

수치해석을 이용한 연료 레일 형상에 따른 맥동 연구

박 형 종^{*1)} · 황 수 현²⁾ · 홍 용 석³⁾

(주)모토닉¹⁾

A Study on the Pulsation According to Fuel Rail Shape Using Numerical Analysis

Hyungjong Park¹⁾ · Soohyun Hwang^{*2)} · Yongseok Hong³⁾

Motonic Corporation¹⁾

Key words : Fuel Rail(연료 레일), Injector(인젝터), Pulsation(맥동), Fluid Structural Interaction(유체구조연성), Pressure(압력)

* Corresponding Author, E-mail: july23hj@motonic.com

연료공급시스템에서 발생하는 주요 소음 중 하나는 맥동 현상이다. 원인은 인젝터의 연료분사에 의해 발생한 연료 흐름의 단절로 인해 연료레일과 유로를 형성하는 여러 부품에 발생하게 된다.

인젝터가 장착된 연료레일은 불연속적으로 연료를 분사하면서 압력파가 발생되고, 이로 인한 주기적인 맥동이 소음을 유발한다. 이러한 현상은 소음 뿐만 아니라 정밀한 연료 분사량을 제어하는데 악 영향을 주게 된다. 맥동을 감소시키기 위해서는 댐퍼를 활용하여 감쇠 시키는 방법이 있으나 설계기술 발전과 함께 비용절감을 위해 연료레일 형상을 활용하여 맥동을 최소화시키는 방법이 주로 적용되고 있다.

맥동에 관계된 연료레일의 설계인자를 적절하게 활용하여 맥동을 감쇠시키는 방법은 공간적인 제약뿐만 아니라 연료를 안정적으로 공급해야 하는 성능도 만족해야 한다. 이러한 연료레일의 맥동저감 효과는 시험을 활용하여 평가하고 있지만 비용과 시간적인 제약이 있다. 따라서 수치해석을 이용하여 맥동 저감을 위한 최선의 설계를 한다면 시간 및 비용 측면에서 효율적으로 연구할 수 있다.

연료레일의 맥동은 유체인 연료와 구조물이 상호 영향을 주면서 증가하거나 감소하기 때문에 이를 고려하는 것이 더 정확한 결과를 얻을 수 있다. 따라서 맥동현상을 수치해석을 이용하여 연구하기 위해서는 연료인 유체가 담겨있는 형상뿐만 아니라 외곽 구조물을 동시에 고려해야 하고 이를 위해선 FSI(Fluid Structure Interaction)해석이 필요하다.

본 연구에서는 FSI 해석을 이용하여 연료레일의 형상에 따른 맥동의 크기를 연구하였다. 첫째로 해석의 신뢰성을 확보하기 위한 과정을 설명하고 그리고 해석 모델별 비교를 통하여 맥동을 최소화 할 수 있는 형상을 제시 하였다.

본 연구는 상용 유한요소 프로그램(ADINA)를 이용하여 맥동을 평가하였으며 정확한 해석을 위한 모델링 방법을 제안하였다.

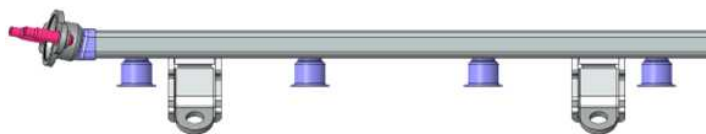


그림 1 Fuel Rail

* 본 논문은 산업통상자원부 에너지기술개발사업(과제번호 : 20172010105770)의 지원을 받아 수행되었습니다.