

論 文

逐次插間法에 의한 船型의 數值表現法에 關하여

金 曉 哲* · 梁 永 淳*

Representation of Hull Form by Aitken's Iterative Interpolation Methods

Hyochul Kim · Y.S. Yang

Abstract

The computer aided ship design and construction has become very popular one in a ship yard recently. For one of such a purpose a program is developed with Aitken's iterative interpolation method. From the sample calculation we can conclude that the program has a reliable accuracy for the calculation of hydrostatic data or loading manual. And also the program can be applicable to a ship construction by careful selecting of input data.

緒 言

近來造船學은 電算組織의 活用이 이루어짐에 따라 눈부신 發展을 이룩하게 되었다. 또한 電算組織은 船舶의 初期設計段階로 부터 生産工程에 이르기까지 널리 活用되게 되었다. 造波抵抗을 計算하기 爲한 理論船型等과 같이 船舶의 定性的인 特性을 確認하는데 도움이 되는 定式化가 가능한 船型이 있으나 實際의 船舶에 關하여서는 이렇다할 理論이 鼎立되어 있지 못하다. 1915년 D.W. Taylor에 依하여 船舶의 水線面의 形態 및 橫斷面의 形態가 近似的으로 n次의 拋物線으로 表現된다고 研究된 바 있다.

그 以後 生産工程에 이르기까지 適用할 수 있는 嚴密한 數值表現을 爲한 많은 研究가 이루어 지게 되었다.

따라서 現在까지 初期設計, 線圖의 順整 또는 運航에 必要한 資料等의 計算을 遂行할 目的으로 많은 프로그램이 作成되어 活用되고 있다. 이들 프로그램들에서는 船型을 特性이 다른 몇가지 曲線의 組合으로 보든가 또는 多項式으로 보아 處理하는 方法을 使用하고 있다. 그런데 이러한 方法들에서도 入力資料가 많아지면가 또는 演算過程이 길어진다는 問題點들을 갖고 있다.

따라서 本研究에 있어서는 offsets 資料만을 入力하고 演算過程을 短縮할 수 있는 Aitken 逐次插間法을 利用하여 船型을 數值表現함으로써 船型의 諸特性 計算과 船舶運航에 必要한 載貨指針書等을 計算할 수 있는 電算機入力資料의 作成을 可能케 하고자 한다.

近似 數值表現法

前述한 바와 같이 船體의 橫斷面이나 水線面을 n次의 拋物線 또는 各種의 多項式으로 表現된다고 보아 必要한 位置에서의 값을 插間 計算하는 方法이 主로 實船 計算에서 使用되고 있다.

Aitken의 逐次插間法은 高精度의 結果를 얻을 수 있음에도 불구하고 線形插間法을 逐次適用하여야 한다는 點때문에 別로 歡迎받지 못해왔다. 즉 이 方法에서는 $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ 의 位置에서 f_0, f_1, \dots, f_n 의 函數값을 안다고 하였을 때 任意點 x에서의 函數 값을 얻기 爲하여서는 $\frac{n(n-1)}{2}$ 회의 線形插間法의 適用으로 高精度의 插間值를 얻는 方法이다. 例로서 x_0 로부터 x_4 까지의 값과 對應되는 函數值를 알 때 x에서의 函數값을 얻는 過程을 생각하여 보면 아래의 表와 같이 된다.

位 置	函 數	1 次 插間值	2 次 插間值	3 次 插間值	4 次 插間值
x_0	f_0				
x_1	f_1	I_{01}			
x_2	f_2	I_{02}	I_{012}		
x_3	f_3	I_{03}	I_{013}	I_{0123}	
x_4	f_4	I_{04}	I_{024}	I_{0124}	I_{01234}

여기서 插間值는 다음의 식들로 表視된다.

$$I_{0i} = \left| \begin{matrix} f_0 & x_0 - x \\ f_i & x_i - x \end{matrix} \right| \times \frac{1}{(x_i - x_0)} \quad \text{단. } i=1, 2, \dots, 4$$

$$I_{0i1} = \left| \begin{matrix} I_{01} & x_1 - x \\ I_{0i} & x_i - x \end{matrix} \right| \times \frac{1}{(x_i - x_1)} \quad \text{단. } i=2, 3, 4$$

* 正會員, 서울大學校 工科大學造船工學科

$$I_{012i} = \begin{vmatrix} I_{012} & x_2 - x \\ I_{01i} & x_i - x \end{vmatrix} \times \frac{1}{(x_i - x_2)} \quad \text{단. } i=3,4$$

$$I_{01234} = \begin{vmatrix} I_{0123} & x_3 - x \\ I_{0124} & x_4 - x \end{vmatrix} \times \frac{1}{(x_4 - x_3)}$$

이 과정을 그림으로 나타내면 Fig.1과 같다.

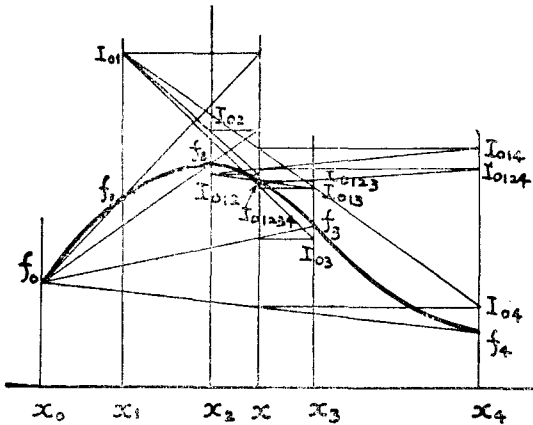


Fig. 1. Aitken's interpolation procedure

Fig.1에서 직觀적으로 알 수 있는 바와 같이 精度가 대단히 높은 方法임을 알 수 있다. 또한 이 方法은 變

數 x_0, x_1, x_2, \dots 등이 크기 順으로 使用되지 않더라도 精
 상 높은 값을 준다라는 長點을 갖고 있다. 이 方法을 船
 體의 斷面形狀에 適用하기에 앞서 그 精度를 檢證하여
 보기 爲하여 既知의 函數에 對하여 計算을 實施한 結
 果, 表 1 에서와 같이 大端히 높은 精度를 갖음이 認定
 되었다.

表 1.

函 數	間 隔 Δx	data 個 數 n	對 差 誤 差
$J_0(x), J_1(x)$	0.1	8	10^{-10}
		5	10^{-7}
$\exp \left[-\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{x \sin \theta}{\sqrt{1-x^2 \sin^2 \theta}} d\theta \right]$	0.01	4	10^{-10}
$e^{-2} \sin 4x$	0.02	5	10^{-5}
$\frac{\sin x}{x}$	0.02	5	10^{-5}
$\frac{8}{x^2+4}$	0.2	7	10^{-5}
x^3+12x^2-3x+8	0.2	5	10^{-6}

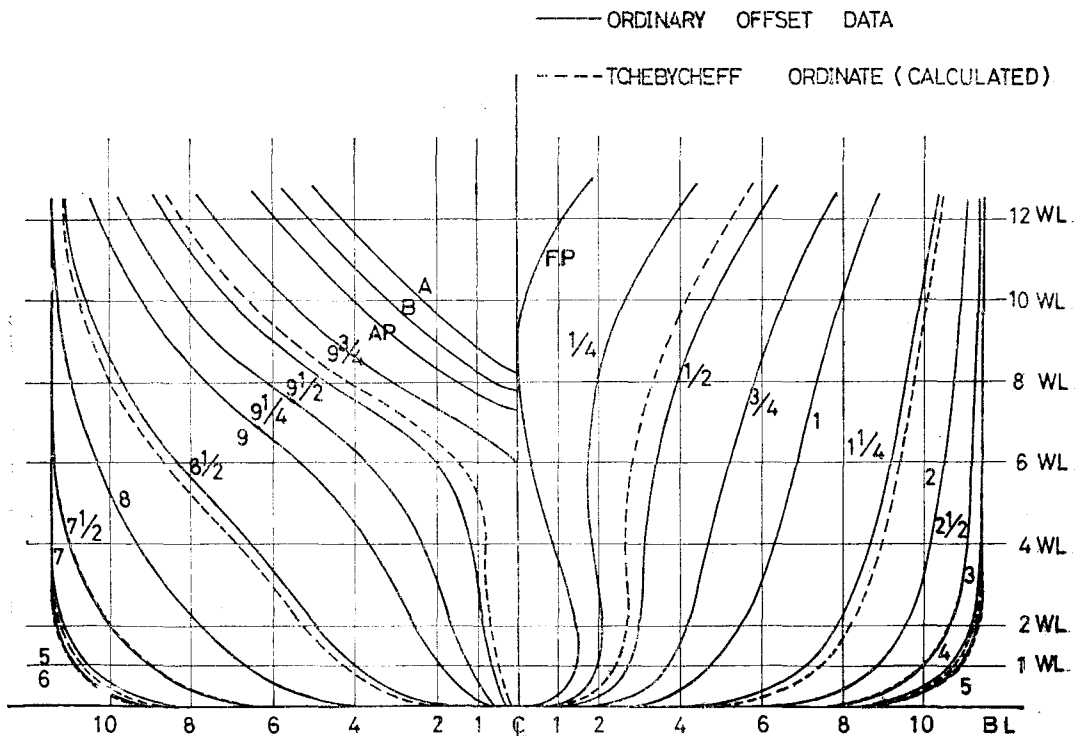


Fig. 2. Body Plan

數值計算

Aitken의 逐次插間法에 依한 船型表記를 爲하여 프로그램을 作成하였다. 위 프로그램의 檢證과 方法의 妥當性을 檢討할 目的으로 大韓造船公社가 建造한 바 있는 18000 ton級 多目的 一般貨物船의 線圖로부터 Offsets를 計算入力資料로 하여 다음과 같은 計算을 施行하였다. 즉 船舶에서 通常의으로 使用하는 10縱線法의 offsets을 入力하여 Tchebycheff縱線에서 計算하여 Fig. 2의 結果를 얻었다.

檢 討

Fig. 2로 얻어진 計算結果에 依하면 대단히 좋은 結果를 보여주고 있음을 볼 수 있다. 그러나 이 方法에 있어서는 船舶의 斷面形狀이 offsets에 依하여 얻어지는 連續函數形으로 表示된다고 보는 것이기 때문에 船舶의 中央平行部와 船首 또는 船尾의 曲面部가 連結되는 近處에서 水線面의 形狀에 變化가 생기게 된다. 마찬가지로 船底灣曲部와 船底 및 舷側이 連結되는 近處에서 斷面形狀이 다소 變形되어 表示되는 問題를 갖고 있다. 이러한 現象은 適用되는 入力資料의 數에 따라 달라지게 된다. 그리고 逐次插間計算에서 入力資料가 많은 境遇에 있어서는 演算過程에서 誤差의 累積現象이 나타나게 된다. 따라서 使用하고자 하는 電算組織의 技能에 따라 入力資料의 適正數가 달라지게 된다. 例로서 數值計算에서 使用한 FACOM 230-28S의 경우에 있어서는 水線面의 表現에 22個의 點을 全部使用하는 것 보다는 14~17個의 값을 使用하는 것이 훨씬 좋은 結果를 보여주게 된다. 그리고 船底勾配가 있는 船舶의 船底 또는 中央斷面部의 船底灣曲部와 같이 部分的으로 數式化表現이 可能한 區間에서는 오히려 그 特性을 活用하는 것이 바람직하다. 그러나 使用코져 하는 Aitken 逐次插間法은 直線 또는 曲線에 關하여 모두 適用되는 것이기 때문에 船體의 特性을 考慮하여 各部의 適正한 入力資料數를 決定함으로써 船舶建造工程에

지 適用될 수 있는 表現法이 될 수 있다. Fig. 2의 計算過程에서 얻어진 結果로서 船體의 各部에서 適正한 入力資料의 數는 表 2와 같다.

表 2의 條件을 適用하여 船體를 表現한다면 프로그램은 適用할 데이터를 選定하는 部分을 除外하면 大端히 간결하고 演算時間도 極히 짧게 構成할 수 있게 되고 높은 精度를 얻을 수 있게 된다. 그러나 計算例에서는 船舶의 上甲板 下部에 限하여 計算을 實施하였는데 knuckle을 갖는 上甲板上部等에 關하여서는 knuckle에서 不連續點이 나타나므로 그 近處에서 直接適用될 수 없다.

그러나 上甲板上的 knuckle을 무시하고 計算하더라도 船舶의 載貨指針書의 作成 등과 같은 運航資料의 計算에 있어서 그 影響이 거의 없으므로 一般船型에 대하여 適用하기에 適當한 表現法이 됨을 알 수 있다.

結 論

數值計算된 計算例로부터 Aitken의 逐次插間法은 船型의 數值表現에 使用하면 船舶의 運航資料나 設計資料로서의 特性計算을 爲하여 充分히 正確한 結果를 얻을 수 있음이 立證되었다. 그러나 chine type의 船型 등과 같이 不連續點을 갖는 船型에서는 이 方法은 制限받게 됨을 알 수 있다. 그리고 適正한 入力資料의 數와 適用位置를 調節함으로써 生産設計等에서도 이 方法이 可能할 것임을 알 수 있다.

後 記

本研究은 韓國船級協會의 支援에 依하여 서울大學校 工科大學 造船工學科에서 進行中인 船舶의 載貨指針書 등의 檢定에 使用되는 諸 運航資料와 靜力學的 特性計算을 爲한 프로그램 作成事業의 基礎研究로 遂行된 것입니다. 本研究의 遂行에서 도움을 주신 黃宗屹教授와 任尙煥教授 그리고 李起杓先生께 감사드립니다.

參 考 文 獻

[1] A. Svennerud, "Simple Buoyancy Functions with Application to calculation of Shear Forces and Longitudinal Bending Moments for ships in Arbitrary Trimmed Conditions". *I.S.P.*, Vol. 13, May 1966

[2] William H. Garzke, Ralph E. Johnson and Alexander C. Landburg. "Trim, Stability and Loading Manuals: A Survey of Needs, Uses and Improvements". *Trans. SNAME*, Vol. 82, 1974

[3] K.W. Kim and S. Chang, "Some Representation of ship Hulls by Mathematical Method for

表 2.

計 算 位 置	適正入力資料數
橫斷面——船首部	4~7
中央斷面의 灣曲部	14
船尾部	7
舷側	3
camber	4
水線面——船首部	7
中央平行部	3
船尾部	7
camber	4

- Design and Production”, *Journal of SNAK*, pp. 19~32, Vol.14, No.1, March, 1977.
- [4] Chengi Kuo, “*Computer Methods for ship Surface Design*,” Longman, 1971.
- [5] J.H. Hwang et al, “Development of Computer programs for the Computer-Aided ship Design,” *Most Report, R-72-9*, 1972.
- [6] Jahnke Emde Lösh, “*Tables of Higher Functions*” Mc-Graw Hill, 1960.
- [7] Abramowitz and Stegun, “*Handbook of Mathematical Functions With Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*,” Dover, 1964.