

04002763

海港工程學

劉宅仁著



中國科學圖書儀器公司

印 行

海 港 工 程 學

劉 宅 仁 著

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

印 行

海 港 工 程 學

一九五一年五月初版

• 版權所有 翻印必究 •

著 者 劉 宅 仁

發 行 者 中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

發 行 所 中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司
印 刷 所 上 海 (18) 延 安 中 路 537 號

分 發 行 所 中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司
南 京 太 平 路 273 號
廣 州 永 漢 北 路 204 號

實價 辛 75,000

CE 22 1.5/1.5 0.15



鄭 序

近代國際間之貿易，範圍益廣，而海洋運輸乃突飛猛晉，於是內陸與海洋交通之聯繫，端賴海港之設置。吾國建設海港，肇始於清代末葉，其設備之完善，布置之周密，以大連、青島、上海為最，而沿海其他商港、軍港、漁港亦無時不在改進與增建之中，國人對於海港工程之重視，可想見矣。顧有關海港工程之專書，至今尚乏善本，堪資學者之鑽研，誠憾事也。吾友劉宅仁先生，學術淹博，任教有年，嘗於抗戰期間，著有渠工學一編，列入中國工程師手冊之內，久為國人所寶貴。近年劉先生執教於同濟大學，講授海港工程，乃更蒐集中外有關海港之資料，殫心著述，歷時三載，蔚然成此巨帙，顏曰海港工程學，書成示余，余受而讀之，欽佩莫名。按是書內容分十有二章，舉凡海港之總論，港之類別，海洋現象，海岸工程，海港設計，海港外堤，港池碼頭，駁岸岸壁，碼頭設備，船閘船塢，航道浚深，以及航道標誌等諸大端，莫不燦然具備，非特可供大學教學研究之用，兼可為從事實際工程者之參考，洵近世之佳構也。今是書已付剞劂，即將問世，特為介紹於讀者，並欣然而為之序。

公元一九五一年一月 鄭肇經

嚴 序

港埠建設在交通事業中佔據非常重要的位置。因為交通運輸雖有空運、陸運、水運三種途徑，然而大量運輸仍以水運為主。水運必須有優良的港埠作為船舶停泊和貨物裝卸之所，以便達到安全、便利、和迅速的目的。設施完善的港埠既可提高運輸量又可減低運費，對於開展物資交流，促進國家的經濟建設，具有極端重要的意義。

港埠有內河港和海港的區別。海港因需要條件較高，且又受到各種自然因素如潮汐、海流、波浪等的影響，在技術方面困難最多。我國有萬餘公里的海岸線，有不少條件優良的海港，將來如何加以興闢，不但對於新中國的經濟建設關係重要，即在國防需要上也是當前的急務。在過去我國港務多操在帝國主義國家的手裏，我們自己的築港技術比較落後，關於海港工程方面的專門著作極為缺乏。因此在這方面的提高實屬必要。劉宅仁先生早年留學德國，專攻水利，對於海港工程富有研究。回國以後曾歷在前中央大學和現在的同濟大學等學校教授海港工程。近年他本其教學心得，著成海港工程學一書，內容豐富，取材新穎。舉凡築港工程的基本認識，各項工程的規劃和設計，以及附屬設備等，書中都包羅無遺。這本書極適於學校教學之用，並可作為從事海港工作者之參考。在中國要擺脫帝國主義經濟和文化方面束縛的今日，這本書的出版是有它的重要意義的。

一九五一年三月十日 嚴愷序於上海交通大學

著者自序

海港為洲際交通之樞紐，海港建設為建國大業中重要之一環，而其工程知識則為土木水利工程之一分科，是以各大學之土木工程系及水利工程系中，無不設有海港工程學之課程，其重要亦可以概見矣。但研究海港工程學之書籍，則極為缺乏。以往我國各學校，大都以英文為第一外國語，每於缺乏中文課本之學科，即取英文原本以充教學之資料，一時成為習尚。著者於一九四七年秋季，開始在同濟大學擔任海港工程學課程之講授，彼時環顧坊間，中文工程書籍中，固無海港之專書，即西文書籍中，亦乏善本；於是乃自編講義，以應教學需要，是為本書草稿之始。其後每年講授，歷經增刪，迄今書成，稿凡三易。

本書凡十二章，二十餘萬言，插圖四百餘幅。本書之內容範圍，包括構成海港之各項重要工程知識。本書之目的，擬以兼作學校課本，並供實際工程師之參考。惟是海港工程技術，與地方性之關係極大，較之其他應用科學之地方性，或且過之。本書之所能介紹者，限於築港之一般性原則，其在實際規劃、設計與實施工程時之應用，自必須先經實地環境之研究，通盤籌劃，權衡利弊，而後方能決定所適從。適於彼者，未必合乎此，是在從事實際工程者之因地制宜；此著者之深望也。

書中之專門名詞及譯名，均儘量採用國內已沿用者及中國水利工程學會所編訂者，苟無適當之名詞可得，則由著者本其意而另譯之。地名人名之音譯，多採自商務印書館出版之綜合英漢大辭典之音釋附錄，不見載於該附錄者，亦由著者自行擬訂。譯名之後均加附註數字標明，而以西文作腳註，註於同頁之下。腳註西文係先列英文，次於括號中列德文，冀可兼供習英文者及習德文者之參證。語言文字，傳譯本非易事；著者一人之見聞有限，當世學者，倘予糾正，使得以從此補充之而有統一之工程名詞，實深企幸。書中度量衡制，以採用公制為原則，但有若干資料，係採自英美，若干海港，本用英制，強加換算，將徒失其真，故本書於述例之中亦間有用英制者。

本書之作，多值戰時，國內實地資料，難於搜求，蘇聯工程經驗，尙無介紹。著者執筆於授課之餘暇，閉戶造車，疵謬之處，恐在不少；尙望當世碩學專家，不吝指教，以匡不逮，幸甚幸甚。

本書取材於其他書籍及記載之處，書中多不及一一註明，謹彙誌參考書目錄於書末。本書初稿曾經同濟大學土木工程系一九四八及四九年級同學代為抄寫。書中一部分插圖承助教范祖堯君協助繪製。本書之版式，承中國科學圖書儀器公司負責人代為摹劃，排印清楚醒目而美觀。均使著者銘感無已，書此誌謝。

劉宅仁

一九五一年一月二十九日，上海。

7
628.6
7232
c2

00002763

目 次

序	1-4
第一章 緒論	
〔1.1〕 海港之重要性	1
〔1.2〕 海港建築簡史	1
〔1.3〕 海港與船舶	3
〔1.4〕 船舶術語略釋	5
〔1.5〕 我國海岸概況	7
〔1.6〕 我國重要海港概況	7
〔1.7〕 我國以往築港計劃	17
第二章 港之類別及要素	
〔2.1〕 港之類別	20
〔2.2〕 港之要素	22
〔2.3〕 口門及航道	22
〔2.4〕 泊澳	22
〔2.5〕 港外碼頭	25
〔2.6〕 港池	26
〔2.7〕 待船港	27
〔2.8〕 修船設備	27
〔2.9〕 貨棚貨棧及其他	27
〔2.10〕 商港之要件	28
〔2.11〕 軍港之要件	28
〔2.12〕 漁港之要件	29

[2·13]	避風港之要件	29
--------	--------	----

第三章 海洋現象

[3·1]	海洋分佈	30
[3·2]	海水之性質	31
[3·3]	泥沙	32
[3·4]	海水對於建築材料之侵蝕作用	33
[3·5]	海流	33
[3·6]	水位之名稱符號	34
[3·7]	單位	36
[3·8]	潮汐現象	36
[3·9]	潮汐之成因	37
[3·10]	大潮與小潮	39
[3·11]	潮差舉例	40
[3·12]	潮汐之測記	41
[3·13]	波浪現象	43
[3·14]	波速及波高	45
[3·15]	波浪與岸坡	48
[3·16]	波浪與直立之岸壁	48
[3·17]	波浪之方向	50
[3·18]	港灣中之侵入波	51
[3·19]	波浪之衝壓力	52
[3·20]	水流下石塊之移動	54
[3·21]	單波及地震波	55
[3·22]	水面浮油之作用	56
[3·23]	風之生成	56
[3·24]	風向及風速之觀測	57
[3·25]	風况記載	60
[3·26]	霧	63
[3·27]	冰	63

第四章 海岸工程

[4.1]	海岸	65
[4.2]	河口	66
[4.3]	弱潮河口	67
[4.4]	強潮河口	69
[4.5]	濱海土地之保護	71
[4.6]	沙丘	71
[4.7]	護坡	73
[4.8]	挑水壩	83
[4.9]	土塘	85
[4.10]	排水涵洞	86

第五章 海港設計之準備工作

[5.1]	海港設計	88
[5.2]	經濟研究	88
[5.3]	船舶調查	89
[5.4]	地形測量	90
[5.5]	地質鑽探	92
[5.6]	氣象及水文	92

第六章 外堤

[6.1]	概說	94
[6.2]	口門	95
[6.3]	外堤之類型	98
[6.4]	固定性岩石海岸之港	99
[6.5]	突堤與流沙	104
[6.6]	移動性沙質平直海岸之港	106
[6.7]	河口導堤	111
[6.8]	弱潮河口導堤述例	113
[6.9]	強潮河口導堤述例	115
[6.10]	外堤之側面形式	118
[6.11]	弱潮處之斜坡式外堤	118
[6.12]	強潮處之斜坡式外堤	125

[6·13]	直壁式外堤	126
[6·14]	直堤式外堤之計算	130

第七章 港池及碼頭

[7·1]	港池及碼頭之規劃	143
[7·2]	橫碼頭與直碼頭	144
[7·3]	港池形式	145
[7·4]	開敞港池	147
[7·5]	閉合港池	148
[7·6]	半潮差港池	150
[7·7]	港池之尺度	152
[7·8]	船貨之處理	154
[7·9]	碼頭面積	155
[7·10]	件貨碼頭	157
[7·11]	散貨碼頭	161
[7·12]	旅客碼頭	163
[7·13]	海軍碼頭	163
[7·14]	漁碼頭	164
[7·15]	駁岸線之總長度	164

第八章 駁岸岸壁工程

[8·1]	概說	166
[8·2]	坡式駁岸	166
[8·3]	上坡下直式之駁岸岸壁	167
[8·4]	垂直岸壁	170
[8·5]	木板樁及嵌堡結構	171
[8·6]	鋼板樁	176
[8·7]	板樁之計算	179
[8·8]	土壤之壓力與抗力	181
[8·9]	假定樁腳為自由支持之板樁	187
[8·10]	假定樁腳為剛硬固定之板樁	189
[8·11]	錨繫桿及錨繫板	191

[8·12]	無錨繫之獨樁	193
[8·13]	圻牆岸壁——乾地施工之圻牆	193
[8·14]	水下奠基之圻牆岸壁	195
[8·15]	樁基圻牆岸壁	203
[8·16]	筒樁之安全荷重	206
[8·17]	樁基結構之計算	207
[8·18]	樁台下筒樁之位置及作用力	208
[8·19]	樁台下之板樁	219
[8·20]	樁台圻牆之計算	220
[8·21]	樁基結構之滑移安全	221
[8·22]	支墩圻牆	223
[8·23]	保護岸壁之設備	224

第九章 碼頭上之設備

[9·1]	繫船設備	225
[9·2]	登岸設備	230
[9·3]	起重機	233
[9·4]	升降梯及絞車	239
[9·5]	煤及鑛砂之裝船設備	239
[9·6]	煤及鑛砂之自船卸貨設備	244
[9·7]	裝卸糧食之機具	246
[9·8]	貨棧	249
[9·9]	道路及鐵道	250

第十章 船閘及船塢

[10·1]	單門船閘	251
[10·2]	廂船閘	252
[10·3]	閘牆及閘底	255
[10·4]	閘門	258
[10·5]	人字門	259
[10·6]	人字門與平推門之比較	262
[10·7]	輸水孔道及水門	263

[10·8]	乾船塢	265
[10·9]	浮船塢	267
[10·10]	其他修船設備	269
[10·11]	造船廠	270

第十一章 航道維持與浚渫

[11·1]	海港航道	273
[11·2]	河道變化與航道維持	274
[11·3]	潮水瀉刷	274
[11·4]	浚泥機具	276
[11·5]	抓斗浚泥機	277
[11·6]	梯式鍊斗浚泥機	278
[11·7]	吸管浚泥機	280
[11·8]	挖出泥沙之裝運	281
[11·9]	水下碎石機	282
[11·10]	黃浦江航道概況	282
[11·11]	大沽沙航道概況	284

第十二章 航道標誌

[12·1]	概說	286
[12·2]	晝標	288
[12·3]	夜標	291
[12·4]	霧信號	294

第一章

緒論

[1.1] 海港之重要性

交通運輸為發展經濟之樞紐，試考古代人類文明之曙光，及近世諸強興盛之所由，幾均與交通運輸之便利有深切之關係。近年航空事業，雖有特殊之進步，然陸水空各種交通，實各具其長，相輔為用，不可偏廢。大抵巨量物資，在內陸之轉運，皆循乎各地鐵道公路及航道之溝通；其在洲際間之運輸，則惟船舶及海港是賴。

港為船舶停泊以及旅客上下貨物裝卸之所。在遼遠廣闊之海岸線上，船舶若任意靠岸停泊，遇風吹浪擊，則不免有被推攔於沙灘之上，或至與岩石相撞之危險。為求達到安全之條件，船舶之與陸岸相接，必須停泊於具有掩護而平穩之水濱。此一或多或少具有掩護之水面，即名曰港。是故海港者，乃與海洋相連通，其外端全部或局部具有掩護，俾船舶於出發之前，及抵達之後，得以安穩停靠，供旅客上下及貨物裝卸等，以達成安全而且便利之交通為目的之處所也。

海港為內陸交通，如鐵道公路及內河航道等，與海外交通之關鍵，為洲際間海運航道之起點或終點。港屬腹地之貨物及旅客，皆會集於此，以轉赴海外。海外之貨物及旅客，亦皆先抵於此，再行分轉內地。是故舉凡貨物裝卸存放之安全便利，以及費用之低廉，旅客之安全舒適等，均為良港應具備之要素。又船舶於出發遠程航行之前，其機械設備，必須詳加檢查，或加以修理；在遠程航行歸來之後，損壞亦在所難免；故修船及添加各種補給之設備，亦為海港所應具備。在軍港中，修船之設備尤為重要。

近世海洋運輸，迅速發展，國際貿易，與時俱進，範圍之廣，數量之大，遠逾往昔。船舶增大，航速增快，貨值增高；於是對於航業之安全，貨運之效率，以及經濟上，軍事上之種種要求，亦均隨而增嚴增大，謀滿足此種種要求，乃築港工程師之課題也。

[1.2] 海港建築簡史

試考歐西史乘，以往一國之興衰，常繫於其航海之發達與否。蓋海權之得失，直接影

響其國際地位之增降也。昔者如埃及、腓尼基、希臘及羅馬等，當其盛時，均擁有商船及兵艦甚多。泊船必於港；築港歷史之悠久，殆可以此徵之。近世如英、美、德、法、日諸國，其對於航海之經營，商船兵艦之建造，均不遺餘力。隨海運之興盛及造船之發展，海港工程亦日益進步。

遠在二三千年之前，歐西已有於海洋灣澳之外，投擲巨石，堆之成堤，以為防禦風浪之用者。昔時船舶較小，吃水甚淺，遭遇風浪之襲擊，易生危險，是以防禦風浪為要；至於港池及航道之吃水深，則尚不成為問題。其後，有延長靠船之碼頭駁岸^①者。再後，自岸邊伸築突堤^②，或在水之中央建築防波堤^③，以掩護其內部之水面，構成平穩之泊澳^④等方法，均相繼被採用，漸且有建造內港並開闢通海運河者。而突堤及防波堤，其被安排之位置不同，遂令一港而有多個之出入口，得因風浪方向之變異，而選擇使用之。六十餘年前(1886)，Vitruv氏曾著書，闡述歷史上造堤之方法：如何先堆小石，再砌大石；以及如何以木板為型，於水中利用石塊泥漿以造牆等等。惜乎波浪沖淘，海岸遷移，古代海港遺跡，今日均已煙滅不可復睹耳。

古代之名港，在腓尼基海岸者，有Tyros, Sidon, Tripolis諸港。在非洲北岸者，有Karthago, Alexandria諸港。雅典港在希臘西海岸，為三個天然之海灣所形成。Ostia港在意大利海濱之Tiber河口，昔為羅馬之門戶，由於海岸之向前伸移，而今其故址已在海岸之內四公里矣。此外於那布勒斯灣^⑤中之Puzzuoli港，據考其中已有間斷式之突堤及防波堤，曾被採用而具有成效云。

一二四一年，北德意志與鄰近諸國之郡邑間，成立漢薩商盟^⑥，以共同促進商業及航務為目的。歐洲各大港均相繼加入此組織。然因當時船舶之噸位不大，各港均位於河口，有天然之利，故對於航道之改善殊無研究。其對於港工技術之供獻，僅為碼頭駁岸之保護，繫船柱及輕便棧橋之建造，及對於盜匪之防禦等工事而已。及十七世紀，西班牙葡萄牙之航業，向東印度美洲新大陸等地展開，漢薩商盟乃漸失其權威。

我國歷代閉關自守，對於航海未加重視。及至清末，外人根據不平等條約，侵佔我國沿海及內河航權，並租借土地，從而干預港務以及於一切經濟開發；大權旁落，河山破碎，言之至堪痛心！我國已開各港，其由外人經手建築者，有營口、天津、烟台、上海、福州等處，築港機構極為紊亂，在營口為遼河下游工程局，在天津為海河工程局，在烟台為海墘工程會，在上海為滄浦局，在福州為閩江工程局，其由外國政府直接建築者，又有大連、旅順、威海衛、青島、廣州灣等處。迨北伐完成，始組建設委員會，負興修全國水利之責。民十八年(1929)，特設北方大港及東方大港兩籌備處，辦理測量設計事宜，惜以款絀，未能興工。南

① quay; (Kai)

② jetty, mole; (Mole)

③ breakwater; (Wellenbrecher)

④ roadstead; (Reede)

⑤ Naples Bay

⑥ Hanse; (Hansa)

方大港，初由地方人士推動，迨廣東治河委員會成立，即舉行勘測，登記土地，並擬定計劃，呈請國府備案，後由黃埔開埠督辦公署施工。 抗戰勝利後，珠江水利局接收珠江水利事業，包括黃埔築港工程。 迨念孫中山實業計劃，對於開發海港，特予揚槩，通盤籌劃，至具深心；誠以海港關係全國交通之通滯，工商之榮枯，及海防之虛實，為建國要政之一，不容忽視者也。

(1.3) 海港與船舶

港乃船舶碇泊之所。港與船，兩者間之關係實為密切。海港設計與造船之進步，必須互相配合。例如，昔時船舶之吃水約僅三公尺許，船壁及底為圓弧狀，故岸壁多為木製，於其基部投碎石以護之即可；今之船舶尺度大增，吃水深及十餘公尺，船壁成垂直，舊式之簡

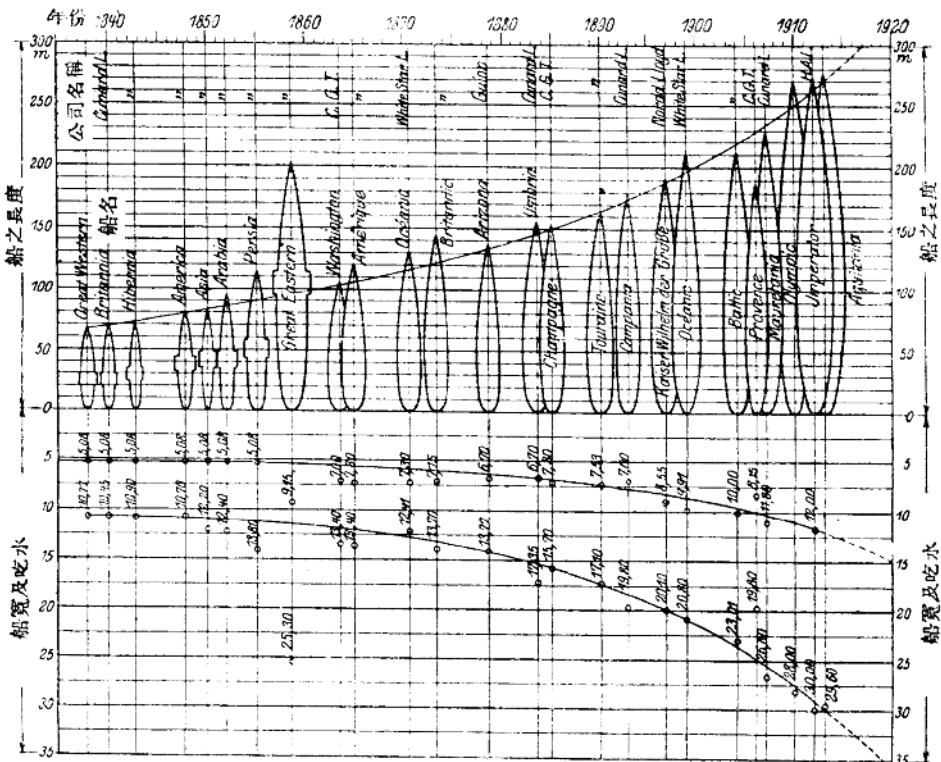


圖 1.1 歷年船舶尺度增進之情形

單木製岸壁自不復適用。又船舶加大後，使航道上之建築物，如橋樑等，亦無不隨而加大，今日船上之烟囱及天線竿雖未必一定較高於舊時船上之帆桅，但船身加寬，橋樑之跨距自應加大。

研究以往以迄於今船舶之增進，可以為推測將來發展之趨勢之助。圖 1.1 示歷年船舶尺度增進之情形，橫坐標表示時間，橫坐標上繪出各該年份中所建造之最大之船，並註明船名及所屬公司之名稱於其上。以往船舶尺度之增進，及今後繼增之趨勢，似均可自圖中曲綫一覽無遺。但船舶之增大，亦決非漫無止境。吾人應知築港工程之浩大，改建匪易；尤其在以挖濬方法保持航道水深之處，深度之增加，所加之費用至鉅。大船較諸小船所能節省之貨運單價，較之挖濬航道之費用，二者究竟孰大，以及裝卸貨物與挖濬泥沙所用機器

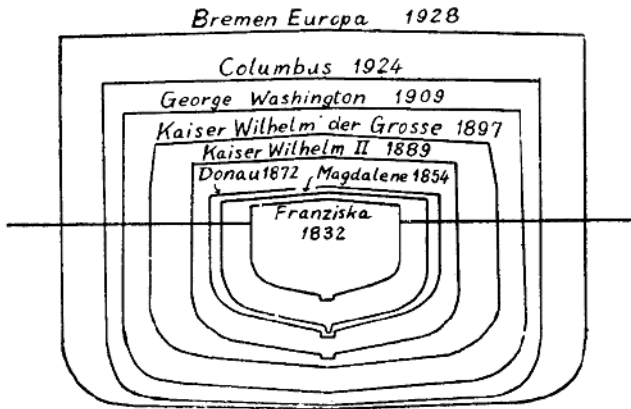


圖 1.2

之性能如何，均值得不斷之研究。是故事實上船舶之增大，除受造船技術之限制外，同時亦受各種經濟問題之影響。

圖 1.2 所示 North German Lloyd 輪船公司海輪之中腰橫斷面，橫斷面上註明船名及建造之年份，其逐漸加大，及由小型尖底漸進成為箱狀而具平底之趨勢，甚為明顯；具見近年船寬之增加，在比例上遠較吃水之增加為多。

設計港澳及航道之水深，自當以船舶之吃水為依歸。抑尤有進者，船底龍骨與水底間所應留之淨距^①，亦應因水底地質之情形及水面波浪之大小而異。水底為泥沙，水面無波浪，則淨距可小。水底為岩石，水面波浪大，則淨距宜大。此外另一應注意者，則為該港澳及航道中，是否常有傷損待修船舶之航行。船舶於傷損之後，其吃水有較其正常時加多至十餘呎者。此點與軍港之設計，關係最切。

距今百餘年前，世界最大之船，無論其為客船抑為貨船，鮮有逾千噸以上者，其時船長約 200 呎，吃水約 16 至 18 呎。非但每一船之尺度較小，船舶之總數亦少。故為一般港澳及航道，所不難容納。又彼時裝卸貨物之設備簡陋，效率低微，對於船舶之入港，裝卸貨物，以至出港，所需之時間，不如今日之重視；船舶停留於港外，多等一二次潮水，乃習見之事。今日港澳及航道中之水深，較昔增加甚多，不僅由於船型之加大，蓋亦由於經濟之需

① the clearance between keel and bottom