

## 3층 철근콘크리트조 건물의 손상전후의 진동특성

### Vibration Characteristics of a Three-Story Reinforced Concrete Building Before and After Damage

윤성원\*      박용\*\*      이정현\*\*\*      임재휘\*\*\*      장동우\*\*\*  
Yoon, Sung-Won      Park, Yong      Ji, Jung-Hwan      Lim Jae-Hwi      Jang, Dong-Wo

#### 요약

구조물이 건전한 상태에서 진동계측을 통한 고유진동수와 감쇠율과 같은 동적특성의 분석에 대하여 국내·외적으로 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 실물 구조물에 대하여 파괴 직전까지의 큰 손상 후에 진동계측을 통한 동적특성에 대한 연구는 상대적으로 매우 미약한 실정이다. 따라서 본 연구는 3층 철근콘크리트조 건물에 액츄에이터로 하중을 주어 건물에 손상을 준 후에 손상 전·후의 진동계측을 통하여 동적특성을 파악하였다. 손상 전·후에 대한 고유진동수 및 감쇠율을 산정하였으며, 이 결과를 국외의 기존 연구와 비교하였다. 상시진동계측 및 인력가진을 통한 계측방법을 실시하였으며, 계측 전에 고유치 해석을 선행하여 계측치와 비교분석을 하였다. 120mm의 수평변위를 준 결과 구조물의 파괴 직전 손상 전·후에 장변과 단변의 고유진동수는 각각 34.3%, 33.7% 감소하였고, 감쇠율은 각각 36.5%, 19.5% 감소하였다. 기존 국외의 연구결과와의 비교를 한 결과 고층형 건물보다 강성의 변화가 크게 감소됨을 확인할 수 있었으며, 저층형 구조물에 대한 안정성 검토가 시급함을 확인할 수 있다.

#### Abstract

Dynamic characteristics such as frequency and damping ratio in the ambient state of building has been progressed in domestic and foreign. However, there has not been any deep research of dynamic characteristics of full-scale structure using vibration measurement of the building damaged up to failure. Dynamic characteristics of three-story reinforced concrete building was evaluated before and after it was damaged by using an actuator. Dynamic characteristics is reviewed and compared with previous study. Ambient vibration and human excitation test were applied. After 120mm horizontal displacement by actuator, frequency of long and short direction is reduced to 34.3%, 33.7% and damping ratio is reduced to 36.5%, 19.5% respectively.

키워드 : 고유진동수, 감쇠율, 진동계측, 하중가력실험

Keywords : Natural Frequency, Damping ratio, Vibration Measurement, Push Over Test

## 1. 서론

최근 국내에서도 내진에 대한 관심이 높아지면서 아파트건물을 포함하여 대다수의 건물들이 내진설계를 수행하고 있다. 하지만 국내에서는 1975년에서 1988년에 건설된 약 15만호의 공동주택을 포함 현재 국내기준인 KBC2005의 내진성능에 대한 구조기준

에 미치지 못하는 저층형 건물을 주변에서 흔히 찾아볼 수 있다. 과거 1999년 발생한 터키, 그리스, 대만 등의 지진에서 2~3층의 일반건물에 대한 피해가 막대하였으며, 90% 이상의 사상자가 이와 같은 저층형 일반주택에서 발생하였다. 따라서 이러한 저층형 구조물에 대한 안전성 요구가 증대되고 있다.<sup>1)</sup>

건물에 대한 내진설계 시 중요한 파라미터의 하나로서 고유진동수와 감쇠율과 같은 동적특성의 대진폭 시 손상을 고려한 평가가 매우 중요하다.<sup>2)</sup> 이에 대한 기존 연구로서 岡田敬一의 철골조를 대상으로 한 연구에 의하면 고유주기는 상시진동의 진동에서 소진폭(1cm/s), 중간폭(2cm/s), 대진폭(4cm/s)에서 진폭이

\* 정희원 · 서울산업대학교 건축학부 부교수, 공학박사  
\*\* 교신저자, 정희원 · 서울산업대학교 대학원 건축학과 석사과정  
TEL : 010-2942-9839  
E-Mail : park820714@hanmail.net  
\*\*\* 학생회원 · 서울산업대학교 대학원 건축학과 석사과정

커짐에 따라서 증가하지만, 감쇠율은 소진폭에서 다소 증가하는 경향을 보이지만 중진폭, 대진폭으로 진폭이 커짐에 따라서 감쇠율은 감소하는 것을 확인할 수 있다. 福和伸夫의 철골조건물의 자유진동 실험에 의하면 고유진동수는 전 실험영역에서 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한 감쇠율의 경우에는 초기변위를 5mm에서 약 13mm로 증가할 때 까지는 진폭의 증가에 따라 감쇠율도 증가하는 경향을 보이다가 대진폭(60mm)으로 횡변위가 증가함에 따라 감쇠율은 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 저층 철근콘크리트의 실물구조에 대한 대진폭시의 진동특성에 대한 연구는 상대적으로 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 광주지역에 위치한 3층 철근콘크리트조 건물에 손상 전 진동계측을 실시한 후 액츄에이터를 정착시키고 하중단계별 가력 후 건물이 미치는 손상에 대해 진동계측을 통해 동적특성을 비교하였다. 계측 시 상시진동계측 및 인력가진을 통해 동적특성을 평가하였으며<sup>3)</sup>, 진동계측을 통한 동적특성 평가를 실시하기 전에 구조해석프로그램인 Midas-Gen을 사용하여 고유치 해석의 선행 후 계측치와 비교분석을 하였다. 센서 위치로는 건물의 중앙부에 2개, 단부에 1개의 센서를 설치하여 건물의 장변, 단변, 비틀림방향의 동적특성을 평가하였다.<sup>4)</sup>

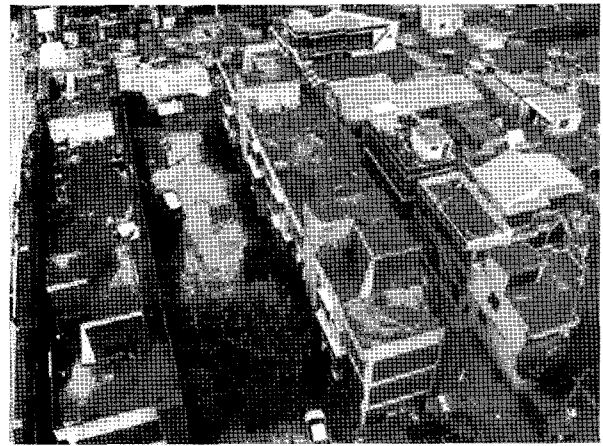
## 2. 진동계측의 개요

### 2.1 대상건물 개요

대상건물은 광주시에 위치한 S아파트로 선정하였으며, <표1>은 대상건물의 건축 및 구조개요이다. <그림1>은 대상건물의 전경을 찍은 사진이며, 이 2개동 중 1개동을 선택하여 계측을 실시하고 분석하였다.

<표 1> 대상 계측건물의 개요

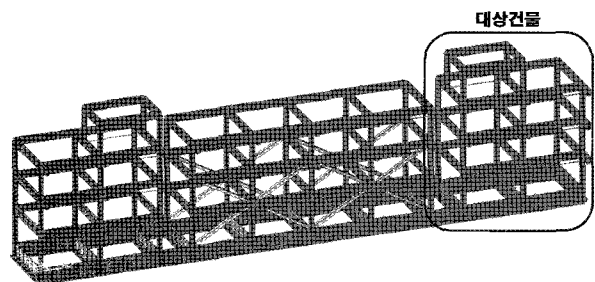
명 칭	광주S아파트
구조형식	철근콘크리트구조
용 도	공동주택
규 모	지하 1층, 지상 3층
콘크리트 강도	$f_{ck} = 21\text{N/mm}^2$
철근강도	$f_y = 300\text{N/mm}^2$
슬래브 두께	200mm
벽체두께	150, 120mm
기초 형식	줄기초



<그림 1> 대상건물의 전경

### 2.2 대상건물의 고유치 해석

대상건물에 대하여 국내 상용화 구조 프로그램인 MIDAS-Gen을 사용하여 고유치 해석을 수행하였다. <그림 2>은 본 대상건물의 구조해석 모델링이며, 그림을 통해 확인할 수 있듯이 좌·우 계단실을 철거하였기 때문에 대상물을 세부분으로 구분할 수 있다. 이 중 우측편에 위치한 건물을 대상으로 실험을 진행하였으며 중간에 위치한 장방형의 건물은 대상건물의 가력실험을 위해 X자형의 가새를 설치하여 지지대 역할을 수행하였다. 또한 진동계측을 수행하기 전 고유치 해석을 실시하여 진동계측치와 비교하였다.

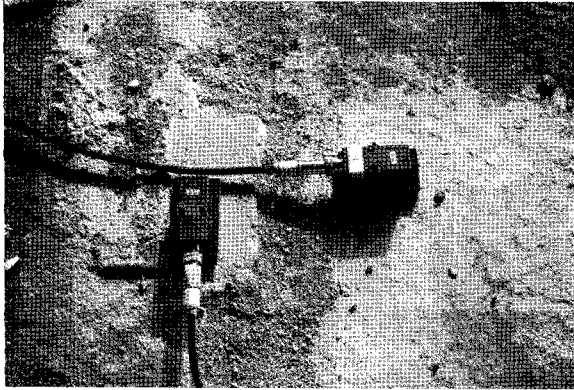


<그림 2> 대상구조물의 구조해석 모델

### 2.3 대상건물의 진동계측 개요

광주 S아파트 대상건물의 옥상에서 상시진동에 의한 계측과 함께 인력가진을 통한 계측을 실시하였다. <그림 3(a)>와 같이 건물 중심에 장변 및 단변방향으로 서보가속도계를 설치하였으며, <그림 3(b)>과 같이 건물 단부에 단변방향(비틀림방향)으로 설치하였다. 이때 <표 2>는 대상건물의 진동계측시 사용된

장비품목과 장비의 주요 사양이다. 이때 상시 미진동 계측시 샘플링 간격은 40Hz로 계측을 실시하였으며, LPF의 차단진동수는 10Hz로 선정하였으며5), 인력 가진 시 LPF 차단진동수는 3Hz로 선정하였다.



(a) 건물 중심부에 센서설치



(b) 건물 단부에 센서설치

〈그림 3〉 진동계측 센서위치(중앙 2개, 단부1개 설치)

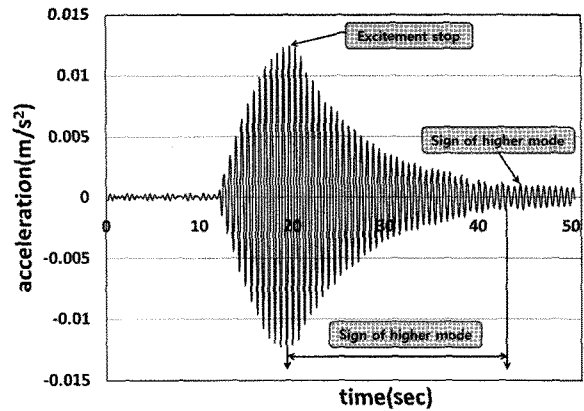
〈표 2〉 계측기기의 기본사양

기기명	모델명	사양
서보 가속도계	ASQ-CA (kyowa)	- 용량 : 1g - 측정범위 : 0.00001~1g
신호측정기 (Signal Conditioner)	VAQ-700A (kyowa)	- 주파수 응답범위 : 1.0~300Hz - 채널수 : 5ch - 오차범위 : ±0.5% - 출력 : 가속도, 속도, 변위
FFT분석기	DP 325	- 4 채널 - APB board 탑재형 - 데이터기록과 FFT분석

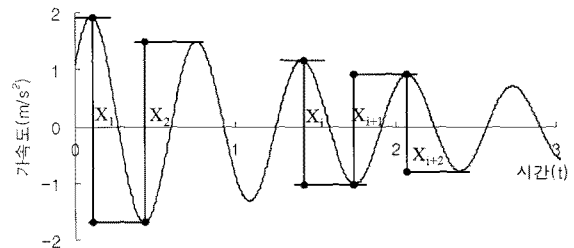
## 2.4 계측 방법 및 해석 방법

철근콘크리트조 건물의 3층 중심에서 계측한 데이터를 통해 동적특성에 대한 평가를 실시하였다. 상

시진동계측을 실시하였으며, 이와 더불어 반복적으로 사람의 체중이동에 따른 관성력을 건물의 고유주기에 동조시켜서 건물의 응답 진폭의 공진 현상에 따라 서서히 커지게 하여 데이터를 얻는 가진법인 인력가진법을 이용하여 감쇠율을 산정하였다.6) 〈그림 4〉은 인력가진을 통해 얻어진 진동계측 파형을 보여주고 있으며, 〈그림 5〉과 같이 대수감소법을 적용하여 감쇠율을 산정하였다.7)



〈그림 4〉 인력가진을 통해 얻어진 진동계측파형



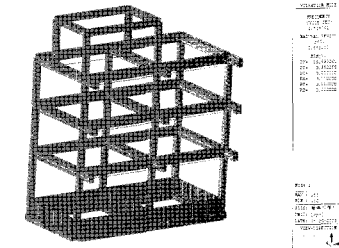
〈그림 5〉 대수감소법을 이용한 감쇠율산정

## 3. 대상건물의 해석치 및 진동계측

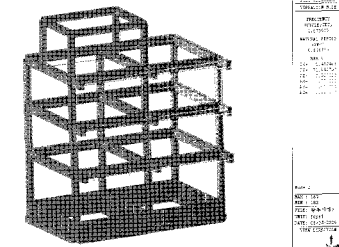
### 3.1 가력실험 전 대상건물의 고유치 해석과 진동계측 후 고유진동수 비교

가력실험을 실시하기 전 대상건물의 고유진동수를 확인하기 위하여 Midas-Gen으로 통한 모드해석을 수행하였다. 이를 실제 진동계측을 통해 얻은 고유진동수를 비교하였다. 대상건물의 장변방향, 단변방향, 비틀림방향에 대한 진동모드 형상 및 FFT를 통한 스펙트럼 분석결과 〈그림 6〉에서 확인하듯이 장·단변 및 비틀림에 대한 고유치는 1.519Hz, 1.679Hz, 1.987Hz로 진동계측결과 장·단변 및 비틀림에 대한 고유진동수는 1.788Hz, 1.878Hz, 2.444Hz로 약

17.7%, 11.8%, 22.9% 진동계측치가 크게 계측되었다(〈그림 7〉참조).

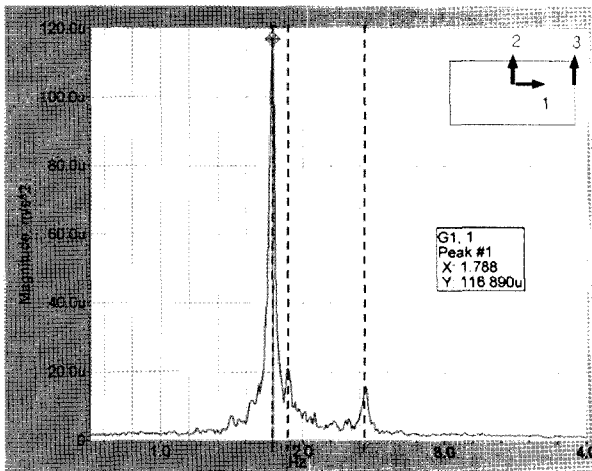


(a) 장변방향(해석치) : 1.519Hz

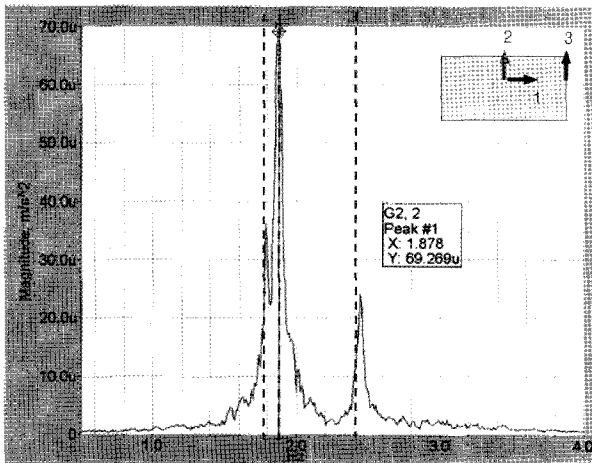


(b) 단변방향(해석치) : 1.679Hz

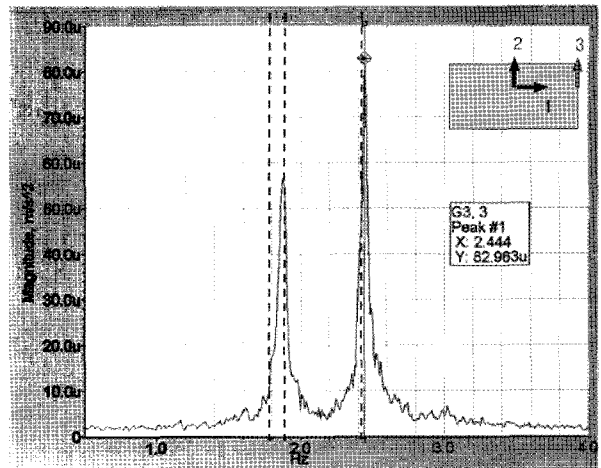
〈그림 6〉 대상건물의 고유치 해석



(a) 장변방향(진동계측) : 1.788Hz



(b) 단변방향(진동계측) : 1.878Hz



(c) 비틀림방향(진동계측) : 2.444Hz

〈그림 7〉 대상건물의 모드해석 및 계측결과 비교

〈표 3〉 대상건물의 고유치 및 계측치 비교분석(Hz)

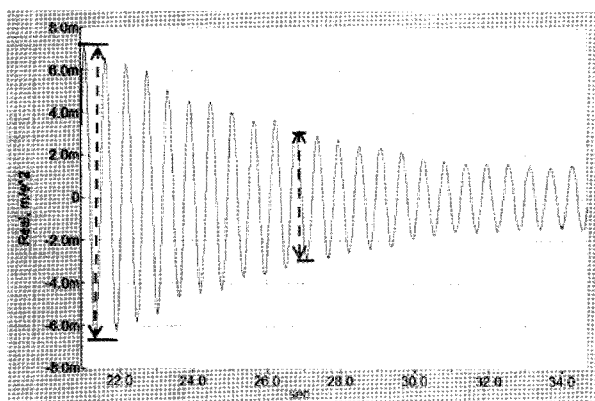
	대상건물의 해석 및 계측치		
	해석치 (Hz) <sup>①</sup>	계측치 (Hz) <sup>②</sup>	$\frac{②-①}{①} \times 100(\%)$
장변방향	1.519	1.788	17.7%
단변방향	1.679	1.878	11.8%
비틀림방향	1.987	2.444	22.9%

### 3.2 가력실험 전 대상건물의 감쇠율 평가

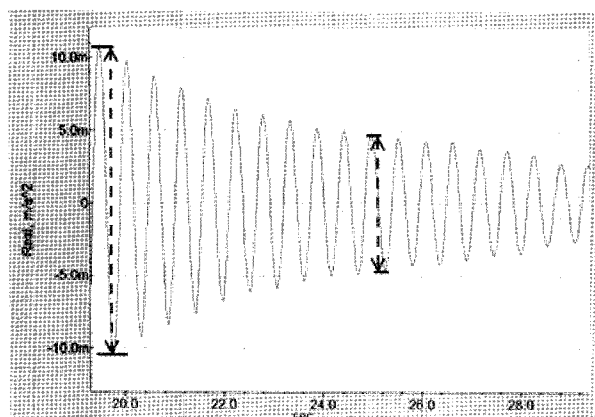
감쇠율은 하프파워법, RD법, 인력가진법의 대수 감소법등 여러 가지 방법이 있지만 일반적으로 정확한 계측이 쉽지 않으며, 또한 해석방법에 따라 서로 다른 값을 보이는 것으로 알려져 있다. 따라서 제일 정확도가 높은 방법인 건물의 자유진동 파형을 구하고, 여기서 대수감소법으로 구하는 방법을 선택하였다. 건물의 자유진동 파형을 얻기 위해서 인력가진법을 이용하였으며, 측정결과 대부분 좋은 파형을 얻을 수 있었다. 〈그림 8(a)〉은 가력실험 전 대상건물에 인력가진을 실시한 모습이며, 〈그림 8(b)〉는 인력가진을 통해 얻은 장변방향의 자유진동 파형이다. 인력가진시 상시미동 레벨이상의 진폭을 얻기 위해서는, 사전에 상시미동측정을 통해 고유진동수를 확인하였다. 이후 확인된 고유주기에 펄스음을 발생시켜, 가진 실시자에게 주지시키는 방법을 이용하였다. 〈그림 8(c)〉은 인력가진을 통해 얻은 단변방향의 진동계측 파형을 보여주고 있다.



(a) 인력가진 실시모습



(b) 인력가진을 통한 장변 진동계측 파형



(c) 인력가진을 통한 단변 진동계측 파형

〈그림 8〉 인력가진법을 이용한 감쇠율 산정

대상건물의 가력실험전 장변 및 단변에 대한 감쇠율은 1.36%, 1.29%와 같으며, 〈표 4〉는 감쇠율 산정을 위한 해석방법인 대수감소법을 이용할 때 파라미터가 되는 사이클 수 및 진폭을 보여주고 있다.

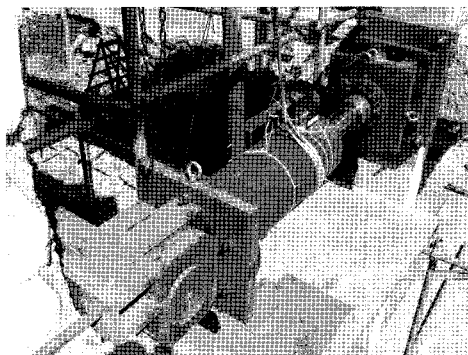
〈표 4〉 대상건물에 대한 가력실험 전 감쇠율 평가(단위:%)

방향	사이클수	진폭(m/s <sup>2</sup> )	감쇠율(%)
장변방향	1	13.825E-05	1.36
	10	5.865E-05	
단변방향	1	21.26E-05	1.29
	10	9.414E-05	

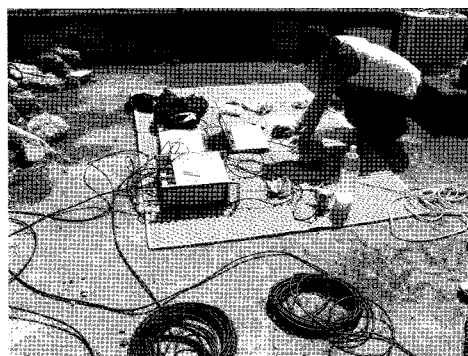
## 4. 단계별 하중가력시험에 따른 동적특성 평가

### 4.1 단계별 가력실험을 통한 고유진동수 평가

액츄에이터를 설치한 후 대상건물에 단계별 하중가력 실험을 실시하여 고유진동수를 측정하였으며, 건물이 손상을 입은 전·후 진동특성을 평가하였다. 〈그림 9(a)〉는 가력실험을 위해 대상건물에 장착된 액츄에이터의 모습을 보여주며, 〈그림 9(b)〉는 계측 모습을 보여주고 있다. 계측 시 안전을 위해 중간건물 옥상에서 50m 케이블을 이용하여 대상건물 3층 바닥에 서보가속도계만 해당위치에 설치한 후 계측을 실시하였다.



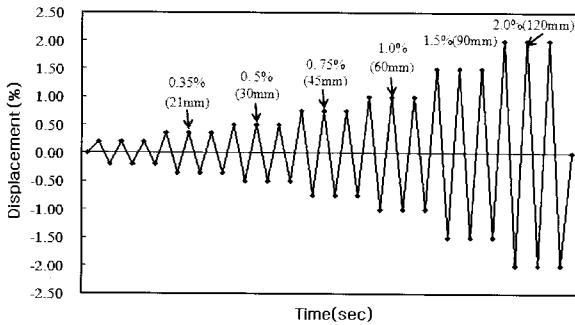
(a) 대상건물에 설치한 액츄에이터



(b) 진동계측 모습

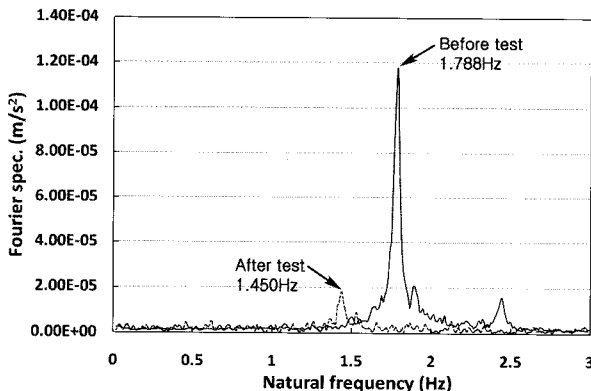
〈그림 9〉 하중가력실험 전·후 진동계측

또한 <그림 10>에서 확인할 수 있듯이 총 6단계 (21mm, 30mm, 45mm, 60mm, 90mm, 120mm)의 가력변위로 수평가력을 실시하였으며, 단계별 가력 직후 상시진동을 통해 고유진동수를 측정하였다. 이 때 120mm의 가력변위는 약 200kN의 힘으로 가력 하였을 때 발생된 변위다. <그림 11>에서 확인 하듯이 가력실험 후 액츄에이터를 분리한 뒤 손상된 건물의 고유진동수를 측정하여 가력실험 전 고유진동수와 비교분석하였다.

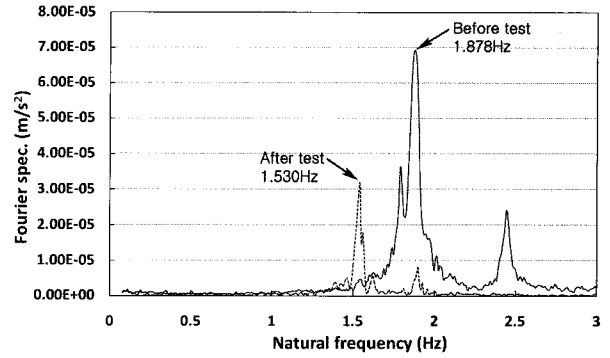


<그림 10> 단계별 가력변위

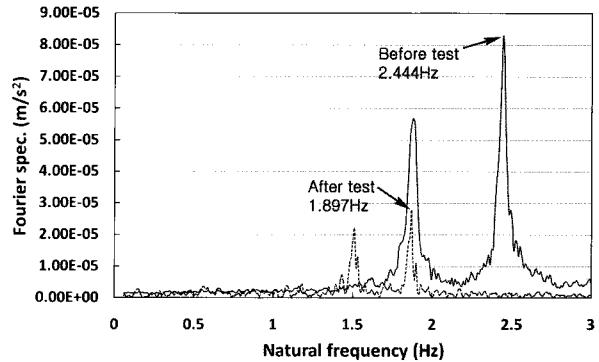
액츄에이터 분리 후 대상건물 장변방향의 고유진동수는 1.450Hz, 단변방향은 1.530Hz, 비틀림방향은 1.897Hz로 측정하였으며, 가력 전 측정치 보다 강성변화율이 18.90%, 18.53%, 22.38% 감소됨을 확인할 수 있다. <그림 12>은 120mm (200kN)의 수평변위 발생 시 손상된 1층 상부패널 및 2층기둥상부의 전단파괴 모습을 보여주고 있다. 또한 <표 5>를 통해 대상건물의 가력실험 전·후 고유진동수를 비교하여 강성 변화율을 확인할 수 있었으며, 강성 변화율은 식 (1)와 같이 기준이 되는 고유주기에 대한 액츄에이터 분리 후의 고유주기의 비에 제곱승을 통해서 산출하였다.



(a) 장변방향의 가력실험 전·후 진동계측 비교



(b) 단변방향의 가력실험 전·후 진동계측 비교



(c) 비틀림방향의 가력실험 전·후 진동계측 비교

<그림 11> 가력실험 전·후 진동계측을 통한 고유진동수 비교분석



(a) 1층 상부패널 파괴 (b) 2층 기둥상부 파괴

<그림 12> 120mm 수평변위 발생 시 손상부위

<표 5> 대상건물에 대한 가력실험 전·후 고유진동수 비교

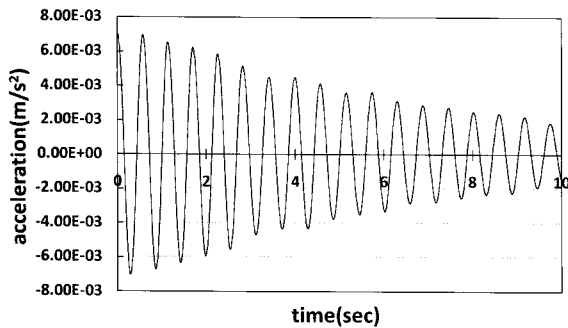
	대상건물의 가력실험 전·후 고유진동수 비교		
	가력실험 전 (Hz)	가력실험 후 (Hz)	강성변화율
장변방향	1.788	1.450	0.657
단변방향	1.878	1.530	0.663
비틀림방향	2.444	1.897	0.602

$$\therefore \frac{k_2}{k_1} = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^2 \quad (1)$$

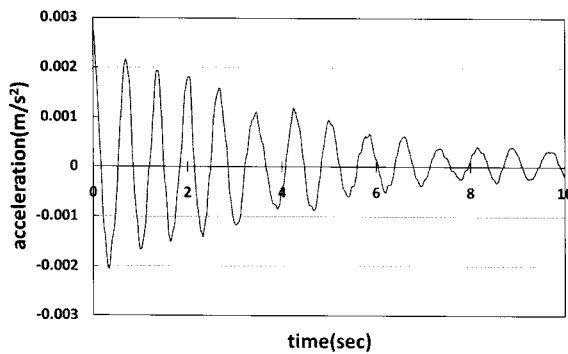
여기서, T<sub>1</sub>: 보강전의 고유주기  
 T<sub>2</sub>: 보강후의 고유주기  
 k<sub>1</sub>: 보강전의 강성  
 k<sub>2</sub>: 보강후의 강성

#### 4.2 가력실험 전·후 대상건물의 감쇠율 평가

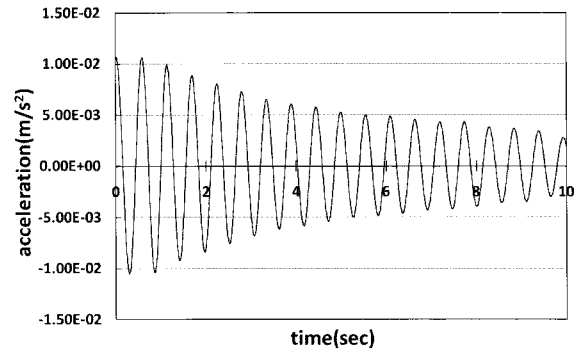
〈그림 13〉를 통해 대상건물의 액추에이터 분리 후 장변에 대한 감쇠율은 0.865%, 단변방향에 대한 감쇠율은 1.084%로 평가되었으며, 〈표 7〉을 통해 감쇠율이 기준보다 각각 36.58%, 19.5% 감소됨을 알 수 있다. 이는 액추에이터로 단계별 하중 실험 중에 발생되는 부재의 손상으로 인해 강성의 감소되며, 이에 따라 감쇠율이 감소됨을 확인할 수 있다.



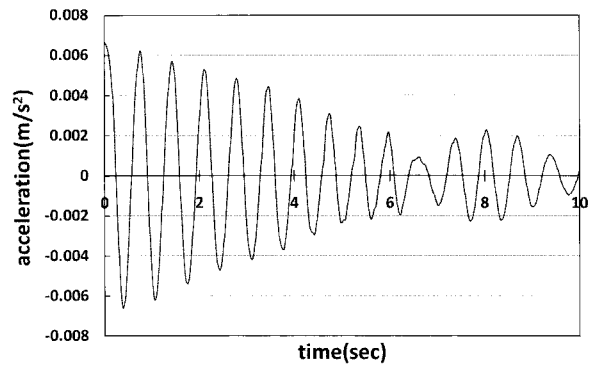
(a) 가력 전 장변방향 감쇠율



(b) 분리 후 장변방향 감쇠율



(c) 가력 전 단변방향 감쇠율



(d) 분리 후 단변방향 감쇠율

〈그림 13〉 가력실험 전과 액추에이터 분리 후 입력가진법을 통한 자유진동계측파형

〈표 7〉 대상건물에 대한 가력실험 전·후 감쇠율 비교

	가력실험 전·후 감쇠율 비교(단위 : %)		
	가력실험 전	가력실험 후	변화율(%)
장변방향	1.36	0.86	-36.58%
단변방향	1.29	1.08	-19.5%

대한 고유진동수는 상시진동에서 가력실험 전 각각 1.788Hz, 1.878Hz인 반면에 진폭의 크기가 커짐에 따라 점차 감소하는 경향을 확인할 수 있었으며, 대진폭(120mm)으로 가력실험 한 후 1.450Hz, 1.530Hz로 34.3%, 33.7% 감소함을 확인할 수 있었으며, 감쇠율의 경우 소진폭(21mm)으로 가력하기 전 장·단변에 대한 감쇠율이 1.36%, 1.29%인 반면, 대진폭(120mm)으로 가력실험 한 이후 0.86%, 1.08%로 약 36.58%, 19.5% 감소되는 경향을 확인할 수 있었다.

이 실험 결과를 해외의 기존 연구와 비교하면 岡田 敬<sup>9)</sup>는 일본지역 내 50층 규모의 철골조 건물을 대상으로 상시진동의 작은 진동레벨에서 소진폭(1cm/s), 중간폭(2cm/s), 대진폭(4cm/s), 최대진폭이 5.9cm/s(3.6cm, 9.6cm/s<sup>2</sup>)로 손상을 입힌 후 기준대

#### 4.3 손상전후의 고유진동수와 감쇠율 검토<sup>9)</sup>

대상건물의 손상전후의 동적특성을 평가하기 위해 소진폭(21mm)부터 대진폭(120mm)까지 가력실험을 통해 고유진동수와 감쇠율을 평가하였다. 그 결과 3층 철근콘크리트 건물인 대상건물의 장·단변에

상건물의 고유주기와 감쇠율을 통해 손상 후 동적특성을 확인하였다. 그 결과 상시진동영역에서 고유주기 3.7초이었지만 진폭이 증가함에 따라 대진폭영역에서는 3.86초로 약 4.3% 증가하였다. 반면에 감쇠율은 소진폭영역(1cm/s)에서 1.5%까지 증가하지만 대진폭에서의 감쇠율은 0.8%로 46.6% 감소하였다.

또한 福和伸夫<sup>10)</sup>는 3층규모의 철골조 건물을 대상으로 3단계(50, 100, 250kN)의 진폭으로 손상을 입힌 자유진동 실험을 통해 손상 후 진동특성을 확인하였다. 작은 진폭영역(50kN)에서 고유진동수가 4.3Hz였지만 진폭이 증가함에 따라 대진폭(250kN) 레벨의 경우 2.1Hz로 51.1% 감소하는 경향을 보인다. 그러나 감쇠율의 경우에는 초기진폭 50kN에서 100kN로 증가할 때까지는 15.5%에서 16.2%로 증가하는 경향을 보이다가 대진폭(250kN)으로 진폭이 증가한 후 12.2%로 24% 감소하였다.

#### 4. 결론

광주지역에 위치한 3층의 철골콘크리트 건물의 가력 전 상시진동계측을 통해 고유진동수를 얻었으며, 이를 Midas-Gen 의 해석치 값과 비교하였으며, 하중단계별 가력 후 건물이 손상되었을 때 실제건물의 진동특성을 평가하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) Midas-Gen을 통한 고유치해석결과 장·단변에 대한 고유진동수는 각각 1.519Hz, 1.679Hz로 확인할 수 있었으며, 진동계측결과 장·단변에 대한 고유진동수는 각각 1.788Hz, 1.878Hz로 확인한 결과 약 17.7%, 11.8% 계측치가 크게 계측되었다.

(2) 고유진동수의 경우 장·단변에 대한 상시진동에서 가력실험 전 각각 1.788Hz, 1.878Hz인 반면에 대진폭(120mm)으로 가력실험 한 후 1.450Hz, 1.530Hz로 34.3%, 33.7% 감소함을 확인할 수 있었으며, 감쇠율의 경우 상시진동영역에서 장·단변에 대한 감쇠율이 1.36%, 1.29%인 반면, 대진폭(120mm)으로 가력실험 한 이후 0.86%, 1.08%로 약 36.58%, 19.5% 감소되는 경향을 확인할 수 있었다. 이를 일본지역내 저층형 철골조 건물을 대상으로 한

연구와 비교하였을 때 고유진동수는 51.1% 감소하며, 감쇠율은 24% 감소하는 경향으로 국내의 결과와 비슷하게 강성의 변화를 확인하였다. 반면에 50층 규모의 철골조 건물인 경우 약 3.1% 고유진동수가 감소되는 경향을 보인다. 이는 고층건물에 대한 강성의 손실보다 저층건물에 대한 손실이 크다는 것을 확인할 수 있다.

#### 참고문헌

1. 윤성원, '동적특성 평가기술을 이용한 국외 리모텔링 사례', 공간구조학회지, 2007. 12
2. 윤성원, '강풍시 고층건물의 감쇠율과 고유진동수의 진폭의존성', 대한건축학회지, 2003. 10
3. 윤성원, 정석창, 임인식, '하프파워법과 인력가진법에 의한 감쇠율 비교', 공간구조학회지, 2008. 04
4. 윤성원, 김도현, 김동원, 정석창 '강풍시 고층건물의 진동특성 및 사용성 평가', 공간구조학회지, 2007. 10
5. 윤성원, '상시진동의 stationarity 동적특성의 평가', 공간구조학회지, 2007. 4
6. 윤성원, 주영규, 신상준, '철골조 고층건물의 하프파워법과 RD법에 의한 감쇠율 비교', 한국강구조학회 논문집, 2007. 2
7. Sung Won Yoon, Young Kyu Ju, Dae Kon Kim, "Vibration control apparatus using water tank located at top floor of a tall building", 2007. 11, US 7290374 B2
8. 日本建築學會 "Damping in buildings", 2000. 10, pp. 161~163
9. 岡田敬一, "大阪弁天町・ORC200 シンボルタワーの強制振動試験", 日本建築學會, pp.875~876
10. 福和伸夫, "振動實驗に基づく鉄骨3階建住宅の固有振動特性に関する研究", 構造工學論文集, Vol.41 B, pp. 279~288, 1995

접수일자 : 2009년 7월 24일  
 심사완료일자 : 2009년 8월 20일  
 게재확정일자 : 2009년 8월 28일