

# 구조방정식을 활용한 회전교차로 통행 규칙 준수 여부 평가

정연식\* · 김종진\*\* · 김선중\*\*\*

Chung, Younshik\* · Kim, Jong-Jin\*\* · Kim, Seonjung\*\*\*

## Assessment of Drivers' Compliance with Traffic Rules for Roundabouts Using a Structural Equation Modeling

### ABSTRACT

Since the history of the South Korea roundabouts is short, there is a possibility that drivers' awareness for the roundabouts (rules of the road, definition, location, etc.) is low, which may affect the compliance with traffic rules. Based on this assumption, the objective of this study is to analyze the relationship between the awareness and the compliance of traffic rules for roundabouts using a structural equation modeling (SEM). To carry out this objective, an online survey was conducted for 526 drivers, who reside in Goyang, Korea, and an SEM was estimated based on the survey data. As a result, it is concluded that awareness of roundabout has a positive impact on the compliance of traffic rules. Additionally, the compliance is found to show a positive relationship with driving experience. Based on the analysis results, an affective approach through soft measures such as awareness campaigns and educations is recommended to effectively address and mitigate the negative issues induced by roundabouts.

**Key words** : Roundabout, Awareness, Compliance with traffic rules, Traffic accidents, Structural Equation Modeling (SEM)

### 초록

국내 회전교차로의 역사가 짧기 때문에 회전교차로에 대한 운전자들의 인지도(통행 규칙, 정의, 위치 등)가 낮은 가능성이 존재하며, 이는 통행 규칙 준수에 영향을 미칠 가능성이 있다. 이러한 가정을 기반으로 본 연구는 구조방정식모형을 적용하여 회전교차로에 대한 인지도와 회전교차로 통행 규칙 준수 간의 관계를 분석하고자 하였다. 연구를 위해 경기도 고양시에 거주하는 운전자 526명을 대상으로 온라인 설문조사를 시행하였으며, 설문항목은 회전교차로 인지도, 운전 경력, 회전교차로 통행 규칙 준수 여부에 대한 내용이 포함되었다. 설문조사 내용은 구조방정식모형을 적용하여 분석하였으며, 분석 결과 회전교차로에 대한 인지도가 높을수록, 운전 경력이 높을수록 통행 규칙을 잘 준수하는 것으로 나타났다. 연구 결과를 기반으로 회전교차로 도입으로 인해 발생할 수 있는 초기 부정적인 영향을 감소시키기 위한 이용자 교육 및 홍보방안을 제시하였다.

**검색어** : 회전교차로, 인지도, 통행 규칙 준수, 교통사고, 구조방정식모형(SEM)

## 1. 서론

새로운 시스템이나 정책의 성공적인 도입을 위해서는 이를 수용하는 이용자들에게 대한 예상 반응 혹은 기대효과를 충분히 조사하고 분석하는 것이 선행되어야 한다. 이러한 선행 분석의 목적은 새로운 시스템이나 정책의 도입 시 발생할 수 있는 부정적인 여론과

\* 종신회원 · 교신저자 · 영남대학교 도시공학과 조교수 (Corresponding Author · Yeungnam University · [tpgist@yu.ac.kr](mailto:tpgist@yu.ac.kr))

\*\* 정회원 · 영남대학교 도시공학과 석사과정 (Yeungnam University · [kb13912@ynu.ac.kr](mailto:kb13912@ynu.ac.kr))

\*\*\* 정회원 · 영남대학교 도시공학과 석사과정 (Yeungnam University · [ksj25912@ynu.ac.kr](mailto:ksj25912@ynu.ac.kr))

Received February 7, 2018/ revised February 20, 2018/ accepted March 5, 2018

부정적인 효과를 최소화하기 위함이다. 교통분야에서는 지능형교통체계의 도입(e.g., Oxley, 1996; Regan et al., 2002; Vlassenroot et al., 2010), 신 재생에너지 도입(e.g., O'Garra et al., 2005, 2007; Tarigan et al., 2012; Thesen and Langhelle, 2008; Yetano Roche et al., 2010), 새로운 정책 도입(e.g., Chung et al., 2012, Chung and Kim, 2015)을 위한 선행 연구로 다양하게 시도되었다. 연구의 결과는 도입 예정인 시스템이나 정책의 수정 혹은 이용자들의 부정적 효과 감소로 연계된다.

회전교차로는 1920년대 영국에서 처음 개념이 시작되어 약 40여년이 지난 1960년대 영국과 유럽을 중심으로 실제로 설치되어 운영된 것으로 알려져 있다. 새로운 시스템에 대한 약 40여년간의 준비과정과 50년 이상의 운영 역사를 기반으로 회전교차로는 매우 효과적인 시스템으로 자리잡았다. 기존 연구에 의하면, 정지 및 교통신호제어 교차로에서 회전교차로로 변경하였을 때, 전체 사고 심각도는 38% 감소하였고, 그 중 부상 심각도는 76% 감소하였으며, 중상 및 사망사고의 수는 약 90% 감소한 것으로 나타났다 Retting et al.(2001). 한편, 국내에서 회전교차로는 2010년대에 처음으로 설치되어 운영되기 시작해 도입 및 운영에 대한 역사는 불과 7년 수준에 그치고 있다. 그럼에도 불구하고 회전교차로에 대한 효과는 통행시간 감소 27.6%, 교통사고 발생건수 감소 42%, 사망사고 발생 감소 50% 수준으로 제시하고 있다(KOTI, 2017). 그러나 최근 일부 보도자료에 의하면 회전교차로의 부정적인 측면을 제시하기도 한다. 즉, 회전교차로에 대한 운전자의 잘못된 인식과 이용방법으로 또 다른 형태의 교통사고와 혼잡이 발생되기도 한다는 것이다(경남신문, 2017); 금강일보, 2017)). 이렇듯 국내 회전교차로의 짧은 역사로 인해 회전교차로에 대한 운전자들의 인지도가 낮아 통행 규칙을 잘 지키지 못할 가능성을 고려할 수 있다.

이러한 가정 하에, 본 연구는 회전교차로에 대한 인지도와 회전교차로 통행 규칙 준수 간의 관계를 분석하고자 하였다. 이를 위해 2014년 6월 17일부터 24일까지 8일간 고양시에서 차량을 이용하는 시민 526명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였다. 수집된 조사자료는 구조방정식모형(Structural Equation Modeling: SEM)을 통하여 회전교차로 인지도와 회전교차로 통행 규칙 준수 간의 관계를 분석하였다. 분석 결과를 기반으로 향후 회전교차로 도입 후 일시적으로 발생할 수 있는 부정적인 측면 감소 전략을 제시하였다.

## 2. 모형 및 선행연구 고찰

### 2.1 구조방정식모형

구조방정식모형은 변수들 간의 상호인과관계를 검증하기 위한

Table 1. Components of SEM

Component	Description
$\xi_p$	Exogenous latent variable
$\eta_q$	Endogenous latent variable
$x_m$	Observed variable of exogenous latent variable $\xi_p$
$y_n$	Observed variable of endogenous latent variable $\eta_q$
$\lambda_{mp}$	Path coefficient of between $\xi_p$ and $x_m$
$\kappa_{nq}$	Path coefficient of between $\eta_q$ and $y_n$
$\gamma_{qp}$	Path coefficient of between $\xi_p$ and $\eta_q$
$\delta_m$	Measurement error of observed variable $x_m$
$\epsilon_n$	Measurement error of observed variable $y_n$
$\zeta_q$	Structural error of observed variable $\eta_q$

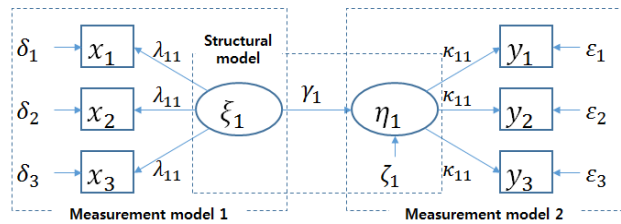


Fig. 1. An SEM Structure

통계기법으로서 사회학 및 심리학 분야 등 여러 학문 분야에서 광범위하게 사용되고 있으며, 특히 독립변수와 종속변수가 다수일 경우에 이들 관계를 동시에 분석할 수 있는 장점이 있다. 구조방정식 모형은 회귀분석처럼 독립변수와 종속변수가 연속형 변수인 경우 가능한 통계기법이지만, 더미변수와 같은 이분형 척도인 경우에도 제한적으로 분석이 가능하다. 또한 구조방정식모형은 확인적 요인분석(Confirmatory Factor Analysis: CFA)과 경로분석(Path Analysis: PA)이 결합된 형태로서, 모형의 형태적 관점에서 보면 확인적 요인분석은 관측변수를 통해 잠재변수를 측정하는 측정모형(Measurement model)에 해당되고 경로분석은 잠재변수들 간의 인과관계를 파악하는 구조모형(Structural model)에 해당된다. 이러한 두 분석이 합쳐져 경로분석의 측정오차에 대한 문제가 해결되고, 기존의 방법보다 훨씬 더 정확하게 변수 간 인과관계를 측정할 수 있게 된 것이 구조방정식모형의 특징이다(Yu, 2014).

구조방정식모형의 일반식은 아래 Eqs. (1)-(3)과 같다. 그리고 일반식의 구성요소는 Table 1에 제시하였으며, 일반식을 구조적으로 표현하면 Fig. 1과 같다(Yun et al., 2017).

$$\text{측정모형 1 : } x_m = \lambda_{mp}\xi_p + \delta_m \quad (1)$$

$$\text{측정모형 2 : } y_n = \kappa_{nq}\eta_q + \epsilon_n \quad (2)$$

1) <http://www.knnews.co.kr/news/articleView.php?idxno=1230849>  
 2) <http://www.ggilbo.com/news/articleView.html?idxno=351336>

$$\text{구조모형} : \eta_q = \gamma_{qp} \xi_p + \zeta_q \quad (3)$$

## 2.2 회전교차로 안전성에 대한 선행연구

회전교차로의 안전성에 대한 연구는 이미 오래 전부터 미국과 유럽을 중심으로 진행되었다. Minnen(1992)은 1986~1990년까지 네덜란드에서 발생한 46개의 회전교차로 사고 데이터를 수집하여 회전교차로 설치 후 사고 감소 효과를 분석하였으며, 회전교차로에 진입하는 차량의 속도 감소가 교통사고 감소에 영향을 준 것으로 판단하였다. Flannery and Elefteriadou(1999)는 메릴랜드 주에 설치한 8개의 회전교차로 설치 전·후 사고 자료(사고빈도, 부상자사고 비교, 부상자사고율 등)를 활용하여 회전교차로의 안전성을 입증하였다. Persaud et al.(2001)은 회전교차로 안전성 효과 분석을 위해 미국 7개 주 23개의 회전교차로 설치 전·후 정보를 이용하여 경험적 베이즈(Empiric Bayes) 방법을 적용하였다. Retting et al.(2001)은 1992~1997년까지 미국 8개 주의 24개 회전교차로 설치 전·후 정보를 이용하여 경험적 베이즈 방법을 적용하였으며, 분석 결과를 토대로 회전교차로 설치를 강력히 권장하였다. Saccomanno

et al.(2008)은 이탈리아 중규모 도시에서 관측된 교통량을 바탕으로 VISSIM (Visual Simulation)을 활용하여 회전 교차로와 신호 교차로의 교통사고율을 비교하였다.

국내의 경우, 최근에 와서야 회전교차로 안전성에 대한 연구가 진행되고 있다. Namgung et al.(2014)는 주행경험이 있는 교통전문가를 대상으로 수집된 설문조사자료(2010~2011년)를 이용하여 회전교차로 주행환경 만족도 분석과 회전교차로 설치·운영에 따른 안전성 확보를 위한 평가요인의 우선순위를 선정하였다. Lee et al.(2015)는 TASS (Traffic Accident Analysis System)의 2010년 교통사고 자료를 이용하여 교통사고 심각도별, 기하구조 요소별 교통사고 사전·사후 비교분석(심각도, 사고유형, 회전교차로 유형)을 통해 국내 회전교차로 도입을 위한 안전성 효과를 분석하였다. Kim et al.(2016)는 전라북도에 설치된 회전교차로를 중심으로 경험적 베이즈 방법을 적용하여 회전교차로 설치 전·후의 교통사고 감소 효과에 대해 분석하였다. Table 2는 회전교차로 안전성에 대해 수행된 선행연구 사례를 정리한 것이다.

전술한 바와 같이, 회전교차로의 안전성은 국내외적으로 다양한

Table 2. Examples of Prior Studies on Safety Aspects of Roundabout

Author (year)	Model used	Findings
Minnen(1992)	Before-after comparison method	- The number of casualties has dropped by as much as 80% after installing the roundabout, and cyclists with moped-riders has dropped over 70%
Flannery and Elefteriadou (1999)	Before-after comparison method	- Accident frequency has dropped by 3.8 accidents per year after installing the roundabout, and injury accidents has dropped by 1.25 accidents per year
Persaud et al.(2001)	Empiric Bayes	- There were highly significant reductions of 40 percent for all crash severities combined and 80 percent for all injury crashes - Reductions in the numbers of fatal and incapacitating injury crashes were estimated to be about 90 percent
Retting et al.(2001)	Empiric Bayes	- There were highly significant reductions of 38% for all crash severities combined and of 76% for all injury crashes - Reductions in the numbers of fatal and incapacitating injury crashes were estimated at about 90%
Saccomanno et al. (2008)	VISSIM traffic simulator	- On average, signalized intersections yield an increase in the number of vehicles in conflict from 60% to 100%, depending on volume and pavement surface condition - The increase in number of vehicles in rear-end conflicts appears to be especially pronounced for dry pavement conditions
Namgung et al.(2014)	SEM (Structural Equation Modeling), AHP (Analytical Hierarchy Process)	- Driving satisfaction of roundabout is directly affected by satisfaction factors such as decrease in lag, safety, capacity increase, aesthetic improvement, environmental improvement, serious accident, bicycle and indirectly influenced by personal attributes such as gender, age, driving time, and driving experience - The turning radius of geometry and the driving habit are important elements for roundabout safety
Lee et al.(2015)	Before-after comparison method	- The number of all traffic accidents decreased by 62.8% after the installation of a roundabout, and 80% of fatal injury, 58.7% of incapacitating injury and 66.1% of visible injury reduced - By accident type, vehicle-person and vehicle-vehicle accident decreased by 62.5% and 70.2%
Kim et al.(2016)	Empiric Bayes	- All traffic accidents decreased by 60.8%, and 100% of fatalities, 81.6% of serious injuries reduced - By accident type, vehicle-vehicle accident significantly decreased from 110 to 28 cases, but vehicle-person decreased from 11 to 10 cases, and the effect of the accident reduction was insignificant.

연구를 통해 검증되었다. 한편, 회전교차로에 대한 운전자들의 인지도가 회전교차로 안전성에 영향을 미칠 가능성이 있으나 이에 대한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구는 회전교차로에 대한 인지도가 회전교차로 통행 규칙 준수에 미치는 영향을 분석하였다.

### 3. 구조방정식모형 구축

#### 3.1 연구가설 설정

국내 회전교차로의 역사가 짧기 때문에 회전교차로에 대한 운전자들의 인지도(통행 규칙, 정의, 위치 등)가 낮을 가능성이 존재하며, 이는 통행 규칙 준수 여부에 영향을 미칠 가능성이 있다. 또한 운전 연차, 운행 일수, 회전교차로 이용 빈도 등과 같은 운전 경력에 따라 통행 규칙 준수 여부가 달라질 수 있다는 것을 직관적으로 고려할 수 있다. 이러한 가정을 기반으로 본 연구는 회전교차로 통행 규칙 준수 여부에 영향을 미치는 요인으로 운전 경력(운전을 하게 된 연차, 일주일에 운전하는 일수, 일주일에 회전교차로를 이용하는 빈도)과 회전교차로 인지도(회전교차로 통행 우선권, 회전교차로의 정의, 회전교차로와 로터리의 차이점, 거주지 내 회전교차로 인지 수)를 설정하였다. 이러한 인과관계를 바탕으로 수립된 연구가설은 다음과 같다(Table 3 및 Fig. 2 참조).

#### 3.2 설문조사 자료 수집 및 결과 요약

본 연구는 2014년 6월 17일부터 24일까지 8일간 고양시에서 차량을 이용하는 시민을 대상으로 소셜 미디어 기반 온라인 설문조사를 실시하였다. 그 결과 총 526명에 대한 결과를 확보하였으며, 조사 항목으로는 회전교차로에 대한 인지도, 운전 경력, 회전교차로 통행 규칙 준수 여부 등이 포함되었다. 회전교차로 인지도에 대한

평가는 회전교차로 내 통행 우선권 인지도, 회전교차로의 정의 인지 여부, 회전교차로와 로터리의 차이점 인지 여부, 거주지(경기도 고양시) 내 회전교차로 운영 개소 등이 포함되었다. 또한 회전교차로 인지도에 대한 문항들은 국토해양부(2010)의 『회전교차로 설계지침』을 참고하여 작성되었으며, 이 중 회전교차로 내 통행 우선권에 대한 인지도는 Fig. 3에 제시된 그림을 기반으로 평가되었다.

첫 번째 항목으로 회전교차로에 진입하려는 ②번 차량과 회전 중인 ①번 차량 중 어느 차량에 통행 우선권이 있는가에 대하여 조사하였으며, 두 번째 항목으로 회전교차로에 진입하려는 ④번 차량과 회전 중인 ③번 차량 중 어느 차량에 통행 우선권이 있는가를 조사하였다. 이 두 질문에서 회전교차로의 통행 방법을 충분히 인지하고 있는 운전자라면, ②번 차량 보다는 ①번 차량이, ③번 차량보다는 ④번 차량이 통행 우선권이 있음을 정확하게 판단할 수 있을 것이다. 회전교차로의 정의에 대한 항목을 평가하기 위해, 우선 질문에 대한 답을 유도한 후 설문 후미에 정확한 정의를 제시하여 자신이 인지한 정의와의 평가를 통해 최종적으로 인지 여부를 판단하였다. 회전교차로와 로터리의 차이점 역시 동일한 방식에 의해 조사하였으며, 마지막으로 거주지 내 회전교차로 운영수에 대한 질문은 인지한 개수에 따라 회전교차로 인지도가 높은 것으로 가정하였다. 운전 경력의 경우, 운전을 하게 된 연차, 일주일에 운전하는 일수, 일주일에 회전교차로를 이용하는 빈도로 각각 나누어 조사하였다. 마지막으로 회전교차로에서 통행 규칙 준수에 대한 평가는 응답자 자신과 자신이 평가한 다른 사람들에 대한 준수 여부를 평가하는 조사를 시행하였다.

한편, 설문조사의 단점은 응답자의 성실한 설문 참여를 보장하기 힘들다는 것이다. 특히, 온라인의 경우 이러한 문제점이 더욱 커질 수 있다. 본 연구는 이러한 문제점을 최소화하기 위하여 성실한 설문 참여자들에게 커피 기프트콘을 제공하여 결과의 신뢰도를

Table 3. Explanation of Research Hypothesis

Division	Research hypothesis
1	Driving experience will affect the roundabout traffic rules compliance
2	Awareness of roundabout will affect roundabout traffic rules compliance

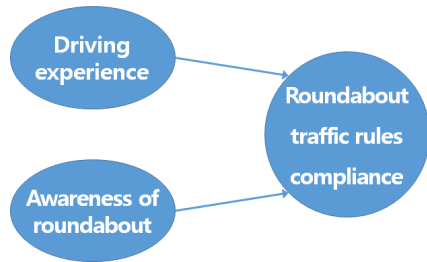


Fig. 2. The Conceptual Model

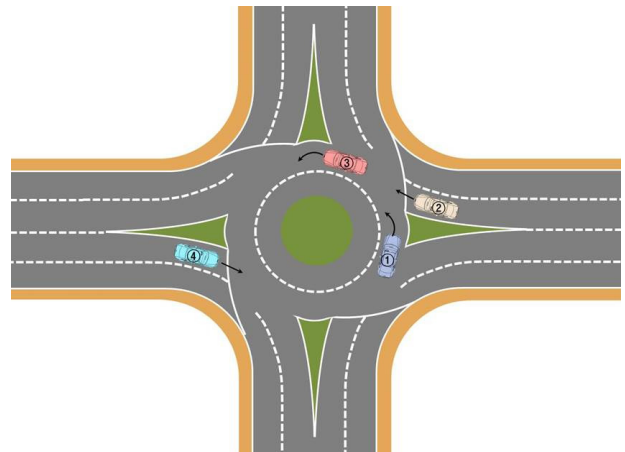


Fig. 3. An Illustration of Questionnaire Inserted for Evaluating Right-Of-Way in a Roundabout

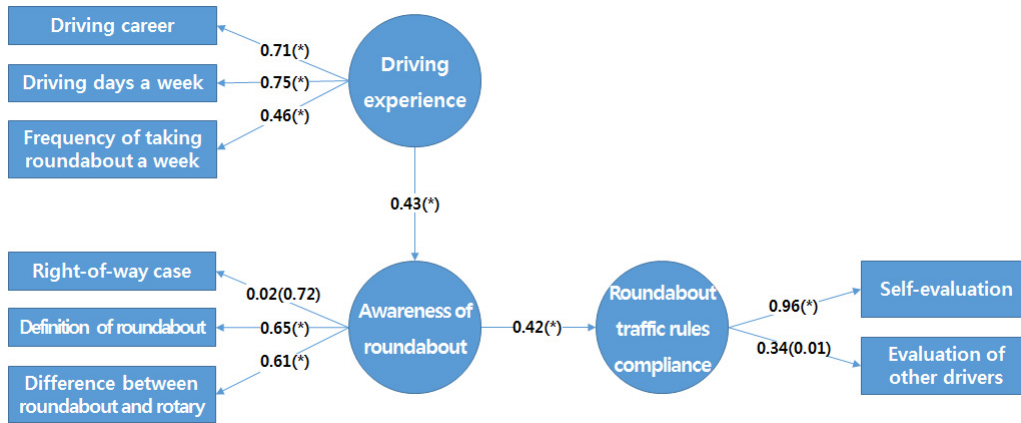
Table 4. Descriptive Statistical Analyses and Types of Variables Included in SEM

Category	Variable definition	Respondents (%)	Variable type	
Awareness of roundabout	Right-of-way case 1: ① vs ②	Correct	346(65.8)	Dummy
		Wrong	180(34.2)	
	Right-of-way case 2: ③ vs. ④	Correct	251(47.7)	
		Wrong	275(52.3)	
	Definition of roundabout	Know	282(53.6)	Dummy
		Do not know	244(46.4)	
	Difference between roundabout and rotary	Know	196(37.3)	Dummy
		Do not know	330(62.7)	
	The Number of roundabout facilities operated in Goyang, Korea	1	332(63.1)	Likert
		2	137(26.1)	
3		42(8.0)		
4		9(1.7)		
Above 5		6(1.1)		
Driving experience	Driving career	< 1 year	275(52.3)	Likert
		1 - 2 years	69(13.1)	
		2 - 5 years	73(13.9)	
		5 - 10 years	55(10.4)	
		≥ 10 years	54(10.3)	
	Driving days a week	1	277(52.7)	Likert
		2	95(18.1)	
		3	58(11.0)	
		4	19(3.6)	
		≥ 5	77(14.6)	
	Frequency of taking roundabout a week	1	433(82.3)	Likert
		2	50(9.5)	
		3	17(3.3)	
		4	8(1.5)	
		≥ 5	18(3.4)	
Roundabout traffic rules compliance	Self-evaluation	Strongly comply	40(7.6)	Likert
		Comply	168(31.9)	
		neutral	236(44.9)	
		Don't comply	64(12.2)	
		Don't comply at all	18(3.4)	
	Evaluation of other drivers	Strongly comply	15(2.8)	Likert
		Comply	90(17.1)	
		neutral	253(48.1)	
		Don't comply	136(25.9)	
		Don't comply at all	32(6.1)	

높이고자 하였다. Table 4는 설문조사 항목과 각 항목에 대한 설문결과의 기초통계량 및 분석에 활용될 변수의 유형을 나타낸 것이다.

### 3.3 구조방정식모형의 추정

SEM 분석을 통해 추정된 최종 모형은 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 요인들 간의 값은 표준화 계수를 의미하며, ‘회전교차로



\*\*\* The value in ( ) is p-value, and (\*) indicates that p-value is significant at 0.1% level.

Fig. 4. Final SEM for the Compliance with Traffic Rules of Roundabout

Table 5. Statistics for Model Assessment

Fit measure	Acceptable fit	Estimated model
NNFI (non-normed fit index)	≥ 0.95	0.982
NFI (normed fit index)	≥ 0.90	0.955
CFI (comparative fit index)	≥ 0.95	0.989
GFI (goodness of fit index)	≥ 0.9	0.989
AGFI (adjusted goodness of fit index)	≥ 0.85	0.977
RMSEA (root mean squared error of approximation)	≤ 0.08	0.025

인지도'와 '회전교차로 통행 우선권' 사이의 계수( $t=0.02, p=0.72$ )를 제외하고 모두 유의확률 5% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. '회전교차로 인지도'와 '회전교차로 통행 우선권' 사이의 계수가 유의하지 않음에도 불구하고, 최종 모형에 포함한 이유는 '회전교차로 통행 우선권'이 '회전교차로 인지도'를 측정하는데 필수적인 관측변수라고 판단하였기 때문이다.

Table 5는 추정된 모형의 적합도 지수를 제시한 것이다.  $\chi^2$ 통계량은 표본 공분산 행렬과 모형에 의해 표현되는 추정 공분산 행렬과의 불일치 정도를 평가하기 위한 지표로서, 본 모형에서는 23.776 ( $p$ -value: 0.163)으로 분석되었다. 또한,  $\chi^2$ 통계량 이외에 NNFI (non-normed fit index), NFI (normed fit index), CFI (comparative fit index), GFI (goodness of fit index), AGFI (adjusted goodness of fit index), RMSEA (root mean squared error of approximation) 등의 적합도 지수를 고려하여, 모형의 적합성 여부를 판단하였다(Chung et al., 2011). 본 모형의 적합도 지수는 NNFI가 0.982, NFI가 0.955, CFI가 0.989, GFI가 0.989, AGFI가 0.977, 그리고 RMSEA가 0.025로 나타났다. 이는 Schermelleh-

Engel et al.(2003)이 제시한 기준 값을 모두 만족하여, 추정된 모형의 설명력이 좋은 것으로 평가할 수 있다.

### 3.4 모형의 해석 및 정책제언

분석결과, 운전자의 '회전교차로 인지도'는 '회전교차로 통행 규칙 준수 여부'에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면에 '운전 경력'의 경우, '회전교차로 인지도'를 통해 '회전교차로 통행 규칙 준수 여부'에 간접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. '운전 경력'은 '회전교차로 인지도'에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다(0.43). 따라서 '운전을 하게 된 연차(0.71)', '일주일에 운전하는 일수(0.75)', 그리고 '일주일에 회전교차로를 이용하는 빈도(0.46)'가 많을수록 '회전교차로 인지도'에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 운전 경력이 많은 사람일 경우, 회전교차로의 통행 규칙과 특성을 잘 알 것이라는 직관적인 판단과도 부합한다. 그러나 이는 반대로 운전 경력이 적은 초보 운전자일수록 인지도가 낮다는 것으로도 해석할 수 있다. 초보 운전자의 경우, 미흡한 운전면허교육체계 및 도로주행에 대한 경험 부족 등으로 인해 회전교차로에 대한 인지도가 낮을 가능성이 충분하다.

다음으로 '회전교차로 인지도'는 '회전교차로 통행 규칙 준수 여부'에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다(0.42). 따라서 '회전교차로 통행 우선권(0.02)', '회전교차로의 정의(0.65)', '회전교차로와 로터리의 차이점(0.61)'을 인지하는 사람의 경우 '본인 및 상대의 회전교차로 통행 규칙 준수 여부'에 대한 평가(0.96, 0.34)에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 운전자가 회전교차로에 대해 잘 알기 때문에 운전자 본인이 통행 규칙을 잘 준수하며, 또한 상대 운전자의 운행행태를 보다 객관적으로 평가할 수 있기 때문에 나온 상식적인 결과라고 볼 수 있다.

본 연구를 통해 회전교차로에 대한 인지도가 높을수록 운전 경력이 높을수록 통행 규칙을 잘 준수하는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 토대로 회전교차로 내 교통사고 감소를 위해 다음과 같은 정책을 제시하고자 한다. 먼저, 회전교차로 설치는 교통사고 감소에 큰 효과가 있는 것으로 알려져 있지만, 회전교차로와 같은 새로운 교통시설물을 설치할 때에는 교육과 홍보가 충분히 이루어진 다음에 도입되어야 한다. 따라서 이용자들의 회전교차로 인지도를 높일 수 있는 교육 및 홍보와 같은 부드러운 정책들을 적극적으로 활용할 필요가 있다. 예를 들어, 학교의 의무교육 중 교통안전부분을 신설하여 학생들도 사전에 회전교차로에 대한 인지할 수 있는 교육이 가능하며, 무료운전게임을 배포하여 회전교차로 통행을 간접적으로 경험할 수 있으며 홍보도 될 것으로 기대된다. 더불어 TV방송, 도로전광표지판(VMS: Variable Message Sign), 내비게이션을 통해 회전교차로 통과 시 통행 우선권 알람 기능 도입, 그리고 주거지 엘리베이터에 팸플릿 부착 등을 활용하여 지속적으로 홍보하는 것도 인지도 향상에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이러한 방법들은 갑작스런 회전교차로 도입으로 인한 낮은 인지도(통행 우선권1에 대한 인지도: 65.8%, 통행 우선권2에 대한 인지도: 47.7%, 회전교차로 정의에 대한 인지도: 53.6%, 회전교차로와 로터리의 차이점에 대한 인지도: 37.3%) 해결에 좋은 수단이 될 것으로 기대된다.

더불어 초보 운전자의 회전교차로 인지도를 높이기 위하여 운전 면허시험 강화를 고려할 수 있다. 예를 들어, 필기시험 항목에 회전교차로 개념을 추가, 기능시험 또는 주행시험 시 실제 회전교차로 통행 규칙 준수 평가, 그리고 운전면허 별점 감점 교육 시 관련 내용을 포함 등을 통하여 구체적으로 이루어질 수 있을 것이다. 위의 제시된 방법들은 회전교차로뿐만 아니라 새롭게 도입되는 시설물에 대해 이용자 및 시민들의 인식을 높이는데 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 4. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 회전교차로에 대한 인지도가 운전자의 회전교차로 통행 규칙 준수에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 경기도 고양시에 거주하는 운전자 526명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였으며, 설문항목은 회전교차로 인지도, 운전 경력, 회전교차로 통행 규칙 준수 평가에 대한 내용이 포함되었다. 조사된 자료를 활용하여 구조방정식모형을 추정하였으며, 분석 결과 회전교차로에 대한 인지도가 높을수록, 운전 경력이 높을수록 통행 규칙을 잘 준수하는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 회전교차로에 대한 인지도를 향상시키기 위해 교육 및 홍보와 같은 구체적인 방법들을 정책으로 제시하였다. 이러한 정책들은 향후 회전교차로

내 교통사고 감소에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

본 연구는 소셜 미디어 기반 온라인 설문조사를 시행하였다. 이러한 설문조사 방식은 단기간에 많은 사람들이 참여할 수 있는 장점이 있지만, 주로 이용하는 사람들의 연령대가 낮아 표본의 특성이 편향적일 수 있으며, 실제 설문응답자 과반수 이상(52.3%)의 운전 경력이 1년 미만으로 나타났다. 또한 설문응답자의 성실한 설문 참여를 위해 커피 기프트콘을 제공하였지만, 그럼에도 불구하고 여전히 불성실한 답변이 생길 수 있다. 이러한 연구의 한계를 해결하기 위해서는 보다 혁신적인 방안이 요구된다. 따라서 향후 연구에서는 온라인 설문조사 대신 조사원 면접조사를 실시하여, 연령대가 고루 분포된 설문조사자료 수집 및 성실한 설문 결과를 도출할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서는 회전교차로 통행 규칙 준수에 미치는 영향인자를 파악하기 위해 ‘회전교차로 인지도’와 ‘운전 경력’이 외생잠재변수로 활용되었다. 향후 연구에서는 성별, 연령, 학력, 직업 등의 관측변수가 포함된 ‘인적 특성’을 추가하여 모형 추정을 진행할 수 있을 것이다. 그리고 회전교차로에 대한 홍보 및 교육이 충분히 이루어진 후에 교통사고 추세를 분석하는 것도 흥미로운 연구주제가 될 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2017년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017R1A2B4008984).

#### References

- Chung, Y. and Kim, H. (2015). “Deep subterranean railway system: Acceptability assessment of the public discourse in the Seoul Metropolitan Area of South Korea.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 77, pp. 82-94.
- Chung, Y., Song, T. and Park, J. (2012). “Freeway booking policy: Public discourse and acceptability analysis.” *Transport Policy*, Vol. 24, pp. 223-231.
- Chung, Y., Song, T., Kim, Y. and Kang, S. C. (2011). “Acceptability of a freeway travel reservation strategy.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 31, No. 1, pp. 25-32 (in Korean).
- Flannery, A. and Elefteriadou, L. (1999). “A review of roundabout safety performance in the United States.” *In Proceedings of the 69th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers*, Washington, DC, USA.
- Kim, C. H., Kwon, Y. S. and Kang, K. D. (2016). “Safety improvement analysis of roundabouts in Jeollabuk-do province using accident prediction model.” *International Journal of Highway Engineering*, Vol. 18, No. 4, pp. 93-102 (in Korean).
- Lee, D. M., Jeon, J. W. and Park, Y. J. (2015). “An analysis of safety improvement effects on roundabouts.” *International Journal*

- of *Highway Engineering*, Vol. 17, No. 3, pp. 133-141 (in Korean).
- Minnen, J. V. (1992). "Experiences with new roundabouts in The Netherlands." *Giratoires 92: actes du séminaire international*, Nantes, France.
- MLTM (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). (2010). Roundabout Design Guidelines. No. 11-1611000-001396-01 (in Korean).
- Nangung, M., Shin, H. S. and Jang, T. Y. (2014). "Driving satisfaction and safety assessment for roundabout." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 34, No. 1, pp. 223-233 (in Korean).
- O'Garra, T., Mourato, S. and Pearson, P. (2005). "Analysing awareness and acceptability of hydrogen vehicles: A London case study." *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 30, pp. 649-659.
- O'Garra, T., Mourato, S., Garrity, L., Schmidt, P., Beerenwinkel, A., Altmann, M., Hart, D., Graesel, C. and Whitehouse, S. (2007). "Is the public willing to pay for hydrogen buses? A comparative study of preferences in four cities." *Energy Policy*, Vol. 35, pp. 3630-3642.
- Oxley, P. R. (1996). "Elderly drivers and safety when using IT systems." *IATSS Research*, Vol. 20, pp. 102-110.
- Persaud, B. N., Retting, R. A., Garder, P. E. and Lord, D. (2001). "Safety effect of roundabout conversions in the united states: Empirical bayes observational before-after study." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1751, pp. 1-8.
- Regan, M. A., Mitsopoulos, E., Haworth, N. and Young, K. (2002). *Acceptability of in-vehicle intelligent transport systems to Victorian car drivers*. Monash University Accident Research Centre, Clayton, Victoria.
- Retting, R. A., Persaud, B. N., Garder, P. E. and Lord, D. (2001). "Crash and injury reduction following installation of roundabouts in the United States." *American Journal of Public Health*, Vol. 91, No. 4, pp. 628-631.
- Roche, M. Y., Mourato, S., Fishedick, M., Pietzner, K. and Viebahn, P. (2010). "Public attitudes towards and demand for hydrogen and fuel cell vehicles: A review of the evidence and methodological implications." *Energy Policy*, Vol. 38, pp. 5301-5310.
- Saccomanno, F., Cunto, F., Guido, G. and Vitale, A. (2008). "Comparing safety at signalized intersections and roundabouts using simulated rear-end conflicts." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2078, pp. 90-95.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. and Müller, H. (2003). "Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures." *Methods of Psychological Research Online*, Vol. 8, No. 2, pp. 23-74.
- Tarigan, A. K. M., Bayer, S. B., Langhelle, O. and Thesen, G. (2012). "Estimating determinants of public acceptance of hydrogen vehicles and refuelling stations in greater stavanger." *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 37, pp. 6063-6073.
- The Korea Transport Institute (KOTI) (2017). *Who's first at the roundabouts?*, Available at: <https://blog.naver.com/koti10/220969102637/> (Accessed: October 9, 2017).
- Thesen, G. and Langhelle, O. (2008). "Awareness, acceptability and attitudes towards hydrogen vehicles and filling stations: A greater stavanger case study and comparisons with London." *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 33, pp. 5859-5867.
- Vlassenroot, S., Brookhuis, K., Marchau, V. and Witlox, F. (2010). "Towards defining a unified concept for the acceptability of Intelligent Transport Systems (ITS): A conceptual analysis based on the case of Intelligent Speed Adaptation (ISA)." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 13, pp. 164-178.
- Yu, J. P. (2014). "The misunderstandings and prejudices of structural equation modeling." *Hannarae* (in Korean).
- Yun, D. S., Kim, J. J. and Chung, Y. (2017). "A preference analysis of real-time traffic information using a Structural Equation Modeling (SEM): A case study of Gyeongsan City." *Journal of Transport Research*, Vol. 24, No. 4, pp. 93-103 (in Korean).