

# 仁荷大學校 船型試驗水槽에 關하여

曹奎鍾\* 印喆煥\* 洪性完\* 朴魯植\*

## On the Towing Tank of Inha University

by

K.J. Cho\*, C.H. Ihn\*, S.W. Hong\*, and R.S. Park\*

### Abstract

Since 1967 the Towing Tank of Inha University has been planned constructed and was completed 1971.

The size of the tank is 79 m length, 5 m width 3 m depth. At one end of the tank, 18 kw wave maker is installed which can produce regular and irregular waves, max. 6 m length 40 cm height.

The towing carriage is driven by four 2.2kw motor and regulated by electronic speed regulator, and it's max. towing speed is 2.5 m/sec. resistance dynamometer and some other instruments including clamp, towing guide etc. are designed and made by us.

Hereunder, the authors wish to give some details of facilities and calibrated performance of the towing carriage, wave maker and resistance measuring system.

### 1. 序 言

仁荷大學校 船型試驗水槽는 1967年 부터 政府의 支援下에 計劃되었고, 本施設의 設計, 諸機器의 發注, 水槽本體와 外廓建物の 建設 等 여러 段階의 어려운 고비를 지나, 1970年 11월에 비로써 水槽本體, 外廓建物 및 曳引車 等 基本施設의 設置가 完了 되었고, 이어서 水槽試驗에 必要한 여러 附隨 施設들이 漸次的으로 整備되어 1971年 4월부터 運轉하기 시작하였다. 이제 本試驗 水槽에서는 抵抗試驗에 所要되는 諸機器의 性能에 關한 calibration도 一段 끝나치고, 現在 使用中에 있으므로 이 時點에서 本水槽의 計劃內容을 비롯하여 建設過程과 本水槽가 가춘 諸般施設과 裝置 및 이들의 性能에 關한 諸事項들을 簡潔히 報告하고자 한다.

### 2. 計劃 및 工程

#### (1) 計劃

本水槽의 建設計劃은 우리 나라의 造船工業의 重要性이 漸高되기 시작하던 時期에 때를 맞추어 1967년부터 政府支援下에 시작되었다.

처음에는 規模가 작고, 多目的으로 使用 할 수 있고, 또한 管理나 維持가 比較的 容易하리라 생각되는 回流

\*正會員 仁荷大學校 工科大學

水槽建設을 計劃하기도 하였으나, 水槽와 關聯된 分野의 國內外 여러 碩學들의 助言을 참작하여, 結局은 建設에 있어서나 將次的 維持 및 運營面에 있어서, 豫想 以上の 어려움을 겪게 되더라도 船型性能試驗의 主役을 담당하게 되는 船型試驗水槽를 建設 하기로 決定하였다.

本水槽의 型 및 規模를 決定함에 있어서는, 우선 國內에 曳引車式 水槽가 全無함을 감안하여 曳引車方式을 擇하기로 하였고, 本水槽의 主使用 目的을 大學에서의 敎育과 研究에 두기로 하되, 國內의 造船界, 海運界 및 海軍等的 造船 및 船艦計劃에 必要한 試驗에도 能히 寄與 할수 있도록 하기 위하여 豫算을 비롯한 諸 條件이 許容되는 限 그 크기는 크게 잡고져 努力 하였다. 이러한 觀點에서 여러가지로 檢討한 結果, 길이 3m의 模型船을 써서 最大 速長比 2.5 (ft 單位系) 까지의 試驗을 할수 있게 하기 위하여 曳引車의 最大速度 2.5 m/sec 와함께 水槽의 크기를 길이 75 m, 幅 5 m, 깊이 3 m로 選定 하였다[1].

速度制御方式은 Thyristor (S.C.R.) Leonard 方式을 擇하기로 하였고, 直流電動機의 速度를 變化시키는 方法에는 電機子電壓을 一定하게 하고 勵磁電流를 調整 하는 方法과, 界磁를 一定하게 하고 電機子電壓을 變化시키는 方法이 있으나, 各設定速度에서 定速度特性을 갖게 하는대는 後者의 方法 即 定 torque 特性의 方法을 使用하기로 하였다[2]. 이 端子電壓을 變化시키는 方法

에는從來 主로 使用하고 있든 Ward-Leonard 方法이 있었으나, 이 方法의 直流發電機 代身 S.C.R.를 使用하는 Thyristor leonard 方法이 아래와 같은 特性을 가지고 있어 더욱 有利하다고 判斷했기 때문이었다. 卽 이制御系는 全部半導體를 使用하고 있으므로 高精度, 高速應性의 特性이 얻어질과 同時에, 複雜하고 高度의 制御가 必要 할때도 쉽게 實現 될수 있고, 從來의 Ward Leonard 方式이나 水銀整流器에 依한 Leonard 方式에 比히 故障이 적고, 保守點檢이 쉽고, 效率이 優秀하여 壽命이 半永久的이라는 點과 裝置가 小形, 輕量이고, 騒音이 적으며, 速度를 大幅으로 變化 시킬수 있는 特徵을 가지고 있기 때문이다[3].

試驗機能에 있어서는, 靜水中의 船體抵抗試驗 및 推進器單獨試驗뿐만 아니라, 波濤에서의 船體運動, 抵抗推進性能 및 船體強度에 關한 試驗等도 遂行 可能케 하기 위해, 規則波 및 不規則波를 發生시킬 수 있는 造波機를 設置하기로 하였다.

造波機를 計劃하는데 있어서는, 波長 1~5m, 最大波高 ±0.2m 程度의 各種 規則波 및 不規則波를 發生시킬 수 있는 造波機를 構想하여 調査한 結果, 九州大學 應用力學研究所의 造波機 性能[4]이 그와 恰似함을 알게되어, 그 方式을 採擇하기로 하였다. 다만 前記 水槽는 幅이 8m 인데 比히 우리가 計劃하는 水槽는 幅이 5m 임으로 그 plunger의 數를 5個로 줄이기로 하였다. 그러므로 發生波의 最大 node 數가 7에서 4로 줄게되는 外는 九州大學 應用力學研究所의 造波機와 그 性能이 같도록 計劃한 셈이다.

水槽本體는 外廓建物과 1體로 만들되, 年中 寒暖의 差가 甚한 우리나라 氣候事情을 감안하여 2個의 브릭으로 區劃하여 이것을 可伸縮 joint로 連結시키기로 하였다.

(2) 工程

1969年 11월에 水槽建物이 完成 되었고, 1970年 10월까지 曳引車를 비롯한 諸施設을 設置하여 性能調節을 끝냈고, 이어서 計劃裝置가 具備됨에 따라 1971年 4月 24일에 비로소 中증속을 올리게 되었고, 이때부터

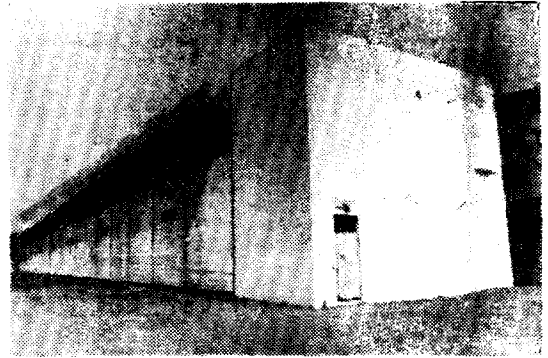


Photo. 1 View of towing tank

本水槽는 實質으로 實用되기 시작 하였다.

3. 施設 및 裝置

(1) 水槽本體와 外廓建物

水槽本體는 길이 4m, 폭 1m, 깊이 1m인 trimming 탱크를 包含하여 길이 79m, 幅 5m, 깊이 3m (水深 2.75m)의 鐵筋콘크리트製로써 外廓建物과 합쳐 補縮할 수 있도록 2 block으로 區分하여 水密可伸縮 joint로 連結되어 있고, 實驗時 航走狀態나 波形 등을 觀測 또는 撮影하기에 便利 하도록 中央部 近處의 側壁의 50cm×80cm의 觀測窓을 設置 하였다. Fig. 1과 Fig. 2는 各各 水槽의 平面圖와 斷面圖이다.

本水槽의 外廓建物은 西向鐵筋 콘크리트 2層建物로 되어 있으나, 그 下層만을 船型試驗水槽室으로 使用하고 있으며, 水槽室의 內部面積은 100㎡(寬이)×8cm(幅)이다.

水槽內에 直射光線이 少이게 되던 水槽內에 微生物이 發生하는 現象이 있으므로 이런 面에서는 窓을 내지않는 便이 有利하나, 通風의 必要性을 無視할 수 없어 兩側壁 上部에 15m間隔으로 0.6m×2.4m의 小窓 14個를 내고 그곳에 換氣用 fan을 設置 하였다. 그러나 水槽內에 直射光線이 少이지 않도록 細心한 配慮를 하였다.

屋內는 空間을 效率으로 利用하기 위하여 水槽本體의 한쪽에 庫를 設치했고, 庫도 下部는 換氣船의 積納庫로 使用할 수 있게 하였다.

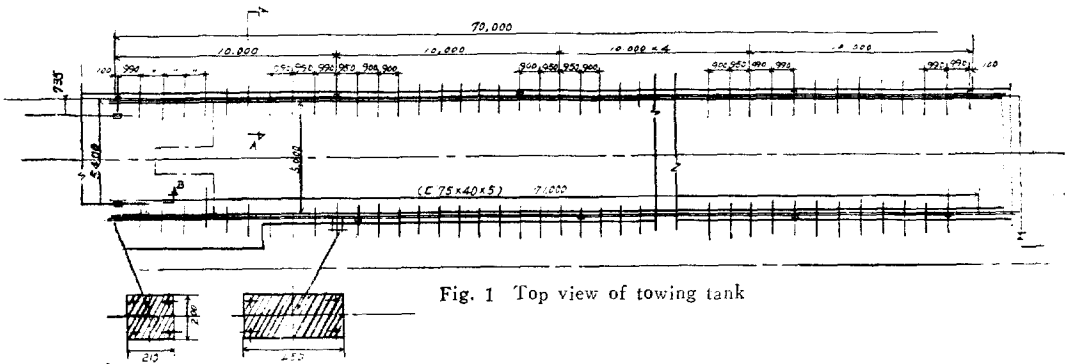


Fig. 1 Top view of towing tank

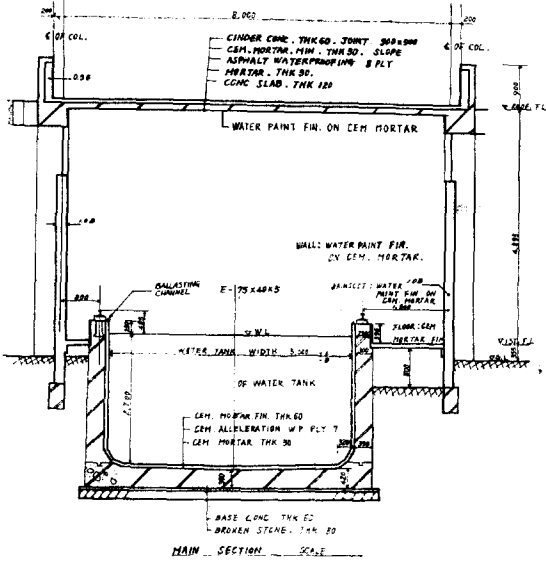
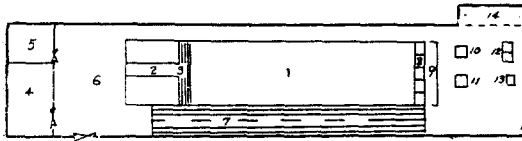


Fig. 2 Section of towing tank



- 1. Tank 2. Trimming Tank 3. Beach 4. Office
- 5. Transformer 6. Working Space 7. FLOOR
- 8. Float 9. Amplitude adjuster 10. Control Panel
- 11. M & G Motor and Gear 12. S.C.R. Box 13. Motor
- 14. Bench Tester

Fig. 3 General arrangement

屋内の水槽兩端部分天井에는測定裝置나重量物の運搬과設置の便宜를 위하여水槽中心線에平行하게相當길이의 chain block guide beam을設置하였다. Photo. 1은外廊建築物의外觀을表示한 사진이고, Fig. 3은水槽室內部の配置圖이다.

(2) Rail 및 Sleeper

曳引車의 track으로서는 50kg/m의 rail을 Fig. 4에서 보는바와 같이頂部 3面을機械加工하여 Fig. 1과 같이 900 mm 또는 990 mm 간격으로設置된 sleeper上에取付하였다.

rail의平行度, 길이方面의眞直度, 上面의水平度 등을調整할 수 있거 하기 위해서 Fig. 4와 같은構造의 sleeper를使用하였고, 이 그림의 bolt A와 B는各各 rail을上下方向과水平方向으로固定 또는調整하는데使用한다. 이 sleeper는 4個의 anchor bolt로水槽側壁에固定되어 있다. 單一 rail의 길이는 10 m이고, 이 rail의連結部에는 Fig. 5와 같은 joint sleeper를使用하였으며, track의水平度を檢査 및調整하기 위해 leveling channel을 rail內側의水槽壁全長에 걸쳐設置하였다. track의精度는 balancing level을使用하여眞直度, 水平度, 共히

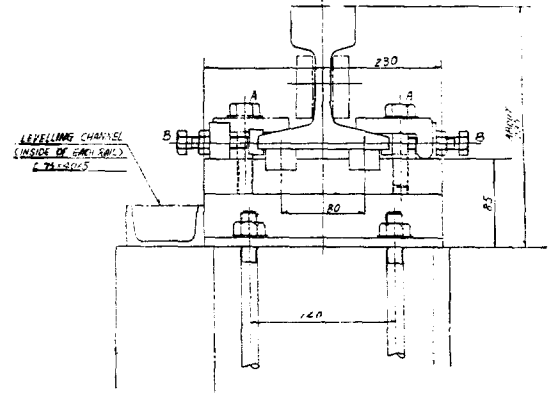


Fig. 4 Sleeper and rail

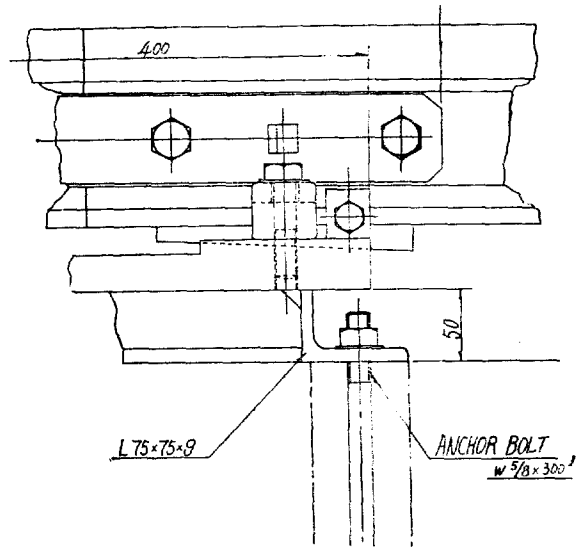


Fig. 5 Joint sleeper

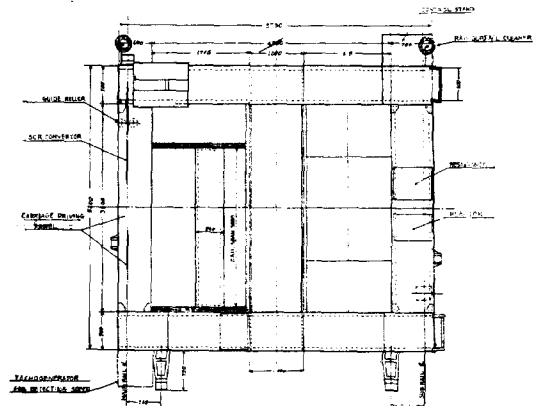


Fig. 6 Towing carriage

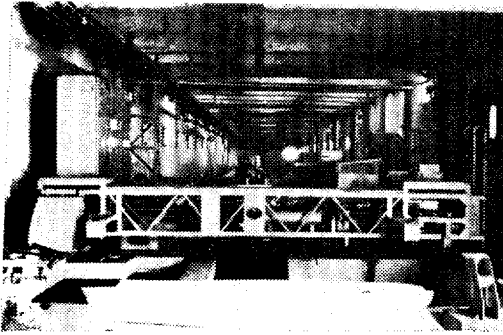
±0.1 mm 内の誤差範圍로 調整하여 使用하고 있다.

(3) 曳引車와 制御裝置

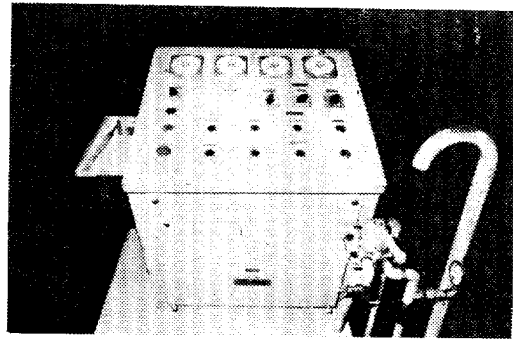
模型曳引車는 鋼骨格製로 길이 5.8 m, 幅 5.4 m, 높이 2.8 m이며 Photo. 2·(a) 및 Fig. 6과 같이 2個의 橫桁構와 3個의 縱桁構로 構成되어 있다. 中央橫桁構는 抵抗檢力計, 模型固定裝置 (clamp), 嚮導裝置 (guide) 等 各種 試驗裝置가 取付되어 있고, 左側 縱桁構上에는 曳引車制御裝置가 格納된 3個의 cabinet가 塔載되어 있으며, 曳引車 右側前端部에는 Photo. 2·(b)와 같은 運轉槓이 設置되어 있다.

曳引車는 200 volt 交流를 trolley wire로부터 pontagr-

aph를 통하여 供給받아 S.C.R. (시리콘制御整流器)을 通해 直流로 變換되어 4個의 直流 motor를 驅動함으로써 여기에 連結된 4個의 車輪에 依하여 運轉된다. 各車輪을 驅動하는 直流 motor의 出力은 0.11~2.2 kw 이고, 이것에 對應하는 車輪의 回轉數는 32.5~625rpm 이다. 또한 曳引車의 速度는 0.125 m/sec~2.5 m/sec 의 範圍에서 0.01 m/sec 간격으로 速度를 設定하여 曳引할 수 있다. 이 曳引車의 電氣系統圖는 Fig. 7과 같다. 曳引車의 左側橫桁構의 兩端車輪附近에는 嚮導裝置가 設備되어 있어 車輪이 rail 上을 벗어나는 것을 防止하므로써 曳引車의 直進運行을 維持케 한다.

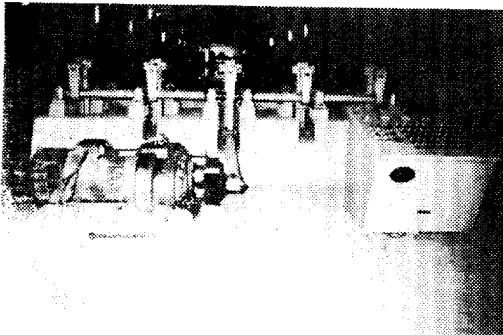


(a)

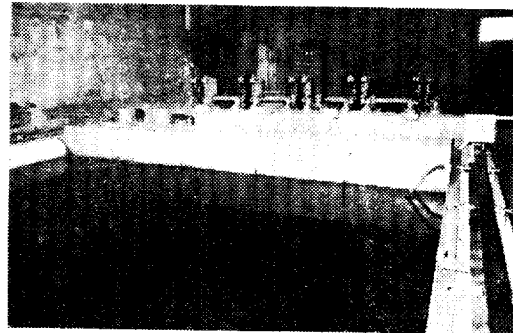


(b)

Photo. 2 Towiog carriago

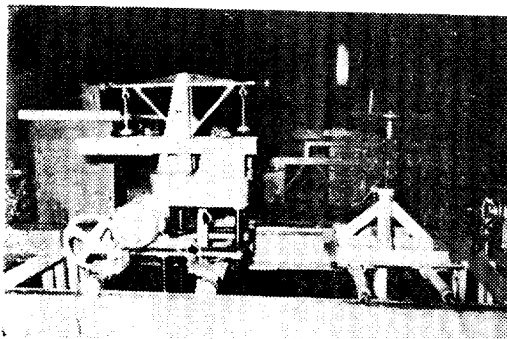


(a)

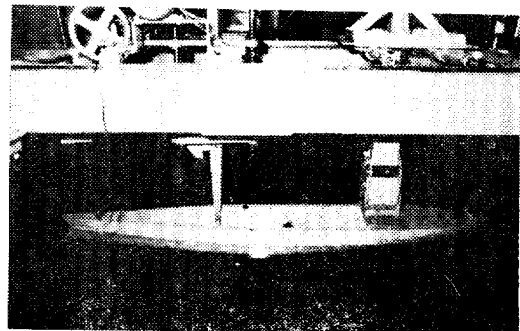


(b)

Photo. 3 Wave generator



(a)



(b)

Photo. 4 Resistance dynamometer and clamp

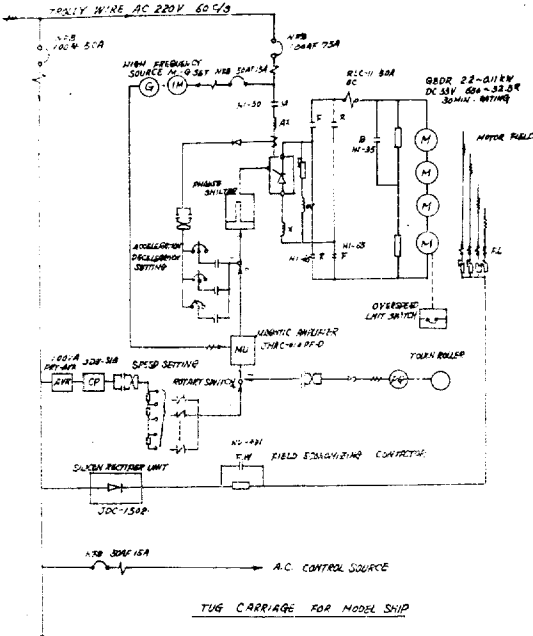


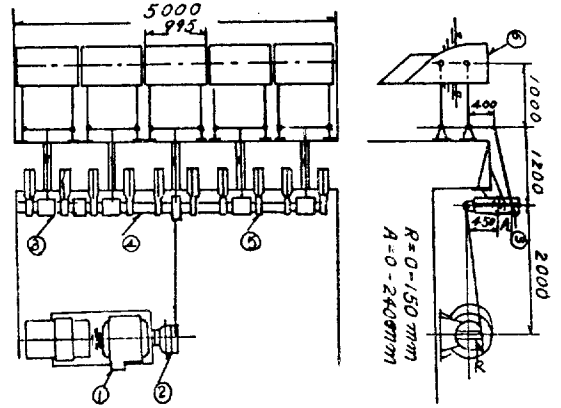
Fig. 7 Schematic of towing carriage

曳引車에는 非常用으로 壓縮空氣式 制動裝置(brake)를 兩縱桁構 rail 附近에 設置하여 비상 switch로 作動시키게 되어 있다. 이 非常 switch가 作動되지 않는 萬一의 경우에는 水槽의 兩端近處에 設置한 2단의 lever에 依해 自動的으로 壓縮空氣 tank의 벨브를 열어 非常 制動裝置를 作動시키게 되어 있다.

(4) 造波機

造波機는 18 kw의 直流發電機로 15 kw의 電動機를 驅動하여 gear와 crank 機構를 거쳐 5個의 鋼製 float을 作動시키는 plunger式이다.

Fig. 8 및 Photo. 3·(b)에서 보는바와 같이, crank, amplitude adjuster, main shaft와 bearing 및 float로 構成되어 있다. crank R과 amplitude adjuster A는 波高를 變化시키기 위해 利用되는 것으로서 그 移動範圍는 各各 0~240 mm와 0~150 mm이다. 操作臺에는 Photo.3·(a)와 같이 rotary switch를 비롯한 各種 switch와 signal 등이 있다. 이 造波機는 波長 1m~6 m, 波高 0.05 m~0.4 m, 週期 0.8 sec~2.0 sec인 各種 規則波 및 不規則波를 일으킬 수 있다. 造波機의 驅動 motor의 回轉數와 發生波의 週期 또는 變速 rotary switch의 設定 段階와의 關係는 Fig. 9·(a)와 같고 波形設定機는 1個의 定速用과 48個의 變速用 rotary switch로 構成되어 있다. 各 rotary switch는 13段階로 設定할 수 있고, 이것은 發生波의 週기와 對應되게 되어 있다. 이 rotary switches의 段階設定數字와 發生波의 週기와의 關係는 Fig. 9·(b)와 같다. Fig.9·(c)는 R=60 mm, A=280 mm로 固定시키고, 定速 2 sec, 1.7 sec, 1.4 sec 및 1.2 sec로



1 Geared motor 2 Crank 3 Amplitude adjuster  
4 Main shaft 5 Bearing 6 Plunger

Fig. 8 Wave maker

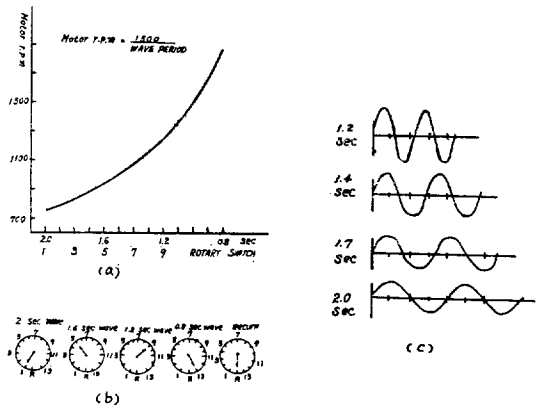


Fig. 9 Characteristics of wave maker

파도를 일으켰을 때의 波形的 例들이다. 이 造波機의 電氣系統圖는 Fig. 10과 같다.

(5) 緩衝裝置

非常時에 對備하여 緩衝裝置를 水槽兩端에 設置하였다. Photo. 2·(a)에서 보는바와 같이 各 rail의 兩端部에 各各 1個의 spring式 緩衝裝置를 設置하여 萬一의 경우 曳引車의 衝突로 因한 破損을 緩和할 수 있게 하였다.

(6) 嚮導裝置(towing guide)

模型船이 試驗水槽의 中心線上을 똑바로 航走케 하기 위하여 船體의 上下方向運動(heaving)는 自由롭게 하고 橫漂流運動(swaying), 橫搖(rolling) 및 船首橫振(yawing)은 구속해 주어야 한다.

이와 같은 目的으로 Photo. 4와 같은 嚮導裝置를 本 實驗室에서 製作하여 使用하고 있다. Photo. 4 및 Fig. 11의 I, J와 같이 水槽中心線에 平行한 홈을 갖인 1雙

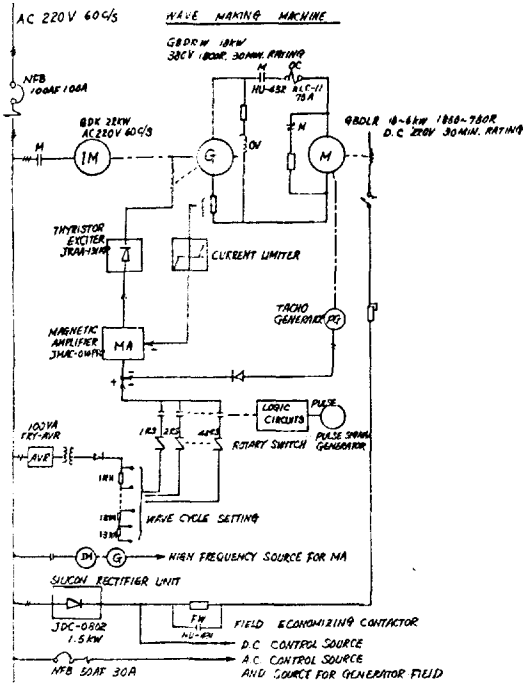


Fig. 10 Schematic of wave maker

의 木材構造物을 曳引電車 中央의 嚮導 rail 上에 固定하고, 船體中心線上의 船首尾部 各處에 取附된 直立 카이프가 船體의 前後 및 上下 方向으로 自由롭게 滑動할 수 있도록 支持케 하였다.

(7) 模型固定裝置 (clamp)

模型固定裝置는 曳引車의 發進 혹은 停止時에 抵抗檢力計가 받게 될 衝擊을 防止하기 위하여 模型船을 固定시켜주는 裝置이다. 本實驗室에서는 Photo. 4 및 Fig. 11 과 같은 clamp를 製作하여 曳引車의 中央橫桁에 設置하였다. 이 clamp는 上下로 移動할 수 있게 되어 있고, Fig. 11에서 보는 바와 같이 그 上下 運動은 B 및 C lever를 풀어 擘후 handle A를 돌려 주므로서 clamp를 上下로 移動시킬 수 있고, B 및 C lever를 잠근 후 handle A를 돌려 주므로서 模型의 固定板을 固定시킬 수 있게 하였다.

(8) 抵抗檢力計 (Resistance dynamometer)

本檢力計는 本實驗室에서 設計 製作하여 抵抗試驗의 實用하고 있다. 抵抗檢力計는 Fig.12에 표시된 것과 같이 曳引點 (towing point) A 曳引桿 (towing rod) B 지렛대 (lever) C 및 天秤 (balance) (H) 등으로 이루어지는 檢力裝置와 支持裝置 R, D, F, 昇降裝置 E 및 不平衡力檢出裝置 (transducer) G, M 등으로 構成되어 있으며, 最高 3 kg까지 計測할 수 있다. 檢力裝置를 비롯한 모든 裝置들이 搭載된 主臺 F 는 1 개의 나사가 쳐진 기둥으로 支持臺 R에 連結되고, 이

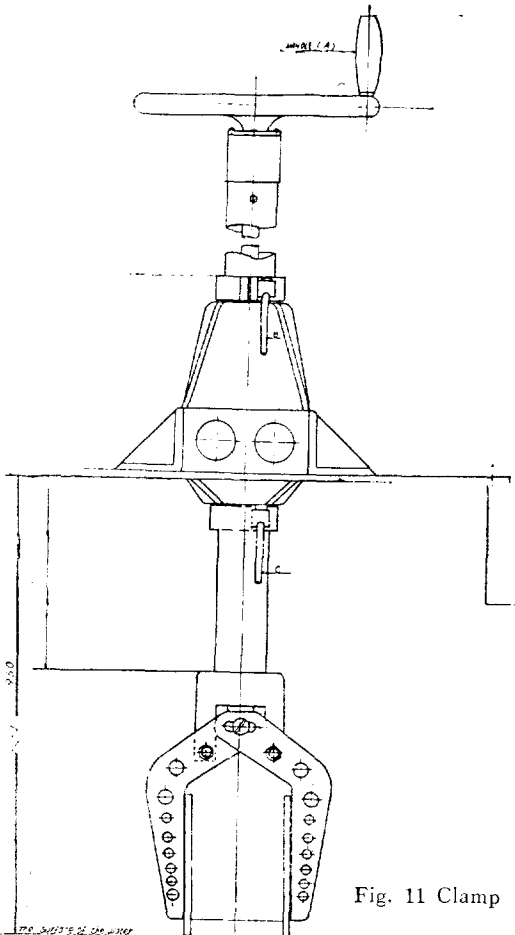


Fig. 11 Clamp

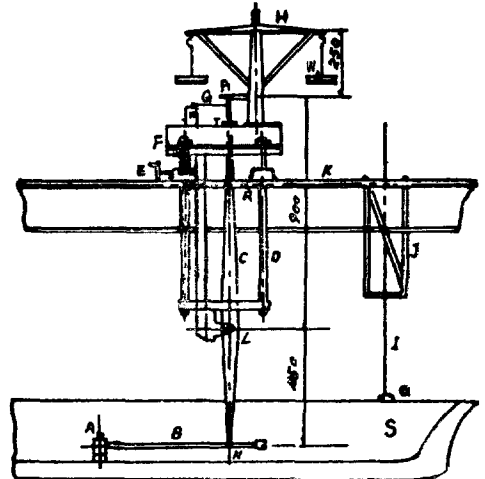


Fig.12 Device of measuring resistance and towing model

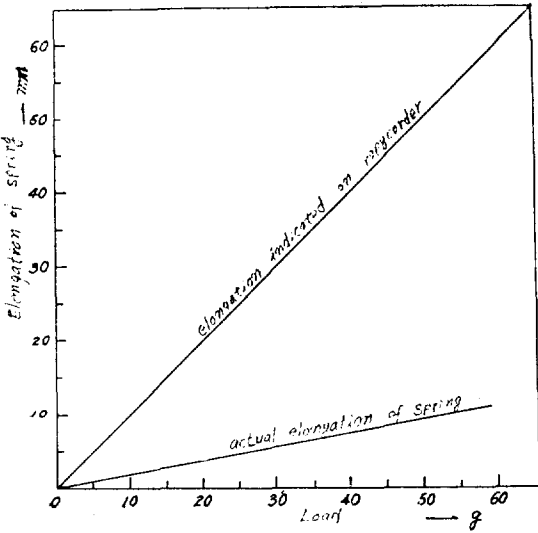


Fig. 13 Elongation of spring vs load

支持臺(R)는曳引車 中央의 嚮導 rail (K)上에 固定된다. (E)는 각기동 (D)에 끼운 水平齒車와 chain으로 구성된 電動式昇降裝置이고, 模型을 取附할 때나 배어낼 때 或은 水位에 따라 檢力計의 높이를 變更해야 할 때는 이 裝置에 의하여 主臺 全體를 昇降시키므로써 曳引桿의 位置를 調整 한다.

曳引時의 模型의 抵抗은 曳引點에서 曳引桿 및 지렛대를 通하여 天秤에 傳達되고, 미리 推定해서 올려 놓은 分銅(W)의 무게와 spring (H)에 걸리는 힘을 變換器 (M)를 통해 記錄計에 나타난 合力과 平衡을 이루게 된다. 여기에 使用된 spring (H)의 荷重에 對한 伸長量을 케리브레이션한 結果는 Fig. 13와 같고, 變

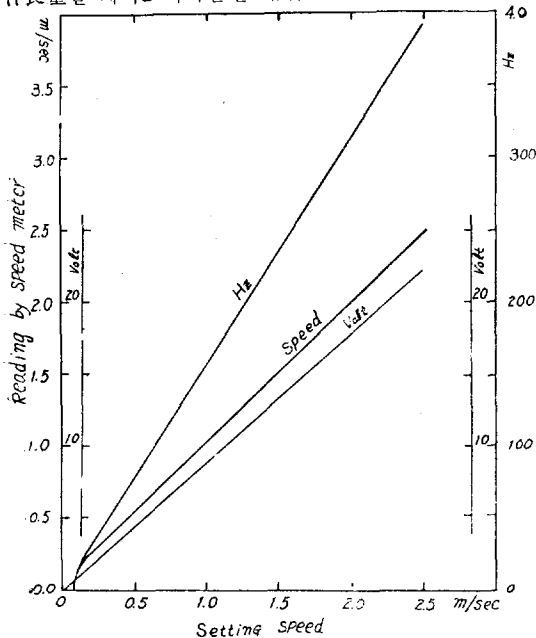


Fig. 14 Speed caribration of towing carriage

換器 (M)는 120T-100B型으로 그 容量은 100 g, 精度는  $\pm 0.5$  g 이다. 지렛대의 팔의 分割比는 1:2로 定했으므로 分銅의 무게와 스프링에 걸리는 힘의 合力의 2倍가 模型船의 全抵抗이 된다. Photo.4는 試驗狀態에 있는 抵抗檢力計와 嚮導裝置의 概要를 나타낸 것이다.

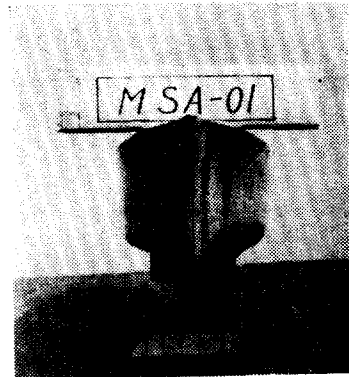
(9) 其他機器

本船型試驗水槽에는 다음 各種機器들을具備하고있다

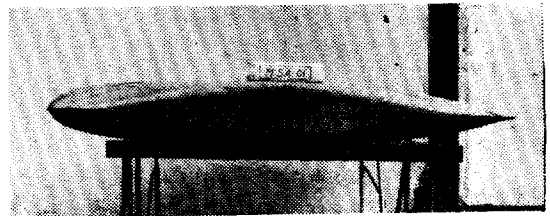
- (i) 木材模型製作用 木工工場 및 諸般木工機器
- (ii) 200 kg 臺秤
- (iii) 마라스트用 重錘
- (iv) rail 調整用 水平臺 (balancing)
- (v) camera Nikon F
- (vi) level height gauge
- (vii) 波高測定器

4. 曳引車의 速度

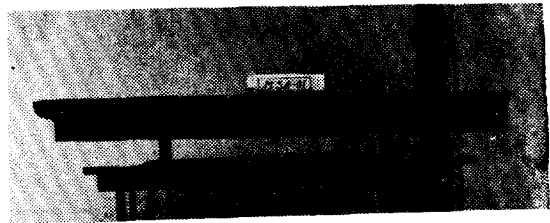
曳引車의 速度는 0.125 m/sec~2.5 m/sec의 範圍에서 0.01 m/sec 關隔으로 速度를 設定하여 曳引 할수 있으



(a)



(b)



(c)

Photo. 5 Model M.S. A-0.1

며, 速度는 曳引車左側 後方 車輪 附近에 取附된 直徑 2 inch인 roller가 rail 上을 回轉하는 回轉數에 依해 檢出하게 되어 있다.

Fig. 14에 設定速度에 對한 速度指令電壓, 速度檢出用 roller의 發生周波數 및 speed meter의 指示速度의 關係를 表示하였다. 여기에서 曳引車의 設定速度에 對한 速度指令電壓 曲線은, 速度計의 電壓을 自動的으로 制御해 주는 1.4 Hz magnetic amplifier의 入力을 차단해 놓고 각 設定速度에 對해 運轉臺의 電壓端子에 나타나는 電壓을 計測하여 얻은 結果이고, 曳引車의 設定速度에 對한 速度檢出用 roller의 發生周波數 曲線은, roller에 連結된 tacho meter의 出力部에서 electronic counter로 測定한 結果이다.

5. 抵抗檢力計의 caribration

抵抗檢力計의 性能을 calibration 하기 위하여 series 60 [5] 中에서  $C_b=0.60$ 인 船型을 標準船型으로 選定하고, 길이 2 m인 木製模型을 製作하여 水槽 試驗을 遂行하였다. Photo 5는 이 標準模型船의 사진이고, Fig. 15는 이 船型의 線圖이다. 亂流促進法은 T.Tagori의 方法 [6]에 依하여 Fig. 16과 같은 寸수의 plate stud stimulator를  $9\frac{1}{2}$  station에 1cm 間隔으로 取附하는 方法을 採擇하였다. Fig. 17은 本船型의 標準抵抗係數值와 本

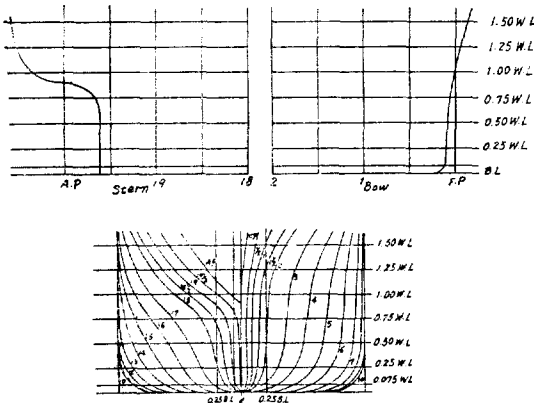


Fig. 15 Lines of series 60 parents, 0.66  $C_b$

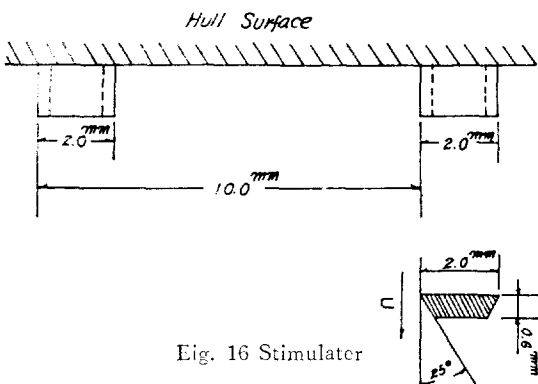


Fig. 16 Stimulator

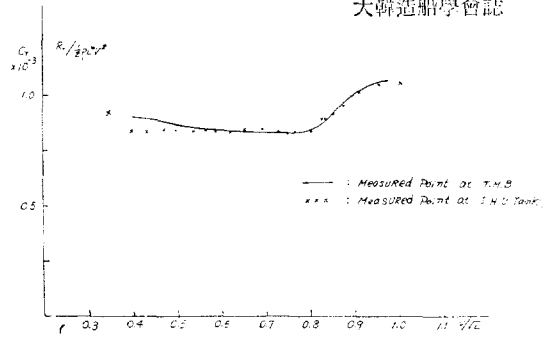


Fig. 17 Comparison of total resistance coefficient

水槽에서 計測한抵抗係數值를 同一圖面에 表示하여 比較한 그림이다.

Fig. 17에 依하면 大體로 標準抵抗係數曲線과 本水槽에서 計測한 抵抗係數值는 速長比 0.5를 境界로 하여 高速側은 定性的으로나 定量的으로도 比較的 잘 맞고 있으나, 低速側은 實驗點의 分布範圍가 넓고, 再現性이 充分치 못하다. 低速側에서의 精度가 低下되는 理由로서는 曳引車의 低速域에서의 速度制御의 어려움과, 檢力計로 微小力을 檢出할때의 相對的 誤差의 增大可能性 등을 들 수 있다. 이러한 低速領域에서의 實驗結果의 精度向上은 앞으로의 不斷한 研究와 繼續的인 努力으로 改善해 나가야 할 問題들이다.

6. 結 言

敍上한 바와 같이 曳引車의 速度와 抵抗檢力系에 關한 calibration 및 造波機에 關한 基礎的인 calibration은 一段 끝마치고 現在 實用中에 있다.

抵抗試驗에 있어서는 速長比 0.5 以上의 高速域에서의 精度는 滿足 할 만하나, 速長比 0.5 以下의 低速域의 實驗值의 신빙도는 아직도 充分치 못하다. 이 點은 앞으로 不斷히 改善해 나가야 할 問題中的의 하나이다.

本水槽의 外廓建物과 水槽本體, 配電施設 및 機械의 設置工事 등은 仁荷大學校 自體資金으로 建設 되었고, rail, 曳引車, 造波機 등 內部施設은 文敎部에서 配定해 준 대일청구권 자금으로 購入되었다.

抵抗 檢力計等實驗에 必要한 一部 機材는 研究費 등으로 마련 되었고, 水槽性能 caribration은 1972 年度 仁荷産業科學技術研究所 研究費로 遂行 하였다.

後援해 주신 關係當局諸位께 깊이 感謝드립니다.

이 水槽本體와 建物의 設計와 施工에 勞苦를 아끼지 않았신 建築科 教授 諸位, 機械 導入에 情誠껏 協力해 주신 調達廳의 關係諸官 및 設置工事 등에 많은 수고를 해주신 校內외의 여러분들께도 甚甚한 謝意를 表합니다.

本水槽를 計劃하는 段階에 있어서는 國內외의 여러



人事들의 도움을 받았다. 특히 基本計劃樹立에 있어서 貴重한 助言을 주신 東京大學의 乾教授, 元良教授 및 田古里教授께 깊이 感謝를 드립니다. 또한 本水槽建設에 有益하게 活用된 많은 資料를 提供해 주신 東京大學의 乾研究室 및 元良研究室的 여러분과 廣島大學의 仲渡教授에게 甚甚한 謝意를 表합니다.

參考文獻

- 1) 山縣昌夫: “船型試驗法” 共立社
- 2) 明電舎: “電動機의 速度制御”
- 3) 明電舎時報: 半導體應用特集, 回轉機應用
- 4) M. Kurihara, F. Tasai and T. Suhara: “On the Experimental Tank for Sea Disasters,” *Journal of SEIBU ZOZENKAI*, No. 32, Sept. 1966
- 5) F.H. Todd: “Series 60 Methodical Experiments with Models of Single-Screw Merchant Ships”
- 6) T. Tagori: “A Study of the Turbulence Stimulation Device in the Model Experiment on Ship Form” *Proc., 10th. ITTC*, 1963