제시하기 위하여 축계의 비틀림 각가속도에 영향을 미치는 영향요소를 살펴보고, 이들 영향요소들의 영향도를 구하기 위하여 통계적 방법인 실험계획법을 적용하였으며 상관분석, 회귀분석을 실시하여 회귀식을 구하고 이 회귀식을 이용하여 비틀림 진동 각가속도를 최적화하고자 하였다.

3. 배플 플레이트 크기에 따른 관내 유체 유동 특성 및 열전달 특성에 관한 실험적 연구

기관시스템공학과 배 성 우
지도교수 오 철

유한한 에너지 자원과 점차로 심각해져 가는 지구의 환경문제를 생각해 볼 때 에너지 절약과 효율적인 사용이 요구되고 있다. 특히, 최근 에너지 소비의 증가 추세로 인하여 산업 전반에 걸쳐 에너지 절약형, 즉 고성능 열교환기 개발이 절실히 요구되고 있다. 이러한 열교환기에 대한 관심은 1973년 제 1차 오일쇼크 이후 에너지 절약형 기기의 제조가 확산됨에 따라 성능향상 및 효율향상이 중요과제로 되었다.

이런 고성능 열교환기에서 열전달 성능의 향상은 특히 중요하다. 열전달 성능을 향상시키기 위해서 과거에는 열전달 면적 및 유동특성을 개선하기 위하여 표면을 가공한 원관들이 사용되어 왔으나, 사용선박 및 목적에 따라서 보다 고효율형의 열교환기인 셀-튜브 타입 열교환기의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

또한 최근에는 컴퓨터의 급속한 발달로 인하여 과거 이론적으로 접근이 어려웠던 여러 가지 유체유동의 해석을 가능하게 만들었다. 최근에는 열교환기 내의 유동장 및 열전달 효과의 해석에 있어서도 이러한 수치 해석적인 접근이 에너지 절감 및 비용 절감의 측면에서 많이 시도되고 있다.

열교환기는 그 사용의 목적에 따라 작동 유체의 종류, 유체의 상태(Phase), 유동의 방향, 속도범위, 열교환기 형식 및 확장표면(fin)의 형상 등에 따라 그 형태는 매우 많다. 대부분의 열교환기에서는 작동유체 사이에 고체벽을 두고 열전달을 하게 된다. 열은 고온측 유체로부터 벽면을 통과하여 저온측 유체로 흐르게 되고 이때 가끔 상변화를 동반하기도 한다.

열교환기는 그 사용 목적에 따라 많은 종류와 형태를 가지며 대부분 설치 공간, 전열 면적, 열 교환량 등의 제한 조건을 가지므로 그 제한 조건 내에서 열전달 효과를 향상시키기 위하여 다양한 기술이 적용되어지고 있다. 그러나 기하학적인 형상이나 유동장 특성을 바꿔

줌으로써 열 전달율을 향상시키려는 시도는 항력의 증가를 수반해 압력 손실이 커지므로 전체적인 에너지 효과 상승에는 큰 영향을 주지 못한다. 이러한 이유로 열 전달율을 상승시키면서 압력 손실을 저감할 수 있는 기술이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 열교환기 내부에 장착된 전열관의 내부표면 형상변화 즉, 배플 플레이트의 컷트 율(%)의 변화에 의한 열전달의 특성 및 압력손실에 관한 부분을 검토하였으며, 연구의 최종 목표로서는 관 내부의 배플컷율이 열전달의 향상뿐만 아니라 기계적 손실에 미치는 영향을 최소화시킬 수 있는가에 대한 것이다.

배플판(Baffle Plate)이 존재하는 채널은 유체유동의 흐름을 막아 우회토록 함으로써 유체가 채널 내에 머무르는 시간을 길게 한다. 이는 두 물체간의 열을 주고받는 것을 목적으로 하는 곳에서는 바람직한 현상이다. 또한 내부 유동에서 배플을 따라 흐르는 유동은 셀-튜브 열교환기와 같은 형상이다. 이는 튜브 내부의 유체와 외부의 유체 사이의 열을 교환하는 것을 목적으로 한다. 직교류형 배플은 전열면적의 정체영역이 많고 압력 강하가 크며, 정체 구역에서 파울링(Fouling)에 의한 부식이나 파공을 초래하기 쉽다.

열교환기에 대한 연구와 개발은 많은 분야에 응용되고 있기 때문에 오랜 역사를 가지고 있으며, 이와 같은 연구 활동은 열전달 성능을 향상시키기 위하여 많은 연구가 지속되고 있다.

열전달 향상에 관한 연구는 열교환기, 보일러, 냉동기 및 공기조화기, 폐열회수 등 광범위한 범위에서 다루어지고 있으며, 이러한 기기들의 소형화, 고성능화, 고효율화를 이루기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다] 특히 고성능 열교환기 내부에 장착되는 전열관의 열효율 향상은 매우 중요한 과제라 할 수 있다. Tinker는 압력강하와 열교환기의 성능에 대한 연구에 있어 열교환기 내부의 유동을 처음으로 교차 유동, 배플-셀 누수, 배플-튜브 누수, 측면유동 등의 부분적인 유동으로 나누는 방법을 사용하였다. 그러나 이때에는 컴퓨터가 발달하지 못한 관계로 이상적인 관군을 제시하되 틈새유동과 측면유동과의 상호작용까지는 해석하지 않은 준-해석적 방법이 제시되었다. 지금까지의 연구로서는 전열관의 전열면적을 넓히고 난류 유동을 촉진시키기 위하여 관 내부에 특수 모양의 핀을 부착하거나, 직각 홈, 나선 홈 등의 형상을 관 내부 표면에 형상화함으로써 열전달을 증가시키고 있다. 이러한 내부 핀을 이용한 난류 촉진장치에 의하여 열전달의 효율이 상당히 개선되고 있으나, 상대적으로 관류 유동 저항이 증가함으로써 펌핑 소요 동력이 증가하게 된다. 즉, 나선의 홈 깊이가 깊어질수록 열전달 ,유효면적은 증가하나, 압력손실과 유효면적의 관계를 고려하여 규명해야한다. 특히 강제 순환식인 경우는 내부 표면 형상에 의하여 내부 유동 점성 마찰력이 크게 증가되어 큰 동력 손실을 가져온다. 열 교환기 등과 같이 관의 길이가 길게 되면 압력 강하가 크게 일어나 그 손실은 더욱 증가하게 된다. 그러나 많은 산업체에서는 전열관의 형상에 관한 전열특성, 유동특성, 압력손실 등에 관한 실험 자료가 그다지 많지 않은 실정이다. 따라서 각종 기하학적 형상을 가진 전열관의 특성을 이론적 및 실험적으로 규명하는 것이 절실히 요구된다.

dCollection

튜브 내부에 기하학적 형상이나 삽입물체에 의한 열전달 특성 및 압력손실에 관한 연구 동향을 살펴보면, 강제대류시의 열전달 효과를 향상시키기 위한 연구에서 Patankar 는 이중 동심 원관에 직선형 핀을 설치하여 열전달 계수와 마찰계수에 대하여 수치해석을 하였다. 인공 조도에 의한 열전달 촉진 및 압력손실에 관한 연구에서는 Webb이 작동유체의 유동방향과 직각으로 내부 홈을 가공한 전열관을 사용하였고, Manbach는 이중 동심 원관 내에서의 압력강하와 열전달 특성을 규명하였다. 그리고 Han은 평행 판에 성형된 단면이 직사각형인 홈에 대하여 해석하였다. 일반적으로 유동 방향과 직각이 되게 홈이 가공된 전열관은 마찰로 인한 압력손실이 크기 때문에 이것의 완화책으로 나선형의 홈을 갖는 연구가 Manglik, Withers, 예 등에 의하여 시작되었다.

튜브 내부의 삽입물체에 대한 연구로는 원형 파이프 내에 비틀림 테이프를 삽이하거나, 삼각형, 사각형 등 다양한 단면을 갖는 나선관을 사용하는 열 교환기가 연구되어 왔다. 비틀림 테이프를 삽입한 원형 파이프에 대하여는 유동 및 열전달에 대한 많은 실험 및 수치 해석 연구가 수행되어 왔다. Tuttle은 타원의 단면을 갖는 비틀림 파이프의 완전히 발달한 층류 유동에 대하여 연구하였지만 이 파이프는 실용성에 문제를 안고 있다. 한편 컴퓨터의 발달로 인해 수치해석 및 원관내 흐름이 시각화가 가능해짐에 따라 김과 김 등은 각각 경사진 배플을 삽입한 튜브 내에서, 나선형 튜브 내에서의 유동 및 열전달 특성을 수치 해석하였으며, Ahn 등은 주름진 튜브를 갖는 열교환기에서 크기가 다른 7가지의 입자에 대해 각기 속도를 달리하여 유체 유동 특성을 CCD 카메라에 의해 시각화 하였으며, 동시에 압력강하 특성을 고찰 하였다.

이와 같이 지금까지의 대부분의 연구는 열전달 효율의 향상 중심으로 많은 연구가 수행되어 왔다. 그러나 앞으로는 관류 유동의 방향으로 난류 촉진 장치를 설치하여 점성 마찰력을 감소시키고 아울러 열전달 효율도 동시에 증가시킬 수 있는 장치의 연구 개발이 필요하다. 특히 제한된 공간 안에 긴 관을 가진 열 교환기를 설치해야 할 경우에 저 펌프 동력이 소요되는 전열관의 개발이 더욱 필요하므로 열 교환기에 사용되는 전열관의 유동 및 전열 효율 개선적인 측면에서 새로운 내표면 형상이나 삽입물체에 대한 연구의 필요성이 높아지고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여원관 내 배플컷율(Baffle Cut Rate)을 변화시켜, 내부의 유동 특성 및 압력강하 특성을 토대로 수치 해석적 접근과 실제 실험에 의한 비교 검토를 통하여 최적의 배플컷율(%)을 구하기 위한 기초 자료를 수집하고자 하였다.

Collection