

農業工學教科書

凡例

一是書本爲充農科中學堂課本而作故其所說概以淺近簡易爲主

一是書分爲甲乙二卷甲卷論關農業土木之事乙卷說關農耕器械之事

一農用工學本在農學中爲最緊要一科然現時本邦農書絕不說及余有感於此因倉卒執筆著錄成篇以濟當世急務爲意其不免謬陋固其所已異日少間應校訂改刪稍就完成

一農用工學範圍極廣其應論述者種類非一然是書乃係中學堂課本紙幅有限不暇詳備概從簡略今將種種問題附諸卷末使讀書悟應用之方且除是書以外更有所旁及庶乎有少補矣

一近日更欲著一書詳說農用工學之理以充學堂教習課本并副江湖農家之望一是書已博採歐美各國事例故至度量衡亦不得據一定制今將其比較表開列於下以便參照

一尺

〇、三〇三〇三邁當邁當係法尺

〇、九九四二一呎呎卽英尺

二七、八二六六釐得耳法量當日量五合五四三

一立方尺 ○九八二七三立方呎

○一五四二五七石

一磅

○〇、四五三、五九三吉羅格羅姆
一二〇、九六分

一町

二四五〇七一噶略
○四七一—〇英段

一英段

四、三五六〇平方呎
〇、四〇四六七—黑克他

一黑克他

一、〇〇〇〇〇平方邁當
二四七一—〇英段

水一立方尺之重量 六二、五磅

米一立方呎之重量 一〇〇〇吉羅格羅姆

一是書所記概多據法德二國農業土木書其中關本邦實驗者係著者在東京農
科大學講究多年乃始斷定今特聲明亦俾知我罪我之義云

農業工學教科書

日本農學士上野英三郎著

緒言

凡農學應講究之事。須於工學之力者。種類頗多。農業水理也。阡陌也。耕田整頓也。器械也。莫不皆然。講究此等農業與工學關係之事。是謂農業工學。

農業工學所講究之事。洵爲農業基礎。其未至十分闡明也。耕耘雖力。培養雖至。然歲收之豐。不可得而望也。徵之稻田一事。明白尤確。厯厯可指。故從事農耕之人。少農業工學上普通智識。最不可。

夫農業工學之本質。如此。其所講究之事。自與純粹工學不同。一以多植物產爲宗旨。故農業工學。宜屬農學中一科。不屬純粹工學中一科。

農業工學。今分爲二。曰農業土木學。曰農業器械學是也。其有將農業建築學。併列科中者。然屬一特例。非世所通行也。

農業土木學。講究農事與土木兩兩關係之事。如從來所恒言之土壤改良說。亦屬其中一科。蓋土壤改良說者。其所講究。特限於耕田內一種工事。至於農業土木學。將凡一切土木。與農事關係者。莫不皆講究焉。且土壤改良論者。往往言及施肥培

養燒土休田

周禮有休田之制至一歲或二歲

等以改良土壤本質爲宗旨之事然農業土木學將

此等屬化學上改良之事一付諸農業化學專說土木上改良之事更實言之開拓治水灌溉排水整頓阡陌等皆屬此科

農業器械學係講究栽培耕耘牧畜搬運等所用器械利害之科或稱農器學又稱農器論

是書分爲農業土木編及農器編土木編則專說灌溉排水阡陌整頓等本邦現下急宜講究之事農器編則專說農器尤爲緊要之事使其性質利用十分明白兼爲改良農器之指南針

農業土木編

總論

第一章 水之循環

凡地上之水二十四時中蒸發成氣上昇空中或爲雨或爲雪復下墜地上其一分又蒸發上升一分則沈降地下一分則又流入河川終入海此爲水之在地上空中相爲循環之理人人皆得而知之今且說其所以與農業水利互相關係之故

本邦爲多雨水之國其最多之地方每年雨水之量至二千五百密釐適當以上如北海道東北岸稱爲最少雨水然猶不下六百密釐適當其餘地方止一千密釐適當者殆罕就中東南面太平洋之地卽大雨一晝夜水量至三百密釐適當之多者亦往往而有因之河水氾濫沿岸卑濕之地不免少排水之便人以爲憾如雨水中分數多少或卽蒸發成氣或滲入地下或由地面流入江河將其分數多少精細研究亦屬一緊要事但本邦向來未有十分好材料以資講求者洵可惜也且此等皆與氣候寒溫雨水多少土壤狀態物科異同地中水率高下關係尤密故今求便分明指數多少之率試且畧陳之

凡雨水百分中之五上蒸成氣其中二三乃至二五由地表流入江河其餘則沈降

地中然其多少之率地勢不同亦各殊異山岳之嶮峻者雨水由地皮流去或逾百分中之七雨水之沈降地中者或爲泉復現於地上流入江河故雨水流江河之量大約居三之一乃至二
滙集於池沼江河之水更有蒸發作用喪失若干分然不如蒸發計等小機器所盛之水蒸發甚多也

據本邦所用之蒸發計測之每年蒸發之水量約自一千密釐適當至一千五百密釐適當河渠池沼之水蒸發之量過百分中六〇者殆罕

河渠池沼之水又由滲透作用喪失若干分如其多少不可明觀大約與蒸發之量合算之稱曰吸水量今就貯水池及水渠言之貯水池以砂土爲底者吸水每倍於蒸發之量以黏土爲底者若築造經年池底泥滓澱淤頗多者吸水較多於蒸發其溝渠新成以砂壤爲底者吸水最多至流水量之三〇若五〇其土質黏且重者若溝渠稍陳者概不至百分中二〇以上

據上所說卽知雨水之量與蒸發滲透之量兩兩相關之故矣自農業水利上見之爲經營規畫之基地從事農耕者宜三致意焉可也

第二章 河渠

凡雨水之由地皮流去及沈降地中復出爲泉者合成河渠河渠或爲灌溉之源或爲排水之藪與農業土木有密接關係今說河渠普通性質

一 水流分量之異同

欲知水之由河渠流過之量每用若干時刻間由河渠流過之量以表之是謂流量本邦現時概用每一秒時尺卽每一秒時若干尺類是也

河渠流量隨雨水多少流域廣狹地勢高下各有異同且一年之中雨水分配不必均一故同一河渠也而流量多少每時不同蓋流量之多少由雨水分配之率不得均一而又流域峻嶒益甚則多少之差益甚大抵河渠之由平砂地流行者將流量最多之時較之最少之日不過三四十倍耳然在山岳間土地高峻之處或至一二百倍如其去水源最近之地往往至二千倍之多云

流量之多少徵之水準高下一一可指毫釐不爽如所謂水漲若干尺者此河渠水準大抵分爲高水準平水準低水準三者高低水準之差與流量之多少河渠各別輒不相同且同一河渠也而隨處各殊惟上自水源下至河口稍稍相近本邦地勢河渠水準變化最著其高水準或高於低水準至二十尺以上

河水上自水源向河口其方向一定不移故其水面愈下愈低此謂河水之斜度用

距離除水準之差其所得之商卽此如人工水渠水面與水底平行者間亦有之然至天然之江河決無是事大抵河水斜度隨勢高下惟河水流量的每多變化故斜度亦每隨而變化本邦江河概多斜度較急凡河水之斜度甚急者水流亦駛漲溢最速洪水氾濫之患常多夫然江河流量的水準每時輒變而流域地勢水底斜度又使其移動益甚如是者不宜以爲灌溉水源及排水之處故涵養水源使流量不至變化移動太甚其爲利益也溥非僅除江河氾濫之患而已也

二 河水之性質

河水之不得常爲純粹之水徵之事實不可得証然則河水中所含有之物質及分量多少如何請畧說之

凡河水中之固形物質其全量多少由江河水準時節各不相同歐洲諸國江河在其平水準之日一萬分中最少者爲〇・二其次自一至一・五最多亦不上一・五俱由重量測至最高水準之時最多者有泥滓自二百分至三百分之一又有竄入物質至三十分之一者當河水氾濫之際遺棄泥土於沿岸最夥固宜

河水所含之物質中有屬溶化性者與屬浮游性者此兩者相爲關係亦有種種情勢各不相同大抵冬月多溶化性物質夏令多浮游性物質又浮游物質下流視上

流稍減溶化物質則反是蓋流行較急之水搬運之力強流駛緩之水搬運之力弱故然耳

河水中所含有之固形物質成分石灰最多苦土最少且金屬鹽化物類害於植物者最爲微少加里磷酸等屬有用物質者其分量亦少惟較尋常土壤所含稍多耳又驗河水中含窒素物之量亞母尼亞較少於雨水硝酸則較多焉今據須耳窒越氏精查示德國萊因河事例如左

其分數就水中含有物質全量算之

加里

〇二 炭酸

一一六八

曹達

〇〇七 磷酸

〇〇八

石灰

一四四一 有機物

一三九

苦土

一七五 砂及埴土

六二〇七

凡此等多少之率江河季節隨處隨時互有異同但江河水除一特別情勢外涵養土壤之力最饒無可疑者

河水中所含有之固形物質其分量頗多又富於養分如此其著用以灌溉焉涵養焉其肥土壤助禾稼可知已方洪水氾濫之後田畝中淤泥最多往往見禾稼繁茂過甚可以徵焉

第三章 水之運動

一 水渠中之運動

凡水在江河若水渠中運動流行終始不息其流動之力是謂流速水流速率今試畧舉其遲速之率

水渠底面傾斜一方則雖不甚急然水必向低處流注此由其重力作用所致也重力作用傾斜益急則其力益強更詳言之水渠傾斜急者水流必駛水路傾斜之度是謂斜度與江河同用水平距離除鉛直之商以表之今假以丁爲表斜度之價丁爲表水路之水平距離凡爲對距離之高低之差則如左

$$J = \frac{h}{L}$$

水之在渠中雖由重力作用流動而水渠面之與水兩兩互相摩擦稍妨流動摩擦之力專與水渠面形態觸水邊長流水斷面相關係觸水邊長者將水渠斷面與水相接之三邊長底及左右側合算之之謂也用觸水邊長除流水斷面者是謂流動半徑今以 Δ 爲流水斷面 P 爲觸水邊長則流動半徑 R 如下

$$R = \frac{A}{P}$$

由有此摩擦故水渠內流水速力在斷面各處互不相同近底及兩側之處水流較

遲近於表面及中央之處水流則速今合各處水流而算之平均其遲速是謂平均流速試見表面水流及與空氣相接之處與平均流速異同如何摩擦極微之處其平均速力至表面水流百分中九一二雜草蕪穢處則百分中僅六七然尋常河渠疏通得宜者大約百分中止八五

所謂表面速力者即速力最急者之謂也
表面中央之速力

求平均流速之公式種種非一其中最易知者為達耳西氏公式如左

$$V = R \sqrt{\frac{1000}{0.0854 H + 0.35}}$$

但V為一秒時間速力用呎以表之該式在水路廣二十尺以下水底及左右兩側共完整者確無遺算

現今用精細計算之法者概據屈太氏公式如左

以呎為單位

$$V = \left\{ \frac{1.811 + 41.6 + 0.00281}{n} \times \sqrt{R} \right\} \times \sqrt{R}$$

葛慈氏又以C表該式前項更為簡易

$$V = C \sqrt{R} = C \sqrt{R} \times \sqrt{J}$$

該式中C價由水渠面狀態及流動半徑大小各有異同今表示之但知C價則計

算亦不甚難也。其價值如左。

由土壤築成之妥良水路

〇、一二五

斷面及斜度較近整齊之水路

〇、二五

不甚整齊細石雜草稍妨流通之水路

〇、三

水渠及江河之不甚整齊者

〇、三五至〇五

二 流水之量

水路江河之流量與速力斷面二者相乘積同。今以 Q 爲流量 A 爲流水斷面積 V 爲平均流速則其式如左

$$Q = V \times A$$

以 V 如前式

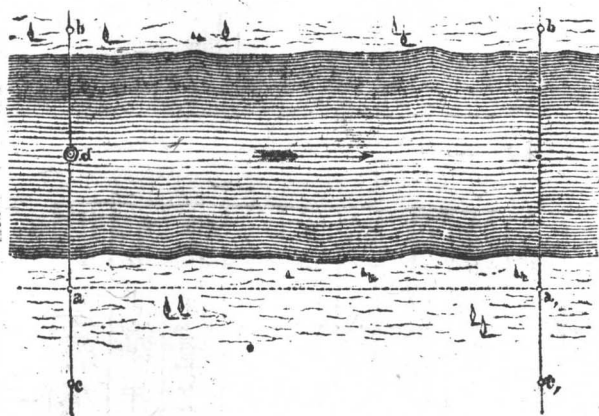
$$Q = C \times A \times \sqrt{R \times S}$$

由此可以知流水之量矣

平均流速用公式可以得之。又得由實測容易算出。其法在測表面速力。由此求平均速力則得之。

測表面速之法用浮標最爲簡易。而又較爲精確。浮標無論物料如何。惟取其易認。

第一圖



識不沒水中且不高現水上爲可如白木片爲最
良用浮標測流速之法先擇靜穩無風之日在河
水流最整齊之處將浮標放置於中流如第一圖
兩個浮標相去遠近大約以浮標流下經二三
時爲度卽在尋常水流自三十步至六十步用此
法反覆數回測其遲速折其衷以爲率如是則由
之式表面最急速力每一秒時若干尺一一可知
但工卽秒數所現之時間工卽尺數所現之距離
也就表面速求平均速者如前節所說以〇八五
乘之則得如左

$$V = 0.85 \times v$$

實測知之測斷面之法橫截水流設一線在線內分別水流廣狹隨意以測其平均
深淺然後以所測得之平均深淺乘其所分別之水流廣狹合而算之則得水流斷

面

平均流速與流水斷面積計算上實測上均不難知因用其相乘積算之若干時間
每一秒時或流水之量可知也

三 水之溢流

用木板堰水不流則水準漸高遂踰堰板而上如第二圖當是時
水之運動果如何

據物理學上定則溢流水之速力

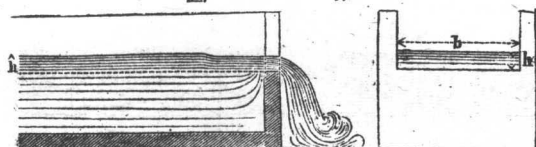
$$V = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}$$

由此式可以知之該式中 h 為第二圖中在較上於堰板之處所
測之水頭用畧算法得以溢流之厚表之 g 即落下物體之在一
秒時最後所得之速力有九八一邁當或三二二呎
故溢流水之量 Q 就理論而觀當如左式

$$Q = b \cdot h \cdot V = \frac{2}{3} b h \sqrt{2gh} = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h^{3/2}$$

然驗之實在有摩擦以妨之有溢流斷面收縮以遮之溢流水之
量決不得如此式與以某係數乘其價者正相埒焉

第二圖



$$Q = \frac{2}{3} m \sqrt{2g} b h^{\frac{3}{2}}$$

即此法蘭瑟司氏又由實驗得左公式但以一呎為單位

$$\frac{2}{3} m = 3.33$$

$$Q = 3.33 b h^{\frac{3}{2}}$$

此公式在溢流廣狹與水流廣狹相埒之處乃得用之然溢流廣狹有十倍於 b 以上則實測上亦較得精確即溢廣狹不及水流廣狹而又側面見收縮之時欲精算之宜用左式

兩側收縮俱起之時

$$Q = 3.33 \left(b - \frac{h}{3} \right) h^{\frac{3}{2}}$$

收縮獨在一方之時

$$Q = 3.33 \left(b - \frac{h}{6} \right) h^{\frac{3}{2}}$$

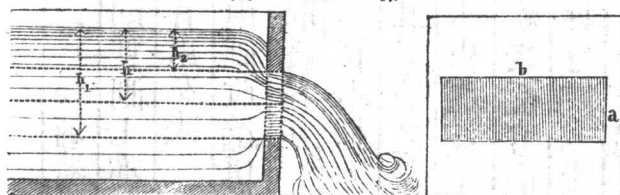
此水在堰板上靜止之時計算之之法也然當堰流水之時大抵其上流有許多流速其溢流之量較多於靜止之水但僅不過百分之一乃至二耳

使水由堰板上溢流用上式測量多少宜直立堰板如圖又堰板頂及其兩側與水相觸之面宜向下方斜削之使成銳緣否者摩擦抵抗之力最強

在種種測水量法中惟此為最簡且較近精確故欲知小渠流量者用之最便

四 射出水

第三圖



水之自貯水池水渠隄塘及堰板下方孔口射出者是謂射出水
今說其流動實在之率

如第三圖所揭水之自側面直口射出者其速力分量如左
論上

$$V = \sqrt{2gh}$$

$$Q = A \sqrt{2gh}$$

該式中 h 為水壓作用之高低即水頭也 (head) 即無滯滯於外側
之水則與自水面至射出口中心之距離 $\frac{h_1 + h_2}{2}$ 相當又外側之
水準在射出口中心以上則為內外水準之差 A 係射出口之面
積 ($a \times b$)

由理論上觀之射出水之速力分量正如上式然實則有摩擦收
縮等以妨之故 Q 價值則大抵如下式

$$Q = CA \sqrt{2gh}$$

C 價值異同一視孔口性質不必相同如堰板直截銳口其緣成
尖者方射出之時水之收縮最甚 C 價值每低從畧算法用 0.62 以示之若其口
緣太厚或由短管導水則水不收縮 C 價值常高然摩擦抵抗之力頗強其力每與