

# 小型漁船 復原性에 關한 考察

業務課長 梁 學 允

## 1. 序 言

漁船의 復原性에 關하여는 1960年頃부터 IMCO 等 專門機關에서 乘組員을 위한 作業安全基準과 漁船의 構造設備等에 關한 安全基準을 規定하였고 1972年 第25回 IMCO海上委員會에서 漁船의 安全을 위한 條約을 採擇하기 爲한 그 準備를 漁船安全 小委員會에 委任 數次 漁船 條約의 draft을 檢討한 끝에 1976年 3월에 開催된 漁船安全 小委員會에서 最終 條約草案이 決定되었으며, 이는 同年 5월에 開催된 第34回 海上安全委員會에서 承認되어 IMCO 事務局으로부터 各國政府에 配付되었다.

이 條約의 draft을 基礎로하여 1977年 3月 7일부터 4月 2日까지 Spain國 Torremolinos에서 46個國과 其他 關聯機關이 參席 IMCO主催下에 漁船安全條約 國際會議가 開催 漁船의 安全에 關한 Torremolinos 國際條約이 採擇되었다.

이때부터 復原性基準에 適合하게 設計 및 建造하도록 基準을 定하고 있으므로 우리도 漁船安全 特別 漁船의 復原性에 關하여 研究檢討를 疎忽히 하여서는 안될 것이다.

우리나라는 三面이 바다인 海洋國家로써 自然의 惠澤과 더불어 이 바다의 利用開發을 古來로부터 農業水産業 및 海運業等 産業面은 勿論 國防上에 있어서도 重要한 意義를 가지고 있다.

그러나 水産業은 危險한 投機性業種에 比하여 낮은 收益性에 對한 一般의 固定觀念으로 政治적으로나 政策面에서도 等閑視되어 왔으나 近年 飛躍의인 發展을 거듭하여 水産業에 對한 年間投資額도 數百億이 넘고 있으며 水産業은 世界上位圈으로 발돋움하고 있지만 아직도 沿岸漁業은 廣大한 大陸棚의 隣接과 寒暖兩水

의 交叉等은 漁業資源의 生産性에서 볼 때 量的 및 質的面에서 그 多樣性이 있으나 社會의→經濟的→技術的, 諸與件때문에 各地域의으로 特性 있는 狀態의 漁船을 建造하지 못하는 實情이므로 小型漁船의 海難事故가 가장 頻繁한 실정이다.

海難事故를 大別하면

첫째, 火災에 依한 事故와 轉覆에 依한 事故로 區分할 수 있다. 特別 轉覆海難事故의 原因을 分析한다면 造船設計上의 不備와 操船上의 過失로 區分할 수 있다. 그 理由는 技術者가 하는 漁船의 設計面과 操船者가 하는 運用術面間에 技術的인 差異가 있어 漁船의 復原性保持에 必要한 具體的인 措置가 充分히 反映되지 않기 때문이 아닌가 生覺된다.

例를 들면, 工場 排水가 汚染 公害때문에 沿岸 操業이 困難하여 不得已 操業區域을 遠洋化 하지 않으면 안되는 實情이므로 漁業環境의 變動에 副應하여 漁具規模의 增大가 必然的으로 뒤 따르기 마련이다.

其 結果 自船이 가지고 있는 性能以上の 無理한 作業을 하게 됨으로 이것이 事故發生原因이 되고 있다. 이러한 事態에 直面하여 事故를 조 금이라도 decrease 시키는데는 從來經驗에 依한 漁船性能의 基準을 보다 合理的인 것으로 改善함과 同時에 從來 缺陷이 있었다고 生覺되는 漁船에 對하여 設計面과 運用面을 調査分析 從來의 經驗을 살려 地域의 與件을 滿足시킴과 同時 各種 漁業形態에 對應한 條件을 滿足시켜 줄 수 있는 復原性 理論을 確立하는 것이 必要하다.

따라서 各海域別로 多種多量한 沿岸小型漁船의 復原性 改善을 圖謀키 爲하여 同解析法을 利用하면 從來 經驗의 合理的인 뒷받침이 運航面과 의 關聯도 大幅改善될 것이 豫想되어 漁船의 安

全性 向上에도 寄與하는 것이라 生覺된다.

따라서 以下의 理論的 解析法과 其 解析에서 얻어진 總合結果를 說明한다.

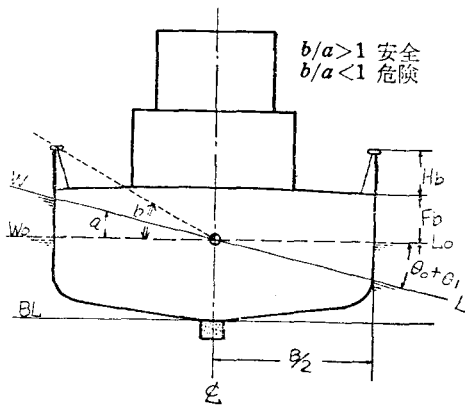
## 2. C<sub>2</sub> 常數의 考慮

(1) 漁船에 있어서 보다 轉覆의 危險性이 높은 狀態는 停船中 橫風과 橫波를 받는 狀態이다.

船舶이 不規則한 파도를 타고 크게 rolling을 하여 바람부는 쪽으로, 보다 많이 기울어진 瞬間에 더욱더 突風을 받을때 바람 및 波高의 外力과 船舶의 復原力과 Energy의 合成에 의하여 船舶이 瞬間的으로 기울어질때가 가장 危險한 狀態이다.

이때에도 船舶이 轉覆하지 않을 程度의 復原力을 가지고 있으면 其 狀況下에서의 船舶의 復原力은 安全性의 許容範圍內에 있다고 간주된다.

이러한 現象을 그림으로 說明하면 第1圖와 같이 된다.



第1圖 C<sub>2</sub> 常數說明圖

第1圖中 記號의 說明은 아래와 같다.

$\theta$ : 船舶의 橫傾斜角

$$DW = \frac{K_1 \cdot AH}{W} = \text{定常風에 依한 船舶의 傾斜 moment lever(m).}$$

$D'W$  = 突風에 依한 傾斜 moment lever(m).

$$D'W \approx 1.5DW$$

$\theta_{limit}$ : 船舶이 同角度를 넘어 크게 기울어진

境遇에 大量의 積載物移動이 생겨 船舶의 復原性이 喪失된다고 生覺되는 限界 傾斜角.

$F_{load}$ : 船舶이 同角度를 넘어 크게 기울어진 境遇에 甲板上的 開口로부터 大量의 海水가 船內에 Input하여 船舶의 復原力이 喪失된다고 生覺되는 傾斜角

A: 風壓을 받는 船舶의 側面積(m<sup>2</sup>)

H: 風壓을 받는 船舶側面積의 風壓 moment lever(m)

$K_1$ : 風速에 依하여 決定되는 常數(第1表)

W: 船舶의 排水量(t)

$$\theta_0 = \sqrt{\frac{138 \times r \times s}{N}} \text{ 不規則波中 거의 同調 rolling}$$

時의 片振幅 rolling 角度(度)

$$r = 0.73 + 0.6 \times \frac{OG}{d} : \text{有效波傾斜係數}$$

但  $OG = KG - d$ ,

d = 船舶吃水(m)

$S = K_2 + K_3 \times Ts$ : 波壽의 岨度 = 波高 / 波長

但  $0.100 \geq S \geq 0.035$

$$Ts = \frac{2\pi k}{\sqrt{8 \times GM}} = \frac{2.01 \times K}{\sqrt{GM}} ; \text{船舶의 自由 rolling 周期(Sec)}$$

K: 船舶의 慣動半徑

N: 船舶의 減減係數 一般적으로 0.008 ~ 0.020

$K_2, K_3$ : 風速에 依하여 決定되는 定數(第1表)

第1表 常數  $K_1, K_2$ , 및  $K_3$ 의 值

定常風速	$K_1$	$K_2$	$K_3$	備 考
19m/Sec	0.0274	0.153	0.0100	溫帶性低氣壓不連續線
15 "	0.0171	0.155	0.0130	
10 "	0.0076	0.155	0.0194	
6 "	0.0027	0.155	0.0316	

(2) 第1圖의 說明

第1圖에 表示된  $\theta_1$ 은 定常風에 依한 船舶의 定常傾斜角.  $\theta_0$ 은 船舶이 愚然히 맞은 氣象下에서 不規則波中 同調하여 크게 rolling을 할때의 rolling角度的 片振幅(度)을 表示.

同圖에서 說明하면 突風때문에 船舶의 rolling

中心角은 瞬間的으로 點1에서 點2에 移動 船舶은 面積 1. 2. 3. 4. (面積 a)과 對等한 面積 5. 6. 7. 8. (面積 b)될때 傾斜角  $\theta_2$ 까지 瞬間的 舷側으로 기울게 된다.

이때 同船의 重心移動이 생기는 傾斜角을  $\theta_{limit}$ 로 하고  $\theta_{limit} > \theta_2$  이면 船舶은 瞬時間의 轉覆을 免하게 된다.

(面積 b) / (面積 a)  $\equiv C_{2-1}$ 로 表示하면

$C_{2-1} > 1$ 의 境遇는 安全

$C_{2-1} < 1$ 의 境遇는 船舶이 轉覆할 危險性이 있다고 보아진다.

또 같은 모양 같은 船舶의 海水流入角  $\theta_{flood}$ 까지의 面積을 b'라 하면

(面積 b') / (面積 a)  $\equiv C_{2-f}$ 되어 上記  $C_{2-1}$ 과 같이 安全性限界의 判斷이 된다.

以上 明確하게, 上述한바와 같은 狀況下의 安全性를 判定하는 境遇  $C_{2-1} > 1$  또한  $C_{2-f} > 1$ 이면 理論的으로 船舶은 安全하다고 判定할 수 있다.

그러나 漁船이 操業中 또는 積荷의 事情으로 定常傾斜 moment M을 크게 하였을때의  $C_2$ 常數의 判定를 하는데 있어서는 前述의 DW 및 DW'의 値를 算出 하는데는 以下の 公式를 適用하면 된다.

$$DW = \frac{K_1 \cdot AH + M}{W} : \text{操業에 依한 片舷에}$$

Heeling moment가 걸려 있을 때의 定常傾斜 moment lever(m)

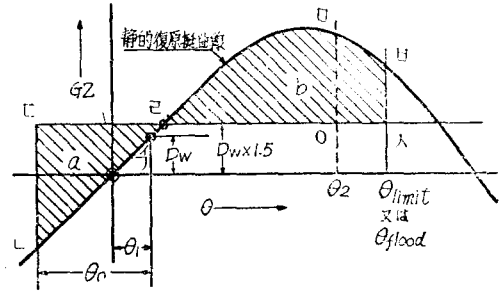
$$DW' = \frac{1.5 \times K_1 \cdot AH + M}{W} : \text{同上에서 突風이 불}$$

어올때의 定常傾斜 moment lever(m)

### 3. $C_1$ 常數의 考慮

(1) 前述의  $C_2$ 常數에서 說明한 것과 같이 瞬間에 轉覆하는 外에 上甲板에 大量의 海水가 덮여 原狀態로 돌아오지 않는 狀態에서 繼續하여 海水가 船體內에 input되어 或은 Cargo on board의 大移動을 일으켜 船舶의 傾斜가 增大되어 轉覆되거나 또는 沈沒하기에 이른다는 것을 알고 있다.

이것을 그림으로 說明하면 第2圖과 같이 된다.



第2圖  $C_1$  常數說明圖

#### (2) 第2圖의 說明

船舶이 停船하여 橫波를 받아 大量海水를 받아들이는 現象은 먼저 船舶이 큰 角度로 rolling을 일으켜 其 舷牆頂部가 水面 밑으로 沒入하기까지 船舶은 水面에 對한 相對傾斜角이 크게 되었을 境遇가 生覺된다.

여기에서 不規則波中의 大 rolling時에 風下舷의 最低乾舷位置에 있어 Bulwark 끝부분이 水面에 沒入 않키 爲하여의 條件을 安全指數形으로 表示하면 下記와 같이 된다.

$$C_1 = \frac{Fb(\text{MIN})HB}{B/2 \times \tan(\theta_0 + \theta_1)} \geq 1$$

Fb(MIN): 最低乾舷(m)

H<sub>B</sub>: 最低乾舷位置에 있어서의 舷牆의 高(m)

B: 船幅(m)

例를들면  $(\theta_0 + \theta_1)$ 을 a로두어  $(Fb + HB)$ 을 角度에 垂直하면,  $(\tan^{-1} \frac{Fb + HB}{(B/2)})$ 이 되어, 이것을 b로 하면,

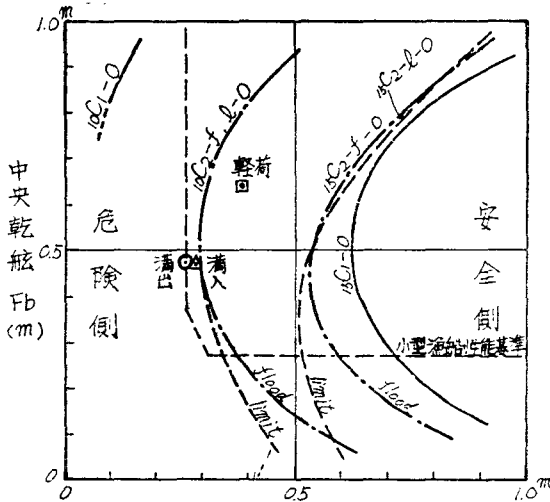
$b/a \geq 1$ 이면 海水의 넘어들어움이 없이 安全하나,

$b/a \leq 1$ 이면 海水의 넘어들어움을 誘發하여 危險하다고 判斷된다.

#### 4. 理論計算의 實例와 說明

(1) 第3圖의 說明

$M=0.0t-m$ ,  $U=10.15m/sec$   $Trim=2.00m$   
 $N=0.01$  開口位置  $4.0 \times 0.9 \times 2.2(m)$



METACENTER GM(m)

第3圖 15型底引網漁船:  $C=1.0$ 의 安全限界線

本圖는 船舶의 中央乾舷  $F_b$ 를 縱座標에 metacenter 높이  $GM$ 을 橫座標로 하여 海上氣象을 바로메-타로 하여 各種의 安全性指數  $C=1$ 이 되는 安全限界曲線을 表示하고 있다.

또 圖中에 있는 印點은 同船舶의 實用狀態를 表示하는 것이다.

例를들면  $15C_{2-f-0}$ 의 意味는 그쪽에 있는 曲線이 定常風速  $U=15m/s$ 의 氣象下에서 定常傾斜 moment  $M=0$ 의 境遇에 大移動發生限界 傾斜角  $\theta_{limit}$ (本計算에서는  $\theta_{limit}=55$ 度로 하고 있다) 以上기울면 船舶의 復原力은 喪失된다는 條件下에  $C_2=1$ 이 되므로서  $F_b$ 와  $GM$ 와의 關係를 表示한 것이다.

$15C_{2-f-0}$ 는 上記의  $\theta_{limit}$ 의 대신 浸水開口 位置가 海面 밑으로의 沒入角度  $\theta_{Hood}$ 를 利用, 其角度 以上으로 기울면 船內에 大量의 海水가 流入하여 船舶의 復原力이 喪失되었을때  $C_2=1$ 이 되기爲한 條件을 表示하고 있다.

#### 5. 理論計算에서 얻어진 總合結果

(1) 理論解析과 使用實態의 對比

理論計算의 內容은  $C_1$  및  $C_2$  常數가 1.0보다 크나 적으나 로써 安全性 良否의 判定을 하게되어 定常風速을 3種, 操業時에 일어나는 定常傾斜 moment를 2種類로 하여 여러가지 計算을 하여 多角의 船舶의 安全性을 判斷하고자 試圖하였다.

또 그들 船舶의 實用狀態를 알기 爲하여 現地에 가서 諸性能을 計測하고 現地漁業者로부터 操業可能한 氣象 및 1回의 漁獲重量等, 復原性에 必要한 여러가지 意見 聽取로 얻은 資料가 理論의 解析을 한結果와 거의 一致하고 있다.

以上과 같이 復原性의 理論的解析法이 이들 小型漁船의 安全性 判定에도 좋은 指針으로 뒷받침되었다.

(2)  $N$ 係數의 影響에 對하여

漁船의 船型은 彎曲部의 丸型의 것부터 安全한 角型의 것까지 여러가지 雜多하지만 이들 船型의 相異가 減減係數  $N$ 를 介하여 船舶의 安全性에 큰影響을 미치게 하고 있다.

最近 小型漁船이 高速化되어가면 角型船型은 速力性能上에서 有利함으로 小型漁船의 船型으로서는 적어도 中央部에서 船尾에 걸쳐 角型으로 하는편이 漁船으로서 總合性能의 向上이 圖謀될 것이라 思料된다.

그러나  $N$ 係數의 大小가 船舶의 同調 rolling 角度  $\theta_0$ (但 不規則波中)에 미치는 影響은 概略 다음 式에서 求해진다.

$$\theta_0 = \sqrt{138 \times r \times S / N}$$

但  $r$ =有效波傾斜係數

$s$ =波의 粗度(波高/波長)

(3) Trim의 影響에 關하여

漁船과 같이 滿載出港과 入港時의 trim의 變化가 크다. 이 trim의 變化는 船舶의 安全性에 어떤 影響을 주는가를 理論計算에 依하여 判斷하면 同一의  $F_b$ 와  $GM$ 을 갖이고 있는 船舶이라도 trim의 變化에 依하여 復原性能이 顯著히 相違한것이 理解되었다.

漁船이 出漁期間中에 過大한 trim變化를 일

오키지 않도록 設計者 및 運航者는 注意를 할 必要가 있다.

漁船의 復原性을 判斷하는 境遇에 trim 變化를 無視할 수 없으므로 充分히 考慮되어야 할 것이다.

#### (4) 舷牆높이의 影響에 關하여

舷牆을 높게하면 舷牆위로 海水가 치고 들어오는것이 어렵게되어 船舶의 安全性은 높아진것 같이 보인다. 그러나 그 反面 높게한 舷牆위를 넘어 上甲板위에 大量의 海水가 넘어오는 境遇에는 排水口부터 海水의 排除가 短時間으로는 充分히 期待할 수 없다.

그러므로 海水는 船舶을 大傾斜시켜 船內海水가 流入, 結局에는 船舶이 轉覆되는 原因이 되고 만다.

海水가 舷側으로 넘어 들어올때에도 船舶의 復原力을 喪失하지 않도록 舷牆높이의 適定值를 生覺할 必要가 있다.

#### (5) 海上의 氣象考慮

小型漁船은 自船의 復原性을 無視하고 無理한 荒天操船 및 操業을 하고 있는 境遇가 많다.

即 同一地域內에서 性能이 좋은 船舶과 나쁜 船舶이 한결같이 같은 漁場에서 操業을 하고 있다고 생각할때 操業中 갑자기 氣象이 急變, 거친 氣象狀況에 當하였을 境遇 性能이 좋은 船舶은 安全히 歸港이 되나 性能이 나쁜 船舶은 緊急待避를 못하고 危險이 따른다.

따라서 上記와 같이 同一地域內에서 全船舶이 한결같이 操業을 하고 있는 境遇는 其 Group中 보다 復原性이 나쁜 船舶을 모아 同船舶이 견뎌낼 수 있는 最惡의 氣象限度에서 操業計劃을 세울 必要가 있다. 各船舶이 獨自의 操業을 한다고 하는 生覺이 되면 他船舶이 操業을 하고 있다고 해서 自船舶이 갖고 있는 安全性의 限界를 無視하고 海上에서 操業해서는 아니된다.

1973年 12月 日本에서 作成된 小型船의 性能基準에는 이 思考方式을 充分히 反映시켜 基準으로 삼고 있다.

海上氣象을 考慮한 C常數에 依한 理論的解析의 結果 船의 實用狀態下의 安全性에 對하여 漁業者의 評價가 比較的 一致하고 있다는 것을 미루어보아 同理論的解析法을 上記와 같은 境遇 漁船의 安全運航의 判斷資料로서 利用하는 것은

海難轉覆防止에 極히 有效할 것으로 思料된다.

#### (6) 操業時의 復原性에 關하여

小型漁船이 操業中에 船體를 傾斜시키는 큰 moment가 움직이는 것은 不得已한 것이다.

이 傾斜 moment 때문에 上甲板에 海水가 浸入 轉覆의 危險性을 일으키게 된다. 따라서 이들 漁船의 復原性을 論하는 境遇에 이들의 傾斜 moment를 無視할 수 없다.

漁業環境의 變化로 操業力을 增強하여 惡天候操業을 強化하고자 하는 漁船에 對하여는 充分한 檢討後 計劃을 實施하여야 할 것이다.

#### (7) 操業力의 增強에 對한 注意

漁業種類에 依한 操業方法의 相違가 漁具의 大小에 따라 船舶의 安全性에 相當한 影響을 주고 있다.

資源의 減少와 漁場의 變化等때문에 沿岸操業이 困難하게되면 比較的 깊은 近海漁場으로 移動하게 된다. 이 遠隔化가 漁具의 積載重量의 增加, 併行하여 近代漁撈機械의 裝備가 切實히 要求되고 있으므로 自船의 復原性能을 充分히 檢討하지 않고 無謀하게 漁具 및 漁撈裝備를 積載함으로 乾舷이 낮아져 波濤가 넘어들어옴으로 危險하다. 또 重心이 높아 不安定한 船舶이 되어 安全性을 잃은 結果로 海難轉覆事故를 免치 못함으로 漁撈裝備의 增強이 潛在的인 原因으로 되어 있으므로 今後 裝備하는 船舶은 復原性能을 調査한後 設備하도록 하지 않으면 轉覆事故는 減少되지 않을 것이다. 運航者도 마찬가지로 他船이 裝備하니까 自船에도 復原性을 無視하고 裝備하는 것은 注意할 必要가 있다.

#### (8) 小型漁船의 性能基準에 對하여

總噸數 20噸未滿 小型漁船의 安全을 圖謀하기 위하여 C常數에 依한 理論的 解析法은 有力한 手法에 依한 船型, 操業海域의 氣象 或은 操業方法 등이 다른 小型漁船에 있어서 其 使用實態를 어느程度 考慮하여 더욱더 細心한 復原性能의 判定基準을 세울 수 있다.

上記의 理論的解析法이 沿岸漁業에 생기기 쉬운 漁業環境이나 船型等 變化에 對應할 수 있는 適應性이 높은 復原性能 判斷의 指針이 될 수 있어 理論的解析의 뒷받침이 없었던 종래의 經驗值에 있어서는 얻을 수 없었던 큰 利點이 되고 小型漁船의 海難防止에 큰 效果를 期待할

있는 것으로 生覺된다.  
아울러 小型漁船을 建造하는 造船設計者의 功  
- 參考가 되리라 본다.

## 6. 結 言

小型漁船 復原性의 良否는 從來經驗과 肉感에 맡겨왔으나 이와같은 理論的解析法을 받아들여므로써 復原性能을 여러 角度에서 더욱 細心하게 檢討 安全性이 높은 漁船의 設計에 도움이 되리라 믿으며 小型漁船을 建造하는 大多數의 群小造船所도 復原性에 關한 諸計算을 實施하는 것은 困難할 것으로 思料되나 人命의 安全과 船舶의 全損事故防止의 徹底를 期하기 爲하여는 設計者의 技術的인 뒷받침아래 漁船을 建造함이 바람직하다.

또 漁業者側도 自船의 復原性 良否를 充分히 認識하여 無理한 操業을 하지않도록 努力하지 않으면 轉覆의 海難은 減少되지 않을 것으로 生覺되며,

이問題에 關하여 上記와 같은 復原性의 解析을 基礎로 造船所와 乘組員 사이에 船舶의 運航에 있어 具體的인 事項을 充分히 지켜서 操業하는 것이 가장 바람직하다.

## 參 考 文 獻

1. 朴容喆 : 漁船의 復原性에 對하여, 船級, 第2卷 第1號
2. 金辰安 : 韓國小型漁船의 復原性에 關한 考察, 釜山大學 論文集, 第8輯
3. 船 級 : 1977年 漁船의 安全에 關한 Torremolinos 國際條約의 概要, 第12號
4. 金極天 : 韓國沿近海漁船의 特性과 展開可能 曲面船型의 應用, 大韓造船學會誌, 第7卷 第1號
5. 韓熙綉 : 漁場開發과 海洋科學, 大韓造船學會誌, 第6卷 第1號
6. 有路實 : 小型漁船의 復原性について, 漁船誌 第193號

