

# 新設動揺試験水槽の構造並びに性能について

奈良 迫 嘉 一

## On the Structure and Performance of a Newly-set Rolling Test Tank

Yoshikazu NARASAKO

### Abstract

A rolling test tank to be used in a hydraulic study on the ship-rolling has been set up in the common central water way of a large-sized tank which consists of two symmetrically situated, elliptical circulating channels (Fig. 1). A ship-rolling recorder and a wave-height recorder are attached to the carriage which permits minute movement. A pneumatic wave-maker is constructed so as to change optionally the air pressure inside an inverted case which is partly immersed into the water (Fig. 2). The wave-damper is of a beach type (slope 1/5) with a grating of square laths. Other data of the structure of the tank are as follows: length: 10 m; effective length: 4.2 m (from the wave generator to the model); effective width: 2 m; depth: 1 m; effective depth: 0.8 m; capacity of the wave generator: 1 H.P.

Generated waves are approximately trochoidal in form, i.e., a deep-water wave (Fig. 9). Other characteristics of the waves follow: maximum height: 11 cm; period: 0.8-1.5 sec.; slope angle:  $6^{\circ}$ - $2^{\circ}$ ; steepness: 1/30-1/80.

Experiments with a model ship (Figs. 12, 13a & 13b) together with the features of generated waves (Figs. 9, 10 & 11) show the usefulness of the tank as a practical testing apparatus.

### 1. 緒 言

先に本学に於ては大型対称式回流水槽を設置し、これに依つて漁船、漁具（定置網、巾着網等）の流体抵抗を測定し、流体力学的検討とそれに依る資材の効率的設計を通じていささか漁業の発展に寄与して来たが、今回更に本水槽の中央水路を利用し、幅 2 m、深さ 1 m、長さ 10 m の動揺試験水槽を整備した。近時漁船等小型船舶の復原及び動揺性能の向上に国家的関心が深まりつつあるとき、吾々も本水槽に依つて学生に是等の問題に関する実際的な概念を与え、併せて教官研究の一助に資し得ることは大きな喜びであり、茲に本水槽の施設拡充に就て種々御高配と御援助を賜わつた日本海難防止協会に対し深く感謝の意を表するものである。本報に於ては主として動揺試験水槽の構造並びに性能の概要について報告する。

### 2. 実 験 装 置

元来本水槽は動揺実験のため特に設計、設備せられたものでなく、上述の如く既設の抵抗試験用水槽の中央水路の直線部を利用したもので、其の大きさ並びに形状については必ずしも理想的でなく、特にその長さが著しく短く水深も浅いのが欠点である。今その寸法、形状を示せば Fig. 1 の如くである。即ち動揺試験水槽としては中央直線水路の一端に造波装置、是より約 4.0 m 離れて模型実験を行う微動計測台車を置き実験中は軌道上を前後に自由に移動し得るようにしてあり、その後方固定整流板に続いて左右両側に別れた円弧状の彎曲整流板の夫々の終端の位置に消波装置が置かれている。

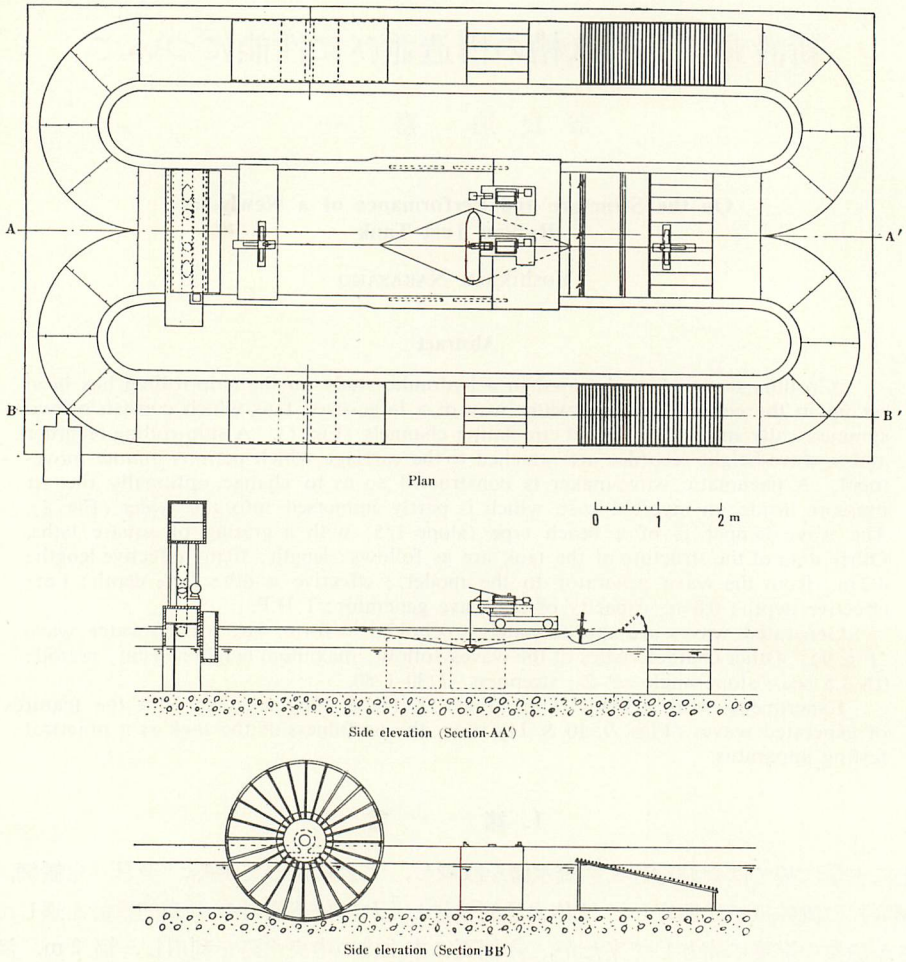


Fig. 1. Rolling test tank.

1. 造波装置 既設水路に実験設備を置く関係から、水路の有効長さが極めて短かく限定されること、浅海波、深海波何れも発生可能なることが望ましいこと、造波装置の運動と発生波の特性（波高、波長、周期間の関係）を経験的に推定できること、建設及び維持が簡単で且つ低廉であること、反射及び慣性が小さいことという観点から、造波装置は空気式のものを選定した。Fig. 2 に示す通り、上部気密箱の左端に吐出口を下にして 0.75 KW 送風機を格納、その吐出口に同径の鉛直エスロンパイプをつなぎ下部開箱内水平エスロンパイプへ導く。この水平パイプには対称に同様の鉛直パイプが設けられ上部閉箱へ風路を導いてある。尚開箱内水面への風圧を均一化するため水平パイプには前後両面何れも中央部全長に亘つて水平に開口を設けてある。更に連通管内の水の動揺周期を 0.8~1.5 sec に共振させる目的で開箱の前面に図の如く外箱を置いた。又両鉛直パイプの間には何れも T 字状に枝管を設け夫々内部空気の出入口に当てられている。パイプ内各弁を電磁オンロ用可変速 1/16 H.P. モーターに依り或る周期を以て開閉すれば左鉛直パイプは常に下方の開箱へ空気を送り込み、右鉛直パイプは反対に空気を吸い込むこととなり、箱内の気圧が

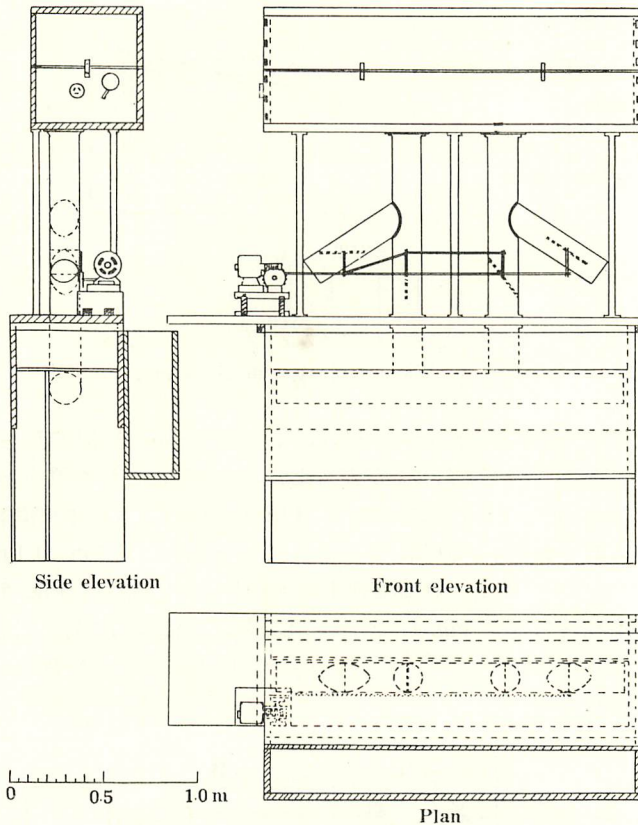


Fig. 2. Wave generator.

周期的に変動し、従つて種々の造波が行われることとなる。尚送風機は特殊風圧調整器をもち風量及び風圧の増減が可能であり、この使用に依つて発生波の波高を変えることが出来る。

#### 備考 上部気密箱内送風機

三相交流誘導電動機 0.75 KW, 電源 三相交流低圧動力 250 V, 吐出口径 150 mm, 周波数 60 cycle, 風量  $22 \text{ m}^3/\text{min}$ , 風圧 158 Aq mm, 毎分回転数 3470, 電流 3 A, 電圧 200 V, 定格連続極数 2.

#### エスロンパイプ内弁開閉用電動機

電源 A.C. 160 V $\rightarrow$ 12 V, 馬力 1/16 H.P., 電磁オシロ用可変速モーター, 電流 7 A, 電圧 12 V.

2. 消波装置 消波装置は消波能力大で反射波を生ぜず、安価で且つ占有面積が少くて済む方式が望ましいが、従来使用されてきた構造では、海浜での波のエネルギー消失現象を模倣した斜面形式の改良型が一般に好評である。吾々の場合もオランダ N.S.M.B. 航海性能試験水槽に於て好成績を挙げていると云われる海岸傾斜式 ( $H/L=1/5$ ) を選定した。

Fig. 3 にこれを示す。実験の結果では最大波長 4.5 m のとき、反射波の波高は入射波のその 5% 以下、これより短い波長の波に対しては条件は更によくなると云われている。

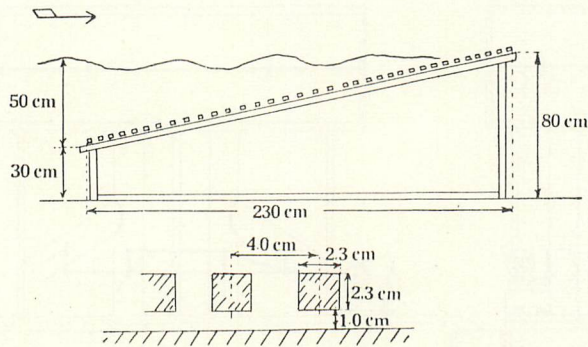


Fig. 3. Wave-damper, side-elevation.

当然本消波装置は直線水路に設けるべきであるが、前述の如く水槽の有効長さも短かく、設置に困難なので甚だ不本意ではあつたが左右両側の枝水路にこれを置いた。

3. 動揺角並びに波高測定用微動計測台車 Fig. 1 に示すように中央直線水路コンクリート側壁上に設けられた軌道上を微動し得るもので、大きさは  $2.2\text{ m} \times 1.1\text{ m}$ 、これに自記式動揺計 Fig. 4、及びその構造、作動原理も略々前者に同じ波高計 Fig. 5 が置かれてある。模型船保持の方法としては Fig. 1 に示す如く動揺計が模型船に対し重心の上下運動、回転運動並びに水平往復運動を同時に許し且つ水平の横漂流を与えた場合でも計測出来るよう末広博士の改良型を用いた。

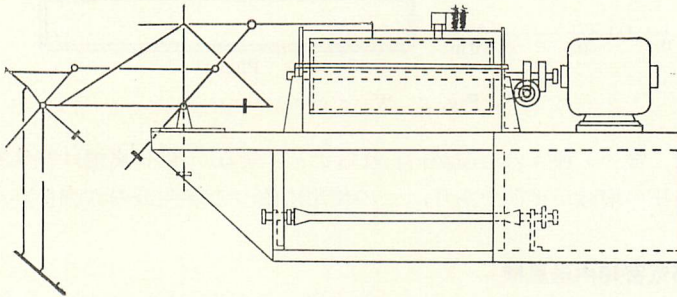


Fig. 4. Rolling recorder.

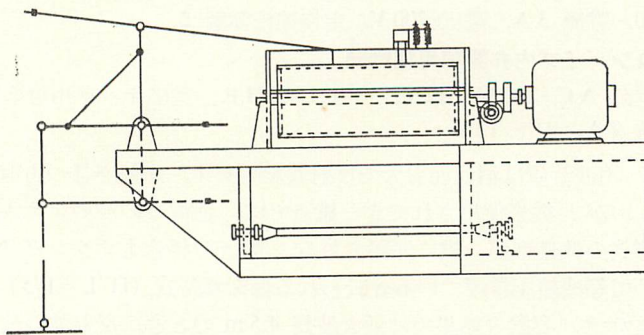


Fig. 5. Wave-height recorder.

### 3. 水槽の性能

造波装置の弁開閉用モーター回転数と発生波の周期との関係は Fig. 6 に示す通りである。又送風機の特種風圧調整器全開時の波高と周期との関係は Fig. 7 に示された通りである。周期を一定に押えた時の波高の時間的変動は Fig. 8 に示す通りである。尚発生波の波形を調べる目的でこれを観測窓より写真にて撮影，これを写真引伸し器で引伸したものを求

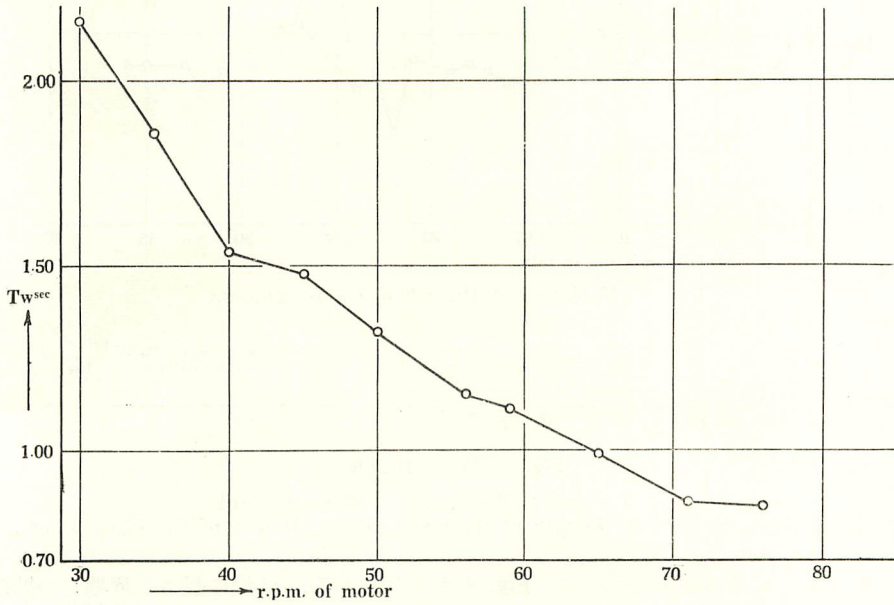


Fig. 6. The Relationship between r. p. m. of motor and  $T_w$ .

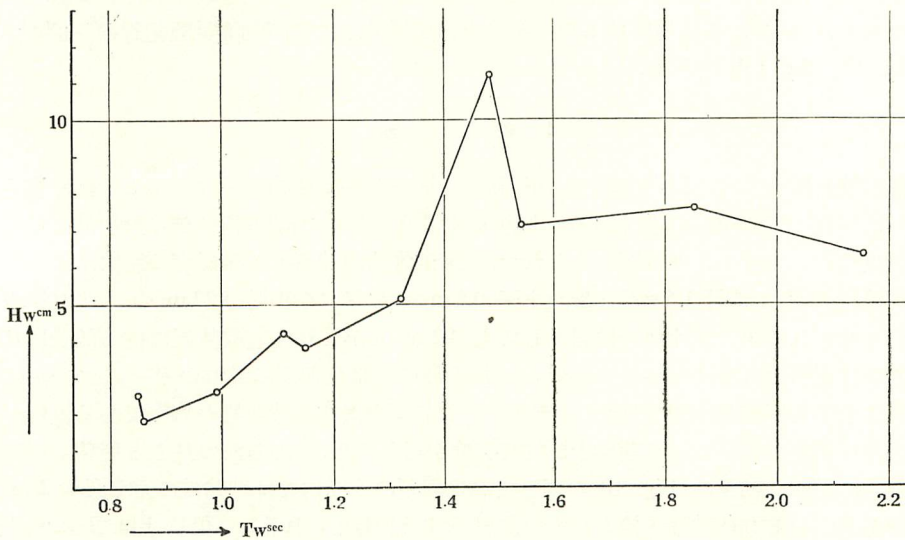


Fig. 7. The Relationship between  $H_w$  and  $T_w$ .

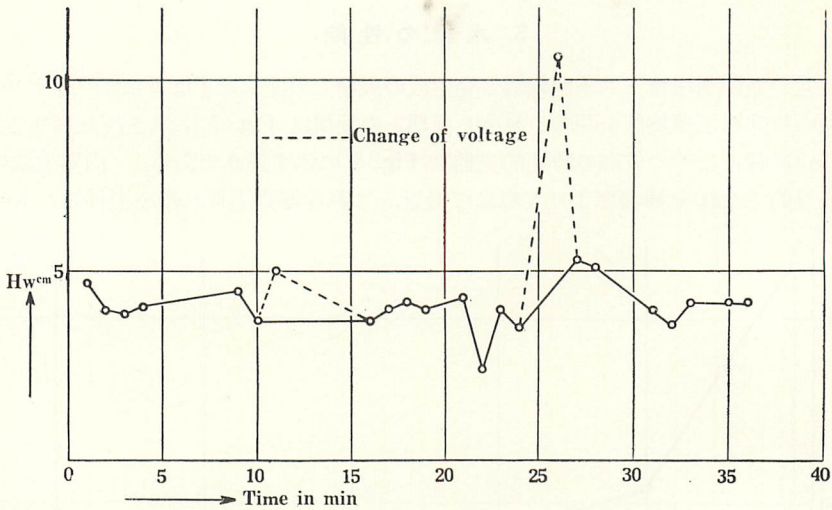


Fig. 8. Variation of Hw when Tw is constant.

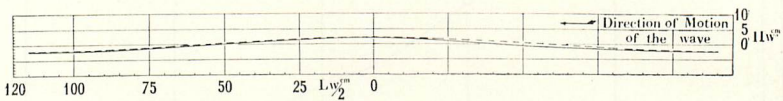


Fig. 9. Wave Profile.

---- Trochoidal Wave, — Wave of Tank.

Period of the wave 1.23 sec, Length of the wave 230 cm, Height of the wave 4.5 cm.

めると略々トロコイド波形であつて、Fig. 9 がそれである。又波の長さとの関係を実験的に調べてみると Fig. 10 の如くであつて略々理論式  $L_w = g/2\pi T_w^2$  の関係を満足している。  $L_w$ ,  $T_w$  及び造波装置内弁開閉用モーターの r.p.m. との関係を示せば Fig. 11 の如くである。最後に本装置に依る模型船の自由動揺並びに強制動揺試験記録の一例を示せば Fig. 12, 13a, 13b である。

#### 4. 考 察

動揺試験水槽として水路が他端で楕円弧状に曲つて消波装置につながることから発生波の進行に伴つて側壁への反射並びに回折を生ずる事から消波装置に依る反射波の波高の減衰効果についてはかなり疑問をもたれた。又通常造波装置と模型船間の距離は少くとも模型実験波の最大周期 1.5 sec と最大水深 0.8 m に対応する波長 3.22 m の 3 倍の約 9 m が必要とせられるが、現水槽ではどうしても 4.2 m しかとれず造波装置に依る波状攪乱は模型船の位置附近に於てもかなり残留し、模型波の定常化並びに波形の歪みについては当然大きな危惧と困難が予想された。唯吾々としては空気式造波装置の特性である慣性がないこと、反射性が弱いことに期待をかけて実験を行なつた。即ち波の長さとの関係を実験的に調べた結果は Fig. 10 の通りで測定周期の範囲内では理論波に対し最大 2% の誤差であり、一応動揺試験水槽としての使用が可能と考えられる。但し Fig. 7 に示す通り各種波形に対し波高を統一にすることはその機構上経験的に推定せざるを得ず調整は特

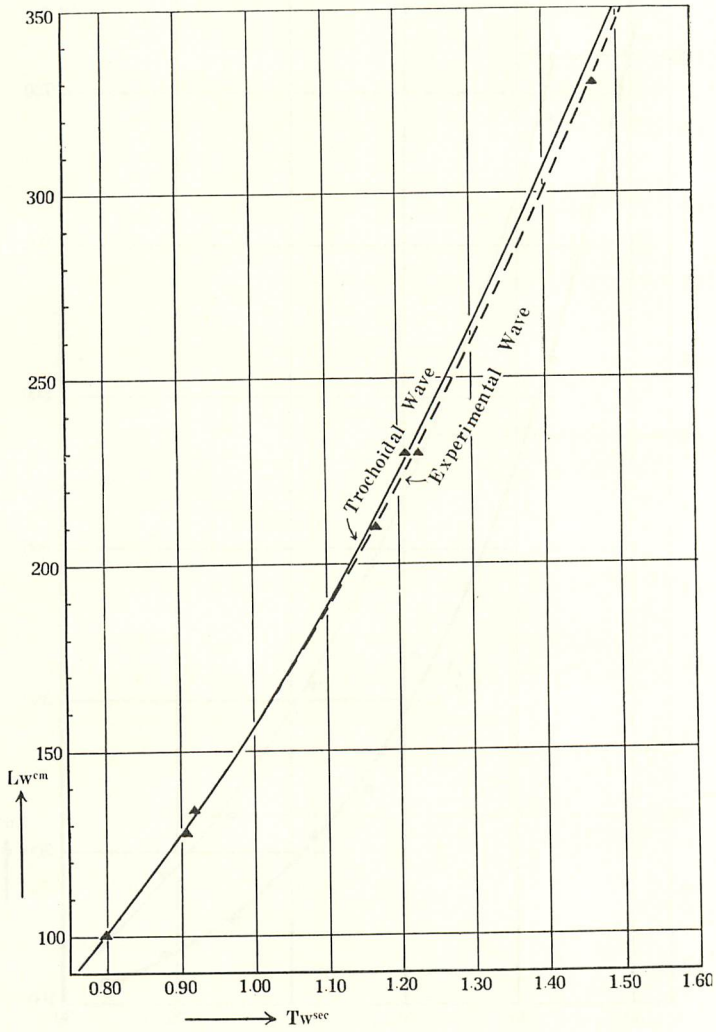


Fig. 10. The Relationship between  $L_w$  and  $T_w$ .

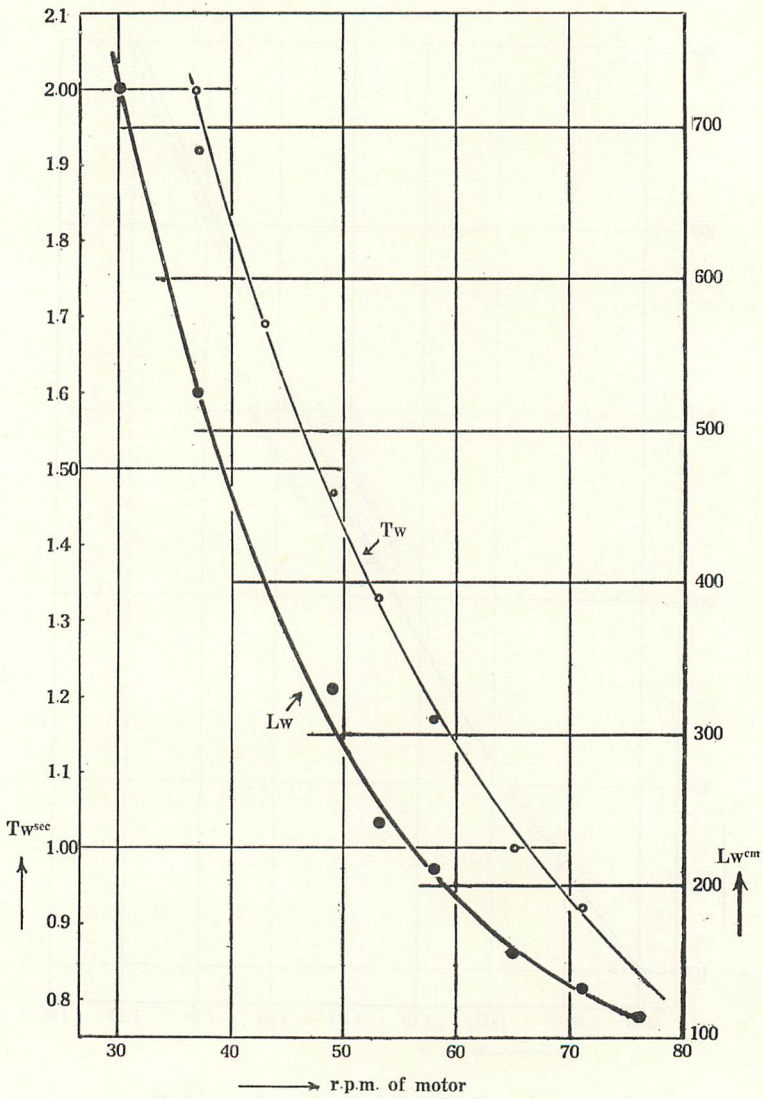


Fig. 11. The Relationships of  $L_w$  and  $T_w$  to r.p.m. of motor.



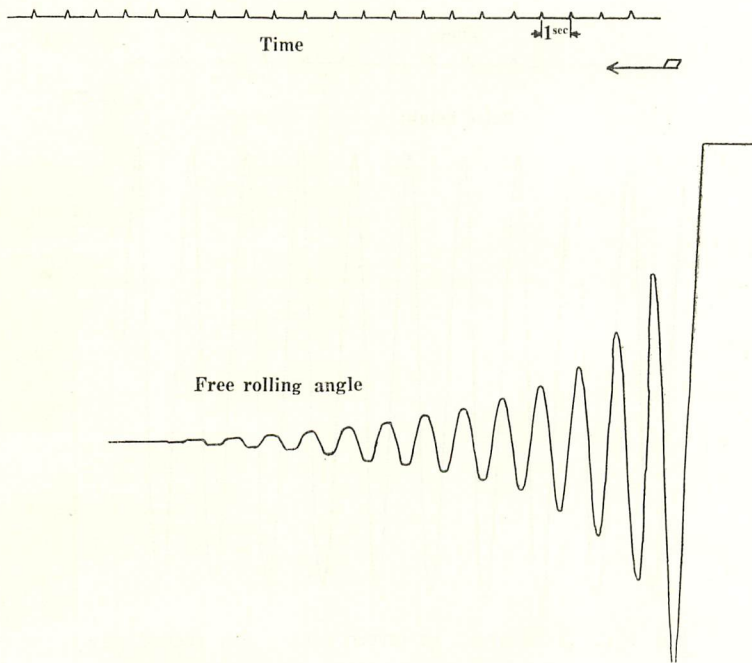


Fig. 12. An example of free rolling test record ( $\theta$ ).

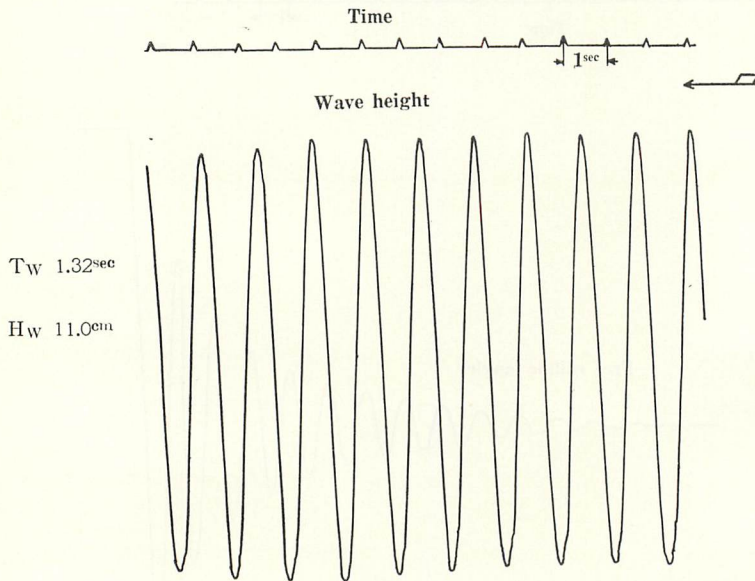
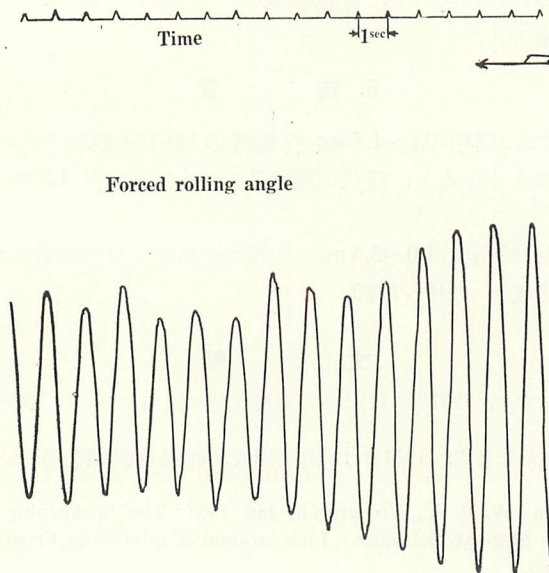
に困難を極めた。今後本水槽の性能を向上せしめるとしても水路の長さ並びに水深に制約されて或る限界があると思われるが、消波効果について更に一段の工夫改善をすれば若干の性能向上が期待出来よう。

## 5. 結 言

1. 模型船用実験波では周期  $0.8 \sim 1.5 \text{ sec}$  の範囲では波形も概ねトロコイド波で深海波に近い。概して周期が大きくなると、波長が理論波よりも短くなり  $1.5 \text{ sec}$  の周期の時最大  $2\%$  の誤差である。
2. 上記周期の範囲で波長は  $1.0 \sim 3.5 \text{ m}$ 、波高は送風空気量の函数で最高  $0.11 \text{ m}$ 、波傾斜角は  $6 \sim 2^\circ$ 、波の峻度は  $1/30 \sim 1/80$ 。

## 文 献

- 1) 鶴田千里・久田安夫, 1957年11月: 大型造波水路の設計について, 運輸技術研究所報告, 第7巻第11号。
- 2) 九州帝国大学造船学教室, 1934年: 九州帝国大学船型試験水槽設備について, 九州造船学会会報, 第11号。
- 4) Van Lammeren, W. P. A., Vossers G., Jan. 1957: The Seakeeping Laboratory of The Netherlands Ship Model Basin. International Shipbuilding Progress, Vol. 4. No. 29.

Fig. 13 a. An example of forced rolling test record ( $H_w$ ).Fig. 13 b. An example of forced rolling test record ( $\theta$ ).