

초고층 건물의 각주형 단면에 대한 공력 불안정 진동 및 풍진 저감 효과에 관한 실험적 연구

Reducing Effect of Wind-induced Vibration on Rectangular Model of Super-Highrise Building with Length of Corners Cutting

정 영 배¹⁾

Chung, Yung-Bea

요 약 : 내풍설계에 있어서, 아스펙트비가 6정도인 초고층 건물의 각주형 단면의 바람에 의한 공력 불안정 진동 또는 겔로핑 진동이 발생할 수 있다. 본 연구에서는 등류에서 아스펙트비 6정도이고 변장비가 1/4간격으로 1에서 2까지의 초고층 건물의 각주형 단면에 대한 공력불안정 진동과 겔로핑 진동에 대해 실험적으로 고찰하였다. 실험 결과, 등류시 코너 컷이 없는 경우가 코너 컷을 가진 초고층 건물의 각주형 단면에 비해 공력 불안정 진동이 더 커지는 경향이 있으며, 또한 겔로핑 진동도 나타났다. 따라서, 코너 컷에 의해 각주형 초고층 건물에서의 공력 불안정 진동은 효과적으로 저감되었다.

ABSTRACT : For a rectangular-highrise building with aspect ratio about six, the resonant wind speed of wind-induced vibration or galloping start wind speed can be within the design wind speed. The wind-induced vibration and galloping of highrise building with aspect ratio $H/\sqrt{DB}=6$, side ratio $D/B=1$ to 2 at intervals of 1/4 D/B were investigated in smooth flow. For the reducing effect of wind-induced vibration of highrise building, rectangular-highrise building with corners cutting about side ratio $D/B=2$ were investigated. Experimental results show that in the smooth flow non corners-cutting cases have tendency of increasing wind-induced vibration and galloping vibration then corner-cutting section. Therefore, the wind-induced vibrations on rectangular-highrise buildings were reduced effectively by using corner cut method.

핵심용어 : 풍동실험, 공력 탄성 모형, 등류, 변장비, 아스펙트비, 공력 불안정 진동

KEYWORDS : Wind tunnel test, Aeroelastic model test, Smooth flow, Side ratio, Aspect ratio, Wind-induced vibration

1) 정회원, 삼성물산 건설부문 기술연구소 선임연구원, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 2001년 12월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

이 연구는 1997년도 건설교통부 연구비(연구 과제번호 970002-2)에 의한 결과의 일부임.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

초고층건물은 태풍 또는 강풍과 같은 풍하중에 의한 영향이 크며, 이러한 풍하중에 대해 어떻게 내풍설계 및 안전성을 확보하면서도 경제적인 설계를 할 것인가에 관심을 가질 필요가 있다.

건물의 코너 부분을 잘라내어, 공력 불안정 진동을 제어하는 방법⁽¹⁾이 있으나, 풍향에 의한 진동을 제어할 수 없는 문제점이 지적⁽²⁾되어 있다. 또한 코너 부분의 절단 범위를 높이별로 변화를 주어 응답 특성이 변화한다^{(3),(4)}는 것과 높이별 적절한 범위에 코너 컷을 두면, 전풍향을 대상으로도 응답이 저감할 가능성이 있다⁽⁵⁾는 것들이 알려져 있다.⁽⁶⁾

그러나, 초고층 건물에 있어서, 코너 컷 방법에 따른 공력 불안정 진동을 저감하기 위한 효과적인 코너 컷 방법에 대한 연구는 많지 않다. 또 변장비에 따른 공력 불안정 진동에 관한 실험뿐만 아니라, 보다 효과적인 코너 컷 방법에 관한 연구는 드물다. 본 연구는, 초고층 건물일 경우를 대상으로, 바람의 풍향성을 고려하는 한편 변장비 변화에 따른 공력 불안정 진동을 실험적으로 검토 확인하며, 가장 불리한 변장비에 대해서 코너 컷 방법을 5가지 채택하여 공력 불안정 진동의 저감을

실험적으로 고찰하였다.

따라서, 본 연구에서는 내풍 안전성 평가와 풍하중에 의한 경제적 내풍설계를 위한 연구로서, 풍동실험을 통한 풍진동에 대한 저감효과에 대해 공기역학적인 방법을 써서 실험적으로 연구를 수행하였다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서의 설계용 풍속 평가는 강풍 또는 태풍에 대한 과거 년최대풍속 통계데이터를 수집하여 서울지역을 대상으로 극치확률분포(Extreme Distribution)에 의한 설계용풍하중 평가 자료를 사용하였다. 본 연구에서는 초고층건물의 변장비(건물의 폭과 길이 비) 변화에 따른 공력 불안정 진동을 실험적으로 검토하였다. 초고층 건물의 아스펙트비는 6정도이고 변장비는 1에서 2까지로 1/4간격으로 변장비 변화를 주었다. 실험은 현대건설(주) 기술연구소 대형경제층풍동을 사용하여 수행하였으며, 풍동의 예비실험을 통하여 풍동의 성능평가를 하였다.

실험방법은, 짐발시스템(gimbal system)에 실험 모형을 설치한 다음 모형에 대한 고유진동수와 감쇠정수를 구하였다.

바람에 대한 영향은 풍향에 따라서 크게 다른 거동을 가지므로, 풍향을 0°, 22.5°, 45°,

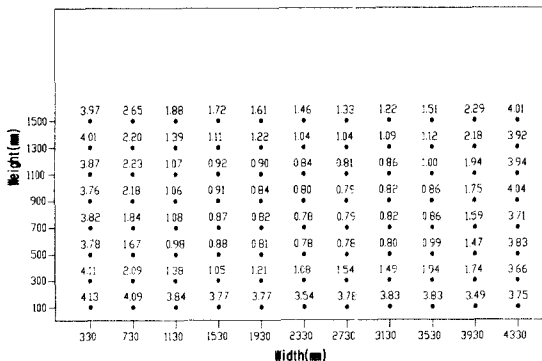


그림 1. 평균풍속 편차의 분포

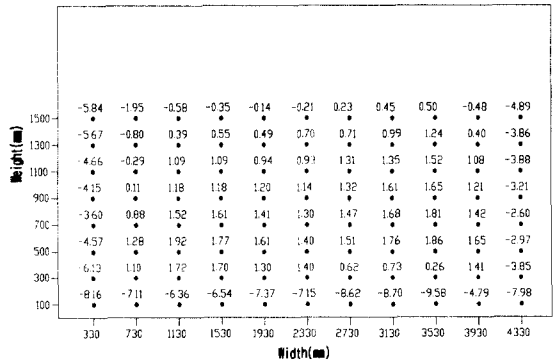


그림 2. 난류강도 편차의 분포

67.5°, 90°에 대하여 각 풍향별 공력 불안정 진동 실험을 수행하였다.

2. 등류 모사

2.1 설계용 풍속의 시뮬레이션 및 풍동제원

설계용 풍속 산정은, 재현기간을 100년 재현기간에 의하였으며, 서울지역을 대상으로 통계 확률적으로 해석한 설계용 풍속 예측 연구보고서⁽⁷⁾을 토대로 하였다. 대상건물의 정상부에서의 풍속은 약55m/s를 사용하였다.

본 연구에서 사용한 풍동의 형식은 에펠 형식이며 측정부의 크기는 4.5m(폭)×2.5m(높이)×25m(길이)이다. 송풍기는 일단축류송풍기로 직경이 3.5m이며 회전날개의 수는 16개이다. 최고회전수는 350rpm이며 이때의 풍량은 10,125m³/min., 전체압은 52mmAq이다. 풍동본체는 측정부25m을 포함한 풍동의 전체길이는 52.2m이다.

2.2 풍동의 성능

본 연구의 실험은 대형경계층풍동의 성능을 등류 및 대기경계층 모사를 통하여 수행하였다. 즉, 등류상태에서의 풍속분포와 난류강도분포를 측정 고찰하였으며, 경계층모사에는 스파이어(spire), 벽(wall), 조도블럭(roughness block) 등을 이용하여 경계층을 모사^{(8),(9),(10)}하고, 고도별 풍속 분포, 난류강도분포 그리고 변동풍속스펙트럼을 구하였다.

본 실험에서는 열선풍속계를 이용하여 풍동의 등류분포를 측정하였다. 데이터해석은, 고도별 평균풍속 분포, 고도별 난류강도 분포, 고도별 변동풍속 스펙트럼에 대하여 해석하였다.

풍속분포에 대해서 보면, 회전테이블(turntable) 중앙단면에서 측정하였고, 평균풍속(경계면 부근을 제외한 부분의 평균풍속)에 대한 편차의 백분율을 그림 1에 나타낸다. 중심부 평균풍속을 기준

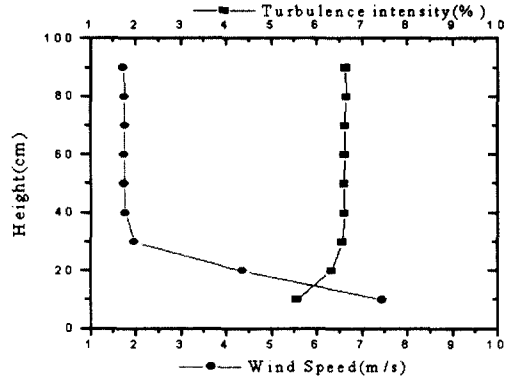


그림 3. 연직분포도(등류)

풍속으로 하였으며, 기준풍속은 10.08m/s이다. +부호는 기준풍속보다 빠른 상태이고, -부호는 기준풍속보다 풍속이 느린 상태이며, 단위는 %이다. 풍속분포의 편차를 보면, 경계면(풍동의 바닥과 벽면) 부근을 제외하면 2.0%이하로 균일하다.

난류강도분포는 회전테이블 중앙 단면에서의 난류강도분포를 그림 2에 나타낸다. 단위는 %이다. 난류강도의 분포는 경계면(풍동의 바닥과 벽면)부근을 제외하고 0.78~2.65% 정도이다.

등류에 대한 풍방향의 연직분포를 그림 3에 나타낸다.

3. Aeroelastic Models Test

3.1 실험의 특성 및 개요

본 연구의 모형계획은 사각단면형상으로 1:1, 1:1.25, 1:1.5, 1:1.75, 1:2인 변장비에 변화를 주어 변장비에 대한 공기역학적인 영향을 파악하였다. 본 실험은 바람에 의한 건물의 진동을 감소시키는 방법으로 공기역학적 접근을 시도한 것이며 첫 단계로 변장비에 따른 풍진동에 대한 실험적 연구이다. 실험에서 측정된 공력 탄성체 모형의 동적 특성을 표 1과 표 2에 각각 나타낸다. 건물에 미치는 바람에 대한 거동은, 바람의 바리현상이나 와류에 의하여 발생하는 건물의 흔들림 문제를 해결하기 위한

표 1. 건물의 동적특성(non-corner cut)

변장비	gimbal system 자체 시				액체 매퍼 사용 시				요구 질량 (kg)
	고유진동수 (Hz)		감쇠율 (%)		고유진동수 (Hz)		감쇠율 (%)		
	x	y	x	y	x	y	x	y	
1:1	3.56	3.44	0.24	0.21	3.56	3.44	0.97	0.76	2.04
1:1.25	3.97	3.81	0.25	0.28	4.0	3.81	0.99	0.90	1.80
1:1.5	4.03	3.88	0.27	0.31	4.03	3.84	0.94	0.88	1.78
1:1.75	3.0	2.91	0.36	0.38	3.0	2.91	0.69	0.65	2.60
1:2	3.16	3.03	0.28	0.35	3.19	3.06	0.68	0.64	2.45

표 2. 건물의 동적특성(corner cut)

코너 컷 모형	고유진동수(Hz)		감쇠율(%)		요구 질량(kg)
	x	y	x	y	
CCM 1	3.06	2.94	0.3	0.2	2.41
CCM 2	3.06	2.91	0.41	0.2	2.44
CCM 3	2.91	2.78	0.35	0.22	2.63
CCM 4	2.84	2.75	0.33	0.17	2.65
CCM 5	2.91	2.81	0.36	0.17	2.63

것이 그 목적이다. 건물의 거동은 풍방향에 대한 응답해석이 가능하다. 건물에 대한 풍직각방향에 대한 응답해석에 있어서는, 풍직각 방향에 대한 진동 요인들의 상호 관계에 의하여 풍직각방향의 진동을 초래하게 된다⁽¹¹⁾. 일반적으로 풍직각방향에 대한 해석은 곤란하며, Irwin, P.A. et al⁽¹¹⁾, Islam et al⁽¹²⁾, Isyumov⁽¹³⁾ 등에 의한 대략적인 계산에 대한 소개는 있으나, 사용할 때 각각의 파라미터에 대한 입력 데이터 설정에 주의를 요한다. 진동실험의 동적 거동을 위한 건물의 특성으로는, 축척율을 1/500로 하고, 풍력실험에서의 건물의 고유진동수는 x, y방향 동일하게 0.125Hz, 건물의 동적 특성은 1차모드 형상만 고려하며, 모드 형상은 직선(straight line)가정한다.

그림 4는 바람에 의한 건물의 와류 및 갤로핑 진동의 메카니즘을 보여주는 것이다. 갤로핑진동은 통상 바람의 직각방향에 대한 건물의 진동현상으로 바람의 고유주기와 건물의 고유주기가 일치하게 되는 공진 상태에서 건물의 자려진동(自勵振

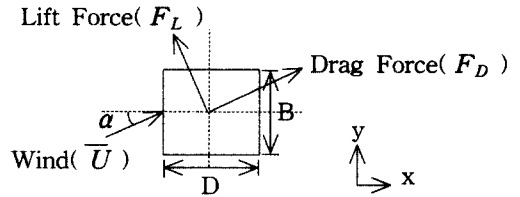


그림 4. 갤로핑 진동의 메카니즘

표 3. 변장비별 모형 일람

size model name	B	D	H
M 1 (1:1)	13	13	78
M 2 (1:1.25)	11	13.75	78
M 3 (1:1.5)	10	15	78
M 4 (1:1.75)	11	19.25	78
M 5 (1:2)	10	20	78

動)이 발전하여 나타나며, 구조물에 치명적인 위험을 주는 경우도 있다.

그림 4에서 나타낸 것과 같이 풍속을 \bar{U} 라 하고, 바람의 입사각을 α 라 할 때 그 관계식은 다음과 같다. 즉,

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{y}{x} \text{로 표현할 수 있다.}$$

3.2 실험 모형 일람

풍동실험용 모형인 Aeroelastic model test에 대해서 표 3에 나타낸다. 단위는 cm이다.

5종류의 변장비별 Aeroelastic models test 결과를 토대로 가장 바람에 대한 영향이 큰 변장비 1:2를 선택하여 코너 컷 있는 단면형상에 대해 실험적으로 코너 컷에 의한 풍진 저감 효과를 평가하였다. 그림 5는 변장비 1:2를 기준으로 코너 컷을 가진 Aeroelastic models test 모형이며, 사진1에 그 전경을 나타낸다. 그림 5에서 입면 코너 컷 된 높이 (h)는 26cm로 일정하다. 표 4는 코너 컷별 모형 칫수이며, 단위는 cm이다.

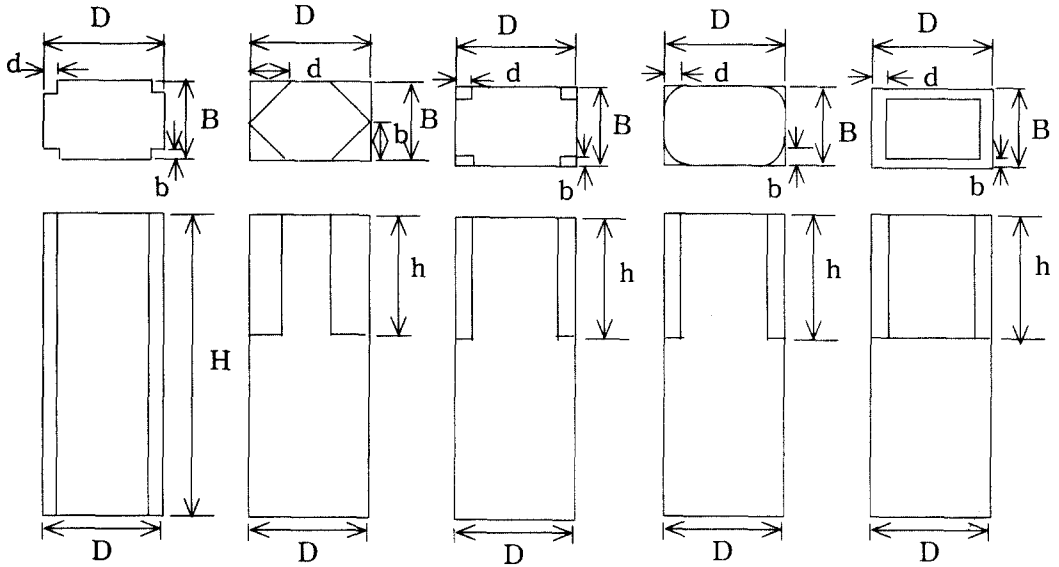


그림 5. 코너 컷 모형 일람

표 4. 코너 컷별 모형 일람

model name	size					
	B	D	b	d	h	H
CCM 1	10	20	1	2	26	78
CCM 2	10	20	5	5	26	78
CCM 3	10	20	1	2	26	78
CCM 4	10	20	2	2	26	78
CCM 5	10	20	1	2	26	78



사진 1. 실험 모형체 전경

코너 컷 있는 모형에 대해서도 코너 컷이 없는 모형시의 Aeroelastic model test와 동일한 조건으로 실험하였다.

3.3 코너 컷 유무에 따른 Aeroelastic model test 결과

그림 6, 7, 8, 9, 10은 변장비 1:2의 코너 컷 없는 모형과 코너 컷 있는 모형 CCM1, 2, 3, 4, 5에 대한 등류시의 Aeroelastic model test를 비교 검토하였다. 그림 7~그림 11의 그림들은 풍향 0도, 22.5도, 45도, 67.5도, 90도순으로 실험풍속에 따른 진동 응답 변위를 나타낸 것이다.

그림 6에서 그림 10에서의 첫 번째 그림을 보면, ■와 ●는 코너 컷이 있는 모형의 x, y방향에 대한 결과이며, △와 ▽는 코너 컷이 없는 모형으로 액체댐퍼가 없는 실험 결과를 x, y방향에 대해 각각 나타낸다. 또 ◇와 +는 코너 컷이 없는 모형으로 액체댐퍼가 있는 실험 결과로 x, y방향에 대해 나타내고 있다.

그림 6의 모형 CCM1은, 풍방향(x방향)과 풍직각방향(y방향)에 대해 살펴보면, 풍직각방향(y방향)의 거동에 있어서, 약 1.6m/s 부근에서 와류(vortex shedding) 진동이 발생되고 있다. 특히

CCM 1 형상인 경우(위로부터 0.0도, 22.5도, 45.0도, 67.5도, 90.0도 순)

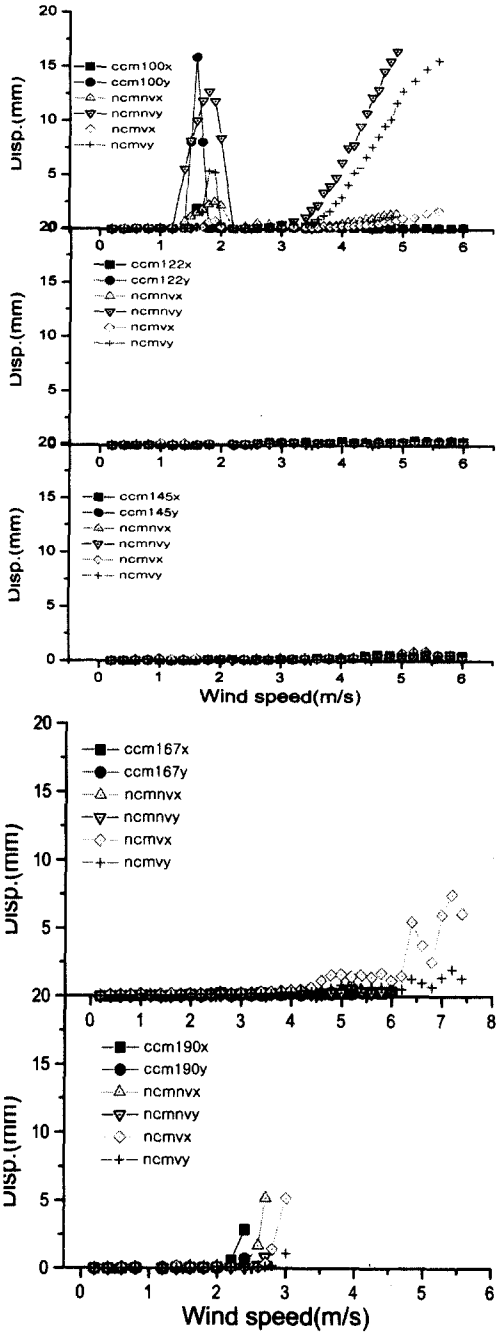


그림 6. CCM1 Aeroelastic Model Test

CCM 2 형상인 경우(위로부터 0.0도, 22.5도, 45.0도, 67.5도, 90.0도 순)

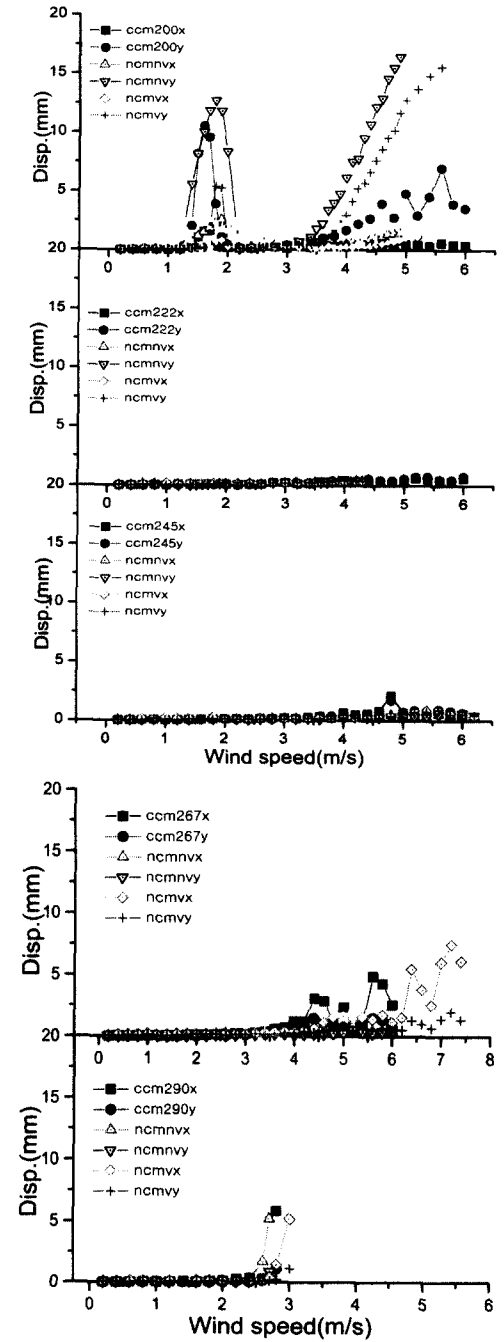


그림 7. CCM2 Aeroelastic Model Test

CCM 3 형상인 경우(위로부터 0.0도, 22.5도, 45.0도, 67.5도, 90.0도 순)

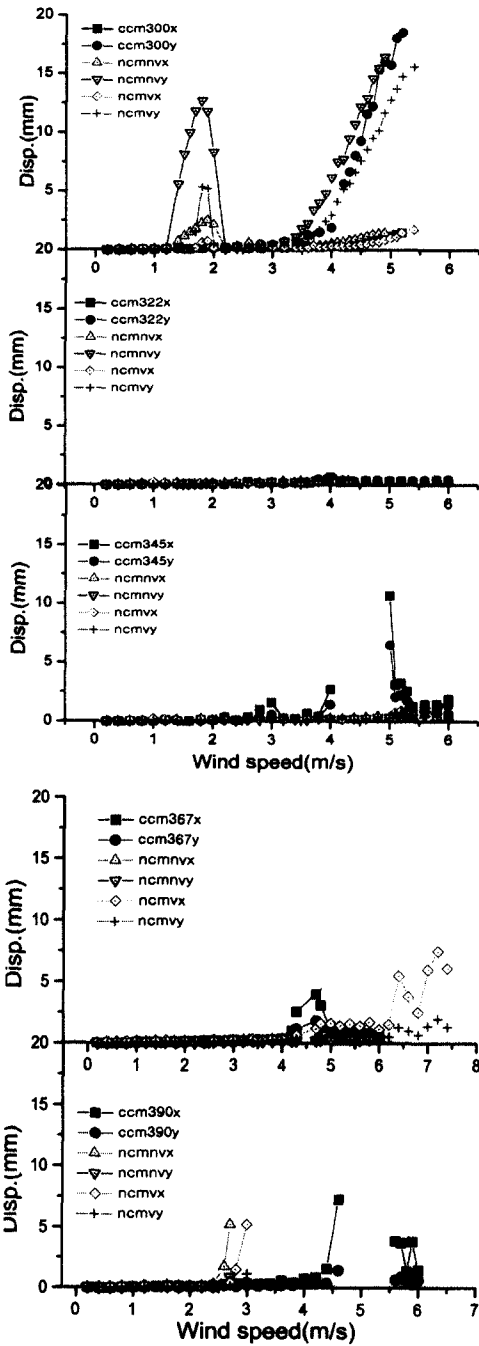


그림 8. CCM3 Aeroelastic Model Test

CCM 4 형상인 경우(위로부터 0.0도, 22.5도, 45.0도, 67.5도, 90.0도 순)

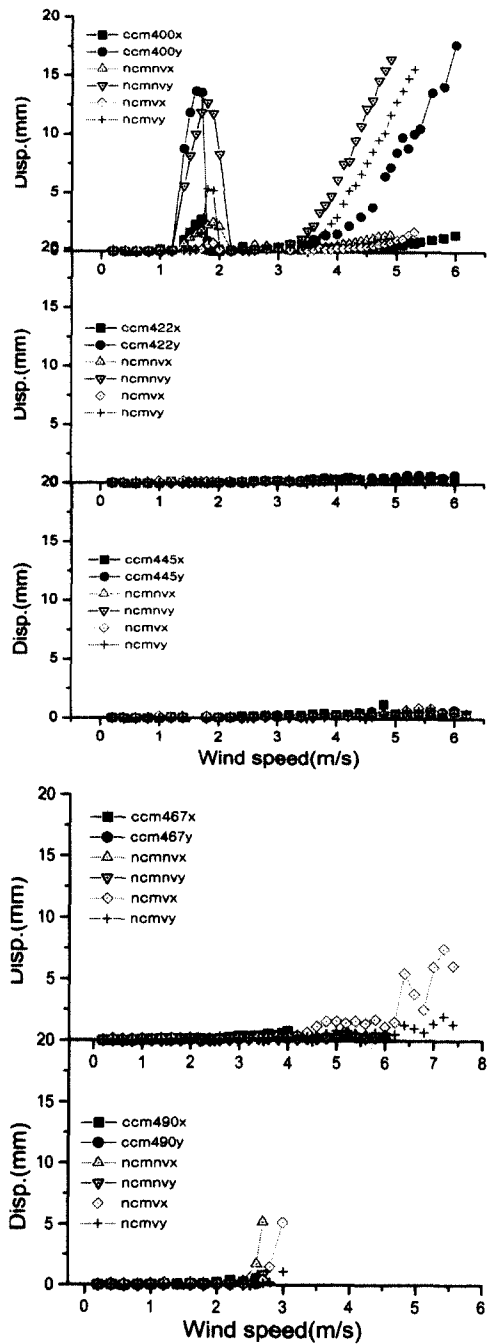


그림 9. CCM4 Aeroelastic Model Test

CCM 5 형상인 경우(위로부터 0.0도, 22.5도, 45.0도, 67.5도, 90.0도 순)

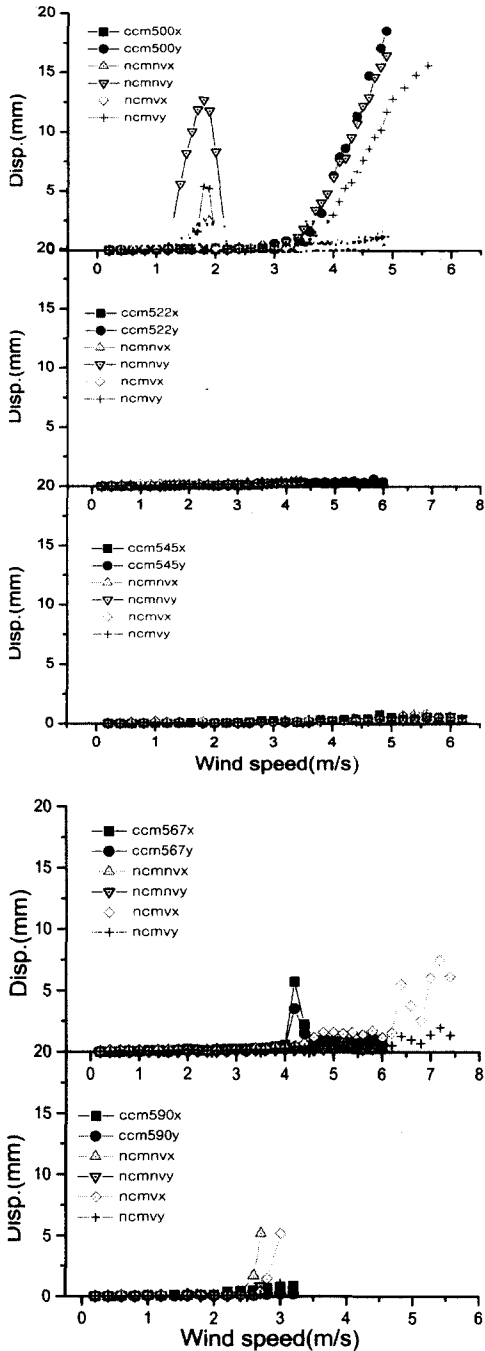


그림 10. CCM5 Aeroelastic Model Test

코너 컷이 없는 모형의 실험결과와 비교할 경우에 코너 컷이 있는 모형이 와류진동의 현상이 커지는 경향이 있다. 약 3.2m/s부근에서부터 초기발산이 시작되어 점차 진동이 증가하여 꺾로핑현상이 나타나고 있다. 비교적 0도일 경우에 불안정 공력진동 현상이 잘 나타나고 있으며, 22.5도, 45도, 67.5도일 경우에는 와류 및 꺾로핑현상이 보이지 않고 있다. 풍향90도인 경우에는 와류진동없이 꺾로핑을 유발하고 있어, 풍향0도일 때와 동일한 경향을 보이나, 와류진동은 관찰 되지 않았다. 모형이 대칭인 점을 고려할 때, 약 2.2m/s부근에서 와류진동이 곧 바로 발산된 것으로 사료된다. 액체뎀퍼 사용시 결과인 ◇와 +의 풍직각방향의 거동은, 사용하지 않은 결과 △와 ▽에 비교해 와류진동이나 꺾로핑발진의 개선효과가 크며, 감쇠율에 민감한 것으로 사료된다.

그림 7의 CCM2의 경우, 풍향0도는 △와 ▽의 풍직각방향에 대한 거동은코너컷을 가질 경우 약 20% 정도의 와류진동 저감 효과가 있으며, 꺾로핑진동 또한 크게 개선됨을 보여 주고 있다.

그림 8의 CCM3의 경우, 코너컷을 가진 경우의 거동은 다른 모델에 비교해 와류진동과 꺾로핑현상의 개선 효과가 커, 가장 내풍 안정적으로 판단되어 CCM3모델을 본 연구의 난류상에서의 실험 모형 대상으로 선정하게 되었다.

그림 9의 CCM4의 실험 결과는 그림 6의 CCM1의 불안정공력 진동의 거동과 거의 같은 경향을 나타내고 있다.

그림 10의 CCM5의 경우는, 그림 8의 CCM3의 경우와 유사한 거동을 나타내고 있으나, CCM5의 경우가 꺾로핑현상에 있어서 코너컷을 가질 경우에도 그다지 발진 개선 효과는 적었다.

4. 경계층난류 모사

대상지역에 대한 경계층난류를 모사하여 재현하였다. 사진 2은 시뮬레이터된 경계층난류에서의 실험 풍경이다. 시뮬레이터된 경계층난류는 지수

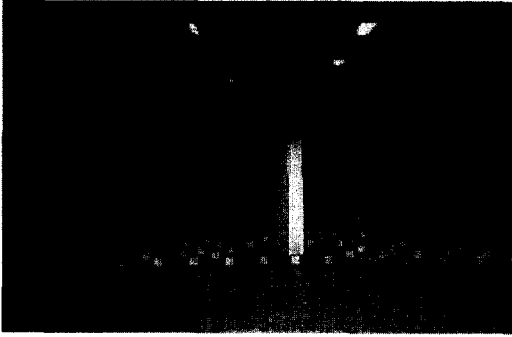


사진 2. 시뮬레이터된 경계층 난류 실험 전경(모형CCM3)

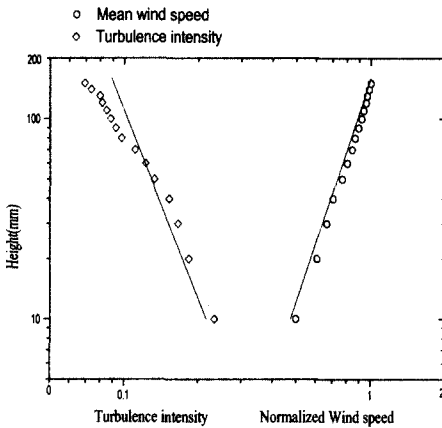


그림 11. 고도별 평균풍속과 난류강도 분포(난류)

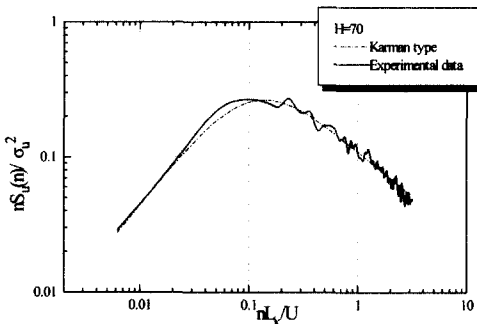


그림 12. 변동풍속의 파워 스펙트럼

법(power law)에 따른 것으로 α 는 0.27이고, 조도구분 IV에 해당한다. Z_G 는 550m, Z_0 는 10m, 그리고 난류스케일은 1/500이다.

그림 11은 고도별 평균풍속과 난류강도 분포에

대해서 나타난다. 또 그림 12에 높이 70cm에서 측정된 변동풍속의 파워 스펙트럼($H=70\text{cm}$, $L_x=100\text{cm}$)을 나타낸다.

5. Force balance test

난류상태에서의 풍력실험을 아래 그림과 같이 모델 CCM1, 2, 3, 4, 5에 대해 실험하였다. 풍력실험의 기본실험조건은, 축척율은 1/600이며, 풍속 스케일은 1/9.17로 설계용풍속 55m/s이다.

본 실험의 풍동내 풍속은 6.0 m/s이며, 측정시간 Scale은 1/65.43로 10.0초간(실제시간 : 654.3초)측정하였다. 또 데이터의 샘플링 진동수는 250Hz(실제시간 : 0.26초)의 조건으로 실험을 수행하였으며, 데이터는 3개씩 이동평균(실제시간 : 0.783초)을 구하여 각각 풍하중 스펙트럼을 구하였다. 각 해석 데이터 수는 총 2500개로 5회 측정후 평균한 값으로 해석하였다.

상기 실험조건을 기초로 풍하중에 대한 Force balance 실험을 하였으며, 각 코너컷이 있는 모형 CCM1, 2, 3, 4 그리고 5에 대하여 각각 실험하여 각 모형에 대한 풍력계수 및 풍하중 스펙트럼을 측정 해석하였다.

그림 13에 모델CCM3에 대한 풍하중 스펙트럼을 나타낸 것으로, 풍향 0° , y축과 풍향 90° , x축에 대한 예를 각각 나타낸다.

풍향에 따라 풍력계수가 변화하고 x방향의 CF_x 는 22.5° 에서 0.5114, CM_x 는 90° 에서 0.6724로 각각 최대값을 가졌으며, y방향에 대한 CF_y 는 90° 에서 -1.5348, CM_y 는 22.5° 에서 0.312을 얻어 각각의 최대값을 나타냈다. 스트로할 수(strouhal's number)는 x방향에 대하여 약 0.07, y방향에 대해서는 0.08정도로 나타났다.

그림 14는 감쇠정수1.5%일 때의 풍향 22.5° , x축에 대한 전단력과 풍향 90° , y축에 대한 전도모멘트에 대한 예를 각각 나타낸다.

표 5에 풍력실험에 의한 설계용풍속에 대한 진

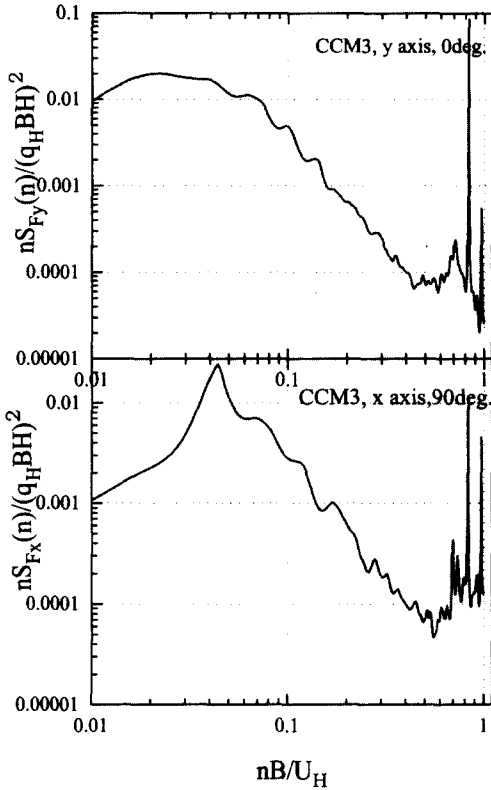


그림 13. 풍하중 스펙트럼

표 5. 진동변위의 예

Damping Ratio = 1.5%			(unit:cm)			
Deg.	X			Y		
	Mean	Flu	Max	Mean	Flu	Max
0	3.72	1.53	8.31	0.79	6.18	17.90
22.5	4.52	1.76	9.73	7.71	4.26	19.89
45	3.98	2.06	10.21	12.90	5.25	28.51
67.5	0.12	2.81	8.77	16.75	6.23	35.29
90	0.21	3.12	9.80	19.48	8.06	43.47

동변위 해석 결과 예를 나타낸다.

감쇠율이 1.5%이고 풍향 90°, y축에 대한 상층부에서의 최대 진동변위는 43.47cm를 얻었다.

6. 결론

초고층건물에 미치는 바람에 대한 건물의 안전성을 풍동실험을 통하여 실험적으로 연구한 결과 고풍속에 대해 변장비가 클수록 공력불안정진동이

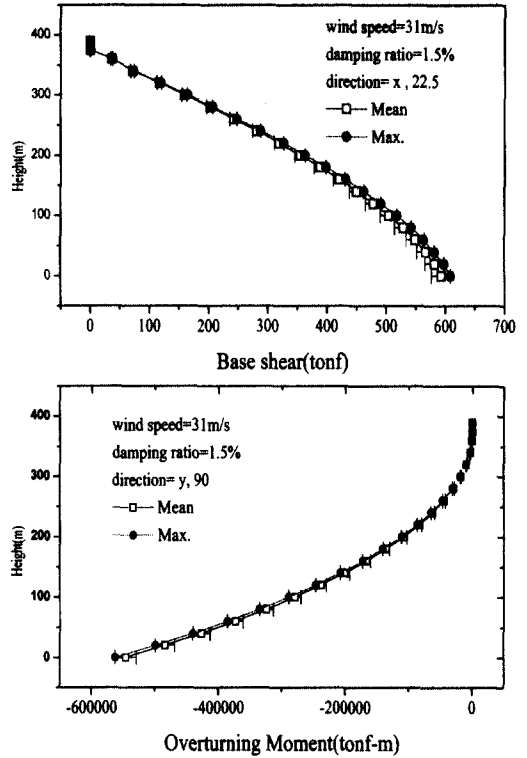


그림 14. 전단력 및 전도모멘트

현저하게 나타났다. 즉 초고층건물에 있어서 내풍 성능 확보에 보다 유리한 변장비는 1:1에서 1:1.5정도로 변장비가 작을수록 공력불안정진동 발생정도가 적게 나타났다. 불안정 공력진동은 초고층건물에서 발생할 우려가 크므로 지상 200-500m 이상의 고도가 높은 상공풍의 바람의 특성을 파악하고 풍공학적 정보를 축적할 필요가 있다고 사료되며, 유럽 및 일본 등에서는 지속적으로 연구되고 있다. 본 연구에 의한 실험으로 아래와 같은 결과를 얻었다.

코너 컷 있는 단면형상(CCM1, CCM3, CCM4, CCM5)에 따라서는, 풍직각방향에 대한 깎로핑 발산이 고풍속에서 나타나고 있어 초고층건물의 내풍설계시 내풍성능 확보를 위한 풍진동에 대한 풍동실험이 요구될 수 있으며, 내풍안전성 평가에 설계용 풍속 평가가 중요하다.

공력 탄성체 실험결과 댐퍼가 클수록 와류 및 갤로핑진동이 저풍속에서 나타나고 있으며, 초고층건물에 바람이 작용하여 박리현상으로 발생하게 되는 와류 등으로 인한 불안정진동은 댐퍼의 영향이 크다고 사료되었다.

또, 변장비가 1:1.75와 1:2인 경우, 풍직각방향에 대한 와류진동이 저풍속에서 현저하게 나타났으며, 풍방향에 대한 와류현상도 약간 나타나고 있는데 이는 모사된 등류에 난류성분에 의한 영향으로 사료되었다.

초고층건물의 공역학적 거동에 관한 실험결과에 따르면,

- (1) 등류시 코너 컷이 있는 경우 저풍속에서의 와류진동과 고풍속에서의 갤로핑진동에 의한 풍진동이 현저히 감소하고 있음이 밝혀졌다. 최대 20%정도까지 풍진동 저감 효과가 나타났다.
- (2) 코너 컷의 형태 및 정도에 따라서는 저풍속에서의 와류진동이 코너 컷이 없는 경우보다 커지는 경향이 있다.
- (3) 코너 컷이 있음으로 해서 갤로핑진동발산에 의한 초고층건물의 초기발진이 개선됨을 알 수 있다.
- (4) 초고층건물의 풍진동은 건물의 감쇠정수와 와류발생정도에 따라 좌우한다.
- (5) 5종류에 대한 코너 컷이 있는 모형에 대한 실험 결과 CCM3모형이 가장 유리함을 보였다. 이 결과는 풍하중이 전체 건물 높이의 2/3정도부근에서 현저하게 작용하고 있음을 알 수 있으며, 풍진동 효과가 건물 높이의 2/3이상부근에 코너 컷이 있을 경우 가장 효율적으로 풍진동을 저감 시킬 수 있는 것으로 판명되었다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 '97 연구개발 사업의 지원으로 수행된 것으로, 이에 감사를 표한다. 내용

의 일부는 2000년 9월 11일-16일간 독일 Bochum에서 개최된 BBAA IV의 국제풍공학회에서 Abstract로 발표되었다.

참고 문헌

1. 河井, 高口, 中村, 第13回風工學シンポジウム論文集, 1994, pp.281-286
2. 西村, 谷池, 日本建築學會大會梗概集, 1989, pp.123-124
3. 小川, 日本風工學會誌, No.59, 1994, pp.53-54
4. 山本, 鈴木, 日本建築學會大會梗概集, 1998, pp.165-166
5. 須田, 鶴見, 第14回風工學シンポジウム論文集, 1996, pp.359-364
6. 山本, 鈴木, 隅缺きによる矩形断面角柱の風應答低減-辺長比1.5の境遇-, 日本風工學會誌 No79, 1999, pp.103-104
7. 정영배, 고도별 설계용풍속 예측(서울지역), 중기연(건축/보고)-98-04, 삼성물산 건설 종합기술연구소, 1998.2
8. 實務者를 위한 建築物의 風洞實驗 가이드 북, (財)日本建築センター, 1995
9. 日本建築物荷重指針・同解説, 日本建築學會, 1996
10. 大熊, 神田, 田村, 建築物의 耐風設計, 鹿島出版會, 1995
11. Irwin, P.A. et al, Wind Induced Motion of Tall Buildings, Proc. Symposium / Workshop on Serviceability of Buildings, Vol.1, May 16-18, 1988, Univ. of Ottawa, Canada, p.200-213
12. Islam, M.S., Hart, G.C. and Raggett, J., Serviceability of Tall Buildings: Occupant Comfort, Technical Report1989-12, Englekirk, Hart & Sabol Consulting Engineers, Los Angeles, Calif., Dec.1989
13. N. Isyumov, The Aeroelastic Modeling of Tall Building, Wind Tunnel Modeling for Civil Eng. Applications, 1982, p.373-407

(접수일자 : 2001년 1월 5일)