

건물배치변화에 따른 고층건축물의 풍응답 평가

Evaluating the Wind-induced Response of Tall Building

Changed by Arrangements of the Buildings

조상규¹⁾ · 하영철²⁾ · 김종락³⁾ · 김규석⁴⁾

Cho, Sang Kyu Ha, Young Cheol Kim, Jong, Rak Kim, Kyu Suk

요약 : 최근 국내에서 건설되고 있는 주거건물과 주상복합건물은 단일건물보다는 다수의 건물군으로 구성되어 있는 경우가 많다. 단일건물의 경우도 환기 및 채광성을 비롯한 외관상의 문제와 상업성을 고려하여 하층부는 하나의 건물로 이루어지고 중·상층부로 갈수록 두개의 건물로 나누어져 두개의 동이 하나의 건물로 구성되어 있는 건축물이 많이 건설되고 있는 추세이다. 이와 같이 높고 세장하며 복잡한 건축물은 질량과 감쇠가 낮을 뿐만 아니라 바람에 의한 건물군 사이의 상호작용효과 등에 의해 구조적인 안전성과 사용성은 풍하중에 의해 결정되어진다. 그러나 현재 다수의 건물군으로 이루어진 건축물의 구조설계시 인접한 동사이의 상호작용 효과에 대해 규명되어 있지 못하며 또한 그 상호작용 효과를 예측하기란 어려운 일이다. 따라서 본 연구에서는 현존하거나 현재 건설중에 있는 두 개동을 가진 건축물의 현황을 파악하여 그 패턴을 모델화 한 후, 풍동실험(wind tunnel test)을 통해 두 개의 동 사이의 인동거리에 따른 풍응답 상호작용 효과를 가속도응답을 중심으로 비교 분석하였다. 본 연구의 결과로부터 건물군에 대한 풍응답 상호작용효과의 기초적 자료를 제시할 것이며 나아가 좀더 합리적이고 경제적인 구조 설계를 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

AABSTRACT : Many residential buildings and mixed-use (i.e., residential and commercial) buildings that are currently under construction in the country mainly consist of building clusters rather than single structures. Recent trends show single buildings that actually consist of two houses. The lower part of the building consists of a single dwelling space. However, the upper part of the building is split into two dwellings, considering the aspects of commercialism and appearance, such as ventilation and lighting. These tall and complex buildings not only have low mass and damping. They also depend on wind loads for their structural stability and serviceability, due to the interaction between the building groups and the wind. In architectural design, however, the interaction effects among neighboring houses within a building group have yet to be identified. In addition, it is difficult to predict these interaction effects.

In this regard, this thesis aims to model patterns of architecture, which consist of two houses that are existing or under construction. Current structures are investigated by comparing their wind-reduced response interaction effects, based on the measured distance between two buildings, and the acceleration response through the wind tunnel test.

The results of this study are expected to provide basic data for wind-induced response interaction effects of building groups. Furthermore, the outcomes are also intended to be used as data for more rational and economical structure design.

핵심 용어 : 고층건축물, 풍응답, 풍동실험, 건물배치변화

KEYWORDS : tall building, wind-induced response, wind tunnel test, arrangement of the buildings

1. 서 론

최근 들어 국내에는 200m에 달하는 주거건물과 주상복합

건물이 다수 건설되고 있으며 건설 예정으로 있다. 또한 그 형태도 단일 건물보다는 다수의 건물군으로 구성되어 있거나, 단일건물의 경우도 환기 및 채광성을 비롯한 외관상의 문제와

1) 정회원, 동국대학교 대학원 박사과정
(Tel. 02-3482-3885, Fax. 02-3476-3888 E-mail : sinhwhaco@chollian.net)

2) 정회원, 금오공과대학교 건축학부 교수, 공학박사

3) 정회원, 숭실대학교 건축학부 교수, 공학박사

4) 정회원, 동국대학교 건축학부 교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 2004년 12월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

상업성을 고려하여 하층부는 하나의 건물로 이루어지고 중·상층부로 갈수록 두개의 건물로 나누어져 두 개 동이 하나의 건물로 구성된 건축물이 다수 건설되어지고 있는 추세이다. 이와 같이 높고 세장하며 복잡한 건축물은 질량과 감쇠가 낮을 뿐만 아니라 바람에 의한 건물군 사이의 상호작용효과 등에 의해 구조적인 안전성과 사용성은 풍하중에 의해 결정되어 진다. 그러나, 현재 다수의 건물군으로 이루어진 건축물의 구조설계시, 인접한 동 사이의 상호작용 효과에 대해 규명되어 있지 못하며 또한 그 상호작용 효과를 예측하기란 어려운 일이다. 그리고, 설계풍속 내에서 건물간의 예기치 않은 상호작용 효과에 의해 구조적 안정성 또는 사용성이 심각해 질 수 있으므로 다수의 건물군에서 인접한 동 사이의 상호작용 효과를 간과해서는 안될 것이다. 현재 풍하중에 의한 건물사이의 상호작용효과에 대한 연구는 국내·외 모두 활발히 실행되고 있지 못한 실정이며 국내의 경우 김영문 등에 의해 종횡비가 다른 고층건물의 인동거리에 따른 상호작용을 풍력계수와 풍력스펙트럼밀도에 대해 평가한 후 큰 건물 후면에 작은 건물이 놓여질 경우에 작은 건물의 풍응답이 커진다고 평가하고 있다. 외와 같이 김영문 등의 연구에서는 인접한 두개의 건물에 대해 인동거리에 따른 풍응답평가에 대한 접근이었다. 그러나 현재 다수 건설·계획되고 있는 주상복합건물의 형태를 파악해 보면 크기와 형태가 같은 두 개동이 나란히 붙은 건물이 주를 이루고 있다. 따라서 두 개 동이 나란히 붙은 형태의 건물 등에 대해 두개동의 입·평면에 따른 풍응답을 평가하여 두개 동을 가진 건물 및 건물 간의 상호작용효과에 대한 기초자료를 획득해야 할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 현존하거나 현재 건설중에 있는 두 개동을 가진 건축물의 현황을 파악하여 그 패턴을 건물의 형태, 높이 및 두개동의 배치 등에 대해 모델화 한 후, 풍동실험(wind tunnel test)을 통해 인접동의 위치, 두개 동 사이의 인동거리 및 종횡비 변화에 따른 상호작용 효과를 분석하여 좀더 합리적이고 안전하며 경제적인 구조설계를 할 수 있도록 구조설계자의 실무에 도움을 주고자 한다. 본 연구에서는 위의 연구패턴 중 그 첫 번째로 인접동의 위치변화에 따른 가속도응답의 상호작용 효과에 대해 분석한다.

2. 풍동실험

2.1 풍동기류의 작성

본 연구에 사용된 풍동실험장치는 금오공과대학교의 토출식 에펠형 경계층풍동으로써 측정부크기는 폭(W) \times 높이(H) \times 길이(L) = 1.5m \times 1.3m \times 12m이며 풍속의 범위는

0.2 ~ 16m/s이다. 실험에 사용된 지표면의 상태는 주택지가 밀집한 지역에 해당하는 노풍도 B로 하고 이를 풍동바닥면에 재현하였다. 그림 1은 본 실험에 사용한 풍속의 연직분포 및 풍속의 난류강도분포를 나타낸 것이다. 풍속의 연직분포지수 α 는 0.222정도를 나타내어 노풍도 B에 근접하였으며, 풍속의 난류강도분포는 풍동바닥면 높이 10cm에서 17%정도를 나타냈다. 그림 2는 풍동높이 30cm에서 측정한 실험풍속의 변동성분의 파워스펙트럼밀도를 나타낸 것으로 Karman Type에 근사하였다.

2.2 실험모형과 실물의 상사

본 연구에서는 두개 동으로 이루어진 고층건축물로서 형상비(H/\sqrt{A})가 5이며, 평면의 형태가 정방형인 건축물을 기본형으로 하고, 평면의 형태를 종횡비(대표폭(B)/대표깊이(D))에 따라 $B/D = 1/2, 1/1.5, 1/1, 1.5/1, 2/1$ 의 5 가지 형태로 하였으며, 두 동 사이의 거리 즉, 인동거리는 \sqrt{A} (60mm)로 일정하게 하였다. 또한 두개 동의 위치는 실험동으로부터 인접동의 위치가 풍상측(windward)으로 전방에 있을 경우, 풍하측(leeward)으로 후방에 있을 경우, 풍직각방향(across-wind)으로 측면에 위치한 경우에 대해 모형을 제작하였다. 실험모형의 형태 및 명칭을 그림 3에 나타내었으며, 실험모형과 실물의 상사는 표 1과 같이 하였다. 표 1에서 모형스케일의 결정은 자연풍과 풍동기류의 난류적분스케일의 비로부터 결정하였다. 실물의 동적특성(dynamic characteristics)은 표 2와 같다.

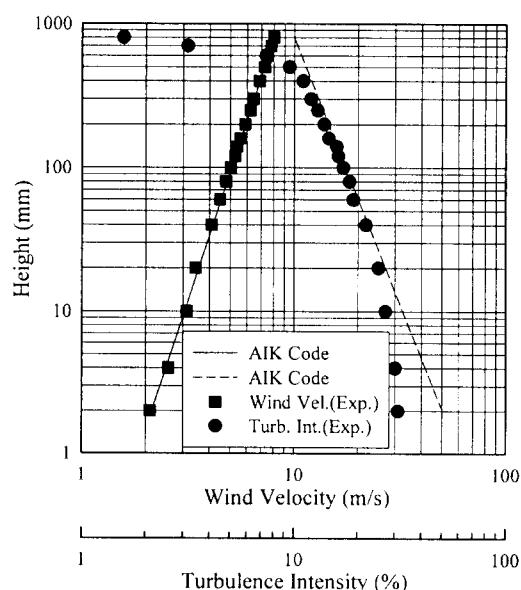


그림 1. 실험풍속의 연직분포 및 난류강도분포

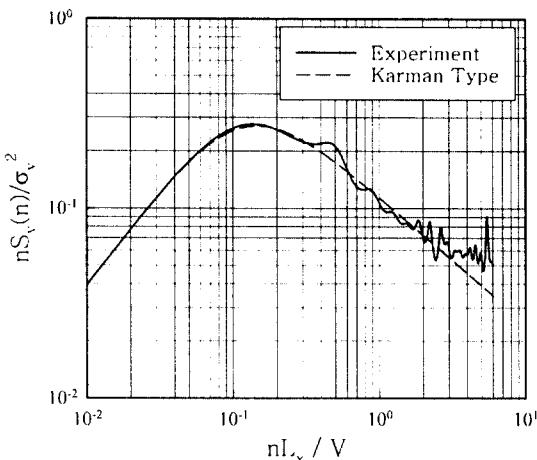


그림 2. 실험풍속의 파워스펙트럼밀도

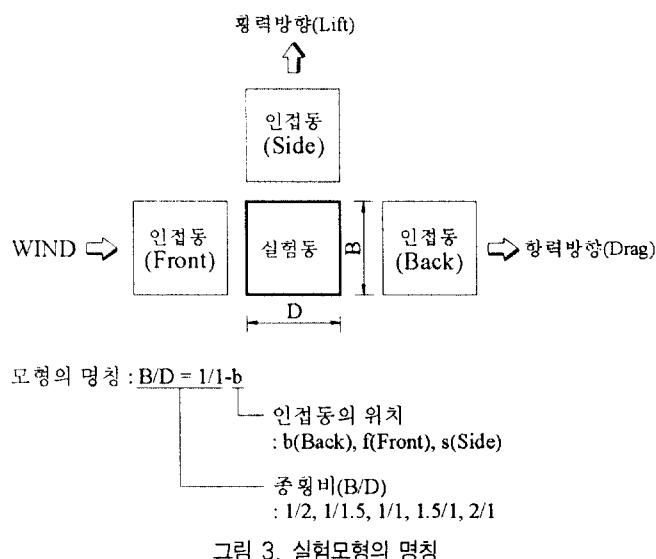


그림 3. 실험모형의 명칭

표 1. 실험모형과 실물의 상사

모형 스케일 (L_m/L_f)	1/400
풍 속 스케일 (V_m/V_f)	1/4
시 간 스케일 (T_m/T_f)	1/100
샘플링 주파수	200 Hz
측 정 회 수	5회

표 2. 실물의 동적특성

고유진동수 (n_0)	0.38 (Hz)
감쇠정수 (η)	0.015
모드형 (μ)	$z/H (H=120m)$
건물밀도 (ρ_b)	$18.3 (kgf s^2/m^4)$

2.2 실험결과의 해석방법

본 연구에서는 풍력실험을 실시하여 실험모형에 작용하는 풍력 및 모멘트를 6-분력계(Six-component Force Balance)를 통해 측정하고 변동전도모멘트계수와 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도를 평가하고, 스펙트럼 모드해석(Spectral Modal Analysis)을 통해 인접모형의 위치에 따른 건축물의 가속도응답의 상호작용 효과를 비교·분석하였다.

각 모형에 작용하는 변동전도모멘트계수는 식 (1a)~식 (1b)에 의해 산정하였다.

$$C_{M,D} = \frac{\sigma_{M,D}}{(q_H BH^2)} : \text{항력방향의 변동전도모멘트계수} \quad (1a)$$

$$C_{M,L} = \frac{\sigma_{M,L}}{(q_H BH^2)} : \text{횡력방향의 변동전도모멘트계수} \quad (1b)$$

여기서, $\sigma_{M,D}$ 는 항력방향의 변동전도모멘트, $\sigma_{M,L}$ 는 횡력방향의 변동전도모멘트, B 는 건물의 대표폭(m), H 는 건물의 최상층 대표높이(m), q_H 는 대표높이 H 에서의 설계속도압($= \rho V_H^2 / 2$), ρ 는 공기밀도 ($= 0.125 kgf s^2/m^4$)이다.

또한, 인접건물의 위치에 따른 항력방향과 횡력방향의 가속도응답은 식 (2)에 의해 평가하였다.

$$\sigma_a(H) = \frac{\sigma_M}{M_1 \cdot H} \left[\frac{\pi}{4\eta} \cdot \frac{n_0 \cdot S_M(n_0)}{\sigma_M^2} \right]^{1/2} \quad (2)$$

여기서, n_0 는 건축물의 고유진동수, M_1 은 건축물의 일반화질량, H 는 건축물의 높이, η 는 감쇠정수, σ_M 은 전도모멘트의 표준편차이다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 변동전도모멘트계수

3.1.1 항력방향의 변동전도모멘트계수

인접동의 위치(인접동의 위치가 실험동의 풍하측[Back], 풍상측[Front] 및 측면[Side])에 따른 항력방향(Drag)의 변동전도모멘트계수를 그림 3에 내었다.

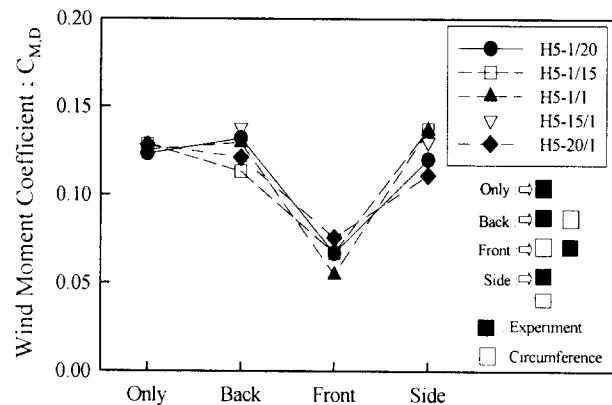


그림 3. 인접동의 위치에 따른 변동전도모멘트계수(항력방향)

그림 3과 같이 인접동의 위치에 따른 항력방향의 변동전도모멘트계수를 인접동이 없는 단독건물인 경우[그림에서 Only]와 비교해 보면 다음과 같다. 먼저, 인접동(그림에서 □)이 실험동(그림에서 ■)의 풍하측[Back]에 위치한 경우의 변동전도모멘트계수는 접근류의 변동성분에 의해 그 값이 0.11 ~ 0.14의 값으로 단독건물의 경우와 비교적 유사한 값을 나타내었다. 이는 인접동이 실험동의 풍하측에 위치한 경우는 인접동에 의한 역류의 영향이 종횡비에 따라 큰 차이가 없기 때문이다.

인접동이 실험동의 풍상측[Front]에 위치한 경우의 변동전도모멘트계수는 종횡비에 따라 0.05 □ 0.07의 값으로 단독건물의 경우보다 매우 작은 값을 나타냈다. 이는 모든 종횡비에서 인접동에 의한 접근류의 차폐효과 때문인 것으로 생각된다.

인접동이 실험동의 측면[Side]에 위치한 경우의 변동전도모멘트계수는 종횡비에 따라 0.11 □ 0.14의 값으로 인접동이 실험동의 풍하측에 위치한 경우와 비슷한 값을 보이며, 단독건물의 경우와도 비슷한 값을 나타냈다. 이는 종횡비에 따라 차이는 있으나 인접동과 실험동 사이의 박리류 등의 간섭효과는 크게 없기 때문인 것으로 생각된다.

3.1.2 횡력방향의 변동전도모멘트계수

인접동의 위치(인접동의 위치가 실험동의 풍하측[Back], 풍상측[Front] 및 측면[Side])에 따른 횡력방향[Lift]의 변동전도모멘트계수를 그림 4에 내었다.

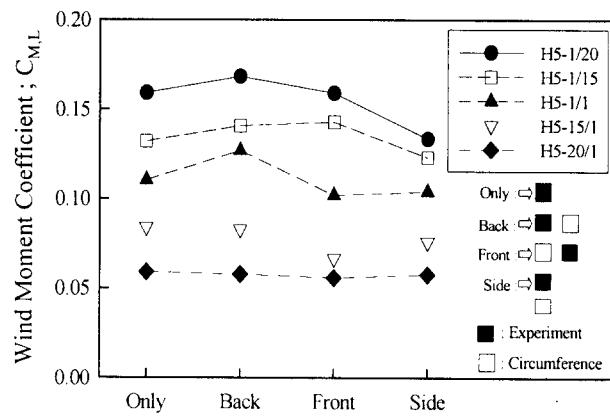


그림 4. 인접동의 위치에 따른 변동전도모멘트계수(횡력방향)

그림 4와 같이 인접동의 위치에 따른 횡력방향의 변동전도모멘트계수를 인접동이 없는 단독건물인 경우[그림에서 Only]와 비교해 보면 다음과 같다. 인접동이 실험동의 풍하측[Back], 풍상측[Front], 측면[Side]에 위치한 모든 경우의 변동전도모멘트계수는 종횡비에 관계없이 단독건물의 값과 큰 차이를 나타내지는 않았다. 인접동이 실험동의 풍상측[Front]에 위치한 경우의 변동전도모멘트계수는 인접동에서의 박리류의 영향으로 와학산(vortex shedding)에 의해 실험동의 변동전도모멘트계수가 커질 것으로 예상하였으나, 인동거리가 \sqrt{A} 로 비교적 짧은 경우에는 인접동의 영향으로 실험동으로의 접근류를 흐트러트림으로 인해 실험동 후류역의 와(vortex)형성을 억제함으로서 단독건물의 값과 비슷한 값을 나타났다.

이상으로부터, 인접동의 위치에 따른 변동전도모멘트계수는 인접동과 실험동의 상호작용으로 인해 단독건물의 경우와 비교하여 항력방향의 경우가 횡력방향의 경우에 비해 큰 차이를 나타냈다. 또한, 종횡비와 인접동의 위치에 따른 변동전도모멘트계수는 횡력방향의 경우는 단독건물의 경우와 큰 차이를 보이지 않았으며, 항력방향의 경우는 인접동이 풍상측에 위치한 경우를 제외하고 단독건물의 값과 비슷한 값을 나타냈으며 인접동의 위치가 실험동의 풍상측에 위치한 경우는 모든 종횡비에서 단독건물의 값에 비해 매우 작은 값을 나타냈다.

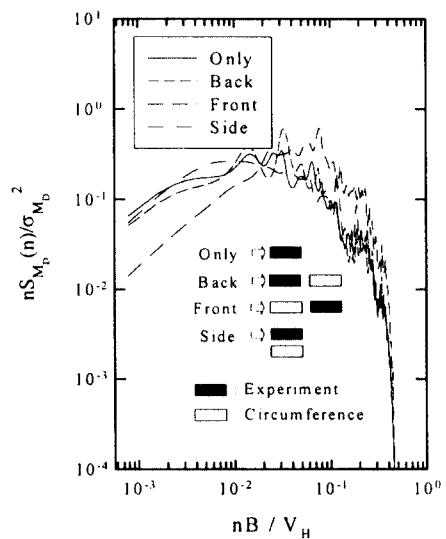
3.2 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도

3.2.1 항력방향 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도

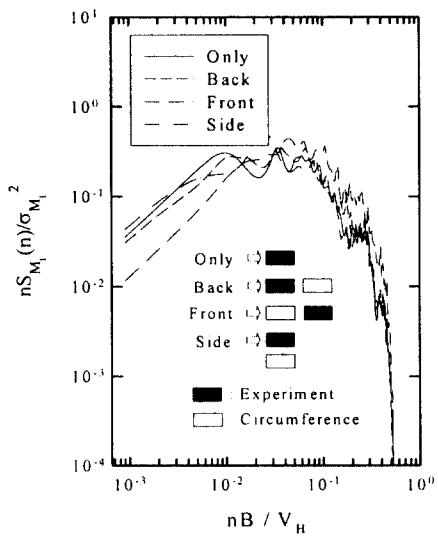
그림 5(a)~(e)에 인접동의 위치에 따른 항력방향 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도(power-spectral density)를 나타내었다. 그림에서 종축은 무차원화된 파워스펙트럼밀도의

파워값이고 횡축은 무차원화된 진동수이다. 또한 그림에서 실선은 단독건물인 경우의 파워스펙트럼밀도를 나타낸 것이고 점선 및 쇄선은 인접동의 위치에 따른 파워스펙트럼밀도를 나타낸 것이다. 그림 5(a)~(e)는 모두 접근류의 변동성분에 기인하는 버페팅(buffeting)에 의한 광대역(wide-band)의 피크를 보이고 있으며 이는 항력방향의 파워스펙트럼밀도의 전형적인 형태이다.

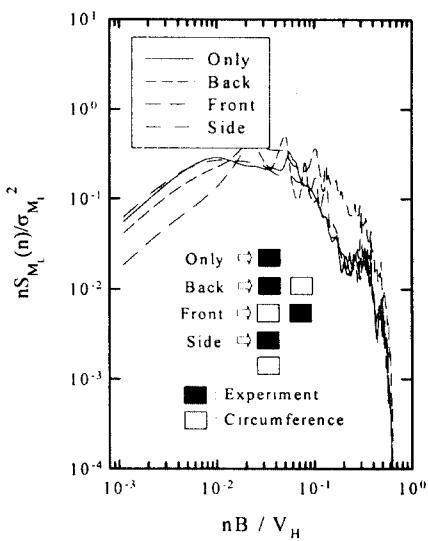
그림 5(a)~(e)에서 인접동의 위치에 따른 파워스펙트럼밀도를 단독건물인 경우와 비교하여 보면, 인접동이 실험동의 풍하측(Back)과 측면(Side)에 위치한 경우는 단독건물의 경우와 비슷한 크기의 피크를 보이며 피크를 나타내는 무차원진동수 또한 비슷한 값을 나타냈다.



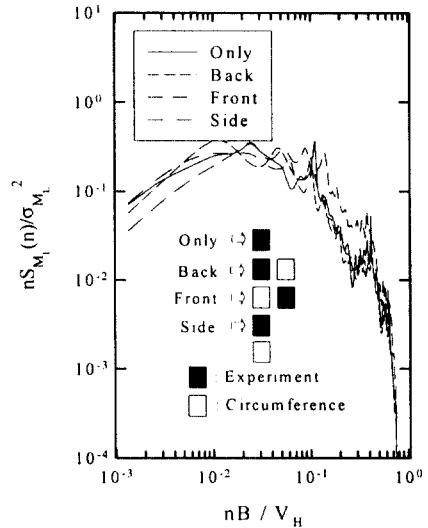
(a) H5-1/2



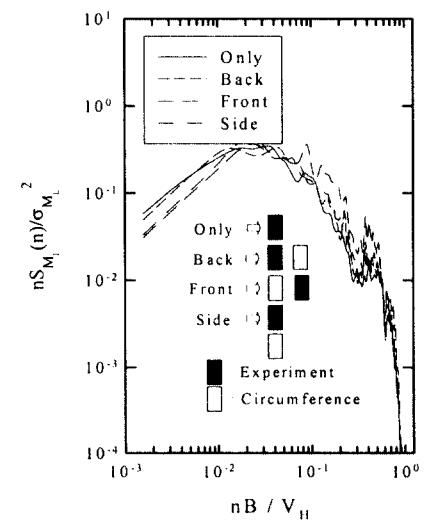
(b) H5-1/1.5



(c) H5-1/1



(d) H5-1.5/1



(e) H5-2/1

그림 5. 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도(항력방향)

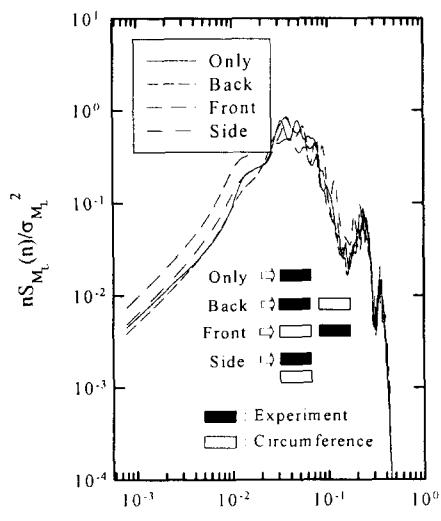
그러나, 인접동의 위치가 실험동의 풍상측(Front)에 위치한 경우는 단독건물의 경우보다 다소 큰 값의 피크를 나타내며, 피크를 나타내는 무차원진동수는 고진동수(저풍속)측으로 이동하는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 종횡비 B/D 가 작을수록 뚜렷한 경향을 나타냈다. 이와 같은 경향은 종횡비가 작을수록 즉, 풍상측의 대표폭이 B 가 측면의 깊이 D 에 비해 작을수록 풍상측의 인접동 모서리에서의 박리류와 재부착 등에 의해 실험동의 항력방향의 응답에 영향을 크게 미치기 때문으로 생각된다. 이와 같이 인접동이 실험동의 풍상측에 위치하며 종횡비가 작은 경우에는 풍상측 인접동과 실험동 사이의 상호작용 효과 즉, 박리류, 재부착류 및 역류 등의 의해 고진동수(저풍속)영역에서 풍응답이 단독건물의 경우보다 커질 수 있음에 유의해야 할 것이다. 그러나, 3.1.1에서 살펴본 변동전도모멘트계수의 값이 단독건물의 경우에 비해 매우 작다는 것에 주목해 보면 큰 가속도응답을 나타낸다고 판단할 수는 없다.

3.2.2 항력방향의 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도

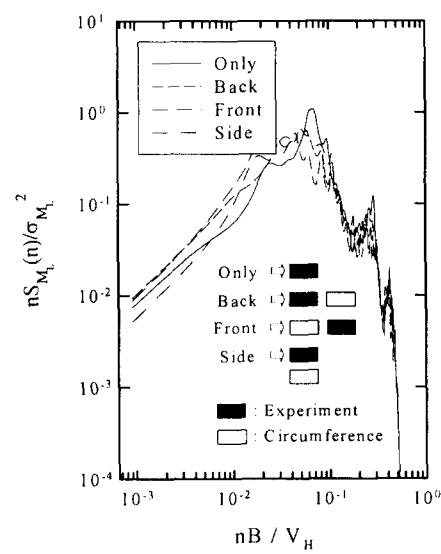
그림 6(a)~(e)에 인접동의 위치에 따른 항력방향의 변동전도모멘트 파워스펙트럼밀도를 나타내었다. 그림 6(a)~(e)는 모두 와학산(vortex shedding)에 의한 항력방향의 파워스펙트럼밀도의 전형적인 형태인 협대역(narrow-band)의 첨예한피크를 보인다.

그림 6(a)~(e)에서 인접동의 위치에 따른 파워스펙트럼밀도를 단독건물인 경우와 비교하여 보면, 인접동이 실험동의 풍하측[Back], 풍상측[Front]과 측면[Side]에 위치한 경우 모두 단독건물의 경우보다 다소 작은 크기의 피크를 보이며 피크를 나타내는 무차원진동수는 저진동수영역으로 이동하는 경향을 보인다.

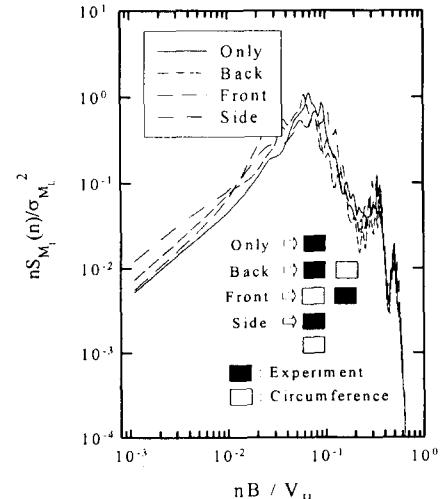
종횡비에 따른 피크의 크기는 종횡비가 커질수록 더욱 커 예상하고 피크의 크기 또한 커지는 경향을 보이는데 이러한 경향은 단독건물의 경우가 가장 뚜렷이 나타난다. 그리고 단독건물의 경우의 피크와 인접동이 있는 경우의 피크의 크기를 비교해 보면, 단독건물의 피크에 비해 종횡비가 커질수록 피크의 크기차는 커지는 경향을 보이고 인접동이 풍상측[Front]에 위치 할 경우가 가장 커지는 것으로 나타났다. 이는 종횡비가 커짐에 따라 인접동과의 상호작용으로 인해 실험동에서의 박리점을 변화시켜 일정한 와형성을 방해하기 때문이며, 이러한 상호작용에 의한 와형성의 방해는 인접동이 실험동의 풍상측에 위치할 경우가 가장 뚜렷하기 때문이다.



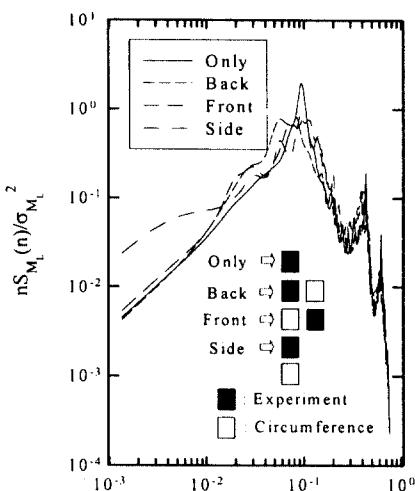
(a) H5-1/2



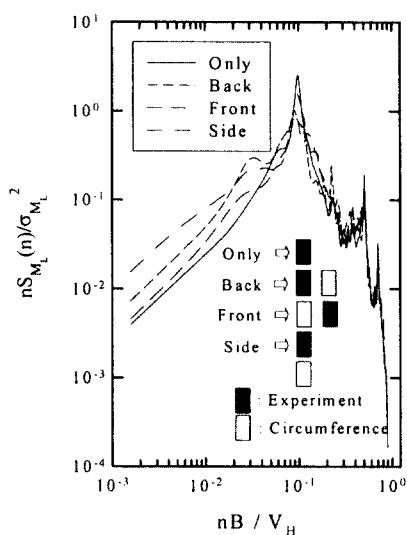
(b) H5-1/1.5



(c) H5-1/1



(d) H5-1.5/1



(e) H5-2/1

그림 6. 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도(항력방향)

따라서, 인동거리가 본 연구와 같이 비교적 짧은 경우에는 인접동의 영향으로 인접동과 실험동의 상호작용으로 인해 실험동 후류역의 와(vortex)형성을 억제함으로서 항력방향의 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도는 단독건물의 경우에 비해 비교적 첨예하지 않은 피크를 보이고 피크의 크기 또한 작은 값을 나타낸다. 이러한 현상은 인접동이 실험동의 풍상측(Front)에 위치한 경우가 가장 뚜렷하게 나타났다.

3.3 가속도응답

본 절에서는 3.1의 변동전도모멘트계수와 3.2의 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도로부터 인접동의 위치에 따른 가속도응답을 식 (2)에 의해 스펙트럼 모드해석(spectral modal

analysis)으로 평가하였다. 스펙트럼 모드해석시 사용된 건축물의 동적특성은 표 2의 값을 사용하였다.

3.3.1 항력방향의 가속도응답

그림 7 (a)~(e)에 인접동의 위치에 따른 항력방향의 가속도응답을 인접동이 없는 경우의 값과 비교하여 종횡비별로 나타내었다. 그림 7(a)~(e)에서 종축은 무차원화된 가속도응답이고 횡축은 무차원화된 풍속이다. 그림에서 횡축의 무차원 풍속 $V/n_0 B = 1 \sim 10$ 의 값은 종횡비별로 차이는 있지만 건축물 최상부의 높이에서의 풍속 $V = 6.4 \sim 128.0 m/s$ 의 범위이다. 또한 그림에서 실선으로 나타낸 것이 단독건물인 경우의 가속도응답이고 각각의 도형으로 나타낸 것이 인접동의 위치에 따른 가속도응답이다.

먼저, 인접동의 위치에 따른 항력방향의 가속도응답을 살펴보면, 그림 7 (a)와 같이 종횡비 B/D 가 $1/2$ 인 경우에는 무차원풍속 $1 \sim 5$ 의 범위에서는 단독건물의 경우와 인접동의 위치에 따른 경우와 거의 비슷한 값을 보이며 무차원풍속 $5 \sim 10$ 의 범위에서도 무차원풍속별로 차이는 있지만 큰 차이를 보이지는 않는다.

그림 7 (b)와 그림 7 (c)와 같이 종횡비 B/D 가 $1/1.5$ 와 $1/1$ 의 경우의 가속도응답을 단독건물의 경우와 비교해 보면, 인접동이 풍하측(Back)과 측면(Side)에 위치한 경우는 단독건물의 가속도응답과 비슷한 값을 보이나 인접동이 풍상측(Front)에 위치한 경우는 그림 7 (a)와 비교하여 단독건물의 경우의 가속도응답보다 작은 값을 나타낸다. 인접동이 풍상측(Front)에 위치한 경우의 가속도응답이 단독건물의 경우의 가속도응답보다 작게 나타나는 이유는 3.2에서의 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도는 단독건물에 비해 큰 응답을 나타내지만 3.1에서의 변동전도모멘트계수가 단독건물에 비해 매우 작은 값을 나타냈기 때문이다.

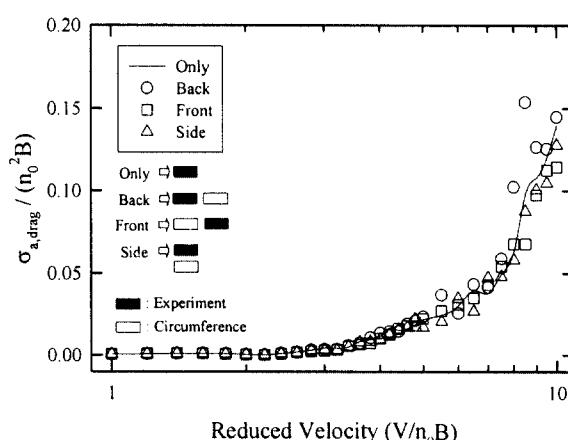


그림 7(a). 항력방향의 가속도응답(H5-1/2)

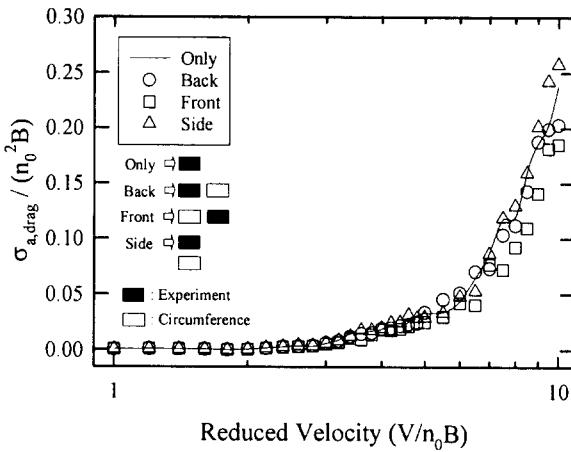


그림 7(b). 항력방향의 가속도응답(H5-1/1.5)

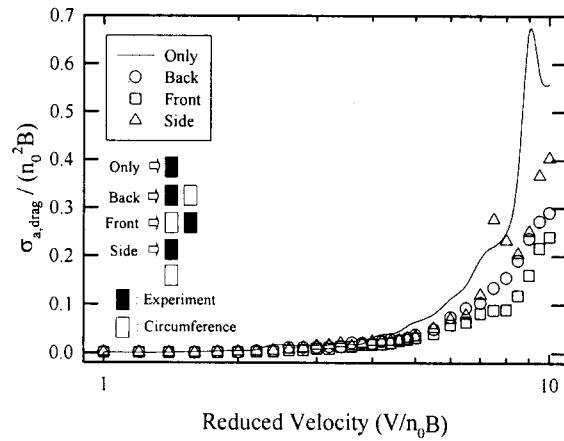


그림 7(d). 항력방향의 가속도응답(H5-1.5/1)

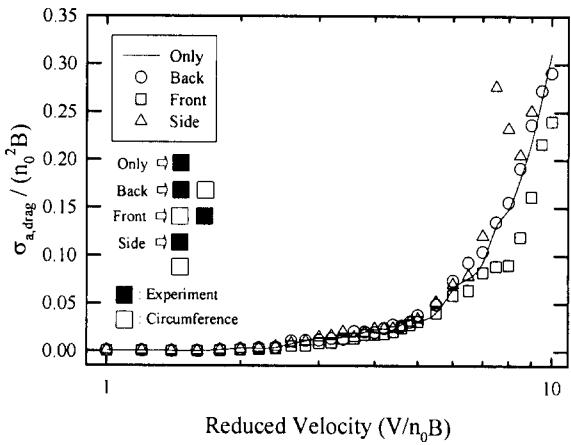


그림 7(c). 항력방향의 가속도응답(H5-1/1)

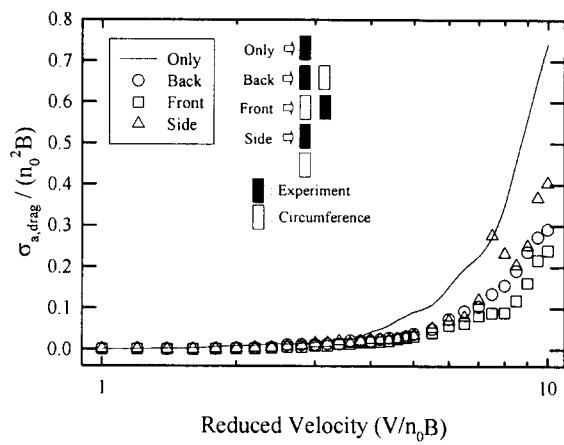


그림 7(e). 항력방향의 가속도응답(H5-2/1)

그림 7 (d)와 그림 7 (e)와 같이 종횡비 B/D 가 1.5/1과 2/1의 경우의 가속도응답을 단독건물의 경우와 비교해 보면, 모든 무차원풍속영역에서 인접동이 있는 경우의 가속도응답이 단독건물의 경우보다 작은 값을 나타내며 특히 인접동이 풍상축[Front]에 위치한 경우에는 매우 큰 값의 차이를 나타낸다. 종횡비에 따른 가속도응답은 인접동의 위치와 관계없이 종횡비가 커질수록 점차 큰 응답을 나타낸다.

위와 같이 인접동의 위치에 따른 항력방향의 가속도응답을 단독건물의 경우와 비교하여 종횡비별로 살펴본 결과, 종횡비 B/D 가 1/2인 경우에는 인접동의 위치에 관계없이 단독건물의 경우의 가속도응답의 값과 비슷한 값을 보이다가 종횡비 B/D 가 커질수록 단독건물의 가속도응답에 비해 점차 작아지는 현상을 나타내며, 특히 인접동의 위치가 풍상축[Front]에 위치한 경우가 인접동과 실험동 사이의 상호작용에 의해 가장 큰 가속도응답의 차를 보인다.

3.3.2 항력방향의 가속도응답

그림 8 (a)~(e)에 인접동의 위치에 따른 항력방향의 가속도응답을 인접동이 없는 경우의 값과 비교하여 종횡비별로 나타내었다.

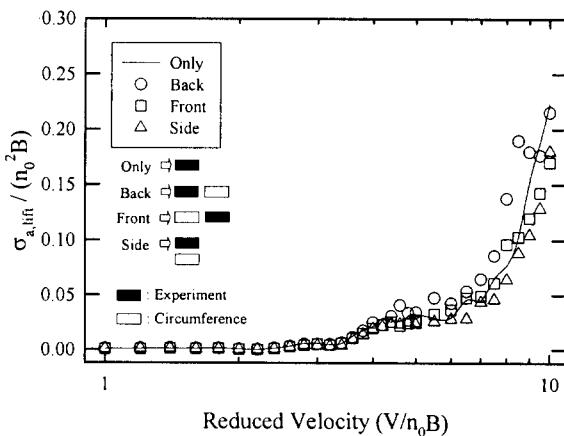


그림 8(a). 항력방향의 가속도응답(H5-1/2)

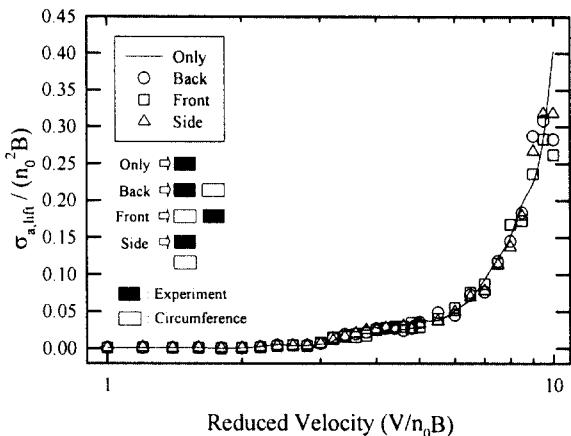


그림 8(b). 횡력방향의 가속도응답(H5-1/1.5)

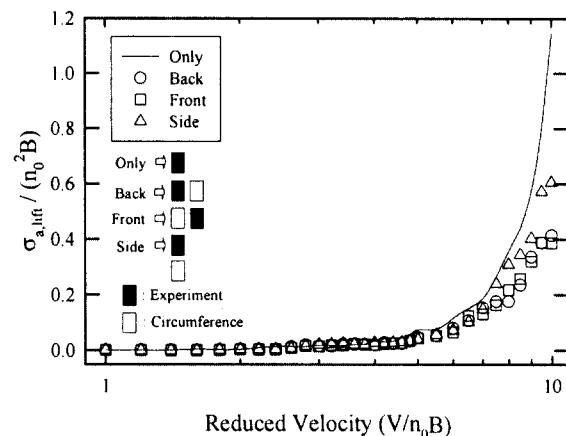


그림 8(d). 횡력방향의 가속도응답(H5-1.5/1)

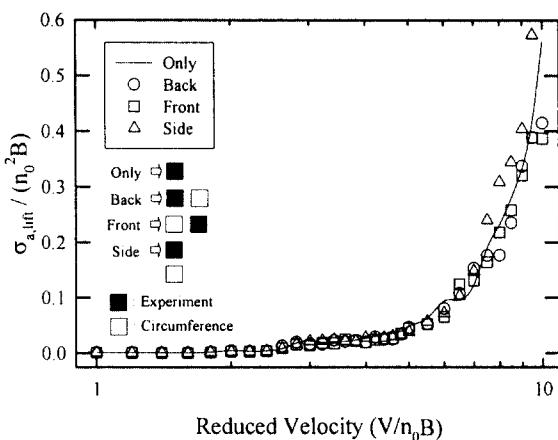


그림 8(c). 횡력방향의 가속도응답(H5-1/1)

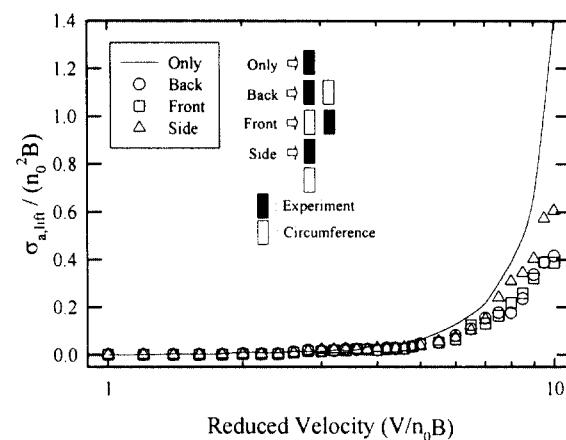


그림 8(e). 횡력방향의 가속도응답(H5-2/1)

인접동의 위치에 따른 횡력방향의 가속도응답을 살펴보면, 그림 8(a)와 같이 종횡비 B/D 가 1/2인 경우에는 무차원풍 속 1~5의 범위에서는 단독건물의 경우와 인접동의 위치에 따른 경우와 거의 비슷한 값을 보이며 무차원풍속 5~10의 범위에서는 인접동의 위치가 풍하측[Back], 풍상측[Front], 측면[Side] 순으로 다소 크게 나타났다. 이는 3.2절의 변동 전도모멘트의 파워스펙트럼밀도가 인접동의 위치에 따라 비슷 한 형태를 나타내기 때문에 3.1절의 변동전도모멘트계수의 값의 차이에 의한 것이다. 그림 8(b), 그림 8(c)와 같이 종 횡비 B/D 가 1/1.5, 1/1인 경우에는 3.1, 3.2절과 같이 변동전도모멘트의 파워스펙트럼밀도와 변동전도모멘트계수에 의해 인접동의 위치에 관계없이 단독건물의 경우와 비교적 비슷한 값을 가진다.

그림 8(d), 그림 8(e)와 같이 종횡비 B/D 가 1.5/1, 2/1인 경우에는 무차원풍속 $V/n_0 B$ 가 5이상이 되면 단독건물의 경우와 인접동이 위치한 경우의 가속도응답값이 차이를 보이다가 무차원풍속 $V/n_0 B$ 가 8이상이 되면 매

우 큰 차이를 나타낸다. 그림 8(d), 그림 8(e)에서 단독건물의 경우는 종횡비가 커짐에 따라 무차원풍속이 8이상이 되면 3.2절에서 확인할 수 있듯이 와학산에 의해 파워스펙트럼 값이 매우 첨예하고 큰 피크값을 가지는데 이에 따라 가속도응답값이 매우 크게 나타난다. 이에 반해 인접동이 위치한 경우는 인접동의 상호작용에 의해 파워스펙트럼 값이 단독건물에 비해 작은 피크값을 가지므로 단독건물의 가속도응답보다 작은 값을 가진다. 종횡비에 따른 횡력방향의 가속도응답은 인접동의 위치와 관계없이 종횡비가 커질수록 점차 큰 응답을 나타낸다.

위와 같이 인접동의 위치에 따른 횡력방향의 가속도응답을 단독건물의 경우와 비교하여 종횡비별로 살펴본 결과 인동거리가 본 연구와 같이 비교적 짧은 경우에는 인접동의 영향으로 실험동으로의 접근류를 흐트러트림으로 인해 실험동 후류역의 와(vortex)형성을 억제함으로서 오히려 그 값이 작게 나타났으며 종횡비가 커질수록 더욱 작은 값을 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서 현존하거나 현재 건설중에 있는 두 개동을 가진 건축물의 현황을 파악하여 그 패턴을 모델화 한 후, 풍동실험(wind tunnel test)을 통해 인접동의 위치 및 종횡비 변화에 따른 상호작용 효과를 분석해 본 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 인접동의 위치에 따른 풍응답(변동전도모멘트계수, 파워스펙트럼밀도, 가속도응답)은 인접동과 실험동의 상호작용으로 인해 항력방향에서 단독건물의 경우와 비교하여 매우 상이한 결과를 나타냈다.
- (2) 인접동의 위치에 따른 풍응답은 단독건물의 경우에 비해 다소 감소하는 경향을 보이며, 인접동의 위치가 실험동의 풍상측에 위치한 경우 항력방향의 풍응답이 가장 크게 감소하였다.
- (3) 종횡비에 따른 항력 및 횡력방향의 가속도응답은 인접동의 위치와 관계없이 종횡비가 커질수록 점차 큰 응답을 나타낸다.

참 고 문 헌

- 김영문 외 2명 (2002) 풍하중에 의한 종횡비가 다른 고층 건물의 상호작용 효과, 한국풍공학회 학술발표대회논문집, 제5호, pp. 87-91
- 하영철, 김동우, 이정환 (2001) 고층 건축물의 모서리 향상 변화에 따른 풍진동 저감효과에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제17권, 제7호, pp. 3-10
- 하영철, 김동우, 정필선 (2002) 풍응답에 효과적인 초고층건물의 기본형상에 관한 풍동실험 연구, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제18권, 제9호, pp. 93-100
- 조강표 (1999) 기본단면형상을 갖는 탑장구조물의 설계용 풍하중 설정, 한국풍공학회지, 한국풍공학회, 제3권, 제2호, pp. 176-184
- 최창근 외 2명 (2000) 모서리 절단을 가지는 사각단면의 공기역학적 특성에 관한 실험적 연구, 한국풍공학회 학술발표회 논문, 제3호, pp. 121-127
- H. Kawai (1992) Vortex Induced Vibration of Tall Building, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 41-44, pp. 117-128
(접수일자 : 2004. 2. 12 / 심사일 2004. 2. 25 /
심사완료일 2004. 5. 24)