주차 중 발생한 캠핑카화재 사례의 분석

Analysis of a Fire in a Parked Camping Car

최형호* · 이의평**

Choi, Hyeongho*, and Lee, Euiyeong**

Abstract

Because of the increase in the popularity of camping and leisure culture, camping car fires have increased consistently with an increase in the number of camping car registrations. In this study, we analyzed the causes of a fire that broke out at midnight in a parked camping car. The camping car was parked with the engine stopped. The results of fire investigation suggest that the fire broke out because the finish of the battery cable outlet of an iron case installed at the bottom of the car was of bad quality. The bad finish resulted in damage to the battery cable coating. Thus, the battery cable conductor made contact with the iron case, resulting in a short-circuit.

Key words : Camping Car Fire, Fire Investigation, Electrical Fire, Fire Case Analysis

요 지

레저 및 캠핑 문화의 활성화로 캠핑카 등록대수가 증가함에 따라 캠핑카화재도 증가하고 있다. 이 논문에서는 시동이 꺼진 상태로 주차 중 심야에 캠핑카에서 발생한 화재의 원인을 분석하고 있다. 화재조사 결과 이 캠핑카 화재는 캠핑하우스 하부에 설치된 배터리 철제 케이스의 배터리 케이블 인입구 마감처리 불량으로 배터리 케이블의 피복이 손상되며 배터리 케이블 도체가 철제 케이스와 접촉되어서 합선이 일어나 발생되었다.

핵심용어 : 캠핑카화재, 화재조사, 전기화재, 화재사례분석

1. 서 론

캠핑카 등록대수 증가에 따라 관광지에 가거나 고속도로를 주행하면 쉽지 않게 캠핑카를 볼 수 있다. 캠핑카는 숙식이 가능한 자동차를 말하며, 텐트와 달리 해체와 설치의 번거로움 없이 원하는 곳에서 캠핑을 할 수 있고 음식 조리, 샤워 등 집과 같은 기능을 할 수 있는 장점을 갖고 있다. 주 52시간 근무제도 시행으로 캠핑카 등록대수는 더 증가할 것으로 예측 된다. 캠핑아웃도어진흥원(<http://www.campingoutdoor.or.kr>) 발표 자료에 의하면 우리나라 캠핑 인구는 2016년 기준 300만 명 이상이고 산업규모는 1조 5천억 원에 달한다. 캠핑 인구 증가에 따라 캠핑카도 증가하여 캠핑관련 화재 등 사고는

물론 캠핑카화재도 증가하고 있다.

캠핑카는 자동차관리법에서 캠핑용자동차(motor home)와 캠핑용트레일러(camping trailer)로 분류하고 있으며, 캠핑용자동차는 승합차를 기반으로 개조한 차량으로 승합차의 운전면허가 적용되며, 캠핑트레일러는 중량이 750 kg 이상의 것인 경우에 1종 특수면허 또는 트레일러 면허를 가져야 한다(Park, 2018).

캠핑관련 사고가 증가함은 물론 캠핑카화재가 증가하고 있음에도 아직 우리나라에는 캠핑카화재와 관련된 보고서나 논문이 전무한 실정이다.

이 논문에서는 캠핑카 등록대수 추이, 캠핑카 화재 추이, 캠핑카 화재 원인 추이를 알아본 후 주차 중 발생한 캠핑카

*정회원, 전주대학교 소방안전공학과 박사과정(E-mail: sobang119@korea.kr)

Member, Ph.D Candidate, Department of Fire Safety Engineering, Jeonju University

**교신저자, 정회원, 전주대학교 소방안전공학과 교수(Tel: +82-63-220-2039, Fax: +82-63-220-2056, E-mail: krfirechief@empal.com)

Corresponding Author, Member, Professor, Department of Fire Safety Engineering, Jeonju University

화재 사례를 구체적으로 분석한다.

2. 캠핑카 관련 통계 분석

캠핑카는 동력이 장착되어 있으면 캠핑용자동차(motor home), 동력이 장착되어 있지 않고 다른 자동차에 연결하여 움직이면 캠핑용트레일러(camping trailer)로 구분한다.

국토교통부 자료에 의하면 캠핑카 등록대수는 Table 1과 같다. 레저 및 캠핑문화 활성화로 캠핑카의 등록대수가 계속 증가하고 있다. 캠핑카 등록대수 추이를 보면, 2007년 346대였으나 2017년 등록대수가 10,901대로 10년 만에 약 31.5배가 증가하였다. 캠핑카 등록대수에 대한 국토교통부의 통계는 차명에 ‘캠핑’이라는 용어가 들어간 자동차 등록현황이며 튜닝 차량은 제외되어 있을 뿐만 아니라 평상시는 화물차로 이용하다가 필요한 경우에만 캠핑하우스를 부착하여 이용하는 캠핑카도 제외되어 있으므로 실제 캠핑카는 국토교통부에서 발표하는 등록대수보다 상당수 많을 것으로 추정되

고 있다. 자동차 등록현황에 누락된 화물차를 기반으로 하는 캠핑카는 크게 두 가지로 분류된다. 첫째는 화물차를 기반으로 일체형으로 개조하여 특수자동차(업무용자동차)로 구조변경 후 사용하는 캠핑카이며, 둘째는 캠핑카와 적재함만 일체형으로 개조하거나 분리형을 제작하여 캠핑 시에만 사용하고 평소에는 분리 보관하는 형태의 캠핑카로 구조변경 등 법적절차가 불필요하다.

캠핑카 등록대수가 증가함에 따라 캠핑카에서 화재도 발생하고 있다. 캠핑카 화재발생 실태는 Table 2와 같고, 캠핑카화재 원인은 Table 3과 같다. Tables 2 and 3은 소방청 국가화재정보센터(<https://www.nfds.go.kr>) 자료 중에서 캠핑카화재와 관련된 것만 추출한 통계이다. 아직까지 캠핑카 화재로 인한 사망자는 발생하지 않았지만, 2018년 10월 14일 창원에 있는 캠핑카에서 내부를 따뜻하게 하려고 숯불을 피웠다가 일가족 3명이 일산화탄소 중독으로 추정되는 사망사고가 있었다. 캠핑카화재 원인은 기계적 요인이 압도적으로 많으며, 전기적 요인, 부주의, 방화 순이다. 기계적

Table 1. Camping Car Registration Numbers

Division	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total	346	484	641	882	1,300	1,825	2,862	4,075	5,838	7,793	10,901
Motor home	214	271	308	361	423	477	657	931	1,146	1,416	1,989
Camping trailer	132	213	333	521	877	1,348	2,205	3,144	4,692	6,377	8,912

Table 2. Camping Car Fires and Losses

Division	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Fire	0	23	36	31	27	34	34	34	31	23	35
Death (people)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Injury (people)	0	1	1	0	0	4	4	4	0	0	1
Property (×₩10 ³)	0	473,521	533,850	152,775	165,762	239,027	239,027	239,027	224,880	41,550	42,5302

Table 3. Causes of Camping Car Fires

Division	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total	0	23	36	31	27	34	26	22	31	23	35
Electrical	0	3	5	1	2	3	1	3	3	5	8
Mechanical	0	15	22	24	22	24	17	12	22	13	17
Chemical	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Gas leak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic accident	0	2	2	1	1	1	1	1	2	1	0
Careless	0	2	1	0	1	3	0	1	2	2	7
Natural	0	0	1	3	0	0	3	0	1	1	0
Arson	0	0	3	0	1	2	3	4	0	1	3
Suspected arson	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Unknown	0	1	1	2	0	1	1	1	0	0	0

Table 4. Mechanical Causes of Camping Car Fires

Mechanical causes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Over heat, over load	0	12	15	14	18	18	12	10	18	11	12	140
Oil or fuel leakage	0	0	1	2	0	0	1	0	2	0	0	6
Failure of automatic control	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	4
Failure of manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poor maintenance	0	3	4	4	1	3	1	2	1	1	1	21
Deterioration	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	4
Back fire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Other	0	0	2	2	2	2	1	0	1	1	1	12

요인은 과열, 과부하, 오일·연료누설, 자동제어 실패, 수동제어 실패, 정비불량, 노후, 역화, 기타로 구분하고 있으며(NFA, 2018), Table 4와 같다. 기계적 요인에 의한 화재 중 과열, 과부하에 의한 화재가 압도적으로 많음을 알 수 있다.

3. 주차 중 발생한 캠핑카화재 사례의 분석

3.1 화재개요 등

3일간 300 km정도 운행한 후 캠핑카를 점포 부지(마당) 내 천막으로 된 창고 안에 주차해 놓은 상태에서 9일 췌 되는 날 04시 11분 경 옆 건물 편의점 직원에 의해 119신고가 된 화재사건이었고, 화재 당시 비가 내리고 있었다.

보험회사에서 저자에게 제시된 자료상 이 화재사건의 캠핑카는 총주행거리 4,500~5,000 km이고 9일간 주차되어 있었던 상태에서 화재가 발생하였다는 내용이었고, 제시된 사진은 캠핑카의 운전석 등 전면부 부분은 가연물 일부가 미연소된 상태로 남아있는 상태이며 캠핑하우스부분은 거의 완전연소 붕괴된 상태이고 주변 시설물도 연소피해를 입은 상태이었다. 자동차제작증 사본에 의하면 화재발생일로부터 5개월 20일 전에 국내 대리점에서 차주에게 캠핑카를 양도하였다.

화재발생 후 관할소방서에서 2차에 걸쳐 현장조사를 실시하였고, “연소패턴 및 CCTV를 확인한 결과 방화가능성은 적은 것으로 판단되며, 화재 당시 우중이었고 천막 배선 특성상 누전에 의한 발화가능성도 있지만 특별한 단락흔은 발견되지 않았으며, 캠핑카 적재함 부근에서 전기적 요인으로 발화가능성은 있지만 과다소해로 정확한 원인은 미상”으로 종결하였다.

3.2 현장 캠핑카 조사

화재현장은 점포 마당에 설치된 천막창고 내 공간으로 소방서 조사요원이 진화 직후 촬영한 사진(Fig. 1 참조)과 달리 캠핑카 옆에 있던 지게차와 잔해가 정리되고 캠핑카부분만 천막으로 가려진 상태이며, 지붕부분 천막은 연소되어

소실되고 파이프 구조만 남아있는 상태이고, 주변의 연소 잔해가 정리되어 있는 상태이다.

Fig. 1. Right After the Fire

Fig 2의 소방서 조사요원이 촬영한 사진과 현장의 상황으로 보아 최초 발화 연소된 부분은 캠핑카가 주차되어 있던 부분으로 분석할 수 있으며, 현장주변이 정리된 상태이나 조사에 지장을 줄만한 상황은 아니었다.

Fig. 2와 같이 캠핑카의 전면 쪽은 마당 진입 부지이고 우측면(전후좌우는 운전석에 앉아 전방을 주시한 경우를 기준으로 함)은 점포 건물이 있고 좌측면에 시멘트 담벼락이 있고 후면은 철재 울타리(울타리 건너편에 경찰기동대가 있음)가 설치되어 있다.

Fig. 2. Fire Scene Filmed by a Fire Investigator

화재현장에 남아 있는 천막용 철재파이프구조 및 잔해에서 발화와 관련지을만한 특이점이 없고, Fig 3과 같이 캠핑카의 전면부분은 연소되지 않은 상태이나 캠핑하우스 부분은 거의 완전 소해되어 있다.

Fig. 3. Burned Camping Car

Fig. 4와 같이 캠핑하우스(coach) 측에서 전면 운전석(cabin) 부분으로 연소 확대된 모습으로 운전석 등받이 등 일부가 남아있고, 심하게 연소된 캠핑하우스 부분은 좌측보다 우측이 상대적으로 심하게 연소되어 있으며 심하게 연소된 우측의 바깥 부분에는 의자와 전자레인지 등 집기 잔해가 널브러져 있으며 캠핑하우스의 중간부분 좌측에 남아있는 칸막이 부분은 좌측에서 우측으로 연소 확대되어 있다.

Fig. 4. Burned Cabin and Coach

Fig. 5와 같이 캠핑하우스 뒤쪽 좌측의 바닥부분은 상단부보다 하부측이 심하게 연소되어 있고 코너 부분은 국부적으로 심하게 소손되어 있고 하부에서의 연소 열기에 의해 용융된 전선이 차체에 부착되어 있다.

Fig. 5. Rear Left Side

Fig. 6과 같이 캠핑하우스의 좌측 타이어부분이 국부적으로 심하게 소손되어 있고 휠의 앞쪽이 국부적으로 용융변형되어 있고 인근 부분에 가스레인지 잔해가 있다.

Fig. 7과 같이 캠핑하우스 우측의 소각된 전자레인지는 거의 완전연소된 상태로 차체에서 발화와 관련지을만한 특이점이 식별되지 않으며, 전자레인지 주변에 피복이 완전 소실된 하니스(harness, 전선다발) 잔해가 있고 하니스 등 전선 잔해에는 여러 개소에서 화염에 의해 용융되어 있다.

Fig. 6. Wheel Surroundings of Rear Left Side

Fig. 7. Microwave Surroundings

Fig. 8과 같이 캠핑하우스 우측 바퀴 부분은 타이어 위쪽 일부분이 남아있고 타이어 인접 부분에서 다수의 전선과 전기차단기 잔해가 있으며 전기차단기는 모두 트립(trip)된 상태임이 확인된다.

Fig. 8. Wheel Surroundings of Rear Right Side

Fig. 9와 같이 캠핑하우스 잔재물을 정리한바 캠핑하우스 우측 뒤쪽은 가장 심하게 연소되어 있을 뿐만 아니라 캠핑하우스 차대 아래의 하부 쪽도 심하게 연소되어 있는 특이점이 있고, 캠핑하우스 뒤쪽 중앙의 우측에 국부적으로 소손된 바닥부분의 차대 하부에서 심하게 소손된 배터리와 FRP 단열재로 보호된 펌프의 잔해가 있는데 펌프와 배터리가 위치한 위쪽 부분의 바닥재는 상부 쪽보다 하부 쪽이 심하게 수열(受熱)되어 있는 특이점이 있으며, Fig. 10과 같이 펌프의 FRP 단열재를 제거한바 차대 하부의 배터리에서 펌프 쪽으로 연소 확대되어 있음이 확인된다.

Fig. 9. Surroundings of Battery and Water Pump

Fig. 10. Water Pump

Fig. 11과 같이 배터리 철제 케이스를 차대에서 분리하여 차대 위로 올려서 확인한바 배터리 케이블의 인입구 부분이 아크에 의해 국부적으로 수열변색(受熱變色)되어 있으며 단락에 의해 한 케이블과 철제 케이스가 융착(融着)되어 있고, 배터리 케이스 전원연결 케이블의 단락흔은 전원연결 케이블이 케이블 인입구의 그라인더로 절단한 케이스 철판에 접촉하여 케이블 피복이 손상되며 단락이 일어나 형성된 모습이다. Fig. 12는 단락된 부위를 근접촬영한 사진이다.

Fig. 11. Arc Bead and Discoloration Occurred Due to Contact of a Battery Cable and Iron Case

Fig. 12. Close-up of Short-circuited Portion

Fig. 13과 같이 배터리 케이스를 차대에서 분리하여 분해한 결과, 배터리는 8개가 1조로 2개조로 구성되어 있으며, 단락된 케이블과 연결된 리튬이온배터리 1개가 과열된 상태이다.

Fig. 13. Separated Lithium Ion Batteries

3.3 발화개소와 화재원인 분석

건축물화재는 물론 차량화재에 있어서도 발화개소를 규명한 후 발화개소 내에서 화재원인이 될 만한 것들을 모두 나열하여 발굴 등 조사를 통해 관련이 없는 것을 배제하면서 가능성이 높은 것을 상세히 조사하고 분석하여 증거를 토대로 화재원인을 특정하고 있다(Lee, 2012, 2013b, 2018b, 2018c).

현장에 남아 있는 잔해와 캠핑카의 연소 모습으로 보아 캠핑카 자체에서 최초 발화된 후 연소 확대된 것으로 분석된다.

캐빈(운전석)이 있는 전면부 하부의 연소 모습, 캠핑하우스 좌측 타이어부분의 국부적인 연소 모습, 캠핑하우스 칸막이 부분의 연소 모습, 뒤쪽 우측 타이어 연소 모습, 캠핑하우스 후미측 연소 모습은 상단부보다 하부 측에서 최초 발화되어 연소된 모습으로 분석할 수 있다.

캠핑하우스의 차체 하부 쪽의 소손이 강하므로 캠핑하우스 차체 하부에서 발화되었고 배터리 케이스와 배터리 연결 케이블의 단락이 있는 부위의 소손이 심하고 배터리 케이스의 배터리 케이블 인입구의 단락 부위에서 펌프로 연소확대되어 있으므로 배터리 케이스 케이블 인입구와 배터리 연결 케이블의 단락이 있는 부위 부근을 발화개소로 분석할 수 있다.

캠핑카의 화재원인은 차량 자체에 기인한 것과 캠핑하우스에 기인한 것으로 나눌 수 있고 다양한 원인에 의해 발생하고 있지만(Cole, 2001), 화재는 엔진 시동이 켜지지 않은 주차 중에 발생하였고 캠핑하우스 부분에서 발생하였으므로 주행 중에 차량 자체에 기인하여 발생하는 연료나 오일 누유에 의한 화재, 엔진과열에 의한 화재, 배기계통과 관련된 화재, 제동장치나 기계적 마찰열에 의한 화재, 상시 전원선이 아닌 일반 전원선에서의 화재 등 차량 자체에 기인한 화재는 배제할 수 있다(Lee, 2010, 2014, 2018a).

일반 자동차의 엔진정지 주차 중 발생한 화재의 원인은 상시전원선의 전기적 요인과 방화 등 인적요인을 고려할 수 있는데(Lee, 2013a, 2015), 캠핑카화재는 일반 자동차와 달리 캠핑하우스의 상시 전원선은 물론 전기기기나 연소기기 등도 고려하여야 한다.

배터리 철제 케이스의 배터리 연결 전선 인입구 부분에 형성된 수열변색흔(受熱變色痕)은 전기아크에 의해 철제금속 등의 증기화로 인해 흰색으로 변색되어서 생긴 것으로 흰색 수열변색흔 위치는 차량 하부에 위치하고 있어 다른 개소에서의 연소로 피복이 소실되며 형성되기 어렵고, 화재로 인한 절연피복 소실에 의해 2차적으로 형성되는 단락흔은 두 전선(+선과 -선)이 접촉되어 형성되는 것이 일반적이거나 이 화재사건은 한 케이블만 간접 접지된 케이스와의 사이에 형성된 단락흔이며, 한 케이블이 간접 접지된 케이스와 닿아 단락이 일어나더라도 일부 전원이 공급되는 상황이므로 캠핑하우스 실내의 전선 등에서 화재발생 후 피복소실에 의한 단락이 일어나고 또한 연결된 차단기가 작동될 수

있으며, 단락된 케이블과 연결된 리튬이온배터리에 과부하가 인가되어 이 화재사건과 같이 리튬이온배터리가 파열될 수 있으므로 리튬이온배터리 연결 케이블 도체가 배터리 철제 케이스 인입구와의 접촉에 의해 단락되어서 발화된 것으로 분석할 수 있다.

철제 배터리 케이스에 배터리 연결 케이블 인입구를 그라인더로 절단 제작한 후 마감(보호)처리를 하지 않아 날카로운 부분과 배터리 연결 케이블이 접촉되어 진동 마찰 등에 의하여 케이블 피복이 손상된 것으로 분석할 수 있으며, 배터리 케이스와 피복이 손상된 케이블이 근접되어 있다가 외부 진동이나 습기유입 등에 의하여 전로(電路)가 구성되어 단락이 발생한 것으로 분석할 수 있으며, 근접에 의한 단락은 직접적인 합선과 달리 서서히 발열이 일어나다가 어느 시점 큰 발열을 수반 철제를 용융시킬 수 있는 상태까지 발전하고 인접한 가연물에 착화되어 화재로 이어진 것으로 분석할 수 있다.

캠핑하우스 전기차단기의 트립은 전원이 연결된 상태에서 부하측의 합선(단락) 등에 의해 작동한 것으로 분석할 수 있으며, 전기차단기 2차측 전선의 단락 부분과 용융부분 등은 화재발생 후 2차적인 화염(화재)에 의해 단락되거나 용융된 것으로 분석할 수 있다.

배터리 상자 안 리튬이온배터리의 파열은 연결 케이블에서의 단락으로 과전류 회로가 구성되어 과부하가 인가되어 과열 팽창된 후 파열된 것으로 분석할 수 있다.

상기와 같이 캠핑하우스 부분에서 철제 배터리 케이스의 배터리 연결 케이블 인입구에 배터리 연결 케이블이 접촉되어 화재가 발생하였다면, 캠핑하우스 부분에서의 연소기구 등의 발화가능성과 불씨 취급부주의 및 인위적인 착화가 배제되어야만 한다. 캠핑하우스 부분에서 전기 이외의 연소기구, 기계적 발열, 고온물체에 의한 발화 가능성은 이를 판단할 만한 상황이나 잔해가 식별되지 않아 이들 요인에 의한 발화가능성은 배제되며, 발화시간대가 10월 초순 04:11 경이며 비가 오고 있는 중이었고 캠핑카가 주차된 천막 차고의 점포 마당 출입구 쪽은 CCTV가 감시하고 있고 우측은 점포가 있고 좌측은 시멘트 담벼락이 있고 뒤쪽은 철제 울타리가 있고 경찰기동대가 있음을 감안하면 불씨 취급부주의 및 인위적 착화 등 인적요인에 의한 발화가능성은 희박하다.

약 9일간 주차되어 있었던 캠핑카이지만 운행 중 발생한 배터리 연결 케이블의 피복 손상부분이 철제케이스와 근접되어 있는 상태에서 태풍의 영향 등으로 인해 배터리 연결 케이블의 도체가 철제케이스 케이블 인입구 부분과 닿아 전기적 스파크(아크)가 일어나 발화된 것으로 분석할 수 있다.

그리고 자동차관리법 제29조와 관련된 ‘자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙(국토교통부령)’ 제18조 제3호에서 “축전지는 자동차의 진동 또는 충격 등에 의하여

이완되거나 손상되지 아니하도록 고정시키고, 차실 안에 설치하는 축전지는 절연물질로 덮어씌울 것”으로 규정하고 있는바, 이 사건 캠핑카는 자동차관리법을 위반하여 제조판매된 것으로 분석할 수 있다.

4. 결 론

캠핑카 등록대수는 2007년 346대에서 2017년 10,901대로 큰 폭으로 증가하였고, 2007년~2017년 발생한 캠핑카 화재는 288건인데 기계적 요인에 의한 화재가 188건으로 가장 많고 기계적 요인 중 과열, 과부하에 의한 화재가 140건이었다.

주차 중 발생한 캠핑카화재 사례는 제시된 자료 분석 및 현장 캠핑카의 조사 결과, 캠핑하우스 하부에 설치된 배터리 케이스의 케이블 인입구 마감상태 불량으로 배터리 연결 케이블의 피복이 손상되며 케이블 도체가 철제 케이스와 접촉되어서 단락(합선)이 일어나 발화된 것으로 분석하였고, 캠핑카를 화재발생 5개월 20일 전에 국내 대리점에서 차주가 인수하여 총주행거리가 4,500~5,000 km이고 차량을 미국에서 수입한 후 국내 대리점에서 설치한 배터리 케이스의 케이블 인입구 마감상태 불량으로 합선되어 화재가 발생하였으므로 화재발생 책임은 차주와 관련이 없고 자동차관리법을 위반하여 배터리를 설치한 후 캠핑카를 판매했던 국내 대리점 측에 화재발생 책임이 있는 것으로 분석된다.

그리고 캠핑카 등록대수 증가에 따라 캠핑카화재가 발생하고 있으므로 소방기관 등에서 캠핑카화재안전과 관련된 가이드라인을 만들어 홍보할 필요가 있고, 캠핑카는 주행 중 진동이 수반되므로 캠핑카 전선이나 케이블 접속부는 접속불량이 생기지 않게 체결하고 관통부는 전선 피복 손상이 없도록 보호조치를 철저히 해야 함을 시사하고 있다.

향후 지금까지 발생된 전체 캠핑카 화재의 실태와 화재원인을 구체적으로 분석하고 분석 결과를 토대로 예방대책을 제시하는 논문을 발표하려고 한다.

References

- Cole, L.S. (2001). *The investigation of motor vehicle fires* (4th ed.). Lee Books, pp. 177-182.
- Lee, E.P. (2010). Cause analysis on motor vehicle fires. *Proceeding of 2010 Annual Autumn Conference*, Korean Institute of Fire Investigation, pp. 31-59.
- Lee, E.P. (2012). A study on cause analysis of a fire that broke out on a no-start motor vehicle. *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 20, No. 6, pp. 92-99.
- Lee, E.P. (2013a). A study on analysis on an automotive fire case that broke out due to an electrical cause during engine stopping. *Transactions of the Korean*

- Society of Automotive Engineers*, Vol. 21, No. 1, pp. 9-16.
- Lee, E.P. (2013b). A study on the knuckle crane truck fire caused by a short during expressway driving. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 13, No. 6, pp. 271-281.
- Lee, E.P. (2014). Analysis of bus fire that broke out during waiting for traffic light. *Proceeding of 2014 Annual Fall Conference*, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 107-108.
- Lee, E.P. (2015). Analysis of the parked automotive fire breaking out late at night. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 15, No. 2, pp. 241-248.
- Lee, E.P. (2018a). A case analysis of a car fire that broke out due to fuel leakage from an injector. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 18, No. 5, pp. 137-144.
- Lee, E.P. (2018b). Analysis of a car fire case related with recall. *Journal of Scientific Criminal Investigation*, Vol. 12, No. 3, pp. 190-196.
- Lee, E.P. (2018c). Analysis of a foreign car fire that occurred during idling in a parking lot. *Journal of Scientific Criminal Investigation*, Vol. 12, No. 2, pp. 122-129.
- National Fire Agency (NFA). (2018). *2017 Fire Statistical Yearbook*, p. 21.
- Park, K.M. (2018). *A study on autonomous camping car design for revitalizing senior tourism*. Master's thesis, Hongik University, p. 49.

Received	November 21, 2018
Revised	November 26, 2018
Accepted	December 20, 2018