

第十五章 河口改良工事

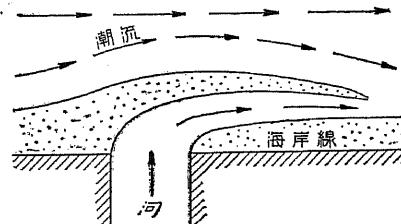
河口改良工事の目的は舟運のために相當の水深を與ふると共に、洪水の疏通を全からしむるにある、相當の大船が河口に入ることが出來れば物資の供給が便利となり、運賃の節約も出來るのは明である、又洪水の疏通よくなれば上流地方の洪水氾濫が輕減する。

第一節 河口の埋塞

河口に於ては河川と海との影響がある、即ち海岸線が直線形をなすか、或は彎曲をして居るか、又水深が漸次増すか或は急に増すかにより影響異なり、尙潮流の方向、強弱並に恒風の方向、風力、潮差、波力等も關係し、又河川としては流量の多寡、浮游物の種類及分量、水面勾配等が影響するのである。

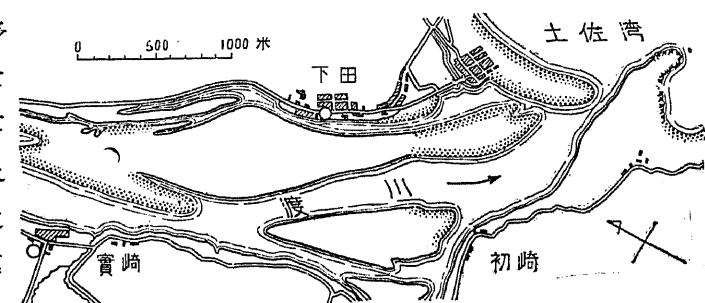
河川が海に注ぐ所では流積が急に増大し、流速が減小するがために、河水中に含まれるものゝ内粗大なるものは海岸に近く、細微なるものは遠く搬出せられて堆積する、此のために河口を出た所に門洲(Bar)が出来る。特に海風が吹く時は堆積し易く、尚波浪、潮流等も河水の流速に逆らひ、一層沈澱を促進する、加之沿岸に漂砂ある時は、河川よりの流下土砂量が多からずとも、河口に土砂が堆積し、航路の障害となることが著しい。

河川が多量の土砂を排出する時に沿岸潮流及風波が強くて、排出土砂を河口へ押し付ける時には第276圖の如く、風上の海岸に連續して河口を塞ぐ砂洲が出来て河口を狭くし、時としては全く之を閉塞することがある、之れが尾洲(Sand spit)の出來る原因である。第277圖及第278圖は渡川及菊川河口に於ける尾洲の一例である。

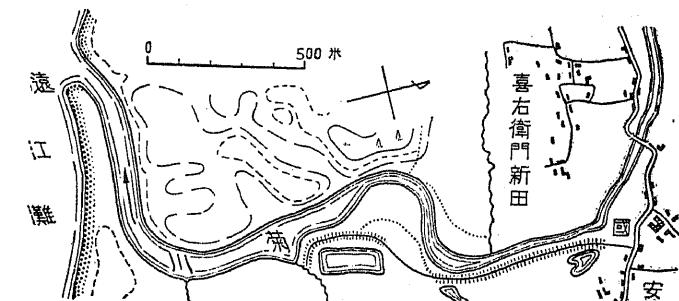


押し付ける時には第276圖の如く、風上の海岸に連續して河口を塞ぐ砂洲が出来て河口を狭くし、時としては全く之を閉塞することがある、之れが尾洲(Sand spit)の出來る原因である。第277圖及第278圖は渡川及菊川河口に於ける尾洲の一例である。

又河水が多量の沈澱物を含んで居つて潮汐の干満及沿岸潮流が之を河口より運び去ることが出来ず、而かも遠淺の所では浮游物が河口に堆積して新しき陸地を作ることがある、従つて水流は放射状の



第277圖 渡川河口



第278圖 菊川河口

數派に分れる、此の扇状の土地を三角洲(Delta)と云ひ、三角洲は年々海の方へ前進する、特に Mississippi 河、Nile 河等にては有名である。

斯くの如くして河口の埋塞するのを改良するには、河口に突堤を設け、又浚渫工事を施さねばならぬ。

第二節 突堤工事

河口に於て考ふべきは河川又は海よりの堆積物が河口に生じない様にすることである、即ち洪水の流るゝ断面積を狭めて洪水に際し、流勢で是の堆積物を一掃したい。

水深浅き海岸にては洪水の時に深くなつた所も、低水時に沿岸潮流のために再び埋めらるゝのが普通である、斯くの如く低水又は干潮時に相當の水深を得ることは、河水中の沈澱物及海岸の漂砂が少量で、且つ沿岸潮流及河水の掃力が大な

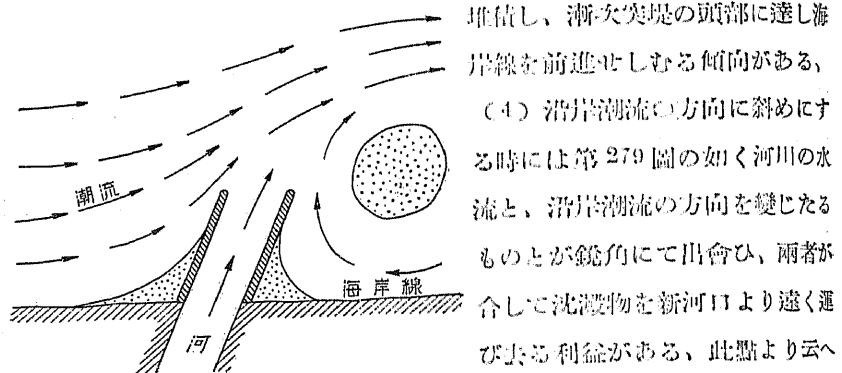
る時には比較的容易であるが、然らざる時には困難なる問題である。

二條の突堤 (Jetty) を海中に突出せしめ、河川の水勢を集中して堆積物の生じない様にし、又漂砂が河口に成るべく入らない様にする時は或程度迄は此障害を除くことは出来るが、凹洲を全く防ぐことは困難である。

突堤を築設するには其方向、配置、間隔、長及高さに就て考へねばならぬ。

1. 突堤の方向

突堤の方向を定むるには種々の事情を考へねばならぬ、(1) 突堤の先端を成る可く早く水深大なる箇所へ達せしめて突堤の延長を成るべく短くせんとするには其方向は大抵海岸に直角とするのがよい、(2) 突堤の方向を最强風の方向と一致せしむる時は船舶が突堤間に進入するには最も容易であるが、波が河に直面し、砂洲が出来易く、舟航の害となるから突堤の方向は最强風の方向と一致せざる様にする、(3) 沿岸潮流の關係を見れば突堤の方向は海岸線に斜にする方がよい、海岸線に直角とする時には漂砂が其進行を妨げられ、突堤の根部に土砂が堆積し、漸次突堤の頭部に達し海岸線を前進せしむる傾向がある、



第 279 圖 並行突堤の作用 其一

呈すれば最良である、(5) 海岸に或る工作物を作りば必ず海岸線は前進するのであるから、將來の突堤延長工事に支障なき様其の方向を考慮せねばならぬ。

2. 突堤の配置及間隔

水流を集中せしめて砂洲の出来ない様にするには両側の突堤間隔を漸次狭くする方がよい、然し入口が狭く且つ流速が増大するために舟航上不便である、尙將

來の突堤延長が困難となる不利益がある、故に大抵は並行とすることが多い。兩側の突堤間隔を漸次擴げる時は水流が集中しないから實際には用ひない。

兩並行突堤の間隔を定むるには海より陸地に向て強風が吹き、而かも最高潮位の時に、河川の最大流量が充分に流るゝことを考へ、一面平均潮位の時に河水中に含まるゝ沈澱物が海中へ運び去らるゝに足る水勢のある様にすればよい。實際に於ては河口の少しく上流に於ける正規の河幅に近いものを突堤間の間隔とする。

3. 突堤の長

長を如何にすべきかを定むることも困難なることであるが、一般に希望の水深に相當する等深線より幾分前方迄延長する、而して大抵の場合に於ては第 279 圖の如く兩側の突堤の長さは等しく

或は稍少しく異なつて居るか、時としては第 280 圖の如く風上のもとのを風下のものより長くする、斯くする時には入港船舶は風上の突堤のために波浪等より保護せられて便利であるが、短き突堤の先端で水流が擴がり、突堤の効果が減ずる。

第 280 圖 並行突堤の作用 其二

要するに一般的に云へば特別の事情なき限り海岸線に斜めなる、殆ど等長の並行突堤が適當である、特に外側に凸状を呈するものが良果を得ることが出来る。

4. 突堤の高

河口に於ける突堤の高は其位置及種々の事情により定まる、突堤の主なる目的は低水時に水勢を集中せしめるのであるから、其高は干潮位を標準とすれば充分である様であるが、突堤の高さがあまり低い時には、水位増したる時横流を生じ水路の中心線に沿ふ流勢を殺ぐ傾向があるから、英國にては干満潮位の平均を標準とし、又米國にては満潮位を標準として居る。

尚高水位より高き突堤にては船舶の出入が甚だ安全となるのは明である、又時

としては漂砂が突堤に阻止せられて其外側に高く堆積し、遂に河の中に入ることがあるから、此點より突堤の高を定めることもある。

要するに突堤は水深大なる箇所迄突出せしめ、沿岸潮流のために新河口に堆積せんとする沈澱物を運び去る様にせねばならぬ、而して沿岸潮流の勢力は水深に伴つて増すのである。

斯くすれば新河口に於ける堆積は著しくなく、多量の浚渫を要しない、沿岸潮流のため突堤に沿ふて土砂が堆積する傾向がある時には、突堤を延長せねばならぬ、只突堤の延長があり長き時は新舊河口の間の落差のために洪水に際し上流の水位は幾分上昇することがあるから此點に就て考慮せねばならぬ。

河口突堤は波の強い箇所では簡単なる構造では直ちに破壊するが、漂砂のため遠浅となつて居る所では、港灣の防波堤と異なり、比較的簡易に造り得ることもある。

突堤の高を高水位以上とせず、平均潮位或は満潮位附近に止め、低水時のみでも、水流を或る範囲内に集中せしめ、水深を維持せんとする、高い低きものは低水工事の章に述べた導流工に近きものであつて、之を導流堤 (Training wall) 或は導水堤と稱して居る、木曾川、揖斐川及旭川河口に於けるものは此例である。

第三節 浚渫工事

如何に突堤の計畫がよくとも、天然河水の水勢のみで沈澱土砂を一掃し、水深を保つことは困難である、依て低水工事の章に於て述べたるが如く、河口改良工事に於ても、亦或る程度迄は少くとも、補助的に浚渫工事を行はねばならぬ、尙多量の土砂が堆積してゐる時には、河口改良工事の效果を促進せしむる爲に浚渫工事を行はねばならぬ。

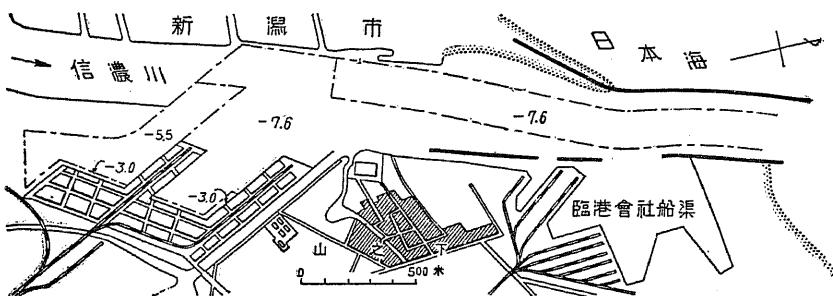
他の工事のために河口に於ける土砂の堆積減じ、水深の維持が比較的容易となり、從つて浚渫量が減ることもある。

例へば信濃川の如く大河津より直接日本海へ分水路を開鑿したために、舊信濃川河口への流下土砂は著しく減じた、又庄川は以前には小矢部川と合流し伏木港

に出て居つたが、庄川を小矢部川と分流せしめたから、庄川より伏木港への土砂は全然なくなつた(第182圖参照)。

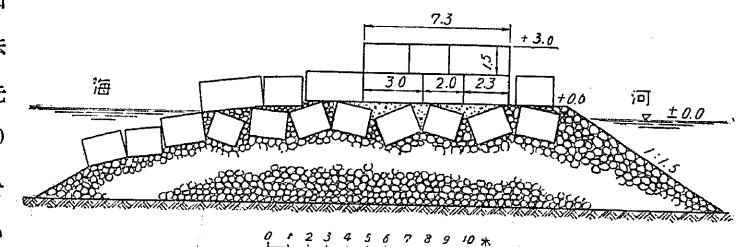
第四節 河口改良工事の實例

信濃川 信濃川にては上流よりの流下土砂と沿岸潮流による漂砂とが風浪に助けられ河口の水深を淺くするから、第281圖の如く東西二條の並行突堤を設け、又河口に浚渫工事を施した。



第281圖 信濃川河口平面圖

西突堤は延長 1,517 m、捨石を基礎とし、之れを袋詰混泥土にて不陸を均し、其上に高 1.5 m の混泥土塊 2 層を重ね、天端幅を 7.3 m とし、其高を海面上 3.6 m とした、尚海側では捨石の法を 1:2 とし、更に混泥土塊を以て被覆し、河側にては捨石を 1:1.5 法とした、先端より 500 m 手前に於ける現在の断面は、第



第282圖 信濃川河口西突堤断面
282圖の通りである。

東突堤の先端は西突堤の先端より約 200 m 短く、河口幅は 270 m である。

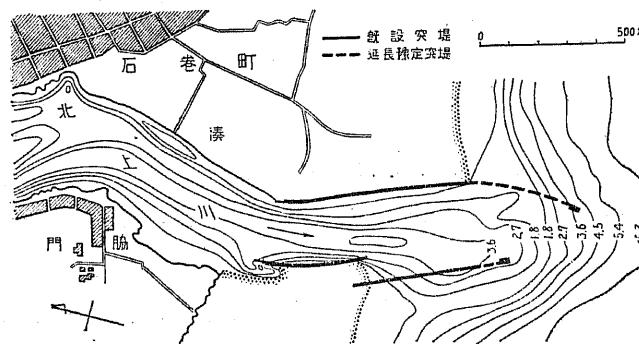
木曾川 木曾川及揖斐川兩河口に導水堤がある、木曾川右岸導水堤は延長 4,700

m、平均干潮面以下 2.7 m の所まで突出して居る、内 1,800 m は土堤で、天端幅 5.5 m、左右両法 1:6、高は干潮面上 5.1 m である、又残部の 2,900 m は石堤で天端幅 5 m、左右両法 1:2、高は干潮面上 1.8 m である、基礎には全部を通じ、川表に幅 9.0 m、川裏には幅 5.5 m の沈床を敷設してある。

揖斐川右岸導水堤延長 5,500 m、内土堤 2,700 m、石堤 2,800 m、其構造は木曾川のものと略同様である。

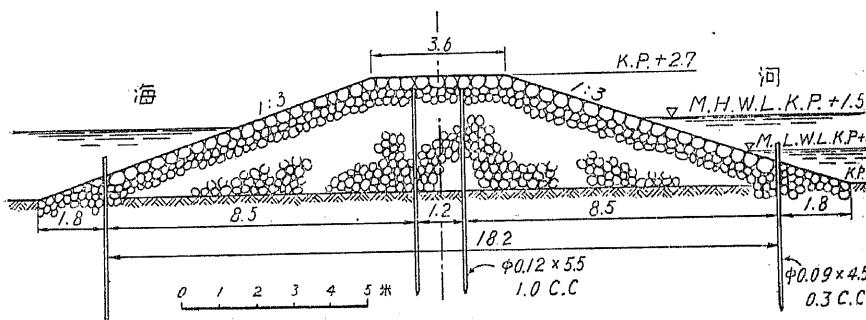
尚木曾川、揖斐川共に右岸導水堤に對して左岸に單に沈床のみを敷設したる高さ干潮面附近の導水堤が設けられてある(第 131 圖参照)。

北上川 北上川河口石巻町地先に、河水の誘導と漂砂の移動埋塞を防ぐ目的にて第 283 圖の如く東西兩突堤を施工した、左岸延長 687 m、右岸延長 609 m 合計



第 283 圖 北上川河口平面圖

1,296 m である、構造は第 284 圖の如く主として捨石をなし、之に石張をなす、高は平均低水面以上 1.8 ~ 2.1 m である、兩突堤間の水深は幾分



第 284 圖 北上川河口東突堤断面

増加したが、

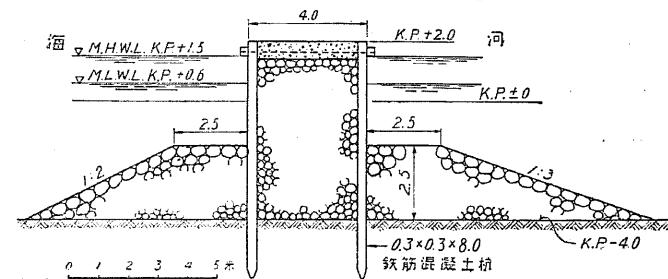
未だ充分でな

いから、更に

左岸 360 m、

右岸 100 m、

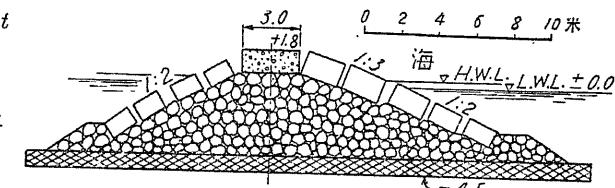
延長すること



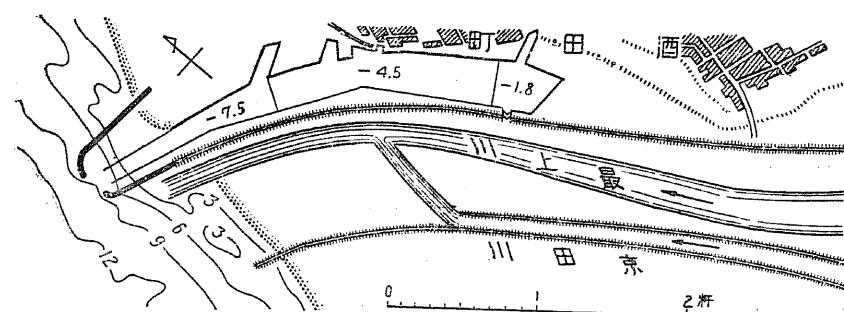
第 285 圖 北上川河口新突堤断面

延長突堤は第 285 圖の如く捨石する外に鐵筋混凝土杭を打ち其中に石を詰める計畫である。

岩木川 十三湖より日本海に注ぐ所に作る突堤は第 286 圖の如く沈床の上に捨石をなし、5t 及 10t 混凝土塊で被覆し、天端は場所詰混凝土とす。



第 286 圖 岩木川河口突堤断面



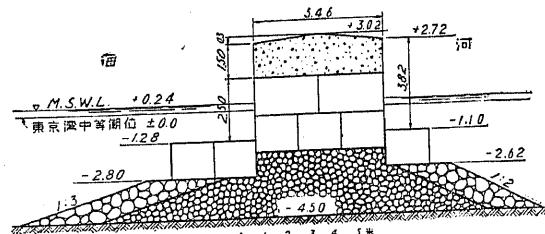
第 287 圖 最上川河口平面圖

修工事にては第 287 圖の如く最上川河口と酒田港とを全然分離し、酒田港への船舶出入のため水深維持上南北兩突堤を作つて居る、最上川自身の河口改良工事ではないが便宜上茲に説明する。

最上川右岸堤に接続する突堤は長 730 m、又之れに對する北突堤は長 780 m で、

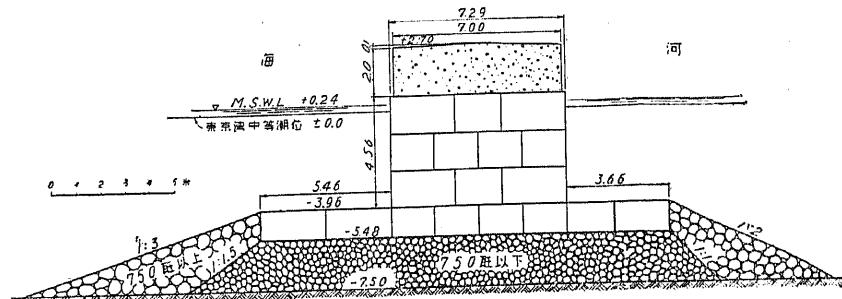
あり、兩突堤共水深 9 m の箇所に達せしめ、南北両方よりの漂砂の在來の最上川河口へ侵入するを防ぐ、而して兩突堤先端に於ける間隔は 180 m である。

構造は第 288 圖及第 289 圖の如く捨石をなしたる上に 12t(2.7 × 1.8 × 1.5m) 及 18 t(1.8 × 1.8 × 1.5m) の



第 288 圖 最上川河口南突堤断面 其一

混泥土塊を並べ、此上に場所詰混泥土を施し南突堤の高は平均潮位上 2.5 ~ 2.8 m である、尙最上層の混泥土塊と場所詰混泥土との間に



第 289 圖 最上川河口南突堤断面 其二

は軌條を挿入して、連絡を堅固にしてある。

又兩突堤内の幅員 110 m の航路は水深 7.5 m に浚渫し、港内は干潮面以下 7.5 ~ 1.8 m に浚渫し、沿岸を埋立て適當の護岸工事を施す計畫である。

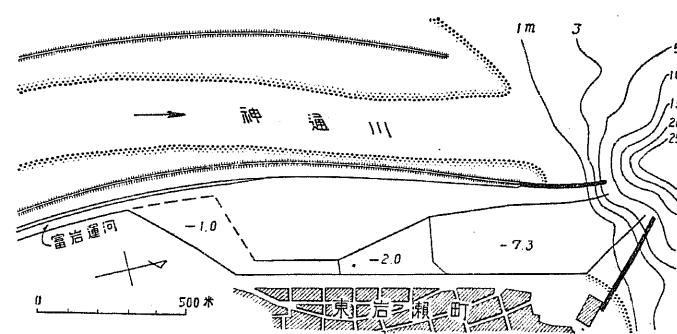
本川河口附近に於ける潮流は一分間に 0.8 m 内外の速度を以て南方より北方に向つて居る、又等深線の變化を見るに水深 9 m 以上の等深線は殆ど變化なく、只最上川出水の場合には河口直前に於て最大 100 m 餘前進することがあるが、減水後波浪のために従前の状態に復する。

尙一般に春季の初めには最上川の融雪出水のため、冬季間波浪によつて河口附近に侵入せる漂砂は海中に排出せられ、且河水自身の運び来れる土砂と共に河口

前の海中に沈没し、從つて等深線が前進する、然し減水後は海波の爲め徐々に平衡の状態に復する。

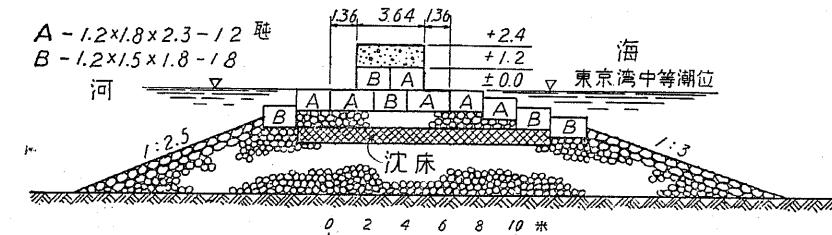
冬季に於ては波浪高く荒天打續き海底の砂の一部は波により持ち去られ一部は海濱に打上げられ、其結果等深線は海濱に近づく傾向がある。

神通川 日本海の漂砂と神通川より流下する土砂は其河口に堆積するから神通川と東岩瀬港とを第 290 圖の如く全然分離せしめ、港口には在來の東突堤を延長して 410 m とし、東方より



第 290 圖 神通川河口平面圖

の漂砂を防ぎ、之と相對して設けたる神通川右岸突堤 320 m により西方よりの漂砂を防いだ、而して兩突堤共水深 9 m に達して居る。

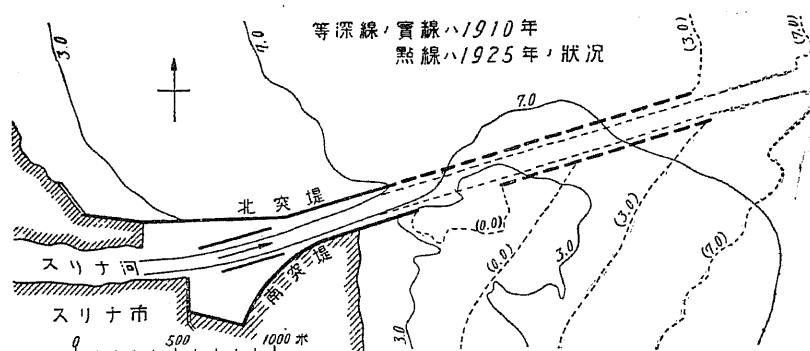


第 291 圖 神通川河口東突堤断面

東突堤の構造は第 291 圖の如く捨石 (1 箇重量 110 kg 及 380 kg) 及沈床の上に混泥土塊を並べ、其上部に場所詰混泥土を施し、高を東京灣中等潮位上 2.4 m とす。

突堤内の航路は水深 7.3 m に、又港内は 7.3 ~ 2.0 m に浚渫し、沿岸を埋立て、水深 7.3 m の岸壁 110 m を築造中である。

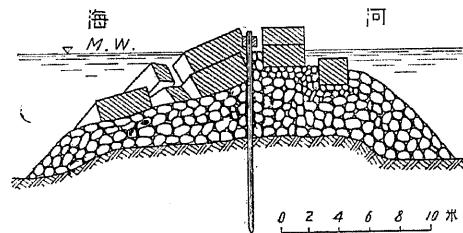
Sulina 河口 Donau 河が黒海に注ぐ所に三角洲が出來て居つて、3 條の派川に



第292圖 スリナ河口平面圖

分れて居る、其内の中央にある Sulina 河口は 1857 年改修工事着手前には 2~3 m の水深があつたが、第 292 圖の如く 2 條の突堤が設けられ、浚渫工事と相俟つて、河川より流下する沈澱物は突堤の南側に堆積し、河口を埋塞せず、1910 年には 7 m の水深が得らるゝに至つた。

此突堤は海岸附近では漸次其間隔を狭くし、途中より兩側のものが並行し、突

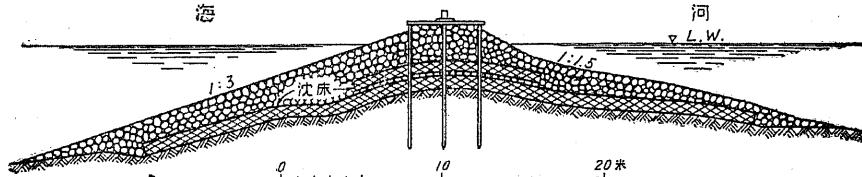


第293圖 スリナ河口突堤断面

堤の先端に於ける間隔は 180 m であつて其構造は第 293 圖の如く、捨石の上に混泥土塊を載せたものである。

然るに 1915 年頃には 3 艘の浚渫船が運轉せしに拘らず、三

角洲が前進して、水深減じ、舟航の障害となり、突堤を延長せねばならなかつたが、世界大戦争のため延期となつて居つた、而して漸く 1922 年 8 月に點線にて



第294圖 スリナ河口新突堤断面圖

示す如く南北兩突堤の延長工事に着手するに至つた。

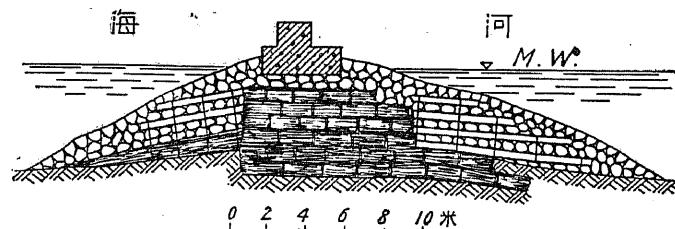
新突堤の構造は第 294 圖の如く沈床を敷設し、之へ捨石をしたのである、尙浚渫工事をも施行し、1925 年 8 月には再び 7 m の水深となつたが、新突堤の前方に更に土砂が堆積する傾がある。

Mississippi 河口 Mississippi 河口には廣大なる三角洲あり、東水道、南水道及南西水道の三派川に分れて Mexico 湾に注いで居る、其洪水量の分配は東水道 45.3 %、南水道 10.7 %、南西水道 44.0 % であつて、南水道では沈澱物の前進が比較的少ない。尙同川に於ける浮游物の分量は渴水の時には殆ど零であるが、最大は 1,000,000 分の 3,500 であり、而して河口に於ける平均潮差は 35 cm である。

(1) 南水道 南水道の大部分の水深は 9 m あつたが河口にては 8~5 m に過ぎなかつたから、2 條の並行突堤を作ることゝし、1876~1879 年の間に東突堤 3,600 m、西突堤 2,400 m を作り其間隔を 305 m とした、此結果浚渫工事と相俟つて河口の水深 8 m に達した、其後實驗の結果兩突堤の内側に兩側より 50 m 空の水制を出して水路幅を 200 m とし、尙其後維持工事中突堤の沈下著しく改築の必要が起り、突堤間隔 200 m を標準として修築した。

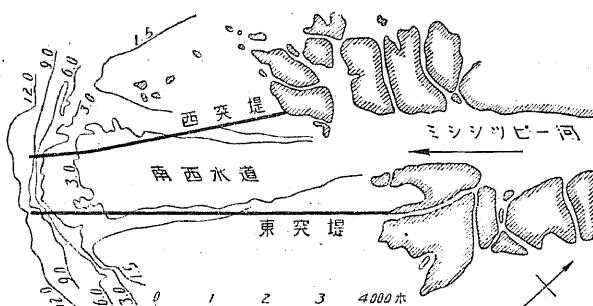
1901 年の調査によれば砂洲に於ける水深は平均潮位以下 9.0 m となり又 1923 年には 9.6 m となつた。

突堤の構造は第 295 圖の如く、柳枝で作つた沈床數層を敷設し、此上に捨石をなし、捨石は外側 1:3、内側 1:2 とし、尙先端部分には更に 20~70 t の混凝土塊を載せた。



第295圖 ミシシッピー河南水道突堤断面圖

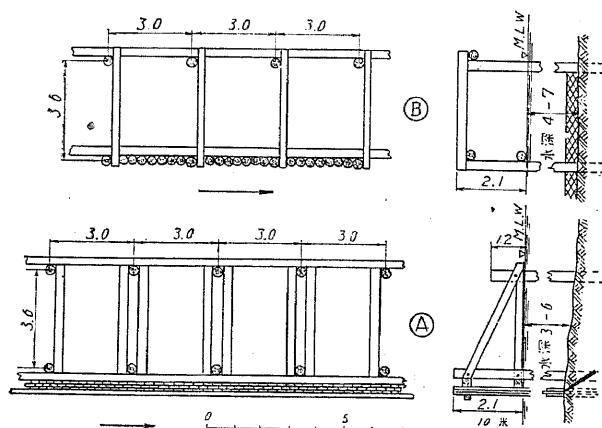
(2) 南西水道 其後南西水道にても改良工事の必要が起つた、即ち本水路の先端に於ける砂洲にては水深が 3 m に足らなかつたから、1900 年に突堤工事に



第296図 ミシシッピー河南西水道河口

しめ、之れと同時に多量の浚渫工事を行つた。

然るに土砂の堆積が夥しく、水深が減じたから 1916 年に突堤間に並行工（導水工）を設けて、水路幅を 730 m に縮小し、突堤をも延長して、計画當時の水深 9 m の箇所迄達せしむることゝし、1921 年に竣工したが相變らず土砂が堆積し、1921 年には水深が 6 m に減じた、依て止むを得ず、更に並行工に直角に水制を設けて水路幅を 530 m に限定することゝし、1923 年に竣工したが、1923 年末には水深は 7.6 m に過ぎなかつた。竣工後突堤の沈下せしものは混凝土塊で嵩土し、尙強力なる浚渫船三艘を運轉して、1925 年には砂洲の上でも 9 m の水深を得ることが出來た、而して現在に於ては東突堤の長は 7,700 m、又西突堤は 6,000 m



第297図 ミシシッピー河南西水道並行工

着手し 1908 年に竣工したが、第 296 図の如く、長 6,500 m 及 4,650 m の二條の突堤を設け其間隔は基部で 1,800 m、先端にて 1,070 m とし 10.7 m の水深に達せ

である。
突堤の構造は沈床數層を積み重ね、其上に捨石をなし、更に混凝土塊を其上に置いたもので、其天端は平均潮位上 1.7 m である。

並行工は第 297 図 A の如く丸太を前後

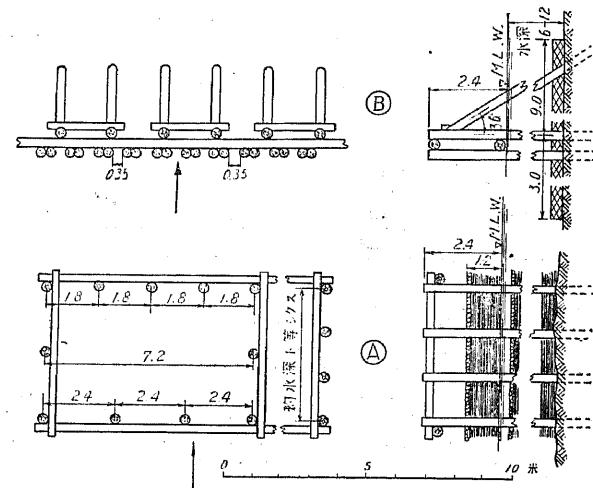
2 列打ち込み、之を縦横に繋ぎ、水路に面して三重の矢板を打ち込み、貫材を以て本體に取付けたものである、一部分には同圖 B の如く矢板の代りに丸太を密接せしめて打込んだ、又或る箇所には幅 6 ~ 12 m の沈床を敷設した、而して凡ての木材は腐蝕及虫害豫防のためクレオソートを塗布使用した。

水制は第 298 圖 A

の如く丸太を適當間隔に打ち込み、之を縦横に繋ぎ、杭の間には水面上約 1.2 m の所まで粗朶と石材とを交互に充填したものである。

其後實驗の結果透水構造が有効で經濟的なることが判明し、同圖 B の如きものが用ひられた、即ち 1.8 ~ 3.0 m

間隔に一列の杭を打ち、之を斜杭にて支へ貫にて連繋し、之に丸太をボルトにて取付けた。



第298図 ミシシッピー河南西水道水制