

도로교통사고감정사 소식지



- | | |
|---|-----|
| 03. 포트홀 발생과 대응방안 | 엄정식 |
| 15. 특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률에서 말하는 '도주'의 의미에 관한 연구..... | 이병세 |
| 23. 왜 칼라타이어는 없을까요? | 강병권 |
| 27. 이륜자동차 사고기록장치의 개발에 관한 연구 | 이창근 |
| 35. 전기자동차 발진가속도에 관한 실차 실험 연구 | 박명석 |

도로교통사고감정사란?

교통사고의 원인을 체계적으로 조사 분석 감정할 인력을 배출하기 위해 도입된 제도로써 대부분의 교통사고는 경찰조사 결과의 처분을 따르지만 간혹 사고원인규명 자체가 모호하거나 사고관련 당사자들의 주장이 상반되어 판단하기 어려운 경우 과학적이고 체계적인 조사 분석으로 공정한 사고조사를 하기 위한 공인자격제도이다.



도로교통사고감정사 소식지



포트홀 발생과 대응방안



엄정식

- 한라대학교 기계자동차공학과 겸임교수
- PITSTOP Motorsport 감독 겸 드라이버
- 합동카공업사 정비책임자

1. 들어가며

우리가 일상적으로 이용하는 도로의 대부분은 아스팔트 콘크리트(asphalt concrete), 흔히 '아스콘'이라 불리는 재료로 포장되어 있습니다. 이 아스콘은 모래와 자갈 같은 골재를 아스팔트로 결합한 혼합물로, 다양한 하중과 기후 변화, 수분 침투 등 복합적인 외부 요인에 의해 손상되기 쉽습니다.

이러한 손상 중 하나가 바로 '포트홀(pothole)'입니다. 포트홀은 도로 표면이 움푹 꺼지거나 파이면서 생기는 구멍으로, 단순한 불편을 넘어 교통사고를 유발하거나 차량에 손상을 입히는 등 여러 사회적 문제를 일으킬 수 있습니다. 특히 최근에는 기후 변화의 영향과 대형 차량의 증가로 포트홀 발생 빈도와 규모가 함께 증가하는 추세입니다. 예를 들어, 2024년 상반기 서울시에서는 4,000건 이상의 포트홀이 신고되었으며, 전국 고속도로에서도 5,000건에 가까운 건수가 접수되는 등 포트홀은 더 이상 간과할 수 없는 중요한 사회 기반 시설의 문제로 대두되고 있습니다.

이에 본 글에서는 포트홀의 발생 원인과 메커니즘, 사회적 영향, 국내외 대응 사례를 살펴보고, 향후 보다 체계적이고 효율적인 대응 방안에 대해 함께 고민해 보고자 합니다.

2. 포트홀이란 무엇인가요? – 정의와 주요 원인

포트홀은 도로 표면이 움푹 패이면서 형성되는 손상 형태로, 일반적으로 깊이는 2~15cm, 지름은 수십 cm에 이르며 운전자에게 큰 불편과 위험을 초래할 수 있습니다. [Fig.1] 처럼 아스팔트 포장 위에 생기는 이 구멍은 반복된 차량 하중, 기후 변화, 수분 침투 등 여러 요인이 복합적으로 작용해 발생합니다.

포트홀은 도로의 상부에 국한된 손상이지만, 만약 지반이 약한 구간에 형성될 경우 심화되어 '싱크홀'로 이어질 가능성도 있어 더욱 주의가 필요합니다. 특히, 포트홀은 주행 안전성과 도로 이용의 쾌적함을 저해하는 주요 원인 중 하나로 꼽힙니다.

아스팔트는 노면과 타이어 사이의 접지력을 확보해 안전한 주행을 도와주는 장점이 있지만, 일단 손상이 시작되면 접착력이 도리어 재료의 탈락을 가속화하는 원인이 되기도 합니다.

포트홀이 생기는 주요 원인

다음은 포트홀 발생의 주요 원인을 정리한 것입니다.



[Fig.1] 도로의 파손으로 생성된 포트홀

동결-융해 작용

겨울철 아스팔트 표면의 미세한 틈으로 스며든 수분이 얼고 녹기를 반복하면서, 부피 팽창에 의해 구조적 약화가 발생합니다. 이 과정에서 재료 간의 결합이 약해지고, 결과적으로 도로 표면이 깨지거나 파이게 됩니다.

대형차량의 반복 주행

화물차 등 중량이 큰 차량이 자주 지나는 구간에서는 반복되는 압력으로 인해 도로의 피로가 누적되고, 결국 구조적 파손으로 이어질 수 있습니다. 특히 타이어 접지면이 비슷한 위치에 반복적으로 압력을 가하면서 특정 지점만 국부적으로 변형되는 경우가 많습니다.

배수 상태 불량

도로 설계나 시공 과정에서 배수 기능이 제대로 확보되지 않은 경우, 물이 고이는 현상이 자주 발생합니다. 이러한 침수는 아스팔트층 내부로 수분이 침투하게 하고, 포트홀을 더욱 빠르게 유발합니다. 심지어 비나 눈이 온 뒤 생긴 물웅덩이가 포트홀인 줄 모르고 그대로 주행해 사고로 이어지기도 합니다.

시공 및 자재 문제

충분한 전처리 없이 부실하게 시공되었거나, 규격에 맞지 않는 저품질 자재를 사용할 경우 포장면이 쉽게 파손될 수 있습니다. 이로 인해 상대적으로 짧은 시간 내에 손상이 발생하게 되며, 유지관리 비용이 더 커지는 악순환이 발생합니다.

3. 통계로 보는 포트홀 현황 (2024년 기준)

최근 5년간 고속도로에서의 포트홀 발생 건수는 연평균 4,000건을 넘고 있으며, 점차 증가하는 추세를 보이고 있습니다. 이는 도로 포장재료의 수명이 도래한 경우가 많아지고 있음을 나타내며, 운전자들의 각별한 주의와 더불어 체계적인 관리가 요구되는 시점임을 시사합니다. 또한 차량 성능의 고급화로 인해 단일 사고의 피해액도 증가하고 있습니다. 결국 이러한 피해 보전은 보험과 세금을 통해 사회적 부담으로 전가되므로, 예방 중심의 도로 관리가 더욱 중요해지고 있습니다.

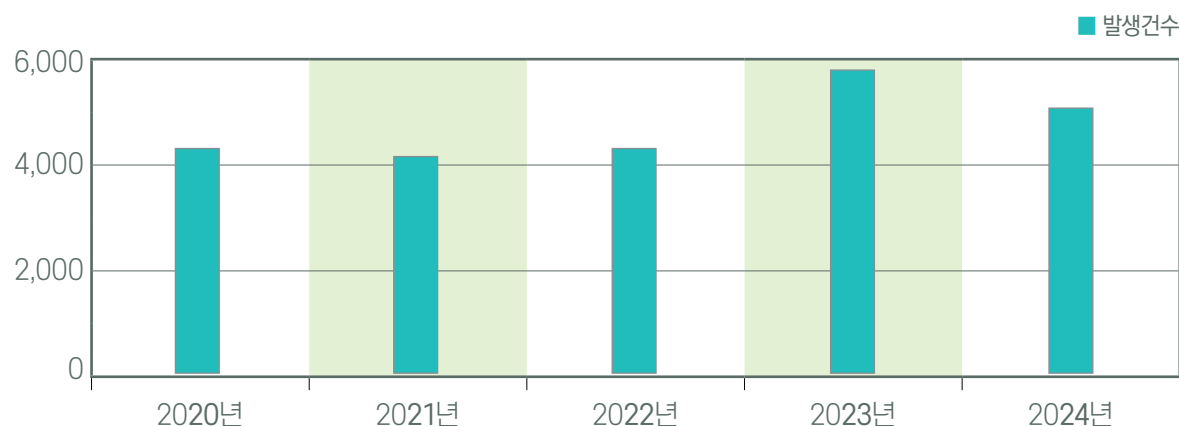
고속도로에서의 포트홀 발생 현황 (2020~2024)

도로를 이용하는 국민의 안전과 직결되는 포트홀 문제는, 해마다 그 발생 건수가 증가하고 있어 사회적 관심이 높아지고 있습니다. 특히 고속도로는 차량의 주행 속도가 빠르고, 사고 발생 시 피해가 크기 때문에 더욱 체계적인 관리가 요구됩니다. 최근 5년간의 통계를 살펴보면, 전국 고속도로에서 발생한 포트홀 건수는 총 24,027건으로 집계되었으며, 해마다 증가하는 추세입니다.

년도별 포트홀 발생 건수

총 발생 건수 : 24,027건

년도별 발생 건수	
2020년	4,440건
2021년	4,285건
2022년	4,509건
2023년	5,801건
2024년	4,992건



2023년에 급격한 증가세를 보인 것은 이상 기후와 국지성 호우, 그리고 교통량 증가 등이 복합적으로 작용한 결과로 보입니다.

피해 배상 현황

포트홀로 인한 차량 손상과 사고에 대해서는 운전자가 민원을 제기하거나 피해 보상을 청구할 수 있습니다. 그러나 실제 피해가 모든 건에 대해 공식 접수되는 것은 아니며, 자비로 수리하거나 사고 후 신고되지 않은 경우도 많아 통계에 포함되지 않은 사례가 상당수일 것으로 추정됩니다.

그럼에도 불구하고 확인된 배상 건수와 금액은 다음과 같이 집계되었습니다.

발생년도	배상건수	배상금액
2020년	799건	14.3억원
2021년	1,228건	19.5억원
2022년	1,748건	35.1억원
2023년	2,590건	44.7억원
2024년	3,574건	41.5억원
Total	9,939건	약 155억원

출처 : 부산경제방송

이처럼 해마다 늘어나는 피해 배상 규모는 단순한 사고 보상을 넘어서 도로 관리의 중요성을 환기시키는 지표로 볼 수 있습니다.

지역 사례 : 서울시 도로 포트홀

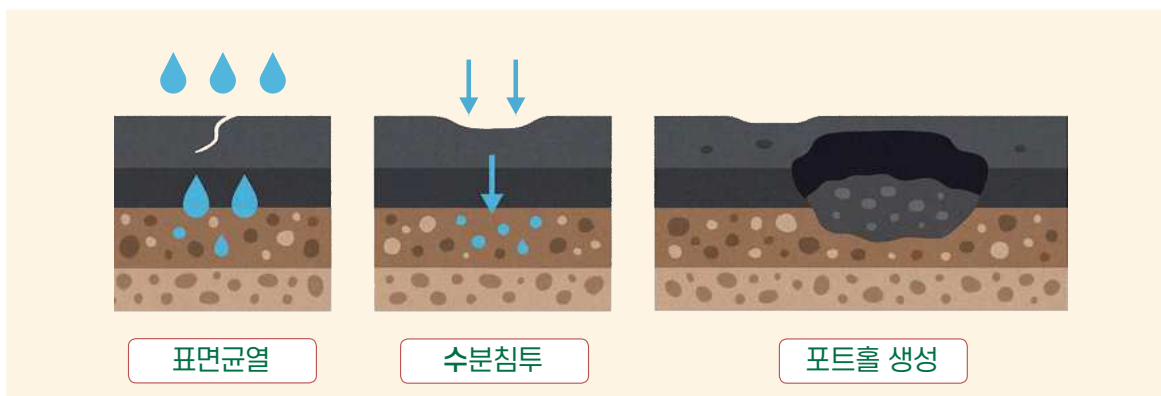
서울시의 경우에도 포트홀 문제는 심각한 수준입니다. 2024년 1월부터 7월까지의 포트홀 신고 건수만 해도 4,049건에 이릅니다. 이는 포트홀이 전국적으로 광범위하게 발생하고 있음을 시사하며, 신고되지 않은 사례를 감안하면 실제 건수는 더 많을 것으로 예상됩니다.

4. 포트홀은 어떻게 생길까요?

발생 과정과 계절별 특성

포트홀은 단기간에 갑자기 생기기보다는, 다양한 환경적 요인이 누적되어 점진적으로 발생합니다.

그 과정은 아래 그림(Fig. 2)과 같이 단계적으로 진행되며, 계절과 날씨에 따라 발생 빈도와 심각도도 달라집니다.



[Fig.2] 포트홀 생성 과정

- 1) 미세 균열 발생 기온 변화, 자외선 노출, 차량 하중 반복 등으로 인해 도로 표면에 작은 균열이 생깁니다.
- 2) 수분 침투 비나 눈이 녹은 물이 이 틈을 따라 아스팔트 내부로 스며들게 됩니다.
- 3) 동결 팽창 겨울철, 침투한 수분이 얼면서 부피가 팽창하고, 이로 인해 도로 내부 구조가 팽창 압력에 밀려 손상됩니다.
- 4) 표면 탈락 반복된 팽창과 수축으로 재료들이 분리되고, 점차 도로 표면이 떨어져 나가며 구조적 약화가 가속화됩니다.
- 5) 포트홀 확대 이후 차량이 계속 주행하면서 충격을 가하면 손상이 점점 확대되고, 마침내 포트홀이 형성됩니다.

계절에 따른 포트홀 발생 특징

계절은 포트홀의 형성에 큰 영향을 미칩니다. 특히 극심한 기온 변화나 강수량은 도로에 직접적인 스트레스를 주게 됩니다.

- | | |
|----------------|--|
| 겨울철 | 수분이 반복적으로 얼고 녹으며 '동결-융해' 작용이 활발해지고, 이로 인해 초기 균열이 생기기 쉽습니다. |
| 해빙기(초봄) | 눈이 녹으면서 수분이 도로 깊숙이 침투하게 되고, 이 시기에 포트홀이 급속도로 발생할 수 있습니다. |
| 여름철 장마기 | 속적인 비로 인해 배수가 원활하지 않거나, 이미 생긴 균열 부위로 물이 고이면서 포장면이 함몰되는 경우가 많습니다. 7~8월은 전체 포트홀 발생의 약 32%를 차지하는 시기입니다. |

제설제의 영향도 간과할 수 없습니다. 특히 겨울철에 사용하는 염화칼슘 제설제는 눈을 빠르게 녹이기 위한 필수 자재지만, 도로에는 또 다른 부담이 될 수 있습니다. 염화칼슘이 수분과 만나면 열을 발생시켜 눈을 녹이지만, 다시 기온이 급강하할 경우 도로 표면을 더욱 단단하게 얼게 만들 수 있습니다. 특히 품질이 낮은 제설제를 사용할 경우, 아스팔트의 결합력을 약화시키고 장기적으로는 도로 수명을 단축시키는 요인이 될 수 있습니다.

5. 포트홀이 남긴 흔적

피해 사례와 사회적 영향

포트홀은 단순한 도로 손상을 넘어, 실제 교통사고로 이어지거나 차량 고장을 유발하는 등 일상 속 안전을 위협하는 요소입니다.

필자는 정비업에 종사하면서 다양한 사고사례를 직접 접하고 있으며, 포트홀로 인한 손상이 생각보다 훨씬 빈번하고 심각하다는 사실을 실감하고 있습니다.



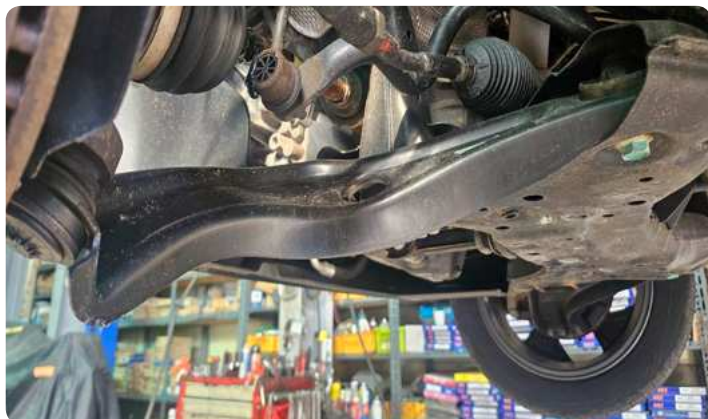
손상부위 전면 범퍼 손상
수리방법 손상 부위 교체 및 도색



손상부위 타이어 사이드월 찢김, 휠 손상
수리방법 타이어 및 휠 교체

사례로 본 포트홀 사고

다음은 실제 정비 현장에서 수리했던 사례들로, 운전자가 도로 주행 중 포트홀을 밟고 차량이 중심을 잃고 중앙 분리대를 접촉한 사고입니다. 다행히 2차 사고로 이어지진 않았지만, 차량은 다양한 부위에 손상을 입었습니다.



손상부위 하부 로워암 변형
수리방법 손상 부위 교체, 휠얼라인먼트



손상부위 CV조인트, 스테빌라이저 손상
수리방법 손상 부위 교체



손상부위 조향 기어 타이로드 변형
수리방법 손상 부위 교체 및 휠얼라인먼트

이러한 손상은 단순히 정비 비용만의 문제가 아닙니다. 차량 고장으로 인한 예기치 못한 일정 차질, 대체 교통 수단이용 등 운전자에게 다양한 사회·경제적 부담을 안기게 됩니다.

포트홀 피해의 사회적 영향

1) 차량 손상

- 2024년 기준, 고속도로에서 포트홀 사고로 인한 피해 접수는 3,574건
- 주요 피해 유형 : 타이어 파손, 휠 변형, 서스펜션 및 조향계통 손상
- 평균 수리비용 : 약 20만 원에서 150만 원 사이

2) 교통사고 증가

포트홀로 인해 이륜차 전도, 차량 전복 등의 사고가 보고되고 있으며 특히 야간이나 비 오는 날은 포트홀 식별이 어렵기 때문에 사고 위험이 더욱 커집니다.

3) 행정적·경제적 손실

2024년 포트홀 관련 배상액 : 약 41.5억 원

반복적인 응급 보수로는 근본적인 해결이 어려워, 예산 소모도 지속적으로 증가하고 있습니다. 민원 증가 및 도심 교통 정체의 간접 비용도 상당합니다.

4) 도시 이미지 저하

외국인 관광객이나 언론 등을 통해 부정적 인식이 확산되기도 하며, 시민들의 교통에 대한 신뢰도와 만족도에도 영향을 미칠 수 있습니다. 포트홀은 단순한 구멍 하나로 끝나지 않습니다. 개인의 재산 손해에서부터 도시 전체의 안전 이미지에 이르기까지 그 영향은 폭넓습니다. 따라서 보다 근본적이고 체계적인 예방 및 대응이 필요합니다.

6. 국내외는 어떻게 대응하고 있을까요?

포트홀 관리 사례 비교

포트홀 문제는 우리나라만의 고민이 아닙니다. 미국, 일본 등 교통 인프라가 발달한 나라들 또한 포트홀로 인한 피해를 줄이기 위해 다양한 방법을 도입하고 있으며, 특히 '예방 중심' 접근이 강조되고 있습니다. 그럼 우리나라와 대표적인 선진국들의 대응 사례를 비교해 보겠습니다.

대한민국

사후 대응 중심의 구조

주요 대응 방식 서울시 스마트 포털, 도로 민원 앱 등 시민 참여형 신고 시스템 운영
→ 포트홀 발생 시 24시간 이내 응급 보수 원칙

특징 아직은 사후 대응 중심으로, 문제가 발생한 후 신속히 수리하는 방식이 주를 이룹니다.
예방 정비보다는 임시적인 응급 조치에 초점이 맞춰져 있는 상황입니다.

미국

AI 기반 분석과 예방 중심 시스템

주요 대응 방식 서울시 스마트 포털, 도로 민원 앱 등 시민 참여형 신고 시스템 운영
→ 포트홀 발생 시 24시간 이내 응급 보수 원칙

특징 아직은 사후 대응 중심으로, 문제가 발생한 후 신속히 수리하는 방식이 주를 이룹니다.
예방 정비보다는 임시적인 응급 조치에 초점이 맞춰져 있는 상황입니다.

일본

정기 점검과 고내구 자재 중심

주요 대응 방식 도로 상태를 정기적으로 점검하는 제도가 법제화되어 있으며, 내구성이 뛰어난 SMA(Stone Mastic Asphalt) 포장재를 폭넓게 활용하고 있습니다.

특징 드론과 자율주행 점검 차량까지 도입하여, 사람이 미처 확인하지 못한 도로 손상까지도 사전에 파악합니다. 안전과 효율 모두를 고려한 구조로, 장기적 관점의 도로 관리가 이루어지고 있습니다.
이처럼 선진국들은 단순 보수를 넘어, 예측과 예방 중심의 체계적 대응 시스템을 갖추고 있습니다.
우리도 이러한 방향으로 도로 관리 체계를 발전시켜 나갈 필요가 있습니다.

7. 포트홀, 어떻게 예방할 수 있을까?

해결 및 예방 방안 제언

포트홀은 시간이 지날수록 발생 빈도와 피해 규모가 커지는 구조적 문제입니다. 이를 단순한 보수 차원을 넘어 지속 가능한 도로 관리 전략으로 해결하기 위해선, 보다 정교하고 종합적인 접근이 필요합니다. 다음은 기술, 정책, 시민 참여, 교육 등 네 가지 측면에서 제안하는 예방 및 해결 방안입니다.

기술 중심의 대응 강화

자가 복원 아스팔트 개발

손상 시 열이나 외부 자극에 반응해 스스로 복원되는 아스팔트 기술을 적극 도입해야 합니다.

IoT 센서 기반 도로 모니터링

도로에 센서를 설치해 미세 진동, 하중, 온도 변화 등을 실시간으로 감지하고 포트홀 발생 가능성을 사전에 예측할 수 있습니다.

열화상 드론 점검 시스템

드론을 활용해 넓은 도로 구간을 짧은 시간에 점검하고, 온도 차이를 기반으로 도로 상태를 정밀하게 진단할 수 있습니다.

정책 및 행정 개선

예방 중심 예산 편성

사고 후 복구에 집중되는 예산을 사전 점검 및 예방 정비에 보다 적극적으로 배정할 필요가 있습니다.

품질 기준 강화

시공 시 사용되는 아스팔트 및 포장재의 품질 기준(KS 인증 등)을 강화하고, 고내구성 자재 사용을 의무화하는 방안도 검토할 수 있습니다.

도로 설계 수명 기준 도입

도로의 용도와 교통량에 따라 설계 수명을 세분화하여 관리 체계를 보다 정밀하게 운용할 수 있습니다.

시민 참여 확대

신고 인센티브 제도

시민이 포트홀 발생을 앱이나 포털을 통해 제보할 경우, 소정의 포인트나 혜택을 제공하는 방식으로 참여를 유도할 수 있습니다.

피해 공유 플랫폼 구축

차량 손상 사례와 정비 정보 등을 공유할 수 있는 온라인 플랫폼을 마련하여, 예방 정보도 함께 확산되도록 할 수 있습니다.

교육과 법제화의 병행

도로 관리 전문 인력 양성

도로 설계, 시공, 유지보수 전 과정을 아우를 수 있는 융합형 전문 인력을 체계적으로 양성해야 합니다.

책임 소재 및 배상 기준 법제화

포트홀 사고 시 보다 명확한 배상 기준과 책임 주체가 제도적으로 마련되어야, 운전자의 신뢰를 높이고 민원 분쟁도 줄일 수 있습니다.

이처럼 예측 → 예방 → 실시간 대응이라는 흐름을 중심으로 기술과 제도, 시민 모두가 함께하는 포트홀 관리 체계로 나아갈 때, 도로는 더욱 안전하고 지속 가능해질 수 있습니다.

8. 결론

포트홀 대응, 이제는 ‘예방’이 중심이어야 합니다.

2024년 현재, 포트홀은 단순한 도로의 노후 현상이 아니라, 도시 안전과 교통 신뢰도에 직결되는 사회적 이슈로 부각되고 있습니다. 실제 발생 건수와 피해 금액은 해마다 증가하고 있으며, 이는 반복적인 사후 조치만으로는 감당하기 어려운 수준에 이르고 있습니다.

지금까지 살펴본 바와 같이, 포트홀은 기후 변화, 교통량 증가, 배수·시공 문제 등 다양한 요인이 복합적으로 작용한 결과입니다. 따라서 이를 근본적으로 해결하기 위해서는 기술적 진보는 물론, 제도 개선과 시민 참여가 유기적으로 결합된 통합 관리 체계가 필요합니다.

앞으로 우리가 나아가야 할 방향은 명확합니다.

1) 국가 차원의 통합 도로 관리 플랫폼 구축

→ 실시간 점검, 예측 정비, 민원 처리까지 하나로 통합하는 시스템이 필요합니다.

2) AI·센서 기반 기술 정비 계획의 의무화

→ 과학적인 데이터를 바탕으로 한 체계적인 유지보수가 도입되어야 합니다.

3) 지방정부 간 협력과 균형 있는 관리 체계 마련

→ 도로 환경의 격차 해소와 균등한 인프라 품질 유지가 필요합니다.

4) 시민 참여형 제도와 포상 체계 운영

→ 일상 속 작은 관심이 큰 사고를 막는 첫걸음이 될 수 있습니다.

포트홀 없는 안전한 도로는 모두의 삶의 질을 높이는 기본 조건입니다. 이번 글이 독자 여러분께 포트홀 문제의 심각성과 예방의 중요성에 대해 다시금 생각해보는 계기가 되었길 바랍니다. 지속 가능한 도로 안전을 위해, 우리 모두가 함께 고민하고 실천해 나가야 할 때입니다.



특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률에서 말하는 '도주'의 의미에 관한 연구

현장을 이탈하지 않고 운전자 신원을 밝히지 않은 경우를 중심으로



이병세

• 경찰인재개발원 교통안전교육센터

요약

대법원 판례에서 특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률(이하 '특가법'이라 한다) 제5조의3 제1항¹⁾에서 정한 '피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항²⁾에 따른 조치를 하지 아니하고 도주한 경우'라 함은 사고 운전자가 사고로 인하여 피해자가 사상을 당한 사실을 인식하였음에도 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항에 규정된 의무를 이행하기 이전에 사고 현장을 이탈하여 사고를 낸 자가 누구인지 확정될 수 없는 상태를 초래하는 경우를 말하며, 피해자나 경찰관 등 교통사고와 관계있는 사람에게 사고 운전자의 신원을 밝히는 것도 포함된다고 한다.³⁾

대법원 판례에 비추어 교통사고를 발생시킨 운전자가 사고로 인하여 피해자가 사상을 당한 사실을 인식하였음에도 불구하고 교통사고 충격으로 입은 심각한 상해로 인해 현장을 이탈하거나 조치를 할 수 없는 상황에서, 조수석에 타고 있었을 뿐 자신은 운전하지 않았다고 하는 등 피해자나 경찰관 등 사건관계인에게 사고 운전자라는 신원을 밝히지 않고 운전자가 누구인지 확신할 수 없는 상태를 초래하게 한 경우라면 현장을 이탈하는 방법이 아닌 진술로서 사건에서 벗어나기

1) 특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률 제5조의3

(도주차량 운전자의 가중처벌) ① 「도로교통법」 제2조의 자동차, 원동기장치자전거 또는 「건설기계관리법」 제26조제1항에 단서에 따른 건설기계 외의 건설기계(이하 "자동차등"이라 한다)가 교통으로 인하여 「형법」 제268조의 죄를 범한 해당 자동차등의 운전자(이하 "사고 운전자"라 한다)가 피해자를 구호(救護)하는 등... (후단 생략)

2) 도로교통법 제54조(사고발생 시의 조치)

① 차 또는 노면전차의 운전 등 교통으로 인하여 사람을 사상하거나 물건은 손괴(이하 "교통사고"라 한다)한 경우에는 그 차 또는 노면전차의 운전자나 그 밖의 승무원(이하 "운전자등"이라 한다)은 즉시 정차하여 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

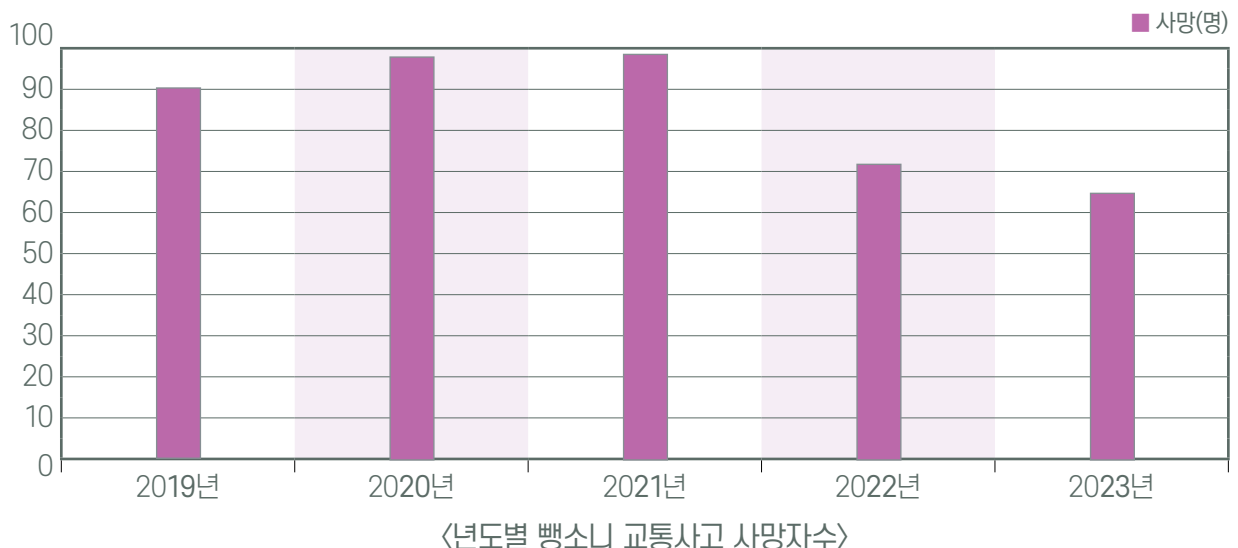
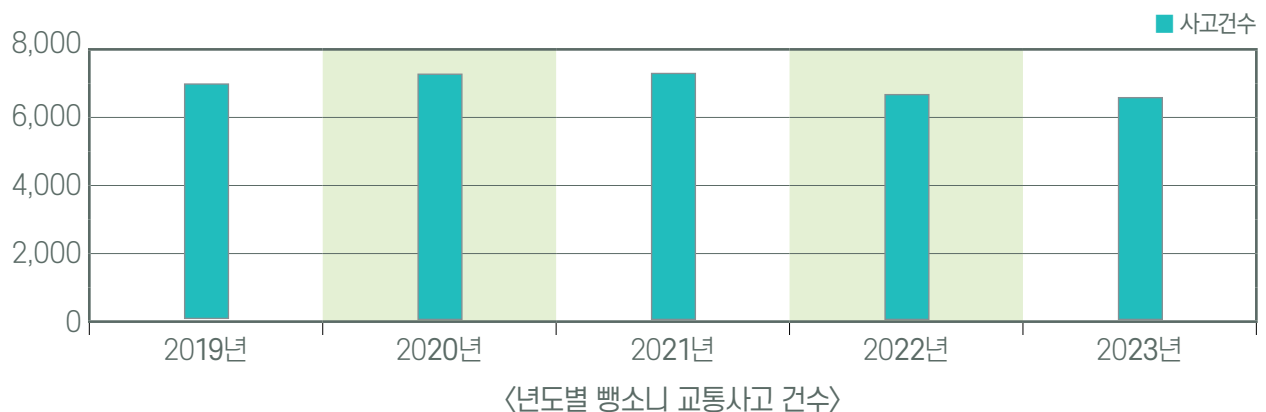
1. 사상자를 구호하는 등 필요한 조치

3) 대법원 2015. 5. 28. 선고 2012도9697 판결, 2013. 12. 26. 선고 2013도9124 판결, 2012. 8. 30. 선고 2012도3177 판결, 2009.6. 11. 선고 2008도8627 판결

위해 사고 운전자임을 은폐하기 위한 도주의 범의⁴⁾가 있다고 볼 수 있으며, 사고 운전자의 행위에 강한 윤리적 비난가능성 또한 분명하기에, 특가법 제5조의3 제1항에서 말하는 ‘도주’에 해당한다고 보지 않을 수 없음이 상당하다고 판단된다.

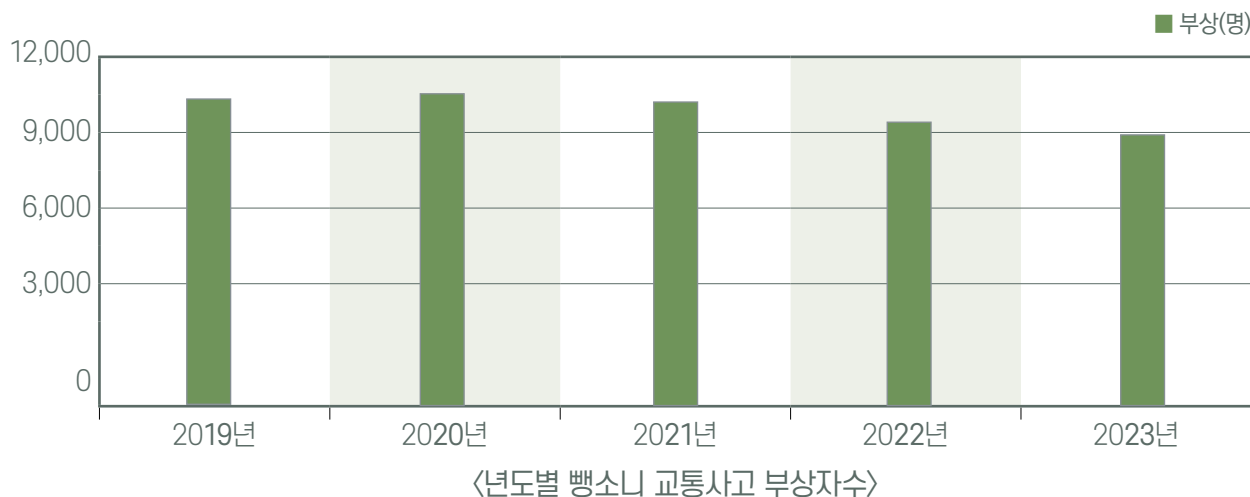
1. 뺑소니 교통사고의 개념 및 추세

사람들은 자동차 운전자가 주차된 차량이나 운행 중인 차량이나 사람과의 교통사고를 발생시키고 아무런 조치 없이 현장을 이탈하였을 경우 ‘뺑소니’⁵⁾라는 단어를 사용한다. 뺑소니는 법률에 규정되지 않은 일반적으로 통용되어 사용되고 있는 단어일 뿐이다. 따라서 인적 피해 교통사고를 발생시킨 후 뺑소니를 쳤다고 하더라도 모두 특가법위반(도주치사상) 혐의를 적용할 수 없으며, 인적 피해 교통사고 발생 사실에 대한 인식 여부, 피해자를 구호하는 등 필요한 조치 여부, 도주 의사 여부 등 죄의 성립 요건에 부합해야 적용할 수 있다. 최근 5년간 뺑소니 교통사고의 통계는 주정차 뺑소니를 제외한 특가법위반(도주치사상)의 혐의가 있는 통계로 아래의 그래프와 표로 볼 때 줄어들고 있다.



4) 범죄 행위임을 알고서도 그 행위를 하려는 의사(국립국어원 표준국어대사전 <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do>, 2025. 4. 14. 검색)

5) 몸을 빠져서 급히 몰래 달아나는 짓, 교통사고를 낸 후 적절한 조치를 취하지 않고 도망치는 일, 또는 그런 범죄(국립국어원 표준국어대사전, <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>, 2025. 4. 11. 검색)



년도	사고(건)	사망(명)	부상(명)
2019년	7,129	90	10,285
2020년	7,418	97	10,419
2021년	7,492	98	10,230
2022년	6,778	71	9,544
2023년	6,677	64	9,084

〈년도별 교통사고로 인한 사망자와 부상자 수〉

*출처 : 한국도로교통공단 교통사고분석시스템

2. 특가법 제5조의3(도주차량 운전자의 가중처벌) 제1항 구성요건 이해

특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률 제5조의3 도주차량 운전자의 가중처벌 규정은 죄질이 극악한 범죄를 가중처벌 함으로써 이들 범죄에 대한 일반경계적 실효를 거둬와 아울러 건전한 사회 질서유지와 국민 기강의 확립을 기하기 위한 이유로 법률이 일부개정 신설되어 1973년 3월 27일 시행되었고, 2022년 12월 27일 종전에 특가법상 교통 범죄의 대상 은자동차 및 원동기장치자전거의 운전자에 한정하고 있어 굴착기와 같은 건설기계의 운전자는 가중처벌 대상에서 빠져 있어 특가법상 가중처벌이 되지 않는 문제가 발생하였고, 이에 굴착기와 같은 건설기계의 운전자도 특가법상 교통 범죄 의 대상에 포함하도록 함으로써 해당 운전자를 도주차량 운전자 가중처벌죄로 처벌하도록 하여 교통안전 및 질서 확립에 기여하려는 이유로 건설기계관리법 제26조제1항 단서에 따른 건설기계 외의 건설기계를 포함하여 시행되었다. 현재 시행 되는 특가법 제5조의3 제1항의 규정은 다음과 같다.

「특정범죄 가중처벌 등에 관한 법률」 제5조의3(도주차량 운전자의 가중처벌)

① 「도로교통법」 제2조의 자동차, 원동기장치자전거 또는 「건설기계관리법」 제26조제1항 단서에 따른 건설기계 외의 건설기계(이하 “자동차등”이라)의 교통으로 인하여 「형법」 제268조의 죄를 범한 해당 자동차등의 운전자(이하 “사고 운전자”라 한다)가 피해자를 구호(救護)하는 등 「도로교통법」 제54조제1항에 따른 조치를 하지 아니하고 도주한 경우에는

다음 각 호의 구분에 따라 가중처벌한다.

1. 피해자를 사망에 이르게 하고 도주하거나, 도주 후에 피해자가 사망한 경우에는 무기 또는 5년 이상의 징역에 처한다.
2. 피해자를 상해에 이르게 한 경우에는 1년 이상의 유기징역 또는 500만원 이상 3천만원 이하의 벌금에 처한다.

1) “자동차등”의 교통으로 인하여

특가법에서 말하는 “자동차등”은 도로교통법에서 정의하고 있는 “자동차등”⁶⁾에서 「건설기계관리법」 제26조제1항 단서에 따른 건설기계⁷⁾ 외의 건설기계를 포함한 것이다. 교통⁸⁾이란 통상적으로 사람이나 물건의 이동을 말하기에, 특가법에서는 자동차등을 운전⁹⁾하여 사람이나 물건을 운송시키는 의미라고 할 수 있다. 도로교통법에 정의된 운전의 정의는 차를 그 본래의 사용 방법에 따라 사용하는 것을 말하기에 대법원 판례 또한 주차를 포함한 자동차를 본래의 용법대로 조작하는 등의 행위까지도 포함한다. 도로변에 자동차를 주차한 후 운전석 문을 열다가 후방에서 진행하여 오던 자전거의 핸들 부분을 충격하여 운전자에게 상해를 입히고도 아무런 구호조치 없이 현장에서 이탈한 경우, 자동차의 교통으로

6) 도로교통법 제 2 조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

18. “자동차”라 함은 철길이나 가설된 선에 의하지 아니하고 원동기를 사용하여 운전되는 차 (견인되는 자동차도 자동차의 일부로 본다)로서 다음의 각 목의 차를 말한다.

가. 「자동차관리법」 제 3 조에 따른 다음의 자동차. 다만, 원동기장치자전거를 제외한다.

1) 승용자동차 2) 승합자동차 3) 화물자동차 4) 특수자동차 5) 이륜자동차

나. 「건설기계관리법」 제 26 조제 1 항 단서에 따른 건설기계

19. “원동기장치자전거”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 차를 말한다.

가. 「자동차관리법」 제 3 조에 따른 이륜자동차 가운데 배기량 125 시시 이하 (전기를 동력으로 하는 경우에는 최고정격출력 11 킬로와트 이하)의 이륜자동차

나. 그 밖에 배기량 125 시시 이하 (전기를 동력으로 하는 경우에는 정격출력 11 킬로와트 이하)의 원동기를 단 차 (「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제 2 조제 1 호의 2 에 따른 전기자전거 및 제 21 호의 3 에 따른 실외이동로봇은 제외한다)

19 의 2. “개인형 이동장치”란 제 19 호나목의 원동기장치자전거 중 시속 25 킬로미터 이상으로 운행할 경우 전동기가 작동하지 아니하고 차체 중량이 30 킬로그램 미만인 것으로서 행정안전부령으로 정하는 것을 말한다.

21. “자동차등”이란 자동차와 원동기장치자전거를 말한다.

7) 건설기계관리법 제 26 조 (건설기계조종사면허)

① 건설기계를 조종하려는 사람은 시장·군수 또는 구청장에게 건설기계조종사면허를 받아야 한다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 건설기계를 조종하려는 사람은 「도로교통법」 제80조에 따른 운전면허를 받아야 한다.

건설기계관리법 시행규칙 [국토교통부령 제1399호, 2024. 11. 5. 시행]

제73조(건설기계조종사면허의 특례)

① 법 제26조제1항단서의 규정에 의하여 「도로교통법」 제80조의 규정에 의한 운전면허를 받아 조종하여야 하는 건설기계의 종류는 다음 각호와 같다.

1. 덤프트럭 2. 아스팔트살포기 3. 노상안정기 4. 콘크리트믹서트럭 5. 콘크리트 펌프 6. 천공기(트럭적재식을 말한다) 7. 영 별표 1의 규정에 의한 특수건설기계중 국토교통부장관이 지정하는 건설기계(국토교통부고시 제2021-1304호 특수건설기계의 지정 - 도로보수트럭, 노면파쇄기, 노면측정장비, 콘크리트믹서트레일러, 아스팔트콘크리트재생기)② 법 제26조제4항에서 “국토교통부령으로 정하는 소형건설기계”란 다음 각 호의 건설기계를 말한다.

1. 5톤 미만의 불도저 2. 5톤 미만의 로더 2의2. 5톤 미만의 천공기, 다만 트럭적재식은 제외한다.

3. 3톤 미만의 지게차 4. 3톤 미만의 굴착기 4의2. 3톤 미만의 타워크레인 5. 공기압축기 6. 콘크리트 펌프. 다만, 이동식에 한정한다. 7. 쇄석기 8. 준설선

8) 자동차·기차·배·비행기 따위를 이용하여 사람이 오고 가거나, 짐을 실어 나르는 일.(국립국어원 표준국어대사전 <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do>, 2025. 4. 12. 검색)

원칙적으로 사람 또는 물건의 이동이나 운송을 전제로 하는 용어(대법원 2009. 7. 9. 선고 2009도2390 판결)

8) 자동차·기차·배·비행기 따위를 이용하여 사람이 오고 가거나, 짐을 실어 나르는 일.(국립국어원 표준국어대사전 <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do>, 2025. 4. 12. 검색)

원칙적으로 사람 또는 물건의 이동이나 운송을 전제로 하는 용어(대법원 2009. 7. 9. 선고 2009도2390 판결)

9) 도로교통법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

26. “운전”이란 도로(제27조제6항제3호·제44조·제45조·제54조제1항·제148조·제148조의2 및 제156조제10호의 경우에는 도로 외의 곳을 포함한다)에서 차마 또는 노면전차를 그 본래의 사용방법에 따라 사용하는 것(조종 또는 자율주행시스템을 사용하는 것을 포함한다)을 말한다.

인하여 사람을 다치게 하고도 구호조치 없이 도주한 경우에 해당한다고 판시하였다.¹⁰⁾

도로교통법 적용에 있어 그 입법 취지로 보아 장소적 요건에 대해 도로를 전제로 하지만¹¹⁾, 교통사고처리 특례법과 특가법은 도로에서의 교통사고로 제한하지 않는다. 교회 주차장에서 사고차량 운전자가 사고차량의 운행 중 피해자에게 상해를 입히고도 구호조치 없이 도주한 행위에 대하여 특가법 제5조의3 제1항을 적용한 조치는 정당하고, 이 가중 처벌 규정은 교통의 안전이라는 공공의 이익 보호뿐만 아니라 교통사고로 사상을 당한 피해자의 생명 및 신체의 안전이라는 개인적 법익을 보호하고자 하는 입법 취지에 비추어 볼 때 여기에서 말하는 차의 교통으로 인한 업무상과실치 사상의 사고를 도로교통법이 정하는 도로에서의 교통사고의 경우로 제한하여 새겨야 할 아무런 근거가 없다는 대법원 판례이다.¹²⁾

2) 「형법」 제268조¹³⁾의 죄를 범한 해당 자동차등의 운전자

형법 제268조는 업무상과실 또는 중대한과실로 사람을망이나 상해¹⁴⁾에 이르게 한 행위를 처벌하는 규정으로, 따라서 특가법 제5조의3 제1항의 주체는 자동차등을 운전하는 업무로서 교통으로 인하여 과실로 사람을 사망이나 상해에 이르게 한 사람이다. 반드시 피해자에게 사상의 결과가 발생하여야 하고 상해는 형법 제257조 제1항¹⁵⁾에 규정된 '상해'로 평가될 수 있을 정도라야 한다.

예를 들어 대법원에서는, 교통사고로 피해 차량인 택시의 뒷범퍼가 미미하게 탈착된 데 그친 점에 비추어 볼 때 이 교통 사고는 매우 경미한 추돌사고라고 보여지고, 피해자는 사고 당시 신호대기를 위하여 택시를 정차하고 있다가 뒤에서 충격을 당하는 느낌을 받았는데, 사고 후 어디를 다쳤는지는 모르고 정신만이 몽롱한 상태였을 뿐이며, 파출소에서는 진단서를 제출하겠다고 하였다가 다시 경찰서에서는 아픈 데가 없어서 진단서를 제출하지 않겠다고 하였으나 담당경찰관이 그 제출을 종용하므로 병원에서 이를 발급받아서 제출하였고 진단서를 발급받을 당시 주사 및 물리치료는 받지 않고 약만 받아 간 이후 병원에서 아무런 치료도 받지 않았다는 취지로의 진술로 보아, 교통사고로 인해 피해자가 입었다는 요추부 통증은 굳이 치료를 받지 않더라도 일상생활을 하는데 아무런 지장이 없고 시일이 경과함에 따라 자연적으로 치유될 수 있는 정도라고 보여질 뿐 아니라, 그와 같은 단순한 통증으로 인하여 신체의 완전성이 손상되고 생활기능에 장애가 왔다거나 건강상태가 불량하게 변경되었다고 보기 어려워서 이를 형법상 '상해'에 해당한다고 할 수 없음이 분명하기에 피고인이 비록 위 사고 후 피해자에 대한 구호조치를 취하지 않은 채 사고 현장을 이탈하였다고 하더라도 그러한 행위는 도주운전죄에 해당하지 않는다고 판결하였다.¹⁶⁾

피해자가 입은 상해가 형법상 '상해'에 해당한다고 하더라도, 현장에서 외견상 확인하기 어려운 피해자의 상해 정도,

10) 대법원 2010. 4. 29. 선고 2010도1920 판결

11) 도로교통법 제1조(목적) 이 법은 도로에서 일어나는 교통상의 모든 위험과 장애를 방지하고 제거하여 안전하고 원활한 교통을 확보함을 목적으로 한다.

12) 대법원 2004. 8. 30. 선고 2004도3600 판결

13) 형법 제268조(업무상과실·중과실치사상) 업무상과실 또는 중대한 과실로 사람을 사망이나 상해에 이르게 한 자는 5년 이하의 금고 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

14) 남의 몸에 상처를 내어 해를 끼침, 「법률」 사람의 생리적 기능에 장애를 주는 일. 대체로 폭행을 수단으로 하나, 변질한 음식을 먹여 설사를 하게한 경우 따위도 이에 해당한다. (국립국어원 표준국어대사전 <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>, 2025.

15) 형법 제257조(상해, 존속상해) ① 사람의 신체를 상해한 자는 7년 이하의 징역, 10년 이하의 징역 또는 1천500만원 이하의 벌금에 처한다.

16) 대법원 2000. 2. 25. 선고 99도3910 판결

경미한 사고 충격 정도, 사고 운전자가 피해자와 대화를 나누었는 등 피해자가 구호 조치가 필요한 정도의 상해를 입지 않은 피해자의 상태를 확인하였고, 사고 운전자가 신원을 밝힌 상황이었다면 특가법 제5조의3 제1항을 적용할 수 없다.

교통사고로 인해 외견상 쉽게 확인하기 어려운 좌상, 염좌 등의 상해만을 입은 피해자들이 교통사고 직후에 피고인과 정상적인 대화를 나누었고 사고 현장에 출동한 경찰관에게도 사고 상황에 관하여 구체적으로 설명한 점 등을 종합하여, 피해자들이 이 사건 사고로 인하여 피고인 등으로부터 구호를 받아야 할 정도의 상해를 입었다고 단정하기 어렵고, 나아가 피고인이 이미 목격자와 피해자들에게 자신의 신원을 구체적으로 알려준 다음 경찰관들과 피고인의 아들 등이 사고를 수습하기 위하여 사고 현장에 도착한 이후에 일시적으로 그 현장을 이탈한 것이기 때문에 교통사고를 낸 자가 누구인지 확정될 수 없는 상태를 초래하였다고 볼 수 없다는 대법원 판례가 그 예이다.¹⁷⁾

3) 피해자를 구호(救護)하는 등 「도로교통법」 제54조제1항¹⁸⁾에 따른 조치를 하지 아니하고 도주¹⁹⁾한 경우

도로교통법 제54조 제1항에 따른 사고발생 시의 조치는 즉시 차량을 정차시키고, 사상자를 구호하거나 피해자에게 인적 사항을 제공하는 조치를 말하며 이 조치를 이행하기 이전에 사고 현장을 이탈하여 도주하는 것을 의미한다. 대법원 판례는 도주의 의미에 있어 다음과 같이 일률적으로 판단한다.

사고 운전자가 사고로 인하여 피해자가 사상을 당한 사실을 인식하였음에도 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항에 규정된 의무를 이행하기 이전에 사고 현장을 이탈하여 사고를 낸 자가 누구인지 확정될 수 없는 상태를 초래하는 경우를 말한다.

여기에서 말하는 사고로 인하여 피해자가 사상을 당한 사실에 대한 인식의 정도는 반드시 확정적임을 요하지 아니하고 미필적으로라도 인식하면 족한 것이다. 그런데 도로교통법 제54조 제1항의 취지는 도로에서 일어나는 교통상의 위험과 장애를 방지·제거하여 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위한 것이므로, 이 경우 운전자가 취하여야 할 조치는 사고의 내용과 피해의 정도 등 구체적 상황에 따라 적절히 강구되어야 하고, 그 정도는 건전한 양식에 비추어 통상 요구되는 정도의 것으로서, 여기에는 피해자나 경찰관 등 교통사고와 관계있는 사람에게 사고 운전자의 신원을 밝히는 것도 포함된다 할 것이다.

다만 특가법 제5조의3 제1항은 자동차와 교통사고의 급증에 상응하는 건전하고 합리적인 교통질서가 확립되지 못한 현실에서 교통사고를 야기한 운전자가 그 사고로 사상을 당한 피해자를 구호하는 등의 조치를 취하지 않고 도주하는 행위에 강한 윤리적 비난가능성이 있음을 감안하여 이를 가중처벌함으로써 교통의 안전이라는 공공의 이익을 보호함과 아울러 교통사고로 사상을 당한 피해자의 생명과 신체의 안전이라는 개인적 법익을 보호하기 위하여 제정된 것이라는 그 입법취지와 보호법익에 비추어 볼 때, 사고 운전자가 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항에 정한 의무를

17) 대법원 2007. 2. 9. 선고 2006도6737판결

18) 도로교통법 제54조(사고발생 시의 조치)

① 차 또는 노면전차의 운전 등 교통으로 인하여 사람을 사상하거나 물건을 손괴(이하 “교통사고”라 한다)한 경우에는 그 차 또는 노면전차의 운전자나 그 밖의 승무원(이하 “운전자등”이라 한다)은 즉시 정차하여 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

1. 사상자를 구호하는 등 필요한 조치

2. 피해자에게 인적 사항(성명·전화번호·주소 등을 말한다. 이하 제148조 및 제156조제10호에서 같다) 제

19) 피하거나 쫓겨 달아남 = 도망 (국립국어원 표준국어대사전, <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>, 2025. 4. 14. 검색)

이행하기 전에 도주의 범의로써 사고현장을 이탈한 것인지 여부를 판정함에 있어서는 그 사고의 경위와 내용, 피해자의 상해 부위와 정도, 사고 운전자의 과실 정도, 사고 운전자와 피해자의 나이와 성별, 사고 후의 정황 등을 종합적으로 고려하여 합리적으로 판단하여야 한다는 내용이다.²⁰⁾

3. 사례 검토

2024년 8월 13일 새벽 대전 유성구 봉명동의 한 도로에서 검은색 승용차량이 신호를 위반하여 진행하다가 보행자를 충격하여 현장에서 사망에 이르게 하였고, 계속해서 우측으로 진행하다 도로 우측에 주차된 승합차량을 추돌하는 교통사고가 발생하였다. 이후 언론에서 이 사건에 대해 끊이지 않고 보도되었다.

이 차량에는 한국인 1명과 캄보디아 국적의 외국인 2명, 총 3명이 타고 있었으며 그중에 한국인과 캄보디아 외국인 1명은 혈중알코올농도가 면허 취소 수준이었으나 탑승자 모두는 운전하지 않았다고 하는 것이었다.



출처 MBC



출처 MBN



출처 KBS



출처 YTN

결론적으로 한국인이 운전한 것으로 밝혀졌으나 여기서 주목할 부분은 운전자인 한국인에 대해 적용한 죄명이다. 음주의 영향으로 정상적인 운전이 곤란한 상태에서 자동차등을 운전하여 사람을 상해나 사망에 이르게 한 혐의인 특가법 위반(위험운전치사상)죄와 음주운전 죄는 별론으로 하고 이 한국인 운전자에게 특가법위반(도주치사상)의 죄를 적용한

20) 대법원 2015. 5. 28. 선고 2012도9697 판결, 2013. 12. 26. 선고 2013도9124 판결, 2012. 8. 30. 선고 2012도3177 판결, 2009. 6. 11. 선고 2008도8627 판결

것이다. 이 사건 사고 운전자는 사고 충격으로 현장에서 다쳐 현장을 이탈하지 않았는데도 위 죄명이 적용된 것인데, 이는 사고 운전자 본인이 차량을 운전하여 보행자를 사망에 이르게 하였음에도 사건관계인 등에게 운전하지 않았다고 하는 등 신원을 밝히지 않고 사고를 낸 자가 누구인지 확정할 수 없는 상태를 초래하였기에 특가법상 도주치사상의 죄를 적용한 것이다.

이 사건과 같이 사고 운전자가 자동차를 운전하여 보행자를 사망에 이르게 하였음에도 현장을 이탈하지는 않았으나 사고 운전자라는 신원을 밝히지 않아 사고를 낸 자가 누구인지 확정될 수 없는 상태를 초래하였으므로, 사건에서 벗어나려고 하는 도주의 범의를 인정할 수 있는 동시에 사고 운전자의 행위에 강한 윤리적 비난가능성이 충분하기에 이를 가중 처벌하는 특가법 제5조의3 제1항의 입법취지에 부합한다고 보인다. 향후 법원의 판단이 주목된다.

4. 결론

법률은 명확하게 규정되어 있지만 죄의 적용에 있어서는 항상 해석이 필요한 부분이고, 사회나 환경의 변화에 따라 그 시대에 맞는 해석과 판단으로 판례는 항상 변화될 수 있다.

위에서 살펴 본 대법원 판례는 ‘도주’에 대한 의미에 대해 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항에 규정된 의무를 이행하기 이전에 ‘사고 현장을 이탈’하여, 즉 현장 이탈로 인해 사고를 낸 자가 누구인지 확정될 수 없는 상태를 초래하는 경우를 말하는 것으로 보인다.

그러나 위 교통사고 사례와 같이 사고 운전자가 피해자가 사상을 당한 사실을 인식하였음에도 불구하고 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제54조 제1항에 규정된 의무를 이행하지 않은 채 현장에 그대로 있거나 교통사고 충격으로 입은 심각한 상해로 인해 현장을 이탈할 수 없는 상황에서, 대리운전을 불렀다고 하거나 조수석 등 다른 좌석에 타고 있었기에 자신은 운전하지 않았다고 하는 등 피해자 또는 경찰관이나 119 구급대원 등의 사건관계인에게 사고 운전자라는 신원을 밝히지 않고 운전자가 누구인지 확신할 수 없는 상태를 초래하게 하였고 이후 담당 경찰관이 수사를 통해 사고 운전자라고 특정하게 된 경우라면 현장을 이탈하는 방법이 아닌 진술로서 사건에서 벗어나기 위해 사고 운전자임을 은폐하기 위한 도주의 범의가 있다고 볼 수 있으며, 현장에서 사상자를 구호하는 등의 필요한 조치 없이 사고 운전자가 사고 직후 곧바로 현장을 이탈한 후 담당 경찰관이 수사를 통해 사고 운전자를 특정하는 경우와 다르다고 볼 수 없고 사고 운전자의 행위에 강한 윤리적 비난가능성 또한 분명하기에, 특가법 제5조의3 제1항에서 말하는 ‘도주’에 해당한다고 보지 않을 수 없음이 상당하다고 판단된다. 추후 비슷한 사례에 대한 교통조사 경찰관들이 충분한 고민이 필요하며 그에 따른 명확하고 합리적인 법원의 판단을 기대한다.



왜 칼라 타이어는 없을까요?

네. 원래 타이어 바퀴는 원래 하얀색이었습니다.



강병권

• 한국타이어 디자인이노베이션팀

왜 컬러 타이어는 없을까요? 생각보다 만들기 어렵습니다. 여러분!

원래 타이어 바퀴는 하얀색이었습니다.

지우개를 생각해 보면, 가장 기본적인 색이 흰색인 것처럼 자동차 타이어도 원래 흰색이었죠.

흰색 타이어는 타이어 산업의 시초로서 산화아연이 첨가된 천연고무로 만들었죠. 1904년 미국의 Vogue라는 소규모 타이어 회사로부터 이 역사가 시작되었습니다.

그로부터 10년도 채 지나지 않아, 하얀 타이어는 빠른 마모도로 골칫거리가 되어버립니다. 하얀 지우개가 색깔 지우개보다 더 잘 지워지고 고무가 빨리 닳는 것처럼 하얀 타이어도 트레드의 수명이 짧아 내구도가 크게 떨어지기 때문이었습니다. 그래서 트레드 수명과 내구도를 크게 늘리기 위해 타이어 회사들은 고무에 검은색의 카본 블랙을 첨가하기 시작합니다.



[그림 1]

역사 속으로 사라진 미국 자동차 브랜드
Auburn의 1904모델 A에 취부 된
하얀색 타이어

과거보다 기술이 발달한 현대에서의 칼라 타이어는?



[그림 2] 오펔 GT콘셉트카에 장착된 한국타이어의 미래형 콘셉트 타이어



[그림 3] 실리카와 카본블랙

백색 타이어? 컬러 타이어? 쉽게 만들 수 있습니다!

하지만, 검은색의 경제적, 성능적, 실용적 효율성은 솔직히 이길 수가 없죠.

하얀색 고무를 검은색으로 만들어주는 카본 블랙은 타이어를 튼튼하고 오래가게 합니다.

열을 잘 퍼뜨리고 햇빛이나 공기로부터 타이어를 보호하죠.

심지어, 카본 블랙은 고무의 내구성, 열전도성, UV, 오존 저항성 등을 크게 높여준답니다.

또한 카본은 고무의 강도를 약 10배 강화하여, 개당 약 60,000킬로 정도의 주행을 버틸 수 있게 하죠.

검은색 지우개가 엄청 단단하기도 하고 잘 안 지워지는 것처럼요!

이렇게 검은 타이어는 강하지만 컬러 타이어는 카본 블랙을 많이 섞지 않아 일반 타이어보다 내구도가 약하다는 문제가 있습니다.

왜냐하면, 카본 블랙보다는 실리카(SiO)라는 물질을 많이 사용하여 색상을 구현해야하기 때문이죠.

모래나 석영과 같은 자연에서 흔히 발견되는 실리카는 카본 블랙에 비해 고무와의 화학적 결합력이 약해,

많이 사용하게 되면 타이어의 강도와 내구성이 저하되어 타이어 트레드가 빠르게 닳게 된다는 겁니다.

구현이야 당연히 가능하겠지만 상용화되기 어려운 안타까운 상황인 거죠. 타이어는 당연히 스타일링보다는 성능이 우선돼야 하는 상품이니깐요.

성능을 포기할 만큼 칼라 타이어가 스타일링적으로 우월할까?

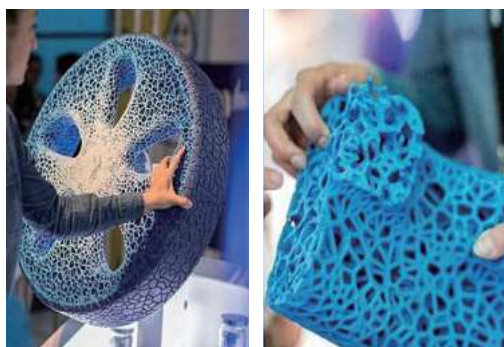


[그림 4]
2018 포르쉐 911 GT3/
바디쉐입과 휠 림이 빨간색 디테일이
검은색 타이어 덕에 더 도드라져
보인다.

컬러 타이어가 스타일링적으로 매력적일 수 있지만 성능을 포기할 만큼 우월하다고 보기는 어렵습니다. 다양한 타이어의 핵심 기능들이(안전성, 내구성, 접지력) 스타일링보다는 당연히 우선순위가 높기 때문이죠. 게다가 검은색은 다양한 색상을 서포트 해주는 가장 든든하고 조화로운 중립적인 색상이니깐요. 또 자동차 제조사들의 다양한 색상에 맞춰 타이어 회사들이 컬러 타이어를 재고로 유지하거나 대응 한다는 게 솔직히 비효율적이기도 하고요.

생각해 보면 나만의 노란색 타이어를 항상 세척하며 유지관리 한다는 게 쉬운 일은 아닐 것이니깐요. 실제로 하얀 타이어도 자동차 산업 초창기에는 차주의 개성을 표현하는 수단으로 쓰였지만 마모도 문제뿐만 아니라 세척도 어려워 대중에게도 서서히 퇴출 됐다는 슬픈 사실이 있죠.

그럼에도 컬러 타이어를 계속해서 연구해야 하는 이유는?



[그림 5] 2017 미쉐린의 비전타이어.
휠과 타이어에 대한 새로운 개념으로 자연에서 영감을 얻은 타이어

페타이어로 인해 환경오염이 대두되는 시점에 지속가능성이란 키워드는 타이어 산업의 가장 주된 과제입니다. 타이어 회사들은 고무를 대체할 수 있는 천연 소재나 바이오 같은 지속가능성 재료에 관심이 많죠.

만약 컬러 타이어가 상용화만 된다면, 타이어 회사들의 재료 공학 혁신에 대한 노력의 결과물일 겁니다. 따라서, 컬러 타이어는 기술 박람회나 전시용으로 제한되는 것이 현실이지만 이런 끝없는 시도들이 결국 카본블랙의 내구성, 열전도성, UV저항성을 대체하는 친환경 컬러 타이어를 만드는 혁신을 가져올 것이죠.

컬러 타이어를 떠나, 타이어에 색을 입혀야 하는 이유는 너무나 많습니다.



[그림 6] 두 타이어 모두 젖은 노면에 사용되는 피렐리의 Wet 타이어



[그림 7] WRC에 사용되는 타막/그래블/윈터 타이어를 한국타이어도 색으로 나눴다.

F1, FE, WRC같은 경기를 보다 보면 독특하게 생긴 타이어들이 눈에 들어옵니다. 관중들은 이 색상을 통해 ‘이 드라이버가 소프트 타이어로 빠르게 달리려는 전략이구나!’ 라고 단번에 알아챌 수 있습니다.

왜냐하면, 사이드월에 색상을 넣기 때문이죠.

이런 대화용 타이어들은 색상을 통해 타이어 컴파운드를 쉽고 빠르게 구분하게 하여 팀이 경기를 운용할 때 노면 상황에 따라 어떤 타이어를 장착할지 판단하게 해주죠.

각 모터스포츠마다 타이어 공급사마다 규정은 각기 다르지만 색상 구분의 주요 목적은 경기 운영의 효율성,

관중과 방송을 위한 몰입 그리고 색상을 통해 타이어 전략의 명확성을 가져가는 기술이라는 거죠.

따라서, 타이어의 색상은 단순한 장식이 아니라 모터스포츠의 전략과 기술을 바라보는 타이어 회사들의 열정 그 자체인거죠.

다만!차쟁이들은 타이어에 다양한 그래픽을 표현하고 싶어 합니다.



[그림 8] BF Goodrich사의 오프로드 타이어. 스타일리쉬한 흰색 레터링이 포함된 오프로드 전용 타이어



[그림 9] 일반 업체에서 진행하는 방식으로 스티커나 부분 페인팅. 내구도는 오래가지 못한다고 장담한다.

타이어에 부분적으로 색을 표현하는 니즈는 오랫동안 있었습니다.

특히 색상을 오래 유지하는 게 가장 중요하죠.

카본블랙 타이어에 직접 페인트를 칠하면 고무 표면에 잘 부착되지 않고, 타이어의 굴신 운동으로 인해 색상이 빠르게 벗겨집니다. 그러므로, 안료와 고무가 화학적으로 잘 결합되지 않는 이상 직접적인 페인팅 기술은 내구성 문제로 타이어에 상용화하기엔 어렵죠. 그래서, 전사지 부착이나 측벽 3D 프린팅 방식으로 색상을 대신 구현합니다. 하지만, 양산보다는 이벤트성이나 마케팅용으로만 적합하죠.

따라서, 현재 제조사들은 성능과 비용 효율성을 우선시하는 승용차 타이어보다는 스타일링이 중요한 오프로드 타이어에만 컬러 레터링을 적용합니다. 일반적으로 사이드월의 외부 검은색 고무층을 버핑(연마)하여 내부의 흰색 레터링 고무층을 노출하는 방식이 널리 사용됩니다.

결국에는 이 방법도 직접 페인팅하는 방식은 아니라는 거죠.

그날... 아는 사람은 보았다. 테슬라가 이것까지 생각할 줄이야...

테슬라의 로보택시(사이버캡) 공개 이벤트에서 금속성의 차량 바디와 어우러지는 재미있는 특징을 발견했는데요?

이 영상을 리뷰한 해외 유튜버는 일반 타이어에 페인트 처리된 것에 불과하다고 지적했지만 타이어를 이해하는 사람이 이 발걸음이 얼마나 큰지 눈치챘을 겁니다.

이것은 단순히 페인트 처리된 것이 아니라 필름지를 제조공정 과정에 부착한 것이고 이제 이 영역은 타이어 제조사만 고민하는 따분한 과제에서 차량 전체의 일체감을 강화하는 자동차 디자인의 일부가 된 거죠.



[그림 10] 2024.10.10. 테슬라에서 공개한 로보택시 컨셉
[출처] Marques Brownlee

사이드월 컬러 커스텀이 중요해졌음을 보여주는 직접적인 예시였습니다.

타이어 업계도 단순한 기능적 제품을 넘어 디자인, 문화, 지속가능성, 소비자 경험 등 많은 것을 융합한 방향으로 나아가고 있는 만큼 자동차 디자인에서 작지만 큰 한 파이를 가져갈 수 있게 될 것 같습니다. 이제 미래의 타이어 회사들은 색상 타이어를 통해 소비자와의 감성적 연결에 부응하기 위해 더욱 더 박차를 가할 것이라고 기대되네요!



이륜자동차 사고기록장치의 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Two-Wheeled Vehicle Event Data Recorder



이창근

• 한국도로교통공단
경북지부 사고조사연구원

Abstract

최근 발전해 나가는 차량산업에 발맞추어 교통사고조사 분야에 있어서도 첨단 사고기록장치인 Event Data Recorder(이하 “EDR”)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 뿐만 아니라, EDR에 대한 교육 및 분석 장비의 보급을 통해 몇 년간 EDR 데이터 활용에 대한 비약적인 발전이 있었으며, 이를 사고조사에 적극 활용하기 시작하는 추세이다.

최근 양산되기 시작하는 승용차들에 대다수 장착이 되고 있기는 하나, 최근 증가하는 이륜차는 EDR이 장착되어 있지 않아 첨단 교통사고분석의 사각지대에 놓여진 상황이다. 따라서, 본 연구에서는 50cc미만의 스쿠터부터 1000cc이상의 고성능 이륜차들까지 폭넓게 장착이 용이한 이륜차용 사고기록장치(EDR)를 개발하여 사고조사에 적극 활용할 수 있는 데이터를 확보하는데 본 연구의 의의가 있다.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

교통사고분석은 차량에 대한 정보와 이해를 바탕으로 도로에서 발생한 교통사고에 대해 공학적으로 분석하는 것이며, 사법기관에 해당 교통사고에 대한 분석결과를 제공함으로써 의뢰기관의 정확한 사법적 판단에 기여하고 있다.

최근 생산되는 자동차에는 보편적으로 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS)이 장착되어 있고, 자율주행 시대가 도래함에 따라 교통사고 분석 시 객관적인 정보 및 데이터의 중요성이 부각되고 있다. 우선, 선진국의 사례를 보면 2024년 7월부터 유럽 시장에서 판매할 모든 신차에 EDR이 기본으로 탑재되며, 주변국 중 일본은 이미 2022년 신형 차량을 시작으로 EDR 장착 의무화 제도가 시행되고 있다.

그러나, 우리나라는 EDR이 탑재된 차량의 경우 기록 공개를 의무화한 것이 전부이며, 새로이 생산되는 차량에 EDR 장착 의무는 아직 부여되지 않은 것이 현실이다. 물론, 현재 출고되는 국산 차량의 경우 대다수의 모델에 EDR이 사실상 탑재되어 있으나, 이는 제조사에서 장착한 것으로, EDR이 저장하는 데이터에 대해 신뢰성 논란이 끊이지 않고 있는 것이 현실이다.

따라서, 국가에서 인증하는 EDR을 차량에 탑재하여야 데이터 신뢰성 논란에서 자유로울 수 있으며, 일반 승용차 뿐만 아니라 이륜차, 나아가 도로교통법상 ‘차’에 해당되는 건설기계, 원동기장치자전거에 이르기까지 폭 넓게 장착이 되어야 한다는 것이 본 연구자의 의견이다.

이에 본 연구에서는 이륜차에 쉽게 탑재할 수 있는 EDR 개발에 관해 연구하고, 나아가 건설기계, PM(전동킥보드, 전동 이륜평행차, 전기자전거) 등에도 장착될 수 있는 EDR을 개발하여 교통사고 분석 시 객관적이고 과학적인 데이터를 확보하는데 그 목적을 두고 있다.

[표 1] 개발 장비

	
<p>Raspberry Pi 5(싱글보드 컴퓨터)</p>	<p>MPU-6050(6축 자이로 센서)</p>
	
<p>휴대용 모니터</p>	<p>휴대용 전원장치</p>

2. 선행연구

Ali Husein Alasiry 등(2016)은 이륜차의 엔진 및 시스템과 물리적으로 연결하지 않고도 정보수집이 가능한 IMU 센서와 GPS를 활용한 이륜차용 모듈식 EDR의 개발에 대해 기술하고 있다.

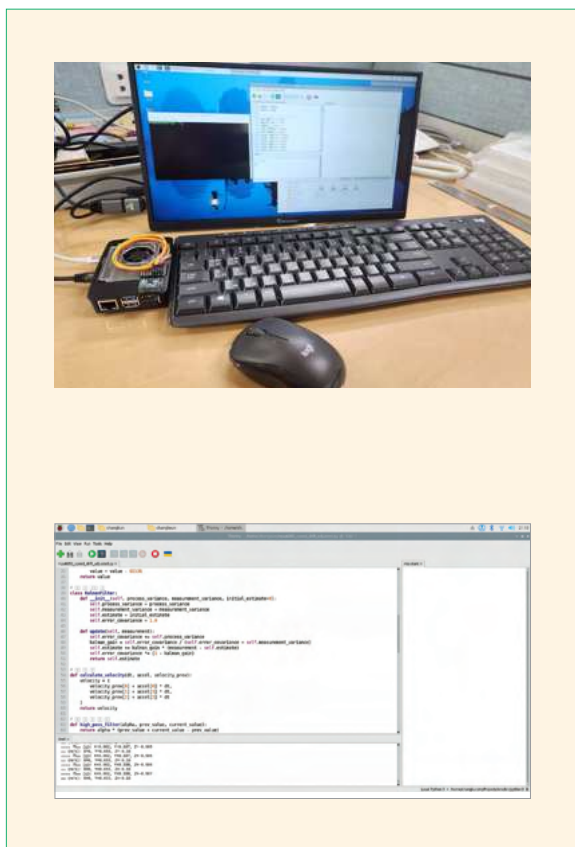
위 연구의 EDR은 차체로부터 독립되어 센서의 자료를 수집·분석하기에, 데이터의 신뢰성을 전적으로 센서의 정밀성에 의존해야 하는 장비로 생각되나, 본 연구에서 제시하고 있는 이륜차 사고기록장치는 차체의 자세(Motion)를 확인할 수 있는 데이터를 자이로센서를 통해 확보, 독립적으로 속도를 산출 할 수 있으며, 차량에 장비를 직접 연결하여 얻은 데이터(속도, 가속도)들과 융합하여 정밀성을 확보하는 방향으로 개발하고자 한다.

II. 본론

1. 자료의 개요 및 구성

본 연구에서는 영국에서 개발된 싱글 보드 컴퓨터 ‘Raspberry Pi’(이하 ‘라즈베리파이’)에 6축 자이로센서 MPU-6050를 장착하여 하드웨어 장비를 구축하였고, 라즈베리파이 내에서 Python(파이썬) 기반 통합 개발환경인 Thonny를 활용하여 프로그래밍을 하여, 가속도, 속도 등을 산출하고, 이를 0.2초 단위로 저장하였다.

[사진 1] 개발



[사진 2] 실험차량 장착



[표 2] 개발 알고리즘

① 칼만 필터 적용 속도산출 알고리즘

```
import smbus
import time

# MPU-6050 레지스터 주소 및 초기 설정 값
PWR_MGMT_1 = 0x6B
SMPLRT_DIV = 0x19
CONFIG = 0x1A
GYRO_CONFIG = 0x1B
INT_ENABLE = 0x38
ACCEL_XOUT_H = 0x3B
ACCEL_YOUT_H = 0x3D
ACCEL_ZOUT_H = 0x3F
GYRO_XOUT_H = 0x43
GYRO_YOUT_H = 0x45
GYRO_ZOUT_H = 0x47

# I2C 버스 초기화
bus = smbus.SMBus(1)
Device_Address = 0x68

# MPU-6050 초기화 함수
def MPU_Init():
    bus.write_byte_data(Device_Address, SMPLRT_DIV, 7)
    bus.write_byte_data(Device_Address, PWR_MGMT_1, 1)
    bus.write_byte_data(Device_Address, CONFIG, 0)
    bus.write_byte_data(Device_Address, GYRO_CONFIG, 24)
    bus.write_byte_data(Device_Address, INT_ENABLE, 1)

# 레지스터에서 16비트 데이터를 읽는 함수
def read_raw_data(addr):
    high = bus.read_byte_data(Device_Address, addr)
    low = bus.read_byte_data(Device_Address, addr + 1)
    value = ((high << 8) | low)
    if value > 32768:
        value = value - 65536
    return value

# 칼만 필터 클래스 정의
class KalmanFilter:
    def __init__(self, process_variance, measurement_variance, initial_estimate=0, estimate=0):
        self.process_variance = process_variance
        self.measurement_variance = measurement_variance
        self.estimate = initial_estimate
        self.error_covariance = 1.0

    def update(self, measurement):
        self.error_covariance += self.process_variance
        kalman_gain = self.error_covariance / (self.error_covariance + self.measurement_variance)
        self.estimate += kalman_gain * (measurement - self.estimate)
        self.error_covariance *= (1 - kalman_gain)
        return self.estimate

# 속도 계산 함수
def calculate_velocity(dt, accel, velocity_prev):
    velocity = (
        velocity_prev[0] + accel[0] * dt,
        velocity_prev[1] + accel[1] * dt,
        velocity_prev[2] + accel[2] * dt
    )
    return velocity

# 센서 초기화
MPU_Init()

# 칼만 필터 초기화 (가속도 X, Y, Z 축에 각각 필터 적용)
kf_x = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)
kf_y = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)
kf_z = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)

velocity = (0, 0, 0) # 초기 속도
previous_time = time.time()

try:
    while True:
        current_time = time.time()
        dt = current_time - previous_time # 시간 간격
        previous_time = current_time

        # 가속도 데이터 읽기
        acc_x = read_raw_data(ACCEL_XOUT_H) / 16384.0
        acc_y = read_raw_data(ACCEL_YOUT_H) / 16384.0
        acc_z = read_raw_data(ACCEL_ZOUT_H) / 16384.0

        # 칼만 필터 적용
        filtered_acc_x = kf_x.update(acc_x)
        filtered_acc_y = kf_y.update(acc_y)
        filtered_acc_z = kf_z.update(acc_z)

        # 속도 계산
        velocity = calculate_velocity(dt, (filtered_acc_x, filtered_acc_y, filtered_acc_z), velocity)

        # 필터링된 가속도와 속도 출력
        AAx, AAy, AAz = round(filtered_acc_x, 3), round(filtered_acc_y, 3), round(filtered_acc_z, 3)
        Vx, Vy, Vz = round(velocity[0], 3), round(velocity[1], 3), round(velocity[2], 3)

        print(f"필터링된 가속도 (g): X={AAx}, Y={AAy}, Z={AAz}")
        print(f"속도 (m/s): X={Vx}, Y={Vy}, Z={Vz}")

        # 파일에 저장
        with open('ckdata.txt', 'a') as f:
            f.write(f"xAccel= {AAx}, yAccel= {AAy}, zAccel= {AAz}, xVel= {Vx}, yVel= {Vy}, zVel= {Vz}\n")

        time.sleep(0.2)
except KeyboardInterrupt:
    print("Finish")
```

② 하이패스 필터 + 제로 리셋 알고리즘

```
import smbus
import time

# MPU-6050 레지스터 주소 및 초기 설정 값
PWR_MGMT_1 = 0x6B
SMPLRT_DIV = 0x19
CONFIG = 0x1A
GYRO_CONFIG = 0x1B
INT_ENABLE = 0x38
ACCEL_XOUT_H = 0x3B
ACCEL_YOUT_H = 0x3D
ACCEL_ZOUT_H = 0x3F
GYRO_XOUT_H = 0x43
GYRO_YOUT_H = 0x45
GYRO_ZOUT_H = 0x47

# I2C 버스 초기화
bus = smbus.SMBus(1)
Device_Address = 0x68

# MPU-6050 초기화 함수
def MPU_Init():
    bus.write_byte_data(Device_Address, SMPLRT_DIV, 7)
    bus.write_byte_data(Device_Address, PWR_MGMT_1, 1)
    bus.write_byte_data(Device_Address, CONFIG, 0)
    bus.write_byte_data(Device_Address, GYRO_CONFIG, 24)
    bus.write_byte_data(Device_Address, INT_ENABLE, 1)

# 레지스터에서 16비트 데이터를 읽는 함수
def read_raw_data(addr):
    high = bus.read_byte_data(Device_Address, addr)
    low = bus.read_byte_data(Device_Address, addr + 1)
    value = ((high << 8) | low)
    if value > 32768:
        value = value - 65536
    return value

# 칼만 필터 클래스 정의
class KalmanFilter:
    def __init__(self, process_variance, measurement_variance, initial_estimate=0):
        self.process_variance = process_variance
        self.measurement_variance = measurement_variance
        self.estimate = initial_estimate
        self.error_covariance = 1.0

    def update(self, measurement):
        self.error_covariance += self.process_variance
        kalman_gain = self.error_covariance / (self.error_covariance + self.measurement_variance)
        self.estimate += kalman_gain * (measurement - self.estimate)
        self.error_covariance *= (1 - kalman_gain)
        return self.estimate

# 속도 계산 함수
def calculate_velocity(dt, accel, velocity_prev):
    velocity = (
        velocity_prev[0] + accel[0] * dt,
        velocity_prev[1] + accel[1] * dt,
        velocity_prev[2] + accel[2] * dt
    )
    return velocity

# 고속 이동 평균 필터 적용
def high_pass_filter(alpha, prev_value, current_value):
    return alpha * (prev_value + current_value - prev_value)

# 센서 초기화
MPU_Init()

# 칼만 필터 초기화 (가속도 X, Y, Z 축에 각각 필터 적용)
kf_x = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)
kf_y = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)
kf_z = KalmanFilter(process_variance=1e-4, measurement_variance=1e-1)

# 변수 초기화
velocity = (0, 0, 0) # 초기 속도
previous_time = time.time()
alpha = 0.8 # 고속 이동 평균 필터 상수 (0 < alpha < 1)

try:
    while True:
        current_time = time.time()
        dt = current_time - previous_time # 시간 간격
        previous_time = current_time

        # 가속도 데이터 읽기
        acc_x = read_raw_data(ACCEL_XOUT_H) / 16384.0
        acc_y = read_raw_data(ACCEL_YOUT_H) / 16384.0
        acc_z = read_raw_data(ACCEL_ZOUT_H) / 16384.0

        # 칼만 필터 적용
        filtered_acc_x = kf_x.update(acc_x)
        filtered_acc_y = kf_y.update(acc_y)
        filtered_acc_z = kf_z.update(acc_z)

        # 속도 계산
        velocity = calculate_velocity(dt, (filtered_acc_x, filtered_acc_y, filtered_acc_z), velocity)

        # 고속 이동 평균 필터를 통해 드리프트 감소
        velocity = (
            high_pass_filter(alpha, velocity[0], filtered_acc_x * dt),
            high_pass_filter(alpha, velocity[1], filtered_acc_y * dt),
            high_pass_filter(alpha, velocity[2], filtered_acc_z * dt)
        )

        # 제로 리셋 알고리즘: 특정 기준 이하의 속도는 0으로 리셋
        threshold = 0.05
        velocity = tuple(0 if abs(v) < threshold else v for v in velocity)

        # 필터링된 가속도와 속도 출력
        AAx, AAy, AAz = round(filtered_acc_x, 3), round(filtered_acc_y, 3), round(filtered_acc_z, 3)
        Vx, Vy, Vz = round(velocity[0], 3), round(velocity[1], 3), round(velocity[2], 3)

        print(f"필터링된 가속도 (g): X={AAx}, Y={AAy}, Z={AAz}")
        print(f"속도 (m/s): X={Vx}, Y={Vy}, Z={Vz}")

        # 파일에 저장
        with open('ckdata.txt', 'a') as f:
            f.write(f"xAccel= {AAx}, yAccel= {AAy}, zAccel= {AAz}, xVel= {Vx}, yVel= {Vy}, zVel= {Vz}\n")

        time.sleep(0.2)
except KeyboardInterrupt:
    print("속성 종료")
```

2. 연구방법

실험차량은 Honda 사(社)의 WW125모델을 사용하였으며, 실차 주행실험은 총 4회 진행하였다.

실험에는 각기 다른 2개의 알고리즘이 사용되었으며, 0km/h → 30km/h → 0km/h로 가·감속 하여 실제 속도와 장비가 수집한 데이터가 일치하는지 확인하였고, 개발 및 실험에 사용된 알고리즘은 아래와 같다.

첫 번째 알고리즘은 I2C 통신을 통해 MPU-6050 센서에서 받아온 가속도 데이터를 칼만필터를 통해 노이즈를 보정하고, 이를 적분하여 속도를 산출하는 알고리즘이며, 두 번째는 첫 번째 알고리즘에 속도가 계속해서 상승하는 것을 막는 고속이동 평균필터(하이패스필터)와 제로리셋 알고리즘을 추가하여 작성하였다.

3. 연구결과

본 연구에서는 MPU-6050를 사용하였으며, 기판 상에 x, y축 방향이 표시되어 있고, 실험 시 x축 방향이 전방을 향하도록 장착하여 실험하였다. 주행실험은 4차에 걸쳐 진행되었으며, 1차 실험은 첫 번째 알고리즘으로 0→30km/h 가속 후 정지, 2, 3차 실험은 두 번째 알고리즘으로 0→30km/h 가속 후 정지, 마지막은 0→30km/h 가속 후 감속하여 유턴 후, 40km/h까지 재차 가속 후 정지하는 형태로 실험을 실시하였다.

1차 실험 시 칼만필터만 적용된 속도산출 알고리즘을 사용하였으며, 총 실험시간은 17.8초가 소요되었다. x축 속도는 시작 시 0m/s, 마지막 16.2초에 7.385m/s로 산출되었고, 정지상태에서 30km/h까지 가속 후 17.8초 시점에는 실제 정지 상태로 있었으나, x축 속도는 최댓값이 나왔다. 직선주행 형태의 실험으로, y축으로의 변화 값은 크지 않아, 가속도나 속도데이터는 계속해서 0에 수렴해 있는 모습을 보여주지만, 진행방향인 x축은 계속해서 증가하는 모습을 보였다.

[표 3] 이론차 EDR 1차 주행 실험 데이터

구분 시간	X 가속도	Y 가속도	Z 가속도	X 속도	Y 속도	Z 속도
0	0.238	0.152	1.155	0.0	0.0	0.0
0.2	0.284	0.053	0.922	0.058	0.011	0.188
0.4	0.344	-0.05	0.99	0.128	0.001	0.389
...
17.8	0.293	-0.066	0.938	7.385	-0.956	16.063

0초	→	17.8초
0m/s		7.385m/s

2차 실험 시에는 1차 실험에 사용된 알고리즘에 하이패스필터와 제로리셋 알고리즘을 추가한 알고리즘이 사용되었고, 총 실험시간은 16.2초가 소요되었다. x축 속도는 시작 시 0m/s, 점진적으로 속도가 상승하여 5초에 속도 최댓값인 0.076m/s 도달 후 다시 감속하여 마지막 16.2초에는 0m/s로 산출되었다. x축 방향의 속도 데이터는 실제 주행실험과

동일한 속도 상승, 최대, 감속, 정지에 대한 추세를 보여주고 있지만, 속도 데이터 값이 최대 0.076m/s로 실제 속도와 맞지 않는 모습을 보여주고 있다.

[표 4] 이륜차 EDR 2차 주행 실험 데이터

구분 시간	x 가속도	y 가속도	z 가속도	x 속도	y 속도	z 속도
0	0.398	0.01	0.754	0	0	0
0.2	0.371	-0.06	0.75	0.06	0	0.122
0.4	0.359	-0.078	0.903	0.058	0	0.147
...
5	0.46	-0.124	0.967	0.076	0	0.16
...
16.2	0.296	-0.084	0.912	0	0	0.148



3차 실험 시에는 2차 실험과 동일한 알고리즘이 사용되었고, 총 실험시간은 15.6초가 소요되었다. 3차 실험도 2차 실험과 유사하게 x축 속도는 시작 시 0m/s, 점진적으로 속도가 상승하여 5초에 속도 최대값인 0.084m/s 도달 후 다시 감속하여 마지막 15.6초에는 0m/s로 산출되었다. x축 방향의 속도 데이터는 실제 주행실험과 동일한 속도 상승, 최대, 감속, 정지에 대한 추세를 보여주고 있지만, 속도 데이터 값이 최대 0.083m/s로 실제 속도와 맞지 않는 모습을 2차 실험과 동일하게 보여주고 있다.

[표 5] 이륜차 EDR 3차 주행 실험 데이터

구분 시간	x 가속도	y 가속도	z 가속도	x 속도	y 속도	z 속도
0	0.287	-0.132	1.024	0	0	0
0.2	0.333	-0.072	0.925	0.054	0	0.151
0.4	0.335	-0.07	0.954	0.054	0	0.155
...
5	0.512	-0.061	0.851	0.083	0	0.138
...
15.6	0.305	-0.074	0.9	0	0	0.146



마지막 4차 실험 시에는 0→30km/h로 가속 후 감속하여 U턴을 실시하여 재차 40km/h까지 가속 후 정지하는 형태의 연속적인 가감속 실험을 실시하였다. 실험에는 2,3차 실험과 동일한 알고리즘이 사용되었고, 총 실험시간은 28.8초가 소요되었다. 4차 실험에서는 x축 속도가 시작 시 0m/s, 점진적으로 속도가 상승하여 4.8초에 0.08m/s 도달 후 감속하여 16.6초에 0.05m/s 까지 감속 후 재차 가속하여 21.8초 0.065m/s, 28.8초에는 정지하여 0m/s로 산출되었다. x축 방향의 속도 데이터는 2~3차 주행실험과 동일하게 실험 당시 주행내용인 속도의 상승, 감속 값들과 같은 추세를 유사하게 보여주고 있지만, 속도 데이터 값이 실제 속도와 맞지 않는 모습을 여전히 보여주고 있다.

[표 6] 이륜차 EDR 4차 주행 실험 데이터

구분 시간	x 가속도	y 가속도	z 가속도	x 속도	y 속도	z 속도
0.2	0.338	-0.052	0.865	0.055	0	0.141
0.4	0.346	-0.069	0.786	0.056	0	0.128
...
4.8	0.49	-0.066	0.806	0.08	0	0.131
...
16.6	0.311	0.049	0.936	0.05	0	0.152
...
21.8	0.397	0.043	0.773	0.065	0	0.126
...
28.8	0.294	-0.017	0.915	0	0	0.149



Ⅲ. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 교통사고 정밀 분석에 필요한 이륜차 EDR을 기획하고, 초기 프로토타입을 개발해 보았다.

우선, 본 연구에 사용된 이륜차 EDR 초기 타입의 실험 데이터들은 제일 중점적으로 필요한 x축 속도 값이 실험 내용과 유사하게 가·감속을 표현하여 속도의 추세는 같으나 실제와 정확히 맞지 않는 모습을 보여주고 있고, 현재 센서를 통해 산출되는 속도를 제외하면 실제 교통사고 분석에 사용될 데이터가 미흡할 것으로 보여진다.

이에 따라, 차후 개발을 진행하며 몇 가지 보완해야할 점들과 나아가야할 방향을 확인하였는데, 본 연구에 사용된 6축 자이로 센서는 지자계 센서가 내장되지 않은 센서로, 차체의 절대적인 방향을 알 수 없어 더욱 정밀한 9축 자이로·지자계 센서(MPU-9250)와 GPS 모듈을 사용하여 차량의 경로 및 차체의 모션을 표현하고, 터널 및 교량 등 위성정보가 수집되지 않는 구간에서도 실시간으로 정확한 차량의 속도 정보를 저장하기 위해 이륜차 OBD단자에 직접 연결하여 속도, RPM 등의 데이터를 저장할 수 있게 한다면, 쉽게 장착이 가능하면서도 정확한 EDR을 완성해 나갈 수 있을 것으로

생각된다. 더 나아가 기존 생산된 노후 이륜차부터 신차에 이르기까지 EDR 의무 장착이 법제화 되어 시행되더라도, 기존 운전자 뿐만 아니라 제작사에서 부담스럽지 않은 금액으로 제작 및 장착이 가능하도록 저렴하게 개발할 수 있는 인증 규격을 제시하는 것이 목표이다.

본 개발과 연구는 사고 대비 중상률이 높은 이륜차 사고가 과학적인 분석에 사각지대에 놓여있는 상황에서, 교통사고 분석에 있어 객관적인 데이터를 얻고자 하는데 의의가 있으며, 추후 후속 연구 및 개발을 통해 이륜차 EDR을 실제 제작하고 개발하여, 교통사고 분석 뿐만 아니라, 공단의 새로운 사업 분야로서 유용한 활로가 될 것으로 생각된다.

비록 본 연구자가 프로그래밍 관련 전공이 아니며, 업무 분야 역시 개발에 적극적으로 시간 및 물적 투자가 가능한 상황은 아니기에 만족할 만한 초기 결과를 얻은 것은 아니나, 우리 공단이 교통사고분석의 전문기관으로써 입지를 굳건히 하고, EDR을 전문적으로 개발하고 분석할 수 있는 역량을 갖추어 교통사고분석의 선두에 서는 것에 일조하기 위해 차후에도 개발을 이어나가고자 한다.

참고문헌

1. Ali Husein Alasiry 등 4명(2016), Prototype design of EDR(event data recorder) on motorcycle, 2016 International Electronics Symposium(IES), IEEE
2. 김규동(2024), “이륜차 안전 제고를 위한 기술개발과 보험 적용”, KIRI 리포트 이슈분석, p.4~7.
3. 박응용(2024), “점프 투 파이썬”



전기자동차 발진가속도에 관한 실차 실험 연구



박명석 정영훈 조양래
이준우 최귀남 김경동

• 한국도로교통공단
울산·경남지부 사고조사연구원

Abstract

본 연구는 실차실험을 통하여 전기자동차의 발진가속도를 분석하고자 하였다. 전기자동차의 발진가속도를 이해하고, 실제 실차실험을 통한 전기자동차의 차종 및 측정기기 별 약간의 차이는 발생하나 유사한 값이 산출되었으며, 실차 실험을 통한 거리 별 전기자동차 발진가속도의 레이더 장비를 제외한 전체 실험값 중 선두차의 경우 최소 실험값은 $20m = 0.12g$, $40m = 0.12g$ 으로 산출되었고, 최대 실험값은 $20m = 0.18g$, $40m = 0.16g$ 으로 산출되었으며, 실험 전체 평균 실험값은 $20m = 0.154g$, $40m = 0.135g$ 으로 산출되었다. 레이더장비를 사용한 결과 값은 블랙박스 및 VC-4000을 사용한 결과 값보다 다소 낮은 결과 값이 산출되었으며 최소 실험값은 $20m = 0.09g$, 최대 실험값은 $20m = 0.15g$ 으로 산출되었고 실험 전체 평균 실험값은 $20m = 0.11g$ 으로 산출되었다. 전기자동차 발진가속도 실험 최솟값은 후속차의 경우 $20m = 0.10g$, $40m = 0.09g$ 로 산출되었고, 실험 최댓값은 $20m = 0.14g$, $40m = 0.12g$ 으로 산출되었고, 실험 전체 후속차 발진가속도는 $20m = 0.12g$, $40m = 0.107g$ 으로 산출되었다.

향후에는 실제 사고 상황에서의 전기자동차의 발진가속도를 분석하여 산출된 값을 비교, 연구를 수행한다면 사고 분석에 활용도가 높아질 것으로 판단된다.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 교통사고 분석에 있어서 최근 출시되는 전기자동차에 관한 분석이 증가하는 추세이며, 최근 출시차량의 엔진

능력은 과거 내연기관차량 보다 개선되고 있으며, 이에 따른 전기자동차의 발진가속도의 중요성이 사고 분석에 있어 증가하고 있는 상태이다. 그러나 현재까지 분석에 적용 중인 발진가속도는 기존에 내연기관의 발진가속도에 대한 연구 자료를 적용하고 있으므로 이에 대한 전기자동차의 발진가속도에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료되어 실차 실험을 통하여 전기자동차의 발진가속도에 대한 실증 연구를 수행하고자 하였다. 본 연구에서는 전기자동차의 발진가속도를 여러 가지 방법을 통하여 측정하여 실제 전기자동차의 교차로에서의 발진가속도에 대해 알아보하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 기존 내연기관 차량의 발진가속도 관련 연구 자료를 참고하고, 실제상황의 전기자동차의 발진가속도와 근접한 결과를 얻기 위하여 실차 실험을 통하여 자료를 수집하였고, 실차 실험은 한국교통안전공단 상주교통안전교육센터에서 진행하였으며, 블랙박스 영상을 구성하고 있는 각 프레임(frame)들을 1/100초까지 세분한 재생시간을 통해 산정(블랙박스 영상의 기준 프레임은 약30.00fps이며, 전환되는 간격은 약 0.03초임. 영상에 별도의 플레이타임*을 삽입하고 플레이타임을 기준으로 시간을 산정함)하여 발진가속도 값을 산출하며, 가속도 측정기(VC-4000)를 이용하여 산출된 발진가속도 값과 비교하여 분석하였다.

II. 관련연구 고찰

2.1. 이론적 배경

1) 발진가속도의 정의

가속도(Acceleration)는 시간에 대한 속도변화의 비율 즉 속도의 변화를 시간으로 나눈 것, 벡터량은 m/sec^2 로 나타내거나 $a=fg$ 로 표시된다.

2) 발진가속도 산출방법

본 연구에서 참고한 발진가속도 산출공식은 다음과 같다.

$$1) v = v_0 + at \quad \therefore a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$2) d = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad \therefore a = \frac{2(d - v_0 t)}{t^2}$$

$$3) 2ad = v^2 - v_0^2 \quad \therefore a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d}$$

*플레이타임 : 영상의 재생시간을 1/100자막으로 표시해 줌

본 실험은 정지상태에서 출발하므로 $V_0 = 0$ 을 대입하여 공식을 정리하면 아래와 같다.

$$1) a = \frac{V}{t} \quad 2) a = \frac{2d}{t^2} \quad 3) a = \frac{V^2}{2d}$$

본 연구에서는 거리 별 당시 속도 및 시간에 따른 거리를 이용하여 발진가속도를 산출할 계획이므로 1), 2) 공식을 사용하도록 한다.

2.2. 관련연구 고찰

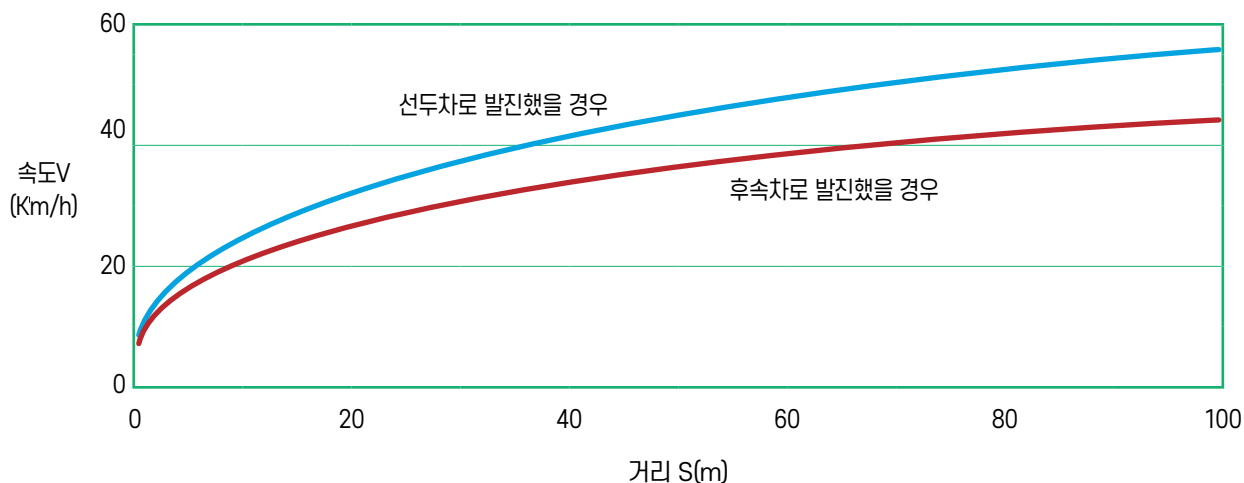
일반적으로, 시가지 및 교외 교차로에서 발진하는 차의 발진가속도에는 다음과 같은 경향이 있다.

- ① 발진가속도는, 일반적으로 peak 0.2g 전후이다. 단, 앞에 차가 많을수록 가속시간이 짧아진다.
- ② 전방에 정체기미가 있을 때, 발진가속도는 peak 0.1g대로 떨어진다.
- ③ 앞이 띄어 있는 교차로의 경우에도 발진가속도가 peak 0.3g대를 초과하는 일은 좀처럼 없다.

(Hiroshi Hayashi. JITSUYO JDOSHA JIKOKANTEIKO, AKU. 1992. 자동차 사고감정공학)

[그림 1]은 신호대기 후의 발진가속도를 상정한 실험예인데, 이로부터 계산한 발진가속도는 아래 [표 1]과 같다.

[그림 1] 신호대기 후의 발진한 차의 주행거리와 속도 V와의 관계



[표 1] 신호대기 후의 발진가속도

케이스	거리 S(m)	도달속도 (V)	가속도 ($a=V^2/2s$)
선두차로 발진	20[m]	32[km/h] = 8.89[m/s]	0.2g
	40	42 = 11.67	0.17g
후속차로 발진	20	26 = 7.22	0.13g
	40	34 = 9.44	0.11g

Ⅲ. 전기자동차 발진가속도 실험

1. 실험 방법 및 기기

1) 실험 방법

운전자가 탑승해 있는 전기차량에 VC-4000(가속도 측정기)을 설치하고 실험 도로 노면 20m, 40m에 표시를 한 뒤 VC-4000에서 확인되는 Dist의 20m, 40m가 가장 근접했을 당시에 블랙박스 영상을 프레임단위(1/100초)로 분할하여 플레이타임을 노면에 표시된 0m에서부터 20m, 40m 지점을 지날 당시 두 가지 방법으로 전기자동차의 발진가속도를 측정하여 비교·분석한다. 지점가속도는 산출하기 어려운 상태로, 본 연구에서 산출한 가속도는 평균가속도이며 통상적으로 발진가속도라 칭한다.

위의 방법으로 선두차 및 후속차의 발진가속도를 측정하여 전기자동차의 발진가속도를 확인한다.

2) 실험 기기



[그림 2] 실험차량 실내에 블랙박스와 VC-4000(가속도 측정기)이 장착되어 있는 모습



[그림 3] 노트북



[그림 4] 레이더장비



[그림 5] 전기자동차 발진가속도 실험 장소

VC-4000(가속도측정기)을 차량에 장착한 뒤 acceleration모드를 On한 상태로 차량을 주행하여 차량의 이동거리, 속도, 시간 데이터를 수집 후 노트북으로 데이터를 추출하여 사용하였고, 마찬가지로 블랙박스 및 레이더 장비를 활용하여 데이터를 추출한 뒤 비교분석 하였다.

3) 자료의 분류

전기차량은 EV6와 아이오닉, 니로, 볼트 차량을 기준으로 비교 분석 결과 값을 산출했으며 넥쏘 차량의 경우는 수소 차량이지만 전기차량과의 구동원리가 동일하여 동일방법을 사용하여 결과 값을 산출하였다.

2. 전기자동차 발진가속도 실험 결과

1) 선두차 발진가속도를 VC-4000을 활용하여 산출한 결과 값

아래 [표 2]와 같이, EV6 차량 발진가속도를 산출한 결과, 20m = 0.17g~0.18g, 40m = 0.14g으로 산출되었으며, 아이오닉 차량의 발진가속도를 산출 시 20m = 0.14g~0.17g, 40m = 0.13g~0.14g으로 산출되었으며, 넥쏘 차량 발진가속도를 산출한 결과 20m = 0.15g, 40m = 0.12g의 결과 값이 산출된 상태이다.

[표 2] 선두차일 때 발진가속도 산출(VC-4000)

사용식	실험	차종	소요시간 (s)	거리 (m)	속도 (m/s)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
$\left(\frac{v-v_0}{t} = \left(\frac{\text{나중속도}-\text{초기속도}}{\text{시간}^2} \right) \right)$	1 차 실험	EV6	4.48	20	7.44	1.66	0.17
			6.82	40	9.59	1.41	0.14
		아이오닉	4.82	20	6.86	1.42	0.14
			7.31	40	9.12	1.25	0.13
		넥쏘	4.63	20	6.9	1.49	0.15
			7.24	40	8.38	1.16	0.12
	2 차 실험	EV6	4.26	20	7.53	1.77	0.18
			6.64	40	8.94	1.35	0.14
		아이오닉	4.51	20	7.44	1.65	0.17
			6.87	40	9.27	1.35	0.14
		넥쏘	4.65	20	6.78	1.46	0.15
			7.27	40	4.43	1.16	0.12

2) 선두차 발진가속도를 블랙박스를 활용하여 산출한 결과 값

아래 [표 3]과 같이, EV6 차량 발진가속도를 산출한 결과, 20m = 0.17g, 40m = 0.15g~0.16g으로 산출되었으며, 아이오닉 차량의 발진가속도를 산출 시 20m = 0.14g ~ 0.15g, 40m = 0.13g ~ 0.14g으로 산출되었으며, 니로 차량 발진가속도를 산출한 결과 20m = 0.12g ~ 0.14g, 40m = 0.12g ~ 0.13g의 결과 값이 산출된 상태이다.

[표 3] 선두차일 때 발진가속도 산출(블랙박스)

사용식	실험	차종	소요시간 (s)	거리 (m)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
$\left(\frac{2d}{t^2} = \frac{2 \times \text{거리}}{\text{시간}^2} \right)$	1 차 실험	EV6	4.9	20	1.666	0.17
			7.23	40	1.530	0.16
		아이오닉	5.47	20	1.337	0.14
			7.97	40	1.259	0.13
		니로	5.8	20	1.189	0.12
			8.3	40	1.161	0.12
	2 차 실험	EV6	4.9	20	1.666	0.17
			7.26	40	1.518	0.15
		아이오닉	5.26	20	1.446	0.15
			7.73	40	1.339	0.14
		니로	5.34	20	1.403	0.14
			7.84	40	1.302	0.13

3) 선두차 발진가속도를 레이더장비를 활용하여 산출한 결과 값

아래 [표 4]와 같이 아이오닉 차량 발진가속도를 산출 시 20m = 0.10g~0.12g의 결과 값이 산출되었으며, 니로 차량 발진가속도를 산출 시 20m = 0.09g~0.13g의 결과 값이 산출되었으며, 볼트 차량 발진가속도를 산출 시 20m = 0.09g~0.15g의 결과 값이 산출되었으며, 넥쏘 차량 발진가속도를 산출 시 20m = 0.10g~0.12g의 결과 값이 산출된 상태이다.

[표 4] 선두차일 때 발진가속도 산출(레이더장비)

사용식	차종	거리 (m)	지점속도	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
$\left(\frac{V^2 - V_0^2}{2d} = \frac{\text{나중속도}^2 - \text{초기속도}^2}{2 \times \text{거리}} \right)$	아이오닉	20m	6.11	0.93	0.10
			6.94	1.20	0.12
	니로	20m	5.83	0.85	0.09
			6.11	0.93	0.10
			6.39	1.02	0.10
			6.94	1.20	0.12
			7.22	1.30	0.13
	볼트	20m	5.83	0.85	0.09
			6.39	1.02	0.10
			7.78	1.51	0.15
	넥쏘	20m	6.11	0.93	0.10
			6.67	1.11	0.11
			6.94	1.20	0.12

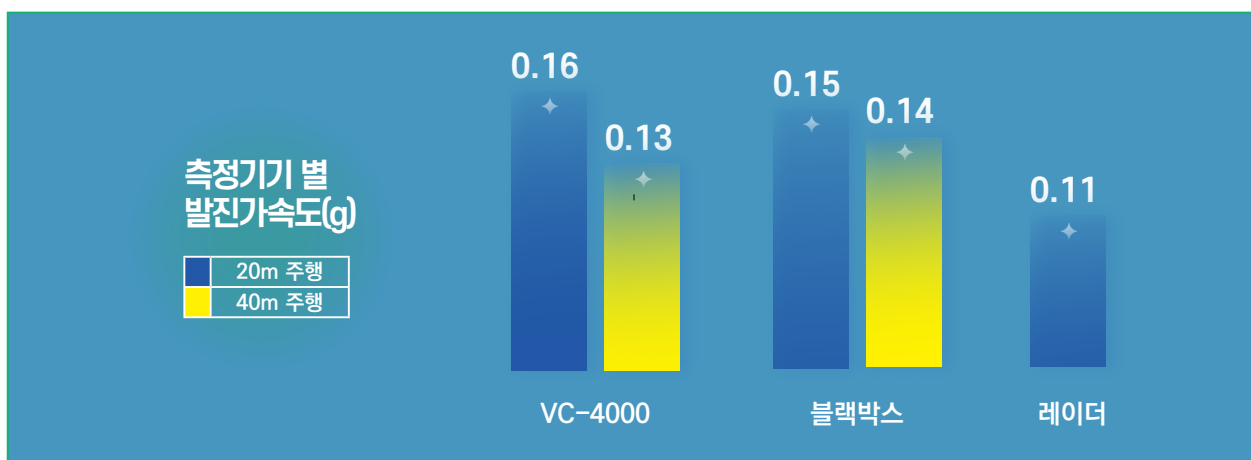
아래 [표 5]와 같이 VC-4000을 활용한 발진가속도의 전체 범위 = 0.12g~0.18g으로 산출되며 평균값은 약 0.15g으로 산출되었고, 블랙박스를 활용한 발진가속도의 전체 범위 = 0.12g~0.17g으로 산출되며 평균값은 약 0.14g으로 산출되었고, 레이더장비를 활용한 발진가속도의 전체 범위 = 0.09g~0.15g으로 산출되며 전체 평균값은 약 0.11g으로 산출되었다.

[표 5] 측정기기 별 선두차 발진가속도(g) 값의 범위 및 평균값

측정방식	거리	VC-4000	블랙박스	레이더
발진가속도(g)의 범위	20m	0.14g ~ 0.18g	0.12g ~ 0.17g	0.09 ~ 0.15g
	40m	0.12g ~ 0.14g	0.12g ~ 0.16g	×
평균값	20m	0.16g	0.15g	0.11g
	40m	0.13g	0.14g	×

수집한 자료를 분석한 결과, 전기차량이 선두차일 경우 20m를 주행할 때 평균 발진가속도는 약 0.11g~0.16g이며, 40m를 주행할 때 평균 발진가속도는 약 0.13g~0.14g으로 측정되며, VC-4000과 블랙박스를 이용하여 산출된 결과 값은 유사하나, 레이더장비를 이용하여 산출된 결과 값은 다소 낮게 산출된 상태이다.

[그림 6] 측정기기 별 선두차 발진가속도 결과 값



4) 후속차 발진가속도를 VC-4000을 이용하여 비교분석한 결과 값

아래 [표 6]과 같이, EV6 차량 발진가속도를 산출한 결과, 20m = 0.13g, 40m = 0.11g으로 산출되었으며, 넥쏘 차량 발진가속도를 산출한 결과 20m = 0.14g, 40m = 0.12g의 결과값이 산출된 상태이다.

[그림 7] 후속차 발진가속도 측정



$$\text{사용 식 : } \left(\frac{v-v_0}{t} = \frac{\text{나중속도}-\text{초기속도}}{\text{시간}} \right)$$

[표 6] 후속차일 때 발진가속도 산출(VC-4000)

실험	차종	소요시간 (s)	거리 (m)	속도 (m/s)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
1차실험	EV6	5.07	20	6.23	1.23	0.13
		7.84	40	8.34	1.06	0.11
	넥쏘	4.79	20	6.75	1.41	0.14
		7.32	40	8.81	1.20	0.12
2차실험	EV6	5.04	20	6.37	1.26	0.13
		7.75	40	8.37	1.08	0.11
	넥쏘	4.91	20	6.97	1.42	0.14
		7.40	40	8.52	1.15	0.12

5) 후속차 발진가속도를 블랙박스를 활용하여 산출한 결과 값

아래 [표 ++-+]과 같이, EV6 차량 발진가속도를 산출한 결과, 20m = 0.11g~0.12g, 40m = 0.10g~0.11g으로 산출되었으며, 아이오닉 차량의 발진가속도를 산출 시 20m = 0.10g~0.12g, 40m = 0.09g~0.11g의 결과 값이 산출된 상태이다.

[표 7] 후속차일 때 발진가속도 산출(블랙박스)

사용식	실험	차종	소요시간 (s)	거리 (m)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
$\left(\frac{2d}{t^2} = \frac{2 \times d}{\text{시간}^2} \right)$	1차실험	EV6	6.20	20	1.04	0.11
			9.00	40	0.99	0.10
		아이오닉	6.46	20	0.96	0.10
			9.43	40	0.90	0.09
	2차실험	EV6	5.97	20	1.12	0.11
			8.70	40	1.06	0.11
		아이오닉	6.30	20	1.01	0.10
			9.40	40	0.91	0.09
	3차실험	EV6	5.93	20	1.14	0.12
			8.63	40	1.07	0.11
		아이오닉	5.87	20	1.16	0.12
			8.54	40	1.10	0.11

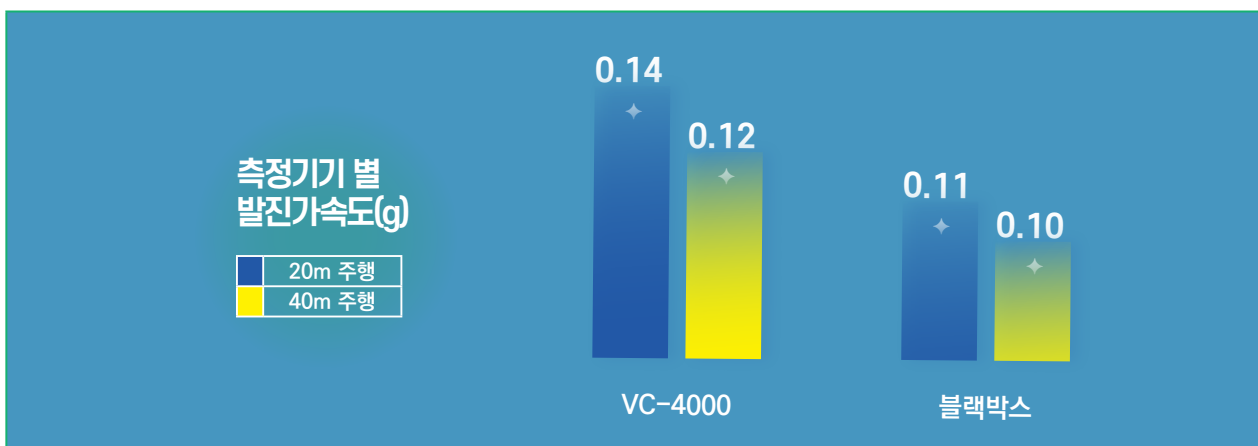
아래 [표 8]과 같이 VC-4000을 활용한 발진가속도의 전체 범위 = 0.11g~0.14g로 산출되며 전체 평균값은 약 0.13g으로 산출되었고, 블랙박스를 활용한 발진가속도의 전체 범위 = 0.09g~0.12으로 산출되며 전체 평균값은 약 0.11g으로 산출되었다.

[표 8] 측정기기 별 후속차 발진가속도(g) 값의 범위 및 평균값

측정방식	거리	VC-4000	블랙박스
발진가속도(g)의 범위	20m	0.13g ~ 0.14g	0.10g ~ 0.12g
	40m	0.11g ~ 0.12g	0.09g ~ 0.11g
평균값	20m	0.14g	0.11g
	40m	0.12g	0.10g

수집한 자료를 분석한 결과, 전기차량이 후속차일 경우 20m를 주행할 때 평균 발진가속도는 약 0.11g~0.14g이며, 40m를 주행할 때 평균 발진가속도는 약 0.10g~0.12g으로 측정되며, 측정 장비에 따라 약간의 차이는 있지만 유사한 결과 값이 산출된 것을 확인할 수 있다.

[그림 8] 측정기기 별 후속차 발진가속도 결과 값



6) 실험 전체 결과

실험 전체 결과는 아래의 [표 9], [표 10], [표 11]과 같으며, 레이더 장비를 제외한 전체 발진가속도 실험 최솟값은 선두차의 경우 20m = 0.12g, 40m = 0.12g으로 산출되었고, 실험 최댓값은 20m = 0.18g, 40m = 0.16g으로 산출되었고, 실험 전체 평균 발진가속도는 20m = 0.154g, 40m = 0.135g으로 산출되었다. 레이더장비를 사용한 실험 최솟값은 20m = 0.09g이며 실험 최댓값은 0.15g으로 산출되었고, 실험 전체 평균 발진가속도는 0.11g으로 산출되었다.

마찬가지로 전체 발진가속도 실험 최솟값은 후속차의 경우 20m = 0.10g, 40m = 0.09g으로 산출되었고, 실험 최댓값은 20m = 0.14g, 40m = 0.12g으로 산출되었고, 실험 전체 후속차 평균 발진가속도는 20m = 0.12g, 40m = 0.107g으로 산출되었다.

본 연구에서 산출한 선두차 발진가속도 평균치인 0.145g는 한국도로교통공단의 2020년도 자율연구과제에서 산출한 소형 내연기관의 발진가속도 평균값인 0.1g 및 전기·하이브리드 발진가속도 0.09보다 다소 높게 산출되었으나, 자동차 사고감정공학에서 산출한 신호대기 후 20m 주행 시 선두차로 발진가속도 값인 0.2g보다는 다소 낮게 산출되었음이 확인되며, 이는 조사자의 운전특성 및 차량·도로 등 환경적 요인에 대한 차이가 있는 것으로 사료된다.

[표 9] 선두차 발진가속도(g) 평균 값

실험 전체 선두차 발진가속도				
거리 = 20m			거리 = 40m	
횟수	가속도(g)		횟수	가속도(g)
1	0.17		1	0.14
2	0.14		2	0.13
3	0.15		3	0.12
4	0.18		4	0.14
5	0.17		5	0.14
6	0.15		6	0.12
7	0.17		7	0.16
8	0.14		8	0.13
9	0.12		9	0.12
10	0.17		10	0.15
11	0.15		11	0.14
12	0.14		12	0.13
평균 가속도 값 : 0.154g		평균 가속도 값 : 0.135g		
전체 평균 발진 가속도 값 : 0.145g				

[표 10] 선두차 발진가속도(g) 평균 값(레이더장비)

레이더장비로 측정한 선두차 발진가속도			
거리 = 20m			
횟수	가속도(g)	횟수	가속도(g)
1	0.10	8	0.09
2	0.12	9	0.10
3	0.09	10	0.15
4	0.10	11	0.10
5	0.10	12	0.11
6	0.12	13	0.12
7	0.13		
레이더장비 평균발진 가속도 값 : 0.11g			

[표 11] 후속차 발진가속도(g) 평균 값

실험 전체 후속차 발진가속도				
거리 = 20m			거리 = 40m	
횟수	가속도(g)		횟수	가속도(g)
1	0.13		1	0.11
2	0.14		2	0.12
3	0.13		3	0.11
4	0.14		4	0.12
5	0.11		5	0.10
6	0.10		6	0.09
7	0.11		7	0.11
8	0.10		8	0.09
9	0.12		9	0.11
10	0.12		10	0.11
평균 가속도 값 : 0.12g			평균 가속도 값 : 0.107g	
전체 평균 발진 가속도 값 : 0.11g				

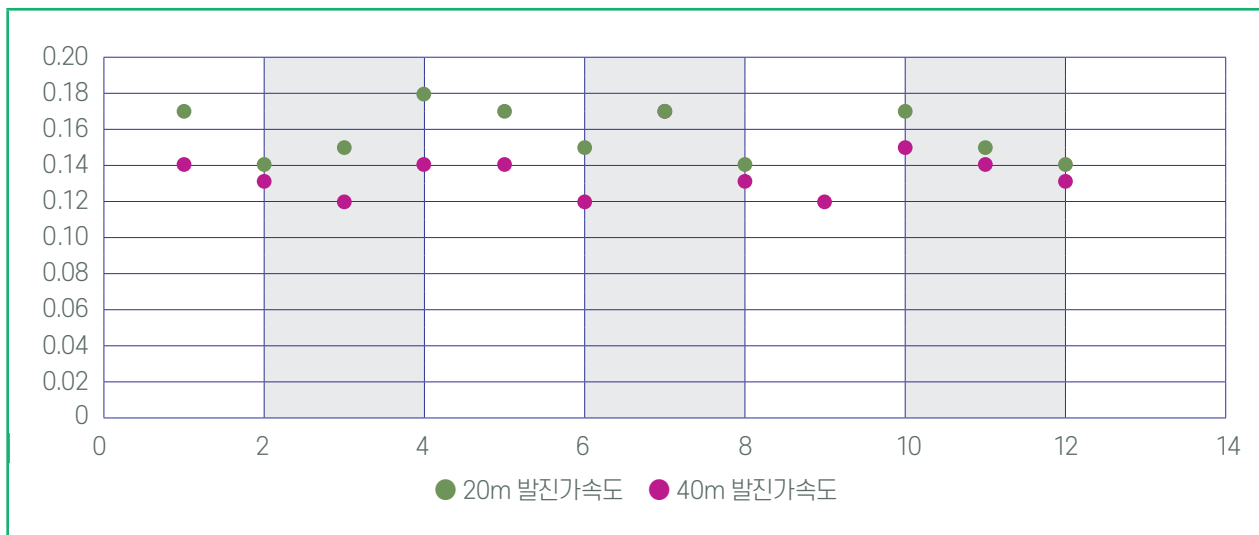
[그림 9] 소형내연기관차량 가속도 산출(20년도 자율연구보고서 실험내용)

번호	소요시간 (s)	거리 (m)	평균속도 (m/s)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
1	6.5	29.3	4.51	0.69	0.07
2	6.88	31.67	4.61	0.67	0.07
3	7.46	33.87	4.54	0.61	0.06
4	4.79	30.4	6.34	1.32	0.14
5	6	31	5.17	0.86	0.09
6	5.83	33.87	5.81	1	0.1
7	6.08	33.87	5.57	0.92	0.09
8	4.21	32.2	7.65	1.82	0.19
9	6	33	5.5	0.92	0.09
10	5.42	31.67	5.85	1.08	0.11
...
40	5.81	30	5.16	0.89	0.09
평균	5.82	32.462	5.65	1	0.1

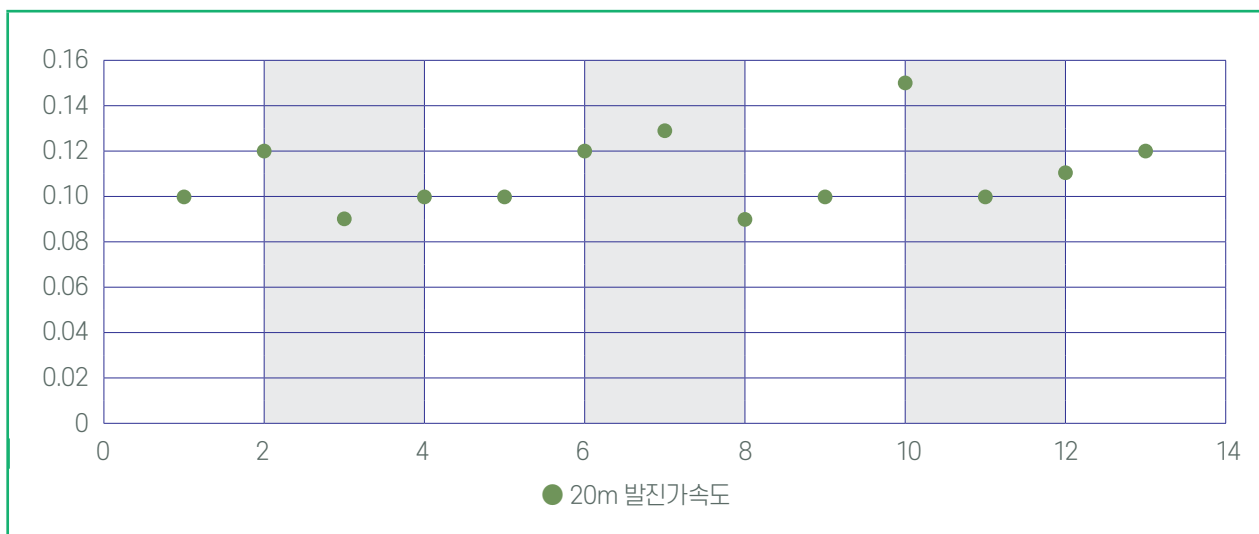
[그림 10] 전기·하이브리드차량 가속도 산출(20년도 자율연구보고서 실험내용)

	차종	소요시간 (s)	거리 (m)	평균속도 (m/s)	발진가속도 (m/s ²)	발진가속도 (g)
1차실험	니로(Hybrid)	6.96	30.67	4.41	0.63	0.06
	쏘나타(Hybrid)	6.71	30.67	4.57	0.68	0.07
	코나(전기)	4.54	31.67	6.97	1.54	0.16
2차실험	니로(Hybrid)	7.17	30	4.19	0.58	0.06
	쏘나타(Hybrid)	6.46	30.5	4.72	0.73	0.07
	코나(전기)	5.46	30	5.5	1.01	0.1
	평균	6.22	30.59	5.06	0.86	0.09

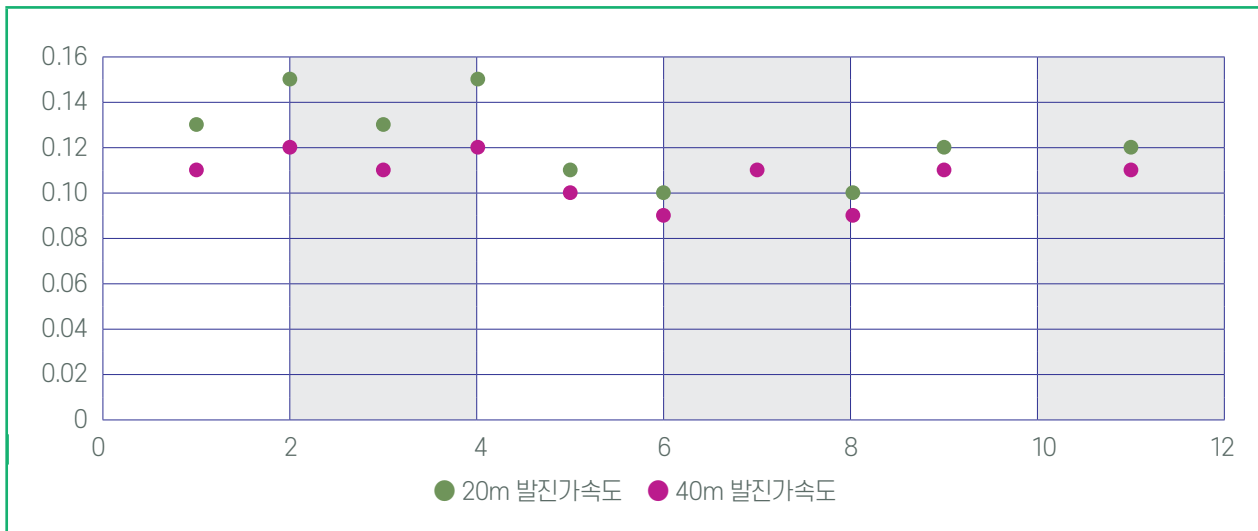
[그림 11] 거리 별 전기자동차 발진가속도(선두차, 전체)



[그림 12] 전기자동차 발진가속도(선두차, 레이더)



[그림 13] 거리 별 전기자동차 발진가속도(후속차, 전체)



IV. 결론 및 향후 과제

본 연구에서 실차 실험을 통한 결과는 레이더 장비를 제외한 전체 발진가속도 실험 최솟값은 선두차의 경우 20m = 0.12g, 40m = 0.12g으로 산출되었고, 실험 최댓값은 20m = 0.18g, 40m = 0.16g로 산출되었고, 레이더를 제외한 실험 평균 발진가속도는 20m = 0.154g, 40m = 0.135g으로 산출되었다. 레이더장비를 사용한 실험 최솟값은 20m = 0.09g이며 실험 최댓값은 0.15g으로 산출되었고, 실험 평균 발진가속도는 0.11g으로 산출되었다.

마찬가지로 전체 발진가속도 실험 최솟값은 후속차의 경우 20m = 0.10g, 40m = 0.09g으로 산출되었고, 실험 최댓값은 20m = 0.14g, 40m = 0.12g으로 산출되었고, 실험 전체 후속차 평균 발진가속도는 20m = 0.12g, 40m = 0.107g으로 산출되었다.

본 연구에서 산출한 선두차 평균 발진가속도인 0.145g는 한국도로교통공단의 2020년도 자율연구과제에서 산출한 소형 내연기관의 평균 발진가속도인 0.1g 및 전기·하이브리드 평균 발진가속도 0.09g보다 다소 높게 산출되었으나, 자동차 사고감정공학에서 산출한 신호대기 후 선두차로 발진가속도 값인 0.2g보다 다소 낮게 산출되었음이 확인된다.

차량의 발진가속도 측정 시 운전자의 운전특성 및 차량·도로 등 환경적 요인이 결과 값에 영향을 주는 것으로 사료되며, 향후 추가적인 연구에서는 차량을 더욱 세분화하고 추가하여 통상적인 전기차량의 발진가속도 값을 추정하여 사고분석을 하는데 있어 연구결과를 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Hiroshi Hayashi. JITSUYO JDOSHA JIKO KANTEIKO, AKU. (1992). 자동차 사고감정공학. p110.
2. 한국도로교통공단 사고분석 자율연구 보고서 (2020). 교차로에서의 차량별 발진 가속도에 대한 고찰. p48.
3. 한국도로교통공단 교통사고조사 메뉴얼 (2021). 일반적인 감가속도. p574.

경찰청 × 한국도로교통공단

알아두면 쓸모있는 운전지식



잠깐, 올해 적성검사
받으셨나요?

네???
그건 언제 받는거죠?

지금 바로 운전면허증 앞면
적성검사 기간을 확인해보세요!!



여기서 잠깐!

운전면허 소지자는 운전면허시험에 합격한 날로부터 10년에 한번 갱신
해야합니다(만 65세 이상은 5년, 만 75세 이상은 3년마다 적성검사·갱신)

여기서 중요한 사실은

올해 적성검사·갱신 대상자가 **489만명**이라는 점

2024년도 적성검사·갱신 대상자는 390만 명! 1.2배 증가



여기서 잠깐!

2024년 12월 기준, 운전면허시험장 방문 대기시간은 4시간이었고,
'25년 4월 현재는 약 20분으로 예상됩니다. 올해 연말엔 작년보다 긴
대기시간이 예상되니 서둘러 운전면허 적성검사·갱신 완료하여 주시기 바랍니다.

온라인으로 10분만에!
운전면허 적성검사·갱신
원하는 수검지에서 받으세요



비밀키 QR 코드
약 15분(준비 10분 + 시험 5분) 소요
(전국 27개 시·도별 도로교통청에
방문하여 신분 확인·응답해야 합니다)
1577-1120(12345678) 도로교통청(12345678)
<https://www.motransforming.or.kr/main.do>

여기서 잠깐!

제1종 보통, 제2종 보통 운전면허 소지자이며 74세 이하의 경우 온라인
운전면허 적성검사(국가건강검진결과 보유 필수) 및 갱신이 가능합니다

요즘 너무 바빠서
나중에 받으러 갈래요

안됩니다. 미루다가 자칫 기간
경과되면 과태료가 부과됩니다!

운전면허
과태료 고지서

성명 나호동
주소 도로교통공단로 2025
위반내용
정기 적성검사 미필로 인한
과태료 부과됨
금액 30,000원



여기서 잠깐!

적성검사를 받지 않을 경우 과태료 30,000원 부과 및 면허취소(1년 경과 시)
되며, 갱신하지 않을 경우 20,000원의 과태료가 부과됩니다

운전면허 적성검사·갱신
미리 받고
여유로운 연말 보내세요



2025년 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 공고

자격기본법 제23조 및 한국도로교통공단 도로교통사고감정사 자격관리규칙 제16조에 의거,
2025년도 제21회 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 시행계획을 다음과 같이 공고합니다.

1. 응시자격 및 시험일정

가. 응시자격: 2025년 시험접수 종료일 기준, 만 18세 이상인 자
(학력제한 없음)

나. 응시제한: 자격이 취소된 후 1년이 경과하지 않은 자
시험 부정행위자로 3년이 경과하지 않은 자

다. 시험일정

접수기간	시험일자	시험 구분	운영시간		준비물	합격자 발표
			입실시간	시험시간		
'25.07.28.(월) 09:00~ '25.08.07.(목) 18:00	'25.09.07.(일)	1차 시험	09:00	09:30~12:00	신분증, 공학계산기, 필기구 등	'25.10.01.(수) 예정
		2차 시험	13:00	13:30~16:00		

※ 1차시험 일부면제자는 입실 09:00, 시험시간 09:30~10:45

2. 시험지역 및 원서접수

가. 시험지역: 전국 13개 지역(최종 시험 장소는 7월 중 안전운전통합민원 홈페이지에 발표 예정)

나. 원서접수: 안전운전통합민원 홈페이지(www.safedriving.or.kr)
이용한 온라인 접수

1) 간편인증, 휴대전화인증 등을 이용한 본인 인증

2) 최근 6개월 이내 촬영한 여권사진규격(3.5cm×4.5cm)사진 파일 첨부

3) 1차시험 일부면제 신청자는 교육이수증 사본 또는 경력증명서 제출
※ 컬러사진, 1차시험 일부면제자 제출서류는 스캔하여 JPG파일 업로드

3. 응시수수료 및 자격증 발급비

응시수수료(부가세 포함)	납부방법	납부기한
• 일반응시 및 1차시험 일부 면제자: 77,000원 • 1차시험 전부면제자: 44,000원	신용카드 계좌이체(인터넷 뱅킹) 가상계좌(무통장 입금)	접수마감 시까지 (가상계좌의 경우 접수 마감 익일 16:00까지, 미납 시 자동 접수취소)

자격증 발급비(부가세 포함)	납부방법	비 고
• 공인자격증(기본): 5,500원 • 공인자격증서(게사용): 11,000원	신용카드 계좌이체(인터넷 뱅킹)	- 자격시험 합격자에 해당하여 신청자에 한하여 발급 - 발송비용(택배비 3,500원)은 수취인 부담

4. 접수취소 및 환불기준

접수취소(환불) 방법	접수취소(환불) 신청기간	환불금액	환불기간	비고
안전운전통합민원 홈페이지 이용 (승인 취소 또는 계좌 환불)	'25.07.28.(월) ~ '25.08.07.(목) 24:00	납입액의 100%	신청일로부터 15일 이내	접수취소(환불) 신청기간 이후 응시수수료 환불 불가
	'25.08.08.(금) ~ '25.09.01.(월) 24:00	납입액의 50%		

자격증 발급비 환불	합격자에 한하여 신청하여 자격증 발송 이전 취소 시 (1주일 내) 100% 환불, 그 이후 취소 시에는 환불 불가
------------	--

본 자격검정은 공인자격 취득을 위한 자격시험이므로 한국도로교통공단에서 자격취득자에게 취업을 알선하거나 보장하지 않습니다.

2025년 2월 21일

 한국도로교통공단 이사장

강원특별자치도 원주시 혁신로2(반곡동)

· 도로교통사고감정사 자격취득 우대사항 ·

● 한국도로교통공단 채용 시 가산점 부여 및 자격수당 지급

● 국가평생교육진흥원 학점은행제 10학점(교통, 토목) 인정

● 교통안전담당자로 지정 가능한 자격증으로 관련분야 취업가능