

---

 論 文
 

---

大韓造船學會誌  
 第26卷 第1號 1989年 3月  
 Journal of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 26, No. 1, March 1989

## Container船 船尾部形狀 設計에 있어서 Pram Wideness의 影響에 대한 考察

文 鎮 相\*, 皇甫 承勉\*

### A Study on the Influences of the Wideness of Pram in Designing Aftbody of Container Vessels

by

J.S. Moon and S.M. Hwangbo

#### 요 약

Container선의 선미부 선형설계에 있어서 pram의 wideness를 증가시킴에 따라 발생될 수 있는 여러 사항을 조사하였다.  $KM_T$ 의 증가로 인한 정수중의 복원력 향상 및 상갑판위에 화물적재의 양을 늘일 수 있다는 점과 더불어 항해중 복원성능의 변화, 선체변동압력의 증대, 저항추진성능에 미치는 영향 그리고 선체구조 측면에서의 고려사항등을 검토하였다.

#### Abstract

The influences of the wideness of pram in designing aftbody of container vessels are investigated. The large transverse KM value of the wide pram aftbody is likely to be regarded as having excellent cargo loading capacity. However the remarkable stability loss under the certain wave conditions, unfavorable situation for structural arrangement and the possibilities of poor vibration and speed-power performances should be considered in case of adopting the wide pram aftbody.

#### 1. 序 言

Container船의 船型設計에 있어서 適正한 復原性의 確保라는 것은 船舶의 安全性 그 自體의 意味를 넘어서 船舶의 運航possible한 貨物 積載量과도 直結되어 있으므로 船舶의 實용을 決定하는 아주 重要한 要素가 되고 있다. 다시 말해서 같은 主要 尺寸을 갖는 船舶일지라도 KM 값이 크게되면 그렇지 않은 경우에 比하여 上甲板위에 또다른 container의 積載가 可能하게 되는

것이다. 通常, 復原性의 尺度로 GM 値가 利用되고 있고  $GM_T = KM_T - KG_T$ 의 關係를 考慮하면 船舶의 수직 方向의 무게중심 KG는 船型에 의한 差異가 거의 없으므로 KM의 支配를 받게된다. 한편 KM 값은 아래의 式에서 볼 수 있듯이 水線面아래의 排水容積의 分布가 計劃 吃水線 部位로 密集되게 分布되어 있고 또, 計劃 吃水 水線面의 形狀이 넓을수록 크게될을 알 수 있다.

$KM_T = KB_T + BM_T$ : 以後의 아래첨자 T는 transverse를 나타낸다.

接受日字: 1988年 6月 17日, 再接受日字: 1988年 12月 15日

\* 正會員, 現代重工業(株)

$$= (\text{船體 base line에 對한 排水容積의 1次 moment}) / (\text{排水容積}) + (\text{船體 center line에 對한 水線面의 2次 moment}) / (\text{排水容積})$$

通常 船舶에서 KM을 增加시키기 위하여 bilge radius를 增加시키거나 deadrise의 傾斜角을 增加시키기도하고 경우에 따라서는 船側을 中心線에 대하여 傾斜시키는 方法들을 採擇하기도 하지만, 이러한 式의 KM값 增加 努力은 要求하는 만큼의 量을 얻기에는 未洽한 것이 되는 경우가 많다. 그러나 이와 같은 局部的인 接近 方法이 아닌 船型形狀의 根本的인 改善을 통한 KM값의 改善은 생각 이상의 큰 效果를 볼 수 있다. 즉 船首部 形狀을 V형으로 하고 船尾部 形狀을<sup>1)</sup> pram type으로하여 計劃吃水 水線面積을 크게하는 式의 接近은 KM의 改善에 가장 效果的인 接近策이 되고 또한 大部分의 container船 및 RO-RO船 등에서 널리 適用되고 있다. 그러나 船首部의 V型은 計劃吃水 水線面 部位에서의 入水각을 增加시키고 container船과 같은 高速船에 있어서 造波抵抗의 急激한 增加를 發生시킬 念慮가 있어 V型의 程度에 상당한 限界가 있게되므로 結局 KM값의 增加는 pram type 船尾部에 依存할 수 밖에 없다. Pram type 船尾部는 flow pattern의 改善과 並行되면서 抵抗增加의 現狀을 쉽게 抑制시킬 수 있을 뿐 아니라 上甲板 面積의 充分한 確保가 可能한 點 等의 有利함도 있어 container船등에 適合한 船型이다. 그러나, 最近의 船主 要求 條件, 예로서 container 積載數, container 單位重量 또는 GM 값등은 그것을 充足 시키기위해 必要한 KM을 過去의 實積船의 數値를 훨씬 上廻하는 쪽으로 誘導하고 있고 이러한 要求의 充足 方案으로서 造船所에서는 極端的으로 船尾部가 넓게 펼쳐진 pram type의 設計를 考慮하게 되었다. Fig. 1에는 過去 實積船들의 KM값과 最近 船主들의 要求에 의한 값들을 plotting하여 보았다. 그러나 船尾 pram의 程度를 極端的으로 넓게함에 따라 나타날 유체 靜역학적 상태에서의 KM 값의 증가, 上甲板 面積의 充分한 確保등의 長點과 함께 不利한 形態로 나타날 다른 여러가지의 問題에 對한 檢討가 같이 이루어져야 할 것이다.

本 研究은 最近 container船의 船型開發을 檢討하던 中 問題가 된 것으로, KM값의 極大化라는 쪽으로 設計의 着점을 맞춘 wide pram type의 船尾部와 KM 값을 어느 程度 增加시키되 全般的으로 과도하지 않게 보이도록 設計한 moderate pram을 가진 船尾型 두가지에 對하여 특히 아래의 事項들에 對한 檢討를 수행하였다.

1) Pram type船型—橫斷面의 形狀이 幅方向으로 넓게 펼쳐진 平底型 船型.

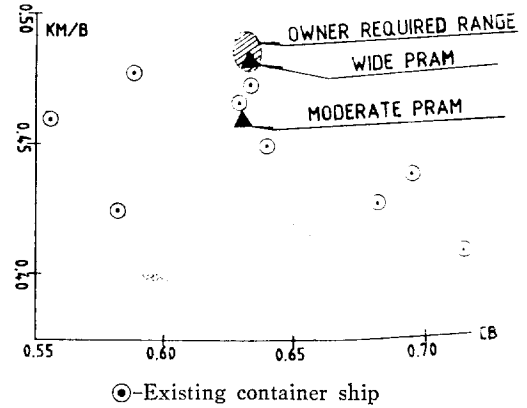


Fig. 1 KM values for existing container ships

- Wideness의 差異에서 發生되는 container 積載數 혹은 KM 값의 差異에 의해서 發生될 unit weight의 差異는 어느 程度가 될 것인가.
- Wideness가 너무 極端的으로 클 경우 計劃 吃水에서는 優秀하였던 KM 값이 吃水가 減少되면서 너무 急激하게 줄어드는 것이 아닌가. 다시 말해서 波浪中에서 船舶이 運航할 때 heave motion등에 의해서 舜間的으로 吃水가 減少되는 狀態에서도 復原性에 問題는 없을 것인가.
- Wideness가 너무 極端的으로 크고 wave 상태가 hogging으로 되는, 즉 波頂이 船體 中央部에 놓이고 船首, 船尾部位에서 波底로 되는 경우에서는 急激한 KM 값의 損失을 겪게 될 것이 아닌가.
- Wideness가 너무 크게되면 propeller에 의해서 誘起된 船體 變動壓力(hull pressure fluctuation)이 相當히 크게되고 진동이나 船體 構造 側面에서 甚한 不利하게 될 것이 아닌가.
- 無利한 水線面 形狀은 speed-power performance의 저항측면에서 無利하게 作用될 것이 아닌가.
- 波浪中에서 運航時 船尾部가 極端的으로 flat한에서 오는 船尾 slamming 現狀과 더불어 縱搖나 上下搖時 船尾部의 急激한 浮力의 損失등이 船體構造 側面에서 惡影響을 줄것이 아닌가.

## 2. Moderate pram선형과 Wide pram 선형의 特性비교

本 研究에 對한 對象船으로는 2,600TEU급 container船으로 하였고 基本 主要目은 Table 1과 같다.

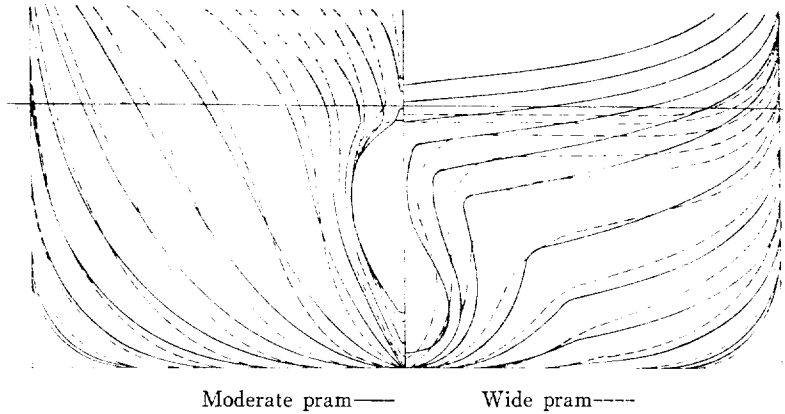


Fig. 2 Hull forms for container ships

Table 1 Main particulars

LBP	224.0 m
B	32.2 m
D	19.0 m
d scantling	12.0 m
d design	10.8 m
No. of propeller blades	4 ea
Propeller Diameter	7.9 m

Table 2 Comparison of the particulars for container ships

Item	Moderate pram	Wide pram
Displacement (m <sup>3</sup> )	49,542	49,806
Cb	0.6360	0.6394
LCB(m)	5.03A	5.19A
KM(m)	14.791	15.356
Wetted surface(m <sup>2</sup> )	9,064	9,722

더불어 Fig. 2에는 moderate pram 船型과 wide pram 船型の 正面線圖를 나타내었다. 여기서 船尾部的 差異와 함께 船首部에 있어서도 基本的인 Cb, LCB등의 維持를 위해 두 船型이 약간씩 差異가 나고 있으며 Pram의 程度에 따라 船型도 그러한 形狀에 있어서 最適이 될 수 있도록 設計하였다.

Table 2에는 두 船型的 各種 係數 및 特性을 나타내었다.

### 3. Container 積載數 및 上甲板 위에 積載되는 Container의 最大 許容 單位 重量 (Max. allowable unit weight of container on deck)

Moderate pram과 wide pram을 適用한 경우 各各에 對하여 船型 差異에 의해서 發生될 수 있는 container 隻數, GM=0.4m를 基準으로 할 경우의 上甲板上에 積載되는 container의 單位 重量 또 container 單位 重量을 25 ton/FEU로 하였을 境遇, GM=0.4m의 基準에서 上甲板에 실을 수 있는 총 container 積載隻數 等을 Table 3에 나타내었다.

Table 3에서 보듯이 wide pram의 適用에도 不拘하고 艙內에서의 container 積載數에는 差異가 없다. 물론 wide pram의 適用으로 船尾部에서 약간의 增加가 있었으나 moderate pram에서의 船首部 flare의 擴大로 인한 船首部에서의 增加量과 거의 一致되었다. 그러나 上甲板에서 3단으로 container를 싣는다고 假定하였을 경우, KM 값의 差異때문에 wide pram의 경우는 moderate pram의 경우에 比하여 單位重量에서 약간 有利하게 되고 있음을 알 수 있다.

다시 말해서 wide pram의 경우는 同一한 復原性 條件을 滿足시키면서 보다 많은 container를 上甲板上에 積載 할 수 있게 된다.

한편 單位 重量을 25T/FEU로 하고, intact GM치를 역시 0.4m가 되도록 計劃한 경우의 上甲板에서 最大 積載 可能한 container 隻수가 moderate pram의 466 FEU에 比하여 wide pram은 544 FEU로 훨씬 많고 있음을 알 수 있다.

물론 container船의 運航이 항상 最大 積載 範圍에서 이루어지는 것이 아니라고 하여도 現在와 같이 상 갑판위의 container 積載隻수의 比率이 15% 差異를 보이는 것은 相當히 큰 差異임을 알 수 있을 것이다.

**Table 3** Comparison of container loading conditions

Item	Moderate pram	Wide pram	
KM(M)	14.791	15.356	
Container in hold	674	674	*FEU base
Max. Unit weight (GM=0.4 基準, Hold는 25T/FEU로 同一하게 봄)	22T/FEU	28T/FEU	*10.8M draft
Max. Container cap. on deck (Unit weight=25T/FEU, GM=0.4M基準)	466	544	*FEU base

\* 但, 本 計算은 船體強度 側面(最大 許容 荷重강도 等)에 對한 檢討가 除外되어 있으므로 實際 unit weight 는 減少될 수 있다.

**4. Stability**

Wide pram 船型의 경우 애초부터 計劃 滿載 吃水에서 KM 값이 크게 되도록 設計하였고 moderate pram 船型에 비해 4% 程度 크게 된 것으로 되어 있다. 즉, 계획 吃水에서의 KM이 moderate pram의 경우는 14.791m이고 wide pram의 경우는 15.356m로 차이가 있다.

한편, 各 吃水 別로 본 KM 값의 變化를 Table 4와 Fig. 3에 나타내었다.

Container船은 迅速성과 定期的인 運航이 強調되는 特性이 있고 더불어 貨物 自體도 多種 多樣하여 運航時 特定 吃水에 依存하는 比率이 작다. 즉 運航時의 吃水 變化가 크게 된다. 이것은, 船舶의 設計의 重點이 便宜上 計劃 吃水에 맞추어져 있긴 하지만 計劃 吃水 周邊의 많은 吃水에 對하여서도 소홀히 해서는 안됨

**Table 4** KM variation at each draft

Draft(M)	Moderate pram	Wide pram	차 이
8.0	15.507(104.8)	15.502(101.0)	-0.005
8.5	15.263(103.2)	15.328(99.8)	0.065
9.0	15.068(101.9)	15.234(99.2)	0.166
9.5	14.927(100.9)	15.197(99.0)	0.270
10.0	14.829(100.3)	15.186(98.9)	0.357
10.5	14.793(100.0)	15.278(99.5)	0.485
10.8 (Design draft)	14.791(100.0)	15.356(100.0)	0.565
11.0	14.789(100.0)	15.406(100.3)	0.617
11.5	14.824(100.2)	15.386(100.2)	0.562
12.0	14.854(100.4)	15.323(99.8)	0.469

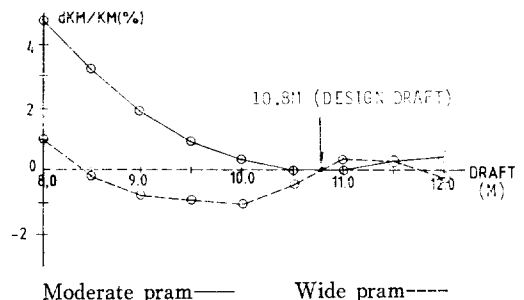
\* ( )의 값은 design draft에서의 KM 값에 對한 百分率임. 즉, KM at each draft/KM at 10.8 m draft

\* 단위는 meter

을 指摘하는 것으로 생각된다. 여기서는 우선 전형적인 8m~12m 사이의 吃水를 中心으로 KM 값의 絕對 값과 計劃 吃水의 KM에 對한 各各의 吃水에서의 KM의 比率을 檢討하여 보았다. 全體적으로 보면 8.0m 附近에서 두 船型의 KM 값이 서로 비슷하나 差異의 程度는 計劃 水線面 附近에서 가장 크게 되고 있음을 볼 수 있다. Fig. 3에서 보듯이 10.8m때의 KM 값을 100으로 하였을 경우에 對하여 吃水의 變化에 對한 KM 값의 變化를 보면 moderate pram의 境遇는 吃水의 變化에 對해서 대체로 KM값이 약간씩 增加되고 있는 現狀(0~5%)을 보이고 있고, wide pram의 경우는 거의 同一하거나 1% 程度의 減少 現狀이 나타나고 있다.

한편 船型에 따른 KM 값의 差異는 9.5m 以下에서는 그렇게 큰 差異를 보이지 않고 있어서 貨物積載에 對한 優劣이 거의 없게 되는 것으로 생각된다.

그러나 다른 側面에서의 檢討로서, 波浪中에서의 航海中 heave motion이 發生되었을 경우를 생각할 수 있는데 한 경우로 heave가 吃水의 1/10程度 發生되면서 運航 吃水 10.8m에서 舜間的으로 9.7m 程度로 되었다고 하면, wide pram의 船型이 採擇된 船舶에는 急激한 KM 값의 變化가 온다. 즉 Moderate pram의 경우는 14.791m에서 14.888m로 約 0.1m 程度의 KM



**Fig. 3** Variation in KM based on KM at design draft

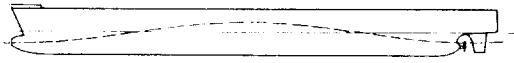


Fig. 4 Typical wave condition

이 증가되나 wide pram의 경우는 15.356m에서 15.193m로 0.16 이상의 KM이 저하된다.

물론 이러한 損失은 瞬間的인 것이어서 큰 問題가 되는 것은 아니나 IMO A167을 비롯한 여러 機關의 intact GM의 最小值가 0.15로 規定되어 있는 것을 考慮해보면 손실된 값 0.16m가 그렇게 작은 量이 아닐을 알 수 있게 된다.

極端的으로 생각하면 GM이 通常 rule minimum인 0.15m 程度가 되는 狀態에서 運航中인 船舶이 나쁜 氣象條件에 의해서 위에서 言及한 heave moion의 狀態에 놓이게 되면 舞間的으로 GM值가 陰이되는 現狀을 겪게된다는 것이 되지만 stability criteria에서 intact GM值의 規定은 大部分이 또 다른 여러 嚴激한 기준에 의해서 최소값을 훨씬 超過하는 안전치를 갖기 때문에 위와 같은 特殊한 경우라고 하더라도 事實上 크게 問題가 되는 것은 아니다.

그러나, wide pram 船型에서는 KM 값이 急激히 減少하는 위험이 있는데 그것은 어떤 波浪狀態에서 船尾部가 水線上部로 露出될 경우 水線面積이 急激하게 줄어들고 그것에 의해 水線面 2次 moment가 대폭 減少되기 때문이다.

즉, Fig. 4과 같이 船舶의 中心部位에 wave의 波頂이 놓이게 되고 船舶의 船首, 船尾部가 波底로 되는 경우가 위의 假定과 一致되는 特殊한 경우가 될 수 있을 것이다.

이러한 事項에 對한 研究는 Sjolholm과 Kjellberg[1]에 의해 상당히 이루어져 있기도 한데, 그들의 研究에서는 通常的인 선형 하나와 本 研究에서의 wide pram 型과 거의 類似한 船型의 RO-RO船 各各에 對하여 波浪中에서의 復原性에 對하여 調査되었다. 本 研究에서는 참고문헌[1]의 wave의 假定과 同一한 wave con-

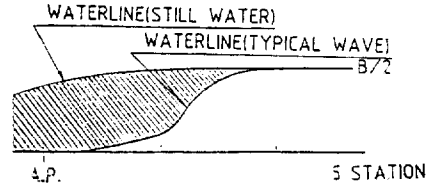


Fig. 6 Loss in waterplan area for the wide pram

Table 5 KM Variation during a typical wave

Item	Moderate pram	Wide pram
Static 狀態의 KM(m)	14.791	15.356
Typical wave에서의 KM(m)	13.903	13.788
減少量(m)	0.890	1.568
減少率(%)	6.0	10.2

\* 10.8m draft에 對한 計算值임.

\* Wave에서는 同一 displacement가 되도록 하였음.

dition을 (즉, 파도의 길이는 배의 길이와 同一, 파도의 높이는 1/20×파도 길이로 하고 波頂이 midship에, 波底가 A.P.와 F.P.에 각각 놓이도록 하였다) 사용하였다. Fig. 5과 Fig. 6에는 두 船型에 對한 靜水中에서와 typical wave中에서의 水線面 모습의 變化를 보여주고 있다. Wide pram 船型의 경우 減少되는 水線面積의 量이 相當한 것을 볼 수 있다.

Table 5에 위에서 언급한 wave에서의 KM값 變化에 對한 計算 結果를 보여 주고 있다.

Table 5에서 보듯이 moderate pram의 경우는 약 6.0%의 KM값 損失, Wide pram의 경우는 무려 10.2%의 損失을 나타내고 있다. 이것은 Sjolholm과 Kjellberg[1]의 計算結果(8~9%의 損失)와 같은 樣相을 보이고 있음을 알 수 있고 wideness의 程度에 따라 復原性이 舞間的으로 급격히 減少되는 것을 보여주고 있다.

Sjolholm과 Kjellberg[1]는 파도의 波頂을 A.P.로 부터 F.P.로 移動시키면서 KM 값의 變化를 計算하였는데 參考로 Fig. 7에 그 計算 結果를 引用하여 보았다.

本 對象船과 같은 큰 船舶의 경우는 작은 船舶의 경우와 달리 假定에서 適用된 程度의 큰 파도를 만날 確率도 적고 또, 만나게 되더라도 그 파도들이 通常 배의 最大 速力보다 훨씬 빠르기 때문에 상당히 짧은 時間 동안만 復原性에 影響을 끼치기 때문에 問題의 深 刻度를 減少시키고 있다.

그러나 可能性이 작고 瞬間的인기는 하지만 이러한

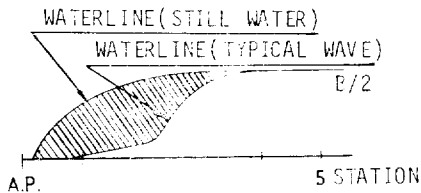


Fig. 5 Loss in waterplan area for the moderate pram

摩擦抵抗 增加 等의 問題를 惹起시킬 것으로 생각된다.

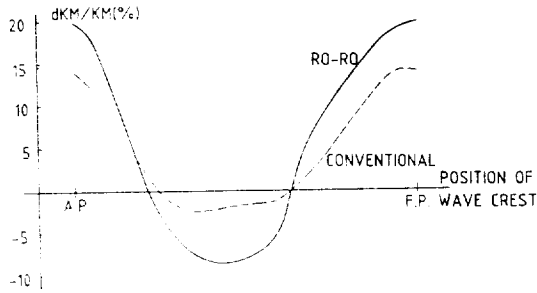


Fig. 7 KM variation during a wave passage

特殊한 경우가 船舶의 또다른 運動, 즉 rolling, wind force 등과 겹쳐서 事態를 最惡의 狀態로 만들 수도 있음을 주지해야 할 것이다. Rolling에 의해 船體가 傾斜되는 것과 同時에 復原性이 急激히 損失되고 또 本船과 같이 甲板上的 container 積載에 의해서 넓어진 側面積에 크게 作用될 wind force 등이 追加될 경우와 같은 最惡의 狀態에 對해서는 船舶의 安全이란 이미 確保 不可能한 것이 되고 말 것이다.

各種 rule에서의 criteria로 適用되고 있는 intact GM 및 其他 條件들에 대한 基準은 實積船 자료를 토대로한 統計解析과 어느 程度의 安全 係數가 加味된 것에 의해서 作成된 數值라고 하면 本船과 같은 넓은 pram 形狀의 경우 처럼 wave condition에 따라 KM 값이 急速히 減小되는 경우에 대해서는 미흡한 값일 지도 모른다.

優秀한 船舶을 設計하여야 한다는 設計者의 立場이나 또 같은 값이면 보다 많은 貨物을 실을 수 있는 船舶을 만들고 싶다는 선주의 立場이 全般的인 設計觀點을 벗어나 極端의 部分的인 改善에만 초점을 맞출 때는 一見 優秀한 船舶이 設計된 것처럼 보이지만 實題는 여러가지 無理함이 隨伴되고 있다. 本 研究의 對象船中 wide pram 船型의 경우는 復原性 側面에서 優秀한 것처럼 되어 있으나 以上の 檢討에서 볼 수 있듯이 特殊한 航海條件아래에서의 復原性 側面에서는 危險負擔이 오히려 增大되고 있음을 알 수 있다.

船舶의 設計가 정수 중에 對한 것에 의해서만 評價될 수 없고 實際 航海될 해상상태에서의 考慮가 必히 檢討되어야 한다는 點에서 極端의 寬 pram의 適用은 復原性 側面에서도 再評價 되어야 할 것이다. 한편 다른 側面으로의 解決 方案으로 wide pram 船型의 경우는 그렇지 않은 경우에 비해 보다 많은 bilge keel area 등의 補完 措置가 講究되어야 할 것이고, 이것은 船殼 鋼材의 增加, speed-power performance에서의

### 5. 船體 變動 壓力(Hull pressure fluctuation)

船體에 作用하는 船體變動壓力의 計算에 있어서는 船型의 差異 뿐만 아니라 propeller라는 起振源이 고려되어야 하고 또 보다 正確한 값을 算出하기 위해서는 嚴密한 模型 試驗이 要求되는 등의 複雜한 節次가 必要하나 本 研究의 目的이 部分的인 船型의 특성때문에 發生되는 變動壓力의 一般적인 傾向을 파악하기 위한 것이므로 同一 propeller가 適用되는 것으로 하고, Martinek의 Holden에 의해서 提案된 推定 方法[2]에 의한 program으로 檢討를 遂行하는 것으로 하였다. 計算에 사용된 propeller의 주요 요목 및 其他 假定된 事項을 Table 6에 나타내었다.

Force의 計算은 Fig. 8에 表示되어 있드시 1, 2, 3點에 對하여 遂行되었다.

더불어 A.P.에서의 垂直, 縱方向 變位 및 航海 船橋 甲板의 翼 振動數에 의한 振動速度도 推定하였다. 한편 上部 構造 振動 level을 5.5mm/sec로 하였을 경우의 許容 翼 振動數 變動 壓力(induced by blade cavitation) 推定值와 比較도 하였다(Table 7).

Table 6 Propeller particular and input data

Item		
No. of propeller blades		4ea
Propeller diameter		7.9m
AE/AO		0.56
P/D Ratio	AT 0.8 R	1.081
	AT 0.95R	0.902
Chord length	AT 0.8 R	2515mm
	AT 0.9 R	2012mm
	AT 0.95R	1600mm
TH/D Ratio	AT 0.7R	0.013
Camber	AT 0.8 R	60mm
	AT 0.95R	15mm
Speed		23 Kts
Thrust		174000 Kg
RPM		89
Effective wake		0.27
Wake peak value		0.66

Table 7 Comparison of results

Item	Moderate pram	Wide pram
Force(kg/m)		
Station 1	2827(100)	6528(222)
2	2244(100)	3876(173)
3	1605(100)	1715(185)
Total force(kg)	31949(100)	59131(185)
Vertical displacement at A.P. of blade frequency	0.13mm	0.203mm
Longitudinal displacement at A.P. of blade frequency	0.11mm	0.165mm
Longitudinal velocity at navigation deck	4.09mm/sec	6.17mm/sec
Acceptable pressure amplitude	429.54kg/m <sup>2</sup>	223.84kg/m <sup>2</sup>
Estimated pressure amplitude	305.72kg/m <sup>2</sup>	330.67kg/m <sup>2</sup>
Remark	滿 足	不 滿 足

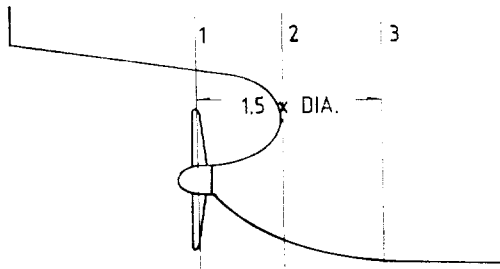


Fig. 8 Selected points for calculation

이 計算 結果는 물론 Holden의 略算式 [2]에 의한 推定值에 不過하기 때문에 여러가지 誤差가 包含되겠고, 또 wide pram 처럼 船體 自體가 船體變動壓力에 不利할 경우는 問題가 發生되지 않도록 propeller의 改善, 船體 補強의 強化 等の 조치가 이루어 지겠지만 船型 特性에 따른 진동 問題 解決의 難易도가 어느 程度 差異가 날 것인지에 對한 比較 基準의 觀點으로 생각해 본다고 하면, wide pram 船型的 경우는 moderate pram 船型에 비해 많은 物量과 努力이 投入되어야 할 것이라는 것을 示唆하고 있다.

Propeller 直上方의 船體에 作用하는 force의 差異는 wide pram의 경우가 moderate pram의 경우에 비해 무려 2.3배 가까이 크게 推定되고 있다.

Wide pram의 넓은 船尾部 면적에 起因되어 船尾部에 作用하는 全體 force의 差異도 185%로 大幅 增加되는 것으로 推定되고 있고 航海 船橋 甲板에서 6.17 mm/sec의 longitudinal velocity 역시 基準으로 잡은 5.5mm/sec의 값을 滿足시키지 못하는 것으로 評價되고 있다.

한편 船體 變動 壓力을 減少시키기 爲해서는 pro-

PELLER 날개수의 變更, high skew의 適用과 더불어 propeller의 loading 分布의 改善 等이 考慮될 수 있겠지만 이러한 것은 많은 努力과 時間의 投入을 必要로 하고 있으므로 船主로 보나 設計者의 立場으로 보나 바람직하지 못할 것이다. 여하튼 진동의 見地에서 본 wide pram type 船型은 가장 問題를 일으키기 쉬운 代表的인 type이 될 수 밖에 없을 것이다.

6. 速力—소요마력(Speed-power performance)

Speed-power performance에 對한 評價는 當然히 두 船船에 對한 模型 試驗이 遂行된 後에 이루어져야 하겠지만, pram의 程度를 變化시켜서 性能의 優劣을 評價한 여러가지 資料를 收集하여 評價에 일반성을 賦與하는 것도, 지금 두 對象船이 差異를 보이고 있는 pram의 넓은 程度(이것은 물론 檢討하려고 하는 바이지만)라고 하는 事項외의 다른 船型上의 特殊性을 排除시킬 수 있는 좋은 方法이 될 것이다. 다시 말해서 두 船型的 模型 試驗을 토대로한 速力—소요 마력의 差異의 評價는 두 船型的 pram의 wideness 差異에 의해서만 생긴 것이 아니라 짐작하지 못한 다른 要素가 포함될 수 있다는 것을 意味하게 된다. 그러므로 여기서는 여러 모형 시험資料 中에서 pram의 變化를 調査한 것들을 整理하여 檢討하는 것으로 하였다. Fig. 9은 이러한 目的에 符合되는 것으로 船尾部의 pram의 wideness가 power-speed performance에 어떠한 影響을 주고 있는지를 檢討한 資料이다(참고문헌[6]). 이 船艇의 길이는 180m, 幅이 32.24m인 全型的인 container船이다. Table 9에 세 type의 船型에 對한 DHP값을 나타내었다.

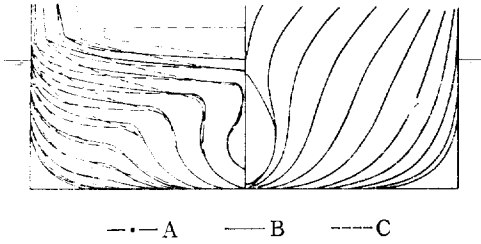


Fig. 9 Attbody variation 1 for container ship

Table 8 Comparison of DHP

Type	Pram의 wide한 程度	DHP
A	小	18503(100.0)
B	中	18514(100.1)
C	大	19434(105.0)

여기에서는 pram의 넓은 程度가 크게되면서 소요 마력이 크게됨을 觀察할 수 있다. 또 B type의 경우 처럼 wideness가 어느 程度에서 抑制될 경우는 性能의 變化에 큰 影響을 주지 않고 있음도 보여주고 있다. C type처럼 그 程度가 지나치면 소요마력이 급격히 증가하게 된다.

Fig. 10는 길이 180m, 幅이 30m 그리고 吃水가 10m 인 container船에 對하여 통상적인 形狀의 船尾와 計劃 吃水線 部位에서 急激하게 面積을 넓힌 型의 船尾를 比較한 것이다(참고문헌 [8]).

계획 흡수선 면적을 無理하게 펼친 경우가 유효 마

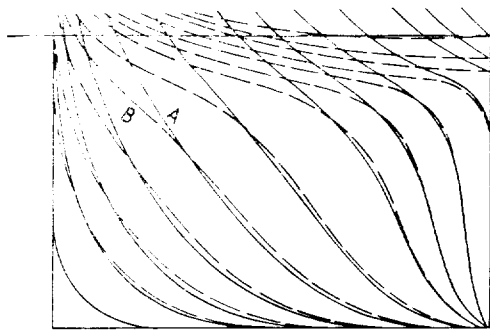


Fig. 10 Attbody variation 2 for container ship

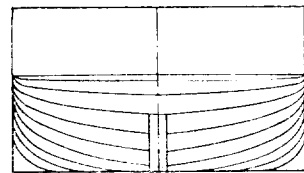
Table 9 Comparison of EHP and DHP

Type	EHP	DHP
A-conv.	9900(100.0)	13500(100.0)
B-wide	11370(115.0)	16300(121.0)

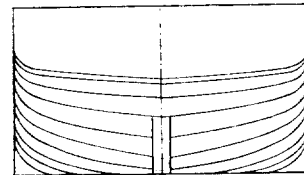
력에서 15%, 전달 마력에서 21%의 劣勢를 보여주고 있는 것은 印象의이다.

한편 Nedlloyd社에서는 single screw aftbody form의 研究 目的으로 다음과 같은 'BOX'型으로 부터 'SHIP'型까지의 4隻에 對하여 模型試驗을 遂行한 例가 있다(참고문헌 [6]). 여기에서도 一般적으로 pram이 基線쪽으로 누운 程度가 커짐에 따라 또, 船側에서 處理되는 船型의 bilge rounding이 hard하게 되는 程度가 커짐에 따라 抵抗增加가 커짐을 보여주고 있다. Fig. 11에 船型의 船尾部 正面船圖 모습을, Fig. 12에 그 模型試驗 結果인 有效馬力を 나타내고 있다.

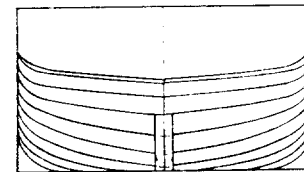
以上の 模型 試驗 結果 3가지에서 보드시 대체로 計劃 吃水線에서의 橫斷面 形狀이 過度하게 펼쳐진 경우는 그렇지 않은 경우에 比하여 劣勢한 性能을 보이고 있음을 알 수 있다. 이러한 現狀이 發生되는 理由는 아마 아래와 같은 根本的인 問題때문이 아닌가 생각된



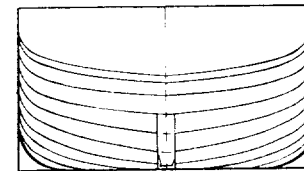
MODEL M



MODEL A



MODEL B



MODEL C

Fig. 11 Attbody variation 3 for container ship



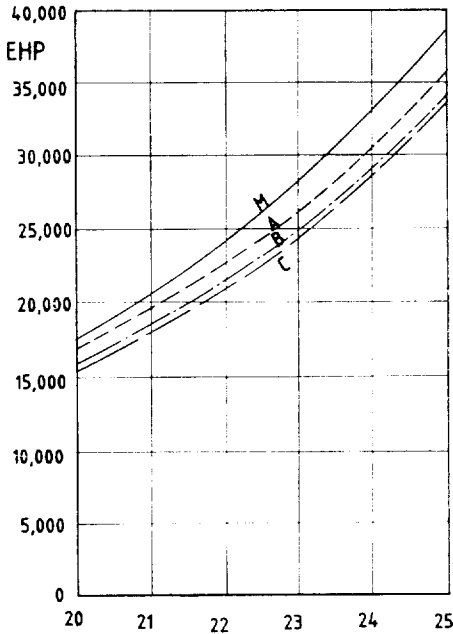


Fig. 12 Comparison of EHP

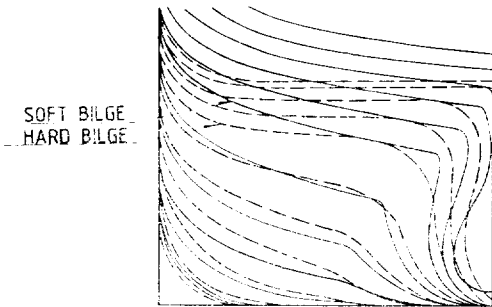


Fig. 13 Bilge roundings for container ships

다. 즉, wide pram의 船尾部가 適用된 경우는 Fig. 13에서 보이듯이 橫斷面 形狀들의 灣曲 部位의 rounding이 hard하게 되고 또, 각 橫斷面 마다 radius의 變化가 크게되는 데 比하여 moderate pram의 船尾部가 適用된 경우는 灣曲部位가 船尾部 全體를 따라서 거의 變化없는 一律인 形狀을 가지고 있어서 선저및 선측에서 流入되어 오는 유체의 相互 干涉 측면에서 훨씬 有利하게 된다. 더불어 유체 정역학적 狀態에서는 물론 transom이 잠기지 않도록 設計되겠지만 實際 推進器가 作用되면서는 sinkage 등의 發生으로 인해 넓은 面積의 transom이 물속에 잠기게 되어 그것으로 抵抗이 增加될 可能性이 많다. 한편 wide pram type

의 경우에는 形狀의 特徵上 침수 표면적이 相當히 增加되게 되고(本 研究의 對象船들의 침수 표면적의 差異는 Table 2에서 보듯이 7%이다.) 그것은 當然히 抵抗增加의 原因이 된다.

여하튼 wide한 pram 形狀을 가지는 경우는 全般的으로 speed-power performance에서 不利하게 된다는 것을 알 수 있다.

### 7. 船體 구조 및 강도(Structure and strength)

本 部分에 對한 檢討는 船殼의 全體의인 設計가 遂行되는 過程에서 詳細하게 이루어져야 할 것이지만 本 研究에서는 初期計劃 段階에서 問題가 豫想되는 곳들에 對한 概略의인 check의 性格으로 하였다.

앞에서도 言及되었지만 推進器에 의해 誘起된 hull surface force가 넓은 침수 표면적에 作用하게 되는 데 그 값의 크기는 moderate pram에 比하여 wide pram의 適用時는 全體의으로는 약 185%, 局部的으로 220%를 上廻하는 現狀이 나타나고 있고 또 normal한 container船에서는 檢討의 對象이 되지 않았던 構造의 船尾 slamming에 對한 考慮도 必히 檢討되어야 할 것이다. 더불어서 pram의 wideness 增加에 의해 脆弱해진 진동 性能의 改善을 爲해서 船體 構造의인 補強도 必要할 것으로 여겨진다. RO-RO船과 같이 wide pram의 경우 船尾構造의 損傷이 진동에 起因되고 있을 때가 많다는 事實에 注目하여야 할 것이다.

한편 wide pram의 船尾는 船尾 기관실 후부 격벽 後方に 배수용적의 分布가 많아서 기관실 部位의 靜水中 굽힘 모멘트 값이 減少되는(즉 浮力에 의한 moment가 增加) 傾向을 보여주고 있으나 船尾部의 浮力 損失에 의한 굽힘 모멘트의 增加는 急激하게 된다. 더불어 wide pram의 경우는 침수 표면적의 增大로 因한 外板面積의 增大에 따른 선자 重量의 增大 外에도 여러 側面에서 重量 增加의 可能性을 包含하고 있음도 初期計劃時 考慮되어야 할 것이다.

### 8. 結 言

以上으로 container船에서 pram의 wideness가 미치는 여러가지 影響을 檢討하여 보았다. 設計의 觀點에서 意圖的으로 어떤 한 側面이 強調 될 경우 그것으로 因해 發生될 지 모르는 附隨的인 問題에 對한 檢討는 恒常 세밀히 수행 되어져야 할 것이다.

本 研究의 結論을 다음과 같이 整理하여 보았다.

1) 計劃 吃水線 近處에서 넓은 形狀을 가지는 船型은 정수중에서 優秀한 복원성을 가지는 것으로 나타나고 있으나 荒天中에서 運航時 경우에 따라서는 복원성이 대폭 감소하여 危險한 狀況이 될 수 있다.

2) 船尾部 構造가 넓은 程度로 인해 propeller에 의한 船體 變動壓力이 相當히 增加 될 수 있으므로 wake分布의 改善, propeller의 最適 設計에 의한 船體에 作用하는 하중의 減少에 보다 많은 努力이 要求된다.

3) 대체적으로 넓은 程度가 커짐에 따라 bilge 部位에서의 유체의 進行이 防害받게 되고 그것으로 인해 抵抗 推進 性能 側面에서 不利하게 되고 있다.

4) 선체 구조 見地에서도 진동 問題에 對한 檢討는 물론이고, 船尾部 slamming 現狀 그리고 急激한 船尾部 浮力變化에 對한 局部的인 強度의 檢討等이 要望된다.

Form: Stability and Seakeeping Properties", E12-E14, The naval architect, Jan. 1985.

- [2] Kjell Olav Holden etc. "Early Design-Stage Approach to Reduce Hull Surface Forces Due to Propeller Cavitation", *SNAME*, Nov. 1980.
- [3] "船體構造의 Maintenance Free에 關한 研究", 日本造船學會, Report No. 91, Mar. 1980.
- [4] "船舶計算", 大韓造船學會.
- [5] "基本造船學(下)"
- [6] Vossnac "Nedlloyd Hull Form Development"
- [7] 朴相泰 "Intact Stability Criteria", 現代重工業 基本設計 Seminar 資料
- [8] "Model test Report-Container", 現代重工業 模型試驗資料

### 參 考 文 獻

- [1] U. Sjöholm and A. Kjellberg "Ro-Ro Ship Hull