

배기열 회수장치 적용에 따른 가솔린 엔진의 Warm-up 특성

김 충 희^{*1)} · 한 상 욱¹⁾ · 김 현 철¹⁾ · 서 호 철²⁾ · 이 기 수³⁾ · 고 용 서⁴⁾

자동차부품연구원¹⁾, 세종공업(주)²⁾, 영산대학교³⁾, 수원대학교⁴⁾

Warm-up characteristics of the gasoline engine by the application of the exhaust heat recovery system

Chunghui Kim^{*1)} · Sangwook Han¹⁾ · Hyunchul Kim¹⁾ · Hochul Seo²⁾ · Geesoo Lee³⁾ · Yongseo Ko⁴⁾

^{*1)}Korea Automotive Technology Institute, 303 Pungse-ro, Pungse-Myun, Dongnam-Gu, Chonan-Si, Chungnam 31214, Korea

²⁾Sejong Industrial Co. Ltd., R&D Center, 800-1 Hyomoon-dong, Buk-gu, Ulsan 683-360, Korea

³⁾Yongsan Campus, Yongsan University, 288 Junam-ro, Yongsan-si, Gyeongnam 50510, Korea

⁴⁾Department of Mechanical Engineering, Suwon University, 17Wauan-gil, Bongdam-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract : In this study, the warm-up characteristics of a gasoline engine with exhaust heat recovery system (EHRS) was analyzed in the engine and the vehicle, respectively. In the engine test, the outlet coolant temperature from EHRS was higher than that of inlet at the beginning of cold start. This was because of heat transfer from exhaust gas to coolant. However, its effect is not significant because heat from exhaust gas was used to warm up the EHRS itself and increased coolant quantity. On the other hand, the vehicle test with both EHRS and ATF Warmer/Cooler showed the remarkable increase in ATF temperature and thus increase in fuel economy at the phase 1 of FTP-75 mode.

Key words : EHRS(Exhaust Heat Recovery System ; 배기열 회수장치), Warm-up(워밍업), Exhaust gas(배기가스), Coolant(냉각수), ATF Warmer/Cooler(ATF 워머/쿨러)

1. 서 론

화석연료를 사용하는 자동차 내연기관에서 연료가 가진 화학에너지가 기계에너지로 변환되어 동력으로 사용되는 에너지는 약 30% 수준이며, 냉각손실 30%, 마찰손실 10%, 배기가스를 통해 외부로 방출되는 열 에너지가 30%를 차지한다. 최근 이처럼 버려지는 자동차의 열에너지를 효율적으로 활용하고 관리하기 위한 기술 개발이 활발히 진행 중에 있다. 이중 배기열 회수장치는 배기가스의 열에너지를 활용하여 냉간 시 배기가스와 냉각수를 열교환함으로써 초기 엔진 시동 시

Warm-up 시간을 단축하고 초기 마찰 손실을 줄여 궁극적으로 차량 연비의 향상 효과를 갖는다.¹⁻²⁾

본 논문에서는 배기열 회수장치의 냉간 시 Warm-up 특성을 분석하기 위해 엔진 평가와 실차 평가를 수행하였다. 엔진 단품 평가에서는 배기열 회수장치의 냉간 시 Warm-up 특성을 파악하고자 하였으며, 실차 평가에서는 배기열 회수장치와 워머를 추가로 적용하여 FTP-75 모드에 따른 Warm-up 특성 및 연비를 비교 분석하고자 하였다.

2. 본 론

본 연구에서 사용된 엔진은 2.4L급 직분사 가솔린 엔

* Chunghui Kim, E-mail: chkim@katech.re.kr

진을 사용하였으며, 배기열 회수장치는 대상엔진 및 차량의 CPF 후단에 위치하도록 하였다. 배기열 회수장치는 Fig. 1과 같은 구조를 가지며, 냉각수 온도에 따라 써모스탯이 작동하여 바이패스 밸브를 제어해 냉각수와 배기가스의 열교환을 관리하는 구조를 갖는다.

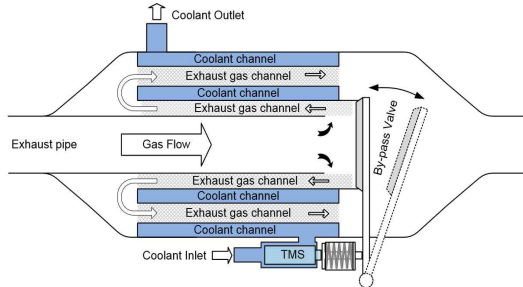


Fig. 1 Schematic of exhaust heat recovery system

Fig. 2는 배기열 회수장치만을 장착한 엔진 평가 결과로 초기 냉간 시 배기열 회수장치의 열교환이 이뤄짐에 따라 입출구 온도 차이가 발생하였으나, 배기열 회수장치의 초기 열교환을 위한 Heating 시간과 늘어난 냉각수 용량에 의해 Warm-up 시간과 단축 효과는 크게 나타나지 않았다. 반면 배기열 회수장치와 ATF 워머/쿨러가 설치된 차량에서는 Fig. 3과 같이 냉각수와 변속기 오일의 열교환이 이뤄짐에 따라 변속기 오일 온도가 기존에 비해 크게 증가한 결과를 나타내었으며, FTP-75 모드의 초기 Phase1 구간에서 연비가 향상되는 결과를 확인하였다.

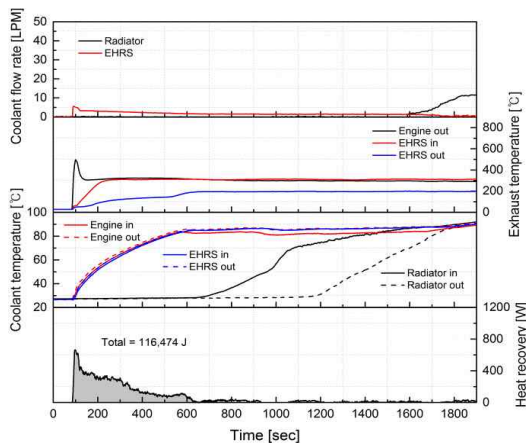


Fig. 2 Warm-up measurement results at engine idle

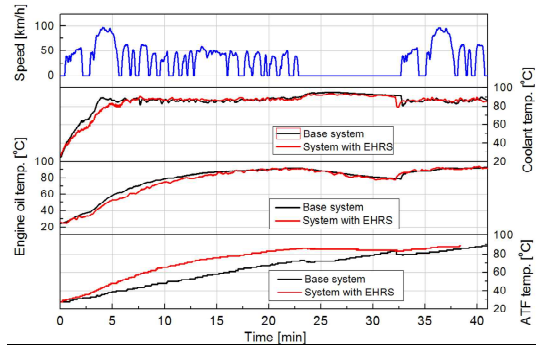


Fig. 3 Warm-up measurement results at FTP-75

3. 결 론

본 연구에서는 배기열 회수장치 장착에 따른 Warm-up 특성 및 연비를 비교 분석하고자 하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 초기 냉간 시 배기열 회수장치에 의한 온도 변화는 발생하지만 초기 배기열 회수장치의 Heating 시간과 늘어난 냉각수 용량에 의해 Warm-up 시간 단축 효과는 크게 나타나지 않았다.
- 2) 실차 평가에서는 배기열 회수장치와 ATF 워머에 의해 변속기 오일 온도가 기존에 비해 크게 증가한 결과를 나타내었으며, 연비가 향상되는 결과를 확인하였다.
- 3) 향후 배기열 회수장치의 효율 증대를 위해 엔진 냉각시스템의 최적 유로 및 초기 Heating 시간 단축을 위한 방법을 추가적으로 연구할 계획이다.

후 기

본 논문은 지식경제부에서 주관하는 산업기술연구 기반구축사업의 일환인 그린카 에너지 효율 향상 핵심 부품 평가 기반구축사업의 지원하에 수행되었습니다.

References

- 1) H. S. Heo, "Technology Trends of Exhaust Heat Recovery System" KSAE Auto Journal : 50~57, 2012
- 2) K. S. Park, H. C. Suh, S. H. Park, I. T. Kim, S. W. Jang, "Effects of Warm-up Performance on SI Engine with Exhaust Heat Recovery System" Transaction of KSAE : 53~60, 2011