fig. 5와 같이 최종 2개소(사상구 모라1동행정복지센터, 북구 부산광역시학생예술문화회관)를 선정한다.

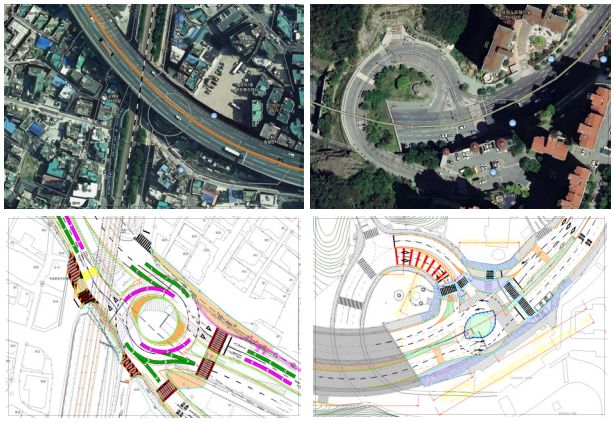

Fig. 5. An Example (3-Leg & 4-Leg Intersection Site View)

3.2 시나리오 구성

이 연구에서는 분석을 위해 총 4가지 조건을 기준으로 총 540개(6×15×3×2) 분석 시나리오를 작성한다.

조건 1은 회전교차로의 유형이며, 1차로형 회전교차로, 터보형 회전교차로, 2차로형 회전교차로를 분석한다. 해당 교차로는 각 접근로가 편도 2~3차로인 주도로와 편도 1~2차로인 부도로의 3지교차로와 4지 교차로 2가지 형태이다.

조건 2는 총 교통량이며, 총 교통량은 400대/시에서 6,000대/시까지 분석한다. 교통량 비율은 기존 신호교차로에서 조사된 자료를 토대로 주도로 85~90%와 부도로 10~15% 비율로 적용한다.

조건 3은 교통량 방향비로 설정한다. 실제 총 교통량에서 좌회전 교통량의 비율은 약 10%인 것으로 조사되었으나 주변 지역 개발 등을 고려하여 30%까지 좌회전 교통량이 증가하는 것으로 가정하여 분석한다.

마지막으로 조건 4는 최종 분석을 위한 효과척도이며, 평균제어지체와 상충횟수를 기준으로 분석한다. 이 연구에서는 시뮬레이션의 오차를 줄이기 위해 총 10회 분석하여 평균값을 사용한다.

4. 분석결과

4.1 모라1동행정복지센터(4지 교차로)

기존에 4지 교차로로 운영 중인 모라1동행정복지센터 앞을 각 회전교통량 비율을 상향시키며, 분석한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Scenarios for Analysis

[Condition 1] Type of Roundabout		[Condition 2] Total Traffic Volume (pcph)	[Condition 3] Directional Ratio (%)	[Condition 4] Measure of Effectiveness
3 Leg	1-lane type Roundabout	400~6,000 [major] 85~90 · · [miner] 10~15	Left-turn (10%) 10:80:10	Average Delay per Vehicle (sec/veh)
	Turbo Roundabout			
	2-lane type Roundabout		Left-turn (20%) 20:60:20	
4 Leg	1-lane type Roundabout			Number of Conflicts
	Turbo Roundabout		Left-turn (30%) 30:40:30	
	2-lane type Roundabout			

Table 2. Result of Analysis (Left-turn 30% of Roundabout)

Total Traffic Volume (30%)	Average delay per vehicle (sec/veh)						Number of conflict					
	3 Leg-Intersection			4 Leg-Intersection			3 Leg-Intersection			4 Leg-Intersection		
	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)
400	3.4	3.2	3.3	8.4	8.0	7.6	6	5	4	45	13	20
800	5.1	3.9	4.1	9.0	8.7	8.6	18	13	25	100	33	41
1,200	5.4	4.0	4.5	10.3	9.0	9.0	63	49	59	213	74	78
1,600	6.7	4.8	4.7	13.9	10.2	9.6	105	82	109	447	127	135
2,000	10.9	5.8	6.0	21.9	12.0	11.4	172	114	171	761	196	196
2,400	38.1	6.0	6.9	**83.9**	13.1	12.6	279	200	228	1,281	322	286
2,800	**99.6**	7.6	8.1	101.4	14.2	13.5	365	289	359	1,442	396	378
3,200	126.8	10.4	11.7	132.9	20.0	18.0	403	383	482	1,795	515	511
3,600	151.5	13.0	18.5	150.2	37.2	51.3	422	534	660	1,879	643	757
4,000	172.0	38.1	56.6	152.0	63.2	61.4	599	833	912	1,913	848	818
4,400	180.0	75.2	**98.9**	156.1	70.5	65.2	666	895	1,043	1,947	1,010	920
4,800	180.5	88.6	116.8	167.3	84.2	71.1	686	1,020	1,112	1,949	1,074	1,035
5,200	181.9	90.8	124.2	171.0	90.4	85.0	725	1,127	1,136	1,951	1,077	1,078
5,600	184.9	**95.1**	126.2	183.1	**96.3**	93.4	797	1,233	1,184	2,048	1,186	1,142
6,000	186.3	106.4	131.1	188.0	102.8	**98.6**	804	1,282	1,194	2,107	1,190	1,158

Table 3. Type of Conflict (Left-turn 30% of Roundabout)

Classification	3 Leg-Intersection Type			4 Leg-Intersection Type		
	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)	Roundabout (1-lane type)	Turbo	Roundabout (2-lane type)
Crossing	23.7	35.0	19.9	4.0	36.6	15.2
Rear-end	37.8	30.9	50.6	81.3	37.1	54.2
Lane-change	35.8	34.1	29.5	14.7	26.3	30.6

Table 2와 같이 지체를 분석한 결과 1차로형 회전교차로가 총 진입교통량 2,400pcph에서 용량이 초과되는 것으로 분석되었고, 터보형과 2차로형은 교통량이 증가함에 따라 1차로형 회전교차로 대비 지체가 좋아져 5,600pcph와 6,000pcph에서 서비스수준이 F로 분석되어 지체측면의 효과가 좋은 것으로 평가된다. Fig. 6과 같이 좌회전 교통량 증가에 따라 2차로형 〉 터보형 〉 1차로형 순으로 평가된다.

Table 2와 같이 SSAM 프로그램을 통해 상충횟수를 분석한 결과, 지체분석 결과와 다른 양상을 보인다. 서비스수준 F를 기준으로 1차로형 회전교차로의 상충횟수가 가장 적고, 2차로형 회전교차로가 가장 높은 것으로 분석된다. Fig. 7과 같이 좌회전교통량

증가에 따라 1차로형 > 터보형 > 2차로형 순으로 상충횟수가 높은 것으로 평가된다. Table 3과 같이 상충 유형별 비율을 살펴보면 1차로형과 2차로형 회전교차로는 직각충돌형 상충에서 가장 낮고, 추돌형 상충에서 가장 높은 값을 보이는 반면, 터보형의 경우 대부분 비슷하게 나타났으나, 이는 회전부 내에서 차로변경을 하는 차량의 빈도가 낮게 나타나기 때문인 것으로 평가된다.

4.2 부산광역시학생예술문화회관(3지 교차로)

부산광역시학생예술문화회관 앞의 분석결과는 Table 1과 같다. Table 2와 같이 지체를 분석한 결과, 1차로형 회전교차로가 총 진입교통량 2,800pcph에서 용량이 초과되는 것으로 분석되었고, 2차로형은 진입교통량이 증가함에 따라 1차로형 회전교차로 대비 지체가 좋아져 4,400pcph에서, 터보형은 5,600pcph에서 서비스수준 F로 분석되어 지체측면의 효과가 좋은 것으로 평가된다. Fig. 8과 같이 좌회전교통량 증가에 따라 터보형 > 2차로형 > 1차로형 순으로 평가된다.

Table 2와 같이 상충횟수를 분석한 결과, 지체분석 결과와 같은 양상을 보인다. 서비스수준 F를 기준으로 1차로형 회전교차로의 상충횟수가 가장 적고, 2차로형 회전교차로가 가장 높은 것으로 분석된다.

Fig. 9와 같이 좌회전교통량 증가에 따라 2차로형 > 터보형 > 1차로형 순으로 상충횟수가 높은 것으로 평가된다. 상충 유형별 비율을 살펴보면 전반적으로 4지 교차로 분석결과와 다르게 모든 유형에서 비슷한 상충비율을 나타내고 있는데, 2차로형 회전교차로는 직각충돌 형 상충에서 낮고, 추돌형 상충에서 가장 높은 값을 보이는 반면, 1차로형과 터보형의 경우 대부분 비슷하게 나타났는데, 이는 회전부 내에서 차로변경을 하는 차량의 빈도가 낮게 나타나기 때문인 것으로 평가된다.

4.3 교통사고 및 이용자 만족도 조사결과

교통사고 감소효과를 살펴보면 회전교차로 전환설치 전 3년간 평균 총 8.7건의 사고가 발생하였고, 회전교차로 전환설치 후에는 4건으로 45.9%가 감소하였고,

부상자수는 17명에서 4명(76.5%)으로 감소하였으며, 교통사고 유형별로는 차대사람 사고가 3년 평균 2.3명에서 2명(14.3%), 차대차 사고가 평균 14.3명에서 0명(100%), 차량단독 사고가 0.3명에서 0명(100%) 감소추세로 사고건수 및 사상자수 모두 감소효과가 높게 나타났다(Fig. 10, Fig. 11).

Fig. 12와 같이 총 112명의 지역주민 및 교통전문가 등에 대하여 이용자에 대한 만족도조사 결과를 살펴보면, 회전교차로 전환이전

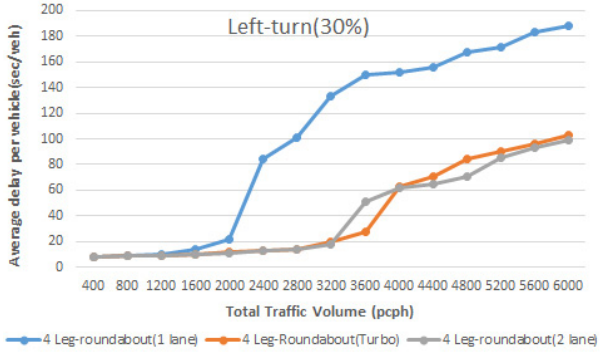

Fig. 6. Result of Delay Analysis (4-Leg Roundabout)

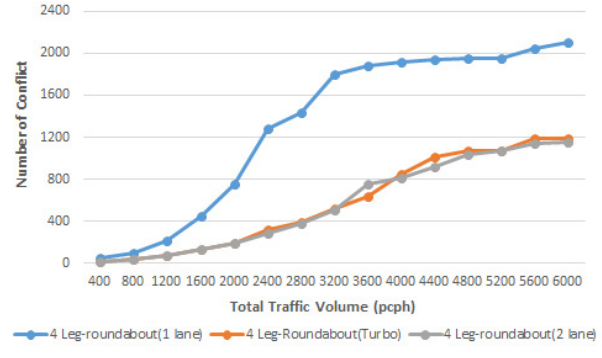

Fig. 7. Result of Conflict Analysis (4-Leg Roundabout)

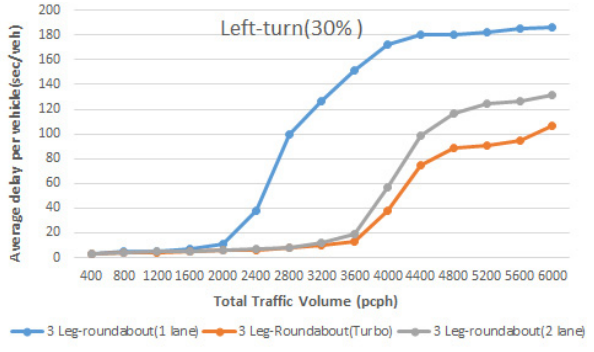

Fig. 8. Result of Delay Analysis (3-Leg Roundabout)

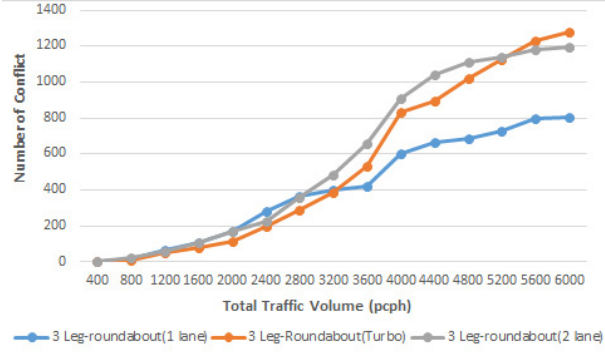

Fig. 9. Result of Conflict Analysis (3-Leg Roundabout)

'매우 그렇다', '그렇다', '보통'이라는 응답이 각각 1.1%, 7.4%, 51.9%로 긍정적인 대답이 60.4%였으나, 회전교차로 전환 후에는 각각 4.6%, 24.3%, 47.9%로 긍정적인 대답이 전체 76.8%로 향상되었고, 특히 회전교차로 전환설치 부근 안전성, 접근성, 편의성 등에 대한 개선효과가 매우 높은 것으로 분석되었다.

4.4 기존연구 분석결과와의 비교

Song(2011)은 2차로형 회전교차로와 터보형 회전교차로를 비교분석하고 있으며, 본 연구의 결과와 일부 차이를 보인다. 이는

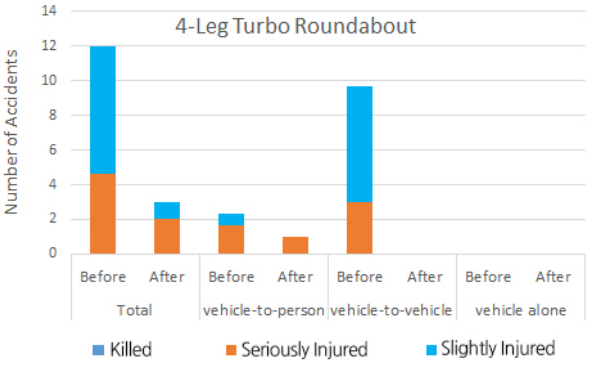

Fig. 10. Result of 4-Leg Turbo Type Traffic Accident Analysis

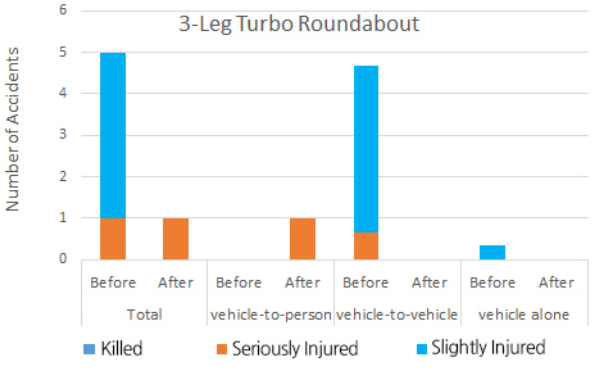

Fig. 11. Result of 3-Leg Turbo Type Traffic Accident Analysis

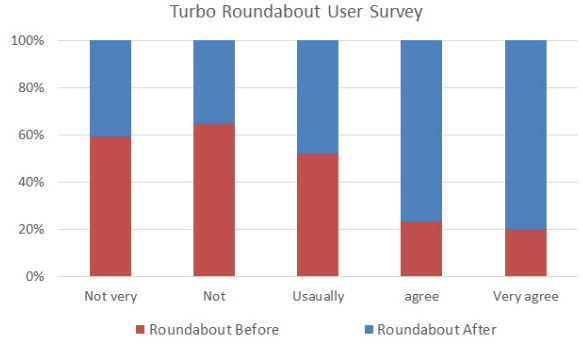

Fig. 12. Result of User Survey Analysis

분석 프로그램의 파라메타 설정 및 방향별 교통량 비율 등 다양한 시나리오 설정의 차이와 보행자자동인식신호기 설치 차이로 발생한 것으로 판단된다.

Sangster et al.(2014)은 신호교차로, 표준 및 Hamburger 회전교차로를 비교분석하고 있으며, 분석결과는 본 연구의 결과이 동일한 흐름을 갖는 것으로 분석된다.

Lim et al.(2017)은 특수유형 회전교차로를 비교분석하고 있으며, 본 연구의 결과와 일부 차이를 보이는데 이는 부도로를 포함하여 교차로의 전체 좌회전 교통량 비율을 약 20~30%를 적용하였으나, 본 연구에서는 현재 개선공사 후 운용중인 3지 및 4지 터보형 회전교차로의 부도로 교통량을 10~15%로 적용한 차이에 의해 발생한 것으로 판단된다.

5. 결 론

5.1 결론 및 연구요약

이 연구는 터보형 회전교차로의 설치를 통해 1차로형 및 2차로형 회전교차로와의 비교검증 및 개선효과를 분석하고자 한 연구이다. 국외의 경우 다양한 형태의 특수형 회전교차로가 도입되었지만 국내 회전교차로는 아직 도입 초기 단계에 머물러 있어 다양한 형태의 특수형 회전교차로 도입 및 이에 대한 세부적인 분석이 더욱 필요한 시점이라고 판단된다.

본 연구의 주요 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 독일 Baden-Baden시 및 슬로베니아의 기준으로 설계된 터보형 회전교차로는 각 접근로 진행방향별 전환교통량을 처리하는 체계로 운영되는 회전교차로로 국내 주도로의 교통량 비율이 높고, 부도로의 교통량이 10~15% 이하인 경우, 각 접근로별 진입교통량이 많고 좌회전비율이 30% 이하로 적을 경우 1차로형 및 2차로형 회전교차로에 도입될 경우 뛰어난 지체감소효과가 있는 것으로 분석되었다.

둘째, 기존 3지교차로 및 4지교차로의 1차로형 회전교차로에 비해 터보형 회전교차로는 지체감소효과가 매우 높고, 2차로형 회전교차로에 비해 용지 면적이 적어 도로용량의 증대에도 더욱 효율적인 것으로 판단된다.

셋째, 터보형 회전교차로 전환설치 후 교통사고 건수는 45.9%, 부상자수는 76.5%가 감소하였고, 사고유형별로는 차대사람 사고가 14.3%, 차대차 사고와 차량단독 사고는 사상자가 0명으로 100% 감소한 것으로 분석되었다.

마지막으로 지역주민 및 전문가 등에 대하여 이용자 만족도조사 결과, 기존 신호교차로 형태에서 60.4%가 긍정적 이였으나, 터보형 회전교차로 전환설치 후에는 76.8%로 약 16.4%가 향상되어 안전성, 접근성, 편의성 등에 대한 개선효과가 높은 것으로 분석되었다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 연구과제

이 연구는 기존 신호교차로에 보행자자동인식신호기를 설치하여 터보형 회전교차로로 전환하여 개선효과를 분석한 연구로 아직 많은 연구의 한계를 가지고 있다. 먼저, 터보형 회전교차로의 용량 및 지체에 영향을 미치는 변수를 파악해 교차로의 크기에 따른 용량 변화에 대한 분석도 필요한 실정이다.

하지만 기존 국내 회전교차로 설계지침은 보행자신호기의 적용을 엄격히 제한하고 있고, 기본적이고 일반적인 회전교차로에 대한 기준만을 제시하고 있어 터보형 회전교차로와 같은 특수형에 대한 적정 내접원지름이나 총 진입교통량 등에 대한 분석이 지속적으로 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 영산대학교 연구비 지원을 받아 수행된 연구입니다.

References

Bruce Robinson, Elizabeth Wemple, and Jamcs Colyar (1997). City of Portland Speed Bump Peer Review, Kittelson & Associates, inc., City of Portland, Bureau of Traffic Management.

Dan Smith, Shauna Hallmark, Keith Knapp, and Gary Thomas (2002). Temporary Speed Hump Impact Evaluation, CTRE Project 00-73 final report, IOWA Department of Transportation, Center for Transportation Research and Education Iowa State University.

Department for Transport (2007). Traffic Calming.

Institute of Transportation Engineers (2011). Guidelines for the Design and Application of Speed Hump and Speed Tables.

Jang, K. H. (2014). *A Study on Operation and Safety Assessment of Roundabout Types*, Master's degree dissertation, University of Ajou.

Kim, C. (2005). "A study on the relationship between road design, operating and posted speeds." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 23, No. 7 (in Korean).

Lim, C. S. and Choi, Y. W. (2013). "An analysis of velocity patterns and improvement effect after application of domestic rouandabout design guidelines." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 33, No. 1, pp. 305-316 (in Korean).

Lim, J. K., Park, N. Y. and Park, B. H. (2017). "Simulated operational efficiency analysis of special roundabouts." *International Journal of Highway Engineering*, Vol. 19, No. 1, pp. 81-90.

Los Angeles County (2011). *Model Design Manual for Living Streets*.

Mauro, R. and Branco, F. (2009). "Comparative Traffic Operational Analysis Between Turbo Roundabouts and Roundabouts," *Transportation Research broard 88th Annual Metting*, Washington DC, January 2009.

Mauro, R. and Cattani, M. (2010). "Potential Accident Rate of Turbo Roundabouts," *4th TRB International Symposium on Highway Geometric Design*, Valencia, Spain, June 2010.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2014). *Roundabout Design Guideline*.

Ministry of Land, Transport and Mraitime Affairs (2011). *The Guidelines for Road Safety Facilities Installation and Management.*

Song, K. S. (2011). *Evaluation and Application of Turbo Roundabout asvan Alternative to Two-lane Roundabouts*, Ph.D. Dissertation, University of Ajou.

Tollazzi, T., Jovanovic, and Rencelj, M. (2013). "New type of roundabout : dual one-lain roundabouts on two levels with right-hand turning bypasses - 'target roundabout' -." *Traffic & Transportation*, Vol. 25, No. 5, pp. 475-481.

Tollazzi, T., Rencelj, M. and Turnsek, S. (2011). "Slovenian experiences with alternative types of roundabouts - 'Turbo' and 'Flower' Roundabout-." *Environmental Engineering 8th International Conference*, pp. 1220-1226.