

論 說 報 告

土木學會誌 第十三卷第一號 昭和二年二月

ハンブルグ港

會員 工學士 木 津 正 治

The Port of Hamburg.

By Masaharu Kidzu, C. E., Member.

内 容 梗 概

ハンブルグ港の港勢の一般と共に技術的方面を成るべく詳細に述べたものである。

Synopsis.

The report covers general conditions of the port of Hamburg and its technical side as precisely as possible.

	目 次	頁
序 言	1
第一章 港の大勢	3
第二章 Elbe 河の改修	9
第一節 Ober Elbe 及 Norder Elbe	9
第二節 Unter Elbe	11
第三章 水上設備	12
第一節 開船渠	12
第二節 岸壁及護岸	16
(イ) 一 般	16
(ロ) 岸 壁	17
(ハ) 岸壁艦装	27
(ニ) 護 岸	33
第三節 閘 門	33
第四節 船寄場	34
第五節 繫船杭及氷除	35

第四章 陸上設備	35
第一節 上屋	35
第二節 倉庫	38
第三節 雜建築物	40
第四節 機械的設備	41
第五節 港内鐵道	46
第六節 稅關設備	47
第五章 入港船舶と港灣設備との關係の數學的研究	49
第六章 浚渫及碎氷	70
第一節 浚渫	70
第二節 碎氷	71
第七章 航路標識	71
第八章 港内設備の維持	72
第九章 Elbe 隧道	72
第十章 Cuxhaven 港	74
第十一章 工費	75
第十二章 管理及經營	75
附 錄 參考書	77

序 言

著者は大正 11 年 12 月の初め日本を立つて、印度洋を通り、ベルリンに行き、そこを根據として歐洲大陸の港を視察し、次に英米等の港を視て、大正 13 年 3 月中旬横濱に歸つた。其間比較的永く獨逸に居つたので、何か獨逸の新しいことを報告したいと思ふて、大分詮考して見たが、別にこれぞと云ふものも見付からなかつた。元來著者は港の視察を主な目的として行つたのであるから、矢張り港の報告をするのがよいと思ひ、ハンブルグ港の報告を書くことにした。

ハンブルグ港に就いては、先に犬塚土木局長一行の御報告があるし、近くは神戸土木出張所の高西博士及北海道廳の林技師兩君の御報告があるので、今又私が報告するのは、蛇に足を附ける様なものかも知れぬ。然し土木學會誌には未だ誰も報告して居られんから、本誌に筆をとることにした。

ところが不幸にも、著者の獨逸滞在中は、國狀が少からず騒々敷くて、在留外人は勿論のこと、獨逸人自身も甚だ不安な日を送つて居つた。殊にハンブルグは食料暴動などの本元で

あつて、丁度著者が行つた時も小さな暴動があつて、警察の前には鐵條網が張り廻はされてある状態であつたから、港の中などを獨り歩きするのは、少からず氣持が悪かつた。元來著者は國を出る時から、當港を相當に詳しく調査して來たい積りであつたが、こんな状態なので調査がなかなか出來にくく、少からず困難したが、漸くにして港内の大抵の所は見物し、参考書も手に入るだけのものは持ち歸つたから、之によつて報告をする。然し之等の参考書も 19:3 年頃即、戦争の起つた年頃までのものは、實に有益なものがあるけれども、戦争中のものは無論纏まつて居らず、戦後のものも完全なものがない。又實際に於ても、戦後に於て新しく施設したものは殆どない。それであるから、本報告も主として戦前の事のみで、其後の事は餘り記してない。尤も著者が今回歐米の諸港を巡視しての觀察によれば、米國は別として、歐洲方面に於ては、戦前よりもひどく發達して居る港は先づない様である。それで本報告は聊か古臭いかも知れぬが、さりとて前世紀の事を報告するのでもないから、多少は参考になる點もあるかと思はれる故に、一讀下されば著者の大いに光榮とする處である。

因に本報告に添附してある附圖の Abb. の番號は、原圖のものを其儘使用したのものもあるので順序が混亂してゐるから、その積りで御覽を願たい。

ハンブルグ在住の老川茂信君は永年當港にあつて、海運業其他に従事せられ、その方面の事情に通曉してゐられるが、著者は同君より直接に御指導を受けて大變に得るところがあつた。又片岡謙君は本報告の整理等に御盡力下された。何れも茲に記して深甚の謝意を表する。

大正十四年十二月

第一章 港の大勢

ハンブルグ港はエルベ河の上流 103 km. に位し、兩岸に跨つて發達した港で、人口約 100 萬を有し、獨逸ではベルリンに次ぐ大都會である。港灣の施設は技術家としての單なる理想から見れば、多少不満足な點がないでもないので、著者が實地を見る前に豫想して居る程に整頓して居ると云ふことは出來ぬ。然し之は單に著者の理想的立場から見た丈けの話で、實際的の見地からすれば、現世界に於ける最大の港灣技術だと推賞することが出来る。何處の港でも初めから大きな計畫を立て、ずんずん進むことは大變に困難で、むしろ殆ど不可能のものであるが、殊に當港では行政區域の關係上、大抵の事は對岸プロイセンと交渉を要し、甚だ面倒なので、其結果技術家の方面に於ても、理想的の計畫を立て難い節もあり、遂には今一步と云ふ様な恨を残した譯であらうが、此點は詢に惜しい事と思ふ。しかし之等の困難に打ち勝つて、あれ丈けの港にするには、そこに多大の困難があり、種々の犠牲が拂はれたことゝ窺はれるが、此事は獨り吾々技術家のみならず、一般港灣關係者に於て大に學ぶべき點だと思ふ。

當港は港灣自體の設備が完備して居るのみならず、之に達する鐵道も四通八達してゐる。加ふるにエルベの大水運を以てして居るから、港灣としては實に良好なものである。此結果が當港の繁榮を招致した事は、否むことは出来ないけれども、唯これのみではなく、當港の住民が港灣に就いて理解する事深く、進んで多額の工費を負擔して、修築工事を施工したのみならず、港の諸掛を軽減することに専心努力して居るのも、最大の原因である。此事も日本では大に學ばねばならぬ點と思ふ。

さてこれより、既往に溯つて當港の歴史を少しく記述し、更に現在の狀況を述べ、進んで將來に對する著者の豫想を述べて見たいと思ふ。

由來當港は北海方面とバルチック海方面との、仲繼貿易港として發達したものであるが、十三世紀の初期に於て、英國及和蘭の勢力が強大となつて、歐洲商業の霸權を握り、獨逸を壓迫したので、同國の商業は日々衰微した。之が對抗策として、北獨逸各市の商人は互に相團結し、各港に共同貯藏場を設けて、相互供給の便を計り、所謂ハンザ(Hansa)同盟なるものを作つて、英和の商權に當つたが、當港も其内に加はつて大いに活動した。當時北海とバルチック海との交通は、専らユトランド(Jutland)半島を廻航して居つたが、之が航行には常に困難と危険とを伴つて居た。其後此連絡には、前記航路によるよりも、寧ろ當港を経由して國內水運により、リユーベック(Lübeck)港に出るのを得策とする傾向を生ずるに至つたので、當港は其入口を扼する事になり、大變隆盛になつた。

然るに其後歐洲諸國は、政治的混亂に陥つたので、當港も自然に衰微したが、十七世紀の後半には、獨逸は1隻の軍艦をも有せざるに反し、英國及和蘭は多艘の軍艦を持つて軍事的掌海權を握り、獨逸の海上商權を壓迫したので、當港も北歐貿易の利得を失ひ、大いに衰微した。茲に於て活路をアジア及アメリカ貿易に求めたが、年を追ふて其基礎を固め、アメリカ殖民地に於ける西班牙の勢力衰ふるに乘じ、其商權を奪つて之等の地より生ずる工業原料品を輸入し、獨逸國內の製造工業に供給するに至つて、再び當港が盛になつた。然るに十九世紀の初めに於いて、ナポレオン一世が當港を占領し、エルベ河を封鎖して、諸外國との交通を遮斷した爲に、貿易は全く消沈して、當港は再度の悲境に陥つた。轉じて獨逸國內の情勢を見るに、十七世紀の後半以來、國內は四分五裂して、百餘の王國に分れ、徒らに小王國の政策に捉はれるのみで、何等對外的の政策が講ぜられなかつた。1871年獨逸帝國の出現以後は、稍々對外政策の見る可きものがあつたけれども、聯邦の基礎未だ強固ならざるのみならず、外には強敵を控へて居つたので、とても充分のことが出來ず、力を専ら内政に注ぎ、大いに産業の振興を計つた。即、1879年以來、農業保護政策を確定して、大いに關稅の障壁を高くしたので、農業が頗る盛になつて、國內は大いに開拓された。然れども限りある國內の開拓は終りを告げて、農耕の餘地少きに至つたのみならず、一面人口の増加頗る急激

にして、自國の農産物だけでは不足を告ぐるに及び、之を米國其他の諸國に仰がねばならぬ様になつた。此結果輸入超過となつて、國富を減殺するに至つたので、更に産業政策を一變して農業政策より商工業政策に移り、大いに商業を奨励すると共に、製造工業を盛ならしめた。而して之等工業の原料は、海外諸國に求めるものが大部分である。而かも其製品の販路は又、海外に求むべきものが多い。茲に於てか獨逸の海外貿易は大變に多忙になつたが、其上に、北歐諸國に對する仲繼貿易も亦時勢の進運につれて隆昌を來したので、大いに獨逸諸港の繁榮を招致した。殊に當港は之等貿易の主權を握つたので、港勢の發展は洵に隆々たるものがあつた。此機運に乗じて、内には港灣の設備を整へると共に、自由港區の制度を創設して、關稅手續の簡捷を計り、外には鐵道を發達せしめると共にエルベ河を改修して水運の利便を大ならしめた。加ふるにカイゼルウイヘルム運河の開鑿は當港とバルチック海との連絡を完ふして、當港の繁榮に多大の貢獻をした。斯の如くにして、當港は旭日昇天の勢を以て繁榮したが、今 1815~1913 年約 100 年間の發達の跡を示す爲に、毎年入港船舶の噸數を圖示すれば附圖第一の通りである。因に同圖は全體としては合計を示すと共に、之を分類して其内譯をも表はしてある。内譯は系線間の距離で示されてあるが、其値を知るには一々之を測つて見なければならぬ不便はあるけれども、一目して各内譯の大勢を知ると共に、彼此、比較して其輕重を知るのに便利である。以下の諸圖も多くは此方法で作製してあるから、其積りで御覽を願ひ度い。

斯して戦前の 1913 年に於て隆昌の極に達したが、同年の入港船舶の噸數を圖より擧ぐれば次の通りである。

1913 年 ハンブルグ港入港船舶噸數 (約)	
海船：—(登簿噸數)	
汽船	約 12 900 000. 噸
帆船	約 1 100 000. 噸
計	約 14 000 000. 噸
河船：—(積載噸數)	
	約 9 500 000. 噸

此圖に就いて一言を費せば、海船の増加は云ふまでもないが、之と同一の歩調をとつて河船が増加して居る。此事實は當港とエルベの水運とが、互に相關連して發達したことを示すものである。又海船の中で帆船が漸増の歩調をとつて居ることは、聊か注意を拂ふ可き點でこれ當港にて、原料品たる大量貨物が、帆船で取扱はれるものが少なくないからである。因に當港に入港する帆船の一艘 平均登簿噸數は約 500 噸位であるけれども、中には随分大きなものもある。

又 1873~1913 年の 40 年間に於ける出入貨物の發達を示せば、附圖第二及附圖第三とな

るが、前者は噸數を、後者は價格を、何れも運搬具別にして示したものである。

今 1913 年の出入貨物の噸數及價格を(主要なるもの、品名及數量を加へて) 擧ぐれば、

第 一 表

1913 年 ハンブルグ港出入貨物噸數及價格

(1 マルク (mark) を 50 錢として換算)

運搬具	輸 出			輸 入		
	品 名	噸 數	價 格	品 名	噸 數	價 格
海 船	砂 糖	1 044 000 ^噸	124 000 000 ^円	石 炭	4 236 000 ^噸	
	加里鹽類	920 000		大 麥	1 260 000	
	セメント	497 000		硝 石	788 000	
	機 械		94 500 000	珈 琲		138 000 000 ^円
	鐵 物		92 000 000	コブラ類		131 000 000
	其 他	6 439 000	1 622 000 000	牛 皮		127 500 000
	計	8 900 000	1 932 500 000	其 他	10 216 000	1 961 500 000
河 船	石 炭	1 845 000		砂 糖	1 096 000	
	穀 物	1 400 000		鹽 類	1 044 000	
	鐵 鑛	292 000		砂 利	633 000	
	其 他	3 663 000		其 他	2 627 000	
	計	7 200 000	649 500 000		5 400 000	476 500 000
鐵 道	麥夫及飼料	263 000		石 炭	1 969 000	
	紡績原料	182 000		コークス 及煉炭	470 000	
	果 實	169 000		鐵 物	327 000	
	其 他	1 986 000		其 他	2 434 000	
	計	2 600 000	794 000 000		5 200 000	1 144 000 000
	總 計	18 700 000	3 376 000 000		27 100 000	3 978 500 000

輸出+輸入 = 45 800 000 噸

= 7 354 500 000 圓

の通りで、出入の總計は實に、45 800 000 噸、價格 7 354 500 000 圓に達して居る。

以上の圖及表に就いて見るに、海船の貨物は輸出<輸入である。海船の一部分は獨逸國の沿岸貿易に従事して居るけれども、大部分は外國貿易に従事して居るから、外國貿易關係に於ては、當港は輸入港である。貨物は主として輸出は加工品、輸入は原料品である。尤も輸出の貨物中にも、かなり原料品が含まれてゐるが、これは大抵外國より輸入されたものを仲繼して、更に外國に出すものである。因に海船で石炭が隨分多量に輸入されるが、これは主として英國より來て、ベルリン方面へ行くものである。河船の貨物は大部分原料品であるが、輸出>輸入であつて、上り荷は多いが下り荷は少ない。

鐵道の貨物は主として加工品であるが、輸出<輸入であるから、鐵道では河船と反對に、到着貨物は多くて發送貨物が少ない。戦前は國內の石炭が、大分多量に鐵道で當港へ來たが、現今では炭礦が佛國に差押へられて居るので、出炭は餘り多くない。

次に當港は、歐洲より出て、主として北米合衆國へ移住する諸國の人民が、大變澤山出入するので、此運搬が中々良い商賣である。今 1846~1913 年の 67 年間の毎年出入人數を圖で示せば、附圖第四の通りである。

當港と航路を有する世界の諸港は、總數 1500 以上に及ぶが、其内 1913 年に於て、登録噸數合計 50000 噸以上の海船が往來した諸港を圖示すれば、附圖第五の通りである。本圖によれば、當港は世界の殆ど總ての部分と、交通關係を有することを知り得る。更に又當港の後方地域を圖で示せば、附圖第六を得るが、之に依つて見れば當港の貨物は、主として獨逸國內に集散せられるけれども、其餘波は遠く伊太利にまで及ぶものがある。

以上で當港の商業に就いて大略述べ終つたが、當地は餘りに商業地として有名であるので工業地であることが自然に蔽はれる傾きがある。然れども當地は古來より有名な工業地で、殊に近代に至り、港灣の設備愈々完備するにつれて、工業も亦頗る盛大になつた。今其發達の様子を示せば附圖第七の通りである。即ち 1913 年には工場數約 7000 之に就業する職工數約 110000 人に及び如何にその盛大であるかを思はしめる。而して如何なる工業が當地に發達してゐるかを示す爲に、其種類別に擧ぐれば、第二表の通りである。

第 二 表

1913 年 ハンブルグ工場及職工數

(職工 10 人以上を使役する工場に就いて)

工 業 別	工 場 數	職 工 數
造船及鐵工業	601	36 179
食料品工業	1 782	15 530
洋服業	1 616	9 642
金屬工業	676	8 645
木工業	592	7 187
印刷業	353	6 275
皮革業	82	4 788
建築業	246	4 753
洗濯業	317	3 856
山林副産物の工業	109	3 315
化學工業	93	2 589
石工業	89	2 120
織物業	67	1 645
採鐵、熔鐵業、製鹽業	18	1 507

紙	工	業	55	969
其		他	19	203
計			6715	109203

之に就いて見れば、當地に於て最も盛大なものは造船及鐵工業である。此内でも造船業は非常に盛大であつて、1913年には約257000噸（登録）の商船の外に、數多の戰艦類が建造中であつたが、其中約86900噸が進水した。當地には浮ドックが大變に多く、其數18個、總浮力240000噸である。之等の工業を經營する爲に、特に工業地帯を設け、水運並に陸運の便を開くと共に、低廉な動力を供給して居る。尙職工の住居に就いても多大の考慮を費して居るが、現在では、工業地帯と職工住宅とが大變に遠いので、其間の往復に多大の時間を費し、自然能率にも關するので、この改善が近時の一大問題となつて居る。

以上は今度の戦争までの事を述べたのであるが、それ以後の様子を表すために、1913年以來の入港海船登録噸數を、月毎に調査したものを附圖第八に示す。此圖によれば戦争中は殆ど船舶の入港するものなく、貿易は全く衰微して、如何に戰禍が大きかつたかを明瞭に示して居る。平和克復後漸く其氣力を回復して、港勢増進の途を辿り、今や戦前の域に近づかうとして居る。

これで當港の過去及現在を大略述べたが、然らば將來はどうなるだらうか。あれだけ天然良好の位置を占め、あれだけ設備が完備して居る以上は、無論衰微することなく、將來獨逸商工業が發展するにつれて、益々發達するだらうけれども、果して戦前の様な急激な進歩をするかどうか、其程度が問題である。當港の關係者で、將來の事に就いて種々意見を發表したのものもあるけれども、どうも其立論の影が薄い。言ふ事だけは大きな事を言ふて居るけれども、何分にも戰敗國のことであるから、どうも陸辨慶をきめこんで居る様な心持がせられんでもない。著者は寧ろ悲觀論者の側に立つものである。今茲に其理由の重なるものを擧ぐれば次の通りである。

第一 當港は和蘭のロツテルダム (Rotterdam) 及アムステルダム (Amsterdam)、白耳義のアントワープ (Antwerp) 等と、激烈な競争をしてゐる。地理的に見れば、南獨逸の貨物で水運によるものは、ローヌ (Rhône) 河を利用してロツテルダムに出るのが當然である。又鐵道貨物はアントワープへ出せば、當港へ出すよりも1週間も早く行く地方もある。之等の貨物を無理に當港へ誘ふために、獨逸政府は從來鐵道運賃を特別に安くして、當港を保護して居つた。然るに此度のヴェルサイユ條約で、此特定運賃が禁止せられたので、當港に大變な打撃を與へた。

第二 北歐の諸港で、從來當港の仲繼貿易を奪はんとして虎視眈々として居つたものが、戦時中當港の貿易が一時杜絶した機會に乗じて、各港其分に應じて之を奪收した。平和克復

後に至り更に之を當港へ奪還する事は非常に困難なことである。

第三 國內に於ける政治上の混亂，國民の疲弊等幾多の悲觀材料がある。

第四 技術的に見て當港の位置は、少しく奥地に入り過ぎて居る嫌がある。即仕古船舶の吃水が浅い時代では、奥地にあるのが寧ろ有利でもあつたらうが、今や吃水が大變に増大したので、航路の維持が非常に困難な仕事である。現在では不屈の努力を以て之に従事して居るけれども、將來益々吃水が深くなれば之に追隨することが出来るや否や聊か懸念されないでもない。嘗つては此問題のためにクックスハーフェン (Cuxhaven) に副港を築造したが、現在では餘り之を利用して居らぬ。然かし將來は何うしても此必要が多くなりはずと思はれる。さすれば當港の繁榮は幾分クックスハーフェンに移る恐がある。此兩港は姉妹港であるから、兩者の利害が相反せぬ様、相當に調節することも可能ではあるだらうが、兎に角當港の繁榮に影響するものと見做さねばならぬ。

上に述べ來つた事を約言すれば、當港は近代に至つて唐突に發展したのではなく、中古時代より幾度も大小の波瀾を經來り、其間に於ける苦心慘愴の結果が、近代に至つて漸く實を結んだものである。今や獨逸は一敗地に塗れて、戰敗國の苦糟を嘗めて居るので當港も亦其埒外に立つこと能はず、著しい困窮の状態にあつて、その進展の速度に一頓挫を來したのである。著者の視察した當時も、港は大分閑散であつたが然し如何に閑散とは云へ、日本の港等とは比較にならぬ位盛大なものであつた。

第二章 Elbe 河の改修

第一節 Ober Elbe 及 Norder Elbe

前にも記した様に當港はエルベ河の上流約 103 km. に在るが、港を記す前に河の事を少しく説明する必要がある。エルベ河は附圖第九に示す如く當港より上流を Ober Elbe、下流を Unter Elbe と稱し、其間は河が 2 本になつて一を Norder Elbe、他を Süder Elbe と稱す。Norder Elbe は當港を貫流して之を南北の二部に分ち、Süder Elbe は當港の南を迂り、之を過ぎてから名を Köhlbrand と改めて、Altona の前で Norder Elbe と合し、Unter Elbe なる 1 本の河となつて海に注ぐ。之等の内 Süder Elbe は當港にはさまで重要ではないが、其他は至大の關係を有して居る。

行政區域に就いて云へば、Ober Elbe の右岸は大部分はハンブルグに、左岸はプロイセン (Preussen) に屬して居る。Norder Elbe は大部分はハンブルグの地域、Süder Elbe は大部分プロイセンの地域を流れて居る。ハンブルグより海に至る間、即ち Unter Elbe の兩岸は、河口にあるクックスハーフェン町及其附近の地域を除き、他は悉くプロイセンに屬して居る。此事が港の問題に大變複雑面倒な關係を生じて、何一つするにも州と州との間の協定

を要するので、ハンブルグの連中が大いに困つて居る。日本でも對岸が異なる縣に屬してゐる河川の問題は、隨分面倒であるが、獨逸では聯邦政府の權力が日本程にしつかりして居らぬので、どちらかを頭から押へつけることが出来ぬらしく、尙更問題が面倒な様である。それで州と州との間に、種々の協約を結んで漸く仕事をしてゐるが、言ひ出してから決定するまでに、隨分年月を要するものもある。一例を擧げると、以前はハンブルグの對岸はハンノーベル (Hannover) であつたが、兩岸の利害が相反するので、河川の工事はとても一定の計畫を立て、仕事をする事が出来ず、僅かに一時的の仕事をして居つたが、其内にハンノーベルがプロイセンに併合されることになつて、今まで 20 年間も持ち憊んで居た協約が、漸く纏つたと云ふこともある。

併せて、數世紀前には Ober Elbe は Dove Elbe だとか Gose Elbe だとか云ふ數多の派川に分れて居つたが、其分流點が漸次に埋つて淺くなつたので、十五世紀の終りに其所に堤防を作つて締め切り、水を Ober Elbe の 1 本に纏めて水運の便を大ならしめた。其後更に之を改修しようと云ふ議が起つて、1867 年及 1877 年に兩州の間に協約が出来て、改修の法線を定めると共に、兩州の境界は此法線の中央と定めた。此協約によつて堤防及水制を使用して工事を施行し、中水位の水を纏めて大變に水運の便を高めた。此水運によつて後方地域との交通が多大の便益を得て居るが、今日では河船の吃水が從來よりも増大した爲に、低水時に水深の不足を感ずることが少なくないので、更に低水工事を施して、どんな水位の低い時でも、1.25 m の水深を得ようと云ふ計畫がある。又分流點で締め切られた廢川は、水が満潮時に下流より入るだけだから、漸次に淺くなつて、今では當港の郊外より、野菜の類を積んで來る小船が通ふに過ぎないが、之も何とかして相當の水深を與へて、舟運に便せんとする議がある。

次に Norder Elbe も亦以前は數多の小川に分れて居つたが、其内の Reiherstieg と云ふ小川だけを殘して他は漸次に締め切つた。此仕事には多大の歳月を要し、漸く十七世紀の中葉に至つて 1 本の流に纏つた。之で大分具合が良くなつたが、更に之を改修しようと云ふ議が起つて、1868 年に兩州の間に Kohlbrand 協約なるものが出来た。此協約は Norder Elbe のみならず、Süder Elbe 及其下流の Kohlbrand に關することを協約した、内容の大分廣汎なもので、其後二、三の修正もあつたけれども、主なる要點は、Norder Elbe と Süder Elbe とは同一の水量を受け入れる爲に、分流點の劍先を長く突き出すこと、兩河の河幅を確定すること、並に Norder Elbe は中水位で 10 m に浚渫してもよいと云ふ様なことである。之によつて改修工を行ふたが、工法としては専ら堤防を用ひた。此改修によつて今日の様な Norder Elbe となつて、當港の中軸をなしてゐる。

Ober Elbe 及 Norder Elbe の改修工事に就いて、技術的の詳しい事を記すのは、港の報

告としてはさまで重要とも思はれないから、Hamburg und Seine Bauten Bd. II 等の参考書に譲る。

終りに一寸エルベの水力學的事項を記すが、干満の差は河口のククスハーフェンでは 2.8 m、ハンブルグでは 2.0 m で、此間では僅かに 0.8 m しか減ぜぬが、ハンブルグを過ぎると之が急に減じて、上流に溯ること僅かにして潮汐の影響は消える。しかし暴風の時にはハンブルグの上流 53 km までも潮がきくこともある。次に流速、水面勾配及流量は上流の潮汐限界點では

	流速	水面勾配	流量
最大高水時	1.35 m/sec	1 : 6 500	4 000 cbm/sec
平均高水時	約0.75 m/sec	1 : 8 000 乃至 1 : 10 000	600 cbm/sec
最低水時	0.60 m/sec	1 : 10 000	130 cbm/sec

又少しく下りて Norder Elbe と Süder Elbe との分流點では

普通の高水時の平均最大流速は

上汐で	0.25 m/sec
下汐で	0.80 m/sec

である。

第二節 Unter Elbe

數世紀前に於いてはハンブルグが Unter Elbe で經營して居つた仕事は、僅かに航路の標識のみであつた。然るに十九世紀の初めに至り、船が大きくなつたので川の浅いことが苦になり出し、淺洲を除く爲に浚渫作業を始めた。然し其作業はほんの手掘で、今から見れば洵に姑息なものであつた。然るに十九世紀の後半になつて、船の吃水が深くなつたので、とても手掘の様なことでは應じ切れず、何とか良法を講じなければならぬことになつた。其頃は現今の様に、浚渫機械が發達して居らなかつたので、とても機械の力によることが出来ず、水の力を利用するより外に方法がないので、川の改修工事が目論まれた。

元來 Unter Elbe は、以前は川が何本にもなつて居つて、其間に洲があつたが、そこへ汐が差して來ると、差し汐には或る 1 本の流が主としてその水を受け入れるけれども、引き汐には他の流が其水を取る。そうすると上流の分流點及下流の合流點では多量の沈澱が出來て其間の洲がずんずん兩方に延びるこれを始末する爲に、1860 年代に種々の提案があつたが、其頃は獨逸の技術も未だ幼稚なものであつたと見へて、英國の技師が顧問になつて來た。其時に大體定まつた案は、低水時の水を纏めて水深を得るために、低水工事を施工すると云ふ比較的小規模なものであつた。然るにそこへ獨逸では有名な Dalman 氏が出て來て熱心に研究した結果、この改修工事を根本的にやるには、とても低水時だけの水を纏める様な姑

息なことではいけない、どうしても高水時の水をも纏めねば駄目だと云ふことを主張し、此主張が通つて大きな計畫だけは出来た。然るに此計畫を實施するには多額の金を要するので、當時の財政ではとてもやりきれず、且又其區域がハンブルグ以外の州に屬して居る部分が多かつたので、其折衝に暇どつて徒らに年月を過して居つた。然るにその間に事情が變つて、今度は機械力が著しく發達し浚渫費も非常に安くなり、又大變に多くの土量を始末することが出来る様になつたので、又々計畫を變更して、掘る事は機械力に依頼し、其維持だけを水流に俟つといふ大體の方案を立て、浚渫と共に低水工事をやることになつた。即直接河身に施すべき工事としては、低い導水堤を作つて水をこの間に纏めると共に、甚しい屈曲は之を直す事に定めた。此考でハンブルグとプロイセンとの間に協定が調つて愈々工事に着手し、ハンブルグより以下 Lüher Sand に至る約 25 km 間の改修を行つた。Lüher Sand 以下河口に至る間は距離も大部長く、所々に直さねばならぬ所もあるけれども、大體に於てはそんなに悪いのでない。この改修の結果が大變に良かったのみならず、加ふるに浚渫作業を以てしたので、現在では豫定の水深 -12.0 m. M.H.W. よりも浅い部分は殆どない。此恩恵でハンブルグが生きて居るのである。浚渫作業のことは後に少しく記すが、改修工事の工法などは Hamburg und Seine Bauten Bd. II に譲つてこゝでは略す。唯附圖第九によつてハンブルグが其生命とする Unter Elbe なるものは、如何なるものであるかと云ふ概念丈けを讀者に得て貰いたいと思ふ。

終りに一寸工費の出所を記すが、改修工事の費用は其幾分はプロイセンが出したらしいが、大部分はハンブルグが負擔した。之に加ふるに浚渫及航路の維持費は全部ハンブルグが出して居るので、随分多額の金を投じて居る。尤も航路の浚渫及維持は最近、獨逸政府に引續ぐことになつたけれども、何分にも政府は金がないので未だに實行しない。

第三章 水上設備

第一節 開船渠

當港の荷役設備は現今著しく完備して居るけれども、前世紀の中葉までは未だ何等の設備もなかつたのである。其當時船舶は、エルベ河の本流及支流、又は其附近の入江で錨泊するか若くは、之等の水面に打つてある繫船杭に繫留してゐた。前世紀の中頃に至り、初めて築港計畫が問題となつたが、當時提案されたものは、英國及和蘭の例に倣つて、開船渠にすることであり、其一部は實施せられた。開船渠の得點は水位の差を無くする事に存する。然るに當港の水位の差は最大約 8 m に達することもあるが、これは稀に襲來する洪水時に限られ、平常は約 2 m に過ぎず、船舶の荷役にはさまで不便を與へないから、之を恐れて開船渠を築造する必要は認められない。のみならず開船渠は、船舶殊に當港に多數往來する河船

及舳の出入に對して多大の不便を與へる。尤も港内に於ける土砂の沈澱を減少すると云ふ開船渠の得點は當港として必ずしも輕視することは出来ないが、沈澱土砂の處分には他に方法もある。之等の利害に關しては當時甲論乙駁、議論の區々たるものがあつた。然るに開船渠一部實施の結果、之が如何に船舶の出入に不便を與へるかが實際に立證された。殊に開船渠は將來の擴張に一大不便を貽すものであるから、大に此點を力説した Dalmann 氏一派の論者によつて、遂に世論が動かされ、開船渠案を破毀して、開船渠を造ることに改めた。此方針にもとづいて工を起したが、Dalmanu 氏の先見は誤らずして、現今の様な港にまで發達したのである。萬一不幸にして最初に採用された開船渠の案が、固持されて居つたならば、とても今日のハンブルグ港を見ることは出来なかつたのであるから、當港の市民は非常に Dalmann 氏を徳として居る。

1862 年 Dalmann 氏の設計によつて Sandthorhafen が起工され、1866 年に竣工し、初めて船が岸壁に横付けになつた。それ以來急激に發達して、約半世紀の間に附圖第十に示してある様な大きな港になつたが、この圖を鳥瞰したものは附圖第十一である。前者の中………で境されて、一寸色の變つた部分が自由港區で（自由港區は附圖第十四 Abb. 10 に陸地を黒く塗つて示してあるが、この圖の方が判りよいかも知れぬ）、2 箇所に分れてゐるが、兩者を合して全港區内の約 33% を占めてゐる。現在の港内用地、水面積及沿岸長は第三表の如く廣大なものである。

第 三 表

ハンブルグ港、港内用地、水面積又沿岸長

	自由港區内	自由港區外	計	摘 要
港内用地	602 ha.	1 778 ha.	2 380 ha.	エルベの本流及支流 其他港區内にあるもの を總て計上す
水面積	747 ha.	914 ha.	1 661 ha.	
沿岸長	81 308 m.	88 100 m.	169 408 m.	

港内面積は、港内用地と水面積との和、4 041 ha. であるがハンブルグ州の地積 41 485 ha. の内ハンブルグ市の地積は、12 320 ha. であるから、港内面積は州の地積の約 1/10、市の地積の約 1/3 に相當する。現今ではハンブルグの行政區域内には、これ以上、港の擴張に適當な餘地が殆ど見出されないので、之を他に求めて所謂大ハンブルグ (Gross-Hamburg) を造らうとする運動が盛んに起つてゐる。大ハンブルグの事は、主として都市計畫に屬する事項であるから、茲には記述せぬが、必要な御方は卷末に記してある参考書で御覽を願ひたい。

船渠築造の初期時代には、當港に於て取扱はれたる荷物は、主として種々な雜貨であつた。此種の荷物は高價にして岸壁料の負擔に堪へ得るため、取引の敏速、荷傷みの輕微等の諸點

より岸壁荷役を望みて舢荷役を好まず、従つて之に應ずる船渠は其壁長に重きを置き、必ずしも水面積の大なるを要せざる故、自然細長い形状を示すので、當時築造せられた Sandthor-hafen, Grasbrookhafen 或は Baakenhafen 等は皆此形状を具へて居る。然るに其後、當港の貿易は大量貨物が大量に激増して、遙かに雜貨を超過するに至つた。例へば 1913 年には海船の輸入は、大量貨物 76%、雜貨 24%、輸出は大量貨物 61%、雜貨 39% であつて、これらの大量貨物は價格低廉のため、岸壁料の負擔に堪へ得ないのみならず、取引の敏速、荷傷の輕微等の諸點も亦深く重視するを要せず、寧ろ安價な（當港としては）舢荷役を好むのである。加ふるに、當港に於ては海船と河船との直接の積換が大變に多く、兩者相俟つて大きな水面積を要する結果、之に應ずるためには、船渠は必ずしも壁長に重きを置く必要なく、寧ろ水面積の大きい事を要求するから、近來築造せられた Segelschiffhafen, Kuhwärderhafen 等は附圖第十二に示す様に隨分幅の廣い船渠である。勿論船渠の兩岸には岸壁を造つてあるけれども、尙この外に船渠中に、普通は 1 列、時に 2 列或は稀に數列の繫船杭を打つて、繫船の用に供してゐる。今

A 繫船杭と岸壁（或は繫船杭）との間隔 (m)

bs 海船の最大幅 (同 上)

bf 河船の最大幅 (同 上)

とすれば

$$A = 5 + 3.75 bs + 3 bf \text{ (同 上)}$$

とするのが普通である。此式の内容を説明すれば（附圖第十三参照）先づ岸壁及繫船杭には各 1 艘の海船を繫留するものとし、更に其間を 1 艘の海船が通過するために 1.75 bs の餘地をとる。次に岸壁に繫留して居る海船には 1 艘の河船、繫船杭に繫留して居るものには 2 艘の河船が付くものとし、兩端に各々 2.5 m の餘裕を採るのである。河船を繫船杭と海船との間に入れるためには、此間へ大きな丸太を横へるのであるが、其模様は附圖第十三に示してある。日本の港でもこうゆう風にして水上荷役をすれば、大變に便利であると思ふ。

當港にはエルベ河を往復する河船が大變に多い。初めは海船も河船も一緒に一つの水面を使用してゐたが、それでは混雜が甚しいので、全然別にすることに改めて、特に河船だけの船溜を造つた。然しこの船溜と海船の開船渠との連絡が悪くては、頗る不便を來すので、前者を後者のすぐ後方に造り、河船は此間の通路によつて、容易に海船との連絡をとることが出来る様にした。其結果附圖第十四に示してある様に I, II, III 及 IV の集團が出来た。第四表は之等の海船々渠及河船溜を各集團別にして、其名稱等を擧げたものである。

第 四 表

ハンブルグ港、海船船渠及河船溜の集團

(本表は附圖第十四に照應す)

集團	海 船 船 渠				河 船 溜	
	圖面の 番 號	名 稱	水深(平均低水 位 以下)	水面積	圖面の 番 號	名 稱
I	海-1	Kirchenpauerhafen	-5.5~-7.0 ^m	8.5 ^{ha}	河-1	Oberhafenkanal
	海-2	Baakenhafen	-5.5~-7.0	17.8	河-2	Oberhafen
	海-3	Magdeburgerhafen			河-3	Erikusgraben
	海-4	Strandhafen	-5.5~-6.0	3.4	河-4	Brookthorhafen
	海-5	Grasbrookhafen	-5.5	6.6	河-5	Binnenhafen
	海-6	Sandthor Hafen	-5.5~-6.0	9.7		
	海-7	Schiffbauerschaft	-6.0	1.2		
	海-8	Nieder Hafen				
II	海-9	Segelschiffhafen	-6.7~-7.0	34.6	河-6	Moldauhafen
	海-10	Hansahafen	-6.7~-7.0	36.5	河-7	Saalehafen
	海-11	Indiahafen	-6.7~-7.0	11.0	河-8	Spreehafen
	海-12	Petroleum Hafen	-6.5	8.2	河-9	Klütjenfelder Hafen
	海-13	Greuzkanal				
III	海-14	Oderhafen	-7.5	12.1	河-10	Travehafen
	海-15	Elberholzhafen	-7.5~-8.0	20.8	河-11	Rodewischhafen
	海-16	Kaiser-Wilhelm-Hafen	-7.5~-8.0	23.3		
	海-17	Kuhwärderhafen	-7.0~-9.0	23.6		
	海-18	Rosshafen	-8.0~-8.5	19.6		
	海-19	Vorhafen				
IV	海-20	Waltershofer Hafen	-7.0~-10.0	47.4	河-12	Rugenberges Hafen
	海-21	Parkhafen	-7.0	14.9		
	海-22	Neuer Petroleumhafen				

又海船の開船渠内に於ける河船の通過をなるべく少なくして、渠内の混雑を避けるために、附圖第十四に示してある様に港の兩側に沿ふて、2本の河船通路を造つた。此内で圖面の下方に在るものは全然自由港區外にあるが、其理由は、河船がエルベを上下する際、其都度自由港區内を通行するのは、税關の取締上甚だ都合が悪いので、之を避けるためである。斯くて海船は Unter Elbe を上下して開船渠の前方より出入し、河船は兩側の通路によつて開船渠の後方より出入するので、交通の整理が大變よく出来て居る。こんな事は、出来たあとで眺めて見れば何でもない様な事であるけれども、初めからこうして置かねばならぬと云つても、日本などでは、なかなか行はれ相にもない事柄である。尙當港の水面積及岸壁等の發達

に関しては、第五章入港船舶と港灣設備との關係の數學的研究に於て、記述してあるものもあるから参照せられたい。

第二節 岸壁及護岸

岸壁及護岸の構造は、港灣工事の主體であつて、土木技術家の最も腦漿を絞る問題であるから、以下の四目に細分して、成る可く詳細に記述する事とした。

- (イ) 一 般
- (ロ) 岸 壁
- (ハ) 岸壁艦装
- (ニ) 護 岸

(イ) 一 般

先づ港の水位は附圖第十五に示してあるが、これらはすべて H.N. (Hamburger Null) に照合したものである。平均低水位について一言するに、これは全港を通じて同一ではなく、上流のエルベ橋に於て +3.10 m H.N., 下流の Kuhwärder Hafen の入口に於て +2.90 m H.N. であるが、然し其相違は大したものではないから、大體 +3.0 m H.N. と思へば間違はない。當港の水位は上流から來る水量と暴風とのために、著しい變化を受ける。例へば、渴水時に東の暴風が吹くと水位が大變に下り、曾つては +0.72 m H.N. の最低水位を示したことがあるが、こんなことは餘り稀ではない。又洪水時に西の暴風があると、非常に水位が上り、1825 年には +8.70 m H.N. に達して、從來に例のない高水位を示した。然し平常では満干の差は約 2 m で、左程大きなものではない。

次に構造物の高さも亦附圖第十五に示してあるが、一般的に言へば岸壁の天端が高過ぎると、起重機で荷物を揚げる高さも大きくなるなど、種々の不便が起るから、そんなに高くして置く必要がないが、當港では時々高水があるので、止むなく之を高くして +8.02 m H.N. にした。これでも尙、時々水が岸壁上に溢れる事があるが、上屋の床は鐵道貨車などへ、荷物を積込むのに便利な様に、岸壁の天端よりは、一段高くしてあるから、上屋の中へは浸水せぬのである。其後作られた岸壁は、各々其特殊の事情に應じて、多少此高さを變へたものもあるけれども、多くは前記の高さを標準としてゐる。然るに近來船型の増大と共に、其舷も著しく高くなり、之を越して荷物を積卸しせねばならぬ有様となつてからは、高水の溢れる不利をも忍んで、岸壁を低くして置くことが全く無意味である。従つて、1900 年頃からの岸壁は、全然水の氾濫を防ぎ得る様、之を高めて +9.20 m H.N. とした。

岸壁の水深は時代と共に急激に深くなり、現在では -0.50 m ~ -7.00 m H.N. である。尤も實際には未だ -7.00 m H.N. のものはなく、最も深い部分は Vulkanhöft の西側の -6.00 m

H.N. であるが、現在 -5.00 m H.N. の Stettinerufer は初めから -7.00 m H.N. に増深する計画があつたので、岸壁も之に對して安全な様に作つてあるから、岸の前を掘りさへすれば -7.00 m H.N. になるのである。尙將來の岸壁水深は -9.00 m H.N. を標準にして居るが、かうすれば平均低水位で 12 m 、平均高水位で 14 m の深さになるわけである。日本の港も之位を標準にして行かねばならぬことと思ふ。

以上の記述で、讀者は略岸壁及護岸に關し、基本の知識を得られたことと思ふから、以下項を改めて其構造を詳述しやうと思ふ。

(ロ) 岸 壁

當港は前にも記した様に水上荷役が著しく發達して居るけれども、岸壁荷役も依然として重要な位置を占め、海船の約 60% は岸壁に繫留せられる。従つて現在では岸壁の延長約 29.5 km に及び、其構造も多岐に渡つてゐるが、大部分は附圖第十六に示してある様な床板基礎の岸壁であるから、主として本構造に就いて記述しやう。

床板基礎とは獨逸語で *Phahl-und Schwollrostgründung* 或は略して *Phahlrostgründung* と稱するもので、譯すれば杭打床板基礎、或は略して杭打基礎とでも云ふべきものであるが、前者は餘り長たらしく、後者は普通の杭打地形と誤られる恐れがあるので、共に之を採らず單に床板基礎と譯したものである。この大要を説明すれば一番後方に矢板を打つて土留とし、其前方に杭を二又に組んで矢板を支へ土壓に應ぜしめる。其又前方に數本の支承杭を打つが、これは土壓にも應ずるが、主たる目的は、其上に來る上部構造の重量を支ふるのである。之等の杭を縦横の棧木と、ボルトで適當に連結し、其上に板を張つて所謂床板を作り、更に混凝土其他の材料により上部構造を造るのである。

本構造が當港で重用される所以は、全く地質の關係によるものである。地質は何處も殆ど一定して居つて、附圖第十七に示してある。天然地盤は約 $+5.00\text{ m H.N.}$ に位し、其上を埋立てゝ土地を造るのである。地盤の上層は沼土、泥炭、及粘土で、此層の底は約 $+1.40\sim-5.5\text{ m H.N.}$ に止まり、大して厚いものではない。此層の下に砂があつて、之が地盤の基礎をなして居る。之等の地層と岸壁との位置的關係の一例は、前に示した附圖第十六の Stettinerufer のもので示してある。さて床板基礎を上にした様な地層に用ひて何故に有利かと云ふに、上層は頗る軟いものであるから杭で容易に打ち通すことが出来、而かも此杭が下層の砂に達すれば充分に丈夫なものになる。且つ又試験杭を打つか、或は地質調査作業を行へば、砂層の位置を確め、之に應じて杭の長さを容易に且つ正確に定めることが出来る。之を要するに砂層は本構造に對して理想的の位置に存在するため、本構造は他の様式の構造に比較して頗る安價なのである。杭は軟い地層だけに打つて、其周圍の摩擦で支持せしめ

る方法のあることは周知のことであるが、此方法はどうしても不確實なので、當港では全然之を避け、杭は普通噴射水を使用して、是非とも砂層の内へ 3~4 m 打ち込むことを必要條件として居る。

本構造に於て最も技術的妙味のある點は、床板の位置である。元來木材は乾濕常ならざる状態にあつては、たやすく腐朽するけれども、常に濕潤の状態に保てば、殆ど永久の生命を有することは、世人の熟知する所である。従つて木材を水中工事に使用するに當り、例へば杭を打つ場合に、其頭部を低水位よりも低くして、全部を常に水中に没せしめるを以て最も安全とするけれども、斯くては施工の困難な場合があるのみならず、實際に於ても其必要は認められない。即ち、杭の頭部を幾分低水位よりも高め、低水時に際し假令數時間空中に露出せしめても、其部分には日ならずして水藻類が附着し、水分を保有するから容易に乾燥しない。従つて杭を常に濕潤の状態に保つことを得るものである。勿論之には程度のある話で、無暗に高くすることが出来ぬので、永年の經驗によつて適當な位置を定める。此位置は一般に腐朽限界 (Fäulnisgrenz) と云はれ、當港に於ては +3.75 m H.N. と定めて居る。本構造に於ても床板の位置を決定するには、此腐朽限界を尊重しなければならぬことは勿論であるが、更に又實際施工上の考慮をも拂はねばならぬ。當港に於ては船渠は總て之を陸地に掘り込んで築造するから、之に沿ふての岸壁築造は、自然縮切作業となる。そうなれば工事は總て陸上作業になるから、床板の位置は敢て腐朽限界にまで高めるを要せず、寧ろ之を低くして床板以下港底に至る杭の働長を短くして置き、他日港底を増深するも尙安定を保ち得る餘裕を存せしめるを以て賢明の策とする。併し斯くては縮切内の掘鑿土量と共に、水替の水量を増大する不利益があるので、之等の利害を考慮して、普通は床板の位置を +2.8 m H.N. に置いて居る。又縮切作業を行ふこと難く、どうしても汐待作業によらねばならぬ場合は、出来るだけ作業時間を長くする爲に、成る可く床板の位置を高める必要があるので、之を +3.75 m H.N. の腐朽限界にまで高めたものもあるけれども、普通は安全を主として幾分よりも低め、+3.60 m H.N. にして居る。尙其場所場所の特別の事情によつて、床板の位置が多少異つて居るが、之等は後の第五表に示してある。床板基礎の岸壁は當港のみならず北歐の諸港に大變流行して居るが、床板の位置を何處に置くかは之等の諸港を通じての重要な問題であるから、各港共永年の經驗によつて之を定めて居る。之に關しては Schilze: Soehafenbau, Band I, 213 頁に記載してあるから、必要な方は見て戴き度い。さて以上で床板基礎の岸壁の概論を試みたが、次に其各部に亘り、床板基礎及上部構造の二つに區別して記述しようと思ふ。

床板基礎は前にも述べた様に、先づ後方に矢板を打つて土留となし、其前に二又杭を打つて土壓を支へ、其前方に上部構造を支承する爲に支承杭を打つ。此支承杭は幾分後方よりの

第五表 ハンブルグ港の岸壁

注意:--1. 本表は附圖第十, 二十二, 二十三に照應す。

2. 高さ及水深はハンブルグ港のものは Hamburger Null に, Cuxhaven 港のものは Cuxhavener Null (Hamburger Null よりも 0.101 m 低し) に照會してある。

3. ハンブルグ港の平均低水位は +2.90 m. ~ +3.10 m. H.N. である。

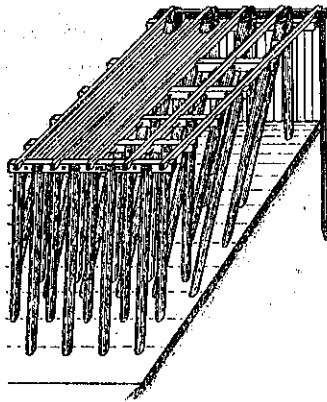
4. △將來の水深を増すものに対しては豫め岸壁の安定を確保してある。

5. 本表の水深と, 第四表の水深と聊か相異してゐたが, 之は著者が異なる書籍より採つたからである。その理由は明に説明し難いが多分年代の相違があるのと, 本表は岸壁直前の水深を示すものなるに反し, 前表は船渠其物の大體の水深を示すためであらう。

番 號	築造年次	名 稱		高 さ 及 水 深 (m)			長 さ (m)	圖 面	構 造 の 大 要				摘 要		
		岸 壁	船 渠	岸壁天端	床板天端	水 深 現在 將來△			基 礎	矢板の厚 (m)	上 部	壁 面		作 業	
1	1863	Sandthorkai	Sandthorhafen	+8.02	—	-1.52	[802]	Abb. 1~4	木 柵					後に番號 9 に改造	
2	1868~70	Kaiser kai	"	"	—	"	1 417	Abb. 5~6	井筒, 天端 +2.67 m		煉瓦積	焼過煉瓦	締 切	起重機の後方軌條の支承あり	
3	"	Kaiserhöft	Schiffbauhafen	"	—	"									
4	"	Dalmannkai の西端	Grasbrockhafen	"	—	"	339	Abb. 7~9 に類似	杭地業の前後に矢板を打ち 其間に混凝土を詰む		"	"	沙 待		
5	1873~74	Sandthorkai の西端	Sandthorhafen	"	+3.14	"									
6	1874~76	Dalmannkai の東端 及 Hübnerkai	Grasbrookhafen	"	—	"	1 101	Abb. 5~6	井筒, 天端 +2.67 m		"	"	締 切		
7	1875~80	Strandkai	Strandhafen	"	+3.14	"	571	Abb. 7~9	杭地業の前後に矢板を打ち 其間に混凝土を詰む	0.14	"	"	沙 待		
8	1877	Magdeburgerkai	Magdeburgerhafen	+9.00	—	"	230	Abb. 5~6	井筒, 天端 +2.67 m		"	"	締 切		
9	1878~80	Sandthorkai	Sandthorhafen	+8.02	+3.75	"	802	Abb. 3~4 の點線のもの	床 板		"	"	沙 待	番號 1 の木柵利用	
10	1884~88	Versmannkai	Baakenhafen	+8.60	+3.65	-3.00	1 055	Abb. 10~12 に類似, 但し床板は 水平	"		"	砂 岩	"		
11	"	Petersenkai	"	+8.02	"	"	1 250	Abb. 10~12	"	0.215	"	"	大部分は締切		
12	"	Veddelhöft	Norderelbe	"	+3.50	-1.50	154	Abb. 19~21 に類似, 但し後方矢 板なし	前後兩側矢板の床板		"	"	沙 待		
13	"	Kranhöft	"	"	"	-3.00	493								
14	"	Amerikahöft	"	"	"	"	124								
15	"	Asiakai の中部	Segelschiffhafen	"	+2.94	"	-3.80	Abb. 13~15	床 板	0.19	"	"	締 切		
16	"	Amerikakai の中部	"	"	"	"	661								
17	"	Asiakai の東端	"	"	"	"	378	Abb. 16~18	"	0.12	"	"	"	起重機の後方軌條の支承あり, 150 m. 間の岸壁天端を +8.02 m より +9.00 m に高む	
18	"	Amerikakai 東西兩端	"	"	"	"	780	Abb. 16~18	"	"	"	"	"	起重機の後方軌條の支承あり, 150 m. 間の岸壁天端を +8.02 m より +9.00 m に高む	
19	1884~88	Segelschiffkai	"	+9.00	+2.94	-3.00	-3.80	Abb. 16~18 に類似	床 板		煉瓦積	砂 岩	締 切	起重機の後方軌條の支承あり	
20	"	Kirchenpanerkai 及 Baakenhöft	Norderelbe	+8.02	+3.30	"	1 290	Abb. 22~24	杭地業の前後に矢板を打ち, 其間に混凝土詰	0.14 及 0.20	"	"	沙 待		
21	1888~89	Versmannkai の西端	Baaken 及 Magdeburger Hafen	+8.60	+3.65	-1.00	470	Abb. 10~12 に類似, 但し床板は 水平, 矢板の後方の杭は一列	床 板		"	"	"		
22	1889~90	Baaken 橋北部の西岸	Magdeburgerhafen	+8.90	"	-3.00	210	Abb. 10~12 に類似, 但し床板は水 平, 起重機の後方軌條の支承なし	"		"	"	"		
23	"	O'Swaldkai の中部	Hansahafen	+8.02	+2.94	"	"	Abb. 16~18, 但し起重機の後方軌 條の支承なし	"		"	"	締 切	180 m 間の岸壁天端を +8.02 m より +9.20 m に 高む	
24	1890~92	" の西端	"	"	+3.50	"	"	Abb. 19~21	前後兩側矢板の床板	0.12 及 0.20	"	"	沙 待		
25	"	" の東端	"	+9.20	+2.94	"	"	Abb. 16~18 に類似	床 板		"	"	締 切		
26	"	Hansahöft	"	+8.02	"	"	329	Abb. 16~18, 但し起重機の後方 軌條の支承なし	"		"	"	"		
27	"	Australiakai	Indiahafen	"	"	"	657	Abb. 16~18, 但し起重機の後方 軌條の支承なし	"	"	"	"	"	150 m 間の岸壁天端を +8.02 m より +9.0 m に高 む	
28	"	Afrikakai	"	"	"	"	953								
29	"	Indiakai	"	+9.00	"	"	171	Abb. 16~18 に類似, 但し起重機 の後方軌條の支承なし	"		"	"	"		
30	1891	Johannisbollwerk	Niederhafen	+8.00	+3.70	-2.00	370	Abb. 25~27	床板に類似	0.20	"	焼過煉瓦	沙 待	45 m 間の岸壁天端を +8.00 m より +9.12 m に高む	
31	1893	Lentzkai の南端及その 對岸	Amerikahafen (Cuxhafen)	+7.00	-1.00	-6.00	689	Abb. 28~29	杭地業	0.15	混 凝 土	締 切	初め 1 164 m 造つたがその後 1913 年 Amerikahafen の築造の際に 475 m を除却す		
32	"	Lentzkai の北端	" (Cuxhafen)	+6.54	—	-6.00	84	Abb. 30~31	井筒, 天端 +3.00 m		煉瓦積及混凝土	焼過煉瓦	沙 待	初め 186 m 造つたがその後 1913 年 Amerikahafen の築造の際に 102 m を除却す	

33	1898~1900	Steinwärderufer	Kuhwärderhafen	+9.20	+3.20	-4.00	(1 148)	Abb. 32~34	矢板打護岸	0.30			締	切	岸壁に改造, 番號 58, 60 及 61 を見よ	
34	"	Grevenhofufer	"	"	"	"	975	Abb. 32~34	"	"			"	"	1907 及 1912年に581 m 間は木造にて臨時に岸壁に改造	
35	"	Mittelufer	"	"	"	"	297	Abb. 32~34	"	"			"	"		
36	"	Auguste-Victoria-Kai	Kaiser-Wilhelm Hafen	"	+3.00	-4.70	1 358									
37	"	Kronprinzenkai	"	"	"	"	1 014									
38	"	Reiherkai	"	"	"	-4.00	-4.70	203	Abb. 39~41	床板	0.30	混凝土	玄武岩	"		
39	1901~03	南岸; Blohm & Votz 工場前面	Werfthafen	"	"	"	"	150								
40	"	Mönckebergkai	Ellerholzhafen	"	"	-4.70	1 079									
41	"	Kohlenkai	"	+11.00	"	"	275		石炭取扱のため特殊の構造							
42	1902	Bremerkai	Hansahafen	+8.02	+3.50	-3.00	575	Abb. 42~44	床板	0.20	混凝土	砂岩	沙	待	180 m 間の岸壁天端を +8.02 m より +9.20 m に高む	
43	1906~07	Vulkankai	Rotzhafen	+9.20	+2.85	-5.00	-6.00	495								
44	"	Rotzkai	"	"	"	"	"	645	Abb. 45~47	"	0.34	"	玄武岩	締	切	
45	"	Vulkan 工場前の南端	Vorhafen	"	"	"	"	475								
46	1906	Grasbrook 瓦斯工場の前面	Norderelbe	+8.60	+3.60	-4.00	189	Abb. 51~53	前後兩側矢板の床板	0.22 及 0.32	"	"	沙	待		
47	1906~10	"	"	+9.00	"	"	58	Abb. 51~53 に類似	"	"	"	"	"	"		
48	1909~10	西岸; 果物上屋の前面	Magdeburger Hafen	"	"	"	193	Abb. 54~56	床板	0.30	"	"	"	"		
49	1911~12	Rotzkai の延長	Rotzhafen	+9.20	+2.85	-5.00	"	174	Abb. 45~47	"	"	"	"	締	切	180 m 間の岸壁天端は +9.20 m より +10.50 m に高む
50	"	Vulkankai の延長	"	"	"	"	"	195	"	"	"	"	"	"		
51	"	Rotzhöft	Ellerholzhafen	"	+3.60	"	"	157	Abb. 48~50	"	0.30	"	"	沙	待	
52	"	Reiherstieg 造船所の前面	Norderelbe	"	+2.85	"	"	171	Abb. 57~59 に類似, 但し二又の壓力杭の傾斜 2.5:1	"	"	"	"	締	切	
53	1912	Holthusenkaik	"	+8.60	+3.60	-4.00	690	Abb. 57~59	床板, 矢板の傾斜 7:1; 二又の壓力杭の傾斜 3:1 の設計なりしも 4:1 で實施せり	0.30	"	"	沙	待		
54	1912~13	Vulkanhöft の西側	Vorhafen	+9.20	+3.60	-6.00	515	附圖第 J. Abb. 18	床板, 矢板の傾斜 7:1; 二又の壓力杭の傾斜 3:1 の設計なりしも 4:1 で實施	0.30	混凝土	玄武岩	沙	待		
55	"	" の東側	"	"	"	-4.70	-6.00	56	附圖第 J. Abb. 18 に類似, 但し既存の矢板を利用するために床板の幅を 15 m にした	床板	"	"	"	"		
56	"	南岸	Rotzhafen	+10.30	+2.85	-5.00	"	298	Abb. 60	床板, 矢板の傾斜 7:1; 二又の壓力杭の傾斜 4:1	0.30	"	"	締	切	
57	1913	Stettinerufer	Oderhafen	+9.20	"	"	-7.00	683	Abb. 61~63	床板	0.30	"	"	"		
58	"	Steinwärderufer の中部	Kuhwärderhafen	"	+3.50	-4.00	"	294	Abb. 35~38	"	"	"	沙	待	番號 33 の護岸改造	
59	1914~16	東岸; 石炭岸壁	Kohlenschiffhafen	"	+3.60	"	"	515	Abb. 57~59 に類似, 但し矢板は直立	"	"	"	"	"		
60	1915	Steinwärderufer の西端	Kuhwärderhafen	"	+3.50	"	"	582	Abb. 35~38	"	"	"	"	"	番號 33 の護岸改造	
61	1919	" の東端	"	"	"	"	217		"	"	"	"	"	"		
62	1914	北岸; 石炭停車場の前面	Hofekanal	"	+5.20	-0.50	263	Abb. 64~65	鐵筋混凝土構造	0.235 (鐵筋混凝土)	"	混凝土	"	"		
63	11913	西岸	Alter Hafen (Cuxhaven)	+6.75	+5.00	-2.00	-4.00	80	Abb. 66~67 に類似	"	"	鐵筋混凝土	"	"		
64	"	西岸	Fischereihafen (Cuxhaven)	+7.00	"	-3.00	"	263	Abb. 66~67	"	0.31 (鐵筋混凝土)	"	"	"		
65	1919~20	擴張部の東岸	(")	"	+3.50	"	"	648	Abb. 68~69	"	0.26 (鐵筋混凝土)	"	"	締	切	
66	1919~20	擴張部の西岸	(")	"	"	"	"	630	Abb. 68~69 に類似	"	"	"	"	"		
67	1920	東岸	(")	"	"	"	"	291	Abb. 66~67 に類似	"	"	"	沙	待		
							計	32 125	但 [] 中の長さを含まず							
							内	Hamburg 港	29 440 m							
								Cuxhaven 港	2 685 m							

側壁をも支へる意味もある。之等を縦横の棧及鐵棒を以て連結し、其上に床板を張る。現在當港に於て模範とせられてゐる Stettinerufer の床板基礎を附圖第十八に示してある。



附圖第十八

矢板の厚さは種々あつて 12~34 cm の間に變化して居るが、30 cm 以上のものは大變に高價なので餘り使用せず、近來最も多く使用されるものは 30 cm である。26 cm 以下のものは Abb. 1. の如くにするが、之以上のものは Abb. 2 の様にする。矢板は厚くなるにつれて其形が正方形に近よるから、之を打ち込むときに扭ぢまわることが多いので、26 cm 以上のものを Abb. 1. 状にすると、どうも打ち込むのが困難である。而かも一面に於ては、26 cm 以上の厚さの矢板では、Abb. 2 の様にして打つて多少其間に隙が出来ても、土が洩れることが餘りないので、上記の様な用法の區別を生じたのである。矢板の働

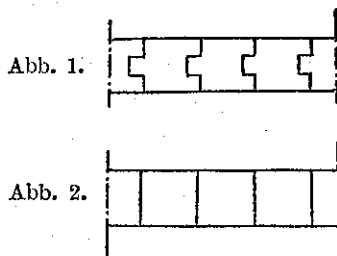


Abb. 1.

Abb. 2.

長と經驗とを綜合して、現今では 30 cm の矢板ならば 5.0 m 以下と云ふことに定まつて居る。

矢板の位置は昔から種々かへて試みられたが、現在では最後方に打つことに定まつた。そこで一つの問題が出て來たのである。それは港底が深くなるにつれて、床板の幅が餘りに廣くなり過ぎる事である。例へば港底が -7.0 m. H.N. であると、床板の幅が 9.20 m になる。元來床板はそれ自體では之程大きな幅を要せぬが、既に記述した如く、厚さ 30 cm 以上の矢板は大變に高價なので、現今ではとても使用し難く、精々 30 cm、時には

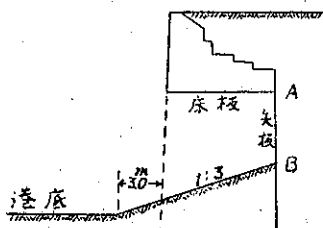


Abb. 3.

之以下のものも使用するから、矢板の働長 (Abb. 3 の A B) は多くて 5 m、時にはこれ以下である。そうすると同圖に示してある様に、B 點より地盤が自然勾配 (例へば 1:3) で港底に達するまでには、随分長い距離を要する。このために自然床板に必要以上の幅を與へねばならぬこととなり、甚だ不經濟である。之を避けるために、矢板を前方に傾斜せしめて、其頭部に作るべき床板の幅を減じ様との考案で、後にある附圖第二十三 (Abb. 57 及 Abb. 60) の如く實施して見たが、床板の幅を減じ得ること僅かに 70 cm 内外に過ぎざるに反し、二又

杭の取付けの必要上、其耐壓杭の傾斜を急に於て、之が效力を犠牲に供せねばならぬといふ不利な結果を見たので、矢板は再び以前の通り垂直に打つことゝなつた。斯様に、港底が深い時はどうしても床板の幅が過大になつて不経済ではあるが、どうも之に處する名案もなく困つてゐる。されば港深の益々大なることを要望してゐる今日に於ては、最早床板構造は經濟的の言を冠することは出来ないのであるから、從來北歐に流行してゐた本構造もこゝに時代遅れとなつたといつてもよからう。

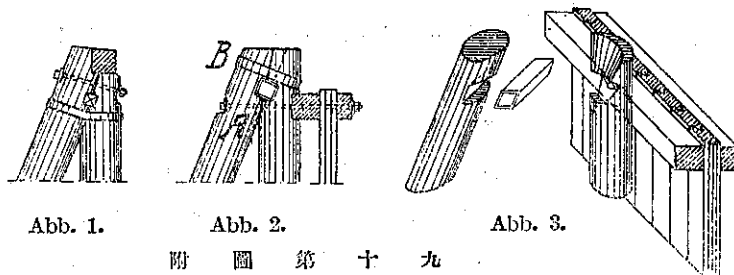


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

附圖第十九

二又は矢板に來る土壓を受けると、前方の耐壓杭は上に向き、後方の耐伸杭は前方に曲がる傾向を生ずる。従つて兩杭は互にすり違はんとするので、之を喰ひ止める爲に、兩杭の頭を連結する方法に苦心した。附圖第十九 Abb. 1 は初期の構法を示すもので、先づ兩杭の頭を斜に削つて密着せしめ、之をボルトで締め付け、更に折れ曲つた鐵環を入れ（叩き込んだものらしい）、杭の間には樫の楔を打ち込んだのであるが、此構法では土壓が大きい時は、どうも不充分である。即ボルトは杭の中へ喰ひ入り、折れ曲つた鐵環は延び、楔も緩んで遂には兩杭の頭がすり違ふ。これには随分困つて、永年種々苦心の結果、近頃は附圖第十九 Abb. 2, Abb. 3 の構法を採つて居る。此構造では耐伸杭の頭を抉り込んで、其間へ耐壓杭の頭を嵌め込み、鐵の環を焼き嵌め、兩杭の間に樫の楔を入れる。楔の兩杭に接する杭壓面積は、兩杭に對して同一である様にする。ボルトも使用する、けれども之は杭頭の接合には直接關係がなく、杭と矢板とを結合する爲である。

兩杭の角度は土壓に應ずる點から云へば出来る丈け大きい方がよいが、實際方面から言つて之には限度がある。あまり角度が大きいと、附圖第十九 Abb. 2 に A で示してあるボルトが、兩杭の間で杭の外に露出する部分が生ずるので結果がよくない。（書物にはこのように書いてあるが、何故によくないのか著者には一寸不明であるが、露出した部分が多分早く腐るからであらう）。又 B の鐵環は成る可く耐壓杭と直角に嵌め込まないと効力が少いのであるが、その爲には餘り角度が大であると都合が悪い。之等に制限せられて兩杭の角度の最大限は定まるので、例へば耐伸杭が垂直であれば耐壓杭に 2.5:1 の傾斜（附圖第二十三 Abb. 39, 45, 48, 51, 54, 及 61 参照）、耐伸杭が後方へ 7:1 の傾斜を有して居れば耐壓杭に 4:1 の傾斜（附圖第二十三, Abb, 60 参照）を與へるのが極限である。

次に二又の位置であるが、力學上から言へば土壓を支へる爲には、此上に来る垂直荷重が出来る丈け大きい方が好都合である。而して壁面に近い程之が大であるから、二又を出来る丈け前に出すのがよい理である。嘗つてはこうした實例もある(附圖第二十三 Abb. 42 参照)。所が更に一步深く考へて見ると、土壓は先づ最初に矢板に來り、それから二又に傳はるが、此兩者の間に間隔があると、力は縦横の棧木を通して二又に傳達されねばならぬ。之がうまく行くや否や疑問であるのみならず、計算するにもどの杭がどれだけの土壓に應じどの杭がどれだけの上部の荷重に應ずるかを定めるのが曖昧になる。之に反して二又を矢板のすぐ前に置くと、上記の缺點を除き得るのみならず、兩者の結合に甚だ都合がよいので、近來は力學上の不利を忍んで、二又を矢板のすぐ前に置くのが普通である。尤も以前は種々の位置に置いたものである。之等は附圖第二十三によつて見れば判る。

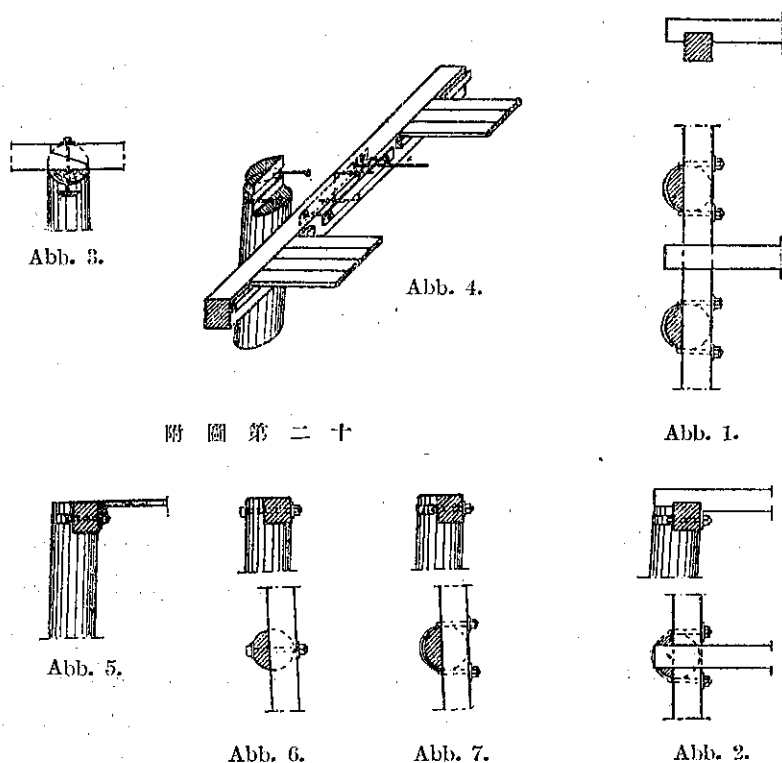
二又杭の平均の太さは 40~50 cm で、普通 45 cm 以下である。嘗つては 50 cm のものも使用したが、價も高いのみならず、餘り太いと頭部の結合が具合よく行かぬので、近來は之を使用せぬ。杭は總て梢を下にして打つのであるが、以前は耐伸杭は梢を上にして打つた方が、根が太いから抜け出さないでよからうと考へて、試験的にやつて見たが、どうも頭部が餘り細いと連結の具合が悪く、此爲に態々太い杭を使用せねばならぬことになつて失敗に歸した。

支承杭は以前は垂直に打つたものも少なくないが、垂直杭は側壓に對して何等作用もしないのみならず、耐伸杭としても其效力が少ないので、現在では總て後方に傾斜せしめる。支承杭の太さは 30~50 cm であるが、近來は 40~45 cm が普通で、50 cm のものは高價であるから餘り使用しない。

上記の二又杭と支承杭とが合體して基礎を作るのであるが、之等の杭の配列の具合は、床板の幅などによつて少しく異なり、又時代によつても多少變化したが、現在に於ては殆ど其典型が定まつてゐる。この典型と目せられるものは附圖第十六及附圖第十八である。今此圖の杭の配列を述べて見ると、杭が途中で重なり合ふのを避ける爲に、2 行に打ち分けてあるが、其内の一行には 2.5:1 の傾斜を有する支承杭を打ち、他の 1 行には後方に二又杭を打つて、前方に 15:1 (一般には 10:1~15:1) の傾斜を有する支承杭を打つてある。前方の杭をこれ位傾斜させて置くと、埋立後に、岸壁が前に少しく傾いても、杭は前に傾き過ぎることなく、丁度直立に近くなる。又最前方の杭を 15:1 の傾斜で打つと、杭自身の前面の勾配が約 20:1 になり、上部構造の壁面の勾配 20:1 に相應する。

之等の杭の間隔は、岸の長さに沿ふて測つて、以前は心々 1.25 m であつたが、近來は太いものを使用するので心々 1.50 m である。又岸に直角に測つての間隔は、上部の荷重の分布に應じて前方向小さくするが、最小が心々 0.90 m で、最大が心々 2.65 m である。

此等を連結する 方法は、昔から著しい 變化がなくて殆ど一定して居る。先づ第一に縦棧 (岸壁に沿へるもの) を杭頭に取り付ける。最前方の縦棧は最も大きい荷重を受けるので、特に之だけに限り、多くは樫材を用ふるが、其寸法は 30~35 cm である。其取付は、船の接觸の爲に損ぜられるのを防ぐ爲に、態々念を入れて附圖第二十、Abb. 7 の様にして帯鐵で締付ける。帯鐵は 12×100 mm の平鐵の兩端に、42 mm の太さの換子付ボルトを鍛接したものである。又此縦棧の接手は、附圖第二十、Abb. 4 に示してある様に、杭の上で Butt joint にし之を短冊金物で締め付ける。後方の縦棧は 24×24 cm であるが、其取付は船に接觸などすることが全然無いから、附圖第二十、Abb. 6 に示してある様に、單にボルトで締め付けるだけである。又其接手も附圖第二十、Abb. 3 に示してある様に、杭の上で



附圖第二十

Scarf joint にするが、之等の接手は一所にかたまらぬ様、列々で少しづゝずらす。矢板は附圖第十九、Abb. 2 及 3 に示してある様に、20×30 cm 及 30×35 cm の 2 本の縦棧で連結するのである。さて縦棧が出来れば此上に横棧を置き、其交點へ大釘を打つ。横棧の寸法は 24×24 cm であるが、其位置は附圖第二十、Abb. 1 に示してある様に、杭と杭との間に置くのがよいが、附圖第二十、Abb. 2 の様に、杭の上に置くとはき、縦棧との取付が面倒であ

るから、出来るだけ之を避ける。次に前後數列の縦棧を通して 35~40 mm の鐵棒を通す。幅の小さい床板基礎だと、1 本で全幅を通すことが出来るが、幅が廣いと鐵棒も長くなるので、之を入れる餘地がなくて困るから、二つに分けて 2 本にする。以前は 2 本にして入れてから、之等を Turnbuckle で連結したが、何うもうまくないので、近頃は附圖第十六の平面圖に在る様に、中央の横棧で分けて 2 本にし、之等を行をちがへて入れてゐる。

さて全體の連結が終れば、縦棧の上へ横棧の間に板を張つて床板を作る。板の厚さは 5cm であるが、之を前方の縦棧に取付けるには、附圖第二十、Abb. 5 に示してある様に、縦棧に更に小さな徑の添木を打つて其上に板を載せる。近來の様に上部構造が混凝土で出来る様になつてからは、此板は單に混凝土の底型に過ぎないから、混凝土が硬化した後、取除きが出来るところは取除いて何度でも使用する。

床板は附圖第二十二、Abb. 10, 13 及 16 の如く、之を後方に傾斜せしめて置けば、上部構造が前にすり出すのを防ぐのに都合が良いから、初期に作られたものは皆この様にしてゐる。然るに近來は床板の幅が大變に廣くなつたので、上部構造との間に充分な摩擦抵抗があることになつた。従つて態々手数をかけて床板を傾斜せしめる必要がなくなつたので、總て之を水平にする。

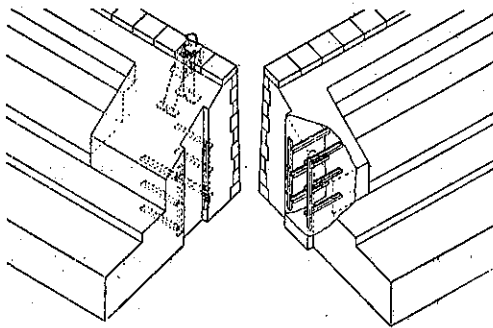
抗、矢板等の材質は普通は銀松 (Föhrenholz) である。之等の取付けには鐵材を成る可く惜まずに使用して連結を充分にする。

尙床板の幅につき注意をして置くが、以前は上部構造は Counterfort の附いた壁を使用したもので、Counterfort の基礎が壁の基礎よりも廣くなるから、そこだけ床板を廣くしたものもあるし、然らざるものもあるが、近來は Counterfort を使用せぬので、總て同一の幅にする。(附圖第二十二参照)

さて以上の記述で床板基礎を了解せられたと思ふから、次に其上に作る上部構造を記さう。以前は上部構造としては、附圖第二十二 Abb. 7 等にある様に、壁自體は薄くして之を補ふ爲に、8.60~10.00 m 毎に Counterfort を作り、Counterfort の底部の間に Arch を架し、其上に土壓を働かしめて安定を助けたものである。之は主として經濟的の意味でやつたのであるけれども、他の一つの理由は、當時は一般に港底が浅いので床板の幅が狭く、其上に作る壁を厚くすることが困難な場合があつた爲でもある。然るに近代に至り、港底が深くなつて、床板が大變に廣くなつたので、其上に作る壁は、却つて厚過ぎる位にせねばならぬことが多いから、Counterfort は止めた。近來用ゐられてゐる上部構造の斷面の定め方は、先づ床板の上に全部に亘つて、之なら充分と思はれる厚さの混凝土を置く。此混凝土の後點と笠石の後點とを大體適當と思はれる凹曲線で連結し、其間に適宜に段をつける。斯くて其安定度を計算して見て、大體其形でよければ之に定め、悪るれば變更する。

壁は以前は煉瓦で積んだこともあるが、近來は 1:6~1:8 の混凝土を使用する。然し火山灰は未だ曾て使用したことがない。壁面には 20:1 の勾配を付けるが、之は後方を埋立てると、どうしても壁が少しく前に傾くので、之に應ずる爲に附けたものである。壁面の化粧には、以前は焼過煉瓦を使用したか、煉瓦其物は充分持耐力があるけれども、目地の維持に金がかかるので、遂に用ひなくなつた。次に砂岩を使つて見たが、之は柔かくて持耐力が無い。近頃は玄武岩を使用して居るが、その結果は大變によい。玄武岩は太さ 20~30 cm、長さ 25~35 cm のものを積むのであるが、出来るだけ長さの異つたものを交互に使用して、混凝土とのくつつきをよくする。上部の笠石、下部の根石、其他の角々には總て花崗岩を使用して居る。

寒暖の差で上部構造が膨脹或は收縮したり、又は基礎が不平均の沈下をする爲に、壁に破れ目を生ずることが多いので、之を防ぐ爲に、近頃は約 48 m 毎に附圖第二十一に示す様な



附圖第二十一

切目を作る。即、圖示の様に兩方の混凝土は全然縁を切つてあるが、前後にすり違ふのを防ぐ爲に此部分を入れこにする。而かも其入れこの部分が切れてはならぬと云ふので、其處へ I-鐵を埋め込む。少々馬鹿念の入つた仕事であるが、獨逸人のやり相な藝當である。

近頃のものは排水をよくして壁の安定を助ける爲に、約 12 m 毎に附圖第二十三

Abb. 45, 48, 54, 57, 60, 及 61 に示してある様に、内徑 100 mm の鐵管を上部構造の後方の段に入れる。此鐵管は床板を通じて下に出て居るが、上には格子を附して其上に約 1 立方米の砂利を置き、格子の塞がるのを防いでゐる。

岸壁の後方を埋立てるには、大變細心の注意を拂つて、埋立中或は埋立後に、岸壁の安定を害する様な事を避けてゐる。例へば土質としては主として砂を用ひ、泥土及粘土の類は之を避ける。土は後方へ傾いた層々にして入れ、一層毎に搗き固めをなす。従つて Sand pump で流し込むなどはせぬのである。

さて以上で床板基礎の岸壁を説明したから、讀者は其詳細を知られたことと思ふ。凡そ物は一朝にして出来るものではなく、夫々の順序を経て發達するものであるが、本岸壁も亦約 60 年の長年月を過ぎ、種々の改良工夫の結果、現在の型に到達したもので、其間の進歩の跡を辿るのも技術家としては頗る興味ある事と思ふ。此事は今迄の記述中に於て、必要ある度に之を記入して置いたけれども、一纏めにして見る方がよからうと思ふから、第五表

に表示した。尙此表には各岸壁の高さ、長さ及構造の大要等をも記入してあるから、之で本港の岸壁の大要を知ることが出来る。此表の番號は附圖第十に記入してある岸壁の番號と符合するものである。又附圖第二十二及第二十三は此表に照應するものであるから、之等を参照して見られんことを希望する。表を一覽して特に著者の興味を引いた點は、多くの岸壁は將來港底の増深を見越し、それに對して安定を確保してあることである。

次に附圖第二十二及第二十三を見て各岸壁の缺點等、特に讀者の注意を促したき點を順次に記述する。

附圖第二十二, Abb. 1~4 は, Sandthorhafen の岸壁經營をなるべく早く開始するため、臨時的に造られたもので、後に Abb. 3~4 に點線で示してあるものに改造せられたが、初め造つた際は全長 802 m の内 286 m は、既存の木柵護岸 Abb. 1 を利用して Abb. 2 に作り、残りの 516 m は Abb. 4 に造つたのである。Abb. 2 は控がなく安定が不充分であつたから、後に Abb. 3 に示す如く控を入れた。

附圖第二十二, Abb. 5~6 の缺點は、床板基礎の岸壁よりも高價なことである。

附圖第二十二, Abb. 7~9 は岸壁の基礎に杭を使用した最初のもので、床板基礎の先驅者とも見做すべきものである。缺點は杭を兩側の矢板の間に打つたので、之を斜にすること難く、従つて側壓に應ずることが不充分である。又矢板の間に詰めた混凝土は左程に效能がない。

附圖第二十二, Abb. 10~12 は床板基礎の初めてのもので、其後多少の變化はあるが大體は之に準據して居る。

附圖第二十二, Abb. 13~15 及 Abb. 16~18 は床板を後方に傾けてあるが、近來は之を水平に作る。(第 23 頁参照)

附圖第二十二, Abb. 28~29 及 Abb. 30~31 は當港の姉妹港たる Cuxhaven 港のもので、此港には海蟲が居るので、防蟲の爲に木構造を採つたものであるが、缺點は高價なことである。

附圖第二十二, Abb. 37~38 は、横棧が支承杭の上で縦棧の上に乗つて居るので、結合が面倒である。(第 22 頁参照)

附圖第二十三, Abb. 42~44 は、二又杭を矢板と離して前方に打つてあるが、之は力學上合理的であるけれども實際上缺點がある。(第 21 頁参照)

附圖第二十三, Abb. 45~47 及 Abb. 48~50 は、二又の垂直杭の外に更に 1 本の垂直杭を打つてあるが、之は普通は不用であるけれども、本岸壁では埋立が未だ完成しない間に、岸壁が後方に傾く恐れがあつたので、之を防ぐ爲に打つたものである。

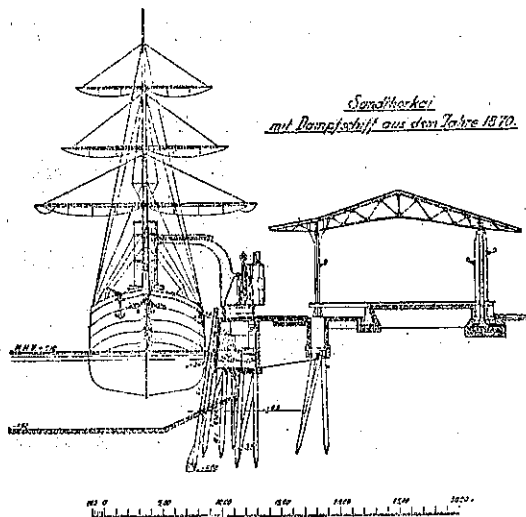
附圖第二十三, Abb. 51~53 は、本岸壁へは流水が接觸して杭を損ずるので、之を防ぐ爲に

前面に矢板を打つたのである。

附圖第二十三, Abb. 57~59 は, 二又の壓力杭の傾斜は 3:1 の設計であつたが, 杭頭の連結具合が悪いので 4:1 に變更した (第 20 頁参照)

附圖第二十三, Abb. 66~67 及 Abb. 68~69 は Cuxhaven 港のもので, 此港では海蟲の害を防ぐ必要上鐵筋混凝土を使用したものである。

附圖第二十五 は, 後部に前方へ傾斜した杭を 2 本打つてあるが, 普通ならば 1 本でよいのであるけれども, 此岸壁では起重機の後方軌條へ來る荷重が, 殊に大きいので 2 本にしたのである。又二又の壓力杭の傾斜は 3:1 の設計であつたが, 杭頭の連結具合が悪いので 3.5:1 に變更した。(第 20 頁参照)



附圖第二十四

以上で當港の岸壁自體の記述を終つたが, 其發展の模様を明に讀者に知らせる爲に, 同一の縮尺で畫かれた附圖第二十四及二十五を紹介する。前者は 1870 年に造られた Sandthorkai で, 後者は 1912~1913 年に造られた Vulkanhöft の西側の岸壁である。何れも前面に其時代の船を付けてあるが, 之から見ると船は頗る大きくなつて居るけれども岸壁自體はそんなに大きくなつて居らぬことが目につく。

さて既に床板基礎の岸壁の現状を知ると共に, 既往の發達を辿つたが, 今之が將來の命數に就いて聊か述べて見やう。

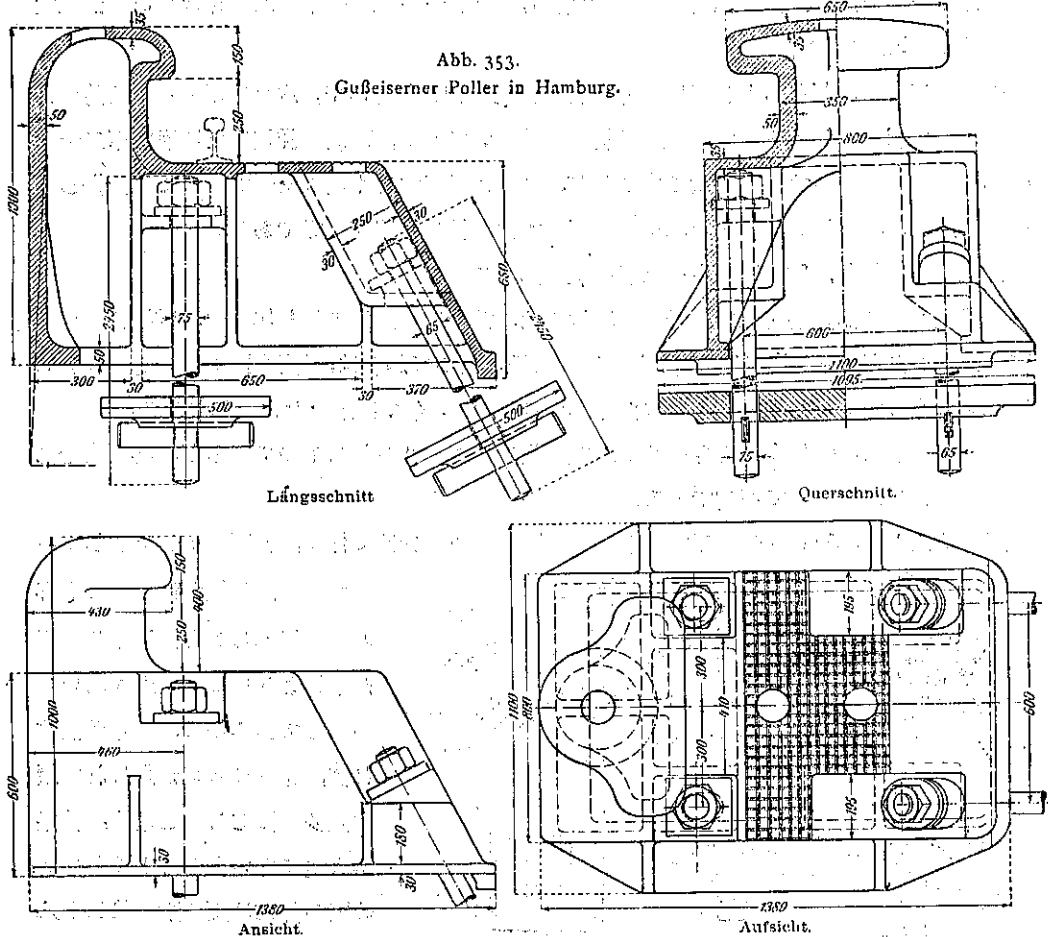
此構造の岸壁は, 以前港底の左程に深くなかつた時代は, 頗る經濟的であつたけれども, 今や船舶吃水の増加につれて港深は益々大なるを要し。其結果として第 20 頁に記した様に, 構造上床板の過大を誘致して, 遂に經濟的構造の呼稱に反するものとなり, 一時北歐諸港に隆盛を誇つた本構造も, こゝに漸く衰頹に向つた次第である。然らば如何なる構造が本構造に取つて代るべきかと言ふことは, 未決であつて, 種々議論せられて居るに過ぎないが, 鐵筋混凝土構造に依るより外に策がなからうとの意見が最も多い。元來當港では鐵筋混凝土構法は餘り歡迎せられて居らぬ。鐵筋混凝土賛成論者は其得點の一つとして構造物の軽い點を擧げるけれども, 岸壁では之が却つて缺點である。由來大船が岸壁に發着の際には, 大きな張力若くは壓力が衝動的に働く場合があるが, 之等の力を豫め計算して置いて, 之に應ずるこ

とは殆ど不可能で、唯岸壁自體の質量を大にして置くより他に策は無いものである。鐵筋混凝土で、質量の大なるものを造れば勿論之に應ずることが出来るけれども、斯くては多額の工費を要するから、當港では鐵筋混凝土構造は從來未だ曾て海船の岸壁に採用せられたことなく、僅かに水深の小なる岸壁に用ひられたに過ぎない。併し今や情勢が變化したので、將來は水深の大きな岸壁にも之を採用しやうとする形勢があるけれども、何とかして安價な構造を案出しやうと苦心して居る。

我が日本でも現在、港の岸壁は殆ど鐵筋混凝土に限られたかの如き觀があるけれども、其構造は必ずしも經濟的とは云ひ難いから、更に一段の工夫を要するものがあらう。

(ハ) 岸壁鐵装

岸壁の鐵装とは



附圖第二十七

- 繫船柱
- 繫船環
- 繫船鎖
- 防舷杭
- 梯子

を指すが、之等は附圖第二十六に詳しく圖示してあるから、重に此圖に就て説明をする。附圖第二十六 Abb. 70~71 は Stettinerufer の艤裝で、現今當港に於ける代表的ものと稱せられて居る。

繫船柱； 附圖第二十六, Abb. 72 は古い形で、現今は流行せぬものである。

附圖第二十六, Abb. 73 は之も古い形で、1902 年頃まで使用せられたが、此頃では船が大きくなつたので、形が小さく、弱くていけない。之はボルト 3 本で取り付けてあるが重量は約 1100 kg である。

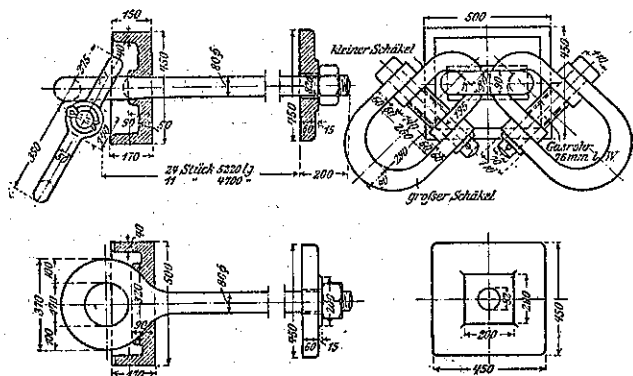
附圖第二十六, Abb. 74 は 1906 年頃より使用し初めたもので、取付けボルトは前者よりも 1 本増して 4 本とした。重量は約 1400 kg. である。此圖の詳細は更に附圖第二十七に示してある。以前は之を鑄鐵で作つたが、此頃は船が大きくなつたので、之でも損傷し易いから、形は其儘にして材料を鑄鋼に変更したが、結果は甚だ良好である。

以上の三種類共、繫船柱の中へは混凝土を詰める。

繫船環； 船が麻綱を以て繫船した時代には、當港は繫船環のみを作つて、繫船柱は備へてゐなかつたが、その後、船が鋼索を使用する様になつてからは、繫船環では不便なので、繫船柱をつくつた。併し繫船環もあつた方が便利なので、今では兩者を併用してゐる。

附圖第二十六, Abb. 75 は古い型である。環は時々損ぜられるものであるが、其都度全部を取換へねばならぬので不利である。

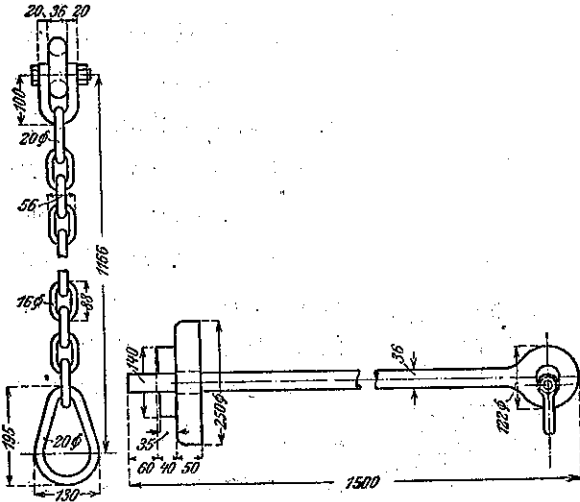
附圖第二十六, Abb. 76 は新式のもので、環を二つに分けて作り、其間にピンをさしてあ



附圖第二十八

るから、若し環が破損しても容易に取換へることが出来る。而かも環よりはピンを態々弱いものにしてあるので、若し破損すれば、第一にピンが毀はれて環は減多に損じることなく、結果が大變に良いとのことである。此圖の詳細は更に附圖第二十八に示してある。

繫船鎖； 繫船鎖は主として大船が使用するので、その位置少し高く、小船には不便なため、近頃は繫船鎖を作つて居る。



附圖第二十九

にし、又船の付け放しの際に横に擦つて、杭を折ることがあるから、之に應ずる工夫もしてある。

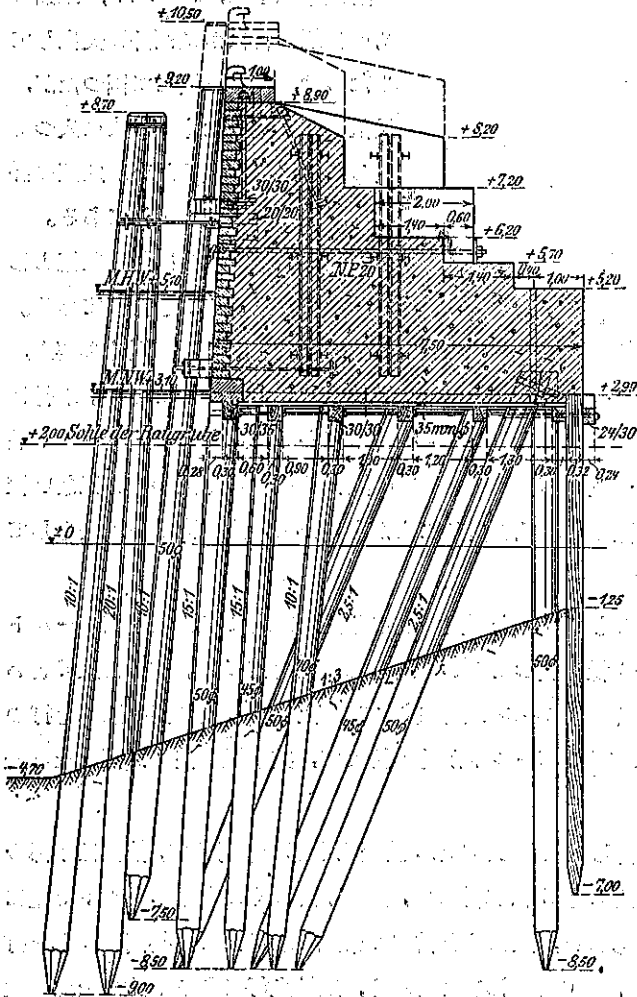
附圖第二十六, Abb. 78 は舊式のもので、先づ徑の枕木を壁面に入れて、之を錨ボルトで取付ける。枕木の前面を杭に合ふ様に抉つて置いて、それに杭を當てる。杭は帶鐵で巻いて止め、此帶鐵を適當の方法で上記の錨ボルトに連結する。更に杭の側に徑の添木を打つて、杭が横にするのを防ぐ。此仕方は錨ボルトが時々折れて、其取換が甚だ面倒になる缺點がある。

附圖第二十六, Abb. 79~80 は新しい仕方であるが、前圖は上部の取付けで、後圖は下部の取付けである。下部の取付けは、枕木を 2 層に分けて、先づ下層のものを錨ボルトで壁に取付ける。其上に上層の枕木を打ち付け、之に杭を當て、帶鐵で取付けて、其側に添木を打つ。こうすると、直接に錨ボルトが損ぜられることなく、成績良好である。次に上部の取付を説明すれば、以前は防舷杭の取付けを 1 箇所にし、其位置を取換の便を慮つて中水位以上、壁の約中間位とした。然るに船が大きくなつたのと、殊に近代の船の底部が四角形に近い形となつてからは、杭の下部に船が接觸して之を折ることが多い。之を幾分でも少くする爲に、取付點を壁の最下部にまで下げ、上部にも更に一つの取付を加へたのである。しかし之は取付けと云ふよりは、寧ろ受けと云ふ位のもので、一つの枕木を杭と壁との間に入れ、帶鐵で杭と結合してあるに過ぎず、壁とは何等の連結がないのである。こうして置くと、杭が下部で船の爲に壓せられた時に、下部の枕木を臺として、上部が少しく跳ねることが出来

附圖第二十六, Abb. 77; 以前のものは鎖の付根が壁面外に突出してゐたので、時々破損して困つたが、最近の型は圖の如く壁面内に入つて居るから、その憂はない。此圖の詳細は附圖第二十九に示してある。

防舷杭； 當港では防舷装置として、岸壁の直前に杭を打つてある。この杭は根を太くして置く必要上、蛸を上にして打つのである。取付けには細心の注意を拂ひ、ボルト類の鐵物は成る可く杭の外に出ない様

て、弾性的に作用する利益がある。尙此圖と同様な Rosskai の防舷杭を附圖第三十に示してある。(此圖には寸法などが大分詳しく記入してあるから特に之を掲げる)



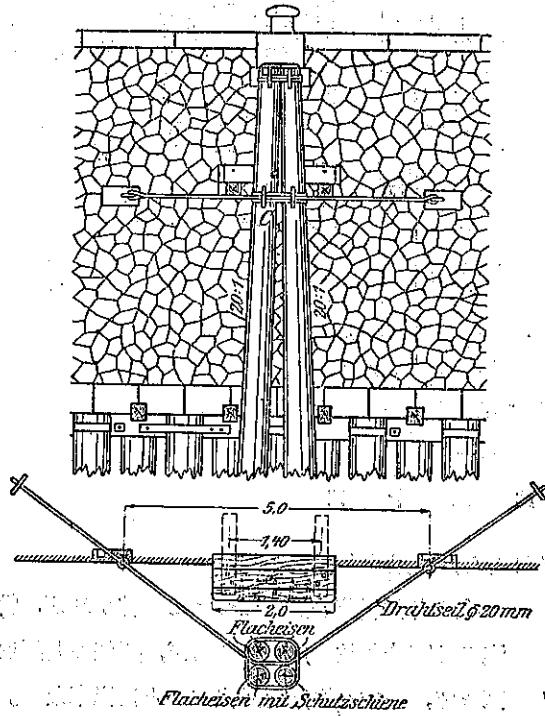
附圖第三十一

上記の様な防舷杭では不十分な所では、更にそのそこに集合杭を打つが、其位置は普通、繫船柱の前にする。一例として附圖第三十一及第三十二に Rosskai のものを示した。即、杭頭及びそれ以下約 2m の C 點に、附圖第三十三に示す金物を打ち付け、それに作つてある際間に、鋼索を通して杭を締め付ける。更に C 點には、尙 1 本の鋼索を通して、其兩端を豫め岸壁に埋め込んである錨ボルトに結び付け、杭が左右に揺れるのを防ぐ。岸壁には附圖第三十四に示してある受木を置き、杭の衝動を柔げる。

梯子；此構造も年代によつて大分異なるが、以前は壁に凹みを作つて、此間に作つたけれども、現在では壁より突出せしめ、其兩側に防舷杭或は防舷柱を置いて保護して居る。其位置は、以前は二つの繫船柱の中央に置

いたけれども、現在は附圖第三十六, Abb. 70 に示してある様に、繫船柱の近くに置いて、綱を持つて上つた水夫が繫船柱に歩む距離を短くし、一方の防禦には其傍にある防舷杭を利用し、他の一方だけに防舷柱を附ける。附圖第三十六, Abb. 81 及 82 にある様に、梯子は兩側を平鐵で作つて、それが岸壁に出る部分は、丸くして握りとなし、之を曲げて笠石に取付ける。梯子が岸壁に出る部分は、成る可く低くして船の綱の邪魔にならぬ様にする。棧は四角の鐵棒で作つて之を兩側の平鐵に鋲付けにする。Abb. 81 は稍々舊式のもので、其缺

點は梯子全部を一體に造つてあることである。元來梯子は其下部が多く損ぜられるものであるが、全部一體にしてあるから、一部分を修繕するために、全部を取替へねばならぬ不利がある。Abb. 82 は最新の仕方、上記の缺點を補ふために、初めより三部に分けて作り、之



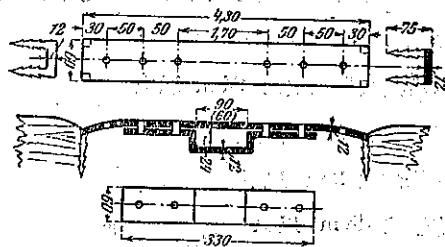
附圖第三十三

を短冊金物で連結してあるから、取換が容易である。
梯子に附帯して、之を保護する防舷柱を記すが、之は岸壁を保護するものではなく、單に梯子だけを保護するものであるから、防舷柱の面よりは幾分内に入れてある。其取付け方は次の通りである。

を短冊金物で連結してあるから、取換が容易である。

梯子に附帯して、之を保護する防舷柱を記すが、之は岸壁を保護するものではなく、單に梯子だけを保護するものであるから、防舷柱の面よりは幾分内に入れてある。其取付け方は次の通りである。

附圖第二十六、Abb. 83 は古い仕方であるが、之は先づ前端に穴を有し、後端は二つに割れて居る平鐵を壁に埋め込み、其間へ防舷柱を入れて、之を帶鐵で巻く。帶鐵の兩端にも穴があつて、この中へさきに壁に埋め込んである平鐵を入れて、其前端の穴へ楔を打ち込んでとめるのである。この缺點は、防舷柱が凹凸のある玄武岩の壁面へ直接に當るので、どうもなじみが悪く、楔がよくきかず、船の衝動のために弛み出して、遂には抜けて無くなるものが往々ある。それで此楔に鎖をつけて紛失を防いで居るが、隨分下手な仕方である。尙一つの缺點は、防舷柱を巻いて居る帶鐵が前面に露出して居るので、此部分が損ぜられることである。

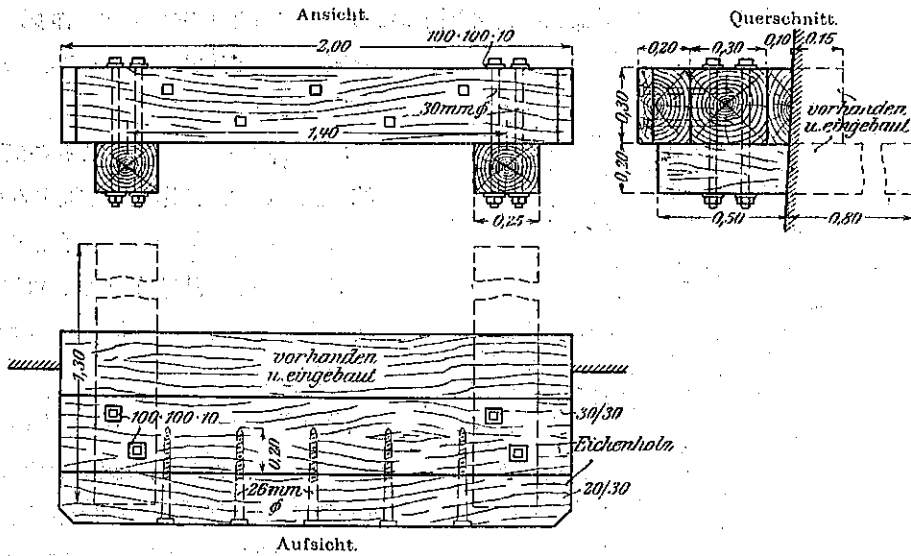


附圖第三十三

附圖第二十六、Abb. 84 は上記の缺點を改良したものである。即、花崗岩の一塊を通して平鐵を曲げ、之を壁中に埋め込んで置く。花崗岩と平鐵との間には 5cm の隙を作り、又平鐵の前面には兩側に穴をあけて置く。此前に防舷柱を置いて、其兩側に金物を當て、取付けるが、この金物は其一端を前記の平鐵の穴に入れて、

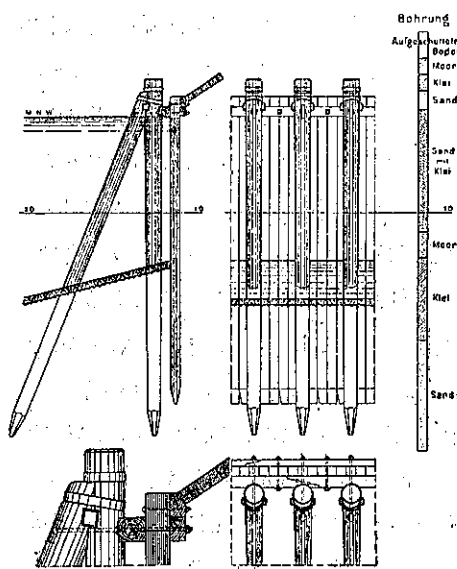
90° 廻すと抜け出ぬ様にしてある、又金物の他端にはボルトの穴があつて、此中にボール

トを挿し込んで、ナットで締める。而して此両側の金物を、他の部分よりも態々弱くして置いて、若し破損する場合は之が先づ以て破損し、他の部分は減多に壊れない様にしてある。此



附圖第三十四

方法は以前のものよりも大分金がかゝるけれども、結果は大變によい。



附圖第三十五

次に各種艀装の間隔について一言すれば、當港には随分多數の岸壁があるが、艀装の間隔は區々で、一定の規則を見出すことは出来ない。之は各岸壁で其用途が幾分異り、それに應ずる様にした結果でもあらうが、元來此間隔は、何程がよいと一定した見解を下すことが出来ぬものであると思ふ。斯く種々になつては居るけれども、しかし其間に一定の限度はある。試に其限度を記せば、

繫船柱及繫船環は 24 m 以上

繫船鎖は 8 m 以上

防船杭は 9 m 以下

梯子は 48 m 以上

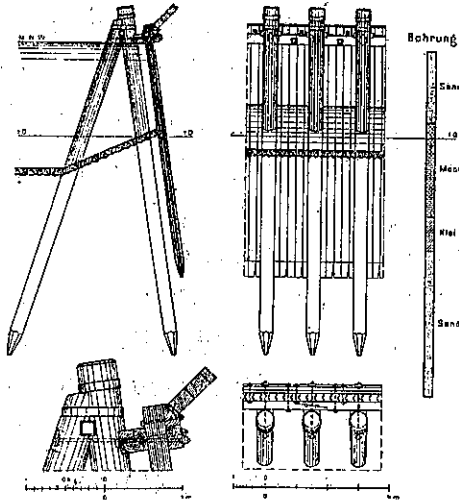
である。勿論特種の場合は此限りに非ざること

は云ふまでもない。

(二) 護 岸

當港に於ては岸壁の築造せられたものが非常に多いが、之と共に護岸も亦大變に使用せられてゐる。河船の船溜などは大抵は護岸にして、所々に小さな棧橋を作つて、陸との交通に便して居る。

護岸の構造は種々あるけれども、其内で附圖第三十五、及附圖第三十六、は標準的のものである。之は矢板を打つて土留となし、其前に二又杭を作つて土壓に應ずるのである。矢板



附圖第三十六

の寸法、二又杭の取付方等は、總て岸壁の床板基礎に於いて詳記したものと大同小異であるから、茲には記述せぬが、必要があれば前記を参照せられたい。此構造は鐵や混凝土を使用するよりも安價であるので、當港では昔から重寶がられて居る。

上記の如く Cuxhaven 港以外の工事には、岸壁及護岸共に木材を使用し、安價な工法を採つて居るが、之は當港に海蟲が棲息しないからである。日本に於ても若し當港の様な工法を採り得れば、頗る工費が安くなろうから、至極良好であるけれども、悲しい哉日本の諸港では、海蟲の害が頗る強烈で、到底木材を使用することを許さない場合が多いのは、國

家經濟上より見て、頗る恨事とせねばならぬ。それであるから著者は當初、假令當港の岸壁及護岸を詳記しても、直接日本に應用し得るもの少く、従つて其勞も徒爾に終るであらうと豫想したけれども、材料の問題は別として、構造上の思考工夫は、必ず何處かに之を應用する事が出来ると信じ、筆を呵して詳記した次第である。尙日本の河川工事に於いては、海蟲の害がないから、此種の工事に於いて、多少でも上記の構造が應用せらるゝことあらば、著者の頗る幸とする所である。

第三節 閘 門

當港で一才面白いことは、港それ自身は Open harbour であるが、港内の所々に小さな閘門が多數あることである。此閘門は、實は船の通行のために、水位の差を無くするのが目的ではなく、他に意味がある。元來 Elbe 河は隨分多量の土砂を上流から運んで來るが、之を港内へ直接に入れると、そこでは面積が廣いから、流勢が一時に減ぜられるので、多量の沈

澱物を生ずる。之を防ぐ爲に適當な所に閘門を作つて、上流からの水は直接に港へ入れず、其傍を流して一旦下流まで下し、然る後逆流して港内に入る様にして、出来るだけ港の埋らぬ工夫をしてゐる。この様な工夫をしても、絶対に港が埋らぬ譯ではなく、年々随分多量の浚渫をして居るが、閘門の作用によつて、大分沈澱物を減じて居る。此事は日本の港ではあまり起りさうな事柄ではないから、詳しい事は参考書に譲つてこゝでは詳記せぬ。

第四節 船寄場

當港では大體に於てホルベの左岸が市街地で、右岸が港であるから、此間の往復が大變に頻繁である。其外に、港内各部の連絡、或は水上に碇泊して居る船と陸との交通、更に又北海の海水浴場へ行く旅客の往來などの爲に、小廻りの交通が大變に多い。此仕事には約 70 艘の汽艇の外に、多數の傳馬船及發動機船が従事して、1 箇年に約 2000 萬人の旅客を運んで居る。

小廻り船の爲に、港内に約 30 箇所の船寄場が作つてあるが、其構造は種々あつて、簡単なものは梯子で昇降してゐる所もあるけれども、大抵は浮函を置いて、之に渡橋を架けてある。渡橋の勾配があまり急になるところでは、この代りに附圖第三十七の様に階段を造るが、それには Link motion を應用して、踏面がいつも水平になつて居る様に、なかなかうまく作つてある。

船寄場の中で最も大規模なものは、St. Pauli のものであるが、之を少しく記して見よう。附圖第三十八及 附圖第三十九に示してある様に、浮函の上に通しの床を張つて、全く切れ目がない様にしてある。全長 420 m、幅 20 m あるが、之は $1.9 \times 3.0 \times 20$ m の小浮函を 109 個繋ぎ合はせ、此上に鐵の框を置き、更に其上に床を張つたものである。一個一個の小浮函は、修繕等が必要があれば、後方へ抜き出し得る様にしてある。此船寄場には小船のみならず、相當に大きな船も着くので、大船の着く部分には附圖第三十九及附圖第四十に示してある様に、高 3.0 m の露臺を作り、其上から乗客が船の遊歩甲板へ行く様にしてある。此露臺は家畜の陸揚にも都合がよく、現在では 200 m しか出来て居らぬけれども、將來は全長 420 m に及ぼす筈である。幅 20 m の内、前方 10 m が通路になつて居るが其後方 7 m には切符賣場だとか、小料理屋だとか、繪端書屋だとか云ふ類の小店が建て連なつて居る。此建物の後方 3 m が又小通路になつて居る。當港では洪水時に備へるため、岸を大變高くしてあるから、岸から浮函に掛つて居る渡橋の下が相當に隙くので、普通的水位では一寸した小汽船位は通れる。之等の船は浮函の後方へつける事にしてあるが、此爲に上記の 3 m の通路が作つてある。尙陸上には大變立派な建物を作つて、其中に旅具置場、事務所、料理屋の類が設けてある。

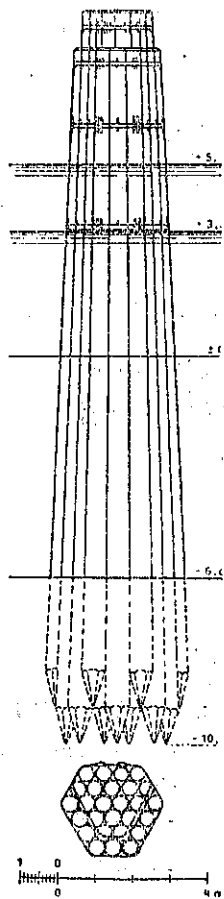
第五節 繫船杭及氷除

當港には港内及河身中に、一定の距離を隔てて打つた多數の繫船杭があつて、其列長は現在

海船の使用するもの 32 385 m

河船の使用するもの 41 960

計 74 345



附圖第四十二

の長きに及んでゐる。之等は港内の整理上、大變に有效であるから、日本の港でも之を試みてはどうかと思ふ。最も簡単なものは僅か 1 本の杭を打つてあるに過ぎないが、之より以上 2 本、3 本と多數になり、今では 27 本からなつてゐるものもある。(附圖第四十一及附圖第四十二参照) 之等は上部よりも下部を強固にする必要上、杭は皆根本を下にして打つ。此杭打の仕事が随分多いが、此外にも多數の杭打があるので、附圖第四十三に示す様な 4 000 kg の Ram を有する自航杭打船を 2 艘備へてゐる。

冬期になると、繫船杭に氷が引懸つて損害を與へるので、之を防ぐために、各列の兩端には氷除の装置を施してゐる。

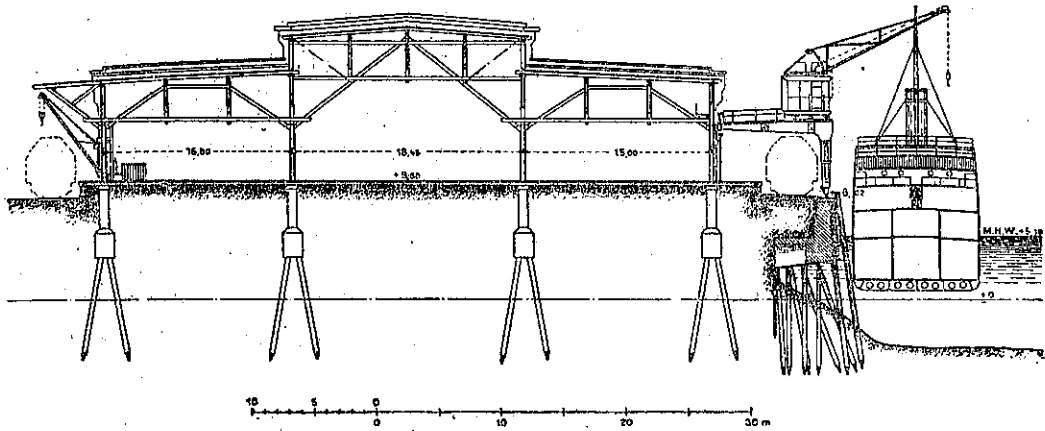
第四章 陸上設備

第一節 上屋

當港には普通の上屋が 62 棟、特殊の上屋が數棟あつて、其總面積は 516 000 m² の廣きに及んでゐる。普通の上屋は少數の異型を除き、其型が大體一定して居り、附圖第四十四は其代表的なものである。中には上屋の前の段を、此圖よりも著しく廣くしたものもある。上屋は大抵平屋建であるが、上屋の階數に就いては種々の議論

があり、二階建の上屋も提案された。元來、海船より上屋へ陸揚された貨物が大部分陸運で荷捌される港だと、上屋を二階建にしておけば、海船が一階へ荷揚して居る間に、二階の貨物を搬出し、次に第二の海船が来て二階へ荷揚して居る間に、一階の貨物を搬出する。斯くして一階及二階を交互に使用すれば、著しく岩壁の能率を高め得る。然るに當港では、海船より上屋へ陸揚された貨物の大部分は、陸運でなく、再び水運で荷捌されるので、海船が荷役したあとの岸壁へは河船或は舢舨が來り、これが去らねば第二の海船は付けられない、従つて上屋を二階にしても餘り其效能がない。此外に種々の理由もあるけれども、主として上記の理由で、普通の岸壁上屋は全部平屋建である。尤も特殊の上屋で、其貨物の大部分が、陸

運で搬出される所は二階建にしたものもある。古い上屋の幅は僅かに 14.8 m であるが、最新のものには 60 m に及び、その長さは最短 107 m、最長 440 m であつて、所々に防火壁を作つて適当な長さに仕切つてある。重なる上屋の幅及長さ、所在、開船渠の名稱及び水深を記せば第六表の通りである。水深は上屋の幅に關係を有するものであるから参考として書き加へた。



附圖第四十四

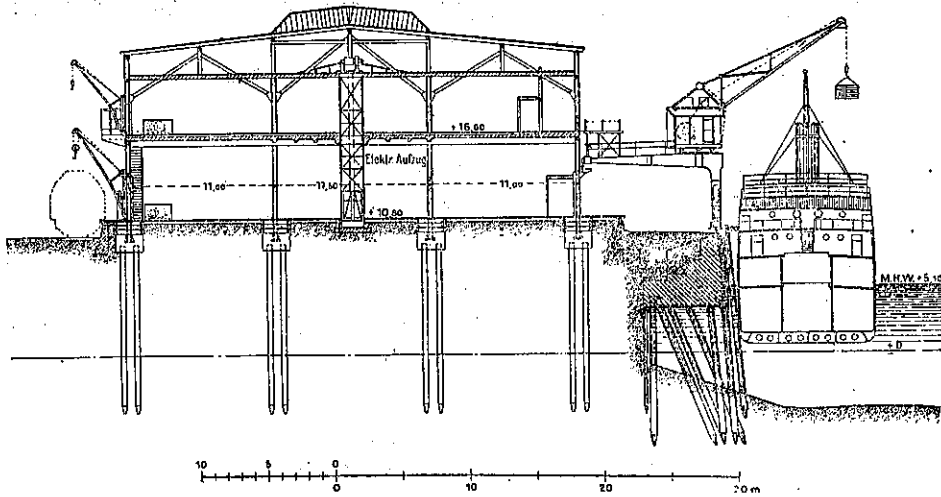
第六表

ハンブルグ港上屋の大きさ及其位置

名 稱	幅	長さ	所在開船渠	
			名 稱	水深(平均低水位以下)
Nr. 1~12	14.8~22.2 m	171.0~228.1 m	Sandthorhafen	-5.5~-6.0 m
Nr. 13~18	22.0~25.7	112.0~215.0	Grasbrookhafen	-5.5
Nr. 19~21	25.7	107.0~168.0	Strandhafen	-5.5~-6.0
果實上屋 A及B Nr. 22~29	24.3~30.0	195.0~261.0	Baakenhafen	-5.5~-7.0
Nr. 30~32	21.0	153.0	Kirchenpauerhafen	-5.5~-7.0
Nr. 34~42, 48	22.8~33.8	181.0~300.0	Segelschiffhafen	-6.7~-7.0
Nr. 43~47, 50~51	34.0~48.45	261.7~271.0	Hansahafen	-6.7~7.0
Nr. 52~53, 57	48.45	271.0~272.15	Indiahafen	-6.7~-7.0
Nr. 69~70	42.0	180.0~350.0	Kuwärderhafen	-7.0~-8.0
Nr. 71~75	42.0~50.0	309.4~440.0	Kaiser-Wilhelm-Hafen	-7.5~-8.0
Nr. 76~77	50.0	336.7	Ellerholzhafen	-7.5~-8.0

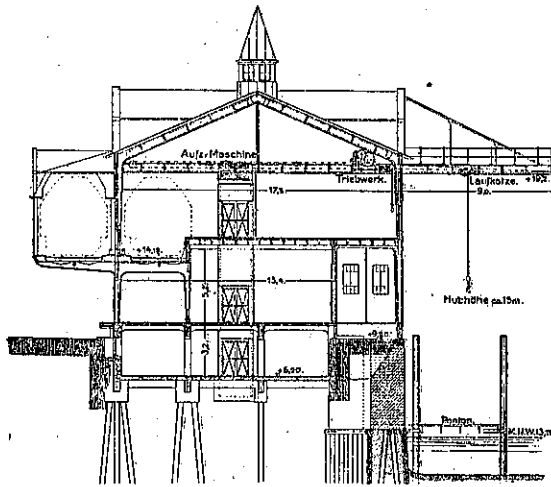
建築材料は防火壁其他に少許の煉瓦を使用して居るが、大部分は木材である。鐵材を用いたこともあるけれども、鐵造は火災に對して防火力は餘り強くない、その上火災後の取除きに著しい手數がかかるから。寧ろ安價で、火災の場合に、再築の容易な木造がよることばれて

る。床は荷重として最大 10 tons/m² を採つて居るが、之程大きい荷重に對しては、普通の床の構造では不適當なので、床下を地上げて、その土の上に直接に床板を敷き並べ、若し地盤が沈下すれば、床板もそれにつれて下り、建物自體には Strain が起らぬ様にしてある。特殊の上屋としては果實上屋がある。當港へは非常に多量の果實が南洋から入つて来る



附圖第四十五

が、之を此上屋で貯藏したり、又は仕分けしたりするのである。之は上屋と云ふよりも、むしろ倉庫に近いかも知れぬが、其構造は普通の上屋と比較して、別段著しい相違はなく、唯



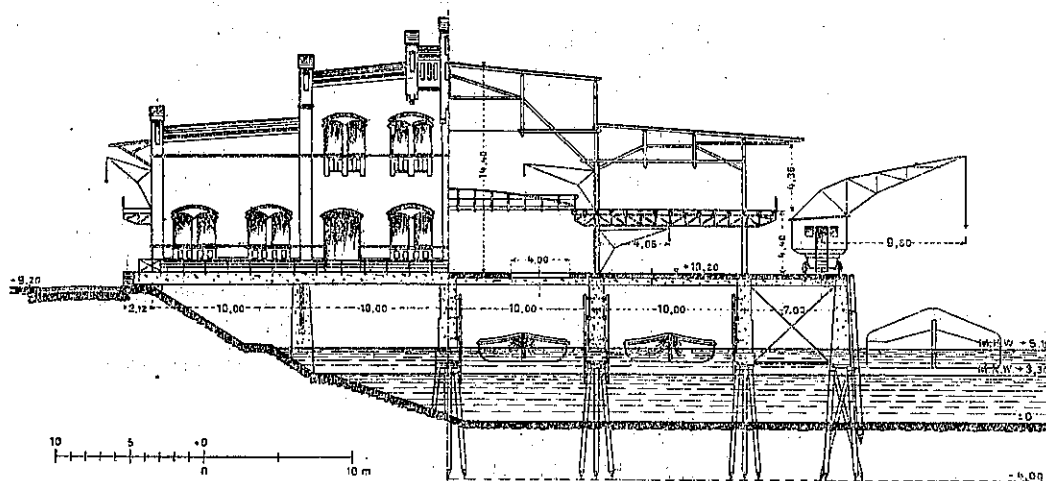
附圖第四十六

壁と屋根とを二重にして其間に泥炭槽 (Torfmull) をつめ、外部が -20°C 位の時でも、内部は約 +6°C の温度を保ち得る様な、暖房装置を施してあるだけが違ふ。此種の上屋は 5 棟あるが、其内で附圖第四十五に示してあるものは、從來の平家建の型を破つて、二階建にしたのである。

もう一つの面白い果實上屋は、附圖第四十六に示してあるもので、海外から来た果實は、本船より舳に積み換へて其前面に持ち來り、水面に突出して居る三つの起重機で荷揚げし

鐵道で來たものは上屋の後方へ貨車を引き入れて直接に荷卸するが、此鐵道を二階へ入れた

のは洵に俐巧である。建物は二階建てで其下に地下室があり、荷物は總て一旦二階に入れて假置をなし、階下では、荷物の検査又は荷造りをするのみならず、競賣して市場へ出すのである。此爲に後方に直接 20 臺の荷馬車が並ぶことが出来るが、此ためにも鐵道が二階にあがつて居るのは、大變に好都合である。地下室は貯藏の用に供せられるために暖房装置を持つてゐる。階上階下を通ずるために、三つの階段と四つの斜路の外に、1500 kg の昇降機が 3 臺



附圖第四十七

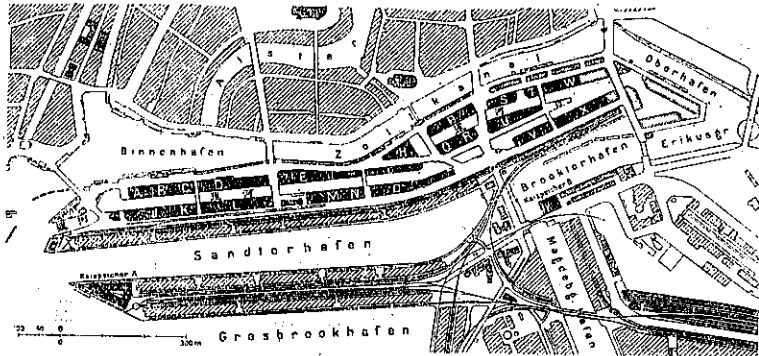
ある。この外他の港では一寸見られぬ様な、特別の構造を持つた上屋がある。(附圖第四十七及附圖第四十八参照) 前方にはエルベの河船をつけ、床下へは港内の舁を入れて積替へをなすが、荷物は船待の間だけ此上屋に滞在する。床の所々に穴をあけて、こゝから起重機で舁の荷物を上下し得る様にしてある。床は洪水に供へるため、大變高くして置かねばならぬので、之を利用したものであるが、一寸うまい工夫である。

第二節 倉庫

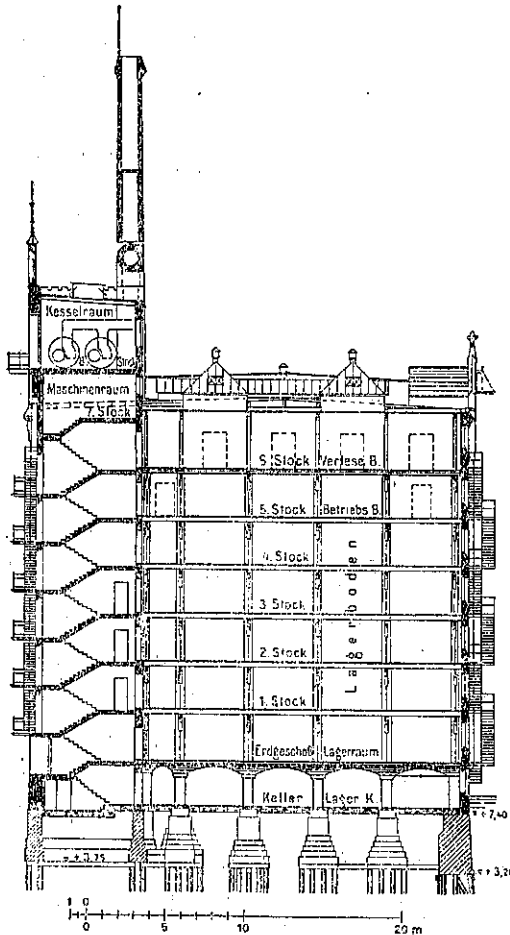
當港は非常に倉庫の發達して居る所で、其倉敷料も大變安いため、洋酒類の如く長期の貯藏を望むものは、態々外國からこゝまで持つて來て貯藏すると云ふ話しを聞いた。此話の眞偽は保證の限りでないが、兎に角倉庫の多い所である。倉庫は市中にも大分あるが、殊に整頓して居るのは自由港區内の倉庫で、以下之を少しく記して見よう。

元來當港に來る荷物の大部分は一旦自由港區内に貯藏されるが、附圖第四十九の黒く塗られた部分は此爲に出來た一つの倉庫地帯である。1813~1888年の間に、州は此邊の土地を買収して、そこに在つた 500 戸(この住民 19000人)に立退を命じ、倉庫地帯を創始したが、其後漸次擴張されて、今日では此圖の様にまで發達したのである。此地帯の岸壁、道路、下水

及上水道などは、州が出資して作つたが、倉庫其物は二、三の例外を除いて、全部をハンブ



附圖第四十九



附圖第五十一

ルグ自由港區倉庫會社 (Hamburger Freihafen Lagerhaus Gesellschaft) が作り、その敷地を州から借りてゐる。

倉庫の幅は大抵 28m に一定して居るが、長さは種々で、定つてゐない。多くは地下室があり、其上に六階或は七階の建物があつて、大體附圖第五十及附圖第五十一に示す様なものである。

荷重は總て 1800 kg/m^2 に採つてあるが唯最上階では $500 \sim 1500 \text{ kg/m}^2$ にして居る。

倉庫の列と列との間には幅 20m~25m、水深約 2m M.L.W. の運河がある。

自由港區倉庫會社は此地帯の倉庫のみならず、其他所々に散在する倉庫をも一手に經營し、今では平面積 580000 m^2 の大きさに及ぶ倉庫をその掌中に握つてゐる。

會社が 1888 年に營業を開始して後、間もなく火災が起つた。其後も二、三度火災があつて著しい損害を受けたが、之によつて次の様な教訓を得た。

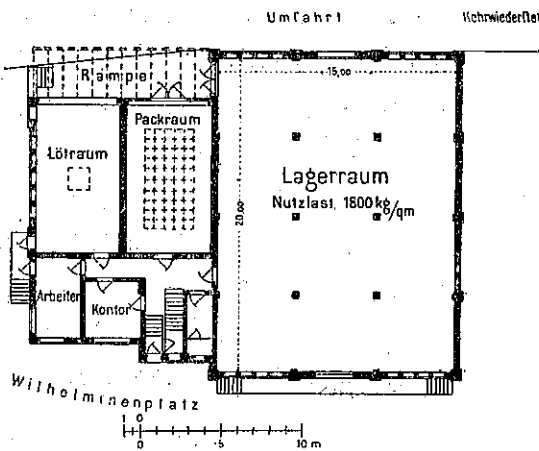
(イ) 倉庫内の一區劃の面積が餘り大き

過ぎると、火災による損害も従つて大きくなるから、將來は之を 400 m^2 以下に限定すること。

(ロ) 倉庫の柱などは初めは錬鐵を使用したのが之は火災に對して弱い。種々調査研究して改良を計つたが、最近のものには鐵骨混凝土を使用した。

火災では随分苦しんだが、一番痛切に損害を受けるものは保險會社であるから、現今では倉庫の建築に、保險會社が技術上の問題にまでも容喙するに至つた。

次に當港に於ける倉庫の失敗談を一つ記さう。荷物を一度上屋にとつて、更に倉庫に送るのは、二重の手間をとつて不便である。寧ろ船と倉庫とを直接に連絡せしむるに若かずといふので、曾ては岸壁にすぐ接近して大きな倉庫を作つた事がある。これは誰れしも起し相な考へであるが、さて實際やつて見ると、どうもうまくゆかぬ、と云ふのは、船は決して其倉庫に入る荷物ばかりを積んで來ず、又其倉庫から出る荷物だけを積んで行かない。かくて此倉庫は自然に上屋としてしか役立たぬ様になつてしまつて、折角大金をかけた倉庫も、充分な利用を見ずして失敗した。現今ではこんな失敗をする人もなからうけれども、昔は實際やつたものと見える。



附圖第五十二

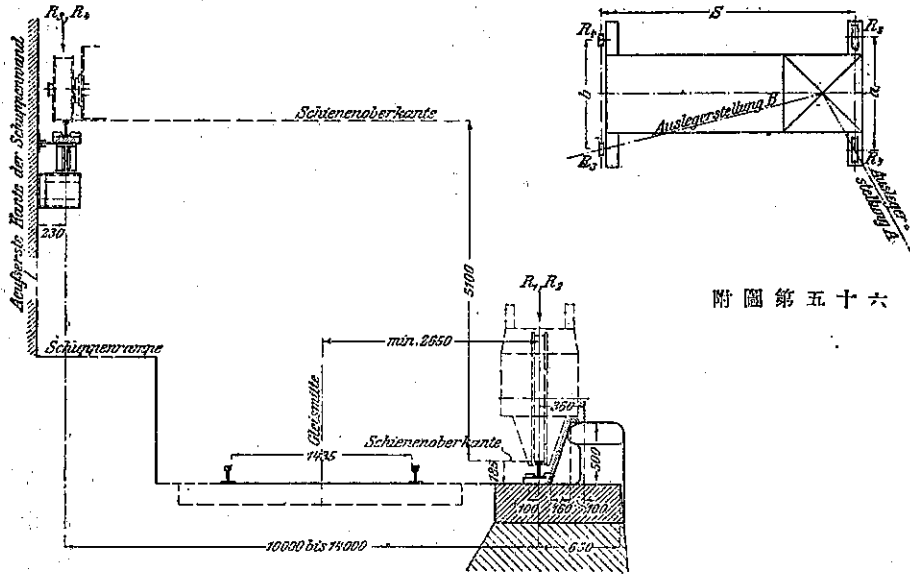
1910年にセルロイドを改装して居る時、之が發火して倉庫を焼いたことがある。之が改装に際してはセルロイド倉庫だけを別棟にしたのみならず、其構造にも種々な點に於いて工夫を凝した。即附圖第五十二にある様な部屋割にして、中央の改装室は、其兩隣の貯藏室及蠟付室と厚い壁で全然縁を切つてある。蠟付室は建物の一側に在つて、而も其一方を開放して一寸した格子を入れてあるに過ぎない。又天井も張らずに、屋根の上に簡単な風抜きが

作つてある。之は蠟付けの時に出る瓦斯を容易に室外に放散させる工夫である。

第三節 雜建築物

當港には上記の上屋及倉庫の外に、種々の雜建築物がある。其内で Hamburg-amerika 汽船會社の移住者合宿所は、大變大規模なものであるが、日本ではこんなものを必要とする港は無いから、これの記述は省略する。次に勞働者の食堂であるが、之は日本でも將來追々必要になると思ふから少しく記述しやう。附圖第五十三は近年に出來たもので、1000人位は一

最近造られた 3 噸起重機の車軸に起る最大荷重は、附圖第五十六に示す様にその腕か前方の車に対しては A、後方の車に対しては B の位置に来た時に起り、其大きさは第七表の通りである。



附圖第五十五

附圖第五十六

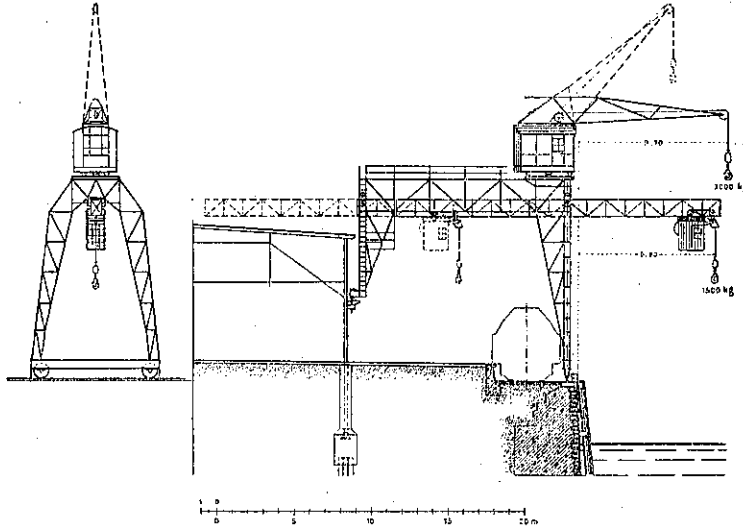
第七表

3 噸岸壁起重機の車軸荷重

有效徑	徑間	車軸の距離		腕の位置			
				A の時		B の時	
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
m	m	m	m	t	t	t	t
11.0	10.0	4.6	4.4	21.0	10.0	6.0	3.0
11.0	14.0	5.0	5.0	20.0	10.0	5.0	3.0
13.0	13.0	6.0	6.0	35.0	13.0	11.0	8.5

此最大荷重に對して岸壁の安定及上屋側支承の強度等を計算する。この起重機の廻轉半徑は 11m で、腕は岸壁の前端より約 9.0m 突出し、1 時間に 30~40 回の荷揚が出来る。古い型のものとは所謂 Luffing motion が出来なかつたが、大きな船艙に 2 個或は 3 個の岸壁起重機を同時に使用する場合に、腕が Luff し得れば、Hook の下る位置を異にすることが出来て、船艙内の荷繰りが大變便利になる。これがため新しい型ものは、3.0m Luff することが出来る様にしてある。(近來何れの港の岸壁起重機でも、新式のものとは Luff 出来る)。Half portal 型の起重機は、當港に初めて用ゐられたものであるが、最近又々新しい型が案出

された。之は附圖第五十七に示してあるもので、前述の Half portal 型のものに、更に桁を 1 本つけ加へ、此桁を豫め後方に引いて置き、船が岸壁に着けばこれを前に出し、之より荷物を釣り、前後に往復させて荷役するのである。つまり一つの起重機で、廻轉式と往復式とを兼備するので、之を Doppelkran と云つて居る。荷重は廻轉式の方が 3 噸、往復式の方が 1.5 噸である。廻轉作用だけの起重機だと、臺の直下へ荷物を卸すことが出来ないが、



附圖第五十七

Doppelkran では此處にも卸し得るのみならず、小さな船艙には 1 臺で二つの Hook が同時に働き、大きな船艙には 3 臺で六つの Hook が同時に働き得て、著しく荷役時間が短縮される。此型では檣が大變高くなつて、工費が高むけれども、近來は船の舷が高くなり、従つて檣も相當の高さを要するから、著しく損になる譯でもない。殊に檣が高ければ、操縦者にとつて視界が廣くなり、容易に自分の仕事場を見透すことが出来て、非常に都合がよい。往復式は、廻轉式に比し、荷物の動く距離が短いから、一往復に要する時間が少なくて大に利益がある、然れども往復式では荷物を岸壁上に假積し得る範圍が大變に狭いので、少なからざる不便がある、殊に貨車に直接積込む際には、貨車を度々移動させねばならぬので、上屋の前で働いて居る仲仕の作業を大變に妨害する。廻轉式では、假積し得る範圍が廣いので、此點に於ては往復式より優れて居る。

特別に重量の大きなものを荷役する爲に、10, 20, 30, 50, 75, 150 及 250 噸の起重機があるが、之等は特殊のものであるから、詳細は茲には省略する。

上屋の完全なものになると、後方の壁に 2.5 噸の起重機を備へてゐる。之は附圖第五十八に示してあるが、Winch が上屋の内部にあるので、寫眞は Winch の操縦者が窓から外を

覗いて居るところである。

之等の起重機の臺數は現在では、

自由港区内

定置起重機	18 ^臺
可動起重機	689
屋内起重機 (倉庫内の Winch を除く)	194
計	901

自由港区外

税關検査所	161 ^臺
上屋及露天	57
計	218
總計	1 119

で、此起重力總計 2 870 000 kgs. である。尙岸壁起重機の間隔等に就ては、第五章入港船

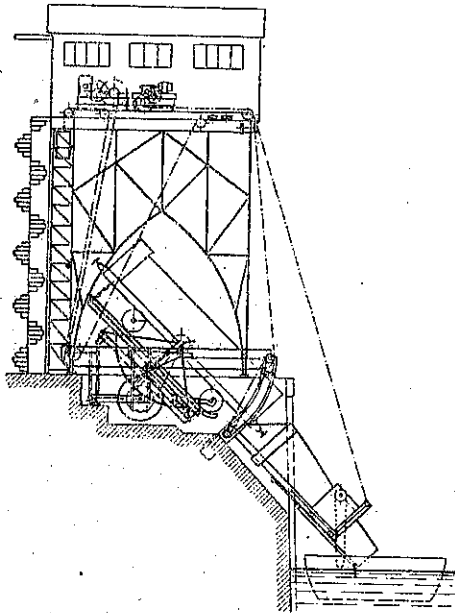


Abb. 1

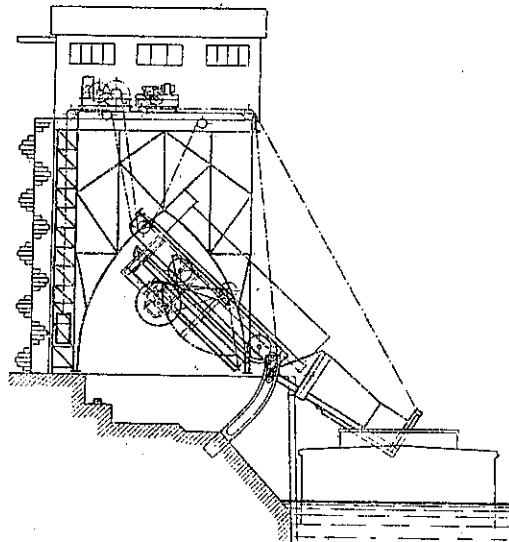


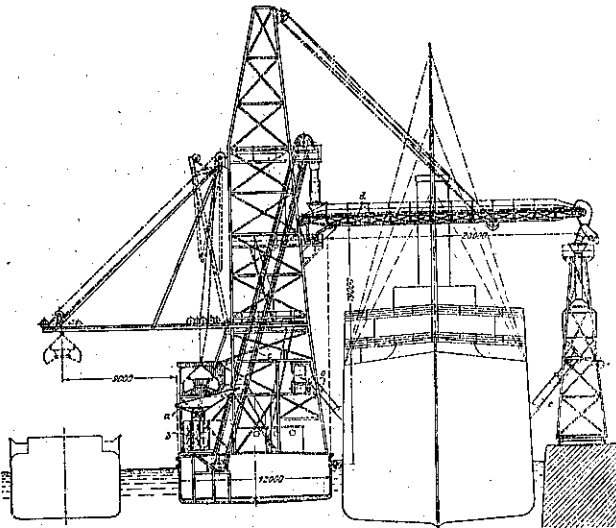
Abb. 2

附圖第六十

船と港灣設備との關係の數學的研究に於て記述してあるから参照せられたい。

倉庫には、水壓で動く 750 kg の Winch が備へてあるが、其數は現在 483 臺である。水壓を使用すると、電氣よりも Motion が Steady で、倉庫内の荷捌に大變都合がよいので、50 年來今日に至るまで之を改めぬ。

當港へ輸入せられる多量の穀物の荷役は、以前は人力によつて居たので、荷役賃が大變高くかゝつた。其後種々研究の結果、最初用ひられたのは汲揚機 (Becherheber) で、毎時 400 噸位の能力を發揮した。然るに之では労働者が多量の塵埃を吸ひ込み、健康上甚だよくないので、之をやめて穀物吸込機 (Getreideheber) を使用して居る。これは附圖第五十九に示すもので、空氣を利用して穀物を吸込み、適當な所に吐き出し、毎時 140~150 噸の能力を持つてゐる。動力は汲揚機の 15~18 倍を要するけれども、取扱が便利であるのみならず、労働者の健康上にもよいので、今日では全部之を使用し、其數は浮動のもの 23 臺、固定のもの 2 臺である。



附圖第六十二

當港では可なり多量の石炭を取扱ふが、其設備の一部分は未だ可なり舊式である。鐵道で運搬して來た石炭を積み出すために、4 臺の Kipper があるが其内 2 臺は附圖第六十の示すとほり、水位の低いときには (Abb. 1) 前部が降り、高いときには (Abb. 2) 後部が昇つて石炭を落す装置である。これは稍々舊式で、新式の 2 臺は 30 噸の起重力を持ち、附圖第六十一に示してある様に炭車を岸の前に著しく突出させ、船の直上で石炭を落す装置にしてあるが、こうすると落下する距離が短くなつて、石炭のこわれ方が少い。前者は 1 時間に 10~12 車を、後者は 15~20 車を荷卸しする事が出来る。船用炭を積むためには、附圖第六十二に示してある Kohlenheber を使用してゐる。即ち、舳から石炭を掴み揚げて、之を a の漏斗に落とすと、石炭は b を通つて下に落ち、更に c の装置で汲み揚げられ、d の Belt conveyor により船の上を通つて、岸壁を移動する f 塔の上に達する。こゝから e を通じて本船の炭庫に入る。e の反對の側に g があつて、石炭はこれからも炭庫に入り、同時に兩側より積み得る。これは 1 時間に約 150 噸の能力がある。

此機械に似たものを附圖第六十三に示してある様に使用して、水上での積込にも使用して居る。

當港にはこれに類した Kohlenheber か二、三種あるが、之等の比較研究は既に終了した筈

だが、著者は未だその結論を聞き得ないのを遺憾とする。

第五節 港内鐵道

當港はエルベ河の水運に依つて後方地域と連絡してゐるので、水運の便が頗る發達してゐる。併し鐵道も亦非常に發達してゐて、之に依る輸送量も大變に大きい。従つて港内には多數の線路が敷設され、その延長約 290 km に及んでゐる。

自由港区内には仕分作業と税關検査とを併せ行ふために、二つの操車場がある。一つはエルベの北岸にある Vermankai 操車場、他の一つは南岸に位する Hamburg-Stüd 操車場であつて、後者には中々見るに足る施設があるから、之を附圖第六十四に示して少しく説明しやう。

こゝでは輸入と輸出（茲に言ふ輸入輸出とは自由港区より見た言であつて、獨逸國より見れば反對になる）とを別々に取扱ふ様になつてゐる。東の入口に輸入列車置場 (a) があるが、この置場からその終端にある駄背の作用により、貨車は一々行先別に區別せられ、輸入貨車仕分置場 (b) に送られて、（こゝで税關検査をするらしい。）更にこゝから港内鐵道によりそれぞれの岸壁へゆく。駄背と云ふのはその處が小高い山になつてゐて、之へ列車を押し上げ、そこで貨車を一々切り放ち、下り勾配と Switch とを利用して夫々の線路へ仕分けして入れるものである。この輸入貨車仕分置場 (b) の隣に、受取人別の貨車置場 (c) がくつついてゐる。次に輸出に對しては、東西に貨車の假置場 (d) 及 (e) を置き、この二つの置場は前記の輸入貨車を仕分ける駄背の下を通じて連絡してゐる。この通路により、(d) の貨車を一旦 (e) へ集め、(e) の東端に又一つの駄背を置いて、之により貨車を仕分けて輸出貨車仕分置場 (f) へ入れ、こゝから更にそれぞれの方面へ送る。(f) で普通の税關検査をするが、普通の検査でなく特別検査を要するものには、別に特別検査場 (g) があつて、そこで検査を済ませてから、その西端にある駄背によつて輸出貨車仕分置場 (h) へ送る。以上の外、西の端の方に空車及豫備車置場 (i) があり、又所々に税關検査の積卸場、機關庫、事務所、詰所及貨車計重機等がある。北側と南側とにある人道を連絡するために、2 箇所に大きな跨線橋がある。

Köhlbrand 河を横切る爲の鐵道連絡設備としては、將來河底に隧道を掘ることに決定してゐるが、現在は當分の意味で貨車航送船を使用して居る。

當港の様には水位の差が相當に大きい所では、普通の貨車航送船では、船と陸と連結に、相當長い渡橋を要するが、こゝでは到底そんなものを作る餘地がないので、Glasgow でやつて居る貨車航送船を真似て、附圖第六十五にある様な船を作つた。此船は普通の船と違ひ、甲板と船體とが一體に作りつけになつて居らず、船上に 8 本の鐵塔を立て、之を鐵桁で連結し、

丈夫な框を作り、框中に 8 本の鐵棒を立て、之で甲板を釣つて居る。此 8 本の鐵棒には螺旋が切つてあつて、之を廻轉すると、甲板が +1.5 m H.N. と +6.5 m H.N. との間を上下して、其間の水位に應じて、陸と同高になる。こうして水陸を連結して貨車を出入させるが、其時に貨車の重量の爲に船が浮沈するだけの差を相殺する爲に、極めて短い渡橋を使用して居る。又貨車の出入の時に、船が一方に傾くことがあるが、之につれて、此渡橋も傾くことが出来る様にしてある。此船のもう一つの特徴は、操縦を舵に依らずして推進機でやつて居ることで、此爲に舵手が船橋から直接に推進機を動かし得る様にしてある。

此理由は、連絡すべき距離が僅かに 300 m 内外であるから、其間ではとても舵がきく丈の速力を出すことが出来ず、極めて緩い速力で船を進めねばならぬからである。

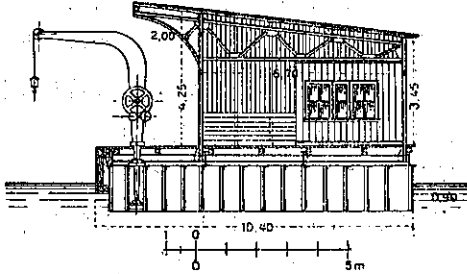
船首と船尾とは對稱的に作り、船首尾共に推進機を持つて居る。船の主要寸法は次の通りである。

長さ	36.0 米
幅	15.5
高さ	3.8
吃水	2.40
排水噸數	950 噸
遊動甲板の長さ	34.0 米
遊動甲板の幅	11.85
遊動甲板の遊動する高さ	5.00
速力	8 浬
積載量	30 噸 貨車 6 輛

第六節 税關設備

自由港區は水陸共に大變嚴重な柵に依つて界せられてゐる。水上の柵の構法は附圖第六十六に示してあるが、所々に多數の杭を集めて打ち、丈夫な集合杭を作り、其間に木の柵を浮かせたものである。柵は兩方から棒を傾け、上方で交叉させて、之を鐵の浮箱に載せてあるが、以前は木の浮箱に載せてゐた。柵の間には所々に出入口を設けてあるが、其狭いものは片側に、廣いものは兩側に、水上に浮かべた見張小屋が作られてある。(附圖第六十六参照) 此見張には快速力の小汽艇を常備してあるので、犯則して逃げる船は、どんな速いものでも追いついて捕へることが出来る。水上の取締は大變に面倒で、上記の様にして取締つて居ても、中々犯則が多い。殊に夜間或は晝でも霧がかいつて居る時には、大變面倒である。次に陸上は附圖第六十七に示す様に、鐵網で柵を作り、此外側を看守人が絶えず巡廻して見張つて居る。柵に用ふる網は、荒い目のものを使用して、看守人をして容易に柵内の模様を見得るに便ならしめて居る。柵の上部には忍び返しを付け、下部は鐵板で作り、1 m 位地中へ根

入れをしてあるが、これは柵の下を掘つて、小さな箱などを、こつそり搬出することを防ぐ爲である。鐵網の柵は重要な箇所に用ひ、あまり大切な所は木の柵を作つてある。違犯

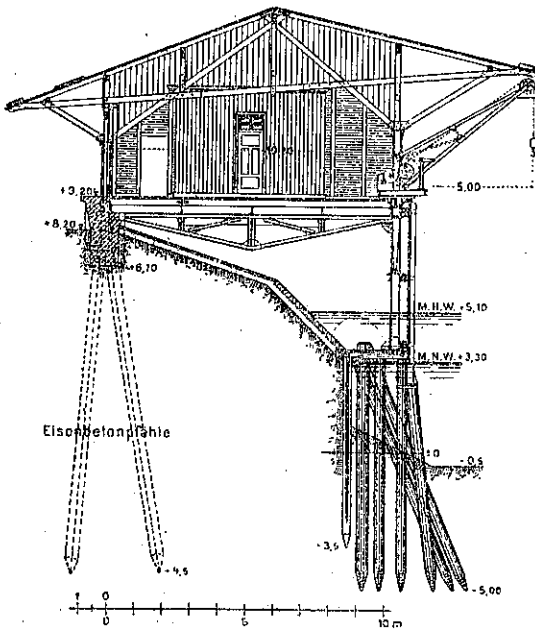


附圖第六十九

守人が馬に乗つて巡廻し取締に從事してゐる。

者を取締るには、所々にある出入口はなるべく狭い方を良策とする。

上記は自由港區其物の取締であるが、之にも増して面倒なのは、船が Unter Elbe に入つてから、自由港區に達するまでの、川筋の取締である。水先案内人は税關吏の役目をして、脱税を防ぐことになつては居るが、それでも不充分なので、陸上には鐵砲を持つた看守



附圖第七十一

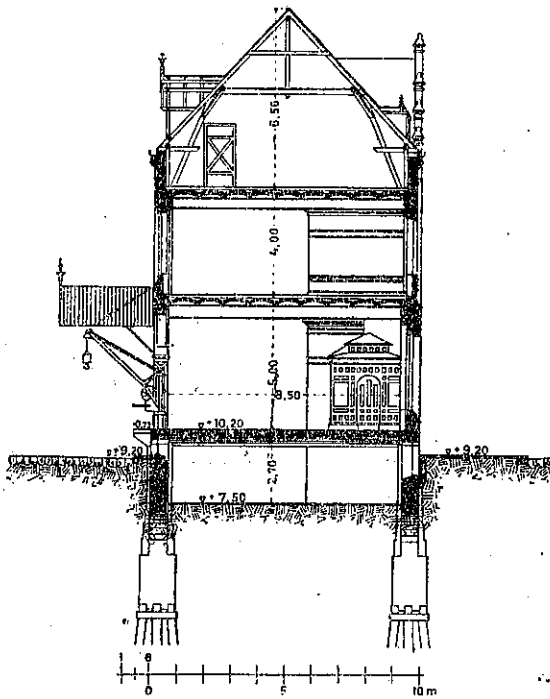
繕の時に其内の一つを引出しても、残りのもので充分浮んで居る様にしてある。浮箱の上は全部屋根張りにして、其内に事務室、小さな試験室、寢室及物置が作つてある。前部には起重機が据付けてあるが、以前は之を手で動かして居たけれども、近來は陸から供給する電力で運轉して居る。

次に税關の検査には水上検査と陸上検査の2種あるが、貨物は Bond して出すのが大部分であつて、税金を収めるのは少ないから、事務の性質は比較的簡單である。水上検査をするために、検査場を水面に浮べたものと、岸に作つたものと2種ある。簡單な貨物で、一々重量などを秤する必要のないものには前者を使用し然らざるものを後者で検査してゐる。水面に浮べた検査場の簡單なものは、稍大きな箱を浮べて、其上に事務所が建てられたに過ぎないが、大規模なものになると、起重機等を供へ中々完備してゐる。附圖第六十八及附圖六十九はこの一例で、鐵の小浮箱を何個も並べて、其上に1枚の床を張りつめたものである。浮箱は修

岸に建てた水上検査場は附圖第七十及附圖第七十一に示してあるが、こゝでは貨物を一々

秤量して、特別の検査をするから、其設備は水面に浮べた検査場よりも完備して居る。日本の港にも、もつと完備した秤検査場が欲しい。

陸上の検査では鐵道貨車と荷車とを検査するが、この内、鐵道貨車は殆ど全部が Bond されるから、検査としては至極簡單であつて、その仕事は港内鐵道の記事中に記した通り、操車場内で行はれてゐる。荷車の検査は、自由港區の各所にある出入口でやるが、こゝには附圖第七十二に示す様な事務所を置き、事務室、起重機、荷車、秤等の設備がある。此出入口も成る可く狭い方を良策とする。



附圖第七十二

關稅事務を取扱ふ爲に、自由港區を七つの區域に分けてあるが、其各々に稅關本署があり、之に又數多の支署が附隨してゐる。建物はいづれも中々立派なもので、之等の役所に執務して居る吏員の數は 3000 人以上に及んで居る。

第五章 入港船舶と港灣設備との關係の數學的研究

當港貿易の發展と共に出入船舶の噸數は著しく増加し、從つて之に應ずべき港灣の諸設備も亦大いに擴張せられた。今之等が既往に於て如何に發達したかを考察し、更に進んで將來如何に進步するかを數學的に研究するのも、技術家にとっては大變興味ある問題であらう。

あらう。

船舶は之を入港船舶と出港船舶との 2 種に別ち得るが、入港したものは大抵出港し、何れの港に於いても兩者の間には大きな差がないから、入港船舶だけを標準とすればよい。又當港には河船と海船とが入港するが、前者は後者に從屬的のものであるから、問題の研究には海船のみを標準にしても、大體に於いて差支がない。そこで

S毎年入港海船登簿噸數

として、1850 年來のものを圖線で示せば附圖第七十三の實線となる。これに依れば S の増加は初めは緩慢であつたが、近年に至つて大變急激になつた。今此實線を標準として近似方程

式を求め様と思ふが、1885年以前は餘り必要もないから、同年以後のものだけを求める。以下の研究にも、總て 1885年を初めとするから記憶して置かれたい。船舶の噸數を測定する方法は 1895年 7月 1日に改正せられたが、それ以前のは全部、それ以後も、改測を行ふに要した數年間の一部分は、舊法によつた噸數が計上されてあるので、之等を新法に直して示す點線となる。之によつて新法に準據した近似方程式を求めると

$$S = 1.0289^n \times 9\,150\,000 - 5\,900\,000 \dots\dots\dots(1)$$

n ……1885年を 0 とし順次起算したる年數。

となり、鎖線は此式を示す。

S の此増加につれて擴張せられた港内諸設備の内主要なものは、

W …… 總水面積 (ha)

F …… 海船の深さを有する水面積 (ha)

U …… 海船の深さを有する沿岸全長 (m)

K …… 海船の深さを有する岸壁長 (m)

H_K …… 岸壁起重機の臺數

である。因に當港では大體に於て -4.5 m M.L.W. 以上の深さを有する水面を海船に、これ以下のものを河船に使用してゐる。W 等を調査して圖に示せば附圖第七十四の實線となるが、之を標準として近似方程式を求めると次の様になる。W の近似方程式は二段に分れて

$$W = 545 + 26.6^n \dots\dots\dots(2)$$

n ……1885年を 0 とし起算したる 1891年迄の年數

$$W = 632 + 14.04^n \dots\dots\dots(2')$$

n ……1885年を 0 とし起算したる 1892年より 1911年迄の年數

となる。又 F 以下は次の式で示される。

$$F = 217 + 10.32^n \dots\dots\dots(3)$$

$$U = 16\,340 + 894.4^n \dots\dots\dots(4)$$

$$K = 6\,750 + 786^n \dots\dots\dots(5)$$

$$H_K = 168 + 20.3^n \dots\dots\dots(6)$$

n ……1885年を 0 とし起算したる年數。

之等は皆鎖線で示してある。圖の示す如く、 $W-F$ 即、河船の深さを有する水面積は随分廣いが、之は當港の一特徴である。又 $U-K$ は將來必要に応じて岸壁に改造し得る、海船の深さを有する沿岸の延長であるが、之も圖で見える様に著しく長い。さて上に示した S 等の値の間に、如何なる關係が存在するかを考察して見よう。

普通、港で第一に標準とされるものは、 W 即、總水面積であるから、先ず S と W との

關係を調査するために、

$$w = \frac{\frac{W}{S}}{100\,000}$$

$$= 100\,000 \times \frac{W}{S}$$

即、毎年入港する海船の 100 000 登録噸當りの水面積 (ha) を算出すると附圖第七十五の實線となり、年と共に減少してゐる。大勢を看取するために W と S との近似方程式によつて w を求めると、二段に別れて

$$w = 100\,000 \times \frac{545 + 26.6^n}{1.0289^n \times 9\,150\,000 - 5\,900\,000}$$

$$= \frac{545 + 26.6^n}{1.0289^n \times 91.5 - 59}$$

n ……1885 年を 0 とし起算たる 1891 年迄の年數。

及 $w = \frac{632 + 14.04^n}{1.0289^n \times 91.5 - 59}$

n ……1885 年を 0 とし起算したる 1892~1911 年迄の年數。

となり、之を鎖線で示してゐる。 w の値は大變急激に減少してゐるが、之を換言すれば、單位水面積當りの海船の登録噸數が非常に増大し、水面積の利用率が大變に良くなつたことを示して居る譯である。

一般に水面積の利用率を増すためには、各種要素の改善を必要とするが、その要素の主なるものは

A 水面自體の改良、即、

- 1 岸壁の築造
- 2 水深の増加
- 3 繫船杭の増設

B 陸上設備の改良、即、

- 1 起重機の増設及改良
 - イ 岸壁起重機
 - ロ 浮動起重機
- 2 上屋及倉庫の増設
- 3 交通の改良
 - イ 道路

ロ 鐵道

ハ 水路

C. 船舶の改良, 即,

1 噸數の増大

2 船用起重機の改良

等であつて、當港に於ても之等が皆夫々改良せられたから、上記の良結果を生じたのである。日本の港も、あまり水面積のみを尊重せず、諸種の設備を改良する事に、力を注がねばならぬと思ふ。

さて一步進んで S と W との關係を更に詳論したいが、 W には河船の水面積も含まれてゐるので、少しく都合が悪い。然るに河船は海船に従屬的のものであるから、之を度外視し、海船の水面積のみについて論じて、大勢を誤る事がない。であるから、 S と W との關係を詳論する代りに、 S と F との關係を論じしやう。そこで w と同様に、

$$f = \frac{\frac{F'}{S}}{100\,000}$$

$$= 100\,000 \times \frac{F'}{S}$$

を求めると、附圖第七十五の實線となる。此近似方程式は、50 頁の (1) 式及 (3) 式の値を入れて

$$f = \frac{217 + 10.32n}{1.0289^n \times 91.5 - 59}$$

となり、之を鎖線が示してゐる。 f の値も w と同様に随分急激に減じてゐる。

そこで種々の問題が生ずるが先づ

第一問 従來、 f の値は實際の必要に適應してゐたか否や。

を研究しやう。今理想的に

F' S が必要とする海船の深さを有する水面積 (ha)

U' S が必要とする海船の深さを有する沿岸全長 (m)

K' S が必要とする海船の深さを有する岸壁長 (m)

H_K' S が必要とする岸壁起重機の臺數

とし、理論を進めるために次の假定を認容する。

$$\frac{U'}{F'} = \frac{U}{F} = u$$

海船の深さを有する水面積 1 ha 當りの沿岸長 (m)

$$\frac{K'}{F'} = \frac{K}{F} = k$$

海船の深さを有する水面積 1 ha 當りの岸壁長 (m)

$$\frac{K'}{H_K} = \frac{K}{H_K} = m$$

岸壁起重機の間隔 (m)

即、理想的の F' 等は、實在の F 等とは數値は異なるけれども、それらの比だけは同様だと假定する。嚴密に云へば、この假定は勿論認容されるべきものではないが、大體に於ては、之等の比はその港の情勢によつて定まるものであるから、理想と實在とは、先づ同一と見做して甚しい不都合も生じまい。更にこれを云ひかへると、かりに $U \div F' = u$ 等の比を有する港が想像的に存在するとして、その港について研究すれば、その港は、 $U \div F = u$ 等の比を有する當港に、少くとも近似的のものであると云ひ得る。

そこで本問題を解くには

$$f = 100\,000 \frac{F}{S}$$

に對して

$$f' = 100\,000 \frac{F'}{S}$$

なるものを求めて兩者を比較すればよい。さて

$$\begin{aligned} F' &= \frac{K'}{k} \\ &= \frac{m H_K}{k} \end{aligned}$$

であるから

$$f' = 100\,000 \frac{m H_K}{k S} \dots \dots \dots (7)$$

であるが、以下少しく H_K を吟味して見よう。

H_K は S が必要とする岸壁起重機の臺數であるが、實際に於ては S の中には、接岸して岸壁起重機を使用する船と、しない船とがあるから、

S_K …… 毎年接岸する海船の登簿噸數

とする。 S_K は、實際は汽船と帆船との和であるが、この兩者を區別して別々に説を立てるのは大變に繁雜である。然るに幸にも S_K の大部分は汽船であつて、帆船は極めて少ないから、 S_K が全部汽船であると思つても著しい間違がない。故に、以下 S_K は全部汽船と假定して論ずる事にした。

D …… 汽船 1 艘の平均登簿噸數

とすると、 $S_K \div D$ は 1 年間に接岸する汽船の艘數であるから、毎日新に接岸する艘數は $S_K \div 365 D$ である。

t …… D 登簿噸數の汽船が荷役に要する日數

$(\gamma-1)t$ …… 同上の汽船が荷役する時の、前後に於て、その船の荷物を集散するために、舳或は河船が岸壁を使用する日數。

とすれば、

恰も、常に荷役してゐると見做し得る汽船の艘數

$$\begin{aligned} &= \frac{S_K}{365 D} \{t + (\gamma-1)t\} \\ &= \frac{\gamma t S_K}{365 D} \end{aligned}$$

である。

h_k …… D 登簿噸數の汽船が荷役に要する起重機の臺數

とすれば

毎日使用さるべき起重機の臺數

$$= \frac{\gamma t S_K}{365 D} \times h_k$$

である。

T …… 起重機 1 年間の運轉日數

とすれば

存在すべき起重機の臺數

$$\begin{aligned} &= \frac{\gamma t S_K}{365 D} \times h_k \times \frac{365}{T} \\ &= \frac{h_k \gamma t S_K}{TD} \end{aligned}$$

である。これが即 S の必要とする起重機臺數 H_K であるから、この値を 53 頁 (7) 式に代入すると

$$\begin{aligned} f' &= 100\,000 \frac{m}{kS} \times \frac{h_k \gamma t S_K}{TD} \\ &= 100\,000 \times \frac{m h_k \gamma t S_K}{k T D} \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

となる、この式中の因子は、何れも實在のものを調査すれば定め得る數値である。之等の値

を上式中に入れば、 f を求め得るから、以下之等の因子を求めよう。

(1) $m = K \div H_K$; 即岸壁起重機の間隔の實在の値を計算して圖に示すと、附圖七十六の實線となる。

(2) h_k ; 即 D 登簿噸數の汽船が荷役に要する起重機の臺數は、どうも的確には定め兼ねる。第一に、同一の噸數の船でも、その種類によつて船艙の數が異なるから、之に使用する起重機の臺數も違ふ。又第二に、起重機の構造にもよる事で、從來の様な構造の起重機だと、一つの船艙で普通は1臺、多くて2臺の起重機が使用せられるにすぎないが、近來改良された所謂 Luffing motion の出来るものならば、3臺位までは使用し得る。こんなわけで、一定した臺數を定め難いが、大體の見當で満足する事にする。當港の岸壁管理署 (Kaiverwaltung) 及 Woermann Linie 會社に就いて、 h_k の大體の値を承合して見たが、兩者の返答には多少の相違があるから、之を平均して圖示すると、附圖第七十七の實線となる。この近似方程式を求めると

$$h_k = 2.8 + \frac{(500 + D)^2}{2\,500\,000}$$

この式に、後に求める 57 頁 (12) 式の D の値を入れると

$$h_k = 2.8 \times \frac{(529 + 9.24n)^2}{625\,000} \dots\dots\dots (9)$$

n 1885 年を 0 とし起算したる年數

となる。附圖第七十八の鎖線が之である。

(3) t ; 船舶の荷役が敏速を貴ぶ事は誰しも認めてゐるが、實際に於ては、荷主はこれを喜ばぬ場合もある。即荷物が港に到着して、之が上屋或は倉庫に運ばれると、その日から荷主は高價な倉敷料を仕拂はねばならぬ事情から、之を避けるため、一日でも長く船内に荷物を留める事を希望する場合が往々ある。このために、港の關係者間に時々面倒な問題がおこるので、當港では規定を設けて、船の登簿噸數に應じて、荷役に要する最大の日數を定めてゐる。であるから實際に於いては荷役に要する日數は

t D 登簿噸數の汽船が荷役に要する普通日數。

t_1 D 登簿噸數の汽船が荷役に要する最大日數。

の二種が存在する。 t_1 には、理論上は、規定されてある日數を採用すればよいけれども、規定は随分多數の日數を許してゐるので、實際はこれよりも大分短い。 t 及 t_1 に就いての岸壁管理署及 Woermann Linie 兩所の調査には、多少の相違があるから、二者の平均をとつて圖示すれば、附圖第七十七の點線となる。

之等の近似方程式を求めると

$$t = 1.50 + 0.0007D$$

$$t_1 = 3.0 + 0.0007D$$

となる。之等に後に求める 57 頁 (12) 式 D の値を入れると、

$$t = 1.89 + 0.013n$$

$$t_1 = 3.39 + 0.013n \dots\dots\dots (10)$$

n ……1885 年を 0 としたる年数

となる。之等は附圖第七十八の點線である。 t と t_1 との圖線は並行してゐるが大體に於て

$$t = \frac{t_1}{1.75}$$

である。

(4) γ ; 即 t に對する係數について研究するに、當港の岸壁荷役の貨物を其集散に使用する機具別に調査したものが、附圖第七十九である。これより計算すれば、舢及河船集散の數量は全體の約 55% となる。故に

$$\gamma t = t + 0.55t$$

$$= 1.55t$$

$$\therefore \gamma = 1.55$$

である。次に

γ_1 …… t_1 に對する係數

とすれば、 $0.55t$ の日數は t と t_1 との場合に同一であるから

$$\gamma_1 t_1 = t_1 + 0.55t$$

而して

$$t = \frac{t_1}{1.75}$$

であるから

$$\gamma_1 t_1 = t_1 + 0.55 \times \frac{t_1}{1.75}$$

$$= (1 + 0.3)t_1$$

$$\therefore \gamma_1 = 1.3 \dots\dots\dots (11)$$

である。

(5) $S_K \div S$; 即ち毎年接岸する海船の入港海船に對する割合は、附圖第七十三の實線で示す S 及 S_K の値より計算すれば、附圖第七十八の實線となる。

(6) $k = K \div F$; 即ち水面積 1 ha 當りの岸壁長の實在値を計算して圖示すれば、附圖第八十の實線となる。

(7) T ; 即ち起重機の 1 年間の運轉日數は、岸壁管理署に於て、數年來 200 日と定めてゐるから之をとる。

(8) D ; 即ち汽船 1 艘の平均登簿噸數の實際値を調査して圖示すれば、附圖第七十八の實線となる。1895 年以前のものは全部、それ以後數年間のものは一部分が、舊法で測定されてゐるから、之を新法によるものに換算し、點線を以て示してゐる。此近似方程式を求めると

$$D = 558 + 18.48 n \dots\dots\dots (12)$$

n1885 年を 0 としたる年數

となる。之を鎖線で示す。圖で明らかなる様に、當港の D は大變に小であるが、この理由は、當港へは大西洋航路の大船も入港するけれども、その數比較的少なく、多くは當港の近海を航海する小さい船が入港し、しかもその回數が著しく多いからである。

以上で 54 頁 (8) 式即ち f' 式中の因子が全部定まつたから、これらの値即ち、

- (1) m は附圖第七十六の實線の値、
- (2) h_k は附圖第七十八の鎖線の値、
- (3) t は附圖第七十八の點線の値、
- (4) $\gamma = 1.55$
- (5) $S_k \div S$ は附圖第七十八の實線の値、
- (6) k は附圖第八十の實線の値、
- (7) $T = 200$ 日
- (8) D は附圖第七十八の點線及實線の値、

を式中に代入して、 f' を求めると、附圖第七十五の實線となる。

今 f' の實線と f の實線とを比較して見ると、1887 年頃に一寸 $f' > f$ であるが、その他は、常に $f' < f$ である。これは港に可成りの餘裕があつて、尙多くの船舶を消化し得た事を示すものである。併し、 f' は γ を入れたものであるが、55 頁に記した様に、之では過小であるから、 γ_1 を代入したものと f とを比較する必要がある。今 γ_1 を入れた値を f_1' とすれば

$$f_1' = 100\,000 \times \frac{m h_k \gamma_1 t_1 \frac{S_k}{S}}{k T D} \dots\dots\dots (13)$$

であるが、前に記した様に

$$t = \frac{t_1}{1.75}$$

$$\gamma = 1.55$$

$$\gamma_1 = 1.3$$

であるから

$$\frac{\gamma_1 t_1}{\gamma t} = \frac{1.3 \times 1.75 t}{1.55 t} = 1.47$$

である。因つて

$$f'_1 = 1.47 f'$$

であるから、已に求めた f' の値を 1.47 倍して f'_1 を求め、圖に示せば附圖第七十五の實線となる。これと f とを比較すれば、

$$1885 \sim 1890 \text{ 年の } 6 \text{ 年間は } f'_1 > f$$

$$1891 \sim 1899 \text{ 年の } 9 \text{ 年間は } f'_1 < f$$

$$1900 \sim 1901 \text{ 年の } 2 \text{ 年間は } f'_1 > f$$

$$1902 \sim 1910 \text{ 年の } 9 \text{ 年間は } f'_1 < f$$

であつて、 $f'_1 < f$ の年間は Hatching をしてある。之によれば、或年間は港に餘裕がなく、或年間は餘裕があつた事を示してゐる。

上記は 1 箇年を通じての計算であるが、次には月別に就て考究して見よう。當港は、概して冬期十二月から二月までは閑散であるが、夏期五月から八月迄は大變に忙しい。1895 ~ 1910 年の毎月入港海船登録噸數を調査して、之が最大、平均及最小を求めて圖示すれば、附圖第八十一の實線となる。大體に於て、

$$\text{最大毎月入港海船登録噸數} \div 1.15 \times \text{平均毎月入港海船登録噸數}$$

である。さて

S10 000 登録噸當り f' の割合で、 F の水面積が取扱ひ得べき 1 箇年間の海船登録噸數。

とすれば

$$S' = 100\,000 \frac{F}{f'}$$

これを 12 分すれば 1 箇月分であるから、

$$\begin{aligned} \frac{S'}{12} &= \frac{100\,000}{12} \times \frac{F}{f'} \\ &= 8\,333 \frac{F}{f'} \end{aligned}$$

である。之を求めて圖に示せば附圖第八十一の鎖線となる。この線は最大毎月入港海船登簿噸數よりも、常に大であるから、港は常に餘裕があつたわけである。併し前にも述べた様に f_1 を標準としなければならぬから、

$S_1' \dots 100\,000$ 登簿噸當り f_1' の割合で、 F の水面積が取扱ひ得る 1 箇年間の海船登簿噸數。

とすれば

$$\frac{S_1'}{12} = 8\,333 \frac{F}{f_1'}$$

であるから、この式を計算して附圖第八十一に示してある。これによれば、1895~1910 年の 16 箇年間に於て、Hatching してある 7 箇年は、 $\frac{S_1'}{12} < \text{最大}$ であつて、港には過剰の船舶が船待をしてゐた月があつたが、その餘の 9 箇年は、港に餘裕があつた事を示してゐる。

次に日について考慮するに、一々毎日の噸量を調査して詮議するのは大變煩雜であるから假に最大毎月入港海船登簿噸數の $1/30$ をとり、この 1.15 倍が最大毎日入港海船登簿噸數とする。この假定は過小の氣味こそあれ、決して過大ではない。この値を計算し、便宜のため更に之を 30 倍する、結局

最大毎月入港海船登簿噸數 $\times 1.15$

を求めて圖に示せば、附圖第八十一に最大 $\times 1.15$ とした點線である。これと $\frac{S_1'}{12}$ 及 $\frac{S_1'}{12}$ とを比較するに、點線はこの兩者の中間にある。即ち f' の割合では、港は常に餘裕があつたけれども、 f_1' の割合では、船が荷役をせず船待ちをしてゐた日が毎年あつた事を示す。

以上の記述を綜合すれば、1885~1910 年の 26 箇年の内、1885~1891 年は港の設備が不充分であつたが、その後追々完備したので、之を年について見れば、餘裕のあつた年もある様になつたが、日及月について見ると、なほ未だ不充分であつた、と云ふ結論を下す事が出来る。

これで第一問を解決したが、序に次の事項を決定して置きたい。

港の設備は、年か、月か、或は日か、何れを標準として設計して然るべきか？

入港船舶の日の最大を標準とすれば、港自體としては理想的であるが、著しく不經濟である。年を標準とすれば、繁激な季節には船主に苦痛を與へ、遂にはその港への運賃を騰貴せしめ、煮いては港の衰運を招く恐れがある。されば、これらの中庸をとり、月の最大を標準として然るべき様に思ふ。然らば前述の如く、入港船舶の毎月の最大は、平均の 1.15 倍であるから、これより推定して、1 箇年 100 000 登簿噸の所要水面積は、1 年を通じて定めたもの 1.15 倍、即ち $1.15 f_1'$ として、港の設備を設計すべきである。

第二問 將來 f_1' の値は如何に變化するや。

第一問に於て 1910 年までの實際の狀況を述べたが、更にこの情勢で進むならば、 f_1' は將

來如何に變化するかを豫測しやう。今年は既に 1925 年で 1910 年より 15 年も経過して居り、その間に歐洲大戦争もあつて、當港の事情は著しく變化してゐる。従つて 1910 年以前の狀勢で進歩し得ない事は明かであるが、假に戦前に立ちもどり、この狀勢で進むものとして、1910 年より 1960 年迄の將來を豫想して見よう。これには先づ 57 頁 (13) 式即ち f_1' の式中の因子を詮議せねばならぬ。

(1) $m = K \div H_K$; m の 1910 年以前の實在の値は附圖第七十六に實線で示されてゐるが、今 50 頁 (5) 及 (6) 式を採つて、 m の近似方程式を求めると

$$m = \frac{6750 + 786n}{168 + 20.3n}$$

n ……1885 年を 0 とし起算したる年數。

となる。之を附圖第七十六に鎖線で示してゐる。これは 1910 年までのものであるが、それ以後は如何に變化するかを知るために、先づ試に、 m の理想的の値は如何なるものであるかを研究する。 K は海船の深さを有する岸壁の延長であるが、この中には船寄場や、渡船場等實際には岸壁の作用をしない區域をも含んでゐる。之等の區域を除外した 正味の延長について考へ

$4K$ ……海船の深さを有する岸壁の正味の延長

$4H_K$ ……同上に存在する起重機の臺數

として、之を各船渠について調査し

$$m_1 = \frac{4K}{4H_K}$$

を求め、この値を、その船渠が築造された年次に依つて圖上に記せば、附圖第七十六の小圖となる。この近似方程式は

$$m_1 = 26.7 - 0.236n$$

となり、鎖線で示されてある。これは實在のものであるが、今

m_1' ……岸壁の正味延長についての理想的の値

として、之を詮議して見るに

l_s …… D 登簿噸數の汽船の長さ

とし、接岸してゐる船と船との間には 5m の間隔が必要であるとすれば h_k は D 登簿噸數の汽船が荷役に要する起重機の臺數であるから

$$m_1' = \frac{l_s + 5}{h_k}$$

である。一般に船の長さ l_s と登録噸數 D との關係は大體に於て

$$l_s = \frac{8(16\,525 + 27D)}{3\,520 + D}$$

とする事が出来る。この式へ 57 頁 (12) 式の D の値を入れるれば

$$l_s = 8 \times \frac{3\,950 + 62.37n}{510 + 2.31n}$$

n ……1885 年を 0 としたる年數

であつて、附圖第八十三の鎖線がそれである。この値と 55 頁 (9) 式の h_k の値とを m_1' の式に入れば

$$m_1' = \frac{5 + 8 \times \frac{3\,950 + 62.37n}{510 + 2.31n}}{2.8 + \frac{(529 + 9.24n)^2}{625\,000}}$$

n ……1885 年を 0 としたる年數

となる。これが附圖第七十六に示してある。これによれば、 m_1' は 1885 年には 20.6 m であるが、漸次増大して 1910 年には 22.2 m となつた。起重機の間隔が年と共に増加するのは一見不可解の感がないでもないが、これは船艙の數の増加が船の長さの増加に伴はず、従つて使用すべき起重機の臺數も亦船長の増大する割合には増加しなかつたからである。さて同圖を見れば m_1' は横軸に並行せんとする勢を持つてゐる。即ち横軸に Asymptotic であるが 1905 年以後は、殆どその極限値 (約 22.2 m) に達してゐるから、先づ大體

$$m_1' \text{ の標準の値} = 22 \text{ m}$$

として差支がない。

m_1 と m_1' とを比較するに、1905 年以前は $m_1 > m_1'$ であつて、起重機の間隔は實在のものは理想のものより大であつたから、設備としては不充分であつたが、同年以後は $m_1 < m_1'$ となつて多少の餘裕を示してゐる。併しこれは全港の岸壁を總括しての話であつて、各岸壁に付いて見るに、ある岸壁は過度に密なるに反し、他の岸壁では著しく粗であるため、實際に於ては設備が充分完備して居つたとは言ひ兼ねる。これは附圖第七十六の小圓が、22 m よりも著しく上下に散在してゐる事で知られる。今試に $m_1 < 22 \text{ m}$ の岸壁はそのまゝとし、 $m_1 > 22 \text{ m}$ の岸壁を $m_1 = 22 \text{ m}$ となる様に起重機を増設すると 109 臺を要する。1910 年には全體で 692 臺の起重機が存在してゐたが、これに上記の増設すべき臺數を加へると 801 臺となる。理想的に云へばこれだけの起重機が 1910 年に存在して欲しかつたのである。而して同年の K は 26 525 m であるから、これを上記の臺數で割ると

$$\frac{26\,525}{801} = 33.12\,m$$

となる。これが m の理想的の値であると云ひ得る。但しこれは m の實在の値についてのものであるから、近似方程式の値については、少しく變更する必要がある。1910 年の m を附圖第七十六から採ると

$$m = 38.03 \quad \text{實在のもの}$$

$$m = 39.013 \quad \text{近似方程式のもの}$$

であるが、假にこの比で變更し得るものとすれば

$$m \text{ (近似方程式についての理想的の値)}$$

$$= 33.12 \times \frac{39.013}{38.03}$$

$$= 34\,m$$

となる。

これで m の理想的の値は定つたが、この値に到達する時期、及その間の道程如何の問題は、數學的に之を定めかねるから、假に與へられてゐる問題の最終の年、即ち 1960 年にこの値に到達し、その間の道程は直線的であると假定すれば 1910 年以後の m の方程式は

$$m = 41.52 - 0.1\,n \dots\dots\dots (15)$$

$n \dots\dots$ 1885 年を 0 とし起算したる 1910~1960 年の年數

となる。之が附圖第七十六に點線で示してある。以上で m を推定し得たが、その論理に少々こぢつた所もあるけれど、凡そこの種の問題は、これ位の程度で満足するより他に仕方があるまい。

$$(2) \quad h_k; \quad 55 \text{ 頁 (9) 式即ち}$$

$$h_k = 2.8 + \frac{(523 + 9.24\,n)^2}{625\,000}$$

のまゝで進むものとし、附圖第七十八には 1960 年まで延長してある。

$$(3) \quad \gamma_1; \quad 56 \text{ 頁の記述により}$$

$$\gamma_1 = 1.3$$

$$(4) \quad t_1; \quad 56 \text{ 頁 (10) 式即ち}$$

$$t_1 = 3.39 + 0.013\,n$$

の状態で進むものとし、附圖第七十八には 1960 年まで延長してある。

(5) $S_K \div S$; S_K の實在の値は附圖第七十三の實驗で示したが、この近似方程式を求めると

$$S_K = 1.0352^n \times 3\,600\,000 - 1\,800\,000$$

n1885 年を 0 としたる年數

となり之を鎖線で示す。次に S は 50 頁 (1) 式であるから

$$\begin{aligned} \frac{S_K}{S} &= \frac{1.0352^n \times 3\,600\,000 - 1\,800\,000}{1.0289^n \times 9\,150\,000 - 5\,900\,000} \\ &= \frac{36(1.0352^n \times 2 - 1)}{1.0219^n \times 183 - 118} \end{aligned}$$

n1885 年を 0 としたる年數。

之が附圖第七十八の鎖線である。これは 1910 年までのものであるが、其後もこれで進むものとする。

(6) $k = \frac{K}{F}$; k の實在の値は附圖第八十の實線であることは先に記したが 50 頁

(3) 式及 (5) 式の F 及 K をとり、 k の近似方程式を求めると

$$k = \frac{6\,750 + 786\,n}{217 + 10.32\,n} \dots\dots\dots (16)$$

n1885 年を 0 としたる年數

となり、之が附圖第八十の鎖線で示されてゐる。これは 1910 年迄の値であるが、同年以後の變化を知るのが問題である。それには上式を直ちに 1960 年まで適用するのも、一案であるけれども、これでは餘りに數學的に走りすぎてゐる嫌もあるから、相當に實際的の方面の考慮を加へて次の様にする。

先づ第一に 1960 年の k の値を求めると。

$$\begin{aligned} k &= \frac{K}{F} \\ u &= \frac{U}{F} \end{aligned}$$

であるから

$$k = \frac{K}{U} \times u$$

である。50 頁 (4) 式及 (5) 式より U 及 K を上式に代入すれば

$$k = \frac{6\,750 + 786\,n}{16\,340 + 894.4\,n} \times u$$

n1885 年を 0 とし起算したる年數
となり, 1960 年には

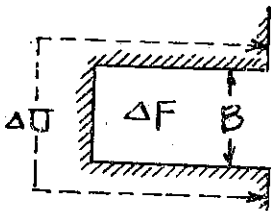
$$k = 0.788 u \dots\dots\dots(17)$$

$$= 0.75 u$$

となる。そこで 1960 年の k を求めるには, 同年の u を得ればよい。

50 頁 (4) 式及 (3) 式より u の近似方程式を求めると

$$u = \frac{16\,340 + 8944 n}{217 + 10.32 n} \dots\dots\dots(18)$$



n1885 年を 0 としたる年數
となり, 之が附圖第八十の鎖線である。さて U 及 F は, 全部が完全な型の船渠内にある譯ではなく U の中には單なるエルベの河岸も含まれて居り, F の中にはその沿岸が未だ岸壁になつてゐないもの, 或はその水面がすぐ河船の水面と隣接してゐるもの等も含まれてゐる。これらを除いて, 完全な船渠になつてゐるもののみを採り

ΔU海船の深さを有する完全な船渠の沿岸長,
 ΔF海船の深さを有する完全な船渠の水面積,
 B海船の深さを有する完全な船渠の幅員,

即ち大體上圖に示す様にして, 之を各船渠について調査し, 之により

$$u_1 = \frac{\Delta U}{\Delta F}$$

を求めて圖示すれば附圖第八十二の小圓となる。これにより近似方程式を求めるときは

$$u_1 = 32 + \frac{15\,132}{B} \dots\dots\dots(19)$$

となり, これを鎖線で示す。當港では 14 頁に記載した様に

$$A = 5 + 3.75 bs + 3 bf$$

bs海船の最大幅

bf河船の最大幅

とするのが普通であつて, 大抵は (稀には例外もあるが)

$$B = 2A$$

であるから

$$B = 2(5 + 3.75 bs + 3 bf)$$

となる。この式を (19) 式に入れると

$$u_1 = 32 + \frac{7566}{5 + 3.75bs + 3bf} \dots\dots\dots (20)$$

となる。 bs の値は F. W. Otto Schulze:—Sechafanbau. Bd. I. 5 頁に記載してある値を用ひ hyperbola として近似方程式を求めると

$$bs = \frac{4470 + 183n}{306 + n} \dots\dots\dots (21)$$

n ……1885 年を 0 とし起算したる年數

となる。この式の 1910 年迄の値を附圖第八十三に鎖線で示してゐる。因に同書にある圖線は hyperbola として求めたものでないから、この圖線とは違つてゐる。

次に bf の實際の値は, Schiffahrts Kalender für das Elbegebiet 1910 von Paul Grimm に書いてあるから、この値を用ひ hyperbola として近似方程式を求めると

$$bf = \frac{6(15 + 2n)}{10 + n} \dots\dots\dots (22)$$

となる。この 1910 年迄の値が附圖第八十三の鎖線である。(21) 及 (22) 式を (20) 式に代入すれば

$$u_1 = 32 + \frac{7566}{5 + 3.75 \times \frac{4470 + 183n}{306 + n} + 3 \times \frac{6(15 + 2n)}{10 + n}} \dots\dots\dots (23)$$

n ……1885 年を 0 としたる年數

となる。この値が附圖第八十に書いてある。

64 頁 (18) 式及 (23) 式の u 及 u_1 の二式より n を消去すれば

$$u = 96.8 - \frac{u_1}{5.56} \dots\dots\dots (24)$$

となる。本來はこの式の適用は 1910 年迄に限るのが穩當であるけれども、一步譲つて 1960 年迄も適用し得るとすれば、同年の u を得るには、同年の u_1 を求めればよい。1960 年の u_1 は、(20) 式に同年の bs 及 bf の値を入れるれば求めることが出来る。1960 年の bs は (21) 式より求められぬでもないけれども、それよりも實際的方面から求めた方がよい。元來 bs は船の吃水によつて定まるが、吃水は又航路の水深によつて左右される。大西洋航路に於て、最も重要な港は紐育であるが、その入口の Ambrose Channel は、1910 年頃は満潮時 13.8 m 干潮時 12.2 m の深さであつた。この水深より推定して 1960 年の最大の海船吃水を 13 m とする。Imperator 號の船幅と吃水との比は

$$\frac{bs}{吃水} = \frac{29.87}{10.08}$$

$$\doteq 2.96$$

である。又 F. W. Otto Schulze:—Seehafenbau Bd. I. 5 頁の圖にある最大の船(船長 300m)に就て計算すれば

$$\frac{bs}{\text{吃水}} = \frac{32.5}{12.5}$$

$$\doteq 2.6$$

である。それで大體に於て

$$\frac{bs}{\text{吃水}} = 2.8$$

とする事が出来るから、吃水 13 m の船では

$$bs = 2.8 \times 13$$

$$\doteq 36 \text{ m}$$

となる。これを 1960 年の bs とする。 bf の増大は、之等が通行する河川の屈曲、水深並にそれに架してある橋梁の Span, width 等に依つて制限されるが、附圖第八十三から推定して 1960 年には大略

$$bf = 12 \text{ m}$$

とする事が出来る。

これらの値を 65 頁 (20) 式に代入すると、1960 年の u_1 は

$$u_1 = 32 + \frac{7566}{5 + 3.75 \times 36 + 3 \times 12}$$

$$= 75.5 \text{ m}$$

となる。そうすると 65 頁 (24) 式によつて 1960 年の u は

$$u \doteq 96.8 - \frac{75.5}{5.56}$$

$$\doteq 82 \text{ m}$$

であつて、64 頁 (17) 式により同年の k は

$$k \doteq 0.75 \times 82$$

$$\doteq 61.5 \text{ m}$$

である。

次に 63 頁 (16) 式より 1910 年の k を求めると

$$k = 55.51 \text{ m}$$

である。そこでこの間は直線的に變化するものとすれば 1910 年以後は

$$k = 52.605 + 0.1186 n$$

$n \dots 1885$ 年を 0 とし起算したる 1910~1960 年の年數となる。之を附圖第八十の點線で示してゐる。 h の吟味も亦 m と同様に大分無理な點もあるが仕方があるまい。

$$(7) \quad T; \quad 57 \text{ 頁に説明した様に} \\ T=200$$

$$(8) \quad D; \quad 57 \text{ 頁 (12) 式即ち} \\ D=558+18.48 n$$

で進むものとして附圖第七十八に 1960 年迄延長してある。

以上で f'_1 の式中の因子が全部決定した。即ち

$$(1) \quad m=41.52-0.1 n \quad 62 \text{ 頁 (15) 式}$$

$$(2) \quad h_k=2.8+\frac{(529+9.24 n)^2}{625 000} \quad 62 \text{ 頁}$$

$$(3) \quad \gamma_1=1.3 \quad 62 \text{ 頁}$$

$$(4) \quad t_1=3.39+0.013 n \quad 62 \text{ 頁}$$

$$(5) \quad \frac{S_\kappa}{S}=\frac{36(1.0352^n \times 2-1)}{1.0289^n \times 183-118} \quad 63 \text{ 頁}$$

$$(6) \quad h=52.605+0.1186 n \quad 66 \text{ 頁}$$

$$(7) \quad T=200$$

$$(8) \quad D=558+18.48 n$$

$n \dots 1885$ 年を 0 とし起算したる年數

である。これからの式を 57 頁 (13) 式に代入すれば

$$f'_1=100 000 \times \frac{m h_k \gamma_1 t_1 \frac{S_\kappa}{S}}{K T D} \\ = \frac{(41.52-0.1 n) \times \{1 750 000+(529+9.24 n)^2\}}{26.71 \times (1.0289^n \times 183-118) \times (52.605+0.1186 n)} \\ \times \frac{(3.39+0.013 n) \times (1.0352^n \times 2-1)}{(558+18.48 n)}$$

を得る。これが附圖第七十五の點線である。

第三問 將來當港の設備は如何なる大きさを有すべきや。

將來の入港船舶登簿噸數 S は、50 頁 (1) 式で發達するものとして、附圖第八十四に鎖線で示してあるが、之によれば 1960 年には實に 72 000 000 登簿噸の海船が入港することにな

る。こんな膨大な噸數に達するや否やは、勿論人智では的確に測り得ないが、今は單に數學的の推論に従ふことにして、之に應ずるには、當港の設備を如何に擴張せねばならぬかを、次に算出する。これらの設備の主なもの、52 頁に記した F' 、 D' 、 K' 及 H'_K と

W' …… S が必要とする總水面積 (ha)

である。次に之等を求める。

(a) F' ; 59 頁に記した様に 100 000 登録噸の所要水面積は $1.15 f'_1$ として設計すべきであるから

$$\begin{aligned} F' &= \frac{S}{100\,000} \times 1.15 f'_1 \\ &= \frac{1}{87\,000} \times f'_1 s \end{aligned}$$

である。この式に第二問にて求めた f'_1 を入れて計算すると、附圖第八十四の實線になる。因に同圖の點線は、實際に於て F'_1 はこんな風に擴張されるだらう位の想像を示したものである。

(b) U' ; $U' = u F'$

であるが u は 64 頁 (18) 式より計算して

$$1910 \text{ 年} \quad u = 81.474 \text{ m}$$

更に 66 頁の計算により

$$1960 \text{ 年} \quad u = 82 \text{ m}$$

である。この間は直線的に變化するものとすれば

$$u = 81.205 + 0.0106 n$$

n ……1885 年を 0 とし起算したる 1910~1960 年の年數

となる。これが附圖第八十に點線で示してある。この値を上式に入れて U' を計算すると附圖第八十四の實線となる。

(c) K' ; $K' = k F'$

で k は附圖第八十の點線であるから、これで計算した K' を附圖第八十四の實線で示してある。

(d) H'_K ; $H'_K = \frac{K'}{m}$

の内 K' は (c) にて求め、 m は 62 頁 (15) 式より計算し、これに依つて H'_K を求めると附圖第八十四の實線を得る。

(e) W' ; 53 頁で容認した假定と同様に

$$\frac{F'}{W'} = \frac{F}{W} = p$$

を認容すれば

$$W' = \frac{F'}{p}$$

となる。1885~1910 年の p の實在の値は、附圖第八十五の實線で示してあるが、其近似方程式は、 W 及 F の式を 50 頁 (2) (2') 式及 (3) 式よりとれば

$$p = \frac{217 + 10.32 n}{545 + 26.6 n} \quad 1885 \sim 1891 \text{ 年}$$

$$p = \frac{217 + 10.32 n}{632 + 14.04 n} \quad 1892 \sim 1910 \text{ 年}$$

となる。これを附圖第八十五に鎖線で示す。この後の變化は一寸見當をつける手掛がないが同圖より遠觀して 1960 年には

$$p = 0.5$$

とし、その間の變化を直線的と假定すれば

$$p = 0.47483 + 0.0003356 n$$

n 1885 年を 0 としたる 1910~1960 年の年數

となる。之を附圖第八十五に點線で示してある。この値を用ひて W' を求めると、附圖第八十四の實線となる。

以上の計算により全部の値を求め得たが、試に 1960 年の數量を列記すれば

$$S = 72\,037\,000 \text{ 噸 (登録)}$$

$$W' = 4\,440 \text{ ha}$$

$$F' = 2\,220 \text{ ha}$$

$$U' = 182\,200 \text{ m}$$

$$K' = 136\,500 \text{ m}$$

$$H'_{\kappa} = 4\,020 \text{ 臺}$$

となり、實に巨大な數量である。これは戦前に立てられた一つの假想であつて、立論の方法にも一種の數學的遊戯に過ぎない點もないではないから、確かにかうなると断定は出來かねるが、とにかく今次の戦敗さへなくば、或は當港は上記の程度にまで發達したかも知れない。

上記は Dr. Ing. Arndt:—Seehafenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung des Hamburger Hafens の概要に多少著者が筆を加へたものであるが、同書には獨り當港のみならず他の一般の港にも適用し得る研究もあるから一讀するゝのも面白いからうと思ふ。

第六章 浚渫及碎氷

第一節 浚渫

港内及航路の深淺は全く當港の生死を左右するものであるから、從來之等の浚渫及維持には、多額の費用を投じて居る。エルベの流が運び來る土砂の堆積を除去するために、ずつと以前は、ほんの姑息な手掘でやつて居たが、之では航路の維持はおろか、却つて自然の力に壓倒されて、河は年々淺くなる有様であつた。勿論この工事には、當時としては人力の及ぶ限りを盡したのではあるが、其効果が殆どないので、自然の力に對する人力の弱さを眼前に見せられた當時の一般民衆は云ふまでもなく、其道の専門家に於ても亦「Elbe はとても駄目だ、河が埋つてしふのも遠くはあるまい」と云ふ意見が有力になつたのも無理からぬことである。

帆船時代は吃水も淺く、且つ風待ち等に多くの時間を空費するのが常習であるから、たとへ満潮を待つて往復しても、其爲に失ふ時間位は、全體から見て大したものではない。それで當時は水深に對する苦情も著しくはなかつたが、漸次汽船が水運の重要な一機關となつて活躍する時代となつては、船の吃水も深くなり、且つ又汽船はとても潮待ち等に、時間を空費することを肯じないので、水深の不足は愈々痛切に不便を來したのである。當時英國其他には既に機械浚渫が相當に發達して居つたが、ハンブルグには、そこまで進んだ考を持つた人物もなく、又一方財政上の困難もあつて、尙未だ機械浚渫を採用するには至らなかつた。そこで先づ最初に、河の淺い所を人力で掻き混ぜ、水流を利用して土砂の除却を試みた。此方法では完全な成果を豫期してゐなかつたものゝ、少くとも川底を均す程度のことは出來得る見込で始めたのであつたが、殆ど効果の見るべきもなく、遂に失敗に終つた。この行詰りを打破すべく 1832 年に英國の技師を招聘し、その意見に従ひ、漸く 2 艘の小さな機械掘浚渫船を購入したが、構造の不良と、操縦者の不熟練の爲に、成績はあまり良好でなかつた。こゝに於て世論は再び紛糾し、未解決のまゝ問題は久しく殘された。その内、漸次土木工學及機械工學上の各種の研究は浚渫機械の構造を一新して、當港に適合するものを創出したので、多年行擱んでゐた問題の解決に一道の光明を與へた。この新工夫を凝らした浚渫機械の好成績に鑑みて、益々工具を増加し、今日では浚渫船その他を合して約 300 艘を有し、就業人員も 1000 人を超過してゐる。1 艘の平均乗組員は約 3 人で、いさゝか過少に感じられるが、これは出來る丈け人員を要しない様に機械を改良した結果である。この著しい浚渫工事の進歩と第二章に述べたエルベ河改修工事の効果とにより、當港は愈々隆盛に趣き、一時人心に暗影を投じてゐた「Elbe は死ぬ」と云ふ悲觀の叫もその跡を斷つて了つたが、こゝまで漕ぎ付けた苦心は随分大なるものがあつた。此事は我々土木技術者にとつて、所謂他山の石となることと思ふ。

ここに 1876—1913 年までの浚渫土量の圖表を附圖第八十六に示すが、之によれば 1 年間の浚渫土量 10 000 000 m³ にも達した年がある。浚渫工具を詳細に記述することは餘り冗長

に流れる故止めるが、その主なるものは Bucket dredger である。其他にも種々あるが、大體に於て、現今日本に於て使用されて居るものと大した相違はない。Hamburg und Seine Bauten Bd. II に大分詳しく書いてある。

従來は浚渫した土砂は大抵其附近の地上げに使用されてゐたが、現今では地上げする土地が殆ど皆無となつたので、土砂の處分方法が最近の大問題となつて居る。従來は土捨の場所が比較的近距离にあつたため、土運船は總て曳船きせんによつて居たが、今後漸次遠距離となるに従ひ、自航土運船を採用せよとの意見が高くなりつゝある。

次に港内の浚渫について一言するに、上流から來る多量の沈澱土砂と、船から落す鋼索等の除却がその仕事である。港内では大きな Bucket dredger は使用が出來ぬ故に、小さな Bucket dredger を使用して居る。此他 Priestman dredger 及 Drehwer と稱して Dipper dredger に似たものを使用して居る。

港内及航路の深淺測量も亦中々骨の折れる仕事である。河口附近は小船ではとても測量が出來ないので 2 艘の小蒸汽船を使用して居る。殊に 1 艘には Stabilizer を取り付けて、船の動搖を防ぎ、少々位波のある時でも、測量が出来る様にしてある。

第二節 碎 氷

冬期結氷期になるとエルベも凍るので、之には少からず困つて居るけれども、辛うじて人工により、港の閉塞を防止してゐる。港内及其下流は汐の干満があるのと、頻繁な船舶の通行によつて、大きな氷塊は出來ないが、上流は酷寒になれば、河一面に凍り之が大きな氷塊となつて、港に流下して來るので、獨り船舶の航行に危険を與へるのみならず、往々堤防などを破壊することもある。それで上流の所々に觀測所を置いて毎日結氷報告を取り、下流では之によつて防禦の手順を定めて居る。

氷塊を碎くには、以前から苦心を重ねて來たもので、昔は斧で割つたり、火藥で爆破したりして居たが、之では充分な効果が上るべくもなく、現今では碎氷船を使用してゐる。その數も追々増加して、近時は大型 3 隻、小型 7 隻を所有し、或者は冬期以外には、土運船の曳船に供されて居る。氷は溫度が低くて堅い間は、碎氷船によつて容易に破碎されるけれども、少し溶けかけて、粘くなると碎氷船、火藥、その他あらゆる方法を講じて中々碎氷が困難である。現在では技術上之を如何ともすることを得ず、自然の解氷を待つか、或は川下に流下する迄放任するより外に手段がなく、其間只堤防などにぶつからぬ様、防禦に努めるのみである。

碎氷作業はプロイセンにも利害關係があるので、ハンブルグと協力のもとに従事してゐる。

第七章 航 路 標 識

之は大變にうまく出來て居て當港の誇りとする處らしいが、事柄が多少専門に涉り、一般

の興味も少ないことと考へられるから茲では省略するが、詳細は最後に記してある参考書で見たい。

第八章 港内設備の維持

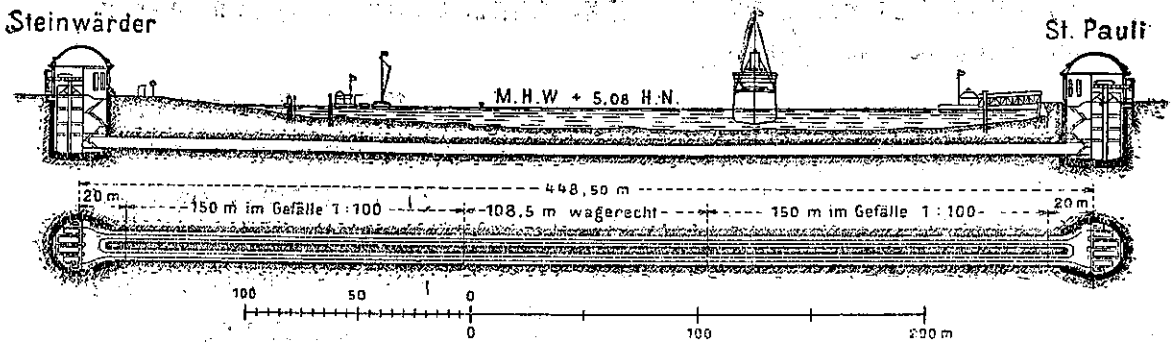
港内の諸設備は陸上のものと、水上のものとの二つに大別される。陸上の設備としては、道路、鐵道、橋梁、起重機、上屋、倉庫、税關廳舎及巡查派出所等を數へる事が出来るが、其内上屋だけでもその面積が 516 000 m^2 もあり、全體の陸上設備としては大變範圍が廣い。従つて、此維持修繕は當港としては一つの重大な仕事である。當港に於ける水上設備も亦隨分多く、其主なものは繫船杭、防舷杭、船寄場、水上の税關検査場及浮柵（自由港區の境を示す爲に水上に浮かしてある柵）等であるが、之等の維持修繕は、陸上設備のそれにも増して困難な仕事である。

さて船寄場其他に使用してある浮函は、その數 200 個にも上るが、之等は皆一定の期間に修繕塗替をせねばならぬ。又時には船が衝突して之を毀すことが少くない。しかも人馬の往來は片時も停止することが出来ない所もあり、之が修繕には餘程の敏捷を要する。又水面に打つてある 20 000 本以上の杭は、何れも腐朽限界の上に出てゐるので、自然に腐蝕するのみならず、船の衝突その他種々の理由で破損するものが隨分多く、此修繕が又中々面倒な仕事である。元來彼地では、權利義務の觀念が明かであるから、設備の維持修繕に手落があつて、其爲に他に損害を及ぼすときは、州が直に賠償せねばならぬ。例へば、杭が水面以下で折れた時、其残りをすぐ除却しないと、萬一それに船が當つて事故を生じた場合に、其責任は直に州の上に落ちて來る。甚敷に至つては、木が腐朽して、それに打つてある釘が外部に出て居つたため、船が損傷を受けたと云ふときでも、その賠償は州がさせられる。日本では未だ官僚式で、こんな事があつても、「それは君等が悪いんだ」などと言を左右に托し勝ちであるが、之は甚だ面白いから、お互ひに責任は明かにしたいと思ふ。

上記の陸上諸設備の維持修繕の爲に、年々約 1 000 000 圓の費用を投じ、約 600 の人員を使役し、之が爲に専用の工場、貯木場、其他杭打機等種々の設備を具へて居る。

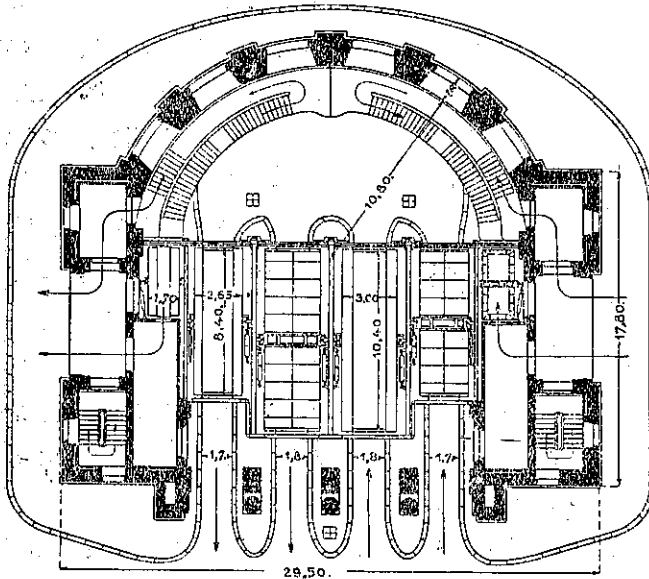
第九章 Elbe 隧道

當港の名物の一つは、エルベ河の底を通つて St. Pauli と Steinwärder とを結ぶエルベ隧道である。當港は大體に於て、エルベの左岸が港、右岸が商業及住宅地であり、此間の交通は著しく頻繁である。このために種々の設備が整つてはゐるが、それでもなほ不足なので、現今でも兩岸の連絡設備は一つの大きな問題として残されて居る。上流方面には Elbe 橋があるが、下流の方面より一々此橋を迂廻するなどは、到底出来ない事である。殊に、下流方面



附圖第八十七

は労働者の往復が多く、朝の出勤時と夕の帰宅時刻には非常な交通量である。此爲に大きな渡船などを使用してゐるが、とても之では應じきれぬのみならず、霧の深い時とか、或は河が凍つた時などには尙更困る。そこで種々研究の結果、第一に提案されたものは廻轉橋であつたが、之はどうしても頻繁な船の交通に障害を與へるので、問題にならなかつた。次に高

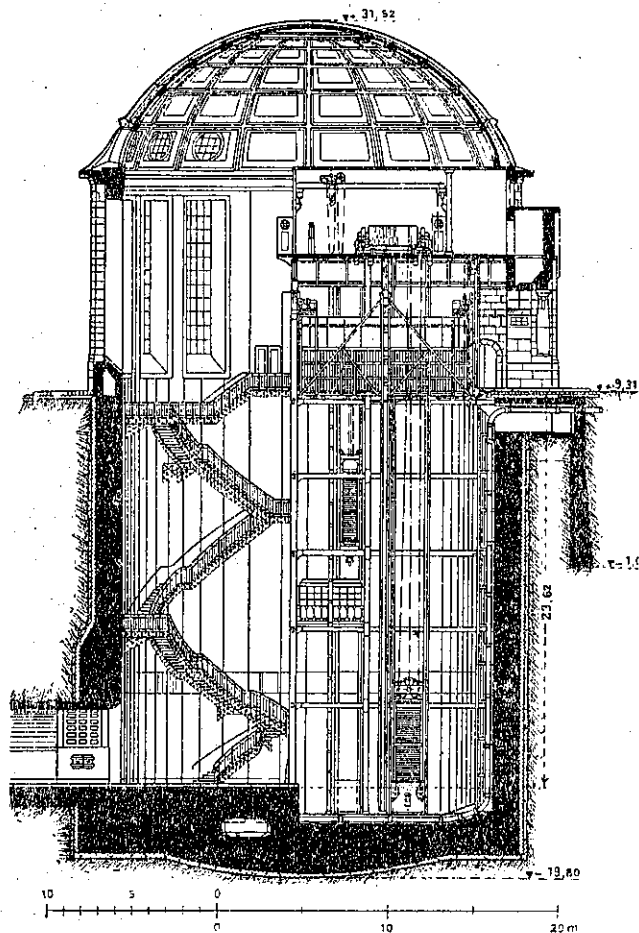


附圖第八十八

い橋を作ると云ふ提案があつたけれども、橋の下に船を通す爲には、55 m の Clear head を要するので、その Approach が大變である、従つて工費が高く、約 12 500 000 圓を要する。それで最後に隧道にしようといふことに定まつたが、之ならば、地盤から 24 m 位下ればやれるので、高低の差が小さいのみならず、工費も約 5 350 000 圓ですんだのである。此隧道の構造

を大略記せば、附圖第八十七に示してある通で、兩岸に縦坑があつて、此内に昇降機が備へてある。兩岸の縦坑と縦坑との間に、2 本の隧道があつて、その内の 1 本を往き道、1 本を歸り道として用ひ。各隧道の中央を車道、兩側を人道とする。縦坑の詳細は附圖第八十八及附圖第八十九に示してある通り、昇降機 6 臺を備へ、内 4 臺は荷車、2 臺は乗客の用に供してゐる。しかし朝夕の Rush hour には、6 臺共全部乗客の用に宛て、それにより一度に 472

人の多数を昇降させてゐる。1913年には毎月、労働者が850000人、車馬が9000輛、自轉車が10000~15000輛通行した。



附圖第八十九

第十章 Cuxhaven 港

クックスハーフェン港はエルベの河口にあつて、ハンブルグ港と同一行政区域に屬し、互に姉妹關係を有するから、聊か之に就いて記述しよう。

附圖第十に同港の平面圖があるが、圖中の Amerikahafen は水深 -12 m. M.N.W. 、面積 42 ha を有してゐる。同所は暴風時及冬期解氷季の避難所であると共に、吃水が深くて河に溯航困難な船の泊地である。尤も現在では河深は充分あり、大抵の船舶の航行には不便を來さないで、重に一時の避難所に供せられて居る。此水面の前に長さ 400 m の棧橋があるが、Hamburg-America 汽船會社は、此處で旅客及郵便物を直に鐵道と連絡せしめて、急行の便を計つてゐる。此水面に隣接してゐる

Fischereihafen は、其設備に於てなかなか整頓せるものがある。

當港では船舶の検査其他種々の指圖をなし、水先案内人もこの地で乗降する。更に又、船舶の出入、特に海難に際し援助の目的を以て、曳船を常備してゐる。

當港とハンブルグ港との經濟的或は政治的關係に就いては、可なり興味を惹く點もあるが技術上の立場からは特記する程のものはない。唯漁港としての當港を、専門的に記せば、相當に材料もあるが、之は他日の機會に譲らう。之等のために卷末に參考書名が擧げてある。

第十一章 工 費

ハンブルグ州は港及河のために、年々多大の工費を投じて居るが、最も多い 1913 年には

Hamburg 港	11 000 000 圓 (1 mark=0.5 圓とす、以下同じ)
Cuxhaven 港	2 800 000 圓
Elbe 河	3 900 000 圓

計 17 700 000 圓

に及び、日本全國に於て年々港灣に投ずる金額よりも遙に大である。今 1814~1918 年の約 100 年間の工費を、年別に示せば附圖第九十の通りで、1880 年代より急激に増大してゐる。尙上記 100 年間に費された工費の總計は、次の通りである。

Hamburg 港	{	修築費	187 500 000 圓
		維持費	35 000 000 圓
Cuxhaven 港	{	修築費	12 500 000 圓
		維持費	2 500 000 圓
Elbe 河	{	改修費	52 500 000 圓
		維持費	27 500 000 圓
小 計			317 500 000 圓

外に關稅同盟加入に付き、

聯邦政府よりの下附金 20 000 000 圓

合 計 337 500 000 圓

即ち約 340 000 000 圓の工費を投じたのである。而して、此金の支出方法は次の通りである。

現 金	115 000 000 圓
借入金	202 500 000 圓
關稅同盟加入に付聯邦政府よりの下附金	20 000 000 圓

合 計 337 500 000 圓

因に 1921 年四月一日以來、當港の區域外のエルベ河の工費は、聯邦政府より支出することになつたが、未だ實施には至らない。

上記の如く随分多數の工費を投じてゐるが、これを見ても僅か 1 000 000 有餘のハンブルグの州民が如何に港を重要視し、協力一致之が改善に努力して居るかを觀ぶ事が出来る。

第十二章 管理及經營

當港はハンブルグ州が管理して居り、その經營も亦原則としては州が之に當つてゐるけれども、中には二、三の例外がないではない。

岸壁は、その全部を州が出資して築造したが、その内賃約半分は州が自ら經營して公共の用に供してゐるけれども、残約半分は大きな船會社に賃貸して、會社の獨占的經營に委せてゐる。岸壁の經營は州自ら之に任ずれば、一般的には利益が多いけれども、どうも役人のする仕事は臨機の處置が鈍くて、商機を逸することが少からざるのみならず、一方には多額の工費を負擔した資本家の利益をも、相當に考慮しなければならぬ事情もあつたので、之等の人々に一部の岸壁を獨占させたのである。

上屋及岸壁起重機は、州の經營してゐる岸壁上のものは、無論州が投資して經營してゐるが、會社に賃貸した岸壁上のものまでも、州が出資したや否やは著者には不明であるが、多くは州が作つて會社に賃附してゐるらしい。

倉庫は Hamburg 自由港區倉庫會社 (Hamburger Freihafen Lagerhaus Gesellschaft) が、港の内外にあるものゝ殆ど全部を一手で經營してゐる。この會社は、州と個人とが出資した半官半民の組織で創始せられたが、州に配當せらるゝ利益は、之を州の收入にせず、それだけづゝ、個人の持株を買收して、遂には、州が全部の株を掌握する組織になつてゐるので、現在では既に州の所有株は全體の約 2/3 に達してゐる。自由港區内にある敷地は (附圖第四十九の黒色の部分は倉庫地帯)、

- (イ) 1m² の土地を 500 mark と評價して、之に對し年 3.5% の利子を支拂ふ事。
- (ロ) 5% 以上の實益の 5/8 を州に納める事。
- (ハ) 50 年後には相當の價格で州が買收する事。
- (ニ) 設計、施工等に関しては州の監督に従ふ事。

等の條件で、州が會社に提供してゐる。港の倉庫が、一手で經營されてゐるので大變に都合がよい。例へば、借手はその都度、自分の好む面積だけを借り得るし、又貨物の所有者が變つても、單に倉庫證券の書き替へだけで事が運び、一々貨物を他の倉庫に移轉する必要がない。その他種々の點に便利で、このために港の經營が著しく圓滑に運ぶから、日本の港でも出来るだけ、こういふ風にしたいものである。

港内の鐵道は、州自ら敷設して經營してゐるもので、獨逸政府の國有鐵道とは別である。兩鐵道間の受渡しは、大部分は操車場で行はれるけれども、一部分は港の附近の線路上で引繼がれる。

州が經營してゐる岸壁の荷役には、之に要する仲仕のみならず、數取人迄も州が供給して一切の事を引受けてゐる。日本の港の荷役賃には随分弊害があるらしく、之は港の發達に著しい障害を與へるから、是非改良しなければならぬが、上記の様にするのも一案かも知れない。

水上荷役に要する曳船、舢舨及仲仕等は民間の會社が供給してゐる。

兩岸の連絡等、港内に於ける小廻りの交通は、一私立會社が大部分の仕事を獨占してゐる。港の管理及經營のために、直接の執行機關としての州が、

1. Marineverwaltung (港務部)

2. Kaiverwaltung (岸壁管理署)

の二部を設置してゐる。前者では

イ. 錨地の指定、水先の案内、その他船舶に関する一切の事務

ロ. 航路の標識

ハ. 碎水

後者では

イ. 岸壁、岸壁起重機及港内鐵道等の經營

ロ. 岸壁料の裁定及收納

等の事を取扱つてゐる。

港の管理及經營は大變に大きな問題で、詳しく調べ出せば随分参考になるものもあると思はれるけれども、著者には立ち入つて深く調査する餘裕もないので、大體の事だけを書いておくから、必要な方々は卷末の参考書で見られ度い。

附 録 参 考 書

著者は出来るだけ當港に関する参考書を集めたが、之等を全部讀んだわけではないけれども、大體目を通して本報告を書いた。本報告は主として技術的方面を記述したものであるが、其内にも種々書き残した點もある。殊に經濟的方面にはあまり言及しなかつた。之等の事を調査せられる御方々の参考までに、以下の書籍を紹介しておく。

犬塚土木局長一行：—漢堡港。歐洲首要港視察調査書（二）

内務技師高西敬義：—漢堡港。歐米港灣視察報告書。大正十二年

北海道廳技師林千秋：—はんぶるぐ港。歐米港灣視察復命書。大正十二年

Agatz：—Die technische und wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Hochseefischereihafen. Hannover. 1919.

Arndt：—Seehafenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung des Hamburger Hafens. Berlin, 1913.

Baedeker：—Hannover und die Deutsche Nordseeküste. Leipzig, 1921.

Baumann：—Grotz-Hamburg. Hamburg, 1919.

Böttcher：—Hamburgs Hafen. Hamburg, 1920.

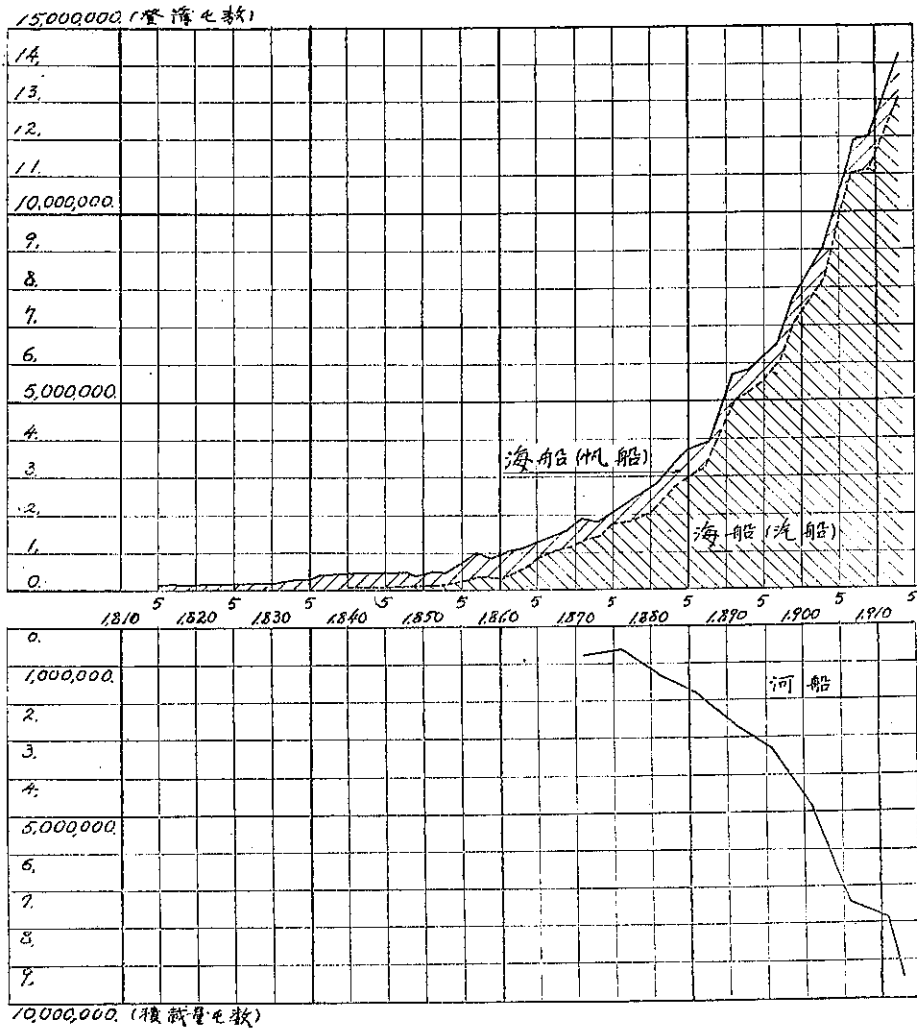
Böttcher：—Hamburgs Leistungen in Volks- und Weltwirtschaft. Hamburg, 1922.

Christiansen, Duge u. Lübbert：—Cuxhaven als Fischereiplatz. Mitteilungen des

- Seefischerei-Vereins. Februar/März 1909.
- Der Hamburger Hafen.
Herausgegeben vom Geographieausschuss der Gesellschaft der Freude des vaterlandischen Schul- und Erziehungswesens in Hamburg. Hamburg, 1922.
- Eilers:—Hamburgs Vergangenheit. Hamburg, 1923.
- Flügel:—Die deutschen Welthäfen Hamburg und Bremen. Jena, 1914.
- Gross Hamburg. Denkschrift des Hamburger Senats. 1921.
- Gross Hamburg. Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Gross-Hamburg. Hamburg, 1921.
- Hamburg, Hafengesetz.
- Hamburg, Zollsicherungsordnung für Mieter der hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft.
- Hamburg. Die Industrie und ihre Zukunft. Hamburg, 1917.
- Hamburg und Seine Bauten, Bd. I. u. II. Herausgegeben vom Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg. Hamburg, 1914.
- Hamburg in seiner politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Bedeutung. Herausgegeben von der Deutschen Auslandsarbeitsgemeinschaft Hamburg. Hamburg, 1921.
- Jahresbericht des Hafenbetriebs-Vereins in Hamburg e.v. 1922.
- Lentz:—Der Neue Hafen in Cuxhaven. Berlin, 1898.
- Mac-Elwee:—Wesen und Entwicklung der Hamburger Hafenbaupolitik. Hamburg, 1917.
- Panum und Ehlers:—Die Kai mauern im Hamburger Hafen. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft Bd. II. Hamburg, 1920.
- Schülze:—Seehafenbau Bd. I und II. Berlin, 1911 und 1913.
- Schätzler und Meinken:—Der Cuxhavener Fischmarkt. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. Bd. III. Hamburg, 1921.
- Symphor:—Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre Neuen Aufgaben. Bd. I und II. Berlin, 1922.
- Sievekling und Jung:—Neu Hamburg, die fehlende Arbeiterstadt des Hamburger Hafens. Hamburg.
- Vollrath:—Hafenführer von Hamburg-Altona. Hamburg, 1922.

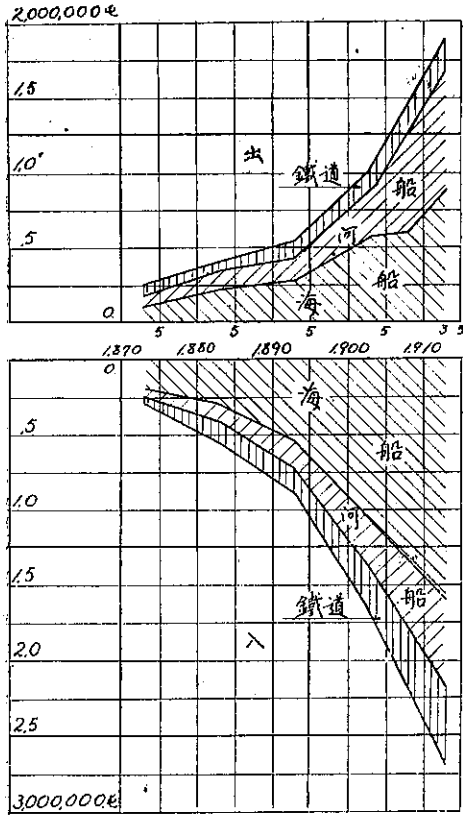
(完)

附圖第一 ハンブルグ港入港船舶登簿噸數

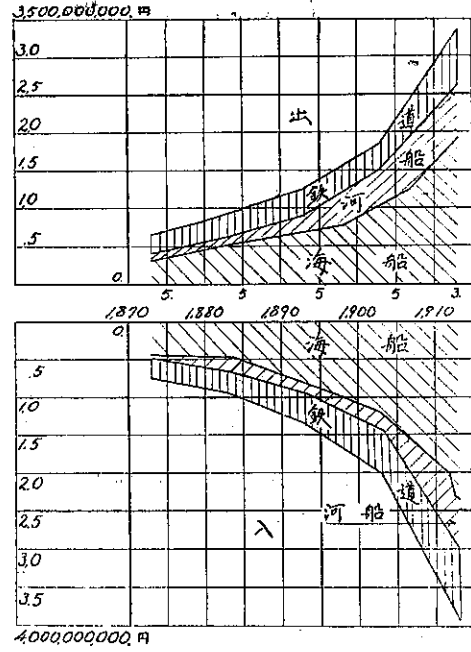


日本通商手続第十三卷第一編附圖

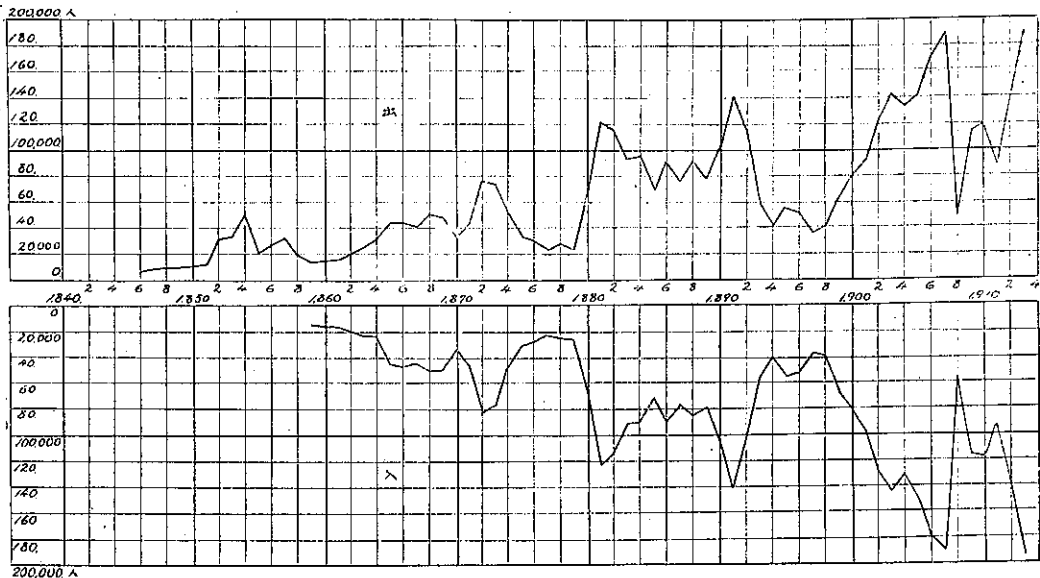
附圖第二 ハンブルグ港
出入貨物噸量



附圖第三 ハンブルグ港
出入貨物價格

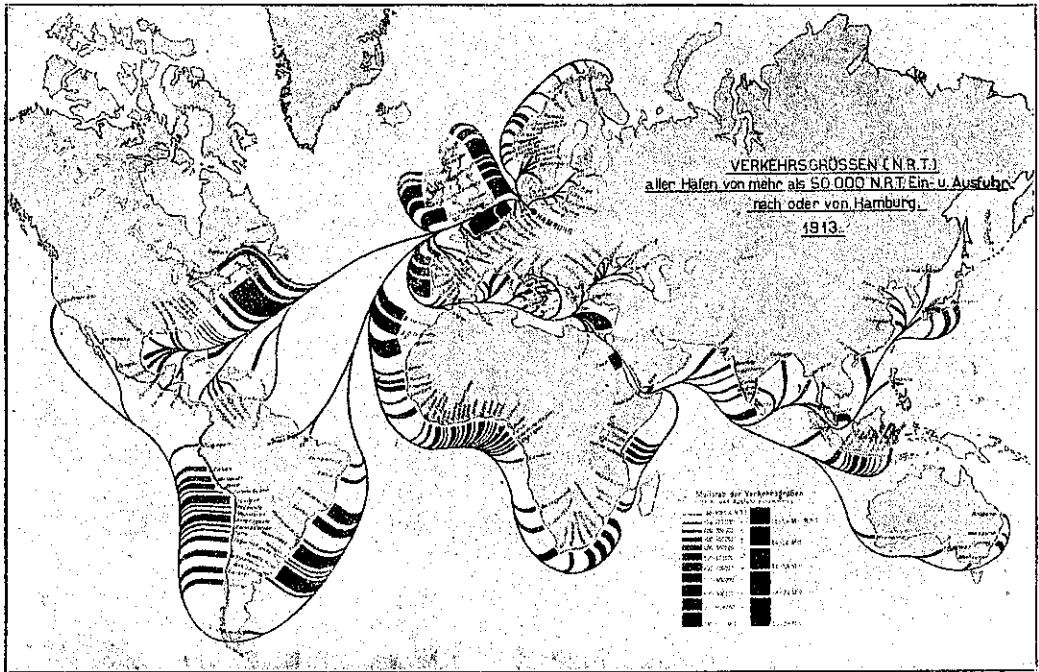


附圖第四 ハンブルグ港出入海外移住者數



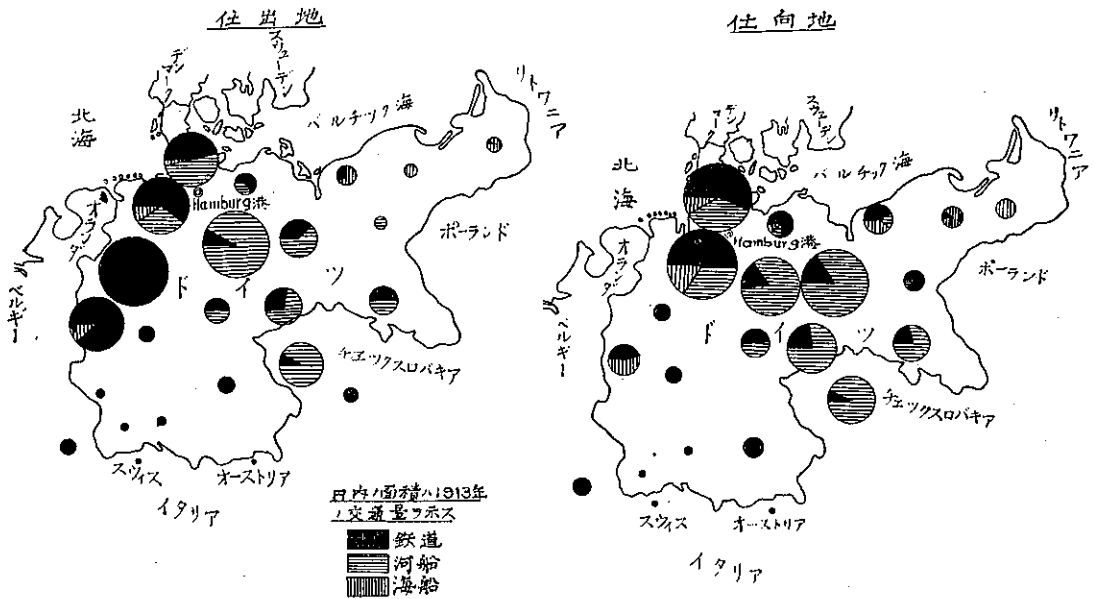
(土木學會誌第十三卷第一號附圖)

附圖第五

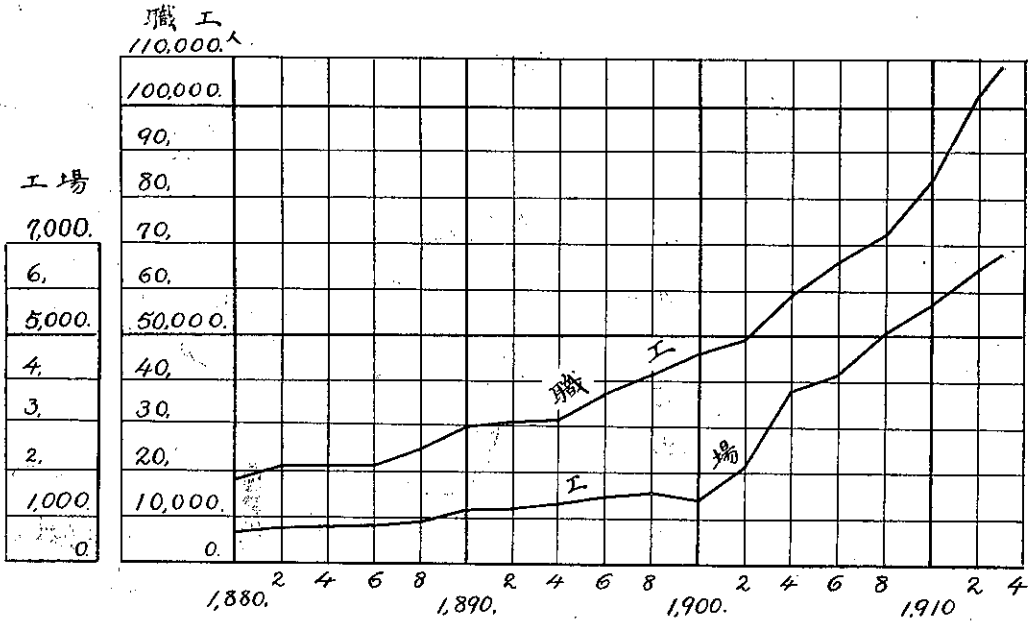


Hamburgs Leistungen in Volks und Weltwirtschaft.

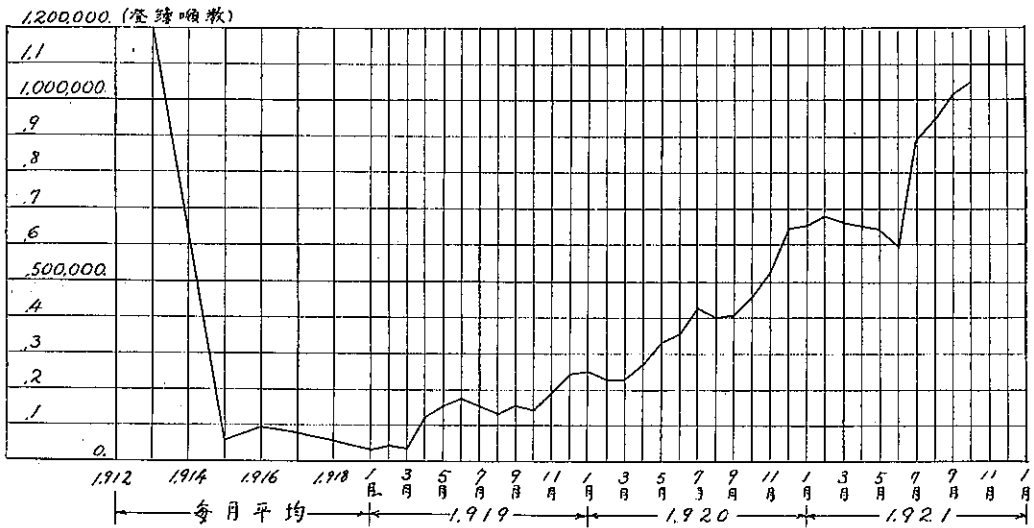
附圖第六 ハンブルグ港の後方地域



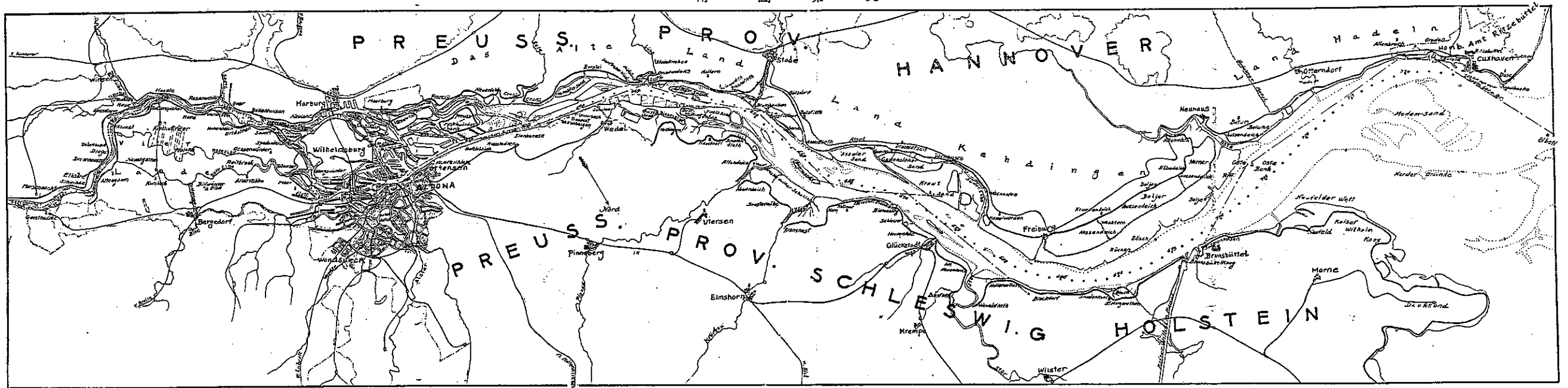
附圖第七 工場及び職工數



附圖第八 ハンブルグ入港海船登簿噸數毎月調



附圖第九



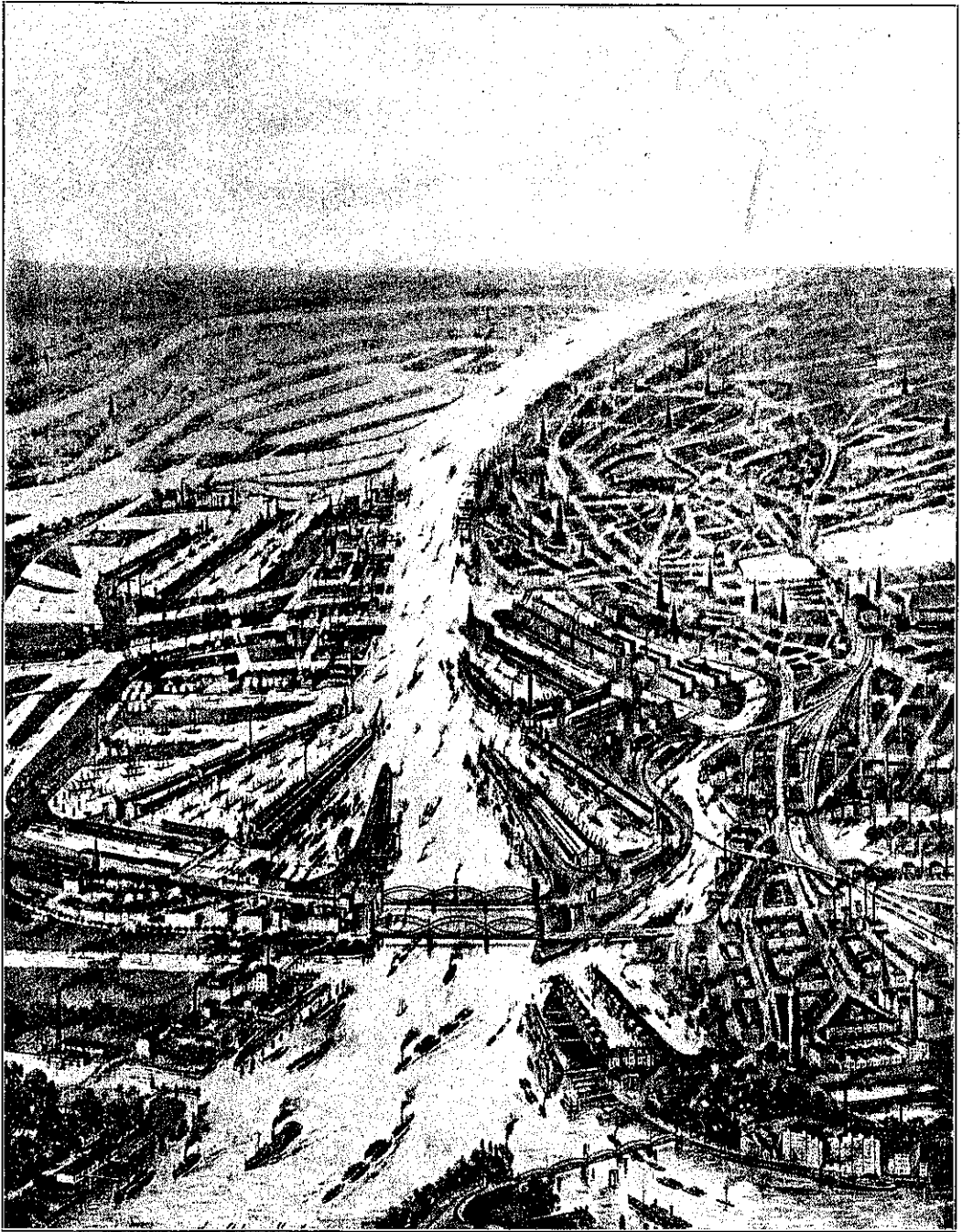
1:100,000

附圖第十



(本圖係根據最新地圖 1:25,000)

附圖第十一

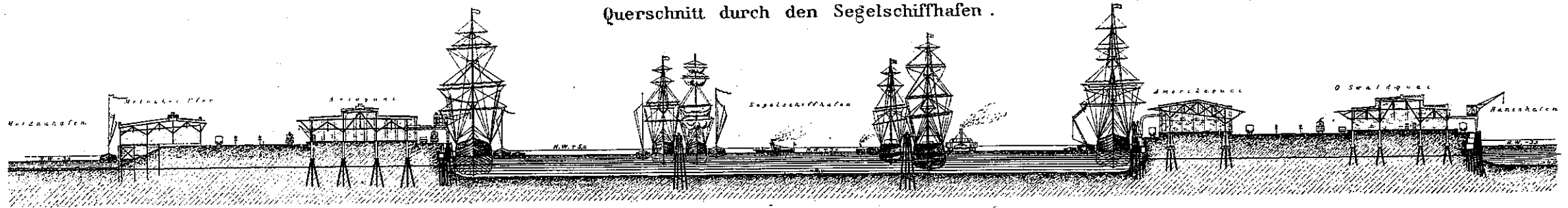


(土木學會誌第十三卷第一號附圖)

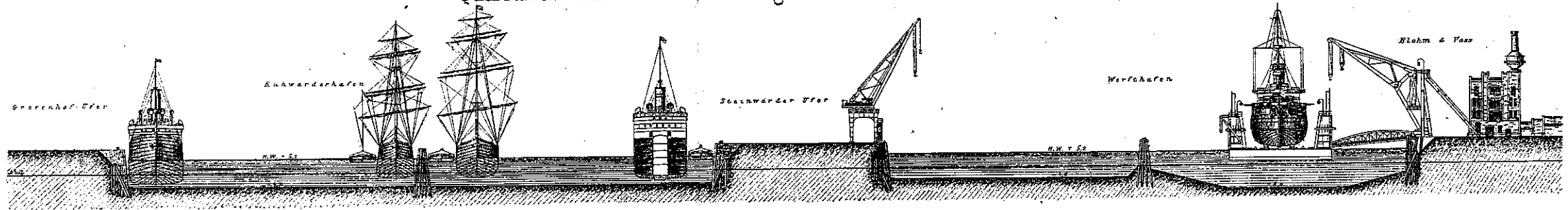
Gesamtansicht der Hamburger hafenanlagen.

附圖第十二

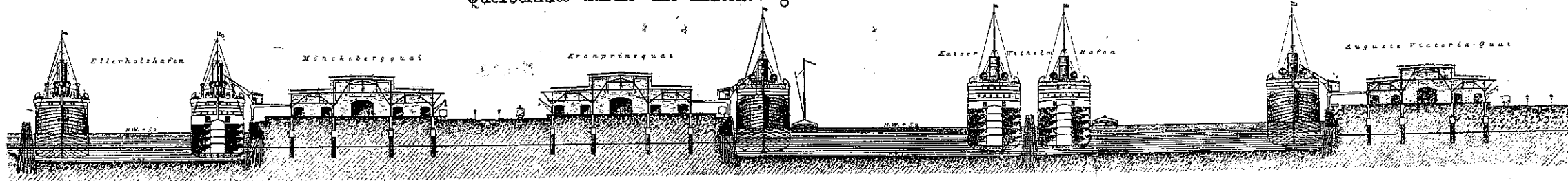
Querschnitt durch den Segelschiffhafen.



Querschnitt durch die Hafenanlagen auf Kuhwärdler (Nördlicher Teil).



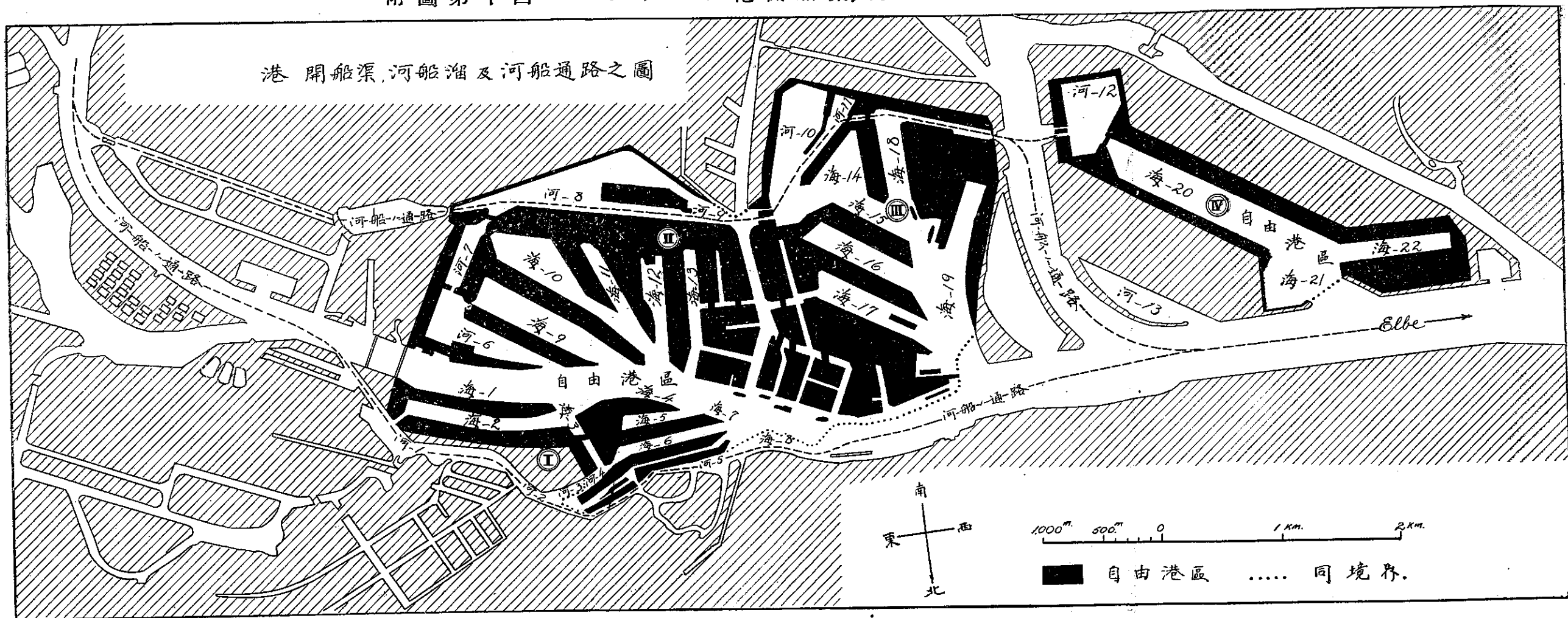
Querschnitt durch die Hafenanlagen auf Kuhwärdler (Südlicher Teil)



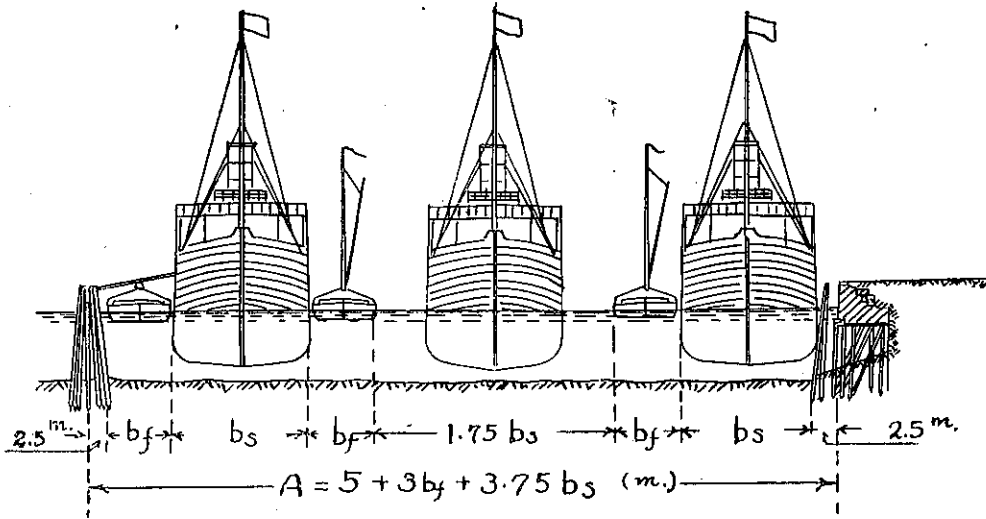
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Meter

(土木學會誌第十三卷第一號附圖)

附圖第十四 ハンブルグ港開船渠、河船溜及河船通路之圖

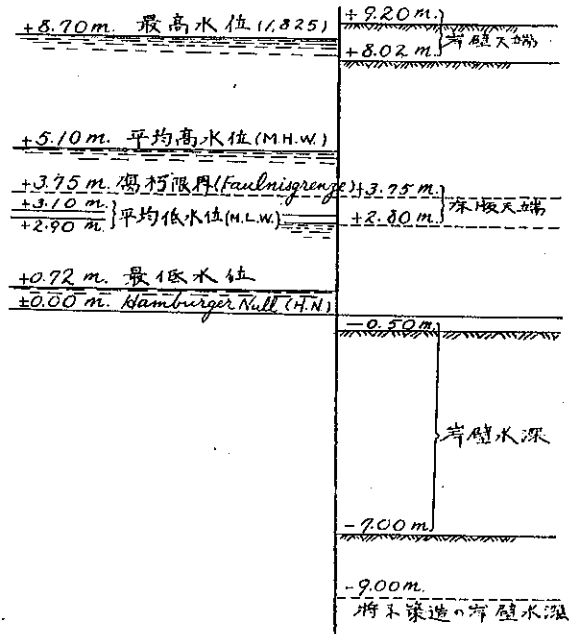


附圖第十三



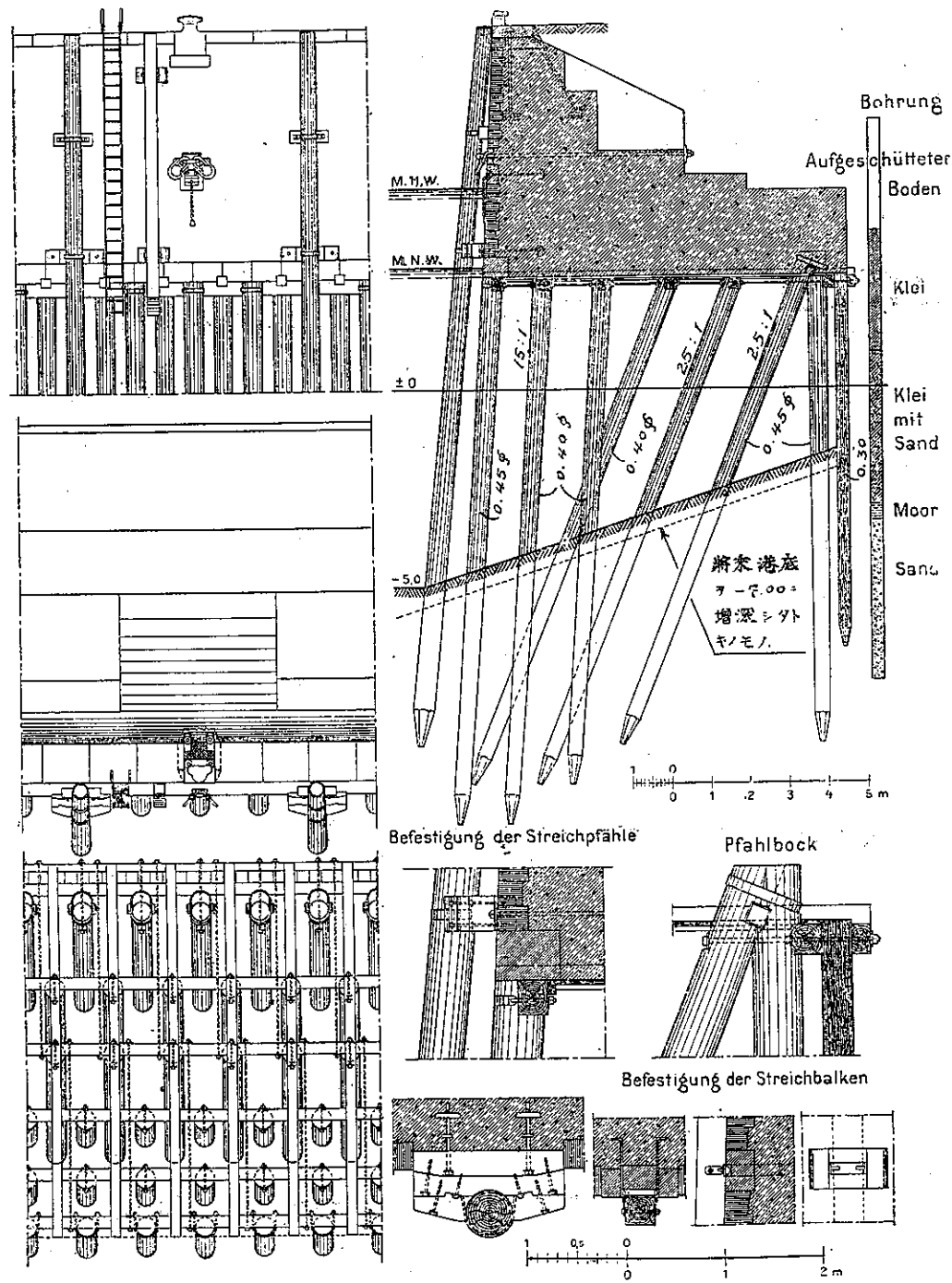
Querschnitt eines Hamburger Hafenbeckens.

附圖第十五 ハンブルグ港の水位及構造物の高さ

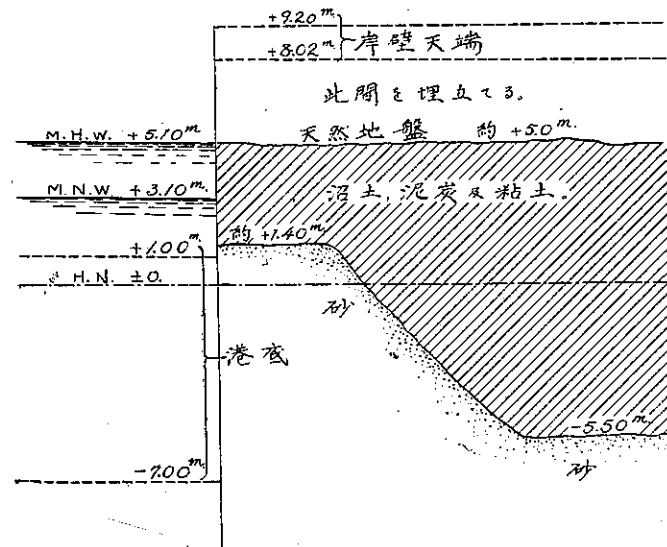


土木學會誌第十三卷第一號附圖

附圖第十六

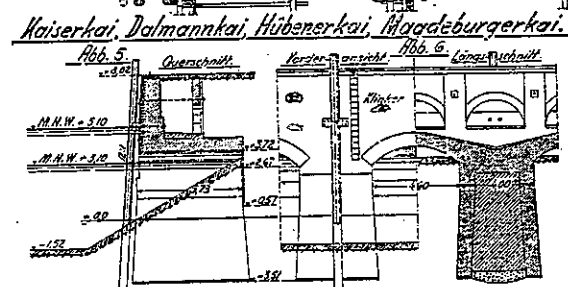
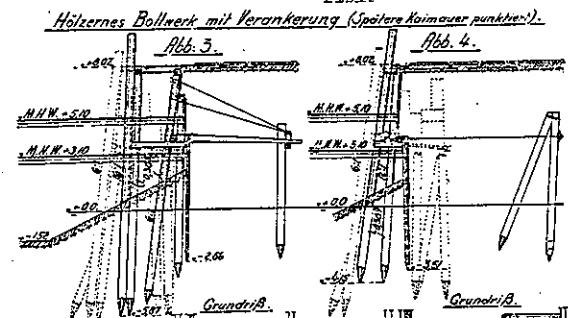
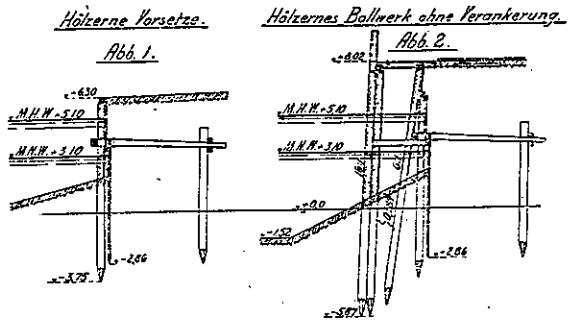


附圖第十七
ハンブルグ港岸壁地質大要

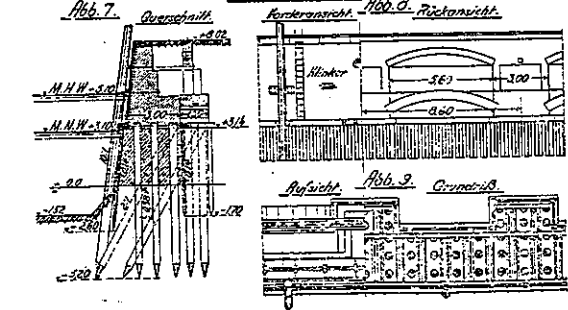


(土木部設計課 附圖 16)

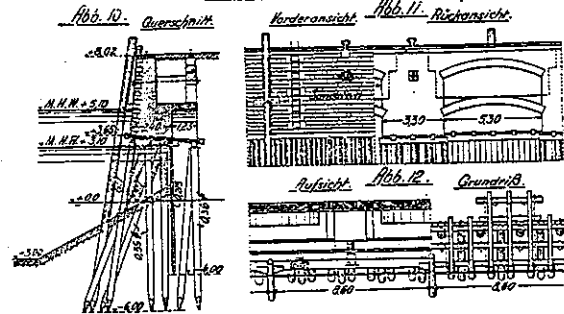
Sandthorkai.



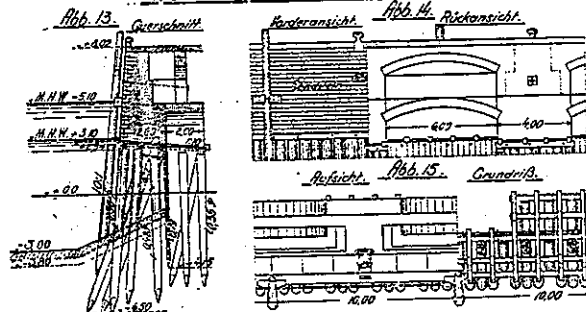
Strandkai.



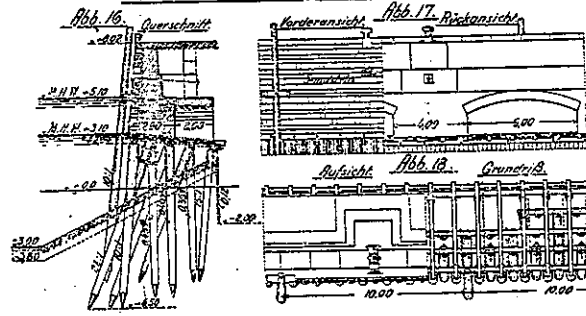
Petersenkai.



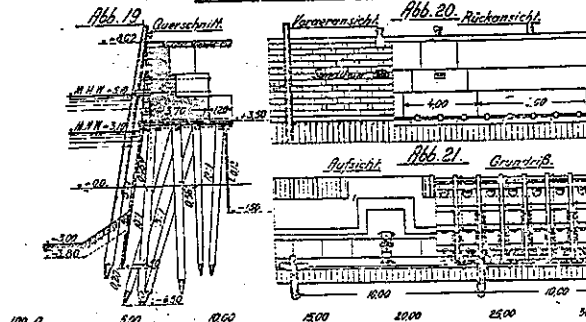
Asia- u. Amerikakai. (Mitte).



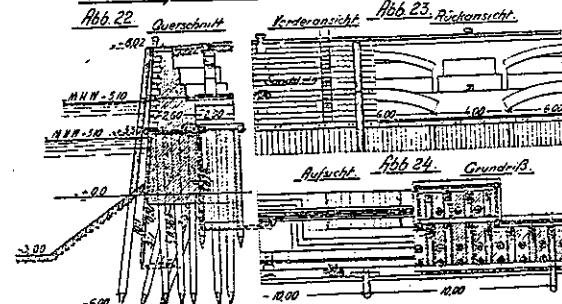
Asiakai (Ostende), O'Swaldkai (Mitte).



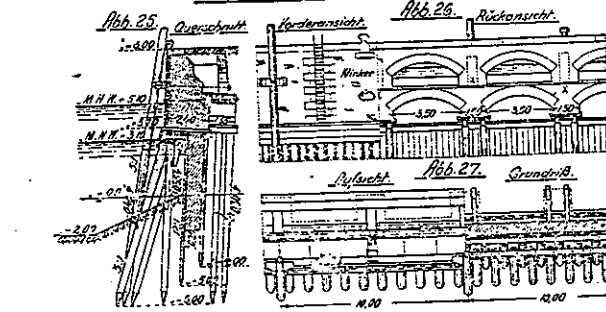
O'Swaldkai (Westende).



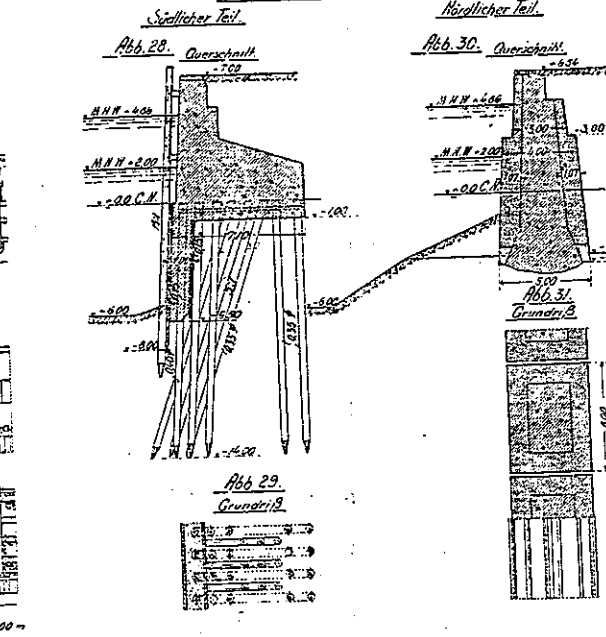
Kirchenpauerkai u. Boakenhöft.



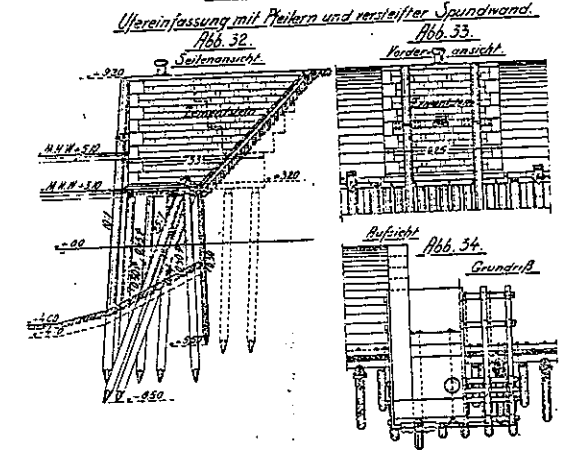
Johannisbollwerk.



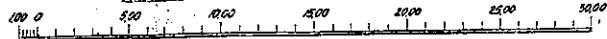
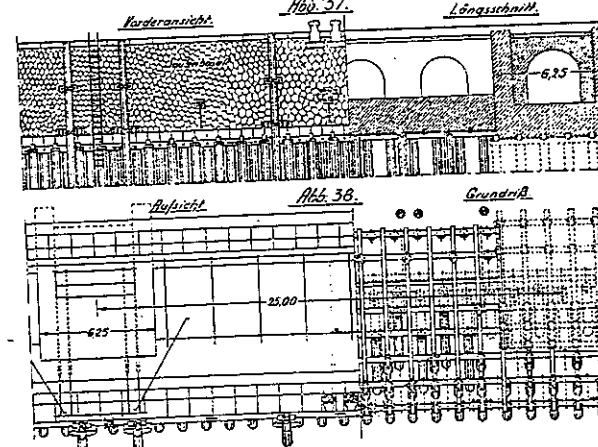
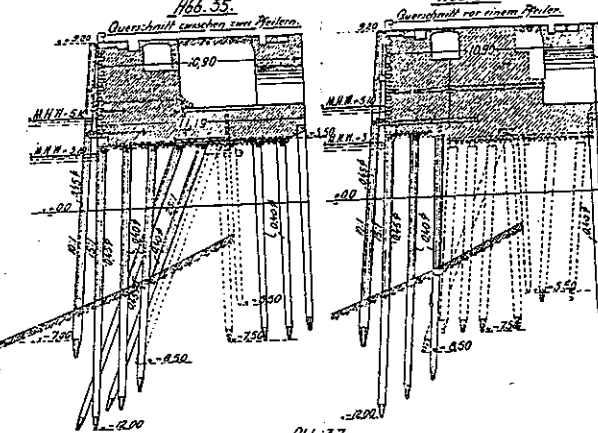
Leutkai. (Ouzharen).



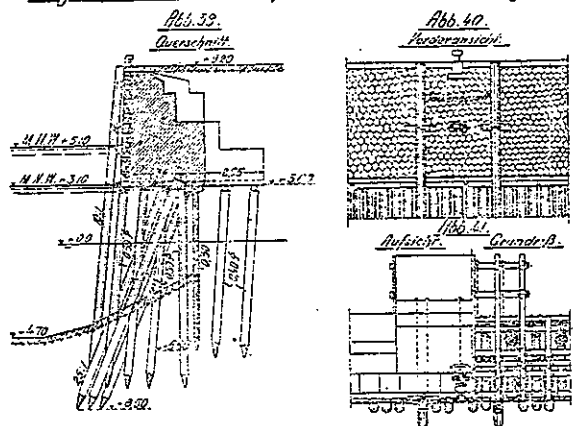
Steinwälder-Ufer.



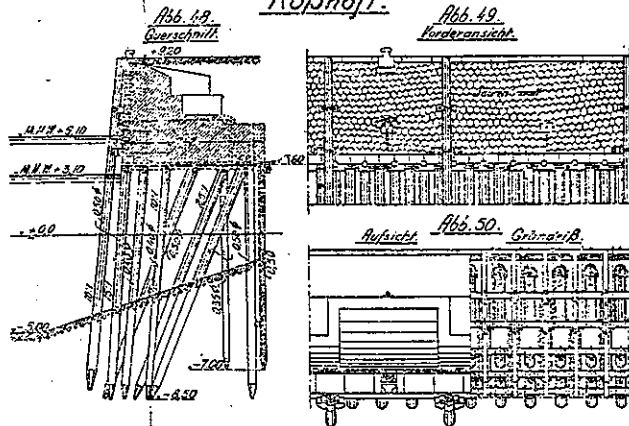
Ausbau zur Kaimauer.



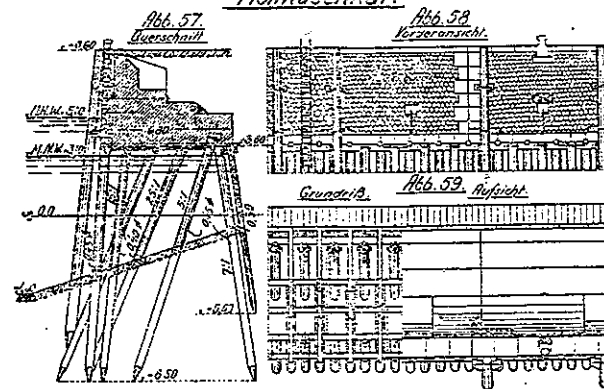
Auguste-Victoriakai, Kronprinzenkai u. Mönchsbergkai.



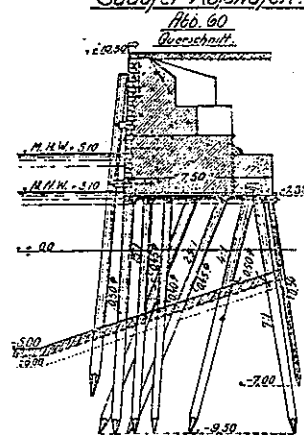
Roßhöft.



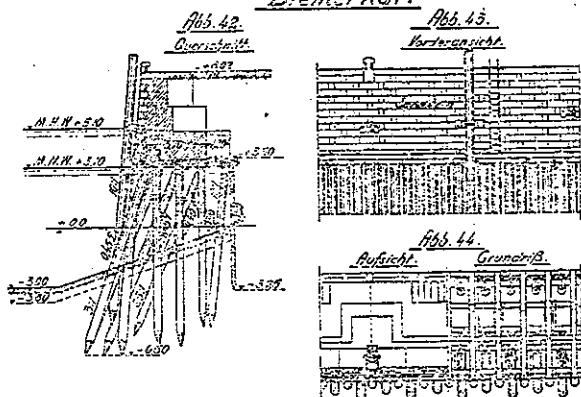
Holhusenkai.



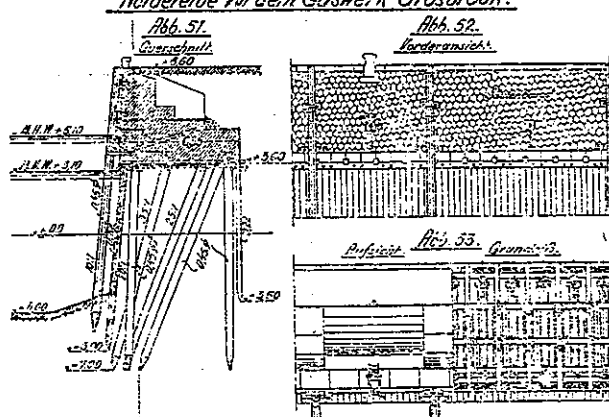
Südlicher Roßhöft.



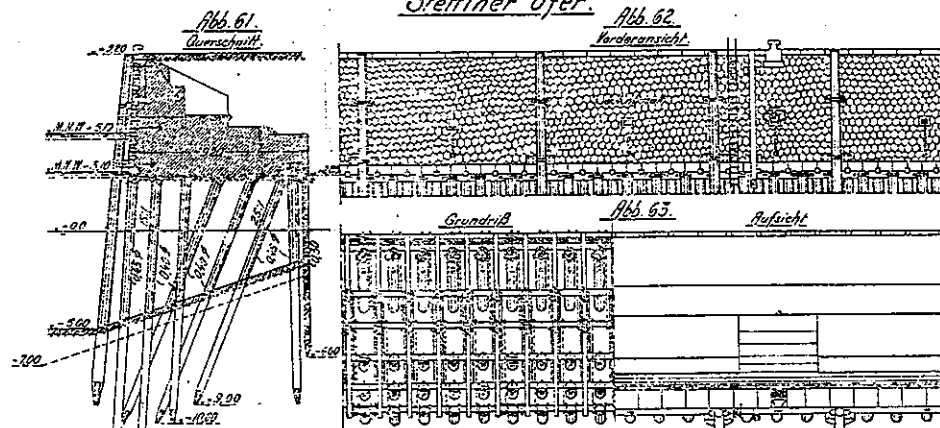
Bremerkai.



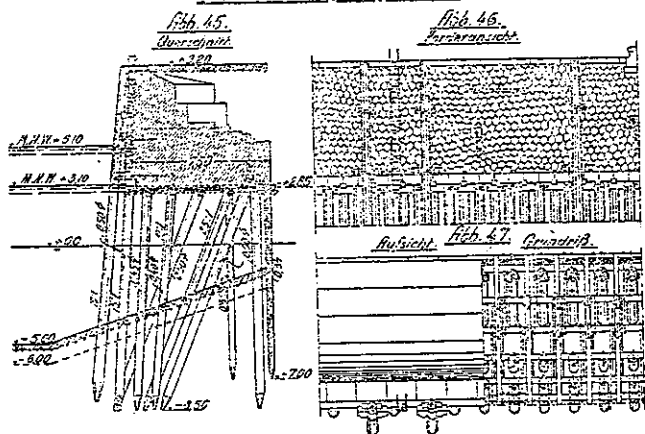
Norderelbe vordem Gaswerk Grasbrook.



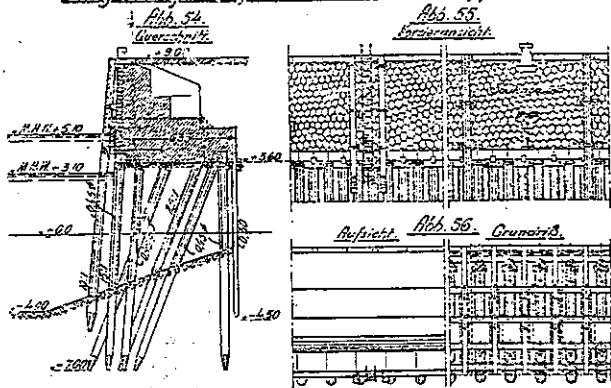
Stettiner Ufer.



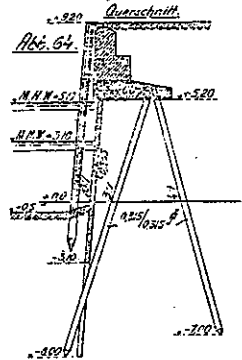
Vulkankai, Roßkai.



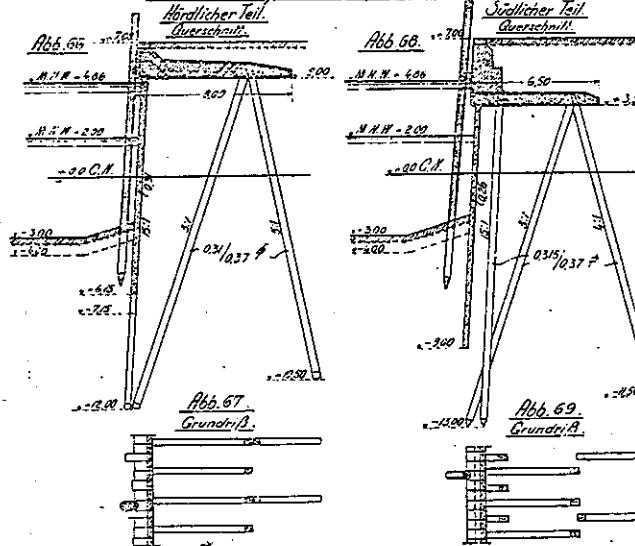
Magdeburger-Hafen vordem Truchtschuppen G.



Hotekanal.

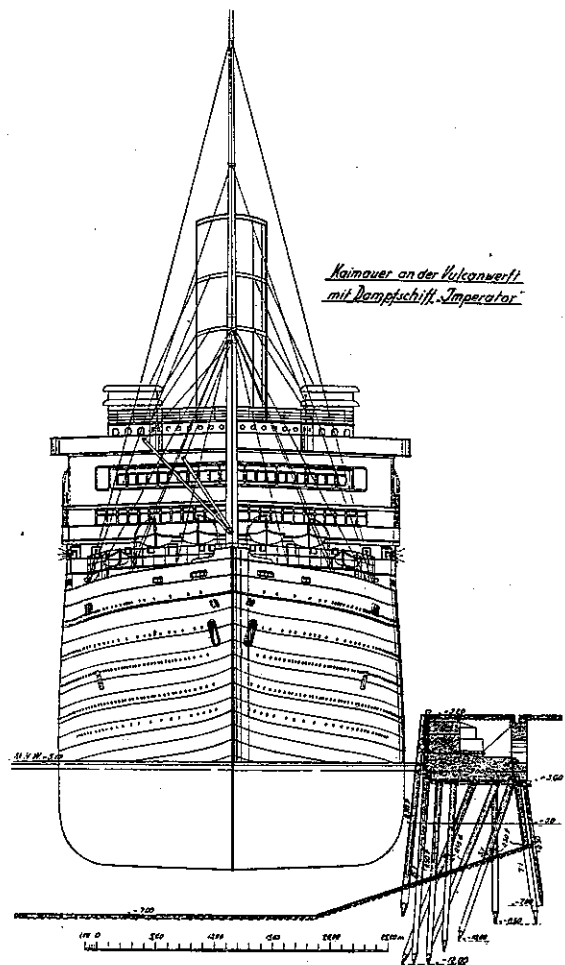


Fischereihafen Cuxhaven (Westseite).



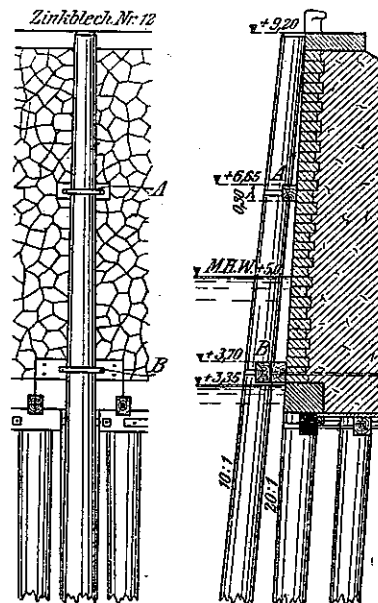
1:2000

附圖第二十五

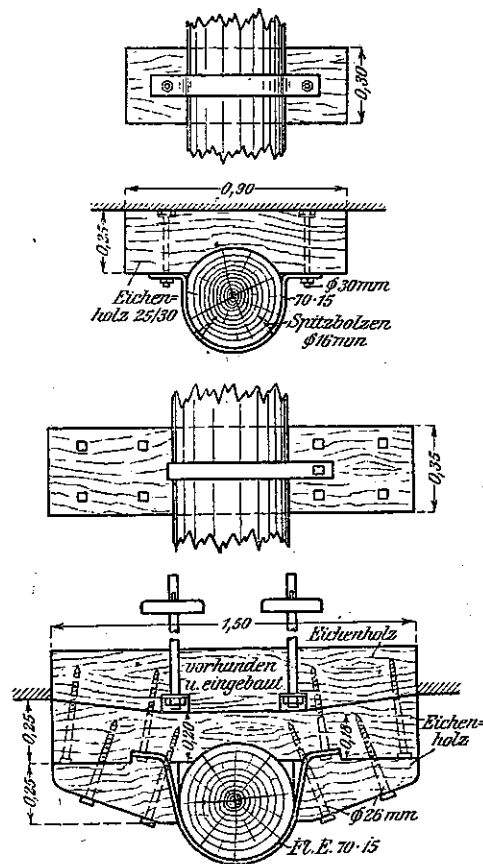


(國海軍) 鐵道山十號船塢會本上

附圖第三十



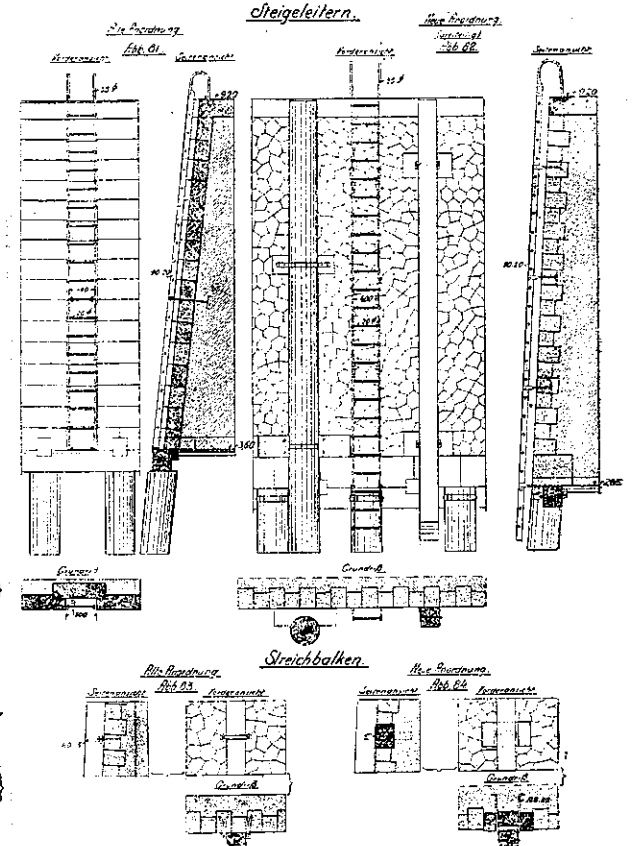
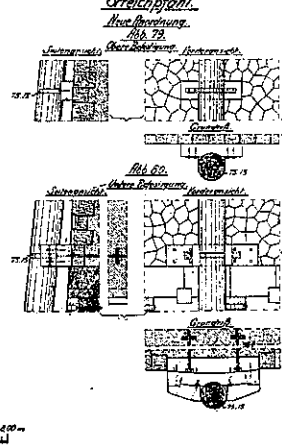
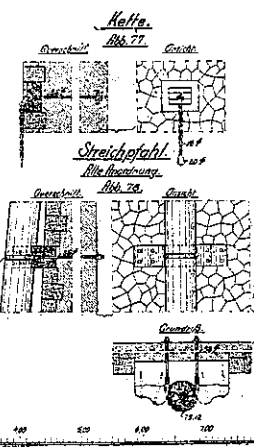
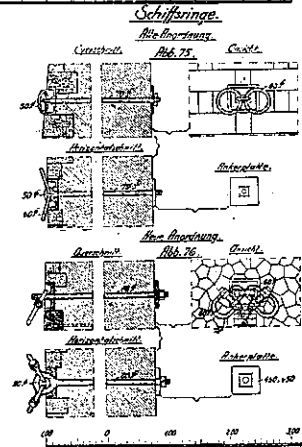
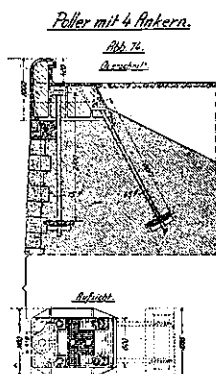
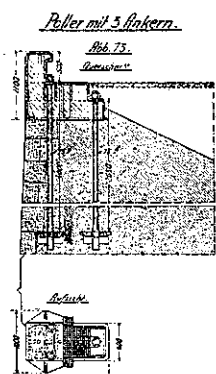
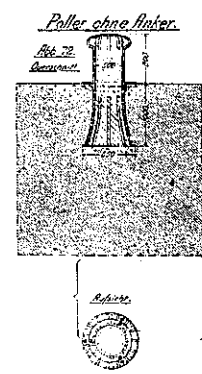
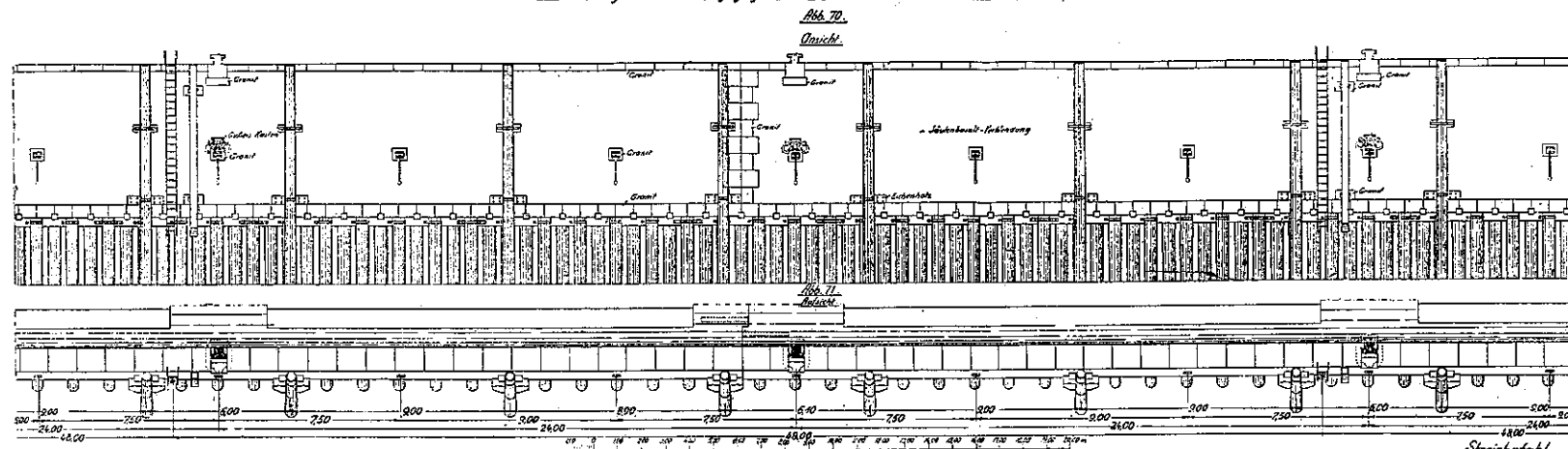
Streichpfähle der Kaimauer
am Roszkai in Hamburg.



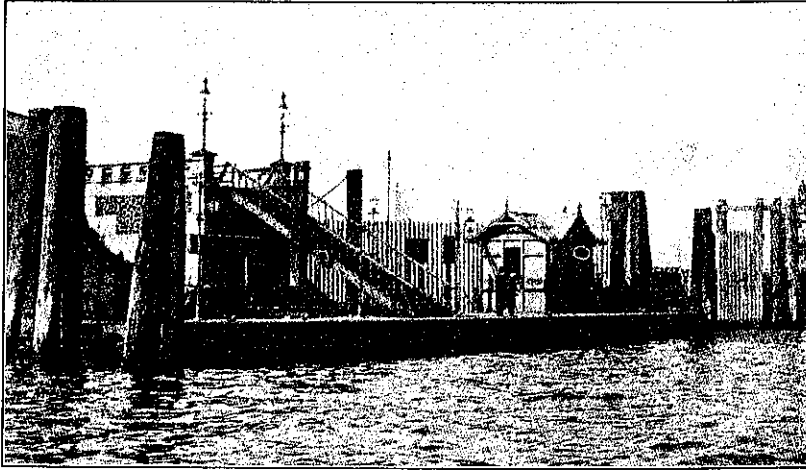
Befestigung der Streichpfähle bei
A und B

附 圖 第 二 十 六

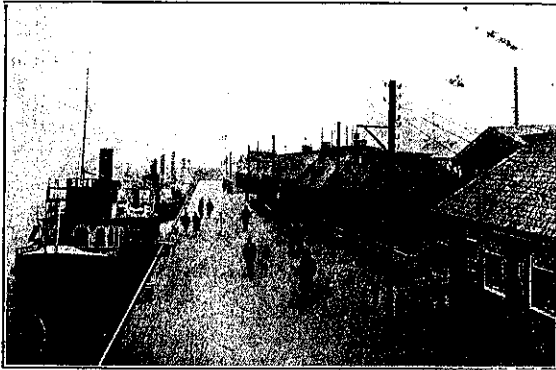
Anordnung der Ausüstungsgegenstände der Kai-mauer am Steiner Ufer.



附圖 第三十七

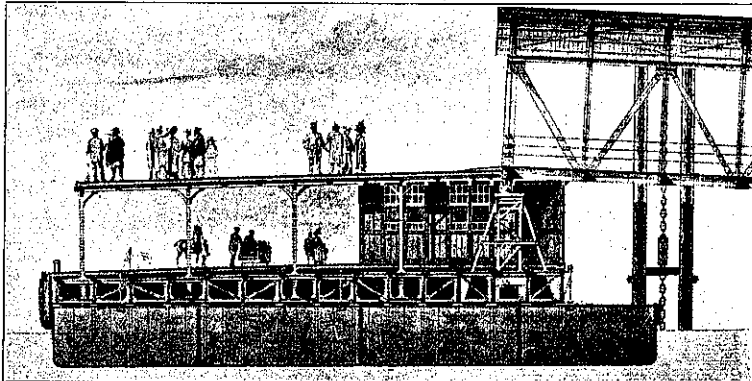


附圖 第三十八

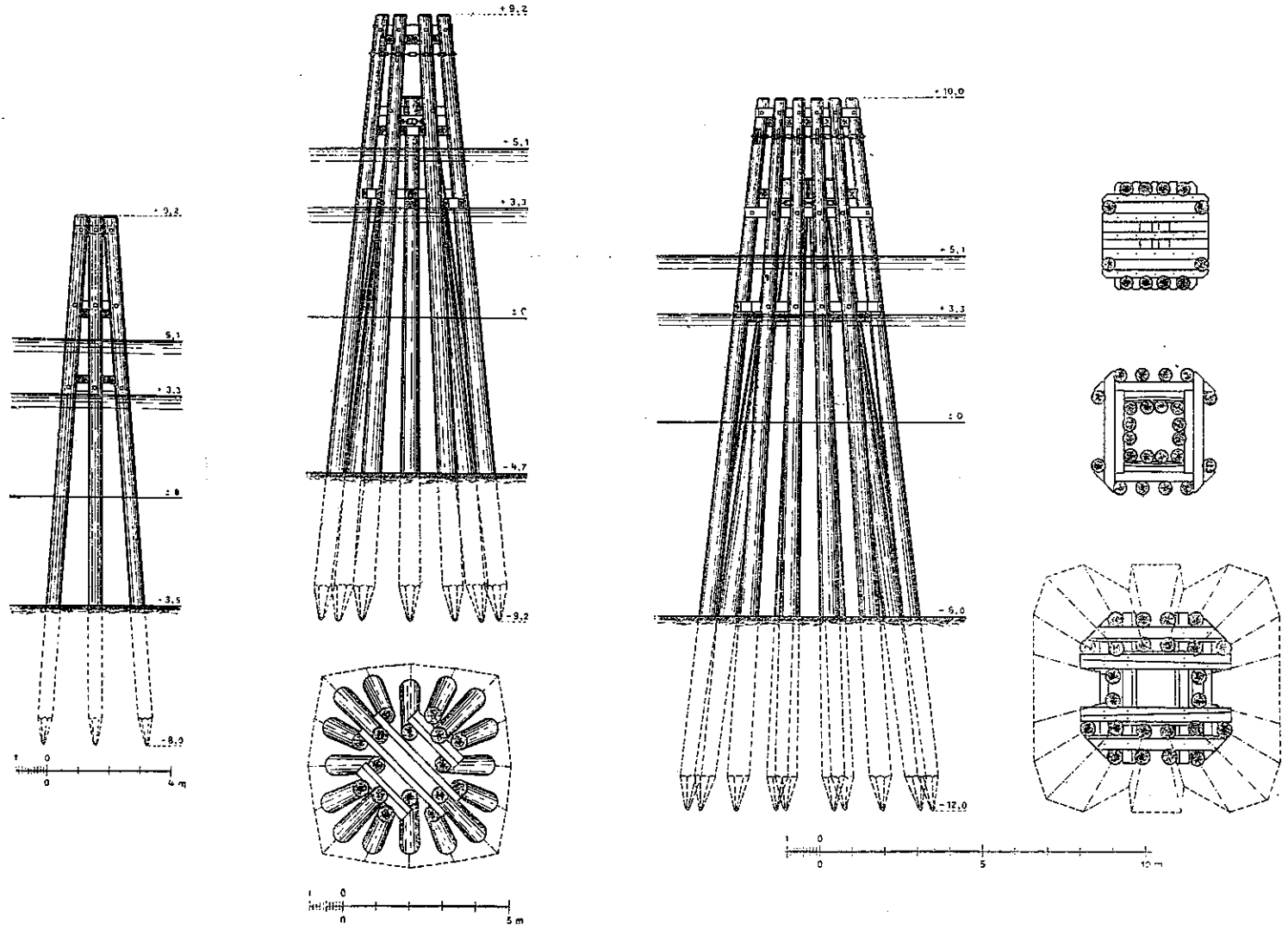


第十四圖附

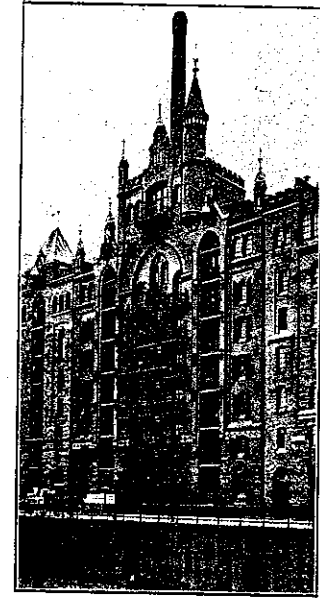
附圖 第三十九



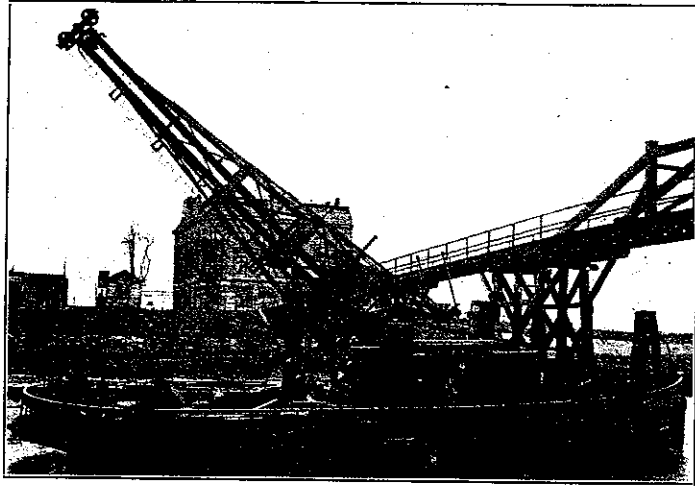
附圖 第四十一



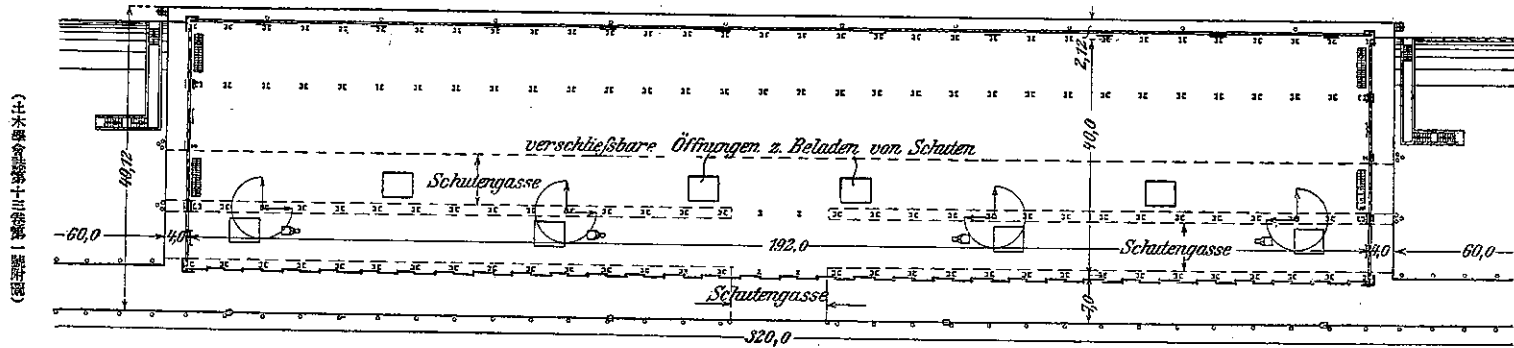
附圖 第五十



附圖 第四十三



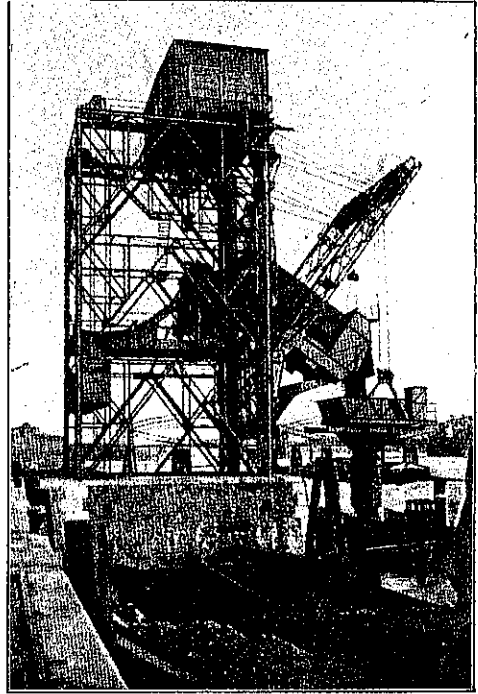
附圖 第四十八



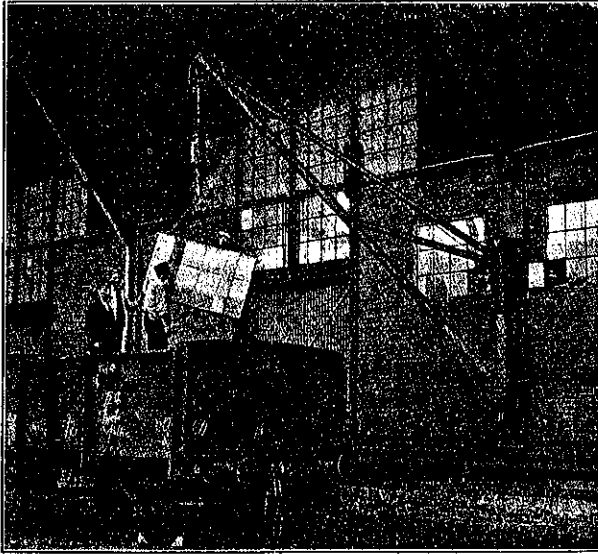
(土木學會雜誌第十三卷第一號附圖)

Grundrisz Kaischuppen am Moldauhafen in Hamburg

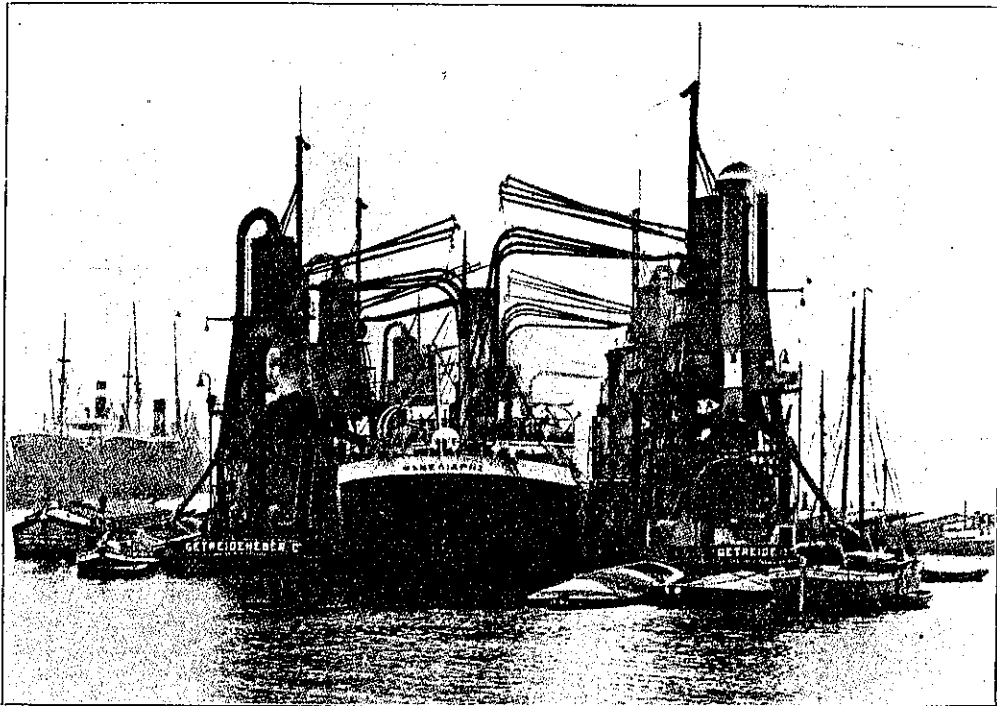
附圖 第六十一



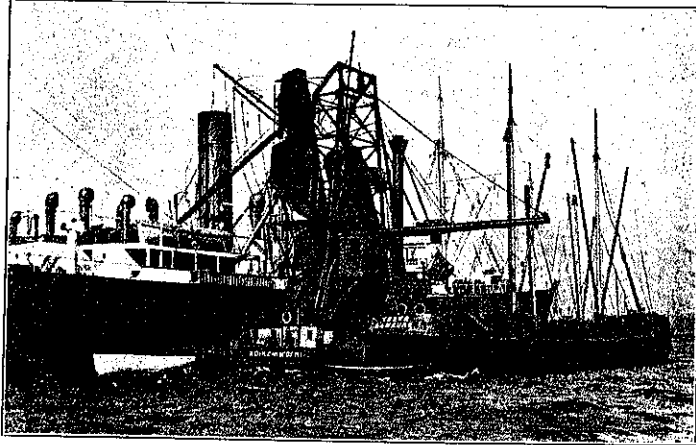
附圖 第五十八



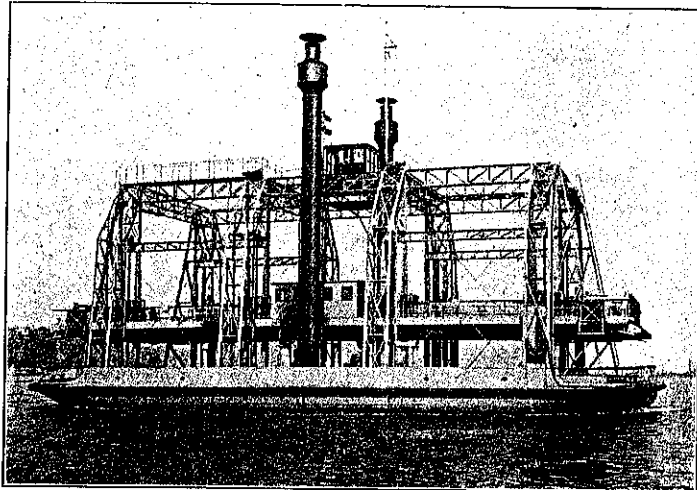
附圖 第五十九



附圖 第六十三

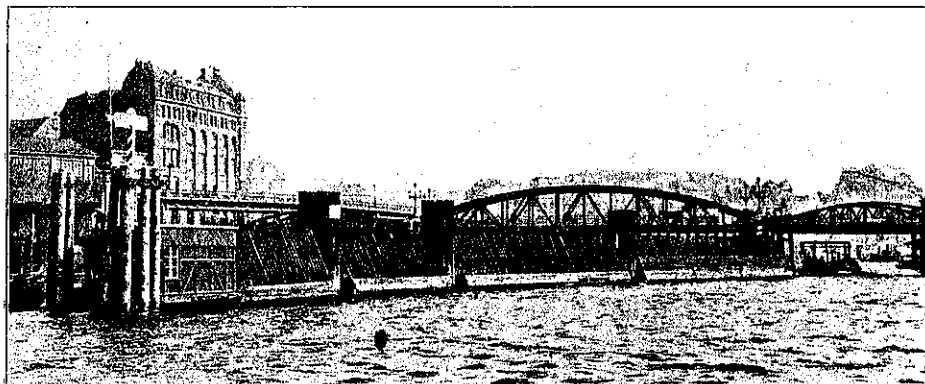


附圖 第六十五

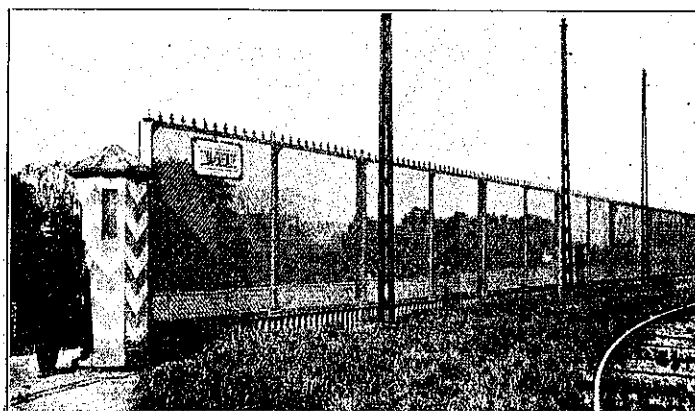


(日本西會社第十三卷第一圖附圖)

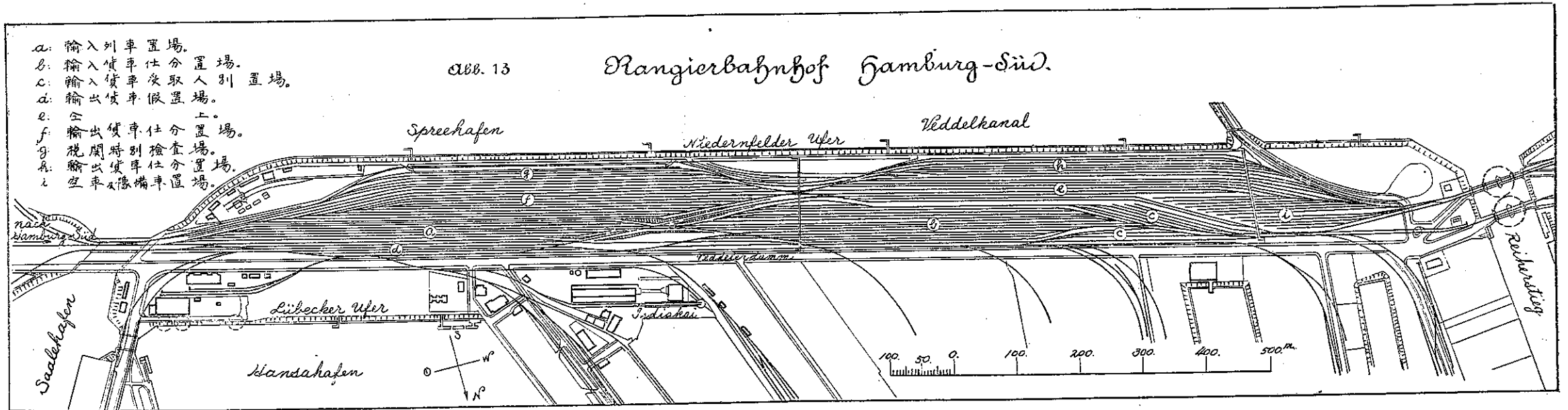
附圖 第六十六



附圖 第六十七



附圖第六十四

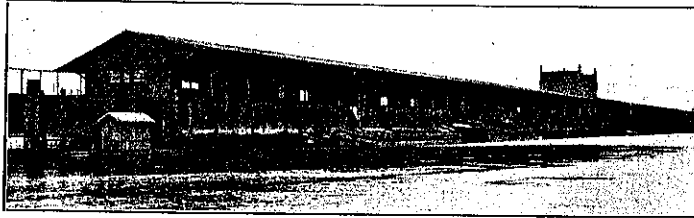


（正六卷）第十二卷第一號附圖

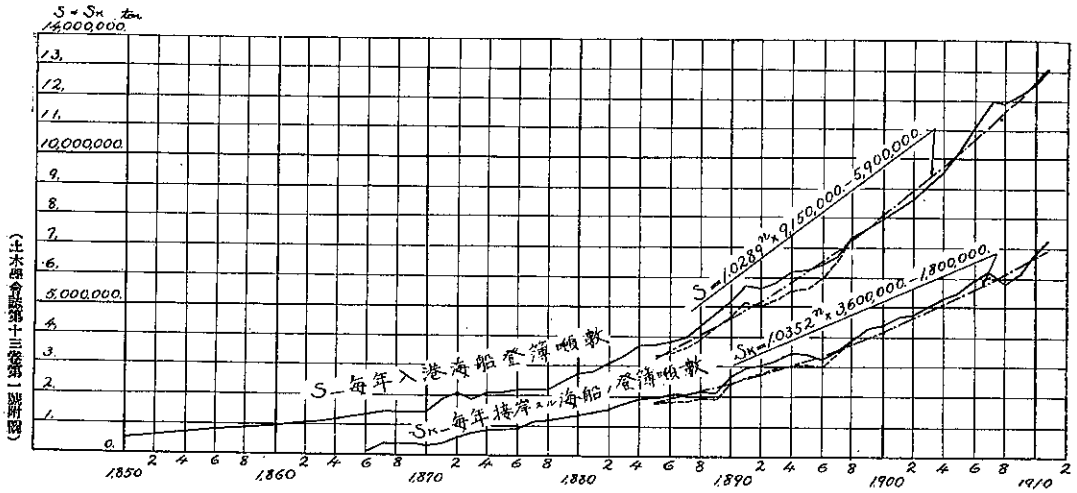
附圖 第六十八



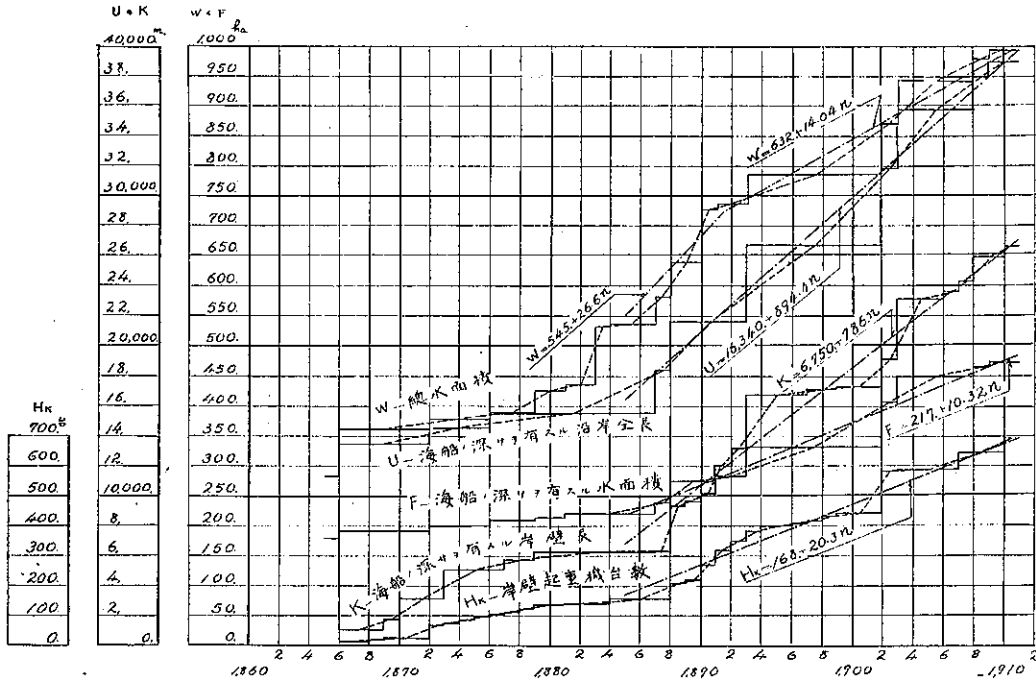
附圖 第七十



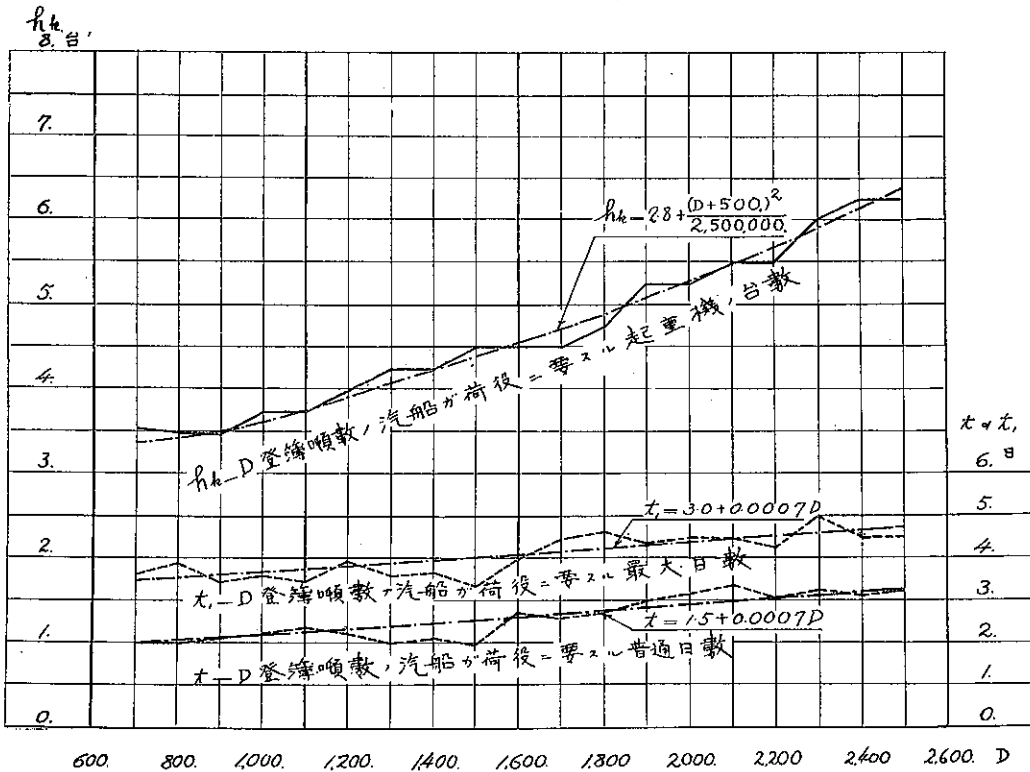
附圖 第七十三 S 及 S_n



附圖 第七十四 W, F, u, K 及 H_k .

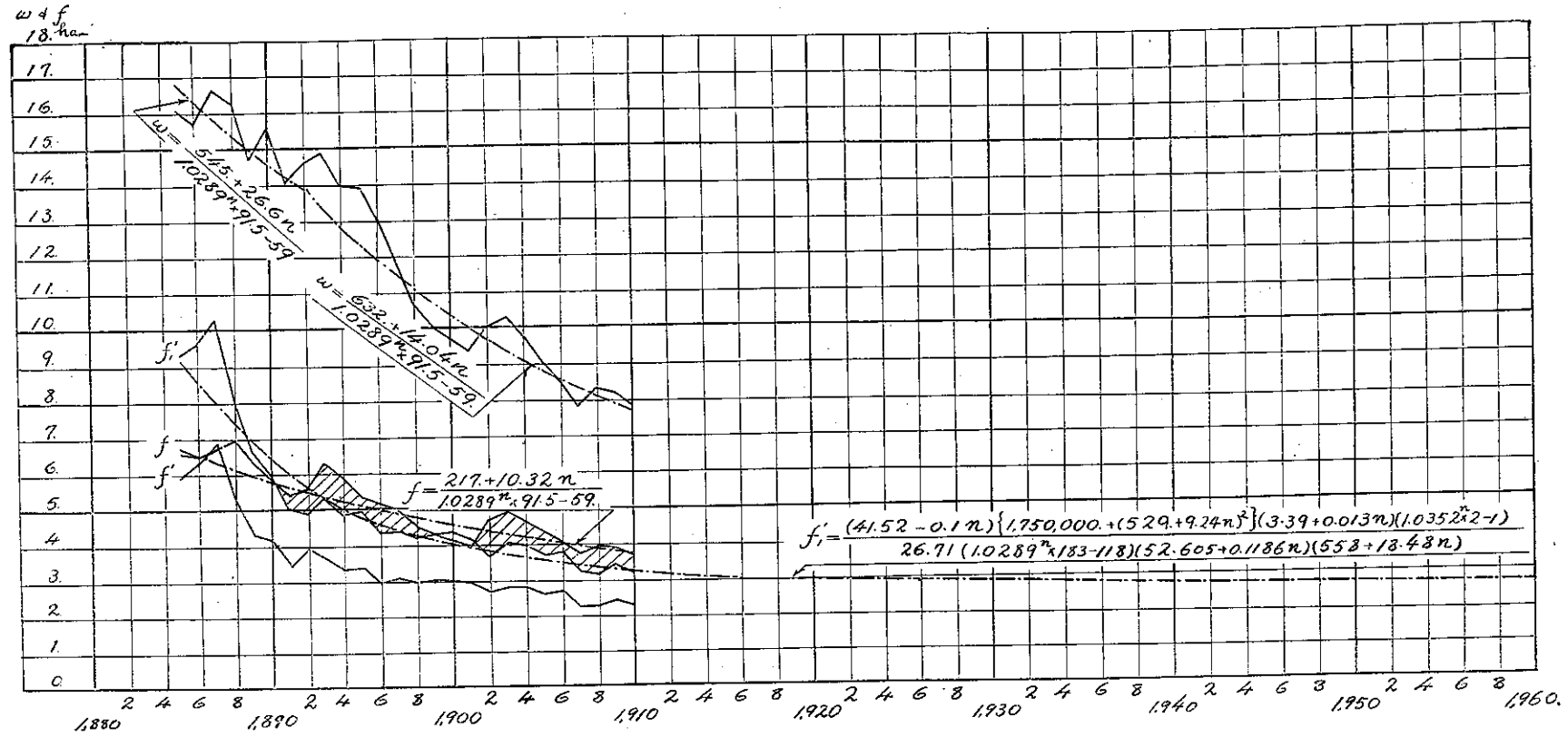


附圖 第七十七 h_k, t 及 t_i

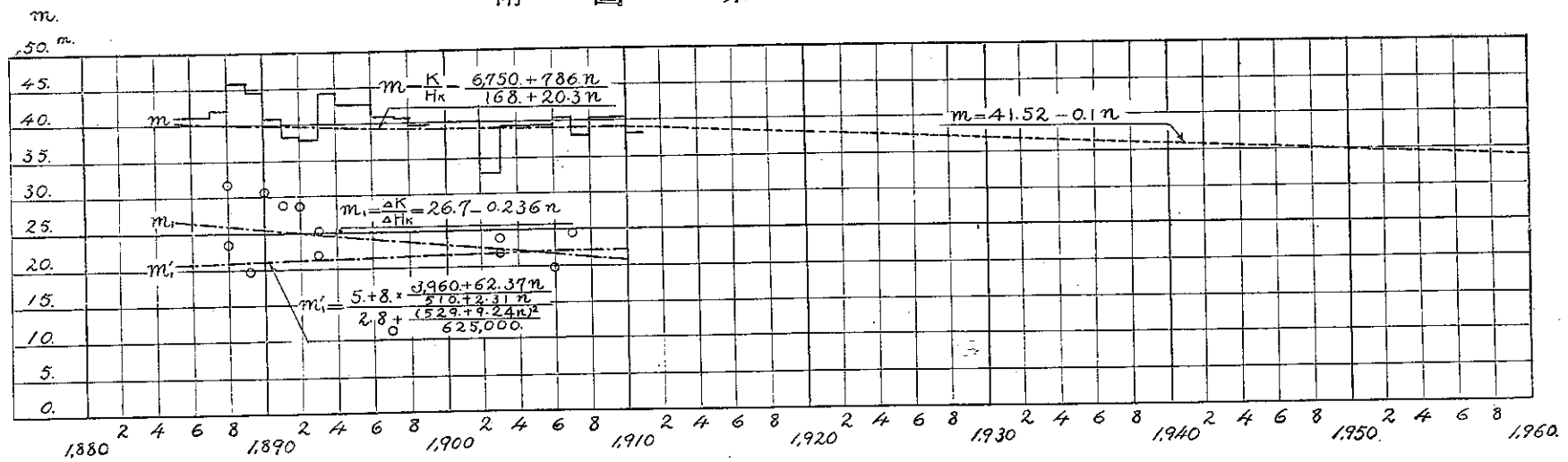


附圖第七十五

w, f, f' 及 f_1



附圖第七十六



(註) 本圖係根據第十三卷第一號圖

附圖第七十八

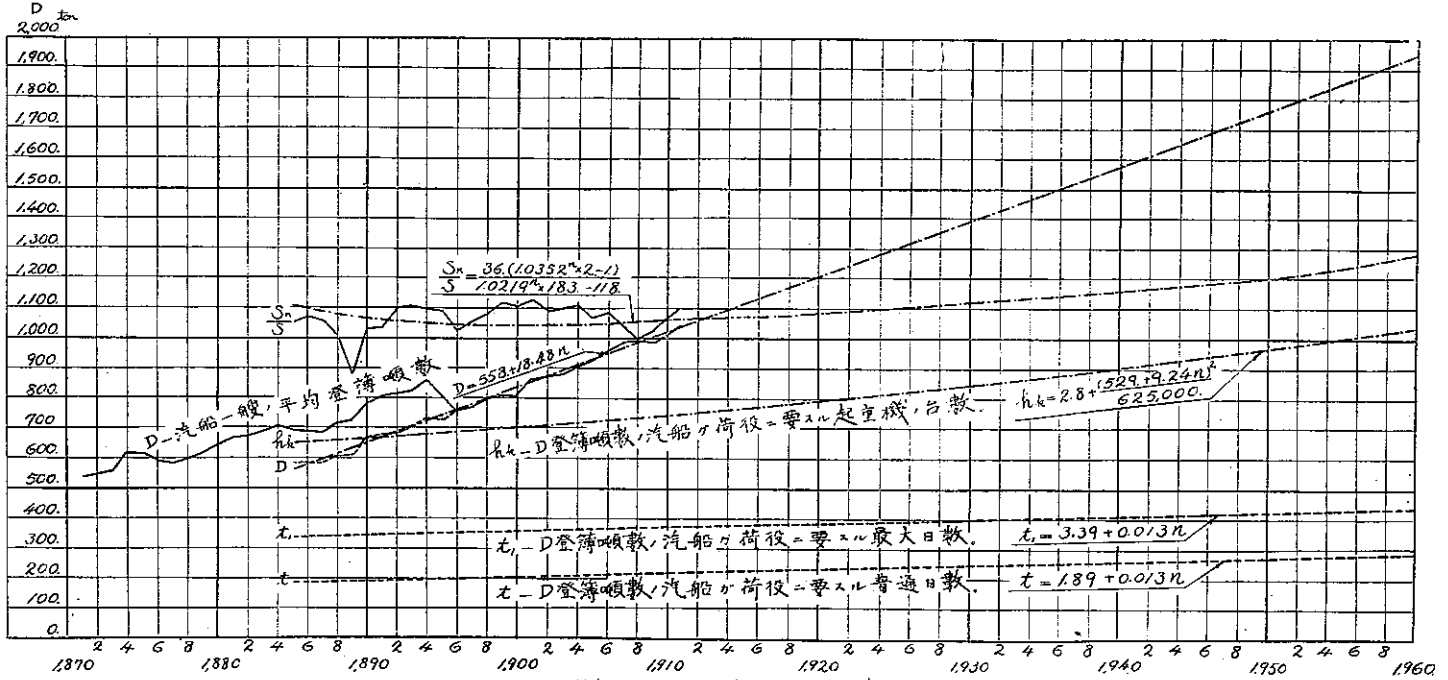
$\frac{S_k}{S}$, D , h_k , t_1 及 t

(正木隆會社第十三號第一號附圖)

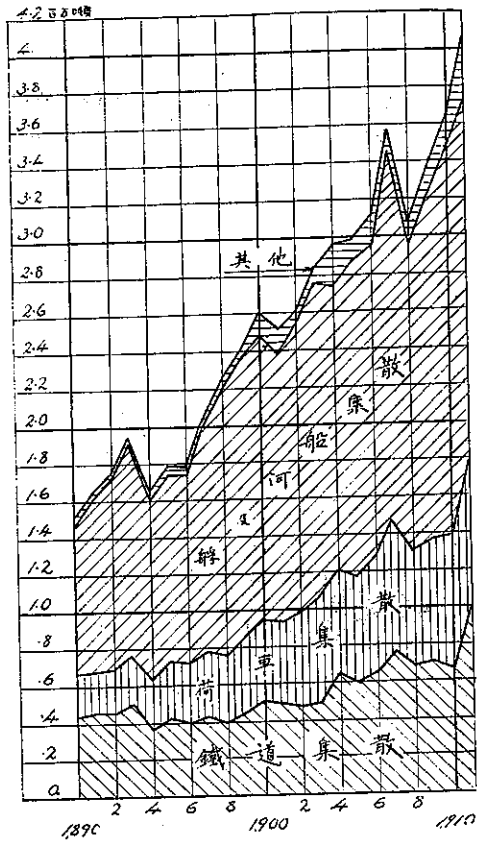
t_1	4
t	3
	2
	1
	0

h_k	5.0 ^b
	4.5
	4.0
	3.5
	3.0
	2.5
	2.0
	1.5
	1.0
	0.5
	0

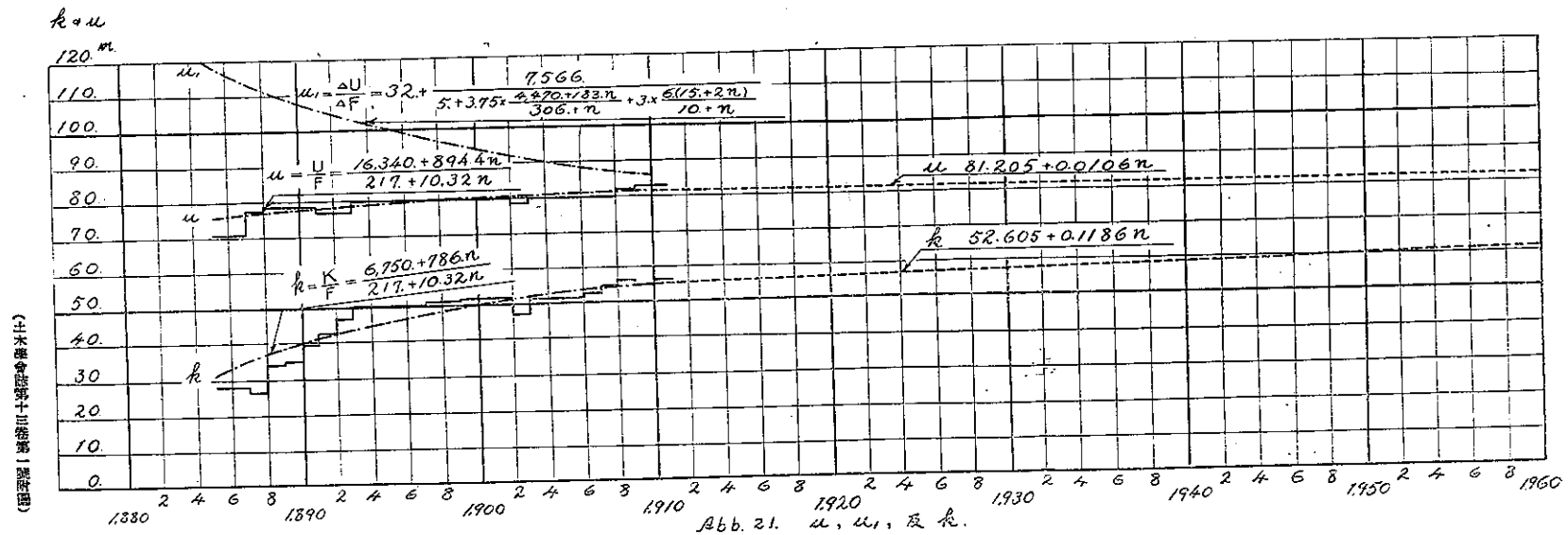
$\frac{S_k}{S}$	0.70
	0.65
	0.60
	0.55
	0.50
	0.45
	0.40
	0.35
	0.30
	0.25
	0.20
	0.15
	0.10
	0.05
	0



附圖第七十九
ハンブルグ港岸壁荷役貨物集散具別噸數



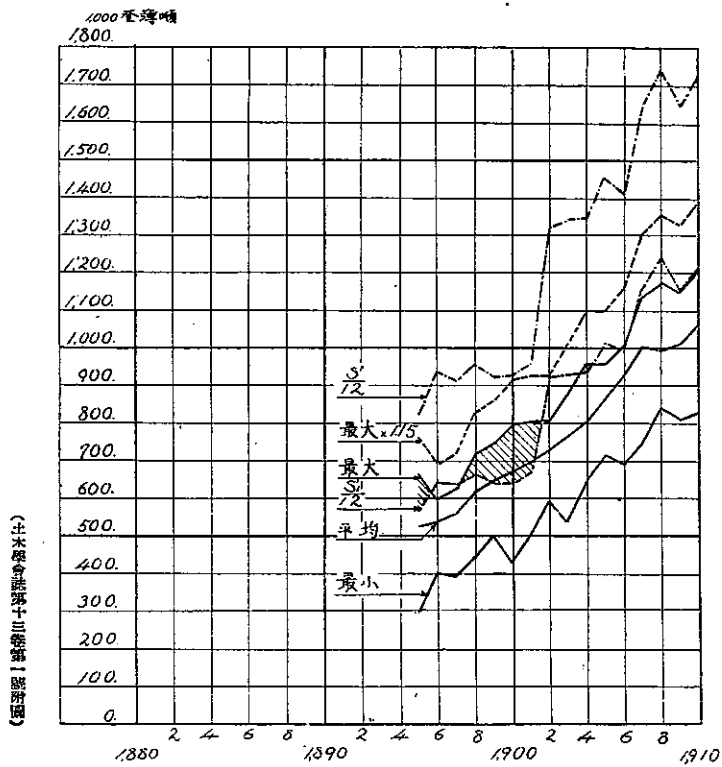
附圖第八十 u, u_1 及 k



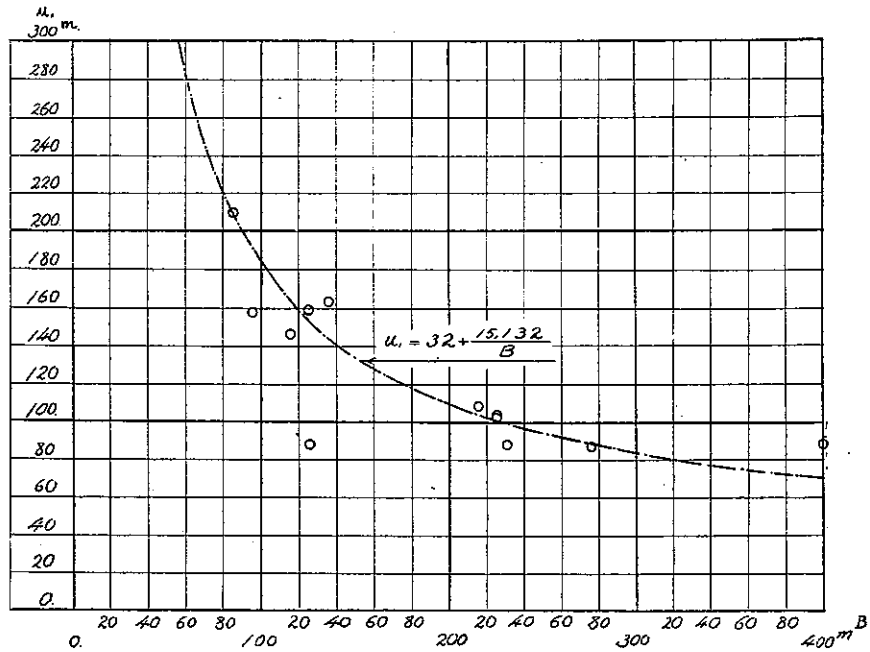
(圖說第一卷第十五頁)

4225

附圖 第八十一 $\frac{S'}{12}$ 及其他

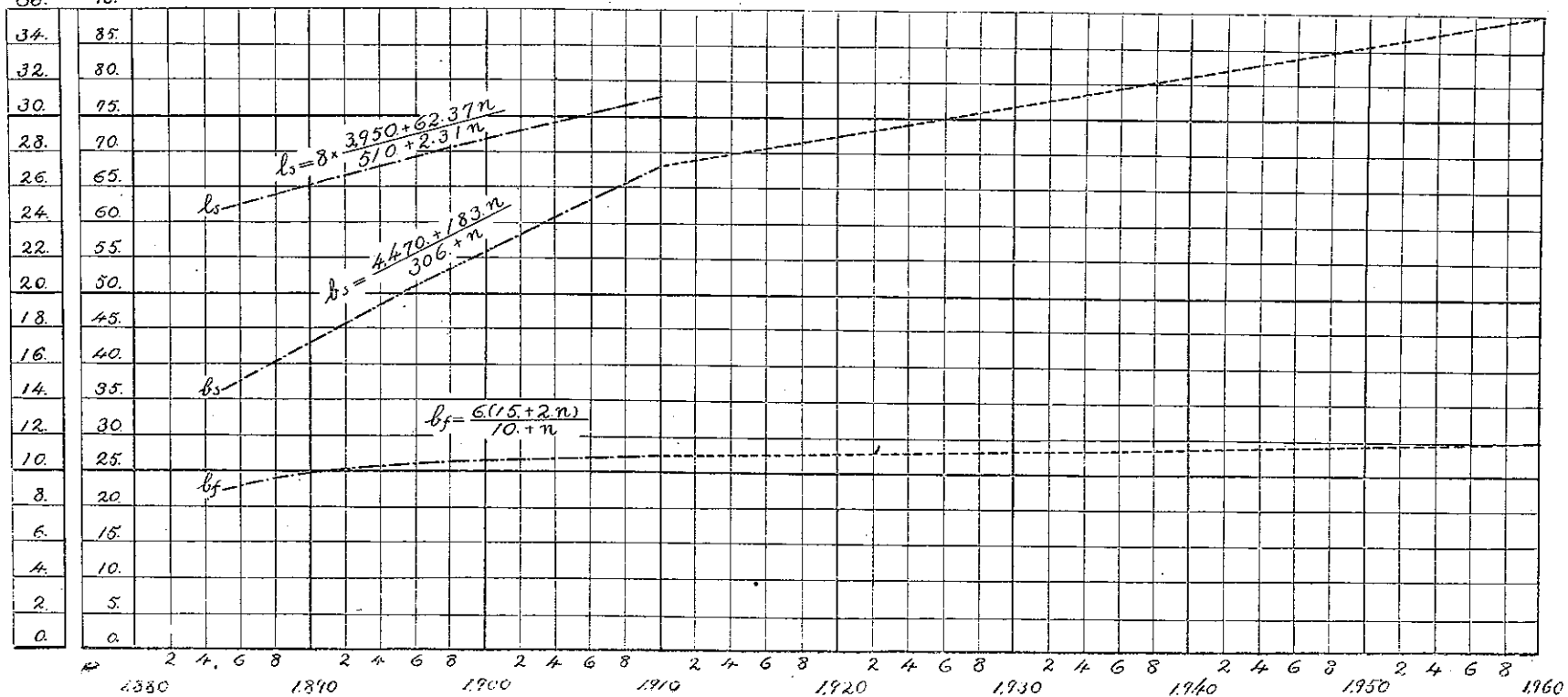


附圖 第八十二 u_1



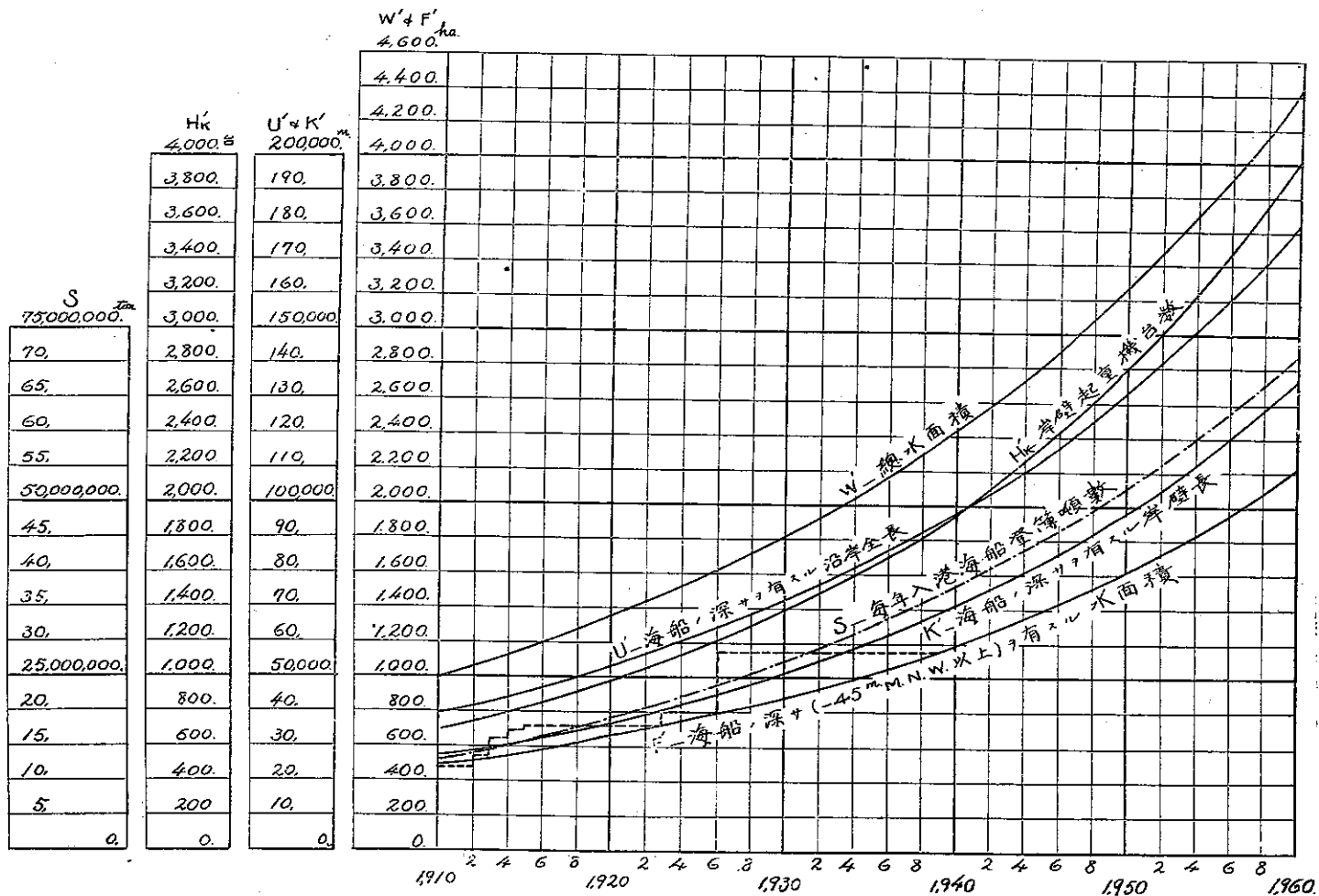
附圖 第八十三 l_s, b_s 及 b_f

b_f 及 b_s l_s
36. m. 90. m.

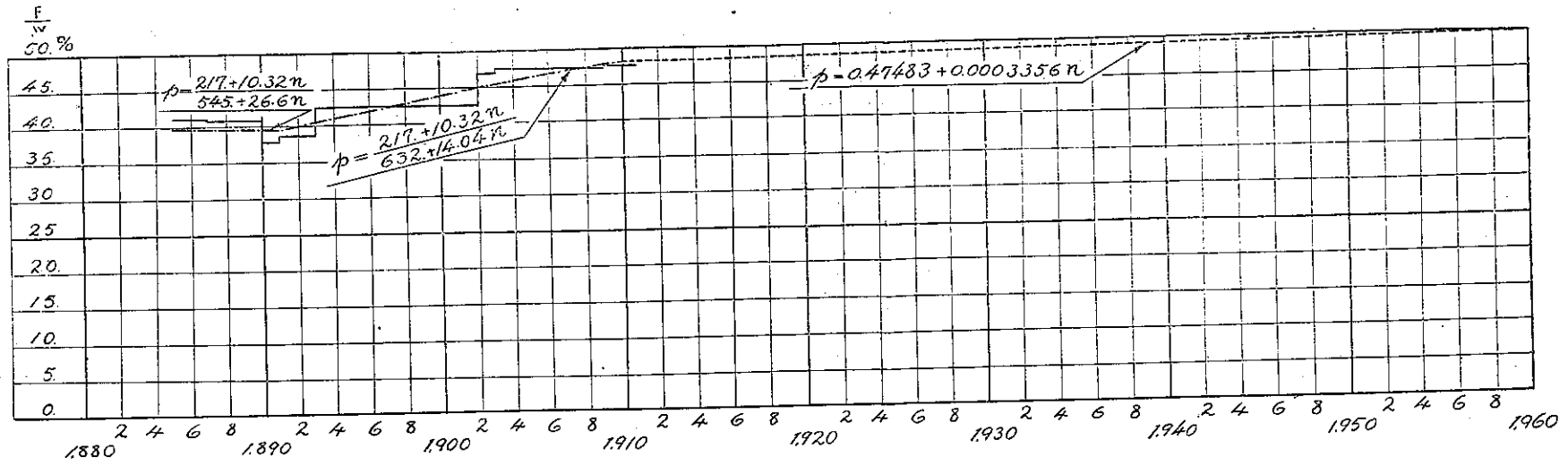


附圖 第八十四

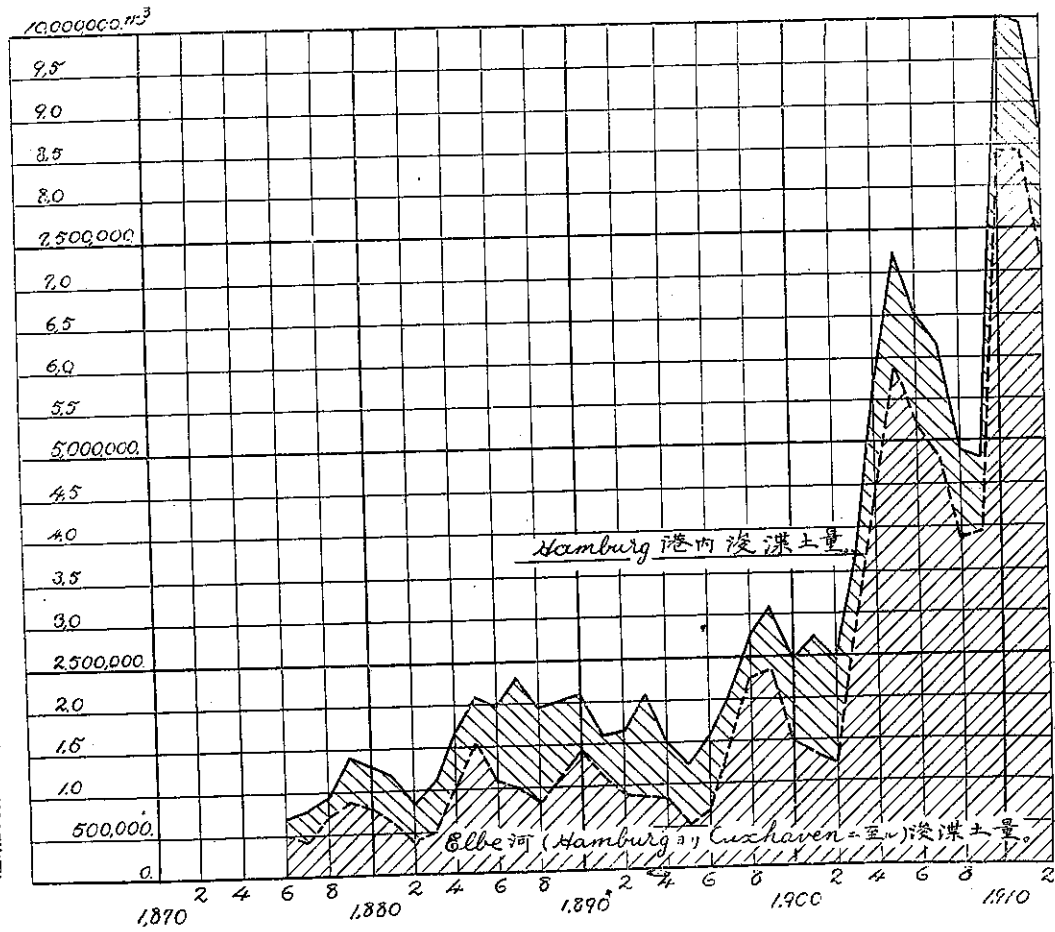
$S, w', F', w, K',$ 及 $H'k$



(日本郵船株式會社) 附圖 1



附圖 第八十六 浚渫土量



(經海軍部核准)

附圖 第九十 工事費

