

부산대학교 터보기계연구실 소개

지도교수: 서준호
기계관 524호

1. 터보랩 소개

TURBOLAB PNU

- 터보랩 = 터보기계연구실 (Turbomachinery Laboratory) 줄임말
- 터보랩 연구분야 소개
 - 고속 회전기계에서 발생하는 동역학적/유체역학적 특성, 불안정성 및 이의 해결방안에 대해 연구하며, (1)동역학/유체역학 모델링 (뉴턴의 제2법칙), (2)모델의 수치해석 (Matlab, Abaqus, Ansys, COMSOL등) 및 (3) 실험을 통한 이론 개발 및 검증을 수행합니다.
 - 연구 대상으로는, 회전기계 (터빈, 펌프, 압축기, 제트엔진 등) 및 이와 관련 된 주요 기계요소 (베어링, 실, 기어, 댐퍼 등)에 대한 물리적 고찰을 바탕으로 연구합니다.

1. 터보랩 소개

TURBOLAB PNU

- 구성원 (2021년 1학기 기준)
 - 풀타임: 박사후연구원 1명, 박사과정 2명, 석사과정 6명
 - 파트타임: 박사과정 1명, 석사과정 1명
- 풀타임 연구원별 연구분야
 - 유00 [박사후연구원]: 고속 구름베어링 접촉 피로해석, 응력기반 구름접촉피로해석고무씰 윤활
 - 장00 [박사과정]: 회전체동역학, 씨일동역학, 전산유체역학, 펌프/압축기 설계 및 해석
 - 김00 [박사과정]: 회전체동역학, 베어링동역학, 전산유체역학, 티타늄 단조해석
 - 김00 [석사과정]: 구름베어링 수명/발열, 고무씰 윤활, 경계윤활 해석 위한 Average Reynolds 코드개발
 - 장00 [석사과정]: 회전체동역학, 불발란서 수치모델 개발, THD 윤활모델 개발
 - 김00 [석사과정]: 3차원 표면생성기법 개발 및 건마찰/윤활/마모 해석, 피스톤링 윤활해석, 에어포일베어링
 - 손00 [2021 석사과정입학 예정]: 회전체동역학, 씨일동역학 (CFD기반)
 - 이00 [2021 석사과정입학 예정]: 회전체동역학, 씨일동역학 (Bulk Flow 모델 기반)
 - 김00 [2021 석사과정입학 예정]: 구름베어링 수명/발열, 구름접촉 윤활해석, 경계윤활 수치모델 개발

2 터보기계연구실 보유 소프트웨어 및 장비

TURBOLAB PNU

- 소프트웨어

- Ansys (all): 다중물리 해석
- Abaqus: 구조해석, 접촉해석
- COMSOL: 다중물리 기반 수치해석
- MASTA: 기어 해석 전용

- 장비

- 윌러비비엠 PAK (및 가속도계/마이크로폰): 소음진동측정, 모달테스트
- NI DAQ X 4 (입출력 플랫폼 기반): 소음/진동/변화/스트레인/온도 데이터 획득 및 후처리
- Bently Nevada RK4 Rotorkit x 4ea: 회전체동역학 실험
- Journal Bearing 정특성 동특성 실험장치: 2020년 현대중공업 기증, 2021년 유지보수 예정
- 32코어 워크스테이션 x 4ea: 수치해석

3. 터보기계란?

TURBOLAB PNU

- 터보기계(turbomachinery)는 터빈과 압축기를 포함하여 회전체(로터,rotor)와 유체 사이에서 에너지를 전달하는 기계를 말합니다. 대표적인 예로 펌프, 팬(송풍기, 블로워), 압축기, 터빈 (스팀터빈, 가스터빈, 수차, 풍차) 등이 있습니다.
- 터빈이 유체→로터로 에너지를 전달하는 반면, 압축기는 로터→유체로 에너지를 전달합니다.
- 이 두 종류의 기계는 뉴턴의 제2법칙과 오일러의 펌프 및 압축성 유체 터빈 방정식을 포함한 동일한 기본 원리에 의해 작동됩니다. 원심 펌프는 로터 → 액체, 일반적으로 액체로 에너지를 전달하는 터보기계이기도 하지만 터빈과 압축기는 일반적으로 가스로 작동합니다.

4. 터보기계연구실 수행중인 과제

TURBOLAB PNU

- 고속베어링의 적정 수명 확보를 위한 피로 수명 기초 데이터 확보(현대자동차)
- 서보모터 · 제너레이터 성능 검증 프로세스 개발 [전기연]
- 원자로냉각재펌프 축계 설계 해석적 검토 [원자연]
- 레이저열처리 피스톤링의 윤활해석 알고리즘 개발 [삼영기계]
- 1250Mpa급 고비강도 타이타늄 합금 대형 블레이드 제조기술 개발 [재료연]
- 펌프 유동해석 및 최적화기술 개발 [영풍정밀]
- 베어링 텍스처링 마찰저감효과 (트라이볼로지학회, 현대차) - 2021년상반기 종료
- 터보기계 운전한계 극복 Advanced Material 베어링 개발 [대동메탈] - 2021년상반기 종료
- 산업용 로봇 기어시스템의 소음 원인 분석 및 저감 대책 방안에 대한 연구 - 2021년상반기 종료
- 슬리브 베어링 설계 프로그램 및 사용 매뉴얼 개발 [효성펌프] - 2021년상반기 종료
- 모튼이펙트 원인 규명을 위한 다중물리 수치해석 모델 개발 [연구재단] - 2021년상반기 종료

5. 터보기계연구실 졸업 후 진출 가능한 기업 및 연구소

TURBOLAB PNU

- **항공우주연구원:** 한국형발사체 개발사업본부 (우주발사체 터보펌프)
- **한국기계연구원:** 회전체동역학연구실 (펌프, 압축기, 터빈, 밸링싱 등)
- **한국생산기술연구원:** 베어링 및 기타 회전기계요소 연구
- **한화에어로스페이스:** 항공엔진 개발/생산/정비
- **한화파워시스템 :** 압축기/터빈
- **한국항공우주산업(KAI):** 항공기 독자개발에 필요한 전 요소기술 부문 (추진시스템 및 세부계통)
- **두산중공업:** 가스터빈, 스팀터빈, RCP펌프
- **현대일렉트릭:** 전동기, 발전기
- **LG전자, 삼성전자:** 냉장고, 에어컨 압축기/펌프

6. 회전체동역학 연구 목적

TURBOLAB PNU

- 산업현장에는 펌프, 송풍기, 압축기, 전동기, 발전기, 증기 및 가스터빈 등의 다양한 회전기계가 중요 설비로서 사용되고 있다. 이들 회전기계는 지금도 우리가 일상적인 삶을 영위하는 데에 있어 없어서는 안될 필수적인 일들을 쉽없이 하고 있지만 우리가 직접 접하기 힘든 설비들이다.
- 산업의 발달과 함께 최근 고성능화(소형화, 고속화, 고압화)되고 있고, 이를 위한 개발 단계나 상업운전 시에 지금까지의 지식이나 경험으로는 고려될 수 없었던 사고나 고장이 발생하고 있다.
- 통상 회전기계의 성능 향상과 진동·소음의 발생은 일반적으로 서로 상반된 관계를 가지고 있다. 즉, 기계의 에너지 효율을 향상시키기 위해서는 소형화, 경량화, 고속화, 고압화 및 고온화를 통하여 유량과 압력을 최대화하고, 에너지 손실을 최소화하여야 하며, 이는 기계 구조의 강도 개선 뿐만 아니라 진동 및 소음을 발생시키는 요인으로 작용하는 경우가 많다.

6. 회전체동역학 연구 목적

TURBOLAB PNU

- 따라서 성공적으로 신뢰할 수 있는 기계의 개발이나 설계를 위해서는 성능의 향상과 진동·소음 문제 사이의 절충과 협조가 필요하고, 발생할 수 있는 진동을 예측하여 진동을 억제하기 위한 방진대책(저진동·저소음화)을 수립하기 위한 기술이 필요하게 된다.
- 이에 따라 회전기계의 설계단계에서 진동예측 및 시뮬레이션을 통한 진동해석 및 평가기술, 이에 따른 설계변경과 진동품질을 검토하는 진동설계기술이 필요하고, 제작·설치 후에는 효율적인 운전과 보수유지를 위한 상태감시 및 진단기술, 정비기술과 발생하는 문제들에 대한 트러블대책기술이 중요성을 점점 더하여 가고 있다.
- 최근 컴퓨터의 발전에 따라 회전기계의 진동예측은 상당히 높은 정도로 이루어지게 되었고, 진동해석기술과 해석 소프트웨어도 다양한 주변 기술과 결합하여 일반 관계자도 관련 전문지식이 없어도 비교적 사용하기 쉽고 편리하도록 개발되어 성능 및 진동품질을 충분히 만족하도록 설계 및 제작하도록 되고 있다.

6. 회전체동역학 연구 목적

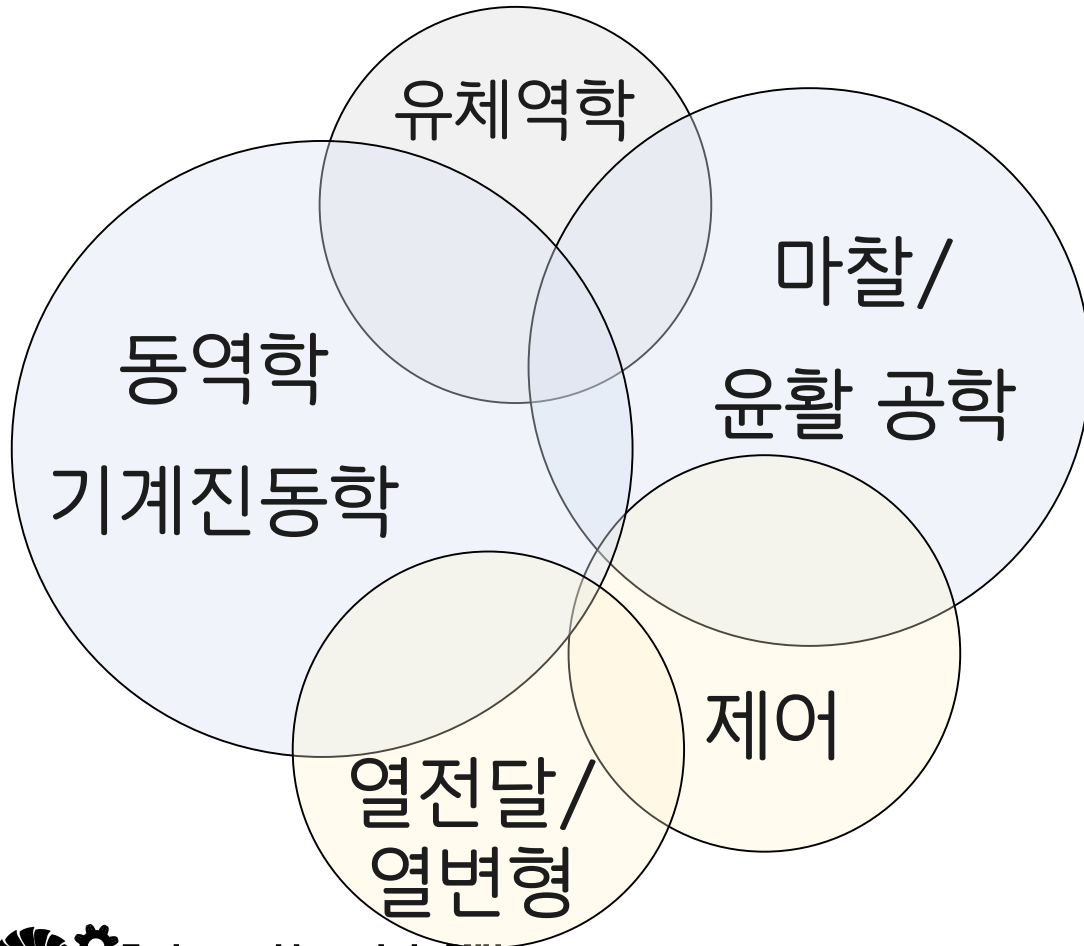
TURBOLAB PNU

- 설계시의 진동예측은 실기 상당모델을 대상으로 진동해석 소프트웨어를 이용하여 고유진동수와 모드해석, 안정성해석, 응답해석 등이 이루어지고, 이 때 실기 회전체 모델링에는 유한요소법이나 전달행렬법이 널리 이용되고 있다.
- 본 회전체동역학 교과목은 회전기계의 진동에 관한 최신의 학문적 성과를 체계적으로 정리하기보다는 실제 회전기계에서 발생할 수 있는 각종 진동문제의 실용적인 해결방법을 제시하는데 기여하는 것을 목적으로 하는 입문 교과목이다.
- 학부 고학년 및 대학원 석박사 과정 학생, 산업계의 설계, 제작, 운전 및 유지보수에 관련된 기술자들을 대상으로 한다.

7. 회전체동역학 (Rotordynamics) 소개

TURBOLAB PNU

- 동역학 + 기계진동학 + 유체역학 + 마찰/윤활 공학 + 열전달+ 제어



- 동역학 + 기계진동학: 회전체 및 베어링의 동적 특성
- 유체역학: 스피, 임펠러, 댐퍼 발생 유체력
- 마찰/윤활 공학: 베어링 윤활/마찰/마모
- 열전달/열변형: 베어링 발생 열전달/변형
- 제어: 자기베어링(magnetic bearing)