항공기 터보엔진용 팬 블레이드에 대한 버드 스트라이크 손상 감소에 대한 연구

A Study on Aircraft Airworthiness through the Fan Blade Damage by Birdstrike in Commercial Turbofan Engine

*윤기호[1], #[2] 이해수, 박병훈, 이수용[2] 전언찬

*G. H. Yoon[1], # H. S. Lee, B. H. Park, S. Y. Lee[2] E. C. Jeon

[1]동아대학교 대학원 기계공학과, [2] 동아대학교 기계공학과

Key words : Bird striket, Engine fan blade, FEM(Finite elements method), multi material, Leading edge

1. 서론

항공기의 속도가 점차 증가함에 따라 조류충돌에 의한 항공기 사고가 증가하고 있는 가운데 조류충돌에 대한 충분한 안전성을 검토하여 설계 할 필요가 있다. 특히, 이착륙 시 활주로 주변 새들에 의한 항공기 사고는 경제적 손실을 비롯해 탑승객의 생명과 연결되는 중요한 문제이다.

본 연구에서는 전산해석 프로그램 ANSYS AUTODYN 3D를 이용해 엔진 팬 블레이드에 대한 조류충돌 해석을 수행하였다.[1~3)]

기존의 엔진 팬 블레이드에 대한 조류 충돌의 영향을 분석하고 엔진 팬 플레이드의 선단부에 이종재료를 보강한 모델 에대한 조류충돌의 영향을 분석하였다.

2. 실험방법

CATIA V5에서 생성된 조류의 형상과 팬 블레이드의 형상을 ANSYS AUTODYN을 이용하여 응력과 변형량을 해석하였다. 경계조건으로는 팬 블레이드 디스크와 연결되는 팬 블레이드 면에 Fix조건을 부여하고, 물체의 속도는 Table1 에서와 같은 조건으로 부여하였다. 충돌 조류는 큰기러기로 하였으며 제원은 Table 2와 같다.[3)]

Mesh의 생성은 Fig. 2에서와 같이 구성하였다.

Table 1 Boundary conditions

Contents	Value
Velocity of aeroplane (m/s)	290
Blade rotating speed (RPM)	5,175

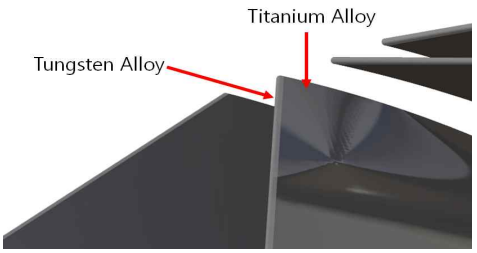

Fig. 1 Leading edge using tungsten alloy

Table 2 Bean Goose's data

Contents	Value	
Body length (mm)	830	
Wingspan (mm)	♂	458 ~ 520
	♀	440 ~ 474
Length of Tail (mm)	125 ~ 170	
Weight (g)	♂	2700 ~ 3400
	♀	2500 ~ 2700

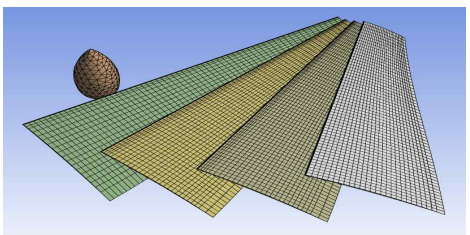

Fig.2 Mesh configuration

3. 실험결과

ANSYS AUTODYN을 이용한 해석의 결과로 변형량과 응력, 충돌 후 조류 파편의 진행방향 등을 보았다. Fig. 3과 4는 티타늄합금의 단일재료를 사용한 팬 블레이드와 조류의 충돌이 발생하였을 때의 응력 및 변형량과 충돌 후 조류 파편의 진행방향을 나타낸 것이며, 티타늄합금의 단일 재료를 이용한 팬 블레이드의 경우 조류 충돌 이후 충돌이 발생한 국부적인 부분에 상당한 변형이 발생하였으며, Fig. 4에서 보여 지는 것과 같이 충돌 직후 발생된 응력이 전달되어 팬 블레이드 디스크와 연결되어지는 팬 블레이드의 부분에서 응력이 집중되어지는 결과를 확인 할 수 있었다.[5)]

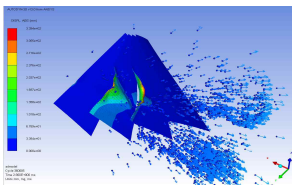

Fig. 3 Displacement caused of by crash Bean Goose and single material blade

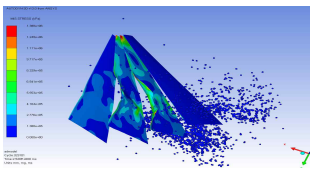

Fig. 4 Mises stress caused by crash of Bean Goose and single material blade

Fig. 5는 티타늄합금과 텅스텐의 복합재료를 사용한 팬 블레이드와 조류 충돌이 발생하였을 때의 변형량과 충돌 후 조류 파편의 진행방향을 나타낸 것이며, Fig. 6는 같은 상황에서 발생하게 되는 응력을 나타낸 것이다.[4 ~ 5)]

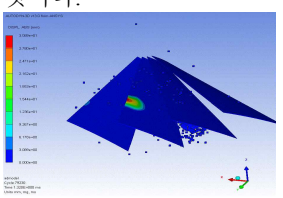

Fig.5 Displacement caused by crash of Bean Goose and multi material blade

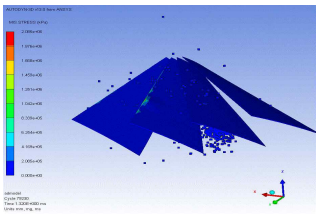

Fig. 6 Mises stress caused by crash of Bean Goose and multi material blade

4. 결론

ANSYS AUTODYN을 이용하여 변형량 및 응력해석을 수행하여 엔진 팬 블레이드의 상용유한 해석프로그램인 조류충돌 시뮬레이션을 수행하였다.

팬 블레이드의 조류충돌에 대한 최대 응력(1.4GPa) 및 최대 변형량 (949.2mm)을 해석을 통해 팬 블레이드의 기계적 강도에 대한 값을 산출 하였으며 조류 충돌로 인한 손상에 대해 Leading edge부의 텅스텐을 보강한 복합 재료를 사용함으로써 조류에 따라 28~90%의 블레이드 손상을 줄일 수 있었고, 이에 따라 항공기 감항성을 개선할 수 있었다.

후기

본연구는 산업자원부 지방기술혁신 사업(RT104-01-03)지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1) 문창오, 우종호, 우태식, 황철호, 박찬익, “ 항공기용 Windshield의 조류충돌 저항성 평가” 한국항공우주학회지. 제24권, 제2호, pp95~105 (1996)

2) 공창덕, “흡배기구 손실예측 및 이를 고려한 항공기 가스터빈의 장착 성능 모사 연구”, 한국추진공학회지, 제10권 4호, pp100~106 (2006)

3) 송순창, “세밀화로 보는 한반도 조류도감”, 김영사 pp108, pp196, pp306, pp526, (2005)

4) Alexander, A. "Interactive Multi-mode blade impact anlysis", Journal of engineering for power, vol. 104, pp286~295 (1982) (1984)

5) Chris H. Edge 7 J. Degrieck "Derivation of a dummy bird for analysis and test of airframe structures" pp2~3, (1999)