T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	風洞実験に基づく高層建物の多層層風力によるエネルギー入力性状（その3）振動モード形がエネルギー入力に与える影響
Title	
著者(和文)	早田友彦, 吉江慶祐, 大熊武司, 北村春幸, 丸川比佐夫, 片桐純治, 佐藤大樹
Authors	Haruyuki Kitamura, daiki sato
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-1, No. , pp. 195-196
Citation(English)	, Vol. B-1, No. , pp. 195-196
発行日 / Pub. date	2010, 9
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf:http://ci.nii.ac.jp/naid/110008067817

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Architectural Institute of Japan

風洞実験に基づく高層建物の多層層風力によるエネルギー入力性状
(その 3)振動モード形がエネルギー入力性状に与える影響

正会員 ○ 早田 友彦[*1]
同 吉江 慶祐[*1]
同 大熊 武司[*2]
同 北村 春幸[*3]
同 丸川 比佐夫[*4]
同 片桐 純治[*4]
同 佐藤 大樹[*3]

風洞実験　層風力　エネルギー入力
モーダル風力　時刻歴風応答解析

1. 序

本報では，その 2[1]の風洞実験で得られた層風力の時刻歴波形を直接用いた時刻歴応答解析により，振動モード形（$\mu=(z/H)^{\beta}$）の違いによる構造物へのエネルギー入力を比較し，振動モードが変動風力によるエネルギー入力に与える影響を検討する。

2. 解析モデルと検討用風力

本検討はその 2 の測定結果から粗度区分Ⅲ，風向 0°，D/B=1.0，3.0 のケースを用いて行う。検討対象の建物概要を図 1 に示す。解析モデルは 1 次モードのみの風応答に注目し，水平 1 自由度の 1 質点系モデルとする。エネルギー入力の比較対象とする振動モード形は高層建物の代表として逆三角形分布（β=1）と，免震構造のような一様分布（β=0）の 2 種類とし，構造減衰ζは鉄骨造の弾性時を想定した 0.02 と，塑性化が進行した状態を想定した 0.10 の 2 ケースで（図 2 参照），それぞれ固有周期 T を 3～10sec（0.5sec 間隔）のエネルギー入力を求めた。

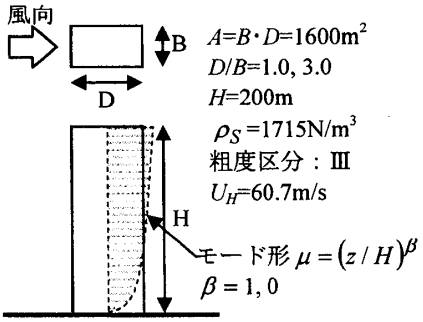


図 1 検討対象建物概要

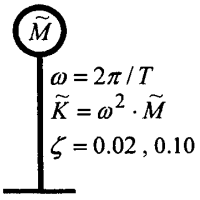


図 2 解析モデル

検討に用いる風力は，その 2 の風洞実験結果[1,2]の風方向・風直交方向の風力時刻歴波形から振動モード形をβ=1,0 としてモーダル風力時刻歴波形を作成して直接用いた。頂部風速U_Hは再現期間 500 年相当の 60.7m/s とした。検討用風力波形は風洞実験結果から応答の評価時間部分が重ならないように 1400sec×28 波を取り出した。応答結果の評価時間は解析モデルの最長固有周期 10sec の 100 倍以上を確保するため[3] 1200sec とし，解析開始時の過渡応答の影響を避けるために，各風力波形の先頭 50sec に cos 関数によるテーパーをつけ，解析開始から 200 秒経過後以降を評価した。図 3 にモーダル風力波形例を，図 4 にモーダル風力のパワースペクトル密度例を示す。

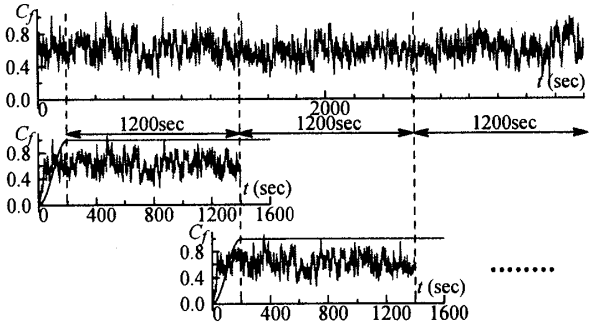


図 3 モーダル風力の波形例 (風方向, D/B=1.0, β=1)

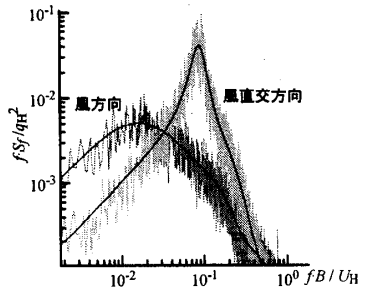


図 4 モーダル風力のパワースペクトル密度（D/B=1.0, β=1）

3. 振動モードの違いによるエネルギー入力

図 5～12 に風力方向（風方向，風直交方向）・辺長比 D/B・構造減衰ζ毎に振動モード形β=1,0 時の固有周期とエネルギー入力の関係と，β=1 とβ=0 の場合のエネルギー入力の比を示す。エネルギー入力は応答解析結果を評価時間で除し，単位時間当たりの値で示している。

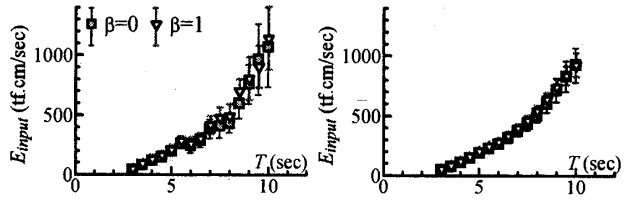
エネルギー入力の値は 28 波の応答解析結果のアンサンブル平均とし，エラーバーは 28 波の標準偏差を示している。検討用モーダル風力波形の評価時間部分（1400sec）の rms 値は，各ケース 28 波の変動係数が 5%程度と安定しているが，応答解析によるエネルギー入力の変動係数は風力方向によらずζ=0.02 が 10～40%程度，ζ=0.10 が 5~20%程度と風力のばらつきに比べて変動が大きい。建築構造物のように構造減衰の小さな減衰弾性振動系は非常に狭い振動数帯域のみで外力からエネルギーを受け取る[4]ので，モーダル風力の安定性に比べ減衰弾性 1 質点系のエネルギー入力のばらつきが大きいことは，モーダル風力が異なる振動数間でエネルギーの移動が生じているこ

Energy Input of Local Wind Forces for High-rise Building based on Wind Tunnel Test
Part 3. Influence on Energy Input by Vibration Mode Shape

HAYATA Tomohiko, YOSHIE Keisuke,
OHKUMA Takeshi, KITAMURA Haruyuki,
MARUKAWA Hisao, KATAGIRI Jyunji and SATO Daiki

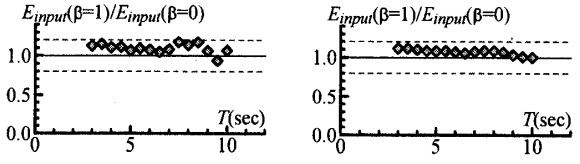
NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan



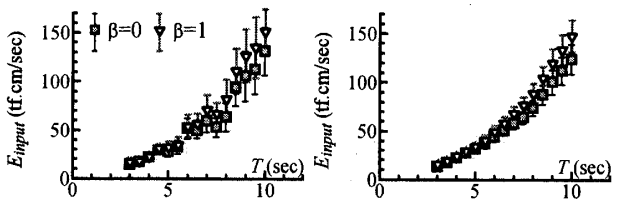
(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 5 固有周期とエネルギー入力（D/B=1.0，風方向）



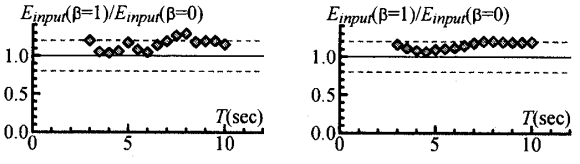
(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 6 モード形とエネルギー入力の比（D/B=1.0，風方向）



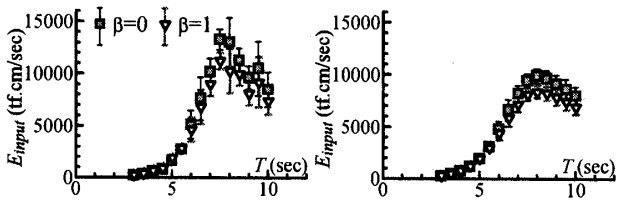
(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 7 固有周期とエネルギー入力（D/B=3.0，風方向）



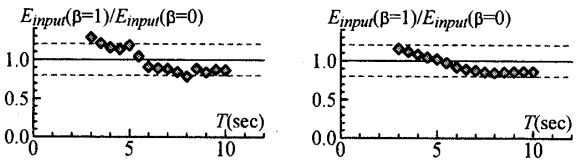
(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 8 モード形とエネルギー入力の比（D/B=3.0，風方向）



(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 9 固有周期とエネルギー入力（D/B=1.0，風直交方向）



(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 10 モード形とエネルギー入力の比（D/B=1.0，風直交方向）

(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 11 固有周期とエネルギー入力（D/B=3.0，風直交方向）

(a) ζ =0.02　　(b) ζ =010

図 12 モード形とエネルギー入力の比（D/B=3.0，風直交方向）

とを示すものと考える。

その 1 の結果では β=0 に対する β=1 のエネルギー入力の比は 1～0.75 であったが，風洞実験データを用いた本報の応答解析結果では，1 を超えている部分がある。その 2 の結果によると，ココヒーレンスはその 1 で仮定した空間相関モデルと異なり，低振動数側で 1 に収束せず，特に層風力の高さの差が大きくなると相関がかなり低くなっており，β=0 の場合はモーダル質量あたりのエネルギー入力が低下するためであると考えられる。β=1,0 の場合のエネルギー入力は約 20%以下の差異であり，実用的にはモード形の変化に対しエネルギー入力はほぼ一定とみなすことが可能であると考える。

5. まとめ

風洞実験から得られた層風力の時刻歴波形を直接用いた時刻歴応答解析を行い，モード形の違いがエネルギー入力に与える影響を検討し，実用的にはモード形の変化に対しエネルギー入力はほぼ一定とみなせることを示した。しかし，空間相関モデルとして広く使われている指数関数型の関数（その 1 (3)式参照）を用いた場合とモード形の変化に対するエネルギー入力の大小関係が逆転しており，一般の高層建物と比べモード形が異なる場合の応答評価には注意が必要であると考える。

本研究は，神奈川大学大熊武司教授，東京理科大学北村研究室，（株）泉創建エンジニアリング，日建設計による新耐風設計法研究会で行ったものである。

参考文献

1)吉江他：風洞実験に基づく高層建物の多層層風力によるエネルギー入力性状 その 1～2，日本建築学会学術講演梗概集，B-2，2010
2)片桐他：高層免震建築物の一般化風力特性，日本建築学会学術講演梗概集，B-2，2010
3)藤本，大熊：乱流中に於ける円柱の振動性状について，日本建築学会構造系論文報告集，pp.9-19，1970.8
4)吉江他：変動風力による弾塑性構造物への総エネルギー入力に関する研究，日本建築学会構造系論文集，pp.33-38，2003.10

*1 日建設計
*2 神奈川大学
*3 東京理科大学
*4 (株)泉創建エンジニアリング

*1 Nikken Sekkei
*2 Kanagawa Univ.
*3 Tokyo Univ. of Science
*4 IZUMI SOHKEN Engineering Co., Ltd.

NII-Electronic Library Service