요하다. 그러나 아직까지 와동에 대해 정량적으로 완벽히 분석한 연구는 없다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 원주 후류의 주기적이면서도 매우 복잡한 구조의 와동과 와동의 형성과 발달과정에 대한 관찰과 여러 가지 물리량의 관계에 대하여 조사하였다. 이를 위해 John Holland에 의해 개발된 인공적인 유전시스템으로써 자연세계의 진화현상 즉, 재생산(reproduction), 교배(crossover), 돌연변이(mutation)을 이용한 전역적인 최적화 알고리즘인 유전알고리즘을 기본으로한 3-D PTV를 도입하여 원주근접 후류의 속도벡터장을 구하였다.

전체의 데이터는 총30번의 랜덤 샘플링이며 각 케이스는 약 64장의 연속된 이미지로써 약 2.1초 간격이다. 순시벡터의 경우 각각 1700개 이상의 벡터를 구하였으며, 계산을 위해 사용된 3차원 벡터는 대략 300 만개 정도이며, 이는 비교적 적은 횟수의 샘플링에도 불구하고 GA-3D PTV의 높은 입차추적율에 의한 결과이다.

순시 보간 속도장에서 Karman 와류가 형성됨을 관찰할수 있었고 기존의 논문에서 알려진 것과 같이 Reynolds 수 260이상에서 B 모드 형태의 와류가 발생함을 볼 수 있었고 이는 2개의 와류가 spanwise 방향으로 생성되었다. 속도벡터의 B 모드 vortex shedding의 작은 mushroom vortex pair 구조가 발생함을 관찰하였다. 수정 톰슨-τ법에 의한 격자 보간법에 의해서 기존의 2차원 PIV 결과또는 3차원 CFD결과와 비교하여 평균벡터의 속도 프로파일이 기존의 논문에 발표된 결과와 거의 일치하는 결과를 얻었다.

유전 알고리즘을 이용한 3-D PTV에 의하여 원주 근접후류 유동의 3-D 유동장의 순시속도와 평균속도분포, 난류통계량(난류강도, 난류운동에너지, 레이놀즈응력)등을 얻었으며, 기존에 정성적으로 가시화 했던 유동패턴을 실제 정량적인 데이터로 획득할 수 있었다. 더불어 3-D PTV에 사용된 알고리즘의 성능 평가에도 도움이 되었다.

이전의 유전 알고리즘에서 초기집단 선택의 개선으로 인하여 계측영역내의 유효한 벡터의 개수를 약 20% 증가시킴으로써 통계처리시 보다 적은 횟수의 반복 샘플링으로도 가능하게 되었으며 원주 후류의 유동을 위상에 따라 구분함으로써 랜덤 샘플링에 의한 통계적 방법으로 기존의 2-D PIV시스템에서 가능하였던 위상평균을 3-D PTV에서도 가능함을 알수 있었다. 그리고 원주 후류에서는 와의 중심의 추적을 위해서 특정위치에서의 vorticity 량으로 추적이 가능함을 알 수 있었다.

13. 정적연소기에서의 LPG 충돌분무 확산화염에 대한 연구

기계공학과 소 병 두
지도교수 박 권 하

가솔린과 디젤을 연료로 사용하는 대부분의 동력원은 강화되고 있는 배기 규제와 함께 환경친화적인 기술의 개발이 요구되고 있다. 이러한 이유로 대체연료를 사용하는 엔진기술의 개발이 필요하며 많은 연구들이 진행되고 있다. LPG는 70여년 동안 차량의 연료로서 사용되고 있고, 현재 사용하고 있는 기관을 크게 개조하지 않고도 공해 배출물을 저감할 수 있는 대체연료 기술로서 받아들여지고 있다. 처음 도입되었던 기화기 시스템은 효율의 증가를 위한 전자시스템을 도입하여 연료공급을 제어하게 되었고 근래에 들어서는 더욱 정교한 제어를 위하여 가스

분사시스템이 적용되고 있다. 하지만 가스를 공급하는 시스템으로는 연비의 향상, 배기의 저감 및 고 부하 영역에서의 출력저하를 개선하는 데에 한계가 있다. 따라서 LPG를 액체로 분사하여 연소실에 공급하는 시스템이 제안되고 있는데, 흡기포트에 분사하는 형식과 연소실내에 직접 분사하는 형식으로 구별된다. 포트분사식 LPG-MPI시스템은 상용화되어 보급이 확대되고 있다. 실린더 내에 LPG를 액체로 직접 분사하는 시스템은 지구온난화와 관련하여 특히 강조되고 있는 이산화탄소 배출의 감소를 위한 미래기술로서 제시되고 있다. LPG 분사의 특성은 디젤과 가솔린의 분사특성과 크게 구별되는데, 낮은 압력의 분위기에서 급속히 증발하는 특성을 가지고 있기 때문이다. Brown과 York는 분사LPG의 미립화에서 급속증발(flashing)을 관찰하였고 Kitamura 등과 Wildgen과 Strau는 분사노즐에서의 비등현상을 발표하였으며 Smith 등은 주위공기 압력과 온도에 따른 특성을 Fusimoto 등은 미립화 특성을 분석하였다.

엔진효율에 대해서는 Smith 등은 8%향상을, Hollemans 등은 4%향상을, Sun등은 4%저감, Fanick 등은 5%저감을 발표하고 있어 연료질량 당 열효율은 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. 하지만 대부분 LPG의 가격이 가솔린과 비교하여 매우 저렴하기 때문에 연료비용측면에서는 매우 경제적임을 알 수 있다. 실린더 내에 LPG를 직접 분사하는 연구는 가솔린 직접분사식과 같은 형식의 액체 LPG 직접분사식에 관한 연구와 디젤분사와 같은 형식의 연구로 구분되며 미래의 기술로서 제시되고 있다.

본 논문에서는 실린더 내에 직접 분사하는 방식의 LPG엔진에 적용 시 필요한 기초자료확보를 위하여 분사압력과 분위기 압력이 변화 할 때의 LPG분무특성을 가솔린, 디젤 연료의 분무와 비교분석 하였다. 본 실험에 사용된 LPG는 프로판 30%, 부탄 70%가 혼합되어진 연료를 사용하였다. LPG 분무연소실험은 분무와 연소를 동시에 가시화하기 위하여 연소실 후면에 1KW 연속발광 텅스텐 광원을 설치하고 가시화 창에 반투명 용지를 부착하여 분사된 분무의 음영과 화염의 자발광을 동시에 658 × 496 SR1000C 고속카메라를 사용하여 3000f/s로 가시화하였다. 연소실 내부는 분사노즐에서 105mm떨어진 곳에 충돌판을 두었으며 충돌판 주위에 원형의 가열코일을 장치한다. 실험조건은 0.22mm 단공노즐을 사용하였으며 분사압력과 주위공기압력은 고압의 하스켈 펌프를 사용하여 압축한다. 연소를 위하여 분위기 온도를 500K로 하여 충돌 후 연료가 동일한 조건으로 연소 할 수 있도록 789K의 코일을 충돌면 외곽으로 위치시킨다. 본 논문에서는 일정 분사 압력 하에서 분위기 압력을 변화시켰을 때의 연료의 종류에 따른 분무와 연소의 특성을 실험적으로 조사 검토하였다. 가솔린, 디젤과 달리 LPG 연료는 주위공기압력에 크게 영향을 받으며, 특히 주위공기 압력이 LPG 분사 전 액체온도에서의 포화증기압보다 낮은 경우에는, 분사직후에 많은 연료가 증발하여 확산함으로서 분무가 계속적으로 뻗어 나가지 못한다. 하지만 분위기 압력이 증가하면 이러한 특성이 급격히 줄어들면서 디젤분무 거동과 유사하게 된다. 연소 역시 이러한 분무특성에 크게 영향을 받으며, 저압에서는 전 연소실에서 극히 미미한 연소가 진행되는 반면 고압 분위기에서는 가솔린, 디젤과 유사한 연소특성을 나타낸다. 그러나 분무 종료 후 미연가스나 soot가 현저하게 작은 것을 알 수 있다. 이러한 LPG 분무연소 특성을 고려할 때 직분식 가솔린 기관과 같이 5~10MPa정도의 낮은 분사압력으로 연소실에 LPG를 직접 분사하는 경우에는 분사된 분무 연료가 주위 유동에 매우 민감하기 때문에 연료가 점화플러그 근처에 모일 수 있도록 적절한 내부유동형성을 위한 정교한 설계가 요구된다. 특히 고속 고 부하 영역과 같이 분사시기가 빠른 경우(early injection)에는 분위기 압력이 낮기 때문에 전체 급속 증발효과에 의한 분무 확산 거동특성을 고려하여야 한다. 디젤과 같은 고속 분사의 경우에도 LPG 연료의 빠른 증발 특성은 퇴적 현상을 줄이고 미연가스나 soot의 발생을 억제하기 때문에 고속 소형엔진에 적용하는 경우에 효과적인 유해 배출물 저감 및 에너지 효율

dCollection