

都市に吹く強風の特性*

堤 敬一郎** 荒川 秀俊**

緒言： 東京市においては、建築法規の改正に伴ない、超高層建築（たとえば三井の霞ヶ関超高層ビルは地上 147m）が建設されるようになって来た。そこで、東京において、どのくらいの強風が吹くものか、強風はいかなる特性をもっているかが、建築技術上、重要不可欠の問題となってきた。

そこで、我々は気象庁における風の観測はもちろん、東京タワーにおける観測をも十分利用して研究してみた。東京タワーは高さ 333m あるが、1959年 9月から現在まで、つぎのような 5つのレベルで風の観測をしている（太田芳夫, 1961）。風向計ならびに風速計の配置は、第 1表と第 1図に示してある。三杯式瞬間風速計は 30m/秒の風速の場合には、一秒程度の周期の風速の変化に十分追従できるような交流発電式を採っている。

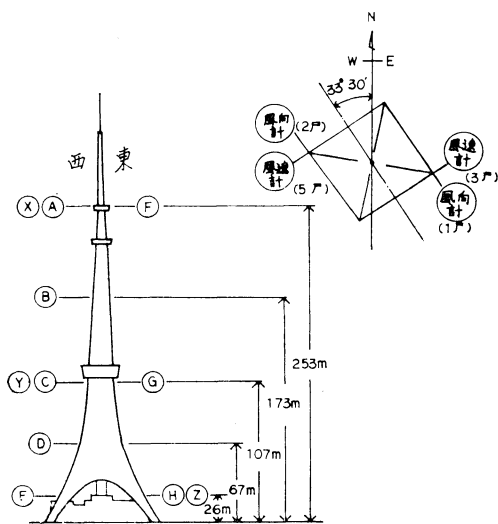
をしらべてみると、

高 さい	253m	173m	107m	67m	26m
観測点	A F	B	C G	D	E H
回 数	37 4	0	1 2	3	0 0

この表から見ると、地上 253m の A, F 点で最大瞬間風速がおこっていることが最も多いが、地上 67m の D 点で最大になることも多い、これに反し、地上 173m の B 点で最大瞬間風速がおこったことは全くなかった。地上 26m の E, H 点では、もちろん最大瞬間風速は起らなかった。

第 1表 風速計の設置状況

レベル		型				
253m	A 点 } 173m B 点 } 107m C 点 } 西側 67m D 点 } 26m E 点 }	三杯式瞬間風速計ならびに平均風速計				
253m			F 点 } 107m G 点 } 東側 26m H 点 }	三杯式瞬間風速計		
253m					X 点 } 107m Y 点 } 西側 26m Z 点 } 東側	風向計



第 1図 東京タワーにおける風向計および風速計の配置図

強風の特性 1959年 9月から1966年12月までに東京タワーの A 点で、30m/秒以上の瞬間風速が観測されたのが47回あった。このような強い gusts でも、最大瞬間風速は、全部最も高い A 点や F 点でおこっているとは限らない。そこで、各点で最大瞬間風速が観測された回数

従来、都市上空の風速の垂直分布についても、高さ Z_0 （普通は地上 10m）における平均風速を V_0 とすると、高さ ($>Z_0$) における平均風速は、近似的につぎの公式で表わされるとした。

$$V = V_0 (Z/Z_0)^n \dots\dots\dots(1)$$

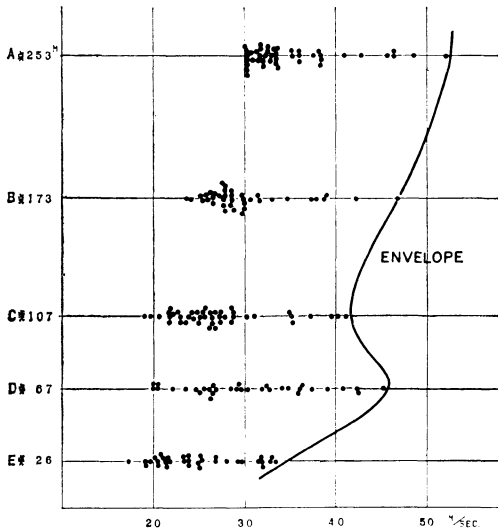
パラメータ n の値は、夏や冬の季節によってもちがうが、普通は $1/7$ という近似値を使っていた。

* Nature of Strong Gusts over the City of Tokyo.

** K. Tsutsumi, H. Arakawa 気象研究所。
—1967年 5月22日受理—

かくの如く、都市上空の風は、上式にしたがい、高さに伴って一様に増すものと考えられていた。ところが都市上空の強風、もしくは gusts の現実については、公式(1)のような簡単なものでない。もっとも同じ東京タワーの資料を使っても、公式(1)が成立つという前川氏(年次不詳)の報告もある。したがって、公式(1)が成立たないのは、強風にだけ限られるのかも知れない。

以上の所見を明らかにするため、第2図にA点で瞬間風速が30m/秒以上のときのA、B、C、D、Eの諸点での最大瞬間風速の値を全部とって、dot で表わした。ただし、A点が欠測のときはF点、C点が欠測のときはG点、E点の欠測のときはH点のものを代用した。また風速の Envelope を作って、各点における瞬間風速の最大記録値を見やすくしてみた。図でもわかるように、東京タワーで測られた最大瞬間風速の記録値は、1966年台風26号によるA点での52.1m/秒であることがわかる。

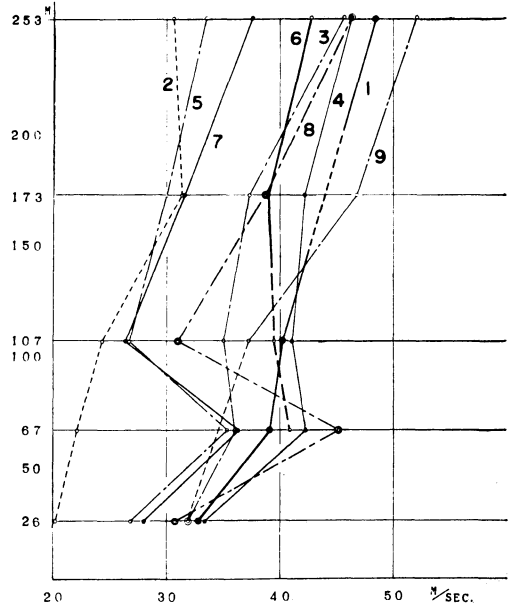


第2図

第2図によっても、高さ67mのD点において瞬間最大風速が二次的極大に達し、107mのC点より風速が強いことがわかる。しかし、高さ67mの二次的極大の風速も、高さ253mのA点での瞬間最大風速よりは弱いことがわかるのである。

また東京へ台風が襲来した次ぎの場合について、瞬間最大風速と高さの関係を、第3図に示した。

- (1) 1959年9月26~27日伊勢湾台風の際の強風
- (2) 1960年8月20~21日の強風
- (3) 1961年9月16日第二室戸台風による強風



第3図 台風の際の瞬間最大風速と高さとの関係

- (4) 1961年10月10日台風24号による強風
- (5) 1962年8月4日の強風
- (6) 1964年9月25日の台風20号による強風
- (7) 1965年9月10日台風23号による強風
- (8) 1965年9月17~18日台風24号による強風
- (9) 1966年9月25日台風26号による強風

この第2図によっても、地上67mのD点において二次的極大の強い瞬間風速が吹いていたことを示している。

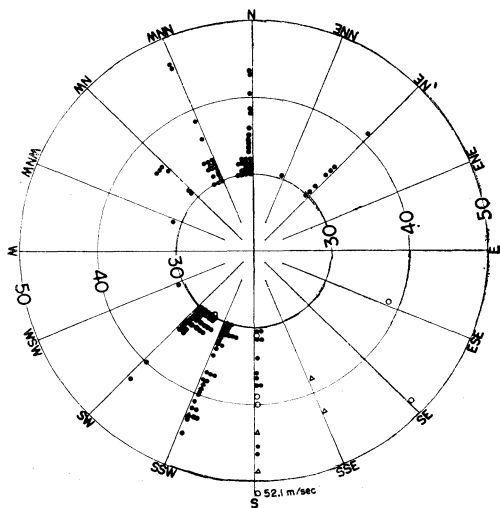
ここで一言断っておきたいことがある。平均風速をとれば、高さ70m付近では、もちろん100m付近よりも弱いのである。gustsとして、時々現われる強い瞬間風速は、高さ70m付近で、高さ100m付近よりも強いことが多いといっているのである。東京タワー付近には、地上30mくらいの建物がこみ合っているので、暴風が吹くときには、建物にはばまれた風が、ときどき高さ70m付近で、強い gusts となって吹き抜けているものようである。

重ねていうが、ある期間内の最大瞬間風速というのは、平均としては弱くともいいが、highest single observationでも、一つ強いのが出現すると、それを採用することになっているのである。そういう意味で、高さ70m付近では、二次的に極大になるような強い gusts が頻繁に出現することを物語っているのである。

東京での強風の卓越風向 東京における暴風の卓越風向を知っておくことも、建築技術上重要である。第4図には、東京タワーにおけるA点で30m/秒以上の gusts が観測された場合を、全部風向別にプロットしてみた。

(伊勢湾台風の場合は、東京タワーでは風向の資料がないので、気象庁の風向の資料を代用し、三角印で区別してある。) この図によると、S, SSW, SW から強い gusts が吹くことが多く、また、NNW, N からの gusts のことも多い。東寄り、もしくは西寄りの強い gusts が吹くことは殆んどないことがわかる。(この図は1959年9月から1966年12月までの資料全部を使って調製した)

以上の卓越風向に関する知見は、B, C, D, E, F, G, H 点での観測でも成立つことである。また気象庁での観測を整理してみると、南寄り、もしくは北寄りの強い gusts が吹くことが多く、東寄り、もしくは西寄りの強い gusts は殆んど出現しないことが確かめられる。



第4図 東京タワー (A点) における Gusts の風向別分布

東京での強風の期待値 東京での10分間平均の最大風速は、1938年9月1日東京付近を通った台風による30.6 m/秒 (斎藤練一氏等 (1957 a, b) が10分間平均の風速に補正した表による) であるといわれる。

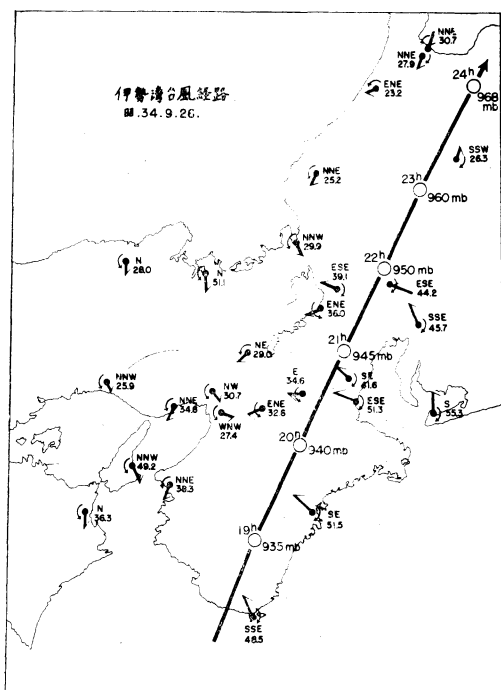
東京での瞬間最大風速は、やはり1938年9月1日の46.7 m/秒である。上の平均風速の記録値も、瞬間最大風速の記録も、風向はいずれもSであった。

日本における瞬間最大風速の記録は、1961年第2室戸台風襲来のさい、室戸岬測候所で観測された84.5 m/秒以上というのであるという。もっとも室戸岬測候所は海

岸にそそり立つ海面上185mのところであり、しかも地上41.8mの高さに風力計がついている。したがって海面上220m以上の上空の風であって、地上風であるとはいえない。

アメリカ気象局は、長いあいだ、防災上の資料を得るため、記録的なハリケーンが来襲したばあい、どのくらいの gusts が吹くかを討究した。その結果によると、地上風で80.5 m/秒までは考えられるとしている。(Hydro-meteorological Section, U.S. Weather Bureau, 1954)

筆者等は1938~1964年の気象庁の観測 (風速計が地上26.8 m に設置された期間) にもとづいて、小河原氏の方法 (中央気象台統計課, 1954) を使い、風速の期間を2.5 m/秒ごとに区切って、200年間に東京で期待される瞬間最大風速をもとめてみたところ、49.8 m/秒となった。もっとも気象庁の風速計は1965年から地上52.2 m の新庁舎屋上に設置されたから、将来気象庁の発表する瞬間最大風速はもっと大きなものが表われる可能性がある



第5図 伊勢湾台風の進路と gusts. 進路は大線でしめす、進路上の圏点は、各時刻での位置をしめし、圏点の右下に中心示度を記入してある、各観測点の側には風向の変化と、瞬間最大風速のおこった風向と瞬間最大風速 (単位 m/秒) とが記入してある、

ることを断っておく。

東京タワーにおいて観測された瞬間最大風速の表を風速を5m/秒きざみにし、小河原氏の方法をつかって、200年間に期待される瞬間最大風速を計算すると68.5m/秒となった。もっとも観測期間は1959～1966年の8か年間にすぎないので計算結果は余り信用できない。

以上を要約すると、東京での瞬間最大風速としては、地上では50m/秒程度、地上50m乃至250mの上空では70～75m/秒程度であると考えられる。

なお、東京の250mまでの強風が、南風であることの多いのは、東京付近の地形のためでもあるが、台風の進路とその東側および西側における強風の特徴とも関係があると思われる。

台風の進路の右側は危険半円といわれ、風が強いことはよく知られている。ところが、この傾向は gusts にも成立している。第5図には、伊勢湾台風の進路と、その右側および左側の風向の変化と、観測された瞬間最大風速を図示してある。資料は伊勢湾台風調査報告(気象庁技術報告, 1961)から採った。台風進路の右側では、風向は時計廻り(NE—E—SE—S—SW—W)にかわり、gustsは非常に強く、50m/秒以上の瞬間風速を記録しているところが、かなりある。進路の左側では、風向は反時計廻り(NE—N—NW—W)にかわり、gustsも強い

が東側半円ほどでないことがわかる。しかも、東側のつよい gusts も大体南寄りの風向になったときに起ることがわかる。こうしたことが、東京での強い gusts が、風向の南のときに起ることの多いのと、若干関連していると思われる。

参考文献

- 1) 中央気象台統計課, 1954: 日降水量 Return Period の計算法, 電力気象連絡会彙報第2輯第3巻 9-31頁.
- 2) Hydrometeorological Section, U.S. Weather Bureau, 1954: "Characteristics of United States Hurricanes Pertinent to Levee Design for Lake Okeechobee, Florida" Hydrometeorological Report, No. 32.
- 3) 気象庁技術報告第7号, 伊勢湾台風調査報告, Mar. 1961.
- 4) 前川甲陽, 年次不詳: 都市における風速の垂直分布について(東京タワーの場合). 竹中建築技術研究所報告, 付図共12頁.
- 5) 太田芳夫, 1961: 地上250mの風速計, 科学朝日1961年4月号42-47頁など.
- 6) 斎藤練一, 井上恵一, 1957 a: 日本各地の最大瞬間風速の分布, 気象庁研究時報9巻1号51-55頁.
- 6) 斎藤練一, 井上恵一, 1957 b: 10分間平均風速による暴風の記録, 気象庁研究時報9巻3号195-202頁.

理事会だより

第14期 第12回常任理事会

日時: 7月14日(金) 15時—18時30分

場所: 気象庁第2会議室

出席者: 畠山, 三宅, 岸保, 桜庭, 小平, 北岡, 吉野, 神山, 大田, 須田, 朝倉, 根本(順不同)

議題

1. 定かんの改正について

(1) 会費値上について

事務局強化(事務局員, 編集関係・1名), 集誌(72頁), 天気(120頁)の増頁をするために、会費を値上する。従来の値上げの例をみれば、今回の値上率は不当なものはないと思われる。

さらに、A会員, B会員のバランスも考え、外国在住会員については、小平, 桜庭, 両理事の間で、具体的な数字を算出し、これらを基にして常任理事会の原案を庶務及び会計理事で作成する。

また、団体会員の会費は40%, 賛助会費は5割

程度の値上をする。

定かんの改正は来年度から実施する。

- (2) 外国国籍の通常会員を社員としてよいかどうかに就いては文部省の意見を聞いた上で決定する。
- (3) この改正は来年度から実施する。

原案をさらに整理した上、地方理事, 地方支部に資料を送り、8月の全国理事会までに意見をまとめる。P.R. 用として気象学会と同規模の他学会の機関紙の頁数, 会員数, 会費等をしらべる。

2. 秋の大会(略)

3. 会員カード

会員カードの原案に就いて説明あり更に全理事個々の意見を聞くことになった。

4. 全国理事会 8月24日(木)に行なう。

5. 発明協会より依頼のあった発明賞の候補者に小林寿太郎氏を推せんすることにきまった。