Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 34, No. 5: 1571-1579/ October, 2014
DOI: http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.5.1571

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

Transportation Engineering **교통공학**

구조방정식을 이용한 교통문화지수와 교통사고 발생의 영향관계 규명에 관한 연구

박웅원* · 주성갑** · 임준범*** · 이수범****
Park, Woongwon*, Joo, Sungkab**, Lim, Joonbeom***, Lee, Soobeom****

A Study on Clarifying Relationship between the Traffic Culture Index and Traffic Accidents Using Structural Equation Model

ABSTRACT

93% of road traffic accidents result from drivers' fault and Korea has the largest number of deaths from traffic accidents among the OECD members. For this reason, the country is measuring Traffic Culture Index (TCI) in each city, gun and gu annually to improve traffic safety policies and promote safety consciousness, but the influencing relation between TCI and actual traffic accidents is only based on the assumptions and no verification has been carried out, yet. Therefore, this study aims to verify if in reality, TCI represents the traffic culture level and has an influencing relation with traffic accidents and to suggest an improvement plan of research on the present state of TCI, based on the result. For this purpose, bases on data of the report about the present state of TCI from 2010 to 2012, and the influencing relation between the number of traffic accidents and the number of deaths from traffic accidents was analyzed through structural equation model. For influencing relation analysis through structural equation, research 1 to analyze the relation among TCI in each city, gun and gu, the number of traffic accidents and the number of deaths, and research 2 to analyze the influencing relation of the increase in TCI, the number of traffic accidents and the number of deaths were carried out. When verifying the influencing relation with traffic accidents through structural equation, the goodness of fit of the model was low in research 1 and as TCI increased, the number of accidents and deaths decreased in research 2 and thus the effect of TCI was verified.

Key words : Traffic culture index, Structural equation model, Traffic accidents, Driver behavior, Pedestrian behavior

초 록

도로교통사고 발생원인의 93%는 운전자에 의해 발생하며, 우리나라의 교통사고 사망자수는 OECD회원국 중 1위를 차지하여 국가경제력 위상에 걸맞지 않는 수준에 머물러 있다. 이에 국가에서는 매년 전국 시·군·구를 대상으로 교통문화지수를 측정하여 교통안전정책 개선과 안전의식 함양을 도모하고 있으나 교통문화지수와 실제 교통사고와의 영향관계는 가정에 그치고 있으며 검증은 수행되지 않았다. 따라서 본 연구는 교통문화지수가 실제로 교통문화수준을 대변하여 교통사고와의 영향관계가 있는지에 대한 검증을 수행하였고, 그 결과를 바탕으로 교통문화지수 실태조사의 개선방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 2010년부터 2012년까지의 교통문화지수 실태조사 보고서의 자료를 바탕으로 구조방정식을 통해 교통사고건수와 교통사고 사망자수의 영향관계를 분석하였다. 구조방정식을 통한 영향관계 분석은 시·군·구별 교통문화지수와 교통

* 교통안전공단 미래교통IT본부 안전연구처 처장 (Korea Transportation Safety Authority · parkww@ts2020.kr)
** 교신저자 · 서울시립대학교 교통공학과 석사 (**Corresponding Author** · University of Seoul · suckap@hanmail.net)
*** 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 박사수료 (University of Seoul · tsafety11@uos.ac.kr)
**** 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 (University of Seoul · mendota@uos.ac.kr)

Received August 14, 2014/ **revised** August 20, 2014/ **accepted** August 22, 2014

Copyright ⓒ 2014 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.

사고건수 및 사망자수의 관계분석(연구1)과 교통문화지수 증감과 교통사고건수 및 사망자수의 증감의 영향관계 분석(연구2)로 나누어 수행하였다. 그 결과, 연구1의 경우 모형의 적합도가 낮게 나타났으나 연구2의 경우 교통문화지수가 증가하면 사고건수 및 사망자수가 감소하는 것으로 나타나 교통문화지수의 효과가 검증되었다.

검색어 : 교통문화지수, 구종방정식 모형, 교통사고, 운전행태, 보행행태

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

도로 교통사고는 도로, 사람, 차량 세가지 요인이 개별적 또는 복합적으로 작용하여 발생하며, 사람이 관련되어 발생한 사고는 전체사고의 93%에 해당한다(Rumar, 1985). 여기서 사람이라 함은 도로를 이용하는 운전자, 보행자를 말하며 사람에 의해 발생한 사고는 도로이용자의 교통안전의식, 법규준수의식, 교통문화수준과 관련이 있다고 할 수 있다.

이에 정부는 교통안전의식 수준을 높이기 위한 대국민 차원의 방안 모색과 함께 정책적, 법률적 개선 및 교통시설 체계 개선을 통한 교통문화 선진화를 앞당기기 위해 교통문화지수 실태조사를 시행하였다.

그러나 교통문화지수가 자치단체 간 비교기준으로 작용하면서 변수 선정 근거 및 조사시지점, 방법, 시간에 대한 타당성에 의문을 제기하는 사례가 발생하고 있으며, 교통문화지수가 자치단체의 교통문화수준을 대변하고 있는지에 대한 검증이 요구되고 있다.

이에 본 연구는 교통문화지수와 발생한 교통사고와의 영향관계를 규명함으로써, 교통문화지수가 교통문화수준을 대변하고 있는지를 검증하고, 교통문화지수의 발전방향을 모색하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 교통문화지수와 교통사고의 영향관계를 분석하는 것으로 구조방정식 모형을 바탕으로 연구를 수행하였다. 구조방정식은 여러 개의 독립변수와 종속변수간의 인과관계를 분석할 수 있는 다변량 분석기법이며, 측정변수로 인한 잠재요인간의 인과관계를 설명해주는 요인분석과 회귀분석을 결합한 형태이다. 교통문화지수는 교통사고 발생건수와 교통사고 사망자수를 모두 반영하고 있기 때문에 여러 개의 변수를 종속변수로 활용하여 인과관계를 분석하는 구조방정식 모형 분석이 적합하다. 구조방정식 모형 분석을 위해 교통문화지수 실태조사가 처음 시행된 이래, 항목 및 대상이 동일하게 조사되고 있는 2010년, 2011년, 2012년 230개 시·군·구의 교통문화지수 점수를 활용하였다.

자료를 바탕으로 교통문화지수와 교통사고의 영향관계를 분석하기 위해 구조방정식 모형을 구축하여 연구를 수행하였다. 연구의 수행절차는 다음과 같다. 첫째, 연구의 범위 및 방법을 설정한다. 둘째, 교통문화지수 및 구조방정식 모형에 관한 기존 문헌을 고찰한다. 셋째, 자료를 수집하고 자료의 신뢰성 및 타당성을 검증한다. 넷째, 수집된 자료를 이용하여 구조방정식을 구축한 후, 교통문화지수와 사고의 영향관계를 분석하고, 결론, 한계점 및 향후 연구과제를 제시한다. 과정을 그림으로 표현하면 다음과 같다.

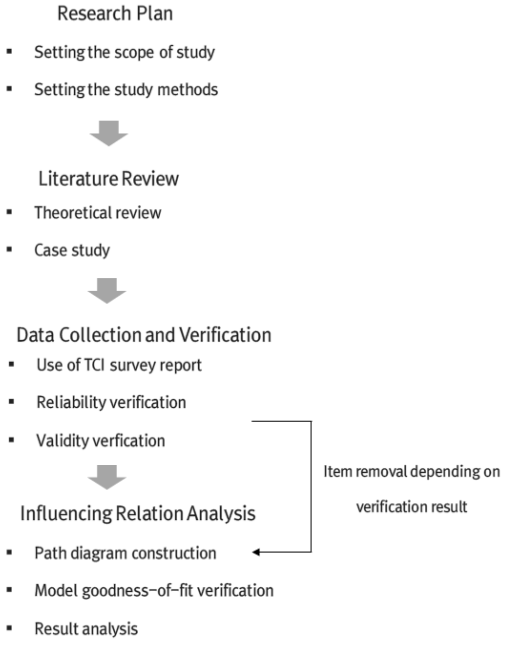

Fig. 1. Flow Chart of Research

2. 기존 문헌 및 이론 고찰

2.1 교통문화지수 실태조사

교통문화지수 실태조사의 조사영역은 크게 4가지로 운전행태영역, 보행행태영역, 교통안전영역, 교통약자영역으로 분류하여 시행한다.

운전행태영역은 횡단보도 정지선 준수율, 안전띠 착용률, 신호준수율, 방향지시등 점등률, 이륜차 승차자 안전모 착용률 등 5개의 현장조사로 구성되어 있다. 교통안전영역은 사고빈도를 나타내는 자동차 1만대당 교통사고 사고건수와 인구 10만명당 교통사고 사고건수와 사고심도를 나타내는 자동차 1만대당 교통사고 사망자

수, 인구 10만명당 교통사고 사망자수, 인구 10만명당 보행자 중 교통사고 사망자수 등 5개의 통계(문헌)조사로 구성되어 있다. 보행행태 영역은 현장조사인 보행자 횡단보도 신호 준수율 조사로 구성하였고, 교통약자 영역은 스쿨존 불법주차 자동차 대수 조사(스쿨존 내 불법주차 자동차 점유율)와 통계(문헌)조사인 인구 10만명당 보행자 중 노인·어린이 교통사고 사망자수 조사로 구성되어 있다.

여기서 운전행태 영역은 5개 항목별로 준수 및 비준수 관찰값에 따라 준수비율을 산출한다. 교통문화지수 산출 시 안전띠 착용률은 운전석과 조수석 탑승자의 착용 결과를 합산하여 산출한다. 보행행태 영역은 횡단보도 보행자 중 보행 신호 준수자 및 비준수자 수를 기입하여 준수 비율을 산출한다. 교통약자 영역인 스쿨존 불법주차 자동차 점유 비율은 불법주차 자동차의 전체 길이와 스쿨존 구간값을 조사하여 산출하고, 통계조사인 인구 10만명당 보행자 중 노인·어린이 교통사고 사망자수는 2011년 노인·어린이 수 및 보행자 중 노인·어린이 수를 바탕으로 산출한다. 스쿨존 불법주차 자동차 점유율의 지수 산출 시에는 "100 - 불법 점유비율" 값으로 환산하며 노인은 만65세 이상, 어린이는 만14세 이하로 정의한다.

Table 1. Survey Items on Traffic Culture Index[1)]

Field	Item	Method
Driver Behavior (40%)	Crosswalk Stop Line Observance	Observation Survey
	Seat Belt Wearing Rate	
	Traffic Signal Observance	
	Turn Signal Turning-on Rate	
	Motorcycle Riders Heltmet Wearing Rate	
Traffic Safety (40%)	Number of Traffic Accident Fatalities per 1million of Population	Literature Investigation
	Number of Traffic Accidents per 1million of Population	
	Number of Traffic Accident Fatalities per 10,000 of Vehicles	
	Number of Traffic Accidents per 10,000 of Vehicles	
	Number of Pedestrian Fatalities per 1million of Population	
Pedestrian Behavior (10%)	Pedestrian Traffic Signal Observance	Observation Survey
Traffic Vulnerable (10%)	Illegally Parked Car Rate in School Zone	
	Number of Elderly and Children Fatalities of Pedestrians per 1million of Population	Literature Investigation

1) 교통문화지수 조사영역 및 항목은 교통안전공단에서 시행하는 교통문화지수 실태조사를 그대로 반영한 것이며, 영역의 가중치도 실제조사와 동일하게 적용된 것이다.

2.2 구조방정식 모형

2.2.1 구조방정식 모형 개요

사회과학을 연구하는 대부분의 학자들은 인과분석을 검증하기 위해서 구조방정식 모형을 자주 이용한다. 구조방정식은 어떤 현상에 대한 체계적인 이론을 분석하기 위한 다변량분석기법으로 가설검정(주로 확인적인)에 주로 사용되는 통계적인 분석 방법이다.

구조방정식 모형은 측정모형과 이론모형을 통해서 모형간의 인과관계를 파악하는 방정식 모형을 의미한다. 즉, 구조방정식 모형은 인과분석을 위해서 요인분석과 회귀분석을 개선적으로 결합한 형태라고 할 수 있다. 구조방정식 모형분석의 기본적인 과정은 이론적인 배경하에서 측정변수를 통한 잠재요인을 발견하고 잠재요인간에 인과관계의 가설을 설정하는 것이다. 측정변수와 잠재요인간의 관계는 측정모형, 잠재요인간의 관계는 이론모형이라 하며 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

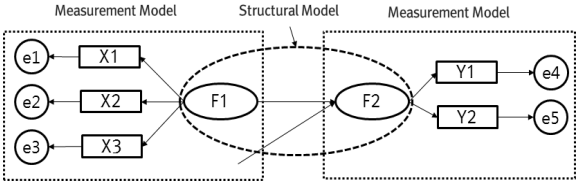

Fig. 2. Structural Equation Model

2.2.2 측정모형

측정모형은 x의 변수군과 이 변수군으로 구성된 잠재요인(factor)과의 관계를 수식으로 나타낸 것을 의미하거나 또는 y의 변수군과 y변수군으로 구성된 잠재요인과의 관계를 수식으로 표기한 것을 나타낸다. 이를 그림으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

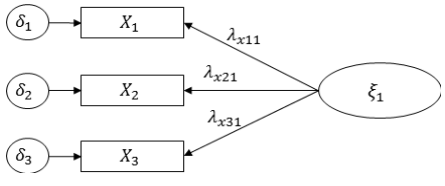

Fig. 3. Measurement Model

이것을 수식으로 나타내면 다음과 같다. 수식을 나타내는 공식은 데이터(Data) = 모형(Model) + 오차(error), 측정값 = 참값 + 오차로 나타낸다.

$$\begin{aligned} X_1 &= \lambda_{x11}\xi_1 + \delta_1 \\ X_2 &= \lambda_{x21}\xi_1 + \delta_2 \\ X_3 &= \lambda_{x31}\xi_1 + \delta_3 \end{aligned} \quad (1)$$

이러한 것을 X에 관한 측정모형이라고 하는데, 여기서 λ가 경로계수, ξ는 외생개념, δ는 오차이다. 오차는 이론 모형 내의 지정변수에 의해서 설명되지 않는 부분을 말하며 y에 관한 측정모형도 같다.

2.2.3 이론모형

이론모형은 x에 관한 측정모형을 통한 외생개념과 y에 관한 측정모형을 통한 내생개념을 회귀분석적 또는 경로분석적으로 결합하여 관계화한 모형을 의미한다. 즉, 이론모형은 이론변수 간에 어떤 구조적인 관계를 가지고 있는가 하는 것을 나타내는데 이러한 관계는 연구가설에 의해서 정해진다. 여기서, 내생개념과 내생개념을 인과 관계적으로 연결할 수 도 있다. 다음 그림은 외생개념과 내생개념을 이론 모형화한 것이다.

Fig. 4. Structural Model

이것을 전체적인 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\eta_2 = \gamma_{11}\xi_1 + \beta_{21}\eta + \zeta \quad (2)$$

일반적으로 구조방정식 모형의 가정은 잔차요인과 잠재요인간의 상관관계가 없고, 원인잠재요인과 측정오차 사이에 상관관계가 없으며, 결과 잠재요인과 측정오차 사이에는 상관관계가 없다는 것으로 한다. 또한 잔차요인과 측정오차 사이에는 상관관계가 없으며 결과잠재요인간의 대각선 원소는 0이라는 가정을 만족해야 한다.

2.3 관련연구 고찰

2.3.1 교통문화지수 영향관계 실증 연구

Kim et al. (2013)은 2011년 교통문화지수 실태조사 보고서를 활용하여 교통문화지수 잠재변수(평가항목), 측정지표(조사항목)에 대한 분류 및 잠재변수 설정의 타당성 검증을 위해 요인분석을 실시하였으며, 잠재변수간 상호작용 관계를 분석하였다. 이를 위해 교통문화지수의 평가항목(운전행태, 보행행태, 교통안전, 교통약자, 교통문화지수)에 대해 가설 모형을 설정하였으며, 내부적 경로모형을 구축하였다. 변수들 간의 상호작용을 고려한 전국 지자체 대상의 구조모형 경로계수를 비교해 본 결과, 교통안전(0.530), 운전행태(0.527), 교통약자(0.147) 순으로 교통문화지수에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 사고건수보다 사망자수에 민감하게 반응하여 사고의 심각성을 줄일 수 있는 항목 및 측정지표 보완이 필요하다고 강조하였다.

2.3.2 교통문화지수 항목 및 가중치의 결정 관련 연구

Park (2000)은 통계적 주성분 분석을 통하여 교통문화지수 항목들의 가중치를 결정하고자 하였다. 자료는 1999년에 수행된 교통문화지수 실태조사 보고서를 활용하였으며, 주어진 변량들의 선형결합 중 분산이 큰 것을 찾아가는 방법으로 상관계수 행렬을 이용하여 가중치를 결정하였다. 그 결과 가중치는 보행환경, 안전시설, 정지선 준수율, 속도, 불법주차, 신호 준수율, 대중교통, 사고건수, 안전띠 착용률, 사망자수, 보행자순으로 높게 나타났다.

Kang et al. (2011)은 교통문화지수와 관련된 국내외 연구문헌을 검토하여 교통문화지수 평가항목에 대한 보완과 항목별 가중치에 대한 근거마련 방안, 지역별 비교를 위한 표준화 개선방안을 제시하였다. 이에 상관도가 높아 중복으로 평가되는 교통안전영역에 대하여 미국, OECD, ETCS, EU등에서 활용하고 있는 사고의 빈도와 심각도를 함께 고려한 지표보완 방법을 제시하였고, 상관분석을 통해 중복되는 지표는 조정해야 한다고 제시하였다. 또한 항목의 가중치 설정을 위해 전문가설문을 활용한 계층분석법(AHP)을 수행해야 한다고 강조하였다. 지역별 특성을 감안하기 위해서는 정규분포에 따라 지자체를 A등급부터 F등급까지 분류하고 3년간의 점수변화와 등급을 공개하는 것이 적절하다고 제시하였다.

2.3.3 기존연구와의 차별성

기존연구들은 교통문화지수가 교통사고와 영향을 미친다는 가정하에, 조사항목 및 가중치, 개선방안 등에 대해서 서술한 논문들이 주를 이루었다. 그러나, 본 연구에서는 교통문화지수가 교통사고에 영향을 미치는 것인지에 대한 실증적 검증을 하는 것이 목적이다.

3. 자료의 수집 및 검증

본 연구에서 사용한 자료는 교통안전공단에서 실시하는 교통문화지수 실태조사의 시·군·구별 교통문화지수 자료를 보고서를 통해 수집하였으며, 2010년, 2011년, 2012년 3개년 자료를 활용하였다.

3.1 자료의 신뢰성 검증

3.1.1 신뢰성 검증 방법

신뢰성은 어떠한 측정대상을 반복적으로 측정하는 경우 동일한 결과값을 얼마나 많이 얻을 수 있는지를 나타내는 지표로서 여러 번 반복측정해서 얻은 측정결과 값들의 분산으로 신뢰성을 판단할 수 있다.

본 연구에서는 하나의 개념에 대하여 여러 개의 항목으로 구성된 척도를 이용할 경우 사용되는 내적일관성 검증을 수행하였으며, 내적일관성 신뢰성 검증은 크론바하 알파계수 분석방법을 통해 검증한다. 알파계수 산출식은 다음과 같으며, 일반적으로

사회과학분야에서는 0.5이상이면 신뢰성이 있다고 판단한다(Kim, 2007).

$$a = \frac{N}{N-1}\left(1 - \sum \frac{\sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right) \quad (3)$$

N=문항수, σ_i^2 =총분산, σ_t^2 =각 문항의 분산

3.1.2 신뢰성 검증 결과

크론바하 알파계수에 의한 내적일관성 신뢰도 검증 결과 교통안전영역에서만 3년도 모두 0.5이상으로 신뢰성이 확보된 것으로 나타났다. 운전행태영역은 매년 크론바하 알파계수가 2010년 0.266, 2011년 0.756, 2012년 0.091로 나타나 신뢰성이 일정하지 않으며, 교통약자영역의 3년간 크론바하 알파계수는 0.1미만으로 신뢰성이 매우 낮게 나타났다. 보행행태 영역은 조사항목이 1개로 신뢰도 검증이 수행하지 못하였다.

신뢰성이 낮은 영역은 조사과정에서 애매한 기준에 의해 주관적 판단이 될 수 있는 부분이 있는 것으로 매번 조사시 마다 결과가 바뀔 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 자료의 신뢰성을 높이기 위해 조사일수, 조사장소 등을 최대한 많이 설정하고, 조사시간 및 지점이 항목을 최대한 잘 반영할 수 있도록 개선되어야 할 것이다.

Table 2. Result of Reliability

Field	2010	2011	2012
Driver Behavior	0.266	0.756	0.091
Traffic Safety	0.885	0.793	0.759
Pedestrian Behavior	-	-	-
Taffic Vulnerable	0.086	0.083	-0.092

3.2 자료의 타당성 검증

3.2.1 타당성 검증 방법

타당성이란 측정을 위해 개발한 도구를 사용하여 측정하고자 하는 개념이나 속성을 얼마나 정확하게 측정할 수 있는가를 나타내는 지표이다. 본 연구는 확인적 요인분석을 통해 자료의 타당성 검증을 수행하였다.

요인분석은 측정변수에 잠재요인이 미치는 영향을 통해 타당성을 검증하며, 표준화된 회귀계수가 0.5 이상인 경우 개념타당성이 확보되었다고 판단한다(Kim, 2007). 위 확인적 요인분석 방법을 바탕으로 교통문화지수 실태조사 자료의 타당성 검증을 위한 경로도형을 다음과 같이 구성하여 분석을 수행하였다.

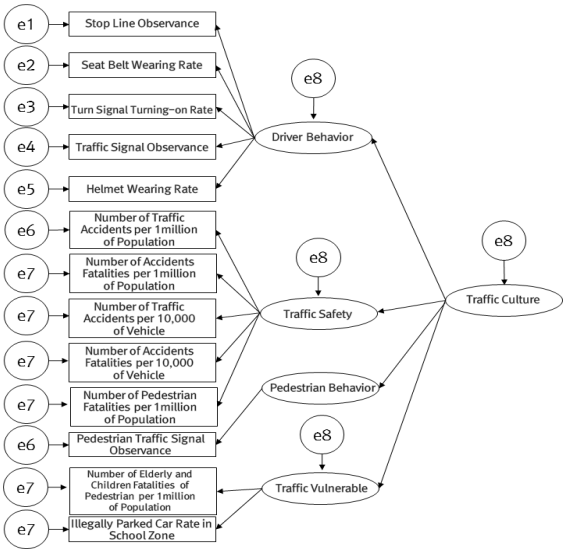

Fig. 5. Path Diagram of Validation

3.2.2 타당성 검증 결과

회귀계수 분석결과 교통안전영역과 교통약자영역은 회귀계수가 0.5이하로 자료의 타당성이 확보되지 않은 것으로 나타났다. 이는 요인분석은 측정변수 간 상호 독립성을 유지해야 하는데 교통안전영역과 교통약자영역의 측정항목은 사고의 통계자료 조사로 변수 간 상관관계가 높아 타당성이 떨어지는 것으로 판단된다.

높은 상관도에 의해 타당성이 떨어지는 경우 중복된 항목을 삭제하여 타당성을 높일 수 있으며(Lee, 2008), 본 연구에서는 교통안전 영역전체와 교통약자 영역 중 인구 10만명 당 보행자 중 노인, 어린이 교통사고 사망자수 항목을 제거하였다.

Table 3. Result of Validity

Standardized Regression Weights Estimate			2010	2011	2012
Traffic Culture	→	Driver Behavior	0.928	0.758	0.966
	→	Traffic Safety	0.358	-0.550	0.046
	→	Pedestrian Behavior	1	1	1
	→	Traffic Vulnerable	0.844	-0.012	0.414

4. 영향관계 분석

4.1 가설 설정 및 모형 구축

구조방정식 모형 구축을 위해서는 가장 먼저 수행해야하는 작업은 가설 설정 및 경로도형의 구축이다.

연구가설은 첫 번째로 교통문화는 교통사고에 영향을 줄 것이라는 가설을 설정하였으며, 교통문화지수와 교통사고 발생건수, 교통사고 사망자수의 영향관계 분석하여 교통문화지수가 높은 지자체

는 교통사고가 적은지를 검증하였다(연구1). 두 번째로 교통문화지수와 교통사고 발생건수 및 사망자수의 직접적인 영향관계를 분석하기 위해 교통문화의 전년대비 증감은 전년대비 교통사고 증감에 영향을 줄 것이라는 가설을 설정하였고, 교통문화지수의 전년대비 증감과 교통사고 발생건수, 교통사고 사망자수의 전년대비 증감의 영향관계를 분석하였다(연구2). 각각의 연구에 대하여 운전행태, 보행행태, 교통약자 각각의 항목이 교통문화에 미치는 영향 또한 분석을 수행하였다. 연구가설은 다음과 같다.

Table 4. Research Hypothesis

Division		Study1
study1	H1	Traffic Culture → Traffic Accidents
	H2	Driver behavior → Traffic Culture
	H3	Pedestrian behavior → Traffic Culture
	H4	Traffic Vulnerable → Traffic Culture
study2	H1	Traffic Culture Fluctuating → Traffic Accidents Fluctuating
	H2	Driver behavior Fluctuating → Traffic Culture Fluctuating
	H3	Pedestrian behavior Fluctuating → Traffic Culture Fluctuating
	H4	Traffic Vulnerable Fluctuating → Traffic Culture Fluctuating

연구가설을 검증하기 위한 구조방정식 모형의 경로도형을 구축하였고, 독립변수는 정지선 준수율, 안전띠 착용률, 방향지시등 점등률, 신호 준수율, 안전모 착용률, 보행자 신호 준수율, 스쿨존 불법주차 대수 7개 항목으로 구성하였으며, 종속변수로는 인구 10만명 당 교통사고 발생건수, 인구 10만명 당 교통사고 사망자수로 구성하였다. 2010년부터 2012년까지 교통문화지수 점수를 모두 나열하여 변수에 입력하였으며, 구축한 경로도형은 다음과 같다.

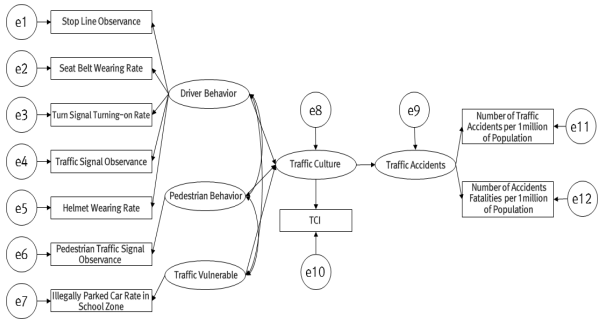

Fig. 6. Path Diagram of SEM

4.2 모형의 적합도 검증

4.2.1 모형의 적합도 검증 방법

모형의 적합성 평가는 기본적으로 절대적합지수, 증분적합지수 등을 이용한다. 본 연구는 절대적합지수, 증분적합지수, 그 외 적합도 평가 지표들을 이용하여 모형의 적합도를 평가하였다.

절대적합지수는 모형의 전반적인 부합도를 평가하는 지수로써, GFI, AGFI 등이 있다. GFI는 주어진 모형이 전체자료를 얼마나 잘 설명하고 있는지를 나타내며 1에서 오차변량을 전체변량으로 나눈값을 빼준 값으로 계산한다. 일반적으로 0.9이상인 경우 좋은 모형으로 판단한다. AGFI는 GFI를 자유도에 의해 조정해준 것을 의미하며, 0.9이상일 때 모형이 적합하다고 판단한다.

지수증분적합지수는 기초모형에 대한 제안모형의 부합도를 평가하는 것으로 NNFI, NFI로 모형의 적합도를 평가한다. NNFI는 기초모형과 제안모형의 차이를 기초모형에서 1을 차감하여 나눈 값을 말하며, 0.9이상이면 적합도가 높다고 평가한다. NFI는 표준적합지수로 표준화시킨 부합치를 계산하며 0.9보다 크면 적합도에 만족한다고 할 수 있다.

앞서 설명한 적합도 평가지수들은 통상적으로 사용되는 기준치를 제시하지만 절대적인 기준이 없으므로 연구자마다 의견이 상이하기 때문에 객관적인 적합도 평가를 위해 CMIN/DF, RMSEA 등 다른 적합도 지수를 추가로 검토하였다. CMIN/DF는 자유도 증감에 따른 자료의 변화를 평가하는 지표로 카이제곱을 자유도로 나누어 계산한 것으로, 일반적으로 3이하이면 적합도가 높다고 판단한다. RMSEA 0.08보다 작을 때 양호한 모형으로 판단한다.

4.2.2 모형의 적합도 검증 결과

앞서 설명한 모형 적합도 검증 방법에 의해 본 연구모형의 적합도를 평가하였다. 첫 번째로 교통문화지수와 교통사고건수 및 사망자수의 영향관계를 분석하는 연구1의 모형 적합도 결과를 분석하였다.

절대적합지수인 GFI와 AGFI의 결과를 보면, GFI는 0.932로 0.9이상으로 나타나 모형의 적합도를 만족하는 것으로 나타났으나, AGFI는 0.861로 모형의 적합도가 약간 떨어지는 것으로 나타났다.

증분적합지수인 NNFI와 NFI 분석 결과 NNFI는 0.702, NFI는 0.807로 모두 0.9보다 낮을 값을 가져 모형이 적합도가 약간 떨어지는 것으로 나타났다.

CMIN/DF는 연구1의 경우 9.771로 모형의 적합도가 떨어지는 것으로 나타났으며, RMSEA는 0.114로 나타나 모형의 채택여부를 판단해보아야 할 필요가 있는 것으로 나타났다.

연구1의 경우 단순히 교통문화지수가 높은 지자체는 교통사고건수 및 사망자수가 적을 것이라는 가설에 대한 검증이다. 그러나 서론에서 말했듯이 교통사고는 운전자, 도로, 차량 3가지 요인이 단독 또는 복합적인 요인이 되어 발생하게 된다(Rumar, 1985).

교통문화지수라는 것을 운전자 요인으로 보더라도, 도로, 차량이 연관되어 발생되는 사고도 40% 정도가 되기 때문에(Rumar, 1985) 전체 교통사고건수에 반영되기는 어렵다고 판단된다. 또한, 교통량이나 도로길이가 늘어날수록 교통사고건수가 늘어나기 때문에(HSM, 2010) 교통문화지수와 교통사고건구의 관계 모형이 좋은 적합도를 갖기는 어렵다고 판단된다.

Table 5. Results of the Model Fits (Study 1)

Index	CMIN/DF	GFI	AGFI	NNFI	NFI	RMSEA
Value	9.77	0.93	0.86	0.70	0.80	0.11

다음으로 교통문화지수의 증감과 교통사고건수 및 사망자수의 증감의 영향관계를 분석하는 연구2의 적합도 검증 결과를 분석하였다. 절대적합지수인 GFI와 AGFI는 각각 0.965, 0.919로 계산되었으며, 모두 0.9이상으로 모형의 적합도가 높게 나타났다. 증분적합지수인 NNFI와 NFI는 일반적으로 사용되는 기준인 0.9보다는 낮게 나타났지만 0.858과 0.898로 0.9에 가깝게 나타나 양호한 수준의 적합도를 보이는 것으로 나타났다. CMIN/DF는 CMIN는 80.0, df는 24로 일반적으로 판단하는 기준인 3보다는 높게 나타났지만 3.335로 근소한 차이를 보여 모형의 적합도는 조금 미달되는 것으로 나타났다. RMSEA는 0.072로 나타나 0.08이하로 양호한 수준의 모형인 것으로 판단된다.

연구2의 모형은 교통문화지수의 증감과 교통사고건수 및 사망자수 증감과의 관계를 분석한 것이기 때문에 도로기하구조, 지자체 토지이용, 교통량, 도로시설물 등 기타 요소들에 의한 영향은 거의 배제된 결과라고 할 수 있다. 왜냐하면 매년 조사지점이 같기 때문에 교통량, 기하구조, 토지이용, 도로조건 등이 유사하기 때문이다. 그 결과 모형의 적합도는 전체적으로 양호한 수준으로 나타났으며, 독립변수로 인한 잠재요인과 종속변수로 인한 잠재요인간의 인과관계가 구조방정식에 의해 설명이 잘 되는 것으로 나타났다.

Table 6. Results of the Model Fits (Study 2)

Index	CMIN/DF	GFI	AGFI	NNFI	NFI	RMSEA
Value	3.335	0.965	0.919	0.858	0.898	0.072

4.3 영향관계 분석 결과

4.3.1 회귀계수 산출 결과

구조방정식 모형 분석을 수행하게 되면 직접적으로 연결된 잠재요인간의 회귀계수를 도출할 수 있다. 회귀계수로 잠재요인간의 영향관계(음(-), 양(+)의 관계) 및 영향정도를 살펴볼 수 있다. 회귀계수는 입력된 원자료에 의해 추정된 비표준화 회귀계수와 표준화된 자료에 의한 회귀계수가 각각 추정이 되며, 일반적으로 사회과학 분야에서는 표준화 회귀계수가 더 타당한 값을 추정한 것으로 판단한다. 산출된 회귀계수는 C.R, p-value에 의해 채택여부를 결정한다. 여기서 채택여부를 판단하는 C.R은 Critical Ratio로 회귀계수를 표준오차로 나눈 값이고, 회귀분석의 t값과 같은 의미이다. 따라서 일반적으로 C.R값이 ±1.96이상이고, p-value가 0.05이하이면 채택을 하게 된다.

본 연구는 모형의 적합도가 적합하게 나타난 연구2에 대한 회귀계수 산출 결과를 분석하였다. 교통문화와 교통사고와의 관계를 살펴보면 비표준화 회귀계수 -2.323, 표준화계수 -0.875이고, C.R=-2.841>±1.96, p-value 0.05이하로 채택되어 음의관계에 있는 것을 알 수 있다. 이는 교통문화지수가 증가하면 교통사고는 감소한다는 것을 의미한다. 따라서 교통문화지수와 교통사고의 관계가 규명되고 교통문화지수의 효과가 검증되었다고 할 수 있다.

교통문화와 교통문화를 구성하는 각 잠재요인간의 관계를 살펴보면 첫 번째로 운전행태는 표준화계수 0.762, 비표준화계수 10.003으로 나타났으며, C.R=2.392>±1.96, p-value=0.017<0.05로 운전행태와 교통문화는 양의 관계가 있는 것으로 나타났다.

보행행태는 교통문화와의 관계가 표준화계수 0.046, 비표준화계수 0.119로 양의 관계에 있는 것으로 나타났으나, C.R=0.364<±1.96, p-value=0.716>0.05로 기각되었다. 보행행태의 경우 보행행태를 구성하고 있는 항목인 보행자 신호 준수율은 증감폭이 평균 약 0.01정도로 매우 소폭 증가하여 회귀계수의 추정결과가 기각된 것으로 판단된다.

마지막으로 교통약자영역은 교통문화와의 관계가 비표준화계수 14.338, 표준화계수 1.228, C.R=2.636>±1.96, p-value=0.008<0.05로 양의 관계에 있는 것으로 나타났다.

Table 7. Regression Weight

Division	Standardize Weight	Weight	C.R	p	Adopt
Traffic Culture → Traffic Accidents	-0.87	-2.32	-2.84	0.00	Accepted
Driver Behavior → Traffic Culture	0.76	10.00	2.39	0.02	Accepted
Pedestrian Behavior → Traffic Culture	0.04	0.11	0.36	0.71	Rejected
Traffic Vulnerable → Traffic Culture	1.22	14.33	2.63	0.01	Accepted

4.3.2 간접효과

구조방정식을 이용하여 분석을 하게 되면 경로가 직접적으로 이어진 요인간의 회귀계수 뿐 아니라 회귀계수를 이용하여 매개변수를 통한 간접효과를 계산할 수 있다. 즉, 간접효과는 요인1과 요인2가 직접적으로 연결되어 있지 않아도 요인1과 요인2 사이에 요인3이라는 중간변수가 있다면 요인1과 요인3의 회귀계수, 요인2와 요인3의 회귀계수를 통해 요인1과 요인2의 간접적인 효과를 산출할 수 있다는 것이다.

교통문화와 사고건수와의 간접효과는 표준화계수 -0.571, 비표준화계수 -2.323, 사망자수와의 간접효과는 표준화계수 -0.116, 비표준화계수 -0.058로 추정되었다. 이는 관측변수로 인한 잠재요인 교통문화가 1점 증가하게 되면, 사고건수는 2.323건, 사망자수는 0.058명 감소한다는 것을 의미하고, 표준화된 교통문화가 1점 증가하면, 표준화된 사고건수가 0.571건, 표준화된 사망자수가 0.116명 감소한다는 것을 의미한다.

마찬가지로 관측변수에 의한 잠재요인 운전행태가 1점 증가하면 사고건수는 23.24건, 사망자수는 0.545명 감소하는 것으로 나타났다. 표준화된 계수로 사고건수 0.435건, 사망자수 0.083명 감소하는 것으로 추정되었다.

보행행태의 경우 1점 증가하면 사고건수 0.277건, 사망자수 0.007명 감소하는 것으로 추정되었으나 보행행태의 회귀계수는 유의수준을 만족하지 않아 기각되었기 때문에 간접효과 역시 의미가 있다고 할 수 없다.

교통약자의 경우 1점 증가하면 사고건수 3.410건, 사망자수 1.469명, 표준화된 계수로는 사고건수 0.072건, 0.250명 감소하는 것으로 나타났다.

Table 8. Indirect Effect

Division	Standardize Weight	Weight
Traffic Culture → Traffic Accidents	-0.571	-2.323
Driver Behavior → Traffic Accidents	-0.435	-23.240
Pedestrian Behavior → Traffic Accidents	-0.027	-0.277
Traffic Safety → Traffic Accidents	-0.072	-3.410
Traffic Culture→ Accident Fatalities	-0.116	-0.058
Driver Behavior → Accident Fatalities	-0.083	-0.545
Pedestrian Behavior → Accident Fatalities	-0.005	-0.007
Traffic Safety → Accident Fatalities	-0.250	-1.469

분석결과 교통문화지수가 증가하면 교통사고건수 및 사망자수가 감소할 것이라는 가설은 검증이 되었으며, 표준화계수와 비표준화계수로 보았을 때 모두 사고건수는 운전행태에, 사망자수는 교통약자에 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다. 하지만 연구2의 경우 증감에 의한 값을 자료로 하여 추정된 값이고, 교통약자의 경우 전년대비 증감이 평균 약 16점 정도로 큰 폭을 보이고 있기 때문에 큰 증감폭에 의해 교통약자의 영향력이 크게 추정되었다고 볼 수 있다. 따라서 교통사고는 조사항목이 가장 많은 운전행태에 민감하게 반응을 하고 있는 것으로 나타났다.

5. 결론 및 향후 과제

5.1 결론

본 연구는 구조방정식을 이용하여 교통문화지수와 교통사고와의 영향관계를 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 따라서 교통문화지수 실태조사의 조사보고서 자료를 토대로 신뢰성 검증과 타당성 검증을 거친 후 경로도형을 구축하여 분석을 수행하였다. 그 과정에서 타당성이 낮고, 종속변수와의 상관도가 높은 교통안전영역 항목과 교통약자 영역의 인구 10만명 당 보행자 중 노인, 어린이 교통사고 사망자수 항목을 분석에서 제외하였다.

분석은 지자체별 교통문화지수와 교통사고 발생건수, 교통사고 사망자수를 비교하는 연구1과 교통문화지수 증감과 교통사고 발생건수 및 사망자수의 증감을 비교하는 연구2로 나누어져 수행을 하였다. 연구1에서는 모형의 적합도가 만족할 만한 수준에는 미치지 못하여, 연구 결과를 정확하게 판단할 수 없었다. 그 이유는 문화지수가 어느정도 사람으로 인해 발생되는 사고라고 가정한다고 해도, 차량, 도로가 요인으로 작용하는 사고도 40%를 차지하기 때문에(Rumar, 1985), 교통사고 전체를 반영하기는 어려운 것으로 판단된다. 그러나 연구2에서는 교통문화지수가 증가하면 교통사고건수 및 사망자수가 감소하는 것으로 나타났으며, 모형의 적합도도 양호한 모형인 것으로 판단되어 3년간 교통문화지수와 교통사고의 영향관계는 검증되었다고 할 수 있다. 또한 운전행태, 교통약자 영역은 교통문화지수와 양의관계가 있는 것으로 나타났으며, 보행행태 영역은 양의 관계로 나타나긴 했으나, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

교통문화와 사고건수와의 간접효과 분석결과, 표준화계수 -0.571, 비표준화계수 -2.323로 나타났다. 이는 관측변수의 잠재요인인 교통문화가 1점 증가하면 사고건수는 2.323건 줄어드는 것을 의미하며, 표준화된 교통문화 점수가 1점 증가하면 사고건수가 0.571건 줄어든다는 것을 의미한다. 교통문화와 사망자수와의 간접효과분석결과, 표준화계수 -0.116, 비표준화계수 -0.058로 추정되었다. 이는 관측변수로 인한 잠재요인 교통문화가 1점 증가하게 되면,

사망자수는 0.058명 감소한다는 것을 의미하고, 표준화된 교통문화가 1점 증가하면, 표준화된 사망자수가 0.116명 감소한다는 것을 의미한다.

우리는 분석결과를 통해서 교통문화수준의 증감이 교통사고의 증감에 영향을 미친다는 것을 증명하였다. 이는 단속, 교육, 홍보 등에 근거자료로 활용될 수 있으며, 지자체의 교통안전 정책수립시 운전행태, 보행행태, 교통약자 어느 영역에 중점을 두고 해야되는지 개략적으로 판단하는데 활용할 수 있다. 더 나아가 이러한 분석이 정책적, 교육적 근거자료로 활용된다면, 장기적으로 운전자들의 운전행태 등이 개선되는 효과를 기대할 수 있다.

5.2 한계점 및 향후 과제

본 연구는 교통문화지수 실태조사 결과를 바탕으로 진행하였지만 교통문화지수의 발전과정에서 지표 및 대상 지자체가 계속 변화하여 3년간의 자료를 바탕으로 연구를 수행하였다. 따라서 3년간의 자료에 의한 결과로 교통문화지수와 교통사고와의 관계를 정확하게 규명했다기에 한계가 있으며, 실태조사 항목의 경우 표본조사로 인한 신뢰성 결여된 문제점이 있었다.

따라서 교통문화지수 조사는 신뢰성을 확보할 수 있도록 개선되어야 할 것으로 판단된다. 신뢰성은 재조사하였을 때도 동일한 결과를 얻을 수 있는지에 대한 지표이다. 현재는 1년에 한번 최대3개 지점, 최소1개지점을 조사하고 있기 때문에 표본이 매우 적으며, 그로 인해 객관성이 떨어진다고 할 수 있다. 따라서 신뢰성이 있는 교통문화지수 실태조사가 되기 위해서는 조사시간을 첨두시와 비첨두시 모두 설정하여 조사하는 것이 바람직하다. 또한 교통량이 많은 주요 도로와 교통량이 적은 도로에서의 교통문화지수는 큰 차이를 보일 것으로 생각되어 병행조사하는 것이 바람직하다.

어느정도 조사에 대한 신뢰성이 확보된 데이터를 이용하여 교통사고와의 관계규명은 재분석되어야져야 할 것으로 보인다.

References

AASTO (2010). *Highway safety manual*, AASTO.

Kang, D. S., Cho, S. J., Lee, S. I. and Kim, T. H. (2011). “A study on the improvement of traffic culture index (TCI) utilizing research paper analysis.” *Transportation Technology and Policy*, Vol. 8, No. 4, pp. 45-54.

Kim, K. S. (2007). *Analysis structural equation model*, Hannare Publishing Company (in Korean).

Kim, T. H., Shin, Y. C., Lim, S. J. and Park, J. T. (2013). “An emprical study of influence relationship on traffic culture index (TCI) utilizing PLS-SEM (Structural Equation Modeling).” *J. of Korean Soc. Transp.*, Vol. 28, No. 2, pp. 78-83.

Korea Transportation Safety Authority (2010). *2010 traffic culture index survey report* (in Korean).

Korea Transportation Safety Authority (2011). *2011 traffic culture index survey report* (in Korean).

Korea Transportation Safety Authority (2012). *2012 traffic culture index survey report* (in Korean).

Korean Transportation Safety Authority (2013). *Development of traffic culture index survery items* (in Korean).

Lee, H. Y. (2008). *Research methology*, Cheogram Books (in Koran).

Park, J. S. (2000). “Determining of items weights of traffic culture index : The use of statistical principal component analysis.” *The Korean Statistical Society*, Vol. 8, pp. 37-49.

Rumar, K. (1985). “The role of perceptual and congnitive filters in observed behavior.” *Human Behavior and Traffic Safety*, NY: Plenum Press, pp. 151-165.