

新 中 學 文 庫

工

河

馮 雄 著

商 務 印 書 館 發 行

工學小叢書

河 工

馮 雄 著

商務印書館發行

中華民國二十三年一月初版
中華民國三十六年五月六版

(63104.1)

工學
小叢書
河 工 一 冊

定價 國幣 叁元

印刷地點外另加運費

著 者 馮 雄

發 行 人 朱 經 農

上海河南中路

印 刷 所 商務印書館

商務印書館

發 行 所 商務印書館

各地

* 有 所 權 版 *
* 究 必 印 翻 *

目錄

第一章 河道之生成.....一

第一節 水之環循.....一

第二節 地面流水.....二

第三節 地下水.....四

第四節 河道流量.....五

第五節 冲積地之生成.....七

第二章 河中水流之定律.....九

第一節 計算水流之公式.....九

第二節 河道彎曲與水流之關係.....一二

第三節 河道中障礙物與水流之關係.....一五

第四節 兩水合流與水流之關係.....一七

第三章 無潮河中之泥沙……………一八

第一節 河水移運物質之法……………一八

第二節 在水中浮游之泥沙……………一八

第三節 沿河底移動之泥沙……………二〇

第四章 河道流量……………一五

第五章 預測洪水……………一八

第一節 預測洪水法之重要……………二八

第二節 憑雨量測洪水法……………二八

第三節 憑流量預測洪水法……………三〇

第四節 憑水位預測洪水法……………三一

第五節 憑水面漲起度預測洪水法……………三二

第六節 坦繪德氏之預測洪水法……………三三

第六章 整理河道法之分類……………三四

第七章 整理河槽.....二五

第一節 原理.....三五

第二節 縱橫隄.....三八

第三節 護岸.....四四

第八章 化河爲渠.....四八

第一節 總論.....四八

第二節 壩.....四九

第三節 船舶過壩之設備.....六一

第四節 並行渠.....六四

第五節 化河爲渠法之利弊.....六五

第九章 浚渫及開鑿.....六六

第一節 浚渫.....六六

第二節 開鑿.....七〇

第十章 蓄水池……………七一

第十一章 防水隄……………七五

第十二章 防禦洪水……………七八

第一節 總論……………七八

第二節 冲刷區域之防禦洪水……………七八

第三節 淤積區域之防禦洪水……………七九

第四節 冲刷兼淤積區域之防禦洪水……………八三

第十三章 河道感潮部……………九二

第一節 潮水……………九二

第二節 河道感潮部之修治法……………九五

第十四章 河口……………一〇〇

第一節 海波……………一〇〇

第二節 改良河口法……………一〇四

河工

第一章 河道之生成

第一節 水之循環

【水之循環】江河之水，其來何從，其去安往乎？無他，海洋而已。海洋之水，爲日所曬，蒸成雲氣，上升天空，受風之吹，騰至陸上，遇冷而凝，乃化雨雪，降於地面，遂分兩途。其一爲經行地面，流至江河，而以海洋爲歸宿。其一爲滲入土壤，伏流地下，歷時長短，隨遇而殊，穿地而出，成爲涌泉，終亦匯於海。

水陸之間，水之循環，大較如斯，但亦別有種種捷徑。水之蒸發，有見於水上者，亦有見於陸上者。水上蒸發，當夏季時，爲量之富，在河上足使流量爲之大減；在大湖上每令湖濱降雨獨多。陸上蒸發，乃由於草木細根提取土壤含水之大部分，自葉面散入空氣中，於是地下流水之量，因而減少。

第二節 地面流水

【地面流水】地面流水與土壤吸水，兩者分量之比，隨土壤之滲透性，地面草木之盛衰，地面傾斜之緩急，及降雨之疏密久暫等而異。

沙土較黏土吸水爲多。岩石質地雖堅，然因常有罅隙裂縫，故能容水流過，石灰岩尤甚。在沙土上，同一疏密久暫之雨，當夏季時，可全被吸收，當冬末春初，則或散流而去，此因土壤凍結，不能吸水故也。

森林中落葉腐化，覆蓋地面，極能蓄水；多種草木之根，蔓延地下，大足以阻地水之流通，使其停於腐植物之內，與池沼之蓄水無殊。

地面傾斜之緩急，足以增減土壤吸水飽和之程度。山地較平原蓄水爲少，因地面傾斜，則表面流水之速度，及地下流水之速度，俱隨之增加故也。

每一次降雨，若非疏微短促，總有一時降雨之速，超過土壤吸水之速，及地下流水之速，於是餘水不下滲，而在地面漫流矣。

【水之侵蝕作用】密雨降在陡峻之山坡，流下之水，既多且急，洗剔地面極有力，不僅刷去泥土及雜草，且若受潤道之約束，則力足以移動大石或沖去成片之森林。山坡若經過此種侵蝕，逐漸消磨。每至冬季，岩石裂縫間之水結冰膨脹，岩石因之崩壞，自大化小，易於受水力

推移矣。

【水之移運沙石】 從山上洗刷而下之沙石，爲流水移運，如水之速度不變，則沙石隨行不息。但沿水道自山巔至海濱之間，地面傾斜之度，減小甚速。河道之初成，東流於山澗之中，速度最大。河道趨向下方，自窄澗逐漸放大爲寬谷，傾斜亦緩，則流水夾帶泥沙之能力大減，遂不得不沿途棄置，先爲大石塊，次之小石塊，復次石卵，復次粗沙。至於細沙及黏土，則常移運甚遠，因流水雖減，尙未至不能挾帶細沙之程度，須直至瀉入湖海時，始令沙泥沈澱也。

在奔流中，亦如在水道中，水道橫剖面各部分流水之速度，處處不同；故沙粒與石塊乃相混而沈澱。大石塊一經止息，則引起漩渦，使卵石粗沙在其周圍推積；因之大石塊安置極牢固，欲其再行移動，必須水勢加猛且歷時頗長，乃能致之。凡結構成層狀之岩石崩壞時。其碎塊或大或小，當其分裂之初，每上下交疊，有若鋪成，但使流水之方向，不改當初引起沈澱時之方向，則石面對於流水侵蝕之力，可大加阻抑；然如流水改其方向，而從石片之側面來侵，則鋪疊之組織，可被破壞。例如河中卵石積成之洲，可以耐受洪水之沖刷，經歷多年不壞。但如以此作基造壩，則在壩下滲流之水，或先將卵石中混雜之沙土洗去，容水通流。雖水流之速尙不及未受阻抑時，然因沖刷之方向已改，或竟使卵石分散焉。

【細沙之生成】 當崩壞之岩石在水中滾動時，互相衝擊而起磨礱作用，於是大石塊變爲小石塊，小石塊變爲卵石，分裂之石屑則成沙粒。離岩石崩裂入水之處愈遠，所得沙石愈細。因

沙石沿河底移動時，其行不及流水之速，又因大風雨之時期甚暫，故河底沙石之下行，若斷若續，而在每次風雨中，其行程乃甚短。但在水中浮游之細沙土，因行速與流水相同，故繼續向下行，而少有間斷之沈澱也。

第三節 地下水

【地下水之速度】 水在地下滲流，除經過岩石罅隙時外，速度甚小，因土壤分子，對之有阻力故也。其速度與源頭之高度成正比，而與摩阻力成反比，此與別種流水情狀，正屬相類。但尋常水力學之公式，卻不能施用於地下滲流之水，因由實驗得知，地下滲流之水，速度約與源頭高度成正比，而非如尋常公式所示與源頭高度之平方根成正比也。又地下滲流之水速度極小，應以每日若干英尺計之，不能如水管中流水速度，以每秒鐘若干英尺計之。

【地下水道】 地下水道，亦復有河有湖，與地面水道相同，惟水行極緩。地下水道表面與地面相交之處，成爲泉源。泉水無論何時，俱使河中流量增加，而在旱時則爲河水之主要來源。如地下水道表面與河底相交，則地下水道源頭高度與河水源頭高度兩者相差之量，乃爲流量大小之所繫。設若河水源頭較高，河水將滲入地中，成爲伏流而不見，不僅地下水不能外洩已也。

【地下水面】

降水之量變化，地下水面隨之升降，與河水之漲落正相似。但因地下水行極

緩，而地層又極能蓄水，故待地下水而升降而於地面顯其跡象，需時乃極長也。

【地下水中之泥沙】在地下經歷長程滲流之水，所挾細泥極少；然若地下之源頭高度，已逾其行程長度十分之一，則水力或竟能洗刷泥沙，挾之同行，凡欲在滲水地層上建築堤防壩堰等時，此點最宜注意。地下水可以含有溶解物質甚多，每因水分蒸發，遂析出而蓄積於土中。

第四節 河道流量

【河道流量】當極乾旱時，河水之取給，以泉水為主，已如上述。在河水盛漲時，所增之水，乃以地面流水為來源。是以河水之漲落，隨降水滲入土壤及漫流地面兩者之比量而定，復受水道容量與蒸發量之影響而增減。湖泊有使河水之最大流量減小及使其最小流量增大之調節作用。如一地在夏秋間所降雨較在冬春間為豐富，則因有蒸發作用，而夏季最大之流量，將為之減小。如一年中雨水分配情形與此恰屬相反者，則蒸發作用將使最小流量減小也。

【雨與河道流量之關係】任何地方之降雨量，月異而歲不同，且即取十年期間之降雨量，而計其平均數，亦復不能有定。又在同一流域中，各地降雨之密度及分量並非一律也。

【雪與河道流量之關係】雪降於地面，既不滲入地下，亦不立即在地面流散。雪當初積時，極輕鬆，受風所吹，乃成堆而加密實。若有微雨降於雪上，再遇極冷天氣，則雪面結冰而成不透水之硬殼矣。

雪受日光曬照，化水外洩甚緩，與泉水出山相似。然如忽遇溫雨和風，則雪層先吸水浸透，繼之驟然融解，下瀉之勢甚急。地面凍結，防止水之下滲，復有增加地面流水之作用。如在山地，先當初冬時，地面受雨水浸濕，結冰未化，繼之積雪甚厚，終至春季，遇有大雨，雪水一時融解，奔流而下，最足爲害。雖冬季結冰，地面流水之量減少，然一至春季，河中解凍，浮冰壅塞，反令河水盛漲也。

【流域與河道流量之關係】 凡流域甚大之河，其流量不僅受降水量變化之影響，且與地面流水盡行入河所需時間及地下滲水盡行入河所需時間有關。若在僅受一山之水之小河，其中水位漲至最高或落至最低，乃常見之事。若流域增加，由多數支流，匯成幹河，因支流之短而傾斜急者，漲落較速，長而平坦者，漲落較遲，故衆支流之漲落，難得同時，是以幹河之漲落，變化乃趨於和緩。地下水表面之漲落情形，與此亦同。

【河身蓄水作用與河流之關係】 河身蓄水之作用，亦使河中最大流量減小而使最小流量增大，此因當水漲時，需多量之水以填充河身，當水落時，則蓄水下洩，於是漲落之時間增加，而最大或最小流量遂有變化。河愈長，流域愈大時，則發生極高或極低水位之機會愈少。因此之故，河流雖當水落之時，在其下游，猶能保有充分之速度，以冲刷其側岸，而在所洗滌之沙泥中，洗出與其流量相稱之河身也。

水之作用，削高陵，填低谷，經歷幾千萬年，而使河道經過山谷中，地面逐漸增高；又因

河水所挾泥沙，多沈澱在河口，於是河道逐漸向海延長。在此時期中，移運泥沙之河水，卽在沈澱之泥沙中，生成水道而維持之。水道上游，河身恆緩緩提高。而在離水源不遠之處，則有填充河道之力與洗刷河道之力，但兩者不能適保平衡。在某地當水位高至某點時，河身可以受洗刷而擴大，至別一點時，河身可以受填充而縮小。

如河身有數年盛漲時多，則高水位河身之容量可以增加；如有數年低淺時多，則容量可以減小。但當恢復原狀時，雖各處有種種之變化，然以河道全體而言，則河身之原有容量，仍可再得。在此種情形中，從河岸與河口洩出泥沙之平均量，乃與其所受者相等也。

第五節 沖積地之生成

【沖積地之生成】當河水落至極低時，水流遲緩，常不足以推動河底之沙石，僅有極細之泥土，得浮游水中，洩入河內而下流。當流量加大時，則河水移運沙石之能力急增，然所移運沙石之分量及性質，繫於降雨地方之土壤性質者多，而河水移運之能力之影響，猶在其次。例如從平原洩入河中之水，含細沙及黏土爲多，浮游於水中，如從山坡瀉入河中之水，則含卵石及粗沙爲多，大都沿河底轉滾而下也。

凡浮游在河水中，一同下行之細沙土，每逢河水之流速減小時，則起沈澱。河水流量增加，河濱低地，逐漸淹沒。因溢流之水，行速較正流遠遜，故所挾沙泥，遂起沈澱。在流速初

減之處，沉澱最多，自此逐漸減少。水中挾帶泥沙之河，如此造成河岸，并有一特點，即在平水時，近河之地，反較離河遠之地爲高也。在此種地域所降雨水，非直接瀉入河中，乃先分流於距河較遠之低地，蓄量既多，能在河岸冲刷成一水道，遂由此瀉入河中焉。

因沖積地之生成，歷歲總以千萬計，故常甚深厚，而河道經行其上，或竟有河底高於河外低地之現象。沖積地受水冲刷，如其流速較當初生成沖積地之河水爲大，則起坍削；如河水之流向變更，則河岸亦隨之移易，不僅河水盛漲時爲然，即在平水時或淺水時亦復如是。因之在沖積地之河道，如河岸崩潰，而決口深逾六英尺，則填塞之工，非易事也。

第二章 河中水流之定律

第一節 計算水流之公式

【計算水流公式之缺點】關於水流之公式，有杜濟 (Chezy) 氏公式，及從此演出之公式，如貝晉 (Bazin) 氏公式，芬寧 (Fanning) 氏公式，及卡忒 (Kutter) 氏公式等，均係周詳試驗之結果，公式所附係數，乃由實驗推算而得，對於解答水力學問題，極為便利。惟此種公式，既屬實驗公式性質，自亦有一切實驗公式同具之缺點，即使用公式時，如實地情形與實驗時情形不同，必須十分審慎是也。

【公式中之水道粗糙係數】此種公式，當初均係從水管或水槽中流水情形研究而得，其時欲將一切阻止 v 與 $\sqrt{rs}$ 相等之水流變化，盡包括係數 c 一項之中。然旋即察得 c 值實依 r 及 s 兩值而變化，於是考驗 r 及 s 兩值變化時 c 值隨同變化之情形，製為對照表，以備實用。又經實驗，察知水道包圍水流之表面，狀態如何，對於流量大有影響，例如以磚砌水槽與鐵造之光滑水槽相較，令其直徑相同，而磚槽流量則較鐵槽流量為小。是以在公式中，必須變易係數 c 之值以應合水道表面粗糙情形對於流速所生之影響。

液體流過固體物質時，摩擦所生之阻力，爲量甚微，僅對於與固體接觸之液體薄層發生影響。在大管大槽中，此種摩擦阻力可以不計。水道表面粗糙情形對於流水之阻力，並非由於摩擦阻力，而實爲水之本身所起漩渦所致，因漩渦吸收一部分之能，若無漩渦，則此一部分之能，將消費於增加流速也。

【變流水位】 在水道中有兩項水位爲水流情形變化之樞紐，是爲變流水位。一爲流速減小至不生漩渦時之最低水位，一爲流速增加至引起最大漩渦作用時之最高水位。此最高水位乃隨造成水道粗糙表面之物質分子形式而定。在最低水位以下及最高水位以上，則流水有依直線流行而不起漩渦之趨勢。試舉例以明之。設在岩石中開鑿一直渠，其側岸及底，俱留炸解時之原形，不加修削。如渠道傾斜和緩，在流水之量不大時，水面將保持平靜，無大擾亂。如流量與流速增加，水勢漸亂而起漩渦。迨水位高至某點時，則漩渦作用爲最著。在此水位以上，水面漩渦漸消失，終僅在附近渠岸及渠底一定距離以內，始有漩渦也。與此異者，爲由沙土沈澱成爲沙波之水道。流量增加時，其先水面頗平靜，不即至不生漩渦之最低變流水位；迨流速增加至最大限時，水循沙波之表面方向而上騰以至水面，遂起甚大漩渦矣。尤有進者，沙波之長度與寬度，對於其減小流速之作用頗有影響。當水落時沈澱之沙波，對於流水之阻力，較之當水漲時淤積者爲小。

【應用公式於河道中水流時之困難】

當擬定諸尋常公式時，所行實驗，均限於尋常流水情