

籓洲灣截灣取直模型試驗

指導者 涂允成先生

試驗者 鄧先仁 方宗岱

日期……民國二十六年七月

簾洲灣截灣取直模型試驗

指導者 涂允成先生

試驗者 鄧先仁 方宗岱

日期……民國廿六年七月

籐洲灣截灣取直模型試驗報告

目 錄

- (一) 導 言
- (二) 河灣之理論
 - Thomson 教授之河灣理論
 - Gillette 教授之河灣理論
 - 水流線解釋河灣之現象
- (三) 對於截灣取直之一般意見
 - 水力學派
 - 理論學派
- (四) 籐洲灣之現狀將來及本試驗之目的
- (五) 模型之設計及構造
 - 比例尺之決定
 - 土質之選擇
 - 製造方法及其步驟
 - 流水圈之說明
- (六) 試驗之進行
 - 流量係數之確定
 - 截灣取直之位置及步驟
 - 粗糙率之確定
- (七) 試驗之結果
- (八) 試驗結果之探討
- (九) 結 論

(一) 導言

本報告共分九節，第二節述及河灣之理論，閱後可知昔之學者，對此現象之態度，尤以 James Thomson 教授之河灣理論，因有數學之根據，兼事實之證明，故尙相沿習，堪資引證，雖本節所述，與本試驗之目的似無多關係，但於未開始試驗時，對此項理論獲一了解，在試驗時，亦可附帶觀察，更可證明各項理論之價值。

第三節述及截灣取直之一般意見，此等意見均起於模型試驗以前，各具理由，互相爭執，截灣取直，終未得一可靠理論，俟模型試驗創世後，各方意見漸歸一致，故吾人在試驗時即可證明各項意見之精確度。

蘄洲灣爲揚子江中游一大灣道，土質鬆疏，不足以抗大溜之沖蝕，形勢險惡，爲害甚大，揚子江水利委員已擬就截灣取直之計劃，惟乏模型試驗之證明，定其得失，是以明瞭截灣取直之利弊爲本試驗之最大動機，特於第四節詳述蘄洲灣之現狀，及其改革之重要，蘄洲灣距漢口不遠，支河少而流細，故不計之，模型係照江漢關1934年所測之地形圖設計。流量測依漢口水流曲線爲依據。

因模型試驗以解決水利問題，最爲可靠，但試驗之結果，僅能表示一般趨勢，而不能將模型中之尺寸，照此例放大，以推測天然河流中，必得之影響，故本試驗所得結果，其水位昇降之數量，亦不過知截灣取直前後水位昇降之趨勢耳。

(二)河灣理論

A Thomson 教授之河灣理論

關於河身灣曲之理論，言之最早者，首推英國 James Thomson 教授，渠於 1877 年在英國皇家學會期刊(Proceeding of Royal Society of London 1877)發表一文名曰“James Thomson 之河灣理論”其文曰：河水由直線河身流入灣曲河身時，河流之速度在外灣者小，在內灣者大，欲研其理，余發現一自由漩渦 (Free Vortex Motion)”自該文發表後，James Thomson 教授繼續研究，除試驗之結果完全適合外，並獲數學之證明，遂由自由漩渦之理論進而推測河灣之起因及為害之要點。

由實測所得，內灣流速大于外灣，故內灣流速發生之離心力必大于外灣所生之離心力，內灣河水向外湧擠，水灣水位因之增加，其水位增加之量與距河身中心之距離成正比，同理，內灣之水位必因之減小，其量亦與距河身中心之距離成正比，故在直線河身之水面為水平面，在河灣之水面則為斜面，如 A 圖 B'C' 線，其傾斜度之大小與速度成正比，James Thomson 教授認定此種斜面為河灣為害之最大原因，B'C' 兩點既不在同一水平線上，B 點之水必因位能(Potential energy)大于 C' 而向 C' 橫流，於是發生漩渦，其方向如 A 圖箭頭所示，此種流動，J. Thomson 教授名之曰誘導水流(Induced current)，外灣因而日漸崩潰，內灣則日漸淤積，久而久之遂成 V 形，如 A 圖實線所示，河床失其穩定，災禍因之以生。

(B) Gillete 教授之河灣理論

關於 H. P. Gillete 教授之河灣理論，可參閱工程新聞 (Engineering-News) 第四十四卷，其大意謂當河水由直線河身流入灣曲河身時，上部之水(即接近水面部分)因流速較大，向外移動較快，當其到達外灣時，受衝擊作用而上下分散，向內灣倒流，此時下部向外灣流動之水受倒流影響，流速更慢，倘倒流甚大，下部流水難有到達外灣之機會，因此外灣之上部堤岸因受衝擊而崩潰，下部則因倒流影響，發生吸力作用(Suction action)，亦將該處土質崩潰，所有泥土，隨倒流逐漸向內灣移

動，淤積內灣附近，久而久之，則外灣逐漸向外移動，同時內灣亦漸向外擴張，故河灣愈久愈曲折。

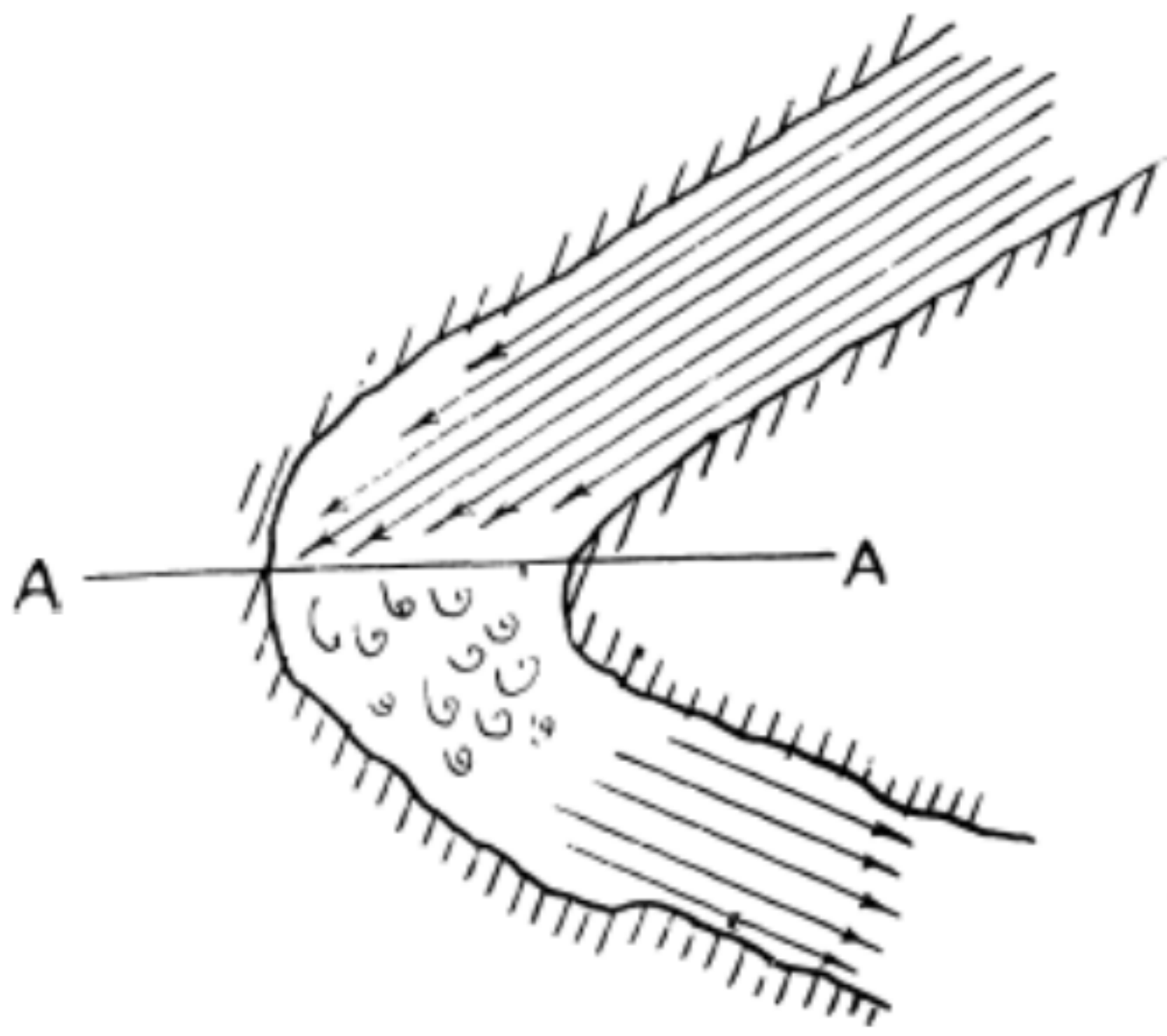
(C) 由水流線解釋河灣之現象

尋常當水流甚慢水流線 (Stream-Line) 之途徑，極其顯明，在天然河中水流湍急，普通均入湍流階段，(Turbulent Stage) 水流線雜亂不定，極不規則，但就整個水流而言，仍有一定之方向，在直線河身河水循一直線進行，具有極大之動能，當其流入河灣時，仍因慣性沿直線進行，不生波折，及至達到外灣時，此巨大水流即行衝擊，該時外灣堤岸潰坍，而水流之方向亦更變，隨勢下流，歷時日久，外灣日見潰坍，河身愈見灣曲。

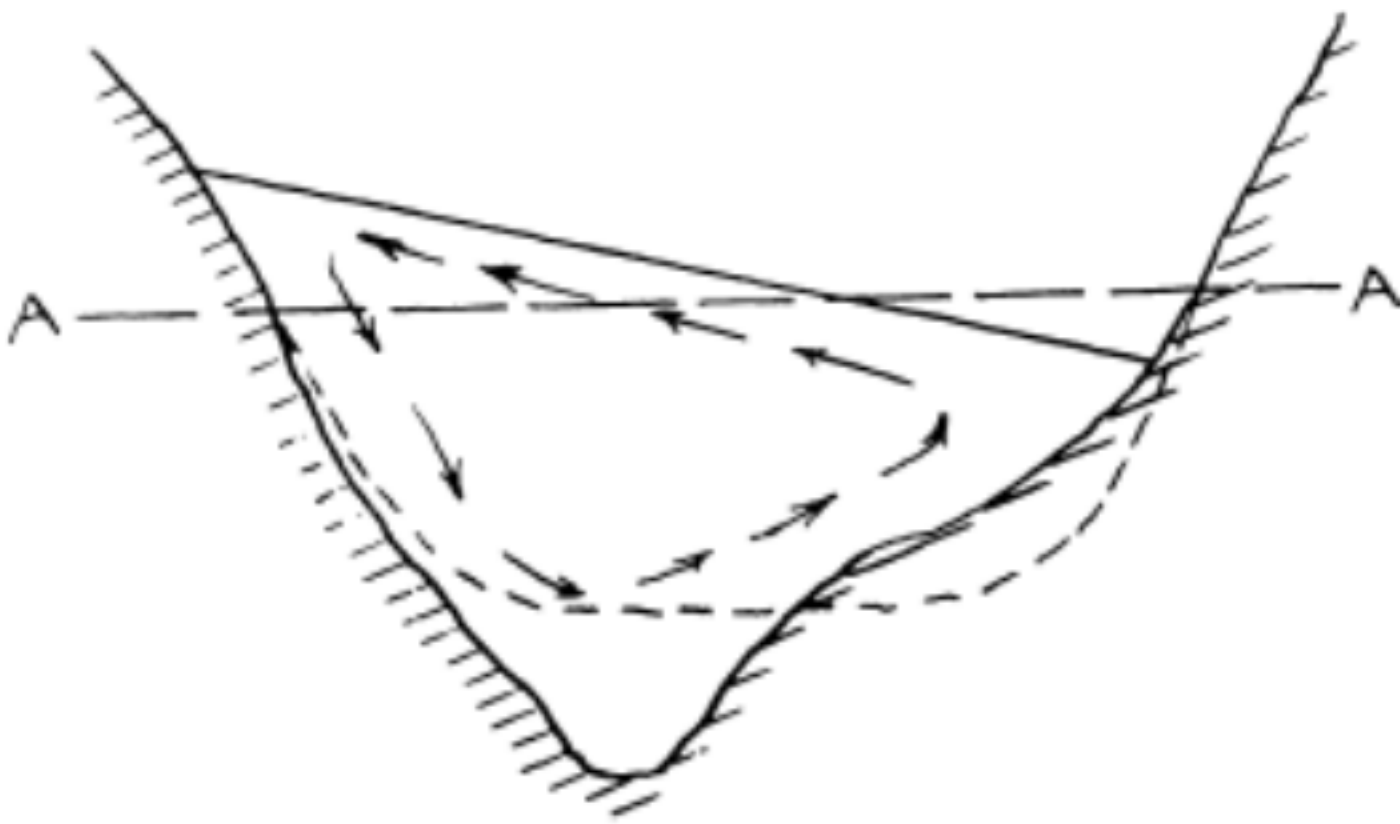
綜上所言，吾人知河灣現象之複雜，決非某一種學理可以解釋，據作者去年試驗河灣模型之經驗，深覺 Thomson 教授之理論確係全部適合，又據美國工程師 F. L. Flue, T. K. Herbert 及 R. L. Loncefield 諸君實測美國愛俄華河灣 (Iowa River bend) 之結果，亦覺外灣水位確有增高，其量與理論所計亦相差無幾，至於 H. P. Gillete 教授之理論，雖乏試驗之證明，但以其理論簡單清晰，亦甚合乎事實。

至於因水流之衝擊而使外灣崩潰，自然現象甚為顯明，故常言行溜頂衝，為害最甚，即此意也。

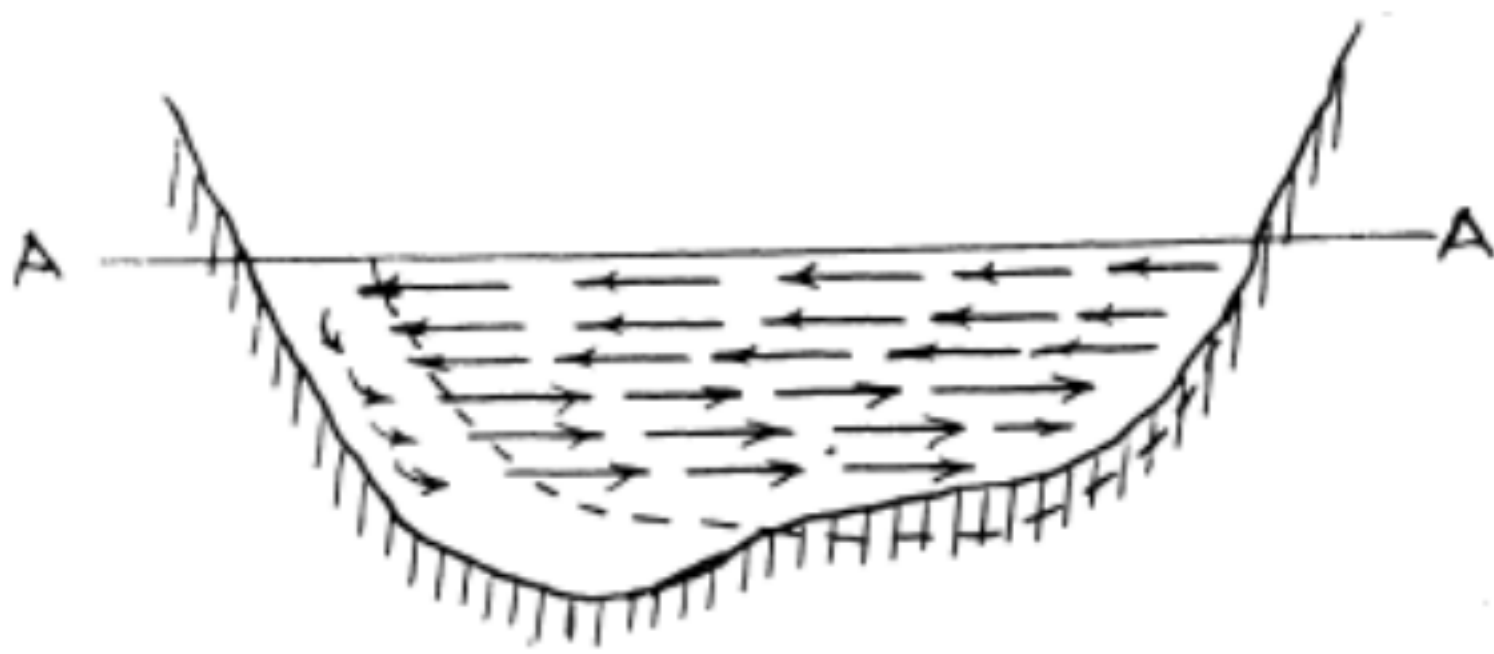
三種理論之區別，其最大者，即為 J. Thomson 與 H. P. Gillete 兩教授之理論以河灣之為害，皆因在河灣之橫流 (Transverse-Current 或 Induced Current) 而起，而水流理論，則以水流之衝擊，為其要因。



由水流線解釋
河灣崩坍現象



Thomson 教授河灣
理論之簡解說明



Gillete 教授河灣
理論之簡解說明

(三) 對於截灣取直後之一般意見

關於截灣取直之理論論者甚多，各持意見，誰是誰非，莫衷一是，自水工試驗創世後，本問題方獲一漸可靠之理論，研究此問題之最深切而有結果者，首推美國，因密西西比河之曲道，實為世界各大河中之最多者，自愛俄華河(Iowa River)起至安哥拉(Angalo)止，其間河身灣曲之多，令人生畏，為害之廣，自不待言，有者主張截灣取直，有者堅持異議，各具理由，今為明瞭利弊起見，不論其為正為誤茲略介紹如下：

(A) 水力學派——水力學派對於截灣取直之影響，絕非空洞設想，全係根據水力學之原理推演而來，依其河流性質之不同可分為二項討論。

(a) 恆流 (Steady flow) …… 設想河水之流動屬於恆流，河水流動既屬恆流，則在截灣處上下游各處之流量應完全相等，在截灣以後上下游各處之流量亦完全相等，換言之，截灣取直以後，單指流量而言，截灣之上下游全無影響，但此處有一點最值注意，即河身在截灣以前，所流途徑較長，而取直以後，航距突然縮短，就本試驗之藤洲灣為例，藤洲灣全長約五十公里，而上下灣口僅距五公里，故截灣以後，航距縮短約在十倍以上，截灣後之新河段，因航距縮短，坡度增大，則流速增加，流量既為一定，因流速之增漲，水位必減低，故在上灣口處發生跌水曲線(Drop-curve)，下灣口處發生迴水曲線(Backwater Curve)，水流愈下，水位逐漸漲高，高至原來水位相等，則一切關係與截灣取直以前無異。

總之，倘吾人假設河水之流動屬於恆流，則截灣取直之影響，僅為減低灣頸上下游之水位，且距離甚短。

(b) 變流(Unsteady flow)

河水流動之為恆流，並非事實，乃為一種設想，以求計算上之便利也。實際上各處之流量不同，即以河灣而論，上灣之流量較小，下灣之流量較大，在河灣之中亦隨處而異，今將河灣裁決，實無異集中一部分蓄水，于較短之時間內匯合於下游

，水量湧到，故其結果上游水位減低，下游水位增高。

(B) 理論學派

河水流動，遇一切阻力而消失工作能力，此種能力消失之總和，理論學派假設為一常數，阻力之原因甚多，且極複雜，其顯著者約有下列數端：

- (一) 沿河床之水流與河床粗糙率有關；
- (二) 河水因深淺之不定，發生水躍跌水等現象；
- (三) 河水之衝擊，如兩河相遇，河水遇及焦岩等；
- (四) 河床闊窄之不定，發生漩流等現象；
- (五) 河身灣曲，粗糙係數增加，使河水發生漩流。

依此種學說解釋若將河身改良，使因以上任何一種原因所消失之能力減少；結果河流必在他方面增加其消失能力，換言之，因設想消失之總能為一常數，減此增彼，為必然之趨勢，理論學派即以此為根據，謂河灣截灣取直後，河水因河灣而消失之能力減少，必將增加其他一切消失能力之狀態，使河床更趨深度不定，闊窄不均，若即不另生其他狀態，河身不久仍將發生河灣，截甲處之灣，必生乙處之灣，故學派對於截灣取直則抱徒勞無功之議。

總上所言：可知兩種學派之異同，依水力學派，若水流為恆流，則僅上下灣頭水位減少，其他各處水位依舊不變，故截灣取直為有益，若水流為變流，則上游水位減少，下游水位漲高，故截灣取直為有害，依理想學派說法，截此生彼，截灣取直實徒勞而無功之舉，究竟誰是誰非，尚有待于模型試驗之證明也。

(四) 蘄洲灣現狀將來及本試驗之目的

蘄洲灣位場子江中游，距漢口約五十公里，為揚子江較大海道之一，沿岸土質，多屬淤積之沙粒，兼雜黏土，日日變遷，故究為若何形狀，殊乏正確記載，即或有之，亦多失其時間性，本試驗所根據圖樣，係民國二十四年由江漢關實測所得，比尺為 74000 分之一，尚屬準確，此係江漢關所贈給研究者一重要而有價值之材料，謹誌謝於此。蘄洲灣既屬沙土所成，故兩邊堤岸崩潰時聞。每年防護工程所費甚巨，揚子江水利委員會會刊第一卷二期，載有蘄洲灣變遷圖一張，以資參考。

由該圖所示，吾人知蕭家洲之逐漸南展，炭煤洲之逐漸西移，為自然之趨勢，亦為必然之事實。年復一年，蕭家洲及煤炭洲之灣曲率必逐漸增甚！偶有洪水發生，行溜頂衝必起決口，金水工程不但失其效用，並將全部淹沒，因金水距蕭家洲僅四公里也。

蘄洲灣形狀之險惡，由地圖上觀察，即可推知，現在惟一防禦工程，即為興築堤岸，兼而施用護岸工程，其效之微自可料及，欲施拔根塞源之計，實以截灣取直為上策，揚子江水利委員會亦有此項建議，並實地測量，確定計劃，而遲遲未見實現，或有其他困難也。

模型試驗之結果，本可分為下列數項

- (一) 河身移動與時間之關係。
- (二) 截灣後沙粒之移動及淤積之位置，
- (三) 截灣後各處水位昇降

前二者因受土質之關係，不能推測，故本試驗目的僅為第三項也。

(五)模型之設計及構造

(一)模型之設計 模型之設計為水工模型試驗中最重要之一部，亦為模型試驗中最困難之部分，茲將本試驗之模型構造情形分述於下：

(a)模型比例尺之決定

自蕭家洲至漢口之航道約一百三十公里，而兩處之直線距離僅約八十公里，倘模型比例尺較大，一切似較便利，結果亦較準確，但本校水工試驗所設備刻未完成，故為地域所限，未能盡量伸展，長度之比例尺，決定為五千分之一。全部模型置於本校工廠天井內。

此段天然河床之深度，按江漢關實測所得，最大者為炭煤洲對岸灣曲之處，不過百英尺，除沙灘外，普通各處約為三十英尺，若將此深度比例尺亦採取五千分之一，則最深之處僅 0.24 英寸，當然不合，若採取五百分之一，則最淺之處亦僅 0.70 英寸，此區區之深度，以水流入其中，因受底部影響，水躍繼續而生，與天然河水流動情況迥異，此五百分之一之比例尺，實不適用，最後決定採百分之一，最深達一英尺，淺處亦有 3.6 英寸。

普通模型試驗多採取二向變形模型(Distorted Model in Two Directions)即長闊之比例尺相等，深度之比例尺另行確定，果爾；則本試驗最闊之處不過一尺，而最窄處僅有七八寸，如在煤炭洲附近等處，其闊度為七八英寸，而深度為一英尺，在天然河床闊度大於深度，在模型則深度大於闊度，殊不適宜，最後將闊度比例尺改為二千五百分之一，今將各度之比例尺列表如下：

長度比度尺……五千分之一

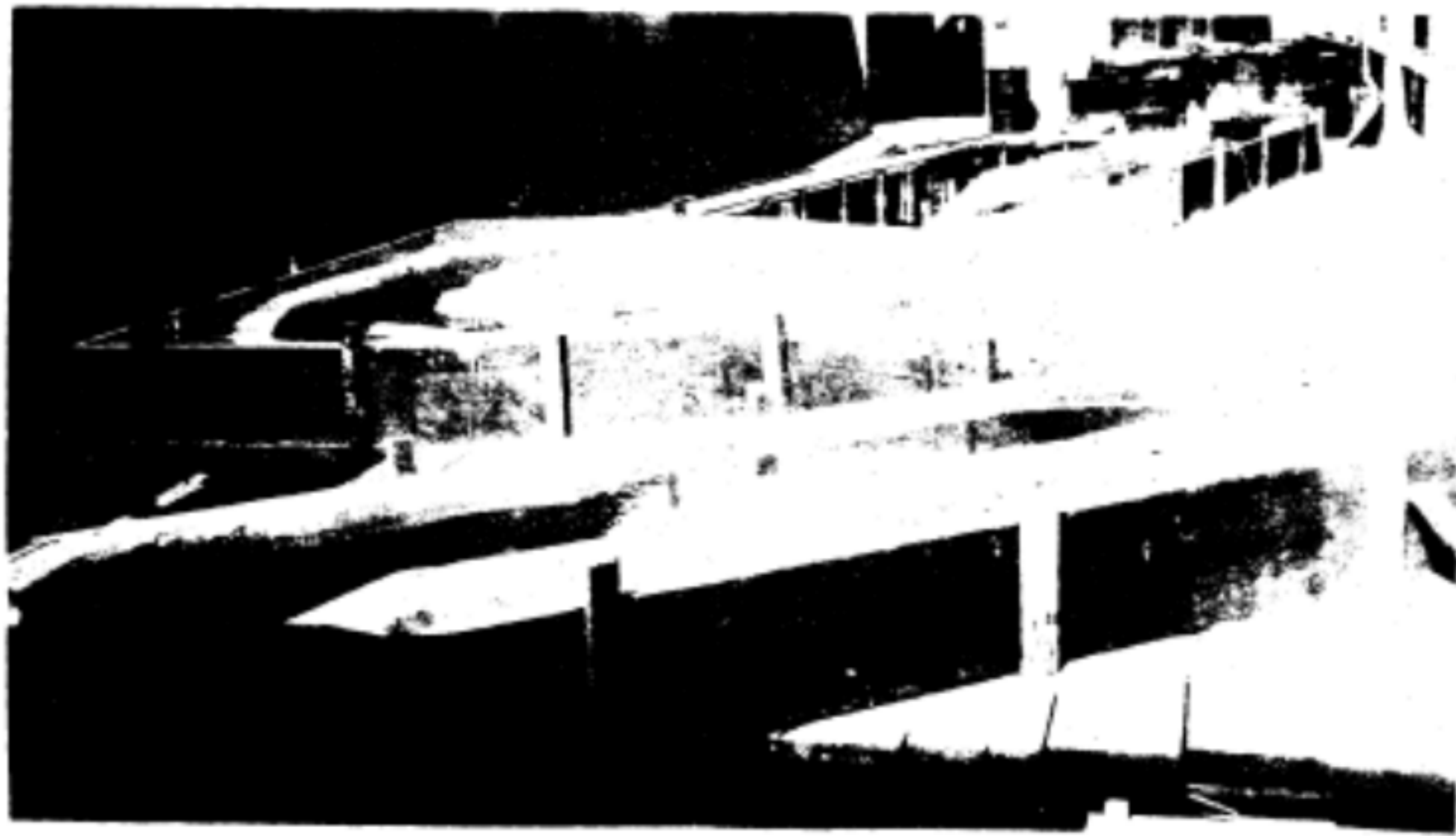
闊度比度尺……二千五百分之一

闊度比度尺……百分之一

(b)模型土質之選擇

蕭洲灣之土質，全為淤沙，兼雜黏土，硬度不強，坍塌自易，為求模型試驗

本試驗模型全圖



模型中之簕洲灣段



結果準確起見，應選擇某種土質以代之，欲求土質部分與水力部分打成一片，問題之難，實不能言譬，既乏數學之根據，又乏以前學者對於此項事物之經驗；及可查考之資料，吾人知水工之試驗方為萌芽時期，一切未臻全善，而土質與水工之關係，更見幼稚，作者實萬分盼望水工學者對此有深切之注意及有絕速之發展也。

本試驗之目的僅求截取直對於上下游水位之影響、而未論及截灣取直流沙之淤積及其移動狀況，故土質之關係，不若其他各種試驗為重要，雖堤岸之崩潰及流沙之移動，與本試驗之目的有若倘關係，但依常理判斷，必甚細微，故略而不計，況水流入灣曲之處動力較大，倘用土質，恐即崩坍，於每試驗開始之時，必須重新塑型，殊屬不便，為方便計，乃假定河槽固定辦法，即設想在試驗時河床之形狀為不變，觀乎天然河床變化雖有，與整個河岸之變動相比，實微細異常，故在此種假說之下，所獲結果仍甚可靠。

本試驗河床係用青砂及水泥漿製成，俟乾涸方行放水，自第一次至第五次試驗河床無絲毫之變更。

(c) 製造之方法及其步驟

(一)外槽係木料製成，其主要之功用，在防止所蓄沙粒之陷塌，其闊度及長度均無一定之尺寸，僅以夠用不斷足矣。外槽底部因受載泥沙及水之重量，故較高厚，約為二英寸。俟建造完竣，然後用水平測過，使其在同一平面上，再將砂粒傾入。

(二)製造步驟係將全部試驗河段分為六十四個斷面，斷面間之距離約為三公寸，每個斷面之形狀，均以鑄鐵板照實測地圖按比例剪成，然後用此鐵塊為準則，將砂挖成河形，上敷以水泥漿。

(三)本試驗共有標尺七支，灣之上游三支，灣之下游四支，引管為半寸徑之銅管，以橡皮管連於約 $3/8$ 寸直徑之玻璃管，玻璃管直立槽旁，可以記讀。

(d) 流水圈之說明：

流水圈之設備簡而且易，參閱試驗之進行一節，即可明瞭，無庸贅述。

(六)試驗之進行

俟模型全部完竣後，即着手試驗，因本試驗之目的僅在求截灣取直後各處水位之增加與減少之情況，及求取其取直後影響範圍等問題，故流量之測定，實為本試驗之首先工作，其試驗步驟，可分為下列各項：

(A) 過堰流量係數之測定

本試驗之流量，係由水流過堰法，(Weir Method) 測得，此堰裝置於第二號方水槽之下。亦即本槽之上游關於堰之位置及試測之原理方法請參閱(B圖)。

(a) 將活門(Valve) A 開後，一號方槽所蓄之水，即流入一號圓槽，俟水面達至 c c 時，倘進水不停，則所餘水量均由溢水管流入二號圓槽，此時再將B管啓開，倘A管流進之水量大於B管流出之水量，餘量必由溢水管流入二號圓槽，故此時B管之流速頗恆等於 $c\sqrt{2gh}$ ，故欲求模型內流量之多寡，全在B管以節制之。

一號方槽流出之水量，減去流入二號圓槽之水量必等於B管流出之水量，一號方槽流出之水量及流入二號圓槽之水量，各由標尺E及標尺F測計之，倘經過t秒鐘後，可測得一號方槽流出及二號圓槽流入之水量，故B管之流量，即可由下式得之。

$$B \text{ 管之流量} = \frac{(\text{一方槽流出之水量}) - (\text{二號圓槽流入水量})}{t \text{ 秒}}$$

因B管流出之水全部入二號方槽，然後流入木槽，過堰而轉入模型，故模型中之流量，即為過堰之流量，亦即為B管流出之流量，倘過堰流量係數為已知數，則過堰之實在流量(actual discharge)亦即模型之流量，甚易求也。

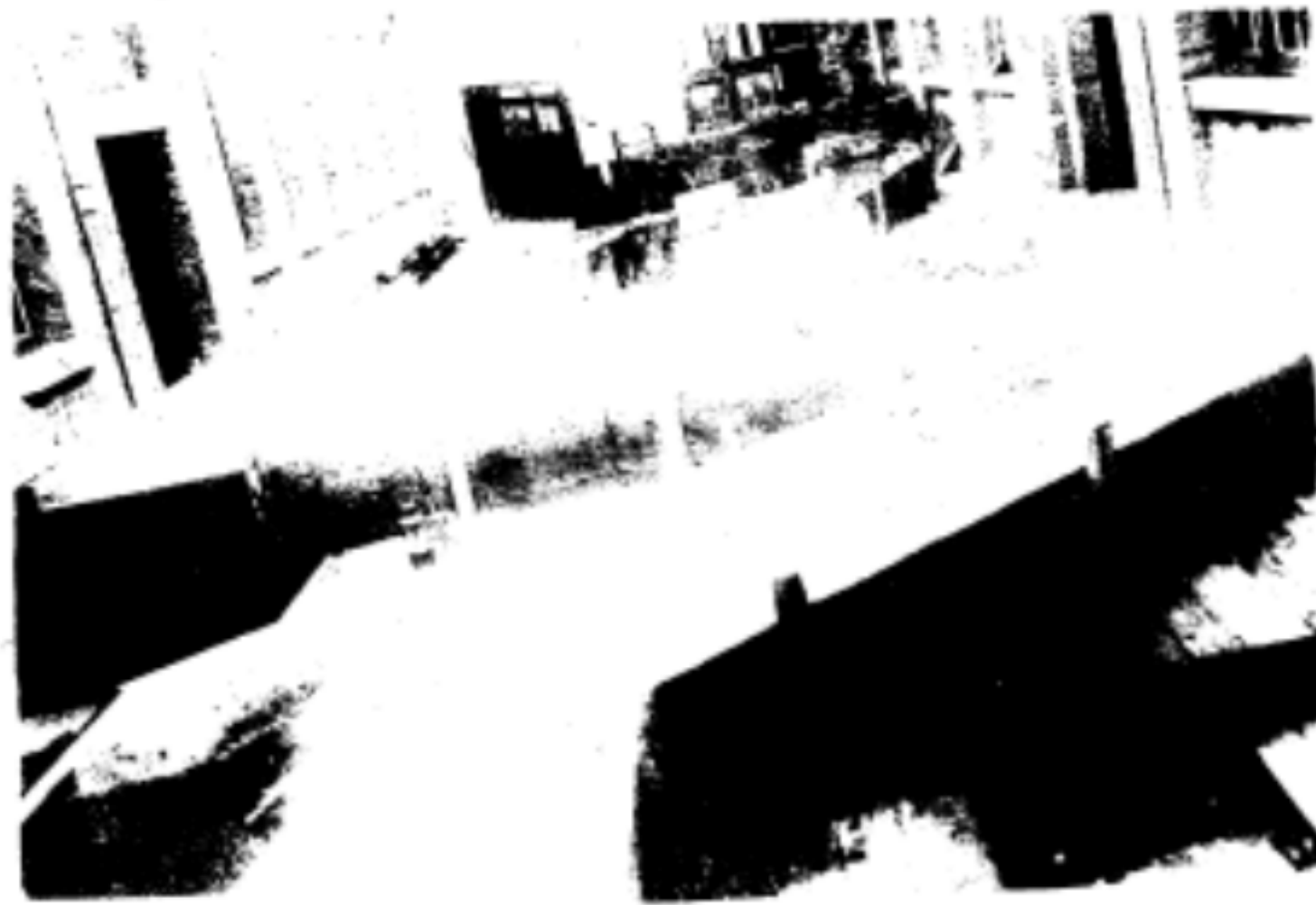
(b) 截灣取直之步驟：

將A門啓開，俟一號圓槽之水面水面昇至水平面 c c 時，水由溢水管流出，將B管啓開，至一定大小，動流開始若干時後，即記讀一號方槽之斜標尺，及二號圓槽

模 型 中 之 尾 門

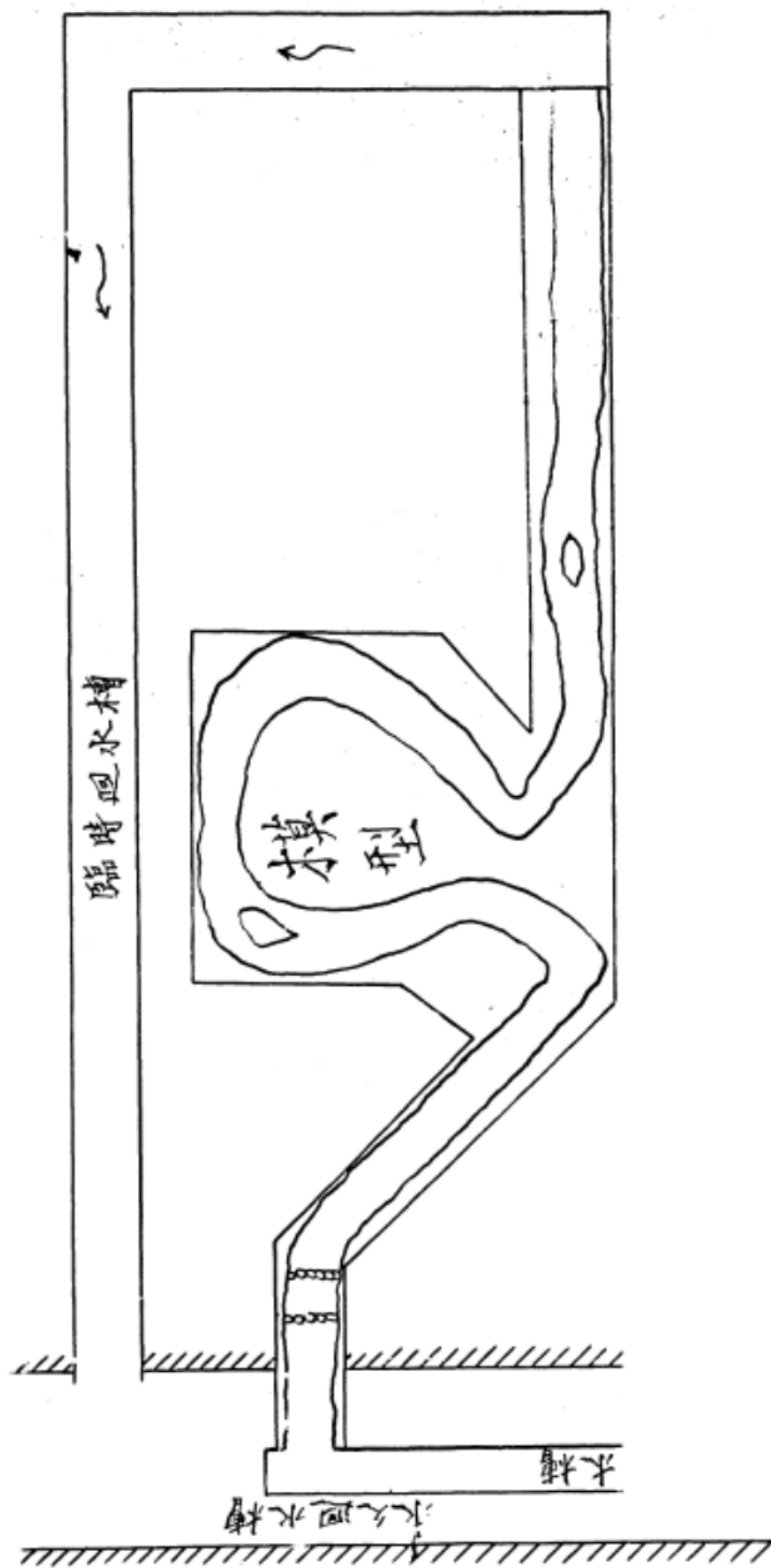
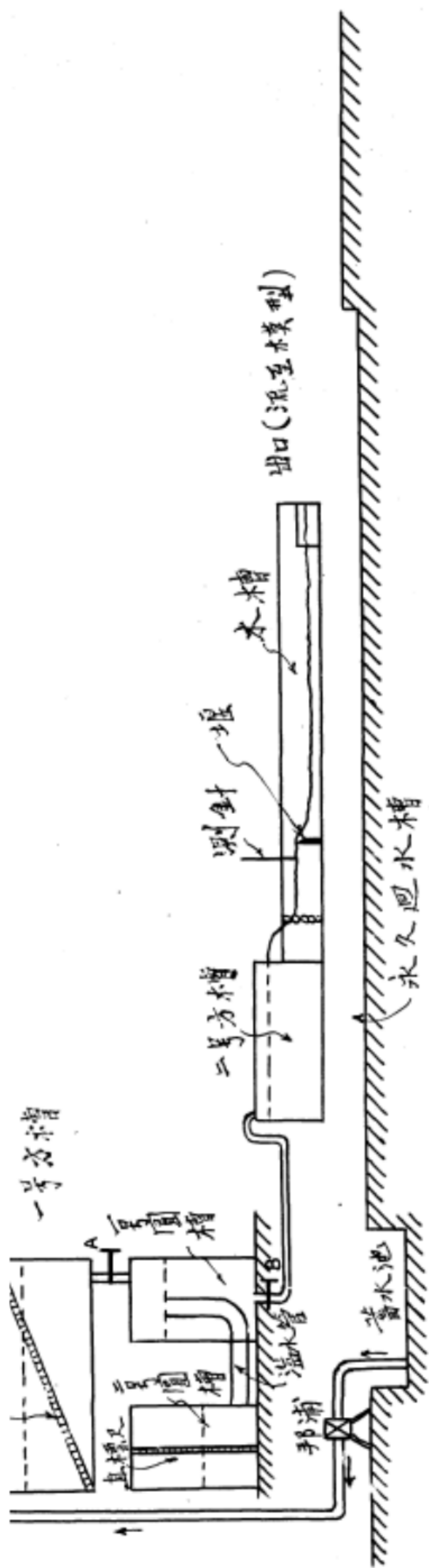


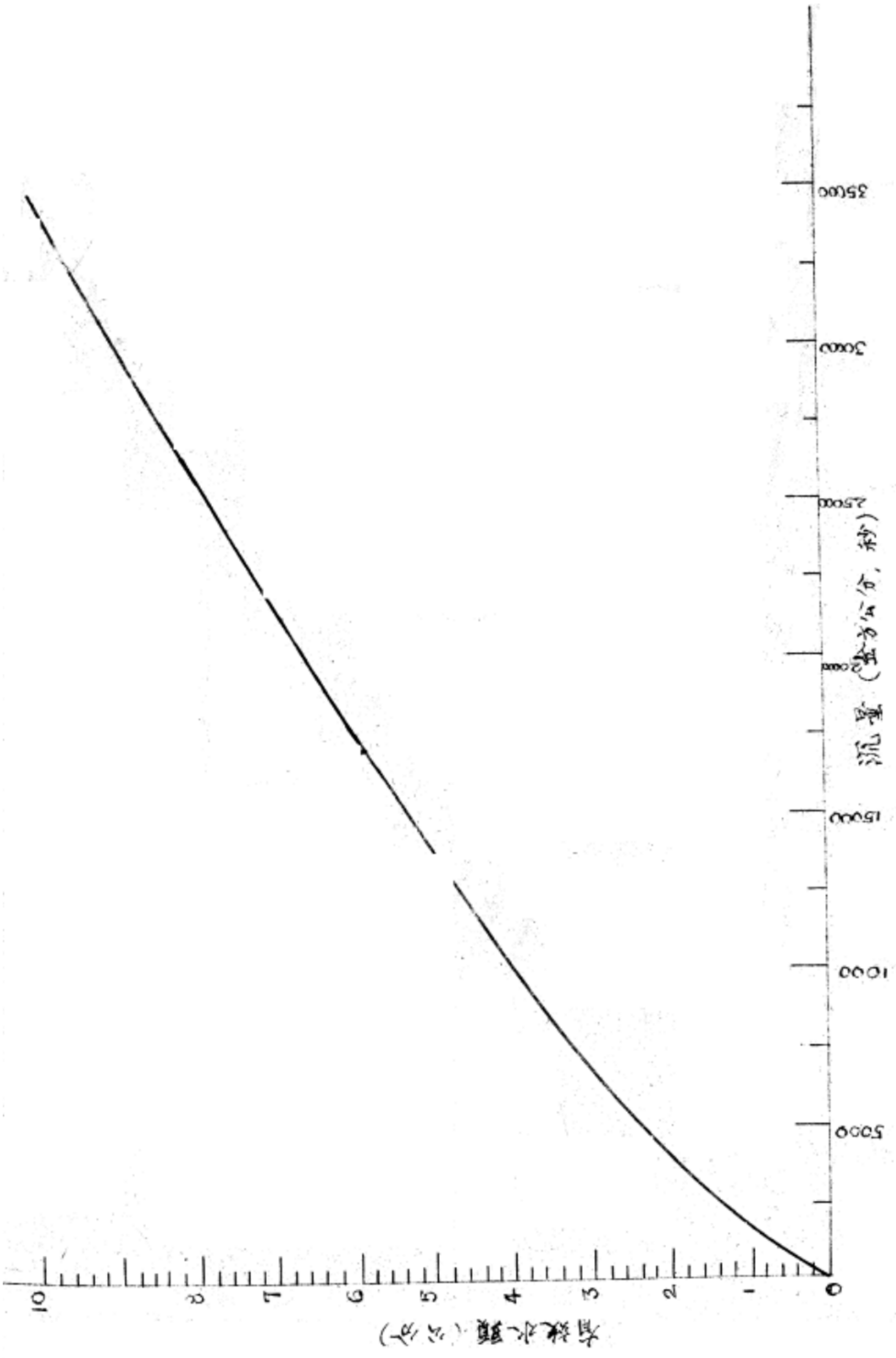
截灣取直後模型全景



截灣取直後之蘆洲灣河段







堰之比率曲線

之直標尺，(須同時記讀)經時間 t 秒後，同樣再記載兩標尺之高度，

過堰流量(即B管之流量) = 一號方槽流出之流量 - 流入二號圓槽之流量

本試驗目的既在求流量與水位之關係，故於流量之推計及水位之測定，應特別注意，以免錯誤而致結果不確，至於流量部分，自一號方槽至模型出口，實無絲毫遺失，蓋河流為水泥製成，絕無滲透現象，引水木槽因使用甚久，亦無滲透發生，倘模型之水流為恆流，則過堰之流量，應等於模型中任何一切面之流量，故由流量之影響所生之錯誤，實微之至微。

至於水位部分，因各處水位之高低與流量及比降有極大之關係，倘流量為常數毫無變化，則水位之漲落僅與比降有關，而比降與尾門又有密切之關係，倘尾門過高則下游水面成為迴水(Back water)現象，倘過低則呈落水(Drop)現象，此種影響經歷次試驗距尾門愈遠則愈小，在灣之上游，幾無變化，故尾門之變動影響本試驗之結果甚巨，如用之不當，勢必錯悞叢生，無法更正，作者為避免錯悞，將尾門採用固定式(Fixed Tyge)，使尾門之高低不致有若大之影響。

截灣取直之法有二：一為直接截灣取直法，一為使用引河法，前者係將上下灣。口堵塞，全部流量均經新河流出，此法見效甚速，但費用較多，易生危險，通常多棄用之。至於後法，係採用一窄引河，使水量一部份流入新槽，一部仍由灣河下流，然後再在上游灣口建築他項工事，如潛水壩(Submerged bam)或堵壩(Closing dam)使其水量逐漸由新河流出，久而久之，全部流量均隨新河下流，此法緩而勻，費用較廉，故多採用之，按為求實用，則本試驗自應以採引河法為宜，但因模型係由洋灰製成不易施實，結果仍採取直接裁決法，幸本試驗之目的，僅在求截灣取直後上下游水位之影響於此尚無抵觸之處也。

至於截灣取直之位置，當以距離最短之處為最經濟，為緩和水之猛烈冲刷自以接蕭家洲至煤炭洲之對岸兩點為宜(如C圖)，本試驗所取之位置如A—B所示，蓋於建築費用及水之冲刷雙方兼籌並顧也。

灣類河槽闊度，按照實際需要，新河必窄於老河，本模型之灣類闊度，僅約河身之一半，

尾門高度決定後，即可開啓水門，並實測各標尺之水位，以明截灣前之情形，然後實行截灣取直，將上下灣口堵塞，全部流量均入直線河身，並測各處之水位，在截灣前後兩次試驗中，尾門高低全無變化，流量亦完全一致，故其結果當甚精確。

本試驗共分為五次，高度逐次減低，茲將各次尾門高度列述如下：

第一次為 24.18 公分，第二次為 23.86 公分第三次為 23.45 公分，第四次為 23.3 公分，第五次為 23.0 公分，（自第一號標尺零點起）

將水放入模型中，其流量之多寡，可由過堰之高度推計之，流動約半小時，水流漸呈恆流狀態 (Steady Stage)，然後開始記讀各標尺水位之高低，為免除意外錯誤，故在任何一定流量及一定比降之下，均記讀三次（各次所經過之時間約十五分鐘）以求其平均之值，列入表一及表二等。

模型之流量由小而大約自 2000 每秒立方公分至 24000 每秒立方公分為止，在此流量之中，分十次或十二次試驗，需時約兩日，截灣取直之後亦按同法試驗，本試驗自測定流量係數摩擦係數至全部截灣取直試驗工作，完成費時總共四十日，為時間所限，未能利用已成型模作他項試驗，殊為可惜。

模型中粗糙係數之確定

粗糙係數，為計算流速之重要因子，因本試驗之目的，僅在流量而不在流速，故此項係數無關緊要，即或有之，亦甚微小，實無顧及之必要也，惟因模型試驗粗糙率之確定為必要工作之一，曾作數次之測定，其測定之方法，及結果，特略述於

之灣曲程度，4， 水位之高低，5， 河岸之浸蝕與河床之沉澱等等。而以第一項為最重要。

試驗方法：係將一定流量之水，放入模型中，經過相當時間後，則水流呈恆流狀態 (Steady flow)，然後記讀各標尺之水位，以測某兩點間之比降，至于河身切面之面積，及其濕水週之大小，均可于吾人開始製造模型之鐵皮片上求得，因每兩點間相距不遠，所有切面之面積，及其濕水週之大小，均取兩者之平均值，並值計得濕水半徑，再由流量之多寡，而計得流速，將以上所求各值代入 1，Kutter 2，Manning 3，Chezy 等公式以確定粗糙係數，此三公式如下：

$$1, \quad 23 + \frac{i}{n} + \frac{0.00155}{s}$$

$$\frac{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{s}\right) \sqrt{\frac{n}{r}}}{\sqrt{rs}} \dots\dots\dots \text{Kutter 公式}$$

(公尺制)

$$2, \quad \frac{1.486}{n} r^{3/2} s^{1/2} \dots\dots\dots \text{Manning 公式}$$

(英尺制)

$$3. \quad V = C \sqrt{rs} \dots\dots\dots \text{Chezy 公式}$$

(英尺制或公尺制)

切面 號數	切面面積 (平方英寸)	粗 糙 係 數 試 驗 記 錄		兩切面距離 (公尺)	水重 (磅)	經過時間 (秒)
		濕水週 (英寸)	標尺水高 (公分)			
2	84.3	2' 2"	25.9	1.24	2656	159.8
6	95.3	5' 9"	26.0			
13	84.7	2' 2.9"	26.15	2.34	2108	119.2
20	88.0	2' 4"	26.20	2.33		
53	71.1	2' 2.6"	26.25	2.54	1.128	
62	75.0	2' 1.5"	26.70	2.64		
64	84.5	2' 3.3"	26.75			
2	92.8	2' 3.5"	26.9	1.24	270	60.6
3	109.92	2' 10.5"	27.1			
13	96.1	2' 4.25"	27.15	2.34	1240	78.4
20	96.1	2' 5.3"	27.25	2.33		
53	82.1	2' 3.8"	27.55	2.54	1.128	
62	89.0	2' 3.1"	28.35	2.64		
64	100.0	2' 4.9"	28.60			

粗糙係數試驗計算結果

流量 Q (每秒立方公尺)	面積 A (平方尺)	濕水週 W.P. (尺)	速度 V (每秒尺)	坡度 S (千分之一尺)	濕水半徑 R (尺)	粗糙係數			
						Manning n	Kutter n	Chezy C	
0.2749	2	0.62	2.46	0.41	0.81	0.25	0.037	0.027	21.2
	6	0.63	2.50	0.44	0.61	0.25	0.034	0.025	35.1
	13	0.60	2.59	0.46	0.22	0.26	0.020	0.015	61.8
	20	0.55	2.26	0.40	0.20	0.24	0.017	0.013	72.6
	53	0.51	2.17	0.51	0.70	0.23	0.038	0.032	27.4
	62								
	64	0.55	2.18	0.50	0.44	0.253	0.026	0.020	4.47
	64								
0.5135	2	0.70	2.58	0.73	1.61	0.27	0.034	0.026	34.7
	6	0.72	2.62	0.72	0.21	0.27	0.013	0.012	93.7
	13	0.67	2.40	0.77	0.43	0.28	0.018	0.015	70.3
	20	0.62	2.38	0.83	1.18	0.26	0.032	0.021	47.4
	53	0.60	2.29	0.87	3.25	0.26	0.040	0.030	29.2
	62								
	64	0.66	2.33	0.78	2.22	0.28	0.040	0.030	31.3
	64								
平均值.....						0.029	0.022	48.5	

(七)試驗之結果

河身之灣曲不定，爲自然之趨勢，年代愈久，灣曲愈甚，以致河身不能固定，行流衝擊，截灣決口，爲害之廣，實不可以言喻，治河之困難，亦愈莫屬於此，故自模型試驗創世後，從事於曲道河灣試驗者甚多，如近世水工試驗專家 Engel氏曾受中國之委託，在德國作兩次黃河曲道之試驗，其結果及詳細情形可參閱 Engel氏治黃報告，其他實地試驗曲道者，最近有美國工程師 Flue, Herbert, Lancefield, 等氏實測俄亥俄河灣結果刊載於 1934 年五月之 Civil Engineering 中但上述各例，多注意於水流情形，並未試驗及截灣取直後之利弊，而本試驗之目的，則注重於截灣取直後之利弊不顧河灣水流情形，此乃本試驗與上述諸例之異點也。

關於試驗截灣取直之弊利，就作者所知，其最著者，首推美國在 Vicksburg 對於密西西比河灣之試驗，其重要結果有二：一爲截灣取直後上游水位確係減低，二爲下游水位並無變化。

至於截灣取直後上游究減低水位若干，影響何處爲止及水位減低與流量之關係均屬無從查考。

茲將本試驗各項結果分段敘述如下：

第一次試驗尾門頂高爲 24.18 公分（自標尺之零點起）第一圖所示即第一次試驗之結果，橫坐標表示各標尺間之距離，在模型中之一號標尺約與天然河身中之漢口相當，四號標尺約與煤炭洲相當，五號標尺即截灣取直後上游最近之一站，直坐標係代表截灣後水位之升降，

在未截灣以前，自漢口至蕭家洲之距離爲一百三十公里，取直之後航距縮短，其縮短之距離按圖所示，適及一半，故截灣取直後，五四兩號標尺（即花口與煤洲）間之航距甚短，繪圖時自亦應縮短航距，但吾人爲明悉上下游變化情形起見，仍用截灣前之航距，蓋易於識別也。

自第一至第五圖所有各曲線，僅表示在某一定流量時截灣取直之影響，而非代

表河水之水面，如第一圖 A-A 僅示吾人以截灣後各處水位昇降之情況，即在此流量時，水位在一號標尺處較截前昇 0.02 公分，二號標尺處昇 0.03 公分，三號標尺昇 0.5 公分，第四號標尺處則降 0.1 公分，若欲截灣前後河水水面之形狀，可由第一表諸數值繪之惟因與本試驗無多關故，未一一繪出。

第二次試驗其尾門高為 23.86 公分其結果，如二圖所示，與第一次試驗無甚差別，上游降落最甚者，亦為五號標尺處，達 3.6 公分較大於第一次所試者，蓋尾門高度減低，比降加大，速度隨增故也。

下游影響則與前者稍異，其昇漲最高之處為第四號標尺，漸向下游則漸減低至一號標尺僅為 0.2 公分，四號標尺之昇高為 0.5 公分，後者約為前者之兩倍，此種現象之發生及其發生之由來，容後以水力學之原理，分別解釋，其討論則詳於試驗結果之探討一章。

第三次試驗尾門高為 23.54 公分，此次試驗結果，與以上兩次不甚一致下游經截灣取直後，在流量小時其影響與前兩次無異，即下游水位昇高，離截灣處愈遠者其影響愈微，然在流量大時，下游水位反較截灣以前減低最甚者為一號標尺處，二號標尺處次之，三號標尺處更次之，及至四號標尺方行增漲，此種現象之發生，亦詳於試驗結果探討一章。

第四次試驗尾門高為 23.3 公分，此次結果，更形複雜，在流量小時，則一號二號及三號標尺處均有增漲，獨四號標尺處減低，而在流量較大時，適得其反，究係測驗錯誤，抑為應有之現象。容後討論，

第五次試驗尾門高為 23.0 公分，為本試驗中採用之最低之尾門，亦即最大比降之試驗，其結果如圖四所示，截灣取直後，各處水位，均呈降落現象，惟上游較甚耳。

綜結以上五次試驗結果，可知截灣取直對於上下游水位影響之大概，為求應用便利起見，特將降落最甚之第五號標尺，昇降不定之四號標尺，及關係較重之一號

標尺，(即天然河漢口附近)三處如第六七八諸圖所示，繪圖以示流量比降水位昇降之關係。

第一次試驗結果 (表一)

	(水位公分)							流量
	1號標尺	2號標尺	3號標尺	4號標尺	5號標尺	6號標尺	7號標尺	(每秒立方公分)
截灣前之水位	25.60	25.65	25.68	25.70	26.60	26.10	26.15	2404
截灣後之水位	25.62	25.68	25.73	25.60	25.92	25.74	25.79	
水位之昇降	0.02	0.03	0.05	-0.10	-0.8	-0.34	-0.34	
	26.10	26.10	26.15	26.15	26.05	26.70	26.80	4252
同 上	26.13	26.15	26.25	26.08	26.10	26.25	26.45	
	0.03	0.05	0.055	-0.70	-0.40	-0.35	-0.35	
	26.12	26.15	26.17	26.18	26.70	26.80	26.90	4950
同 上	26.20	26.25	26.27	26.15	26.25	26.35	26.50	
	0.08	0.10	0.10	-0.03	-0.45	-0.45	-0.40	
	26.50	26.57	26.60	26.62	27.30	27.40	27.55	6220
同 上	26.60	26.70	26.75	26.60	26.80	26.85	27.10	
	0.10	0.13	0.15	-0.02	-0.50	-0.45	-0.45	
	27.61	28.00	28.05	28.08	29.95	30.15	30.25	11190
同 上	28.02	28.15	28.22	28.08	29.30	29.35	29.75	
	0.12	0.15	0.18	0.00	-0.65	-0.50	-0.50	
	27.96	28.08	28.12	28.15	29.80	30.20	30.40	12020
同 上	28.10	28.25	28.30	28.20	28.50	28.95	29.30	
	0.17	0.18	0.18	0.05	-1.30	-1.28	-1.20	
	28.45	28.55	28.60	28.65	30.72	31.00	31.25	13950
同 上	28.62	28.74	28.80	28.75	29.00	29.40	29.65	
	0.17	0.16	0.20	0.10	-1.72	-1.60	-1.60	
	28.60	28.65	28.70	28.74	31.00	31.15	31.30	15150
同 上	28.76	28.85	28.92	28.89	29.10	29.30	29.55	
	0.19	0.20	0.22	0.15	-1.90	-1.75	-1.75	
	29.00	29.07	29.10	29.15	31.70	32.35	32.35	15950
同 上	29.20	29.30	29.35	29.35	29.50	30.40	30.45	
	0.00	0.25	0.25	0.20	-2.20	-1.95	-1.90	
	29.30	29.40	29.40	29.45	32.70	32.90	33.10	22200
同 上	29.52	29.65	29.66	29.66	30.10	30.40	30.70	
	0.22	0.25	0.26	0.21	-2.60	-2.50	-2.40	
	29.55	29.70	29.73	29.75	33.20	33.40	33.70	23500
同 上	29.78	29.96	30.01	30.08	30.20	30.80	31.00	
	0.23	0.26	0.28	0.23	-3.00	-2.90	-2.70	

第二次試驗結果(表二)

	水位(公分)							流量 (每秒立方公分)
	1號標尺	2號標尺	3號標尺	4號標尺	5號標尺	6號標尺	7號標尺	
截灣前之水位	24.70	24.75	24.80	24.70	24.80	24.95	25.00	1414
截灣後之水位	24.71	24.75	24.82	24.73	24.85	24.92	25.00	
水位之昇降	0.01	0.00	0.02	0.03	-0.05	-0.03	0.00	
同 上	25.30	25.35	25.42	25.40	25.70	25.75	25.80	2550
	25.31	25.40	25.50	25.45	25.50	25.60	25.70	
同 上	0.01	0.05	0.08	0.05	-0.20	-0.15	-0.10	3900
	25.60	25.70	25.75	25.70	26.30	26.35	26.40	
同 上	25.62	25.77	25.75	25.80	25.90	25.98	26.10	5378
	0.02	0.07	0.10	0.10	-0.40	-0.37	-0.30	
同 上	25.90	26.00	26.10	26.08	27.10	27.15	27.20	8060
	25.95	26.08	26.22	26.18	26.40	26.50	26.70	
同 上	0.06	0.08	0.12	0.10	-0.70	-0.55	-0.50	10400
	26.66	26.75	26.80	26.77	28.20	28.20	28.30	
同 上	36.72	26.87	26.93	26.02	27.50	27.50	27.70	12370
	0.06	0.10	0.13	0.15	-0.80	-0.70	-0.60	
同 上	27.07	27.15	27.20	27.20	29.00	29.00	29.10	15170
	27.15	27.28	27.34	27.27	27.80	28.00	28.15	
同 上	0.08	0.13	0.14	0.17	-1.20	-1.00	-1.95	18000
	27.60	27.66	27.75	27.75	29.95	29.95	30.00	
同 上	27.70	27.80	27.90	27.95	28.05	28.25	28.40	20100
	0.10	0.14	0.15	0.20	-1.90	-1.70	-1.60	
同 上	28.16	28.25	28.35	28.35	30.95	31.05	31.15	22400
	28.30	28.41	28.52	28.60	29.00	29.15	29.25	
同 上	0.14	0.16	0.17	0.25	-1.95	-1.90	-1.90	20100
	28.90	29.00	29.06	32.10	32.10	32.15	32.20	
同 上	29.06	29.20	29.30	29.35	29.75	30.15	30.30	22400
	0.16	0.20	0.25	0.30	-2.75	-2.00	-1.90	
同 上	29.32	29.40	29.45	29.45	32.80	33.00	33.15	22400
	29.50	29.65	29.75	29.80	30.10	30.90	31.20	
同 上	0.18	0.25	0.30	0.35	-2.70	-2.10	-1.95	22400
	29.81	30.00	30.00	30.00	33.90	34.00	34.15	
同 上	30.00	30.35	30.40	30.50	30.60	31.50	32.00	22400
	0.19	0.35	0.40	0.50	-3.30	-2.50	-2.15	

第三次試驗結果 (表三)

	水位(公分)							流量 (每秒立方公分)
	1號標尺	2號標尺	3號標尺	4號標尺	5號標尺	6號標尺	7號標尺	
截灣前之水位	24.75	24.61	24.65	24.82	25.35	24.80	24.60	2064
截灣後之水位	24.75	24.60	25.02	24.90	25.05	24.60	24.70	
水位之昇降	0.00	0.00	0.07	0.08	-0.30	-0.20	-0.20	
	25.40	24.55	24.67	25.40	26.40	26.00	26.05	3790
同 上	25.36	25.50	25.57	25.55	25.85	25.50	25.50	
	-0.01	-0.06	-0.08	0.85	-0.55	-0.50	-0.45	
	25.77	25.90	26.00	25.85	27.50	26.75	27.00	5600
同 上	25.78	26.05	26.85	26.05	26.80	26.05	26.20	
	0.03	0.05	0.15	0.20	-1.20	-0.90	-0.80	
	26.30	26.40	26.45	26.82	28.25	27.85	27.90	7830
同 上	26.35	26.60	26.70	26.65	26.95	26.70	27.00	
	0.05	0.20	0.25	0.33	-1.30	-1.10	-0.90	
	26.80	26.95	27.05	26.85	29.35	28.95	29.05	10610
同 上	26.85	27.00	27.25	27.15	27.47	27.60	28.00	
	0.05	0.05	0.20	0.30	-1.88	-1.35	-1.05	
	27.32	27.50	27.60	27.40	30.35	29.90	30.20	13130
同 上	27.35	27.60	27.87	27.90	28.20	28.50	28.90	
	0.03	0.10	0.27	0.50	-2.15	-1.40	-1.30	
	27.90	28.10	28.15	27.95	31.20	30.90	31.20	15570
同 上	27.92	28.42	28.62	28.60	29.00	29.40	29.95	
	0.02	0.32	0.47	0.65	-2.45	-1.50	-1.35	
	28.42	28.68	28.75	28.50	32.10	32.00	32.30	
同 上	28.42	28.70	28.77	29.00	29.20	29.80	30.20	
	0.00	0.02	0.03	0.50	-2.90	-7.20	-2.10	
	28.86	29.02	29.10	28.80	32.90	32.70	32.95	20920
同 上	28.84	29.02	29.10	29.50	29.55	30.25	30.70	
	-0.02	0.00	0.00	0.70	-3.35	-2.45	-2.25	
	29.35	29.50	29.65	29.30	33.80	33.70	34.00	22200
同 上	29.30	29.50	29.60	29.87	30.10	31.00	31.50	
	-0.05	0.00	-0.05	0.57	-3.70	-2.70	-2.50	

第四次試驗(表四)

	水位(公分)							流量 (每秒立方公分)
	1號標尺	2號標尺	3號標尺	4號標尺	5號標尺	6號標尺	7號標尺	
截灣前之水位	24.75	24.80	24.80	24.80	24.85	24.85	24.85	1274
截灣後之水位	24.76	24.82	24.82	24.65	24.70	24.70	24.75	
水位之昇降	0.01	0.02	0.02	-0.15	-0.15	-0.15	-0.00	
	25.20	25.23	25.25	25.15	25.40	25.40	25.40	2121
同上	25.21	25.25	25.27	25.13	25.15	25.20	25.20	
	0.01	0.02	0.02	-0.01	-0.25	-0.20	-0.20	
	25.80	25.87	25.88	25.95	26.40	26.45	26.50	3960
同上	25.82	25.90	26.92	25.91	25.95	25.95	26.10	
	0.02	0.03	0.04	-0.04	-0.45	-0.40	-0.40	
	26.50	26.60	26.61	26.80	27.85	27.80	27.95	6750
同上	26.53	26.64	26.65	26.85	26.90	26.95	27.15	
	0.03	0.04	0.04	0.05	-0.85	-0.85	-0.80	
	26.98	27.10	27.15	27.20	28.50	28.40	28.60	8620
同上	26.98	27.13	27.18	27.30	27.50	27.50	27.60	
	0.00	0.03	0.03	0.01	-1.00	-0.90	-0.90	
	27.45	27.70	27.85	27.90	29.90	29.90	30.15	10610
同上	27.45	27.73	27.89	28.10	28.55	28.65	28.95	
	0.00	0.03	0.04	0.02	-1.35	-1.25	-1.20	
	28.20	28.35	28.45	28.60	31.25	31.30	31.55	14100
同上	28.20	28.36	28.50	28.70	29.25	29.35	29.60	
	0.00	0.01	0.05	0.01	-2.00	-1.95	-1.95	
	28.60	28.60	28.90	29.00	31.65	31.75	31.90	16280
同上	28.56	28.58	28.95	29.12	29.50	29.60	29.85	
	-0.04	-0.02	0.05	0.12	-2.15	-2.15	-2.05	
	28.80	29.07	29.12	29.15	31.95	32.00	32.20	16700
同上	28.74	29.02	29.14	29.30	29.70	29.80	34.00	
	-0.06	-0.05	0.02	0.15	-2.25	-2.20	-2.20	
	29.50	29.70	29.75	29.80	33.30	33.40	33.40	21210
同上	29.42	29.63	29.77	30.02	30.50	30.80	31.05	
	-0.08	-0.07	0.02	0.22	-2.80	-2.60	-2.40	

第五次試驗結果 (五表)

	水位(公分)							流量 (每秒立方公分)
	1號標尺	2號標尺	3號標尺	4號標尺	5號標尺	6號標尺	7號標尺	
截灣前之水位	24.65	24.70	25.75	24.70	23.40	25.45	25.70	2120
截灣後之水位	24.64	24.67	25.71	24.75	24.85	24.65	24.05	
水位之昇降	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05	-0.55	-0.50	-0.45	
	25.07	25.15	25.20	25.15	26.53	26.60	26.70	3880
同 上	25.06	25.10	25.15	25.15	25.60	25.70	25.85	
	-0.01	-0.05	-0.05	00.00	-0.63	00.90	-0.85	
	25.57	25.68	25.72	35.69	27.14	27.20	27.25	6027
同 上	25.55	25.60	25.62	24.64	25.69	25.90	26.05	
	-0.02	-0.08	-0.10	-0.05	-1.45	-1.30	-1.20	
	26.07	26.12	26.25	26.25	28.44	28.50	28.60	8060
同 上	26.01	26.11	26.10	26.15	26.44	26.70	26.90	
	-0.06	-0.01	-0.1	-0.10	-2.00	-1.80	-1.70	
	26.75	26.85	26.85	26.85	29.74	29.80	29.85	11040
同 上	26.67	26.70	26.70	26.70	27.14	27.40	27.55	
	-0.08	-0.15	-0.25	-0.15	-2.60	-2.40	-2.30	
	27.40	27.52	27.65	27.60	37.10	31.15	31.20	14150
同 上	27.28	27.35	27.30	27.40	27.90	28.15	28.30	
	-0.12	-0.17	-0.37	-0.20	-3.20	-3.00	-2.00	
	28.22	28.30	28.40	28.35	32.25	32.30	32.40	15230
同 上	28.04	28.05	28.00	28.10	28.40	28.35	29.15	
	-0.18	-0.25	-0.40	-0.15	-3.85	-3.55	-3.25	
	28.35	28.38	28.50	28.50	33.30	33.35	33.40	19100
同 上	28.13	28.10	28.08	28.22	29.35	29.75	30.00	
	-0.22	-0.28	-0.42	-0.38	-3.95	-3.60	-3.40	
	28.85	29.00	29.15	29.10	33.15	33.30	33.40	21500
同 上	28.57	28.70	28.80	28.80	29.15	29.40	29.80	
	-0.28	-0.30	-0.45	-0.30	-0.40	3.90	3.60	
	29.20	29.50	29.50	29.40	34.00	34.10	34.20	23500
同 上	28.87	28.95	28.90	29.00	29.80	30.12	34.40	
	-0.33	-0.35	-0.47	-0.35	-0.42	-3.98	-3.80	

(九) 試驗結果之探討

試驗結果中之最奇特者為第四號標尺水位昇降之不定，及最下游（即第一標尺）在比降大時水位反見低落兩點。

關於第四號標尺水位之昇漲，厥為水躍發生，及文德利影響，此處最值人注意者，即水躍之高度及發生水躍之距離，在坡度小時，即流速小，第四標尺即為發生水躍之處，但在坡度大時，水躍發生之處，適為第四標尺以下，該時第四標尺處之水深，尚在極限深度（Critical depth）以下，故水位反呈下降現象，如 D 圖所示：

至於第一標尺，在坡度小時水位依流量而升高，但坡度較大時其昇高量則逐漸減少，至坡度達至某一限度，水位反成減低，此種現象，偶爾視之，甚覺奇特，但悉心研究，實合乎水力學原理，吾人知 $Q = AV$

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial A} dA + \frac{\partial Q}{\partial V} dV \dots \dots \dots (1)$$

故無論任何河流，其流量增加時，水位與流速必同時增加，故 $\frac{\partial Q}{\partial A}$ 及 $\frac{\partial Q}{\partial V}$ 均為正值，此兩值之大小，則依各種情形而異，

若採 1 式之 $dQ = 0$ ，則流量無增減，方程式 1，變成

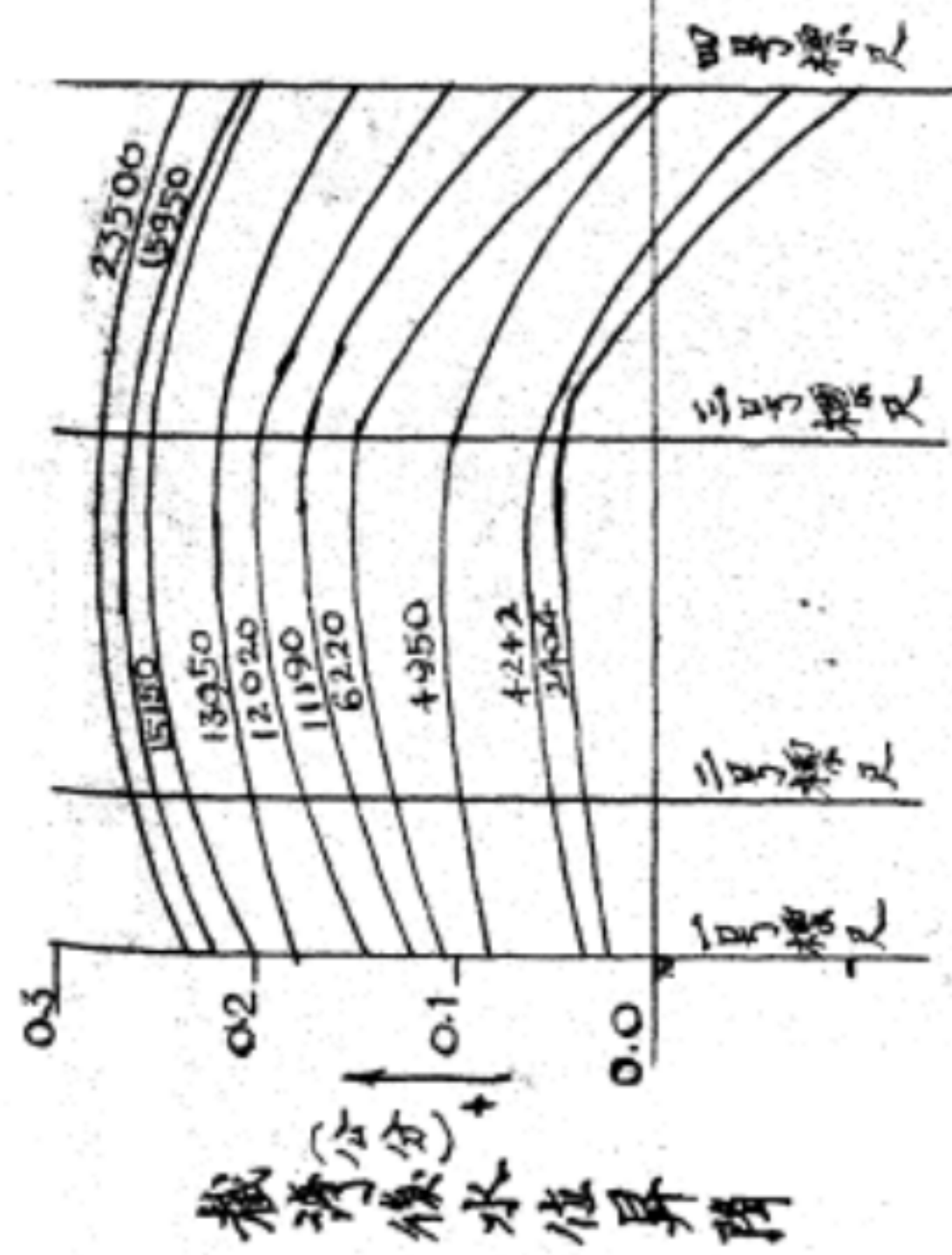
$$\frac{\partial Q}{\partial A} dA + \frac{\partial Q}{\partial V} dV = 0, \text{ 故 } \frac{\partial Q}{\partial V} \text{ 與 } \frac{\partial Q}{\partial A} \text{ 必為相反，若 } \frac{\partial Q}{\partial A} \text{ 為正，則 } \frac{\partial Q}{\partial V} \text{ 必為負，若}$$

$\frac{\partial Q}{\partial A}$ 為負， $\frac{\partial Q}{\partial V}$ 必為正，換言之，有時增水位，則減流速，有時增加流速，必減水位

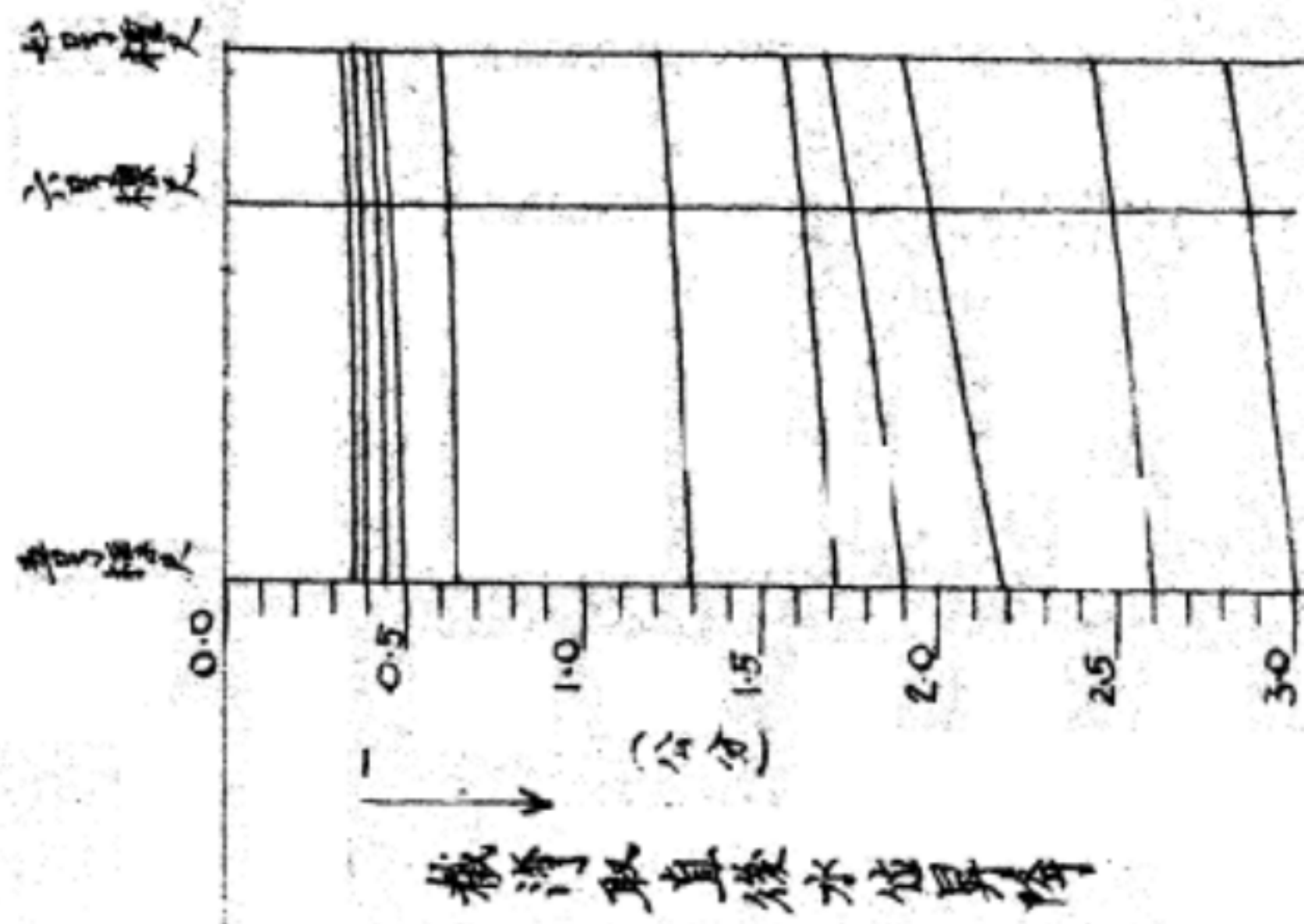
，吾人可舉以下兩例以明之。

$$1, \quad \frac{\partial Q}{\partial A} = - \quad \frac{\partial Q}{\partial V} = +$$

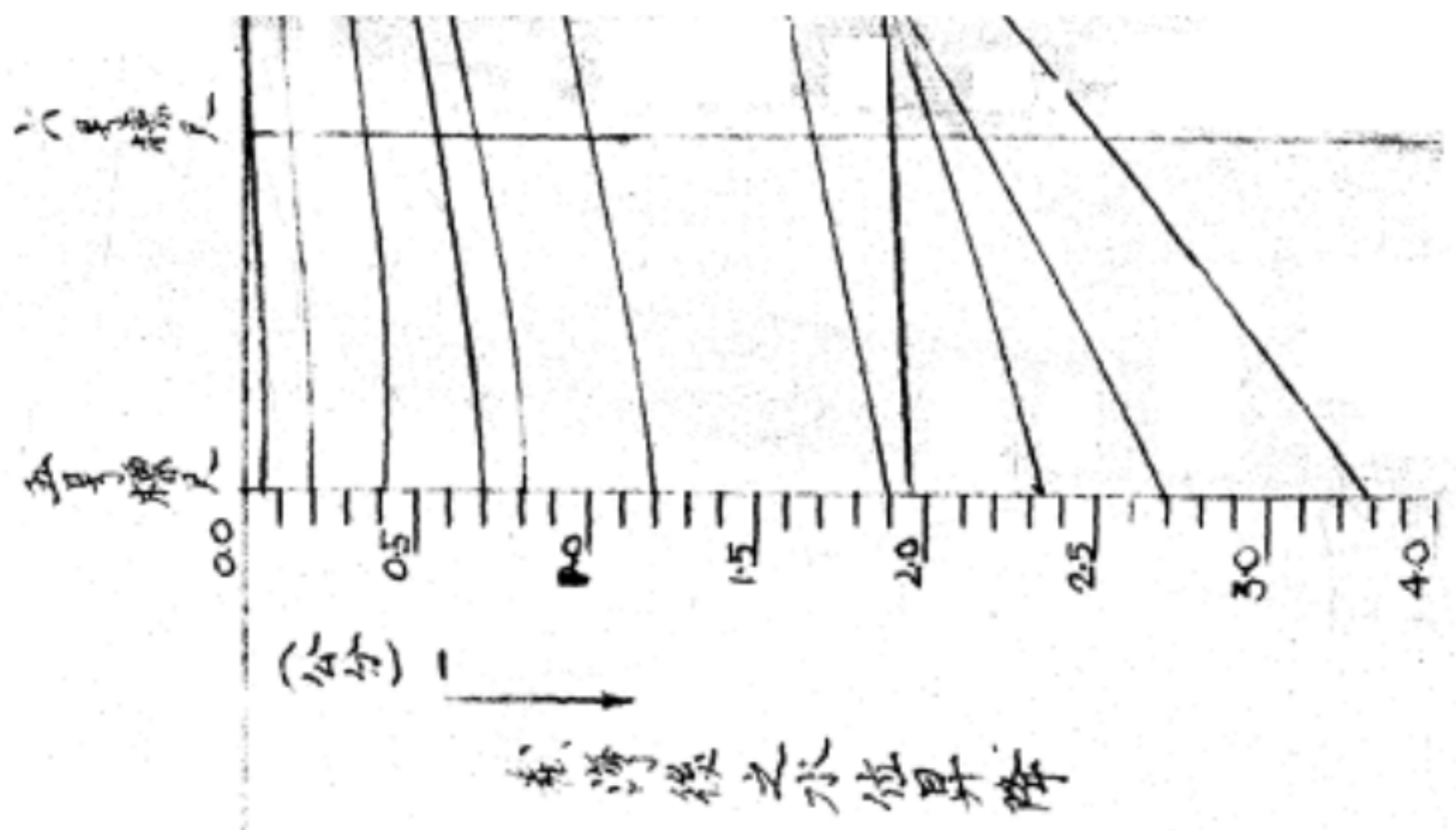
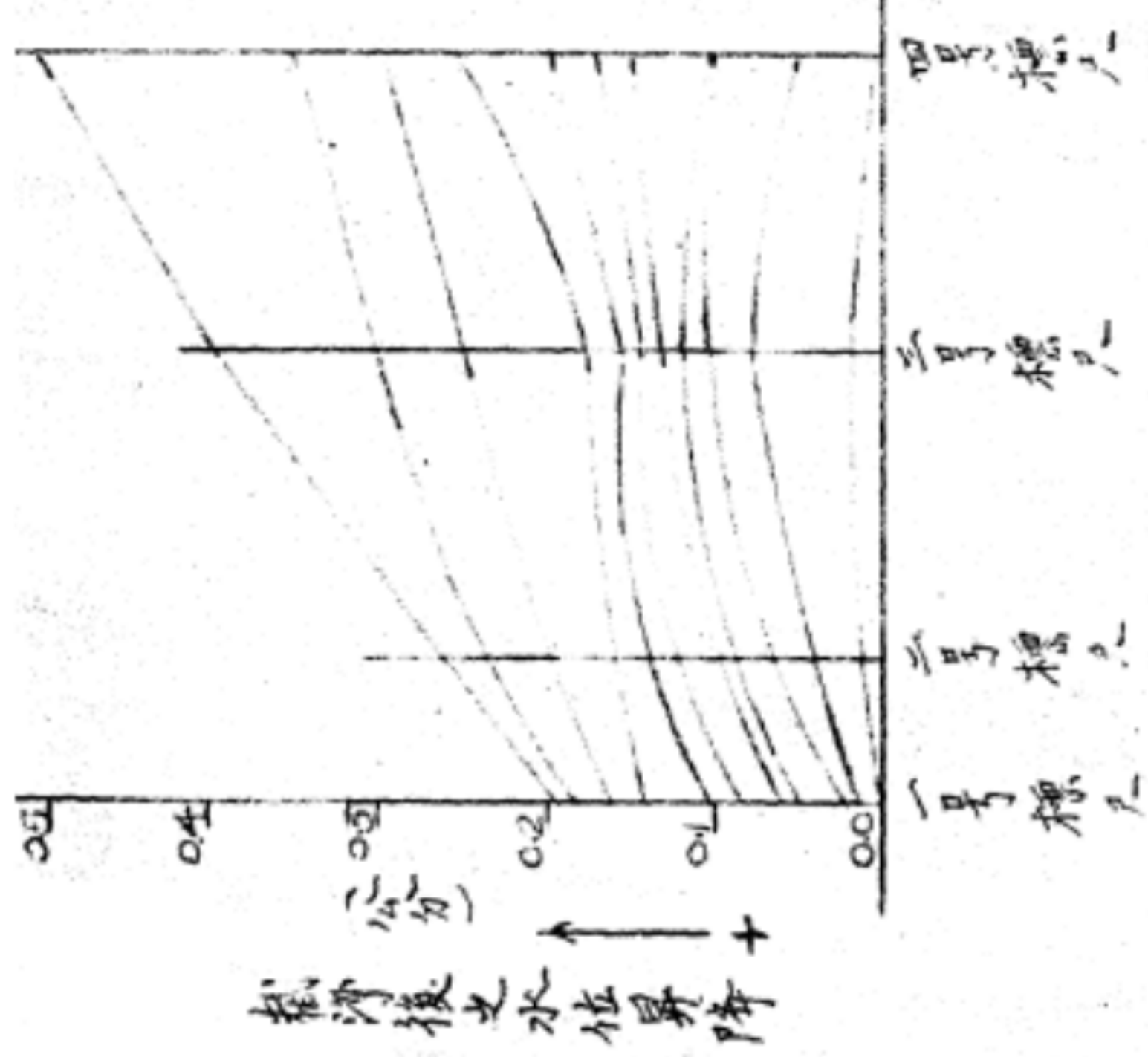
倘文德利槽 (Venturi flume) 之形狀，如圖之中間一圖所示，而其邊毫無奇特之狀，與水流線 (Stream-line) 完全一致，至少使水流之能 (Energy of flowing water) 全無損失，設摩擦消失極小，毋庸計及，當任何流量流入文德利槽時，水



第一次試驗
 截灣取直後各處水位
 與原灣之關係

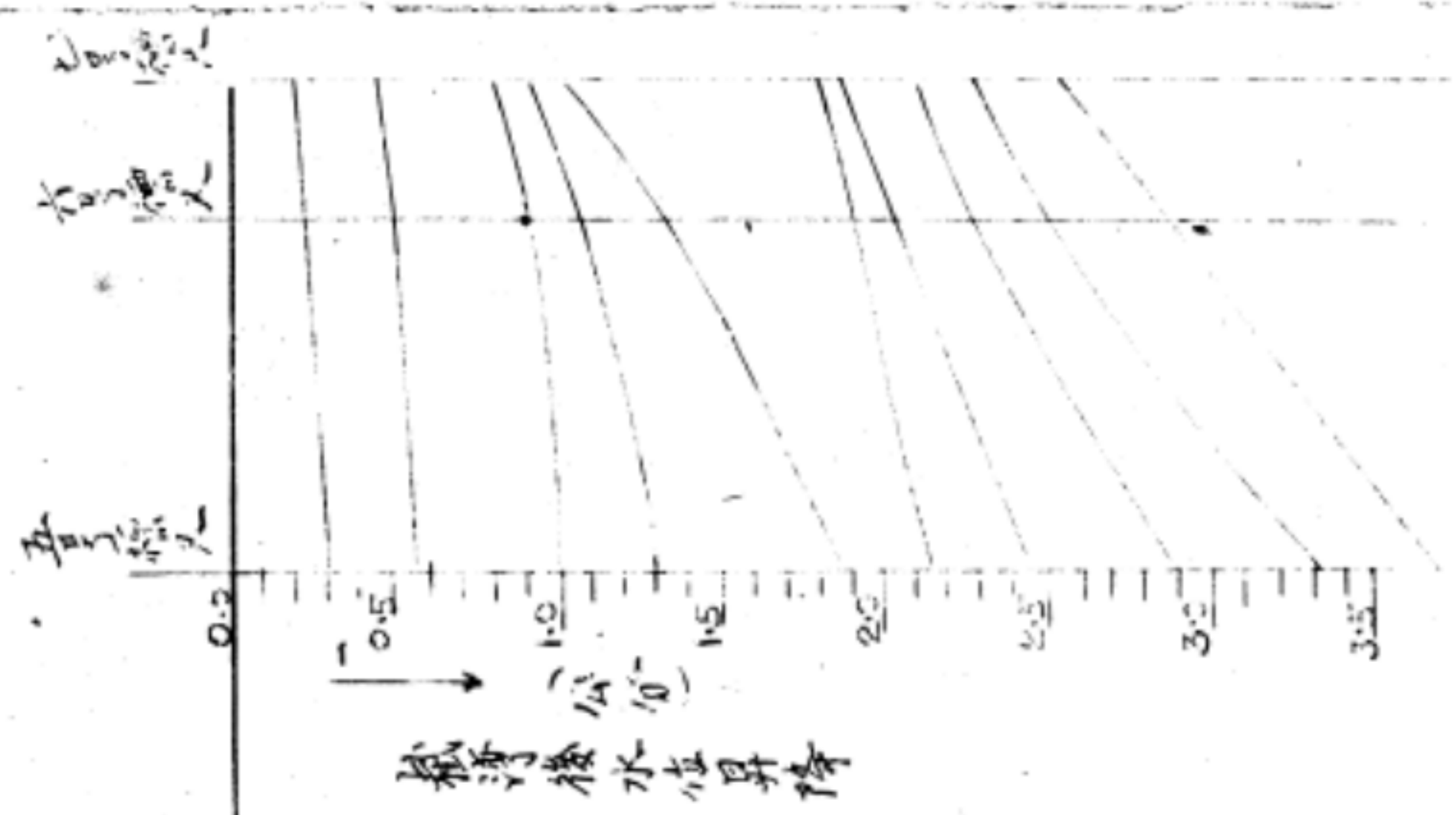
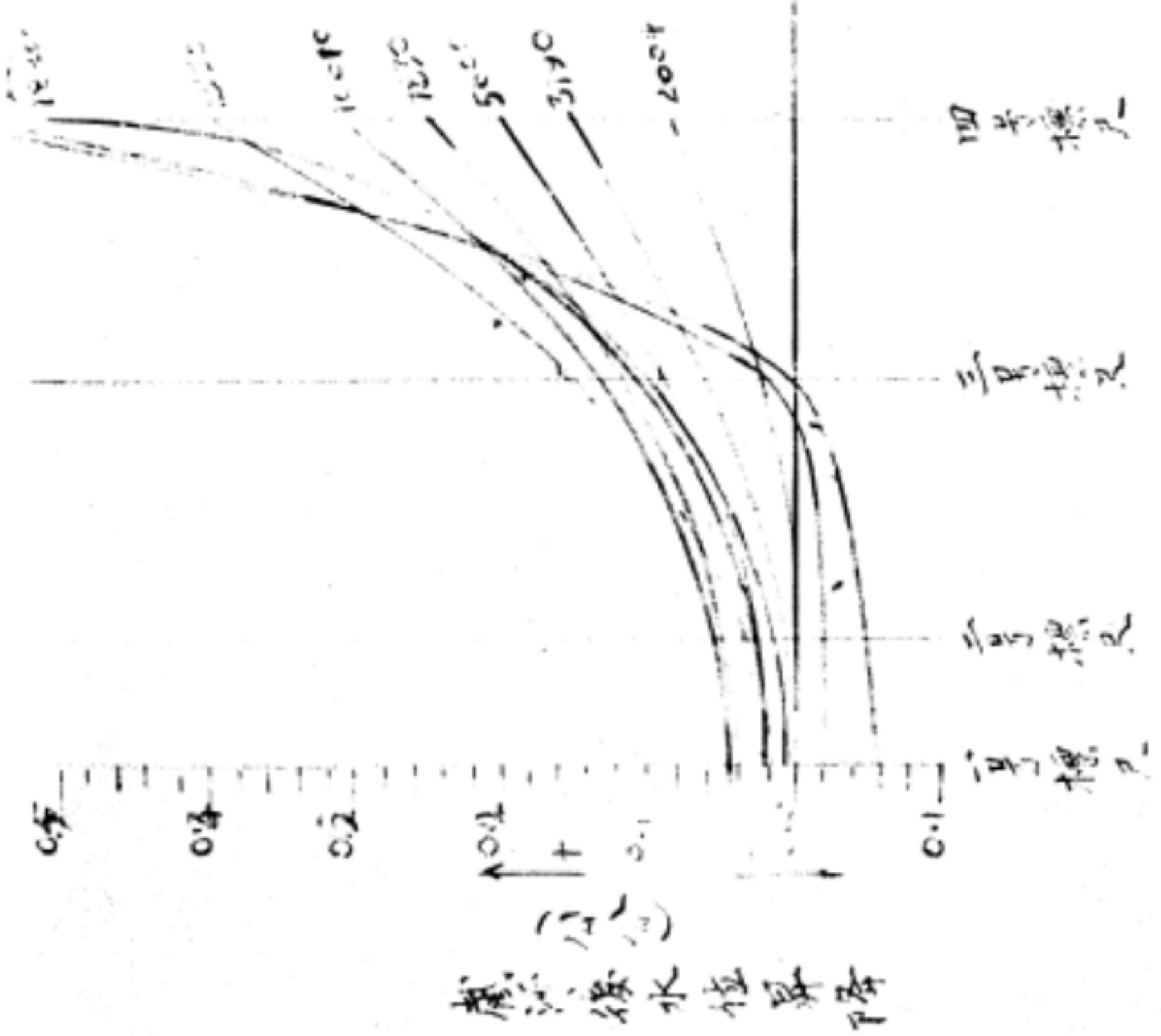


第二次試驗
 截灣取直後各處水位
 昇降與流量之關係

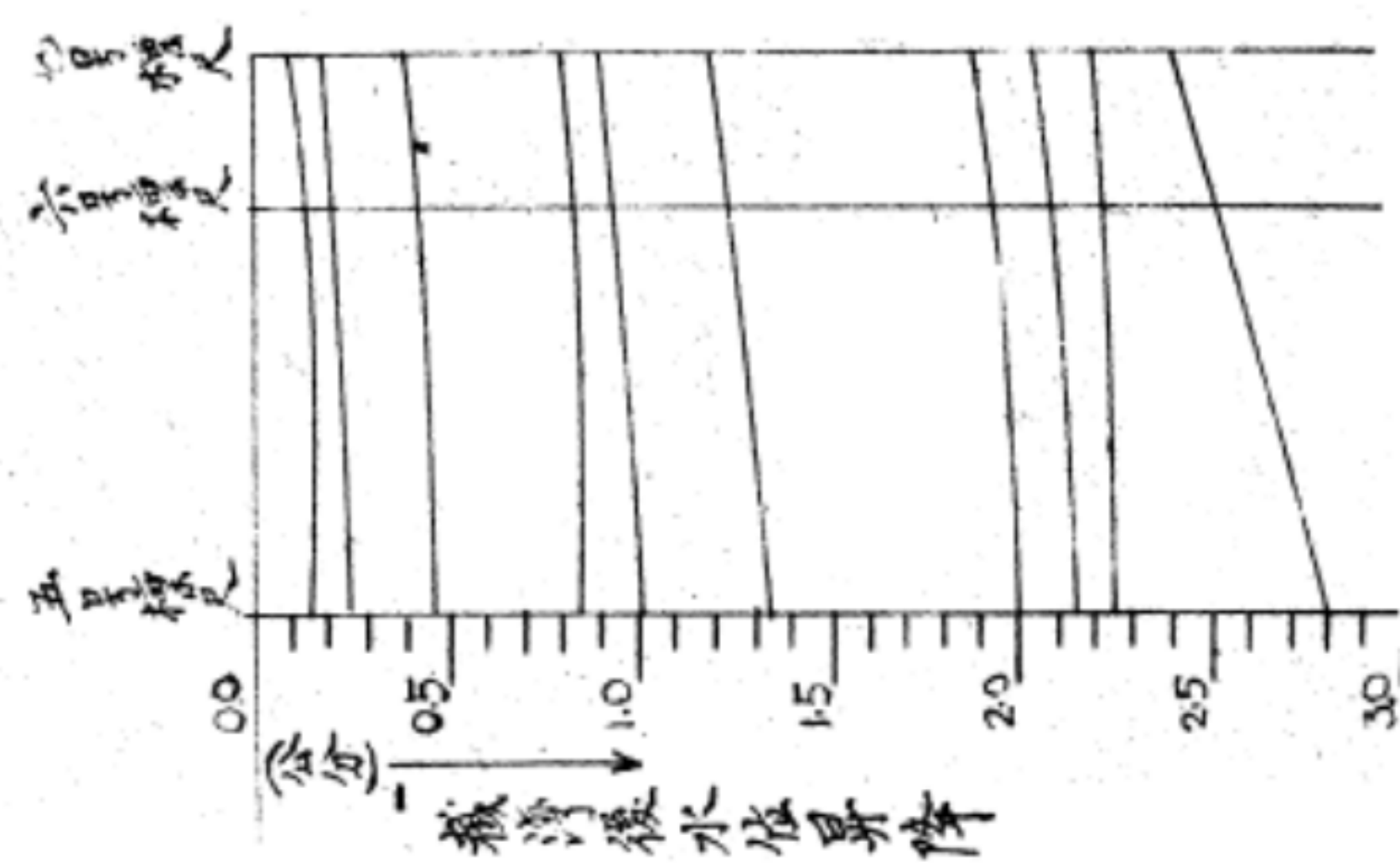
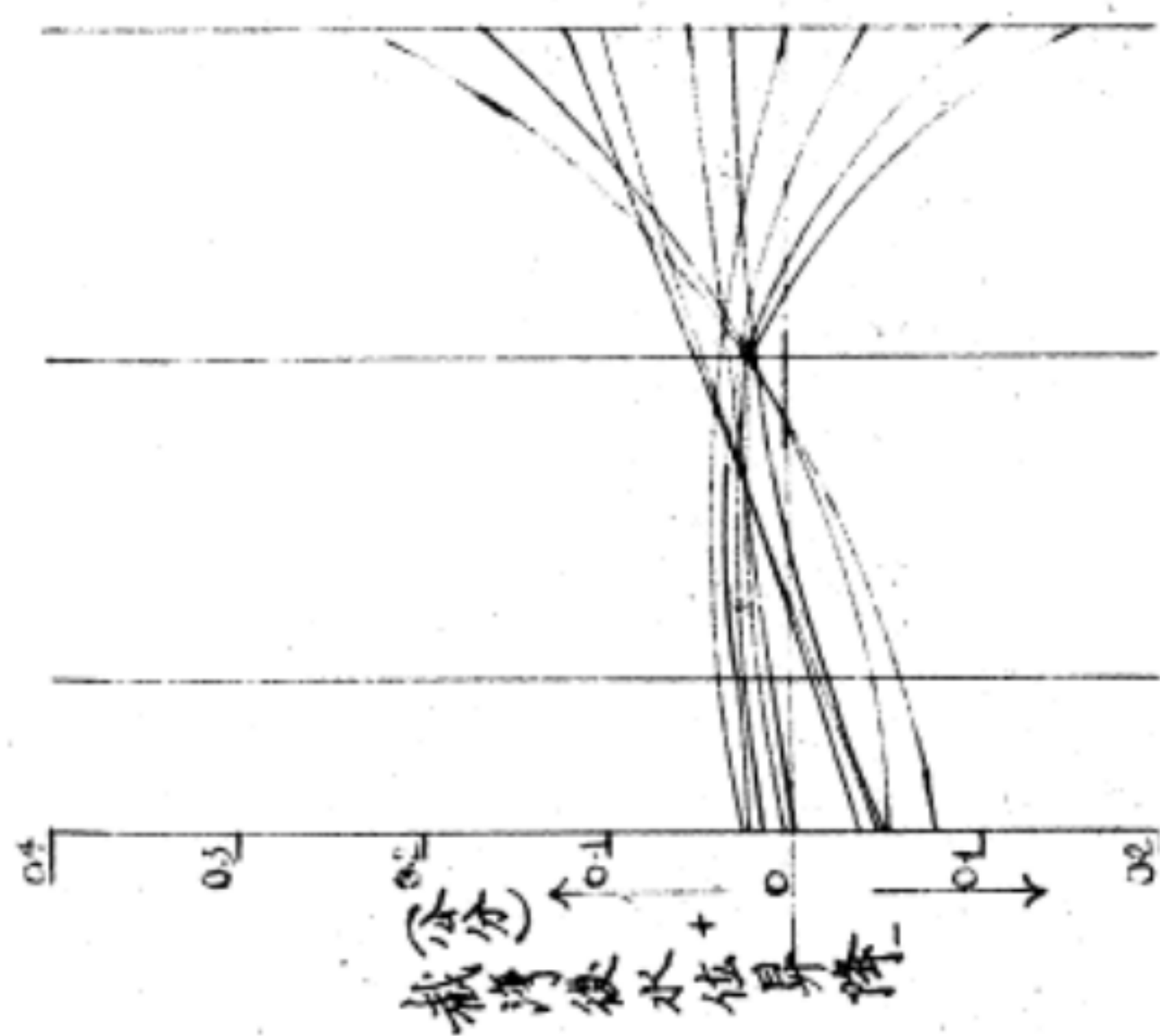


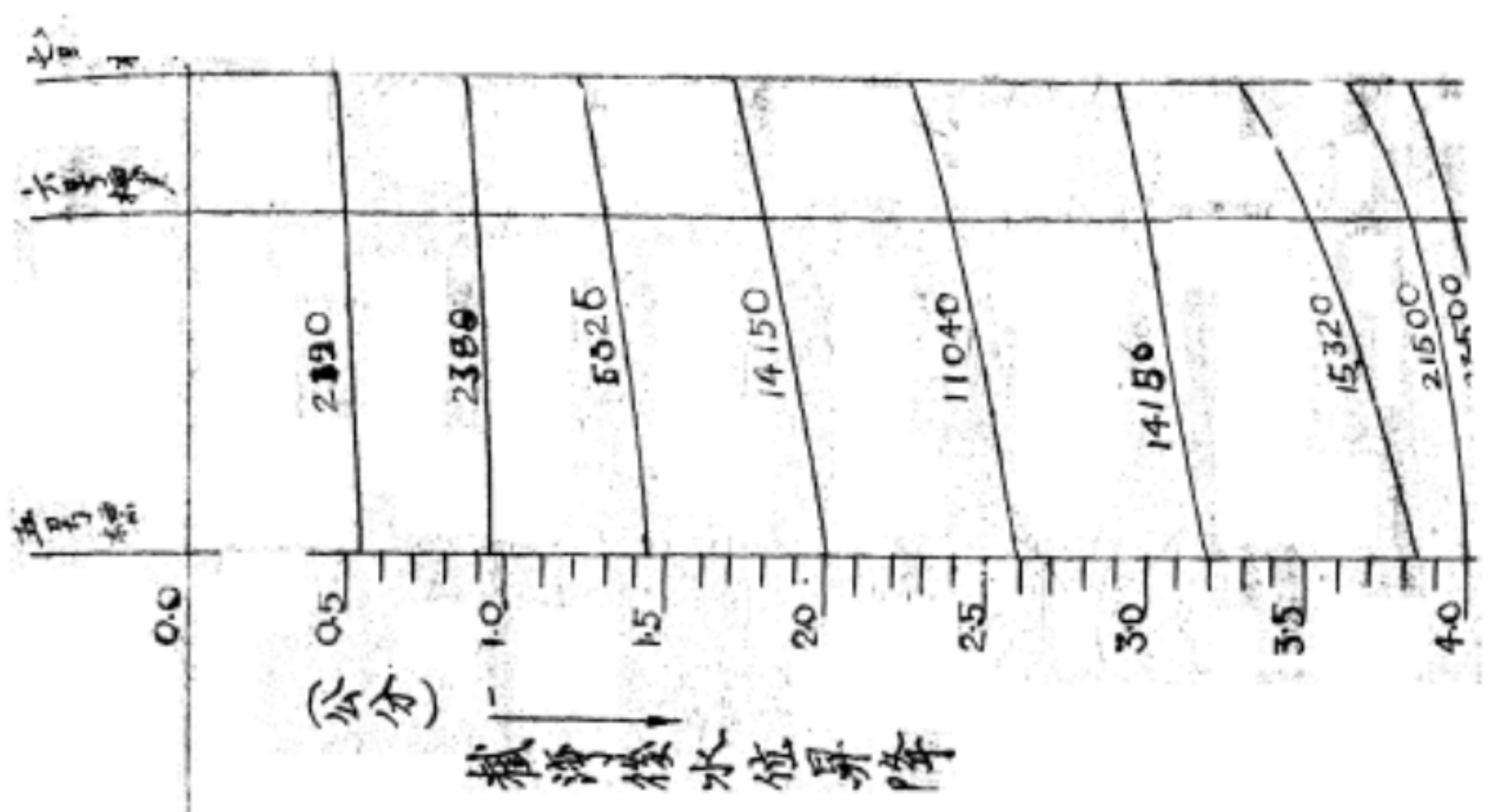
第二圖

第三次試驗
 截灣取直後各點水位
 升降與流量之關係

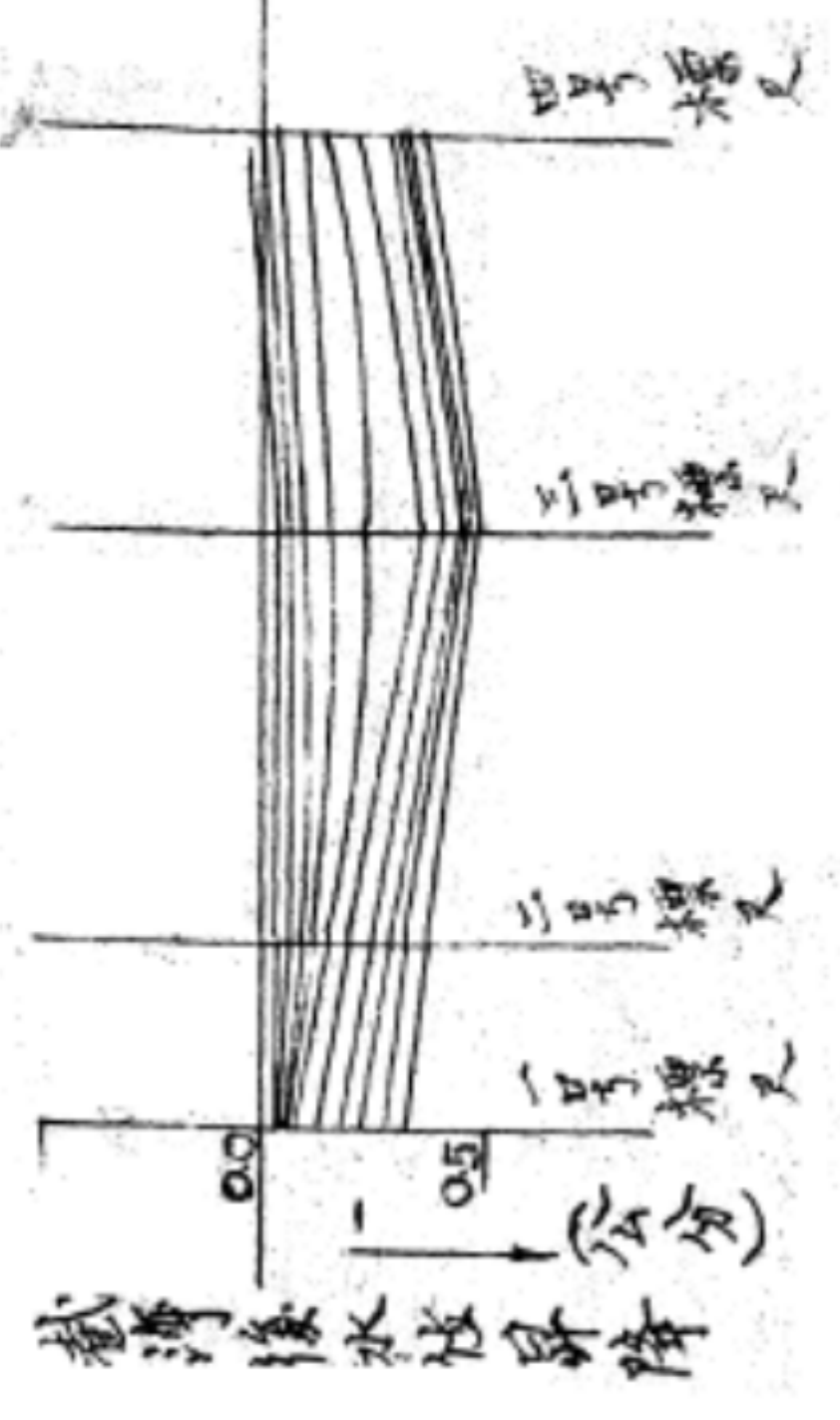


第四次試驗
 截灣後各點水位
 與流量之關係



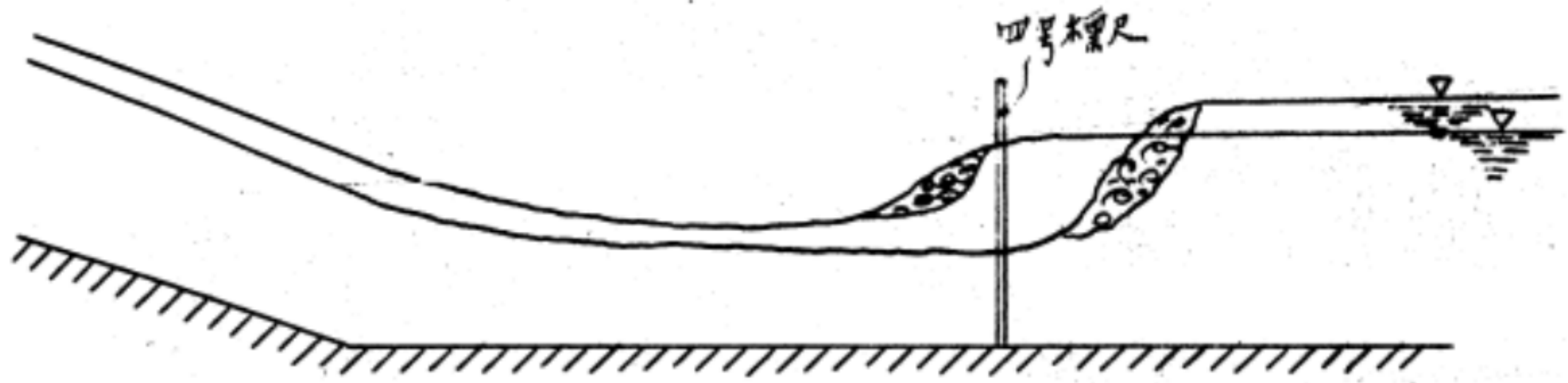


第五次試驗
取直後各點水位
與渠源量之關係

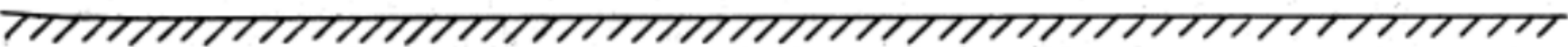
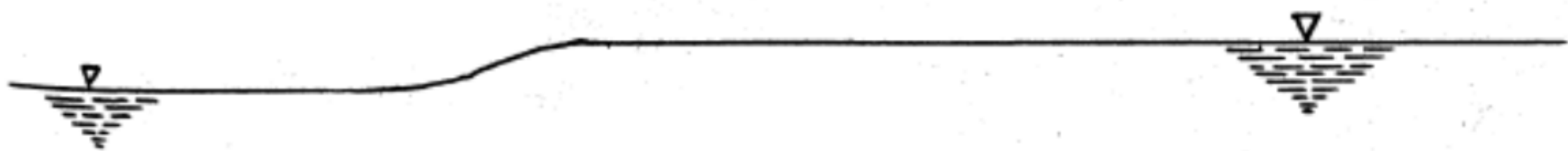
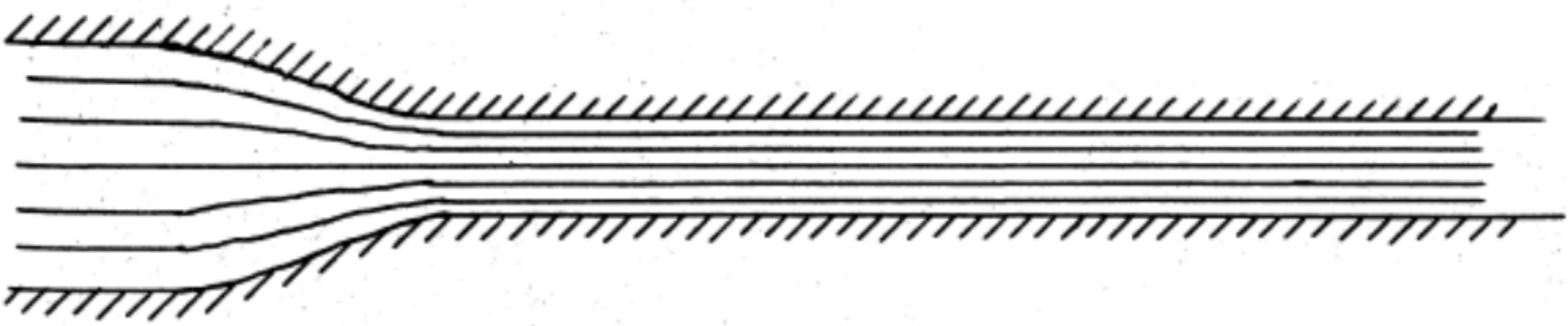
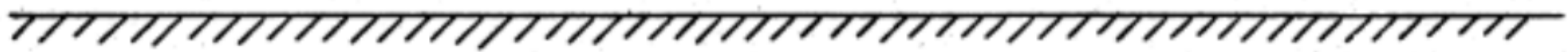
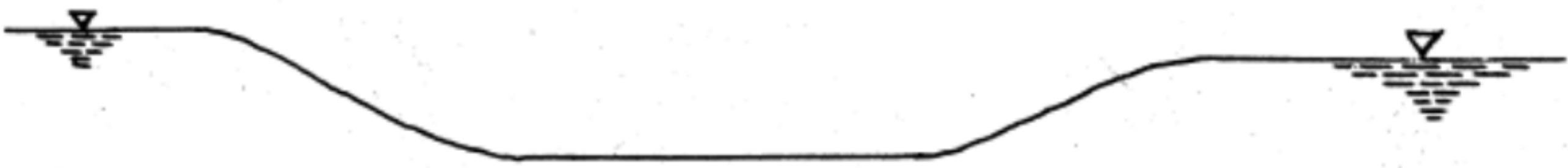


第五節

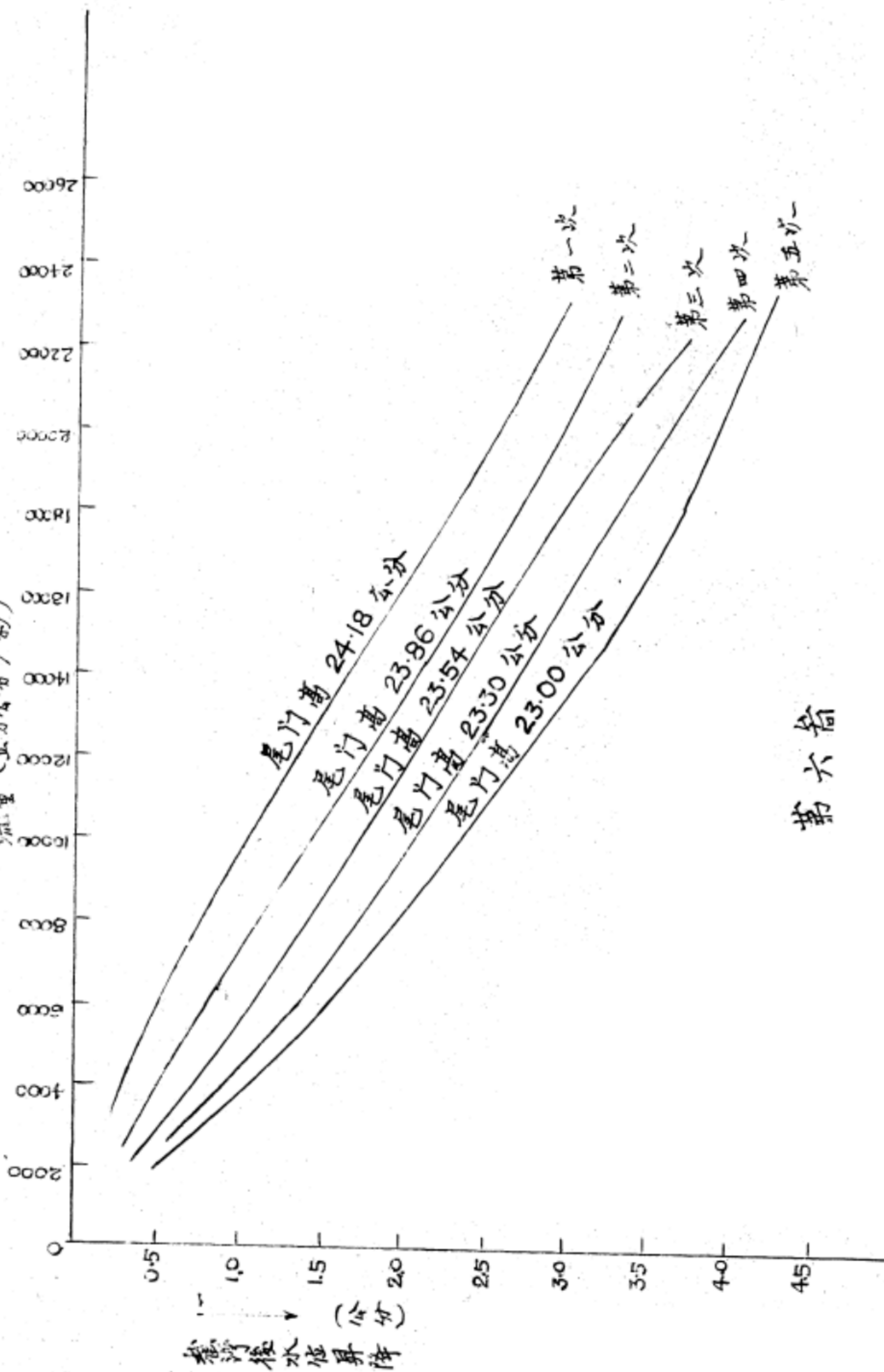
D 肯



文德利槽

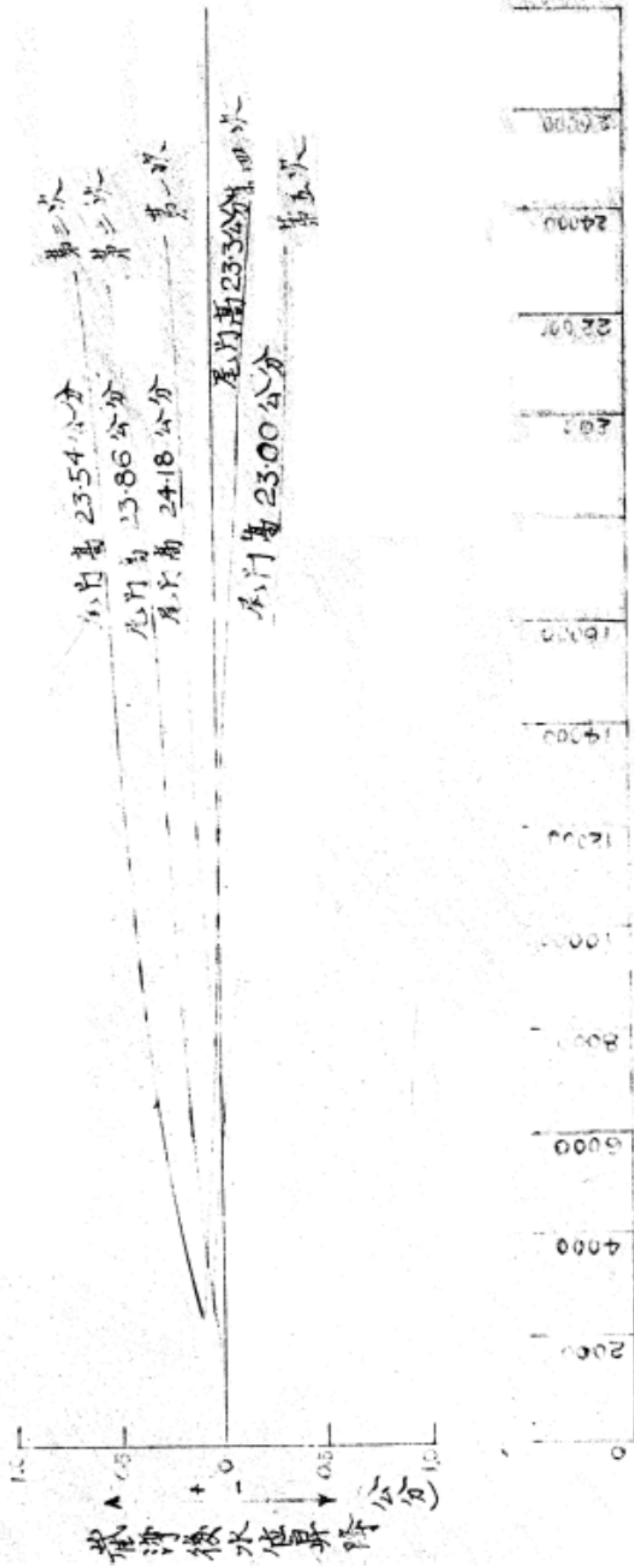


五号標及處截河後水位并降與流量及尾門高之關係
 流量 (立方公分/秒)

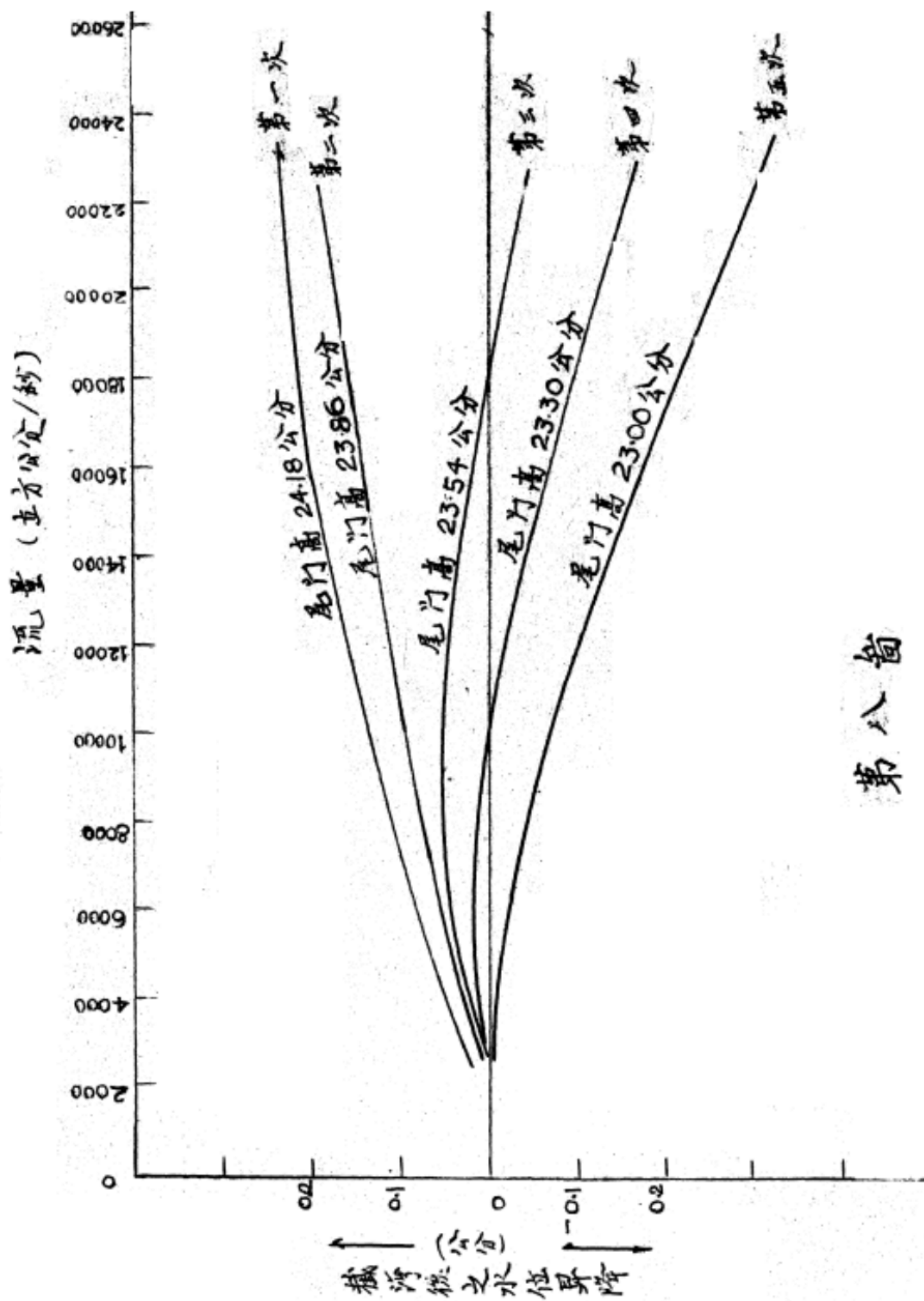


第六節

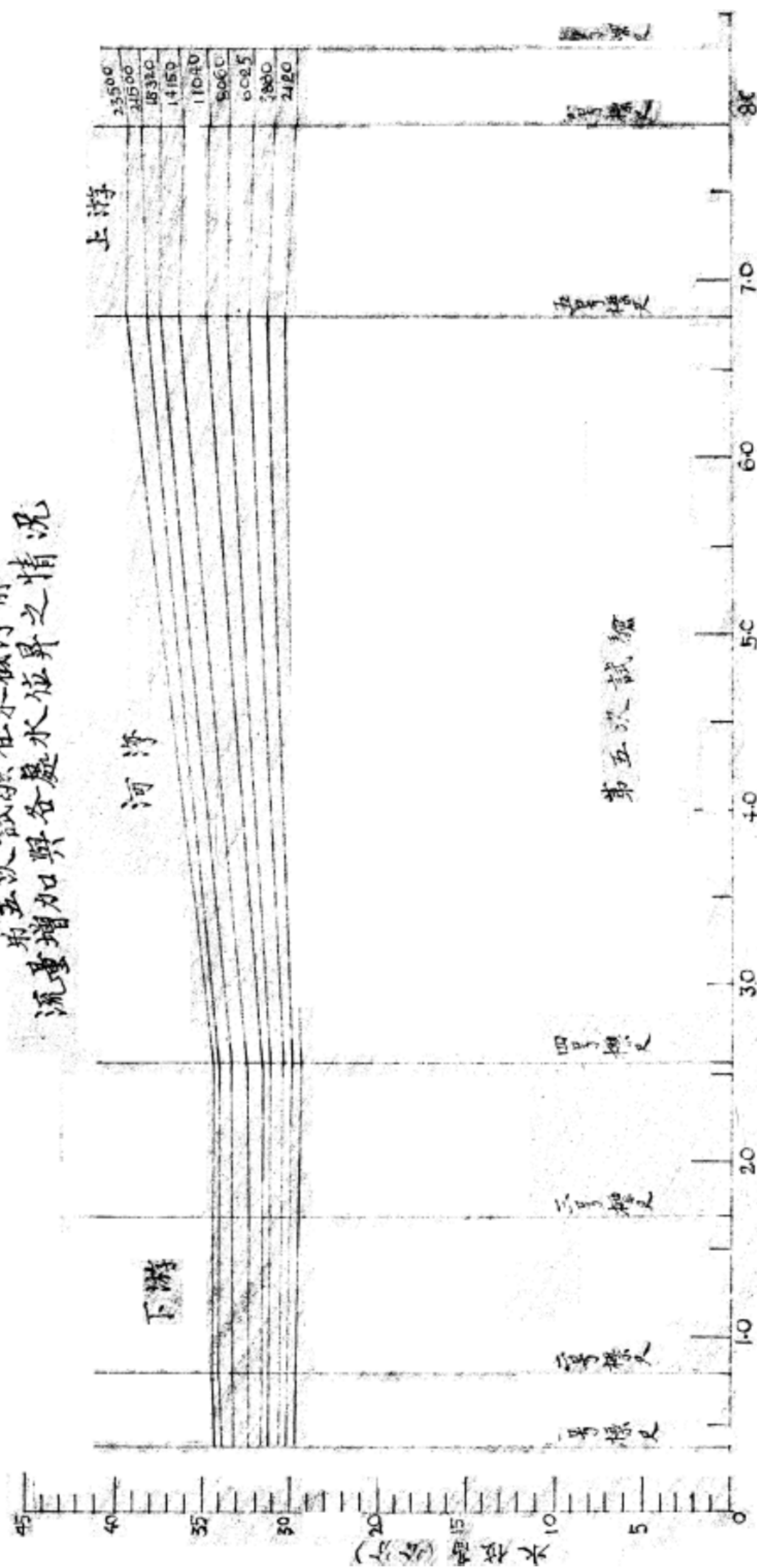
各點疏量及尾門高之關係



一、号標凡處(漢口)截灣後水位昇降與流量及尾門高之關係



第五次試驗在末截灣前
流量增加與各處水位昇之情況



距漢口距離 (公里)

第九節

位在闊槽時高，在窄槽時低，由連續方程式 (Equation of Continuity) 原理，知闊槽之流速慢，而窄槽之流速較快，依闊河與窄河比較， $\frac{\partial Q}{\partial A}$ 為負則 $\frac{\partial Q}{\partial V}$ 為正矣。

$$2, \quad \frac{\partial Q}{\partial A} = +, \quad \frac{\partial Q}{\partial V} = -,$$

若將文德利槽延長，則水流情形適與上例相反，呈窄河水位高，而闊河水位低之現象，如C圖之最下一圖所示，故 $\frac{\partial Q}{\partial A}$ 為正， $\frac{\partial Q}{\partial V}$ 為負矣。

由上兩例所述，知1號標尺在坡度及流速小時增，大時則是反是之，蓋流速小時，即無異于增文德利槽之長度，故水位降，流速大時則反見減，蓋1號標尺之河身較窄形一文德利槽也。

結論

本試驗五次試驗結果，業經按照尾門高度分繪第一至第五諸圖，自此可得下列結論：

1. 截灣後上游河段之水位普通均屬降落（與 Vicksourg 試驗結果完全符合）其降落之多寡與流量之大小俱增減，且愈近河灣之處愈大，愈遠河灣之處愈小。
2. 設流量一定，尾門高度變易，則接近新河之上游段水位因截灣取直而降落，且與比降成正比。
3. 接近新河之下游河段水位昇降不定，或昇或降，依各種因素——如比降及流量等——之不同而異。
4. 距新河較遠之下游河段，在比降小時，受截灣之影響而昇漲其水位，在比降大時則降落其水位。

此次試驗，費時兩閱月，模型之製造幾占其半，以種種困難，結果未能盡滿人意，惟由作者之經驗，深知欲獲良好結果，必須對於下列諸點予以切實之注意：

1. 模型應以含沙之黏土製造——河灣一經截直，新河段之水流必因比降驟增而加大其冲刷力，攜泥沙以俱下，及復入舊河，則又因比降驟減而停積其泥沙，於是新河段之水位不但受速度增大之影響而下降，抑且因河底之刷深而更形低落，接近新河下游之舊河段則因河底之高淤而更形昇漲，本試驗因缺乏適當材料，模型表面係用水泥漿製成，故於以上影響均未顧及，結果略有差異耳。
2. 模型須有適當之長度——本試驗受空間之限制，模型未能儘量伸張，自進水處至尾門，長度僅約十五公尺，因尾門高低不當所生之迴水(Backwater)及落水(Crop)現象與模型下游水位不無相當影響，同時上游因進水渠過短，在流量增加時，水面亦因而擁高。
3. 所有支流應一併加入試驗——天然河流並非恆流，流量愈近下游則愈增，如在灣道中有支河會合，則截灣以後，灣內之水必於短時間內匯流下注，致接近新河之

下游舊河段水位增高，與忽略支流而不計時絕不一致。

4. 水工試驗，因不能同時符合幾何相似性及動力相似性，通常多採用變形模型，而以二間變形模型 (distortion in two-way) 施用較廣，而本試驗之模型則採用三向變形模型，所獲結果如此，尚盼國內同好，製一向變形模型而試之，所獲結果，可與本試驗者互為照對也。

ABSTRACT OF THE MODEL TEST OF CUT-OFF AT PIE-CHOW BEND

Introduction: The apparent advantages of cut-off are:

1. to shorten the distance which the water has to travel.
2. to reduce the roughness coefficient in accordance with increase of velocity.
3. to increase the cultivated area.
4. to decrease the length of levees necessary to confine the flood waters.
5. to minimize the dangerous tendency for the creations of crevases.

About the advantages of cut-off, both the learned scholars and practical engineers agree with each other. There are some possible disadvantages of cut-off such as: to increase the instability of river, to increase the gaging neight on some stations which are located below the cut-off section, and erosion at or above the cut-off section as well as the deposition on the section below the cut-off section. About the disadvantages the learned scholars and the practical engineers hold different opinions and set up much dispute with each other.

The fundamental principle of engineering plan is to gain some advantages with least sacrifice. Whether the cut-off process is justifiable or not depends upon whether the advantages are in excess of disadvantages or not? Since some of the disadvantages are in dispute, it is better to study which are real disadvantages and which are just imaginations.

Ever since the model investigation in lieu of theoretical deduction, the opinions on the effect of cut-off progress into a new stage. Specially after famous model test of cut-off in Mississippi river in Vicksburg, the different opinions seems to convert a single one, and its results is briefly quoted as

follows:

1. a general lowering of the flow line above the cut-off.
2. no change in the elevation of the flow line below the cut-off.

After the model test in Vicksburg, a program of river straightening to reduce the slope irregularity is carried out continuously in Mississippi River. Up to present time a number of twelve cut-offs were completed. After several years observation, the effects of cut-off in natural river agree with the results of model test quite well. In other word, cut-off produces more advantages than disadvantages.

Object of this test: The main object of this test is to investigate the effect of cut-off at Pie-Chow Bend on the gaging height of Hankow station. Pie-Chow Bend is about 45 kilometers upstream from Hankow, and it has a curved length (length of river bend) of 40 kilometers. But the shortest distance between the two ends of Pie-Chow Bend is only 4 or 5 kilometers. The composed materials of both banks and bed are sand with few per cent of clay, in consequence, the river bend is shifting continuously. All the topographical data which are used in our test is based upon the topographical map of custom House of Hankow in 1934. Assumptions have made here that the hydrological data such as discharge, velocity etc. at Pie-Chow Bend are the same as that of Hankow station, it is reasonably correct because there is no great tributary between Pie-Chow and Hankow.

Construction of the model: The model is constructed in three ways of distortions, in longitudinal direction the ratio between nature and model is 5000; in width, 2500 and in depth, 100. It is made of sand with pavement

of cement mortar on it.

The roughness coefficient of the model:

1. In Kutter formular $n=0.022$
2. In Manning formular $n=0.029$
3. In Chezy formular $n=48.5$

The gage height of several stations along the model are read from piezometers.

Procedure of the test: All data for testing the effects of cut-off are directly obtained by comparing the gaging height of every station after cut-off with that before cut-off. various tests are attempted in accordance with the variation of the crest height of tail gate. The variation of crest height of the tailgate is a function of changing water-surface slope.

Results: After five sets of tests with the crest heights of tail-gate set at 24.18, 23.86, 23.54, 23.3 and 23.0 cm. the results in each test are shown in figure 1, 2, 3, 4, and 5, respectively. From which some brief conclusions are drawn as follow:

1. The gaging height above cut-off section is generally lowered. This agrees with the results of Vicksourg tests very well) The amount of lowering increases with to increase of discharge, and amount of lowering is greater in stations near the cut-off than those farther away from the cut-off.
2. If the discharge were constant and the tail-gate were variable, the amount of lowering the gage height above the cut-off section due to cut-off increases as the water surface slepe increases.
3. The effect of cut-off on a section just below the cut-off are not constant,

some times the gaging height increases, and some times decreases, which depends on a number of factors such as: the watersurface slope, the discharge etc.

4. The effect of Cut-off on sections which are farther downstream of the cut-off section is to increase the gaging height with small water surface slope but to decrease with large surface slope.

Some suggestions for further investigation:

1. Model should be made of sandy clay — — — The effects of erosion and deposition after cut-off influence on the gaging height of lower station. Particularly, in the case of river composed of sandy clay, the erosion above and cut-off section have a serious effect. And consequently there are some depositions in the section below cut-off. Since the model now used is made of cement motar the erosion and deposition can not be observed. It is advisable to construct the mode in sandy clay to observe them.
2. Model should be constructed with sufficient length. — — — With the limitation of space, the length of this model (from the baffle on the inflow side to tail. gate) is only about 15 meters. The effects of backwater and drop-down, due to excessiveness and insufficiency of the crest heigot of tailsgate respectively, have much influence on the lower part of the model. While on the inflow part, for the shortness of the inflowing flume, less the discfarge is increased the rate of increasing gaging height in upper part of the model is greater than that of in the lower part.

3. Although three-way distortion is one of the ways to construct mode, it is desirable to have a two-distorted modal. In this way, we may have a check on the results.

封底