

# 전기 및 연료전지자동차용 DPH 난방장치개발연구

노 홍 구<sup>†</sup>, 임 경 빈<sup>\*</sup>, 노 중 호<sup>\*\*</sup>, 이 영 기<sup>\*\*</sup>, 고 준 빈<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>, \*한밭대학교, <sup>†</sup>, \*\* (주)하이드로메틱스

## Heat Transfer Characteristics of DPH(Dual Pack Heater) in Electric and Fuel Cell(FC) Car

<sup>†</sup>Hongkoo Roh, <sup>\*</sup>Kyungbin Lim, <sup>\*\*</sup>Jong-Ho Noh, <sup>\*\*</sup>Youngki Lee, <sup>\*</sup>Junbin Ko

**ABSTRACT** : The study aims to analyzed and identify the heat transfer characteristics of heating unit for car using experimental method in order to design DPH. The temperature comparison processes were done with various experimental conditions. In addition, the optimal conditions of DPH design were proposed as field test in real car, hot air flow, transient situation.

**Key words:** DPH(Dual Pack Heater), HVAC, Heating Unit, Heat Transfer

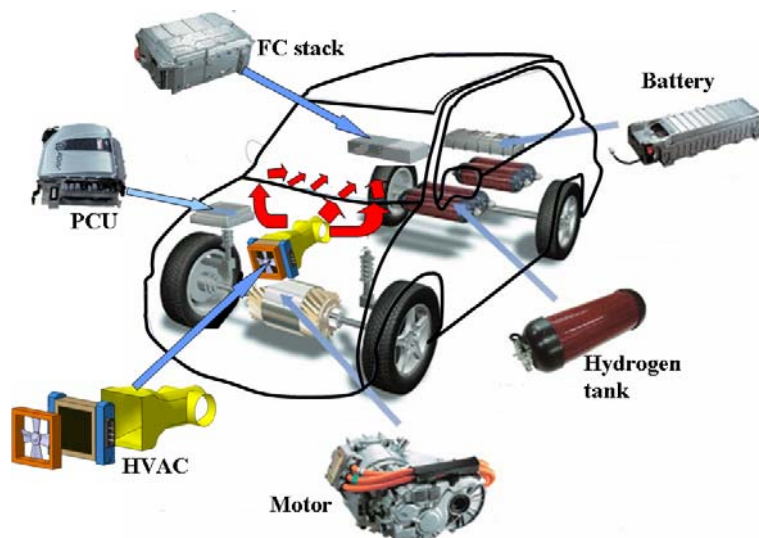


Fig. 1 FC car with various units

### 1. 서론

근자에, 고유가와 환경문제가 겹쳐 내연기관용 자동차를 대체할 친환경 자동차 즉, 전기자동차 혹은 연료전지자동차가 실용화 개발되는 추세가 역력하다. Fig. 1에서 보이는 바와 같이, 전기자동차 혹은 연료전지 자동차는 발전된 전기에너지를 차의 수송동

력에너지를 전환하는 장치(수소탱크, 배터리, 연료전지스택, 전기모터 등)가 차에 장착 되게된다. 이러한 장치들의 조합으로 전기동력원을 이용하여 차를 주행할 수 있게 된다. 현재, 이러한 장치의 개발은 순조롭게 개발이 진행되고, 실용화를 거쳐 상용화하는 단계에 이르고 있다. 그러나 차실내를

난방하는 난방장치는 아직 별다른 대안이 부족한 실정이다. 전기자동차 혹은 연료전지자동차에서는 내연기관 자동차와는 달리 엔진열이 없기 때문에 발전된 전기를 이용하여 실내를 난방하는 전기히팅장치가 별도로 필요하게 된다. 현재, 전기자동차 혹은 연료전지자동차용 난방장치로 피티씨 히터가 고려되고 있으나, 이것은 난방성능이 낮아 적절치 못하다. 그러므로 본 연구에서는 전기자동차 혹은 연료전지자동차용 난방장치로 유도가열원리를 이용하는 DPH(Dual Pack Heater)를 HVAC내에 설치하는 히팅 유닛(heating unit)를 개발하고자 한다. DPH개발은 이번이 시초가 되므로 많은 개발애로가 따르지만, 성공적인 개발완료가 되면 피티씨 히터보다 난방성능이 우수할 것으로 예측된다. 따라서 본 연구에서는 실험적기법으로 DPH의 방열특성을 평가하고자 한다. 이를 위해, 케이스별 실험과 조건별 연구를 수행한다. 첫 번째 경우로서 DPH의 전압별 온도측정을 수행하여 히터의 온도차 및 출구온도 등을 조사한다. 이어서 DPH를 차량에 탑재하여 실내온도 및 히팅업 등을 조사하고 또한 히터 방열량변화에 따른 DPH의 열유동을 조사하여 DPH의 열유동 특성을 조사평가하게 된다.

DPH는 Fig. 2에 보이는 바와 같이, 전원부(Electric part), 유도가열부(Insert part) 및 발열부(Heating cells)로 구성되어 있다. 연료전지시스템으로부터 발전된 DC전원이 DPH의 전원부에서 고주파 AC전원으로 변환되고, 유도가열부에서 유도전류가 발생하게 된다. 이 유도전류는 발열부의 하니콤 모양의 히팅셀에 유기되어 비로소 발열이 발생하게 된다. 이 하니콤 모양은 유도전류가 고르게 발생되어 균일한 발열이 이루어지도록 하고자하는 구조이다. DPH의 앞쪽에는 팬이 부착되어 히팅셀에 공기를 공급하게 되고, 히팅셀을 지나면서 핫에어로 열교환되며 DPH의 뒤쪽에 달린 에어 덕트를 지나 차량실내로 유입되어 차량을 난방하게 된다. 이와 같이 유도가열원리를 이용하여 차량실내를 난방하는 DPH는 그 구조 및 유도전류 형성 등이 중요한 변수가 되며 그것이 난방성능의 중요한 인자들이 된다. 본 연구에서는 DPH를 제작하여 입력전압에 의한 발열량변화에 따른 온도변화를 체크함으로써 DPH 자체성능평가 및 실제차량탑재 평가함으로써 DPH의 기준 설계데이터를 얻고자 한다.

## 2. DPH의 형상구조

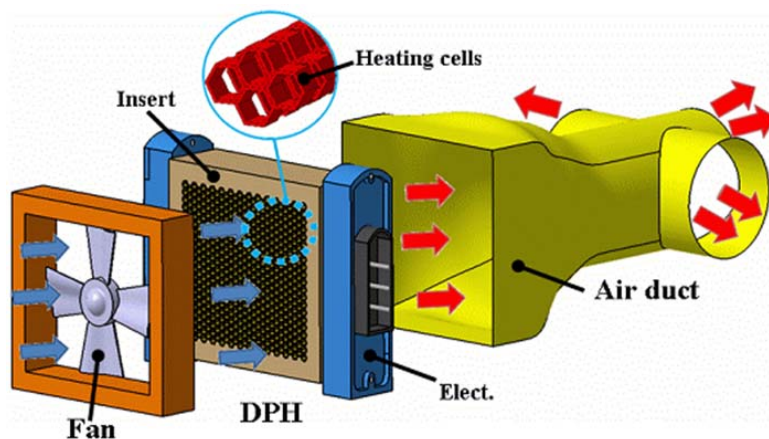
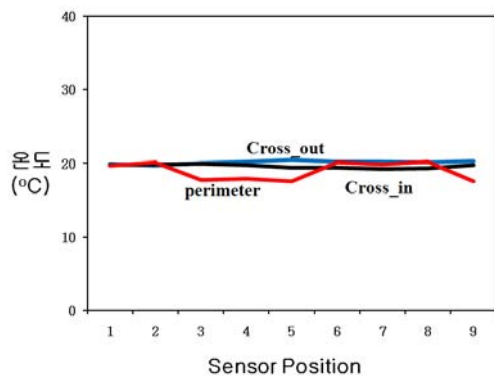


Fig. 2 Schematic of DPH

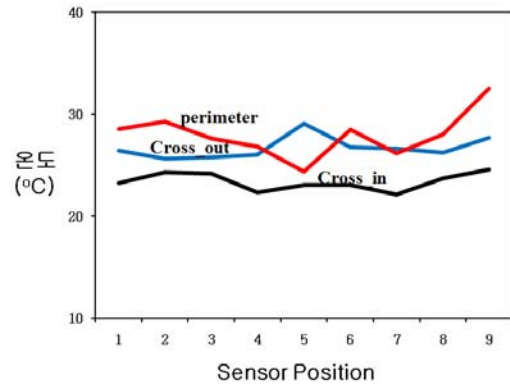
### 3. 연구결과 및 고찰

Fig. 3은 DPH의 온도특성을 조사한 그래프를 정리한 것이다. 그래프에서 Perimeter, Cross\_in 및 Cross\_out은 각각 DPH의 둘레부위, 단면 내 허니컴 격자입구부위 및 단면내 허니컴 격자출구부위에 해당된다. 이 각부위에 열전대를 부착하고 발열시키고, 송풍팬으로 DPH를 열교환시키면서 온도측정을 실시하였다. 그래프의 열전대센서위치는 총 9군데를 위치하였으며, 발열량을 25W, 100W, 210W 및 380W로 증가시키면서 온도분포의 경향을 알고자 하였다. 그림에 나타난 바와 같이, 25W에서는 Perimeter, Cross\_in 및 Cross\_out의 각 부위가 온도분포의 변화가 20°C 내외로 그다지 크지 않다. 그러다, 발열량이 점차적으로 증가하면서 각 부위의 온도가 벌어지기 시

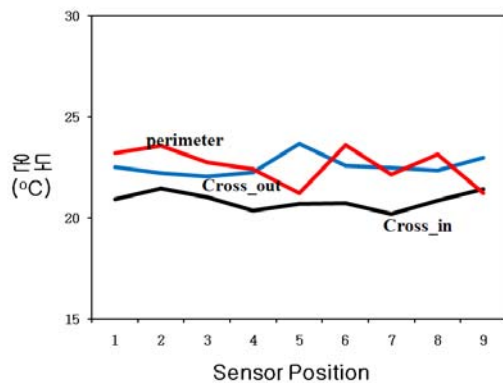
작한다. 이는 유도전류가 야기되는 주요 부위인 Perimeter가 가장 큰 발열이 일어남을 알 수 있으며, DPH의 구리재료를 타고 전열이 일어나면서, Cross\_in 및 Cross\_out으로 전도되고 있음을 보여준다. Perimeter가 발열원이 일어나는 곳이므로 온도분포의 편차가 다소 커지고 있다. 이에 비해, Cross\_in 및 Cross\_out은 온도분포의 편차가 크지는 않으나 입구에 해당하는 Cross\_in 부위의 온도분포가 출구인 Cross\_out 부위의 온도분포보다 최소 2°C에서 최대 5°C까지 격차를 나타냄을 볼 수 있다. 380W에서 Cross\_out 부위의 온도분포를 살펴보면, 30 ~ 38°C 정도의 온도분포를 나타내므로, 대략 난방류의 온도가 30°C로 열교환 될 것으로 본 그래프를 통해 추정할 수 있다.



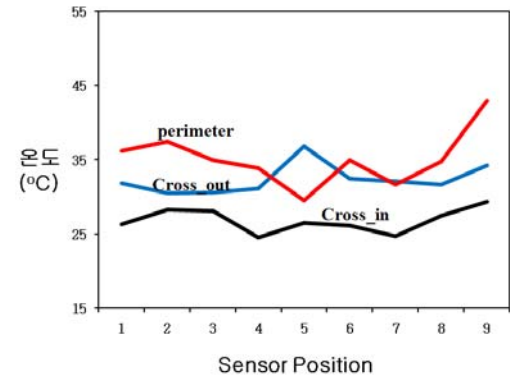
(a) 25W



(c) 210W



(b) 100W

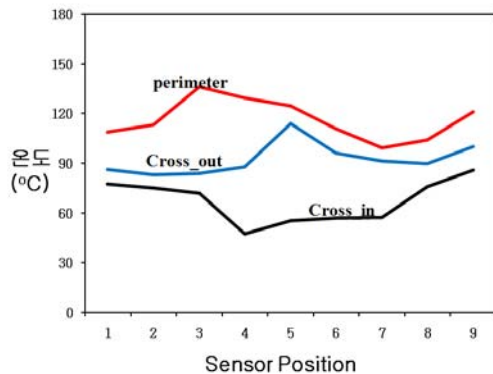


(d) 380W

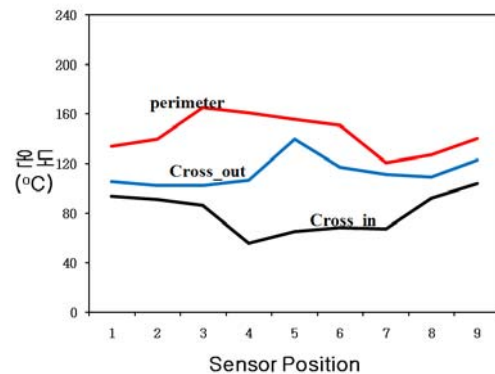
Fig. 3 Temperature distributions in DPH

상기의 DPH 온도특성은 자동차에 실제로 DPH를 장착한 것에 따라 달라질 수 있다. 따라서 DPH 차량탑재실험을 실시하고 온도측정한 후, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 발열량도 실제에 해당하는 1.9kW ~ 3.4kW까지 증가시켰다. 그래프에 나타낸 각종 표시는 이전의 Fig. 3과 동일하다. 즉, Fig. 3에서는 DPH 단품을 온도테스트하고, 이어서 이 DPH를 그대로 차량에 탑재시켰다. Fig. 4에 보이는 바와 같이, Perimeter, Cross\_in 및 Cross\_out의 온도분포 경향은 대체적으로 발열량의 변화에 따라 유사한 경향을 보인다. 이는 발열량이 이전의 1kW 이상을 초과하면 더 이상의 온도분포변화는 달라지지 않고, 다만 온도크기의 변화만 생기고 있음을 표시하고 있다. 그러므로 DPH에 온도분포는 대략 Fig. 4와 같은 경향을 항상 나타냄을 감안하여 DPH제작시 재료

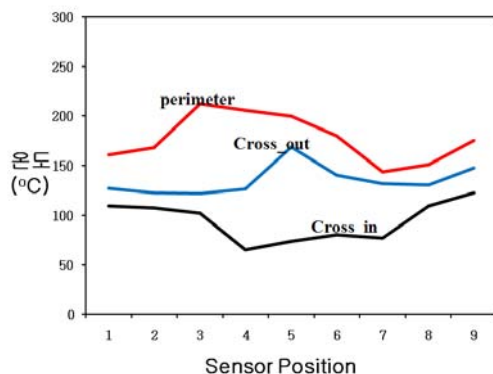
선정 등에 반영하면 될 것이다. 발열량이 대략 500~600W 정도 증가하면, DPH 온도가 50~60°C 정도 증가함을 보인다. 본 연구의 타겟인 3kW에서 Perimeter, Cross\_in 및 Cross\_out의 온도분포는 각각 110 ~ 170°C, 60~90°C 및 100~140°C의 온도분포를 나타낸다. DPH는 세라믹재 및 내부금속이므로 최고 고온인 170°C에도 내열성이 있으므로 안전하며, 송풍난방정도가 100~140°C의 Cross\_out 부위온도이하이므로 대략 난방공기온도는 70 ~ 80°C 정도가 될 것으로 예측되며, 이 정도면 차량실내 난방으로는 적정할 것으로 사료된다. 추가로 발열량을 3.4kW까지 좀 더 증가시키면, 150~200°C의 Cross\_out 부위온도이하이므로 대략 난방공기온도는 120~180°C 정도가 될 것으로 예측되며, 이 정도면 한겨울 강력-퀵 차량실내 난방이 될 수 있을 것으로 기대된다.



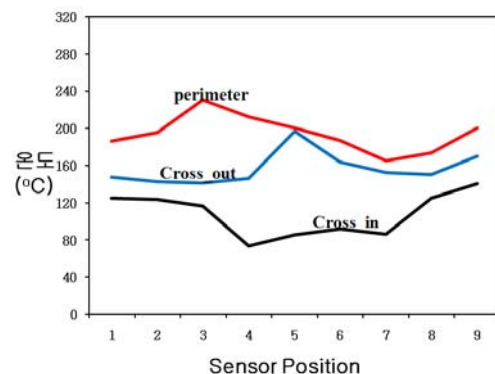
(a) 1,900W



(c) 3,000W



(b) 2,400W



(d) 3,400W

Fig. 4 Temperature distributions of DPH in real car field test

본 연구의 DPH는 차량난방용이므로 DPH를 송풍-열교환된 난방공기의 온도변화가 가장 중요한 팩터가 됨은 주지의 사실이다. 따라서 상기의 DPH 실험이후, 최종 난방공기의 발열량증가에 따른 온도변화를 실험하여 Fig. 5에 나타내었다. 발열량은 590W에서 최대 3.4kW까지 증가시켰다. Fig. 5에서 차량외부온도가 10 ~ 14°C로 그다지 큰 변화가 없는 상태에서, 난방공기온도가 선형적으로 증가세를 보인다. 그래프내에 표시한 바와 같이, 3kW에서는 난방공기온도가 대략, 55°C가 되며, 3.4kW에서는 65°C가 됨을 보인다. 차량난방은 대략 50°C 이상이 되면, 우수하므로 이 정도의 난방성능이면 현재의 개발 DPH가 우수한 난방성능을 가짐을 알 수 있다. 그러나, 한랭지방에서는 쿼-고온난방이 추가되어야 하므로 3.4kW 이상의 발열량이 부스트업의 개념으로 다소 필요할 수 있다. Fig. 6에서는 DPH의 초기 시동성을 알아보기 위한 실험이었다. 자동차가 초기시동시 충분한 난방열을 얻기 위해 소요되는 시간을 조사하기 위함이다. 따라서 DPH의 시간에 따른 온도변화를 추적하여 그래프에 나타내었다. Fig. 6에서 보듯이, 초기 시동후, 대략 30초 내외에서 DPH의 평균온도가 정상상태에 도달함을 보이고 있다. 따라서 본 DPH는 시동성이 우수함을 알 수 있다.

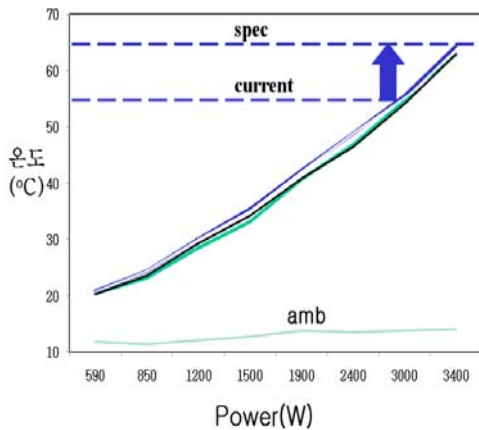


Fig. 5 Hot air of car

#### 4. 결 론

전원부(Electric part), 유도가열부(Insert part) 및 발열부(Heating cells)로 구성된 DPH의 여러 온도특성실험이 수행되었다. DPH의 단품실험, 차량탑재실험, 난방공기 온도실험 및 초기시동성실험이 실시되었다. 결과적으로, Perimeter 온도분포의 편차가 다소 크며, Cross\_in 및 Cross\_out는 온도분포의 편차가 크지는 않으나 입구에 해당하는 Cross\_in 부위의 온도분포가 출구인 Cross\_out 부위의 온도분포보다 최소 2°C에서 최대 5°C까지 격차를 나타내었고, 발열량이 클 경우에, Perimeter, Cross\_in 및 Cross\_out에서 대체적으로 발열량의 변화에 따라 유사한 온도변화경향을 보였다. 3kW에서 난방공기온도가 대략, 55°C가 되며, 3.4kW에서는 65°C가 됨을 보이며, 초기 시동후, 대략 30초 내외에서 DPH의 평균온도가 정상상태에 도달함을 보였다.

#### 참 고 문 헌

1. 노홍구, 임경빈, 열전달, 보성각, 2008
2. 하이드로메틱스, 수송용 3kW급 DPH HVAC장치 부품개발, 사업계획서, 2008

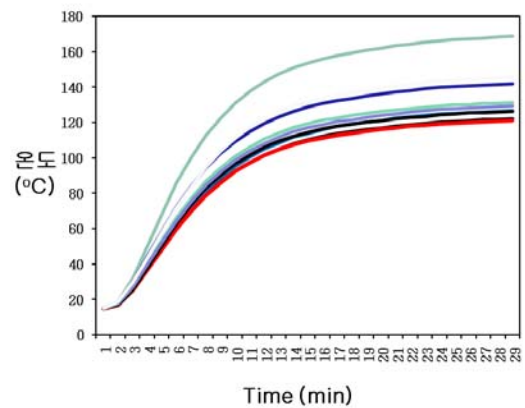


Fig. 6 Transient characteristics of DPH