

# 사륵 오토바이의 안전 및 교통사고 사례 분석

최영수<sup>\*†</sup> · 윤용문<sup>\*\*</sup> · 박종찬<sup>\*\*\*</sup>

## Analysis for Safety and Traffic Accident Case of ATV (All-Terrain Vehicle)

Youngsoo Choi<sup>\*†</sup>, Yongmoon Yoon<sup>\*\*</sup>, Jongchan Park<sup>\*\*\*</sup>

*Key Words:* ATV(사륵 오토바이), Motor vehicle management act(자동차관리법), Traffic Accident(교통사고), Brake system(제동장치)

### ABSTRACT

Recently, the use of ATV (All-Terrain Vehicle) has increased due to increase in leisure activities, and the awareness of safety and traffic accidents has improved, but it still insignificant compared to other transportation. Therefore, in this study, the current status and characteristics of traffic accidents related to ATVs were investigated, and actual ATV accident was analyzed. As a result, it was confirmed that the condition of the braking system directly connected to the safety of the ATV was not well maintained. For driver safety in the future, it is considered that it is necessary to strengthen safety regulations related to experience centers and rental companies handling AVTs and to conduct regular inspections in accordance with the Motor Vehicle Management Act.

### 1. 서론

일반적으로 ATV(All-Terrain Vehicle)는 어떤 지형에서도 주행이 가능한 차량이란 뜻으로, 주로 네 개의 바퀴가 달려서 사륵 오토바이와 같은 의미로 사용되며, 일반도로 뿐 아니라 험로와 같은 거친 환경의 지형에서도 사용이 가능하다.<sup>(1,2)</sup> 사륵 오토바이는 1965년 미국에서 대중도 레저용으로 최초로 개발되었으며, 1970년대 후반에 우리나라에 보급되어 1990년대 후반에는 국내에서도 생산 및 판매가 가능하게 되었고, 2003년부터 본격적으로 이용되었다.

최근 레저나 교외 지역의 비포장도로에서의 이송 수단

으로 사륵 오토바이(ATV)의 이용이 증가하면서 사륵 오토바이와 관련된 교통사고가 지속적으로 발생하고 있다. 사륵 오토바이가 도입된 초기에는 자동차 관리법에 명확하게 분류되지 않아 이륵오토바이와 다르게 안전 규제 사항이 없었다.<sup>(3)</sup> 사륵 오토바이는 이륵오토바이와 비교하여 외형상 네 개의 바퀴가 장착되어 안전할 것이라는 심리와 조작법이 비교적 간단해 접근성이 용이하다. 하지만 상대적으로 높은 무게중심과 짧은 축거(축간거리)로 조향시 전복이 발생할 수 있는 가능성이 크다는 특징이 있어 운행 중 많은 주의가 필요하다.<sup>(4)</sup> 이에 2009년 이후부터 자동차안전법이 개정되면서 사륵 오토바이는 이륵자동차로 분류되어 125cc 이상은 2종 소형면허, 125cc 미만은 원동기장치자전거면허가 필요하다. 또한 도로 주행을 위해서는 차동장치, 방향지시등, 제동등과 같은 안전장치가 반드시 요구된다.<sup>(5)</sup> 하지만 ATV 체험장 및 대여업소와 같은 육상 레저와 관련해서 아직까지 대응되는 법이

\* 국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, 공업연구사

\*\* 국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, 공업연구관

\*\*\* 국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, 연구소장

†교신저자, E-mail: yschoi29@korea.kr

없으며, 해당 업소는 사업자 등록만으로 영업이 가능하다. 따라서 체험장 오프로드에서 운행하는 레저용 사륜 오토바이에 대한 안전기준이 미비한 실정이다. 특히 한국소비자원이 전국 관광지의 ATV 체험장과 대여업소 15곳을 실태 조사한 결과, 안전 무방비 상태로 도로를 주행하는 사례가 다수 확인되었다.<sup>(6)</sup> 이에 본 연구에서는 국내에서 발생하고 있는 사륜 오토바이와 관련한 교통사고 현황과 특징을 분석하고, 교통사고 시 특히 중요한 사륜 오토바이의 제동장치 구조를 살펴보았다. 마지막으로 실제 교통사고 사례 분석을 통해 안전한 사륜 오토바이 운행을 위한 필요사항을 고찰하였다.

## 2. 사륜 오토바이 관련 현황

### 2.1. 사륜 오토바이의 사고 현황 및 특징

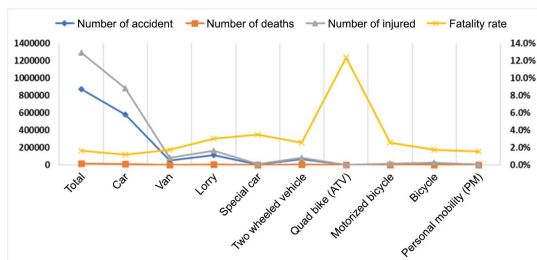


Fig. 1 Occurrence of Traffic Accident based on vehicle type (Average from 2017 to 2020)

최근 4년간(2017년~2020년) 차종별 교통사고 발생 현황을 살펴보면, Fig. 1과 같이 사륜 오토바이 사고 시 사망률은 전체 교통사고 사망률의 약 7.5배에 해당하며, 다른 운송 수단 대비하여 가장 높은 사망률로 기록되었다.<sup>(7)</sup>

사륜 오토바이 사고 시 탑승자 손상에 관한 기존 연구에서 사륜 오토바이의 사고발생은 업무보다는 레저 활동에서 손상 빈도가 더 높았으며, 차량과 충돌 사고가 많은 이륜오토바이와 달리 전복사고가 주요 사고 기전이었다.<sup>(8)</sup> 탑승자의 상해 부위는 안면부와 두부에 손상 빈도가 높은 특징을 지녔으며, 이로 인해 다른 운송수단에 비해 사망률이 높은 것으로 사료된다. 또한 안면부와 두부에 손상 빈도가 높은 이유는 사륜 오토바이 대여점에서 주로 중간 크기의 헬멧을 보유하여, 탑승자에 적합한 헬멧이 아니거나 형식적인 사용으로 인한 것으로 보인다.<sup>(9)</sup> 이에 알맞은 헬멧의 사용이 사륜 오토바이의 사고로 인한 상해와 사망률을 감소시킨다는 연구에 따라 향후 사륜 오토바이 조작 시 안전하고 적합한 헬멧 착용이 필요하다.

### 2.2. 사륜 오토바이 구조 및 조작

ATV는 Fig. 2와 같이 일반적으로 네 개의 바퀴를 가진 모델이 주를 이루기 때문에 사륜 오토바이로 불린다. 초기 개발 시 이륜오토바이를 농업 및 산업 운송용으로 개조하여 만들었기 때문에 조향장치, 조작방식, 동력전달방식 등이 이륜오토바이와 유사한 구조로 되어 있다.

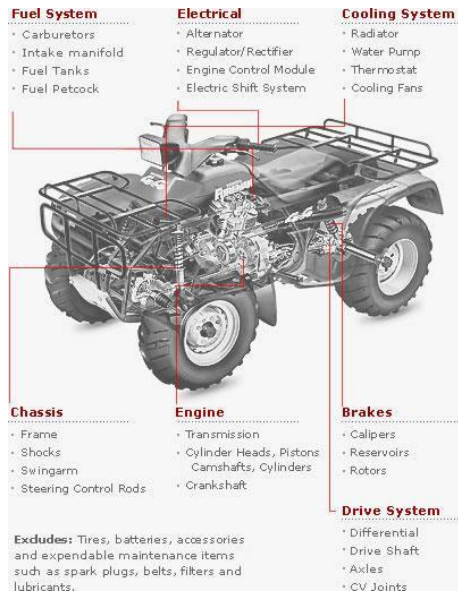


Fig. 2 General structure of ATV<sup>(10)</sup>

일반적으로 사륜 오토바이는 오른쪽 레버를 조작하여 속도를 조절하며, 변속기로는 주로 자동변속기가 장착되어 있고 감속 시 자전거와 같이 브레이크를 당겨 감속시킬 수 있다. 주행 중 회전 시에는 핸들바를 회전하는 방향으로 돌린 후 상체를 회전하는 방향으로 돌리는 점도 이륜오토바이와 유사한 점이다. 전륜 제동 시에는 무게중심을 앞쪽으로 이동시켜 전륜 마찰력을 높일 수 있으며, 사륜 오토바이의 주행 환경 및 조건에 따라 탑승자 무게중심의 균형이 중요한 요소가 된다.

### 2.3. 사륜 오토바이 관련 법규

2008년 12월 8일에 자동차관리법 시행규칙이 개정되면서 2009년 1월 1일부터 사륜 오토바이(ATV)가 사륜형 이륜자동차로 분류되어 도로운행이 가능하게 되었다.<sup>(5)</sup> 하지만 사륜형 이륜자동차는 전복 등의 사고 위험이 높아

사륵형 이륵자동차의 특성을 고려한 안전기준을 마련하게 되었다. 개정된 사항으로는 다른 이륵자동차와 구별되는 원동기, 동력전달장치, 주행 장치, 승차장치 등의 기준과 최고속도제한장치를 설치하였다. 원동기 최대출력은 20마력(PS) 이하로 제한하고, 최고속도가 60km/h를 초과하지 않도록 봉인된 상태를 요한다. 주행 안전 측면에서는 구동축의 안쪽바퀴와 바깥쪽바퀴의 회전 차이를 만들어 안전하게 회전할 수 있도록 동력전달장치를 갖출 것을 요구하고 있다. 즉 차동장치를 구동축에 장착하여 조향 시 차량 전복의 위험성을 최소화하려는 목적이다. 마지막으로 제동력 기준은 마른 노면에서 독립적으로 작동하는 사륵 오토바이의 경우 아래 Table 1과 같은 성능을 만족해야 한다.

Table 1 The safety standards for motor vehicles (ATV)

Independent brake (front wheel)	Braking speed (km/h)	Lower-speed, either 60 or 90% of maximum speed
	Braking distance(m)	less than $0.1V+0.0143V^2$
	Average maximum deceleration ( $m/s^2$ )	more than 2.70
Independent brake (rear wheel)	Braking speed (km/h)	Lower-speed, either 60 or 90% of maximum speed
	Braking distance(m)	less than $0.1V+0.0143V^2$
	Average maximum deceleration ( $m/s^2$ )	more than 2.70
Interlocking brake	Braking speed (km/h)	Lower-speed, either 60 or 90% of maximum speed
	Braking distance(m)	less than $0.1V+0.0077V^2$
	Average maximum deceleration ( $m/s^2$ )	more than 5.00

#### 2.4. 사륵 오토바이 관련 교통사고 연구

교통사고 분석에서 차량의 마찰계수는 매우 중요한 의미를 가진다. 마찰계수를 이용하여 사고 전 차량의 속도 또는 제동거리를 계산하고 나아가 사고의 회피 가능성을 분석한다. 일반적으로 승용차가 마른 아스팔트를 주행

하다 제동하여 바퀴가 잠길 경우에 마찰계수는 0.8을 사용하며 차량의 형태나 크기에 따라 마찰계수는 다른 값을 가지게 된다. 하지만 사륵 오토바이의 경우에는 아직까지 이륵오토바이와 비교하여 마찰계수 등과 같이 사고 상황을 분석하기 위한 인자에 대한 연구가 부족한 실정이다. 기존 사륵 오토바이의 실차 실험을 통한 연구에서 전·후륵 제동 시에는 0.4, 후륵만 제동 시에는 0.31의 마찰계수로 보고되었다.<sup>(11)</sup>

자동차관리법에서 제시한 제동성과 상기 실차 평가 시 마찰계수를 대입한 제동거리는 아래 Fig. 3과 같이 유사한 경향을 따르며, 60km/h 주행 시에는 전·후륵 제동 시 결과와 연동제동장치 성능 규격과 유사한 제동거리가 짐이 확인되었다.

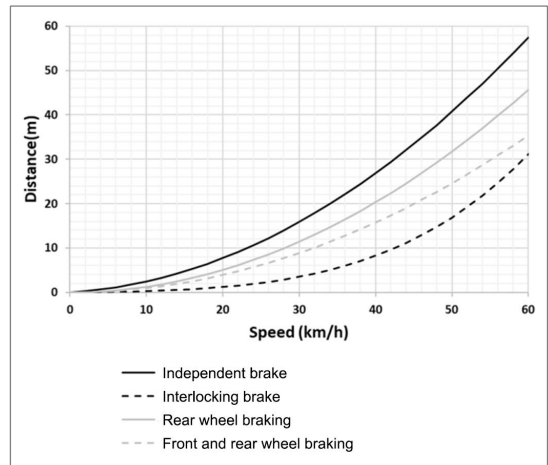


Fig. 3 Braking distance according to brake control

#### 2.5. 사륵 오토바이 관리 실태

2016년 10월 10일 한국소비자원에서 배포한 자료에 따르면, 사륵 오토바이(ATV) 관련한 일부 업소에서 차량의 관리상태가 부실하고 사용 신고가 안 된 상태로 도로 운행하여 안전사고가 우려된다고 발표하였다.<sup>(6)</sup>

전국의 15곳 업소에서 대여한 ATV 15대 중 53.3%에 해당하는 8대가 타이어 마모, 차체 파손, 번호판 훼손 등의 관리부실과 안전수칙 준수가 미흡한 상태로 확인되었다. 또한 15곳 업소 중 10곳이 도로를 이용하게 하였는데 이 중 이륵자동차로 사용신고가 된 ATV를 제공한 곳은 3곳에 불과했다. 한국소비자원은 해당 조사를 통해 Table 2와 같이 ATV를 대여하여 이용 시 6가지 주요한 소비자 주의사항을 도출하였다.

Table 2 Consumer precautions when using ATV

1	When driving on the road with an ATV, check whether it has been reported for use on the road (vehicle registration plate)
2	Read the ATV terms of service carefully to check if compensation is possible in case of an accident
3	Two people are not allowed on a single ATV
4	When renting, be sure to check the condition and operation of the ATV
5	Children and adolescents are not allowed to use ATVs
6	Wear protective equipment such as safely helmets

### 3. 사륜 오토바이 사고 사례

#### 3.1. 사고 개요

본 사고는 직진으로 운행 중이던 사륜 오토바이가 불상의 이유로 진행방향 좌측 중앙선을 넘어 인도연석을 1차 충격 후 인도로 올라가 가드레일을 2차 충돌하고 좌측으로 전도된 사고로 기록되었다.

#### 3.2. 사고 사륜 오토바이 분석

##### 3.2.1. 사륜 오토바이 외관



Fig. 4 Exterior of ATV in accident case

위 Fig. 4와 같이 우리원에 입고된 사륜 오토바이는 킴코사(KYMCO)의 MXER125 모델 중 온로드(도로 주행이 가능한 모델)용으로 생산된 제품이다. 외관을 살펴보면, 좌전륜 휠 일부가 변형된 상태이고, 좌측 핸들의 브레이크 레버가 위쪽으로 조금 회전된 상태이며, 우측 지시등은 이

탈되었다. 또한 전방 전조등 커버가 파손되었으며, 전면 커버 일부와 핸들바 주변의 계기판이 이탈되었고 그 외 전면과 후면에서 현저한 파손이나 변형 흔적은 보이지 않았다. 외관에 보이는 파손 및 변형 흔적은 사고 개요와 같이 사륜 오토바이의 좌측면이 인도연석과 충돌하고 좌전도되면서 발생한 것으로 추정된다.

##### 3.2.2. 사륜 오토바이 차동장치

제시된 사고 사륜 오토바이는 온로드용으로 2009년 1월에 개정된 자동차관리법 상에 ‘구동축의 안쪽바퀴와 바깥쪽바퀴의 회전 차이를 만들어 안전하게 회전할 수 있도록 하는 동력전달장치를 만들어야 한다’로 규정되어 있다. 따라서 일반 차량과 같이 차동장치가 필요하며, 해당 사륜 오토바이의 경우 국내 업체에서 개발한 Fig. 5의 차동장치 모듈을 장착한 모델이다.

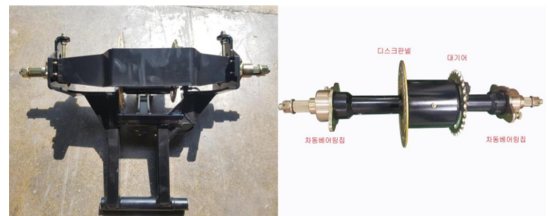


Fig. 5 Differential system Module of ATV

차동장치의 일반적인 구조는 Fig. 6과 같으며 평탄한 도로를 직진할 경우 좌우 구동 바퀴의 회전 저항이 같아 차동장치의 기어가 동일하게 회전하지만 선회 시에는 안쪽바퀴의 회전수가 감소한 만큼 차동 피니언이 회전하여 바깥쪽바퀴의 회전속도를 증가시키게 된다.

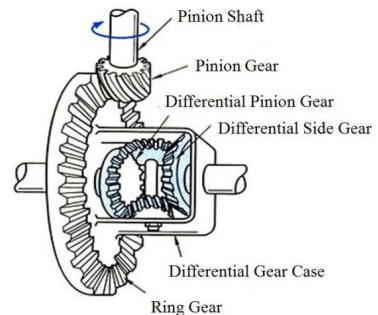


Fig. 6 General structure of differential gear<sup>(12)</sup>

차동장치의 동작을 손쉽게 확인하는 방법은 아래 Fig. 7과 같이 양쪽 구동바퀴(사고 사륜 오토바이의 경우에는 후륜)를 잭 등으로 들어 올린 상태에서 한쪽바퀴를 손으로 회전시키는 것이다. 이때에는 차동 피니언이 회전하지 않기 때문에 차동장치가 정상적으로 동작한다면 반대편의 바퀴가 반대 방향으로 회전하게 된다.



Fig. 7 Operation inspection of differential system

### 3.2.3. 사륜 오토바이 제동장치

제시된 사고 사륜 오토바이의 전륜은 드럼 브레이크 방식이며, 후륜은 디스크 브레이크 방식으로 구성되어 있다. 사륜 오토바이를 제동하기 위해서는 핸들바의 좌·우측 레버와 우측발 받침대 부근의 브레이크 페달로 조작할 수 있다.



Fig. 8 Operation inspection of brake pedal

Fig. 8 좌측과 같이 사륜 오토바이 관리 매뉴얼 상에서 정상적인 브레이크 페달은 받침대에서부터 약 10~20mm 가 이격되어야 하나, 사고 사륜 오토바이는 Fig. 8 우측과 같이 브레이크 페달이 받침대에 고착되어 정상적인 동작이 불가능한 상태였다. 관능검사 시 사륜 오토바이 전륜의 제동장치와 연결된 핸들바 우측의 브레이크 레버를 당겼을 때, 양전륜이 정상적으로 잠기지 않는 상태로 확인되었다. 다음으로 양전륜의 바퀴를 탈거한 후 드럼 브레이크 상태를 검사하였을 때, 양전륜 브레이크 라이닝에서 심한 마모, 편마모 등과 같은 현저한 특이점은 보이지 않았다. 핸들바 우측의 브레이크 레버를 당겼을 때, Fig. 9와 같이 양 전륜 캠샤프트 레버의 동작이 식별되나, 캠샤프트의 회전이 미미하여 브레이크슈의 동작이 명확히 식별되지 않

았다. 손으로 캠샤프트를 당겼을 때는 캠샤프트가 회전되면서 브레이크슈의 정상적인 동작이 확인되었다.



Fig. 9 Operation inspection of front wheel brake system

전륜 제동장치 주변을 살펴보면, Fig. 10과 같이 심한 부식상태와 전륜 캠샤프트 레버와 연결된 브레이크 케이블 피복 일부가 파열된 상태가 확인되었다. 따라서 사고 사륜 오토바이 전륜 제동장치는 핸들바 우측의 브레이크 레버와 캠샤프트 레버와 연결된 브레이크 케이블의 조정 상태에 문제가 있는 것으로 추정된다.



Fig. 10 Status of front wheel brake system



Fig. 11 Operation inspection of rear wheel brake system

마지막으로 사륜 오토바이의 양 후륜을 지면에서 이격시켜 엔진시동 작업 후 양 후륜이 구동된 상태로 관능검사를 실시하였을 때 핸들바 좌측의 후륜 브레이크 레버를 당기자 양 후륜이 위 Fig. 11과 같이 정상적으로 잠기는 것을 확인하였다.

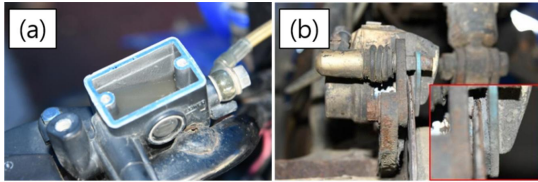


Fig. 12 (a) Brake oil reservoir  
(b) Status of rear wheel brake system

사륜 오토바이 브레이크 리저버에 브레이크 오일량은 위 Fig. 12와 같이 정상치이며, 오일은 탁한 색상을 띄고 있고, 브레이크 리저버에서 브레이크 캘리퍼까지 이어지는 오일 라인에 현저한 오일 누유 흔적은 보이지 않았다. 또한 브레이크 캘리퍼 주변에 부식 흔적이 있으며, 브레이크 패드의 현저한 마모 상태는 식별되지 않았다. 후륜의 제동장치도 전륜과 비교하여 제동이 되는 상태였으나 브레이크 오일의 색상 및 부식상태를 미루어 보아 차량의 관리 상태는 미흡한 상태로 보였다.

### 3.2.4. 사륜 오토바이 주행평가

아래 Fig. 13과 같이 연구소 내 주차장에서 제시된 사륜 오토바이의 주행평가를 실시하였다.

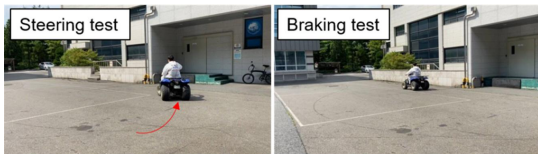


Fig. 13 Driving evaluation of ATV

조향검사 시 조향이 불가하거나 사륜 오토바이에서 심한 떨림 등과 같은 특이 현상은 보이지 않았고, 제동검사 시 핸들바 우측의 브레이크 레버를 당겼을 때 사륜 오토바이는 정상적으로 제동되지 않았으며, 핸들바 좌측의 브레이크 레버를 당겼을 때 사륜 오토바이가 제동되는 것을 확인하였다. 제시된 사륜오토바이의 최고속도는 장소가 협소한 제한적인 상황과 제시된 사륜 오토바이 전륜 제동장치가 정상적으로 작동하지 않는 점 등으로 확인이 어려웠다.

## 4. 결론

본 연구에서는 사륜 오토바이와 관련된 사고의 특징과 관련 법규 및 관리 현황을 살펴보고, 실제 사고가 발생한

사륜 오토바이를 분석하였다. 이를 통해 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 운송 수단에서 발생하는 교통사고에서 사륜 오토바이(ATV)는 가장 높은 사망률을 가지며, 전체 교통사고 사망률의 약 7.5 배에 해당한다.
- 2) 사륜 오토바이(ATV)는 이륜오토바이를 개조하여 개발되어 조작법이 간단하고 접근성이 용이하나, 무게중심이 높아 사고 발생 시 전복될 가능성이 높은 특징이 있다.
- 3) 사륜 오토바이(ATV)의 도로운행을 위한 안전기준이 마련되었지만, 체험장 및 대여업소와 관련한 안전법규가 미비한 상태로 관리·감독이 필요한 상황이다.
- 4) 현재 국내에서 사륜 오토바이(ATV) 교통사고 분석 연구가 부족한 상태로 선행 연구 시 실차평가를 통해 계산된 마찰계수는 자동차관리법에서 제시한 성능규격에 일부 부합되는 상태이다.
- 5) 우리원에 입고된 사고 사륜 오토바이(ATV)는 전체적으로 유지·관리가 미흡한 상태로 일부 제동장치는 동작하지 않은 상태로 확인되었다.
- 6) 따라서, 레저를 위해 체험장이나 대여업소 등에서 사륜 오토바이를 대여할 경우, 차량의 상태를 면밀히 살펴보고, 안전과 직결되는 제동장치의 동작여부 확인, 주행 시 주의사항을 숙지한 상태에서 보호장비를 착용하여 운행해야 할 것이다.
- 7) 향후 사륜자동차(ATV)와 관련한 레저 활동의 안전을 강화하여, 국민의 신뢰성을 높이기 위해서 자동차관리법에 정기검사 의무 사항이 필요할 것으로 사료된다.

## 후 기

이 논문은 행정안전부 주관 국립과학수사연구원 중장기과학수사감정기법연구개발(R&D)사업의 지원을 받아 수행한 연구임(NFS2022TAA01).

## 참고문헌

- (1) Aitken, M. E., Graham, C. J., Killingsworth, J. B., Mullins, S. H., Parnell, D. N., Dick, R. M., 2004, "All-terrain vehicle injury in children: strategies for prevention", Injury Prevention, Vol. 10, No.

- 5, pp. 303~307.
- (2) Warda, L., Klassen, T. P., Buchan, N., Zierler, A., 1998, "All terrain vehicle ownership, use, and self reported safety behaviours in rural children", *Injury prevention*, Vol. 4, No. 1, pp. 44~49.
- (3) 강종진, 김대희, 2017, "[레저스포츠 진흥 및 안전에 관한 법률] 제정안의주요 내용과 쟁점", *스포츠엔터테인먼트와 법*, Vol. 20, No. 2, pp. 71~91.
- (4) Lee, T. H., Lee, J. S., Ahn, M. E., Ahn, H. C., Seo, J. Y., Sohn, Y. D., Moon, J. B., 2009, "Clinical study of patients with all-terrain vehicle-related injuries in a general hospital", *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*, Vol. 20, No. 5, pp. 528~536.
- (5) [https://www.law.go.kr/법령/자동차안전기준에관한규칙/\(00075,20081208\)](https://www.law.go.kr/법령/자동차안전기준에관한규칙/(00075,20081208))
- (6) 한국소비자원, 2016, "사륵 오토바이(ATV), 대부분 안전 무방비로 도로 주행", 보도자료  
(7) <http://taas.koroad.or.kr/>
- (8) 김남호, 김명덕, 이태헌, 안무업, 서정열, 이재성, 김유민, 2010, "사륵 오토바이 사고 환자와 이륵오토바이 사고 환자에 대한 비교", *대한외상학회지*, Vol. 23, No. 2, pp. 128~133.
- (9) 이태헌, 조광윤, 김남호, 김동원, 이정열, 조준휘, 천승환, 2009, "종합병원에 내원한 사륵구동 오토바이(ATV, All-Terrain Vehicle) 사고 환자에 대한 고찰", *대한응급의학회지*, Vol. 20, No. 5, pp. 528~536.
- (10) <https://www.midwestcycles.net/protection>
- (11) 강현건, 이경수, 김태중, 박구생, 2015, "사륵 오토바이(ATVs) 제동력에 관한 연구", *대한교통학회 학술대회지*, 73, pp. 235~238.
- (12) 김준안, 전재익, 2011, "사륵구동 오토바이(ATV)용 차동제한장치(LSD) 개발에 관한 연구", *한국기계공학학회지*, Vol. 10, No. 1, pp. 8~15.