

일본 동경공예대학 풍공학연구

Y. Tamura* 조 강 표**

1. 서 론

필자가 일본 동경공예대학(Tokyo Institute of Polytechnics 이하 TIP)에서 연구원을 지낸 경험을 바탕으로 해서 본지를 통하여 일본 TIP 풍공학연구센터를 소개하고자 한다. TIP는 일종의 특성화된 대학으로서 공학부, 예술학부 및 대학원으로 이루어진 소규모의 대학이다. TIP는 콜로라도 주립대의 경우와 같이 하나의 독립된 풍공학 프로그램은 갖고 있지 않지만 공학부 건축학과내에 독특한 풍공학 연구진을 갖고 있다. TIP는 건축공학과 10명 교수중에서 4명(타무라 교수, 고바야시 교수, 오바 교수, 수가누마 교수)이 풍공학을 연구하는 풍공학 특성화 대학이라 할 수 있다. 필자는 본디 건축구조분야 출신이어서 구조풍공학에 관심이 많았으며 콜로라도 주립대(Colorado State University)에 박사과정 재학시절 Cermak교수와 함께 미국의 3M사로부터 연구과제(Viscoelastic damping systems for buildings)를 시작으로 하여 구조풍공학에 몰두하기 시작하였다. 학위를 마치던 98년 가을부터 내

풍구조 및 구조감쇠에 대한 연구를 목적으로 타무라연구실에 연구원으로 가게 되었다. 본 기사는 타무라 연구실을 중심으로 쓰고자 한다.

풍공학을 연구하는 4명의 교수중에 타무라 교수와 수가누마 교수는 구조풍공학을 연구하고 있고, 고바야시 교수와 오바 교수는 환경풍공학을 이끌고 있다. 특히 타무라 교수는 풍공학자로서 뿐만 아니라 구조물의 구조감쇠에 관한 전문가로 널리 알려져 있다. 타무라 교수는 박사과정 재학시절부터 풍공학에 심취하여 건물의 와류진동에 대한 해석적 모델을 개발하는 등 실험 뿐만 아니라 이론적 연구를 병행해 오고 있다.

TIP는 현재 5개의 풍동을 가지고 있으며, 최근에는 일본 학술진흥재단의 프론티어 프로젝트로 선정되어 별도의 풍공학연구센터를 갖게 되었다(사진 1과 그림 3). 이 프로젝트는 2000년부터 2004년까지 5년간 수행하는 것으로 규모가 자그만치 7억 엔(약 70억원)에 달한다. 그리고 다가오는 10월 20일에는 국제워크샵(Wind Hazard Mitigation in Urban Areas)을 TIP에서 개최할 예정이다. 이번 행사에는 A. Kareem, G. Solrari, J. D. Homes, K.C.S. Kwok, R. Meroney,

* Professor, Department of Architectural Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics

** 정회원 · 아이오와 주립대, 연구원



사진 1 동경공예대학 풍공학연구센터

Y.L. Xu 등 세계의 저명한 풍공학자 17명이 발표를 한다. TIP는 풍공학연구센터를 설립하여 풍공학이 날로 발전할 수 있는 토대를 마련하였다.

2. 핵심 연구

일본은 미국과는 달리 한 교수를 필두로하여 연구실이 별도로 분리되어 있다. TIP도 마찬가지로

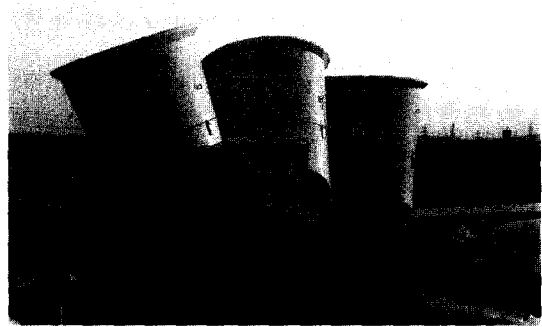


사진 2 도플러 소다를 이용한 풍속측정

각 연구실별로 별도의 풍동을 소유하고 있어 연구실별로 별도의 프로그램을 갖고 운영을 하고 있다. 타부라교수는 주로 내풍구조, 구조동력학 및 제어 시스템에 관한 연구에 몰두하고 있다. 주로 바람에 민감한 통신철탑, 공장굴뚝, 조병타워, 공항관제탑, 고층빌딩 등의 풍하중 및 풍응답을 평가하는 연구를 많이 했다. 풍동실험결과 동적응답이 일본 건축기준을 넘는 경우 연구실에서 제어시스템 제안하고 설계하는 일까지 담당하는 경우도 있다. 일본 하네다공항의 관제탑에 설치된 TLD(Tuned Liquid Damper)설계가 그 한 예이다(사진 3- 사진 4). 축소모형을 이용한 풍동실험 뿐만 아니라 현장에서 실측에 관한 연구를 많이 수행하고 있다. 도플러 소다 (Doppler soda)를 이용한 고도에 따른 풍속측정(사진 2), GPS를 이용한 고층구조물의 변위측정,



사진 3 일본 하네다 국제공항



사진 4 공항 관제탑에 설치된 TLD

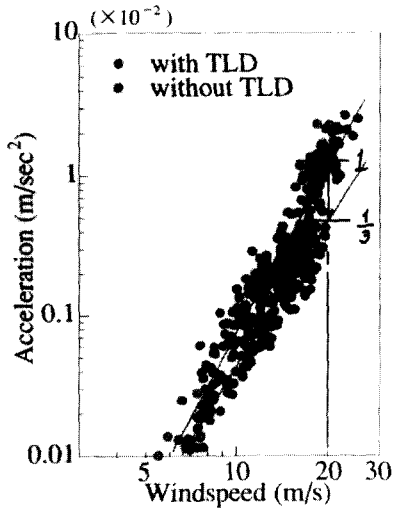
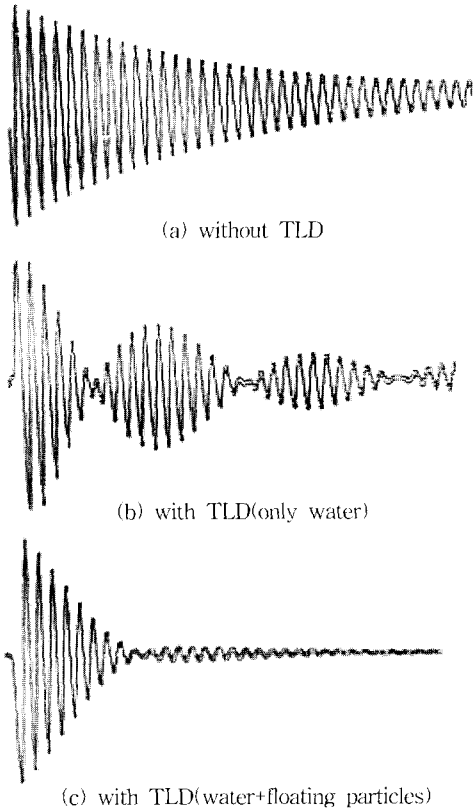


그림 1 관제탑에 설치된 TLD의 진동감소 효과

Efficiency of Floating Particles



Damped-free oscillations of a building model with/without TLD[Tamura et al., 1989]

그림 2 TLD의 유무에 따른 자유진동곡선

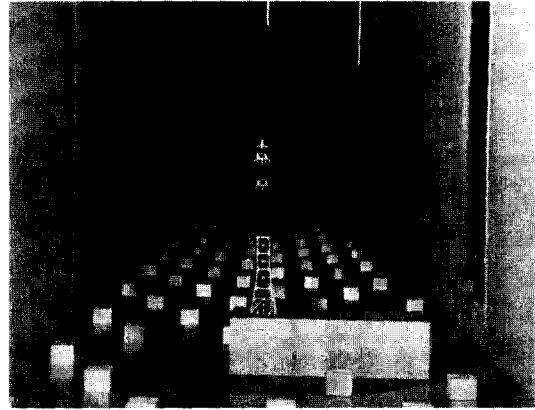


사진 5 풍응답평가를 위해 풍동내에 설치된 통신철탑

일반 주거 건물의 지진에 의한 응답 등이 그것이다. 특히 GPS를 이용한 건물의 응답을 모니터링한 수법은 일본에서 최초로 응용된 것으로 실측의 큰 변형을 가져오고 있다. GPS는 현재 1센티미터의 정확도를 갖고 있으며 점차 개선되어 가는 추세이다.

필자가 타무라 연구실에서 수행한 프로젝트만도 5개에 이르며, 주로 통신철탑과 산업굴뚝과 같이 세장비가 커서 풍하중에 민감한 구조물의 풍하중 및 풍응답 평가에 관한 것과 탑상형 구조물의 구조감쇠 평가에 관한 연구였다. 그리고 타무라 연구실에서는 고층구조물의 진동에 직접적으로 관련된 구조감쇠의 데이터 베이스를 오랫동안 구축해 오고 있다. 그는 실측한 구조감쇠정수를 이용하여 앞으로 지어질 건물에 대한 이론적 구조감쇠정수를 평가하는 식을 개발하기도 하였다. 지금도 일본 건축학회 구조감쇠위원회 위원장으로서 구조감쇠연구를 이끌고 있다.

3. 시설 및 계측장비

TIP의 5개의 풍동중 3개는 구조풍공학을 연구하기 위한 것으로, 타무라교수와 수가누마교수가 주로 사용하고 있다. 나머지 2개중 한개는 온도 성층화를 이룰 수 있는 풍동으로 고바야시 교수와 오바 교수가 건물실내 및 외부환경 영향평가를 위해서 사용하고 있다. 타무라연구실에서 주로 사용하는 구조풍공학용 풍동은 주로 다음과 같은 용도로 쓰이고 있다.

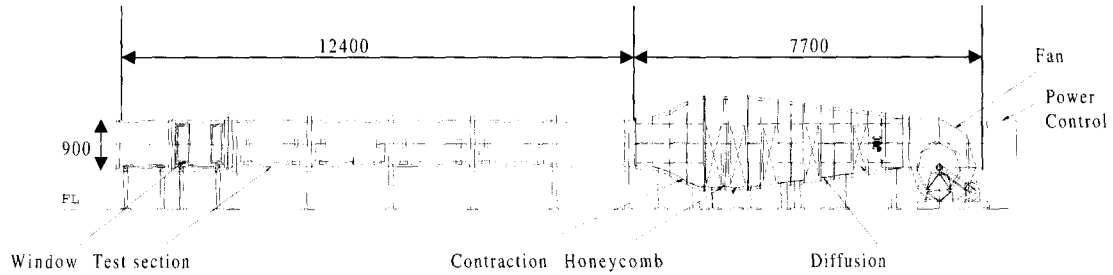


그림 4 별동 풍동실험실내의 경계층 풍동

- 풍력측정장비 : 5-component Load Cell
- 진동 및 변위 측정장비 : Jimbal, Laser Displacement, Accelerometer, Non-contact meter, GPS system
- 데이터 처리 및 해석장비 : Data Acquisition System, Amplifier, LabView(NIs), Low-Pass Filter, Signal Analyzer, Oscilloscope, Signal Generator

4. 결 론

이상으로본인의 경험에 비추어 풍공학 연구의 선도로 국제학술활동의 중심점인 콜로라도 주립대와 더불어 동경공예대학의 풍동실험실을 간략히 소개하였다. 풍공학의 역사가 오래되지 않은 우리

나라의 현시점에서 국제적인 교류를 통하여 학문적인 체계를 갖추는 일이 시급한 것 같다. 이제 우리나라도 몇몇 기업 기술연구소 및 대학에서 풍동 실험 장치를 갖추고 풍공학 연구에 여념이 없다. 건축물이 초고층화 및 장대화 되어 가는 최근의 추세에 풍공학은 그 중심에 서게 될 것이다. 풍공학은 앞으로 문명이 발달 할 수록 더욱 긴요하게 요구되기 때문에 국가기관이 이에 적절한 연구프로그램을 지원하는 것이 바람직하다 .

끝으로 본 기사를 쓸 수 있도록 자료를 제공해 준 타무라교수께 감사를 드리고 우리나라의 풍공학연구의 다변화를 위해 풍공학자들 모두가 노력해 주었으면 한다. [2]