

40. 振動캐비테이션 試驗에서 被覆複合材와 金屬材간의 比較實驗 方法의 最適化

재료공학과 손 영 준
지도교수 김 윤 해

비약적인 공업의 발전과 더불어 기계장치나 각종 설비들은 고속화 및 고출력화되고, 이들의 사용환경은 다양화 및 오염화되는 추세에 있다. 이러한 경향에 따라 유체를 사용하는 모든 공학분야에 있어서 캐비테이션의 발생에 대해서 주의하지 않으면 안되는 상황이다.

액체를 사용유체로 하는 펌프, 수력터빈 등의 유체기계에서 액체가 가속되어 액체의 정압이 포화증기압 이하로 낮아지면 기포가 형성되고 소음과 진동이 발생하면서 익면이 침식(Erosion)되고 유체기계의 성능이 저하하게 된다. 이러한 현상을 캐비테이션(Cavitation)이라 한다.

캐비테이션 현상은 어떠한 유체에 있어서도 발생할 가능성이 있으며, 원자로의 냉각용 해수 펌프의 만곡부, 선박프로펠러, 가스터빈 블레이드, 기어나 베어링 및 기관의 냉각수 재킷이나 라이너 등에서 발생한다.^[4-6] 또한 캐비테이션 침식손상은 사용 액체 중에 부식인자나 고체입자 등이 포화되는 경우에 더욱 극심한 캐비테이션 침식손상을 유발한다. 특히 오염된 부식성 환경 중에 사용되는 기계장치와 설비 등에 캐비테이션 현상이 발생하면서 기계적인 침식과 동시에 전기화학적인 부식이 발생하게 되며, 기계부재의 금속재료에 침식과 부식(Corrosion)이 중첩하여 상호 가속적인 상승효과(Synergistic effect)로 인하여 기계장치의 수명에 치명적인 영향을 미치게 된다.

지금까지 캐비테이션에 대한 연구는 거의 대부분이 캐비테이션 제트의 핵의 거동이나 캐비테이션 노이즈 측정, 분류의 흐름모양이나 상태 그리고 노즐의 형상에 따른 캐비테이션의 생성모양 등 모두가 캐비테이션 자체의 현상에 대한 것이다.

현재의 선박기술의 발전과 대형화가 되어감에 따라 프로펠러의 용량 증대에 따른 라다(rudder)부위의 캐비테이션 현상이 심각하게 나타나고 있으며, 그것의 대처 방안으로는 내식성이 있는 재료로 대체하거나 피복재로 코팅하는 방법이 사용되고 있다.

본 연구에서는 ASTM G 32 규정의 캐비테이션 시험에서 피복복합재와 금속재의 실험시 피복복합재의 시험편에서 초음파의 감쇄로 인하여 캐비티(cavity)와 버블(bubble)이 감소하는 것으로 관찰되어 ASTM G 32규정의 시험과 개선된 시험을 통하여 피복복합재와 금속재의 캐비테이션 침식율을 측정·비교하여 최적의 시험조건을 규명하는데 그 목적이 있다.

실험방법

본 실험에서는 금속과 피복복합재에 대한 캐비테이션 침식을 상대적으로 비교하기 위한 최적의 조건을 선정하기 위해서 진동캐비테이션의 표준시험(ASTM G 32)과 개선된 시험을 비교하였다.

이 두 시험법을 비교한 개략적인 그림이 Fig.7에 나타내었고, Fig.7의 (b)에서 RE시험편과 Target 시험편의 거리를 정확히 측정하기 위하여 micrometer기를 설치하였다.

실험용액의 양은 앞의 2.2.1장에서 언급한 내용과 같이 모두 1800ml를 사용하였으며 시험편의 침지는 수면에서 6mm 깊이를 유지하도록 하였다. 캐비테이션 버블의 충돌과 기계자체의 발열로 인한 시험용액의 온도증가를 억제하기 위해 온도제어 시스템을 사용하였으며, 각 시간대 별 실험시작 1분후 와 실험종료 1분전에 디지털 온도계를 사용하여 시험편의 표면과 유체의 온도를 측정하였다.

시험시간은 초기 경향을 알기 위하여 30분, 60분, 90분, 120분, 180분, 240분으로 하였고, 4시간 후부터는 4시간 간격으로 총 24시간까지 시험하였다. 각 시간 간격마다 시험편을 건조(드라이어로 2분 동안 건조)하고 시험편의 무게를 전자저울로 소수점 4자리까지 측정하였다. 그리고, digital camera로 시험편의 손상과정을 촬영하였다.

본 연구에서는 진동캐비테이션 시험에서 피복복합재와 금속재간의 비교실험방법의 최적화를 위해 무게감소율, 평균침식깊이, 온도차이를 측정하여 두 실험법을 비교하였다. 그에 대한 결론은 아래와 같다.

1. 금속재 시험편의 진동캐비테이션 시험은 시험편의 정확한 형상 및 재료의 불균일이 발생할 시에는 파손된다는 점을 고려하여, ASTM G 32 규정에 의해 실험하여 침식량을 비교하는 것이 타당하다고 사료된다.
2. 피복복합재 시험편의 진동캐비테이션 시험은 ASTM G 32규정에 의해 시험 할 경우 피복재와 금속사이의 계면에서 박리가 발생하여 장시간의 시험을 하기는 곤란하고, 피복재가 캐비테이션 진동자의 초음파를 상쇄시키는 효과에 의해 ASTM G 32규정보다는 개선된 시험을 통하여 얻어지는 침식량을 서로 비교하는 것이 타당하다고 사료된다.
3. 금속재와 피복복합재 시험편의 캐비테이션 침식량 비교는 금속재의 경우 ASTM G 32 규정에 의해 침식량을 구하고, 피복복합재는 개선된 시험을 통하여 얻어진 침식량을 표준시험과 비교한 양으로 추정하여 비교하는 것이 타당하다고 사료된다.
4. ASTM G 32규정의 시험과 개선된 시험의 온도차에 대한 비교에서 개선된 시험은 짧은 거리에 의해 유체의 열을 충분히 냉각시키지 못하므로 개선된 시험시 시험편의 거리는

온도변화 및 무게 감소량의 차이가 적은 거리인 $1\pm 0.1\text{mm}$ 이내에서 행하는 것이 최적의 조건이라 사료된다.

41. 라미네이트와 하니콤 샌드위치 구조물의 강도 특성에 미치는 Thermal Aging의 영향

재료공학과 정 연 운
지도교수 김 윤 해

1. 서 론

섬유강화 복합재료는 그 무게에 비해 강도와 강성이 뛰어나므로 섬유방향과 적층순서를 조절하여 원하는 하중조건에 알맞은 구조요소를 제작할 수 있는 점과 성형성이 우수하여 최근들어 여러 산업분야에서 쓰여지고 있으며 특히 항공기나 미사일, 선박, 자동차등 구조물의 경량화가 성능과 직접적인 연관을 갖는 분야에 널리 사용되고 있으며 확산하는 추세이다. 또한 다양한 성형방법과 생산성을 가지고 있고 내화특성과 내식성, 내후성에 강한 재료의 개발로 유독성 화학물질뿐 일상생활에서도 다양한 형태로 쓰이고 있다. 고품질의 섬유강화 복합재료의 제조는 Autoclave내에서 제품의 분위기 온도와 압력을 조절하여 이루어진다.

오토클레이브에 의한 성형은 복잡하고 항공 역학적인 곡선형태들을 형성할 수 있다. 즉 복합소재들은 평판뿐만이 아니라 부드럽고 휘어진 곡선을 가질 수 있는 데, 이런 형태는 금속판재(Sheet Metal)로는 만들기 어렵고 비용도 많이 든다. 곡선 모양들에 의해서 드래그(Drag)를 줄이는 것이 무게 감소와 연계되어 항공기의 행동반경을 극대화시킬 수 있다. 부품들과 패스너(Fastener)들의 수는 복합재료를 사용함으로써 감소시킬 수 있는데, 이는 초대형의 항공기 구조물이 리벳과 이음매(Seam)없이 일체형으로 제작되어질 수 있기 때문이다. 마모의 감소는 복합재료를 사용하는 또 다른 이점이다. 복합재료는 비행 중에도 유연성을 유지하므로 금속처럼 크랙을 잘 발생시키지 않는다. 복합재료는 기존의 금속재료 보다 우수한 장점을 가지고 있으나, 내부 결함이 내재된 경우 특히 충격에 대해서는 많은 취약성을 가지고 있다. 항공기 부품은 주로 열경화성 에폭시 수지가 사용되어 경화공정시 열노출 정도에 따라 품질이 크게 좌우된다. 항공기 구조물의 실제 사용 시 발생하는 결함 및 손상의 수리를 위해서는 수리에 사용되는 소재를 경화시키기 위하여 수리될 부분 이외에 구조물 전체에 대한 재경화가 이루어진다. 이때 재경화에 의한 영향이 발생하게 되는데 하니콤 구조의 특징상 코어와 표피가 분리되는 박리현상등이 그 대표적인 예이다. 따라서 수리를 위해 경화온도에 부품