



우리나라 내풍공학의 현황

김 영 문*

1. 서 론

최근에 이르러 국내에서도 도심에 60층이 넘는 초고층 주상복합건물이나 중앙 경간이 470m가 넘는 장대교량, 그리고 2002년 월드컵 개최를 앞두고 대경간구조를 갖는 월드컵 구장들이 건설되면서, 이러한 구조물들의 풍하중에 대한 안전문제는 매우 중요한 문제로서 기본 설계단계에서부터 고려하지 않으면 안되게 되었다. 일반적으로 대기 경계층 내의 지상에 세워지는 모든 구조물은 풍하중을 항상 받고 있으나, 위에서 언급한 대형구조물들인 경우 대부분 풍하중에 민감하게 반응하게 되어, 구조시스템이나 형상뿐만 아니라 거주자들이 느끼는 사용성상의 안전문제 등이 풍하중에 의해 결정되기도 한다. 이러한 배경 하에서 자연스럽게 탄생하게 된 것이 풍공학 혹은 내풍공학(wind engineering)이라고 말할 수 있다.

기원전 2000년경 이집트의 고대 도시에서도 주거단지를 계획할 때 바람의 영향을 고려해서 상류층의 거주지역과 일반인들의 거주지역을 구분해서 계획을 세웠다는 기록이 있고, 중국에서도 이미 주 왕조 시대에 풍수지리설에 따른 주거단지 계획을

하는데 바람의 영향을 중요하게 다루고 있다는 기록도 있다.

이와 같이 지상에 세워지는 다양한 형태의 구조물에 대한 바람의 영향은 비록 바람으로 인해 직접적으로 구조물이 파괴되거나 손상을 받지 않을 제라도 고대부터 많은 사람들의 관심의 대상이 되어왔다.

1940년 11월에 미국 시애틀 교외의 타코마 내로우교(Tacoma Narrow Bridge)라는 그 당시로서는 세계에서 3번째 길었던 현수교가 초속 19m의 풍속에 의해 심하게 흔들리다가 파괴되는 전 세계를 놀라게 했던 교량사고가 있었다. 어떻게 그토록 거대한 규모의 교량이 단지바람에 의해 붕괴까지 이르게 되었는가에 대한 의문을 가지면서 원인을 조사하는 과정에서, 내풍공학의 중요성이 제기되었으며, 이 사건을 계기로 해서 내풍공학이 많은 연구자들의 관심을 불러 일으키게 되었으며, 급속히 발전하는 계기가 되었다. 물론 훨씬 이전인 1643년에는 갈릴레오의 제자인 이탈리아의 토리첼리가 기압계를 발명하면서 실험에 근거한 대기압력에 관한 연구를 했었고, 1732년에는 피토티(Pitot)에 의해 피토티-관(Pitot-tube)이 발명되면서 풍속측정

* 정희원 · 전북대학교 공과대학 건축학부, 교수

에 관한 연구도 이루어졌다. 이후, 계속되는 계측기의 발명과 이에 따른 계측기술 및 유체역학의 발전에 힘입어 내풍공학 관련 연구가 꾸준히 진행되어 왔으며, 1890년대 초에는 호주의 W.C.Kernot과 덴마크의 J.O.V.Irminger에 의해 건물모형을 이용한 풍압측정을 위한 풍동실험이 이루어졌으며, 1933년에는 영국의 NPL(National Physical Laboratory)의 Baily, Vincent에 의해 균등류(uniform flow)속에서 건물모형에 작용하는 풍압측정 결과와 실측에 의해서 얻어진 풍압측정 결과 사이에 차이가 있음을 발견하였으며, 1943년에는 긴 풍동 내에 경계층(boundary layer)을 형성하여, 건물모형에 작용하는 풍압을 측정해서 실측에서 구한 풍압과의 차이를 많이 줄일 수 있었다. 이와 유사한 풍동실험 방법은 1954년의 Jensen에 의해 더욱 발전하게 되었다. 그러다가 1958년에 Jensen이 그의 모델의 법칙(Model law)을 발표하면서 주로 균등류(uniform flow)에 의존해왔던 풍동실험이 난류 경계층(turbulent boundary layer)내에서 이루어지게 되었다. 이시대를 전후해서 미국에서도 콜로라도 주립 대학(Colorado State University)의 Cermak이 1949년에 경계층 풍동장치를 개발하면서, Plate 등과 더불어 내풍공학 연구의 기반을 잡고 있었으며, 1960년대에 이르러서는 컴퓨터 기술과 더불어 경계층 풍동장치의 발전으로 1963년에 미국 뉴욕의 세계무역센터(World Trade Center)건물의 풍동실험을 시행하게 되면서 세계적으로 콜로라도 주립대학(C.S.U)가 내풍공학의 중심으로 알려지게 되었다.

한편 1930년대 영국의 NPL의 Baily와 Vincent 그리고 Scruton의 연구업적에 힘입어 NPL이 내풍공학의 메카로 부상하게 되면서 이곳을 거쳐간 Davenport, Viekey, Surry등이 캐나다 서 온타리오 대학(Western Ontario University)에서 미국의 CSU와 더불어 오늘날 내풍공학연구를 선도해 가고 있다.

일본에서는 1960년대 초에 경도대학의 Ishizaki, 동경대학의 Ito 교수 등에 의해 내풍공학에 관한 연구가 건물과 교량을 중심으로 이미 이루어지고 있었다. 특히 1970년대에 들어서면서 세계적으로 산업의 발달에 따라 고층건물이나 장대교량 대공간구조 등의 건설에 힘입어, 경계층 풍동실험을 중

심으로 한 내풍공학에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

우리 나라의 경우에는 1980년대에 들어서면서 초고층 건물이나 장대교량의 건설이 이루어지면서, 내풍공학의 중요성을 인식하면서도 대형 경계층 풍동실험 장치시설이 거의 없어서 캐나다나 미국 등지에 풍동실험을 의뢰하게 되면서, 이 분야에 대한 관심이 높아지게 되었다. 특히 1980년대에는 풍동실험 대신 컴퓨터에 의한 시뮬레이션을 이용한 풍하중에 대한 구조물의 응답해석 방법 및 CFD에 대한 해석 등에 대한 연구가 조금씩 이루어졌으나, 본격적으로 풍동실험에 근거한 연구는 1990년대 후반에 들어서야 가능해진 것으로 보인다. 국내의 현대건설과 대우건설의 건설기술연구소에 대형 경계층 풍동실험장치가 만들어지고, 이어 금오공과대학과 전북대학교에도 대형 경계층 풍동실험장치가 갖추어지면서 본격적으로 연구가 이루어지기 시작한 것으로 보여진다. 과학기술원 토목공학과와 서울대학교 항공공학과와 소형 경계층 풍동장치를 이용한 교량의 2차원 실험 등의 연구가 이전에 이미 이루어지기도 했었다. 그리고 1997년에는 국내에 한국풍공학회가 창립되어 풍공학에 관심이 있는 많은 분들이 학회를 중심으로 활발한 연구활동이 이루어지고 있다.

일본이 1976년에 일본풍공학회를 창립해서 약 500명이 넘는 회원을 갖고 있는 중견급 학회로 발전하고 있는 것에 비하면, 150여명 정도의 회원을 갖고있는 우리는 일본보다 20여 년 뒤늦게 학회가 만들어지며, 연구인력도 매우 적은 편이다. 그렇지만 짧은 기간임에도 불구하고 국내에서 이미 영문 저널로 "Wind and Structure, An International Journal" 1998년에 창간되어 SCI에 등재될 정도로 국제적인 지명도를 얻고 있으며, 2000년 1월에는 'Wind & Structure for the 21st century'란 주제로 국제 학술대회가 제주도에서 열려 내풍공학 분야의 세계적인 석학들을 우리 나라에서 만나볼 수 있었다.

물론 한국 풍공학회지가 학회 창단 이후 연 2회로 지금까지 발행되고 있으며, 연 1회의 학술발표대회를 해오면서 국내의 연구자 및 관심 있는 분들과의 국내외적인 학술 연구 교류 및 산학 협력

을 통한 연구활동을 활발히 해오고 있다. 이렇듯 풍공학회 회원들간의 활발한 연구활동에 힘입어 국내에서 최근에 건설되고 있는 초고층 건물 및 교량들에 대한 풍동실험을 외국에 의존하지 않고 국내에서 국내의 기술로 이루어지고 있는 것도 괄목할 만한 사실이다.

내풍공학하면 유체역학과 구조진동학, 기상학, 통계학 뿐만 아니라 수학과 물리학과 같은 기초학문분야 관련 지식이 서로 복잡하게 연관되어 있어 접근하기 어려운 분야라고 하는 소리를 주위에서 자주 듣게된다. 하지만 최근에 이르러서는 내풍공학

관련 단행본도 국내뿐만 아니라 국외에서도 많이 출판되고 있고, 주위를 살펴보면 관심 있는 연구자들도 많이 있는 것 같으며 논문이나 관련자료들도 비교적 쉽게 찾아볼 수 있어 연구하고자 하는 관심만 있다면, 연구하기에 그다지 어려운 환경은 아닌 것 같이 생각된다. 관심 있는 연구자들이 우리 나라에서도 많이 나와 내풍공학 분야 연구의 활성화를 기대하며, 이것으로 간단히 우리 나라 내풍공학 현황에 대해서 그동안 개인적으로 보고 느꼈던 사실을 중심으로 간단히 적어보고자 했다. 