

AMANCL 소개

Applied **M**echanical **A**coustics & **N**oise **C**ontrol **L**ab.

2026. 03. 12. (목)

지도 교수 : 정 철 웅

부산대학교 기계공학부
응용기계음향 및 소음제어 연구실

연구실 구성원

지도 교수



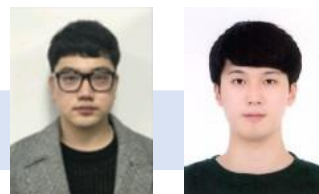
정철웅 (Cheolung Cheong)

- 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
 - (현) 한국소음진동공학회 편집이사
 - (전) 풍력발전미래기술센터 센터장
 - (전) 부산대학교 기획처 기획부처장
- 주요수상
 - (2025) 한국음향학회 국제학술상
 - (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

전임연구원 (3명)



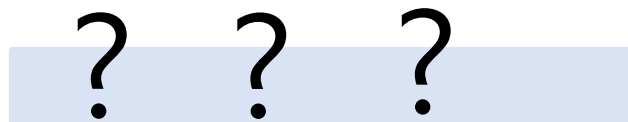
윤동규 이용욱 박상준

석사 과정 (6명)



이상진 황문성 이준모 이상준 김범수 조재성

학부연구생 (3명)

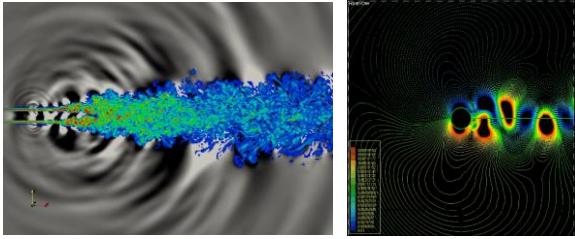


조미예 유준혁 강민성

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



전산유동음향학

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

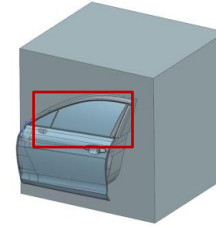
수중방사 소음

- ✓ 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

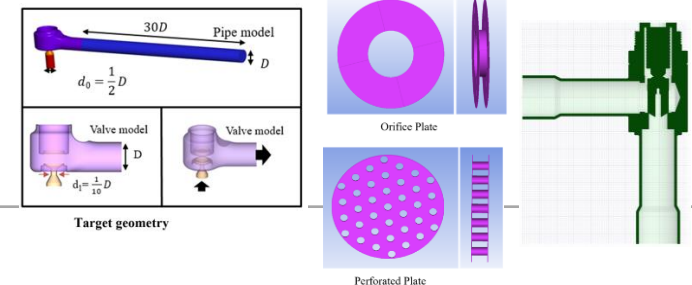
- ✓ 자동차, 고속전철, 비행기 등의 수송기계류 고속유동과 유동소음 예측 및 성능향상 기술 개발
- ✓ 항공기 엔진 유동 성능, 자동차, 고속전철 공력소음, 자동차 Stick-slip 소음

산업기계류 소음 및 진동

- ✓ 해상풍력발전기, 모터 소음, 진동 예측 및 저감, Health monitoring 기술 개발
- ✓ 팬모터, 전력차단기모터 소음, 진동 특성 분석, 건강진당 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 음향 가진 진동 소음

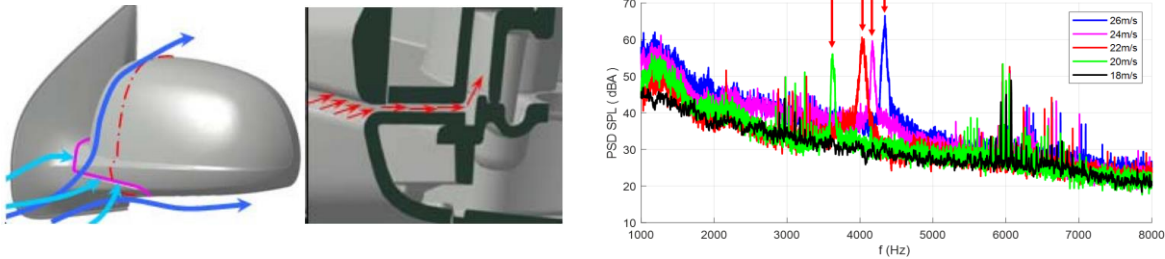


세부 연구 분야: 전산 유동 음향학(1/2)

Computational Flow Acoustics

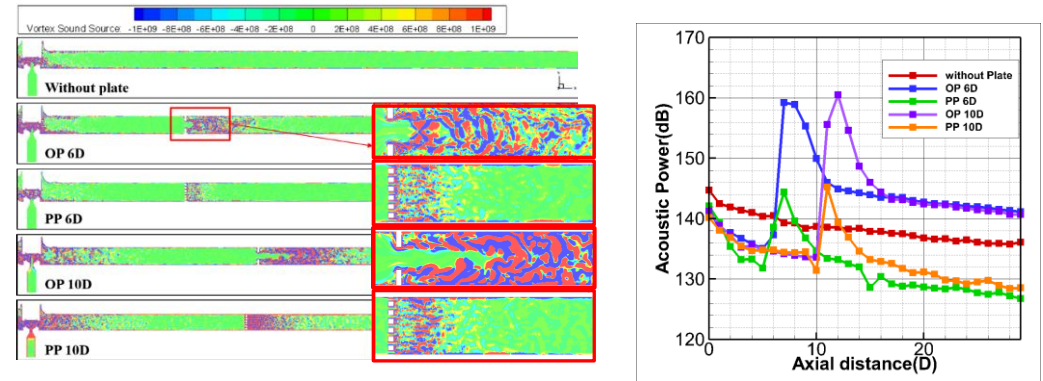
- (연구 주제) 유동소음의 수치적 예측을 위한 고정밀-고적확 수치 기법 및 분석법 개발
- (지원 기관) 현대자동차, 한화오션, LG전자

- 미세틈새 유동에 의한 휘슬링 소음 발생 메커니즘 분석

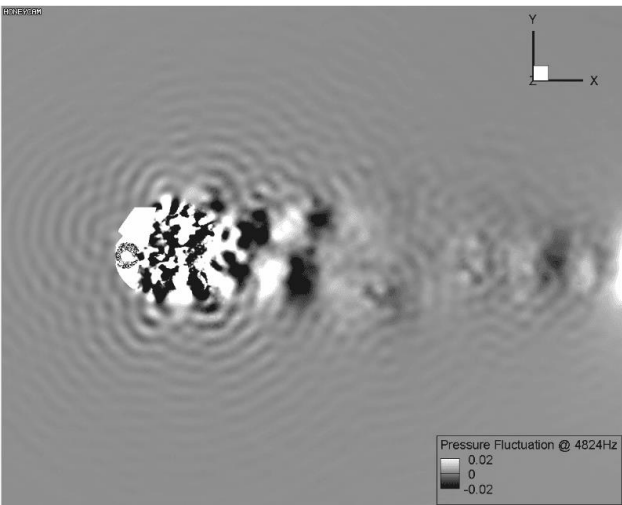


사이드미러 미세틈새 유동에 의해 발생하는 휘슬링 소음 정의

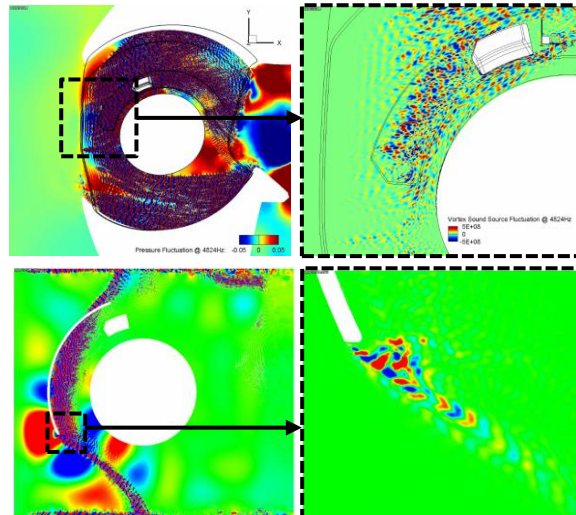
- 와류음원을 이용한 배관 및 노즐 내부 유동 소음원 정량화



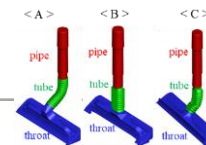
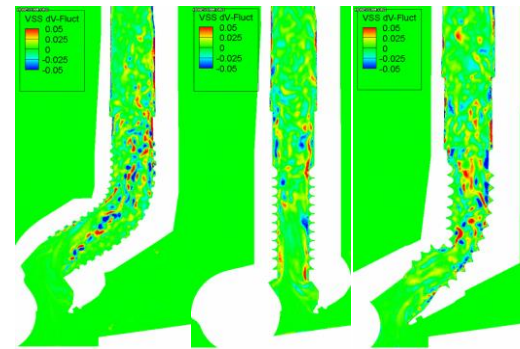
배관 내부 유동 소음원 정량화



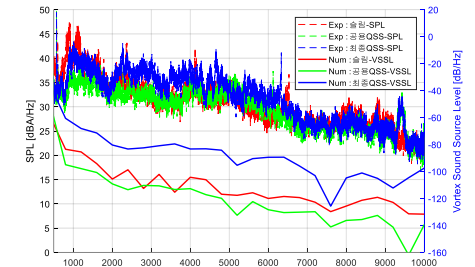
사이드미러 외부 음향장



사이드미러 미세틈새 내부음향장 및 소음원 분포



노즐 내부 유동 소음원 정량화



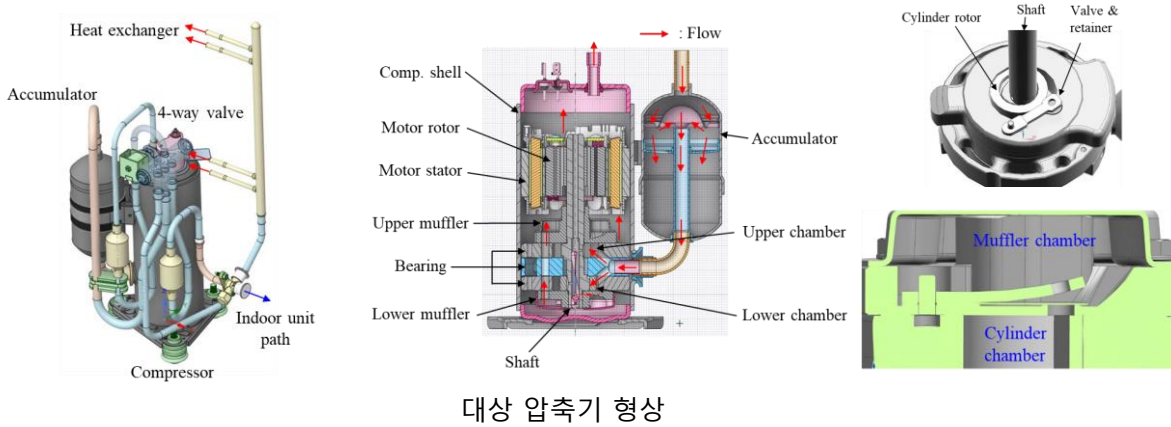
Model A		Model B		Model C	
Exp	Num	Exp	Num	Exp	Num
67.0	53.7	65.2	52.1	67.4	59.3

세부 연구 분야: 전산 유동 음향학(2/2)

Computational Flow Acoustics

- (연구 주제) 유동음향의 수치적 예측을 위한 Flow/Vibro-Acoustics 연성해석기법 개발
- (지원 기관) LG전자

트윈-로터리 압축기 맥동음 발생메커니즘 모사



대상 압축기 형상

경계조건 및 격자구성

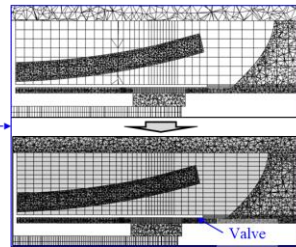
[Boundary condition]

Variable	Value
Inlet pressure	1,129,710 [Pa]
Inlet temperature	$B = 286.3$ [K]
Outlet pressure	2,997,840 [Pa]
Operating speed	70 [Hz]
Time step	$1.98e - 05 (= \frac{1}{70} + \frac{1}{720})$ [s]

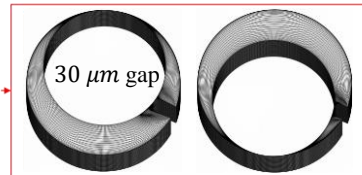
[Grid information]

Variable	Value
Unstructured grid	≈4.9 [million]
Structured grid	≈0.6 [million]
Total grid	≈5.5 [million]

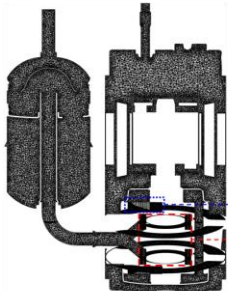
- > Cylinder : Structured grid by TwinMesh
- > Valve-grid motion : Immersed Boundary Method(IBM) + diffusion based smoothing
- > Valve gap : wall ↔ interface control



[Valve-grid motion]

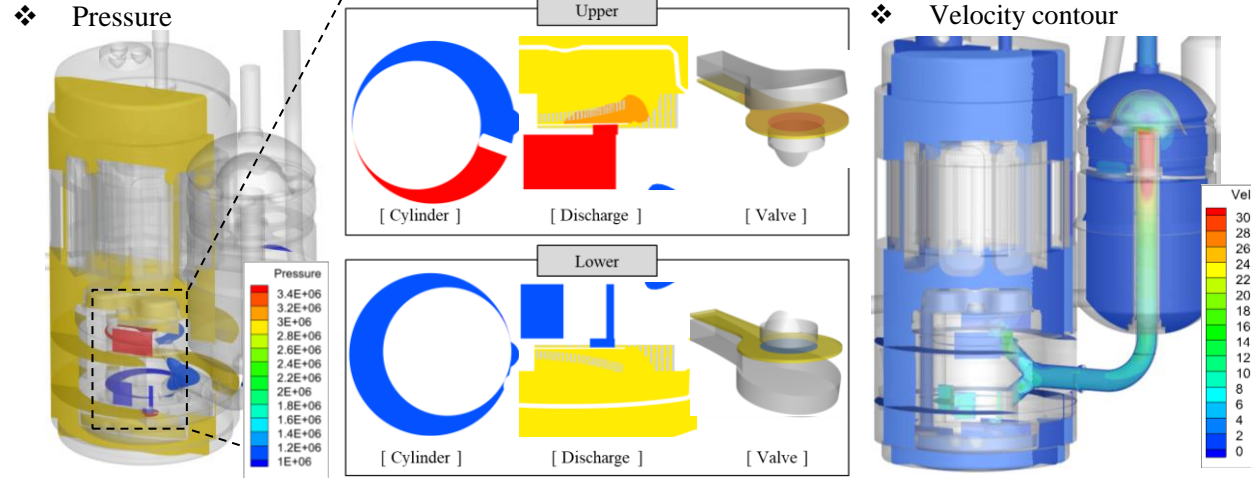


[Cylinder grid]

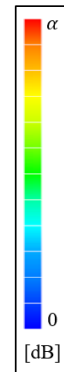


[Section view]

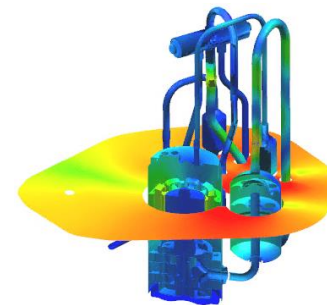
해석 결과: 압축기 거동 및 내부 유동장



주요 진동 응답 및 방사 음장



[1,190 Hz]



[2,450 Hz]



[2,940 Hz]

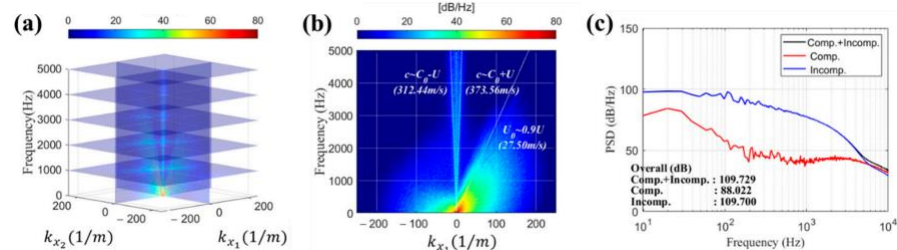
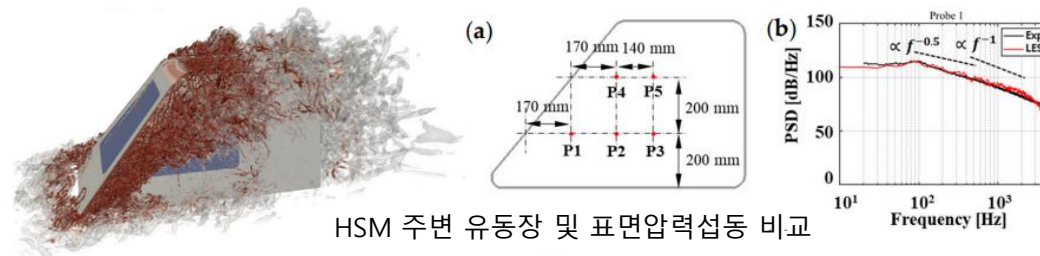
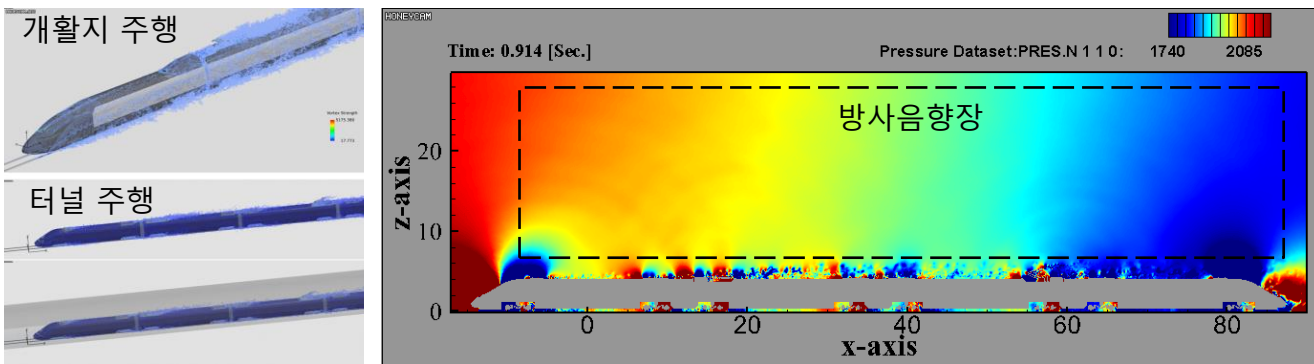
세부 연구 분야: 고속 운송체 공력 소음(1/2)

High-speed vehicle noise

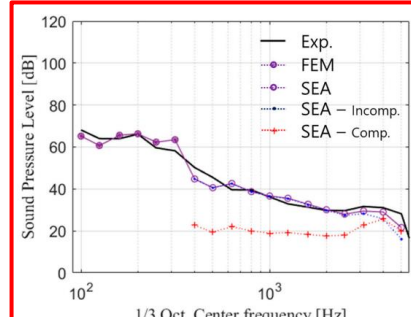
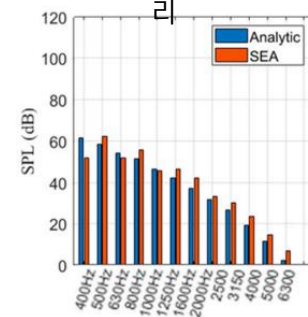
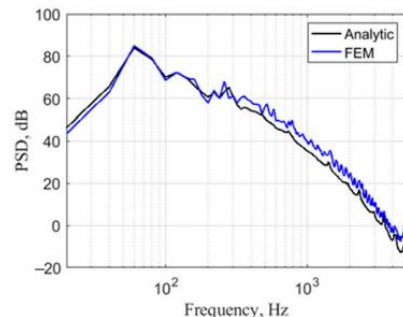
- 고속열차(EMU320, EMU370) 외부 유동 기인 방사소음 및 내부소음 예측

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

- HSM 외부유동장 예측 및 내부 소음 예측

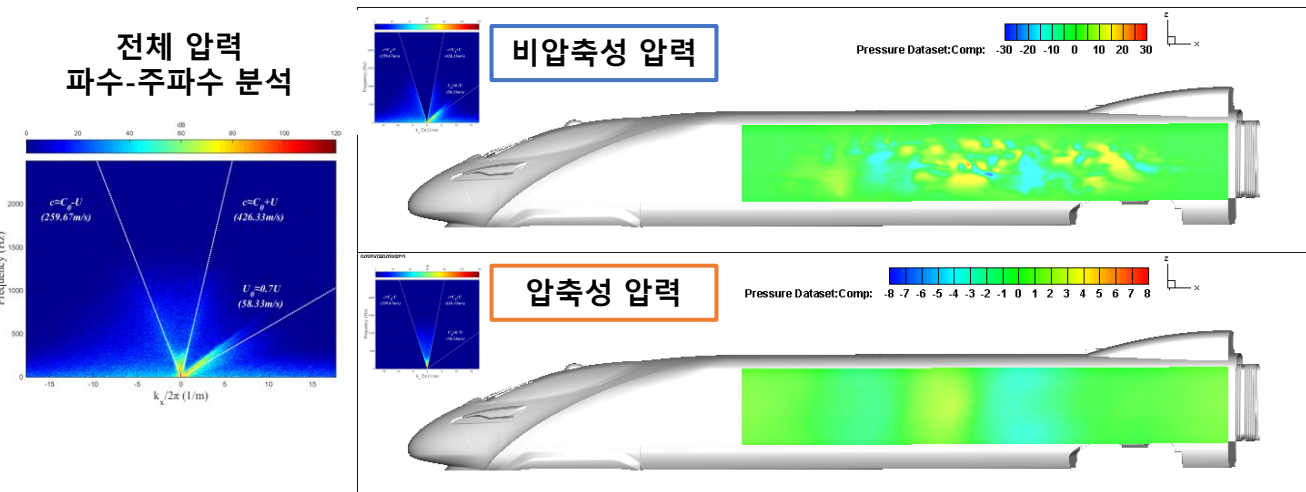


파수-주파수 분석을 이용한 창문의 표면압력섭동의 압축성/비압축성 성분 분리



유한요소법 및 통계적에너지분석법 비교

HSM 내부 소음 예측



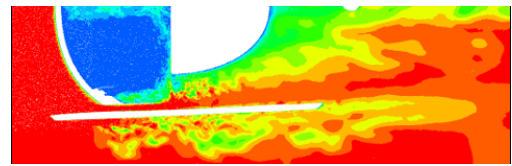
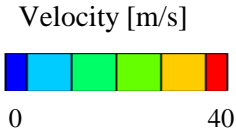
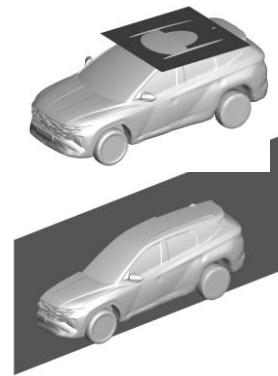
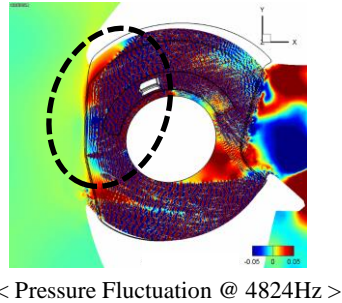
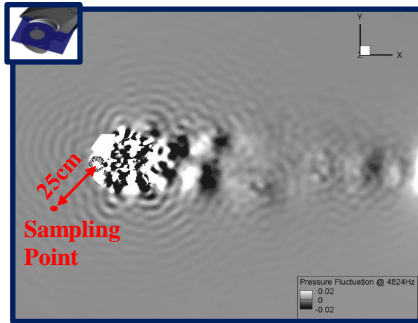
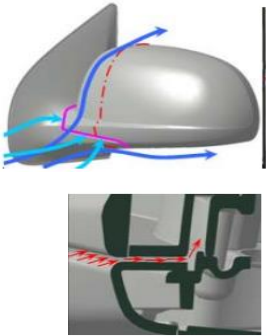
세부 연구 분야: 고속 운송체 공력 소음 (2/2)

High-speed vehicle noise

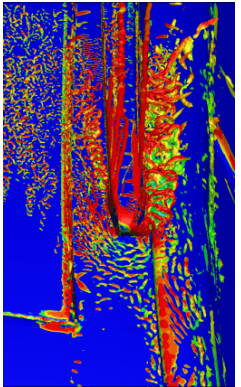
- (연구 주제) 고속 운송체의 유동장 및 소음원 예측과 이로인한 내부 음향장 및 소음 예측
- (지원 기관) 현대자동차, 현대모비스, DRB동일

High-accuracy LES-based Outside Mirror Whistle Noise Cause Identification and Visualization (Hyundai Motor Company)

Study on Shape Factors for Robust Wind Noise Performance Improvement of Roof Racks (Hyundai Motor)



Q-criterion (=8 M)



Target Mirror Shape

Pressure fluctuation on the cross-plane

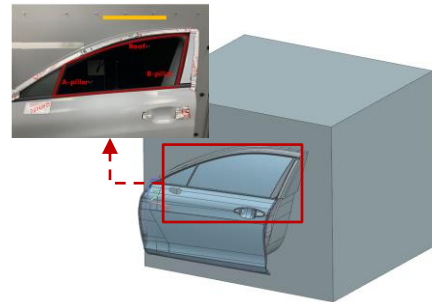
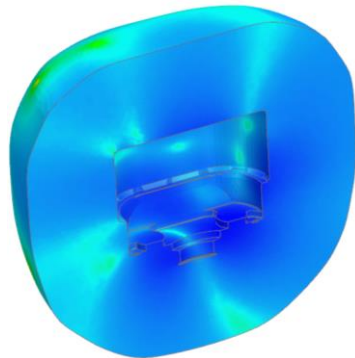
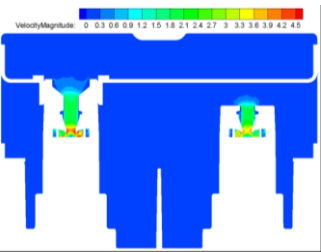
에어스펜션 유동소음 메커니즘 규명 및 해석기술 개발

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

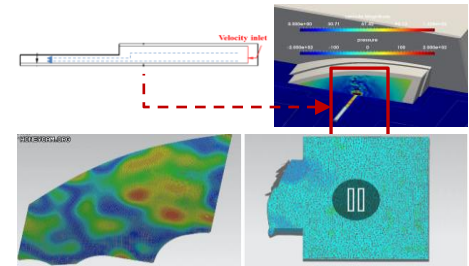
FVM 기반 CFD

FEM 기반 진동 해석

FEM/BEM 기반 음향 해석



대상 차량 도어 및 고무 실러 모델



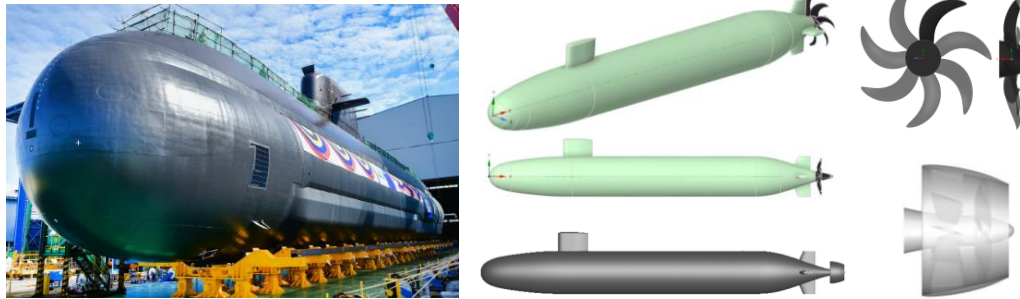
차량 주위 유동 해석 및 창문 진동 내부 소음 해석 결과

세부 연구 분야

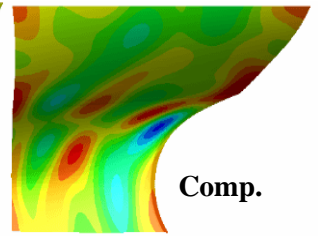
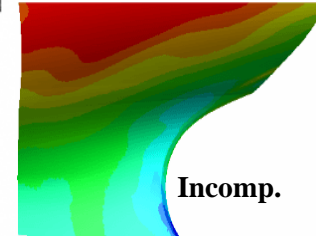
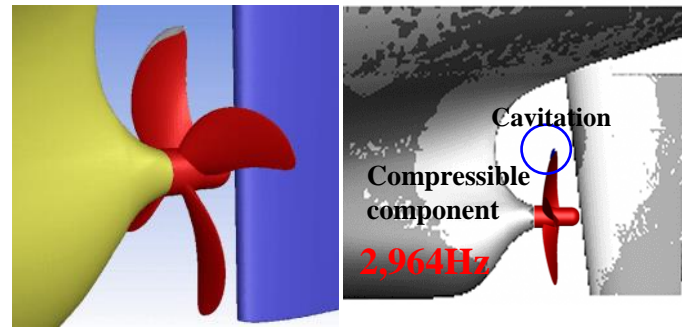
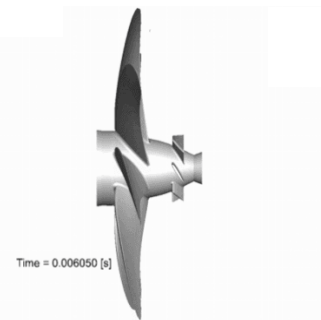
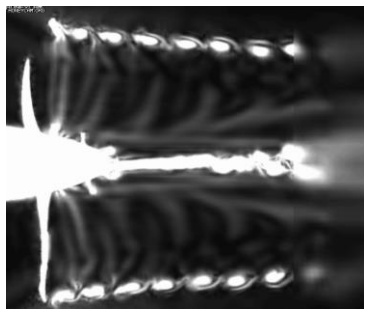
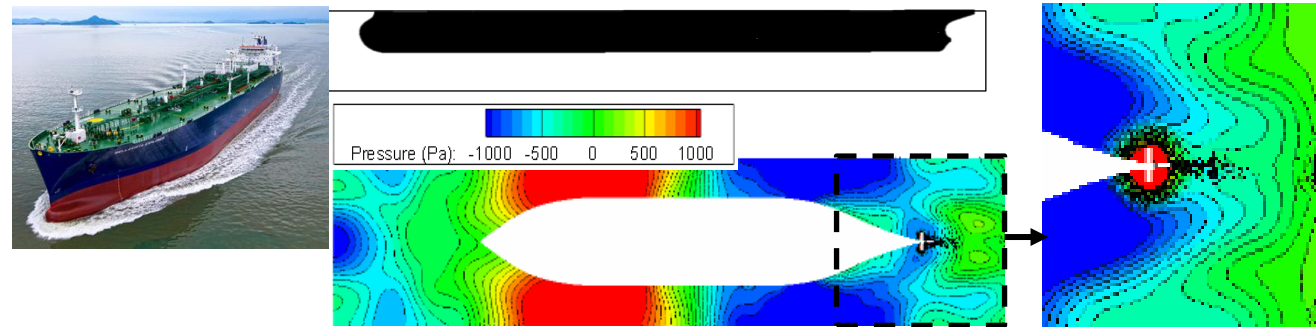
Multiphase flow noise

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

• 수중 함형 추진기 공동 소음 발생 메커니즘 분석



• 화물 운송체 추진기 수중 방사 소음 예측

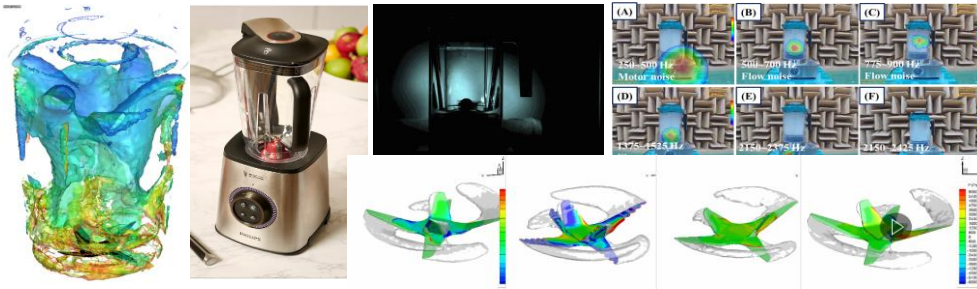


세부 연구 분야

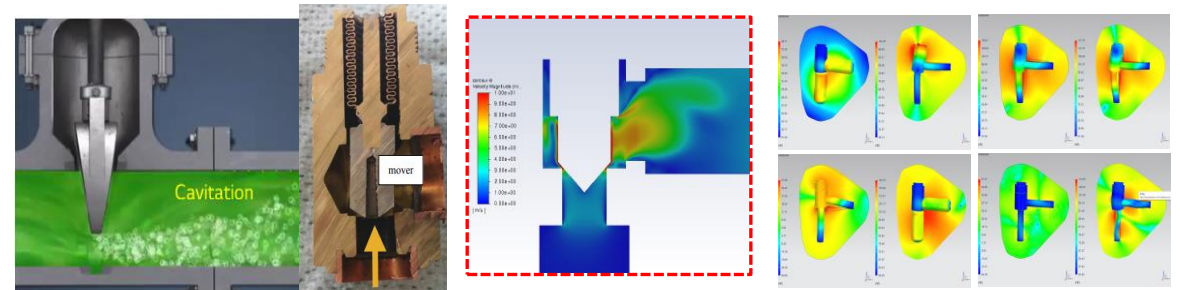
Multiphase flow noise

- (연구 주제) 수중 추진기에서의 공동 발생 메커니즘 분석 및 공동 소음 예측
- (지원 기관) 한국항공우주산업, LG전자

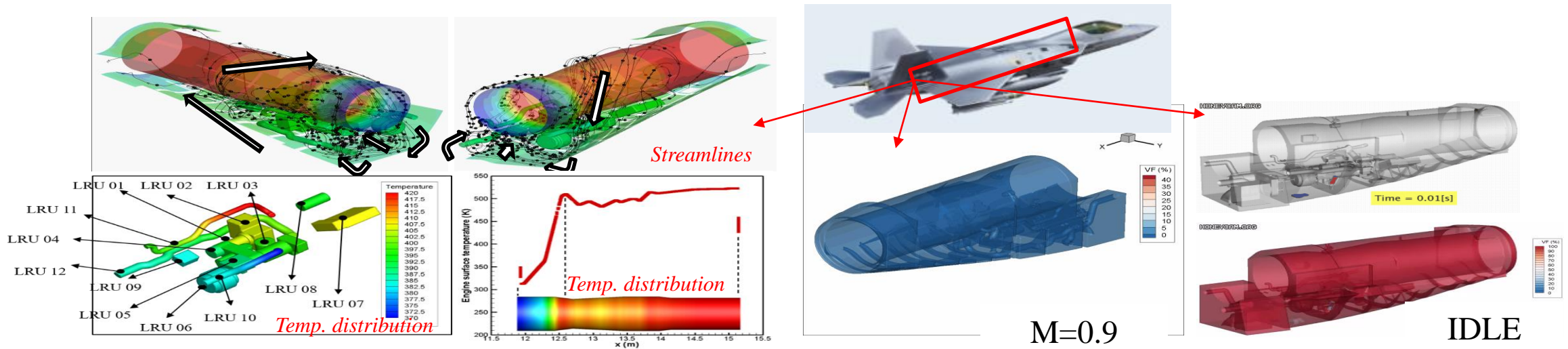
▶ Optimization of blade/container shape design and development of fluid flow noise reduction technology (LG Electronics).



▶ 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

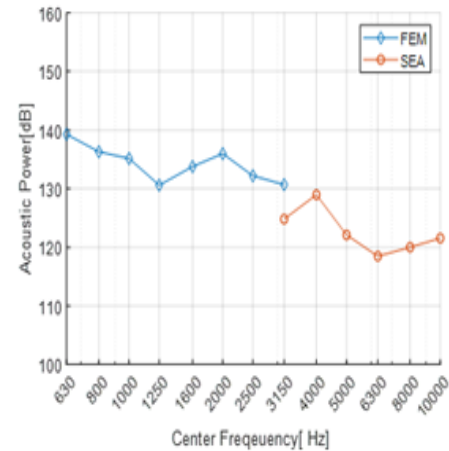
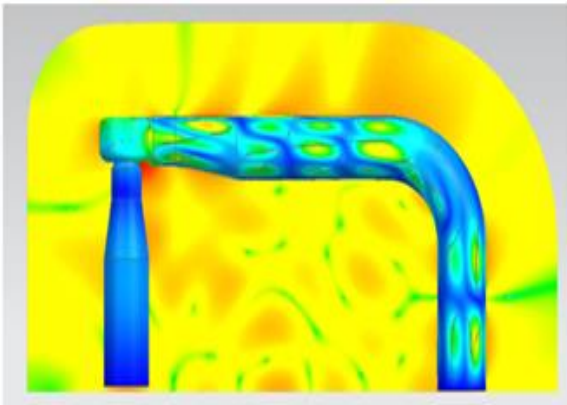
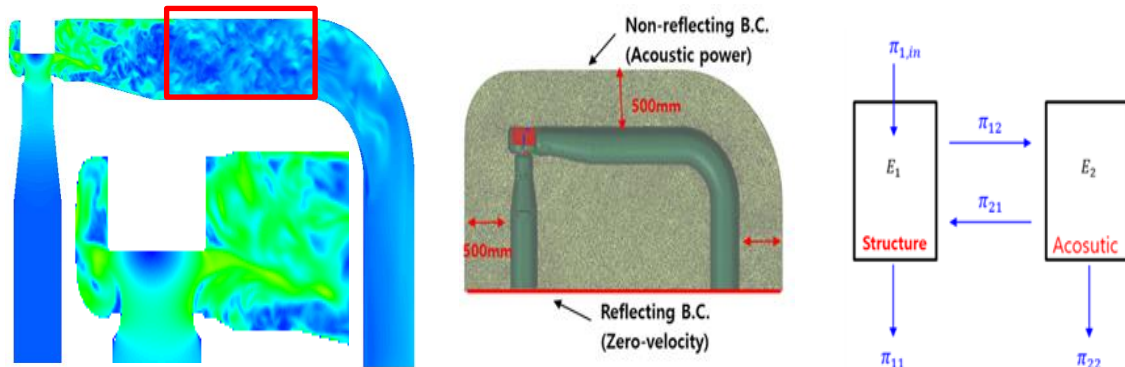
IDLE

세부 연구 분야

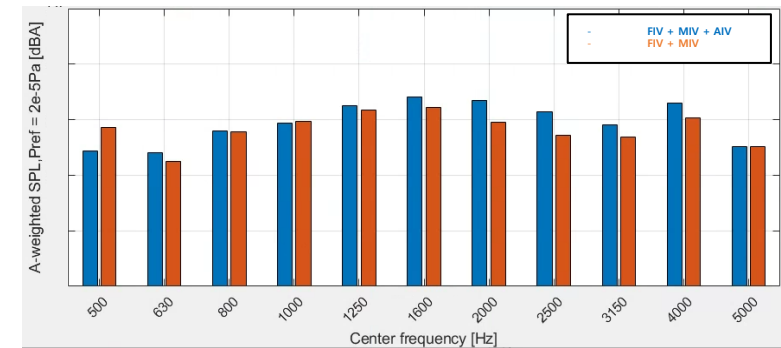
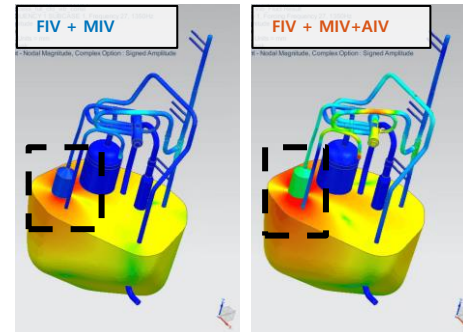
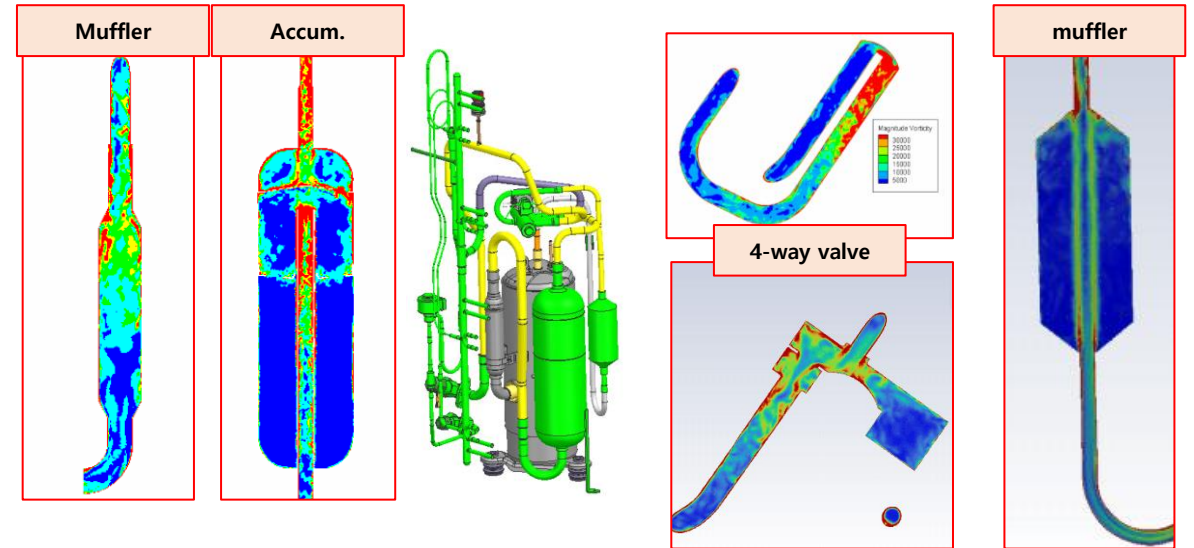
Pipe-Valve flow noise

- (연구 주제) 배관 유동에 의한 FIV 및 AIV 기인 소음 발생 분석 및 방사 소음 예측
- (지원 기관) LG전자, 한화오션, 두산 에너빌리티

❖ 고온/고압 배관 유동에 의한 광대역 소음 해석



❖ 에어컨 실외기 압축기 배관계 냉매 유동에 의한 방사 소음 해석

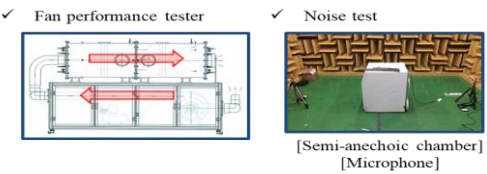


세부 연구 분야

Fan/Pump flow noise

- (연구 주제) 고속 팬과 펌프의 고성능/저소음 설계
- (지원 기관) LG전자, 두산에너지빌리티

Experimental analysis

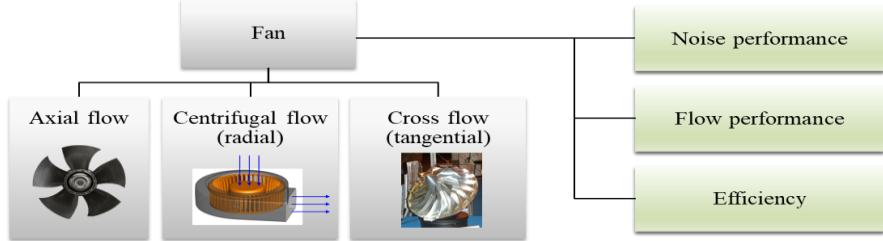
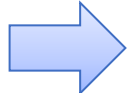


Numerical analysis

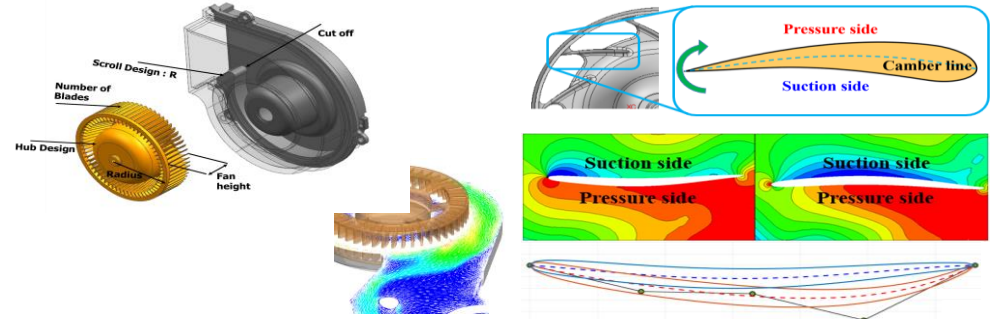
: Prediction of fan performance
: Optimization

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)

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

$\theta (\alpha_{geo})$

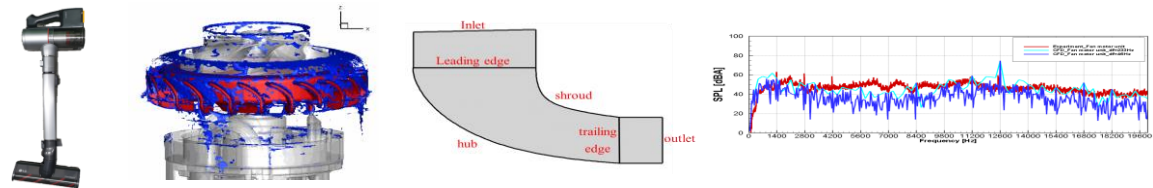
Comp. LES & Comp. RANS

Experimental results
 Num. : $dt = 1.2e^{-4}$
 Num. : $dt = 2.5e^{-4}$

< 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

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



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 3.5dBA 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 3.5dBA 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 2dBA 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 3.7dBA 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 2.8dBA 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 1.5dBA 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 : 유량성능 3.6% 개선
소음 1.5dBA 저감
소비전력 17.9% 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 1.5dBA 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 2.5dBA 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 1.8dBA 저감
동일 유량에서 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 1.3dBA 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 3dBA 저감

Centrifugal Fan
건조기 원심팬



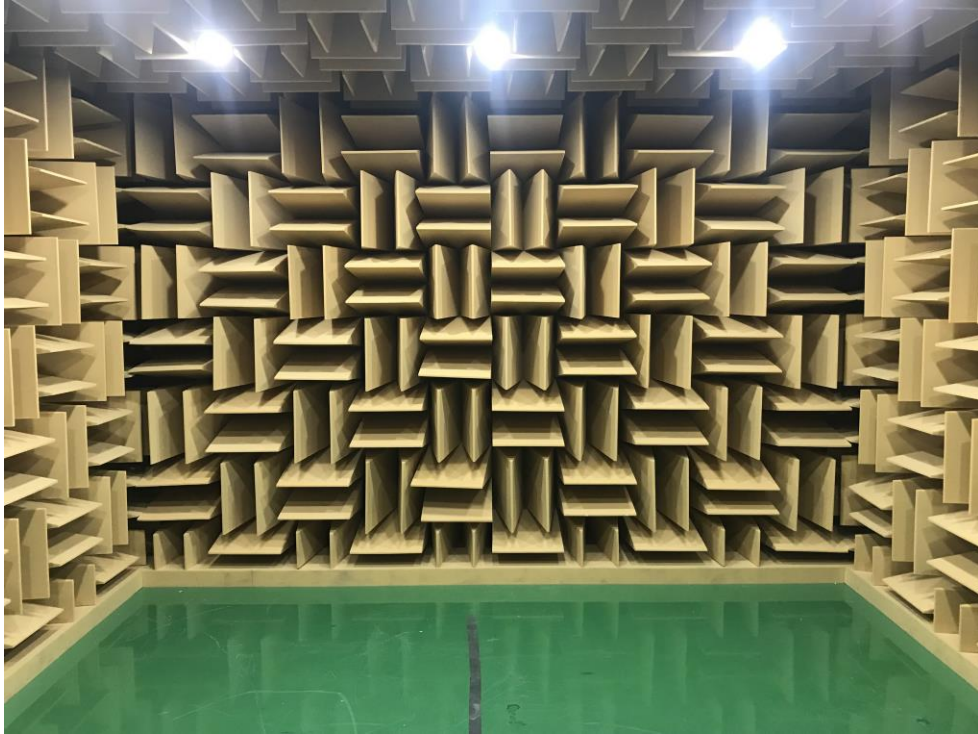
3D 수치해석 기법의 개발 비용 저감을
위한 건조기 원심팬 유동 및 소음 성능
2D 수치해석 기법 개발 진행 중

주요 네트워크 및 협업 업체



연구실 연구 실험 장비

- Anechoic chamber



- Size
: 실내 : 4m × 4m × 2.7m(H)
: 실외 : 6m × 6m × 4.5m(H)
- Type : semi-anechoic room
- Cut-off frequency : 125Hz

- Fan Performance Tester (중소형 팬)



- AMCA210-07, ANSI/ASHRAE51-07
- 측정 유량/압력 범위:
0.016 ~ 9.46 [CMM] / -750 ~ 750 [Pa]
- 측정 챔버 : 600(W)*600(D)*1500(L) [mm]
- 유량 측정 노즐:
Φ9.25, 12.7, 25.4, 40.46, 63.5 [mm]

연구실 연구 실험 장비

- Fan Performance Tester (중대형 팬)



적용 규격	AMCA 210, ISO 5821
측정 유량 범위	0.13 – 100 [CMM]
측정 압력 범위	0-1050 [Pa]
시험 챔버 크기	1,400 (W) × 1,400 (D) × 3,457 (L) [mm]
유량 측정 노즐 수	7
시험 모드	Supply mode

연구실 연구 실험 장비

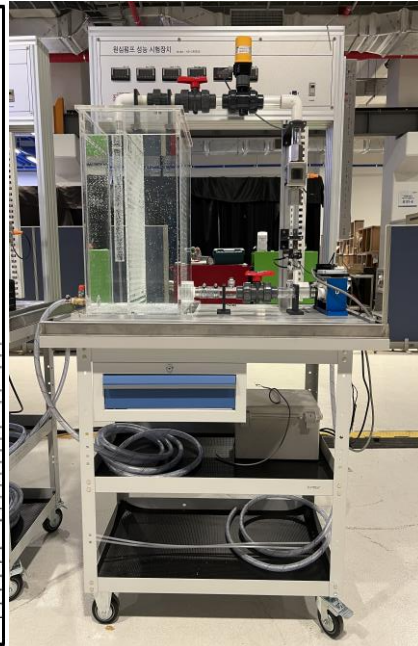
● Pump Performance Tester

- 원심펌프 성능 시험기

Centrifugal Pump Performance Tester

34	Panel	AL	1
29	Pressure sensor	압센	2 MSP100
28	Flow Meter	유량센	1 HSK-404E
22	Ball Valve	PVC	2
17	Frame	AL	1
14	프레임	SS400	1
12	Vahroon 56020BF	AL	1
9	도움구		1
8	플라스틱 배관	Acryl	1
6	수조-플랜	Acryl	1
3	지지대	AL	2
1	Centrifugal pump		1

표면거칠기		기공치수 허용치		특도	단위	일차	모형	도면번호
√	~	√	50-S	mm	mm	2002.11.20	42923	HD-SP110-1
				mm	mm			
				mm	mm			
√	12.5-S	√	1.6-S	mm	mm			
				mm	mm			



- 기어펌프 성능 시험기

Gear Pump Performance Tester

56	BSCK PPE-3	압센	1
53	Flow Meter	HSP100	1
43	유량 센서	유량	3
36	플라스틱 배관	유량	2
29	Pump-hold	유량	1
28	Pump PPE support	유량	1
25	JPC-0604H	유량	2
24	MSD-21-06T	유량	1
22	Control Valve	Co	1 VCD3U-06T
21	Shut off Valve(Ball)	유량	1 MS3U-06T
19	Flow Meter	유량	1 MSK-1x-ss-G4
18	기어 펌프_CS	유량	1 CS-05-028-1G-1
16	app	유량	4
15	플라스틱 배관	유량	4
5	Frame	AL	1
4	Panel Frame	AL	1
3	수조-플랜	Acryl	1
2	지지대	유량	1
1	기어 펌프	유량	1

표면거칠기		기공치수 허용치		특도	단위	일차	모형	도면번호
√	~	√	50-S	mm	mm	2002.11.20	42923	HD-SP110-1
				mm	mm			
				mm	mm			
√	12.5-S	√	1.6-S	mm	mm			
				mm	mm			



연구실 연구 해석 장비

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



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

AMANCL

Applied Mechanical Acoustics and Noise Control Laboratory

THANK YOU