

클린 디젤엔진용 워터 펌프 및 입구유로 형상에 대한 유동해석

이 준 용¹⁾ · 허 형 석¹⁾ · 오 창 복²⁾ · 전 문 수³⁾

자동차부품연구원¹⁾ · (주)태원물산²⁾ · 한국교통대학교³⁾

Flow Analysis of Water Pump and Pump Inlet Geometry for Clean Diesel Engine Applications

Junyong Lee¹⁾ · Hyungseok Heo¹⁾ · Changbok Oh²⁾ · Munsoo Chon³⁾

¹⁾Korea Automotive Technology Institute, 303 Pungse-Ro, Pungse-Myun, Dongnam-Gu, Chonan-Si, Chungnam 330-912, Korea

²⁾Taewon Mulson Co Ltd., 1385-4 Juan-dong, Nam-gu, Incheon 402-854, Korea

³⁾Dept. of Energy System Eng., Korea Nat'l Univ. of Transportation, 50 Daehak-ro, Chungju-si, Chungbuk 380-702, Korea

Abstract : Pressure distribution around rotating impeller blades in centrifugal pump has been main issue for design of efficient and high performance automotive water pump. In addition, pressure losses of pump inlet geometry should be considered to reduce additional pressure drop and design high performance engine cooling system. In this paper, pressure and velocity fields inside water pump and total head between inlet and outlet of water pump are investigated numerically to design plastic impeller blades for the clean diesel engine application. And the inlet geometry of water pump was also considered to analysis the effect of pump inlet geometry on pressure distribution around impeller blades and outlet pressure of pump. Major design parameters such as static efficiency, hydraulic torque, system pressure of coolant circuit, and coolant flow rate are considered to confirm applying possibility of plastic blades to the clean diesel engine.

Key words : Pressure distribution(압력분포), Centrifugal pump(원심 펌프), Plastic Impeller blade(플라스틱 임펠러 블레이드), Pump inlet geometry(펌프 입구형상), Static efficiency(정압 효율)

1. 서 론

최근에 엔진 출력 및 연비 향상을 지향하면서 엔진 냉각시스템의 최적설계의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 엔진 냉각시스템의 최적화는 엔진 성능 및 연비 향상, 그리고 배기가스 저감 측면에서 매우 중요한 설계 변수이다. 자동차용 워터펌프로 사용되는 원심펌프는 입구 및 출구의 냉각수 유로, 임펠러 블레이드, 벨류트(volute) 등 복잡한 기하학적 형상으로 구성되어 있다. 또한 엔진 냉각수는 실내 온도

조절, EGR 가스 냉각 및 변속기 오일 냉각 등 엔진 냉각 기능 이외에도 여러 가지 다양한 기능을 수행하기 때문에 원심 펌프 입구는 매우 복잡한 유로 형상을 갖게 된다. 이러한 이유로 자동차용 워터펌프의 경우, 펌프 입구에서 추가적인 압력 손실이 발생하게 되어 초기에 설계된 임펠러 블레이드의 성능을 저하시키는 원인을 제공하게 된다. 따라서 엔진 운전 특성상 다양한 흡입 조건으로 구동되는 자동차용 워터펌프를 효과적으로 설계하고 성능 및 내구성을 확보하기 위해서 CFD를 이용한 유동 해석 기술이 급격히 발달하고 있으며 워터펌프의 개발 기간이 단축되고 펌프의 성능 및 효율 또한 크게 개

* 이준용, E-mail: jylee@katech.re.kr

선되고 있다.

본 연구에서는 최근에 강화되고 있는 배기 규제에 대응하기 위한 방안 중의 하나인 클린디젤 엔진용 플라스틱 워터펌프의 개발 초기 단계에서 시작품을 효율적으로 설계, 제작하기 위해 플라스틱 임펠러 블레이드와 벌류트 내의 유동을 이론적으로 해석하였으며, 워터펌프의 설계 유량을 결정하기 위해 다양한 구동 조건에서 임펠러 블레이드 주변의 압력 분포 및 워터펌프의 성능을 예측하였다. 또한 펌프 입구 유로 형상이 펌프 효율에 미치는 영향을 분석하기 위하여 입구 유로형상에 대한 압력손실을 해석하였다.

2. 수치해석 방법

2.1 수치해석 모델

Fig. 1에는 본 연구에 적용한 클린디젤 엔진용 워터펌프의 내부 유동 해석 영역인 벌류트의 기하학적 형상을 나타내었다.

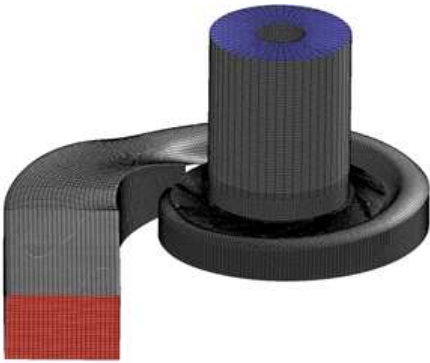


Fig.1 Geometry of volute for flow analysis of automotive water pump

2.2 수치해석 방법

워터펌프 내의 냉각수 분포, 워터펌프 입구의 냉각수 파이프의 압력 손실 및 유량 등을 해석하기 위해 본 연구에서는 상용 프로그램인 fluent 6.3을 사용하였으며 질량 보존 및 운동량 보존 방정식을 포함한 방정식을 계산하였다.

3. 수치해석 결과

3.1 워터펌프 유동 특성 해석

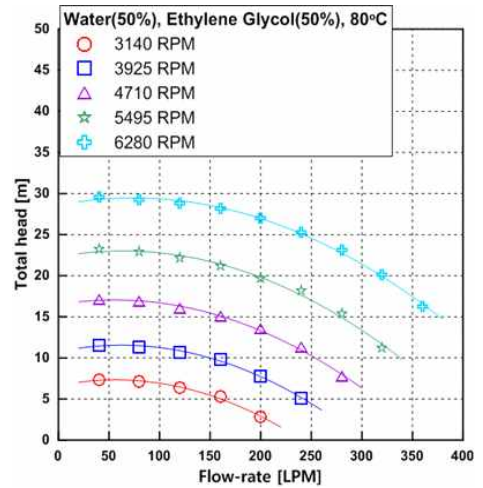


Fig. 2 Total head according to Flow-rate

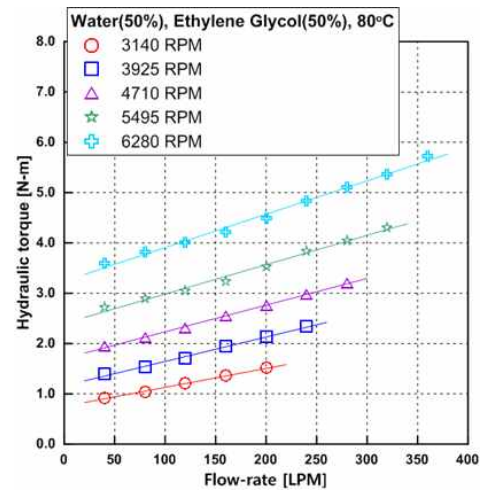


Fig. 3 Hydraulic torque according to Flow-rate

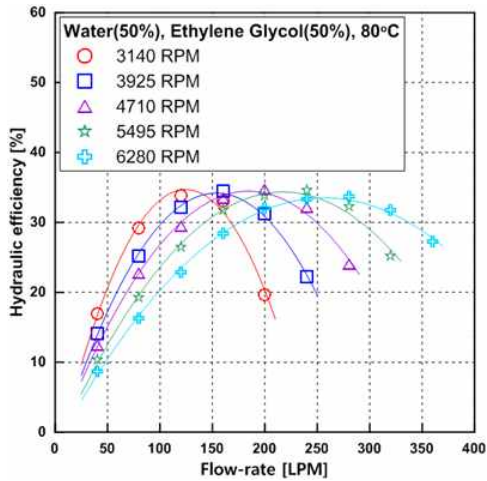


Fig. 4 Hydraulic efficiency according to Flow-rate

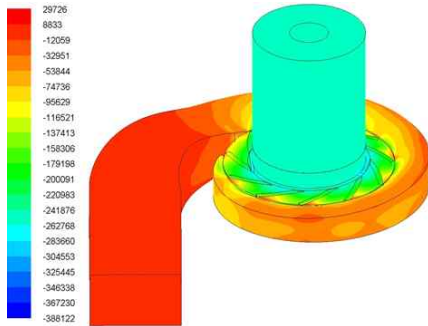


Fig. 6 Pressure distribution at volute at 4,000rpm of engine speed

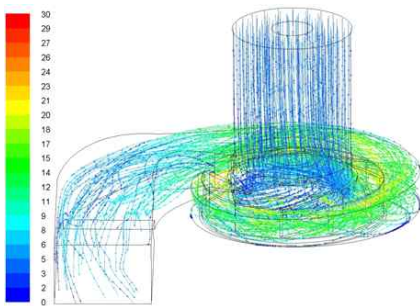


Fig. 5 Streamline along water pump inlet at 4,000rpm of engine speed

4. 결 론

References

- 1) Blanco-Marigorta et al., "Numerical Flow Simulation in a Centrifugal Pump with Impeller-Volute Interaction", ASME 2000 Fluid Engineering Division Summer Meeting, FEDSM200-11297, 2000.
- 2) Cheolho Yun, Mun Soo Shon, Changbok Oh, Seonghwa Choo, and Hyunchul Kim, "Performance and Cavitation Analysis of Plastic Water Pump for the Clean Diesel Engine Application, KSAE Spring Conference Proceedings, 2013.
- 3) Ashok K. Singhal, Mahesh M. Athavale, Huiying Li, and Yu Jiang, "Mathematical Basis and Validation of the Full Cavitation Model", Journal of Fluids Engineering, Vol. 124, 617~624, 2002.

3.2 워터펌프 입구유로의 형상에 대한 유동 특성 해석