

도로 인프라를 고려한 전기자동차 충돌안전 시험법 개발

홍승준* · 이종욱** · 김규현***

Development of Electric Vehicle Crash Scenarios and Safety Testing Methods Considering Road Infrastructure

Seung-Jun Hong*, Jong-Wook, Lee**, Gyu-Hyun, Kim***

Key Words: Electric vehicle(전기자동차), Crash scenarios(충돌 시나리오), Road infrastructure(도로 인프라)

ABSTRACT

In this study, an analysis was conducted on internal and external factors related to fires in electric vehicles in order to improve the safety of electric vehicles against fire accidents. To conduct the analysis, field survey data conducted on actual electric vehicle fire accidents were used, and accident-related statistical data was used. Among them, as a result of analyzing the internal factors related to fire accidents in electric vehicles, it was confirmed that high-voltage batteries are an important factor in fire accidents caused by internal factors of electric vehicles. An analysis of external factors for fire accidents of electric vehicles was also conducted in this study. The largest number of electric vehicle accidents that occurred on public roads were mainly caused by physical external forces such as collisions. Therefore, strengthening the safety of this road infrastructure could be an additional solution to improve the fire safety of electric vehicles. As a result, based on car accident cases, two crash scenarios based on road infrastructure were derived, each of which simulates a high-speed frontal collision situation and a lower-end collision situation. Additionally, detailed test methods for these scenarios were developed.

1. 서론

환경에 대한 전 세계 관심이 높아지면서 다양한 산업 분야에서 친환경 기술의 발전이 가속화되고 있다. 자동차 산업에서도 마찬가지로 친환경 기술이 꾸준히 보급되고 있다. 대표적인 사례가 내연기관 자동차에서 전기자동차로의 변화이며 모빌리티 분야의 전동화가 꾸준히 진행되어오고 있다.⁽¹⁾

전기자동차는 기존의 내연기관 자동차와 비교하여 많

은 구조적인 차이가 있다. 또한 자동차 내부의 부품과 구성에도 많은 차이가 있다. 이러한 차이로 인하여 기존의 내연기관 자동차에서는 발생하지 않았던 현상들이 생겨나게 되었고 그런 사유로 전기자동차에 대한 다양한 연구들이 활발하게 수행되고 있다.⁽²⁻⁴⁾ 전기자동차의 충돌 안전에 대한 저항성도 그러한 연구들 중 하나로 제안되었다.

전기자동차는 외부의 충돌이나 충격 등으로 인하여 화재가 발생할 수 있고 전기자동차의 화재는 내부의 사용자에게 큰 위험이 될 수 있다.⁽⁵⁾ 따라서 외부로부터의 전기자동차의 안전성을 확보하는 기술이 필요하며 기존의 연구들은 특히 외부 충돌에 대한 전기자동차의 화재 안전성에 대하여 많은 연구들이 수행되었다.^(6,7) 본 연구도 전기자동차회 화재 안전성을 강화하기 위한 연구를 수행하였

* 창원문성대학교, 교수

** 한국기술교육대학교, 교수

*** 한국자동차안전학회 부설연구소, 수석전문위원

E-mail: sjhong1970@naver.com

으며 특히 도로 인프라에 대한 충돌 안전성을 고려하였다. 특히, 실제 차량의 데이터들을 바탕으로 수행된 기존의 연구들과 같이 본 연구에서도 전기자동차의 화재 안전성을 고려하기 위하여 실제 사고 사례들을 바탕으로 연구가 수행되었다.⁽⁸⁻¹⁰⁾ 그 결과 연석, 전봇대 등의 도로 인프라로 인하여 발생하는 전기자동차의 충돌 안전성에 대한 통계 분석 및 사례조사가 수행되었으며 안전성 강화를 위한 신규 시험법을 도출하였다.

2. 전기자동차 화재사고 분석

2.1. 전기자동차 내부요인에 대한 화재사고 분석

전기자동차의 화재 사고에 원인을 분석하기 위해서 전기자동차의 화재를 유발할 수 있는 내/외부의 요인에 대해서 먼저 분석한다. 특히 이 장에서는 먼저 전기자동차 내부요인으로 인한 화재 사고의 경향성을 살펴본다. 이를 위해 2018년에서 2023년 4월까지의 전기자동차 화재 사고의 현장조사 결과를 바탕으로 전기자동차 화재 사고의 발생유형을 분석하였다. 분석을 통하여 도출한 전기자동차 화재 사고의 유형들은 주행중, 충돌 후, 충전 중, 주차 중 그리고 고전압 배터리 5가지로 구분되었다. 이중 고전압 배터리라고 나타난 화재사고 유형은 차량과 무관한 배터리 자체적인 화재 사고를 의미한다. 상세한 분석결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 2는 2018년에서 2023년 4월까지의 전기자동차 화재 사고의 현장조사 결과를 3가지 원인으로 나누어 분석한 결과이다. 모든 사고 유형에 대하여 고전압 배터리가 가장 많은 원인으로 추정되었고 전체 화재 사고의 78%를 차지하는 것을 확인할 수 있었다. 반면 기타 차량 부품이나 기타 요인으로 인한 화재 사고의 발생빈도는 미미하였다. 따라서 전기자동차의 화재 사고에 대하여 전기자동차

Table 1 Analysis results by type of electric vehicle fire accident

구분	건수(비율)
주행 중	9 (17%)
충돌 후	8 (15%)
충전 중	5 (9%)
주차 중	29 (54%)
고전압배터리	3 (5%)
계	54 (100%)

내부 요인 중 가장 중요한 요인은 고전압 배터리라고 할 수 있으며 전기자동차에 대한 화재 안전성을 향상하기 위해서는 고전압 배터리에 대한 안전성 향상이 중요한 요인을 확인할 수 있었다. 차량의 종류에 따른 화재 사고에 대한 발생 수준의 차이를 확인하기 위하여 Table 2의 자료에 대하여 차량의 상세 종류를 확인하였다. 그 결과 Table 3과 같이 다양한 종류의 차량에 화재 사고가 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 3은 특히 국내/외 모든 브랜드에 대한 조사를 수행하였다. 그리고 이 결과를 통하여 특정 브랜드에서 화재 사고가 발생하는 것이 아닌 모든 브랜드에 대해서 화재 사고가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 내부요인으로 인한 전기자동차의 화재 사고는 고전압배터리로 인한 화재가 가장 빈번하게 일어나고 있었으며 차량의 종류와 무관하게 발생하며 브랜드를 구분하지 않고 발생

Table 2 Analysis results by cause of electric vehicle fire accidents

구분	건수		
	고전압 배터리	차량 기타부품	기타 요인
주행 중	3	5	1
충돌 후	6	1	1
충전 중	3	1	1
주차 중	27	1	1
고전압배터리	3	-	-
계	42 (78%)	8 (15%)	4 (7%)

Table 3 Analysis results of electric vehicle fire accidents by vehicle type

구분	건수		
	고전압 배터리	차량 기타부품	기타 외부요인
주행 중	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 상용(1) • 국내 승용(2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1) • 국내 상용(2) • 해외 승용(2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1)
충돌 후	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 승용(2) • 국내 승용(4) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 승용(1)
충전 중	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1) • 국내 상용(2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 승용(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 승용(1)
주차 중	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(16) • 국내 상용(1) • 해외승용(10) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 상용(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1)
고전압 배터리	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 승용(1) • 해외 승용(2) 	-	-
계	42 (78%)	8 (15%)	4 (7%)

할 수 있다는 결과를 현장 조사 결과를 분석하여 얻을 수 있었다. 이러한 중요성으로 인해 전기자동차의 고전압 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 안전성 향상을 위한 기술들도 지속적으로 개발되고 있어 내부 요인으로 인한 전기자동차의 화재 사고는 계속해서 줄어들 것으로 기대한다.

2.2. 전기자동차 외부요인에 대한 화재 사고 분석

앞에서 우리는 전기자동차의 화재 사고는 내부요인 만큼 외부요인으로 인한 화재가 다수 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이 장에서는, 전기자동차의 화재 사고에 영향을 줄 수 있는 외부의 요인은 무엇이 있을지 확인해 보기 위하여 2020년부터 2022년까지의 전기자동차와 하이브리드자동차의 화재 사고에 대한 조사와 분석을 실시하였다. 하이브리드자동차까지 조사 범위에 포함한 것은 전기자동차의 보급률이 최근에 급상승했기 때문에 전기자동차의 화재 사고 사례가 적을 것으로 판단하였기 때문이며 하이브리드자동차에도 전기자동차와 같이 구동을 위한 배터리를 포함하고 있기 때문에 하이브리드자동차도 조사의 범위에 포함되었다. 본 연구에서 수행한 전기자동차와 하이브리드자동차의 화재 사고에 대한 분석 결과는 Fig. 1에서 상세하게 나타내었다.

Fig. 1의 (a)는 2020년에 발생한 전기자동차와 하이브리드 자동차의 화재 사고들을 발생한 지점별로 분석한 결과이다. Fig. 1의 (b)와 (c)는 같은 분석을 2021년과 2022년에 대하여 수행한 결과이다. 분석결과를 통하여 가장 먼저 알 수 있는 것은 전기자동차의 화재 사고가 발생하는 장소로 일반도로가 가장 많다는 것이며 그 다음으로는 주차장에서 가장 많은 전기자동차의 화재 사고가 발생한 것을 알 수 있다. 2020년에는 이러한 경향이 다소 뚜렷하게 나타나지 않는데 이것은 전기자동차의 보급률이 낮았기 때문으로 설명할 수 있다. 2021년부터 2022년까지는 이러한 경향이 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 고속도로보다 일반도로에서 더 많은 화재가 발생한 것은 고속도로의 노면은 고른 반면 일반도로의 노면은 고르지 못하기 때문일 것으로 예상할 수 있는데 그 이유는 노면의 상태가 고르지 못하면 그만큼 주행 시 차량에 물리적인 데미지를 많이 주기 때문이다. 구체적인 사유를 확인하기 위해서는 관련 연관성에 대한 추가 연구가 필요하지만 하나의 가능성을 본 결과를 통해서 도출해 볼 수 있다. 또한 사고가 발생한 위치가 두 번째로 많았던 것은 주차장으로 확인되었는데 이를 통하여 전기자동차는 주행 중과 주

차 중 언제든지 화재가 발생할 수 있음을 다시 한 번 더 확인할 수 있다. 하이브리드자동차의 경우에도 순위는 일부 차이가 있지만 일반도로와 주차장에서 가장 많은 화재 사고가 발생했다는 것을 확인할 수 있다. 한가지 특이한 것은 하이브리드자동차의 경우 충전이 불가능하기 때문에 주차장에서 발생한 화재 사고는 배터리 충전과는 관련이 없다. 따라서 배터리의 충전 유무와 상관없이 주차장에서

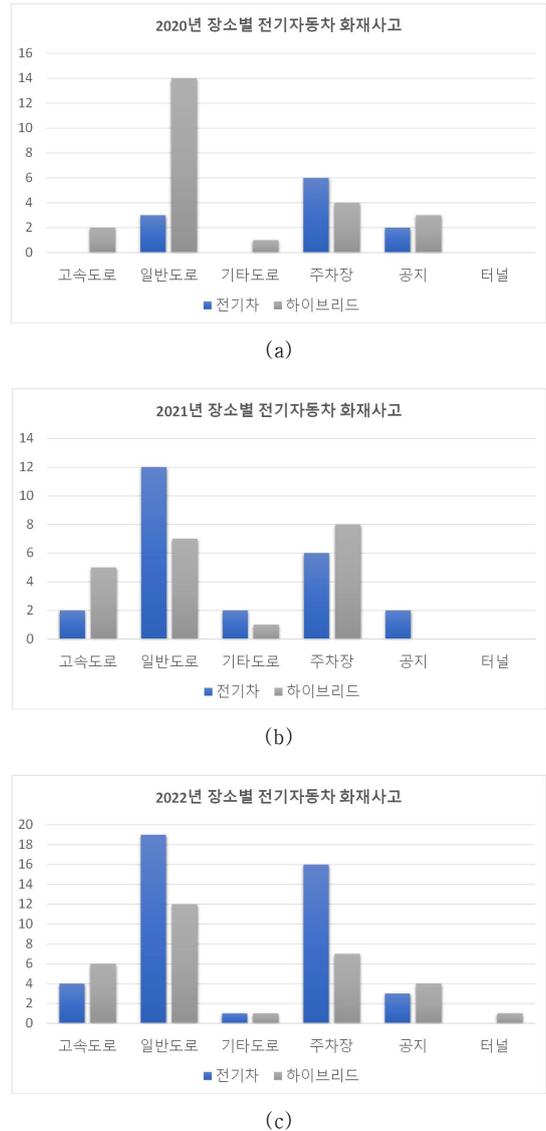


Fig. 1 Analysis results of electric vehicle fire accidents by location ((a) 2020 results, (b) 2021 results and (c) 2022 results)

화재가 많이 발생하는 요인에 대해서도 추가적인 연구가 필요할 것이며 본 연구에서는 화재 사고 자체에 대한 분석만을 목적으로 하기 때문에 후속 연구를 통하여 주차 중의 화재와 관련된 요인들을 분석해 볼 것이다.

전기자동차의 화재사 발생한 장소로 가장 많이 확인된 것은 일반도로였기 때문에 일반도로에서의 화재 사고를 일으키는 요인들에 대한 분석이 필요하다. 따라서 추가적인 조사를 통하여 2020년에서 2022년까지 전기자동차의 화재 사고에서 원인이 되었던 것에 대하여 확인 및 분석을 수행하였으며 그 결과를 Fig. 2에 상세하게 나타 내었다.

Fig. 2는 2020년에서 2022년까지 발생했던 전기자동차 화재 사고에 대해 발생 요인을 분석한 결과이다. 화재 사고를 발생시킨 가장 큰 요인으로는 교통사고로 전체 화재 사고의 28%를 차지하였으며 그 다음으로는 차량과의 충돌 사고가 22%, 중앙 분리대 가드레일과의 충돌로 인한 사고가 13%, 전봇대와의 충돌이 10%를 차지하였다.

그 외 연석과의 충돌, 각종 외벽이나 기둥과의 충돌 등이 화재 발생 요인으로 확인되었다. 이 분석 결과를 통하여 도로에서의 화재 사고는 충돌로 인하여 가장 많은 사고가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 더욱이 충돌하는 물체

들도 다양하다는 것을 확인할 수 있다. 한 가지 특이한 것은 그 충돌 물체 중 도로 인프라도 상당한 비중을 차지한다는 것이다. 중앙 분리대 가드레일과의 충돌 또는 연석과의 충돌 등이 그 대표적인 사례이다. 즉 도로 인프라로 인해서도 상당수의 전기자동차 화재 사고가 발생할 수 있음을 이 결과를 통하여 확인할 수 있다. 이와 같은 경향성은 국내의 한 보험회사 자료를 통해서도 확인할 수 있다.

Fig. 3은 국내의 한 보험회사의 데이터를 바탕으로 전기자동차 사고들에 대하여 충돌체의 종류에 대하여 분석한 결과이다. 결과에서 가장 많은 비중을 차지하는 것은 낙하물 또는 돌이며 그 다음으로 큰 비중을 차지하는 것이 연석이다. 이와같이 도로 인프라로 인하여 발생하는 사고가 많으며 이 사고들이 화재 사고로 이어질 가능성도 있기 때문에 도로 인프라들에 대한 안전성을 확보하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 필요성에 따라 도로 인프라로 인하여 발생할 수 있는 충돌사고를 분석하여 충돌 시나리오들을 도출하고 도출된 충돌 시나리오에 대한 안전성을 확보할 수 있는 시험법을 개발하고자 한다.

3. 도로 인프라를 고려한 전기차 충돌 시나리오

3.1. 도로 인프라로 인한 자동차 충돌 사고분석

실제 도로 인프라로 인하여 차량 사고가 어떻게 발생하고 있는지 확인하기 위하여 사고사례 분석을 수행하였다. 대상은 2015년~2023년까지 미디어를 통하여 공개된 자동차 충돌 및 화재 사고들을 대상으로 하였으며 사고가 발생한 시점, 사고가 발생한 차량의 종류, 사고가 발생한 지역, 사고 발생 원인, 사고의 특징 등이 분석한 내용들이다. 특히 분석의 목적에 맞추어 도로 인프라가 사고에 직/간접적으로 영향을 준 사고들에 대하여 분석을 수행하였다. 그 결과를 Table 4와 Table 5에 나타내었다.

Table 4는 어떤 도로 인프라의 단부와 연석 등과 같은 도로 인프라들을 통하여 발생한 사고 사례를 분석한 것이다. 전국의 다수의 곳에서 도로 인프라와의 충돌로 인하여 차량의 파손 또는 화재가 발생하였다. 비록 차량의 종류는 내연기관자동차 또는 전기자동차로 구분하지 않았지만 다양한 차량에 대하여 빈번하게 사고가 발생할 수 있을 것으로 Table 4를 통하여 예측할 수 있다. 어떤 도로 인프라의 단부 또는 연석과의 충돌과 같은 도로 인프라와의 직접적인 충돌 외에도 도로를 이탈하여 발생하는 사고들도 많은 것으로 확인 되었다. Table 5는 도로 이탈 후 도로 인프라 중 하나인 배수로로 빠짐 또는 추락으로 인하여

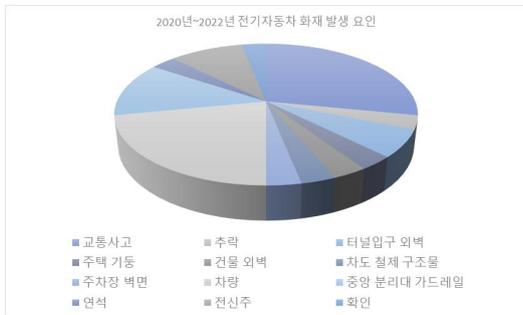


Fig. 2 Analysis of electric vehicle fire occurrence factors

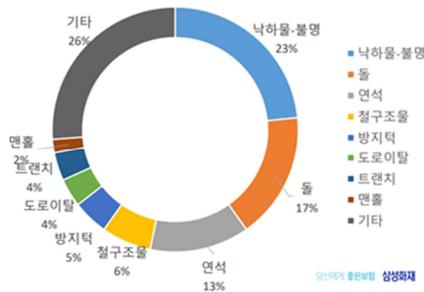


Fig. 3 Impact objects in electric vehicle crashes

도로 인프라를 고려한 전기자동차 충돌안전 시험법 개발

Table 4 Analysis results of automobile accidents caused by road infrastructure

일시	종류	지역	사고 원인	특징
22.03.21	상용	부산	가드레일 단부 충돌	정면 파손
22.06.05	승용	영동고속	가드레일 단부 충돌	정면 파손
17.05.02	승용	부산	연석충돌 후 철재기둥 측면충돌	측면 파손
18.10.18	상용	제천	연석 충돌 후 전복	전측면, 측면 파손
19.02.28	승용	부산	연석, 도로 배전반, 가로등 충돌	정면 파손, 화재
19.08.02	승용	부산	연석·중앙경계석 충돌	하부 손상
19.10.28	승용	대구	연석충돌 후 가드레일 충돌	측면 파손
19.12.29	승용	제주	연석 충돌 후 가드레일 충돌	화재, 전소
20.10.01	승용	제주	연석충돌 후 전복	-
20.11.01	승용	제주	연석 충돌 후 전복	화재, 전소
20.11.26	승용	제주	빗길 미끄러지며 연석 충돌	화재, 전소
21.08.26	승용	칠곡	연석충돌 후 전복	-
22.01.12	승용	부산	연석 충돌 후 전복	-
22.09.22	상용	제주	연석 충돌 후 전복	측면 파손
23.03.16	승용	제주	연석 충돌	화재, 전소

Table 5 Analysis results of automobile accidents caused by drainage ditches

일시	종류	지역	사고 원인	특징
15.07.27	승용	인천	가드레일 충돌 후 배수로 빠짐	측면, 하부 파손
16.07.13	상용	음성	1톤트럭 충돌 후 배수로 빠짐	정면, 하부 파손
16.07.31	상용	양산	승용차 충돌 후 배수로 빠짐	정면, 하부 손상
17.02.24	상용	안동	가드레일 충돌 후 배수로 추락 전복	전/측면 파손
18.01.03	상용	제주	눈길 배수로 빠짐	하부 손상
19.07.23	상용	부산	가드레일 충돌 후 배수로 빠짐	전/측면, 하부 파손
20.03.01	상용	거창	배수로 빠진 후 전봇대 와 충돌	정면, 우측면 파손

발생한 사고들을 분석한 것이다.

Table 4와 마찬가지로 Table 5를 통해서도 다양한 지점에서 배수로로 인한 차량 사고 또는 화재사 발생할 수 있음을 확인할 수 있다. 이처럼 도로 인프라로 인한 사고의 비중이 높고 이러한 도로 인프라는 정형화된 형상과 규격을 가지고 있기 때문에 이들에 대한 안전성을 확보하기 위한 방안을 도출하고 차량에 적용한다면 안전성 향상 효과가 클 것으로 예상할 수 있다. 따라서 이들 도로 인프라로 인한 충돌 시나리오들을 도출하고 그 시나리오들에 대한 안전성을 확보할 수 있는 시험방법에 대한 연구를 본 연구에서 수행하였다.

3.2. 도로 인프라 기반의 충돌 시나리오 및 시험법 수립

본 논문에서는 도로 인프라로 인하여 충돌 사고 및 화재 사고들에 대한 사고 분석을 수행하였고 그 결과 다음과 같이 도로 인프라 기반의 대표적인 충돌 및 자동차 화재 시나리오를 수립하였다.

- 도로 인프라와의 고속 정면충돌로 인한 전기자동차 파손 및 화재 발생
- 도로 인프라와의 하부 충돌로 인한 전기자동차 파손 및 화재 발생

도로 인프라와 관련된 국내 전기자동차 정면충돌 후 화재 사고의 대부분은 도로 인프라의 단부 또는 전봇대와 같은 물체에 충돌하며 발생하였다. 이들의 형상은 Fig. 4와 같이 원형이라는 공통적인 형상을 가지고 있으며 차량과 충돌할 때 차량의 국부적인 영역에 충격 또는 에너지를 집중시킬 수 있기 때문에 차량과 승객에게 큰 데미지를 가할 수 있다.

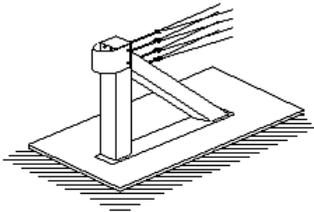
따라서 이 시나리오에 대한 안전성을 확보하기 위한 시험법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 도로 인프라로 인한 고속 정면충돌 시나리오의 안전성 검증을 위하여 다음과 같은 시험법을 제안한다.

- 충돌 모드: 56 km/h의 정면 지주 충돌 시험
- 충돌체의 형상: 지름이 254 cm(10 인치)인 원기둥 형상의 barrier

정면 고속 충돌 외에도 본 연구에서 수립한 시나리오는 도로 인프라와 전기자동차의 하부 충돌에 대한 시나리오이다. 전기자동차의 구조적인 특성을 고려할 때 전기자동차



(a)



(b)



(c)

Fig. 4 High-speed head-on collision object in road infrastructure ((a) End of protective fence, (b) Guard cable end and (c) Telephone pole or trees)

차의 하부에는 고전압 배터리가 위치한다. 따라서 전기자동차가 주행하는 과정에서 차량 하부와 충돌이 발생하면 하부에 위치한 고전압 배터리가 직접적인 영향을 받게 된다. 이러한 배터리로 인가되는 직접적인 영향은 전기자동차의 배터리 안전성에 위험한 요인이기 때문에 이에 대한 안전성을 확보할 수 있는 시험법의 개발도 필요하다. 본 연구에서는 그러한 필요성으로 하부 충돌 시나리오에 대한 안전성을 검증할 수 있도록 다음과 같은 시험법을 추가로 제안한다.

－ 충돌 모드

- ① 대차에 시험하고자 하는 배터리 설치
- ② 바닥에 배터리 하부와 충돌하는 구조물 설치

－ 충돌체의 형상

- ① 폭은 200 mm, 반경(R)은 10 mm
(도로에 가장 일반적으로 많이 설치되는 연석 규격 고려)
- ② 높이: 차체와 50 mm 간섭되는 높이

도로 인프라로 인한 하부 충돌의 대부분은 연석과의 충돌로 인하여 발생하였다. 또한 이 연석의 위치는 주차장 경계부, 도로 교차로 및 코너와 같이 일반적인 위치이기 때문에 더욱더 충돌의 가능성이 높다. 따라서 앞에서 개발한 충돌 시험법이 하부 충돌에 대한 전기자동차의 안전성을 확보하는 데 많은 도움이 될 것으로 예상된다. 이 밖에도 배수로로 빠지는 상황 또는 과속 방지턱과의 접촉과 같은 상황에서도 전기자동차의 하부에 충격이 가해질 수 있으며 이 또한 하부 충돌의 한 시나리오로 볼 수 있다. 하지만 본 연구에서는 연석과의 충돌로 인한 시나리오가 더 가혹할 것으로 판단하여 이에 대한 세부 시험법의 개발은 수행하지 않았다. 추후 자료조사를 통하여 시험법 개발의 필요성을 후속 연구로 수행할 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 전기자동차의 화재 사고에 대한 안전성을 향상시키기 위하여 전기자동차의 화재와 관련된 내부와 외부 요인들에 대한 분석을 수행하였다. 분석을 수행하기 위하여 그동안 실제 전기자동차 화재 사고에 대해서 수행된 현장조사 데이터들이 활용되었으며 사고 관련 통계 자료등이 활용되었다. 그 결과 전기자동차의 화재 사고에 대하여 내부 요인과 외부 요인 모두 중요한 요인이며 유사한 사고의 빈도를 보이는 것으로 확인되었다. 그중 전기자동차의 화재 사고에 대한 내부 요인을 분석한 결과 고전압 배터리로 인한 화재 사고가 가장 많은 비중을 차지하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 특정 브랜드나 차량의 종류에 따라 사고의 빈도가 달라지지는 않는 것을 확인하였고 이를 통하여 전기자동차의 내부요인으로 인한 화재 사고는 고전압 배터리가 중요한 요인이라는 결론을 얻을 수 있었다.

전기자동차의 화재 사고에 대한 외부요인에 대한 분석도 본 연구에서 수행되었다. 일반도로에서 발생한 전기자동차의 사고에 대하여 가장 많은 수는 주로 충돌과 같은 물리적인 외력에 의하여 발생하였다. 그리고 한가지 더 특이한 것은 도로 인프라도 사고에 많은 영향을 주고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 이 도로 인프라에 대한 안전성

강화가 전기자동차의 화재 안전성을 향상을 위한 추가적인 해결책이 될 수 있을 것이다. 그 결과 자동차 사고 사례를 바탕으로 도로 인프라를 바탕으로 한 2가지 충돌 시나리오들을 도출하였고 각각은 고속 정면 충돌 상황과 하부 충돌 상황을 모사한 시나리오이다. 또한 이들 시나리오에 대한 상세 시험법을 개발하였다. 이 시험법을 통하여 안전성을 확보한다면 전기자동차의 화재 발생률도 줄어들 것으로 기대한다.

후 기

이 연구는 국토교통과학기술진흥원의 전기자동차 안전성 평가 및 통합 안전 기술개발(RS-2023-00243574) 과제의 일환으로 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- (1) Jongwook Lee, 2024, "Analysis of Types and Performance of Portable Replaceable Batteries," Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 32, No. 4, pp. 357~362.
- (2) Sun, P., Bisschop, R., Niu, H., and Huang, X., 2020, "A review of battery fires in electric vehicles," Fire technology, Vol. 56, No. 4, pp. 1361~1410.
- (3) Bisschop, R., Willstrand, O., Amon, F., and Rosenggren, M., 2019, "Fire safety of lithium-ion batteries in road vehicles".
- (4) Thaler, Alexander, and Daniel Watzenig, eds, 2014, "Automotive battery technology," Springer International Publishing.
- (5) Kang, S., Kwon, M., Choi, J. Y., and Choi, S., 2023, "Full-scale fire testing of battery electric vehicles," Applied Energy, Vol. 332, pp. 120~497.
- (6) Zhu, J., Wierzbicki, T., and Li, W., 2018, "A review of safety-focused mechanical modeling of commercial lithium-ion batteries," Journal of Power Sources, Vol. 378, pp. 153~168.
- (7) Xia, Y., Wierzbicki, T., Sahraei, E., and Zhang, X., 2014, "Damage of cells and battery packs due to ground impact," Journal of Power Sources, Vol. 267, 78~97.
- (8) Byungdeok In, Dayoung Park, and Jongjin Park, 2024, "Traffic Accident Type Classification and Characteristic Analysis Research to Develop Autonomous Vehicle Accident Investigation Guidelines Using the National Forensic Service Data Base," Journal of Auto-vehicle Safety Association, Vol. 16, No. 1, pp. 35~41.
- (9) Dabin Seo, Heungseok Chae, and Kyongsu Yi, 2023, "Human Driving Data Based Simulation Tool to Develop and Evaluate Automated Driving Systems' Lane Change Algorithm in Urban Congested Traffic," Journal of Auto-vehicle Safety Association, Vol. 15, No. 2, pp. 21~27.
- (10) Yunsik Shin, Moon Young Kim, and Jayil Jeong, 2023, "Analysis of Intersection Accident Trend of Autonomous Emergency Braking system Vehicle based on Actual Accident," Journal of Auto-vehicle Safety Association, Vol. 15, No. 1, pp. 35~44.