

小型船의 復原性에 關하여

崔 學 仙*

ABSTRACT

The author presents two simplified methods of stability analysis for small vessels. The paper includes a brief review of some excellent papers recently published.

The righting arm and mometen of inertia of trimmed waterplane resulted from two methods are compared with.

The conclusion is reached that CTTM is more adequate than CTM to ensure statical stability for vessels.

1. 序 言

1746年 프랑스의 P. Baugh에 의해 횡경사와 메타센터(GM)값을 배의 微少傾斜角에 대한 復原性能의 尺度로 提案되었고, 1830年 S/S "Scylla"에 대해 사상 최초로 傾斜試驗이 實施된 이후, 船舶의 復原性能에 대한 많은 研究와 현저한 發展이 이루어졌다. 그러나 길이가 100m이하의 船舶들의 顛覆事故가 그치지 않고 있으며, 특히 復原性의 不足으로 인한 顛覆事故가 빈번히 發生되고 있어서 最近에 이에 대한 研究가 急増하고 있다.

여기서는 復原이암의 計算에서 고려되지 않고 있는 問題點을 다루고자 한다.

2. 復原性

Fig. 1에서와 같이 復原성은 船舶이 橫傾斜를 할때에

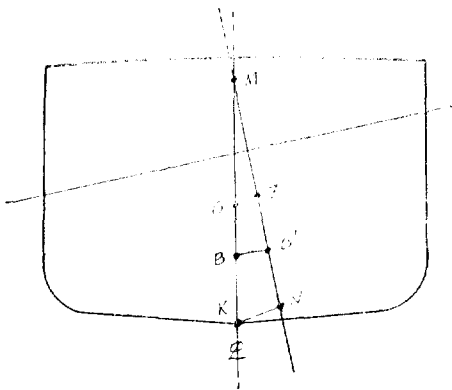


Fig. 1. Small inclination

신박의 重量中心位置 G는 一定하지만, 浮力中心 B가 B'로 移動함으로써 G와 B'에서의 두 힘의 作用을 이루어 復原力이 發生한다. 이 힘에서 GM은 復原性能을 評價하는데 基本尺度가 되고 있다.

여기서 점 M은 배가 微少角(통상 5°이며, 7°이내)으로 傾斜할 때에는 固定點으로 간주되고 있으나, 傾斜角이 커짐에 따라 M點의 位置가 Fig. 2에서와 같이 M₀로 크게 변하므로 이에 대한 修正을 해야 한다. MM₀의 값에 대한 修正量에 대해서는 우수한資料([1], [2])가 發表되어 있어서 設計에 有用하게 사용되고 있으며, 이러한 計算을 正確하게 하여 주는 計算프로그램도 있다.

문헌 [1]은 方型肥存係數, 中央斷面係數 및 吃水/幅比의 변화와 橫傾斜角 15°에서 90°까지의 6개의 角度에 대하여 MM₀(CRS: Residual Stability Coefficient)값을 圖式化하였고, 또한 船型과는 별도로 舷弧와 上甲板構造物에 의한 변화량도 고려하였다.

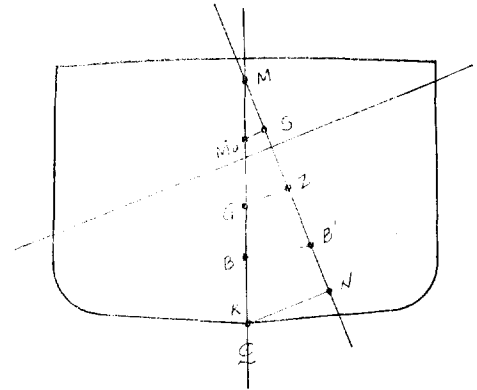


Fig. 2. Large inclination

接受日字: 1981年 1月 7日, 再接受日字: 1981年 2月 10日

* 正會員, 韓國機械研究所 大德船舶分所

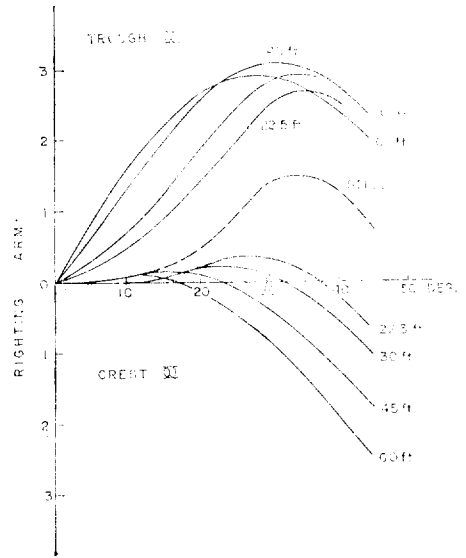
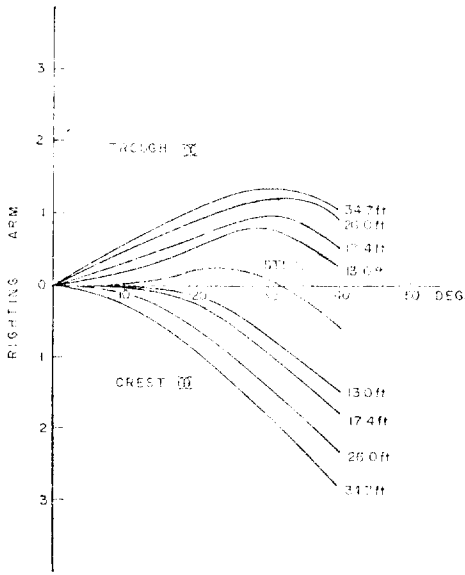


Fig. 3. Righting arm in waves

문헌 [2]는 10개의 船型에 대하여 橫傾斜角 0°에서 45°까지의 MM₀ 변화량과 標準船型과 比較한 여러가지의 船型係數들의 影響을 圖式化하였다.

또한 배가 트림이 없이 航海를 할 경우에도 파도를 만나면 靜水面과 달리 배의 각 스테이션에서의 水線下面積이 變한다. 따라서 浮力의 作用點도 變하고 배의 復原力이 變하는데, 이 때에 배와의 邁遇하는 形像에 따라서 Fig.3과 같이 復原力이 크게 變한다[3].

Fig3.은 2種의 船舶이 靜水面에서의 復原아암(still)과 13.0, 17.4, 26.0 및 34.7피트의 波高를 갖는 파도와의 追波 및 斜追波에서의 復原아암을 보여준다. 여기서 復原아암이 陰인 crest狀態는 復原力이 減하였으며, 오히려 橫傾斜를 造장하는 것으로 보여지나 이는 特定한 瞬間들의 復原아암에 대한 計算値로서 一般的으로 船舶이 船速과 유사한 速度를 가진 追波 또는 斜追波와 追波하는 경우의에는 船舶이 즉시 陽의 復原아암을 갖는 狀態로 바뀌어진다는 點을 有意해야 한다.

일반적으로 橫復原力을 計算할 때에 船體의 正面圖를 놓고서 몇개의 角度로 回轉시켜서 浮力과 浮力中心을 구하는 二次元的인 方法을 사용하고 있다. 즉 모든 橫傾斜面에 대하여 동일한 트림 대개는 even keel을 갖도록 하게 하여 計算한다. 그러나 배가 橫傾斜를 시작하면 船體는 自動的으로 트림을 수반하게 된다. 이것은 初期設計 때에 배를 even keel이 되도록 가 스

테이션의 面積을 配分하였으나, 橫傾斜 때에는 船體重量中心과 縱浮心이 일치하지 않게 되므로 縱浮心の 變化에 따른 트림이 발생된다.

그러므로 縱重量 中心은 固定되지만 橫傾斜에 따른 縱浮心이 變할 수 있도록 Fig.4의 coordinate과 같이 自由狀態로 두어서 트림이 可能하도록 하는 三次元的으로 計算한다.

先者는 Constant Trim Method(CTM), 後者는 Constant Trim Moment Method(CTMM)라고 부른다. 그러므로 이 方法들에 의한 計算結果와 復原性能에 대해 比較檢討를 제시하였다.

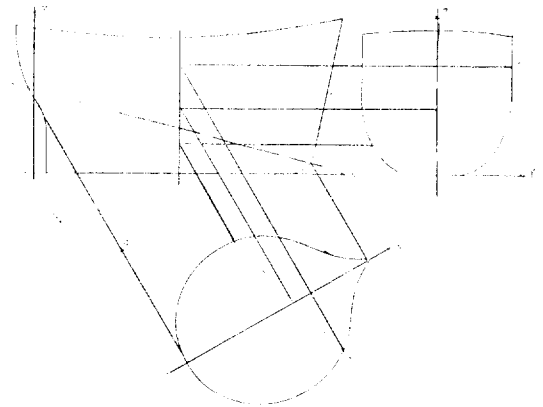


Fig.4. Coordinate system

3. 計算例

本 計算에는 G/T 420톤급 Tuna Long Liner(Fig.5)



Fig.5. Test ship

를 택하였다.

主要諸元은 다음과 같다.

L.P.P	49,000M
B(MLD)	8.600M
D(MLD)	4,000M
T(DLWL)	3.420M
Camber	0.175M

Table 1. 경사로 인한 복원아암과 트림

Case 1) T=3.42m Disp.=1022.0Ton KM=3.880m

θ	0.1	5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
KN	0.007	0.339	0.674	1.322	1.947	2.566	3.045	3.342	3.487	3.503
KN'	0.007	0.339	0.674	1.324	1.962	2.595	3.077	3.366	3.509	3.523
Δ KN	0.000	0.000	0.000	0.002	0.015	0.039	0.032	0.024	0.022	0.020
트림	0.000	0.007	0.029	0.141	0.379	0.638	0.899	1.101	1.266	1.378

Case 2) T=2.5m Disp.=698.3Ton KM=3.981m

θ	0.1	5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
KN	0.007	0.348	0.698	1.407	2.086	2.645	3.112	3.432	3.583	3.579
KN'	0.007	0.348	0.698	1.408	2.093	2.668	3.153	3.481	3.637	3.633
Δ KN	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.023	0.041	0.049	0.054	0.054
트림	0.000	0.005	0.021	0.084	0.208	0.448	0.699	0.966	1.222	1.448

Table 2. 트림과 KM_T

	Draft(m)						Trim
	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	
$KM_T(m)$	4.006	3.925	3.873	3.842	3.830	3.838	1.000
	4.006	3.925	3.873	3.843	3.830	3.839	0.800
	4.007	3.926	3.876	3.845	3.834	3.845	0.600
	4.008	3.929	3.879	3.849	3.840	3.852	0.400
	4.011	3.931	3.882	3.853	3.844	3.855	0.200
	4.015	3.937	3.888	3.861	3.854	3.868	0.000
	4.020	3.944	3.897	3.870	3.867	3.879	-0.200
	4.027	3.950	3.905	3.880	3.876	3.891	-0.400
	4.035	3.961	3.917	3.894	3.892	3.905	-0.600
	4.054	3.983	3.944	3.924	3.922	3.935	-1.000
	4.067	4.001	3.961	3.942	3.940	3.952	-1.200
	4.081	4.020	3.980	3.960	3.958	3.965	-1.400
	4.096	4.035	3.999	3.981	3.977	3.983	-1.600
	4.115	4.057	4.020	4.002	3.997	3.989	-1.800
	4.134	4.075	4.041	4.023	4.017	4.008	2.000

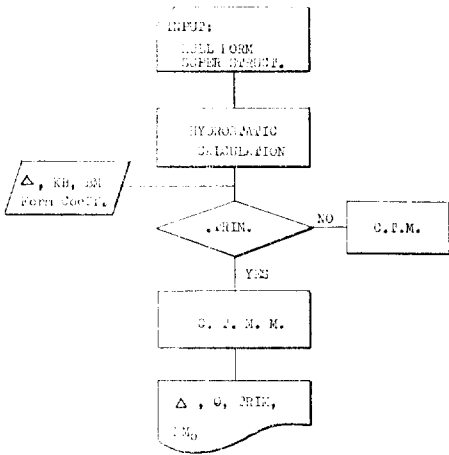


Fig. 6. Flow chart

4. 考 察

Table 1의 두 가지 狀態에서 각각 調査한 결과와 같이 靜水狀態에서 약간의 차이는 있지만, 두 가지 狀態가 모두 다음과 같은 동일한 결과를 얻었다.

① 배의 60° 이상의 橫傾斜에 의한 트림이 1m 이상을 갖는다. 트림의 경향은 橫傾斜과 비교적 작은 狀態에서는 조급이나 橫傾斜角이 커짐에 따라 트림의 增加率이 급격히 커진다.

그러므로 CTMM에 의한 트림의 효과가 수반되는 실제의 滿載狀態에서는 橫傾斜角이 60° 이상이면 船尾 쪽의 上甲板이 海水에 沒入하는 것은 알 수 있다.

② CTM이 CTMM에 의한 計算보다 復原아암이 작게 計算되며, 특히 40°의 橫傾斜에서는 약 4cm가 되며 復原力이 不正確하게 평가되고 있다.

③ Table 2는 트림狀態에서의 橫메디센터를 計算한 것이다. 吃水의 증가에 따른 KM_T 가 감소하는 것은 吃水가 커짐에 따른 당연한 결과다.

또한 동일한 吃水인 경우 船首 트림에서 船尾 트림이 될수록 메디센디가 커지는 것은 Fig.4에서 보는 바와 같이 船尾트림 때에 water plane이 길이 방향으로 길어지며, 폭 방향으로는 船首쪽에서의 吃水減少에 따른 폭의減少로 인한 2차모우먼트의減少量보다 船尾쪽의 吃水增加로 幅의 增加로 인한 2차 모우먼트의 增加量이 더 크기 때문에 전체 모우먼트가 增加하는 것으로 보여진다. 그 결과 KM_T 가 커진다.

$$KB + BM_T = KM_T$$

$$BM_T = I_T / V$$

5. 結 論

本 計算結果와 同結果의 高찰로부터 다음과 같은 결론이 導出되었다.

① CTMM으로 計算된 復原아암이 CTM에 의해 計算된 것보다 더 安全한 값을 보여주고 있다.

② CTM에 의한 KM_T 도 實際 트림된 狀態에서의 KM_T 보다 작은 값을 취하고 있다.

③ 船尾쪽에 비교적 작은 乾舷을 가진 배는 CTMM에 의하여 計算되어야 한다.

④ 특히 Fig. 5와 같이 船首部에만 上甲板構造物이 있는 船舶은 船首트림이 있는 경우 復原性能이 상당히 좋게 評價되지만 실제로는 이 構造物이 橫傾斜의 復原아암에 영향을 주지 못하므로 CTMM에 의하여 計算되어야 한다.

⑤ 실제로 航海하는 船舶들은 橫傾斜이 없는 경우에도 貨物의 積載狀態에 따라서 이미 트림을 갖고 있기 때문에 CTMM에 의한 트림을 고려한다면 상당한 트림이 예상되므로, 精確한 復原性計算은 모든 貨物의 積載狀態에 대해 CTMM으로 計算되어야 할 것으로 생각된다.

⑥ 平甲板型船舶이나 船首尾쪽으로 對稱이 되는 船樓를 가진 배에서는 CTM도 좋은 것으로 생각된다.

⑦ 이상과 같은 結論을 갖고서 실제 船舶에 發生되는 橫傾斜에 의한 트림 結果는 차후 小型船舶의 安全을 위하여 CTMM에 의한 船種別의 충분한 實驗과 研究를 통하여 CTM에 대신 CTMM이 復原性能計算의 수단이 되어야 할 것으로 본다.

6. 本 研究를 遂行하는 동안, 많은 指導와 助言을 주신 仁荷大學校 조규중 教授任과 夜勤을 해 주신 韓國船舶研究所의 電子計算室員들에게 심심한 感謝를 드립니다.

7. 참 고 문 헌

- [1] H.E. Guldhammer; "Cas-Diagrams", Lyunbi Denmark, 1976.
- [2] D.K. Brown; "Stability at Large Angles and Hull Shape Considerations", Jan. 1979, RINA.
- [3] 金在璽外; "縱波中에 있어서 漁船의 顛復事故의 回避方法에 관한 考察", 學術院論文集 自然科學編 第16輯, 1977.
- [4] R.K. Burcher; "The Influence of Hull Shape on

- Transverse Stability”, RINA, 1979.
- [5] Emil Aall Dahle and Olav Kjærland; “The Capsizing of M/S HELLAND-HANSEN”, 1979.
 - [6] John F McGowan and Richard B. Meyer; “Has Stability Delayed the Delivery of Your Tug”, Marine Technology Vol. 17, No.1, Jan. 1980.
 - [7] Georgy C. NicKum; “An Evaluation of Intact Stability Criteria”, Marine Technology, Vol. 15, No. 3, July 1978.
 - [8] K.Jakic; “A New Theory of Minimum Stability” Marine Technology, Vol.17, May 1980.
 - [9] William A. Henrickson; “Assesing Intact Stability”, Marine Technology, Vol.17, May 1980.
 - [10] A Morrall; “Capsizing of Small Trawlers”, April 1979, RINA.