

4기통 엔진의 헤드-블록 어셈블리에 대한 열응력해석

한 명 훈*¹⁾ · 오 종 용¹⁾ · 김 영 동¹⁾

블루플래닛¹⁾

Thermal stress analysis of the head-block assembly of a 4-cylinder engine

Myunghoon Han¹⁾ · Jongyong Oh²⁾ · Youngdong Kim³⁾

BluePlanet, 46-1, Mado Gongdan-Ro 2, Mado-Myeon, Hwaseong-Si, Gyeonggi-Do, Korea ¹⁾

Key words : 헤드-블록 어셈블리(Head-Block Assembly), 열응력해석(Thermal stress analysis), 온도분포(Temperature distribution), 보어변형(Bore deformation)

* 한명훈, E-mail : mhhan@blueplanet.co.kr.

4기통 가솔린 터보 GDI 엔진의 헤드-블록 어셈블리에 대한 열응력해석을 진행하여 열응력, 온도분포 및 보어변형량 특성 등을 분석하여 설계적인 측면에서 개선되어야 될 형상부위가 있는 지를 확인하였다.

하중조건으로는 연소압 100bar를 연소실에 적용하였으며, 유동해석을 통하여 얻어진 벽면온도 및 열전달계수를 헤드 및 블록의 워터자켓 표면에 적용하였다. 또한 열부하 이외에 헤드볼트에 의하여 가해지는 축력을 적용시켜 열부하조건에서 라이너의 변형특성을 확인하였다.

실린더 헤드의 배기포트 사이의 최대 표면온도는 235도로 MPI 엔진에 비해서는 높게 계산되었으나 일체형 배기포트를 적용하는 가솔린 터보 GDI 엔진에서의 열부하가 MPI 엔진에 비하여 증가된 점을 감안할 경우 허용가능한 수준으로 판단되었다.

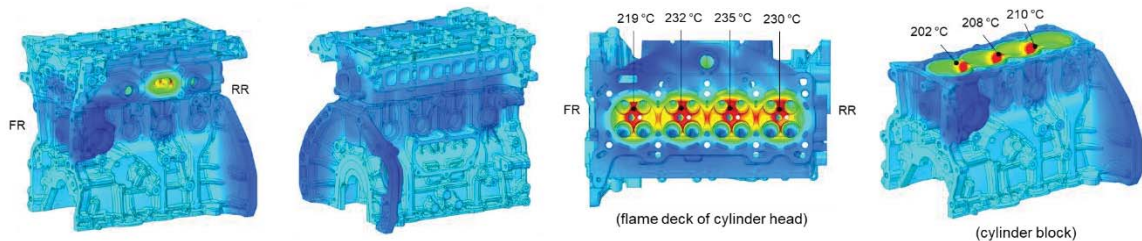


Fig. 1 Temperature distribution

실린더 헤드의 하단면에 적용되는 응력은 배기측의 온도가 높으므로 열팽창에 의한 구속으로 배기측 냉각수 유로의 모서리와 배기포트 출구부근에서 열응력이 발생하나, 계산된 열응력 수준은 헤드재질의 항복강도보다 낮게 유지되고 있어서 열피로에 의한 헤드손상의 가능성은 낮은 것으로 판단되었다.

헤드볼트의 적용에 따라 볼트 조립하중 적용 시 보어상단면에서 흡배기 방향으로 압축 변형거동이 뚜렷하게 발생되며, 이때 열적 하중이 적용될 경우 열적팽창에 의하여 축방향(보어사이)으로는 초기 위치와 비슷한 수직상태를 유지하는 것으로 나타났다. 전체적으로 보면 블록 상단면에서 흡배기 방향으로의 변형이 가장 두드러지지만 이는 open deck 구조를 갖는 엔진의 일반적인 특성으로 변형특성을 분석해보면 2차 oval distortion, 3차 triangular distortion 및 4차 clover distortion의 최대값이 각각 7.2, 2.0 및 1.1로서 설계기준치를 모두 만족시키고 있다.

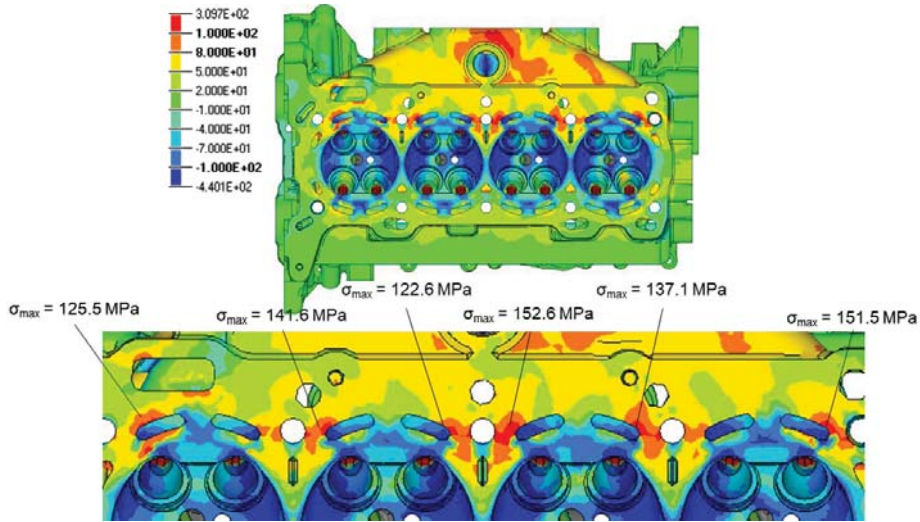


Fig. 2 Mean stress distribution

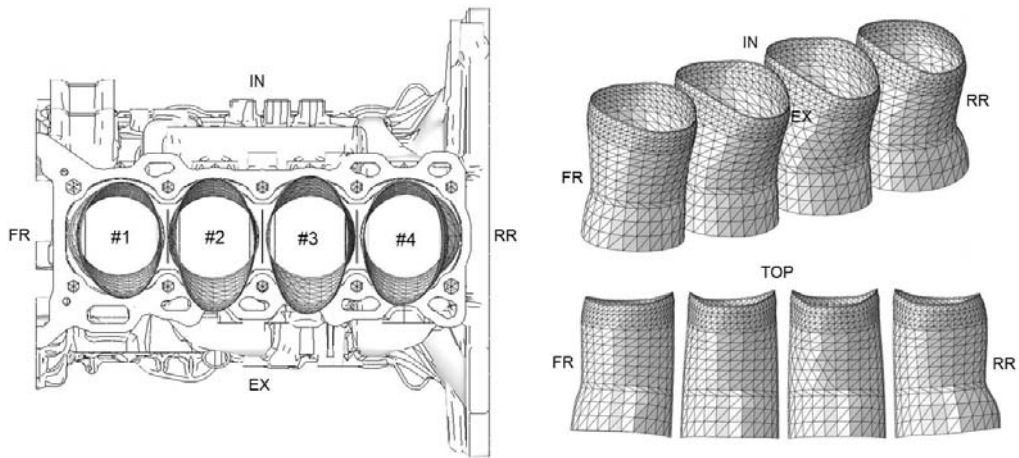


Fig. 3 Bore deformation

후 기

본 연구는 산업통산자원부 산하 한국산업기술진흥원의 지원(과제명: 고효율 Range Extender Power train 및 전기자동차 통합 핵심기술 연구 개발, 과제번호: P0018728)에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다