

船體損傷時的 復原力計算에 關한研究

梁 時 權

A Study on Stability Calculation for Damaged Ship

Si Kown, Young

〈目 次〉

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. 序 言 | C. 最小要求 GM值曲線 |
| 2. 在來의 計算法과 反復式計算法에 依한 浸水後의 水線 | D. 各船艙의 浸水過程에 있어서 船舶의 吃水와 Metacentric Height表 |
| 3. 浸水過程에 있어서 船舶의 安全性 | 5. 結 言 |
| 4. 數值計算例 | 6. 附 錄 |
| A. 경주호의 主要排水量等曲圖線 | 7. 參考文獻 |
| B. Flow Chart | |

ABSTRACT

This paper introduces a method of calculation of stability for damaged ship through the period of flooding to the end by means of "The Reiterative Calculation" based on computer programing.

The calculation for this area used to be calculated by approximation with the error about less than 1 foot in drafts which is also restricted on some particular ship's condition.

The Reiterative Calculation method enables to calculate ship's stability in damaged condition with the various parameters from the actual ship's conditions, such as variable drafts, trims, and permeabilities which varies with the ship's cargo status.

The method could suggest some for the ship's captain to avoid sinking when his ship is flooding in one of his ship's compartments, and also for the ship designer to determine the positions of bulkheads, and the size of tanks and their positions for the successful ship's stability and the best fitness to the common cargo conditions of the ship.

I. 序 言

1930年 國際滿載吃水線條約은 貨物船의 길이 228m, 油槽船의 길이 183m 未滿의 船舶에 對하여서 단 規定하고 있어 1950年代 以後에 建造된 보다 큰 船舶에 對하여서는 1930年條約을 擴

大活用的 結果, 大型油槽船(VLCC)에 있어서는 船舶의 乾舷이 過大하여 一般原油를 全貨物艙에 滿載할 수 없는 非經濟的인 滿載吃水線이 되어 왔다.

그런데 1966年 國際滿載吃水線條約의 發効로 길이 365m(1200ft)의 船舶에까지 滿載吃水線을 規程에 따라 指定할 수 있게 되고, 同時에 길이 150m以上の 油槽船 또는 同等한 構造를 한 船舶의 乾舷을 大幅 줄이는 代身에 一區劃浸水時에도 沈沒하지 않는 區劃船의 構造를 할것을 義務化하므로써 乾舷減小에 對한 安全性 擴保를 꾀하는 傾向으로 制定을 보게 되었다.

그러나 아직도 世界 主要船級協會가 現 1966年 國際滿載吃水線條約을 全面 받아 들이지 않는 難題는 남아 있다.

貨物船의 安全性을 在來의 乾舷만에 의한 方法에서 乾舷과 浸水時의 安全性을 對象으로 하는 區劃船의 方法으로 轉向되고 있는 오늘날의 國際的인 움직임에 맞춰 船舶의 浸水時의 安全性과 浸水過程에 있어서의 安全性에 對하여 在來의 概算式을 精度높고 集約的인 計算方式으로 發展 시키므로써 船舶의 建造, 運航 및 關係 規程의 制定에 參考가 되게 하려한다.

Ⅰ. 在來의 計算法과 反復式計算法에 依한 浸水後의 水線

(A) 在來의 計算法

船舶의 어떤 區劃에 浸水하였을때 그로 因한 浸水量과 浸水後의 水線을 計算하는 在來의 方法은 우선 浸水區劃에 있어서 損傷前의 水線以下에만 浸水한 것으로 보아 同量의 荷物을 積載한 것으로 假定한 所謂 附加重量法, 或은 同量의 浮力이 消失된 것으로 假定한 浮力消失法에 依하였다.

그리고 以上の 浸水量外 더 增加된 第2段階以後의 浸水量에 對하여서는 第1段階浸水量의 10%가 더 增加하는 것으로 概算하여 浸水後의 水線을 求하여 왔다.

이렇게 求한 Waterline은 大略 1 foot 未滿의 Trim差의 精度를 가진다.¹⁾

(B) 反復式 計算法에 依한 水線의 計算

船舶이 損傷을 입어 浸水하는 過程을 數段階로 區分하여 생각한다. 即 損傷을 입은 區劃의 第一段階 浸水量을 損傷前의 水線以下에만 浸水한 것으로 생각하여 附加重量式算法으로 第一段階 浸水後의 水線을 計算한다. 第二段階는 이미 浸水한 區劃內의 浸水線과 第一段階 浸水後 새로운 水線과의 差에 대한 區劃內의 浸水量을 같은 方法으로 計算하여 第二段階 浸水後의 水線을 計算한다. 이렇게 反復하여 計算하면 그 次數의 增加에 따라 附加水量은 漸次 減少되어 結局에는 零에 수렴할 것이다.

이때의 水線이 損傷으로 因한 最終水線이 된다.²⁾

Ⅱ. 浸水過程에 있어서 船舶의 安全性

지난번의 反復式 計算에 의하여서는 船舶의 一定區劃에 浸水하였을 境遇, 浸수가 끝난 最終

1) John P. Comstock, "Principle of Naval Architecture" SMAME 1967. p 158.

2) 梁時權 "船體損傷時의 復原性 計算에 關한 研究" 한국해양대학 1973.

段階에 있어서 浸水된 船舶의 水線과 metacentric height를 計算하였다.

그런데 浸水過程에 있어서 船舶의 安全性을 計算檢討할 수 있으면, 區劃浸水로 因하여 沈沒할 우려가 있는 船舶에 對하여 浸水로 因한 船舶의 不安全性이 確認되므로 沈沒을 免할수 있는 對應措置를 取할 수 있다.

本 計算에서는 每段階 浸水後에 그 浸水로 因한 새 水線을 計算하고, 또 船舶의 重心位置와 metacenter位置의 變化量을 算出하여 浸水以前의 metacentric height에 加算하여 주는 方式을 取하면 每段階 浸水時의 水線과 metacentric height를 求할수 있어 船舶의 浸水過程에 있어서의 安全性을 計算할 수 있다.

(A) 水 線

i 번째(段階) 浸水時의 船首吃水, 船尾吃水を 各各 df_i, dai 라 하면 $(i+1)$ 번째 浸水時의 船首吃水, 船尾吃水是 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$df_{i+1} = df_i + \frac{1.025\mu_i(v_i - v_{i-1})}{T_m} - \frac{L/2 - \boxtimes F}{L} \cdot \frac{1.025 \mu_i(v_i - v_{i-1})l}{M_m}$$

$$dai_{i+1} = dai_i + \frac{1.025 \mu_i(u_i - v_{i-1})}{T_m} + \frac{L/2 + \boxtimes F}{L} \cdot \frac{1.025 \mu_i(v_i - v_{i-1}) \cdot l}{M_m}$$

但 df_i ; 船首吃水(m)

dai ; 船尾吃水(m)

v_i ; 浸水容積(m^3) $v_0 = 0$

l ; 浮面心에서 浸水區劃重心까지의 距離(m)

$\boxtimes F$; 船體中央에서 浮面心까지의 距離(m)

T_m ; 1 m 平均吃水變化에 所要되는 排水屯(ton)

M_m ; 1 m Trim 變化에 所要되는 moment(ton-m)

μ_i ; 浸水率

(B) Metacentric height

船舶이 損傷을 입어 浸水될 때에 水線이 甲板의 限界線 以上으로 오르거나 船舶의 復原性이 모자라면 沈沒하게 된다. 따라서 浸水로 因한 水線이 甲板의 限界線 以下일 때는 그 浸水로 因한 復原性의 變化量을 計算할 수 있으면 損傷을 입은 船舶의 浸水過程 및 浸水後에 있어서의 安定性을 判斷할 수 있을 것이다. 即 損傷을 입어 浸水될 때에 豫想되는 metacentric height에 미치는 變化는 다음의 3種이 있다.

a) 浸水區劃의 自由表面의 影響만큼 GM가 減少한다.

$$G_o G a_i = \frac{\mu_{S_i} I}{V_i} = \frac{\mu_{S_i} \frac{1}{12} k \cdot lb^3}{\frac{\Delta_i}{1.025}} = \frac{1.025 \mu_{S_i} \cdot k \cdot lb^3}{12 \Delta_i}$$

但 V_i ; 船舶의 水面下 容積(m^3)

μ_{si} ; 浸水表面의 浸水率

I ; 浸水表面의 面心을 通하는 縱軸에 對한 面積慣性 moment

l ; 浸水區劃의 길이(m)

Trim이 甚하면 l 는 $l \cdot \sec \theta$ 가 되나 無視하여도 誤差가 크지 아니하다.

b ; 浸水區劃의 幅(m)

k ; 水線面의 모양에 依하여 定하여지는 常數

Δ_i ; i 번째 浸水時의 排水量.

b) 浸水量과 그의 重心의 높이에 依하여 船舶의 重心位置에 變化를 준다.

$$G_o G_{bi} = \frac{w_i G_o g_i}{\Delta_i} = \frac{1.025 \mu_i v_i (KG_o - K_{gi})}{\Delta_i}$$

但 KG_o ; 損傷前의 船舶의 重心의 基線上的 높이(m)

K_{gi} ; i 번째 침수시의 浸水重心의 基線上的 높이(m)

c) Metacenter 位置의 變化量

浸수로 因하여 船舶의 排水量이 變하면 metacenter의 位置도 變하게 된다.

$$M_o M_i = KM_i - KM_o$$

但 M_o ; 損傷前의 metacenter

M_i ; i 번째 浸水時의 metacenter

KM_o ; M_o 의 基線上的 높이(m)

KM_i ; M_i 의 基線上的 높이(m)

따라서 損傷後 GM값의 變化量은 $G_o G_{ai} + G_o G_{bi} + M_o M_i$ 가 된다.

1960年 人命安全을 爲한 國際協約 第2章 構造 第A部 第7規則 損傷狀態에 있어서 船舶의 復原性이 要求하는 0.05 m의 GM값을 安全을 爲한 最小值로 하고, 增減에 對한 符號를 넣으면

$$0.05 + G_o G_{ai} - G_o G_{bi} - M_o M_i$$

가 船舶이 損傷前에 가져야 할 最小 metacentric height가 된다.

i 번째 浸水時의 船舶의 metacentric height는 다음과 같이 表示된다.

$$G_i M_i = G_o M_o - G_o G_{ai} + G_o G_{bi} + M_o M_i$$

따라서 浸水後 船舶의 安定을 判斷하는 基準은 $G_o M_i - 0.05$ 의 값이 正이면 安定狀態이고, 負이면 不安定狀態가 된다.

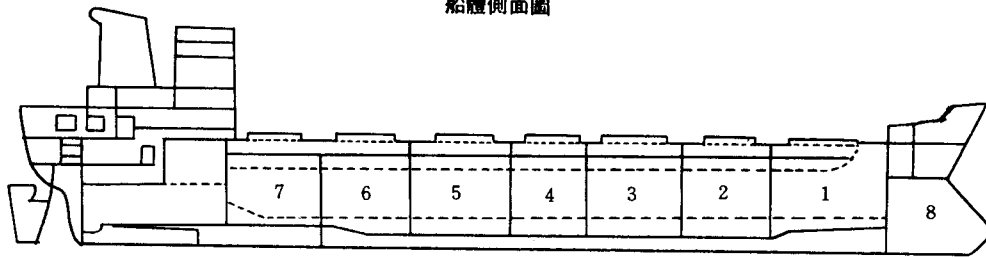
IV. 數值計算 例

本 計算의 例로서 우리나라 大韓船舶株式會社 所屬 撒積貨物船 경주호의 資料를 利用하였다. 경주호의 船舶要目은 다음과 같다.

全長	178.458m
垂線間長	168.000m
幅	22.900m
길이	13.800m

滿載吃水 10.123m
 總屯數 15052.53ton
 純屯數 11387.43ton
 船艙數 7個

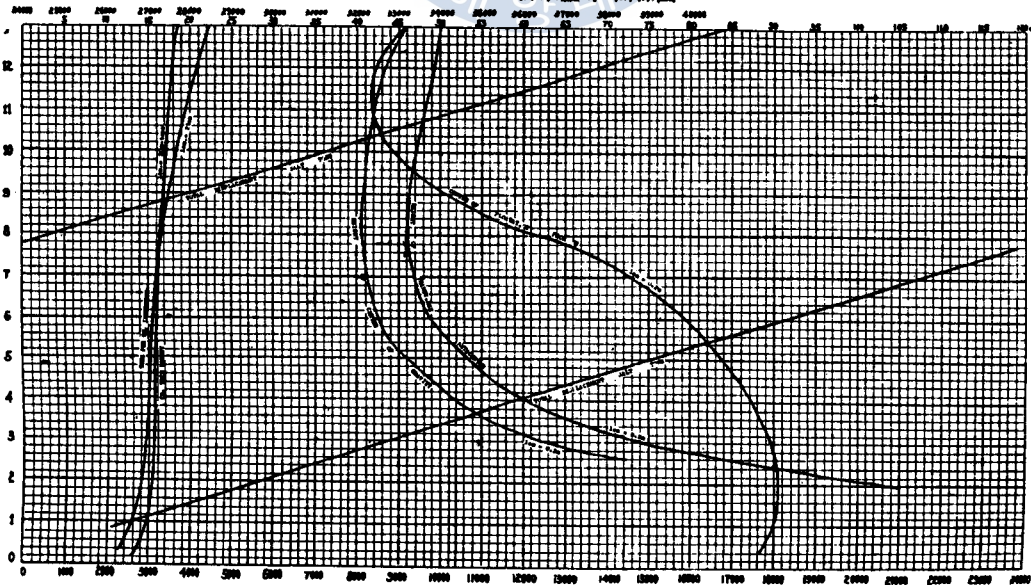
船體側面圖



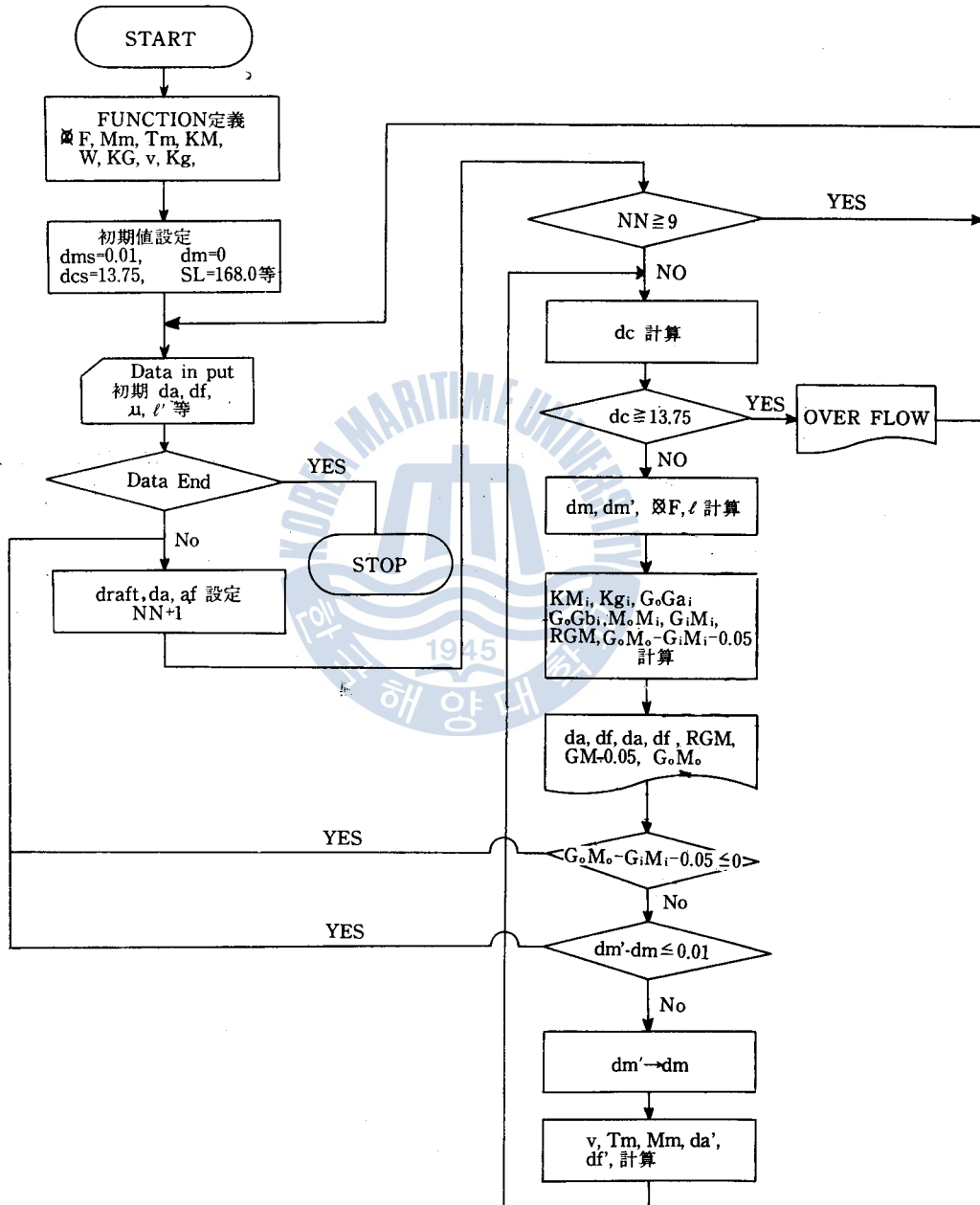
本 論文에서는 경주號의 平素運航狀態에 對한 重心의 基線上的 높이에 對한 資料가 없어서 우선 滿載時의 GM의 크기를 船幅의 5%로 看做하고, 空船 및 中間吃水에 對한 GM의 값을 別 添附錄1에서 여러 船舶의 輕荷吃水時 GM量을 平均한 後, KM의 變化에 比例하여 GM의 값이 變하는 것으로 假定하여 各 Draft에 對한 KG값을 내어 計算하였다.

이러한 假想은 SOLAS에서 要求하는 旅客船의 安定等에 比하여 無理없는 假定임으로 實船의 運航에는 支障없고, 또 實船舶에서는 KG의 값이 定하여지므로 그 값을 넣어 計算하면 簡單하고 正確한 답을 얻을수 있다.

A. 경주호의 排水量等 曲線圖



B. FLOW CHART



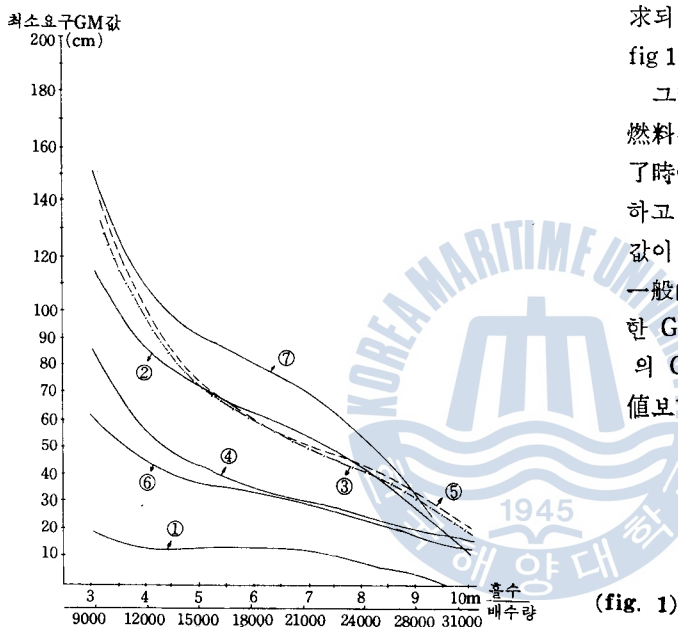
最少要求 GM值 曲線

- ① 1番艙浸水時, 浸水率 0.6, 1m trim by the stern
- ② 2 " " " 0.6, 2m trim by the stern
- ③ 3 " " " 0.6, 2m trim by the head
- ④ 4 " " " 0.6, 1m trim by the head
- ⑤ 5 " " " 0.6, 1m trim by the stern
- ⑥ 7 " " " 0.36, 1m trim by the stern
- ⑦ 7 " " " 0.39, 1m trim by the stern

C. 最小要求 GM值曲線

주어진 狀態에서 各 船艙에 浸水하였을 때를 豫想하여 損傷前에 必要로 하는 GM의 값은 fig. 1과 같다. 따라서 일정한 狀態에서 任意의 1個 船艙에 浸水하였을 때에도 船舶이 轉覆하지 않기 위하여 要求되는 GM값은 그때의 排水量에 있어서 fig 1의 各 曲線中 最大值보다 커야된다.

그러나 船舶은 航海時 二重底에 있는 燃料과 清水를 使用하게 되므로 航海 終了時에는 出發時에 比하여 排水量도 減少하고 船舶의 重心의 位置도 上昇하여 GM 값이 줄게 된다. fig 1에서 보는바와 같이 一般적으로 排水量이 減少하면 安全을 위한 GM의 要求値는 커지게 되므로 出航時의 GM값은 위에서 指摘한 最少要求 GM 值보다 充分히 커야한다.



D. 各船艙의 浸水過程에 있어서 船舶의 吃水과 metacentric height 表

船艙番號	浸水率	吃水 및 GM	單位 / m				
			初期 值	第 1 段階	第 2 段階	第 3 段階	第 4 段階
1	0.6	df	3.510	3.847	3.899	3.907	
		da	4.510	4.366	4.344	4.341	
		GM	0.7943	0.628	0.709	0.721	
1	0.6	df	5.510	6.234	6.342	6.357	
		da	6.510	6.174	6.124	6.117	
		GM	0.954	0.846	0.881	0.885	
1	0.6	df	8.510	9.895	10.112	10.146	
		da	9.510	8.859	8.757	8.741	
		GM	1.095	1.025	1.105	1.119	

單位/m

船艙番號	浸水率	吃水與 GM	初 期 值	第 1 段 階	第 2 段 階	第 3 段 階	第 4 段 階
1	0.6	df	9.510	11.107	11.357	11.395	
		da	10.510	9.760	9.643	9.625	
		GM	1.117	1.054	1.156	1.237	
2	0.6	df	6.210	7.459	7.656	7.686	7.691
		da	8.210	7.804	7.739	7.728	7.727
		GM	1.025	0.492	0.575	0.586	0.588
2	0.6	df	7.210	8.754	9.003	9.043	9.049
		da	9.210	8.683	8.596	8.582	8.580
		GM	1.693	0.605	0.718	0.737	0.740
7	0.6	df	4.550	4.338	4.302	4.296	
		da	5.550	6.222	6.334	6.353	
		GM	0.884	0.282	0.341	0.349	
7	0.6	df	7.550	7.110	7.053	7.045	
		da	8.550	9.729	9.884	9.904	
		GM	1.063	0.645	0.707	0.715	
7	0.98	df	4.550				
		da	5.550				
		GM	0.884	-0.995	Sink		
7	0.98	df	7.550	6.833	6.679	6.646	6.640
		da	8.550	10.475	10.881	10.966	10.983
		GM	1.063	0.462	0.578	0.604	0.609
7	0.36	df	4.550	4.423	4.410	4.441	
		da	5.550	5.953	5.994	5.998	
		GM	0.884	0.523	0.554	0.557	
7	0.36	df	7.550	7.287	7.266	7.264	
		da	8.550	9.257	9.314	9.319	
		GM	1.063	0.842	0.876	0.879	

V. 結 言

本 研究은 損傷된 船舶의 安定性에 對하여 在來의 計算에서는 等吃水, 特定浸水率의 條件下에서 近似計算을 하던 分野를 反復式計算法으로 船舶의 實際 運航狀態의 吃水 및 積載狀態에 對한 浸水率을 多樣하게 使用하여 浸水되는 過程에서 부터 浸水가 完了될때 까지의 船舶의 安定性을 判斷할수 있는 計算法을 提示하였다.

本 計算法을 活用하면 旅客船의 區劃規程에 따르는 安定性은 勿論, 貨物船의 貨物의 種類, 積載狀態 및 運航上의 實際值를 그대로 in put로 넣어 計算이 可能하므로 船舶의 建造를 擔當하는 設計者로 부터 船舶을 運航하는 航海士에게 까지 船舶의 安定에 關한 自信있는 資料를 출수 있을 것이다.

本 Program을 다음 點에도 活用할 수 있다.

a) 浸水時의 水線과 復原性에 關한 資料로써 水密隔壁의 位置, 二重底 및 Ballast Tank 의 位置와 크기 등을 決定하는데 活用할 수 있다.

b) 最小要求 GM 曲線으로 Ballast가 必要할 때 그 量과 位置를 科學的으로 추천할 수 있다.

c) 浸水過程에 있어서의 安定性의 計算結果, 區劃 浸水 船舶의 復原性은 浸水初期에 激減한 후 浸水量이 增加함에 따라 增加하고 있음을 發見하였다. 따라서 浸水船에 乾舷의 餘裕가 있으면 最小要求 GM 曲線을 活用하여 船舶의 沈沒을 未然에 防止하기 위한 對應浸水措置를 取할수 있을 것이다.

附 錄 I

Charls L. Sauerbier "Marine Cargo Operation", John Wiley and Sones, 1956, pp 56-58.

Type of Ship	△(ton)	KM(ft)	KG(ft)	GM(ft)	Breadth(ft)	GM의 B에 대한 百分율
Tiberty 型	3412	30.48	19.75	10.73	57.0	18.8%
Victory 型	4500	34.90	26.50	8.40	62.1	13.5%
Mariner 型	7675	38.50	31.50	7.00	76.1	9.2%
C ₁ -B	4141	32.33	24.77	7.56	50.0	15.1%
C ₂ -S-A ₁	4500	36.32	27.92	8.40	63.0	13.2%
C ₃ -S-A ₂	4973	42.10	29.44	12.66	69.5	18.2%
					Mean	14.6%

위의 表는 輕荷吃水時의 狀態이다. 船舶에 燃料, 清水 및 其他 運航에 必要한 船用品 등을 실으면 GM값은 急激하게 2~3ft 줄어들게 된다.

附 錄 II

吃 水	#1 Hold	#2 Hold	#3 Hold	#4 Hold	#5 Hold	#6 Hold	#7 Hold
	v kg	v kg	v kg	v kg	v kg	v kg	v kg
3	280.6 2.47	549.65 2.27	461.95 2.07	274.79 2.06	461.95 2.07	461.95 2.07	144.01 2.82
4	527.32 3.15	972.0 2.95	861.57 2.79	488.47 2.81	861.57 2.79	861.57 2.79	463.91 3.22
5	830.54 358	1422.3 3.39	1274.19 3.29	713.42 3.30	1274.19 3.29	1274.19 3.29	837.15 3.72
6	1133.76 4.07	1872.67 3.88	1686.81 3.83	938.35 3.81	1686.81 3.83	1686.81 3.83	1213.43 4.35
7	1428.78 4.57	2323.01 4.39	2099.43 4.35	1153.51 4.37	2097.43 4.35	2099.43 4.35	1619.98 4.82
8	1723.79 5.05	2802.72 4.83	2538.96 4.80	1402.90 4.78	2538.96 4.80	2538.96 4.80	2000.58 5.38
9	2018.82 5.53	3213.90 5.37	2915.70 5.35	1608.28 5.32	2915.70 5.35	2915.20 5.35	2385.50 5.92
10	2313.84 6.03	3864.24 5.82	3328.32 5.87	1833.22 5.84	3328.32 5.87	3328.32 5.87	2807.19 6.38
11	2608.86 6.57	4088.58 6.38	3707.94 6.36	2051.12 6.36	3707.94 6.36	3707.94 6.39	3159.96 6.89
12	2908.27 7.09	4435.13 6.80	4006.59 6.77	2252.16 6.83	4006.59 6.77	4006.59 6.77	3463.85 7.39
13	3167.68 7.55	4715.47 7.18	4247.21 7.12	2445.42 7.28	4247.21 7.12	4247.21 7.12	3703.76 7.97
13.8	3280.31 7.75	5057.70 7.58	4389.10 7.18	2498.74 7.35	4389.10 7.18	4389.10 7.18	3847.16 8.29

附 錄 III

COMPUTATION OF SHIPS STABILITY
PROGRAMMED BY S. K. YANG

DEC 20, 1976

VF71(VAA, VBB, X) = VAA*X + VBB

VF72(VA, VB, VC, X) = VA*X**2 + VB*X + VC

AG7F(GA, GB, X) = GA*X + GB

FF1(X) = -0.2508*X**2 - 0.1463*X + 7.3

FF2(X) = 0.385*X**2 - 8.67*X + 43.08

AMMF(X) = 38.444*X**2 - 74.44*X + 30957.32

32AGMF(X) = 0.1075*X**2 - 1.9925*X + 18.3

AGGF(X) = 0.114*X**2 - 2.1374*X + 17.9822

DCS = 13.75

NN = 9

A1 = -0.2508

B1 = -0.1463

C1 = 7.3

A2 = 0.385

B2 = -8.67

C2 = 43.08

SL = 168.0

SB = 22.9

DMS = 0.01

```

LAA=1
2000 READ 101, VA, VB, VC, VAA, VBB, GA, GB
      IF(VA.EQ..999)STOP
101  FORMAT(7F 10.3)
      READ 102, AL 1, AL 2, BB, DAO, DFO, AMY
102  FORMAT(6F 10.3)
      AMYS=AMY
      PRINT 205. LAA, AMY
205  FORMAT(2H1, 8HTANK NO.14, 5X, 4HMYU=F 5.2/)
      DO 1000 I=1, NN
      DMO=0.0
      J=1
      V=0.0
      DA=DAO+FLOAT(I-1)
      DF=DFO+FLOAT(I-1)
      GOMO=AGMF((DA+DF)*0.5)--AGGF((DA+DF)*0.5)
99   DMM=(DA+DF)*0.5
      A11=(DF-DA)/SL
      B11=DMM
      A22=1.0/A11
      B22=-B11/A11
      DC=-A11*AL1+B11
      IF(DC--DCS) 21, 999, 999
21   IF(DMM--7.3) 22, 22, 1
22   X1=(A11--B1+SQRT((B1-A11)**2--4.0*A1*(C1-B11)))/(2.0*A1)
      X2=(A11--B1--SQRT((B1-A11)**2--4.0*A1*(C1--B11)))/(2.0*A1)
      IF(X2--X1) 41, 42, 42
41   XF=X1
      GO TO 43
42   XF=X2
43   DM=FF1(XF)
      GO TO 2
1    D8=(A22--B2+SCRT((B2-A22)**2--4.0*A2*(C2-B22)))/(2.0*A2)
      D9=(A22--B2--SCRT((B2--A22)**2--4.0*A2*(C2-B22)))/(2.0*A2)
      IF(D9--D8)51, 52, 52
51   IF(DA--DF)71, 72, 72
71   DM=D9
      GO TO 53
72   DM=D8
      GO TO 53
52   IF(DA--DF)81, 82, 82

```

```

81  DM=D8
    GO TO 53
82  DM=D9
53  XF=FF2(DM)
    2  ALL=AL1+XF
    IF(J-1)3, 23, 3
23  GMO=AGMF(DMM)
    GKG=AGGF(DMM)
    3  DMD=DM-DMO
    IF(DMD-DMS) 11, 11, 24
24  W=3294.0*(DMM-3.0)+8775.0
    GMA=1.025*AMYS*AL2*BB**3/(12.0*W)
    GMI=AGMF(DMM)
    GMG=AG7F(GA, GB, DM)
    GMB=1.025*AMY*V*(GKG-GMG)/W
    GMC=GMI-GMO
    GMP=GOMO-GMA+GMB+GMC-0.05
    GG=0.05+GMA-GMB-GMC
    IF(GMP.LT.O.O) GO TO 209
    PRINT 207, DA, DF, GG, GMP, DM, GOMO
207  FORMAT(/, 2X, 6X, 3HDA=E15.7, 11X, 3HDF=E15.7, 5X, 8HGG=E15.7, 5X, 4HGMP=
    1  E15.7, 4X, 3HDM=F10.5, 2X, F10.5/)
    IF(DM-11.0) 25, 25, 4
25  V1=VF71(VAA, VBB, DC)
    GO TO 5
    4  V1=VF72(VA, VB, VC, DC)
    5  VV=V1-V
    IF(TM-7.0)31, 31, 32
31  TM=75.0*DM+2695.0
    GO TO 33
32  TM=171.6*DM+2018.8
33  AMM=AMMF(DM)
    D1=(1.025*VV*AMY)/TM
    D2=(SL*0.5+XF)
    D3=(SL*0.5-XF)
    D4=1.025*ALL*VV*AMY/(SL*AMM)
    DA=DA+D1+D2*D4
    DF=DF+D1-D3*D4
    DMO=DM
    V=V1
    J=J+1

```

```

GO TO 99
11 W=3294.0*(DMM-3.0)+8775.0
   GMA=1.025*AMYS*AL2*BB**3/(12.0*W)
   GM1=AGMF(DMM)
   GMG=AG7F(GA,GB,DM)
   GMB=1.025*AMY*V*(GKG-GMG)/W
   GMC=GM1-GMO
   GMP=GOMO-GMA+GMB+GMC-0.05
   GG=0.05+GMA-GMB-GMC
209 PRINT 203,DA,DF,GG,GMP,GOMO
203 FORMAT(/,2X,9HFINAL DA=E15.7,5X,9HFINAL DF=E15.7,5X,3HGG=E15.7
   1 5X,4HGMP=E15.7,F10.3/)
1000 CONTINUE
     LAA=LAA+1
     GO TO 2000
999 PRINT 204
204 FORMAT(/,5X,19HOVER FLOW NO ANSWER/)
     LAA=LAA+1
     GO TO 2000
     END

```

參 考 文 獻

- (1) John P. Comstock. and James B. Robertson, Jr, "Survial of Collision Damage Versus the 1960 Convension on Safety of Life at Sea", SNAME transaction, Vol 69. 1961.
- (2) J. C. Niedermair, "Stability of Ship After Damage", SNAME transaction, 1932.
- (3) Amelio M. Darcangelo, "Ship Design and Construction," SNAME, 1975.
- (4) John P. Comstock, "Principles of Naval Architecture," SNAME, 1967.
- (5) International Convention on Load Lines, 1966.
- (6) International Confefrence on Safety of Life at Sea, 1960.
- (7) Charles L. Sauerbier, "Marine Cargo Operation", Jhon Wiley & Sone, 1956.
- (8) 大串雅信, 理論船舶工學(工卷), 海文堂, 1960.
- (9) 梁時權, "船體損傷時的復原性計算에 관한 研究", 韓國海洋大學, 1973.

