

市街地低層部における風の観測と市街風の計画

Wind observation at lower part in built-up area and
design method for air flow in built-up area

勝田 高司*・村上 周三**・上原 清*・小峯 裕己*

Takashi SHODA, Shuzo MURAKAMI, Kiyoshi UEHARA and Hiromi KOMINE

序

市街地低層部の風は、周辺建物の影響を強く受けて、その性状は局所的に著しく異なるため、一般的な性状を定めることは難しい。しかしながら、局地的に異なるとはいっても、低層街区が建ち並んだ場合のばらつきと、超高層建物周辺のそれとは当然差があり、前者の方が小さい。

風害問題の発生は、従来、一定の範囲内におさまっていた市街風速が、高層建物の周辺で局地的にその範囲を大幅に超過するようになったことが原因と考えられる。

本報では、長期の風の観測や風洞実験から、一般的な市街地の風速がどの程度であるかを明らかにし、風害防除の立場から、市街風を計画する方法について述べた。

1. 市街地低層部における風の観測

1.1 観測の概要^{文献1)}

東京都港区の超高層建物^{注1)}の敷地周辺において、当ビルの建設前(昭和47年8月)より建設後(昭和52年3月)に至る約5年間、市街風の連続観測を行った。当ビルの建設前と建設後における市街風の変化について述べる。

観測には風杯型風向風速計(距離定数 $L=12m$)を8台使用し、記録計の紙送り速度は $60mm/hr$ とした。

超高層建物敷地周辺の状況及び風速計の設置位置を、写真1、図1に示す。

1.2 超高層建物建設による風向、風速の変化

1.2.1 風向頻度の変化

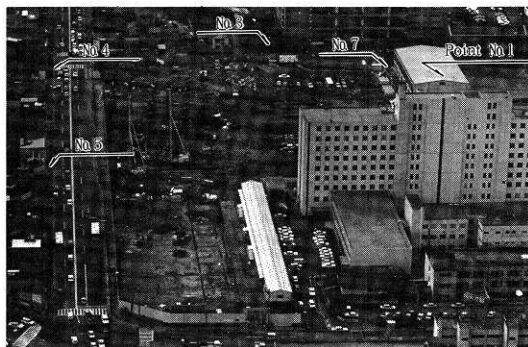
超高層建物建設後には、周辺の風向頻度は建物建設の影響を受け、建設前とはまったく別の分布を示す。例えば、測定点No.3における分布は図2のようになり、当ビル建設前には風向NW、Sの頻度が高かったのに対し、建設後には風向NWとEの頻度が極端に高くなり、南よりの風の頻度が低下する。このような風配図の変化は、超高層建物建設によって生じた新しい周辺気流によるもので、その変化の仕方は測定点により異なるが、建物周辺気流のパターンと対応している。

1.2.2 風速の変化

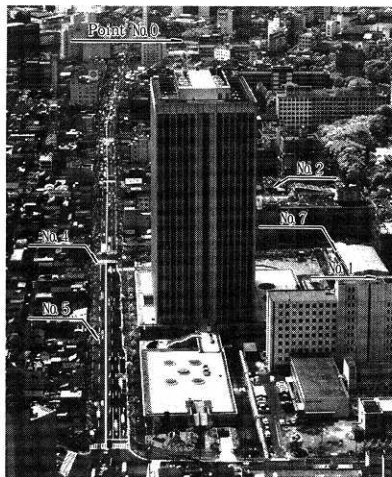
超高層建物建設前と建設後における測定点No.3の1時

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** 東京大学生産技術研究所附属計測技術開発センター



(1) 超高層建物建設前の状況



(2) 超高層建物建設後の状況

写真1 周囲状況と風速計設置位置

間平均風速の変化を図3に示す。これは、建設前後における共通の指標として東京タワーを選び、同タワーの高さ107mにおける風速測定値を基準にして示したものである。図は北よりの風の場合であり、観測値は東京タワーにおける風速が高く、風向が安定している時のデータを選んで表現したものである。

東京タワーの風速に対する相対値で表わせば、建設前には0.37、建設後には0.58となり、超高層建物建設のためにこの測定点の風速が約1.6倍に増加したことがわかる。

1.2.3 ガストファクター^{注2)}の変化

測定点No.4におけるガストファクター $G.F.$ を超高層

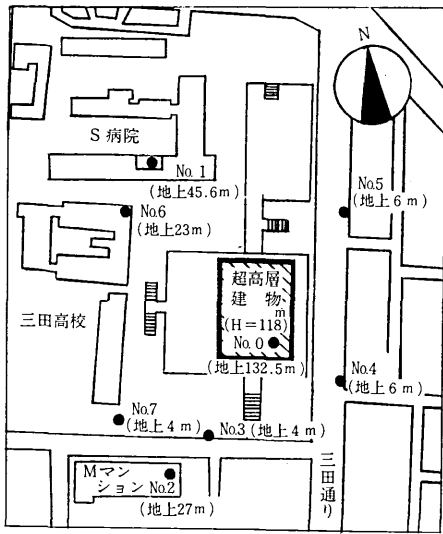


図1 風速計設置位置
東京都港区、Mビルディング周辺において

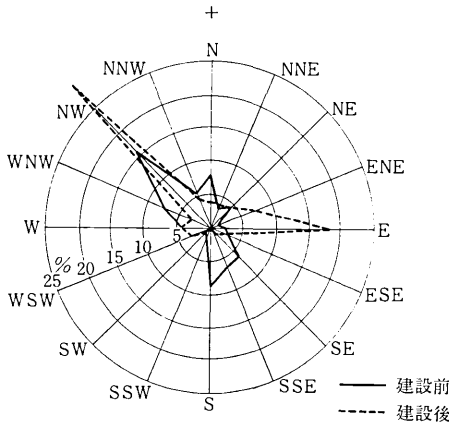


図2 超高層建物建設前後における風向頻度の変化

1. 測定点No.3について
2. 期間 建設前：昭和47年10月～昭和48年9月
建設後：昭和50年4月～昭和51年3月

建物建設前と建設後について比較すると図4のようになる。

図より、 $G.F.$ の風向による差は、当ビル建設前にはまったくないが、建設後には北よりの風の時に $G.F. = 2.3$ 、南よりの風の時に $G.F. = 1.8$ とかなり大きな差を生じることがわかる。この原因は、測定点No.4が北よりの風の場合には超高層建物北側の角で剝離した流れの内側の、乱れの大きな部分に入るためである。実際、この風向の場合には後述の表4に示すように、風速の測定値は建設前に比べ0.9倍になっている。南よりの風の場合には、超高層建物南側の角で剝離した流れの外側の乱れの小さい風にさらされるためと思われる。この風向の場合、風速の測定値は建設前の2倍に増加している。

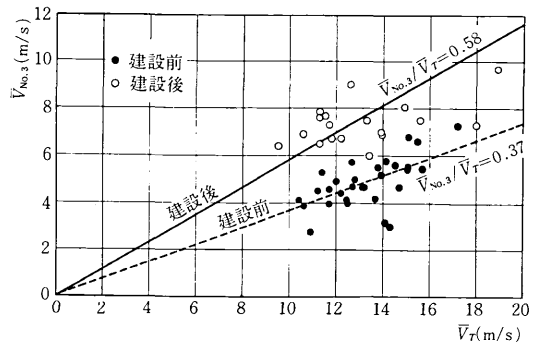


図3 超高層建物建設前後における風速の変化

1. 測定点No.3について
2. 期間 建設前：昭和47年9月～48年2月
建設後：昭和50年1月～3月
3. 風向NWのものについて整理
4. 東京タワーの観測値を基準にして比較

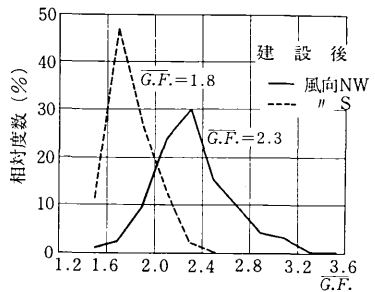
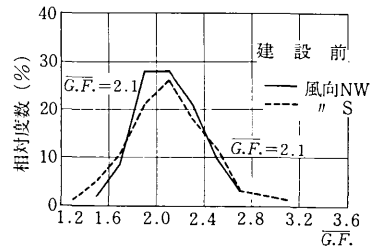


図4 超高層建物建設前後におけるG.F.の変化

1. 測定点No.4について
2. 期間 建設前：昭和47年10月～48年9月
建設後：昭和50年4月～51年3月
3. 比較的強風 ($V > 4.0$ m/s)の時間帯について整理

1.3 風洞実験値と観測値の比較

1.3.1. 実験の概要^{注3)}

実験は、1.8 m × 1.2 mの断面をもつ境界層型風洞内に、1/500の市街地模型を設置して行った。風速測定には、無指向性のサーミスタ風速計を用いた。

1.3.2. 観測値の整理と比較の方法

風洞実験値と観測値との比較に当っては、超高層建物屋上の測定点No.0 (地上132.5 m)における風速を基準にして表示した。測定点No.0の風速が高く、風向が安定している時間帯を選び、この時間における各測定点の1時間平均値を求め、数十個のサンプルを平均したものを

一つの測定点のある風向の観測値とした。

1.3.3. 風洞実験値と観測値の比較

風洞実験値と観測値を比較すると図5のようになる。図は、充分な量のサンプルが得られた風向S, SSW, SW, NW, NNWの5風向の結果を、図1に示したすべての測定点について、全部まとめたものである。縦軸が風洞実験値、横軸が観測値であり、プロット一つが一つの測定点のある風向の風速測定値に対応する。

図より、観測値と風洞実験値はかなり近い値を示し、両者の差は、風速の高い所では±15%の範囲内に入る。

1.4 超高層建物による強風の発生

超高層建物建設前後における敷地周辺の風速分布を比較すると、図6のようになる。図は風向Nの場合の風洞

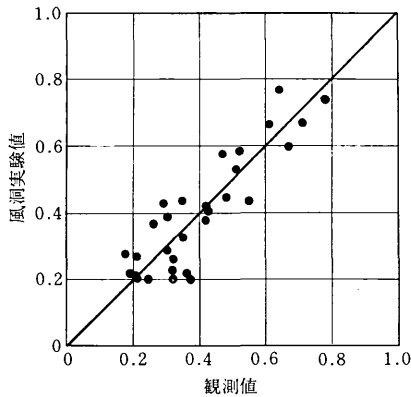


図5 観測値と風洞実験値の比較
 1. 図1に示した8つの測定点について
 2. 縦、横の数値は $\bar{V}_{No. i} / \bar{V}_{No. o} (i = 1, 2, \dots)$ として表示

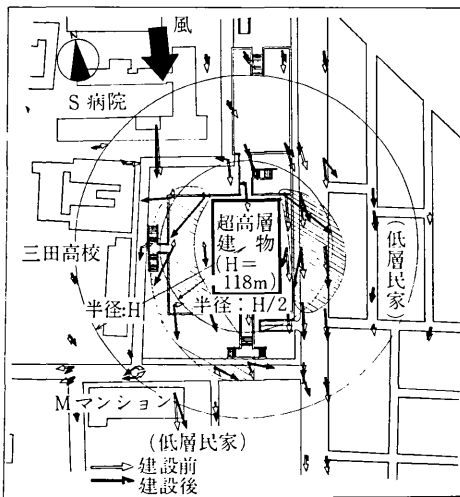


図6 超高層建物建設前後における風向風速分布
 1. V_o (6.0 m/s) で無次元化した相対風速 V_s / V_o の分布
 2. 風向Nについて
 3. V_s / V_o の長さを V_o の長さとする
 4. 測定高さは6mm (実物で3m)

実験値であり、○印は建設前、●印は建設後における風向風速の測定結果をベクトルで表現したものである。図より、高層建物周辺の風向風速の分布は建物の建設によって大きく変化し、特に斜線を施した部分は、風速が建設前に比べ大幅に増加した所である。

また、他の風向の実験結果をも考え合せると、建物建設による風向風速の変化の大きな部分は主として建物高さHを半径として描いた円の中であり、また、特に風速の増加が著しいのは、半径H/2の円内である。

2. 市街風の計画

2.1 市街風の風速の評価

人間に対する風の影響を考慮すれば、歩行障害のような力学的なもの、身体からの放熱量の変化による寒暑の感覚に関する熱的ものの二つに大別される。

Lawson and Penwarden は力学的影響について、ビューフォートの風力階級に対応させて表1のような結果を得ている。

表によれば、風力階級4程度までの風速 (7.9 m/s 以下) ならば、人間は一応快適と感じるとされている。

筆者らは既報 (文献4) で述べたように、強風による歩行障害について研究を行ない、表2のような結果を得ている。実際の市街風は塵芥やゴミが多く、風向・風速共に変化が激しいので、

歩行に障害が現われる風速として、

平均値で5~7.5 m/s (瞬間値で10~15m/s)

歩行が困難になる風速として、

平均値で7.5~10m/s (瞬間値で15~20m/s)

を仮の値として提案している。

熱的な影響については、Lawson and Penwarden が図7に示すような結果を得ている。熱的な影響については、風速のほか、日射・気温・着衣・寒暑に対する個人差・民族差・行動量などの要因が複雑に関係している。

しかし、風害に関しては、一般にビューフォート風力階級2~6(風速1.6~13.8m/s)の範囲では、人体の放熱に対する風の影響よりは、風による力学的影響の方が優先する。

表1 風の評価 (Lawson and Penwarden, 1975) 文献3)

名称	ビューフォート風力階級	風速m/s	評価および状態	
静穏	0	0~0.2	快適	風をとくに感じない
至軽風	1	0.3~1.5		
軽風	2	1.6~3.3		
軟風	3	3.4~5.4		
和風	4	5.5~7.9	不快	ほろりがたつ、紙が飛ばず、頭髪が乱れる
疾風	5	8.0~10.7		
雄風	6	10.8~13.8		
強風	7	13.9~17.1		
疾強風	8	17.2~20.7		
大強風	9	20.8~24.4	危険	歩行に不自由を感じる
				歩行前進をさまたげる。風の息のときに身体の平衡を保つことが極めて困難
				身体が吹き倒される

(風速は地上10mにおける値)

表2 強風の歩行に及ぼす影響 文献4)

風洞風速	0	5	10	15	20 (m/s)
歩行の難易度	同様流中	正常	歩きにくい	意志通り歩けない	歩行困難
歩行の難易度	フェンスによる風速分布有り		歩きにくい	歩行困難	
着衣その他の状態		和服のすそが乱れる	髪が乱れる スカートのすそが乱れる まばたきが多くなる かさを支えられない	髪が激しく流される 目をあけていられない	耳がいたい 呼吸しにくい

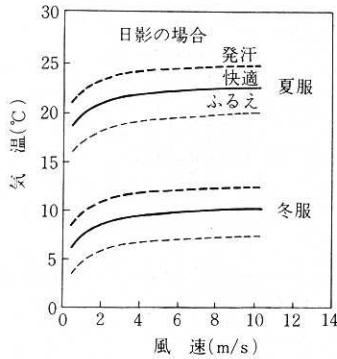


図7 気温、風速および着衣の状態と快適性 (Lawson and Penwarden, 1975)文献3) 通気性の小さい衣服を着用の場合

従って、評価基準風速は力学的な影響だけを考慮して決定すればよい訳であるが、対象地域の用途により人間の行動・滞在時間・年齢などが異なるということに注意する必要がある。Davenportはこれらを考慮して、表3に示すような評価基準風速を提案している。

2.2 市街風の上空の風に対する風速の比率

2.2.1 実測により求めた、市街風の上空の風に対する風速比

前章に述べた東京都港区三田の超高層建物周辺における観測結果の1例を写真2に示す。

図1に示すように、測定点No.0は同建物屋上の測定点であり、他の2点は建物周辺の地表近くの測定点である。

ビル風による風速増加の著しい測定点No.4における風速はNo.0のその5割程度であり、ビル風による風速増加が小さい測定点No.3における風速はNo.0のその3割程度であった。

図3のようにして、超高層建物建設前後の地上の各測定点における風速と東京タワーにおける風速(測定高さ107m)との比率を求め、風向別に平均すると表4のようなになる。表において、建物建設前における値が一般市街風の上空の風に対する風速比であり、同表から判るように0.4前後である。また、建設後において、風向により建物の陰に入る測定点ではビル風の影響が少なく、建設前後の風速の比率が1より小さくなっているが、ビル

表3 空間用途と評価基準風速 (Davenport, 1972)文献5)

行動	空間用途	快適	やや不快	不快	危険
急歩行	歩道	5	6	7	8
散歩、スケート	公園、スケート場、建物出入口廻り	4	5	6	8
坐位、立位、短時間	公園、広場	3	4	5	8
同上、長時間	戸外レストラン、野外音楽堂、野外劇場	2	3	4	8
超過することが許される頻度(再現率, %)		< 1回 (14.5)	< 1回 (3.3)	< 1回 (0.5)	

数字:ビューフォート風力等級。気温>10°C。気温が低いときは20°C当り1階級減らす。

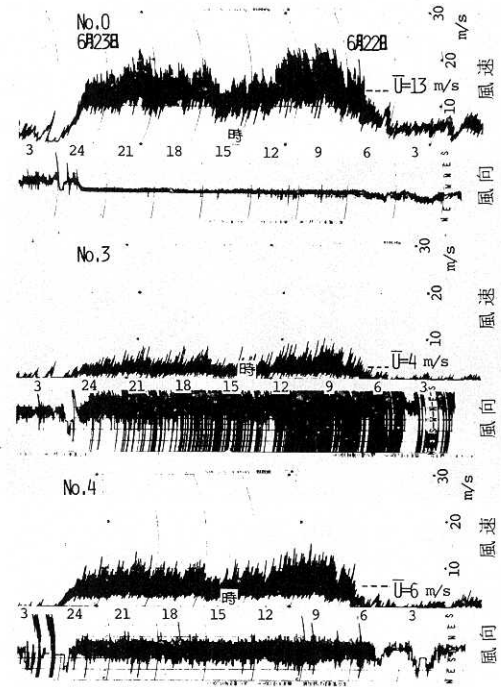


写真2 超高層建物周辺における風速の観測結果の1例 昭和51年6月におけるものであり、上空の風の風向はSWである。

建物屋上の測定点No.0における平均風速 $\bar{U}=13\text{m/s}$ であり、ビル風による風速増加の著しい測定点No.4のそれは $\bar{U}=6\text{m/s}$ でビル風による風速増加の小さい測定点No.3のそれは $\bar{U}=4\text{m/s}$ であった。

表4 超高層建物建設前後における市街風の上空の風に対する風速比の変化

風向	測定点No.	No.3	No.4	No.5
NW	建設前	0.37	0.34	0.34
	建設後	0.58	0.30	0.37
	建設前後の比	1.57	0.88	1.09
S	建設前	0.40	0.40	0.48
	建設後	0.48	0.78	0.22
	建設前後の比	1.20	1.95	0.46

(表中の数値は、同時刻における東京タワーでの風速に対する相対風速の平均値)

風を直接受ける測定点では、建設前後の風速の比率が1より大きくなっている。

2.2.2 ケース・スタディーより求めた、市街風の上空の風に対する風速比

本項では、当研究室で行った11種^{注4)}のケース・スタディーより求めた、一般市街風の上空の風に対する平均風速比 \bar{R}_G やビル風の上空の風に対する最大風速比 R_{GMAX} について述べる。

(1) ケース・スタディーの概要

前述の境界層風洞内に実物の約1/500の市街地模型を設置して、サーミスタ風速計で計画建物周辺に設けた数十点に及ぶ測定点における風速を測定した。写真3に東京都港区三田のケース・スタディー(注4の③)で用いた模型を示す。模型の大きさは、実物に換算して計画建物を中心とした半径400メートル程度の範囲である。風洞風の垂直風速分布は、ベキ法則で近似されているものを用いた。

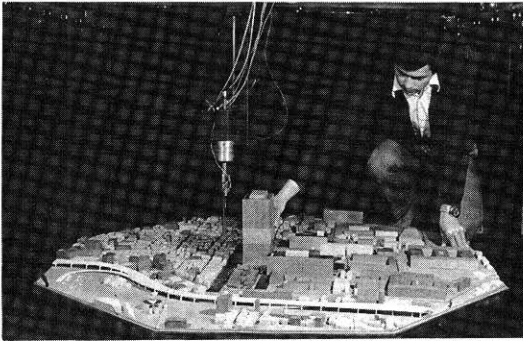


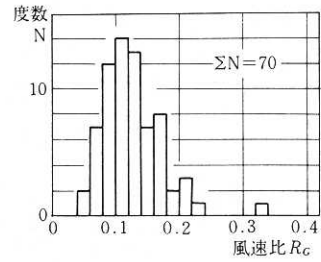
写真3 東京都港区三田のケース・スタディーで用いた市街地模型

(2) 実験結果

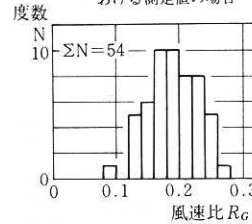
図8は土地の用途・周囲建物条件により分類された R_G の一つのケース・スタディー(注4の⑥)における分散を示したもので、風向や測定位置が異なっても、このような分類方法を用いれば、対象地域内における R_G はある程度まとまった分布を示すことがわかる。

表5(a)は各ケース・スタディーにおける土地の用途・周囲建物条件ごとの平均風速比を全ケース・スタディーについて平均した値 \bar{R}_G である。道路においては、周囲建物が高くなるほど道路幅も広がるので、 \bar{R}_G が大きくなっている。校庭・広場は道路に比べて閉鎖度が多少大きくなっているため、 \bar{R}_G は若干小さくなっている。これら R_G の値は実測により求めた R_G の値にはほぼ一致しているが、市街地の状況は、ケースにより大幅に異なるために、特殊なケースでは R_G の値に $\pm 50\%$ のばらつきを生じる。

表5(b)は全ケース・スタディーにおけるビル風の最大風速比 R_{GMAX} を、発生位置・周囲建物条件ごとにとま



(1) 低層建物で囲まれた狭い道路における測定値の場合



(2) 低層建物で囲まれた広い道路における測定値の場合

図8 一つのケース・スタディー(東京都品川区内)における測定値の分散

表5 一般市街風およびビル風の風速比

a) 一般市街風			b) ビル風		
土地の用途	周囲建物条件	平均風速比 R_G	発生位置	周囲建物条件	最大風速比 R_{GMAX}
狭い*1 道路	低層	0.18	隅角	低層	0.40 ~
	中層	0.20		中層	
広い*2 道路	低層	0.22		高層	0.40 ~
	中層	0.26		道路貫通棟	
校庭・広場	高層	0.38	高層	0.74	
	低層	0.16			
中層					
	高層	0.28			

測定高さ：地上2~3m
 低層：1~2階
 中層：3~8階
 高層：9~20階
 特殊なケースでは \bar{R}_G に $\pm 50\%$ のばらつきを生じる
 *1 幅員 4~6m 程度の道路
 *2 幅員 20m以上の道路

めたものである。強風の発生状況は、計画建物規模や周囲建物・地形などが複雑に影響しており、 R_{GMAX} も表に示すようなばらつきを生じている。

表5より、一般市街風の平均的風速比はばらつきを考慮に入れても $\bar{R}_G < 0.4$ であり、 $R_{GMAX} > 0.4$ であることが判る。従って、一つの目安として計画建物建設前後の風速増加率が1以上で、かつ $\bar{R}_G > 0.4$ であれば、計画建物建設によりビル風の影響が出はじめたと考えられる。

2.2.3 基本モデルを用いた風洞実験より求めた、市街風の上空の風に対する風速比

本項では、市街地を基本的な形状にモデル化して行っ

た風洞実験結果について述べる。

(1) 基本モデルを用いた風洞実験の概要 文献6)

前述の境界層風洞内に、図9に示すように高層建物模型や周辺街区模型を広く配置して、街路上の風速をサーミスタ風速計を用いて測定した。高層建物高さ H 、周辺街区高さ H_b 、街路幅 W を各種変化させて、これらの強風発生状況に対する寄与の仕方を調べた。

(2) 実験結果

図10に示す街路風の平均風速比 \bar{R}_G は $H=H_b$ の時、

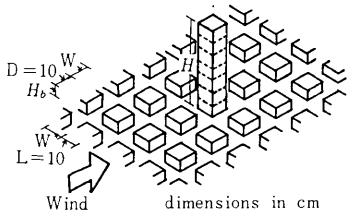


図9 模型の設置状況

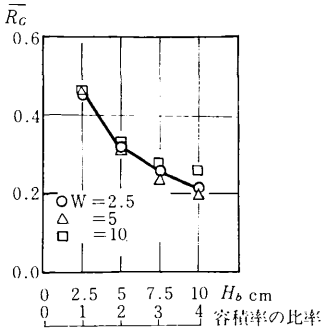


図10 一般市街風の上空の風に対する平均風速比 \bar{R}_G と周辺街区高さ H_b との関係 文献6)

すなわち均一な高さの建物が配置されている時の主風向に沿った街路における風速比を平均したもので、前項における“広い道路での \bar{R}_G ”に相当する。 $\bar{R}_G = 0.20 \sim 0.45$ であり実測やケース・スタディーから求めた値とはほぼ一致している。しかし \bar{R}_G の値は W には影響されず、 H_b により決定され、 H_b が高いほど \bar{R}_G の値は小さくなっている。

図11はビル風の最大風速比 R_{GMAX} と H/H_b の関係を示したもので、 R_{GMAX} の値は H/H_b により決定されることが判る。前述のように $\bar{R}_G = 0.20 \sim 0.45$ であるから、 $H/H_b \geq 2$ で $R_{GMAX} > \bar{R}_G$ となる。このモデルの場合には、ビル風の影響は $H/H_b \geq 2$ で発生し始めると考えられる。

2.3 上空の風に対する風速比と気象官署における観測値との対応—市街風の計画—

市街風の計画を行う際、設計用風速として対象地域上空における風速のある再現期待値を用いるが、この値を各地域ごとに求めることは困難であり、対象地域に最も

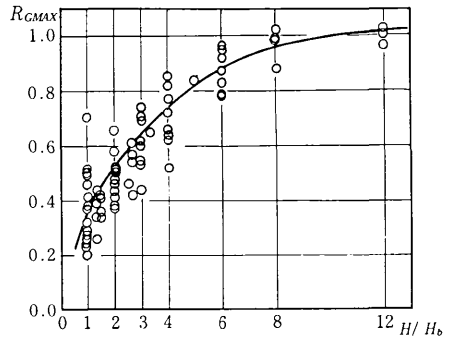


図11 ビル風の上空の風に対する最大風速比 R_{GMAX} と高層建物高さ H と周辺街区高さ H_b の比率 H/H_b との関係 文献6)

近い気象官署の再現期待風速を便宜的に設計用風速として用いることが多い。こうした場合、市街風の上空の風に対する風速比と気象官署における観測値との対応をつける必要があるが、両者の間には次のような関係が成立すると考えられる。

対象小地域内（対象建物が建設された場合に影響が及びそうな地域）のある地点 P_1 における市街風速を U_1 とし、気象官署 P_{MET} における標準風速（例えば、東京地方の場合には、気象庁における測定高さ52.3mでの10分間平均風速）を U_{MET} とし、対象小地域外の地点 P_G 上空の境界層高さにおける推定風速を U_G とすれば、

$$R_G \text{ の定義より } R_G = U_1 / U_G$$

また、 $S_G = U_G / U_{MET}$ と定義すれば

$$U_1 = R_G U_G = R_G S_G U_{MET} \tag{1}$$

風速比 S_G は気象官署における垂直風速分布と地点 P_G におけるそれとが地表面の凹凸により決定されるという

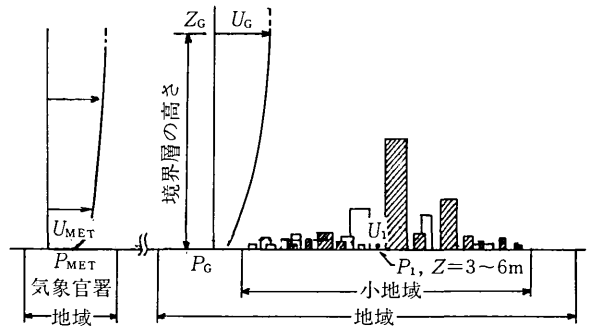


図12 地域風速鉛直分布

ことにより、対象地域について一定の値をとると考えられる。また、風速比 R_G についても前節で示したように土地の用途・周囲建物条件ごとに一定の値をとると考える。

(1)式を用いて、市街風の計画の考え方を示すことができる。表3に示すように、空間の用途により標値基準風速 U_1^* とその再現率が決めれば、その再現率に応じて気

象官署における再現期待風速すなわち設計用風速 U_{MET}^* が決められる。

すなわち、(1)より

$$U_1^* = R_G^* U_G = R_G^* S_G U_{MET}^* \quad (2)$$

S_G は一定であり、 U_{MET}^* 及び U_1^* は評価基準により決められた値なので、(2)式より R_G^* が求められる。市街風計画の考え方とは、高層建物建設後の R_G^* を前節で求めた一般市街風の R_G の値の範囲内に収めることであると考える。

しかし、常時 $R_G = R_G^*$ にすることは難かしく、このような場合、 U_1 の U_1^* に対する風速超過頻度がどの程度であれば許容されるかを、過去の事例に基づいて示した例が図13である。図は英国の高層建物の事例に基づくも

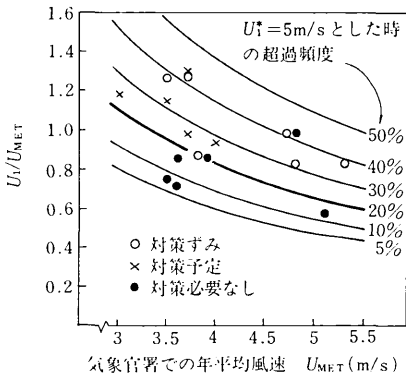


図13 風速超過頻度と対策の必要 (Lawson and Penwarden, 1975)文献3)

のであり、各点が一つの建物を表わす。風速超過頻度20%が建築的対策を必要とする限界であることが判る。

なお、ここに述べた事柄に関連して、現在、再現期待風速については耐風構造設計用あるいは安全の立場から年再現率1.0以下のものが資料として整っているが、市街風計画用としてはこれより大きい範囲の風向別・再現率別の資料を整備することが望ましい。

2.4 市街風の調整方法

前節で示した市街風計画により建築的対策を求められる場合は無論、他の場合においても建物建設により風の流れ方は必ず変化し、程度の差はあれ、強くなる部分と弱くなる部分は必ず出来るので、建物計画段階から市街風の調整方法を考慮すべきである。

風洞実験等による分析によれば、次のようなものが調整方法として挙げられる。

- ① 周辺に比べ、極端に高い建物を建てるのを避け、風の流れ方が大幅に変化しないようにする。
- ② 風に対する建物の見付面積を小さくし、風の流れ方が大幅に変化しないようにする。
- ③ 建物周辺に十分な空地を設け、強風が発生してもその領域を敷地内にとどめ、周辺の街路上や隣地の風速

に与える影響を小さくする。

- ④ 建物の形状を角の多いものにし、流線形に近い形状にする。
- ⑤ いわゆる墓石型の建物にして、低層部により下降流を遮って地表面で強風が発生するのを防ぐ。
次に英国や我国で風害発生後に実施された調整方法の例として、以下のものが挙げられる。
- ① 歩行ゾーンに屋根をかけ、下降流を遮る。
- ② 防風用のフェンス・植栽・ネット等を設置し、剥離流を遮る。
- ③ 床から天井位までの高さのスクリーンを千鳥状に配置し、風が吹き込むのを防ぐ。

記号

H	; 高層建物高さ (m(実物), cm(模型))
H_b	; 周辺街区高さ (cm)
W	; 街路幅 (cm)
h'	; 測定高さ (mm)
$\bar{V}_{no. i}$; 測定点No. i における1時間平均風速 (m/s)
V_T	; 東京タワー(測定高さ107m)における毎正時10分間平均風速 (m/s)
\bar{V}	; 10分間平均風速 (m/s)
V_∞	; 風洞内基準風速(境界層上空の風速) (m/s)
V_s	; 高層建物建設前の各測定点における風速 (m/s)
V	; 高層建物建設後の各測定点における風速 (m/s)
$V_s/V_\infty, V/V_\infty$; 上記 V_s, V を基準風速 V_∞ で割った無次元相対風速
U_{MET}	; 気象官署における標準風速 (m/s)
U_G	; 地点 P_G 上空の境界層高さにおける風速 (m/s)
U_1	; 地点 P_1 における市街風風速 (m/s)
$R_G = U_1/U_G$; 市街風 U_1 の上空の風 U_G に対する風速の比率
R_{GMAX}	; 高層建物周辺における R_G の最大値
\bar{R}_G	; 土地の用途、周囲建物条件ごとにとまとめた R_G の平均値

サフィックスの*はおおの市の市街風計画用の数値であることを示す。

謝辞

本報に述べた観測・実験及び分析に当り、村上研究室高橋岳生技官のご協力を得た。記して、ここに感謝の意を表する。

(1977年1月17日受理)

参 考 文 献

- 1) 勝田・村上・上原；“市街地低層部における風の観測” 建築学会論文報告集，昭和50年5月
- 2) 勝田・村上・池田・上原；“建物周辺に発生する強風に関する研究”，生産研究，昭和50年3月
- 3) Penwarden A. D, Lawson T. V；“The effects of wind on people in the vicinity of buildings”，Proceedings of symposium on wind effects on buildings and structures, London 1975.
- 4) 勝田・村上・後藤・上原；“強風による歩行障害に関する実験的研究”，生産研究，昭和51年3月
- 5) Davenport A. G；“An approach to human comfort criteria for environmental wind conditions”，CIB/WMO Colloquium, Teaching the teachers, 1972, Swedish National Building Research Institute.
- 6) 勝田・村上・上原・小峯，“街区の中に建つ高層建物周辺の強風に関する風洞実験”，建築学会論文報告集（予定）

〔注〕

- 注1) 東京都港区三田の三田国際ビルディング，地上26階建高さ118 m
- 注2) ガストファクター ($G.F.$) の定義は次の通りである。

$$G.F. = V_{MAX} / \bar{V}$$
ここで \bar{V} ；10分間の平均風速 (m/s)
 V_{MAX} ；同上時間内における瞬間最大風速 (m/s)
- 注3) 詳細については，文献2)を参照されたい。
- 注4) 11種のケース・スタディーの対象とした地域は次の通りである。
①東京都港区北青山 ②東京都港区南青山 ③東京都港区三田 ④東京都港区芝浦 ⑤東京都千代田区内幸町 ⑥東京都品川区上大崎 ⑦東京都新宿区西大久保 ⑧東京都豊島区駒込 ⑨東京都江東区北砂 ⑩東京都葛飾区金町 ⑪千葉県市川市

