

■ 論 文 ■

자동차 안전도평가제도의 정량적 효과분석

Quantitative Effectiveness Analysis of NCAP(New Car Assessment Program) on Traffic Safety

조 한 선

(한국교통연구원 육상교통연구본부
책임연구원)

심 재 익

(한국교통연구원 육상교통연구본부
책임연구원)

성 낙 문

(한국교통연구원 육상교통연구본부
연구위원)

목 차

- I. 서론
- II. 자동차 안전도평가제도의 현황 및 효과분석 사례
 - 1. 자동차안전도평가제도 현황
 - 2. 자동차안전도평가제도의 효과분석 사례
- III. 자동차안전도평가제도로 인한 사상자 감소분 추정 방법
 - 1. 사망자수 감소 추정 방법
- 2. 부상자수 감소 추정 방법
- IV. 자동차안전도평가제도로 인한 사상자 감소분 추정결과
 - 1. 정면충돌 시 승용차 관련 사상자 수 추정절차
 - 2. 정면충돌 시 사상자 수 감소분 추정결과
- V. 결론

Key Words : 자동차안전도평가제도, 정면충돌, 중상가능성, 교통사고, 교통안전
New Car Assessment Program(NCAP), front crash, traffic accident severity, traffic accident, vehicle safety

요 약

자동차 안전도평가제도는 제작사가 보다 안전한 자동차를 제작하도록 유도하기 위해 충돌시험 등을 통하여 자동차의 안전성을 평가하고, 그 결과를 소비자에게 공개하고 있다. 이것은 자동차 사고로 인한 사회적 손실을 감소시킬 수 있는 효과적인 자동차 안전정책 중의 하나로서, 우리나라는 1999년부터 건설교통부 주관으로 신차평가를 실시하고 있다. 현재 안전도평가 대상차종이 크게 증가하여 안전도평가 대상 차종의 확대가 필요한 시점임에도 불구하고, 현실은 그렇지 못한 실정인데, 그 이유로는 평가인력, 시설 및 비용 등 여러 가지가 있었으나, 가장 근본적인 이유는 자동차 안전도평가제도의 효과를 정확하게 파악하지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 자동차 안전도평가제도를 통해 자동차제작사가 자동차의 안전도를 향상시킴으로써 교통사고 발생 시 사고의 심각도를 얼마나 줄여줄 수 있는지를 정량적으로 분석함으로써 자동차 안전도평가제도의 효과를 측정해 보고자 하였다. 안전도평가 항목 중 이용가능한 자료가 있는 정면충돌만을 대상으로 정면충돌로 인한 사상자 수를 추정하고 안전도가 향상된 차종의 판매대수를 이용하여 자동차 안전도평가제도의 효과를 측정할 수 있는 방법을 개발하였다. 2005년도 자료를 이용하여 정면충돌사고 시 사상자 감소분을 추정해 본 결과, 자동차 안전도평가제도를 시행함으로써 자동차 안전도가 향상되어 2005년 1년 동안 교통사고로 인한 사망자는 약 1.51명, 부상자는 약 446명 감소한 것으로 나타났다.

New Car Assessment Program(NCAP) provides consumers with vehicle safety information, primarily front and side crash rating results, and more recently rollover ratings, to aid consumers in their vehicle purchase decisions. NCAP is a system to improve driver and passenger safety by providing market incentives for vehicle manufacturers to voluntarily design their vehicles to better protect drivers and passengers in a crash and be less susceptible to rollover, rather than by regulatory directives. NCAP have been performed since 1999 in Korea by the government in order to reduce fatalities and injuries caused by traffic accidents.

Although as the number of vehicles models increases, more vehicle models are required to be test and NCAP is evaluated as a valuable system for vehicle safety, the expansion of the system is slow. It looks like that the benefit of NCAP quantitatively was not verified.

In this study, based on the idea that the benefit of the NCAP is defined as the decrease of traffic accident severity by improving vehicle safety, a methodology to analyze the effectiveness of NCAP quantitatively in terms of traffic safety was developed. According to the developed methodology, the reduced numbers of fatalities and injuries were 1.51 and 466 in 2005.

I. 서론

자동차 사고로 인한 사상자를 줄이기 위해 각 국가는 다양한 제도를 도입하여 시행하고 있으며, 자동차와 관련된 대표적인 제도로는 자동차 안전도평가제도를 들 수 있다. 자동차 안전도평가제도는 소비자에게 보다 넓은 선택의 기회를 제공하고 자동차 제작사가 보다 안전한 자동차를 제작하도록 유도하기 위해 충돌시험 등을 통하여 자동차의 안전성을 평가하고, 그 결과를 소비자에게 공개함으로써 자동차 사고로 인한 인명피해와 사회적 손실을 감소시킬 수 있는 효과적인 자동차 안전정책 중의 하나이다¹⁾.

정부는 1999년부터 건설교통부 주관으로 자동차의 안전도평가를 실시하고, 그 결과를 발표하고 있으며, 1999년부터 2005년까지 800cc급~2,000cc급 승용자동차 40개 모델 및 2,500cc급~2,700cc급 승합자동차 2개 모델에 대한 정면충돌안전성, 측면충돌안전성, 제동성능, 전복안전성 및 머리지지대안전성을 평가한 바 있다. 미국 등 외국의 경우 생산차종의 대부분을 평가하는 반면 우리나라의 경우 승용자동차만을 평가하고 있는 실정이다^{2,3)}.

현재 자동차 제작사의 생산차종 및 수입차종이 다양해짐에 따라 안전도평가 대상차종이 크게 증가하여 안전도평가 대상 차종의 확대가 필요한 시점임에도 불구하고, 현실은 그렇지 못한 실정이다. 이는 물론 평가인력 및 시설과 관련된 예산상의 문제도 있겠지만, 근본적으로는 자동차 안전도평가제도의 효과를 정확하게 파악하지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 자동차 안전도평가제도가 교통사고 발생 시 사고의 심각도를 얼마나 줄여줄 수 있는지를 정량적으로 분석함으로써 자동차 안전도평가제도의 효과를 분석해 보고자 한다. 우선 자동차 안전도평가제도의 효과를 사상자수 감소에 초점을 두고 이를 추정할 수 있는 방법을 검토하였다. 분석에서는 안전도평가 항목 중 현재 안전도의 향상정도를 파악할 수 있는 정면충돌만을 고려하였고, 정면충돌로 인한 사상자 수를 교통사고통계 자료를 이용하여 추정하였다. 다음으로 안전도가 향상된 차종의 판매대수를 이용하여 자동차 안전도평가제도의 효과라고 할 수 있는 사상자 감소수를 추정하였다.

II. 자동차 안전도평가제도의 현황 및 효과분석 사례

1. 자동차 안전도평가제도 현황

1) 국내^{2,3)}

우리나라의 자동차 안전도평가항목으로는 정면충돌안전성, 측면충돌안전성, 제동성능, 전복안전성, 머리지지대 안전성 총 5가지가 있으며, 1999년 평가를 시작으로 2005년 말까지 승용차, 다목적 승용차를 대상으로 평가를 수행한 결과 중 자동차 안전도의 향상 정도를 확인할 수 있는 동일차종에 대해 2회 이상 평가한 차종은 정면충돌안전성 평가를 수행한 7개 승용차만이 있는 것으로 나타났다.

정면충돌안전성평가는 <표 1>과 같이 약식상해등급(Abbreviated Injury Scale: AIS)을 기준으로 상해등급을 나누며, 충돌 시와 충돌 후의 문열림 및 연료누출 여부에 따라 안전성을 평가하여 점수 부여하고있다. 약식상해등급(AIS)은 5가지로 구분되어지는데, 머리의 경우 의식상태, 흉부의 경우 늑골 골절, 심장 타박상 및 대동맥 열상 등으로 판단한다. 중상가능성 산정방법에 따라 머리상해가능성과 흉부상해가능성은 <표 2>와 같이 %로 계산하고, 머리와 흉부의 복합적인 효과를 고려하여 조합된 상해가능성을 산정한다. 조합된 상해가능성은 10% 이하는

<표 1> 약식상해등급(AIS)

상해등급(AIS)	머리	흉부	사망률(%)
1(Minor)	두통 또는 현기증	늑골 1개 골절	0.0
2(Moderate)	의식불명 (1시간 미만) 선형골절	늑골 2~3개 골절 흉부 골절	0.1~0.4
3(Serious)	의식불명 (1~6시간) 합몰골절	심장 타박상, 늑골 2~3개 골절(혈 또는 기흉 존재)	0.8~2.1
4(Severe)	의식불명 (6~24시간) 소혈종	늑골 양쪽 3개 이상 골절 흉부 손상	7.9~10.6
5(Critical)	의식불명 (24시간 이상) 대혈종	대동맥의 심한 열상	53.1~58.4
6(Maximum Injury)	-	-	사실상 생존하기 힘듦

〈표 2〉 정면충돌안전성 평가방법

구분	평가방법
상해등급	<ul style="list-style-type: none"> 운전자석과 전방 탑승자석에 탑승한 사람이 머리와 가슴에 받게 되는 충격량을 측정하여 그 충격으로 인해 중상(AIS 4)을 입을 가능성(%) 계산 중상을 입을 가능성을 5단계로 구분하여 최고등급을 별 5개, 최저등급을 별 1개로 표시 <ul style="list-style-type: none"> ★★★★★ : Pcomb 10% 이하 ★★★★ : Pcomb 11% 이상 ~ 20% 이하 ★★★ : Pcomb 21% 이상 ~ 35% 이하 ★★ : Pcomb 36% 이상 ~ 45% 이하 ★ : Pcomb 46% 이상 <p>※ 중상(AIS≥4) 가능성 산정방법</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 머리상해가능성 : $P_{head} = \{1 + \exp[5.02 - 0.00351 \times HIC]\}^{-1}$ ○ 흉부상해가능성 : $P_{chest} = \{1 + \exp[5.55 - 0.0693 \times Chest\ g\ s]\}^{-1}$ ○ 머리와 흉부의 복합적인 효과를 고려한 중상가능성 $P_{comb} = P_{head} + P_{chest} - P_{head} \times P_{chest}$
충돌 시 문열림 여부	<ul style="list-style-type: none"> 충돌하는 순간에 문이 열릴 경우 탑승자가 밖으로 튕겨 나갈 수 있으므로 충돌하는 순간에 문이 열렸는지 여부 확인 <p>〈기록〉 - 색상 • 문이 열리지 않음(녹색) • 문이 열림(적색)</p>
충돌 후 문열림 여부	<ul style="list-style-type: none"> 충돌한 후 문이 쉽게 열려야 탑승자가 스스로 밖으로 나오거나 외부에서 쉽게 구조할 수 있으므로 충돌 후 차실 밖에서 손으로 문을 여는데 소요되는 힘의 크기를 측정 <p>〈기록〉 - 색상 • 문이 열 수 있음(녹색) • 문이 열 수 없음(적색)</p>
충돌 후 연료누출 여부	<ul style="list-style-type: none"> 충돌로 인해 연료가 새어 나오게 되면 엔진열로 인해 화재가 발생할 위험이 있으므로 연료누출 여부 확인 <p>〈기록〉 - 색상 • 연료누출 되지않음(녹색) • 연료누출됨(적색)</p>

별 5개, 11% 이상~20% 이하 별 4개, 21% 이상~35% 이하는 별 3개, 36% 이상~45% 이하는 별 2개, 46% 이상은 별 1개로 표시한다. 또한, 충돌 시 문열림 여부는 충돌 순간의 문열림 여부를 판단하며, 충돌 후 문열림 여부는 문을 여는데 소요되는 힘의 크기를 측정하여 판단하며, 충돌 후 연료누출 여부는 연료가 새었는지를 판단한다.

이 중 〈표 3〉과 같이 비교년도의 차이가 적은 중형승용차 4개 차종에 대해서 안전도향상 정도를 살펴보면 다음과 같다. 르노삼성 SM5의 경우 2000년 운전자석 16%, 조수석 33%에서 2005년 운전자석 9%, 조수석 5%로 안전도가 운전자석은 7%, 조수석은 28% 향상된 것으로 나타났다. 현대 쏘나타의 경우 2000년 대비 2004년의 경우 조수석만 12% 정도 안전도가 향상된 것으로 나타났다. 지엠대우 매그너스의 경우 2000년 대비 2004년 운전자석은 4%, 조수석은 13% 정도 안전도가 향상하였으며, 기아 옵티마리갈의 경우 2000년 대비 2004년 운전자석은 4%, 조수석은 13% 정도 안전도가 향상된 것으로 나타났다. 경차나 소형차의 경우도 운전자석 및 조수석의 평균 약 9 ~ 21% 정도 안전도가 향상된 것으로 나타났다.

2) 외국

미국의 경우 자동차정보법을 근간으로 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration, U.S.A)에서 주관하여 승용차, 경트럭, 다목적 승용차를 대상으로 정면충돌/측면충돌/전복안전성에 대해 정면충돌과 측면충돌은 승객상해치를 5단계로 구분하여 평가하고 있으며, 전복안전성은 낚시바늘형태의 주행에 따른 전복 위험성을 평가하고 있다. 향후 읍셋정면충돌 및 어린이 안전도 평가를 수행할 예정에 있다⁴⁾.

유럽의 경우 법적으로 시행의무는 없고, 국가별 주관기관이 다르기는 하지만, 공통적인 평가방법 Euro NCAP(Euroean New Car Assesment Program)을 도입하여 시행중에 있다. 승용차, 다목적 승용차를 대상으로 40% 읍셋정면충돌/측면충돌/전진주 측면충돌/보행자 충돌/어린이 좌석안전성에 대해 정면/측면충돌은 종합적으로 5단계 상해점수(%), 보행자충돌은 4단계 상해점수, 어린이 좌석안전성은 5단계로 구분하여 평가하고 있다⁵⁾.

호주의 경우 Euro NCAP과 같이 주정부도로교통국과 자동차연합회의 주관으로 승용차, 경트럭, 다목적승용차를 대상으로 어린이 좌석안전성을 제외한 40%읍셋

〈표 3〉 자동차 안전도 평가 결과

차명	평가연도	정면충돌시험 결과	
		운전자석	조수석
르노삼성 SM5	2000	★★★★ (16%)	★★★ (33%)
	2005	★★★★★ (9%)	★★★★★ (5%)
	증감	7%	28%
현대 쏘나타	2000	★★★★★ (10%)	★★★ (21%)
	2004	★★★★★ (10%)	★★★★★ (9%)
	증감	-	12%
지엠대우 매그너스	2000	★★★★ (11%)	★★★ (34%)
	2004	★★★★★ (9%)	★★★★★ (10%)
	증감	2%	24%
기아 옵티마 리갈	2000	★★★★★ (10%)	★★★ (25%)
	2004	★★★★★ (5%)	★★★★ (12%)
	증감	4%	13%
지엠대우 마티즈	2002	★ (63%)	★ (68%)
	2003	★★★★ (15%)	★★ (40%)
	증감	48%	28%
기아 리오	2001	★★★ (35%)	★★★ (22%)
	2003	★★★★ (16%)	★★★ (24%)
	증감	19%	-2%
현대 베르나	2001	★ (50%)	★★★ (23%)
	2003	★★★★ (12%)	★★★★ (20%)
	증감	38%	3%

정면충돌/측면충돌/전신주 측면충돌/보행자충돌에 대해 정면/측면충돌은 5단계 상해점수(%), 보행자 충돌은 4 단계 상해점수로 구분하여 평가하고 있다⁶⁾.

일본의 경우 국토교통성과 자동차사고대책기구의 주관으로 승용차, 다목적승용차를 대상으로 정면충돌/40%옵셋정면충돌/측면충돌/보행자 충돌/제동성능/어린이 좌석 안전성에 대해 정면/측면충돌은 6단계 상해점수, 보행자 충돌은 5단계 상해점수, 제동성능은 제동거리, 어린이 좌석안전성은 4단계로 구분하여 평가하고 있다⁷⁾.

3) 시사점

위에서 살펴본 바와 같이 국내·외적으로 평가방법은 다소 다를 수 있으나 거의 유사한 항목을 이용하여 자동

차 안전도를 평가하고 있는 것을 알 수 있다.

국내에서는 자동차 안전에 가장 중요한 요소라 할 수 있는 정면충돌안전성, 측면충돌안전성, 제동성능, 전복 안전성, 머리지지대 안전성 등에 대한 평가를 수행하고 있지만, 선진외국에서는 이외에도 옵셋정면충돌 및 전신주 측면충돌 등 다양한 충돌유형에 대해 안전성을 평가하고 있는 것으로 나타났다. 특히 보행자 충돌 등 차량 이외의 요소인 보행자의 안전성까지도 자동차 안전도의 중요한 요소로 고려되고 있음을 알 수 있었다. 이러한 외국의 사례를 바탕으로 기본적인 자동차 안전 요소 이외에도 자동차의 안전도를 향상시키기 위해 부가적인 평가 항목 추가 및 개발이 필요하고 할 수 있겠다.

2. 자동차 안전도평가제도의 효과분석 사례

자동차 안전도평가제도의 효과는 여러 측면에서 접근할 수 있겠지만, 여기서는 본 연구의 목적과 부합되는 자동차 안전도평가 결과인 자동차사고 중상가능성 감소 산정 사례를 중심으로 정리해 보고자 한다.

1) Euro NCAP 의 효과 분석⁸⁾

Euro NCAP는 1996년도부터 충돌시험프로그램을 시작하였으며, 2000년도 까지 64개의 다른 종류의 차량들에 대해 정면충돌과 측면충돌시험이 수행되었고 결과가 공개되었다. Euro NCAP는 차량의 안전수준을 표시하기위하여 별을 사용하는데, 별 등급은 정면과 측면충돌에 대한 보호 장치의 수준을 보여준다. 별등급은 정면충돌과 측면충돌에서 얻어지는 점수에 의해 정해지는데, 이런 점수시스템이 이론적으로 모든 사고형태의 결과를 예측하지는 못하지만 높은 점수와 교통사고에서 전체적인 안전편익은 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. Euro NCAP에서는 높은 점수를 받은 차량이 부상의 위험을 줄이는 정도를 파악하기 위한 부상위험 함수를 만들기 위해 새로운 통계적 기술을 적용하여 정면 측면 보호 점수와 실제생활에서의 편익과의 관계를 분석하였다.

자동차 안전도평가 시행으로 인한 교통사고 시 중상가능성 감소분을 추정하는 통계적 방법으로 두 개 차량사고의 상관적인 위험도를 도출하기 위해 사용되는 [쌍비교 기술]을 적용하였다. 관련된 부상 위험은 접촉을 한 차량과 접촉을 당한 차량의 부상결과를 비교하는 것으로 계산하였다. Euro NCAP의 비교 결과, Euro

NCAP 등급과 심각한 부상 위험 간에 매우 밀접한 관계를 가지고 있으나, 경미한 부상간의 전체적인 등급은 발전할 수 없었으며, 그룹에서 높은 등급을 가진 차량들은 낮은 부상위험도를 나타내는 것으로 분석되었다. 결국 높은 등급의 차량들은 약 30% 낮은 치명적 부상위험도를 보이고 있으며, 실제사고에서 치명적인 사고는 별의 개수가 다르면 부상위험도 다른 것으로 분석되었다. 즉, 차량충돌시험에서 3-4개의 별을 가진 차량은 2개 이하를 가진 차량보다 약 30% 안전한 것을 나타낸다.

2) VSC(Vehicle Stability Control)의 효과분석⁹⁾

일본의 도요타 자동차에서는 차량동적운행과 관련된 교통사고조사 결과 및 이를 토대로 한 대형 사고의 상황 실험 시 제어기능 상실로 인한 사고가 대략 20% 정도로 꽤 높은 비중을 차지하는 것으로 파악하여 차량의 밸런스 유지의 중요함을 재인식하게 되었다. 이에 따라, 차체의 밸런스를 유지시키기 위한 장치인 VSC(Vehicle Stability Control)의 효과분석을 실시하였다.

사고를 일으키는 연령대는 다양하게 발생하므로 정확한 비교를 위해서 일부 연령대에서만 판매된 차량을 선정하여 비교하는 방법을 적용하였다. VSC 장착차량 약 39만대, VSC 미장착차량 약 98만대를 이용하여 사고율 및 사상자율을 분석한 결과, 차량단독사고와 정면충돌사고 시 심각 또는 중상피해 사고의 경우 약 50%와 40%의 감소를 보인 것으로 추정되었으며, 사상자율은 차량단독사고 및 정면충돌 모두 약 35% 정도의 감소를 보인 것으로 추정되었다.

결론적으로 보다 심각한 사고의 경우 VSC가 더 높은 속도범위에서 차량동적운행에 큰 부분을 차지함으로써 사고를 감소시킬 수 있다고 판단하였다.

3) 시사점

위에서 살펴보았듯이, Euro NCAP에서는 자동차 안전도 평가를 시행함으로써 직접적으로 얻을 수 있는 효과인 사상자 감소 측면, 즉 자동차 안전도평가제도의 효과 분석에 대해서 수행한 연구는 없었고, 단지, 안전도 등급에 따른 부상위험도와외의 관계를 규명하는 연구를 수행한 것으로 나타났다. 이와 같은 연구는 본 논문에서 분석하고자 하는 자동차 안전도평가제도가 사상자 감소에 얼마나 기여하는지에 대한 내용과는 차이가 있으나, 자동차 안전도 평가 결과 부여받은 안전도 등급에 대한 신

뢰도를 검증하였다는 측면에서 의의가 있다고 하겠다.

일본의 경우는 VSC의 장착여부에 따른 부상 심각도를 비교함으로써 VSC가 충돌사고 발생 시 중상가능을 감소시킬 수 있다는 것을 밝혀냈다. 이는 자동차 안전도평가제도의 효과 분석보다는 안전성 향상을 위한 부품인 VSC에 대한 효과 분석으로 해석할 수 있어 역시, 본 논문에서 연구하고자하는 방법과는 차이가 있다고 할 수 있다.

III. 자동차안전도평가제도로 인한 사상자 감소분 추정 방법

1. 사망자수 감소 추정 방법

자동차 안전도평가제도를 시행함으로써 얻을 수 있는 편익은 차량을 안전하게 제작함으로써, 교통사고 시 중상가능성을 감소시키는 것이라 할 수 있을 것이다. 안전도평가제도 시행으로 인한 교통사고 중상가능성 감소분 중 사망자 수의 감소분은 안전도평가를 수행하지 않았을 경우 추가되었을 사망자 수(NR1)로 정의할 수 있으며, 식(1)과 같이 구할 수 있을 것이다. 여기서, 안전도평가 결과로 도출되는 중상가능성 감소율이 곧 사망자 수 감소율과 동일하다는 가정이 필요하다. 즉, 중상가능성이 1% 감소했다라는 의미는 사망자가 100명 발생할 것을 중상가능성이 1% 감소함으로써, 99명의 사망자와 1명의 부상자가 발생하였다는 의미로, 중상가능성 감소율과 사망자 수 감소율과의 정확한 관계를 모르는 상황에서 받아들일 수 있는 가정이라 판단되었다.

NR1을 구하기 위해서는 안전도 평가를 수행한 차종의 판매대수를 제외한 등록차량(T-N)에서 발생한 교통사고 사망자 수(A1)와 안전도평가를 받은 차량에서 발생한 사망자수(B1)의 추정이 필요하다. 안전도 평가를 수행한 차종의 판매대수를 제외한 등록차량(T-N)에서 발생한 교통사고 사망자(A) 올은 안전도평가를 받은 차량(N)이 안전도평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 발생할 사망자 수(OB1) 을과 같을 것이다. 그러므로, 비례식 T-N: A = N: OB1 이 성립될 것이고, 이 비례식으로부터 식(3)이 도출 될 수 있다. 또한, 안전도평가를 받은 차량에서 실제 발생한 사망자 수(B1)는 식(4)와 같이 안전도평가를 받은 차량이 안전도평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 발생할 사망자 수(OB1)에서 안전도가 향상되어

감소한 사망자 수를 감함으로써 구할 수 있을 것이다. 식 (3)과 식(4)를 식(2)에 대입하여 식(5)와 같이 OB1을 구할 수 있으며 최종적으로 식(1)을 이용하여 NR1을 추정하게 된다. 그 기본개념도는 <그림 1>과 같다. 예를 들어, 총 자동차 등록대수(T) 1,000대, 안전도평가를 수행한 차종의 판매대수(N) 200대, 실제 사망자(F) 100명, 정면충돌로 인한 중상가능성 감소비율(R)을 20%라 할 경우, 안전도평가를 받은 차량(N)이 안전도 평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 발생할 사망자 수(OB1)와 안전도평가를 받은 차량(N)에서 발생한 사망자수(B1)는 식(5)와 식(4)를 이용하여 구할 수 있으며, 각각 20.1명 18.8명이다. 그러므로, 안전도평가를 수행하여 안전도가 향상됨으로써 감소한 사망자 수(NR)는 2.1명이 되는 것이다.

$$NR1_i = OB1_i - B1_i \quad (1)$$

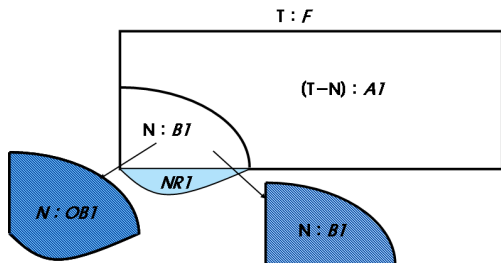
$$A1_i + B1_i = F \quad (2)$$

$$A1_i = \frac{T - N_i}{N_i} \times OB1_i \quad (3)$$

$$B1_i = OB1_i \times (1 - R) \quad (4)$$

$$OB1_i = \frac{F}{\frac{T - N_i}{N_i} + (1 - R)} \quad (5)$$

여기서, NR1_i : i번째 안전도평가를 수행하여 안전도가 향상됨으로써 감소한 사망자 수
 T : 총 자동차등록대수
 N_i : i번째 안전도평가를 수행한 차종의 판매대수
 F : 정면충돌 사고로 인한 사망자수
 A1_i : i번째 안전도평가를 받지 않은 차량에서 정면충돌 사고로 인한 사망자수



<그림 1> 안전도평가를 통한 교통사고 사망자 감소 추정 기본개념도

B1_i : i번째 안전도평가를 받은 차량에서 정면충돌사고로 인한 사망자수

OB1_i : i번째 안전도평가를 받은 차량이 안전도평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 정면충돌 사고로 인한 사망자수

R : 정면충돌로 인한 중상가능성 감소비율

2. 부상자수 감소 추정 방법

자동차안전도평가제도를 시행함으로써 얻을 수 있는 편익은 사망자 감소이외에 부상자 감소를 들 수 있는데, 사망자 감소분 추정과 같은 방법을 따른다. 즉, 안전도평가제도 시행으로 인한 교통사고 부상자 수의 감소분은 안전도평가를 수행하지 않았을 경우 추가되었을 부상자 수(NR2)로 정의할 수 있으며, 식(6)~식(10)과 같이 추정할 수 있을 것이다.

$$NR2_i = OB2_i - B2_i \quad (6)$$

$$A2_i + B2_i = J \quad (7)$$

$$A2_i = \frac{T - N_i}{N_i} \times OB2_i \quad (8)$$

$$B2_i = OB2_i \times (1 - R) \quad (9)$$

$$OB2_i = \frac{J}{\frac{T - N_i}{N_i} + (1 - R)} \quad (10)$$

여기서, NR2_i : i번째 안전도평가를 수행하여 안전도가 향상됨으로써 감소한 부상자 수
 T : 총 자동차등록대수
 N_i : i번째 안전도평가를 수행한 차종의 판매대수
 J : 정면충돌 사고로 인한 부상자수
 A2_i : i번째 안전도평가를 받지 않은 차량에서 정면충돌 사고로 인한 부상자수
 B2_i : i번째 안전도평가를 받은 차량에서 정면충돌 사고로 인한 부상자수
 OB2_i : i번째 안전도평가를 받은 차량이 안전도평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 정면충돌 사고로 인한 부상자수
 R : 정면충돌로 인한 중상가능성 감소비율

IV. 자동차안전도평가제도로 인한 사상자 감소 분 추정 결과

1. 정면충돌 시 승용차관련 사상자 수 추정 절차

자동차 안전도평가제도 시행으로 인한 사상자 감소분 추정은 교통안전공단 자동차성능연구소에서 수행한 2001년부터 2005년까지의 안전도평가 자료와 2005년도 우리나라 교통사고통계 자료를 토대로 추정하였다.

정면충돌 시 사망자와 부상자의 감소는 자동차 안전도 향상으로 인한 것이라 볼 수 있으며, 교통사고통계를 바탕으로 교통사고 유형에 따라 차대차 사고와 차량단독사고 중 정면충돌 유형만 별도로 집계한 후 승용차가 관련된 사고에 대한 사망자수와 부상자수를 고려하여 분석하였다.

사고유형 중 고려항목은 차대차 사고 중에서 정면충돌, 측면직각충돌, 추돌, 기타사고가 있으며, 차량단독사고 중에서 공작물충돌, 주차차량 충돌사고가 있다. 이 중 차대차 정면충돌은 사고 차량 2대가 모두 정면충돌을 한 경우이기 때문에 <표 4>에서와 같이, 사망자 및 부상자의 100%를 적용하였다. 측면직각충돌의 경우 정면충돌로 인한 사상자만을 고려해야 하기 때문에, 정면충돌한 차량에서의 사상자 수와 측면충돌한 차량에서의 사상자 수가 각각 필요하다. 하지만, 현재 이용 가능한 자료로는 그 비율을 추정하기란 어렵다는 판단 하에 그 비율을 50%로 가정하였다. 추돌의 경우도 마찬가지로 정면충돌로 인한 사상자 비율을 50%로 가정하였다. 즉, 정면충돌의 경우 양쪽 차량 모두, 측면직각충돌의 경우 한쪽 차량, 추돌의 경우 뒤쪽 차량, 기타사고는 모두 정면충돌에 해당되며, 차량단독사고의 경우 공작물 충돌과 주차차량 충돌 모두 정면충돌에 해당된다고 할 수 있을 것이다.

또한, 승용차의 안전도 향상만을 고려하고 있기 때문에, 사고와 관련한 제1, 2 당사자 중 최소 어느 한쪽이 승용차인 경우만을 분석대상으로 하는 것이 타당할 것이다. <표 5>에서 보듯이, 승용차와 관련된 1당사자와 2당사자 사망자수는 전체 사망자수 6,376명 중 956명이며,

<표 4> 정면충돌과 관련된 충돌 유형 및 비율

사고유형	사고종류	적용 비율(%)
차대차	정면충돌	100
	측면직각충돌	50
	추돌	50
	기타	100
차량단독	공작물 충돌	100
	주차차량 충돌	100

부상자는 전체 부상자수 342,233명 중 212,359명으로 나타났다¹⁰⁾. 전체 사고로 인한 사망자수와 부상자수 중 승용차 사망자와 부상자만을 고려한 결과, 사망자는 15.0%, 부상자는 62.1%로 나타났다.

<표 5> 승용차 사상자 비율

구분	사망자	부상자
1당사자 승용	730	165,664
2당사자 승용	226	46,695
소 계	956	212,359
총 계	6,376	342,233
비율	15.0%	62.1%

자료 : 교통사고통계, 경찰청, 2005

가해자 및 피해자 비율과 승용차 사망자와 부상자만을 고려한 비율을 적용하여 교통사고 사망자를 추정한 결과, <표 6>에서와 같이 차대차 사고의 경우 정면충돌 86명, 측면직각충돌 54명, 추돌 50명, 차량단독사고의 경우 공작물 충돌 73명, 주차차량충돌 1명으로 총 264명이 정면충돌사고에 의해 사망한 것으로 나타났다.

<표 6> 사고유형별 사망자수 추정

구분	사고유형	사망자수	정면충돌 유형 및 비율 적용치	승용차 사망자 비율 적용치
차대차	정면충돌	575	575	86
	측면직각 충돌	717	359	54
	추돌	670	335	50
차량단독	공작물 충돌	489	489	73
	주차차량 충돌	8	8	1
정면충돌소계		2,459	1,766	264

부상자의 경우는 <표 7>에서 보듯이, 차대차 사고의 경우 정면충돌 13,844명, 측면직각충돌 30,447명, 추돌 31,559명, 차량단독사고의 경우 공작물 충돌 2,272명, 주차차량충돌 32명으로 총 78,154명이 정면충돌사고에 의해 부상당한 것으로 추정되었다.

<표 7> 사고유형별 부상자수 추정

구분	사고유형	부상자수	정면충돌 유형 및 비율 적용치	승용차 사망자 비율 적용치
차대차	정면충돌	22,310	22,310	13,844
	측면직각충돌	98,136	49,068	30,447
	추돌	101,718	50,859	31,559
차량단독	공작물 충돌	3,661	3,661	2,272
	주차차량충돌	51	51	32
정면충돌소계		225,876	125,949	78,154

2. 정면충돌 시 사상자 수 감소분 추정 결과

안전도평가 수행을 통해 교통사고 시 사상자가 어느 정도 감소하였는가를 추정하기 위해서 정면충돌 안전성 평가를 수행한 차량만이 안전도가 향상된 것으로 가정하였으므로 정면충돌안전성평가를 수행한 차량만을 대상으로 분석하였다.

안전도평가 중 정면충돌안전성 평가를 받은 차량의 내수판매대수는 정면충돌안전성평가를 수행한 동일차종으로써 비교·평가된 경·소형자동차 3종과 중형자동차 4종에 대해 평가시기 내에 포함된 차량 판매 대수이다. 차종별로 정면충돌안전성평가를 2번째 수행한 년도부터 2005년까지의 내수판매대수를 집계한 결과 총 523,979대로 나타났다. 즉, 마티즈, 리오 및 베르나의 2003년부터 2005년까지 판매대수는 각각 125,671대, 10,351대, 32,974대였고, 소나타, 매그너스 및 옵티마의 2004년부터 2005년까지 판매대수는 각각 211,461대, 27,350대, 54,419대였으며, SM5의 2005년도 판매대수는 61,753대였다.

〈표 8〉 차량 판매대수를 고려한 정면충돌 중상가능성 향상도

차종	판매대수 (03-05) (a)	정면충돌 중상가능성 향상도			판매대수 가중치 (a×b)
		운전자석	조수석	평균(b)	
대우 마티즈	125,671	48	28	38	4,775.498
기아 리오	10,351	19	- 2	9	87.984
현대 베르나	32,974	38	3	21	675.967
삼성 SM5	61,753	7	28	18	1,080.678
현대 소나타	211,461	-	12	6	1,268.766
대우 매그너스	27,350	2	24	13	355.550
기아 옵티마	54,419	5	13	9	489.771
계	523,979				8,734.213

판매대수가중 정면충돌 중상가능성 향상도 평균
16.7 (=8,734.213/523,979)

〈표 9〉 안전도 향상으로 인한 사상자 감소 수

구분	평가차종 판매대수 (N)	F ¹⁾	OB ²⁾	B	안전도 향상으로 인한 사상자 감소수 (OB-B)
사망자	523,979	264	9.06	7.55	1.51
부상자		78,154	2,675	2,229	446

F¹⁾ : 차대차 사고 중 정면충돌과 추돌, 차량단독사고 중 공작물 충돌사고로 인한 사망자 및 부상자수의 추정치

OB²⁾ : 안전도평가를 받은 차량이 평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 차대차 사고 중 정면충돌과 추돌, 차량단독사고 중 공작물충돌사고로 인한 사망자 및 부상자 추정치

B³⁾ : 안전도평가를 받은 차량에서 발생한 차대차 사고 중 정면충돌과 추돌, 차량단독사고 중 공작물충돌사고로 인한 사망자 및 부상자 추정치

사망자수 및 부상자수 감소분 추정을 위해 앞에서 제시한 사망자수와 부상자수 감소분 추정 방법론을 적용하였으며, 이때 정면충돌에 대한 중상가능성 감소비율은 〈표 8〉과 같이 총 7개 차종의 안전도 향상 수치를 판매대수를 고려하여 가중평균 한 결과인 약 16.7%를 적용하였다.

〈표 9〉에서의 사상자수는 차대차 사고 중 정면충돌과 추돌, 차량단독사고 중 공작물 충돌사고로 인한 사망자 및 부상자수의 추정치이며, 안전도 비향상 차종의 사상자수는 안전도평가를 받은 차량이 평가를 받지 않아 안전도가 향상되지 않았다고 가정할 경우 발생시킬 수 있는 사망자 및 부상자 추정치이다. 추정결과, 〈표 9〉에 보는 바와 같이 안전도 향상으로 인한 사상자 감소수는 사망자가 약 1.51명, 부상자가 약 446명으로 나타났다.

V. 결론

본 연구의 대 전제는 신규자동차 안전평가도제도를 시행함으로써 각 자동차 제작사는 자동차 안전도를 향상시키기 위해 노력하여 그 결과 자동차 안전도가 향상되었다는 것이다. 본 연구에서는 우리나라 자동차안전도평가제도의 효과를 계량적으로 측정해 보고자 이용가능한 자료를 최대한 활용하여 효과분석 방법을 개발하여, 2005년도 자료를 기준으로 교통사고 사상자 감소수를 추정해 보았다. 그 결과 2005년 1년 동안교통사고로 인한 사망자는 약 1.51명, 부상자는 약 446명 감소한 것으로 추정되었다. 2005년 정면충돌로 인한 교통사고 사망자수 및 부상자수가 각각 1,766명, 125,949명임을 감안할 때, 자동차안전도평가제도 시행을 통하여 정면충돌로 인한 교통사고 사망자 및 부상자의 약 0.09%, 0.35%가 감소한 것이라 할 수 있을 것이다. 감소효과가 비교적 미미한 것으로 나타났는데, 이는 자동차 안전도의 향상 정도를 확인할 수 있는 2회 이상 평가한 7개 승

용차만을 대상으로 한 것이기 때문에 판단된다. 1회만 평가를 받은 차량들과 평가를 받지 않았지만, 안전도가 향상된 차종들을 포함시킨다면 감소효과는 크게 증가할 것으로 판단된다.

본 연구에 사용된 자료가 불충분한 면이 존재하고, 대표치의 객관성 및 신뢰성측면에서 논란의 소지는 있을 수 있다. 하지만, 국내·외적으로 자동차안전도평가제도의 효과를 계량화한 시도적 연구로써 그 의의가 있는 만큼, 향후에도 지속적으로 관심을 가지고 개선·보완해 나간다면, 좀 더 합리적인 결과가 나올 수 있을 것이라 판단된다. 본 연구에서는 정면충돌의 효과분석으로 평가 항목을 국한시켰지만, 향후 다른 항목들에 대해서도 안전도 향상정도에 대한 자료취득이 가능해지면, 자동차 안전도평가의 효과분석을 좀 더 정확하게 할 수 있을 것이라 판단된다.

연구의 수행 중 포함된 여러 가지 가정 중 중상가능성 감소율이 곧 사망자 수 감소율과 동일하다는 가정은 향후 별도의 연구를 통해 이들의 관계를 규명하여 본 연구에서의 가정을 검증할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한, 현재 교통사고통계자료에는 차종별 사고 자료가 없는 관계로 본 연구에서는 차종별로 사상자를 추정하지 못하였지만, 자료취득이 가능해지면, 차종별로 사상자를 추정하여 이를 이용하면 좀 더 구체적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 황상규 등(2003), “신차평가제도의 개선방안”, 한국교통연구원.
2. 교통안전공단 자동차성능연구소(2001~2005), “자동차안전도평가” 연간보고서.
3. 교통안전공단 자동차성능연구소(2005), “자동차안전도평가결과” 건설교통부 보고자료.
4. <http://www.nhtsa.dot.gov>
5. <http://www.euroncap.com>
6. <http://www.mynrma.com.au>
7. <http://www.crashtest.com/explanations/osa/>
8. Swedish National Road Administration and Karolinska Institutet (2000), “How Does Euro NACP Results Correlate to Real Life Injury Risks-A Paired Comparison Study of Car to Car Crashes”.
9. Masami Aga and Akio Okada (2002), “Analysis of Vehicle Stability Control(VSC)’s Effectiveness from Accident data”.
10. 경찰청 (2006), “교통사고통계”.

- ✉ 주 작 성 자 : 조한선
- ✉ 교 신 저 자 : 조한선
- ✉ 논문투고일 : 2007. 5. 2
- ✉ 논문심사일 : 2007. 8. 27 (1차)
2007. 9. 18 (2차)
2007. 10. 10 (3차)
2008. 3. 12 (4차)
2008. 4. 3 (5차)
- ✉ 심사판정일 : 2008. 4. 3
- ✉ 반론접수기한 : 2008. 8. 31
- ✉ 3인 익명 심사필
- ✉ 1인 abstract 교정필