

各種 TANKER의 損傷時 復原性和 國際規定

朴 容 喆*

序 言

船舶의 損傷時 復原性에 對하여는 SOLAS의 客船에 關한 復原性 規定以外에 特히 各種 Tanker 即 Oil Tanker, Chemical Tanker, Gas Tanker에 對하여 貨物 Tank의 Size, 配置, 區劃, 損傷時의 復原性等이 IMCO 規則으로 規定되어 있다. 그 理由는 一般 Dry Cargo Vessel과 달리 Tanker는 그 貨物이 갖는 毒性, 爆發性, 引火性 및 環境의 汚染等의 特性 때문에 船體 損傷時 貨物의 流出의 억제, 船體의 殘存能力의 確保가 必要하기 때문이다.

本稿에서는 各種 Tanker의 損傷時 復原性和 그에 關聯된 各 IMCO規則의 背景과 各 規則을 比較檢討하고 그 適用上의 方法과 實計算例를 例示코지 한다.

1. 歷史的 背景

船舶이 衝突 또는 坐礁로 因한 損傷時 船體의 浸水에도 浸沒하거나 또는 過度한 傾斜가 일어나지 않도록 適切한 殘存能力을 確保하려는 努力은 數世紀前부터였다.

主로 橫隔壁을 두어 船舶을 몇개의 區劃으로 나누어 船體浸水を 制限시키는 것으로서 最初로 法的規制를 한 것은 1854年 英國의 British Marine Shipping Act에서 볼 수 있다.

이 法令에서는 船舶에 Peak Bulkhead를 두고 機關室前後에 End Bulkhead를 두도록 規定하고 있다.

1891年 British Board of Trade는 길이 425ft 이상의 客船에 對하여는 隣接된 2區劃의 浸水에도 殘存能力을 確保하도록 規定할 것을 制案하였다.

그러나 이 制案은 實在 法規化되지 못하였다.

1912年 s/s Titanic號가 大西洋 橫斷中 Iceberg와 衝突하여 浸沒함으로써 1430名의 人命被害를 가져온 事故가 發生하였다.

이러한 大事故가 發生한 뒤 人命被害를 最小限으로 줄이기 위하여는 船舶衝突事故時에도 適切한 殘存能力을 確保하도록 國際的인 規定이 必要하다는 輿論이 크게 擡頭되었다. 그리하여 2年後인 1914年 London에서 最初로 海上에서 이 人命安全을 爲한 國際會議(SOLAS 1914)가 開催되어 客船에 對한 區劃規定을 成案하였다.

그러나 이 規定은 一次世界大戰의 發發로 因하여 各國에서의 認准이 되지 못하여 實效를 거두지 못하였다. 그후 1929年 London에서 새로운 SOLAS 條約會議가 開催되었고 本會議에서 國際航海에 從事하는 客船에 對한 區劃規定이 決議되었다.

이 區劃規定은 主로 旅客의 數, 船舶의 길이 등에 依하여 誘導되는 區劃係數(Factor of Subdivision)로서 橫隔壁間의 距離를 制限하는 方式을 取하였다.

그런데 이 區劃係數의 決定은 船體의 損傷範圍에 對한 確率論的 根據나 非對稱浸水效果에 對한 要素는 전혀 考慮되고 있지 않았다. 隔壁의 數가 많을수록 即 Bulkhead 間隔을 좁힐수록 船舶의 安全度는 높은 것으로 生覺하였다. 勿論 Bulkhead Spacing에 對하여는 既存船舶들의 統計的 判斷에 基因한 것이었다.

그후 1948年 海上人命安全條約規定에서는 1929年의 基準보다는 根本的인 修正이 없었으나 損傷時 最大傾斜角을 考慮하여 區劃을 定하도록 하였다.

모든 客船은 損傷時에도 充分한 復原性 GM을 確保하여야 하며 1區劃 浸水時 最大傾斜角이 7°, 2區劃 浸水時 最大傾斜角이 15°를 超過하지 않도록 規定하였다. 다시 말하면 1948年 SOLAS 規定에서 最初로 非對稱浸水(Unsynetrical flooding)에 對한 問題를 取扱하게

* 正會員：東海造船株式會社

되었다. 그러나 SOLAS 1948의 復原性 및 區劃規定을 適用한 船舶이 다수 顛覆事故를 發生하였으며 또한 그 適用에 있어 다소 不合理的 點을 認識하여 損傷範圍 및 損傷의 頻度 등을 確率論의 解析에 基礎로하여 1960年 새로운 SOLAS規定을 制定하게 되었다. 本條約規定이 發効된 後 十餘年에 걸친 研究結果 1973年 10月 IMCO에서는 決議案 A 265(Ⅷ)을 公布하게 되었다.

本案에서는 船舶(客船)에 對한 損傷時 復原성에 對하여 보다 科學的이고 確率解析에 基礎를 두었다. 本結議案은 1974年 10월에 開催된 IMCO總會에서 採擇되었다.

이와같이 損傷復原성에 對한 國際規定은 主로 客船에 對하여서만 制定되어 있었다.

그러나 客船 이외에도 Tanker는 一般的으로 Freeboard가 極히 적고 그 貨物區域이 構造上浸水時 過度한 非對稱傾斜가 發生하게 되며 貨물이 海上에 流出될 境遇 環境汚染의 큰 事故가 發生하기 때문에 損傷時의 復原性 確保가 重要視되고 있다. 特히 Chemical Tanker 및 Gas Tanker에서는 그 貨물이 갖는 毒性, 危險性 때문에 浸水에 對한 高度의 安全性이 確保되어야 한다.

現在 各種 Tanker의 損傷時 復原性 및 殘存能力의 確保에 對한 關係規定이 言及되어 適用되고 있는 IMCO Rule 및 그 制定된 時期는 다음과 같다.

1. International Load Line Convention (ILLC 1966)
2. International Convention for the Prevention of Pollution from ships (ICPPS 1973).
3. Code for the Construction and Equipment of ships carrying dangerous Chemicals in Bulk 1971 (IMCO chemical code)
4. Code for the Construction of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk 1975 (IMCO Gas Code)

Dry Cargo ship의 Damage stability에 대한 國際規定은 아직 없으나 各 船級協會의 規則에서는 船舶의 길이 에 따라 稜積의 數가 規定化되어 있다. 이 稜積의 數에 대한 規定은 물론 船體橫強度上의 要件이기도 하지만 一般的으로 이 規定에 依한 稜積수를 만족시키면 1구획침수에 대하여는 선체가 침몰되지 않는 것으로 인식되어 있다.

Ⅱ. 損傷時 復原성에 關한 諸規定

다음은 損傷時 復原성에 關한 各 國際規定을 主로 Tanker를 中心으로 하여 各 規定의 背景을 說明하고자 한다.

1. 國際滿載吃水線 規定 (ILLC 1966)

1966年 國際滿載吃水線 規定에서 Tanker에 對하여 最初로 損傷時 復原성에 對한 基準을 國際規定化하였으며 Tanker에 對하여는 貨物의 낮은 浸水率과 Cargo Tank Spacing의 많은 區劃, 暴露甲板의 優秀한 水密性 등 Flooding에 對한 높은 安全性을 考慮하여 貨物船보다 낮은 Freeboard를 갖도록 許用하였다.

其他의 貨物船(Dry Cargo Vessel)에 對하여도 隣接 貨物船 2區劃 浸水에 依한 損傷復原性 基準을 滿足시키는 船舶에 對하여는 Tanker와 同等한 Freeboard(Type A)를 갖도록 하였다. 貨物艙 1區劃 浸水에 依한 損傷復原性 基準을 만족시키는 貨物선에 對하여도 Freeboard를 다소 減少시킬 수 있도록 許用하고 있다. Freeboard 減少는 船舶의 길이 가 $100m \leq L_f \leq 225m$ 의 範圍에 該當될 境遇 Type B 表定乾舷과 Type A 表定乾舷의 差에 60%만큼 乾舷을 減少시킬 수 있다.

그러나 本 國際規定이 1968年 6月 21日 發効된 以後 Tanker 特히 原油運搬船은 급격히 大型化하여 超大型 油槽船에 있어서는 그 設計와 構造가 크게 變하여 종래의 Tanker에서와 같은 安全性 確保에 多少의 問題가 提起되었다. 그중 主要한 內容을 列擧하면 아래와 같다.

① Tanker의 大型化에도 不拘하고 Tank의 區劃은 減少되는 傾向이 있음. 즉 二次世界大戰 當時에 많이 建造된 길이 165m의 T-2 Tanker의 貨物區劃의 橫隔壁이 10個이었는데 길이 400m나 되는 現在의 V.L.C.C.의 貨物區劃의 橫隔壁이 불과 5 Group으로 되어있음.

② 大型 Tanker에서 Full Loading時의 Hull Longitudinal Bending Moment를 減少시키기 위하여 船體中央部 兩舷에 Empty Tank를 두고 있음. 이 Tank는 勿論 Ballast Voyage에서는 Full Loading되나 滿載時에는 空艙으로 되기 때문에 本 Tank의 損傷時 危險한 傾斜가 發生하는 등 損傷時에 充分한 復原性 및 殘存能力이 없음.

③ 滿載出航後 2個所以上の 港口에서 discharge할 경우 Tank의 部分積載狀態에서 運航되는 傾向이 많음.

이상에서 言及된 바와 같이 Bulkhead數의 감소와 空 Tank (Empty Tank)數의 增加 등으로 因하여 損傷時 非對稱浸水(Unsymmetrical flooding)로 因한 顛覆事故의 危險이 增加되고 있다. 美國의 US Coast Guard에서는 이러한 문제점을 認識하고 Tanker의 損傷時 復原性 確保를 爲하여 Cargo Tank 2區劃이 浸水되어도 復原性 과 殘存能力을 갖도록 規制하였다. 이 規則은 1971年 3月 15日 制定公布되어 現在까지 모든 Tanker에 適用되고 있다.

2. 1973 International Pollution Convention (ICPPS 1973)

1973年 海洋汚染 防止條約 規則이 制定되기 이전의 해양오염방지에 關한 國際規定은 主로 Tanker의 運航에 隨伴되는 기름의 排出規制와 이에 關連되는 Control System 貝油水分離裝置에 關한 內容이 대부분이었고 Cargo Tank의 損傷으로 因한 기름의 流出에 對한 具體的인 規制規定은 無었다.

그러던 것이 1967年의 6萬Ton급 Torry CANYON號의 坐礁로 因한 손상으로 莫大한 量의 原油가 流出되는 事故가 發生하였고 그후에도 原油輸送船의 坐礁와 衝突事故로 因하여 海上汚染事故가 잇달아 發生하여 Tanker에 對한 Tank Size의 制限과 Tank 區劃에 對한 規則의 必要性이 강조되었다.

그리하여 1973年 制定된 海洋汚染防止規則에서는 Tanker에 對하여 分離 Ballast Tank(S.B.T)要件 Tank의 크기制限, 配置의 制限, 區劃 및 復原性에 關한 規定, 船體損傷時 貨物의 最大 流出量에 對한 制限等에 對하여 詳細히 規定하고 있다.

Oil Tanker의 境遇 Tank Size는 Center tank의 경우에는 50,000M³이하이어야 하고 wing tank의 경우는 30,000M³ 또는 $400\sqrt{DWT}$ M³중의 큰값의 75%, 단 어떠한 경우에도 30,000M³을 超過할 수 없도록 規定되어 있다. Tank의 길이는 縱隔壁이 없는 경우 O.I.L, 종격벽이 1列있는 경우 0.15L, 2列以上이면 Wing Tank 幅이 船幅의 20%以上일 경우는 0.2L을 각각 超過할 수 없도록 規制하고 있다.

이상의 Tank 크기의 制限과 隔壁配置 등에 關한 規定으로 Tanker設計 및 構造에 直接影響을 주게 되었다.

특히 本 條約規定에서 Tanker의 坐礁時 및 衝突時의 損傷範圍에 關한 새로운 基準이 制定되었고 損傷時의 復原性 및 殘存能力에 關한 規定의 制定으로 船體損傷時의 海上 汚染防止는 물론 Tanker의 安全性 確保에 크게 寄與하게 되었다.

3. IMCO Chemical Tanker Code

1960年代 初에만 하더라도 化學製品 또는 이와 유사한 危險物의 海上輸送은 Drum통에 넣어 貨物艙內에 積載하여 運搬하였었다. 그러나 그 輸送量이 急激히 增加함에 따라 Tanker 또는 一般貨物船을 改造하여 Bulk로 運搬하고 있었다. 이로써 Chemical Tanker의 출현이 시작되었으나 積載되는 貨物의 毒性和 環境汚染의 危險度는 增加되었다. 그러나 Chemical Tanker에 對한 適切한 國際規定이 無었고 또한 이러한 Tanker가 坐礁 또는 衝突事故로 因하여 毒性貨物이 大量 流

出될 경우 무서운 海洋汚染의 事故가 發生하게 됨으로 Chemical Tanker의 安全設備와 構造에 對한 IMCO 規則이 制定되게 이르렀다. 1971年 IMCO Code의 特徵은 Chemical Tanker에서도 一般 Tanker와 같이 1966 ILLC 規定의 Type A Freeboard로 指定될 수 있으나 本 Chemical code의 chapter II에서 定한 損傷復原性에 맞도록 規定하고 있다. 또한 Chemical Tanker가 衝突 또는 坐礁로 因하여 船體가 損傷되었을때 殘存能力을 確保하고 危險貨物이 無制限 放出되는 事態가 發生하는 것을 抑制하기 爲하여 IMCO Code에서는 貨物의 危險度에 따라 船舶을 3가지의 Type으로 分雜하였다.

即 貨物의 物理的 保護의 程度를 3段階로 나누었다. 損傷時의 殘存能力(Floatability), 復原性에 關한 要件을 衝突 또는 坐礁 및 輕度의 船體 損傷 등 3가지의 境遇로 假定하여 各各에 對하여 規定하였다.

특히 貨物 Tank의 配置는 積載되는 危險物의 種類에 따라 IMCO Code에서 定한 損傷範圍內에 配置할 수 없도록 規制되어 있다. Type I ship은 貨物의 流出을 最高度로 豫防해야할 必要가 있고 毒性의 貨物을 積載하는 Chemical Tanker이다.

Type II ship은 貨物의 流出을 高度로 豫防하여야 할 危險物을 積載하는 Chemical Tanker이며 Type III Ship은 損傷時 殘存能力을 增大하는 程度의 規制를 하는 危險物을 積載하는 Chemical Tanker로서 貨物 Tank의 配置에 對한 特別規定은 無고 Oil Tanker와 同等한 程度로 생각할 수 있다.

특히 Chemical Tanker는 그 貨物의 毒性 및 海洋汚染의 危險度가 높기 때문에 Type I에서는 Tank의 最大크기를 1250m³ Type II에서는 3000m³로 크기를 制限하고 있다.

現在 우리나라도 IMCO의 Chemical Code를 採擇하여 昨年부터 効力이 發生하였다. 따라서 國內에서 建造되는 모든 Chemical Tanker는 IMCO의 Chemical Tanker Code에 의한 Cargo Tank의 配置, 損傷時 復原性 및 死存能力을 滿足하도록 設計되어야 한다.

4. IMCO Gas Tanker Code

1960年末에서 1970年初에 이르러 液化 Gas의 海上運搬量이 急激히 增加되었는데 이 液化 Gas는 그 Gas의 特性에 따라 爆發性 引火性 毒性 또는 極底溫 등 그 船舶의 運航에 隨伴하여 環境汚染이 따르게 마련이다.

따라서 1971年의 IMCO Chemical Code에 이어 IMCO에서는 Gas Tanker의 運航에 따른 汚染防止 및 安全性 確保를 위하여 液化 Gas船에 對한 構造 및 安全設備에 關한 規則의 制定을 着手하게 되었고 1975年 11

月 London에서 開催된 IMCO總會에서 採擇되었다. IMCO Gas Code는 Chemical Code와는 別途로 制定된 것이나 規則의 形式, 內容 또는 그 取扱範圍에 있어 Chemical Code와 상당이 유사한 點이 많다.

本規則은 液化 Gas로서 溫度 37.8°C에서 絶對 蒸氣 壓力이 2.8kg/cm² 이상의 液化 Gas 貨物을 運送하는 船舶을 對象으로 하고 있다.

IMCO Chemical Code와 마찬가지로 Gas Tanker에 對하여도 本 Code에서 規定한 損傷時 復原性 규정에 滿足하면 特別한 境遇를 除外하고는 1966 ILLC의 Minimum Freeboard를 指定할 수 있도록 하였다.

대부분의 商用 液化 Gas는 그 性質상 海洋汚染의 危險은 別로 없기 때문에 ICPPS 1973 規定에는 Chemical Tanker와는 달리 그 設計 構造 등에 對하여 特別히 言及하고 있지 않다.

그러나 海洋汚染以外에 其他의 危險性 特別히 引火性, 爆發性, 毒性 또는 極底溫의 危險성이 있기 때문에 Gas Code에서는 그 貨物의 特性과 危險度에 따라 船舶의 Type를 3種으로 區分하여 各 Type에 따라 貨物 Tank의 配置, 格納方法, 損傷時의 復原性에 對하여 規定하였다. Sulphur, Dioxide 같은 極히 危險한 Gas는 Type I G에 屬하고 底溫上의 問題가 되는 Gas 또는 環境汚染도가 극히 적은 Gas는 Type III G에 屬하도록 하였으며 위의 두 Type의 중간에 屬하는 Gas는 Type II G에 屬한다. 例로서 現在 輸送量이 가장 많은 LNG LPG 및 NH₃ 등은 모두 이에 屬한다. 그러나 Type II G船에서도 길이 150m이하이고 Pressure Vessel Type의 Tank를 갖인 船舶으로서 積載되는 Gas의 常用壓力이 7kg/cm²이상이고 貨物溫度가 -55°C 이상의 境遇는 Type II PG로서 區分하여 損傷時 復原性 基準을 다소 緩和시켰다.

그 理由는 Tank가 7kg/cm² 이상의 高壓壓力容器形의 境遇 船舶損傷時에도 그 Tank의 充分한 形도와 充分한 貨物 格納設備를 考慮하였기 때문으로 解析된다. Gas Tanker로서 二種以上の 貨物을 積載하는 境遇로서 IMCO Chemical Code에서 規制對象으로 하는 液體 化學物質을 積載하는 경우에는 損傷時의 復原性 基準에 對하여는 IMCO Chemical Code와 IMCO Gas Code의 各 規定中 嚴한 쪽을 擇하여 滿足하도록 하여야 하며 貨物 Tank의 配置와 格納方法은 각각의 該當規定에 滿足시켜야 함을 注意하여야 한다.

Ⅲ. 各 國際規則의 比較檢討

위에서는 各 Tanker의 種類別 IMCO規則의 制定 經

緯와 그 背景에 對하여 概略적으로 言及하였다. 本章에서는 各規則의 損傷의 假定最大範圍, 貨物 Tank의 位置, 크기의 제한 損傷時의 殘存規定 등의 差異點을 列擧하고 規則의 適用方法 其他 關聯規定의 技術의 背景에 對하여 總括적으로 說明하고자 한다.

1. 損傷 및 火水의 假定

1966年 ILLC 規定에서는 損傷範圍를 區劃別損傷 (Compartmental Damage)을 假定하여 浸水時의 復原性, 殘存能力을 計算하도록 되어 있다. 即 Type A船에 있어서 길이 150m이상 225m이하의 Tanker에서는 夏期滿載時 Empty Tank가 되는 境遇는 이를 Empty Tank의 어느 한 區劃이 浸水되어도 充分한 殘存能力을 가지야하며 길이 225m를 超過하는 Tanker에서는 機關室 浸水도 考慮하도록 되어 있다. 그러나 IMCO의 ICPPS 1973 및 Chemical Tanker Code에서는 이 區劃浸水の 假定이 아니고 表 1 및 表 2에서와 같이 損傷範圍 및 損傷個所가 位置別로 주어지 있다. 即 船體 坐礁에 의한 船底損傷과 衝突 또는 接觸으로 인한 船艙 및 船尾 그리고 船側의 損傷에 對하여 그 範圍가 주어졌다. 이 損傷範圍는 船體의 길이 또는 幅에 比例하도록 되어 있으나 모든 各種 坐礁 및 衝突事故의 結果를 確率統計에 의한 分析資料를 基礎로 한 것이다. 統計資料에 依하면 船體損傷의 대부분은 衝突보다는 坐礁로 인한 船底損傷이 훨씬 많은 것으로 되어 있다.

船體 損傷時 海上汚染의 危險과 그 程度는 船舶의 크기에 比例되는 것이고 小型船에서는 損傷時 復原性이 確保되도록 모든 條件을 滿足시킨다는 것은 實際設計上 困難한 要素가 많다. 따라서 모든 損傷範圍, 貨物區劃의 浸水에 關한 安全基準을 船舶의 길이에 關하여 差異를 들것은 當然하다고 볼 수 있다.

一般的으로 統計에 依하면 길이 150m이상의 Tanker에서는 Engine Room Flooding에도 殘存能力이 있는 것으로 판단되고 있다. 따라서 現在 길이 225m이하의 各種 Tanker에 對하여는 Enginerom flooding의 境遇를 除外하고 모든 損傷時 復原性, 貨物 Tank의 區劃, Load Line의 指定條件 등을 規制하였으나 이를 ICPPS 1973의 規定과 같이 150m이하로 낮출 것을 考慮中에 있다.

損傷假定範圍의 詳細한 內容은 表 I에 주어지 있으나 ICPPS 1973, IMCO Chemical Code 및 IMCO Gas code에서 規定한 損傷範圍는 相互共通點이 많고 극히 類似하다. 다만 Gas Code에서는 船底損傷에 있어서 船體의 首部 0.3에 對하여는 縱方向의 損傷範圍를 1/3L 2/3 또는 14.5m중 적은 것을 擇하도록 되어 있으나

ICPPS 1973 및 Chemical Code에서는 L/10로 잡도록 되어 있다. 또한 船底損傷에 있어서 橫方向의 損傷範圍는 船體의 後部 0.7L에 對하여도 ICPPS 1973 및 Chemical code에서는 船側에서 單純히 5m로 되어 있으나 Gas Code에서는 B/6 또는 5m중 작은 것을 擇하도록 하였다. 이와같이 船底損傷에 있어서 Gas Tanker에 對하여 그 範圍를 緩和시킨 것은 現存하는 많은 Gas Tanker가 대부분 小型船이고 單純히 5m로만 하는것은 Gas Tanker의 Size로 보아 不合理하기 때문에 緩和시킨 것으로 解析된다. 그외에 船底損傷의 垂直方向의 範圍를 ICPPS 1973과 IMCO Chemical Code에서는 最大 GM로 制限한 것을 Gas Tanker에서는 2M로 그 範圍를 낮춘것도 Gas Tanker의 貨物의 比重이 가벼워 Draft가 훨씬 적고 또한 Gas Tanker 特有의 Tank形狀에 起因된 것으로 思料된다.

IMCO Chemical Code와 Gas Code에서는 船體接岸時 또는 Tug Boat 등과의 接觸事故에 對한 Low Energy Collision에 對하여 損傷範圍를 별도로 規定하고 있다.

그러나 이 Minor Side damage는 範圍와 그 定義에 있어서 상당한 差異가 있다. 即 Chemical Code에서는 Summer Load Water Line의 Level에서 船體中心線으로 垂直線을 그어 그 內側 760mm로 損傷範圍를 定하였으나 Gas Code에서는 貨物 Tank區劃에서 모든 外板의 內側水線方向 760mm를 損傷範圍로 잡고 있다.

이러한 規定은 Cargo Tank의 位置를 設計하는데 重要한 影響을 주고 있다. 또한 Gas Tanker에서 이와 같이 Cargo Tank는 外板에서 最小 760mm 內側으로 配置하도록 規制한 것은 작은 接觸事故로 인한 Liquid Gas Tank의 損傷을 最大한 防止하기 爲한 것으로 思料된다.

各 規定의 損傷範圍를 定하는 船舶의 L 및 B는 모두 ILLC 1966에서 定義된 船舶의 길이와 幅으로 統一하였다.

또한 各 規定에 있어서 最大值보다 작은 範圍의 損傷이 더 危險한 狀態로 되는 境遇에 있어서는 어떠한 경우에도 이러한 損傷을 考慮하도록 하고 있다.

ILLC 1966 및 ICPPS 1973 Rule에서는 Pipe, Duct 또는 Tunnel 등이 損傷假定 範圍內에 있는 경우에는 이들의 損傷도 同時에 考慮하여야 하기 때문에 이러한 Pipe나 Duct 등을 通하여 繼續的인 浸水로 隣接 또는 다른 區劃이 浸水되지 않도록 規定하고 있다.

그러나 IMCO Chemical Code와 Gas Code에서는 여기에 對하여 特別히 言及되어 있지 않으나 一般적으로 浸水計算에서는 同一한 要領으로 하고 있음으로 이 點에 特別히 注意하여야 한다.

2. 貨物 Tank의 位置

貨物 Tank의 位置에 對한 制限은 IMCO의 Chemical

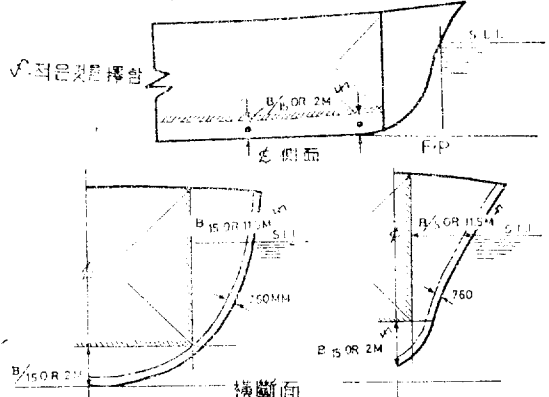


그림1. Tank 位置에 關한 要件

表 1. 損 傷 範 圍

		ILLC 1966	ICPPS 1973	IMCO Chemical Code	IMCO Gas Code
① 船 側 損 傷	長 方 向	2區劃 浸水 ⁽²⁾	1/3L ^{2/3} OR 14.5M	1/3L ^{2/3} OR 14.5M	1/3L ^{2/3} OR 14.5M
	橫 方 向	B/5	B/5 OR 11.5M	B/5 OR 11.5M	B/5 OR 11.5M
	垂 直 方 向	Base Line 上部無制限	Base Line 上部無制限	Base Line 上部無制限	Base Line 上部無制限
	局 部 損 傷	관련 규정 없음	관련 규정 없음	760MM	760MM
② 船 底 損 傷	長方向 前部 0.3L	"	L/10	L/10	1/3L ^{2/3} OR 14.5M
	長方向 後部 0.3L	"	L/10 OR 5M	L/10 OR 5M	L/10 OR 5M
	橫方向 前部 0.3L	"	B/6 OR 10M	B/6 OR 10M	B/6 OR 10M
	橫方向 後部 0.3L	"	5M	5M	B/6 OR 5M
	垂 直 方 向	"	B/15 OR 6M	B/15 OR 6M	B/15 OR 2M

(1) 各各의 境遇에 있어서 2개의 값이 주어졌을 경우 작은 範圍의 것을 適用함.
 (2) ILLC 1966 規定에서는 Type A Freeboard를 指定받기 爲하여는 Cargo Tank Space內에서는 인접된 2區劃 浸水에도 殘存能力을 가진 것을 條件으로 하고 있다. 다만, 길이가 225M 이상의 船舶에서는 Engine Room Space의 단독침수도 考慮하여야 한다.

表 2. 損 傷 位 置

ILLC, 1966	
L ≤ 225m	Cargo Space에서는 2區劃浸水 Engine Room Flooding은 고려하지 않음
L > 225m	Cargo Space에서 2區劃浸水, Engine Room은 Summer Load Water Line에서 침수율 0.85로 가정하여 단독 침수되는 것으로 고려하여야 함
ICPPS, 1673	
L ≤ 100m	길이 100m이하의 Oil Tanker에서는 主管艙의 인정하는 바에 따라 손상 복원성 요건을완 화할 수 있다.
L ≤ 150m	Engine Room을 除外한 橫隔壁間의 모든 場所
150m < L ≤ 225m	Engine Room을 除外한 모든 場所 Engine Room은 單一可浸區劃으로 고려함
L > 225m	Engine Room을 포함한 모든 場所
IMCO Chemical Tanker Code	
Type I	Engine Room을 포함한 모든 場所
Type II L ≤ 150m	Cargo Space에서는 모든 場所 Engine Room은 單一可浸區劃으로 고려함
Type II L > 150m	Engine Room을 포함한 모든 場所
Type III L < 125m	Engine Room을 除外한 모든 場所
Type III L > 125m	Cargo Space에서는 모든 場所 Engine Room은 單一可浸區劃으로 고려함
IMCO Gas Tanker Code	
Type I G	Engine Room을 포함한 모든 場所
Type II G L ≤ 150m	Cargo Space에서는 모든 場所 Engine Room은 單一可浸區劃으로 고려함
Type II G L > 150m	Engine Room을 포함한 모든 場所
Type II PG L ≤ 150m	Engine Room을 포함하여 모든 橫隔壁間의 場所, 그러나 Cargo Space에서는 전 길이에 걸쳐 Minor Damage를 고려하여야 함 特別히 規定되어 있지 아니함
Type III G L < 125m	Engine Room을 除外한 모든 橫隔壁間의 場所
Type III G L ≥ 125m	Engine Room을 포함하여 모든 橫隔壁間의 場所

Tanker Code와 Gas Tanker Code에서만 言及되어 있다. Chemical tanker와 Gas tanker에서 Tank Location에 差異가 있는 根本的인 理由는 Gas Tanker의 Tank 型狀과 液化 Gas의 比重이 가벼운 것으로 因한 낮은 Draft 등에 起因된 것으로 思料된다.

Local minor damage에 對하여는 IMCO Chemical Code에서는 Type I 및 II Ship에 對하여만 外板에서 內側 760MM 範圍에는 Tank를 둘 수 없도록 制限하였으나 Gas Tanker Code에서는 모든 Type에 對하여 外板에서 內側으로 수직거리가 760m되는 線밖으로는 Tank를 둘 수 없도록 한 것이 큰 差이라 하겠다(Fig 1

參照).

Tank의 種類別 Tank 位置에 對한 規制事項은 表 3에 詳細히 言及되어 있다.

3. 殘存規定 및 復原性

船體損傷時의 殘存能力에 對한 各 規定은 主로 浸水後의 傾斜角, 浸水後의 復原性, 浸水後와 Water Line 등에 對하여 言及되어 있다.

Tanker에 對하여 最初로 損傷時復原性 要件을 規定한 ILLC 1966 規定은 IMCO 決議案 A 172에 依하여 浸水計算時의 假定 및 用語에 對하여 統一된 解析을 내리게 되었고 詳細한 內容으로 補完하였다.

〈表 3〉 貨物 Tank의 位置에 關한 要件
Tank의 外板과의 最少 距離

IMCO Chemical Tanker Code		IMCO Gas Tanker Code	
Type I	Summer Load Line의 位置에서 船側에서 內側으로 B/5 또는 11.5M중 적은것 Base Line 상부 B/15 또는 6M중 적은것, 그러나 어떠한 境遇에도 外板에서 760MM이상	Type I G	Summer Load Line의 位置에서 船側으로 B/5 또는 11.5M중 적은것 Base Line 上部 B/15 또는 2M중 적은것 그러나 어떠한 境遇에도 外板에서 760MM 이상
Type II	Base Line에서 上部 B/15 또는 6M중 적은것 船側外板에서 760MM이상	Type II G Type II PG	Base Line에서 上部 B/15 또는 6M중 적은 것, 船側外板에서 760MM이상
Type III	관련규정 없음	Type III G	Type II G/II PG와 同一

〈表 4〉 殘存能力에 關한 要件

	ILLC 1966	ICPPS 1973	IMCO Chemical Code	IMCO Gas Code
損傷後最大 橫傾斜角	15° OR 17° 단, Deck Edge가 浸下안될 경우	25° OR 30° 단, Deck Edge가 浸下안될 경우	15° OR 17° 단, Deck Edge가 浸下되지 않을 경우	30°
損傷後 殘存復原性	Righting Arm Curve는 平衡位置에서 적어도 20°의 範圍에서 Positive 이어야 하며 最大 殘留復原廷이 0.1M 이상이어야 한다.			
浸水後GM	GM>0	관련 규정없음	관련 규정없음	GM>0
局部損傷	관련 규정없음	관련 규정없음	관련 규정없음	30°

(IMCO의 Chemical Code에서는 길이 L<150M의 船舶에서는 損傷者 規定에 依한 殘存復原性이 滿足될 境遇에는 主管廳의 認定하는 바에 따라 最大傾斜角을 25°까지 許用하도록 되어 있다)

各 規定의 殘存能力의 要件에 對하였는 (表 4)에 綜合하였다. 浸水後의 傾斜角의 限界値는 1960年 SOLAS 規定에 依한 Damage Stability Requirement에 基礎를 둔 1966 ILLC 및 IMCO Chemical Code보다 ICPPS 1973 및 IMCO Gas Tanker Code에서는 상당히 緩和되어 있다. 非對稱 浸水時에 許用最大 橫傾斜角을 超過하지 않기 爲하여 Cross Levelling Pipe를 設備할 境遇에는 平衡(Equalization)의 모든 段階에서 殘存復原性이 確保되어야 한다.

SOALS 1960의 規定과는 달리 ILLC 1966 規定 및 모든 IMCO Code에서는 Cross Levelling System을 原則적으로는 認定하고 있지 않으나 Flooding의 모든 段階에서 殘存復原力이 確保되는 條件으로 이를 認定하고 있다.

ILLC 1966 및 IMCO Chemical Tanker Code에서는 損傷時 復原性을 浸水後 最終狀態에 對하여만 規定하고 있으나 ICPPS 1973 및 IMCO Gas Tanker Code에

서는 浸水中의 모든 過程에서 殘存復原性이 確保되도록 言及하고 있다. 其他 特記할 것은 IMCO Gas Tanker Code에서는 浸水後 最終의 橫傾斜角에서도 非常用動力과 救命設備의 操作이 可能하여야 한다는 條項이 追加되었다. 또한 Gas Tanker에서는 貨物區域內의 局部損傷(外板에서 內側 760MM)의 境遇에도 低速으로 推進 및 操舵技能이 可能하여야 하며 Ballast裝置의 使用이 可能하도록 規定하고 있다.

浸水率(Permeability)의 假定에 對하여는 〈表 5〉에

〈表 5〉 浸 水 率

ILLC 1966	
Empty Compartments	0.95
Machinery Space	0.85
Cargo Tanks	0~0.95*

* 積載되는 液體의 總量

ICPPS 1973	
Store Room	0.60
Accommodation Space	0.95
Machinery Space	0.85
Voids	0.95
Consumable Liquids Tank	0 OR 0.95*
其他 液體用部分	0~0.95**

** 部分積載區劃의 境遇는 그 積載되는 液體의 總量

IMCO Chemical Code	
Machinery Space	0.85
其他의 Space는 積載되는 貨物, Fuel, Ballast 等의 制限된 量과 關連하여 定한다.	

Gas Code	
----------	--

ICPPS 1973과 同一

서와 같이 IMCO Code와 ILLC 1966 Convention 및 ICPPS 1973 Convention에서 多少 差異가 있다.

IV. 損傷時 復原性 計算

Oil Tanker의 損傷時 復原性 計算은 一般의으로 길 이 150M이상, Chemical Tanker 및 Gas Tanker의 境遇는 IMCO Code에서 危險貨物로 定한 貨物을 積載할 境遇는 모든 경우에 對하여 規定에 依한 損傷時復原性 計算을 하지 않으면 안된다. 特히 Chemical Tanker와 Gas Tanker에서는 대부분 積載되는 貨物의 種類가 多樣하고 이에 따라 比重도 다르기 때문에 모든 貨物의 種類에 따라 考慮하되 그 代表的인 Case를 잡아서 各各에 對하여 計算하여야 한다. 그러나 一般的으로 Ballast 船海時에 對하여는 損傷時 復原性 計算을 하지 않아도 無妨하다.

損傷時 復原性 規定에 依한 모든 計算을 하고 充分한 殘存能力을 確保할 수 있는 計算 資料 및 各 積荷 狀態의 復原性 資料와 荷役 Ballast操舵에 關한 詳細한 資料는 主管廳의 承認을 받도록 되어있다. 또 이는 IMCO의 適合證書를 받기 위한 條件이기도 하다.

最近에는 Leading Manual과 關聯하여 復原性 計算은 Computer에 依하고 있다. 特히 損傷時 復原性은 그 計算이 복잡하고 貨物의 比重과 Loading 狀態에 따른 모든 Case에 對하여 計算하여야 하기 때문에 이에 對한 Computer Program이 開發되어 있고 實際로 모든 計算은 Computer에 依하고 있다. 그러나 小型船의 境

遇는 그 貨物의 種類와 Loading狀態중 代表的인 Case에 對하여 直接計算으로 損傷時 復原性 計算을 充分히 할 수 있다.

計算의 方法과 指針에 對하여는 參考文獻(6 및 7)을 參照하기 바란다.

本稿에서는 東海造船株式會社에서 1977年 4월에 引渡된 第18 Chemicarry號에 對한 損傷時 復原性의 Summary Table만을 소개하고자 한다.

本船은 Dead Weight 1,100噸級 Chemical Tanker로 積産을 爲시하여 IMCO Type II 및 III에 屬하는 貨物略 21種을 積載하도록 計劃되었다. 貨物 Tank는 獨立的으로 Cargo Space는 完全히 二重 船殼構造로 되어 있다.

Tank材質은 Stainless Steel이 使用되었다.

M/S 18 Chemicarry의 主要요목

Length (p.p)	53.500M
Breadth	9.200M
Depth	4.500M
Draft	4.045M
Deadweight	1,104Ton
Displacement(full)	1,545Ton
Speed(service)	12 KTS
Classification	KR/NK
IMCO Type	IMCO Type II III

(1) 損傷假定(IMCO 2.2.2 依據)

a) 衝突에 依한 損傷

i) 長의 方向: $1/3L^{3/2}$ 또는 14.5M중 작은 쪽

$$1/3L^{3/2}=1/3 \times 53.5^{3/2}=4.733$$

ii) 橫方向: $1/5B$ 또는 11.5m중 작은 쪽 $1/5B=1/5 \times 8/2=1.84m$

iii) 垂直方向: 基線上方全部

b) 坐礁에 依한 損傷

i) 長의 方向: ① F.P부터 0.3L의 範圍

$$L/10=53.5 \times 1/10=5.35m$$

② 其他의 部分: L/10 또는 5.0m 중 작은쪽 L=5.0m

ii) 橫方向: ① B/6 또는 10.0m중 작은쪽

$$B/6=9.2/6=1.533m$$

② B=5M

iii) 垂直方向: B/15 또는 6M중 작은쪽

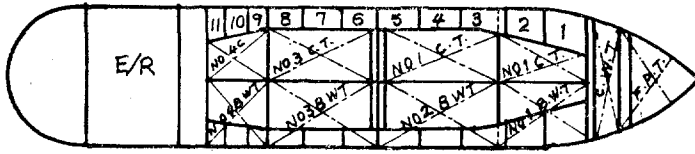
$$B/15=9.2 \times 1/15=0.614m$$

(2) 殘存의 假定

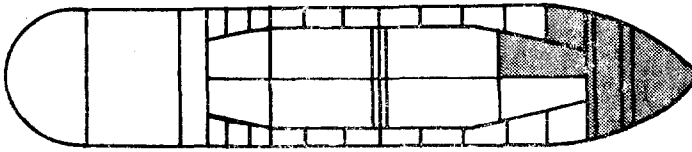
1. 最終 損傷狀態에서 20°이상의 復原範圍를 가지고 또한 殘餘復原挺이 100mm이상되어야 하며

2. 船體 傾斜角은 15°를 超過해서는 안된다.

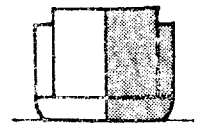
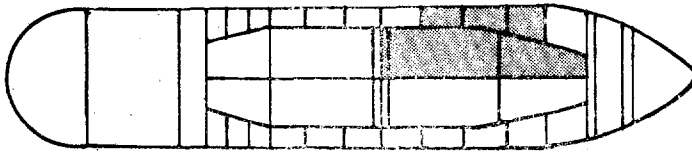
(3) 損傷區域



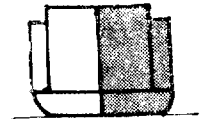
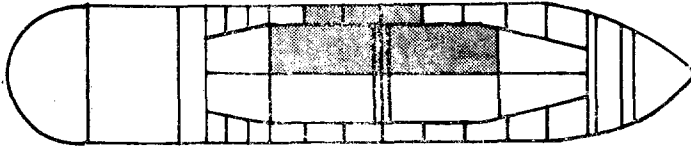
CASE I



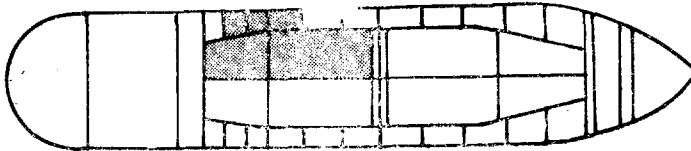
CASE II



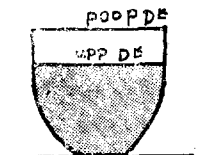
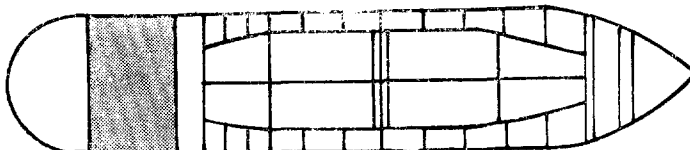
CASE III



CASE IV



CASE V



NOTE: 損傷과 同時에 塔載物은 流出되고 完全히 海水로 交替된 것임.

4) 計 算 例

Condition		손상구역	I	II	III	IV	V
Ballast Condition	Dep.				○		○
	Arr.	○					
Full Load (1)	Dep.			○			
	Arr.						
Eull Load (2)	Dep.					○	
	Arr.						
Full Load (3)	Dep.						
	Arr.				○		
Full Load (4)	Dep.						
	Arr.						
Full Load (5)	Dep.						
	Arr.						
Full Load (6)	Dep.	○	○			○	○
	Arr.						

1) ○ 表는 上記條件中 보다 危險한 狀態이기 때문에 計算된 것임.
 2) 위의 각 Condition別 탑재화물은 아래와 같음.

구 분	No. 1 Cargo Tank	No. 2 Cargo Tank	No. 3 Cargo Tank	No. 4 Cargo Tank
Full Load (1)	Acrylonitrile	Normal Hexane	Normal Hexane	Acrylonitrile
Full Load (2)	Normaloctanol	Ethylene Glycol	Ethylene Glycol	Normal Octanol
Full Load (3)	Isopropanol	Acrylonitrile	Acrylonitrile	Isopropanol
Full Load (4)	Vinyl Acetate Monomer	Cyclohexanone	Cyclohexanone	Vinyl Acetate Monomer
Full Load (5)	Styrene Monomer	Methyl Acrylate Monomer	Methyl Acrylate Monomer	Styrene Monomer
Full Load (6)	Nitric Acid	Nitric Acid	Nitric Acid	Nitric Acid

Summary Table of Damage Stability

Condition	Item	Ballast Dep.		Bal. Arr.	Full(1) Dep.	Full(2) Dep.	Full(3) Arr.	Full Load(6) departure			Case V
		Case III	Case V	Case I	Case II	Case IV	Case III	Case I	Case II	Case III	
Displacement	Ton	1031.12	942.53	754.76	1327.96	1440.73	1246.1	1659.29	1550.12	1565.65	1698.55
Draft	M	2.89	2.665	2.21	3.57	3.82	3.384	4.305	4.065	4.10	4.393
df	M	2.244	1.322	1.886	3.153	3.164	3.515	4.733	3.716	3.757	3.317
da	M	3.560	4.073	2.556	3.985	4.459	3.253	3.905	4.397	4.427	5.391
dm	M	2.902	2.698	2.221	3.569	3.812	3.384	4.319	4.057	4.092	4.354
Trim	M	1.316	2.751	0.670	0.832	1.295	-0.262	-0.828	0.681	0.670	2.074
Heel	°	10.35	0	1.97	9.74	6.0	7.8	2.6	3.7	4.4	0
M.T.C.	T-M	13.38	13.0	12.06	15.01	15.80	14.60	17.40	16.60	16.70	17.69
KM _r	M	4.15	4.54	4.50	4.05	4.05	4.05	4.12	4.10	4.10	4.14
KG	M	2.54	2.60	2.57	3.12	3.08	3.002	3.036	2.84	2.859	2.954
GGo	M	0.131	0.432	0.182	0.114	0.113	0.113	0.217	0.165	0.136	0.137
GoM	M	1.479	1.508	1.748	0.816	0.857	0.915	0.867	1.095	1.105	1.049
BB	M	-1.238	-1.305	-1.44	-1.01	-0.91	-1.075	-0.71	-0.77	-0.795	-0.67
GG	M	0.47	2.49	-0.322	-0.07	0.51	-1.382	-1.578	-0.041	-0.08	1.49

G_L	M	1.708	3.795	1.118	0.94	1.42	-0.307	0.868	0.729	0.715	2.16
$\overline{\overline{F}}$	M	-0.482	-0.635	-0.915	0.09	0.35	-0.085	0.91	0.630	0.67	1.02
Stability Range	°	90° Over	90° Over	90° Over	69.5°	68.5°	72.7°	84.5°	0° Over	90° Over	86.7°
Max. \overline{GZ}	M	0.455	1.087	1.215	0.145	0.106	0.165	0.258	0.23	0.21	0.25

参 考 文 献

1. Safety of Life at Sea 1974
2. International Convention on Load Line 1966
3. International Convention for Prevention of Pollution from ships 1973
4. Code for the Construction and Equipment of ships Carrying Pangerous Chemicals in Bulk
5. Code for the Construction and Equipment of ships Carrying Liquified Gas in Bulk
6. 危険物 運搬船建造のための技術指導書 (その I
II) 日本中型造船工業會
7. 危険物 運搬船建造 のための 技術指導書 (その II
I, III) 日本中型造船工業會
8. Principles of Naval Architecture (Sname)
9. Damage Stability Requirement for Tank Ships
Chemical Ships and Gas Ships (J. W Kime)
10. Chemical Tanker의 Tank構造 및 安全設備에 對하
여 (朴容喆 大韓造船學會誌)
11. Liquified Gas Tanker의 Tank構造 (朴容喆 船級誌)