
소형 항공기 복합재 구조의
충격 손상 기준 분석 및 유지 보수 기법 연구

A study on Impact Damage Criteria and Repair
Technique of Small Scale Aircraft Composite Structure

논문 요약본

본 논문은 항공기 복합재 구조의 충격 손상 평가 및 충격 손상 부위 유지 보수 연구로 크게 두 부분으로 분류된다. 본 논문의 전체 개요는 다음과 같다.

1장에서는 연구 배경과 연구 내용 및 범위, 논문의 전체 구성에 대해 소개하였으며 선행 연구에 대하여 국외와 국내로 분류하여 분석하였다.

2장에서는 미국 FAA가 제안한 복합재 항공기 구조의 주의사항을 분석하여 복합재 항공기 구조의 손상 유형을 5개의 종류로 분류하여 손상 정도를 평가하였다. 5개의 영역 중에서 제 1 영역은 육안으로 식별이 거의 되지 않는 손상(BVID, Barely Visible Impact Damage) 영역이며, 제 2 영역은 가시화된 손상(VID, Visible Impact Damage)영역이다. 제 2 영역부터 유지 보수가 필요한 기준이 되기 때문에 BVID와 VID 충격 손상 영역을 평가하는 방안으로 충격 시험을 통해 해당 영역의 충격 에너지를 정의하는 방안을 제시하였다.

3장에서는 충격 손상 문제에 대해 이론적으로 접근하였다. 저속 충격 손상에 관한 수학적 배경을 설명하고 충격체 동역학을 분석하여 충격체와 피충격체의 수학적 모델을 제시하였다. 충격이 발생할 때 복합재료 적층판의 동적 거동을 분석하기 위해 충격 모델을 적용하여 접촉력을 예측하였다.

4장에서는 3장에서 저속 충격 손상 예측을 위하여 최대 충격 하중을 예측한 이론적 해석 모델을 유한 요소 해석을 통해 비교하였다. 유한 요소 해석 모델은 충격체의 경우 구 형태의 강체로 적용하였으며, 피충격체인 복합재료 구조는 복합재료 적층판과 샌드위치 구조 두 가지 경우를 모델링 하였다. 또한 적층판은 Carbon/Epoxy UD 재질을 적용하여 이론적 예측 결과와 비교하였다.

5장에서는 3장과 4장에서 수행된 충격 손상 모델을 통한 최대 충격 하중과 충격이 일어나는 동안의 접촉 이력을 예측하고 유한 요소 해석을 통하여 비교 분석한 결과를 시편 시험 결과와 비교하였다. 오토클레이브를 활용하여 시편을 제작하였으며 충격 시험기를 활용하여 시편에 충격 손상을 가하고 충격에 의한 실제 거동이 이론적인 해석 결과와 잘 일치하는지를 확인하였다.

6장에서는 2장에서 정의한 BVID 영역과 VID 영역에 대하여 손상 부위를 충격 손상 에너지를 기준으로 평가하였다. 시편에 충격 손상을 모사하기 전에 먼저 환경 요인을 고

려하여 극한 환경 요인을 분석하였다. 극한 환경 조건은 고온 수분 조건(Elevated Temperature Wet)을 고려하였다. 환경 조건을 고려한 시편에 저속 충격 영역에서 다양한 충격 에너지로 충격 손상을 가하고 육안 식별 가능성을 검토하면서 압축 강도 감소 경향을 분석하여 BVID 및 VID 손상 에너지를 정의하였다.

7장에서는 복합재 구조의 손상 형태를 분류하여 손상의 심각성에 따라 유지 보수 절차를 제안하였다. 유지 보수 절차는 UD 적층판 형태 구조에 대하여 유지 보수 방안을 제시하였다. 충격 손상 후 시편의 손상 부위를 제거하고 수리 방안을 적용하여 손상 전 시편의 압축 강도 시험 결과와 손상 부위 유지 보수 후 시편의 압축 강도 시험 결과를 비교하였다. 또한 UD 구조 시편의 구조 형상을 유한 요소 모델링을 수행하여 시편 시험 결과와 비교하였다.

본 연구 결과는 복합재 항공기 인증을 위해 설계 단계에서 복합재료의 충격 손상 영향을 평가하였으며, 구조 형태에 따른 손상 부위의 유지 보수 기법 및 절차를 제안하였다. 따라서 본 논문은 항공기 개발 과정 및 개발 이후 운용 과정에서 기술 지시서로 활용할 수 있을 것이다.