

## 제 III 장

## 하이브리드의 구성품과 정량분석



1. 정비할 때 주의점
2. 하이브리드 시스템의 구성품 역할과 특징
3. 직, 병렬형 하이브리드 작동이해
4. 직, 병렬형 노모그래프 (Nomographs)의 분석
5. 동력분배장치 (Power Splitting Device) CVT

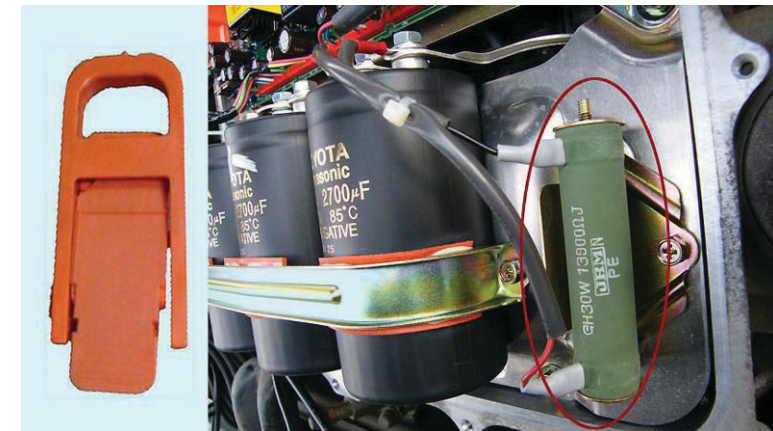


## 제 Ⅲ장. 하이브리드의 구성품과 정량분석

### 1. 정비시 주의점

하이브리드 시스템 정비는 전기의 충격, 배터리 누전 등의 부주의로 인하여 심지어 폭발이 발생할 소지는 충분히 있다. 이러한 안전사고 때문에 시스템이나 하이브리드 차량의 고전압을 정비하면서 시스템을 제어할 때마다 다음의 안전 과정을 분명히 지켜야 할 것을 강조한다.

- (1) 엔진 키를 제거하고, 스마트키가 장착된 차량은 스마트 키 시스템을 차단한다.
- (2) 트렁크에 있는 보조 배터리의 마이너스 (-) 터미널을 분리한다.
- (3) 절연 장갑을 낀다.
- (4) 서비스 플러그를 제거하고 주머니에 넣는다.
- (5) 5분간 어떤 정비도 하지 않고 대기한다. (콘덴서 방전시간)



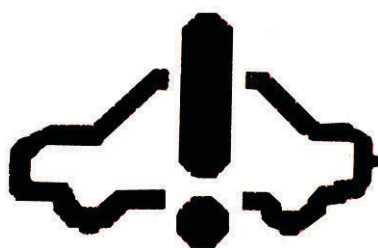
(그림 Ⅲ-1) 서비스 플러그와 인버터 내부콘덴서 방전용 병렬저항



(그림 Ⅲ-1)에서 보듯이 HV 배터리는 병렬로 거대한 용량과 전압의 전해 콘덴서와 연결되어 초기 모터 구동할 때 필요한 순간 대 전력 보조를 맡는데, 이 콘덴서에 저장된 에너지는 정비시 감전을 유발하므로 방전을 위해 콘덴서와 병렬로 저항이 연결되어있다. 정비를 위해 메인 플러그를 제거한다고 하여도 이 콘덴서에 저장된 전하는 감전 방지를 위해 저항을 통해 방전된다. 꼭 5분간의 시간이 필요하진 않고 거의 몇 초 만에 방전이 된다. 매뉴얼에는 몇 분이라고 명시되어 있으나 꼭 그 시간이 필요한건 아니다.

만약 키 홀에서 키를 뺄 수 없다면 (자동차 사고로 손상이 되어) 아래 절차대로 한다.

- (1) 정비할 때 보조 배터리를 분리한다.
- (2) HEV 퓨즈 (엔진 룸 정션 블록 안에 있는 20A 노랑색)을 제거한다. 퓨즈 블록에 있는 네 개 퓨즈를 모두 당겨 뺀다.
- (3) 오렌지색의 고전압 케이블을 만지기 전 또는 식별할 수 없는 어떤 다른 케이블을 만지기 전에 케이블에 있는 전압이 12V나 이하라는 것을 확인하기 위해 전압을 측정한다.
- (4) 서비스 마개를 제거한 후에, 고무나 테이프를 사용하여 커넥터를 덮어둔다.
- (5) 고전압 케이블을 제거한 후에, 고무나 테이프를 사용하여 커넥터를 덮어둔다.
- (6) 필요하다면 절연공구를 사용한다.
- (7) 공구나 부품 (보울트, 너트 등등)을 작업공간에 남기지 말 것.
- (8) 금속제 물체를 단 작업복을 입지 말라. 금속은 쇼트를 발생할 수 있다.



(그림 Ⅲ-2) 하이브리드 시스템 경고등

(그림 Ⅲ-2)의 경고등은 메인 표시판에 설치되어 점등되는데, MG, 인버터, 하이브리드 배터리 등의 기능에 이상이 감지되면 점등되며, 점등 원인이 워낙 범위가 넓다. 경고등에 관해선 끝부분에서 더 상세히 나오긴 하지만 이 경고등이 점등되는 순간 정비사가 할

일이 많아진다. 실력 없고, 정보 없는 정비사에겐 곤혹스럽지 않을 수 없는 일이다.



(그림 Ⅲ-3) 2004년식 2세대 보조배터리 위치

안전을 위해 좀 더 세부 주의사항을 나열해 본다.

- (1) 반쯤 죽을 정도로 감전되기 싫으면 아쉬운 대로 김장용 고무장갑 검사하듯 공기를 넣어 손상된 부분을 찾고, 구멍이 발견되면 다른 것으로 교체한다.
- (2) 회로의 저항 때문에 저항 양단에 전압이 존재할 수 있다. 따라서 전압을 완전 제거할 필요가 있으며 적어도 고전압이 인버터 회로에서 방전되는데 필요한 5 분을 잡는다.
- (3) 엔진이 정지된 상태에서 엔진 키가 ON인 채로 장시간 차를 떠나지 말라.
- (4) 보조 배터리 12V의 방전을 피하기 위해 차가 구동중에 엔진 키를 off 시키지 말라.
- (5) 3주 이상 운행을 안 할 경우엔 보조배터리(-) 케이블을 차단하라.





- (6) 차를 견인시엔 그대로 견인하지 말고 통째로 싣거나 최소한 구동륜을 들어 올리고 견인한다.
- (7) READY\* 불이 점등된 상태에서 기어 시프트를 이리저리 옮기지 않는다.
- (8) 고전압 절연 장갑을 끼지 않은 상태에서 서비스 플러그를 당기지 않는다.
- (9) 엔진 키를 off 하기 전에 엔진오일을 교환하지 말 것.
- (10) 차에서 떠나기 전에 필히 주차위치에 놓는다. 엔진 소리가 들리지 않는다고 해도 키가 ON 상태에서는 연료가 없는 한은 시동이 걸리므로 자동차가 움직이게 된다.
- (11) 연료가 떨어지면 즉시 차를 정지시킨다. 만약 연료가 바닥이 나면 HV 배터리의 방전을 방지 하기위해 재 주입 까지는 운전하지 말라.

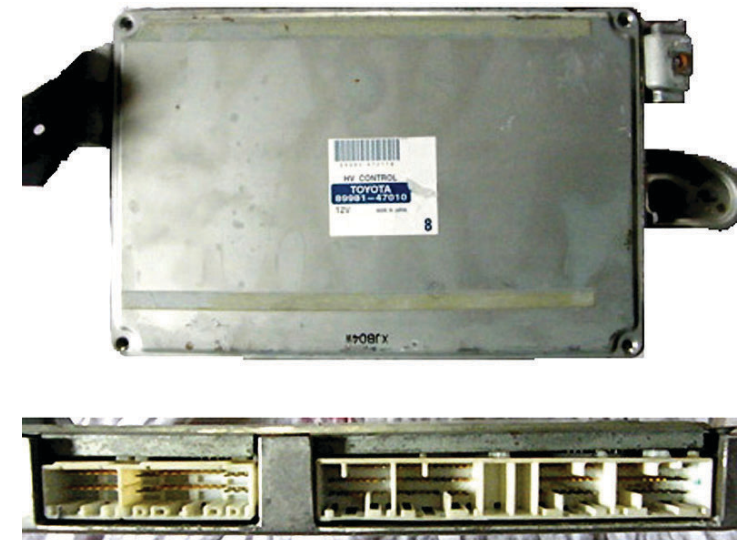
## 2. 하이브리드 시스템의 구성품 역할과 특징

### 1. 하이브리드 컴퓨터 (HV ECU)

HV ECU는 HV 배터리 충전상태(이하 SOC로 표시)의 정보를 기초로 하여 모터와 엔진의 요구 토크를 제어한다. 모터와 엔진 제어를 결정하는 요소는 아래와 같다.

- 변속위치
- 액셀러레이터 페달의 위치
- 차량 속도

엔진 ECU와 같이 각 커넥터의 번호는 1번부터 시작하여 계속 되다가 (빈자리도 번호에 포함됨) 다음 번호는 1번 옆에서 다시 시작하는 구조를 가진다. 실험결과 회로도나 실차 색상은 완벽하게 맞으며 주의할 점은 임피던스가 낮은 스코프의 경우 민감한 단자 측정시 경고등이 뜨면서 차가 주행이 안 되거나 가속이 안



(그림 Ⅲ-4) HV 콘트롤 유닛 (HCU)

되는 부작용이 있으므로 아무 단자나 측정하는 일은 없어야 한다. 이런 경우 전용 스캐너로 코드를 소거하지 않으면 큰 낭패를 당하므로 주의해야 한다. 특히 정지 상태에서 지속되는 반복 시동은 HV 배터리를 급격하게 약화시키며, 약 10 회 정도의 시동으로 인해 SOC가 20% 이하로 떨어지면 느낌표 경고등이 점등되면서 다시는 차가 꼼짝도 안하는 일이 발생한다. 이런 경우엔 어떤 방법으로도 엔진을 시동 할 수 없다. 시동이 되어야 감속운행 하면서 HV 배터리를 충전시킬 수 있는데, 전혀 움직이지 않으니 그 방법으로 충전도 불가능하다.

MG1과 MG2의 제어는 제동할 때 발전기능과 HV 배터리의 SOC를 기반으로 요구되는 엔진 토크를 제어한다. 이들 요소는 변속위치, 액셀러레이터가 얼마나 밟혔는지 여부와 차량속도에 의해 결정된다. HV ECU는 HV 배터리의 SOC와 배터리 상태(온도 등), MG1과 MG2의 온도를 모니터한다. 고전압으로부터 차량의 회로 차단을 확실하게 하기위해 HV ECU는 시스템 릴레이의 연결, 차단을 제어하는데, 만약 HV ECU가 하이브리드 시스템에서 고장을 감지하면, 이들 자료를 기반으로 메모리에 저장시킨다.

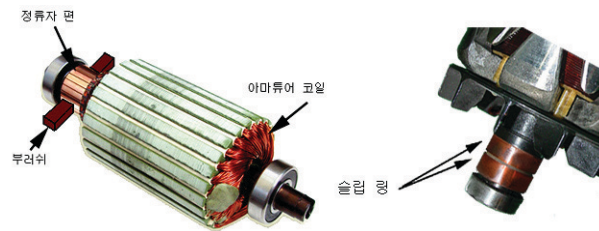


## 2. MG1 및 MG2 (Motor Generator 1 및 Motor Generator 2)

구동할 때엔 모터이고 제동할 때엔 발전기가 되므로 이름이 모터 제네레이터 앞 자를 따서 MG라고 한다. 교류로 작동되는 3상 유도모터이며 간단히는 자전거 발전기와 같이 회전자가 영구자석이고 스테이터는 코일로 되어서 모터 기능과 발전기 기능을 겸한다.

### (1) 모터의 기초상식

모터는 직류모터와 교류모터 두 가지가 있다. 통상적으로는 직류 모터는 아마튜어에 브러시와 정류자가 있고, 계자코일대신 스테이터 코일이라고 부르며 코일 방식도 있고 영구자석을 사용하기도 한다. 회전자를 아마튜어 또는 로우터로 바꿔 부르며 역시 코일로 된 것이 있는가 하면 영구자석으로 된 것도 있다. 하이브리드에서는 회전자인 로우터를 영구자석으로 쓴다.



(그림 Ⅲ-5) 정류자와 슬립링

코일이 자기장 (그게 영구자석이든 전기로 여자되는 스테이터 코일이든) 내에서 회전을 할 때 발생하는 전류는 교류지만 슬립링 대신 위 그림과 같이 한 개 코일의 끝과 끝으로 연결된 2조각으로 된 정류자편을 사용하면 코일이 회전하여 자리를 서로 바꾸어도 브러시는 항상 고정된 위치에서 정해진 코일과 접촉하므로 얻어지는 전류는 방향이 바뀌지 않는 직류가 되는 것이다. 그 반대로 외부에서 브러시를 통해 전기를 가하면 회전에 의해 자력선의 방향이 연속적으로 바뀌므로 지속적인 회전을 얻을 수 있다. 교류를 가해도 회전이 가능하다. 코일이 수 십 가닥으로 되어있다면 그 정류자 편도 비례하여 많아진다.

회전자의 브러시는 구리로 되어있고, 바깥 브러시는 탄소봉을 사용한다. 브러시

부분의 마찰을 없애기 위해 이곳에 구리스를 바르는 경우는 오히려 접촉불량이 발생한다. 정류자 극판 편수는 3극 이상이면 자연스럽게 돌아가는데. 다만 극수가 높을수록 효율이 다소 나아지고, 저속일 때 부드럽게 회전을 하므로 두 개 이상을 사용한다.

반면에 슬립링은 정류자와 달리 방향성이 정해진다. 슬립링을 사용하면 직류에서는 회전을 하지 못한다. 이를 간단히 정리하면 다음과 같다.

- ① 고정자 계자코일 + 아마튜어 (코일)회전자 + 정류자 = 직류, 교류 둘 다 회전, 직류 극성 바뀌어도 회전방향 동일. 상황에 따라 아마튜어 회전자가 약한 자력을 가지고 있으면 직류 자여자 발전기도 되며, 모터로는 직권전동기라고 하여 일명 유니버설 모터라고 부른다.
- ② 고정자 영구자석 + 아마튜어 (코일)회전자 + 정류자 = 직류, 교류에서 회전, 직류극성 바뀌면 회전방향 변환 (스타팅 모터, 와이퍼 모터). 단상교류에서는 초기 회전력 방향으로 변환됨
- ③ 고정자 스테이터 코일 + 원통 철심형 로우터 회전자 = 교류에서만 회전. 회전방향 불변 (선풍기 모터)
- ④ 고정자 영구자석 + 원통 철심형 로우터 회전자 = 고철 = 엇가락
- ⑤ 고정자 스테이터 코일 + 로우터(코일)회전자 + 슬립링 = 교류에서만 회전하며 타여자로 발전가능 (자동차 발전기)
- ⑥ 고정자 영구자석 + 로우터(코일)회전자 + 슬립링 = 교류에서만 회전하며 발전가능
- ⑦ 고정자 스테이터 코일 + 영구자석 로우터 회전자 = 교류에서만 회전. 발전가능하며 회전방향 변환이 가능. 하이브리드 MG1, MG2가 이에 해당함 (자전거 발전기)