

건축구조물 유지관리를 위한 센싱 및 모니터링 기술에 대한 기술강습회 참가 보고



윤 광 섭 편집출판 위원회 이사
(주)미래 ISE, 대표이사

1. 시작하며

사단법인 한국지진공학회에서는 최근 들어 초고층화, 장대화, 세강화 그리고 노후화되어 가고 있는 구조물의 장수명화를 위한 유지관리방법으로 응용되는 센싱 및 모니터링 기술을 위한 “건축구조물 유지관리를 위한 센싱 및 모니터링 기술”이라는 주제로 제20회 기술강습회를 2007년 1월에 개최하였다.

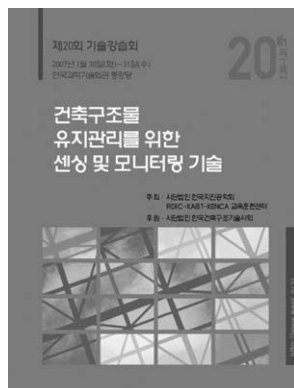


그림 1. 기술강습회 안내장

일시 : 2007년 1월 30일(화)~31일(수)

장소 : 한국과학기술회관 중강당

주최 : 사단법인 한국지진공학회

FIDIC-KAIST-KENCA 교육훈련센터

후원 : 사단법인 한국건축구조기술사회

제20회 기술강습회에서는 사단법인 한국건축구조기술사회 후원아래 이들 동안 학계와 산업체의 전문가들이 기본 이론에서부터 현장적용에 관한 실무적인 주제를 중심으로 강습회가 마련되었다. 본 강습회의 강의 내용들은 건설 분야의 구조물 유지관리를 위한 센싱 및 모니터링 기술에 대한 전반적인 기술 자료로서 건설 실무자들에게 많은 도움과 이해를 높이는 계기가 되었다.

2. 제20회 기술강습회 내용

표 1. 강의일정 및 강사소개

일자	강습내용	강사
1월30일 (화)	• 건축구조물 스마트모니터링용 광섬유 센서	김기수 교수 (홍익대학교)
	• 구조물의 건전성 평가를 위한 센싱기법	최준성 박사 (한국유지관리)
	• Wireless Sensor Network을 이용한 실건축물의 모니터링 예	유은종 박사 (서울대학교)
1월31일 (수)	• 건축구조물의 시스템 식별 기법	이상현 교수 (단국대학교)
	• 제진장치의 유지관리를 위한 구조물의 동특성 식별	주석준 박사 (TE Solution)
	• 고층건축구조물의 진동제어 및 모니터링	안상경 박사 (삼성물산)

제20회 기술강습회는 이들 동안 6개의 session으로 진행되었고 강습내용은 건설 분야의 구조물 장수명화를 위한 유지관리방법에 응용되는 센싱 및 모니터링 기술에 대해 각 분야 전문가들의 강의를 통해 이론적 내용과 현장적용사례를 소개하는 것으로 구성되었다.

강습회 첫날 강의 되었던 내용들은 다음과 같다. 먼저 “건축구조물 스마트모니터링용 광섬유 센서”란 주제로 광섬유센서의 작동원리 및 보-기동 접합부 모니터링에의 활용, 섬유시트보강 콘크리트의 층간 분리 모니터링, 스마트모니터링용 광섬유센서의 기타 응용사례(그림 2, 3)에 대하여 강의되었다.

대구지하철 근접시공 구간



Hongik University Smart Fiber Sensors

그림 2. 스마트모니터링용 광섬유센서의 터널적용사례

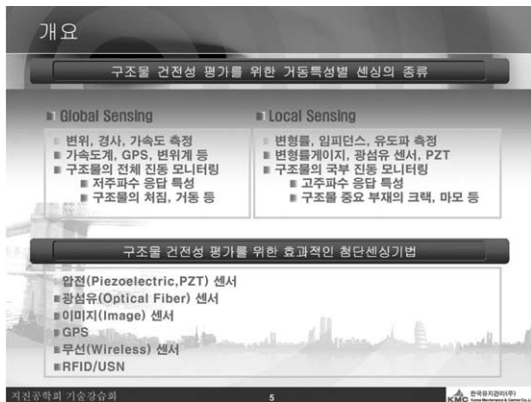


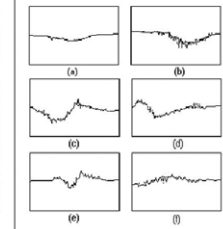
그림 4. 구조물 건전성 평가를 위한 센싱기법의 종류

“구조물의 건전성 평가를 위한 센싱기법”의 주제에 대한 강의 내용은 효과적이고 적합한 계측 시스템을 구성하기 위해 각종 센싱 기법들에 대한 연구 개발 및 적용 시험이 요구됨에 따라 각종 센싱 요소 기술들 중 압전 센서, 이미지 센서, 광섬유 센서, GPS, 무선 센서, RFID의 특징과 장단점에 대하여 기술되었고 구조물 건전성 평가를 위한 계측 시스템 구성에 적합한 센싱 기법(그림 4)에 대한 적용사례들을 설명하였다.

첫날의 마지막 강의는 “Wireless Sensor Network을 이용한 실건축물의 모니터링 예”에 대한 주제로 무선센서 계측 시스템에 관한 내용이었다. 또한 구조물의 동특성 파악과 손상 파악관련 연구를 위해 무선센서 계측 시스템(그림 5)을 이용하여 4층 철근콘크리트 건물을 진동실험하고, 유선으로는 상시계측시스템을 구축한 17층 철골조 건물의 예를 들어 소개하였다.

둘째 날은 전반적으로 건축 구조물의 동특성 식별기법 및 진동제어에 대한 내용들로 진행되었으며, “건축구조물의 시스템 식별 기법”이란 주제로 오전 강의가 시작되었다. 건설 실무자에게는 익숙하지 않은 시스템 식별(System Identification)이란 용어가 대두되었고 이에

Bridge Applications - Sungsan Bridge



a) to f) : 20 to 70 km/hr of 40 ton weigh dump truck each

그림 3. 스마트모니터링용 광섬유센서의 교량적용사례

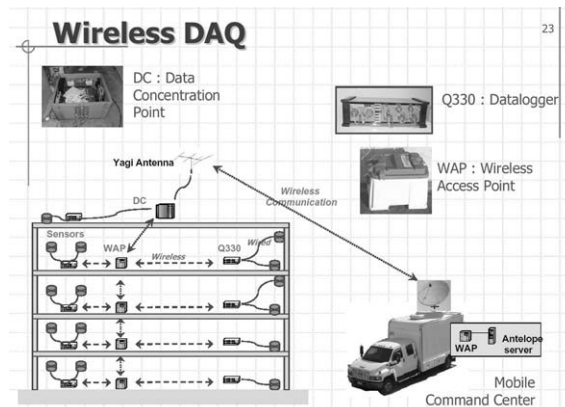


그림 5. 가속도계와 변위계를 위한 Wireless DAQ 시스템

따른 수강자들의 관심은 고조되었다. 먼저 시스템 식별이라 함은 구조물의 입력/출력 관계를 모사할 수 있는 수학적 모델, 즉 시스템을 구성하는 것을 의미한다. 여기서 입력은 일반적으로 구조물의 응답을 유발하는 요인 즉, 고정하중, 적재하중, 지진하중, 바람하중, 교통하중 등과 같은 하중 및 가진기에 의한 외력 등을 의미하며, 출력은 구조물의 응답 즉 변위, 속도, 가속도, 변형률 등을 의미한다.(그림 6)

시스템 식별은 먼저 입출력 데이터를 수집한 다음 이 데이터에 의해 표현된 거동을 가장 근사하게 모사할 수 있는 수학적 모델을 구성하고, 최종적으로 모델의 유효성을 평가하는 과정으로 구성된다. 그러나 건축-토목 구조물의 경우에는 일반적인 시스템 식별기법에 의해 얻어지는 단순히 입출력관계만을 모사하고 물리적인 의미를 가지지 않는 모델보다는 유한요소(Finite Element, FE)모델을 구성하는 것이 공학적인 의미를 가지므로 본 강의에서는 같은 1경간을 갖는 3층의 철골조 구조물에 대한 진동대 실험을 통하여 실험데이터에서 얻어진 모드 정보로부터 유한요소모델을 수정 하기 위해 제안된 다양한 알고리즘을 이용하여 해석하고 결과를 나타내었다.

다음 강의는 “제진장치의 유지관리를 위한 구조물의 동특성 식별”

System Identification

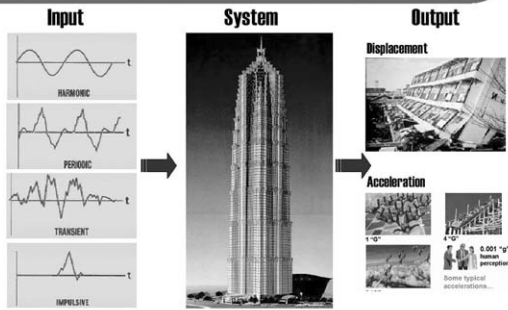


그림 6. 시스템 식별의 입력/출력의 개요

인천공항 관제탑 HMD



관제탑의 사양(구조해석결과)

항목	사양	비고
총질량	6079.38 ton	
일반화질량	1082.2 ton	1차모드
고유진동수	0.695 Hz	X, Y 방향
일반화강성	2.586×10^6	
한계감쇠비	1%, 2%	예상치
최고높이	100.4 m	22 층 상당
유효폭	18 m	
HMD 설치층	19층	80 m

그림 7. 제진장치의 유지관리 및 시스템식별 적용사례



그림 8. 점탄성 감식기의 작동방향

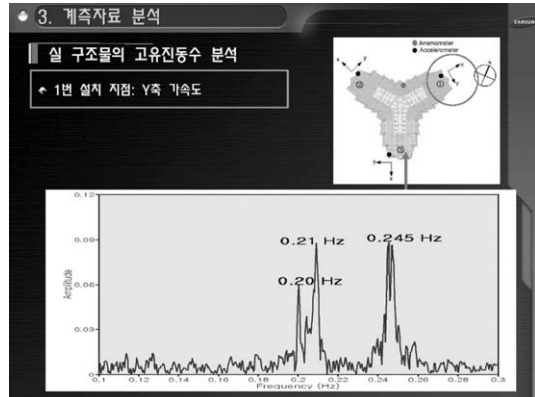


그림 9. 실 구조물의 계측자료 분석(고유진동수 분석)

이란 주제로 이루어졌다. 본 강의에서는 국내에서 설치되어 유지관리가 이루어지고 있는 제진장치에 대한 구조물의 동적 응답을 측정하고 이로부터 동적 특성치를 추출하는 과정을 시스템 식별이라 하는데 이에 대한 개괄적인 사항과 이와 관련되어 적용되는 시스템 식별에 대하여 기술하였다.(그림 7) 또한, 시스템 식별이란 부분은 앞 강의에서 소개한 내용과 유사하며 시스템 식별 방법인 Frequency domain decomposition (FDD) 방법에 대하여 이론적 설명 및 예제들을 기술하였다.

마지막 강의는 “고층건축구조물의 진동제어 및 모니터링”에 대한 내용으로 고층구조물의 진동제어와 사용성 평가를 위한 고층구조물의 풍진동 모니터링이란 두 가지 큰 주제로 강의되었다. 고층구조물의 진동제어 주제에 따른 강의 순서는 진동제어의 개요, 갤러리아벨리스의 진동제어(그림 8), 마찰진자베어링을 이용한 면진, Sky-Bridge를 이용한 진동제어에 대한 내용을 적용사례로서 강의되었다. 그리고 구조물의 고층화로 인하여 설계 단계에서 풍하중에 의한 가속도 및 변위 등의 동적 특성이 중요한 인자로 부각되고 있으며 풍하중에 의한 구조물의 강성과 동적 특성(주기, 모드 형상, 그리고 감쇠비)

등을 예측 및 분석하는 평가 기술이 필요함에 따라 실 구조물에 동적 특성을 파악할 수 있는 모니터링 시스템을 구축하여 실시간 계측 자료를 분석 평가(그림 9)하는 고층구조물의 풍진동 모니터링 순으로 진행되었다.

3. 맺는말

제20회 기술강습회는 “건축구조물 유지관리를 위한 센싱 및 모니터링 기술”이란 주제에 구조물의 초고층화, 장대화, 세장화 그리고 노후화되어 가고 있는 건설 분야의 구조물에 대한 장수명화를 위한 유지관리방법으로 응용되고 있는 센싱 및 모니터링 기술에 대하여 다루고 있다. 기술강습회를 통한 기술 자료의 습득은 건설 분야 인력들의 역량개발에 많은 도움이 되었으며 또한, 다양한 기술 연구에 대하여 같이 논의·토론할 수 있는 계기의 장이 되었다. 강의 내용들은 향후 건설기술 및 연구 발전에 큰 도움이 있으리라 기대해 본다.