

中國第一水工試驗所董事會

出版物 第三種

永定河官廳攔洪壩

消力試驗

第一次試驗報告書

民國二十五年七月編印

13.36
54.3=2

中國第一水工試驗所

董事長李儀祉

副董事長李書田

當然董事

彭濟羣

李書華

傅汝霖

魏元光

孫祖世

劉允衡

何之泰

孔祥培

李協

董

事

須微

王季緒

許心武

徐世大

鄭肇經

沈怡

張含英

陳懋群

李書田

參加本試驗工務人員

所長兼主任工程師

李賦都

工程師

張言森

助理工程師

劉崇質

助理工程師

馬修文

143.36
USC.3=2

永定河官廳攔洪壩消力試驗報告書

永定河官廳攔洪壩消力試驗

第一次試驗報告書

目 錄

1. 官廳攔洪壩	1—1
2. 試驗問題	1—2
3. 試驗設備及模型	2—4
4. 試驗情形	4—5
5. 各試驗之論述	5—12
6. 消力設備之選擇	13—13
7. 結論	13—14

試 驗 日 期

民國二十四年十一月二十二日至二十五年五月十四日

6 8 8 4 6 6



永定河官廳攔洪壩消力試驗

1. 官廳攔洪壩

官廳攔洪壩位於察哈爾懷來縣境。壩址附近有官廳村因以爲名。爲直形重量滾壩。下部設涵洞三。其底與河槽底同高。水出壩後流經寬 40 至 60 公尺之海漫達河槽。壩之兩邊由壩頂至海漫尾端並設翼壩。(參看永定河治本計劃附圖卷二圖七十)

壩頂高度以大沽海平面計爲 466 公尺。河槽及涵洞底高度爲 439 公尺。全壩計高 27 公尺。壩頂滾水部爲拋物線式。溢水最高水位爲 469 公尺。高出壩頂 3 公尺。溢水道長 93.6 公尺。含橋墩八座。下游壩面斜坡爲 1.6:1。由涵洞頂起取弧形。半徑爲 10 公尺。涵洞寬 6 公尺。高 4.5 公尺。上作半圓形。底爲方形。每洞剖面面積爲 23.1 平方公尺。中洞位於壩之中心。各洞之中心線相距 15 公尺。

海漫與洞底同高。寬 40 公尺至 60 公尺。尾端設高 0.75 公尺之齒形消力檻。河槽槽底由海漫尾端至距海漫 28 公尺範圍內鋪以塊石。

翼牆垂直。在壩頂處二翼距壩中線 46.8 公尺。由此漸次窄狹，至海漫尾端相距 74 公尺，與該處河槽同寬。壩之中線與海漫尾端河槽中線相差 4.6 公尺，故涵洞位置略偏近河槽右岸。

永定河最大洪水時攔洪壩總洩水量根據計算(永定河治本計畫附圖第 67) 爲每秒 2300 立方公尺。低水期內庫內水位低於涵洞頂，爲槽式流水。水面達洞頂以上時即爲高水流量(永定河治本計畫卷二第 155 至 158 頁)。計低水流量爲每秒 423 立方公尺。庫內水位適高於洞底 4 公尺。當最大洪水時由涵洞所出水量共 1449 每秒立方公尺(永定河治本計畫卷二 159—160 頁)。下游河槽水位在最大洪水時爲大沽海面上 446 公尺。計深 7 公尺。河之比降爲 1:5000。

2. 試驗問題

水出壩後，因衝擊力大，下游河槽沖成深溝，乃通常現象也。溝墜緊接壩基，若淘刷過深，則危及壩身之安全。試驗目的在求一適合之消



力設備；減小水力，防止槽底之淘刷。即或不免，亦須使河槽在接近海漫處之冲刷程度達最小限度，而移溝壩位置於距壩較遠處，使其不至危及壩身。

3. 試驗設備及模型

模型比例尺為 1:50。壩身以混凝土製。河槽以磚壘成。底與牆均含有洋鐵層，以防漏水。（附圖 1）

模型由：入水部，水庫段，攔洪壩，河槽段，沉澱池，洩水堰及尾渠合組而成。試驗需水由低水箱以 0.3 公尺直徑鐵管導入量水堰箱。水出量水堰後注入模型入水部。由此經消力牆入「水庫段」計由消力牆至壩為 3.25 公尺。下遊河槽長 5.85 公尺。取直形。其岸坡為 1:2.3。槽底沙層深 0.25 公尺。槽之尾端為沉澱池，由河槽底計深 0.55 公尺，以磚牆與槽分隔。牆頂與槽底同高。清水經活動洩水堰及尾渠導入回水渠。

模型河槽無坡度，水位及流速以沉澱池後之活動洩水堰操縱之。

量水堰為不束口之方形堰。溢水邊緣為銳角者。水量以 Rehbock 公式計算（參看 Wassermessung mit scharfkantigen Überfallwehren von Rehbock, Flussbau laboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe 1929）堰箱以鐵製。長 3.7 公尺。寬 0.6 公尺。深 0.85 公尺。入水部較深。堰牆高 0.5 公尺。長 0.6 公尺（與箱之寬度同）。箱之邊牆伸出堰外。箱底至堰牆為止，故溢水下面空處與外氣相通連。

量水堰應先校正而後用之。但因校正設備尚未安置，未能舉行。此堰係根據 Rehbock 之規律作成，並利用其公式計算水量。即有錯誤，想亦極微。

水由箱之首部經消力牆及消力板而入箱內，使水面平靜。

量水堰及模型內之水位，以觸尺測量之。量水堰之觸尺，精確度為 20 分之一公厘。設於堰箱旁距堰 1 公尺之方匣內。底有細管通入堰箱底，使匣內水位達於極平定之程度。攔洪壩上遊庫內水位以距壩 0.24 公尺之觸尺測量之。其精確度與量水堰者相同。下遊槽內亦安置觸尺一

處，測量槽內水位。其精確度為十分之一公厘。

壩洪壩部與原計畫完全相似。下游河槽因缺乏精確地形及河槽形式圖，難以使其相似。故模型河槽取用直形者。全段橫斷面均相同。並用原計畫海漫處之寬度。

河槽形式無規，對於流水之情形自有關係，對於壩附近之冲刷或無甚大影響。即或有之，宜於近壩兩邊，築順壩，試驗結果，當不至以所取河槽之形式而失其價值也。

槽底冲刷質採用北戴河沙，其顆粒分配為：

直徑大於1.5公厘	.....	8.23%	(重量百分數)
直徑1.5公厘——1公厘	.....	9.14%	
直徑1公厘——0.75公厘	.....	21.16%	
直徑0.75公厘——0.50公厘	.....	26.40%	
直徑0.50公厘——0.40公厘	.....	3.75%	
直徑小於0.4公厘	.....	31.32%	

北戴河沙之優點，在顆粒大小之不均。模型冲刷質亦難與自然界者相似。甚或為不可能之事實。永定河官廳附近槽底由粗細不等之沙質及石粒合成。模型重質無需擇用黃土或細沙。本試驗之目的在觀各種消力設備之比較。察其優劣。模型內冲刷程度最小者在自然界自亦為最小。對於冲刷之深度，固應作「定量」之推算，但以缺乏官廳河槽重質之研究，故頗感困難。本試驗只能作為「定性」而非「定量」之研究。次者，在消力試驗似亦無關重要也。

模型壩頂溢水高度為0.06公尺。最大洪水洩量以相似律推算為1301/s（每秒公升）。由量水堰所測之洪水量為117.781/s合自然界者2031.173 每秒立方公尺。與永定河沿本計畫所計算之洪水量每秒 2300 立方公尺相差218.827 立方公尺。差誤原因乃以官廳壩之洩水量係採用某種流量公式計算而得，與實際之洩水量自不能完全符合也。模型內洪水時由三涵洞所出水量為63.161/s合自然界者每秒1116.038 立方公尺。溢水量為54.621/s合自然界者每秒965.185 立方公尺。茲將官廳壩與模型尺寸及水量之比較列之於下：

官廳壩與官廳壩模型尺寸及水量比較表：

	官廳壩	模 型
由涵洞（河槽）底至壩頂.....	27 m	0.54 m
溢水高度.....	3 m	0.06 m
每涵洞剖面.....	23.1 m ²	0.00925 m ²
洪水總洩量.....	2081.173 m ³ /s	0.11778 m ³ /s
洪水時每涵洞洩水量.....	372.0127 m ³ /s	0.021053 m ³ /s
洪水時三涵洞洩水量.....	1116.038 m ³ /s	0.06316 m ³ /s
洪水溢水量.....	965.135 m ³ /s	0.05462 m ³ /s
洪水時下游水深.....	7 m	0.14 m
洪水時涵洞內流速.....	16.084 m/s	2.275 m/s
庫內水位與壩頂同高時三涵洞洩水量.....	915.84 m ³ /s	0.05183 m ³ /s
涵洞內流速.....	13.22 m/s	1.87 m/s
河槽水深.....	4.385 m	0.0877 m

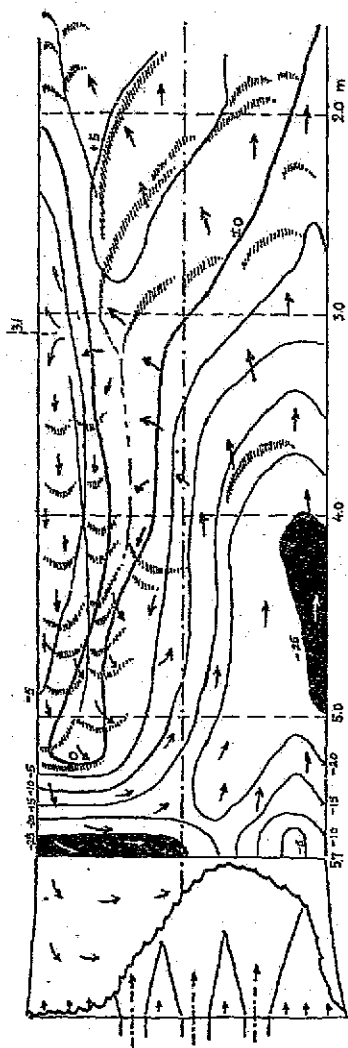
4. 試驗情形

每次試驗時間規定為一小時。河槽之沖刷自未達平衡狀態。取用同一試驗時間，在作各試驗沖刷情形之比較。

試驗分溢水及無溢水之試驗。前者為最大洪水之試驗。次者庫內水位與壩頂同高，水僅由三涵洞流出。

在獲最佳之結果後再作久時期之試驗，使洪水或低水流過，達於河槽成平衡之狀態為止，以察其最深之沖刷程度，及所需流水時間。最後依官廳壩處流量曲線作高水與低水之試驗。

每次試驗前將槽底作平。試驗時測驗庫內及下游槽內水面流速；各處水位；研究壩下流水情形，並攝影片。試驗後測繪槽內各處橫斷面及含有等高線之河槽平面圖，並攝影片。所沖出之沙土則由沉澱池取出，待其所含水量份相同時秤之以作比較。



第一試驗

河槽流水及冲刷情形

流水時間一小時 洪水量 $117.75 \frac{1}{2}$ sek.

模型比例尺 1:50 本圖比例尺 1:20.

第一圖

涵洞口，海漫上，以及各處水面以下之流速，因缺乏儀器未能測驗。

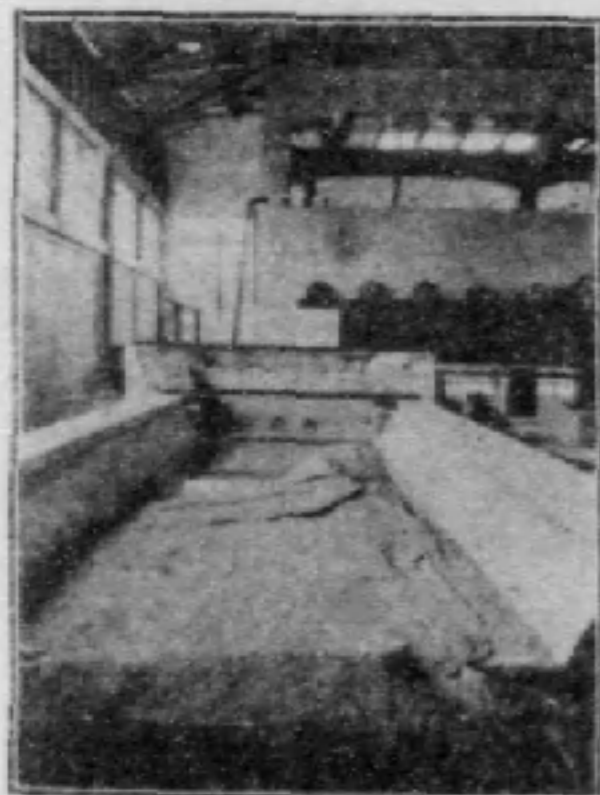
5. 各試驗之論述

海漫寬 0.8 公尺爲平面與洞底及槽底同高（第六圖，第一試驗）：

第一試驗：（參看附圖 2）洪由由三涵洞及溢水道洩出。海漫以上及河槽距海漫 2.6 公尺範圍以內流水不均勻。因涵洞偏右岸，溜靠右邊，合成一體，直射槽內。水靠右岸洩流甚急。左部發現逆流。故兩邊流水方向完全相反，（第 1 圖）。左邊逆流達海漫時與正流相遇折而下注，成環式流動。其範圍在距海漫 2.6 公尺以內。在自然界常爲 130 公尺。河槽在距海漫 2.6 公尺以下，流水漸較均勻。

槽內發現逆流由於涵洞洩水速度甚大及流水不均。大溜偏靠右岸，則由於涵洞位置偏右。程度固小（在自然界僅偏 4.6 m）然影響極大。

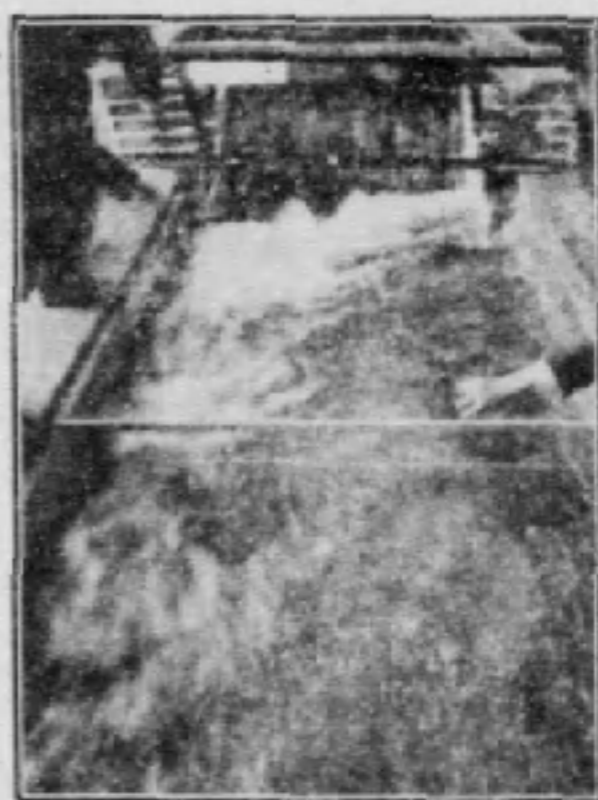
逆流對於槽底之淘刷，影響至巨（影片 1 與



影片 1

第一試驗河槽冲刷情形

影片 2) 計河槽右邊在距海漫 0.7 至 1.7 公尺範圍內，因流速甚大，沖至原槽底以下 0.25 公尺以上。左邊受逆流之力，沖成深渠。逆流達海漫時與上遊之洩水相遇，又復增加其向下淘刷之能力。計靠海漫處由河槽中線至左岸沖至原槽底以下 0.25 公尺以上。模型槽底沙層僅深 0.25 公尺淘刷程度當遠過



影片 2

第一試驗流水情形。本片爲第 6 試驗時所攝。流水情形與第 1 試驗同。因第一試驗無此影片故取用之。

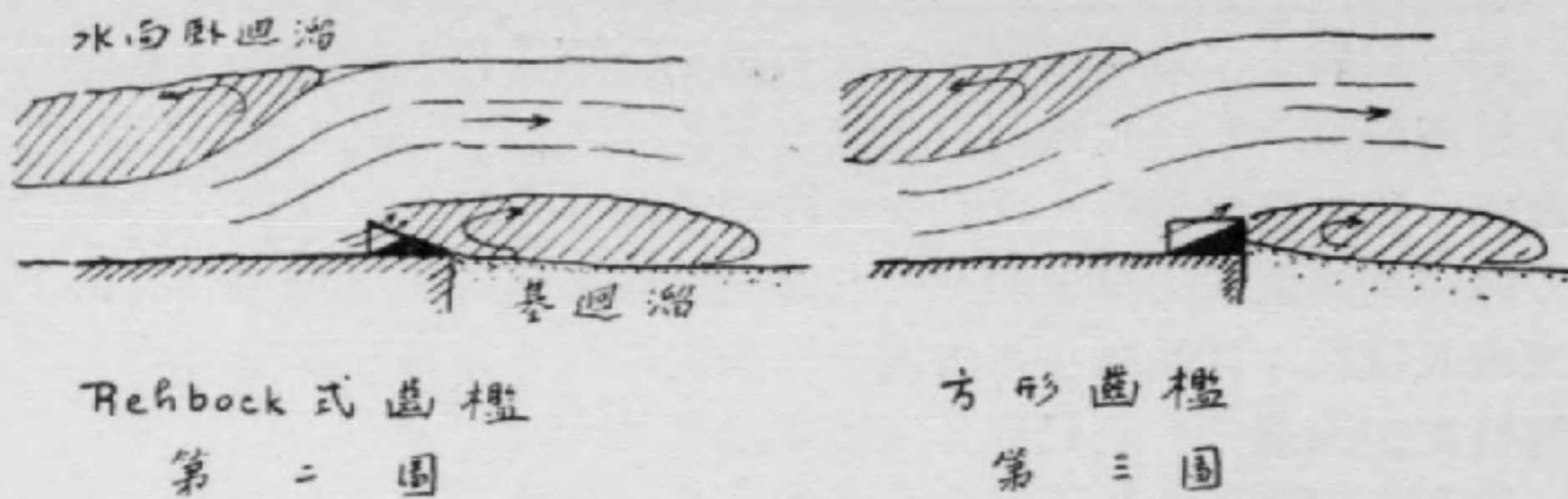
於此。環流中部發現淤積，成山脊形，高出原槽底 0.0 至 +0.05 公尺。

由以後各項試驗之觀察得知凡有逆流之處則海漫處勢必淘深，對於

塌基至爲危險。

海漫寬 0.8 公尺。爲平面。與洞底及槽底同高。尾端設齒形檻（第 6 圖，第 9 試驗）：

齒形檻爲 Rehbock 氏所發明。近底洩水直撞齒面。流力減小，齒隙底面爲上斜式。水經隙時，流方上折。河槽內靠齒檻處發現基迴溜。槽

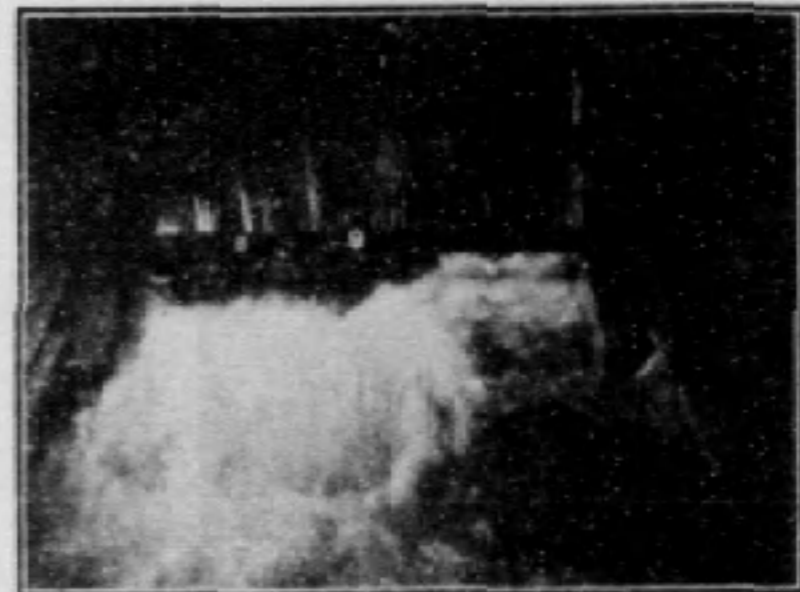


底速度減小，不致冲刷。基迴溜以下河槽雖受冲刷，然程度亦小。故齒檻功效在減小淘刷程度及移溝壕於距海漫較遠之處。

齒檻底寬，按 Rehbock 之規定爲齒高之 2.5 倍。在本試驗亦取此值。齒與齒隙之寬度相同，爲齒高之 0.75 倍。本試驗於最後各試驗採用方形之齒檻。形式與 Rehbock 氏者略異。其效力則尙佳。

第 125 試驗（附圖 18）採用方形齒檻。第 126 試驗（附圖 19）用 Rehbock 之三角形齒檻。經一小時之洪水，槽底冲刷程度以第 126 試驗者爲較大。沉澱池內沙量在第 125 試驗爲 0.1200 立方公尺。在第 126 試驗爲 0.1425 立方公尺。

第 9 試驗（附圖 7）用高 0.06 公尺之齒形檻。槽內流水仍不均勻（影片 3）在距海漫 1.4 公尺範圍內左邊仍有環流。計靠海漫處左部冲刷較深達—0.14 公尺。平均冲刷深度爲 0.083 公尺，河槽右邊由近海漫處起至距海漫 1.6 公尺處冲至—0.15 公尺以下。



影片 3

第 9 試驗流水情形

第12試驗(附圖8)用高0.08公尺之齒形檻。流水情形與前同,而冲刷程度則大於第9試驗者。河槽在距海漫1.4公尺範圍內左部有環流,靠海漫處左部冲至-0.25公尺。平均冲深度為0.134公尺。河槽右邊由距海漫0.6自1.8公尺冲至-0.20公尺以下。

由以上兩種試驗推知齒檻固能減少冲刷之程度,然在官廳壩之洩水情勢,未足以獲效也。齒檻之效能在於取用窄狹之海漫,即能防止冲刷。若將海漫加寬未必能使冲刷程度更微。且不合於經驗;失消力設備之原意。(參閱Rehbock: die Verhütung schaedlicher Kolke bei Sturzbetten, der Bauingenieur 1928 Heft 4 und 5)

海漫寬0.85公尺。中部落深0.06公尺,成梯形。由涵洞口起用6:20之斜坡。凹底寬0.35公尺。下端用6:15之斜坡。海漫尾端寬0.15公尺,與河槽同高,上設齒檻。(第6圖,第60試驗):

在以後各試驗涵洞位置改正。中洞中線在河槽中線上。左右洞中線距中洞0.392公尺。

消滅水力在於水出洞後即使其流速減小。使直射式之急流在未出海漫以前即變為較緩之混流。其可能與否,視海漫上有無「水面臥迴溜」。臥迴溜內份子混合移動,阻力增加,有消力作用。

水面臥迴溜能否發現,須視槽內水位與海漫上急流水位相差之程度。可以 Koch' 氏之 Stnetzkraft 公式計算之。在官廳壩之情形,二者相差過小。洩水急射槽內,故冲刷之力甚巨。

降低海漫,增加水位之差值,可使水面發現臥迴溜。凹部之深度與寬度可由試驗求得之,預料其值必互,恐非合於經濟之舉也。

在維持0.85公尺之海漫寬度,並用0.06公尺之凹部深度,若於尾端設齒檻,減少一部之洩水能力,亦可使海漫上發現臥迴溜。凹部之最要作用,除此之外,尚在其能使洩水較均,減小河槽兩邊環流之範圍。第60試驗(附圖9)採用高0.04公尺之消力檻。經一小時之洪水試驗河槽靠海漫處兩邊受逆流影響僅冲至-0.06公尺至-0.08公尺。其範圍亦小。中部冲刷均勻,為-0.01至-0.02公尺計靠海漫處之平均冲深度為0.018公尺,河槽距海漫0.34公尺處冲刷尚稱均勻。其平均冲深

度爲 0.084 公尺。河槽距海漫 0.59 公尺處兩邊沖至 -0.15 公尺。其平均沖深度爲 0.09 公尺，第 61 至 63 試驗採用低於 0.04 公尺之消力檻。沖刷情勢與前相同，惟程度稍大（第二表）。

第 65 試驗與第 66 試驗維持 0.86 公尺之海漫寬度。將凹部改深至 0.08 公尺。河槽沖刷較劣。亦不均勻。

第 67 至 71 試驗維持凹部 0.06 公尺之深度。將凹底改寬。第 67 試驗海漫寬 0.98 公尺。第 69 至 71 試驗海漫寬 1.3 公尺。尾端仍設齒檻。流水反較不均。河槽靠海漫處沖刷深度及範圍亦較大。（附圖 10，第二表）。

海漫寬 1.25 公尺。凹部深 0.06 公尺。由涵洞口起用 6:20 之斜坡凹底寬 0.35 公尺。下端用 6:15 之斜坡。海漫尾段寬 0.55 公尺。上設齒檻兩道。並於凹部尾坡挨底處設三角齒塊檻。塊高 0.03 公尺。寬 0.025 公尺。塊隙寬 0.025 公尺（第六圖，第 55 試驗）。

由第 50 至 88 試驗（附圖 10 至 12）採用各種高低不同之齒形檻及位置不同之齒塊檻。以第 55 試驗者爲較佳。內齒檻高 0.03 公尺。外齒檻高 0.02 公尺。三角齒塊置於凹部尾坡挨底處。凹部上有水面臥迴流。水出內齒檻後流運亦分佈較均。

海漫上內外二齒檻間之洪水深度平均爲 0.142 公尺。橫斷面爲 0.213 平方公尺。平均流速爲 $v = \frac{Q}{F} = \frac{0.1178}{0.213} = 0.555$ 每秒公尺。中部水面流速爲每秒 0.733 公尺。混流與急射式流動之流速界限爲 v 小於 $= \sqrt{tg}$ 與 v 大於 \sqrt{tg} 。其中 t 爲水之深度。 g 爲 9.81 m/sec^2 。 $\sqrt{tg} =$ 每秒 1.18 公尺。平均流速與中部最大流速均小於此值。足以證水離內齒檻後，已成混流式。第 55 試驗，經一小時之洪水。河槽靠海漫處沖刷甚微。距海漫 0.34 公尺處沖刷尚稱均勻。右邊稍深，爲 -0.12 公尺計平均沖深度爲 0.060 公尺。（第 60 試驗爲 0.084 公尺）距海漫 0.54 公尺處右邊沖至 -0.135 公尺平均沖深度爲 0.061 公尺，第 64 試驗，庫內水位與壩頂同高。水僅由涵洞洩出。靠海漫處兩旁沖刷稍深。其最深處達 -0.05 公尺。槽內其他部分之沖刷程度則小於洪水時者（第二表）。

海漫寬 1.05 公尺。凹部深 0.06 公尺。上端斜坡改成立牆，成方形。凹底寬 0.35 公尺。下端仍用 6:15 之斜坡。海漫尾段寬 0.55 公尺，凹部挨坡挨底處設 0.03 公尺高之三角塊檻。海漫尾段設內外齒檻兩道。內檻高 0.03 公尺。外檻採用方形者高 0.02 公尺。（第六圖，第 116、117 試驗。附圖 18。第 125 試驗）：

此項試驗在視將海漫縮窄並維持尾段 0.55 公尺之寬度時之冲刷情形。第 116 試驗（附圖 13），洪水流過一小時。河槽靠海漫處兩邊略有冲刷。其範圍甚小。靠岸最深處僅沖至 -0.04 公尺。距海漫 0.3 公尺處兩邊冲刷稍深，為 -0.095 公尺。平均沖深 0.059 公尺。距海漫 0.65 公尺處右岸冲刷最深，為 -0.13 公尺。平均沖深 0.068 公尺。第 117 試驗庫內水位與壩頂同高。靠海漫處冲刷情形與前略同。距海漫 0.3 公尺處平均沖深度為 -0.035 公尺。距海漫 0.65 公尺處平均沖深度為 -0.0165 公尺。將第 55 試驗與第 116 試驗互相比較，可知縮窄海漫在洪水時冲刷情形略同。在庫內水位與壩頂同高時程度則較小。影片 4 為第 125 試驗（與 116 試驗同）時之流水情形。



影片 4
第 125 試驗流水情形

海漫寬 1.05 公尺。凹部深 0.06 公尺。上端成方形。凹底寬 0.35 公尺。下端仍用 6:15 之斜坡。海漫尾段寬 0.55 公尺。凹部尾坡挨底處設高 0.03 公尺之三角塊檻。尾段設內外齒兩道。內檻高 0.03 公尺。外檻採用方形，高 0.02 公尺（與上同）。兩邊翼牆改直與河槽成平形。（第 6 圖第 111、112 試驗。附圖 17。第 124 試驗）

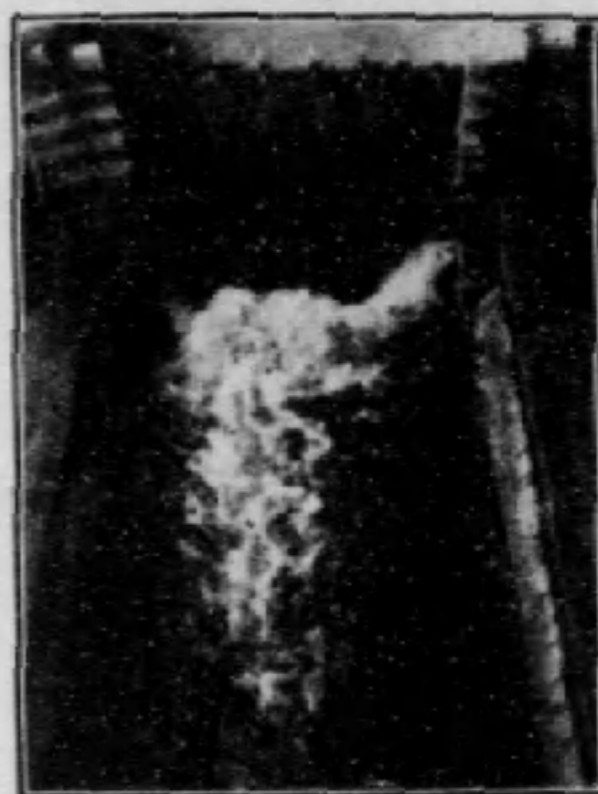
翼牆改直後溢水道長度與河槽寬度相同，為 1.45 公尺。計縮短 0.423 公尺。洪水溢水高度為 0.071 公尺較原水位增高 0.011 公尺。在自然界增高 0.55 公尺；第 111 試驗（附圖 12 及第二表）河槽靠海漫處未受冲刷。距海漫 0.03 公尺處兩邊最深處為 -0.1 公尺。平均沖深 0.057 公尺

。距海漫 0.65 公尺處右岸沖至 -0.1 公尺。平均沖深 0.0675 公尺。庫內水位與壩頂同高時（第 112 試驗）河槽靠海漫處未沖刷。距海漫 0.3 公尺處平均沖深 0.04 公尺。距海漫 0.65 公尺處平均沖深 0.022 公尺。

翼牆改直與流水及沖刷之關係

翼牆線形對於壩頂溢水在槽內之流動情形關係甚大。第二試驗（附圖 3）按原計畫翼牆由壩頂至海漫尾端漸次窄狹。將涵洞堵塞，使水僅由壩頂溢出。並維持 0.06 公尺之溢水高度。水離海漫後兩邊流動方向趨向河槽中部。故河槽兩邊環流範圍較大（參觀第 4 圖及影片 5）。計由海漫尾端達距海漫 1.7 公尺靠岸一帶沖成深渠。在海漫尾端之兩邊淘刷尤巨。河槽中部流力增加。在靠海漫處發現基迴溜。河底沖刷較微。基迴溜以下中部，沖刷甚深。計在距海漫 1.1 公尺處沖至 -0.2 公尺以下。

第 5 試驗（附圖 4）將翼牆改直。洩水離海漫時流方與河槽略成平行（影片 6）。兩邊雖有環流，然其範圍較小（第 5 圖）。迴流達海漫時其力已弱，故淘刷亦較微。而移深溝於距海漫較遠處。計第 2 試驗河槽靠海漫處右邊沖至 -0.2



影片 5

第 2 試驗之流水情形



影片 6

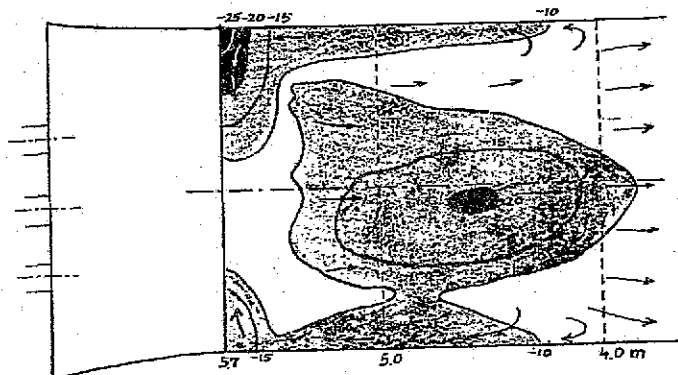
第 5 試驗流水之情形

公尺。左邊沖至 -0.25 公尺平均沖深 0.136 公尺。第 5 試驗靠海漫處右邊沖至 -0.07 公尺。左邊沖至 0.09 公尺。平均沖深僅 0.049 公尺。

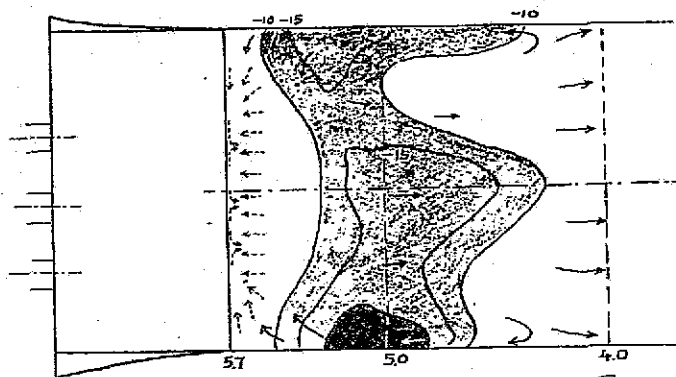
由二試驗之結果測知壩頂溢水對於河槽之沖刷影響亦大。翼牆改直可以減少靠海漫處之淘刷程度，並移兩邊由逆流所沖成之深溝於距海漫較遠處。河槽中部因水力分散，沖刷程度亦較小。

在壩頂與涵洞同時洩水時槽內流水與沖刷情形與上自不相同。但可預知者，即在第 111 試驗因翼牆改直足以減小河槽兩邊深渠之範圍與程度。

第二與第五試驗河槽內流水及冲刷情形



第四圖 第二試驗



第五圖
第五試驗

在第 116 試驗及其他情形相似之試驗，水經海漫雖受齒檻之阻，然溢水由於翼牆之束窄，兩邊流力仍斜向河槽中心。由涵洞之洩水則為分散式。兩邊洩流趨向槽岸。與槽岸相碰乃折而下，成槽底橫流，復與近邊之正流相遇，仍折而上，成縲旋式之流動。槽邊靠岸處之深渠即由此縲旋式之流水所淘成，翼牆改直可減其力與其冲刷河底之範圍。

取用束窄式之翼牆，兩邊溢水雖向河槽中部，然受涵洞洩水之阻力未必能使河槽中部冲刷較深。（參觀附圖 17 與 18 第 124 及 125 試驗及第四表），但其平均冲深度在距海漫 1.45 公尺範圍內則多於直形翼牆者。惟距海漫較遠處中部冲刷則較微。若以沉澱池內之洩沙量計，在束窄式之翼牆為 0.12 立方公尺。在直形翼牆者為 0.134 立方公尺。

由以上二試驗比較，可知改直翼牆之效力仍在減少邊渠之範圍及近海漫一帶之平均冲刷深度。獲益雖淺，然亦不妨作經濟之比較，或可試用也。

凹部上游斜坡改成直角形對於流水之影響

改成直角後在落水時有阻止兩邊逆流之效能。取用斜坡式，涵洞洩水緊依坡面。落水時，壩頂溢水停止下洩後，邊洞洩水與翼牆間積存死水，與槽內水位同高。涵洞洩水受其壓力之阻礙，流向偏中部，故槽之兩邊發現逆流，增加冲刷能力。在採用立牆之情勢，洞水射入凹部，在觸底以前，下部成空隙，兩邊積水有流入中部之機會，使邊洞洩水維持向岸流動之能力。槽內不致發現逆流。即或有之其力亦甚弱。

第 110 試驗（附圖 12）海漫仍寬 1.05 公尺。凹部深 0.06 公尺。上端成方形。底寬 0.55 公尺下端仍用 6:15 之斜坡。海漫尾段寬 0.35 公尺凹部尾坡挨底處設高 0.03 公尺之三角塊檻。尾段設內外齒檻。內檻高 0.03 公尺。外檻用方形。高 0.02 公尺。翼牆改直。此項試驗在視加寬凹部，縮窄海漫尾段，對於河槽冲刷之情形。與第 111 試驗相比冲刷較深。兩邊深渠範圍亦較大。乃以海漫尾段過窄，涵洞洩水



影片 7
第 124 試驗之流水情形

在離海漫後兩邊斜流之力較大也。

由第 74 至第 83 試驗（附圖 13-14, 第 6 圖, 第 79 試驗）海漫形式與第 55 試驗同。共寬 1.25 公尺。在凹部中間設齒檻。海漫尾段或設內外齒檻兩道。或僅設外檻。或在中部設齒檻。此項試驗以第 79 試驗：在凹部及海漫尾段之中間設高 0.04 公尺之齒檻為最佳。惟凹部內之齒檻距洞口甚近，受力極大，而易受損傷。

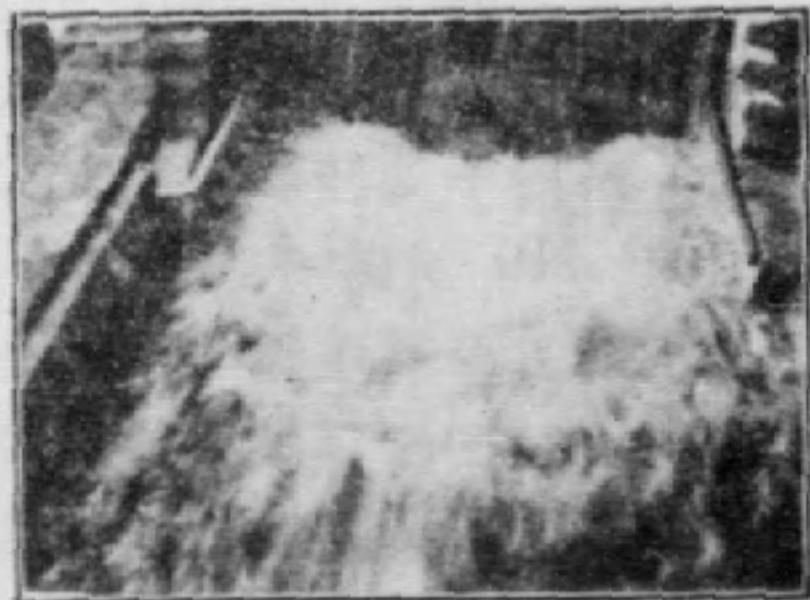
海漫寬 1.05 公尺。凹部下端斜牆在平面圖採用弧形者。海漫尾段，沿弧形邊緣設三角齒塊檻。尾端仍設高 0.02 公尺之方形檻，（第 6 圖第 127, 128 試驗。附圖 20 與 21）

弧形斜牆之功效在使洩水分佈較為均勻。水擊斜面，流力偏向兩邊。在與河槽中線平形之切面其位置愈向兩邊，牆之斜坡愈坦，尤足以減少水之阻力及其斜流之程度。弧之半徑愈小，則其分水之力愈大。

由第 90 試驗至第 109 試驗（附圖 14, 15）及第 123, 127 與 128 試驗（附圖 16, 20, 21）為弧形斜牆之試驗。採用半徑不同之弧形牆及不同之塊檻。結果以第 128 試驗為最佳（附圖 21）。採用直翼牆。海漫寬 1.05 公尺。弧弦至弧頂為 0.35 公尺。凹部底在海漫中間寬 0.2 公尺。在兩邊寬 0.55 公尺，海漫尾段中間寬 0.7 公尺。兩邊寬 0.35 公尺。內齒塊高 0.03 公尺。塊與塊隙均為 0.03 公尺。外齒檻高 0.02 公尺。

由第 124 與第 128 試驗之比較（參看第四表）可知弧形斜牆試驗之冲刷少於直形斜牆者。第 124 試驗冲出沙量為 0.1338 立方公尺。第 128 試驗冲出沙量僅為 0.1025 立方公尺。亦為全部試驗之最小量。

第 127 試驗與 128 試驗同。惟仍用束窄式之翼牆。其冲出沙量為 0.1175 立方公尺。



影片 8
第 128 試驗之流水情形

6. 消力設備之選擇

由各試驗之比較。河槽冲刷最少者為第 128 試驗。(附圖 21) 官廳壩消力設備。根據本試驗之結果，似可採用此式。翼牆可取直形。惟上遊水位，因溢水道縮短勢必增高。其實現之可能與否，仍視改直後對於上遊有無弊害之發生。此外尚須注意者，則工程之經濟問題也。取用原計劃之束窄式翼牆，亦無不可，惟冲刷程度較大耳。

圖內消力設備之尺寸，均為模型之尺寸。模型比例尺為 1:50，在自然界者當為模型之 50 倍。

庫內涵洞附近在由涵洞口起 0-3 公尺內(在自然界為 15 公尺)河槽冲刷達 0.05 至 0.1 公尺。宜以鋪石等法保護之(參看附圖 24)。

7. 結 論

消力試驗多限於分佈均勻之洩水式。上遊洩水或經壩頂溢水道，或由壩底與壩同長之底口流入河槽。因流速分配均勻，消力問題亦較易易。在官廳壩之情形上下遊水位相差甚巨，水力甚大，加以洩水聚中涵洞，以致槽內水流不均，更足以增加淘刷海漫尾端之程度。

改良之法，在使洩水之均勻。各涵洞位置宜與河槽中線對稱。亦不宜聚中一處，增加槽內環流之範圍。宜設較多及洞口較小之涵洞，使水力及流速分配較均，可能與否，須視其對於庫內重質沉澱情形有無影響而定。或以上遊洩水攜帶較大之物體：如樹身等等，而致洞口不宜過小。

各涵洞若含閘門，則開關須同時舉行之。並須使各洞之開放程度相同。開放不均，則洞口流速與水力不均，亦能影響及於槽內流水與淘刷之情形。

洩水含有石塊及冰凌時，齒塊與齒檻易受損傷。甚或因此而不能採用。在海漫尾端水力已減，齒檻或不至於受擊碰之險。中部齒塊檻受力較大，宜求堅實。可以梯形代替三角形者。在洪水期內上游重質沉澱庫內。顆粒愈大沉澱之處距壩愈遠。惟極細之泥沙，凡不及於沉澱者，則隨水而下。水力雖大亦不致傷及消力工程。即在平常高水期內庫內流速

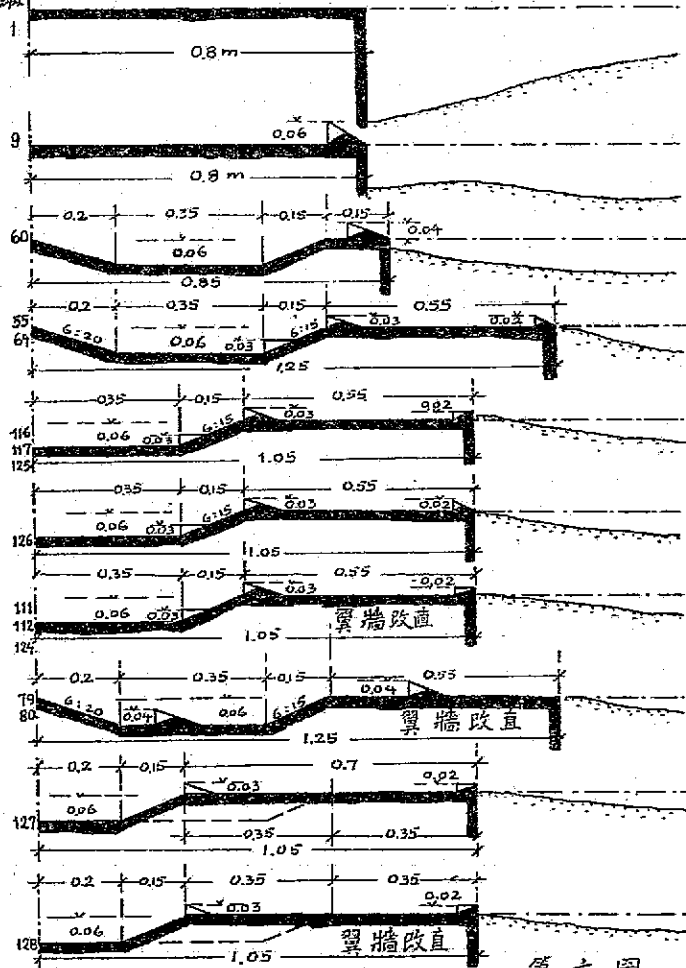
尚小，顆粒較大之重質仍不至為流水所移動。待庫內水位落至相當程度，視流水攜帶力之大小，較大之重質始有沖移之可能。然以庫內水位降低，海漫之上水力減小，撞擊力弱，對於消力工程之危險程度自亦減小。在低水期內庫內水位低於涵洞頂，為槽式流水。木塊與冰凌等雖有沖出涵洞之可能但以水力更小，擊碰力亦更弱。據上所述，可知高水時水力雖大，而重質量小質細。低水時重質之顆粒雖大，而水力則甚弱。可以採用齒檻及齒塊檻之原因亦據於此。

在無齒塊與齒檻時水經海漫凹部下端斜坡高射空中，成拋物綫式。其高峯與落點視坡之斜度而各異，落水位置視海漫之寬窄或在槽中，或在海漫之上。在此兩種情形，槽內流水均為較急，水面高低不均。成高峯與深谷式之流動，槽底均受淘刷之危。若增加凹部深度與寬度，成消力池，(Tosbecken) 或亦可使水達河槽以前力減流混。昔者多取此法。在官廳壩之情勢，涵洞底與河槽同高，池之深度與寬度，勢必甚大，即有相當效果，終非合於經濟。

庫內重質之沉澱與攔水壩洩水所含重質之情形，為尚未解決之問題。由本試驗所得之消力設備亦難斷定其絕對適合。現時暫告結束。將來仍需作繼續之研究也。

試驗

各主要試驗消力設備圖



第六圖

官廳壩各試驗水面流速一覽表 (第一表甲)

試驗 次數	海漫界站點	測 站		平均流速 m/sec.		備 考
		以模型尾端為零	近左岸	河中心	近右岸	
1	5.70m	5.80-0.00	—	0.689	—	靠左岸有迴流
7		3.00-0.00	0.623	0.981	0.457	
8		4.00-0.00	0.386	0.439	0.358	靠左右岸均有迴流
9		3.50-0.00	0.478	0.574	0.725	靠左岸有迴流
12		3.00-0.00	0.456	0.720	0.916	
60	5.64	4.70-3.50	0.488	0.730	0.487	
61		5.10-3.90	0.538	0.754	0.720	
62		5.10-3.90	0.605	0.804	0.654	
63		5.10-3.90	0.617	0.680	0.799	
65	5.675	4.70-3.50	0.555	0.628	0.608	靠右岸有迴流
66		4.70-3.50	0.420	0.633	0.342	
67	5.515	4.70-3.50	0.453	0.587	0.547	
68	5.445	4.70-3.50	0.534	0.624	0.546	
69	5.190	4.70-3.50	0.532	0.541	0.593	
70		4.70-3.50	0.393	0.769	0.006	
71		4.70-3.50	0.591	0.769	0.343	靠左岸有迴流(右岸迴 流為時甚短)
50	5.22	5.00-3.50	0.598	0.779	0.717	
51		5.00-3.50	0.602	0.757	0.731	
52		4.70-3.50	0.616	0.818	0.764	
53		4.70-3.50	0.538	0.883	0.835	
54		4.70-3.50	0.494	0.758	0.659	
55		4.70-3.50	0.449	0.733	0.746	
64		4.70-3.50	0.285	0.637	0.355	靠右岸有迴流(左岸迴 流為時甚短)
56		4.70-3.50	0.435	0.762	0.680	
57	5.25	4.70-3.50	0.496	0.805	0.721	
58	5.22	4.70-3.50	0.347	0.835	0.695	
59	5.22	4.70-3.50	0.419	0.801	0.627	
72	5.25	4.70-3.50	0.514	0.979	0.487	
73	5.25	4.70-3.50	0.493	0.901	0.462	
89	5.25	4.70-3.50	0.515	0.752	—	
84	5.25	4.70-3.50	0.467	0.901	0.472	
85	5.25	4.70-3.50	0.486	0.563	0.301	
88	5.25	4.70-3.50	0.373	0.982	0.466	
110	5.45	4.90-3.70	0.433	0.865	0.442	
111	5.45	4.90-3.70	0.391	0.882	0.404	
112	5.45	4.90-3.70	0.487	0.507	0.446	
113	5.45	4.90-3.70	0.486	0.908	0.465	

官廳壩各試驗水面流速一覽表 (第一表乙)

試驗 次數	海邊界站點	測 站 以模型尾端為零	平均流速 m/sec.			備 考
			近左岸	河中心	近右岸	
116	5.45	4.90-3.70	0.448	0.655	0.483	
74	5.25	4.70-3.50	0.554	0.775	0.560	
75	5.25	4.10-2.90	0.485	0.634	0.494	
76	5.25	4.70-3.50	0.689	0.752	0.591	
77	5.25	4.70-3.50	0.542	0.769	0.599	
78	5.25	4.70-3.50	0.409	0.575	0.466	
79	5.25	4.70-3.50	0.587	0.819	0.507	
80	5.25	4.70-3.50	0.467	0.600	0.424	
81	5.25	4.70-3.50	0.583	0.711	0.498	
82	5.25	4.70-3.50	0.557	0.737	0.561	
83	5.25	4.70-3.50	0.584	0.559	—	
83	5.25	4.70-3.50	0.508	0.938	0.496	
90	5.25	4.70-3.50	0.361	0.664	—	
91	5.25	4.50-3.50	0.361	0.664	—	
92	5.25	4.70-3.50	0.314	1.097	0.415	
93	5.25	4.70-3.50	0.522	0.829	0.623	
94	5.25	4.70-3.50	0.449	0.824	0.506	
97	5.25	4.70-3.50	0.398	1.086	0.528	
100	5.25	4.70-3.50	0.523	0.921	0.538	
101	5.25	4.70-3.50	0.402	0.636	0.586	
102	5.25	4.70-3.50	0.370	0.893	0.539	
103	5.25	4.70-3.50	0.380	0.599	0.528	
106	5.45	4.90-3.70	0.575	0.957	0.451	
107	5.45	4.90-3.70	0.466	0.563	0.494	
108	5.45	4.90-3.70	0.372	0.901	0.502	
109	5.45	4.90-3.70	0.405	0.722	0.374	
123	5.45	5.80-4.80	0.593	1.196	0.810	
124	5.45	5.80-4.80	0.719	1.111	0.565	
125	5.45	5.80-4.80	0.427	0.985	0.785	
125	5.45	5.80-4.80	0.635	0.976	0.807	
127	5.45	5.80-4.80	0.559	0.959	0.805	
128	5.45	5.80-4.80	0.700	1.038	0.839	

各試驗河槽冲刷比較表 (第二表甲)

試驗次數	河槽靠海邊處				河槽距海邊				河槽距海邊			
	冲刷面積 cm ²	最深度 cm	平均深度 cm	m	冲刷面積 cm ²	最深度 cm	平均深度 cm	m	冲刷面積 cm ²	最深度 cm	平均深度 cm	m
1	3280	34.0	22.6	0.40	2040	23.0	14.0	0.56	1640	23.0	11.3	
2												
5	3700	35.0	25.5	0.40	2400	28.0	16.6	0.70	2220	27.0	15.3	
7	1430	16.0	9.9	0.20	1030	15.0	7.1	0.70	930	13.0	6.2	
8	1200	14.0	8.3	0.20	1210	15.0	8.4	0.70	1310	18.0	9.1	
9	1950	24.0	13.4	0.30	1445	13.0	10.0	0.70	1360	21.0	9.4	
12	260	8.0	1.8	0.34	1210	13.0	8.4	0.59	1300	15.0	9.0	
60	320	9.0	2.2	0.34	1160	12.0	8.0	0.59	1280	15.0	8.9	
61	520	6.0	3.6	0.34	1445	15.0	10.0	0.59	1350	15.0	9.4	
62	450	8.0	3.1	0.34	1390	14.0	9.6	0.59	1440	14.0	10.0	
63												
65	490	11.0	3.4	0.38	1600	18.5	11.0	0.58	1770	19.2	12.2	
*66	540	12.7	3.7	0.38	1260	17.0	8.7					
								0.42	1740	18.6	12.0	
67	650	12.0	4.5					0.62	1320	17.0	9.1	
68	410	11.7	2.8					0.57	1400	19.7	9.7	
69	570	14.3	3.9									
70	520	13.4	3.6	0.44	1270	19.0	8.8					
*71	1040	17.7	7.2	0.19	1570	22.5	10.8	0.44	1210	21.0	8.3	
50	190	3.5	1.3	0.22	830	10.4	5.7	0.72	880	10.5	6.1	
51	130	2.5	0.9	0.22	820	9.5	5.7	0.52	1000	13.5	6.9	
52	120	2.4	0.8	0.25	830	9.2	5.7	0.60	910	13.3	6.3	
53	350	4.0	2.4	0.25	970	11.3	6.7	0.55	950	14.4	6.6	
54	360	5.2	2.5	0.34	960	15.1	6.6	0.64	1090	14.4	7.5	
55	120	2.4	0.8	0.34	870	12.1	6.0	0.54	880	13.5	6.1	
*64	340	5.3	2.3	0.34	720	7.9	5.0	0.54	600	7.9	4.1	
56	260	2.8	1.8	0.34	1030	13.5	7.1	0.54	910	14.5	6.3	
57	390	6.1	2.7	0.34	980	14.0	6.8	0.54	1130	15.2	7.8	
58	300	3.4	2.1	0.34	1150	13.0	7.9	0.44	1100	13.0	7.6	
59	210	3.3	1.4	0.34	950	12.6	6.6	0.52	940	13.9	6.5	
72	280	11.1	1.9	0.30	940	10.2	6.5	0.90	760	9.6	5.2	
73	200	5.0	1.4	0.30	840	10.0	5.8	0.90	750	8.2	5.2	
*89	210	5.9	1.4	0.30	780	9.0	5.4	0.65	750	10.4	5.2	
84	260	5.0	1.8	0.30	860	9.4	5.9	0.65	730	7.9	5.0	
*85	270	3.0	1.9	0.30	560	7.2	3.9	0.65	360	5.0	2.5	
88	210	5.0	1.4	0.30	970	11.9	6.7	0.65	940	9.4	6.5	

註：★：沖水試驗
有★：取內水位與槽頂同高

各試驗河槽冲刷比較表 (第二表乙)

試驗水數	河槽壅海邊處			河槽距海邊			河槽距海邊				
	冲刷面 積 cm ²	最深 度 cm	平均深 度 cm	m	冲刷面 積 cm ²	最深 度 cm	平均深 度 cm	m	冲刷面 積 cm ²	最深 度 cm	平均深 度 cm
110	0	0.0	0.0	0.3	1190	14.0	8.2	0.65	1170	14.8	8.1
111	0	0.0	0.0	0.3	830	10.0	5.7	0.65	980	10.0	6.75
*112	0	0.0	0.0	0.3	580	8.7	4.0	0.65	320	8.4	2.2
113	0	0.0	0.0	0.3	860	11.7	5.9	0.65	910	9.9	6.3
116	70	4.0	0.5	0.3	860	9.5	5.9	0.65	990	13.2	6.8
*117	31	4.0	0.2	0.3	510	9.2	3.5	0.65	240	5.9	1.7
74	210	4.8	1.4	0.3	740	9.0	5.1	0.90	470	6.5	3.2
*75	660	11.3	4.6	0.3	770	9.6	5.3	0.65	830	12.0	5.7
76	320	6.3	2.2	0.3	670	11.8	4.6	0.65	560	8.0	3.9
77	200	4.8	1.4	0.3	700	8.4	4.8	0.65	500	6.0	3.4
*78	410	7.3	2.8	0.3	500	6.4	3.4	0.65	500	6.1	3.4
79	291	4.3	2.0	0.3	820	9.6	5.7	0.65	550	6.5	3.8
*80	110	3.7	0.8	0.3	680	10.5	4.7	0.65	450	9.5	3.1
81	290	6.0	2.0	0.3	790	14.3	5.5	0.65	820	14.3	5.7
82	270	4.3	1.9	0.3	760	9.8	5.2	0.65	570	6.3	3.9
*83	250	4.8	1.7	0.3				0.65	730	14.0	5.0
90	91	5.9	0.6	0.3	730	9.1	5.0	0.65	720	8.2	5.0
*91	250	3.7	1.7	0.3	640	8.8	4.4	0.65	530	8.2	5.0
92	130	5.5	1.3	0.3	881	9.5	6.1	0.65	680	8.3	4.7
93	190	3.8	1.3	0.3	851	9.6	5.9	0.65	750	8.4	5.2
94	60	5.7	0.4	0.3	920	10.1	6.3	0.65	610	7.9	4.2
97	0	0.0	0.0	0.3	1350	12.8	7.2	0.65	1080	10.2	7.4
100	0	0.0	0.0	0.3	840	7.9	5.8	0.65	500	8.3	3.4
101	0	0.0	0.0	0.3	810	8.3	5.6	0.65	590	8.4	4.1
102	40	2.2	0.3	0.3	710	8.4	4.9	0.65	590	7.4	4.1
*103	0	0.0	0.0	0.3	570	6.5	3.9	0.65	340	4.3	2.3
106	0	0.0	0.0	0.3	840	11.8	5.8	0.65	790	10.5	5.4
*107	0	0.0	0.0	0.3	630	11.3	4.3	0.65	300	9.4	2.1
108	0	0.0	0.0	0.3	790	9.1	5.4	0.65	600	6.8	4.1
*109	0	0.0	0.0	0.3	590	8.2	4.1	0.65	280	4.7	1.9

每米·洪水試驗

有*·庫內水位標高頂同高

各主要試驗河槽冲刷比較表 (第三表)

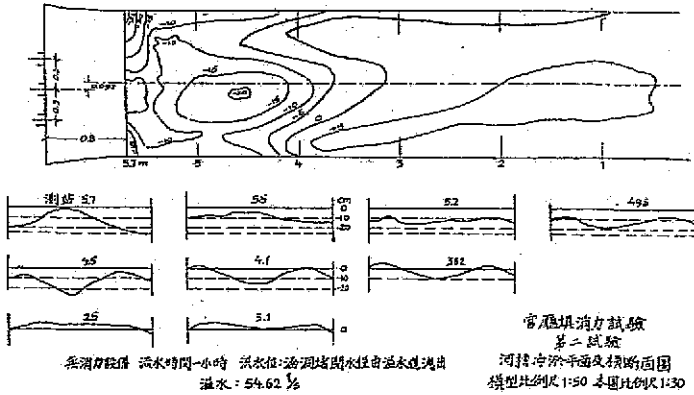
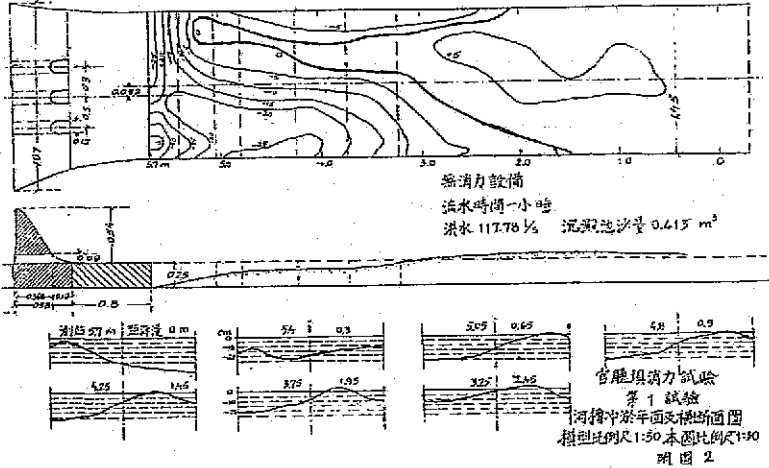
試驗次數	河槽靠海邊處				河槽距海邊				河槽距海邊			
	冲刷面積	最深深度	平均深度	m	冲刷面積	最深深度	平均深度	m	冲刷面積	最深深度	平均深度	m
	cm ²	度 cm	度 cm		cm ²	度 cm	度 cm		cm ²	度 cm	度 cm	
1	3280	34.0	22.6	0.4	2040	23.0	14.0	0.56	1640	23.0	11.3	
9	1200	14.0	8.3	0.2	1210	15.0	8.4	0.70	1310	18.0	9.1	
60	260	8.0	1.8	0.34	1210	13.0	8.4	0.59	1300	15.0	9.1	
55	120	2.4	0.8	0.34	870	12.1	6.0	0.54	880	13.5	6.1	
* 64	340	5.3	2.3	0.34	720	7.9	5.0	0.54	600	7.9	4.1	
116	70	4.0	0.5	0.3	860	9.5	5.9	0.65	993	13.2	6.8	
125	0	0.0	0.0	0.3	830	9.0	5.7	0.65	930	12.3	6.4	
* 117	30	4.0	0.2	0.3	510	9.2	3.5	0.65	240	5.9	1.7	
126	200	3.5	1.4	0.3	830	9.3	5.7	0.65	940	11.2	6.5	
111	0	0.0	0.0	0.3	830	10.0	5.7	0.65	980	10.0	6.75	
124	0	0.0	0.0	0.3	790	9.4	5.5	0.65	850	8.8	6.9	
* 112	0	0.0	0.0	0.3	580	8.7	4.0	0.65	320	8.4	2.2	
79	290	4.3	2.0	0.3	820	9.6	5.7	0.65	550	6.5	3.8	
* 80	110	3.7	0.8	0.3	680	10.5	4.7	0.65	450	9.5	3.1	
127	0	0.0	0.0	0.3	740	10.3	5.1	0.65	683	8.5	4.7	
128	0	0.0	0.0	0.3	782	9.0	5.4	0.65	575	6.4	4.0	

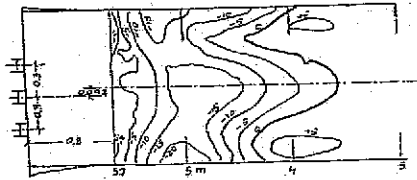
無★：排水設備
有★：排水設備埋置高

各主要試驗河槽沖刷比較表 (第四表)

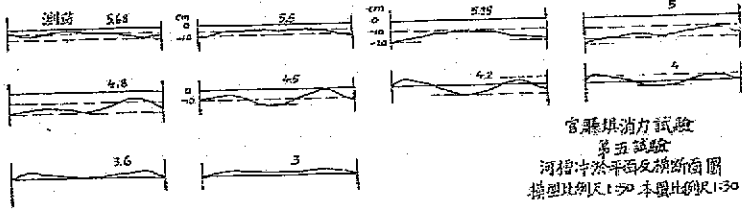
試驗次數	河槽淤積邊處		河槽距海邊 0.3 m		河槽距海邊 0.65 m		河槽距海邊 0.9 m		河槽距海邊 1.45 m		河槽距海邊 1.95 m		河槽距海邊 2.45 m		試驗池底質						
	沖刷面度 cm ²	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm	沖刷面度	平均淤深 cm							
125	0	0	830	9.0	5.73	930	12.36	4.1	780	10.95	3.8	370	5.2	2.55	120	2.5	0.83	100	2.3	0.69	0.1200
126	200	3.5	830	9.3	5.73	940	11.26	4.8	790	10.85	4.5	390	5.4	2.69	185	3.3	1.28	150	2.4	1.03	0.1425
124	0	0	790	9.4	5.45	850	8.85	5.86	622	7.0	4.28	330	5.4	2.28	240	4.3	1.65	170	2.8	1.17	0.1338
123	0	0	745	10.05	14.697	6.9	4.81	465	6.0	3.21	333	5.4	2.30	325	4.9	2.24	170	3.3	1.17	0.1188	
127	0	0	740	10.35	10.683	8.5	4.71	544	5.4	3.75	310	5.2	2.14	183	3.3	1.26	160	3.3	1.10	0.1175	
128	0	0	782	9.0	5.39	575	6.4	3.96	440	6.5	3.04	320	5.7	2.2	215	4.4	1.48	160	3.4	1.10	0.1025

註：沖刷試驗 有★：即係沖刷嚴重面高。



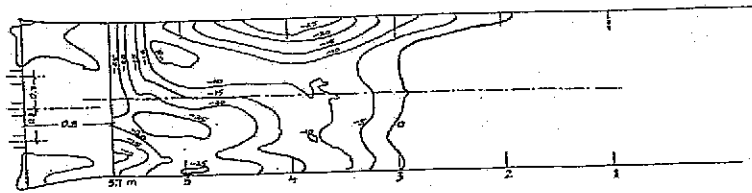


無測力設備
 流水時間一小時
 翼輪改良具河槽54寸 澗洞變更
 溢水量 54.6%

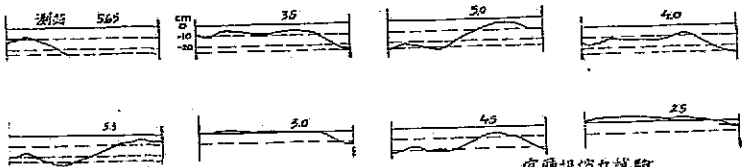


官廳渠消力試驗
 第五試驗
 河槽沖淤平面及橫斷面圖
 模型比例尺1:50 本圖比例尺1:30

附圖 4



無測力設備 流水時間一小時 水量 63.16% 盾內淤水位 模型標以木板水標由三油洞流出

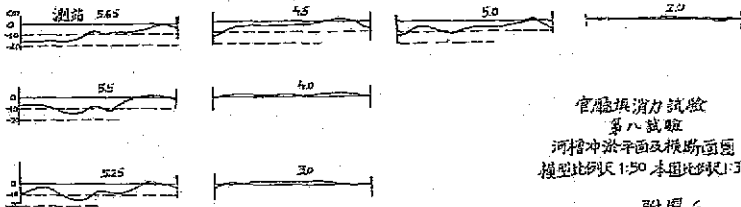


官廳渠消力試驗
 第七試驗
 河槽沖淤平面及橫斷面圖
 模型比例尺1:50 本圖比例尺1:30

附圖 5

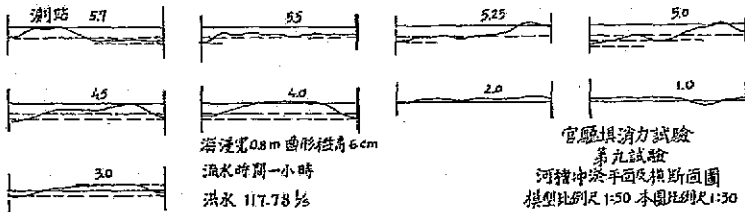
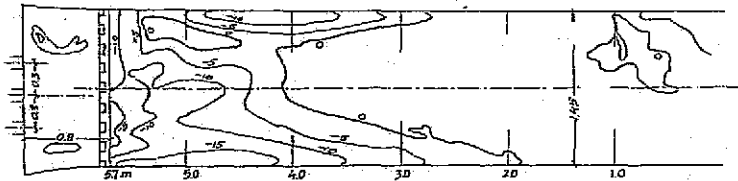


無涵力設備 流水時間一小時 水量28.46公方 壩內水位高於涵洞底20cm(為洪水溫度及)



官廳壩消力試驗
第八號
河槽沖淤平面及橫斷面圖
模型比例尺1:50 本圖比例尺1:30

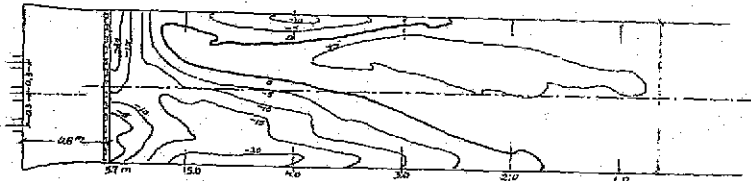
附圖 6



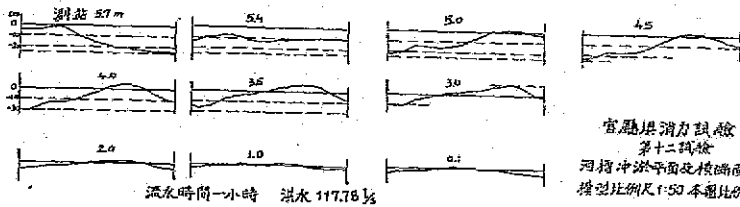
涵洞寬0.8m 齒形樁高6cm
流水時間一小時
洪水 117.78公方

官廳壩消力試驗
第九號
河槽沖淤平面及橫斷面圖
模型比例尺1:50 本圖比例尺1:30

附圖 7

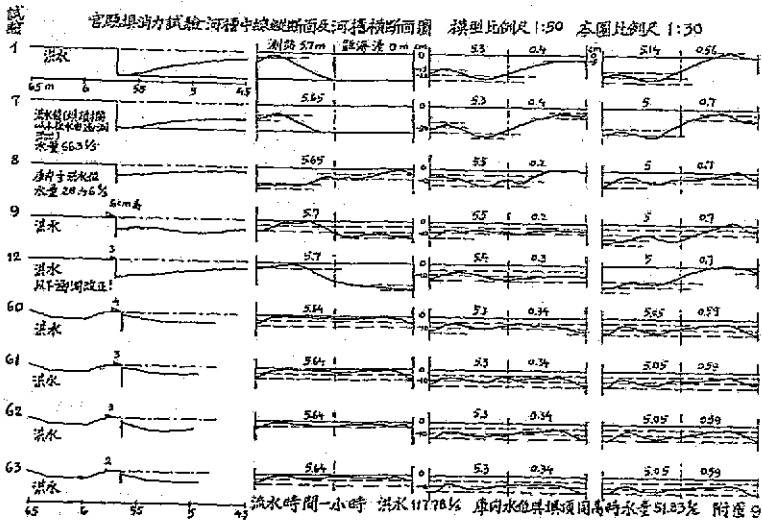


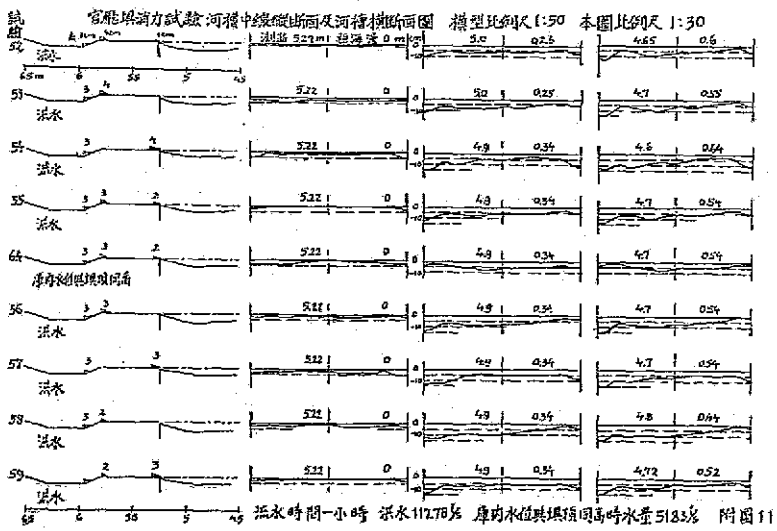
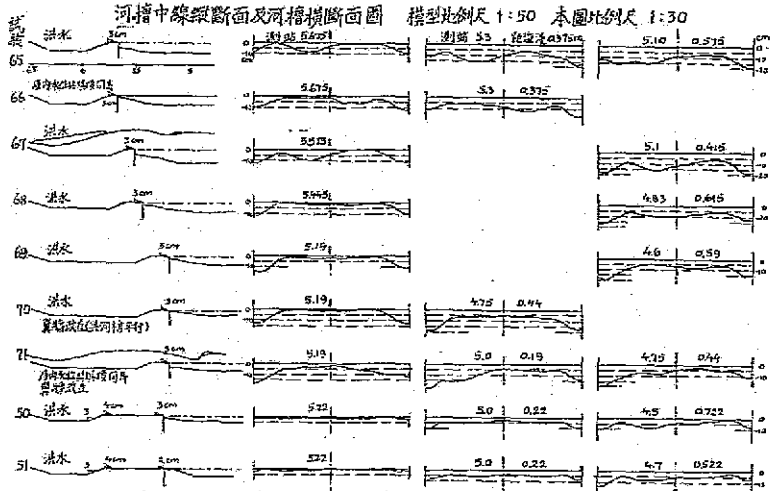
海漫寬 0.8 m 齒形樁高 3 cm

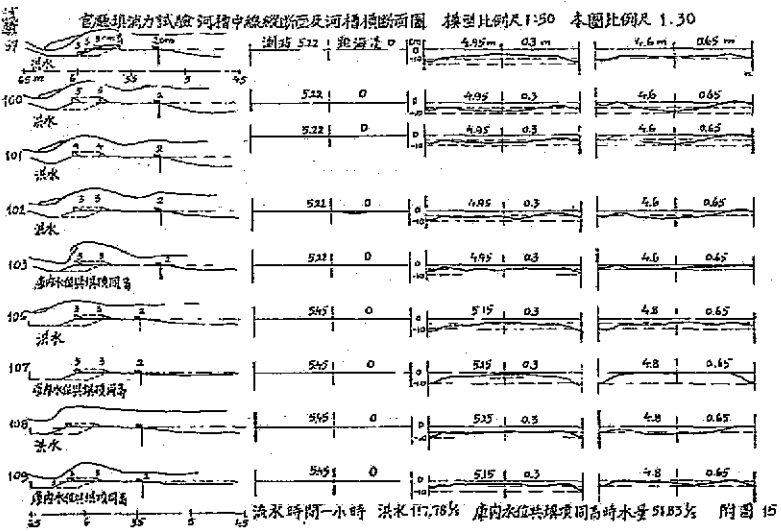


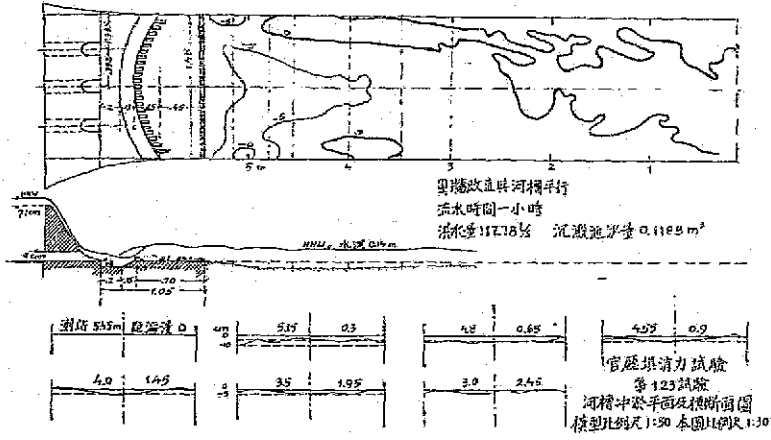
官廳堤消力試驗
第十二碼坎
河槽沖淤平面比較斷面圖
橫型比例尺 1:50 本圖比例尺 1:30

附圖 8

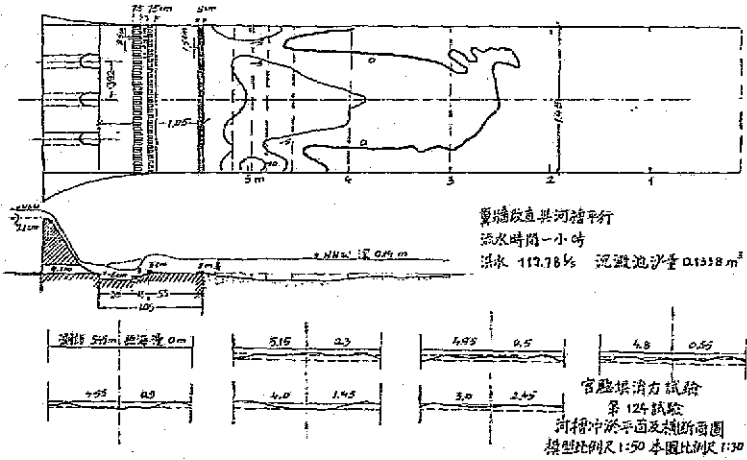




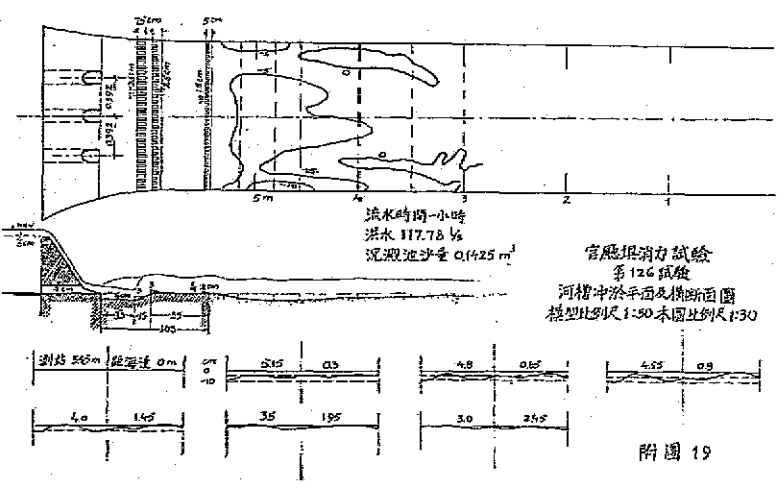
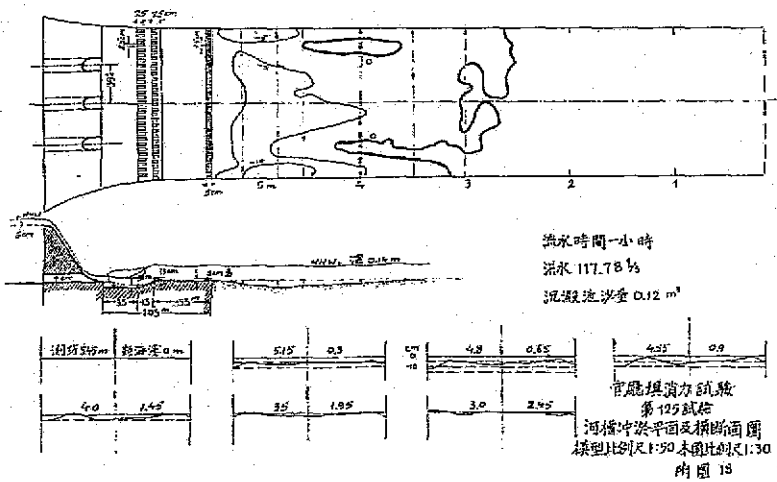


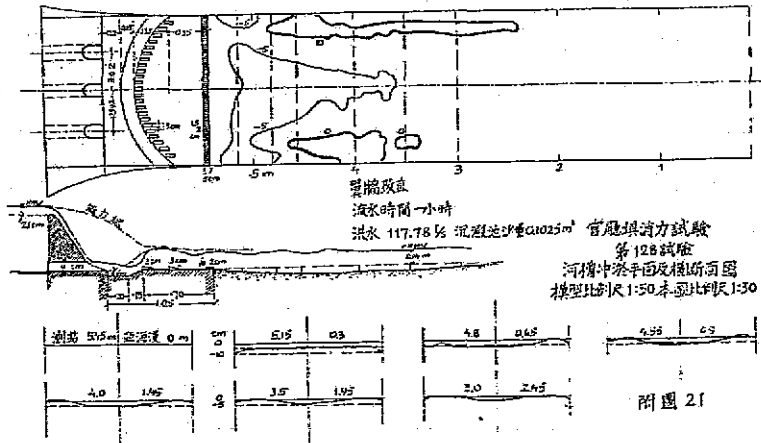
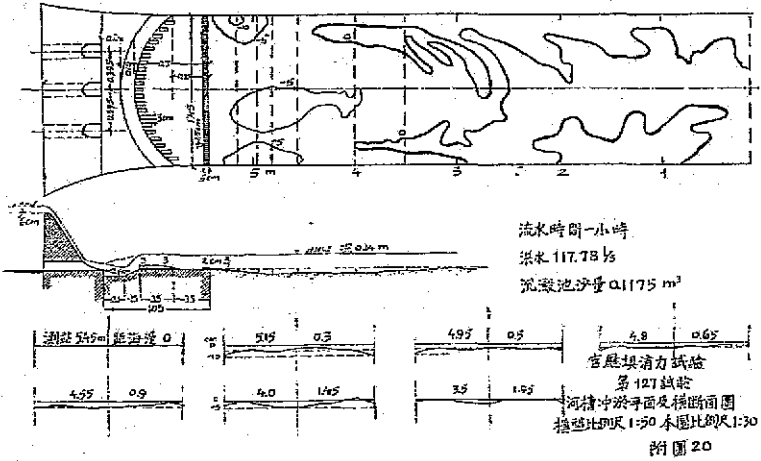


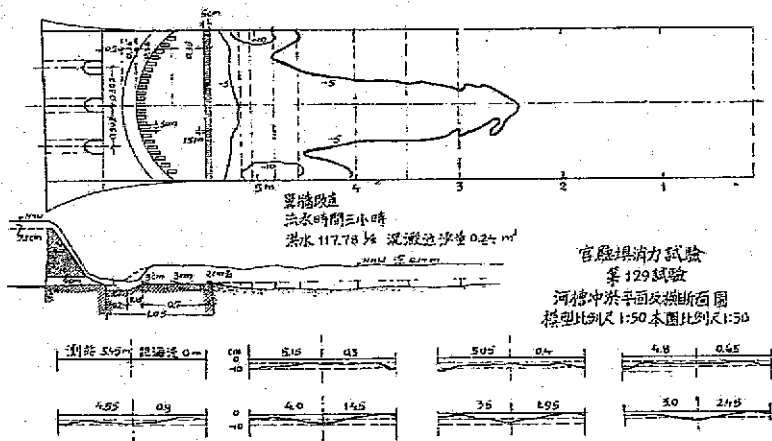
附圖 16



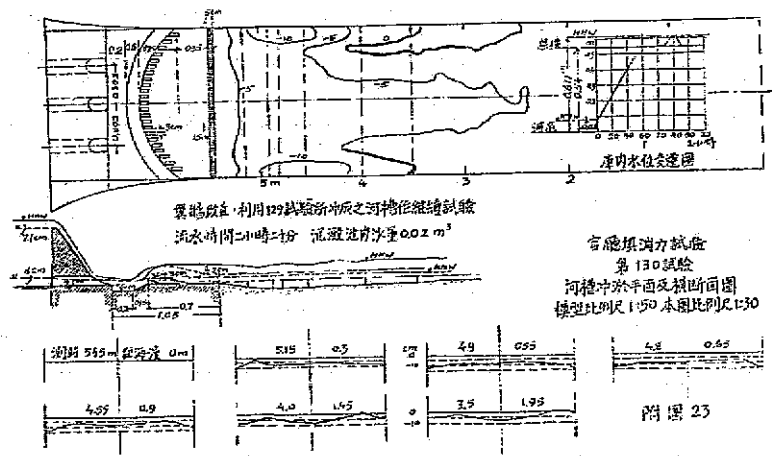
附圖 17





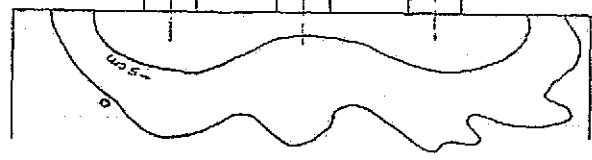


附圖 22

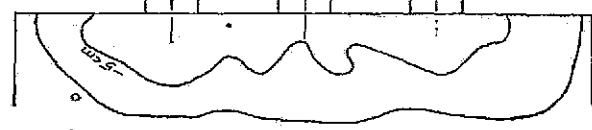


附圖 23

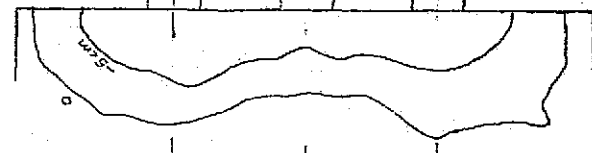
宮藏具滑力試驗 箱內溜河附近河底冲刷圖 模型比例尺 1:50 本圖比例尺 1:10



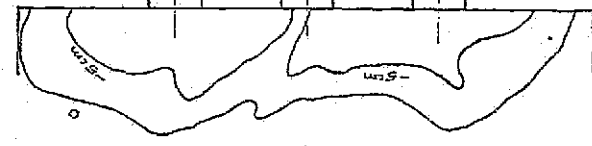
第六試驗



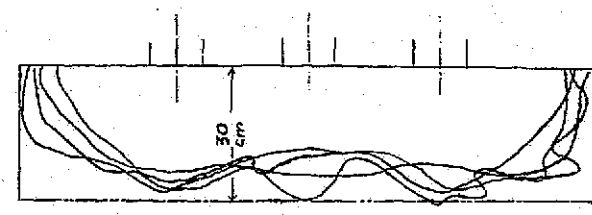
第七試驗



第九試驗



第十二試驗



附圖 24

