

鵠川頭首工模型水理実験

森 正 秋* 柳 本 孝 治**

目 次

まえがき
I 総 論
§ 1 鵠川頭首工
§ 2 実験の目的
§ 3 模型の概要
II 模型実験
§ 1 水 理 条 件
§ 2 実験の方針
§ 3 検証実験

III 実験結果の考察
§ 1 設計案について
§ 2 模型の改良点
§ 3 排砂門の効果
§ 4 洪水吐および固定ゼキ
§ 5 洗掘および堆積について
IV 結 語
あとがき

まえがき

本実験は、室蘭開発建設部によって建設されている鵠川頭首工について、水理構造物設計の基礎資料とするため、その水理学的機能を検討したものであるが、導水路への取水能力、排砂門の排砂能力など、主として平水量程度の流量に重点を置き、計画洪水量など大流量の流下に伴う水理現象は割愛した。

I 総 論

§ 1 鵠川頭首工

当地区は、流心距離 0/18 km 地点に大正 4 年に井セキを設けて取水していたが(図-1)、奥地の開発、治水工事の進捗に伴う降水時の洪水量増大、渇水時の水量枯渇とともに、施設の老朽化による災害の増大と、逐年所要水量の取水が困難となり、水稻生育に悪影響を及ぼしている状態である。これら老朽損傷した頭首工および揚水機場主要幹線用水路の更新、改修を行ない、既成水田 2,147 町歩の水不足を解消し、営農の安定を図るため新たに旧頭首工の直下流に新頭首工を設計し、揚水機場の新設および用水路 20 km の水路装工と付帯構造物の改修を行なうものであるが、頭首工の主要工事計画は次のようなものである。

1 計画洪水流量	3,000 m ³ /sec
2 流域面積	1,108 km ²
3 取水量 最大	5.065 m ³ /sec

* 河川研究室副室長

** 同 室

4 堤体型式	フローティングタイプ
5 堤 高	1.7 m
6 堤 長	固定部 175.2 m
	可動部 88 m
7 土砂吐型式	ローラーゲート 10×2.4 m 2 門
8 洪水吐型式	自動転倒ゲート 30×1.7 m 2 連
9 取水門型式	転倒ゲート 7.5×1.5 m 1 門
10 導水路延長	91.0 m

§ 2 実験の目的

本実験の目的は、頭首工における水理構造物の水理機能を明らかにして設計案の検討を行なうものであるが、それぞれの構造物に対する実験の目的をあげると次のとおりである。

1 土砂吐門扉の幅の検討

設計案 10 m 2 門の土砂吐について、排砂能力と取水条件を満足するように付帯構造物の形状を定めなければならない。

2 取水能力の検討

本頭首工には可動部として土砂吐 2 門、洪水吐 2 連があり、これらの開閉操作により条件の異なる数多くの取水型式があり、常時取水量確保の最低条件を求めなければならない。

3 導流壁の機能

土砂吐には上下流、洪水吐および固定ゼキにはそれぞれ下流に導流壁があり、これらの高さ、長さは取水能力あるいは河床洗掘などに影響を与えるため対象流量を明



図-1 鳩川頭首工計画地点平面図

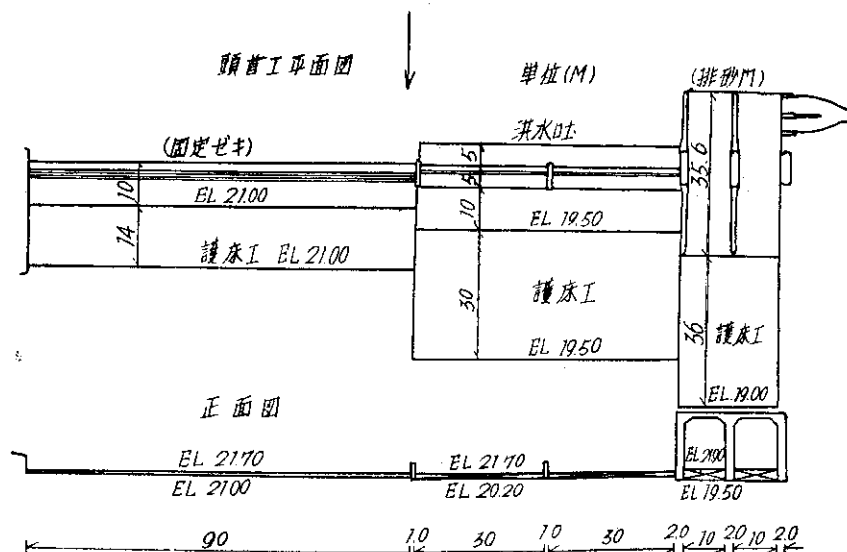


図-3

(1) 取水条件の検討

平水量程度の通水において土砂吐の機能を停止することなく導水路へ取水しなければならないが、これには土砂吐門扉の幅員を常数として、水路勾配および取水ゼキの高さが取水条件を満足するようにする。

(2) 導流壁

導流壁については取水に及ぼす影響および導流壁周囲の洗掘、堆積現象を検討し、適当と思われる形状を実験的に決定する。

(3) 排砂門の効果

排砂能力については、それぞれの流量における掃流力を計算し、砂および実験用スチロール粒子などを流下させて流況を観察することにより推測する。

(4) 洪水吐および固定ゼキ

洪水吐については、中小洪水を選定してその水理機能を検討し、固定ゼキはその天端高さを実験的に吟味する。

§ 3 検証実験

水理実験を行なうにあたり、モデルは幾何学的相似を満足しなければならないが、河川など比較的緩やかな流れのモデルでは水路底の粗度を適正にしなければ一般的な相似は得られない。

表-1

基 本 量	記 号	縮 尺	率
長	l	$1/n$	$1/30$
面 積	a	$1/n^2$	$1/900$
流 速	v	$1/n^{1/2}$	$1/5.477$
流 量	q	$1/n^{3/2}$	$1/4,929.6$
粗 度	n	$1/n^{1/6}$	$1/1.763$

実物についてある流量のときのある地点の水位が明らかであれば、1/m の模型において縮尺された流量を通水して水位が 1/m になるように水路の粗度を調節すれば、実物と模型において粗度の相似が成立していることになる。フルードの相似則を適用したときの縮尺 1/30 の模型における水理量の縮率は表-1 のとおりである。

実物における河床粗度 0.042 を模型に再現するためには、模型河床の粗度を 0.024 としなければならないが、模型河床にセメントペーストの吹付け、小砂利の撒布などを繰返し、数回の通水により所定水位を確保することができ、粗度係数は調整できたと考えられる。

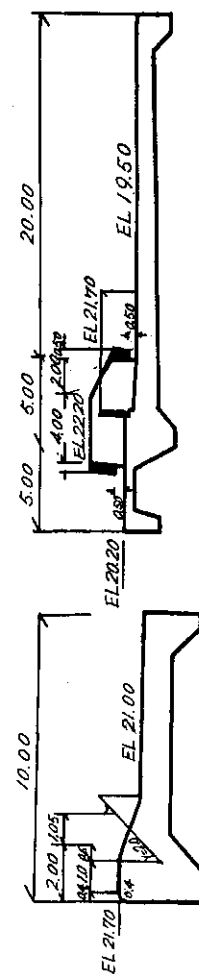
III 実験結果の考察

§ 1 設計案について

a) セキ上げ水位と取水量

本実験における頭首工構造物の形状は図-3 のとおりであったが、設計変更になり排砂門水路、洪水吐エプロン、各護床工などの長さが図-4 のようになるとともに、取入口敷高が EL 21.00 m から EL 20.90 m に、設計取水水位が EL 21.70 m から EL 21.60 m になり、また取入口の形状も図-5 の第 1 案の形状から、図-9 の形状に変更されたので、取入口形状については図-5 のように、原設計形状を第 1 案とし、取入口敷高を EL 20.90 m にしたものを第 2 案とし、第 1 および 2 案では取入口幅員が過小と思われるので第 2 案の中間支柱を上流側より長さ 4.5 m だけ除去し、取入口幅員を 7.80 m にしたものを第 3 案として実験を行なった。

一般に本川より導水路への取水量は、取水口前面における本川のセキ上げ水位の値によって定まると考えられ、また、排砂基準流量（普通には平水量）のとき、排砂門を開き排砂を行ないながら所定の取水量を確保できるこ



Technical drawing of a bridge structure showing two cross-sections. The left cross-section has a total width of 10.00, with a central opening of 2.00. The right cross-section has a total width of 20.00, with a central opening of 4.00. Both sections show a vertical profile with a peak at EL 21.70 and a base at EL 20.20. The right section also shows a base at EL 19.50.



5-☒

とが望ましい。

図-6 は、全量取水によるセキ上げ水位と取水量の関係を示したもので、最大取水量 $5.065 \text{ m}^3/\text{S}$ のときの設計取水水位 $\text{EL } 21.60 \text{ m}$ に対して、第1案では $\text{EL } 21.63 \text{ m}$ 、第2案では $\text{EL } 21.54 \text{ m}$ 、同じく第3案では $\text{EL } 21.53 \text{ m}$ となり、第3案が最も余裕のあることを示している。

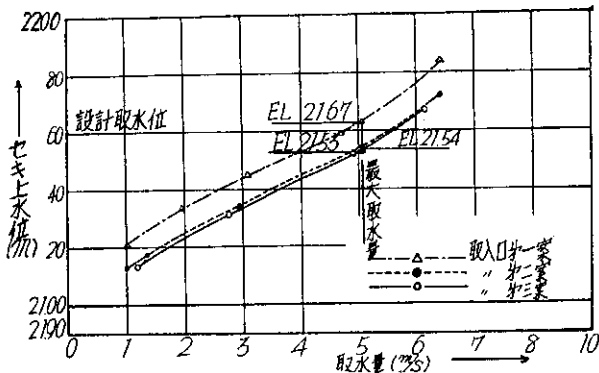


図-6 セキ上水位と取水量

排砂を行ないながら取水する条件については洪水吐を閉鎖し、排砂門ゲートを左右一門ずつ、また、両門を開放したときの本川流量とセキ上げ水位の関係を調べたが、図-7に示すように、平水量 $22 \text{ m}^3/\text{S}$ 通水の場合はいずれの場合においても所定量を確保することができない。したがって平水量において排砂門右側一門を開放しながら所定量を確保するためには、排砂門水路の勾配の緩和、取入口敷高を下げる、などの改良が必要である。

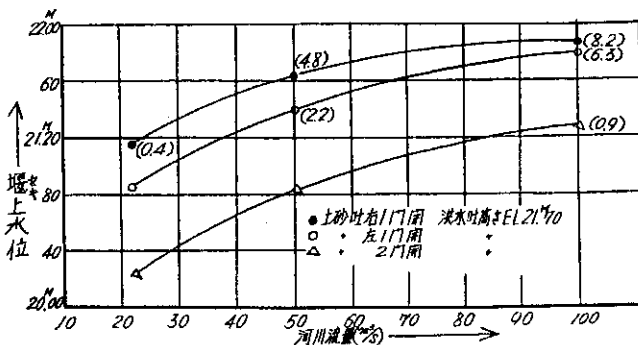


図-7 本川流量とセキ上げ水位

(括弧内の数字は取水量，単位 m^3/S)

b) 取入口の流入流速

最大取水量 $5.065 \text{ m}^3/\text{S}$ を全量取水したときの、取入口第3案における流入流速を図-8に示す。普通取入口の流入流速は土砂の流入を防ぐためにも、 $1.0 \text{ m}/\text{S}$ 以下にすることが望ましく、本案ではやや大きな値を示しており、②の点においては下部のところで逆流を生じており、土砂の流入のあるときは、この付近より土砂の堆積が始まることが考えられる。

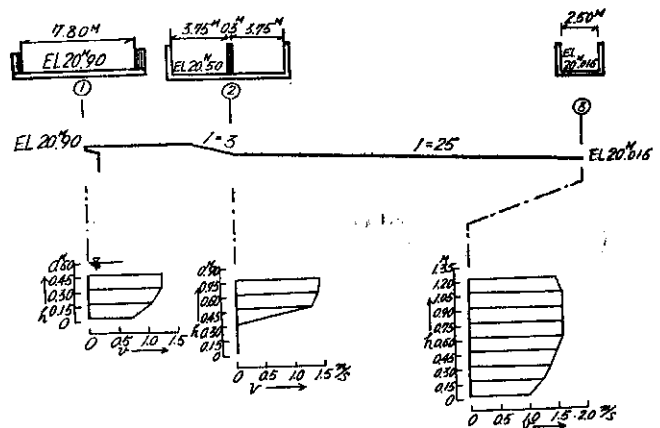


図-8 導水路内流速 (第3案) $Q = 5.065 \text{ m}^3/\text{sec}$

§ 2 模型の改良点

a) 敷高

設計案においては排砂門の機能を停止することなく、取水することは不可能であることが明らかとなった。取水ゼキの標高を下げればこの条件を満たすことになるが、その結果は接続導水路全域にわたり取水水位低下の悪影響を及ぼすことになる。

実験においては導水路敷高は設計案のとおりとして、取水ゼキと排砂門前面水路の敷高が、取水条件を満足するように実験的に定めた。図-9 (点線) は、改良された

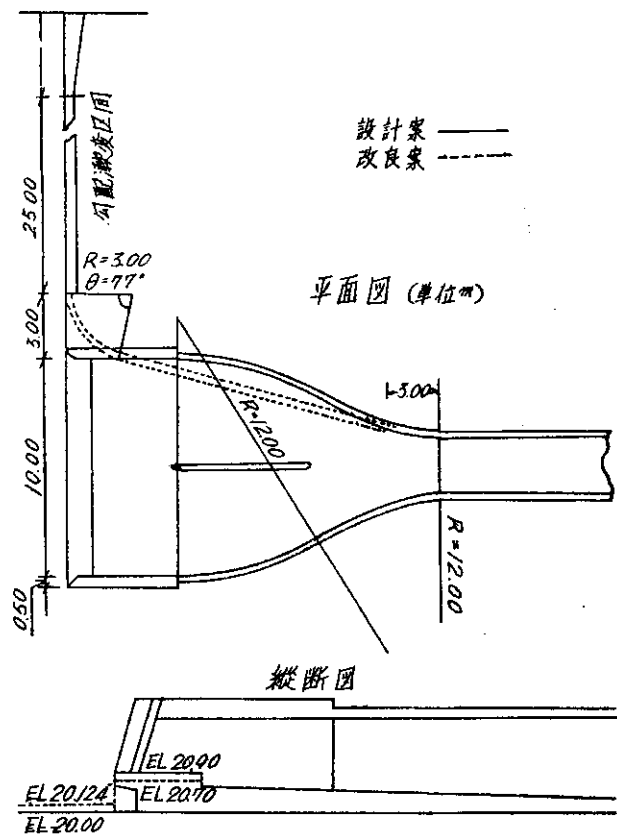


図-9

取水構造の定規図である。これによれば、平水量 $22 \text{ m}^3/\text{S}$ において右排砂門を開放して取水量を確保するためには、前面敷高を $\text{EL } 20.12 \text{ m}$ に上げ取水ゼキ標高を $\text{EL } 20.70 \text{ m}$ (旧 $\text{EL } 20.90 \text{ m}$) に下げる必要がある。左排砂門を開放したときは取水口に近い関係で水位低下がはなはだしく所定流量を取水することはできない。それぞれの流量における取水量 および取水水位は表-2 のとおりであるが、洪水時の取水は導水路門扉の操作により必要流量を確保することになると考えられるので割愛した。

表-2

流 量 (m^3/S)	排 砂 門 作 用	取水口 水 位 (m)	取水量 (m^3/S)	固定堰上 流 水 位 (m)
渇水量 6.33	左右閉鎖	22.41	6.33	21.41
平水量 22.0	左 開放	20.77	0.838	21.33
平水量 22.0	右 開放	21.16	4.444	21.21

b) 勾 配

取入口前面の敷高を上げたことにより、必然的に土砂吐の水路勾配は 0.032 より 0.04 となり 排砂能力は増大したが、排砂門を通る流水は射流エネルギーを下流河床まで保持することになり、護床工の延長、あるいは強化をしなければならない。これを防ぐため、排砂門下流の水路勾配を小にして、水路内で常流にもどるように、勾配可変水路を取付けて検討した結果、下流側水路勾配は 0.01 に改めた。

c) 導 流 壁

設計案における排砂門前面の導流壁は $\text{EL } 21.00 \text{ m}$ であり、平水量のこの点を通る水位は $\text{EL } 21.188 \text{ m}$ と若干高く、図-10 のように排砂門への越流水脈があり、取水量を減少させている。平水流量において所要流量を確保するためには、この越流水脈を防止し、左排砂門付近

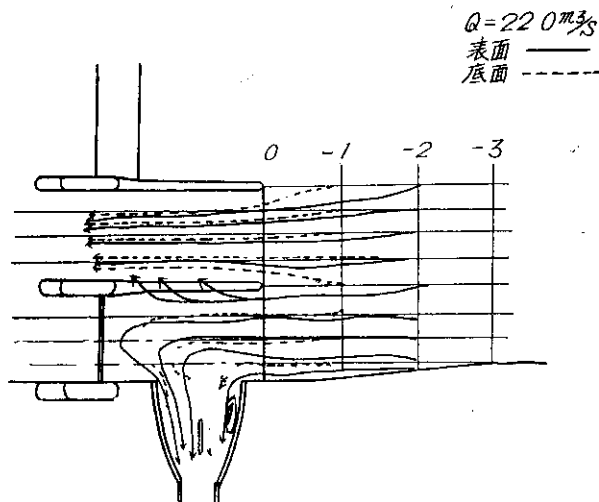


図-10

の流向をすべて導水路へ導びかなければならない。このため排砂門前面の導流壁はすべて $\text{EL } 21.30 \text{ m}$ まで嵩上げた。

d) 取 水 口

設計案における取入口平面形状は対称形で、流心に直角に位置しているため、取水ゼキ下流の左岸は図-10 の流線でわかるように死水域となる。実験によれば砂およびスチロール粒子を流下させても死水域一帯に堆積があり、洪水時などは相当量の土砂の堆積が考えられる。また、この形状は取水量にも悪影響を与えと思われるので、図-9 (点線) のように、左岸を大きな円弧で取付け死水域がなくなるようにした。

取入口における縦断形状は定規図のようにハンガーリップをつけてあるが、これは、左排砂門を開放したとき取入口前面に堆砂している土砂を攪乱浮上させて下流へ流下させる目的と考えられる。しかしながら、平水量 $22 \text{ m}^3/\text{S}$ 以下では左排砂門を開放することができない現状ではあまり効果がなく、むしろ常時導水路へ土砂を供給することとなり悪影響を与えているようである。模型においてこのハンガーリップの有無による砂の巻込み状態を比較した結果は図-9 のようにハンガーリップを除去したほうが砂の巻込み流入がなくなって良いと考えられる。

§ 3 排砂門の効果

水の流れによって水路上にある砂礫が転動、滑動あるいは小跳躍をしながら移動するのは掃流力の直接の作用である。いま排砂門を通る流水の掃流力を計算すると次のようになる。

水路幅を b 、底面および側壁におけるせん断応力をそれぞれ τ_0 、 τ_s とすると流れの方向の釣合関係は

$$wbhI_e = \tau_0 b + 2h\tau_s \quad \dots\dots\dots(1)$$

$\tau_s = wR_s I_e$ とおき、側壁については mannig 式が成立するものとする

$$\tau_0 = whI_e \left(1 - 2\frac{R_s}{b}\right) \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに

$$R_s = \left(\frac{Vn_s}{\sqrt{I_e}}\right)^{\frac{3}{2}}, \quad I_e = I + (i - I) \frac{V^2}{gh}$$

また砂礫の限界掃流力として吉川公式を使用すれば

$$S = 50(\gamma_1 - \gamma) d_m \quad \dots\dots\dots(3)$$

(2) および (3) 式により平水量および $50 \text{ m}^3/\text{S}$ の掃流力ならびに粒径を求めると表-3 のとおりとなる。

流下砂礫の平均粒径は実測によれば $d_m = 15.3 \text{ m/m}$ となっており、平水量程度で十分フラッシュできるものと考えられる。

表-3

	流 量	排砂門操作	(1)	(2)	(3)	掃 流 力	粒 径
	Q		w	h	I_e	τ_0 (kg/m ²)	d (cm)
排砂門上流	22 m ³ /sec	左 開	1000	0.69	0.0888	60.4	75.5
	22 m ³ /sec	右 開	1000	0.59	0.0721	41.9	52.4
	50 m ³ /sec	左 開	1000	1.08	0.0994	106.0	132.5
	50 m ³ /sec	右 開	1000	1.11	0.0881	96.4	125.0
排砂門下流	22 m ³ /sec	左 開	1000	0.41	0.0796	31.2	39.0
	22 m ³ /sec	右 開	1000	0.40	0.0974	37.6	47.0
	50 m ³ /sec	左 開	1000	1.06	0.0669	68.1	85.1
	50 m ³ /sec	右 開	1000	1.09	0.0587	61.4	76.8

§ 4 洪水吐および固定ゼキ

a) 洪水吐

洪水吐については主として下流エプロンの水理機能を明らかにするため、比較的ヒン度の高いと考えられる 50～100 m³/S の小洪水量について実験を行なった。

図-11 にそれぞれの流量における跳水前線を示したが、下流河床を固定したため下流水深に差ができ左右の跳水前線が不揃いとなったが、50 m³/S 程度まではともに跳水はエプロン内で常流に復することになり支障はない。

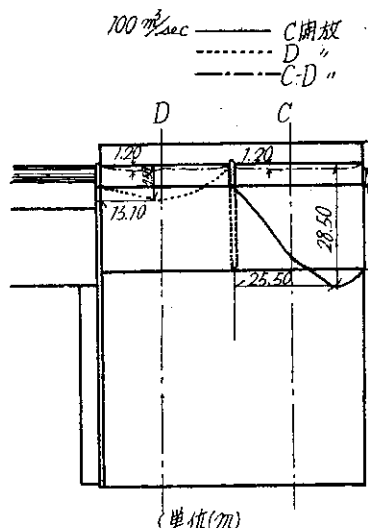
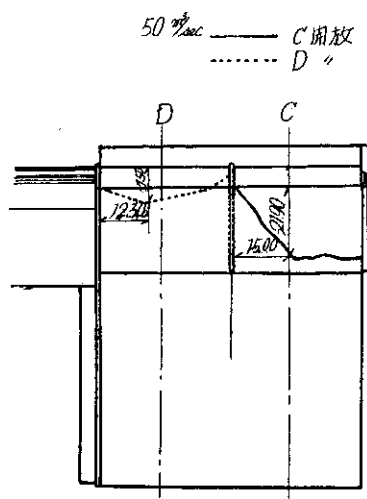


図-11 可動ゼキ開放時の流況

通水流量が 100 m³/S になり左洪水吐一連を開放すると跳水前線はエプロン外に飛出し、護床工内で跳水を起こすことになる。これを避けるため、100 m³/S 程度以上の洪水に対しては 2 連の同時開放が望ましいと考えられる。また、いずれのケースにおいても、左右の跳水前線はエプロン上で干渉して蛇行し、下流河床まで偏流を与えることになり思わしくないので中間に長さ 20 m、高さ 0.6 m の導流壁（図中点線）を設けてこれを防いだ。

b) 固定ゼキ

湧水量 6.33 m³/S における固定ゼキ上流および取入口水位は EL 21.41 m であるが、実物における取水口水位は模型に再現しなかった種々の構造物の損失水頭により若干上昇するものと考えられる。それぞれの実験式および経験式により算出すると次のような値をとると考えられる。

$$1 \text{ トランシュラック} \quad f_t \frac{V^2}{2g} \quad f_t = 1.75$$

$$2 \text{ ゲート} \quad f_g \frac{V^2}{2g} \quad f_g = 0.19$$

$$3 \text{ ベンチュリーフルーム} \quad f_{gc} \frac{V^2}{2g} \quad f_{gc} = 0.4$$

$$h_r = (f_t + f_g + f_{gc}) \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots(4)$$

(4) 式による全損失は 0.234 m となり、上流の水位は EL 21.644 m 程度になると考えられ、固定ゼキの標高 EL 21.70 m は低いゼキの余裕高を考慮して妥当なものと考えられる。

固定ゼキ下流の護床工は、洪水吐および土砂吐の下流護床工より敷高が高く、固定ゼキを越流する水脈がある場合、流下につれて左岸側へ大きく偏流し、局部洗掘の恐れがある。このため、固定ゼキと洪水吐の境界に導流壁を設け、流下水脈を完全に分離して、下流河床を保護する必要がある。

導流壁の長さおよび高さは、それぞれの流量について適正なものが計算されるが、ここでは 100 m³/S を対象流量とした。

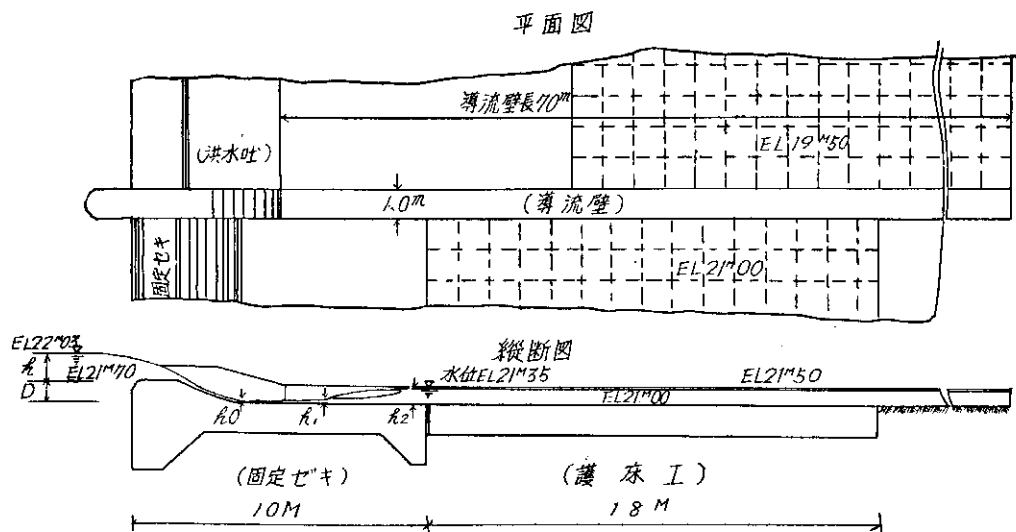


図-12

いま図-12 のような記号を使用すれば

$$h_0 = q / \sqrt{2g(D+h)}(1-C_0 D/h) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{h_1^2}{4} + \frac{2q^2}{gh_1}} - \frac{h_1}{2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

図において $h_1 > h_0$ であるが、射流の増加量は大きくないので $h_1 = h_0$ として下流水深を計算すると $h_2 = 0.35$ m となり、余裕高をみて図-12 のように導流壁諸元を決定した。

§ 5 洗掘および堆積について

本地域の河道は、従来旧頭首工によりその河床勾配は大きく2分されて、上下流ともほぼ安定しているものと考えられ、頭首工新設により導流壁先端、護床工の末端などにおける局部洗掘以外に大きな河床変動はないものと考えられる。

頭首工付近の河床は旧頭首工を境として上下に2分され、それぞれ異なる粒度の砂礫で構成されている。

図-13 は、各地点における砂礫の平均粒径および限界掃流力を示したものであるが、頭首工上流は水面勾配に

比較して大きな限界掃流力を持ち、通水流量が $100 \text{ m}^3/\text{S}$ 以下では全然洗掘の恐れはない。 $100 \text{ m}^3/\text{S}$ 程度の洪水に対しては、2, 3 洗掘を受ける箇所が生ずるが、掃流力と限界掃流力との差は小さく、洪水波の低下につれて常態に復するものと考えられる。

頭首工下流における河床砂礫は一般に比較的大きく、 $50 \text{ m}^3/\text{S}$ 程度の小洪水までは全然洗掘の恐れはない。このことは上流域からの流下土砂を堆積させることが考えられるが、上流の河床構成が明らかでないので推論することはできないが、平水流量程度において浮遊流砂がほとんどないことから考えて、ほぼ安定した河道と思われる。

構造物周辺の局部洗掘については導流壁先端、護床工の末端などが考えられる。この問題については現在の段階ではまだその的確な推定は困難であるが、LAURSEN の実験結果(図-14)を参考にして実験値を用いて導流壁先端の最大洗掘深を求めると表-4 のとおりとなる。なお、計画洪水量については実験値がないため計画水位を

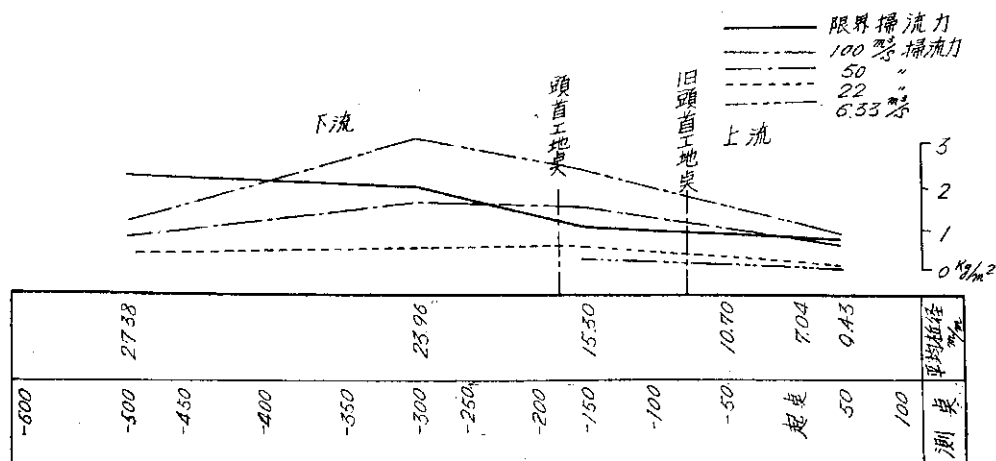


図-13

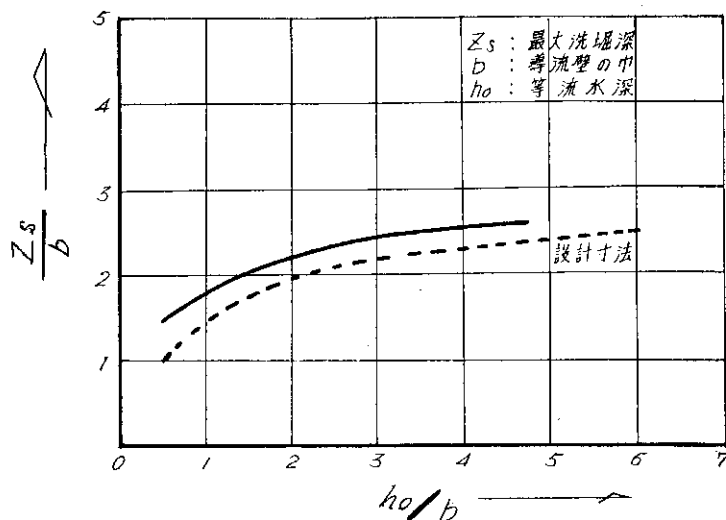


図-14

表-4

通水流量	排砂門	洪水吐	h_0 (m)	z_s (m)
22 m ³ /S	右開	閉鎖	0.817	1.66
50 m ³ /S	右開	閉鎖	1.317	1.93
	左右開	閉鎖	0.998	1.77
100 m ³ /S	右開	左開	1.357	1.95
	左右開	左開	1.030	1.78
1,100 m ³ /S	左右開	左右開	2.576	2.34
3,000 m ³ /S	左右開	左右開	2.90	2.70

用いた。

護床工下流においては局部洗掘現象を推定する目安として流速分布を測定したが、図-15 のように平水量においては 1.50 m/S、100 m³/S において 4.37 m/S 程度で護床工末端が多少洗掘されても頭首工本体まで影響を与えるほどのものではないと考えられる。

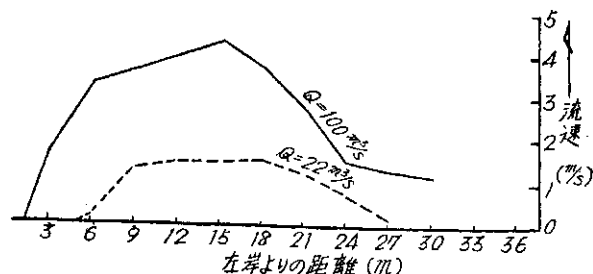


図-15 -250 地点の最大流速

IV 結 語

本実験により明らかにされた点を示すと、

- 1) 設計案においては平水量 22 m³/S で排砂能力を停止することなく取水量を確保することはできない。
- 2) 平水量において所定量を取水するためには、取入口前面敷高を EL 20.12 m に上げ、取入口敷高を EL

20.70 m に下げる必要がある。

3) 所定の取水量を確保するために、排砂門上流側の勾配が設計案の 0.032 より 0.04 と急になったので、排砂能力が過大となるため排砂門下流の勾配を設計案の 0.025 よりゆるやかな 0.01 程度にすることが望ましい。

4) 平水量における排砂は右砂門によらなければならない。

5) 排砂門前面の導流壁は EL 21.30 m に嵩上げする必要がある。

6) 設計案における取入口の平面形状では左岸に死水域が生じ土砂の堆積をまねくので、左岸を大きな円弧で取付けたほうが良いと考えられる。

7) 取入口のハンガーリップは、平水量以下では左排砂門を開放することができない現状ではあまりその効果がないので除去したほうが良いと思われる。

8) 排砂門を流下する砂礫の平均粒径は実測によると 15.3 mm となっており、平水量程度で十分フラッシュできると考えられる。

9) 洪水吐を流下する流れは、通水流量 50 m³/S 程度ではエプロン内で跳水が常流に復するが、通水流量が 100 m³/S になり左洪水吐一連を開放すると跳水はエプロン外にでるので、100 m³/S 程度以上の通水時には洪水吐 2 連の同時開放が望ましい。また、いずれのケースにおいても左右の跳水前線はエプロン上で干渉して蛇行し、下流河床に偏流を与えるので中間に導流壁を設けることが望ましい。

10) 固定ゼキの標高は湧水量に対しほぼ妥当なものである。

11) 固定ゼキを越流する流れがあるとき、流下につれて左岸側へ大きく偏流し、局部洗掘の恐れがあるので、洪水吐と固定ゼキの境界に導流壁を設けることが望ましい。

12) 頭首工新設による上下流の河床変動はあまりないものと考えられる。

13) 導流壁先端の最大洗掘深は約 2.7 m 程度と思われる。

14) 護床工下流河床においては、多少洗掘されても頭首工本体まで影響を与えることはないものと考えられる。

あとがき

鶴川頭首工の模型実験は昭和 38 年 6 月より 10 月まで 5 箇月にわたり行なったもので、与えられた問題については大体結論を得ることができたが、移動河床による実

験を行なわなかったもので、洗掘および堆積現象については明確な回答をすることができなかったのは実験担当者として遺憾とするところである。なお排砂門付近の各流量における流向、各所水位側定値など実験により得られ

た資料を付表および付図として巻末に掲載した。

終わりにあたり終始御協力を戴いた室蘭開発建設部鶴川頭首工建設事務所の各位に謝意を表する。

付表-1 頭首工付近の水位 (1)

(改良案, 単位 m)

通 水 流 量	6.33 m³/S	22 m³/S	50 m³/S	50 m³/S	50 m³/S	50 m³/S	50 m³/S	50.3 m³/S
洪水吐操作	C.D 閉	〃	〃	〃	〃	〃	D 開	C 開
排砂門操作測定	A.B 閉	A 開	B 開	A 開	B 開	A.B 開	A.B 閉	A.B 閉
取水口	A 1	21.444	20.817	21.177	—	—	21.357	21.384
	2	21.444	20.751	21.177	—	—	21.342	21.396
	3	21.400	20.751	21.156	—	—	21.398	21.393
	4	21.404	20.751	21.159	—	—	21.381	21.423
EL 21.724 m								
排砂門	A 0	21.399	21.057	21.188	21.463	21.779	20.983	—
	B 0	21.405	21.942	20.941	21.846	21.441	21.122	—
	A 6	21.414	—	21.212	—	22.440	—	21.382
	B 6	21.405	21.942	—	21.902	—	—	21.429
	A 7	—	19.894	—	20.560	—	20.009	—
	B 7	—	—	19.952	—	20.471	20.006	—
EL 19.500 m								
洪水吐	C 1	21.452	21.317	21.161	21.623	21.806	21.347	21.253
	D 1	21.488	21.329	21.176	21.905	21.869	21.428	21.121
EL 20.200 m								
固定堰	E 1	—	—	—	21.844	21.808	—	—
	F 1	—	—	—	21.860	21.815	—	—
EL 21.700 m								

付表-2 頭首工付近の水位 (2)

(改良案, 単位 m)

通 水 流 量	排砂門操作	洪水吐 測定 操作	A 6	B 6	C 1	D 1	E 1	F 1
			EL 19.50		EL 20.20		EL 21.70	
50 m ³ /sec	A 開 B 閉	C 開 D 閉	20.076	21.315	20.815	21.127	—	—
	〃	C 閉 D 開	20.103	21.330	21.007	20.953	—	—
	〃	C 開 D 開	19.887	21.135	20.605	20.731	—	—
	A 閉 B 開	〃	20.967	19.905	20.626	20.716	—	—
	〃	C 開 D 閉	21.387	19.893	20.827	21.103	—	—
	〃	C 閉 D 開	21.225	19.950	21.112	20.959	—	—
	A 開 B 閉	〃	19.950	19.875	20.869	20.797	—	—
	〃	C 開 D 閉	19.917	19.820	20.647	20.845	—	—
	〃	C 開 D 開	19.854	19.836	20.551	20.623	—	—
	〃	〃	—	—	—	—	—	—
100 m ³ /sec	A 閉 B 閉	C 開 D 閉	22.056	21.975	21.535	21.988	21.928	21.913
	〃	C 閉 D 開	21.981	21.930	21.760	21.637	21.847	21.835
	〃	C 開 D 開	21.546	21.498	20.845	21.109	—	—
	A 閉 B 開	〃	21.237	20.061	20.776	20.956	—	—
	〃	C 開 D 閉	21.579	20.157	21.040	21.481	—	—
	〃	C 閉 D 開	21.573	20.115	21.340	21.268	—	—
	A 開 B 開	〃	20.157	19.971	21.088	21.016	—	—
	〃	C 開 D 閉	20.127	19.935	20.746	21.154	—	—
	〃	C 開 D 開	20.031	19.857	20.512	20.782	—	—
	〃	〃	—	—	—	—	—	—

付表-3 取入口の流入流速

(改良案, 単位 m/s)

Q (m³/sec)		6.33	22	Q (m³/sec)		6.33	22
排砂門		A.B 閉	B 開	排砂門		A.B 閉	B 開
測点				測点			
取水口 A	(1)	0.54	1.21	取水口 A	(3)	0.77	1.33
	(1)	0.54	1.28		(4)	0.54	1.43
	(2)	0.77	1.21		(4)	0.42	1.33
	(2)	0.34	1.32		B	1.53	1.76
	(3)	0.67	1.33		B	1.53	1.59

付表-4 排砂門上流の流速

(改良案, 単位 m/s)

Q (m³/sec)		6.33	22	22	50	50	50
排砂門		A.B 閉	A 開	B 開	A 開	B 開	A.B 開
測点							
A-2		1.21	1.08	1.08	0.94	—	0.54
	〃	0.87	1.08	1.08	0.54	—	0.77
A-1		0.77	1.21	1.08	0.94	—	0.94
	〃	0.77	1.21	1.08	0.77	—	0.54
B-2		—	1.08	1.08	—	0.54	0.77
	〃	0.54	1.08	1.08	—	0.54	0.77
B-1		0.54	1.08	1.08	—	0.94	0.77
	〃	0.77	1.08	1.08	—	1.08	0.77

付表-5 左排砂門水路および下流の流速

(改良案, 単位 m)

Q (m³/sec)		22	22	50	50
排砂門		A 開	B 開	A 開	A.B 開
測点					
A	3	—	—	—	—
	3	—	—	—	—
	4	—	—	4.76	3.07
	4	—	—	4.30	3.56
	6	5.20	—	—	—
	6	5.14	—	—	—
	7	—	—	4.68	4.47
	7	—	—	4.02	3.72
	10	4.57	—	4.97	5.23
	10	4.60	—	6.79	4.39
A ₁₆	13	4.66	—	5.90	5.31
	13	4.63	—	5.05	4.50
	(1)	3.68	—	4.31	3.77
	(1)	3.25	—	1.32	3.54
	(2)	4.75	—	—	—
	(2)	4.41	—	—	—
	(3)	3.98	—	—	—
	(3)	3.25	—	—	—
	(4)	4.34	5.45	—	4.94
	(4)	3.68	4.29	—	4.26
	(5)	4.54	—	—	—
	(5)	4.60	—	—	—
	(6)	4.60	—	—	—
	(6)	4.60	—	—	—
	(7)	4.20	4.13	—	4.37
	(7)	3.51	3.85	—	3.72
	19	4.47	—	6.32	3.75
	19	3.51	—	5.61	3.22

付表-6 右排砂門水路および下流の流速

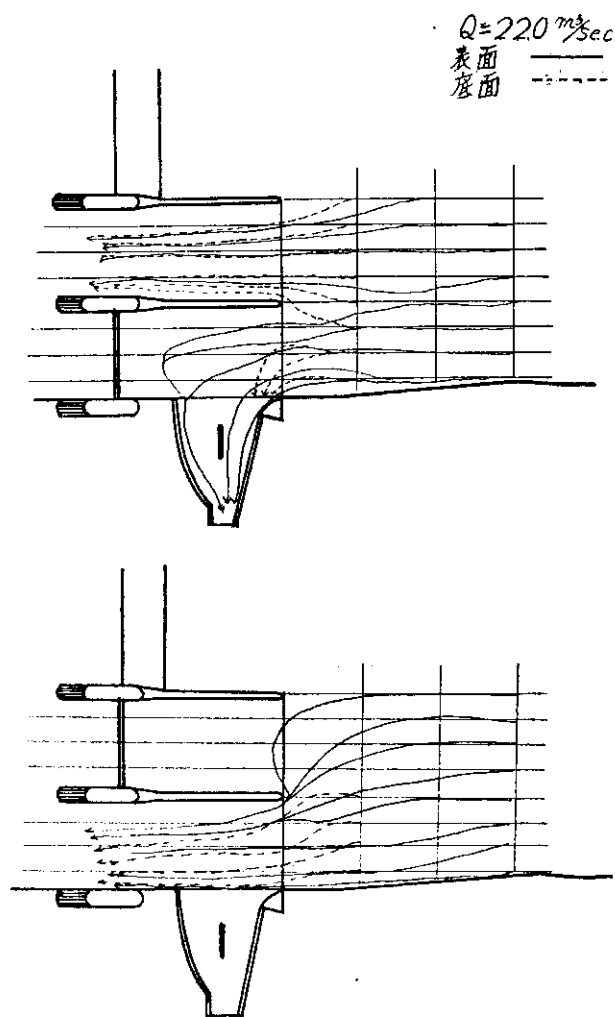
(改良案, 単位 m)

Q (m³/sec)		22	22	50	50
排砂門		A 開	B 開	B 開	A.B 開
測点					
B	3	—	4.23	—	—
	3	—	—	—	—
	4	—	—	—	4.91
	4	—	—	—	4.60
	6	—	4.76	—	—
	6	—	—	—	—
	7	—	—	—	5.03
	7	—	—	—	4.70
	10	3.60	—	—	5.34
	10	3.51	—	—	5.14
B ₁₆	13	3.60	—	—	5.61
	13	3.56	—	—	5.42
	(8)	3.80	—	4.40	5.06
	(8)	3.68	—	4.27	4.82
	(9)	3.91	—	—	—
	(9)	3.80	—	—	—
	(10)	3.76	—	—	—
	(10)	3.60	—	—	—
	(11)	3.64	—	4.91	5.45
	(11)	3.58	—	4.57	5.09
	(12)	3.68	—	—	—
	(12)	3.54	—	—	—
	(13)	3.54	—	—	—
	(13)	3.47	—	—	—
	(14)	3.45	—	4.73	5.42
	(14)	3.14	—	4.60	5.27
	19	2.54	—	4.30	—
	19	1.80	—	5.56	—

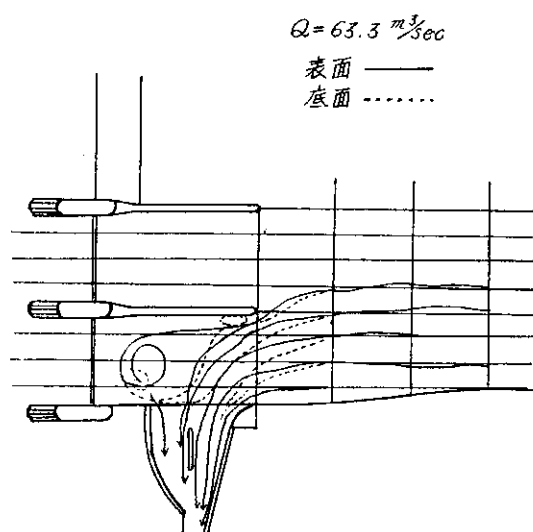
付表-7 排砂門上流端における流速

(改良案, 単位 m)

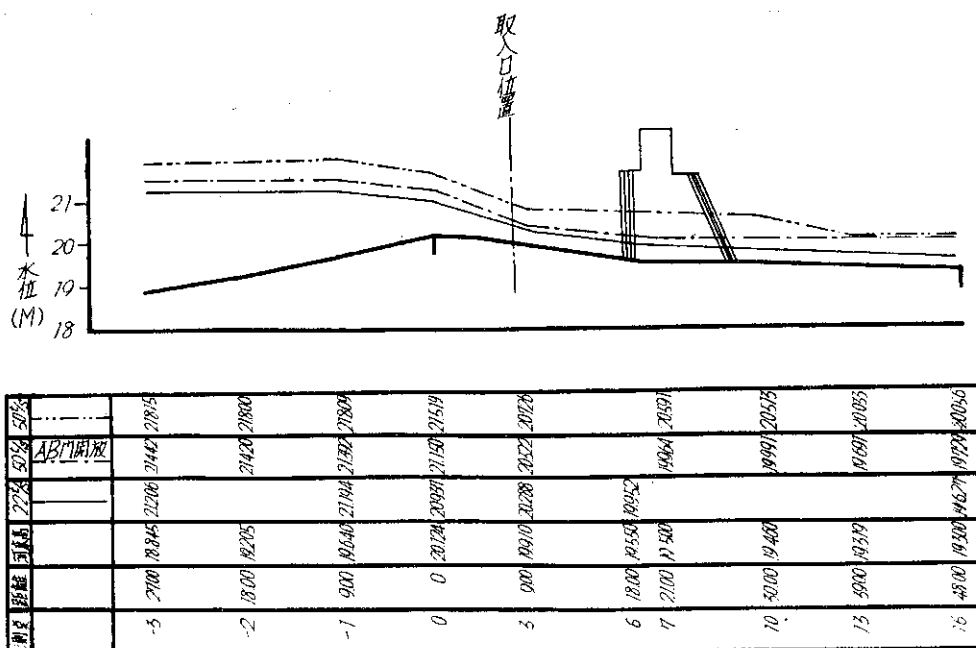
Q (m³/sec)		6.33	22	22	50	50	50
測点	排砂門	A.B 閉	A 開	B 開	A 開	B 開	A.B 開
A ₀	(1)	0.69	2.54	1.08	2.54	—	2.03
	(1)	0.77	2.52	1.08	2.63	—	2.03
	(2)	—	2.52	—	—	—	—
	(2)	—	2.54	—	—	—	—
	(3)	—	2.54	—	—	—	—
	(3)	—	2.46	—	—	—	—
	(4)	0.77	2.54	0.94	2.42	4.66	1.21
	(4)	0.81	2.48	0.94	2.54	4.57	1.21
	(5)	—	2.60	—	—	—	—
	(5)	—	2.60	—	—	—	—
	(6)	—	2.66	—	—	—	—
	(6)	—	2.66	—	—	—	—
	(7)	0.76	3.30	0.94	3.30	4.46	2.71
	(7)	0.54	3.30	0.77	2.82	4.27	2.54
B ₀	(8)	—	—	2.54	—	2.85	2.25
	(8)	—	—	2.54	—	2.66	2.10
	(9)	—	—	2.42	—	—	—
	(9)	—	—	2.42	—	—	—
	(10)	—	—	2.42	—	—	—
	(10)	—	—	2.36	—	—	—
	(11)	—	—	2.43	—	2.80	1.95
	(11)	—	—	2.42	—	2.36	1.95
	(12)	—	—	2.42	—	—	—
	(12)	—	—	2.43	—	—	—
	(13)	—	—	2.48	—	—	—
	(13)	—	—	2.30	—	—	—
	(14)	—	—	2.54	—	—	—
	(14)	—	—	2.52	—	—	—



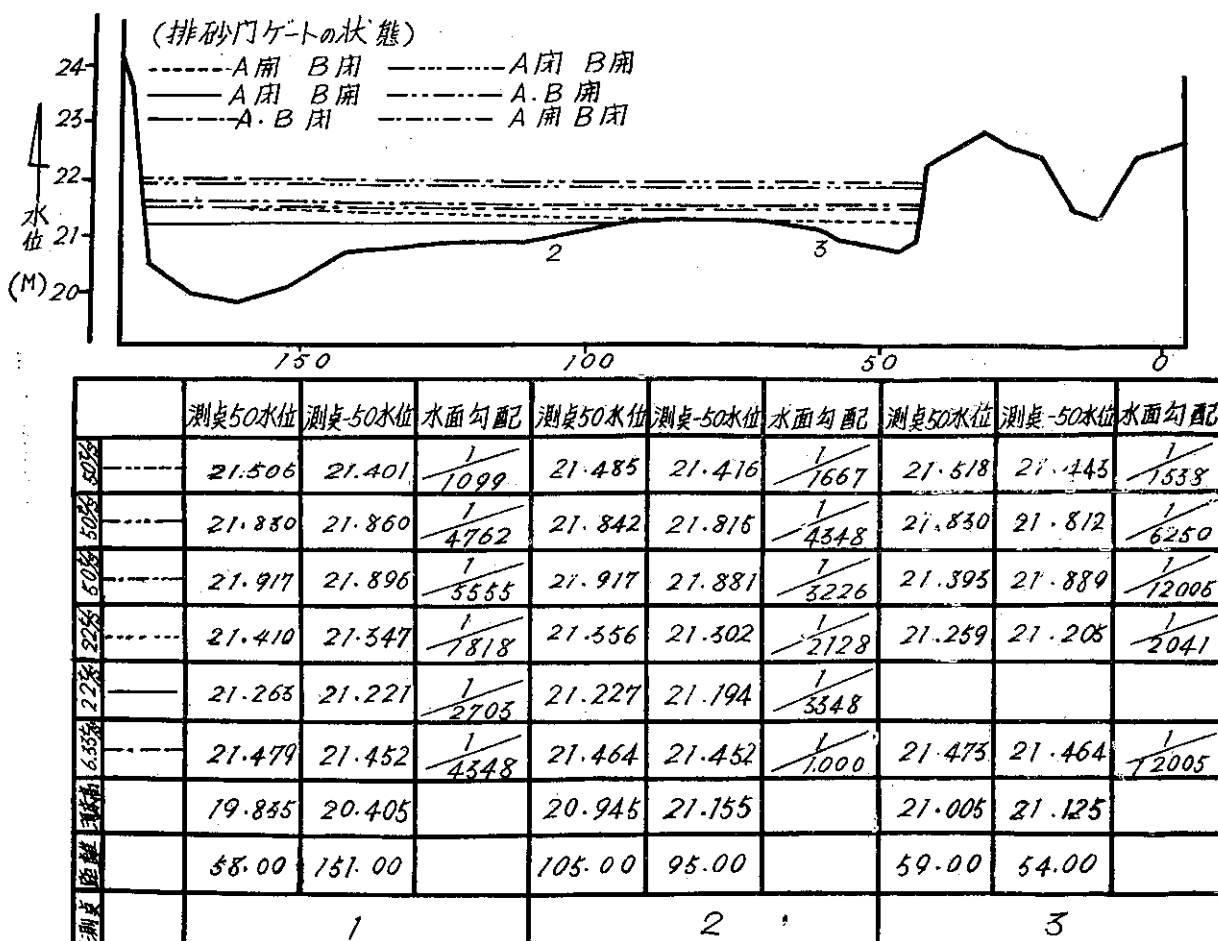
付図-1 流線の追跡



付図-2 流線の追跡



付図-5 排砂門上下流水位 (B門開放) (単位 m)



付図-6 測点 50 m 横断水位 (単位 m)

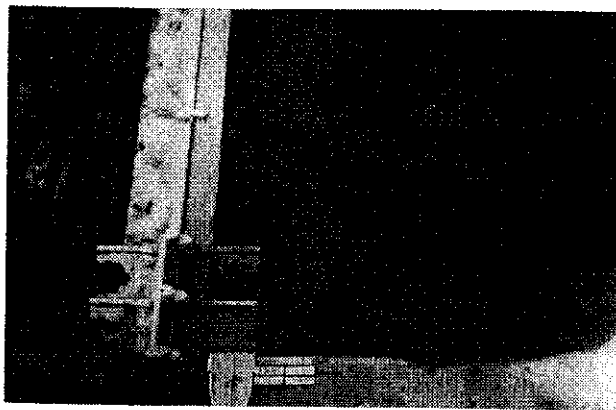


写真-1 最大取水量 $5.065 \text{ m}^3/\text{S}$, 全量取水状況 (第1案)

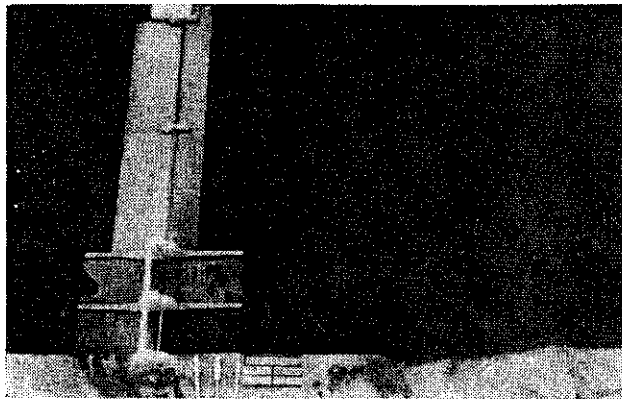


写真-2 平水量 $22 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門左開放, 取水量なし (第1案)

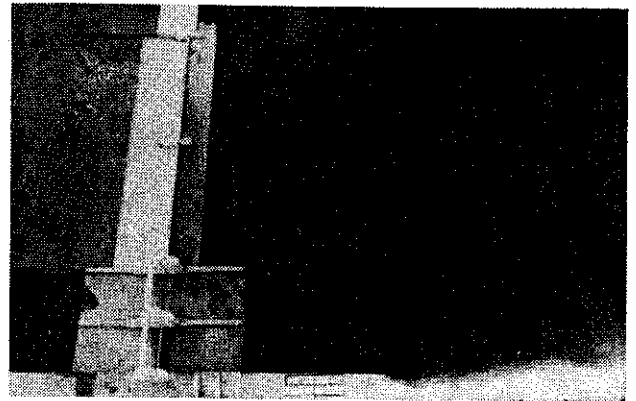


写真-3 $Q = 22 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門右開放, 取水量 $0.4 \text{ m}^3/\text{S}$ (第1案)

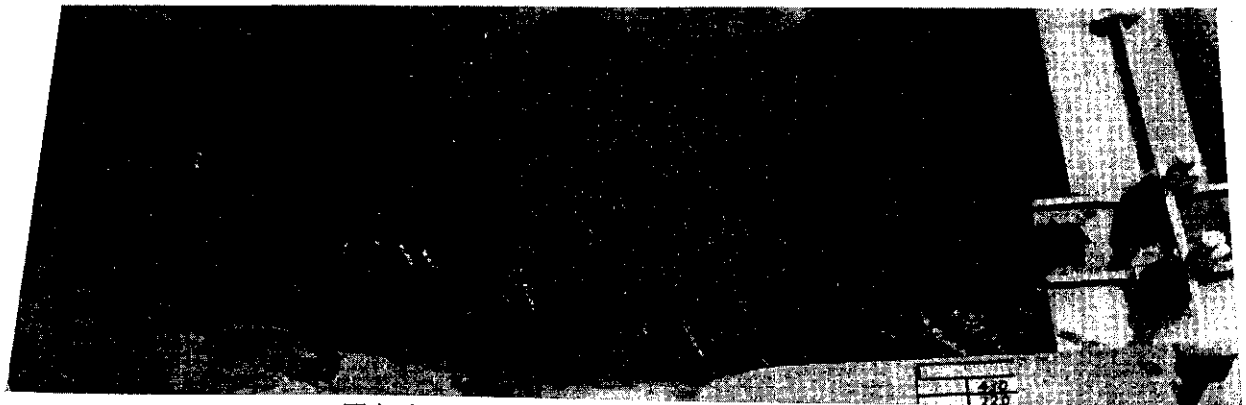


写真-4 $Q = 22 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門左開放時の下流の流況

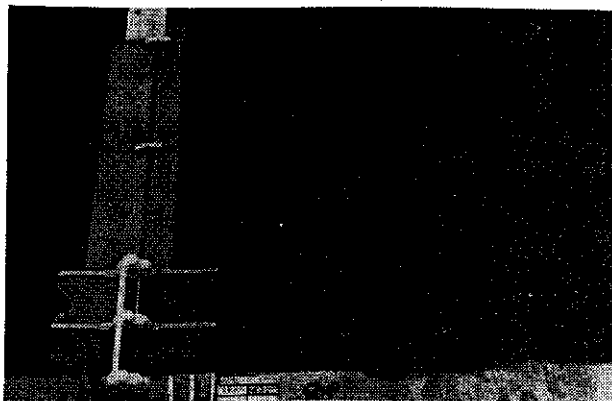


写真-5 $Q = 50 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門右開放, 取水量 $4.8 \text{ m}^3/\text{S}$ (第1案)

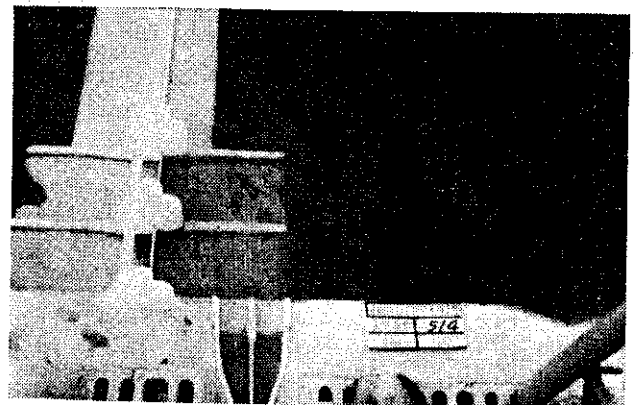


写真-6 $Q = 50 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門閉鎖, 洪水吐ゲート高 EL. 20.90 m (1/2) 取水量 $5.08 \text{ m}^3/\text{S}$ (第1案)



写真-7 $Q=100 \text{ m}^3/\text{S}$, 排砂門右開放時の下流の流況

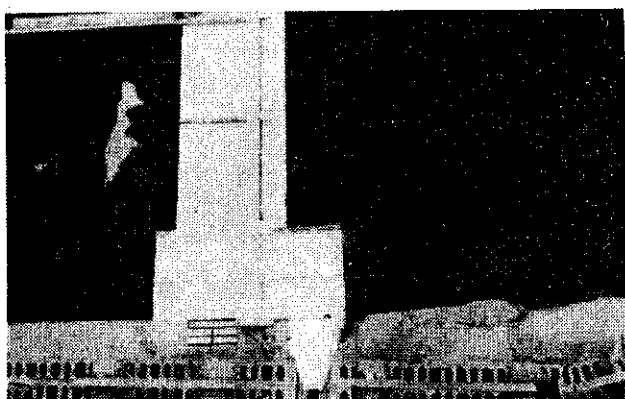


写真-8 湧水量 $6.33 \text{ m}^3/\text{S}$ 全量取水状況 (改良案)

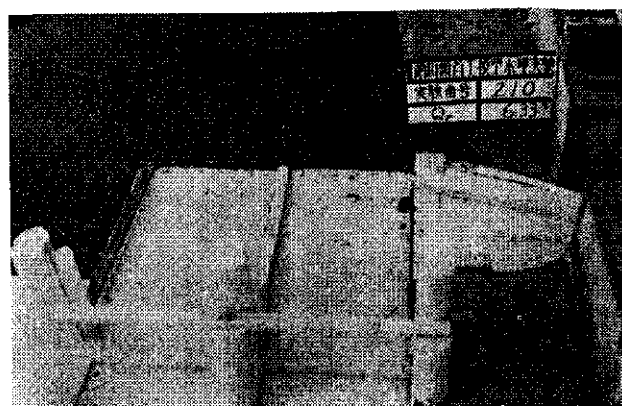


写真-9 同 左

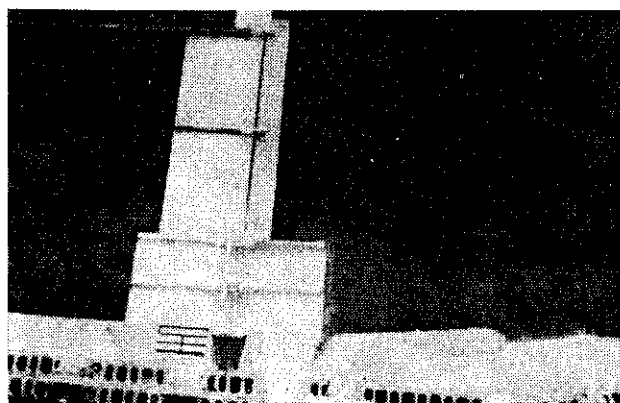


写真-10 $Q=22 \text{ m}^3/\text{S}$ 排砂門右開放, 取水量 $4.44 \text{ m}^3/\text{S}$ (改良案)

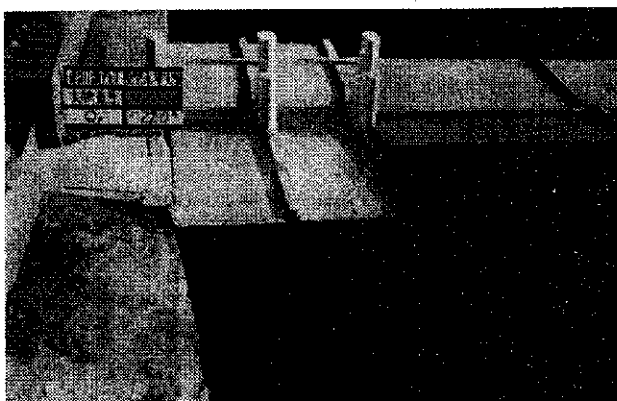


写真-11 同写真-10



写真-12 同 左

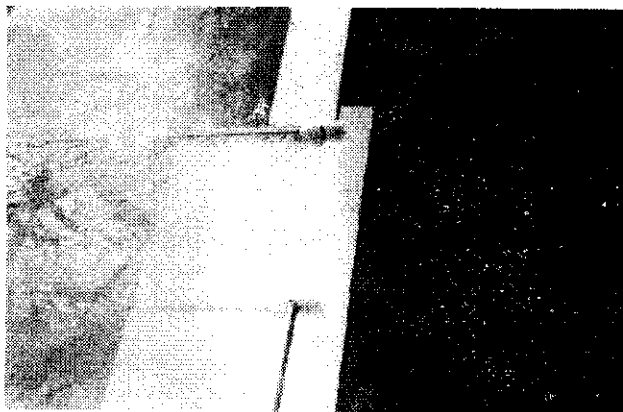


写真-13 洪水吐よりの流下状況，洪水吐右開放
 $Q = 50 \text{ m}^3/\text{S}$



写真-14 洪水吐左開放 $Q = 50 \text{ m}^3/\text{S}$

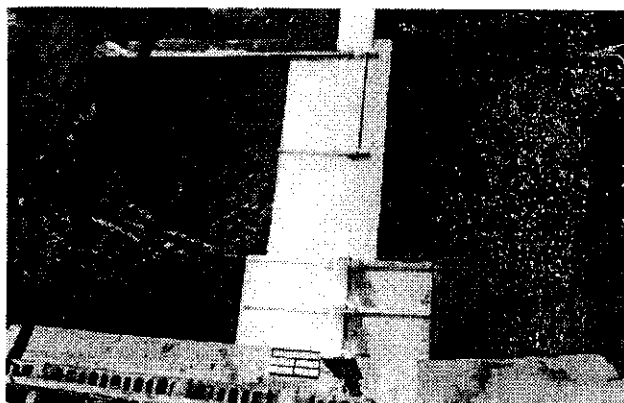


写真-15 洪水吐左開放 $Q = 100 \text{ m}^3/\text{S}$

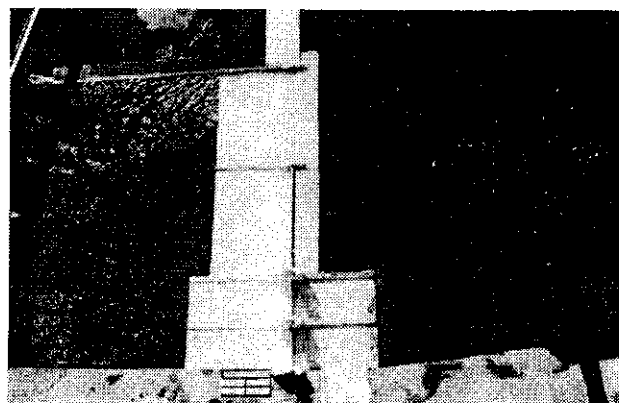


写真-16 洪水吐右開放 $Q = 100 \text{ m}^3/\text{S}$

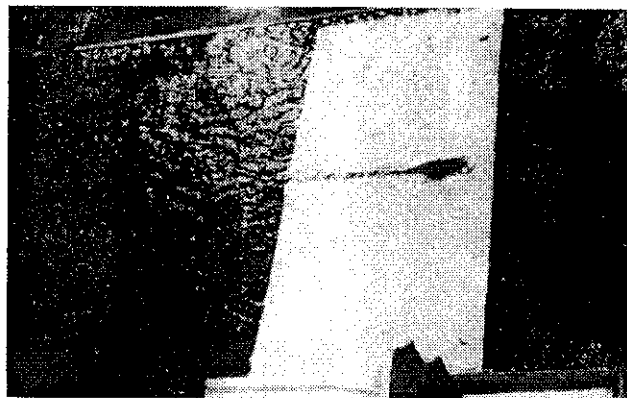


写真-17 洪水吐 2 門開放 $Q = 100 \text{ m}^3/\text{S}$

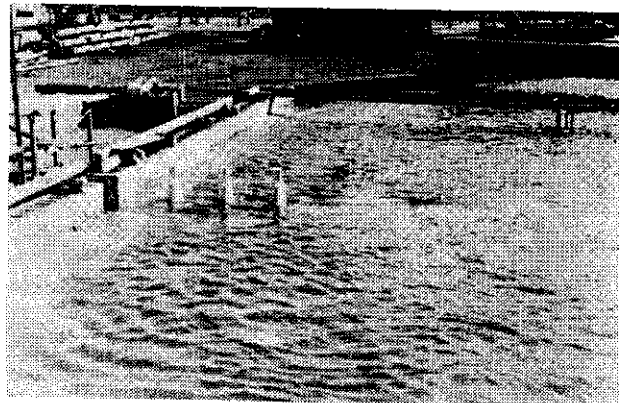


写真-18 $Q = 1100 \text{ m}^3/\text{S}$ (低水路満水流量) 通水時の
頭首工付近の流況

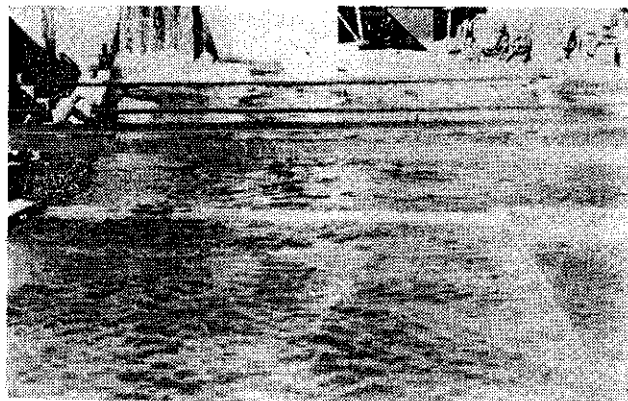


写真-19 同写真-18

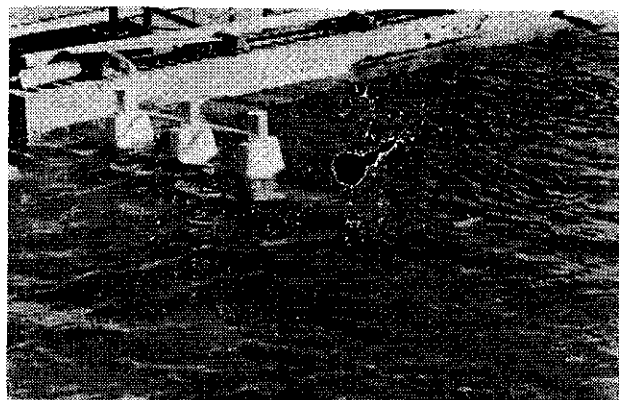


写真-20 同 左