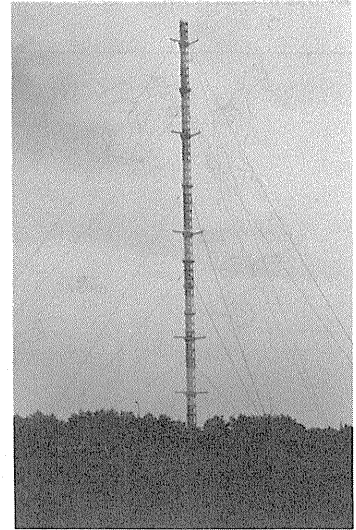
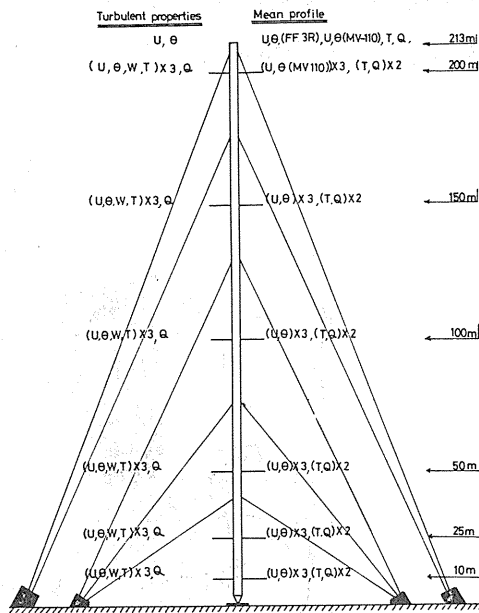


3. 気象観測用鉄塔の概要

3.1 概 要

鉄塔はトラス構造支線式で、断面は、一辺が4 mの正三角形のものである。三角形の一辺の方向は真北と一致している。鉄塔の概観を第3.1図に示す。



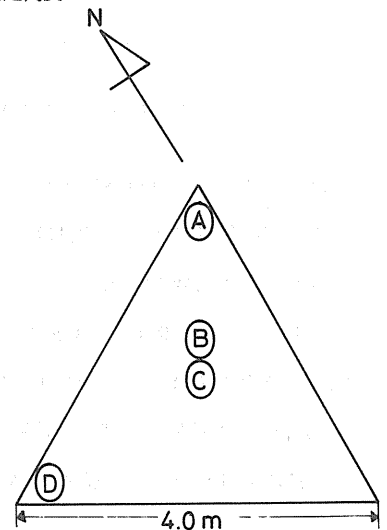
第3.1図 気象観測用鉄塔の概観図と測定要素と測定高度

U : 風速, θ : 風向, w : 風の鉛直成分, T : 温度, Q : 湿度

鉄塔頂部の床面の高さは地表面から213 mで、頂部の周囲には、手すりを備えつけ、三角形の南側の頂部には避雷針、中央と他の二つの頂部には観測機器設置用のポール（高さ2 m）が設置してある。現在、中央のポールの頂部には、2次元超音波風速計、またポールの中には白金抵抗温度計および容量型湿度計がとりつけられている。他の二つの頂部には二種類のプロペラ型風向風速計が設置されている。（第3.2図）

鉄塔の中央には、10mステージから200 mステージまで、積載重量250 kgの電動式昇降機が設置されており、人および観測機器の運搬ができるようになっている。さらに基底部から頂部まで昇降用の梯子が備えつけられている。

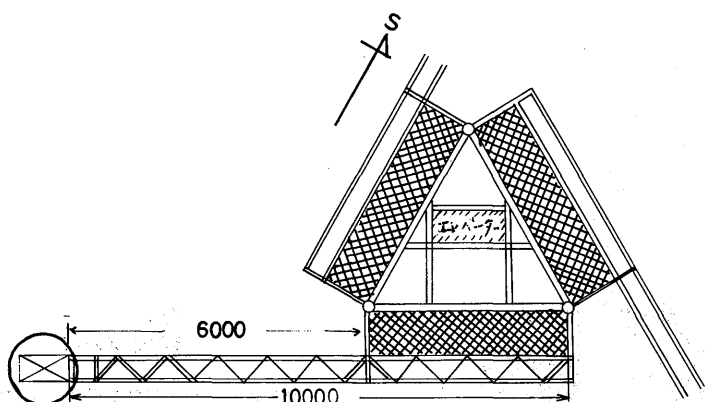
10m, 25m, 50m, 100 m, 150 mおよび200 mのステージに



第3.2図 気象観測塔頂部（高さ213 m）における測定器の配置

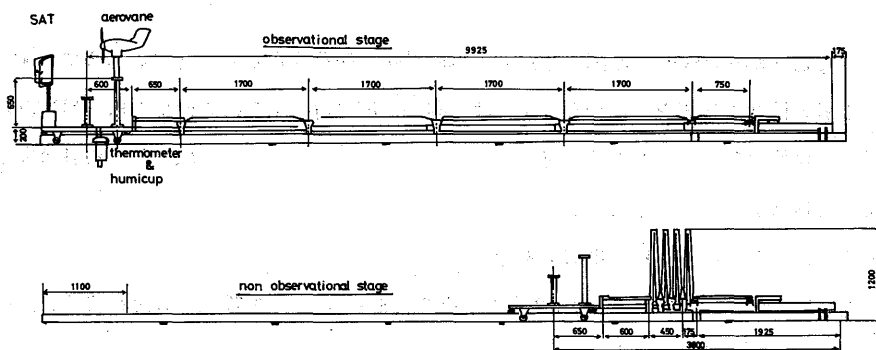
A : プロペラ型風向風速計 (MV-110)
B : 2次元超音波風向風速計 (DA-200)
C : 温度湿度計
D : プロペラ型風向風速計 (FF-3 R)

は、踊り場と測定器設置用の水平支柱が設けられており、この水平支柱は、鉄塔本体の外側に各辺と平行して、一ステージあたり 120° の間隔で3本設置されている（第3.3図）。



第3.3図 測定器設置用支柱の配置（平面図）

この支柱先端は、塔体の端から6 m突き出ており、測器の設置、撤収の際には手で測器取付台のみをスライドさせて鉄塔の踊り場まで引き込む構造になっている（第3.4図）。さらに臨時観測用として約15 m毎に踊り場が設けられている。

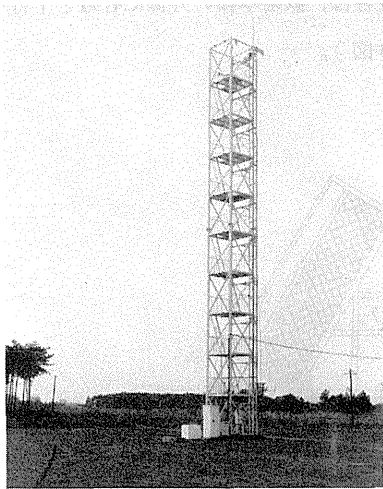


第3.4図 測定器設置用支柱の構造

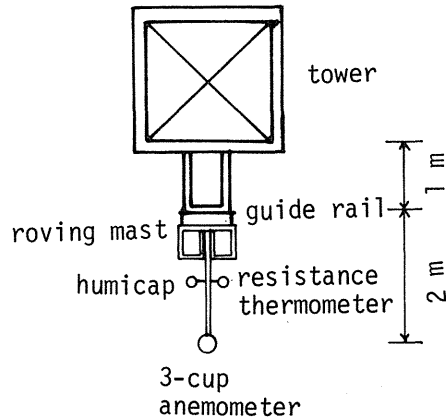
一方、副鉄塔は断面が $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ の正方形のトラス構造の自立式鉄塔で、基底から頂部までの高さは25 mである（第3.5図）。この副鉄塔には、測定器搭載用のリフトが設けられており（第3.6図）、1 m毎に任意の高さで、任意の時間にわたって連続的に観測ができる機構になっている。又、観測用支柱の先端までの距離は塔体の端から約3 mである。

3.2 風洞実験

気象観測塔を使って、気象要素の測定をすることの利点は、固定点での気象要素のプロファイルが容易に得られることであるが、その欠点として考えられるのは鉄塔自体が、気象要素の測定値に少なからず影



第3.5図 副鉄塔の概観



第3.6図 測定器搭載用リフトの詳細図

響を与えることである。

障害物が自然の風の場合にどのような影響を与えるかについての研究は今まで数多く行なわれている。例えば、空隙率が50%以上の鉄塔や煙突の場合には、その障害物の幅の二倍離れた位置で測定すれば、風速の測定精度を $\pm 5\%$ とした場合に、その測定可能範囲は風上側の $240^\circ \sim 270^\circ$ であることが風洞実験で示されている(第3.1表 Gill et al. 1967)。

このようなことから比較的長期間にわたって風向風速の観測を行なおうとする場合に、すべての風向に対して $\pm 5\%$ の精度で観測を行なおうとすれば、同一高度に対して複数の同型の風向風速計が必要となる。

一方塔体が自然の温度や湿度の場合にどのような影響を与えるかについては、その検証は非常に困難で、それに関する報告例はほとんどない。

今回の鉄塔に関しては、鉄塔の構造上6m以上の水平支柱をつき出すことは不可能なこともあって、塔体の影響を避けるために、一高度につき、3本の水平支柱を 120° 毎に設置する方式を採用し、その妥当性については、風洞実験の結果を参考にして確認した。

風洞実験は、鉄塔の $\frac{1}{20}$ の部分模型を製作し、気象研究所のゲッチンゲン型風洞を使用し、風速の測定には、定温度型熱線風速計を使用して行なった。

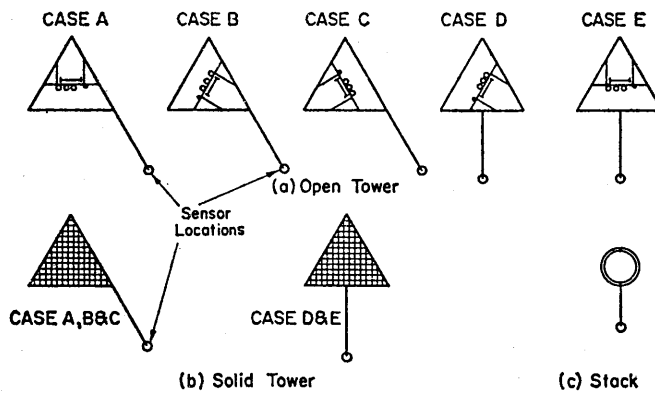
実験を行なった風洞風速は 2 m/sec および 5 m/sec で、乱れの強さは1%以下であった。その結果を第3.7図(a)(b)(c)に示す。

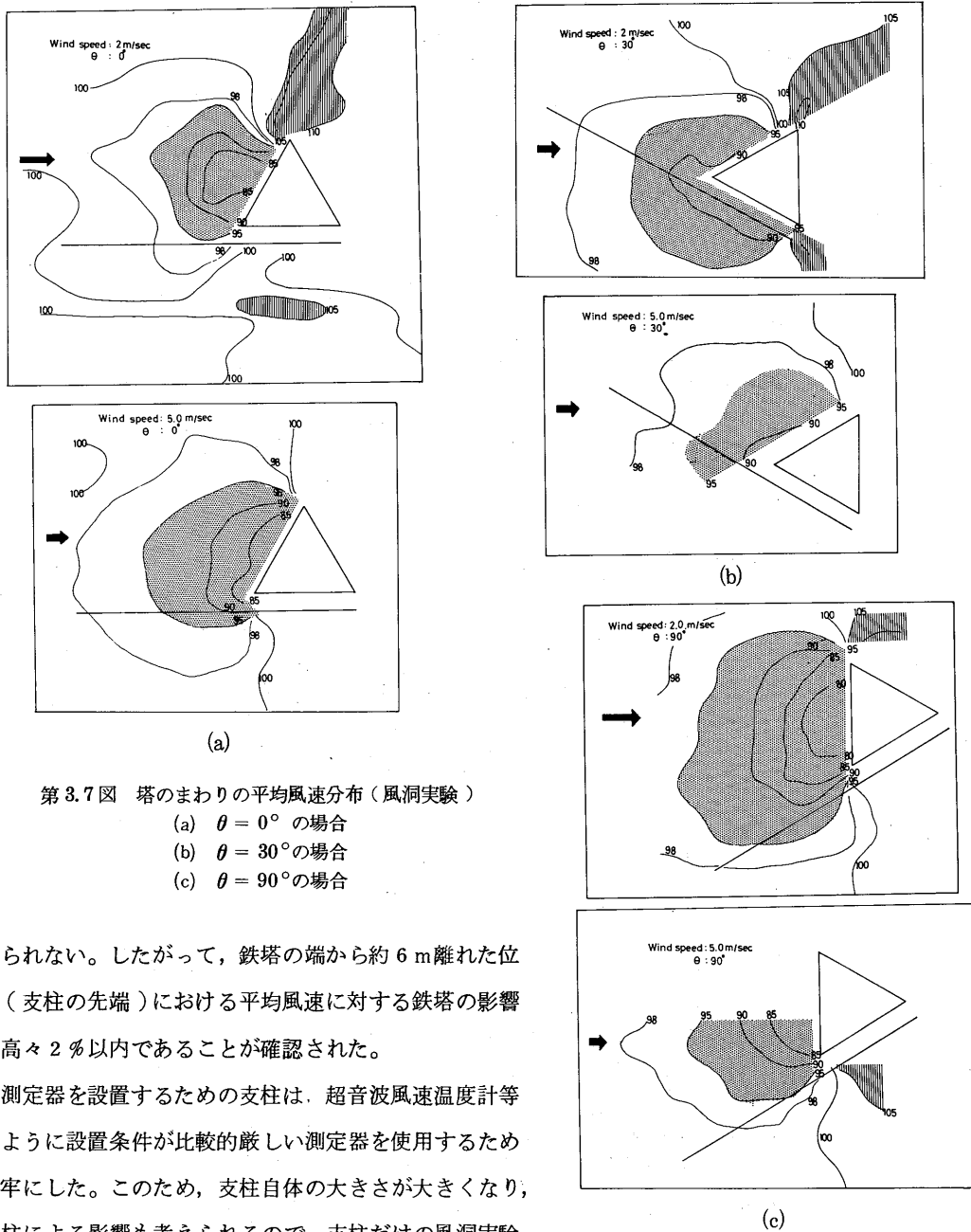
これらの図の中の数字は、風洞風速に対する風速の割合を%で示したもので、ハッチで示した部分は、その位置での値が、風洞風速に比較して、相対的に5%以上異なる部分である。

第3.7図から明らかなように、鉄塔の辺に対して風向が直角になった場合に(すなわち $\theta = 90^\circ$)最も塔体の影響が前面に大きくでていることがわかる。しかしこの最悪の場合でも、支柱の先端では、風洞風速に対する相対誤差は高々2%である。さらに風洞風速の差による風速分布のパターンの変化はほとんど

第3.1表 塔が風の場に及ぼす影響（風洞実験）
（Gill *et al.*, 1967による）

Case	Boom extension	Operation angle (deg) for wind speed error of less than:		Extremes of velocity ratio U/U_0 (%)	
		$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	Maximum	Minimum
Open tower, Section I					
A	1D	325	180	110	68
	2D	340	270	109	73
B	1D	325	180	109	63
	2D	340	270	109	71
C	1D	340	200	109	81
	2D	345	270	109	84
D	1D	240	190	111	70
	2D	330	250	109	72
E	1D	230	200	112	42
	2D	330	260	109	52
Section II					
A	1D	340	200	109	71
	2D	345	240	112	82
E	1D	220	180	111	55
	2D	280	240	112	71
Solid tower					
A	1D	110	000	159	00
E	1D	000	000	160	00
	2D	250	<210	159	10
Stack					
	1D	000	000	146	00
	2D	160	130	120	<5
	3D	180	130	116	46
	4D	190	160	113	57





第3.7図 塔のまわりの平均風速分布（風洞実験）

- (a) $\theta = 0^\circ$ の場合
- (b) $\theta = 30^\circ$ の場合
- (c) $\theta = 90^\circ$ の場合

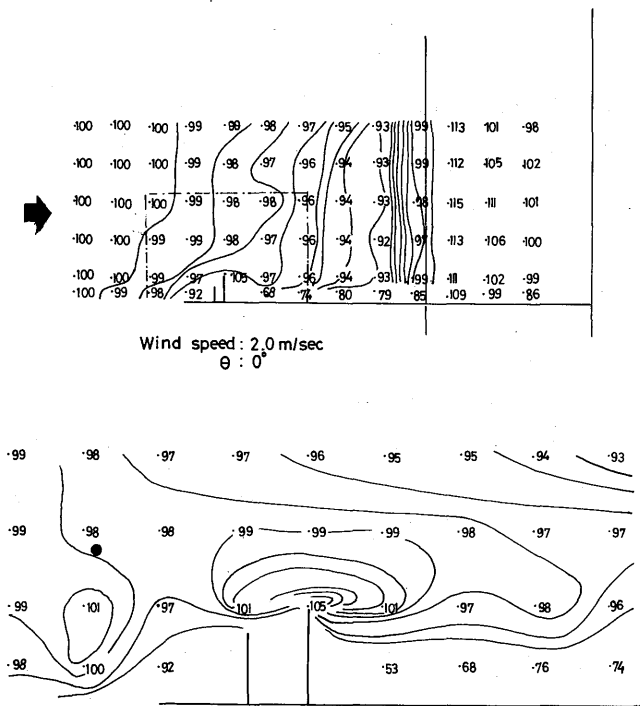
見られない。したがって、鉄塔の端から約6m離れた位置（支柱の先端）における平均風速に対する鉄塔の影響は高々2%以内であることが確認された。

測定器を設置するための支柱は、超音波風速温度計等のように設置条件が比較的厳しい測定器を使用するため堅牢にした。このため、支柱自体の大きさが大きくなり、支柱による影響も考えられるので、支柱だけの風洞実験

を行なった。その結果を第3.8図に示す。なお、この実験に使用した支柱のスケールも $1/20$ である。

塔体の影響を見積った場合と同じように、平均風速に対する誤差を2%以下にするためには、支柱より少なくとも50cm以上離して測器を設置する必要があることがこの図から認められる。

これらの実験は、すべて乱れの強さが1%以下という層流に近い条件で実施されたものであり、実際の野外では、多くの場合乱流と考えられるので、この結果がそのまま適用できるとは考えられないが、定性的には、層流の場合が乱流の場合に比較して、条件が厳しくなることから、この風洞実験の結果は過大評



値となっていると思われる。したがって支柱の先端で50 cm支柱より離して測定器を設置すれば、塔体および支柱が風場に与える影響は現実の問題として無視できるものと考えられる。

3本の支柱の方向は、南を中心として、それぞれ 120° の間隔とした。これは先に述べた、館野高層気象台の風向の頻度分布を考慮して決定されたものである。