

## iGLAD 사고 분류 유형을 이용한 자전거 탑승자 교통사고 분석

이화수\* · 장은지\* · 임종현\* · 이지민\*\* · 김재훈\*\* · 송봉섭\*\*

A Study on Cyclist Accident Analysis on Korea Roads  
with Typology of iGLAD

Hwasoo Lee\*, Eunji Jang\*, Jonghyun Yim\*, Jimin Lee\*\*,  
Jaehoon Kim\*\*, Bongsob Song\*\*

**Key Words** : Active Safety(능동안전), Crash Avoidance(충돌회피), Autonomous Emergency Braking(자동긴급제동), Cyclist (자전거 탑승자), Traffic Accident Analysis System(교통사고 분석 시스템)

### ABSTRACT

This paper reports an analysis of cyclist accident cases with respect to passenger vehicles on Korean roads. A typology based on Initiative for the Global Harmonization of Accident Data (iGLAD) code book is applied to a traffic accident analysis system(TAAS), which has the real-world crash data on Korea roads, to understand the accident scenarios in more detail and efficiently. Similarly this typology has been used for Germany In-Depth Accidents Study (GIDAS) as well. The accident data analysis with consideration of the typology of Korean road conditions may prioritize traffic safety issues regarding cyclists and is aimed to develop an Automatic Emergency Braking (AEB) system for cyclist.

In summary, this paper characterizes and analyzes the scenarios of cyclist crashes with passenger car. The most common accident scenarios on Korean roads are Car-to-Bicyclist Nearside Adult (CBNA) and Car-to-Bicyclist Longitudinal Adult (CBLA), which are more than 86% of total accidents cases. Therefore, it is inferred that AEB cyclist system should include these accident types in the operational design domain to reduce more fatality in Korea.

### 1. 서론

2015년 OECD에서 발표한 인구 10만명 당 교통사고 보행자 사망자 수는 한국이 3.5명을 기록하였고 치사율의 경우 39%로 나타났다<sup>(1)</sup>. OECD 평균 교통사고 보행자 사망자 수인 1.1명 및 치사율 20.2% 대비 월등히 높

은 수치이다. 또한 2013년 도로교통공단 통계자료에 따르면 2000년 6,352(2.2%)에서 2013년 13,316건(6.2%)로 최근 10년간 자전거 사고가 2배 이상 증가하였다. 이에 따라 Korea NCAP에서는 2020년부터 첨단안전장치 분야에서 자전거 탑승자 테스트를 도입할 예정이다<sup>(2),(3)</sup>.

또한 전 세계적으로도 자전거 탑승자에 대한 사고 예방의 중요성이 대두되면서 유럽에서는 CATS(Cyclist-AEB Testing System) project를 통해 유럽 6개국의 실 사고 데이터를 기반으로 사망사고와 심각한 부상사고를 구분하여 분석하였고, 10개의 대표 시나리오를 선정하였

\* 한국지엠 주식회사

\*\* 아주대학교 기계공학과

E-mail : Hwasoo.lee@gm.com

으며 국가별 사고 분석을 하였다<sup>(4),(5)</sup>. 그리고 Euro NCAP (New Car Assessment Program)에서는 2018년부터 Cyclist를 보호할 수 있는 능동안전장치에 대한 평가 도입을 준비 중이다<sup>(6)</sup>.

그러나 현재 한국은 정부기관을 통해 제공되고 있는 자전거 탑승자 관련 교통사고 자료의 경우, 정면 충돌, 측면직각 충돌, 진행 중 추돌, 주차장 중 추돌, 기타의 5가지 유형으로 사고 상황을 분류하여 제공하기 때문에 정확한 사고 상황을 파악하는데 제한적일 수 밖에 없다<sup>(7)</sup>. 이를 개선하기 위해서는 자전거 탑승자 교통사고의 다양한 상황을 반영할 수 있는 표준화된 사고조사 체계가 필요한 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 국내에서 발생하는 자전거 탑승자 사고에 대해 TAAS(Traffic Accident Analysis System, 교통사고 분석 시스템)에서 조사된 데이터를 바탕으로 GIDAS(German In-depth Accident Study, 독일 교통사고 심층조사) 및 FIA(Federation Internationale de l'Automobile, 국제자동차연맹)등에서 사용하고 있는 iGLAD (Initiative for the Global Harmonization of Accident Data) Code book에 기재된 사고 유형으로 재 분류하여 자전거 교통사고 유형 분류의 효율성을 높였다<sup>(8)</sup>. 또한 상세한 유형 분석을 통해 어떤 센서들이 효과를 가질 수 있는지 각 NCAP 평가 프로토콜이 반영되면 실사고 Fatality 측면에서는 어느 정도 커버가 가능한지 분석하고자 한다.

## 2. 실사고 조사 데이터 분석

자전거 탑승자 교통사고 분석을 위해 TAAS(Traffic Accident Analysis System, 교통사고 분석 시스템)의

2012년부터 2014년까지 발생한 교통사고 데이터를 사용하였다<sup>(9)</sup>. 총 차 대 자전거 사고 중 사망사고(Fatality)는 567건이 있었고 이 중 승용차 및 승합차사고에 해당하는 293건에 대하여 분석하였다. 사고 데이터는 1당운전자(차량), 2당운전자(자전거)에 대한 정보와 사고위치, 유형, 위반법규, 사고 상황 개요 등 사고에 대한 정보와 노면상태, 도로선형, 날씨, 주/야간 등 환경에 대한 정보로 구성되어있다. 먼저 환경 및 사고에 대한 기초 통계 분석을 진행하였고, 사고 상황 개요를 기반으로 iGLAD의 유형으로 자전거 사고 유형으로 분류하고, 자전거 사고에 정의되지 않은 유형에 대해서는 차 대 차 유형 및 차 대 보행자 유형을 이용하여 추가 분류하였다.

먼저 주/야간 사고 비율을 살펴보면 Fig. 1과 같이 주간 사고의 비율이 62%로 야간 사고(38%)보다 발생 빈도가 높았고, 도로 형태는 교차로(61%)가 단일로(37%)보다 많은 사고가 일어났다.

### 2.1. iGLAD 사고 유형 정의 및 분석

총 사고 293건 중 정보가 부족한 사고 건수를 제외하고 236건에 대해서 iGLAD에서 정의하는 사고 유형으로 분류 하였다. iGLAD에서 자전거 사고 유형으로 분류하

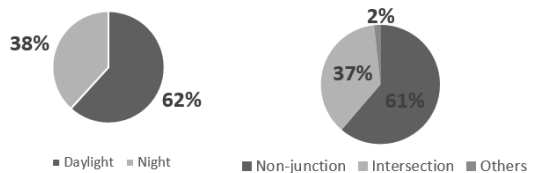


Fig. 1 Distribution of accidents with respect to environments

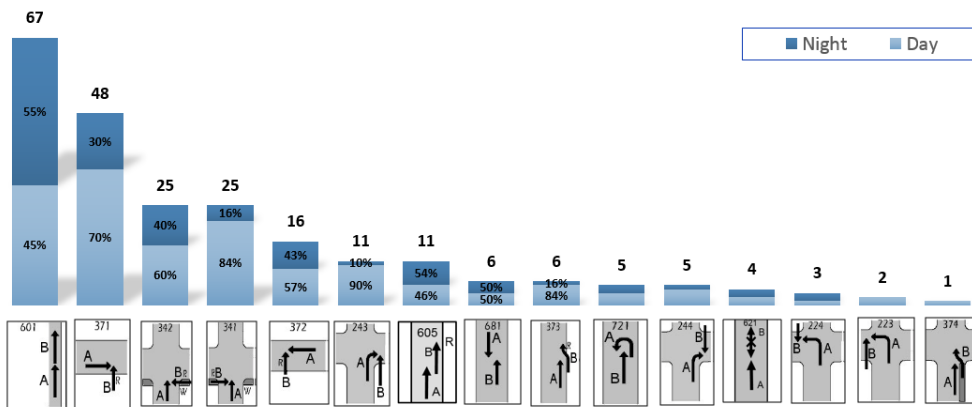


Fig. 2 Cyclist accident scenarios

는 번호는 #341, #342, #371~#374, #605로 총 7개의 사고 유형으로 구분하고 있으며 실제 일어난 사고가 7개의 유형으로 분류가 되지 않는 경우가 총 103건으로 절반 정도의 사고 사례를 분류하지 못하였다. 따라서 이를 보완하기 위해서 차 대 차(#601, #621, #681, #721), 혹은 차 대 보행자(#223, #224, #243, #244)의 유형을 이용하여 총 15개의 사고 유형으로 자전거 사고 데이터 분류를 Fig. 2와 같이 진행하였다.

전체 사고 중 가장 많이 일어난 사고의 유형은 선행 자전거 충돌사고(#601)로 총 전체 사고 중 28.3%를 차지하였고, 다음으로는 단일로 횡단 왼쪽 측면 충돌 사고(#371)와 교차로 횡단 왼쪽 측면 충돌 사고(#342), 교차로 횡단 오른쪽 측면 충돌사고(#341)가 각각 20%, 10%, 10%의 비중으로 사고가 많이 일어났다.

### 2.1.1. 주간/야간 사고 유형 분류

차 대 자전거 사고를 주간과 야간으로 구분하여 사고 유형을 살펴보면 가장 많은 사고가 일어난 601는 낮과 밤에 일어난 사고의 비율이 비슷한 반면에 2~4순위의 사고 유형은 낮에 일어난 사고의 비율이 더 높았다.

또한 주간인 경우에는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 단일로 횡단 왼쪽 측면 충돌 사고가 가장 많이 일어나며 다음으로는 충돌사고, 교차로 왼쪽 측면 충돌사고, 교차로 오른쪽 측면 충돌사고 순으로 사고 전체 순위와 비교하였을 때 상위의 4개 유형의 순위는 변동이 있었다. 야간의 경우

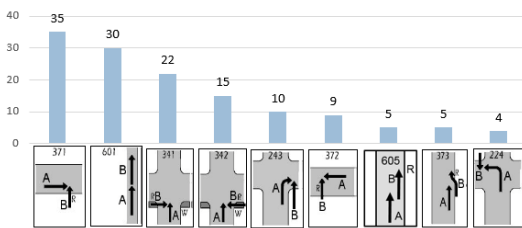


Fig. 3 Daylight accident scenarios

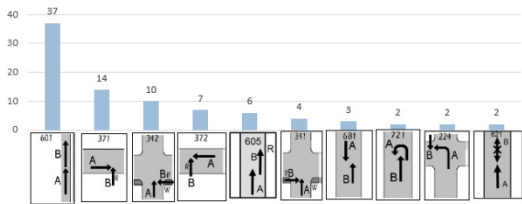


Fig. 4 Night accident scenarios

는 전체 사고 순위와 비교하였을 때 3순위의 유형까지 변동이 없음을 알 수 있다(Fig. 4).

### 2.1.2. 단일로/교차로 사고 유형 분류

다음으로는 도로형태에 따라 단일로와 교차로로 구분하여 사고 순위를 비교하였다(Fig. 5와 Fig. 6). 단일로의 경우는 전체 순위의 1순위와 2순위인 충돌사고와 왼쪽 측면 충돌사고가 전체 단일로의 사고 통계의 70.5%를 차지하고 있으며 3순위와 4순위인 오른쪽 측면 충돌 사고와 갓길 충돌사고까지 고려하면 85%의 사고에 해당한다. 이는 단일로에서 일어나는 대부분의 사고는 충돌사고 혹은 측면충돌사고임으로 알 수 있다. 교차로 사고의 경우에는 왼쪽과 오른쪽 측면 충돌사고가 각각 1, 2순위를 알 수 있으며 두 유형이 교차로 전체 사고 건수 중 69.4%의 비중을 차지하고 있다. 그 다음으로 비중이 높은 유형은 우회전 중 오른쪽 측면 충돌사고(#243)와 왼쪽 측면 충돌사고(#244)임을 알 수 있으며, 사고 전체 유형에서는 각각 6순위와 11순위로 사고 발생 비율이 높지 않았지만 교차로 순위에서는 비중이 높아짐을 알 수 있다.

### 3. 사고 유형 재 그룹화

첨단 안전 장치의 세부 분석 및 분류 방법에 대한 효율

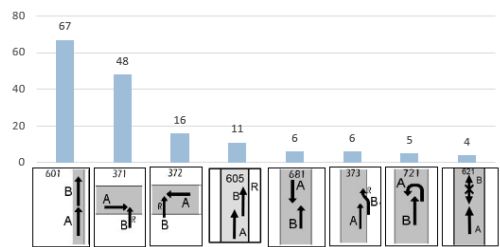


Fig. 5 Non-junction accident scenarios

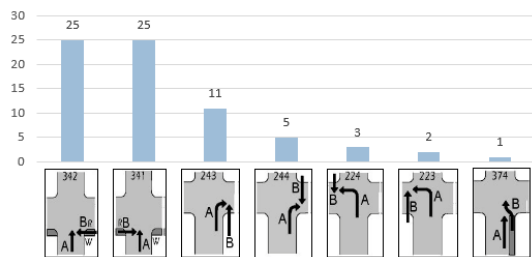


Fig. 6 Intersection accident scenarios

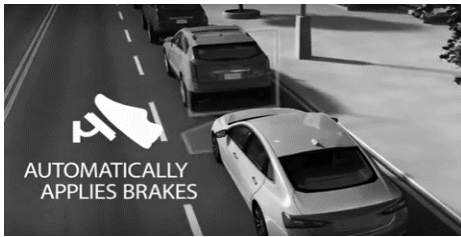


Fig. 7 Autonomous Emergency Braking (AEB)

성에 대한 검증은 위해 iGLAD 유형으로 분류한 사고 유형을 장착 센서의 FOV 및 테스트 시나리오 기준으로 재 그룹화 하였다. 고려된 첨단 안전장치는 FCW(전방 충돌 경고 장치)와 AEB(비상 자동 제동 장치)로 FCW는 전방 차량에 차량 또는 사람, 그리고 자전거 운전자가 위급하게 접근하여 충돌이 예상될 때, 운전자에게 미리 경고하여 제동을 할 수 있도록 경고해 주는 장치이며, 본 논문에서는 해당 장치의 인지 대상을 자전거 탑승객에만 한정하였다. AEB는 FCW이후 운전자가 제동에 대한 조치를 취하지 않았을 때 자동으로 제동을 실시하여 충돌 피해를 경감시켜주는 장치이다(Fig. 7).

### 3.1. 센서 FOV별 사고 유형 재 그룹화

AEB 시스템은 장착된 센서, 알고리즘 등에 의해 성능 차이가 발생하며 특히 센서의 인지 범위에 큰 영향을 받는다.

사고 상황 별 FOV에 따른 효과를 분석하기 위해 Table 1과 같이 FOV(Field of View)를 55, 100, 180, 180° 이상으로 총 4가지 유형으로 분류한 뒤, 해당 FOV가 커버 가능한 유형을 분석하였다. 단, 거리조건에 대해서는 모

든 센서가 보행자를 충분히 감지할 수 있도록 35m 이상으로 고려하였고, 카메라가 식별할 수 없는 어두운 조건에 대해서는 변수로 고려 하지 않았다. FCM(Front Camera Module)의 경우 FOV가 55°일 때 Table 1에서 볼 수 있듯이 총 15개 유형 중 9개(#224, #244, #373, #374, #601, #605, #621, #681, #721)에서 사고 경감 효과를 기대하며, 사고의 46%에 해당하는 건에 대한 치사율을 줄일 수 있을 것으로 있을 것으로 예상된다. FOV가 100°일 때에는 속도 및 보행자와 차량의 접촉 타이밍의 차이, 센서 및 차량의 반응 속도 등에 따라 효과 정도의 차이는 존재하지만 55°에서 정의된 9개 유형을 포함한 13개 유형에서 도움을 줄 수 있으며, 예방 가능 건 수는 전체 사고의 94%에 해당한다. 또한 교차로 진입 후 회전하는 차량에 다가오는 #243, #223 경우에는 FOV(Field of View)가 180° 또는 그 이상의 화각을 가진 카메라 또는 추가 센서가 요구 된다.

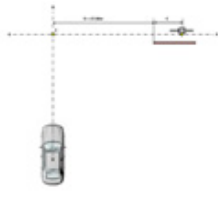
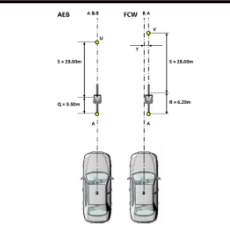
### 3.2. Euro NCAP 시나리오에 따른 사고 재 그룹화

iGLAD 유형으로 세분화 한 유형을 Euro NCAP에서 시행 예정인 차 대 자전거 시나리오로 그룹화 하였다<sup>(10)</sup>. 직각 테스트 모드인 CBNA는 #341, #342, #371, #372의 유형을 포함할 수 있고, 전체 사고율의 48.3%에 해당한다. 또한 자전거와 동일 진행방향에서 발생하는 사고 유형인 CBLA 모드는 37.7%의 사고비율을 차지하고 있으며 이는 #601, #605, #621, #373, #374등 총 5개의 사고 유형을 포함하고 있다. 이 테스트 유형은 전체 사고의 86%를 커버할 수 있는 테스트 시나리오로 평가 되었다.

Table 1 Classification of scenarios respect to field of view

Field of view	FCM 55°	FCM 100°	FCM 180°	SRR
Scenarios	#224, #244, #373, #374, #601, #605, #621, #681, #721	#341, #342, #371, #372	#243	#223
Cumulative rate	46%	94%	99%	100%

Table 2 Grouping for Euro NCAP cyclist test scenarios

	
CBNA (48.3%)	CBLA (37.7%)

도를 알 수가 없어서 조도가 낮은 사고에 대한 분석은 한계가 있었다. 따라서 사고 조사 단계에서 자전거 및 차속, 조도 정보 등 실시간으로 변하는 정보들이 제공된다면 좀더 정확한 분석이 될 수 있다.

본 논문에서 제시한 iGLAD 분류 유형은 시스템(화각) 및 시나리오 별로 재 분류 하는데 편리함을 제공하고, 사고 기초 조사 단계에서 본 논문에서 제시한 사고 유형으로 조사가 될 경우에 사고 원인 및 기술 개발을 위한 추가적인 연구에 도움이 될 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 실제 한국 실사고 데이터를 바탕으로 국내에서 발생하는 자전거 탑승자 사고 유형을 iGLAD Code book에 기재된 사고 유형으로 분류하여 15개 분류 유형을 제시하였다. 또한 센서 화각에 따라 각 사고 유형별 예방 효과의 차이를 분석하고 Euro NCAP에서 시행 예정인 시나리오가 국내에 도입될 경우 테스트 모드 별 한국의 실사고 예방의 실효성 측면에서 얼마나 효율성이 있을지 검토하였다.

차량에 화각이 55°인 FCW 및 AEB가 장착된 경우 최대 46%의 사고를 예방할 수 있고, 100° 일 때, 최대 94%의 사고를 예방할 수 있는 효과를 가져올 것으로 예상된다. 또한, 실제로 Euro NCAP에서 실시 예정인 테스트 유형과 비교해보았을 때 최대 86%의 비중을 차지하고 있으며 향후 Euro NCAP test mode를 한국에 도입할 경우 한국 실제 일어나는 교통사고를 대표할 수 있는 시나리오로 평가 된다.

현재 TAAS data에는 차량의 속도에 대한 정보가 없어 상세 분석이 어려운 점이 있고 같은 센서 및 화각이라 하여도 차량마다 제동 성능 및 인지 거리에 차이가 있어 차량마다 사고를 줄일 수 있는 정도가 다르다. 또한 주간, 야간의 단순한 구분으로는 해당 사고가 일어났을 때의 조

#### 참고문헌

- (1) IRTAD, 2017, "Road Safety Annual Report 2017".
- (2) EuroNCAP, 2015, "2020 Roadmap European New Car Assessment Programme".
- (3) 국토 교통부, 2016, "자동차안전도평가시험 등에 관한 규정", 국토교통부고시, 제 2016 - 1053호.
- (4) Frdriksson, R. and Strandroth, J., 2014, "Pre-crash motion and conditions of bicyclist-to-car crashes in Sweden", International Cyclist Safety Conference.
- (5) Uittenbogaard J, Rodarius C, and Camp O., 2015, "CATS Deliverable 1.2: CATS Car-to-Cyclist Accident Scenarios".
- (6) EuroNCAP, 2017, "Euro NCAP 2025 Roadmap in Pursuit of Vision Zero".
- (7) 경찰청, 2017, "2017 교통사고통계".
- (8) iGLAD Working Group, 2017, "iGLAD Codebook of the Common Data Scheme".
- (9) 교통사고분석시스템, <http://taas.koroad.or.kr>
- (10) EuroNCAP, 2017, "European New Car Assessment Programme".