

漁船의 傾斜試驗 一般에 對하여

檢査課長 孫 英 一

1. 序 論

船舶은 規模가 小型일지라도 海上에서 荒天操業을 해야 하기 때문에 船員의 人命과 財産 및 積載物에 對한 危險을 안고 있다. 따라서 漁船의 勘航性을 保持하고 人命과 財産의 安全에 必要한 方案을 構究함으로써 海上에서의 모든 危險을 事前에 防止할 수 있다. 이 必要한 方案은 實際 여러 가지 複合된 것이다. 예를 들면 漁船에 使用되는 救命設備은 漁船의 크기 或은 從業制限에 따라 漁船에 設置 및 備置하기만 하면 充分한 安全對策이 되지만 漁船自體의 安全性이 없다면 救命設備은 아무런 도움이 될 수 없다. 따라서 航海의 安全에 必須不可缺한 漁船自體의 安全性을 維持하여야 하는 것이다. 이 安全性은 復原性能이 좋은 漁船이라야 하며 이러한 復原性能에 對한 基礎資料를 求하기 위하여 取해지는 實驗的인 方法이 傾斜試驗이다. 筆者는 이 傾斜試驗의 正確한 實施方法과 報告書作成要領에 對하여 예를 들어 記述하므로써 漁船의 傾斜試驗에 關聯된 業務執行과 安全性判定에 도움이 되었으면 한다.

2. 傾斜試驗

가. 傾斜試驗의 必要性

船舶을 初期設計하는 단계에서는 輕荷狀態의 重量(排水量)과 重心의 鉛直 및 縱方向 位置를 推定하여, 初期의 復原性を 檢討한다. 이는 計劃推定에 不過하므로 實際復原性を 判定할 수 없으며 運航의 指針으로 使用하기도 어렵다. 따라서 船舶의 建造工事が 完了될 段階에서 船體를 약간 傾斜시켜서 생긴 傾斜값을 測定하고 力學的인 諸般計算을 거쳐서 重量과 重心의 正確

한 값을 求할 수 있는 傾斜試驗을 실행하게 되는 것이다. 經事試驗 結果를 利用하여 作成된 復原性 資料로서는 實際, 般船의 復原性を 判定할 수 있으며, 이 復原性 資料는 運航의 指針이 될 수 있다. 따라서 傾斜試驗 수행 및 報告書 作成을 신중을 기해야 한다. 正確히 작성된 傾斜試驗 報告書는 船舶의 安全을 미리 도모하는데 도움을 주며 다른 선박을 초기 설계하는 데 좋은 자료가 될 수 있다.

나. 適用對象

現行 漁船法에서는 總噸數 50噸 以上の 漁船은 漁船設備等에 關한 規則 第五章(復原性 規定)에 適合한 復原性 資料의 소지 義務를 規定하고 있으므로 50噸以上の 漁船은 竣工과 同時 또는 改造工事時에는 改造의 範圍가 커서 重量과 重心에 미치는 影響을 받을 만하게 推定할 수 없을 경우에 傾斜試驗을 執行하여야 하는 것이다.

다. 試驗方法

實際로는 傾斜試驗을 할 때 豫想되는 GM(重心과 模메타센타 까지의 距離)을 미리 고려하여 大型船에서는 直立狀態로부터 兩舷으로 1° , 배의 길이 120M 程度의 中型船에서는 1.5° 小型船에서는 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 의 橫傾斜를 일으킬 수 있는 重量物을 選擇하여 이 重量物을 左右로 移動시켜 가면서 적어도 2個所 以上에서 傾斜값을 測定한다.

라. 傾斜試驗時의 確認事項 및 諸 計算

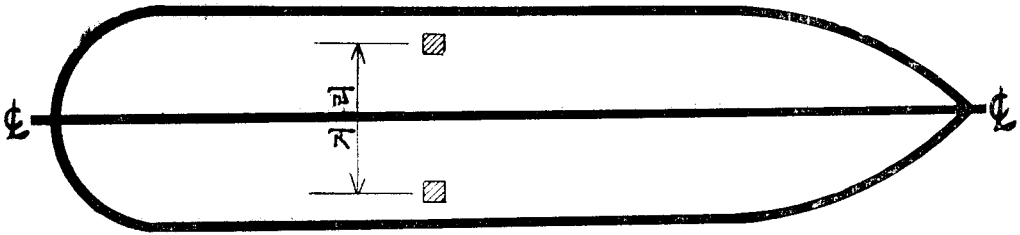
1) 吃水는 船首, 船尾, 中央의 左右吃水를 記錄하여야 한다. 그 理由는 傾斜試驗 狀態時의 正確한 排水量을 구하기 위함이다. 排水量 計算의 正確한 方法은 Bojean Curve나 線圖를 使用

하는 것이며 排水量 等曲線圖에서 直接 읽을 수도 있다. 이때 주의 할점은 경사시험때의 상태가 Trim이 과대할 경우, 大型船에서는 過大한 排水量의 差異가 나므로 排水量 等曲線圖를 使

用하지 않아야 한다.

2) 重量物(Weight)의 重量을 記錄하여야 하며 移動距離 및 順序를 記錄해 두어 報告書上에 그림과 같이 표시한다.

예) 移動距離



(그림 1)

예) 移動順序

순서	좌현	우현
1	●	○
2		● ○
3	●	○
4	○ ●	
5	●	○

순서	좌현	우현
1		●
2	●	
3		●
4		●
5		●

3) 傾斜角 測定과 KG計算

錘의 길이를 記錄하고 傾斜時에 計測尺에서 10회 以上 錘의 移動距離를 記錄하여 平均해서 計算時 使用한다. 錘의 길이 測定時 注意할 點은 흔들릴 수 있는 部分에서 計測尺까지인 것이다.

各 移動狀態마다의 平均移動距離를 錘의 길이로 나누면 傾斜값 $\tan\theta$ 가 算出되며 2個所 以上 計測해야 함으로 다시 平均하여 $\tan\theta$ 를 求한다.

排水量 等曲線圖에서 읽으며, 過大한 Trim이나 Heeling 상태때는 線圖에서 再計算하여서 얻어진 KM (핑테타센터 높이)에서 $GM = \frac{w \cdot y}{W_t \cdot \tan\theta}$ 式에서 求한 GM 을 빼면 경사시험 상태의 KG (重心의 鉛直位置)가 求해 진다.

$$KM - GM = KG \begin{pmatrix} w; \text{이동물의 중량} \\ y; \text{이동거리} \\ w_t; \text{시험시의 배수량} \\ \tan\theta; \text{경사각} \end{pmatrix}$$

※ 이때 注意하여 確認할 것은 各 tank의 상태이다. 满载되어 있거나 完全히 비어 있지 않을시는 해당 tank의 自由表面(free surface; 流動水)의 影響으로 因한 重心의 上乘值를 除去하여야 實際 輕荷狀態의 重心의 鉛直位置를 求할 수 있다. ($KG_0 = KG - GG_0$) 後에 報告書 作成時에 使用할 수 있도록 해당 tank에 들어 있는 載貨物의 重量과 KG 및 LCG 를 記錄 計算하여 두어 안전을 기한다.

4) 重心의 縱方向位置(LCG ; $\bar{x}G$)

$$BG = \frac{MTC \times 100 \times TRIM}{W_T} \begin{cases} BG = \varnothing B \text{와 } \varnothing G \text{의 거리} \\ MTC = 1cm \text{ trim moment} \\ W_T = \text{경사시험시 배수량} \\ TRIM = \text{초기 트림을 백값} \end{cases}$$

에서 求한 BG와 排水量 等曲線圖 혹은 線圖에서 找은 浮心($\varnothing B$)의 差異에서 求한다. 특히 BG의 값에서 $\varnothing G$ 의 計算할 때 $\varnothing B$ 와 $\varnothing G$ 의 부호가 같으면 $|\varnothing B - \varnothing G|$ 이고 부호가 다르면 $|\varnothing B + \varnothing G|$ 인 점에 注意하여야 한다.

3. 傾斜試驗時의 一般的인 注意事項

가. 船內는 不必要한 物體가 없이 깨끗이 淸掃되어야 한다.

나. 乘船人員은 最小로 減少시켜 配置한다.

다. 原則으로 Dry dock에서 傾斜試驗을 하여야 하나 現實的으로 곤란한 때는 波濤나 바람이 極히 적은 岸壁에서 行한다.

라. 船體에 매달린 物件은 傾斜時에 흔들리지 않도록 반드시 固着시켜야 한다.

마. 船體에 어떤 힘을 미치는 浮體(float) 페더, 潛水體들을 試驗前에 除去시켜야 한다.

바. 傾斜試驗時는 可能한 限 移動하는 일이 없도록 한다.

사. 計測尺은 줄이 닿지 않을 만큼만 接近시켜야 하며 추가 計測水槽 바닥에 닿지 않아야 한다.

아. 計測水槽內는 기름, 물등을 채워야 하며 傾斜時 넘치지 않도록 한다.

4. 傾斜試驗 報告書 作成의 例

가. 主要寸法

Length, B. P ; 24.20M
Breath(MLD.) ; 4.60M
Depth(MLD) ; 2.20M
Draft(D. L. W. L) ; 1.80M
Initial Trim ; 0.90M

나. 計算에 必要한 記錄 事項은 吃水(船首 吃水 d_s ; 1.075M 船尾吃水 d_B ; 2.365M 中央吃水 d 또는 本船이 小型船이므로 省略)와 比重은 必

히 記錄해두며 實際, 吃水 표시선과 前部垂線, 後部垂線의 位置는 差異가 있으므로 線圖에서 그 差異를 求해두며 이때에 初期 Trim이 있는 배는 吃水에 注意를 要한다.

本船에서는

○FP에서 船首吃水標까지의 距離 l_f ; 0.56M (배의 \varnothing 쪽으로)

○AP에서 船尾吃水標까지의 距離 l_a ; 1.79M (배의 \varnothing 쪽으로)

다. 傾斜試驗時의 排水量 計算

○船首部에 있어서의 吃水의 修正量

$$\Delta d_F = \frac{(d_B - d_s - \text{초기 Trim}) \times l_f}{L_{BP} - l_f - l_a} = 0.010 M$$

∴ 修正된 船首吃水 = 1.075 - 0.010 = 1.065M

○船尾部에 있어서의 吃水의 修正量

$$\Delta d_A = \frac{(d_B - d_s - \text{초기 Trim}) \times l_a}{L_{BP} - l_f - l_a} = 0.032 M$$

∴ 修正된 船尾吃水 = 2.365 + 0.032 = 2.39M

○平均吃水 $d_M = \frac{d_A + d_F}{2} = 1.731M$

Trim = $d_A - d_F = 1.332M$ (船尾)

※ 초기 Trim이 0.90M임으로 計算上 TRIM은 1.332 - 0.90 = 0.432M

○中央吃水의 DEFLECTION에 對한 修正도 하여야 하나 本船의 경우 小型船이기 때문에 省略한다. 參考로 中央吃水의 修正量 $\delta = dd - d_M$ 이며 最終 修正吃水는 $d_M \delta = d_M + \frac{3}{4} \delta$,

$\frac{1}{8} (d_A + 6d \varnothing + d_F)$ 로 求하다.

○上記의 順序를 거쳐 計算된 吃水를 使用하여 計算된 吃水에 對應하는 排水量 $W_M = 114.6ton$

○浮面心($\varnothing F$)에 對한 修正量

$$\Delta W_T = \frac{\varnothing F \times TPC \times 100 \times TRM}{L} = \frac{0.733 \times 0.993 \times 100 \times 0.432}{24.2}$$

= 1.299ton 이므로 修正된 排水量

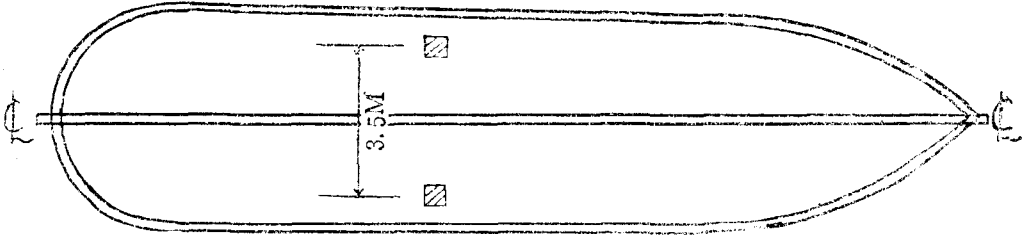
$W_T = W_M + \Delta W_T$ 에 依하여 115.899ton 이며

計測된 流體의 比重이 1.025가 아닐 경우에 다시 修正한다.

$$\therefore 115.899 \times \frac{1.027}{1.025} = 116.51 \text{Ton}$$

라. 重心의 鉛直 및 縱方向位置 計算

1) 移動物의 配置



2) G_0M 의 計算

(그림 2)

이동 중량 물의 무게 W(t)	0.62	전부 추의 길이 ℓ_1 (m)	2.24			
이동 거리 Y(m)	3.5	후부 추의 길이 ℓ_2 (m)	2.246			
회 수	이동중량물		전 부		후 부	
	좌 현	우 현	추의 이동거리	차	추의 이동거리	차
1	●1	●2	401.55	98.30	422.08	102.30
2		●1 ●2	303.25		319.78	
3	●1	●2	400.50	97.25	421.25	101.47
4	●1 ●2		500.71	100.21	524.14	102.89
5	●1	●2	401.51	99.20	422.63	101.51
계				394		408.17
평균				S_1 98.74		S_2 102.04
$\tan\theta$				S_1/ℓ_1 0.04408		S_2/ℓ_2 0.04536

$$\text{평균의 } \tan\theta = \frac{1}{2} \left(\frac{S_1}{\ell_2} + \frac{S_2}{\ell_1} \right) = 0.04476$$

$$G_0M = \frac{wy}{w \tan\theta} \text{ (m)} = 0.417$$

3) G_0M 은 자유표면의 영향으로 생기는 중심의 상승치(GG_0)가 고려되지 않은 것이다.

본선은 탱크내의 자유표면은 F. O. G. T에 있다. 판성모우멘트(0.096)×비중(0.84)=0.81

$$\therefore \text{중심의 상승치 } GG_0 = \frac{\text{모멘트}}{\text{배수량}} =$$

$$\frac{0.081}{115.899} \approx 0 \text{ 임으로 } GM = G_0M + GG = 0.417$$

4) KG의 계산

KG=KM-GM임으로

$$KG = 2.24 - 0.417 = 1.823$$

5) LCG의 계산

MTC(매 cm 당 Trim Moment) : 1.552이다.

$$BG = \frac{MTC \times 100 \times \text{Trim}}{W}$$

$$= \frac{1.552 \times 100 \times 0.432}{115.899} = 0.578$$

$$BG + BB = 0.578 + 0.457 = 1.035 (\approx G)$$

6) 경하상태의 결정 및 제계산

항 목	무 계 (t)	ϰ G (m)		모우멘트(t·m)		KG(m)	모우멘트 (t·m)
		전 부	후 부	전 부	후 부		
시험시의배수량	116.51		1.035		120,189	1,823	211,696
추 가 중 량	2,776			17,104			9,717
계 의 중 량	2.39				0.172		9.025
계(경 하상 태)	116.89		0.88		102,913	1.82	212.39

배 수 량 W (t)	116.89	부심과 중심과의 수직거리 BGL (m)	0.421
W 에 대 한 상 당 흘 수 d (m)	1.749	d에 대한 매C(센터)M트림·모우멘트MTC (T. m)	1.558
d에 대한 횡메센타의 수직위치 KM (m)	2,236	트림 $T = \frac{W \cdot BGL}{10JMTC}$ (+) (m)	0.315 (1.215)
중 심 의 수 직 위 치 KG (m)	1.82	d에 대한 부면심의 전후위치 ϰF(+) (m)	0.769
횡 메 타 센 타 의 높 이 GM (m)	0.416	선수부에 있어서의 흘수 dF (m)	1.58 (1.13)
d에 대한 부심의전후 위치 ϰB (+) (m)	0.459	선미부에 있어서의 흘수 dA (m)	1.90 (2.35)
중 심 의 전 후 위 치 ϰG (+) (m)	0.88	평 균 흘 수 dM (m)	1.74

※ 船尾는 + 船首는 -

마. 上記와 같이 하여 輕荷狀態가 決定되면 計劃 혹은 지정된 상태에 따라 積載하고 消費하여 重量重心 TRIM 計算을 하며 現行 漁船 設備 規則의 규정에 依據 판정을 할 수 있다. 또한 臆지않아 發効에 상되는 1977年 TORREMOLINOS 條約의 STABILITY CRITERIA에 滿足하는 가를 檢討해 볼 必要가 있다.

5. 結 言

以上으로 記述한 것은 極히 重要な 部分만을

言及한 것이며 이中 어느 한곳이라도 누락되거나 혹은 착오가 있을 시는 마지막 結果치에 착오가 오게 마련이다. 그러므로 試驗을 實際 正確히 行하지 않고는 올바른 報告書를 作成할 수 없으며 이렇게 作成된 報告書는 아무런 參考資料가 될 수 없다. 따라서 船主나 造船所는 新造, 또는 改造時에 人命과 財産을 保護한다는 意志로 반드시 傾斜試驗은 實施하고 復原性判定에 差誤가 없도록 慎重을 期하여 주도록 바라는 바이다.