

차량 엔진룸내 부품 냉각용 덕트 개발을 위한 실험

이석영[†]

인하공업전문대학 기계과

(2018년 11월 6일 접수, 2018년 12월 3일 수정, 2018년 12월 5일 채택)

Experiment for Duct Development to Cool Components in Vehicle Engine Room

Suk Young Lee[†]

Department of Mechanical Engineering, Inha Technical College

(Received 6 November 2018, Revised 3 December 2018, Accepted 5 December 2018)

요 약

자동차 엔진룸내 부품의 내구성 향상을 위하여 냉각 가능성을 판단하고자 발전기, 배터리, ECU 및 파워스틸 오일 등 4가지 부품을 목표로 흡입공기를 사용한 냉각용 덕트를 설치하여 부품에 대한 공랭효과를 향상시키기 위한 실험을 수행하였다. 실험 결과, 전반적으로 부품 온도가 저감되었으며 감소된 온도 차이는 발전기, ECU, 파워스틸 오일 및 배터리 순으로 크게 나타났다. 이러한 부품에 따른 온도 차이를 개선하기 위해서는 차후에 덕트 내부에 대한 유동해석을 통한 최적화 설계가 필요하다고 판단된다.

주요어 : 엔진룸, 냉각용 덕트, 부품 온도, 실험

Abstract - In order to improve the durability of components in the vehicle engine room, an experiment to improve the air cooling effect of components by installing a cooling duct using intake air aiming at four components, such as generator, battery, ECU and power steel oil, Respectively, experimental results show that the overall component temperature has been reduced, and the reduced temperature difference is in the order of generator, ECU, power steel oil and battery. In order to improve the temperature difference due to these components, it is necessary to optimize the design through the flow analysis in the duct in the future.

Key words : Engine room, Cooling duct, Component temperature, Experiment

1. 서론

자동차 엔진에서 발생하는 열을 효과적으로 유지하기 위한 방법은 1890년대 자동차의 내연기관이 발명된 수냉식 냉각방법이 유일하다. 과거 전자식이 아닌 기화기(Carburator)방식의 경우 자동차의 온도제어를 적절하게 할 수 없기 때문에 엔진의 과열로 인한 오버히트(Overheat)이 자주 발생하였다. 그러나 엔진의 제어가 전자식(ECU, Electronic Control

Unit)으로 바뀌고 내연기관에서 수냉의 효과를 높이는 다양한 기술들이 개발되면서 엔진과열로 인한 문제는 센서와 기계적 결합에 국한되고 있다. 한편, 국내의 자동차 메이커는 글로벌 브랜드로서 세계의 모든 지역으로 수출되고 있는 가운데 특히 열대의 기후를 가진 지역이나 온난화로 인하여 하절기가 평균기온이 35℃를 상회하는 기후상황에서 엔진룸 내부 온도의 급격한 상승은 비록 엔진룸의 부품들이 100℃를 견딜 수 있는 조건으로 제작되어 진다고 하더라도 지속적으로 고온에 노출되는 상황은 부품의 수명과 그 기능을 단축시키는 결과를 초래할 수 있다. 따라서, 엔진룸의 주요 부품의 온도를

[†]To whom corresponding should be addressed.
Tel : 032-870-2131 E-mail: sylee@inhac.ac.kr

적당하게 낮추는 효과로 자동차에서 엔진과 관계된 부품과 엔진룸에 있는 부품의 성능이 상당히 개선될 수 있는 효과가 있다. 그러나 엔진의 수냉식 냉각 방식은 엔진룸내 부품들을 동시에 냉각시키지 못하기 때문에 엔진룸내 주요 부품의 냉각을 위한 다른 수단이 필요한 것은 사실이다. 즉, 엔진룸의 주요부품의 온도를 낮출 수 있는 기술개발은 매우 의미 있다고 판단된다.⁽¹⁾ 엔진룸 냉각 성능을 향상시키기 위한 연구들이 여러 연구자들에 의해 수행되었다. Oh 등⁽²⁾은 전산유체역학을 이용하여 엔진룸의 열 및 유동장을 해석하였으며, Lee⁽³⁾는 엔진룸 정선블록에 대한 열유동 시뮬레이션을 개발하여 부하 위치에 따른 온도상승 및 온도분포를 확인하였다. Lee⁽⁴⁾등은 엔진룸 내부의 강제대류 및 방사열을 고려한 전산해석과 실험을 통해 엔진 부품의 열유동 형태와 온도변화에 따른 데이터를 획득하였다. Katoh⁽⁵⁾는 3차원 열유동 해석을 통해 엔진부품 냉각 향상 방안을 연구하였으며, Lyu 등⁽⁶⁾은 엔진룸 내부에서 평균유동과 차량의 전면부 개방면적에 대한 수치해석을 수행하였다. 본 연구에서는 엔진이 있는 공간인 엔진룸에서 온도제어가 이루어지지 않는 주요부품 중에서 온도제어가 비교적 용이한 발전기, 배터리, ECU 및 파워스티어링 오일 등 4가지 부품을 목표로 공랭효과를 향상시켜 온도를 감소시키기 위한 차량 엔진룸 냉각용 덕트에 대한 실험을 수행하고자 한다.

2. 실험

2-1. 실험장치

자동차 엔진룸 부품 냉각의 온도측정을 위해 Fig. 1과 같이 인하공업전문대학 자동차 성능실습실에 설치된 풍속공급장치, 온도측정장치 및 운전제어장치를 포함한 샤시다이노미 시스템으로 실험을 진행하였다. 본 실험에서 다루게 될 엔진룸내 냉각대상 부품 4가지를 Fig. 2에서 소개하고 있으며, 이러한 4가지 부품을 냉각한 덕트를 제작한 후 엔진룸에 설치한 사진을 Fig. 3에서 보여주고 있고 Table 1은 덕트에 대한 제원을 소개하고 있다. 차량이 60km/h의 속도로 달리면서 생성되는 공기흐름을 모사하기 위해 Fig. 4와 같이 노즐의 직경이 0.48m, 송풍량이 181m³/min인 송풍기를 설치하여 풍속을 유지시켰다. 실험에서 유속에 대한 측정은 MKS사의 220 Baraton 센서를 사용하였으며 취득된 데이터의 측정과 처리는 NI사의 PCI-6110 보드와 LbVIEW 프로그램을 사용하였다. 또한, 샤시다이노미 장치를 통하여 실험차량 전류에 60km/h 차량의 속도와 동일한 부하를 동작시켰다. Fig. 5는 4가지 부품에 대한 온도감지센서를 부착한 상태를 보여주며, 부품 1

개당 4개 센서를 분산시켜 설치하고 4개의 측정값에 대한 평균치를 실험 데이터로 취득하였다. 실험 대상 차량은 H사 승용형 디젤차량을 사용하였고 엔진에 대한 제원은 Table 2과 같다.



Fig. 1 Experimental apparatus



Fig. 2. Components for cooling in engine room



Fig. 3. Duct for cooling the components in engine room



Fig. 4. Air supply device and chassis dynamo system

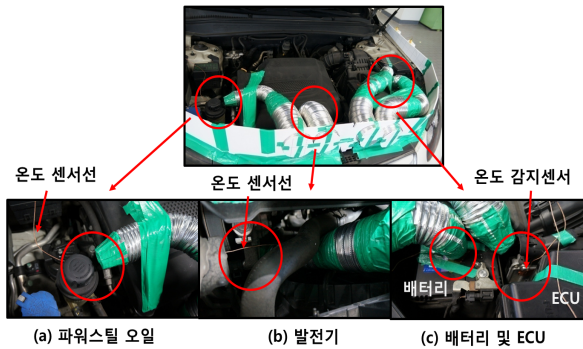


Fig. 5. Temperature sensor for measuring temperature of components

Table 2. Engine specifications

Injection Type	Direct Injection
Induction Type	Turbo Charger
Displacement Volume(cc)	1,991
Bore × Stroke(mm)	83 × 92
Compression Ratio	18.5
EVO/EVC	BBDC 45°/ATDC 30
IVO/IVC	BTDC 30°/ABDC 45°
Max. Torque(N·m)	255 at 2,000rpm
Max. Power(kW)	80.9 at 4,000rpm



Fig. 6. Experiment through driving using chassis dynamo system

Table 1. Specifications of cooling duct 단위 : mm

구분	발전기	ECU	배터리	파워스틸 오일
흡입구	100	100	100	100
배출구 (노즐)	50	50	50	50
길이	750	800	1,050	600

2-2. 실험조건 및 방법

엔진룸내 4가지 구성부품에 대하여 온도를 측정하기 전에 냉각상태의 차량으로부터 1시간 동안 60km/h의 속도로 Fig. 6과 같은 샤시다이노 시스템을 사용하여 차량 구동시켜 예열운전이 되도록 하였다. 예열이 완료된 후에 엔진 냉각수 온도가 91 ~ 95 °C로 유지되는 조건에서 부품의 온도를 측정하였으며, 측정간격은 1, 3, 5, 7, 10, 15분으로 하였다. 실험실내 온도는 항온기를 사용하여 15°C를 유지하였으며 비 냉각 및 냉각 실험실시 여부에 따라 덕트 흡기구 봉쇄 여부에 대한 조치를 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

차량의 속도가 60km/h로 유지되도록 샤시다이노 장치 사용하여 실제와 유사하게 모사하면서 엔진룸 내부에서 냉각대상 부품 4가지에 해당되는 발전기, ECU, 배터리, 파워스틸 오일에 대한 냉각 가능성 여부를 판단하기 위하여, 냉각용 덕트를 설치하여 실험한 결과를 분석하면 다음과 같다. 실험 결과, 전반적으로 온도저감 효과를 거두었으며 부품별로 측정된 온도값을 Table 3과 Fig. 7과 8에서 보여주고 있다. 전반적인 부품 온도는 파워스틸 오일, 발전기, ECU 및 배터리 순으로 높게 나타났는데 온도의 차이는 엔진과 연계된 부품 기능과 연관성이 있다고 추측이 된다. 또한, Fig. 7에서 측정시간이 지나감에 따라서도 온도 변화가 거의 없는 것을 확인할 수 있는데 이는 엔진에 대한 예열이 충분한 것으로 사료된다. Fig. 8은 외부 공기가 덕트를 통하여 부품을 냉각할 때 냉각된 부품의 측정 온도이며 시간이 지남에 따라 냉각효과가 증대되는 경향을 보인다. Fig. 9는 비 냉각과 냉각 조건에서 측정된 부품의 온도에 대한 차이를 계산한 온도 감소치로서 발전기, ECU, 파워스틸 오일 및 배터리 순으로 커짐을 알 수 있다. 이러한 경향은 상대적으로

Table 3. Component temperature measured by experiment
단위 : °C

구분	시간(min)	발전기	ECU	배터리	파워스틸 오일
비냉각	1	51.6	28.4	21.8	64.9
	3	51.9	28.7	22	65.6
	5	52	29.7	21.9	65.8
	7	52.6	30	22.2	66.7
	10	52.8	30.8	22.7	67.4
	15	52.9	30.7	22.5	67.1
냉각	1	33.5	22.4	20.5	61.7
	3	32.4	21.3	19.7	60.3
	5	30.1	21	19.2	59.6
	7	29.8	21.1	18.7	58.4
	10	29.9	20.9	18.2	58.2
	15	30.1	21.2	18.3	58.1

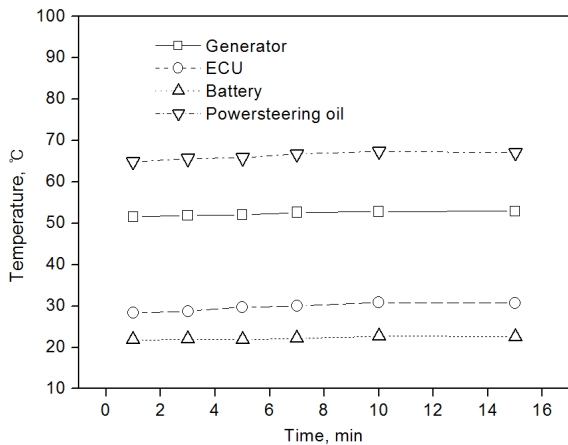


Fig. 7. Component temperature measured by no cooling experiment

비열이 큰 배터리와 파워스티어링 오일이 온도저감 효과가 낮은 반면에 고체성 물질로 이루어진 발전기와 ECU의 재질에 대한 비열이 작기 때문에 나타난 현상이라고 판단된다. 이러한 비열의 차이는 냉각속도에도 영향을 주어 발전기와 ECU의 경우 측정온도가 7분 후에는 변화없이 거의 평형상태를 유지하지만 화학액체 물질로 이루어진 배터리와 액체인 기름 성분으로 채워진 파워스틸 오일에 대한 측정온도는 10분 후부터 평형상태에 도달함을 알 수

Table 4. Reduced component temperature measured by experiment
단위 : °C

시간(min)	발전기	ECU	배터리	파워스틸 오일
1	18.1	6	1.3	3.2
3	19.5	7.4	2.3	5.3
5	21.9	8.7	2.7	6.2
7	22.8	8.9	3.5	8.3
10	22.9	9.9	4.5	9.2
15	22.8	9.5	4.2	9

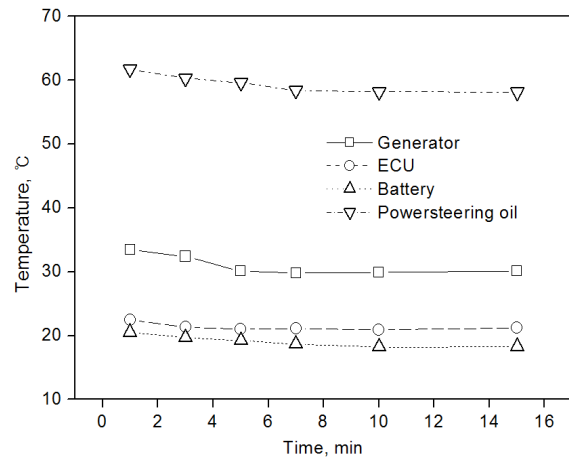


Fig. 8. Component temperature measured by cooling experiment

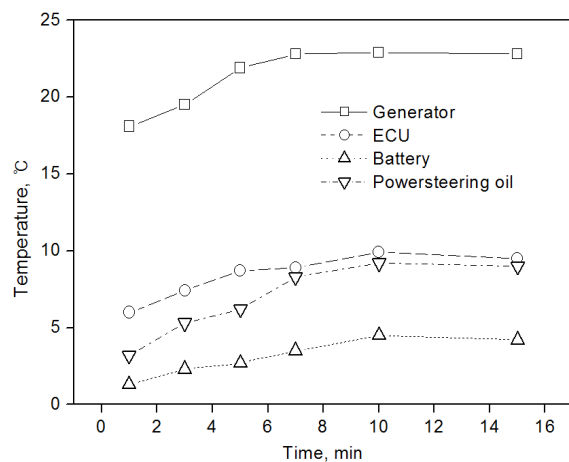


Fig. 9. Reduced component temperature measured by experiment

있다. 이러한 온도 저감의 차이와 평형온도 도달 시간에 대한 부품에 대한 차이를 개선하기 위해서는 차후에 냉각 공기 유동해석을 통한 유로 최적화 설계를 통해 온도의 저감에 대한 효율성을 높일 필요가 있다고 판단된다.

4. 결론

엔진룸내 부품의 내구성 향상을 위하여 흡입공기에 의한 냉각 가능성을 판단하고자 발전기, 배터리, ECU 및 파워스틸 오일 등 4가지 주요 부품을 목표로 냉각용 덕트를 설치하여공랭효과를 향상시켜 온도를 감소시키기 위한 실험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 실험 결과, 전반적으로 온도에 대한 저감 효과를 거두었으며, 냉각에 의해 감소된 온도는 발전기, ECU, 파워스틸 오일 및 배터리 순으로 증가됨을 알 수 있었다.

(2) 이러한 경향은 부품의 비열과 연관성을 크고 냉각시키는 소요시간에도 영향을 주어 비열이 작은 발전기와 ECU는 평형도달시간이 짧은 반면에 비열이 큰 배터리와 파워스틸 오일은 평형에 도달하는 시간이 증가되었다.

(3) 부품별로 감소된 온도의 차이와 평형도달 시간에 대한 편차를 개선하기 위해서는 향후에는 냉각용 덕트 내부 유동해석을 통하여 최적화 설계를 지원할 필요가 있다고 판단된다.

for tracked vehicle, Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 26, No. 12, pp. 85-93

5. Katoh, N., 1991, Numerical simulation on the three dimensional flow and heat transfer in the engine compartment," SAE 910306, USA.
6. Lyu, M. S., Lee, E. J. and Ku, Y. G., 1996, The numerical study of the effect of car front opening area on the mean flow in engine room, Transactions of KSAE, Vol. 4, No. 2, pp. 158-165

References

1. Song, B. K., Oh, S. M., Kang, J. J. and Kim, S. J., 2012, An experimental study on the temperature of electronic components in OBC based on the cooling water and the ambient temperature, Transactions of KSAE, Vol. 11, pp. 2493-2497
2. Oh, K. T., Kim, J. H., Lee, S. W., Kim, Y. S., Ha, J. W. and Kang, W. K., 2007, Automobile underhood thermal and flow simulation using CFD, Journal of Computational Fluids Engineering, Vol 12, pp. 22-27
3. Lee, Y. L., 2008, A study of the improvement of thermal performance of a junction box of a passenger car", Transactions of KSAE, Vol. 16, No. 2, pp.136-142
4. Lee, T. E., Suh, J. S., Jeong, S. H. and Park, Y. S., 2009, A study on thermal and fluid characteristics inside engine room of auxiliary power unit