

高層建物周辺の気流の性質に関する風洞実験

中川 恭次
伊藤 雅保

概要

高層建物が建設されるようになってから、高層建物の周辺部に生じる強風が問題とされるようになってきたが、それに対処する方策はいまだ確立されていない。この現象は、都市内の建築物の相互干渉として浮かび上ってくる問題であるが、自然風の変動、高層建物の規模及び形状、周辺の地形及び建物等の影響により、実際にどの程度の乱れが生じるものかは、現在のところ、研究・調査・分析などの記録も少なく、学問的にはほとんど明らかにされていない。

本実験は上記の理由にもとづき、高層建物建設にもなる高層建物周辺の気流の性質を、縮尺模型を用いた風洞実験によって、調査したものである。

1. 序

近年、高層建物が建設されるようになってから、高層建物の周辺部における気流の乱れが問題とされるようになってきた。というのは、高層建物の周辺で甚だしい気流の乱れが生じ、時には周辺の低層建物に障害をもたらすことも考えられ、また、人々の活動が強風によって防げられることも考えられるからである。

これらに関して、その空気力学的性質については、その現象は認めるが、はたして、その現象が自然風のなかでどの程度生じ得るかは、現在のところ、殆んど研究・調査・分析などの記録もなく、建築物の安全性はもとより、人々の活動が支障を受けるということに関しても明白な結論を得ることさえできない状態におかれている。

この現象は、応用気象学的分野と空気力学的分野とが関連しあいながら都市内の建築物の相互干渉として浮かび上ってくる問題であって、学問的には未解明なものである。しかしながら、この現象は都市環境問題として、特にわが国では都市形成の急激な発達にもなる過渡的な現象として広く社会問題にも関連することであり、今後の調査・研究にまつところが大きい。当面、放置することもできないと判断される。

本実験は上記の理由にもとづき、高層建物建設にもなる高層建物周辺の気流の状態を風洞実験により調査したものである。

2. 実験計画

今回の実験の目的は、

- 1) 風速の水平分布とその強弱
- 2) 風の乱れの性質
- 3) 風向と周辺流方向との関係

について、縮尺模型による風洞実験を行なって、調査することである。

2.1. 風洞

風洞の概略は図-1、2に示したが、この風洞は大林組技術研究所と日本大学生産工学部建築工学科・

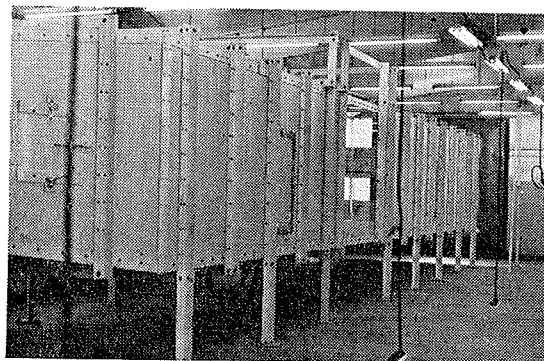


図-1 風洞

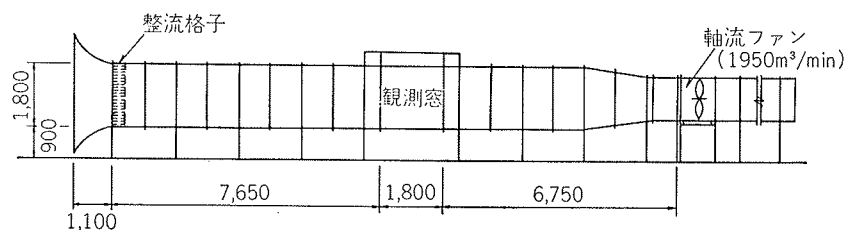


図-2 風洞概略図

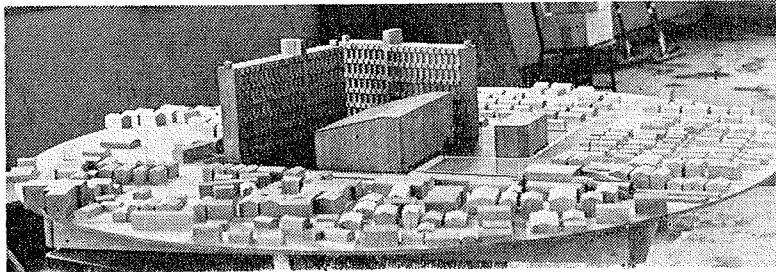
亀井研究室とが共同で建設した 1.80M×2.70M 断面の大型境界層風洞（吸い込み式）でわが国では最大のものである。なお、最大風速は 7.5M/sec である。

2.2. 測定計器

風速計は微風速が測定できる定温度熱線風速計を用い、リアライザーを通して、記録計に自記させた。

2.3. 模型

建設が予定されている高層建物を中心にして、直径 360M の円形の範囲について調査することにし、模型の縮尺を 1/200 とした。模型の全景を図一 3 に示した。



図一 3 模型全景

2.4. 測定

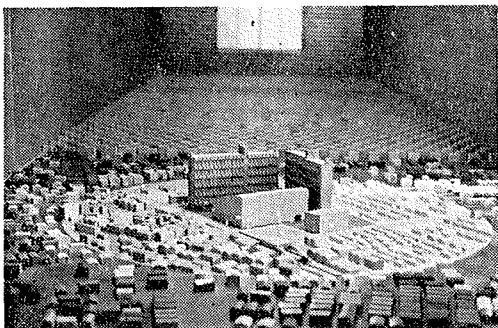
大型境界層風洞を用いて行なう測定方法については、現在、確立されたものがなく、種々の方法が各国により行なわれているが、国際的に最も普及されている方法によった。

風速の測定は地盤上から 10M の高さの位置（模型地盤上では 5CM が 10M に相当する）で行なった。

また、風向を 30° づつ変化させ 12 種の風向について周辺流の風向変化と風速の測定を高層建物の有る場合と無い場合との両方について行なった。

3. 相似性

模型による風洞実験において、より高い相似性を望むならば、できるだけ大きな風洞で、しかも対象とする範囲に影響を及ぼす風上側の地形・地物を全部含んだ模型を用いねばならない。しかし、実際にはこのことは困難であるため、各国では、図一 4 に示したよう



図一 4 粗面の状況

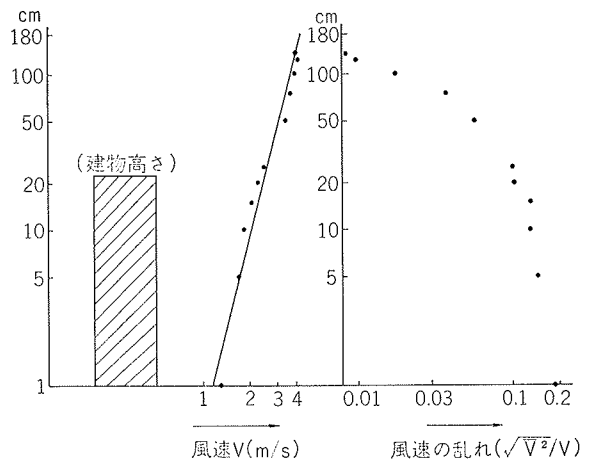
に、模型の風上側に適当な粗面を作成することによって、実際の市街地風に可能な限り、垂直方向の風速分布を近似させ、且つ、乱れの大きさを高さと共に変化させている。

そこで、模型上の風速の垂直分布が設計上に採用されている自然風の平均的垂直分布と相似的な関係になるようにした。

それで市街地の自然風の高さ方向の分布を $V \propto h^{1/n}$ において、 $n=4$ と仮定し、風洞中の分布ができるだけ、 $n=4$ に近くなるように粗面の作成を行なった。（図一 4 参照）

乱れは地表面に近づくにつれて大きく、且つ、強くなっている。しかし、これは自然風の状況が不明なので相似的にはなっていない。

図一 5 に風洞内の風速及びその乱れの高さによる変化を示した。



図一 5 風洞内の風速と乱れの高さによる変化

4. 強風出現度数

東京における、風向別強風出現度数は表一 1 のようになっている。

但し、風速は 10 分間の平均風速

出現度数は年間に対する回数を示している

測定高さは 15M の位置

出典「風害と設計風速をめぐる諸問題」

（高橋浩一郎著）

風速 \ 風向	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
10m/s	1.00	0.93	4.61	46.32	18.29	1.71	23.79	28.57
12	0.21	0.50	1.32	19.64	4.89	0.57	5.93	6.39
14	0.14	0.25	0.50	4.96	1.39	0.14	1.36	2.11
16	0.04	0.11	0.25	1.79	0.32		0.18	0.18
18		0.04	0.04	0.64	0.07			0.14
20				0.36				
22				0.14				

表一 強風出現度数

5. 実験結果

実験結果は、東京における強風の出現度数が最も多いと考えられる風向—Sについてのものを1例として図一6から図一9に示した。

6. 考察

1) 流れの場の中に物体が置かれれば、当然その物体の周辺（後面の領域を除いて）では流速の増加が生じ、 $V_x > V_\infty$ となる。しかし、これは風速の垂直分布、乱れの強さ、建物形状、規模、周辺の建物の状況などと関連することであり、本実験についても、風洞実験

値は近似値であると見做せても、そのままが自然風による実情値であるとはいえない。

2) 高層建物周辺における流線の状況については、この実験では傾向的に示されており、理論的に示されている自由流線（剥離の線上）に沿っては風速の増加が認められ、且つその方向性が示されている。また、この自由流線と建物後面の過動領域内の乱れの増加も現われている。

3) しかし、建物に対して風は水平的な性質と垂直的な性質とを帯びているが、今回の実験では水平的な性質の調査であって、今後、垂直方向の性質をも調べる必要がある。

謝辞

今回、風洞実験を行うにあたって、終始、御指導いただきました、日本大学生産工学部建築工学科・亀井勇教授、また多大なる協力を得ました、(株)日本設計事務所・井上凱敬主任技師、亀井研究室の丸田栄蔵助手、高木猛大学院生、他の各位に深く感謝いたします。

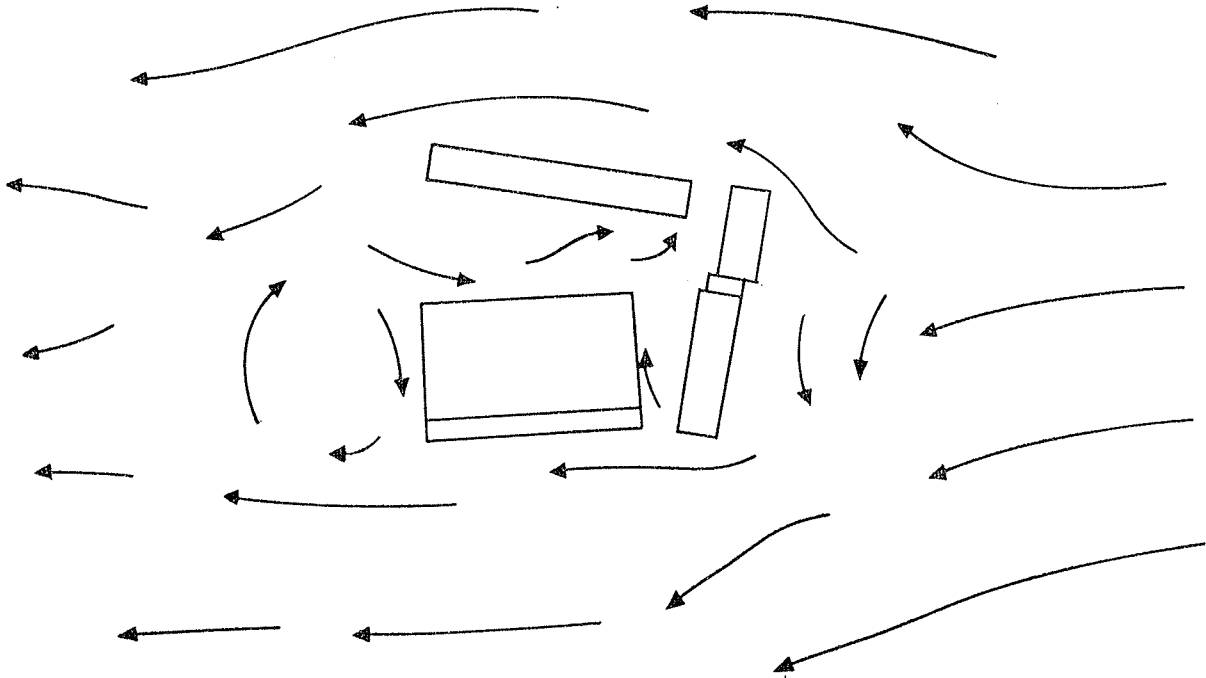


図-6 高層建物周辺における流線の乱れ

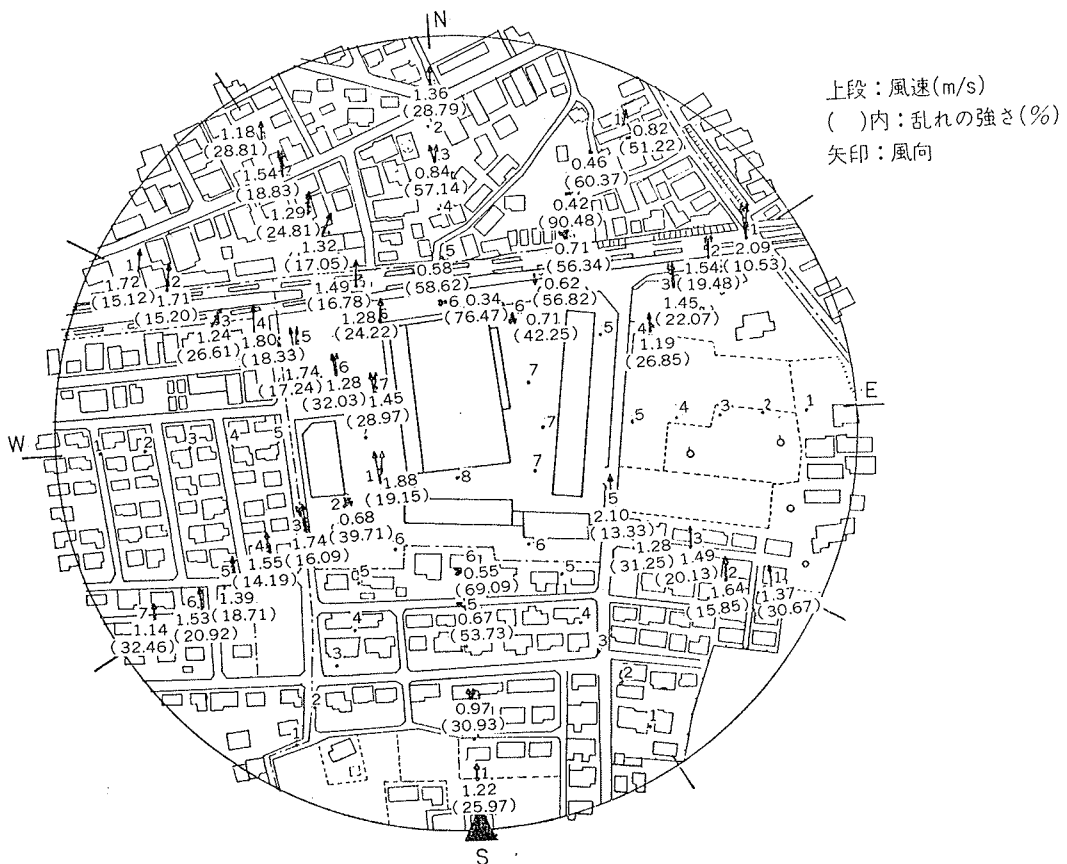


図-7 風向と風速（高層建物がある場合）

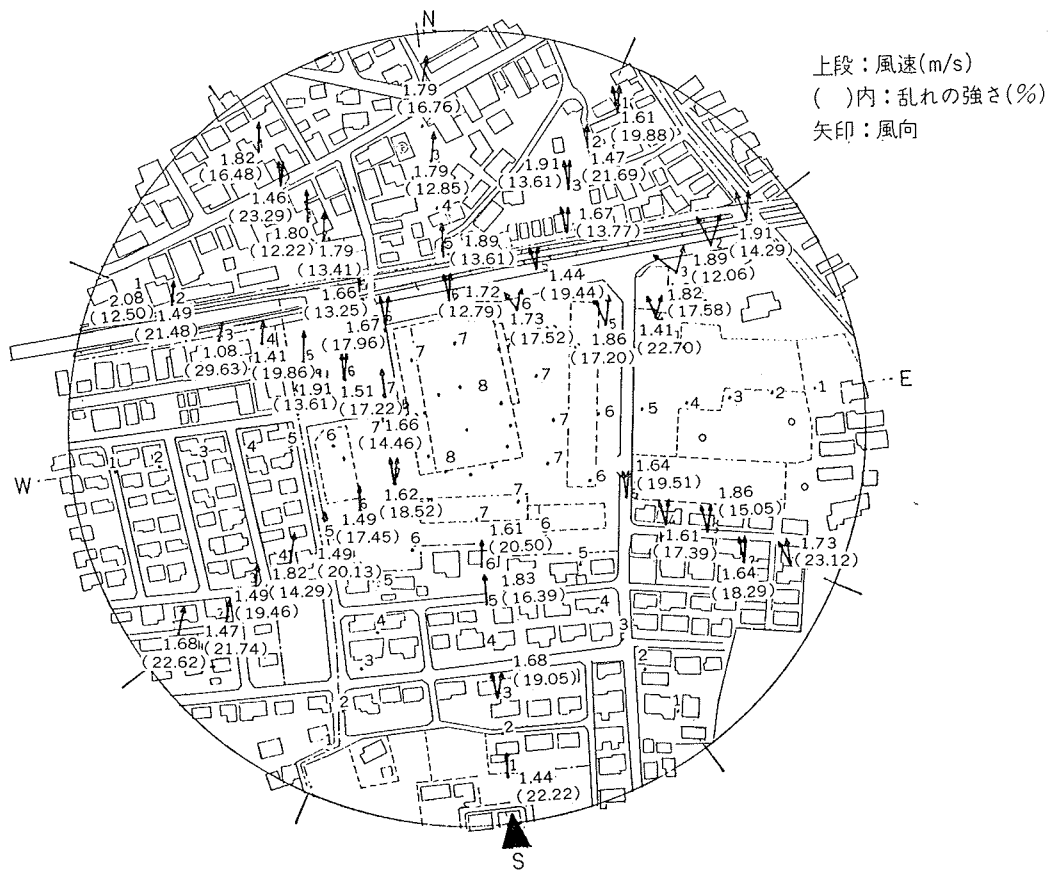


図-8 風向と風速 (高層建物が無い場合)

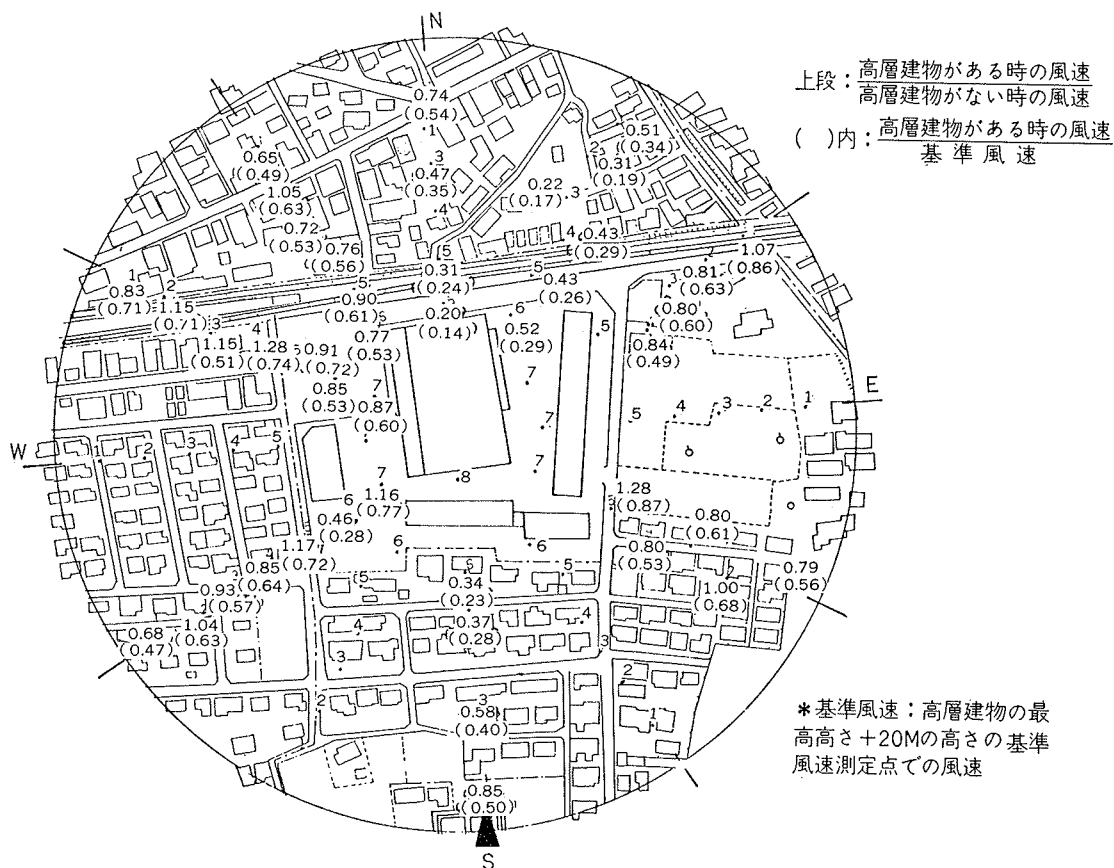


図-9 風速の変化