

# 이륜자동차 안전검사제도 도입 시 교통사고절감효과 분석

구자현<sup>1</sup> · 장진영<sup>1</sup> · 추상호<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>홍익대학교 도시계획과, <sup>2</sup>홍익대학교 건설도시공학부

## Analysis of Traffic Accident Reduction Effect When Introducing Motorcycle Safety Inspection

KOO, Jahun<sup>1</sup> · JANG, Jinyoung<sup>1</sup> · CHOO, Sang Ho<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Urban Planning, Hongik University, Seoul 04066, Korea

<sup>2</sup>School of Urban & Civil Engineering, Hongik University, Seoul 04066, Korea

\*Corresponding author: shchoo@hongik.ac.kr

### Abstract

The purpose of this study is to analyze traffic accident reduction effect of the introduction of motorcycle safety inspection. To analyze the effect of motorcycle inspection, we first estimate the number of defective motorcycles, and calculate the probability of accident occurrences caused by the defect using four year traffic accident data. Finally, we estimate the number of reduced accidents due to the introduction of the inspection and the total reduced accident cost. In this study, we analyzed three scenarios. It is analyzed that when the safety inspection system is applied to all motorcycles, 642 cases of traffic accidents and 325 million won per year of traffic accident costs are reduced. It is approximately 0.1% of 2014 total traffic accident cost of 26.5725 trillion won per year. It suggests that the cost of traffic accidents and traffic accidents due to vehicle factors are reduced when the safety inspection system is introduced.

**Keywords:** defective rate, motorcycle, reduced accident cost, reduced traffic accident, safety inspection

### 초록

본 연구는 이륜자동차의 안전검사제도가 도입될 경우 교통사고 절감효과에 관한 분석을 다루고 있다. 이를 위하여 우선, 독일 차량 및 운전자 연방국의 차량별 결함률을 이용하여 국내 차량별 이륜자동차 결함대수를 추정하고, 도로교통공단의 4년간 차량결함에 따른 사고건수 자료를 바탕으로 차량결함으로 인한 교통사고 확률을 산정한 뒤, 검사제도로 인한 차량결함 제거 비율을 적용하여 검사제도 도입으로 인한 교통사고 감소건수 및 감소된 교통사고비용을 추정하였다. 배기량별 제도도입을 가정하여 시나리오를 구분하여 분석하였는데, 전체 이륜자동차를 대상으로 안전검사제도를 도입 할 경우 교통사고 642건/년 및 교통사고비용 325억 원/년이 감소되는 것으로 분석되었다. 이는 2014년 국내교통사고비용 26조 5,725억 원/년의 약 0.1%에 해당되는 수준으로 이륜자동차 안전검사제도 도입 시 차량적 요인으로 인한 교통사고 및 교통사고비용이 감소되는 기대효과를 제시하였다.

**주요어:** 결함확률, 이륜자동차, 사고비용절감, 교통사고절감, 안전검사제도

J. Korean Soc. Transp.  
Vol.35, No.1, pp.25-36, February 2017  
<https://doi.org/10.7470/jkst.2017.35.1.025>

pISSN : 1229-1366  
eISSN : 2234-4217

Received: 17 October 2016

Revised: 8 December 2016

Accepted: 22 February 2017

Copyright ©  
Korean Society of Transportation

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.

## 서론

### 1. 연구배경 및 목적

이륜자동차는 사륜자동차에 비해 구입비용 및 유지비용이 저렴하고, 작은 크기 때문에 주차공간의 확보가 용이하고, 단거리 이동에 있어 편의성이 높아 이륜자동차에 대한 이용량은 지속적으로 증가하고 있다. Korea Statistical Information Service(KOSIS)자료에 따르면 2015년 말 기준 국내이륜자동차 신고대수는 약 216만 2천 대(50cc 미만 포함)로서 전체 자동차 등록대수의 약 9.3%를 차지하고 있다. 50cc 미만을 제외한 이륜자동차 신고대수는 2001년 170만 대에서 2015년 198만 대로 약 1.1%의 연평균 증가율을 보이고 있다.

Traffic Accident Analysis System(TAAS)의 2015년 교통사고자료를 살펴보면 연간 약 114만 건의 교통사고 중, 이륜자동차 관련 교통사고는 약 1.8%(약 2만 건)를 차지하고 있다. 이륜자동차 교통사고 사망률은 약 2.7%(558명)로 승용차의 사망률 0.5%에 비해 높은 것으로 나타났다.

이러한 상황에도 불구하고 국내의 이륜자동차 관련 제도는 체계화 되어 있지 못해 관리가 미흡한 실정이다. 2014년 4월부터 시행된 배출가스 정기검사 역시 대형 이륜자동차(260cc 초과)만을 대상으로 실시하고 있으며, 중형 및 소형 이륜자동차로의 대상 확대는 행정적인 문제점으로 인하여 지연되고 있는 상황이다. 이를 극복하기 위하여, 이륜자동차의 전반적인 관리제도를 개선하고자 국토교통과학기술진흥원에서 『이륜자동차 안전기준 및 검사장비 기술 개발(3세부 : 이륜자동차 관리제도 개선방안 연구)』을 수행하고 있다. 해당연구는 안전검사장비의 개발 및 검사기준·안전기준의 설정을 목표로 하고 있으며, 안전검사 항목으로는 후사경, 타이어, 연비, 원동기, 전자파, 스탠드, 제동장치, 조향장치, 전조등 등 다양한 항목을 설정하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 이륜자동차 안전검사제도의 도입으로 인한 이륜자동차 교통사고의 감소건수를 추정하고, 사고비용자료를 활용하여 교통사고 절감효과를 화폐 가치화 하고자 한다.

### 2. 연구의 범위 및 수행절차

본 연구의 범위는 국내 이륜자동차 전체로 설정하였으며, 시간적 범위는 2015년을 기준으로 설정하였으나, 관련 자료는 구득 가능한 최신자료를 기준으로 하였다. 효과분석을 위한 이륜자동차 신고대수는 2015년을 기준으로 하 되, 이륜자동차의 차령별 대수는 2009-2015년 판매 실적자료(한국이륜차산업협회, 2016. 7. 21) 및 설문조사(2016년 9월 22일~10월 14일) 자료를 사용하였고, 이륜자동차 결합 관련자료는 2005-2008년의 4년간 이륜자동차 결합별 사고건수(Road Traffic Authority, 2009)와 2014년 독일의 차령별 결합률(German Federal Bureau of Motor Vehicles and Drivers, 2014)을 사용하였다. 연구흐름은 Figure 1과 같다.

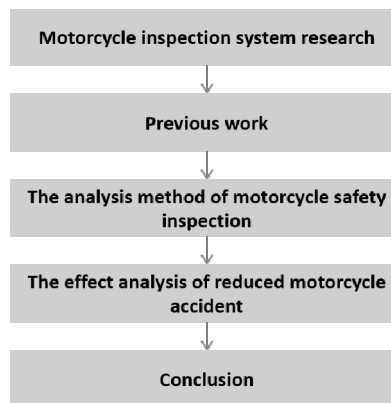


Figure 1. Flow chart

## 국내외 이륜자동차 관리현황

### 1. 국내 정기검사제도 현황

현재 국내에서 시행중인 이륜자동차 대상 정기검사제도는 2014년부터 시행중인 이륜자동차 배출가스 정기검사가 있다. 대형 이륜자동차(260cc 초과)를 대상으로 구매 후 첫 3년, 이후부터 2년에 한 차례씩 배출가스 검사를 받도록 하고 있다. 검사항목으로는 일산화탄소(CO)와 탄화수소(HC)의 농도, 경적음 및 배기소음, 차대번호 및 등록번호판의 동일성 확인 등이 있다. 따라서 현재 시행중인 정기검사에는 차량 결함과 같은 안전과 관련된 항목이 존재하지 않는다.

반면 자동차 정기검사제도에서는 『자동차관리법 제 43조』에 의거하여 신규검사, 정기검사, 튜닝검사, 임시검사, 수리검사를 수행하고 있다. 정기검사의 항목을 살펴보면 기기검사 항목으로 조향륜 옆미끄럼량, 제동력, 속도계 오차, 액화석유가스 누출, 전조등 광도 및 광축 등 총 7개 항목, 주요육안검사 항목으로 동일성 확인, 주행장치, 등화장치 등 총 14개 항목이 있어 실질적으로 차량 결함과 같은 안전과 관련된 항목역시 포함되어 있다.

### 2. 해외 정기검사제도 현황

해외 이륜자동차 정기검사제도를 살펴보면 국가별로 검사대상, 검사주기, 검사항목 등의 차이는 존재하나, 대체적으로 안전에 관한 정기검사제도를 수행하고 있는 것으로 나타났다.

일본은 250cc 초과 이륜자동차의 경우 소형자동차의 범주로 분류되어 최초 3년 이후 2년마다 정기적으로 검사를 받고 있지만, 250cc 이하 이륜자동차의 경우 대상에서 제외되어 있다. 검사 항목으로는 기기검사 항목으로 속도계, 브레이크, 헤드라이트, 소음 및 배출가스가 있고, 동일성 검사가 있다.

유럽의 경우 영국, 독일, 이탈리아 등 총 16개국에서 이륜자동차를 대상으로 정기검사제도를 시행하고 있다. 검사 주기 및 검사항목은 각 국가별로 약간 상이하지만, 대체적으로 1년 또는 2년마다 검사를 수행하고, 동일성, 브레이크, 전조등, 배출가스 및 소음, 속도계 등을 검사항목으로 지정하고 있다.

미국은 정기검사실시에 관한 모든 사항을 연방정부가 아닌 주정부가 결정하기 때문에 각 주별로 전수검사, 일부지역 검사, 샘플 검사, 미 시행 지역으로 나뉘어져 있다.

## 선행연구 검토

국내 사륜자동차 및 이륜자동차 연구는 주로 교통사고의 원인분석을 주요 목적으로 하고 있으며, 검사제도의 효과측정에 관한 연구는 미비한 실정이다. 교통사고 원인분석에 관한 선행연구를 보면, 사륜자동차 대상으로는 다양한 변수를 고려하여 분석이 수행되어 왔으나, 이륜자동차 대상으로는 간단한 기초통계분석 수준에 그치는 것으로 검토되었다. 아울러, 검사제도 관련 선행연구를 보면, 사륜자동차에 비해 이륜자동차에 관한 연구가 매우 미비한 상황인데, 이는 사륜자동차와 달리 이륜자동차는 정기검사제도가 시행되지 않고 있기 때문으로 판단된다. 해외의 관련연구에서도 이와 같은 상황으로 인하여 이륜자동차에 관련된 연구가 상대적으로 미비하며, 대부분 교통사고 원인에 관한 분석이 주를 이루고 검사제도와 관련된 연구는 거의 드문 것으로 조사되었다. 따라서, 이러한 한계를 고려하여 검사제도에 관한 선행연구 검토는 사륜자동차에 관한 연구로 대체하였다.

### 1. 국내 교통사고 관련 연구

먼저 국내 이륜자동차 교통사고에 관한 연구를 살펴보면 Road Traffic Authority(2009)에서는 4년간(2005-2008년)의 전국 사고자료를 기반으로 이륜자동차 교통사고 특성에 대해 기초통계분석을 실시하고, 인구밀

도를 고려하여 전국을 3개 그룹으로 나누어 각 그룹별 사망사고 발생건수 상위 5개 지역에 대하여 심층분석을 수행하였다. 분석결과 이륜자동차 교통사고는 사륜자동차 교통사고의 특성과 다른 것을 알 수 있었는데, 그 이유로는 이륜자동차의 도로상에서의 예측가능성, 운전자 회피행동, 교통흐름 등이 전체적으로 사륜자동차와 다른 특성을 보이기 때문인 것으로 분석되었다. Choi et al.(2014)은 서울시의 2008년 전체 이륜자동차 사고자료를 바탕으로 사고 심각도(경상, 부상, 중상, 사망)를 종속변수로 설정하여 교통사고에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. 분석결과 사고 발생시간, 사고유형, 도로선형, 이륜자동차배기량 등이 유의한 변수로 도출되었다.

국내 사륜자동차 교통사고에 관한 연구를 살펴보면 이륜자동차에 비해 다양한 변수를 고려하여 교통사고에 영향을 미치는 요인을 분석한 것으로 조사되었다. Park et al.(2013)은 전국 국도의 곡선부 구간 중, 최소설계기준 곡선반경을 만족하지 못하는 185개 구간에 대한 2007-2011년 사고자료를 바탕으로 곡선부에서의 교통사고 영향요인을 분석하였으며, 운전자의 시거와 차로폭이 교통사고에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. Hong et al.(2014)은 2010년 서울시의 교통사고, 인구 및 세대수, GIS자료를 바탕으로 행정동 단위의 소규모 지역단위 교통사고 예측모형을 구축하여 지역단위 교통에서의 사고요인을 분석하였으며, 도로 및 토지이용변수는 양의 관계를, 교통안전시설물 및 정책변수는 음의 관계가 있는 것으로 분석되었다. Lim et al.(2013)은 서울시의 2002-2008년 사고자료를 바탕으로 토지이용특성에 따른 교통사고를 분석하였다. 서울시를 4개의 토지이용 그룹으로 나누어 분석한 결과, 공간상호작용, 노출기반변수, 광로 비율 및 교차로 밀도 등이 교통사고의 영향요인으로 분석되었다.

## 2. 국내 검사제도 관련 연구

국내 이륜자동차 검사제도에 관한 연구를 살펴보면 The Korea Transport Institute(2013)에서는 해외 이륜자동차 검사제도 시행현황을 분석하여 국내의 이륜자동차 검사제도의 방향을 제시하고, 설문조사결과를 기반으로 기초통계분석을 실시하여 목적별, 차종별 사고노출빈도를 조사하고, 점검실태 현황을 조사하였다. 기초통계 분석결과 약 70%의 이륜자동차 운전자가 사고 예방적 차원의 점검을 수행하지 않는 것으로 나타났고, 그 중 약 40%는 점검 자체를 하지 않는 것으로 나타났다. 분석결과와 해외 이륜자동차 검사제도를 바탕으로 국내 이륜자동차의 검사항목 선정 및 제도 도입 시 예상되는 문제점에 대한 해결방안을 제시하였다. Bang et al.(2013)은 2013년의 이륜자동차 교통사고자료를 이용하여 이륜자동차의 결함에 의한 교통사고 감소건수를 도출했다. 국내 이륜자동차의 차령별 결함률을 추정하고, 결함이 존재하는 이륜자동차수를 산정한 뒤, 차령결함으로 인한 사고확률을 곱해 사고건수를 산출하였다. 이에 안전검사제도 도입에 의해 제거되는 결함률을 곱해 감소된 사고건수를 도출한 결과 안전검사제도에 의해 결함이 제거된 이륜자동차는 46,292대이고, 결함 제거로 인해 감소된 사고건수는 1,376건으로 분석되었다. 하지만, 해당연구는 사고발생확률 추정시 「4년간 차령결함 사고건수」를 「해당기간(4년간) 제작된 이륜자동차의 결함 추정대수」로 나누어 결함차량의 사고발생확률을 2.97%로 도출하였다. 이는, 분자부분은 4년간 누적자료 적용으로 과대추정하고, 분모부분은 해당기간에 운행된 「전체 이륜자동차 결함대수」가 아닌 「해당기간(4년간) 제작된 이륜자동차의 결함추정대수」를 적용하여 과소추정되었기 때문에 사고발생확률을 과대추정하는 오류가 있는 것으로 파악되었다.

국내 사륜자동차 검사제도에 관한 연구를 살펴보면 Cho et al.(2007)은 2005년 자동차검사 실적과 고속도로에서의 차령결함에 의한 교통사고건수를 바탕으로 검사제도 도입에 따른 교통사고 감소건수를 추정하였다. 차령결함요인별, 용도별 사고율을 이용하여 결함발생 가능대수를 추정하고, 연식별 차령결함요인별 결함수를 이용하여 감소건수를 도출한 결과, 총 교통사고건수의 약 11%에 해당하는 214,171건이 줄어들 것으로 분석되었다. Korea Transportation Safety Authority(2012)에서는 해외 자동차 검사제도를 살펴본 뒤, 국내 자동차검사시설 종사자를 대상으로 실시한 설문검사를 토대로 자동차 검사제도의 향후 발전방향을 제시하고 있다. 또한 2011년 사고자료를 바탕으로 차령결함요인별 결함수를 추정하여 교통사고 감소건수를 추정하였는데, 자동차검사로 인해 감소되는 교통사고는 최소 5,384건(덴마크 방법), 최대 113,056건(미국 인디애나 대학 방법)으로 나타났다.

### 3. 해외 교통사고 관련 연구

해외 이륜자동차 교통사고 관련 연구를 살펴보면 Jamtrakul et al.(2003)은 태국의 Khon Kaen의 2000년 이륜자동차 사고자료를 바탕으로 사고발생시의 생존확률모형을 도출하였다. 도출결과 사고심각도에 영향을 주는 요인으로는 시간, 월, 날씨, 성, 음주여부, 헬멧 착용여부 등으로 분석되었다. Li et al.(2008)은 중국의 2000-2005년 교통사고자료를 바탕으로 사고원인 및 특성에 대한 기초통계분석을 실시하여 외국의 경우와 비교분석하였다. Shankar et al.(1996)은 미국 위싱턴주의 1989-1994년 이륜자동차 단독 사고자료를 바탕으로 사고영향에 대한 분석을 수행하였다. 사고를 총 5개(차량파손, 부상, 경상, 중상, 사망)로 분류하여 분석한 결과, 환경적 요인, 도로상태, 차량특성, 운전자특성을 영향요인으로 도출하였다.

### 4. 해외 검사제도 관련 연구

해외 사륜자동차 검사제도 관련 연구를 살펴보면 Joseph et al.(1982)은 미국의 1970년 고속도로 사고자료를 바탕으로 Periodic Motor Vehicle Inspection(PMVI)과 무작위조사법을 시행하였을 시의 교통사고 감소효과를 분석하였다. 분석 결과 두 방법 모두 교통사고를 감소시키는 것으로 나타났고, 무작위조사법이 PMVI법보다 더 많은 양의 교통사고를 감소시키는 것으로 분석되었다. Christensen et al.(2007)은 1998-2002년 5년간의 노르웨이 자동차 253,098대의 검사자료 및 사고 자료를 바탕으로 정비제도 도입에 따른 기술적 결함의 감소 및 그에 따른 사고의 감소효과를 도출하였다. 조사결과 기술적 결함의 증가는 사고율을 약 5% 높이는 것으로 나타났고, 검사제도는 첫 번째 검사 시 평균 4.22개의 결함, 두 번째 검사 시 평균 0.17개의 결함으로 기술적 결함을 약 96% 감소시키는 것으로 나타났다. 하지만 검사제도의 시행은 자동차사고의 감소에 미비한 영향을 미쳤는데, 이는 보험사에서 얻은 데이터의 부정확성과 비교적 작은 표본의 정기검사 전 사고수의 사용에 의한 것으로 분석되었다.

### 5. 시사점 도출

국내외 선행연구의 검토결과 이륜자동차의 교통사고에 영향을 미치는 요인으로는 인적요인, 도로요인, 환경요인이 있는 것으로 분석되었다. 다수의 연구에서 차량결함이 교통사고를 증가시킨다는 것을 증명하였음에도 국내 이륜자동차 교통사고 통계에서 교통사고의 원인으로 차량결함요인이 도출되지 않은 것으로 나타났는데, 이는 사고원인 조사 시, 대부분 운전자의 법규위반으로 처리하는 경향이 있고, 사고발생 후에 원인을 조사하기 때문에 차량이 파손된 상황에서 차량결함의 여부를 판단하기 어렵기 때문으로 판단된다. 하지만 Korea Transportation Safety Authority(2012)에서 조사한 바에 따르면, 국내의 경우 고속도로 교통사고중 약 10.1%가 차량결함에 의한 사고로 추정되고, 해외의 경우에도 미국 도로교통안전국(NHTSA)에 의하면 전체 교통사고의 약 12%가, 독일 보험사 DEKRA Automobil GmbH의 연구에 따르면 2002-2007년의 전체 교통사고의 약 6.6%가 차량결함에 의해 발생하는 것으로 조사되었다. 이로 보아 이륜자동차 교통사고에서도 차량결함에 의한 사고가 적지 않을 것이라는 것을 예상할 수 있다. 이에 따라 최근 이륜자동차의 정기검사제도에 관한 연구들이 수행되고 있는데, 현재까지는 미흡한 실정이다.

이륜자동차 검사제도에 관련된 연구들은 주로 검사제도의 도입방안에 초점을 두고 있고, 검사제도의 효과에 대한 연구들 역시 감소된 사고건수만을 구하는데 그쳐 검사제도의 효과를 체감하는데 한계가 있으며, 일부 연구는 교통사고 감소건수 산정에 오류가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 선행연구의 오류를 바로잡고, 이륜자동차의 검사제도 도입효과를 화폐가치화 하여 전체 교통사고비용 대비 교통사고절감비용을 분석하고자 한다.



## 이륜자동차 안전검사제도 효과평가 방법론

이륜자동차의 안전검사제도가 도입될 경우, 차량결함으로 인한 교통사고의 감소가 예상된다. 이에 따라 전체 교통사고비용이 감소하게 될 것으로 예상되는데, 이를 산출하기 위해 Figure 2와 같은 단계를 거쳐 분석을 수행하였다.

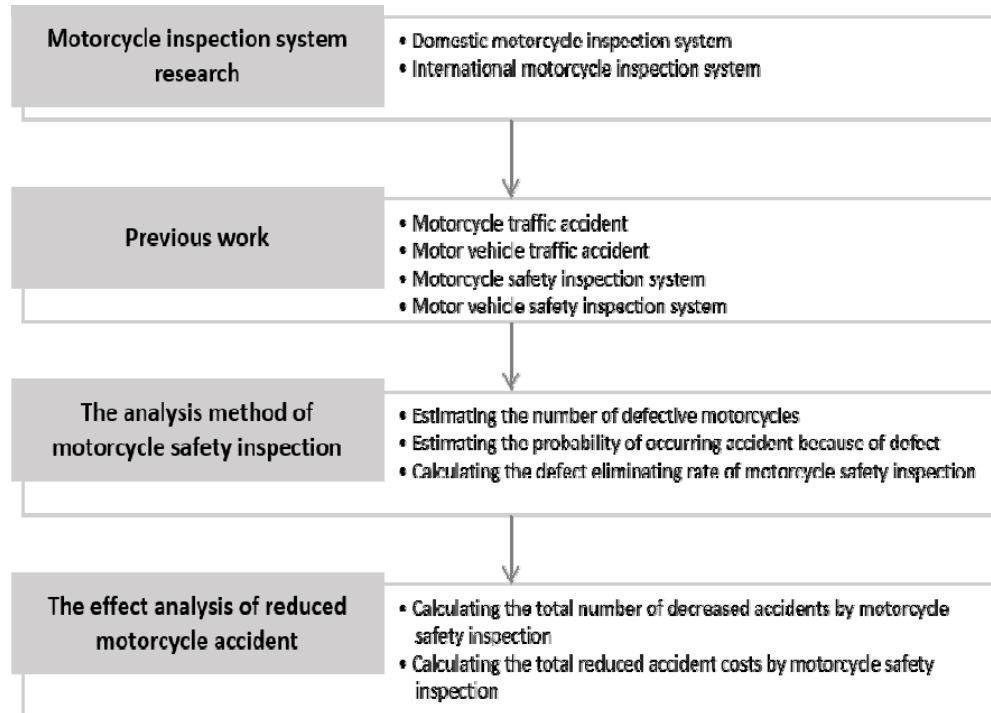


Figure 2. Procedure of the analysis

### 1. 이륜자동차 결함대수 추정

다양한 선행연구에서 차량의 차령이 증가할수록 결함이 발생할 확률도 증가하는 것으로 분석되었다. 하지만, 국내에서는 차령별 이륜자동차수가 제공되지 않아, 부득이하게 판매자료 및 설문조사의 차령비율을 적용하여 차령별 비율을 산출하였다. 즉, 차령( $i$ )이 6년 이하일 경우는 조사된 판매실적 자료( $ReMN_i$ )를, 7년 이상의 차령은 전체 이륜자동차 신고대수( $TM$ )와 조사된 판매실적( $ReMN_i$ )의 차이를 설문조사를 통해 얻은 차령비율( $R_i$ )을 사용하여 Equation 1과 같은 계산을 통해 차령별 이륜자동차대수( $MN_i$ )를 산출한다. 전체 이륜자동차 결함대수( $DM_i$ )는 차령에 따른 결함발생 비율( $MR_i$ ) 및 차령별 이륜자동차대수( $MN_i$ )에 의해 산출된 차령별 이륜자동차 결함대수( $DM_i$ )의 합을 통해 Equation 2 및 Equation 3과 같이 계산하였다.

$$MN_i = ReMN_i \quad (i \leq 6) \tag{1}$$

$$= (TM - \sum_{i=1}^6 ReMN_i) \times R_i \quad (i \geq 7)$$

$$DM_i = MR_i \times MN_i \tag{2}$$

$$DM_t = \sum_i DM_i \tag{3}$$

## 2. 차량결함에 의한 사고발생확률

차량결함에 의한 사고비율은 Road Traffic Authority(2009)에서 사용한 2005년부터 2008년까지의 4년간 발생한 이륜자동차 사고건수를 활용하였다. 결함 원인별 사고발생건수 및 전체 차량결함에 의한 사고건수는 Table 1과 같다. 4년간 사고건수 중 차량결함에 의한 요인은 1,448건으로 전체의 2.44%로 나타났다. 가장 많은 결함은 기타 차량적 요인(1.87%)이며, 그 다음으로 제동장치 불량(0.29%), 조향장치 불량(0.08%), 타이어 불량(0.08%)으로 나타났다. 해당 보고서에서는 안전기준이 명확히 정의되지 않았지만, 해외사례 중 European union(2016)의 경우에는 각 항목별 안전기준을 제시하고 있다. 예를 들어 버팀식 스탠드의 경우 EU의 형식승인절차(Regulation No 44-2014 Annex 16)에서 횡경사각 및 종경사각(상향)은 6%, 종경사각(하향)은 8%에서 고정되어야 함을 기준으로 제시하고 있다.

차량결함에 의한 사고비율이 낮은 이유는 사고원인 조사 시 차량에 결함이 존재할 때, 그것이 기존에 존재하던 결함인지, 사고에 의해 발생한 결함인지에 대한 판단의 어려움과, 대부분의 사고원인을 운전자 법규위반으로 처리하는 경향이 있기 때문으로 판단된다.

**Table 1.** The number of motorcycle accidents each type of defect

Defective types	The number of accident	Rate (%)
All types of defects	1,448	2.44
Break	172	0.29
Steering	46	0.08
Engine	7	0.01
Tire	45	0.08
Lamp	21	0.04
Illegal tampering	7	0.01
Road safety device	39	0.07
Others	1,111	1.87
Undefined	1,473	2.48
No defects	56,510	95.09
Sum	59,431	100.00

차량결함의 사고발생확률( $AR$ )은 1년간 차량결함 교통사고건수( $AN$ )와 전체 이륜자동차 결함대수( $DM_t$ )를 이용하여 Equation 4와 같이 산출한다.

$$AR = \frac{AN}{DM_t} \tag{4}$$

## 3. 안전검사로 인한 예상 사고감소건수

안전검사로 인한 사고감소건수를 구하기 위해서는 안전검사의 유효성과 관련이 있다. 즉, 안전검사를 시행하여 차량결함을 발견 및 제거하는 비율을 산정해야 한다. 안전검사로 인한 차량결함 제거비율에 관한 별도의 조사 자료는 구득의 한계로 인하여 선행연구의 적용사례를 살펴보았다. 선행연구(Christensen et al., 2007)에 의하면 첫 번째

검사 시 결함수 평균 4.22에서, 두 번째 검사 시 결함수 평균 0.17로 감소하여 약 96%의 결함제거율을 도출하였다. 이에 따라 본 연구에서도 안전검사로 인한 결함제거율을 96%로 적용하여 산출하였다.

전체 이륜자동차 결함대수( $DM_t$ )와 안전검사로 인한 결함제거율( $ER$ ) 및 차량결함으로 인한 사고발행 확률( $AR$ )을 이용해 Equation 5와 같이 안전검사로 인한 예상 사고감소건수( $DI_t$ )를 산출한다.

$$DI_t = DM_t \times ER \times AR \quad (5)$$

#### 4. 안전검사로 인한 예상 사고 감소비용

사고 한 건당 비용은 Road Traffic Authority(2008)에서 제시한 비용을 국가통계포털에서 제공하는 소비자물가지수를 반영하여 2015년의 비용으로 보정하여 Table 2와 같이 산출하여 사용하였다. 이 때, 순 평균비용(위자료, 장례비, 생산 손실비, 의료비 및 기타), 교통경찰비용, 보험행정비용 등을 포함하는 금액인 PGS 포함비용을 사용하였다.

Table 2. Vehicle accidents cost per each accidents

Type	Cost (Ten thousand won)	
	Excluded PGS	Included PGS
2007	2,595	4,159
2015	3,156	5,057

안전검사로 인한 이륜자동차 교통사고 사고감소건수( $DI_t$ )와 사고 한 건당 PGS 포함 비용( $CP$ )을 사용하여 Equation 6과 같이 안전검사로 인한 예상 사고 감소비용( $CD_t$ )을 산출한다.

$$CD_t = DI_t \times CP \quad (6)$$

### 이륜자동차 안전검사제도 교통사고절감효과 분석

#### 1. 이륜자동차 결함대수 추정

현재 국내의 이륜자동차 신고대수 통계는 해당 연도에 사용 중인 전체 신고대수로서 차량이 구분되어 제공되지 않는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 Korea Motorcycle Industry Association(KoMIA)에서 제공하는 2009-2015년의 판매실적을 사용하였고, 2008년 이전의 차량은 전국 이륜자동차 운전자를 대상으로 설문조사를 실시하여 도출된 차량비율을 사용하였다. 설문은 총 292부를 실시하였으며, 표본 확보의 한계성에 의해 개별면접조사(오프라인)와 온라인조사를 병행하여 실시하였다. 개별면접의 경우 2016년 9월 29일부터 30일까지 이틀간 서울시 동대문구 일원에서 수행하였으며, 온라인조사의 경우 2016년 9월 22일부터 10월 14일까지 23일간 이륜자동차 동호회 포털사이트의 협조를 받아 실시하였다. 이를 통해 온라인 설문 184부 및 오프라인 설문 108부, 총 292부의 설문조사 자료에 의한 이륜자동차 차량비율을 사용하였다.

차량에 따른 이륜자동차 결함발생 비율은 가장 최신 자료인 독일의 Federal Bureau of Motor Vehicle and Drivers(KBA)에서 2014년에 조사한 자료(Table 3)를 사용하였다. Equation 1, Equation 2 및 Equation 3을 사용하여 Table 3과 같이 차량별 및 전체 이륜자동차 결함대수를 추정하였다.



**Table 3. The estimated number of defective motorcycle (2015)**

Vehicle age	The number of motorcycle	Defect rate(%)	The number of defective motorcycle
above 10 (2005)	787,500	15.7	123,616
9 (2006)	204,167	13.4	27,426
8 (2007)	175,000	13.4	23,508
7 (2008)	277,083	12.5	34,515
6 (2009)	109,160	12.5	13,598
5 (2010)	120,681	10.8	12,994
4 (2011)	105,684	10.8	11,379
3 (2012)	91,626	8.3	7,618
2 (2013)	90,170	8.3	7,497
1 (2014)	91,832	8.3	7,635
0 (2015)	108,871	8.3	9,052
Sum	2,161,774	-	278,838

## 2. 차량결함에 의한 사고발생확률

Road Traffic Authority(2009)의 자료에 따르면, 2005-2008년의 차량결함에 의한 이륜자동차 사고건수는 총 1,448건으로 나타났다. 이는 4년간의 사고 데이터로, 연간 사고건수는 평균 362건으로 추정할 수 있다. 2005년부터 2008년까지의 각 연도별 이륜자동차 신고대수는 1,726,825-1,814,399대(KOSIS, 2016. 7. 21.)로 조사되었다. 이는 배기량 50cc 미만 이륜자동차를 제외한 신고대수 이므로 2012-2015년 배기량 50cc미만 이륜자동차의 비율을 감안하여 전 차종 이륜자동차 신고대수를 1,910,049-2,006,916대로 보정하였다. 2005-2008년의 이륜자동차 차량결함대수는 해당 연도의 자료가 수집된바 없기 때문에, 선행연구(Bang et al.(2013))에서 산출된 2013년의 이륜자동차 결함대수 비율을 통하여 산출하였다. 이 때, 선행연구에서는 모집단을 2005-2008년에 제작된 이륜자동차로 한정하였는데, 이는 다른 연도에 제작된 이륜자동차가 운행 중인 것을 고려하지 못한 오류가 있어 본 연구에서는 모집단을 전 차령에 대한 이륜자동차 신고대수로 변환하여 산출하였다. 2013년 이륜자동차 결함대수는 159,373대로, 전체 이륜자동차 신고대수(2,092,867대)의 7.6%를 차지하고 있으므로, 2005-2008년 이륜자동차 결함대수를 산출하면 Table 4와 같이 평균 148,966대(145,451-152,828대)의 이륜자동차가 차량결함이 있을 것으로 예상된다. 따라서, Equation 4에 의해 차량결함에 의한 사고발생확률은  $0.24\%(362 \div 148,966 \times 100)$ 로 도출된다.

**Table 4. The estimated number of defective motorcycle by each year (2005-2008)**

Type	The number of motorcycle	2013 Defect ratio (%)	The number of defective motorcycle
2005	1,910,049	7.6%	145,451
2006	1,933,388		147,229
2007	1,974,454		150,356
2008	2,006,916		152,828
Average	1,956,202	-	148,966

## 3. 안전검사제도 도입의 시나리오 설정

이륜자동차는 배기량에 의해 구분되며, 배출가스 검사가 대형 이륜자동차를 대상으로 우선 시행되고 있는 현실적인 상황을 고려하여 Table 5와 같이 3개의 Scenario를 구성하였다. Scenario 1은 대형(배기량 260cc 초과)만 검사

대상으로 할 경우, Scenario 2는 중형(배기량 100cc 초과), Scenario 3은 전 차종을 대상으로 할 경우이다.

**Table 5. The target motorcycle by scenario (2015)**

Type	The target motorcycle	The number of motorcycle	rate (%)
Scenario 1	Engine displacement exceeding 260cc	65,964	3.05
Scenario 2	Engine displacement exceeding 100cc	1,109,778	51.34
Scenario 3	All motorcycles	2,161,774	100.00

#### 4. 안전검사로 인한 예상 사고감소건수

Table 3에서 2015년 전체 이륜자동차 결함대수는 278,838대로 추정되었다. 그 중, 안전검사제도 시행에 의한 차량결함 제거비용을 선행연구에서 도출된 96%로 적용할 경우, 총 267,685대의 차량결함이 제거된다. 차량결함이 제거되었을 경우, Equation 4를 이용하여 Scenario별로 감소된 사고건수를 계산하면 Table 6과 같이 Scenario 1은 연간 20건, Scenario 2는 330건, Scenario 3은 642건의 교통사고가 감소되는 것으로 분석되었다.

**Table 6. The number of decreased accident of each defective motorcycle parts(2015)**

Type	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
The number of decreased accident	20	330	642

#### 5. 안전검사로 인한 예상 사고 감소비용

안전검사로 인해 감소한 이륜자동차 교통사고건수는 Scenario 별 20-642건/연으로 나타났다. 사고 한 건당 PGS 포함 사고비용은 약 5,057만원 이므로 Equation 5에 의해 Table 7이 도출된다. 이에 따라 감소된 총 사고비용은 Scenario 별로 약 10-325억 원/연으로 도출되었다.

**Table 7. Reduced accident cost by motorcycle safety inspection**

Type	Reduced accident cost (million won)		
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Vehicle accident cost	991	16,680	32,491

## 결론

### 1. 연구의 요약 및 시사점

본 연구는 2015년 이륜자동차 신고대수를 바탕으로 차량결함에 의한 교통사고건수를 산출, 안전검사제도의 도입에 따른 차량결함 제거율을 통한 교통사고 감소비용을 산출하여 이륜자동차 안전검사제도의 도입 시, 그에 따른 교통사고 절감효과를 화폐 가치화하여 제시하였다. 교통사고절감효과를 분석하기 위하여 2015년 이륜자동차 신고대수를 차량별 신고대수로 구분하고, 차량별 결함률을 통하여 전체 결함에 따른 이륜자동차 사고건수를 산정하였다. 그 후, 안전검사의 도입에 따른 결함제거율을 통해 감소된 사고건수 및 사고비용을 산출하였다.

안전검사를 수행하지 않는다면, 차량결함이 존재하는 이륜자동차는 총 278,838대이고, 이에 따라 발생하는 사고는 약 669건으로 추정되며, 이를 교통사고에 의한 사회적 비용으로 환산하면 약 338억 원으로 추정된다. 하지만 전

차종에 대해 이륜자동차 안전검사제도를 시행할 경우, 총 267,685대의 이륜자동차의 차량결함이 제거됨으로 인해 연간 642건의 교통사고가 감소하고, 약 325억 원의 교통사고 사회적 비용이 절감되는 것으로 추정되었다.

Road Traffic Authority(2015)에 의하면 2014년 전체 자동차 교통사고에 의한 사회적 비용은 약 26조 5,725억 원으로 조사되었으며, 본 연구에 의해 산출된 이륜자동차 차량결함감소로 인한 교통사고 감소비용 약 325억 원으로 전체 자동차 교통사고비용의 약 0.1%로 산출되었다. 이륜자동차 교통사고가 전체 자동차 교통사고의 약 1.8%(TAAS, 2016. 7. 21, 1당 기준)를 차지하는 것을 감안한다면, 적지 않은 비율인 것을 알 수 있다. 또한, 이륜자동차 신고대수는 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있기 때문에 이륜자동차의 교통사고 역시 증가할 가능성이 높은 것으로 볼 수 있다. 이에 따라 이륜자동차의 검사제도의 도입으로 차량측면의 교통사고 요인을 감소시킬 필요성이 증대되고 있는 실정이다. 이러한 상황에 의해 이륜자동차 안전검사제도 도입의 실효성의 평가방법 또한 필요하게 되어 그 방법 중 하나로 교통사고 절감효과를 화폐 가치화하여 분석하는데 본 연구의 의의가 있는 것으로 판단된다. 또한 안전검사의 도입에 따른 사고감소건수 도출시, 선행연구의 오류를 보완하여 보다 현실적인 결과를 도출하였고, 이에 따라 향후 이륜자동차 안전검사 관련 연구 또는 정책 수행 시 오류발생을 방지하는 효과가 있을 것으로 판단된다.

## 2. 연구의 한계점 및 향후 연구과제

국내의 경우 차량결함에 대한 관련연구가 적은편이며, 이륜자동차의 경우 자동차 등록대수의 약 9.3%에 달함에도 불구하고, 차량결함 또는 정비에 관한 연구가 매우 한정적인 것으로 나타났다. 이로 인해 본 연구에서 도출하고자 하는 기대효과 분석 시 활용 가능한 문헌 및 조사자료가 드물기 때문에, 다양한 연구자료의 비교·분석을 통한 검토가 현실적으로 매우 제한된 한계가 있다.

세부적으로 보면, 본 연구는 전체 이륜자동차의 일부 차령별 비율을 설문결과를 사용하여 실제 이륜자동차의 차령과 다소 차이가 존재할 수 있고, 국내 이륜자동차 신고제도의 한계로 인해 신고대수의 적정성에 관한 신뢰도에 의문사항이 있을 수 있으며, 해외의 차령별 결함률을 차용하여 사용해 국내의 실정과 다소 차이가 있을 수 있다. 또한 차량결함 요인별 사고비용의 사고 한 건당 사고비용은 모두 동일하게 적용하였으나, 결함요인에 따른 사고비용의 차이 역시 존재할 수 있을 것으로 예상된다. 이에 따라, 향후 이륜자동차 차량결함 요인별 사고비용을 분류하여 보다 세분화된 사고비용을 도출할 수 있을 것으로 예상되고, 이륜자동차 안전검사제도에 대한 효과분석 방법으로 검사제도 도입에 의한 정비업 활성화에 따른 경제적 비용 등 다양한 지표를 활용한 연구가 수행될 수 있을 것으로 기대된다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by a grant(16TLRP-B096239-02) from Transportation & Logistics Research Program funded by Minister of Land, Infrastructure and Transport of Korea government.

**알림:** 본 논문은 대한교통학회 제75회 학술발표회(2016.09.23)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

## REFERENCES

- Bang S. H., Lee J. S. (2013), An Analysis for Expected Effect of the Introduction of Motorcycle Safety Inspection, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 15(5), Korean Society of Road Engineers, 157-166.
- Cho H. S., Shim J. I., Kim J. R. (2007), Quantitative Effectiveness Analysis of Vehicle Inspection, *J. Korean Soc.*

- Transp., 25(3), Korean Society of Transportation, 65-74.
- Choi J. W., Kum K. J. (2014), Analysis of Factors Influencing Severity of Motorcycle Accidents using Ordered Probit Model, *International Journal of Highway Engineering*, 16(5), Korea Society of Road Engineers, 143-154.
- Christensen P., Elvik R. (2007), Effects on Accidents of Periodic Motor Vehicle Inspection in Norway, *Accident Analysis and Prevention*, 39, *Accident Analysis and Prevention*, 47-52.
- European union (2014), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/>, 2016.12.12.
- German Federal Bureau of Motor Vehicles and Drivers (2014), Fahrzeuguntersuchungen (FU) - Hauptuntersuchungen und Einzelabnahmen nach Überwachungsinstitutionen, German Kraftfahrt Bundesamt
- Hong J. Y., Lee S. B., Kim J. H. (2014), Development of Traffic Accident Frequency Prediction Model by Administrative zone: A Case of Seoul, *Journal of the Korea Society of Civil Engineers*, 35(6), Korea Society of Civil Engineers, 1297-1308.
- Iamtrakul P., Tanaboriboon Y., Hokao K. (2003), Analysis of Motorcycle Accidents in Developing Countries: A Case Study of Khon Kaen, Thailand, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 147-162.
- Joseph G. M., George A. O. (1982), Motor Vehicle Inspection and Accident Mortality: A Reexamination, *The Journal of Risk and Insurance*, 49(3), *The Journal of Risk and Insurance*, 423-435.
- Korea Development Institute (2008), Standard Guidance on Preliminary Feasibility of Road and Railway, 346-347. (도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구)
- Korea Motorcycle Industry Association(KoMIA), <http://www.komia.org>, 2016.7.21.
- Korea Statistical Information Service(KOSIS), <http://kosis.tr>, 2016.7.21.
- Korea Transportation Safety Authority (2012), A Study on Ways to Improve Vehicle Inspection System, Gimcheon, South Korea, 1-530.
- Li Y., Qiu J., Liu G. D., Zhou J. H., Zhang L., Wang Z. G., Zhao X. C., Jiang Z. Q. (2008), Motorcycle Accidents in China, *Chinese Journal of Traumatology*, 11(4), *Chinese Journal of Traumatology*, 243-246.
- Lim S. J., Park J. T. (2013), Development of Traffic Accident Models in Seoul Considering Land Use Characteristics, *Journal of the Korea Society of Disaster Information*, 9(1), Korea Society of Disaster Information, 30-49.
- Park J. H., Yun D. G., Sung J. G. (2013), Analysis on Factors Affecting Traffic Accident Severity - Case Study: Arterial Included Curve Section, *Journal of the Korean Society of Safety*, 28(6), Korea Society of Safety, 84-89.
- Road Traffic Authority (2009), Causal Analysis of Traffic Accidents: Analysis of a Character of Motorcycle Accidents, Seoul, South Korea, 3-112. (교통사고 요인분석: 이륜차사고 특성분석을 중심으로)
- Road Traffic Authority (2015), 2014 Cost Estimation and Evaluation of Road Traffic Accidents, Seoul, South Korea, 83. (2014 도로교통 사고비용의 추계와 평가)
- Shankar V., Mannering F. (1996), An Exploratory Multinomial Logit Analysis of Single-Vehicle Motorcycle Accident Severity, *Journal of Safety Research*, 27(3), *Journal of Safety Research*, 183-194.
- The Korea Transport Institute (2013), The Plan of Introduction of Motorcycle Safety Inspection, Sejong, South Korea, 1-115. (이륜자동차 검사제도 도입방안 연구)
- Traffic Accident Analysis System(TAAS), <http://taas.koroad.kr>, 2016.7.21.