

오랫동안 BaTiO<sub>3</sub>의 제조는 고상법으로 이루어져 왔는데, 고상법으로 제조된 분말들은 입자의 size가 크고, 고온의 합성공정이 필요하다. 고온합성으로 입자의 크기가 커서 milling과정이 필요하다.

이때 기계적 분쇄로 인해 1 $\mu$ m이하의 평균입도분포를 얻기 힘들며, milling media(ball)에서 불순물이 혼입되기 쉽다.

전자재료 분야에서는 아주 작은 량의 불순물이 포함되더라도 특성에는 아주 큰 영향을 미치기 때문에 일본과 미국등 외국에서는 불순물을 적게 포함하고, 초기분말의 제어를 용이하게 하기 위해 습식법을 개발하여 분말제조에 사용하고 있다.

이 습식법 중에서 수열합성법은 산화물 및 성분 금속의 염 또는 공침물을 이용하여 대개 300 $^{\circ}$ C이하의 저온에서 합성하게 되고 milling과정이 필요 없게 된다.

최근에는 수열합성법을 이용하여 상업적으로 아주 중요한 위치를 차지하고 있는 BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, PbTiO<sub>3</sub>, PbZrO<sub>3</sub>, Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>등의 전형적인 페로브스카이트 분말이 제조되고 있다.

그러나 이러한 수열합성법도 원료인 염의 불완전한 용해와 원료의 재석출로 인하여 분말의 조성이 불균일하게 되는 경우가 발생한다.

따라서 본 실험에서는 종래의 수열합성법으로 BaTiO<sub>3</sub>분말 제조시 발생할 수 있는 문제점을 보완하기 위해서 수열합성반응 전에 이미 화합물의 형태를 이루고있는 공침전물을 사용하여 이를 해결하고자 하였다.

고상합성법에 비해 분말의 사이즈를 균일하고 미세하게 조절할 수 있는 습식합성법 중의 하나인 수열합성법을 이용하여 110 $^{\circ}$ C~180 $^{\circ}$ C의 분말합성 온도범위에서 합성시간 및 pH범위를 달리하며 나노 미크론 크기의 미세한 BaTiO<sub>3</sub> 분말을 합성하였다.

출발물질로는 BaCl<sub>2</sub>와 TiCl<sub>4</sub>의 수용액을 사용하였으며, 침전제로는 암모니아수를 사용하였다. 수열합성을 통해 얻어진 분말은 XRD, TG-DTA, SEM, TEM, BET등을 이용하여 분말의 물성을 평가하였고, 1150~1350 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 소결한 시편의 소결특성 및 전기적 물성을 평가하였다. 110 $^{\circ}$ C 이상의 온도에서 균일하고 미세한 BaTiO<sub>3</sub> 분말을 합성할 수 있었으며, 130 $^{\circ}$ C 이상에서는 합성시간과 관계없이 분말의 물성이 일정함을 보여주었다. TEM 분석 결과 분말의 크기는 130 $^{\circ}$ C에서 2시간동안 합성한 BaTiO<sub>3</sub>분말의 경우 25~35nm정도로 아주 미세하였고 BET측정결과 합성분말의 비표면적은 77.43m<sup>2</sup>/g이었다. 1270 $^{\circ}$ C에서 2시간동안 소결한 소결체의 경우 3000정도의 비유전율을 보였다.

## 55. 항공기용 복합재 샌드위치 부품의 수리시 열간노출에 따른 물성변화에 관한 연구

재료공학과 최 병 근  
지도교수 김 윤 해

두 종류 이상의 소재를 결합시켜 성형함으로써 소재 단독으로 가질 수 없는 성질을 발휘할 수 있도록 한 재료가 복합재료이다. 복합재료의 구성은 어떤 소재를 특수한 미소형(입자 혹은

섬유)으로 하며, 이 밖의 소재(매트릭스)속에 분산된 형을 택하는 것이 보통이다.

대부분의 항공·우주산업분야의 복합재료는 높은 비강도, 비강성 특성을 가질 수 있는 접합 품 형태의 복합재료를 많이 이용되고 있는데 이는 중심에 사용되는 구조재료인 코어재료(core materials)의 양면에 일정 두께를 가지는 프리프레그(prepreg)로 적층한 후 접합시켜 보다 강하고 경량의 특징을 가지는 구조로 된 샌드위치 구조물은 가볍다는 기본적인 장점 이외에 비강도(specific strength)/비강성(specific stiffness), 해수나 화학물질에 대한 저항, 피로에 대한 저항력, 그리고 단열 및 방음, 내화(fire resistance) 효과등에서 우수하고 특히 복합재료 중에서 고분자 수지를 모재(matrix)로 하는 복합재료는 재료의 감쇠 특성이 매우 크므로 이 재료를 기계 구조에 사용하면 구조의 높은 고유 진동수를 얻을 수 있을 뿐 만 아니라 외부의 힘에 의하여 발생한 진동을 쉽게 흡수하는 장점도 보유하고 있다.

이러한 장점에도 불구하고, 하중을 받을 때에 강도, 강성 및 수명의 감소를 일으키는 손상이 복잡한 기구와 불규칙한 파괴양상에 의해 그 신뢰도가 부족하다는 취약함을 가지고 있어 일반적으로 항공기 구조물의 2차 구조물(secondary structure)에 국한되어 사용되고 있다. 현대에는 항공기의 주요 1차 구조물(primary structure)인 날개(wing), 비행기 동체(fuselage), 비행기 미익(empennage) 등으로 그 적용범위를 넓히고 있거나 넓히기 위한 연구가 진행되고 있다.

샌드위치 구조물 부품은 가공중 화학적 반응에 의한 경화를 수반하는 열경화성 수지인 에폭시(epoxy)수지가 사용되어 경화 공정에 따라 그 품질이 크게 좌우된다. 경화 공정이라 함은 처음 부품이 사용되기 위해 경화시키는 것과 구조물의 결함이나 파손에 의한 수리(repair)를 위해 경화시키는 것으로 크게 구분할 수 있다.

항공기 구조물의 실제 사용시 발생하는 결함 및 손상의 수리를 위해서는 수리의 부분 외에도 구조물 전체에 대한 재 경화가 이루어지는 것이 현실이다. 특히, 「Bonding Shop」의 기술자들은 이러한 재 경화에 의한 하니콤 구조물의 수명이 더욱 짧아지는 것을 알고는 있으나 그 사용의 한도에 대해서는 어떠한 자료를 가지고 있지는 못하는 실정이다.

하니콤 구조의 특징상 코어와 표피가 분리되는 박리현상(delamination)은 실제 항공기나 기타의 사용용도에서 그 현상이 두드러지게 나타나는 것이 현실이다. 이러한 박리현상의 최소화를 위해서 수지의 경화사이클(cure cycle)의 횟수와 경화 조건의 조절 등을 통하여 그 수명을 향상시킬 수 있다.

실제로 부품의 생산 시의 공정은 그 방법이나 기술이 일정한 방법으로 이루어져 있다고 할 수 있다. 그러나 부품의 수리에 대한 공정의 방법이나 기술, 특히 금속재료와는 다른 반복적인 수리 공정의 한계에 대해서는 어느 정도 이뤄져 있으나 반복적인 수리로 인한 열간 노출에 대한 물성변화에 대해서는 자료가 부족하여 그 방법을 고찰해 보고자 한다.

따라서, 본 시험은 항공기용 복합재료로 쓰이는 샌드위치 구조물부품에 대한 1차 구조물의 적용에 가장 중요한 요소중의 하나로 작용하는 수리와 수리 시 발생하는 열간노출에 따른 물성 변화로 인한 사용의 한계에 미치는 영향을 고찰하였다.

본 연구에서는 라미네이트 형태와 샌드위치형태의 시편을 250F 경화용 Glass/Epoxy 프리프레그를 이용하여 만들고 경화 횟수를 1~5회 반복 경화시켜 열 노출정도를 인위적으로 달리하여 수리시의 열 노출에 대비되는 조건으로 하였으며 또 추가로 260F 온도조건의 오븐에서 50, 100, 150 시간 재 노출시킨 후 각각의 시편에 대하여 인장 및 압축시험을 수행하고, 같은 열 노출조건으로 FLATWISE TENSILE과 INTERLAMINAR SHEAR 시편을 만들어 각각에 대하여 시험을 수행하였다. 또한, DMA(Dynamic Mechanical Analysis)와 DSC(Differential Scanning Calorimetry)를 이용한 시험을 수행하여 열간 노출에 따른 수지의 열적거동 분석을 행하여 항공기용 복합재

료 샌드위치 부품의 수리시 열간 노출에 따른 특성변화에 관한 관찰을 수행하였다.

본 연구의 해석결과를 이용하여 항공기 부품의 수리의 조건 및 방법에 대한 영향을 파악하고 작업조건을 최적화하는데 적용할 수 있었다

## 56. GAX 암모니아 흡수식 열펌프의 발생기 일체형 정류기의 정류 특성에 관한 연구

냉동공조공학과 김 돈 수  
지도교수 윤 상 국

인간의 쾌적한 삶을 위해 오랜 세월동안 냉·난방기에 대한 연구가 계속 되어져 왔으나, 현재는 지구환경에 대한 경각심과 지구상 존재하는 에너지 고갈 문제등이 대두되면서 대체에너지에 대한 다방면의 연구가 이루어지고 있다.

특히, 국내의 전기구동 압축식 냉동기 사용 증가는 에너지 공급·수요의 불균형을 초래하게 되어 하절기의 전력 예비율이 위험수위에 이르고 있어 국가적으로 전력 수급에 큰 차질을 겪고 있다.

따라서 냉난방기의 에너지를 전기가 아닌 폐열이나 가스 등을 에너지원으로 사용하는 흡수식 냉동기에 대한 연구개발은 당연한 결과라고 할 수 있다.

흡수식 열펌프에는 작동매체에 따라 LiBr/H<sub>2</sub>O식과 NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O식이 있다. 국내에서는 LiBr이 화학적으로 안정하고 냉매인 물이 증발잠열이 커서 LiBr/H<sub>2</sub>O식의 개발에 많은 시간을 투자해 왔다. 하지만 작동조건에 따라 LiBr의 결정화와 부식성에 대한 문제가 있어 현재는 LiBr/H<sub>2</sub>O보다는 열 및 물질전달 능력이 우수한 NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O식에 많은 연구가 집중되고 있으며 특히, 공랭화가 가능함으로 앞으로 시스템에 관한 연구가 지속적으로 이루어 질 것으로 판단된다.

암모니아 흡수식 열펌프는 발생기의 암모니아 수용액을 가스로 가열하면 비점이 낮은 암모니아와 함께 물의 일부도 증기 상태로 발생되므로 암모니아와 물을 분리하는 정류기가 추가로 필요하게 된다. 정류기란 비등점이 다른 2종 이상의 용액을 가열하여 상승하는 기체와 하강하는 액체의 접촉에 의한 물질전달로 용액의 물질을 서로 분리하는 장치이다. 발생기에서 암모니아 수용액은 비등되어 정류기 상부에는 비점이 낮은 암모니아 농증기가 발생되며, 정류기 하부로는 암모니아가 약 1% 정도 함유된 수용액이 생성된다. 발생기(desorber) 상부의 증기는 암모니아 농도가 95%보다 낮으며, 최상부에 설치된 정류기(rectifier)에서 얻어지는 암모니아 농도는 99.8% 이상의 고농도이어야 한다. 정류기 출구의 암모니아 증기에 수분 함량이 크면 암모니아 농도가 낮아 증발기와 응축기에서 유체의 포화온도가 높게되고 수분이 증발기에서 증발이 되지 않게 되어 냉각 효율과 COP가 크게 감소하게 된다.

암모니아 흡수식 열펌프의 COP 향상을 위한 방식으로는 흡수기의 발열을 발생기에 이용하는 GAX(Generator Absorber Exchange) 시스템이 있다.

정류기 형식에는 정류단 적용방식과 충전재(packed column) 방식이 있다. 정류단 방식은 발생기, GAX가열기 그리고 정류기가 일체형으로 이루어질 수 있으며, 충전재 방식은 발생기로부터