

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-239

突風風洞の気流測定について

高橋 侔

1973 年 4 月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

既 刊 資 料

TM-205	自由飛行模型 FFM-10 の動安定微係数の推定について	1971年7月	河崎俊夫, 河本 巖
TM-206	静止衛星の軌道保持シミュレーションシステムの構成 (I) —地球の重力場による摂動—	1971年8月	松島弘一
TM-207	対称スピン衛星用ニューテーション・ダンパの解析	1971年9月	村上 力, 狼 嘉彰
TM-208	薄板継手構造の強度についての実験 —接着およびリベット継手—	1971年11月	池田為治, 熊倉郁夫 竹内和之
TM-209	試作接着面応力センサの較正試験	1971年11月	大竹邦彦, 遠藤修司 野口義男
TM-210	小型加速度計による風洞模型姿勢角の測定	1971年12月	原 亘利
TM-211	軽量ジェットブースト STOL の一検討	1971年12月	西村博史
TM-212	原動機部要素試験設備用消音装置の特性試験	1972年1月	鳥崎忠雄, 小林 実
TM-213	フライングテストベッド空気系統試験	1972年2月	田辺義一, 小暮泰之 川崎純男
TM-214	フライングテストベッド燃料系統試験	1972年2月	田辺義一, 小暮泰之 川崎純男
TM-216	安定板を有する固体ロケットの操舵要求軽減法	1972年2月	大石 晃, 山中龍夫 冠 昭夫
TM-217	フライングテストベッド自動安定装置性能試験 (I) —製作時性能試験—	1972年7月	小川敏雄, 甲斐忠夫 十河 弘, 増原 恢
TM-218	フライングテストベッド自動安定装置性能試験 (II) —実験前性能試験—	1972年7月	小川敏雄, 甲斐忠夫 十河 弘, 増原 恢
TM-219	フライングテストベッド脚性能試験	1972年5月	渋谷昭義, 川崎純男
TM-220	フライングテストベッドテレメータ性能試験	1972年5月	小野幸一, 十河 弘 池上 博
TM-221	ロケット模型の動安定微係数の測定	1972年5月	谷 関 喬, 高島一明 根 英夫, 中村正剛
TM-223	自由飛行模型 FFM-10 の強度について	1972年5月	河崎俊夫, 齋藤秀夫 堀武敏, 多田保夫 林 洋一, 戸田 勸 日下和夫, 越出 慎一 築地恒夫, 中井 暎一 森田甫之, 菊地 孝男 高橋 実, 東久保正年
TM-224	フライングテストベッド油圧系統試験	1972年5月	藤枝郭俊, 十河 弘 川崎純男, 中村公昭
TM-225	ストラップダウン方式の慣性機器誤差によって生ずる飛しょう径路誤差の一考察	1972年5月	大月正男, 新宮博公 鈴木孝雄
TM-226	フライングテストベッド機体強度剛性試験	1972年7月	渋谷昭義, 丸山 茂 川崎純男
TM-227	フライングテストベッド操縦系統試験	1972年7月	藤枝郭俊, 牧野 健 川崎純男
TM-228	航空用ガスタービンの高圧形燃焼器の予備実験	1972年7月	鈴木邦男, 石井浅五郎
TM-229	液体酸素中におけるころがり軸受の性能	1972年7月	宮川行雄, 関 勝美
TM-230	航空用ガスタービン燃焼器における排気制御の研究 (2)	1972年7月	齋藤 隆, 鈴木邦男
TM-231	フライングテストベッド全機振動試験	1972年8月	渋谷昭義, 岡田典秋 丸山 茂, 川崎純男

突風風胴の気流測定について*

高橋 俣**

1. まえがき

昭和47年3月、新型航空機部に於いて突風風胴が完成した。この風胴における突風発生は附属の突風発生装置により種々の関数を発生させ、これを入力信号として翼列を振動させて気流の方向を偏向させ上下方向の気流変動(突風成分)を得る方式をとっている。

入力波形と突風成分の波形を比較することを目的に昭和47年6月に本実験が行なわれた。用いた入力波形は正弦波、三角波、矩形波の3種類で、特に正弦波形について詳細に行なった。測定には2台の熱線風速計とX型熱線プローブを使用して2方向の速度成分の変動を調べた。

本実験では各測定位置における入力信号の周波数と振幅について突風成分の波形、振幅を比較、検討した。その結果、3Hz以下では歪のないきれいな波形が得られた。また、振幅を一定にして加振周波数を変化させた時、1Hz以下では得られた波形の振幅はほぼ一定となった。測定位置の前後位置については翼列に近い程度歪の少ない波形が得られた。左右位置では中央部(ここには翼列を支える板があるため、このwakeの影響を受けている。)を除いて、ほぼ一定の振幅、波形が得られた。上下位置では風胴中心線の上下500mm以内ではほぼ同一の波形が得られた。

本実験中に奇妙な現象として、翼列を加振している時も、していない時も気流がほぼその風速に対応するある特有な振動数で微小変動しているのが観測された。また、この微小変動の振動数に近い周波数で翼列を加振すると、得られた波形の振幅が著るしく低下した。これについての詳細は本文にて述べる。

実験結果より判断すると低い周波数域で翼列を加振すると、入力信号の波形と得られた突風成分の波形は良い一致を示し、本実験の目的はかなえられた。また、この低い周波数域で測定部の各位置での突風成分の波形には大きな差がなかった。

2. 実験装置

突風気流の測定には下記の設備、装置、測定器類を使用した。

突風風胴及び突風発生装置

熱線風速計

直線化増幅器

演算器(主流方向に対するX, Y軸の2成分の乱流値を得る)

X型熱線プローブ

Root Mean Square meter (R.M.S.メータ)

ペンレコーダ

データレコーダ

フライトアナライザ(X, Y軸の2成分の速度を演算するため)

なお、図1に突風風胴測定部の概要図を示す。この風胴の測定部側面は閉じた壁であるが、上下境界面は開放となっている。流れはこの境界面、固定壁附近を除いた中央部はほぼ二次元性が保たれている。

3. 解 析

本実験では2台の熱線風速計と図1に示したようにX型熱線エレメントを用いて、気流の速度の主流方向とそれに垂直な方向の2成分を得た。熱線プローブはプローブ軸と風胴軸の方向が一致するように設置されている。X型熱線エレメントはプローブ軸にそれぞれ $\pm 45^\circ$ 傾いた2本の熱線を張り合わせたもので、熱線エレメントに平行な面内の速度ベクトルに応じた信号を発生する。いま、翼列を通過した流れの場合は二次元であるものとすれば、この流れの場のある1点における速度を \vec{U} とし、風胴軸方向、それに直角な方向の速度成分を U, V とする。然る時、各熱線エレメントに感ずる速度を U_A, U_B とすれば、 U_A, U_B はそれぞれ U, V と次の様な関係になる。

熱線エレメントAに感ずる速度 U_A

$$U_A = U \sin 45^\circ + V \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}(U + V) \quad (1)$$

熱線エレメントBに感ずる速度 U_B

* 昭和48年2月7日受付

** 新型航空機部

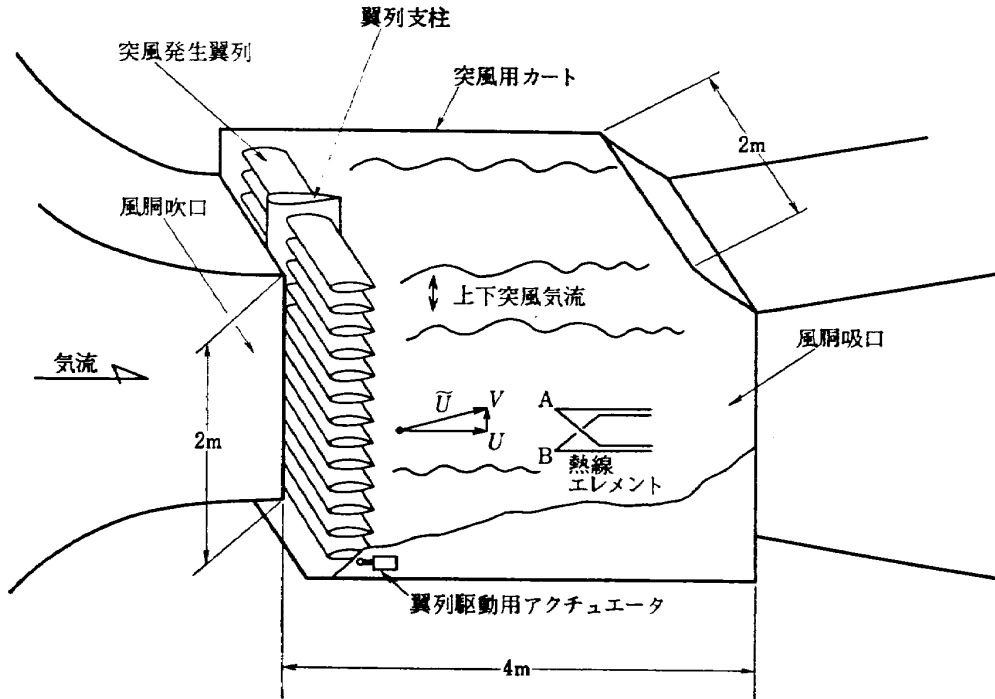


図1 風洞測定部概要図

$$U_B = U \sin 45^\circ - V \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}(U - V) \quad (2)$$

(1), (2) より U, V は

$$U = \frac{\sqrt{2}}{2}(U_A + U_B) \quad (3)$$

$$V = \frac{\sqrt{2}}{2}(U_A - U_B) \quad (4)$$

のように求まる。本実験では、熱線風速計より得られた出力はリニアライザを通して直線化され、 U_A, U_B のある定数 k_A, k_B 倍の出力電圧 $E_A = k_A U_A, E_B = k_B U_B$ としてペンレコーダ及びデータレコーダに記録させた。後の演算の便宜のため、 $k_A = k_B = k$ となるようにリニアライザを調整した。それ故、(3), (4) は

$$U = \frac{\sqrt{2}}{2}(E_A/k_A + E_B/k_B) = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{1}{k}(E_A + E_B) \quad (3)'$$

$$V = \frac{\sqrt{2}}{2}(E_A/k_A - E_B/k_B) = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{1}{k}(E_A - E_B) \quad (4)'$$

となり、このアナログ量 U, V の演算処理は飛行実験部のフライトアナライザで行なった。

4. 測定結果

種々の項目について測定した結果を 4.1~4.7 にて

述べる。実験は熱線すなわち X 型熱線プローブを図 2 に示した L, W, H を組み合せた○印の位置に設置して測定した。

4.1 気流の変動波形

代表として正弦波を考える。気流の方向が翼列の迎角に追従するものとすれば、翼列の迎角が正弦波的に変化するので、翼列の最大迎角（ここでは振幅と称する。）を θ_0 とすれば、気流の速度 \tilde{U} の方向 θ は次式で与えられる。

$$\theta = \theta_0 \sin(2\pi ft) \quad (6)$$

ここで t は時刻、 f は翼列加振周波数である。実験では f は 0.1~20 Hz の範囲で行なった。

この時、

$$U = \tilde{U} \cos \theta = \tilde{U} \cos(\theta_0 \sin(2\pi ft)) \quad (7)$$

$$V = \tilde{U} \sin \theta = \tilde{U} \sin(\theta_0 \sin(2\pi ft)) \quad (8)$$

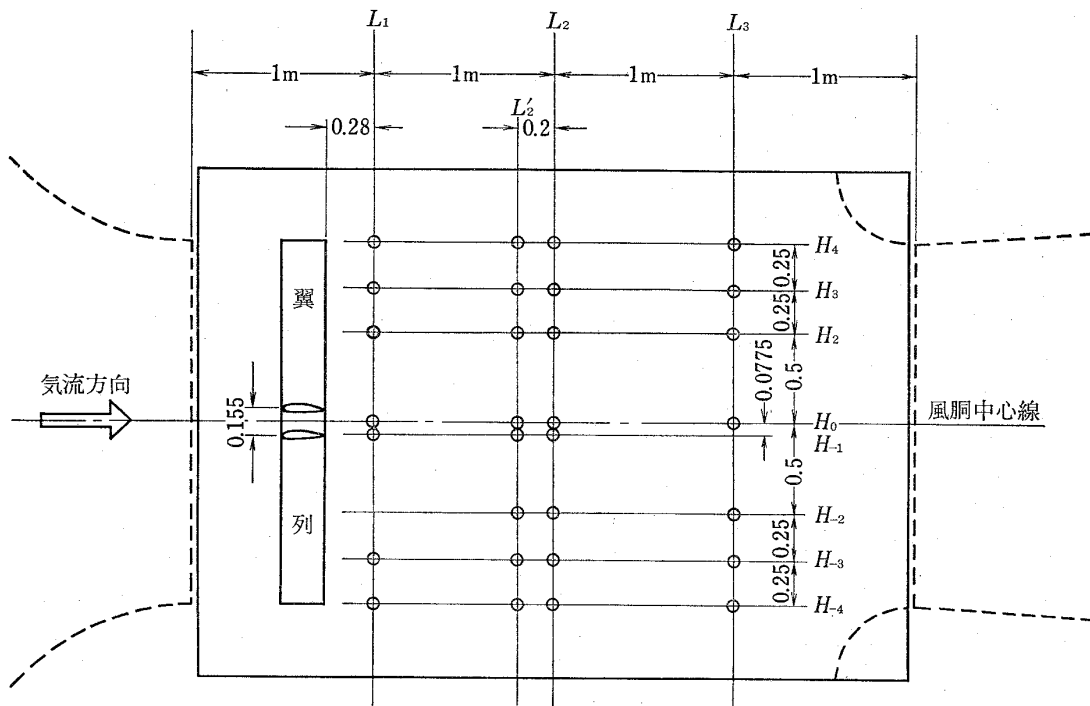
で表わされる。

θ_0 が十分に小さい時は、

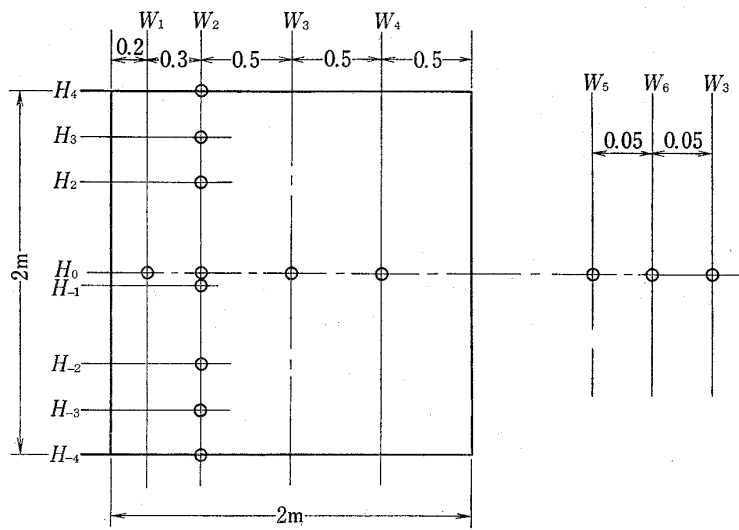
$$U \cong \tilde{U} \quad (7)'$$

$$V \cong \tilde{U} \theta_0 \sin(2\pi ft) \quad (8)'$$

となり、 \tilde{U} が一定の場合は U は一定で、 V は正弦波を描くことになる。三角波、矩形波も同様に表わされる。



気流方向測定点 (側面)



測定部断面の測定点 (下流側より見る)

図2 測定点の位置

図 3 は $\theta_0=0.1 \text{ rd}$, $\bar{U}=20 \text{ m/s}$, $f=3 \text{ Hz}$ の場合で、(8)' によれば、 $\bar{U} \times \theta_0 = 20 \times 0.1 = 2 (\text{m/s}) \cdot \text{rd}$ になるはずであるが、実際の測定値は $1.4 (\text{m/s}) \cdot \text{rd}$ である。しかし、実験値の $\bar{U} \cdot \theta_0 = 1.4$ を用いて (8)' を計算した結果と測定された波形を比較すれば、図 3 に示したように良く一致していることがわかり、所期の実験目的である翼列信号と気流の突風成分変動の波形の比較という観点からは満足すべき結果と考えてよいであろう。なお、 $\bar{U} \cdot \theta_0$ が理論値より小さくなった原因については目下のところ不明である。これについて後で詳しく述べるが、一様気流の微小変動という現象により波形の振幅が大きく影響を受けいるものと思われる。

次に三角波、矩形波について風速と翼列振幅を一定にして加振周波数を変えた時の測定結果を図 4, 5 に示す。尚、正弦波については後で詳しく述べる。

図 4 の矩形波、図 5 の三角波については、翼列を 1 Hz で加振した時の V 成分の波形のくずれは小さいが、それを越えると大きくくずれてしまい正弦波程には翼列加振周波数によるくずれの許容度はない。

図 6 に矩形波、図 7 に三角波、図 8 に正弦波について、風速、翼列振幅、翼列加振周波数を固定して、前後位置を変えた時の波形測定の結果を示す。矩形波(立ち上がりの所を除く)、三角波は翼列直後 L_1 位置では歪のほとんどない波形が得られたが L_2 位置になると相当くずれている。また $\bar{U} \cdot \theta_0$ は L_2 位置になると大きな値となり理論値に近い値となっている。正弦波はこれら矩形、三角波程前後位置によるくずれはない。図 8 では f が 15 Hz 以上であるので他の波形との比較は都合悪いが図 29 を参考にすれば良くわかる。

4.2 翼列の周波数の影響

図 9 に示すように翼列を加振していない風速較正時、 U_A , U_B に規則正しい速度の微小変動が見られる。この変動は一様流速に対応するある特有な振動数を持っている。これを表 1 に示す。図 9 には示していないが、この微小変動は熱線プローブを翼列内に入れると消える。また後方へ行くにつれて増大する。 L_2

表 1 風速～微小変動の振動数

風速 $\bar{U} \text{ m/s}$	振動数 $n \text{ Hz}$	比 $n/\bar{U} \text{ 1/m}$	波長 $\bar{U}/n \text{ m}$
10	3.3	0.33	3.0
20	5.5	0.28	3.6
30	9.3	0.31	3.3

位置で一般流速に対する変動分は一般流速 20 m/s では 1.5% 程度である。この微小変動は翼列を加振しても同じ振動数で出ている。原因は不明であるが、 \bar{U}/n , 即ち、波長を計算して調べてみると、各風速での変動の 1 波長と翼列と風洞吸口までの距離 3.2 m とはほぼ一致しており、この間で微小変動の原因となるものが存在しているようである。事実、実験中に風洞吸口で空気が出入りしていることが観測された。それ故、一様流の微小変動にこの風洞吸口が関係している可能性が強いと思われる。さらに奇妙な現象として、この微小変動の振動数に近い周波数で翼列を加振すると V 方向の振幅が低下するということである。以下各風速、翼列振幅について、測定結果を図 10~13 に示しこれを比較し易いようにグラフに描いて示す(図 14~17)。ここで V_{p-p} は V 成分の振幅のピーク間の大きさを示す。

この結果、本実験での風速範囲内では 1 Hz ないし 3 Hz 以下では V 成分はほぼ一定であることがわかる。

4.3 翼列の wake の影響

熱線を上下方向に連続して移動させた時、翼列の wake をとらえた時の様子を図 18 に示す。wake による速度の低下は約 7% である。なお、図 18 の左端は R.M.S. メータで測定した V 方向の乱れの強さである。

wake のところで乱れの強さが大きくなるのがわかる。

wake は翼列を振らせると主流の方向の偏向に対応して上下方向に変位しながら流れてくるので、熱線の位置により測定された波形に違いが出てくる。この wake による波形の歪みのパターンを次の様に説明できる。

1) 熱線が 2 枚の翼の中間に位置している場合

図 19 に示す様に○印の所で低速の流れが熱線に当たるので、得られた速度もそれに対応する位置で低下したものが出てくる(○印の所)。測定例は図 22 の H_0 位置である。

同様にして、

2) 1 枚の翼の真後ろの場合

図 20 に示すパターンとなる。実例は図 22 の H_{-1} 位置である。

3) 2 枚の翼のうちどちらか一方に近い場合

図 21 参照、実例は図 22 の H_{-2} 位置及び図 24 の H_2 , H_3 位置である。

3) のパターンのうち熱線が 1 枚の翼に極く近い場

合は 2) のパターンになる。しかし、実際には気流が風洞軸に平行に流れずやや上向きに流れ、下流へゆくにつれて、wake の位置が上方へ移動してくるために述べた基本的なパターンから少しずれた波形となる。

図 23, 25 は図 22, 24 の U_A , U_B , 即ち, E_A , E_B をフライトアナライザで計算した結果である。ここで明らかな事は, H_0 , H_{-1} 位置のように測定部中央位置では U は前に述べたように wake と微小変動の影響を除いて一定の値となるが, H_{-3} , H_2 , H_3 位置のように測定部の上下境界面の近くでは U も周期的に変動している。これは突風風洞の測定部上下面は開いていて、外部から空気の入りが自由に出来る構造であるからであろう。つまり、測定部の端では気流自身が周期的に脈打って、外部の静止している空気が入り込んで \bar{U} 自身が周期的に変動するからであろう。

或いは、測定部の端に近いところでは気流は全体に外向きのベクトルを持っているからであろう。

4.4 翼列の振幅の影響

図 26 に $\bar{U}=10\text{ m/s}$, 20 m/s , $f=5\text{ Hz}$ で翼列の振幅を変えた場合を示す。さらに比較し易いように図 27 にグラフに描き直す。これを見ると気流の V 成分の振幅は翼列の振幅にほぼ比例していることがわかる。しかし図 27 より \bar{U} が 10 m/s の場合は V_{p-p} は $2\bar{U}\times\theta_0$ より得られる値に近いが, \bar{U} が 20 m/s の場合は翼列加振周波数が主流の微小変動の振動数 n に近いため大幅に V 成分の振幅が減っている。

4.5 前後位置による気流の波形の変化

熱線プローブの測定位置の前後方向による正弦波の波形のくずれは矩形波 (図 6), 三角波 (図 7) 程顕著には認められない (図 28, 29)。ただし、正弦波のときも L_3 位置では乱れが拡散してかなり波形のくずれが観測された。また, V_{p-p} も後方に行くにつれて大きくなっている (図 30)。

4.6 左右位置による気流の波形の変化

図 31 に左右方向の波形を示す。 $\bar{U}=20\text{ m/s}$, $\theta_0=0.15\text{ rd}$, $f=3\text{ Hz}$ の場合である。これを見ると各位置の波形はほぼ同一で V_{p-p} もほぼ等しい大きさとなっている。しかし、風洞測定部中央 W_3 位置には翼列の支柱があるため、この wake の影響で波形がかなり乱れており、 U も V も小さな値になっている。 W_0 位置は中央部より 50 mm 離れている所であるが、ここでも支柱の wake の影響を受けている。この支柱の厚みは 44.5 mm で、支柱後縁と熱線エレメントまでの距離は約 1 m であるので wake は余り拡

がっていないことがわかる。同じく図 32 に翼列の振幅、周波数を変えた時の実験結果を示す。この場合も上に述べた事と同様な結果となった。これらをグラフにまとめたものを図 33, 34 に示す。

4.7 上下位置による気流の波形の変化

図 35 に翼列直後 L_1 位置で測定した波形を示す。図には中心線より上下 500 mm 以内の波形を示すことを略したがほぼ同一の波形が得られた。 L_1 位置では H_{-3} 位置においても中心線近くとほぼ同一の波形が得られたが, H_{-4} 位置では下面境界であるので波形は相当くずれた。また, 4.3 で述べたように主流自身も変動しているため U も大きく変動している。 L_2 位置について同様な測定結果を図 36, 37 に示す。ここでは翼列の周波数が前の場合と違っているがやはり上下位置における波形のくずれぐあいの傾向は同じである。図 36, 37 より明らかなことは、風洞上下境界面の条件の違いから波形のくずれ方が上下で非対称であるということである。さらに、図 35, 37 を比較すればわかるように L_2 位置では波形のくずれが少ない範囲は L_1 位置より狭い。次に $\bar{U}=20\text{ m/s}$, $\theta_0=0.15\text{ rd}$, $f=10\text{ Hz}$ の場合を詳細に実験した結果を図 38, 39 のグラフに示す。図 38 には L_1 位置での波形振幅 V_{p-p} の上下位置に対する変化を示す。上下境界面を除いてほぼ同一の波形が得られたが、翼列の wake の影響を受けて、翼の直後では V_{p-p} が小さくなっているのが認められる。図 39 に L_2 位置での測定結果を示す。翼列の wake の影響は幾分緩和されているが、全体に wake の位置は上方へずれている。これは風洞測定部上下境界面での違いにより一様気流が風洞軸に平行に流れず量的に確かな値は不明であるが、やや上向きに流れているためであろう。

5. 結 論

この実験は入力波形通りに気流の突風成分の波形が得られるかどうかを調べるために行なわれたが、ほぼ所期の目的は達せられたと考えられる。以下主に正弦波入力についてまとめてみる。

1. 用いられた風速の範囲内では、翼列の加振周波数が 3 Hz 以下では波形のくずれはほとんどなく、 1 Hz 以下では V_{p-p} はほぼ一定である。
2. 翼列の振幅と得られた V 方向の波形の振幅はほぼ比例している。
3. 前後位置による波形のくずれ、大きさの変化は顕著には認められないが, L_3 位置 (翼列後方 2.3 m)

では幾分大きい。

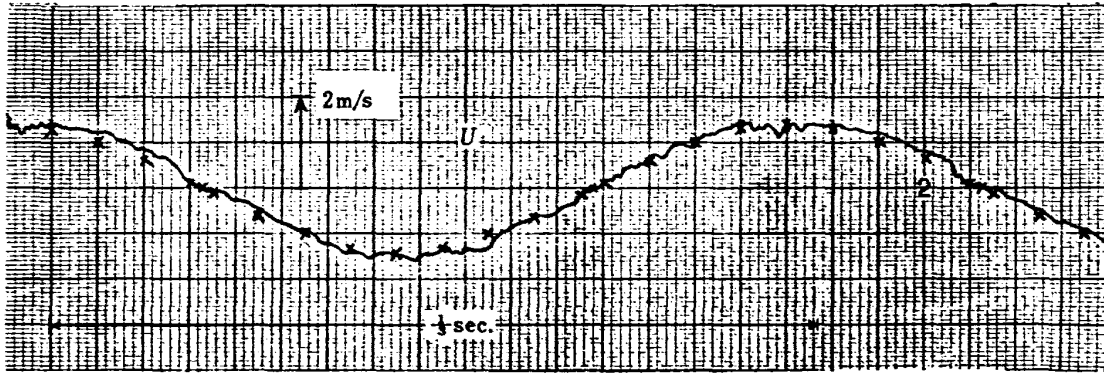
4. 中心部より上下 500 mm 以内では波形のくずれ、大きさは際立った変化を示していない。

5. 左右方向では翼列中央部の支柱の wake の影響する範囲内（左右 50 mm 程度）と壁面近傍を除いてほとんど変化は認められない。

6. 風速に対応するある特有な振動数で主流が微小変動し、この振動数に近い周波数で翼列を加振すると

得られた V 成分の振幅は極めて小さくなり、実際の実験に当っては風速と翼列加振周波数の選択によく注意すべきであろう。

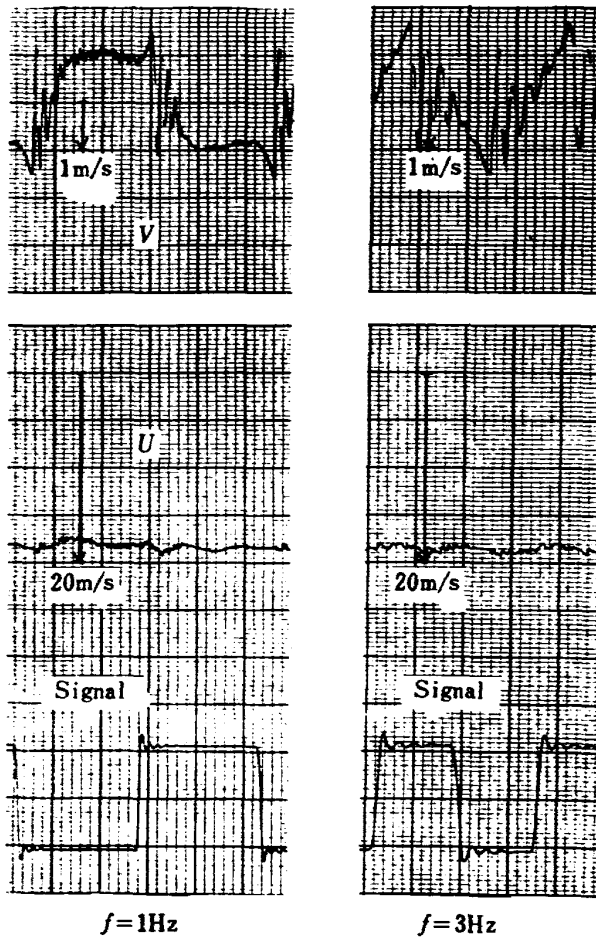
この実験は広末室長を初めとする突風研の方々のご協力を得て行なった。また、第 3 研究室の松下技官にはフライトアナライザでの計算を行なっていただいた。



— 測定値 × 計算値

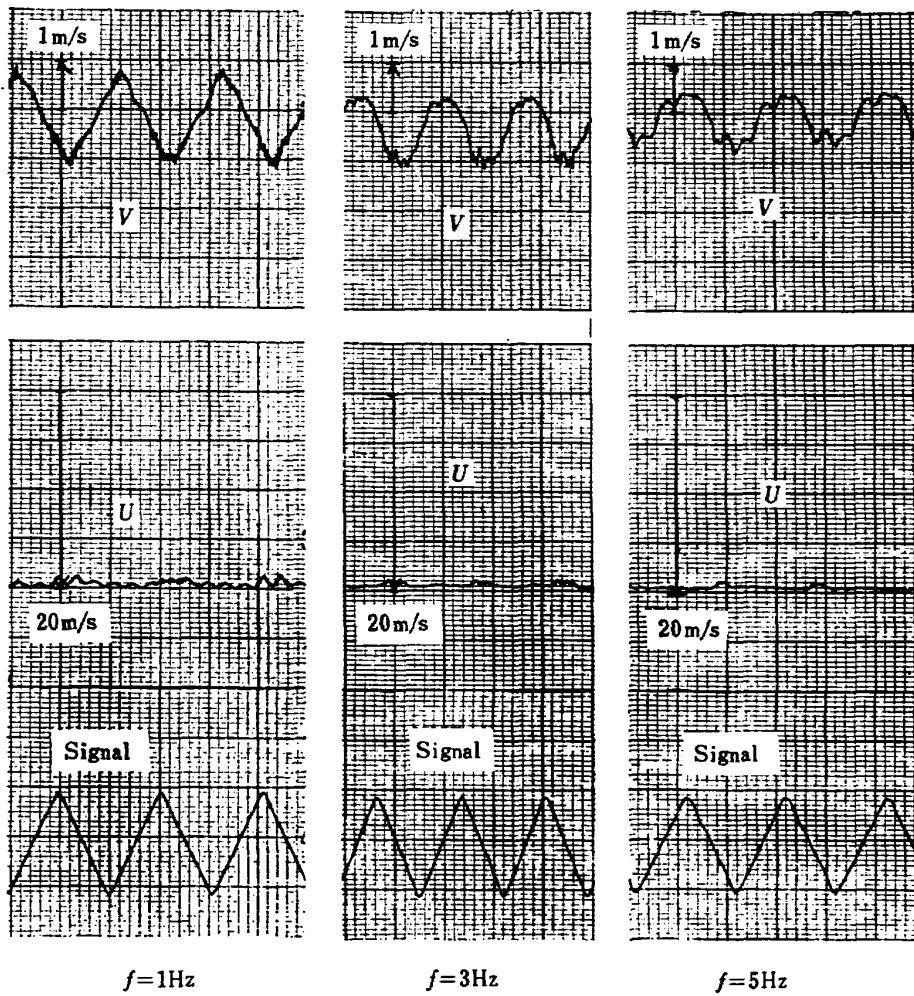
$\bar{U}=20 \text{ m/s}$, $\theta_0=0.10 \text{ rd}$, $f=3 \text{ Hz}$ (L_2, W_2, H_0)

図3 正弦波形



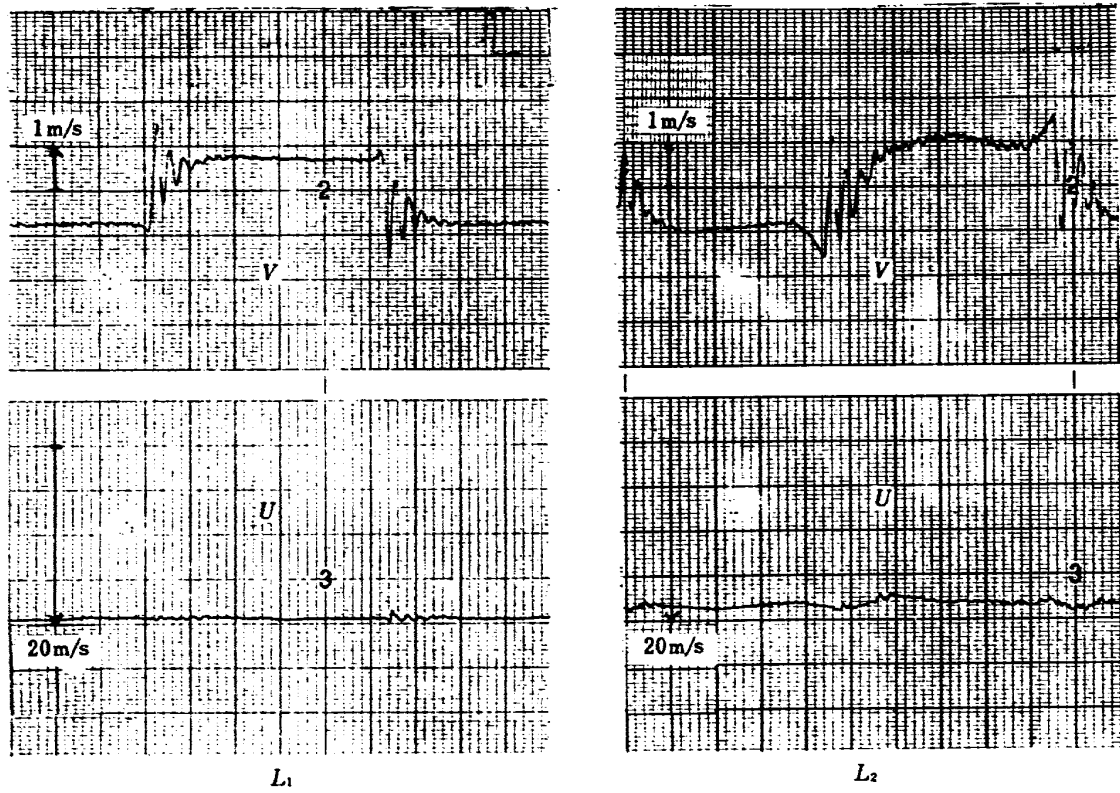
$\bar{U}=20 \text{ m/s}$, $\theta_0=0.05 \text{ rd}$, (L_2, W_2, H_0)

図4 矩形波～周波数



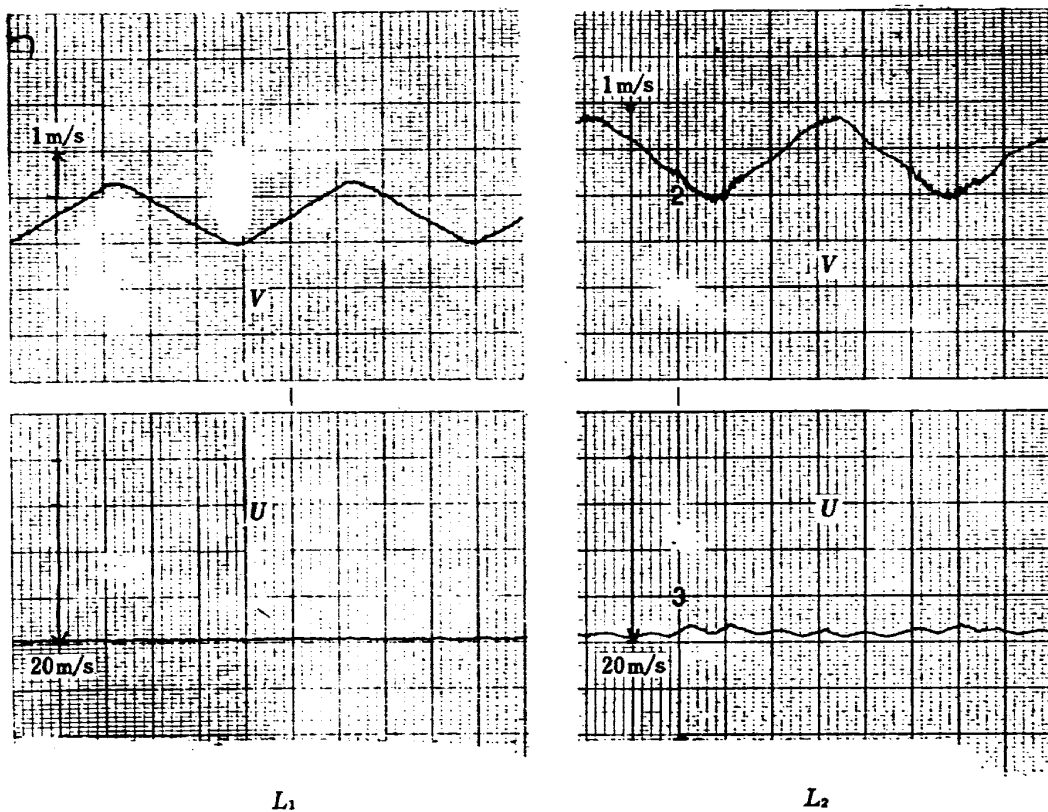
$$\bar{U}=20\text{ m/s}, \theta_0=0.05\text{ rd}, (L_2, W_2, H_0)$$

図 5 三角波～周波数



$$\bar{U} = 20 \text{ m/s}, \quad \theta_0 = 0.05 \text{ rd}, \quad f = 1 \text{ Hz}, \quad (W_2, H_0)$$

図 6 矩形波～前後位置



$$\bar{U} = 20 \text{ m/s}, \quad \theta_0 = 0.05 \text{ rd}, \quad f = 1 \text{ Hz}, \quad (W_2, H_0)$$

図 7 三角波～前後位置

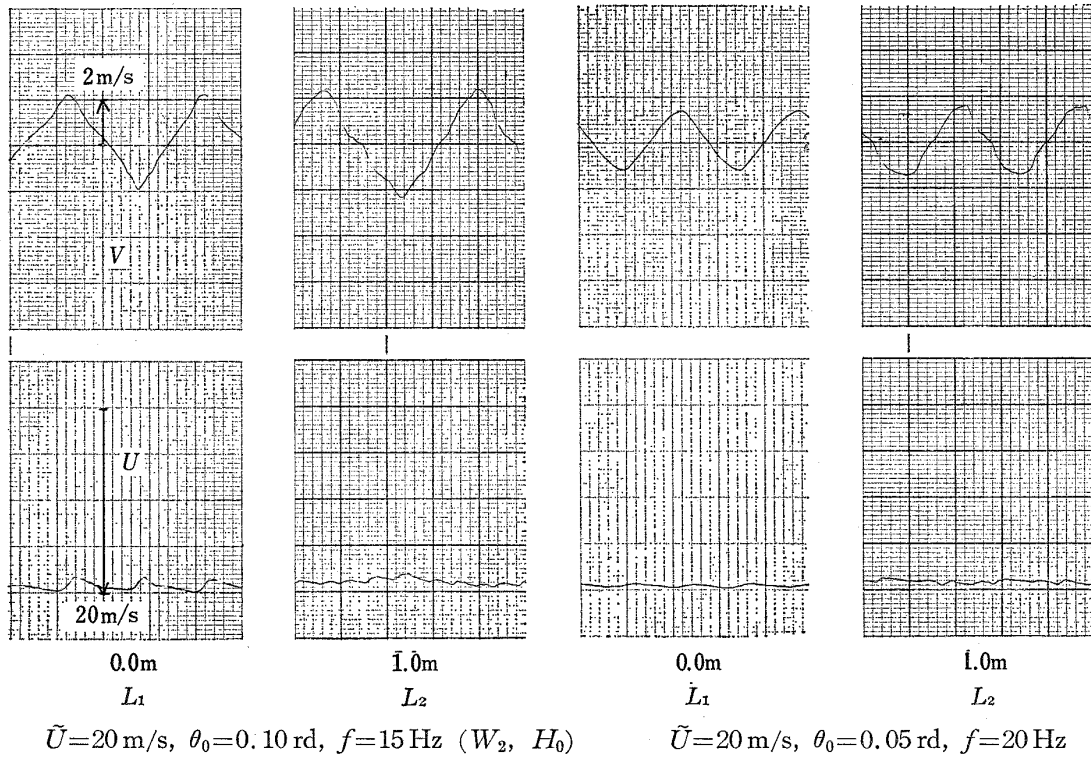


図 8 正弦波～前後位置

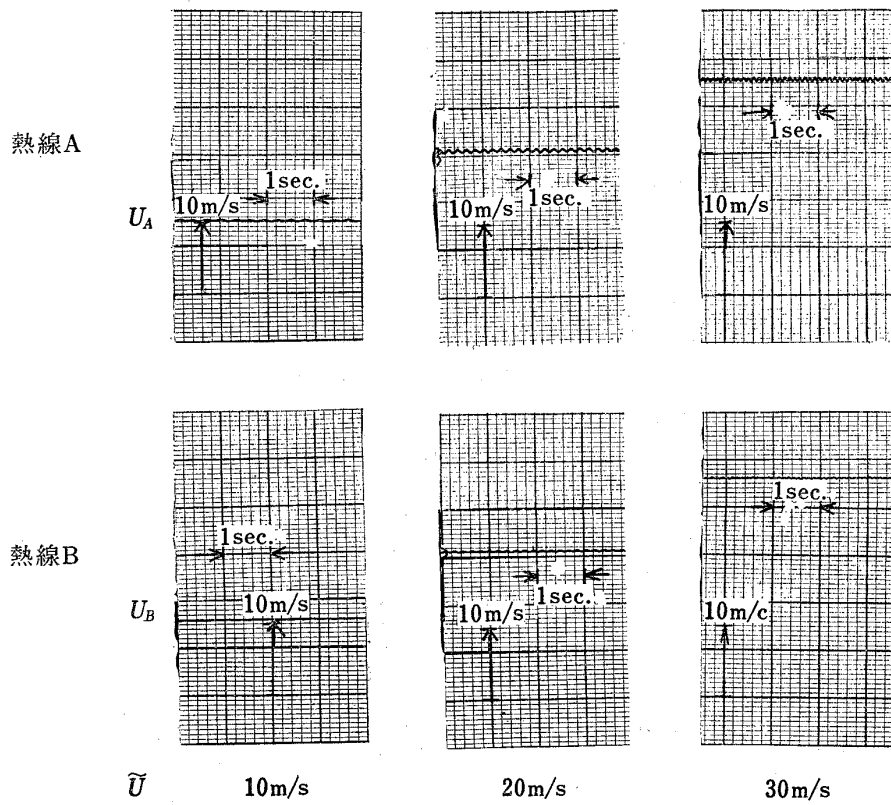
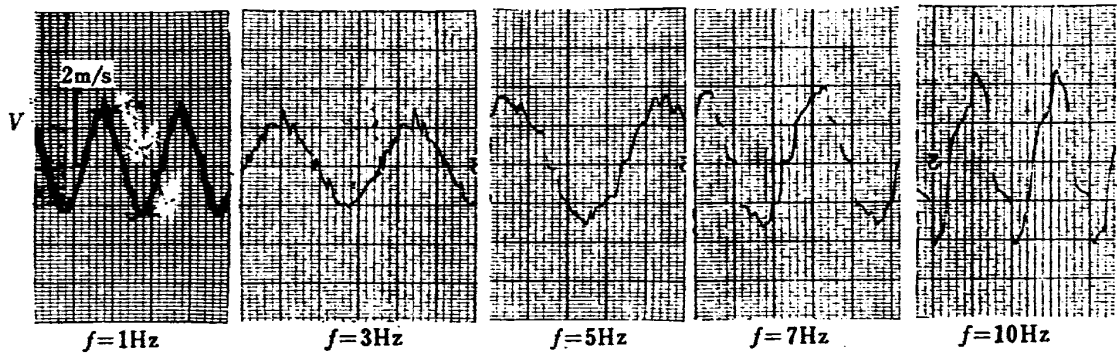
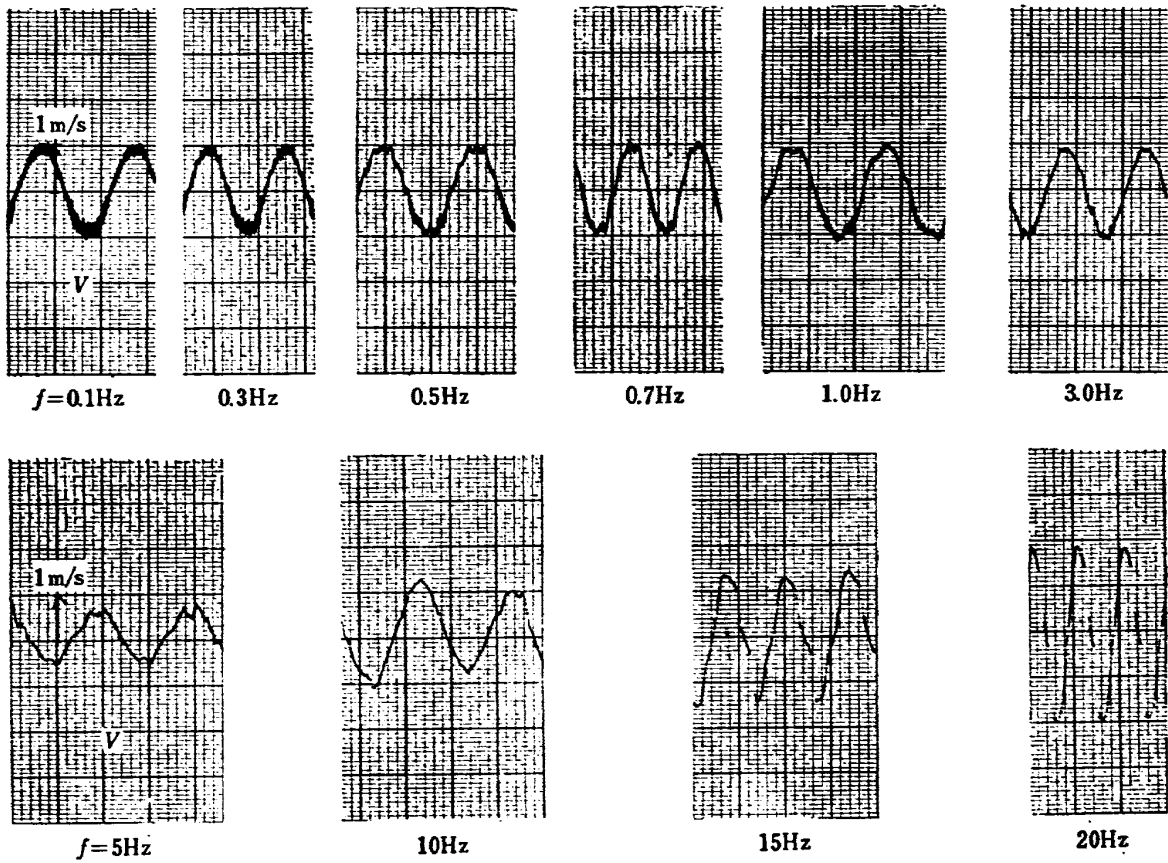


図 9 微小変動 (L_2, W_2, H_0)



$\bar{U}=10 \text{ m/s}, \theta_0=0.15 \text{ rd}, (L_2, W_2, H_0)$

図 10 正弦波～周波数



$\bar{U}=20 \text{ m/s}, \theta_0=0.05 \text{ rd} (L_2, W_2, H_0)$

図 11 正弦波～周波数

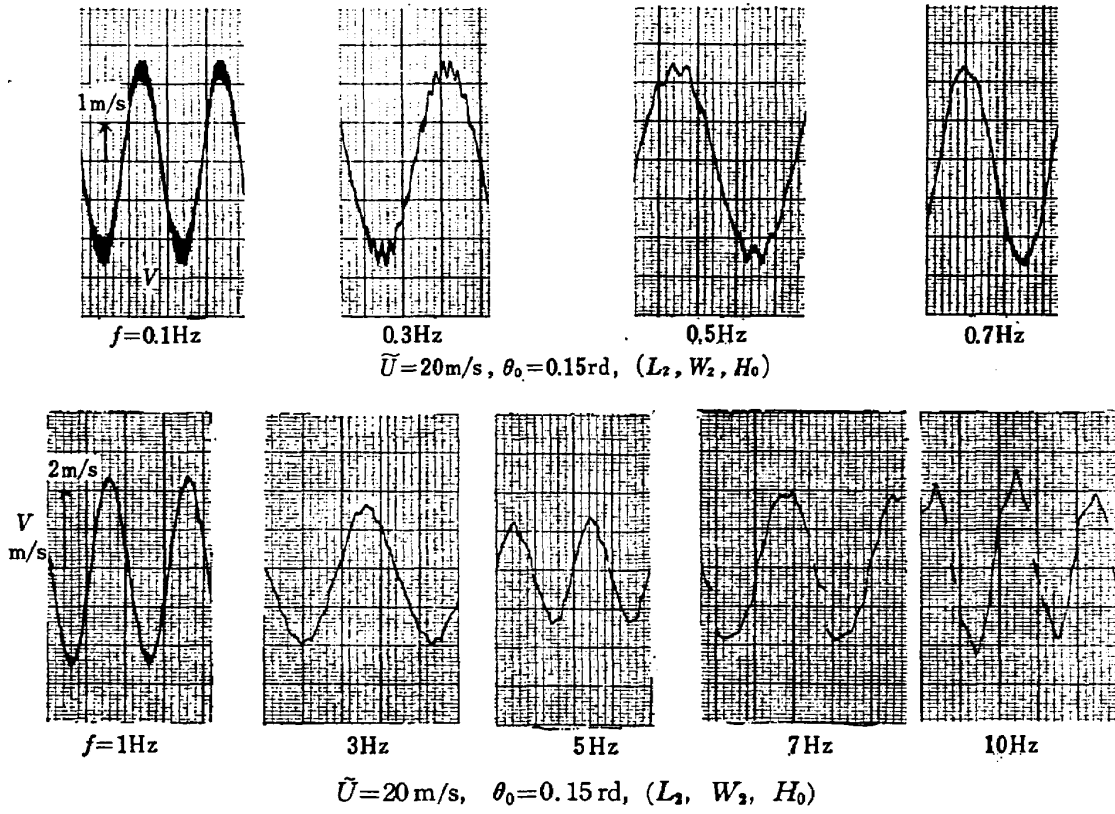


図 12 正弦波～周波数

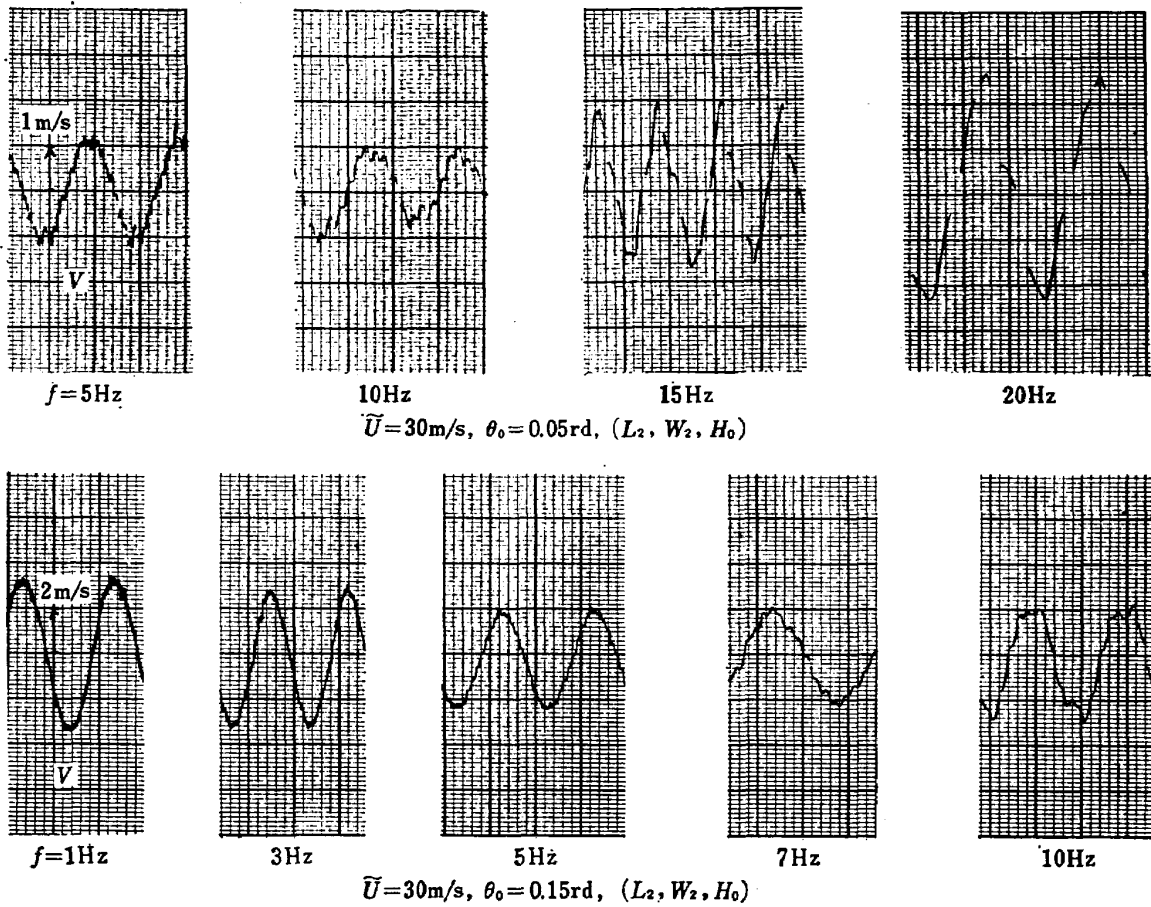


図 13 正弦波～周波数

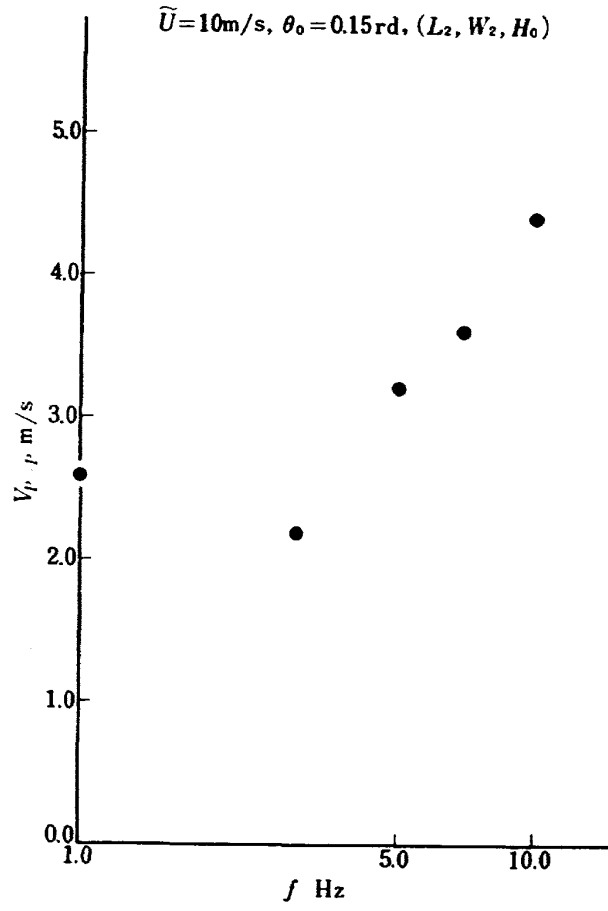


図 14 $V_{p-p} \sim$ 周波数

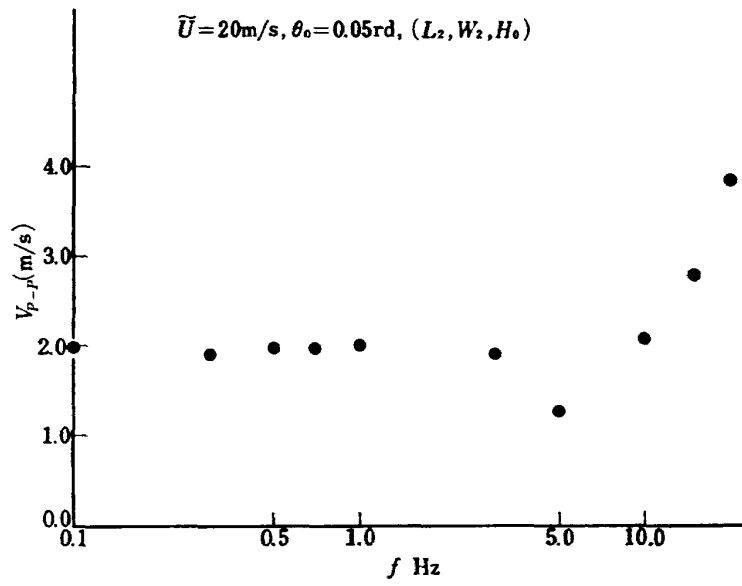


図 15 $V_{p-p} \sim$ 周波数

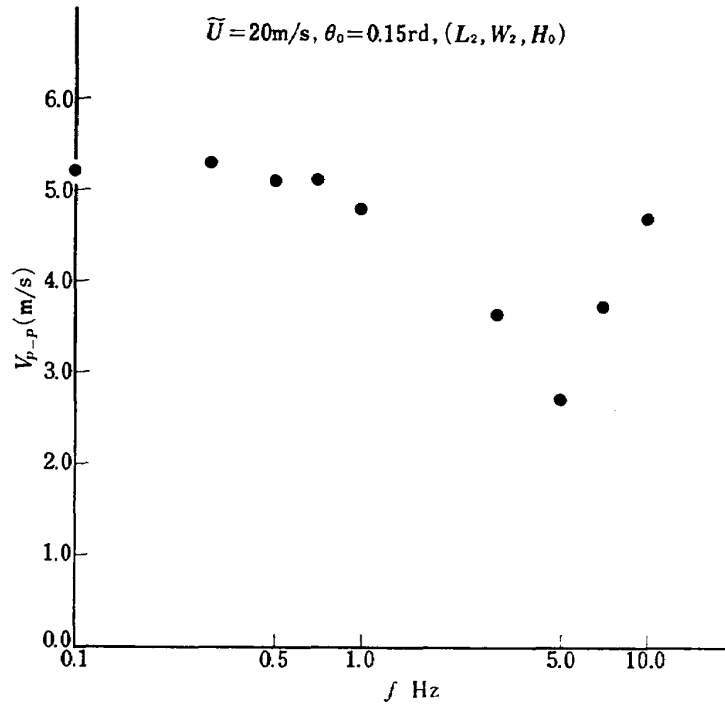


図 16 V_{p-p} ~ 周波数

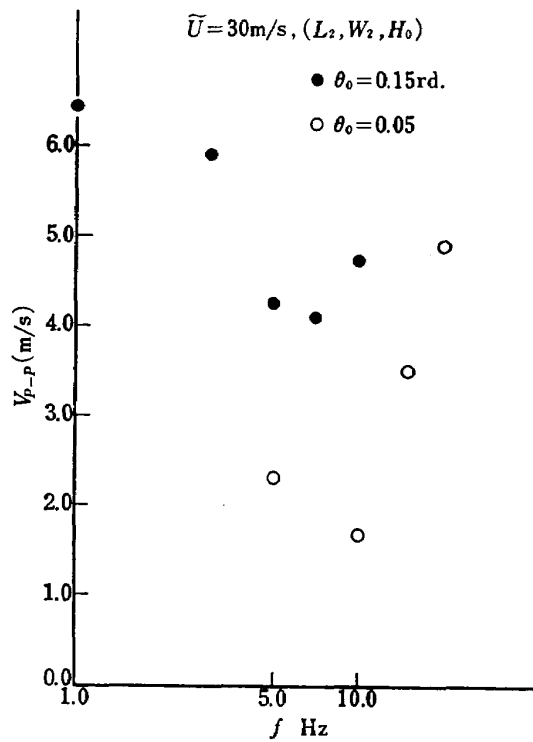
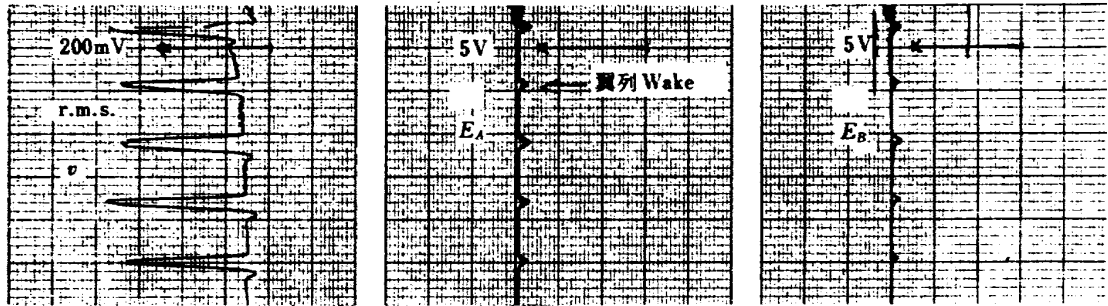


図 17 V_{p-p} ~ 周波数



$\bar{U} = 20 \text{ m/s}, (L_1, W_2)$

図 18 翼列の Wake

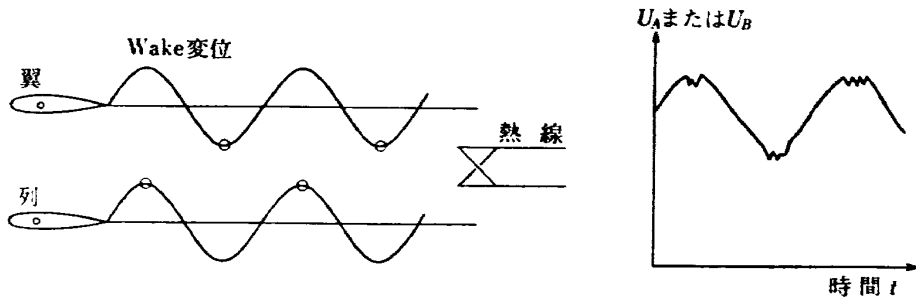


図 19

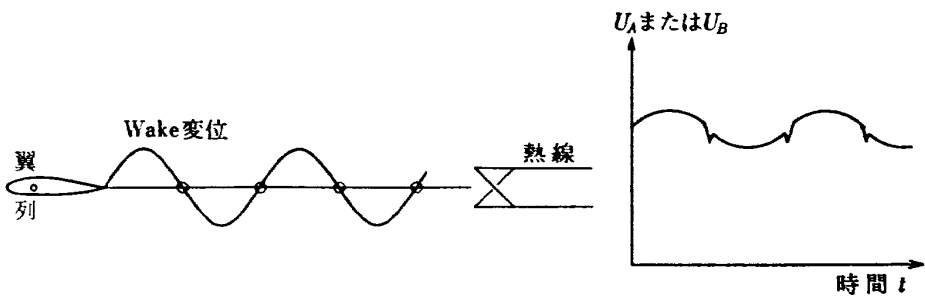


図 20

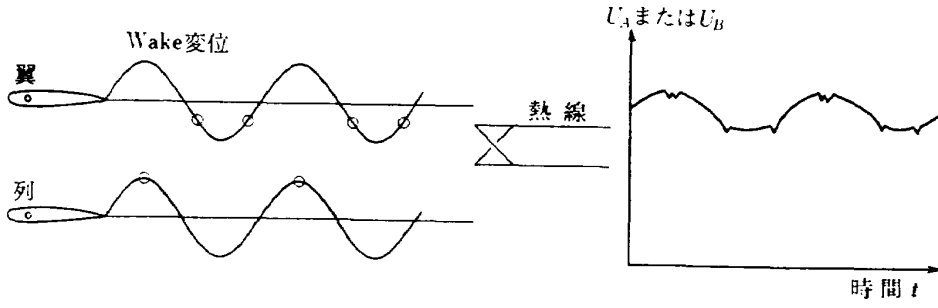
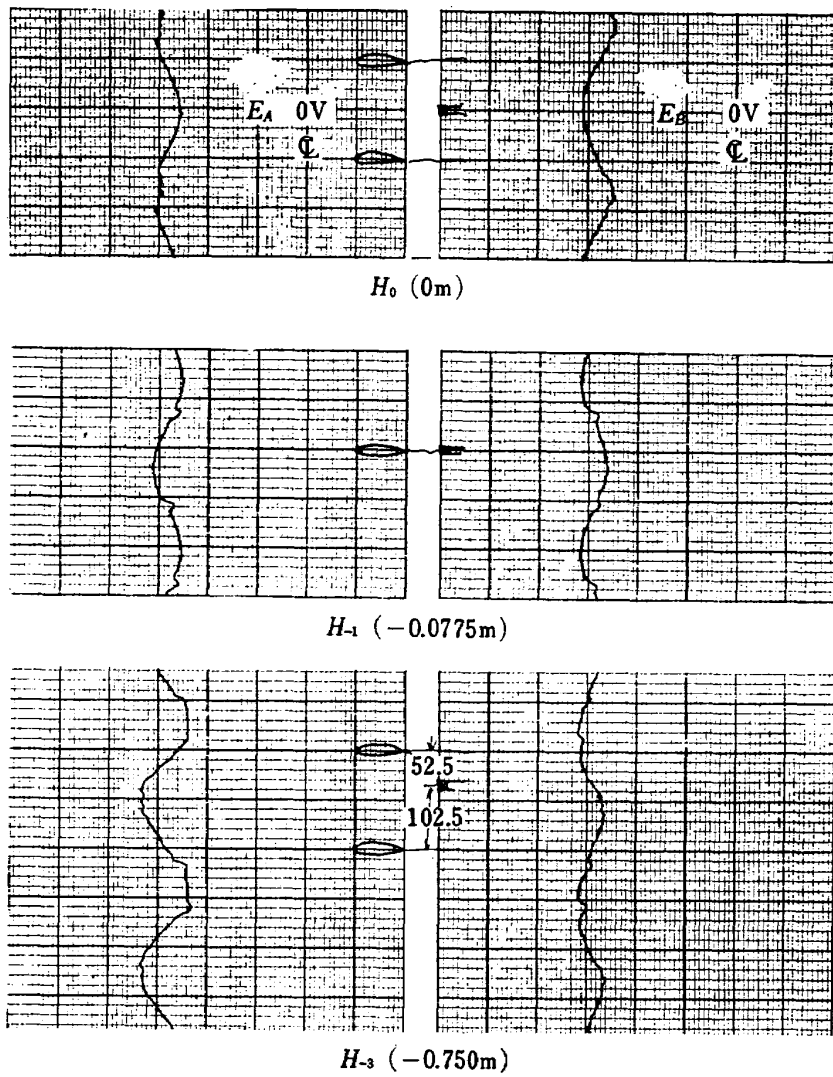
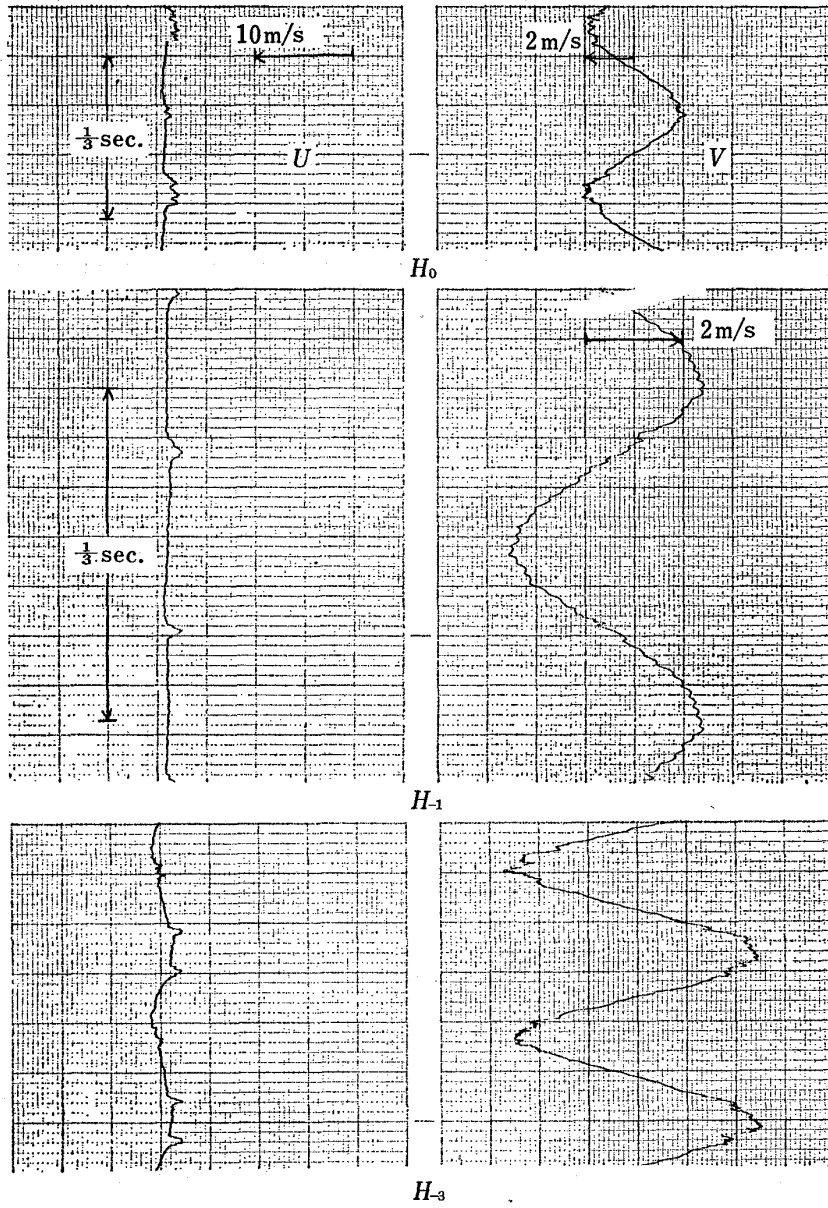


図 21



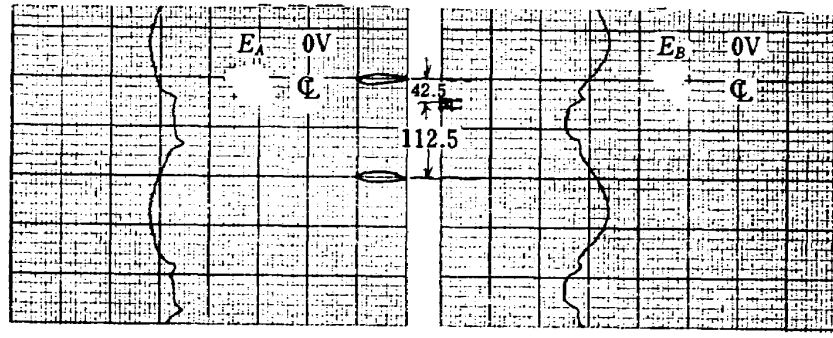
$\bar{U}=20 \text{ m/s}, \theta_0=0.15 \text{ rd}, f=3 \text{ Hz}, (L_1, W_2)$

図 22 Wake による波形の変形

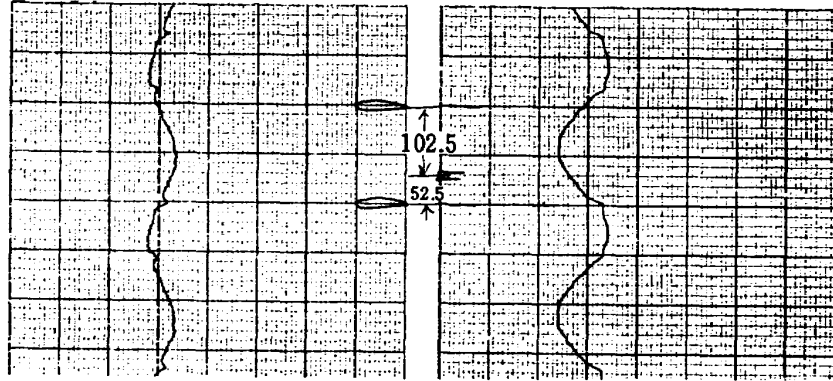


$$\tilde{U}=20\text{ m/s}, \theta_0=0.15\text{ rd}, f=3\text{ Hz}, (L_1, W_2)$$

図 23 Wake による波形の変形



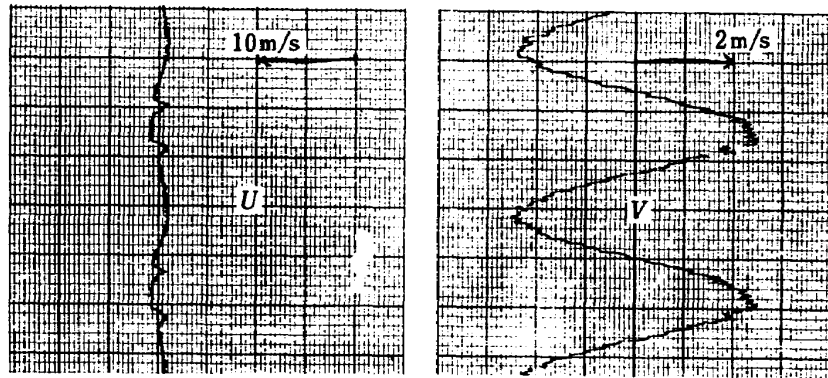
H_2 (0.5m)



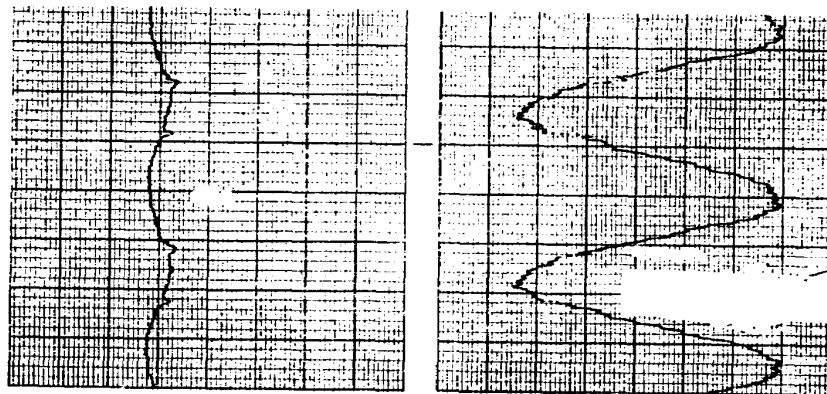
H_3 (0.750m)

$\bar{U}=20\text{ m/s}$, $\theta_0=0.15\text{ rd}$, $f=3\text{ Hz}$, (L_1 , W_2)

図 24 Wake による波形の変形



H_2



H_3

$\bar{U}=20\text{ m/s}$, $\theta_0=0.15\text{ rd}$, $f=3\text{ Hz}$, (L_1 , W_2)

図 25 Wake による波形の変形

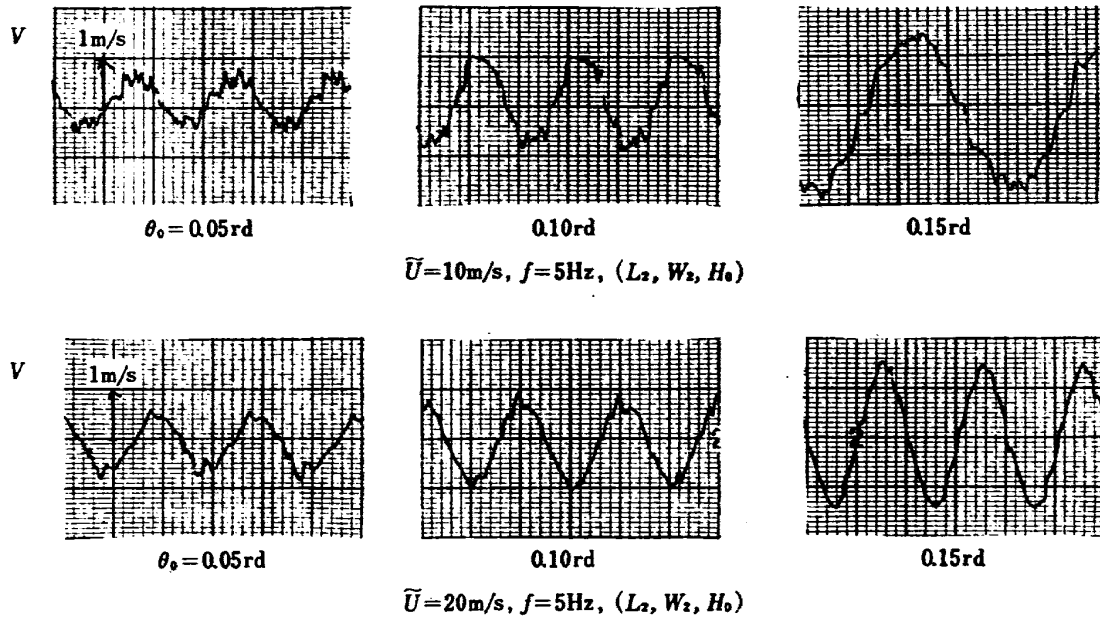


図 26 正弦波～翼列振幅

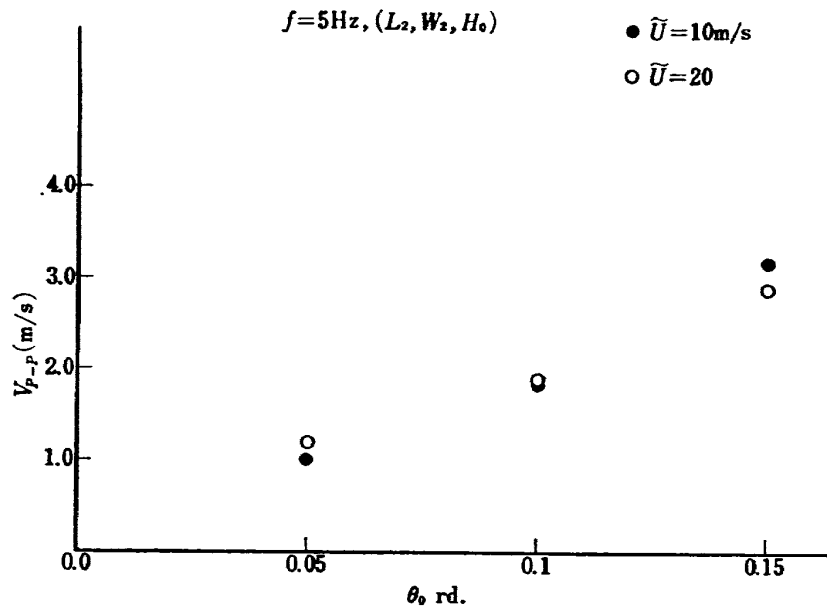


図 27 V_{p-p} ～翼列振幅

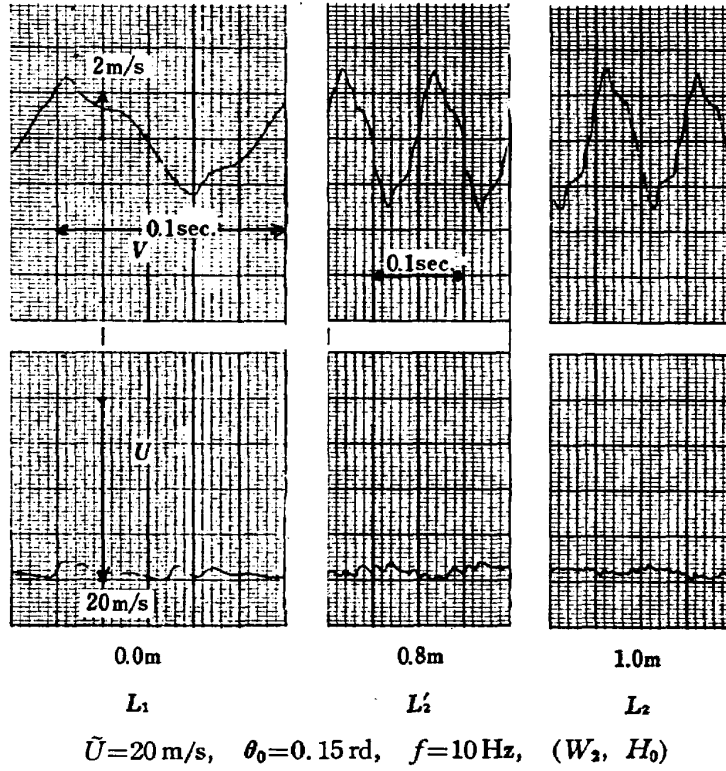


図 28 正弦波～前後位置

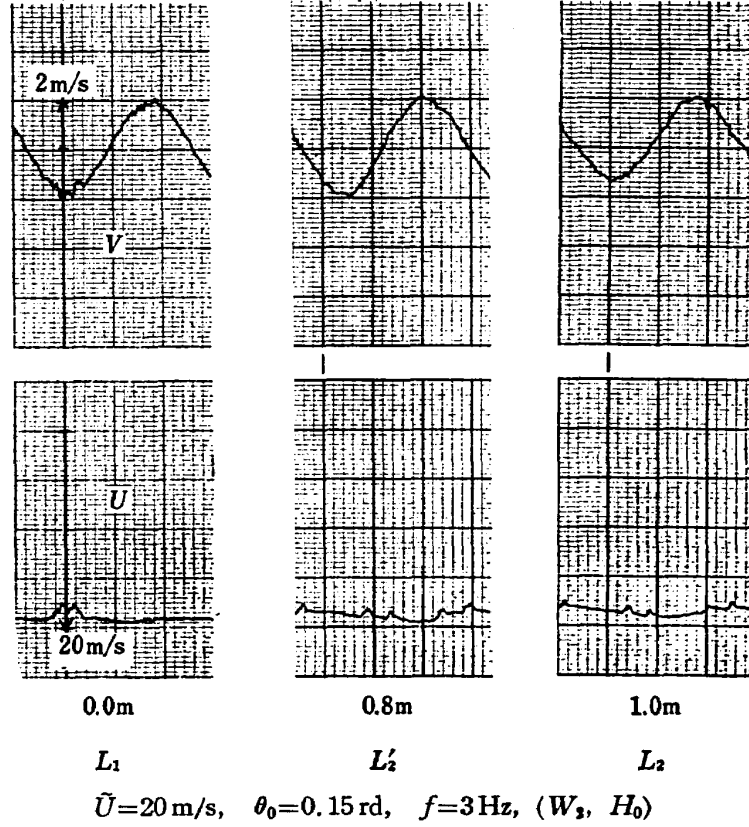


図 29 正弦波～前後位置

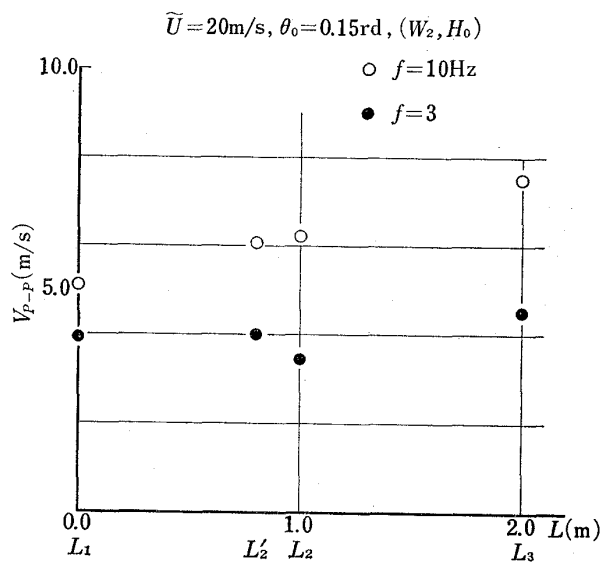
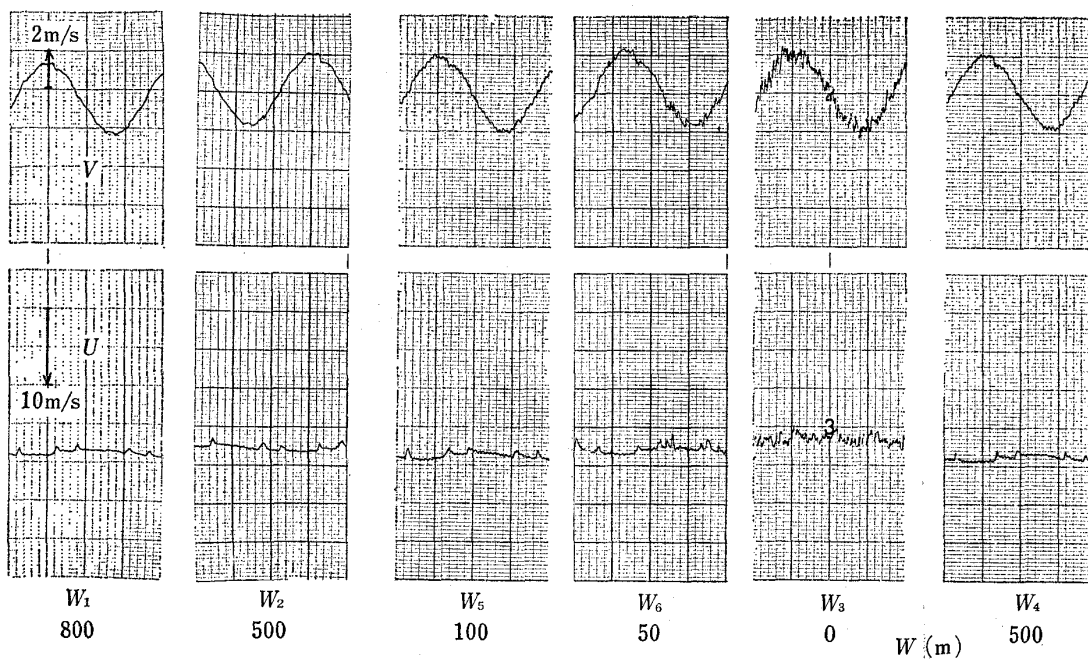


図 30 V_{p-p} ～前後位置



$\bar{U} = 20\text{m/s}, \theta_0 = 0.15\text{rd}, f = 3\text{Hz}, (L_2', H_0)$

図 31 正弦波～左右位置

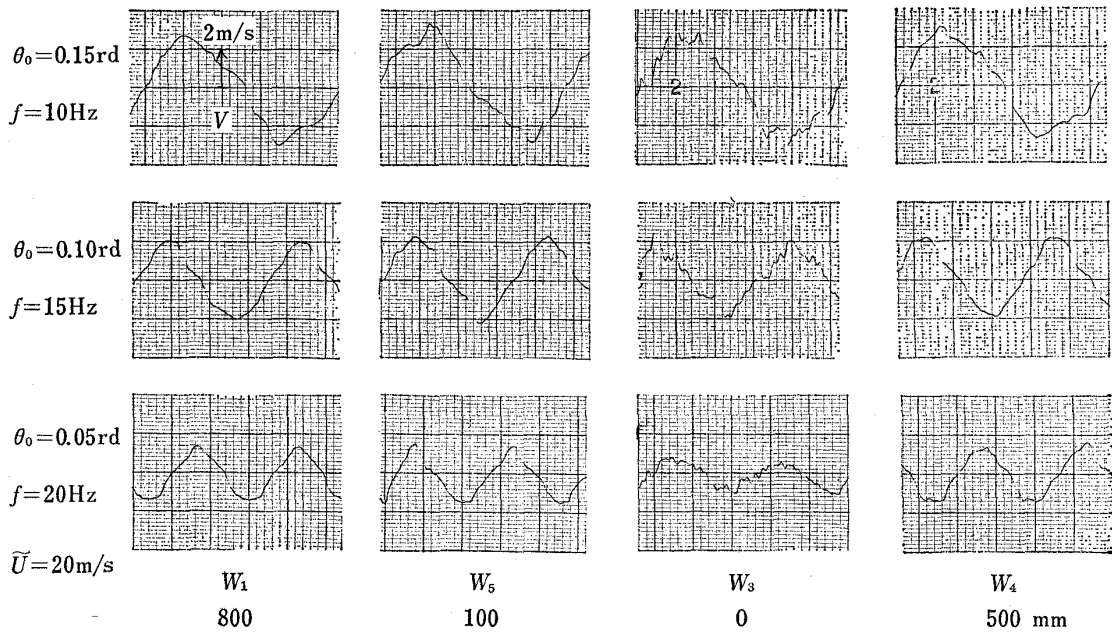


図 32 正弦波～左右位置

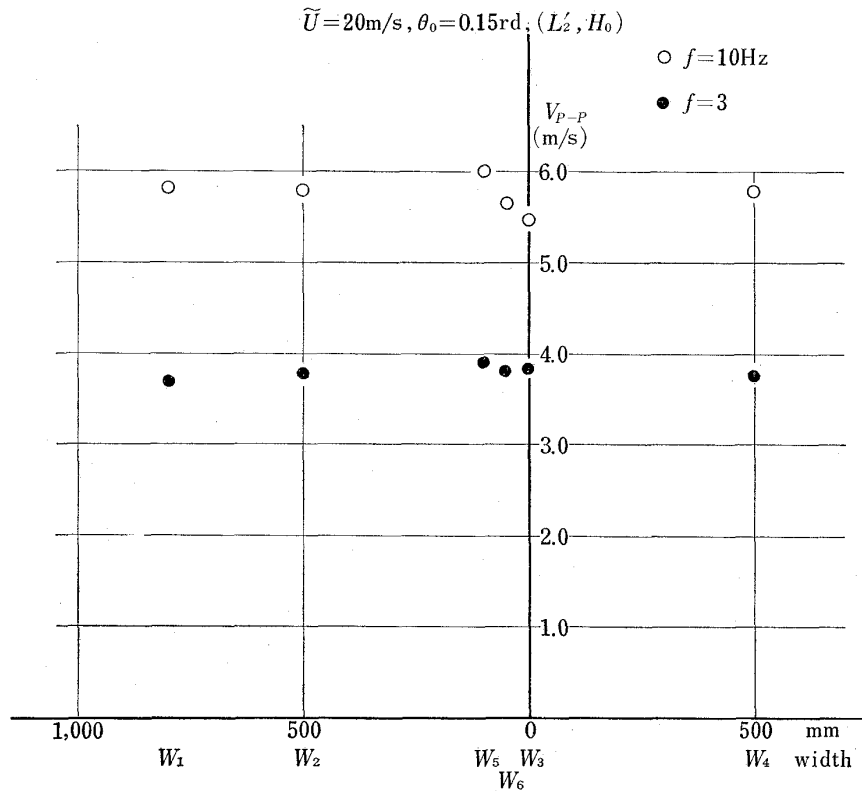


図 33 V_{p-p} ～左右位置

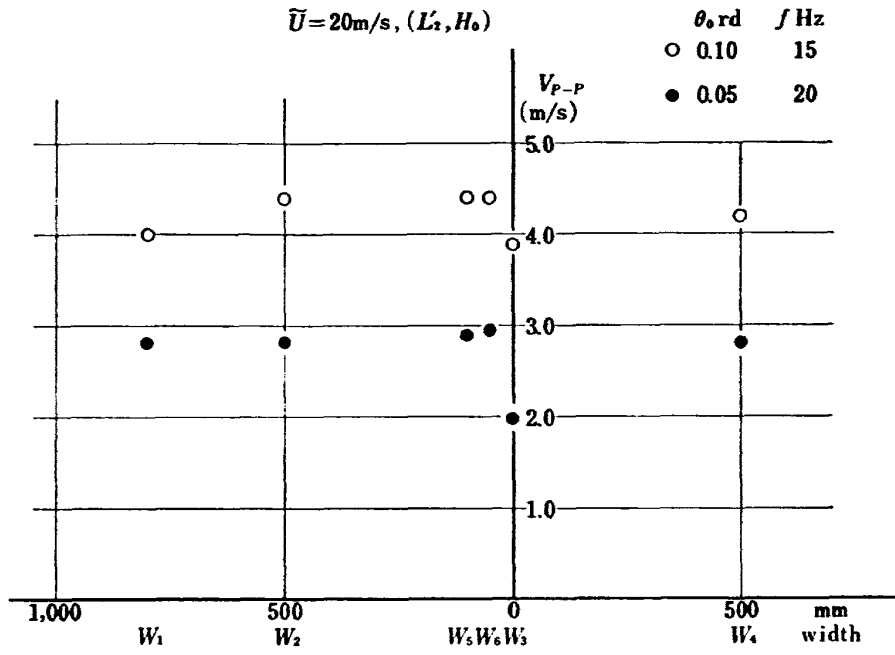


図 34 V_{p-p} ~ 左右位置

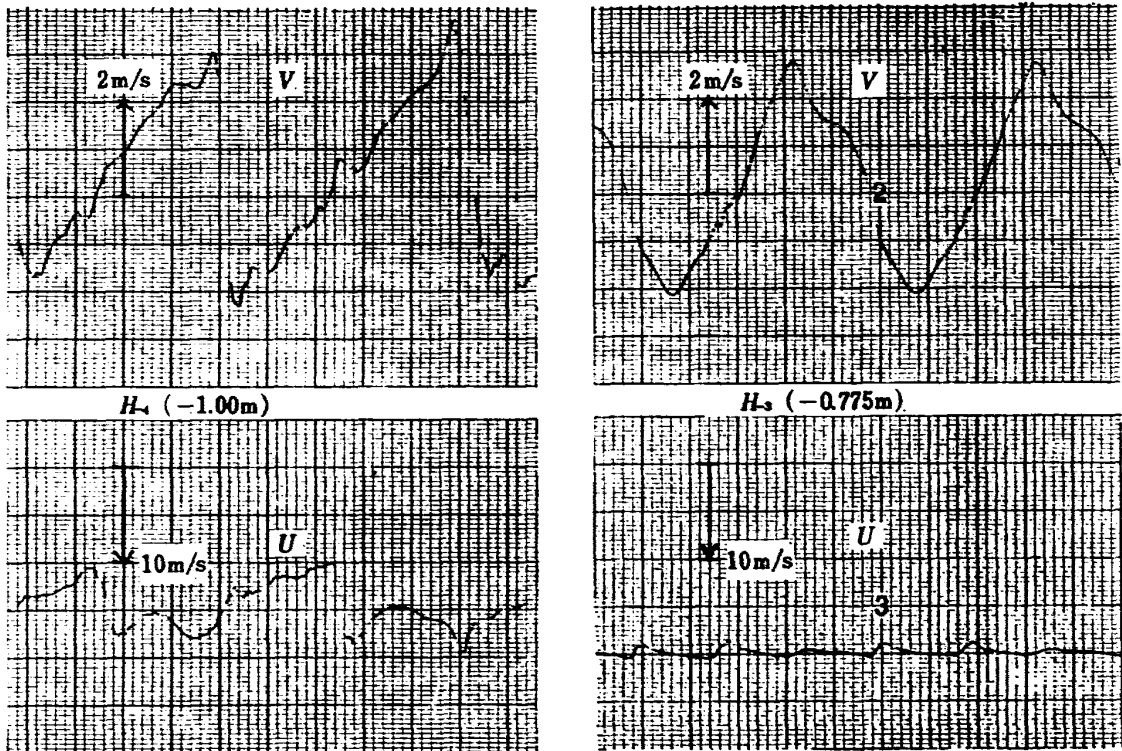
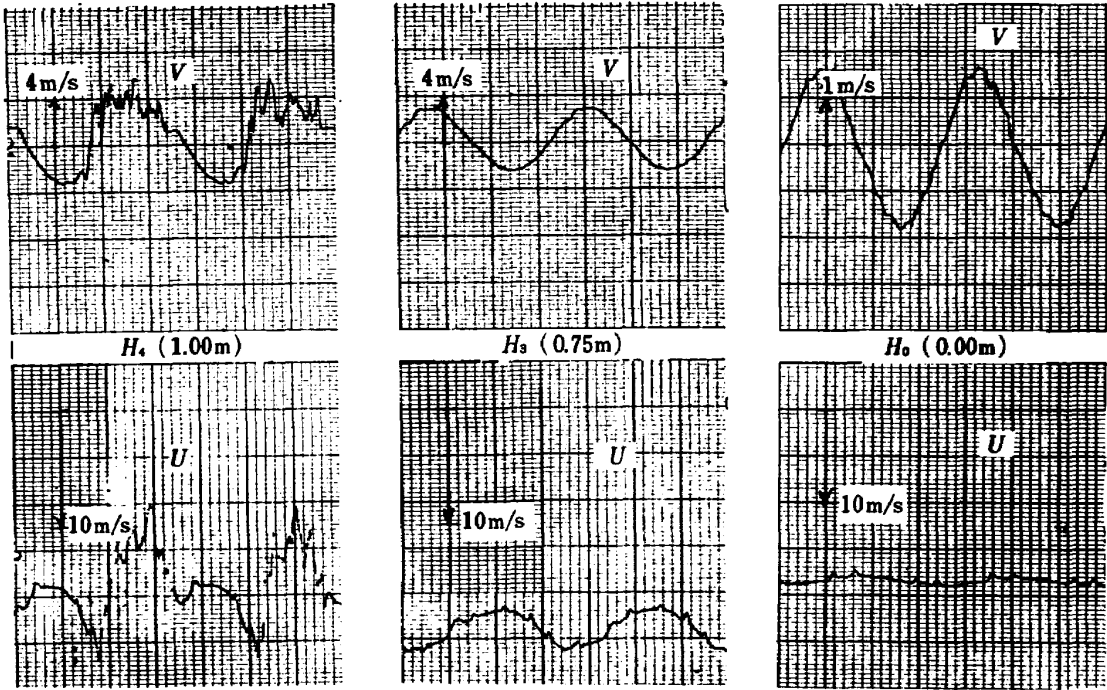
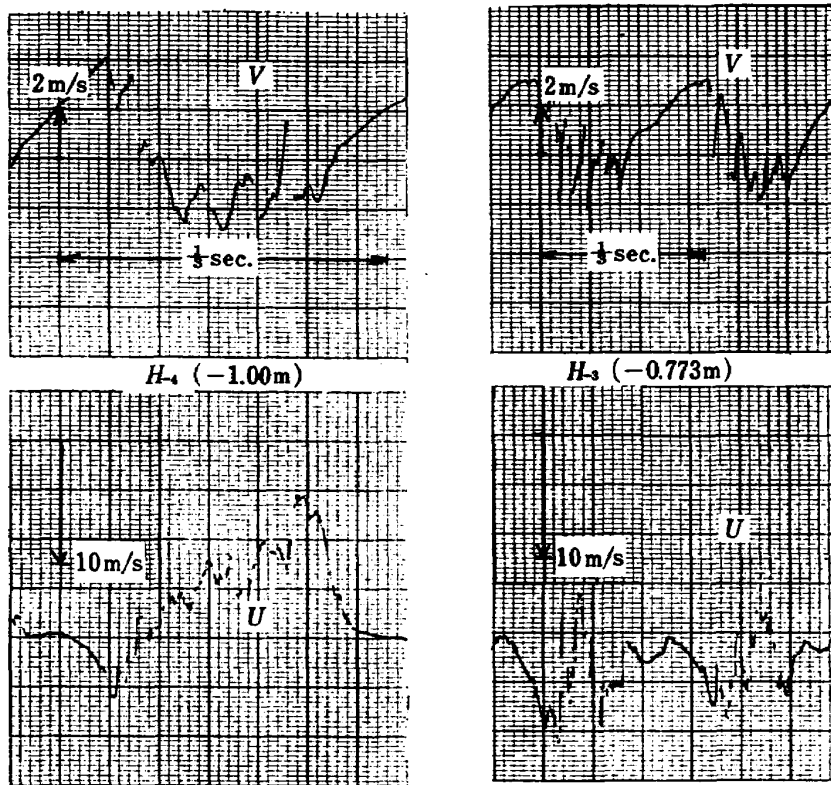


図 35 正弦波 ~ 上下位置



$$\tilde{U}=20\text{m/s}, \theta_0=0.15\text{rd}, f=3\text{Hz}, (L_2, W_2)$$

図 36 正弦波～上下位置



$$\tilde{U}=20\text{m/s}, \theta=0.15\text{rd}, f=3\text{Hz}, (L_2, W_2)$$

図 37 正弦波～上下位置

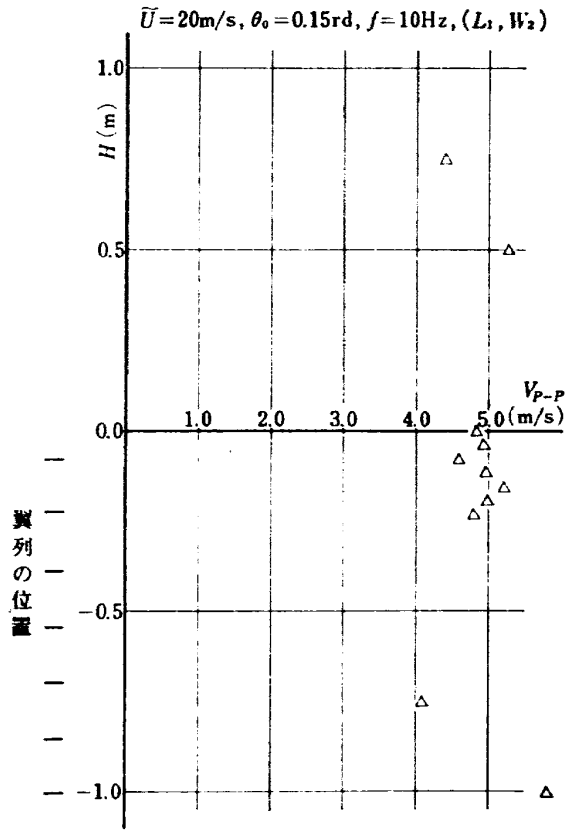


図 38 V_{p-p} ~ 上下位置

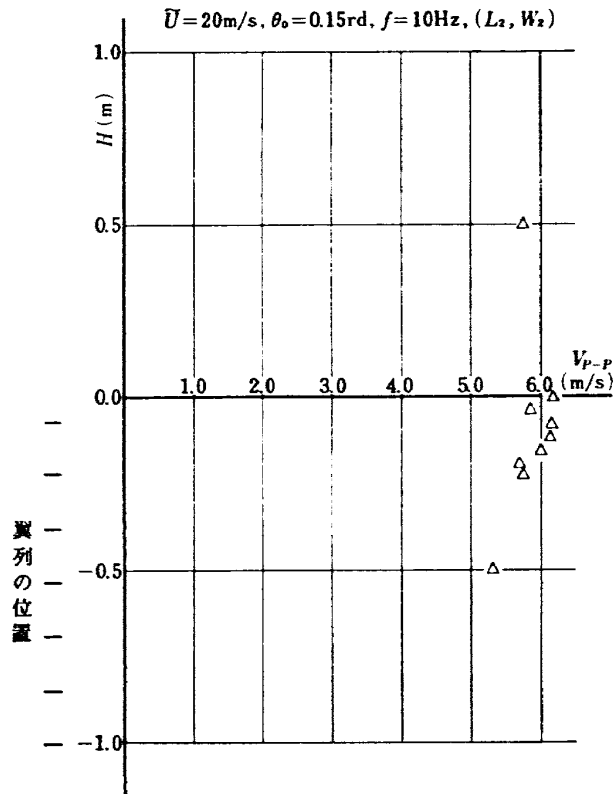


図 39 V_{p-p} ~ 上下位置

TM-239 正 誤 表

ペ ー ジ	誤	正
7 図 3	<i>U</i>	<i>V</i>

TM-232	フライングテストベッド電気系統試験	1972年9月	甲斐忠夫, 十河 弘
TM-233	フライングテストベッド空気タービン試験	1972年11月	宮本義人, 中村公昭 川崎純男, 東海林秀幸
TM-234	スピン燃焼試験設備による燃焼実験	1972年10月	石井進一, 岡部祐二郎 山田 晃, 新岡 嵩 三谷 徹
TM-235	推進エンジン用空気取入口の予備実験 (続報)	1972年10月	近藤 博, 長谷川 聰
TM-236	大型低速風洞動的量データ処理設備	1972年10月	桑野尚明
TM-237	大型低速風洞壁面効果補正要領	1972年11月	佐藤淳造
TM-238	圧力測定的时间遅れにおよぼす圧力孔の影響	1972年11月	曾我 国男, 小野寺信幸

注：欠番は配布先を限定したもの

航空宇宙技術研究所資料239号

昭和48年4月発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺町1880
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)☎182

印刷所 株式会社 東京プレス
東京都板橋区桜川 2~27~12
