

건축 음향 설계의 세계적 동향과 발전방향

The Global trend and Development Direction of Architectural Acoustics Design

정재선 대표이사
JUNG, Jae Sun CEO
TNSD Co., Ltd.

조영재 기술이사
CHO, Young Jae CTO

It is generally accepted that performance art venues are touchstones of high culture across the ages. Indeed, European cities have built many historical venues to represent their cultures to the outside world.

One such example is the Guggenheim Museum in Bilbao, Spain, which spurred the breakthrough in nonlinear architecture using digital technology. Now, many cities are competing to establish similar monumental venues. The Elbphilharmonie in Hamburg, Germany, is the result of this competition. Its phenomenal structure and construction have attracted countless architects, while the exceptional acoustics have also been praised by numerous musicians since its opening in 2017.

The design of the nonlinearly shaped concert halls has been studied in fine detail to determine the optimal acoustical conditions for similar structures. The key issues are the concert hall's parametric acoustic design and the form-finding techniques used in its construction because the shape of the venue is directly related to the quality of the sound in classical music venues.

This article will present the leading acoustic design companies, their key technologies, and their efforts to maximize acoustic achievements. Following a brief introduction to the current technological situation in the domestic market, tools such as Mercury, Venus, and Mars, which can be used to optimize acoustic achievements, will be introduced. Developed by my company, we will show how these tools are closely related to BIM design.

작년에 독일의 프랑크푸르트에서 음향 관련 전시회가 있어서 출장을 다녀온 적이 있다. 프랑크푸르트 도심을 구경하던 중 강변에 있는 건축박물관을 관람했던 기억이 있다. 다양한 역사적인 건축물들의 기록을 구경하겠다 생각했는데, 예상외로 건물의 80% 이상이 공연장 자료들로 가득 차 있었다. 유럽인들이 사랑하는 클래식은 바로 콘서트 홀로 연결되는 것이다. 그도 그럴 것이 독일이 어떤 나라인가? 헨델, 베토벤, 바흐, 브람스, 멘델스존, 슈만 등 지금도 전 세계 클래식 공연장의 콘텐츠를 제공하는 작곡가들의 고향이 아닌가? 그러면 유럽의 건축, 아니 세계 건축의 정점에 있는 공연장, 특히 클래식 공연장의 현주소는 어떤 지 한번 알아보도록 하자.

최근 공연장 디자인 형태와 당선작

2017년 1월에 독일 함부르크에 세계사에 남을 기념비적인 콘서트 홀인 엘프 필하모닉 홀이 개관하였다. 개관 당시 함부르크 시가 투자한 7억8900만 유로와 민간 투자 금액을 합치면 상상을 초월하는 건립비용 자체만으로도 큰 화제가 되었다. 원래는 2차 세계대전 당시 피해를 입었던 건물로 1990년대까지 코코아와 차 등을 저장하는 창고로 사용되었던 37미터 높이의 건물이었는데, 이 위에 철제 구조물을 올려 또 다른 건물을 세운 2단 건축물인 셈이다.

'헤르조그 앤 드 피롱'이라는 스위스의 저명 건축팀의 디자인을 바탕으로 일본의 나카다 어쿠스틱의 도요타가 음향 디자인을 맡아 완성된 엘프 필하모닉은 함부르크 항구의 최적지에 자리를 잡았다. 물 위의 오페라 극장으로 친숙한 시드니 오페라 하우스처럼 엘프 필하모닉은 이미 함부르크를 상징하는 랜드마크가 되었다. 외견의 아름다움뿐 아니라 홀은 구조적으로 다른 청중의 방해 를 최소화하도록 설계되어 연주에 집중할 수 있도록 설계되었다. 이러한 설계에는 중요한 비밀이 있는데 내부의 10,000개의 패널에 숨겨져 있다. 헤르조그 앤 드 피



<그림 1> BeOdeum

룽과 협력한 스튜디오인 One to One이 작업하고 개발한 알고리즘은 점점의 곡선 형상을 모든 다른 면들과 일치시키기 위해서 개발되었으며 미적 및 음향 요구 사항에 완벽히 매핑할 수 있다.

One to One의 창립자인 Koren은 이 작업을 “일단 그 모든 것들이 제 자리로 들어가게 되면, 나는 놀이를 그치고, 이 모든 매개 변수를 기반으로 하는 수백만 개의 세포를 만듭니다. 나는 알고리즘을 통해서 이것을 100% 제어할 수 있었다.”라고 평가하면서 “이것을 손으로 하는 것은 정말 정신나간 것”이라고 말했다.

공연장을 주도하고 있는 컨설팅 회사들

큰 회사를 기준으로 말하자면, 먼저 시드니 오페라 하우스를 설계한 Arup Acoustics을 먼저 말할 수 있다. Arup Acoustics는 Ray tracing 최적화 기술을 활용해 객석에 고른 음압 분포를 얻기 위한 형상 최적화 과정을 거친다. 이러한 과정에서 Arup Acoustics의 장기적인 비전을 이해할 수 있다. 우리나라에도 최근 당선된 부산 오페라 하우스, 부천 콘서트홀도 이들의 작품이라고 할 수 있다.

다음으로는 Nakata Acoustics이다. 우리나라 제2롯데콘서트홀의 음향설계자로 국내 언론의 주목을 받은 회사이며, 그 중심에는 Yasuhisa Toyota가 있다. 그가 주목받게 된 계기는 산토리 홀의 성공이었다. 이후 LA 필하모닉의 전용 홀인 월트 디즈니 콘서트홀을 프랭크 게리와 함께 설계하는 기회를 잡게 되어 더 큰 주목을 받게 되었다. 그 당시 프랭크 게리는 독보적이고 창의적인 비선형 설계 건축의 대가였기 때문이다. 이후 스탠퍼드의 Bing Concert hall도 비선형 확산 채를 기반으로 설계하여 좋은 평을 받았고 이후 엘프 필하모닉 홀의 설계자로 선정되는 행운을 얻게 된다.

세 번째 회사는 Marshall day Acoustics이라는 회사인데, 자하하디드와 광저우 오페라 하우스를 설계하면서 알려진 회사이다. 원래 차음 시뮬레이션 소프트웨어나 3D impulse Analysis tools로 이미 업계에서는 뛰어난 실력의 회사로 알려져 있었다.

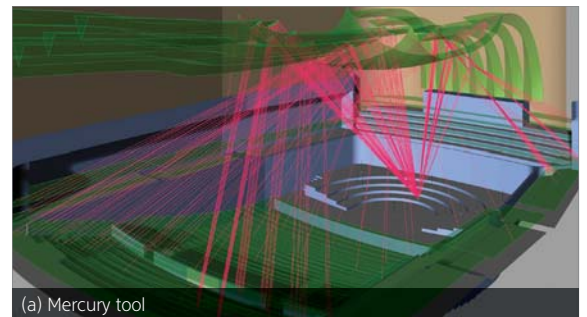
마지막으로 소개할 회사는 벨기에의 Kahle Acoustics라는 회사인데, 장 누벨이 설계한 파리 오페라 하우스 공연장의 음향 설계를 담당하면서 유명해졌다. 파리 오페라 하우스 이후 중국의 Wuxi Grand Theater를 훌륭하게 디자인하기도 하였다.

이렇게 전 세계 공연장의 최근 10년간의 공모전에서 두각을 나타낸 4개 회사를 소개했는데, 이들 회사의 공통점은 패러메트릭 설계 기법을 활용한 형상 최적화 기술을 보유한 회사라는 것이다.

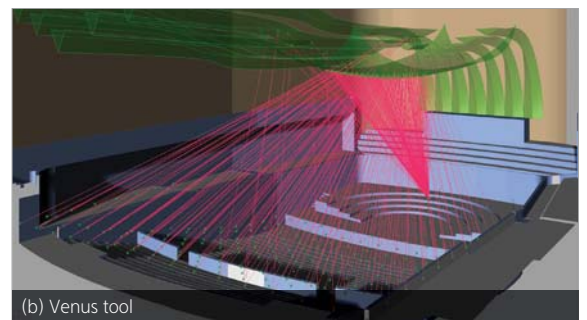
한국 건축음향 설계의 현주소와 문제점

무엇보다 문제를 해결하기 위해서는 현재의 문제가 무엇인지를 파악해야 하는데, 소리 관련 법안의 전문성의 부재와 건축 음향 역사가 너무 짧은 문제가 있다. 또 다른 문제는 구조적으로 실시설계나 결과물들의 검증에 중점을 두는 업무에 집중되어 있다 보니, 기획설계 능력이 떨어진다는 것이다. 클래식 공연장처럼 형상을 중요시하는 경우 초기 형상의 최적화 설계 능력이 절대적일 수 있는데, 우리는 아직도 음향설계의 기술적 수준이 높다고 보기 어렵다.

지난 10여 년간 건축설계비의 정체는 결국 외주비의 감소로 이어졌고, 음향 설비회사들의 공짜 설계 유혹은 쉽게 떨쳐내기 어려웠을 것이다. 하지만 이런 관행이 우리 스스로 국제경쟁력을 떨어뜨리고 우리 손으로 우리의 공연장을 설계하지 못하는 나라로 만들지도 모른다.

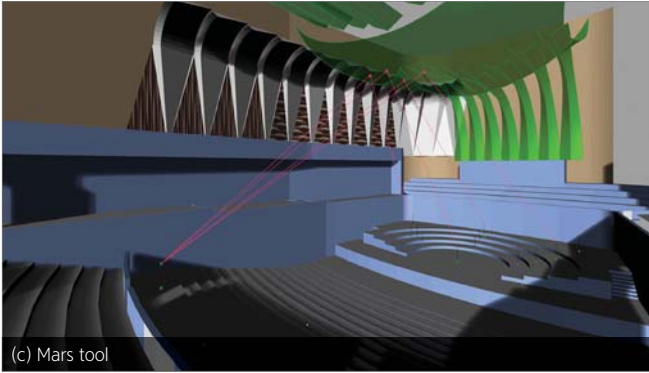


(a) Mercury tool



(b) Venus tool

<그림 2> TNSD의 Mercury tool & Venus tool을 활용한 음선의 추적 고찰



(c) Mars tool



설계안

<그림 3> Mars를 활용한 역추적 음선 궤적을 통한 특정 좌석의 수음특성 분석

TNSD의 Mercury, Venus, Mar의 소개

기존에 사용하던 Mesh-based 소프트웨어 솔루션들은 검증 툴이기 때문에 실시간으로 형상을 변형하면서 데이터의 양상을 관찰하기 힘들었다. 따라서 원하는 형상의 데이터를 보기 위해서는 다시 3D 모델링을 해야 하는 불편함이 있었다. 그래서 서피스 기반의 라이노 그래스호퍼를 활용하여 실시간 형상의 변환에 따른 Ray tracing 제어와 음향 지수들을 분석할 수 있는 소프트웨어를 개발하게 되었다. 아직 AI 기반의 자동화 설계 툴로는 진화되지 않은 상태이지만 현재 개발 중에 있다.

현재 개발된 툴을 간단히 소개하면, Mercury라는 툴은 음선의 방향성을 검토하는데 사용된다. 이를 토대로 Venus를 활용해 고른 음압분포를 만들고 Mars를 통해 수음점에서의 음원을 추적하는 근거를 찾게 된다. 이런 과정을 통해서 형상의 최적화 및 유효 면적을 구체적으로 검증하게 되는 것이다. <그림2, 3>

결론

이런 기술의 근거에는 BIM의 적극적 도입이 있었다. 많은 시뮬레이터들이 바로 이런 디지털 건축을 활용한 음향 분야의 BIM 툴로 적극적으로 개발되었다는 것을 알아야 한다. 원래 초기 공연장 설계 시 형상에 대한 다양한 설계원리들을 3D 설계 기법을 통해서 초기에 활발히 검증하는 툴로 개발된 것이 바로 음향 시뮬레이터들이다. 이런 걸 볼 때 BIM과 음향 설계의 관계는 역사적으로도 아주 밀접하게 연관되어 있다고 볼 수 있다. 최대한 건설 전 단계에서 충분한 음질에 대한 타당성을 검증한 후에 시공 계획을 하고자 하는 것이 BIM의 철학과 일치하는 것이다.

디지털 설계 기술의 발전은 공연장의 설계 혁신을 가져오고 있으며, 이런 국제적인 추세는 앞으로도 더욱 가속화될 것이다. 음향 설계 분야에서도 '디지털 기술'을 자유롭게 활용하는 것이 최고의 경쟁력이 될 시대가 도래하고 있는 것이다. 🍀



JUNG, Jae Sun

CEO
TNSD Co., Ltd.

기계설계, 진동공학을 공부하고 충남대학교에서 석사학위를 받았다. 현재 TNSD의 대표이사로 공연장 음향 컨설팅을 하고 있으며, 한국영상대학교에서 음향제작과 겸임교수로 음향설계를 가르치고 있다.

Having studied mechanical design and vibration, Jung obtained a master's degree from Chungnam National University. He is currently a representative director of TNSD and teaches acoustics design at the Korea University of Media Arts .



CHO, Young Jae

CTO
TNSD Co., Ltd.

물리학, 음향학을 공부하고 영국 ISVR에서 박사학위를 받았다. 클래식 음악 평론 및 콘서트홀 디자인 컨설팅을 하고 있으며, 국립국악원 과학기술 정보통신부 음향자문/심사위원이다.

Having studied physics and acoustics, Dr Cho obtained a PhD from the Institute of Sound and Vibration Research at the University of Southampton, England. He is an acoustic consultant for concert hall design to the National Gugak Center and the Ministry of Science and ICT.