

부산대학교 기계공학부 기계기반 미래첨단융합기술연구회 Workshop

---

# AMANCL Lab. 소개

Applied Mechanical Acoustics & Noise Control Lab.

2025. 02. 06. (목)

지도 교수 : 정 철 웅

부산대학교 기계공학부  
응용기계음향 및 소음제어 연구실

# 연구실 구성원

## 지도 교수



정철웅 (Cheolung Cheong)

- 소속 부산대학교 공과대학 기계공학부
- 직위 교수
- 학위 Ph.D. Seoul National University
- 이메일 ccheong@pusan.ac.kr
- 전화 +82-51-510-2311 (교수 연구실)

- 연구분야 **Aeroacoustics**, Computational Aeroacoustics, Fan Noise, High-speed Vehicle Noise, Flow Noise (Two-phase flow), Pipe/Valve/Pump Flow Noise, Flow-Structure-Acoustics Interaction Noise)
- 주요경력 (현) 한국음향학회 부회장  
(현) I-INCE 아시아-태평양지역 총괄이사  
(현) 한국음향학회지 편집위원장  
(현) 첨단냉동공조에너지센터(LG-CARE) 센터장  
(전) 한국소음진동공학회 편집이사  
(전) 풍력발전미래기술센터 센터장  
(전) 부산대학교 기획처 기획부처장
- 주요수상 (2023) 부산대학교 산학협력혁신상  
(2023) 과학기술통신부장관 표창장  
(2022) 한국음향학회지 최우수논문상  
(2021) 공과대학 우수논문상  
(2021) 한국음향학회 우수논문상  
(2018) 제28회 과학기술 우수논문상  
(2017) 한국음향학회 학술상  
(2015) 제25회 과학기술우수논문상

## 연구실 구성원

### 박사 과정 (2명)



이상헌 이권기

### 석사 과정 (10명)



조성대 윤동규 이용욱 박준혁 최인섭 박상준 이주영

### 학부인턴 과정 (2명)



이상진 황문성 이준모

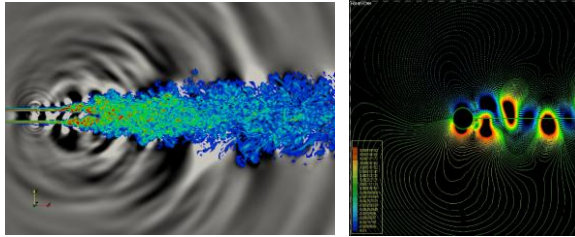


김효준 김범수

## 연구 개요 및 연구 현황

- 본 연구실은 물리음향이론을 바탕으로 유체역학적 원인에 의하여 발생하는 기계류 소음을 이론, 전산, 실험적 방법을 사용하여 예측/분석하고 이를 통한 저소음 설계, 소음 제어 기술 등의 산업계에 응용할 수 있는 원천기술개발과 소음전문인력 양성으로 관련 산업계, 연구소, 학계에 기여하는 것을 목표로 두고 있다.
- 유동 소음
  - : 유체역학적 힘이나 유동으로부터 기인하는 움직임에 기인하여 발생하는 소음을 다루는 분야
- 전산 공력 음향학 (Computational Aero-Acoustics, CAA)
  - : 비정상 상태의 유동으로 인해 발생하는 소음을 해석할 수 있는 고차 수치 기법을 개발하고, 이를 이용하여 복잡한 유동소음의 발생/전파/교란 등의 메커니즘을 규명하는 것을 목적으로 하는 분야
- 대표 연구 분야
  - 전산공력음향학(CAA) 수치 알고리즘 개발
  - 항공기, 자동차를 비롯한 **고속운송체**의 소음 예측 및 저감 기술
  - **팬, 압축기, 펌프** 등의 유체수송원 소음 예측 및 저감 기술
  - 선박, 잠수함을 비롯한 **다상 유동**에서의 소음 예측 및 저감 기술
  - 각종 유체수송원, **밸브**를 포함하는 **파이프** 유체 소음 예측 및 저감 기술
  - 항공소음, 도로교통소음 등의 **환경소음** 예측, 측정, 평가
  - **군사무기 체계**에서 소음 저감 및 탐지(예측) 기술
  - 음향 측정 신기술 개발
- 연구 현황
  - 분야별 다양한 연구소 및 기업과의 연구 과제 진행
  - 다수의 SCI(KCI)급 국내/국외 논문 출판
  - 분기별 국내/국외 학회 참가를 통한 글로벌 연구 교류
  - 다양한 교육 참가를 통한 연구 분야 전문화

# 세부 연구 분야



## 전산공력음향학

- ✓ 유동소음의 수치해석기법 개발
- ✓ 수중유동소음 해석을 위한 다상유동해석코드 개발
- ✓ 고속운송체, 회전기기 유동 및 유동소음 해석

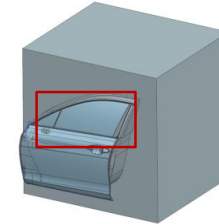
## 수중방사 소음

- ✓ 수중 공동현상과 공동 소음의 예측 및 평가
- ✓ 수중추진기 소음
- ✓ 수중 어뢰 및 수상선 공동 현상 모사



## 가전기계류 소음

- ✓ 냉장고, 에어컨, 세탁기, 건조기, 청소기, 식기세척기 등의 소음 예측 및 저감기술 연구
- ✓ 가전기기 용 압축기, 팬, 펌프, 밸브 유동과 소음 예측 및 성능 향상기술 개발



## 수송기계류 소음

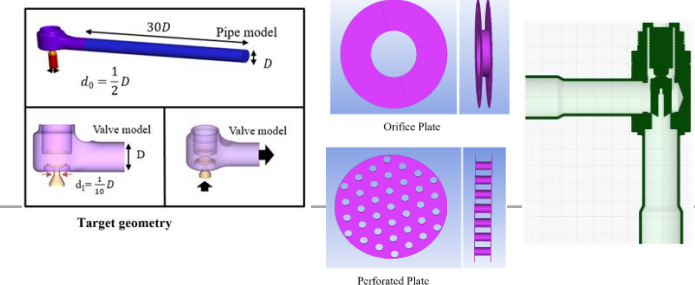
- ✓ 자동차, 고속전철, 비행기 등의 수송기계류 고속유동과 유동소음 예측 및 성능향상 기술 개발
- ✓ 항공기 엔진 유동 성능, 자동차, 고속전철 공력소음, 자동차 Stick-slip 소음

## 산업기계류 소음 및 진동

- ✓ 해상풍력발전기, 모터 소음, 진동 예측 및 저감, Health monitoring 기술 개발
- ✓ 팬모터, 전력차단기모터 소음, 진동 특성 분석, 건강진단 기술 개발
- ✓ 해상풍력발전기 자유도 저감 장치 개발

## 터보 기계류 소음

- ✓ 압축기, 밸브 유동 기인 진동 및 소음 예측/저감 연구
- ✓ 고속, 고온 밸브 유동 및 음향가진 진동 소음

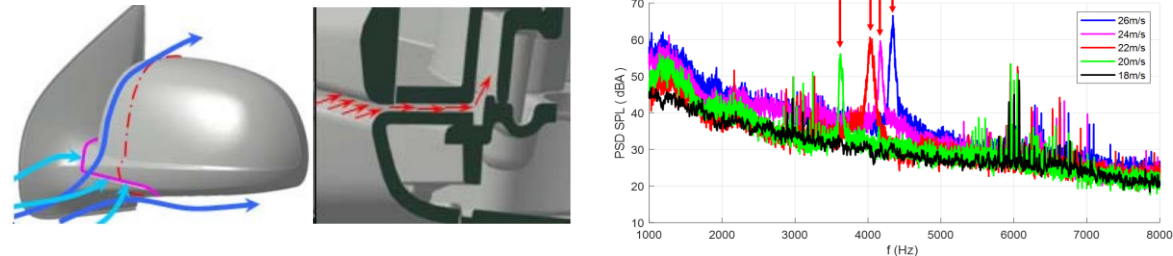


# 세부 연구 분야

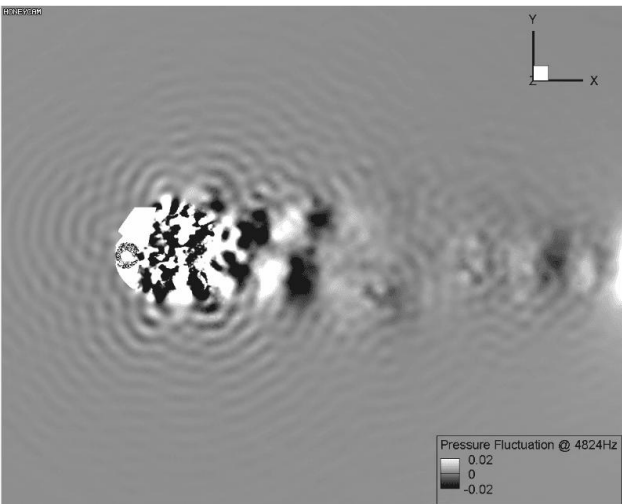
## Computational AeroAcoustics

- (연구 주제) 공력소음의 수치적 예측을 위한 고정밀-고적확 수치 기법 및 분석법 개발
- (지원 기관) 현대자동차, 한화오션, LG전자

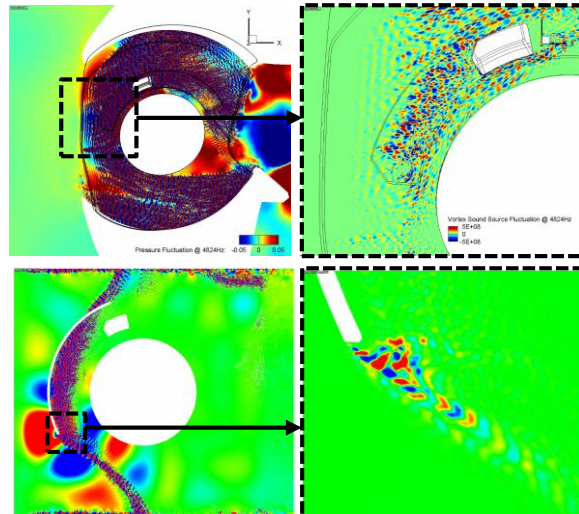
### 미세틈새 유동에 의한 휘슬링 소음 발생 메커니즘 분석



사이드미러 미세틈새 유동에 의해 발생하는 휘슬링 소음 정의

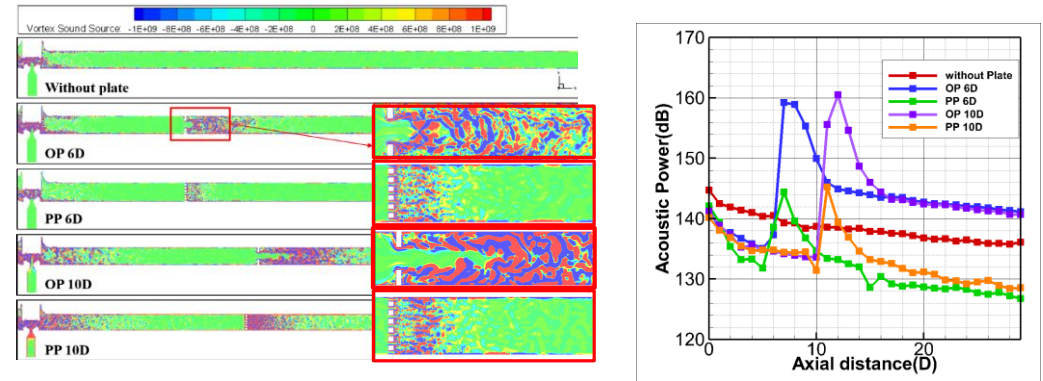


사이드미러 외부 음향장

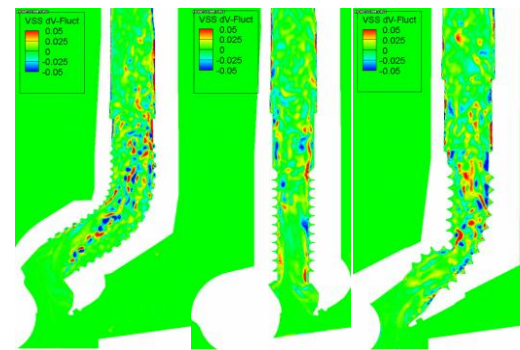


사이드미러 미세틈새 내부음향장 및 소음원 분포

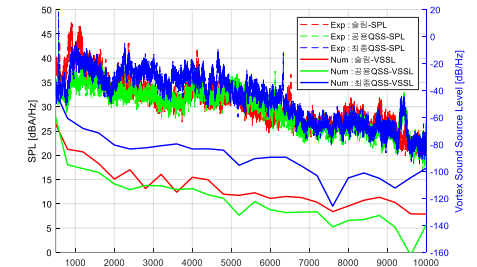
### 와류음원을 이용한 배관 및 노즐 내부 유동 소음원 정량화



배관 내부 유동 소음원 정량화



노즐 내부 유동 소음원 정량화



Model A		Model B		Model C	
Exp	Num	Exp	Num	Exp	Num
67.0	53.7	65.2	52.1	67.4	59.3

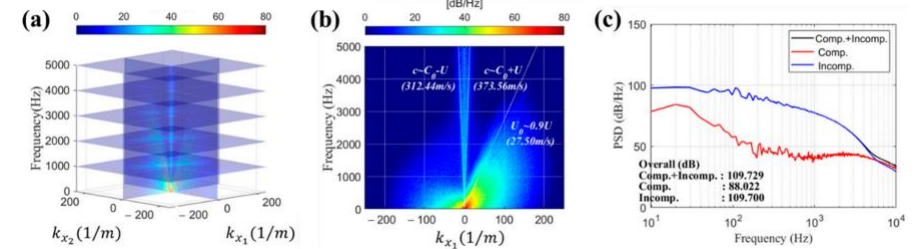
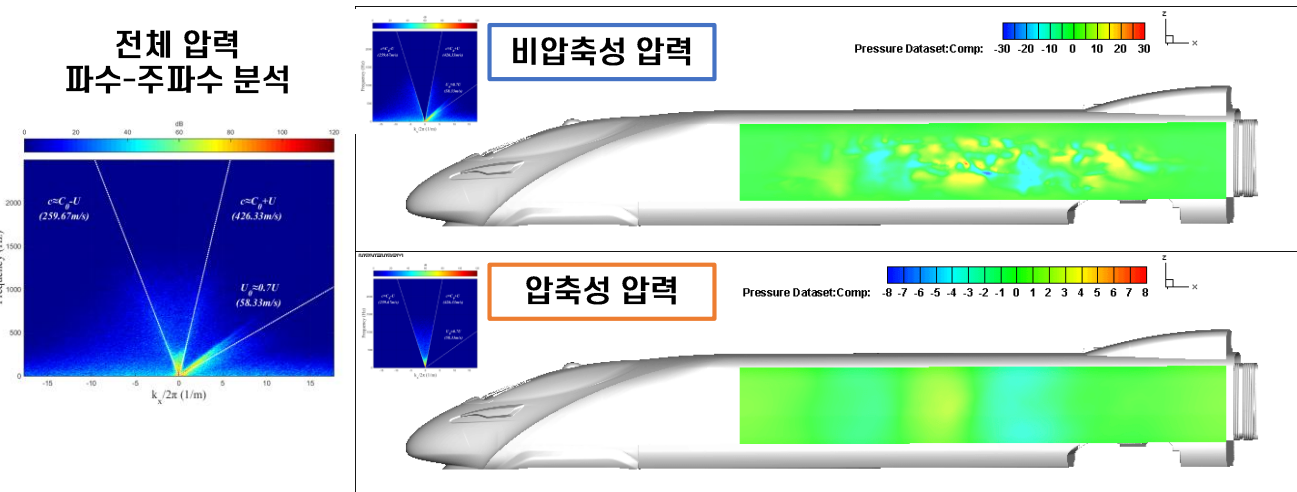
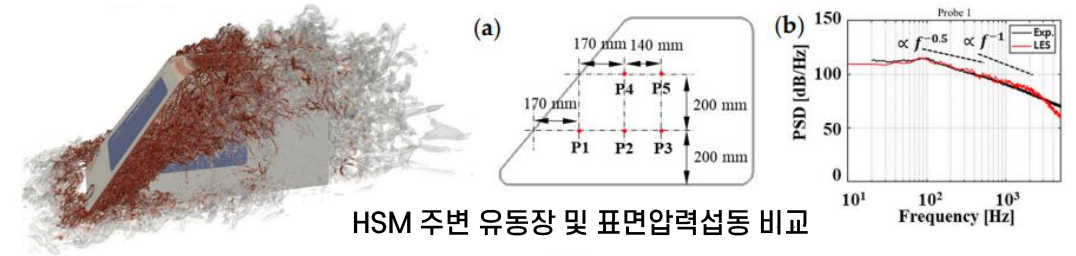
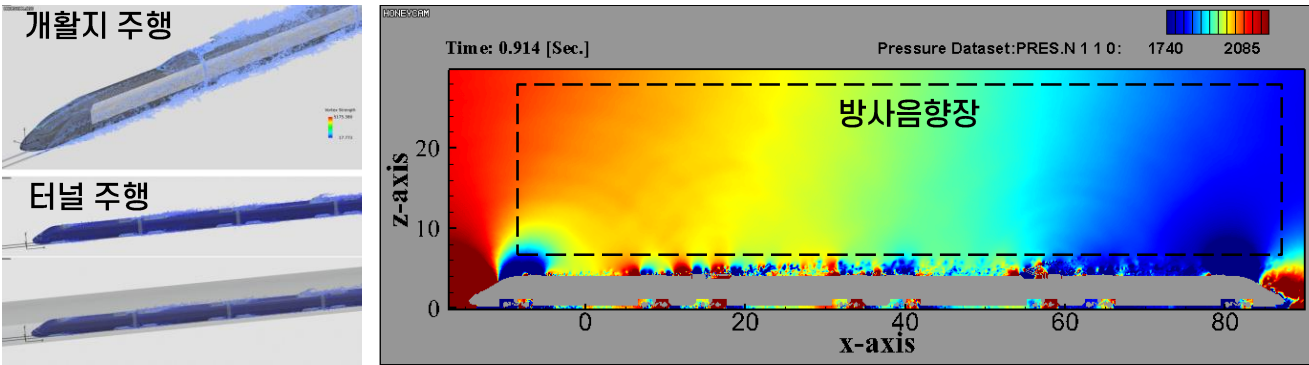
# 세부 연구 분야

## High-speed vehicle noise

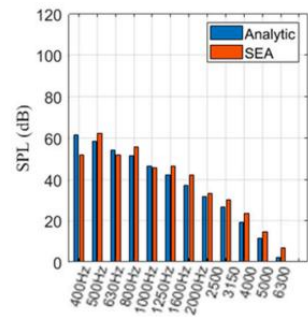
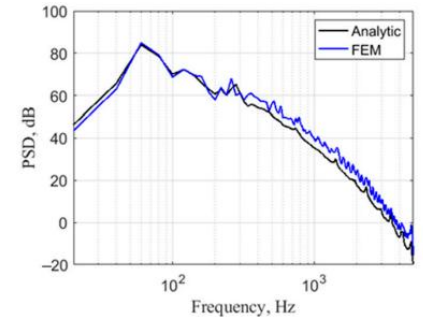
- (연구 주제) 고속 운송체의 유동장 및 소음원 예측과 이로인한 내부 음향장 및 소음 예측
- (지원 기관) 현대자동차, 현대로템, 한국자동차연구원, DRB

### 고속열차 외부 유동 기인 방사소음 및 내부소음 예측

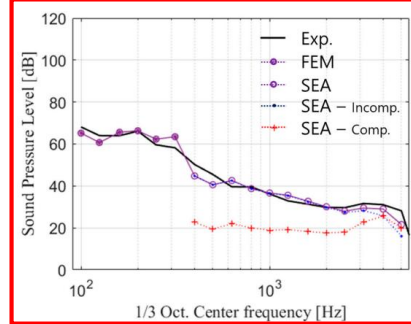
### HSM 외부유동장 예측 및 내부 소음 예측



파수-주파수 분석을 이용한 창문의 표면압력섭동의 압축성/비압축성 성분 분리



유한요소법 및 통계적에너지분석법 비교



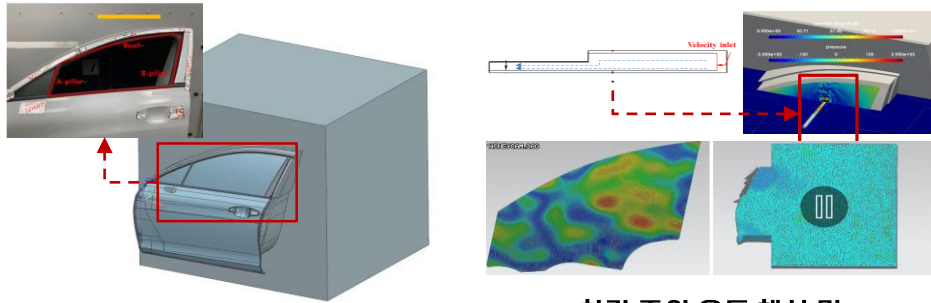
HSM 내부 소음 예측

# 세부 연구 분야

## High-speed vehicle noise

- Aerodynamic noise prediction and performance improvement for automobiles, high-speed trains, and airplanes

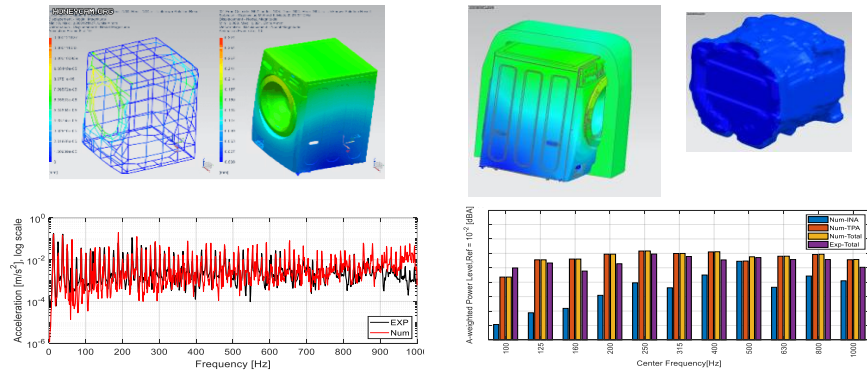
- ▶ Analysis of internal propagation performance of external wind noise through the side window rubber seal's nonlinear properties in a car (DRB Dongil)



대상 차량 도어 및 고무 실러 모델

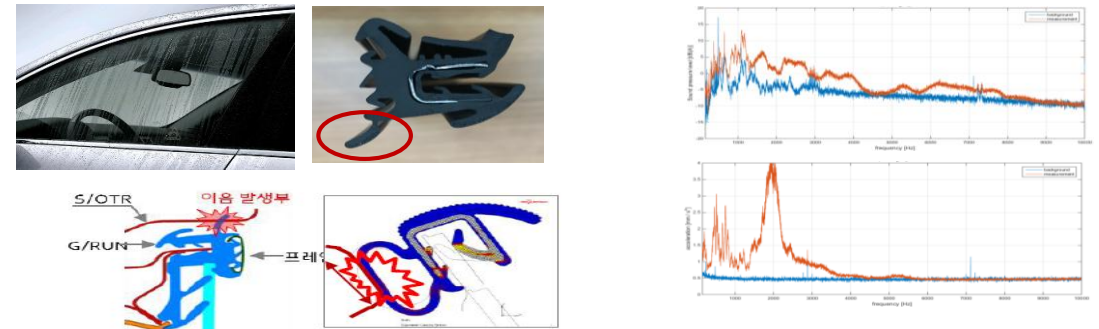
차량 주위 유동 해석 및 창문 진동 내부 소음 해석 결과

- ▶ 세탁기 탈수 시 방사 소음 예측 및 해석 표준화 (LG전자)



세탁기 진동 및 방사 소음 해석

- ▶ Investigation of the stick-slip noise generation mechanism occurring in the car window's weather strip (DRB Dongil)



대상 고무 실러 및 stick-slip 모사 시험

- ▶ 고정확도 LES을 통한 아웃사이드 미러 휘슬소음 원인 규명 및 가시화 (현대 NGV)

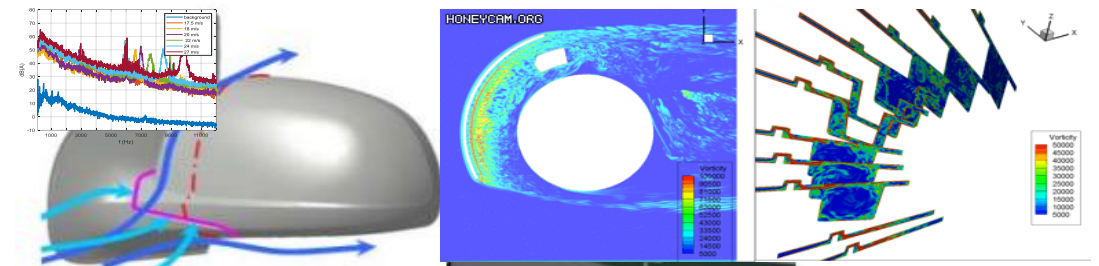


Fig. 5 좁은 틈새 휘슬 사례

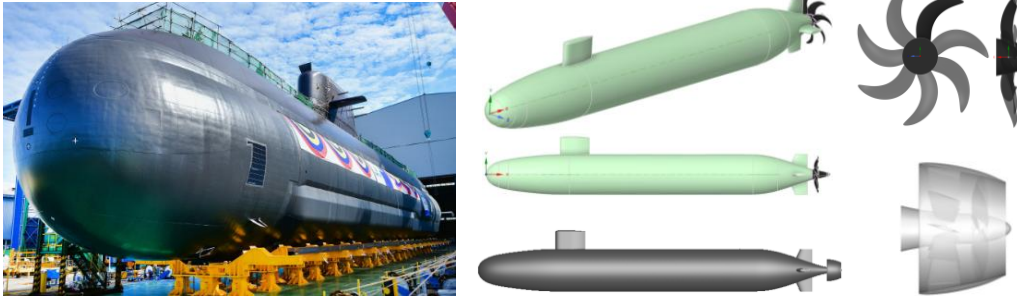
대상 사이드미러 형상 정의 및 해석을 통한 소음 발생 메커니즘 규명

# 세부 연구 분야

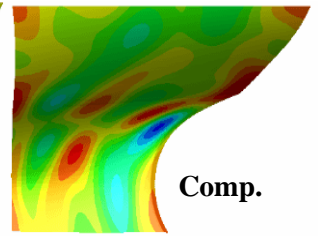
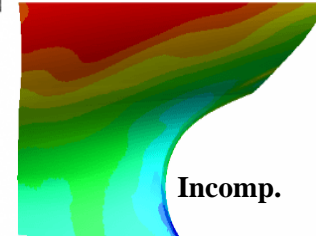
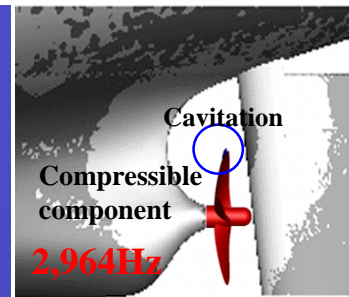
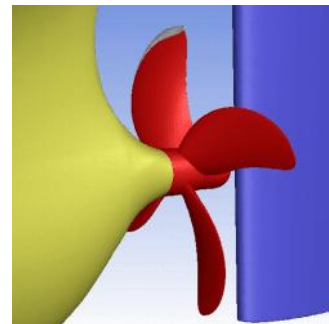
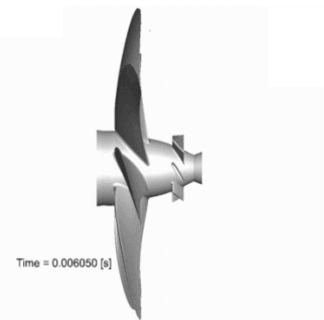
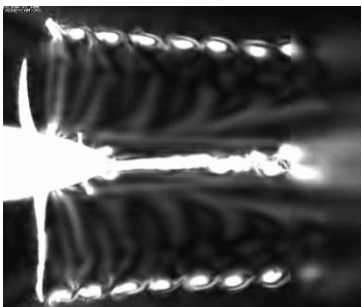
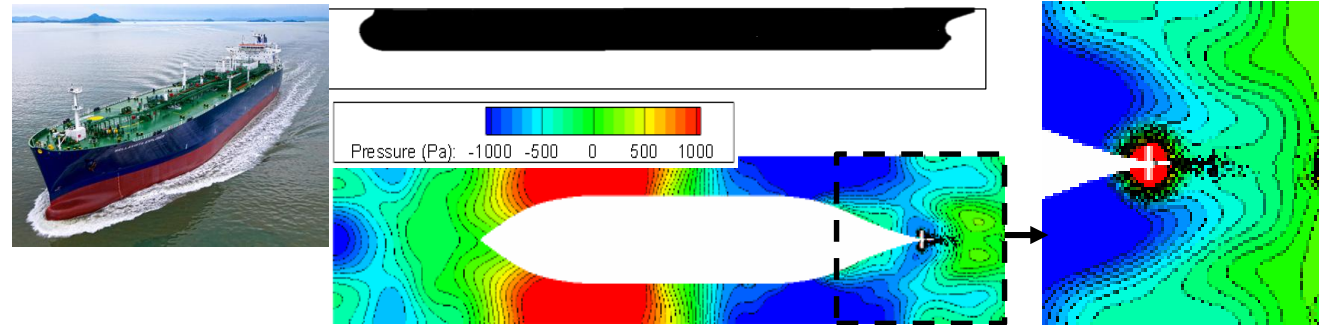
## Multiphase flow noise

- (연구 주제) 선박 추진기에서의 공동 발생 메커니즘 분석 및 공동 소음 예측
- (지원 기관) 대우조선해양, 한국항공우주산업, 선박해양플랜트연구소

• 수중 함형 추진기 공동 소음 발생 메커니즘 분석



• 화물 운송체 추진기 수중 방사 소음 예측

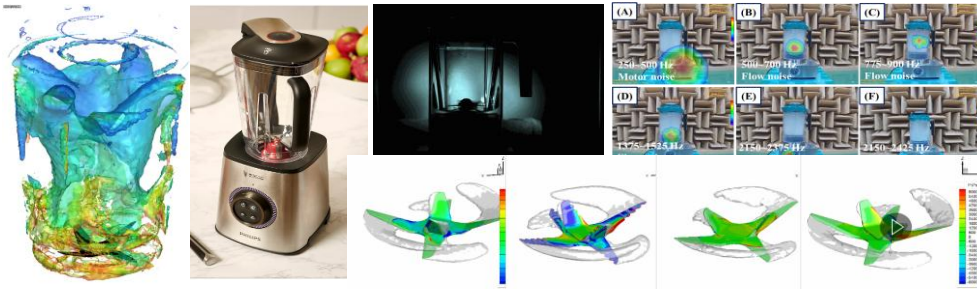


# 세부 연구 분야

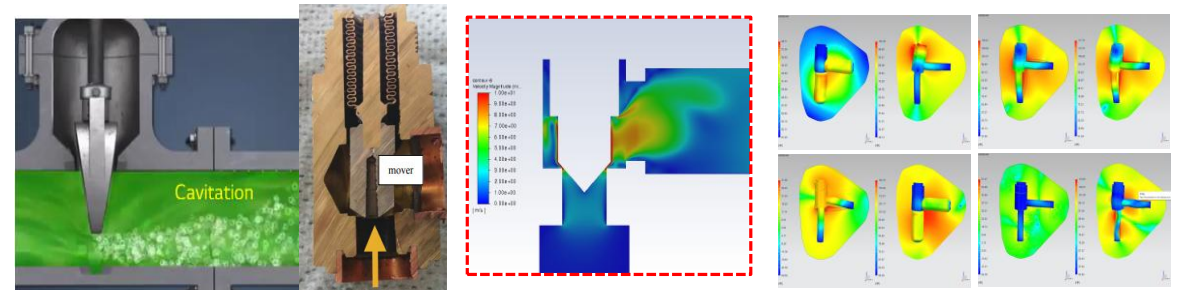
## Multiphase flow noise

- Development of noise reduction design technology for abnormal fluid flow in the industrial sector: Blender, indoor unit of air conditioners.

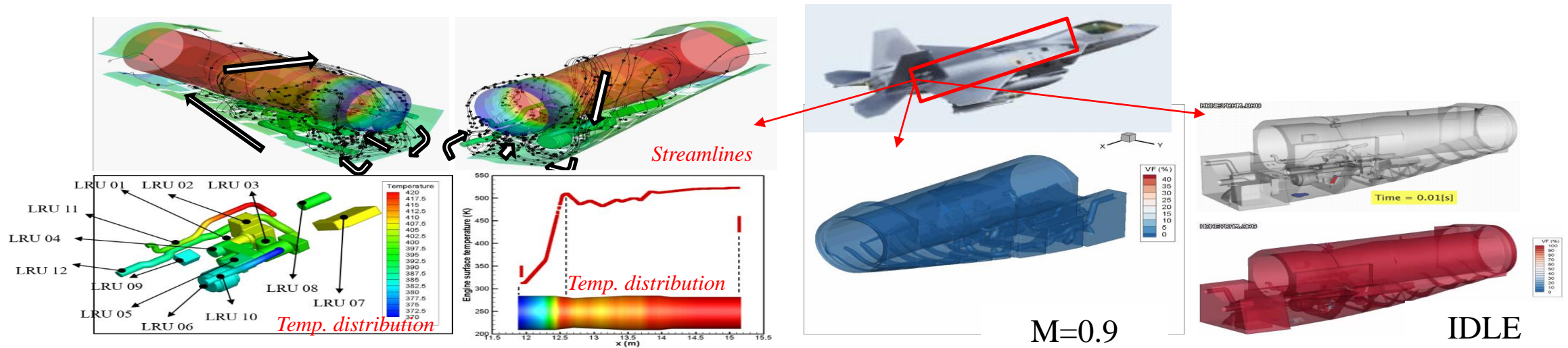
- Optimization of blade/container shape design and development of fluid flow noise reduction technology (LG Electronics).



- Investigation of abnormal fluid flow noise inside the EEV (Electronic Expansion Valve) piping of indoor air conditioner units (LG Electronics).



- Evaluation of ventilation/fire extinguishing performance and design improvement for the KF-X(KAI)



M=0.9

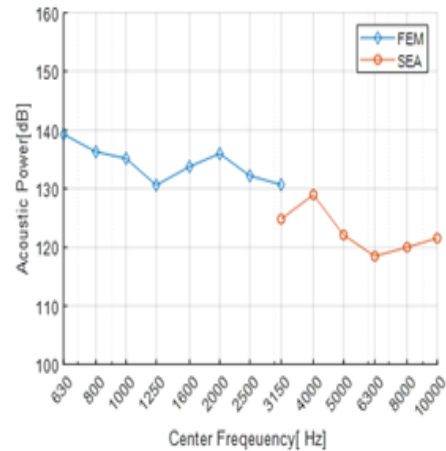
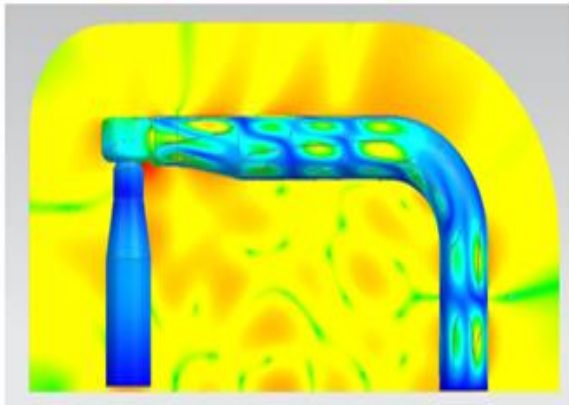
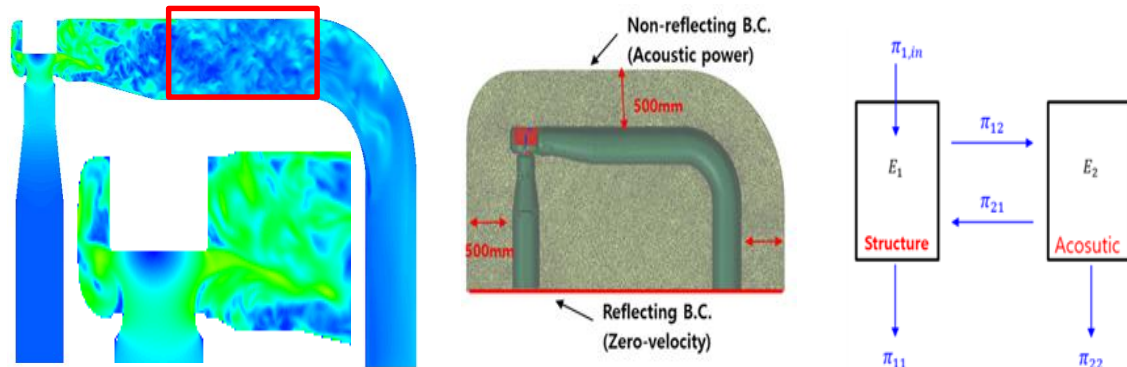
IDLE

# 세부 연구 분야

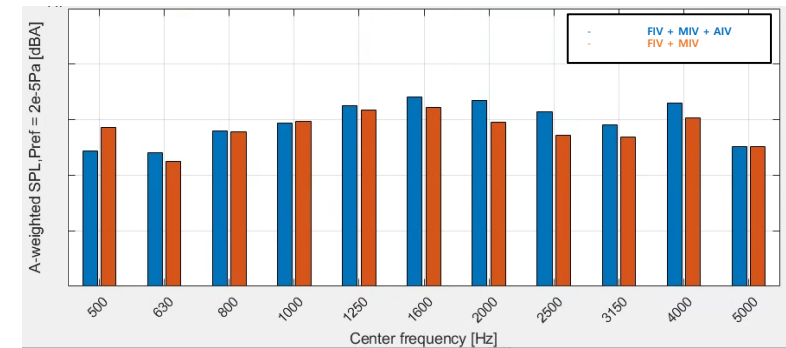
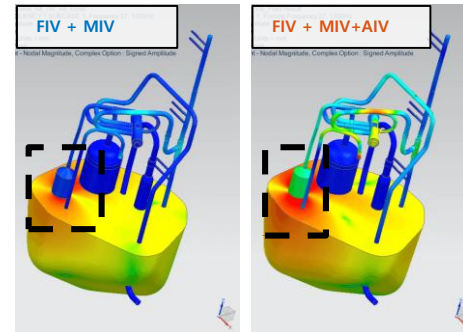
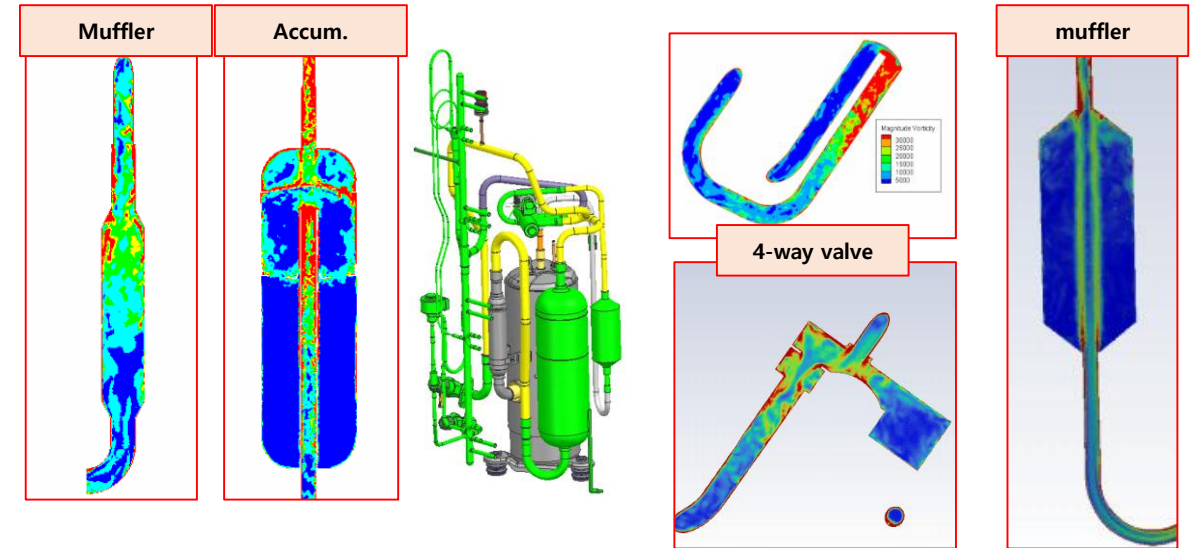
## Pipe-Valve flow noise

- (연구 주제) 배관 유동에 의한 FIV 및 AIV 기인 소음 발생 분석 및 방사 소음 예측
- (지원 기관) LG 전자, 대우조선 해양, 두산 에너빌리티, 한화 오션엔지니어링

### 고온/고압 배관 유동에 의한 광대역 소음 해석



### 에어컨 실외기 압축기 배관계 냉매 유동에 의한 방사 소음 해석



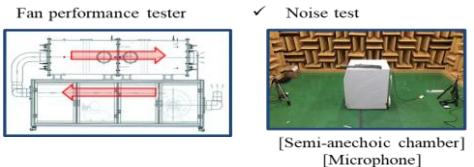
# 세부 연구 분야

## Fan/Pump flow noise

- Prediction of fluid flow noise and performance of household appliances such as refrigerators, air conditioners, and washing machines, and development of related performance improvement technologies.

*Experimental analysis*

- ✓ Fan performance tester
- ✓ Noise test



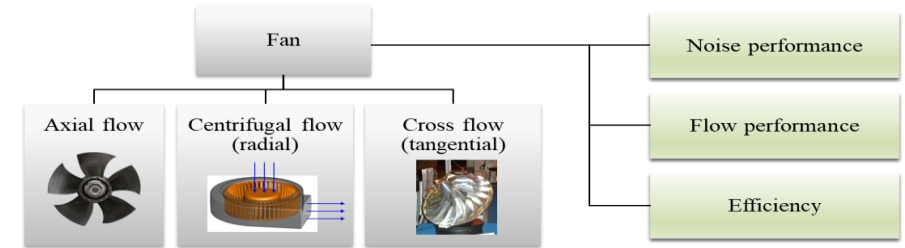
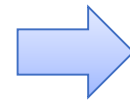
[Semi-anechoic chamber]  
[Microphone]

*Numerical analysis*

- : Prediction of fan performance
- : Optimization

*Development of design tools*

- : Automatic assessment system from designing to predicting the performance of axial fan



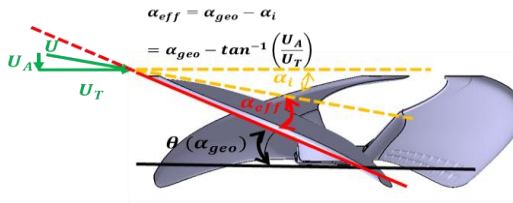
▶ Development of performance of **Centrifugal fan system** (LG Electronics)

▶ Development of performance of **Axial fan system** (LG Electronics)

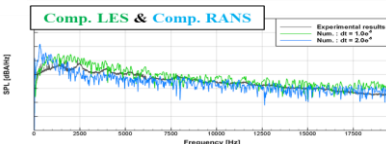
Pressure side  
Suction side  
Camber line

Suction side  
Pressure side

$$\alpha_{eff} = \alpha_{geo} - \alpha_i$$

$$= \alpha_{geo} - \tan^{-1} \left( \frac{U_A}{U_T} \right)$$


Comp. LES & Comp. RANS



< Automated system with ① - ④ >

- ① Set the range & case with Response Surface Method
- ② Calculate the 2D cascade CFD to confirm the objective function at each case with various AoA
- ③ Verifying the optimized case with 2D cascade CFD
- ④ Validation for optimized case using 3D CFD & Experiments

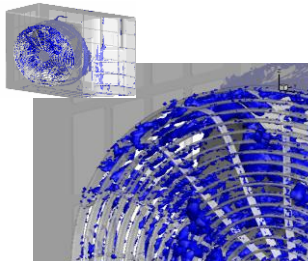
Design the airfoil shape

Design the cascade domain

Generate the grids for 2D CFD with saved scripts

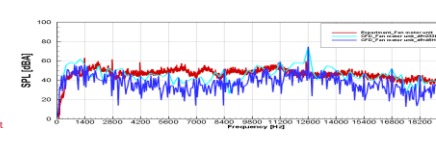
Calculate the 2D CFD analysis with saved scripts

Calculate the LD using the output of 2D CFD analysis



▶ Development of performance of **Cross-flow fan system** (LG Electronics)

Inlet  
Leading edge  
shroud  
trailing edge  
hub  
outlet



# 세부 연구 분야

## Fan/Pump flow noise

2008

**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 I-Fan 원심팬



개선인자 : Cut-off Radius  
구동 RPM : 2500[RPM]  
Fan Diameter : 110[mm]  
Blade Number : 10[EA]  
개선사항 : 저소음 설계안 제시

2009

**Axial Fan**  
냉장고 F-Fan 축류팬



개선인자 : Number of Sturt  
Strut Position  
구동 RPM : 2300[RPM]  
Fan Diameter : 100[mm]  
Blade Number : 7[EA]  
개선사항 : 소음성능 개선

2010

**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 원심팬



개선인자 : Airfoil Camber  
Trail Edge Shape  
구동 RPM : 2400[RPM]  
Fan Diameter : 110[mm]  
Blade Number : 10[EA]  
개선사항 : 후방 소음 3.5dB 저감


**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 원심팬



개선인자 : Trail Edge Shape  
Inlet Sectional Shape  
Number of Blades  
구동 RPM : 1700[RPM]  
Fan Diameter : 140[mm]  
Blade Number : 9[EA]  
개선사항 : 소음 3.5dB 저감

2014

**Axial Fan**  
냉장고 축류팬



개선인자 : 3D 부가물  
Double Blade  
구동 RPM : 1200[RPM]  
Fan Diameter : 150[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 : 유량 1.8%, 효율 1% 개선

**Axial Fan**  
냉장고 기계실 축류팬



개선인자 : Duct optimization  
구동 RPM : 1100[RPM]  
Fan Diameter : 150[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 :  
1comp - 유량 8.3%, 소음 2dB 개선  
2comp - 유량 3% 개선

2015

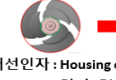
**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 냉기순환용 원심팬



개선인자 : Inlet & Outlet angle  
Backplate Diameter  
구동 RPM : 1230[RPM]  
Fan Diameter : 140[mm]  
Blade Number : 9[EA]  
개선사항 : 유량성능 16% 개선  
동일 유량에서 소음 3.7dB 저감

2016


**Axial Fan**  
냉장고 기계실 축류팬



개선인자 : Housing optimization  
Blade Diameter & Height  
Tip clearance  
구동 RPM : 1100[RPM]  
Fan Diameter : 146 → 140[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 : 유량 11.1%, 효율 4.7% 개선


2017

**Backward Centrifugal fan**  
냉장고 ICE-FAN 원심팬



개선인자 : Duct 형상  
구동 RPM : 1900[RPM]  
Fan Diameter : 110[mm]  
Main Blade Number : 10[EA]  
Sub Blade Number : 5[EA]  
개선사항 : 유량성능 25% 개선

**Axial Fan**  
에어컨 축류팬



개선인자 : Orifice shape  
구동 RPM : 800[RPM]  
Fan Diameter : 400[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 : 유량성능 2.1% 개선  
소음 2.8dB 저감

2018

**Forward Centrifugal Fan**  
건조기 원심팬



개선인자 : Inlet & Outlet angle  
Blade number  
Duct optimization  
Cut-off optimization  
구동 RPM : 1800[RPM]  
Fan Diameter : 194[mm]  
Blade Number : 20[EA]  
개선사항 : 유량성능 4.4% 개선

**Axial Fan**  
에어컨 축류팬



개선인자 : Winglet tip shape  
Pitch angle  
구동 RPM : 800[RPM]  
Fan Diameter : 370[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 : 유량성능 15.5% 개선  
소음 1.5dB 저감  
소비전력 15.5% 개선

2019

**Axial Fan**  
냉장고 기계실 축류팬




개선인자 : Pitch angle  
Solidity  
구동 RPM : 1040[RPM]  
Fan Diameter : 146[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 :  
Winglet blade fan : 유량 6.5% 개선  
Notip blade fan : 유량 10.5% 개선

**Mixed Flow Fan**  
청소기 사류팬



개선인자 : Blade angle  
Splitter optimization  
구동 RPM : 8400[RPM]  
Fan Diameter : 37[mm]  
Blade Number : 9[EA]  
개선사항 : 유량 6.5% 개선

**Axial Fan**  
에어컨 축류팬



개선인자 : Airfoil Design  
Stacking Angle  
구동 RPM : 800[RPM]  
Fan Diameter : 370[mm]  
Blade Number : 3[EA]  
개선사항 : 유량성능 3.6% 개선  
소음 1.5dB 저감  
소비전력 17.9% 개선

2020

**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 냉기순환용 원심팬



개선인자 : Inlet & Outlet angle  
Backplate Diameter  
Number of Blades  
구동 RPM : 960[RPM]  
Fan Diameter : 140[mm]  
Blade Number : 9[EA]  
개선사항 : 유량성능 10.6% 개선  
동일 유량에서 소음 2.5dB 저감


2021

**Forward Centrifugal Fan**  
건조기 원심팬



개선인자 : Inlet & Outlet angle  
Scroll Housing  
Number of Blades  
구동 RPM : 2500[RPM]  
Fan Diameter : 160[mm]  
Blade Number : 38[EA]  
개선사항 : 유량성능 2% 개선

**Forward Centrifugal Fan**  
식기세척기 원심팬




개선인자 : Hub Slot  
구동 RPM : Max 6000[RPM]  
Fan Diameter : 66.8[mm]  
Blade Number : 63[EA]  
개선사항 : 소음 1.8dB 저감  
동일 소음에서 유량성능 2.1% 개선

**Backward Centrifugal Fan**  
냉장고 냉기순환용 원심팬



개선인자 : Inlet & Outlet angle  
Splitter & Camber direction  
구동 RPM : 1072 ~ 1990[RPM]  
Fan Diameter : 110[mm]  
Blade Number : 10[EA]  
개선사항 : 유량성능 10.6% 개선  
동일 유량에서 소음 1.3dB 저감

**Forward Centrifugal Fan**  
건조기 원심팬



수치 기법 구체화 및 정확도 향상을  
위한 고신뢰 유동/유동 소음 해석  
기법 개발

2022

**Mixed Flow Fan**  
철러 압축기 임펠러



임펠러 성능 모사를 위한 정확도  
높은 수치 기법 정립  
3D CFD DB를 통한 3D ROM 개발 및  
검증


2023

**Mixed Flow Fan**  
식기세척기 임펠러



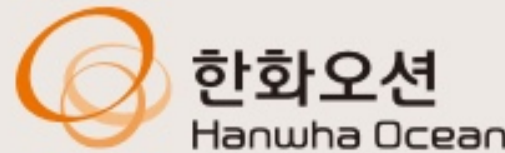
개선인자 : SPAN 0 & 100  
Inlet & Outlet angle  
구동 RPM : 3200[RPM]  
Fan Diameter : 58[mm]  
Blade Number : 7[EA]  
개선사항 : 유량성능 20% 개선  
동일 유량에서 소음 3dB 저감

**Centrifugal Fan**  
건조기 원심팬



3D 수치해석 기법의 개발 비용 저감을  
위한 건조기 원심팬 유동 및 소음 성능  
2D 수치해석 기법 개발 진행 중

## 주요 네트워크 및 협업 업체





## 연구실 연구 해석 장비

- 병렬연산장치(2), 고성능연산장치 (2), PC Cluster (20)
- Simulation tool:  
Ansys Enterprise(Fluent, CFX 등),  
Siemens(StarCCM+, Simcenter 3D 등)

**SIEMENS**  
**Ansys**



OS	RedHat Linux Enterprise Advanced Server Linux release 7.1.1503
Processor	Intel® Core™ Xeon(R)_E5-2660 2.60GHz Intel® Core™ Xeon(R)_E5-2690 2.60GHz
No. of cores	252
Memory	264 GB
Storage	14 TB

OS	RedHat Linux Enterprise Advanced Server Linux release 7.1.1503
Processor	Intel® Core™ Xeon(R)_Silver 4210R 2.60GHz Intel® Core™ Xeon(R)_Gold 6240 2.60GHz Intel® Core™ Xeon(R)_GoldR 6240 2.60GHz Intel® Core™ Xeon(R)_GoldY 6336 2.60GHz
No. of cores	636
Memory	792 GB
Storage	50 TB