Copyright ⓒ 2018 KSAE
18AKSAE_A090

니들 위치와 오리피스 입구부 형상이 캐비테이션 유동 및 분사각에 미치는 영향

김 병 균[1] · 조 성 인[2] · 박 동 진[3] · 박 수 한*[3]

전남대학교 대학원 기계공학과*[1] · 전남대학교 대학원 기계자동차공학과[2] · 전남대학교 기계공학부[3]

Effect of Needle Position and Orifice Inlet Roundness on cavitating Flow and Spray Angle

Byunggyun Kim[1] • Seongin Jo[2] • Dongjin Park[3] • Suhan Park*[3]

Graduate School of Chonnam National University[1,2], Chonnam National University[3]

Key words : Cavitating flow (캐비테이션 유동), Shape of orifice inlet(오리피스 입구부 형상), Needle positions(니들 위치), Shadow graphic visualization(그림자 시각화 기법), Characteristics of spray(분무 특성)

* Corresponding Author, E-mail: suhanpark@jnu.ac.kr

최근 균일한 혼합기 형성 및 미립화의 향상을 위해 분사압력은 높아지고, 분공의 크기는 축소되며, 분공 개수는 점차 증가하고 있다. 이러한 경향으로 캐비테이션 유동(Cavitating flow)이 인젝터 노즐 오리피스 내부에서 발생하는 현상은 불가피하다. 인젝터 내부에서 발생하는 캐비테이션 유동은 연료의 분무 및 미립화 특성에 영향을 끼친다. 따라서 내연기관의 엔진 열효율을 향상시키고, 배기가스 배출을 저감할 수 있는 중요한 전략 중 하나로 인젝터에서 분사되는 연료의 분무 최적화를 예로 들 수 있다. 결과적으로 분무 최적화로 인한 내연기관의 엔진 열효율 증가는 화석연료 소비율을 감소시키는 효과로 화석연료 고갈을 늦춰 주기 때문에 자원고갈에 대응하기 위한 대체 에너지자원 개발의 대비책 중 하나로 판단된다. 더불어 배기가스 배출 저감은 온난화와 같은 환경관련 문제를 해소할 수 있는 방법 중 하나로 판단된다.

Fig. 1는 노즐 내부의 캐비테이션 유동을 가시화하기 위한 장치 개략도이다. 작동유체로는 물을 사용하였다. 인버터 펌프(PBI-205MA, Wilo)를 이용하여 0.1 bar 단위로 노즐로 물을 공급하고, 터빈식 유량계(BF50, Neriteck)로 공급 유량을 측정하였다. 노즐 오리피스의 내부 및 외부 유동은 메탈-할라이드 램프(MID-25FC) 광원과 초고속 카메라(FASTCAM, Mini AX100)를 이용해 그림자 촬영(Shadow Graph)기법을 이용하여 캐비테이션 현상을 가시화하였다. 취득된 영상은 자체 제작된 영상처리 프로그램을 이용하여 분석하였다.

Fig. 2은 다양한 오리피스 입구형상에서 니들의 위치가 변함에 따라 비대칭으로 형성되는 무차원화 된 캐비테이션 길이와 분무각 중에서 큰 분무각과 긴 캐비테이션 길이 간의 관계를 나타낸 그래프이다. 분무각은 캐비테이션 길이가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 오리피스 입구가 각진 형상이 둥근 형상보다 분무각이 더 크게 형성됨을 보였다. 또한 모서리가 더 둥근 형상(R = 0.7 mm)이 덜 둥근 형상(R = 0.3 mm)보다 분무각이 더 작게 형성됨을 보였다. 니들 위치와 다양한 오리피스 입구 형상과 관계없이 캐비테이션이 점차 성장함에 따라 분무각이 서서히 증가하기 시작했으며, 노즐 출구부에 가깝게 도달할수

록 분무각이 급격하게 증가함을 보였다. 이는 생성된 캐비테이션의 끝단에서 발생되는 유동 방향의 수직 운동량과 캐비테이션 구름의 거품 붕괴 현상이 캐비테이션이 성장함에 따라 노즐 출구 부분에서 더욱 더 큰 영향을 끼치기 때문으로 판단된다. 또한 니들 위치가 아래에 위치한 경우가 분무각이 더 크게 형성되었으며 니들이 중앙에 위치할 경우는 무차원화된 캐비테이션 길이가 증가함에 따라 니들이 치우쳐진 경우보다 상대적으로 분무각이 작게 형성됨을 보였다. 이는 니들이 치우쳤을 경우의 유량이 많은 부분이 니들이 중앙에 위치한 경우의 유량보다 더 크기 때문으로 판단된다.

본 연구에서는 노즐 길이(L)를 8 mm, 너비(W) 4 mm 인 조건에서 니들 위치와 오리피스 입구 형상을 변경시켰을 때 캐비테이션 유동 및 분무 특성에 미치는 영향을 파악했으며, 분무각의 변화는 캐비테이션 길이가 점차 증가함에 따라 증가하는 경향을 보이고 니들위치와 오리피스의 입구형상이 분무각에 영향을 주는 것을 확인하였다.

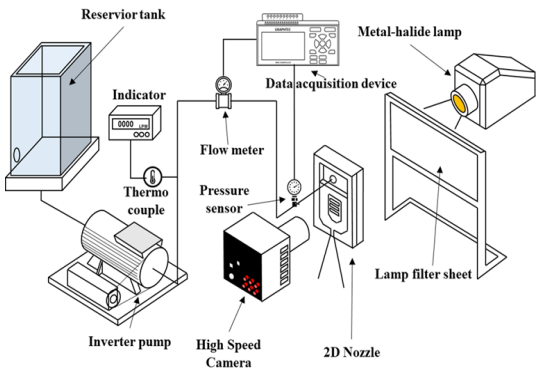

Fig. 1 Schematic of experimental setup

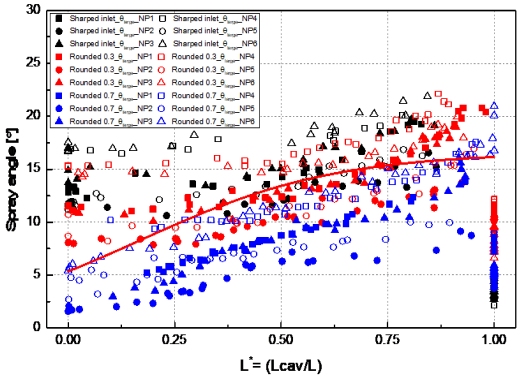

Fig. 2 Correlation between large spray angle and long cavitation length

Acknowledgement

이 논문은 현대케피코의 연구지원 및 한국연구재단(교육부)의 기초연구사업 (No. 2015R1A4A1042746, No. 2016R1D1A3B03935537)의 지원으로 수행되었음.