



土研資料第1212号

土木研究所資料

1面ベルマウス型式のオリフィスについて
—その形状と水理特性—

昭和52年2月

建設省土木研究所

670

670

ま え が き

治水を目的とするダム貯水池の多くは、洪水調節容量を確保するために利用水深を深くとることが必要になり放流設備としては、圧力型式の放流設備を必要とする。圧力型式の放流設備は、利用水深が25m程度以下の比較的低下のときにはオリフィス型式となり、これ以上の水圧が作用するときには放流管型式とされる。

圧力型式の放流設備では、管内流は低下高速流となり、形状が不適であれば局所的圧力が著しく低下しキャビテーションを生じやすい。とくに入口部では流れの状態が急変し、流線の曲がりの効果が顕著なため圧力の低下は避けがたい。このため、通常の円形放流管ではベルマウス状の入口形状を採用し圧力の低下を軽減するように配慮される。断面形が方形の放流管の場合にも同様な縦断形状を上、下面ならびに両側面に採用するのが通例である。

ここに採り上げる1面ベルマウス型式のオリフィスとは、このような形状を上面のみに採用したオリフィスであって、この理由から「1面ベルマウス」と呼んだものである。したがって、ここに述べるオリフィスは両側面および下面はそれぞれ鉛直面あるいは水平面であって上面のみが流下方向に傾斜した平面で構成されたものである(図-1)。

このようなオリフィスは、最近しばしばフィルダムの洪水調節用放流設備として設計されておられその一般的な形状ならびに水理特性は設計上の有効な資料を与えるものと考え、現在までの実験資料をまとめてみることにした。

篠崎試験所

勝 木 和 徳

1 1面ベルマウス型式のオリフィス形状

洪水調節用フィルダムの低圧放流設備として、オリフィス型式の設備がしばしば利用されている。この場合、操作水頭の範囲も2.5m程度以下のものが多く、高圧高速流に対する配慮も放流管型式に比べて少なくすむため、形状の簡単な1面ベルマウス型式とすることが多い。1面ベルマウス型式のオリフィスの一般形状は、流れの側方収縮を避けるための橋脚をオリフィス上流に設け、オリフィスはこの整流された2次元流に対して上面のみベルマウスと類似の形状を用いるものであり、オリフィス下面の形状はオリフィスからの放流水脈を調整する必要がある場合にはそれに適した曲線形とし、このような条件がない場合には水平面とすることが多い。

ここで比較検討した1面ベルマウス型式のオリフィス形状は図-2および表-1に示す。

表-1において、 L はオリフィスの全長、 R は上面の上流端に設けられた円弧の曲率半径、 l は上面入口に設けられた曲面下流に接続する一定勾配部の水平長、 θ はこの勾配で水平方向となす角である。

表-1にみられるように1面ベルマウスの上面の傾斜角はかなり大きい。これは1面ベルマウス型式のオリフィスでは、断面面積の変化は下面が曲面である場合を除けば上面の変化のみによっているからであり断面面積比は、他のベルマウス型式とほぼ同一の比率を保つことができる。予備ゲート等を設置する場合にこれは設計条件とされるため他の型式より極端に不利になることはない。

表-1に示す今回の比較検討の対象となったオリフィスの形状特性は、上面上流端の丸味に関するパラメーター R/D 、この圧力状態ならびに流量特性に支配的な影響を及ぼすと考えられるパラメーター θ ならびにオリフィスの相対長 L/D と下面形状(d, f)とでありオリフィスの水理特性は $F(R/D, \theta, L/D, d, f) = 0$ によって表わ

表-1 1面ベルマウス型式のオリフィス細部形状

しうると仮定して検討を加えている。

オリフィス No.	上流面	オリフィス長 L/D	上面形状			下面形状
			入口曲面 R/D	平面区間長 l/D	傾き θ	
1	a 鉛直	1.0	0.12	0.921 0.942 0.943	19°48' 31° 39°30'	$\frac{Y}{D} = \text{注(2)}$ $0.0651(\frac{X}{D})^2$
2	a 鉛直	2.0	注(1)	1.0	14°12' 12°34' 11°02'	水 平
3	a 鉛直	1.0	0.417	0.851	40°	No.1に同じ
4	a 鉛直	0.857	0.286	0.641	14°02'	水 平
5	a 鉛直	0.857	0.429	0.533 0.571 0.643	30°	水 平

2 オリフィスの水理特性

2.1 エネルギー損失と流量係数

オリフィスを流下する流れについて、1次元水理解析法によりその水理機能を定式化してみる。

水平下流方向に x 軸、鉛直上向き方向に y 軸をとった直角座標系におけるオリフィス

出口鉛直断面の平均比エネルギーは、1次元水理解析法によって次のように表わすことができる。

$$H_n = \frac{1}{Q} \int_n v \left(\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{w} + y \right) dA_n \quad (1)$$

ここに、 H はオリフィス鉛直断面の比エネルギー、 Q はオリフィスの総流量、 u 、 v および p はその断面におけるオリフィス下面より y の位置のそれぞれ x 方向の流速成分、合速度および圧力である。また A はオリフィスの鉛直断面面積であって添字 n は断面が出口であることを示している。

ここで、(1)式をエネルギー係数 α および圧力分布係数 β を用いて次のように変形する。

$$Hn = \alpha \frac{Q^2}{2gAn^2} + \beta D \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに

$$\alpha = \frac{A^2}{Q^2} \int u v^2 dA$$

$$\beta = \frac{1}{QD} \int u \left(\frac{p}{w} + y \right) dA$$

としており D はオリフィス出口の鉛直断面高である。一方、オリフィス出口鉛直断面下面標高を基準面としてオリフィスに作用した総水頭 H は、オリフィス上流側の水面と基準面との標高差を h 、オリフィス上流側の流速水頭を h_a として

$$H = h + h_a \quad \dots\dots\dots (3)$$

と表わされる。ここに h_a は、接近流速水頭と呼ばれダム貯水池に開口するオリフィスの場合には $h_a \approx 0$ と仮定できるが流入水路を有する場合には考慮を要す。

(2)および(3)式より、オリフィスを通ることによって生ずる損失水頭 h_f は、次のように計算できる。

$$h_f = H - Hn = H - \frac{\alpha Q^2}{2gAn^2} - \beta D \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、損失水頭 h_f が管路流における各種の形状抵抗と同様に

$$h_f = f \frac{Q^2}{2gAn^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

と表わされるものとすれば、オリフィスを通過する流れに対する次のエネルギー関係式が得られる。

$$f \frac{Q^2}{2gAn^2} = H - \frac{\alpha Q^2}{2gAn^2} - \beta D \quad \dots\dots\dots (6)$$

この(6)式に表わされるオリフィス上下流のエネルギー高に関する関係式を流量公式の形に変形すれば、流量係数 C は次のように表示できることがわかる。

$$Q = CAn \sqrt{2gH} \quad \dots\dots\dots (7)$$

すなわち

$$C = \{ (1 - \beta \cdot D/H) / (\alpha + f) \}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

この(8)式が解析的に求められるオリフィスの流量係数 C の表示式となる。

ここで今回検討している1面ベルマウス型式のオリフィスの場合に適用してみると α および β はともに1に比して著しく異なった値となることが予想される。これは、これらのオリフィスでは出口部上面がいずれも x 方向に負の勾配を有しておりオリフィス下流で流れの収縮を生ずることが予想されるためである。

そこで流れの収縮係数と同意義を有する係数 k_1 および k_2 を導入して α 、 β を置換してみる。すな

わち、合速度 $v \rightarrow Q/k_1 A n$, 圧力 $p/w + y \rightarrow k_2 D$ と対応できるものと仮定すれば α および β は次の形に表わされる。

$$\alpha = \frac{1}{k_1^2}, \quad \beta = k_2$$

よってこの関係を(8)式に代入すれば

$$C = \left\{ (1 - k_2 \frac{D}{H}) / (\frac{1}{k_1^2} + f) \right\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

と変形される。この(9)式がここで検討に用いる流量係数の基本式である。この(9)式において $f \ll 1$ の関係が成立するものとして近似変形し流量係数 C の変動特性を表わす式を求めれば次のようになる。すなわち、(9)式の両辺をそれぞれ2乗し近似変形すれば

$$C^2 \approx k_1^2 (1 - k_2 \frac{D}{H}) (1 - k_1^2 f) \approx k_1^2 (1 - k_1^2 f - k_2 \frac{D}{H}) \quad \dots\dots\dots (10)$$

と得られる。

したがって(10)式より流量係数 C は、 D/H によって変化し $D/H \rightarrow 0$ ($H \rightarrow \infty$) では $C \rightarrow k_1$ となり D/H の増加によって C^2 はほぼ直線的に減少することが予想される。

このようなオリフィスの流量特性についてつぎに実験結果を用いて検討してみる。

実験は、各ダムの水理模型実験および基礎実験として実施されたもので真鍮あるいは透明アクリライト板を熱処理して成型された模型を使用し、放流機能ならびに圧力分布特性について検討している。放流機能については模型下流に設置された四角ぜきの越流水深より流量に換算しており、圧力についてはオリフィス壁面に埋設されたビエソ管と連結した水柱マンオメーターの読みを用いている。実験範囲は、各ダムの模型実験の性格上、模型ごとに異なっており各ダムの使用範囲内の資料しか得られていないがいずれの場合も開水路領域から管路流領域まで包絡しており、 H/D で 0.2 から 9.6 までの資料である。それらは表-2 に示す実験資料である。

(7)式で定義される流量係数

表-2 1面ベルマウス型式のオリフィス実験資料

オリフィス	資 料	実施時期	形状 D (mm)	水 頭 H (mm)
1	オリフィスに関する水理模型実験※	S. 46. 3	16.7	18~100
2	五木ダム放水管水理模型実験	S. 48. 9	16.7	3~160
3	白川ダムオリフィス水理模型実験	S. 48. 1	16.0	16~68
4.5	二風谷ダムオリフィス抽出模型実験	S. 51.10	22.4	11~58

※) 昭和45年度河川総合開発事業調査費による調査試験

がわかる。この前者のほぼ直線をなす領域は流れが開水路となる領域であって、解析的に次のように証明される。

開水路流に対して(7)式と同様な比エネルギー式を表わしオリフィス内に支配断面が生起するものと仮定して、限界水深 h_c あるいは比エネルギー H_c と流量との関係式を表わせば $(\partial H / \partial h)_C = 0$ の条件より次のように得られる。

$$Q = \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} B A c^{1/2} = \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \left(\frac{2}{3\beta} \right)^{1/2} \sqrt{g} B H c^{1/2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

ここに、 B はオリフィスの幅である。

したがって、この(11)式を(7)式の形に変形すればこのときの流量係数 C は次のようになる。

$$C = \sqrt{\frac{\beta}{2\alpha}} \left(\frac{2}{3\beta}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{H_0}{H}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{H}{D}\right) \approx 0.385 \frac{H}{D} \quad (12)$$

このように流れが開水路となる領域では、流量係数は H/D によってほぼ直線的に変化することが解析的にも証明される。この(12)式によって与えられる直線は図-3に示されるが実験結果よりやや大きい値を示しており実際には流量係数がさらに悪くなるようである。しかし、実験では水深が著しく薄い領域では、表面張力の影響があるため実物との相似律には問題がある。

この直線的に変化する領域の上限 H/D がほぼ1.8程度以上の領域が管路流となる領域と考えられる。そこでこの領域の特性について(10)式の形で検討してみることにした。実験結果より、 C^2 と D/H の関係求めたものが図-4である。この図より明らかに管路流となる領域では、 C^2 と D/H とはほぼ1次式の関係があることが認められる。そこで

$$C^2 = a - b(D/H) \quad (13)$$

の形で係数 a および b を求めてみると、表-3の結果が得られた。なお、表-3は $D/H < 0.6$ の領域の実験資料を用いて最小2乗法により求めた結果である。

ここで、オリフィス下流の収縮された断面では、静水圧分布が成立するものとし、および k_2 がともに等しくかつ収縮係数 k に一致するものと仮定すれば、係数 a および b は(5)式で定義されるオリフィス内損失係数 f と収縮係数 k によって

$$a = k^2(1 - k^2 f), \quad b = k^2 \quad (14)$$

と表わされるはずである。そこで、この関係を用いて各オリフィスの k および f を換算したところ表-4のような結果が得られた。

表-3 (13)式の係数 a および b

オリフィス No.		a	b
1	a	0.824	0.736
	b	0.722	0.594
	c	0.662	0.557
2	a	0.793	0.793
	b	0.796	0.839
	c	0.813	0.833
3		0.825	0.781
4	a	0.810	0.724
	b	0.773	0.674
	c	0.791	0.699
5		0.664	0.537

表-4 (14)式の係数 k および f

オリフィス No.		k	f
1	a	0.903	-0.013
	b	0.841	-0.029
	c	0.823	0.033
2	a	0.926	0.088
	b	0.943	0.118
	c	0.941	0.092
3		0.921	0.032
4	a	0.898	-0.006
	b	0.877	-0.007
	c	0.887	-0.007
5		0.813	-0.007

表-4より損失係数 f が負になる非現実的な場合も生ずるが十分小さく無視できる大きさであるのでここではこれらは実験誤差によるものと考え(14)式の仮定は成立するものとして、つぎに各オリフィス形状の相対的な評価を考えてみる。

まず、収縮係数 k については前述のオリフィスの形状特性を示す4つのパラメーターがすべて影響しているはずであるが最も支配的なパラメーターとして、上面の傾き θ を選びこれと k との関係を求

めてみると図-5のような結果が得られた。図-5では、横軸に θ の関係として $\sin\theta$ を用いているがこれは、さきに行われた同様な研究(水理公式集第3編(3.8)式)と対応させたものであってこれ以外特別な理由はない。

これより実験資料が少なく断定することは危険であるが下面が水平な場合には k と $\sin\theta$ とがほぼ1次関係にあることが認められる。また下面が曲線形である場合には ϕ 1および3型オリフィスにみられるように水平床の場合より大きくなるようである。

つぎに損失係数 f については、オリフィス長 L/D が1.0以下のときにはほぼ0と仮定できるようであるがこれ以上のオリフィス長に対しては、通常のベルマウス形状とほぼ等しい入口損失係数を考慮する必要性が認められる。

2.2 オリフィス壁面の圧力分布

オリフィス壁面に作用する圧力は、流線の形状によっては局所的な圧力降下を生じ圧力降下が著しい場合にはオリフィス壁面の損傷を生ずる恐れがある。特に1面ベルマウス型式のオリフィスでは、他のベルマウスと異なり曲面は上面のみに集約されることになりその変化はかなり急激になるため流線のはく離にともなう急激な圧力降下が必要される。そこで、ここではこの壁面上の圧力分布についてその他の型式のベルマウスについて行くと同様に圧力降下係数 C_d を用いて検討してみる。

圧力降下係数 C_d は、この1面ベルマウス型式のオリフィスについては次のように定義することとする。

$$C_d = 2gA_n^2 (H - h_p) / Q^2 \quad \text{--- 09 ---}$$

ここに、 C_d は圧力降下係数、 H は前述と同様にオリフィス出口断面下面を基準面とする総水頭、 h_p は H と同じ基準面に対して表わしたオリフィス壁面に作用するピエゾ水頭であり A_n はオリフィス出口鉛直断面積、 Q は総流量である。

この圧力降下係数 C_d が H に無関係な無次元量として成立することが通常のベルマウスの場合には実験的にも検証されている。今回のようなオリフィスの場合に対する適用性についてはまだ明確ではないが図-6に示すように H/D に無関係にはば成立するようである。そこで、ここでは圧力分布は無次元量である圧力降下係数によって代表できるものと考えこの降下係数について検討している。図-7(a)は、上面中央における圧力降下係数 C_d とオリフィス出口からの距離 X' の無次元量 X'/D (ここに D はオリフィス出口高)の関係を表わしたものである。また、図-7(b)はオリフィス下面中央における圧力降下係数である。

図-7(a)より、1面ベルマウス型式のオリフィス上面の圧力分布形状はオリフィス入口の丸味 R/D 、オリフィス長 L/D および上面の傾き θ によって非常に異なることがわかる。 $L/D=2.0$ で $\theta=11\sim 14^\circ$ の ϕ 2型オリフィスでは、圧力の変化は漸变的であり図-2と比較すれば明らかなようにほぼ正圧を保つことがわかる。 $L/D=1.0$ の ϕ 1型オリフィスでは上面入口の曲率半径が小さく流線の曲がりの効果が顕著で圧力の低下が著しいのが特徴で $\theta=20$ および 30° のa、b型については曲面下流まで負圧の領域がのびている。 $L/D<1$ の ϕ 4型オリフィスでは、上面の傾き θ が 14° と小さいため上面入口の曲率半径を大きくしてもほとんど圧力分布を改良できないことを示しており同じ形状の ϕ 5では上面の傾きをほぼ2倍にすることによって低圧領域がすべて除去できることを示している。

そこで、流下方向の断面積の変化率と入口の丸味を表わす曲率半径とが支配的なパラメーターとなるものと考え、横軸に X/L (X は入口からの水平距離) をとり断面積と出口断面積との比 A/A_0 を表わしたものが図-8 である。この図-8 より α 型オリフィスより下方に位置する形状を与える α 型 1-C および α 型 4 オリフィスは、いずれも圧力的に問題があるから α 型 2-C 型オリフィスの断面積変化曲線が圧力分布を判定するうえでの 1 つの目安となる。また、これより上方に位置するものであっても R/D が小さければ圧力の急激な低下は避けがたく、今回の実験範囲では少なくとも 0.4 程度以上を必要とするようである。しかし、これも断面変化を急激にすることによって α 型 1-C 型オリフィスのように解決することは可能であるが θ を大きくすることは前節に示すように流量係数を小さくするので設計では総合的な検討を要することになろう。

一方、図-7(b) に示すようにオリフィス底面の圧力分布は、流線の曲がりの影響をほとんど受けずいずれの場合も漸变的であって急激な変化はみられない。

3. 設 計

3.1 設計上の要点

1 面ベルマウス型式のオリフィスを設計する上で考慮すべき基本的条件は次のとおりである。

- 1) 流量条件 — 計画水位で計画流量を放流できること。
- 2) 水理条件 — 管壁面のいかなる部分も圧力に対して安全であること。
- 3) 放流条件 — 管路下流の水脈のはく離および横ゆれに対して安全であること。
- 4) 製作条件 — 制約が少なく十分な精度で製作できること。

以上の 4 条件を満足しかつ、最も経済的になるような設計上の要点は次のとおりである。ただし、

3) については今回は特に検討の対象としなかった。

- 1) 放流量は、上面の傾き θ に支配されその傾向は、傾きが大きくなれば減少する。またオリフィス内損失係数 f については L/D に支配され、だいたい $L/D < 1$ では $f \approx 0$ とみなせる。
- 2) 管壁面の圧力は、入口の丸味形状および上面の傾きに支配され、その傾向は入口の円弧半径が大きくなればまた傾きが大きくなれば高くなる。しかし、局部的に圧力が低下する場合圧力が最低となる部分は入口の丸味を与える円弧終端附近であるが、その位置は円弧半径の大小および傾きによって異なるため明確なことはいえない。
- 4) ベルマウスの製作条件としては、形状が小さく簡単でありかつ、高い精度で製作、施工できること。

これら 1) 2) 4) については、必要条件が相反するため設計する上ではこれらを勘案して検討しなければならない。また、下流下面形状の如何によっても 1) および 2) に影響を及ぼすため考慮する必要がある。

3.2 設計方法

1 面ベルマウス型式のオリフィスは、水理条件、製作施工面およびコストを含めた総合的に最適であることが理想であるが、これらの諸条件を同時に満足させることは困難でありベルマウス形状には

多少の制約を受ける。

すなわち、本実験範囲では圧力的には $\phi 2$ 型オリフィスが一番優れているが入口の丸味形状が大きくなり複雑になりました、製作には高い精度を要求されコストも高くなる欠点がある。しかし、管内圧力は許容圧力以上に保たれている $\phi 3$ 、 $\phi 5$ 型オリフィスなどは、 $\phi 2$ 型オリフィスより水理的には好ましくないが形状は小さく、製作が容易でありコストも安い利点がある。

このため設計する上では、これらの条件を総合的に考えて有利な形状を決定する必要がある。

また、 $\phi 4$ 型オリフィスなどは管内流の流線が局所的にはく離して最低圧力が出口上面圧力以下になっており負圧が発生することになるが、その入口形状はすぐに使用不可として棄却されることはない。なぜならば、オリフィスを長くすることが許されるならばそれを長くすることによって管内圧力を高めることができるからである。例えば $\phi 4-a$ 型オリフィスの長さを3倍とした場合（ただし、入口円弧半径、上面の傾きおよびオリフィス出口断面を一定とする）オリフィスの最低圧力は出口上面に生じることになりほぼ $\phi 1-c$ 型オリフィスに近似する。

しかし、オリフィス長さに制限がある場合は、ベルマウス形状を条件に適合した形状に設計しなければならない。

あ と が き

以上、1面ベルマウス型式のオリフィスについて検討を行ってきたがほぼ適用範囲および適用可能形状についての知見を得ることができた。しかし、今後1面ベルマウスを有するオリフィスが普及されるものと思われるためさらに資料を収集してより信頼性が高く汎用性のある標準設計法を確立させると同時に今回対象としなかったオリフィス下流部への影響も合せて検討を行う予定である。

最後にこの1面ベルマウス型式のオリフィスを検討するに当り貴重な御意見をいただいた藤本篠崎試験所長ならびに高須研究員および実験に参加していただいた方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 村幸雄、荒木正夫：堰堤放水管に関する研究(1) 土木研究所報告88号、1954. 9
- 2) 村幸雄、荒木正夫、飯田隆一：堰堤放水管に関する研究(2) 土木研究所報告第89号、1955. 3
- 3) 村幸雄、荒木正夫、伊集院敏、加藤鉄義：堰堤放水管に関する研究(5) 土木研究所報告第105号、1961. 2
- 4) 日本ダム会議：改訂 ダム設計基準 1971
- 5) 藤本成：洪水吐の機能設計 土木研究所資料第977号、1974. 11
- 6) 土木学会：改訂 水理公式集 1970

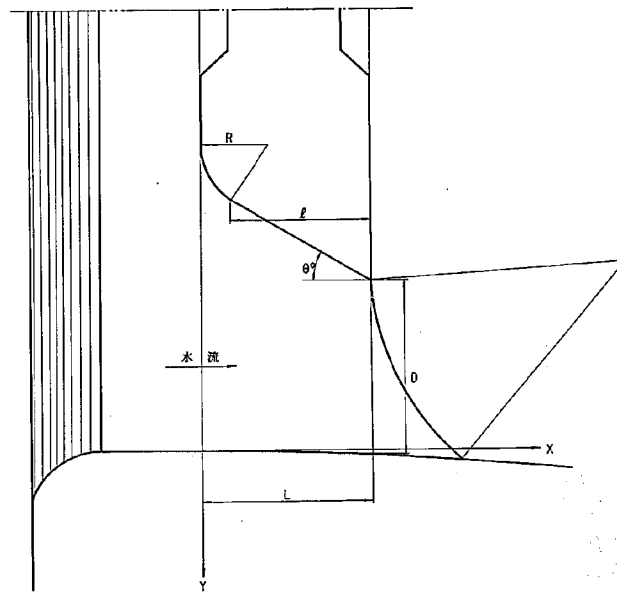


図-1 1面ベルマウス型式のオリフィス

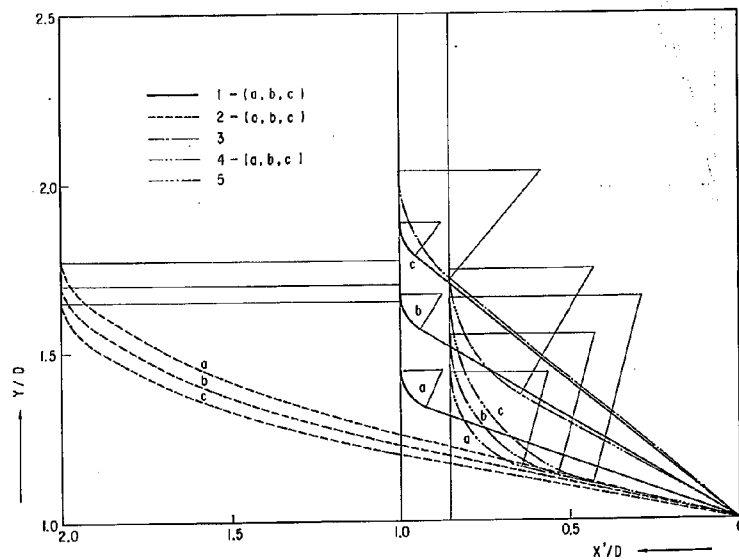


図-2 1面ベルマウス型式のオリフィス形状

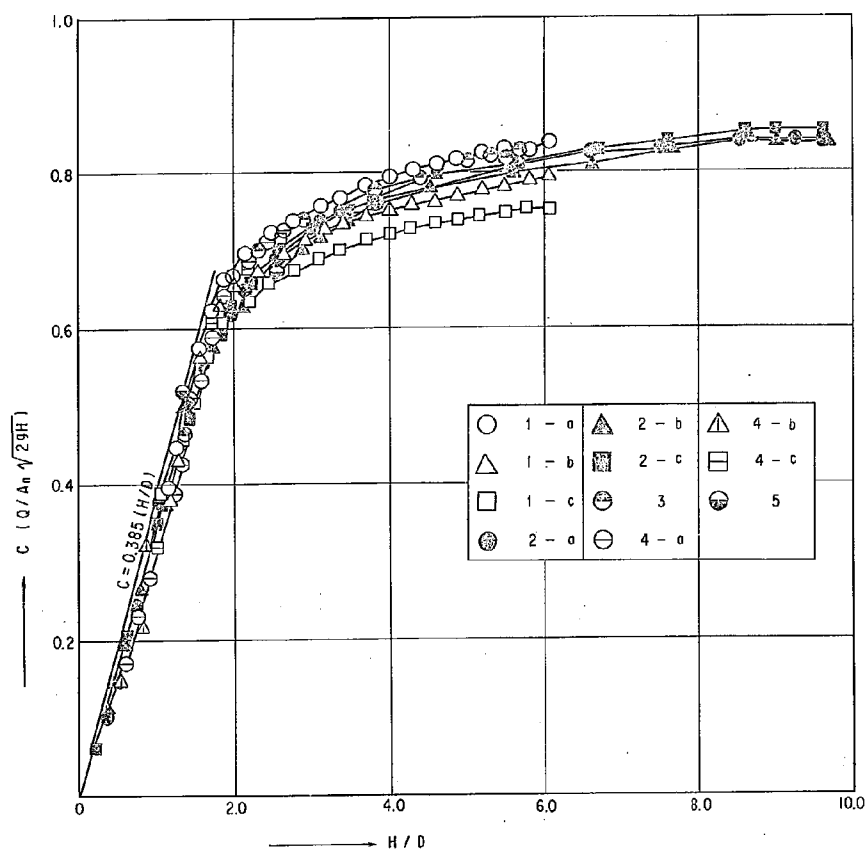


図-3 流量係数 C と H/D の関係

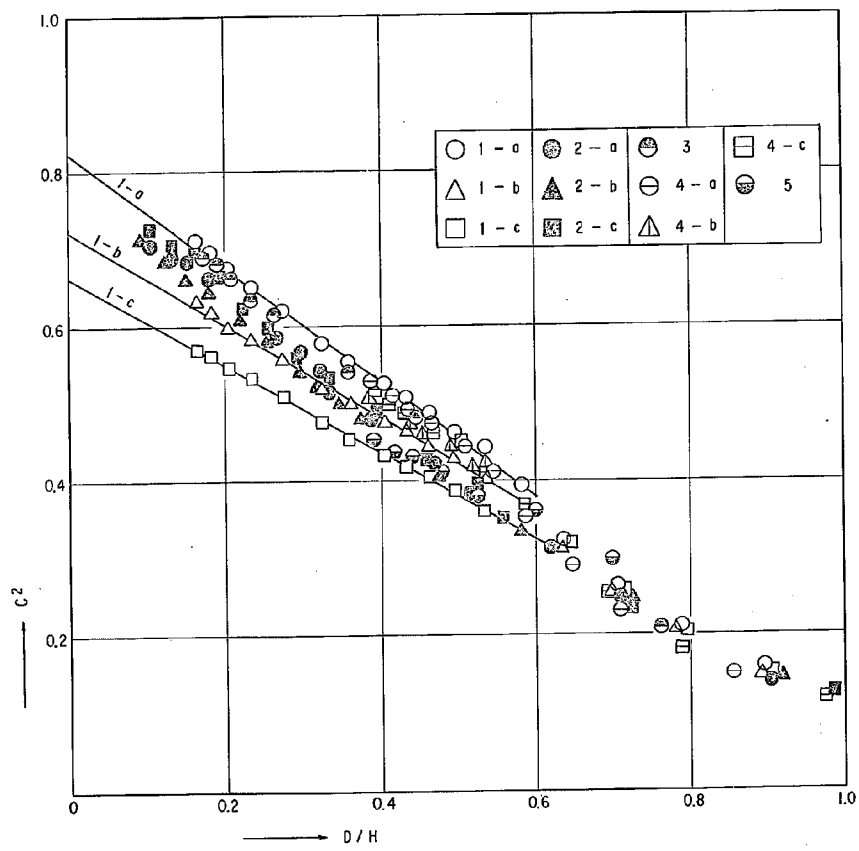


図-4 流量係数 C^2 と D/H の関係

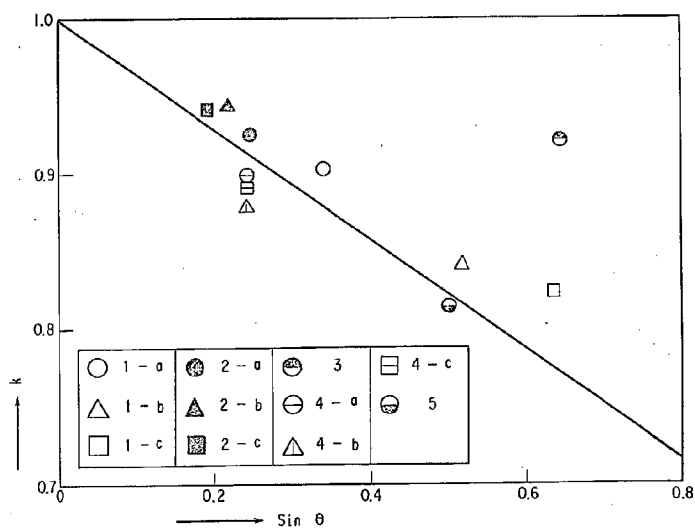


図-5 収縮係数 k と上面の傾き θ との関係

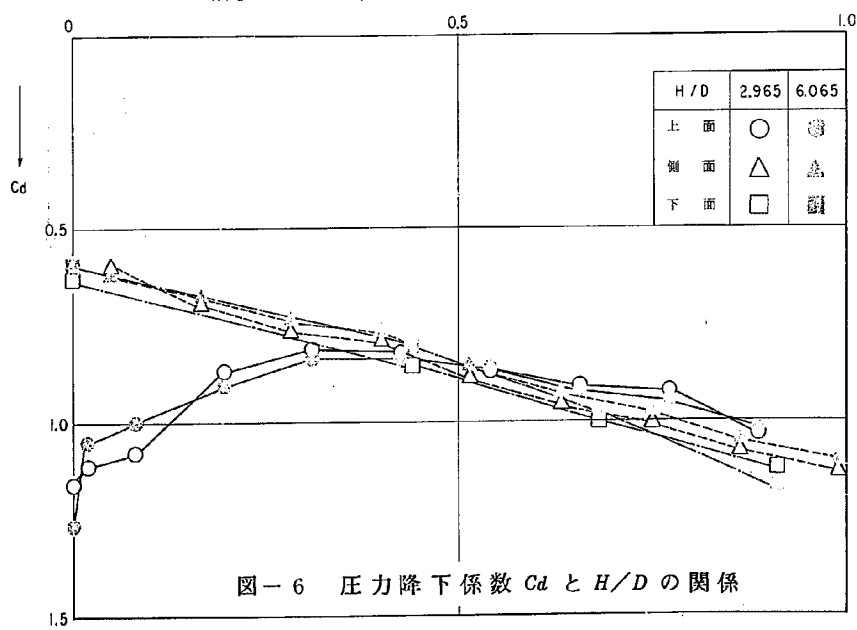


図-6 圧力降下係数 C_d と H/D の関係

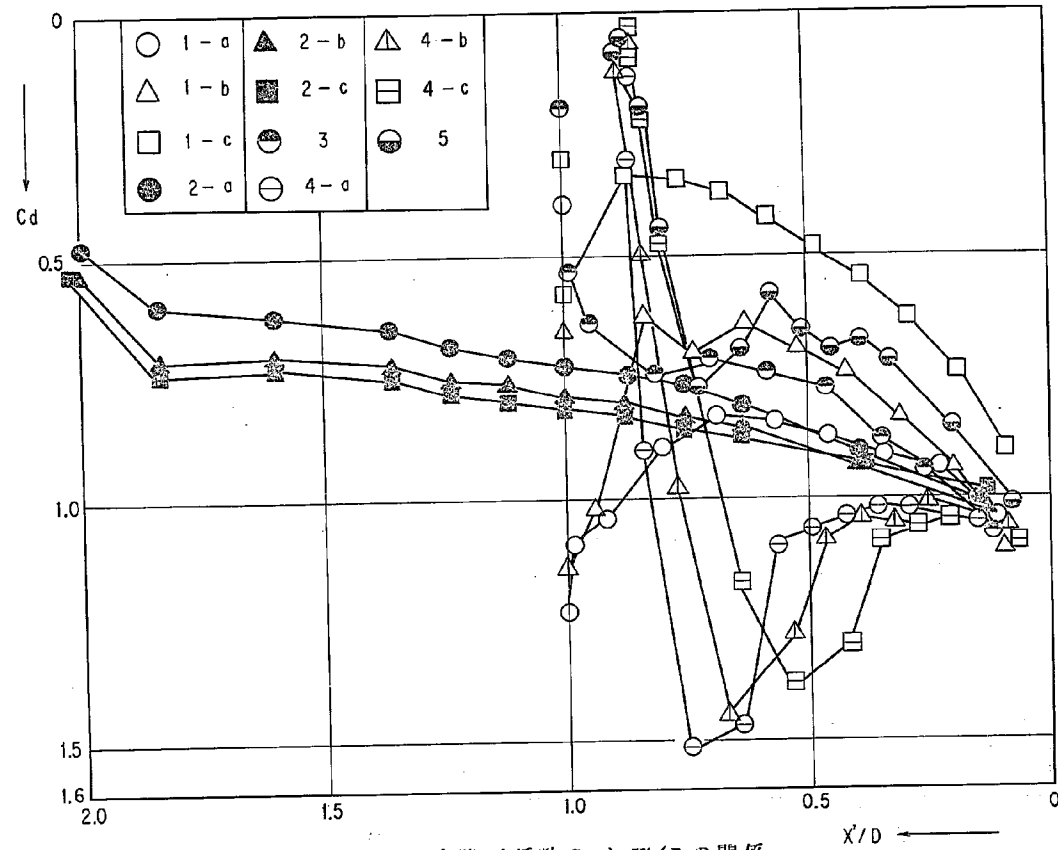


図-7 (a) 上面の圧力降下係数 C_d と X'/D の関係

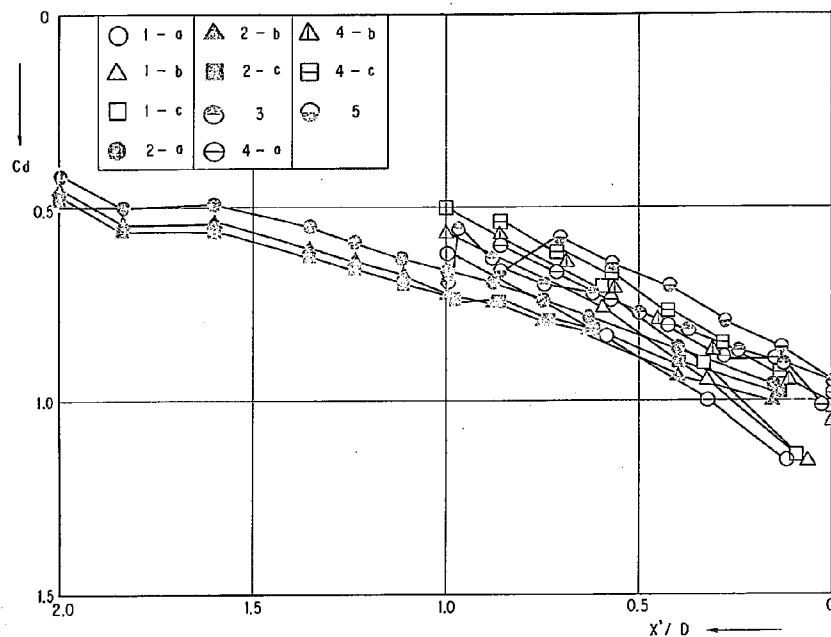


図-7 (b) オリフィス下面の C_d と X'/D の関係

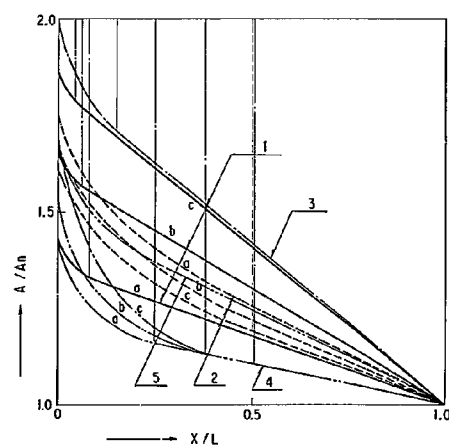


図-8 断面積の変化曲線

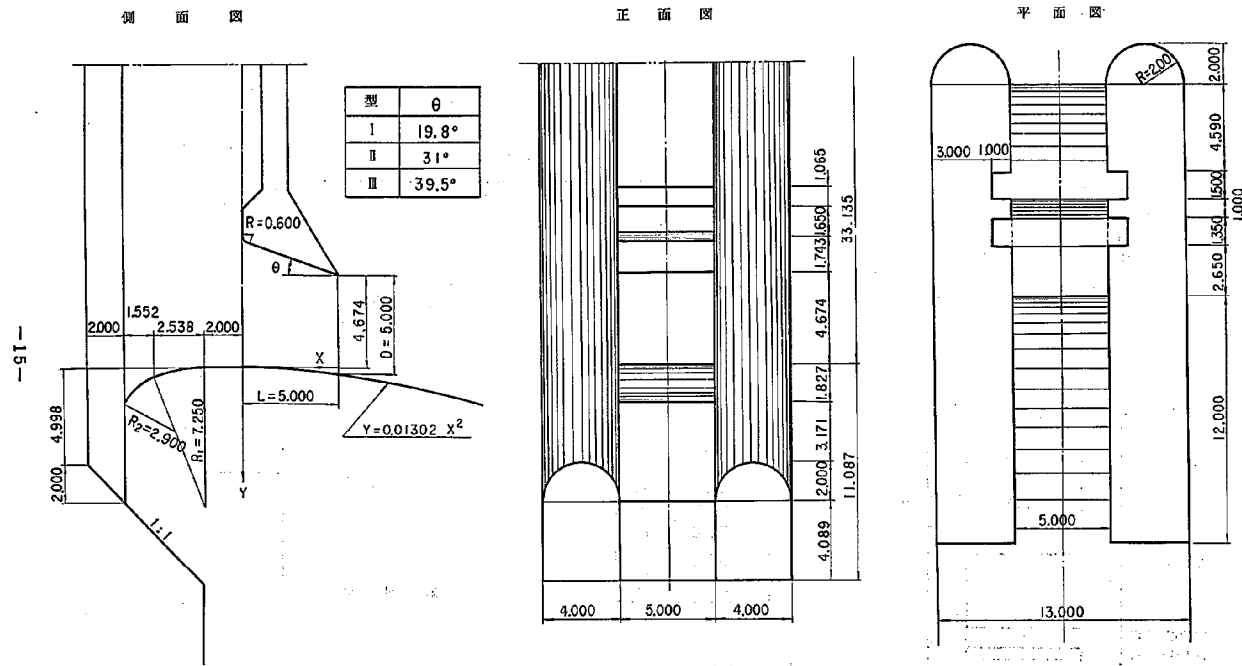
添 付 資 料

1)

2)

685

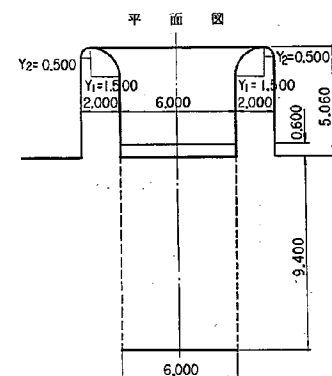
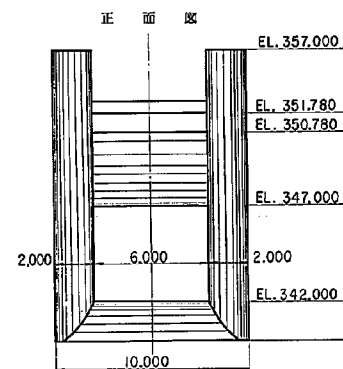
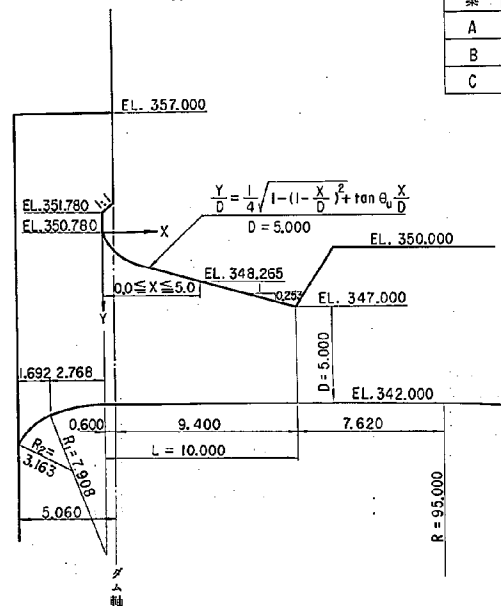
685



付図-1 オリフィス形状

側 面 図

案	$\tan \theta_u$
A	0.253
B	0.223
C	0.195

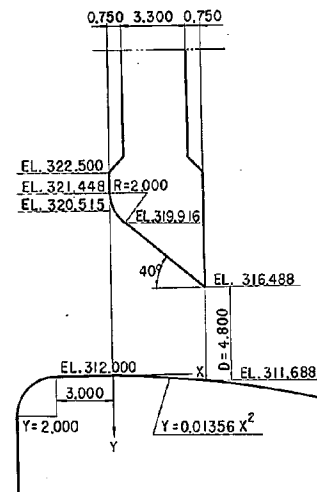


付図-2 五木ダム放水管形状

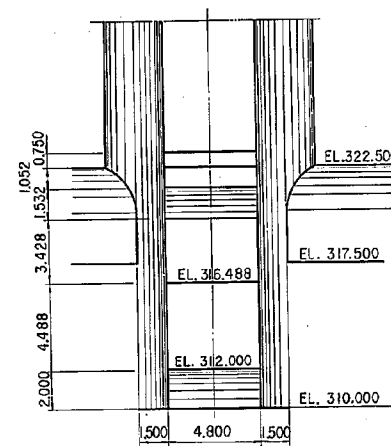
5

単位 : m

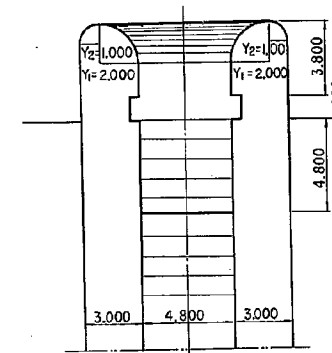
側面図



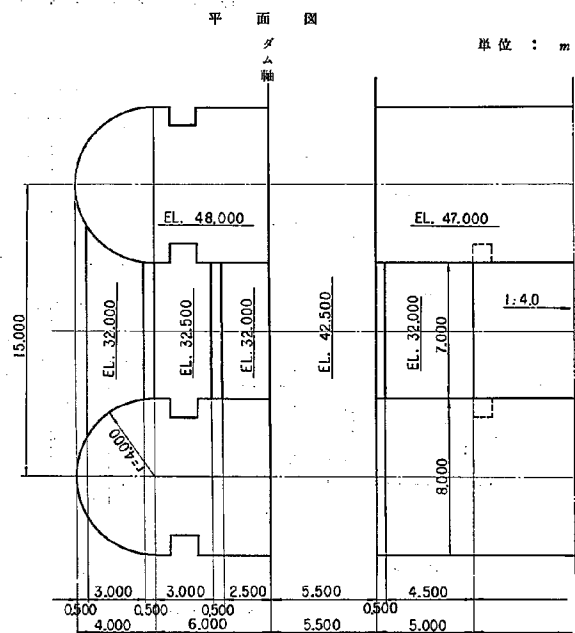
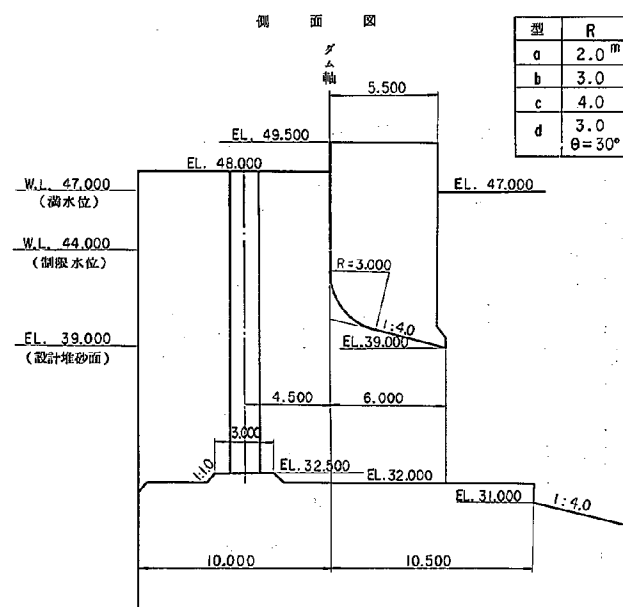
正面図



平面図



付図-3 白川ダムオリフィス形状



付図-4 二風谷ダムオリフィス形状

689

689

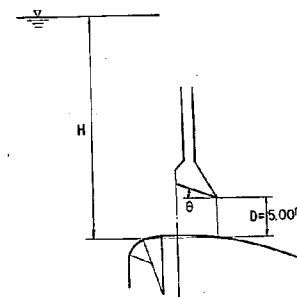
付表-1 オリフィスC~H/D表

I 型				II 型				III 型			
H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C
5.588	103.77	1.118	0.397	5.600	102.87	1.120	0.393	5.612	102.88	1.122	0.392
6.356	128.37	1.271	0.460	6.338	125.85	1.268	0.452	6.326	126.17	1.265	0.453
7.106	152.32	1.421	0.516	7.058	149.63	1.412	0.509	7.040	149.97	1.408	0.511
7.889	178.62	1.578	0.575	7.826	176.13	1.565	0.569	7.856	177.91	1.571	0.573
8.597	203.64	1.719	0.628	8.603	205.17	1.721	0.632	8.612	204.01	1.722	0.628
9.359	225.92	1.872	0.667	9.359	214.51	1.872	0.634	9.353	206.29	1.871	0.609
10.118	239.87	2.024	0.681	10.076	229.76	2.015	0.654	10.076	218.68	2.015	0.622
10.805	254.10	2.161	0.698	10.826	242.24	2.165	0.685	10.826	231.69	2.165	0.636
11.582	268.55	2.316	0.713	11.567	256.45	2.313	0.681	11.576	243.37	2.315	0.646
12.356	282.50	2.471	0.726	12.350	268.55	2.470	0.690	12.341	256.45	2.468	0.660
13.112	294.96	2.622	0.736	13.082	279.60	2.616	0.698	13.076	267.33	2.615	0.668
13.862	306.76	2.772	0.744	13.826	291.61	2.765	0.709	13.841	277.92	2.768	0.675
14.585	316.78	2.917	0.749	14.591	302.52	2.918	0.716	14.612	289.93	2.922	0.685
15.326	329.51	3.065	0.760	15.326	312.74	3.065	0.722	15.326	299.15	3.065	0.690
16.826	350.14	3.365	0.771	16.826	334.71	3.365	0.737	16.826	319.07	3.365	0.703
18.326	372.98	3.665	0.787	18.326	354.56	3.665	0.748	18.326	338.66	3.665	0.715
19.895	394.47	3.979	0.799	19.850	372.07	3.970	0.755	19.841	355.02	3.968	0.720
21.341	412.55	4.268	0.807	21.341	390.74	4.268	0.764	21.356	373.43	4.271	0.730
22.862	432.40	4.572	0.817	22.850	406.00	4.570	0.767	22.850	389.82	4.570	0.737
24.356	448.65	4.871	0.821	24.332	422.45	4.866	0.774	24.272	403.22	4.854	0.739
25.826	466.60	5.165	0.830	25.826	440.01	5.165	0.782	25.871	419.14	5.174	0.745
27.344	482.30	5.469	0.833	27.350	454.93	5.470	0.786	27.341	433.84	5.468	0.750
28.946	497.67	5.789	0.836	28.901	471.48	5.780	0.792	28.826	447.20	5.765	0.753
30.350	514.21	6.070	0.843	30.140	483.29	6.028	0.795	30.341	459.77	6.068	0.754

$$C = \frac{Q}{A \sqrt{2gH}}$$

$$A = 5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$$

I 型	$\theta = 19^\circ 48'$
II 型	$\theta = 31^\circ$
III 型	$\theta = 39^\circ 30'$



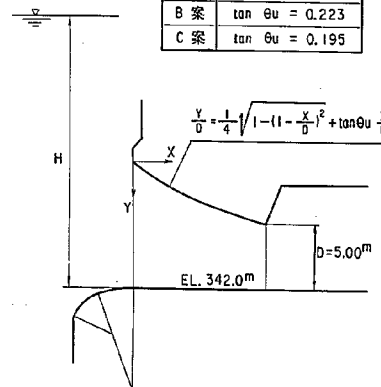
附表-2 五木ダム放水管C~H/D表

A 案				B 案				C 案			
H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C
1.680	18.00	0.336	0.105	1.680	18.68	0.336	0.109	0.930	8.22	0.186	0.064
3.510	60.09	0.702	0.242	2.280	29.63	0.456	0.148	2.970	47.76	0.594	0.209
5.520	120.35	1.104	0.386	2.940	45.60	0.588	0.200	5.070	105.97	1.014	0.354
7.050	178.92	1.410	0.507	3.900	71.04	0.780	0.271	6.900	168.99	1.380	0.484
8.100	212.04	1.620	0.561	5.520	120.62	1.104	0.387	9.000	237.22	1.800	0.595
9.720	256.45	1.944	0.619	7.050	177.40	1.410	0.503	9.720	259.53	1.944	0.627
10.590	281.30	2.118	0.651	8.580	224.35	1.716	0.577	10.950	287.08	2.190	0.653
12.900	330.65	2.580	0.693	10.650	276.16	2.130	0.637	12.840	333.25	2.568	0.700
15.060	369.80	3.012	0.717	13.050	314.80	2.610	0.656	15.150	376.19	3.030	0.728
15.630	387.43	3.126	0.738	14.370	356.60	2.874	0.708	19.070	409.21	3.414	0.746
16.830	410.09	3.366	0.753	15.630	378.91	3.126	0.722	19.020	443.95	3.804	0.766
18.780	440.79	3.756	0.766	16.980	403.25	3.396	0.737	23.010	509.46	4.602	0.800
23.010	519.80	4.602	0.816	18.900	441.09	3.780	0.764	27.900	570.75	5.580	0.814
27.950	570.08	5.590	0.812	22.860	496.11	4.572	0.781	33.020	634.02	6.604	0.831
32.970	629.39	6.594	0.826	27.990	563.85	5.598	0.802	38.010	685.95	7.602	0.838
37.820	677.37	7.564	0.829	33.000	620.31	6.600	0.813	42.990	737.64	8.598	0.847
43.000	731.27	8.600	0.840	38.010	679.31	7.602	0.830	44.010	748.24	8.802	0.849
44.970	745.52	8.994	0.837	43.000	734.97	8.600	0.844	45.060	759.71	9.012	0.852
45.960	753.88	9.192	0.837	44.010	743.88	8.802	0.844	46.020	764.18	9.204	0.848
46.980	764.37	9.396	0.840	44.960	747.11	8.992	0.839	47.040	773.26	9.408	0.849
48.000	773.20	9.600	0.840	45.960	755.34	9.192	0.839	48.000	784.69	9.600	0.853
				47.070	766.53	9.414	0.841				
				48.000	774.95	9.600	0.842				

$$C = \frac{Q}{A \sqrt{2gH}}$$

$$A = 5 \times 6 = 30 \text{ m}^2$$

A 案	$\tan \theta u = 0.253$
B 案	$\tan \theta u = 0.223$
C 案	$\tan \theta u = 0.195$

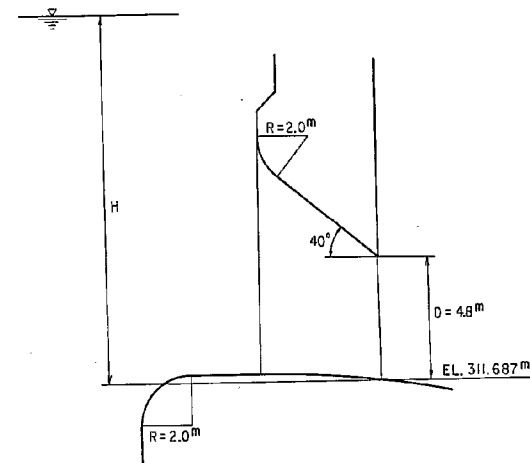


付表-3 白川ダムオリフィスC~H/D表

H	Q	H/D	C
6.313	118.36	1.315	0.462
10.813	232.87	2.253	0.694
13.313	273.87	2.774	0.736
17.813	337.82	3.711	0.785
20.813	370.13	4.336	0.795
23.313	401.18	4.857	0.815
25.413	424.38	5.294	0.825
26.313	432.97	5.482	0.827
27.313	443.88	5.690	0.833

$$C = \frac{Q}{A \sqrt{2gH}}$$

$$A = 4.8 \times 4.8 = 23.04 \text{ m}^2$$



付表-4 二風谷ダムオリフィスC~H/D表

a 型				b 型				c 型				d 型			
H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C	H	Q	H/D	C
4.320	75.88	0.617	0.168	3.340	56.67	0.478	0.143	7.120	199.67	1.017	0.345	17.813	616.6	2.545	0.673
6.300	153.78	0.900	0.282	5.700	112.85	0.814	0.218	8.810	277.67	1.258	0.431	16.781	586.1	2.397	0.660
8.190	240.97	1.170	0.388	7.200	202.80	1.029	0.348	10.150	349.76	1.450	0.506	15.828	564.9	2.261	0.655
9.880	328.20	1.412	0.481	9.260	301.10	1.323	0.456	11.940	456.57	1.705	0.609	14.819	537.5	2.127	0.642
10.890	385.20	1.556	0.538	11.910	450.14	1.701	0.601	12.930	502.08	1.847	0.644	13.422	490.9	1.917	0.618
11.940	445.74	1.705	0.595	12.970	503.48	1.852	0.644	13.920	543.93	1.988	0.672	11.666	445.1	1.667	0.601
12.900	500.71	1.842	0.643	13.250	513.32	1.892	0.650	14.970	572.18	2.138	0.682	10.053	361.0	1.436	0.510
13.740	536.03	1.963	0.667	14.020	542.49	2.003	0.668	16.310	612.05	2.330	0.699				
15.030	580.25	2.147	0.690	15.000	570.72	2.143	0.679	16.960	628.54	2.423	0.704				
16.070	609.08	2.296	0.700	15.970	604.61	2.281	0.697	17.990	662.71	2.571	0.720				
16.890	637.53	2.413	0.715	16.970	628.54	2.424	0.703								
18.080	671.15	2.583	0.727	17.640	639.11	2.520	0.701								

$$C = \frac{Q}{A \sqrt{2gH}}$$

$$A = 7 \times 7 = 49 \text{ m}^2$$

型	R
a	2 m
b	3
c	4
d	3
$\theta = 30^\circ$	

付表-5 オリフィス圧力降下係数

型	形状	流 量			
		$H/D=2.965$		$H/D=6.065$	
		$Q=322\text{ m}^3/\text{s}$		$Q=514\text{ m}^3/\text{s}$	
I	付図-1	$C=0.756$		$C=0.843$	

No.	戸 溝				上 面				側 面												平均	下 面				
									H/D = 2.965						H/D = 6.065											
									側 邊						溝 邊											
									X/L Y/D A X/L Y/D B 平均						A B 平均											
	X/L	Y/D	H/D	平均	X/L	Y/D	H/D	平均	X/L	Y/D	A	X/L	Y/D	B	平均	A	B	平均	X/L	Y/D		H/D	平均			
		2.965	6.065			2.965	6.065														2.965	6.065				
1	-0.150	3.056	—	0.012	0.012	0.200	3.176	—	0.006	0.006	0.051	0.659	0.057	0.353	1.185	0.604	1.094			-1.218	-0.949	0	0.003	0.002		
2	"	2.936	0.006	0.013	0.010	"	3.056	—	0.007	0.007	0.168	"	0.694	0.177	"	1.110	0.677	1.145		"	-0.589	0.005	0.014	0.010		
3	"	2.816	0.021	0.028	0.025	"	2.936	0	0.007	0.004	0.285	"	0.758	0.291	"	0.891	0.725	0.877		"	-0.277	0.196	0.140	0.168		
4	"	2.696	0.015	0.022	0.019	"	2.816	0.012	0.009	0.011	0.399	"	0.786	0.405	"	0.880	0.755	0.842		-1.063	-0.103	0.278	0.146	0.212		
5	"	2.576	0.019	0.027	0.023	"	2.696	0.001	0.006	0.004	0.516	"	0.882	0.519	"	0.898	0.851	0.841		-0.908	-0.001	0.380	0.322	0.351		
6	"	2.456	0.027	0.035	0.031	"	2.576	0	0.002	0.001	0.633	"	0.951	0.636	"	0.993	0.914	0.951		-0.654	0.053	0.402	0.352	0.377		
7	"	2.336	0.021	0.038	0.030	"	2.456	0	0.019	0.010	0.747	"	0.999	0.753	"	1.049	0.966	0.994		-0.400	0.065	0.430	0.392	0.416		
8	"	2.216	0.034	0.047	0.041	"	2.336	0	0.022	0.011	0.864	"	1.069	0.867	"	1.100	1.042	1.065		-0.300	"	0.455	0.408	0.432		
9	"	2.096	0.037	0.059	0.048	"	2.216	0	0.024	0.012	0.990	"	1.128	0.981	"	1.160	1.095	1.112		-0.150	"	0.518	0.469	0.494		
10	"	1.976	0.055	0.082	0.069	"	2.096	0.001	0.026	0.014										0	"	0.635	0.590	0.618		
11	"	1.856	0.083	0.118	0.101	"	1.976	0	0.024	0.012										0.429	0.053	0.856	0.805	0.831		
12	"	1.736	0.131	0.164	0.148	"	1.856	0	0.011	0.006										0.679	-0.035	1.004	0.973	0.989		
13	"	1.616	0.197	0.228	0.213	"	"	0	0.016	0.008										0.911	-0.011	1.174	1.120	1.147		
14	"	1.496	0.260	0.282	0.271	0.100	1.748	0.005	0.041	0.023										1.195	-0.028	1.305	1.242	1.274		
15	"	1.376	0.325	0.337	0.331	0	1.643	0.260	0.523	0.392										1.518	-0.085	1.394	1.316	1.355		
16	"	1.256	0.366	0.365	0.366	"	"	0.345	0.616	0.481																
17	"	1.136	0.393	0.374	0.384	"	1.511	0.290	0.431	0.361																
18	"	1.016	0.423	0.403	0.413	"	1.397	1.105	1.338	1.222																
19	"	0.896	0.395	0.410	0.403	0.006	1.349	1.163	1.003	1.083																
20	"	0.776	0.496	0.474	0.485	0.079	1.325	1.119	0.954	1.037																
21	"	0.656	0.508	0.518	0.513	0.194	1.285	0.865	0.910	0.888																
22	"	0.536	0.481	0.473	0.477	0.309	1.245	0.815	0.845	0.830																
23	"	0.416	0.378	0.358	0.368	0.425	1.205	0.834	0.845	0.840																
24	"	0.296	0.298	0.271	0.285	0.540	1.164	0.866	0.867	0.867																
25	"	0.176	0.266	0.236	0.251	0.655	1.124	0.914	0.910	0.912																
26	"	0.086	0.185	0.176	0.181	0.770	1.083	0.921	0.951	0.936																
27						0.885	1.043	1.032	1.033	1.033																

付表-6 オリフィス圧力降下係数

型	形状	流 量	
		$H/D=2.965$	$H/D=6.065$
		$Q=307\text{ m}^3/\text{s}$ $C=0.720$	$Q=482\text{ m}^3/\text{s}$ $C=0.791$

流		戸 牌				上 面				側 面												下 面					
		X/L Y/D		H/D		平均	X/L Y/D		H/D		H/D=2.965						H/D=6.065						平均	X/L Y/D		H/D	
				2.965	6.065				2.965	6.065	測			観			測			観						2.965	6.065
											X/L	Y/D	A	X/L	Y/D	B	平均	A	B	平均	A	B					
1	-0.150	3.056	-	0.008	0.008	0.200	3.152	-	0.003	0.003	0.051	0.659	0.536	0.057	0.353	1.064	0.526	1.047			-1.218	-0.940	0	0.003	0.002		
2	"	2.936	0	0.016	0.008	"	3.032	-	0.006	0.006	0.168	"	0.579	0.177	"	0.970	0.602	0.947			"	-0.589	0.005	0.014	0.010		
3	"	2.816	0	0.027	0.014	"	2.912	0.012	0.011	0.012	0.285	"	0.616	0.291	"	0.909	0.638	0.726			"	-0.277	0.247	0.166	0.207		
4	"	2.696	0.005	0.028	0.017	"	2.792	0.005	0.016	0.011	0.399	"	0.633	0.405	"	0.862	0.673	0.757			-1.063	-0.103	0.346	0.211	0.279		
5	"	2.576	0.005	0.031	0.018	"	2.672	0.005	0.016	0.011	0.516	"	0.741	0.519	"	0.837	0.768	0.785			-0.908	-0.001	0.376	0.301	0.339		
6	"	2.456	0.008	0.040	0.024	"	2.552	0	0.019	0.010	0.633	"	0.815	0.636	"	0.923	0.844	0.911			-0.654	0.053	0.404	0.326	0.365		
7	"	2.336	0.008	0.048	0.028	"	2.432	0	0.023	0.012	0.747	"	0.896	0.753	"	0.963	0.930	0.970			-0.400	0.065	0.411	0.356	0.384		
8	"	2.216	0.023	0.062	0.043	"	2.312	0	0.027	0.014	0.864	"	0.999	0.867	"	1.057	1.035	1.065			-0.300	"	0.419	0.368	0.394		
9	"	2.096	0.035	0.083	0.059	"	2.192	0	0.016	0.008	0.990	"	1.096	0.981	"	1.134	1.126	1.130			-0.150	"	0.482	0.423	0.453		
10	"	1.976	0.058	0.120	0.089	"	2.069	0	0.005	0.003											0	"	0.599	0.542	0.571		
11	"	1.856	0.094	0.157	0.126	"	2.033	0	0.008	0.004											0.429	0.053	0.792	0.754	0.773		
12	"	1.736	0.144	0.206	0.175	"	"	0	0.021	0.011											0.679	-0.035	0.966	0.937	0.952		
13	"	1.616	0.197	0.253	0.225	0.100	1.929	0	0.042	0.021											0.911	-0.011	1.165	1.144	1.155		
14	"	1.496	0.238	0.285	0.262	0	1.829	0.193	0.433	0.313											1.195	-0.028	1.383	1.329	1.356		
15	"	1.376	0.136	0.301	0.219	"	"	0.189	0.458	0.324											1.518	-0.085	1.545	1.456	1.501		
16	"	1.256	0.311	0.317	0.314	"	1.703	0.155	0.263	0.204																	
17	"	1.136	0.317	0.332	0.325	"	1.589	0.540	0.746	0.643																	
18	"	1.016	0.365	0.362	0.364	0.004	1.533	1.008	1.251	1.129																	
19	"	0.896	0.395	0.372	0.384	0.059	1.490	0.921	1.105	1.013																	
20	"	0.776	0.429	0.430	0.430	0.164	1.433	0.580	0.659	0.619																	
21	"	0.656	0.462	0.461	0.462	0.268	1.376	0.757	0.633	0.695																	
22	"	0.536	0.395	0.421	0.408	0.373	1.319	0.612	0.654	0.633																	
23	"	0.416	0.312	0.340	0.326	0.478	1.262	0.665	0.693	0.679																	
24	"	0.296	0.254	0.244	0.250	0.582	1.205	0.724	0.746	0.735																	
25	"	0.176	0.261	0.287	0.234	0.687	1.148	0.812	0.855	0.824																	
26	"	0.086	0.195	0.149	0.172	0.791	1.091	0.912	0.942	0.927																	
27						0.896	1.034	1.083	1.113	1.098																	

付表-7 オリフィス圧力降下係数

Ⅲ	形状	流量	
		$H/D=2.965$	$H/D=6.065$
		$Q=292\text{ m}^3/\text{s}$ $C=0.685$	$Q=459\text{ m}^3/\text{s}$ $C=0.753$

点	戸				上				側面												下面			
									$H/D=2.965$						$H/D=6.065$									
									測線						測線									
	X/L	Y/D	H/D	平均	X/L	Y/D	H/D	平均	X/L	Y/D	A	X/L	Y/D	B	平均	A	B	平均	平均		X/L	Y/D	H/D	平均
1	-0.150	3.056	—	0.006	0.006	0.200	3.164	—	0.001	0.001	0.051	0.659	0.468	0.057	0.353	1.018	0.449	0.926		-1.218	-0.949	0.001	0.007	0.004
2	"	2.936	0.008	0.029	0.019	"	3.044	—	0.003	0.003	0.168	"	0.496	0.177	"	0.836	0.502	0.806		"	-0.589	0.010	0.021	0.016
3	"	2.816	0.021	0.016	0.019	"	2.924	0.004	0.005	0.005	0.285	"	0.538	0.291	"	0.771	0.551	0.675		"	-0.277	0.172	0.158	0.165
4	"	2.696	0.031	0.023	0.027	"	2.804	0.008	0.005	0.007	0.399	"	0.587	0.405	"	0.793	0.593	0.708		-1.063	-0.103	0.248	0.207	0.228
5	"	2.576	0.028	0.027	0.028	"	2.684	0.004	0.005	0.005	0.516	"	0.685	0.519	"	0.786	0.685	0.741		-0.908	-0.001	0.339	0.285	0.312
6	"	2.456	0.028	0.041	0.035	"	2.564	0	0.005	0.003	0.633	"	0.783	0.636	"	0.859	0.769	0.855		-0.654	0.053	0.365	0.308	0.337
7	"	2.336	0.043	0.059	0.051	"	2.444	0	0.005	0.003	0.747	"	0.879	0.753	"	0.937	0.871	1.000		-0.400	0.065	0.360	0.318	0.339
8	"	2.216	0.060	0.082	0.071	"	2.312	0.001	0.005	0.003	0.854	"	1.000	0.867	"	1.042	1.005	1.034		-0.300	"	0.382	0.330	0.356
9	"	2.096	0.089	0.116	0.103	"	"	0	0.005	0.003	0.990	"	1.126	0.981	"	1.127	1.128	1.120		-0.150	"	0.425	0.380	0.403
10	"	1.976	0.103	0.147	0.125	0.100	2.213	0	0.012	0.006										0	"	0.533	0.481	0.507
11	"	1.856	0.138	0.179	0.159	0	2.081	0.050	0.239	0.145										0.429	0.053	0.728	0.682	0.705
12	"	1.736	0.171	0.203	0.187	"	"	0.049	0.239	0.144										0.679	-0.035	0.910	0.885	0.898
13	"	1.616	0.205	0.216	0.211	"	1.979	0.062	0.156	0.109										0.911	-0.011	1.165	1.127	1.146
14	"	1.496	0.226	0.226	0.226	"	1.859	0.226	0.396	0.311										1.195	-0.028	1.432	1.368	1.400
15	"	1.376	0.240	0.244	0.242	0.003	1.814	0.453	0.695	0.579										1.518	-0.085	1.646	1.549	1.598
16	"	1.256	0.273	0.264	0.269	0.043	1.763	0.392	0.593	0.493														
17	"	1.136	0.303	0.287	0.295	0.139	1.688	0.295	0.380	0.338														
18	"	1.016	0.338	0.322	0.330	0.234	1.613	0.318	0.379	0.349														
19	"	0.896	0.374	0.339	0.357	0.330	1.537	0.343	0.411	0.377														
20	"	0.776	0.391	0.373	0.382	0.426	1.462	0.410	0.441	0.426														
21	"	0.656	0.406	0.378	0.392	0.522	1.386	0.465	0.491	0.478														
22	"	0.536	0.388	0.348	0.368	0.617	1.311	0.529	0.560	0.545														
23	"	0.416	0.396	0.277	0.292	0.713	1.236	0.624	0.635	0.630														
24	"	0.296	0.239	0.224	0.232	0.809	1.161	0.734	0.750	0.742														
25	"	0.176	0.220	0.192	0.206	0.904	1.085	0.881	0.917	0.899														
26	"	0.086	0.169	0.144	0.157																			

付表-8 五木タム放水管圧力降下係数

案	形 状	流 量	
		$H/D=8.600$	$H/D=9.600$
		$Q=731\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=773\text{ m}^3/\text{s}$
A	付図-2	$C=0.839$	$C=0.840$

派	X/L	上 面						側 面						下 面					
		$H/D=8.600$			$H/D=9.600$			$H/D=8.600$			$H/D=9.600$			$H/D=8.600$			$H/D=9.600$		
		Y/D			Y/D			Y/D			Y/D			Y/D			Y/D		
		調 査			調 査			調 査			調 査			調 査			調 査		
		1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均
1	-0.446																		
2	-0.362																		
3	-0.277																		
4	-0.139																		
5	-0.446																		
6	-0.390																		
7	-0.296																		
8	-0.200																		
9	-0.100																		
10	0.050	2.058	0.016		0.016	0.019	0.019	0.018											
11	0.030	2.016	0.034		0.034	0.039	0.039	0.037											
12	0.010	1.973	0.093		0.093	0.097	0.097	0.095											
13	0	1.930	0.177		0.177	0.144	0.144	0.161											
14	#	1.870	0.214		0.214	0.220	0.220	0.217											
15	#	1.780	0.364		0.364	0.347	0.347	0.356											
16	#	1.756	0.562		0.562	0.381	0.381	0.472	1.637	0.295	0.500	0.361	0.003	0.313	0.323	0.288	0.363	0.317	0.323
17	0.080	1.580	0.591	0.604	0.599	0.560	0.611	0.586	0.592	1.470	0.514	#	0.443	#	0.443	0.556	0.446	#	0.446
18	0.200	1.455	0.684	0.608	0.646	0.596	0.615	0.606	0.626	1.359	0.554	#	0.509	#	0.468	0.510	0.608	0.513	0.481
19	0.320	1.361	0.639	0.689	0.664	0.602	0.664	0.633	0.649	1.279	0.644	#	0.564	#	0.530	0.579	0.653	0.568	0.538
20	0.380	1.321	0.665	0.707	0.684	0.674	0.688	0.681	0.683	1.246	0.662	#	0.597	#	0.587	0.615	0.670	0.603	0.595
21	0.440	1.285	0.702	0.702	0.702	0.711	0.708	0.710	0.706	1.217	0.688	#	0.642	#	0.607	0.645	0.695	0.648	0.613
22	0.500	1.253	0.712	0.730	0.721	0.721	0.740	0.731	0.726	1.192	0.705	#	0.688	#	0.648	0.680	0.713	0.698	0.653
23	0.560	1.223	0.736	0.740	0.739	0.745	0.748	0.747	0.743			#	0.724		0.724		0.732		0.732
24	0.620	1.192	0.752	0.760	0.756	0.761	0.770	0.765	0.761			#	0.760		0.760		0.766		0.766
25	0.680	1.162	0.787	0.785	0.786	0.796	0.854	0.825	0.806			#	0.803		0.803		0.811		0.811
26	0.800	1.101	0.878	0.914	0.896	0.886	0.925	0.906	0.901			#	0.915		0.915		0.924		0.924
27	0.920	1.040	0.998	0.995	0.997	1.006	0.995	1.001	0.999			#	0.982		0.982		1.001		1.001

付表-9 五木ダム放水管圧力降下係数

案	形 状	流 量			
		$H/D=8.600$		$H/D=9.600$	
		$Q=735 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q=775 \text{ m}^3/\text{s}$	
B	付図-2	$C=0.844$		$C=0.842$	

No	X/L	上								側								下								平均						
		H/D=8.600				H/D=9.600				H/D=8.600				H/D=9.600				H/D=8.600				H/D=9.600										
		測線				測線				測線				測線				測線				測線										
		Y/D	1	2	平均	Y/D	1	2	平均	Y/D	3	Y/D	4	Y/D	5	平均	Y/D	3	Y/D	4	Y/D	5	平均	Y/D	6		7	平均	Y/D	6	7	平均
1	-0.446																															
2	-0.362																															
3	-0.277																															
4	-0.139																															
5	-0.446																															
6	-0.380																															
7	-0.296																															
8	-0.200																															
9	-0.100																															
10	0.050	1.998	0.013		0.013	0.014			0.014	0.014																						
11	0.030	1.956	0.035		0.035	0.041			0.041	0.038																						
12	0.010	1.913	0.100		0.100	0.148			0.148	0.124																						
13	0	1.870	0.160		0.160	0.230			0.230	0.195																						
14	#	1.810	0.214		0.214	0.225			0.225	0.220																						
15	#	1.720	0.349		0.349	0.460			0.460	0.405																						
16	#	1.696	0.519	-	0.519	0.523	-		0.523	0.521	1.637	0.295	0.500	0.383	0.003	0.341	0.339	0.302	0.389	0.345	0.345	0.342	0	-	0.445	0.445	-	0.456	0.456	0.451	0.455	
17	0.080	1.525	0.688	0.762	0.724	0.706	0.694	0.700	0.712	1.470	0.638	#	0.443	#	-	0.443	0.651	0.471	-	0.471	0.457	#	0.555	0.505	0.530	0.555	0.515	0.535	0.533	0.530	0.533	
18	0.200	1.407	0.719	0.667	0.693	0.739	0.656	0.697	0.695	1.359	0.661	#	0.542	#	0.514	0.572	0.657	0.554	0.522	0.577	0.575	#	0.511	0.540	0.526	0.525	0.553	0.540	0.540	0.533	0.533	
19	0.320	1.320	0.739	0.716	0.727	0.739	0.708	0.723	0.725	1.279	0.689	#	0.604	#	0.574	0.622	0.704	0.612	0.583	0.633	0.628	#	0.575	0.605	0.590	0.584	0.615	0.600	0.595	0.595	0.595	
20	0.380	1.284	0.737	0.752	0.744	0.749	0.769	0.759	0.752	1.246	0.723	#	0.637	#	0.631	0.664	0.736	0.647	0.643	0.675	0.670	#	0.618	0.637	0.628	0.630	0.648	0.639	0.633	0.633	0.633	
21	0.440	1.252	0.763	0.761	0.762	0.773	0.776	0.774	0.768	1.217	0.751	#	0.683	#	0.650	0.695	0.761	0.698	0.657	0.705	0.700	#	0.654	0.668	0.661	0.665	0.680	0.673	0.667	0.667	0.667	
22	0.500	1.223	0.782	0.783	0.782	0.782	0.791	0.789	0.786	1.192	0.758	#	0.731	#	0.695	0.728	0.780	0.745	0.700	0.742	0.735	#	0.703	0.719	0.711	0.715	0.735	0.725	0.718	0.718	0.718	
23	0.560	1.196	0.799	0.802	0.801	0.805	0.810	0.809	0.805			#	0.762			0.762				0.770	0.766	#	0.727	0.731	0.729	0.737	0.748	0.742	0.736	0.736	0.736	
24	0.620	1.169	0.808	0.825	0.817	0.821	0.843	0.832	0.825			#	0.792			0.792				0.805	0.799	#	0.784	0.773	0.778	0.796	0.788	0.792	0.785	0.785	0.785	
25	0.680	1.143	0.825	0.841	0.833	0.840	0.859	0.849	0.841			#	0.832			0.832				0.847	0.840	#	0.811	0.803	0.807	0.824	0.818	0.821	0.814	0.814	0.814	
26	0.800	1.089	0.927	0.921	0.924	0.920	0.938	0.929	0.927			#	0.945			0.945				0.958	0.952	#	0.900	0.886	0.935	0.913	0.904	0.908	0.902	0.902	0.902	
27	0.920	1.036	0.997	1.010	1.003	0.854	1.001	1.010	1.007			#	0.998			0.998				1.017	1.007	#	0.982	-	0.982	0.997	-	0.997	0.990	0.990	0.990	

付表-10 五木ダム放水管圧力降下係数

案	形 状	流 量	
		$H/D=8.600$	$H/D=9.600$
		$Q=738\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=785\text{ m}^3/\text{s}$
C	付図-2	$C=0.847$	$C=0.853$

点	X/L	上										側										下																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		H/D=8.600						H/D=9.600				平均	H/D=8.600						H/D=9.600				平均	H/D=8.600						H/D=9.600				平均																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		測			線			測		線			測			線			測			線			測			線																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1		2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2		平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	-0.446																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

付表-11 白川ダムオリフィス圧力降下係数

形状	流量			
	$H/D=2.253$		$H/D=5.690$	
	$Q=233\text{ m}^3/\text{s}$		$Q=444\text{ m}^3/\text{s}$	
付図-3	$C=0.694$		$C=0.833$	

No	上面										下面																
	X/L Y/D		H/D=2.253			H/D=5.690			平均	X/L Y/D		H/D=2.253			H/D=5.690			平均	X/L Y/D		H/D=2.253			H/D=5.690			平均
			測線			測線						測線			測線												
			1	2	平均	1	2	平均				3	4	5	平均	3	4				5	平均	6	7	平均	6	
1	0.156	4.807				0.029	0.029	0.029	0.029	-0.083	1.578	0.305			0.227			0.266	-1.042	-0.352	0.104	0.046	0.037	0.025	0.031		
2	#	4.681				0.026	0.030	0.028	0.028	-0.063	1.474	0.356			0.237			0.297	-0.920	-0.057	0.287	0.247	0.267	0.205	0.193	0.199	0.233
3	#	4.557				0.021	0.042	0.032	0.032	0.033	1.411	0.452			0.591			0.522	-0.625	0.065	0.589	0.541	0.565	0.458	0.416	0.437	0.501
4	#	4.432				0.018	0.018	0.018	0.018	0.129	1.349	0.469			0.489			0.479	-0.500	#	0.543	0.472	0.508	0.435	0.387	0.411	0.460
5	#	4.307				0.023	0.023	0.023	0.023	0.225	1.286	0.556			0.566			0.561	-0.375	#	0.531	0.508	0.520	0.381	0.391	0.286	0.453
6	#	4.182				0.024	0.023	0.024	0.024	0.321	1.224	0.636			0.617			0.627	-0.250	#	0.443	0.506	0.475	0.344	0.406	0.375	0.425
7	#	4.057				0.023	0.023	0.023	0.023	0.417	1.161	0.693			0.652			0.673	-0.125	#	0.514	0.512	0.513	0.420	0.438	0.429	0.471
8	#	3.932				0.034	0.021	0.028	0.028	0.513	1.099	0.786			0.706			0.746	0	#	0.595	0.560	0.578	0.564	0.488	0.526	0.552
9	#	3.807				0.034	0.023	0.029	0.029	0.608	1.036	0.728			0.769			0.749	0.125	0.064	0.680	0.634	0.657	0.683	0.525	0.604	0.631
10	#	3.682				0.032	0.016	0.024	0.024	0.704	0.974	0.959			0.966			0.963	0.250	0.061	0.725	0.689	0.707	0.767	0.616	0.692	0.700
11	#	3.557				0.025	0.026	0.026	0.026	0.800	0.911	0.953			0.950			0.952	0.375	0.056	0.741	0.734	0.738	0.743	0.681	0.712	0.725
12	#	3.432				0.019	0.018	0.019	0.019	-0.083	0.770	0.519	0.519	0.421	0.470			0.500	0.049	0.792	0.780	0.786	0.760	0.742	0.751	0.769	0.782
13	#	3.307				0.024	0.023	0.024	0.024	-0.063	0.832	0.571	0.571	0.511	0.541			0.541	0.625	0.040	0.848	0.823	0.836	0.794	0.797	0.796	0.816
14	#	3.182				0.017	0.040	0.029	0.029	0.055	0.801	0.650	0.650	0.742	0.696			0.696	0.750	0.028	0.907	0.880	0.894	0.843	0.854	0.849	0.872
15	#	3.057				0.029	0.035	0.032	0.032	0.172	0.768	0.555	0.555	0.521	0.538			0.538	0.875	0.015	0.926	0.923	0.925	0.885	0.883	0.884	0.905
16	#	2.932				0.031	0.056	0.044	0.044	0.290	0.735	0.620	0.620	0.572	0.596			0.596	1.000	0	0.975	0.975	0.975	0.912	0.924	0.918	0.947
17	#	2.807				0.034	0.053	0.044	0.044	0.407	0.701	0.663	0.663	0.635	0.649			0.649	1.125	-0.016	1.003	1.053	1.028	0.946	0.970	0.958	0.993
18	#	2.682				0.034	0.026	0.030	0.030	0.525	0.665	0.754	0.754	0.708	0.731			0.731	1.250	-0.033	1.041	1.039	1.040	0.988	0.994	0.991	1.016
19	#	2.557				0.034	0.024	0.029	0.029	0.642	0.629	0.827	0.827	0.766	0.797			0.797	1.375	-0.049	1.079	1.083	1.081	1.012	1.021	1.077	1.049
20	#	2.432				0.032	0.026	0.029	0.029	0.760	0.592	0.965	0.965	0.917	0.941			0.941									
21	#	2.307				0.025	0.018	0.022	0.022	0.877	0.554	0.926	0.926	0.873	0.900			0.900									
22	#	2.182				0.033	0.022	0.028	0.028	0.995	0.514	0.623	0.623	0.872			0.623	0.263									
23	#	#	0.065	0.054	0.060	0.034	0.025	0.030	0.045	-0.083	0.128	0.382	0.382	0.449			0.382	0.328									
24	0.078	2.104	0.137	0.120	0.129	0.044	0.040	0.042	0.036	-0.063	0.190	0.449	0.449	0.449			0.449	0.328									
25	0	2.026	0.186	0.140	0.163	0.243	0.240	0.242	0.203	0.063	#	0.860	0.860	0.860			0.860	0.904									
26	#	#	0.151	0.146	0.149	0.231	0.233	0.232	0.191	0.187	0.188	0.727	0.727	0.727			0.727	0.675									
27	#	#	0.155	0.138	0.147	0.218	0.286	0.252	0.200	0.312	0.184	0.733	0.733	0.733			0.733	0.663									
28	0.015	1.501	0.421	0.473	0.447	0.619	0.630	0.625	0.536	0.437	0.179	0.760	0.760	0.760			0.760	0.709									

付表-12 白川ダムオリフィス圧力降下係数

形状	流量	
	$H/D=2.253$	$H/D=5.690$
付図-3	$Q=233\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=444\text{ m}^3/\text{s}$
	$C=0.694$	$C=0.833$

													C=0.694		C=0.833																
No.	上						面						側						面						下						
	X/L		Y/D		H/D=2.253		H/D=5.690		平均	X/L		Y/D		H/D=2.253		H/D=5.690		平均	X/L		Y/D		H/D=2.253		H/D=5.690		平均				
					測		綫							測		綫							測		綫			測		綫	
					1	2	平均	1						2	平均	3	4						5	平均	3	4		5	平均	6	7
29	0.059	1.401	0.497	0.671	0.584	0.648	0.742	0.695	0.640	0.562	0.169			0.790			0.755	0.773													
30	0.128	1.314	0.680	0.754	0.717	0.741	0.760	0.751	0.734	0.687	0.159			0.891			0.833	0.862													
31	0.190	1.248	0.753	0.753	0.753	0.762	0.690	0.726	0.740	0.812	0.147			1.002			0.927	0.965													
32	0.306	1.175	0.727	0.788	0.758	0.632	0.697	0.665	0.712	0.937	0.133			0.952			0.896	0.924													
33	0.422	1.103	0.776	0.836	0.806	0.641	0.705	0.674	0.740	1.062	0.117			0.996			0.929	0.963													
34	0.537	1.031	0.854	0.871	0.863	0.686	0.701	0.694	0.779	1.187	0.099			1.030			0.977	1.004													
35	0.653	0.959	0.967	0.973	0.970	0.828	0.792	0.810	0.890	1.312	0.078			1.291			1.223	1.257													
36	0.769	0.887	1.029	1.035	1.032	0.816	0.879	0.848	0.940																						
37	0.884	0.814	1.106	1.188	1.147	0.907	1.072	0.990	1.069																						

付表-13 二風谷ダムオリフィス圧力降下係数

型 形 状	流 量	
	H/D=2.129	H/D=2.561
a 付図-4	Q=580.25 C=0.693	Q=650.46 C=0.708

No.	上 面					X/L	側 面				Y/D	下 面			
	X/L	Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均
			2.129	2.561				2.129	2.561				2.129	2.561	
1	0	1.509	0.057	0.214	0.136	0	0.500	0.668	0.680	0.674	0	0.568	0.628	0.598	
2	0	1.437	0.201	0.426	0.314	0.167	"	0.716	0.749	0.733	"	0.655	0.697	0.676	
3	0.032	1.315	0.729	1.080	0.905	0.333	"	0.786	0.819	0.803	"	0.716	0.763	0.740	
4	0.122	1.217	1.411	1.705	1.558	0.500	"	0.825	0.861	0.843	"	0.795	0.829	0.812	
5	0.252	1.160	1.358	1.573	1.466	0.667	"	0.948	1.003	0.976	"	0.869	0.902	0.886	
6	0.333	1.143	1.035	1.153	1.094	0.833	"	0.952	1.007	0.980	"	0.856	0.930	0.893	
7	0.414	1.126	1.009	1.111	1.060	1.000	"	1.044	1.107	1.076	"	0.948	1.000	0.974	
8	0.495	1.108	0.987	1.076	1.032										
9	0.576	1.091	0.978	1.052	1.015										
10	0.657	1.074	0.983	1.052	1.018										
11	0.818	1.039	1.009	1.083	1.046										
12															
13															

付表-14 二風谷ダムオリフィス圧力降下係数

型	形状	流 量	
		H/D=2.147	H/D=2.571
b	付図-4	Q=580.2	Q=671.2
		C=0.690	C=0.729

順	上					X/L	側				Y/D	下			
	X/L	Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均
			2.147	2.571				2.147	2.571						
1	0	1.620	0.026	0.125	0.076	0	0.500	0.681	0.640	0.661	0	0.559	0.588	0.574	
2	0	1.549	0.057	0.206	0.132	0.167	#	0.738	0.708	0.723	#	0.659	0.653	0.656	
3	0.027	1.409	0.419	0.575	0.497	0.333	#	0.804	0.799	0.802	#	0.725	0.718	0.722	
4	0.106	1.285	0.878	1.064	0.971	0.500	#	0.843	0.848	0.846	#	0.808	0.783	0.796	
5	0.227	1.190	1.393	1.489	1.441	0.667	#	0.978	0.994	0.986	#	0.891	0.861	0.876	
6	0.379	1.133	1.280	1.277	1.279	0.833	#	0.978	0.988	0.983	#	0.974	0.946	0.960	
7	0.459	1.116	1.074	1.102	1.088	1.000	#	1.070	1.076	1.073	#	1.061	1.027	1.044	
8	0.540	1.098	1.035	1.059	1.047										
9	0.621	1.081	1.044	1.059	1.052										
10	0.702	1.064	1.009	1.017	1.013										
11	0.864	1.029	1.053	1.059	1.056										
12															
13															

付表-15 二風谷ダムオリフィス圧力降下係数

型	形状	流 量	
		$H/D=2.137$	$H/D=2.579$
C	付図-4	$Q=578.07$	$Q=664.27$
		$C=7.100$	$C=9.376$

No.	上 面					X/L	側 面				面	下 面			
	X/L	Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均
			2.137	2.579				2.137	2.579				2.137	2.579	
1	0	1.732	0.029	0.082	0.056	0	0.500	0.641	0.632	0.637	0	0.549	0.586	0.568	
2	0	1.660	0.025	0.136	0.081	0.167	"	0.694	0.692	0.693	"	0.637	0.649	0.643	
3	0.016	1.535	0.126	0.326	0.226	0.333	"	0.769	0.769	0.769	"	0.703	0.722	0.713	
4	0.064	1.416	0.373	0.589	0.481	0.500	"	0.826	0.816	0.821	"	0.782	0.796	0.789	
5	0.141	1.309	0.725	0.902	0.814	0.667	"	0.958	0.949	0.954	"	0.866	0.859	0.863	
6	0.244	1.219	1.095	1.229	1.162	0.833	"	0.971	0.966	0.969	"	0.932	0.929	0.931	
7	0.367	1.150	1.323	1.432	1.378	1.000	"	1.068	1.056	1.062	"	1.037	1.025	1.031	
8	0.505	1.106	1.266	1.339	1.303										
9	0.586	1.089	1.081	1.112	1.097										
10	0.667	1.071	1.046	1.089	1.068										
11	0.747	1.054	1.029	1.065	1.047										
12	0.828	1.037	1.042	1.076	1.059										
13	0.909	1.019	1.077	1.119	1.098										

付表-16 二風谷ダムオリフィス圧力降下係数

型 状	流 量
d 付図-4	$H/D=2.127$
	$H/D=2.545$
d 付図-4	$Q=537.5$
	$Q=616.6$
d 付図-4	$C=6.139$
	$C=8.0779$

No.	上 面					X/L	側 面				平 均	下 面				
	X/L	Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均		Y/D	H/D		平 均	
			2.127	2.545				2.127	2.545				2.127	2.545		
1	0	1.814	0.084	0.070	0.077	0	0.500	0.542	0.522	0.532	0	0.619	0.735	0.677		
2	0	1.742	0.059	0.116	0.088	0.167	"	0.593	0.580	0.587	"	0.593	0.580	0.587		
3	0.017	1.631	0.109	0.348	0.229	0.333	"	0.654	0.638	0.646	"	0.669	0.658	0.664		
4	0.067	1.528	0.338	0.580	0.459	0.500	"	0.705	0.708	0.707	"	0.720	0.696	0.708		
5	0.147	1.439	0.669	0.878	0.774	0.667	"	0.832	0.832	0.832	"	0.797	0.793	0.795		
6	0.250	1.371	0.644	0.743	0.694	0.833	"	0.883	1.890	0.887	"	0.873	0.871	0.872		
7	0.322	1.335	0.542	0.619	0.581	1.000	"	1.051	1.046	1.049	"	1.026	1.006	1.016		
8	0.394	1.300	0.619	0.696	0.658											
9	0.467	1.264	0.669	0.716	0.693											
10	0.539	1.228	0.654	0.696	0.675											
11	0.611	1.193	0.695	0.739	0.717											
12	0.755	1.121	0.827	0.871	0.849											
13	0.900	1.050	0.990	1.025	1.008											