HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北大水産学部0.5m風洞について：Ⅱ．測定部の改良
Author(s)	米田，国三郎；坂本，有隣
Citation	北海道大學水産學部研究彙報，41(2)，89-93
Issue Date	1990-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24053
Type	departmental bulletin paper
File Information	41(2)_P89-93.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
41(2), 89-93. 1990.

北大水産学部 0.5 m 風洞について
II. 測定部の改良

米 田 国三郎*・坂 本 有 隣*

On 0.5 m Göttingen Type Wind Tunnel
II. Inprovement of measurement part

Kunisaburo YONETA* and Yurin SAKAMOTO*

Abstract

The inprovements on the measuring parts of the Göttingen type wind tunnel which were undertaken in this study as follows;

(a) induction of automatic rotation of model ship
(b) measurements of aerodynamic forces by fore strain gauges
(c) induction of a micro-computer.

The results are summarized below.

(a) aerodynamic forces can be measured continually
(b) inproved accuracy of measured aerodynamic forces
(c) easy calculation management
(d) experimentation can be carried out by one person.

From the above facts, the authors are satisfed that with the necessary data, it is possible to calculate coefficients of fluid dynamic forces for the model.

緒　　言

本学部漁業航海学講座にはゲッチンゲ型の 0.5 m 風洞装置[1] がある。その計測装置は模型の仰角を 360° 変え得る点に特徴があり，圧力中心を算出するために，抗力 2 個，揚力 2 個の天秤を用いている。4 分力天秤による抗力，揚力の測定及び模型の仰角変化等は全て手動で行ってきた。そのため実験は多くの時間と人手を要し，甚だ非能率的であった。今回風洞実験の省力化と効率化を図るため測定部分に大幅な改良を加えた。その結果，連続測定が可能になったこと，より精度の高い測定値が得られたこと，これまで一日掛かりで行ってきた実験が一人で 1～2 時間程度で途中中断する事なくスムーズに出来るようになったことなど，かなりの面で成果が見られた。まだ若干の問題点は残るが，改良結果をここに報告する。今後風洞装置を利用される方々の参考になれば幸いである。

改 良 箇 所

風洞の回路，偏流器，整流器，送風機等には手を加えていないので動圧分布，静圧分布，気流

* 北海道大学水産学部漁業航海学講座
(*Laboratory of Fishing Navigation, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

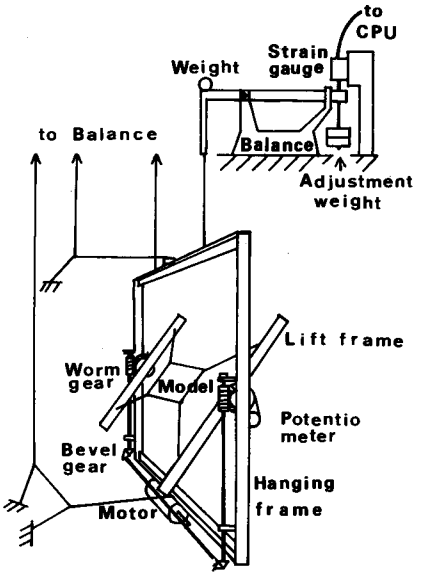

Fig. 1. The wind tunnel new force measuring part mechanism.

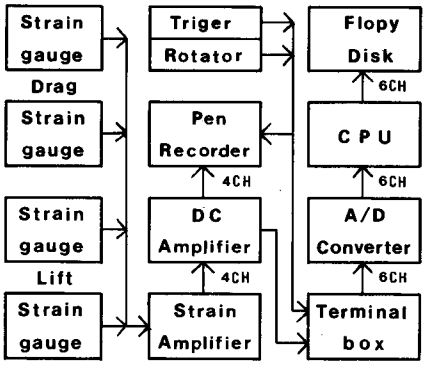

Fig. 2. Measuring system of aerodynamic forces.

の乱れ等の風洞装置自体の性能に関しては従前通りである[1]。改良箇所は模型取り付け棒の回転を自動に切り替え，仰角を示す回転計を設置したこと，天秤での測定を歪み計に切り替えたこと，出力信号を計算機で処理するようにしたことである。新らたにした測定部の概略を Fig. 1 に示し，計測システムを Fig. 2 に示す。

模型取り付け棒の自動回転と回転計

模型を吊り，それを所定の角度まで回転させるには，これまでは手動ハンドルで操作していた。そのため仰角を5°間隔で測定しても1日掛かりの実験になってしまう。そこで手動で回していた軸に小型の可変駆動モーター (100 V, 25 W, 0.7 A, 4 P) を取り付けた。更に操作ボックスを設け，モーターの回転速度を自由に変え得るようにした。360°一回転に要する時間およそ150秒から30分である。これによって模型に適した任意の回転角速度に調整することが出来る。無負荷状態での一回転の回転時間と操作ボックスの回転速度目盛との関係を Fig. 3 に示した。また，模型取り付け棒の根元のギアの近くにポテンショメーターを設置し，O リングでギアと連結し回転角をアナログ信号で取り出し操作ボックスを経由して記録器に出力すると共に計算機にも取り込めるようにした。

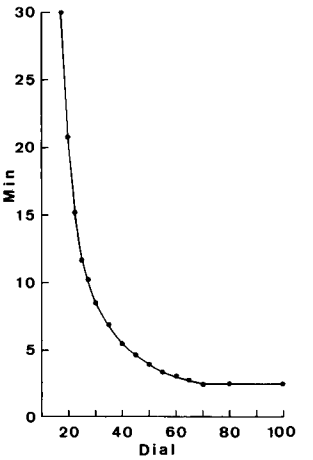

Fig. 3. Relation between operation box dial and ship model rotation time.

歪み計の設置

これまでは 4 分力天秤で抗力，揚力を測定していたが，測定時に天秤はかなりの振動があり，測定値の読み取りに相当苦労するにも拘らず，必ずしも精度の良い値が得られる状態ではなかった。そこで天秤そのものは利用するが，測定に歪み計を用いることとした。Fig. 1 に示すように秤の先端に容量±500 g の歪み計を設置した。天秤は 1/5 のスケールなので荷重±2,500 g の範囲まで測定できる。容量が小さいので，測定を行う前に 4 つの天秤に加わる吊枠の全重量を調整用のおもりで歪み計に対して零にする必要がある。更に抗力は＋荷重だけであるが，揚力は±の荷重があるので，スケールアウトしないように予め各天秤に荷重をかけて測定する必要がある。今回は 200～300 g の荷重をかけてみた。これに依って実際に歪み計にかかる荷重は 1/5 の 40～60 g である。抗力，揚力の 4 分力と回転角信号，トリガー信号は Fig. 2 に示す経路を取り，ペンレコーダーと磁気ディスクに記録される。動歪測定器と増幅器の組合せにより歪み計にかかる 1 g 当りの出力電圧を適当な値に調整可能である。今回は 1 g 当り 5 mV にセットした。

出力信号の取り込み

抗力，揚力の信号は相当激しく振動している。従って生データをそのまま取り込んでも数値のばらつきが大きくなり正確な資料にはならない。そこで計算機に最大 16 チャンネルのデータを 2 msec で取り込み，利用者が指定した時間周期 (Tsam) で平均化した値を記録するようにした。1 サンプリング周期 (Tsam) は 50～32,767 msec の範囲であり，このうち平均化の計算と，それをメモリーにストックするために 40 msec が消費される。従って最大で (Tsam-40)/2 個のデータの平均値が記録される事になる。取り込み作業としては，

1) 1 サンプリング周期 ($50 \leqq Tsam \leqq 32767$) の指定
2) 平均化時間 (Tave) の指定 ($2 \leqq Tave \leqq Tsam-40$)
3) 平均化された計測値の取り込み数 ($1 \leqq N \leqq 2047$) の指定

だけでよい。計測データは A/D 変換 ($-10 \leqq V \leqq +9.99512$) され，0～4095 の数値で，磁気ディスクに取り込まれる。数値を電圧に変換する場合，$V = 10 \cdot (D-2048)/2048$, D: 記録数値，V: ボルトである。先に歪み計の出力 1 g を 5 mV としたのは計算機の取り込み限界だからである。

測定と問題点

おしょろ丸 III 世の鏡象模型[2] を用い，負荷 (風速約 26 m) をかけて仰角 0°～180° までの抗力，揚力を測定し，ペンレコーダーに記録したのが Fig. 4 である。図中 1, 2 が揚力，3, 4 が抗力を示し，右下がり斜めの線が仰角を示す。上部のトリガー信号は手動で入力したものであり，s は計算機への取り込み開始，r は模型の回転開始を意味し，a は風向に対して仰角 0° (船首方位) の点である。以後仰角が 12° 変化する毎 (モーターの一回転) に入れてある。抗力，揚力共に一点における振幅は 50 g 程度になることはまれではないことが判る。従って計算機に取り込む際に平均化が必要なのは当然の結果である。取り込み周期 2,300 msec, 平均化時間 2,250 rsec とし，操作ボックスの回転調整目盛りを 22.5 (一回転 360° に約 15 分) にセットして収録した記録を取り込み開始から仰角 180° まで示したのが Fig. 5 である。Fig. 4 と比較しても平均化の効果が見られ，船体の流体力の諸係数を算出するためのデータとして充分であると考えられる。しかし若干の問題点が残った。その一つは Fig. 1 に於てモーターの回転が Bevel gear を介して Worm gear に達し，模型の取り付け棒を回転させる過程に於て歪みがあり，それを調整しきれなかったことである (即ち芯出しが完全でない)。そのため模型を吊って無負荷状態 (風速 0 m) で回転させても，モーターの

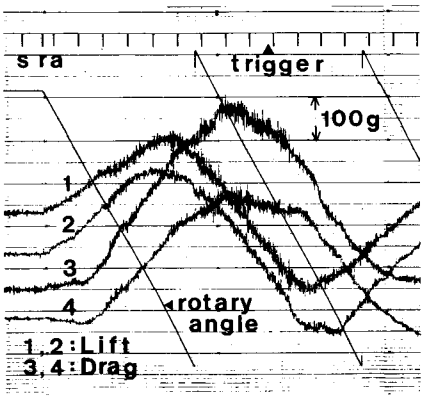

Fig. 4. Measured drag and lift forces under load conditions.
s: start measurment r: start rotation of madel a: attack angle of model is 0 degree

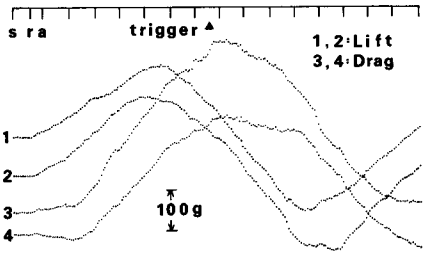

Fig. 5. Mean value of measured drag and lift forces.

一回転を一周期とする異常な負荷が加わることである。Fig. 6 の上半分は未調整の状態を示し，下半分は調整後の計測値であるが，それでも約 10 g 程度の力が加わっている。幸いなことに周期が一定であるので，まず無負荷状態のデータを収録し，次に負荷状態 (計測状態) のデータからその分を引き算することによりほぼ問題は解決するが，完全に取り除くことは出来なかったため計測値が小さい場合には問題となる。次に芯出しが完全でなかったことも一部原因していると思われるが，模型を取り付け棒に固定するピアノ線の張り具合いによる回転軸の摩擦抵抗の増大 (内部に Bowl bearing を入れてある)，及び模型を吊したときの取り付け棒を含む全体の重心位置の関係から 360° 一様の角速度で回転していないことである。Fig. 4 の仰角を示す線が一直線でないことがそれを示している。従って正しい角度を出すためには回転角の値を積算しておき，仰角 0° と 360° の点を正しく把握しておかねばならない。最後に操作ボックスの回転調整目盛りのダイヤルを一定にしておいてもピアノ線の張り具合いにより 360°回転の周期が若干異なる点である。緩ければ Fig. 4 に示してある計測値の振幅が大きくなり，平均化するとしても 1 サンプリング周期内でのデータの信頼性に拘って来る。ピアノ線の張り具合いには充分注意する必要がある。

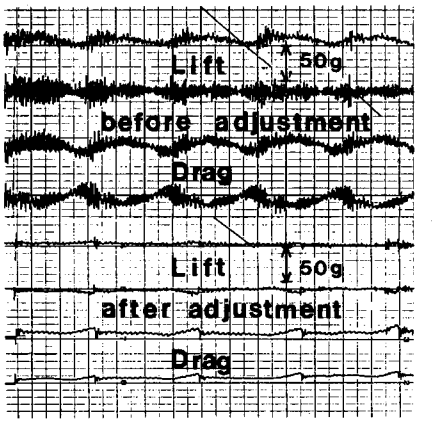

Fig. 6. Abnormal value of drag and lift forces under nonload conditions.

結　　言

風洞装置の測定部を改良した結果，これまで点と点を結んでいたものを連続した記録で見るこ

とが出来，細部まで目が届くようになった。また計算機に取り込むことにより，後の処理計算が容易になったこと。従来目視で行ってきた測定が完全自動化され，データの信頼性が高まったこと。更に実験を一人で行えるよう省力化がなされたことが特徴である。本風洞装置の規模を考えれば，舵やオッターボード等比較的縮尺が小さい，即ち Reynolds 数が実物と近い模型の実験に効果が期待される。改良に際しては本学部漁船運用学講座稲葉恭人教授に種々御助言を頂いた事に深く感謝する。

文　　献

1) 日向政明・坂本有隣・稲葉恭人 (1967). 北大水産学部 0.5 m 風洞について．北海道大学水産学部研究彙報，**18**, 20-25.
2) 稲葉恭人・坂本有隣 (1970). 練習船おしょろ丸に関する風洞実験．日本航海学会誌，**44**, 135-140.