

구조방정식을 이용한 고령운전자 교통사고 인적 피해 심각도 분석 (고양시를 중심으로)

An Analysis of Traffic Accident Injury Severity for Elderly Driver on Goyang-Si using Structural Equation Model

김 솔 램 Kim, Soullam

정회원 · 한국건설기술연구원 학생연구원 & 과학기술연합대학원대학교 교통물류 및 ITS 공학과
석사과정 · 교신저자 (E-mail : soulkim@kict.re.kr)

윤 덕 근 Yun, Duk Geun

정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 & 과학기술연합대학원대학교 교통물류 및 ITS 공학과
부교수 (E-mail : dkyun@kict.re.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : The purpose of this study is to verify traffic accident injury severity factors for elderly drivers and the relative relationship of these factors.

METHODS : To verify the complicated relationship among traffic accident injury severity factors, this study employed a structural equation model (SEM). To develop the SEM structure, only the severity of human injuries was considered; moreover, the observed variables were selected through confirmatory factor analysis (CFA). The number of fatalities, serious injuries, moderate injuries, and minor injuries were selected for observed variables of severity. For latent variables, the accident situation, environment, and vehicle and driver factors were respectively defined. Seven observed variables were selected among the latent variables.

RESULTS : This study showed that the vehicle and driver factor was the most influential factor for accident severity among the latent factors. For the observed variable, the type of vehicle, type of accident, and status of day or night for each latent variable were the most relative observed variables for the accident severity factor. To verify the validity of the SEM, several model fitting methods, including χ^2/df , GFI, AGFI, CFI, and others, were applied, and the model produced meaningful results.

CONCLUSIONS : Based on an analysis of results of traffic accident injury severity for elderly drivers, the vehicle and driver factor was the most influential one for injury severity. Therefore, education tailored to elderly drivers is needed to improve driving behavior of elderly driver.

Keywords

Elderly Drivers, Injury Severity, Structural Equation Model, Traffic Accident

Corresponding Author : Kim, Soullam, the master's course
Korea Institute of Construction Technology, 283, Goyangdae-Ro,
Ilsanseo-Gu, Goyang-Si, Gyeonggi-Do, 411-712, Korea
Tel : +82.31.910.0207 Fax : +82.31.910.0338
E-mail : soulkim@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering

<http://www.ksre.or.kr/>

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Apr. 14, 2015 Revised Apr. 23, 2015 Accepted May. 23, 2015

1. 서론

1.1. 연구배경 및 목적

2000년대 진입 후 우리나라의 총 인구는 지속적으로 증가하고 있지만, 저출산 및 평균수명의 연장으로 인해

고령 인구수의 증가율이 총 인구수의 증가율보다 더욱 증가하고 있는 추세이다. 이러한 현상은 앞으로 지속될 것으로 보이며, 통계청 자료에 따라 2018년에 고령인구가 14% 이상 점유하여 고령사회 진입이 예상되고 있다.

도로교통공단의 교통사고 분석 자료집(2013)에 의하면 고령인구의 증가와 함께 고령운전자의 증가로 이에 따른 교통사고 또한 증가하였다. 2001년과 2012년을 기준으로 전체 교통사고 건수는 260,579건에서 223,656건, 전체 사망자수 8,097명에서 5,392명으로 감소하는 추세를 보이는 반면 고령운전자 교통사고의 경우 사고건수는 3,759에서 15,176건, 사망자수 232명에서 718명으로 증가율이 200% 이상 초과하는 것으로 나타났다.

고령운전자의 교통사고에 따른 인적 피해가 증가하는 만큼 대책 마련이 시급하지만 기존의 고령운전자 교통사고 연구는 인적 특성이나 도로 특성에 따른 분석연구가 대부분이며, 교통사고 심각도에 영향을 미치는 각 요인들 간의 복잡한 관계와 상대적인 정도를 파악한 연구는 매우 미미한 상황이다. 교통사고는 하나의 요인이 아닌 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하는 복잡한 관계를 가지기 때문에 요인들 간의 관계나 상대적인 영향력을 파악하는 것이 필요하다.

따라서, 본 연구는 고령운전자의 교통사고에 따른 인적 피해 심각도에 영향을 미치는 요인과 요인들 간의 상대적인 관계를 분석하는 것을 목적으로 한다.

1.2. 연구범위 및 방법

고령운전자의 교통사고가 인적 피해 심각도 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해, 본 연구에서는 2011년부터 2013년까지 경기도 고양시에서 발생한 고령운전자 교통사고자료를 이용하였다. 사고자료는 도로교통공단의 교통사고분석시스템(TAAS)을 통해 수집되었다. 고령운전자의 나이는 통계청의 기준인 65세 이상을 기준으로 하여, 3년 동안의 고령운전자 사고건수는 585건이었다.

고령운전자 사고의 심각도에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 구조방정식 모형을 이용하여 심각도를 추정하였으며, 연구의 흐름은 다음과 같다. 첫째, 고령운전자 교통사고 및 구조방정식 모형 관련 선행연구를 고찰하고, 자료를 수집하여 확인적 요인분석을 통해 신뢰도와 타당성을 검증한다. 요인분석 결과를 토대로 구조방정식 모형을 구축한 뒤, 영향 관계를 파악 후 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 선행연구 고찰

2.1. 고령운전자 관련 연구동향

박병호 등(2009)은 청주시의 4지 신호교차로를 중심으로 고령운전자와 일반운전자의 교통사고 특성을 비교

분석하고 음이항회귀모형을 적용하여 사고모형을 개발하였다. 고령운전자와 일반운전자의 사고건수와 EPDO를 종속변수로 설정하여 사고모형을 분석한 결과, 4개의 종속변수에 공통적으로 영향을 미치는 변수는 일평균 교통량과 우회전 전용차로 합계로 나타났고, 일반인의 공통변수는 황색신호시간, 고령운전자의 공통변수는 주도로 차로폭 평균으로 나타났다.

박준태 등(2010)은 순서형 프로빗 모형을 이용하여 고령운전자의 사고유형에 따른 사고심각도를 분석하였다. 영향을 미치는 요인으로 사고유형 뿐 아니라 사고지점의 지형과 차종도 추가적으로 고려하여 분석한 결과 정면충돌, 곡선지점에서 사고심각도가 증가하고 승합차가 가장 안전한 것으로 분석되었다.

David 등(1998)은 미국의 고령운전자와 40~49세의 일반운전자의 교통사고의 위험도를 비교하였다. 시간, 도로형태, 차종 등을 변수로 정하였다. 그 결과 65~69세의 고령운전자가 2.26 배, 85세 이상 고령운전자는 10.62 배로 교차로에서 다중추돌사고 위험도가 높은 것으로 나타났다.

2.2. 구조방정식 모형 관련 연구동향

박용원 등(2014)은 매년 시행하는 교통문화지수와 교통사고의 영향관계를 규명하기 위해 구조방정식을 이용하여 2가지 분석을 시행하였다. 먼저, 교통문화지수와 사고건수 및 사망자수의 관계를 분석하고, 교통문화지수와 사고건수 및 사망자수의 증감 영향관계 또한 분석하였다. 그 결과, 교통문화지수가 증가하면 사고건수 및 사망자수가 감소하는 것으로 판단되었다.

배윤경 등(2013)은 구조방정식을 이용하여 고속도로의 주중과 주말 교통사고 심각도를 비교하였다. 사고심각도를 내생변수로 정하여 사망자수, 부상자수, 사고차량수, 차량파손대수를 관측변수로 두었다. 사고심각도에 영향을 미치는 요인으로는 도로 요인, 환경 요인, 운전자 요인으로 나누어 평면선형, 길어깨 주정차 등 12개의 관측변수로 나누어 모형을 개발하였다. 연구 결과, 주중에는 도로 요인이 사고심각도에 가장 큰 영향을 미치고, 주말에는 운전자 요인이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

김동규 등(2012)은 화물자동차 교통사고의 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 구조방정식 모형을 이용하였다. 사망자수, 부상자수, 사고차량수를 내생변수인 사고심각도의 관측변수로 정하고 성별, 운전경력, 도로위계 등 9개의 관측변수를 외생요인 4개로 나

누어 분석하였다. 화물자동차의 교통사고는 도로요인, 특히 도로형태가 사고심각도에 가장 영향을 많이 미치는 것으로 해석되었다.

2.3. 기존 연구와의 차별성

기존 고령운전자 연구를 살펴보면 교통사고에 영향을 미치는 요인 중 한 가지 요인으로 심각도를 분석한 경우가 주를 이루며, 여러 요인을 분석하더라도 요인 간의 관계를 분석한 연구는 드물다. 본 연구에서는 고령운전자 교통사고의 인적 피해 심각도에 영향을 미치는 요인과 각 요인간의 관계를 규명하는 것이 목적이다.

3. 구조방정식 모형 개요

구조방정식 모형은 사회학과 심리학 분야에서 개발된 분석방법이지만, 현재는 경영학, 교육학, 생물학 등 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있다. 구조방정식 모형은 확인적 요인분석과 경로분석이 결합된 형태이며, 변수 간의 인과관계를 파악하는 방정식 모형이다. 또한, 구조방정식 모형에서는 측정오차 및 구조오차를 추정할 수 있다. Fig. 1은 측정모형과 이론모형으로 이루어져 있는 구조방정식 모형의 구성요소들을 경로도형으로 나타낸 것이다.

측정모형은 하나의 잠재변수(ξ)에 여러 개의 관측 변수(x)로 구성되어 있고, 이론모형은 여러 개의 측정모형으로 구성된 모형이다. 잠재변수는 구조방정식 모형에만 사용되는 변수 개념으로, 직접적으로 관찰되지 않아 자체적인 측정이 불가능하므로, 관측변수에 의해 간접적으로 측정이 된다(우종필, 2012).

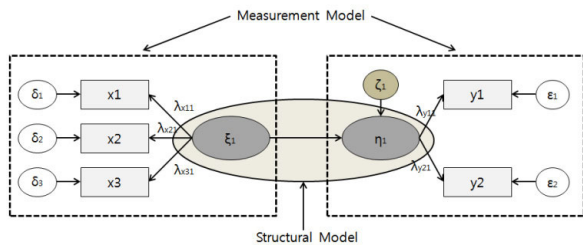


Fig. 1 Structural Equation Model

측정모형을 수식으로 나타내면 Eq. (1)과 같다. 수식을 나타내는 공식은 데이터 = 모형 + 오차로, 측정값은 참값과 오차의 형태로 관측된다.

$$\begin{aligned} x_1 &= \lambda_{x11}\xi_1 + \delta_1 \\ x_2 &= \lambda_{x21}\xi_1 + \delta_2 \\ x_3 &= \lambda_{x31}\xi_1 + \delta_3 \\ y_1 &= \lambda_{y11}\eta_1 + \epsilon_1 \\ y_2 &= \lambda_{y21}\eta_1 + \epsilon_2 \end{aligned} \quad (1)$$

where, x = observed exogenous variables
 λ = coefficients of observed exogenous variables
 ξ = coefficients of latent exogenous variables
 δ = measurement error of x
 y = observed endogenous variables
 η = coefficients of latent endogenous variables
 ϵ = measurement error of y

이론모형은 어떤 잠재변수가 다른 잠재변수의 변화에 직접적으로 또는 간접적으로 영향을 주고 있는가를 다중회귀분석적 또는 경로분석적으로 잠재변수들 간의 관계를 모형화한 것이다. Fig. 2는 이론모형의 개념을 나타낸 것이다(김계수, 2010).

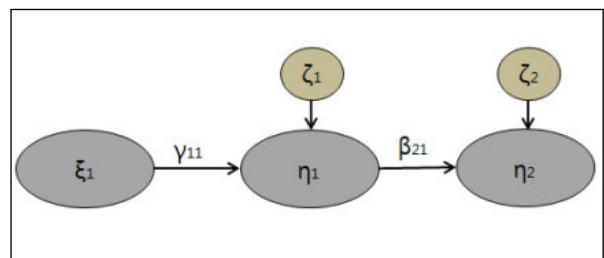


Fig. 2 Structural Model

외생변수(ξ)는 독립변수의 개념으로써 다른 변수에 영향을 주는 변수이고, 구조방정식 모형 내에서 화살표가 시작이 되는 모든 변수가 외생변수가 된다. 내생변수(η)는 최소한 한번은 직접 혹은 간접적으로 영향을 받게 되는 변수로써, 종속변수의 개념에 해당되고 화살표를 받는 변수이다.

관측모형을 나타내는 수식은 다음과 같다.

$$\eta = \gamma\xi + \beta\eta + \zeta \quad (2)$$

where, η = coefficients of latent endogenous variables
 γ = coefficients of latent exogenous variables to latent endogenous variables
 ξ = coefficients of latent exogenous variables
 β = coefficients between latent endogenous variables
 ζ = error term

이와 같이 구조방정식은 여러 요인간의 상관관계를 동시에 파악할 수 있는 방법으로써, 종속변수와 독립변수, 독립변수와 독립변수 간의 관계를 동시에 분석하여 복잡한 관계를 분석하는데 적합한 모형이다. 이는 어떤 단일 원인으로 발생하기보다 다양한 원인으로 인해 일어나는 교통사고를 분석하는데 적합하다. 또한, 여러 요인을 동시에 분석하고 분석한 결과로 입력된 변수들 간의 신뢰도 및 타당성을 평가하기 위해 본 연구에서는 구조방정식 모형을 활용하여 고령운전자 교통사고 심각도를 분석하였다.

구조방정식 모형을 추정하는 프로그램은 대표적으로 AMOS, LISREL, EQS 등이 있지만, 본 연구에서는 AMOS를 이용하여 모형을 추정하였다.

4. 자료 검증

4.1. 기초 통계분석

본 연구에서는 도로교통공단에서 제공된 2011~2013년의 경기도 고양시 고령운전자 관련 교통사고로써, 585개의 표본 데이터로 분석을 시행하였다. 해당 자료는 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상자수, 사고발생지, 발생일시, 도로형태, 노면상태, 기상상태, 운전자의 나이, 성별, 사고개요 등 다양한 정보를 담고 있다. 수집된 자료를 이용하여 각 관측변수들 간의 상관관계를 분석하기 위해 각 변수들의 사고건수와 인적피해 수를 제시하였다. 또한, 사고빈도수가 높지만 사망자수, 중상자수 등 인적피해가 상대적으로 적은 경우도 있기 때문에 사고빈도뿐만 아니라 사고의 심각도가 높다고 판단하는 기준이 명확치 않아 인적피해를 건수로 제시하는 것 이외에 인적피해비용과 사고빈도에 따른 피해비용으로 심각도를 분석하였다. Table 1은 도로교통공단의 2013년

판 '12 도로교통 사고비용의 추계와 평가'에서 제시한 인적피해에 대한 도로교통사고비용으로 순평균 비용을 나타낸다.

기초통계 분석결과를 토대로 구조방정식 모형을 추정하기 위해 사고빈도에 따른 인적피해비용이 높은 것이 사고의 심각도에 많은 영향을 미칠 것으로 가정하였다. 즉, 사고건수당 사고비용을 고려하여 사고심각도를 도출하였다.

Table 1. Car Accident Expense

(Unit : KRW)

Factor	Cost (per capita)
Fatalities	430,350,000
Serious injuries	49,433,000
Moderate injuries	2,321,000
Minor injuries	1,188,000

그 결과, 사고상황 요인의 경우 도로형태가 단일로, 교차로, 기타인 순으로, 사고유형이 차량단독, 차대사람, 차대차인 순으로 심각도가 증가할 것으로 가정하였다. 환경 요인의 경우 노면상태가 건조, 습기, 결빙인 순으로, 기상상태가 맑음, 비맑음 순으로, 그리고 야간일수록 심각도가 증가할 것으로 가정하였다. 시간 요인의 경우 요일은 주말일수록, 계절은 가을, 여름, 겨울, 봄인 순으로 심각도가 증가할 것이라 추정하였다. 마지막으로 차량 및 운전자 요인의 경우 성별이 여자일수록, 나이는 75세 이상일수록, 차종은 오토바이, 기타, 화물차, 승용차, 승합차 순으로 심각도가 증가할 것으로 예상하여 분석을 시행하였다. 해당 자료의 기술통계량을 요약하여 Table 2로 제시하였다.

4.2. 확인적 요인분석 및 신뢰성 분석

기초 통계분석을 토대로 확인적 요인분석을 시행하여 잠재요인과 변수 관계의 신뢰성과 타당성을 확인하였다. 확인적 요인분석은 이론적 지식이나 선행연구를 기반으로 구축한 측정모형에 대한 가설적인 확인을 하기 위한 분석방법이다. 이론적으로 개념 신뢰도가 0.7 이상, 분산 추출지수가 0.5 이상이면 측정모형의 신뢰도와 타당성은 어느 정도 만족스럽다고 할 수 있다(김계수, 2010).

신뢰도와 타당성 검증을 위한 경로모형은 Fig. 3과 같다. 요인 분석결과, 시간 요인의 경우 개념 신뢰도와 분산추출지수의 값이 각각 0.10, 0.06으로 기준에 충족하지 못하는 것으로 나타났다. 또한, 차량 및 운전자 요

Table 2. Descriptive Statistics of Accident Records

Factor		Frequency of an Accidents	Casualties				Accident cost	Accident cost / Frequency	
			Deaths	Serious injuries	Moderate injuries	Minor injuries			KRW(million)
Situation of an accident	Road types	Intersection	303	4	136	299	24	9,166	30
		Segmentation	272	10	120	246	16	10,824	39
		etc	10	0	5	5	1	259	25
	Type of accidents	Vehicle to Vehicle	469	7	200	492	36	14,084	30
		Vehicle to Pedestrian	99	4	50	44	5	4,301	43
		Vehicle Alone	17	3	11	14	0	1,867	109
Environment	Day and night	Day	405	10	175	404	24	13,920	34
		Night	180	4	86	146	17	6,331	35
	Weather	Sunny	504	14	220	462	39	18,017	35
		Non-sunny	81	0	41	88	2	2,233	27
	Road condition	Dry	504	14	219	459	39	17,962	35
		Icy	13	0	6	28	0	361	27
Wet		68	0	36	63	2	1,928	28	
Time	Weekday and Weekend	Weekday	438	10	192	416	23	14,787	33
		Weekend	147	4	69	134	18	5,464	37
	Season	Spring	135	2	43	138	9	3,317	24
		Summer	148	5	74	131	12	6,128	41
		Fall	128	5	63	114	9	5,541	43
		Winter	174	2	81	167	11	5,265	30
Vehicle and driver	Gender	Male	531	12	242	492	38	18,314	34
		Female	54	2	19	58	3	1,938	35
	Age	65-74	488	8	215	474	35	15,212	31
		Over 74	97	6	46	76	6	5,039	51
	Type of vehicle	Passenger Car	402	6	172	391	24	12,020	29
		Van	61	0	26	70	4	1,452	23
		Truck	52	1	28	62	3	1,961	37
		Motorcycle	28	4	17	7	4	2,582	92
etc		42	3	18	20	6	2,234	53	

인은 개념 신뢰도가 0.59이었지만, 분산추출지수가 0.57로 부분적으로 만족하는 것으로 나타났고, 이 외의 요인들은 신뢰성, 타당성 모두 만족하는 것으로 추정되었다. 각 관측변수의 유의성 검증에서는 성별, 계절변수가 기준을 따르지 못하는 것으로 확인되었다. 성별의 경우 고령운전자 중에서도 남성의 사고빈도수가 여성보다 압도적으로 높은 비율을 보이기 때문인 것으로 판단되어진다.

따라서 시간 요인 전체와 차량 및 운전자 요인의 성별 변수를 제외하고 요인 분석을 재시행하였다. 그 결과 차

량과 운전자 요인의 개념 신뢰도가 0.65로 증가하였고, 0.7에 가까운 수치라 신뢰도가 있다고 판단하였다. 재시행한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Results of Construct Reliability (CR) and Variance Extracted Estimate (VEE)

Factor	CR	VEE
Situation of an accident	0.83	0.78
Environment	0.88	0.81
Vehicle and driver	0.65	0.60

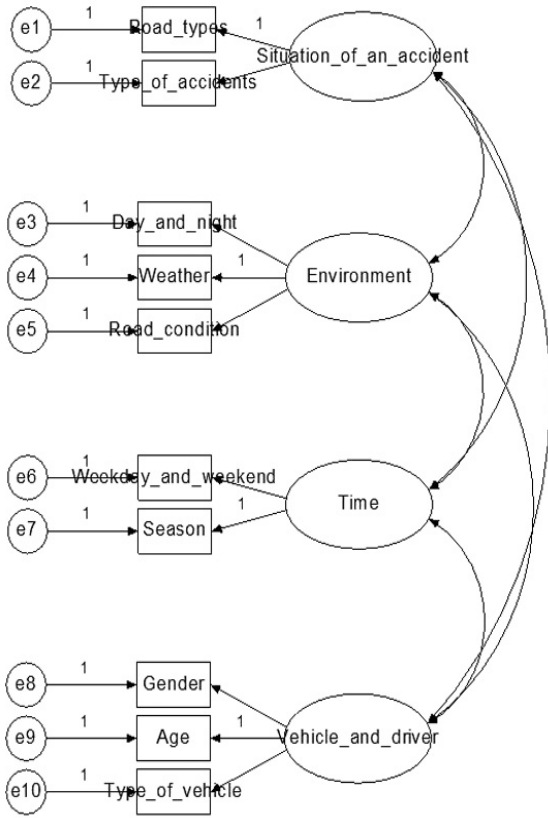


Fig. 3 Factor Analysis

분석 결과를 토대로 시간 요인과 차량 및 운전자 요인의 성별 변수를 제외하여 최종적인 외생변수의 잠재 요인과 관측변수를 선정하였다. 또한, 내생변수의 잠재 요인은 사고심각도로 설정하고 관측변수를 사망자수, 중상자수 등 인적 피해만을 고려한 관측변수 4개로 제시하였다. 최종적으로 선정된 잠재 요인과 관측변수는 Table 4와 같다.

Table 4. Definition of Model Variables

Factor	Variable
Severity	The number of deaths, Serious injuries, Moderate injuries, and Minor injuries
Situation of an accident	Road type, Type of accident
Environment	Day and Night, Weather, Road condition
Vehicle and driver	Age, Type of vehicle

5. 모형 추정 및 결과 분석

5.1. 모형 추정

요인분석의 결과를 바탕으로 구조방정식 모형의 경로

도형을 구축하였다. 총 585개의 사고 데이터를 통해 외생변수는 사고상황 요인, 환경 요인, 차량 및 운전자 요인으로, 사고심각도를 내생변수로 설정하여 구조방정식 모형의 경로도형을 구축하였다. 외생변수의 관측변수는 도로형태, 사고유형, 주야, 기상, 노면상태, 나이, 차종으로 7개의 항목, 내생변수의 관측변수는 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상자수 4개 항목으로 구성하였다.

모형분석을 수행하여 회귀계수를 도출하였다. 회귀계수의 Critical Ratio(CR)값과 p값에 의해 각 요인의 유의수준을 판단할 수 있다. $CR \geq \pm 1.96$, $p \leq 0.05$ 일 경우 유의수준을 만족하여 가설을 채택할 수 있다. 또한, 표준화 계수는 각 척도가 다른 관측변수들의 단위를 표준화 시켜 비교할 수 있고, 값이 클수록 영향력도 크다. Table 5는 내생변수와 외생변수 간의 회귀계수의 결과 값을 나타낸다.

Table 5. Regression Weight

Factor	Standardize Weight	CR	p	Adopt
Situation of an accident → Severity	-0.225	-3.938	***	Accepted
Environment → Severity	-0.137	-2.195	0.03	Accepted
Vehicle and driver → Severity	-0.378	-2.165	0.03	Accepted

CR과 p값이 모두 유의수준을 만족하여 각 요인들이 심각도에 영향을 미친다는 가정을 채택할 수 있다. 추정된 표준화 계수들이 사고심각도에 미친 영향 정도를 비교한 결과, 차량 및 운전자 요인이 -0.378로 음(-)의 영향으로 다른 요인 보다 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 차량 및 운전자 요인이 증가할수록, 심각도가 낮아지는 것을 의미한다. 모형의 전체적인 영향 관계 또한 표준화 계수로 Fig. 4에 나타났다. 이를 통해, 차량 및 운전자 요인 중에서도 나이는 65~74세일 경우, 차종은 승합차일 경우 사고심각도에 더욱 영향을 미치는 것을 의미한다. 사고상황 요인은 -0.225로 도로형태가 기타일 경우, 사고유형이 차대차일 경우 사고심각도가 높아지는 것으로 나타났다. 환경 요인의 경우는 주간일 경우, 기상이 맑음일 경우, 노면상태가 건조할 경우에 심각도에 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 내생변수인 심각도의 상대적인 영향력은 경상자수, 중상자수, 부상자수, 사망자수 순으로 나타났다.

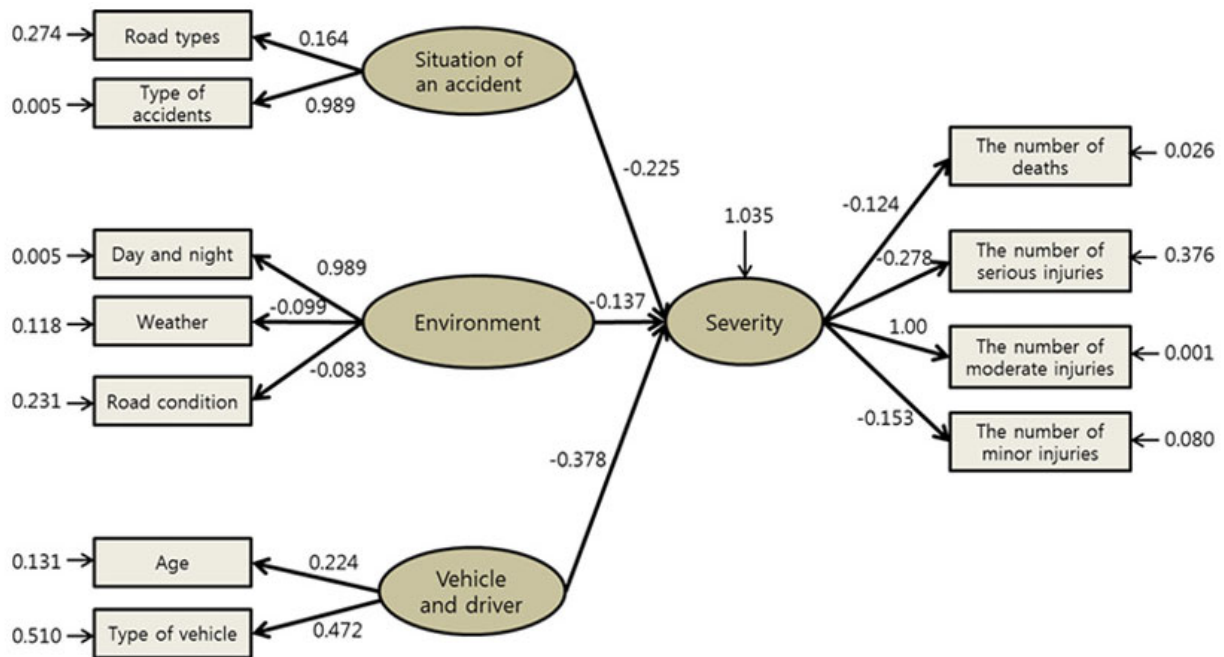


Fig. 4 Results of Analysis SEM

5.2. 모형 적합도 검증

모형의 적합도 평가는 기본적으로 X^2/df , Goodness of Fit Index(GFI), Adjusted Goodness of Fit Index(AGFI), Comparative fit index(CFI) 등을 이용한다. X^2/df 는 연구자가 제시한 연구모형이 실제 자료에 부합하는지 여부를 판단하는 통계량으로 3보다 작으면 적합도를 만족하는 것이라고 할 수 있다. GFI는 절대적합지수 중 하나로, 모형이 표본공분산행렬을 설명하는 비율을 나타내며 0.9 이상일 경우 양호하다고 나타낸다. AGFI는 간명적합지수 중 하나로, GFI를 자유도에 의해 조정해서 얻어진 경우 나타나는 지수이고, 0.9 이상이면 양호한 것으로 판단된다. CFI는 증분적합지수 중 하나로, Normed-fit index(NFI)의 결함을 보완하기 위해 모집단의 모수 및 분포를 표시하는 관점에서 개발된 지수이며 0.9 이상이면 양호하다고 간주된다. 또한, Root Mean Square Residual(RMR)와 Root Mean Square Error of Approximation(RMSEA)도 절대적합지수이지만, RMR은 GFI와는 반대의 개념으로 표본 자료를 통해 모형이 설명할 수 없는 분산/공분산의 크기를 나타내고 이런 이유라 작을수록 좋으며 보통 0.05 이하면 양호한 것으로 볼 수 있다. RMSEA는 통계량의 문제점을 보완하기 위해 개발된 적합지수로 0.05 이하면 상당히 좋은 모형으로 간주된다. Table 6은 본 연구의 적합도를 요약한 것으로, 지수들이 모두 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

Table 6. A Summary of Model Fit

Index	Results	Recommended level
X^2/df	1.856	below 3
GFI	0.975	over 0.9
AGFI	0.961	over 0.9
CFI	0.923	over 0.9
RMR	0.009	below 0.05
RMSEA	0.038	below 0.05

따라서 본 연구에서 적용한 모형이 주어진 자료에 전반적으로 잘 부합하는 것으로 판단할 수 있다.

6. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 경기도 고양시의 2011년~2013년 고령운전자 교통사고 자료를 활용하여 고령운전자의 교통사고 인적 피해 심각도에 영향을 미치는 요인과 상대적인 영향 관계를 분석하고자 구조방정식을 이용하여 연구를 수행하였다. 인적 피해 심각도는 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상자수로 4가지 관측변수를 두었으며, 그에 따른 요인으로는 사고상황 요인, 환경 요인, 차량 및 운전자 요인을 설정하였다.

연구결과를 정리하면 다음과 같다. 사고심각도에 상대적으로 가장 많은 영향을 미치는 차량 및 운전자의 요

인으로 파악되었고, 음의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 차종이 승합차이며, 65~74의 고령 운전자일 경우 타 사고에 비해 사고의 심각도가 크게 나타나는 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 승합차는 상업 혹은 사업목적으로 활용되고 있는 차량으로 운전업무에 종사하는 고령운전자군에서 사고의 심각도가 높게 나타나는 것으로 추정하고 있다. 이 결과는 본 연구 대상지가 수도권인 점을 고려하면, 특별 및 광역시도에서 승용차, 승합차가 다른 차종에 비해 상대적으로 많은 사고가 발생한다는 도로교통공단의 교통사고 통계분석 자료와 유사한 결과를 나타내는 것으로 판단된다. 두 번째로 영향을 미치는 요인은 사고상황 요인으로 특히, 사고 유형이 차대차일 경우 심각도에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이 결과 역시, 도로교통공단 자료와 일치하는 결과인 것으로 나타났다. 마지막으로 환경 요인의 경우, 주간일 경우 심각도에 영향을 미치는 것으로 분석되었는데 이것은 많은 일반 교통사고 연구의 결과와 상반되는 결과로, 고령운전자의 특성상 시력저하와 인지능력 저하 등으로 인해 야간에는 가급적 운전을 피하거나 운행에 더욱 주의하여 안전운전을 통해 심각도가 낮아지는 것으로 유추해 볼 수 있다.

본 연구 결과를 토대로 고령운전자의 사고특성이 일반 교통사고와 다르게 주간, 승합차 등에서 더 높은 사고가 발생하는 것을 고려할 때 고령운전자에 대한 대안 및 맞춤형 교육이 필요한 것으로 추정된다. 또한, 고령운전자가 승합차를 이용할 때 심각도가 높아지는 결과에 대해서는 본 연구에서는 대부분 승합차를 영업용 차량으로 간주할 때, 향후에 운전업무에 종사하는 고령운전자에 대한 적성검사 프로그램을 별도로 마련하는 등의 제도적 조치를 제안할 수 있다.

본 연구는 전국단위가 아니라 경기도 고양시를 중심으로 사고분석을 수행하여 전체 고령운전자 교통사고를 대표하지는 못하지만 고령운전자의 운전특성을 파악할 수 있는 시도로 판단된다. 하지만 전국단위 및 도시부, 지방부 등 지역 간 구분에 대한 고령운전자 사고특성 분석은 향후 연구가 고려되어야 할 것으로 판단된다.

또 본 연구에서는 한정된 교통사고 자료로 인해 도로 기하구조 요인을 분석하지 못한 한계가 존재하였고, 고령운전자를 대상으로만 하여 비고령운전자와의 차이를 비교하지 못한다는 점에서 도로기하구조 요인을 반영하고, 비고령운전자와의 비교·연구를 향후 연구로 제시하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업(15-주요) 차량 센서를 이용한 도로 노면온도 및 결빙예측기술 개발의 연구비 지원을 통해 수행되었습니다.

BIBLIOGRAPHY

- Bae, Yun Kyung, Ahn Sunyoung, Chung, JinHyuk 2013. Analysis on Comparison of Highway Accident Severity between Weekday and Weekend using Structural Equation Mode, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol.33 No.6. 2483-2491.
- David F. Preusser, Allan F. Williams, Susan A. Ferguson, Robert G. Ulmer, Helen B. Weinstein, 1998. Fatal Crash Risk for Older Drivers at Intersections. Accident Analysis & Prevention vol.30 No 2. 151-159.
- Future population project : 2010 ~ 2060, 2011, Statistical Statistics Korea.
- Kim, Dongkyuo, Yoo, JaeWook, Park, Minyoung 2012. Influential Factors on the Severity of Truck Crashes with Structural Equation Model, Korean Journal of Logistics, Vol.20 No.2. 53-62.
- Kim, Gyesoo, 2010, AMOS 18.0 Structural Equation Model Analysis, Hannarae Academy Publishing co.
- Park, ByungHo, Han, San Wook, Kim, KyungHwan 2009. Characteristics and Models of Intersection Accidents by Elderly Drivers in th Case of Chongju 4-legged Signalized Intersections, Journal of the Korean Society of Road Engineers, Vol.11 No.4. 33-40.
- Park, Woongwon, Joo, Sungkab, Lim, Joonbeom, Lee, Soobeom 2014. A Study on Clarifying Relationship between the Traffic Culture Index and Traffic Accidents Using Structural Equation Model, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol.34 No.5. 1571-1579.
- Park, JunTae, Ko, SeokBeom, Lee SooBeom 2010. Developing Older Driver's Accident Injury Severity Model for Accident Type : An Application of Ordered Probit Model, The Korea Transport Institute, Vol.17 No.4. 85-94.
- Road Traffic Accidents Statistical Analysis in Korea 2013, Korea Road Traffic Authority.
- Road Traffic Accidents Analysis book(Older driver's characteristics), 2013, Korea Road Traffic Authority.
- Yu, Jongpil, 2012, Concepts and Understanding of Structural Equation Model by Professor Yu's, Hannarae Academy Publishing co.