

農業土木研究

第一卷 第一號

目次

農業土木研究の發刊に際して	片岡謙	……(1)
論 說		
灌漑水中の鹽分に就て	金子鈞	……(1)
流水の分類と水理計算に就て	高月豊一	……(9)
砂濱開墾地の砂粒子と風速との關係	千種虎正 秋葉滿壽次	……(31)
農舎と住宅の合成家屋に就て	江口武夫	……(4)
資 料		
砂質海岸に於ける排出口	原田嘉平	……(4)
水門扉及捲揚機的设计	松下博俊	……(9)
鐵線吊橋架設計計算に就て	松田譽一郎	……(10)
側堰の溢流量に就て	岡本基次	……(11)
砂沓荒廢復舊時事と農業水利	山本徳三郎	……(12)
雜 錄		
最近論文資料目錄		……(12)
會 告		

農 業 土 木 學 會

昭和四年十二月

農 業 土 木 學 會 々 則

- 第一條 本會ハ農業土木學ノ進歩發達ヲ圖ルヲ以テ目的トス
 第二條 本會ヲ農業土木學會ト稱ス
 第三條 本會ハ事務所ヲ東京ニ置ク
 第四條 本會ノ會員ハ左ノ資格ヲ備ヘタル者ニ限ル
 一、農業土木ニ關スル學術ヲ修メタル者
 二、農業土木事業ニ關係アル者ニシテ會員ノ紹介ニヨリ幹事ノ承認ヲ得タル者
 第五條 本會ハ會報ヲ發刊シテ之ヲ會員ニ頒ツ
 第六條 本會ニ評議員三十名以內幹事及地方幹事若干名ヲ置ク
 第七條 評議員ハ代表幹事一名、編輯幹事二名、庶務幹事二名ヲ互選ス
 代表幹事事故アル時ハ幹事ノ一人之ヲ代理ス
 第八條 評議員ハ在京會員中ヨリ地方幹事之ヲ選出ス地方幹事ハ會員タル地方廳、朝鮮、臺灣總督府ノ農業土木關係主席技術官及地方ノ大學、專門學校農業土木關係主席教授ヲ以テ之ニ充ツ
 第九條 評議員及幹事ノ任期ハ二箇年トス
 補缺ニヨリ評議員及幹事トナリタル者ハ前任者ノ任期ヲ繼承ス
 第十條 入會セムトスル者ハ幹事又ハ地方幹事ニ申込ムヘシ
 第十一條 會員ハ會費トシテ毎年金三圓ヲ納付スヘシ
 前項ノ會費未納者ニハ會報ノ配布ヲ中止ス
 第十二條 退會セムトスル者ハ其ノ旨幹事又ハ地方幹事ニ申込ムヘシ
 第十三條 幹事ニ於テ必要アリト認ムル時ハ隨時評議員會又ハ會員ノ集會ヲ開ク
 第十四條 會員ニシテ本會ノ體面ヲ汚ス行爲アリト認ムルトキハ評議員會ノ決議ニヨリ之ヲ除名ス
 第十五條 本則ニ規定ナキ事項及本會ノ事務ニ係ル細則ハ幹事ニ於テ之ヲ定ム

代 表 幹 事

田 中 貞 次

評 議 員

伊片高山秋芝	庭岡松之壽眞	保岡之壽眞	民謙博助次吉	豐河田牧廣	田北中喜部	虎一貞隆之達	次郎次泰亟三	德可高藤酒望	久知月井井月	謙貫豐祐藏	吾一一人薰六	大川永船君杉	原島木塚浦	島信忠貞	亮次道助眞翠	和兼有小溝須	久松勸島口藤	田義良三	保義良三	一隆夫恭耶廉
--------	--------	-------	--------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	--------	--------	-------	------	--------	--------	--------	------	------	--------

幹 事

中央	編輯	轉務	可牧	知隆	貫隆	一、泰、	秋和	葉久	滿田	壽保	次一
----	----	----	----	----	----	------	----	----	----	----	----

地 方

東大兵新群茨奈愛山岐宮岩山福富島	京阪庫瀉馬城良知梨阜城手形井山根	磯小野山山村岡橫後遠原坂守宗川宇	義谷勇平元岡部利芳藤田部能村村都宮	森呂田岡田藤藤田部能村村都宮	義光之五岩喜五正嘉重邦正長四	介三助耶昇記清一耶重種遠人義作耶	廣和香高大熊鹿朝京神長埤千枋三靜	島山川知分本島鮮都川崎玉葉木重岡	田石鈴田三樺竹池野矢重前山矢山上	原井木中尾島內田村儀政川中島崎村	剛吉夫男耶助耶耶進一德三輔彦善一	滋長福春秋石鳥岡山德愛福佐宮冲臺森	賀野島森田川取山口島媛岡賀崎繩瀨周	水林市山齋大	野直友田美藤竹	哲樹耶稔司成	三時治松一吉士一宅
------------------	------------------	------------------	-------------------	----------------	----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	--------	---------	--------	-----------

Journal of the Agricultural Engineering Society, Japan

Vol. I. No. 1.

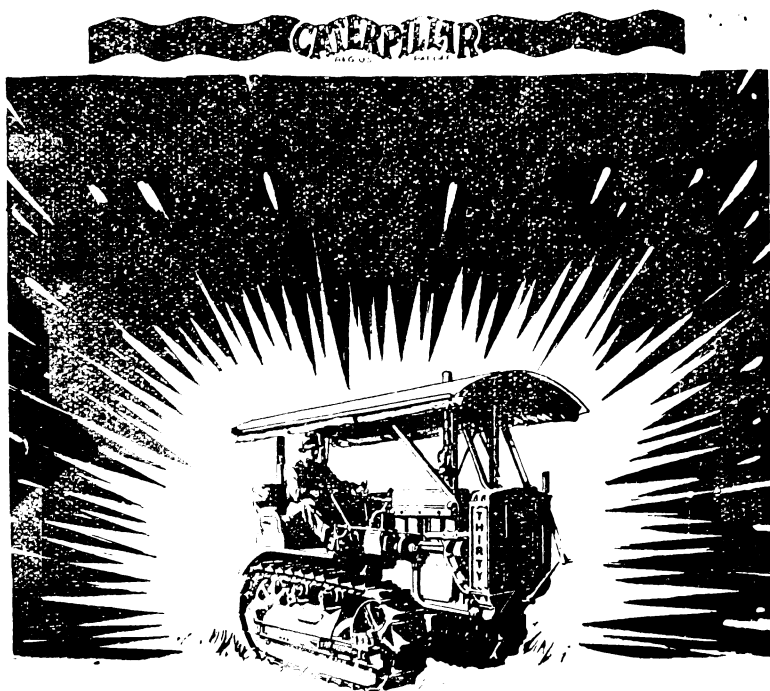
農業土木研究

第一卷 第一號

事務所

編輯 東京帝國大學農學部農業工學教室

庶務 農林省農務局耕地課



農業土木界ハ

キヤタピラー牽曳機ニヨリテ更ニ明ルシ！

キヤタピラーハ不斷ノ努力ニヨリ常ニ時代

ノ先端ニ立ツモノ、信用アル商標デアツテ

コノマークノアル牽引機ハ常ニ其使命ヲ忠

實ニ遂行シマス。

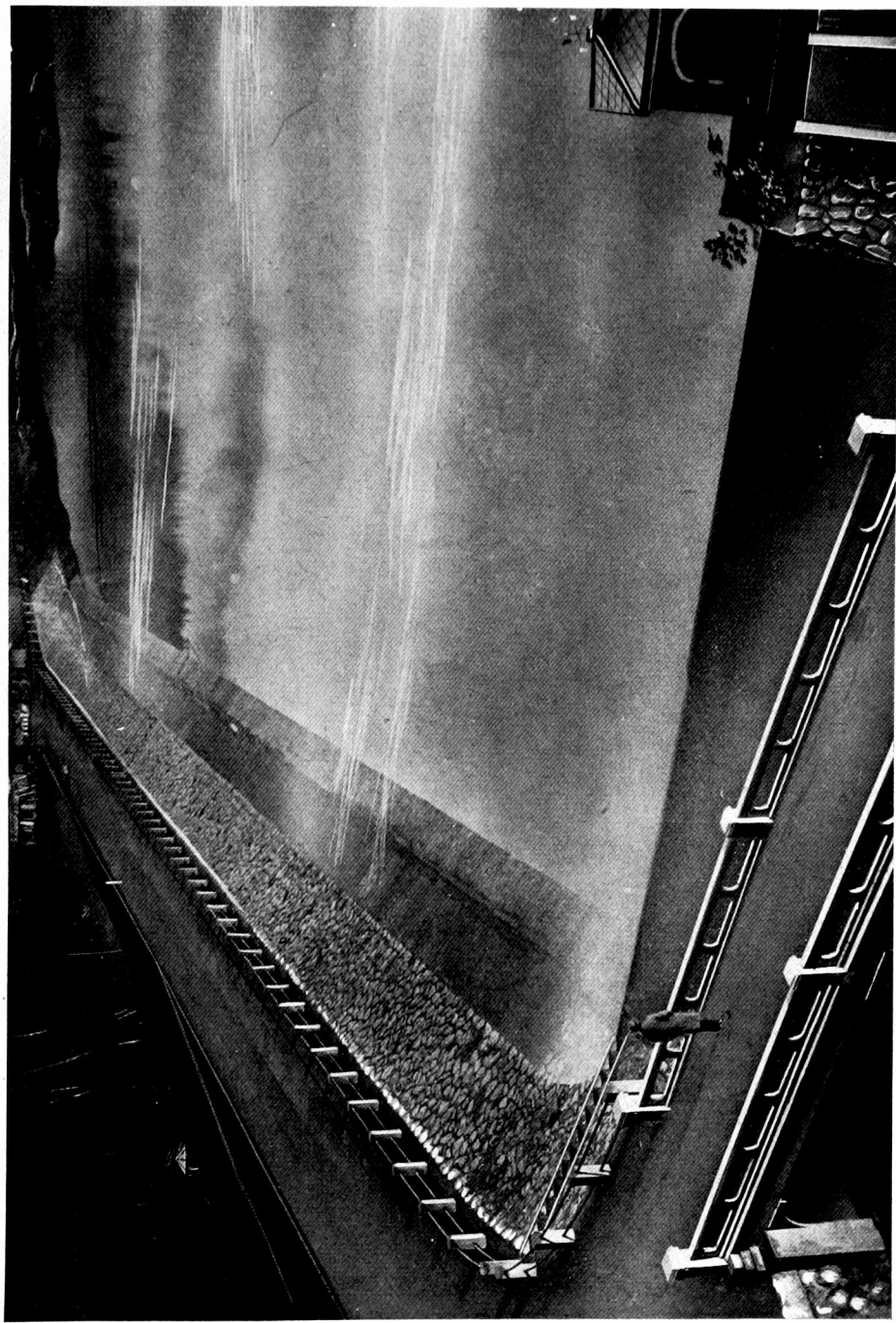
東洋一手販賣店

三井物産株式會社 機械部

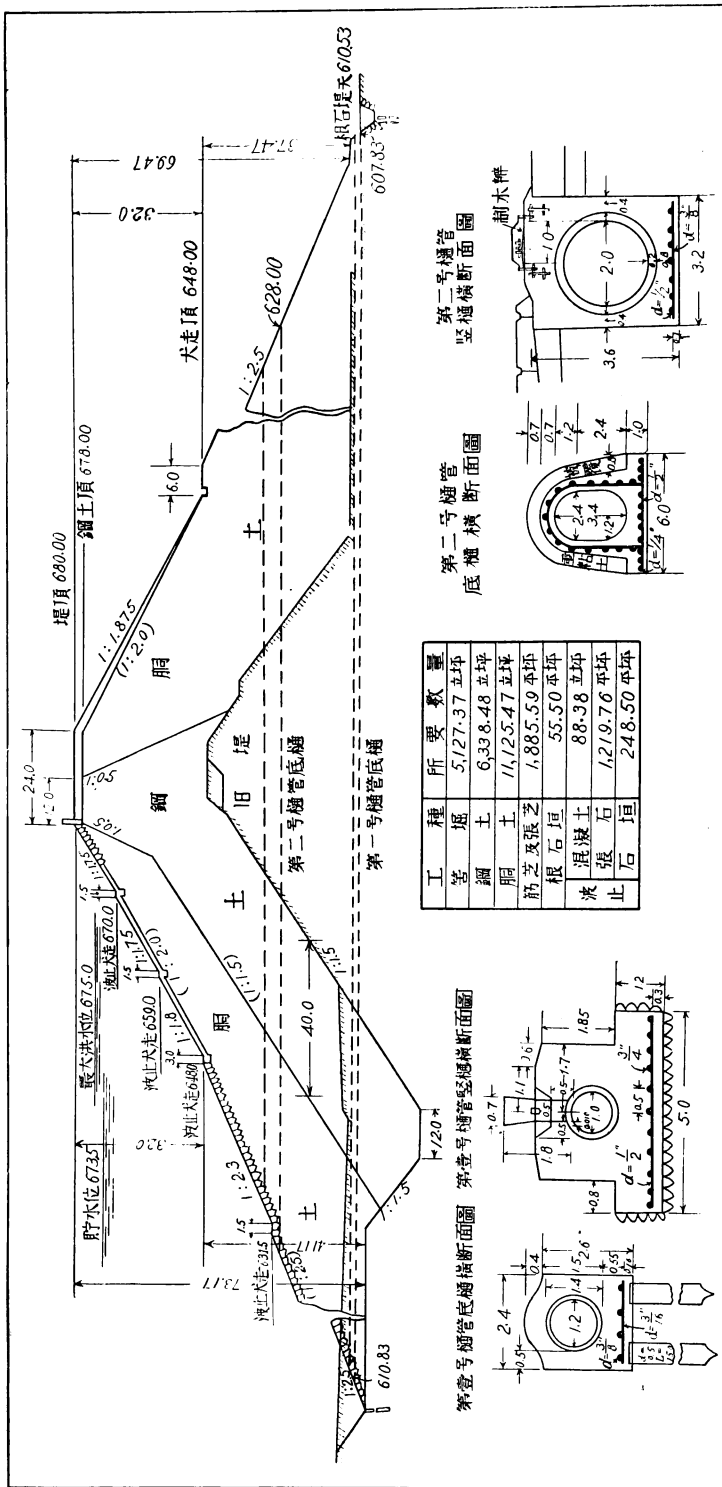
本店——東京市日本橋區本町

支店——大阪・名古屋・京城・大連・小樽・臺北

岡山縣勝田郡廣戸村鹽手池ノ竣成シタル堤妻



鹽手溜池堤塘構造圖



説明・岡山縣作州東北、中國山脈ノ趾點ニ位シ、用排水改良事業トシテ縣營ニ依リ大正十四年一月起工、昭和四年三月全ク竣成シ、承水溝ニ依ル溜池満水並利用状況極メテ良好ニシテ、而カモ四季ヲ通シテ風光稀ニ見ル明眉、當地方唯一ノ名勝地ト稱セラルハニ至リ遊池客陣ヲ接スルノ状況ナリト。溜池工事費二十九萬七千圓、満水面積十三町七反歩、貯水量十九萬八千立坪、堤長百間、スルイス、バルブ式ノ放水設備アリ。

農業土木研究の發刊に際して

會員 片岡 謙

今回農業土木學會が設立せられ、農業土木研究が發刊せらるるに到りたることは、學界のため誠に慶賀に堪へぬ次第である。而して今回の農業土木學會設立の舉が、從來の耕地整理研究會を變更することによりて、極めて簡易に、殆んど自然的に行はれたることは、一口に謂へば、時運の然らしむるところであるけれども、その經過を詳かに觀察すれば、我國に於ける農業土木學が、著しく發達し來れる、結果であると思はれる。

我國に於ける農業土木學は故上野英三郎博士によりてその基礎を置かれ、耕地整理によりて培はれ、以て今日の發達を見るに到つたものである。故上野博士は耕地整理に對し大なる貢獻をいたされたのであるが、他の一面に於ては、耕地整理によりて、農業土木學の研究を遂げられたのである。また耕地整理によりて多數の農業土木學專攻の士を養成せられたのである。乃ち耕地整理講習なるものは、一面には主として博士の努力によりてその目的を達すことが出來、一面には博士をして農業土木學の研究と後進の士を養成することの二つの大なる事業を行はしめたのである。その經費は農商務省（後には農林省）より支出せられ、博士は主としてその衝に當られたのである。

最初の耕地整理講習は明治三十八年度であつて大日本農會附屬高等農學校（後の東京農業大學）に於て行はれたのである。故農務局長酒匂博士の遺稿によると、耕地整理講習は明治三十五六年頃より計畫せられたるものにして豫算の關係上直に實行するに到らざりしものが此年に到りて初めて實行せらるるに至りたるものと思はれる、乃ち

技術者の養成に關しては東京の或る私立の農學校にて半箇年位にて卒業せしむるものにしてこれに對する補助費用は昨年度の豫算に組み入れしも不成立に終りしが今年も亦提出せんとせり故にこれも追々其人を得るに至るべし（農務局長農學博士酒匂常明、耕地整理に就いて演説の要旨中の一節、明治三十七年）

とあるにより之を知ることが出来るのである。

翌明治三十九年度に於ける 耕地整理講習は 東京帝國大學農科大學（後の農學部）に於て第一種（農學士、工學士、農學士となるべき者）、第二種（專門學校卒業の者）、高等農學校に於て第三種及び 攻玉社工學校に於けるもの 等各種に分れて行はれた。これ等の講習はその後引き續き行はれたのである。只攻玉社工學校の分は明治四十年年度迄行はれてその後廢止せられ、その他の講習に於ても内容に於ては年と共に改められて居る。これ等の講習により 多數の修業者が簇々輩出して耕地整理事業に貢獻するに到つたのである。

右の講習は何れもその名の如く 耕地整理に關する技術者を 養成する目的であつたから、その課程は農業土木に限らず耕地整理に必要な各種の科目を選ばれたのである。けれどもその學科の割當に付ては、重きを農業土木學に置いたことは争ふことは出來ぬ。耕地整理を行ふに當りては農業土木學の 教ふところによること最多きは 勿論であるからである。而して講習科目中 農業土木學に關する學科は年と共に充實せられた。されば農業土木學と耕地整理とは極めて密に連絡せられ、相寄り相助けて發達し來れること今より明かに觀せらるるのである。

斯の如き關係にあつたけれども 故上野博士は農業土木學と耕地整理とを 常に明かに區別して考へられた。之を混同することを 非常に嫌つて 居られた様に思はれる。乃ち耕地整理の講習は講習として之を行ふけれども、農業土木學としては更に深く 研究するの 必要なることを強く考へて居られた様である。これは實に博士が學術の研究に熱心であり、權威ある學者たりし一面の學究的態度を語るものであると思はれる。その故に博士は 學術研究の意味に於て夙に 學會設立の意圖を 有せられた様である。而して博士の意圖は今回の如く 耕地整理研究會の變更改造によらずして、新に獨立に農業土木學會又は農業工學會を設立せんとするに在つた様である。蓋し博士と 雖耕地整理研究會の目的の中には多分の 農業土木學研究の分子ある ことを知つて居られたには相違ない。けれども博士の 期待する學究的分子以外の分子が 此會の目的の中に 比較的多分に存在するものと觀察せられたのではあるまいか、博士の純眞なる學究的意志が之を不滿として別に獨立に學會設立の意圖を藏するに到りたるにはあらざるかと思ふのである。

斯の如く考へて見たならば今回の 學會設立の舉は一見すれば 博士の意志を去ること甚遠きものの様にも 思はれる。然れども今は必ずしも 左様ではないと思

ふ。何となれば今は耕地整理研究會の立場が博士在世の時と大に異なる事情の下にあるが故である。博士在世なりとするも今回の舉は必しも否定せらるるものとは考へられぬのである。

耕地整理研究會は明治四十年六月設立せられたのである。その設立顛末は左の如く報告せられて居る。

耕地整理研究會設立顛末

農商務省委託開設の耕地整理講習修了者中耕地整理の發達を圖り併せて關係ある者の親睦を厚うするが爲一團體を組織せんとするの希望あり第一回府縣耕地整理主任官會議を機とし明治四十年六月二十九日發起人小幡、值賀、三田、川越、竹内、前瀧、世間瀬、大場、泉瑞、稻熊十氏より之を來會の主任官各位に語りしに滿場の同意あり即ち之が設立の事を決し衆談に語りて會名を耕地整理研究會と定め發起人の起案に係る會則を議定し來會者の入會を請ひ直ちに附則第十六條に依り發起人より第六條の幹事を指定し次で第八條の手續に依り常置幹事を選定し茲に設立の手續を了し併せて會則第四條の二及同第十五條に關する事項は當分之を常置幹事に委任することを決議せり

明治四十年六月

當初の常置幹事は月田、横山、值賀、大場、泉瑞、稻熊の六氏で、後間もなく坂本、三井、鳥居、矢儀の四氏を加へ、以上十氏が創業時代の耕地整理研究會の發展に努力せられたのである。

其の後明治四十一年十二月會報第一號を發刊するに到つたのであるが、當時の耕地整理講習修了者は農科大學に於けるもの六回、高等農學校に於けるもの六回、攻玉社工學校に於けるもの四回で總人員七百六十九人であつたと謂ふ。而して耕地整理研究會の會員總數は七百九十五人であつたと謂ふからして講習修了者以外の會員も相當にあつたものと思はれる。

然し何分設立草創のことであつたから財政は極めて不如意であつたものの様である。會費は一ケ年僅かに一圓であつて會員の數も尠かりしが故に會運發展のためには随分苦心せられた模様である。會報の發刊に到るまでには創立以來一ケ年半の日子を要したのであつて、幹事會を開くこと前後五回にして前途に關する種々の研究調査を重ね漸く發刊するに到つたと謂ふ、當時は幹事會を開くに當りても辨當自辨といふ様なことで幹事は献身的に努力して會運の發展を圖つたといふことである、常置幹事既に然りであるから、地方幹事も同様であつたことは勿論で中央地方共に緊張して會運の發展に努力したのであつた。従て會員の調査研究も義務的に實行することであつて此習慣が耕地整理研究會の基礎を

鞏固ならしめて今日に到つたものと思はれるのである。

耕地整理研究會は此の如くして發達し來つたのであるが會報第一號の發刊に際し各方面より寄せられたる祝詞の中には研究の必要を高調せられたものが少くなかつた。今その二三を摘録すれば

方今耕地整理の問題は我農業界到る處に喧傳せられ、當局亦該事業の大成に力を致せるものゝ如し、此秋に當り斯業に關係を有せる諸氏が、相互研究の結果を發表せん爲め、本誌を發刊せらるゝは蓋し時宜に適せるものと云ふべし（農科大學長松井博士）

由來耕地整理の問題たる農學の智識と工學の技倆とに依り精緻なる用意の下に始めて的確なる處理を爲し得べきものにして苟も任に整理施行の局に在る者は常に研究的態度を離る可からざるは論を俟たず（下岡農務局長）

抑耕地整理事業は農業土木學の研究に屬するものにして農學に關しては原來多大の研鑽を致されたるが如きも土木學に屬するものに至りては未だ深く之が研究を重ねられたるを聽かず該事業の性質を考へ前途を想ふて遺憾に堪へざる所なり（大沼攻玉社工學校長）。

右の様な次第で、耕地整理に關しては農業土木學の研究が必要であり、耕地整理研究會は其目的に向て大に活動すべきものであると期待せられたのであつた。耕地整理研究會は之れ等の期待に背かぬべく其後に於て活動を繼續したに相違ない。然れども未だ充分ならずとの感は何人も抱かざるを得なかつたことと思はれる。

これは誠に止むを得ざることであつた。何となれば耕地整理研究會の目的が耕地整理の發達を圖ることに在り、併せて斯業に關係ある者の親睦を厚うすることに在つたからして苟も耕地整理に關する限りに於ては法律規則も研究せねばならぬ、經濟學にも關係せねばならぬ、或は何、或は何極めて多岐ならざるを得ぬのであつた、從て農業土木學がその會の研究の一大目的であるとは感じながらも之に専心することを得ざりしは蓋し止むを得ぬことであつたのである。

然るに今は帝國耕地協會が其活動を開始したのである。法制經濟等の方面に付ては帝國耕地協會の活動が最適切なるべく觀せらるるに到つたのである。耕地整理研究會は最早從來の如く多岐なる問題に其力を分つよりも寧ろ從來最必

要なりとせる農業土木學の進歩發達に専心努力すべき時期と觀せられたのである。是に於て乎耕地整理研究會を改めて農業土木學會となし、耕地整理研究會報の代りに農業土木研究の發刊せらるるに到つたことは決して偶然ならざるを思ふのである。これは決して換骨脱胎ではない、從來より有せる大目的をこの時期に於て鮮明に旗印として掲げ出したるに過ぎぬことと思はれる。從て耕地整理研究會の名は茲に失はれたけれども、その精神は農業土木學會に傳はり耕地整理研究會創立者の苦心は永遠に農業土木學會の回顧の源となるであらうと思ふのである。

耕地整理研究會に付創立者が苦心せられたること以上簡単に述べた次第であるけれども之を以て盡したとは考へぬのである。之は創立以來多年努力せられたる月田藤三郎博士、大場信續氏等に就て尋ねたならば、更に記すべきことも多々あることと思ふけれども、今はその暇もなく、また餘白もなきことと思ふが故に之を他日の機會に譲ることとする。

以上耕地整理研究會よりして農業土木學會の生れ出でた事情に關して見聞せること並に感想の一端を述べた次第であるが今は總て過去の歴史となつてしまつたのである。過去は追ふべからず、農業土木學會は現在及び將來に於て大なる使命を有して居るのである。努力奮勵以て其使命を全うせねばならぬことを痛感する。

農業土木學會の現在及び將來に關しては一に中央幹事、地方幹事各位の努力に待たねばならぬことは勿論である。幹事各位は中央地方ともに從來の耕地整理研究會の時代にも倍して努力せらるることと確信するけれども、會員も亦大に努力せねばならぬことを痛感するのである。このことに就ては敢て多言を要せぬことと思ふけれども、茲に一言附言せんとするは、曩きに帝國耕地協會の設立せられたる後に於て、耕地整理研究會の將來執るべき途如何を協議せらるるに方り、之を帝國耕地協會に合併せんとするの議があつたことである。主として其理由とせるところは耕地界に於て協會と學會と二種の團體を有することは理想的には相違なからうけれども將來果して之を維持することが出来るか、假りに之を維持するにしても、互に細き團體となつて活動不充分なるを免かれぬであらう、寧ろ之を合併して有力なる一團體となす方適當ならんと謂ふに在つた様に思は

れた。これも一理ある考であると思はれたのであるが、結局賛成者尠なくして今日の如く農業土木學會として獨立の旗を翻すこととなつたのである。乃ち斯かる議論のあつたにも拘はらず、之を採らずして農業土木學會の設立となりたることは、換言すれば農業土木學會として將來の維持發展に付堅き自信を有するものと見ねばならぬ。農業土木學會が斯かる自信の下に大に活動するに到らんと固より切望して止まぬ次第であるが、その設立の際に於て斯かる考もあつた、斯かる議論もあつたといふことは之を顧みること必しも無用のことではあるまいと思はるるが故に一言附言する次第である。中央幹事、地方幹事及び會員各位の努力により斯かることが眞に杞憂なりとして一掃せらるるに到らんことを切望して止まぬ次第である。

最後に尙一言附言せんとするは、日本農學會に關することである。日本農學會は廣く農學に關する専門學會の連絡及び研究者の協同を圖り農學一般の發達に貢獻する目的を以て目下設立準備中であると謂ふ。右設立の上は農業土木學會もその構成員たる學會たるべきことに決定せられて居るのであるが、然かもこれあるがために農業土木學會が設立の必要に迫られたものに非ざること勿論である。農業土木學會はその自ら標榜する如く農業土木學の進歩發達を圖らんがために獨力獨行にてもその目的に向て進まねばならぬ、使命を持つて居る。然れども恰も本會設立の機會に於て日本農學會設立の企があり、本會が之に加入してその構成員となり他の専門學會と連絡して學會の發達に貢獻し得べきは蓋し有意義のことであると信ずるのである。日本農學會に關してはその設立に關與すべき本會代表幹事より追て報告せらるる機會あるべきが故に今は之を詳説する必要はない。只本會の設立と日本農學會設立の企とその時を同うせるが故に萬が一にも誤解なきを期し難い。仍て知るところを簡單に附言する次第である。

灌漑水中の鹽分に就て

金子 鈞

序

第一章 概 要

第二章 稻の鹽害と鹽水の濃度との關係

一 被害程度試験

二 被害時期試験

筆者が調査中の地區で某感潮河川を用水源とする計畫がある。潮の干満に依つて量を異にするが河水に鹽分を含む事實があるので該河が用水源として果して適當なりや否やが問題となつてくるわけである。で差當り該河の鹽分含有程度を調査すると同時に鹽水の濃度と稻の鹽害との關係を調査する必要に迫られた。農業土木事業としても感潮河川から用水を取入れて居る箇所も相當あり中には鹽分のために相當の損害を受け居る處もある様だが筆者の要求する様な關係を公表せられておるのを寡聞にして聞かなかつたので内地及朝鮮の公私試験場及會社の好意により或は知人により鹽害に關する研究公刊物を蒐集することに努めた。

以下記述する處は上記の文献から上述の趣旨によつて取捨選擇して取纏めたもので筆者と同様の事實に達着する人々には確かに參考となると信ずるが故に貴重な紙面を拜借することとした。

第一章 概 要

今茲に説述せむとする處は一般植生と鹽分との關係に就てでないことは序にも述べた通りであつて水稻と鹽分との關係即ち具體的に言へば灌漑水中の鹽分と水稻の被害との關係が本説述の基調をなすことを斷つておく。

食鹽が植物に曹達及鹽素を供給して直接肥料としてのみならず間接にも種々の肥效あり、醬油粕、人糞尿、加里鹽類を施肥すれば間接に食鹽を土壤に供給することとなると同時に其量の増加するに従ひ植生に大害を與へることは此處に喋々を要せぬ處である、食鹽水は單に發芽に際し害を及ぼすのみならず全育せる植物の根にも害を與へるのである、蓋し食鹽溶解水は濃度が普通水に比し高きを以て直接に根を害すると共に植物體内の生理的作用を害し、又間接には食鹽及其他の鹽類が土壤中に存在する植物に必要な養分を溶解掠奪するが故に其生育を害することにもよるのである。

岡山縣海岸地方では稻作の鹽害を被る所尠くないので灌漑水に對しては多大の考慮を拂ひつゝあるのであるがそれでも尙稻を枯死せしむる場合が少くない、此附近を通ずる川床は耕地の表面より低く干潮の際は淡水流出するも満潮の際は海水が河川に流入し來り上層に淡水の層をなして水位高まるを以て此の機を利用して堤防に設けられたる樋門を開いて上層の淡水のみを灌漑に供するを常としておる。然し早魃に際しては下層の鹽分を含めるものをも取入れるから被害を受けるのである、満潮時に淡水を取入れる例は九州には少なくないので俗にこれを「青」を取ると云つておるといふ。然しこれによつて岡山縣の例の様に鹽害を蒙つておるや否やは筆者は確知しておらぬ。

島根縣などでも海岸地方或は湖水近邊では早魃期に田面の龜裂を見兼ねて食鹽水を灌漑に供する場合がある現に大正十三年夏の如き宍道湖岸、波根湖岸の農家には相當食鹽含有量の濃厚なる水を灌漑したものがあつたが八月二十一日の大降雨のためこれ等兩地の鹽害の程度は比較的輕微であつた斯の如きことは同年にとどまらず早魃時には往々あることださうである。

其他愛知縣海岸地方は直接海水によつて影響せられ年々充分なる收穫を得難く殊に早魃にて用水の不足する場合には其被害劇甚なるものがある、即ち灌漑水に鹽分多く之を灌漑することによつて水稻に被害を與ふるのである。碧海郡新川町油ヶ淵用水は 400 町歩の水田を灌漑し年々鹽害に苦しむので昨年來之が調査に従事しつゝある由で筆者は當事者から貴重なる調査資料を頂戴しておる次第である。

全國に亘つては斯くの如き例は隨分多いことと思はれる。

第二章 稻の鹽害と鹽水の濃度との關係

含有鹽類の種子發芽に及ぼす影響に就て農科大學の試験に依れば鹽分 0.2% の液に於ても尙發芽するも幼芽は悉く發育せざりしといふ又古在博士の經驗によれば食鹽の含有量極めて稀薄なるときは種子の發芽は反て促進せられ且つ良好なるも其濃厚なるものに至つては之を害する又朝鮮勸業模範場の調査によれば稀薄なる食鹽水 (0.7% 以下) は籾の發芽を促進せしめた傾向があつた。

又水稻の生育との關係を見るに土壤中に微量の食鹽を留むるも敢て生育に障害なきを認むることを得た。元來稻は其性頑強なるを以て比較的濃厚なる食鹽にも能く堪ゑるもので干潟地にありても土壤又は水分中 0.1% 前後の食鹽を含有するも尙能く生育し相當の收量を擧げ得ると言つておる。

水稻の食鹽に對する抵抗力は稻の成育時期により相異があつて概して稻の幼少なる間は微量の食鹽にても忽ち鹽害の狀況を現はし其恢復に著しく時日を要するものであるが生育するに至つて被害の程度も次第に輕微となり老熟したる稻にありては鹽分濃度が大なる場合でも

格別被害を現はさざることがあるのである。

今左に公私試験場でなした水稻鹽害試験の結果を

- 一 被害程度試験
- 二 被害時期試験

との二に分ちて掲げて見やう

一 被害程度試験

本試験は移植當時より夫々食鹽又は鹽水を加用し生育狀況並に收穫物を調査し鹽分量と被害の程度を調査した試験である別表は各試験場の試験結果から何%の鹽水若は食鹽を加用したるものが枯死するに至つたかを一纏めにした表である。

水 稻 鹽 害 試 験 表

試験場名	供試水稻種	食鹽加用法	試験年數	枯死月日	枯死鹽分濃度 %	備 考
千葉	水稻愛國種	(1)	2	7 月上旬 8 月上旬	0.25	土壤中鹽分含有量 0.1% にて已に生育に影響を及ぼし 0.15% にては稍被害あり、0.2% にては被害著しく漸く生育し得る程度にして 0.25% 以上にて生育し能はざるが如し
石川	大錫石 2 號	(3)	3	(9 月 6 日)	0.25	0.05-0.2% 迄は無鹽區に比し生育稍劣り莖及子實に黒褐色の斑點多數生ぜり、0.25% も生育振はず結實せず枯死せり 0.30-0.45% は食鹽含有水灌注後生育遅々として振はず 8 月下旬に至り開花せず枯死せり
静岡	水稻純系竹成	(1)	—	—	1.00	枯死濃度に就き明記なきも 0.5% に達するとき収量標準區の約 4 割 3 分に減少し 1% 以上に及ぶとき収量皆無となるとあり
島根	北部 2 號	(3)	3	(10 月 30 日)	0.35	
岡山	—	—	—	—	0.40	0.2% にては殆んど被害を認めず 0.3% にて多少被害を認むるも収量に大なる影響なきを認む 0.4% にては生育中止し漸次葉先より枯れ 30-40 日にて枯死す 0.5% は數日にて枯死す
香川	—	(1)	5	—	0.30-0.35	大正 3 年は 0.3% 以上、同 5 年は 0.35% 以上の試験を欠く、同 6 年は 0.3% にて枯死し、同 7 年は 0.4% にて枯死せず、同 8 年には 0.35% にて枯死せり故に枯死濃度は大體 0.3-0.35% 迄の處ならんか
徳島	—	(1)	3	—	0.3	鹽の含量 0.3% を超ゆるときは枯死す、0.2% 内外は枯死せざるも成績不良、0.1% 迄は却て剝蝕作用の效あるものの如し

試験場名	供試水稻種	食鹽加用方法	試験年數	枯死月日	枯死鹽分濃度	備 考
山口		(2)			0.5	0.2% 以上は被害顯著なり 0.3% 以上に至れば稲葉に黒點 を生じ稲の充實完全ならず、0.5 %に至り植物は枯死するに至る 旭種水稻は先づ滯水中食鹽千分 の5瓦内外を以て生育の限度と 稱するを得べし
岡山縣藤田組兒島農場	藤 旭 種	(1)	—	—	0.50-0.60	

備 考

食鹽加用方法

- (1) 「ボット」の使用土壤中に最初各割合に鹽化曹達を加用し灌漑水としては淡水を使用す。
- (2) 灌漑水として各割合に鹽化曹達を溶解したる食鹽水を使用す。
但し灌漑當初のみ右食鹽水を使用し以後は淡水を補充し常に所定の濃度を保たしめる。
- (3) 灌漑には (2) と同様の食鹽水を繼續使用す。

鹽 分 と 收 量 關 係 表

試験場 食鹽量	千 葉	石 川	靜 岡	島 根	香 川	徳 島	兒島農場	平 均
0.00%								100.0
0.01			96.0					96.0
0.05		86.1	91.4	80.6	95.0	109.0	102.0	94.0
0.10	103.0	72.2	84.2	80.6	85.0	100.0	91.0	88.0
0.15	86.0	50.6			74.0		92.0	75.7
0.20	13.0	45.5		62.2	58.0	96.0	86.0	60.1
0.25		53.5			43.0		77.0	57.8
0.30				30.0	20.0	29.0	74.0	38.8
0.35				21.4	6.0		26.0	17.8
0.40					2.0	26.0		14.0

備 考

本表の收量は主として稲重量を採つたのであるが資料の關係上全收量を採つたものもある 附圖第一は本表を圖示したものである。

要之實際水稻栽培と「ボット」栽培とは種々の状態に於て異なるのであるから果して上述試験結果が實際の場合に適合するや否や。

朝鮮不二興業株式會社の調査によれば

- 一 灌漑水 1000 分の 1 に止めうれば普通收穫
- 二 " 1000 分の 3 半作強
- 三 " 1000 分の 5 以上に達せば枯死

とあつて「ボット」試験の結果と大體符合してゐる様だ又岡山縣の藤田組兒島農場にては旭種水稻は先づ滯水中の食鹽 1000 分の 5 内外を以て生育の限度と稱するを得べしと言つてゐる故森澤教授は試験區を選定して 0.05%-0.3% の間に變化する鹽水が湧出する溝から灌漑して鹽害試験をやつておられた由であるが 0.2 位は稲作には良好の様であつたと言つておら

れた様に記憶する。

又岡山試験場によれば「一般に灌漑水中の鹽化物を調査し其濃度により被害の程度を云々するも水田表面に堆へられたる灌漑水中に含有せらるる鹽化物の濃度と土壤中に飽和せる鹽化物濃度とは異なる場合多し故に表面水中 0.4% なるも土壤中の水分には 0.3% の場合多々あり、正確に 0.4% の鹽化物を含める水は稲作に多大の有害作用あるも表面灌漑水中に含める鹽化物が 0.4% なるも被害少き場合ありこれ前述の如く灌漑水中の濃度と稻の根部に接觸せる部分の濃度との差によるものにして實際水田に於て 0.4% にては被害極めて少きを常とす」。

以上の如き事實から推して見ると前表に現はれてゐる試験結果は實際の場合と大した逕庭のないものではないかと思はれる。

二 被害時期試験

前述した様に同一濃度の食鹽であつても其加用時期によつて被害を異にするものである、左に食鹽加用時期と被害の狀況との關係に就ての試験結果を掲げることとした、試験場によつて試験方法が多少異なつており何れも参考となると思つたから煩を厭はず其大部分を表示することとしたのである。

第 一 表 (千葉縣農事試験場)

試験區別	供試水稻品	鹽分加用方法	鹽分濃度 %	鹽化曹達加用期日	生育狀況	「ポット」當種實收量大正十五年昭和二年平均	標準區に對する種實收量比率
標準無加用區	水稻中生愛國種	(1)	—	—	8月20日現在普通草丈 2.5 尺 莖數 57 本	11.4	100
播種前加用區	同	同	0.3	4月25日	發芽せむとして5月上旬全部死滅せり	—	—
發芽後加用區	同	同	同	5月10日	鹽化曹達加用の翌日より發育不良となり5月18日頃全部枯死せり	—	—
活着後加用區	同	同	同	6月25日	鹽化曹達加用2日後より莖色を變し發育不良となり7月5日頃枯死す	—	—
7月上旬加用區	同	同	同	7月5日	鹽化曹達加用4,5日後より發育不良となり葉先白色となり漸く4本丈のこる	0.3	3
7月中旬加用區	水稻中生愛國種	同	同	7月15日	同上 穗數25本ありたるも殆んど秕なり	2.2	19
7月下旬加用區	同	同	同	7月25日	鹽化曹達施用後5日より葉先白色に枯れたるも其後稍恢復せり	6.0	53
8月上旬加用區	同	同	同	8月5日	鹽化曹達施用後發育せず	10.0	88

試験區別	供試水稻品種	鹽分加用方法	鹽分濃度 %	鹽化曹達加用期日	生育狀況	「ボット」當種實收量大正十五年昭和二年平均	標準區に對する種實收量比率
8 月中旬加用區	水稻中生愛國種	(1)	0.3	8 月15日	同上 出穂遅る	8.6	75
8 月下旬加用區	同	同	同	8 月25日	鹽化曹達施用後大なる被害を認めず	8.4	74
9 月上旬加用區	同	同	同	9 月5日	鹽化曹達施用後殆んど被害を認めず	9.4	82

附 記

右の成績によれば鹽害は水稻生育の初期に於ける程被害甚しく後期に至るに従ひ被害程度少きが如く且つ水稻分蘗閉止期以前に於て害を受けたるものは殆んど致命的なるも其以後に於ては一時被害あるも其程度は軽い様である又鹽害を受けた玄米は概して充實劣り秕多きが如し此の試験は繼續二ヶ年の成績である故更に繼續施行し正確な期せむとす。

第 二 表 (香川県農事試験場)

試験區別	試験水稻品種	鹽分加用方法	鹽分濃度 %	鹽化曹達加用期日	生育狀況	「ボット」當種實收量大正 5, 6, 7 年 3 ヶ年平均	標準區に對する種實收量比例
標準無加用區	—	食鹽加用ハ追肥トシ生育期中土壤表面ニ施用	—	—	—	瓦 15.3	100
移植直後加用區	—	同	1.0	7 月初め頃	—	5.2	34
分蘗期加用區	—	同	同	7 月26日頃	—	12.3	80
伸長期加用區	—	同	同	8 月10日頃	—	13.4	87
穗孕期加用區	—	同	同	8 月25日頃	—	14.2	93
出穂期加用區	—	同	同	9 月8日頃	—	15.4	101
乳熟期加用區	—	同	同	9 月25日頃	—	15.5	101

附 記

右の結果より見るに移植後に於て施用せるもの被害最も甚しく以後順次生育の進むに従ひ被害歩合を減じ出穂期以後に於ては殆んど被害を認めざるものの様である、尙生育各期に於ける施用期日は普通圃場に於て生育せるものに比して幾分早き感あれば「ボット」試験に於ける作物の生育は一般普通のものより著しく促進せらるるからである。

第 三 表 (徳島縣農事試験場)

試験區別	供試水稻品種	鹽分加用方法	鹽分濃度 %	鹽化曹達加用期日	生育狀況	「ボット」當種實收量自大正 7 年至同 10 年 4 ヶ年平均	標準區に對する種實收量比率
標準無加用區	—	(1)	—	—	—	8.9	100
移植直後加用區	—	同	—	—	—	7.0	79
分蘗期加用區	—	同	—	—	—	9.7	109
伸長期加用區	—	同	—	—	—	8.1	91
穗孕期加用區	—	同	—	—	—	6.6	74
出穂期加用區	—	同	—	—	—	8.1	91
乳熟期加用區	—	同	—	—	—	9.6	108

上成績に依れば鹽害は移植直後期被害量大にして次で穗孕期にして伸長出穂之に次ぐ。

第 四 表 (愛知縣農事試驗場)

鹽水注期	鹽水濃度 %	鹽分加用 方 法	供試水稻 品 種	収 收 量 (瓦)	全 收 量 (瓦)	標準區に對す る収收量比率	生 育 狀 況
7 月 28 日	0.0	—	庄 兵 衛	54.0	—	100	{ 完全なる穀粒極めて少し [完全なる穀粒殆んどなし莖葉 生長せず
同 同	0.1	(2)	同 同	44.9	104.9	83	
同 同	0.2	同 同	同 同	25.3	80.6	47	
同 同	0.3	同 同	同 同	8.1	59.3	15	
同 同	0.35	同 同	同 同	8.4	53.6	16	
同 同	0.40	同 同	同 同	0.8	29.1	1.5	
同 同	0.45	同 同	同 同	0.3	29.5	0.6	
同 同	0.50	同 同	同 同	1.2	38.8	2.2	
同 同	0.55	同 同	同 同	—	22.3	—	
同 同	0.60	同 同	同 同	—	22.5	—	
同 同	0.65	同 同	同 同	—	24.0	—	完全なる穀なし
同 同	0.70	同 同	同 同	—	17.5	—	
同 同	0.75	同 同	同 同	—	22.3	—	
同 同	0.80	同 同	同 同	—	19.0	—	
同 同	0.90	同 同	同 同	—	17.5	—	
同 同	1.00	同 同	同 同	—	12.0	—	
8 月 25 日	0.4	同 同	同 同	30.5	95.6	57	
同 同	0.7	同 同	同 同	18.5	67.3	34	
同 同	1.0	同 同	同 同	7.0	58.2	13	
同 同	1.5	同 同	同 同	0.5	57.0	0.9	
9 月 6 日	0.4	同 同	同 同	45.6	111.7	84	
同 同	0.7	同 同	同 同	40.0	99.7	74	
同 同	1.0	同 同	同 同	32.8	93.6	61	
同 同	1.5	同 同	同 同	15.8	90.9	29	

一 苗 代 第 五 表 (熊本縣農事試驗場)

鹽水濃度 %	鹽 分 加 用 方 法	供試水稻 品 種	發芽數 (本)	30日目に 於ける苗 本數	同右草丈 (釐)	同右 被害狀況	45日目 同 右
標 準	内容一封度の廣口瓶を 用ひこれに本場耕土を 充し土壤水分を加算し 所定濃度とし土壤を混 和泥狀とし上澄液泡沫 を除去し嫌め浸種した る種粒を播下せり 同 同	—	10	10	13.5	なし	正常
0.05		—	10	10	13.0	なし	同
0.10		—	10	10	13.0	なし	同
0.25		—	10	10	13.0	害を認む生育良好な らず	半枯死
0.50		—	10	8	12.0	葉先及下葉枯死し生 育良好ならず	枯死
0.75		—	8	4	9.5	發芽後漸次枯死	同
1.00		—	5	3	8.0	同上	同
1.50		—	0	0	—	發芽せず	同

備 考 本試験は綿密なる注意の許に二回繰り返したるも同一の成績を得たり。

二 本 田

鹽水濃度 %	鹽分加用方法	供試水稻 品 種	挿秧前に食鹽加用			活着後に加用の場合			穂孕期に加用の場合		
			全收量	収 比	収 量 比	全收量	収 比	収 量 比	全收量	収 比	収 量 比
標 準	苗代に於ける試験の 要領に従ふものとす 蒸發吸收に對しては 自動的に澆水を補給 し落水時迄所定濃度 を保つことに努めた り	一號神力	139.9	65.4	100	135.9	65.4	100	124.9	65.4	100
0.10		同	70.2	40.5	54	147.3	71.6	109	150.0	73.0	112
0.25		同	42.6	22.5	34	100.1	51.7	76	148.7	71.1	110
0.50		同	活着せず			8.2	0.6	9	143.7	69.4	106
0.75	同	同	同			枯死			103.2	44.0	67
1.00	同	同	同			同			105.6	38.0	58
1.50	同	同	同			同			105.4	17.9	27

本試験成績の要領を摘記すれば下の如し

一 苗 代

- (1) 0.5%は發芽には差支なし
- (2) 0.75%より發芽歩合を減じ、1.5%に至れば全く發芽せず
- (3) 發芽當時よりも寧ろ其後の伸長期に至りて被害の状況を現はす
- (4) 即ち播種後 45 日目に至れば 0.1% 迄は標準區と差異なきも 0.25% に至れば害を認む
- (5) 0.5% に至りては害甚しく 0.5 以上は全部枯死せり
- (6) 被害の状況は先づ下葉の葉先より燃れて白枯し後黒斑を現はす。

二 本 田

甲 挿秧前に加用の場合

- (1) 苗代に於けるよりも被害大なり
- (2) 0.1%は既に害を認む
- (3) 0.5%以上は活着せず

乙 活着後に加用

- (1) 甲に比し一般に害少し
- (2) 0.1%迄は害なきも 0.25% より收量を減じ 0.5 に至れば殆んど枯死す

乙 穂孕期に加用

- (1) 0.5%迄は殆んど害なく 0.75%より漸次收量を減ず
- (2) 1.5%に至るも收量皆無となることなきも概は充實することなし

第 六 表 (岡山縣農事試験場)

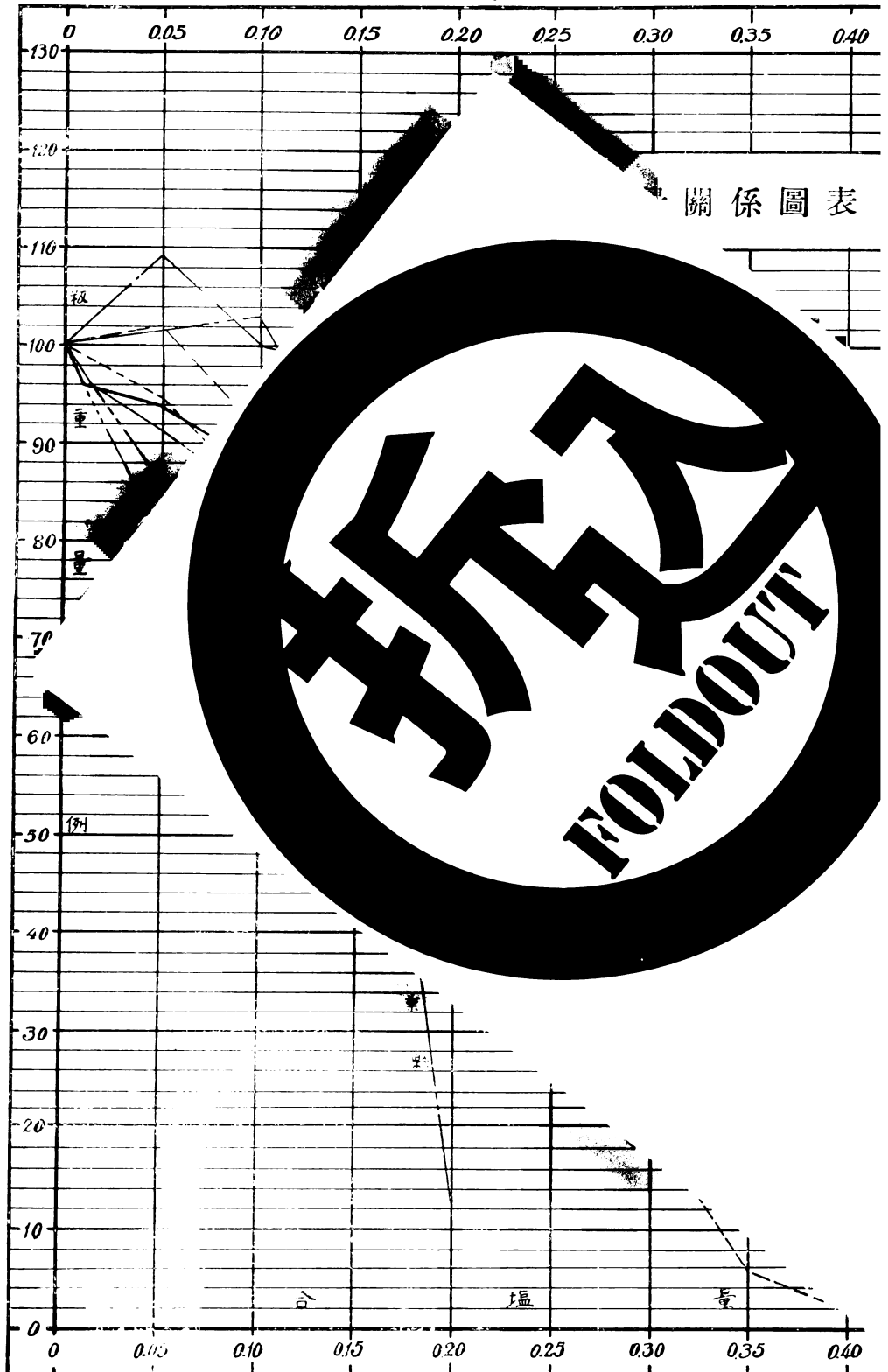
鹽化物濃度	苗 代	本 田 (移植當時)
0.2	根部に被害の状況を呈し養分吸収を妨げ葉色黄變	殆んど被害を認めず
0.3	生育全く中止し時に枯死す	{ 多少被害を認むるも收量も大なる影響なきを認む
0.4	數日にして枯死す	{ 生育は中止し漸次葉先より枯れ(30, 4)日にて枯死す
0.5		數日にして枯死す

備 考 鹽化物の濃度を正しくせる場合は上記の結果を示すも實際水田に於ける灌漑水は普通濃度低きを以て 0.40% または多くの場合被害極めて少きを常とす。

鹽害は如何なる時期に最も有害作用を呈するかは以上掲げた表から大體の判斷がつくことと思はれる、即ち稻の幼い時代程被害甚しく時期の進むに従つて被害の度の輕微になつてゆくことはどの試験結果も一致してゐる。

以上の試験結果を一括して一つの圖表にしたらと思つたが試験がまちまちなので熊本縣の本田試験のみを附圖第二にして見た。

附圖第一



流れの分類と水理計算に就きて

高 月 豊 一

内 容 順 序

- I 水の流動の分類
- II Strömen, Schiessen 及び其の限界
- III 開渠に於ける水位の計算
- IV 孔口及び堰の理論公式に関する考察
- V 橋脚等の障礙に依る水面隆起の公式

本文は主として Prof. Th. Rehbock; Dr.-Ing. P. Böss 及び Dr. F. Bundschu の論文よりとりたるものにして水の流動を波速より小なる場合と大なる場合とに區別して各種の水理現象を説明したるものなり。

この分類は Rehbock が 1917 年頃 Betrachtung über Abfluss, Stau-und Walzenbildung bei fliessenden Gewässern に提唱せる所にして Böss が更に 1919 年頃 Berechnung der Wasserspiegellage に敷衍して開渠の水位計算の解説を試み又 1928, Der Ingenieur, Heft 26. に Bundschu が孔口及堰の公式の説明に應用せる所なり。

又 Böss 氏は同じ様な論文が殆んど同時に Julian Hinds 氏に依り Engineering News-Record No. 85, 1920 に發表せりと云つて居る、尙同種類の記事が Proceedings Jan. 1928. に 'M. D. Casler, Stream Flow in General Term (岡本氏譯, 耕地整理研究會報第 87 號) にあり、併せて讀まれん事を望む。

I. 水の流動の分類

水の流動に就きては既に學者に依り種々區別されて居るが Rehbock 氏の分類に依れば流體が重力及び其運動のエネルギーに依つて流動する場合流體の横斷面の全周圍が壁に依つて限られて居るか又は底壁に依つて保持されて自由水面をなせる場合は之を Fliessen (普通の流れ) とし之に對し流體が其等の周壁又は底壁に依る導流から離れて外力に依つては何れの方角にも向ひ得る流動を Stürzen (瀑流) と稱せり。

次に Fliessen を下の三つに分類す、即ち

- | | |
|---------------|------------------------|
| a.) Gleiten | |
| b.) Strömen | } Turbulentes Fliessen |
| c.) Schiessen | |

Gleiten は又 Laminar od. Parallelbewegung (平行流) とも稱すべきものにして流體の流れを縦斷的に小部分に切り考ふるとき各が平行なる途を流れる状態にして極く稀に起る現象

なり、之に對し普通の開渠等の流れを *Turbulentes Fliessen* と稱せり、この區別は *Reynold* 氏の所謂限界速度に依る分類とは稍異り茲に *Gleiten* と稱する範圍狹きが如く實際上餘り關係なきを以つて以下省略する事とせり。

Turbulentes Fliessen は之を更に區分し其流速波の速度 $\sqrt{gt}$ より小なるものを *Strömen* と稱し之より大なるものを *Schiessen* と分類せり。 t は水深を示し一般に波の速度の $\sqrt{gt}$ にて表はされる事は水理の書籍に見る所なるを以つて説明は略す、(*Gibson Hydraulics and its Applications* P. 406, *Hütte* I, 25 aufl. seit 347)

偕て此分類が本論題の骨子をなせるものにして此區別は *Rehbock* 以外の學者に於てもなせる所にて *Koch* 氏は “*ruhiges*” 及び “*reissendes*” *Fliessen* となし *Forchheimer* は其著 *Hydraulik* に “*stillem*” 及 “*wildem*” *Laufen* とあり又 *St. Venaut* は “*Flüsse*” 及び “*Wildbäche*” なる語を使用せりと云ふ

次に流れに時間的關係を入れて

- a.) 定流 (*Stationäre Bewegungen*)
- b.) 不定流 (*Nicht stationäre Bewegungen*)

に分類される事は熟知の事と思ふ而して不定流に就きては研究少く一般に其取扱複雑なるを以つて普通水理の書籍には記載せるものは少し、以下本記事に於ても定流の場合のみを取扱ふ、但し不定流に就きて實際上相當關係ある場合あるを以つて吾々水利技術者は少くとも其概念は明瞭にして置く必要ありと思ふ。

定流は更らに之を齊流及び不齊流に區分され不齊流は又之を減速流及び加速流に區分されることは詳説を要せず即ち前者は一般に所謂逆水曲線を形成し後者は沈下曲線の水面をなすなり、而して前述の *Strömen* 及び *Schiessen* (適當の譯語を知らざる爲め以下原語を使用す、若し適譯あれば御教示を願ふ土木學會誌には鶴見氏が緩流及び射流と譯されて居る) の區別はこの齊流加速流及減速流の何れにも存在するものなるを以つて天然の河川及水路に於ける流水は之を假令定流としても以上六つの状態の何れかに分類されるのである。

II. *Strömen*, *Schiessen* 及び其限界

開渠の底より計り *Bernoulli* の定理に依るエネルギーの高さを H とすれば普通の場合次の關係あり即ち

$$H = \frac{u^2}{2g} + t \dots\dots\dots (1)$$

t は水深、 u は平均流速にして Q を流、 F を斷面積とすれば $u = \frac{Q}{F}$ にて表はさる、 g は重力の加速度、以下本記事に於ては單位は米突制に依るものとす。

精密に云へば速度水頭は $a_u \frac{u^2}{2g}$ にて表はされ a_u は斷面に於ける流速の不同に依る係數

にして 1 より稍大なる値を有するものにて Rehbock 教授の研究に依れば平均 1.12 位なりと云ふも普通其爲めに起因する誤差は僅少なるを以つて此係数を附せざる場合多き故此際に於ても以下之を省略せり。

次に開渠の縦斷に於て各點の H を連絡する線をエネルギー線（動水勾配線）と稱し以下 E. L. にて表はす。幅 b の矩形斷面の開渠に就き考ふるに $u = \frac{Q}{bt}$ にして前式は次の如く表はさる

$$H = \frac{Q^2}{b^3 t^3 2g} + t$$

而して Q, b を不變とするときは $\frac{Q^2}{b^3 2g}$ は常數にして之を C にて表はすときは (1) 式は次の如くなる

$$H = \frac{C}{t^3} + t = \frac{C+t^3}{t^3} \dots\dots\dots (2)$$

前式は $t^3 - t^3 H + C = 0$ なる型の t の三次方程式となり之を解くときは一の負號の根と二つの正號の根とを得（この三次方程式の解法は $t = x + \frac{H}{3}$ と代入し $x^3 - 3\left(\frac{H^2}{9}\right)x - 2\left(\frac{H^3}{27} - \right) = 0$ なる特種の型になして解く）而して負根は實際上の意味なく正根の二つのうち大なる方は Strömen に對する水深を示し小なる値は Schiessen に對する水深を意味するものなり。即ち一つの H の値に對し二つの Strömen 及 Schiessen の場合の水深 t_0 及 t_u を得たり。

次に (2) 式に於て H の値を最小値にする t の値を求めんに $\frac{dH}{dt} = 1 + \frac{2C}{t^4} = 0$ 即ち

$$t = \sqrt[3]{2C} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^3 g}} \dots\dots\dots (3)$$

(3) 式より得たる水深 t は Q を流す場合の H の最小値を與ふるものにて換言すれば H が一定のとき最大の Q を流す水深となる、而して此 t より大なるときは Strömen にして小なるとき Schiessen となるものなり。依つて (3) 式にて得たる水深は之を限界深 $t_{gr.}$ と稱す。即ち

$$t_{gr.} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^3 g}} = \sqrt[3]{2C} \dots\dots\dots (3)'$$

之を (2) 式に代入するときは

$$H = \frac{C+2C}{(2C)^{\frac{3}{3}}} = \frac{3}{2} \sqrt[3]{\frac{Q^3}{b^3 g}} \text{ なるを以つて } t_{gr.} \text{ に對する } H \text{ 即ち } H_{min.} \text{ は次の如し}$$

$$H_{min.} = \frac{3}{2} t_{gr.} \dots\dots\dots (4)$$

(4) 式を (1) 式と比較するときは限界深の流速を $u_{gr.}$ とせば $\frac{u_{gr.}^2}{2g} = \frac{1}{2}$ となり換言すれば限界深は其時の速度水頭の二倍に相當する事を示す。

前述の關係は矩形以外の斷面に於ても幾何學的形狀のものなれば同様に見出し得べき筈のものにして (3) 式の限界深は H を一定として最大流量を流す水深を求むる事よりしても容易に求め得らるゝなり。

今梯形斷面に於て底幅 b , 側法の角度を α とすれば

$$Q = F \cdot u = (bt + \cot. \alpha t^2) \sqrt{2g(H-t)} \quad \text{に於て} \quad \frac{dQ}{dt} = 0 \quad \text{として}$$

$$t^2 \cot \alpha + t(0.6b - 0.8 \cot \alpha \cdot H) - 0.4b \cdot H = 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

矩形のときは $\alpha = 90^\circ$ $\cot \alpha = 0$ にして $t = \frac{2}{3}H$ を得, $b = 0 \cdot \cot \alpha = 1$ 即ち直角三角形のときは $t = \frac{4}{5}H$ となる。

尙 Q, b を一定として Strömen 及び Schiessen の場合に於ける t の關係を算出して圖示するとき興味深き圖表を得るも茲には省略する事とせり (Böss, Berechnung der Wasserspiegellage, P. 16)

次に限界深と勾配との關係に就き見るに一定水路に於て勾配を變化せしめて丁度限界深を呈する水面勾配を限界勾配 $J_{gr.}$ と稱し $J_{gr.}$ は動水半徑 R 及粗面度 n に關係するものなる事は勿論にして限界深の流速を $U_{gr.}$ とすれば定義による $U_{gr.} = \sqrt{gt_{gr.}}$ なる事は (3) 式から容易に知る事を得, 又

$$U_{gr.} = \sqrt{gt_{gr.}} = c \sqrt{RJ_{gr.}} = \sqrt{gR} \quad \dots\dots\dots (6)$$

但し水深に比し幅の大なる水路に於ては $t \div R$ とするときは (6) 式から次の關係を得

$$J_{gr.} = \frac{g}{c^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

今 c を Kutter 氏の公式を使用すれば次の如し, 但し Rehbock 氏は實驗により 0.03 m. なる修正項を挿入せり即ち

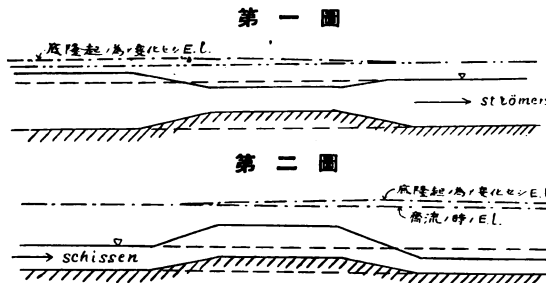
$$J_{gr.} = \left\{ \frac{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{J_{gr.}} \right) \frac{n}{\sqrt{R + 0.03}}}{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{J_{gr.}}} \right\}^2 \cdot g \quad \dots\dots\dots (8)$$

(8) 式により n 及び R の種々の値に對する $J_{gr.}$ を表示すれば次の如し。

R=	10.0m	3.0m	1.0m	0.3m	0.1m	9.03m	0.01m
n=1/90	1/1130	1/1000	1/830	1/610	1/432	1/300	1/240
n=1/70	1/730	1/630	1/500	1/350	1/240	1/150	1/120
n=1/50	1/420	1/340	1/260	1/160	1/103	1/630	1/490
n=1/30	1/190	1/140	1/930	1/510	1/290	(1/16)	(1/12)

次に Strömen と Schiessen との現象上の區別に就き述べんに Strömen に於ては流速波速より小なるを以つて水流断面の變化は上流に影響するも下流には及ばず、之に反し Schiessen に於ては上流に影響せず、この事實は各種の水理現象を説明するに重要なものにして後述の水路の水位を計算する場合 Strömen の場合は下流より計算を始め上流に及ぶも Schiessen のときには反對に上流から水位を決定して進むなり。

又水路断面の變化の場合の現象を見るに兩岸の突出底の隆起、橋脚等に依る断面縮少の時に於てそれが Strömen 状態に於ける場合なれば其縮少の區間に於て水位は下降し流速大となるが Schiessen の場合なれば反對に水位上昇して流速小となること第一圖及第二圖に示すが如し。



但し以上は或程度の範圍に於て表はれる現象にして水位の變化或る程度を超ゆるときは水流の變化即ち Strömen より Schiessen に或は其反對に移るので後者の場合は水は跳躍するのである。其變化に就きては後述するが如く限界深に近き水位に

て流れ居る場合起るものなり。尙 Strömen と Schiessen とは橋脚等に依る波の立ち具合が異るとも云はれて居るが餘り明瞭なる區別なきが如し。

一般に平坦地の河川水路等に於ては大抵の場合には Strömen の状態にして Schiessen は山間溪流に於て見る、而して同一場所の断面に於ても岸に近くは Strömen なるも中央に於て Schiessen なる事あり、又時間的に交互に變化せる事も見る。

III. 開渠に於ける水位の計算

定齊流に於て平均流速の公式として有名なる Chezy 氏の公式 $u = c\sqrt{RJ}$ より水深 t を求むる事は吾人の日常行へる所にして前式は $\frac{Q}{F} = C\sqrt{\frac{F}{P}}J$ として t に就きては三次式になるを以つて試算に依つて定むるを普通とす。

今開渠の縦斷に於て横断面 (1) 及 (2) の流速、水深断面積等を各 $u_1, u_2, t_1, t_2, F_1, F_2, \dots$ 等にて表はし水面勾配を J_0 、水路底勾配を J_b 、E. L. の勾配を J_e 、兩断面間の距離を l 、とし

h を以つて落差又は水頭を表はすものとせば齊流に於ては $J_s = J_w = J_e$, $u_1 = u_2$, $t_1 = t_2$ にして前記 Chezy 氏公式に於ける J は水面勾配を示すものでなく又勿論水路底勾配を示すものでなく實に J_e を意味するもので普通 J_s 或は J_w として使用せるは齊流とし取扱ふ場合多きに依るなり。

加速流のとき $J_e > J_w$, $u_2 > u_1$, $t_2 < t_1$

減速流のとき $J_e < J_w$, $u_2 < u_1$, $t_2 > t_1$

にして前者は沈下曲線をなし後者は背水曲線をなすことは云ふまでもなし。

而して一般に Bernoulli の定理に依り

$$lJ_s + t_2 + \frac{u_2^2}{2g} = t_1 + \frac{u_1^2}{2g} + lJ_e$$

$$lJ_s + t_2 - t_1 = lJ_e = h \quad \text{とすれば} \quad \frac{u_1^2}{2g} - \frac{u_2^2}{2g} = h - lJ_e \quad \text{にして}$$

$$h = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + lJ_e \dots \dots \dots (9)$$

又 $u = c\sqrt{RJ_e}$ なるを以つて $J_e = \frac{u}{c^2 R} = \frac{Q^2 P}{F^3 c^2}$ とするを得るを以つて (9) 式は之を一般的にするときは次の如くなる

$$h = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + Q^2 \int_0^l \frac{P}{F^3 c^2} dl \dots \dots \dots (10)$$

之定流にして不齊流なる場合の水位差を定める一般式にして逆水曲線の解法に於て F , P 等を l の簡單なる函數として取扱ひ得る矩形断面 (Ruhlmann; Bresse, Merriman 等其他大低之に屬す) 又は拋物線形 (Tolkmitt) とせるものにして梯形断面の時には拋物線形に直して取扱ふ位にして若し断面が少しく不規則に變化するときは到底其適用困難にして此場合 l を短く切つて近似値を求むるより外に方法がない様である、即ち中間断面に於て

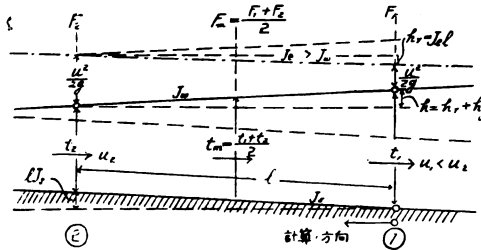
$F_m = \frac{F_1 + F_2}{2}$, $P_m = \frac{P_1 + P_2}{2}$ とし又 c は其變化の度小なるを以つて常數と看做し (10) 式を次の如くす。

$$h = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \frac{Q^2 P_m}{F_m^3 c^2} l \dots \dots \dots (11)$$

偕て前式の適用は Strömen に於ても又 Schiessen に於ても通用するもので先づ既知の断面より次の断面の水深を假定して試算により定めるなり。

此場合該開渠の流れが常態に於て Strömen なるか Schiessen なるかを見るのが重要な事にて即ちこれにより計算の出發點を異にし前者なれば下流より始め上流に向ひ次の断面を

第三圖



定め、後者なれば上流より下流に進むを原則とする事前述の如し。

然れども此方法に依るとき或場合に於て不合理となり計算不可能に遭遇するのである。

この場合の説明並に解法に就き以下 Dr.-Ing. P. Böss 氏の論文に依り大略を紹介せ

んとす、同氏は Karlsruhe の Techn. Hochschule の實驗室にて實驗をせるものにて常に E. L. に依つて説明せり。

其解説に先だち水位計算に就き次の事實を記憶するを便とす、即ち Schiessen の場合に於ては二つの水深の差は各それに対する流速の水頭の差より小であるが Strömen の場合には流速の水頭の差より水面の差の方が大となり限界深に於て丁度一致する（證明略す、Böss; Berechnung d. Wasserspiegellage, seit 17) この事實よりして Strömen に於て計算して得たる h が假定したる h' より大或は小なるときには次の試算に於ては h' を小或は大にすべきであるが Schiessen の場合には之と反對に h が h' より大或は小のときには次の試算にては更に大或は小にとるのである。

1.) Strömen を常態とせる開渠に於て断面縮少の場合に於ける水位の變化。

第四圖を示すが如き縦斷に於て横斷 (70) より (30) の間に水路底隆起せる爲め如何に水面が變化するかを推算せんとするに Strömen なるを以つて下流より始むるを原則とする即ち断面 (70) 迄では齊流にして $J_s = J_w = J_e$ にして H 及 t は Chezy 氏の式により既知のものとする、勿論開渠の b は不變なる場合とす。

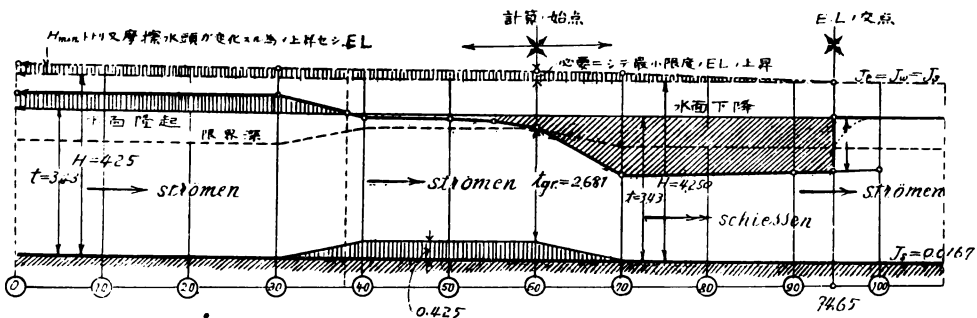
次に限界深 t_{gr} を (3) 式に依り求む、此際に於ては縮少區間に於ても同様の値をとる、例へば $Q = 550 \text{ m}^3/\text{sec}$. $b = 40 \text{ m}$ とすれば $t_{gr} = \sqrt[3]{\frac{550^2}{40^2 g}} = 2.681 \text{ m}$ なり、次に $H_{\min}$ を求むるれば $H_{\min} = \frac{3}{2} t_{gr} = \frac{3}{2} \times 2.681 = 4.022 \text{ m}$ なり。

偕て断面 (70) 迄では水深既知なるを以つて (70) を計算の起點として次の断面 (60) の水位を求めんとす、此場合断面 (60) に於ては底隆起の爲め E. L. の高さ小となりたるを以つて水位は下降せざるべからず、蓋し限界深に於て H 最小にして流量最大なればなり。

在來の方法にて (60) に於ける H 及 t を決定したりとし若し断面縮少の爲めによる摩擦水頭の變化を無視するときは (60) より (40) 迄で $J_e = J_w = J_s$ にて (40) 迄同一水深にして (30) に於て再び元の常態の水深に復する筈なれども實際に於ては断面變化の爲め摩擦水頭不變なる能はずして圖に於て見るが如き E. L. の變化並に水位の變化を呈す。

迄で水路底と平行して t_{gr} の水深を保ち縮少区間以外に於ては t_{gr} の上下二つの水深をとり得るなり、即ち t_0 又は t_u の何れかをとる事になる、而して其決定に就きては後述の如く摩擦水頭の變化を考慮して決定さるゝものにして上流に於て Strömen 下流に於て Schiessen の状態をとるが至當となり。水位計算の出發點は断面 (60) を限界深として上下流に進むものなる事を知る。

第 五 圖



今摩擦水頭の變化を考慮するとき縮少区間上流の水位並に H の上昇は縮少区間の水位を限界深とするに必要なだけの外摩擦水頭の變化に基因する量が更に加はる筈にして又縮少区間に於ては $J_0 = J_s$ なる能はずして限界断面 (限界深即ち H_{min} をとる断面) が (60) なるか又は (40) なるかと云ふ事が問題となるも丁度断面 (60) に於て限界深になる様な限界の場合即ち前述せし計算の可能不可能の限界のときを考ふるときそれより上流は E.L. 並に水位とも再び各其限界の位置より遠ざかるを以て限界断面は縮少区間の下流部にある事を知る、若し之が断面 (40) にありて E.L. が最低の位置をとつたとしたなれば實際に於て其下流に於て計算再び不可能となり又不合理を伴ふ。

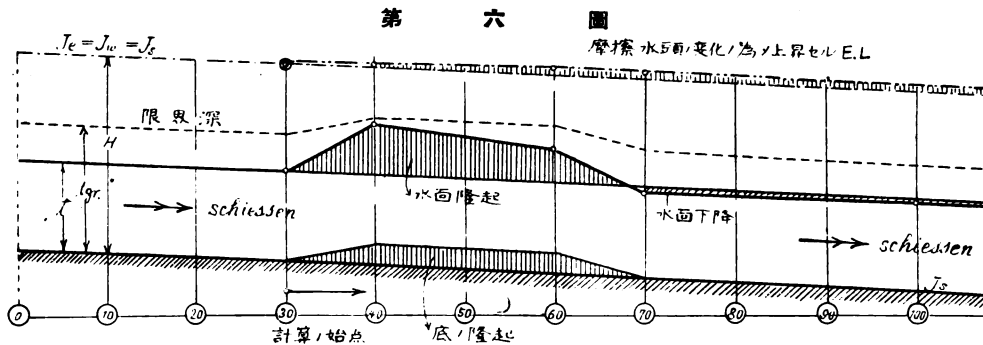
依つて (60) を出發點として計算を進めんに若し上流に向つて漸次上昇する E.L. に對し限界深より下の水位をとつたとしたなれば漸次水深小となり元の水位に復する事不可能となるを以て上流は Strömen の状態をとるを適當とす、之に反し (60) より下流は若し水位限界深より大にして進むときは遂に無限大となるを以て下流は Schiessen の状態を呈するを合理的とす。然れども常態は Strömen なるを以て何處かに於て Schiessen より Strömen に移らざるべからず、今断面 (70) より漸次下流に向つて水位を算定して進むとき J_0 は J_s より下り方急なるを以て遂に E.L. は其最低位置に達し水位は限界深迄上昇し計算は再び停頓する事となるべし、此場合の解法として前解説せし一つの H に對し二つの水深を求め得らるゝ事が重要な鍵を與ふるものとなり即ち此際 Schiessen より Strömen には漸次移るに非ずして急激に水位上昇するなり、この現象を跳躍 (Wassersprung od. Wechselsprung) と云ふ。而して其起る位置は Strömen 及び Schiessen の各に對する二つの E.L. の交點に於て

起る事は直ちに首肯出来る事と思ふ、この跳躍の現象に就きては既に Prof. M. Möller を始め多くの學者に依り研究されたる所なるが一般に前述の如く Schiessen より Strömen に移る場合に起る現象にして運動のエネルギーが急に位置のエネルギーに変化するのである、理論上からは二つの E. L. の交點に於て起る筈なれども實際の自然現象に於ては或る區間反動的の波が立ちて移る事は通常吾人の目撃する所なり。然し水位差が或る程度以上高くなると流れ来る水は上流に向つて顛覆して茲に Rehbock の所謂 Deck-Walze (一種の渦巻現象) なる現象を生ず、このときエネルギーの損失大となる爲め變移點は稍上流に移る事になる、而して顛覆の現象を起す程度其他に就きては今日の所更に研究を必要とする状態にして此場合のエネルギー變化の算定は Koch 氏の Stürzkrafttheorie に依つて行はれる由なるも此際は立ち入らざる事とす。偕て前述の E. L. の交點を求むる事は夾角が小なる爲め精密を缺く傾向ありて計算上これを定むる事も出来るも該断面に近くの断面の H を決定して其より直線と看做すものにして五十歩百歩の程度なるが如 (Böss; B. d. W. 41) き故省略する事とせり。

尙縮少區間の上流部に於て E. L. 並に水位の上昇するは縮少區間を通過する際異常に損失するエネルギーを蓄積するものとも解せらる。

2) Schiessen を常態とせる開渠に於て断面縮少せる場合の水位變化。

• Schiessen に於ては断面の變化は下流に向つて影響するも上流に波及せざるを以つて計算の始點を第六圖に於て断面 (30) として次に断面 (40) の水位を推算するを順序とす、勿論 (30) 迄は齊流として取扱ふ事は云ふ迄もなし、断面 (40) に於ては Strömen の場合と同様の理



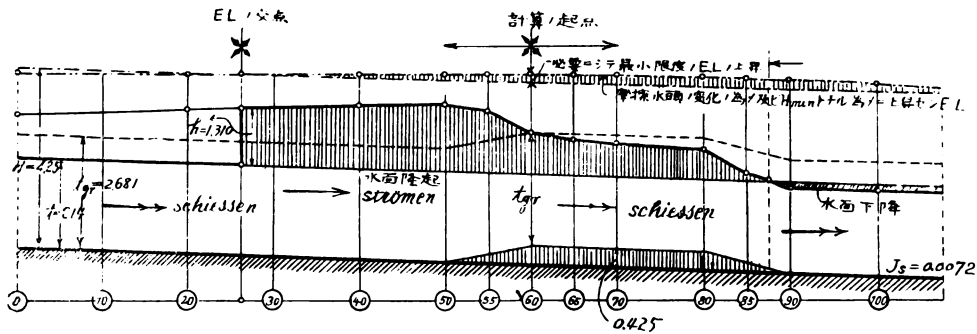
由にて而も現象は反對に水位は上昇し若し縮少區間の摩擦水頭の變化を無視するときは $J_e = J_w = J_s$ にして (40) より (60) 迄水深不變にして (70) に於て舊水深に復する筈なれども實際に於ては摩擦水頭の變化の爲め圖に於て見るが如く水位は (40) より漸次下り (70) に於て E. L. は縮少區間に於ける摩擦水頭の損失の増加丈け舊位置より上昇し水位は舊水位より下る。

次に断面 (40) に於て E. L. が其水路底よりの高さが $H_{\min}$ 以下となり、水位は前述の方

法にて計算するとき限界深以上となるときには到底この僅の E. L. の位置にては縮少区間の通過困難となる事は Strömen の場合と同様である。

前例に於て $H=4.25\text{m}$ $J_s=0.0072$ $t_u=2.14\text{m} > t_{gr}=2.681\text{m}$ となし水路底隆起 0.425m とすれば (第七圖参照) $H_{\min}=4.022\text{m}$ なるに E. L. は断面 (40) に於て $4.25-0.425=3.825\text{m}$ となるを以つて E. L. は摩擦水頭の變化を無視しても縮少区間を $Q=550\text{m}^3/\text{sec.}$ 通過せしむるには最小限度 $4.022-3.825=0.197\text{m}$ だけ上昇する必要ありて之によりて縮少区間の水深は $t_{gr}=2.681\text{m}$ を保ち其上下流に於て緩急二つの水深を求め得る筈なり。然れども次に摩擦水頭の變化を考慮するとき Strömen の場合と同様に考察して限界断面は Strömen の場合

第七圖



とは反對に縮少区間の J_e は J_s より緩なるを以て縮少区間の上流即ち断面 (60) にあるを至當としこの断面の水深を限界深とし計算の起點とする、而して茲より上流へは Strömen とし下流へは Schuessen として水位を決定する事第七圖に於て見るが如し。尙此際は常態は Schuessen なるを以つて上流に於て水面跳躍の現象を見下流の断面 (90) に於ては尙水面稍舊水位より沈下する事圖に示すが如し。

次に茲に特例として注意すべきは同じ Schuessen の状態とするも水路の勾配其他自然的條件よりは Strömen を常態とするも障碍物其他人工的條件の爲めに Schuessen をなせる場合には稍事情を異にするのである、例へば第五圖に於て縮少区間の下流部常態に復する迄での Schuessen の區間に更に第七圖の水路底隆起があつたとするときは縮少区間の E. L. の勾配が水路底の勾配より緩となりて断面 (60) に $H_{\min}$ があるとするときは上流に對しては不都合なきも下流に計算を進めるとき更に H が下降する事となり計算不可能となり又不都合となるを以つて此場合に於ては縮少区間の下流端 (80) を以つて限界断面として計算の起點として上下流に進むるを適當とす。

3) 以上は断面の縮少が水路底の隆起に依る場合を取扱ひたるも縮少が兩岸突出に依る場合も同様に取扱ひ得るのである、E. L. の關係は同様にして縮少區間に於ても水深を異にするも前例に於て縮少區間の水深を隆起しない元の水路底より計りたるものと考ふるときは其

相似たる事を知る。

序に水流状態の変化を起す限界と断面縮少の割合との関係に就き考察するに次の如き関係を得即ち第八圖に於て断面 (1) (2) の水深を $t_1 t_2$ とせば水位差 h' は

$$h' = t_2 - t_1 + l J_s$$

なると同時に

$$h' = h_r + h_g = \frac{Q^2 P_m l}{F_m^3 C^2} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g}$$

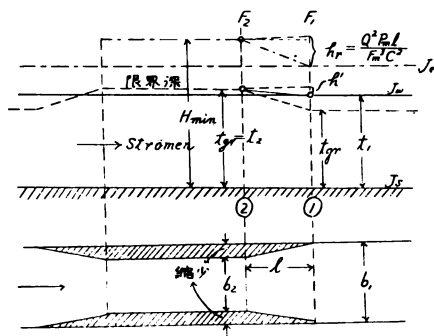
なる関係あり、故に今

$$t_2 = t_{gr.} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b_2^2 g}}$$

とするときは次の関係式を得。

$$\sqrt[3]{\frac{Q^2}{b_2^2 g}} - t_1 + l J_s = \frac{Q^2 P_m l}{F_m^3 C^2} + \frac{\left(\frac{Q}{b_1 t_1}\right)^2 - \left(\frac{Q}{b_2 \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b_2^2 g}}}\right)^2}{2g} \dots \dots \dots (12)$$

第 八 圖



本式に依り本流の状態の変化を起すか否か又は在來の計算方法の肯定さるゝ範囲を見出し得るべし。

尙断面縮少の場合は梯形水路に於て側法の變化せる場合にも適用出來得べく又橋脚に依る断面縮少、或は運河等に於て船舶の通行の爲め縮少さるる場合等起る水位變化の説明に於ても應用さるべきものなり。

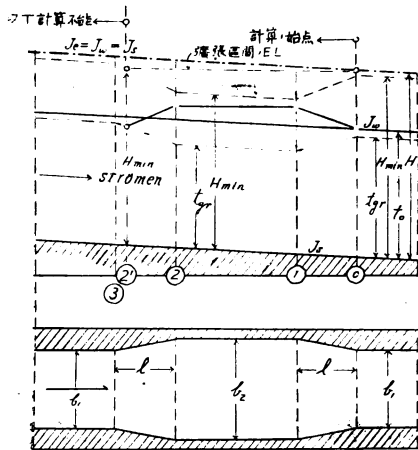
4) 開渠に於て断面擴張の場合に於ける水位

の變化。

第九圖の如く Strömen を常態とせる開渠に於て兩岸へ擴張されたる區間ある爲めに起る水位の變化を算定せんとするに此際は断面 (0) を計算の始點として上流に次の断面を求めんとする順序なるは勿論なり。而して此場合水位は上昇するを至當とし擴張區間の E. I. の勾配は J_s より緩となるべく若し其 E. I. が断面 (3) に達しない前に於て H_{min} 迄低下したるときは次の断面を算定すること不可能となり新なる考案を必要とするのである、換言すれば此場合は常態に於ける E. I. の位置が H_{min} より僅に上にある場合即ち水深が僅に限界深より深きときにして擴張區間の摩擦變化の影響を受け忽ちにして H_{min} に下るに到

る場合なり、此際断面擴張なるを以つて H_{min} は其區間に於ては現はれないものと見らるべく又在來の方法にて計算可能なるか否かは全區間の摩擦水頭の變化を考慮して始めて解るなり。前述の解説は Schiessen の場合にも同様の考察をなし得べく此場合には反對に計算可能の範圍に於ては水位は下降するなり。

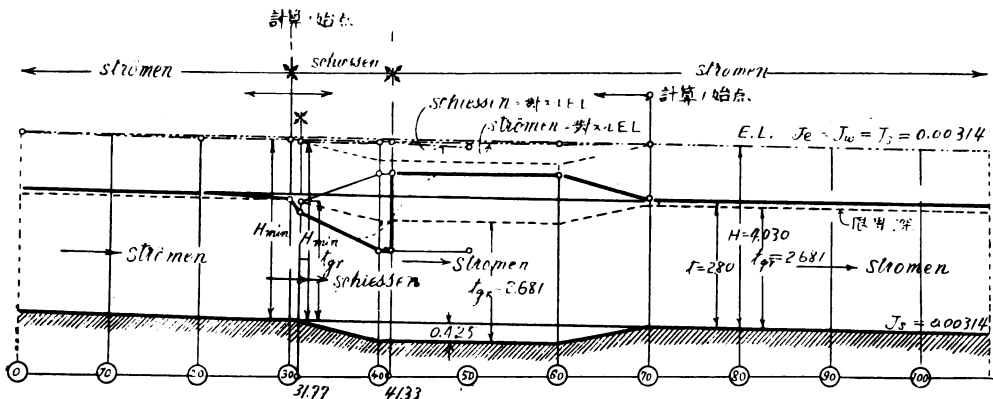
第九圖



次に前述の計算不能にて新なる考案を要する場合に就き述べんに第十圖に於て断面 (70) より上流に向つて計算を連續して断面 (31.17) に於て限界深に達し E. L. は H_{min} 迄低下したる爲めこれより先の算定は不能となれり、偖て此時断面 (30) に於て H_{min} となれりと假定するとき此場合が計算可能の限界にして又 E. L. は其位置の上昇最も少くして足る場合なるを以つて E. L. は断面 (30) に於て H_{min} をとる程度丈け其位置を變化するものと思惟せらる、依つて断面 (30) を限界断面として計算を始め上流は Strömen にし

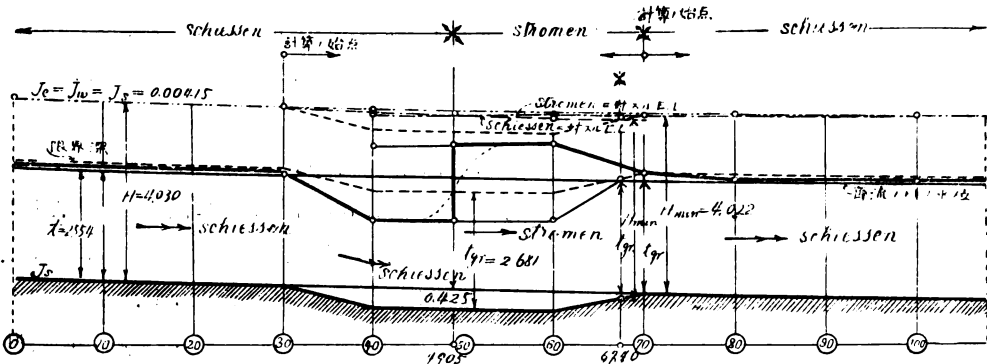
て漸次常態に近づき下流は Schiessen の状態を呈し其 E. L. と断面 (70) を出發點として定められたる E. L. との交點に於て水流は跳躍して Schiessen より Strömen に移る、而して Schiessen を呈する區間は比較的短きを常とす。

第十圖



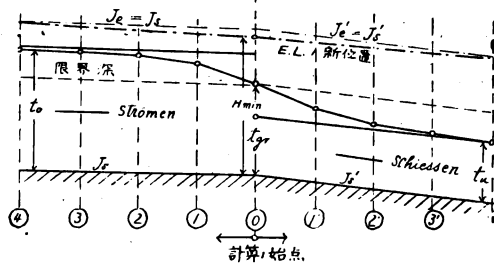
次に Schiessen を常態とせる場合に於ては第十一圖に示すが如く此場合は断面 (30) より下流に向つて計算を開始し断面 (70) に到る迄に於て限界深に達せしを以つて更に断面 (70) を限界断面として上流へは Strömen とし下流へは Schiessen として計算を進め (30) と (70) との間に於て兩 E. L. 交叉し Schiessen より Strömen に跳躍するなり。此際は Strömen

第十一圖



を呈する區間が短き事圖に於て見るが如し。

第十二圖

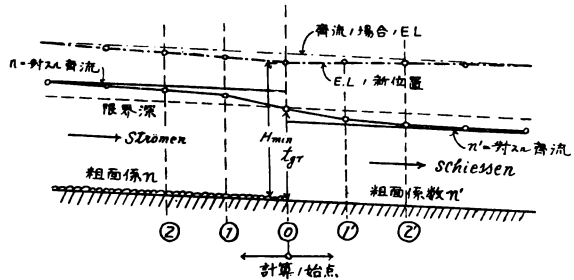


5) 水路底勾配又は粗面度の變化の爲め Strömen より Schiessen に移る場合の水位の變化。

此場合は別に特別の考案を要せぬのである、今第十二圖及第十三圖に於て上流は Strömen にして下流は Schiessen とする、即ち $u = c\sqrt{RJ}$ なる式に於て J

又は c の異なる爲め上流は常態に於て水深限界深より深く下流は浅き場合其水位の變位を算定せんとする場合其計算の始點を何處とするかと云ふに其勾配又は粗面度の變化する位置を限界深として上流及下流に向つて計算を進める事の適當なる事は解説を要しないと思ふ。

第十三圖



貯水池の餘水吐の水路等に於て往往此種の狀態を見る事あり、確か King, Wisler, Hydraulics 及び森氏「水理學と其應用」に其類似の計算例ありしと思ふ。

IV. 孔口及び堰の理論公式に関する考察

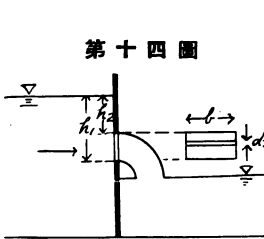
本記事は Dr.-Ing. Bundschu の Berlin の Techn. Hochschule の實驗室に於ける實驗報告にして Der Bauingenieur, Heft 26, 1928. より抄譯せしものなり。

1) 在來の孔口及び堰に関する公式の誘導。

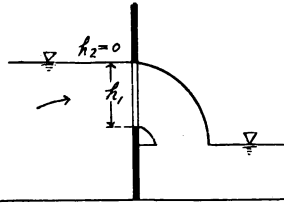
從來吾人の接せる水理學に關す書籍に見る孔口又は堰の公式の解説は大抵次の如し。

即ち第十四圖に於て見るが如く孔口の場合に於ては $dQ = b\sqrt{2gh} dh$ 従つて

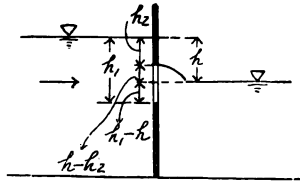
$$Q = b \int_{h_2}^{h_1} \sqrt{2gh} dh = \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_1^{\frac{3}{2}} - h_2^{\frac{3}{2}}) \dots \dots \dots (13)$$



第十五圖

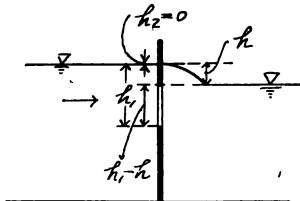


第十六圖



堰に於ては $h_2 = 0$ の場合にて第十五圖に見るが如く

第十七圖



$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h_1^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (14)$$

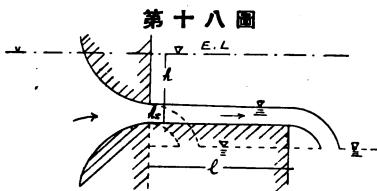
次に孔口が半ば水面下にある場合及び潜水堰の場合には第十六圖及第十七圖に於て明なるが如く断面を二つに區分し考へ次式を作れるなり。

$$Q = \sqrt{2g} b (h_1 - h) \sqrt{h} + \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (h^{\frac{3}{2}} - h_2^{\frac{3}{2}}) \dots \dots \dots (15)$$

及び
$$Q = \sqrt{2g} b (h_1 - h) \sqrt{h} + \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (16)$$

2) 新公式の誘導。

然るに Bundschu 氏は全く前述と異りたる出發點よりして次の新公式を誘導せり即ち第十八圖に於て孔口の上縁より水面迄の水頭を h_1 孔口の高さを h_t 幅を b とす偕て今孔口の出口より長さ l にして最後は自由落下をなし而も水路としての抵抗を無視したる水平の水路を連絡したと假定する、然るときは $h > \frac{h_t}{2}$ なるを以つて前述の第3式によりこの水路は Schies-

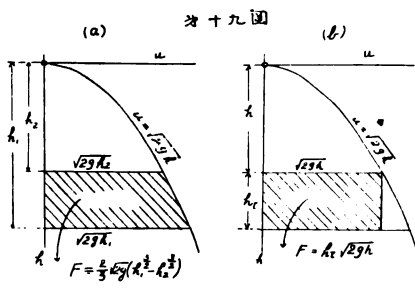


sen の状態を呈するを以つて下流の變化は上流に影響せず流速は $u = \sqrt{2gh}$ にして $Q = bh_t \sqrt{2gh}$ なり而して次にこの l を段々小にして考へ遂に $l = 0$ となるときは即ち孔口の場合にして次式を得るなり。

$$Q = bh_t \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (17)$$

今第十九圖の如く h に對する u の關係曲線を作るとき (a) のハツチせる面積は在來の公式に依る流量を表はし (b) に於ては新公式の流量を示すことになる。

次に h を漸次小として考へ水路底より E. L. 迄の高さを H とするとき $h = \frac{1}{3} H$ と

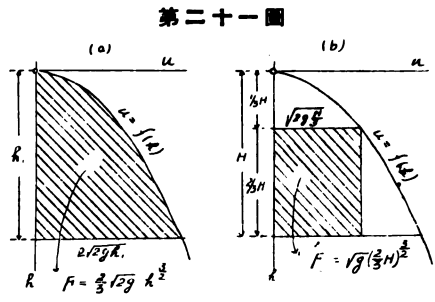
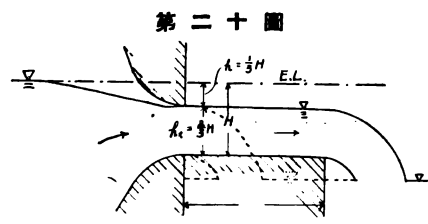


なりたる場合に就き考ふるに此時は即ち前述の Strömen と Schiessen の限界深の場合にして $h = \frac{h_t}{2}$ 又 $h_t = \frac{2}{3}H$ なり依つてこの時の流量は

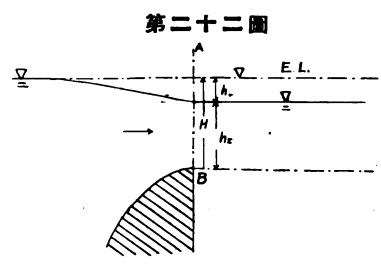
$$Q = bh_t \sqrt{2gh} = b \left(\frac{2}{3}H \right) \sqrt{2g \frac{H}{3}}$$

なる故次式を得

$$Q = \sqrt{g} b \left(\frac{2}{3}H \right)^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (18)$$



本式に依る Q を在來の式に比較するときは第一十二圖に於て見るが如し。



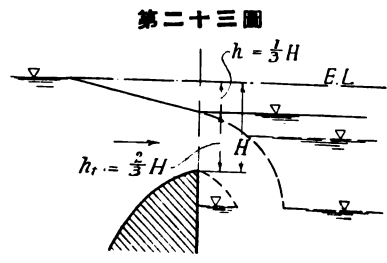
次に第二十二圖の如き理想的型を有する潜水堰に就き考究するに上下流の水位差を h とするときは AB 断面に於ける流速は $u = \sqrt{2gh}$ にして $Q = bh_t \sqrt{2gh}$ $h_t = H - h$ 故に

$$Q = b (H - h) \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (19)$$

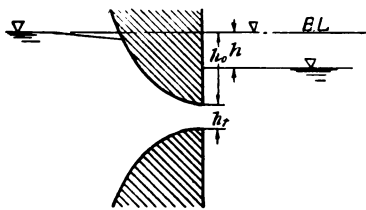
今 (19) 式に於て $\frac{dQ}{dh} = 0$ として Q の最大値を求むるとき $h = \frac{H}{3}$ のとき Q_{max} なることを知る、このときの流速は $u = \sqrt{2g \frac{H}{3}}$ にして $u = \sqrt{gh_t}$ 即ち前述水路の場合の限界深となり、而して $h \geq \frac{H}{3}$ のときは下流の變化は上流に波及せざるを以つて下流水位が更に低くなり $h > \frac{H}{3}$ なりたりとも $u = \sqrt{2g \frac{H}{3}}$ にして

$$Q = b \frac{2}{3}H \sqrt{2g \frac{H}{3}} = b \sqrt{g} \left(\frac{2}{3}H \right)^{\frac{3}{2}}$$

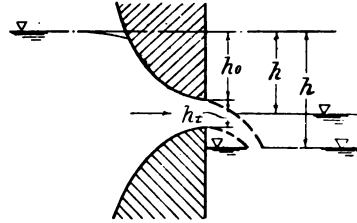
同様にして溢流堰の場合と變りなし、故に堰に於ては $h \leq \frac{H}{3}$ に依りて異なるものなる事を知る。



第二十四圖



第二十五圖



次に水面下の孔口に就て見るに第二十四圖に於て孔口の斷面積を F とすれば $u = \sqrt{2gh}$ にして

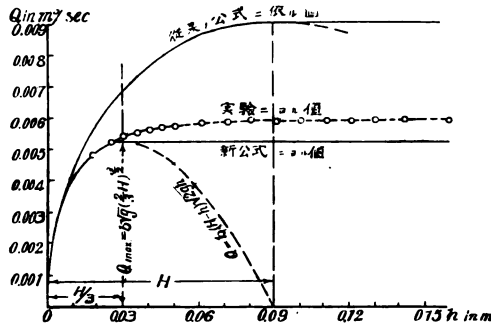
$$Q = F\sqrt{2gh} \dots\dots\dots (20)$$

$h = h_0$ となれば $Q = F\sqrt{2gh_0}$ となる

而して更に下流水面下り $h > h_0$ となりたる場合を考ふるに第二十圖により容易に解るが如く一般に水門扉等にて制限されたる場合流出状態は所謂 Schiessen の状態を呈するものなるべく従つて下流の水位は上流に影響せざるを以て例へ下流水面が孔口下縁以下になりたりとも流出状態に變化なき事となる、依つて此場合に於ては $h \geq h_0$ に依り區別さるべきなり。

次に溢流堰に於て h と Q との關係を圖示するに Q を縦軸に h を横軸にとりて第 19 式 $Q = b(H-h)\sqrt{2gh}$ により關係曲線を作るときは第二十六圖の如き曲線を得、この曲線に於

第二十六圖



て $h=0$ $h=H$ のとき $Q=0$ なるは勿論にして $h = \frac{H}{3}$ のとき $Q_{\max}$ なり。

尙 Bandschu 氏の實驗の結果及び在來公式により算出せし値及新公式に依りし値を比較するに第二十六圖に示すが如し、但し同氏の實驗は $b=0.116m$ にして理想的の型を有し H は堰頂より $0.09m$ なる模型的實驗なり又接近速度もなき場合にて h を種

種變化せしめて得る値なり。

以上堰に關する公式は又取入口等にも適用さるゝもので前述の諸公式を一括して次に示す事とせり、係數 m に就きては同氏は次の如く定め居れり即ち潜水堰溢流堰に於ては放射作用と摩擦、渦卷、收縮等に依る損失と相殺して $m=1$ となし、取入口及び水中孔口に於ては $m=0.9 \sim 0.95$ 、水面上の孔口には $m=0.95$ 位が適當なりとせり。

而して一般に水理に關する公式は其係數に依り其價値の左右される事大なるものなるを以つて余は新公式並に其係數に就きては讀者諸兄の機を得て御實驗の上御評價あらん事を望むものなり。

V. 橋脚等の障礙に依る水面隆起の公式

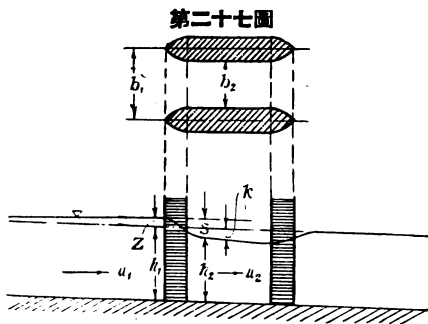
開渠に橋脚橋臺或は樋門等を設置したる場合に起る水面隆起は前述の断面縮少の場合に外ならされども一般に其變化急激にし縮少區間短く到底 (11) 式を應用する事は困難なり。然れど開渠の流れの Strömen なるか Schiessen なるかにより状態の異なるは勿論なり。

而して多くの水理學書に表はれたる橋脚に依る水面隆起に關する算式を見るに可成多くの種類あるも其誘導に於て大體次の二通に區別さる、即ち孔口と堰との公式を加へたる潜水堰の公式を應用せるか又は次の如く上流の流速と橋脚間に於ける流速とを水頭に換算比較して水位差を求むるか何れかの様である例へば Gibson; Hydraulics and its applications に依れば第二十七圖に於て

$$h_1 + \frac{u_1^2}{2g} = h_2 + \frac{u_2^2}{2g}$$

なる關係あるを以つて之を變形して次式を誘導せり

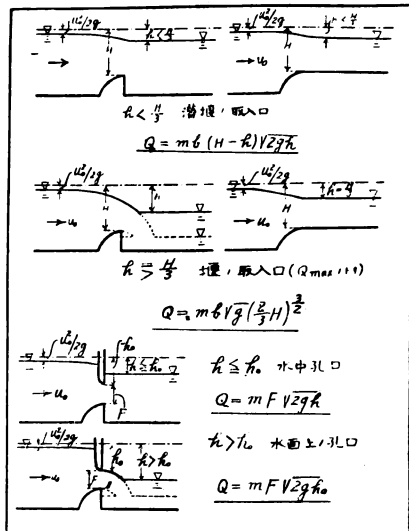
$$s = h_1 - h_2 = \frac{Q^2}{2g} \left\{ \frac{1}{c^2 b_2^2 (h_1 - s)^2} - \frac{1}{b_1^2 h_1^2} \right\}$$



第二十七圖

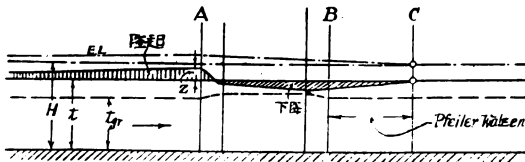
而して前式に依る s は明に橋脚上流端前後の水位差を示すもなり。然るに此際單に水面隆起と稱するは寧ろ橋脚等のなき場合の水位よりの隆起を意味すべく實際水利上に於ても此兩者を區別するを適當と思惟す、圖に於て Z は後者を示す。(Hütte I 25 Aufl. には明に Z と k とを區別せり。)

Rehbock は前者を Scheinbaser Stau (見かけの隆起) と云ひ後者を Wirklich Stau (實際の隆起) と稱せり、而して同氏の橋脚に依る隆脚の現象の解説を見るに第二十八圖及び第二十九圖に於て何れも縮少區間の水深限界深を下らざる場合なるを以つて第四圖に説明せるものに相當すべく橋脚の下流端 B に於て舊水位に復すべき筈なれども實際に於ては水流混亂を呈し斜流、渦卷、及 Walz (渦卷の一種) 等の現象の起る爲め摩擦勾配の變化は B より下流より起る事となる、而して橋脚の直ぐ下流に Pfeiler od. Uferwalzen と稱する渦卷運動の起

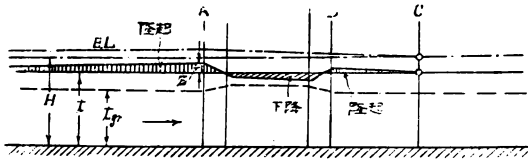


るときは其存在の爲め通水断面減少して其 Walzen の終端迄で橋脚が進長されたるものと看

第二十八圖



第二十九圖



ては以下省略するも上流に於ては水面隆起の現象なく橋脚區間に於て水位上昇するは勿論にして下流に對し僅に水面隆起又は下降の現象を見ると云ふ。

而して Rehbock 氏は 1917 年頃 Karlsruhe の水理實驗室にて多くの模型實驗を行ひ其結果より得たる實驗式を Zentralblatt d. Bauverwaltung, 1919 に發表せるも同文献に接する能はざりしを以つて其より引用せる書籍 H. d. I. Teil III. Band. I; Weyrauch, Hy-

draulisches Rechnen 等より其結果のみ紹介せんとす。

同氏は實驗の結果を次の三種類に纏めたり。

- a.) 完全に Strömen の状態を呈せる場合。
- b.) 一部分水流状態の變化せる場合。
- c.) 全部水流状態の變化する場合。

a.) c.) の場合は大體前述の説明に依り想像さるゝも b.) の場合は稍明確を缺く感あれど字句通り解し通水断面の一部分 Schiessen の状態を呈するものとし a.) と c.) との中間の状態とす。

今矩形水路に於て橋脚の形狀は兩端共兩側より幅の二倍に等しき半徑を持つた圓弧を以つて尖らし又長さは幅の三倍乃至八倍となしたる場合に於て前記三つの場合に區別して各實驗式を作れり。

f 流心に直角に計り縮少されたる斷面積

F 水路の全通水斷面積

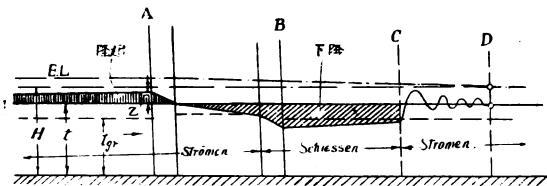
t 隆起なきときの水深

做され水位は下降する事第二十八圖に示すが如し之に對しこの Walze の起らないときには第二十九圖の如く僅に水位の上昇するを普通とすると云ふ。

次に第三十圖は所謂水流状態の變化を呈する場合にして第五圖に對照さるべきものにして摩擦水頭の外更に限界深をとるべく水位の上昇を來すなり。

尙 Schiessen を常態とせる場合に就き

第三十圖



k 速度水頭にして $\frac{u^2}{2g}$ なり但し u は平均流速にして $\frac{Q}{F}$ にて表はさるべきものなり、
 又 $\alpha = \frac{f}{F}$, $\omega = \frac{k}{t}$ (Rehbock は α を Verbauung, ω を FlieBsverhaltnis と稱せり)
 とし更らに $\alpha_A = \frac{1}{0.97 + 21\omega} - 0.13$ $\alpha_B = 0.05 + (0.9 - 2.5\omega)^2$ とするとき a.) b.) c.) の間に次の関係あり、即ち

$\alpha > \alpha_A$ のとき a.) の状態を呈し

$\alpha_A < \alpha < \alpha_B$ のとき b.) にして

$\alpha > \alpha_B$ のとき c.) の状態となる

a.) の場合即ち完全に Strömen の場合には

$$Z_a = (0.72 + 1.2\alpha + 40\alpha^4)(1 + 2\omega)\alpha k \dots\dots\dots(21)$$

本式は前記の場合の外他の形の尖端の場合に於ても通用する式にして尙 $0.06 < \alpha < 0.16$ 及び $0.03 < \omega < 0.12$ なるときには本式の代りに次の略式とするも約 16% の範囲の誤差の近似値を得ると云ふ。

$$Z_a' = \alpha k \dots\dots\dots(22)$$

b.) の場合に於ては $0.06 < \alpha < 0.30$ の範囲に對し

$$Z_b = (21.5\alpha + 33\omega - 6.6)\alpha k \dots\dots\dots(23)$$

又 $0.30 < \alpha < 0.6$ に對しては

$$Z_b' = \left(\frac{20\omega + 3.85}{0.9 - \alpha} - 6.6 \right) \alpha k \dots\dots\dots(24)$$

として實驗値と約 10% の誤差の範囲なりと。

c.) の場合に對しては水路の幅を B とし $\alpha \leq 0.9$ なるときには次式を與へ

$$Z_c = (0.54 + \alpha + 1.9\alpha^5) \left(\frac{Q}{B} \right)^{\frac{2}{3}} - t \dots\dots\dots(25)$$

又 $\alpha < 0.3$ に對しては次の如く簡単にせり

$$Z_c' = (0.54 + \alpha) \left(\frac{Q}{B} \right)^{\frac{2}{3}} - t \dots\dots\dots(26)$$

尙前二式に對し梯形及矩斷面の水路に於て約 20% の誤差を許容するとせば次の如き簡單式とする事を得ると云ふ。

$$Z_c'' = 5.6\alpha k \dots\dots\dots(27)$$

以上 Rehbock 氏の實驗式は矩形斷面に近き水路の場合に適用さるべきものにして洪水の洪水敷を流れる場合等には適用困難なりと云へり。

而して又前式を各種の橋脚の形狀に就き考慮するときは一般には β なる係数を加へて表はされ

$$Z = \alpha \beta k \dots\dots\dots (28)$$

となるべく β に就きては他の形狀に對しては更に實驗を必要とするも近似値を求むる式としては a_1 の場合に於て尖端を有する橋脚に對しては $\beta \doteq 1$ として第 (21) 式及び第 (22) 式が使用さるゝ事は前述の如し次に矩形の橋脚の時には隆起甚しく其實驗値の平均値を示せば大體次式の如しと

$$Z_a = 2.1 \alpha k \dots\dots\dots (29)$$

次に c.) の場合に就きては第 (27) 式より

$$Z_c = 5.6 \alpha \beta k = 5.6 \frac{\beta f}{F} \frac{u^2}{2g} \dots\dots\dots (30)$$

にして β に對して次の如き値を與ふ。

	表面滑かなるもの	同粗なるもの
細表く尖れる橋脚	1.10	1.25
頭首半圓の橋脚	1.20	1.40
中心軸に β なる角にて尖れる橋脚	$1.0 + 0.35 \sin \beta$	$1.0 + 0.6 \sin \beta$
矩形をなせる橋脚	1.35	1.60
曲線又は直線にて隅切りせる橋臺	1.00	1.05
直角をなせる橋臺	1.05	1.10

最後に余は前公式を例題に就き他の諸公式と比較し度いと思ふも貴重なる紙數を穢すに忍びず讀者諸兄に委す事とする。橋脚による水面隆起の公式も其數多く十以上を數へられ Weyrauch の Hydraulisches Rechnen には九つの公式に就き例題により其結果を示せるが其値の區々にして開きの大なるに驚かされる。前述の z , s 或は k (第二十七圖参照) との違いはあるも Rehbock 氏の公式に依る値は桁違ひの相違ありて之を見る とき公式の採擇に迷はされざるを得ないのである。この迷ひは實際の實驗が解決するものと思ふ。

砂濱開墾地の砂粒子と風速との關係 (豫報)

千 種 虎 正
秋 葉 滿 壽 次

第一 緒 論

第二 砂粒子の大きさと風速及び風力

I 砂粒移動の限界風速

(1) 粒子移動に要する力

(2) 風の抵抗と限界速度

II 砂粒子の運動速度と風速度との關係

III 砂粒子の斜面運動

第一 緒 論

我國太平洋沿岸及び日本海岸の一部には海岸漂砂の堆積に依る砂丘の成生せるを見受くる。

砂丘は自然に委す時は移動して内陸地に侵入し忽ち耕地、樹林等を荒蕪地に化せしむることがある。そのみならず又砂丘の移動は河口を閉塞し河口の移動を誘因し河川の排水關係を變じ上流部の耕地排水に影響せしむることが多い。従て農耕に従事するものは海岸砂防工事を行つて之れが防禦に勉め其の安全を計らなくてはならない。

從來の海岸砂防工事に依る消極的手段のみならず積極的には砂丘の成生を利用して砂濱の海洋中への進出を促し利用土地の擴張を速かならしむると同時に開墾地の安全を期せしむる手段方法を講ずるは砂濱開墾に際して考慮すべき點なることを堅く信ずる。

其の一例として静岡縣小笠郡池新田村地先の砂濱開墾を擧げることが出来る著者は田中教授並に山北技師の指導の下に之れが調査に従事し未だ完結發表の域に達せざるに依り本號に於ては其の調査中の一項を述べて後日發表の豫報の一部とする。其の一項とは風力と砂粒子との關係を考慮し既往の調査不完全なる土地に於ける砂粒移動の日數並に風速の概略を算出する方法の一端を述べ風力利用に依る砂濱の前進と開墾豫定地の地均しに資せんとするものである。

これに付き次の事項に涉て簡単に論ぜんとするけれども或事情の許に充分なる調査結果に基いてこれを發表することの出来なかつたのは甚だ遺憾とする、従て項を改め不備なる點を正し且つ他の點に涉つての研究發表の機會があることを信するのである。筆者は寡聞にして風速と砂粒子との關係を示せる式を見ないが故に敢て非才をも顧みず實驗式の作製を試み未完成のまゝ發表した、諸賢の御訂正を仰ぎ得ば幸甚である。

第二 砂粒を運搬せしむる風速及風力

砂粒の移動は團粒的ではなく單粒的であつて其の比重、大きさ、並に砂粒の有する摩擦力和凝集力とに關係する所が多いと共に風速及び風向等とに左右せらる。砂の比重は性質によつて差異があるけれども海岸に於けるものゝ中石英を主成分とせるものは多くは 2.6 内外にある。また砂丘の砂粒の主なるものは石英屬、長石屬、角閃石屬、輝石屬、雲母屬等であつて其の比重は一部を除き殆んど 2.5 以上である。又砂粒子の大きさは場所に依つて差異はあるけれども砂丘の存在する海濱では略一定せる値を有する様で諸戸博士によれば本邦のものは直徑 $1.0^{mm} \sim 0.25^{mm}$ が大部分を占め、又 Gerhardt 氏によれば獨逸では $0.1 \sim 2.0^{mm}$ の間にあるが $1.0^{mm} \sim 0.2^{mm}$ のものが最も多いとのことである。

砂の摩擦力は之を構成するものゝ性質によつて差異があるけれども從來實驗せられたる結果によれば乾きたる砂では摩擦係数は略 0.7 内外と認められる。だから安息角も略一定したものと考えてよい。乾砂では安息角は略 30° 内外であつて池新田村の砂にても $30^\circ \sim 36^\circ$ の間に在る。

砂粒の凝集力は砂質は勿論其の濕氣量の有無多少に依て大なる變化がある。全く乾燥せる場合には殆ど零であつて摩擦係数は安息角の正切に等しい。Leygue 氏の報告によれば次の様な値をもつ。即ち

	摩擦係數	安息角	凝集力 磅/呎 ²
乾 砂	0.7	35	1.47
濕 砂	0.85	40	8.28
過 濕 砂	1.70	59	1.80

但し過濕と云つても飽和状態より遙かに遠ざかつてゐるものと考へる。

風速に關しては場所並に季節に依て多大の影響はあるけれども一定地一季節に於ける平均風速はほゞ一定し従て砂粒子を動かし得る程度の風速の生ずる日數も多年の氣象觀測に依て概測し得らるゝものである、風向も同様に一定地一季節に於ては比較的規則正しく定つた値をとるものである。

著者の調査しつゝある池新田村に於ては此の氣象觀測の結果もなく調査上大なる不便を感じた。止むを得ず數里を距つ濱松測候所の記録を参考とした。本年夏静岡縣廳耕地課の氣象觀測所の設置に依り將來の研究上多大の便宜を與へらるゝことゝ信ずる。

I 砂粒運搬の限界風速

乾燥せる砂粒子が風力の爲めに運動を開始する瞬間の力の大きさを計算的に考へて見る。

1) 粒子移動に要する力

實際に於ては砂の粒子は種々雑多な形、性質状態を備へて居るものであるから之れを一律

に考へることは當を得ない譏をまぬかれぬが、計算上大體其の近似値を求むる爲めには勝れたる技術者の觀測眼に依れば比較的容易であることと思ふ。

砂粒子を球と考へ半徑を平均 r とし此の一粒子を運搬せしむる瞬時の力を求むれば

$$F = \frac{4}{3} \mu \rho \pi r^3 w \dots \dots \dots (1)$$

但し

μ ...砂粒子の摩擦係數

ρ ...同上比重

π ...圓周率

r ...球の半徑 (m)

w ...水の單位容積の重量 (kg)

次に池新田村の海濱砂土をビーカー法に依る淘汰分析を行へる結果は結局篩分析をした事になつた。何ぞならば供試物をアンモニヤにて處理したらば 0.1^{mm} 以下は次表の如く少量であつたから沈澱による分析を行ふ必要がなかつたからである。

池新田村の砂粒子 (供試物 20 gr)

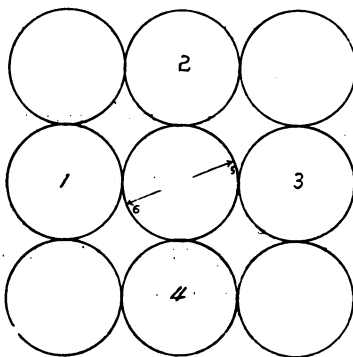
比 重 2.67				
粒子の直徑 (m.m.)	1.0 以上	0.5 以上	0.1 以上	0.1 以下
粒子の重量 (gr.)	0.01	1.22	18.53	0.19
百 分 比 (%)	0.05	6.1	92.2	0.95

故に $0.1 \sim 0.5^{\text{mm}}$ の砂粒子を運動せしめ得れば海濱の砂丘形成は開始せらるゝ。依て上式より單に摩擦力のみに打ち勝つて砂粒子を動かすに要する力を計算する事が出来る。然し砂粒子が廻轉運動をなすか摺動運動をなすかにより μ の値は非常に異なるもので廻轉運動なる時は力は小でよい。

但し(1)式を砂粒子が略之と類似せる性質の砂粒平面上を摺り動く場合に適當するものと

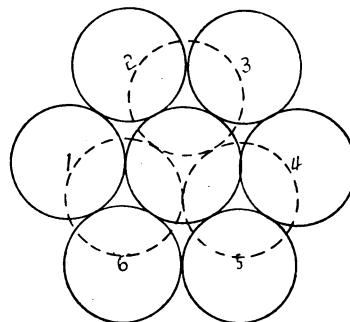
第 一 圖

47.64 %



第 二 圖

24.51 %



しても實際に於ては平面形をとらずして凸凹せるものであるからこの力の外に尙多大の力を必要とする。風の直接衝突する砂土の表面は粒子の大きさ異なるものゝ集合であるから計算的表示は困難である。然し今次の様な假定を設けて試算を試みる。即ち砂粒の大きさ一様と見る時は其の配列状態は種々雑多ではあるが一定容積中の空隙率は 47.64 % ~ 24.51 % に在て之を圖示すれば第一圖の配列に於ては其の運動開始は第二圖の場合に比し速かに起るけれども第二圖に於ては粒子は其の前粒子を攀ちて運動に移るべき位置に在るから運動開始の力は第一圖の場合に比して大なるものがあらう。

第三圖に於て半径 r なる A 粒子が矢の方向の力 P に依つて運動を開始する時 D 點の周圍の力率 (moment) をとれば

$$Pr \cos \alpha = W_s r \sin \alpha$$

但し $W_s \dots$ 砂粒子の重さ

$$P = W_s \tan \alpha$$

一般に

$$P = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w \tan \alpha \dots \dots \dots (2)$$

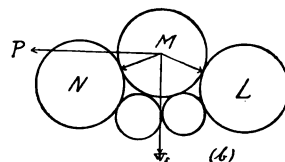
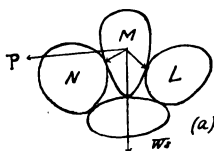
第二圖及び第三圖の場合は $\angle ABC = 60^\circ$, $\alpha = 30^\circ$

故に (2) 式は $P = 0.58 \times \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w \dots \dots \dots (2_1)$

粒子の配列を擴大鏡を以て見る時他に拔出で突出する粒子も相等見受けらるゝが多くは粒子の大きさ不同且つ正しく球形ならざる爲め上述の如き配列をなさずして一例を示せば第四圖の如きものがある。

第 四 圖

(a) の様な場合には上述の外に L 粒子に對する抵抗も加へなくてはならぬし (b) の様な場合は α 角は大となるものであるから實際に



當つて α を注意深く採用しなくてはならぬ α の限界から見れば砂丘では 30° を上下し $\tan 30^\circ = 0.58$ を基として考へれば $k' \times 0.58$ に於て k' は 1 内外であらうか。此の點に關しては尙將來詳しく研究調査を必要とする。

故に此の角 α が定まらなかつたり又不正確であつたら實際適用の價値は全然成立しない。

$$P = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w k' \tan 30^\circ = \frac{4}{3} \times 0.58 k' \rho \pi r^3 w \dots \dots \dots (2_2)$$

から得られる。

此の他砂粒子の衝突する場合も考慮に入れなくてはならぬが概略以上の二式から $(F+P)$ を得て粒子の粗密比、形態の變化度を考慮して k' を定むれば大過なしに算出せらるゝことゝ考へる。

$$F + P = \frac{4}{3} \mu \rho \pi r^3 w + \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w \tan \alpha = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu + \tan \alpha) \dots \dots (3)$$

又は

$$F + P = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu + 0.58k') \dots \dots \dots (3_1)$$

(2) 風の抵抗と限界速度

今迄は砂粒子方面からのみ考へて來たが風速との相關方面から考察してみよう。但し著者は寡聞にして此の方面の從來の研究に關して大なる物體と風速との關係に付ての結果を知るのみであるから砂粒子の様な小なる物體に付て尙ほ研究を續けたい。然し此處では既に求められた結果を便宜採用することとする。

運動せる空氣中に在る物體は摩擦抵抗 (Reibungs widerstand) と形狀抵抗 (Formwiderstand) との二つの主なる抵抗を受ける。前者は物體の表面及び之れを阻止する力に依つて生じ後者は物體の形態に依つて生ずるものである。一般に風向に直面せる物體の風力抵抗 (W) は

$$W = C_w \cdot A \cdot q$$

但し A ... 風向に直面せる物體の面積

C_w ... 係數にして第五圖表の値をとる

q ... 阻止力であつて $= \frac{\gamma}{2g} V^2 \text{ kg/m}^2$

γ ... 溫度 15°C 氣壓 760^{mm} に於ける濕氣量中庸の空氣の重量にて 1.22 kg/m^3 。

然る時は $q = \frac{1}{16} V^2$

故に $W = C_w A \frac{\gamma}{2g} V^2$

$A = \pi r^2$ とする時は

$$W = C_w \pi r^2 \frac{\gamma}{2g} V^2 \dots \dots \dots (4)$$

元來空氣の抵抗は物體の周圍の空氣を動かすこと及び空氣の粘性によつて影響されることが多い。前者による影響は速度の一乗に比例するが後者によつて物體の受ける力は速度の二乗に比例するのであつて速度の大なる時は一般に二乗に比例すると考へるから (4) の式を採用した。物體の形態による C_w の差異は第五圖表に示す。これは Hütte I より採用した。砂粒が略球形であるとすれば $C_w = 0.5$, $\frac{\gamma}{2g} = \frac{1}{16}$

$$W = 0.5 \frac{1}{16} \pi r^2 V^2 \dots \dots \dots (4_1)$$

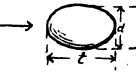
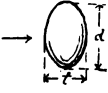
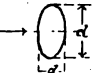
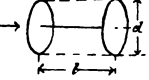
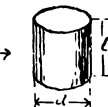
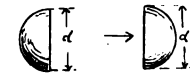
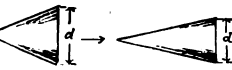
砂粒子が運動を開始せんとする瞬間には

$$W - (F + P) = 0 \dots \dots \dots (5)$$

$$\therefore C_w \pi r^2 \frac{\gamma}{2g} V^2 = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu + \tan \alpha)$$

$$V = \sqrt{\frac{8g}{3C_w \gamma} \rho r w (\mu + \tan \alpha)} \dots \dots \dots (6)$$

第 五 圖 表

	球 $\nu = \text{kinemetische Zähigkeit}$	$\frac{vd}{\nu} > 2.5, 10^5$	$C_w = \frac{W}{q}$ 0.22
	横に長き楕圓體	$2.10^4 < \frac{vd}{\nu} < 1.5, 10^5$	0.47
	縦に長き楕圓體	$\frac{vd}{\nu} > 10^4$	0.05 bis 0.1
	圓板	$l/d = 1$	0.2 0.6
	間隔 l なる平行圓板	$l/d = 1$ 1.5 2 3	1.11
	圓筒の底面に直角	$l/d = 1$ 2 4 7	0.93 0.78 1.04 1.52
	圓筒の側面に直角	$l/d = 1$ 2 5 10 40 ∞	0.91 0.85 0.87 0.99
	矩形	$a/d = 1$ 2 4 10 18 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.93 1.20
	半球 (底面なし)		1.10 1.15 1.19 1.29 1.40 2.01 0.34 1.33
	圓錐 (底面あり)	頂 角 60° 30°	0.51 0.34

r を meter, w を kilogramme にて表せば

$$V = 146 \sqrt{1/C_w} r \rho (\mu + \tan \alpha) \dots \dots \dots (6_1)$$

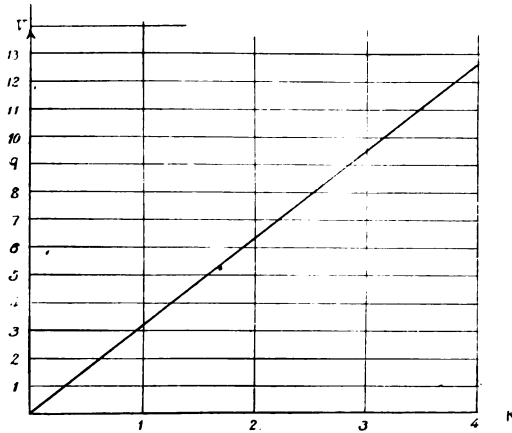
又

$$\mu = \tan \varphi_r, \quad \tan \alpha = k \tan \varphi_r \quad \text{とせば}$$

$$V = 146 \sqrt{1/C_w} r \rho (1+k) \tan \varphi_r \dots \dots \dots (7)$$

(7) 式の C_w , k は粒子の大きさ, 形態, 配列状態により大いに異なるものでありこれを理論的に

第 六 圖

$$\left. \begin{array}{l} r = \frac{1}{4} m.m. \\ \mu = 0.7 \\ \rho = 2.6 \end{array} \right\} \text{なる時 } V \text{ と } K \text{ の關係}$$


定むることも亦砂粒子に對して別々に實驗的に決めることも難いものであるからこれを一括し

$$\sqrt{1/C_w(1+k)} = K \dots (8)$$

$$\left. \begin{array}{l} (7): \\ V = 146K\sqrt{\rho r \tan \phi_r} \\ \text{又は} \\ V = 146K\sqrt{\mu \rho r} \end{array} \right\} (9)$$

尙 $146K = C$ とおけば

$$V = C\sqrt{\mu \rho r} \dots (9_1)$$

限界風速度は各摩擦係數, 比重, 半径の平方根に比例することになる。

II 砂粒子の速度と風速

度との關係

然し (5) 式から求めた速度は限界速度であつて砂粒子の運動を續けることは出来ない, 砂粒子が運動を續ける爲めには加速度を生ぜしむる力を必要とする。其の時

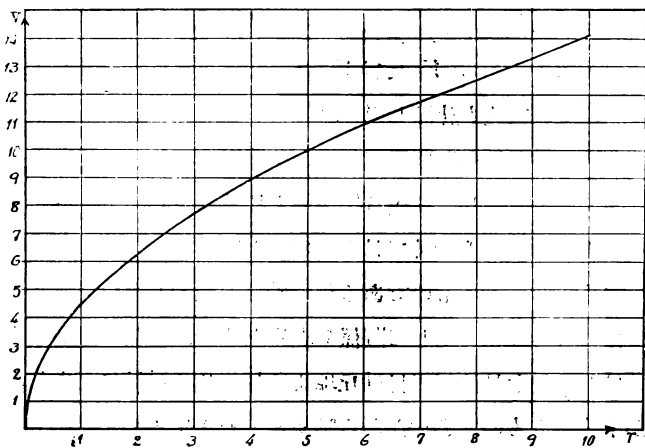
$$W - (F + P) = p \dots (10)$$

なる式が成立しなくてはならぬ。即ち限界速度で運動を開始しようとした處で次の瞬間には静止をしなくてはならぬ。それが爲めに此

の p なる力に依る一定加速度を生ずるならば之れに依つて砂粒子も亦一定の速度を續けて運動することが出来る。

故に風速 V_w と砂粒速度 V_s とは異つてゐる勿論

第 七 圖

 $\mu = 0.7$
 $\rho = 2.6$
 $\kappa = 2.25$
 $V = 146\kappa\sqrt{\mu \rho r}$, の時 $V(m)$ と $r(\frac{1}{10}m.m.)$ との關係


$$V_s < V_w$$

の關係がある。次に此の關係を求めて見る、此の時の加速度を a とし m を砂粒子の質量とすれば

$$p = am$$

然るに

$$m = (4/3 \rho \pi w r^3) / g$$

$$\therefore p = 4a \rho w \pi r^3 / 3g$$

單位時間にては

$$V_s = 1/2 a$$

$$V_s = 3gp / 8\rho w \pi r^3$$

$$p = 8\rho w \pi r^3 V_s / 3g \dots\dots\dots (11)$$

(4) 式より風速 V_w の時の抵抗力を求むれば

$$W = C_w \pi r^2 \gamma / 2g V_w^2$$

此の時 $V < V_w$ なるべきではあるが廻轉運動なる時は必ずしも此の關係は成立しない。

(10) 式より、

$$C_w \pi r^2 \gamma / 2g V_w^2 - 4/3 \rho \pi r^3 w (\mu + \tan \alpha) = 8\rho w \pi r^3 V_s / 3g$$

$$V_s = 3g [\gamma / 2g C_w V_w^2 - 4/3 \rho \pi r^3 w (\mu + \tan \alpha)] / 8\rho w \pi r^3 \dots\dots\dots (12)$$

$\tan 30^\circ$ を基準とすれば

$$V_s = 3g [\gamma / 2g C_w V_w^2 - 4/3 \rho \pi r^3 w (\mu + 0.58k')] / 8\rho w \pi r^3 \dots\dots\dots (12_1)$$

此の (12) 式から V_s 及び V_w との關係が明かになるから一定時間内の砂粒子の移動を知れば其の時の風速も計算し得られるし又風速計の觀測値からも砂の移動がわかる。

上式は砂が地上を移動する場合に適用されるが飛行する時は式を變形しなくてはならぬ。此等の場合に關しては後日觀測値と比較論究して見たいと思ふ。

但し尙ほ附言しなくてはならぬことは砂粒を含む時の風速はこれを含まない時の風速よりも幾分減ぜられるものであるから砂粒の飛來しない場所で測定した風速計より得た値に對してはこれを多少訂正して關係を求めなくては妥當でないだろうと思ふ。

然し本年七月池新田村砂丘地より採集せる砂粒に付き其の移動狀態を試験したが試験裝置が不完全なものであつたから唯概略を覗ふに止めた。

送風裝置は扇風器を使用し其の風速は Robinson 氏の風速計を以て測定し 5.0 米の程度に於て纔に運動を開始するけれども敏活ではなく一部の運動にすぎぬらしい。然し此の時でも傾斜面端では相當の活動をする。

これから推して實際の場合は 5 米以上であつて所謂疾風の時に至つて始めて砂丘の砂粒が

活動するのではあるまいかと想像する。

勿論扇風器の風は廻轉方向をとるから自然風とは少しく異なる所があらう。濱松測候所の風速は冬季平均5米内外であるが池新田町にては太平洋海岸に寄つてゐるから、より大なる風速があるだろうと想像する。

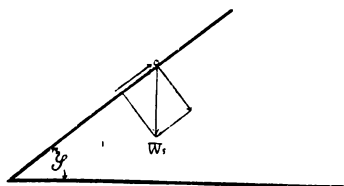
III 砂粒子の斜面運動

次に又砂粒子の平地移動のみならず砂丘斜面上の移動は粒子自身の重量が影響するから斜面に沿つて上方に向ふ時は平地上より大なる風速を必要とする。若し風速が足りなくて僅かに最初の運動を起さしめるのみであるならば砂粒は自身の重量の一部に依り下方に下落する。砂丘斜面上を移動する砂粒子は之れに平行して上昇するから風向きも略傾斜面に平行するものと解してよいだろう。

而して斜面運動の場合は砂丘の傾斜角に關係する所が大である。凸凹のない斜面を押し上げる力 (F_1) は

$$F_1 = \mu W_s \cos \varphi + W_s \sin \varphi = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu \cos \varphi + \sin \varphi) \dots \dots \dots (10)$$

第 八 圖



然し凸凹があるから一般に ($F_1 + P$) なる力を要する。

$$(F_1 + P) = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu \cos \varphi + \sin \varphi + \tan \alpha) \dots \dots \dots (11)$$

限界風速とし關係を求むれば (4):

$$W - (F_1 + P) = 0$$

$$C_w \pi r^3 \gamma / 2g \cdot V^2 = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 w (\mu \cos \varphi + \sin \varphi + \tan \alpha)$$

$$V^2 = \frac{4}{3} \frac{1}{C_w} \frac{2g}{\gamma} \rho r w (\mu \cos \varphi + \sin \varphi + \tan \alpha)$$

通常 $\frac{\gamma}{2g} = \frac{1}{16}$ なる故

$$V = 146 \sqrt{\frac{1}{C_w} \rho r (\mu \cos \varphi + \sin \varphi + \tan \alpha)} \dots \dots \dots (12)$$

$$V = 146 \sqrt{\frac{1}{C_w} \rho r (\mu \cos \varphi + \sin \varphi + 0.58 k')} \dots \dots \dots (12_a)$$

砂丘の傾斜面は風上面と風下面とに依りて勾配を異にするものであつて風上面は決して砂の安息角に等しくならず、風力の爲めに破られてこれより小なる角をなす。

$$\text{今上式に於て} \quad C_w = 0.5 \quad \rho = 2.6 \quad r = \frac{0.5^{\text{m.m.}}}{2}$$

$$\varphi = 12^\circ \quad k' = 2 \quad \mu = 0.7 \quad \text{とすれば}$$

$$V = 6.5^{\text{m.}}$$

之に依れば傾斜面に於ては傾斜角 15° 内外ならば平面とは大なる風速の差がなくとも砂粒を上向運搬することが出来る。砂丘斜面上を砂粒子が上向運動する速度と其の時の風速との關係は式 (6) (7) (8) (12) と次式 (13) とより前同様な方法で求められる。

即ち
$$W - (F_1 + P) = p_1 \dots\dots\dots (13)$$

(12) 式から求めたる風速は砂粒子の運動に對する限界風速であるからこの風速では單に砂粒子は地面上を上向移動せんとするのみであつて活潑なる運動は見受けられない。従て活潑なる運動の行はるゝ爲めにはより大なる速度を必要とする、これが爲めには (13) 式を利用しなくてはならぬ。この様な場合には砂粒子は地面上を移行するのみならず地上を離れて飛行するものである。けれども武藏野を初春に荒す火山灰の様に微粒ではないから非常に高く飛昇する様なことはなく地上 2~3 米の高さの範圍にあるらしい。

其の論文に掲げた式と實測結果並に實驗結果との對照は他の機會に論じ且つ上式の補正をも行ふ考へである。(以上)

農舎と住宅の合成家屋に就て

江 口 武 夫

- (緒) 1. 農舎と住宅の結合状態
- 2. 諸國に於る農舎と住宅の合成家屋
- 3. 住宅建築に於る最近の傾向と農家
- (本論) 1. 農家間取の特異性
- 2. 農舎の種類
- 3. 從來農家に結合されたる農舎の種類
- 4. 農家配量の一般原理
- 5. 我國農家の間取配置
- 6. 合成家屋の缺點(殊に厩との)
汚水, 臭氣, 蠅, 扉又は厩入口の位置, 美觀
- 7. 合成家屋の利點(殊に厩との)
時間, 勞力, 地價, 建築費, 維持費,
- 8. 納屋
- 9. 土間
- (結) 1. 我國の合成家屋に對する評定
- 2. 農家改善の必要
- 3. 合成家屋の適用範圍

緒

農家を構成する諸種の建築物を其機能上より分類して、住宅及農舎とする。此二者の配置結合の状態は國により、地方により種々あるけれども、大凡次の三樣態に分つ事が出来る。即 (a)、二者各獨立し分置するもの、(b) 附帶建物で二者を連結したもの、(c) 二者を一屋の下に合置した此所で云ふ合成家屋。以上の三樣態は何れの國に於ても見られる所で、大體農業經營の大小と一致し、其他屋敷の廣狹に關する。a は主に大規模農業者、又は特種の農業者(例へば主畜農業者)に見られ、b, c は中小規模の農業者に多く見られる。米國に於ては農舎と住宅の一屋に含まれたものは少い様であるが、獨逸、佛蘭西の中小農家には此等が多い。尙瑞典、諾威、丁抹等にも見られる型である。我國の場合は貧富を問はず、地方を問はず、殆んど例外無しに大部分がそうである。其の因つて來る所には必然の理由があり、國風といふことも重要な一因子を爲してゐるに相違ない。そして農民達は舊態已然たる農屋に甘んじて居るかに見える。

一方最近に於る住宅建築の發展は目醒しいものがあり、極度の機能化、合理化、機械化、が叫ばれて居る。

コルビジェ (Le Corbusier) をして言はしむれば「住宅は住む爲の機械」であつて、生活の要求と目的を過不足なく精確に充足しなければならぬ。そこには一切の遊戯と虚飾と傳統とが否定され、數學的、力學的、乃至は科學的に正確なもの、必然の成果物でなければならぬとする。そしてグロピウス (Walter Gropius) の所謂「住宅の工業的生産」就中鐵と混凝土と硝子を構成材とする住宅乃至建築物の規格化と普遍化とが主張さるゝ迄に至つた。

然し實際問題としては、風俗、習慣、趣味、性癖は尙住宅建築の基調を爲すものと言ふべきであるから、住宅、殊に農民住宅が文明の尖端と何程迄交渉を有し得るかは尙殘された問題であるが、科學、經濟、用途の三立脚點は都鄙の建築に關せず普遍妥當でなければならぬ。

本 論

農家を構成する主要部分は住宅と農舎である。農家は住宅であると同時に事務所であり、工場であるから、自ら其間取にも一般住宅とは異つた特性を有し、従つて一層設計上の苦心を要する。

一般に農舎としては厩、牛舎、豚舎、鶏舎、羊舎、納屋、物置、肥料舎、飼料舎、仕事場、加工場、等があり、又從來我が農家の土間は穀物其他收穫物を扱ふ仕事を爲し、藁仕事等の副業が行はれ、農具置場ともなるから、これも一種の農舎と見ることが出来る。此等全部が住宅と共に一屋の下に建設されたものは無いし、又爲し得るものでもない。從來我國又は諸外國に於て、農家一屋の下に包含されて居る農舎部分としては、以上の内の一小部分であつて、耕作用の牛馬一二頭を容れる厩、此は我國も外國も殆んど共通である。其他時としては豚舎、物置、仕事場を附隨するに過ぎない。我國の場合はこの他に土間が主要な部分を占めて居る。

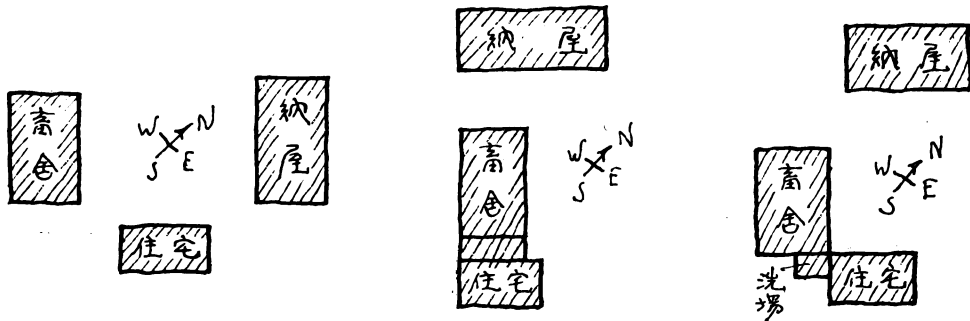
此等の農舎と住宅は如何なる配置、結合を可とするかは屋敷の形狀、大小、農業組織等に因つて異なるから一率には言ふことが出来ないが、屋敷の廣さを基準としての一般原理を述べれば次の通りである。

屋敷の比較的廣い場合は、道路側に屋敷の短邊を沿はしめ短邊寄りの中央部に住宅と農舎を各々獨立して建てる。住宅の北側に於て畜舎と納屋に囲まれた庭場を作る様にすれば、住宅として満足な位置を占め得ると同時に庭場と農舎を一瞥の中に望み得る利がある。(第一圖参照) 畜舎と納屋は其切妻面を道路に面せしめ、屋敷の長邊の方向に沿ふて建てる。納屋は火災の危險を顧慮し、同時に庭場の面積を減少せしめぬ爲に、住宅に餘り接近し過ぎぬ位置に後退せしむるを可とする。肥料舎は相當後退した位置を求めねばならぬが、屋敷中央部に設くるよりも畜舎から 10 尺位の距離に後退して設ければ庭場を廣く使用し得又畜舎や肥溜から肥料を運搬する道距を短縮し得る。

次に屋敷が左程廣くない場合は、納屋以外の農舎、特に厩又は牛舎と住宅を結合せしめ、

屋敷の長邊に沿ふて位置せしめる。既又は牛舎は飼料庫、洗場、臺所、等の附帯設備を介在せしめて住宅と結合せしむれば、時間を空費せず、戸外に踏出すこと無く既等に直接出入し得て便宜である。(第二圖参照)

第三に住宅と畜舎との完全な合成家屋である。此は屋敷面積と建築費を節約し、建物の維持費を減少し得る。尙住宅と畜舎の間を適當な防火壁等で隔離し、防火扉を設ける等周到な注意を以て施工すれば不慮の火災に因つて農家の兩部を焼失せしむる虞は少くなる。(第三圖参照)。



(第一圖),

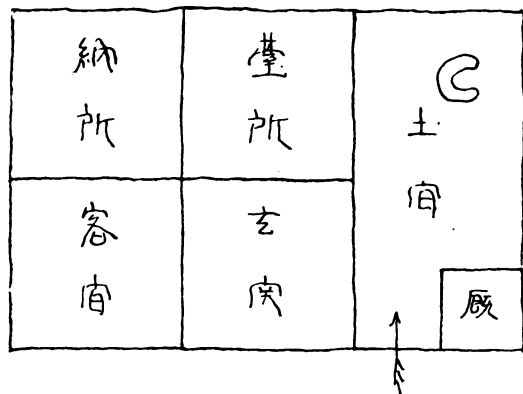
(第二圖),

(第三圖),

大體論、理想論としては以上の如くであるが、實際に於ては種々の缺點を伴ふ事は免かれぬ。殊に第二、第三の結合建築に於てそうであつて、此に對しては獨逸の或地方の如く建築條例に依つて取締つて居る所もある。

然らば我國在來の農家に於る住宅と農舎の結合状態は如何。此は我國在來の農家の間取を驗べる事によつて自ら明かになるであらう。

我國農家の大部分は住宅と農舎の合成家屋である事は前述した。個々の農家の間取配置を觀れば、農業の種類、經營状態、村落の様式、家敷の地割、地方的氣候、風習等に因つて差異があり、其結合方法の局部的手法も一樣でないから概括的に述べることは困難であるが、間取配置の骨組には大體一貫した流れがある。即一屋は床張の部分と土間の部分から成立して、床張の部分は居室と臺所を構成し、土間の部分には竈を置き、其一部に既或は納屋を設けるのが一般である。概して南面のもの多く、床張の部分に於る部屋の配置

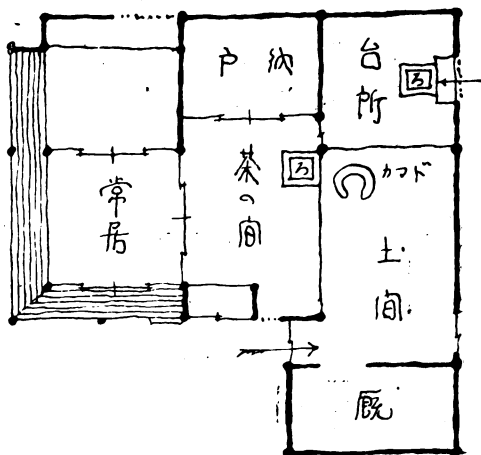


第四圖
日本農家の標式的間取

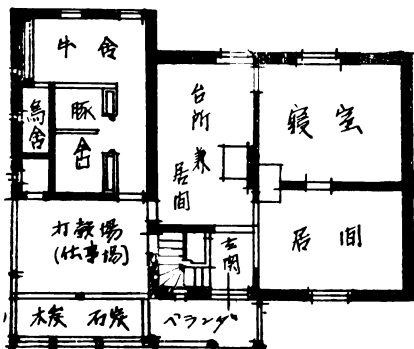
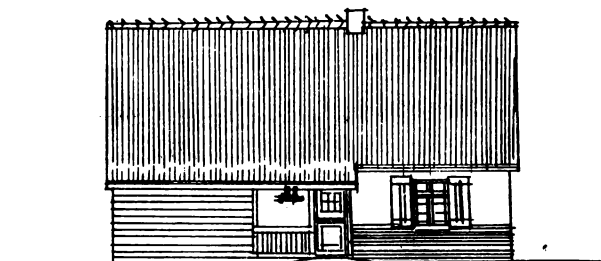
は南北に二列を並置し、必要に応じて東西に部屋を増加したものが多い。

さて農舎と住宅の合成家屋に於る缺點としては先づ厩の糞尿等による汚水が主屋の壁を通して滲浸し、或は直接土間に浸出するといふ危険である。これは南部地方關東地方等の農家の如く厩口が直接土間に面して居る場合特にそうである。厩、豚舎が直接主屋側の壁に接して造られ而も主屋の床面と厩の床面とが同高である時、殊に此危険が多い。

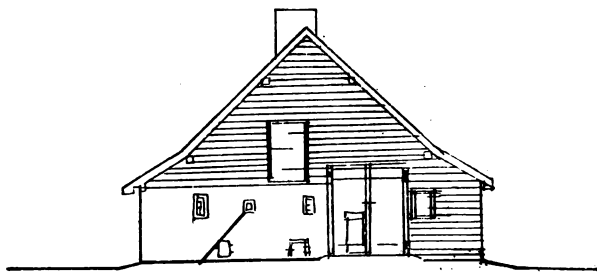
厩が直接、主屋側の壁に接續することは、多く外國に見る例であつて、此等の對策としては、厩の床面は主屋の床面よりも 20 乃至 40 cm 掘下げ、主屋側の壁と厩との内に廊下を設け、厩の外壁は少くとも 1m の高さまで良質のセメント・モルタルで塗上げる必要がある。(第六圖参照) 厩の床を掘下げた實例として、信濃北安曇郡の某農家を次に掲る。(第七圖参照)、床廻りを石張にしてあるのも注意が行届いて居て面白い。肥溜の位置も要領を得て居るが、茶の間に直接隣接して厩があるのはどうかと思ふ。

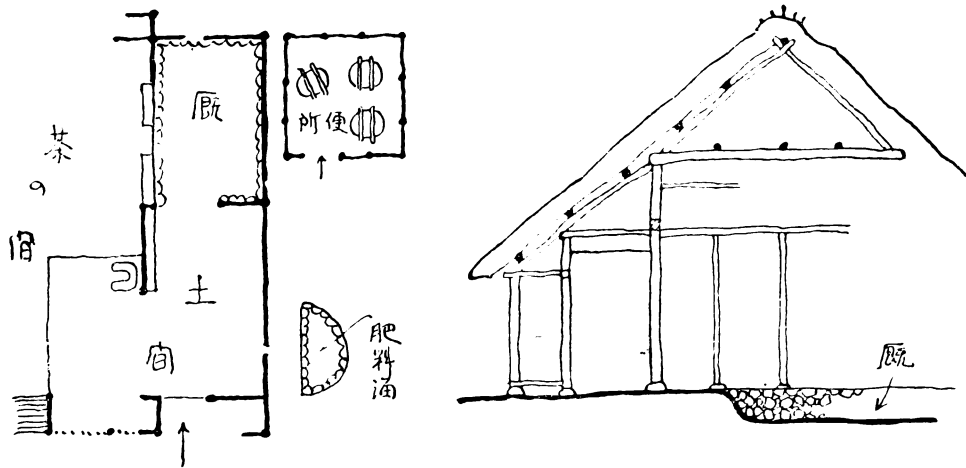


第五圖
南部地方の農家



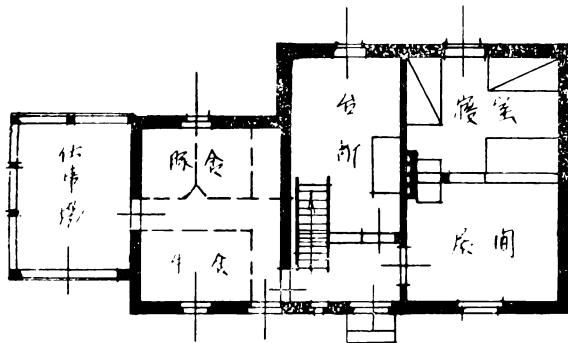
第六圖
獨逸農家の一例





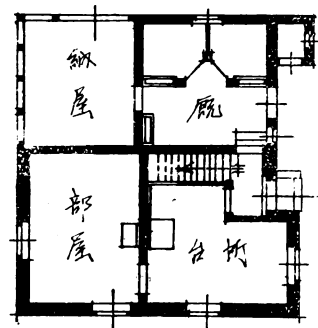
第七圖 信濃北安曇郡の農家

次に厩の臭氣と蠅とに煩はさるゝ事である。我國に於ては大抵厩口が土間に面し、扉の設備がないから、厩の臭氣と蠅とに對しては全く無防禦と言つてよい。これは厩と主屋に適當な區分法を施せば、左程煩はさるゝことも無くて済むであらう。即自動開閉扉の如きもので遮斷すれば臭氣の侵入は大部分防ぎ得る。但し此場合、在來の農家に就て言へば厩の採光換氣には又自ら別途の方法を講ずべきである。又此等厩と主屋との連結扉は直接臺所寄りに設けず、玄關寄りに設ける方が得策である。(第八圖、第九圖参照) 斯くすれば 厩の空氣は戸



第八圖

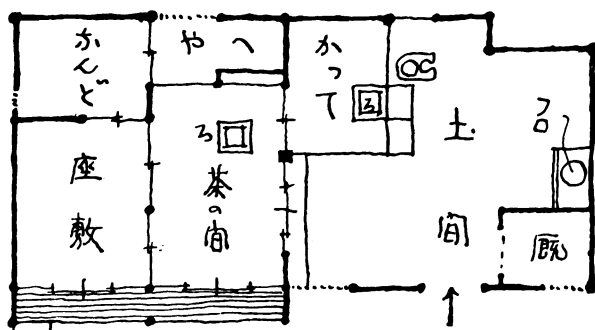
獨逸ドリウエン國有地の農家



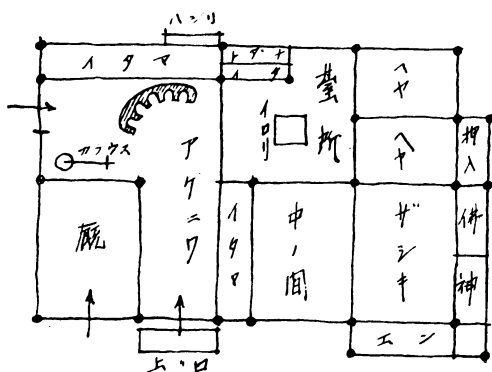
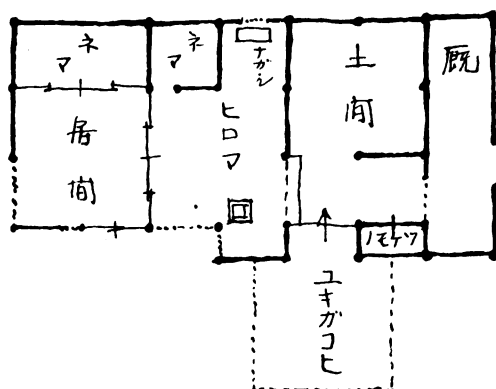
第九圖

獨逸ボーゼンの移住農家

口から容易に逃去り得るから、折々の臭氣發散も容易に驅除し得る。第六圖獨逸の或例の如く打穀場(仕事場)に連結してあれば猶一層容易に排除し得るであらう。従つて第五圖南部地方、第十圖 利根川岸の某農家に見る如く出入口附近に厩を設けることは第七圖の場合より餘程有利である。



第十圖 上野勢多郡の農家

第十一圖
京都府北桑田郡の農家第十二圖
津輕地方の農家

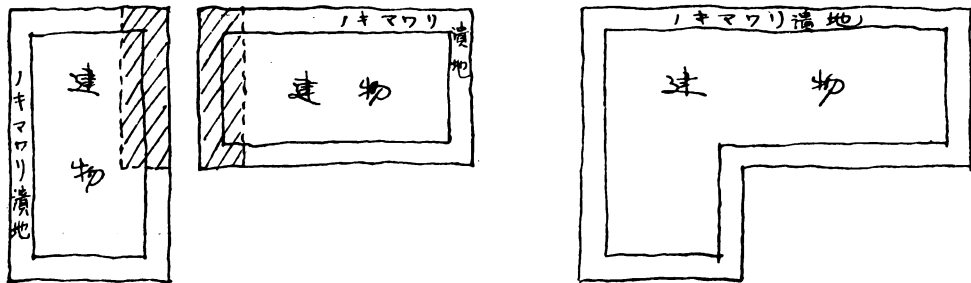
尙第十一圖、第十二圖の如きは厩入口が直接戸外に面するから、臭氣と蠅の侵入を防ぐに一層有利である。然し此場合は、家婦が家畜の世話をする爲には一々戸外に出なければならぬ不利があり、殊に寒冷な冬季に、或は家畜の病氣ある時、一層の不便を感じるであらう。此點に於て第十圖又は第六圖の如く直接土間に面して居る方が優れて居る。然し又一方蠅の侵入に對しては出來得る限り主屋と隔離することが必要である。

又農舎と住宅を結合すれば建物の美觀を傷ひはせぬかと疑念を懷く人もあるかもしれぬ、然し適切な考慮を拂へば、個々別々に建てるよりも却つて趣ある効果を現し得るものであることは我國の實例に就ても諸外國の實例に就ても同様に、それを發見するであらう。

以上色々の缺點もあるけれども、前述農家配量の一般原理に於ても觸れた如く、利點も亦見逃すべからざるものがある。

其は主として經濟的關係に於てである。納屋、畜舎等が主屋に接續又は結合して居れば、納屋の出し入れ、家畜の世話等に際して、勞力及時間を節約し得る事は言ふ迄もないが、主

要なる利點としては、地積、建築費、維持費の經濟である。我國の如く集約農業を営む場合は、宅地の利用は決して忽せに出來ぬ問題である。同面積の宅地とすれば主屋と農舎を結合した場合は、然らざる場合より有効に利用し得る宅地面積を増加する事は明かである。(第十三圖参照)



第 十 三 圖

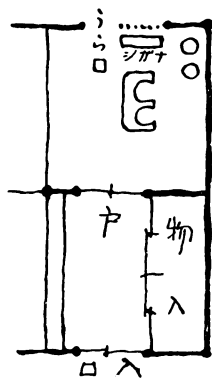
又最も適切な例として第六圖に就て言へば、既建築としての外壁、基礎、土工、化粧仕上、附帶の間柱、貫、並に切妻面に於る屋根架構を缺除するから、新築するものと假定すれば、此等を總計して、大略少くとも 200 圓は節約し得るであらう。尙此場合には二つの暖き壁を保有し得ることに注意せねばならぬ。假りに主屋と厩が各單獨に建つものとすれば、冬の寒冷な烈風に曝れ、主屋も畜舎も煖房装置はあつても共に充分な温度は保ち得ない、此に反し此等を結合すれば、住宅の煖房費を相當に節約し得ると同時に室内温度も相當の高さに保ち得る。我國在來の農家はやはり土間や厨を介在して外氣に接するから此點有利である。これは又厩に就ても同様である。現今の家畜は低温に對する淘汰を受けて來て居るから、相當の耐力はあるけれども、而も低温の場合は其效用價值の減ずるのは免れぬ。そして、生産飼料であるべきものが保温飼料として消費さるゝことになる。この損失は畜舎と主屋を合成することに依つて減少し得る。以上二點の節約から得る利得は決して輕々に付せられぬ額であらうと思ふ。

以上の諸利點は集約中小農の多い我國に於て特に考慮を拂はるべきである。

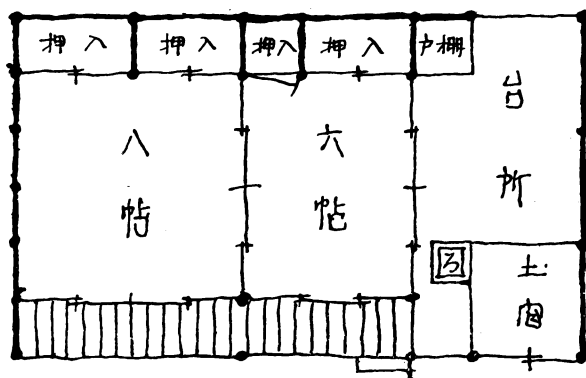
尙納屋は土間の一部に設けたもの（厩を外棟又は物置に附屬せしめ居る近畿地方、中國地方等では、土間の厩の位置は穀入とする所が多い）土間に連接して設けたもの、主屋と分離して設けたもの等雜多であるが、理想としてはやはり主屋から適當の距離を保つて分離させる事である。設計宜しきを得れば主屋の一部に設けても支障はない。地積の經濟上却て有利であらう。

次に土間は種々の目的に使用される。仕事場であり、物置であり、時には炊事場であり、臺所の一部であり、又簡易な應接室であり、食事室であつて、土足で生活する事の多い農民

にとつては土間は誠に大切な役割を演ずる。そして其家屋の妻入りなると平入りなるとに關せず、表口と裏口とに依つて、内外吹抜けとなつたものが關西、中國、九州地方等、比較的溫暖の地方に多いが、これは夏季に於て、家屋の内外溫差を利用して屋内氣流を生ぜしめ、高溫、多濕を緩和するのに好都合である。冬の保温といふ點から見れば土間の餘りに廣いことは考へものであらう。又事實我國農家の土間は必要以上に廣過ぎはせぬか。此は適當な設計に依つて更むべき可能性があると思ふ。それは、關西地方や、少し工夫をこらした農家に於ては土間を二ツに區分して玄関に接する部分と、臺所に接する部分とに別ち、來客が勝手に覗き得ぬ様にして居る所もあり、(第十四圖参照)又第十五圖に示す新移住農家の如く土間を著しく縮少して設けた實例もあるからである。



第十四圖



第十五圖 宮城縣廣淵村の移住農家

結

以上を要約するに、計畫と設計の如何に依つては、住宅と農舎は必しも分離を要せぬものであつて、殊に我國の場合に於ては合理的、經濟的であると言ひ得る。

然し其の構造、設備は概して甚だ非科學的、非衛生的であつて、在來の農家に於る農舎部分は其の居住部分と共に改善を要すべき點が甚だ多い。又堆肥舎、肥溜、外便所、物置、等の配置設備に對しても論議の餘地があるであらう。

又土地及資本に餘裕ある農家には必しも合成家屋は要せぬであらうし、畜産を主とする農家に於ては畜舎と住宅を獨立せしむることが合理的、經濟的であるべきであるが、資力乏しい移住農民の爲に二戸建の共同住宅を設くる如き場合には合成家屋は絶対に有利であらうと思ふ。(以上)

砂質海岸に於ける排出口

(合衆國土木學會々報一九二八年二月所載ブラウン氏論説)

原 田 嘉 平

概 説

砂質海岸に於ては波の作用に依りて所謂海濱漂游と (littorial drift) 稱せらるゝ土砂の浮游と運搬とが起る、入江の平水面の上下に大洋潮汐が昇降するに伴ひ排出口を通して強い水壓に依る水流を起し此の漂游物に強力な作用を及ぼす、漂游物を起す潮流の全作用は潮流の量及び漂游物の含有量とに依るものである。

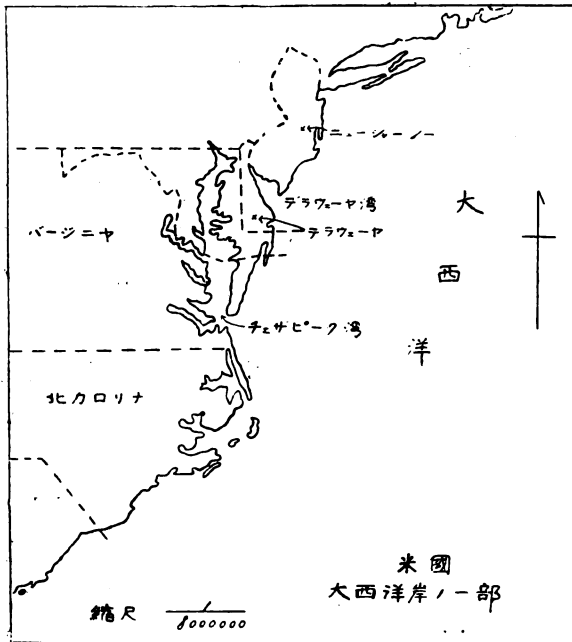
海濱漂游物と排出口の潮流との結合作用の結果及ぼす影響が若しも制禦せられず且つ漂游物と水との比が餘りに大ならば内部の入江は沈澱物に依り埋充せられ排出口は閉塞せらるゝ

筈である。

或る種の間接の影響は人工的に其の地方に改良を行ひたる障碍より起り排出口に隣接せる海岸に於て急激に且つ屢々廣範圍に物理的變化を惹き起す、海岸灣底及び潮汐の及ぶ水路は固定性のものに非ざる故に其中に於ける侵蝕沈澱を支配する潮速の變化に應じて變化す。

されば内部の灣の大きさと排出口の大きさとの間には密接な關係がある、灣の大きさ減少すれば必ず排出口の大きさの減少を誘致する、灣と排出口との間の潮流の摩擦抵抗増加すれば潮流は灣を充た

第 一 圖 (1)



す事が不完全となり前と同様な結果を生ずるであらう、漂流物と潮流との及ぼす作用に依り排出口は移動し或は閉塞し又同様に分岐するであらう。

一面には海岸に永久的工作物を築造するか或は内部の水路及び灣等に變化を與ふるかにより排出口の移動或は分岐作用を防止し之を固定せしむる手段とするのである多くの場合排出口を通過する潮流の容積は斯様な方法に依り或は又浚渫に依りて内部灣の全受容量を充たすに不足なからしむる事が出来る、尙此の外永久的石造突堤は排出口を制禦するに當りては最も信頼さるゝ手段なりと考へらる。

緒 説

大なる灣、入江、半島、及び岬を除けば海岸線の連續を破る主なるものは潮流河口 (Estuary) と小灣江の出入口 (Inlet) であつて之等は海岸線の地形を支配すること大なるものである。大河の河口は潮の干満作用の及ぼす漏斗狀をなすことが最も顯著な其の特徴であつて常に扇形にして廣き口を海に向け開ける故に潮波は其の全幅を以て之れに入り海底は次第に上昇し或は兩岸收斂する爲めに或は又其の兩者が同時に起る爲めに波濤が内方に向ひ移動する場合には高昇し重疊する、一方砂質海岸の排出口は一般に略々平行したる兩岸を有し内外の水面は之れに依つて連絡するも通常内部の入江に比して小形なれば潮波は殆んど入江内に入る事ができない。

變形する事なく潮波を傳播する漏斗河口に付ては多くの著者が論じた所であるから本文にては之れに關しては論及しない、茲に全潮波の傳播を許すには餘りに小且つ短である所の排出口のみを問題として取扱つて見んとするのであるが此の場合は其處を流通する潮流は排出口の内外兩側の水面差より生ずる水壓水流と考へらるゝものである。

南大西洋海岸は直接太洋に面し主に砂質土壤から成立し、背後は灣及び海峡に依り限られ或は又處々灣及び海峡に面せる相當廣き鹽濕地に依りて限られてゐる、而して海岸を通じて數多の排出口が灣と海洋との間に流水路を作つてゐる、此れがサンディフツクからフロリダの太洋に面せる海岸全長に就きての一般概述である。

砂質海岸は海岸の侵蝕及び海岸の保護に關する問題を研究せんとする者に多大の困難を與へる、之等の困難も排出口の存在する所及び海岸線の變化の最も急激に且つ顯著に現はるゝ所に於て特に大である。

海岸の安定或は變化に付て排出口の研究を爲すことは其海岸に在る諸建設物の維持上より考ふるも重大なる關係を有するものであるが更に此の排出口が若し航通を主目的となす場合には其の研究は一層重要を加ふるものである、排出口は場合に依りては水路變化し紆曲を生じ砂洲を生じ航海者に無用の長物となる事あるも他面に於て直接隣接せる海岸に及ぼす影響

は絶大なもので遠隔の地に迄及ぶ。排出口の在る海岸及び其の近接地は排出口より遠く離れたる太平洋海岸と同様に隆起或は洗滌の作用を受け且つ其上に灣と太平洋の水位差よ生ずる急速な潮流より起る浚渫或は堆積の作用をも受ける。

排出口は海岸線上に於ける物理的變化の起點と看做することが出来る。即ち變化の最顯著なるは排出口である、數多の地方に付き屢々行はれたる種々の測定を比較し見るに排出口より遠隔なる地點に於ては過去八十餘年の期間中僅少の變化か或は全く變化されないのを見受くるに拘らず排出口は其の場所を變移し其の幅員を變化してゐて幾多のものが比較的近來の中に全く閉塞されたり新しく開口されてゐる。

此の可變性は漁業牡蠣及び蛤採殖及び航運の如く内部潟湖を頼りとする全ての産業に影響を及ぼすは勿論斯様な變化の結果海岸の天與の特性及び權利も屢々危險を受け障礙を受ける。排出口を制禦し改良せんと試むる人の一助ともなり手引きともせんが爲めに排出口を通ずる潮流を支配する法則及び排出口の海岸に於て暴威を振ふ他の自然力を支配する若干の法則を見出し且つ又排出口の作用の基礎をなす一般原則及び規則を集め公式化せんとする所に此の研究の主目的は存するのである。

南大西洋海岸に於ける波の作用

北東の暴風雨及び其れより弱勢なるも南東の暴風雨との兩者が海濱を洗流する原因となる。此等の暴風雨に依り海水は異常の高さに昇騰され其上に高浪が伴つて来る。高浪は通常の限界を越えて海濱の上方迄押し上り砂粒は押し移され水面の大變化は強速度の海岸流を生じ大量の土砂が運搬される、斯様な状態も此等北東及び南東の暴風雨に依り起される波浪の角度即ち海濱に衝突する傾斜角度の如何は一層之れを助長することとなるのである。

一般に海岸を構成する土質は大小の差は見らるゝも微細なる砂土及び貝殻破砕細片なり其の土砂は前後上下と運ばれつゝも或る方向に一般に合成運動をなし終局は海水中にて溶液狀或は浮游狀をなし遠く運び出されて太平洋底に沈積される。

土砂は砂質海岸に沿ふて或は波に依り或は潮流に依り或は又風に依りて運搬される、最初波は海底に作用し前記の如く地方状態に依り種々の廣さに被つて居る土砂を動かし始む、斯くして持ち上げられたる土砂は一般には初行波 (direct wave) の方が歸還波 (Return wave) に優れる故に海岸に向ひ押し進めらる、若し波が海岸に對し直角ならば——斯様のことは非常に稀有なれど——其の土砂は最大勾配線に沿ふて動搖し側面に平行に移動することがない。

波浪は岸に向ひ或る角度を以て衝突することが最も多い故に土砂を斜方向に押し出し最大勾配線に沿ふて戻る歸還波と共に海洋方向に土砂は走り下る。併し再び波に捕へられ次の波に依り再び投げ揚げられ漸次波の傳播と同方向に前進して行く、従て此の土砂も亦動搖往復

運動をなす、何故ならば風は常に同一方向から吹かない故に波も其の方向に従ひ砂粒も之れに依つて彼方此方と動揺する、併し乍ら波は或る一方向に偏して其の頻度を有する性質があるから終に其の方向に確定運動をなして運搬されて行く、土砂が波浪の運動にのみ服従せず潮流の運動及び風の運動にも亦服従する場合は土砂の移動は種々の原因より醸された部分的運動の合成結果である。

此等土砂の運搬の原因及び結果は暴風雨の間は増大するけれ共其れは海底に於ける波浪の運動が一層強力となると云ふ理由のみではなく尙海に於ける暴風雨は海濱の方向に海水を馳驅して海濱を刺戟し其の運動は通常潮流の運動に加はりて屢々海底 (littôrial current) を流去一掃する爲めである、兎角暴風雨は浮游物を運搬する力を増加させる。

砂粒は海濱に沿ふて移動中大灣若しくは他の開口或は又海岸線の方向の突然の變化の如きものに遭遇した場合は砂粒は岸の突部に接近して砂洲状になり更に突出尖端部を延長することになる、其の場合退潮は突部の反対側に於て衝激を起す故に出入口の狹隘なる場合は侵蝕を受けることになる。

若し灣が小にして浅い場合は砂洲は障碍物を形成する傾向がある故に終には全く其れを閉塞する事がある。但し若し幾分でも淡水が流出して夫れに助勢せられた退潮が障碍物を破り一種の出入口を形成する時は其處を通して潮汐は交互に干満運動を行ふ、此の出入口は水路状をなし退潮は之れを塞がんとする傾向ある砂流を洗ひ流し其の前方に圓弧状或は圓錐狀の所謂砂洲 (Bar) を沈積せしめる、潮流は又砂洲上を一様に越流することなくて一つ若しくは數多の溝を切り開き其れが滯筋となりて水の最深部が其處に認められる。滯の兩側なる砂洲 (Flats) は淺洲 (shoal) とか或は淺瀬と呼ばれる。

滯は暴風雨とか或は洪水の後には位置を變へ其れに依りて砂洲の形狀が變化す、海濱漂游物と稱せらるゝ所の運動砂粒の移動に依りて滯は同一方向に移動變位をなす傾向がある。

海岸漂游物 Littorial drift

海岸漂游物の移動は波浪の優勢方向に伴ふ故に従つて風の優勢なる方向にも伴ふことゝなり尙又海岸の地形にも影響されるのである、砂粒が急速に運搬されたり若しくは緩漫に運搬されたりする爲めに海濱には或る場所は剝脱され或る場所は蓄積される事になる、されば轉々海岸には或る程度恒風 (卓越風) と一致する地況を有するものがあつて灣とか或は岬とかい地況の兩分線をなして居るのが見られる。

此の海岸漂游物は昇潮時に排出口を通過して内部に流入し臆て流入潮の速度が減少し止まるに従つて先づ粗大の砂粒が最初に沈澱し漸次小粒となり最小最輕の砂粒は最も遠く内方に運ばれて沈澱される此の作用も退潮が起ると間もなく逆動せられる即ち退潮が漸次増勢する

に従つて全沈澱物質或は其の一部分を持ち上げ其れを海に復歸させてしまう、併し沈澱物質の若干は常に其の儘其處に残されるので其れが堆積するに従ひて内部に砂洲を形成するのである。此の砂洲を通して水路即ち濤が常に其の形狀水深等を變化しつゝも内水と外水の連絡をなす。

此の砂洲を稱して内部砂洲と呼ぶが同様な砂洲が排出口の直ぐ外方にも亦形成される、即ち其の場所に来ると流出退潮は非常に速度を失ふので載荷土砂を沈下し砂洲が形成されるのである。

此の外部砂洲は潮流の作用及び海波の作用を受くるので一般には一定度以上に増大することを得ない併し乍ら内部砂洲は灣内は非常に靜謐なる爲作用も弱小なれば定限なく増大して遂に内水を全く埋充し沼澤となす事あり又排水口を閉塞するに至る。砂質海岸に於ける内部灣及び海峽が漸次退滅して行くのを人命を尺度として測定するならば決して速急な過程であるとは云ひな得いが地質學的に見るならば其れは非常に急速な過程にして現在生存せる人々の中にも著しい退滅の徴の進んだことを認識する人が數多あることであらう。

されば排出口の研究に於ては漂游物質は第一義的に重要な事柄である故に尙進んで攻究する價值がある、海濱漂游物 (Beach drifting) と稱せらるゝ漂游作用は海濱の傾斜其のものに沿ひて起り既述せる如くに波浪が傾斜を推し上り最急斜面を眞直に降下し海岸に沿ひて或は鋸齒狀に或は拋物線狀に進行し續けて居る間に海濱上の砂粒を移動し易く爲す所の所謂波浪の洗流作用に依つて生ずるのである、洗流作用は小なる砂粒程容易に之れを動かし且つ大粒なものに比しては遠距離に運搬する故に海濱に沿ひて進行してゐる細粒砂の速度は大粒のものより遙かに大なるものである、

海濱漂游の方向は如何なる海岸流の方向にも無關係であることは明かで唯、波浪の海岸に向ひ衝突する方向に關係を有するのみである、勿論其の方向は不變のものに非ざる故に海濱漂游は時には一方向に進むかと思へば又時には他方向に進みて變轉動搖定まらない。其の合成運動の方向は恒風力方向或は各風力強度太洋の廣濶度前濱の水深並に海岸に接近する潛波の波動方向等の數多の因子に依つて起る。

海濱漂游 (Beach drifting) と特に區別せる場合の海岸漂游 (longshore drifting) は海濱直前の淺海中に行はるゝ砂粒の運搬を稱するものであつて斯かる運搬を惹き起さず海水の運動或は潮流の存在するは必然なことである、此處に於て海岸漂游作用を起すに預つて力ある所の種々の洋流の研究をして見よう。

洋 流 (Ocean currents)

海岸線に接近して來ると波浪の振動運動は凡てか或は其の一部が移動運動と變化する、移

潮波は通常海岸に向ひ水の重疊を起す原因となる故此の過剰水の重疊に依りて水壓を生じ潮流を起す、此の潮流の行方を見るに若し海底に沿ひて外れるならば海底逆波に變形し若し側面に外れるならば海岸流と變形して行く。

潮流 (Tidal currents)——洋流の一變態は潮流である、潮波の通過路を検すれば水分子の運動は水平及び垂直の兩平面内に於て各自非常なる細長橢圓形に酷似せる一致運動をなしてゐる、潮波が岸に接近するや傾斜せる海底に沿ひて水分子は垂直的に上昇し同時に海岸方向に移動運動をなして行く、一旦高波が通過せば下降し海岸より直ちに退去し初める而して之をプランして考ふれば水の分子は大小種々の心差率を有する橢圓軌道中を廻轉してゐる。

此の運動は海岸線の地勢に依るものにして漏斗河口或は排出口の入口及び其の附近に於ては橢圓形は實際には直線的となるに反し斯様な妨害要素から遠く引き離れた地點に於ては橢圓の心差率は小となる、潮波が眞直に進行して妨害されない様な廣闊な海岸に於ては潮流は一般に弱勢にして重要な作用をなさない、併し乍ら潮波が海岸に對し種々なる角度をなして進行し且つ海岸線が灣、三角口、排出口或は海峡に依りて破られてゐる不規則な海岸線に於ては侵蝕及び土砂の運搬を惹起する大なる因子となる、外海に於ては潮流の最大速度は高潮及び低潮時に見られ平均海水位の時期には潮汐の弛緩が然らざれば轉向が起きる。

小さな入江或は狭小な水路が太洋に開口せる場合は其等は潮汐の上昇下降と共に満干する、昇潮期間は流入潮流優勢にして退潮期間は流出潮流優勢となり流入及び流出潮兩者の靜穩時 (Slack) は殆んど高潮時及び低潮時に一致してゐる、一般に海岸線附近の運動状態は自由に傳播する太洋潮汐量と包容量小なる小入江出口との中間地帯である故此部に於て多少變形して受容量小なる入江を充たすのである、されば平常潮位時 (mean tide) には最早流潮の弛緩及び轉向は行はれないが高潮及び低潮時に近く之れを見る而して最大速度は平常潮位時附近に在る、潮の速度に付ては理論から出發して此の實際現象を説明せんが爲めには此處に表面傾斜の影響を受けて流動する水を動水學に基き攻究する必要が生じて來るのである、故に潮汐に依りて海岸に重疊せられた水が大灣或は海峡中の狭き口或は瀬戸を通して流入する場合に生ずる純粹なる水壓水流 (Hydraulic current) と海潮流 (Tidal current) とは區別する必要が起る。

一度生成せられた洋流も局部的狀況特に海底及び海岸の不規則性に依りて變形され渦卷旋回及び逆流を生ずる。

例へば一潮流が灣の排出口に接近して來た場合には其の灣内に反對方向に動く一流が起きる又渦卷或は逆流は島蔭にも起きる事がある。

水深が急激に減少すれば洋流は其の爲めに擾亂を起す即ち海底からの烈しき反作用に依りて速度を非常に増加するのである。岸に起る潮流の反轉は同時に全水深を通じて起るもので

はなく普通表面に之れを認めざる以前に既に海底では行はれてゐるものである。

風に依る潮流 (current)——海水面を吹く風は共に海水を其の方向に牽引する傾向があつて直ちに漣波を生じ其の波も風が強力になるに伴ひて増大され大浪となつて行く、観測の結果を見ると風に依り起される海面上の潮流は風速の約百分之一、五乃至百分之二にして北半球に於ては風向に對し右側へ約二十度の方向へ運動することが大體明となつた。

風に依り起る洋流 (Ocean Current) は普通弱勢であるけれ共時には靜謐な日和に海上で見らるゝ定潮流の速度に比較出来る程の速度を有する事がある故に海岸線の方に沿ひて吹いてゐる強風は状態が好都合なると甚だ急速な海岸流 (longshore current) を生成することがあり得るは當然なりと云はねばならぬ、若しも定潮流と風の爲めに生ずる潮流とが同方向である場合には両者は相互に強め合ふは當然にして若しも両者が反對方向ならば勿論相互に減勢し合ふ結果となる、風に依り起される潮流も亦洋流に轉化して行く様に思はれるが事實は風の作用は表面に及ぼすのみである故に風に依る潮流は表面流にして洋流は一般に大なる深度を有するものである。

洋流の表面速度が一般に減少するのは潮汐の如き大現象を生ぜしむる爲めに底速を増加して潮流に支給するが爲めである。此の表面流が轉滅して底流を補強することは屢々見らるゝ現象なるが特に漁業者は之れに注意して其れが起る場合は天候の變化が近附いてゐる警告なりと見做してゐる、岸を離れ沖に向ふ風が常に海岸の築成を促してゐることも上記の事例に依つて之れを首肯し得るのである、風に依りて灣内に注ぎ込まれた水の堆積は表面と底部とは反對方向の水流を起すものなり、風に依り驅り立てられた表面流は灣内に入り遠隔地點に達し排出口の海面より高く嵩み上り其の高さは風の衝擊に依つて生じた強速力を持つ水の運動量と風の水平運動量との合力に對し均衡を保持し得る高さ以上に到達す。次に通常潮位に復歸する場合には表面勾配に依つて運動すること能はず是れ風力が其の運動に逆ふからであつて底面に沿ふて戻るので約言すれば潮流は表面尖端から來り水底の逆流と變つて歸還するのである。

排出口が海と連絡をなしてゐる灣とか或は潟湖中に海水は風に驅られて侵入し來り集積するが風が一度強度を變ずるか或は方向を變ずると流出して行く。此の場合の流入流出作用は排出口に強烈な洗滌或は浚渫を惹き起し其の爲めに水深が有利に維持されてゐるのである。斯様に風は屢々海岸に沿ひ沿岸流を生ずるが此の沿岸流も風が海岸に對し直角に陸或は海から吹く場合には存在しない。此の海流は風向が海岸に對し直角方向から離れるに従ひ漸次強力となるものなれば沿岸流の運動は一般に風の方角と一致するものである。されば此の海流は砂土を恒風方向に運搬することは當然である、併し乍ら沿岸流の速度は沖へ離れるより海岸近くの方が大であると云ふことを實測することは非常に困難なものである、此の外に彷徨

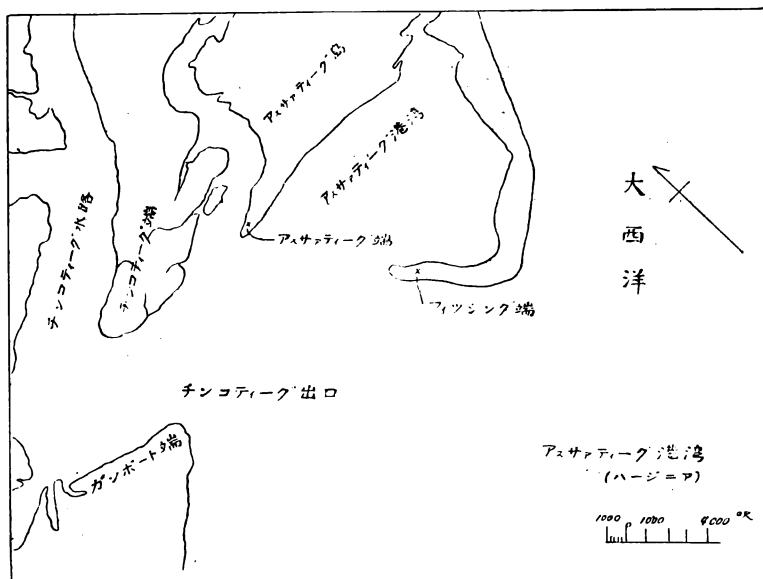
流とか含鹽流とか種々の海洋流があるが此等は主に海岸漂游作用に關係あるものと如く信ぜられてゐる。

排出口の形成

所謂沖洲 (off shore bar) と唱へるところの海岸に沿ふて出来る砂洲線の間に自然に出入口の形成せらるゝのは次の三過程中の一つに依るものである、第一は生長中の砂嘴 (Sand spit) が先づ近接海岸線の方に曲り一水面を漸次取り巻き閉じ込めて行く次で砂嘴の生長と共に此の閉塞された一團の水面と海とを連続せる水路は小となり潮流の速度が強力になるので砂嘴の先端部では沈澱生成作用と侵蝕流去作用とが均衡状態に達す。斯様に開口が狭小になる爲め砂嘴の伸長が止まるものなるが又他の理由で止まることもある。

斯様にして形成せる排出口の例はバージニア州東方海岸のアツサートイグアンカーレイジに於て現在其の過程に在るのが見られる、六十年前は外海であつた水面が現在は砂嘴の伸長の爲め閉じ込められてしまつてゐる、先づフィツシングポイントと稱せられてゐる砂嘴がアツサートイグ島から南方に海中へ伸長を初め二哩程伸びた時既に約六平方哩の面積を半ば閉じ込めチンコティグ排出口の北側に當り西方に反曲して行つた。若し更に一哩程伸長するならばアンカレイジを完全に閉じ込め灣或は海峡に變じてしまうだろう、勿論閉塞水面中へ

第一圖 (口)



注入流出をなす潮流が砂土を侵蝕し排出口を十分に維持してゐる間は海と連つてゐる小開口或は排出口は存続するは當然のことである。

隣接せるチンコティグ灣はヘンローペン岬の眞南に當り伸長せる砂嘴の爲めに同様に形成せられた様に見受けられる、學者に依つては此れが實際灣或は海峡と大洋との間に境界をなせる海濱に排出口が形成せられる一般的過程の様に理論的に説明する人があるが、其れは誤りであつて其れは自ら第二の過程を説明すれば理解出来ることであつて、排出口の基本的形成から言へば寧ろ第二の方が最も通常なる法式と言ひ得る。此の場合は沖洲の生成法式に密接な關係があるものにして、其の生成論を述べれば先づ海岸線が其の隆起し或は海から現出する爲めである。即ち小波が絶間なく岸を打ち碎き其れを強力な暴風雨波が浅海中に押し出し海岸から離れた砂瀬を形成する、之れが漸次堆積上昇し終に海面上に現はれて沿岸洲或は沖洲を成すに至るのである、斯くなると本土と沖洲の間に水面を劃し灣及び潟湖が出来る。

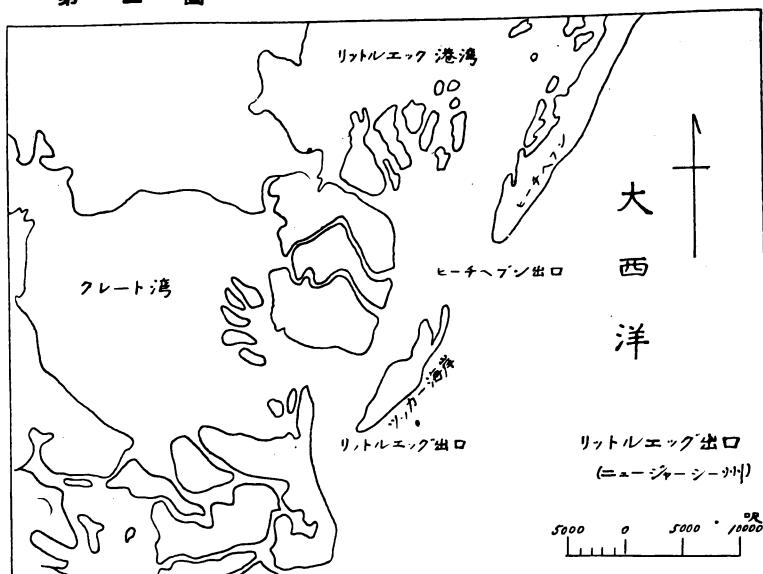
次に此の沖洲は全部一樣に同じ割合に現出しない故、洲の大部分は隆起するが未だ水流が多く低所を通じて潟湖と海との間に多少維持されてゐて其れが漸次狭小となり、終に眞の排出口と呼ばれるものとなる、此の沖洲の生成と共に他面に於て海岸流は洲に沿へる沿岸漂游物の運動と化し又之れは排出口の閉塞を促進し遂に其の中で出入潮流の微弱なるもの或は出入口の狭小なるものは閉塞し了る様になつて、顯著なるものだけが残ることになる。

排出口形成の第三の過程は海岸の灣及び瀬戸と大洋とを遮斷してゐる砂洲濱或は沖洲が波浪或は風に依り剝奪し去られるので、異常なる高潮或は暴風雨潮が打ち越へる地點が最も甚しく、打ち越へたる波浪は灣内に流入し水路を侵蝕する、最初の二つの過程は稀に起り且つ又年月を多く要するに反し、第三のものは屢々起り且つ又其の成就には單に數時間を要するに過ぎないのである、此の砂洲濱を破壊して新排出口を生成せる海岸に付きて若干の近來の實例を見るに、ニュージャージー州海岸に於けるリツトルエツグ灣と大洋とを連結してゐる新ビーチヘブン排出口及びメリーランド海岸に於てシネブクセント灣と大洋とを連結してゐるシネブクセント排出口が夫れである。

以上の外第四に數ふべきものとしては意識的即ち人工開口にして、特殊の地方では人工開口を成さんとして屢試鑿されたが今迄の試鑿は一般に自然力の評價が不充分なりし爲に終に自然力の妨害に會ひ打ち破られ、又餘りに規模を大にした爲めに失敗したものが多い。失敗の實例を見ればローノーク島附近北カロリナ州海岸オーシアンシティの下のメリーランド州海岸及びインディアン河のデラウエア河岸に於ける排出口試鑿、又近頃の例はパムリコ海峡とローノーク島直下の北カロリナ海岸に於て、大洋との間に試みられた排出口の試鑿等がある。

既述せる第一の種類の反曲せる砂嘴より形成せられた排出口は、其の初期に於ては他の方法で形成せられたものより恐らくは航通の目的には非常に好都合なる特性を有してゐる、即

第 三 圖



ち長期間内外砂洲に依り妨害せられぬ特性を有するのである、此れに反し後の種類の排出口は多少とも形状が確立せられる迄、或は周囲の状態が整調せられる迄は、咽喉部の両側に在る大なる移動洲が非常な妨害をなすものである。

一旦立派に安定せられ、役立つ程度に形成せられた排出口は、沿岸漂游物即ち砂質海岸に沿ふて行はれる砂土の持続運動の有無に拘らず閉塞さるゝ事なく航運の目的に適する。

排出口の潮流

排出口の大きさの影響——排出口を通じ流動する潮汐の特性を攻究する爲に、砂嘴の伸長に依りて形成せられたる内陸湾の場合を取れば、砂嘴の成長の初期に當りては潮汐の湾内に於ける上昇及び下降は、周囲の大洋潮汐の夫れと同様に且つ又同時に行はれる故に、排出口に特別の潮流は起らないと考へてよろしい、開口は引き続き狭小となりつゝあるも全潮波が自由自在に傳播し其れに依つて阻害を受けざる間は何時迄も斯様な状態が持続されてゐるが、一旦阻害が初まり出入口が流入潮に對し障礙をなす場合には、潮汐の進行に遲滯を起し排出口の内外の水面間に水頭差を生じ、潮波の傳播運動と其れが一緒になりて湾内に流入する水壓水流を惹き起す。

排出口が湾の面積に比して廣く且つ深き間は、水壓より生ずる水流も小にして潮波も相當に傳播することは明かである、海岸近くの浅海に於ける潮波は移動波なる事は確實なり、即ち水の全體が實際に同一速度を以て水平に運動して行くのである、さて若しも排出口の大きさが湾の面積に比して非常に小となる場合は潮波の傳播は微弱にして擧げて論ずるに足らな

い、従つて排出口を通過する水流は水壓から起る、即ち水面勾配に依る水流であつて既知の水理學法則に従ふものと考へらる。

斯様にして形成せられた理想的排出口も間もなく沿岸漂游物が入り込み土砂を持ち込み或は昇潮流が土砂を沈澱して形狀が縮小せられ當初の海岸を破り、形成せられたる排出口と區別出来なくなり且つ砂洲に依りて同様に妨害を受けるに至る傾向がある。

昇潮流及び退潮流——深さの維持と言ふ見地から見れば、昇潮流と退潮流は水底に對し各異りたる影響を及ぼす、昇潮流は漂游物流を運び込みて全水底に沈澱させるが、特に潮流の弱勢であるところの凸出した岸の側に多くの沈澱をさせ、退潮になりて水が下降する時には其の速度の十分強い部分を除いては再び運び去られない故、退潮流は高潮時水面下に没しても潮流緩慢な部に對しては此の部の沈積物を再び運び去ることは極めて少量である。

斯様に昇潮は水底に沈泥し潮汐を容る水路の容積を減じ、其の逆流力を弱め水路の水深を減ずる結果其の爲に潮汐の傳播を阻害し、一部に其れが起ると又他方へと反作用し漸次其の影響を擴大して行く。

退潮は内部に沈積せる土砂を持ち上げる傾向ある故、昇潮とは反對に水深の維持に好都合な作用をなし、一般に水深を保持するに與つて力がある。此の退潮流の優勢なるのは、内外水面差は昇潮の場合に比して多きを常とし且つ又退潮水量には淡水の流出が加はる爲昇潮水量より多くなる爲である、但し他面に於て水路底は退潮初期には潮速を阻む如き具合となり、又昇潮が漸次動水半徑を増加するに反し、退潮は動水半徑を漸次減少するものなれば昇潮の方が屢退潮より急速度で上昇する事あるを記憶せねばならぬ。

尙昇潮が漂游物を取り入るゝに優勢なるは種々の方法で見らるゝ所で、潮流測定に依つて測りし潮汐の表面速度は一般に退潮の方が大であり、水深中間の所の速度は退潮昇潮共に略等しく底部に至ると昇潮の速度が甚だ大にして大なる浚渫作用をなす事實も認めなければならぬし又退潮は若干の淡水の流出に依り鹽分を多少稀薄せらるゝに反し、昇潮は鹽度が濃く重い故退潮の下部に押し入り退潮底水を緩になし、或は退潮流の一部を却て内方に押し戻す作用をすることがある。

又屢昇潮の最大速度は退潮の其れより大にして運搬力が勝れてゐることがある、特に昇潮の進入が淺瀬或は他の原因に依りて阻害され遅延せられて波の先端部が其の後部に比べると一層急傾斜となり且つ強力なる上げ潮の時に之れが顯はれる。

以上の様な状態であると強力な昇潮流は弱劣な退潮流に運ばれるよりも一層多量に且つ大なる漂游物及び礫を運搬することが出来る、或る實驗家は退潮中水路の下底及び兩側は鞏固に且つ緻密になつて見へるが、昇潮中は其等が凹凸粗雜に見受けられるのは昇潮流が其等の中に容易に侵入蠶蝕し込みて、侵蝕物質を浮游状態になす故なりと報じてゐる、昇潮は沈積

物を増加せしむるが尙又反對に或程度深水を維持する働きをもなす。

即ち退潮が水表面では尙下降中なる時に、水底を上昇し來れる初昇潮は上部から水壓に依り壓されて恰も犁嘴の如くに河底を犁き起すもので所謂通路削鑿作用であると言ふ説もある。之れに依つて見れば初昇潮に依りて斯く持ち上げられ浮游状態にされ奥へ運ばれて行く水底の砂粒は、退潮に依り再び捕り込まれて海に運ばれて行く故初昇潮は退潮が掘鑿し水深を増す働きを補助することになる、然し乍ら昇潮退潮の侵蝕作用は常に同じ場所にて行はれず實際には各々異なる通路に於て剝奪作用を互に行ひ、兩者の間には水流緩漫な部分があつて此の部は沈澱作用の盛んに起り易き箇所となることが多い。

漂游物の沈積

漂游物の沈積に都合よき状態——全ての潮流は漂游物及び泥砂を沈積するものなるが夫れも其の場所の潮流の速度、水の攪亂状態、土砂の抗蝕状態、及び其の漂游状態に變ずる難易の度等に依り異り、一方潮流は速度が適當に減じ若干の靜穩状態が持續する時に積載土砂を沈積し又潮流が殆んど漂游物で飽和されてゐる場合には尙之れに多量の浮游土砂が加へられると過剰土砂を沈積するに至るのである、潮流及び夫れと同一週期を以て流動する水壓水流は通常昇潮の弛緩時に主に沈積作用をなすが、庇護物のある場所では退潮の弛緩時にも沈積を行ふ。

海岸漂游物は種々なる潮流に依て運搬され沈積せらるゝが其の沈積地點も沈積過程が餘程長時間繼續せらるゝと遂に平衡状態に達する。即ち其の場所にては尙引き續き沈積は行はるゝが潮流が漸次速くなる爲に、沈積するや否や遠く運び去られて行つてしまふ、斯くなると最早潮流の速度減少しない限りは其れ以上水深は淺くならず昇潮に依りて持ち込まれた漂游物は全部其儘退潮に依り洗ひ流されて海に出て行く。

潮流の入る灣に淡水の流入ある場合には退潮の浚渫作用は昇潮の埋積作用より比較的大となり得ることのあるは上述の通りである故に灣内の沈積物は全部洗ひ流されるは當然の筈であるが灣が少量しか淡水を受けぬか或は殆んど受入れない時は沈積が浚渫に優りて終に出入路は埋充せられ潮汐も亦侵入し得なくなつてしまふ。

漂游物は週期的なる潮流に依り運ばるゝ故に其の運動も亦週期的であり経路は複雑である、一旦沈積せる漂游物は暫時休止し又何回となく同一場所に往復去來するに従つて其の行程中に絶えず磨滅せられて砂粒は漸次小粒となり運搬に容易になり淡水の流出の爲或は他の水流に依つて海に到達し、退潮に載つて次第に外海に出て行く傾向の存在することも認められる。

之れを要するに全ての沿岸漂游物は海濱漂游物であらうと海岸漂游物であらうと何等かの潮流に依りて運搬せられ、排出口或は河口に接近すると昇潮が來て集めて灣内に持ち込み其

處に沈積する、次いで退潮になると反對に洗ひ流され海に戻るものあり尙其の儘止まるものありて一様でない、此の過程は如何なる排出口に於ても潮流の到達範圍内では泥砂が運搬せられて来る度に繰り返される筈である。

泥土の沈積——泥土は如上の力が間斷なく作用し終に全ての種類の物質を摩碎せる最後の残滓なることを示してゐる、攪亂水中では永久に浮游状態に在るが靜止水中では徐々に沈積し靜置後も容易に凝結しない、沈澱に要する時間は泥土が砂質なるか粘土質なるかに依つて異なり、又新しく沈澱した泥土は液體の如くに唧筒にて汲み上げらるゝが併し一般に徐々に凝結して行き濕つた粘土様のものとなる、此の泥土は何處にても水が十分靜かな場所では沈積せらる、泥質の海底は最早通常波が感ぜられない深所を示し又灣及び潟湖には水の靜穩状態が多い故に實際には此等全ての灣及び潟湖が限りなく縮小せられて行くを防止せんが爲には泥土を少くとも若干は浚渫除去するが必要である、排出口は豊富なる泥土の一給源地である何となれば此處は漂游砂粒が昇潮で入り來り退潮に運び去られて行く場合に碎かれて行く一大碎粉所となつてゐるからである。

排出口から流出せる退潮中に浮游せる泥土は海岸に沿ひて、恒流に依りて運ばれて行き或る距離迄行くと、昇潮が再び海水を陸の方に運び、前に流出した排出口及び灣内に侵入し、混濁水が滿溢すると其處に再び泥土が多少沈積する。昇潮に依りて入江中に沈積せらるゝ場合に泥土は砂より早く固結する、特に粘土質の沈積物が早い、水が靜止してゐると海草が早く繁茂し其の根は泥土を更に固結し緻密な塊となす故に容易には侵蝕されず又浮游状態にされる傾向が少ない、砂が沈積する場合は充分泥土が介入しなければ此の如き固結状にはならない、潟湖に人工的に水路を掘鑿する場合に沼草大いに繁茂し固結したる泥土中である時は、軟土純粹砂土或は海草を生長さす程泥を含まぬ砂土或は又固結状になる程泥を含まぬ砂土中に掘鑿するより水路の耐久性は大で堤塘は安定なる故に、水深が浅くなる様な恐が少ないことが解る。

極端に不安定なる土壤中を通じて水路を掘鑿すれば、堤塘は扁平にされ又水路は堤塘の崩壞の爲早速擴げられ浅められて了ふ、從て出來得る限りは排出口に接續せる水路は不安定且つ移動的な砂洲中に之を設置することを避け、固結状に在る沼澤部に設置すべきである、斯くすれば其の水路は砂質土壤中で行はるゝ如き潮速の増加に依りて原形が侵蝕さるゝ様な事は起らず、水路は直ちに其の場所の潮汐状態に調和し航運に利用され排水の効果を完ふすることが出来る。

排出口の移動 (Migration)

原因——多くの排出口は側方に變位する之れを移動と稱してゐる、此の現象は排出口の兩側に對し其の狀態が物理的に不均等に作用する原因が有る爲であつて、其の最も多き特例は

一方の側に過剰に海濱漂游物が堆積することである。即ち其の結果水路の他の側は過度に侵蝕されて其の方へ移動せらるゝ傾向となる、其の過程が進むと一方の側は外方に伸長し他の側に其の尖端が全く折り重る如くなりて砂洲は咽喉部の外方に於て海岸に沿ひ推し出して行く。内部砂洲が咽喉水路の軸に關して對象ならざる様な場合は、或は又潟湖の面積が其の軸に對して對象ならざる場合は、咽喉部は外部砂洲と共に移動し従つて全排出口が移動することになる。然し乍ら唯單に外部砂洲のみ移動して咽喉部は同一場所に止まることもある。兩者が共に移動するならば其の結果排出口は伸長して行き海岸線に殆んど平行なる細長い水路と變化する、斯様なことは海濱漂游物の供給が豊富なる場合に最も起り勝ちである、又事情が變ると外部砂洲の運動が固有の形態を有するのを發見することが出来る、即ち或る方向に初め動いて行き岸に接近するに及んで突然反對側に外れ、又再び前と同方向に廻轉し來る所の規則正しい旋回運動を爲すことがある、又排出口の一方の岸が全く安全に維持されて居る場合は他の岸には過度の侵蝕起り或は漂游物の供給が不足する爲めに後退が始まり、遂に排出口が擴大されることが屢々あるが、此の場合には中洲が形成され排出口は二部分に分割され、其の中一つは通常的位置に止まるが他は前の擴大方向に移動する。併し斯様な分岐出入口は其の生命が短いのが常である。

方向——沿岸漂游物の排出口に及ぼす移轉作用を見るに、漂游物と潮流との夫々の量の間の關係から來る如くに思はれる、若し漂游物の量が潮流量に比して小なる場合は即ち水とその土砂包含量との容積比が小となる故に浚渫能力は夫れだけ大となり、漂游物が移轉作用に影響することは殆んどないが、反對に漂游物量が大きである場合は其の影響も現はれ其の容積と水の容積との比の増加と共に次第に増大して行くものである、

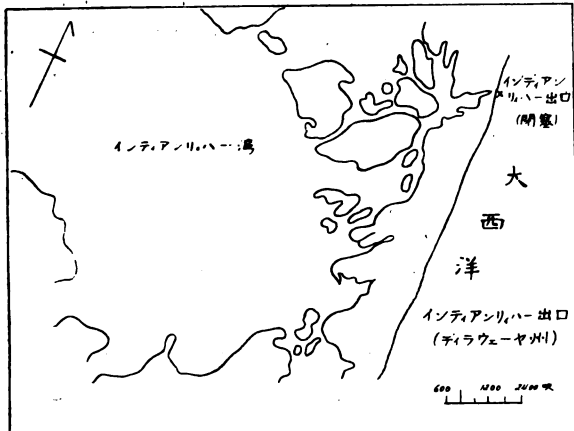
沿岸漂游物の爲に起る移動の範圍は灣或は潟湖の廣袤及び夫れに結合せる水路の大きさに依り決定される。排出口及び流路に依りて接續されてゐる太洋と灣との間の距離が餘りに大となる場合は直ちに過度の通水抵抗を生じ、排出口は閉塞を始め他の都合好き位置の排出口が形成せらるゝに至るか或は灣は不定期間大洋から遮斷せられ中に溜つた過剰淡水は砂洲を破らずに滲透に依りて海に流下することもある。

デラウェア州海岸のインデアン河口は斯くして閉塞され太洋から遮斷されてしまつたからデラウェア灣ローボース灣間には人工的運河が造られた次第である、ニュージャージー州海岸に在るリットルエツグ排出口は移動して接續水路が伸長せる爲好都合なる位置に在る新排出口がビーチヘブンに近く形成せられ、此の結果一層リットルエツグ排出口の通水能力の減退を著しく促進し、此の排出口は將來恐らく閉塞されてしまふだらう。

時折排出口の移動方向が海濱漂游物の方向と反對のことあり、例へばヘンローベン岬の先端及び其の南にかけアツサーチーグー島に向つて南方に流れる強大な海濱漂游物の移動あ

り、此の運動は眞直にデラウェア州のインディアン灣を過る、斯かる運動の影響に付き前記の概念からしてインディアン、リバー灣と太洋とを接続する排出口は南に移動すべきであるが、一八四七年に行はれたる基本調査は最近閉塞されたインディアンリバー排出口は當時は今より南方に在りしことを示し、其れより

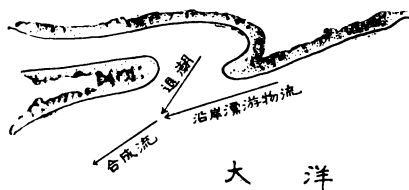
第 四 圖



以前に於ては尙遠く南方に在りしものにして一八四七年以後北方へ移動すること全長二哩である、此の場所に於ける海岸流の主なる方向は正確には知るを得ないが南方方向であると云つて差へない様である。斯く漂游物の運動と反対方向に排出口の移動の起ることは次の如くに説明出来る。南方方向に行く海流は此處では現在の速度に對し飽和點か或は其れに近い程度の量

を含める海岸漂游物流を運んで行く故に、速度の増加或は減少は飽和點を破り海流の運搬能力を増加し或は過剩載荷土砂を沈積することになる、排出口を流出する退潮に就ても同様である、若し此の海流と退潮との二流が排出口の處にて殆んど直角に出合ひたる時には合成流は二力の合力の方向を採り合成流の速度は兩者の平均速度より小となるにも拘らず合成流は

第 五 圖



二流の漂游物載荷の和を運ぶことになる、岸を降つて行く此の新流は斯様に泥土にて過飽和の状態に在る故過剩物は潮の向つて進む南側に沈積し、其の結果南岸は侵蝕よりも寧ろ築立の方が優り、過剩砂土が不斷に供給され漂游物運動と反対方向に移動し一見例外的なる場合を生ず。

然し此の場合内部砂洲を通つてゐる流路は南方より排出口に接近し出口の北側に衝突し再び南に外れ、第二の轉向に依りて砂洲を北東方向を取つて流出する事が認められる。彎曲の發起點に於ては侵蝕が起り、彎曲を絶えず北方に移動させ遂に彎曲度増大して水路と太洋との間の濱は破られ排出口は舊位置の北方に新口を開く事となる、沿岸漂游物の南方への運動は其れ故に前條件を補助して排出口の北側を擴げ尙又更に其の位置を北方に移す作用をなす。

排出口に於て南方に流るゝ漂游物の量は不變にして又其の速度に對して飽和點か或は夫れに近い收態に在ると假定せば、漂游物流は昇潮時に全部内に轉入せられ南方に向ふもの殆ん

ど無く潮向が變じ退潮になると持ち込まれた土砂の大部分は取り上げられて出て行く、其處へ外部の潮流が來て兩者が出會ふ故に排出口の南側にては持續せる沿岸流勢に變化を來し相當量の土砂が前述の如く沈積せられる。

尙排出口が沿岸漂游物の運動方向に反對に移動する他の例を示せばテキサス海岸に在るアランサス通路が夫れである。此の場合には合成風に從つて漂游物の運動方向が北方に向ふに拘らず排出口或は通路は長年月持續して南方に移動してゐる、其の理由は主流路が内部灣から出て長距離間海岸線に平行なる南方向に流れ遂にマスタング島に眞直に突き當り、直角に曲りて海に注ぐ爲めである、通常灣内の潮汐は小にして穏かなる流を生ずるが所謂北風の時には灣内の水は烈しく南方に驅り立てられ、通路を通つて逃れ出る時は必ずマスタング島の侵蝕をなし排出口を南方に移動する、此の侵蝕と移動も侵蝕の最も甚しかつた島を堤塘にて擁護し又防波堤を造りし爲に今は通路も固定し其の作用を止むるに至つた。

排出口の分岐

長い水路或は溝渠が排出口を通じて太洋と灣とを連絡し内部砂洲は大沼澤をなしてゐる場合には此等の流水部の末端開口の位置及び其の方向は開口部の形狀を支配する素因たるものの如く思惟せらる。若し排出口に接近する流路部の位置が不適當ならば水路は排出口の分岐分裂を起す。水路の接近角度の適當なものは海岸線に對して垂直な場合と思はれる、其時は水流は排出口の兩側に均等に影響を起す、若し接近角度が垂直ならざる場合には排出口の一方は他岸より早く侵蝕され移動或は分岐が起る。

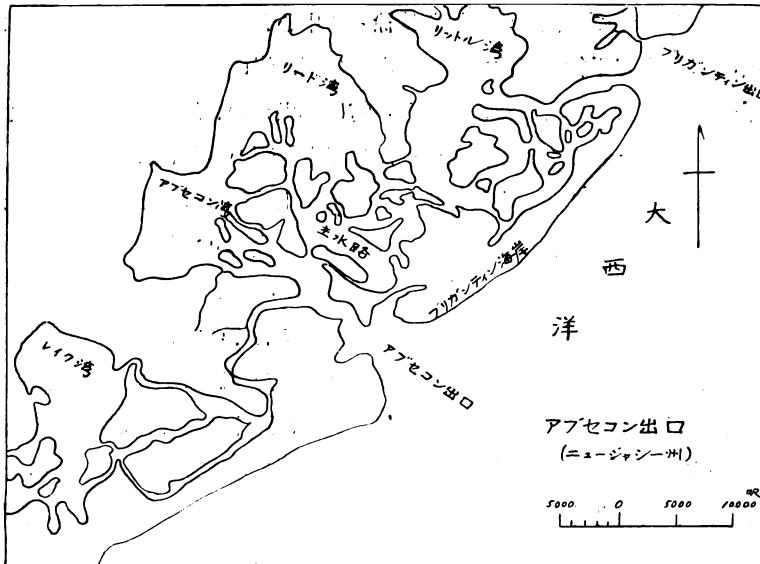
又排出口に二つ以上の水路が集まり、一つは適當な位置を有するか或は海岸線に垂直にして他は鋭角を爲す場合には分岐が最も起り易い様に見受けられる、斯かる場合は規則的な循環分岐が屢起る、即ち鋭角を以て接近する水路は排出口の側面に流出水を衝突させ烈激な侵蝕をなし其の結果其の方の側は擴まり同時に既述せる移動を起さしむ、斯様に新しく移り生じたる排出口は一般に本流から遠く移動して夫れを維持し得なくなると閉塞され又新しく循環が始めれる。

斯かる状態はニュージャシー州のグレートエツグ排出口及びアブセコン排出口に見らるゝ所で上述の循環の行はるゝを見る事が出来る、兩者共に現在循環の初期に在り又共に北岸が侵蝕の過程にあるグレートエツグ排出口の場合にはロングボート町の數廓が失はれ、其の爲に侵蝕防止の努力を十分盡したるも基礎的原因を除去せぬ間は、何時迄經つてもライスリー水路の侵蝕作用を此處から消滅さすことは不可能である。

アブセコン排出口にては主水路と稱せられてゐるものが海への捷徑路となり咽喉部を擴め且つ廣き厄介なる中洲を作り尙又ブリガンティン島の數多の地積を洗ひ流した。

ブリガンティン島に通ずる道路の築造に當りて此の水路は今は永久に閉じられ、又アブセコ

第五圖



ン排出口の外部砂洲の改良に伴ひて此の島の南端の復舊が只今進行中である。

限界流速 Critical velocity

若しも流速が兩岸及水底を構成してゐる土質の耐蝕力に對する限界値より大となるならば侵蝕が起り、次第に水路断面が擴大し或は内部砂洲及び外部砂洲が増大して行く結果摩擦抵抗を増加し再び流速は限界點に復歸して来る、又若し流速が限界値以下となるならば水流は非常に弱くなり、昇潮に依りて持ち込まれたる砂礫を洗ひ流すこと不可能となり内部は淺くなるであらう、夫れ故に排出口を通ずる流速は少し減少するも重大なる結果となるは明である。

排出口は時の経過と共に大低自動的に限界流速に一致し固定する性質あり、故に砂質海岸に於ては其の速度は場所を異にするに拘らず均一となる傾向があるから多少にても海底或は流路の性質の類似せる數個の排出口に付き實際に測定を行ふならば其の限界流速が略ぼ推定せらる。限界流速は狭口とか或は咽喉部と云はれてゐる排出口の狭い部分にて認らるものにて平均流速は昇潮或は退潮時に其處にて測定せられる、排出口が擴大せられ狭口より大なる斷面積を有するに至ると流速は限界流速より小となる故相當大なる程度迄に淺くなる可能性がある。

航行路の移動 Shifting of Navigable pass

變化の方向——多少の例外はあるが大西洋岸に在る殆んど全ての排出口の外部砂洲中の通

水路の位置或は最深部は同一なる循環變化をなし、其の方向は沿岸漂游物方向と大體一致して居る様に思はれる。先づ砂洲上の最深部は徐々に中心より南方向或は南西方向に移動し外方水路が海岸線に殆んど平行に反曲するに及んで砂洲は岸に接着する。外方水路が此處に接近し來る場合には隣接せる岸を非常に侵蝕し、特に排出口の口縁の外方端を侵蝕することゝは屢排出口の移動と考へらるゝが侵蝕を受けたる岸も循環の後期には再び築立せられ、尙又咽喉部は全變遷期間を通じて同一場所に止まる故事實上移動には非ず砂洲の位置が斯様に岸に接着したる時は退潮は其の背後に衝り高所或は基部を横切りて眞直に海に流れんとする傾向益強くなり北東暴風雨が襲來すると遂に通水路を作り、其れを次第に擴大して再び主通水路と爲す而して舊通水路は閉塞され又循環が新に始つて行くのである。

原因——此の作用は如何に説明せんかと屢々試みられた問題である。最も普通に行はれる説明は此の砂洲通路は沿岸漂游物の侵入に依りて次第に遠く押しやられると云ふのである、即ち砂洲の移動方向は浮游物の優勢なる方向と一致してゐると云ふのであるが、然し乍ら沿岸漂游物の優勢方向も一年中には季節と共に變化し又場所と共に變るに反し、砂洲の動搖方向は季節に依り變化せざる故此の説明にては満足出来ない、大西洋岸にては場所に關係なく移動方向は常に同一なるが然し其の程度には變化がありて、冬期が最大にて夏期が最小である、而して沿岸漂游物の運動の優勢なる方向は明かに風の運動の夫れと一致し冬期大西洋にては時間的にも強度上も北東風及び東風が流行し、南方向への漂游物を起し夏期は南風及び南西風が反覆して北方向の漂游物を起す。然るに此等沿岸漂游物の方向の變化も砂洲の移動方向を變化せざる故或る他の原因を探究せねば説明は完全でない。

岸に驅られて來る暴風雨波は其の水面上の高さと同様に水面下深く押し入りて水底土砂を浮游狀に爲し水を泡立てゝ岸の方向に其の土砂を押し投げることは熟知のことなるも、此の波浪は砂洲に衝り碎けて散るが其の場合砂洲を後方に押しやり、又若干の土砂を砂洲を越して背後に堆積し同時に土砂の若干は側方にも流るゝ故、強烈なる暴風雨が若干時間衝突したる場合は砂洲面は平坦となり前後左右叩き延されてしまう。

大西洋岸に吹き當てる最も多く來る強暴風雨は北東又は東から來るものであつて、此等は外部砂洲の北東端に吹き當り砂洲を平坦になし或は若干後方に押しやり、又其れを引き延すが海岸線が近い故北方には餘り伸長せず南方或は南西方向に伸び水路中に攪り入り、且つ水路を侵蝕し砂洲中の通水路を漸次遠くへ押しして行くのである、觀測上、流路位置の變化或は移動は斯くして構成される。

強烈な北東風及び東風の他の影響が尙此の最大水深部の移動の補助をなす、即ち夫れは水面を吹く風の摩擦にして、夫れに依りて海岸方向に流れる洋流を生じ其の速度は風速の約五十分之一位である。退潮時には潮流は海岸線の地勢に依り通常南東方向に排出口を流れ出で、

此の外部の風に出合ひ合成流は南或は南西方向に流れ、流路出口の其の側に在る淺洲を著しく侵蝕し其の方向に流路の移動を促す、此等の暴風雨の襲來に依り砂洲の北東側は非常に侵蝕され或る程度低められ低所は再び主水路となる此の時水路が北東に切り開かれたと云ふ。

外部砂洲に見らるゝか如き最大水深部の移動に關する此の理論はニュー・ジャージー州の アブセコン排出口にて長期間連続して行はれたる觀測の結果より推論されたのである、此の場合砂洲の最大水深部が南西方向に移動することは、殆んど全く彼の暴風の作爲にして沿岸漂游物の方向が移動に及ぼす影響の認められないことは確言出来る、唯一回の北東風が一日に北東側の砂洲を伸長し拾萬立方碼の土砂を外部砂洲中の流路に押し込み、流路の中心部の水深を減ぜること六呎乃至七呎に及んだことが觀測されてゐる。此等の過激なる變化は強烈なる北東或は東の風の最中或は其の直後に觀測され、其の變化後は水深は漸次深くなり砂洲の伸張部は侵蝕されて行くのが認めらるゝが又再び次の北東風が來ると砂洲は尙更に一層遠く迄進出して行く、此等の事實から結論を誘導すれば、若し假りに防波堤を作り或は海岸線の自然の地勢に依りて卓越暴風雨の方向に退潮が眞直に流出する様に排出口が向けられたとするならば、砂洲は其の風の影響を受けざるが故に其の位置が永久的に保持され良好なる状態に維持されて行くだらう。

侵 蝕 Erosion

排出口を流入流出する水流は流速に應じ水底及び堤塘を侵蝕する能力を有し、其の侵蝕能力は流速の自乗に比例して變化すると考へらる、然し乍ら水路深ければ夫れだけ水壓が増し尙又渦巻泡立が屢々起り易くなる故土砂を浮游状態になす分量増加す、斯様に侵蝕能力は水深に影響さるゝ事も大であつて通常水路浅ければ渦巻や泡立は全く起らず、流出量が一定にして傾斜と共に速度が變化する場合には、土砂を運搬する水流の能力は水底速度に依らず平均速度の四乗に比例して變化すると云ふことが説明されてゐる。されば小なる速度の變化も水流の運搬能力に影響すること大にして、或は沈積を起し或は浚渫を爲すに至ることが説明出来ることとなる。

流路を切り開き又之れを維持してゐる所の自然作用は流水中に含まれてゐるエネルギーにして、此のエネルギーも目的の仕事に有効に適用された全てのものが其の作用をなす故に出来るだけ密集的形態をとりて其の仕事に適用されなければならぬ、一團の流動水中の有効なる運動のエネルギーの量は

$$\frac{1}{2} \times (\text{質量}) \times (\text{速度})^2 \quad \text{即ち} \quad \frac{1}{2}mv^2$$

である、既述せる如く潮汐より生ずる排出口の流速は、或る一定の限界値より非常に懸隔のある場合は罕であつて、有効に作用するエネルギーを増加せんが爲めには水流量の増加を必

要とし且つ流動水體の集合度不十分にして分散し、其の爲エネルギーを喪失することを防止する必要がある。即ち夫れは水は廣闊なる水路中を流るゝよりも之れと同一運搬能力を有し狭く且つ深き水路中を流るゝを必要とすると云ふ結論となるのである。

此のことは水利學的等式より $\left(r = \frac{a}{p}\right)$ 證明せらる。

r ……動水半徑

a ……水路の斷面積

p ……水路の濕潤周界

此の等式を變形せば $a = rp$ となる。

a ……或る水路の假定面積とす

r ……水路の平均水深

p ……水路の平均幅員

面積一定とせば r は p と反比例して變り速度を高めんとせば r の値は大となるを要し、從て p は出來得る限り小と爲すを要す。即ち $\frac{p}{r}$ の比が最小なるを要す。與へられたる面積で圍む所の最短線は圓弧なる故 a の値が與へられたりとせば、其れに對する p の可及的小なる値は次の如くして見出さる

R を $2a$ なる面積の圓の半徑とす、さすれば

$$a = \frac{\pi R^2}{2}$$

而して

$$p = \pi R$$

故に

$$r = \frac{\pi R^2}{2\pi R} = \frac{R}{2}$$

而して比

$$\frac{p}{r} = 2\pi = 6.2832$$

此れは $\frac{p}{r}$ の比の可及的最小値である。

自然界に於ては如何なる流路も上記の如き比を有するもの無く、一般には水路の中央水深が略其の幅員の $\frac{1}{2}$ に等しい程度のものすら、左右堤塘が所要の傾斜を保持する關係からして實在することが稀である故從て上記の比は尙大にして實際的施工値は 20 と 20 との間に在りと信ぜらる。

排出口と潟湖との關係

多くの排出口の形狀及び通水能力と各潟湖との間は相互倚賴關係に在り又此等の水の集合體は種々なる方法にて密接に關係してゐる、例へば排出口の形狀及び能力に依り潟湖中に流

入する潮汐の容積は決定せられ尙又潟湖の形状面積及び位置に依りて之れに出入する潮汐が排出口に對し之れを浚渫して航行を可能ならしむるや否やが判定される、斯く外部潮汐の上昇下降に従ひ流入流出をなす水の通過する狭口部の幅員及び水深は或程度迄内部の集合水體の量に依りて確定されるのである、内部水が大量なる場合は排出口の軸に對する灣の位置は重大なる關係をなす。大西洋岸に於ては潮流は海岸線に直角方向から來るものなれば、若しも夫れを變形せんとする妨害力が作用せざる時は潮流の軸は海岸線に對し直角となり排出口の中央を通過し理想的正常位置を必ず取ると云ふことは想像に難くない。

尙又若しも排出口の口邊を通過する海岸流が砂土を運搬せる時は、其の若干は水頭差に依り醸さるゝ満干流に依り捕へられ、昇潮は灣内に夫れを搬入し狭口部を通過する時は其の大部分を沈積し、潮流は灣内の廣い水中に分散される而して退潮流になると土砂は暫時海の方向に運ばれ沈積される故に排出口の兩端には多少對稱的なる三角洲が形成さるゝ傾向あり。

若し左右兩方から排出口に接近して來る海岸流の力の間に完全なる均衡が維持されてゐるならば、出入潮流の軸に對して此等三角洲は對稱的なる筈なるも一方の力が優つて居る場合は其の對稱は破られねばならぬ結果となる最も奥に引き込める三角洲の對稱が不完全となる排出口の一方には廣闊なる集合水體があるに對し、他方には單に限定水面があるに過ぎないと云ふ原因に歸す、斯様な不均等に依りる排出口の内側には大なる灣洲を生じ此の洲が擴大して主水路を片側に押して行く事になるのである。

排出口を通ずる水流に適用さるゝ公式

問題の説明——航行に都合よき排出口の状態は即ち水量十分にありて其の速度が限界値を有し水路が必ず所要の大きさに存置さるゝに在ることは自明のことである。此の目的が可能な必要量の水流を得るには排出口と灣の物理的性質に待つのである、海に於ける潮汐の昇高海灣を連結する水路長及び灣の廣狹は夫れに關係ある主なる物理的要素であつて、此等は又水流に抗する摩擦抵抗を増す主なる要素である。一定斷面を有する排出口は海洋潮汐より起る水頭の影響に依り海と灣の間に一定水量を流動さずする能力ありて、此の水量に依り平均水面は上下に動搖さるゝ故潮汐水頭に依り排出口の内外に流るゝ水量と灣の内外に流るゝ水量とは當然等しからなければならぬ。如何なる排出口も其の物理的組成一定なりとし此等水量が他に無關係に各別々に決定され兩者互に等置するならば、其等の水量關係を現はす等式の中には各々夫々定數が含まれねばならぬ、されば其の式中他の定數が既知の場合は未知の一定數は見出され又其の式からして物理的特質上に變化がある場合に其の及ぼす影響を斷定する事が出来る、之等の數學的關係を表示せんが爲めに公式を誘導し來ること不可能ならず、今排出口を通じて入江中に注ぐ流水に付き論究するに當り先づ次の假定を設ける必要がある。

- 一、水流は通例の水利學的法則に従ひ表面傾斜の影響を受けて斷面積一樣なる開路中を流るゝ事
- 二、表面傾斜は海及び入江の各水面位の變化と共に變化すること
- 三、海水位の變化は海洋潮汐と共に變化する事
- 四、入江内の水位は潮汐の影響に依り入江の内外に流動する水流量に依て變化するものなる事

又出口水路の斷面積は潮位の變化と共に變化するものとせば解説が餘りに煩雜になる憂あれば一定なりと假定す、而して平均潮位の場合の其の斷面積を用ひる。

觀測せる事實に餘り拘泥せずして兩水面の變化は波狀形なりと假定する。即ち正弦法則に従ひ變化するものと見做す。此等の變化は一方は他の影響より生ずるものなれば内外兩者位相が一致せずして多少時間の喰違ひあるものであつて、此の喰違ひは水位變化の階梯が同様であつて條件の同様なる場合には之れも不變のものである之れを波動の遲滯(lag)と唱へる。

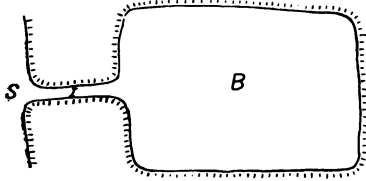
昇潮時を考ふるに先づ平均海水位から出發して其れより漸次起る所の水位變化の現象は次の如くである。最初に入江の水位は海水位より低く又其時の入江内水位の變化度は海水位の變化度程大ではなく且つ海水位の變化は其時最大である、從て水面の傾斜は正方向即ち海より入江の方向に傾き潮流は無論昇潮であつて總て入江内部の水位上昇し且つ其の上昇速度は外面海水位の上昇速度に漸次打ち克つことゝなるから潮の流入速度は漸次減退して行き、遂に海水位が最高位に達し退潮に移るけれども入江に向ふ潮の流れは尙持續し漸次其の勢を減殺するのである。

入江内の遲潮時間が過ぎ外潮の高潮時が過ぎ總て海水位が幾分下ると入江水位と相等しくなり表面傾斜は零即ち水平となり、潮流が弛緩し惰性速度も消滅し入江水位は上昇を止む、即ち其の最高位に到達するのである、夫れ以上最早少許の水も其内に入るを許されざる故入江の水面の上昇は明かに不可能である、次に海面潮位が入江水位下に下降し始めるや否や負方向の傾斜が生じ入江に退潮流起り大洋中に其の包容水を放出し始む、海洋潮は入江退潮より早く下降する故流出も漸次盛となり遂に平均海水位以下となるに及んで下降割合は再び減少するが尙下降は續けられて遂に海面は平均低水位に到達する、其處で再び上昇が始まり遂に低水位に於ける零傾斜を來し茲に退潮に依る馳緩潮となり直ちに正方向の傾斜に移り昇潮となる。

斯様な状態は一運河が二つの潮海を連結せる場合とは明かに異る、後者に於ては兩端に起る潮汐の遲滯或は位相差は前者の如き一定容積の入江と流路相通じ之れに流入する場合とは異る、從て又流出する水量にも無關係にして單に相異りたる道を通して運河の兩端に來る潮波の時差に依るのみである。入江内の潮汐は眞の潮汐に非ずして海洋潮に影響され流

出流入する水流が一定容積の入江を満干する事に過ぎない、前の場合の運河の両端に於ける

第 六 圖



潮の昇高は決して相互關係なく、遅潮も彼我の間に關係ないのであるが後の場合には入江内の潮の昇高及遅滞は明確に相互的に海洋潮の昇高と關係がある。

問題の解法——第六圖に於て s を海洋とし潮汐は其處にて自由に昇降し I なる排出口水路を

通して B なる入江に吞吐される。

a ……一定なりと假定せる出口の横斷面積

L …… S と B の間の距離即ち出口 I の長さ

p …… I の濕潤周界

s …… I に於ける水面勾配

r …… I の動水半徑

H ……海洋に於ける平均潮汐變化（干満潮差）

h ……入江内に於ける平均潮汐變化

v ……出口に於ける流速の瞬間速度

c ……水理定數

q ……出口に於ける瞬間潮汐流量

Q ……出口に於ける全潮汐流量（全潮流體積）

t ……平均昇潮時より起算せる時間

T ……一回の干満潮に要する全時間

l …… S と B との間に於ける潮位相差即ち遅潮時間

m …… B の面積

水理學よりして次の等式が得られる

$$v = c\sqrt{rs} \dots\dots\dots (a)$$

$$r = \frac{a}{p} \dots\dots\dots (b)$$

$$dq = avdt \dots\dots\dots (c)$$

第七圖に於て正弦曲線とせば海洋潮汐曲線は次式にて示さる

$$Y = \frac{H}{2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \dots\dots\dots (1)$$

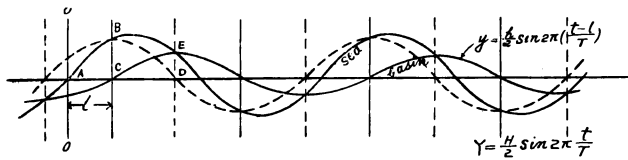
又入江内の潮汐曲線を波狀形なりと假定せば夫れを表はす式は次の如し。

$$y = \frac{h}{2} \sin 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) \dots\dots\dots (2)$$

又波形状点線は此等二曲線の代数差にして任意の時間 t に於ける海と入江間の落差即ち水頭を示す。海と入江間の距離を以て此の落差を除すれば二水面間の平均勾配を得る故此の点線は勾配に比例するものにして其の等式は次の如く書くを得。

$$s = \frac{1}{2L} \left\{ H \sin 2\pi \frac{l}{T} - h \sin 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) \right\} \dots\dots\dots (3)$$

第七 圖



第七圖より曲線 Y 及び y の交点 E は曲線 y の最高点にして縦座標 ED は $\frac{1}{2}h$ に等しきこと明かなり又 AC は遅潮時間 l に等しく

CD は潮汐週期の四分之一即ち $\frac{1}{4}T$ に等し。

されば E 点に於ける t の別の値は

$$t = l + \frac{T}{4} \quad \text{にして}$$

ED に就きての二種の値を等値とせば

$$\frac{1}{2}h = \frac{1}{2}H \sin 2\pi \left(\frac{l + \frac{T}{4}}{T} \right)$$

$$\therefore h = H \cos 2\pi \left(\frac{l}{T} \right) \dots\dots\dots (4)$$

此れは H, h 及び l の間の関係を表はす基礎的等式にして h が増加し H に接近するに従ひ遅潮時間は漸次小となり、且つ曲線 y は Y に接近し一致して行き勾配は漸次小となり速度は無きものと考へて可なり。其の場合は入江が小にして排出口が潮流の流入、流出能力を十分有する時に起る。又 h 減少せば遅滯角度増加し若し h が零となるならば遅滯角度は九十度となり曲線 y は消失し、勾配は高低兩潮間の最大差に依つて決定せらるゝことあるに至るべし、此の場合は入江が割合に大なる爲注入水は殆んど内部水位に對して影響を與へず、且つ出入口は流入水に對して高速度を以て通過するに良好の状態に在るものである。

等式 (3) を展開し其の式中の $\cos 2\pi \frac{l}{T}$ 及び $\sin 2\pi \frac{l}{T}$ に等式 (4) より誘導したる夫々の値 $\frac{h}{H}$ 及び $\frac{1}{H} \sqrt{H^2 - h^2}$ を代入すれば等式 (3) は次の如く書かる。

$$2Ls = \frac{1}{H} (H^2 - h^2) \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{h}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \cos 2\pi \frac{t}{T} \dots\dots\dots (4a)$$

全ての波形状曲線の一般形は次の如くである。

$$y = A \sin(Bx + K)$$

本式中 A B 及び K は任意値にして A は振幅因数 B は週期因数 K は位相因数と呼ぶる現在の場合に於ては求むる曲線は前と同一週期なれば $B=1$ である然し A 及び K には適當なる値を見出さねばならぬ。

今一般式を $2Ls$ に等置せば

$$2Ls = A \sin(Bx + K) = \frac{1}{H}(H^2 - h^2) \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{h}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \cos 2\pi \frac{t}{T} \dots \dots \dots (4b)$$

此の等式に於て x は $2\pi \frac{t}{T}$ にて置換され s の値は $t=l+\frac{t}{T}$ の時には零となる故其等を (4b) 式に代入せば次の如くなる。

$$A \sin \left[2\pi \left(\frac{l + \frac{T}{4}}{T} \right) + K \right] = 0$$

$$K = -\frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{l}{T}$$

• 等式 (4b) の最初の項に於ける K に此の値を代入せば

$$2Ls = A \sin \left(2\pi \frac{t}{T} + K \right) = A \sin \left(2\pi \frac{t}{T} - \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{l}{T} \right) = A \cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right)$$

此の式は次の如く展開せらる。

$$A \cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) = A \cos 2\pi \frac{t}{T} \cdot \cos 2\pi \frac{l}{T} + A \sin 2\pi \frac{t}{T} \cdot \sin 2\pi \frac{l}{T}$$

再び $\cos 2\pi \frac{l}{T}$ 及び $\sin 2\pi \frac{l}{T}$ に等式 (4) より誘導したる其の各の値 $\frac{h}{H}$ 及び

$\frac{1}{H} \sqrt{H^2 - h^2}$ を置換すれば

$$A \cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) = A \left(\frac{h}{H} \cos 2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \right)$$

此處に於て等式 (4b) は次の形に書き換へらる

$$A \left(\frac{h}{H} \cos 2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \right)$$

$$= \frac{1}{H} (H^2 - h^2) \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{h}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \cos 2\pi \frac{t}{T}$$

即ち

$$A \left(\frac{h}{H} \cos 2\pi \frac{t}{T} + \frac{h}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \right)$$

$$= \sqrt{H^2 - h^2} \left(\frac{h}{H} \cos 2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{H} \sqrt{H^2 - h^2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \right)$$

$$\therefore A = \sqrt{H^2 - h^2}$$

されば s に對する等式は

$$s = \frac{1}{2L} \sqrt{H^2 - h^2} \cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) \dots\dots\dots (5)$$

此の式を等式 (a) に於ける s の價と置換せば

$$v = c \sqrt{rs} \dots\dots\dots (6)$$

$$v = c \sqrt{\frac{r}{2L}} \sqrt{H^2 - h^2} \sqrt{\cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right)} \dots\dots\dots (7)$$

之れは意任の時間 t に於ける v の値に對する一般等式である、此は明かに s が最大なる時即ち $t=l$ なる時最大となる、潮流より生ずる最大速度は其の有効浸淫能力を決定する故 v の値に關しては之れが唯一の重要なものである、此の最大平均速度を V_m を以て表はし、 $r = \frac{a}{p}$ なることは前掲の通りとすれば (7) 式の最後のタームは一となる故次の如く之れを改めらる。

$$V_m = c \sqrt{\frac{a}{2pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \dots\dots\dots (8)$$

排出口が比較的安定なる形狀なりと假定せば之れが前述せる其の限界速度である。

等式 (7) の v の値を等式 $dq = a \cdot v \cdot dt \dots\dots$ に於ける v の値に置換せるものは排出口を通過する微分流出量の表示式となり其の式中 t のみが變數となる。

$$dq = ca \sqrt{\frac{a}{2pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \sqrt{\cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right)} \cdot dt \dots\dots\dots (9)$$

積分に當り變數を簡単にせば

$$x = 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) + \frac{\pi}{2}$$

$$\therefore \cos 2\pi \left(\frac{t-l}{T} \right) = \sin x$$

$$\text{而して } dx = \frac{2\pi dt}{T} \quad \text{或は} \quad dt = \frac{T}{2\pi} dx$$

$q=0$ なる時 $x=0$ になす所の t の値は $l \pm \frac{T}{4}$ である故に Q を見出さんが爲には積分限界は $l - \frac{T}{4}$ 及び $l + \frac{T}{4}$ の間に在る、されば

$$\int_{l-\frac{T}{4}}^{l+\frac{T}{4}} \sqrt{\cos 2\pi\left(\frac{t-l}{T}\right)} dt = \frac{T}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{\sin x} \cdot dx \dots\dots\dots (10)$$

故に $Q = Ca \sqrt{\frac{a}{2pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \cdot \frac{T}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{\sin x} \cdot dx \dots\dots\dots (10)$

所謂ガンマー函数に依る解法を以てせば $\int_0^\pi \sqrt{\sin x} \cdot dx$ の値は 2.3962+ となる故 Q に對する等式は次の如くなる

$$Q = Ca \sqrt{\frac{a}{2pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \cdot \frac{T}{2\pi} (2.3962)$$

或は $Q = 12054 Ca \sqrt{\frac{a}{pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \dots\dots\dots (11)$

入江の水面積は如何なる潮位にも一定なりと假定す、而して高水位及び低水位間の其の立方形の體積差は排出口を流過する水の容積に等しかるべき筈なれば其の體積は次式で表はさるゝこと明なり

$$Q = mh \dots\dots\dots (12)$$

Q に對する以上の二種の表示式を等置せば

$$m = \frac{12054 Ca}{h} \sqrt{\frac{a}{pL}} \cdot \sqrt{H^2 - h^2} \dots\dots\dots (13)$$

即ち

$$H^2 - h^2 = \left(\frac{m^4 p^2 L^2}{(12054)^4 C^4 a^6} \right) h^4$$

$$\frac{m^4 p^2 L^2}{(12054)^4 C^4 a^6} = \frac{1}{2B} \dots\dots\dots (14) \quad \text{とせば}$$

$$h^4 + 2Bh^2 = 2BH^2$$

或は $h = \sqrt{\sqrt{B(2H^2 + B)} - B} \dots\dots\dots (15)$

等式 (11) (13) 及び (15) は

第一に與へられたる流路を通じ、入江の與へられたる條件の下に流入する潮汐の流量を與へ

第二に與へられたる流路断面を通じて水が流入する場合内部水位を豫定水位に達せしむる入江の所要面積を與へ

第三 に入江中に於ける潮汐の昇高を與へる

等式 (4) より
$$\sqrt{H^2 - h^2} = \sqrt{H \sin 2\pi \frac{l}{T}}$$

の結果も誘導することを得。

此の第二の値は必要に應じ等式 (11) (13) 及び (15) 中にて置換す。

以上の公式は排出口を通ずる水流は單に水壓より生ずる水流なる假定及び他の必要なる既述の假定の下に出發せるものであつて、此等公式を誘導するに當り潮波の傳播から起る雑多の流れに對しては之れを考慮に加味せなかつたから此の公式は通常水壓に依つて起る水流が主であつて潮波の傳播より生ずる水流は殆んど認められない場合に應用されねばならぬ。

公式の試験

公式中各項の大部分は直接に觀測し或は觀測したる材料から之れを算定することの出来るものであつて、此等公式の正確度はニュージャージー州のアプセコン排出口の場合に照査せられたる結果計算せられたる或る因數値は觀測せられたるものと十分に一致してゐない、一九二三年十月十六日にアプセコン排出口を通過せる流出量及び潮汐昇高を入江及び太洋の兩者中にて觀測し尙夫れは當時未だ閉塞せられざりし主水路及びアプセコン水路即ち内部水路の兩者に於て觀測をなせり、第一表は此の排出口に關する觀測及び計算値を示すものである。

第一表アプセコン排出口に對する觀測値及び計算値		
形 状	觀 測 値	計 算 値
アプセコン水路		
a 横斷面積	17 750 平方呎	
p 濕潤周界	910 呎	
c 水理學係數	116	
L 水路の長さ	35 000 呎	
l 遲潮時間	1 57 時間	1.46 時間
Q_1 潮流全量	944 640 000 立方呎	938 200 000 立方呎
H 海洋潮昇高	3.8 呎	
h 灣内潮昇高	2.8 呎	
M_1 灣の面積 (一部)		335 000 000 平方呎
V_m 最大速度	3 呎毎秒	3.1 呎毎秒
主 水 路		
a 横斷面積	12 000 平方呎	
l 長さ	10 000 呎	
p 濕潤周界	1.80 呎	

c水理學係數	85	
Q_2潮流全量	518 990 000 立方呎	507 410 000 立方呎
M_2灣の面積 (一部)		181 210 000 平方呎
V_m最大速度	2.46 呎毎秒	2.48 呎毎秒
合 成 兩 水 路		
Q_1 及び Q_2 の和	1 468 630 000 立方呎	1 445 610 000 立方呎
M_1 及び M_2 の和	523 860 000 平方呎	516 210 000 平方呎

以上の如く計算値は観測値と非常に良く一致せる故に等式は正しきものと見らる。

公式使用の限界——全て前述の公式は其の制限を考慮して使用するを要す、一定内容を有する入江或は内灣を一定の流路に依つて連結し潮汐は之れを通して出入し水位の變化は一に此の潮のみに基因する場合に限り適用する事が出来る、排出口或は流路が二つの潮汐ある海を結合する場合例へばパナマ運河ゴッド岬運河或はチエザビーク及びデラウアー運河の場合は其の公式は當嵌まらぬだろう、内部の入江が潮汐の昇降の影響されず排出口より来る潮汐の外に河より大流出水量を受くる場合も亦不可である、其の場合は排出口を通過する流出、流入兩水量は最早等しくない。

C の値は假定せる灣と海との間の水路が一樣なりと云ふ條件の下に於てのみ一定である、實際には水路が一樣なることは罕である尙昇潮は土砂を沈積して水路の水深を減じ淺瀬上にて流勢の分散を起し、其の水路の有する如何なる均一性をも間斷なく破壊して行く傾向を有す、摩擦は斯くして増加し其の損失に依り C の値は減少する故理想的状態に在る咽喉部に對し計算し出せる C の値は内部水路が砂洲を通過し又乗り越えて行く場合には大に過ぐるは當然である。

クッター或はバザンの公式に依り咽喉水路に付き計算せられたる C の値と此處に與へられてゐる公式に観測値を代入して算出せるの値とは相異り、後者の値には $K = \frac{C}{C_1}$ なる因數 K を適用して後始めて前者と相等しくなるのである、 C は咽喉部に對し算出せる値にして C_1 は観測より決定せられたる値なり、従つて K は咽喉水路が水深の一樣性を失ひ受容力を失ひし結果生じたる水路の摩擦抵抗の増加割合を表はす尺度なりと云ふことが出来る、故に又入江の面積、潮汐差、水路の廣狹及び長さ等の與へられたる場合幾何の水量を運び得るかを表はす水路の能率度を示す尺度とも考へらる、他に注意すべき現象は等式中の全ての所謂定數は實際には變化し高潮時の方が低潮時より幾分大なる値を有す、其の理由は高潮時殊に h 小がにして最大速度が高潮及び低潮時或は夫れに接近せる時に起る場合高潮時の速度は前述の如く低潮時の速度を凌駕することである、然し乍ら此の事は一般には昇潮退潮兩者共同様なる影響を蒙り其の不均等も相殺さる事多く速度の差より来る影響はないものと考へても

大差を生ぜず。

假定せる入江を適當に充す様に排水口及び水路の大きさを決定して後 h の値を選定するに當りては其の値が太洋と灣の間の潮位相差即ち灣潮の遅潮時間を支配すると云ふ事實を熟慮する必要がある、通常の數學的計算に依れば勾配從て速度の最大なる時刻は常に $t=l$ 即ち昇潮時の平均海水位經過後の時間が遅潮時間に等しくなりたる時である事が示される、遅潮時間が其の最大値 $\frac{1}{4}T$ に達し從て h が零となるならば最大速度は高潮及び低潮時に起るは當然である、入江と排出口との間に一層大なる水路を設けて h を大となすならば遅潮時間は小となりて最大速度の時刻は平均海水位の時刻に一層接近するであらう、 h の値が増加すれば退潮時の初めに當り入江より流出する水に大水深を與へ其の動水半徑を増加せしめ其の結果流出水は沈積物を移動するに當り昇潮より優勢となる傾向がある、 h に對して相當なる値を與へるに足る程の大水路を有せる排出口は、 h が零となるか或は夫れに近くなりて灣内に於て潮汐の變化が感ぜられざる場合に比較すると速度の點は兎に角一般に良好であると觀測上確證される。

摩擦及び他の抵抗

速度に及ぼす影響——人爲的だろうと天然のだろうと排出口に妨害物あれば漂游物は強度に堆積し潮流が夫れを移動し得なくなりて終に或る程度堰堤の作用をなす、併し潮汐の昇降ある爲めに堰堤或は閉塞物の漸進的作用も制限され、排出口の狹めらる事も從て抑止せらるゝ傾がある。斯かる作用に依りてニュージャージー州のマナスリアン河及び排出口の間に在りては四呎の潮汐差なる太洋と一潟湖とを排出口は結合し、太洋より一哩と離にざる潟の中央部の潮汐差は 0.5 呎に減少してゐる有様である。

摩擦は速度の自剩に正比例し動水半徑に逆比例す。動水半徑は斷面大なる場合は殆んど平均水深と異らざる故平均水深大にして速度緩なる水路に於ては潮流の甚大なるエネルギーに比すれば摩擦は殆んど影響を及ぼさざるものと見らるゝが状態が、變り水深小となり潮流の速度が大なる場合には摩擦の増加は非常に重大なる事柄となる。速度を斯様に觀測して行くも速度の變化にエネルギーが影響し、摩擦が影響する程度を決定的に定めることは出来ない、然し乍ら潮流のエネルギーと水深減少の結果は一般に速度の増加に影響するものであるが、一方摩擦抵抗の増加を來し此の爲めに相殺さるゝことが屢である、平均水深が小なる場合を考へると益摩擦は大となるばかりである。

一哩に付き一呎の均一勾配なりと假定し又水路幅一定なりと假定せば流速は水深の減少と共に減少すること次の如し

第 二 表

水 深 (呎)	速度 (呎毎秒)	水 深 (呎)	速度 (呎毎秒)
7	3,10	2,0	1,15
6	2,75	1,5	0,95
5	2,40	1,0	0,65
4	2,00	0,50	0,36
3	1,60	0,25	0,19

潮汐エネルギーに及ぼす影響——入江中に流入する水のエネルギーは一部分は位置のエネルギーにして一部は運動のエネルギーなり。

W ……水の単位容積の重量

Q ……潮汐流量

Z ……平均低水位上の水の重心の高さ

とせば位置のエネルギーは

$$W \cdot Q \cdot Z$$

任意の瞬間の運動のエネルギーは

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} V^2$$

故に潮汐の全エネルギーは

$$E = W \cdot Q \cdot Z + \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} V^2$$

となる。

洋潮のエネルギーは岸に水を累積し流入する水にエネルギーを與へる其の全エネルギーは摩擦に依りて不斷に消滅せられてゐる。若しも水路が一樣ならば次の指數法則に従ひ減少することが解る。

$$E = E_0 \varepsilon^{-mx}$$

E_0 ……大洋砂洲の處に於ける原エネルギー

m ……係數

高水弛緩時に於ては全運動のエネルギーは位置のエネルギーと變じてゐるが、低水弛緩時には潮流の全エネルギーは消費し盡されてゐる。夫れは全て排出口と入江中にて消費されたものではなく流入の場合には抵抗に打ち勝つに必要量を消費し流出の場合には夫れと同量を消費するに過ぎざるものなれば潮汐中に残されたる若干のエネルギーは此の消失して行くエネルギーを出来るだけ多く利用し希望する。改良の助けたらしむることが技術者の着目する要點でなければならぬ。

運動水中のエネルギーの量は明かに其の容積速度は固より潮汐差に従つて排出口と入江の相互の特質、大小其の他の既述せる物理的の特質の全てが之れに關係ある、エネルギーは水量よりも速度と共に増加すること一層急速なるが其の場合は摩擦作用も亦増加してエネルギーを

急速に浪費することも大である、摩擦作用は少量の液体が高速度で動く場合に蒙る影響は之れと等しきエネルギーを有する大量の液体が低速度で動くものに受くる影響より比較的大である。此の事實と泥土或は漂游物の水に對する比が水量大となると反對に小となると云ふ事實とを綜合すれば何故に大なる排出口は小なるものより良好なる状態に保たるゝものなるかを説明出来る。

水路の幅員の變化の及ぼす影響——排出口及び溝渠が各々一つの場合に其れを通る流出水量は其の各横斷面積を通過すべき筈なれば——斷面積と其處の平均流速との積は一定なるを要す、即ち

$$\alpha v = \alpha_1 v_1 = \alpha_2 v_2 \dots\dots\dots$$

となり測點を何個取るも同様なり。故に α の値が平均値より小となるならば其處にては夫れだけエネルギーを多く消費して速度を増加する必要あり、即ち傾斜が増加して必要なる流出量を生ぜしむるに足る程度の速力に増進さする必要あり、勿論 H なる有效落差は各部の落差の合計にして α が平均以上に増加せば速度遅下し泥土を沈積することとなる。

潮汐の潟湖中への傳播

潟湖窪地内に水が流入放出されると新入水量を包容する爲に湖内に水位の上昇を來し湖の内水は水面より水底に至る全體が側方に押され次で湖内の波動を起すことは周知の事實なり、此の湖内の波動は移動に關する法則の下に傳播して行く、斯様な波に對するスコット、ラッセル氏の公式は次の如し。

$$V = \sqrt{g(d+h)}$$

V ……波の傳播割合

d ……低水の水深

h ……波の高さ

波の移動より生ずる水流速度を u とせば u の値は次の如し

$$u = V \frac{h}{d+h} = \frac{h\sqrt{g}}{\sqrt{d+h}}$$

此等公式は湖内の形状及び水深が流入水量即ち前に示したる $m \cdot h$ を内部に包容するに當り之に影響を及ぼすものであることを察知せられるのである。

ニュージャージー州の海岸に在るバーネガツト灣の場合を採れば湖の平均水深は六呎にして潮波は内部砂洲に於て一呎である、故に

$$V = \sqrt{g(6+1)} = 15 \text{ 呎毎秒}$$

次に
$$u = \frac{h\sqrt{g}}{\sqrt{d+h}} = \frac{1 \times 5.67}{\sqrt{6+1}} = 2.15 \text{ 呎毎秒}$$

低潮時より高潮時迄の時間即ち $\frac{T}{2}$ は 22350 秒であるから流入潮の影響は約 4 時間内に潮の上方端迄の 40 哩を傳播する、然るに海水は其の波が反轉する以前には 9 哩を流入するのみである、灣に入れる傳播波は普く最遠隔地迄傳達する以前に反轉さるゝ故潮汐が流入するも湖の遠隔地は h に等しくなる程度には上昇せず若し灣の水深が小なれば上昇程度は更に小となる、されば各灣に付き包容能力を決定するに當り (m, h) の式に對して訂正因數を乗じ ($K_2 m, h$) とす必要がある。

ニュージャージー州海岸に在るリーズ及びアベセコン灣に於ける如く水路が三角洲を通り圓形灣に入つてゐる場合には此の訂正因數は一に近いが灣が伸張し其の一端を排出口に連結せるバーネガット及びチンコティグ灣の如きものに對しては訂正因數は一より小となる。因數は灣の水深が大となり或は小となるに従ひ亦大となり小となる、コールドスプリング港灣に對しては大であるがニュージャージー海岸に在るグラツシー海峡に對しては非常に小となる、此の因數の値は潮流の流量を求め決定する以外に直接決定することは多分出來得まいが併し前述せる如く C の値を適用せる因數 K との關係に依り K_0 なる因數を見出すことが出来る。

K …内部砂洲を通して入江中に水を運び込む場合の排出口及び溝渠の能率を表はす尺度なり。

K_2 …水を受容する場合の入江の能率を表はす尺度とす。

$K_0 = \frac{K}{K_2} \dots$ は排出口と入江を綜合せる場合の其の能率を表はす係數と稱す。

若し排出口及び入江の兩者共能率度の相等しき因數を有するならば、即ち K_0 が一に近い或る等しき場合には兩者に同等の改良を行はずして一方のみ如何に改良するも役に立たない、即ち兩者が同等に改良されて始めて入江の擴張の可能なることを意味するものである。

水流の運搬力

實驗より得たる結論——開路内水流の運搬力に付きては實驗的に未だ餘り知られてゐない、其の運搬力を知ることは水流の能力を評價し以て水路の改良作業を完からしむるに大いに必要なのである、英國の一學者デーコン氏は側壁が硝子なる箱樋中に於ける砂粒の運動を觀測して次の三種の砂粒の特殊なる運動狀態を明確に發見せり。

第一 表面速度 1.3 呎乃至 2.1 呎毎秒なる一つの不連續回轉運動。

第二 流速が 2.1 呎乃至 2.9 呎毎秒の間に在る下層に於ける不連續浮游。

第三 表面速度が 2.9 呎毎秒以上の連続浮游、

佛蘭西の學者ルシャーラ氏は平均粒徑 0.04 時の砂粒の場合に於て

V_0 ……水底或は其の近くに於ける秒速度

V_s ……表面速度

V ……平均速度

とせば次のことが言はれると。

V_0 が 0.82 呎毎秒、或は V_s が 1.72 呎毎秒を越えざる間は砂粒の運動は起らず、一旦運動が始まれば V_0 は直接には観測出来得ざるも、 V_s が 3.3 或は 3.4 呎毎秒に等しくならばデーコン氏の第三の状態に相當する程度に到達する。ルシャーラ氏は V_0 が 0.82 呎毎秒を越えたる場合砂粒を動かすは有用なる力 P は次の如くになると假定せり。

$$P = A(V_0^2 - 0.82^2) = A(V_0^2 - 0.67)$$

而して此れを bq に等しと置けば、但し

q は b 呎の幅員を有せりと假定せられたる水路の一呎の幅毎に一秒間に運搬さるゝ砂の容積

$$q = \frac{A}{b}(V_0^2 - 0.67)$$

此の式は V_0 が 3.33 呎毎秒を越えざる間即ちデーコン氏の第一及び第二の状態に對しては眞正なものである、ルシャーラ氏は A/b の通常採らるゝ適當値は 0.0004 なりと見てゐる即ち

$$q = 0.0004(V_0^2 - 0.67)$$

浚渫速度——底速が V_1 なる浚渫値を越えざる間は砂粒は動かされず静止してゐる、而して其の値を越えたる場合にはデーコン氏の第一状態を以て動き始め漸次第二状態に進及し行く、但し第二の浚渫速度 V_2 なる底速が第三状態に到達せざる間は性質上から見て急速なる變化が起るものではない、底速が第二状態の値を越えれば水流の底層は全體曇りて砂粒で滿さる而して速度の増加と共に暗曇は漸次上昇する、一度底速が V_1 を越えれば水路には浚渫が始まり爲に水路の断面は擴大せられ、其の結果水路底及び兩側を形成せる土壤に適應する V_1 の値或は其の値以下に再び底速が減少する迄は浚渫擴大が續行さる。

ルシャーラ氏の法則に基きて如何なる底速に對しても運搬さる泥土の絶對量なるものが見出され、其の量は底速が變化せざる限りは水深の如何に拘らず水底一呎幅に付ては同一である。

ルシャーラ氏の法則は一般に運搬の第三状態の場合には適合せられざることが認められてゐる故速度及び泥土との間の關係に對し、其の場合は他の式を見出す必要あり、全ての有效なる實驗上の材料に付き試験を行ひ次式が導き出された。

$$Q = 0.0000166 V_0^5 \quad \text{立方呎/秒}$$

此の一般型なる状態の泥土運搬に關し一般公式 ($V = C\sqrt[n]{d}$) に基き次の一般浚渫規則が與へられる。

微細土の場合

清澄水は $v > 0.40\sqrt{d}$ なる場合に浚渫す

含泥土水は $v > 1.05\sqrt{d}$ なる場合は沈澱せず

含泥土水は $v > 1.37\sqrt{d}$ なる場合は浚渫す

粗砂の直径 0.04 吋の場合

清澄水は $v > 1.6 d^{0.33}$ なる場合に浚渫す

含泥土水は $v > 2.2 d^{0.33}$ なる場合は沈澱せず

粗礫の豌豆大の場合

清澄水は $v > 2.0 d^{0.25}$ なる場合に浚渫す

含泥土水は $v > 2.5 d^{0.25}$ なる場合は沈澱せず

漂石の場合

$$v > 5 d^{0.25} \quad \text{なると動く}$$

水に對する泥土の割合——之れは水路深ければ深い程浚渫少く、土質粗なれば粗なる程水深の影響の著しからざることを示す、如何なる横断面も一呎の幅員なりと假定し $v = C\sqrt[n]{ds}$ 及び $v = ed^m$ に於て C 及び n は運搬泥土の量及び其の平均粒大に依るものとせば

$$v = C\sqrt[n]{ds} = ed^n$$

$$\therefore s = \frac{e^2(d)^{2n-1}}{C^2}$$

之れは水路が與へられたる深さにして不規則度は殆んど均衡に保たるゝ場合に其の勾配を定むるものと見て可なり。

若しも水流が殆んど泥土を運搬せざるものとせば n は 1.5 乃至 2.5 の間を變化するだらう、而して運搬は第一の状態のものなり、2.5 より大なる値は第二状態を示し第三状態のものは其の値が 6 に近くなるだらう、若しも w を泥と水と比とせば v が一定に保たる間は d は $1/w$ の増加或は減少に従ひ同割合に増減するを要す、以上の事實より與へられたる速度に對して泥土或は漂游物が過剰なると沈積を起し水深を減少するが逆に流水量が漂游物に對し増加せば水深を増加し或は浚渫を進むることは確實である、前述の方針或は同様な方針に従ひ如何なる特殊なる場所に於ても浚渫と速度との間に的確なる關係が見出さる可き筈なり。

沈積物の性質に依り影響さるゝ浚渫——砂質海岸に在る大部分の排出口を見るに其の海洋

底を構成せる土質は干少量の軟泥を混交せる輕鬆微細砂にして、夫れは波動の及ぶ所では見出され難く排出口の内部の如く比較的波動を受けざる水中には其の砂土の種々なる混交の割合が起るものと信ぜらる、此の混交土砂は相等期間妨害せらるゝことなく静置さるれば泥土の膠質性に依りて混合土砂は固結し始め水流に對し侵蝕され難きものとなる、されば新沈澱物を侵蝕運搬すべき筈の流速も既に沈澱物が幾分にも固結せる後は作用し難くなる故排出口の内側に於ては侵蝕を起さない、流速も外洋砂洲に於て侵蝕を起すことがある、換言すれば運搬流速は必ずしも侵蝕流速には非るものなるが、侵蝕が一旦始まり或は又如何なる原因よりしても土砂が浮游状態に置かれたる場合には前掲の速度を以て運搬が起ることを豫期し得可なり、

低水時排出口の水深を 15 呎と假定せば最大潮流の場合の底速は平均速度と約 0.5 呎毎秒位の差あり、若しも侵蝕の始めが底速の 1.5 呎毎秒に在りと考へれば其れは平均速度の 2 呎毎秒に相當する故此れを侵蝕速度と考へて可なり、排出口の變化僅少となり且つ稀有なる平衡状態に到達せる場合には昇潮に依り起る侵蝕も埋充も相等しくなる即ち侵蝕が埋充量を一掃してしまふ、若しも昇潮に依り持ち込まれたる土砂量が少ければ侵蝕作用も僅少にして排出口は自然に水路に調和し流速は相當に穩となる、其れ故に其の場合排出口は通過潮汐量に對して良好なる状態に在る。

若し大體に沿岸漂游物が多量であつて從つて昇潮時之れを澤山持ち込むならば、其の大量を除去する退潮速度は大なるを要す、大なる速度を得ることは漂游物の若干が沈積し横斷面積次第に小となり自然に排出口が狹小となつた結果生じて來ることが常である、此等の考察より砂質海岸に在る排出口の限界速度は外洋砂洲を構成せる土砂の微細土及び其の可侵蝕度に依るとが明かに解る。

フーカー氏結論——フーカー氏の河に於ける固體の浮游に付き、利用し得るあらゆる材料を研究せる結果次の一連の定理を出し其の結論を述べてゐる。

- 一、水流に依る固體の運動は浚去に依るか、間斷的浮游に依るか或は連續浮游に依りて行はる。
- 二、三態様に於る各々の運動は水深の増加と共に増加するも單に水深其のもの丈け考へれば間斷的運動に影響し得るのみである。
- 三、三態様の各々の運動は平均速度の増加と共に増加す。
- 四、流水中に沈澱の存在する時は平均速度を減ぜしむ。
- 五、浮游能力と同様浚去力も液體の重さ及び其の粘性の係數と共に増加す。
- 六、河流に依りて運搬さるゝ固體の大部分は連續浮游状態を以て運ばる。
- 七、相等大なる砂粒波は大河に於て形成され其の下流に向ひ移動する速度は緩慢にして

底速増加し砂粒波底速の限界値に達する迄は急激に増加し之れを越すときは其の加割増合漸次低下す。

八、浮游物は河口より上流に溯るに従ひ其の粒徑を増す。

九、單位立方の水の體積に對する浮游土砂の重量は河口より溯ると減少す。

十、渦卷運動の増加は運搬力を増加す。

十一、河川に於ける間斷なき左右或は上下の方向に於ける流水に付ては局部的原因に依るものは勿論全般的にも未だ之れが解説を與へること不可能である。

十二、浮游の現象を説明する爲には間斷なく向上力の働く必要あり、其の力の強度は變化するも可なるが間斷的な力にては不十分なり。

十三、或は間斷的に或は持續的に流水中に浮游せる物體は夫れを包圍せる流水の速度より大なる速度を得る傾あり。

十四、水流量が泥土を運搬するときは其のエネルギーの若干を之れが爲に消費す、而して同量のエネルギーの消費を以て微細砂の場合は粗砂の場合よりも大荷重を運搬し得。

以上流水中に於ける沈澱物の浮游の原因に關しフーカーの結論は次の三種に概括することを得。

第一、渦卷に依り泥土を卷上げ得る合力は土地の縦斷面が想像以上に皺多きこと及び水流の固體に及ぼす働は其の速度の自乗に比例し變化をなすことの條件を必要とす。

第二、固體の向上合成力に對しては其の浮游體が之れを圍む水の平均速度より速く動くこと及び其の運動は抵抗の最小な方向に進む傾向あることを條件とす。

第三、水に粘性あることを條件とす。

潮流の保持 (Preservation of Tidal Flow)

大量の水流の必要——潮流出入に對し外見上半ば平衡狀態に達せる排出口を假想せよ、即ち低小潮が長期連續し潮流量減少する場合も、流路の淺瀬部には退潮の浚渫作用に洩れたる昇潮時の沈積物が微量なりとは言へ一部若しくは數部分に存在するを常とし、之れは次に來る平常潮に對し幾分かの妨害作用をなす故流入潮流量を若干減少させ、其の潮流の不足が反復持續されて遂には排出口の閉塞を來す様になる、即ち斯かる平衡狀態の變轉作用は排出口の沈澱縮少が漸進する結果である。

水流の効力を完全に維持し其のエネルギーを吾人の期待する場所に消費せしめ以て灣と大洋間の流路を浚渫し其の全形を保持することが必要である、内側に於ける浚渫作用の存することは良好なる動水狀態を保つに便なるが、利益は夫れのみならず大洋砂洲浚渫よりも遙かに廉價に出來且又浚渫土砂處分問題は沼澤地干拓と結合して兩者の作業に互に大利益を

與ふるものなり、又内部水路の浚渫設備は小排出口の場合は外洋砂洲浚渫に比し簡單にして入費が尠少である。

排出口に於て昇潮到達區域内に齎らさるゝ沿岸漂游物量は開口の大小には無關係なること及び排出口の大小に拘らず排出口外の原因に依りて流入潮量は變化することあり、又不變のことあるを考ふれば潮流量の大なる程流水量に對する漂游物の割合は小となり、沈澱物の監視を容易ならしめ航行及び潮流の出入に有害なる淺瀬砂丘の形成を阻止するに便である。

一八八八年獨逸のフランクフルトオンマインに開催せられたる第三回國際航運會議に於てフランツウィス氏は潮流増加の必要に關する次の論説を開陳せり。

「潮流昇降著しからざる河口は大抵の場合分流三角洲の形成等の恐あるものなれば出來得る限り水流を狹め且つ集中し出入流量を一定にし、深き海中に之れを齎し以て航運を可能ならしむる要あり、又海岸沼澤地が海より相當距離に存し且つ干満作用の圏外に在りて僅に風波の作用に依り潮の出入するが如き位置に在る場合は多くは航通疏流に不便にして干満圏内に存する方が之れに便である、高潮を有する河口に在りては出來得る限り潮汐量及び速度を増加することに依りて航行が可能にされるのであつて、主たる流路或は低水位流路に於て其の平均速度は砂洲形成の傾向ありて之れが爲其の速度を更に度少するが如きこととては不可である」

一八九二年に巴里に於ける其の第五會議に於て更に河口に於ける流量の影響を攻究して次の如き結論を得たり、之れは上述の場合に適用されるものである。

「潮河の大小。水深は主に潮流に依る故妨物を除去し固結せる淺瀬を浚渫し、又流路を深め低水位を低下する等潮流の到達區域及び流路を増加する作業は全て河川の運航力の改良に影響す、之れに反し假りに浚渫し局部的に水深を増加するも潮汐流入を限定する作業なる場合は例外を除けば概ね河の一般航運力を妨害する傾がある」

「潮河の堤塘を調整し幅員の急變を除けば潮流均等となり潮の流入に好都合となる、此の爲一部分では凹窪箇所消滅する故或る部分は潮流能力幾分減少を伴ふも浚渫改良に依り償はれて餘りあり、若し淺瀬も共に除去さるゝならば低水位線の低下を起し一層重要な改良となる、入江の包容量は河川の維持及び河口の維持に必要なを以て之れを高むる爲側池を設くることあるも之れよりも河自身の断面幅員を合法的合理的に敷設することが重大である、側池は時折甚大なる不便を現はすものなれば特別なる場合に設け利用すべきものである。」

排出口の潮流を保持し其の出入潮流量の減損せらるゝことを防止する爲に内部砂洲中の流路を浚渫することは入江の包容量をも増し其の重要性を有することは明々白々である。

内部砂洲の存在は一層潮流に障礙あり——原則上可能なる限り水流を狹く深き水路に集合せしむることが望ましきものなるが此の原則は排出口内外側に於ける砂洲又は三角洲の爲に

自然状態に於ては其の集中を非常に妨害されてゐることが見受けらる。

外部に砂洲の存在する爲め流路の横断面積大となり、長き濕潤周界を有し水深淺く爲めに前述の原則を妨害するものである、然し外部砂洲は大洋力に依りて容易に影響され其の沈積物大の部分は除去され伸長を妨げらるゝ故に内外深水部の横斷幅も短小となる傾あり。

内部砂洲は通常外部砂洲より沈積物を多く保持し退潮の破壊作用を受くるのみなれば之れを構成することも速く、伸長も大にして咽喉部と灣内の深水部との距離も大となり且つ又數多の小水路が瀬洲の介在の爲めに分岐し砂洲を横切り流るゝ場合が多い。

内部三角洲の伸長は甚大なる爲め所謂滯筋と稱ばるゝ出口咽喉を延長せる流路が灣と出口を接続してゐて實際の内部砂洲即ち最小水深部は此等滯筋が内灣に通ずる部分の總稱に當るのである、兩砂洲は共に排出口の流水を妨害するも、内部砂洲は廣大なる故外部砂洲より大なる妨害をなすことは論理的に假定される。排出口の改良は通常内部砂洲を改良し流速及び流量の増加を圖り之れに依りて遂行さるゝものである。

假令排出口の直後に於ても流路及び淺瀬が錯綜する時は潮勢急に分散するは勿論にして、即ち大なる内灣と外海間に細小の筋滯數數に横はるが如き場合ば此の一例であつて斯様な場合には潮汐の水頭差に依つて灣に出入する全合計水量から考へて淺瀬或は砂洲の外部に於ける流路の状態は曾て現状より良好なるものであつたと思はせらる。

ニュージーシー海岸に於けるバーネガット排出口が其の一例にして又此カロリナ海岸に於けるオクラコック排出口が又其の他の一例なり、バーネガット排出口は最大灣たるバーネガット灣がニュージーシー州海岸に開ける唯一の排出口ではあるが其他にも幾條かの流路があつて之れも良好なる速度と流量を保ち従つて内部砂洲間の滯筋は良好に保持されてゐる即ち將來は惡變するとも現状は餘り不良でない、オクラコック排出口は數本の大河の注入せるパムリコアルベメア海峡より海に注ぐ主要な排出口の一であるが内外兩三角洲中の數多の流路は航通路として無役なものであつて、此等の排出口を出入する水流量は灣の水位を變化さすも其れを認識する程度のものではない、兩者の場合に若し適當なる一流路が内部砂洲中に設置されてあり、潮流は之れに制禦され分散せざる場合は大流量と大速度を生じ外部砂洲中にも亦良好なる航行可能の流路を侵蝕に依つて保持することゝなる、此等排出口水路が一層大となり灣内に二呎或は其れ以上の潮汐變化を起すに足る水量を通すに至れば阻止出來ざる浚渫勢力を有する莫大なる潮汐量となるは明である。

以上の原則に照して状態が許すならば小排出口の内部砂洲を適當に浚渫し潮汐流野を経済的最良なる最大量となし、航行並に通流に便ずる方が外部砂洲に作業するに比し有利なることを論理上豫想するに至るのである、即ち其の作業は内部砂洲に在りては流水の分散を防ぎ其勢力を間接に外部砂洲に向け以て外部砂洲に行ふべき浚渫作業の困難と其の入費を省き且

つ其の不完全の程度を軽減することが不可能でないと信ずる。

若しも内部砂洲に於て流水量の集中に依り維持さるゝ断面より更に大なる断面を航行上必要とする場合は浚渫して更に水路を擴大することが經濟的に良なるか否かは疑問とする所で
 である。何となれば浚渫して或る點迄灣内潮の増加せる後は、即ち h の値が近似的に $\left(\frac{3}{4}H\right)$ の
 値を有するに至れば其れ以上の浚渫は速度の減少する恐あればなり、然し乍ら流水量を適當
 に増加する一方法が見出さるゝ場合は浚渫して更に大なる水路を維持することが出来る。

既記公式の内容に付きて考察すると次のことが述べらる。

即ち流量を増加せんとせば h の値が餘りに H に近くなりて、其の結果速度の減少を起すが如
 きことなき様注意を要するは勿論であるが、然らざる限りは流量の増加は h の増加に依るか、
 或は灣の面積 M の増加に依るか、或は又兩者併用に依りて得らるゝものなり、最良なるは h
 に限界速度を與ふる所に保ちつゝ面積を増加することである。灣の面積の増大は多くは實行
 上不可能なり、然し乍ら灣に接続せる他の排出口或は水路の閉塞に依り灣の面積を増大せ
 ると等しき有利な作用をなすことあり、此の爲め残りの流路状態を最適とするからである、斯様
 にして或る場合には排出口の流量が50パーセント或は夫れ以上に増加さるゝ可能性がある。

運河 (Canal)

此處に述べたる原理は潮海と大灣湖面及び潮汐なき海を接続せる運河にも大體適用さる、
 此の場合必要なることは運河の一端に於ける水位は固定され他端には潮汐の昇降あり運河の
 長さは短きことを條件とするものであつて、斯かる運河を通ずる水流は水壓に依るものにし
 て且つ水壓水流の法則に従ふ。二種の如上の運河の特質を例示せん。

北カルホルニア州のパムリコ海峡よりボーホート排出口に至る内陸水道は 1909 年に完成
 せられたり、夫れは海面位運河にして完成せられたる時は平均低水位に於て水深十呎、底幅
 九十呎、側法は二割なり。方向は南北にしてニューポート河或は灣より南端はボーフォート排
 出口に接続し他端はアダムスグリークを経てパムリコ河のあるコーアグリークに接続してゐ
 る、浚渫の行はれてゐるコーアグリークの口の所に於ける潮汐變化は 3.0 乃至 3.5 呎あり、
 又アダムグリーク及びパムリコ河は潮汐なし、然し乍ら其の水表面は風に依りて變化起り通
 常一日中に一呎或は其れ以上の變化をなす、ボーフォート排出口に於ける平均低水表に基き
 見るにアダムスグリークの平均低水位は 1.4 呎であつた、平均灣水位は其れより幾分高きも
 正確なる値は現在不明である、而して其の運河の築造中浚渫作業完成せる時水理學的には稍
 綿密でないけれども左の如き観測が行はれた、即ち潮汐の昇降は運河に沿ひ大體等間隔を以
 て測定せられ流速は所謂水深の十分の六法に依り流速計を以て運河の中心に於ける十分の六
 の水深部を以て速度の全體の平均速度と考へる方法にて遂行された、此の結果を述ぶると昇

潮は一般に幾分退潮より長時間流れ且つ幾分強力なる故アダムスグリークの水は之迄鹽分のなかつたのが幾分鹽分を含む様になつたことも明である。水壓水流の理論に従へば内水位固定に近きものとすれば潮流は高潮位及び低潮位時に最強となるべきであるが時々高潮或は低潮位後一時間を経て最強となり、同様に昇潮退潮の弛緩時も理論と一致せずして平均海水位時より遅るゝことが解る、此の海面の傾斜後に潮流の遲滯することは流水の慣性に依り容易に説明出来る、即ち反對方向の水頭が充分増加して方向を變じ得るに至る迄は其儘前方向に流るゝのである。上述の如き廣大なる運河にては水流は水壓の結果のみより起るものにあらず、一部は眞實の潮汐の傳播が行はれてゐる、然れ共平均最高速度及び平均速度及び全流量或は潮汐量の如きは之を零となせる場合の公式より計算されたものと此處でも非常に好く一致してゐる。此等の原理を證する處の水流に關する立派な報告がスエズ運河に於て故男爵キネツト・ド・ロシエモン氏及びヘンリー・デスプレツフ氏に依り發表されてゐる、然し如上の運河の場合に正確なる結果を望まんとせば定流の公式では十分にあらず、波の傳播を考慮して研究することを必要とし而し、て其の様にする時は此處で考へられたると全く異りし型の公式から研究して誘導せなければならぬ。

外洋砂洲の越流及び其の改良 (Flow over the Ocean Bar and its Improvement)

流路は咽喉部より外洋砂洲に移つて行くと共に面積及び濕潤周界を非常に増大し始め、遂に砂洲、淺瀬の頂部を通過し海面に合するに至る、斯様に展開せば動水半徑或は平均水深を減少し流水勢力の分岐を促す故に航行の目的を完からしむるには外洋砂洲越流に當りても水流を集中し以て水深を十分ならしむる必要あり。

外洋砂洲の最高部を貫き一岸より他岸に一縦斷面圖を考へて見ると砂洲は半ば溺れ堰の作用をなし、流量は水頭差及び水深に比例し洲の各部を越流する。航行水路或は最深水は洲の全長より見れば一部を占むるに過ぎないが故、砂洲水路即ち通路を流過する量は全潮流量の小部分にして大體半分以下である。全潮流量が定まり砂洲頂部の縦斷圖が見出さるゝならば其の一部の流路内を通過する流量及び其の割合は大差なき程度に推算することを得、從て砂洲上に於ける流勢の分散狀態も近似的に決定され之れに依て流水集中の必要度が計算される。

浚渫を行ふに際して大部の流量をして砂洲部の特定區域に之れを集め越流さすのみでは一般に不十分である。流路浚渫の結果斷面及び深さを増大し流出量を集中し適當なる流速となし沈澱物が除去さるゝ様に保たるゝにあらざれば、砂洲を浚渫するも、一般に外洋砂洲を永久的に改良するとはならぬ。移動口を固定し岸の侵蝕を防止し航行能力を増加し或は又潟湖中に鹽水量の流入を増加し、依て以て漁業及び牡蠣、蛤の産業を盛大ならしむるが如き目的に適合する改良策が最も望ましきものと思はる。目的の如何に依り採用する改良方法に多

少の差異あるを免れない。最も普通なる方法は突堤或は堤防を作り流路の制限と其の固定に努め、幅員を減じ或は又浚渫法に依りて水路の幅員或は水深の増加をなし或は兩者を併用するに在るが、要するに環境に應じて其の方法を定めることが必要である。

浚渫に依る改良 (Improvement by dredging)

或る制限内に於ては浚渫に依り排出口の外洋砂洲を改良することは最も經濟的にして有效なる方法である、其の有效なる場合は排出口の分割移動程度が極小なるか絶無なる時潮流に對する主なる妨害は内方に在る三角洲に依て生ずる時、或は又流路は適當であつて入江の受水容積も十分に出入水の速度を増し必要水路深幅を維持するに足る水量を容れらるゝ時である。然るに外部砂洲の浚渫は航通に對して一時的救済を與ふるのみにして、流路と内部入江の流速を増加促進し流路の水深を一層大に維持するものに非ざれば性質上水深を永久的に改良することは不可能である。

如何に咽喉の内外に浚渫を行ふも、其の結果水理状態が或る程度改良され又豫期の程度に浚渫沈澱の間に平衡が保たれ、或は之れに依て更に過剰土の浚渫を行ふものにあらざれば成功の事業とは言はれぬ。一般に浚渫を行ふも排出口と入江間の相互關係に依り定まれる能力の制限以上に外部砂洲を改良することは望まれない。内外兩砂洲上に浚渫を行ひ同時に外部砂洲上に突堤を築造して始めて制限以上の改良を完了し得るのが普通である。

突 堤 (防波堤) (Jetties)

種類——突堤には多くの型及び其の變形が使用されて居るが經驗上一般使用に最も便利で且つ望ましきものは粗石築堤型にして、形及び構造は特に施工する地方及び施工の目的に適合せしむる爲に種々と變化あるは當然である、即ち其の目的が移動性排出口の固定に在るか、排出口の岸の侵蝕を防止するに在るか、或は排出口の航運力を増加するに在るか等に依りて各々に有利なる様に適合せしめて造る。突堤の延長、間隔は保護さるべき流路の水深及び排出口を流過する水量より定まる。全て以上の要素は各地方に對し別々の決定を爲すものにして、或る突堤は木杭及び石よりなり或る間隔間非常に密に立て並べたる木杭ばかりのこともある。然し如何なる木材も直ちに船食蟲及び他の海蟲類に襲はれる恐れあり、又風雨の暴威を防ぐに十分でないから其の生命も短かく從て海岸には推奨出来ない、排出口には僅か一側の突堤が屢と採らるゝが一般には一雙の突堤の方が完全なものである。

突堤の作用——主なる作用は二種である。

第一 排出口を通過し内灣の岸に接近し来る土砂を多く含める沿岸流の侵入を出來得る限り防止すること。

第二 外部砂洲上に流路の水勢を出來得る限り集中さすこと。

未だ深所にては退潮流が止まらざる以前に排出口水路の兩岸及び其の水底に沿ひ初潮の昇潮流を感知せらる。此の初期昇潮流は常に泥土を最も多量に運搬するものと考へらる即ち波の作用が間斷なく砂を攪拌し、浮游狀態に保てる淺潮を越へ砂の過剰量を包含しつゝ入り來るもので、退潮は流出する時に其れを再び砂洲上に沈澱する故其の作用は連續性循環作用である。若しも突堤が適當に築造せられ昇潮が舊來の通路を通り流入することを遮斷し、深き主通路を通り流入する様にするならば昇潮は最早多量の砂土を含むことなく、又退潮流の勢力は昇潮流の有害なる過剰沈澱物を除去し、更に水路を淺渌擴張するに力を藉す様になる。若しも排出口の一岸のみに斯かる潮洲が接着する傾向顯著なる場合は、全潮流を遮斷する一突堤を作れば水流は自然に一流路を形成し所期の特質を得らるゝものであるが、若し其の効果の表はれざる時は他に突堤を造りて別の作用を完了させる計畫が必要である。即ち砂洲の一部に水流を集中し水路に所要の最大水深及び幅員を保たしめ、或は其處に於ける能ふ限りの大水深と幅員とを保たしめることが必要である。

外洋砂洲を半溺堰と考ふれば溺堰は突堤の爲に短縮せらる、即ち兩突堤に依て流路を固定せんとする様な場合には、兩者の間隔だけに短縮せられ砂洲の前後兩側の水頭差増加し、⁸ 堰を侵蝕し且つ流速増加して水路水深を深むることゝなる。所期の流路水深が既知ならば一雙の突堤間の適當なる幅員は既述の a の値を既知とし、與へられたる公式に依り p に對し解けば算出出来る。

海濱漂游物に對する影響——海岸が可動性土質より成り土砂は容易に迅速に運搬され、從つて其處で工事をなせば、地形に作用して急遽なる變形が認めらるゝ場合は、突堤の設置の結果は特に微妙なる影響を與ふるものと判斷せねばならぬ、從て此の計畫工事が排出口及び現場附近の水深に如何なる影響を及ぼすか、之れを豫知することは必要なる條件である。

海濱の土砂は波及び潮流の作用に依り絶え間なく動搖し且つ波は砂を攪亂する重なる原動力にして其の作用は一般に小流速であるところの潮流より大である。海濱の外形が平衡狀態なりと見らるゝ場所に於ても、其處の土砂は間斷なく運動してゐるから海岸線外に突出する海濱工作物を築成する場合は、漂游物の運動は變形され其の變り方も工作物の形狀及び方向に依り一定ならず。砂は海岸と移動を遮る突堤との間の隅角部に蓄積す。又沿岸流は工作物に接近せば速度を減じ其の外側に沿ひ轉向して沈積に好都合なる外海に戻る。以上の二原因よりして工作物附近の等深線は海に向ひ凹形に反曲せらる。

突堤を築成せば前濱は前進すべし、然し一部の等深線は或る期間は影響さるゝことがなくて其の代り前濱の一部の勾配は漸次急峻となり遂に之れを形成する土砂の平衡度と一致する最大勾配に達し、之れより變化を開始し水深は必然的に減少し、土砂は突堤の先端に擴がり

次第に堤端の外側及び先方に沈積して行く傾向あり、されば初期の利益は減少し消滅することも稀ではない、其の結果終に工事を爲せる爲に以前の状態より反つて悪變することもある。以上の如く大體には波に依り浮游状態に保たれて居る漂游物の沈積は突堤築造の結果起れる波の静穏の爲に好都合となるけれども、其の工事の影響する點て付ては慎重の考慮を要するものである。

突堤の方向——前述の堤の築造より生ずる種々なる結果は工作物の長短、方向、暴風雨波の方向及び潮流の強度及び其の方向に頼るものである。突堤が海岸に直角にして其の先端が中庸の水深部に在り、且つ海岸流が弱勢なる場合には砂土は突堤の上方の空地を充填せる後は突堤の外側に沿ひ流るゝ潮流に依り運び出さる。此の潮流は沿岸流に出會ひ速度を一部失ひ、且つ漂游物の一部が沈積せられ排出口の前方に當り幾分下流部に砂洲を形成する傾向がある。漂游物の残部は潮流に依りて内部に運ばれ突堤に依り被護せられたる隅の様な部分に渦巻を生じ其處に沈積して淺瀬となる。

若しも突堤が海岸に垂直ならずして鈍角をなし且つ外端が殆んど海岸に平行なる程度に曲げられてゐる場合には、堤側流と沿岸流と出會ひても状態は以前より、良好となり又二潮流の會合より起る沈積量も少し、若しも沿岸流の強度大にして兩突堤端に於て直ちに前方に漂游物を運び去れば沈積は殆んど起らず。

突堤の起點に當る海岸を屢々暴風雨が襲ふ場合には土砂の大量が沖に運び去られる、若し沖の水深が十分大ならば排出口は妨害を受けず良好なる結果が保たる。其故に自然の環境が都合よく結合し、單に自然力の作用の下にては海岸は平衡状態となり航通路路として十分適合せる状態を保持され得る場合無しとは言はれぬから、斯かることは稀有にして一般には初期の結果を保持せんとせば若干度の浚渫を必要とする。

高突堤或は低突堤——流路を固定させ又昇降する潮流を制導するに際し高突堤たること或は低突堤たることを有利とする場合あるべし。低突堤は其の冠頂は僅か渚線に出で其の縦斷的勾配は殆んど認められないが、一般に其の基部に於て浚渫を盛ならしめざる爲に兩側に緩勾配を附したる曲線斷面を與ふるを常とす。此等工作物の堤頂は其の築造及び修理を容易ならしむる爲に低潮位上に少しく現はる。

高突堤は全く海面上に出でゝ波は單に暴風雨の場合に屢々打ち越える程の高さに築かる。低潮は高潮位上少くとも八乃至十呎高く餘裕を與へ且つ胸欄を付けることが普通である。

低突堤は潮流の勢力及び波の傳播を阻む事僅少にして、水路中に若干量の波動を容る砂質海岸上の低突堤は、漂游物の若干量が入り夫れが水路中に沈澱する故夫れを浚渫除去する必要がある。

高突堤は砂土を留止する故海濱が前進する傾向あるも、此の作用は漂游物の侵入し來る突

堤先の流路を浚渫すれば其の障礙を救済することが出来る。又高堤は水を静穏にさす故其の内部流路中に若干量の泥土の沈積を起すことは免れない。此の高突堤は非常に堅牢に作るを要するものなれば低突堤はより入費多くなる。併し流路を船舶が使用せんとせば高突堤はよき避難所を與へるものである。

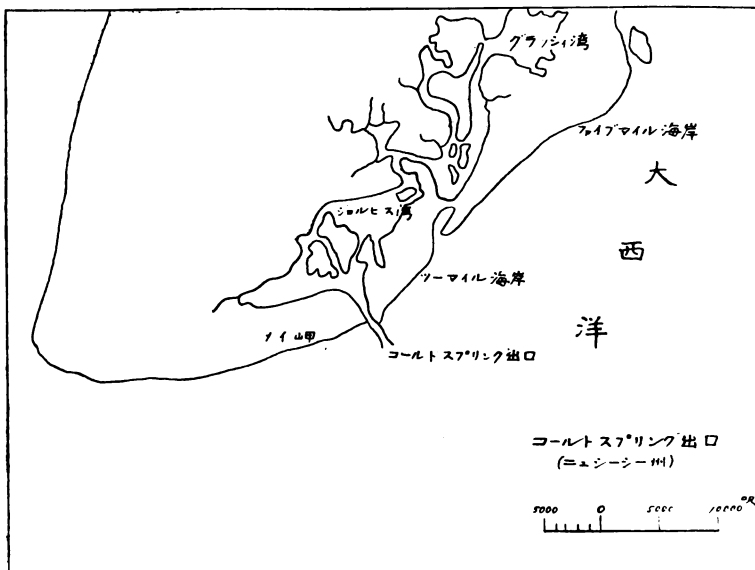
高突堤及び低突堤は各々利害得失あるものなれば地方の環境に應じ彼我何れを選ぶかを定めなければならぬ、英國及び米合衆國に於ては一般に交通水路には高突堤が専用されるが多くの場合此の方が良好である。

隣接海岸に及ぼす障礙——突堤の築造は隣接海岸に反動的影響を及ぼし勝ちにして其のことは天與の利益及び高價值の土地に關し重大なる問題となる故、其の影響を豫期し絶大の注意を以て研究する必要がある。

突堤の及ぼす影響を細心に注意し視察せる所に依れば、堤に對し風上方向の海岸を隆起させ風下方向の海岸を若干剝奪するものである。

ニュージャーシー州のコールド・スプリング港灣に築造せられたる一雙の突堤の場合を見れば其の影響は明白である。東側即ち風上方向にあるツーマイル、ビーチと稱せられる海岸に在りては突堤に沿ふて約二千呎が急速に築き出され、其の突出度は堤より遠かるに従ひ減少してゐる、西側即ち風下方向にては海岸が退去し突堤に沿ひて百乃至二百呎に及び、前同様遠ざかるに従ひ退去度は減少してゐる、即ち此處にては通常行はるゝ砂土の供給源が奪はれ

第 八 圖



其の結果低潮時には沼澤地となる下地を絶たれてしまつた。

ツーマイルビーチに於ては沿岸砂土は少しも留止することなし、何となれば突堤は潮流を反轉する故排出口を通過したる砂土は深水中に運搬され、最早再び波に依り海岸方向に運ばるゝことがない。若しも地方的状態に依り突堤の築造に依つて生ずる危険を防止する必要ある場合は、別に海岸線に沿ふて堤防を築き出し其れを伸張し、一方潮流量に必要な程度に咽喉を狭ばめたならば十分に解決出来る。斯くすれば排出口は固定され沿岸漂游物を遮斷することなくして航行を完からしめ、且つ排出口の移動或は分岐が保護されることになる。

(From Proceedings of the American Society of Civil Engineers February 1928)

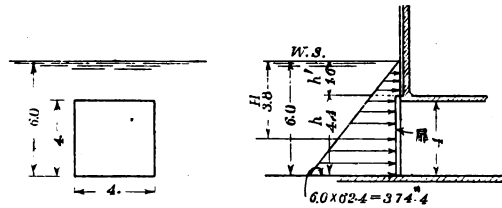
水門扉及捲揚機の設計

松 下 博 俊

1. 水壓の計算

水門の高さ 4 尺, 幅 4 尺門扉の高さ 4.4 尺幅 4.4 尺, 水位は外面にて 6 尺内面にて零なり。
此の場合門扉の受くる水壓 P は上圖に示せる通り

第 一 圖



$$P = H \cdot W \cdot A = 3.8 \times 62.4 \times 4 \times 4.4 = 4173.3^{\#}$$

一般の公式にて

$$P = W \cdot A \cdot \left(h_1 + \frac{h}{2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$= 62.4 \times 4 \times 4.4 \left(1.6 + \frac{4.4}{2} \right) = 4173.3^{\#}$$

H = 門扉の中心上の水頭

h = 門扉の高さ

h_1 = 門扉上端より水面迄の高さ

A = 門扉の面積 (平方尺)

W = 水一立方尺の重量 62.4 封度

P = 水壓 (封度)

2. 扉の計算

門扉は木材を用ひ破壊係数 $f = 800 \text{ #/sq"}$ とすれば板の厚は

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{374.4 \times 4^2}{8} = 748.8^{\#}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{6M}{bf}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 748.8 \times 12}{12 \times 800}} = 2.37^{\text{吋}} \dots \dots \dots (2)$$

第一表 木材厚計算表

水頭 呎	水壓 毎平方 呎 封度	木 扉 ノ 厚 (吋)															
		水門巾 3.0	3.5	4	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.
1	62.4	.71	.84	.95	1.05	1.18	1.30	1.45	1.55	1.67	1.79	1.92	2.05	2.17	2.28	2.41	2.65
2	124.8	1.00	1.18	1.34	1.52	1.70	1.87	2.05	2.21	2.39	2.55	2.74	2.90	3.07	3.24	3.42	3.76
3	187.2	1.22	1.45	1.67	1.87	2.10	2.30	2.51	2.72	2.93	3.13	3.35	3.56	3.77	3.89	4.18	4.60
4	249.6	1.45	1.67	1.92	2.17	2.41	2.65	2.90	3.11	3.38	3.62	3.87	4.11	4.35	4.59	4.84	5.31
5	312.0	1.61	1.90	2.17	2.43	2.70	2.97	3.24	3.51	3.78	4.05	4.32	4.59	4.86	5.14	5.40	5.93
6	374.4	1.76	2.07	2.37	2.66	2.97	3.26	3.55	3.85	4.12	4.44	4.73	5.04	4.33	5.62	5.92	6.52
7	436.8	1.92	2.24	2.55	2.88	3.19	3.52	3.83	4.16	4.47	4.80	5.12	5.44	5.75	6.07	6.40	7.04
8	499.2	2.05	2.39	2.74	3.08	3.42	3.76	4.10	4.44	4.77	5.13	5.48	5.81	6.15	6.50	6.83	7.48
9	561.6	2.17	2.53	2.90	3.25	3.62	3.99	4.35	4.71	5.07	5.44	5.81	6.16	6.53	6.89	7.21	7.96
10	624.0	2.28	2.66	3.05	3.44	3.82	4.21	4.58	4.97	5.35	5.74	6.12	6.44	6.87	7.21	7.62	8.37
11	686.4	2.41	2.81	3.21	3.61	4.01	4.42	4.82	4.22	5.61	6.02	6.42	6.82	7.21	7.62	8.00	8.83
12	748.8	2.51	2.93	3.35	3.77	4.18	4.60	5.02	5.44	5.86	6.28	6.70	7.07	7.55	7.94	8.37	9.22
13	811.2	2.61	3.05	3.48	3.92	4.36	4.80	5.23	5.67	6.10	6.54	6.97	7.42	7.81	8.25	8.72	9.59
14	873.6	2.70	3.16	3.62	4.07	4.53	4.97	5.43	5.87	6.33	6.78	7.24	7.68	8.12	8.60	9.06	9.95
15	936.0	2.81	3.27	3.74	4.21	4.68	5.15	5.62	6.08	6.56	7.03	7.48	7.94	8.43	8.89	9.38	10.30
16	998.4	2.90	3.38	3.87	4.36	4.84	5.31	5.80	6.28	6.78	7.25	7.75	8.12	8.72	9.17	9.64	10.63

3. 門扉の開閉に要する力

門扉を引き揚ぐるに要する力は

$$Q = P \cdot \mu \dots\dots\dots (3)$$

Q = 門扉を引き揚ぐるに要する力

P = 門扉の受くる水壓 (封度)

μ = 摩擦係数

P は前記の 4173 封度, μ は木材と木材との摩擦として木材は滑かなる表面を有するものとして 0.4 を採れば

$$Q = 4173 \times 0.4 = 1669. \text{ *}$$

普通の扉にては摩擦係数 $\mu = 0.5 \sim 0.7$ とするを安全とす

4. 捲揚機

設計圖 (甲)

此の種の捲揚機は「ネヂ」棒の直径 2 吋, 平均直径 $1\frac{2}{3}$ 吋, ピッチ $\frac{1}{3}$ 吋, 「ネヂ」は一重の角螺糸, ハンドルの半径 16 吋なり「ネヂ」の効率

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d} = \frac{\frac{1}{3}}{3.14 \times 1\frac{2}{3}} = 0.0624$$

故に摩擦角 $\alpha = 3^\circ 34'$

第二表 ネチの効率 η

ネチの傾角 α	3°	4°	5°	6°	7°	8°
η の値	0.278	0.342	0.391	0.433	0.469	0.503

効率 η は第二表より約 0.30

「ネチ」の効率 η を算出する公式に依れば

$$\eta = \frac{p(\pi d - \mu \cdot p)}{\pi d(\mu \cdot \pi \cdot d + p)} \dots \dots \dots (4)$$

p = ビツチ

μ = 摩擦係数

今ビツチ $\frac{1}{3}$ 吋 $\mu = 0.15$ とすれば

$$\eta = \frac{\frac{1}{3} \left(3.14 \times 1 \frac{2}{3} - 0.15 \times \frac{1}{3} \right)}{3.14 \times 1 \frac{2}{3} \left(0.15 \times 3.14 \times 1 \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \right)} \div 0.295$$

動摩擦の係数 μ はラード油を塗りたるものにて最小 0.09 最大 0.25 なり。鉋全上の鋼鐵にては 0.15, 水門の如きは管理不行届き勝ちなれば $\mu = 0.25$ を採用し「ネチ」の効率 η は

$$\eta = \frac{\frac{1}{3} \left(3.14 \times 1 \frac{2}{3} - 0.25 \times \frac{1}{3} \right)}{3.14 \times 1 \frac{2}{3} \left(0.25 \times 3.14 \times 1 \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \right)} \div 0.2$$

ボールベヤリングの摩擦係数は極めて小にて其效率は約 98 % 位なるも使用中漸次效率減少するを以て 85 % とす即ち全效率は $0.85 \times 0.2 = 0.17$

今荷重 Q を捲き揚ぐるに幾何の力を要するかを見るに

$$F = \frac{Q}{\frac{2\pi\gamma}{\eta}} = Q \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \gamma \cdot \eta} = 1669 \frac{1}{3} \times \frac{1}{2 \times 3.14 \times 16 \times 0.17} = 32.6$$

γ = ハンドルの半径

人力を以て捲き揚ぐる場合短時間なれば 40~50 封度長時間なれば 25~30 封度ならん。

全開に要する時間は一分間 15 回轉とすれば一回轉に $\frac{1}{3}$ 吋, 一分間に $\frac{1}{3} \times 15 = 5$ 吋, 全開に要する時間は $4.0 \div \frac{5}{12} = 10$ 分間

設計圖（特）〔附圖参照〕

「ネヂ」棒の直径 $2\frac{1}{2}$ 吋, 平均直径 $2\frac{1}{4}$ 吋, 角ネヂピッチ $\frac{1}{2}$ 吋 ハンドルの半径 22 吋

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \left(3.14 \times 2.25 - 0.25 \times \frac{1}{2} \right)}{3.14 \times 2.25 \left(0.25 \times 3.14 \times 2.25 + \frac{1}{2} \right)} = 0.216$$

ボールベヤリングの効率は 85% を採り即ち全効率は $.85 \times .216 = 0.18$

今力 $F=30$ 封度とすれば捲き揚げ得る荷重 Q は

$$Q = F \frac{2\pi\gamma}{p} \eta = 30 \times \frac{2 \times 3.14 \times 22}{\frac{1}{2}} \times 0.18 = 1490.*$$

設計圖（丙）〔附圖参照〕

此の種は水門小にして水壓も小なる場合に普通使用せらるゝ簡單なる捲揚機にしてボールベヤリングを用ひず。

「ネヂ」棒の直径 $1\frac{1}{4}$ 吋, 平均直径 $\frac{11}{12}$ 吋, 角ネヂピッチ $\frac{1}{3}$ 吋 ハンドルの半径 12 吋なり

$$\eta = \frac{\frac{1}{3} \left(3.14 \times \frac{11}{12} - 0.25 \times \frac{1}{3} \right)}{3.14 \times \frac{11}{12} \left(0.25 \times 3.14 \times \frac{11}{12} + \frac{1}{3} \right)} = 0.3$$

座鐵は鑄鐵上の鋼鐵にて平方吋上 280 封度 $\mu=0.34$ なり。 $\mu=0.43$ を採用し

$$\eta = 0.3 \times .60 = 0.18$$

$F=30$ 封度とすれば捲き揚げ得る荷重 Q は

$$Q = F \frac{2\pi\gamma}{p} \eta = 30 \times \frac{2 \times 3.14 \times 12}{\frac{1}{3}} \times 0.18 = 1220.*$$

5. 放水門の設計

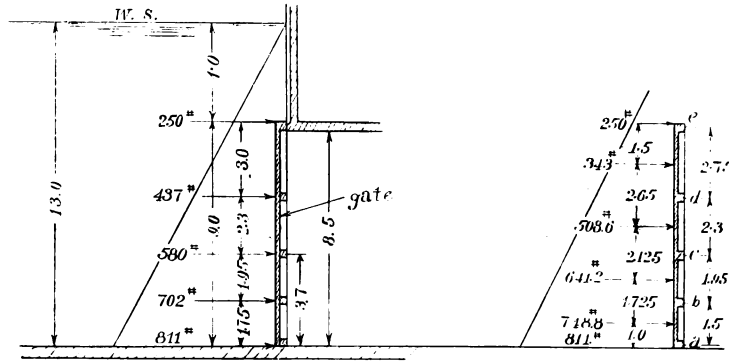
(イ) 門扉

門扉は鐵筋混凝土にしてビームは $4'' \times 3''$ 一呎 9.5* の I 形鋼を使用す而してビームの配置は第二圖の如し。

$$\text{ビーム } c. \quad \frac{2 \times 250 + 811}{3 \times (250 + 811)} \times 9 = 3.7$$

$$\begin{aligned} \text{" } d. & \quad \frac{2 \times 250 + 580}{3 \times (250 + 580)} \times 5.3 = 2.3 \\ \text{" } b. & \quad \frac{2 \times 580 + 811}{3 \times (580 + 811)} \times 3.7 = 1.75 \end{aligned}$$

第 二 圖



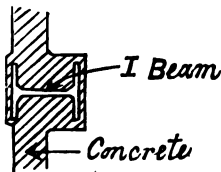
各ビームの受くる水圧は幅一尺に付

$$\begin{aligned} \text{ビーム } a & \quad W = \frac{1}{2} (748.8 + 811.) \times 1.0 = 780.^{\#} \\ \text{" } b & \quad W = \frac{1}{2} (748.8 + 641.2) \times 1.725 = 1199.^{\#} \\ \text{" } c & \quad W = \frac{1}{2} (641.2 + 508.6) \times 2.125 = 1222.^{\#} \\ \text{" } d & \quad W = \frac{1}{2} (508.6 + 343.) \times 2.65 = 1128.^{\#} \\ \text{" } e & \quad W = \frac{1}{2} (343 + 250.) \times 1.5 = 445.^{\#} \end{aligned}$$

ビーム C_0 の 1222 封度を以てビームの大きさを決定すべし。桁は I 形鋼八幡製鐵所作品

4'' x 3'' 9.5#/ft. を使用す

$$M = R = \frac{If}{T} = \frac{3763 \times 12500.}{2} = 47036.^{\#}$$



M = 彎曲力率

R = 抵抗力率

I = 物量力率

T = 中軸より最端纖維迄の距離 (吋)

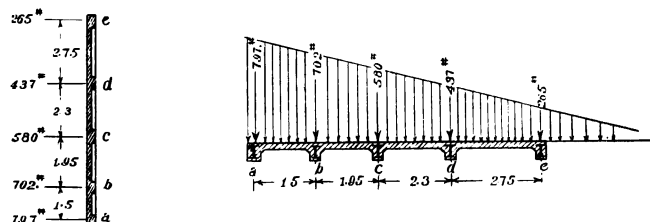
f = 断面一平方吋に對する實用強度 (封度)

水圧より受くる「モート」は両端にて單に支持せられたる等布荷重として

$$M = \frac{1222 \times 5^2}{8} = 3819.1^{\#} = 45828.11^{\#}$$

即ち安全なり。

Slab:



スラブは両端にて緊結せられたる梯形荷重として取扱へば

$$\begin{aligned} b.c \text{ 間} \quad M &= \left(W_1 L + \frac{W_2}{2} L^2 \right) \frac{L}{12} \dots \dots \text{近似式} \\ &= \left(580 \times 1.95 + \frac{702}{2} \times 1.95^2 \right) \frac{1.95}{12} = 400.7^{\#} \end{aligned}$$

$$c.d \text{ 間} \quad M = \left(437 \times 2.3 + \frac{580}{2} \times 2.3^2 \right) \times \frac{2.3}{12} = 486.2^{\#}$$

$$d.e \text{ 間} \quad M = \left(265 \times 2.75 + \frac{437}{2} \times 2.75^2 \right) \frac{2.75}{12} = 545.^{\#}$$

d.e. 間の Moment 最も大なるを以て之に依て厚を計算すべし。鐵筋は上, 下, 複鐵筋とし

$$f_s = 14\,000^{\#}/\text{sq. in.} \quad f_c = 500^{\#}/\text{sq. in.} \quad \text{と假定す}$$

$$d = 0.08 \sqrt{545} = 1.87$$

鐵筋被覆厚を $\frac{1}{2}$ 總厚を 2.4 とす

單位剪力は

$$\begin{aligned} b.c. \text{ 間} \quad V &= \frac{L}{2} \left(W_1 + \frac{2}{3} W_2 L \right) \\ &= \frac{1.45}{2} \left(596 + \frac{2}{3} \times 687 \times 1.45 \right) = 913.6^{\#} \\ c.d \text{ 間} \quad V &= \frac{1.8}{2} \left(453 + \frac{2}{3} \times 565 \times 1.8 \right) = 1018.^{\#} \\ d.e \text{ 間} \quad V &= \frac{2.25}{2} \left(281 + \frac{2}{3} \times 422 \times 2.25 \right) = 1028.^{\#} \end{aligned}$$

$$v = \frac{V}{bjd} = \frac{1028}{12 \times .9 \times 2.4} = 40. \#$$

鉄筋を用ひざる混凝土の單位應剪力は 40# 迄は許し得るものにして、スラブには鉄筋を縦横に使用するに付安全なり

$$A_s = 0.0009 \sqrt{545 \times 12} = 0.073 \square''$$

$$1/8'' \phi \quad 2'' \text{ c. to c.}$$

$$A_s = .0123 \times 6 = 0.0738 \square''$$

(ロ) 捲揚機

$$P = H. W. A = 8.75 \times 62.4 \times 45 = 24570. \#$$

動摩擦の係数。真鍮上の鍊鐵，接觸面の壓力 455#/sq" に對し $\mu = 0.22$ 之を 0.25 とす

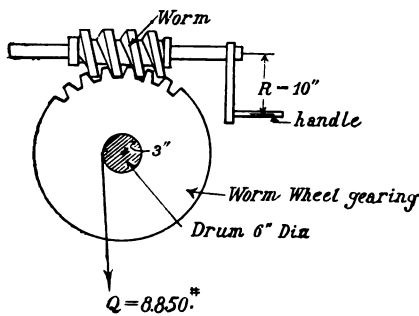
$$Q = 24570 \times 0.25 = 6150. \#$$

$$\text{コンクリートゲート} \quad 2700.$$

$$\text{計} \quad 8850. \#$$

捲き揚げ荷重大にして齒車の連鎖を多くすることに依り軽く捲き揚げ得ることゝなるも閉に對する時間を多く要することゝなり放水門の如き不時の故障に遭ひ速に開放する必要あるものに對しては不適當なるにより Worm を使用することゝせり。

Worm は其性質上効率少なきを以て「カウンターウエート」を併用することゝせり。



Worm Pitch Circle Dia. 4" Pitch 1"

Worm Wheel gearing Pitch Circle Dia. 16" 244

Drum Dia 6"

Teeth 51.

Lead Angle 10°—0'

齒車の効率

$$\eta_1 = \frac{1 - \mu \tan \beta}{1 + \mu \tan \alpha} \quad \mu = 0.15 \text{ とす}$$

$$\eta_1 = \frac{1 - 0.15 \times \tan 10^\circ}{1 + 0.15 \times \tan 80^\circ} = \frac{1 - 0.15 \times 0.1763}{1 + 0.15 \times 5.6713} = 0.526$$

軸の効率を 90% とし二軸と齒との全效率は

$$\eta = \eta_1 \eta_2^2 = 0.526 \times 0.9^2 = 0.426$$

速比 $e = \frac{1}{51}$

$$F = \frac{Q}{\frac{R}{re} \eta} = \frac{8850.}{\frac{10}{3 \times \frac{1}{51}} \times 0.426} = 124^*$$

R = ハンドルの半径

r = ドラムの半径

F = 回轉力

$F=30$ 封度とすれば捲き揚げ得る荷重 Q は

$$Q = F \frac{R}{re} \eta = 30 \frac{10}{3 \times \frac{1}{51}} \times 0.42 = 2142^*$$

Counter Weight の重量は

$$8850 - 2142 = 6708^* \approx 7000^*$$

捲き揚げに要する時間,

捲き揚げ高 $h=9.0$ S = ハンドルが動く空間の全長

$$S = h \frac{R}{re} = 9 \times 12 \frac{10}{3 \times \frac{1}{51}} = 18360. \text{ 吋}$$

ハンドルを一回轉するときハンドルの端が動く空間の長さは

$$\pi \times D = 3.14 \times 20 = 62.8$$

$$\therefore \frac{18360}{62.8} = 293 \text{ 回轉}$$

ハンドルの回轉速度を毎分十五回轉とすれば

$$\frac{293}{15} \approx 20^*$$

Worm を二重ネヂとすれば約十分間を要す。

閉鎖の場合

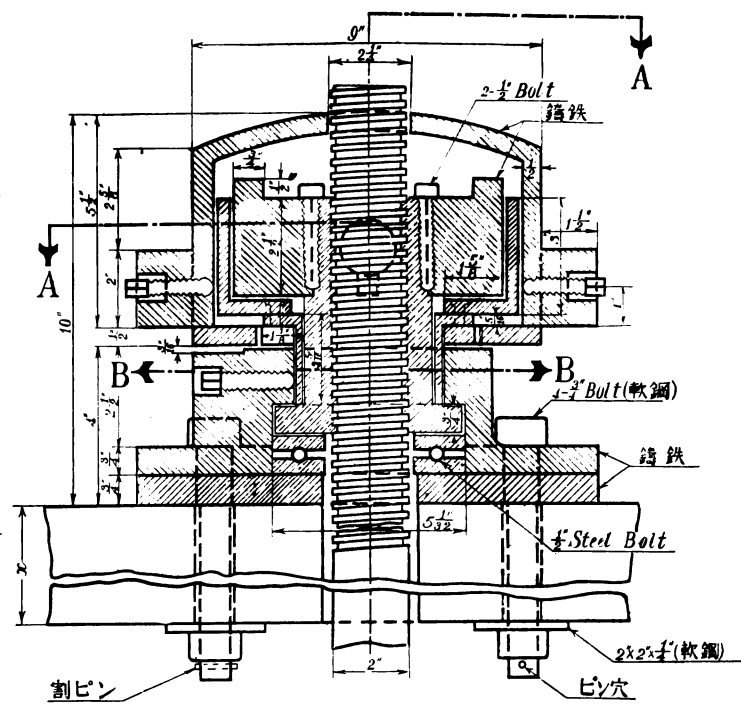
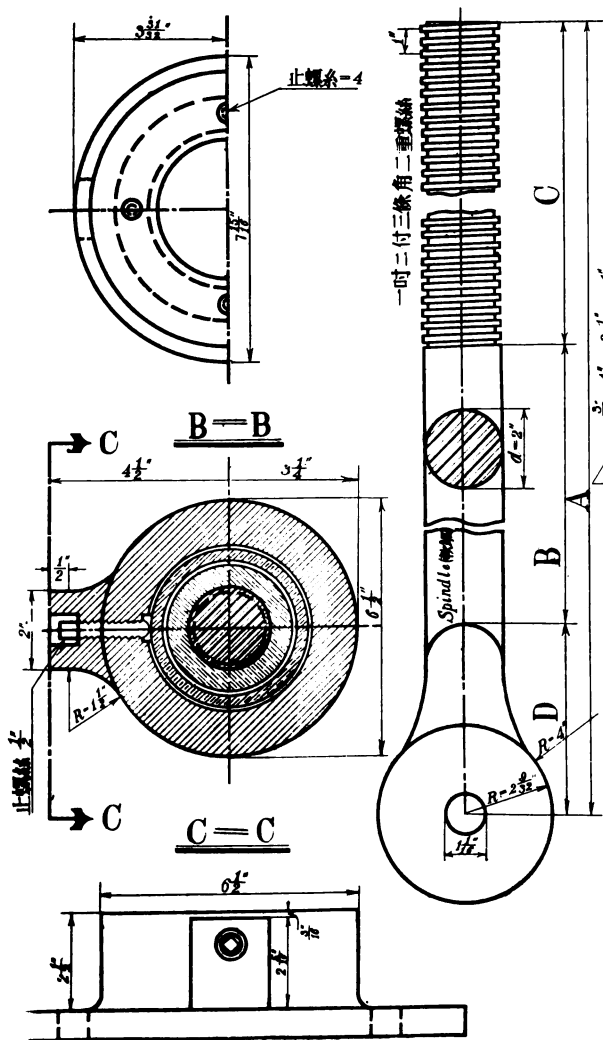
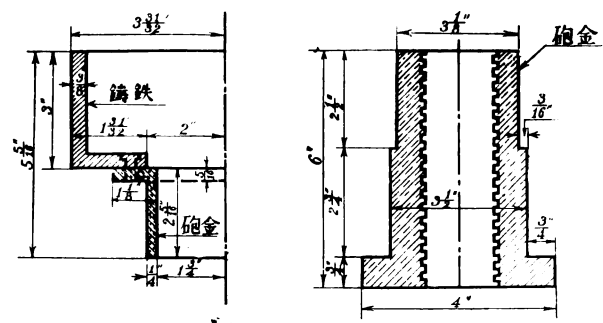
$$Q = 7000 - 2700 = 4300^*$$

$$Q = F \frac{R}{re} \eta = F \frac{10}{3 \times \frac{1}{51}} \times 0.42 = F \times 71.4$$

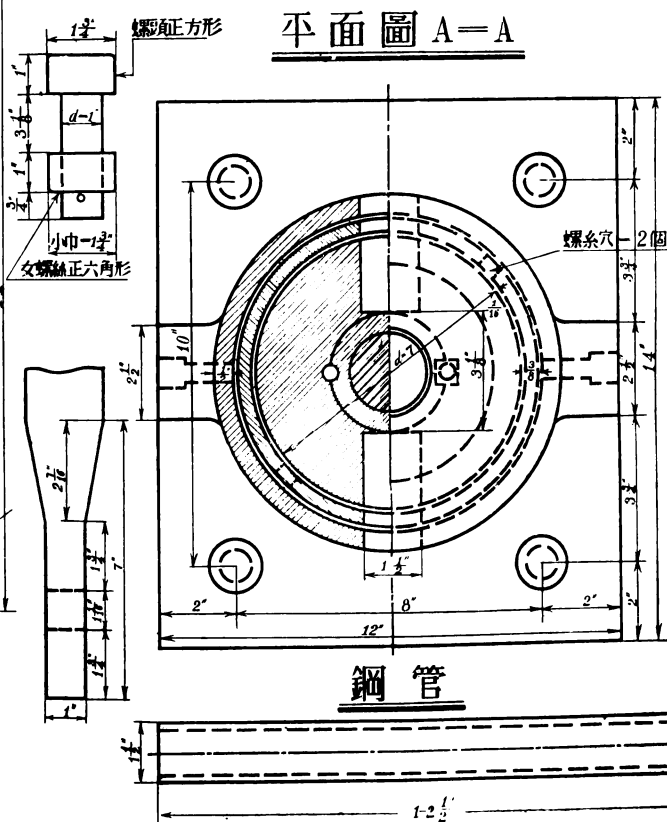
$$F = \frac{4300.}{71.4} = 60.^*$$

搭 揚 機 (甲)

內部金物詳細圖

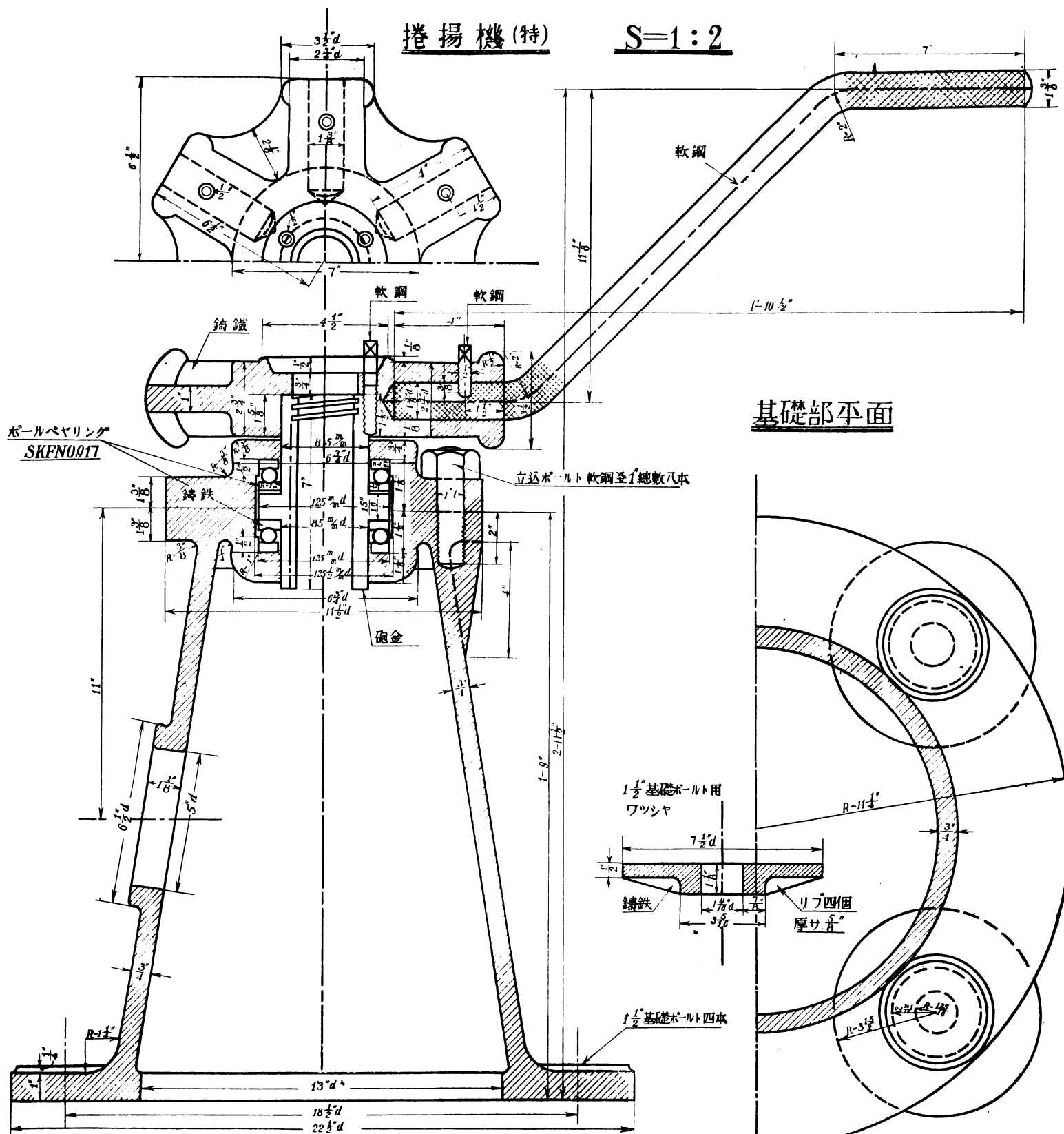


平面圖 $A=A$

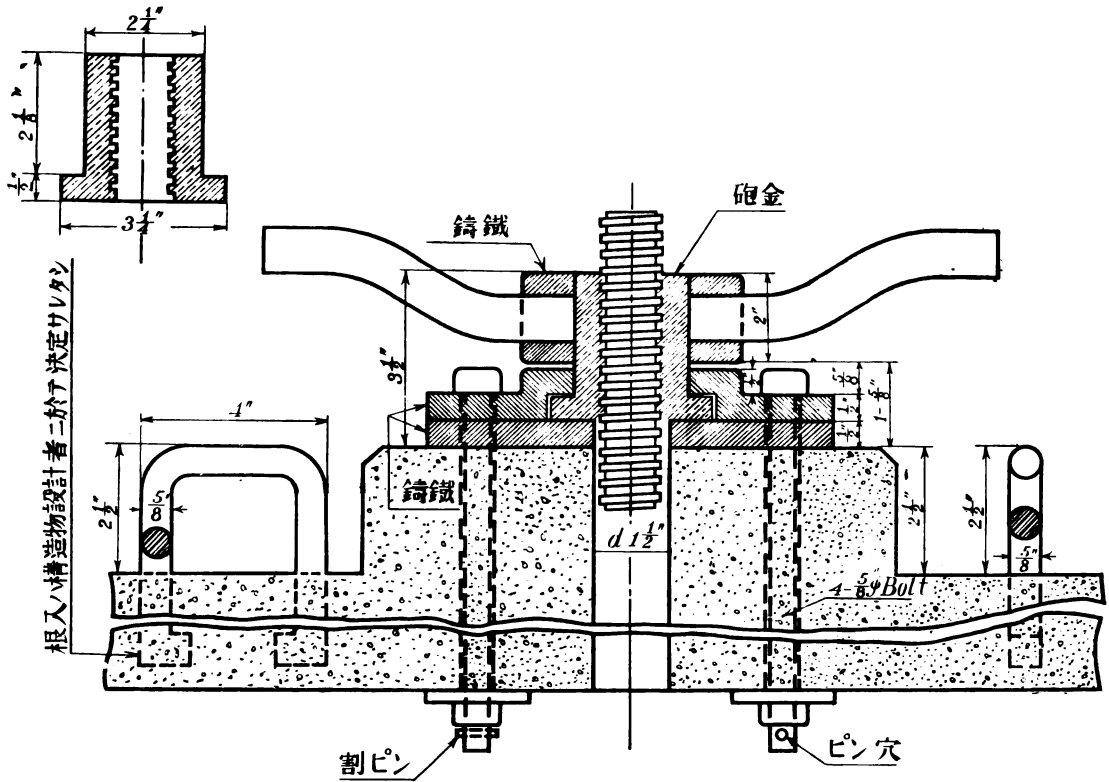


捲揚機(特)

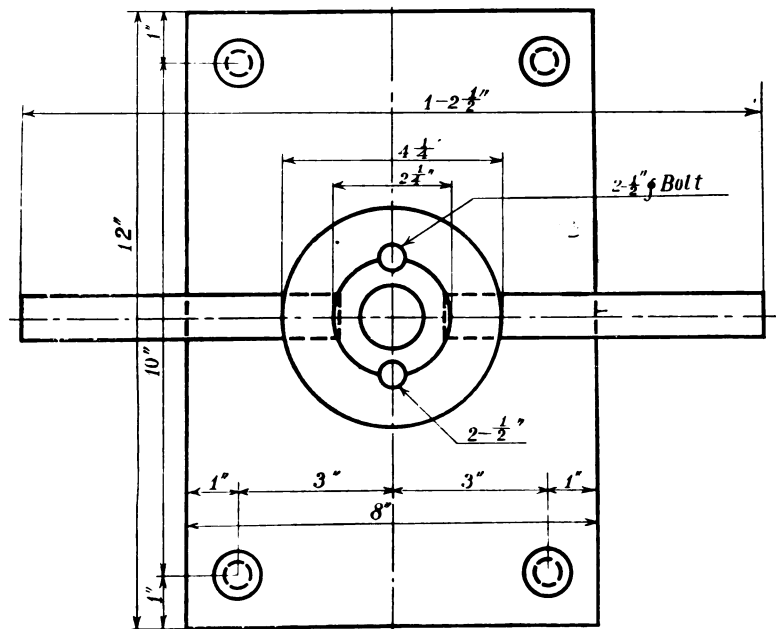
S=1:2



捲揚機 (丙)



平面圖



閉鎖の場合は急を要せざるを以て此の儘にて差支なきも Weight 7 000* の内約半數は取り卸し得る設備をなすものとす。

6. 摩 擦

二物體が相接觸せる場合に其の接觸面に於て相互の運動を妨害する抵抗力を生ず、此の抵抗力を摩擦力と云ふ、而して靜止せる物體が運動を起さんとする時に顯はれる摩擦を靜摩擦、運動しつつある物體に作用する摩擦を動摩擦と稱す、靜止せる物體が運動を起すに小なる外力に對しては摩擦力も小にて、外力大となるに従ひ摩擦力も大となり遂に一定の限度に達す之を極限摩擦力と稱し相接觸する表面の性質に依て相違あり。

實驗上より得られたる結果より摩擦に關する法則を示せば次の如し。

- 第 1. 摩擦力は常に運動の方向に反對に作用し且つ運動を起さんとする力と共に増加し遂に極限摩擦に達す。
- 第 2. 極限摩擦の大きさは物體の互に相接觸する表面の性質により異なる。
- 第 3. 極限摩擦の大きさは相接觸する表面に直角なる全壓力に正比例す。
- 第 4. 摩擦力の大きさは相接觸する表面の大小に關することなし。
- 第 5. 速度の大小に對し摩擦力には大なる差なし、 P を相接觸する表面に直角なる全壓力とし f を極限摩擦とすれば
$$f = \mu \cdot P$$

第三表 摩擦係數 (μ)

動 摩 擦 / 係 數

接 觸 面		摩 擦 係 數 μ
木材上ノ木材	(乾燥)	0.25 $\approx$ 0.5
" "	(石鹼水ヲ注ギタルモノ)	0.2
徑上ノ金屬	(乾燥)	0.5 $\approx$ 0.6
" "	(濕潤)	0.24 $\approx$ 0.26
" "	(石鹼水ヲ注ギタルモノ)	0.20
楡上ノ金屬	(乾燥)	0.20 $\approx$ 0.25
徑上ノ皮革		0.27 $\approx$ 0.38
金屬上ノ皮革	(乾燥)	0.56
" "	(濕潤)	0.36
" "	(脂ヲ塗レルモノ)	0.23
" "	(注油シタルモノ)	0.15
金屬上ノ金屬	(乾燥)	0.15 $\approx$ 0.2
" "	(濕)	0.3
滑カナル表面ニ時々脂ヲ塗レルモノ		0.07 $\approx$ 0.08

第四表 動摩擦係數

表面滑カニテ乾燥セル平面 (モリン氏)

實 驗 セ ル 材 料	摩 擦 數 係	摩 擦 角
桎 上 ノ 桎, 總テ纖維ガ動體ニ平行	0.48	25°-38'
〃 〃 纖維ガ動體ニ直角	0.34	18°-47'
鑄鐵上ノ桎, 〃	0.37	20°-19'
桎 上 ノ 榆, 纖維ガ動體ニ平行	0.43	23°-17'
榆 上 ノ 桎, 〃	0.25	14°- 3'
桎 上 ノ 榆, 動體ノ纖維カ他材ニ直角	0.45	24°-16'
桎 上 ノ 樅, 纖維ノ總テカ動體ニ平行	0.36	19°-48'
桎上ノブナ, 〃	0.36	19°-48'
桎上ノ鍊鐵, 纖維ハ動體ニ平行	0.62	31°-47'
榆上ノ鍊鐵, 〃	0.25	14°- 3'
鑄鐵上ノ鍊鐵,	0.19	10°-46'
鍊鐵上ノ鍊鐵,	0.14	7°-58'
眞鍮上ノ鍊鐵。	0.17	9°-39'
軟石灰石上ノ鍊鐵, 能ク整ヘル石灰石	0.49	26°- 6'
堅キ石灰石上ノ鍊鐵, 〃	0.24	13°-30'
〃 〃 能ク整ヒ濕リアル	0.30	16°-42'
堅キ大理石上ノ鍊鐵又ハ鋼鐵,	約 0.17	9°-30'
桎 上 ノ 鍊 鐵, 纖維ハ動體ニ平行	0.49	26°- 6'
榆 上 ノ 鑄 鐵, 〃	0.20	11°-19'
鑄鐵上ノ鑄鐵,	0.15	8°-32'
眞鍮上ノ鑄鐵,	0.15	8°-32'
鑄鐵上ノ鋼鐵,	0.20	11°-19'
鋼鐵ト鋼鐵,	0.14	7°-59'
眞鍮上ノ鋼鐵,	0.15	8°-32'
磨ケルガラス上ノ鋼鐵,	約 0.11	6°-37'
鑄鐵上ノ黃銅	0.19	10°-46'
桎 上 ノ 黃 銅	0.62	31°-48'
鑄鐵上ノ眞鍮	0.22	12°-25'
鍊鐵上ノ眞鍮	0.16	9°- 6'
眞 鍮 ト 眞 鍮	0.20	11°-19'
磨ケル大理石ト磨ケル大理石,	約 0.16	9°- 6'
鍊鐵上ノ磨ケル大理石,	0.44	23°-45'
煉瓦ト煉瓦	0.64	32°-38'
軟石灰石 (能ク整ヘル) 上ノ軟石灰石,	0.64	32°-38'

軟石灰石（能ク整ヘル）上ノ煉瓦	0.65	33°- 2'
堅キ石灰石上ノ煉瓦	0.60	31°- 0'
堅キ石灰石上ノ堅キ石灰石、共ニ能ク整ヘル	0.38	20°-48'
軟石灰石上ノ硬石灰石	0.67	33°-50'
硬石灰石上ノ軟石灰石	0.65	33°- 2'
金屬上ノ木材 一般 = 0.2 ヲリ 0.62	平均 0.41	22°-18'
木材上ノ滑カナル木材 一般 = 0.25 ヲリ 0.5	平均 0.38	20°-48'
金屬上ノ滑カナル木材 一般 = 0.2 ヲリ 0.62	平均 0.41	22°-18'
金屬上ノ金屬、甚ダ滑カニ乾燥一般 = 0.15 ヲリ 0.22	平均 0.18	10°-12'
石工ト煉瓦工、乾燥 一般 = 0.6 ヲリ 0.7	平均 0.65	33°- 2'

第五表 動摩擦係數 (レンニ-氏)

接 觸 面 ノ 壓 力 #/平方吋	鍊鐵ト 鍊鐵	鍊鐵上 ノ 鑄鐵	鑄鐵上 ノ 鋼鐵	鑄鐵上 ノ 眞鍮	抵 觸 面 ノ 壓 力 #/平方吋	鍊鐵ト 鍊鐵	鍊鐵上 ノ 鑄鐵	鑄鐵上 ノ 鋼鐵	鑄鐵上 ノ 眞鍮
	摩 擦 係 數 μ					摩 擦 係 數 μ			
125	0.14	0.17	0.17	0.16	485	0.40	0.37	0.36	0.22
186	.25	.28	.30	.23	523	.41	.37	.36	.22
224	.27	.29	.33	.22	560		.37	.36	.23
260	.29	.32	.34	.21	600		.37	.36	.23
298	.30	.33	.34	.21	634		.37	.37	.24
336	.31	.33	.35	.22	672		.38	.40	.23
373	.35	.35	.35	.21	710		.43		.23
390	.38	.36	.35	.21	784				.23
448	.40	.37	.35	.21	820				.27

第六表 動摩擦係數

表面乾燥、又ハ少シク油ヲ塗レルモノ

木材上ノ木材、静止又ハ少シノ速度	$\mu=0.3$ ヲリ 0.5
金屬上ノ木材、	0.2 ヲリ 0.6
金屬上ノ皮革、	0.3 ヲリ 0.6
木材上ノ皮革、	0.3
鋼鐵上ノ鑄鐵、速度、一分間 440.呎	0.32
" " " " 2640.呎	0.20
" " " " 5280.呎	0.06

第七表 ボールベヤリングの摩擦係數

荷 重 封 度	838	1874	2425	3483	4520	6614	10800
f 一分間回転數 65	0.0033	0.0020	0.0017	0.0016	0.0015	0.0015	—
f " 385	0.0035	0.0021	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	—
f " 780	0.0037	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011

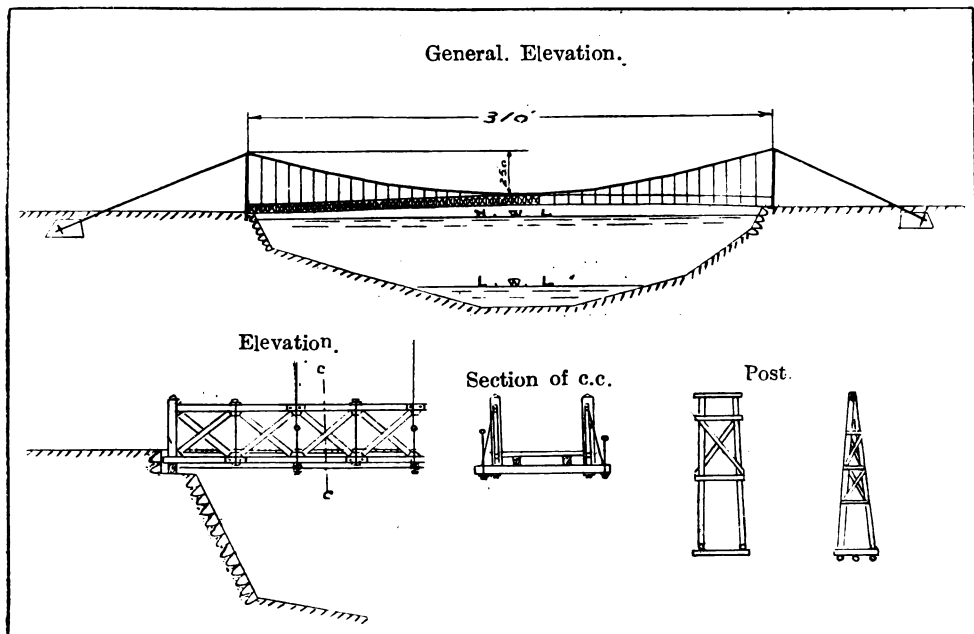
鐵線吊橋架設々計々算に就て

松 田 譽 一 郎

茲に説く計算の實例は紀伊國は安珍清姫で名高い日高川の上流船着村に計畫せるものにして殊更新しき方法にもあらず極めて簡單にして普通の解法なるも橋脚の設置困難且相當徑間を有する山間僻地の河川を横斷する道路橋又は之に多少の考慮を加ふれば掛樋として其の應用廣きを信じ投稿せんとす記者固より淺學非才稿を投ずるの器にあらざるも何か讀者の參考にもなれば幸なり。

被 與 件

徑 間	=310'.0	同	高=3'.0
最 大 弛 み	=25'.0	各 分 格	數=44.0
硬 強 ト ラ ス 長	=308'.0	一 分 格	長=7.0
同	有效巾=5'.0		



動 荷 重=20 #/□'

(動荷重の比較的小なるは本橋の如き 徑間の長きものに一時に荷重滿載する事なきを豫期せると又重き車の通行少きに依る)

材料は鐵材の他は杉材を用ひ其の性質は次の如し。

一立方尺の重量=25 # 作用抗壓強度 400 #/□"

作用抗張強度=700 #/□"

作用抗剪強度=600 #/□"

(1) 構造

別圖の如し

(2) 橋板

板厚を 1 寸 5 分とす。

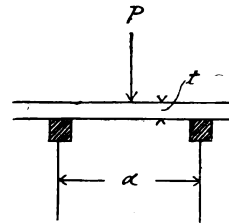
然る時は如何なる中心荷重迄耐ふるかを計算せん。

$$P = \frac{2}{3} \frac{bt^2\sigma}{\alpha} \text{ なる公式により,}$$

$$b=1'.0 \quad t=0.15 \quad \sigma=700 \text{ #/□"} \quad \alpha=3'.0$$

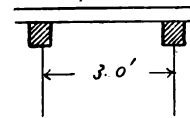
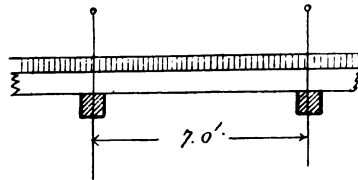
$$P = \frac{2}{3} \frac{1.0 \times 0.15 \times 0.15 \times 700 \times 12 \times 12}{3.0} = 499 \text{ #}$$

即ち巾 1'.0 に對し 499 # 迄耐ふることを得、



(3) 桁 (0.3×0.4)

の断面を使用する時
は
靜 荷 重



$$W_D = (25 \times 3.0 \times 0.15 \times 7.0) + (25 + 0.3 \times 0.4 \times 7.0) = 79 + 21 = 100 \text{ #.}$$

動 荷 重

$$W_L = 20 \text{ #} \times 2.5 \times 7.0 = 350 \text{ #}$$

$$\text{全荷重} = W_T = W_D + W_L = 100 \text{ #} + 350 \text{ #} = 450 \text{ #}$$

之に依て最大彎曲力率を求むる事次の如し、

$$M_{\max} = \frac{W_T l}{8} = \frac{450 \times 7.0 \times 12}{8} = 4725 \text{ #"} \quad \text{}$$

然るに假定斷面に對する抵抗力率は

$$M_R = \sigma \frac{bh^2}{6} = 700 \frac{0.3 \times 0.4 \times 0.4 \times 12^3}{6} = 9671 \text{ #"} \quad \text{}$$

即ち $M_{\max} < M_R$ なるを以て安全なり、

(4) 釣 桁 (0.35×0.45×8.0)

$$W_1 = 7.0 [20 \times 2.5 + 25(2.5 \times 0.15 + 0.3 \times 0.4)] = 7.0 \times 62 = 434 \text{ #}$$

$$W_2 = (\text{自重}) = 25(0.35 \times 0.45 \times 8'.0) = 32. \#$$

而して此の場合 Max. bending moment を次式によりて求む

$$M_{\max} = w_1 a + \frac{W_2}{8} = 434 \times 2 + \frac{32}{8} = 868 + 4 = 872' \# = 10\ 464'' \#$$

然るに假定斷面に對する抵抗力率は

$$M_R = \sigma \frac{bh^2}{6} = 700 \frac{(0.35 \times 0.45 \times 0.45 \times 12^3)}{6} = 14286'' \#$$

故に $M_{\max} < M_R$ なるを以て安全なり、

(5) 強硬トラス

(a) 最大剪斷力

動荷重は徑間の $\frac{1}{2}$ 迄かゝる時に最大剪斷力を生じ其の大きさ次の如し

$$S_{\max} = \pm \frac{Wl}{8}$$

茲に $W = \text{橋面 } \frac{1}{2}$ にかゝる動荷重

$$= \frac{5}{2} \times 20 = 50 \#/\text{lin. ft}$$

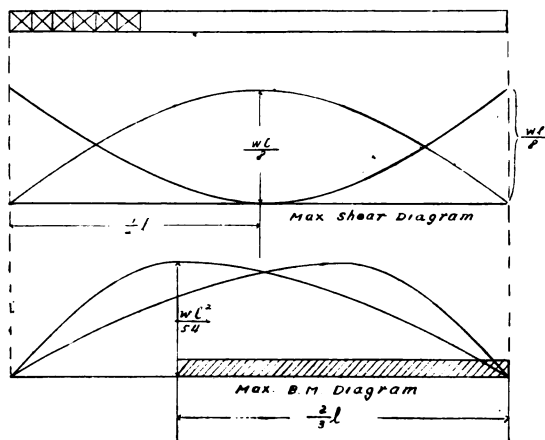
$$\therefore S_{\max} = \pm \frac{Wl}{8} = \pm \frac{50 \times 308}{8} = \pm 1\ 925 \#$$

(b) 最大彎曲力率

動荷重は徑間の $\frac{2}{3}$ 丈かゝりたる時最大正彎曲力率を同じく $\frac{1}{3}$ 丈かゝりたる時最大負彎曲力率を生じ其の大きさ次の如し。

$$M_{\max} = \pm \frac{Wl^2}{54} = \pm \frac{50 \times 308 \times 308 \times 12}{54} = \pm 197\ 997' \# = 198\ 000' \#$$

之を圖示すれば次の如し、



(6) 垂直材 (0.25×0.25)

前項 (5) により

$$S_{\max} = \pm 1925 \#$$

∴ 所要斷面積

$$A = \frac{S_{\max}}{\sigma} = \frac{1925}{12000} = 0.16 \square'' \text{ なる}$$

も安全のために 0.2485 を有する $\frac{9}{16}$ dia を用ふ。

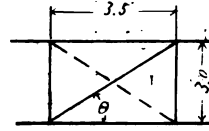
(7) 斜材

之は正副同一なるものを用ふ

$$\sec \theta = \frac{\sqrt{3.5^2 + 3^2}}{3.5} = 1.34$$

故に應壓力は $p = S \sec \theta$

$$= 1925 \times 1.34 = 2579\#$$



而して正副中央に於て交叉し「ボルト」にて締付くるを以て短柱と考へて次の如く計算す。

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{2579}{400} = 6.4\text{寸}^2 \text{ なるも安全のために 3 寸角ものを用ふ。}$$

(8) 下臥材 (0.3×0.3)

前 (5) 項に依り

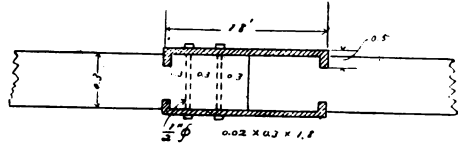
$$M_{\max} = \pm 198000\text{寸}\# \text{ を得たり}$$

$$T = \frac{M}{d} \quad d = \text{トラスの高さ } 3'.0$$

$$T = \pm \frac{198000}{3 \times 12} = \pm 5500\#$$

之は應張力によりて計算せん

$$A = \frac{T}{\sigma} = \frac{5500}{700} = 7.85\text{寸}^2$$



仍て 0.3×0.3 なる断面を使用し次の如く接続す。

(9) 上臥材 (0.3×0.4)

之れは安全のために抗壓力として考へ其の繼手には抗張力として考ふ。

前 (5) 項により

$$M_{\max} = \pm 198000\#$$

$$T = \frac{M}{d} = \frac{198000}{3 \times 12} = \pm 5500$$

今最小邊 0.3 として短柱と考へて計算せん。

$$A = \frac{T}{\sigma} = \frac{5500}{400} = 13.7\text{寸}^2 = 11.6\text{平方寸}$$

$$\therefore h = \frac{A}{b} = \frac{11.6}{3.0} = 3.9\text{寸 なり}$$

故に 0.3×0.4 を使用し其の繼手を下臥材と同様とす。

(10) 水平トラス

之は風壓に對し必要なるものなるも斯る長徑間の吊橋に對しては極めて大なるものとなる且硬強「トラス」は元來動荷重を全徑間に平等に保たしむる目的のものにして多少の動搖は止むを得ざるものとす。仍て本設計には 0.25×0.30 のものを使用す。

(11) 釣 線 (B.W.G. No. 8. 4本)

釣線一本 (片側) に來る荷重 (一分格橋面半分の靜動荷重)

$$W_1 = \text{橋面及動荷重 [第 (4) 項]} = 434\#$$

$$W_2 = \text{トラス自重}$$

$$= 25[(\text{下臥材} (0.3 \times 0.3 \times 7) + \text{上臥材} (0.3 \times 0.4 \times 7) + \text{斜材} (0.3 \times 0.3 \times 4.0 \times 4) \\ + (\text{水平トラス} (0.25 \times 0.3 \times 10.0 \times 2)) + \text{垂直材} 1.04 \times 3.5] = 114\#$$

$$\therefore \text{全荷重 } W_T = W_1 + W_2$$

$$= 434 + 114 = 548\#$$

今亞鉛引鋼線を使用し其の實用力度 $\sigma = 12000 \#/\square''$ とせば

$$\text{必要斷面積は } A = \frac{W_T}{\sigma} = \frac{548\#}{12000} = 0.046$$

となる而して B.W.G. No. 8. 1 本の斷面積 $a = 0.0213$ なるを以て

$$\text{所要本數 } n = \frac{A}{a} = \frac{0.046}{0.0213} = 2.2 \text{ 本なるも此の場合安全を期し 4 本を用ふ。}$$

締付ボルト

上の結果斷面積 $0.085 \square''$ なるを以て其の徑 $3/8''$ なるも安全のため $\frac{1}{2} \phi$ を用ふ。

(12) 親 線

此には次式に依り計算せん

$$H = \frac{gl^2}{8f}$$

g_c = 單位長の親線の重量

$$T_{\max} = H\sqrt{1 + 16n^2}$$

g_h = 釣線の重量

$$H = \text{親線の水平張力}$$

g_f = 床(トラス等)の重量

$$T_{\max} = \text{支柱頂に於ける親線の最大張力}$$

g_p = 動荷重力度

$$g = \text{單位全等布荷量}$$

$$l = \text{徑間} = 310'.0$$

$$= g_c + g_h + g_f + g_p$$

$$f = \text{弛み} = 25'.0$$

$$n = \text{弛みの比例} = \frac{f}{l} = \frac{25}{310} = 0.08$$

又 g は次の如し

$$g_c = 15\# \quad (200 \times 0.072 \div 15\#) \quad 200 \text{ 本と假定す。}$$

$$g_h = 1\#$$

$$g_f + g_v = \frac{W_r}{7} = 78\# \quad (\text{前(11)項})$$

$$\therefore g = 15 + 1 + 78 = 94\#$$

$$T_{\max} = \frac{94 \times 310 \times 310}{8 \times 25} \sqrt{1 + 16(0.08)^2}$$

$$= 45.188 \times 1.05 = 47447\#$$

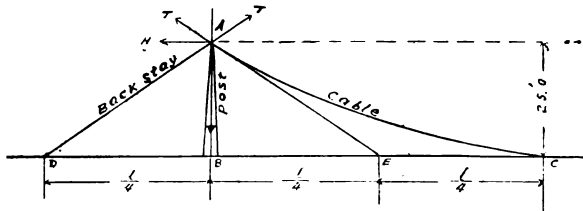
$$\therefore A = \frac{T_{\max}}{\sigma} = \frac{47447}{18000}$$

$$= 2.63\text{吋}$$

$$\therefore n = \frac{A}{a} = \frac{2.63}{0.0213} = 123 \text{ 本なるも安全のために } 130 \text{ 本を使用す。}$$

(13) 支柱

今 A 點に於て「ケーブル」に働く張力 T の方向は AE なりとす而して AE は A 點に



て「ケーブル」に切線の方
向とすれば

拋物線の性質として

$$BE = \frac{l}{4} \text{ にして}$$

A 點に於て張力 T の水平及垂直分力を求めん。

$$H = T \sin \alpha$$

$$V = T \cos \alpha$$

而して

$$BD = BE = \frac{l}{4} = \frac{310}{4} = 77.5$$

$$AE = AD = \sqrt{BE^2 + AB^2} = \sqrt{77.5^2 + 25^2} = 81$$

$$\sin \alpha = \frac{BE}{AE} = \frac{77.5}{81} = 0.957$$

$$\cos \alpha = \frac{AB}{AE} = \frac{25}{81} = 0.312$$

$$\therefore \begin{cases} H = T \times 0.957 \\ V = T \times 0.312 \end{cases}$$

$$H = 47447 \times 0.957 = 45407$$

$$V = 47447 \times 0.312 = 14803$$

仍て此の $V=14803\#$ は支柱の支ふべき重量とす。

又同様に扣線止に於ても之に相當する重量を要す。

同時に H なる水平力にも抵抗し得る様に設計す。

親柱の設計

今親柱には一端固定一端自由なる長柱として計算せん。

而して其の長さは狹貫間の距離を以てす

$$l = 7'.5 = 90''$$

親柱の末口を 0.7 尺と假定す

$$\text{即ち} \quad d = 0'.7 = 8''.4 \quad A = 0.7854 \times \overline{8.4^2} = 55. \square''42$$

然る時はランキン氏の公式により

$$P = \frac{f_c A}{1 + \phi \left(\frac{l}{\rho} \right)^2} = \frac{f_c A}{1 + \frac{1}{3000} \left(\frac{l}{d} \right)^2} = \frac{400 \times 55.42}{1 + \frac{1}{3000} \left(\frac{90}{8.4} \right)^2}$$

$$= 13274\#$$

然るに $V=14803\#$ なるが故に末口 0.7' 二本を用ひ其の安全を期す。

(14) ケーブルの弛み

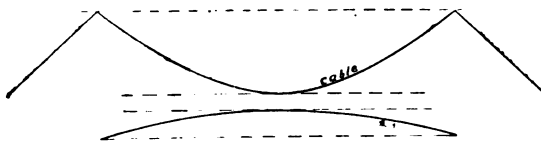
ケーブルの長

$$c = l \left(1 + \frac{8}{3} n^2 - \frac{32}{5} n^4 \right)$$

$$= 310 \left[1 + \frac{8}{3} (0.08)^2 - \frac{32}{5} (0.08)^4 \right]$$

$$= 315. \text{尺}21$$

(15) 釣線の長さ及反りの算定



之は普通橋梁の反りの計算と何等異なる處なく唯だ親線が反りと反對の方向に垂るるを以て相方計算の上差引すれば可なるが故に茲には省略す。

側堰の溢流量に就て

岡 本 基 次

本紙はボストン土木工學界誌上より拙譯説明したるものにして、今主題の下に學ばんとする所は第一、側堰 (Side Weir) につき數人の研究者により行はれたる實驗及其の材料を論じ、第二には阻板 (Baffle) を有する側堰及これを有せざる側堰につきタイラー博士外二氏の行はれたる試験を説明せんとするものなり。故に側堰の溢流量を求むる新公式を提議せんとするものではない、が他の研究者により得たる結果は非常に異ふから、タイラー博士の試験は當今用ひられてゐる公式の相關的精度及其の價值を決定すべく著手せられたるものなり。

側堰又は側面溢流路として此に述べんとする構造物の型は、その一部分の水流を引入る目的を以て溝渠の側壁中に設けられたる堰より成れるものとす。實驗的の性質を帶べる斯ゝる堰の流量を決定する爲めの作業は、從來實施せられたる事極めて稀なり、其の所以は其の應用が廣くない事と、それから側堰は水流を測定する爲には用ひられざりしが故なり。都市の發達と共に、下水渠の手直し又は遮斷工事が必要となりて、自然斯くの如き分水方法を目的とする側堰の採用せらるゝは、即ち本題の研究を提起せるものなり。

メトカルフ及エッヂイ氏合著『實用アメリカ下水工事』、第二版、第一卷の六三一頁より或公式に付簡單なる討議を見る、これ側堰の流量を算定するに提示せられたるものなり。これ等の公式を示せば次の如し

(一) コリマン及スミス氏の公式

$$Q = 0.671 l^{0.72} h_1^{1.645}$$
$$l = 0.548 b v h_1^{0.18} \left(\frac{1}{\sqrt{h_2}} - \frac{1}{\sqrt{h_1}} \right)$$

(二) バビット氏の公式

$$l = 2.3 v D \log \frac{h_1}{h_2}$$

(三) エンゲルス氏の公式

$$Q = 3.32 l^{0.83} h^{1.57}$$

以上の公式に於ける記號の解説は次の如し

Q = 側堰の流量 (毎秒立方呎)

l = 堰頂の長さ (呎)

h = エンゲルス氏の公式に於ける堰の下流端の水頭 (呎) (第一圖参照)

h_1 = 堰の上流端の水頭

h_2 = バビット及コリマン並スミス氏の公式に於ける堰の下流端の水頭

v = 堰より上流の幹線水路に於ける平均流速

D = 圓形下水渠の直徑

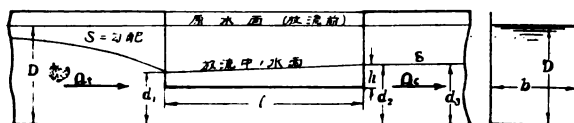
・ 尙エンゲルスの公式にて米突單位の公式は、朝鮮總督府土木課編纂『水の渠』一一八頁に説明せられたるものあり。

コリマン及スミス氏の公式は $4\frac{3}{4} \times 6$ 吋の断面なる小樋を用ひて實驗せられたるものなり。而してこの公式によりて得たる流量は、エンゲルス氏の公式にて得たるものよりも非常に少ない事は一見して明瞭なり。堰頂上の單位水頭及單位堰長に對して、これ等の二公式より得たる流量は、其れ等の係數何れも等しくして、エンゲルス氏の公式はコリマン及スミス氏の公式よりも實驗上五倍の流量を示したり。コリマン及スミス氏の公式は實驗の結果を實地に應用する場合、水理學的符合の定則を顧慮せざりしも、之れ可然の事なり。

バビット氏の公式は圓形管渠にて實驗して誘導せられたるものなれば、管の直徑たる D 項を含めり。従つて矩形水路には用ひられざるを以て、次のタイラー博士の試験でその精度を校定するに利用し得る資料とはならざるなり、尙氏の公式は幹線水路に於ける接近流速の項を含むが、之れは堰の排出量に就て重要な關係を有するものとす。然れど若し或二つの場合、即ち滿流と半滿流（水深が半徑に等しきとき）のとき、幹線水路の流速は各等しくして堰の上流端の水頭 h_1 の値は各異なりとし、又 h_2 の値は h_1/h_2 が兩者の場合共に等しくなる様に夫れ夫れ h_2 を定めたとすれば、滿流の場合には流量が半滿流の場合に於けるよりも大なる事が明瞭なりと雖も、この公式は兩者に對して等長の堰を與へる結果となるなり。故に此の公式は使用し得る範圍の限度を決定するに先ちて、もつと多くの材料が欲しいと思ふ。バビット博士の實驗は、一八吋及二四吋の管渠に、長さ一六吋乃至二四吋の堰を以て行はれたるなり。

ハアバート・エンゲルス氏は他の研究者よりも更に範圍の廣き試験を實行せられたり、而して氏の材料はタイラー博士等の試験にも大に得る所があつたと言ふ。故にタイラー博士等の實驗はエンゲルス氏の材料と最も精密に對照せられ、氏の公式を一層詳論せるものなり。第一表はエンゲルス氏の試験より得たる材料なり。この單位はメートルを英國尺度法に改算せられたるものにして、その記號は第一圖に示せるが如し。

第一圖 側堰の放流前及び放流中の水面を示せる断面圖



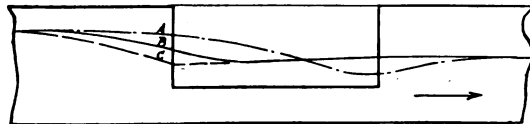
第一表 側堰に對しハアバート・エンゲルス氏の作りたる資料 (圖面参照)

(尺度は呎及秒)

Run	S 勾配	b	l	Z	D	h	d_1	$d_2=d_3$	Q_t	Q_c	Q_w	$V=Q/bD$
4	0.001	0.672	1.67	0.312	0.49	0.082	0.36	0.39	0.519	0.396	0.123	1.58
5	.001	.672	4.94	.312	.49	.056	.33	.37	.519	.364	.155	1.58
7	.000091	6.58	14.80	.49	.69	.105	.59	.60	4.43	3.61	.82	.93
9	.001	1.98	1.64	.83	1.06	.177	.93	1.01	6.35	6.00	.353	3.03
10	.001	1.98	3.28	.83	1.06	.161	.94	.99	6.35	5.86	.494	3.03
12	.00033	1.98	1.64	.83	1.44	.371	1.17	1.20	5.42	4.31	1.11	1.90
13	.00033	1.98	6.56	.83	1.44	.216	.97	1.05	5.42	3.64	1.78	1.90
14	.00033	1.98	13.12	.83	1.44	.167	.91	1.00	5.42	3.43	1.99	1.90
15	.00033	1.98	19.68	.83	1.44	.154	.89	.99	5.42	3.37	2.05	1.90
16	.00033	1.98	26.24	.83	1.44	.144	.90	.98	5.42	3.30	2.12	1.90
17	.00033	1.98	29.52	.83	1.44	.138	.87	.97	5.42	3.28	2.14	1.90
18	.00033	1.98	32.81	.83	1.44	.125	.86	.96	5.42	3.21	2.21	1.90
19	.00033	1.98	1.64	.83	1.056	.161	.98	.99	3.66	3.37	.29	1.75
20	.00033	1.98	3.28	.83	1.056	.141	.95	.97	3.66	3.28	.378	1.75
21	.00033	1.98	6.56	.83	1.056	.108	.91	.94	3.66	3.14	.52	1.75
22	.00033	1.98	13.12	.83	1.056	.089	.89	.92	3.66	3.04	.62	1.75
23	.00033	1.98	19.68	.83	1.056	.075	.87	.91	3.66	2.99	.67	1.75
24	.00033	1.98	26.24	.83	1.056	.072	.86	.90	3.66	2.96	.70	1.75
25	.00033	1.98	32.81	.83	1.056	.069	.86	.90	3.66	2.95	.71	1.75

多くの試験よりとりたる材料を比較して、第一に氣付いた事は遺憾にも、堰に於ける水面勾配面の相違之れなり。これは第二圖に示せるが如く、 A 線はバビット及コリマン並スミス氏の観測したる縦断面を示すものなり、又 C 線はエンゲルス氏の観測したる断面なり、然るにタイラー氏の見出したるこの断面は B 線を以て示せるが如くなれるなり。これを見る所 A 線は下流端よりも上流端に於て特に水位大なり、然れども之と逆になれる B 及 C 線

第二圖 側堰放出中の水面比較

 A =バビット, コリマン及スミス氏の観測したる縦断面水面圖 B =タイラー氏の観測したる縦断面水面圖 C =エンゲルス氏の観測したる縦断面水面圖

が正しきものなり。これ等の断面の外形の變化は實驗の徴する所、幹線水路に於ける流速の相違に起因せるなり。エンゲルス氏の流速は大部分の試験は毎秒 1.75 呎乃至 1.90 呎なることを第一表より見るべし。側堰に對してタイラー氏の作りたる第二表の材料は、これ等の流

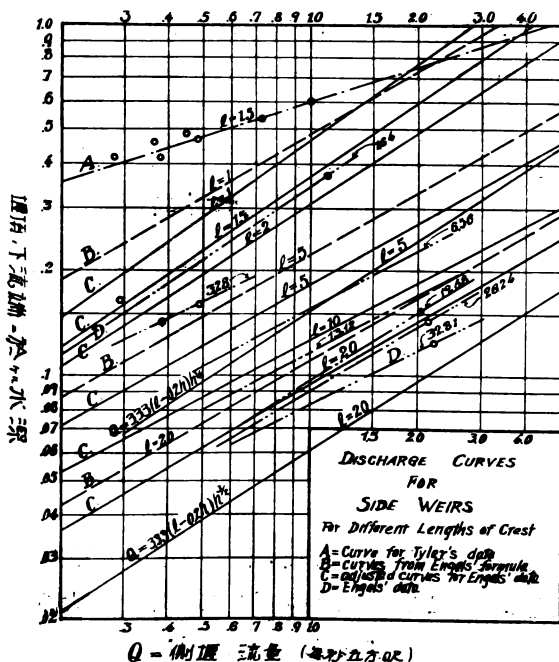
速が毎秒 1.43 呎乃至 2.74 呎に變化せるを見るなり。パピット氏の實驗は恐らく下水渠に於ては通則とせる最大流速を與へられたるが如きも、氏はこれ等の流速について材料を作らなかつた。 A 線の示せるが如き状態に對しては、幹線水路に於ける流速の項を要する、けれどもエンゲルス氏の見出されたる状態又は C 線の示せる状態では、堰下の幹線水路に於け

第 二 表 第一級數——側堰より得たる材料
(尺度は呎及秒)

進 程	b	l	Z	D	h	Q_t	Q_w	$V=Q/bD$
1	1.5	1.5	0.174	0.625	0.459	2.32	0.366	2.48
2	1.5	1.5	0.174	.666	.501	2.05	.600	2.06
3	1.5	1.5	.174	.692	.534	1.915	.716	1.84
4	1.5	1.5	.174	.757	.601	1.63	1.000	1.43
5	1.5	1.5	.174	.666	.466	2.00	.483	2.48
6	1.5	1.5	.174	.635	.415	2.05	.383	2.55
7	1.5	1.5	.174	.600	.415	2.18	.283	2.74
8	1.5	1.5	.174	.665	.482	1.98	.450	2.43

る水深が堰頂の下流端と同様なる場合には、流速水頭と壓力水頭との均衡状態とれるを以て、氏の公式に於ける水頭はこの流速の影響を含めるが如し。流速が大なればなる程、特に堰長が短ければ、この均衡状態は起らないだろう、故に A 又は B の断面はエンゲルス氏の公式を適用せられざる場合に生ずるなり。第三圖は第一表及第二表の材料を圖表にて示せるものにして、エンゲルス氏の曲線も同様に 1 呎、5 呎及 20 呎の堰項長を以て描けり。 D 線はエンゲルス氏の示せる堰長の材料を示せるものとす、 C 線は第四圖の助力を以て組み立てたるものにして、この點より欲する堰長をとりたるなり。而し

第 三 圖 タイラー、エンゲルス氏の材料と
其他の公式より算出したる値との比較



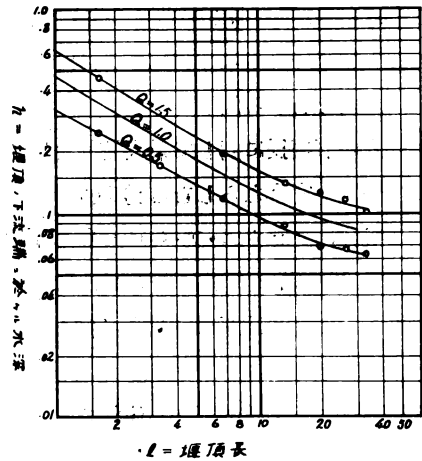
てこれ等の値は平均値を表はし、實際の材料に於て不揃なるものは排棄せり。第四圖より l と h との関係が一定の Q に対しては常數ならざる事も亦認めらるゝなり。

エンゲルス氏の材料は氏の公式が示す線と符合せざることを認めらるゝも、大なれば大なる程係數の變化し易きを示せり。A線は堰長 1.5 呎に対するタイラー氏の材料を示し、若しこれを同じ堰長を有するエンゲルス氏の材料と比較せらるゝならば、それよりも甚しく異なれるを見出さるゝなり。この線の勾配は $Q=3.32 l^{0.83} h^{1.07}$ に於ける $h^{0.07}$ の代りに h^3 を含める公式によりて表示せられたるなり。

この公式を誘導するに、エンゲルス氏は堰の公式をとり、

$$Q = \frac{2}{3} ulh \sqrt{2gh}$$

第 四 圖 l と h との関係を表示せる圖



而して堰長 l 及水頭 h の指數の總數は常數となし 2.5 に等しく假定せり。又係數 $\frac{2}{3}u = 0.414$ としてこれ迄に與へられたる公式を誘導せられたるなり。然れどタイラー氏の材料は l 及 h の指數合計を常數とせず、又少なくとも 2.5 以上とせばよい事を示せるなり。然れどエンゲルス氏の假定は殆んど横斷堰(Transverse weir)に對し正當にして、側堰(Side weir)の場合には強ち眞ならず。幹線水路の流速は側堰の有する結果と横斷堰が有する結果とは反對なり、故に側堰の流量は幹線水路の流速とは反比例し又後者の流量は幹線水路の流速と正比例して變化するなり。

抑も側堰は收斂堰のフランス公式 $Q = 3.33 (l - 0.2h) h^3$ を用ひて設計せられたるを以て、フランス氏とエンゲルス氏の公式より得たる結果を比較するも可からう。第三圖は亦フランス氏の公式にて算出したる 5 呎と 20 呎の堰頂に對する流量曲線をも示し、エンゲルス氏の同様な曲線とを比較せらるべし。

5 呎に等しき l に對しては、兩公式は殆んど等しき流量を h が 0.6 呎に對して與ふるも水頭が小なるに従つてフランス氏の公式は流量大 (h が 0.1 呎のとき四四パーセント) となり、 h が大きくなればなる程比較的流量が少なくなるなり。又 l が増大せば、兩公式によりて得る結果の相違は増進するなり。例へば l が 20 呎に對しては、フランス氏の公式はエンゲルス氏の公式よりも流量は h が 0.05 呎に對して 114 パーセント、又は h が 1.0 呎に對して 63 パーセント多くなる。これ等の數は次の如き事を示すに充分なり即ち、フラン

シス氏の公式を用ふれば可なり大きな誤謬を生じ、その誤謬は l/h と共に増加するものとす。

然るにエンゲルス氏の側堰の公式は當今用ひらるゝ唯一の公式にして、圓形溝渠以外に於ける側堰に適當せることを示す。而かも下水渠の幅が大なる所及溝渠の流速が極めて小なる特種の場合は、堰の眞の流量がフランス氏の公式に合致し、エンゲルス氏の公式に合致せざるは明らかなり。故にこの側堰の公式としては v の或る函數として又直接に $lh^{2/3}$ の函數として流量 (Q) が變化する様な公式がほしい。

阻板を有する側堰。

一定の堰頂長に對して最大流量を與へ、又其の作用を一層確實ならしむることを明かにして、側堰を安全ならしむる爲 Syracuse intercepting sewer Board の技師長グレン・ディ・ホルメス氏は、クロウス・アベニュー卵形下水渠に阻板を有する側堰を設け、之れをメトカルフ及エッヂイ氏合著『實用アメリカ下水工事』第2版第1巻641頁に轉載せられたり。これは幹渠の下流端に水平の水切を具備して幹渠の上流部分を横斷せしめて斜に作られたる阻板より成れるなり。この阻板又は水流轉向裝置の壁は、水平の水切以上の水の部分を分水して洪水の排除口へ向け側堰から溢流させるものと想定せらる。ホルメス氏は後程水切板を除いてこの設計を改造し、水流の方向と45度の角度を爲せる2枚の轉向阻板を使用せり、而して上流の阻板は下流の阻板よりも稍高くせり。

この型の構造は普通の側堰よりも明かに有利なるを認められたり、故にタイラー氏は堰の流量につき阻板の及ぼす影響と共に、この流量を最大ならしむる位置をも併せて決定すべく實驗せんと企てられたり。これ等の實驗は側堰の實驗に用ひたる18吋平方の樋に18吋長の堰頂を設けて行はれたるなり。扱試験は水路底より0.174呎の所に堰頂を設け、そして阻板は幹線水路の軸と各々90度、67度及30度の角度に配置せるものとす。これ等の阻板は堰の下流端に設け、阻板の下端は堰頂と同じ高さとせられたり。水流深は水壓計により樋を横切り又は之れに添ひたる數ヶ所の點にて測定し、勿論水壓計を用ひる時に生じ易き誤謬を排除するに努めたり。第三表はこの試験より得たる材料を示せるものとす。諸補助試験は l 、 Z 、 h 及 v の夫々異なる値を有して今進捗中にあり、故にこれ等の材料のみを以て結論を採らんとするは餘りに貧弱なる嫌ひあるも、以下述ぶる事は興味ある徵證となれるを信す。

側堰の流出量は常に阻板を用ふる事によりて増加し、その増加する最高度は、阻板を水路に直角に設くるに在り。67度に設けたる阻板によれば、幾分か流量を増加し、30度なれば僅かに其の影響を有するに過ぎざるなり。これ等の流量は側堰に関する材料と嚴密には對照し得ざるものとす、如何となれば兩側にて觀測せられし90度阻板以外は、其の水頭を側堰の上流端のみにて觀測せざるを得ざりし故なり。それ故水頭は堰の上流にては下流よりも約0.07呎高くなれり。度の阻板は幹線水路を溢る結果となる、即ちこの流れ方は、扉を流

第 三 表 阻板を有する側堰の試験 (尺度は呎及秒)

〔 h_1 = 堰堤の上流端に於ける水頭〕第二級數 — 阻板は幹線水路に 90°

進 程	b	l	Z	D	h_1	h_2	Q_t	Q_w	Q_c	$V = \frac{Q_t}{bB}$
1	1.5	1.5	0.174	0.787	0.57	4.48	2.78	1.082	1.698	2.36
2	1.5	1.5	.174	.696	.52	.45	2.42	0.886	1.534	2.32
3	1.5	1.5	.174	.766	.53	.44	2.49	0.867	1.623	2.17
4	1.5	1.5	.174	.909	.63	.54	2.65	1.165	1.485	1.94
5	1.5	1.5	.174	.750	.54	.44	2.52	0.917	1.603	2.24
6	1.5	1.5	.174	.708	.51	.45	2.43	0.763	1.667	2.29
7	1.5	1.5	.174	.750	.54	.48	2.64	0.975	1.665	2.35
8	1.5	1.5	.174	.679	.49	.43	2.35	0.785	1.565	2.31
9	1.5	1.5	.174	.775	.59	.59	2.27	1.240	1.030	1.95

第三級數 — 阻板は幹線水路に 67°

1	1.5	1.5	0.174	0.92	0.65	—	2.72	1.12	1.60	1.97
2	1.5	1.5	.174	.77	.55	—	2.76	0.80	1.96	1.39
3	1.5	1.5	.174	.65	.45	—	2.18	0.41	1.77	2.24
4	1.5	1.5	.174	.76	.53	—	2.47	0.73	1.74	2.17
5	1.5	1.5	.174	.73	.50	—	2.45	0.65	1.80	2.24
6	1.5	1.5	.174	.71	.49	—	2.43	0.62	1.81	2.28
7	1.5	1.5	.174	.74	.53	—	2.67	0.75	1.82	2.41
8	1.5	1.5	.174	.65	.46	—	2.34	0.53	1.81	2.40
9	1.5	1.5	.174	.79	.61	—	2.28	1.13	1.15	1.93

第四級數 — 阻板は幹線水路に 30°

1	1.5	1.5	0.174	0.93	0.64	—	2.64	0.97	1.67	1.89
2	1.5	1.5	.174	.75	.51	—	2.80	.60	2.20	2.49
3	1.5	1.5	.174	.68	.46	—	2.79	.42	2.37	2.74
4	1.5	1.5	.174	.76	.51	—	2.44	.60	1.84	2.14
5	1.5	1.5	.174	.72	.57	—	2.45	.53	1.92	2.27
6	1.5	1.5	.174	.67	.44	—	2.47	.40	2.07	2.46
7	1.5	1.5	.174	.69	.45	—	2.63	.45	2.18	2.54
8	1.5	1.5	.174	.82	.59	—	2.55	.92	1.63	2.07
9	1.5	1.5	.174	.59	.36	—	2.30	1.41	1.89	2.60

出するもの又は一側のみを収斂したる孔口による流れ、即ち阻板の下縁の下を通づる流れ方に相似たるなり。實驗せられたりし内にて、高流速に屬する洪水の収斂は水頭 1 吋乃至 1.5 吋の高さとに及べり。そして阻板下の水深は臨界深よりも少ないから、下流に水跳又は佇波を生じたりき。その位置は水跳^{ジャンプ}以下の流速を調整する事によりて固定させたり。若し「ジャンプ」が阻板にて反撥せられるとせば、阻板下に流れを生じて水頭を減ずるなり、かくて堰下の水路に於ける流量 Q_0 を減じて堰の溢流量は増加す。堰の流量につき阻板の及ぼす影響は一部分の流速水頭を壓力水頭に變換せしめ、斯くて流量の増加に相當して、堰の水頭が大なればなる程增高するなり。67 度及 30 度の阻板に於ても、阻板に直角をなせる分速の状態を呈して収斂が起り、堰から水路の側面に放流する流量は、「ジャンプ」を生ず。然るに阻板を有せざる側堰の溢流は、幹線水路に於ける水が堰頂の高さ以上に上昇する時僅かに溢流し始めるけれども、90 度の阻板を用ふる時は、水が其の下縁と接すると同時に、水頭は増加し、堰の溢流は幾分増加して流出せらるゝものなり。

側堰の築造中に遭遇したる一つの條件は、幹線水路内を流下するに與へられたる最大水路を流下せしむる構造に設計することなり。然るに之れと同時に、堰は水路の水流が小さ過ぎては溢流を始めない、換言せば、若し最大水流に基きて水路の下流には適當なる水流深を有せしむる様エンゲルス氏の公式を以て側堰を設計せられるとせば、堰はこの水路の水流深よりも低位なるを要するから、溢流を開始する水流率は餘程少ない。然しながら從來の慣例を以て下水渠を流下する確實なる分水方法があるなり、それは旱天時の最大水流に相當する流量のときの下水渠の水面に等しき高さの堰頂を設計する場合なり、而して其の時は望み通りの下水量及大雨をも本渠に排出せらるゝ様に、充分なる堰長を作るものとす。

阻板を有する側堰は阻板を有せざる側堰よりも優れる點は、堰長一呎に付 20 パーセント乃至 30 パーセント以上の水量を放出するなり。又一方構造物の下流に當る幹渠の流れる範圍内にて、寧ろ確實なる調整となれるものなり。即ち阻板の下縁高を更正し得る様に作れば眞の作業の場合に、堰頂設計の際に於ける或る種の理論的誤謬に氣が付くことを得るなり。而してこの誤謬は斯る構造物に於ける流れ方に對して、有效なる材料の不足せるが爲めに起るものとす。夫れ故に設計に當りては經濟及設計の精度の兩方面に亘りて利益すること明かなり。(From Journal of the Boston Society of Civil Engineering, Vol. XVI.—No. 3, page 118, March, 1929)

砂防荒廢復舊事業と農業水利

山 本 徳 三 郎

山地の砂防荒廢復舊事業は、治水のために山を治むる加工植栽である。其の結果治山治水の目的を達するの外、農業水利に好影響を與へ、耕地生産力を隆め、農村の勞力を減ずるに顯著な効果が現はれることがある。これは本事業から見れば、一種の副作用と見られる。治山元來の目的が治水で、山地生産力を隆むる位が附隨して起る現象とのみ思はれてゐた。然るに本事業遂行のために、農業方面から、意外の讃辭を呈せらるる様になつた。即ち本事業施行前は、小支川小河川や小溝は凡て砂で埋つて、川床は常に兩岸の田地よりも、屋根よりも高く、所謂天井砂川をなしてゐた。其の時には如何に排水良好なるべき兩岸の砂質壤土の田地でも排水頗る不良、一毛作濕田で終始する外はなかつた。然るに本事業遂行と共に、降雨出水の時に砂礫は澤山出さず、砂礫を置き去りにすることもなし水勢のみが強くなるので従來川床にあつた土砂も水力で下流に搬出流送せられ、川床は一雨毎に漸次に浸蝕低下する。川底も田地も砂質の土層の連繼で水壓は共通聯絡してゐる。川床が低下して其の水準が、附近の田面よりも下位に降ると、以前は田面より高位にあつたために川床の伏流が、田地の地下水に壓迫を加へてゐたものでも、こんどは其れがなくなり却つて田地の地下水が、川床に向つて排出する。河身は一種の排水幹渠の様になつて、田地は自然に排水良好、自づと二毛作乾田に變化する。即ち天井砂川の川床の低下は田地の生産力を隆め、賣買價格も三割位は高め土地臺帳地價の修正でもせねばならぬ様になる。砂防荒廢復舊成林のために斯様な恩恵を蒙つた田地が、岡山縣内でも九百餘町歩も出來てゐる。

それから以前には夕立の時でも山から赤濁りが出、其れが田地に浸入して沈下すると、田面は緻密な泥土の膜で被覆され氣水の流通を妨げ、肥料の吸収力を阻害し、又其の赤濁りが畑地に浸入してそれが乾くと畑地の小土塊が、緻密な泥土で包まれ、又再びそれを耕耘せねばならず、それで農民は電光一閃夕立驟雨の襲來と共に、取るものも取り敢えず、箕笠と鍬とで、水路の修理や水替や水口の手入れ等に忙殺され、多大の勞力を費やして尙ほ且つ全く赤濁りの浸入を防止し得なかつた。洪水の時の濁りでも、大川のは黒味を帶び種々な肥土もあり、有機物も交つて左程に緻密にもならず、その浸入を受けたものは、ニール河の汎濫に於けるが如く、沿岸耕地は却つて肥沃になることもあるが、小支川小河川で、花崗岩類の禿山から流れ出る赤濁りは、長石類の風化土が水に溶解した陶土性の餘りに緻密なもので、耕地の物理性を悪化する事夥しかつた。然るに砂防荒廢復舊成林後は、其の赤濁りは出ず、少々出ても、小溝や水路が浸蝕され深くなつてゐるから、容易に耕地に浸入せず、出水も

急激に出ぬために、夕立が終つた頃にゆるゆる見廻つて少々の手入をするか、又は全く其の事なしに、赤泥水は浸入せず。土地生産力の減退と肥料吸収力の阻止とを免れた。斯様な耕地は岡山縣下で千五十餘町歩もある。其の他水路の修理に要する勞力の節約も蓋し甚大なるものがある。

斯様に山地の土砂防止砂防荒廢復舊事業が、農業水利に好影響を與へ耕地の生産力増加に非常な効果のあることは事實で、地元住民が本事業に對して常に感謝の意を表する所以である但し川床の低下のために、從來の田用水取入口（俗に井手又は井堰）から水が乗らぬ様になり、其の位置に關し種々な權利の争ひが出來たり、又過度の排水のために旱魃を誘起し易い傾向のある所もある。殊に從來は川水が、上流部位の田地に滲透して、下流に澤山の水量を送らぬために、中流下流は旱害にかゝつても、上流は常に旱害を免れてゐた。然るに川床の低下は上流から開始せらるる結果、上流の川床が第一に附近の田地よりも低くなる。そうすると、これまで上流部位の田地に滲透して居つた水分も、全部川床を流れて中流下流に下り、兩岸の田地の排水も川床に滲出して、川床の水量は益々多くなり、其の水を受ける中流下流は水量潤澤で、旱害にかゝることが少くなつたが上流は旱害を招き易くなり、これまでとは、旱害の位置が上流と下流とが顛倒した様な處もある。即ち上流部位の田地から見れば成林後は水源を涸渇し中流下流部位の田地からは水量潤澤、（水源涵養の如くに見えるこれは排水量を澤山中流下流に送るか否かの問題で、水源の水量には、たいした關係を持たぬものである、水源からの絶對流出量は、成林のために常に減少してゐるが、中流下流では上流の川床低下のために上流での滲透や伏流に費されず其の水量を潤澤ならしめてゐる。これがために中流下流では、成林のために絶對量でも増へたかの如く、成林のために水源涵養をなしたかの如き考を抱いてゐるものあり、一方旱害を誘起し易くなつた上流田地の關係者は成林のために水源涸渇せるかの如くに思つてゐる。此の際は、成林のために水源涸渇をなした外に、川床低下のために排水過敏になつたことも、大分上流田地の旱害の因をなしてゐる。斯の如く利は飽くまで之を利とし、害は卒直に之を害とし、之れを認め、之れが對策を講じて行くのが眞に大衆に忠なる技術者、爲政者と云ふものである。兎角行政的技術者は、害なる方面は成る可く、之れを糊塗彌縫に終始して其の對策を講ぜんとせぬ傾向がある。是を是とし、非を非とせざる以上合理的對策は生れる筈はない。此の點は行政的技術者、殊に勸業獎勵に従事する技術者の相當考慮を要することである。

雜 報

最近論說資料目次

	頁
灌溉排水	123
土地改良	124
水利構造	125
河川、水理	127
混凝土	128
農業機械	130
其 他	131

灌 溉 排 水

- Use of water on Federal Irrig. Projects (E. B. Debler)
 [Proceedings of the American Society of C. Eng. Vol. 55 No. 3, p. 751]
- Water supply from Rainfall on Valley Floors (A. L. Sonderegger)
 [do. Vol. 55 No. 5 p. 1139]
- Screw Pumps for Surface Drainage (The Engineer)
 [The Engineer. Vol. CXLVII No. 3824 p. 466]
- Water supply in 1928—No. 11 (The Engineer)
 [do Vol. CXLVII No. 3899 p. 38]
- Recent Irrigation Developments in Mexico (V. Sancedo)
 [Engineering News-Record. Vol. 102. No. 12 p. 452]
- British Floods & Droughts
 [Water & Water-Eng. Vol. XXXI No. 361 p. 2]
- Water supplies from Wells & Springs
 [do. Vol. XXXI No. 362 p. 53]
- Egypt's Water Supply
 [do. Vol. XXXI No. 362 p. 63]
- Rural Water Supplies
 [do. Vol. XXXI 362 p. 177]
- Gibraltar's water Supply
 [do. Vol. XXXI No. 362 p. 179]
- Irrigation in Relation to public Health
 [do. Vol. XXXI No. 367 p. 298]
- The Water Shortage
 [do. Vol. XXXI No. 367 p. 309]
- The Water Supply of Gibraltar
 [do. Vol. XXXI No. 367 p. 325]
- The Tropical Water Supply

- [do. Vol. XXXI No. 369 p 395]
 Evaporation on Federal Reclamation Projects (E. Houk)
 [New Reclamation Vol 20 No 2]
 Janrhunderte alte Bewässerungsanlagen in Gebirge. (Aehler)
 [Der Kulturtechiner 32 Jahrgang. No. 1]
 Wie der Praktiker Dränentfernungen Schützt (Schild Knecht)
 [do. do. No. 2]
 Filterdränung für Ackermulden, Gärten & Baumschulen. (Hinz)
 [do. do. No 2]
 Wiese & Weidenentwässerung durch Fangdräns mit Auftriebsbrunnen unter Anwendung der
 Wünschelrute [Neußner]
 [do.]
 Die Strangentfernung bei Dränungen im Mineralboden (Rothe)
 [do.]
 岐阜縣羽島用水 (堀田直次郎) [水利土木第二卷第一號八四頁]
 富士山麓開發水利 (長谷川久一) [同上 第四號二頁]
 北海土功組合灌溉工事 (友成伸) [工事畫報第五卷第十、十一號三頁及二二頁]
 小水路ノ所要斷面 (間崎) [工學 第 181 號]
 明治年間ノ灌溉排水事業一覽 (農林省耕地課) [耕地第三卷第四號二六頁]
 メキシコ最近ノ灌溉事業ニ付テ (宇野) [同上 第十一號八頁]

土 地 改 良

- A National Reclamation policy! Explanatory Statement Regarding Report of the Committee
 of the Irr. Division. (J. B. Lippincott)
 [Proceeding of the American Society of C. Eng. Vol. 55 No. 5 p. 1193]
 A National Reclamation policy: Economic-Aspects of Federal Reclamation. (Elwood Mead)
 [do. Vol. 55 No. 5 p. 1207]
 Government Reclamation policy in British India (E. S. Lindly)
 [do. Vol. 55 No. 6 p. 1557]
 Agricultural Value of Nile-Silt Held Fallacious (E. Mckenzie Tayler)
 [Engineering News-Record. Vol. 102 No. 25 p. 993]
 Reclamation Projects in America
 [Water & Water Supply. Vol. XXXI No. 366 p. 406]
 Die Maschiene in der Landwirtschaft
 [Zeitschrift des Ö. I. A. V. 13/14 p. 132]
 群馬縣邑樂郡東部用排水改良事業 (山本昇) [耕地第三卷第一號四一頁]
 耕地整理ノ工事又ハ設計實施ノ方法 (K. T.) [同上 第三號三〇頁]
 山形縣大町灌排水改良事業概要 (Y. A.) [耕地第三卷第三號三四頁]
 濕田改良ト耕地擴張改良ニ付テ (S. M.) [同上 第七號二一頁]

水利構造

Stromwater Culverts at Southampton

[Concrete & Construction Eng. Vol. XXIV No. 4 p. 217]

Experiments on Spillway Discharge of the K okuk Dam

[Proceeding of the American Society of C. Eng. Vo. 55 No. 2 p. 305]

Analitical Solution of Masonry Dams: Unbalanced Load (D. C. Coyle)

[do. Vol. 55 No. 6 p. 1525]

Spillway Discharge Capacity of Wilson Dam (L. G. Puls)

[do. Vol. 55 No. 8 p. 2131]

Report on Raising the Aswan Dam (the Eng.)

[The Engineer. Vol. CXLVII No. 3813 p. 162]

Sluice Gates for the Sarda River Irrigation Scheme (the Eng.)

[do. Vol. CXLVII No. 3835 p. 48]

Design & Construction of the Waterville Dam

[Engineering News-Record. Vol. 102 No. 23 p. 894]

Design of 11,000,000—Yd. Earth Dam for Saluda River

[do. Vol. 102 No. 17 p. 669]

Planning the Bonnet Carré Spillway (W. W. De Berard)

[do. Vol. 103 No. 7 p. 242]

Construction Progress on Dam for Owyhee Irrig. Project

[do. Vol. 103 No. 7 p. 248]

The Bull Run Storage Dam for Portland, Ore (B. E. Torpen)

[Engineering News-Record. Vol. 103 No. 6 p. 204]

Effect of Percolating Water on Concrete Dams (N. A. Bowers)

[do. Vol. 103 No. 6 p. 212]

Hydraulic Jump Design for 100 Sec-ft. Conduit (R. S. Lanphear)

[do. Vol. 103 No. 6 p. 222]

Stonny Gorge Dam Built over Fault Subject to Settlement

[do. Vol. 103 No. 2 p. 46]

Small Arch Dam Design Governed by Concrete Economy Need

[do. Vol. 103 No. 15 p. 569]

Lloyd Dam in India, the Largest in the Wold (Ryves)

[do. Vol. 103 No. 10 p. 362]

Spillway]Cut Rushed to Safeguard Dam

[do. Vol. 103 No. 7 p. 275]

Raising of Aswan Dam in Egypt Proposed

[do. Vol. 103 No. 7 p. 278]

Dam Construction & Design (T. Merriman)

[do. Vol. 103 No. 6 p. 213]

Reconstruction of Lafayette Dam Advised

- [do. Vol. 103 No. p. 190]
 Contraction Joint Treatment & the Pardee Dam (F. W. Hanna)
 [do. Vol. 102 No. 12 p. 457]
 The Waterproofing Concrete Structures
 (Water & Water Eng. Vol. XXXI No. 363 p. 110)
 The St. Lawrence Ship Channel
 [do. No. 364 p. 159]
 Dam Burst in Tasmania
 [do. p. 177]
 City of Birmingham Water Department
 (Water & Water Eng. Vol. XXXI No. 365 p. 202)
 Wenault Reservoir, Cardiff
 [do. Vol. XXXI No. 365 p. 213]
 Shanghai Waterworks
 [do. Vol. XXXI No. 365 p. 229]
 The Shavers End Reinforced Concrete Service Reservoir
 [do. Vol XXXI No. 365 p. 366]
 Scout Dyke Reservoir
 [do. Vol. XXXI No. 367 p. 301]
 Report on the Proposed Heightening of the Aswan Dam
 [do. Vol. XXXI No. 367 p. 304]
 Woodhead Reservoir of the Manchester Corporation
 [do. Vol. XXXI No. 367 P. 329]
 Stream Flows, Strom Water overflows Separating Weirs
 [do. Vol. XXXI No. 368 p. 357]
 The Design of the Maiu Sewer
 (Indian & Eastern Eng. Vol LXIV No. 1 p. 15)
 Reinforced Concrete for Water Supply Schemes
 [do. Vol. LXIV No. 4 p. 124]
 No. 5 p. 160
 Subaqueous Pipes I
 [do. Vol. LXIV No. 5 p. 164]
 do. II
 [do. Vol. LXIV No 6 p. 200]
 Some Practical Hints Reinforced Concrete Construction
 [do. Vol. LXIV No. 6 p. 194]
 Reinforced Concrete in Bridge Construction
 (Indian & Eastern Eng. Vol. LXV No. 2 p. 49)
 Reinforced Concrete in Tidal Work
 [do. Vol. LXV No. 3 p. 85]
 Stabler on Nerbudda Bridge Reconstruction

- [do. Vol LXV No. 4 p. 116]
 American Falls Dam, Minidoka Project, Idaho. (E. Houk)
 [New Reclamation. Vol. 2 No. 2]
 愛知縣日光川ノ防潮樋門ノ最新式施行 [工事畫報第五卷第七號一二頁]
 模範の土堰堤ヲ有スル吾妻水電田代貯水池ニ付テ [do. do. 第八號三頁]
 水門扉及ヒ捲揚設計 (山下) [工學 第百七十三號]
 大堰堤工事ノ設計並ニ施行ニ付テ (田村) [do. 第百八十號三頁]
 水門扉用リンクチェーン及ホキール設計ニ付テ (鈴木) [do. 第百八十一號]
 ローリングダム堰堤設計法 (物部) [水理土木第二卷第一號一三頁]
 山形縣ノ治水事業ニ算定法テ (木幡) [do. do. 第四號七一頁]
 重力堰堤ノ内部應力算法 (物部) [do. do. 第十一號一三頁]
 岡山縣小田川改修ニ付テ (宮島) [do. do. 第十號三一頁]

河 川, 水 理

Coast protection

- [Concrete & construction Engineering. Vol XXIV No. 4 p. 269]
 Silt transportation by Sacramento & Colorado Rivers & by the Imperial Canal. (C. E. Grunsky)
 [Proceedings of the American Society of C. Eng. Vol. 55 No. 6 p. 1473]
 Niagara Power (N. R. Gibson)
 [do. Vol. 55 No. 7 p. 1719]
 Regulation of Levels, Flow, & Navigation, Niagara River: Summary & Conclusion of various
 Studies (G. B. Pillsbury)
 [do. Vol. 55 No. 7 p. 1747]
 Hydraulic Formulas Incorrect for Partly Filled Pipes
 [Engineering News Record. Vol. 103 No. 7 p. 248]
 Mississippi River Flood Control. (C. S. Hill)
 [do. Vol. 102 No. 3 p. 90]
 Changes in Flow-Over Niagara Falls in Prospects
 [do. Vol. 101 No. 7 p. 281]
 Mississippi River Flood Control. (C. S. Hill)
 [do. Vol. 102 No. 5 p. 182]
 Mississippi River Flood Control. (C. S. Hill)
 [do. Vol. 102 No. 4 p. 142]
 Developing Water Powers in Canada
 [Water & Water Eng. Vol. XXXI No. 361 p. 10]
 The City of Besancon Filtering Wells & Pumping Stations
 [do. Vol. XXXI No. 364 p. 156]
 Birmingham Water Works
 [do. Vol. XXXI No. 365 p. 208]
 Hydro Development in Ontario
 [do. Vol. XXXI No. 365 p. 226]

The Hydrogy of the Portsmouth District

[do. Vol. XXXI No. 367 p. 313]

Rights in the underground Water

[do. Vol. XXXI No. 369 p. 400]

The Measurement of the discharge of the Nile through the Aswan Dam

[do. Vol. XXXI 369 p. 417]

Engineering Geology as apply to Location of Tunnels & Dams

[Journal of the Boston Society of C. Eng. Vol. XVI No. 1 p. 1]

The Development of the Mongaup River

[do. Vol. XVI No. 5 p. 239]

Earthwork & Excavating Machinery

[Indian & Eastern Eng. Vol. LXIV No. 3 p. 91]

Die internationalen Hochwasserschützbestrebungen & die Wiener Donaufragen

[Zeitschrift des ö. i. A. V. Vol. Heft 1/2 p. 7]

do.

[do. Vol. Heft 5/6 p. 38]

Zur Frage des Hochwasserschutzes von Wien

[do. Vol. Heft 9/10 p. 30]

Die Speisung des Elbe-Oder-Kanales. (Hesmrich)

[der Kulturtechniker 32 Jahrg. No. 1]

Umschau in der Grndwasserkunde (Jahrg. 1928) (Kohene)

[do. 32 Jahrg. No. 3—No. 4]

Niederschlag & Abfluss im karten gebiete. (Zimmermann)

[do. 32 Jahrg. No. 4]

Wie Man den Grundwasserstand nicht bestimmen soll. (Kohene)

[do. 32 Jahrg. No. 4]

洪水流量式ノ批判 (久永)

[土木建築雜誌第八卷第四號三頁]

缺口落差工=付テ (川合)

[工學 第百七十三號]

堰堤ノ應力=付テ

[do. 第百七十八號三頁]

治水ト水利=付テ (坂本)

[水利ト土木 第二卷第一號五〇頁]

尾張國治水史 (水谷)

[do. do. 第六號一五頁]

砂川々床ノ低下ト水利問題 (山本)

[do. do. 第六號五七頁]

第二期河川以下ノ小河川ノ改修計畫=付テ

[do. do. 第七號 四頁]

河川ノ水利=付テ (前川)

[do. do. 第七號三九頁]

治水事業今昔 (長谷川)

[do. do. 第八號二五頁]

砂礫ノ運動 (鶴見一之)

[土木學會 Vol. 15 No. 5]

下水管ノ雨水流下流=關スル簡易公式 (廣中一之) [do. Vol. 15 No. 6]

混 凝 土

Manufacture of Concrete Pipes

[Concrete & Construction Eng Vol. XXIV No. 1 p. 29]

- Compressive Stress & Modulus of Elasticity of Concrete (W. D. Womersly)
 [do. Vol. XXIV No. 2 p. 95]
- Marine Embankments in Reinforced Concrete (R. N. Stroyer)
 [do. Vol. XXIV No. 2 p. 103]
- Cost Keeping & Estimating for Reinforced Concrete Constructors (A. E. Wynn)
 [do. Vol. XXIV No. 2 p. 117]
- Design & Contral of Concrete Weirs (H. N. Walsh, p. Coffey)
 [do. Vol. XXIV No. 2 p. 149]
- Supplying Ready-Mixed Concrete
 [do. Vol. XXIV No. 3 p. 181]
- Casting T-Beams
 [do. Vol. XXIV No. 3 p. 186]
- Question & Answers Relating to Reinforced Concrete
 [do. Vol. XXIV No. 3 p. 187]
- Cost Keeping & Estimating for Reinforced Concrete Constructors (A. E. Wynn)
 [do. Vol. XXIV No. 3 p. 201]
- Cost Keeping for Reinforced Concrete Constructors
 [do. Vol. XXIV No. 4 p. 261]
- New Russian Regulations for Reinforced Con.
 [do. Vol. XXIV No. 5 p. 299]
- Effect of Water Content on Strength of Conc.
 [do. Vol. XXIV No. 5 p. 326]
- Cost Keeping for Reinforced concrete Constructors
 [do. Vol. XXIV No. 6 p. 379]
- Stresses During Construction in Concrete Beam Supported on Temporary Steel Girders (J. E. Adams)
 [do. Vol. XXIV No. 7 p. 419]
- Cost Keeping for Reinforced concrete Constructors
 [do. Vol. XXIV No. 7 p. 326]
- Water Content of Concrete
 [do. Vol. XXIV No. 7 p. 444]
- Bond Stresses & Diagonal-Tension Failures as Affected by Dircet-Tensile Stress in the Concrete
 (H. C. Adams)
 [do. Vol. XXIV No. 8 p. 467]
- Cost Keeping. for Reinforced concrete Constructors
 [do. Vol. XXIV No. 9 p. 551]
- Marine Structures in Reinforced concrete (R. N. Stronger)
 [do. Vol. XXIV No. 10 p. 589]
- Studies of Shear in Reinforced concrete Beams (T. B. Mglrea)
 (Proceedings of the American Society of C. Eng. Vol. 55, No. 1 p. 19)
- Exceptionally Dry Concrete Used on Two Large Dams

[Engineering News-Record Vol. 103 No. 17 p. 640]

農 業 · 機 械

International Trade in Agricultural Machinery (The Engineer)

[The Engineer Vol. CXLVII No. 3818 p. 298]

British Agricultural Machinery in France (The Eng.)

[do. Vol. CXLVII No. 3812 p. 134]

The Application of Mechanical Engineering to the Agriculture

[do. Vol. CXLVII No. 3838 p. 112]

Economic Diameter of a Pumping Main

[Water & Water-Eng. Vol. XXXI No. 365. p. 199]

New Designs of Borehole Pumps

[do. Vol. XXXI No. 368 p. 362]

Tidal Mill at St. Osyth

[do. Vol. XXXI No. 369 p. 401]

"Peebles" Combination Gauge

[do. Vol. XXXI No. 369 p. 404]

Earthwork & Excavating Machinery V

[Indiang & Eastern Eng. Vol. LXIV No. 5 p. 155]

Dredging

[do. Vol. LXIV No. 6 p. 191]

Oil Motors

[do. Vol. LXV No. 2 p. 51]

Portable Petrol Engine Driven Drill

[do. Vol. LXV No. 4 p. 122]

The Average life of Farm Machines

[Farm Implement News; Vol. 50 No. 37 p. 22]

Cleaning the Milking Machine

[do. Vol. 50 No. 37 p. 26]

Farm Equipment in the Argentine Republic

[do. Vol. 50 No. 36 p. 36]

Variable Operation of Fertilizer Distributors

[do. Vol. 50 No. 34 p. 16]

Crops Insured by Pump Irrigation

[do. Vol. 50 No. 24 p. 28]

The Small Thresher & the Combine in Humid Sections

[do. Vol. 50 No. 16 p. 36]

Stilleting Increases Life of Steel Shares

[do. Vol. 50 No. 16 p. 36]

Stilleting Increases Life of Steel Shares

[do. Vol. 50 No. 10 p. 38]

Grinder; Crusher, Chopper or Hammer Mill

[do. Vol. 50 No. 6 p. 28]

土木用機械 = 用ヒラル動力ノ話 (坂本) [土木建築雜誌第八卷第四號]

其 他

Lateral Pressures due to Concentrated Super-loading on Retained Earth (Ernest A. Scatt)

[Concrete & Construction Eng. Vol. XXIV. No. 1 p. 23]

Conveyor Pits (W.S. Gray)

[do. Vol. XXIV No. 4 p. 241]

Bending Moment Envelopes (O. P. Mauning)

[do. Vol. XXIV No. 5 p. 289]

Trianguler or Trapezoidal Wall Section (H. Carpenter)

[do. Vol. XXIV No. 6 p. 345]

Piers, Jetties, & Dolphins in Q. C. (R. N. Stroyer)

[do.]

The graphical Solution of a Correlation Table (W. S. Evans)

[Proceedings of the American Society of C. Eng. Vol. 55 No. 1 pt 45]

Problems concerning Elastic Stability in Structures

[do. Vol. 55 No. 4 p. 855]

Digest of Technical Papers & Discussion, & Reports of Committees

[City. Planning Division do. Vol. 55 No. 8 p. 2019]

[Construction Division do. p. 2041]

[Waterway Division do. p. 2053]

The Ultimate Natural Structure of Soils (G. J. Bonyoncos)

[Soil Science Vol. XXVIII No. 1 p. 27]

Farmers Rapid Power Station on the Gatineau River (The Engineer)

[The Engineer Vol. CXLVII No. 3822 p. 406]

German Waterwork in 1928 (H. Stringer)

[do. Vol. CXLVII No. 3828 p. 564]

The Construction of Nomograms (A. L. Egan)

[do. Vol. CXLVII No. 3828 p. 565]

Regional Plan for Area with Twenty Million Population

[Engineering News.Record Vol. 102 No. 13 p. 907]

Economical Proportions of storage Tanks (R. Fleming)

[do. Vol. 103 No. 5 p. 171]

Recent City & Regional Planning (G. B. Ford)

[do. Vol. 103 No. 3 p. 94]

British Rainfall, Water Consumption & Water Treatment (M. W. Baker)

[do. Vol. 103 No. 13 p. 497]

Geophysical Methods for Subsoil Studies (J. B. Crosby., S. F. Kallg & A. T. Parsons)

[do. Vol. 102 No. 7 p. 270]

Power the Source of Modern Civilization (G. A. Orrok)

[do. Vol. 102 No. 6 p. 217]

The Construction Outlook

[do. Vol. 192 No. 6 p. 243]

Stresses in Subaqueous Tunnels built in the Water bearing Soil. (by chikao Oinoue)

[土木學會誌 Vol. 15 No. 1]

On Strength of Columns with Variable Crosssections. (by Yutaka Tanaka)

[do. No. 3]

On the Stresses around a Horizontal Circular Hole in Gravitating Elastic Solid. (by Noboru Yamaguchi)

[do. No. 4]

會 告

農業土木學會と改稱に就て

耕地整理研究會は明治四十年六月創立以來農業土木に關する學術の研究並事業の進歩發達に努め會の基礎も年と共に充實し來れるに際し之を學會組織に改めむとする會員一般の要望に依り昨春の幹事會に於て農業土木學會と爲すことを協議し其後在京幹事に依り著々準備を進め彌々本年五月開催の幹事會に於て滿場一致之を決議し尙會則の制定其他の件を議決し爰に耕地整理研究會は農業土木學會と改稱することとなり多年の宿望は達せられたのである。就ては今後は更始—新一段と我農業土木事業の發展に努むると共に本會の隆盛を期せむとする次第である。

評 議 員 の 選 出

本會々則第八條による評議員の選出に付ては便宜本年五月十三日開催の中央及地方幹事會の際左記の各氏選出せられたり。

農業土木學會評議員氏名（イロハ順）

伊	庭	保	民
豐	田	虎	次
德	久	謙	吾
大	島		亮
和	久	田	保
片	岡		謙
河	北	一	郎
可	知	貫	一
川	原	信	次
兼	松	義	隆
高	松		博
田	中	貞	次
高	月	豐	一
永	島	忠	道
有	働	良	夫

山	本	憲	之	助
牧		隆		泰
藤	井	祐		人
船	木	貞		助
小	島			恭
秋	葉	滿	壽	次
阿	部	喜	之	亟
酒		井		薰
君	塚			貢
溝	口	三		郎
芝	池	眞		吉
廣	部	達		三
望	月	藏		六
杉	浦			翠
須	藤			廉

第 一 回 評 議 員 會

本會第一回評議員會を十月十八日午後五時より學士會館内に開催し左記事項を議決し午後九時散會す。

協 議 事 項

一 幹事選出の件

左記の通當選す

在 京 幹 事

代表幹事 田 中 貞 次

編輯幹事 可 知 貫 一

同 秋 葉 滿 壽 次

庶務幹事 牧 隆 泰

同 和 久 田 保 一

地 方 幹 事 (府縣順)

東 京	磯 義 介	京 都	野 村 寛之進	大 阪	小 森 谷 光 三
神 奈 川	矢 儀 平 一	兵 庫	野 呂 勇 之 助	長 崎	重 政 庸 德
新 潟	山 田 平 五 郎	埼 玉	前 川 純 三	群 馬	山 元 昇
千 葉	山 中 謙 輔	茨 城	村 岡 岩 記	栃 木	矢 島 敏 彦
奈 良	岡 部 清 三	重 慶	山 崎 周 善	愛 知	横 田 利 喜 一
靜 岡	上 村 英 一	山 梨	後 藤 芳 五 郎	滋 賀	水 野 哲
岐 阜	遠 藤 正 重	長 野	林 直 樹	宮 城	原 田 嘉 種
福 島	市 橋 友 次 郎	岩 手	坂 部 重 遠	青 森	山 田 稔
山 形	守 能 邦 人	秋 田	齋 藤 美 代 司	福 井	宗 村 正 義
石 川	大 竹 憲 成	富 山	川 村 長 作	鳥 取	
島 根	宇 都 宮 四 郎	岡 山	中 島 愿 三	廣 島	田 原 剛
山 口	武 富 憲 時	和 歌 山	石 井 家 吉	德 島	牧 健 治
香 川	鈴 木 信 夫	愛 媛	柳 原 鹿 松	高 知	田 中 十 三 男
福 岡	佐 藤 主 一	大 分	三 尾 純 太 郎	佐 賀	石 川 房 吉
熊 本	樺 島 多 賀 助	宮 崎	林 進 士	鹿 兒 島	竹 内 末 五 郎
沖 縄	吉 田 忠 一	朝 鮮	池 田 泰 次 郎	臺 灣	荒 木 安 宅
京 都 帝 大 農 學 部	古 賀 正 巳	九 州 帝 大 農 學 部	森 周 六	三 重 高 等 農 林 學 校	河 合 隼 人

- 一 本年度分會報發行回數並會費徵收の件
會報は年内餘日少き爲一回發行すること
會費は一ヶ年金三圓特に本年度に限り金二圓とすること
- 一 メートル法に依る「ポケットブック」編輯主任選出の件（下記の如く決定す）
- 一 日本農學會へ加入に關する件
日本農學會成立の上之に加入すること
- 一 耕地整理研究會創立以來の功勞者月田，大場兩氏に對し耕地整理研究會より記念品を贈呈すること 以上

第一回評議員會出席者氏名（イロハ順）

德 永 謙 吾	大 島 亮	和 久 田 保 一
片 岡 謙	可 知 貫 一	兼 松 義 隆
田 中 貞 次	高 月 豐 一	有 働 良 夫
山 本 憲 之 助	牧 隆 泰	藤 井 祐 人
秋 葉 滿 壽 次	酒 井 薰	君 塚 貢
芝 池 眞 吉		

幹 事 會（第 一 回）

十月二十四日午後五時より學士會館内に於て本會幹事會を開催し舊耕地整理研究會幹事より耕地整理研究會の引繼を了し次で會報の編輯并本會の事業其の他の件に付協議を爲し午後九時半散會す。

メートル法に依るポケットブック編輯幹事委託

本會に於て「メートル法に依るポケットブック」を編纂致すに付右編輯幹事を倉品幸吉，兼松義隆，秋葉滿壽次の三氏に委託せり。

新 入 會 者

朝鮮總督府水利課	姜 琮 武 同	鈴 木 元 吉
同	門 司 孝 同	福 元 一 二
同	黒 川 政 太 耶 同	鹿 毛 京 造
同	笠 松 順 三 同	堤 清 治
同	多 賀 正 三 同	寺 島 準 一
同	安 心 院 和 成 同	進 春 歳
		土地改良課

吉彦 耶治 吾郎 貞司 吉一 吉助 耶盛 三郎 舜部 二一 政登 之耶 耶三 次雄 夫東 耶隆 友夫 壽郎 知一 三七
佐直 三三 文七 直伊 寅良 虎之 太隆 次一 駿主 間孝 一三 要友 和親 哲山 一盛 吉好 松八 良彌 清良
治田 呂米 藤子 野藤 島橋 田茗 賢田 本元 村萬 田賀 本久 藤崎 柴村 村士 野尾 戶井 反本 井澤 崎木 山藤 藤
丹植 野久 工増 芦佐 宮石 濱大金 米根 中浪 増古 榎佐 齊宮 三木 上進 中村 瀬筒 八松 荒熊 川大 杉加 佐

同	戸塚敏耶同	不破四耶
同	酒匂川用水農業水利改良事務所 府川實 東京府廳	下川一也
同	樋川恭平 同	日隈藤市
同	二宮劍三 東京帝國大學農學部	片山良行
同	松田耕地整理出張所 大山茂次 同	清野保進
同	小鮎川沿岸農業水利改良事務所 船戸廣次 同	清千葉進
同	原作太郎 同	加藤安次
同	岩崎哲郎 同	吉川正造
同	厚木耕地整理出張所 尾上準造 同	辻永一耶
同	厚木農業水利駐在所 澁谷侑三 同	松邊駿藏
同	厚木農業水利駐在所 藤井尋已 同	渡角祥太
同	中原 同上 田村平八 同	江大印
同	戸塚耕地整理出張所 黒目常次 同	藤塚太耶
同	小田川農業水利改良事務所 永富清吉 同	杉崎靖松
同	天野亮介 同	伊藤茂夫
同	黒岩作二 同	岡田次郎
同	目久尻川 同上 横田辰次 同	大竹文良
同	小田原耕地整理出張所 江藤安久 同	小川崎重
同	遠山清次 同	尾川島德
同	遠藤正治 同	河木下真
同	三浦松之丞 同	小庄英秀
朝鮮水原農事試驗場	坪内俊三 同	仙中敏夫
秋田縣耕地課	佐藤誠一 同	中南濱正
同	宮崎 章 同	平藤勝周
同	加賀米治 同	松本谷善
同	山本榮太郎 同	水宮地邊
東京市復興事業局第四出張所	藪崎久太郎 同	安嵐
同	池谷秀雄 同	
農林省耕地課	佐々木利孝 同	
同	杏嘉門 同	
同	和久井清次 同	
同	鷯崎多一 同	
同	城島義一 同	
同	三浦武夫 同	
同	大加納久二 同	
同	石橋口 同	
同	水飼武耶 同	
同	山内明雄 同	
同	宮内義彦 同	

同	伊 藤 馨	同	村 山 屯
同	大 塚 常 治	同	山 崎 不 二 夫
同	川 上 二 耶	同	西 村 太 耶
同	木 村 昌 喜	同	難 波 得 三
同	北 野 靜 雄	農林省耕地課	細 谷 克 德
同	白 井 待 耶	同	若 尾 忠 雄
同	新 原 清 明	熊本縣廳耕地課	森 賀 年 秋
同	杉 亨	同	豐 田 榮 一
同	手 島 志 耶	同	浦 上 喜 義
同	鳥 居 英 造	東京帝大農學部	鹿 野 恒 男
同	中 田 芳 三	同	吉 井 正 人
同	原 了	同	中 西 俊 治
同	原 田 直 治	同	三 井 晴 英
同	平 瀬 敏 夫	宮崎高等農林學校	杉 原 清 一
同	三 原 茂 雄		

次 號 投 稿 期 限

第二卷 第一號 發行は昭和五年三月の豫定でありますから二月末日迄に下記名宛原稿の御送達を願ひます。

東京市外駒場帝國大學農學部農業工學教室 秋 葉 滿 壽 次

會 費 納 入 方 に 就 て

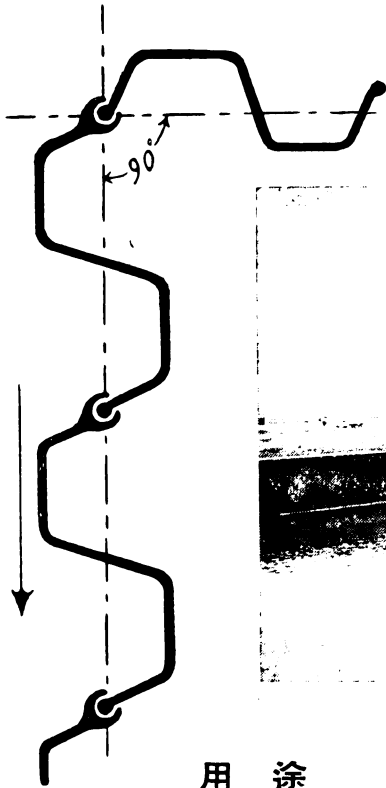
會費は可成左記振替貯金口座へ納入相成度尙都合上郵便爲替に依らるる場合は逓信省構内郵便局と御指定相成度

振替口座番號 東京一七二五〇番
農 業 土 木 學 會

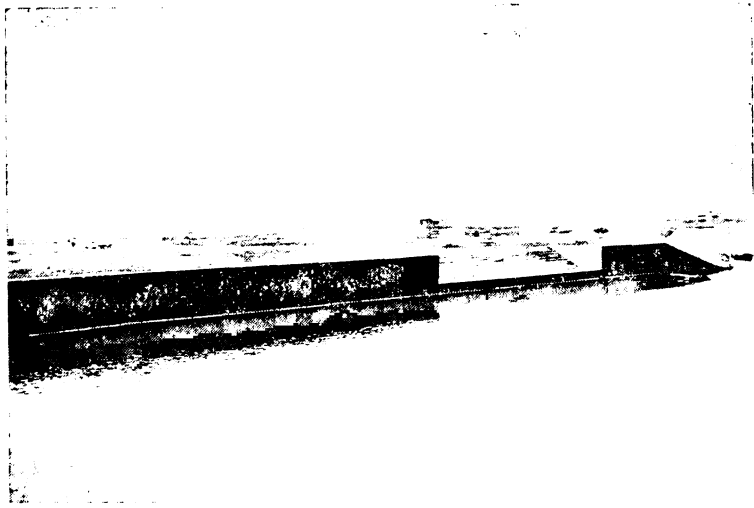
廣 告 目 次

三井物産株式會社機械部……………扉裏	渡邊鐵工場…………… 4
岩井商店…………… 1	測器舎…………… 5
玉屋商店…………… 2	西ヶ原書籍刊行會…………… 6
日本ヒューム管株式會社…………… 3	

テル・ルージュ式鐵矢板



茨城縣土浦町第一耕地整理組合ニテ土浦町地先櫻川護岸ニ御採用願ヒタル、ルージュ式鐵矢板



用途

護岸、岸壁、擁壁、橋臺、棧橋、堰堤、導流堤、貯水池 心壁、土留、締切、基礎、池井代用、潜水止、閘門壁 水門基礎等

株式
會社

岩井商店

本店 大阪市東區北濱四丁目四十三番地
東京支店 東京市麴町丸ノ内三丁目四番地 (有樂館)

支店 神戸、横濱、福井、鹿兒島
所在地 上海、漢口、倫敦、紐育



國產優良測量器械
 今や國產獎勵品
 急務、御互に内地製
 優良品ヲ使用致シマセウ
 玉屋製測量器械
 歐米諸國ト同等ノ設備
 歐米品ト同等ニ精巧ナル製品
 歐米品ヨリ遙カニ低廉ナル價格
 (約半額)

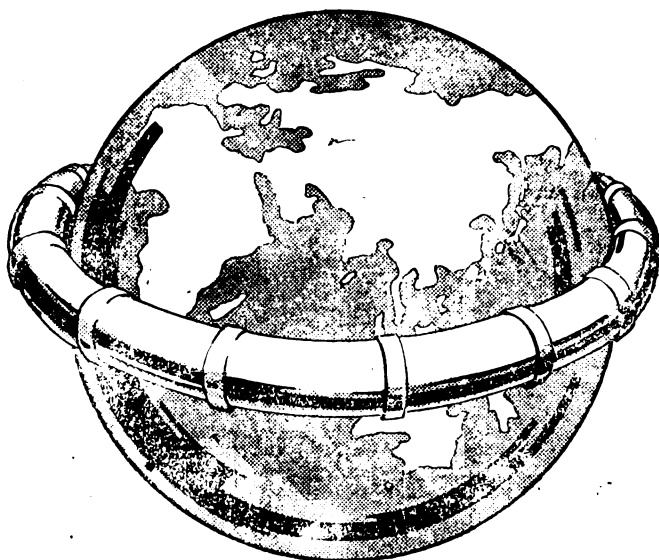
玉屋商店
 東京銀座三丁目
 電話 東京橋長 三〇五・三〇六・三〇七・一〇八一・一〇八二
 振替 東京 四四八八

ヒュームパイプ



用途

鑛山用送風管
溫泉送湯管原油管
水力電氣導水管
喇叭吸管及送水管
門柱及橋脚
其他省略



用途

下水道上水道内壓管
電信電話導線
排水灌漑用管
送電線埋設管
鐵道用大暗渠

日本ヒューム管株式會社

東京市京橋區三十間堀三丁目

電話銀座 5426・5427・5428番

支店 大阪市西區江戸堀上通二丁目四十二番地 電話土佐堀 1534・1793

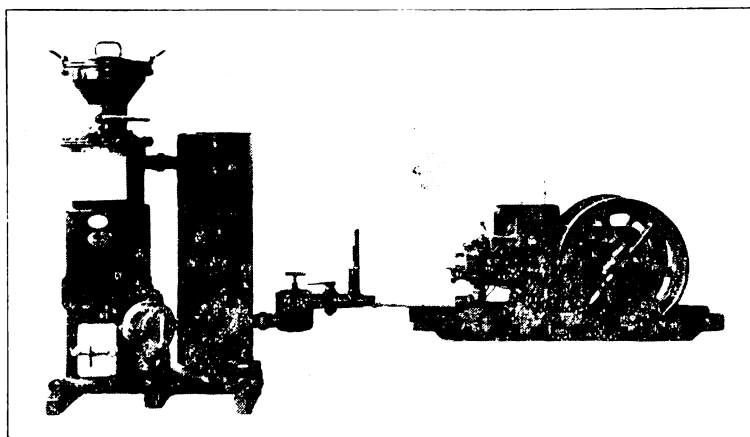
出張所 { 門司市白木崎淺野スレート會社内 電話.....1228 國 1931
名古屋市中區南鐵冶屋町三淺野スレート會社内 電話中.....1097
札幌市北三條東四丁目一淺野スレート會社内 電話.....國 598
朝鮮京城府漢江通一三淺野スレート會社内 電話龍山.....國 1226

工場 { 横濱市鶴見區潮田町二八八八 電話鶴見.....209
大阪市西成區津守町三九八 電話櫻川.....4460

工 學 博 士 淺 川 權 八 先 生 發 明

特 許

淺 川 式 木 炭 瓦 斯 發 生 機



特 長

- ▽ 如何なる發動機にも其儘使用が出来ます
- ▽ 燃料費は石油の三分の一で済みます
- ▽ 木炭は炭種を選ばず粉炭でも使へます
- ▽ 取扱容易で五分間で瓦斯が発生致します

主 要 製 品
各 種 兵 器
飛行機用車輪 飛行機部品
農 工 用 發 動 機
淺川式木炭瓦斯發生器

陸海軍指定工場

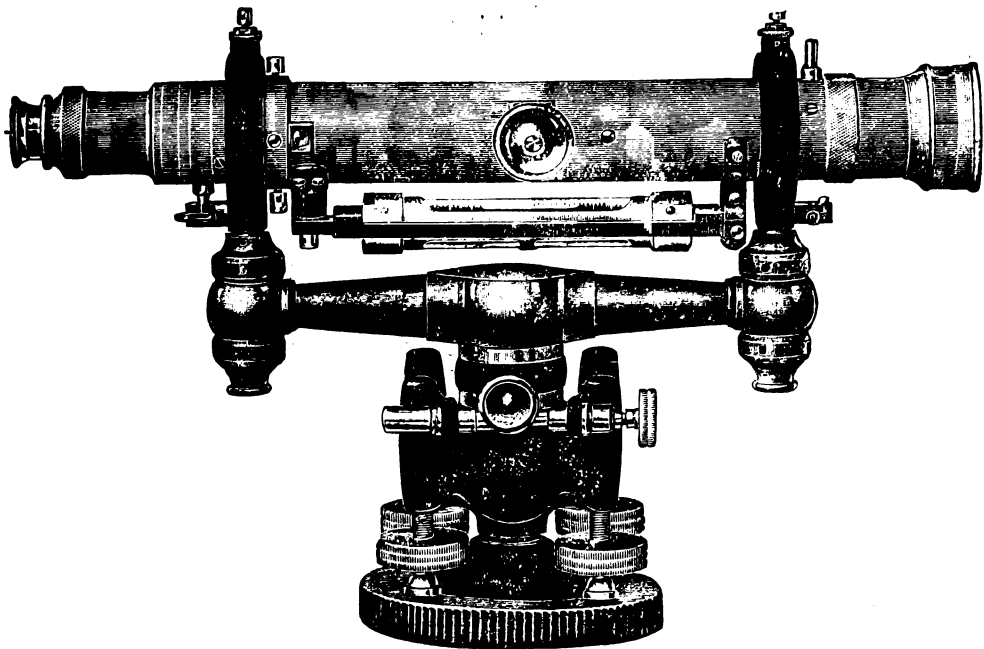
株式會社

渡 邊 鐵 工 場

福 岡 市 千 代 町

精 良 無 比
ホ ー コ ー レ ベ ル

專 賣 特 許 70304



ホ ー コ ー レ ベ ル	十二 吋	二百五十圓
”	十五 吋	三百五十圓
フ ァ ニ ト ラ ン シ ッ ト	大 型	六百五十圓
”	小 型	五百五十圓

測量機械 製圖器 度量衡 計量器販賣

測 機 舍

營 業 部
出 張 所

東 京 市 銀 座 三 丁 目 三 間 ビ ル
電 話 京 橋 (56) 六 九 三 八 , 七 三 一 一
大 阪 市 西 區 京 町 堀 上 通 二 丁 目
電 話 土 佐 堀 二 九 六 七

東大教授 農學士 田中貞次先生著

農業土木學

菊判二百餘頁
クロース綴函入
定價二圓也
送料十八錢

☐近年人口。食糧問題の喧傳論議さるゝ秋、之が解決の一として耕地面積の擴張及土地生産力の増進は最も緊要なるは今更述べる迄もない。而して此等事業の實施は凡て農業土木學の應用に俟つを要する。本書は我學界の權威たる著者が斯學の一般的原理並にその應用を解説し、特に作物栽培に關係深き灌漑排水に就き詳述されてある。教育者、指導者、學生の良參考書たるは勿論農業土木學耕地整理講習會等の教科用として最適なる良書である。

目次摘録

第一編總論●第一章農業土木學、農業水利學、土地改良學●第二章耕地の性質●第三章土壤と水との關係●第四章土工●第五章農道●第六章水路●第二編灌漑●第一章灌漑●第二章灌漑水の性質●第三章灌漑用水量●第四章灌漑水源●第五章用水路●第六章灌漑の方法●第三編排水●第一章排水の意義●第二章排水量●第三章排水の方法●第四章明渠排水●第五章暗渠排水●第六章機械排水●第四編開墾及干拓●第五編耕地整理●註及問題●其他百十五項に詳説す(附録五表)

林學博士 蘭部一郎先生 共著 (全二卷)
林學博士 三浦伊八郎先生
標準 林學講義 (送料各四圓五十錢)
(送料廿七錢)

農學士 川島祿郎先生著
肥料學 (送料九圓也)
(送料四十五錢也)

農學博士 高橋偵造先生著
農產製造學 (送料三圓八十錢)
(送料廿七錢)

農學士 廣部達三先生著
改良 農用機具 (送料二圓五十錢)
(送料十八錢)

農學博士 關 豐太郎先生著
新 提要土壤學 (送料十二圓)
(送料十八錢)

工學士 本田哲致先生著
農用 石油發動機取扱法 (送料十一圓)
(送料十八錢)

◇發兌◇

東京市赤坂區一丁目三十一番
西ヶ原刊行會
東京市代官電話
番 八 一 四 一 一 京 東 替 話
番 八 三 六 三 二 山 青

◇發賣◇

東京市京橋區南傳馬二町
目黒書店
振電 替話 東京 京橋
番 九 〇 八 二 三
番 七 一 四 三

投 稿 注 意 事 項

- 一、原稿は本會原稿用紙を用ひ平假名交り横文字とし數字は可成アラビア數字を採用し文體は可成言文一致體とすること
原稿の取捨は編輯幹事に一任せられたし
- 二、投稿は本會の原稿用紙八〇枚（本會誌三〇頁）以上に亘る時は分割して掲載することあるべし
- 三、文字は必ず明瞭に認め論説には可成冒頭に英文表題及び内容梗概を添付せられ度し
- 四、附圖、附表は其儘縮寫し得る様トレーシングペーパー、オイルペーパー、トレーシングクロス等として凡て黒色を用ひインキ類或は彩色を避け記號、文字、數字は明瞭に記すこと
- 五、寫眞は特に明瞭なるものを送られたし
- 六、千以上の數字は 36 529 608 の如く三の單位に間隔を明けること
- 七、掲載の分には薄謝として希望に應じ別刷或は原稿料の何れかを呈す

昭和四年十二月十七日印刷 昭和四年十二月二十日發行（非賣品）

東京市外駒場東京帝國大學農學部農業工學教室

編輯兼發行者 秋 葉 滿 壽 次

東京市神田區美土代町二丁目一番地

印 刷 者 島 連 太 郎

東京市神田區美土代町二丁目一番地

印 刷 所 三 秀 舍

東京帝國大學農學部農業工學教室

發 行 所 農 業 土 木 學 會

電話青山 { 八 七 〇 } (構 内 一 三)
 { 八 七 一 }

NOGYODOBOKU-KENKYU.

(JOURNAL OF THE AGRICULTURAL ENGINEERING SOCIETY, JAPAN.)

Vol. I, No. 1, December, 1929.

CONTENTS.

	Page
On the Publication of the Journal. Y. Kataoka...	1
Papers.	
On the Irrigation Water Containing Sodium Chloride. H. Kaneko....	1
Classification of Flow of Water and Its Hydraulic Calculation. T. Takatsuki...	9
Relation between Wind Velocity & Sand Grains of the Reclaimed Sandy Shore.....	
	M. Akiba.
	T. Chigusa 31
Composed Structure of Farm House & Farm Building in Japan. T. Eguchi....	41
Selected Matters.	
Miscellaneous Notes.	
Reports of the Society.	

NOGYODOBOKU-GAKKAI

OFFICES

Faculty of Agriculture, Tokyo Imperial University, Komaba, Tokyo, Japan
Land Adjustment & Reclamation Section, Department of Agriculture,
Ministry of Agriculture & Forestry, Tokyo, Japan.