

論 文

隔壁板의 두께에 관한 各船級協會規則의 比較研究

黃 宗 屹* · 任 尙 鎮*

A Study of the Classification Society Rules on the Thicknesses of the Bulkhead Platings.

By J. H. Hwang, S. J. Yim

Abstract

The classification society rules [1], [2], [3], [4] on the thicknesses of the bulkhead platings are represented graphically.

Fig. 1 shows that every rule value for the thickness of the ordinary watertight bulkhead plating is less than theoretical value calculated by Timoshenko's formula (1) for $\sigma_y=35,000$ psi and $k=0.4998$. When a flooding due to damage occurred, however, the stiffened edges would yield and clamped edges would change to plastic hinges. In such cases, the maximum bending stress at the clamped edges are reduced considerably. The rule values, therefore, are supposed to be acceptable in spite of their insufficient scantlings compared with the values calculated by (2). In the ordinary watertight bulkhead platings A.B.S. Rules give the largest scantlings of all.

Fig. 2 shows that A.B.S. Rules and K.R.—N.K. Rules give larger values than the calculated by (2) for deep tank bulkhead platings. But Lloyd Rules give the smaller thickness than equation (2).

The special requirements for corrosion bulkhead platings are not studied here.

1. 緒 言

배의 隔壁은 (i) 普通水密隔壁, (ii) 深水槽隔壁, (iii) 非水密隔壁의 3 種類로 分類할 수 있다. 위의 (i), (ii)의 隔壁板의 寸수에 대해서 代表的인 船級協會의 構造規則 [1], [2], [3], [4]**와 理論式을 比較 檢討하였다.

2. 普通水密隔壁板의 設計

普通水密隔壁은 機關室 또는 貨物船의 貨物艙 사이의 隔壁等과 같이 遭難時 浸水を 制限하기 위해서 設置되는 水密隔壁이므로 배가 破損을 입었을 때 船內의 浸수에 견딜 수 있게 設計되어야 한다. 따라서 이 때의 荷重은 隔壁甲板의 中央上端點으로부터 板의 下緣까지 分布되는 靜水壓을 취하면 된다 [5]. 그러나 배의 길이

原稿受理日字 1964年 8月 8日

* 正會員 서울大學校 工科大学

** [] 안의 數字는 本論文末尾에 紹介한 引用文獻의 番號임.

에 따라서 定해지는 水頭를 隔壁 上端에서 上方으로 加算해 주는 規定도 있다 [6].¹ 즉 文獻 [6]에서는 그 加算水頭를 長이가 6 m 이하인 배에 대해서는 0 m, 長이가 60 m ~ 75 m 인 배에 대해서는 (0.04 L - 2.4) m, 長이가 75 m 이상인 배에 대해서는 0.6 m (1.83 ft)로 잡고 있다.

배가 遭難을 당하는 것은 배의 一生에서 한 번 있을까 말까의 정도로 드른 일이므로 普通 隔壁에서는 浸水時에, 水壓에 의한 彎曲에 대해서 充分한 強度를 갖게 한다는 것은 不經濟이며 浸水時의 應力이 彈性限度를 超過하여 永久變形이 多少 남더라도 그리 문제삼을 것이 못된다. 그러므로 普通水密隔壁에 대해서는 荷重은 文獻 [5]에서와 같이 잡는 것이 좋다.

위의 같이 생각하면 隔壁의 各板에 作用하는 水壓의 上下方向의 分布는 上部板에 대해서는 三角形의 形狀이 되고 下部板에 대해서는 梯形의 形狀이 된다. 梯形形狀分布의 荷重에 대해서는 均一分布荷重과 三角形形狀分布荷重으로 나누어서 取扱하고 結果에 대해서 重疊原理를 適用하면 된다. 各隔壁板의 幅은 큰 것이 5 ft 이므로 荷重의 크기가 上, 下端에 대해서 크게 差異가 없다. 따라서 간단히 下端의 水壓이 均一하게 作用한다고 假定하고 隔壁板을 取扱하여도 結果에 있어서 큰 差가 일어나지 않을 것이다.

隔壁板의 두께의 設計에 있어서는 隣接한 防撓材에 의해서 둘러싸인 板을 생각하면 그 長이와 幅의 比 즉 縱橫比가 2를 넘으므로 無限長이의 帶板으로 생각하면 된다. 그러므로 縱橫比가 2를 넘는 板이 法線方向의 均一分布荷重을 받는 경우가 된다.

防撓材가 지나가는 部分의 隔壁板은 水壓을 받아도 傾斜變化가 없으므로 위의 板은 固定支持板으로 생각할 수 있다.

均一分布荷重이 作用하는 固定支持板의 굽힘應力의 最大值는 板의 긴 邊의 固定端의 中央點에서 일어나며 그 크기는 다음과 같은 Timoshenko 의 式에 의해서 算出할 수 있다 [7].

$$\sigma = \frac{1}{144} k \rho H \left(\frac{b}{t} \right)^2 \quad (1)$$

여기서

σ = 굽힘 應力 (psi)

ρ = 海水의 密度 (64 lb/ft³)

H = 水頭(海水) (ft)

a = 板의 긴 邊의 長이 (in)

b = 板의 짧은 邊의 長이 (in)

t = 板의 두께 (in)

k = 縱橫比 a/b 에 따라서 決定되는 係數

Timoshenko는 a/b 가 ∞ 인 固定支持板에 대해서는 $k = 0.4998$ 을 주고 있는데 이 값은 Inglis [8]의 값보다 약간 낮다.

위에서도 말한 바와 같이 普通水密隔壁板에 대해서는 縱橫比가 2 이상이므로 幅의 영향을 무시할 수가 있다. 그러므로 無限長이의 帶板에 대한 값 $k = 0.4998$ 을 취하면 式 (1)은

$$t = \frac{b}{12} \sqrt{\frac{0.4998 \rho H}{\sigma}}$$

와 같이 變形된다. σ 의 값으로 降伏點應力 $\sigma_y = 35,000$ psi를 잡으면

$$t = \frac{b}{12} \sqrt{9.1392 \times 10^{-4} H} \quad (2)$$

를 얻는다.

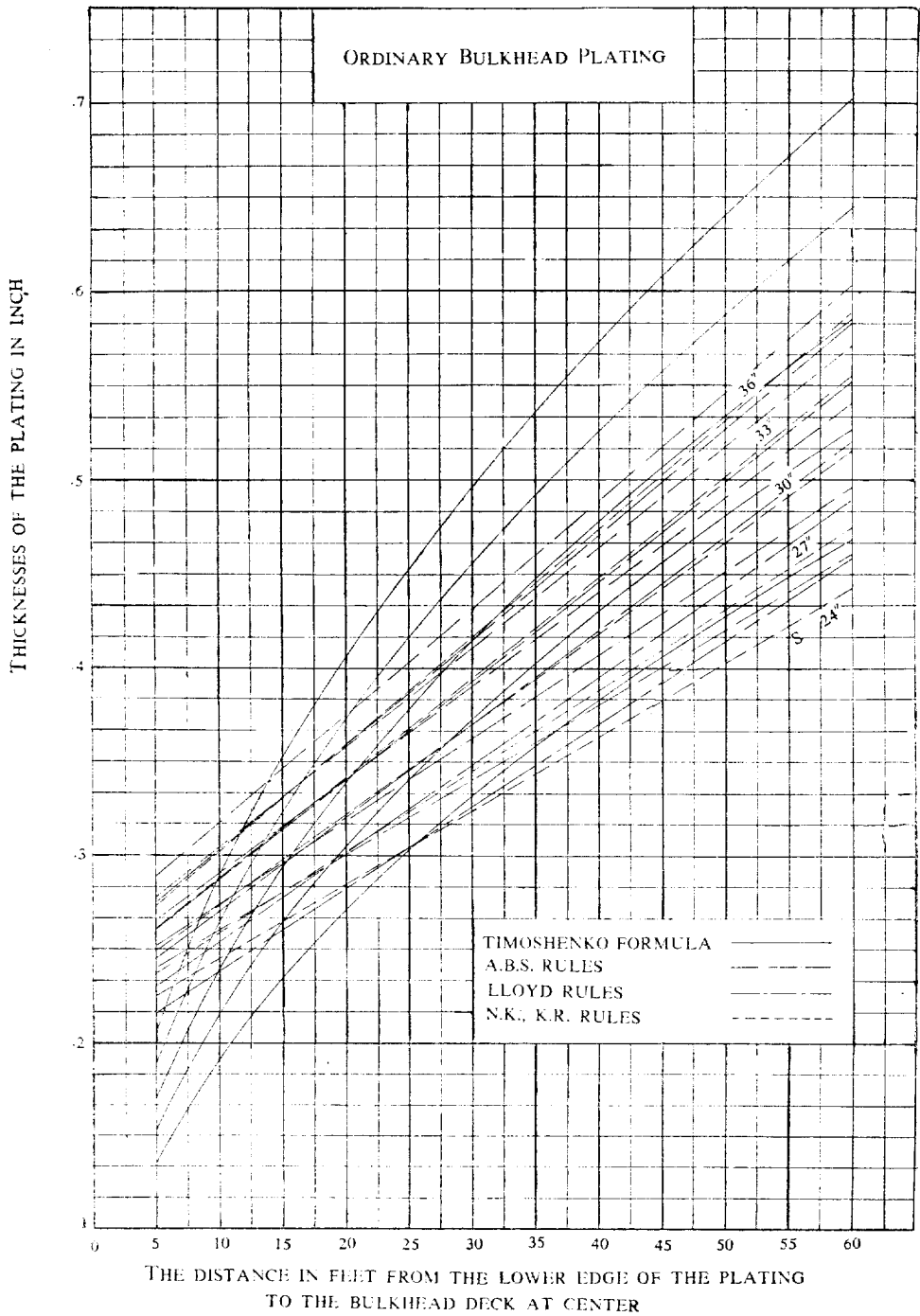


Fig. 1 The thickness of the ordinary bulkhead platings.

3. 普通水密隔壁板의 두께에 관한 各船級協會規則의 比較

A.B.S.規則, Lloyd規則, 韓國船級協會(K.R.) 및 日本海事協會(N.K.)의 規則의 隔壁板의 두께를 同一한 水頭에 대해서 比較하기 위하여 Fig. 1과 같은 圖表를 作成하였다. Fig. 1의 橫軸에는 各隔壁板의 下緣으로부터 隔壁甲板의 中心線상의 端點까지의 높이를 취하였다. 또 各規則의 값과 式(2)에 의해서 算出한 값을 比較하였다.

Fig. 1로부터 一般으로 K.R.—N.K. 規則의 값은 Lloyd規則의 값과 거의 一致하고 있음을 알 수 있다. Lloyd規則은 隔壁板의 두께를 表(Table 32)로 준데 대해서 K.R.—N.K. 規則은 算式

$$(0.49S + 0.03)(H + 6.7)^{+2.0} \text{ (mm)} \quad (3)$$

여기서 S = 防撓材의 心距 (m)

H = 隔壁板의 下緣으로부터 船體中心線에서의 隔壁甲板까지의 距離 (m)

에 따르기로 되어 있다.

어떤 防撓材心距에 대해서도 A.B.S.規則이 가장 큰 치수를 주고 있다. 그러나 各規則의 값은 Timoshenko의 式보다 훨씬 낮다. 隔壁甲板 上端點으로부터의 거리가 작은 板에 대해서는 各規則의 값이 式(2)의 값보다 높은 것은 corrosion allowance의 영향 때문이다. Sellers와 Evans教授는 (1)에서 $\sigma = 100,000$ psi를 취하고 corrosion allowance를 0.15 in로 考慮하면 極히 작은 水頭와 極히 큰 水頭를 除外하고는 A.B.S規則과 大槪 0.01 in 以內的 誤差로 一致한다고 한다. [9]

船首尾隔壁에 관한 特別規定은 取扱하지 않았다.

4. 深水槽隔壁板의 設計

深水槽隔壁은 一般船舶의 深水槽 또는 油槽船의 油槽의 壁面이 되는 隔壁等과 같이 常時 물 또는 油類를 搭載하고 있는 水密 또는 油密의 隔壁이다.

深水槽隔壁板의 두께의 決定도 式(1)을 써서 할 수 있다. 그러나 이 때의 荷重은 溢出管의 上端點으로부터 板의 下緣까지의 水頭로 주어져야 한다. 式(2)에 있어서의 H 의 값은 普通水密隔壁板의 경우 보다 增大되며, 그 增加水頭는 溢出管의 上端點으로부터 隔壁甲板의 上端點까지의 거리를 취하면 된다.

5. 深水槽隔壁板의 두께에 대한 各規則의 比較

各船級協會의 規則과 式(2)의 結果를 比較하기 위해서 各船級協會의 規則中の 水頭를 式(2)의 H 에 마쳐도록 修正하였다. 즉 船級協會規則의 水頭 h 는 모두 다르며 隔壁板 下緣에서부터 溢出管 上端點까지의 높이 (H)보다 작으므로 各規則의 水頭에 對應하는 H 를 구하기 위해서 아래와 같이 各規則에 대해서 適當한 水頭를 加算하였다.

A.B.S.規則에 대해서는 Section 13 (2)(a)의 h 로서, 탱크頂板上에서 溢出管의 上端點까지의 거리의 2/3가 되는 點으로부터 隔壁板의 下緣까지의 높이를 취하기로 하고 Table 10의 h 에 대한 값을 $h + 3.33$ (ft)에 대한 값으로 취하였다.

Lloyd規則에 대해서는 탱크의 半 높이의 點과 溢出管 上端點 사이의 거리의 中點으로부터 隔壁板의 下緣까지의 높이를 h 라고 할 때, Depth h 에 대한 Table 32의 값을 $h + 7.75$ (ft)에 대한 값으로 썼다.

끝으로 K.R.—N.R. 規則에 대해서는 隔壁板의 두께의 算式

$$3.2 + 3.42S\sqrt{h} \text{ (mm)} \quad (4)$$

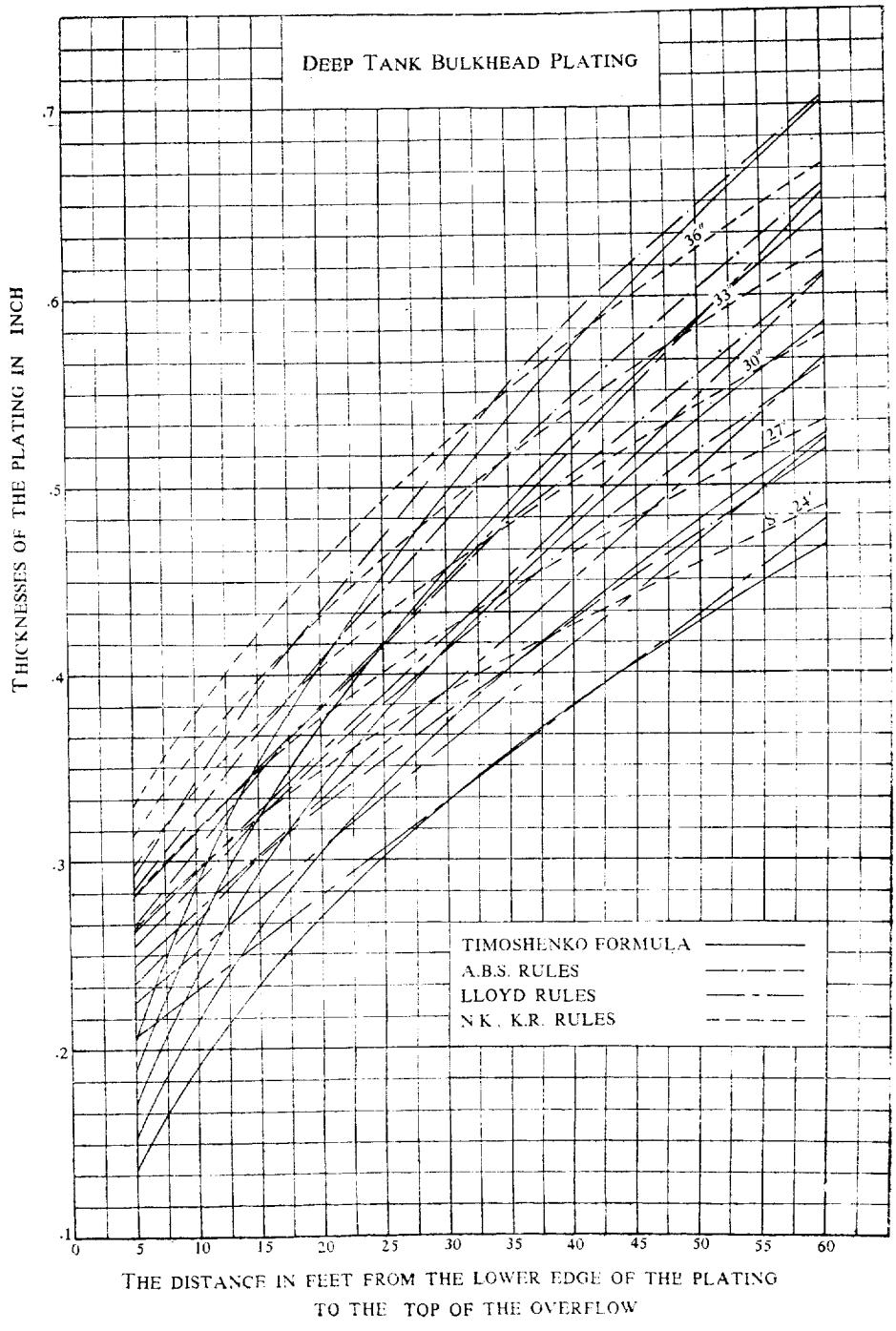


Fig. 2 The thickness of the deep tank bulkhead platings

여기서

$S =$ 防撓材心距 (m)

$h =$ 隔壁板의 下緣으로부터 水槽頂板上 溢出管의 上端까지의 거리의 $\frac{1}{2}$ 인 點까지의 높이

에 의한 값을 $h + 1.25$ (m)에 대한 값으로 취하여 Fig. 2를 作成하였다.

Fig. 2의 결과는 위와 같은 修正을 許容하는 배에 대해서만 信賴할 수 있다. Fig. 2에서 볼 때 深水槽隔壁에 대해서는 A.B.S. 規則과 K.R.-N.K. 規則値는 式 (2) 보다 항상 多少 높으며 Lloyd 規則이 防撓材 心距 24 in 를 除外하고는 式 (2)의 값보다 낮다.

[9]에 의하면 式 (1)에서 $\sigma = 50,000$ psi 를 취하고 corrosion allowance 를 0.13 in 로 考慮하면 A.B.S. 規則은 全防撓材 및 全水頭의 範圍에 對해서 0.01 in 以內의 誤差로 一致한다고 한다.

6. 結 言

普通水密隔壁板이 遭難에 의한 浸水로 水壓을 받게 되는 것은 위에서 말한 바와 같이 극히 드문 일이다. 만일 遭難에 의해서 浸水하여 防撓材 支持部의 固定端이 部分的으로 降伏點應力을 넘으면 그 部分에서 塑性 變形이 일어나서 固定端은 plastic hinge 로 變해간다. 그렇게 되면 中央部의 應力은 多少 增加하나 固定端의 應力은 減小하게 되므로 결국 最大굽힘 應力은 減小하게 된다. 이런 利點이 있으므로 普通水密隔壁에 대해서는 浸水時應力이 部分的으로 降伏點을 넘는 것을 許容할 수 있다.

이상과 같은 理由로 普通水密隔壁에 관한 現 K.R. 規則을 비롯한 各船級協會의 規則値가 式 (2) 보다 낮더라도 滿足할 수 있을 것이다. 앞으로 隔壁板에 대한 塑性設計의 研究가 要望된다.

深水槽隔壁板은 常用水槽인 만큼 式 (2)의 算出値 보다는 높은 것이 要望되며 現行 K.R.-N.K. 規則이나 A.B.S. 規則등은 滿足할 만한 것으로 看做된다.

參 考 文 獻

- [1] “鋼船規則”, 韓國船級協會(Korean Register of Shipping), 1964
- [2] “鋼船規則”, 日本海事協會(Nippon Kaiji Kyokai), 1961
- [3] “Rules and Regulations for the Construction and Classification of Steel Ships”, Lloyds Register of Shipping, 1963
- [4] “Rules for Building and Classing Steel Vessels”, American Bureau of Shipping, 1963
- [5] M. St. Denis, “On the Structural Design of the Midship Section”, Report C 555, David W. Taylor Model Basin, Navy Department, Washington 7, D.C., 1954
- [6] “鋼船構造規程”, 日本遞信省
- [7] S. Timoshenko and S. Woinowsky-Krieger, “Theory of Plates and Shells” McGraw-Hill, 1959.
- [8] C.E. Inglis, “Stresses in Rectangular Plates Clamped at their Edges and Loaded with a Uniformly Distributed Pressure”, I.N.A., 1925
- [9] M.L. Sellers and J. Harvey Evans, “Bulkhead Plating”, Journal of Ship Research, SNAME, 1959