

지능형 공기유입 제어 장치 개발

신용석¹⁾ 박정길¹⁾ 김현수¹⁾ 구준모¹⁾ 오민혁¹⁾ 김인철²⁾
현대자동차¹⁾ · 현대모비스²⁾

Development of the ACTIVE AIR FLAP

Yong Seok Shin¹⁾ · Jeong Gil Park¹⁾ Hun Soo Kim¹⁾ Jun Mo Ku¹⁾ Min Hyuk Oh¹⁾ · In Cheol Kim²⁾

¹⁾ Hyundai Motors Research & Development Division, 772-1 Jangduk-Dong, Hwaseong-Si, Gyeonggi-Do, Korea

²⁾ Hyundai Mobis, 80-9, Mabook-Dong, Giheung-Gu, Yongin-Si, Gyeonggi-Do, Korea

Abstract : Active Air Flap System is located behind of Radiator Grille. And this system has flaps which open and shut for indraft of air. According to indraft air, Engine is cooled. Active Air Flap System receives vehicle information(cooling water temperature, A/C refrigerant pressure, etc) and work opening and shutting for Engine cooling. Active air flap system is good for fuel efficiency, heating efficiency and waste gas reduction.

Key words : Air-Flow (공기 흐름), FLAP, Fuel-Consumption (연비), Cooling (냉각), Draft Coefficient (공력계수),

1. 서 론

경기 침체와 정부의 환경규제 정책, 여기에 하이브리드 차 출시로 자동차 연비 대한 관심이 어느 때 보다 높아지고 있다. 국내에서는 2012년부터 자동차는 휘발유 1리터로 17km 이상 주행해야 하며, 온실가스는 km당 140g 이하로 배출해야 한다. 2012년부터 2015년까지 단계적으로 적용하며, 이는 미국보다 높은 수준이다. 여기에서는 차량상태(냉각수 온도, A/C 냉매압 등)에 따라 개폐 가능한 Flap으로 외부 공기 유입/차단을 하여 공기 저

항 감소로 인한 연비 개선, 엔진 냉간 작동 시간 단축을 통한 난방 성능 개선 그리고 신속한 엔진 워밍업으로 배기가스 개선에 효과적인 지능형 공기유입 장치를 소개하고자 한다

2. 본 론

2.1 작동 개요

지능형 공기유입 장치는 BMW에서 2004년부터 적용하기 시작하였으며 현재 전차종에 확대 적용중이며 AUDI, BENZ 등 타 경쟁사에서도 적용 예정이다. 지능형 공기유입 장치는 차량상태(냉각수온, A/C 냉매압 등)에 따라 아래 그림과 같이 작동한다

* 신용석, E-mail: shinsy@hyundai.com.

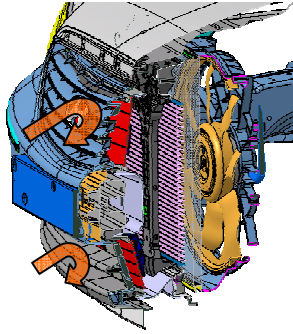


Fig. 1 close 상태

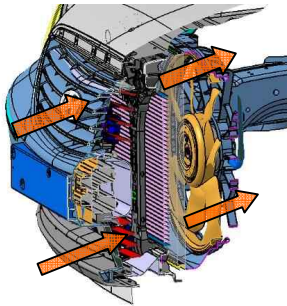


Fig. 2 open 상태

그림에서와 같이 차량 냉각이 필요할 시 지능형 공기유입 장치의 FLAP이 OPEN 되어 차량 냉각을 시켜주고 냉각수가 적정온도까지 냉각되면 FLAP이 CLOSE된다. 일반적인 차량에서 지능형 공기유입 장치의 작동 제어 개념은 아래 그림과 같다

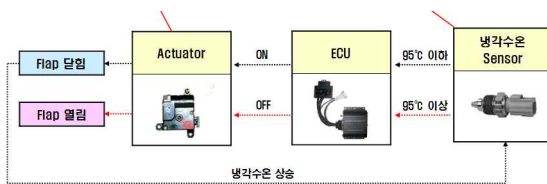


Fig. 3 작동 제어도

윗그림에서와 같이 지능형 공기유입 장치가 ECU에서 냉각수온 정보를 받아 냉각수온이 기준점 이상으로 상승하면 FLAP을 OPEN시켜 외부 공기유입으로 냉각수온을 낮추어 준다. 일반적인 차량은 지능형 공기유입 장치 작동 제어인자가 냉각수온, 냉각 팬 작동유무 등으로 인자 수가 적으나 하이브리드 차량의 경우는 이외에도 ISG인버터온도, 모터인버터온도 등 작동제어인자수가

늘어난다

2.2 지능형 공기유입 장치 효과

2.2.1 공력성능 개선

차량주행에 필요한 에너지 소모는 내연기관의 연료에서 비롯되며 내연기관의 열효율은 최대 40% 이내 수준이며 실제적으로 구동력으로 전달되는 에너지는 전체 에너지의 20% 정도 수준이다. 결국 에너지 손실 저감을 제어하기 위해서는 차량 내부에서 변환되는 에너지 변환과정의 효율을 증대하는 것과 차량이 주행하는데서 발생하는 저항력을 감소시키는 2가지 방법이 있다. 주행저항에는 구름저항, 공기저항, 등판저항, 가속저항등이 있는데 지능형 공기유입 장치는 이 중에서 공기저항을 감소시키는 역할을 한다. 다시 말해 공기저항계수(cd값)을 낮추어 차량 연비를 개선하는 역할을 한다.

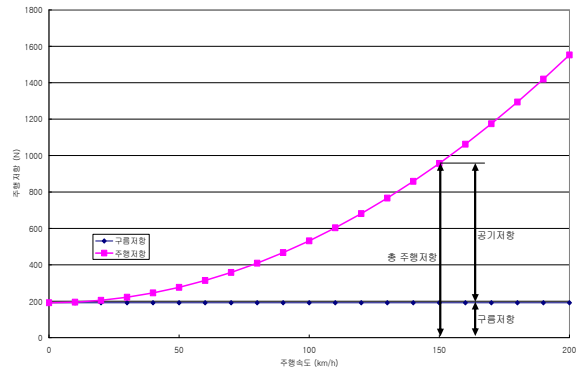


Fig. 4 속도에 따른 주행저항

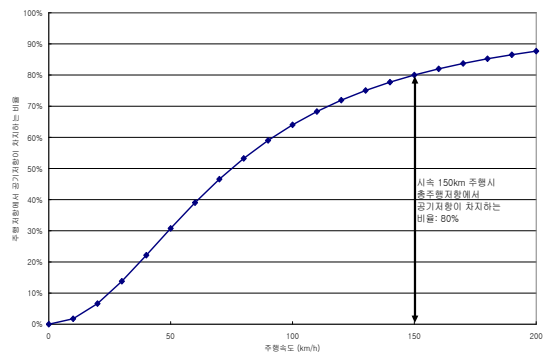


Fig. 5 정속주행시 공기저항 비율

Fig.4는 1,500kg 차량기준으로 속도에 따른 주행저항을 나타내었으며 Fig.5는 정속주행시 주행저항에서 공기저항이 차지하는 비율을 나타내었

다
속도 증가에 따라 주행저항은 급속도로 증가되며 정속주행시 고속일수록 공기저항이 점점 커지는 것을 알 수 있다(시속 150km 주행시 총주행저항에서 공기저항이 차지하는 비율 : 80%) 이와 같이 고속주행에서 Cd값을 낮추면 연비개선 효과가 더욱 크다는 것을 알 수 있다
지능형 공기유입 장치를 장착한 차량을 공력시험을 실시하여 약 5%의 공력 개선값을 얻었다.

2.2.2 난방성능 개선

지능형 공기유입 장치 장착 차량에서는 차량상태(냉각수온 등)에 따라 FLAP을 OPEN/CLOSE 시킬 수 있다. 이에 따라 겨울철 시동 시 FLAP을 CLOSE 시켜 엔진 냉간 작동 시간 단축시킬 수 있고 이를 통한 난방 성능을 개선할 수 있다

또한 이러한 신속한 엔진 워밍업으로 배기가스를 줄일 수 있다

지능형 공기유입 장치가 차량 전방에 위치하기 때문에 냉각 면적이 축소되므로 적절한 FLAP의 제어 로직 설정을 위한 적정 개폐 시점이 매우 중요하다. 냉각 성능 문제점 파악을 위해 고속도로 및 등판로 실차 주행 시험을 실시하였고 난방성능 효과를 파악하기 위해 저온 챔버를 이용하여 실차 시험을 실시하였다

시험 항목		외기온 (℃)	주행 조건			시험지
			차속 (KPH)	ENG RPM	변속 조건	
냉각 시험	고속 주행	20	90	3200	3단	영동 고속도로
	등판 주행	20	40	4000	1단	강릉→ 대관령
난방 시험	IDLE	-15	-	650	-	저온 챔버
	Warm- Up	-15	-	2000	-	

Table 1 냉난방 시험 조건

냉각 시험 결과, 고속주행 및 시가지주행 시 Flap은 대부분 닫힌 상태를 유지하였다.
ACTIVE AIR FLAP적용 차량의 고속도로 주행 시 Base차량 대비 냉각수온이 약 5~7℃ 상승하였으

나 FLAP의 OPEN 조건(Fan의 High 구동 조건)에는 도달하지 않아 FLAP이 Close 상태를 유지하였다.

4000rpm 등판 조건에서는 냉각수온 상승으로 FLAP이 OPEN조건이 발생되었으며, FLAP OPEN 이후에는 냉각수온이 하강하여, 안정되는 양상을 가졌다.

등판시 각 부분의 온도 상승에 의해 Flap Open 조건이 발생되었으며Open 이후에는 온도가 하강/안정화됨을 알 수 있다.

또한 하강 안정화 이후는 Base 대비 큰 차이를 보이지 않았다.

지능형 공기유입 장치가 적용된 차량의 Idle 조건에서 난방 성능은 미적용 차량 대비 약 2℃ 향상되었다. 또한 Warm-Up 조건에서의 난방 성능은 Idle 조건보다, 냉각수온 상승 속도가 빠르며 15분 시점에서 약 3℃의 성능 향상 효과를 보임을 시험을 통해 알 수 있다.

4. 결론

지능형 공기유입 장치는 차량 전방(범퍼 그릴 후면 및 범퍼 INTAKE HOLE 후면)에 개폐가 가능한 Flap을 설치하여 엔진 냉각을 위한 외기의 유입 제어를 통하여 연비 개선 및 난방 성능을 개선하는 SYSTEM이다

실차 풍동 실험과 주행 및 난방 시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 공력개선을 통한 연비 개선 성능 검증 완료
- (2) 엔진 냉간 작동 시간 단축을 통한 난방 성능 개선
- (3) 신속한 엔진 워밍업으로 배기가스 개선

References

- 1) Y.S. Shin, "Development of the ACTIVE AIR FLAP", 17th Journal of Automotive Engineering, 2009, Hyundai Kia Motors Corporate Research & Development Division