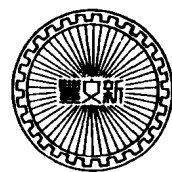


叢書集成續編

第八八冊目錄

應用科學類



工 程

海塘輯要十卷首一卷.....	英 韋更斯撰	西學富強	一
營城揭要二卷附圖一卷.....	英 儲意比撰	西學富強	八七

礦 冶

鍊鋼要言一卷.....	清 徐家寶譯述	西學富強	一六一
開煤要法十二卷.....	英 士密德輯	西學富強	一七一
冶金錄三卷.....	英 阿發滿撰	西學富強	二四一
銀礦指南一卷圖一卷.....	美 亞 倫著	西學富強	三一
金石識別十二卷附錄一卷.....	美 代 那撰	西學富強	三五五

工 藝

考工記二卷.....	唐 杜 牧註	關 中	六二五
天工開物三卷.....	明 宋應星撰	喜咏軒	六五三

海塘輯要

原序

昔年造海塘之法未有專書詳論苟有人能依此書之法出資造塘而得地定能獲利又修葺舊海塘而護衛地面者能閱此書可免近來所有之各弊也

近時論大工程之書中言荷蘭國築塘救出昔時蘇以大齊海所沒之地面長八十里寬十五里至四十里工程家皆不疑此事之難成然而造大海塘一事創始最難必試用多法之後方得最妙之法因此費多而價昂古語云以金買金價亦可大此之謂也余特著書詳論此事令人依法造塘不至於費極大之資本而得極微之利也

英國海濱有數處造海塘數年以內得利有之失利者亦有之茲從其各利弊中取其最善之法集成此書分爲十卷此書於一千八百五十二年印行今又重加修改並增西士馬立德所著增釋於後如工程家尙欲詳細考究則有工程叢書中西士都不斯恩所作根基等事書所論打戕作土壩浮壩與作船塢所用之閘門等法又論阿爾及新造阻禦海浪大石牆等法取而閱之亦一助也西歷紀歲一千八百六十七年英國韋更斯自序

英國韋更斯撰

英國 傅蘭雅 口譯

新陽 趙元益 筆述

總論 凡里法尺法以及權量俱用英制因繙譯華文奇零甚繁也

昔西士蘇以傳得有言曰凡種植之事苟有人設法倍增其田畝所產之物則其有益於國家必厚待之此言無人可議其非況於海邊能救出淹沒之地而令國家增廣幅員乎其人必當破格以待之蓋種植家祇能在原有之地面增其能產之物而工程家能築海塘而廣產物之地面由此知種植家設立公會而造農事中有益之新法令地面多產物料其功雖大尚不如近海之人能合工本而築海塘令地面多產各物之功更大也國內人數愈多所產糧食日少乃大患也築塘以捍禦海水而廣地面有關乎民生國計豈淺鮮哉

天下有益於人之大事往往不易爲之而此築海塘之工程非第爲之甚難且事甚危而費甚鉅也設有不測之禍則前功盡棄故此種工程不可鹵莽從事自始至終必謹慎不苟設能依法爲之則其人必獲大利且於國家大有裨益也 凡管理築海塘工程之人得一書而講明各法能免其弊而得其效必奉爲圭臬矣故余著此書詳論此事傳於各國令作此工程之人共明此理余本業此多年造新海塘修舊海塘并查驗測量地面經手地面一切交易之事所言皆有實據非臆說也

近時所作一切大工程之事能顯工程家識見與學問惟築海塘一類之工程未能詳細考究因此類尋常之事大半爲立碼頭造船塢作海口便於泊船之處等事較之築海塘之工程甚小而其理亦大不同昔時管理築海塘工程之人未嘗究心格致之學祇恃一己心思而立法爲之然昔時所築海塘不甚大不過阻遏小潮漲上之界又阻遏大潮流過地面之界此事本無甚緊要如欲築大海塘使大地無陷沒之害非依格致之理得其確實之法不能成也 凡作工程之人本不願恃一己之私見而樂於從曾經閱歷之人商量各事故欲築海塘而不知其法者得此書而觀之自有把握也

築海塘一事分爲多門各門又分爲多類若樹木然有根本必有枝葉也此書所言之事無一門一類可省每一門類

皆述其最簡之理法而無甚新奇可喜之語不過彙集緊要各事分類纂輯以便閱者任意查檢又可得一事之全理也

英國沿海一帶海灣與海口甚多其海邊所聚之泥土或動物植物之質其質內所有之土質大半由相近處土石之料而成英京倫敦之泥爲海水洗蝕運至厄塞斯與賽夫客之下隰處成極韌之泥又如林珂埠諾亦有遼闊地面本爲海水所淹沒後爲羅馬人築塘扞水而得其地以後海岸漸遠屢次作平行之新塘得其餘地甚多

各國海邊皆有砂堆或砂面或下隰或硬泥或軟泥或鹵面等岸有數處綿延廣大其土質因下雨時從陸地運入海中與海底之各質磨運又爲潮水運至海邊而沈積於岸面如其質久積於海邊不動則能抵禦海水而所含之鹽日漸洗滌土質能生花草此種地面若風浪過大而潮漲極高則淹沒殆盡或爲春分秋分時極大潮所沒或爲大潮所沒或因每日尋常潮漲時所沒皆有之

漂至海岸之聚質可用以築塘其用之多少必依質之性情須辨泥質砂質灰質動物質植物質之或多或少而定其可用與否又有潮水所至之處或每日淹沒或暫時淹沒亦與築塘之益處有相關總之質之性情與其面之高低爲最要之事其餘各事次之如海邊爲韌泥質面上能生花草便於畜牧暫時爲大潮所淹沒將其本處之韌泥築一塘其高與寬足當暫時之大潮水則用最粗最簡之法爲之可不日而成無甚危險亦不必用格致之工夫也但商民之富者不第爲此因英國等處地價甚昂海邊盡爲砂質之處每日爲潮水漲時所淹沒者亦築塘而得其地所有築塘之質即用其砂質此種工夫須極謹慎精於格致之學者方可當此任也築塘之前必詳細斟酌數種要事即如塘之重底之寬塘之形狀與其高與其寬并其面之斜度與面上所鋪之質此各事依築塘材料之性情并塘周圍土質之性情所對海面之大小深淺與其浪之高低并所常吹之風又材料相連之法并塘之方向亦屬緊要以上各事一一詳論於後所有必當謹慎之事與費用以及各法之利弊何種海岸爲最便而有益所求得之地用何法能廣其利築塘後所得一切之益處已築之塘曾試驗而知其預防之事修築舊塘之法或加其堅固均須通曉也

余作此書之意將所有築海塘有益之事依次詳論其要分爲十卷開列於左

一卷 築塘之法

二卷 擇海口築塘合宜之處

三卷 瀉水之法

四卷 塘內之地備爲各用之法

五卷 築海塘各款之經費

六卷 論塘成後之利益

七卷 論築塘有阻遏之難

八卷 論築塘各事交涉之利弊

九卷 近時造塘各事之條議

十卷 修築舊海塘之法

海塘輯要卷一

英國韋更斯撰

英國 傅蘭雅 口譯
新陽 趙元益 筆述

塘之法

塘者即海岸所築之泥堆減海水之界限以增陸地之界限也其法分爲六篇開列於左

本體之重篇第一

塘體之重爲最要之事其故有二一能當海水之壓力與風浪之壓力二能壓緊塘內之砂令外面之砂所含之水與內面之砂所含之水不相通也

塘之堅固與否皆恃其重而塘之重必與材料之輕重鬆密粘力相比如材料輕而鬆或爲輕砂或爲積溼草木料此積溼草木料久則色黑而硬如礫詳見於開礫要法中則塘體必加大而得其重或另加更重之材料如石類等物鋪於輕材料之面上方可無虞

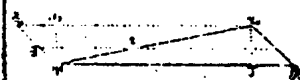
甲 潮水向塘之動力與其深與速之合有比例然此動力無法能定其數因彼此之大小時時改變有時分而顯其力有時并之而顯其力故所築之塘其堅固必足當其極大時之并力方爲可用否則不足恃也

海水之重每一立方尺六十四磅又四分之三尋常之

泥土爲砂礫泥礫石之合質每一立方碼三尺爲一碼重一噸半如砂質多重一噸又十分噸之一至一噸又四分噸之一設以每一立方碼之重爲一噸半則每一立方尺之重爲一百二十五磅尋常築塘所用材料每一立方尺之重砂九十五磅礫泥一百六十五磅土質一百二十四磅火石一百六十磅白石粉料一百十二磅將以上各數平分之而得其中數每一立方尺之重爲一百三十一磅但此爲乾質之重數再加所含之水與砂之體積則得每一立方尺之重爲一百二十五磅此爲公用之略數總之築塘所用材料之重與水相比略大一倍但此所言之水爲靜水也塘面之近海水者常爲海水所溼溼則其粘力必大且塘能受面上海水之壓力所以塘之面能爲斜面則海水之重能加塘之重令塘更能堅固

觀圖即易明此理假如水之壓力向下顯出而有垂線之方向則圖內甲乙塘面不過受甲乙丙三角形內之水之

壓力但此壓力之方向與地平面成四十五度之角即與甲丁線成四十五度之角故甲乙面所受水之重爲甲戊乙三角形內之水之重此三角形之面大於甲乙丙三角形之面五分之一



甲乙庚爲塘之剖面式其高十尺其底與高有五與一之比故底長爲五十尺其剖面式等於甲戌乙而其重數較之靜水之重略大一倍

乙築塘固以當海水之力而所當靜水之力祇爲一分因有風之時則海水受風之壓力而成浪浪受風力其行甚速從遠處而來其激衝之力甚大非極堅固之塘則不能當此大力故所築之塘其重與堅不第於尋常之時能當海水之力必得於大風浪大潮水并水流極速之時能當其壓力者方爲可用之塘

浪爲風所吹動其力有簡便之法可推算而知孤浪高於六尺者甚少大海中之浪其高如山者不過爲數浪聚合而成也大風時之浪一小時行六十里而對準風來之方向每一平方尺之面受壓力不過一七七一五磅略爲十七磅又四分磅之三暴風時之浪一小時行八十里而對準風來之方向每一平方尺之面受壓力三三四九磅略爲三十一磅半如以此數爲極大之風力且因風力不第在塘面與水面顯出又在水面下深至六尺而顯出如前圖之子辛則可見浪受風力而動其深如此而戊丙乙辛子之本水重加風力三十一磅半則共得每立方尺重力九十五磅又四分磅之三此重力爲甲辛乙庚塘體所

抵住塘之面積與每立方尺之重皆大於水之重與面積故不第抵住水力又能抵住風力

尋常泥塘如其質之粘力不甚小能自立而不易洗蝕可抵禦常浪之壓力無論塘之形狀若何皆可抵禦而其高數若干必使浪不過其頂爲度如前圖之塘無他種不合法之事則浪雖過其頂亦能屹立不動也

築塘材料雖更重於水然不可專恃此理也必另加塘之體積與其重圖中乙點爲塘頂卽於此處加厚令堅能當極大力之倍數方爲可恃之塘所加之體積必依極堅固之式而加之此事在塘體之形篇言之甚詳

丙塘基之重并材料之粘力亦爲緊要之事必考究之因塘底之砂不能壓之甚緊而成實塊海水在塘之前面常流至更低處後來過塘底而從陸地一邊湧起則塘已被海水衝裂任用何法不能免海水過塘基以下湧出之弊設土質有粘力可於陸地一邊開一溝與底平行放出過塘底之水設築塘之質爲鬆砂則開溝之事甚屬危險因水急衝至塘底搜空砂質而不結實也所以底之堅固必恃其重而得之如相近處多石則可藉石之重而得底之堅如相近處無石則必用次於石重之礫泥其體積甚大亦可代石之重也昔羅馬國勝英國以英國爲屬國之

時在伊里與林珂塔諾兩處海邊當時皆爲極低之砂面海水常淹沒之近時之海相去甚遠昔時所築之塘已在內地自不知者觀之以爲此高且大者甚屬無謂而不知其作法實甚巧妙材料本用鬆砂與塘形相配甚準並無不合於理法之處也

丁 凡塘必受水流之大力者其重亦必因此而加則得其堅固與其大力相配方可無虞如海口外甚寬而向內陡窄此窄處受水流之力甚大築塘時必加其堅重然其堅重之數無常理可推亦無法可算必築之甚堅則不致有悞也

材料之辨篇第二

築塘材料大約與塘之用法與方向方位等事有相關其材料或爲砂或爲韌泥有用石者有不用石者

甲 築塘材料最難用者砂也最不足恃者亦砂也設用純砂築塘則每潮漲至半必洗蝕其砂堆之大半有時潮漲大一次所洗蝕之砂更多於所補之砂砂之洗蝕不見若糖粉之遇水而化也每洗蝕一次必再令其聚合無論築塘之砂或溼或乾時時消滅乾時偶遇塘之外殼有一孔砂即漏出孔外若砂漏然或被風吹散而消滅殆盡溼時則漸低而成一平面可見用砂築塘斷不可恃且令工

程家常因此而極費周折其費用倍於他種材料有人想得免砂散去之法即如挖起生草地面潮水將沒塘面之時逐塊鋪於砂面潮水退時草面移開再行補砂故以砂築塘必於外面加韌泥厚半碼至一碼依潮水之力之大小爲度成此砂堆又有一法必將樹枝插於海邊與潮來方向成正角則潮水漲時所帶上之砂在樹枝之內可沈積於底則砂面漸高設其砂甚鬆則竟不用砂築塘其最便宜而最可恃之法從鄰近地方將一切築塘材料有合用者移至本處築塘有人言用純砂築塘藉馬車之力以載砂則馬與馬車之重力能壓砂使緊然砂塘究不足恃設砂塘每一立方碼其費須英銅錢六文以下所書銅錢皆英銅錢也而用近處所出合用之材料築塘每一立方碼其費須銅錢十二文則較之砂塘尙屬便宜總之海濱空地皆爲鬆砂即築塘防水而得新地亦無大用因不甚穩固且不能播種百穀也即欲築塘亦不可太早必遲之數年則砂漸堅結能生各種草時可論築塘之事

又有一種海砂西名細勒脫溼時有粘力與泥工無異將此種砂築塘非但不分散且能堅結而重然乾時亦能流動而風吹之時不甚飛散用以築塘亦爲合宜沿海一面或鋪草面或鋪礫石若見小傷痕速即補好久之能抵潮

水之方爲可恃之塘此塘之全面或鋪一層草面或鋪數尺厚之礫泥或鋪一尺厚之含礫石之泥土常不令牛馬等行於其面俱爲有益之法如林垌垌諸共有塘三行據西士半格思言爲古時羅馬人所造其體積甚高乃恃其體積之大而得穩固也然此塘究是何時何人所造今亦不知其詳其塘離海邊數里意造時必近於海邊也

海邊極鬆之砂地築塘防水無甚大益雖於內面能作溝引水至海中又從遠處運料作塘之外質然因海水常在塘面流過其中砂質被水力所衝則塘亦危矣英國昔時曾築數塘於鬆砂之地所用材料從遠處運來頗屬合用而未動其本地之砂後其塘亦被水衝決故可見砂地必更高於潮水面而面上能生花草者可以築塘否則不能成也欲塘之牢固必另鋪泥一層於外面令水不能流入塘內設常有之浪力甚大沿海一邊必鋪石一層砂地築塘又有一病海浪去時有吸力能吸去最細顆粒之砂已吸去塘底一粒砂必有第二粒砂隨之而去其餘之砂粒亦然久之則見塘之斜面有凹形尙以爲此處之砂比他處之砂築之更深又以爲此處之砂比他處之砂築之更堅則將材料補平凹處以爲穩固可恃久之所成之凹日深一日始知海浪之吸力有如是之大也此種砂堆苟於頂

上作一平面而加礫石成一入路或馬路時有行旅往來則塘底堅結不致有水滲入塘內設造海塘之處本爲砂面而以砂爲築塘之料則必多用重石鋪於其面不第能阻浪之力令其不能洗蝕塘面又可壓緊砂質令水不能滲入塘基中也

總之海邊砂地與大海遙對者任用何種巧妙之法或任用極大之經費萬不能免塘之時受傷損也如英國西鄙斐林忒省近於阿八句羅與爾以羅兩處大費經營築塘防水今時過其地者見其遺址而知之昔日之工程盡消滅於海浪之中矣又有英國西鄙所作之一塘費金錢七千元有山石等遮護其方位尙被海水衝決可見塘之方向必擇其不對準大洋而有遮護之處且必海岸逐年增廣者所作之塘方爲可恃設有緊要重地必欲作塘而無別種材料則不得已而用砂必增塘之闊與高塘面或鋪礫泥或鋪草面或鋪重石令人防守極嚴偶有小傷痕速卽補之

乙 礫泥築塘較好於砂雖砂之最合用者亦不能及也其體積可小於砂塘而沿海一邊斜面亦可更短如鋪石於塘面尙可略短也凡用材料築塘必極謹慎築之甚緊英國有數處築塘鋪

木板成路將材料裝於手車內推至塘上而覆之以爲可成不知其質太鬆水由小孔而入幾令勒泥草面浮起而渙散蓋作塘之人不知所鋪之材料應有馬車行過壓之甚緊或用大鐵錘擣之則能結實所有最緊要處則必鋪草面也

若所用材料爲最韌之泥亦必謹慎裝好此種材料初挖起時極溼而重成方塊形每一手車能裝若干塊推至築塘之處則將大鐵叉插入一塊內用力投於應置之方位每塊相切甚緊但乾時縮小塊間必有裂縫可用溼泥補滿設所鋪之泥塊不甚合法令海塘之重不足以壓緊乾時尙有裂縫則沿海一邊水能滲入陸地一邊鼠穴於中其縫更大若不速即補平則水能流入久之塘爲水衝一孔矣若用勒泥與有粘力之重土最要者塘必築之甚高令其重與粘力足抵海浪頂衝之力否則浪必過塘之頂洗蝕塘背之泥衝成缺口以致前後相通

丙 用積溼草木料以作海塘頗爲合宜溼時鋪好粘力大而能相連略成大塊不易分散然其弊亦復不少因其質甚輕必多加石料且乾時亦有裂縫水能滲入裂縫漸大必補平之否則塘必速壞又有一病因積溼草木料能枯爛變成黑土但變黑土必先久遇空氣與冷熱等事方

成故不致甚速有人用以作塘後十七年取出觀之毫無改變此塘之上鋪大石與礫石一層深一尺至三尺其方位橫當砂面海口而作之因砂塘不足恃故不敢用砂也丁 有數處全用石作塘然石不能相切甚緊水從石罅流入久之則塘亦潰卽如英國客爾那爾芬省之脫理埋陀地方所作大塘因此未成總之石料便於護衛塘之沿海一邊而不便於爲塘之內質且用石爲塘經費極大幾不能用也

戊 用礫石作塘亦爲最好之材料且尋常時極易得之礫石之用甚廣塘面鋪礫石一層則成一路人馬往來塘底之砂可以壓緊塘之內面亦加礫石甚妙若將礫石鋪於大塊石之面則可補平石罅較之用灰等法更能堅結礫石不多用於塘之內面者因塘內之材料應有大粘力也然未鋪石面之時應先鋪數寸厚之礫石層

礫石又可用於沿海一邊作塘面觀後圖便知其詳亦可代石料作別處之塘面不過礫石成面之斜度不可甚大應與海岸自成礫石之斜面相同設海岸本有溼泥甚多則用泥厚十八寸礫石厚六寸其面必甚堅固然用此法亦必度海岸之性情而爲之

己 有人築塘時以本處之材料棄去不用因溼時粘力

小而不凝結也然此種材料乾時極有粘力而堅結不可置於恆遇水而得溼之處也由此可知本處之材料必詳細考究合用與否如馬車不能過之處或鋪木板而推手車必可行過其材料不恆遇潮水可凝結甚堅故本處所出一切之材料宜悉心試驗不可以為無用而盡棄之即如溼爛之泥運至塘上每一立方碼價或銅錢三文從遠處運來之礫石每一立方碼價或銅錢十二文如用泥二分礫石一分配合則兩立方碼之泥銅錢六文一立方碼之礫石銅錢十二文共得三立方碼銅錢十八文即每一立方碼銅錢六文若用礫石為塘內之材料有二三尺之厚則用一空而無底之木櫃置礫石於其內擣之甚緊如是依次擣緊各處可得其大益觀後論塘厚一節言之甚詳又有數處材料在地內甚結實極難挖起用作塘面後漸變為不結實之質與在地內未凝之時無異英國東邊鐵路近於車沒四福德地方所挖起之韌泥因其本性不能結實遇水與空氣之時則變為爛泥

總言之築塘各種材料韌泥為上鬆砂為下此兩種材料中間之各種泥土其合用者全以三事為據重一也有粘力二也能抵水力不致滲入塘內三也其不合用者以四事為據輕一也鬆二也乾則易散三也溼則易化四也其

不合用之分數依此四事而定之

如本處之材料高下不齊調勻之或成可用之質雖其費初時甚大以後核計其費較少於別法調勻之法可將其材料逐層鋪於塘上人馬行過歷之漸結有人疑此材料不甚可恃再於塘之中間用石灰與礫石作一牆為塘之心其寬與深與其材料之高下有比例

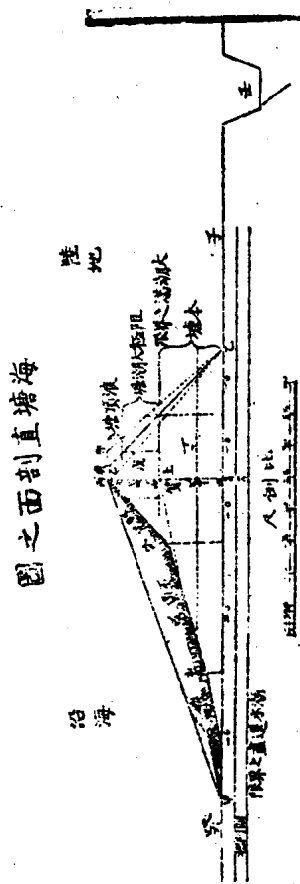
用以上之法令材料更合於用則塘之尺寸可以更小此事已於砂與韌泥比較之說內詳論之

塘體之形篇第三

塘之形狀斷不可忽略者也然自古至今造塘者不甚留意於此尋常之式自羅馬人作林珂塔諾省之塘起至近時所作厄塞斯省之塘止不過一高泥堆而已但厄塞斯之塘另打牋數行各行之中鋪滿石塊甚屬緊密有幾處所打之牋連作十四行然近年以來所定之塘式更合於防水之用更似海岸斜面之形塘之厚與塘之材料足抵大海之浪其陸地一邊斜面上能生極盛之花草觀後圖即知塘式分作三層而相合茲詳論其造法與尺寸於左

第一層為本塘其高等於大潮滿之界限如後圖之高為十尺其頂寬二十尺沿海一邊每寬五尺高一尺又

甲乙為塘基
甲丙為塘面
丙寅丙高塘之總高
丁戊己為塘之厚
己為石面
庚為塘頂
辛為塘背
壬為海
癸為塘底
子為塘底之底



有數處每寬四尺高一尺為極大之斜度

第二層為阻極大潮之塘其式高五尺頂寬八尺此處

暫禦大潮時之擊力每寬一尺半高一尺

第三層為浪頂塘此塘能抵禦浪頂之水其式高二尺

半頂寬二尺半底寬八尺此塘必度最高之浪能過塘

頂者而定其制也

本圖作各線之法如左

甲乙為底線作丁與丙寅兩立方形先作甲丙斜線令底
與高有五與一之比自丁立方之上度下六尺而上為
大潮滿之界限再作丁申線與甲丙線相交於申作甲申

海塘直切之圖

與申寅與辛乙則得本塘之式中為兩立方後為半立方
前之底與高有四與一之比礫石面之底與高有五與一
之比其餘之圖可作戊與己兩立方又作寅丙線又自庚
點作庚辛線則塘之重與體積斜面俱合於尋常築塘之
事此塘之理法以下各篇詳言之茲先述其大略如左
丁與丙寅兩立方形與乙辛半立方為本塘之體頂寬
二十尺沿海一邊在寅點以下由底寬五尺高一尺而變
為底寬四尺高一尺如此上層之塘基可寬自寅至申為
鋪石料之面自申點至本塘之頂其垂線之高六尺因拍
岸大浪約高六尺也礫石斜面之底與高有五與一之比
不鋪大石者因此處海水之力不大也阻極大潮塘與浪
頂塘其頂略窄可令寅丙斜度稍小設塘土極韌尚可更
窄斜度更小以頂移後則庚乙線之斜度更大
凡塘之形狀必合於海浪之性情其抵力必極有餘而無
不足苟海浪過塘不能顯其激衝之大力不過順塘之斜
面而至塘頂有以柔克剛之勢而無以剛遇剛之險如是
浪至塘頂則流至塘背不致有衝決之患矣
本圖之式余以為最善沿海一邊略成凹形如浪至此處
其擊力已減小然非恆有之事不過大風時偶有之過此
以上所來之浪亦不過暫時有之

四

茲將圖中各件逐一詳論其要

甲乙 塘基之寬必依其材料之粘力并其本塘材料之粘力而定之大抵可用之材料浪退之時不為浪之吸力搜空又塘底不致有水滲入由塘背而出也

由此可知塘基之寬必使海水不入砂內因砂之性情乾時易於飛散溼時易於化散必詳察海水不使與砂相近如有裂縫則必填塞之但此事非易為者因水之性情無微不至稍有裂縫無論乾溼之砂皆易散出又有海蟲陸鼠螃蟹等類能穿小孔而日漸增大防守之人向未知覺然已極危險矣石面中間恆有小孔無法能免其弊設塘基寬大即有小孔或稍大之孔尚屬無妨故塘基之寬為築塘之要事也

塘基之寬亦必依他事而定其尺寸如查明塘之方位與砂土之性情或為勒泥或為鬆砂或各處平勻或各處軟硬不等或為乾或為溼或能任重或不能任重或能阻水之滲入或不能阻水之滲入而定之總之無論塘之重與高與厚之若干塘基之寬必依其質之性情也

設沿海一邊鋪礫石成路或築塘時常用之或築塘後常用之則令材料能堅結而阻水又於陸地一邊鋪礫石而成路亦可助本塘寬大之用也

甲丙 塘之沿海一邊斜面合式能令塘體穩固此為不可忽略之事設塘之斜度甚大則浪能顯其大力而衝塘久之塘必潰決或洗蝕其材料而致危險最妙之法依海岸自然之斜度而作之極能穩固

塘之沿海一邊斜度亦必依築塘所用之材料海邊自成之鬆砂岸其斜度略每寬十尺高一尺如本為硬石則略近於垂線故斜度與石之軟硬有比例造成沿海一邊斜度自近於垂線起至每寬十尺高一尺止而得其中數即每寬五尺高一尺也用此數作斜面最為合宜若大於此數枉費工料小於此數而海塘對面無遮蔽之物則不足以當海浪之衝此斜面之長不必高於大潮滿之界限阻極大潮塘與浪頂塘不過暫受海浪之力其斜度又必依材料之性情而定若斜度合於底每寬五尺高一尺之數則塘頂不必甚厚因海水之壓力與斜度之大小有比例斜度小者海水之壓力能令材料結實也

依此斜度作塘之沿海一邊則水浪自斜面而上無強逼之弊又於受大力之處鋪石則海浪順塘之斜面而衝塘之力可減設斜度甚大則海浪衝塘之力必大鋪石之面最能得益因不鋪石則塘體尚須寬大設於石面上鋪礫泥而生花草則粘力大而其斜度每底寬五尺高一尺亦

可

全塘斜面必依前說分三段而作之即如本塘極大潮塘浪頂塘可依圖中之尺寸甲丙面每寬五尺高一尺以丙丙爲度此爲大潮滿之界限本圖此處之高爲十尺底寬五十尺此斜面略同於海岸礫石面自成之斜度較之海岸卵石面自成之斜度更大也

全斜面所分之三段其斜度各不同故與甲丙虛線相離甚遠其三面共成一凹面又略成一平勻曲線形較之甲丙直線形更得力因風浪之來可減其力而至塘頂之時其動力之方向爲還入海中之方向若依直線作斜面則浪至塘頂時必徑過塘頂而至塘背矣

丙丙丙 海塘之總高必依二要事一本處潮水所漲之尺數二歷年所記極大潮之高數知極大潮高數之界限可定鋪石面高數之界限或塘之對面有遮蔽之處亦必依同理詳察其若干高可恃與否所有極大潮之高數必查陸地之潮痕而知之又必問土著之耆舊潮至何處爲最高之限所見潮痕愈多愈佳必取其最高者爲準設高之據略有所疑即依此定之亦屬無妨因海浪之來遇颶風激射積之甚高竟有意計所難料者無論其高若干必依其高數而築塘再加浪頂塘或對面有遮蔽之處高二

尺無遮蔽之處高三尺塘之高數切不可減造塘者不可以爲近今之老人祇見一次之極大海潮其高如此以後未必有如是之高也又不可以爲數十年之後我身已沒即高浪橫決亦付諸不見不聞矣果存此心其人必非正士欺人即所以欺己也總之塘之高必有一定之數若低於一定之數禍不旋踵高於一定之數則世世永賴其利矣

造塘者必先知尋常之潮與大潮與極大之潮浪而定準其三箇高點以此三數配塘體之重與其堅與其高然後再加浪頂塘可也

本圖大潮滿之界限爲十尺尋常之海塘此數已足如厄塞斯所作之塘其高不及十尺英國地圖內所載之海塘共二百二十里之長大半爲余多年管理者內有數處常遇大浪本圖阻極大潮之塘從十尺之高加五尺已足抵禦設海中無遮蔽之處而適當海浪之頂衝即尋常之風亦起甚高之浪則阻極大潮塘與浪頂塘之總高必與本塘之高相等然此事亦必依查得極大潮之高數而定之丁戊己 本塘之厚即爲立方之倍數再於塘背加半立方於塘前加沿海之斜面阻極大潮塘與浪頂塘爲一立方有半或更小亦可因塘之各高處潮水之力不同愈向