

最新實用造船技術

現代造船NC技術

造船專門技術之一
數位計算機於造船實際作業

饒煥欽・寇立人譯著

日本
數

編

最新實用造船技術

現代造船NC技術

造船專門技術之一
數位計算機於造船實際作業

饒煥欽・寇立人譯著

造船學會原編
控制委員會
復漢出版社印行

譯 序

以造船為中心的NC技術，在造船技術的過程上，係首先將船體線圖加以整順—Fairing—，以期對構造部份之正確形狀予以數值化，並對圖形處理的軟體—Soft Ware—整理方式，運用方法加以論述，更進而對造船各種裝置之NC運用加以解釋，以期對生產合理化能盡其最大之功能。

根據以上需要，除必須具有許多共同之技術外，更必須發展造船特有的圖形處理程式計劃，以傾其非凡的努力，始可使硬體—Hard Ware—之機械為人類服務。

本書在第8章以前，全部為NC造船，在這裏給我們的感觸很深刻，那就是NC機械乃係一部份造船新方法之出現，而此一新方法必須在已往造船之基礎上，亦即在已往之造船技術上，予以接力式的運用始可有濟，換言之，NC機械必須為精於造船者之專用品，而非精於NC機械者之專用品，因為這並非是有了NC設備和有了精於NC設備之人才，即可用之於造船，而是必須由精於造船之人才的Group，分工合作製作合於造船要求之程式。並儲存標準造船之程式，如同本書卷末附錄那種基本造船程式，亦即如廚師備好各種材料—Data—到炒菜時—Programing—信手拈來，始能化至難為至易也，當然到達此一境界，尚須經歷一段棧橋鳥道始可問津桃園，然而這是我們必須付出之代價。

其次一點也是我們在本書裏看到的，書中每談到一種高性能機械時，無一不提到價格，即任何良好的機器，如果其價格高昂，即等於效率減色，在經濟價值上即有重新衡量之必要，因為在企業行為中，亦即在商業行為中，為了更新設備而不計一切代價是沒有的事，所以寧肯求其次以從屬於企業目的也。

因為我們想到一個問題，即任何公司在添置如NC等新設備時，應避免由業務決策部門逕自決定類型購入，並交由使用部門，因為這很容易造成一種損失，蓋機器愈精密，愈需要使用部門鑑定與使用，況且更新設備應由使用部門發動，並應由使用部門鑑定，因此在公司業務部門決策之後，必須先由使用部門直接派出其學識超越其使用能力之人，亦即具有充分接受能力之人至製造工廠，或有關公司或造船工廠實習一個階段，如認為使用此種類型機器確實有合於自己公司要求之效率，且合於自己公司之經濟條件時，即可作成報告，以作最後決定之依據，同時在人員派出之前，必須對其學識，服務精神嚴格審查，假如使用部門並無是項人材，即應向公司以外求之，並以其作為使用部門之新血輪也，此一論點實係使用Hard Ware時不可缺少之Soft Ware也，故論及之。

其次由於NC機械係工作機械而非計算機械，誠然NC在於計算，但數值之運用則在於管制，況且計算機本身之機能，已為其外圍裝置所左右，因此我們在研究NC造船時，除了精通其機械之共通性，研究製作其程式以外，更應研究一般造船本身之技術與概念。

技術本身，可得而學，然而日新又新更上層樓，則非有觀念不可，蓋沒有新觀念就沒有發明，亦無法發展新技術，因為電腦NC根本就是新觀念的產物，然而現在之電腦NC，並非是新觀念之成果，而是新觀念之開始，在本書裏我們體會到，新觀念之為物就如十影神駒一樣，馳驟四方八極不可約束，所以有不斷之構想即有不斷之發明，即以NC機械言之，它不但運用種種方法，適應外界之需要，而更使NC機械本身形成了一個小天地，在此一天地之中，亦如造船一樣，方法時時在更新，設備時時在更新，而服務之對象亦時時在擴展，看了使人心弦震動，並使人感到，啊！絞腦汁就是人生的本質，不具備這種本質，豈非落伍？

試想第一部電腦在賓夕法尼亞大學作成時計重30噸，使用真空管18,000只，曾幾何時由真空管而電晶體，現在更捨電晶體而IC，進

步之速嘆爲觀止。

如第8章所敘，人類之新觀念，已進入電腦的領域裏，由於計算機外圍之裝置，Computer已退居於從屬的地位，亦即Computer本身，已爲其外圍裝置之使用目的而服務，所以小如電影院窗口之訂座，銀行窗口之出納，已莫不以機械代替人力，誠使我們感到Computer之觸角無遠弗屆，時勢所趨，如不普遍發展電腦並普遍使用電腦，則在國際生存競爭之中，可能是一種災害亦實非過言。

蓋電腦乃係一種學術之產物，所以對於程式之製作，尤其對於如船隻那樣複雜圖形程式之製作，在在需要較高之學術，尤其應用數學更應運算純熟，關於這一點爲了參考起見本書特在卷末附錄有基本演算程式，與數值計算之解法，以及Program上之注意事項，加以附註，以供Progming時之參考，當然在試行發展之際，必須具有基本的Program技術與Fortran等素養自不待言。

最後關於本書譯敘經過亦在此略爲介紹，我們在本書譯述之前因已譯出日本鋼船造船研究委員會出版之造船技術叢書3卷共計19冊，所以在譯本書時，已大部份掌握情況得力不少，而書中之用語，除機械用語之外，尚夾入許多造船術語，以及電腦造船與造船技術合併用語，其專門術語之多非其他參考書所及，所以爲了不使原意迷失一律將原文之外來語（以日文註音之英文）改爲英文，並以英文專用語爲本書之骨幹加意保留，也有意安排使大家在工作中能使用英語術語其理由如下：一、英語爲技術交流之最佳工具應予保留並使用。二、可以保持原意不使迷失，萬一有誤亦可據以查詢。三、在工業中使用英語術語成爲習慣時，最易接受新觀念新技術，當然我們之專用學術亦可藉此向外輸出。四、直到現在英語專用語仍然並不太多，但可供我們語彙增大，所以書中英語術語，大部份以中英對偶排列在書中，如某一字使用次數太多則專門使用英語，不附中文，中英文之排列亦無前後之硬性規定，主要以使各階層人士易於

瞭解爲主。

現在坊間書肆，關於電腦參考書雖然甚多，但實際應用於如NC造船之工業用電腦參考書則不多，所以限於參考資料，訛誤之處恐難避免，尚希社會賢達，不吝賜教，當於再版時更正之。

最後本書承復漢出版社經理沈岳林先生樂予出版謹在此致其深摯之謝意。

原 序

近年我國造船業自引進電子計算機（以下簡稱電 算機）以來，其應用範圍，即急遽的展開，其中最為矚目的成果之一，即為電 算機NC（Numerical Control）工作技術之發展。此一技術係於十數年前以由歐美所倡導的機械工作技術自動化為嚆矢，以迄近年來，經我國造船業將其編為造船工作技術的一環，並予以實用化以後，已在質與量兩方面有了顯著的提高，至今已凌駕歐美技術水準之上。

造船NC 工作技術，與一般機械NC 工作技術，除具有許多共同技術外，則為必須發展造船所特有的圖形處理程式計劃—軟體—（Soft Ware）。在擁有足以向世界誇躍的衆多造船技術人材之我國造船界，已對此傾其非凡的努力，以獲致許多發展成果。茲為將其梗概加以深入淺出的說明，其目的並非祇限於我國造船工業，即對其他工業的發展，亦願效野人獻曝也。

另一方面對於最近急遽發展之NC 工作技術，均分別使用種種特殊用語，這在許多地方，或許使操作人員不太習慣，因而採取敬遠之態度，但這一點是可以克服的，因為我們是以造船為中心的NC 工作技術，向具有NC 專門技術的人，一般造船技術者，以及其他工業同具NC 專技者呼喚，以共同之努力，深入研究，並加以推廣，普為擴大其應用範圍，並寄望此一NC 技術能被深刻的了解，所以深感應該有一本容易理解的解說性書籍問世。

日本造船學會鋼船工作法研究委員會，第一分會內小組委員會於1968年，成立數值控制委員會，特就NC 工作技術予以討論，同時為配合上述之需要與期望，遂計劃NC 工作技術教科書（Text）之編纂

，並由現在實行中之NC 工作技術人員及各造船所委員起草，復經該委員會檢討選擇，始有『造船之NC 技術』一書付梓。

如能由於本書之發行，對我國今後NC 工作技術發展，能盡其些許棉薄，實望外之喜也。

茲將NC 委員會委員，本書執筆與編輯有關各位之氏名揭載如下，對各位所寄與之辛勞，謹致其深摯之感謝與敬意。

1973年2月

日本造船學會鋼船工作法研究委員會

第一分會主審

木 原 博

數值控制委員會會長

栖 原 二 郎

編輯方針

對於船舶，飛機，車輛等，具有圓滑外形之曲面構造物之加工與製造，由於局部加工尺寸之表示，非常複雜，所以從來就普遍的利用型板。

本書對於像這樣構造物之工作，特就應用NC 技術之方法，以各造船所使用之NC 技術為基準予以易於理解之解釋亦即是將船體計劃線圖整順（Fairng）之，以對構造各部份之正確形狀予以數值化，並由NC 作圖或切斷過程系統，對圖形處理的軟體構想，整理方式，運用方法等加以敘述，更進而對於造船之各種裝置加以解釋，以相對生產系統之合理化盡其功能。並在卷末附錄基本演算式等之主要公式與數值計算之解法，以及Program 上之注意事項等加以附註，俾供Program 時之參考。

當本書編輯之際，不僅針對造船所之生產設計，現圖等之圖形處理；就是對一般工業之設計，作業管理等技術，亦當力求其易於理解，以期此一system 之運用效果，得以充分發揮。當然，在本書入手試行新的發展之際，亦必須具有基本的Programme 技術（例如Fortran 等）之素養，自毋庸贅言。

關於造船用語，在原則上，係以學術用語集船舶工學編為準，但因對造船以外之讀者，恐有難以理解之處，所以為使本書能為各方人士易於接受起見，特將造船圖形，形成之順序，略述如下。

造船工程，一般為基本設計，工場設計，與生產設計，而指示工作上必要之圖形，則為使其逐次成為尺寸化。

基本設計則為計劃船型，性能，而一般配置及船殼基本圖（中央斷面圖等），則作成計劃線圖。

工場設計，則由這些圖面設定典型之構造細目，以決定構造主要尺

寸。

生產設計，由以上圖面劃分工作必需之詳細尺寸，整順（Fairing）計劃線圖，並記入構造，以製作工程用線圖，其次依工作基準，施工要領，以作成料件實形，至於作成展開圖，曲型尺寸亦以此充當之。

上述順序之略圖，如附圖 1。

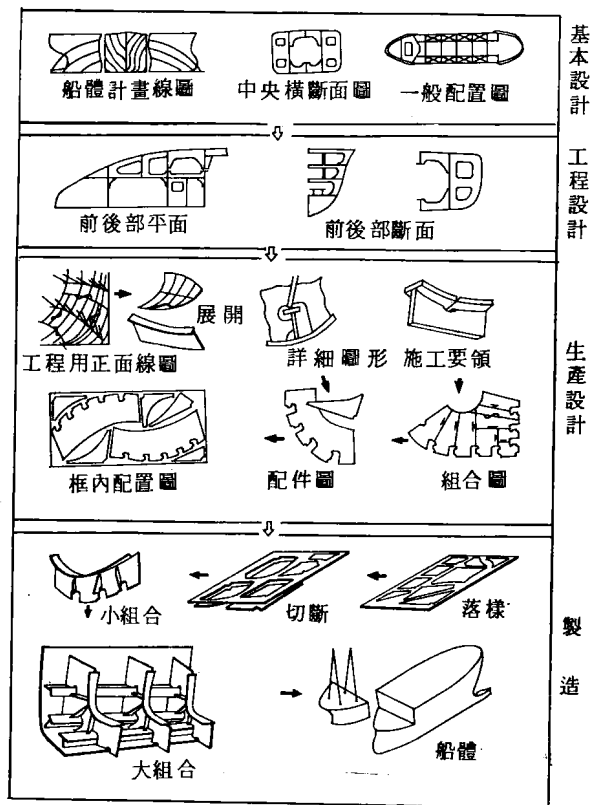


圖 1 由船體設計以造完成

現代造船NC技術／目次

第一章 造船NC應用之沿革..... 1

- 1-1 NC工作法..... 1
- 1-2 NC應用之沿革..... 3
 - 1.2.1 造船作業NC化.....3
 - 1.2.2 NC硬體——Hard Ware——之發展..... 4
 - 1.2.3 NC造船用軟體——Soft Ware——之發展..... 5
 - 1.2.4 新NC新技術.....6
- 1-3 NC引進之效果..... 7

第二章 圖形處理語言..... 10

- 2-1 概論..... 10
 - 2.1.1 何謂圖形處理語言..... 10
 - 2.1.2 圖形處理語言之由來..... 11
 - 2.1.3 圖形處理Program (程式).....14
- 2-2 圖形要素..... 16
 - 2.2.1 曲線與複合曲線..... 16
 - 2.2.2 點..... 18
 - 2.2.3 直線..... 20
 - 2.2.4 圓..... 21
 - 2.2.5 曲線..... 23

2-3	語言之構成	25
2.3.1	Statement (述語) 之種類	25
2.3.2	Geometric Statement (幾何述語) 之種類	29
2.3.3	Statement 與 Subroutine (述語與次常規)	37
2-4	圖形處理程式之設計	39
2.4.1	圖形處理程式之分類	39
2.4.2	圖形處理的 Program 設計上之留意點	45

第三章 船體線圖 50

3-1	概要	50
3-2	Fairing (整順)	50
3.2.1	數值 Fairing 之意義	50
3.2.2	船體的數式表現	51
3.2.3	Fairness (順適度) 之判定	61
3.2.4	Fairing —— 整順 —— 之方法	63
3.2.5	Spline 對實船之適用	74
3-3	Landing	78
3.3.1	Landing 之方法	78
3.3.2	對實船之應用	81

第四章 展 開 87

4-1	展開之作業系列	87
4-2	線圖有關料件之展開	90
4.2.1	外板之展開計算	90
4.2.2	外板彎型尺寸之計算	102
4.2.3	Frame 展開計算	104

4.2.4	外板組合	110
4.2.5	吃水文字之展開計算	114
4-3	派生料件之展開	117
4.3.1	Slot (槽孔) 形狀之計算	117
4.3.2	Stiffener (加強肋)	119
4.3.3	Bracket (腋板) 形狀之計算	121
4.3.4	Face Plate (面板) 尺寸之計算	122
4-4	獨立構造料件之展開	123
4.4.1	由圓筒對面之貫通形狀	124
4.4.2	平面之面 Section Line	126
4.4.3	Flat 之展開	128

第五章 關於NC系統之資料管理 132

5-1	關於造船資料之管理	132
5.1.1	關於造船技術之特性	132
5.1.2	關於造船新資料之管理	133
5-2	圖形處理系統之歸檔	134
5.2.1	歸檔 (File) 之方法	135
5.2.2	歸檔之設計	141
5.2.3	檔案之作成順序	144
5-3	檔案用之外部記憶裝置	144
5.3.1	卡片與紙帶	146
5.3.2	磁帶	146
5.3.3	Random (隨機) 之記憶裝置	146
5-4	檔案之運用	146
5.4.1	檔案之處理	146

5.4.2	檔案之更新與保管	147
5.4.3	檔案之廢棄	148
5-5	資料基數 (Data Base)	148
5.5.1	Data Base 之構想	148
5.5.2	資料之構造	149

第六章 由船體構造製圖對製造之應用 155

6-1	系統之流程	155
6.1.1	造船現圖之流程	155
6.1.2	新系統之流程	156
6-2	構造圖形之定義	159
6.2.1	程式計畫圖	160
6.2.2	圖形之定義	162
6-3	鋼材框內之配件配置	165
6.3.1	貼合之方法	166
6.3.2	手計算之方法	166
6.3.3	以 Computer 施以圖形旋轉計算之方法	166
6.3.4	以 Computer 計算圖形之旋轉與移動之方法	167
6.3.5	以 Computer 施行框內配置之方法	167
6.3.6	依人機交通——Man Machine Communication ——之方法	169
6-4	NC 切斷	169
6.4.1	同時切斷與多火口切斷	170
6.4.2	加工情報	172
6.4.3	開角切斷	172
6.4.4	切斷端點	174

6.4.5	熱變形之防止.....	174
6.4.6	切斷順序.....	175
6.4.7	Bridge——連橋——.....	176
6.4.8	切幅補正.....	177
6.4.9	共通線之切斷.....	178
6.4.10	NC落樣.....	178
6-5	對其他領域之應用.....	178
6.5.1	條材落樣之應用.....	179
6.5.2	條材切斷之應用.....	179
6.5.3	條材扳彎加工之應用.....	180
6.5.4	外板扳彎加工之應用.....	180
6.5.5	曲外板組合之應用.....	181
6.5.6	管材加工之應用.....	182
6.5.7	其他之應用.....	182

第七章 NC作動機構 185

7-1	管制裝置.....	185
7.1.1	NC裝置之分類.....	186
7.1.2	指定Tape.....	187
7.1.3	NC裝置之機能.....	194
7.1.4	Computer Control——電子計算機之管制 ——.....	199
7-2	Servo——伺服——機構.....	203
7.2.1	伺服電動機之作動機構.....	204
7-3	NC機械.....	208
7.3.1	NC製圖機.....	208

7.3.2	NC氣體切斷機	213
7.3.3	座標閱讀機	218

第八章 Computer與外圍機器.....221

8-1	概論	221
8.1.1	Computer之誕生	221
8.1.2	使用技術	222
8.1.3	Computer	227
8-2	Computer之構成	228
8.2.1	演算管制部	228
8.2.2	記憶部	233
8.2.3	輸出入管制部	233
8.2.4	外圍裝置	235
8.2.5	Mini Computer——小型計算機——	252
附錄一	圖形處理用之基礎演算式例	254
附錄二	立體解析幾何主要公式	265
附錄三	數值計算之解法	271
附錄四	數值計算程式作成上之注意點	278
附圖		287
索引		291

第一章 造船NC應用之沿革

1-1 NC工作法

NC 自 1952 年MIT(Massachusetts Institute of Technology)發表其技術以來，即以工作自動化有力的手段急速推廣，而已往以勞動集團為典型而難望其自動化的造船工業，亦如圖 1.1所示以NC機器設備向前急進了。

所謂NC 乃係數值管制(Numerical Control)的略字，文如其意，係指工作機械依數值命令而動作之方式。為了以管制手段使用數值，必須使用以數值式(Digital)為電算機(Computer)發展巔峯之電子儀器。

所以在NC 急速發展的背後，依電算機處理情報技術的發展，亦在

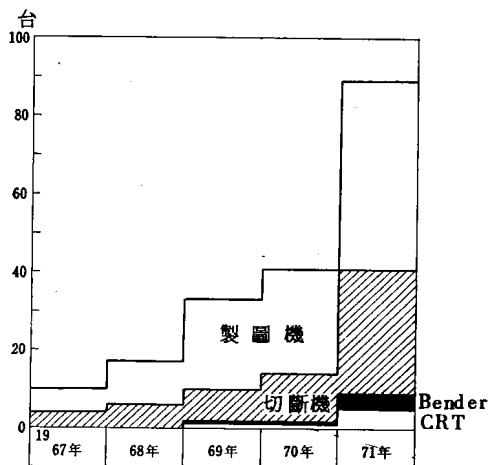


圖 1.1 NC 機器設置台數 (國內主要造船所合計)