

전기차 및 하이브리드 차량의 침수 피해

[Flooding damage in electric and hybrid vehicles]

『CESVI MAP, 스페인』

I. 서론

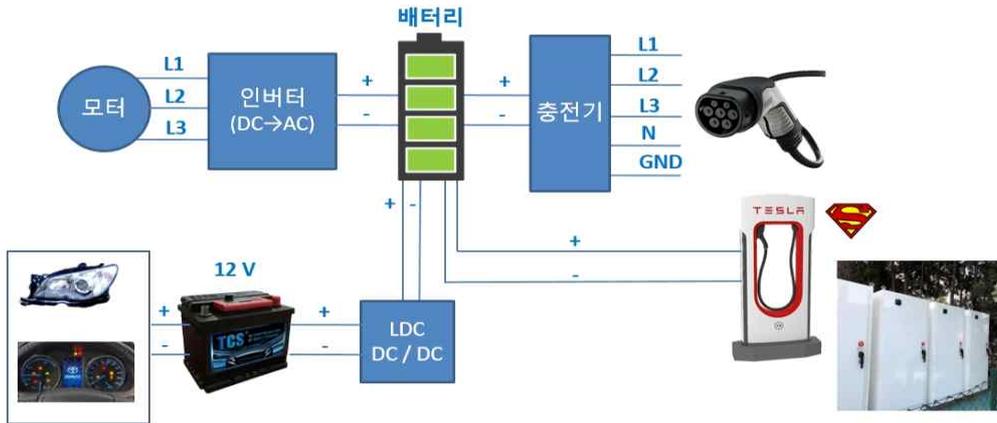
자동차 배출가스에 대한 규제 강화로 인하여 내연기관 자동차의 종말이 예측되고 있는 가운데 그에 대한 대안으로 전기차 및 하이브리드자동차가 각광을 받고 있다. 전기차 및 하이브리드 차량에는 내연기관과 달리 모터와 배터리 등의 부품이 장착되므로 일반 차량보다 2배가량 가격이 비싸다. 일반적으로 차량 가격이 높으면 보험료도 높아지게 되는데, 사고가 나서 수리를 할 때 수리비가 높게 나오기 때문이다. 하지만 전기차의 경우 내연기관 자동차와 보험료의 차이가 거의 존재하지 않는데, 이는 인프라와 기술 문제로 장거리 운행이 적고 도심운행이 많기에 전손차량이 적고 대부분 외관 손상이나 범퍼 교체 등으로 일반차량과 유사한 수준의 수리비가 나오기 때문이다. 하지만 침수에 의한 피해에 대해서 전기차는 내연기관과 동일한 상황이다. 전기차 배터리시스템어셈블리의 가격은 대략 1,500만원에 이르며 10년, 20만km까지 무상보증을 제공하지만 사고 또는 침수로 고장이 나면 무상보증을 받을 수 없다.

II. 본론

CESVI MAP은 고가의 전기차 부품이 침수 피해에 대하여 안전한 것인지, 피해 이후 재사용이 가능한 것인지에 대하여 테스트를 실시하였다. 내연기관과 전기차의 구성요소 차이로는 전동기(모터)&감속기, 배터리, BMS(배터리관리시스템, Battery Management System), 인버터, 충전기, LDC(Low Voltage DC-DC Converter), 회생제동장치 등이 있다.

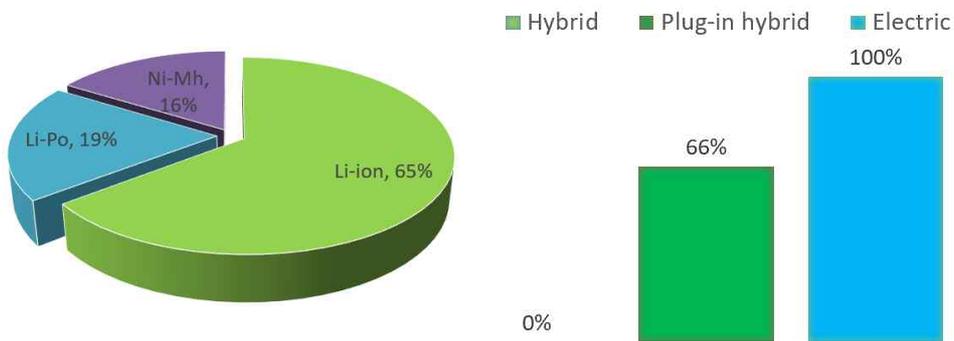
<표 1> 전기자동차 주요부품 및 기능

부품명	주요 기능
전동기 & 감속기	- 배터리 전기에너지를 역학적 에너지인 회전에너지로 변환 - 전동기의 회전수를 감속시켜 토크를 증대
배터리	- 전기에너지를 저장 및 공급
배터리관리시스템	- 배터리를 최적으로 관리하여 에너지 효율을 높이고 수명을 연장
인버터	- 고전압 직류전원(DC)을 교류전원(AC)으로 변환하여 원하는 주파수와 전압을 얻음. 전동기의 토크와 속도 제어
충전기	- 배터리를 충전하는 기기. 완속충전과 급속충전이 존재.
LDC	- 저전압직류변환기로 고전압 배터리에서 나오는 전압을 12V의 저전압으로 강압하는 장치
회생제동장치	- 전동기를 발전기 삼아 제동 시 발생하는 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 배터리를 재충전하는 장치



<그림 1> 전기차 주요부품 개략도

고전압 배터리의 시장 점유율은 Li-ion 65%, Li-Po 19%, Ni-Mh 16%이며, 배터리 방수 등을 위한 밀봉(Sealing) 비율은 하이브리드 자동차 0%, 플러그인 하이브리드 66%, 전기차 100%로 전기차의 침수 위험은 상대적으로 낮다.



<그림 2> 배터리 종류별 점유율 및 밀봉(Sealing) 비율

하이브리드 및 전기차의 주요부품들이 침수 시에도 고장이 나지 않을지 CESVIMAP은 실험을 통해 알아보기로 결정하였다. 이를 위해 하이브리드 자동차의 동력 계통을 탈거하여 수조에 넣고 실험을 진행하였다. 각 부품별 실험결과는 아래 표와 같다.



<그림 3> 하이브리드 차량 구동부 침수 실험

<표 2> 하이브리드 차량 동력계통 침수에 따른 부품 상태

부품	침수 전 상태	침수 후 상태	수리 비용
배터리	정상	녹슴, 부식됨	약 345만원
배터리전압	210V	20V	
인버터	정상	커넥터연결부를 통해 물이 침투 조금 녹이 슬었으나 여전히 작동	약 331만원
전동기(모터)	정상	물이 조금 침투하였으나 여전히 작동	
트랜스미션	정상	벤트홀을 통하여 물이 침투 오일만 교체하면 정상적으로 사용 가능	
에어컨 컴프레서	정상	정상	
와이어링 하네스	정상	부식됨	모델에 따라 다름

II. 결론

전기차 및 하이브리드 차량은 고전압의 배터리를 탑재하고 있음에도, 침수 시에 차량은 안전하다. 고전압 배터리는 차체로부터 절연되어 있으며, 이상이 감지되면 자동으로 전류를 차단시키기 때문이다. 전류를 차단한 이후에 내부의 전류는 전극을 오가며 스스로 방전된다. 소금기가 있는 물은 경우 방전 시간 더 짧으며, CESVIMAP의 실험결과 방전에 걸리는 시간은 1시간 미만이었다. 하이브리드 차량의 배터리는 완전히 밀봉되어있지 않았으며, 침수 시 정상 작동이 불가능하였고, 인버터는 커넥터의 연결부를 통해 물이 침투하였으나, 정상적으로 작동하였다. 하지만, 물이 침투하는 것으로 보아 다른 상황에서는 고장이 나지 않을 것이라는 확신을 할 수는 없었다. 모든 커넥터는 정상적인 작동을 하지 않았는데, 이는 모든 와이어링 하네스의 교체가 필요하다는 뜻이다. 와이어링 하네스의 교체 시 부품비용 뿐만 아니라 공임비 상승이 예상된다. 전기차의 구동계 부품은 내연기관 자동차와 비교하여 고가인 경우가 많기 때문에 침수 피해 시 보호받을 수 있는 더 확실한 침수 방지대책이 필요하다.



<그림 4> 침수 이후 녹이 슨 배터리