



강릉 티볼리에어 급발진 사고

- 급발진의 실체적 진실 -

항소심 핵심 증거와 입증사실

■ 이 사건 사고 전 과정 종합 영상 (사고차량 후방 블랙박스 영상)



■ 이 사건 사고 전 과정 종합 영상 (사고 당시 주변 CCTV 및 타 차량 블랙박스 영상)



2022.12.06 강릉 티볼리에어 급발진 사고 (12살 도현이를 떠나보낸다.)

항소심 핵심 변론 구조

Ⅰ 1심 판결의 구조적 문제

- ✓ 증거인정 기준의 비대칭성
- ✓ 실도로 재현시험 및 음향감정 등 기술적 검증 결과 무시

Ⅱ 급발진의 실체적 진실

ECU 소프트웨어 결함 (전문가 증언)

1. Task Death에 의한 급발진 발생
2. 엔진음향 특성
3. 전형적 증상
4. EDR 거꾸로 기록
5. 브레이크 미점등

Ⅲ 항소심 요청사항 및 결론

- ✓ 입증책임의 균형 회복과 실체적 진실 규명

✓ '핵심증거와입증사실' 관련 재현시험 11가지 영상

- 재현시험 ① - N단 타력주행(갑102)
- 재현시험 ② - N단 FULL가속주행(갑113)
- 재현시험 ③ - D-N-D FULL 가속 주행(갑108)
- 재현시험 ④ - 급제동 시 스키드마크 검증(갑107)
- 재현시험 ⑤ - BCM 탈거 후 제동등 작동 실험(갑106)
- 재현시험 ⑥ - 아이오닉5 VCU탈거 후 제동등 작동 실험(갑109)
- 재현시험 ⑦ - AEB 작동 재현 실험 "D-N변경시"(갑 74-3)
- 재현시험 ⑧ - AEB 작동 재현 실험 "40→48km/h 가속시"(갑 74-2)
- 재현시험 ⑨ - N-D변경 시 악셀떼기, 브레이크 밟기(갑110)
- 재현시험 ⑩ - 비슷한 기온 상황 "흰 연기" 미발생 확인(갑111)
- 재현시험 ⑪ - 티볼리에어 D-N-D 변속 충격음(갑 112)

Ⅲ 핵심 증거와 입증사실 (10 항목)

과학적 증거에 기반한 주요 쟁점 상세 분석

- 1 음향특성 및 전형적 증상 (재현시험 ⑩)
- 2 DTC (Diagnostic Trouble Code)
- 3 D-N-D 변속 없었음 (재현시험- 영상 ①, ②, ③, ⑪)
- 4 실도로 풀악셀 재현감정 (페달오조작 없음+브레이크 밟음 입증)
- 5 기아 모닝 차량 충돌로 인한 손상범위에 대한 보완 감정
- 6 제동등 점등 있었음 (모닝차량 충돌직전, 회산로 주행시 -재현시험 ④)
- 7 브레이크등 회로도 및 점등제어 구조 (ECU관여, BCM내 MCU 로직 재현시험 ⑤, ⑥)
- 8 EDR 신뢰성 문제
- 9 AEB 실도로 재현시험 (AEB 미작동 결함 입증 ③, ⑦, ⑧, ⑨)
- 10 BOS (Brake Override System)

제조물책임법 제3조의2 (결함의 추정)

⚖️ 사건의 본질

고도의 기술이 집약된 자동차가 **정상적인 주행 상태**(정상적으로 사용되는 상태)에서 **ECU소프트웨어 결함으로 급발진**이 발생한 사고입니다.

🔍 입증 책임 완화의 필요성 및 근거

구조적 입증 곤란

일반 소비자가 ECU소프트웨어의 결함으로 급발진 발생을 결함인 소프트웨어를 콕 집어 찾아 내어 과학적으로 완벽하게 규명하는 것은 사실상 불가능합니다.

- ✓ 정보의 비대칭성, 경제적 약자
- ✓ 막대한 소프트웨어 결함 분석비용

정상 사용 중 발생

운전자가 정상적으로 차량을 천천히 직진하던 중 운전자의 의도와 다른 비정상적인 급가속 현상이 발생하였음이 명백합니다.

- ✓ 정상주행 상태 여부는 전형적 증상 발생시점 기준으로 판단해야 합니다.

결함 추정의 당위성

ECU SW 결함은 제조업자의 배타적 지배 영역에서 발생한 것임으로 법리에 따라 결함이 추정되어야 마땅합니다.

👉 **소비자의 증명 책임을 완화**하고, 제조물 책임법 제3조의 2에 따라 결함 추정이 적용되어야 할 전형적인 사건입니다.

I. 1심 판결의 구조적 문제

경찰·검찰 재수사 결과와 1심 판단의 괴리



☑️ 형사 절차에서 2회 확인된 '**운전자 페달 오조작 과실 없음**' 판단이 민사 재판에서 충분히 고려되어야 합니다.

다수의 감정·검증·실도로 재현실험과 ECU SW결함을 무시한 1심 판단



🔍 과학적 입증 (페달 오조작 아님 • 제동페달밟음 • SW결함등)

➤ 음향감정(김호식 감정인)

- D-N-D 변속레버 움직이는 소리 “미확인” → 국과수 분석오류 + 피고주장 근거상실
- 풀악셀 가속(페달오조작) 패턴과 '차별성'이 나타나는 엔진 구동음 패턴 확인

➤ 실도로 재현감정 및 재현 실험

- 감정과 객관적 검증으로 운전자 페달 오조작 아님을 입증
- AEB 재현실험은 사고당시 AEB 미작동 결함 입증
- N단 타력주행 실험으로 속도증가는 물리적으로 불가능 입증
- BCM 액 탈거 후 제동등 점등이 안된다는 사실 입증 - 제동등 점등 전자제어 구조

➤ 제동등 점등확인 및 영상검증

- 모닝충돌시점, 회산로 주행시점

➤ 증거 및 전문가 증언 등

- ECU 소프트웨어 결함(Barr와 Koopman의 Task Death 등, 박정철 증인)
- ECU 결함으로 인한 BOS 작동조건 미충족
→ BOS는 " 양페달(악셀페달+제동페달) 동시 작동이 전제 되어야 작동함

VS

⚖️ 1심의 전면 배척 판단

➤ 음향감정 결과 배척

- 음향 감정 시점의 차이만을 부각시키며 변속레버 움직이는 소리 “미확인 결과 불인정”
- 이 사건 사고차량의 비정상 엔진음의 본질적 특성 인정을 거부함 (항소심 사실조회 신청)

➤ 재현실험 증명력 부인

- 실제 사고와 100% 동일한 상황 재현이 아니라는 이유로 객관적 재현 결과의 가치를 부정
- AEB재현 실험, N단 타력 주행등 여러가지 객관적 증거 입증을 부정
- BCM에 의해 제동등 점등 전자제어 되는 실험 부정

➤ SW 결함으로 인한 급발진 발생한 ECU에 의해 거꾸로 기재한 EDR과 점등되지 않은 제동등만을 믿음

- 간접 증거들이 모여 형성하는 '고도의 개연성'을 외면하고, EDR 기록과 제동등 점등 여부에만 의존하고 이 두개가 ECU에 의해 제어된다는 것을 무시

👉 1심의 이와 같은 판단은 **과학적 사실과 객관적 증거가 존재함에도, 이를 배척한 채 판단하였습니다.**

1심 판결의 구조적 문제 — 증거 인정 기준의 비대칭성

피고의 주장은 '단순 가능성' 수준에서 인정된 반면, 원고의 과학적 증거는 '**고도의 개연성**'을 요구하며 부당하게 배척되었습니다.



피고 (제조사) 측 주장

수용됨

1심의 판단 기준: "단순 가능성"

➤ EDR 기록 맹신:

- 전자제어(ECU) 결함 가능성이나 데이터 오류에 대한 별도 검증 없이 판단의 절대적 근거로 활용됨

➤ 운전자 오조작 추정

- 명확한 입증 증거가 없음에도 불구하고 막연한 '가능성' 수준만으로 운전자 과실을 손쉽게 인정함

VS



원고 (소비자) 측 주장

배척됨

1심의 판단 기준: "100% 확실성"

➤ 과학적 증거의 부당한 배척

- 다수의 객관적 감정·검증·재현실험 결과를 제출했으나, 무리하게 '100% 사실관계 동일성'을 요구하며 전부 배척함

➤ 입증 책임의 가혹한 전가:

- 소프트웨어 결함의 입증은 사실상 불가능 함에도 소비자에게 소프트웨어 결함을 콕 집어 특정하도록 완벽한 100% 입증을 요구함



1심 판결은 제조물책임법의 결함 추정 취지를 몰각하고, **입증책임의 균형을 상실한 판단**을 하였습니다.

I. 1심 판결의 구조적 문제

1심 판결 이후 원고 실시 추가 재현실험

➤ 핵심 증거 입증 사실 및 진실 규명을 위한 추가 **실도로 주행**과 **BCM과 VCU 탈거** 추가 재현 실험 실시

추가 재현실험	내용	날짜	장소
재현실험 ② (갑 113)	N단 FULL가속주행 (3km/h 감속 확인)	2026.03.23	사고도로 장소
재현실험 ③ (갑 108)	D-N-D FULL 가속 주행 (마지막 RPM 500감소 확인)	2026.04.05	강릉 공단 공도
재현실험 ④ (갑 107)	급제동 시 스키드마크 검증 (스키드마크 미발생 확인)	2026.04.05	강릉 공단 공도
재현실험 ⑤ (갑 106)	BCM 탈거 후 제동등 작동 실험 (BCU가 브레이크등 점등제어 확인)	2025.03.16	강릉 에이치모터스
재현실험 ⑥ (갑 109)	아이오닉5 전기차 VCU 탈거 후 제동등 작동 실험 (ECU 탈거 시동꺼진 상태 브레이크 점등과 VCU의 BCM제어 사실과는 상관없음 입증)	2026.04.22	강릉 삼성정비센터
재현실험 ⑨ (갑 110)	N-D변경 시 악셀떼기, 브레이크 밟기 (마지막 RPM 급락 2400 확인)	2026.04.05	강릉 공단 공도
재현실험 ⑩ (갑 111)	비슷한 기온 상황 “흰 연기” 미발생 확인(감자탕 건물 흑백 CCTV에 촬영된 동일한 영상)	2026.03.23	사고도로 장소
재현실험 ⑪ (갑 112)	티볼리에어 차량 D-N-D 변속 시 “충격음”이 크다는 사실 확인	2026.04.06	사고도로 장소

☑ 추가 실도로 재현실험을 통해 1심 판결의 오류가 입증되었습니다.

II. 급발진의 실체적 진실

[원고측]

ECU 소프트웨어 결함

- Michael Barr/Koopman 교수/ 전문가 증언과 과학적 증거 -



1. Task Death에 의한 급발진 발생



2. 엔진음향 특성

음향감정 결과
정상 운전과 명확히 구별되는
비정상 패턴



3. 전형적 증상

30초 이상 지속 가속
굉음+백연 발생



4. EDR 반대로 기록

ECU 결함 시
EDR에 가속 100%
브레이크 OFF 역기록 가능



5. 브레이크등 점등구조

ECU→BCM CAN통신(배선연결)
결함 시 브레이크 밟아도
제동등 미점등 가능



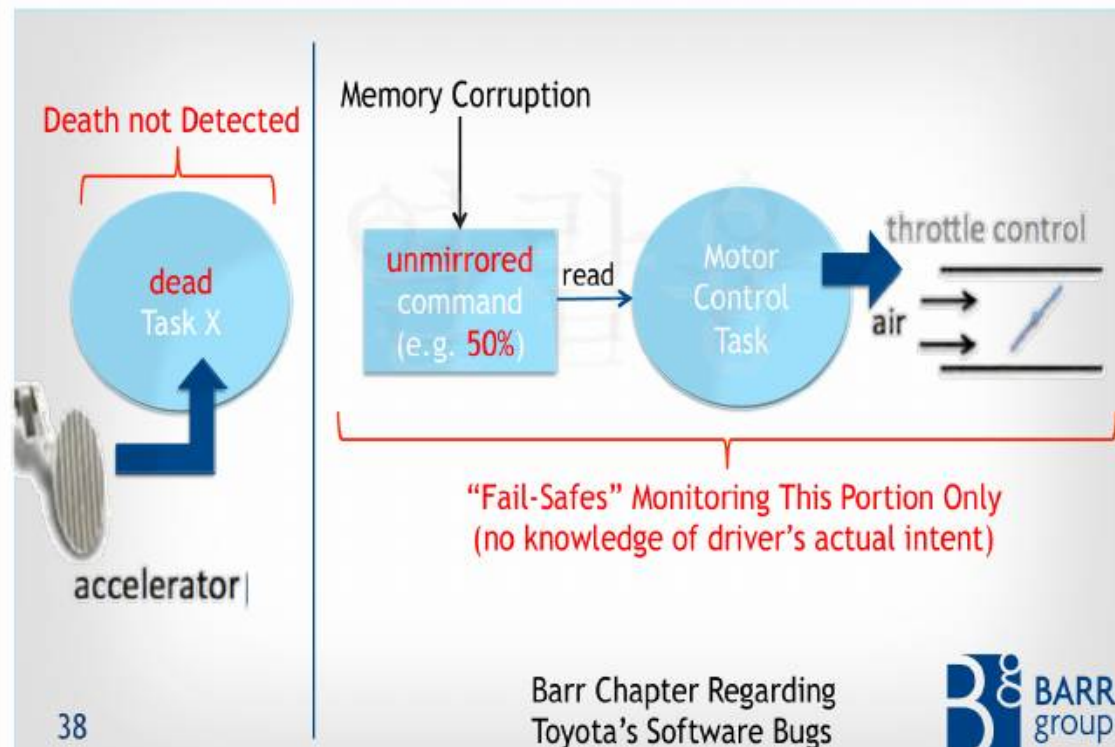
Michael Barr/Koopman 교수/ 전문가 증언과 과학적 증거는,

1심이 간과한 **ECU 소프트웨어 결함에 의한 급발진의 실체**를 명확히 입증하고 있습니다.

1. Task Death에 의한 급발진 발생

< 갑 제19-1호증 BARR group 슬라이드 p.38>

TOYOTA'S DEFECTIVE THROTTLE CONTROL



갑 제19-1호증

➤ Task Death는 운전자의 스로틀(Throttle) 제어권 상실을 초래함

- ✓ 가속페달을 조작하여도 스로틀 각도(throttle angle)에 아무런 영향을 주지 못함
- ✓ 크루즈 컨트롤 스위치 역시 전혀 작동하지 않음

➤ Motor Control Task는 계속 스로틀 모터를 구동 → 엔진에 동력이 계속 공급됨

- ✓ 스로틀이 마지막으로 계산된 throttle command 값에 고착되거나,
- ✓ throttle command 전역변수(global variable)의 손상으로 인해 스로틀 각도가 임의로 변경됨

➤ 단 한 번의 메모리 손상(corruption) 사건만으로도 "Task 사망"과 "스로틀 열림(Open Throttle)"이 동시에 발생할 수 있음

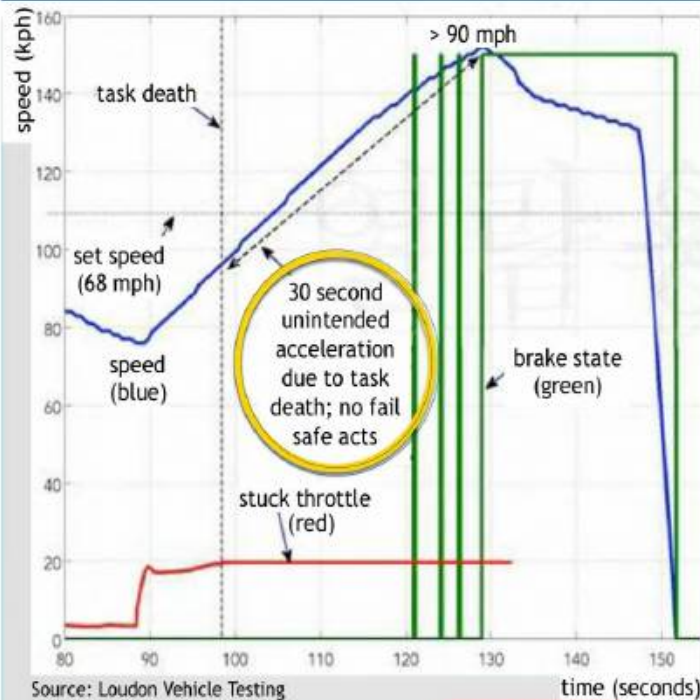
- ✓ 메모리 손상은 마치 "도탄(跳彈, ricocheting bullet)" 과 같아, 어디로 튈지 예측 불가능하며 복수의 치명적 결과를 동시에 유발함

Michael Barr 가 재현한 급발진

➤ 실차 시험으로 입증된 Task Death에 의한 급발진 — 30초간 지속

< 갑 제19-1호증 BARR group 슬라이드 p.20 >

EXAMPLE OF UNINTENDED ACCELERATION



- Representative of task death in real-world
- Dead task also monitors accelerator pedal, so **loss of throttle control**
 - ✓ Confirmed in tests
- When this task's death begins with brake press (any amount), **driver must fully remove foot from brake to end UA**
 - ✓ Confirmed in tests



Source: Loudon Vehicle Testing

갑 제19-1호증

➤ 실제 차량에서 Task Death에 의한 30초간 급발진이 그대로 재현됨

- ✓ 순항속도 68mph(약 109km/h)에서 주행 중, Task Death한 시점(약 100초 지점)을 기준으로 **스로틀이 고착(stuck throttle, 빨간선)**되어 운전자의 의지와 무관하게 30초 동안 급가속이 지속됨
- ✓ 차량 속도는 **90mph(약 145km/h) 이상까지 폭주 (파란선)**

➤ 어떠한 페일세이프(Fail-Safe)도 작동하지 않음

- ✓ 급발진 30초 동안 ECU에 내장된 **오작동 대비 Fail-Safe 안전장치**가 단 한 번도 작동하지 않음

➤ 가속페달도 무력화됨 (Loss of Throttle Control)

- ✓ Task Death가 발생한 소프트웨어는 가속페달 신호도 감시하는 태스크이므로, **가속 페달을 밟거나 떼어도 스로틀은 반응하지 않음 (시험으로 확인됨)**

- 이 사건에서 피고의 “가속페달을 떼다 밟았다를 반복” 주장이 발생할 여지가 없음이 확인됨

※ 브레이크를 밟은 상태에서 Task Death가 발생한 경우

- ✓ 운전자가 브레이크에서 발을 “완전히 떼어야만” 급발진이 종료됨 (시험으로 확인됨)
- ✓ 즉, 브레이크를 계속 밟고 있는 한 급발진은 멈추지 않음 → 이는 피해자의 일반적 본능(브레이크를 더 세게 밟기)과 정반대의 조작을 요구하는 치명적 설계결함

전문가 증언: ECU 소프트웨어의 복잡성과 오류 가능성



수만 개 파라미터·방대한 사양의 ECU SW는 오류 발생을 피할 수 없습니다.

ECU 소프트웨어 사양서

2~30,000

페이지 (Pages)

캘리브레이션 데이터

20,000+

개 (Data Points)

ECU 소프트웨어 구조는 (i) 하드웨어 레이어, (ii) 베이직 소프트웨어 레이어, (iii) 애플리케이션 레이어, (iv) 애플리케이션 레이어 안에 캘리브레이션 데이터 영역으로 구성되어 있습니다.

"ECU 소프트웨어는 2만 개의 캘리브레이션 데이터가 적용되는 매우 정교하고 복잡한 로직이며,
개발 및 양산 과정에서 오류가 발생합니다."

< 전문가 증언 : 박정철 변호사 >

✓ 이 사건 자동차 ECU를 제조 공급한 컨티넨탈 코리아에서 5년 동안 ECU 개발자로 근무



결함 발생 시 동력·제동 로직에 직접적인 영향을 미칠 수 있습니다.

“혼다 자동차 리콜 사례” – 제조사가 인정한 SW 결함 급발진·EDR 기록 오류의 진실

✓ KGM의 반박: ‘혼다는 우리와 무관하다’ → 그러나 ‘결함 메커니즘’은 동일합니다.

“일본에서는 2014년 혼다자동차가 차량을 급발진하게 만드는 엔진제어 ECU 소프트웨어 프로그래밍 결함이 있는 175,400대에 대해서 리콜을 실시했습니다.”

(갑 제82호증의 1, 2)



Published 7/16/2014

Sudden-Acceleration Glitch Prompts Honda Hybrid Recall in Japan

Honda Motor Co. is recalling 175,400 hybrids in Japan to remedy an engine control software problem that can make the cars accelerate spontaneously.
#regulations #hybrid

Honda Motor Co. is recalling 175,400 hybrids in Japan to remedy an engine control software problem that can make the cars accelerate spontaneously.

Honda says it is aware of 11 crashes but no injuries related to the programming glitch.

The recall covers hybrid versions of the company's 2014 Vezel small SUV and Fit minicar. Both models went on sale last year and are available only in Japan.

번역문

급발진 결함이 혼다로 하여금 일본에서 하이브리드 차량을 리콜하게 했다.

2014. 7. 10.

혼다 자동차는 차량을 급발진하게 만드는 엔진제어 소프트웨어 문제를 해결하기 위해 일본에서 175,400대의 하이브리드 차량을 리콜하고 있다.

혼다 자동차는 소프트웨어 프로그래밍 결함과 관련해서 부상자가 없는 11건의 충돌사고가 발생했음을 파악하고 있다고 밝혔다.

이번 리콜을 2014년식 소형 SUV ‘Vezel’ 차량과 경차 ‘Fit’ 차량의 하이브리드 모델을 대상으로 한다. 이 두 모델은 작년에 판매되기 시작했고 일본에서만 판매되고 있다.

✓ 이것은 바로 이 사건에서 원고 최애숙이 제동페달을 필사적으로 밟았음에도 EDR에 브레이크 조작이 기록되지 않은 현상과 **정확히 동일한 유형의 결함임을 보여줍니다.**

“볼보 트럭 리콜 사례” - 이 사건과 가속페달 0% 밟았는데도 100% 가속 기록된 ‘동일 유형’의 결함

"2024. 10. 3. 미국 연방 NHTSA(도로교통안전청)에 제출된 **Part 573 Safety Recall Report 24V-741**호에 의하면, Volvo Trucks North America가 2022-2024년식 Volvo VN 2,098대에 대해 **ECU 소프트웨어 결함에 의한 급발진**을 이유로 자발적 리콜을 실시하였습니다."

"**백업 가속페달 신호가 반전(inverted)되어 있어 0%의 페달 요구가 100%로 해석**될 수 있으며, CAN 통신 장애 시 스로틀 신호가 엔진을 공회전(idle)으로 복귀시키지 못하여 충돌 위험이 증가한다."

미국 연방정부(NHTSA)가 공식 접수·공개한 **볼보 리콜(24V-741)**은 "**ECU 소프트웨어 결함으로 가속페달 신호가 반전되어 0% 요구가 100%로 해석되고, 엔진이 공회전으로 복귀하지 않아 충돌 위험이 커진다**"는 결함을 제조사가 자인(自認)한 사례입니다.

Description of Defect :

Description of the Defect : Volvo Heavy Duty vehicles built with Cummins diesel engines may not be compliant with FMVSS Standard 124, S4.1. The backup accelerator pedal signal is inverted, which could allow 0% pedal demand to be interpreted as 100%. This can only occur if Vehicle Controller Area Network (CAN) Communications are interrupted.

FMVSS 1 : 124 - Accelerator control systems

FMVSS 2 : NR

Description of the Safety Risk : In the event of a Vehicle Controller Area Network (CAN) failure the throttle signal to the engine would not return the engine to idle increasing the risk of a crash.

Description of the Cause : During introduction of a new vehicle electronic control unit controller area network back up, response was never tested.

Identification of Any Warning that can Occur : There are no warnings associated with this issue.

<NNTSA - 2024.10.3. 차량안전결함 리콜 보고서 >

결함 내용 :

결함 내용 : Cummins 디젤 엔진을 장착한 Volvo 대형 차량은 미국 연방자동차안전기준(FMVSS) 제124호, S4.1을 준수하지 아니할 수 있다. 백업(예비) 가속페달 신호가 반전(inverted)되어 있어, 0%의 페달 요구(가속 의지 없음)가 100%(최대 가속 요구)로 해석될 수 있다. 이 현상은 차량 내부 통신망(CAN, Controller Area Network) 통신이 중단되는 경우에만 발생할 수 있다.

FMVSS 1 : 제124호 - 가속 제어 시스템 (Accelerator control systems)

FMVSS 2 : 해당사항 없음 (NR)

안전상 위험 : 차량 내부 통신망(CAN) 장애가 발생할 경우, 엔진으로 전달되는 스로틀(가속) 신호가 엔진을 공회전(idle) 상태로 복귀시키지 못하여 충돌 사고의 위험이 증가한다.

원인 : 신규 차량 전자제어장치(ECU) 도입 과정에서, CAN의 백업 응답(back up response)에 대한 검증 시험이 전혀 수행되지 않았음.

발생 가능한 경고 : 본 결함과 관련하여 운전자에게 제공되는 어떠한 경고 표시도 없다.

<NNTSA - 2024.10.3. 차량안전결함 리콜 보고서-번역문 >

✓ 이는 이 사건 원고들이 주장하는 **ECU 소프트웨어 결함에 의한 급발진(가속페달을 밟지 않았는데도 WOT 발생 및 EDR에 가속페달 변위량 100% 거꾸로 기록)**과 **정확히 동일한 메커니즘이 현실에서 실제로 발생하고 있음을 미국 연방정부 문서가 입증**한 것입니다.

급발진은 항공기에서 먼저 확인된 사실 - “미국 NTSB 공식 기록” 입증된 항공기 UHT

갑 제104호증의 1·2 (NTSB 공식 자료 DCA97RA063)

✓ 항공기 UHT(NSTB 공인사실) + 항공기 EEC → 자동차 ECU/VCU = 자동차 SUA (본 사건 급발진)의 진실

갑 제104호증의 1·2 — 미국 NTSB 공식 자료 (사건번호 DCA97RA063)

“급발진은 엔진의 전자제어를 먼저 적용한 **항공기에서 그 발생 사실을 먼저 확인**하였으며, 그 이후 **항공기를 따라 엔진의 전자제어를 적용한 자동차에서도 급발진 발생함**이 확인됨

(1) 항공기 급발진 = UHT (Uncommanded High Thrust)

- 항공기는 엔진의 전자제어를 **EEC(Electronic Engine Control)**를 통해 적용
- 이 과정에서 발생하는 조종사의 명령과 무관한 엔진 출력 급상승을 **UHT**라고 정의

(2) 1997년 사고 후 개발된 항공기 UHT 대응 안전장치

- 보잉(Boeing): **TCMA**(Thrust Control Malfunction Accommodation) 장치
→ 지상 이륙 중 UHT 탐지 → 엔진 정지
- 에어버스(Airbus): **지상 + 비행 중 UHT 모두 탐지·대응**
※ **UHT는 일천만분의 1이하 가능성이므로 장착 요구됨(국과수의 천문학적 가능성 주장은 근거 없음)**

(3) 자동차 SUA로의 연결

“항공기의 전자식 엔진제어장치인 EEC를 **본만 ECU와 VCU를 장착한 자동차에도 소프트웨어 결함** 등으로 항공기에서 발생하는 UHT와 **동일한 급발진(Sudden Unintended Acceleration)**이 발생함은 명백한 사실.”

→ 美 BOOKOUT vs TOYOTA · 日 혼다 소프트웨어결함 리콜 · 볼보 트럭 리콜로 입증

Safety Recommendation A-98-070

TO THE FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. In conjunction with representatives from engine and airframe manufacturers and pilot groups, address the issue of automatic engine response following the loss of inputs such as the N2 signal by studying events in which uncommanded and uncontrollable engine power excursions have occurred and, based on the results of the study, make appropriate recommendations that address the following: 1) automatic engine response following the loss of certain inputs; and 2) crew operating and training issues related to uncommanded engine power excursions in which the throttle is ineffective.

Recommendation Details

Original recommendation (unamended letter)
Overall status: Closed - Acceptable Action
Mode: Aviation
Priority level: Non-urgent
Times reiterated: 0
Is hazard: No
Is NPRM: No
SR coding: 06/11/1998
Date issued: 10/12/2011
Overall date closed: 10/12/2011

Event Details - DCA97RA063

On 9/6/97, a Saudi Arabian Airlines (Saudi) Boeing 727-200, powered by two Pratt and Whitney (P&W) JT8D-15 engines, experienced an uncommanded acceleration of the no. 2 (right) engine during takeoff roll at Najran, Saudi Arabia. The captain reported that he noticed that the exhaust gas temperature (EGT) overtemperature light for the no. 2 engine was illuminated during the takeoff roll at approximately 110 knots. The captain reduced thrust on the no. 2 engine, but the EGT indication remained at the maximum EGT limit. The takeoff was rejected and the thrust levers were retarded to idle; however, the no. 2 engine remained at a high power level. Further attempts to retard the power were unsuccessful and the airplane departed the left side of the runway, resulting in damage to the landing gear & separation of the no. 2 engine. Four of the 70 passengers sustained minor injuries during the evacuation, and the airplane was destroyed by a post-crash fire. The NTSB is participating in the presidency of civil aviation of the kingdom of

번역문

안전 권고 A-98-070

연방항공청(FAA)에 대한 권고 사항:

연진 및 항공기 제작사, 그리고 조종사 단체의 대표들과 협력하여, N2 신호 상실과 같은 특정 입력 신호가 소실된 이후 자동 엔진 반응 문제를 다루어야 한다. 이를 위해 조종사의 명령과 무관하게 통제 불가능한 엔진 출력 급상승(uncommanded and uncontrollable engine power excursions)이 발생한 사례들을 연구하고, 그 연구 결과를 바탕으로 다음 사항을 포함한 적절한 권고를 마련할 것:

1. 특정 입력 신호 상실 이후의 자동 엔진 반응(automatic engine response) 문제
2. 스로틀이 아이들(idle)로 변경된 상태에서 발생하는 조종사가 명령하지 않은 엔진 출력 급상승 상황과 관련된 승무원 훈련 및 교육 문제

권고 세부 사항 (Recommendation Details)

- 원 권고 승부 서한: 있음
- 현재 상태: 종료 - 조치 적절함 (Closed - Acceptable Action)
- 분야: 항공(Aviation)
- 우선순위: 비긴급(Non-urgent)
- 재차 권고 횟수: 0회
- 위험물(Hazard): 해당 없음
- NPRM 여부: 해당 없음
- SR 코드: 해당 없음
- 권고 발행일: 1998년 8월 11일
- 권고 종료일: 2011년 10월 12일

사건 개요 - DCA97RA063

1997년 9월 8일, 사우디아라비아 나잔(Najran)공항에서 여객 항공기 사우디아 항공(Saudia) 보잉 727-200 항공기(프랫앤윙트비 JT8D-15엔진 2기 장착)가 2번(우측) 엔진의 조종사가 명령하지 않은 가속현상을 겪었다. 기장은 여객 항공기 중 약 110노드에서 2번 엔진의 배기가스온도(EGT) 과열 경고등이 점등된 것을 인지하였다. 기장은 2번 엔진의 추력을 줄였으나, EGT 표시값은 최대 한도를 한계로 그대로 머물렀다.

이에 따라 이륙은 중단(rejected takeoff)되었고, 스로틀 레버는 아이들(idle) 위치로 되돌려졌으나, 2번 엔진을 여전히 고출력 상태를 유지하였다. 이후 여러 차례 출력 감소를 시도했으나 모두 실패하였고, 항공기는 활주로 좌측을 이탈하여 좌측장차 중심 2번 엔진 부위가 발생하였다.

총 79명의 승객 중 4명이 마당 앞쪽 과정에서 걸린 부상을 입었으며, 항공기는 승무원 화재(post-crash fire)로 인해 전소되었다. 본 사고 조사에는 국제민간항공협약(ICAO) 부속서 13(Annex 13)규정에 따라, 사우디아라비아 민간항공청(Presidency of Civil Aviation)의 조사에 미국 국가교통안전위원회(NTSB)가 참여하였다.

✓ 본 사건 급발진은 **항공기에서 공인된 UHT 메커니즘이 동일 전자제어 원리를 가진 자동차에서 발현된 사례이며, 미국 BOOKOUT vs TOYOTA · 일본 혼다 리콜 · 볼보 트럭 리콜로 이미 입증된 명백한 사실입니다.**

급발진 소송 합의 사례 - 현대자동차

현대자동차가 미국에서 3명이 사망한 썬타페 급발진 소송을 2025년 5월 합의한 것으로 알려졌습니다.

(1) 썬타페 급발진사고와 소제기

- **사고 발생:** 2017년 7월 7일, 미국 펜실베이니아주 에리(Erie)시
- **사고 차량:** 2009년형 현대 썬타페 SUV
- **사고 경위:** 도로상 CCTV에 녹화된 영상에 따르면, **썬타페 SUV가 고속으로 주행**하면서 전방 차량들을 여러 차례 피한 후, 도로 우측에 주차된 대형트럭 후미와 충돌
- **피해:** **차량 탑승자 3명 사망**
- **소송 제기:** 유족들이 현대자동차주식회사와 Hyundai Motor America를 상대로 결함을 주장하며 펜실베이니아주 에리카운티 지방법원 민사부에 **제조물책임소송 제기 (사건번호 11780-2019)**

(2) 2025년 5월 당사자들 간 합의

- 현대자동차주식회사가 2025년 5월경 원고들과 합의한 것으로 알려짐
- **법적 의의:**
 - Erie시 썬타페 급발진소송은 현대자동차를 상대로 제기된 급발진 소송으로 널리 보도된 사건
 - **현대차가 합의함으로써 차량결함에 의한 급발진 발생가능성을 시인한 것으로 볼 수 있음**
 - 이러한 합의는 토요타자동차주식회사의 미국에서의 합의와 그 궤를 같이함
 - 따라서 유사사례(OSI, Other Similar Incidents)로서의 증거가치가 있다고 할 수 있음



현대자동차조차 미국 법정에서 결함을 다투지 못하고 합의로 종결한 사실은,
본 강릉 급발진 사건에서도 OSI 증거로 인정되어야 합니다.

급발진 소송 합의 사례 - 토요타

토요타 자동차도 Bookout 대 Toyota 사건에서 배심원 300만 달러 실제 손해 배상 및 징벌적 배상 책임 인정 평결 후, 다음날 거액의 징벌적 손해 배상액이 결정될 예정이었으나 이를 염려한 토요타는 간밤에 전격적으로 합의하였고, Koua Fong Lee 사건에서도 패소하였습니다.

1) Bookout 대 Toyota 사건 - 토요타의 대규모 합의 촉발

- 토요타는 애초에 급발진이 바닥매트가 가속페달을 간섭하여 발생한다고 둘러대면서 리콜을 실시함

- Bookout 대 Toyota 사건 배심원 평결 (갑 제78호증의 1, 2)

➤ 소프트웨어 결함에 의한 급발진 인정

(Michael Barr 급발진 재현 및 증언, Koopman 교수 전문가 증언)

➤ 실제손해(Actual Damage): 미화 3,000,000달러 배상 인정

➤ 징벌적 손해배상: 토요타의 안전에 대한 “무모한 무시(Reckless Disregard)”에 기한 징벌적 손해배상 인정된다고 평결

➤ 전격적 합의

- 배심원 평결 다음날 거액의 징벌적 손해배상액이 결정될 예정이었음
- 이를 염려한 토요타는 간밤에 전격적으로 합의함

2) Koua Fong Lee 사건 - 토요타 패소

➤ 제조물책임소송 승소 (갑 제79호증의 1, 2)

- Koua Fong Lee와 급발진사고 사망 유족들이 제기한 제조물책임소송에서 승소
- 토요타는 미국 제8 순회연방항소법원에 항소함

➤ 항소심 - 토요타 패소 확정

- 미국 제8 순회연방항소법원 기각판결 (갑 제80호증의 1, 2)

- 토요타의 항소를 기각함
- 이 기각판결은 자동차 설계결함으로 인한 급발진이 인정된 판결

이후, 토요타 자동차는 800여건의 운전자 사망 또는 상해 개별 급발진 소송과 사고가 발생하지 않은 차량에 대한 급발진 집단 소송을 모두 합의하고, 미연방 법무부에 급발진 소프트웨어 결함 은폐에 대하여 12억 달러 형사 벌금을 지급하였습니다.

✓ 토요타 사건은 자동차 설계결함으로 인한 급발진이 미국 법원과 미연방 법무부에 의해 공식 인정되었으며, 토요타가 사실상 ECU 결함에 의한 급발진의 실체적 진실을 인정했다고 볼 수 있습니다.

급발진 소송 합의 사례 - 테슬라 Clyde Leach 사건

테슬라가 Clyde Leach 급발진 사망사고 소송을 2025년 4월 합의한 사실은, “정당한 사건은 패소 가능성이 있어도 절대 양보·합의하지 않는다”는 테슬라의 공언된 원칙에 비추어 차량결함에 의한 급발진을 사실상 자인(自認)한 것으로 평가됩니다.

1) Clyde Leach 급발진 사망사고와 소제기

- 사고 발생 : 2021. 4. 17. 23시경, 미국 오하이오주 Jeffersonville
- 사고 차량 : 2021년형 **Tesla Model Y**
- 운 전 자 : Clyde Leach (72세, 안전벨트 착용)
- 사고 경위 : Model Y가 **운전자의 가속 입력 없이 갑자기 급가속** 되어, 주유소 기둥 및 주차차량과 충돌한 후 **배터리 모듈 화재로 차량 전소**
- 피 해 : 운전자 **Clyde Leach 사망**
- 소송 제기 : 유족이 Tesla, Inc.를 상대로 제조물책임소송 제기 (2026. 4. 배심원재판)

▣ Elon Musk의 공언 (Tesla CEO, X 2022. 5. 20.)

"We will never seek victory in a just case against us, even if we will probably win."

We will never surrender/settle an unjust case against us, even if we will probably lose."

→ “정당한 사건은 패소 가능성이 있어도 절대 양보·합의하지 않는다”는 원칙을 공언

2) 2025년 4월 Tesl의 전격적 합의

- 합의 시점 : 2025년 4월경, 배심원 재판(2026. 4. 예정) 직전 전격 합의
- Tesla 입장 : 모든 잘못(wrongdoing)을 부인하면서도 합의 / 합의조건 비공개

▣ 법적 의의

- ▶ Tesla(Elon Musk)는 “부당한 사건은 패소 가능성이 있어도 절대 합의하지 않는다”는 원칙을 공언
- ▶ 따라서 **Tesla가 합의했다는 사실 자체가 회사 스스로 결함을 인정한 것**이라는 평가가 가능 (electrek 2025. 4. 21. 보도)
- ▶ 토요타 Bookout 사건, 현대차 Erie 싼타페 사건 합의와 **그 궤를 같이함**
- ▶ 이 사건에서 **유사 사례증거(OSI)로서 증거가치**가 인정되어야 함

✓ “Elon Musk의 공언”에도 불구하고 테슬라가 합의했다는 사실은 테슬라가 결함에 의한 급발진을 인정한 것으로 볼 수 있고, 본 사건에서도 유사사례 증거가치가 인정되어야 합니다.

ECU 소프트웨어 결함 급발진 경우 발생하는 현상

근본 원인: ECU 소프트웨어 결함 급발진

① 엔진음향 특성 차이 및 전형적 증상

비정상 RPM 증가
= 굉음 + 백연 + 액체분출 + 좌우 흔들림

② EDR 반대로 기록

가속페달변위량 100%
브레이크 작동여부 OFF

③ 브레이크등 미점등

ECU→BCM
- 브레이크 페달 안밟혔다고 알림
“Brake Light On Request” 메시지
미발생

➤ 핵심 논리

이 3가지는 모두 동일한 근본 원인(ECU 소프트웨어 결함으로 인한 급발진)에서 비롯된 필연적 결과이며,

❖ 개별적으로도 급발진을 증명하지만 3가지가 동시에 발생했다는 점에서 우연이 아닌 체계적 결함을 입증합니다.

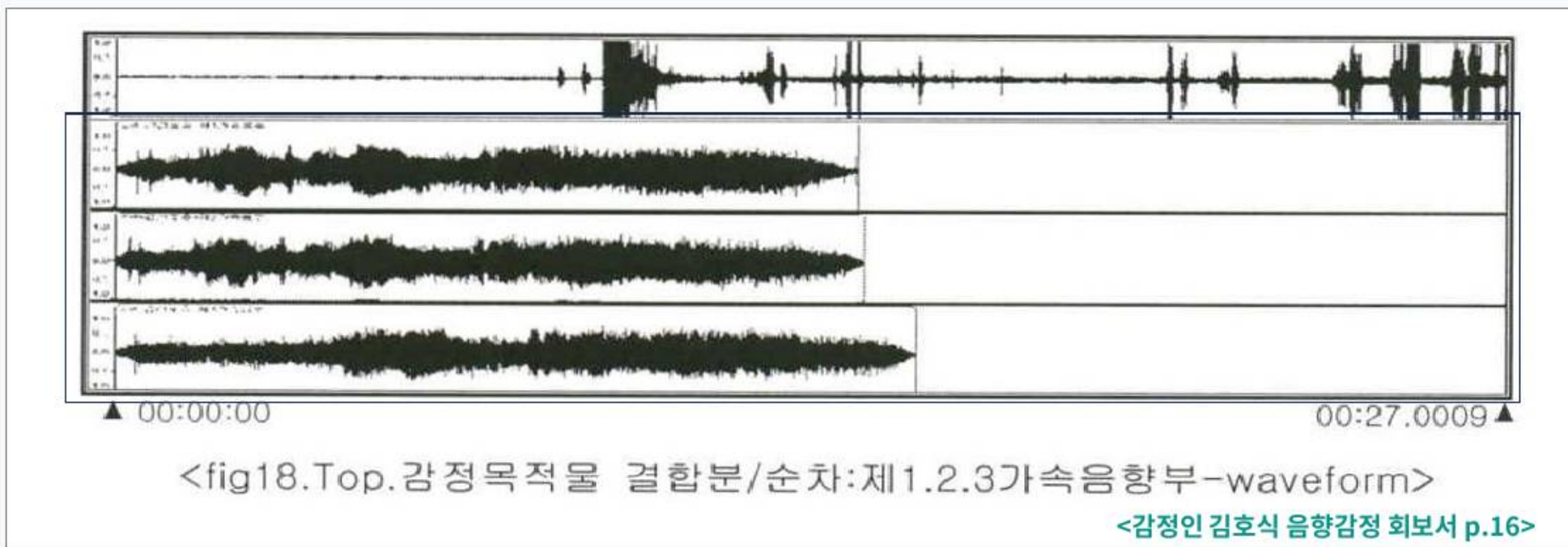
➤ OSI 증거로서의 사례

- ① 일본 혼다 자동차 급발진 소프트웨어 리콜 ② 볼보 트럭 급발진 소프트웨어 리콜
- ③ 급발진은 항공기에서 먼저 확인된 사실 - “미국 NTSB 공식 기록” 입증된 항공기 UHT
- ④ 현대자동차, 테슬라, 토요타의 급발진 소송 합의 사례

✓ ECU 소프트웨어 결함 → 3가지 증거의 동시 발생 = 체계적 결함의 증명

엔진음향-제로백 폴악셀(페달오조작)과 결함에 의한 급발진의 음향적 특성 차이

ㄱ 엔진음 음향적 특성 차이는 페달 오조작인지, 결함에 의한 급발진인지 판별할 수 있는 핵심 증거입니다.



✓ 음향 데이터는 차량이 급발진 상태였음을 명확히 증명하며, 피고의 운전자 페달 오조작 주장을 부정합니다.

3. 전형적 증상 — 급발진 복합 증거

굉음 + 백연(흰 연기) 발생

- ECU결함 → WOT → RPM급상승 → 굉음
- ECU 결함 → WOT → 연료 과다 분사 → 불완전 연소 → 흰연기
- 다른 급발진 사건에서도 굉음과 백연현상이 확인됨
→ **급발진의 전형적 증상**
- **우측 도로 상황 정보 LED 전광판 지점에서 발생**

정상 주행 중 갑자기 이상 징후 발생

이 사건에서 발생한 추가적 증상

차량 좌우 흔들림 + 경고음

- 굉음 발생시점과 동시에 차량 흔들림 및 네비게이션 경고음(좌측 커브에 주의하세요) 발생
- 차량 결함 발생의 직접적 신호

과다한 액체분출 2회 발생

- 주변 차량과 CCTV 영상 속 차량들은 액체분출 전무
- 이 사건 자동차에서만 발생

 이러한 증상 조합은 **ECU 소프트웨어 결함**에 의한 급발진의 전형적 증상입니다.

4. EDR '반대로' 기록



EDR 역기록 메커니즘

ECU 소프트웨어 결함 → WOT 급발진 발생 → EDR에 100% 가속, 브레이크 Off로 알려줌

ECU-EDR 관계

EDR은 독립적 제어기가 아님

ECU가 판단한 값을 전달 받아 그대로 기록

따라서 ECU 소프트웨어 결함 발생시 EDR 데이터도 필연적으로 왜곡됨



원심(1심)의 명백한 오류

“가속·제동 데이터가 다른 경로를 통한다”는 판시

일본 대표단 EDR기록과정 제출자료 (갑 제91-1호증)

- ✓ ECU가 가속페달변위량, 제동페달 밟힘여부 EDR에 데이터 송부
- ✓ 속도는 속도센서에서 EDR로 송부됨
- ✓ 차량속도와 가속페달 변위량 및 브레이크 작동 여부 합치되지 않을 경우 ECU소프트웨어 결함 추정 및 EDR 신뢰성 상실

Bookout 소송 - Michael Barr 증언

- ✓ Bookout vs 토요타 소송에서 EDR 소스코드 분석
- ✓ 충돌 전 최종 수초간 브레이크를 밟았는데 가속페달 밟은것으로 거꾸로 기록
- ✓ 우주에 외계인이 존재하는 것이 확인된 것에 비유
- ✓ 토요타 측 전문가 Mr.ARORA 실시 시험 중 거꾸로 기록됨 확인

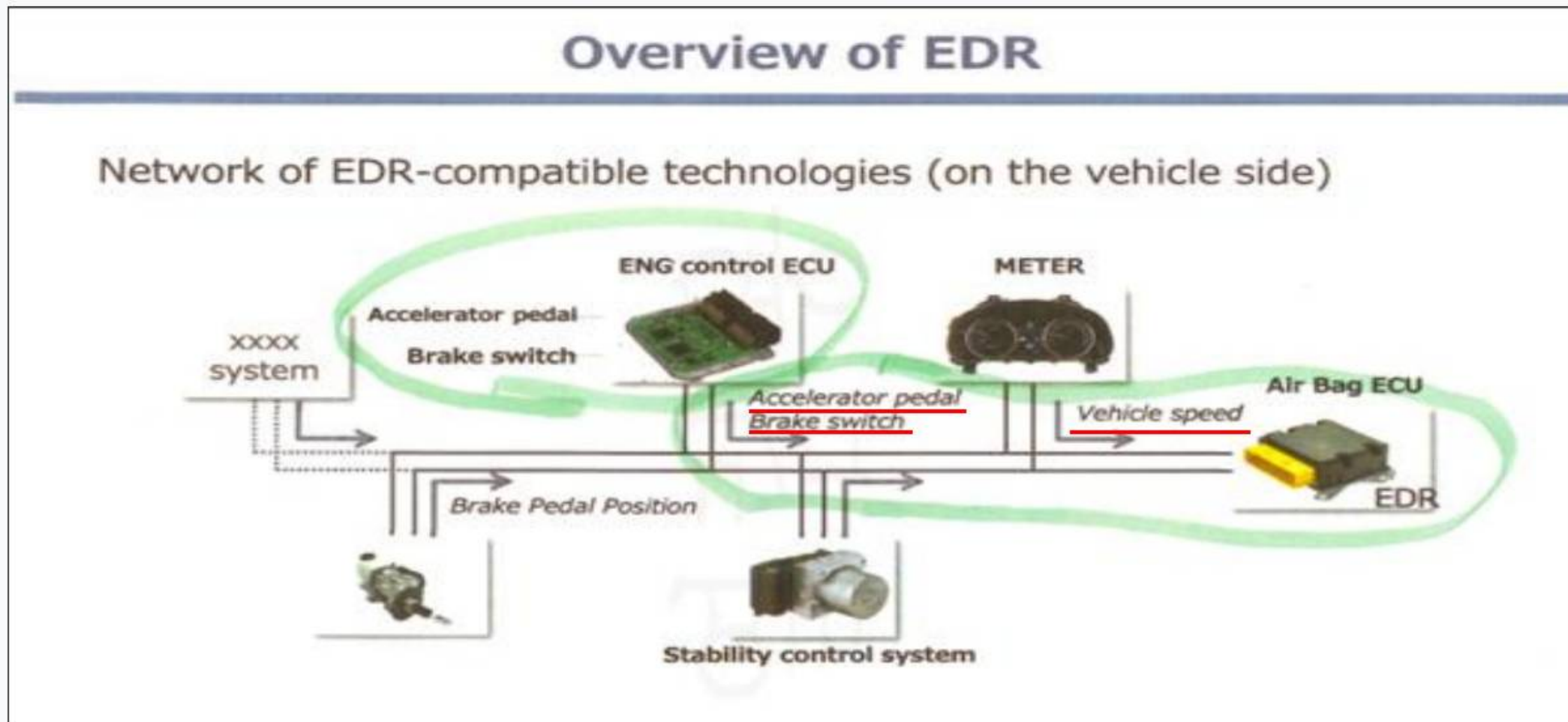


EDR은 ECU의 판단을 기록하는 장치이므로, ECU SW 결함 시 왜곡된 데이터가 기록됩니다.

4. EDR은 가속페달 변위량과 제동페달 밟힘 여부를 ECU로부터 받습니다.

EDR은 가속페달 변위량과 제동페달 밟힘 여부를 ECU로부터 받고, EDR은 속도는 속도계 모듈에서 받습니다.

▶ 갑 제91-1호증 (일본대표단이 UN ECE 자동차 안전기준 통일 작업 회의에서 발표한 내용)



4. EDR '반대로' 기록 - 마이클바의 증언내용

토요타 측 자체 전문가 Michael Barr는 EDR 소스코드를 직접 분석하여
소프트웨어 결함이 발생했을 때 EDR이 브레이크 신호를 거꾸로 기록한다는 사실을 밝혔습니다.

➤ Michael Barr의 법정 증언

14 different analysis. What NHTSA did was to evaluate that
15 if data was stored in the black box, that it was reliably
16 read out the same way that it was in the box. NHTSA
17 didn't evaluate -- they did evaluate in one bumper crash
18 that they got the right data. But that didn't prove --
19 we read the code and said -- and we even got the
20 pre-crash EDR code and we saw that it could be confused
21 also by task X death, specifically about the brake pedal.
22 So NHTSA always assumed that these black boxes were
23 reliable, but they're not. And that's been demonstrated
24 by Toyota's own expert.
25 Q. But they did a study of those and no matter how you

1 want to characterize it, they validated the validity of
2 these EDR readouts, didn't they?
3 A. As I explained, they validated that the data could
4 be read properly by either a tool from Bosch or a tool
5 from Toyota. They didn't validate properly
6 scientifically like we did that this could be wrong.
7 Q. They did some testing with vehicles to confirm with
8 accelerometers and their data acquisition that the data
9 that was being recorded in the EDR was the same data they
10 were getting with their external recording devices,
11 correct? You are aware of that study?
12 A. Again, sir, it doesn't matter how many tests showed
13 that the EDR worked. We have one test that was conducted
14 by Toyota's own expert that proves it can be wrong. And
15 that is sufficient to prove there are aliens in the
16 universe. That is sufficient to prove that the EDR is
17 not reliable. So one test like that disproves this view
18 that Toyota would have you have that this is reliable.

[갑 제42호증의 1 60~63쪽]



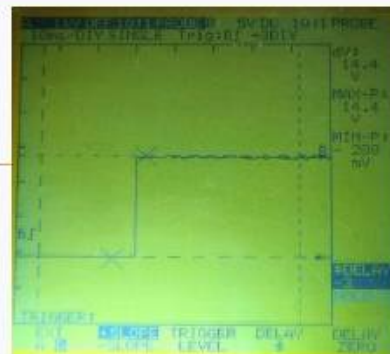
EDR 정상 작동을 보인 시험 결과가 아무리 많아도,
"EDR이 '틀릴 수 있음'을 입증하는 단 한 건의 시험만으로 EDR의 신뢰성은 부정된다."고 진술하였습니다.

II. 급발진의 실체적 진실

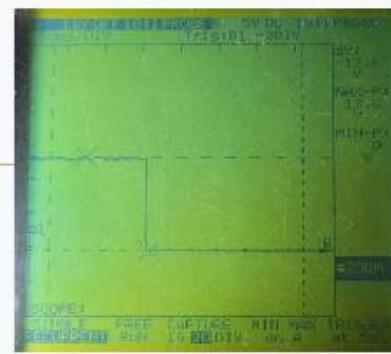
5. 브레이크등 점등구조

BCM 설계 사양서 분석 핵심

- ▶ 제동등 점등은 단순 기계적 직결 구조가 아닌 BCM 내 MCU의 전자제어 연산 출력(Ctr. Out) 결과
- ▶ BCM은 VCU(ECU)의 명령을 받아 제어를 한다 — 설계 사양서 확인
- ▶ BLS 와 BL는 같은 신호인데 시그널 위상만 반대로 한 것임(“시그널 위상 반대, Redundancy”)

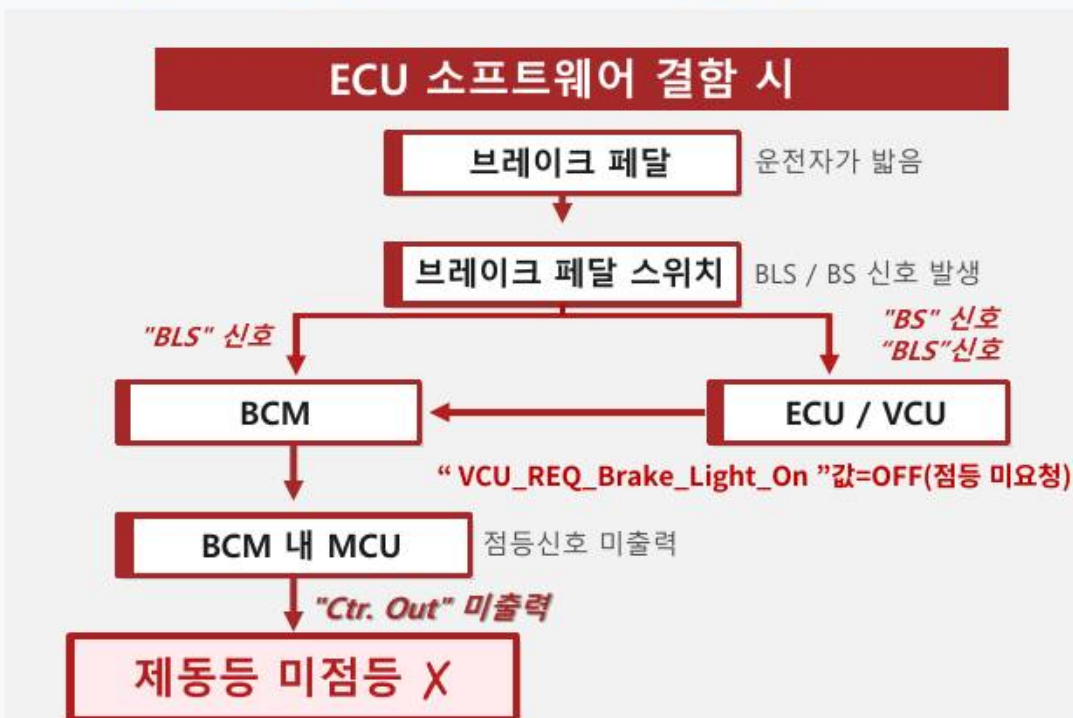
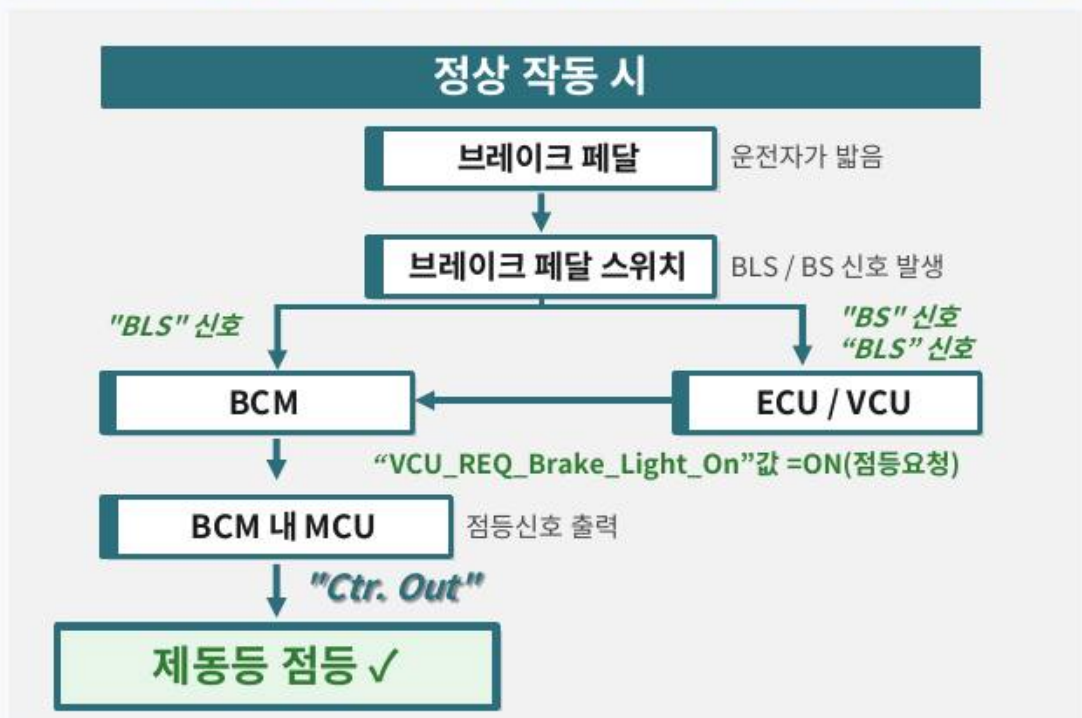


BS 파형



BLS 파형

[원고측]



✓ ECU SW 결함 발생시 운전자가 브레이크 페달을 밟아도 제동등이 점등되지 않을 수 있습니다.

항소심 핵심 증거와 입증사실(10항목)

과학적 증거에 기반한 주요 쟁점 상세 분석

- 재현실험 ① - N단 타력주행
- 재현실험 ② - N단 FULL가속주행
- 재현실험 ③ - D-N-D FULL 가속 주행
- 재현실험 ④ - 급제동시 스키드마크 미발생
- 재현실험 ⑤ - BCM 탈거 후 제동등 미작동
- 재현실험 ⑥ - 아이오닉5 전기차 VCU 탈거 후 제동등 점등
- 재현실험 ⑦ - AEB 작동 재현 실험 (D-N 변경시)
- 재현실험 ⑧ - AEB 작동 재현 실험(40→48km/h 가속시)
- 재현실험 ⑨ - N-D변경시 악셀페기, 브레이크 밟기
- 재현실험 ⑩ - 비슷한 기온 상황 “흰 연기” 미발생 확인(CCTV영상)
- 재현실험 ⑪ - 티볼리에어 D-N-D 변속 충격음

01 음향특성 및 전형적 이상 증상

- 음향 감정 결과 “차별성” 확인
- 급발진 전형적 증상 동시 발생(재현실험⑩)
 - 흰연기, 큰 굉음, 액체분출
 - 차량 흔들림 동시 다발적 발생

02 DTC (Diagnostic Trouble Code)

- 국과수는 DTC 분석 없이 “기계적 결함 없음” 결론 도출 - 신뢰성 상실
- (新) 급발진 발생을 보여주는 핵심 DTC
 - P0562 : 배터리 전압 낮음
 - P0220 : 액셀페달 포지션 신호불량
 - U0415 : N단 위치 학습안됨
 - P0081 : 배기 CVVT 제어회로 단선/단락
- DTC와 ECU SW 결함 상관관계

03 D-N-D 변속 없었음

- 음향감정 변속 충격음 “미확인” (재현실험⑪)
- N단 타력 주행시 속도감소(재현실험①)
- N단 FULL 가속시 속도감소(재현실험②)
- (新) D-N-D FULL 가속 주행시 (재현실험 ③) - RPM 하락 500 미미

04 실도로 재현감정

- 시간대비 속도 증가차이 - 6초(33%)
- 그래프 패턴의 현저한 차이
- 운전자 행동 합리성과 불일치
- 인체공학 분석과 불일치(국내외논문)
 - 갑 제76호증, 갑 제 23호증
- 2차례 “이게 안돼” 육성 증거의 의미

05 기아 모닝차량 충돌로 인한 손상범위에 대한 보완감정

- 모닝 충돌 손상범위 분석 감정
 - 라디에이터에 국한
 - 구동계 손상 없었음
- 이를 재확인하기 위한 항소심 감정신청

06 제동등 점등 있었음

- (新) 스키드마크 미발생 (재현실험④)
- 후미보조제동등 간헐적 점등 결함
- 모닝차량 충돌 직전 점등(관성아님)
 - EURO NCAP 충돌테스트(영상자료)
- 설악꽃화원 CCTV상 점등((新) 광학적 분석상 한 차량에만 빛 반사 발생 불가)
- 월트카워시 CCTV상 점등((新) 브레이크 밟은 재현실험 캡쳐 사진상 식별불가)

07 브레이크등 회로도 및 점등 제어 구조

- BCM이 ECU 명령으로 제동등 점등
- BCM 탈거시 미점등 실험 영상(재현실험⑤)
- 피고 제출 회로도상 명령 분석
- MCU 내부 O / X 검증 로직
- (新) 아이오닉5 VCU 탈거실험(재현실험⑥)
 - VCU가 BCM을 제어하는 것이 명백한 차량에서도 브레이크 점등 → 피고주장 오류 확인됨

08 EDR 신뢰성 문제

- EDR 데이터 기록 원리 및 이 사건 EDR의 비정상 기록
- Event 1의 물리적 모순 기록
- Event 2의 가속페달 떼었음에도 (가속0%) RPM 상승

09 AEB 실도로 재현시험

- AEB 작동 재현 영상 (재현실험 ⑦, ⑧)
- AEB 작동 메커니즘과 AEB미작동 결함
 - (新) 첫 FCW 너무 늦게 울린 것은 설계 결함
 - (新) 7번째 FCW로부터 0.4723초 후 미정지 충돌 결함
- (新) D-N-D FULL 가속 주행시 (재현실험③)
 - RPM 500 하락에 불과 → 국과수 오류증명
- (新) N→D 변경시 악셀페기, 브레이크 밟기시 (재현실험 ⑨) RPM 2400 급락
 - 국과수 오류증명
- 카메라 Only 설계 결함(모빌아이EyeQ3)

10 BOS (Brake Override System)

- BOS 양페달 동시에 밟아야 작동
 - BOS 작동 영상(피고제출)
- ECU SW 결함 급발진시
 - BOS 작동여지 無
- 피고의 허위 주장
 - “BOS가 ECU SW 결함으로 인한 급발진 방지용이다”



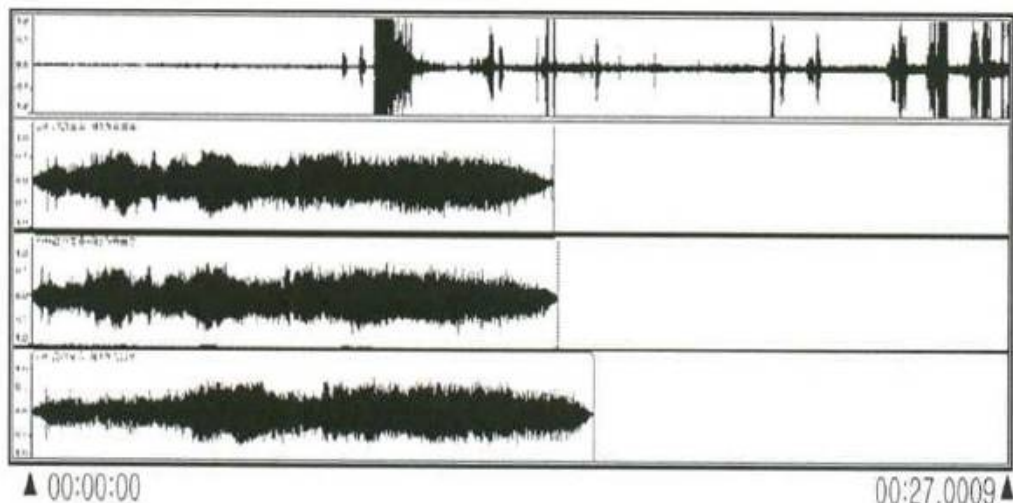
이 10가지 핵심증거는 상호 연결되어 있으며, “ECU 소프트웨어 결함이라는 하나의 진실”을 가리고 있습니다.

1. 음향 특성 및 전형적 이상 증상

이 사건 차량의 엔진구동음은 풀악셀 페달오조작시 나타나는 **음향학적 특징과 불일치하고 RPM 상승곡선 패턴과 변속시퀀스에서 현저한 차이를 보입니다.**

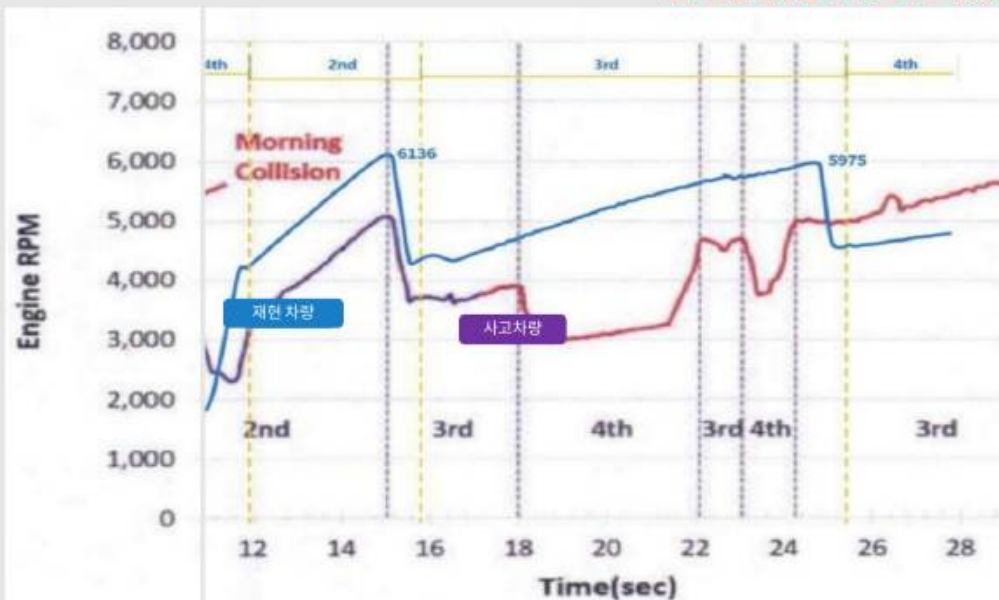
음향감정 결과 분석

<음향감정 회보서 p. 16>



<fig18.Top.감정목적물 결합분/순차:제1.2.3가속음향부-waveform>

<재현 시험 감정결과 vs 국과수 감정 결과>



✓ 본 차량의 엔진구동음 특징, RPM변화, 변속 시퀀스는 **풀악셀 페달 오조작에 의한 가속으로 설명될 수 없습니다.**

1. 음향 특성 및 전형적 이상 증상

전형적 이상 현상은 **굉음 발생** 전후로 동시에 발생하였습니다. "**큰 굉음 + 차량 흔들림 + 흰연기 + 다량의 액체 배출**"

1. 흰 연기 배출 (확대)



2. 액체분출 도로 전/후 비교

▶ 액체분출 전 (15:52:07)



▶ 액체분출 후 (15:52:10)



3. 이 사건 차량 내부 후면 블랙박스

▶ 액체분출 1회 시점



▶ 액체분출 2회 시점



☑ 따라서 본 사건의 원인은 **급발진의 전형적 현상이 동시에 발생**하였습니다..

1. 음향 특성 및 전형적 이상 증상

흰 연기는 사고 차량에서 모닝 충돌 이전에 발생한 전형적 이상 현상입니다.

1심 판결이 모닝충돌 후에만 흰 연기가 발생했다고 주장하는 것은 사실오인입니다,

■ 사고당시 CCTV 영상 (갑 제72호증)

● 실제 사고 영상 (추정기온 약 4~6°C)

■ 실차 재현실험 CCTV 영상 (재현실험 ⑩) ● 2026-03-23 18:02(추정기온 8°C)



VS



재현실험 결과, 흰 연기는 외부 충격과 무관하게 모닝 충돌 이전에 사고 차량에서만 발생하는 전형적 이상 현상으로 확인됩니다. 이 “흰 연기”는 라디에이터 파손으로 발생한 것이 아닙니다.

2. DTC(Diagnostic Trouble Code)

국과수 감정서의 DTC 기록

<DTC 기록 - 국과수 감정서 p.21>



DTC	System	Description	Status
P0462	ENGINE	연료 레벨 센서 신호 낮음	현재
P0562	ENGINE	배터리 전압 낮음	현재
U0167	ENGINE	이모빌라이저 통신 이상	현재
P0079	ENGINE	배기 CVVT(가변 밸브 타이밍) 컨트롤 밸브 단선/단락(GND)	현재
P0220	AT	CAN 통신 : 악셀 페달 포지션 신호 수신 불량	-
U0415	AT	N단 중립 위치 학습 안됨	-

사진 14. 차량 진단 스캐너를 활용한 DTC 검색

2-1) 국과수 감정의 DTC 기록 분석 누락

누락된 핵심 증거 : 20개 DTC 방치, 의도적 누락 의심

총 발견된 고장코드

20개

(ECU 4개, AT 2개 등)



핵심 DTC 분석 없이 “기계적 결함 없음” 결론 도출

20개의 고장코드가 존재함에도 "기계적 결함 없음"으로 단정



전자제어 이상을 보여주는 핵심 DTC 분석 배제

시스템 마비 정황을 보여주는 핵심 데이터를 분석에서 배제



핵심 데이터 배제에 따른 감정 신뢰성 상실

전자제어 결함 가능성을 원천적으로 차단한 부실 감정

<DTC 기록 - 국과수 감정서 p.21>

의문점

감정의 중대한 누락

=

핵심 DTC에 대한 분석 없이
결론 도출

시스템	DTC 개수	주요 코드	의미
ECU (ENGINE)	4개	P0462, P0562, U0167, P0081	전원/센서/통신 이상
AT (변속기)	2개	P0220, U0415	악셀신호 불량 / N단 학습 안됨
ABS	3개	-	-
기타 (TPMS, BCM, AIRBAG)	11개	TPMS 1, BCM 5, AIRBAG 5	-

법적 의미

- ✓ DTC 데이터는 차량 내부 기록 객관적 증거
- ✓ 이 사건 자동차에서 발생한 현상과 관련성 있음

☑ 다수의 DTC(고장코드) 기록에도 불구하고 이 사건 사고 원인과 관련성 여부 분석이 배제된 상태에서 결론이 도출되어, 국과수 감정은 신뢰할 수 없습니다.

2-2) 핵심 DTC 이상 증상은 급발진 발생, D→N→D 변속 오작동, EDR 역기재

티볼리에어 진단가이드 기준으로 분석한 4개 핵심 DTC의 발생 조건과 전자제어 이상 기록 - ECU 결함의 기록

P0562

배터리 전압 낮음 - 비정상적으로 낮을때

발생조건: ECU는 배터리 전압을 모니터링 후
배터리 전압 < 6V, 2초 이상시 고장코드 표출

[ENGINE]

- ✓ 기계적 결함이 아닌
ECU 제어 회로 이상 코드
- ✓ ECU 전원 불안정 → 급발진 발생 가능

ECU 전원 이상
→ 제어로직 교란
→ 급발진 유발 가능성

P0220

악셀 페달 포지션 신호 수신 불량

발생조건: ECU가 비정상 신호를 0.5초 이상 CAN(배선
연결)으로 송신시 발생

[AT]

- ✓ 하드웨어 정상이어도 ECU가 인식한
신호 값이 비정상 오류
- ✓ ECU가 잘못 판단한 가속페달 변위량
→ CAN통신(배선연결)으로 전달

ECU 소프트웨어 결함 발생
→ EDR 신호 반전 기록
✓ 불보 리콜 동일 메커니즘

✓ 국과수는 하드웨어 APS체크 후 기계적 결함이 없다고 판단함

U0415

N단 위치 학습 안됨

발생조건: 자동변속기 또는 TCU 교체 또는 리프로그래밍 후
발생하는 코드

[AT]

- ✓ 주행 중 발생 = 발생조건 아님에도 발생한 중대한 결함
- ✓ 변속제어 오류 → D-N-D비정상 전환 직접 정황

변속기 제어 이상
✓ D-N-D 비정상 변속의 전자제어 근거

P0081

배기 CVVT 컨트롤 밸브 단선/단락

발생조건: ECU는 배기CVVT 컨트롤 밸브를 모니터링 후
배선의 단선/단락 2초 이상 발생시 고장코드 표출

[ENGINE]

- ✓ CVVT 컨트롤 밸브가 단선/단락하면, 엔진 내부에
배기가스가 제대로 배출되지 않거나 **이상 연소가 발생**,
비정상적인 출력 변화를 야기함

엔진 밸브 타이밍 제어 이상
“흰 연기”발생, 액체분출

- ✓ 4개 DTC는 전원, 통신, 제어, 변속 전 영역의 ECU 전자제어 이상을 보여주는 직접 증거이며,
이는 단순 기계적 결함으로는 설명될 수 없는 ECU 소프트웨어 · 전자제어 시스템의 결함이 발생했음을 의미합니다.

3. D-N-D 변속 없었음 (음향 감정 및 실도로 주행 재현실험)

D-N-D 변속이 없음을 입증하는 4가지 객관적 근거

01 동기 부재

D-N-D 변속을 할 이유/동기 없음

- ✓ 정상 주행 중 D-N-D 변속을 할 **합리적 동기가 전혀 존재하지 않음**
- ✓ 주행중 D-N-D 변속은 사고 회피·감속·통상 운전 어떤 목적으로도 설명 불가

02 음향 부재 (역(逆)증명)

N→D 변속음 미확인 → 직전 D→N도 없었음

- ✓ N→D 변속 시에는 인체 구조상 강한 **당기기(Pulling)** 동작으로 매우 큰 충격을 발생
- ✓ 블랙박스 음향감정 결과 **N→D 충격음이 미확인 (재현실험 ⑪)**
- ✓ 그 직전에 D→N으로 바뀐 적도 없었음이 역으로 입증

03 N단 속도 증가 불가 (물리법칙 위배)

N단 타력주행 및 풀가속 시 속도는 감소함

- ✓ 중립(N) 상태에서 속도 증가는 물리적으로 불가능 (**사고차량 3km/h 속도증가**)
- ✓ **N단 타력 주행 및 풀가속 재현실험 시 차량 속도는 3km/h 감소 (재현실험 ①, ②)**
- ✓ 따라서, **사고 차량이 3km/h 속도증가는 N상태가 아님을 증명**

04 마지막 RPM 2400 하락은 풀가속 중 N에서 D로 변경하지 않았음을 입증

N단 풀가속 중 D로 변경 재현실험 시 RPM 500 하락
실제 사고에서는 RPM 2400 하락 (재현실험 ③)

- ✓ N단 풀가속 주행 중 D로 변경 했을때 RPM 하락은 500에 불과한 반면,
이 사고 국과수 그래프상 RPM 하락은 2400으로 현저하게 차이남.
- ✓ 따라서, N에서 D로 변경한 것으로 볼수 없음

✓ 국과수의 D-N-D 추정은 **객관적 실증 결과와 부합하지 않으며** 물리법칙에 위배됩니다.

3-1. 동기 부재 – D-N-D 변속을 할 이유/동기가 없었다

정상 주행 중 D→N→D 변속을 할 합리적 동기가 존재하지 않습니다.

핵심 논거 — 동기 부재

1. 사고 직전 운전 상황

운전자(원고)는 사고 직전 **정상적으로 직진 주행 중**이었습니다.

- ✓ 평소 주행 중 D-N-D로 바꾸지 않는 운전습관
- ✓ 약 6년간 주 3~4회 이용하던 익숙한 경로로 이곳에서 D-N-D 변속을 하지 않았음

2. D-N-D 변속의 비합리성

- ① 주행 중 기어를 N으로 바꾸면 구동력을 잃어 위험
- ② N에서 다시 D로 돌리면 강한 충격 발생
- ③ 사고당시 사고 회피·감속·주차 등 상황이 아니었음

3. 피고(국과수)의 D-N-D 추정은 동기 미제시

국과수와 피고는 "D-N-D 변속이 있었다"고 추정하면서도 **운전자가 왜 그런 조작을 했는지에 대한 동기·이유를 단 한 번도 제시하지 못했습니다.**

피고의 주장 (입증 없는 추정)

"운전자가 패닉 상태에서 변속레버를 잘못 조작하여 D→N→D 변속이 일어났다"

그러나: 패닉 상태 아니고, 정상 주행상태 였음

- 패닉 상태에서 변속레버를 조작할 이유 없음
- 패닉이라면 브레이크를 세게 밟는 것이 본능적 반응
- 변속레버 조작은 의도적 동작이며 반사적 행동 아님

다른 객관적 근거와의 일치

동기 부재는 단독 논거가 아니라, 나머지 3가지 객관적 근거와 모두 일치함.

3-2 음향 부재 — N→D 충격음 미확인

3-3 N단속도 증가 물리법칙 위배 — N단이었다면 속도 감소해야 함

3-4 N단 풀가속 주행 재현실험 — N→D 변속 시 RPM하락 미비

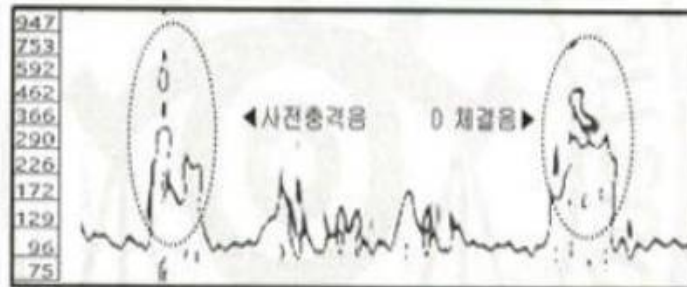
모든 객관적 증거는 일관되게 D-N-D 변속이 없었음을 증명합니다.

✓ **사고 당시 저속 직진 주행 상황에서는 D-N-D 변속 필요성이 어떤 운전 목적에서도 설명될 수 없습니다.**

3-2. 음향감정 결과 → 음향 부재 (역(逆)증명)

음향감정 결과 D-N-D 변속 시 필수적으로 발생하는 충격음이 확인되지 않았습니다.

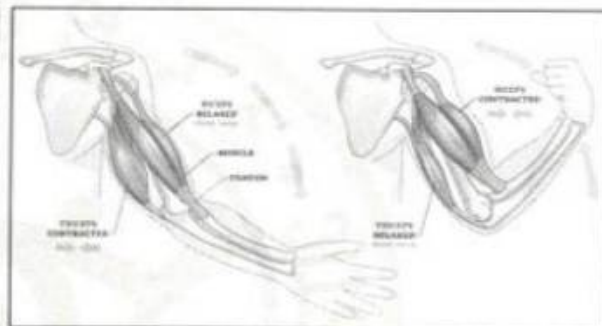
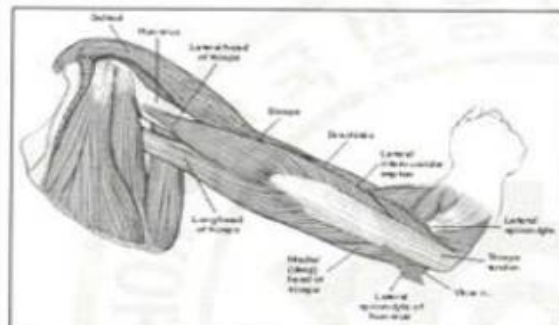
- 촬영일자 : 2026-04-06(블랙박스 위치에서 촬영)
- 재현실험 ⑪ (갑112) : 40 km/h 주행중 “D-N-D 변속시 충격음”



<fig43. 해당 발생부-spectrogram_log >



✓ 변속레버 조작은 강한 인체 동작으로, 소리가 매우 큰 충격음을 반드시 동반합니다.



<fig45. 기어 변속 운동 시 사용 근육>

- 40km/h 주행 중 D-N-D 변속시 변속음은 크게 녹음 되었습니다.
따라서, 충격음 “미확인”은 변속 레버 조작이 없었음을 물리적으로 입증합니다.

3-2. 음향감정 결과 → 음향 부재 (역(逆)증명)

🎧 국과수의 'D-N-D 변속 조작' 가설은 성립될 수 없습니다.

음향감정 결과, D-N-D 변속시 필수적으로 발생하는 충격음이 “미확인” 되었습니다.

즉, 변속 레버를 당길 때 반드시 발생하는 물리적 충격음(Impact Sound)이 전혀 확인되지 않았습니다.

🔊 × 음향 감정 결과(과학적 사실)

Pulling 충격음 미확인

∴ D-N-D 조작이 있었다는 가설은 성립 불가

- ✓ 정밀 음향 감정 시 김호식 감정인은 굉음 발생 시 부터 모닝차량 충격 직후 까지 DND 변속이 없음을 확인 하였음
- ✓ 김호식 감정인에게 모닝차량 충돌 이전 N-D로 변경하는 소리가 확인되지 않았다는 점을 재확인하는 사실조회 신청

- ✓ 따라서, 충격음 부재는 D-N-D 변속 조작이 없었음을 직접적으로 입증하며
피고의 변속 가설은 객관적 음향 증거에 의해 배척됩니다.

3-3. N단 속도 증가 – 물리법칙 위배 “N단 = 동력 차단 상태”

N단 상태에서 속도 증가는 발생할 수 없으며, 국과수 분석 결과는 물리법칙과 모순됩니다.

국과수 분석 결과 (데이터 모순)

속도 +3.1 km/h 증가

(38.7→41.8km/h)

조건: N단(중립) + 풀 악셀

✖ 동력 차단 상태에서 속도 증가는 물리적으로 불가능

VS

N단 FULL가속 실도로 주행 재현 (물리적 진실)

속도 -3.0 km/h 감소

(40→37km/h)

조건: 동일 N단(중립) + 풀 악셀

✔ 공기 저항 및 마찰력에 의한 자연스러운 감속 현상 확인

✔ 피고의 D-N-D 변속 가설은 물리법칙에 반하므로 객관적으로 성립할 수 없습니다.

3-3. N단 상태에서는 속도가 증가할 수 없습니다.

● 촬영 일자 : 2025-05-01

● 재현실험 ① (갑 102) : “N단 타력주행” 싯도로 재현실험

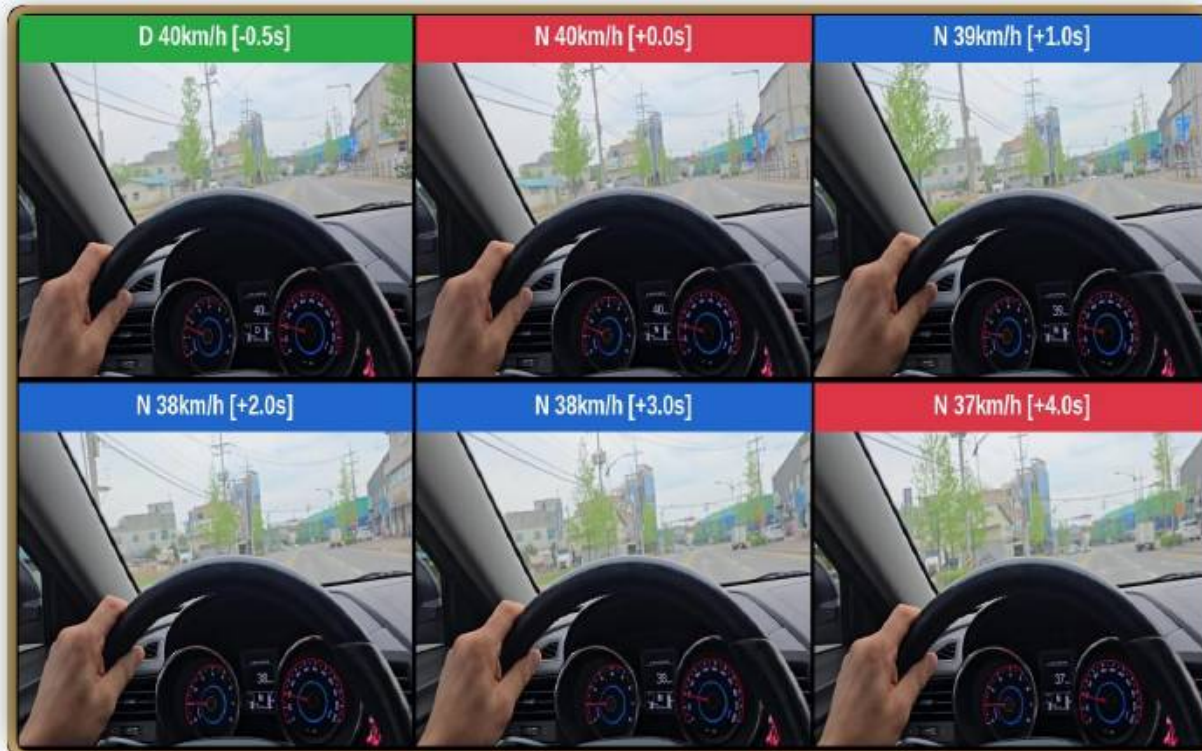


➤ 속도 -3.0 km/h 감소(40→37km/h)

✓ N단에서는 공기저항 및 마찰력으로 인해 속도가 반드시 감소합니다.

✓ N-D변경 시점은 큰 굉음이 발생한 시점인 교통상황 표지판 지점에서 실시

[영상 캡처화면]



- ☑ 따라서, 사고 차량의 속도 증가 현상은 N단 상태에서 물리적으로 발생할 수 없으며, 사고 차량은 N단이 아니었음이 명백하고 이로써, D-N-D 가설이 부정됩니다.

3-3. N단 “FULL 가속”시에도 속도는 증가하지 않습니다.

● 촬영일자 2026-03-23

● 재현실험 ② (갑113): “N단 FULL가속 주행” 실험도로 재현실험



➤ 속도 -3.0 km/h 감소(40→37km/h)

✓ N단에서는 가속페달 입력과 무관하게 구동력이 전달되지 않습니다.

[영상 캡처화면]



✓ 또한, N단에서 FULL 가속 시에도 속도는 증가하지 않으므로, 사고 차량의 속도 증가 데이터는 물리적으로 성립할 수 없는 모순된 기록이며, 사고 차량은 N단이 아니었음이 명백하고 이로써, D-N-D 가설이 부정됩니다.

3-4. 재현실험 검증 – “D-N-D FULL 가속”시 N-D 변경 후 RPM 급락은 발생하지 않습니다.

즉, AEB 해제조건인 60% 이상 고가속 상태에서도 RPM 급락이 발생하지 않습니다. → AEB 해제조건 부존재 → AEB 미작동 결함

● 촬영 일자 2026-04-05

● 재현실험 ③ (갑108): “D-N-D FULL 가속” 실도로 재현실험 결과



✓ N-D 변경 후 1초간 - RPM 변화량 영상 캡처화면

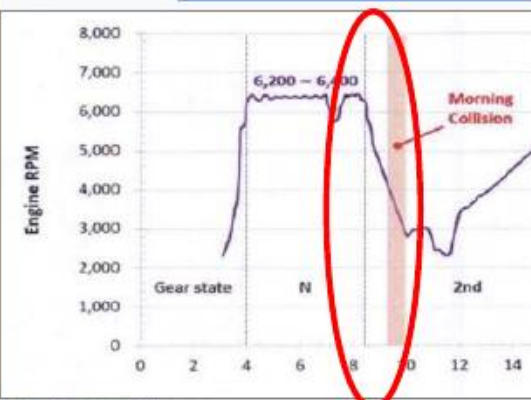


✓ AEB 미작동 결함 슬라이드 참조

약 6,200→5,700RPM
(500RPM 하락)

VS

국과수 분석 1초 하락량
2,400 RPM 급락



국과수 감청서 P.37

✓ 따라서, **RPM 급락이 재현되지 않으므로** 국과수의 가속 페달 깊게 밟은 D-N-D 가설은 물리적·실증적으로 부인됩니다.

4. 실도로 재현 감정 (페달 오조작 없었음 + 브레이크 밟았음 입증)

페달 오조작을 부인하는 5가지 객관적 근거

01 시간 대비 속도 차이

동일 속도 변화량 대비 ($\Delta v=76\text{km/h}$)
6초(33%)지연 → 제동 물리적 입증

- ✓ 박승범 감정인 감정 결과 구동장치의 손상이 없었음
- ✓ 구동계 정상 + 6초 지연 = 운전자 제동 입증

02 그래프 패턴의 현저한 차이

재현감정 그래프 ≠ 국과수 그래프 불일치

- ✓ 가속페달을 제동페달로 착각한 풀악셀 페달 오조작시 발생하는 재현감정 그래프 패턴과 국과수 감정서 상 그래프가 시간, 속도, RPM, 변속패턴에서 현저한 차이

03 가속 페달을 밟았다 뗐다 할 이유 無 운전자 행동 합리성

- ✓ "밟았다 뗐다" 해야 할 어떠한 운전상 이유·동기·상황 없었음.
- ✓ "밟았다 뗐다" 한 후 최대한 풀악셀을 밟을 이유 없음
- ✓ 설사 제동페달을 밟고 있는지를 확인하는 목적에서 했다면 페달을 바꾸었을 것임 → 피고의 오조작 가설 성립 불가

04 30초 이상 착각 = 인체공학 반함

인체공학분석결과 논문 (갑 제 23호증)
한양대 인체공학 분석 연구결과(갑 제 76호증)

- ✓ 인간은 즉시 페달 착오를 수정
- 30초 이상 오조작 유지 불가능

05 두 차례 "이게 안돼" — 브레이크 밟는데 제동 無 운전자 육성 증거

- ✓ 제동 페달 밟아도 감속되지 않은 인지 증거
→ 오조작이 아닌 결함 발생 직접 증거
- ✓ 오히려 고속상황에서도 정확한 핸들 조향을 통해 2차례 "회피 운전"

✓ 재현 감정결과·운전자 행동합리성·인체공학·운전자 음성 증거 모두가 '계속된 브레이크 밟음' 사실과 일치하고 페달 오조작 가설과는 명백히 모순됩니다.

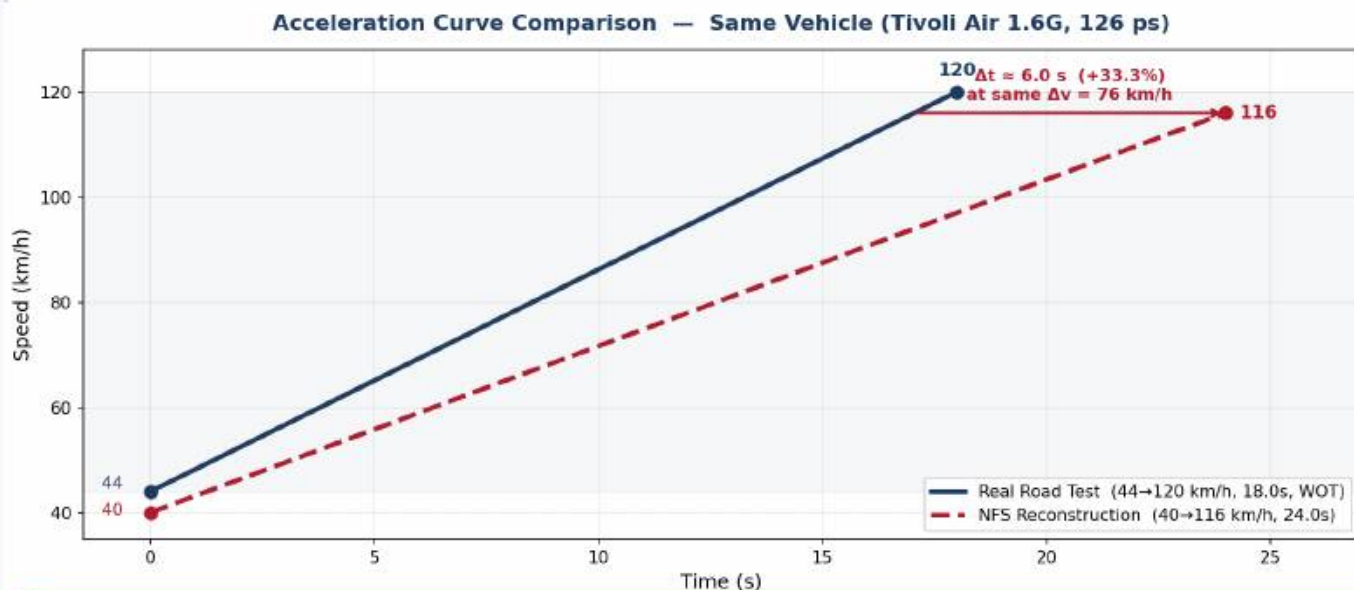
따라서, 제동 상태에서의 비정상 가속인 본 사고는 운전자 과실이 아닌 ECU SW 결함에 의한 급발진으로만 합리적으로 설명됩니다.

4-1. 시간대비 속도차이 - 동일 속도변화에서 33% 시간 지연 → 정상 차량에서는 발생 불가

? 동일한 속도변화량($\Delta v=76\text{km/h}$)에서 33%(6초) 지연은 무엇으로 설명되는가?

✓ 구동계 정상 + 6초 지연 = 운전자가 계속 브레이크를 밟고 있었다는 물리적 입증

➤ 실차 주행감정서 (2024.05.16) : 모닝충돌 이후 상황



💡 박승범 감정인 확인: 모닝 충돌로 인한 드라이브트레인(AT·엔진·구동축·타이어) 손상 없음 — 구동력 정상

소요시간 차이

6.0초 (33.3% 느림)

✗ 국과수 (사고차량)

24.0초

40 → 116 km/h

변속: 2→3→4→[3→4]→3→4

(변속 반복: 불규칙 역변속 포함)

✓ 실차 재현실험 (정상 풀가속)

18.0초

44 → 120 km/h

변속: 2→3→4

(순차 상승)

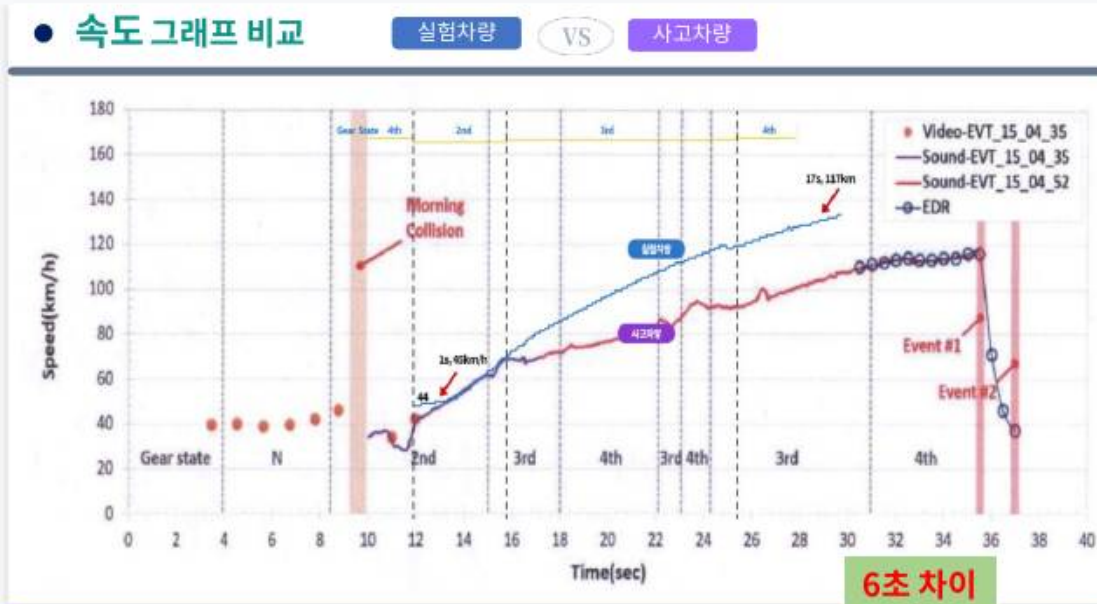
구분	출발 속도	최고 속도	소요 시간	속도변화량(Δv)
국과수(NFS)	약 40 km/h	116 km/h	24.0 초	+76 km/h
실차 주행실험	44 km/h	120 km/h	18.0 초	+76 km/h

☑ 구동계 손상이 없는 상태에서 발생한 33% 속도 지연은 ‘최대 구동력이 나오는 급발진 상황에서 브레이크가 작동’되지 아니하고서는 불가능한 것이므로, 운전자가 브레이크를 밟고 있었음이 입증됩니다.

4-2. 그래프 패턴의 현저한 차이 - 국과수 그래프 자체가 ECU 제어 이상을 드러내는 직접적인 증거

국과수 그래프의 낮고 완만한 속도 상승, 불규칙 변속, RPM 기록은 실차 100% 풀가속으로도 재현되지 않으며, 이는 ECU 결함으로 발생한 급발진 상태에서 이를 중단시키고자 제동페달 밟은 것을 보여줍니다.

✓ 가속페달 100% 조건에서는 국과수와 같은 변속 및 RPM 패턴은 구현되지 않았습니다. → 운전자 풀악셀 가설 불성립



속도그래프
차이

높고 빠르게 가속
44→120 (18초)

상대적으로 낮고 느리게
40→116 (24초)

RPM그래프
차이

변화 형태가 단순한
직선 형태

그래프 변화가 복잡하고
기복·변화 많음

변속 단순
차이

2→3→4
심플하게 상승

2→3→4→3→4→3
변속반복, 역변속



국과수 그래프의 속도·RPM·변속 패턴은 정상 풀가속 상태로는 재현되지 않으며,

이는 운전자가 제동 상태에서 급발진 발생과 제동페달 밟음을 입증하는 직접적인 증거입니다.

4-3. 페달을 밟았다 뗐다 할 이유 無 - 운전자 행동 합리성

피고의 '페달 오조작' 가설과 실제 운전 상황을 대비하여 가설의 비합리성 입증

× 피고(KGM) 주장:

- 피고는 모닝차량 충돌 후 악셀 페달을 밟았다 떼었다 했다가 다시 풀악셀을 했다고 주장합니다.

VS

✓ 운전자 행동의 합리성 분석

① 모닝차량 충돌 이전 (1단계)

일반 도로 정상적 직진 주행 중 → 가속 페달을 깊게 밟을 이유 자체가 없음

② 모닝차량 충돌 이후 (2단계)

- ✓ 정지해야 될 상황, 만약 페달 착오면 즉시 다른 쪽 페달로 변경했을 것임
- ✓ 손자를 태우고 가는 상황에서 급가속 의지나 동기가 전혀 없었음

③ 변속단수가 오르락 내리락 하는 구간(3단계)

- "밟았다 뗐다" 한 후 최대한 풀악셀을 밟을 이유 없음
- 설사 제동페달을 밟고 있는지를 확인하는 목적에서 했다면 페달을 바꾸었을 것임 → 피고의 오조작 가설 불성립

④ 4단계 : 마지막 부분

- ✓ 밟았다 뗐다 한후 다시 5초 동안 최대한 밟을 이유 없음

✓ 상상력에 기초한 **밟았다 뗐다 가설**이 배제된 이상, 본사고는 차량 결함 급발진에 의한 것으로 판단되어야 합니다.

4-4. 30초 이상 착각 = 인체공학에 반함 (학문적 사실 입증)

“30초 이상 페달 오조작 상태를 유지”하는 것은 인체공학적으로 성립할 수 없습니다.

30초+

피고 주장:
페달 착각·오조작 지속 시간

- 15:04:28 - 높은 회전수의 엔진음 발생
- 15:04:57.89 - 중앙분리화단 충돌 - 28.89초 경과
- 15:05:01 - 지하통로 추락(영상종료) - 33초 경과

◆ 확립된 인체공학 연구 결과 (학문적 사실)

Rogers·Wierwille 논문 외국 연구 (갑 제23호증)

✓ 시험 중 운전자는 페달 착오시 즉시 인지하고 수정

한양대학교 인체공학 연구 (갑 제76호증)

✓ 시험 중 운전자의 페달 오조작 사례 발생하지 않음

결론

✓ 30초이상 페달착각 오조작 상태로 유지한다는것은 인체공학적으로 성립할 수 없음

피고 주장

- ✓ 운전자가 30초 이상 가속페달을 브레이크로 착각
- ✓ 가속페달을 최대한 밟다가 뗐다 밟았다 반복
- ✓ 가속페달을 다시 최대한 밟음

과학적 사실

운전자는 페달 착오를 바로 인지하고
즉각 수정하는 것이 인체공학실험에서 확인

논리적 결론

수초 VS 30초

수초 내 수정되는 인간 반응 메커니즘과
정면 충돌 → 피고 주장 성립 불가

✓ 운전자가 30초 이상 오조작 상태를 유지했다는 가정은 인간 인지·반응 메커니즘에 반하므로 성립할 수 없으며
피고의 오조작 가설은 인체공학적으로 배제됩니다.

4-5. “2차레 이게 안돼” – 브레이크를 밟았음에도 제동이 되지 않은 직접 증거

운전자의 육성은 브레이크 페달을 밟고 있었음에도 감속되지 않는 상황을 실시간으로 인지·표현한 직접 증거입니다.

"아이구 이게 왜 안 돼!" "이게 안 돼"

✓ 운전자는 ‘브레이크 입력’과 ‘제동 실패’를 동시에 인지하고 있었습니다.

<김호식 감정인 음향회보서 p.27>

육성 증거의 의미

- ✓ 브레이크를 밟고 있다는 인지
- ✓ 결과 = 감속되지 않음
- ✓ 입력(브레이크) ≠ 결과(제동 없음)

→ 운전자는 차량이 의도대로 제어되지 않는 상태를 명확히 인지

❖ 반복적이고 명확한 발화, 동승자 보호 본능 발현, 명백한 발화 = 인지상태 정상

"아이구 이게 왜 안 돼!" "어, 불이 난다~" "엄마!"
"이게 안 돼!" "도현아, 도현아, 도현아, 도현아" (절규)

총순		순	시 점	음원	발화 내용
1	제 I 감정인 전술	1	00:08.5510	음성	"아!" 유언휴지(filled pause)
2		2	00:09.0281	음성	"아이구" 유언휴지(filled pause)
3		3	00:10.2848	음성	아 아~
4		4	00:12.1063	음성	아이구 이게 왜 안 돼!
5		5	00:12.1063	음성	어, 불이 난다~
6		6	00:15.4217	음성	엄마!
-		fn	00:19.9200		녹화(녹취) 종료.
7	제 II 감정인 전술	1	00:00.2189	음성	이게 안 돼
8		2	00:01.3575	음성	도현아
9		3	00:03.5988	음성	도현아 (tone up)
10		4	00:04.6677	음성	도현아 (절규)
11		5	00:05.8622	음성	도현아 (절규)
-		fn	00:06.9120		녹화(녹취) 종료.

- ✓ 브레이크 입력에도 제동이 이루어지지 않았다는 운전자의 육성 증거는 오조작과 양립할 수 없으며, 본 사고는 차량 결함 급발진에 의한 것으로 판단되어야 합니다.

5. 기아 모닝 차량 충돌 보완감정

원심은 「1차 충돌로 전면부가 심하게 파손되어 가속이 되지 않았다」고 판시하였으나, **박승범 감정인의 실물감정 결과 구동장치 손상은 없었고 라디에이터 파손에 국한된 비교적 경미한 손상이었음이 확인되었습니다.**

01 모닝차량 충돌 손상범위 분석

확인된 사실 (박승범 감정인 감정서)

<감정서 2023.10.24, 2024.01.29>

- ✓ AT · 엔진 · 구동축 무손상 (물리적 증명)
- ✓ 각 동력전달 부위 손상 여부 미비
- ✓ 1차 충돌 충격량 미미
 - 속도변화 누계 8km/h 미만 (EDR 미기록)
- ✓ 실도로 재현감정 대비 6초(33%) 지연
 - 제동 개입 가능성

02 추가 감정을 통해 입증 강화

항소심 추가 감정 요청

- ✓ 보존 사고차량으로 충돌·추락 손상 부위 구분
- ✓ 응축수 배출 재현실험 (2026.12.에서 실시)
 - 동일 연식 티볼리 에어 · 4~7℃
 - 「**결함 급발진 발생으로 인한 액체 분출 ≠ 응축수**」 쟁점 입증

- ✓ 원고들은 보완감정을 통해 ① 1차 충돌시 구동계 무손상과 ② 사고 당시 액체분출이 응축수가 아니라 급발진의 증상임을 확인하고, 이를 통해 급발진의 원인이 ECU 소프트웨어 결함에 있음을 최종 입증하고자 합니다.

5-1. 모닝 충돌 손상범위 분석 - AT 손상 없었다.

박승범 감정인 부위별 손상 분석 언급 내용 - AT 무손상

- ✓ 모닝차량 충돌 직후에도 엔진 및 구동계 이상이 확인되지 않았으며,
- ✓ 속도 지연을 유발할 수 있는 기계적 원인은 감정결과에서 배제되었습니다.

(2023.09.20 차량 실물 확인 감정)

부위	손상 여부 / 정도	동력 전달 영향	근거(감정서)
자동변속장치 (AT)	외형적 손상 無 · 오일 누유 無	동력전달 이상 없음 — 기능상 문제 無	2023.10.24 p.13
라디에이터 전면부	크게 파손 · 뒤로 밀림	엔진 간접충격 영향 小	2023.10.24 p.14
라디에이터 하부	소형 파손 · 냉각수 누수	「결정적 영향 없음」 - 30여초 주행 지속	2023.10.24 p.14~15
엔진	외관 이상 無 · RPM 이상 無	「사고 직후 특별한 문제 보기 어려움」	2024.01.29 p.12
구동축(드라이브샤프트)	이상 단정할 특징 無	「문제 있었다고 보기 어려움」	2024.01.29 p.12
타이어 / 휠	이상 특징 無	없음	2024.01.29 p.12

! 박승범 감정인 결론 (원문 인용)

자동차의 외관상 상태로 보면 모닝과의 충돌로 타이어와 구동축에 이상이 발생되었다고 단정할만한 특성도 확인되지 않습니다.

EDR RPM 자료를 보면 사고 직후 엔진에 특별한 문제가 있다고 보기 어렵고, 구동축 역시도 문제가 있었다고 보기 어려운 것으로 추정됩니다.

출처 : 박승범 감정인 감정서 (2024.01.29 p.12)

✓ 구동계 전반에 걸쳐 이상 없음이 확인된 이상, 6초/33% 속도 지연은 결함으로 인한 급발진 상황에서 마지막까지 운전자가 제동페달을 밟았기 때문입니다.

6. 제동등 점등 있었음 (브레이크 밟았음)

“운전자는 분명히 브레이크를 밟았다” - 5가지 객관적 근거

01 스키드마크 확인 재현실험

스키드마크 無 ≠ 브레이크 미작동

- ✓ 고속주행 시 급제동에서도 스키드마크가 발생하지 않습니다. (재현실험 ④)
- 2회 테스트 진행 (115km/h, 120km/h속도에서 급제동)

02 후미 보조제동등 간헐적 미점등 상태

간헐적 점등 결함 존재 (하이마운트 스톱램프)

사고 차량의 후미 보조제동등은 최소한 간헐적으로 고장 상태에 있었음이 확인

- ✓ 좌회전 신호대기 시점 미점등 - 1심 재판부 동영상 검증 확인 내용
- ✓ 국과수는 이를 발견하지 못함 → 모닝 차량 충돌시 제동등 들어오지 않았다고 판단

03 모닝차량 충돌 직전 “제동등 점등”

관성 점등 여지 無 — NCAP 테스트

피고 주장 " 충돌 관성으로 제동등이 점등된 것 "

- ✓ EURO NCAP(충돌안전성 평가) 테스트 시 “미점등” 확인
- 56km/h 속도에서 정면 충돌시에도 미점등 확인 → 관성에 의한 작동 부인됨

04 회산로 주행 영상 검증 “제동등 점등”

① 조수환 교수 의견서 ② 월드카워시 재현실험(식별 불가 ≠ 미점등)

광학분석결과, 제동등은 빛반사가 아닌 실제 점등으로 확인됩니다.

① 설악꽃화원 CCTV

- ✓ 광학적 분석을 통해 빛반사가 아닌 실제 제동등 점등한 것 - 조수환 교수 의견서

② 월드카워시 CCTV

- ✓ 육안 확인되지 않는 것은 "미점등"을 의미하지 않음 (식별불가 ≠ 미점등)

05 디스크 및 패드의 변형 또는 마모 흔적 없음 ≠ 제동페달을 밟지 않음

- ✓ 마찰열 계산에 의한 변형 미발생 확인
- ✓ 급발진시 진공 배력 저하로 인한 마찰열 감소
- ✓ 자동차업체 실시시험 → 200km/h 고속 주행 중 브레이크 작동시 디스크 열변형 발생하지 않음

☞ 위와 같은 5가지 객관적 근거에 의해 운전자는 실제로 제동페달을 밟았음이 입증됩니다.

6-1. 스키드마크 확인 재현실험 (2회 재현) 스키드마크 無 ≠ 브레이크 미작동

브레이크 페달 입력에 의해 차량이 실제 급정지 하였으며, 스키드마크가 없었음.

● 촬영일자 : 2026-04-05

● 재현실험 ④(갑107) : 고속 주행 중 급제동시 스키드마크 확인영상



TEST 1 115km/h 급제동 정지까지 6초 소요



TEST 2 120km/h 급제동 정지까지 6초 소요



재현실험 결과 : 고속 주행(115~120km/h) → 급제동 → 정지, 브레이크 작동, 그러나 노면에 스키드마크 없음
따라서, 스키드마크가 없다는 사실은 브레이크 미작동의 근거가 될 수 없습니다.

✓ ABS 장착 차량에서는 타이어 잠김이 발생하지 않아, 스키드마크가 남지 않는 것이 정상적인 제동 현상입니다.

6-2. 보조 제동등 간헐적 미점등 결함

보조 제동등은 제동 페달을 밟고 있음에도 점등되지 않는 결함이 확인됩니다.



[갑 제58호증 8초때 영상 캡처 확대 사진]



[갑 제58호증 10초때 영상 캡처 확대 사진]

[1심 재판부 동영상 검증 확인 사항 - 좌회전 신호대기 중 영상 캡처]

- ☑ 동일 차량에서 반복적으로 발생한 보조 제동등 미점등은 단순 일시 현상이 아니라 간헐적 결함입니다.
국과수가 보조 제동등 미점등으로 운전자가 브레이크를 밟지 않았다고 결론 내린 것은 잘못된 것입니다.

6-3. “모닝차량 충돌 시점” – 관성과 무관 [EURO NCAP 테스트-56km/h 정면 충돌]

벽과의 56km/h 정면 충돌에서도 관성으로는 제동등이 점등되지 않으며
따라서, 모닝 차량 충돌 시점의 제동등 점등은 운전자 제동페달 밟음의 결과입니다.



[후미차량 전방 블랙박스 영상 캡처]



[사진 출처 : <https://news.euroncap.com/images-and-videos/ssangyong-tivoli---euro-ncap-results-2016/s/1ab54f37-2d2c-4f1c-8395-8ab6be326c07>]

- ✓ 56km/h 속도에서도 제동등이 점등되지 않는 NCAP 테스트에 결과에 비추어 볼 때, 이보다 훨씬 약한 충돌인 모닝 차량과의 충돌시 관성에 의해 제동등이 점등되었다는 피고의 주장은 과학적 근거에 의해 배척됩니다.

✓ 따라서, 충돌 시점 제동등 점등은 운전자 제동 입력의 직접적인 증거입니다.

6-3. “모닝차량 충돌 시점” – 관성과 무관 [EURO NCAP 테스트]

56km/h 벽과의 정면 충돌 상황에서도 제동등은 점등되지 않으며,
충돌(관성)만으로 제동등 점등은 이보다 낮은 충돌 상황에서는 발생하지 않음이 확실합니다.

■ [영상출처 : https://youtu.be/90h8D158mys?si=5rYHvv4TN_ZXqOX4&t=59]

정면 충돌테스트
(56km/h, 100%)

2016 EURO NCAP



☑ 따라서, 본 사고의 제동등 점등은 운전자 제동 입력 외에는 설명될 수 없습니다.

6-4. “회산로 주행 영상 검증” 설악 꽃화원 cctv- 피고의 빛 반사 주장에 대하여

각도 변화에도 밝기가 일정하게 유지되는 현상은 반사광으로 발생할 수 없으며, 제동등 점등 상태에서만 가능합니다.

📷 추월 전 (2초 무렵)



💡 사고차량에서 지속적으로 밝은 빛 관찰됨
(반사광이라면 각도 변화 시 밝기 변해야 함)

📷 추월 후 (3초 무렵)



✅ 추월 후 각도 변화에도 사고차량 **동일 밝기 유지**
∴ 반사광 아님 (점등 상태 입증)

✅ 따라서, 본 영상에서 관찰되는 **빛은 반사가 아니라 실제 제동등 점등**으로 판단됩니다.

6-4. “회산로 주행 영상 검증” 월드 카워시 cctv - 화질 한계와 ‘제동등 식별 불가’의 진실

육안 식별 불가는 미점등의 근거가 될 수 없으며, 이를 근거로 브레이크 미작동으로 판단한 것은 명백한 오류입니다.

✓ 제동등 점등 여부는 단일 증거로 판단할 수 없으며, 차량 상태/조건 등을 종합적으로 고려하면 사고당시 운전자는 브레이크를 밟고 있었습니다.

1심 재판부의 판단 (오류)

수용됨

▲ 2022.12.06 사고당시월드카워시 CCTV (식별 불가)



"불빛이 안 보이니 미점등이다" (속도 110km/h 이상)

- 1심 재판부는 세차장 CCTV 영상에서 차량 후미등 불빛이 명확히 식별되지 않는다는 이유만으로, 브레이크가 작동하지 않았다고 단정했습니다.

VS

실차 재현 실험 결과 (팩트)

반박

▲ 25.12.04 재현실험 월드카워시 CCTV (제동등 점등 상태)



"브레이크를 밟고 달려도 안 보인다" (속도 약 90km/h)

- '제동등을 실제로 점등한 상태에서도 영상 화질 및 거리 조건에 따라 식별이 불가능함'이 재현실험으로 확인되었습니다.
- ✓ 식별 불가 ≠ 미점등

☑ 따라서, CCTV에서 제동등 점등이 육안으로 식별되지 않는다는 이유만으로 미점등으로 판단한 1심 판단은 실차 재현실험에서도 확인되지 않는 사실에 비추어 잘못된 판단입니다.

6-5. “디스크 및 패드의 변형 또는 마모 흔적 없음 ≠ 제동페달을 밟지 않음

운동에너지 및 열에너지 계산을 통한 미변형 발생 확인

- 110km/h 계속 달리면서 10초동안 제동페달을 밟았을 경우 운동 에너지 = ‘831kj(킬로 줄)
- 이 에너지가 열로 전달 되었을때 온도상승은 100°C미만
- 500~600 °C 까지 열변형 없이 작동 가능한 디스크에서 100 °C로는 열변형 발생하지 않음
- 100 °C 로는 브레이크 패드 마모는 눈에 띄게 발생하지 않음

01 미변형 발생 추가 이유

- ✓ 급발진시 진공 배력 저하로 인한 마찰열 감소

02 미변형 확인 업계 시험

- ✓ 자동차업계 실시 200km/h 고속 주행 중 브레이크 작동시 디스크 열변형 발생하지 않음

- ✓ 따라서, 디스크 및 패드의 열변형·마모 흔적이 없다는 사정만으로 제동이 없었다고 단정할 수 없으며 이를 근거로 제동등 미점등으로 판단한 1심의 결론은 과학적·공학적 근거를 결여한 판단입니다.

7. 브레이크등 회로도 및 점등제어 구조

제동등 점등 여부는 단순 페달 입력이 아닌 ECU·BCM 소프트웨어 제어 상태에 의해 결정됩니다. - 4가지 객관적 근거

01 BCM 탈거 실험 동영상

BCM 없으면 제동등 점등 불가

- ✓ BCM(Body Control Module) 탈거 시 제동등 점등 안됨 (재현영상 ⑤)
- ✓ 제동등은 BCM 제어 없이는 점등되지 않음이 실험으로 확인됨
- 피고의 “제동등은 단순 기계적 점등” 주장의 허구성을 입증

03 MCU 내부 O/X 검증 로직

ECU SW 결함 시 제동등 미점등

- ✓ MCU 내부 브레이크 스위치 입력값 O,X 검증·처리하는 로직 존재
- ✓ ECU SW 결함(Task Death등)시 ‘제동등 점등 명령’신호 미전달
- 즉, 결함시 브레이크 밟아도 제동등이 점등 되지 않음
- ✓ 제동등 점등은 기계식 작동이 아닌 ECU의 점등 명령 메시지와 MCU의 판단 로직에 따른 결과

02 회로도 분석(VCU Req, MCU Ctr.Out 구조)

제동등 제어 경로 = ECU와 BCM 쌍방 소통 → MCU 판단 로직에 따른 점등

- ✓ 제동등 점등은 ECU(VCU) 점등 Req. → MCU 판단 로직을 통해 작동
- ✓ 단순 기계식 입력이 아닌 VCU 명령과 MCU 판단 로직에 따른 점등

04 현대 아이오닉5 전기차 VCU 탈거 실험

피고의 ECU 탈거 실험 허위 주장 입증 (재현영상 ⑥)

- ✓ 아이오닉5는 기계식 점등이 아니라, VCU에 의한 전자식 점등이 확실한 차량
- ✓ VCU 탈거 후 시동 꺼진 상태에서 브레이크 밟으면 제동등 점등
- 피고의 주장에 따르면 기계식 점등이 입증된 것으로 보아야 하나, 그렇게 보는 것은 VCU에 의한 전자식 점등이 확실한 차량이라는 사실에 배치됨
- 따라서, ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 제동등 점등 되어도 이로써, ECU가 브레이크 점등에 관여하지 않고 기계식 점등이라는 점이 입증되지 않음

- ✓ 제동등은 물리적 직결 구조가 아니라, VCU(ECU)·BCM 소프트웨어 제어에 의해 결정되며, 제어 이상 시 브레이크 입력과 무관하게 미점등이 발생할 수 있습니다.

7-1. BCM 탈거 실험 - 제동등 점등 불가 확인

BCM이 제거되면 브레이크를 밟아도 제동등은 점등되지 않으며, “제동등은 BCM 전자제어에 의해 작동”합니다.

실험 내용 및 결과

➤ 실험 방법

티볼리 에어 차량에서 BCM(Body Control Module) 커넥터를 물리적으로 탈거한 상태에서 브레이크 페달을 반복 조작

➤ 실험 결과

BCM 커넥터 탈거 →	브레이크 페달 밟음	→ 제동등 미점등
BCM 커넥터 재연결 →		→ 제동등 정상 점등

➤ 의미

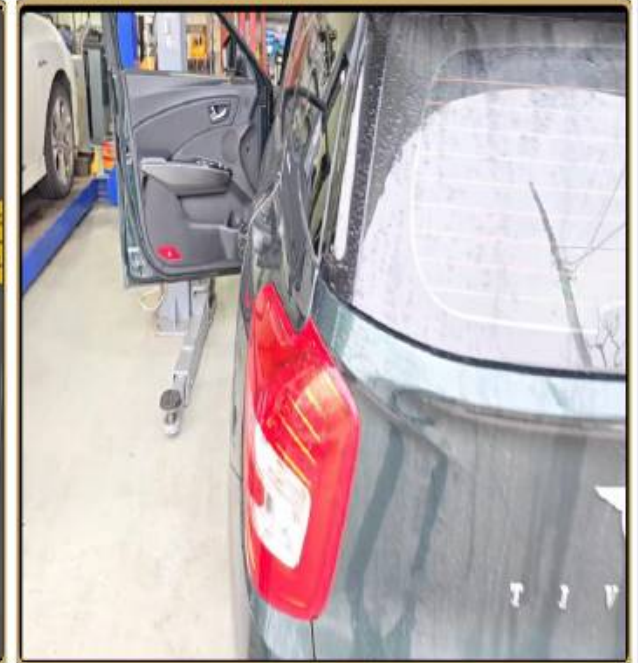
브레이크 페달 스위치가 직접 점등하는 구조가 아니라,
BCM제어를 통해 점등됨

재현실험 ⑤ (갑106) ● 촬영일자 2025-03-16 [에이치모터스]

[영상내용 : BCM 커넥터 탈거 전 제동등 작동]



[영상내용 : BCM 커넥터 탈거 후 제동등 미작동]

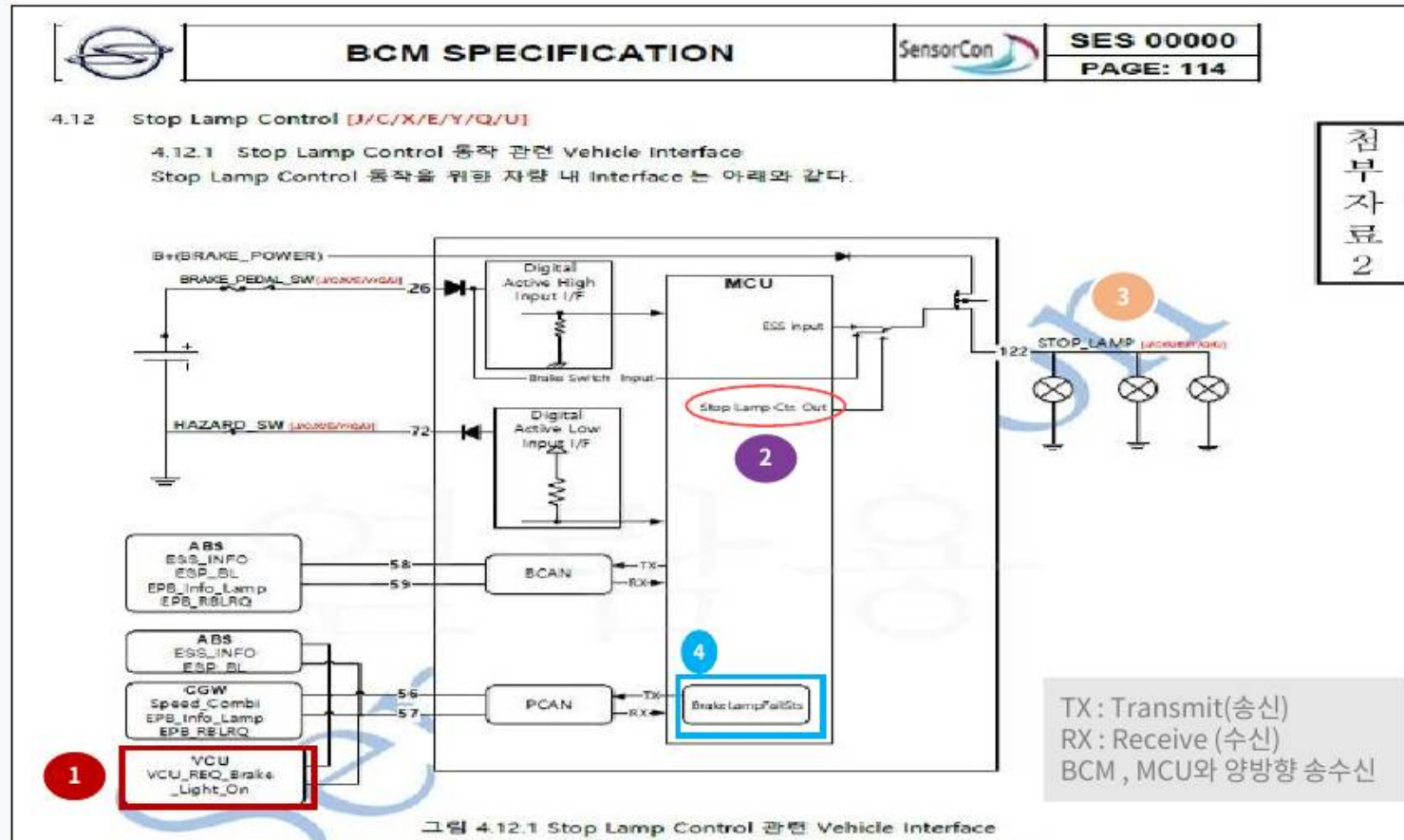


BCM 커넥터 물리적 탈거

- ☑ 따라서, 제동등 점등은 물리적 직결 구조가 아닌 **BCM 전자 제어에 의해 작동**하며, 소프트웨어 결함에 의한 급발진 시 제동등 점등 요청 메시지를 BCM에 송부하지 않으면 브레이크 밟았더라도 제동등이 점등되지 않을 수 있습니다.

7-2. 회로도(VCU Req → MCU Ctrl Out)

제동등은 “VCU의 요청(REQ)과 BCM 내부 MCU의 처리 결과로 출력되며, P-CAN(배선연결)을 통해 그 결과가 통신됩니다.



첨부자료 2

주요 구성 요소 분석

- VCU_REQ_Brake_Light_On**
P-CAN (배선연결)경유
VCU → BCM (MCU)
→ VCU(ECU)가 제동등 점등 요청
- MCU (Micro Controller Unit)**
BCM 내부 디지털 처리 장치
모든 입력 신호를 통합 처리
→ **Stop Lamp Ctr. Out 최종 제어**
브레이크 스위치 Input 보다 나중에 화살표 위치
- STOP_LAMP (출력)**
MCU 디지털 출력 → 제동등 점등
단순 전기 스위치가 아닌 → 전자 제어 시스템 출력
- VCU와 BCM 양방향 메시지 교환**
VCU와 BCM P-CAN 경유 양방향 메시지 교환
BCM → VCU : **"BrakeLampFailSts"**

✓ 제동등은 점등은 브레이크 페달 입력이 아니라, VCU 요청과 BCM, MCU의 판단을 거친 전자제어 결과입니다.

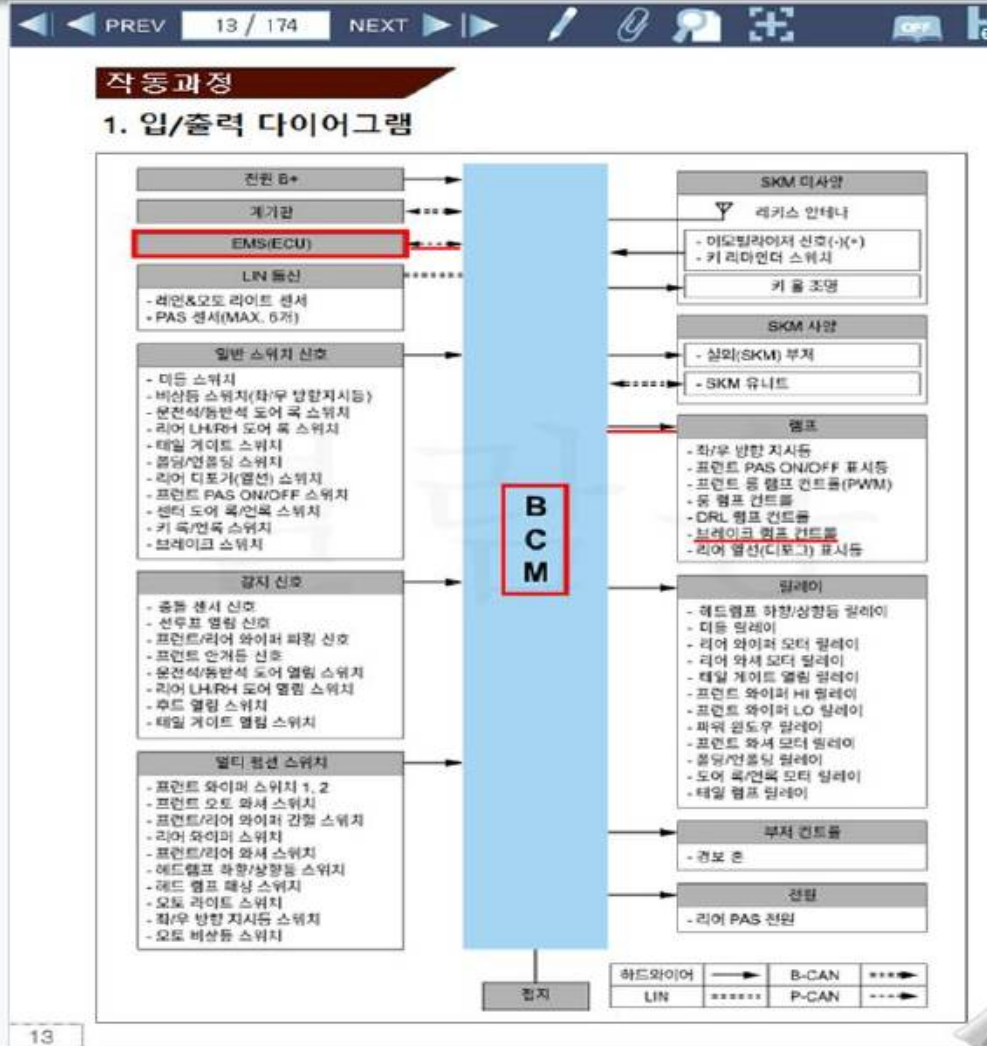
7-2. 이 사건 자동차 제동등 점등 구조



① ② 물리 신호	③ CAN 메세지	④ BCM 판정	⑤ 최종 점등
① 'BS' ✓ 실제 브레이크페달스위치에서 나오는 전압 신호 ✓ BS신호는 브레이크 페달 스위치에서 ECU의 pin 으로 직접 입력됨 ② 'BLS' ✓ 실제 브레이크페달스위치에서 나오는 전압 신호 (BS와 시그널 위상만 다른 것임)	'Brake Light On Request' ✓ VCU(ECU)가 pin으로 입력된 물리신호 BS를 해석 ✓ 해석 결과를 'Brake Light On Request'로 변환 ✓ CAN 통신(배선연결)을 통해 BCM에 전달	BCM내 MCU의 신호 일치 여부 판단 ✓ 브레이크페달스위치로부터 pin으로 받은 물리신호 'BLS'와 ✓ ECU로부터 CAN으로 받은 'Brake Light On Request' ✓ 두 신호의 일치 여부를 판단 ✓ 일치 시 점등 신호 'Stop Lamp Ctr. Out'을 제동등으로 송출	제동등 점등 ✓ BCM이 송출한 'Stop Lamp Ctr. Out' 신호에 따라 제동등이 점등됨

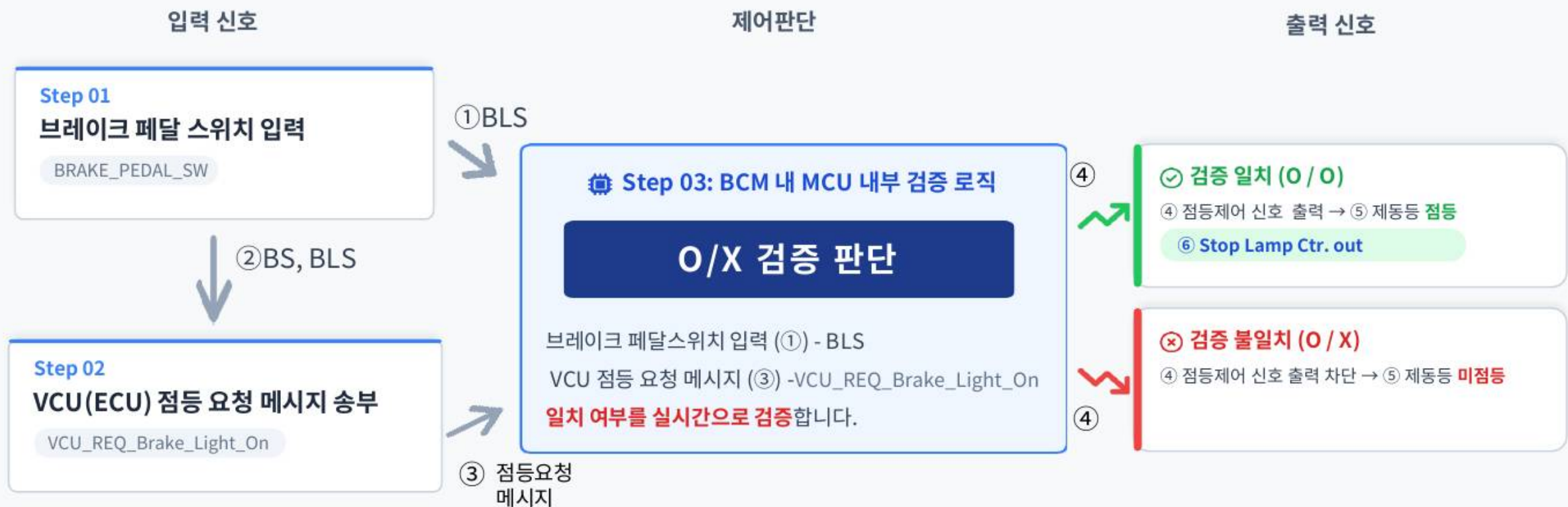
7-2. BCM 입/출력 다이어그램

ECU는 BCM과 P-CAN을 통하여 양방향 메시지 교환을 합니다.



7-2. 회로도 제어 구조 해석 -6단계 검증 로직

제동등은 기계식 점등이 아니라, **MCU의 '브레이크 페달 입력-VCU요청 일치 검증 결과'**에 따라 점등 또는 차단되는 **디지털 제어 구조**입니다.



✓ 제동등은 제동페달 밟는 즉시 켜지는 것이 아니라, **'검증을 통과해야 켜지는 구조'**입니다.

7-3. MCU 내부 O/X 검증 로직 - 정상 작동시

정상 흐름에서 MCU는 입력과 요청을 검증하여 점등합니다.

✓ 제동등 점등은 '하드웨어 입력+VCU 요청' 두 조건이 동시에 충족되어야 합니다.

1단계: 신호 입력 및 검증

① 입력 신호 수신

BS, BLS (브레이크 페달 스위치에서 핀으로 입력)

VCU_REQ_Brake_Light_On (VCU(ECU)에서 CAN으로 메시지 받음)



② MCU 검증 통과 (OK)

BLS신호와 VCU(ECU) 점등 요청 메시지가 모두 일치함을 판단하여
점등 프로세스를 정상 승인합니다.



2단계: 점등 제어 및 상태 보고

③ 점등 제어 신호 출력

MCU 제어 Stop Lamp Ctr. Out = **활성화**

최종 결과 제동등 **정상 점등**



④ 점등 명령

Stop Lamp Ctr. Out 신호출력에도 불구하고 미점등 되면
'BrakeLampFailSts' 발송

☑ 따라서, 정상 상태에서는 브레이크 페달 스위치 **입력 신호와 VCU(ECU) 점등 요청 메시지가 일치할 때에만**
제동등이 점등되며, 이 조건이 충족 되지 않으면 점등은 승인되지 않습니다.

7-3. MCU 내부 O/X 검증 로직 - VCU(ECU) SW 결함시

ECU(VCU) SW 결함 시, 점등 요청 신호가 정상 생성되지 않으면, MCU 이를 불일치를 판단하여 제동등 출력을 차단합니다.

✓ 즉, 브레이크 입력은 존재하지만, ECU 요청 신호가 미생성되면 MCU는 점등 프로세스를 통해 차단합니다.

⚠ 1단계: 신호 불일치 발생 및 검증 실패

① 결함에 의한 신호 불일치

BS, BLS (브레이크 페달 스위치에서 핀으로 입력) - (정상입력)

“VCU_REQ_Brake_Light_On”메시지는 **미생성**



✖ ② MCU 검증 실패 (X)

브레이크 페달 스위치에 온 BLS 신호와 VCU(ECU) 점등 요청 메시지가 없음의 불일치를 감지하여 **점등 프로세스를 거부(차단)**합니다.



🔔 2단계: 점등 차단 및 고장 상태 보고

③ 점등 제어 신호 차단

MCU가 Stop Lamp Ctr. Out을 **미출력 (차단)**

최종 결과 제동등 **미점등 발생**



🛡 ④ 점등차단

만약 Stop Lamp Ctr. Out 신호가 없음에도 불구하고 점등되면 BrakeLampFailSts 발송



따라서, ECU SW 결함으로 점등 신호가 생성되지 않을 경우,

MCU 검증 로직에 의해 제동등 출력이 차단되며 실제 미점등이 발생합니다.

7-4. 피고의 ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태 제동등 점등 시험 - 기계적 구조 주장의 오류

ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 제동등 점등은 VCU 탈거 및 시동 끈 상태에서도 제동등을 점등하는 MCU 내에 Fail-Safe 로직이 존재하기 때문입니다.

✓ 피고는 '점등 결과'만으로 '구조'를 단정하는 오류를 범하고 있습니다.

피고 주장

“ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 제동등이 점등됨” → 따라서 기계식 점등 구조

➢ 피고의 논리 구조

- 대 전 제 : 기계식 점등 구조 차량만 ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 제동등 점등된다.
- 소 전 제 : 티볼리 에어는 ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 점등된다.
- 결 론 : 티볼리 에어는 기계식 점등 구조이다.

! 논리 오류 - 대전제가 거짓

"점등 결과 = 기계식 구조"로 단정하는 것은

VCU 탈거 및 시동 끈 상태에서도 제동등을 점등하는 MCU 내 Fail-Safe 로직이 존재하는 사실을 무시하고 호도함.

❖ 아이오닉5 전기차 차량도 VCU 잭 탈거 후 제동등 점등
→ 대전제 붕괴 → 피고 논증 전체 무효

원고 반박

★ 아이오닉5 VCU 탈거 및 시동 끈 상태에서 제동등 점등 확인
재현실험

"VCU가 BCM을 제어하는 구조"인 아이오닉5에서도 동일 현상 발생 확인

★ 즉, VCU(ECU) 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 점등은
'기계식 점등구조'의 전유 현상이 아님

✓ 따라서, ECU 탈거 및 시동 꺼진 상태에서 점등 현상은 기계식 점등 구조의 증거가 아닙니다.
이를 근거로 기계식 점등구조가 입증된 것이라고 볼 수 없습니다.

7-4. 현대 아이오닉5 전기차 VCU 잭 탈거 시연 — 피고 "기계적 점등" 주장의 오류

‘VCU가 BCM을 통해 점등을 제어하는 구조’가 확실한 차량에서도 VCU탈거 및 시동 끈 상태 시 점등이 발생하므로, ECU 탈거 및 시동 끈 상태에서 점등되는 사실이 ‘ECU관여 없는 기계식 점등 구조’를 입증한다는 피고의 주장은 성립할 수 없습니다.

● 촬영일자 : 2026-04-22[강릉삼성정비센터]

● 재현실험 ⑥(갑109) : 아이오닉5 전기차 VCU 커넥터 탈거시 제동등 실험



실험 결과 및 기술적 해석

① 확인된 사실

- 현대 아이오닉5 전기차는 ‘VCU가 BCM을 통해 점등을 제어하는 구조’가 확실한 차량임
- VCU 커넥터 탈거 및 시동 끈 상태에서도 제동등 점등 확인

② 의미

명백히 ‘ECU관여 없는 기계식 점등구조’ 아닌 ‘VCU가 BCM을 통해 점등을 제어하는 구조’ 차량에서도 동일 상황에서 제동등 점등됨

③ 결론

“ECU 탈거, 시동 끈 상태에서 점등 = ECU 관여 없는 기계식 점등구조” 공식 성립 불가
→ 피고 대전제 붕괴

✓ 피고는 ECU 탈거실험을 통해 사실을 호도하려 했습니다.

8. EDR 신뢰성 문제

EDR은 ECU가 처리한 「판단값」을 기록하는 장치 — ECU SW 결함 발생 시 EDR 거꾸로 기재

01 EDR 기록 원리

EDR은 객관적 사실 발생을 기록하는 것이 아니라 ECU 판단을 기록하는 장치

- ✓ EDR 본질 = ECU 해석값 전달 받음
- ✓ ECU SW 결함 시 EDR 거꾸로 기재

EDR의 본질과 이 사건 EDR의 3중 불일치

- ✓ Event 1 - 비정상 기록
- ✓ Event 2 - 비정상 기록
- ✓ Event 2 - 악셀떼기 재현실험결과 불일치

02 Event 1 - 비정상 기록

100% 가속 상태라고 상정할 때 발생할 수 없는 모순된 EDR 기록

- ✓ RPM 급락 : 5,900 → 4,500 (-1,400)
→ 동일 기어단수 물리적 불가능
- ✓ 속도 역행 2회 : 114 → 113km/h
- ✓ 총 속도 증가량 미달 : 5초 풀가속 110 → 116km/h
(실도로 재연감정 대비 -14km/h 낮음)

운전자 풀악셀 페달 오조작이 아닌
ECU SW 결함 발생에 의한 급발진 시사

03 Event 2 - 비정상 기록

가속 0% 상태에서 RPM 상승은 설명 불가

- ✓ 가속 0%에서 1초 동안 RPM 상승 +600
4,800 → 5,100 → 5,400
- ✓ 가속 0%에서 RPM 상승 불가능
→ 박승범 감정인 감정서 “이론적 발생 어려움”
(감정서 2024.01.29. p.11)
- ✓ 악셀떼기 (가속0%) 재현실험시 RPM 급락과 배치

운전자 가속페달 조작 없이
ECU SW 결함에 의한 급발진 시사

- ✓ 이 사건 EDR 기록은 ECU SW 결함 발생에 의해 이상 기록될 가능성이 있는 것으로,
원심이 이를 사고 원인 판단의 독립된 근거로 채택한 것은 중대한 사실오인에 해당합니다.

8-1) EDR기록의 신뢰성 문제

EDR 데이터 기록 원리 및 이 사건 EDR의 비정상 기록

EDR 데이터 기록 원리

1. EDR은 ECU가 입력신호를 해석·판단한 값을 기록

→ 센서 원본값이 아닌 ECU 해석값 저장

2. 가속페달 변위량 = ECU가 해석한 값

→ ECU SW 결함시 실제 페달 조작과 다를 수 있음

3. 제동페달 밟음 여부 = ECU가 해석한 값

→ ECU SW 결함시 실제 페달 조작과 다를 수 있음

4. 이벤트 시점(T0) = 충격 감지 시점

→ 5.0초 전부터 0.5초 단위 기록

✓ **EDR은 사실을 기록하는 장치가 아니라, ECU 해석·판단을 기록하는 장치입니다.**

이 사건 EDR의 비정상 기록

Event 1

✓ **풀가속 상태에서 나타날 수 없는 물리적 모순**

✓ 가속 100% → RPM 급락 (5,900→4,500)

✓ 가속 100% → 속도 역행 (2회) (114→113)

✓ 5초 풀가속 → 총 속도 증가량 미달+6km/h만 증가

Event 2

✓ **가속0% 상태에서 RPM 상승은 제어 신호 이상 정황**

✓ 가속 0% (0.5초 후) → RPM 상승 (4,800→5,100)

✓ 가속 0% (0.5초 후) → RPM 추가 상승 (5,100→5,400)

✓ 가속 0% (0.5초 후) → 고RPM 유지 (4,500)

악셀페기
재연실험과
불일치

✓ **실제 차량 동작과 EDR 기록 간 명백한 불일치**

✓ N-D 변경시점 악셀페기 했을 경우(가속 0%)

- 1초 후 2,200RPM 급락 (6,200→4,000)

- 2초 후 4,000RPM 급락(4,000→1,800)

✓ **EDR은 ECU로부터 데이터를 받으므로 ECU SW 결함 발생시 이상 기록이 발생할 수 있으며,
이 사건 EDR 기록은 실제 차량 거동 및 재연시험 결과와 불일치하므로 사고 원인 판단의 근거로 사용할 수 없습니다.**

8-2) Event 1 - EDR기록의 신뢰성 상실

100% 가속 상태에서 발생할 수 없는 비정상 EDR 기록

📎 EDR Event 1 기록 데이터

시점	속도(km/h)	가속페달	RPM	비고
-5.0s	110	100%	5,900	
-4.5s	111	100%	5,900	
-4.0s	112	100%	4,500	← ⚡ RPM 급락
-3.5s	113	100%	4,600	
-3.0s	114	100%	4,500	
-2.5s	113	100%	4,500	← ⚡ 속도 역행
-2.0s	113	100%	4,500	
-1.5s	114	100%	4,600	
-1.0s	113	100%	4,600	← ⚡ 속도 역행
-0.5s	116	100%	4,600	
충돌	116	가속	4,800	5초간 속도 증가량 +6km/h

① RPM 급락 (-1,400)

- ✓ 가속페달 100% 유지 중 RPM 5,900→4,500으로 급락
- ✓ 동일 기어단수에서 물리적으로 불가능한 현상

② 속도 역행 현상 (2회)

- ✓ 가속 100% 입력 중 속도 감소(114→113)
- ✓ 2회 반복 → 정상 차량 거동 아님

③ 마지막 5초간 속도 증가량 현저한 미달

- ✓ EDR 5초간 풀가속: +6km/h만 증가
- ✓ 실도로 재현감정 : 44km/h에서 120km/h로 속도증가한 과정에서 마지막 5초간 +21.1km/h 증가

✓ 가속 100% 유지에도 RPM이 비정상적으로 변화하고 속도 증가가 현저하게 미미한 이 사건 차량 EDR 기록은 운전자 풀악셀 페달오조작이 아닌 ECU SW 결함 급발진과 브레이크 밟음을 입증합니다.

8-3) Event 2 - EDR기록의 신뢰성 상실

가속페달 0% 상태에서 RPM 상승 → 물리적으로 설명 불가능한 비정상 기록

 EDR Event 2 기록 데이터

시점	속도(km/h)	가속페달	RPM	비고
-2.5s	114	100%	4,600	
-2.0s	116	100%	4,600	
-1.5s	116	100%	4,800	
-1.0s	71	0%	5,100	0% 전환 → ⚡ RPM 상승!
-0.5s	46	0%	5,400	속도 감소 ⚡ RPM 추가상승(+300)
-0.0s	37	0%	4,500	여전히 고RPM 유지

가속 0%에서 1초 동안 RPM 상승 (+600)

→ 연료 차단(Cut-off) 상태에서 RPM 상승은 불가능

AEB 실패로 재현 실험 (영상⑧)

✓ N-D 변경시점 악셀떼기 했을 경우(가속 0%)

- 1초 후 2,200RPM 급락 (6,200→4,000)

- 2초 후 4,000RPM 급락(4,000→1,800)

“가속페달 작동없이 공중에 뜨게 되어 지면과의 마찰에 따른 구동저항이 없는 경우, 매우 짧은 순간적인 RPM 유지는 있을 수 있으나, **1초 정도 유지 또는 상승하는 현상은 이론적으로 발생하기 어려운 것으로 추정됩니다.**

- 박승범 감정인 감정서 (2024.01.29.) p.11 -

✓ **가속페달 입력이 없는 0% 상태에서 RPM이 상승한 이 사건 차량 EDR기록은 운전자 조작으로는 설명될 수 없으며 운전자 풀악셀 페달오조작이 아닌 ECU SW 결함 발생에 의한 급발진을 시사합니다.**

9. AEB 실패로 재현실험 (AEB 미작동 결함 입증)

AEB가 정상 작동하지 않았으며, 이는 참사로 이어진 직접 원인입니다. - 4가지 객관적 근거

01 AEB 작동 재현 영상

동일 조건에서 AEB정상 작동함

- ✓ 유사한 조건과 상황에서 **모두 AEB 정상 작동** (강릉교회 주차장)
- 1차 실험 : 46km/h 속도에서 D→N 변경 AEB 작동 여부 (**재현실험⑦**)
- 2차 실험 : **D단에서 40→48km/h, 8km 이상 가속 시** AEB 작동여부 (**재현실험⑧**)

02 AEB 작동 메커니즘과 AEB 미작동 결함

FCW와 AEB 작동은 연계되어 있음

- ✓ AEB 작동 메커니즘 (2~3초 전 단계별 작동 - 1단계 : FCW 작동, 2단계 : 부분 제동, 3단계 : 완전 제동)
- ✓ 장애물(모닝 차량)과 충돌로부터 **2~3초전에 첫 FCW가 울려야함**
- ✓ 이 사건에서 1.3345 초 전에 ‘첫 FCW가 너무 늦게 울린 것이므로 설계 결함’에 해당함

03 N→D 변경 하면서 1) FULL악셀 2)악셀 떼기 3)브레이크 밟기 RPM재현 실험

피고의 가속페달 “60% 이상 밟아서 AEB 해제” 주장 적용 불가

- ✓ **N→D 변경시점 1) 악셀 떼기, 2) 브레이크 밟기 재현실험 결과 RPM 급락**
- ✓ **N→D 변경시점 3) 풀 악셀 페달을 밟는 재현실험 결과**
 - **RPM 하락 거의 없음 (RPM 하락 500 ↓ VS 국과수 그래프 2,400 ↓)**
- ❖ **결론 : 악셀페달 풀로 깊게 밟지 않았음**

04 AEB 정상 작동 시 참사 예방 가능-인과관계

인과관계 직접 연결

AEB가 설계대로 정상 작동 되었다면 ?

- ✓ AEB 정상 작동 시 사고 회피 가능 → 미작동 = 참사 원인
- AEB 미작동(결함)과 사고 결과 사이의 인과관계가 직접적으로 성립

✓ **모닝 충돌 직전 AEB 해제가 물리적으로 불가능한 상황이었음에도 AEB가 작동하지 않은 것은 명백한 결함이며, 이는 참사로 이어진 사고 발생과 직접적인 인과관계를 가집니다.**

9-1. AEB 작동 재현 실험 - 정상작동

사고 당시 속도 조건에서 검증한 결과, 정상 차량에서는 AEB가 일관되게 정상 작동함이 확인되었습니다.

재현실험 ⑦ (갑 74-3)



실험 내용

- ✓ 1차 실험 : 46km 속도에서 D-N 변경시 AEB 작동여부

실험 결과

- ✓ 46km/h 속도 N단에서 AEB 정상 작동

재현실험 ⑧ (갑 74-2)



실험 내용

- ✓ 2차 실험 : D단 40km 속도에서 48km까지 8km 이상 가속했을 때 AEB 작동 여부
- ❖ 사고 당시 모닝차량 추돌 시점 40→46km/h, 6km 증가하며 추돌 하였음

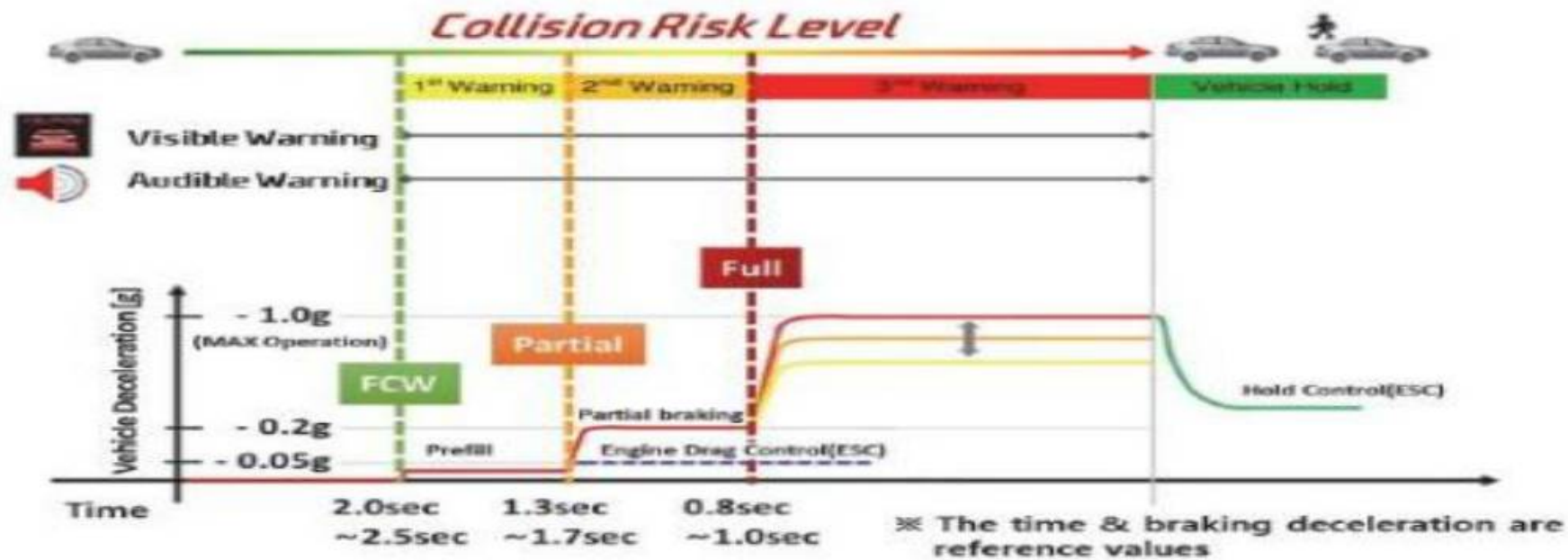
실험 결과

- ✓ 40→48km/h로 8km 이상 가속 시, 이후 악셀 밟고 있을 때에도 AEB 정상 작동

✓ 재현 실험 결과, 사고 당시와 동일한 속도 조건에서 AEB는 정상적으로 작동함이 확인되었으며 따라서, 사고 당시 AEB 미작동은 정상적인 현상으로 볼 수 없습니다.

9-2-1) AEB 작동 메커니즘

아래와 같이 1단계로 **FCW**는 충돌 2~3초 전에 경고음을 작동해야 하고 2단계로 **부분 제동**을 한 후 3단계 **완전 제동**을 해서 정지시킵니다.



➤ 현대 자동차 정비 매뉴얼 "AEB operation sequence(HMC)"

- 1단계 : TTC 기준 FCW작동되는 시점 : 2.0~2.5 초
 - 2단계 : 부분 제동이 작동되는 시점 : 1.3~1.7 초
 - 3단계 : 완전 제동이 작동되는 시점 : 0.8~1.0 초
- (TTC는 전방 장애물과 충돌에 걸리는 시간)

9-2-2) 전방 장애물(모닝 차량)과 충돌로부터 2~3초전에 첫 FCW가 울려야 하는데, 모닝 차량 충돌로부터 1.3345초 전에야 이루어진 것은 결함입니다.

<김호식 감정인 음향감정회보서 p.11 >

회차	시점	duration	간격
1	00:08.0999	00.0850s(±00.0050)	-
2	00:08.2406	00.0850s(±00.0050)	00.0610s(±00.0050)
3	00:08.3881	00.0850s(±00.0050)	00.0610s(±00.0050)
4	00:08.5313	00.0850s(일부masking)	00.0610s(±00.0050)
5	00:08.6780	00.0850s(±00.0050)	00.0610s(±00.0050)
6	00:08.8171	00.0850s(±00.0050)	00.0610s(±00.0050)
7	00:08.9621	00.0850s(±00.0050)	00.0610s(±00.0050)

최종 전방 추돌 경고음은 00:08.9621 시점에 발생하여 00:09.0501 시점에서 소멸되고, 모닝 차량 추돌시점은 00:09.4344 시점으로 확인되는 바, 전방 추돌 경고음은 추돌시점 기준 00:00.3843초 (7회차 경고음 소멸시점 기준) 전까지 발생된 것으로 추정됨. <참조.fig36>

- 모닝 차량 추돌시점 - 00:09.4344
- 첫번째 FCW 경고음 - 00:08.0999
- FCW 발생 시점은 모닝 차량 충돌 전

1.3345초 전에 발생



통상적인 AEB 설계는 주행시 FCW는 전방 장애물 충돌로부터 2~3초 전에 작동하는 것으로 설계됨



이 사건에서 1.3345 초 전에 **‘첫 FCW가 너무 늦게 울린 것이므로 설계 결함’**에 해당함



통상적인 설계에 따르면 첫번째 FCW 경고음이 울린 후 **부분 제동이 이루어지는데** 이 사건에서 부분 제동이 전혀 이루어지지 않은 것도 결함임 (오히려 속도가 증가했음)

✓ 첫 FCW가 너무 늦게 울린 것과 부분제동이 전혀 이뤄지지 않은 것은 결함입니다.

9-2-3) AEB 실패로 재현실험에서 7번째 FCW이후 약 1.76초 동안 브레이크 작동되어 모닝차량 모형 직전에 정지하는 사실이 확인 되었으나, 이 사건에서 7번째 FCW로부터 0.4723초 후에 정지하지 못하고 모닝차량을 충돌한 것은 명백한 결함입니다.

➤ 두차례 실험결과 첫번째 FCW는 약 2.7초 전에 울리고 7번째 FCW로부터 약 1.76초 동안 AEB가 정상 작동되어 완전 정지함.

→ 재현실험 ⑦ : 1.85초 만에 정지

→ 재현실험 ⑧ : 1.68초 만에 정지

구분	46km 속도에서 D-N 변경시 (재현실험 ⑦)	D단 40km 속도에서 48km 까지 8km 이상 가속했을때 (재현실험 ⑧)
첫 FCW → 충돌/정지	~ 2.78 초 (정지)	~ 2.63 초 (정지)
마지막 FCW(7회) → 충돌/정지	~ 1.85 초 (정지)	~ 1.68 초 (정지)
속도 변화 및 결과	46→0km/h 감속 정지 ✓ 충돌 회피 성공	48→0km/h 감속 정지 ✓ 충돌 회피 성공

➤ 음향 감정결과 이 사건 사고차량은 재현실험과 동일 속도(40mk/h)로 주행 중 모닝 차량 충돌 전 불과 1.3345초 전에 첫 FCW가 작동함

→ 첫 FCW : 재현 실험보다 1.44초 내지 1.29초 늦게 발생

→ 7번째 FCW : 재현 실험보다 1.37초 내지 1.2초 늦게 발생

구분	사고차량 (음향 감정서)
첫 FCW → 충돌/정지	1.3345 초 (충돌)
마지막 FCW(7회) → 충돌/정지	0.4723 초 (충돌)
속도 변화 및 결과	40→46km/h 증가 후 ✓ 충돌 회피 실패

✓ AEB 실패로 재현실험에서는 FCW 7번째 경고음 후 1.85초 내지 1.68초 시간적 여유를 가지고 정지한 반면 이 사건 차량에서는 FCW 7번째 경고음 후 0.4723초 밖에 없었고 AEB가 작동하지 않은 것은 명백한 결함임을 입증합니다.

9-2-4) 카메라만을 사용하는 AEB는 카메라와 레이더를 모두 사용하는 AEB보다 전방 장애물 인식과 거리 파악에서 열등한 시스템입니다

➤ 저급의 모빌아이 카메라를 사용하는 이 사건 자동차의 AEB

- ✓ 테슬라의 카메라는 그 성능이 훨씬 뛰어난 모빌아이(Mobileye)의 SoC(System on Chip)인 EyeQ 5 카메라를 장착하고 있음
- ✓ 이에 반하여 이 사건 자동차에는 EyeQ 3 카메라를 장착 하고 있음

➤ 이 사건 자동차에 장착된 카메라 Only AEB는 국내 동급 경쟁 차종에 장착된 사례가 없습니다

➤ EyeQ 5를 사용하는 테슬라 Camera Only AEB도 설계 결함 소송을 당하고 있습니다

- 테슬라 오토파일럿·AEB 제조물책임 소송 다수 진행 중 (미국)
 - 레이더 미장착 → 설계결함 주장
- 대표 사례 : 2024년 4월 시애틀 테슬라 모델S 사고
 - Camera Only AEB가 정지 중이던 할리데이비슨 오토바이 미 인식
 - 120~128km/h로 충돌, 오토바이 운전자 사망
 - 운전자 Landon Embry가 Camera Only AEB 설계결함 주장하며 소송 제기
- 전문가 증언 : Mary Missy Cummings 교수 (자율주행 전문가)
 - 미 의회 청문회에서 ADAS 오작동·불완전성 수차례 증언
 - WSJ 인터뷰 : 테슬라의 "원가절감 위한 라이다·레이더 미장착" 지적

➤ 원가절감을 위한 피고의 선택

- ✓ 원가를 절감하기 위해 레이더 없이 카메라만을 활용하는 AEB를 채택한것은 설계 결함임
- ✓ 동급의 현대자동차 차량들은 정비 매뉴얼에서 나타나듯이 카메라와 레이더 2개를 활용하여 전방 장애물 인식과 거리파악을 하고 있음

➤ 피고는 설계 채택 과정에서 검토했던 대체 설계들과 이 사건 자동차 카메라 Only AEB와의 원가차이를 밝혀야 합니다 → 구석명 신청

✓ Camera Only AEB는 "설계 결함"에 해당합니다.

9-3. N→D 변경시 1) 악셀 페달 떼었을 경우 2) 브레이크를 밟았을 경우 - 모두 1초간 RPM 급락

가속 상태에서 1초간 RPM 급락은 발생하지 않으며, 악셀 떼거나 브레이크 입력시에만 나타나는 현상입니다.

재현실험 ⑨ (갑110): “N-D 변경시 악셀 떼기 & 브레이크를 밟기” 실패로 재현실험 결과

✓ 제동 입력 시에만 급격한 RPM 감소 발생

촬영 일자 2026-04-05



테스트 1) 악셀 떼기 (Accelerator Release)

N 34 km/h 약 6,200 rpm [-1.0s]



D 33 km/h 약 6,200 rpm [0.0s]



D 33 km/h 약 4,000 rpm [1.0s]



- RPM하락량
 - 약 6,200→4,000 RPM
 - 약 2,200 RPM ↓ (1.0초)
- 속도 변화량
 - 34→32km/h (1km/h ↓)

테스트 2) 브레이크 밟기 (Brake Press)

N 35 km/h 약 6,200 rpm [-1.0s]



D 35 km/h 약 6,200 rpm [0.0s]



D 35 km/h 약 3,900 rpm [0.0s]



- RPM하락량
 - 약 6,200→3,900 RPM
 - 약 2,300 RPM ↓ (1.0초)
- 속도 변화량
 - 35→26km/h (9km/h)

재현 실험 결과 확인된 2,200~2,300 RPM 급락은 국과수 그래프상 2,400RPM과 거의 동일하므로 운전자가 악셀을 떼었거나 브레이크를 밟았다고 보아야 합니다. 이는, 국과수 및 피고가 주장하는 충돌시점 RPM의 급락이 운전자가 가속페달을 깊게 밟지 않은 것을 입증합니다.

9-3. 3) N→D 100% FULL 악셀 재현실험

재현실험 결과 : RPM 1초간 하락 500 → 이 사건 2,400 급락 → “60% 해제” 주장 적용 불가

FULL 가속 조건에서 RPM 급락은 발생하지 않으므로 이 사건에서 가속페달 깊게 밟았다고 볼 수 없어 AEB “60% 해제” 가설은 적용될 수 없습니다.

✓ N-D FULL 가속 주행 재현실험 ③ (42슬라이드 영상참조)

● 재현실험 (FULL악셀)

N→D 변경시점 FULL 악셀 유지
RPM 하락: 약 6,200→5,700
N→D 후 즉시 재상승 + 급가속

1초 하락량

-500 RPM 하락



정상

VS

● 국과수 분석 (감정서 p.37)

N→D 추정 구간 RPM 급락
RPM: 6,400 → 4,000
피고 항소심 준비서면 30쪽 : “4000정도로 급락” 직접 기재

1초 하락량

2,400 RPM 하락



비정상



재현 실험에서 확인된 미미한 RPM 하락과 국과수 분석의 급격한 RPM 하락은 서로 상반되는 바,
“60% 이상 가속 페달 밟음에 의한 AEB 해제” 주장은 이 사건에서 과학적으로 성립할 수 없습니다.

9-3. 모닝 차량 충돌 시점의 RPM 급락은 가속페달 밟은 상태가 아님을 입증합니다.

재현 실험 결과 VS 국과수 RPM 하락 분석 비교

구분	RPM 하락폭	소요 시간
① 악셀 떼기	약 2,200 RPM ↓	1.0초
② 브레이크 밟기	약 2,300 RPM ↓	1.0초
국과수 감정 분석 (사고 차량 데이터)	약 2,400 RPM ↓	1.0초

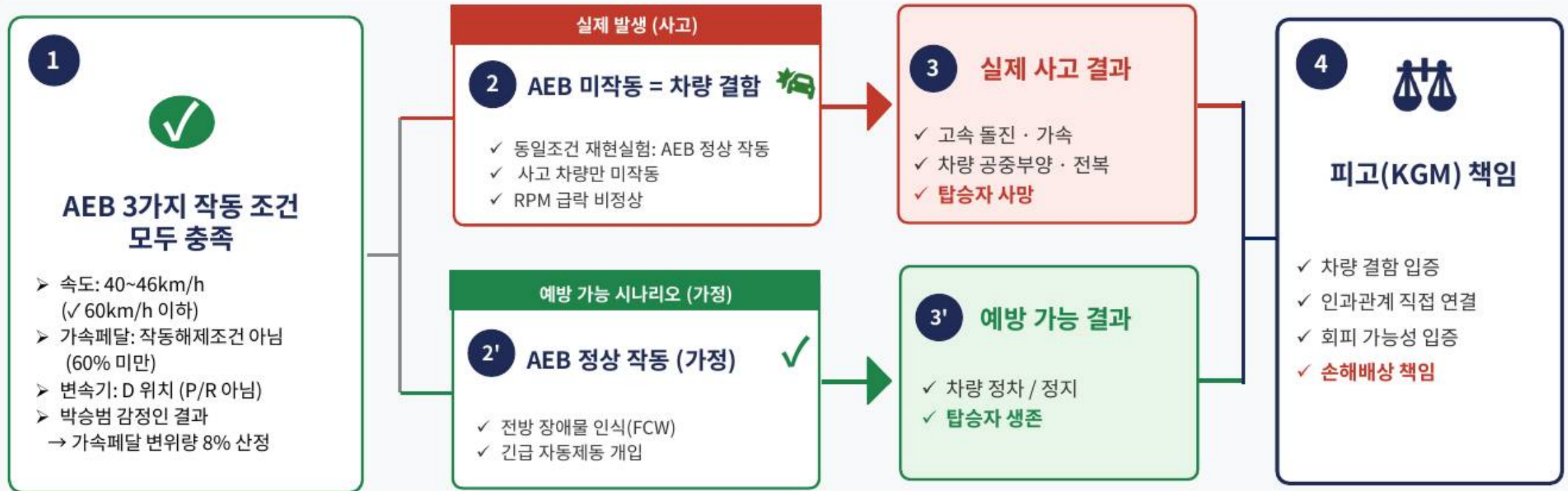
급발진 현상 분석

- RPM 하락 + 속도 증가
 - 엔진 출력 제압 불가
 - 결함에 의한
브레이크 제어 불능
- 정상 차량에서 발생 불가능한 거동

- ✓ 재현실험 결과 약 2,400RPM 급락은 악셀을 떼거나 브레이크를 밟았을때만 발생함.
국과수 분석에서 RPM이 2,200 하락한 사실은 운전자가 가속페달을 밟았다고 볼 수 없음.
따라서, 본 사안의 AEB 미작동은 “60% 이상 가속페달 밟음에 의한 해제” 가능성이 없습니다.

9-4. AEB 정상 작동시 참사 예방 가능 - 인과관계 직접 연결

AEB 작동조건이 충족 되었음에도 작동하지 않은 것은 결함이며,
이 결함은 사고 발생 및 피해와 직접적인 인과관계를 형성합니다.



✓ AEB가 정상 작동하였다면 **본 사고는 충분히 회피 또는 피해 최소화가 가능**하였으며,
AEB 미작동은 **사고 발생 및 피해 확대의 직접적인 원인**이므로 피고의 책임이 인정되어야 합니다.

10. BOS 정의 및 작동 조건

BOS는 “양 페달 동시 밟힘” 조건에서만 작동합니다.

1 BOS 정의

2010년 토요타 차량에서 **바닥매트가 가속페달을 눌러 급가속이 발생하는 경우**에 운전자가 제동 페달을 살짝 밟기만 해도 가속이 차단되어 정지하도록 하는 장치

→ ECU 내부의 소프트웨어 로직으로 구현

- ✓ 피고 제출 을 제5호증 (BOS 작동 영상 첨부)
- ✓ 을 제6호증 정비매뉴얼



2 핵심: "양 페달 동시 밟음"이 전제 되어야 작동함

BOS는 가속페달과 제동페달이 동시에 밟힌 경우, 가속신호를 무시하고 제동신호를 우선 적용하여 가속을 차단시키는 안전장치임
(을 제6호증 정비매뉴얼)

- ✓ 즉, BOS는 " 양 페달 동시 밟음이 전제되어야 작동함
- ECU SW 결함에 의해 가속페달을 밟지 않은 상태에서 발생하는 급발진을 중단시킬 수 없음
- ❖ 따라서, BOS 미작동은 “브레이크 밟지 않음”의 증거가 될 수 없고 BOS는 SW 결함 급발진 차단장치가 아님

✓ **BOS는 “양페달 동시 작동” 조건에서만 작동하는 안전 로직으로서, BOS 미작동은 ‘브레이크를 밟지 않았다는 증거가 아니라 BOS의 작동조건인 “양 페달 동시 밟힘”이 충족되지 않았음을 입증할 뿐입니다.**

10-1) ECU SW결함으로 인한 급발진시에는 BOS는 구조적으로 작동할 수 없습니다.

BOS는 ECU가 “양 페달을 밟았을시” 작동하는 로직입니다.

1 급발진 상황

ECU SW 결함에 의한 급발진의 경우, 운전자는 **가속페달을 밟지 않은 상태에서** 차량이 폭주

→ "양 페달 동시 밟음" 조건 자체가 성립하지 않음

2 SW 결함 급발진 발생시 Fail-Safe에 미포함

Barr Group 프레젠테이션 39쪽:

5가지 Fail-Safe에 BOS 미포함

NASA talks about 5 fail-safe modes (pp. 79-83)

- Limp home modes 1-3 (degrees of gas pedal sensor mistrust)
- Idle mode fuel cut (2,500 rpm limit at idle)
- Engine off (via several different "class 2" failures)

< 갑 제19호증의 1 >

→ 따라서 BOS는 소프트웨어 결함 급발진시 이를 차단하는 장치가 아님

3 전문가 증언 근거

박정철 前 ECU 엔지니어 개발자 증언:

"가속 페달이 100이지만 브레이크 OFF일 때는 작동하지 않기 때문에 직접적으로 급발진을 방지하기 위한 것이라고 보기 어렵다"

☑ ECU SW 결함 급발진 상황에서는 BOS 작동 자체가 성립할 수 없습니다.

10-2) 피고 주장 - 전제 불성립

피고 주장은 ECU 정상 작동을 전제로 한 것으로, SW 결함이 발생한 급발진에는 적용될 수 없습니다.

1 피고 주장(전제)

- ① BOS가 있으므로 ECU SW 결함 급발진시 브레이크만 밟으면 가속이 차단된다.
- ② BOS가 작동하지 않은 것은 운전자가 브레이크 페달을 밟지 않은 것이다.

2 반박

- BOS는 단순한 브레이크 페달 스위치 BS 신호가 ECU로 입력되는 것만으로 작동하지 않음
- ECU 소프트웨어 결함 없는 정상 상태인 경우
 - ① 가속페달 + ② 브레이크 페달이 동시에 밟혔다고 해석·판단해야만 작동됨
- 차량이 ECU SW결함 급발진의 경우 ECU 소프트웨어는
 - ① 가속페달 100% 밟힘 + ② 브레이크 페달 안밟힘으로 해석·판단하여 WOT 명령 발함
 - '두 페달 동시 밟힘' 조건 불충족 → BOS 미작동
- ECU SW결함 급발진 시 BOS는 작동하지 않으며 급발진을 중단시키지 못함

☑ BOS는 ECU SW 결함 급발진 시 작동요건 미충족으로 작동되지 않으며 급발진을 중단시킬 수 없습니다.

10-3) ECU로 입력되는 “가속 신호” ≠ ECU가 내리는 “가속 신호”

ECU의 처리는 ‘가속명령’을 내리기 위해 가속 페달에서 입력된 신호를 해석, 판단하는 과정입니다.

“가속신호가 입력된다”

=

“가속페달(APS)에서 ECU 로 가속페달이 얼마나 밟혔는지
에 대한 신호가 들어온다”



“가속페달(APS)에서 ECU 로 가속페달이 얼마나 밟혔는지
에 대한 신호가 들어온다”

≠

“ECU 에서 가속신호(정확한 표현은 “가속 명령”)가 발생한다”

왜냐하면, ECU 의 소프트웨어가 가속페달에서 입력한 신호를 해석·판단하는 과정을 거친 후
“가속명령”을 내리기 때문입니다.

- ✓ 티볼리 정비메뉴얼 기재 “제동신호와 가속신호가 동시에 엔진 ECU로 입력되면,
가속신호는 무시되고 제동신호를 우선으로 입력되어 제동을 가능케하는 시스템이다”라는
표현은 부정확하고 잘못된 것임

실체적 진실 규명을 위한 “항소심 증거 신청 사항”

1심의 중대한 판단 오류를 바로잡고, 차량 결함에 의한 급발진을 입증하기 위한 증거 신청

① 증인 신청

✓ 국과수 사고분석실장 김종혁 (감정서 작성자)

- ECU SW결함에 대한 실질적 분석이 이루어지지 않았다는 사실을 확인
- BCM의 제동등 제어에 대해 전혀 파악하지 못함
- 국과수 부실 감정 및 오류 입증

② 1차 충돌 파손부위 보완감정 신청

✓ 모닝 차량과의 1차 충돌 시 경미한 충격 확인 (박승범 감정인)

- 구동장치 손상 없음 확인
→ 피고의 "충돌 파손으로 속도 지연" 주장 부당성 입증

③ 음향 감정 관련 추가 사실조회

✓ “모닝 충돌 직전” N→D 변속 소리 발생 여부 확인

- 김호식 감정인 “N-D 변속소리 확인되지 않음 ” 으로 판단되나
- 이를 명확히 하기 위한 사실조회 신청

④ DTC 고장코드 문서송부촉탁 신청

✓ ECU DTC 4개 + TCU DTC 2개 원본 추출자료 제출 요구

- 추출된 DTC 사고원인과 관련성 현저함
- 국과수 감정서에 기재된 DTC에 대한 분석·결과 전혀 없음
- DTC 분석 누락으로 인한 감정의 부실성 입증

⑤ BOS 기능 관련 구석명 신청

✓ 피고 주장 BOS 기능 관련 사항에 대한 설명 요구

- 사용설명서·정비매뉴얼 어디에도 BOS가 차량 결함에 의한 급발진을 차단하는 장치라는 기재 없음
- 피고주장 허위성 입증

✓ 5가지 요청이 채택되어야, 실체적 진실이 밝혀질 수 있습니다.

문서 제출 명령 신청

- 피고는 2026. 4. 28.자 준비서면 6~9쪽에서 컨티넨탈(Continental)사가 피고에게 제출하여 피고가 보유하고 있는 이 사건 자동차의 “ECU 사양서”를 언급하면서, 동 “ECU 사양서” 중 극히 일부분(을 제42호증)을 제시
- 을 제 42호증은 가속페달 및 브레이크페달에서 ECU로 입력되는 전기적 신호의 전압값이 디지털 값으로 변환되는 과정만을 보여줌에 불과하고 급발진을 발생시키는 ECU 소프트웨어 결함은 이와 같이 변화된 디지털 값을 해석·판단하는 과정 그 이후의 단계에서 발생.
- 피고가 제출한 을 제42호증은 “ECU 사양서”의 극히 일부분만에 불과하므로 이 사건 자동차에서 급발진을 발생시킨 ECU 소프트웨어 결함, ECU의 BCM에 대한 명령, BOS 등과 관련한 부분들에 관한 전체 내용이 제출되어야 할 필요성 있음
- 이에 원고들은 “ECU 사양서”의 제출을 명하는 문서제출명령신청을 제기하고자 합니다.



국과수와 피고의 가설과 과학적 근거 없는 주장은 모두 반박 되었고
원고가 제출한 입증방법에 의하여 **원고 최애숙의 페달오조작 과실이
부인 되었고, ECU SW결함에 의한 급발진이 입증 되었습니다.**

항소심에서는
“**입증방법에 대한 정확한 평가를 통해,
실체적 진실에 기초한 판단**” 이
이루어져야 합니다.