

ii)  $n=2$  일 때  
 $\lambda=1$  일 때는

$$\frac{\omega_{21}a}{\sqrt{gh_0}} = 3.054$$

근사식은

$$\frac{\omega_{21}a}{\sqrt{gh_0}} = 3.054 - 0.55(1-\lambda)$$

Lamb 교수의 결과는

$$\frac{\omega_{21}a}{\sqrt{gh_0}} = 2.828$$

## 5. 결 론

전번의 논문에서 취급치 못했던 진동 변위가 원대칭이 아닌 경우를 다루는 데서 발견되는 차이점은 절직경이 존재한다는 점이다. 그 밖의 논의 방법엔 큰 차이가 없다. 그리고 절직경의 결정은 단순하므로 여기서도 결국 관심의 대상은  $r$  종속부  $R(r)$ 이었다. 회전포물 저면의 경사 변화를 나타내는 parameter  $\lambda$ 를 포함하는 식들을 결과로 제시했는바, 이 이상의 수치적 음미는 더 구체적인 상향설정이 없는 한 단순히 계산 technique 문제로 귀착된다 보고 생략했다.

근사식으로 표시된  $\omega a / \sqrt{gh_0}$ 의 값을 보면 전 논문의 결과를 포함, 모든 경우가 다  $\lambda$ 의 값에 큰 영향을 받지 않는다는 사실을 알 수 있다. 즉 저면이 일정한 깊이를 갖거나 경사변화가 있거나 그 진동수는 큰 차이가 없다는 결론을 얻을 수 있다. 그리고 이 논문의 결과가  $\lambda=0$ 의 경우에 해당되는 Lamb 교수의 결과와 거의 일치함도 알 수 있다.

## References

1. H. Lamb : Hydrodynamics, 6th ed. Cambridge univ. press. 291-292.
2. F. Bowman : Introduction to Bessel Functions, Japanese translation. 日新出版社 139-142.
3. M. R. Spiegel ; Mathematical Handbook, McGraw Hill Co. 119-126, 250, 142-143.
4. 유홍선 : 한국해양대학논문집 제3집(1969)

# 密閉壓力水冷式 內燃機關의 Thermostat의 特性에 關한 考察

金 垣 寧

A study of the characteristics of thermostat in the closed pressure cooling water system of Internal combustion Engine.

Kim Won-Young

## Abstract

It is important for the best condition of Internal combustion engine to keep it's moderate temperature. Therefore, thermostatic valve is employed to control the flow of water through jackets or through a by-pass recirculating line so as to maintain constant engine temperature.

Here, several discussions were made about the relationship between the characteristics of thermostat and engine speed, and between the over-flow from radiator pressure cap and the amount of circulating water.

## < 目 次 >

- |   |                |
|---|----------------|
| 1. 緒 言  | 5. 實驗裝置 및 實驗課程 |
| 2. Thermostat의 種類와 原理                               | 6. 實驗結果        |
| 3. Thermostat의 特性                                   | 7. 結 言         |
| 4. Radiator pressure cap 에서의 overflow 가 循環量에 미치는 影響 |                |

## 1. 緒 言

內燃機關의 性能을 最良의 狀態로 維持하기 爲하여 그 溫度를 適溫으로 保持한다는 것은 重大한 條件이다.

冷却水系는 말하자면 人體에 있어서 分泌器官과 같은 役割을 하는 것으로 表面에 나타나는 것은 적지만 極히 重要한 機能을 分擔하는 것으로서 일단 그 Balance가 維持되지 않는 限 그것이 미치는 影響은 大端히 크다.

內燃機關에 消費되는 燃料의 約 2/3는 熱 Energy로서 放出되는데 그 1/2 이상은 排氣로써, 나머지는 Engine block 及 冷却裝置에서 放出된다.

따라서 Engine을 恒常 最適溫度로 維持하기 爲하여 충분한 放熱能力을 가진 System으로서 設計된 裝置의 放熱量을 適當히 制御하여야 된다. 制御方法으로써 여러가지 方法이 있지만 水冷 Engine에 있어서 冷却水溫度에 따라 熱交換器에 흐르는 水量을 制御하는 方法으로서 使用되는 制御裝置인 Thermostat의 特性에 對해서 論述하고 密閉壓力式 冷却水系에서 Radiator의 pressure Cap에서의 Over flow가 다음 循環量에 미치는 影響에 對하여 論述코져 한다.

## 2. Thermostat의 種類와 原理

Thermostat의 感溫驅動部로서 初期엔 Bimetal, 多層 Diaphragm, Bellows type가 使用되었고 오랫동안 Bellows type가 大部分 使用되어 왔다. 現今도 大部分이 Bellows type가 使用되고 있으나 冷却性能向上을 爲해 System 壓力을 높임에 따라 最近 Wax type가 새로히 나오게 되었다 여기서 主로 Bellows type와 Wax type thermo stat에 對해서 論述하기로 한다.

Bellows type thermostat는 Bellows에 alcohol이나 Ether 등을 封入해서 그 蒸氣壓의 變化로 Bellows가 伸縮해서 Valve를 開閉하고 Wax type thermostat는 Bellows 代身容器를 使用하고 그 器內에 Wax를 密封하여 溫度에 따라 그 體積의 膨脹收縮을 Valve에 傳達토록 한 것이다.

Fig-1은 溫度計와 같은 形狀의 glass管에 Wax를 密封하여 그 溫度를 徐徐히 變化시켜가면서 體積變化를(20°C의 體積을 1로 基準) 測定한 graph이다.

그림에서 Wax의 狀態는 a部(固體), b部(固體에서 液體에의 相變化과정), c部(液體)로 나누어 볼 수 있는데 b部(相變化課程)에서의 體積膨脹係數는 液體 Wax의 그것에 比하여 約 6倍가 된다. 이 比率는 Wax의 純度에 따라 다르지만 相變化課程에서 急激한 體積膨脹이 일어나는 것은 틀림없는 사실이다. Wax type thermostat는 이 急激한 體積膨脹을 應用한 것이다.

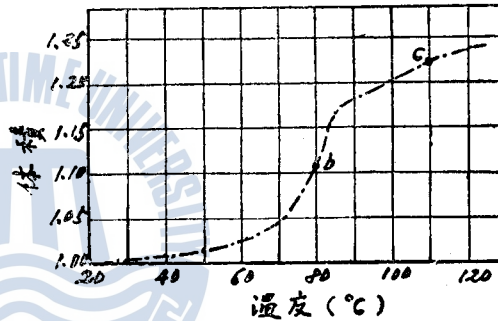


Fig-1

## 3. Thermostat의 特性

Thermostat를 Fig-2와 같이 恒溫槽에 設置해서 온도와 Lift와의 關係를 측정하면 荷重 W를 달리함에 따라 그 온도-Lift 特性은 變한다. 이것은 Thermostat의 構造, 치數에 따라 若干

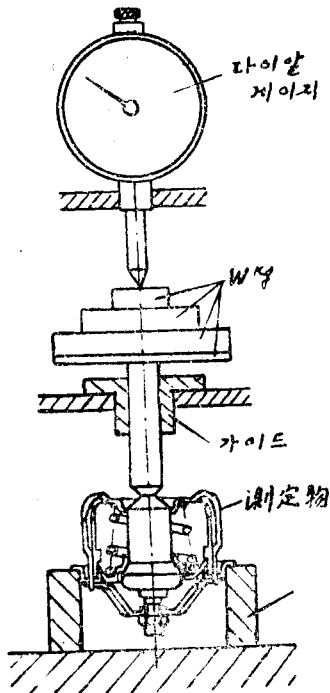


Fig-2

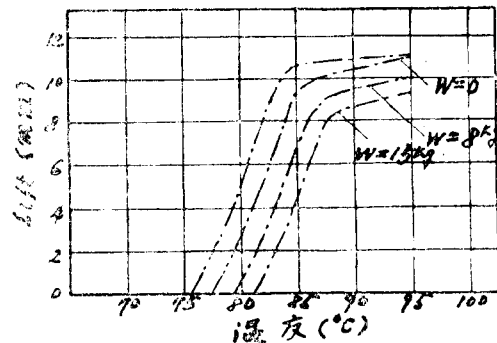


Fig-3

다른데 그 一例를 들면 Fig-3와 같이 된다.

이처럼 Thermostat는 壓力에 依하여 그 動作特性이 銳敏하게 變化한다. 即 壓力이 높을수록 開弁온도가 높게 되는 것으로서 系統壓이 높을 때일수록 高溫이 되지 않으면 열리지 않고 Overheat의 危險이 增加하는 結果가 된다. 그러나 이것은 回轉數가 그다지 크지 않을 때이고 實際 高速 Engine에 裝置했을 때 특히 Bellows type에 생기는 缺陷은 오히려 Over-cool에 가깝다고 본다. 지금 Fig-4에 있어서 Thermostat의 Valve lift가  $L$ 일때 힘의 Balance를 생각해 보면

$$(P_t - P_1)A_t + (P_2 - P_3)A_v - K(L - C) = 0 \dots ①$$

$$\therefore L = \frac{1}{K} \{ (P_t - P_1)A_t + (P_2 - P_3)A_v \} + C \dots ②$$

여기서

$P_t$  = Thermostat Bellows or 容器內壓

$P_1$  = " " " " 外壓

$P_2$  = Valve 前方의 壓力

$P_3$  = Valve 後方의 壓力

$A_t$  = Thermostat의 Bellows or 容器底面積

$A_v$  = Valve 面積

$K$  = Bellows의 Spring 定數 or Wax type에선 彈性體의 Spring 定數

$L$  = Valve lift

$C$  = 初期 Valve lift

②式에 있어서 { }內的 第1項은 Bellows or 容器內外壓의 差, 第2項은 Valve 前後면의 差壓에 依한 힘이다. 第1項만을 考慮하고 第2項을 無視하면 Wax type에선  $P_t$ 가 一般으로 50 ~ 120 kg/cm<sup>2</sup> 크서 壓力  $P_1$ 에 依한 動作特性이 그다지 銳敏하지 않다. 그러나 Bellows type에 있어서의 動作하는  $P_t$ 가 낮아서  $P_1$ 에 依한 動作特性에 銳敏하다.

實際에 있어서의 第2項에 있어서 兩者 모두  $P_1$ 과는 反對로  $L$ 를 크게 하는 作用을 하고 있다. 이것은 물의 流速에 依하여 주어진 힘으로서 流速이 클수록 增大한다. 다시 말하면, 流速이 빠를수록 冷却水온도가 낮아도 Thermostat의 Valve가 열리는 것으로 볼 수 있다.

#### 4. Radiator pressure cap에서의 overflow가 循環量에 미치는 影響

冷却水系에는 系의 물의 膨脹과 空氣의 壓縮때문에 어느 정도의 空間이 必要하다.

지금 冷却水系 全體에 똑같이 미치는 壓力 即 系統壓을 生覺해 보면 이것은 물의 팽창 及 팽창 Space(Radiator top tank 水面上의 空間)에 있는 空氣와 水蒸氣의 混合體(以下 팽창 Space 空氣로 略稱함)의 溫度上昇에 依하여 높아진다.

지금 ① 空氣는 完全氣體이다(水蒸氣는 當然히 飽和蒸氣이다).

② 팽창 Space 空氣는 飽和狀態에 達한 濕潤空氣이다.

③ 系의 容積에는 變化가 없다.

④ 膨脹 Space 以外에 系에 남아있는 空氣는 없다.

⑤ 系의 水溫과 팽창 Space 空氣溫度는 恒常 같다.

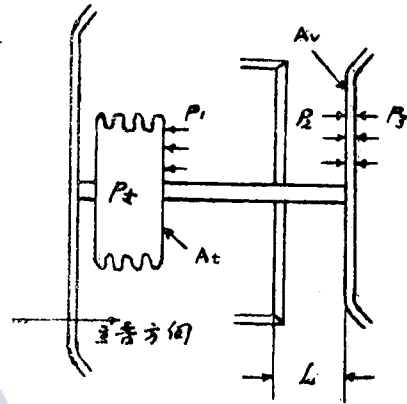


Fig-4

以上の 假定을 하면

水溫(膨脹 Space 空氣溫度)이  $T_0 \rightarrow T$ 로 變化할 때 系統壓(팽창 Space 空氣壓力)  $P$ 는

$$P = \frac{P_0}{T_0} T \frac{I}{I - \alpha \frac{U_0}{V_0} (T - T_0)} + P_s \dots \dots \textcircled{3}$$

로 表示된다.

여기서  $P_0$  = 初期의 팽창 Space 空氣壓力(보통 大氣壓  $\text{kg/cm}^2 \text{ abs.}$ )

$T_0$  = 初期의 팽창 Space 溫度(보통 大氣溫度  $^{\circ}\text{K}$ )

$P_s$  = 蒸氣 온도  $T^{\circ}\text{K}$ 에 對應하는 포화증기壓力( $T$ 에 依해 定해진다. 포화증기表에서 求함  $\text{kg/cm}^2 \text{ abs.}$ )

$\alpha$  = 물의 膨脹係數( $0.27 \times 10^{-3} / ^{\circ}\text{K}$ )

$U_0$  = 初期充填水量 ( $\text{m}^3$ )

$V_0$  = 初期膨脹 Space ( $\text{m}^3$ )

시금  $P_0 = 1 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs.}$        $T_0 = 288^{\circ}\text{K}$ (約  $15^{\circ}\text{C}$ )

$V_0/U_0 = 4.5\%$ 인 경우의 보기를 들면

$$P = \frac{1}{957.5/T - 1.325} + P_s \dots \dots \textcircled{4}$$

가 된다. ④式을 graph로 表示하면 Fig-5와 같다.

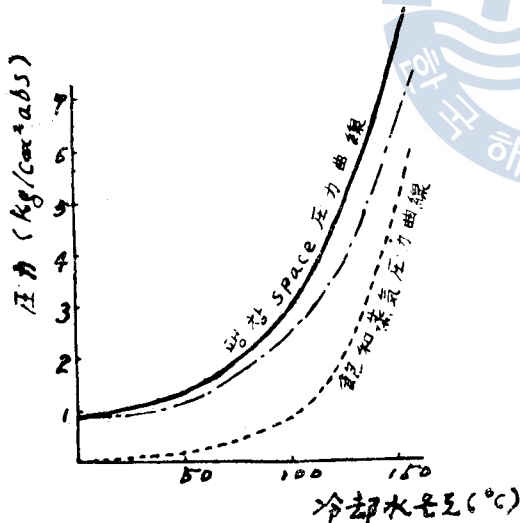


Fig-5

變化할 때 B點에서 Pressure cap의 Blow off valve가 열리고 空氣나 물이 放出하기 始作하여 다시 水溫을 높여가면 放出이 계속하여  $P = P_1$ 의 變化를 하며 C點에 이른다. C點에서 水溫이 低下하기 始作한다고 하면 Pressure cap은 바로 닫히는데 系는 이미 空氣와 물과를 放出해서 ③式에 있어서의  $P_0$ 의 값을 減하고 또  $V_0$ 의 값을 增加시키고 있기 때문에( $U_0$ 의 變化는 無視한다) 壓力은 새로운  $P_0 V_0$ 의 값으로 定해지는 曲線 CD上을 變化하게 된다.

그래서 絕對壓이 大氣壓以下로 내려갈 때(Vacuum valve set pressure D點)까지는 다시 空氣가 系에 들어가는 일은 없다.

여기서 系統壓(팽창 Space 공기壓力)이 水溫(팽창 Space 空氣 온도)의 上昇에 따라 어떻게 變化하는가를 나타내고 있다(實線). 點線은 飽和蒸氣壓力曲線, 鎖線은 물의 膨脹을 無視한 場合의 팽창 Space 空氣壓力曲線이다. 만일 Radiator Pressure cap의 Blow off valve set 壓力을  $1.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ gauge}$ 로 設定했다해도  $70^{\circ}\text{C}$ 에서 바로 Overflow 限界에 達한다는 것이 된다.

Pressure cap에서 Overflow한 다음 循環量에 미치는 影響은 Fig-6에 依해 說明할 수 있다.

즉 Pressure cap의 Blow off valve set 壓 =  $P_1$ 일 때 水溫을 높여가면 처음 系統壓은 ④式에 依하여 그려진 壓力曲線 AB를 따라 變化

完全히 空氣가 追出되었을 때(水溫이  $T_c$ 에 達했을 때) 系統壓은 蒸氣壓만이 되어 飽和蒸氣壓力曲線(點線)上을 變化하게 된다. 이와 같이 空氣 및 물의 Overflow에 依해 系統壓의 Level이 低下하는 現象은 無視할 수 없는 現象이라고 생각된다. 系統壓은 系全體에 均一하게 걸리는 壓力이며 이것이 減少하면 Water pump의 吸込部의 壓力이 低下하는 結果가 된다. 特히 Blow off valve의 Overflow 結果 系統壓이 低下하

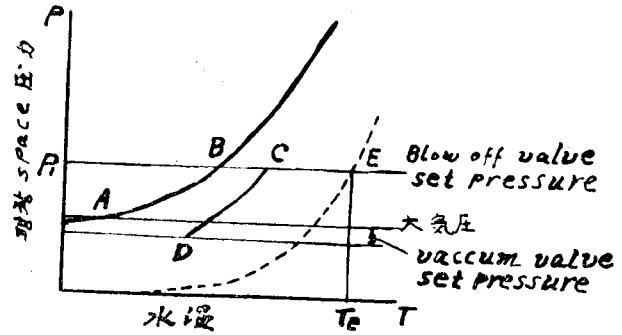


Fig-6

는 現象은 熱負荷가 增大하여 水溫이 上昇하는 단계에서 發生한다는 點이다. 即 換言하면 循環水流量, 速度가 다 같이 充分해야 될 경우에 循環水量을 低下시키는 結果가 된다.

이것은 또한 水溫이 上昇해서 Pressure cap에서 Overflow가 일어날 때마다 반복되며 系統壓의 level이 低下하여 冷却水系를 密閉壓力式으로 하는 意義가 차차 없어지게 된다.

## 5. 實驗裝置 및 實驗課程

Thermostat의 壓力特性에 對해서 Fig-2, 3에 들었지만 이것은 實際 Engine에 取付해서 運轉할 경우 回轉數가 낮을 때는 別 差異가 없지만 回轉數가 올라간 경우는 差異가 많을 것으로 看做하여 速度特性에 對한 實驗을 하기 爲하여 供試 Engine으로 170 6 Cylinder gasoline Engine을 擇하였다.

Bellows type thermostat의 Valve head에 가는 철사를 납땜하여 붙이고 Upper rubber hose의 joint部에 알맞는 透明耐熱유리관을 連結하여 Valve의 開閉상황을 Engine 運轉中에 볼 수 있도록 하였다. 또한 Tachometer를 distributor의 breaker point terminal에 設置하며 r. p. m.을 읽을 수 있게 하고 Thermometer는 Engine에 設置된 것을 그대로 利用하였다.

4節에서 論述한 Pressure cap을 열어놓았을 때와 7 p. s. i. Pressure cap을 裝着했을 때의 두 경우에 對하여 r. p. m.을 漸次 높여가면서 Thermostat의 初開온도 全開온도를 測定하였다. 但 Pressure cap을 裝着했을 때는 初開온도만을 測定하였고 Thermostat는 大氣壓下에서 70°C에서 初開, 80°C에서 全開한 것을 使用하였다.

## 6. 實驗結果

Fig-7에서와 같은 結果를 얻었다. 開弁온도는 Engine 速度를 높일수록 低下한다. Pressure cap을 닫았을 때와 開放했을 때 高速에서 開弁하는 特性에 差가 있음을 알 수 있다. 即 Pressure cap을 닫았을 때는 初開온도가 速度에 別差없고 Pressure cap을 열었을 때는 初開온도가 高速에서 내려온다. 또한 ①式의  $P_3$ 의 高低의 影響이 나타나고 있으며 여기서도 冷却水 Overflow 다음에 미치는 影響의 害가 미치고 있다.

以上을 要約하면 Engine 速度를 높이면 低溫에서도 開弁해서 Over cool을 惹起하고 系統壓이



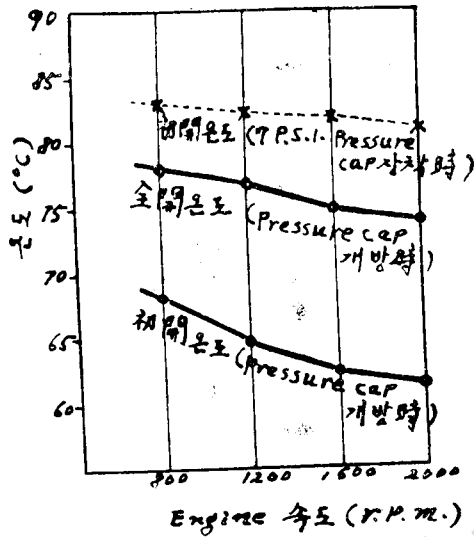


Fig-7

의 Level이 低下하여 循環水量을 減少시키는 結果를 招來하며 더욱이 Pressure cap의 Blow off valve가 열릴 때마다 이 現象은 되풀이 된다. 따라서 冷却水系를 密閉壓力式으로 하는 意義가 줄어들게 되며 이에 對한 보다 技術的인 研究가 必要하다고 본다.

(2) Thermostat에 있어서 比較的 系統壓에 依한 溫度特性이 그다지 銳敏하지 않은 Wax type로 어느 程度 補正할 수 있으나 Engine 回轉數를 높이면 低溫에서도 開弁해서 Over-cool를 惹起하며 특히 冬季엔 이에 對한 對策이 講究되어야 한다고 본다.

높게 되면 開弁온도가 높아져서 Overheat의 危險性을 增加하는 特性이 있다. 그러나 低溫에서 열린다고 하는 現象쪽이 반드시 먼저 일어나기 때문에 Radiator의 冷却能力이 클 때(冬季) 좀처럼 水溫이 上升하지 않게 되며 系統壓이 너무 높아 開弁온도가 올라간다고 하는 단계에 이르는 것은 比較的 드물다.

## 7. 結 言

以上 高速 Engine의 Thermostat와 Pressure cap에 對하여 考察하고 實驗結果를 通해 다음과 같은 結論을 얻게 되었다.

(1) 熱負荷가 增大하여 水溫이 上昇하는 단계에서 Pressure cap에서 Overflow함에 따라 系統壓

## < 參 考 文 獻 >

1. 門馬孝吉著 最新自動車整備全書
2. 增田 內燃機關 Vol. 2 No. 15 1963
3. 藤田 自動車技術 Vol. 16 No. 5 1962
4. 增田, 田島 自動車技術 Val. 13 No. 2 1959
5. 山海堂 內燃機關 Vol. 7 No. 5 1968
6. 山海堂 內燃機關 Vol. 7 No. 6 1968
7. Carl pfeleiderer 流體機械
9. J. A. Polson Internal combustion Engines.
10. Frank D. Graham Audels new Automobile Guide
11. A. B. Newell Disail engineering hand book 1955.

# 規程에 依한 船舶復原性の 簡易計算法

宋 江 斐

## Simple Calculation Methods for Ship's Stability by Regulations

By K. S. Song

### Abstract

Though the Ship's Stability Regulations were established in 1963 in Korea, the upsetting casualties of ships considered as lack of stabilities have often occurred. Without doubt the vessels upset and most others in operation have no data about their stabilities at all. That is mainly why the stability calculations are very complicated and require much time and technical knowledge, and why the most medium and small shipbuilders don't have enough designers and calculators.

In this paper Ship's Stability Regulations are represented by simple calculation charts. It is possible that these charts will be used in checking and judging rapidly the stabilities of both the ship at the preliminary design stage and the existing one.

### <目 次>

- |          |               |
|----------|---------------|
| 1. 序 論   | 5. 基準(Ⅰ)의 判定法 |
| 2. 復原性基準 | 6. 基準(Ⅱ)      |
| 3. 基準(Ⅰ) | 7. 基準(Ⅱ)의 判定法 |
| 4. 限界傾斜角 | 8. 結 論        |

### 1. 序 論

復原性の 不足으로 推定되는 原因에 依해 많은 船舶들이 轉覆, 行方不明되는 海難事故는 如前히 일어나고 있다.

①에 依하면 日本에서는 轉覆과 行方 不明이 大部分을 찾아 하는 氣象·海象과 積載의 두 原因으로 發生한 海難은 全 海難의 約 46%를 찾아하고 있다. 또한 總噸數 500噸 以下의 小型船이 全海難의 99%를 占有하고 있다. 韓國에서도 小型船에 있어서 이런 事故가 頻繁히 發生하고 貴重한 人命·財貨를 잃고 있다.

初期計劃의 段階에서 或은 既存船에 對해서 概畧的인 數值를 使用하여 復原性을 判定하는 데에는 菱田②와 田中②와 加藤③의 方法이 있다. 여기에서는 設計의 極히 初期에 있는 船舶의 復原性, 復原性을 좋게 하기 爲한 計劃, 또는 既存船이 規程上의 復原性을 保有하고 있는가의 檢討를 短時間에 簡單히 遂行할 수 있는 計算圖表를 提示하였다.