

マイクロフィルム用資料

土木研究所資料

五十里ダム新設放流管水理模型実験報告書

—高速湾曲エビ継ぎ管の水理特性—

平成12年 3 月

建設省土木研究所ダム部

水工水資源研究室

Copyright © (1999) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全文又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

五十里ダム新設放流管水理模型実験報告書

—高速湾曲エビ継ぎ管の水理特性—

水工水資源研究室 室 長 柏 井 条 介
主任研究員 宮 脇 千 晴
研 究 員 櫻 井 寿 之

要 旨

本報告書は、既設五十里ダムの放流機能を拡充するために設置される新設放流管の水理検討結果をとりまとめたものである。

新設放流管は、2条の設置が計画されており、既設洪水吐き右岸側横の2ブロックの重力式コンクリート堤体内を通過させ、減勢工上方から空中放流を行うものである。管入口及び放流口の位置、方向が制約されるため、管路は複雑な湾曲線形を有している。この種の放流管は、従来はキャビテーションや振動に対する十分な安全性を確保するため、管断面を大きくし、管内流速をあるレベル以下に抑える設計がなされてきた。一方、本放流管の対象流量は非常に大きく、管路条数を2条に収めるためには、ある程度的高速流れを想定する必要があった。このため、湾曲管路について、特に実際の製作で用いられると考えられるエビ継ぎ管の圧力特性を精度よく推定し、許容される範囲でできるだけ高流速を確保する水理設計が必要となった。

本検討では、まず基礎実験により湾曲エビ継ぎ放流管の圧力特性を明らかにし、これに基づく水理設計を実施、模型実験により適用性を確認した。また、並行して数値シミュレーションを実施し、模型実験結果の補足検討を行った。

キーワード：ダム、放流管、湾曲部、エビ継ぎ管、圧力特性、キャビテーション、水理模型実験
数値シミュレーション

目 次

	頁
1. はじめに	1
1.1 検討目的	1
1.2 検討方法及び担当者	3
2. 水理設計提案形状と放流機能、放流量制限	4
2.1 提案形状	4
2.2 放流機能	4
2.3 正圧を維持するための放流量制限	4
3. 湾曲部水理特性に関する基礎的検討	20
3.1 水理模型実験	20
3.1.1 実験概要	20
3.1.2 圧力分布特性	20
a. ピエゾ水頭分布例	20
b. 実験結果の解析方法	20
c. 管径 (R_e 数) の影響	43
d. R の影響	43
e. エビ継ぎの影響	48
f. 圧力変動	50
g. 壁面作用圧力の設定について	53
3.2 数値シミュレーション	53
3.2.1 概要	53
3.2.2 計算結果	56
4. 水理設計と水理模型実験	61
4.1 水理設計	61
4.1.1 壁面作用圧力の検討条件と推定方法	61
4.1.2 壁面作用圧力の推定と水理設計案の作成	62
4.2 水理模型実験	64
4.2.1 実験概要	64
4.2.2 壁面作用圧力 (正圧維持のための放流量制限)	64
a. 壁面作用圧力分布特性と問題点	64
b. 原型の壁面作用圧力の推定方法	68
c. C_d' の算定	69
d. 正圧を確保するための最大放流量の算定	69
4.2.3 貯水位、放流量、ゲート開度の関係	76

a . 流量表示	76
b . f_{r1} 及び f_{r2}	76
c . 模型実験の貯水位の補正	78
d . 放流機能近似式の作成	78
4.2.4 放流水脈の流況	80
5 . あとがき	95
巻末資料	97

1. はじめに

1.1 検討目的

五十里ダムは、昭和31年に利根川支川の鬼怒川に建設された堤高112.0mの重力式コンクリートダムである。図-1.1に、貯水池容量配分図を示す。

五十里ダムでは、完成後の利根川工事実施基本計画の改訂等により、放流設備の新設が必要となっている。新設される放流設備は、別途実施された検討により、図-1.2に示すように洪水吐き右岸側の隣接2ブロックに2条の放流管として設置することが計画されており、放流管の放流能力条件として、

「制限水位（8月15日～9月30日）EL.575.0mにおいて2条合計で500m³/s、1条当たり250m³/sの放流能力を有すること」

が与えられている。

新設放流管は、施工性、構造、地形からの制約が厳しく、その水理設計においては、流れの状況、特に圧力特性について精度のよい把握が必要とされた。即ち、制約条件として、

- (1) 放流管入口部は貯水面下方での施工となりできるだけ上方であることが望ましい。隔壁設置による施工実績、放流管設置ブロックの地形、監査廊などの堤体内施設配置、貯水位低下により生じる減電等を考慮するとEL.538.0m程度が下限である。
- (2) 放流管は既設ダム堤体内を掘孔して埋設される。既設堤体に有害な応力状態を生じさせないため、放流管径は3.8mが限度である。
- (3) 地形及び既設減勢工導流壁高との関係から放流管出口標高はEL.515.0mが適当である。従って、入口標高との関係から管軸は鉛直方向に湾曲する。また、既設減勢工内への放流を考慮すると、放流管は平面的にも湾曲する。

上記のうち、(2)の条件から放流管を2条とすると、管内流速は20m/s以上の大きなものとなる。一方、(1)、(3)から管路は湾曲管路、しかも複雑に湾曲する管路として設計され、流速が大きいことから湾曲部内側の圧力降下が大きいことが懸念される。大きな圧力降下はキャビテーションの原因となり、損傷や振動の原因となるからである。また、管径が大きいことから鋼管の高周波による曲げ加工は困難と考え

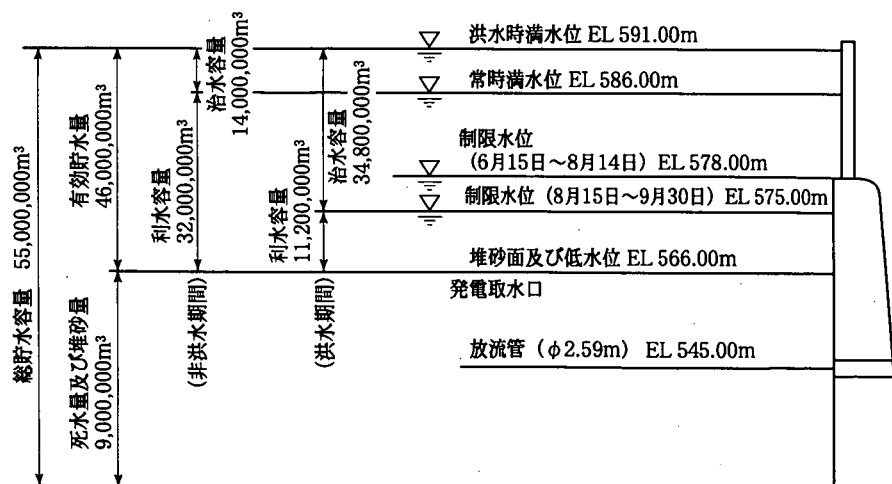


図-1.1 五十里ダム貯水池容量配分図

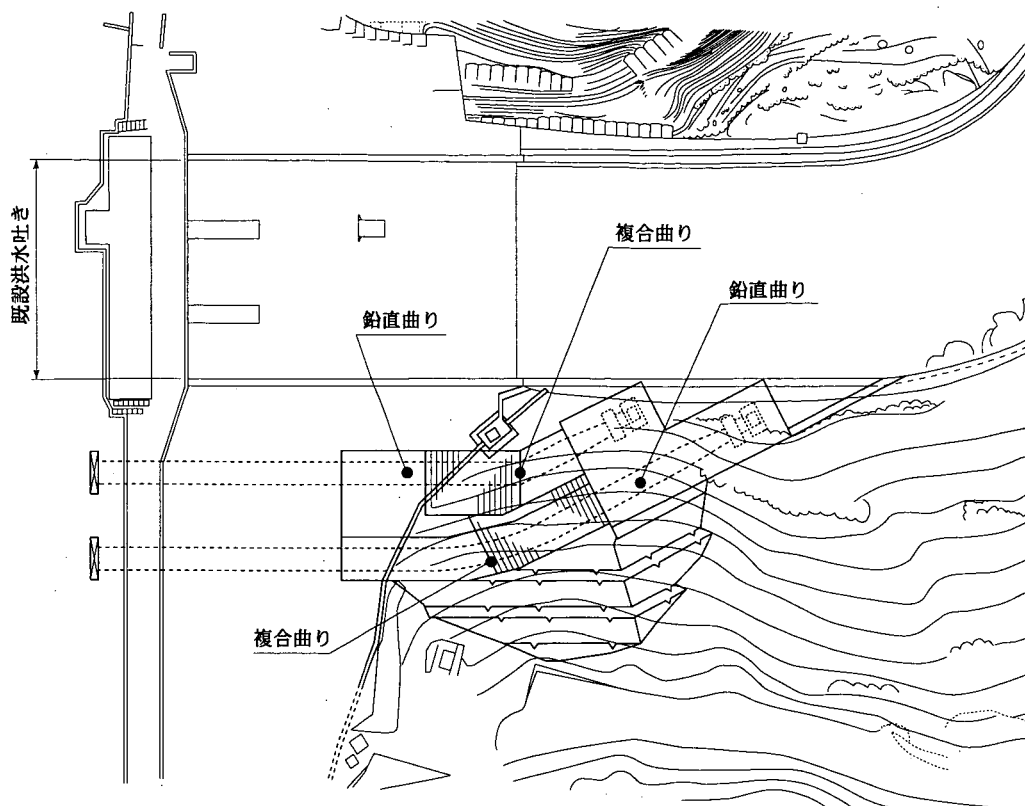


図-1.2 新設放流管の配置 (平面図)

られ、管としてはエビ継ぎ管として製作されることが想定される。エビ継ぎ管は直管を接続したものであり、屈折部があるため圧力降下が更に助長することが予想される。また、エネルギー損失の増加も懸念される。

圧力に関する当初の水理計算では、管内圧力を正圧に保つよう設定されていたが、これはポテンシャル流として遠心力を評価しているのみであり、湾曲に伴う2次流の影響やエビ継ぎ部での圧力降下、流れの剥離に伴う乱れの影響については評価されていない(というより、机上の検討では困難である)。また、エネルギー損失についてもスムーズな湾曲管路に関する実験値からの推定が行われているのみである(同様に困難)。従来、こうした曲がりの影響が大きく、また、エビ継ぎ管で製作されるような管路については、圧力降下の防止や曲がりによる損失の増加を考慮して、ある程度(例えば10m/s以下)流速を制限して用いられてきた。本施設の場合、このような流速低減を行うと放流管条数が増加し、極めて不経済なものとなる、一方、従来の流速設定の考え方は極めて経験的なものであり、エビ継ぎ管湾曲部の水理特性を適切に評価してやれば、必ずしも従来の設定にこだわる事なく、より高速な流れに対する設計も可能と考えられる。

以上より本水理検討では、20m/sを超える高速流の流下を想定し、圧力的に問題なく、かつ放流条件を満足する五十里ダム新設放流管の設計形状を提示することを、具体的には(1)~(3)の条件を極力満足する放流管線形及びエビ継ぎ中心角を設定することを目的に実施した。

1.2 検討方法及び担当者

1.1に示した課題に対応するため、検討は以下の手順で実施した。

- 1) 湾曲部曲率半径、エビ継ぎ管中心角をパラメータとした基礎実験を実施し、湾曲部の圧力特性を把握する。併せて、模型実験の相似性（原型の高レイノルズ数の影響）、圧力分布の詳細（実験ではピエゾをそれ程密には配置していないし、経済性等から見ても密な配置には無理がある）を把握するため数値シミュレーションを実施する。数値シミュレーションは水理検討における今後の検討手法の開発の一環の意味も含めて実施した。
- 2) 1) の結果をもとに、圧力的に安全と考えられる水理設計案を作成する。
- 3) 2) の案に対し、水理模型実験を実施し、圧力分布及び放流能力調査を行う。
- 4) 3) の結果に対し、放流能力について、摩擦損失の影響の補正を行う。この場合、湾曲による形状損失を抽出する必要があり、3) の実験と管長が同じで直管とした実験を追加実施した。
- 5) 4) の結果をもとに、貯水池とゲート開度、放流量の関係を提示し、放流条件を満足すること及び圧力的に安全なことを検証する。

上記検討は平成9～11年度にかけて実施した。水工水資源研究室の担当者は、柏井条介(室長)、宮脇千晴(主任研究員)、櫻井寿之(研究員)であり、水理模型実験によるデータ収集は宮脇が、数値シミュレーションは櫻井が担当した。本報告書は、柏井がとりまとめた。

2. 水理設計提案形状と放流機能、放流量制限

2.1 提案形状

図-2.1a～gに本検討を通じて得られた五十里ダム新設放流管の提案形状を示す。

2.2 放流機能

図-2.1の提案形状における貯水位とゲート開度、放流量の関係を図-2.2a、bに示す。ただし、主ゲートは高圧ローラゲートを想定し、一般的形状として、放流管出口に向かつての管断面の縮小はないものとしている(副ゲート戸溝後方のオフセットは設置し、出口上流部にて平行流に戻している)。図のプロット点は、放流管のマニングの粗度係数 $n=0.0125$ ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$) として模型実験値から換算したもので、マニングの粗度係数を、鋼管として想定した範囲 $0.011\sim 0.014$ と変化させても、 $n=0.0125$ の場合に対する放流量変化は数%程度以下であり、実管理上粗度係数の変化は無視することができるとと思われる(ダム・堰施設技術基準(案) マニュアル編P. 536では $n=0.01\sim 0.014$ とされている。この場合にも誤差は小さく問題ないと考える)。

$n=0.0125$ での貯水位とゲート開度、放流量の関係は次式で近似することができる。

$$Q = CA_0 \sqrt{2gH} \quad (2.1)$$

$$C = \sqrt{a - b D_0/H} \quad (2.2)$$

第9ブロック(右岸側)放流管

$$a = Gn^2(0.156 Gn^{2.708} + 0.71)^2 \quad (2.3)$$

$$b = 0.316(Gn - 0.875)/0.125 \quad (0.875 \leq Gn \leq 1) \quad (2.4)$$

$$= 0 \quad (Gn < 0.875) \quad (2.5)$$

第10ブロック(左岸側)放流管

$$a = Gn^2(0.158 Gn^{2.461} + 0.71)^2 \quad (2.6)$$

$$b = 0.297(Gn - 0.88)/0.12 \quad (0.88 \leq Gn \leq 1) \quad (2.7)$$

$$= 0 \quad (Gn < 0.88) \quad (2.8)$$

ここに、 Q ：1条当たり放流量、 A_0 ：放流管出口断面積＝高さ D_0 $3.8 \times$ 幅 B 2.55m 、 g ：重力加速度、 H ：貯水位と放流管出口中心標高($\text{El.} 515\text{m}$)の標高差、 C ：流量係数、 D_0 ：放流管出口高＝ 3.8m 、 $Gn = G/100$ 、 G ：ゲート開度(%)、 a 、 b ：定数である。図-2.2の実線は上記近似式による結果を示したもので良い近似が得られている。

以上の放流量に関する詳細な検討は4.2.3に述べており、図-2.2のプロット点は表-4.9に示してある。

2.3 正圧を維持するための放流量制限

本放流管は入口位置に対し出口位置標高がかなり低く、キャビテーション発生に対する安全性を確保するため、管内の壁面作用圧力を正圧に保つものとする、ある貯水位においてこれ以上の流量の放流を実施してはならないという制限放流量が存在する。言い替えると、ある貯水位でこれ以上のゲート開度になると壁面作用圧力に負圧が発生し、キャビテーション発生の可能性が生じるというゲート開度が

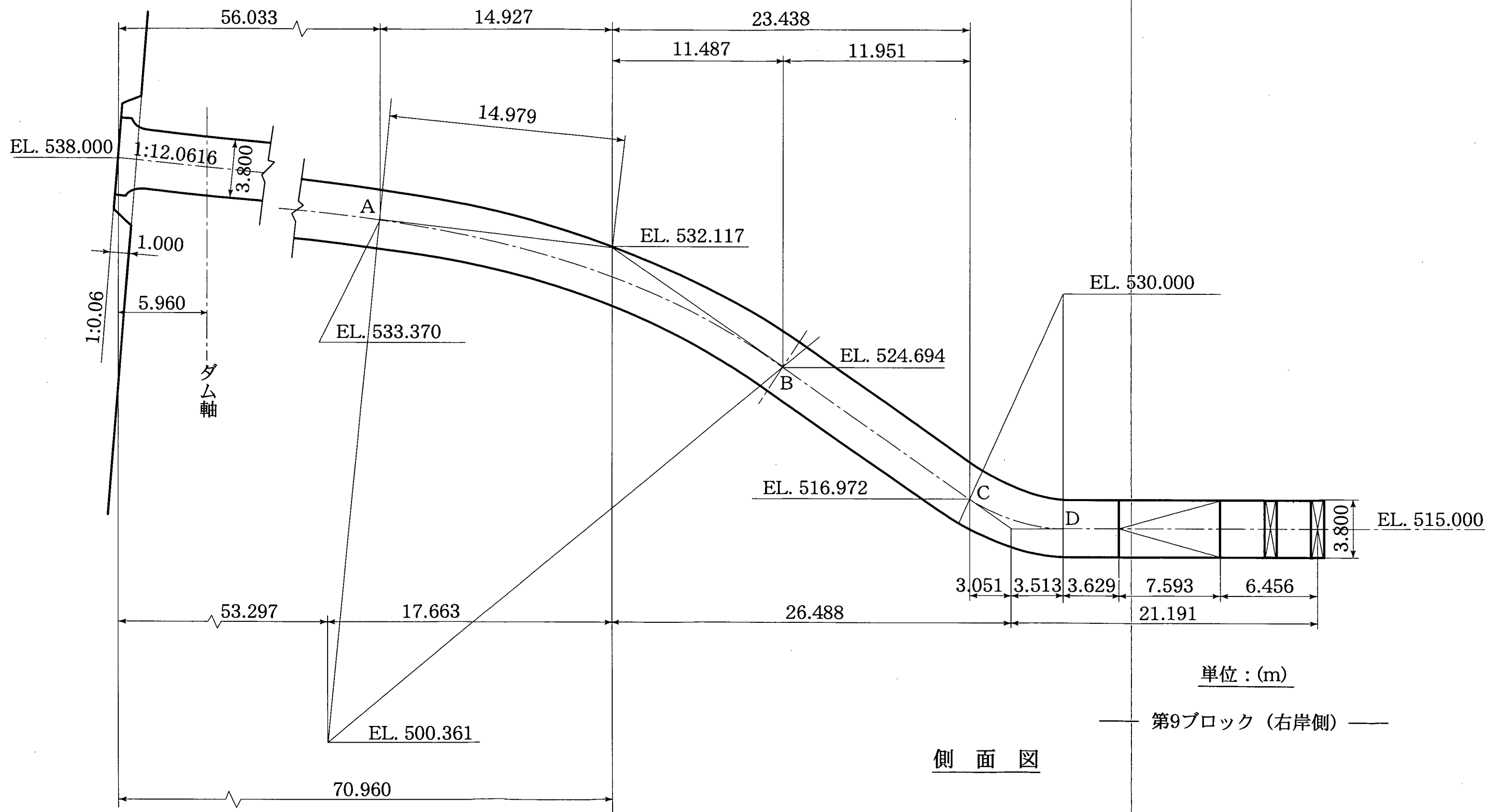
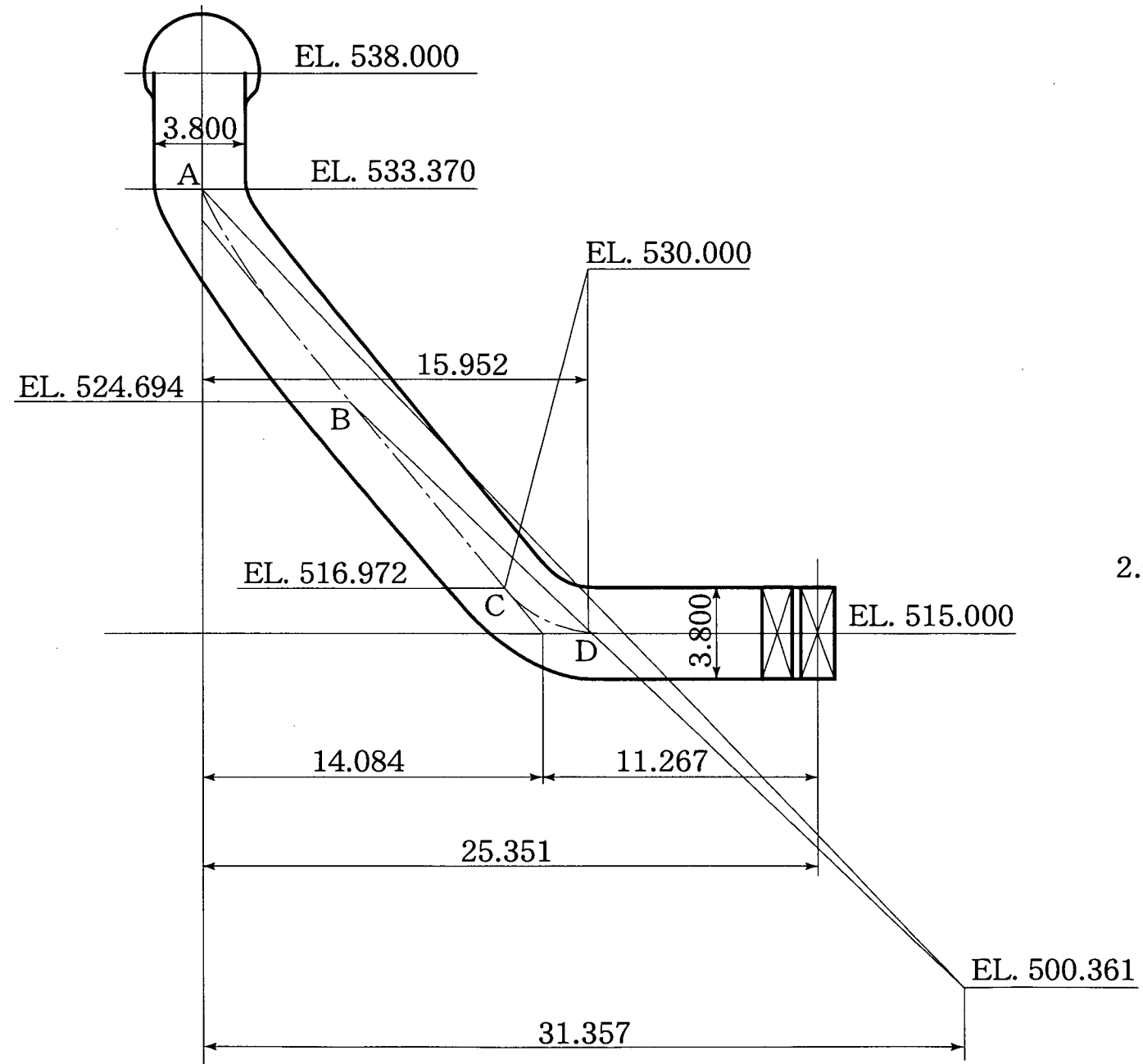
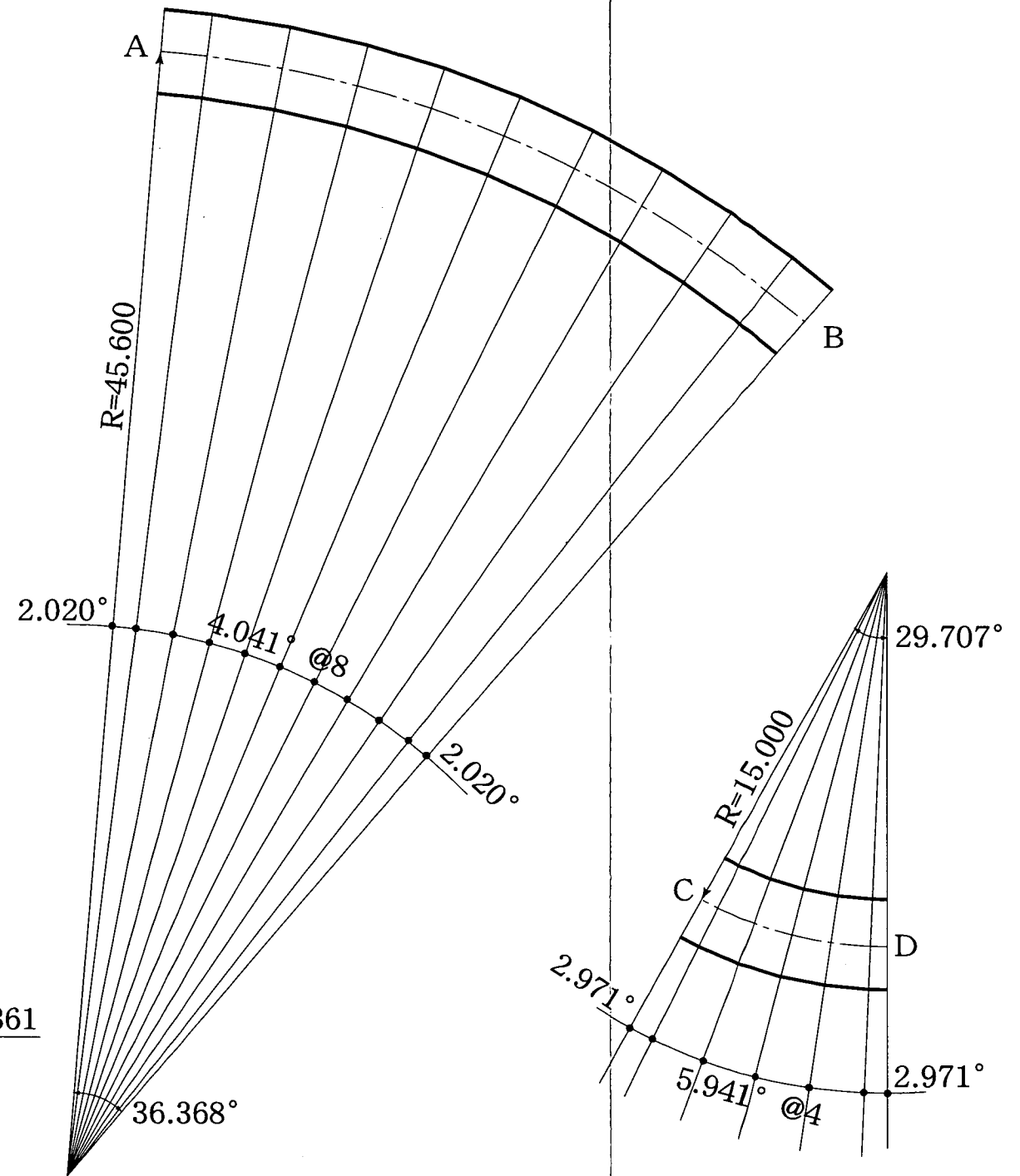


図-2.1a 新設放流管提案形状

下流面図



上流湾曲部のエビ継ぎ管



下流湾曲部のエビ継ぎ管

単位：(m)

第9ブロック（右岸側）

図-2.1c 新設放流管提案形状

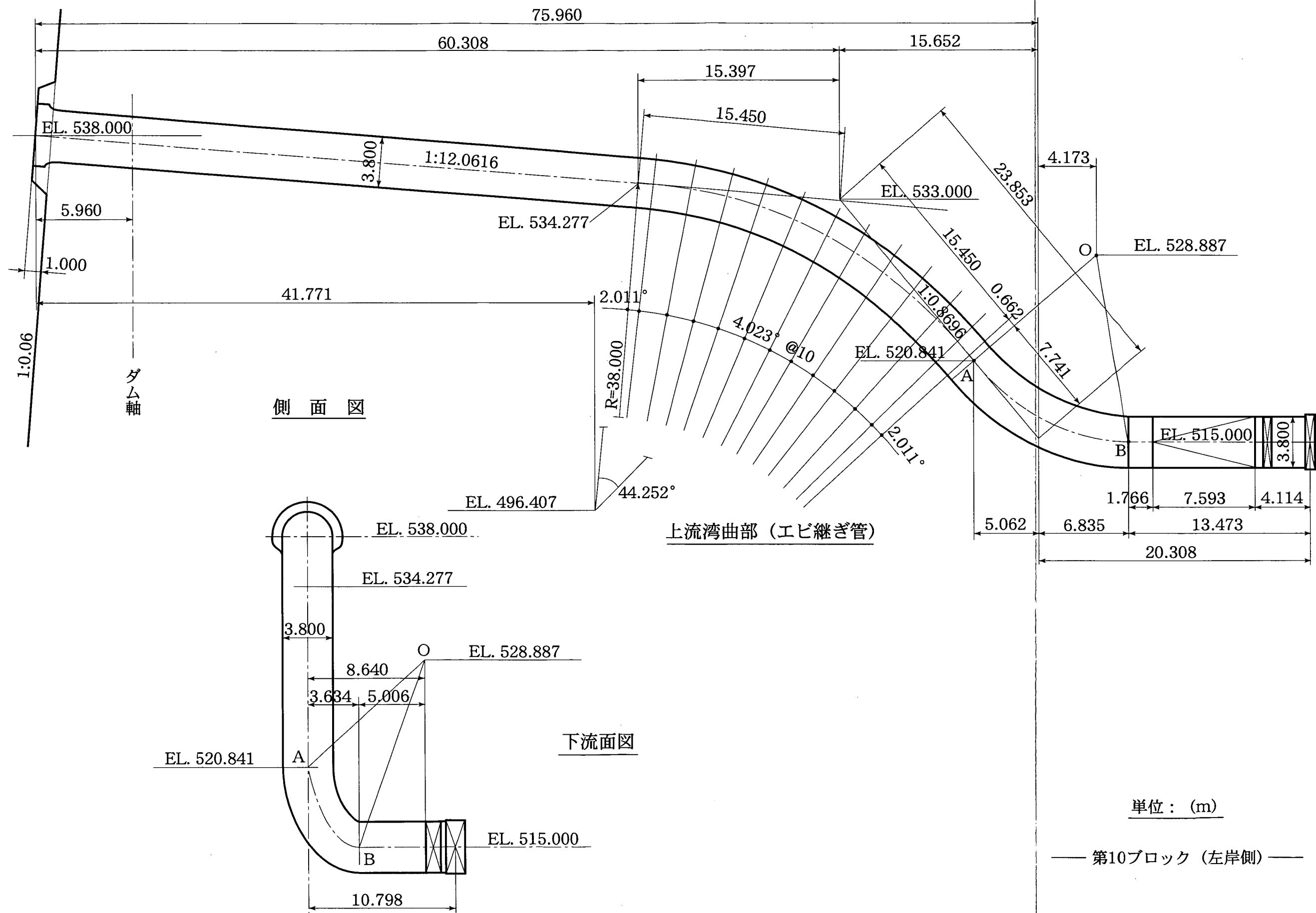
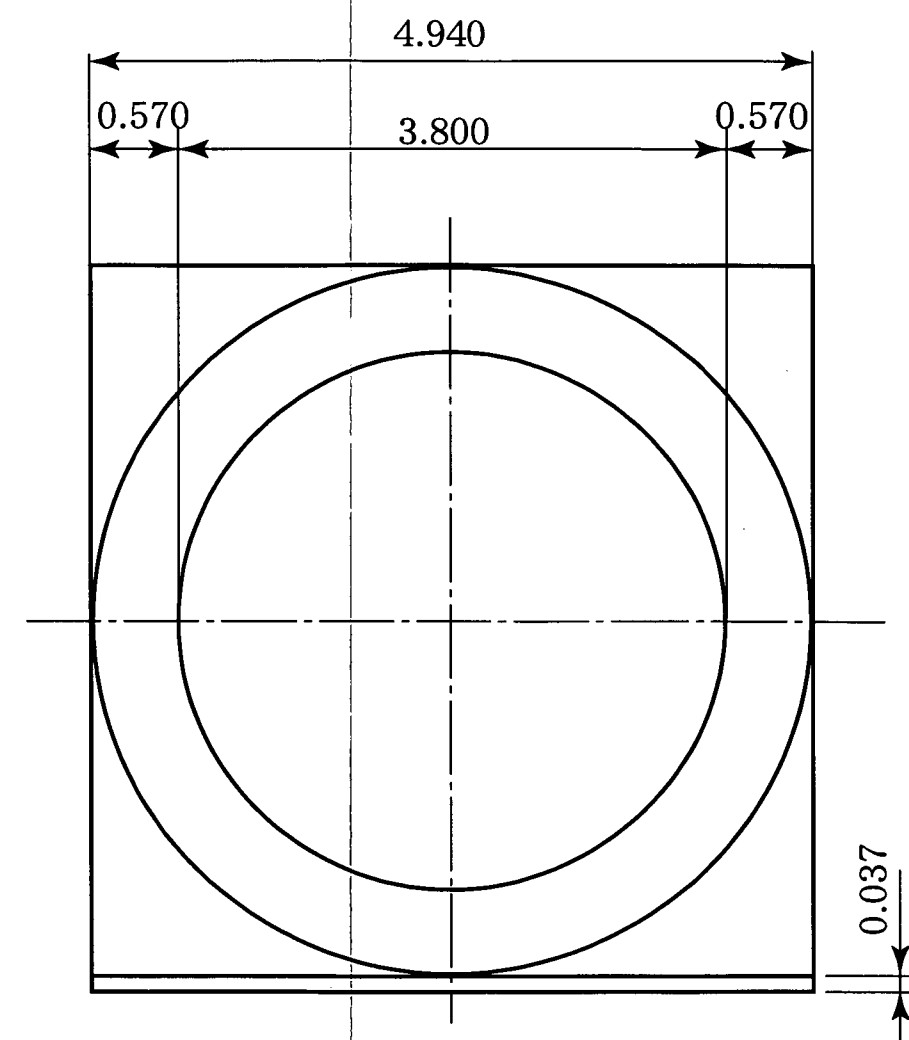
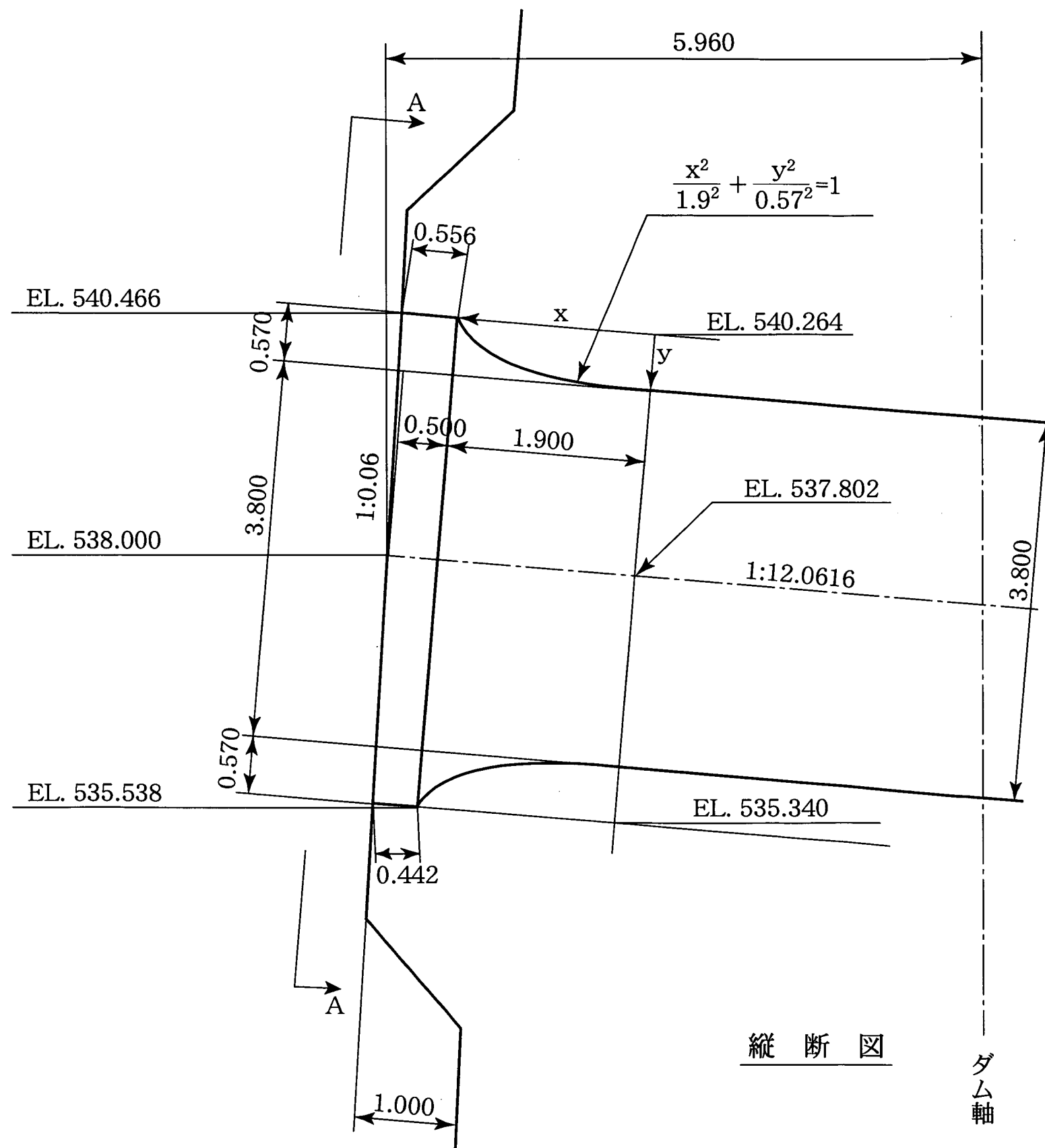


図-2.1d 新設放流管提案形状



—— ベルマウス部 ——

図-2.1f 新設放流管提案形状

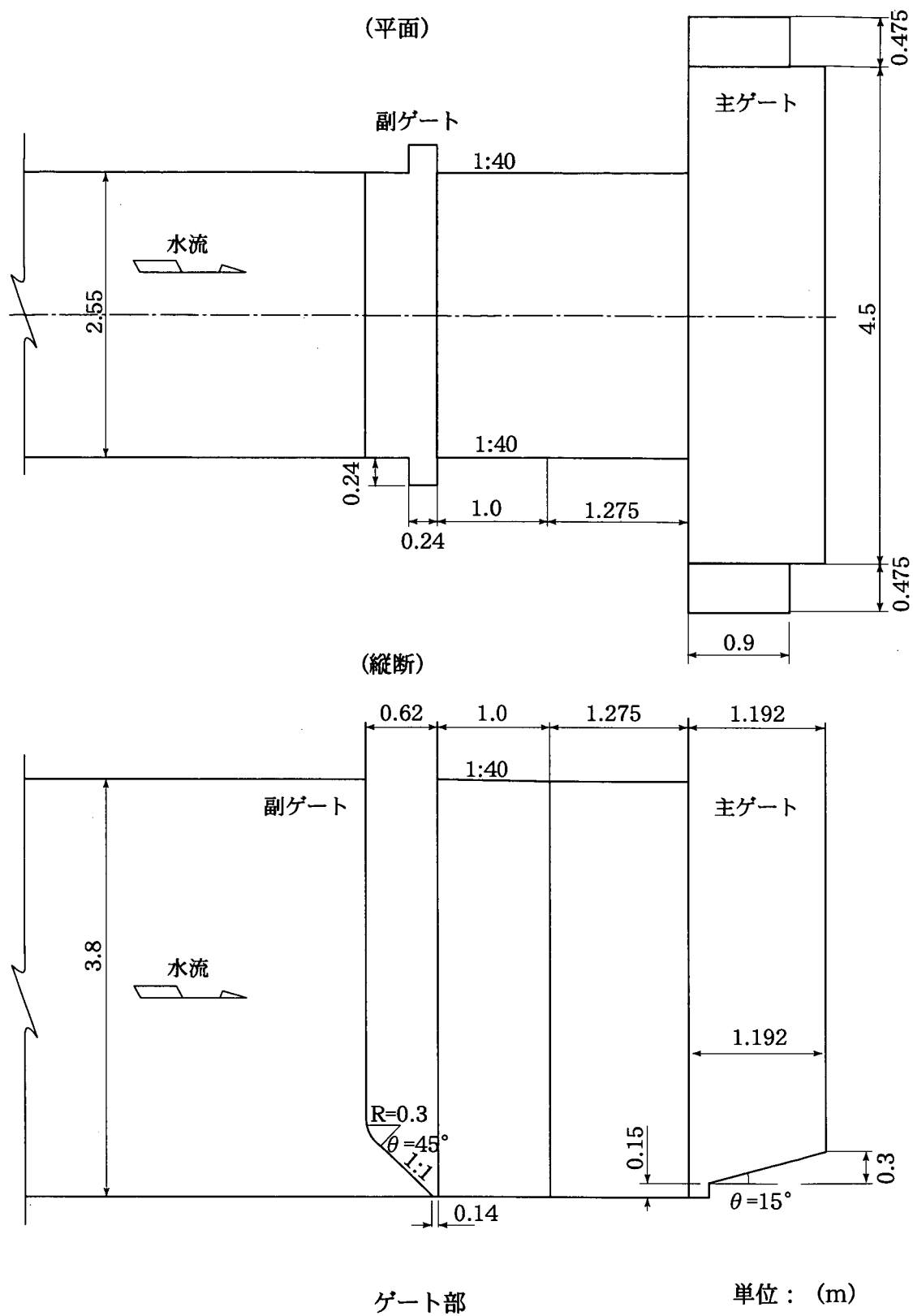


図-2.1g 新設放流管提案形状

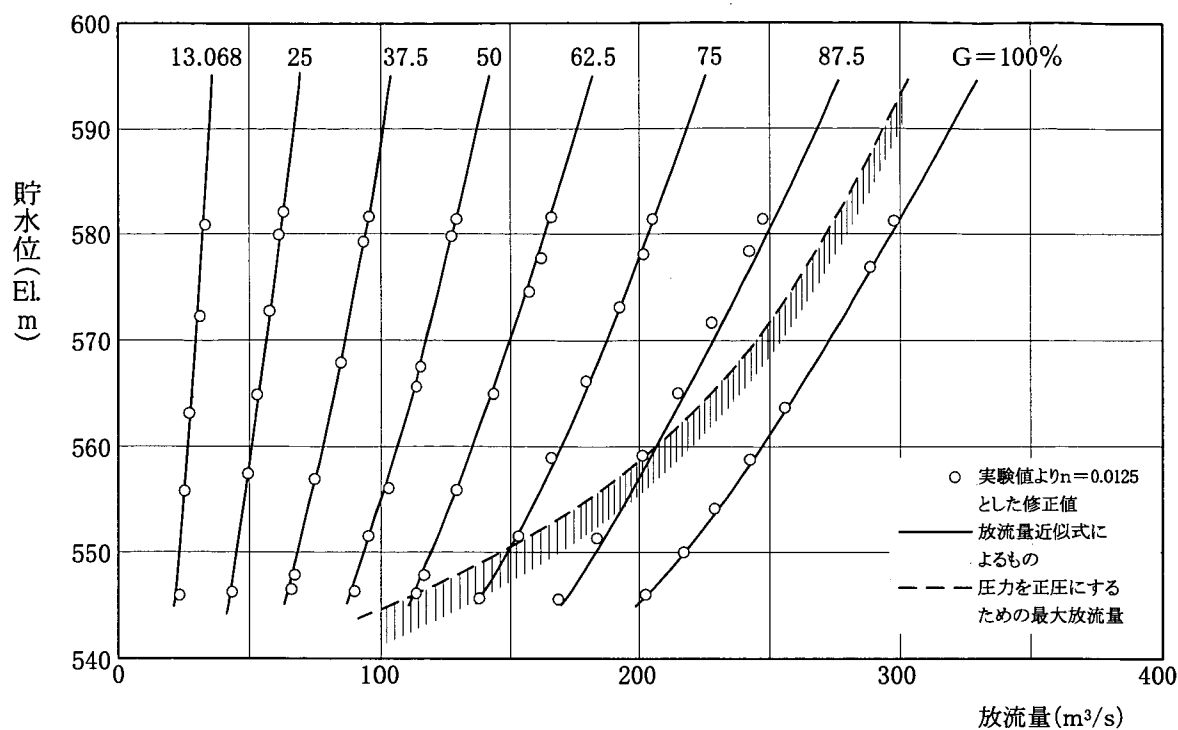


図-2.2a 貯水位とゲート開度、放流量の関係（第9ブロック（右岸側）放流管）

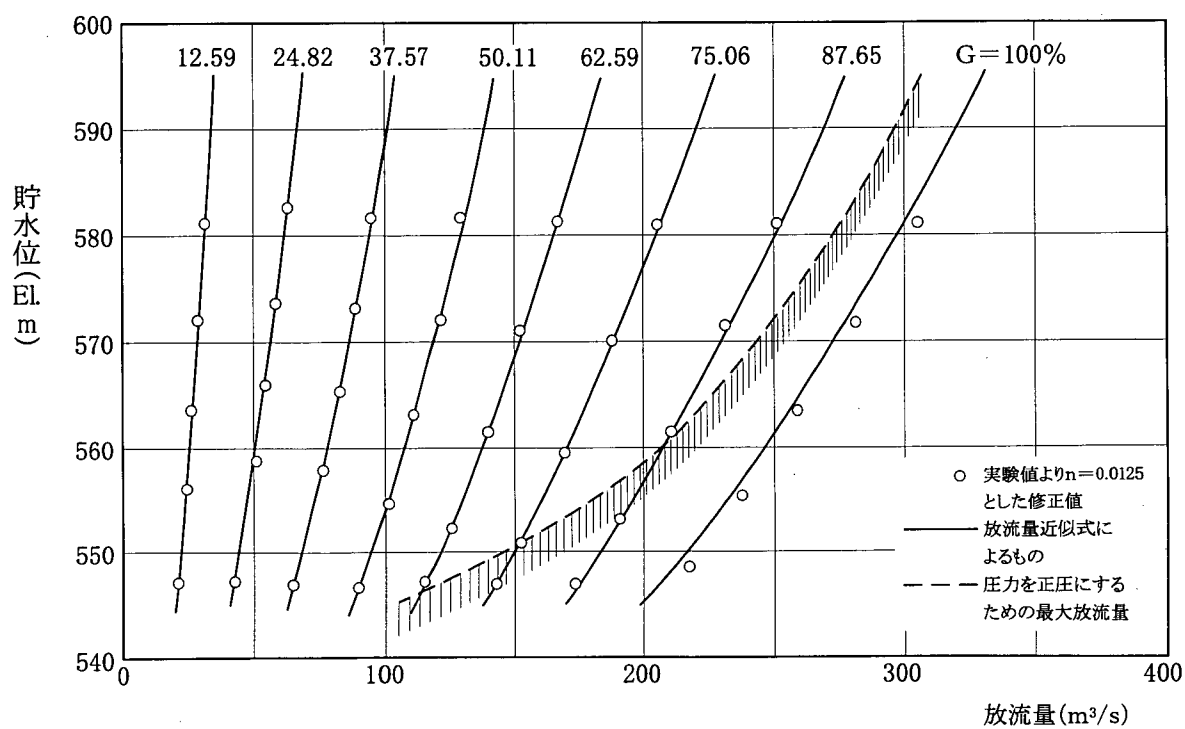


図-2.2b 貯水位とゲート開度、放流量の関係（第10ブロック（左岸側）放流管）

存在する。この制限となる貯水位と放流量の関係を図-2.2の破線に示しており、斜線で影をつけた領域での放流は避ける必要がある。

本放流量制限を設けた場合でも制限水位（8月15日～9月30日）El.575mで1条当たり $250\text{m}^3/\text{s}$ 以上の放流は可能であり、放流能力条件は満足する。また、El.575mで $250\text{m}^3/\text{s}$ 放流しているゲート開度におけるこれより上方の貯水位での放流量は、制限放流量より小さく、制限水位上方においてゲート開度固定による操作を行っても圧力的な支障は生じない。

放流量を制限する圧力的にクリティカルな場所は、水位の上昇にともない、ベルマウス部、上流湾曲部、下流湾曲部へと移行しており、検討内容の詳細については、4.2.2に述べる。また、図-2.2の破線に示した制限放流量の数値データについては表-4.6に示してある。

3. 湾曲部水理特性に関する基礎的検討

3.1 水理模型実験

3.1.1 実験概要

図-3.1に模型概要を示す。実験は、鉛直面上で湾曲する管路を対象に、水槽に取りつけた長さ $10D$ (D : 管径) の水平直管下流に中心角 60 度の湾曲管路を取りつけて実施した。湾曲管路下流には湾曲部圧力に管路出口の影響が生じないよう $5D$ の直管を設け、出口に設けたゲート板により流量調節を行い、水槽内水位を調節した。

実験は、管径 D 、曲率半径 R と管径の比 R/D 、エビ継ぎ管の屈折角 α (エビ継ぎ管上下流端の接続面は垂直断面となることから、上下流端の屈折角は $\alpha/2$ となる) を変化させて実施しており、表-3.1に実験ケースの一覧を示す。RUN 1～3 及び 6 は Re 数の影響を確認するために実施したもので、管形状を相似とし管径を変化させた。また、RUN 4～7 は R/D の影響を調査したもの、RUN 8～11、12～15はそれぞれ $R/D=4$ 、 $R/D=9$ において α の影響 ($\alpha=0$ 、 4 、 6 、 8.57 、 15 度) を調査したものである。

図-3.2に圧力測定位置を示す。断面内の測点は、上、下、側面の3点である。湾曲部では、上面は外周部に、下面は内周部に相当する。測定断面は、 $\alpha > 0$ 度のエビ継ぎ管では、図に示すように、各直管部毎に設定した上流端直下流、中央、下流側の3断面とした。また、 $\alpha = 0$ 度の曲管のケースでは中心角 5 、 15 、 25 、 35 、 45 、 55 度の各断面において測定を行った。

3.1.2 圧力分布特性

a. ピエゾ水頭分布例

以下の検討に先立ち、まずピエゾ水頭 $p/\gamma + z$ (ここに、 P/γ : ピエゾ水頭、 P : 圧力、 γ : 水の単位体積重量、 z : ピエゾ位置の位置水頭) の分布形状を把握しておく。

図-3.3に $\alpha = 0$ 度でのピエゾ水頭分布例を示す。直管部のピエゾ水頭は流下に伴い直線的に降下するが、これは、よく知られるように、摩擦損失によるものである。エネルギー損失としては、摩擦損失の他、管入口部での流入損失、湾曲による損失が考えられるが、湾曲部のピエゾ水頭のうち側面は、この直管部の直線の延長線上にほぼ分布しており、湾曲によるエネルギー損失は、今回の実験範囲では明確ではない。一方、遠心力の影響により上面では圧力上昇が、下面では圧力降下が生じており、側面の直線をそれぞれ上、下方に平行移動させたような圧力分布形状をとる。これらは従来からの知見により想定される分布形状である。

図-3.4には $\alpha = 6$ 度での湾曲部のピエゾ水頭分布を示す。側面については、ややバラツキがみられるものの $\alpha = 0$ 度の場合と同様に直線的に降下しているが、上、下面ではエビ継ぎ管の影響が顕著に現れていることが分かる。特にエビ継ぎ管接続部の直下流での影響が大きく、上面では大きな圧力上昇が、下面では圧力降下が生じている。放流管の水理設計では、こうした局所的な圧力変化を適切に評価する必要があることが確認される。

b. 実験結果の解析方法

放流管内の圧力分布は、一般に次式で定義される圧力降下係数 C_d により表される。

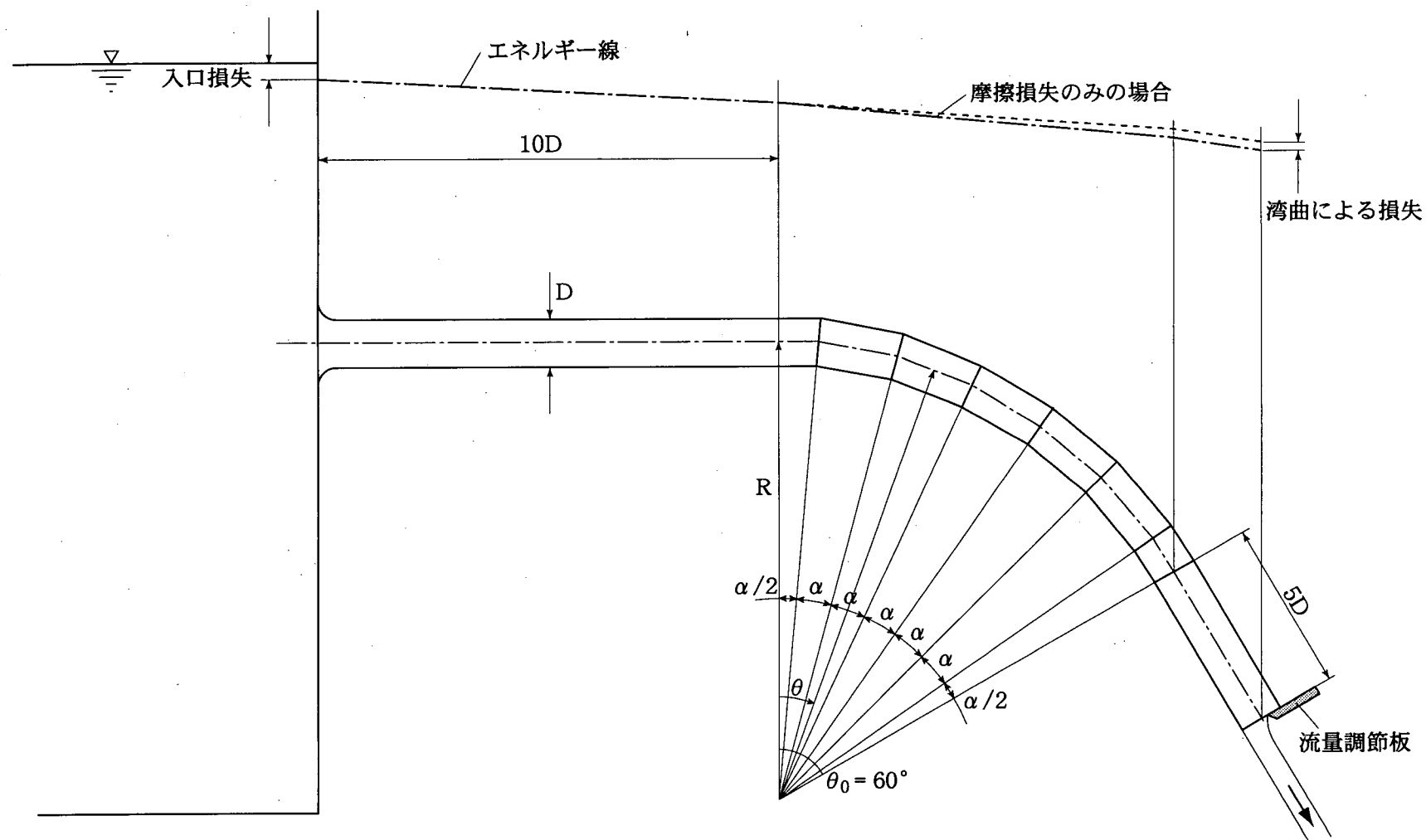


図-3.1 基礎実験模型概要図 (エビ継ぎ管)

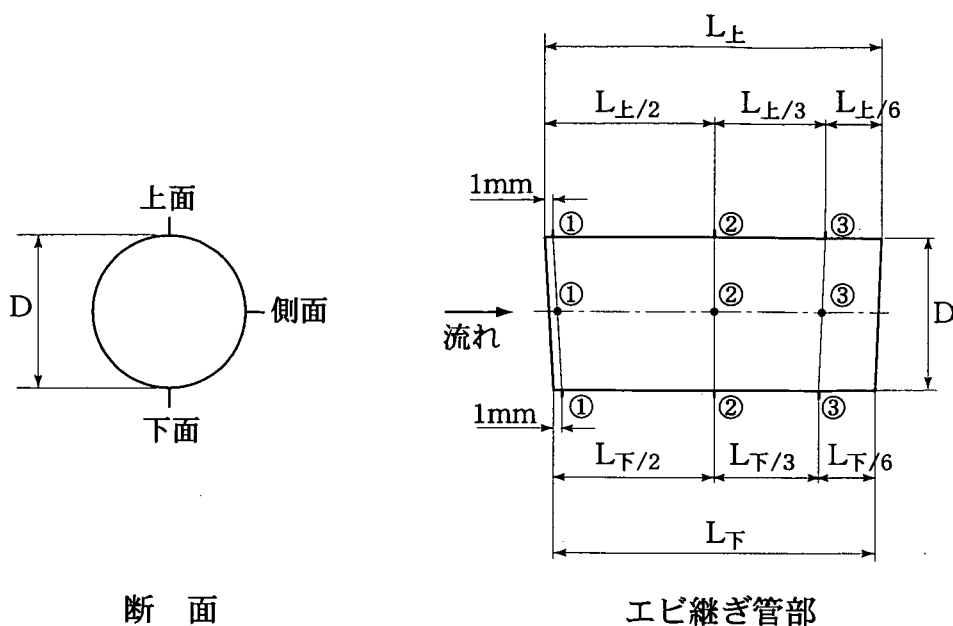


図-3.2 基礎実験エビ継ぎ管部圧力測定位置

$$C_d = \frac{H - (p/\gamma + z)}{v_m^2/2g} \quad (3.1)$$

ここに、 H ：貯水池の全水頭、 p/γ ：壁面作用圧力水頭（ P ：壁面作用圧力、 γ ：水の単位体積当たり重量）、 z ：壁面標高と H の基準標高の標高差、 v_m ：断面平均流速である。図-3.5～3.19に各実験ケース湾曲部における C_d 分布を示す。図中の ℓ は、入口からの流下距離である。一部の結果において湾曲部の ℓ/D が10より小さいものがあるが、これは模型配置の関係から10Dの直管区間が設定できず、6.8Dの直管区間としたことによる。図を見る前にここで、図中に示した破線等の直線について説明する。次節以降の実験結果に対する検討は、実験値と3本の直線との比較をベースに行っている。

式(3.1)における右辺分母の圧力水頭の降下量は、本節a.で見たように、入口損失、摩擦損失により、また、湾曲部があれば、湾曲による遠心力の作用、形状損失、エビ継ぎ管の場合の局所的圧力変化により説明できる。ここで、入口損失係数 f_e 、摩擦損失係数 f を用いると、式(3.1)は次のように表される。

$$C_d = f_e + f \ell/D + \text{湾曲に伴う圧力降下水頭}/(v_m^2/2g) \quad (3.2)$$

右辺第3項の湾曲に伴う圧力降下量について、ここでは、これを同心円上を回転する2次元ポテンシャル流を仮定した遠心力によるものと二次流やエビ継ぎ管の影響に分離することを考える。同心円上を回転する2次元ポテンシャル流の流れは、自由渦流れとして知られており、その位置の流速 v と曲率半径 r には、

$$v \cdot r = \text{const} \quad (3.3)$$

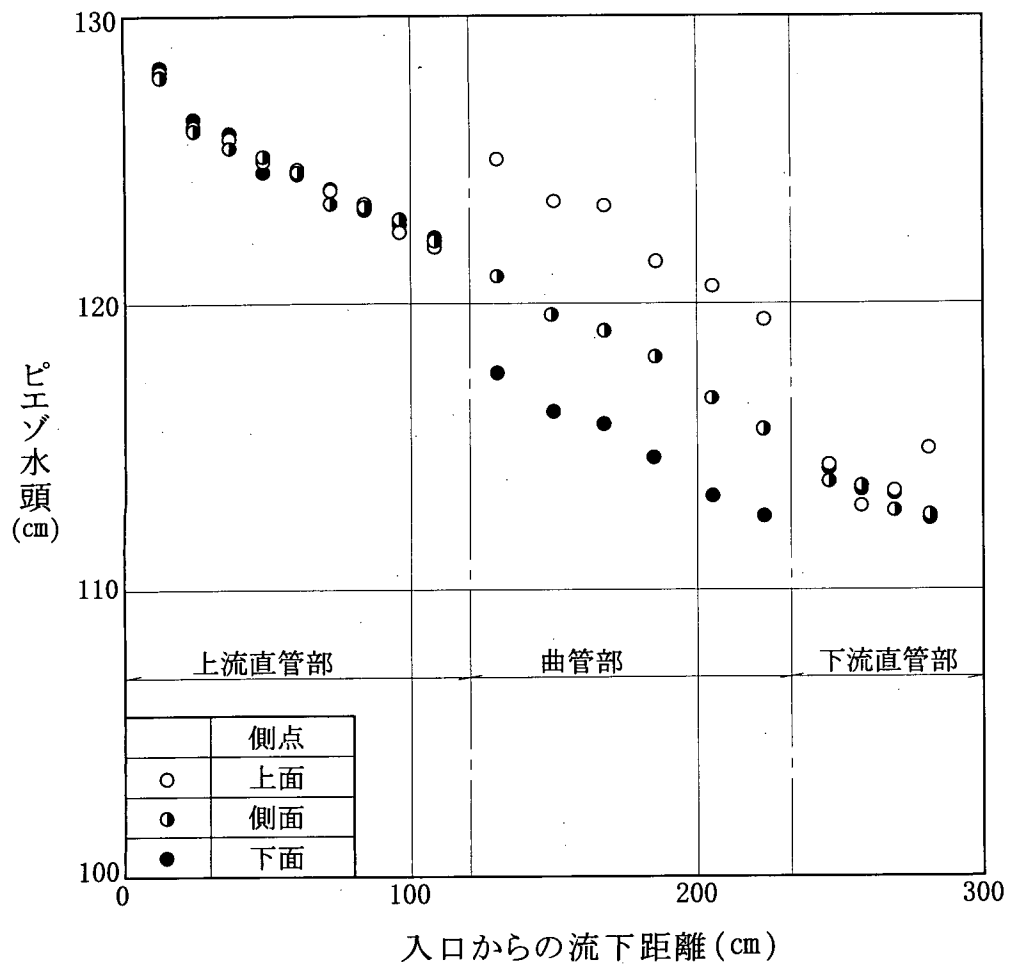


図-3.3 $\alpha = 0$ 度でのピエゾ水頭分布例 (RUN 3-2)

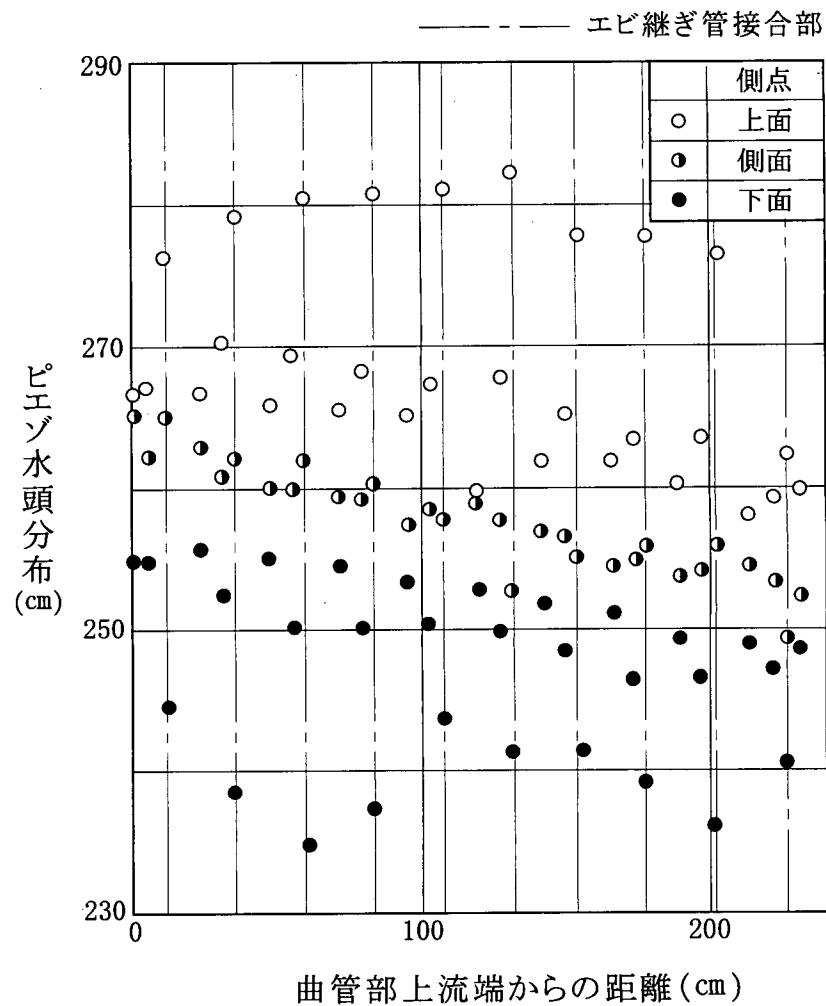


図-3.4 $\alpha = 6$ 度の曲管部ピエゾ水頭分布例 (RUN 13-2)

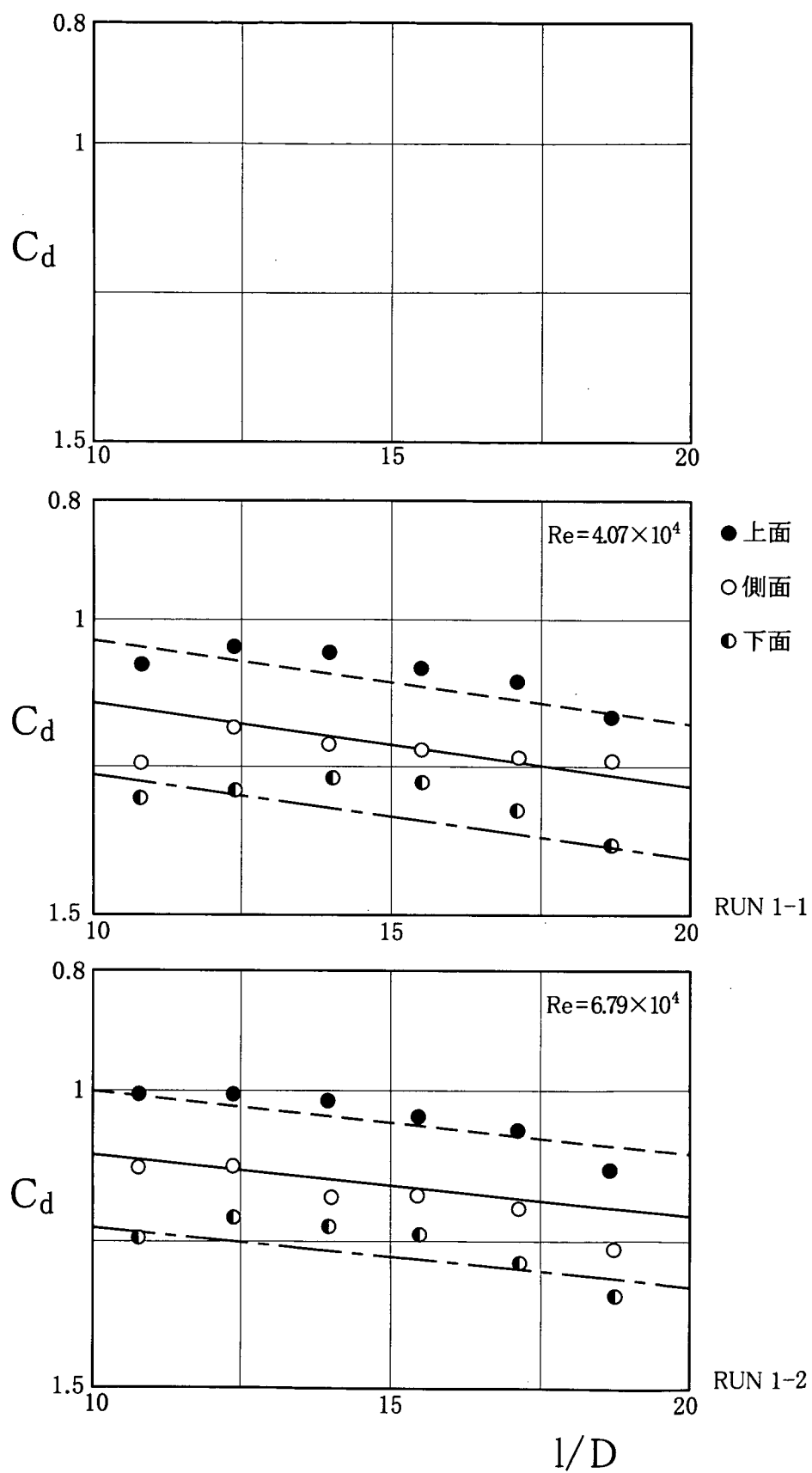


図-3.5 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 1: $D = 3 \text{ cm}$, $R/D = 9$, $\alpha = 0^\circ$)

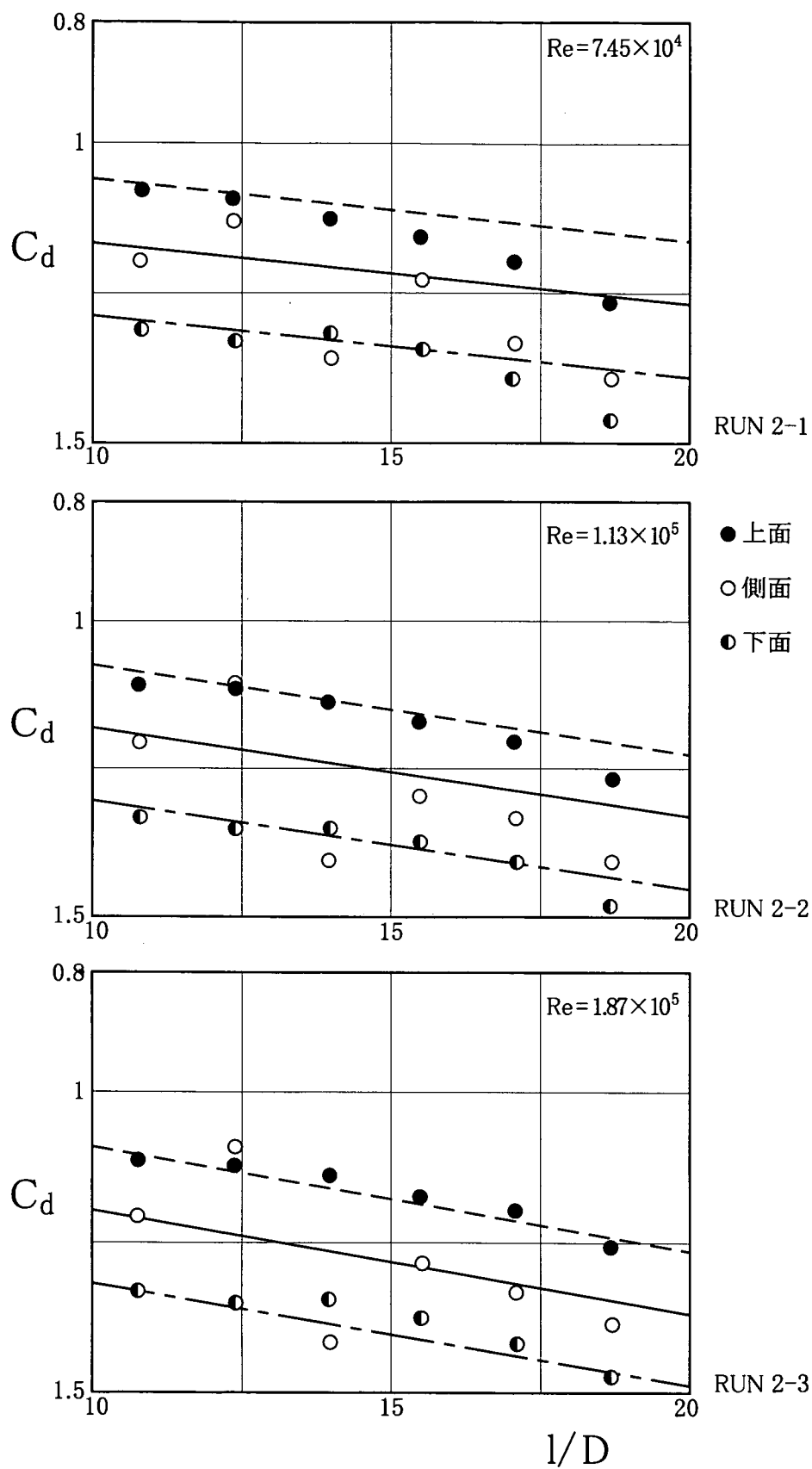


図-3.6 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 2 : $D = 6$ cm、 $R/D = 9$)

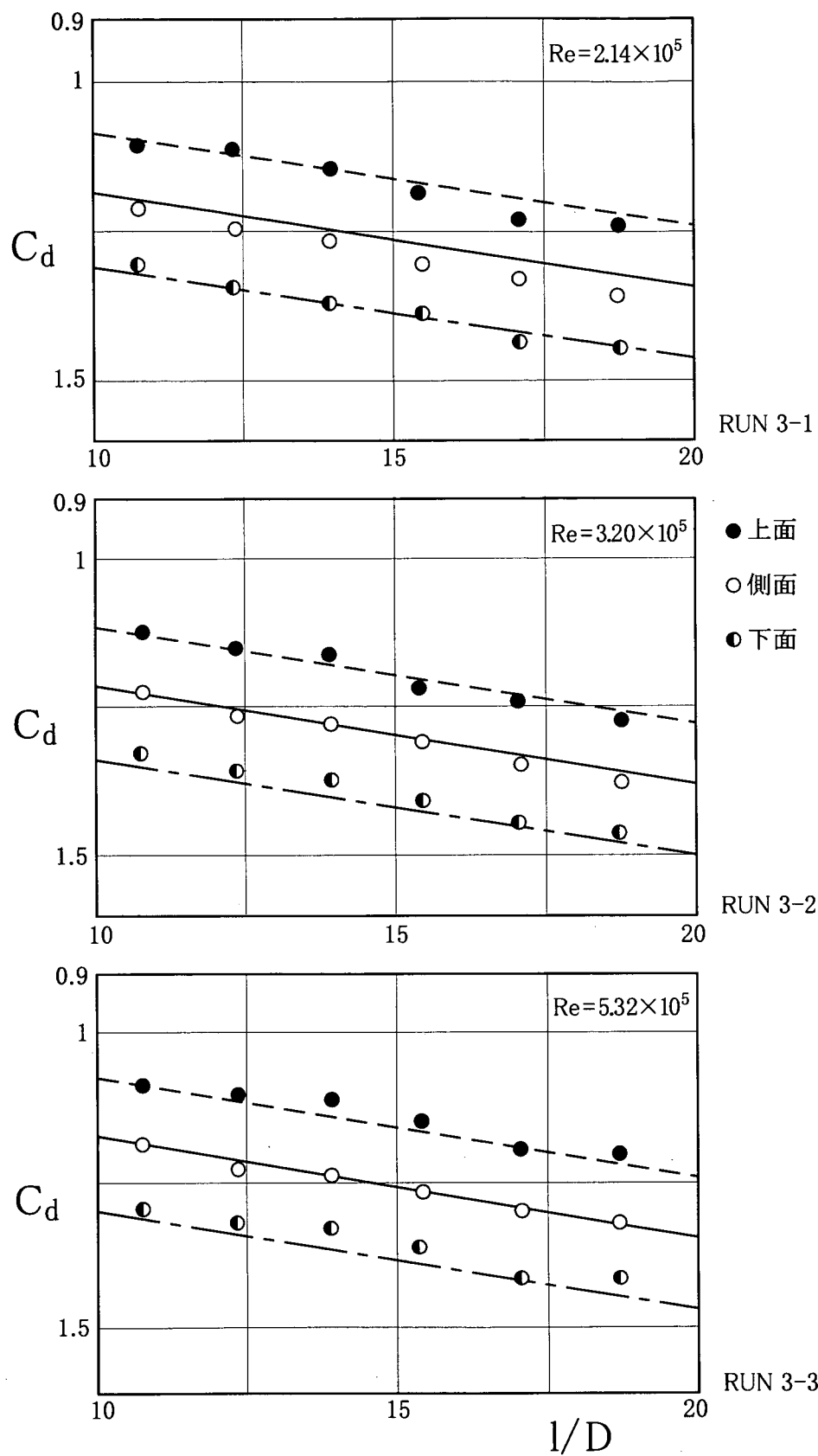


図-3.7 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 3: $D=12\text{cm}$, $R/D=9$, $\alpha=0^\circ$)

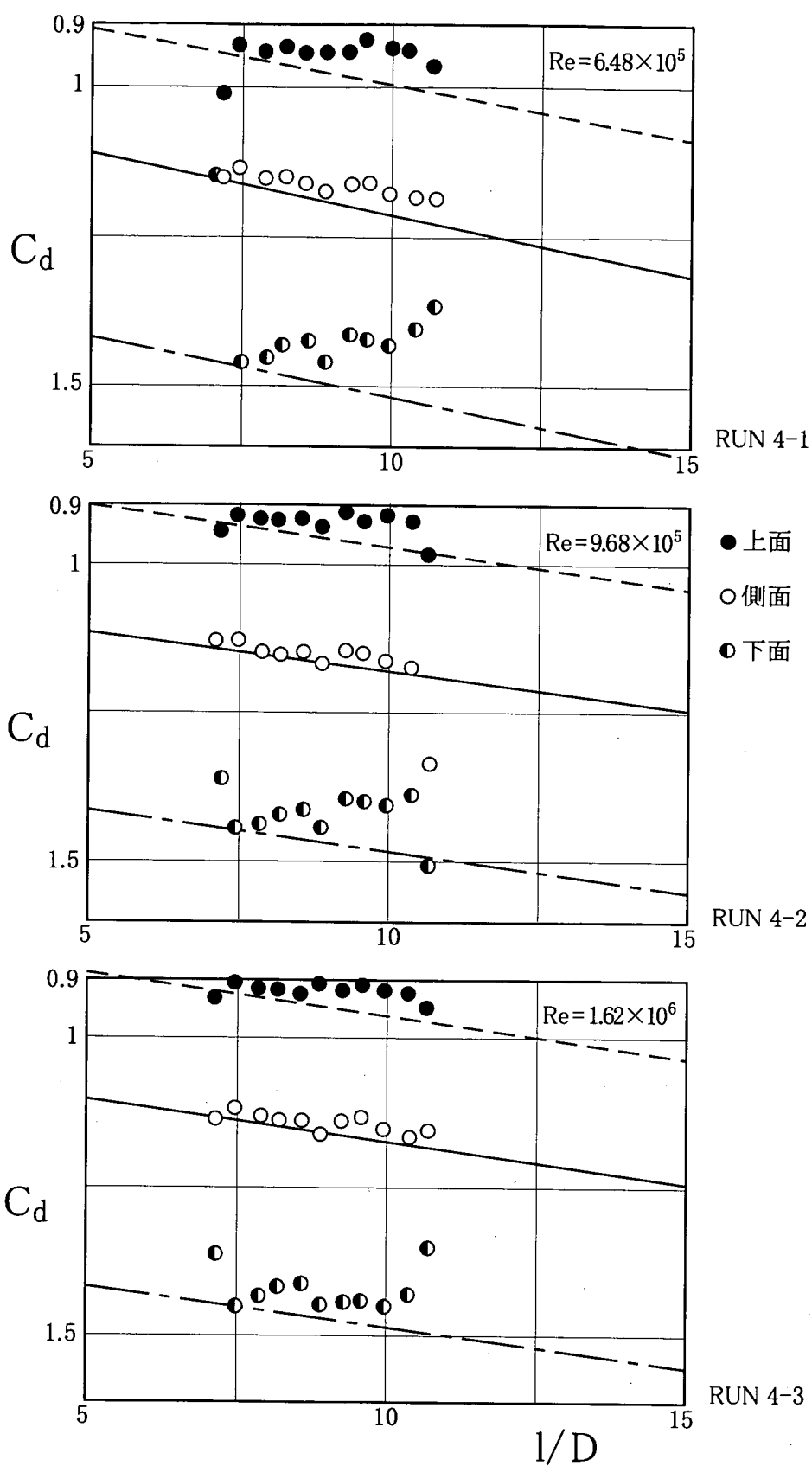


図-3.8 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 4: $D=25.1\text{cm}$, $R/D=4$, $\alpha=0^\circ$)

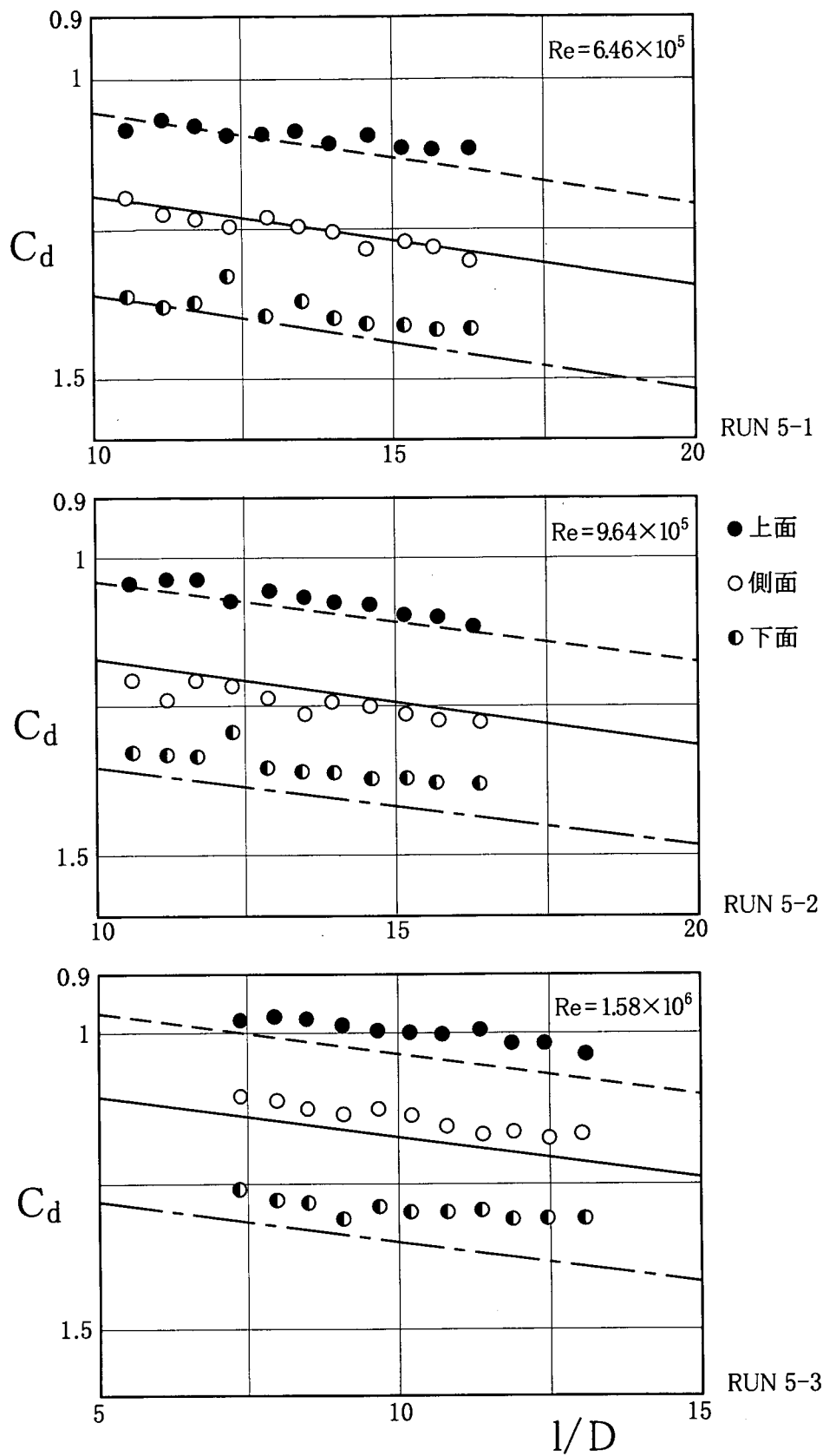


図-3.9 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 5 : $D=25.1\text{cm}$, $R/D=6.5$, $\alpha=0^\circ$)

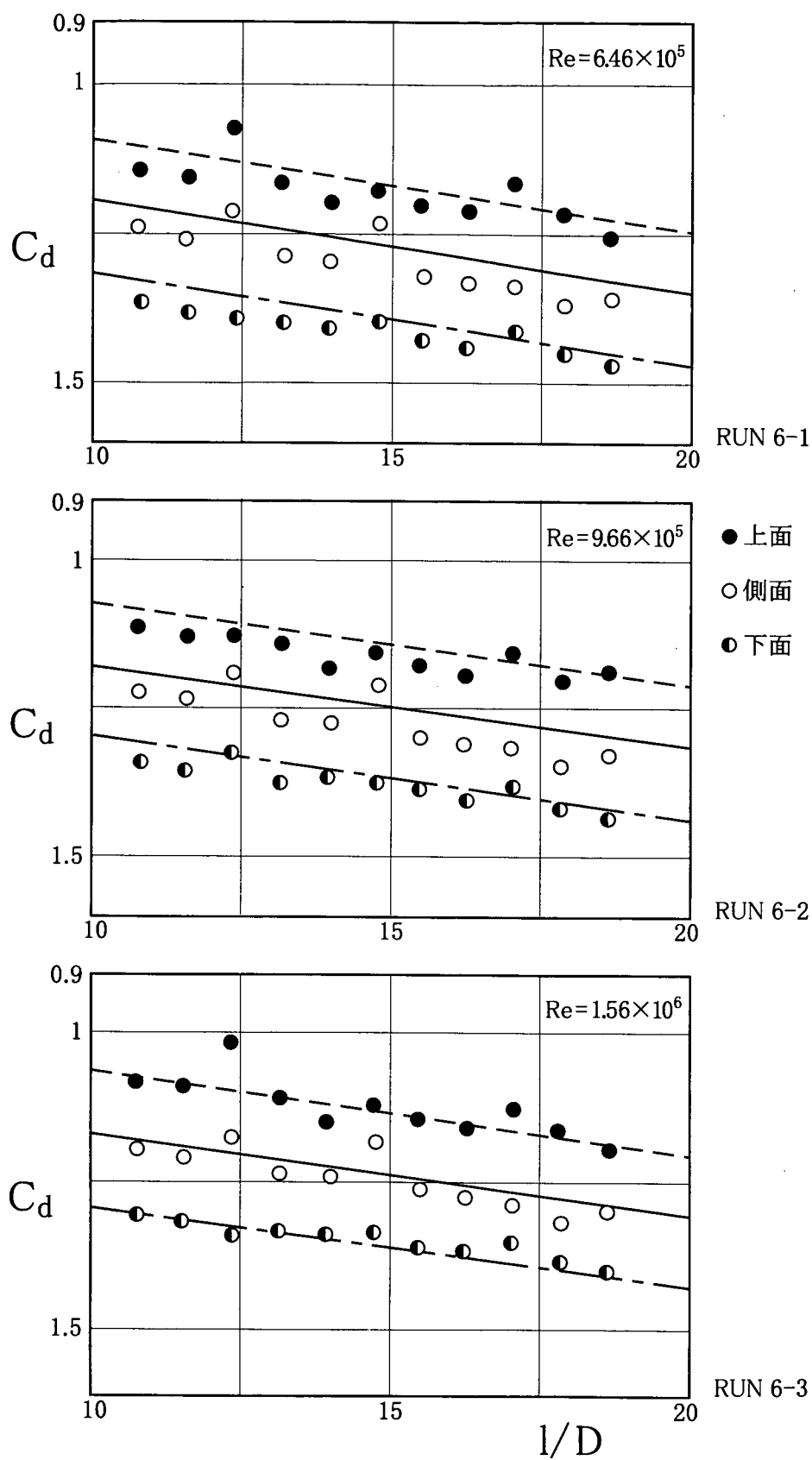


図-3.10 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 6: $D = 25.1\text{cm}$, $R/D = 9$, $\alpha = 0^\circ$)

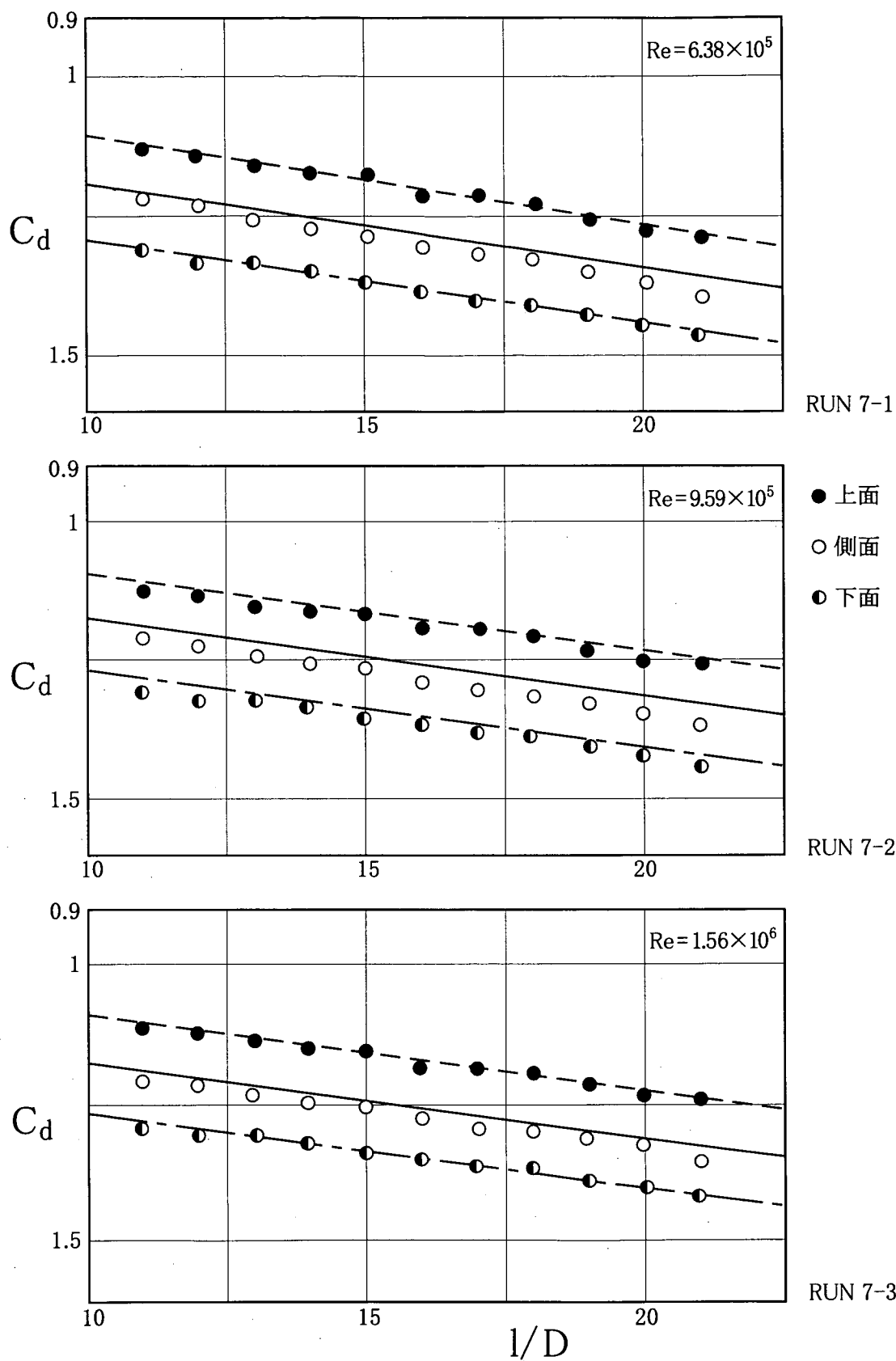


図-3.11 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 7: $D = 25\text{cm}$, $R/D = 11.5$, $\alpha = 0^\circ$)

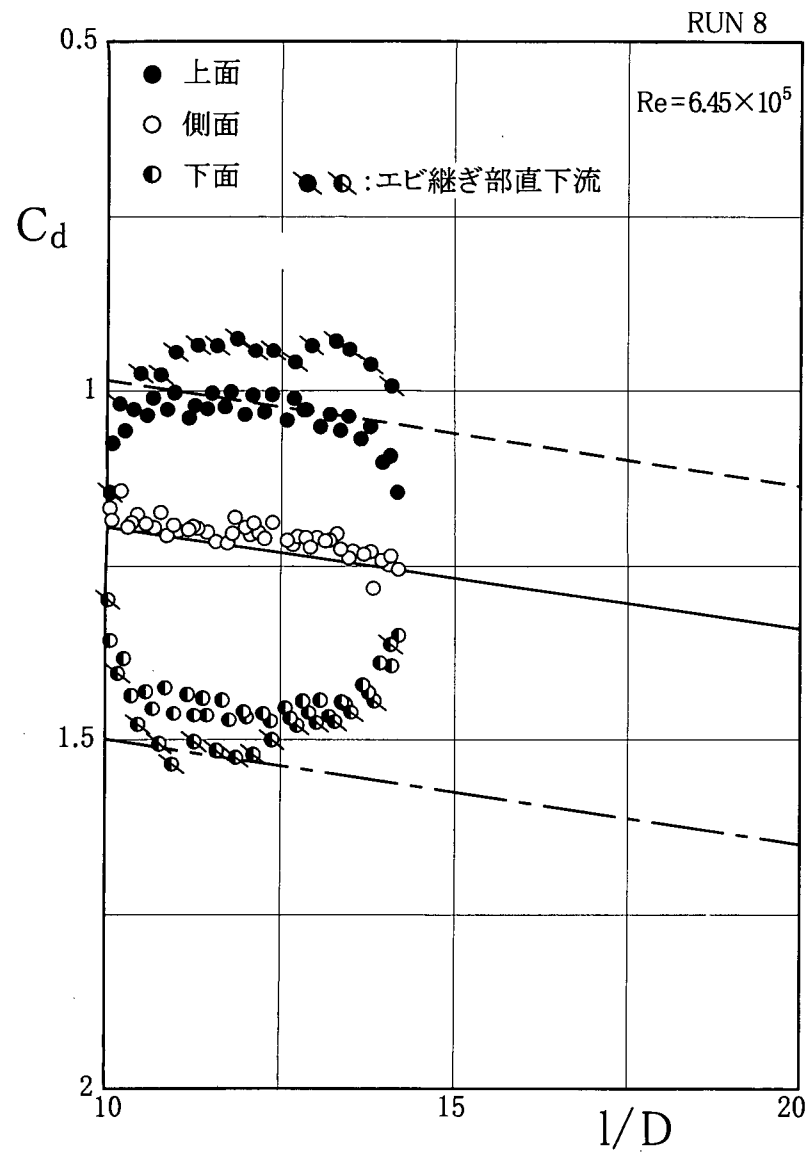


図-3.12 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 8 : $D = 25.1\text{cm}$, $R/D = 4$, $\alpha = 4^\circ$)

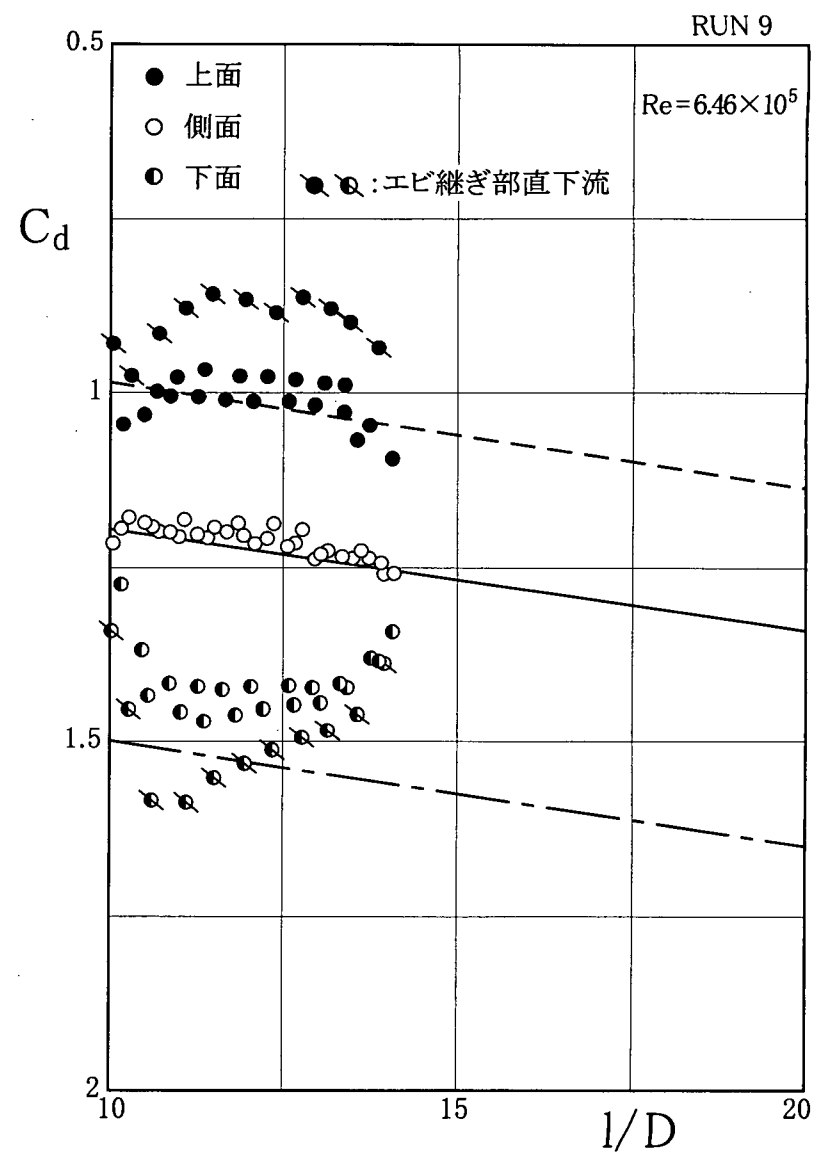


図-3.13 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 9 : $D = 25.1\text{cm}$, $R/D = 4$, $\alpha = 6^\circ$)

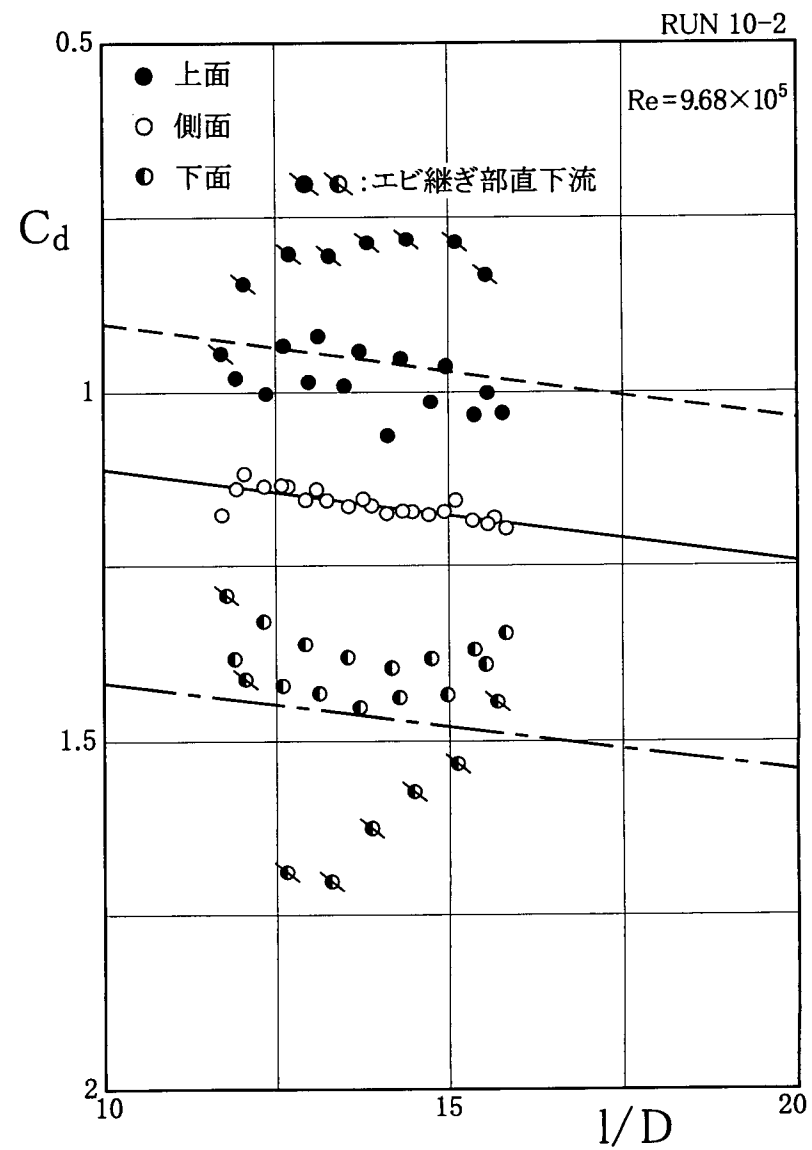
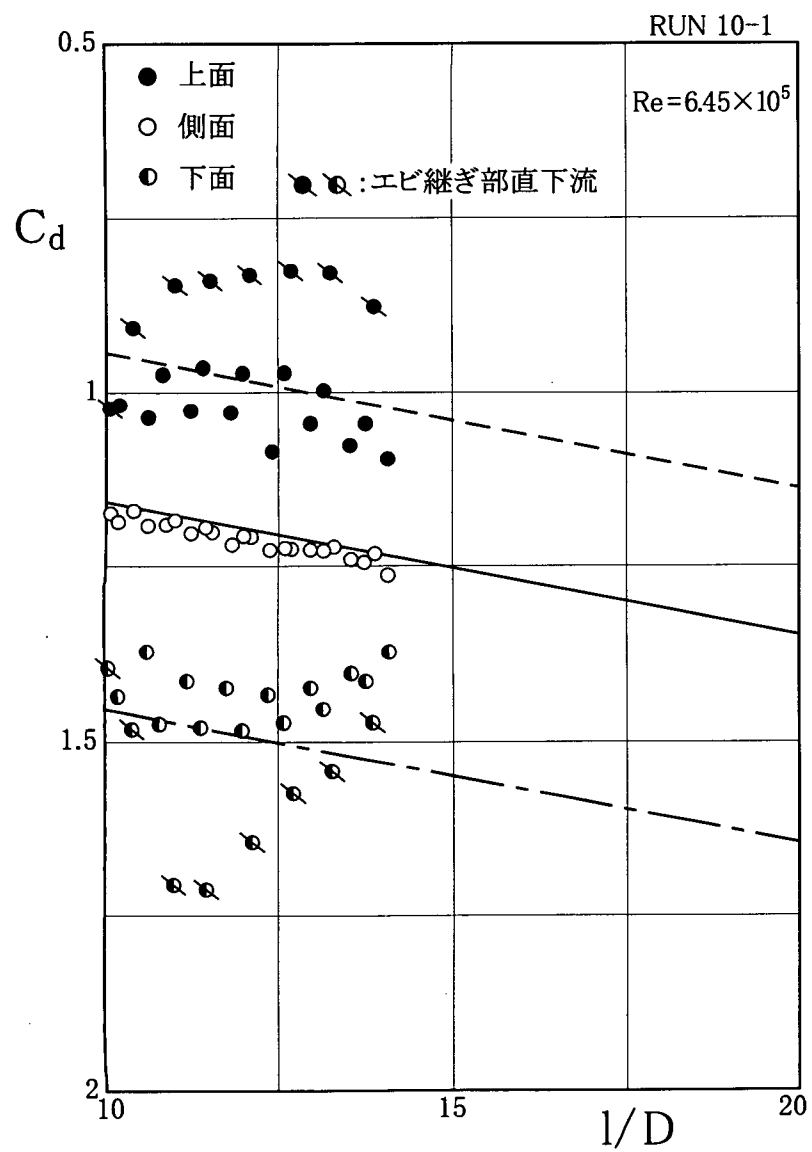


図-3.14a 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 10 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 4$ 、 $\alpha = 8.57^\circ$)

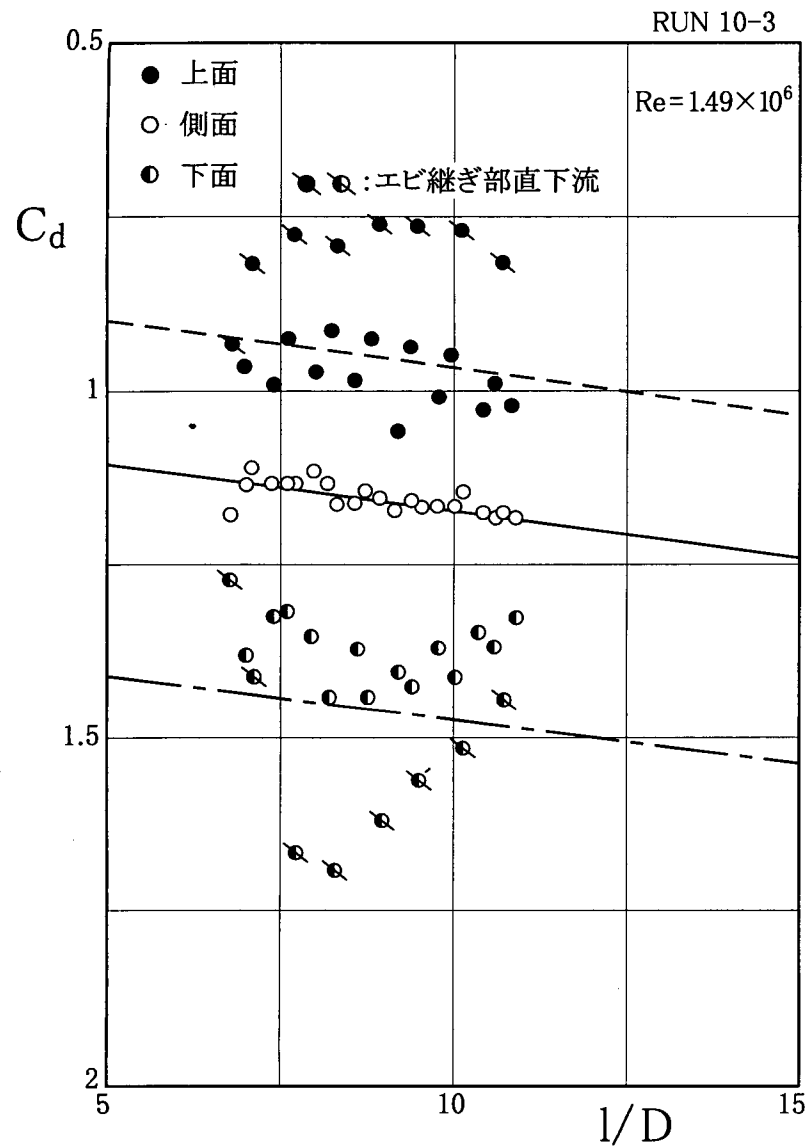


図-3.14b 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 10 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 4$ 、 $\alpha = 8.57^\circ$)

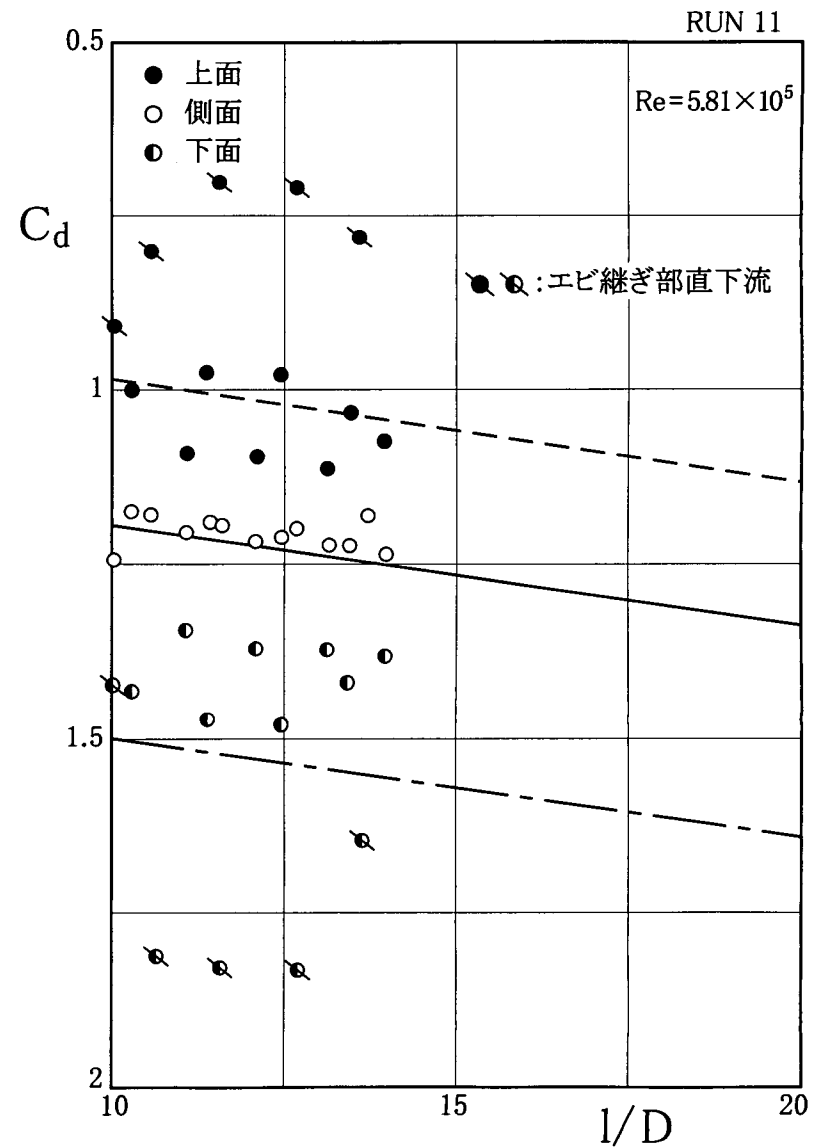


図-3.15 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 11 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 4$ 、 $\alpha = 15^\circ$)

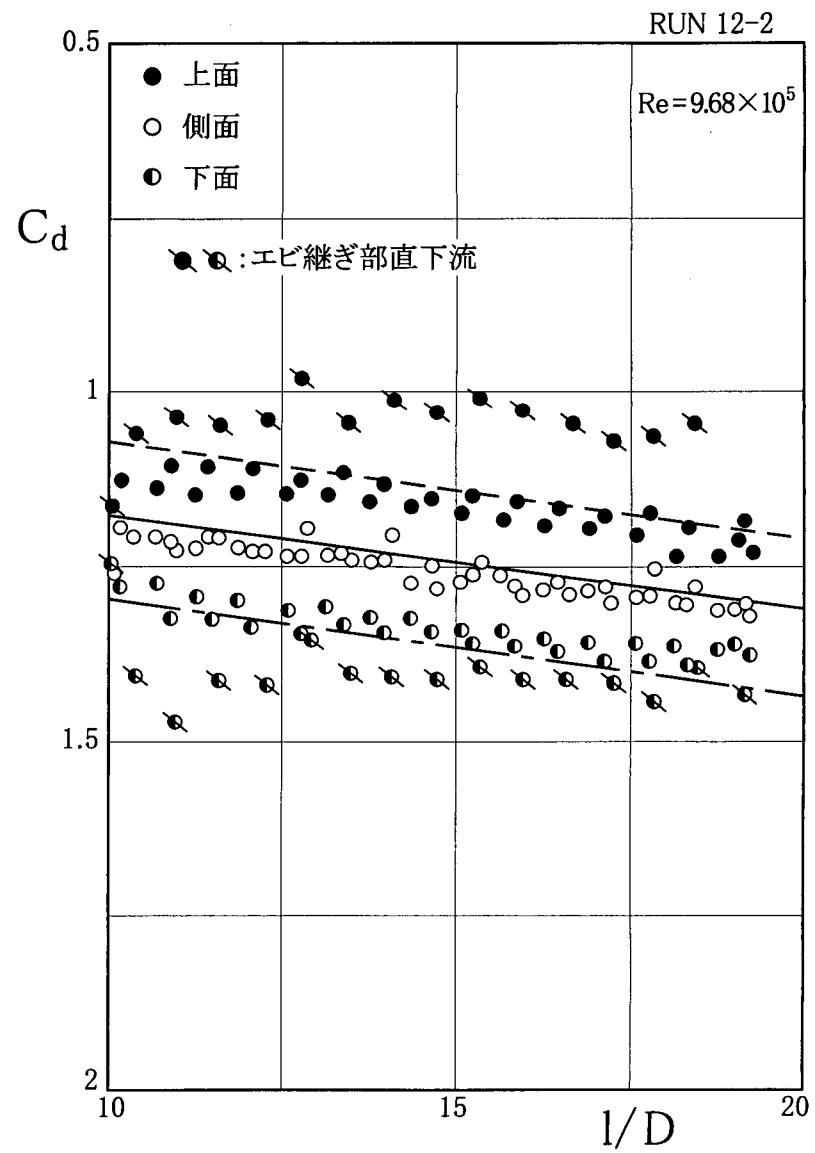
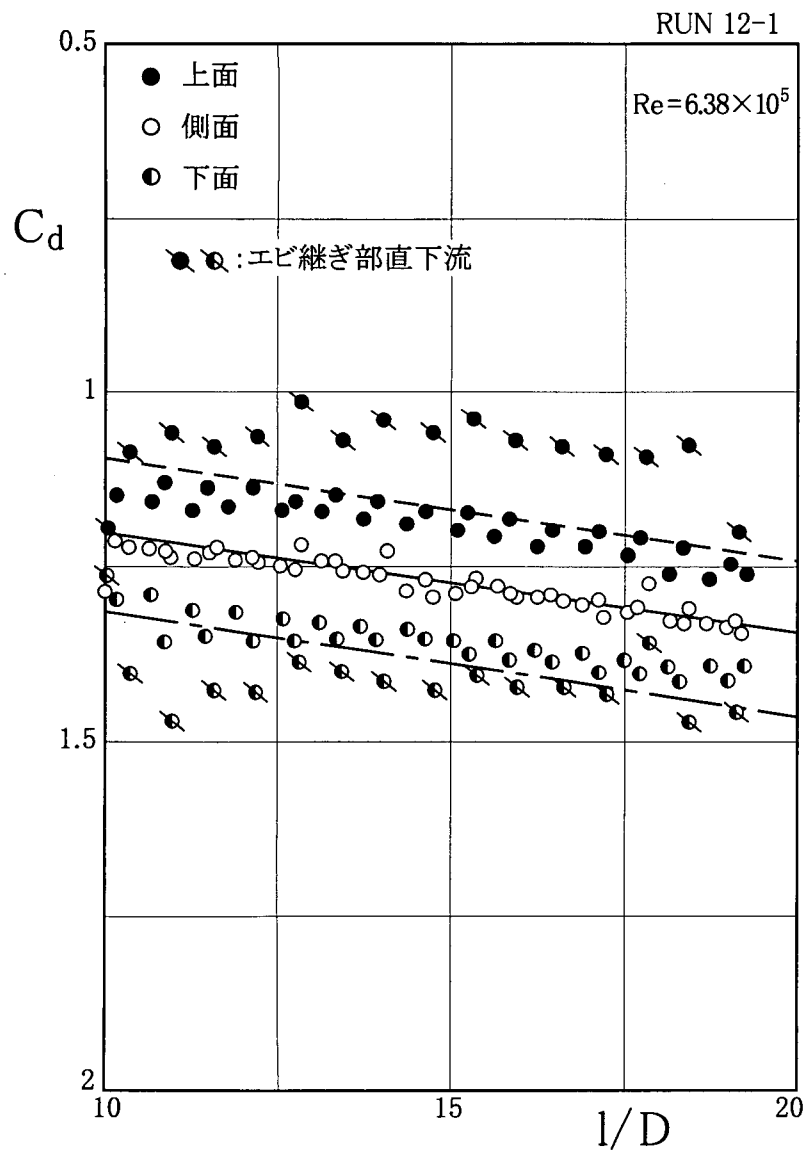


図-3.16a 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 12 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 4^\circ$)

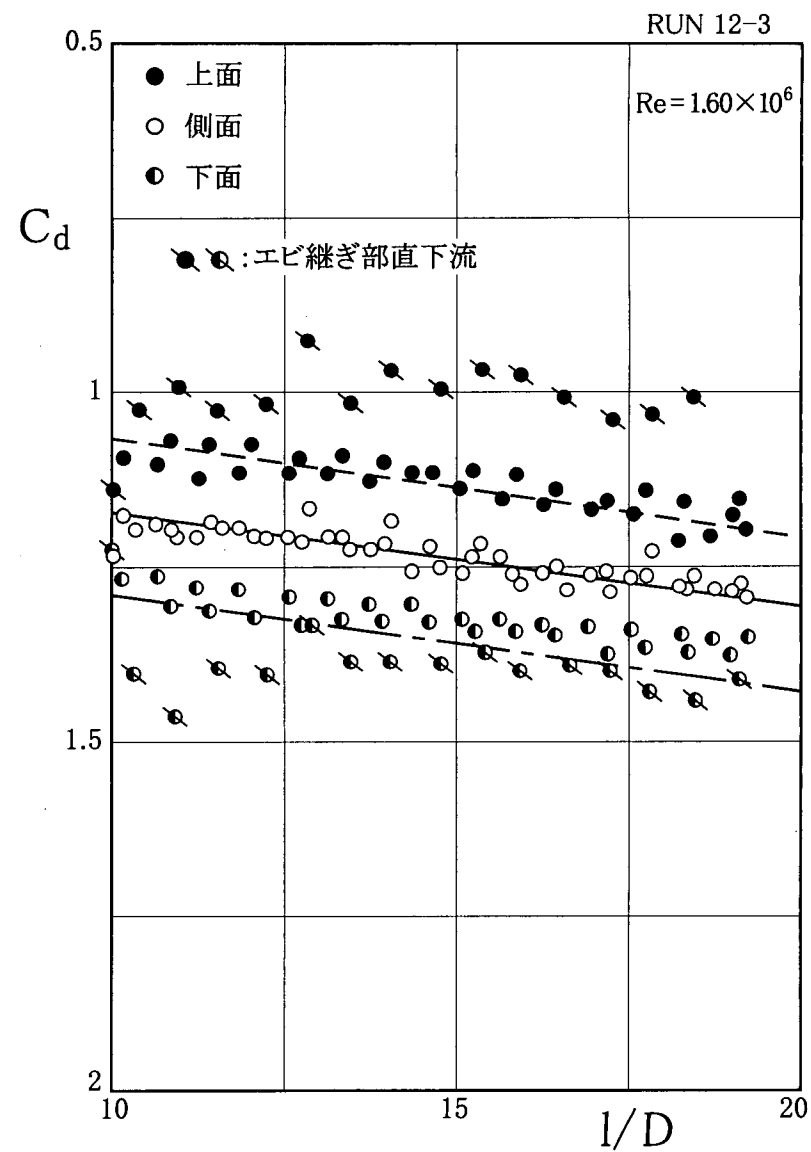


図-3.16b 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 12 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 4^\circ$)

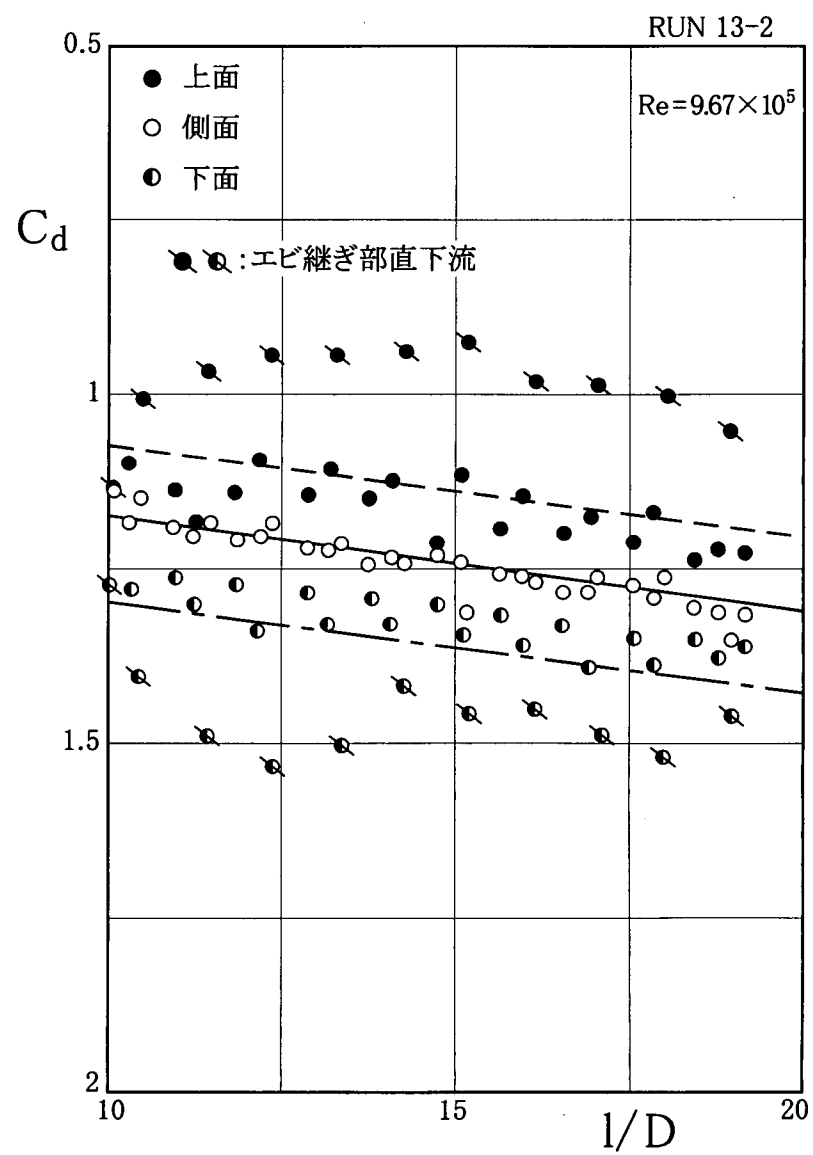
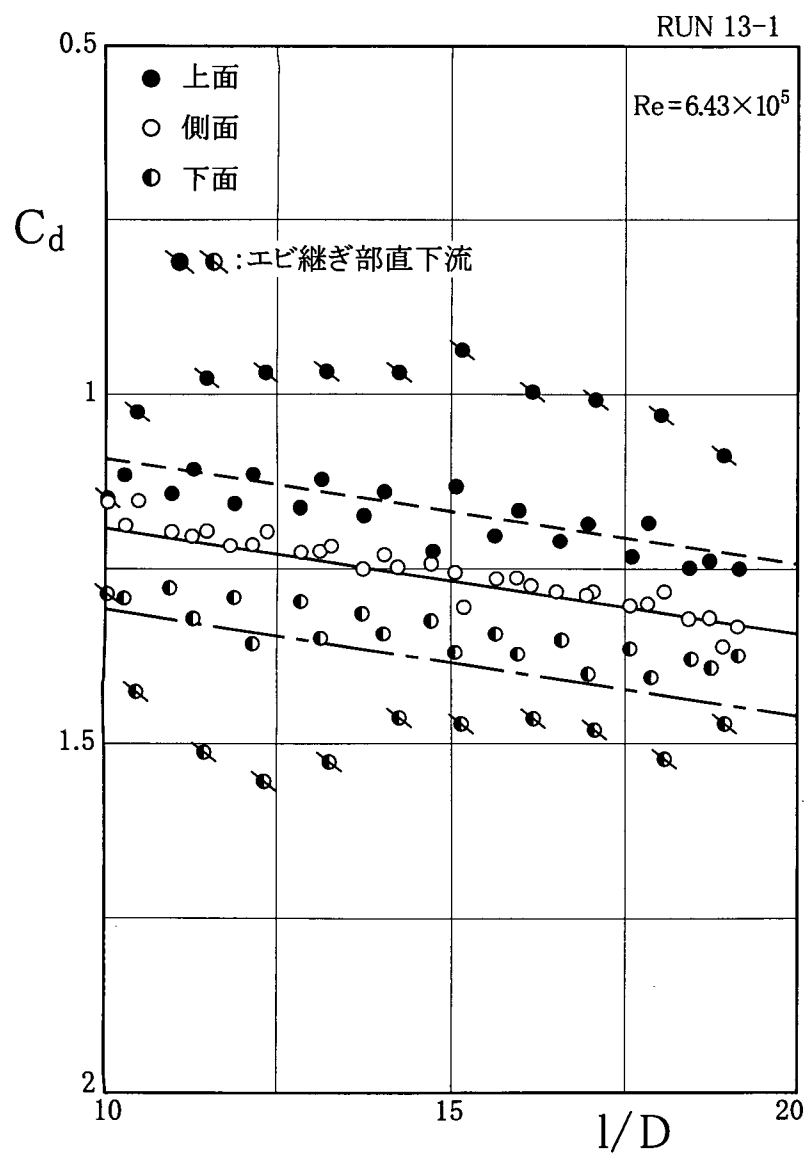


図-3.17a 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 13: $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 6^\circ$)

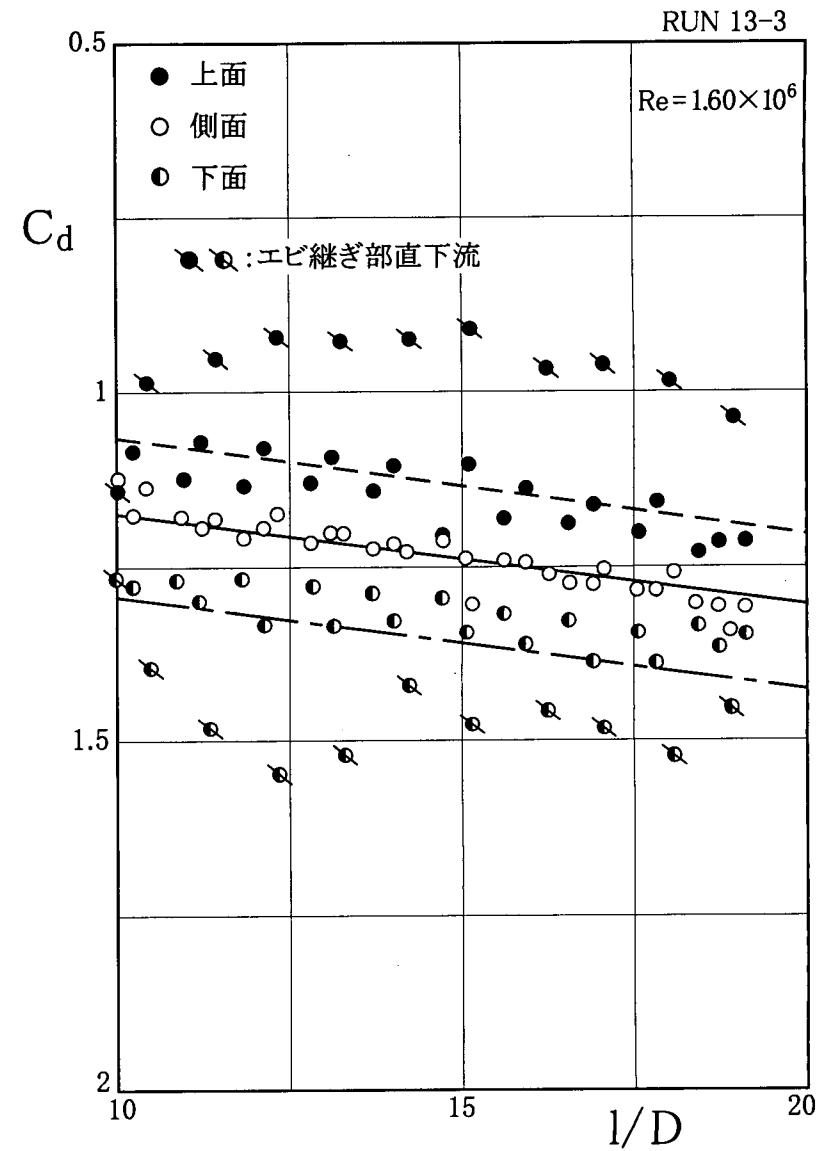


図-3.17b 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 13 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 6^\circ$)

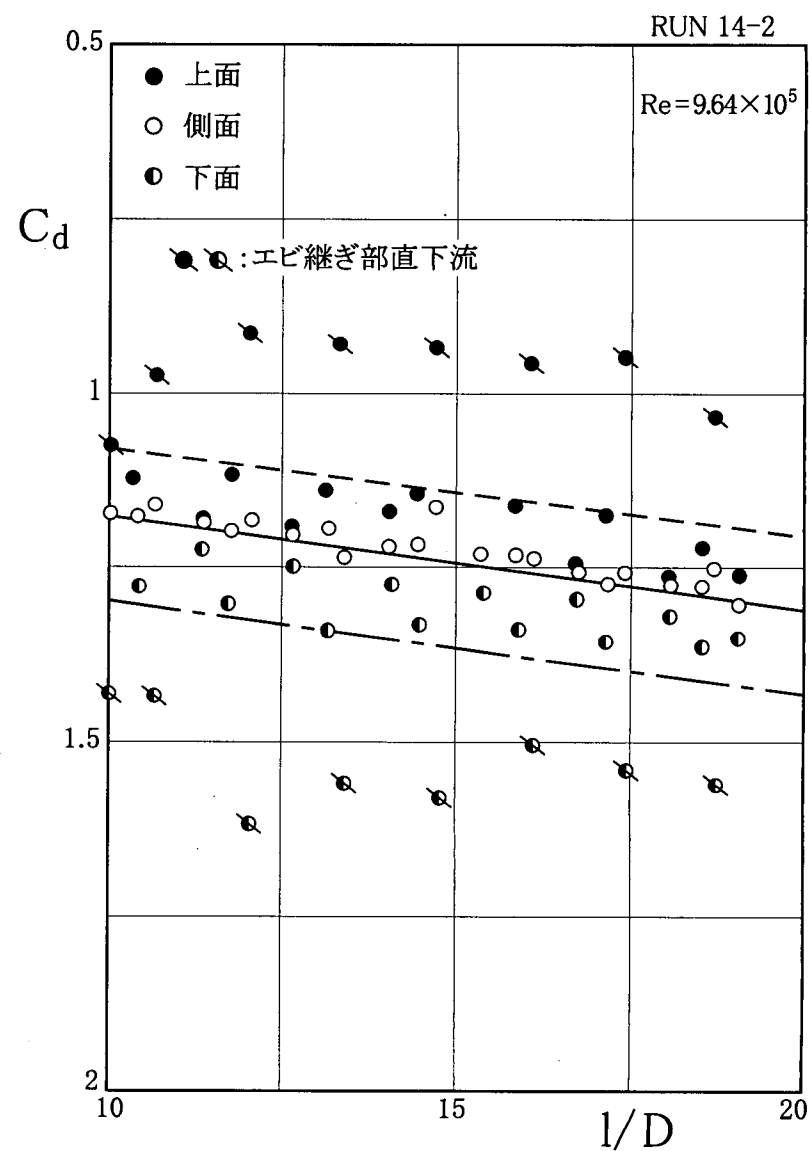
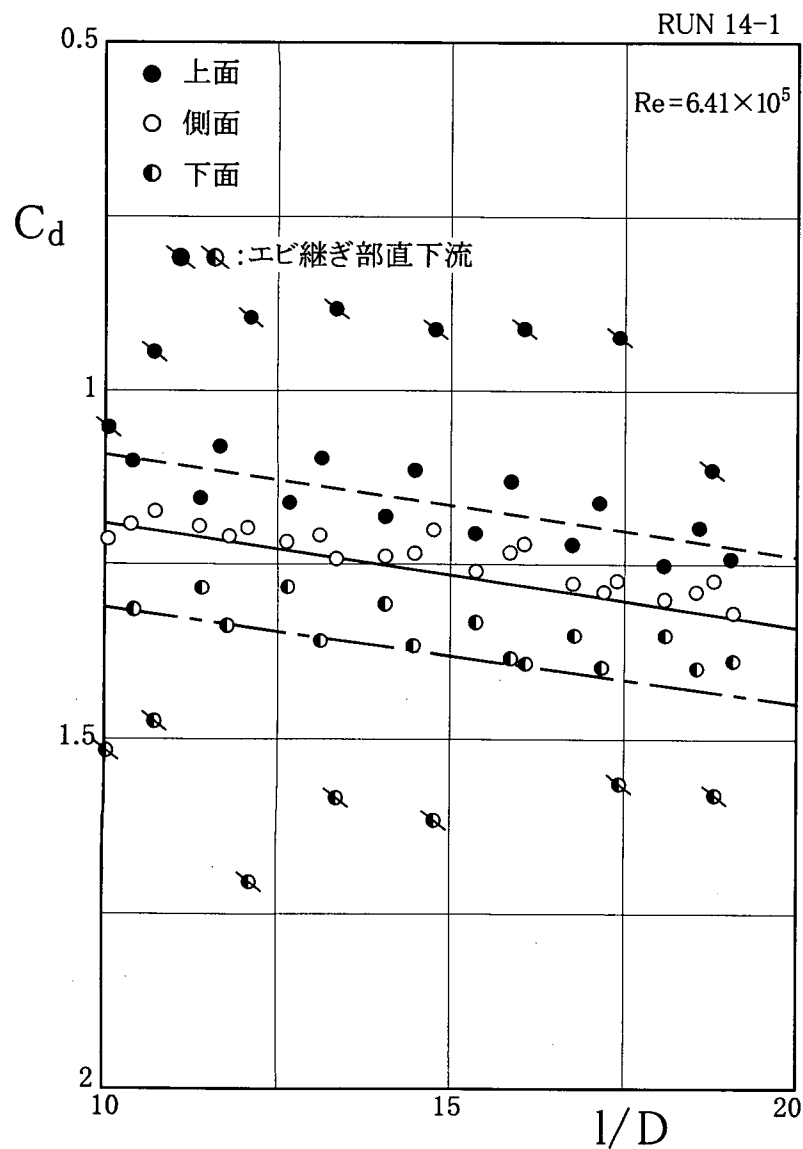


図-3.18a 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 14 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 8.57^\circ$)

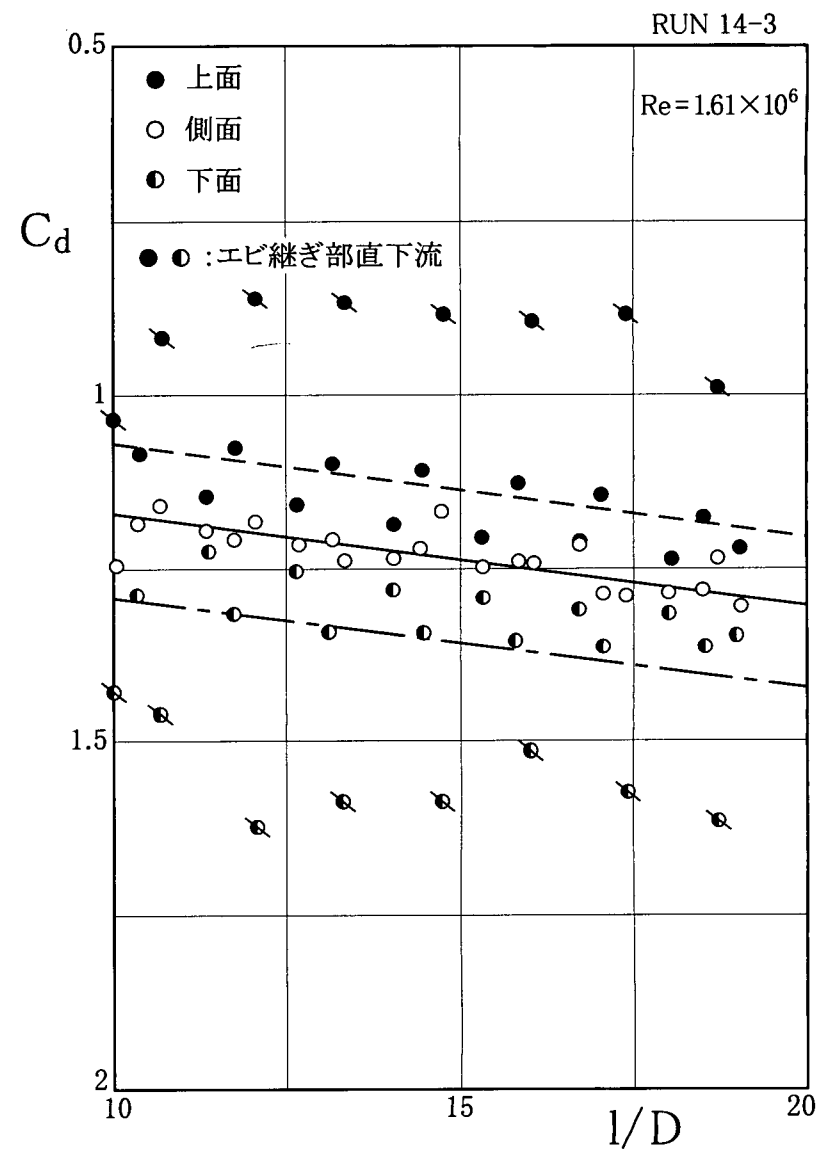


図-3.18b 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 14 : $D = 25.1\text{cm}$, $R/D = 9$, $\alpha = 8.57^\circ$)

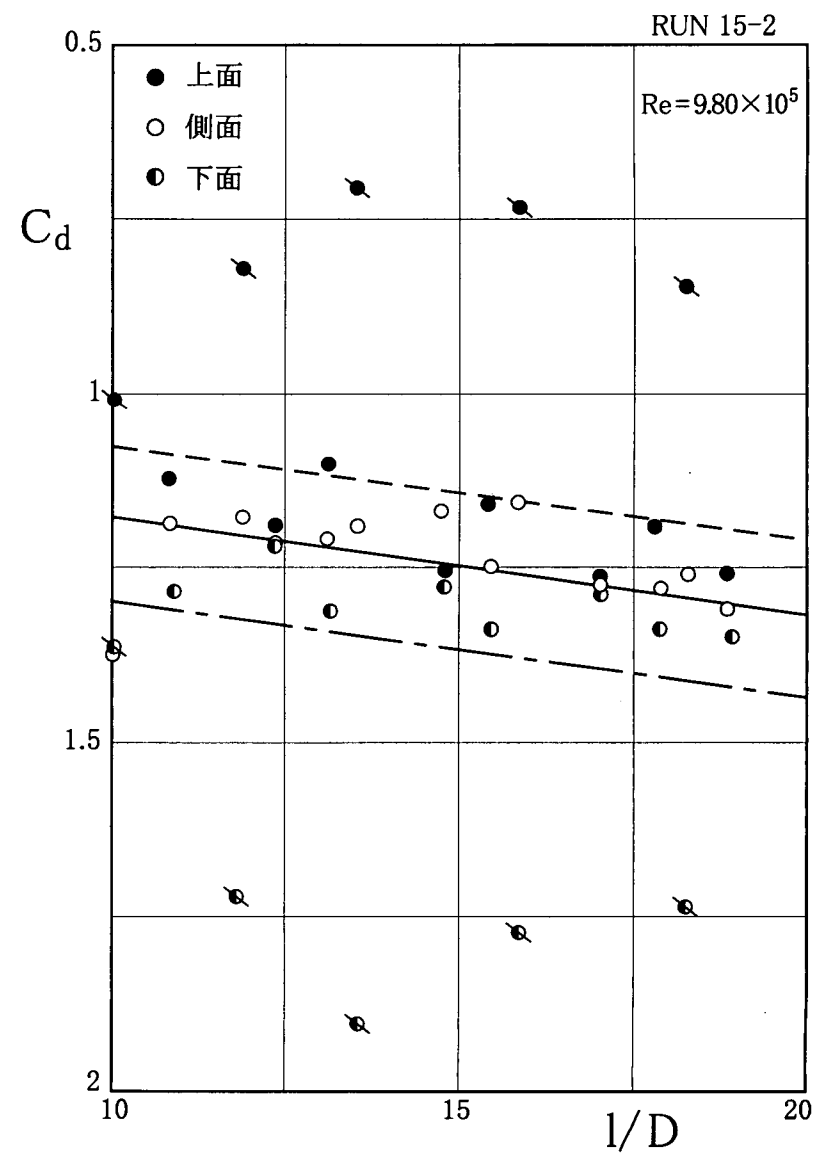
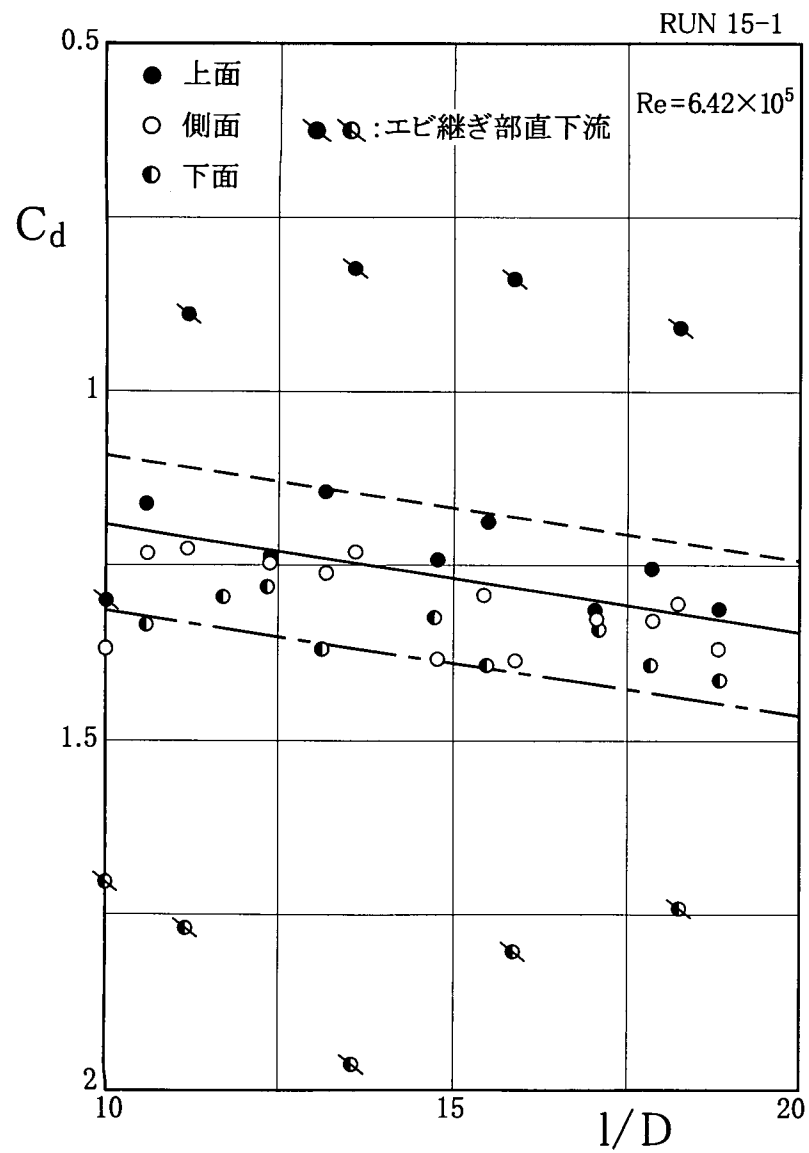


図-3.19a 湾曲部の圧力降下係数 (RUN 15 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 15^\circ$)

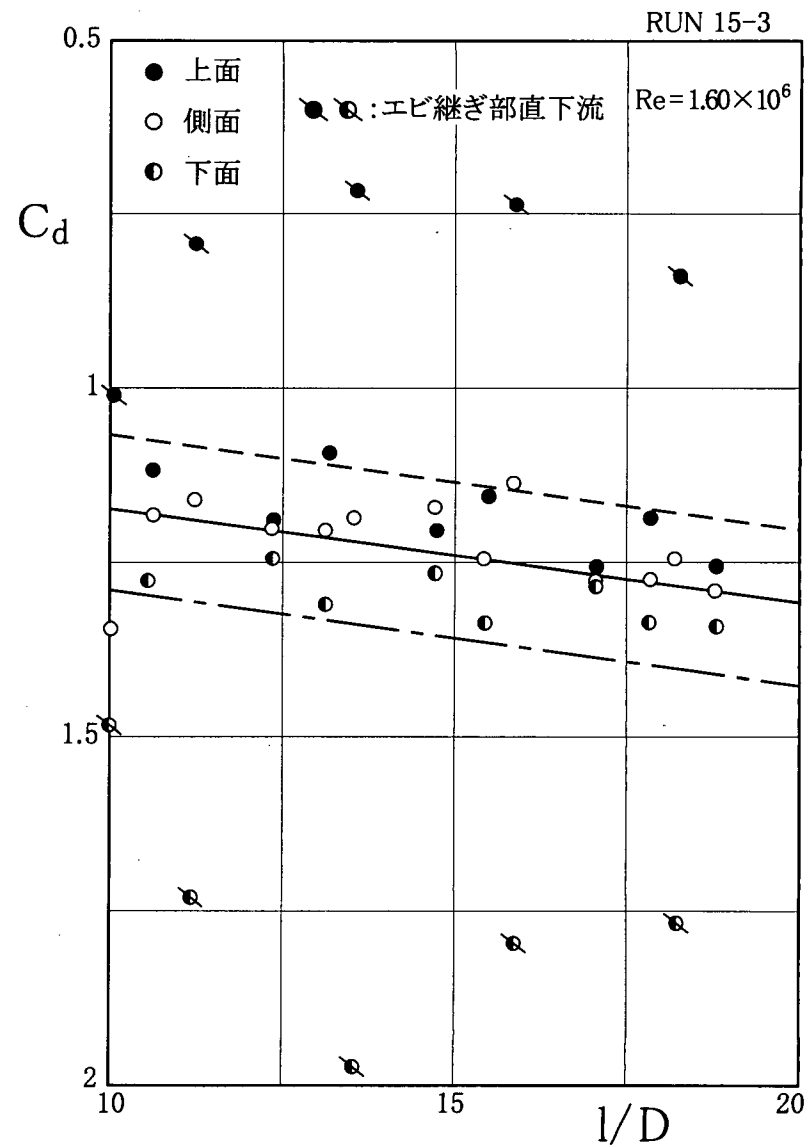


図-3.19b 湾曲部の圧力降下係数
(RUN 15 : $D = 25.1\text{cm}$ 、 $R/D = 9$ 、 $\alpha = 15^\circ$)

の関係がある。実験データとして得られるのは断面平均流速 v_m であり、 v_m が発生する位置の r を R_m とすると、 $V_m \cdot R_m = \text{const}$ であり、式 (3.3) より速度水頭 H_v は、

$$H_v = v^2/2g = (R_m/r)^2 \cdot (v_m^2/2g) \quad (3.4)$$

として求められる。実験での上、側、下の各測点の r はそれぞれ $R + D/2$ 、 R 、 $R - D/2$ である (図-3.20 参照)。ここで、 R_m は、

$$R_m = \text{const}/v_m \quad (3.5)$$

及び

$$\begin{aligned} v_m &= Q/A \quad (Q: \text{流量、} A: \text{断面積} = \pi D^2/4) \\ &= \int_{R-D/2}^{R+D/2} 2\sqrt{(D/2)^2 - (R-r)^2} v \, dr / A \\ &= 2 \cdot \text{const} \int_{R-D/2}^{R+D/2} \sqrt{(D/2)^2 - (R-r)^2} / r \, dr / A \\ &= 2 \cdot \text{const} \cdot \pi D \{ R/D - \sqrt{(R/D)^2 - 1/4} \} / A \end{aligned} \quad (3.6)$$

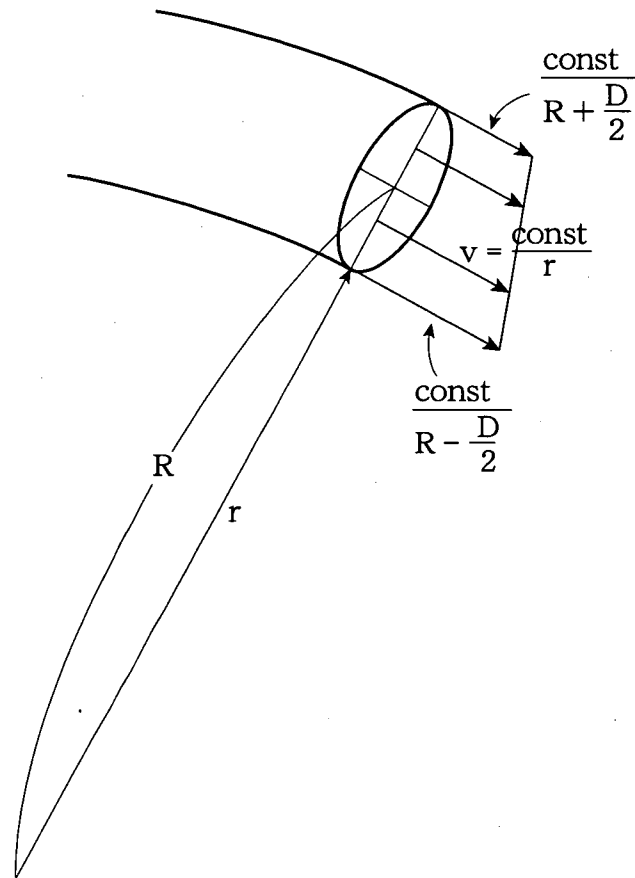


図-3.20 自由渦とした場合の流速分布

よりconstを消去して、次のように求められる。

$$R_m = \frac{D}{8\{R/D - \sqrt{(R/D)^2 - 1/4}\}} \quad (3.7)$$

式 (3.7) より計算される R_m は、 $R/D = 4, 6, 8$ においてそれぞれ $R_m/D = 3.98, 5.99, 7.99$ であり、今回の実験の範囲では $R_m \doteq R$ として問題ない。 $R_m \doteq R$ とすると、式 (3.4) より式 (3.2) の C_d は、

$$C_d = f_e + f \ell / D + (R/r)^2 + \varepsilon \quad (3.8)$$

として表される。ここに、 $\varepsilon = 2$ 次流及びエビ継ぎの影響による圧力降下水頭 / $(V_m^2/2g)$ である。図-3.5~3.15に示した3本の直線は、式 (3.8) のうち ε を除いた次の C_{d0} より求められる計算値であり、破線、実線、一点鎖線はそれぞれ上面、側面、下面での値を表している。

$$C_{d0} = f_e + f \ell / D + (R/r)^2 \quad (3.9)$$

なお、 f_e, f については、湾曲上流直管部の圧力データから推定を行っており、本実験ケースでは R_e 数の影響はあまり見られず、 $f_e = 0.01 \sim 0.06$ 、 $f = 0.01 \sim 0.02$ の値を示した。以下では、実験値と式 (3.9) を比較することにより、実験結果を考察する。

c. 管径 (R_e 数) の影響

$R/D = 9$ で管径を変化させた RUN 1~3 及び 6 (図-3.5~7 及び 10) の結果より検討する。図より、RUN 2-2以降、つまり R_e 数が10万程度以上では、実験値と式 (3.9) の計算値 (以下計算値とする) は比較的良く一致していることが分かり、この範囲の管径であれば R_e 数の影響はあまりないものと思われる。 R_e 数がこれより小さい場合には、 C_d の分布形状が直線からやや上に凸な形状を示している。この傾向は、 R_e 数が小さいほど顕著になっているように思われるが、比較的顕著な傾向を示している RUN 1 は模型規模が $D = 3 \text{ cm}$ と小さく、模型精度上の問題も考えられる。 R_e 数が小さい場合の影響については、次の数値シミュレーションで再度検討する。以降の検討は全て $D = 25.1 \text{ cm}$ の模型を用いており、十分大きな R_e 数下でのものである。

d. R の影響

$D = 25.1 \text{ cm}$ で R/D を変化させた RUN 4~7 (図-3.8~11) の結果より検討する。 $R/D = 9$ 及び 11.5 では計算値と比較的良好一致を示している。特に $R/D = 11.5$ では実験値と計算値はほぼ一致しており、2次流の壁面作用圧力への影響はほとんどないといつてよいようである。一方、 R/D が小さくなってくると上下面の C_d 値が流下にしがたってやや小さくなる、つまり圧力が上昇する傾向がみられている。この傾向は $R/D = 4$ においてより明らかであり、2次流の影響によるものと思われる。

図-3.21は、式 (3.8) の ε をプロットしたものである。ただし、 ε への R_e 数の影響は小さく、図では RUN ごとの平均値を示してある (正確を期するため述べると図-3.21、22~24、25の平均値を示したケースでは R_m は式 (3.7) を用いた)。また、 θ は当該断面の中心角 (図-3.1参照) である。図より、上述の傾向が確認され、 R/D が小さい場合の ε の減少 (圧力の上昇) は特に下面において顕著な傾向が見られている。

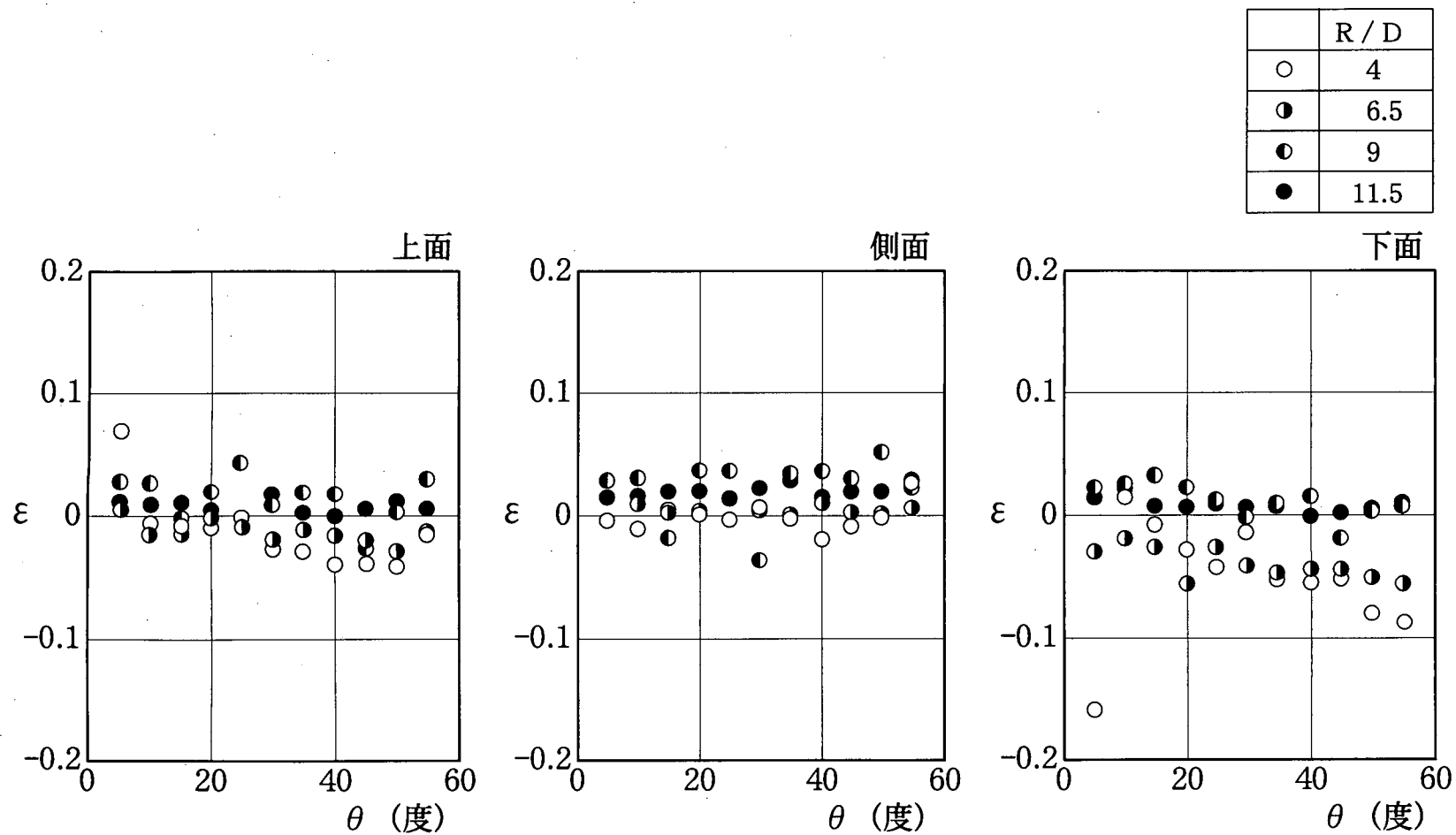


図-3.21 ε と R/D の関係 ($\alpha = 0^\circ$)

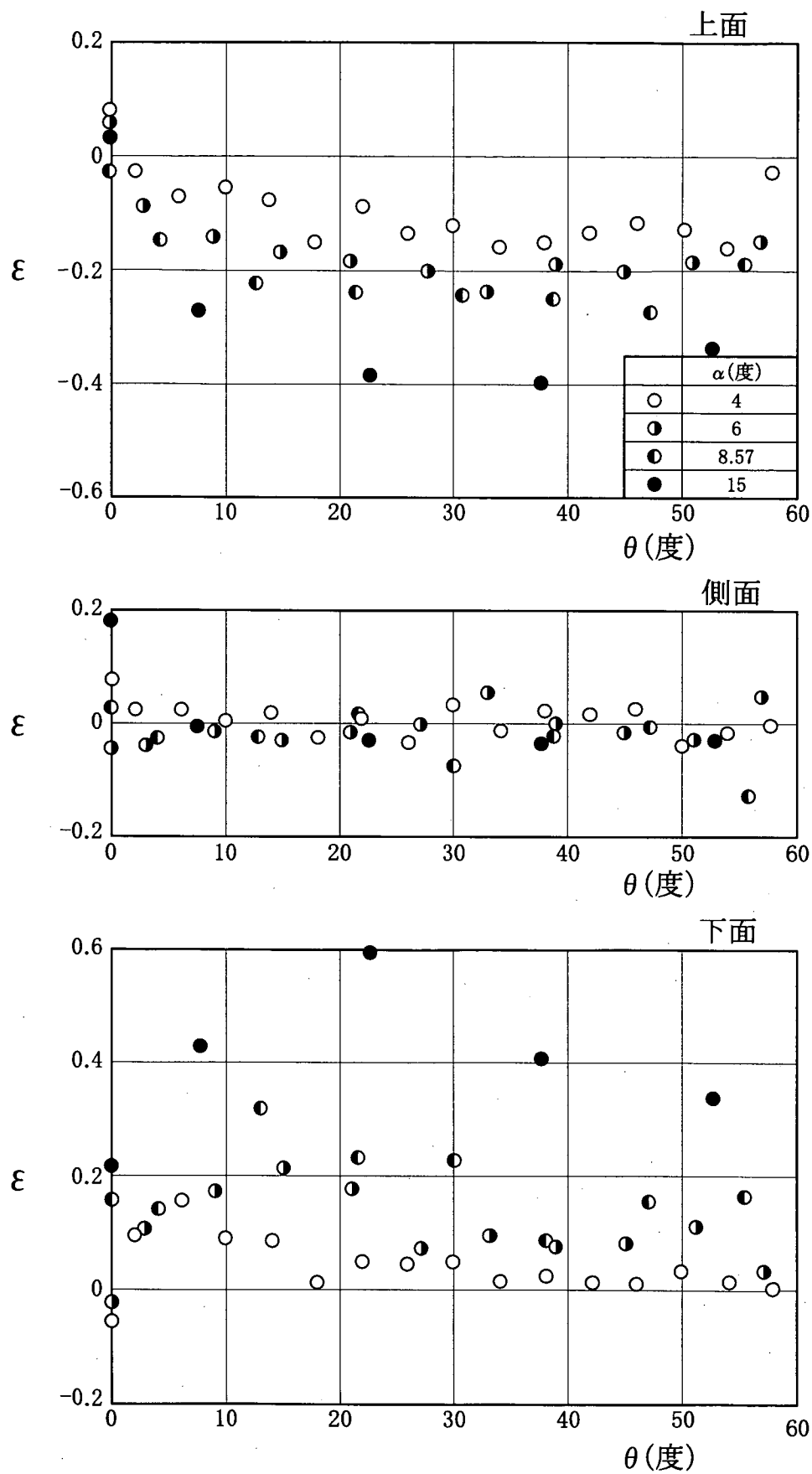


図-3.22 測点①の ε と α の関係 ($R/D=9$)

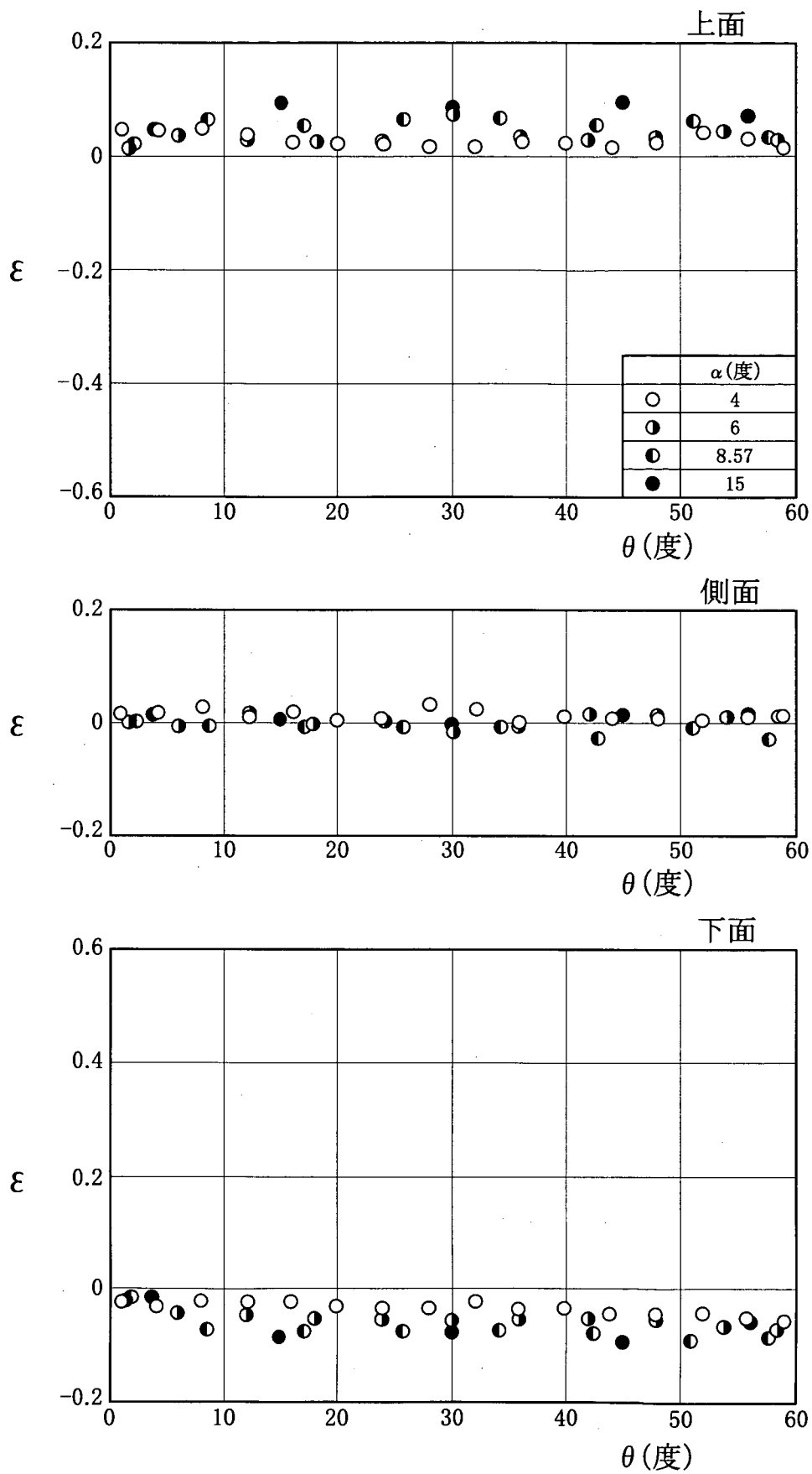


図-3.23 測点②の ε と α の関係 ($R/D=9$)

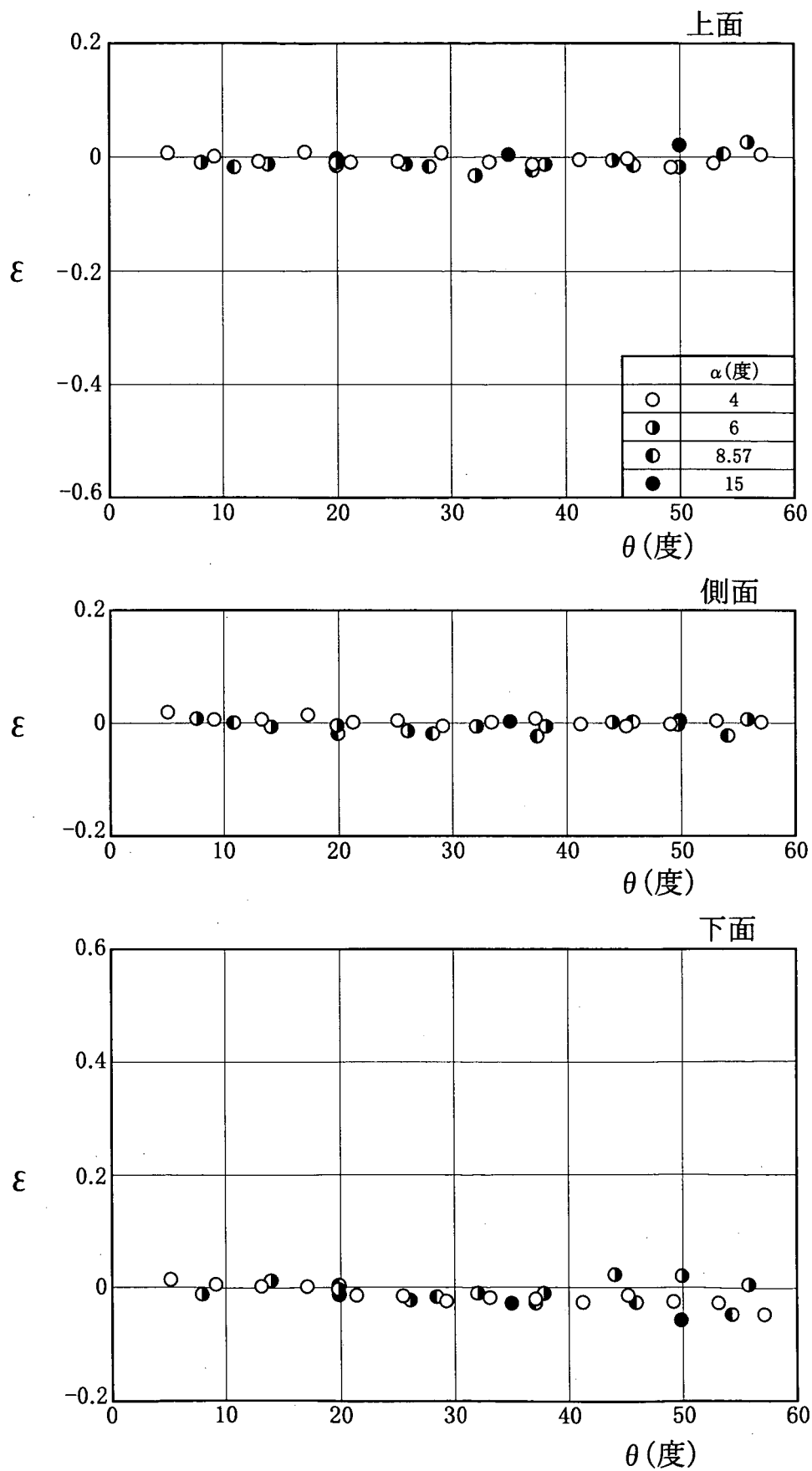


図-3.24 測点③の ε と α の関係 ($R/D=9$)

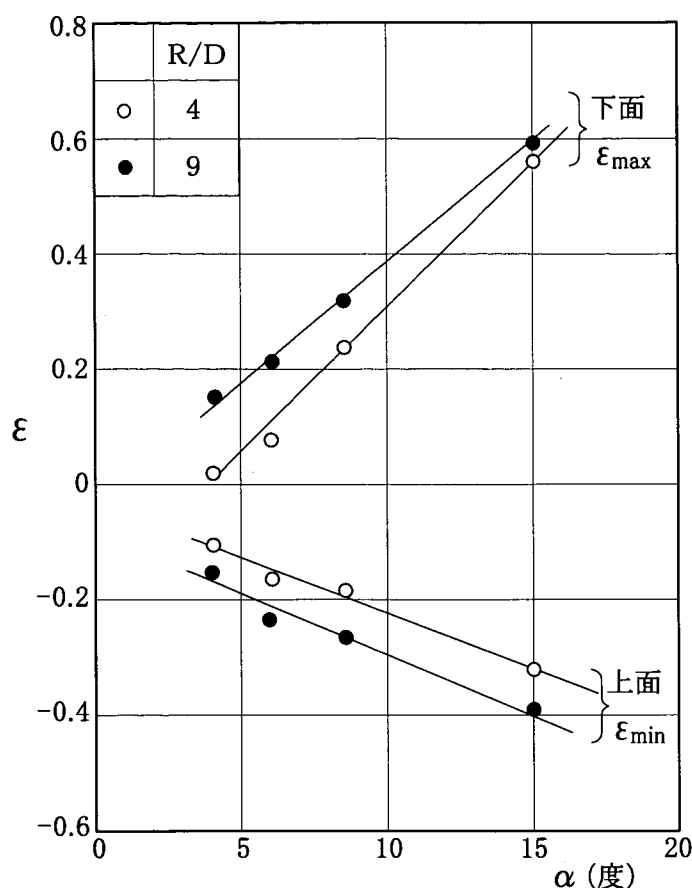


図-3.25 α と ϵ_{max} 、 ϵ_{min} の関係 (測点①)

なお、上、側面の結果では、 R/D によらず、 ϵ は ± 0.05 、つまり速度水頭の5%の範囲内にある。

e. エビ継ぎの影響

$D=25.1\text{cm}$ 、 $R/D=4$ でエビ継ぎ管角度 α を4～15度と変化させたRUN 8～11 (図-3.12～15) 及び $R/D=9$ でエビ継ぎ管角度 α を4～15度と変化させたRUN 12～15 (図-3.16～19) の結果より検討する。図において、上、下面の測点に斜線を施したものが屈折部直下流を表しており、先に示したように屈折部直下流で、上面は圧力上昇が下面は圧力降下が生じるが、その他の測点では $\alpha=0$ 度の計算値に近い値となっている。当然のことながら、 α が大きいほど屈折部直下流上面の圧力上昇量、下面の圧力降下量が大きくなっている。

図-3.22～24は、上記の傾向をより明確にするため、 $R/D=9$ の場合について、エビ継ぎ管の ϵ と α の関係を示したものである。d.で示したと同様に、RUNごとの平均値を示してあり、測点①～③は図-3.2に示した通り、それぞれ、エビ継ぎ管接続部直下流、中央、下流側の各点を表している。

まず、図-3.22の測点① (接続部直下流) の結果であるが、上面では ϵ はマイナス値を、下面ではプラス値をとっており、エビ継ぎ管接続部の不連続性により、上面では圧力上昇が、下面では降下が生じていることが確認される。 ϵ の絶対値は、 α が大きいほど大きくなる傾向があるが、上面では直管部との接続の影響の残る (上、下流端では屈折角が小さい) 湾曲部上下流端付近を除き、湾曲部全体に亘って同

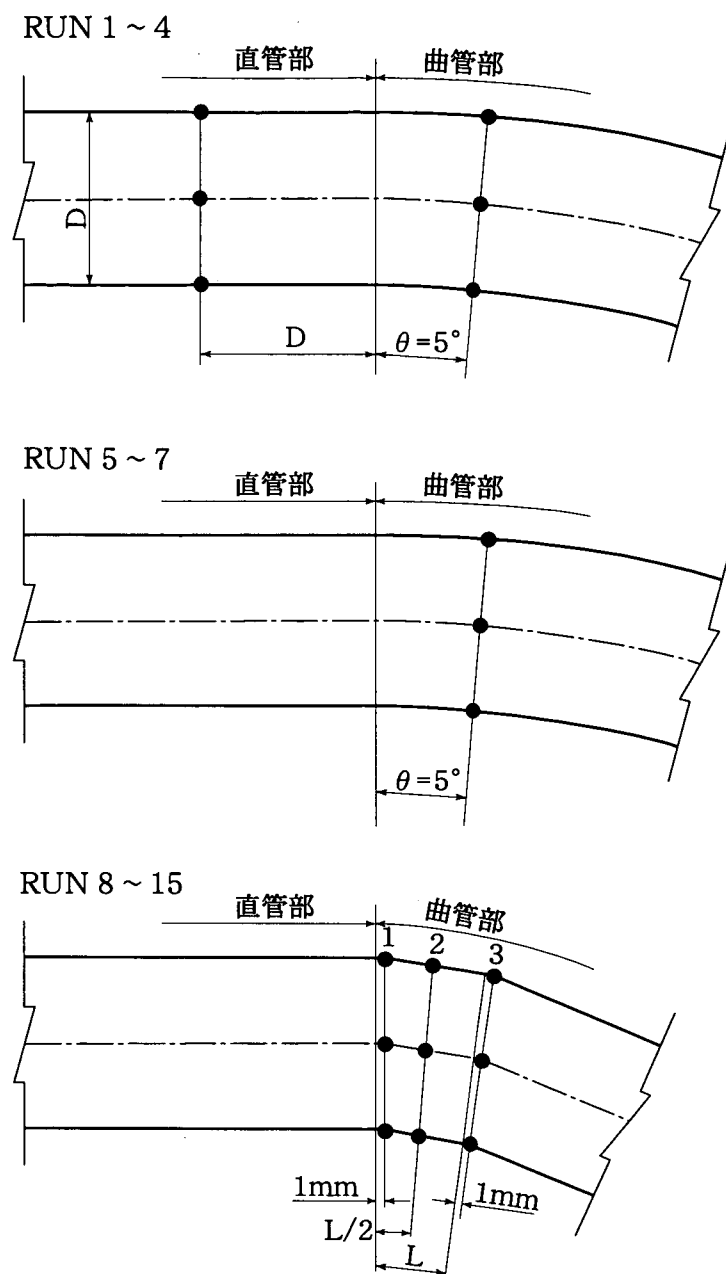


図-3.26 圧力変動の測定位置

様の値を示す傾向があるのに対し、下面では上流部において最大値を生じる傾向が見られる。この理由は明らかではないが、上面では流れは内側へ屈折し流れの剥離を伴わないのに対し、下面では壁面の不連続に伴う剥離が生じており、流下に伴う乱れ成分の増加により剥離流れによる圧力降下の影響が緩和されたことが考えられる。下面での ε の最大値は上流から3番目ないしは4番目のエビ継ぎ管部で生じており、上流端付近での直管部との接続の影響と剥離に伴う乱れの影響の両者の影響が最小になる位置で最大値が生じたものと推察される。なお、側面については、バラツキがあるもののほぼ $\varepsilon = 0$ 付近の値を示している。

次に図-3.23の測点②（エビ継ぎ管中央）の結果であるが、 ε は上面でプラス、下面でマイナスの値を

示しており、測点①とは逆の傾向を示している。 ε の絶対値は α が大きいほど大きくなる傾向があるが、絶対値そのものは測点①と比較してかなり小さく、 $\alpha=15$ 度でも高々0.1程度である。 ε の符号が測点①と逆になる理由として、下面での剝離流れの再付着による影響が考えられるが今後の検討に負うところが多い。側面での ε はほぼ0であり、図-3.24の測点③における ε も上、下、側面及び α によらずほぼ0の値となっている。

以上は、 $R/D=9$ の結果である。 $R/D=4$ においてもほぼ同様の結果が得られているが、 $R/D=9$ の場合と比較して、先に述べた図-3.21での傾向が加えられるとともに、測点①における ε の絶対値が小さくなる傾向がみられた。図-3.25は、測点①における上、下面での ε の絶対値の最大値と α 、 R/D の関係を示したものである。 ε の絶対値は α に対し直線的に増加すること、 $R/D=9$ に対し、 $R/D=4$ での値が小さくなっていることが分かる。 $R/D=4$ での値が小さい理由として、図-6で述べた湾曲に伴う2次流の影響等が考えられ、 $R/D=9$ では2次流の影響が小さいことからこれより大きな R/D では ε の変化は小さいものと推察するが、このことについては、今後確認が必要である。

f. 圧力変動

以上の検討は、マノメータを用いて計測した圧力水頭の時間平均値を対象に実施したものである。実験では、一部の測定点について圧力変換器による圧力変動測定を実施しており、ここで、圧力変動についてみておく。

図-3.26に圧力測定位置を示す。測定は直管部と湾曲部の接合点付近で実施しており、エビ継ぎ管については、第一エビ継ぎ管及び第二エビ継ぎ管上流端測点について計測をおこなった。データは、0.002秒間隔の5000データを用い、圧力変動の標準偏差を求めた。

図-3.27は、直管部の圧力変動と Re 数、 Fr 数の関係を整理したものである。ただし、圧力変動については、流速が大きくなるに従い大きくなることから、変動圧力水頭 $(\Delta p/\gamma)$ の標準偏差 $((\Delta p/\gamma)\sigma)$ を断面平均の速度水頭 $(v_m^2/2g)$ で無次元化して表している（以下、この無次元値を圧力変動として説明する）。結果は、多少ばらつきが大きいですが、同じ、 Re 数、 Fr 数下での断面内測定位置での差に明確な傾向がないこと、 Re 数の影響が小さいことが分かる。また、 Fr 数が大きいほど圧力変動が小さくなる傾向がある。ここに、 Fr 数 $=v_m/\sqrt{gD}$ である。

図-3.28は、 $\alpha=0$ 度の湾曲部の圧力変動を示したものである。直管部と比べて若干大きくなる傾向が見られるが、その差は小さく、直管部と同様に Fr 数が大きいほど圧力変動が小さくなる。図-3.29は、 $\alpha=0$ 度の場合の圧力変動と R/D の関係を示したものである。他のケースと比較して、 $R/D=11.5$ での値が大きめの値となっているが、その理由は明らかではない。その他のケースでは R/D による差は明確でない。また、 R/D が大きいほど圧力変動が大きくなるのは現象としても考えにくいことから、或いは模型上の問題があったのかもしれない。何れにしても、 R/D の影響は余りないと考えてよいであろう。

図-3.30は、 $R/D=9$ の場合について、 α と圧力変動の関係をみたものである。 $\alpha=15$ 度の場合に、圧力変動が他のケースよりやや大きくなっているが、全体としては、圧力変動は α の影響を余り受けにくいようである。

実験の圧力変動にはバラツキがみられるが、今、図-3.30の場合をみると、 $(\Delta p/\gamma)\sigma/(v_m^2/2g)$

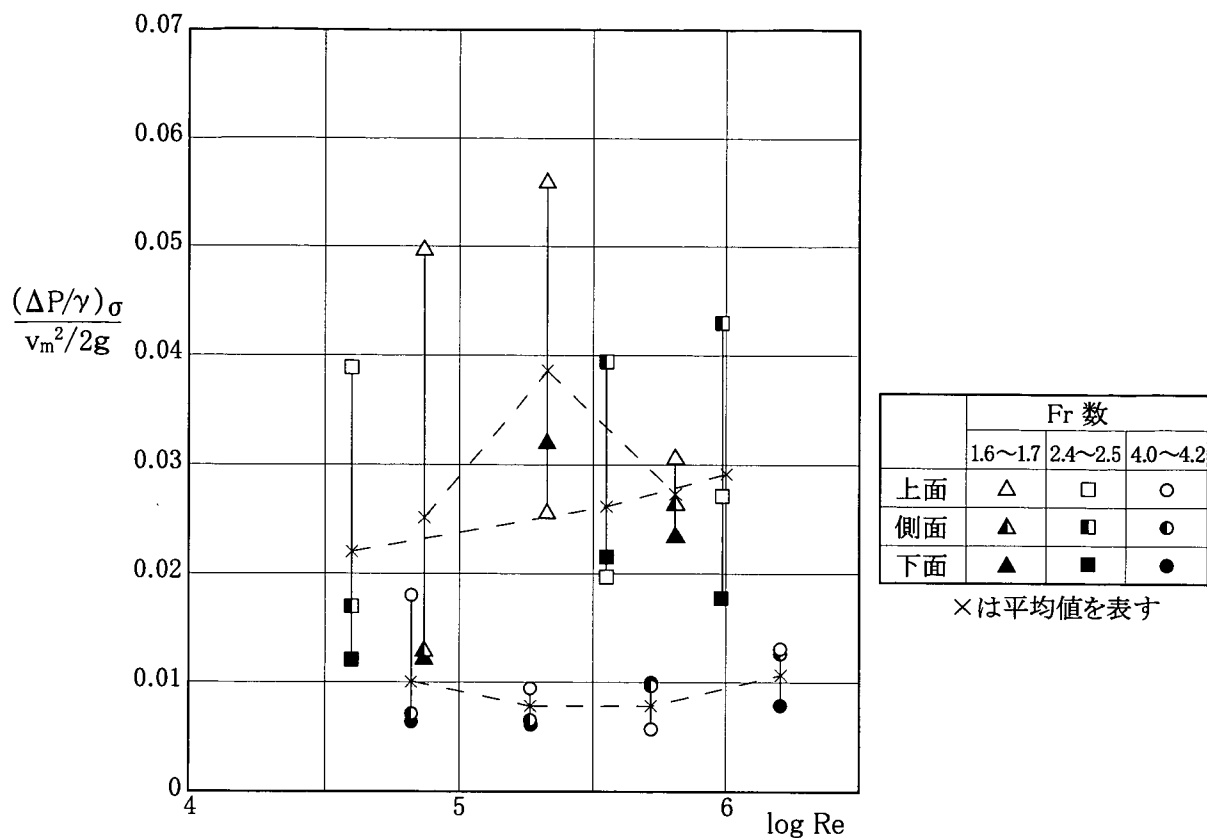


図-3.27 圧力変動とRe数、Fr数の関係（直管部）

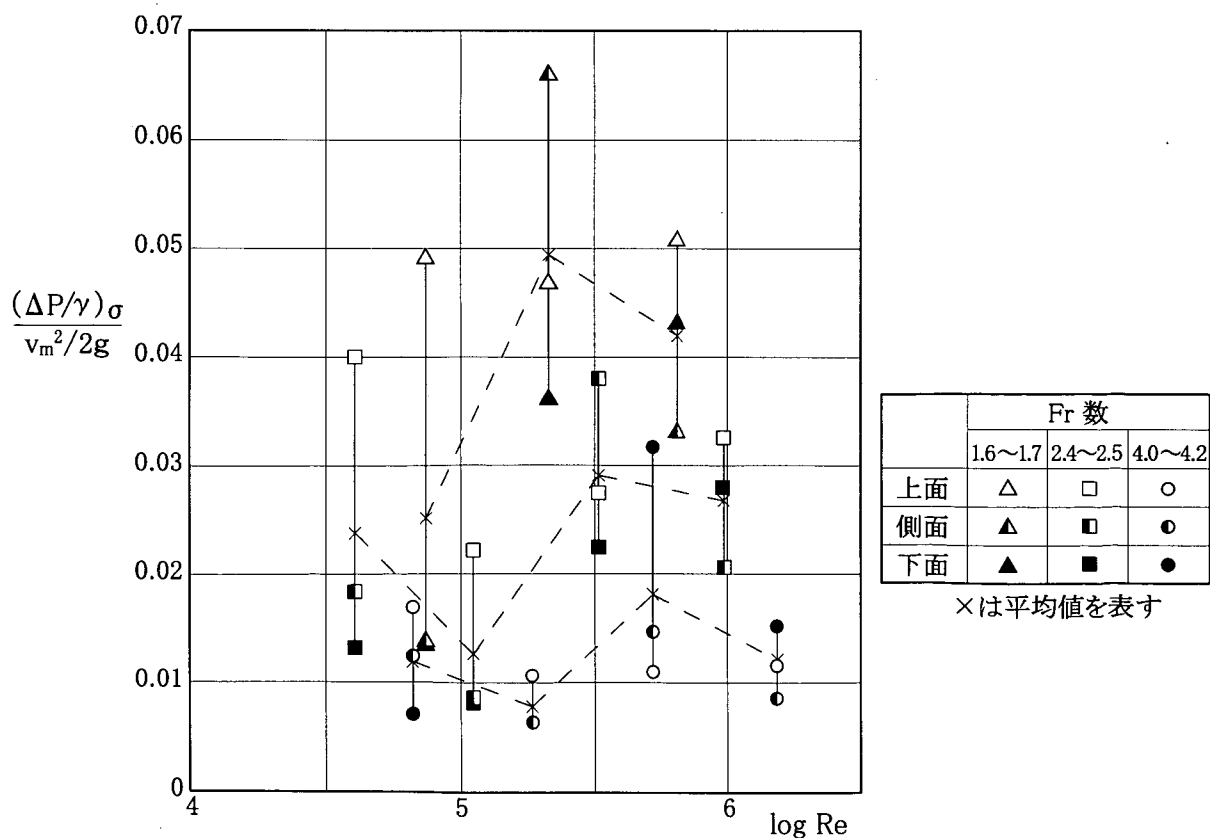


図-3.28 圧力変動とRe数、Fr数の関係（湾曲部：α = 0°、R/D = 9）

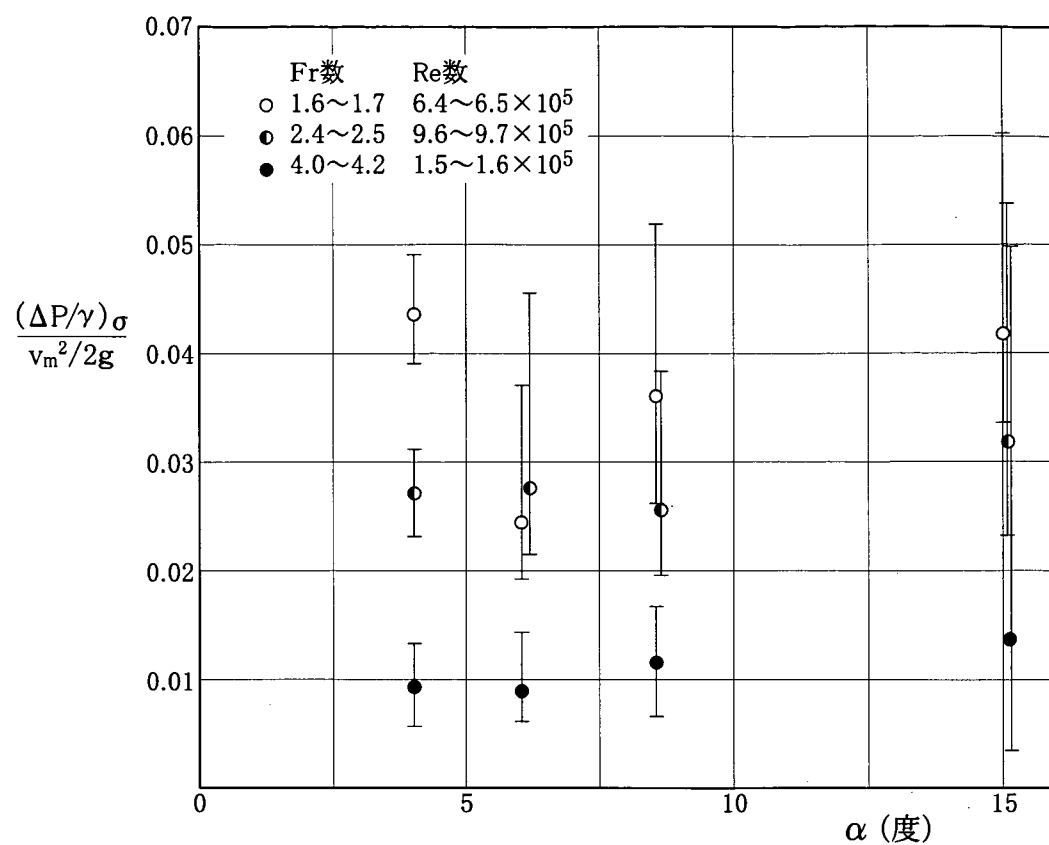


図-3.29 圧力変動とR/Dの関係（湾曲部： $\alpha = 0^\circ$ ）

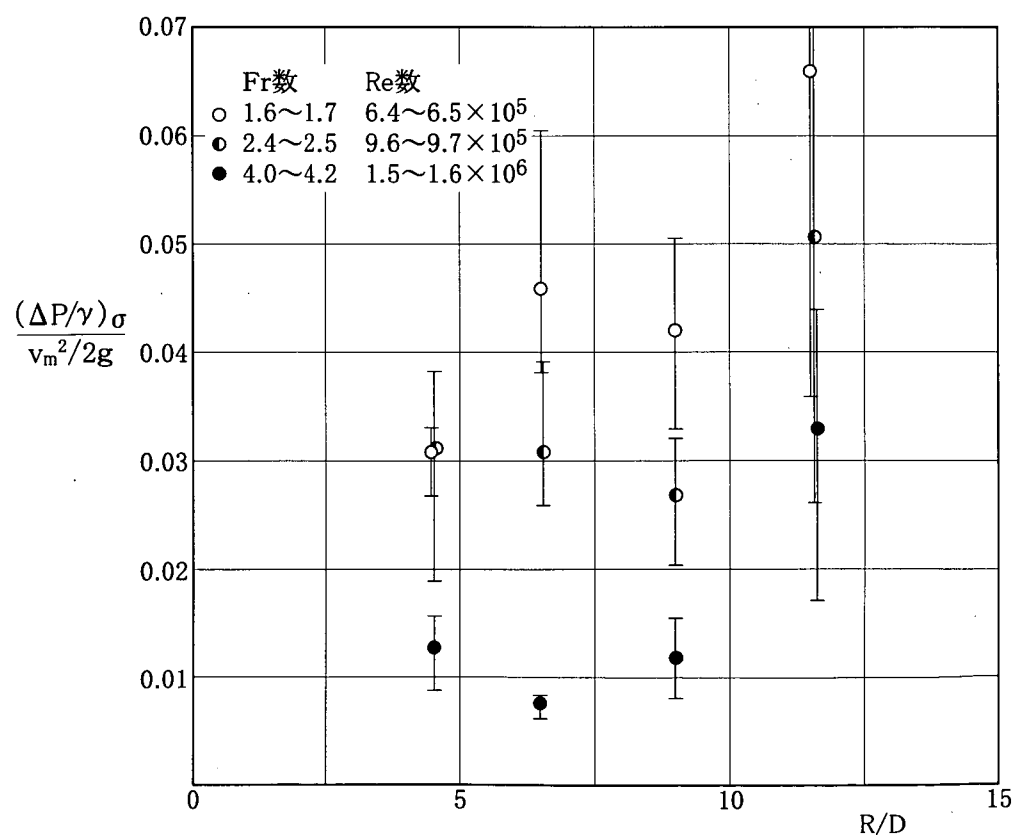


図-3.30 圧力変動と α の関係（ $R/D = 9$ ）

は、 $F_r=1.6\sim1.7$ 、 $2.4\sim2.5$ 、 $4.0\sim4.2$ でそれぞれ、 $0.03\sim0.05$ 、 $0.02\sim0.04$ 、 $0.005\sim0.015$ 程度である。 F_r が大きいことは、 v_m も大きいことを意味しており、 $(\Delta p/\gamma)\sigma$ そのものの大きさを検討するためには、 v_m の影響も考慮しなければならない。今、管径が同じとすると $v_m^2/2g$ は F_r^2 に比例するから、 $F_r=1.6\sim1.7$ の場合の $(\Delta p/\gamma)\sigma$ を1とすると、 $F_r=2.4\sim2.5$ 、 $4.0\sim4.2$ での $(\Delta p/\gamma)\sigma$ は、それぞれ $1.1\sim1.8$ 、 $1\sim1.9$ であり、 $F_r=1.6\sim1.7$ での $(\Delta p/\gamma)\sigma$ より大きくなっている。設計条件である $250\text{m}^3/\text{s}$ 放流時の F_r 数は、 3.6 程度であり、 $F_r=2.4\sim4.2$ での $(\Delta p/\gamma)\sigma$ を想定すればよいものと思われる。この場合、 $(\Delta p/\gamma)\sigma/(v_m^2/2g)$ は 0.04 程度を考えておけば十分であろう。つまり、 $(\Delta p/\gamma)\sigma$ は $v_m^2/2g$ の高々 4% 程度である。圧力変動が正規分布で示されるものとする、変動成分は概ね 3σ （理論値では 99.74% を包括）の範囲にあるから、 $v_m^2/2g$ の 12% 程度を想定しておけばよいであろう。 $250\text{m}^3/\text{s}$ 時の $v_m^2/2g$ は 25m 程度であり、 $\pm 3\text{m}$ 程度の圧力変動を想定しておけば十分と考えられる。

g. 壁面作用圧力の設定について

キャビテーションに対する圧力の安定性を検討するためには、圧力降下量に対する推定が必要になり、推定は、式(3.9)に基づき、式(3.8)及び図-3.25を用いて実施することができる。ここで、高速流が流下する高圧放流管については、従来から壁面作用圧力を正圧として設定して設計されてきた。本放流管では、曲がりやエビ継ぎ管の影響が懸念されるが、f.にみたように、本放流管の場合でも、

- 1) 圧力変動値は直管の場合と大きな変化はない。
- 2) 圧力変動値は $\pm 3\text{m}$ 程度である。

ことから、従来と同様に壁面作用圧力を正圧として設計すれば、キャビテーションに対する安全性は十分図られるものと考えてよいであろう。この場合、管製作に当たり、管壁面に不用意な不陸を生じないことなどの条件が付与されることは勿論である。

なお、原型と模型では管壁面粗度の影響が異なることが想定される。本報告では、後に議論する摩擦損失係数の原型と模型での値の差などから $(\Delta p/\gamma)\sigma/(v_m^2/2g)$ は模型と原型であまり差がないものと考えているが、具体的な影響の程度については、今後、原型観測等により確認していくことが必要と思われる。

以上示したように、4章に示す水理設計及び模型実験における壁面作用圧力の検討では、高圧放流設備で通常用いられている正圧以上とすることを条件とした。ただし、具体的水理設計に当たっては、図-3.25で与えられるより安全側の設定を行っている。このことの詳細は4章に述べることとする。

3.2 数値シミュレーション

3.2.1 概要

3.1に示した実験での圧力測定は、例えばエビ継ぎ管部での測点は上下流方向に3点しかないものである。これ以上測点を多くすることは、非常に多くの時間と労力を必要とし、得策ではない。測点の設定に当たっては、圧力降下の特性を想定し行ったが、連続した圧力分布については、検証の必要があるものと考え、ここでは数値シミュレーションによる方法を用いることとした。流体の数値シミュレーションは、近年急速に進歩した科学分野の一つであるが、その洪水吐き設計等への適用方法については未だ

表-3.1 基礎実験ケース一覧

RUN	管径(cm)	R/D	α (度)	Re数
1-1 -2	3.0	9	0	4.07×10^4 6.79×10^4
2-1 -2 -3	6.0	9	0	7.45×10^4 1.13×10^5 1.87×10^5
3-1 -2 -3	12.0	9	0	2.14×10^5 3.20×10^5 5.32×10^5
4-1 -2 -3	25.1	4	0	6.48×10^5 9.68×10^5 1.62×10^6
5-1 -2 -3	25.1	6.5	0	6.46×10^5 9.64×10^5 1.58×10^6
6-1 -2 -3	25.1	9	0	6.46×10^5 9.66×10^5 1.56×10^6
7-1 -2 -3	25.1	11.5	0	6.38×10^5 9.59×10^5 1.56×10^6
8	25.1	4	4	6.45×10^5
9	25.1	4	6	6.46×10^5
10-1 -2 -3	25.1	4	8.57	6.45×10^5 9.68×10^5 1.49×10^6
11	25.1	4	15	5.81×10^5
12-1 -2 -3	25.1	9	4	6.38×10^5 9.68×10^5 1.60×10^6
13-1 -2 -3	25.1	9	6	6.43×10^5 9.67×10^5 1.60×10^6
14-1 -2 -3	25.1	9	8.57	6.41×10^5 9.64×10^5 1.61×10^6
15-1 -2 -3	25.1	9	15	6.42×10^5 9.80×10^5 1.6×10^6

Re数 = Dv_m/ν , ν : 動粘性係数

十分な検討がなされているわけではない。本検討は、数値シミュレーションの適用性検討の意味合いももつものである。

今回数値シミュレーションに用いたソフトは非圧縮性流体を扱う α -Flow(FUJI-RIC)であり、表-3.2に基礎方程式を示す。基礎方程式は、連続の式、運動量保存式、乱流エネルギー及び散逸率の輸送方程式からなり、乱流モデルとして標準的な $k-\epsilon$ 2方程式モデルを用いた。運動方程式及び $k-\epsilon$ 方程式の対流項の差分は、1次風上差分であり、時間積分にはSMAC法を用いている。

計算モデルを図-3.31に、計算ケースを表-3.3に示す。計算を行った放流管は実験と同様に中心角60度の湾曲管路であり、上下流に10Dの直管区間を設定した。計算での流量条件は、実験での値を参考に決定しており、計算ケースのうち、Case 1~3は、 $\alpha=0$ 度のものについて、管径(R_e数)の影響及びR/Dの影響をみたものである。また、Case 4は、エビ継ぎ管の場合の圧力分布を検討したもので、Case 5は実験値から管径を大きくしていった場合の影響をみたものである。この場合、管径を原型の3.8mに合わせることが考えられたが、必要な格子数が大きくなりすぎ、現実的でないことから1mとした。格子分割数15,000及び38,400の場合の分割例を図-3.32に示す。直管部、曲管部の分割数は格子分割数が同じであれば同じである。格子分割Case 4の格子数はCase 1と同様であり、管径に対し小さいが、これは、1mとしてもかなりの格子分割数となり多大な計算時間を要するため、壁部の境界条件とした壁関数(対数則)近似を若干粗くとしたことによる。結論から言えばCase 4と5の結果には、ほとんど差がなく、管径や格子分割の影響はほとんどみられなかった。

表-3.2 数値シミュレーションの基礎方程式

●連続の式

$$\rho \frac{\partial}{\partial t} u + \rho \frac{\partial}{\partial y} v + \rho \frac{\partial}{\partial z} w = 0$$

●運動量保存式

$$\begin{aligned} & \rho \frac{\partial}{\partial t} u + \rho \frac{\partial}{\partial x} u^2 + \rho \frac{\partial}{\partial y} uv + \rho \frac{\partial}{\partial z} uw \\ &= -\frac{\partial}{\partial x} p + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ 2\mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial x} u \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial y} u + \frac{\partial}{\partial x} v \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial z} u + \frac{\partial}{\partial x} w \right) \right\} \\ & \rho \frac{\partial}{\partial t} v + \rho \frac{\partial}{\partial x} uv + \rho \frac{\partial}{\partial y} v^2 + \rho \frac{\partial}{\partial z} vw \\ &= -\frac{\partial}{\partial y} p + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial x} v + \frac{\partial}{\partial y} u \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ 2\mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial y} v \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial z} v + \frac{\partial}{\partial y} w \right) \right\} \\ & \rho \frac{\partial}{\partial t} w + \rho \frac{\partial}{\partial x} uw + \rho \frac{\partial}{\partial y} vw + \rho \frac{\partial}{\partial z} w^2 \\ &= -\frac{\partial}{\partial z} p + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial x} w + \frac{\partial}{\partial z} u \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial y} w + \frac{\partial}{\partial z} v \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ 2\mu_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial z} w \right) \right\} \\ &+ \rho g \end{aligned}$$

●乱流エネルギーの輸送方程式

$$\begin{aligned} & \rho \frac{\partial}{\partial t} k + \rho \frac{\partial}{\partial x} uk + \rho \frac{\partial}{\partial y} vk + \rho \frac{\partial}{\partial z} wk \\ &= \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial}{\partial x} k \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial}{\partial y} k \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial}{\partial z} k \right\} \\ &+ \mu_t \left\{ 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} u \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial y} v \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial z} w \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y} u + \frac{\partial}{\partial x} v \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial z} v + \frac{\partial}{\partial y} w \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial x} w + \frac{\partial}{\partial z} u \right)^2 \right\} \\ &- \rho \varepsilon \end{aligned}$$

●散逸率の輸送方程式

$$\begin{aligned} & \rho \frac{\partial}{\partial t} \varepsilon + \rho \frac{\partial}{\partial x} u\varepsilon + \rho \frac{\partial}{\partial y} v\varepsilon + \rho \frac{\partial}{\partial z} w\varepsilon \\ &= \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial}{\partial x} \varepsilon \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial}{\partial y} \varepsilon \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial}{\partial z} \varepsilon \right\} \\ &+ C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t \left\{ 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} u \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial y} v \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial z} w \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y} u + \frac{\partial}{\partial x} v \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial z} v + \frac{\partial}{\partial y} w \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial x} w + \frac{\partial}{\partial z} u \right)^2 \right\} \\ &- C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \end{aligned}$$

各記号は以下を表す。

C_1, C_2	定数	---	y	y 座標	m
g	重力加速度	m/s ²	z	z 座標	m
k	乱流エネルギー	m ² /s ²	ε	散逸率	m ² /s ²
p	圧力	Pa	ρ	密度	kg/m ³
t	時間	s	σ_ε	定数	---
u	x 方向速度	m/s	μ	粘性係数	Pa・s
v	y 方向速度	m/s	μ_{eff}	実効粘性係数	Pa・s
w	z 方向速度	m/s	μ_t	渦粘性係数	Pa・s
x	x 座標	m			

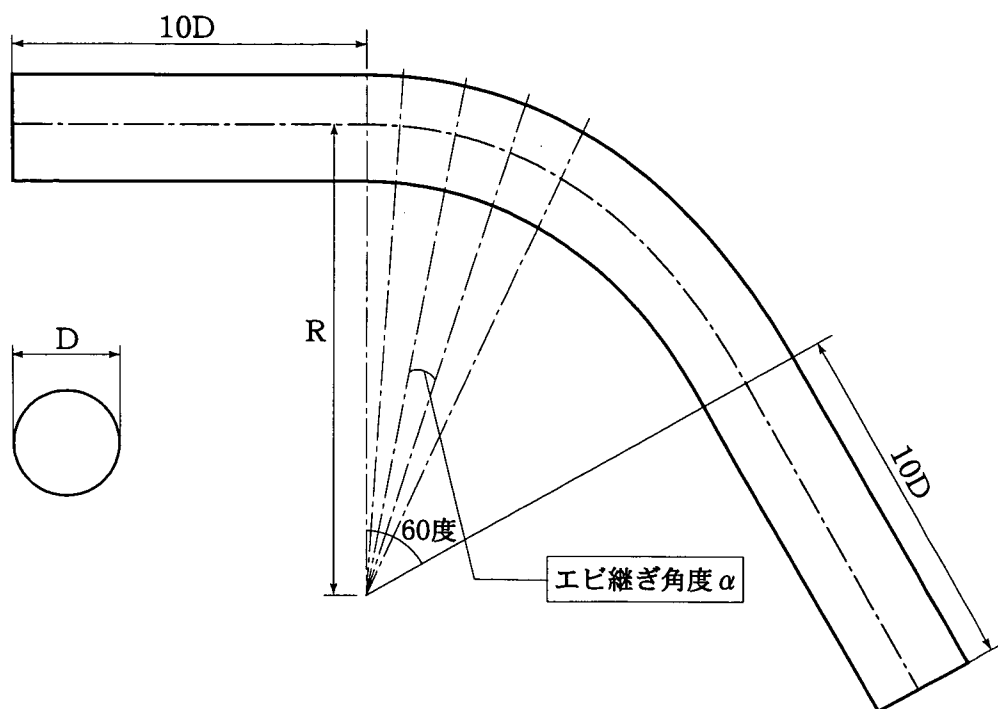


図-3.31 計算モデル

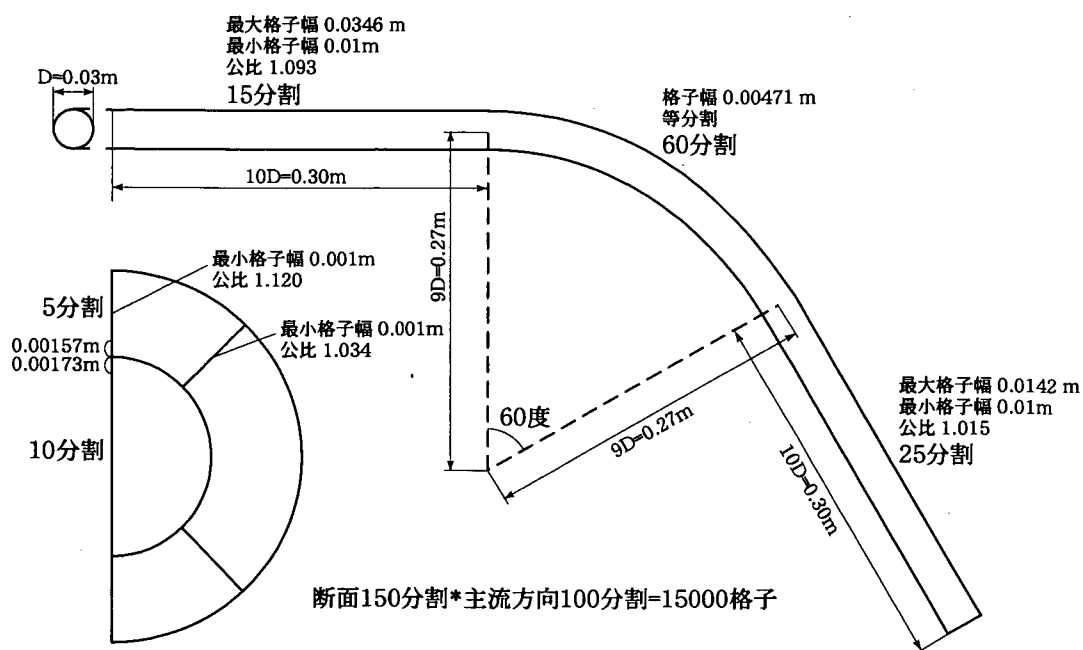
表-3.3 計算ケース

	D (cm)	R/D	α (度)	Q (m ³ /s)	計算格子分割数
Case 1	3	9	0	0.016	15,000
Case 2	25.1	9	0	0.316	38,400
Case 3	25.1	4	0	0.3186	38,400
Case 4	25.1	9	6	0.316	38,400
Case 5	100	9	6	10.3	15,000

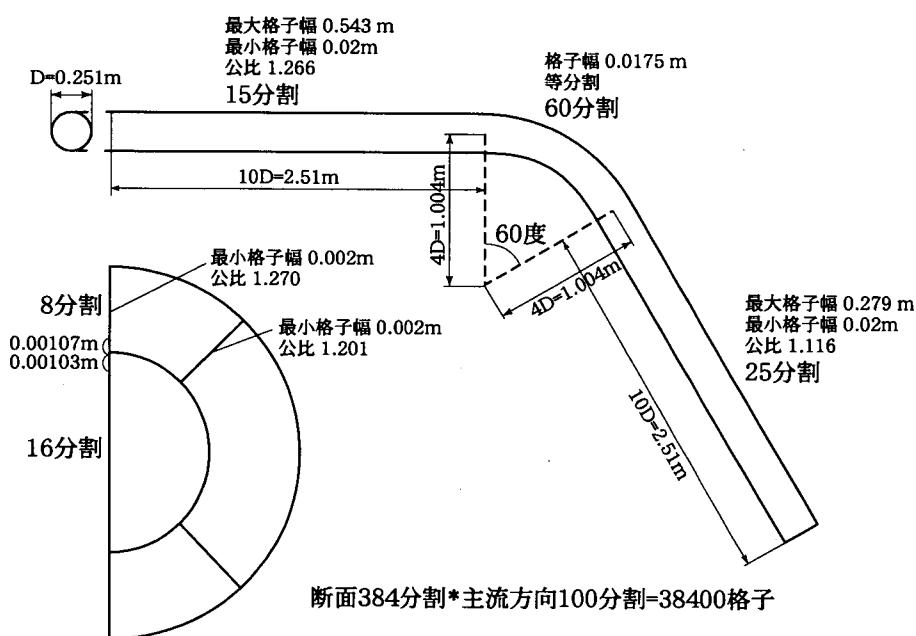
計算は、静止状態を初期条件とし、流れが定常流とみなせる状態に達した後、以下に述べる結果の整理を行った。以下に結果を述べる。

3.2.2 計算結果

本数値シミュレーションは、湾曲部の影響を把握するため実施したものであり、実験の忠実な再現を検討したものではない。すなわち、入口部や出口部については、影響がなくなるであろう遠方まで直管を延長させ、単純な計算モデルとしている。また、壁面摩擦についても特に実験値に合わせているわけではない。そこで、ここでの検討は、3.1で行ったと同様に、式(3.8)の ε に対し、実施することとした。なお、数値シミュレーションでは、入口部について再現しているわけではないので、 ε を求めるに当たり式(3.8)はそのままでは用いることができない。 ε は、圧力降下量を貯水池での全水頭に対する降下量ではなく、湾曲部上流端断面での全水頭に対する降下量と定義して求めることができる。この場合、式



Case 1 (分割数 15,000)



Case 3 (分割数 38,400)

図-3.32 格子分割例

(3.9)の計算値 c_{d0} は、 f_e を省略しかつ l の始点を湾曲部上流端断面として定義したものとして計算される。

図-3.33、34に数値シミュレーションでの ε を実験値と比較して示す。図-3.33は $\alpha = 0$ 度で管径及び R/D を変化させたケースである。まず、管径の影響についてCase 1とCase 2を比較すると、上、側、下面

計算値		実験値		D (cm)	R / D
——	Case 1	○	RUN 1-2	3	9
-----	Case 2	●	RUN 6-3	25.1	9
-----	Case 3	●	RUN 4-3	25.1	4

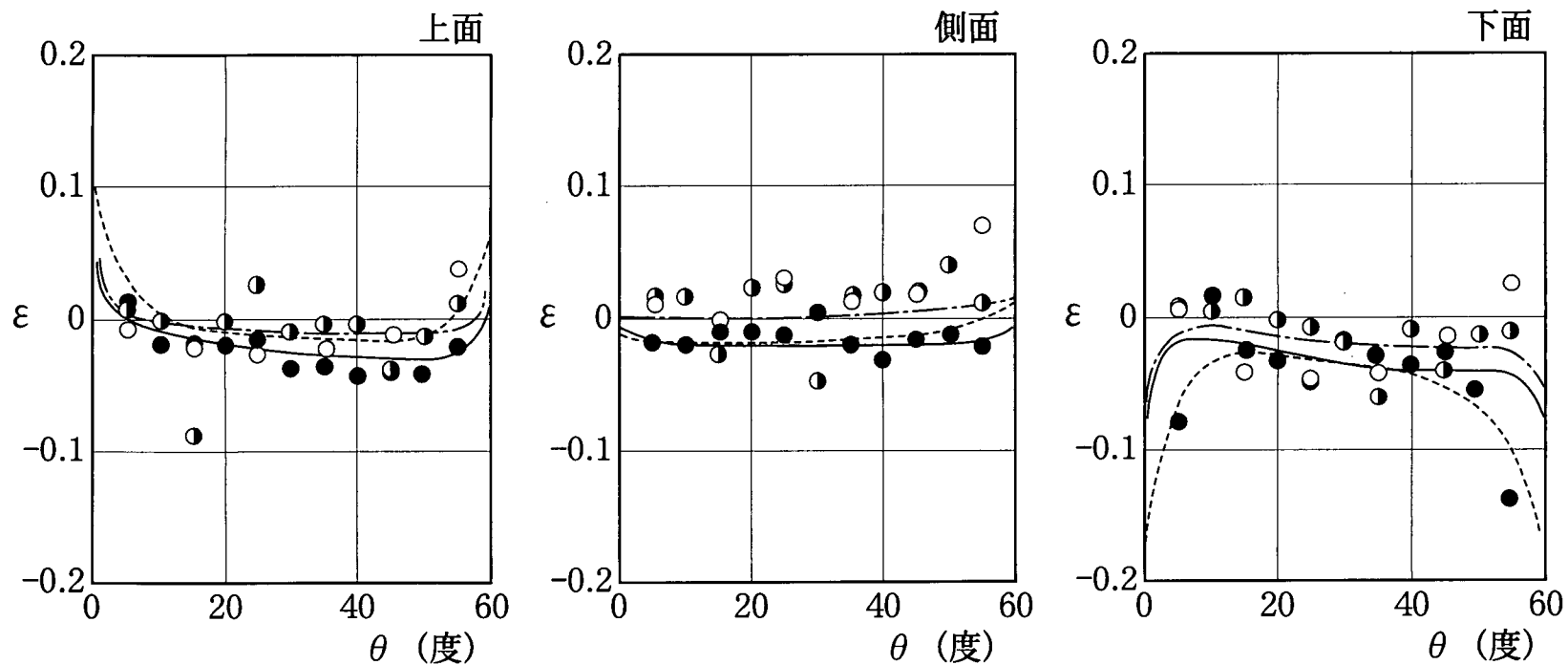


図-3.33 計算の ε ($\alpha = 0^\circ$)

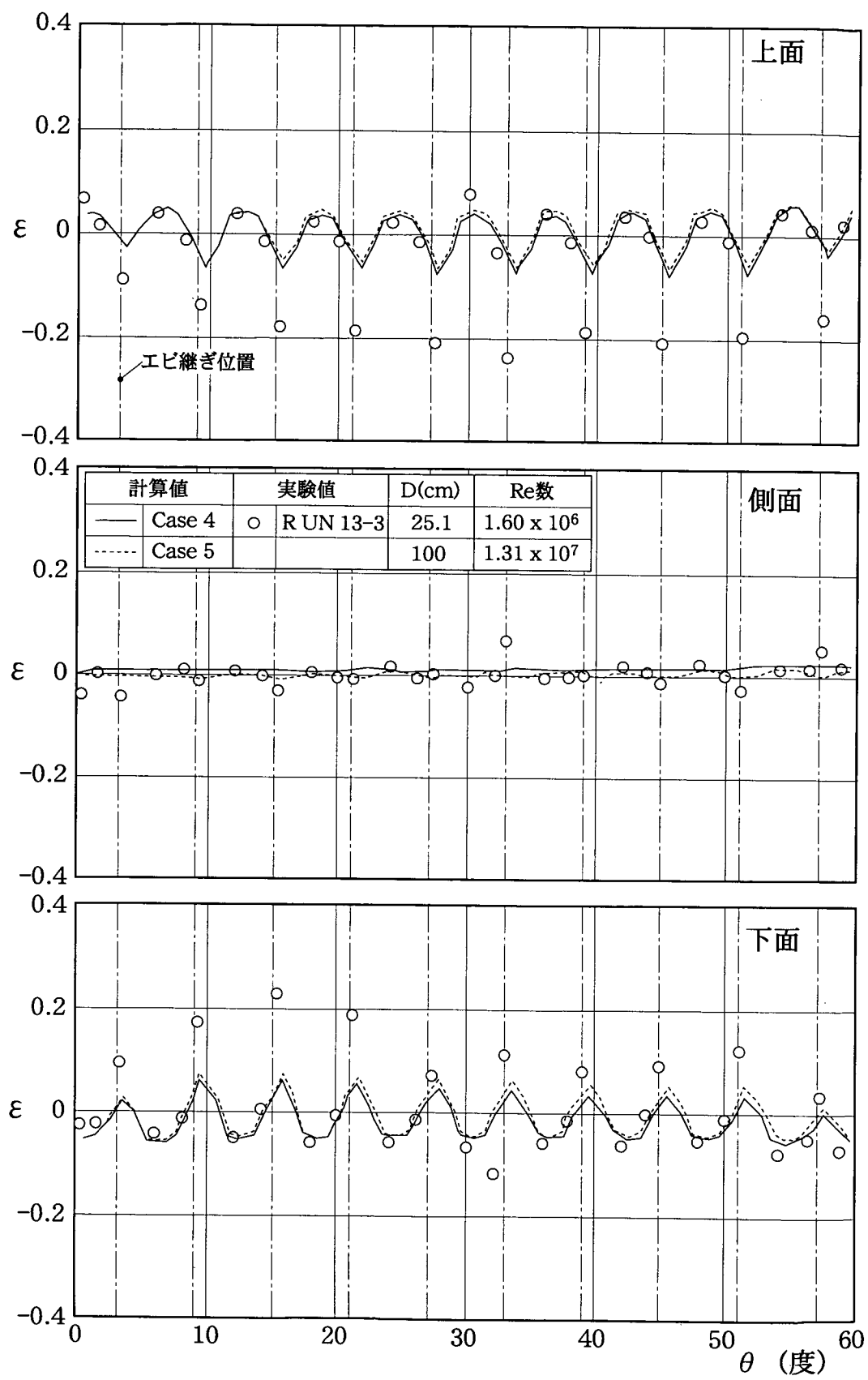


図-3.34 計算の ϵ ($\alpha = 6^\circ$ 、 $R/D = 9$)

とも全体に管径の小さいCase 1が下方、つまり圧力が大きい傾向にあり、実験値の傾向とも概ね一致している。ただし、実験値で $D=3.0\text{cm}$ のケースでみられた、圧力降下係数の分布形が上に凸になる傾向、つまり、下流に行くに従って各測線の圧力が降下する傾向については、上、側面にみられるのみであり、実験での傾向とは必ずしも一致していない。特に下面における実験値と計算値の分布形はかなり異なっている。この原因については明らかではないが、模型がかなり小さいことから模型製作上の精度も問題になるものと思われる。

R/D を変化させたCase 2とCase 3の比較によれば、側面、下面で差が比較的大きく、 R/D が小さいほど ε が小さく圧力が上昇する傾向がみられている。これは、実験値と同様の傾向である。ただし、実験では、上面においても $R/D=4$ のケースが9よりもやや下方にくる傾向がみられている。圧力降下が問題となる下面の状況をみれば、3.1に示したと同様に、 R/D が大きいほど下流に行くに従って ε が小さくなる傾向が顕著になっている。計算値によれば上流側においても同様の影響がみられている。実験での側点数は少なく、余り明確には示されていないが、計算値との比較によれば、実験値でもこのような傾向が捉えられているようである。計算によりこうした傾向が明らかにされたといつてよいであろう。

図-3.34はエビ継ぎ管の場合を示したものである。実験での測点②、③について、計算値と実験値はよい一致をみており、エビ継ぎ管間の圧力分布は中央測点である測点②において、上面では下に凸な、下面では上に凸な極値をもつことが分かる。また、上、下面の測点③は丁度 $\varepsilon=0$ となるような点に位置しており、エビ継ぎ間の圧力分布は余り一定でない、実測点を直線で結んだような、変化する分布形を示すことが推察される。その意味で、実験での測点の設定は妥当であったといえることができる。エビ継ぎ屈折部直下流の測点①については、上面で ε が小さく、下面で大きいという傾向は一致するものの、絶対値はかなり異なっている。屈折部の影響はかなり局所的な流れとして表現する必要があるものと思われる。今後の検討課題としたい。なお、先にも示したように、 $D=25\text{cm}$ と 100cm の結果にほとんど差はみられておらず、本実験結果を原型値に適用しても問題ないものと思われる。

4. 水理設計と水理模型実験

4.1 水理設計

4.1.1 壁面作用圧力の検討条件と推定方法

ここでは、3.での基礎的検討結果をもとに、圧力的に安全な放流管の水理設計を行う。ただし、基本的な考えは、本検討に先立って別途実施されている原案の設計形状に従うものとした。ここでは、原案形状の詳細には立ち至らないが、1.に示した基本条件のもと作成されたものであり、2.に示した新設放流管提案形状の堤体内通過部の管設置を水平としている。また、上流側湾曲部のR/Dは、9ブロック放流管で9.2、10ブロック放流管で10.5である。

原案の作成では、制限水位においてゲート全開時の想定最大放流量において圧力的に安全なよう設計されている。ここに、最大放流量は管のマニングの粗度係数の最小値として $0.01\text{m}^{1/3}/\text{s}$ を採用した場合の放流量で、管内流速は 24.5m/s として設定されている。壁面作用圧力は、堤体内通過部の水平部から湾曲して下方に向かう部分において、最も厳しいものと推定され、3.で示した入口損失、摩擦損失及び遠心力による圧力降下を考慮して計算されている。上流側湾曲部上流端付近において最も厳しいと考えられるのは、曲がりによる圧力降下が懸念される一方、標高が高く、貯水池からの圧力の作用が期待できないことによる。

本水理設計検討においても、検討条件は原案と同様に考えた。即ち、

- 1) 圧力検討対象位置：上流湾曲部上流端付近
- 2) 貯水位：制限水位（8月15日～9月30日） EL.575m
- 3) 管径：ブロック内の可能最大値である3.8m

を条件に、3.1.2gでみたように、壁面作用圧力が正圧になるよう設計を行うこととする。

本放流管は、管径が大きくエビ継ぎ管として製作されることが予想される。エビ継ぎ管の壁面作用圧力は、式(3.1)、(3.8)及び図-3.25を用いて推定することができる。ここで、図-3.25に示した ϵ は貯水位の異なる実験値の平均値であり、ここでは、設計の手戻りが生じないよう安全をみて全実験値のうち大きな値を包絡した直線を考えることとした。図-4.1に圧力が降下する下面全データのプロットとその包絡直線を示す。R/D=9の場合、包絡直線は次式で表される。

$$\epsilon_{\max}=0.0433\alpha \quad (4.1)$$

3.1.2dに示したように、R/D=9では2次流の壁面作用圧力への影響はほとんどなく、これより大きなR/Dにおいても、 $\epsilon_{\max}$ と α の関係は余り変化しないことが推察される。また、これより小さいR/Dでは、2次流の影響で $\epsilon_{\max}$ も小さくなることが予想され、上式を用いて推定すればより安全側の設計形状を得ることができるものと考えた。式(4.1)を用いるものとする、圧力降下量は、式(3.1)、(3.8)より水頭表示で次式で計算される。

$$\Delta p/\gamma = \{f_e + f \ell / D + (R/r)^2 + 0.0433\alpha\} \cdot (v_m^2/2g) \quad (4.2)$$

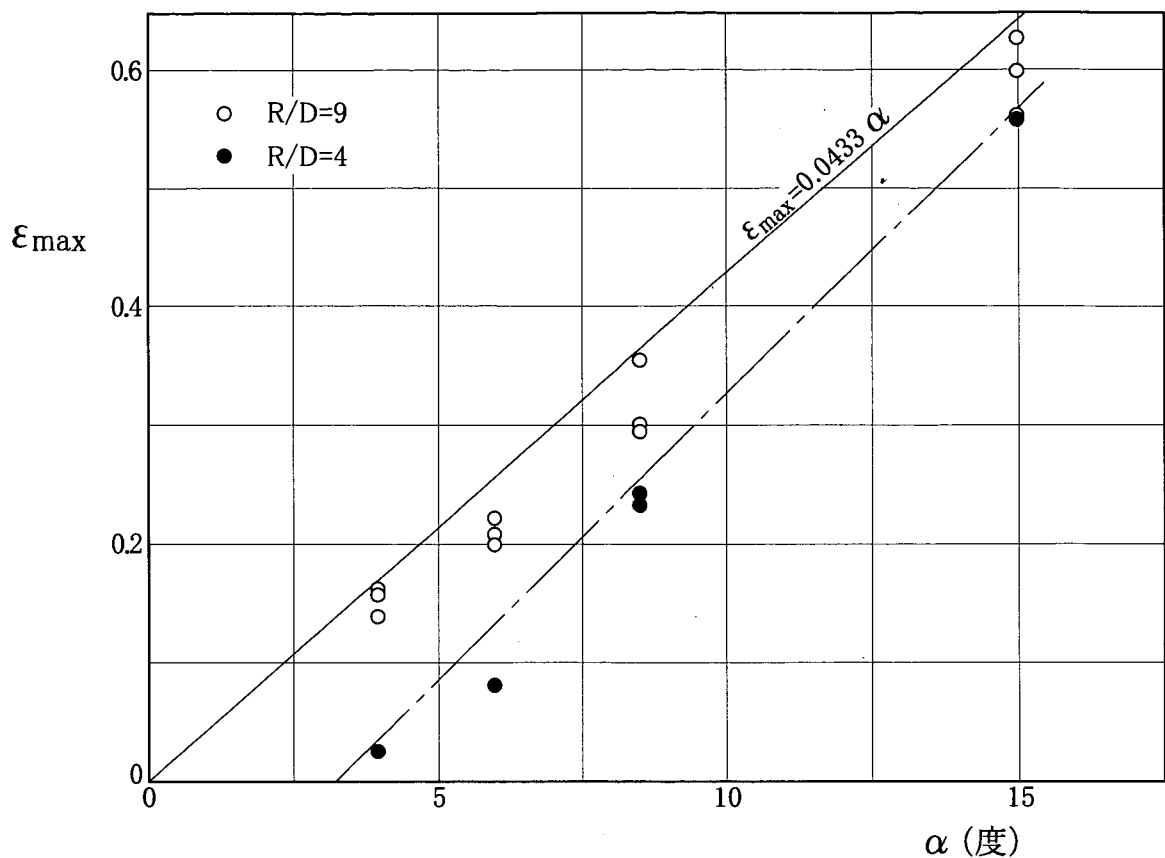


図-4.1 ϵ_{max} と α 、 R/D の関係（全データ）

4.1.2 壁面作用圧力の推定と水理設計案の作成

式（4.2）において、原案検討での値を用いると、入口損失係数 f_e 及び摩擦損失係数 f は、

$$f_e = 0.01$$

$$f = 2gn^2 (4^{4/3}/D^{1/3}) = 0.007975 \quad (n = 0.01\text{m}^{1/3}/\text{s相当})$$

であり、上流湾曲部上流端での ℓ は、

$$9 \text{ ブロック放流管} \quad \ell = 70.96\text{m}$$

$$10 \text{ ブロック放流管} \quad \ell = 55.96\text{m}$$

である。 ϵ_{max} が上流湾曲部上流端で生じるものと近似し、これらを用いて求められる圧力降下水頭 $\Delta p/\gamma$ と R/D 、 α の関係を表-4.1に示す。堤体内通過部での水平管を想定し、管入口標高を下限のEL538.0m、管径を最大径3.8mとすると、制限水位（8月15日～9月30日）EL.575.0mでの放流において許容できる圧力降下量は、

$$575.0 - 538.0 + 1.8 = 38.9\text{m}$$

である。表-4.1からは、この圧力条件を満足する結果が得られていない。 R/D に対する圧力降下量の変化から考えて、現実的な α 、 R/D の範囲では上記条件を満足する結果を得るのは困難と考えられる。なお、当然のことながら、原案検討において遠心力を配慮されていたにも拘らず上記結果となったのは、エビ継ぎ管の影響によるものである。

表-4.1 湾曲部上流端の圧力低下量の試算

9ブロック

R/D	α (度)				
	3	4	5	6	7
8	42.87	44.20	45.52	46.85	48.17
9	42.26	43.58	44.91	46.24	47.56
10	41.75	43.08	44.41	45.73	47.06
11	41.33	42.66	43.98	45.31	46.63
12	40.96	42.29	43.61	44.94	46.27
13	40.64	41.96	43.29	44.62	45.94

10ブロック

R/D	α (度)				
	3	4	5	6	7
8	41.84	43.16	44.49	45.81	47.14
9	41.21	42.54	43.87	45.19	46.52
10	41.70	42.03	43.35	44.68	46.01
11	40.27	41.59	42.92	44.27	45.57

ところで、原案検討においてはゲート全開にて $n=0.01$ での流量を対象にしており、これは、設計条件である $250\text{m}^3/\text{s}$ に対し、余裕のある流量($277\text{m}^3/\text{s}$)が対象になっていることを意味する。一方、表-4.1から分かるように、必要な圧力水頭の増加量は数m程度であり十分対処可能と考えられた。そこで、ここでは原案設計時に考えられたと同様の安全性を見込むものとし、上記結果をもとに水理設計上の対処措置を講じることとした。具体的には、R/D及び従来は必ずしも指定されていなかった α を規定するとともに、湾曲部上流端標高を下げることにした。この場合、入口標高は、施工上下げることは好ましくないと考えられることから、入口標高はそのまま管軸を傾斜させることとし、表-4.1の結果及び放流管の製作可能性、傾斜管の施工性を考慮し、水理設計の方針として、

- 1) エビ継ぎ管の中心角度を4度程度以下とする。
- 2) 湾曲部上流端標高を入口標高に対し、3.5m程度下げる。

案を採用した。このとき、R/Dは、9ブロック放流管で12、10ブロック放流管で10となる。

以上の検討結果を踏まえて作成した水理設計案が、2.に示した提案形状である。本形状において、再度EL.575.0mでの壁面作用圧力水頭の試算を行うと、

9ブロック放流管	上流湾曲部	0.97m
	下流湾曲部	13.89m
10ブロック放流管	上流湾曲部	0.19m
	下流湾曲部	8.68m

であり、正圧が得られていることから、水理模型実験に供することとした。

4.2 水理模型実験

4.2.1 実験概要

実験は、図-2.1に示した水理設計案形状の透明アクリル樹脂性模型を、土木研究所ダム水理実験施設内の高水槽（高さ4m×幅2m×長さ6m）側方に設けられた取り付け口に設置して実施した。模型管径は基礎的実験で主として用いた25.1cmであり、模型縮尺は1/15.139である。

実験ケースを表-4.2に示す。ケース1は、通常の放流管抽出実験であり、貯水位とゲート開度・放流量の関係、壁面作用圧力、放流水脈流況の各項目について調査した。エビ継ぎ管路部の壁面作用圧力は、基礎的実験と同様にエビ継ぎ直下流、エビ継ぎ管中央（上流端から区間長の1/2位置）、下流（上流端から区間長の5/6位置）の3測点としたが、断面内の測点数については、湾曲軸が鉛直でない場合もあり必要に応じ増加させている。

ケース2、3は湾曲部の曲がりによる損失を抽出するため実施したものであり、測定はゲート全開を対象としている。湾曲部の曲がりによる損失を抽出したのは、本検討の対象とした放流管の管長が長く、模型実験で通常用いられるフルードの相似則のみによる原型換算では問題があると考えたことによる。摩擦損失は、壁面作用圧力、放流量の両者に影響するものであるが、曲がりによる損失の抽出は、放流量の補正において必要になる。以下、3.2.2では壁面作用圧力測定結果について、3.2.3では放流量調査結果について摩擦損失の補正を含めて分析・整理する。

なお、ケース1～3の測定データについては、巻末資料に示してある。巻末資料では、フルードの相似則によりそのまま原型換算した値を示してあるので注意が必要である。

4.2.2 壁面作用圧力（正圧維持のための放流量制限）

a. 壁面作用圧力分布特性と問題点

図-4.2に実験により求められた壁面作用圧力分布例を示す。図では、ベルマウス部、上流湾曲部及び下流湾曲部に分けて示してあるが、各部において圧力的に問題になるのは、下に凸な分布形状をしている部分であり、ベルマウス終端付近、上流湾曲部及び下流湾曲部の上流から3～4番目のエビ継ぎ管接

表-4.2 模型実験ケース

ケース	形 状	計 測 事 項		目 的
		9ブロック放流管	10ブロック放流管	
1	水理設計案	・貯水位と放流量・ ゲート開度の関係 ・壁面作用圧力	同 左	水理設計案の水理特性 調査
2	水理設計案で上流湾 曲部を同延長の直管 としたもの	・貯水位と放流量の 関係(ゲート全開) ・直管部作用圧力	同 左	上流湾曲部の曲がりによる 損失の抽出
3	直管+ゲート部	貯水位と放流量の関係（ゲート全開） 直管部作用圧力		下流湾曲部の曲がりによる 損失の抽出

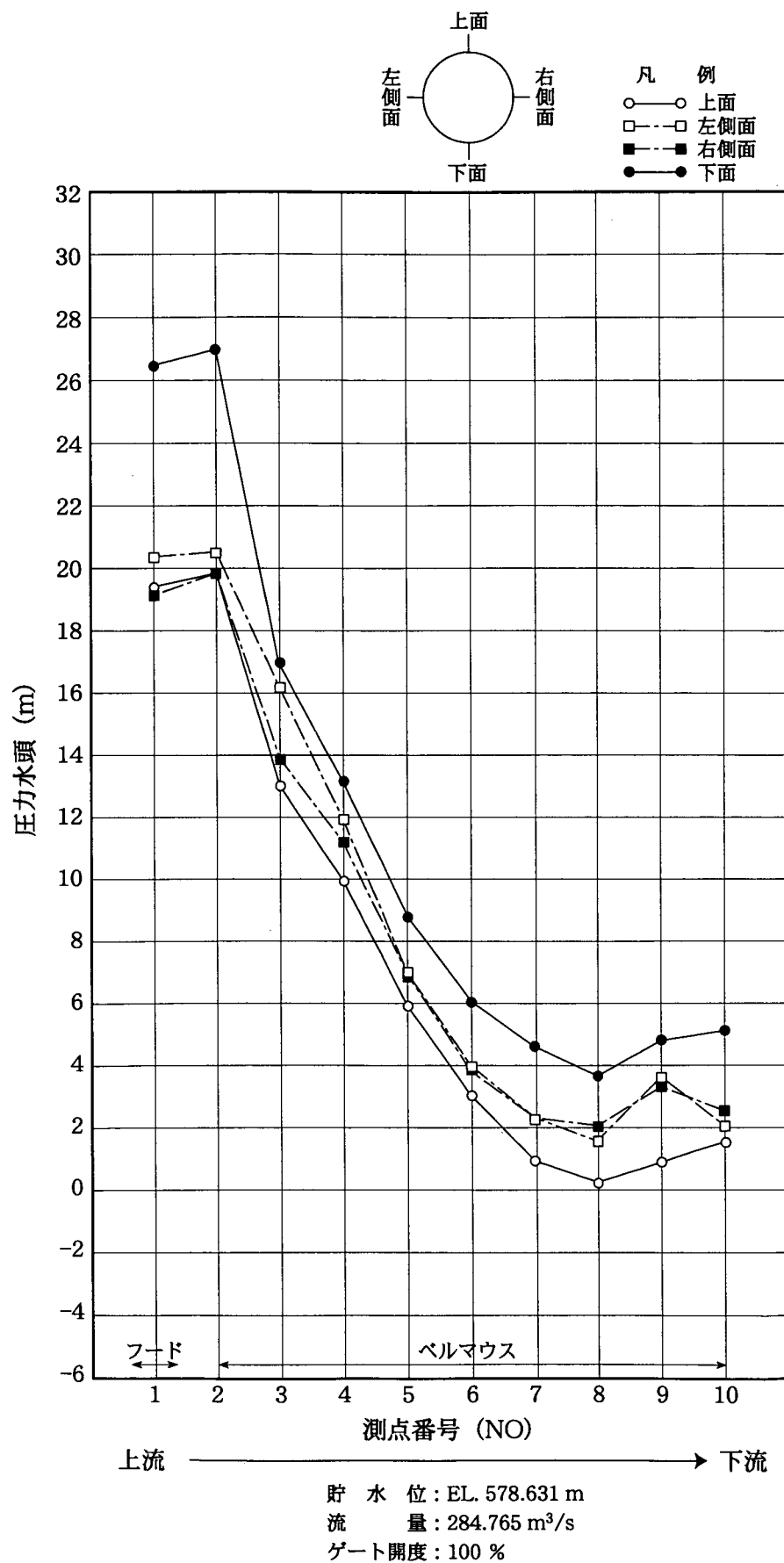


図-4.2a 壁面作用圧力分布例 (ベルマウス部)

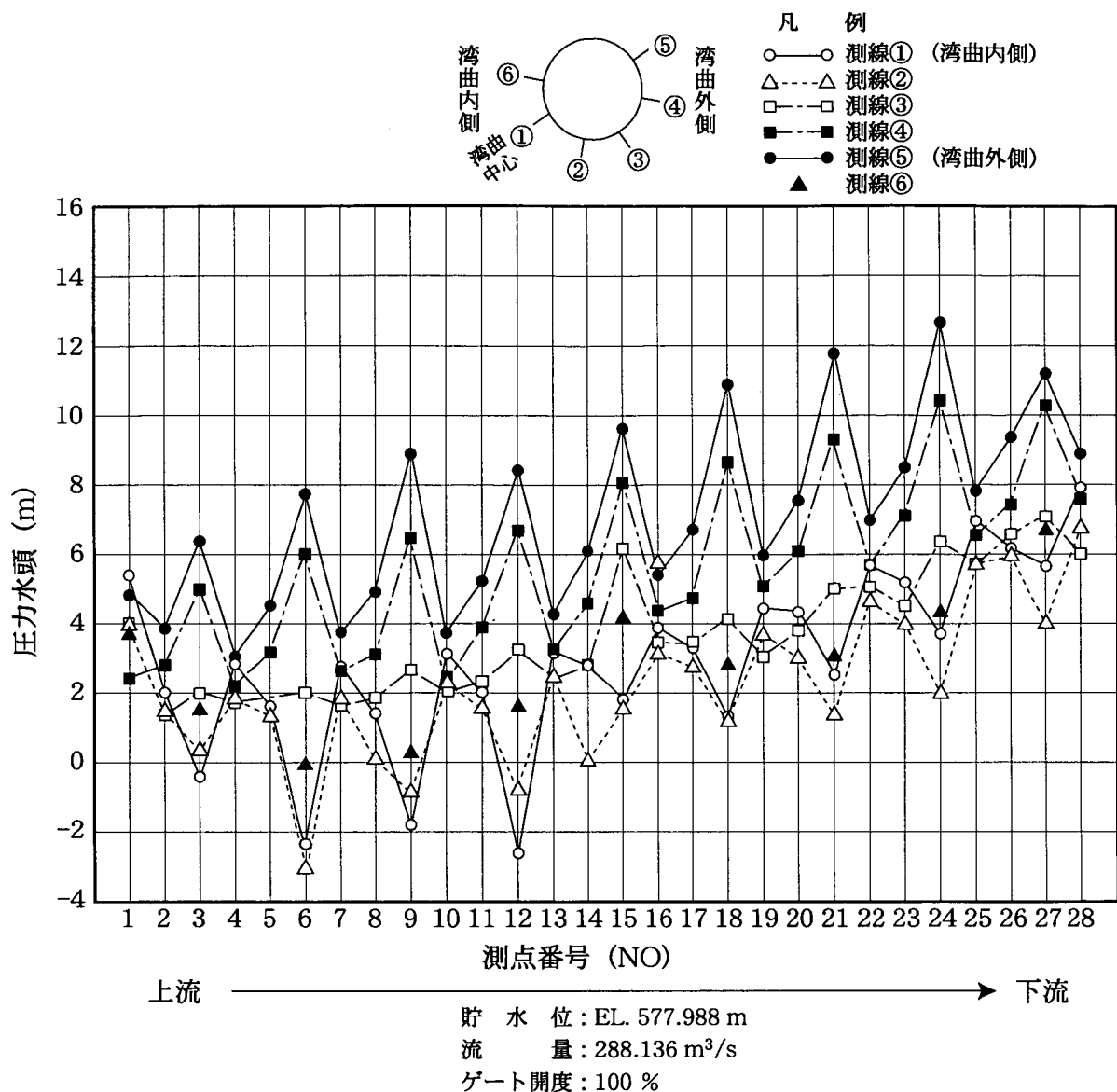


図-4.2b 壁面作用圧力分布例 (9ブロック (右岸側) 上流湾曲部)

続部直下流において圧力降下が大きいことが分かる。図は、9ブロック (右岸側) 放流管の例であるが、10ブロック (左岸側) 放流管も同様の特性を示しており、壁面作用圧力はこれら圧力降下の大きい箇所に着目して検討すれば良い。なお、図示した例は、実験値をフルードの相似則によりそのまま原型換算したものであり、先に述べたように、原型での壁面作用圧力を検討するためには、摩擦損失に関する補正が必要である。

ところで、例では、湾曲部において比較的大きな負圧が生じているが、これは設計での設定に比べ、実験での放流量がかなり大きかったことに主たる原因がある。即ち、ゲート全開放流では放流量が大きすぎ、壁面作用圧力を正圧で維持するためには放流量に制約が生じる結果となっている。

以上の結果を踏まえ、以下に、摩擦損失に関する補正も含め、正圧を維持するための放流量条件について検討する。

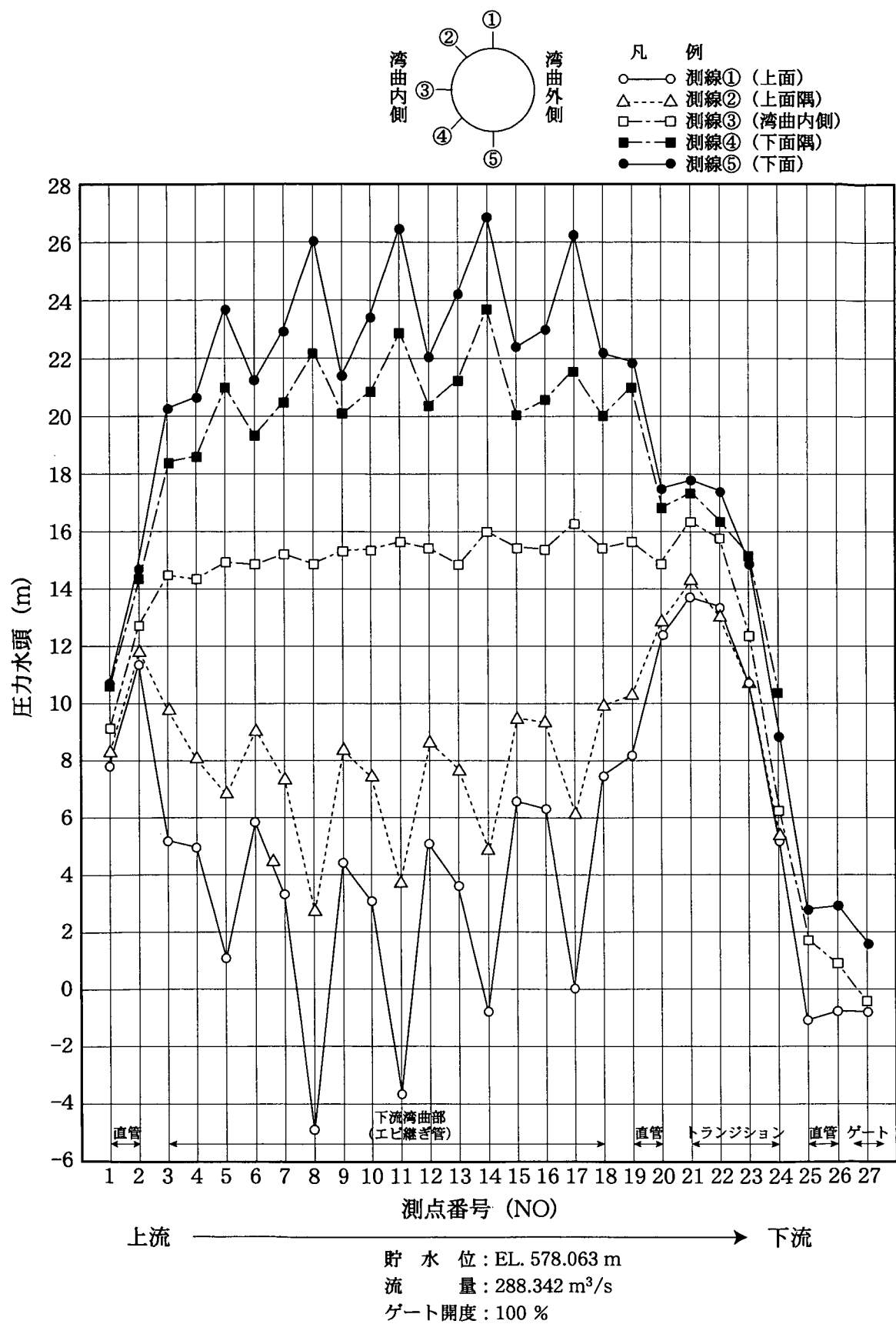


図-4.2c 壁面作用圧力分布例 (9ブロック (右岸側) 下流湾曲部～ゲート)

b. 原型の壁面作用圧力の推定方法

3.1.2bに述べたように、放流管の圧力特性は、式(3.1)に示した圧力降下係数により表される。このうち、右辺分子の圧力降下量は、本放流管の場合

$$\begin{aligned} \text{圧力降下量} &= H - (p/\gamma + z) \\ &= v_m^2/2g + \Delta h_e + \Delta h_w + \Delta h_f + p_e/\gamma + z \end{aligned} \quad (4.2)$$

として表すことができる。ここに、 Δh_e ：入口損失水頭、 Δh_w ：湾曲による損失水頭、 Δh_f ：摩擦による損失水頭、 p_e/γ ：局所的な圧力変化（水頭）である。右辺第2項のうち、 Δh_e 、 Δh_w 及び p_e/γ は管形状に起因するものであり、ある程度以上のRe数であれば、これらを $v_m^2/2g$ で除した係数はほぼ一定になることが知られている。実験でのRe数は十分大きいRe数であり、原型においても模型と同様の値となるものと考えてよいであろう。このことは、3.でも確認した。したがって、模型値の原型値への換算に当たって補正が必要なのは摩擦損失であり、補正の上フルードの相似則の適用が可能である。

補正は、次の手順で実施した。

- ① 模型において、圧力降下量から摩擦損失分を取り除いて圧力降下係数 C_d' を求める。
- ② ①の C_d' を用いて、フルード則により原型での圧力降下量を求める。
- ③ ②の圧力降下量に原型での摩擦損失水頭を加え原型での圧力降下量とする。

模型、原型での値をそれぞれサフィックスm、Pで表すものとする、 C_d' 及び原型のピエゾ水頭は次式により求められる（図-4.3参照）。

$$C_d' = \frac{H_m - \Delta h_{f_m} - (p/\gamma + z)_m}{v_{m^2}/2g} \quad (4.3)$$

$$(p/\gamma + z)_p = H_p - \Delta h_{f_p} - C_d' v_{mp}^2/2g \quad (4.4)$$

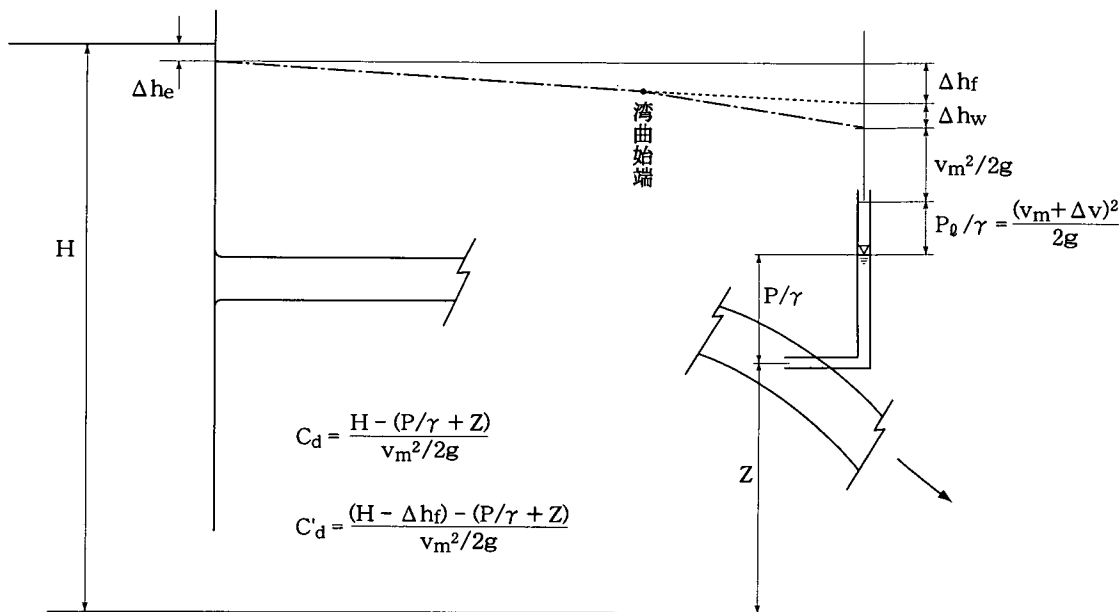


図-4.3 C_d 関係諸元説明図

なお、流下距離が短く、急激な加速流領域であるベルマウス部については、摩擦損失の影響は小さいので無視でき、模型実験値のフルード則による原型値換算が可能である。

c. Cd'の算定

模型の摩擦損失係数 f ($=iD/(v_m^2/2g)$)、 i : エネルギー勾配、 D : 管径) は表-4.2のケース 2 の直管部のピエゾ水頭データ (断面平均値、表-4.3参照) を最小自乗法にて直線近似して求めた。結果を表-4.4に示す。 f は0.0132~0.0135の値をとっており、平均値は0.0133である。以下の計算ではこの値を用いることとする。なお、マンニングの粗度係数 n を用いると、

$$n = \sqrt{fR^{4/3}/2gD}$$

であり、 $f=0.0133$ の値は、原型でのマンニングの粗度係数0.0129に相当する。これは、鋼管として想定した $n=0.011\sim0.014$ の中間的な値となっている。また、摩擦損失の計算では同時に入口損失が求められ、平均値0.055 が得られた。後の放流量の計算ではこの値を用いている。

上記 f 値を用い、上下流湾曲部において最小の壁面作用圧力が発生する位置に対し、 Cd' を求めた結果が表-4.5である。実験の圧力調査はゲート全開にて3貯水位に対し実施しており、上、下流湾曲部とも最低圧力発生位置は貯水位に関係なく同じ位置に現れている。また、その値も貯水位によらずほぼ一定であることが分かる。

d. 正圧を確保するための最大放流量の算定

壁面作用圧力は式 (4.4) より計算することができる。マンニングの粗度係数を用いると Δhf は、

$$\Delta hf = n^2 v_m^2 \ell / R^{4/3}$$

であり、壁面作用圧力を正圧にする条件は、 $p/\gamma \geq 0$ より、

$$H - z - v_m^2 (Cd'/2g + n^2 \ell / R^{4/3}) \geq 0 \quad (4.5)$$

により得られる。流量に3%程度の余裕をみるものとする、ある H に対する可能最大放流量 Q_{max} は、

$$\begin{aligned} v_{max} &= Q_{max} / (\pi D^2 / 4) \\ &\leq 0.97 \sqrt{(H - z) / (Cd'/2g + n^2 \ell / R^{4/3})} \end{aligned} \quad (4.6)$$

にて計算される。上式において、 Q は厳密には n の関数となるが、後に述べるように n が Q に与える影響は比較的小さい。ここでは、 Q は n によらないものとし、鋼製放流管の $n=0.011\sim0.014$ より安全を見て圧力降下量が大きく算定される $n=0.014$ とする。また、表-4.5の結果を参考に、やや安全をみて Cd' を設定し、各部毎に壁面作用圧力が正圧となる可能最大放流量と貯水位の関係を求めたのが表-4.6である。なお、ベルマウス部については、ベルマウス部ではダム・堰基準と同じ $Cd=1.14$ の値が得られており、この値を用いるとともに摩擦損失の影響は無視して計算した。

表-4.6において、網かけは、各部の可能最大放流量のうち最小の流量を表している。網かけの流量が、

表-4.3a ケース 2 直管部のピエゾ水頭分布 (模型値)

9 ブロック (右岸側) 放流管

RUN 1

貯水位: 2.692m (放流管入口基準)

 $Q = 0.2938 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2638	0.7712	0.7592	0.7692	0.7665
1.5229	0.6632	0.6592	0.6592	0.6605
2.5302	0.5147	0.5152	0.5362	0.5520
3.7605	0.4352	0.4222	0.4452	0.4342
3.8709	0.4252	0.4427	0.4297	0.4325
4.0843	0.4092	0.4127	0.4208	0.4142
4.2978	0.3572	0.3887	0.4037	0.3832
4.5112	0.3842	0.3612	0.3617	0.3690
4.7247	0.3742	0.3437	0.3557	0.3579
4.9373	0.3207	0.3407	0.3172	0.3262
5.1508	0.2130	0.3047	0.2987	0.2721
5.3642	0.2621	0.2917	0.2867	0.2802
5.5777	0.2570	0.2807	0.2567	0.2648

ピエゾ水頭 $= 0.7934 - 0.09565 \times \text{入口からの距離}$ $R = -0.9956$

RUN 2

貯水位: 2.352m (放流管入口基準)

 $Q = 0.2781 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2638	0.6231	0.6177	0.6192	0.6200
1.5229	0.5282	0.5242	0.5222	0.5249
2.5302	0.3952	0.3988	0.4127	0.4022
3.7605	0.3227	0.3107	0.3312	0.3215
3.8709	0.3142	0.3297	0.3167	0.3202
4.0843	0.2992	0.3007	0.3102	0.3034
4.2978	0.2502	0.2737	0.2872	0.2704
4.5112	0.2702	0.2462	0.2557	0.2574
4.7247	0.2672	0.2447	0.2507	0.2542
4.9373	0.2170	0.2348	0.2182	0.2233
5.1508	0.2147	0.2087	0.2042	0.2092
5.3642	0.1622	0.1977	0.1902	0.1834
5.5777	0.1572	0.1845	0.1612	0.1676

ピエゾ水頭 $= 0.6409 - 0.08447 \times \text{入口からの距離}$ $R = -0.9973$

RUN 3

貯水位: 2.022m (放流管入口基準)

 $Q = 0.2621 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2638	0.4907	0.4862	0.4937	0.4902
1.5229	0.4027	0.3972	0.3937	0.3979
2.5302	0.2780	0.2838	0.2977	0.2865
3.7605	0.2172	0.2058	0.2247	0.2159
3.8709	0.2077	0.2242	0.2122	0.2147
4.0843	0.1957	0.2002	0.2047	0.2002
4.2978	0.1542	0.1722	0.1767	0.1677
4.5112	0.1702	0.1467	0.1537	0.1569
4.7247	0.1622	0.1392	0.1507	0.1507
4.9373	0.1257	0.1373	0.1182	0.1271
5.1508	0.1157	0.1122	0.1037	0.1105
5.3642	0.0752	0.1032	0.0957	0.0914
5.5777	0.0747	0.0937	0.0687	0.0790

ピエゾ水頭 $= 0.5059 - 0.07684 \times \text{入口から距離}$ $R = -0.9972$

表-4.3b ケース 2 直管部のピエゾ水頭分布 (模型値)

10ブロック (左岸側) 放流管

RUN 1

貯水位: 2.852m (放流管入口基準)

 $Q = 0.29918 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2934	0.8543	0.8428	0.8573	0.8515
1.3007	0.7947	0.7727	0.7897	0.7857
2.2568	0.6558	0.6808	0.6803	0.6723
3.0514	0.5718	0.5973	0.6063	0.5918
3.1010	0.5783	0.5513	0.5692	0.5663
3.4273	0.5468	0.4758	0.5412	0.5213
3.6129	0.5233	0.5383	0.5188	0.5268
3.7976	0.5097	0.4892	0.5192	0.5060
3.9824	0.5013	0.4847	0.5093	0.4984
4.1680	0.5048	0.4912	0.4898	0.4953
4.3527	0.4287	0.4352	0.4743	0.4461
4.5393	0.4603	0.4581	0.4563	0.4582
4.7230	0.4453	0.4412	0.4143	0.4336
4.9078	0.4153	0.4177	0.4293	0.4208
5.0933	0.4138	0.3521	0.3857	0.3839

ピエゾ水頭 = $0.8873 - 0.09791 \times \text{入口からの距離}$
 $R = -0.9937$

RUN 2

貯水位: 2.5097m (放流管入口基準)

 $Q = 0.2835 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2934	0.7098	0.7052	0.7108	0.7086
1.3007	0.6562	0.6393	0.6527	0.6494
2.2568	0.5383	0.5588	0.5573	0.5515
3.0514	0.4558	0.4823	0.4918	0.4766
3.1010	0.4648	0.4472	0.4568	0.4563
3.4273	0.4383	0.3763	0.4303	0.4150
3.6129	0.4163	0.4307	0.4128	0.4199
3.7976	0.4052	0.3861	0.4167	0.4027
3.9824	0.3918	0.3807	0.3998	0.3908
4.1680	0.3998	0.3797	0.3853	0.3883
4.3527	0.3328	0.3402	0.3643	0.3458
4.5393	0.3588	0.3601	0.3497	0.3562
4.7230	0.3433	0.3406	0.3133	0.3324
4.9078	0.3132	0.3172	0.3307	0.3204
5.0933	0.3118	0.2727	0.2878	0.2908

ピエゾ水頭 = $0.7425 - 0.08807 \times \text{入口からの距離}$
 $R = -0.9947$

RUN 3

貯水位: 2.182m (放流管入口基準)

 $Q = 0.2672 \text{ m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2934	0.5838	0.5778	0.5878	0.5831
1.3007	0.5342	0.5158	0.5282	0.5261
2.2568	0.4243	0.4423	0.4412	0.4359
3.0514	0.3488	0.3718	0.3848	0.3685
3.1010	0.3593	0.3413	0.3497	0.3501
3.4273	0.3348	0.2818	0.3262	0.3143
3.6129	0.3143	0.3278	0.3188	0.3203
3.7976	0.3102	0.2907	0.3188	0.3066
3.9824	0.2962	0.2837	0.3007	0.2935
4.1680	0.2973	0.2836	0.2878	0.2896
4.3527	0.2377	0.2452	0.2743	0.2524
4.5393	0.2682	0.2646	0.2613	0.2647
4.7230	0.2498	0.2492	0.2238	0.2409
4.9078	0.2248	0.2292	0.2373	0.2304
5.0933	0.2238	0.1846	0.2028	0.2037

ピエゾ水頭 = $0.6106 - 0.07943 \times \text{入口から距離}$
 $R = -0.9945$

表-4.4 ケース2での入口損失および摩擦損失（模型値）

	右岸放流管			左岸放流管		
	RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 1	RUN 2	RUN 3
① 貯水位 H (m)	2.692	2.352	2.022	2.852	2.510	2.182
② 流量 Q (m³/s)	0.2938	0.2781	0.2621	0.2992	0.2835	0.2672
③ 管径 D (m)	0.251					
④ 速度水頭 $v^2/2g$ (m)	1.799	1.612	1.432	1.865	1.675	1.488
⑤ 呑口総水頭 H _e (m)	2.592	2.253	1.937	2.753	2.417	2.098
⑥ 入口損失 Δh_e (m)	0.0998	0.0994	0.0846	0.0995	0.0924	0.0836
⑦ 入口損失係数 $f_e = \text{⑥}/\text{④}$	0.0555	0.0617	0.0591	0.0533	0.0552	0.0562
⑧ エネルギー勾配 i	0.09565	0.08447	0.07684	0.09791	0.08807	0.07943
⑨ 摩擦損失係数 $f = \text{⑧} * \text{③}/\text{④}$	0.01339	0.01316	0.01347	0.01318	0.01320	0.01340
⑩ レイノルズ数 $Re = vD/\nu$	149×10^4	141×10^4	133×10^4	152×10^4	144×10^4	136×10^4

当該貯水位に対する放流管全体としての制約流量となり、キャビテーション損傷やキャビテーション発生による流れの振動の発生を防止するため、運用は表-4.6に示す網かけの流量以下にて実施される必要がある。貯水位と放流量の関係図における、表-4.6の可能最大放流量は、図-2.2の破線に示した通りであり、斜線で影をつけた領域での放流は避ける必要がある。

表-4.6より放流量を制約する箇所は、貯水位の上昇に伴いベルマウス部、上流湾曲部、下流湾曲部の順に移っていくことが分かる。制限水位（8月15日～9月30日）El.575.0mにおける可能最大放流量は、9ブロック（右岸側）放流管1条で257m³/s、10ブロック（左岸側）放流管1条で258m³/sであり、250m³/sの放流条件を満足する。このときの平均流速 v_m は22.7m/sと設計時点の流速24.5m/sよりやや小さく、放流量の余裕は余りない。

なお、図-2.2から分かるように、EL.575.0mで250m³/s放流しているゲート開度における、これより上方の貯水位での放流量は可能最大放流量より小さく、制限水位上方においてゲート開度固定による操作を行っても圧力的な支障は生じない。ゲート全開操作が圧力的に許容されないことから、ゲート規模（幅）を若干縮小させることも可能であるが、これについては、本報告の検討対象範囲を超えるものである。本報告ではゲート規模については変更しないものとして以下の放流量の検討を実施した。

表-4.5 最低圧力発生位置の圧力降下係数（ケース 1：模型値）

		9ブロック（右岸側）放流管			10ブロック（左岸側）放流管		
		RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 1	RUN 2	RUN 3
上 流 湾 曲 部	① 貯水位 H (m: 呑口中心基準)	2.894	2.641	1.862	2.889	2.621	1.826
	② 流量 Q (m ² /s)	0.3328	0.3231	0.2909	0.3412	0.3272	0.2962
	③ 速度水頭 V ² /2g (m)	2.308	2.175	1.764	2.426	2.317	1.829
	④ 発生位置 (測線、測点番号)	測線 2、測点 6 湾曲内側、第 3 エビ継ぎ管上流端、原型EL. 532.716			測線 1、測点 8 湾曲内側、第 3 エビ継ぎ管上流端、原型EL. 531.525		
	⑤ 呑口からの距離 (m)	4.033			3.418		
	⑥ ピエゾ水頭 (m: 呑口中心基準)	-0.487	-0.551	-0.747	-0.705	-0.748	-0.952
	⑦ 実験の圧力降下量 p/γ+z (m)	3.381	3.192	2.609	3.594	3.369	2.778
	⑧ 摩擦損失水頭 Δh _f (m)	0.493	0.465	0.377	0.439	0.420	0.331
	⑨ 圧力降下係数 (Δh _f 無視) Cd'	1.251	1.254	1.265	1.300	1.273	1.338
	⑩ レイノルズ数 Re=vD/ν	169×10 ⁴	164×10 ⁴	148×10 ⁴	173×10 ⁴	166×10 ⁴	150×10 ⁴
		9ブロック（右岸側）放流管			10ブロック（左岸側）放流管		
		RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 1	RUN 2	RUN 3
下 流 湾 曲 部	① 貯水位 H (m: 呑口中心基準)	2.892	2.646	1.862	2.886	2.613	1.822
	② 流量 Q (m ³ /s)	0.3334	0.3233	0.2910	0.3413	0.3304	0.2965
	③ 速度水頭 V ² /2g	2.317	2.178	1.765	2.427	2.275	1.832
	④ 発生位置 (測線、測点番号)	測線 5、測点 7 湾曲内側、第 4 エビ継ぎ管上流端、原型EL. 517.720			測線 1、測点 7 湾曲内側、第 4 エビ継ぎ管上流端、原型EL. 519.63		
	⑤ 呑口からの距離 (m)	7.078			5.222		
	⑥ ピエゾ水頭 (m: 呑口中心基準)	-1.578	-1.661	-1.566	-1.517	-1.536	-1.545
	⑦ 実験の圧力降下量 p/γ+z (m)	4.469	4.307	3.428	4.402	4.149	3.367
	⑧ 摩擦損失水頭 Δh _f (m)	0.869	0.817	0.662	0.672	0.629	0.507
	⑨ 圧力降下係数 (Δh _f 無視) Cd'	1.554	1.602	1.567	1.537	1.547	1.562
	⑩ レイノルズ数 Re=vD/ν	169×10 ⁴	164×10 ⁴	148×10 ⁴	173×10 ⁴	168×10 ⁴	150×10 ⁴

表-4.6a 圧力を正圧とする最大流量と貯水位の関係

9ブロック（右岸側）放流管

流量 (m³/s)

貯水位 EL. m	ベルマウス部	上流湾曲部	下流湾曲部	貯水位 EL. m	ベルマウス部	上流湾曲部	下流湾曲部
	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 539.752	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 532.716	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 517.72		最低圧力発生位置 標高(EL. m) 539.752	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 532.716	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 517.72
	圧力降下係数 Cd=1.14	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.27	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.61		圧力降下係数 Cd=1.14	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.27	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.61
	入口からの距離 $\ell = 1.92\text{m}$	入口からの距離 $\ell = 61.06\text{m}$	入口からの距離 $\ell = 107.15\text{m}$		入口からの距離 $\ell = 1.92\text{m}$	入口からの距離 $\ell = 61.06\text{m}$	入口からの距離 $\ell = 107.15\text{m}$
540	22.7	106.6	162.3	570	250.9	241.1	247.1
1	51.0	113.7	165.9	1	255.0	244.3	249.4
2	68.4	120.3	169.3	2	259.0	247.5	251.7
3	82.2	126.6	172.9	3	263.0	250.6	254.0
4	94.0	132.7	176.0	4	266.9	253.7	256.3
5	104.5	138.4	179.3	5	270.8	256.8	258.5
6	114.0	143.9	182.5	6	274.6	259.8	260.7
7	122.8	149.2	185.6	7	278.4	262.8	263.0
8	131.0	154.4	188.7	8	282.1	265.7	265.1
9	138.7	159.4	191.7	9	285.8	268.6	267.3
550	146.0	164.2	194.7	580	289.4	271.5	269.5
1	153.0	168.9	197.7	1	293.0	274.4	271.6
2	159.6	173.4	200.6	2	296.5	277.2	273.7
3	166.0	177.8	203.4	3	300.0	280.0	275.8
4	172.2	182.2	206.3	4	303.4	282.8	277.9
5	178.1	186.4	209.0	5	306.8	285.5	280.0
6	183.9	190.5	211.8	6	310.2	288.2	282.1
7	189.4	194.6	214.5	7	313.5	290.9	284.1
8	194.9	198.6	217.2	8	316.8	293.6	286.1
9	200.1	202.4	219.8	9	320.1	296.3	288.1
560	205.3	206.3	222.4	590	323.3	298.9	290.1
1	210.3	210.0	225.0	1	326.5	301.5	292.1
2	215.2	213.7	227.6	※網かけ側が放流量の制約条件となる。			
3	219.9	217.3	230.1				
4	224.6	220.9	232.6				
5	229.2	224.4	235.1				
6	233.7	227.8	237.5				
7	238.1	231.2	240.0				
8	242.4	234.6	242.4				
9	246.7	237.9	244.7				

表-4.6b 圧力を正圧とする最大流量と貯水位の関係

10ブロック（左岸側）放流管

				流量 (m³/s)			
貯水位 EL. m	ベルマウス部	上流湾曲部	下流湾曲部	貯水位 EL. m	ベルマウス部	上流湾曲部	下流湾曲部
	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 539.752	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 531.525	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 519.63		最低圧力発生位置 標高(EL. m) 539.752	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 531.525	最低圧力発生位置 標高(EL. m) 519.63
	圧力降下係数 Cd=1.14	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.34	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.56		圧力降下係数 Cd=1.14	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.34	摩擦を無視した 圧力降下係数 Cd'=1.56
	入口からの距離 ℓ = 1.92m	入口からの距離 ℓ = 51.75m	入口からの距離 ℓ = 79.05m		入口からの距離 ℓ = 1.92m	入口からの距離 ℓ = 51.75m	入口からの距離 ℓ = 79.05m
540	2.7	113.8	160.1	570	250.9	242.4	251.7
1	51.0	120.3	164.0	1	255.0	245.6	254.2
2	68.4	126.5	167.8	2	259.0	248.6	256.7
3	82.2	132.4	171.5	3	263.0	251.7	259.1
4	94.0	138.0	175.1	4	266.9	254.7	261.6
5	104.5	143.5	178.7	5	270.8	257.7	263.9
6	114.0	148.7	182.2	6	274.6	260.6	266.3
7	122.8	153.7	185.6	7	278.4	263.6	268.7
8	131.0	158.6	188.9	8	282.1	266.4	271.0
9	138.7	163.4	192.2	9	285.8	269.3	273.3
550	146.0	168.0	195.5	580	289.4	272.1	275.6
1	153.0	172.5	198.7	1	293.0	274.9	277.9
2	159.6	176.8	201.8	2	296.5	277.7	280.1
3	166.0	181.1	204.9	3	300.0	280.4	282.4
4	172.2	185.3	208.0	4	303.4	283.1	284.6
5	178.1	189.4	211.0	5	306.8	285.8	286.8
6	183.9	193.4	213.9	6	310.2	288.5	289.0
7	189.4	197.3	216.8	7	313.5	291.1	291.1
8	194.9	201.1	219.7	8	316.8	293.7	293.3
9	200.1	204.9	222.6	9	320.1	296.3	295.4
560	205.3	208.6	225.4	590	323.3	298.9	297.6
1	210.3	212.2	228.2	1	326.5	301.4	299
2	215.2	215.8	230.9	※網かけ側が放流量の制約条件となる。			
3	219.9	219.3	233.6				
4	224.6	222.7	236.3				
5	229.2	226.1	238.9				
6	233.7	229.5	241.5				
7	238.1	232.8	244.1				
8	242.4	236.0	246.7				
9	246.7	239.3	249.2				

4.2.3 貯水位、放流量、ゲート開度の関係

a. 流量表示

放流管の放流量は一般に

$$Q = CA_0 \sqrt{2gH} \quad (4.7)$$

$$C = \sqrt{a - bD_0/H} \quad (4.8)$$

で表される。ここに、 Q ：1条当たり放流量、 C ：流量係数、 g ：重力加速度、 H ：貯水位と放流管出口標高の標高差、 A_0 ：放流管出口断面積、 D_0 ：放流管出口高、 a 、 b ：定数である。ここでは、以下の検討に先立ち、その内容を少し詳しく見てみる。

ケース1の実験において、貯水池と放流管出口断面間にベルヌーイ式を適用すると、

$$H = \frac{\alpha Q^2}{2gA_0^2} + \beta D_0 + \frac{Q^2}{2gA^2} (f_e + f \frac{\ell}{D} + f_{r1} + f_{r2} + f_c) \quad (4.9)$$

となる。ここに、 α ：放流管出口断面でのエネルギー補正係数、 β ：同圧力分布補正係数、 D ：管径、 A ：放流管断面積、 ℓ ：管長（漸縮部下流を除く）、 f_e ：入口損失係数、 f ：摩擦損失係数、 f_{r1} ：上流湾曲部の湾曲部損失係数、 f_{r2} ：下流湾曲部の湾曲部損失係数、 f_c ：漸縮部下流の損失係数である。式(4.9)より、式(4.7)、(4.8)が得られ、

$$a = 1/k \quad (4.10)$$

$$b = \beta/k \quad (4.11)$$

$$k = \alpha + (A_0/A)^2 (f_e + f \ell/D + f_{r1} + f_{r2} + f_c) \quad (4.12)$$

の関係を得ることができる。

b. f_{r1} 及び f_{r2}

式(4.12)の f_{r1} 、 f_{r2} 値を求めるために湾曲部を直管に置き換えた表-4.2のケース2、3を実施した。今、表-4.2の各ケースでの式(4.8)の a 、 b 値をそれぞれサフィックス*i*で表すものとする、ケース1、2では管長が同じことから式(4.12)における両者の差は f_{r1} に関する項のみと考えられる。従って、

$$k_1 - k_2 = 1/a_1 - 1/a_2 = (1/b_1 - 1/b_2)/\beta = f_{r1}(A_0/A)^2$$

となる。また、ケース2、3では f_{r2} に関する差及び管長の差があり、

$$k_2 - k_3 = 1/a_2 - 1/a_3 = (1/b_2 - 1/b_3)/\beta = \{f_{r2} + f(\ell_2 - \ell_3)/D\}(A_0/A)^2$$

が得られ、 f は別途求めることができるから、これらの式より f_{r1} 、 f_{r2} を求めることができる。ところで、式(4.10)、(4.11)より分かるように $\beta = b/a$ であり、上記方法が成立するためには、 β がある程度一定であることが前提となる。ここで、 β について、各ケースの a 、 b を最小自乗法で求め計算してみると

ケース1	9ブロック（右岸側）	0.431
	10ブロック（左岸側）	0.336

ケース 2	9 ブロック (右岸側)	0.294
	10 ブロック (左岸側)	0.243
ケース 3		0.270

とややばらついている。これは、各係数のばらつきの影響等の種々の影響によるものと思われ、上記方法では f_{r1} 、 f_{r2} の適切な設定が困難と考える。

上記を考慮し、ここでは、次の方法にて f_r を推定することとした(図-4.4参照)。今、同じ Q での H を3ケースで比較すると、ケース1、2、3の順に低くなる、ケース1、2の差を ΔH_1 、2、3の差を ΔH_2 とすると ΔH_1 は上流湾曲による損失差、 ΔH_2 は下流湾曲及び管長差による摩擦損失差を表すものと考えられる。摩擦損失差は別途計算することが可能であり、ある放流量における ΔH_1 、 ΔH_2 から f_{r1} 、 f_{r2} をそれぞれ求めることができる。こうして求まる f_{r1} 、 f_{r2} を想定される Q の範囲の平均値として求めようというわけである。すなわち、式(4.7)、式(4.8)より、

$$H = (Q^2/2gA_0^2 + bD_0)/a$$

であり、同じ Q での H の差 ϵ_i は、

$$\begin{aligned} \epsilon_i &= H_i - H_{i+1} \\ &= (Q^2/2gA_0^2)(1/a_i - 1/a_{i+1}) + (b_i/a_i - b_{i+1}/a_{i+1})D_0 \end{aligned}$$

にて計算される。このうち右辺第2項は各ケースの β が一致している場合にはゼロとなるものである。 Q_1 、 Q_2 の範囲での平均値をとるものとする、 f_{r1} 、 f_{r2} は次式により求められる。

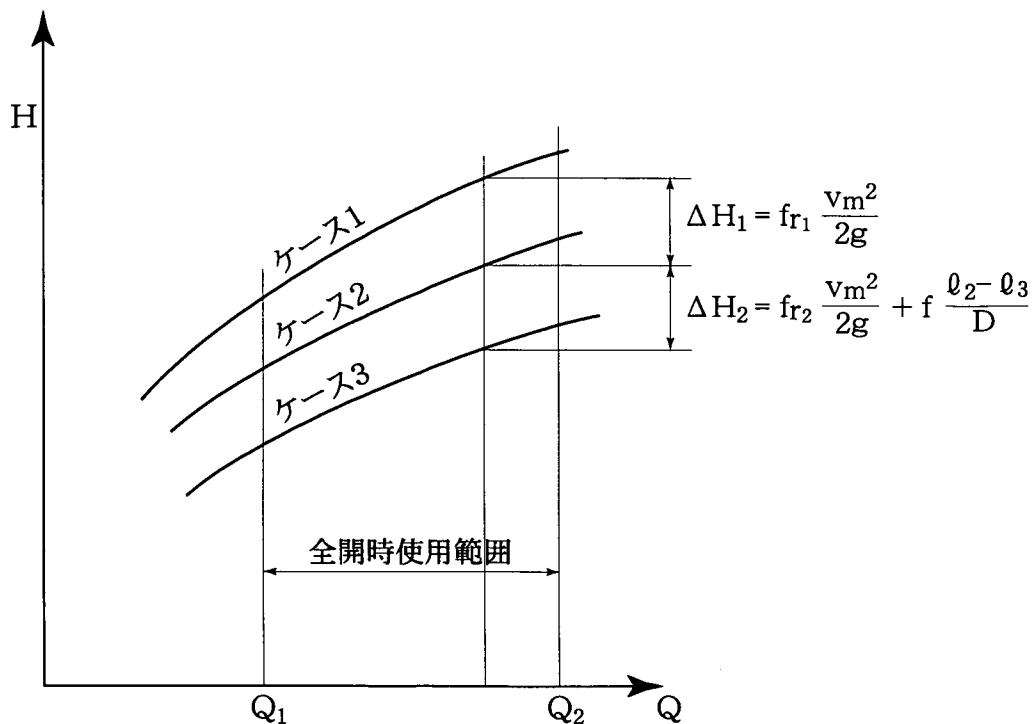


図-4.4 f_{r1} 、 f_{r2} の求め方説明図

$$f_{r1} = f(\varepsilon_1 2gA^2/Q^2) dQ/(Q_2 - Q_1)$$

$$= (A/A_0)^2 (1/a_1 - 1/a_2) + 2gA^2 D_0 (b_1/a_1 - b_2/a_2) / Q_1 Q_2$$

$$f_{r2} = f[\{\varepsilon_2 - f(\ell_2 - \ell_3)/D\} 2gA^2/Q^2] dQ/(Q_2 - Q_1)$$

$$= (A/A_0)^2 (1/a_2 - 1/a_3) + 2gA^2 D_0 (b_2/a_2 - b_3/a_3) / Q_1 Q_2 - f(\ell_2 - \ell_3)/D$$

表-4.7はケース3直管部での入口損失係数 f_e 及び摩擦損失係数 f を求めた結果である。ケース2と比較して f_e は若干大きく、また f は若干小さい値となっているがその差は小さい。ここでは、ケース1、2の f_e 、 f についてもケース2で求めた $f_e=0.057$ 、 $f=0.0133$ の値を用いることとし、表-4.8にて求められる各ケースの a 、 b より f_{r1} 、 f_{r2} を求めると、

$$9 \text{ ブロック (右岸側) 放流管} \quad f_{r1}=0.044 \quad f_{r2}=0.017$$

$$10 \text{ ブロック (左岸側) 放流管} \quad f_{r1}=0.023 \quad f_{r2}=0.026$$

となる。ただし、放流量に対する損失の影響は流量が大きいほど大きいこと、実際に用いられる流量範囲、実験範囲を考慮して $Q_1=0.2\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_2=0.5\text{m}^3/\text{s}$ としている。9ブロック放流管上流湾曲部は10ブロックに比べ、中心角は小さく曲率半径は大きい。にもかかわらず f_{r1} が大きくなっている原因として管軸が鉛直、水平の両者に傾斜していることが考えられる。

c. 模型実験の貯水位の補正

以上の検討結果をもとに、摩擦損失を補正した実験値の原型値換算を行う。ここで、実験での漸縮部下流については、管長も短くまた加速流域であることから、ゲート半開時も含め模型値のフルード相似による換算が可能なものとする。即ち、漸縮部直上流断面の総水頭を H_p とすると、 H_p と放流量の関係はフルード則により原型値に換算できるものとし、

① 模型実験結果を H_p と放流量の関係に整理

した上で、

② H_p 原型値にこれより上流の損失量を加え、当該流量における原型での貯水位とする。

こととした。具体的には、

$$H_p = H - (Q^2/2gA^2)(f_e + f\ell/D + f_{r1} + f_{r2})$$

より、 $f=0.0133$ として実験の H_p を求める。次に流量及び H_p をフルード則により原型換算したのち

$$H = H_p + (Q^2/2gA^2)(f_e + f\ell/D + f_{r1} + f_{r2})$$

より、マンニングの粗度係数 $n=0.011\sim 0.014$ 相当の f を用いて原型での H を求めることとした。結果を表-4.9に示す。原型での H は $n=0.011$ 、 0.0125 、 0.014 に対し求めたが n による H の変化は流量が $250\text{m}^3/\text{s}$ で 4.5m 程度である。

d. 放流機能近似式の作成

表-4.9をもとに、各ゲート開度 G 毎に a 、 b 値を求めたのが表-4.10であるが、ゲート開度100%を除き、相関係数 R の絶対値が小さく、また、 b 値にも物理的に意味を成さない負の値が見られている。こ

表-4.7a ケース 3 直管部のピエゾ水頭分布と入口・摩擦損失係数（模型値）

(1) ピエゾ水頭分布

RUN 1

貯水位：2.908m（放流管入口基準）

 $Q=0.3059\text{m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2039	0.8451	0.8181	0.8345	0.8326
1.2079	0.7696	0.7465	0.7696	0.7619
2.1609	0.6351	0.6570	0.6510	0.6477
2.9531	0.5776	0.5580	0.5591	0.5649
3.6886	0.4805	0.4666	0.4871	0.4781
3.8141	0.4686	0.4931	0.4751	0.4789
4.0267	0.4525	0.4566	0.4661	0.4584
4.2394	0.3916	0.4276	0.4476	0.4223
4.4520	0.4280	0.3956	0.4075	0.4104
4.6647	0.4225	0.3861	0.4060	0.4049
4.8773	0.3640	0.3776	0.3605	0.3674
5.0900	0.3510	0.3441	0.3385	0.3445
5.3026	0.2916	0.3341	0.3245	0.3167
5.1529	0.2840	0.3176	0.2900	0.2972
5.8271	0.2826	0.2916	0.2851	0.2864
6.2412	0.2246	0.2586	0.2416	0.2416
6.7696	0.1740	0.1671	0.2046	0.1819
6.9463	0.2000	0.1970	0.1935	0.1968
7.1230	0.1806	0.1780	0.1701	0.1762
7.2988	0.1486	0.1556	0.1655	0.1566
7.4755	0.1356	0.1525	0.1341	0.1407

ピエゾ水頭=0.8488-0.09707*入口からの距離

 $R=-0.9959$

RUN 2

貯水位：2.645m（放流管入口基準）

 $Q=0.2941\text{m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2039	0.7261	0.7085	0.7170	0.7172
1.2079	0.6656	0.6480	0.6651	0.6596
2.1609	0.5431	0.5585	0.5600	0.5539
2.9531	0.4871	0.4671	0.4686	0.4743
3.6886	0.3941	0.3806	0.4015	0.3921
3.8141	0.3815	0.4051	0.3871	0.3912
4.0267	0.3686	0.3721	0.3181	0.3529
4.2394	0.3116	0.3446	0.3626	0.3396
4.4520	0.3460	0.3156	0.3256	0.3291
4.6647	0.3381	0.3071	0.3231	0.3228
4.8773	0.2820	0.2995	0.2801	0.2872
5.0900	0.2725	0.2680	0.2610	0.2672
5.3026	0.2205	0.2586	0.2495	0.2429
5.1529	0.2145	0.2470	0.2170	0.2262
5.8271	0.2110	0.2201	0.2110	0.2140
6.2412	0.1556	0.1881	0.1750	0.1729
6.7696	0.1103	0.1001	0.1396	0.1167
6.9463	0.1325	0.1301	0.1280	0.1302
7.1230	0.1170	0.1140	0.1051	0.1120
7.2988	0.0861	0.0976	0.1025	0.0954
7.4755	0.0721	0.0906	0.0691	0.0773

ピエゾ水頭=0.7350-0.09004*入口からの距離

 $R=-0.9954$

表-4.7b ケース 3 直管部のピエゾ水頭分布と入口・摩擦損失係数（模型値）

RUN 3

貯水位：2.2481m（放流管入口基準）

 $Q=0.2757\text{m}^3/\text{s}$

入口からの距離 (m)	ピエゾ水頭 (m)			
	上面	側面	下面	平均
0.2039	0.5651	0.5480	0.5560	0.5564
1.2079	0.5076	0.4875	0.5026	0.4992
2.1609	0.3931	0.4101	0.4105	0.4046
2.9531	0.3470	0.3295	0.3320	0.3362
3.6886	0.2661	0.2561	0.2741	0.2654
3.8141	0.2560	0.2781	0.2630	0.2657
4.0267	0.2435	0.2460	0.2571	0.2489
4.2394	0.1920	0.2246	0.2381	0.2182
4.4520	0.2256	0.1986	0.2056	0.2099
4.6647	0.2170	0.1881	0.2025	0.2025
4.8773	0.1710	0.1796	0.1675	0.1727
5.0900	0.1610	0.1526	0.1490	0.1542
5.3026	0.1145	0.1460	0.1435	0.1347
5.1529	0.1080	0.1406	0.1150	0.1212
5.8271	0.1050	0.1146	0.1061	0.1086
6.2412	0.0581	0.0871	0.0750	0.0734
6.7696	0.0155	0.0096	0.0400	0.0217
6.9463	0.0340	0.0351	0.0305	0.0332
7.1230	0.0201	0.0165	0.0141	0.0169
7.2988	-0.0050	0.0020	0.0091	0.0020
7.4755	-0.0249	-0.0030	-0.0219	-0.0170

ピエゾ水頭=0.5703-0.07986*入口からの距離

 $R=-0.9963$

(2) 入口損失及び摩擦損失

	RUN 1	RUN 2	RUN 3
① 貯水位（放流管入口基準） H (m)	2.908	2.645	2.2481
② 流量 Q (m ³ /s)	0.3059	0.2941	0.2757
③ 管径 D (m)	0.251		
④ 速度水頭 $V^2/2g$	1.9500	1.8024	1.5835
⑤ 呑み口総水頭 He (m)	2.799	2.5374	2.1538
⑥ 入口損失 Δh_e (m)	0.109	0.108	0.0943
⑦ 入口損失係数 $f_e=⑥/④$	0.056	0.060	0.060
⑧ エネルギー勾配 i	0.0971	0.0900	0.0799
⑨ 摩擦損失係数 $f=⑧*③/④$	0.0125	0.0125	0.0127
⑩ レイノルズ数 $Re=vD/\nu$	155×10^4	147×10^4	140×10^4

れは、本放流管出口と入口標高の差が大きく、ゲート部分開時の H/D_0 が大きい範囲に限られるためと考えられる。つまり、本放流管出口と入口標高の差が大きいため、放流可能な H は標高差以上の大きなものとなる。式(4.8)の関係から分かるように、 H が大きくなると、 H による C の変化は小さくなる。特にゲート部分開放流では(H /出口断面高)の値がかなり大きくなり、 C はほぼ一定で、平方根内の第2項の意味が余りなくなることが推察される。実際、 $G=100\%$ 以外の流量係数値は貯水位によらずほぼ一定となっており、ここでは、 $G=100\%$ 以外は $b=0$ とし、 a は各貯水位での値の平均を用いることとした(繰返しになるが、 $G=100\%$ 以外の b 値は a より1オーダー小さくなっており、 b を導入したとしても影響はほとんどない)。

上記考察を踏まえて求めた a 、 b とゲート開度の関係を表-4.10に示す。ただし、 $n=0.0125$ の値を用いれば、 n が変化した場合の同じ貯水位における放流量の差は数%程度以下であり、ここでは n の変化の影響を無視することとし $n=0.0125$ に対し求めている(流量の誤差が小さいのは、貯水位による放流量変化が小さいことによる)。

表-4.10をもとに放流量の近似式を作成した結果が2.に示した式(2.1)～(2.8)の機能式であり、図-2.2に実験値の原型換算値と併せて示してある。なお、本検討では、鋼管のマニングの粗度係数の範囲を0.011～0.014として実施したが、2.にも述べたように、ダム・堰施設技術基準(案)マニュアル編P.536では $n=0.01\sim0.014$ とされている。本結果から容易に推察されるように、 $n=0.01\sim0.014$ の場合にも、本結果での誤差は小さく実管理上は問題ないと考える。

4.2.4 放流水脈の流況

写真-4.1に9ブロック(右岸側)放流管の放流水脈の流況を示す。10ブロック(左岸側)放流管についても流況に変わりはない。放流水脈は比較的安定しており、湾曲の影響による水脈の振動等、特に問題になる流況は認められなかった。写真から分かるように、ローラーゲートからの放流水脈は、ゲート部分開時には下方向きになり、かつ幅方向に拡がる傾向をもつ。ゲート下流の導流水路や整流板の検討においては、こうした放流水脈の特性を考慮に入れておく必要がある。なお、写真は制限水位付近でのものであるが、他の貯水位でも放流水脈形状に余り変化は見られない。ただし、貯水位が高くなるに従って、流速が増大し、しぶき等の発生や水脈の乱れが大きくなる傾向にある。

表-4.8 各ケースのゲート全開時流量係数（模型値）

ケース 1

右岸放流管			左岸放流管		
貯水位 (ゲート中心基準) H (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 $C=Q/(A\sqrt{2gH})$ A = .251 × .16843	貯水位 (ゲート中心基準) H (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 $C=Q/(A\sqrt{2gH})$ A = .251 × .16843
4.4245	0.3331	0.8461	4.4275	0.3409	0.8656
4.1480	0.3223	0.8455	3.7945	0.3153	0.8648
3.2730	0.2853	0.8426	3.2250	0.2901	0.8631
2.9575	0.2704	0.8401	2.7035	0.2648	0.8605
2.6415	0.2554	0.8396	2.2355	0.2398	0.8569
2.3453	0.2402	0.8380			
2.0778	0.2248	0.8332			

$C = \sqrt{(0.734 - 0.316D_o/H)}$
 C^2 に対する R = -0.9855

$C = \sqrt{(0.766 - 0.275D_o/H)}$
 C^2 に対する R = -0.9945

ケース 2

右岸放流管			左岸放流管		
貯水位 (ゲート中心基準) H (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 $C=Q/(A\sqrt{2gH})$ A = .251 × .16843	貯水位 (ゲート中心基準) H (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 $C=Q/(A\sqrt{2gH})$ A = .251 × .16843
3.5705	0.3022	0.8545	3.4265	0.3016	0.8705
3.0125	0.2771	0.8530	2.8953	0.2766	0.8685
2.5105	0.2520	0.8498	2.4025	0.2513	0.8662
2.0590	0.2271	0.8456	1.9665	0.2266	0.8634
1.2810	0.1776	0.8384	1.2105	0.1762	0.8557

$C = \sqrt{(0.745 - 0.219D_o/H)}$
 C^2 に対する R = -0.9869

$C = \sqrt{(0.770 - 0.187D_o/H)}$
 C^2 に対する R = -0.9962

ケース 3

共 通		
貯水位 (ゲート中心基準) H (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 $C=Q/(A\sqrt{2gH})$ A = .251 × .16843
3.5925	0.3041	0.8572
3.2540	0.2894	0.8572
2.9335	0.2740	0.8547
2.6340	0.2589	0.8523
2.3530	0.2446	0.8520
2.0825	0.2294	0.8493
1.8190	0.2142	0.8486
1.5775	0.1991	0.8470
1.3615	0.1841	0.8430
1.2900	0.1790	0.8420

$C = \sqrt{(0.748 - 0.202D_o/H)}$
 C^2 に対する R = -0.9864

表-4.9a 貯水位、放流量、ゲート開度の関係

9 ブロック (右岸側) 放流管

模 型 値				原 型 値				
ゲート 開 度 (%)	貯水位(管出 口中心基準) (m)	放流量 (m ³ /s)	漸縮管入口 ピエゾ水頭 (m)	漸縮管入口 ピエゾ水頭 (m)	放流量 (m ³ /s)	貯水位 (管出口中心基準 : m)		
						n(m ^{1/3} /s)		
						0.011	0.0125	0.014
100	4.4245	0.3331	3.2406	49.061	297.03	63.19	66.11	69.40
	4.1480	0.3223	3.0397	46.019	287.43	59.25	61.98	65.06
	3.2730	0.2853	2.4045	36.403	254.44	46.77	48.91	51.33
	2.9575	0.2704	2.1774	32.965	241.13	42.28	44.20	46.37
	2.6415	0.2554	1.9455	29.454	227.75	37.76	39.48	41.41
	2.3453	0.2402	1.7297	26.187	214.20	33.54	35.05	36.76
	2.0778	0.2248	1.5386	23.294	200.46	29.73	31.06	32.56
87.5	4.4340	0.2770	3.6153	54.734	247.05	64.51	66.53	68.80
	4.2538	0.2702	3.4748	52.607	240.97	61.91	63.83	65.99
	3.7900	0.2553	3.0946	46.851	227.72	55.16	56.87	58.80
	3.3530	0.2403	2.7369	41.435	214.30	48.79	50.31	52.02
	2.9405	0.2255	2.3979	36.303	201.10	42.78	44.12	45.63
	2.4330	0.2049	1.9850	30.052	182.70	35.40	36.50	37.75
	2.0975	0.1897	1.7135	25.941	169.18	30.53	31.47	32.54
75	4.4225	0.2292	3.8620	58.469	204.40	65.16	66.54	68.10
	4.2350	0.2251	3.6944	55.931	200.73	62.39	63.02	64.39
	3.8783	0.2147	3.3865	51.270	191.51	57.14	58.36	59.72
	3.4080	0.2010	2.9769	45.069	179.27	50.22	51.28	52.48
	2.9210	0.1860	2.5519	38.634	165.86	43.04	43.95	44.98
	2.4470	0.1708	2.1357	32.333	152.36	36.05	36.82	37.69
	2.0333	0.1553	1.7760	26.888	138.50	29.96	30.59	31.31
62.5	4.4228	0.1858	4.0545	61.383	165.74	65.78	66.69	67.72
	4.1753	0.1814	3.8242	57.896	161.76	62.09	62.95	63.93
	3.9533	0.1750	3.6265	54.903	156.09	58.81	59.61	60.52
	3.3133	0.1603	3.0391	46.010	142.92	49.28	49.96	50.72
	2.7145	0.1451	2.4899	37.696	129.42	40.38	40.93	41.56
	2.1743	0.1301	1.9937	30.184	116.06	32.34	32.79	33.29
	2.0695	0.1269	1.8977	28.730	113.15	30.78	31.20	31.68
50	4.4183	0.1444	4.1958	63.522	128.76	66.18	66.73	67.34
	4.3020	0.1432	4.0832	61.817	127.71	64.43	64.97	65.58
	3.5230	0.1290	3.3454	50.647	115.06	52.77	53.21	53.70
	3.3690	0.1263	3.1988	48.428	112.60	50.46	50.88	51.35
	2.7893	0.1149	2.6484	40.095	102.49	41.78	42.12	42.52
	2.4060	0.1070	2.2838	34.575	95.49	36.04	36.34	36.68
	2.0955	0.0998	1.9892	30.115	89.04	31.38	31.65	31.94
37.5	4.4140	0.1063	4.2934	65.000	94.80	66.44	66.74	67.07
	4.2438	0.1048	4.1266	62.474	93.50	63.87	64.16	64.49
	3.5040	0.0950	3.4077	51.591	84.76	52.74	52.98	53.25
	2.7965	0.0849	2.7196	41.173	75.73	42.09	42.28	42.49
	2.1743	0.0750	2.1143	32.009	66.90	32.73	32.87	33.04
	2.0970	0.0735	2.0394	30.875	65.58	31.56	31.71	31.87

表-4.9b 貯水位、放流量、ゲート開度の関係

25	4.4390	0.0702	4.3864	66.408	62.64	67.04	67.17	67.31
	4.3033	0.0690	4.2525	64.380	61.57	64.99	65.11	65.25
	3.8050	0.0650	3.7599	56.923	57.93	57.46	57.57	57.70
	3.2945	0.0604	3.2556	49.288	53.87	49.75	49.85	49.96
	2.8088	0.0558	2.7756	42.021	49.78	42.42	42.50	42.59
	2.0678	0.0483	2.0429	30.928	43.06	31.23	31.29	31.36
13.068	4.3525	0.0362	4.3385	65.682	32.28	65.85	65.88	65.92
	3.7943	0.0338	3.7821	57.259	30.14	57.40	57.43	57.47
	3.1925	0.0310	3.1822	48.177	27.61	48.30	48.32	48.35
	2.6960	0.0285	2.6873	40.684	25.42	40.79	40.81	40.83
	2.0425	0.0250	2.0358	30.821	22.28	30.90	30.92	30.94

表-4.9c 貯水位、放流量、ゲート開度の関係

10ブロック（左岸側）放流管

模 型 値				原 型 値				
ゲート 開 度 (%)	貯水位(管出 口中心基準) (m)	放流量 (m³/s)	漸縮管入口 ピエゾ水頭 (m)	漸縮管入口 ピエゾ水頭 (m)	放流量 (m³/s)	貯水位 (管出口中心基準：m)		
						n(m ^{1/3} /s)		
						0.011	0.0125	0.014
100	4.4275	0.3409	3.3967	51.424	304.06	63.82	66.29	69.09
	3.7945	0.3153	2.9127	44.097	281.19	54.69	56.81	59.02
	3.2250	0.2901	2.4785	37.523	258.72	46.49	48.29	50.31
	2.7035	0.2648	2.0815	31.513	236.17	38.99	40.48	42.17
	2.2355	0.2398	1.7254	26.122	213.88	32.25	33.48	34.86
87.65	4.4235	0.2804	3.7261	56.411	250.10	64.79	66.47	68.36
	3.7315	0.2583	3.1397	47.533	230.37	54.65	56.07	57.67
	3.1013	0.2355	2.6094	39.505	210.02	45.42	46.60	47.93
	2.5355	0.2134	2.1316	32.271	190.28	37.12	38.09	39.19
	2.1170	0.1941	1.7828	26.991	173.10	31.01	31.81	32.72
75.06	4.3958	0.2308	3.9233	59.397	205.80	65.07	66.21	67.49
	3.6590	0.2107	3.2652	49.433	187.87	54.16	55.11	56.18
	2.9765	0.1905	2.6546	40.189	169.89	44.06	44.83	45.70
	2.3888	0.1708	2.1300	32.247	152.29	35.36	35.98	36.68
	2.1210	0.1598	1.8945	28.682	142.53	31.40	31.95	32.56
62.59	4.4000	0.1861	4.0928	61.963	165.97	65.66	66.39	67.23
	3.7105	0.1710	3.4511	52.248	152.54	55.37	55.99	56.69
	3.0945	0.1559	2.8789	43.585	139.02	46.18	46.69	47.28
	2.5260	0.1409	2.3499	35.576	125.66	37.69	38.12	38.59
	2.1415	0.1298	1.9921	30.159	115.72	31.95	32.31	32.72
50.11	4.4280	0.1456	4.2400	64.191	129.81	66.45	66.90	67.41
	3.7900	0.1347	3.6291	54.943	120.15	56.88	57.26	57.70
	3.1785	0.1235	3.0432	46.072	110.10	47.70	48.02	48.39
	2.6400	0.1125	2.5277	38.268	100.29	39.62	39.89	40.19
	2.0915	0.1003	2.0023	30.314	89.45	31.39	31.60	31.84
37.57	4.4170	0.1069	4.3156	65.336	95.30	66.55	66.80	67.07
	3.8605	0.0999	3.7720	57.106	89.13	58.17	58.38	58.62
	3.3415	0.0931	3.2646	49.424	82.99	50.35	50.53	50.74
	2.8500	0.0860	2.7844	42.154	76.71	42.94	43.10	43.28
	2.1060	0.0740	2.0574	31.148	65.99	31.73	31.85	31.98
24.82	4.4328	0.0699	4.3895	66.455	62.30	66.98	67.08	67.20
	3.8730	0.0653	3.8552	58.366	58.24	58.82	58.91	59.01
	3.3768	0.0606	3.3442	50.629	54.08	51.02	51.10	51.19
	2.8838	0.0562	2.8558	43.235	50.12	43.57	43.64	43.71
	2.1310	0.0484	2.1102	31.947	43.18	32.20	32.25	32.30
12.59	4.3658	0.0351	4.3549	65.931	31.27	66.06	66.09	66.12
	3.7763	0.0325	3.7669	57.029	28.95	57.14	57.16	57.19
	3.2270	0.0300	3.2190	48.734	26.74	48.83	48.85	48.87
	2.7230	0.0274	2.7163	41.123	24.47	41.20	41.22	41.24
	2.1263	0.0244	2.1210	32.111	21.73	32.17	32.19	32.20

表-4.10a 貯水位、ゲート開度と流量係数の関係

$$\text{流量係数 } C = Q / (A_o \sqrt{2gH}) = \sqrt{(a - bD_o/H)}$$

9ブロック(右岸側)放流管

(※R: 相関係数)

10ブロック(左岸側)放流管

ゲート開度 100%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
63.19	0.8710	66.11	0.8516	69.40	0.8311
59.25	0.8707	61.98	0.8510	65.06	0.8307
46.77	0.8673	48.91	0.8481	51.33	0.8278
42.28	0.8644	44.20	0.8455	46.37	0.8254
37.76	0.8640	39.48	0.8449	41.41	0.8250
33.54	0.8622	35.05	0.8439	36.76	0.8235
29.73	0.8570	31.06	0.8384	32.56	0.8189

a = 0.7794

a = 0.7435

a = 0.7077

b = 0.3382

b = 0.3155

b = 0.3046

R = -0.9847

R = -0.9785

R = -0.9845

ゲート開度 100%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
63.82	0.8722	66.29	0.8705	69.09	0.8527
54.69	0.8863	56.81	0.8696	59.02	0.8532
46.49	0.8845	48.29	0.8679	50.31	0.8503
38.99	0.8817	40.48	0.8653	42.17	0.8478
32.25	0.8779	33.48	0.8616	34.86	0.8444

a = 0.8051

a = 0.7745

a = 0.7444

b = 0.2874

b = 0.2788

b = 0.2841

R = -0.9949

R = -0.9949

R = -0.9790

ゲート開度 87.5%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
64.51	0.7170	66.53	0.7060	68.00	0.6943
61.91	0.7139	63.83	0.7031	65.99	0.6915
55.16	0.7147	56.87	0.7039	58.80	0.6922
48.79	0.7152	50.31	0.7043	52.02	0.6926
42.78	0.7167	44.12	0.7057	45.63	0.6940
35.40	0.7158	36.50	0.7049	37.75	0.6932
30.53	0.7137	31.47	0.7030	32.54	0.6913

a = 0.5132

a = 0.4976

a = 0.4813

b = 0.0189

b = 0.0166

b = 0.0176

R = -0.2508

R = -0.2374

R = -0.2494

ゲート開度 87.65%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
64.79	0.7243	66.47	0.7151	68.36	0.7051
54.65	0.7264	56.07	0.7171	57.67	0.7071
45.42	0.7264	46.60	0.7172	47.93	0.7071
37.12	0.7280	38.09	0.7187	39.19	0.7085
31.01	0.7246	31.81	0.7154	32.72	0.7054

a = 0.5260

a = 0.5126

a = 0.4985

b = -0.0116

b = -0.0119

b = -0.0105

R = 0.1356

R = 0.1408

R = 0.1296

ゲート開度 75%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
65.16	0.5903	66.54	0.5841	68.10	0.5774
62.39	0.5924	63.02	0.5894	64.39	0.5831
57.14	0.5906	58.36	0.5844	59.72	0.5777
50.22	0.5897	51.28	0.5836	52.48	0.5768
43.04	0.5893	43.95	0.5832	44.98	0.5765
36.05	0.5915	36.82	0.5853	37.69	0.5785
29.96	0.5898	30.59	0.5837	31.31	0.5770

a = 0.3499

a = 0.3445

a = 0.2373

b = 0.0145

b = 0.0360

b = 0.0382

R = -0.2836

R = -0.3525

R = -0.3495

ゲート開度 75.06%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
65.07	0.5947	66.21	0.5896	67.49	0.5839
54.16	0.5951	55.11	0.5899	56.18	0.5843
44.06	0.5966	44.83	0.5915	45.70	0.5858
35.36	0.5970	35.98	0.5918	36.68	0.5861
31.40	0.5929	31.95	0.5878	32.56	0.5823

a = 0.3554

a = 0.3493

a = 0.3425

b = 0.0120

b = 0.0121

b = 0.0102

R = -0.1585

R = -0.1610

R = -0.1403

表-4.10b 貯水位、ゲート開度と流量係数の関係

9 ブロック (右岸側) 放流管

ゲート開度 62.5%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
65.78	0.4764	66.69	0.4731	67.72	0.4695
62.09	0.4785	62.95	0.4752	63.93	0.4716
58.81	0.4745	59.61	0.4713	60.52	0.4677
49.28	0.4746	49.96	0.4713	50.72	0.4678
40.38	0.4748	40.93	0.4716	41.56	0.4680
32.34	0.4757	32.79	0.4725	33.29	0.4689
30.78	0.4754	31.20	0.4722	31.68	0.4686

$a = 0.2276$ $a = 0.2244$ $a = 0.2211$
 $b = 0.0157$ $b = 0.0145$ $b = 0.0148$
 $R = -0.3166$ $R = -0.2967$ $R = -0.3034$

10 ブロック (左岸側) 放流管

ゲート開度 62.59%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
65.66	0.4774	66.39	0.4748	67.23	0.4718
55.37	0.4779	55.99	0.4752	56.69	0.4723
46.18	0.4769	46.69	0.4743	47.28	0.4713
37.69	0.4771	38.12	0.4744	38.59	0.4715
31.95	0.4772	32.31	0.4746	32.72	0.4716

$a = 0.2284$ $a = 0.2259$ $a = 0.2231$
 $b = 0.0071$ $b = 0.0071$ $b = 0.0072$
 $R = -0.4817$ $R = -0.5071$ $R = -0.4818$

ゲート開度 50%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.18	0.3689	66.73	0.3674	67.34	0.3658
64.43	0.3709	64.97	0.3693	65.58	0.3676
52.77	0.3692	53.21	0.3677	53.70	0.3660
50.46	0.3695	50.88	0.3680	51.35	0.3663
41.78	0.3696	42.12	0.3681	42.52	0.3664
36.04	0.3708	36.34	0.3692	36.68	0.3675
31.38	0.3705	31.65	0.3689	31.94	0.3673

$a = 0.1359$ $a = 0.1348$ $a = 0.1336$
 $b = -0.0114$ $b = -0.0107$ $b = -0.0110$
 $R = 0.4574$ $R = 0.4543$ $R = 0.4708$

ゲート開度 50.11%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.45	0.3712	66.90	0.3700	67.41	0.3685
56.88	0.3714	57.26	0.3701	57.70	0.3687
47.70	0.3716	48.02	0.3704	48.39	0.3689
39.62	0.3714	39.89	0.3701	40.19	0.3688
31.39	0.3722	31.60	0.3709	31.84	0.3695

$a = 0.1372$ $a = 0.1364$ $a = 0.1352$
 $b = -0.0099$ $b = -0.0091$ $b = -0.0104$
 $R = 0.8764$ $R = 0.8331$ $R = 0.9257$

ゲート開度 37.5%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.44	0.2711	66.74	0.2705	67.07	0.2698
63.87	0.2727	64.16	0.2721	64.49	0.2714
52.74	0.2721	52.98	0.2714	53.25	0.2708
42.09	0.2721	42.28	0.2715	42.49	0.2708
32.73	0.2730	32.87	0.2720	33.04	0.2713
31.56	0.2720	31.71	0.2715	31.87	0.2708

$a = 0.0736$ $a = 0.0734$ $a = 0.0730$
 $b = -0.0052$ $b = -0.004255$ $b = -0.0040$
 $R = 0.4024$ $R = 0.3721$ $R = 0.3556$

ゲート開度 37.57%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.55	0.2723	66.80	0.2718	67.07	0.2713
58.17	0.2724	58.38	0.2719	58.62	0.2714
50.35	0.2726	50.53	0.2721	50.74	0.2716
42.94	0.2729	43.10	0.2724	43.28	0.2718
31.73	0.2731	31.85	0.2726	31.98	0.2720

$a = 0.0738$ $a = 0.0735$ $a = 0.0733$
 $b = -0.0072$ $b = -0.0072$ $b = -0.0062$
 $R = 0.9664$ $R = 0.9664$ $R = 0.9714$

表-4.10c 貯水位、ゲート開度と流量係数の関係

9ブロック(右岸側)放流管

ゲート開度 25%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
67.04	0.1783	67.17	0.1782	67.31	0.1780
64.99	0.1780	65.11	0.1779	65.25	0.1777
57.46	0.1781	57.57	0.1780	57.70	0.1778
49.75	0.1780	49.85	0.1779	49.96	0.1777
42.42	0.1782	42.50	0.1780	42.59	0.1778
31.23	0.1796	31.29	0.1794	31.36	0.1792

a = 0.0312 a = 0.0312 a = 0.0312
b = -0.0076 b = -0.0070 b = -0.0070
R = 0.8500 R = 0.8221 R = 0.8221

10ブロック(左岸側)放流管

ゲート開度 24.82%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.98	0.1774	67.08	0.1773	67.20	0.1772
58.82	0.1770	58.91	0.1769	59.01	0.1767
51.02	0.1765	51.10	0.1763	51.19	0.1762
43.57	0.1770	43.64	0.1769	43.71	0.1767
32.20	0.1774	32.25	0.1772	32.30	0.1771

a = 0.0312 a = 0.0312 a = 0.0312
b = -0.0013 b = -0.0008 b = -0.0010
R = 0.2410 R = 0.1439 R = 0.1642

ゲート開度 13.068%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
65.85	0.0927	65.88	0.0927	65.92	0.0927
57.40	0.0927	57.43	0.0927	57.47	0.0927
48.30	0.0926	48.32	0.0926	48.35	0.0926
40.79	0.0928	40.81	0.0928	40.83	0.0927
30.90	0.0934	30.92	0.0934	30.94	0.0934

a = 0.0084 a = 0.0085 a = 0.0085
b = -0.0020 b = -0.0020 b = -0.0020
R = 0.8768 R = 0.8767 R = 0.8321

ゲート開度 12.59%					
n=0.011		n=0.0125		n=0.014	
貯水位	流量係数	貯水位	流量係数	貯水位	流量係数
66.06	0.0897	66.09	0.0897	66.12	0.0896
57.14	0.0893	57.16	0.0893	57.19	0.0892
48.83	0.0892	48.85	0.0892	48.87	0.0892
41.20	0.0889	41.22	0.0888	41.24	0.0888
32.17	0.0893	32.19	0.0893	32.20	0.0893

a = 0.0081 a = 0.0081 a = 0.0080
b = 0.0011 b = 0.0011 b = 0.0008
R = -0.4929 R = -0.4721 R = -0.3789

V00D34 02 DOBOKUH-22 00年05月01日

表-11 放流量近似に用いた係数

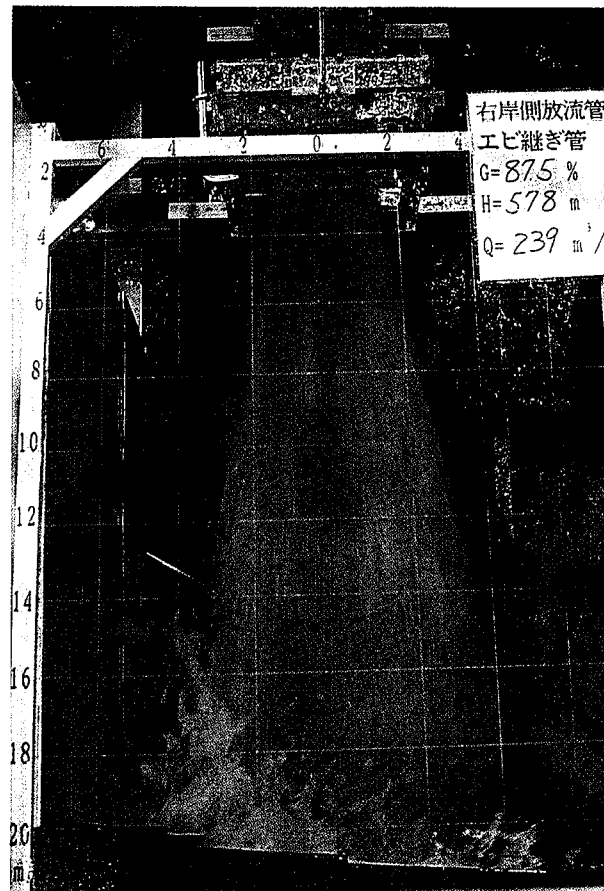
$$\text{流量係数 } C = Q / (A_0 \sqrt{2gH}) = \sqrt{(a - bD_0/H)}$$

ゲート開度 (%)	右岸放流管		ゲート開度 (%)	左岸放流管	
	a	b		a	b
100	0.7435	0.3155	100	0.7745	0.0071
87.5	0.4962	0.0	87.65	0.5137	0.0
75	0.3420	0.0	75.06	0.3482	0.0
62.5	0.2233	0.0	62.59	0.2253	0.0
50	0.1357	0.0	50.11	0.1371	0.0
37.5	0.0737	0.0	37.57	0.0741	0.0
25	0.0318	0.0	24.82	0.0313	0.0
13.068	0.086	0.0	12.59	0.0080	0.0



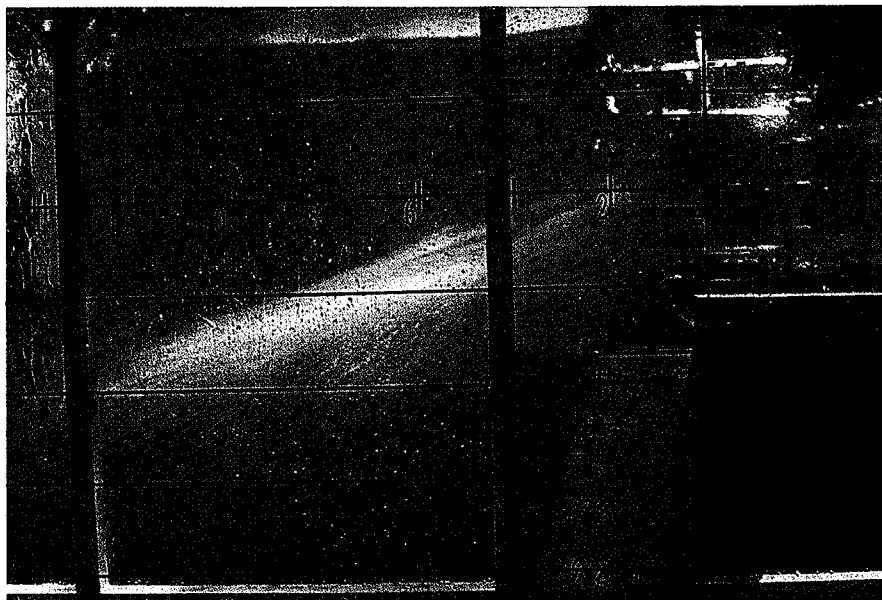
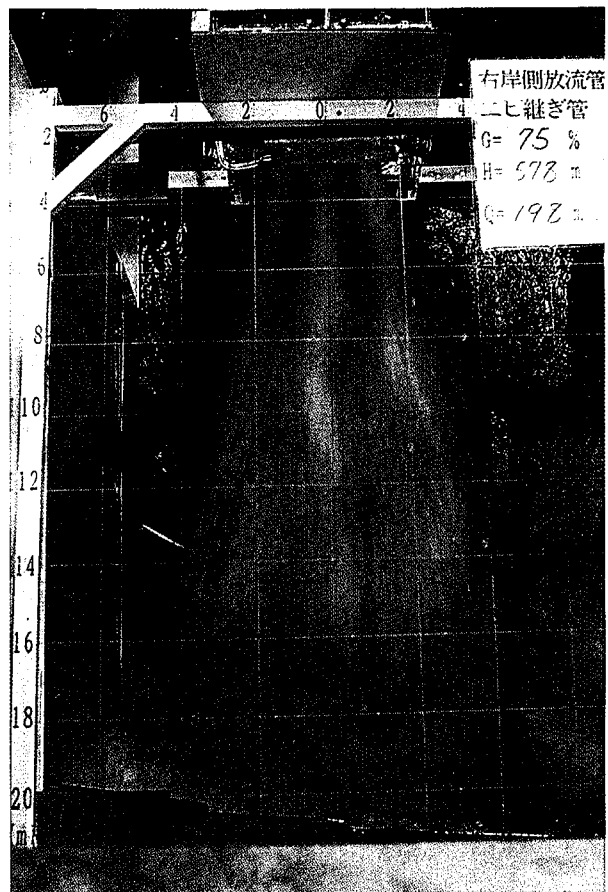
ゲート全開 (G=100%)

写真-4.1a 放流水脈の状況 (貯水位EL.578m)



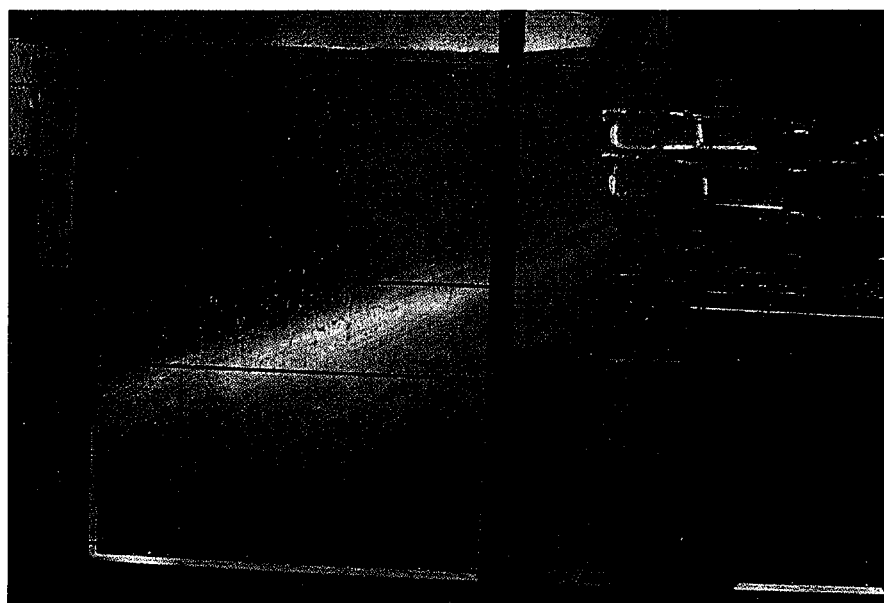
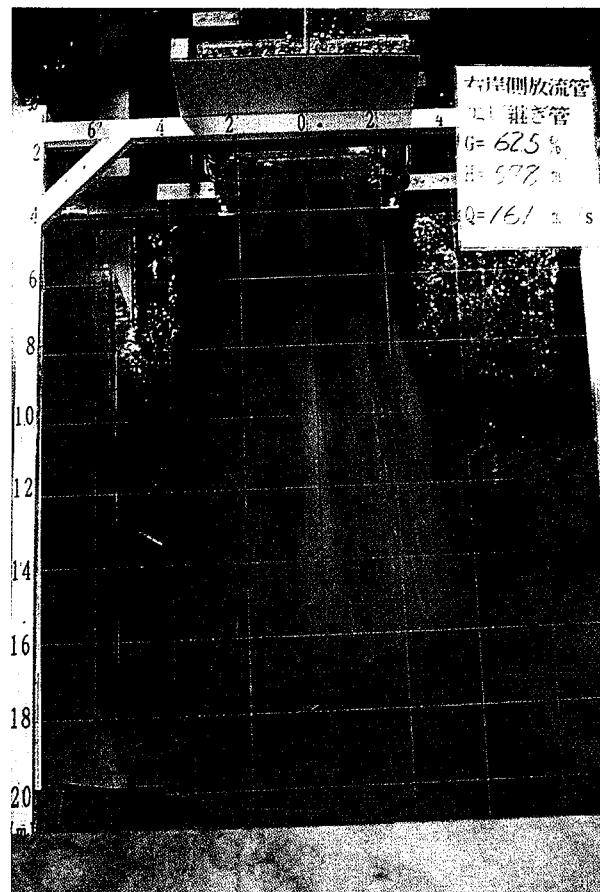
$G = 87.5\%$

写真-4.1b 放流水脈の状況（貯水位EL.578m）



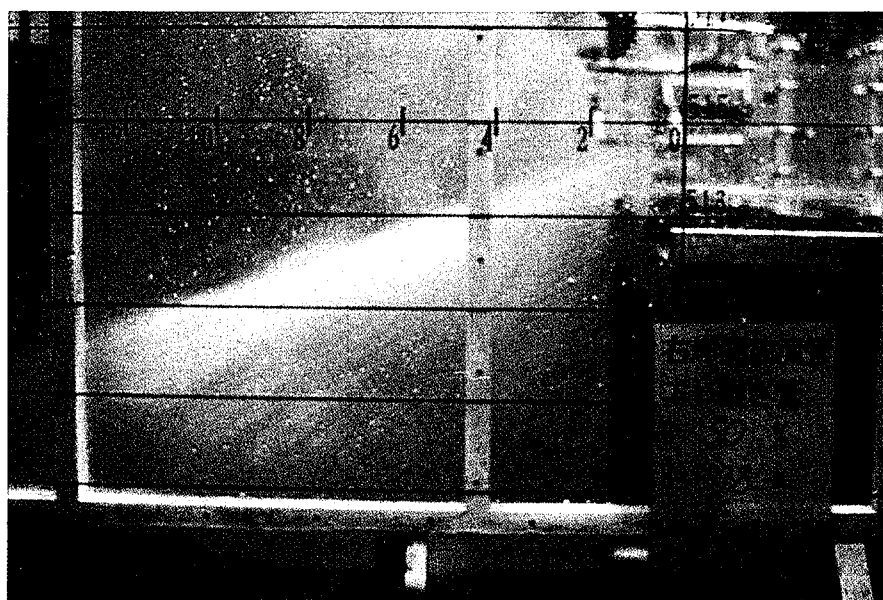
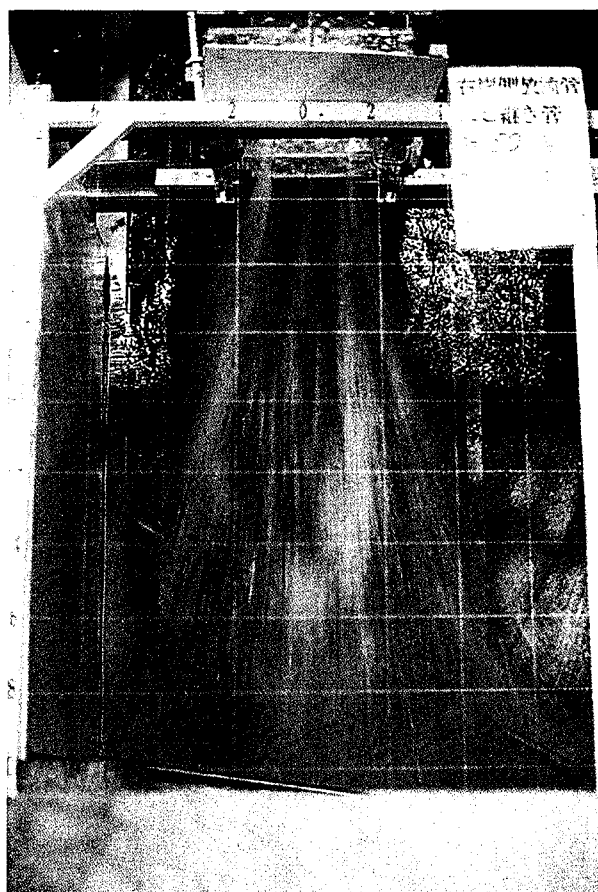
G = 75%

写真-4.1c 放流水脈の状況（貯水位EL.578m）



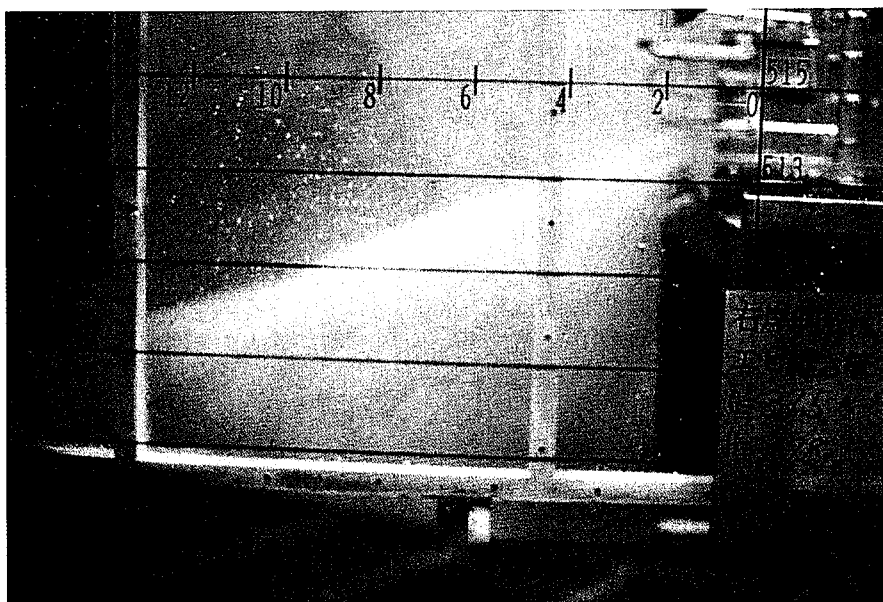
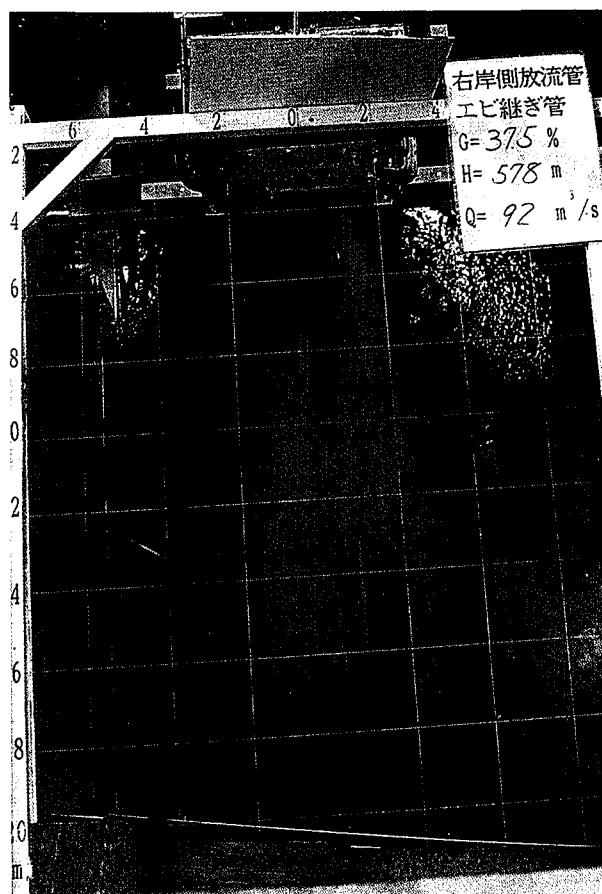
$G = 62.5\%$

写真-4.1d 放流水脈の状況（貯水位EL.578m）



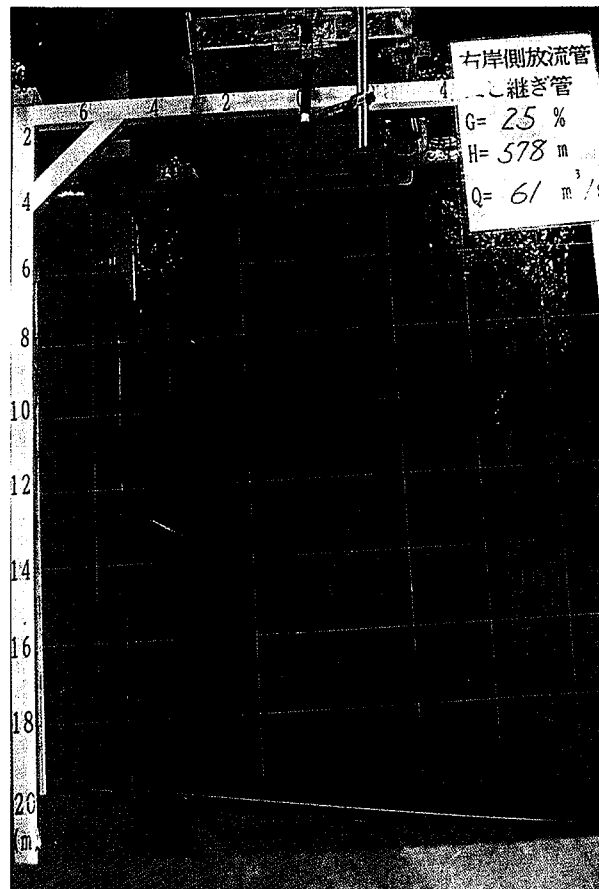
$G = 50\%$

写真-4.1e 放流水脈の状況（貯水位EL.578m）



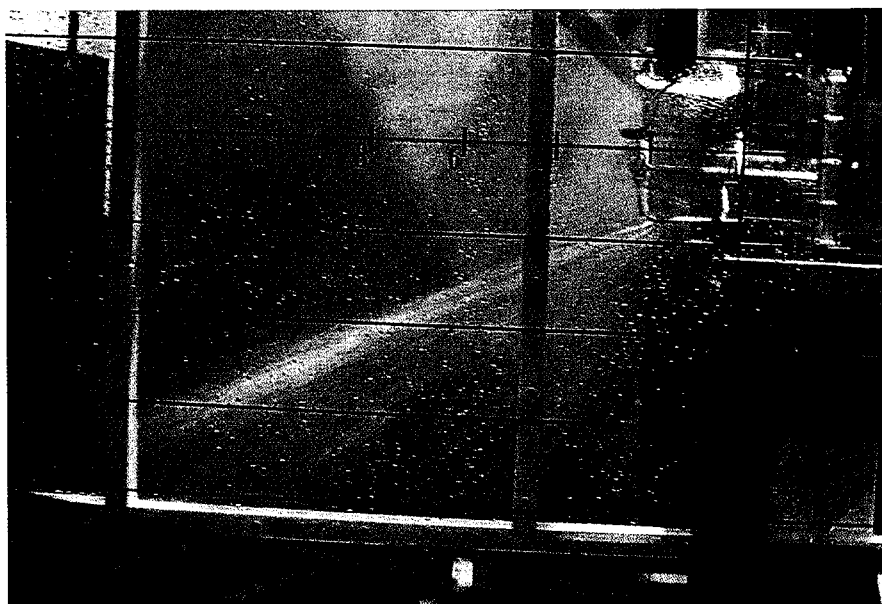
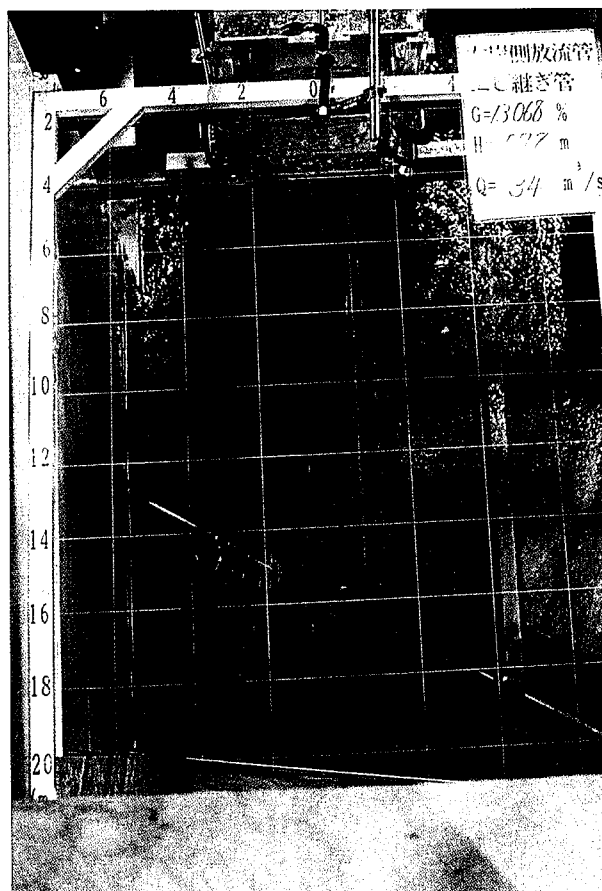
$G = 37.5\%$

写真-4.1f 放流水脈の状況（貯水位EL.578m）



$G = 25\%$

写真-4.1g 放流水脈の状況 (貯水位EL.578m)



$G = 13.068\%$

写真-4.1h 放流水脈の状況 (貯水位EL.578m)

5. あとがき

湾曲部の水理特性についてエビ継ぎ管の影響を含む詳細な検討を行い、五十里ダムで計画されている流速20m/s以上の高速湾曲管路の水理設計を可能とすることができた。

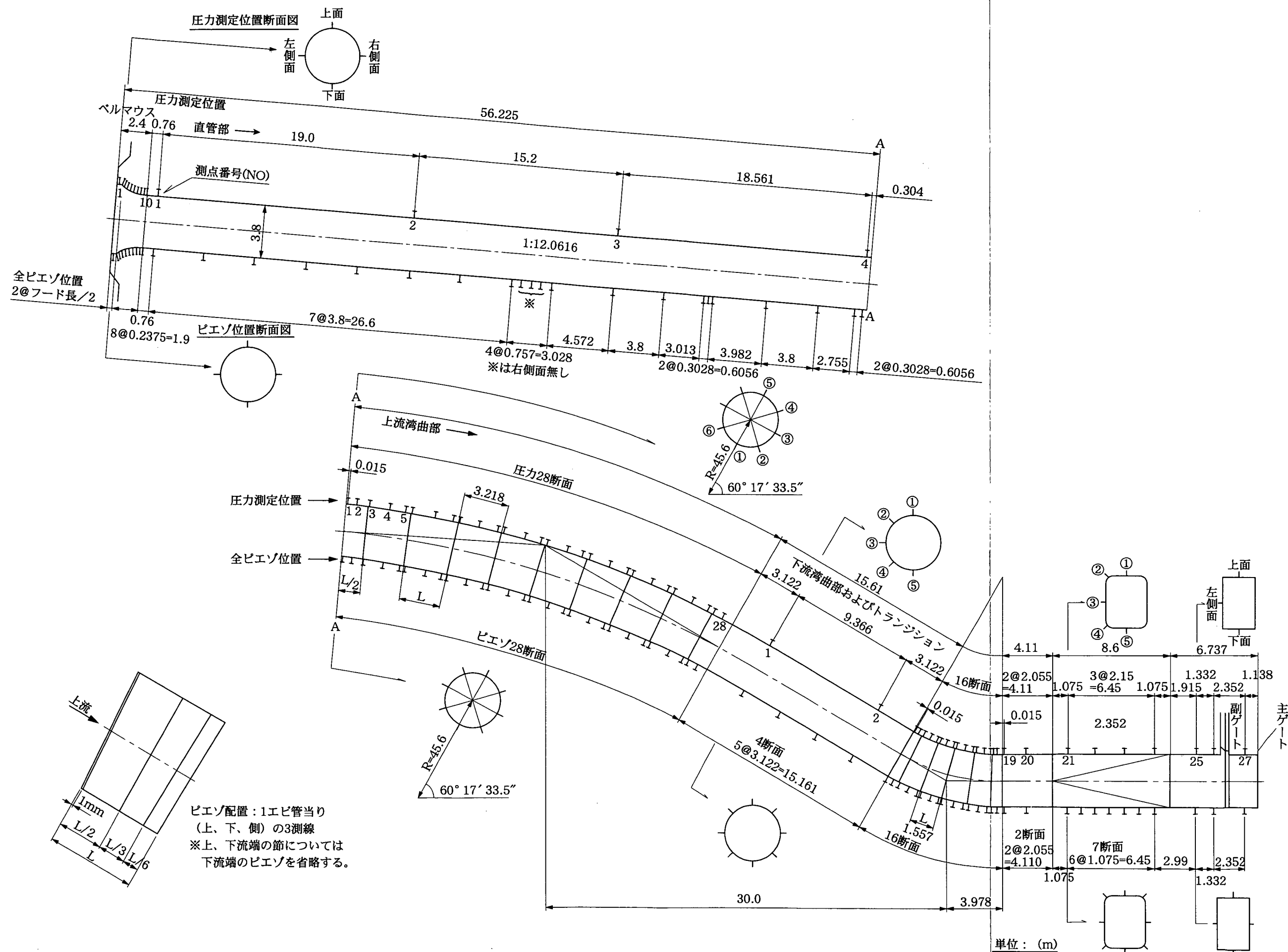
わが国の近代的ダム建設は徐々に歴史的年月を重ねてきており、管理ダム数の増大、管理経験年数の蓄積を踏まえた、貯水池の更なる効率的利用への試みがなされるようになっている。貯水池の利用方法を変える際には、取水・放流施設の新設又は改修が必要になることも多くなるであろう。本検討成果は、五十里ダム放流管に利用されるにとどまらず、今後増加するであろう、放流施設の新設、改修にも生かされるものと思っている。

本水理検討を実施するにあたり、関東地方建設局、特に鬼怒川ダム統合管理事務所の関係各位には、多大なご支援を頂いた。記して謝意を表します。

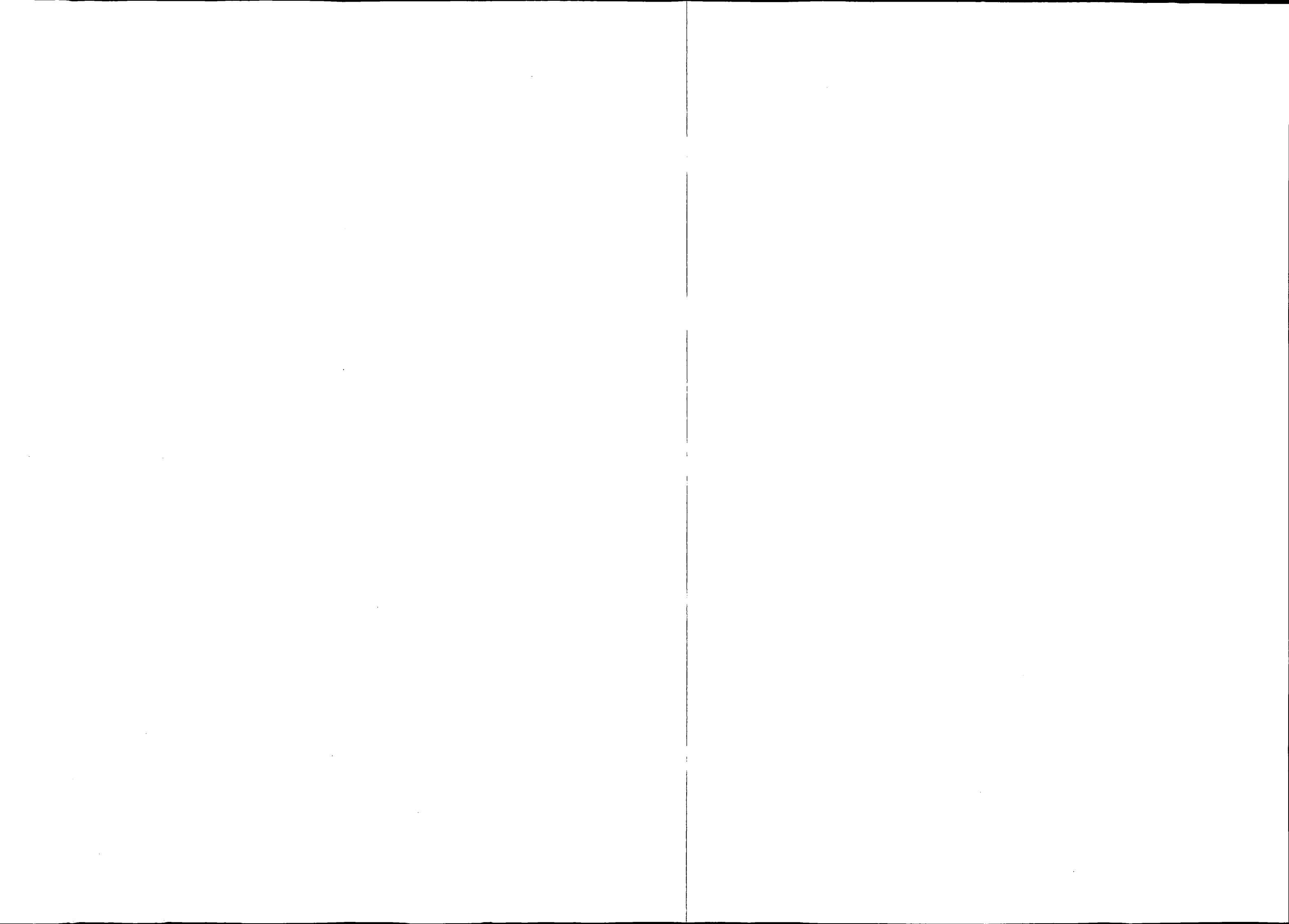
巻 末 資 料

1. 表-4.2、ケース 1（水理設計案）の測定結果…………… 101
2. 表-4.2、ケース 2（上流湾曲部直管形状）の測定結果…………… 161
3. 表-4.2、ケース 3（直管＋ゲート）の測定結果…………… 181

1. 表-4.2、ケース1（水理設計案）の測定結果



付図-1.1a 圧力測定位置および全ピエゾ位置 (ブロック9 (右岸側) 放流管)



付表1.1 放流管の貯水位と流量の関係（ブロック9（右岸側）放流管）

放流管直径：3.8m（水位基準：EL515m=-103.1cm）

番号	ゲート開度 (%)	模型読み		貯水位 H (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	流量係数 C
		水 位 Hm (cm)	流 量 Qm (l/s)			
1	100	339.35	333.06	581.984	297.028	0.8460
2		311.70	322.30	577.798	287.432	0.8455
3		224.20	285.30	564.551	254.435	0.8426
4		192.65	270.38	559.775	241.129	0.8400
5		161.05	255.38	554.991	227.752	0.8395
6		131.43	240.18	550.506	214.196	0.8379
7		104.68	224.78	546.456	200.462	0.8332
8	87.5	340.30	277.02	582.128	247.051	0.8033
9		322.28	270.20	579.399	240.968	0.7999
10		275.90	255.34	572.378	227.716	0.8009
11		232.20	240.30	565.763	214.303	0.8013
12		190.95	225.50	559.518	201.104	0.8030
13		140.20	204.86	551.834	182.697	0.8019
14		106.65	189.70	546.755	169.177	0.7998
15	75	339.15	229.20	581.954	204.404	0.7764
16		320.40	225.08	579.116	200.730	0.7791
17		284.73	214.74	573.715	191.508	0.7768
18		237.70	201.02	566.595	179.273	0.7757
19		189.00	185.98	559.222	165.860	0.7752
20		141.60	170.84	552.046	152.358	0.7780
21		100.23	155.30	545.782	138.499	0.7759
22	62.5	339.18	185.84	581.958	165.735	0.7554
23		314.43	181.38	578.211	161.757	0.7588
24		292.23	175.02	574.850	156.085	0.7525
25		228.23	160.26	565.161	142.922	0.7526
26		168.35	145.12	556.096	129.420	0.7530
27		114.33	130.14	547.917	116.061	0.7545
28		103.85	126.88	546.331	113.153	0.7540
29	50	338.73	144.38	581.890	128.760	0.7340
30		327.10	143.20	580.130	127.708	0.7377
31		249.20	129.02	568.336	115.062	0.7345
32		233.80	126.26	566.005	112.601	0.7350
33		175.83	114.92	557.228	102.487	0.7353
34		137.50	106.96	551.425	95.389	0.7368
35		106.45	99.84	546.725	89.039	0.7370
36	37.5	338.30	106.30	581.825	94.800	0.7209
37		321.28	104.84	579.248	93.498	0.7251
38		247.30	95.04	568.049	84.758	0.7234
39		176.55	84.92	557.337	75.733	0.7235
40		114.33	75.02	547.917	66.904	0.7249
41		106.60	73.54	546.747	65.584	0.7235
42		340.80	70.24	582.204	62.641	0.7125
43	25	327.23	69.04	580.149	61.571	0.7113
44		277.40	64.96	572.606	57.932	0.7117
45		226.35	60.40	564.877	53.866	0.7112
46		177.78	55.82	557.523	49.781	0.7118
47		103.68	48.28	546.305	43.057	0.7175
48	13.068	332.15	36.20	580.894	32.284	0.7094
49		276.33	33.80	572.443	30.143	0.7094
50		216.15	30.96	563.333	27.611	0.7084
51		166.50	28.50	555.816	25.417	0.7096
52		101.15	24.98	545.922	22.278	0.7146

付表1.2 放流管の貯水位と流量の関係（ブロック10（右岸側）放流管）

放流管直径：3.8m（水位基準：EL515m＝－104.25cm）

番号	ゲート開度 (%)	模型読み		貯水位 H (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	流量係数 C
		水 位 Hm (cm)	流 量 Qm (l/s)			
1	100	338.50	340.94	582.030	304.055	0.8657
2		275.20	315.30	572.447	281.189	0.8648
3		218.25	290.10	563.825	258.715	0.8631
4		166.10	264.82	555.929	236.170	0.8605
5		119.30	239.82	548.844	213.875	0.8570
6	87.65	338.10	280.44	581.969	250.101	0.8128
7		268.90	258.32	571.493	230.374	0.8151
8		205.88	235.50	561.951	210.022	0.8152
9		149.30	213.36	553.386	190.278	0.8168
10		107.45	194.10	547.050	173.101	0.8132
11	75.06	335.33	230.76	581.549	205.795	0.7834
12		261.65	210.66	570.395	187.870	0.7839
13		193.40	190.50	560.063	169.891	0.7860
14		134.63	170.76	551.164	152.286	0.7864
15		107.85	159.82	547.111	142.530	0.7811
16	62.59	335.75	186.10	581.614	165.967	0.7573
17		266.80	171.04	571.175	152.536	0.7580
18		205.20	155.88	561.849	139.016	0.7564
19		148.35	140.90	553.242	125.657	0.7568
20		109.90	129.76	547.421	115.722	0.7569
21	50.11	338.55	145.56	582.037	129.813	0.7375
22		274.75	134.72	572.378	120.145	0.7378
23		213.60	123.46	563.121	110.103	0.7383
24		159.75	112.46	554.968	100.293	0.7380
25		104.90	100.30	546.664	89.449	0.7395
26	37.57	337.45	106.86	581.871	95.299	0.7231
27		281.80	99.94	573.446	89.128	0.7233
28		229.90	93.06	565.588	82.992	0.7240
29		180.75	86.02	558.147	76.714	0.7246
30		106.35	74.00	546.884	65.994	0.7252
31	24.82	339.03	69.86	582.109	62.302	0.7143
32		285.05	65.30	573.938	58.236	0.7124
33		233.43	60.64	566.122	54.080	0.7104
34		184.13	56.20	558.658	50.120	0.7124
35		108.85	48.42	547.262	43.182	0.7140
36	12.59	332.33	35.06	581.095	31.267	0.7121
37		273.38	32.46	572.170	28.948	0.7089
38		218.45	29.98	563.855	26.737	0.7082
39		168.05	27.44	556.225	24.471	0.7057
40		108.38	24.36	547.190	21.725	0.7089

付表1.2.1a ベルマウスの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.924m 管内流速：26.195m/s
 流 量：297.081m³/s 速度水頭：35.009m
 ゲート開度：100% 水 温：7.5℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.682	540.443	25.080	21.265	23.173	0.523	-5.711	537.979	24.380	21.882	23.131	0.595
2	ベルマウス	0.000	-5.258	540.420	24.331	19.123	21.727	0.565	-5.462	537.959	25.339	22.054	23.697	0.579
3		0.238	-5.044	540.126	16.617	15.330	15.974	0.738	-5.225	537.939	20.423	19.000	19.712	0.693
4		0.238	-4.815	540.005	13.407	12.695	13.051	0.825	-4.988	537.919	15.720	14.554	15.137	0.825
5		0.238	-4.584	539.918	9.043	8.165	8.604	0.954	-4.752	537.900	10.153	9.335	9.744	0.979
6		0.238	-4.352	539.850	5.735	4.812	5.273	1.051	-4.515	537.880	6.630	6.251	6.441	1.074
7		0.238	-4.118	539.796	3.776	2.807	3.291	1.109	-4.278	537.861	4.712	4.333	4.522	1.129
8		0.238	-3.883	539.752	3.122	2.123	2.623	1.130	-4.042	537.841	3.959	3.535	3.747	1.152
9		0.238	-3.648	539.719	3.368	2.792	3.080	1.118	-3.805	537.821	6.219	5.780	6.000	1.088
10		0.238	-3.411	539.695	3.967	3.679	3.823	1.097	-3.568	537.802	4.392	4.013	4.203	1.140

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面 (湾曲内側)						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.711	537.979	23.608	20.535	22.071	0.625	-5.943	535.497	31.813	29.845	30.829	0.446
2	ベルマウス	0.000	-5.462	537.959	24.764	21.782	23.273	0.591	-3.772	535.497	32.252	30.238	31.245	0.434
3		0.238	-5.225	537.939	18.243	16.972	17.608	0.753	-3.772	535.753	21.096	19.491	20.294	0.739
4		0.238	-4.988	537.919	14.690	13.206	13.948	0.859	-3.772	535.834	17.109	14.959	16.034	0.859
5		0.238	-4.752	537.900	9.608	8.654	9.131	0.997	-3.772	535.882	12.792	11.580	12.186	0.967
6		0.238	-4.515	537.880	6.539	5.797	6.168	1.082	-3.772	535.911	9.326	8.387	8.857	1.061
7		0.238	-4.278	537.861	4.833	3.909	4.371	1.134	-3.772	535.926	7.752	7.101	7.426	1.102
8		0.238	-4.042	537.841	4.398	3.762	4.080	1.143	-3.772	535.929	6.400	5.674	6.037	1.141
9		0.238	-3.805	537.821	5.735	5.402	5.568	1.101	-3.772	535.923	7.799	6.770	7.285	1.106
10		0.238	-3.568	537.802	4.922	4.786	4.854	1.122	-3.772	535.908	7.709	7.239	7.474	1.101

付表1.2.1b ベルマウスの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位: EL. 576.631m 管内流速: 25.108m/s
 流 量: 284.756m³/s 速度水頭: 32.164m
 ゲート開度: 100% 水 温: 7.5°C

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.682	540.443	21.144	17.632	19.388	0.522	-5.711	537.979	21.912	18.794	20.353	0.569
2	ベルマウス	0.000	-5.258	540.420	21.167	18.487	19.827	0.509	-5.462	537.959	22.145	18.905	20.525	0.564
3		0.238	-5.044	540.126	13.907	12.227	13.067	0.729	-5.225	537.939	17.032	15.170	16.101	0.702
4		0.238	-4.815	540.005	10.576	9.410	9.993	0.828	-4.988	537.919	12.601	11.284	11.942	0.832
5		0.238	-4.584	539.918	6.409	5.500	5.955	0.956	-4.752	537.900	7.428	6.837	7.132	0.982
6		0.238	-4.352	539.850	3.449	2.722	3.086	1.048	-4.515	537.880	4.147	3.738	3.943	1.082
7		0.238	-4.118	539.796	1.263	0.718	0.990	1.114	-4.278	537.861	2.456	2.123	2.289	1.134
8		0.238	-3.883	539.752	0.488	0.064	0.276	1.138	-4.042	537.841	1.794	1.431	1.612	1.156
9		0.238	-3.648	539.719	1.112	0.764	0.938	1.118	-3.805	537.821	3.948	3.434	3.691	1.092
10		0.238	-3.411	539.695	1.651	1.499	1.575	1.099	-3.568	537.802	2.182	1.954	2.068	1.143

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面 (湾曲内側)						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.711	537.979	20.232	18.203	19.217	0.604	-5.943	535.497	27.105	25.833	26.469	0.456
2	ベルマウス	0.000	-5.462	537.959	21.040	18.754	19.897	0.584	-5.666	535.497	27.786	26.120	26.953	0.441
3		0.238	-5.225	537.939	15.549	12.339	13.944	0.769	-5.406	535.753	18.189	15.888	17.039	0.741
4		0.238	-4.988	537.919	12.071	10.451	11.261	0.853	-5.161	535.834	14.929	11.507	13.218	0.857
5		0.238	-4.752	537.900	7.155	6.656	6.905	0.989	-4.919	535.882	10.082	7.629	8.855	0.992
6		0.238	-4.515	537.880	4.132	3.572	3.852	1.085	-4.678	535.911	7.328	4.875	6.101	1.076
7		0.238	-4.278	537.861	2.577	2.168	2.372	1.132	-4.439	535.926	5.693	3.664	4.678	1.120
8		0.238	-4.042	537.841	2.294	1.855	2.074	1.141	-4.200	535.929	4.523	2.949	3.736	1.149
9		0.238	-3.805	537.821	3.752	3.131	3.441	1.100	-3.962	535.923	5.589	4.196	4.893	1.113
10		0.238	-3.568	537.802	2.757	2.515	2.636	1.125	-3.725	535.908	5.634	4.862	5.248	1.103

付表1.2.1c ベルマウスの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.013m 管内流速：22.584m/s
 流 量：256.129m³/s 速度水頭：26.022m
 ゲート開度：100% 水 温：7.5℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.682	540.443	9.986	7.413	8.700	0.610	-5.711	537.979	14.312	10.331	12.321	0.565
2	ベルマウス	0.000	-5.258	540.420	9.101	8.223	8.662	0.612	-5.462	537.959	14.651	13.197	13.924	0.505
3		0.238	-5.044	540.126	7.412	6.398	6.905	0.691	-5.225	537.939	8.494	7.086	7.790	0.741
4		0.238	-4.815	540.005	4.247	3.566	3.907	0.811	-4.988	537.919	6.636	4.562	5.599	0.826
5		0.238	-4.584	539.918	-2.009	-2.281	-2.145	1.046	-4.752	537.900	1.977	1.372	1.675	0.978
6		0.238	-4.352	539.850	0.678	0.421	0.550	0.946	-4.515	537.880	-0.561	-0.895	-0.728	1.071
7		0.238	-4.118	539.796	-3.658	-3.870	-3.764	1.114	-4.278	537.861	-1.950	-2.147	-2.048	1.122
8		0.238	-3.883	539.752	-4.326	-4.523	-4.425	1.141	-4.042	537.841	-2.642	-2.717	-2.680	1.147
9		0.238	-3.648	539.719	-3.778	-3.990	-3.884	1.121	-3.805	537.821	-0.881	-0.987	-0.934	1.081
10		0.238	-3.411	539.695	-3.315	-3.603	-3.459	1.106	-3.568	537.802	-2.436	-2.557	-2.497	1.142

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面 (湾曲内側)						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	フード	0.000	-5.711	537.979	13.010	10.437	11.723	0.588	-5.943	535.497	17.521	16.658	17.090	0.478
2	ベルマウス	0.000	-5.462	537.959	13.455	10.185	11.820	0.585	-5.666	535.497	17.748	17.188	17.468	0.463
3		0.238	-5.225	537.939	8.161	5.057	6.609	0.786	-5.406	535.753	11.028	9.181	10.105	0.736
4		0.238	-4.988	537.919	5.152	3.139	4.145	0.882	-5.161	535.834	8.691	7.284	7.987	0.814
5		0.238	-4.752	537.900	1.614	0.388	1.001	1.003	-4.919	535.882	5.222	2.527	3.874	0.971
6		0.238	-4.515	537.880	-0.440	-1.803	-1.122	1.086	-4.678	535.911	2.256	0.500	1.378	1.065
7		0.238	-4.278	537.861	-1.844	-2.798	-2.321	1.133	-4.439	535.926	0.833	-0.439	0.197	1.110
8		0.238	-4.042	537.841	-2.294	-2.899	-2.596	1.144	-4.200	535.929	-0.155	-1.003	-0.579	1.140
9		0.238	-3.805	537.821	-1.214	-1.729	-1.472	1.101	-3.962	535.923	0.820	-0.013	0.404	1.102
10		0.238	-3.568	537.802	-1.921	-2.330	-2.126	1.127	-3.725	535.908	0.850	0.457	0.654	1.093

付表1.2.2a 直管部の圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.844m 管内流速：26.177m/s
 流 量：296.876m³/s 速度水頭：34.960m
 ゲート開度：100% 水 温：8.3℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面（湾曲内側）					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	4.923	4.544	4.734	1.072	-2.811	537.739	6.423	6.165	6.294	1.082
2		19.000	16.281	538.063	4.131	4.071	4.101	1.135	16.124	536.169	6.040	5.828	5.934	1.137
3		15.200	31.429	536.807	2.571	2.480	2.526	1.216	31.272	534.913	4.162	4.071	4.116	1.225
4		18.561	49.927	535.273	3.529	3.408	3.469	1.233	49.770	533.380	3.152	3.046	3.099	1.298

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面（湾曲内側）						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	6.438	6.120	6.279	1.082	-2.968	535.845	8.543	8.180	8.362	1.077
2		19.000	16.124	536.169	5.828	5.661	5.744	1.142	15.967	534.276	7.858	7.797	7.827	1.137
3		15.200	31.272	534.913	4.222	4.086	4.154	1.224	31.115	533.020	6.313	6.146	6.229	1.218
4		18.561	49.770	533.380	5.287	5.105	5.196	1.238	49.613	531.486	5.227	5.091	5.159	1.293

付表1.2.2b 直管部の圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.988m 管内流速：25.406m/s
 流 量：288.136m³/s 速度水頭：32.932m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面（湾曲内側）					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	3.197	2.955	3.076	1.071	-2.811	537.739	4.773	4.515	4.644	1.081
2		19.000	16.281	538.063	2.541	2.481	2.511	1.136	16.124	536.169	4.420	4.329	4.374	1.137
3		15.200	31.429	536.807	1.193	1.103	1.148	1.216	31.272	534.913	2.769	2.663	2.716	1.225
4		18.561	49.927	535.273	2.152	2.031	2.091	1.234	49.770	533.380	1.941	1.880	1.910	1.297

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面（湾曲内側）						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	4.773	4.455	4.614	1.082	-2.968	535.845	6.878	6.560	6.719	1.076
2		19.000	16.124	536.169	4.238	4.132	4.185	1.143	15.967	534.276	6.283	6.162	6.222	1.138
3		15.200	31.272	534.913	2.739	2.633	2.686	1.226	31.115	533.020	4.890	4.723	4.806	1.220
4		18.561	49.770	533.380	3.773	3.697	3.735	1.241	49.613	531.486	3.955	3.774	3.865	1.295

付表1.2.2c 直管部の圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.186m 管内流速：22.877m/s
 流 量：259.456m³/s 速度水頭：26.702m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面（湾曲内側）					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	-2.071	-2.283	-2.177	1.076	-2.811	537.739	-0.269	-0.344	-0.307	1.077
2		19.000	16.281	538.063	-2.197	-2.288	-2.243	1.137	16.124	536.169	-0.410	-0.455	-0.432	1.140
3		15.200	31.429	536.807	-3.152	-3.227	-3.190	1.220	31.272	534.913	-1.485	-1.516	-1.500	1.227
4		18.561	49.927	535.273	-2.163	-2.239	-2.201	1.240	49.770	533.380	-1.996	-2.041	-2.018	1.304

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面（湾曲内側）						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	-0.314	-0.556	-0.435	1.082	-2.968	535.845	2.003	1.776	1.890	1.065
2		19.000	16.124	536.169	-0.485	-0.546	-0.516	1.143	15.967	534.276	1.438	1.393	1.416	1.142
3		15.200	31.272	534.913	-1.485	-1.531	-1.508	1.228	31.115	533.020	0.544	0.484	0.514	1.223
4		18.561	49.770	533.380	-0.542	-0.557	-0.550	1.249	49.613	531.486	0.080	0.034	0.057	1.297

付表1.2.3a-1 上流湾曲部の圧力測定結果 (ブロック 9 (右岸側) 放流管)

貯水 位: EL.581.816m 管内流速: 26.172m/s
 流 量: 296.823m³/s 速度水頭: 34.948m
 ゲート開度: 100% 水 温: 8.3°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ① (湾曲内側)					測 線 ②				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	532.035	7.063	6.412	6.737	1.232	533.261	5.549	5.170	5.359	1.236
2		0.790	531.975	3.369	3.051	3.210	1.334	533.193	2.755	2.619	2.687	1.314
3		0.820	531.884	1.143	0.356	0.749	1.407	533.125	1.597	1.431	1.514	1.350
4		1.595	531.687	4.186	4.020	4.103	1.317	532.951	1.862	3.058	2.460	1.328
5		1.073	531.566	2.839	2.627	2.733	1.360	532.792	2.596	2.460	2.528	1.330
6		0.552	531.475	-0.810	-1.764	-1.287	1.477	532.716	-1.794	-2.369	-2.082	1.464
7		1.595	531.233	3.929	3.808	3.868	1.337	532.459	3.217	3.081	3.149	1.322
8		1.073	531.021	2.702	2.475	2.589	1.379	532.277	1.915	1.764	1.839	1.365
9		0.552	530.900	-0.462	-1.188	-0.825	1.481	532.156	0.416	0.023	0.220	1.415
10		1.595	530.582	4.353	4.171	4.262	1.344	531.831	3.406	3.194	3.300	1.336
11		1.073	530.355	3.111	3.035	3.073	1.385	531.596	2.733	2.566	2.649	1.361
12		0.552	530.203	-1.113	-1.779	-1.446	1.518	531.482	0.439	0.076	0.257	1.433
13		1.595	529.855	4.383	4.247	4.315	1.363	531.043	3.891	3.694	3.792	1.344
14		1.073	529.476	4.988	3.550	4.269	1.375	530.763	3.217	2.990	3.104	1.372
15		0.552	529.310	3.005	2.672	2.839	1.421	530.470	2.890	2.618	2.754	1.390
16		1.595	528.856	5.049	4.807	4.928	1.374	530.044	4.421	4.224	4.322	1.358
17		1.073	528.508	4.534	4.292	4.413	1.399	529.726	3.997	3.830	3.914	1.379
18		0.552	528.326	2.536	2.112	2.324	1.464	529.552	2.294	2.067	2.180	1.433
19		1.595	527.887	5.624	5.397	5.511	1.385	528.984	4.860	4.724	4.792	1.375
20		1.073	527.372	5.685	5.458	5.571	1.398	528.598	4.231	2.914	3.573	1.421
21		0.552	527.175	3.762	3.459	3.611	1.460	528.394	2.543	2.331	2.437	1.459
22		1.595	526.555	6.911	6.729	6.820	1.386	527.743	5.844	5.738	5.791	1.382
23		1.073	526.131	6.245	6.048	6.147	1.417	527.327	5.094	4.973	5.034	1.415
24		0.552	525.904	4.610	4.337	4.474	1.472	527.100	3.035	2.869	2.952	1.481
25		1.595	525.268	8.031	7.865	7.948	1.391	526.411	6.767	6.676	6.722	1.393
26		1.073	524.768	7.865	7.744	7.804	1.409	525.934	7.078	6.957	7.017	1.398
27		0.552	524.496	6.790	6.366	6.578	1.452	525.669	5.026	4.845	4.935	1.465
28		0.790	524.057	8.970	9.031	9.000	1.395	525.162	7.925	7.804	7.865	1.396

付表1.2.3a-2 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.816m 管内流速：26.172m/s
 流 量：296.823m³/s 速度水頭：34.948m
 ゲート開度：100% 水 温：8.3℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	測 線 ③						測 線 ④					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	534.647	5.889	5.359	5.624	1.189		535.131	3.838	3.671	3.755	1.228	
2		0.790	534.578	2.718	2.612	2.665	1.275		535.116	4.141	4.035	4.088	1.219	
3		0.820	534.525	3.482	3.285	3.384	1.256		535.048	5.208	4.966	5.087	1.193	
4		1.595	534.321	3.232	3.081	3.157	1.269		534.859	3.671	3.550	3.611	1.240	
5		1.073							534.707	4.534	4.474	4.504	1.219	
6		0.552	534.109	3.535	3.293	3.414	1.267		534.606	7.664	7.331	7.497	1.136	
7		1.595	533.837	3.172	3.020	3.096	1.284		534.321	3.830	3.755	3.792	1.250	
8		1.073	533.632	3.255	3.134	3.194	1.287		534.132	4.413	4.307	4.360	1.240	
9		0.552	533.549	4.080	3.898	3.989	1.267		533.988	8.084	7.645	7.865	1.143	
10		1.595	533.171	3.429	3.232	3.331	1.297		533.670	3.709	3.633	3.671	1.273	
11		1.073	532.928	3.747	3.611	3.679	1.294		533.413	5.284	5.117	5.200	1.236	
12		0.552	532.777	4.686	4.474	4.580	1.272		533.239	8.259	7.895	8.077	1.159	
13		1.595	532.338	3.883	3.762	3.823	1.306		532.822	4.678	4.542	4.610	1.270	
14		1.073	532.027	4.073	3.951	4.012	1.310		532.512	6.078	5.851	5.965	1.240	
15		0.552	531.763	7.895	7.138	7.517	1.217		532.277	9.795	9.296	9.545	1.144	
16		1.595	531.346	4.739	4.633	4.686	1.310		531.823	5.723	5.632	5.677	1.268	
17		1.073	531.006	4.731	4.610	4.671	1.320		531.467	4.807	4.746	4.776	1.304	
18		0.552	530.831	5.511	5.390	5.450	1.303		531.225	10.242	9.878	10.060	1.160	
19		1.595	530.233	4.216	4.125	4.171	1.357		530.665	6.306	6.260	6.283	1.284	
20		1.073	529.832	5.087	4.920	5.004	1.344		530.271	7.411	7.259	7.335	1.265	
21		0.552	529.643	6.200	6.139	6.169	1.316		529.999	10.817	10.484	10.651	1.178	
22		1.595	528.944	6.218	6.127	6.172	1.336		529.348	6.881	6.820	6.851	1.305	
23		1.073	528.508	5.594	5.518	5.556	1.366		528.916	8.463	8.312	8.387	1.274	
24		0.552	528.258	7.600	7.433	7.517	1.317		528.651	11.953	11.574	11.763	1.185	
25		1.595	527.569	6.881	6.835	6.858	1.356		527.929	7.815	7.573	7.694	1.322	
26		1.073	527.054	7.668	7.623	7.645	1.348		527.433	8.629	8.539	8.584	1.310	
27		0.552	526.797	8.228	8.122	8.175	1.340		527.100	11.521	11.339	11.430	1.239	
28		0.790	526.297	7.759	7.714	7.736	1.367		526.661	8.735	8.614	8.675	1.330	

貯水位: EL.581.816m	管内流速: 26.172m/s
流量: 296.823m³/s	速度水頭: 34.948m
ゲート開度: 100%	水温: 8.3°C

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ⑤ (湾曲内側)						測 線 ⑥					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	534.722	6.502	6.109	6.306	1.167	531.475	5.019	4.898	4.958	1.299		
2		0.790	534.631	5.322	5.155	5.238	1.200							
3		0.820	534.571	8.365	7.774	8.069	1.121	531.308	2.824	2.430	2.627	1.370		
4		1.595	534.344	4.504	4.428	4.466	1.231							
5		1.073	534.208	6.033	5.897	5.965	1.192							
6		0.552	534.132	9.833	9.137	9.485	1.093	530.915	1.234	0.613	0.924	1.430		
7		1.595	533.806	5.193	5.117	5.155	1.226							
8		1.073	533.610	6.389	6.253	6.321	1.199							
9		0.552	533.519	10.643	10.476	10.560	1.080	530.339	1.627	0.961	1.294	1.436		
10		1.595	533.133	5.094	5.049	5.072	1.248							
11		1.073	532.868	4.572	4.512	4.542	1.271							
12		0.552	532.724	7.668	7.456	7.562	1.188	529.628	2.839	2.278	2.559	1.420		
13		1.595	532.277	4.330	4.269	4.300	1.294							
14		1.073	532.012	7.547	7.396	7.471	1.211							
15		0.552	531.740	11.559	10.984	11.271	1.110	528.750	5.337	5.170	5.253	1.368		
16		1.595	531.255	6.775	6.639	6.707	1.255							
17		1.073	530.892	7.789	7.744	7.767	1.235							
18		0.552	530.680	12.906	12.392	12.649	1.101	527.766	3.853	3.323	3.588	1.444		
19		1.595	530.075	7.335	7.229	7.282	1.272							
20		1.073	529.658	6.707	6.616	6.661	1.302							
21	0.552	529.416	13.656	13.292	13.474	1.114	526.585	3.853	3.475	3.664	1.476			
22	1.595	528.742	8.349	8.228	8.289	1.281								
23	1.073	528.280	10.007	9.825	9.916	1.248								
24	0.552	527.947	14.504	14.080	14.292	1.132	525.298	5.231	4.973	5.102	1.471			
25	1.595	527.289	9.106	9.031	9.069	1.301								
26	1.073	526.774	10.666	10.575	10.620	1.271								
27	0.552	526.562	12.664	12.498	12.581	1.221	523.860	7.668	7.547	7.608	1.441			
28	0.790	525.979	10.128	9.977	10.053	1.310								

付表1.2.3b-1 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.988m 管内流速：25.406m/s
 流 量：288.136m³/s 速度水頭：32.932m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	測 線 ① (湾曲内側)						測 線 ②					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	532.035	5.791	5.004	5.397	1.231		533.261	4.201	3.671	3.936	1.239	
2		0.790	531.975	2.157	1.855	2.006	1.336		533.193	1.544	1.363	1.453	1.316	
3		0.820	531.884	-0.083	-0.871	-0.477	1.414		533.125	0.462	0.250	0.356	1.351	
4		1.595	531.687	2.945	2.778	2.861	1.319		532.951	1.953	1.786	1.870	1.311	
5		1.073	531.566	1.733	1.400	1.567	1.362		532.792	1.416	1.188	1.302	1.333	
6		0.552	531.475	-1.839	-2.945	-2.392	1.485		532.716	-2.733	-3.369	-3.051	1.467	
7		1.595	531.233	2.793	2.536	2.665	1.339		532.459	2.021	1.824	1.923	1.324	
8		1.073	531.021	1.537	1.264	1.400	1.384		532.277	0.840	-0.643	0.098	1.385	
9		0.552	530.900	-1.567	-2.112	-1.839	1.486		532.156	-0.659	-1.052	-0.855	1.418	
10		1.595	530.582	3.202	2.960	3.081	1.346		531.831	2.150	1.998	2.074	1.339	
11		1.073	530.355	2.127	1.809	1.968	1.387		531.596	1.597	1.537	1.567	1.361	
12		0.552	530.203	-2.067	-3.263	-2.665	1.532		531.482	-0.575	-0.999	-0.787	1.436	
13		1.595	529.855	3.247	3.005	3.126	1.367		531.043	2.649	2.483	2.566	1.348	
14		1.073	529.476	2.975	2.657	2.816	1.388		530.763	0.795	-0.719	0.038	1.433	
15		0.552	529.310	2.021	1.491	1.756	1.425		530.470	1.724	1.316	1.520	1.397	
16		1.595	528.856	3.944	3.702	3.823	1.376		530.044	3.179	3.119	3.149	1.360	
17		1.073	528.508	3.429	3.096	3.263	1.403		529.726	2.786	2.710	2.748	1.382	
18		0.552	528.326	1.703	0.825	1.264	1.470		529.552	1.355	0.916	1.135	1.436	
19		1.595	527.887	4.504	4.216	4.360	1.389		528.984	3.709	3.603	3.656	1.377	
20		1.073	527.372	4.428	4.171	4.300	1.406		528.598	3.096	2.960	3.028	1.408	
21		0.552	527.175	2.778	2.157	2.468	1.468		528.394	1.590	1.196	1.393	1.464	
22		1.595	526.555	5.745	5.609	5.677	1.389		527.743	4.708	4.648	4.678	1.384	
23		1.073	526.131	5.322	4.913	5.117	1.419		527.327	4.004	3.914	3.959	1.418	
24		0.552	525.904	3.914	3.399	3.656	1.471		527.100	2.112	1.794	1.953	1.486	
25		1.595	525.268	6.911	6.775	6.843	1.393		526.411	5.647	5.556	5.602	1.396	
26		1.073	524.768	5.473	6.624	6.048	1.432		525.934	5.927	5.867	5.897	1.402	
27		0.552	524.496	5.745	5.337	5.541	1.456		525.669	4.133	3.800	3.967	1.468	
28		0.790	524.057	7.925	7.744	7.835	1.400		525.162	6.760	6.684	6.722	1.400	

付表1.2.3b-2 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.988m 管内流速：25.406m/s
 流 量：288.136m³/s 速度水頭：32.932m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ③						測 線 ④					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	534.647	4.224	3.770	3.997	1.195		535.131	2.475	2.324	2.400	1.228	
2		0.790	534.578	1.431	1.249	1.340	1.277		535.116	2.808	2.733	2.771	1.218	
3		0.820	534.525	2.059	1.892	1.976	1.260		535.048	5.147	4.784	4.966	1.153	
4		1.595	534.321	1.870	1.673	1.771	1.272		534.859	2.218	2.127	2.173	1.244	
		1.073							534.707	3.232	3.066	3.149	1.219	
6		0.552	534.109	2.097	1.915	2.006	1.271		534.606	6.180	5.817	5.998	1.135	
7		1.595	533.837	1.764	1.552	1.658	1.290		534.321	2.619	2.528	2.574	1.248	
8		1.073	533.632	1.938	1.741	1.839	1.291		534.132	3.202	3.035	3.119	1.237	
9		0.552	533.549	2.687	2.536	2.612	1.270		533.988	6.646	6.268	6.457	1.140	
10		1.595	533.171	2.051	1.870	1.961	1.301		533.670	2.392	2.210	2.301	1.276	
11		1.073	532.928	2.400	2.233	2.316	1.298		533.413	3.891	3.755	3.823	1.237	
12		0.552	532.777	3.293	3.172	3.232	1.275		533.239	6.835	6.502	6.669	1.156	
13		1.595	532.338	2.551	2.415	2.483	1.311		532.822	3.346	3.179	3.263	1.272	
14		1.073	532.027	2.786	2.680	2.733	1.313		532.512	4.640	4.459	4.549	1.243	
15		0.552	531.763	6.381	5.882	6.131	1.217		532.277	8.296	7.812	8.054	1.143	
16		1.595	531.346	3.497	3.391	3.444	1.312		531.823	4.375	4.254	4.315	1.271	
17		1.073	531.006	3.444	3.353	3.399	1.323		531.467	4.792	4.640	4.716	1.269	
18		0.552	530.831	4.194	4.073	4.133	1.306		531.225	8.773	8.425	8.599	1.159	
19		1.595	530.233	3.111	2.960	3.035	1.358		530.665	5.079	5.004	5.041	1.284	
20		1.073	529.832	3.830	3.709	3.770	1.348		530.271	6.094	6.033	6.063	1.265	
21		0.552	529.643	4.973	4.913	4.943	1.318		529.999	9.424	9.167	9.296	1.175	
22		1.595	528.944	5.052	4.961	5.007	1.337		529.348	5.670	5.549	5.609	1.307	
23		1.073	528.508	4.489	4.398	4.443	1.368		528.916	7.176	7.025	7.100	1.274	
24		0.552	528.258	6.328	6.313	6.321	1.318		528.651	10.454	10.318	10.386	1.183	
25		1.595	527.569	5.745	5.655	5.700	1.358		527.929	6.558	6.483	6.521	1.322	
26		1.073	527.054	6.548	6.472	6.510	1.349		527.433	7.403	7.327	7.365	1.311	
27		0.552	526.797	7.032	6.972	7.002	1.342		527.100	10.265	10.113	10.189	1.236	
28		0.790	526.297	6.760	5.306	6.033	1.386		526.661	7.555	7.464	7.509	1.331	

付表1.2.3b-3 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.988m 管内流速：25.406m/s
 流 量：288.136m³/s 速度水頭：32.932m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	測 線 ⑤						測 線 ⑥					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	534.722	4.882	4.761	4.822	1.167		531.475	3.732	3.580	3.656	1.301	
2		0.790	534.631	3.823	3.792	3.808	1.201							
3		0.820	534.571	6.578	6.200	6.389	1.124		531.308	1.779	1.294	1.537	1.371	
4		1.595	534.344	3.066	2.945	3.005	1.234							
5		1.073	534.208	4.504	4.398	4.451	1.194							
6		0.552	534.132	7.941	7.502	7.721	1.097		530.915	0.310	-0.416	-0.053	1.431	
7		1.595	533.806	3.739	3.649	3.694	1.229							
8		1.073	533.610	4.951	4.829	4.890	1.199							
9		0.552	533.519	9.175	8.614	8.894	1.080		530.339	0.674	-0.053	0.310	1.437	
10		1.595	533.133	3.747	3.641	3.694	1.250							
11		1.073	532.868	5.269	5.147	5.208	1.212							
12		0.552	532.724	8.592	8.213	8.402	1.119		529.628	1.839	1.431	1.635	1.419	
13		1.595	532.277	4.300	4.194	4.247	1.259							
14		1.073	532.012	6.109	6.033	6.071	1.212							
15		0.552	531.740	9.939	9.333	9.636	1.112		528.750	4.125	4.216	4.171	1.368	
16		1.595	531.255	5.412	5.352	5.382	1.256							
17		1.073	530.892	6.729	6.669	6.699	1.227							
18		0.552	530.680	11.059	10.696	10.878	1.106		527.766	2.642	2.929	2.786	1.440	
19		1.595	530.075	5.957	5.912	5.935	1.275							
20		1.073	529.658	7.555	7.449	7.502	1.240							
21		0.552	529.416	11.930	11.536	11.733	1.119		526.585	3.217	2.793	3.005	1.470	
22		1.595	528.742	6.987	6.911	6.949	1.284							
23		1.073	528.280	8.524	8.433	8.478	1.252							
24		0.552	527.947	12.763	12.475	12.619	1.136		525.298	4.413	4.201	4.307	1.469	
25		1.595	527.289	7.820	7.729	7.774	1.303							
26		1.073	526.774	9.349	9.243	9.296	1.273							
27		0.552	526.562	11.211	11.150	11.180	1.222		523.860	6.745	6.624	6.684	1.441	
28		0.790	525.979	8.857	8.781	8.819	1.311							

付表1.2.3c-1 上流湾曲部の圧力測定結果 (ブロック 9 (右岸側) 放流管)

貯水位: EL.566.186m 管内流速: 22.877m/s
 流量: 259.456m³/s 速度水頭: 26.702m
 ゲート開度: 100% 水温: 8.9°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	測 線 ① (湾曲内側)						測 線 ②					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	532.035	1.567	1.143	1.355	1.228		533.261	-0.083	-0.416	-0.250	1.242	
2		0.790	531.975	-1.703	-1.809	-1.756	1.347		533.193	-2.347	-2.437	-2.392	1.325	
3		0.820	531.884	-3.747	-4.080	-3.914	1.431		533.125	-3.247	-3.444	-3.346	1.363	
4		1.595	531.687	-0.901	-0.992	-0.946	1.327		532.951	-1.953	-2.029	-1.991	1.319	
5		1.073	531.566	-2.021	-2.112	-2.067	1.374		532.792	-2.415	-2.490	-2.453	1.342	
6		0.552	531.475	-5.231	-5.761	-5.496	1.506		532.716	-6.154	-5.897	-6.025	1.479	
7		1.595	531.233	-1.022	-1.113	-1.067	1.349		532.459	-1.870	-1.961	-1.915	1.335	
8		1.073	531.021	-2.006	-2.173	-2.089	1.395		532.277	-2.793	-2.960	-2.876	1.378	
9		0.552	530.900	-4.882	-5.503	-5.193	1.516		532.156	-4.095	-4.428	-4.262	1.434	
10		1.595	530.582	-0.522	-0.659	-0.590	1.355		531.831	-1.620	-1.711	-1.665	1.349	
11		1.073	530.355	-1.461	-1.612	-1.537	1.399		531.596	-2.021	-2.157	-2.089	1.374	
12		0.552	530.203	-5.397	-5.897	-5.647	1.559		531.482	-3.906	-4.178	-4.042	1.451	
13		1.595	529.855	-0.416	-0.522	-0.469	1.378		531.043	-1.060	-1.120	-1.090	1.357	
14		1.073	529.476	-0.613	-0.780	-0.696	1.401		530.763	-1.506	-1.612	-1.559	1.385	
15		0.552	529.310	-1.476	-1.945	-1.711	1.445		530.470	-1.773	-2.000	-1.886	1.408	
16		1.595	528.856	0.356	0.189	0.273	1.388		530.044	-0.378	-0.454	-0.416	1.369	
17		1.073	528.508	-0.053	-0.295	-0.174	1.418		529.726	-0.681	-0.757	-0.719	1.392	
18		0.552	528.326	-2.036	-2.506	-2.271	1.503		529.552	-1.839	-2.203	-2.021	1.448	
19		1.595	527.887	0.961	0.825	0.893	1.401		528.984	0.273	0.197	0.235	1.384	
20		1.073	527.372	1.188	0.840	1.014	1.416		528.598	-0.174	-0.235	-0.204	1.415	
21		0.552	527.175	-0.992	-1.188	-1.090	1.502		528.394	-1.756	-1.635	-1.696	1.479	
22		1.595	526.555	2.354	2.248	2.301	1.398		527.743	1.393	1.302	1.347	1.389	
23		1.073	526.131	1.779	1.627	1.703	1.436		527.327	0.825	0.749	0.787	1.426	
24		0.552	525.904	0.553	-0.008	0.273	1.498		527.100	-0.749	-0.871	-0.810	1.494	
25		1.595	525.268	3.535	3.459	3.497	1.401		526.411	2.422	2.210	2.316	1.403	
26		1.073	524.768	3.520	3.399	3.459	1.422		525.934	2.718	2.657	2.687	1.407	
27		0.552	524.496	2.263	1.930	2.097	1.483		525.669	0.939	0.742	0.840	1.486	
28		0.790	524.057	4.549	4.413	4.481	1.410		525.162	3.505	3.429	3.467	1.407	

付表1.2.3c-2 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.186m 管内流速：22.877m/s
 流 量：259.456m³/s 速度水頭：26.702m
 ゲート開度：100% 水 温：8.9℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	測 線 ③						測 線 ④					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319		534.647	-0.045	-0.712	-0.378	1.195		535.131	-1.885	-1.991	-1.938	1.236
2		0.790		534.578	-2.596	-2.718	-2.657	1.283		535.116	-1.673	-1.794	-1.733	1.228
3		0.820		534.525	-2.089	-2.180	-2.135	1.266		535.048	0.303	-0.076	0.114	1.162
4		1.595		534.321	-2.248	-2.309	-2.278	1.279		534.859	-2.036	-2.097	-2.067	1.251
		1.073								534.707	-1.249	-1.400	-1.325	1.228
6		0.552		534.109	-2.006	-2.097	-2.051	1.278		534.606	1.154	0.715	0.934	1.148
7		1.595		533.837	-2.233	-2.324	-2.278	1.297		534.321	-1.499	-1.559	-1.529	1.251
8		1.073		533.632	-2.074	-2.150	-2.112	1.298		534.132	-1.113	-1.234	-1.173	1.244
9		0.552		533.549	-1.385	-1.506	-1.446	1.276		533.988	1.559	1.166	1.363	1.155
10		1.595		533.171	-1.855	-1.976	-1.915	1.308		533.670	-1.575	-1.680	-1.627	1.279
11		1.073		532.928	-1.537	-1.643	-1.590	1.305		533.413	-0.484	-0.545	-0.515	1.247
12		0.552		532.777	-0.749	-0.916	-0.833	1.282		533.239	1.900	1.552	1.726	1.169
13		1.595		532.338	-1.022	-1.400	-1.211	1.313		532.822	-0.742	-0.787	-0.765	1.278
14		1.073		532.027	-1.029	-1.196	-1.113	1.321		532.512	0.280	0.174	0.227	1.253
15		0.552		531.763	1.976	1.506	1.741	1.224		532.277	3.240	2.680	2.960	1.159
16		1.595		531.346	-0.273	-0.378	-0.325	1.317		531.823	0.227	0.151	0.189	1.280
17		1.073		531.006	-0.265	-0.341	-0.303	1.329		531.467	0.613	0.553	0.583	1.278
18		0.552		530.831	0.378	0.257	0.318	1.312		531.225	3.702	3.323	3.512	1.178
19		1.595		530.233	-0.159	-0.477	-0.318	1.358		530.665	1.098	1.007	1.052	1.291
20		1.073		529.832	0.303	0.212	0.257	1.352		530.271	1.991	1.839	1.915	1.273
21		0.552		529.643	1.219	1.143	1.181	1.324		529.999	4.474	4.247	4.360	1.192
22		1.595		528.944	1.449	1.388	1.419	1.342		529.348	1.885	1.794	1.839	1.311
23		1.073		528.508	1.173	1.052	1.113	1.369		528.916	3.043	2.967	3.005	1.283
24		0.552		528.258	2.574	2.468	2.521	1.326		528.651	5.655	5.443	5.549	1.198
25		1.595		527.569	2.354	2.248	2.301	1.360		527.929	2.804	2.728	2.766	1.329
26		1.073		527.054	3.020	2.960	2.990	1.354		527.433	3.573	3.527	3.550	1.318
27		0.552		526.797	3.490	3.414	3.452	1.346		527.100	5.844	5.617	5.730	1.249
28		0.790		526.297	3.278	3.202	3.240	1.372		526.661	3.845	3.785	3.815	1.337

付表1.2.3c-3 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水位：EL.566.186m 管内流速：22.877m/s
 流量：259.456m³/s 速度水頭：26.702m
 ゲート開度：100% 水温：8.9℃

その3

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ⑤ (湾曲内側)						測 線 ⑥					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.319	534.722	0.053	-0.265	-0.106	1.182	531.475	-0.174	-0.280	-0.227	1.308		
2		0.790	534.631	-0.810	-0.886	-0.848	1.213							
3		0.820	534.571	1.370	0.840	1.105	1.143	531.308	-2.006	-2.218	-2.112	1.385		
4		1.595	534.344	-1.264	-1.310	-1.287	1.241							
5		1.073	534.208	-0.174	-0.386	-0.280	1.208							
6		0.552	534.132	2.400	1.703	2.051	1.124	530.915	-3.308	-3.505	-3.406	1.448		
7		1.595	533.806	-0.681	-0.772	-0.727	1.240							
8		1.073	533.610	0.242	0.106	0.174	1.213							
9		0.552	533.519	3.422	2.710	3.066	1.109	530.339	-2.808	-2.869	-2.839	1.449		
10		1.595	533.133	-0.462	-0.613	-0.537	1.258							
11		1.073	532.868	0.651	0.621	0.636	1.224							
12		0.552	532.724	3.172	2.702	2.937	1.143	529.628	-1.764	-1.855	-1.809	1.437		
13		1.595	532.277	0.136	0.000	0.068	1.267							
14		1.073	532.012	1.446	1.325	1.385	1.228							
15		0.552	531.740	4.277	3.929	4.103	1.136	528.750	0.719	0.643	0.681	1.376		
16		1.595	531.255	1.143	1.052	1.098	1.267							
17		1.073	530.892	2.218	2.142	2.180	1.240							
18		0.552	530.680	5.231	5.034	5.132	1.137	527.766	-0.250	-0.462	-0.356	1.452		
19		1.595	530.075	1.915	1.839	1.877	1.282							
20		1.073	529.658	3.194	3.088	3.141	1.250							
21		0.552	529.416	6.434	5.965	6.200	1.145	526.585	0.325	0.174	0.250	1.474		
22		1.595	528.742	2.960	2.899	2.929	1.293							
23		1.073	528.280	4.254	4.163	4.209	1.262							
24		0.552	527.947	7.464	7.070	7.267	1.160	525.298	1.703	1.522	1.612	1.471		
25		1.595	527.289	3.959	3.898	3.929	1.310							
26		1.073	526.774	5.140	5.064	5.102	1.285							
27		0.552	526.562	6.563	6.487	6.525	1.240	523.860	3.808	3.732	3.770	1.444		
28		0.790	525.979	4.981	4.905	4.943	1.321							

付表1.2.4a-1 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.782m 管内流速：26.218m/s
 流 量：297.349m³/s 速度水頭：35.072m
 ゲート開度：100% 水 温：9.1℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ① (上 面)					測 線 ② (上面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.927	524.800	8.973	8.806	8.890	1.371	524.317	9.487	9.350	9.419	1.370
2		9.366	520.167	12.380	12.259	12.319	1.406	519.683	12.757	12.666	12.712	1.408
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137	518.55	5.867	5.533	5.700	1.640	518.00	10.840	10.552	10.696	1.514
4		0.374	518.41	5.692	5.344	5.518	1.650	517.85	9.439	8.758	9.099	1.563
5		0.404	518.26	1.962	1.311	1.637	1.764	517.79	8.039	7.388	7.714	1.605
6		0.764	518.02	6.624	6.321	6.472	1.633	517.50	10.174	9.598	9.886	1.551
7		0.519	517.85	4.073	3.618	3.845	1.713	517.41	8.569	7.918	8.243	1.600
8		0.275	517.72	-3.475	-3.732	-3.603	1.929	517.22	3.580	2.687	3.134	1.752
9		0.764	517.56	5.223	4.799	5.011	1.688	517.01	9.538	8.872	9.205	1.584
10		0.519	517.42	3.633	3.437	3.535	1.734	516.86	8.557	7.876	8.216	1.617
11		0.275	517.32	-3.194	-3.891	-3.543	1.939	516.81	4.655	3.808	4.231	1.732
12		0.764	517.20	5.867	5.443	5.655	1.680	516.67	9.583	8.993	9.288	1.592
13		0.519	517.12	4.421	3.967	4.194	1.724	516.62	8.705	8.024	8.365	1.619
14		0.275	517.04	-2.982	-3.240	-3.111	1.935	516.50	5.874	5.026	5.450	1.706
15		0.764	516.98	7.343	7.100	7.222	1.642	516.48	10.340	10.022	10.181	1.572
16		0.519	516.92	7.093	6.699	6.896	1.653	516.41	10.386	9.825	10.106	1.576
17		0.275	516.90	0.749	-0.053	0.348	1.840	516.39	7.002	6.260	6.631	1.676
18		0.374	516.89	8.221	7.888	8.054	1.621	516.38	10.961	10.522	10.741	1.559
19	直管	2.040	516.900	9.000	8.622	8.811	1.599	516.344	11.328	10.904	11.116	1.549
20		2.055	516.900	13.376	13.239	13.308	1.471	516.344	13.887	13.660	13.773	1.473
21	トランジション	1.075	516.900	14.799	14.617	14.708	1.431	516.344	15.370	15.219	15.295	1.430
22		2.150	516.900	14.405	14.239	14.322	1.442	516.344	14.084	13.978	14.031	1.466
23		2.150	516.900	11.574	11.483	11.529	1.521	516.344	11.646	11.495	11.570	1.536
24		2.150	516.900	5.624	5.488	5.556	1.692	516.344	6.332	6.120	6.226	1.688
25	直管	2.990	516.900	-0.704	-0.871	-0.787	1.872					
26		1.332	516.900	-0.371	-0.553	-0.462	1.863					
27	ゲート部	2.350	516.900	-0.613	-0.734	-0.674	1.869					

付表1.2.4a-2 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水水位：EL.581.782m 管内流速：26.218m/s
 流量：297.349m³/s 速度水頭：35.072m
 ゲート開度：100% 水温：9.1℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③ (湾曲内側)						測 線 ④ (下面隅)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	3.927		523.150	10.237	10.252	10.245	1.380		521.983	11.677	11.540	11.609	1.374
2		9.366		518.516	13.796	13.750	13.773	1.411		517.349	15.508	15.280	15.394	1.398
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137		516.88	15.639	15.457	15.548	1.407		515.90	19.590	19.394	19.492	1.323
4		0.374		516.70	15.420	15.132	15.276	1.420		515.69	19.802	19.681	19.742	1.322
5		0.404		516.62	16.131	15.965	16.048	1.400		515.51	22.300	21.755	22.028	1.262
6		0.764		516.36	16.040	15.798	15.919	1.411		515.13	20.620	20.423	20.522	1.315
7		0.519		516.07	16.434	16.176	16.305	1.409		514.92	21.695	21.589	21.642	1.289
8		0.275		515.98	16.040	15.692	15.866	1.424		514.77	23.618	23.209	23.413	1.243
9		0.764		515.75	16.532	16.305	16.419	1.415		514.58	21.362	20.998	21.180	1.312
10		0.519		515.61	16.540	16.388	16.464	1.417		514.42	22.088	21.861	21.975	1.294
11		0.275		515.48	16.843	16.691	16.767	1.412		514.28	24.511	23.966	24.238	1.234
12		0.764		515.36	15.662	15.525	15.594	1.449		514.11	21.634	21.407	21.521	1.316
13		0.519		515.26	15.949	15.737	15.843	1.445		514.01	22.649	22.376	22.512	1.291
14		0.275		515.23	17.100	16.949	17.024	1.412		513.95	25.222	24.768	24.995	1.221
15		0.764		515.15	16.479	16.373	16.426	1.431		513.86	21.316	21.150	21.233	1.331
16		0.519		515.07	16.457	16.305	16.381	1.435		513.80	21.861	21.574	21.718	1.319
17		0.275		515.05	17.373	17.206	17.289	1.410		513.75	23.845	23.390	23.618	1.266
18		0.374		515.04	16.472	16.275	16.373	1.436		513.74	21.271	21.044	21.157	1.337
19	直管	2.040		515.000	16.616	16.404	16.510	1.433		513.657	22.380	22.016	22.198	1.310
20		2.055		515.000	15.843	15.753	15.798	1.454		513.657	17.762	17.717	17.740	1.437
21	トランジション	1.075		515.000	17.388	17.221	17.304	1.411		513.657	18.549	18.398	18.474	1.416
22		2.150		515.000	16.510	16.449	16.479	1.434		513.657	17.338	17.157	17.247	1.451
23		2.150		515.000	13.133	13.012	13.073	1.531		513.657	16.067	15.809	15.938	1.488
24		2.150		515.000	6.699	6.624	6.661	1.714		513.657	11.161	10.995	11.078	1.627
25	直管	2.990		515.000	3.883	3.747	3.815	1.795						
26		1.332		515.000	1.158	1.082	1.120	1.872						
27	ゲート部	2.350		515.000	-0.916	-0.916	-0.916	1.930						

付表1.2.4a-3 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水位：EL.581.782m

管内流速：26.218m/s

流量：297.349m³/s

速度水頭：35.072m

ゲート開度：100%

水温：9.1℃

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)										
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	3.927	521.499	11.948	11.797	11.872	1.380						
2		9.366	516.866	15.839	15.734	15.786	1.401						
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137	515.36	21.740	21.468	21.604	1.278						
4		0.374	515.08	22.073	21.816	21.945	1.276						
5		0.404	514.93	25.389	25.237	25.313	1.184						
6		0.764	514.63	22.664	22.346	22.505	1.273						
7		0.519	514.39	24.435	24.102	24.269	1.230						
8		0.275	514.24	27.902	27.418	27.660	1.137						
9		0.764	513.98	23.572	23.315	23.443	1.265						
10		0.519	513.81	24.935	24.586	24.761	1.232						
11		0.275	513.73	28.273	27.773	28.023	1.141						
12		0.764	513.54	23.512	23.118	23.315	1.281						
13		0.519	513.39	22.936	22.800	22.868	1.298						
14		0.275	513.34	28.644	28.159	28.402	1.142						
15		0.764	513.24	23.822	23.459	23.640	1.280						
16		0.519	513.19	24.284	24.011	24.147	1.267						
17		0.275	513.16	27.932	27.645	27.788	1.164						
18		0.374	513.15	23.481	23.027	23.254	1.294						
19	直管	2.040	513.100	22.891	22.603	22.747	1.310						
20		2.055	513.100	18.319	18.243	18.281	1.437						
21	トランジション	1.075	513.100	18.712	18.622	18.667	1.426						
22		2.150	513.100	18.152	18.061	18.107	1.442						
23		2.150	513.100	15.730	15.639	15.684	1.511						
24		2.150	513.100	9.629	9.402	9.515	1.687						
25	直管	2.990	513.100	7.767	7.661	7.714	1.738						
26		1.332	513.100	3.709	3.482	3.596	1.856						
27	ゲート部	2.350	513.100	6.586	6.207	6.396	1.776						

付表1.2.4b-1 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.578.063m 管内流速：25.424m/s
 流 量：288.342m³/s 速度水頭：32.979m
 ゲート開度：100% 水 温：8.8°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ①（上 面）					測 線 ②（上面隅）				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.927	524.800	7.898	7.792	7.845	1.377	524.317	8.351	8.306	8.328	1.377
2		9.366	520.167	11.381	11.260	11.320	1.412	519.683	11.773	11.728	11.751	1.414
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137	518.55	5.246	5.094	5.170	1.648	518.00	9.977	9.704	9.841	1.523
4		0.374	518.41	5.087	4.860	4.973	1.658	517.85	8.319	8.062	8.190	1.577
5		0.404	518.26	1.296	1.008	1.152	1.778	517.79	7.085	6.722	6.904	1.618
6		0.764	518.02	5.988	5.700	5.844	1.643	517.50	9.265	8.902	9.084	1.561
7		0.519	517.85	3.497	3.240	3.369	1.724	517.41	7.585	7.237	7.411	1.614
8		0.275	517.72	-4.519	-5.200	-4.860	1.977	517.22	3.035	2.642	2.839	1.759
9		0.764	517.56	4.618	4.315	4.466	1.699	517.01	8.629	8.221	8.425	1.596
10		0.519	517.42	3.194	3.149	3.172	1.743	516.86	7.724	7.300	7.512	1.628
11		0.275	517.32	-3.316	-3.982	-3.649	1.953	516.81	4.035	3.626	3.830	1.741
12		0.764	517.20	5.306	4.943	5.125	1.690	516.67	8.811	8.402	8.607	1.601
13		0.519	517.12	3.876	3.512	3.694	1.736	516.62	7.918	7.418	7.668	1.631
14		0.275	517.04	-0.545	-0.802	-0.674	1.871	516.50	5.193	4.708	4.951	1.717
15		0.764	516.98	6.752	6.480	6.616	1.651	516.48	9.704	9.386	9.545	1.578
16		0.519	516.92	6.533	6.215	6.374	1.661	516.41	9.583	9.235	9.409	1.584
17		0.275	516.90	0.189	-0.204	-0.008	1.855	516.39	6.321	6.033	6.177	1.683
18		0.374	516.89	7.585	7.327	7.456	1.629	516.38	10.098	9.841	9.969	1.568
19	直管	2.040	516.900	8.289	8.077	8.183	1.606	516.344	10.465	10.208	10.337	1.558
20		2.055	516.900	12.422	12.301	12.361	1.480	516.344	12.933	12.857	12.895	1.480
21	トランジション	1.075	516.900	13.739	13.603	13.671	1.440	516.344	14.371	14.296	14.333	1.437
22		2.150	516.900	13.330	13.224	13.277	1.452	516.344	13.084	13.009	13.047	1.476
23		2.150	516.900	10.847	10.620	10.734	1.529	516.344	10.889	10.783	10.836	1.543
24		2.150	516.900	5.170	5.004	5.087	1.700	516.344	6.075	4.500	5.288	1.711
25	直管	2.990	516.900	-0.946	-1.082	-1.014	1.885					
26		1.332	516.900	-0.704	-0.765	-0.734	1.877					
27	ゲート部	2.350	516.900	-0.704	-0.871	-0.787	1.878					

付表1.2.4b-2 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.578.063m 管内流速：25.424m/s
 流 量：288.342m³/s 速度水頭：32.979m
 ゲート開度：100% 水 温：8.8℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③（湾曲内側）					測 線 ④（下面隅）				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.927	523.150	9.162	9.147	9.155	1.387	521.983	10.708	10.647	10.678	1.377
2		9.366	518.516	12.766	12.751	12.759	1.419	517.349	14.448	14.311	14.380	1.405
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137	516.88	14.610	14.443	14.526	1.415	515.90	18.440	18.379	18.410	1.327
4		0.374	516.70	14.390	14.375	14.382	1.425	515.69	18.591	18.561	18.576	1.328
5		0.404	516.62	15.071	14.905	14.988	1.409	515.51	21.089	20.908	20.998	1.260
6		0.764	516.36	14.965	14.769	14.867	1.420	515.13	19.378	19.288	19.333	1.322
7		0.519	516.07	15.344	15.132	15.238	1.418	514.92	20.559	20.378	20.469	1.294
8		0.275	515.98	14.980	14.799	14.890	1.431	514.77	22.285	22.119	22.202	1.246
9		0.764	515.75	15.427	15.306	15.367	1.424	514.58	20.135	20.029	20.082	1.316
10		0.519	515.61	15.404	15.344	15.374	1.428	514.42	20.953	20.771	20.862	1.297
11		0.275	515.48	15.692	15.677	15.684	1.422	514.28	23.012	22.800	22.906	1.239
12		0.764	515.36	15.495	15.450	15.473	1.432	514.11	20.378	20.317	20.347	1.322
13		0.519	515.26	14.905	14.829	14.867	1.454	514.01	21.331	21.150	21.241	1.298
14		0.275	515.23	16.086	15.949	16.018	1.420	513.95	23.739	23.572	23.655	1.227
15		0.764	515.15	15.465	15.420	15.442	1.439	513.86	20.120	19.893	20.007	1.340
16		0.519	515.07	15.397	15.336	15.367	1.444	513.80	20.665	20.438	20.552	1.326
17		0.275	515.05	16.313	16.237	16.275	1.417	513.75	22.573	20.544	21.559	1.296
18		0.374	515.04	15.442	15.351	15.397	1.444	513.74	20.120	19.924	20.022	1.343
19	直管	2.040	515.000	15.662	15.601	15.631	1.438	513.657	21.108	20.836	20.972	1.317
20		2.055	515.000	14.890	14.859	14.875	1.461	513.657	16.793	16.763	16.778	1.444
21	トランジション	1.075	515.000	16.358	16.298	16.328	1.417	513.657	17.217	17.384	17.300	1.428
22		2.150	515.000	15.768	15.722	15.745	1.435	513.657	16.445	16.142	16.294	1.459
23		2.150	515.000	12.361	12.331	12.346	1.538	513.657	15.264	14.992	15.128	1.494
24		2.150	515.000	6.306	6.260	6.283	1.722	513.657	10.526	10.253	10.389	1.638
25	直管	2.990	515.000	1.749	1.688	1.718	1.860					
26		1.332	515.000	0.946	0.840	0.893	1.885					
27	ゲート部	2.350	515.000	-0.250	-0.522	-0.386	1.924					

付表1.2.4b-3 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.578.063m

管内流速：25.424m/s

流 量：288.342m³/s

速度水頭：32.979m

ゲート開度：100%

水 温：8.8°C

その 3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)											
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd							
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)								
1	直管	3.927		521.499	10.752	10.692	10.722	1.390						
2		9.366		516.866	14.734	14.689	14.712	1.410						
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137		515.36	20.378	20.120	20.249	1.287						
4		0.374		515.08	20.802	20.469	20.635	1.284						
5		0.404		514.93	23.920	23.375	23.648	1.197						
6		0.764		514.63	21.453	21.029	21.241	1.279						
7		0.519		514.39	23.103	22.739	22.921	1.236						
8		0.275		514.24	26.267	25.858	26.063	1.145						
9		0.764		513.98	20.862	21.967	21.415	1.294						
10		0.519		513.81	23.618	23.178	23.398	1.239						
11		0.275		513.73	26.683	26.259	26.471	1.148						
12		0.764		513.54	22.270	21.892	22.081	1.287						
13		0.519		513.39	24.375	24.011	24.193	1.228						
14		0.275		513.34	26.963	26.630	26.797	1.150						
15		0.764		513.24	22.550	22.202	22.376	1.287						
16		0.519		513.19	23.148	22.770	22.959	1.271						
17		0.275		513.16	26.418	26.085	26.252	1.172						
18		0.374		513.15	22.225	22.013	22.119	1.298						
19	直管	2.040		513.100	21.937	21.710	21.824	1.308						
20		2.055		513.100	17.501	17.425	17.463	1.440						
21	トランジション	1.075		513.100	17.819	17.743	17.781	1.431						
22		2.150		513.100	17.380	17.289	17.335	1.444						
23		2.150		513.100	14.912	14.791	14.852	1.519						
24		2.150		513.100	8.826	8.751	8.788	1.703						
25	直管	2.990		513.100	2.861	2.892	2.876	1.883						
26		1.332		513.100	3.058	3.043	3.051	1.877						
27	ゲート部	2.350		513.100	1.696	1.680	1.688	1.919						

付表1.2.4c-1 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.185m 管内流速：22.884m/s
 流 量：259.536m³/s 速度水頭：26.719m
 ゲート開度：100% 水 温：9.0°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ① (上 面)					測 線 ② (上面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.927	524.800	4.477	4.401	4.439	1.383	524.317	5.051	5.021	5.036	1.378
2		9.366	520.167	8.126	8.050	8.088	1.420	519.683	8.670	8.549	8.609	1.418
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137	518.55	3.702	3.459	3.580	1.649	518.00	7.327	7.176	7.252	1.532
4		0.374	518.41	3.497	3.316	3.406	1.661	517.85	6.063	5.973	6.018	1.584
5		0.404	518.26	0.721	0.433	0.577	1.772	517.79	5.072	4.845	4.958	1.626
6		0.764	518.02	4.125	3.974	4.050	1.651	517.50	6.692	6.571	6.631	1.574
7		0.519	517.85	2.362	2.104	2.233	1.726	517.41	5.496	5.299	5.397	1.624
8		0.275	517.72	-3.278	-3.580	-3.429	1.942	517.22	2.006	1.506	1.756	1.767
9		0.764	517.56	3.240	2.937	3.088	1.704	517.01	6.298	6.086	6.192	1.609
10		0.519	517.42	2.180	1.786	1.983	1.751	516.86	5.620	5.378	5.499	1.640
11		0.275	517.32	-2.892	-3.028	-2.960	1.940	516.81	2.793	2.294	2.543	1.753
12		0.764	517.20	4.413	4.292	4.353	1.670	516.67	6.480	6.253	6.366	1.615
13		0.519	517.12	2.786	2.437	2.612	1.739	516.62	5.844	5.602	5.723	1.641
14		0.275	517.04	-0.484	-0.606	-0.545	1.860	516.50	3.452	3.270	3.361	1.734
15		0.764	516.98	5.026	4.799	4.913	1.658	516.48	7.282	7.070	7.176	1.592
16		0.519	516.92	5.549	3.974	4.761	1.666	516.41	7.206	6.979	7.093	1.597
17		0.275	516.90	0.325	-0.174	0.076	1.842	516.39	4.761	4.277	4.519	1.695
18		0.374	516.89	5.844	5.662	5.753	1.630	516.38	7.721	7.509	7.615	1.579
19	直管	2.040	516.900	6.381	6.215	6.298	1.609	516.344	8.058	7.801	7.929	1.569
20		2.055	516.900	9.667	9.576	9.621	1.484	516.344	10.162	9.935	10.049	1.489
21	トランジション	1.075	516.900	10.666	10.529	10.598	1.448	516.344	11.419	11.177	11.298	1.443
22		2.150	516.900	10.408	10.318	10.363	1.457	516.344	10.526	10.253	10.390	1.477
23		2.150	516.900	8.380	8.228	8.304	1.534	516.344	8.633	8.467	8.550	1.545
24		2.150	516.900	3.883	3.641	3.762	1.704	516.344	4.576	4.409	4.493	1.697
25	直管	2.990	516.900	-1.158	-1.416	-1.287	1.893					
26		1.332	516.900	-0.886	-1.113	-0.999	1.882					
27	ゲート部	2.350	516.900	-0.840	-1.052	-0.946	1.880					

付表1.2.4c-2 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.566.185m 管内流速：22.884m/s
 流 量：259.536m³/s 速度水頭：26.719m
 ゲート開度：100% 水 温：9.0°C

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③ (湾曲内側)						測 線 ④ (下面隅)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	3.927		523.150	6.028	5.923	5.975	1.387		521.983	7.089	7.120	7.105	1.388
2		9.366		518.516	9.784	9.723	9.753	1.419		517.349	10.890	11.147	11.019	1.415
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137		516.88	11.445	11.355	11.400	1.418		515.90	12.339	14.731	13.535	1.375
4		0.374		516.70	11.196	11.120	11.158	1.435		515.69	12.127	15.003	13.565	1.382
5		0.404		516.62	11.877	11.786	11.831	1.412		515.51	12.899	17.153	15.026	1.334
6		0.764		516.36	11.710	11.665	11.688	1.427		515.13	12.899	15.866	14.382	1.373
7		0.519		516.07	12.104	12.059	12.081	1.423		514.92	13.217	16.714	14.965	1.359
8		0.275		515.98	11.786	11.695	11.741	1.439		514.77	12.914	18.122	15.518	1.344
9		0.764		515.75	12.293	12.157	12.225	1.430		514.58	13.323	16.502	14.912	1.373
10		0.519		515.61	12.286	12.195	12.240	1.435		514.42	13.383	17.077	15.230	1.367
11		0.275		515.48	12.573	12.528	12.551	1.428		514.28	13.731	18.909	16.320	1.332
12		0.764		515.36	12.437	12.376	12.407	1.438		514.11	13.625	16.880	15.253	1.378
13		0.519		515.26	11.922	11.786	11.854	1.462		514.01	13.035	17.531	15.283	1.381
14		0.275		515.23	13.012	12.922	12.967	1.422		513.95	14.201	19.394	16.797	1.326
15		0.764		515.15	12.498	12.437	12.467	1.443		513.86	13.731	16.729	15.230	1.388
16		0.519		515.07	12.475	12.414	12.445	1.447		513.80	13.686	17.002	15.344	1.386
17		0.275		515.05	13.391	13.255	13.323	1.415		513.75	14.549	18.561	16.555	1.343
18		0.374		515.04	12.641	12.596	12.619	1.442		513.74	13.898	16.790	15.344	1.389
19	直管	2.040		515.000	12.149	12.074	12.112	1.462		513.657	13.417	17.459	15.438	1.388
20		2.055		515.000	13.436	13.361	13.398	1.414		513.657	14.704	13.917	14.310	1.430
21	トランジション	1.075		515.000	13.451	13.376	13.414	1.414		513.657	14.719	14.265	14.492	1.424
22		2.150		515.000	12.952	12.876	12.914	1.432		513.657	14.220	13.296	13.758	1.451
23		2.150		515.000	10.045	10.015	10.030	1.540		513.657	11.358	12.009	11.684	1.529
24		2.150		515.000	5.276	5.200	5.238	1.720		513.657	6.544	8.118	7.331	1.692
25	直管	2.990		515.000	1.400	1.188	1.294	1.867						
26		1.332		515.000	1.037	1.279	1.158	1.872						
27	ゲート部	2.350		515.000	-0.159	-0.386	-0.273	1.926						

付表1.2.4c-3 下流湾曲部およびトランジションの圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.185m

管内流速：22.884m/s

流 量：259.536m³/s

速度水頭：26.719m

ゲート開度：100%

水 温：9.0℃

その 3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	3.927		521.499	7.543	5.998	6.770	1.419						
2		9.366		516.866	11.752	11.616	11.684	1.409						
3	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.137		515.36	16.199	16.108	16.154	1.298						
4		0.374		515.08	16.563	16.366	16.464	1.296						
5		0.404		514.93	18.894	18.455	18.675	1.219						
6		0.764		514.63	17.168	17.017	17.092	1.290						
7		0.519		514.39	18.440	18.258	18.349	1.252						
8		0.275		514.24	20.469	20.378	20.423	1.180						
9		0.764		513.98	18.061	17.895	17.978	1.281						
10		0.519		513.81	18.985	18.849	18.917	1.252						
11		0.275		513.73	21.278	21.006	21.142	1.172						
12		0.764		513.54	18.167	17.971	18.069	1.294						
13		0.519		513.39	19.651	19.469	19.560	1.244						
14		0.275		513.34	21.680	21.316	21.498	1.173						
15		0.764		513.24	18.281	18.160	18.220	1.299						
16		0.519		513.19	18.712	18.546	18.629	1.286						
17		0.275		513.16	21.074	20.590	20.832	1.205						
18		0.374		513.15	17.940	17.804	17.872	1.316						
19	直管	2.040		513.100	17.743	17.622	17.683	1.325						
20		2.055		513.100	14.473	14.367	14.420	1.447						
21	トランジション	1.075		513.100	14.776	14.685	14.731	1.435						
22		2.150		513.100	14.458	14.337	14.398	1.448						
23		2.150		513.100	12.384	12.293	12.339	1.525						
24		2.150		513.100	7.767	7.645	7.706	1.698						
25	直管	2.990		513.100	2.846	2.816	2.831	1.881						
26		1.332		513.100	3.331	2.241	2.786	1.882						
27	ゲート部	2.350		513.100	1.499	1.484	1.491	1.931						

付表1.2.5a 直管部の圧力測定結果（ブロック10（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.581.737m 管内流速：26.831m/s
流 量：304.296m³/s 速度水頭：36.730m
ゲート開度：100% 水 温：12.0℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面（湾曲内側）					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	12.296	11.948	12.122	0.816	-2.811	537.739	13.811	13.554	13.682	0.825
2		15.200	12.494	538.377	12.053	11.962	12.008	0.854	12.337	536.483	13.644	13.523	13.583	0.862
3		14.428	26.873	537.184	10.671	10.596	10.634	0.923	26.716	535.291	13.049	12.974	13.011	0.910
4		11.990	38.822	536.194	11.329	11.238	11.284	0.933	38.665	534.300	12.329	12.208	12.269	0.957

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面（湾曲内側）						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	14.068	13.690	13.879	0.820	-2.968	535.845	15.704	15.386	15.545	0.826
2		15.200	12.337	536.483	13.765	13.644	13.704	0.859	12.180	534.590	15.689	15.522	15.605	0.859
3		14.428	26.716	535.291	13.080	12.928	13.004	0.910	26.559	533.397	14.595	14.504	14.549	0.920
4		11.990	38.665	534.300	11.345	11.224	11.285	0.984	38.508	532.407	14.374	14.177	14.276	0.954

付表1.2.5b 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.674m 管内流速：25.969m/s
 流 量：294.522m³/s 速度水頭：34.408m
 ゲート開度：100% 水 温：12.1℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	10.570	10.328	10.449	0.802	-2.811	537.739	12.206	11.979	12.093	0.809
2		15.200	12.494	538.377	10.494	10.388	10.441	0.839	12.337	536.483	12.145	12.024	12.084	0.846
3		14.428	26.873	537.184	9.279	9.188	9.233	0.908	26.716	535.291	11.611	11.520	11.566	0.896
4		11.990	38.822	536.194	10.027	9.936	9.982	0.915	38.665	534.300	11.027	10.952	10.989	0.941

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面 (湾曲内側)						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	12.433	12.070	12.252	0.805	-2.968	535.845	14.206	13.706	13.956	0.810
2		15.200	12.337	536.483	12.296	12.190	12.243	0.841	12.180	534.590	14.159	14.023	14.091	0.843
3		14.428	26.716	535.291	13.064	13.034	13.049	0.853	26.559	533.397	13.202	13.126	13.164	0.904
4		11.990	38.665	534.300	10.119	9.952	10.036	0.969	38.508	532.407	12.981	12.800	12.890	0.941

付表1.2.5c 直管部の圧力測定結果（ブロック10（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.645m 管内流速：23.296m/s
 流 量：264.200m³/s 速度水頭：27.688m
 ゲート開度：100% 水 温：12.1℃

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			水平距離 (DC.m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.654	539.632	5.619	5.498	5.559	0.739	-2.811	537.739	7.392	7.286	7.339	0.743
2		15.200	12.494	538.377	6.209	5.679	5.944	0.770	12.337	536.483	7.467	7.361	7.414	0.785
3		14.428	26.873	537.184	5.070	4.903	4.986	0.848	26.716	535.291	7.281	7.190	7.236	0.835
4		11.990	38.822	536.194	5.667	5.561	5.614	0.861	38.665	534.300	6.970	6.834	6.902	0.883

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	右 側 面 (湾曲内側)						下 面					
			水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	水平距離 (DC.m)	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	-2.811	537.739	7.937	7.377	7.657	0.731	-2.968	535.845	9.649	8.892	9.270	0.741
2		15.200	12.337	536.483	7.558	7.391	7.474	0.783	12.180	534.590	9.497	9.345	9.421	0.781
3		14.428	26.716	535.291	7.281	7.190	7.236	0.835	26.559	533.397	8.932	8.842	8.887	0.844
4		11.990	38.665	534.300	6.243	6.107	6.175	0.909	38.508	532.407	8.773	8.621	8.697	0.886

付表1.2.6a-1 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.737m 管内流速：26.831m/s
 流 量：304.296m³/s 速度水頭：36.730m
 ゲート開度：100% 水 温：12.0℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ①（上 面）						測 線 ②（上面隅）					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	536.392	4.163	3.936	4.050	1.124		535.665	4.073	3.558	3.815	1.150	
2		0.653	536.173	3.505	3.353	3.429	1.147		535.590	3.353	3.157	3.255	1.168	
3		0.683	536.195	6.737	6.056	6.396	1.066		535.484	4.436	4.088	4.262	1.143	
4		2.210	535.786	2.225	1.892	2.059	1.195		535.234	2.998	2.861	2.929	1.186	
5		0.460	535.771	6.495	5.935	6.215	1.082		535.090	4.633	4.300	4.466	1.148	
6		2.210	535.188	4.686	4.489	4.587	1.142		534.719	3.626	3.490	3.558	1.183	
7		0.460	535.135	6.646	6.071	6.359	1.096		534.424	6.661	6.010	6.336	1.116	
8		2.210	534.394	4.406	4.239	4.322	1.171		533.970	4.042	3.921	3.982	1.192	
9		0.460	534.341	7.350	7.047	7.199	1.094		533.629	6.502	6.094	6.298	1.138	
10		2.210	533.463	5.639	5.458	5.549	1.163		532.955	4.277	4.186	4.231	1.213	
11		0.460	533.341	9.924	8.970	9.447	1.060		532.607	7.850	7.320	7.585	1.131	
12		2.210	532.259	7.449	7.191	7.320	1.148		531.911	5.829	5.602	5.715	1.201	
13		0.460	532.206	8.410	7.820	8.115	1.128		531.729	8.183	7.562	7.873	1.147	
14		2.210	530.942	7.978	7.767	7.873	1.169		530.488	6.586	6.374	6.480	1.219	
15		0.460	530.707	12.316	11.680	11.998	1.063		530.056	10.090	9.530	9.810	1.140	
16		2.210	529.428	9.084	8.811	8.947	1.181		528.800	7.721	7.494	7.608	1.234	
17		0.460	529.216	13.232	12.505	12.869	1.080		528.535	11.869	11.324	11.597	1.133	
18		2.210	527.763	10.567	10.159	10.363	1.187		527.316	9.053	8.917	8.985	1.237	
19		0.460	527.475	13.429	12.853	13.141	1.120		526.900	12.551	12.112	12.331	1.157	
20		2.210	526.006	11.597	11.309	11.453	1.205		525.431	10.567	10.234	10.401	1.250	
21		0.460	525.658	15.306	14.897	15.102	1.116		525.075	14.125	13.731	13.928	1.163	
22		2.210	524.008	12.672	12.445	12.558	1.230		523.531	11.642	11.445	11.544	1.270	
23		0.460	523.682	14.799	14.254	14.526	1.185		523.160	14.435	14.012	14.224	1.208	
24		0.653	522.963	11.279	11.082	11.180	1.296		522.638	10.537	10.310	10.424	1.325	

付表1.2.6a-2 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.581.737m 管内流速：26.831m/s
 流量：304.296m³/s 速度水頭：36.730m
 ゲート開度：100% 水温：12.0℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ③ (側 面)					測 線 ④ (下面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	534.477	1.870	1.476	1.673	1.229	533.160	-1.294	-2.460	-1.877	1.373
2		0.653	534.204	2.839	2.672	2.755	1.205	533.145	0.568	0.250	0.409	1.306
3		0.683	534.174	3.580	3.399	3.490	1.184	532.978	-0.341	-0.961	-0.651	1.342
4		2.210	533.803	1.559	1.317	1.438	1.256	532.766	-0.348	-0.681	-0.515	1.344
5		0.460	533.720	3.066	2.960	3.013	1.212	532.743	-1.385	-1.885	-1.635	1.378
6		2.210	533.288	2.513	2.362	2.437	1.242	532.282	0.030	-0.182	-0.076	1.346
7		0.460	533.107	3.876	3.770	3.823	1.206	532.009	-2.377	-3.270	-2.824	1.435
8		2.210	532.539	2.929	2.839	2.884	1.251	531.464	0.325	0.068	0.197	1.362
9		0.460	532.335	4.633	4.512	4.572	1.207	531.313	-2.074	-3.194	-2.634	1.450
10		2.210	531.578	3.967	3.800	3.883	1.249	530.571	0.818	0.348	0.583	1.377
11		0.460	531.434	4.580	4.504	4.542	1.234	530.336	-1.355	-1.915	-1.635	1.449
12		2.210	530.488	4.572	4.390	4.481	1.264	529.345	1.544	1.196	1.370	1.390
13		0.460	530.465	6.275	5.957	6.116	1.216	529.292	-1.007	-2.051	-1.529	1.477
14		2.210	529.276	5.965	5.783	5.874	1.259	528.361	2.468	2.165	2.316	1.391
15		0.460	528.928	6.586	6.419	6.502	1.250	528.133	0.984	0.515	0.749	1.444
16		2.210	527.899	6.449	6.283	6.366	1.285	527.028	3.649	3.497	3.573	1.393
17		0.460	527.490	8.266	8.084	8.175	1.243	526.718	1.938	1.650	1.794	1.455
18		2.210	526.271	8.077	7.925	8.001	1.285	525.408	5.140	5.004	5.072	1.397
19		0.460	525.840	9.114	8.932	9.023	1.267	525.128	3.512	3.225	3.369	1.456
20		2.210	524.530	8.834	8.713	8.773	1.313	523.788	6.018	5.791	5.904	1.420
21		0.460	524.099	10.916	10.779	10.847	1.265	523.410	4.027	3.709	3.868	1.492
22		2.210	522.661	9.810	9.644	9.727	1.340	522.025	8.841	8.675	8.758	1.388
23		0.460	522.116	11.188	11.022	11.105	1.316	521.661	8.660	8.493	8.576	1.404
24		0.653	521.699	10.424	10.272	10.348	1.350	521.033	9.818	9.576	9.697	1.389

付表1.2.6a-3 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.737m

管内流速：26.831m/s

流 量：304.296m³/s

速度水頭：36.730m

ゲート開度：100%

水 温：12.0℃

その3

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)										
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd					
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)						
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302		532.584	-2.506	-3.126	-2.816	1.415					
2		0.653		532.516	0.908	0.575	0.742	1.320					
3		0.683		532.463	-0.553	-0.901	-0.727	1.361					
4		2.210		532.168	0.484	0.318	0.401	1.339					
5		0.460		532.115	-1.976	-2.294	-2.135	1.409					
6		2.210		531.684	-0.288	-0.484	-0.386	1.373					
7		0.460		531.525	-3.914	-4.489	-4.201	1.481					
8		2.210		530.965	0.325	0.068	0.197	1.377					
9		0.460		530.798	-2.400	-2.899	-2.649	1.459					
10		2.210		530.155	1.378	1.045	1.211	1.371					
11		0.460		529.890	-1.188	-1.779	-1.484	1.452					
12		2.210		529.110	2.256	1.983	2.120	1.375					
13		0.460		528.754	0.008	-0.840	-0.416	1.454					
14		2.210		527.906	3.520	3.278	3.399	1.373					
15		0.460		527.543	2.157	1.461	1.809	1.426					
16		2.210		526.498	4.867	4.534	4.701	1.376					
17		0.460		526.279	2.120	1.726	1.923	1.458					
18		2.210		525.060	5.897	5.579	5.738	1.387					
19		0.460		524.659	4.572	4.042	4.307	1.437					
20		2.210		523.327	7.539	7.146	7.343	1.390					
21		0.460		523.031	5.655	5.322	5.488	1.449					
22		2.210		522.047	9.409	9.152	9.280	1.372					
23		0.460		521.283	8.826	8.584	8.705	1.409					
24		0.653		520.655	11.862	11.635	11.748	1.343					

付表1.2.6b-1 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.577.674m 管内流速：25.733m/s
 流量：291.846m³/s 速度水頭：33.786m
 ゲート開度：100% 水温：12.1°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ① (上 面)						測 線 ② (上面隅)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	536.392	2.771	2.453	2.612	1.145		535.665	2.619	1.862	2.241	1.177	
2		0.653	536.173	2.067	1.915	1.991	1.169		535.590	1.794	1.658	1.726	1.195	
3		0.683	536.195	5.208	4.496	4.852	1.084		535.484	2.907	2.649	2.778	1.167	
4		2.210	535.786	0.651	0.348	0.500	1.225		535.234	1.590	1.559	1.575	1.210	
5		0.460	535.771	4.935	4.360	4.648	1.103		535.090	3.073	2.801	2.937	1.173	
6		2.210	535.188	3.217	3.005	3.111	1.165		534.719	2.248	2.097	2.173	1.207	
7		0.460	535.135	5.269	4.663	4.966	1.112		534.424	5.011	4.345	4.678	1.142	
8		2.210	534.394	3.043	2.922	2.982	1.193		533.970	2.665	2.513	2.589	1.217	
9		0.460	534.341	5.836	5.276	5.556	1.118		533.629	4.988	4.459	4.724	1.164	
10		2.210	533.463	4.216	3.989	4.103	1.187		532.955	2.929	2.869	2.899	1.238	
11		0.460	533.341	8.289	7.486	7.888	1.079		532.607	6.275	5.761	6.018	1.156	
12		2.210	532.259	5.935	5.647	5.791	1.173		531.911	4.390	4.284	4.337	1.226	
13		0.460	532.206	6.987	6.351	6.669	1.148		531.729	6.760	6.048	6.404	1.170	
14		2.210	530.942	6.616	6.328	6.472	1.192		530.488	5.269	5.026	5.147	1.244	
15		0.460	530.707	10.696	9.969	10.333	1.084		530.056	8.607	7.986	8.296	1.164	
16		2.210	529.428	7.676	7.403	7.539	1.205		528.800	6.374	6.222	6.298	1.260	
17		0.460	529.216	11.491	10.794	11.143	1.104		528.535	10.340	9.735	10.037	1.157	
18		2.210	527.763	9.069	8.841	8.955	1.212		527.316	7.767	7.555	7.661	1.264	
19		0.460	527.475	11.930	11.324	11.627	1.142		526.900	11.097	10.628	10.863	1.181	
20		2.210	526.006	10.189	9.992	10.090	1.231		525.431	9.129	8.993	9.061	1.278	
21		0.460	525.658	13.883	13.368	13.625	1.136		525.075	12.626	12.066	12.346	1.191	
22		2.210	524.008	11.370	11.158	11.264	1.255		523.531	10.340	10.174	10.257	1.299	
23		0.460	523.682	13.345	13.027	13.186	1.208		523.160	12.997	12.740	12.869	1.233	
24		0.653	522.963	10.113	9.962	10.037	1.322		522.638	9.356	9.205	9.280	1.354	

付表1.2.6b-2 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.674m 管内流速：25.733m/s
 流 量：291.846m³/s 速度水頭：33.786m
 ゲート開度：100% 水 温：12.1℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ③ (側 面)					測 線 ④ (下面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	534.477	3.777	0.583	2.180	1.214	533.160	0.295	-2.793	-1.249	1.354
2		0.653	534.204	3.626	1.522	2.574	1.210	533.145	1.416	-0.749	0.333	1.308
3		0.683	534.174	4.671	2.233	3.452	1.185	532.978	2.112	-1.733	0.189	1.317
4		2.210	533.803	3.543	0.424	1.983	1.240	532.766	0.227	-1.575	-0.674	1.349
5		0.460	533.720	4.852	1.779	3.316	1.203	532.743	1.703	-2.672	-0.484	1.344
6		2.210	533.288	3.997	1.317	2.657	1.235	532.282	1.241	-1.105	0.068	1.341
7		0.460	533.107	6.374	2.574	4.474	1.187	532.009	2.483	-3.755	-0.636	1.370
8		2.210	532.539	4.368	1.945	3.157	1.242	531.464	1.824	-0.855	0.484	1.353
9		0.460	532.335	6.465	3.376	4.920	1.196	531.313	3.255	-3.618	-0.182	1.378
10		2.210	531.578	4.754	2.710	3.732	1.254	530.571	2.649	-0.363	1.143	1.360
11		0.460	531.434	7.668	3.323	5.496	1.206	530.336	3.232	-2.490	0.371	1.390
12		2.210	530.488	6.056	3.346	4.701	1.257	529.345	3.240	0.394	1.817	1.377
13		0.460	530.465	7.789	4.973	6.381	1.208	529.292	4.731	-1.885	1.423	1.390
14		2.210	529.276	6.692	4.739	5.715	1.263	528.361	4.587	1.347	2.967	1.372
15		0.460	528.928	9.765	5.344	7.555	1.219	528.133	5.163	-0.091	2.536	1.391
16		2.210	527.899	7.751	5.269	6.510	1.281	527.028	5.132	2.589	3.861	1.385
17		0.460	527.490	11.461	6.964	9.212	1.213	526.718	6.813	1.045	3.929	1.392
18		2.210	526.271	9.046	6.866	7.956	1.286	525.408	6.775	4.186	5.480	1.385
19		0.460	525.840	12.263	7.903	10.083	1.236	525.128	7.767	2.604	5.185	1.402
20		2.210	524.530	10.469	7.698	9.084	1.304	523.788	7.638	5.125	6.381	1.406
21		0.460	524.099	13.625	9.704	11.665	1.240	523.410	9.614	3.013	6.313	1.419
22		2.210	522.661	11.521	8.735	10.128	1.328	522.025	8.660	7.797	8.228	1.404
23		0.460	522.116	14.307	10.053	12.180	1.284	521.661	9.931	8.009	8.970	1.392
24		0.653	521.699	10.469	9.318	9.894	1.364	521.033	9.273	8.773	9.023	1.409

付表1.2.6b-3 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯 水 位：EL.577.674m 管内流速：25.733m/s
 流 量：291.846m³/s 速度水頭：33.786m
 ゲート開度：100% 水 温：12.1°C

その3

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)										
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	532.584	-3.187	-4.322	-3.755	1.446						
2		0.653	532.516	-0.151	-0.454	-0.303	1.346						
3		0.683	532.463	-1.537	-1.991	-1.764	1.390						
4		2.210	532.168	-0.575	-0.863	-0.719	1.368						
5		0.460	532.115	-2.839	-3.263	-3.051	1.439						
6		2.210	531.684	-1.257	-1.499	-1.378	1.402						
7		0.460	531.525	-4.519	-5.185	-4.852	1.510						
8		2.210	530.965	-0.689	-0.901	-0.795	1.406						
9		0.460	530.798	-3.247	-3.808	-3.527	1.492						
10		2.210	530.155	0.318	0.167	0.242	1.399						
11		0.460	529.890	-2.067	-2.566	-2.316	1.483						
12		2.210	529.110	1.241	1.090	1.166	1.403						
13		0.460	528.754	-0.795	-1.915	-1.355	1.488						
14		2.210	527.906	2.596	2.278	2.437	1.401						
15		0.460	527.543	1.158	0.719	0.939	1.456						
16		2.210	526.498	3.762	3.565	3.664	1.406						
17		0.460	526.279	1.438	1.257	1.347	1.481						
18		2.210	525.060	5.019	4.792	4.905	1.412						
19		0.460	524.659	3.724	3.225	3.475	1.466						
20		2.210	523.327	6.555	6.298	6.427	1.418						
21		0.460	523.031	4.792	4.534	4.663	1.479						
22		2.210	522.047	8.380	8.198	8.289	1.401						
23		0.460	521.283	7.948	7.539	7.744	1.440						
24		0.653	520.655	10.802	10.605	10.704	1.371						

付表1.2.6c-1 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.645m 管内流速：23.295m/s
 流 量：264.200m³/s 速度水頭：27.688m
 ゲート開度：100% 水 温：12.1℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ① (上 面)					測 線 ② (上面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	536.392	-1.938	-2.362	-2.150	1.134	535.665	-2.029	-2.634	-2.331	1.167
2		0.653	536.173	-2.415	-2.627	-2.521	1.155	535.590	-2.490	-2.733	-2.612	1.180
3		0.683	536.195	-2.892	-0.681	-1.786	1.128	535.484	-1.590	-1.968	-1.779	1.154
4		2.210	535.786	-3.361	-3.497	-3.429	1.202	535.234	-2.740	-2.892	-2.816	1.200
5		0.460	535.771	0.061	-0.545	-0.242	1.088	535.090	0.136	-0.182	-0.023	1.104
6		2.210	535.188	-1.325	-1.552	-1.438	1.152	534.719	-2.051	-2.278	-2.165	1.195
7		0.460	535.135	0.227	-0.167	0.030	1.101	534.424	0.257	-0.378	-0.061	1.130
8		2.210	534.394	-1.347	-1.559	-1.453	1.181	533.970	-1.559	-1.786	-1.673	1.204
9		0.460	534.341	0.976	0.583	0.780	1.102	533.629	0.416	0.008	0.212	1.149
10		2.210	533.463	-0.189	-0.462	-0.325	1.174	532.955	-1.143	-1.340	-1.241	1.225
11		0.460	533.341	2.945	2.415	2.680	1.070	532.607	1.658	1.325	1.491	1.139
12		2.210	532.259	1.302	1.045	1.173	1.163	531.911	0.227	0.030	0.129	1.214
13		0.460	532.206	2.263	1.597	1.930	1.138	531.729	2.142	1.627	1.885	1.157
14		2.210	530.942	2.135	1.802	1.968	1.182	530.488	1.151	1.014	1.082	1.231
15		0.460	530.707	5.503	4.746	5.125	1.077	530.056	3.959	3.535	3.747	1.150
16		2.210	529.428	3.346	3.119	3.232	1.191	528.800	2.392	2.241	2.316	1.247
17		0.460	529.216	6.434	5.889	6.162	1.093	528.535	5.541	5.193	5.367	1.146
18		2.210	527.763	4.799	4.587	4.693	1.199	527.316	3.861	3.694	3.777	1.248
19		0.460	527.475	7.085	6.752	6.919	1.129	526.900	6.586	6.222	6.404	1.168
20		2.210	526.006	6.147	5.889	6.018	1.214	525.431	5.344	5.087	5.216	1.264
21		0.460	525.658	8.993	8.402	8.698	1.130	525.075	8.100	7.767	7.933	1.179
22		2.210	524.008	7.358	7.161	7.259	1.242	523.531	6.586	6.404	6.495	1.286
23		0.460	523.682	8.970	8.486	8.728	1.200	523.160	8.879	8.516	8.698	1.220
24		0.653	522.963	6.571	6.389	6.480	1.307	522.638	5.950	5.844	5.897	1.340

付表1.2.6c-2 上流湾曲部の圧力測定結果 (ブロック10 (左岸側) 放流管)

貯水 位: EL.565.645m 管内流速: 23.295m/s
 流 量: 264.200m³/s 速度水頭: 27.688m
 ゲート開度: 100% 水 温: 12.1℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ③ (側 面)					測 線 ④ (下面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302	534.477	-3.232	-3.490	-3.361	1.247	533.160	-5.927	-6.396	-6.162	1.396
2		0.653	534.204	-0.931	-1.098	-1.014	1.172	533.145	-4.262	-4.474	-4.368	1.332
3		0.683	534.174	-1.885	-2.067	-1.976	1.208	532.978	-5.125	-5.337	-5.231	1.369
4		2.210	533.803	-3.285	-3.467	-3.376	1.272	532.766	-4.890	-5.087	-4.988	1.368
5		0.460	533.720	-2.203	-2.354	-2.278	1.235	532.743	-5.806	-6.018	-5.912	1.402
6		2.210	533.288	-2.468	-2.604	-2.536	1.260	532.282	-4.436	-4.618	-4.527	1.368
7		0.460	533.107	-1.347	-1.529	-1.438	1.227	532.009	-6.525	-6.949	-6.737	1.458
8		2.210	532.539	-1.870	-2.021	-1.945	1.266	531.464	-4.141	-4.337	-4.239	1.388
9		0.460	532.335	-0.590	-0.833	-0.712	1.229	531.313	-6.359	-6.782	-6.571	1.477
10		2.210	531.578	-0.984	-1.151	-1.067	1.269	530.571	-3.588	-3.815	-3.702	1.400
11		0.460	531.434	-0.431	-0.598	-0.515	1.254	530.336	-5.322	-5.730	-5.526	1.475
12		2.210	530.488	-0.288	-0.424	-0.356	1.283	529.345	-2.786	-2.967	-2.876	1.415
13		0.460	530.465	1.052	0.901	0.976	1.235	529.292	-4.928	-5.715	-5.322	1.505
14		2.210	529.276	1.075	0.924	0.999	1.277	528.361	-1.786	-1.998	-1.892	1.415
15		0.460	528.928	1.680	1.529	1.605	1.268	528.133	-2.952	-3.225	-3.088	1.466
16		2.210	527.899	1.771	1.665	1.718	1.301	527.028	-0.439	-0.651	-0.545	1.414
17		0.460	527.490	3.331	3.149	3.240	1.261	526.718	-1.802	-2.104	-1.953	1.476
18		2.210	526.271	3.399	3.293	3.346	1.301	525.408	1.143	1.007	1.075	1.414
19		0.460	525.840	4.345	4.163	4.254	1.284	525.128	-0.242	-0.469	-0.356	1.476
20		2.210	524.530	4.489	4.307	4.398	1.326	523.788	2.173	2.021	2.097	1.436
21		0.460	524.099	6.162	6.041	6.101	1.280	523.410	0.651	0.333	0.492	1.508
22		2.210	522.661	5.571	5.465	5.518	1.353	522.025	4.724	4.557	4.640	1.408
23		0.460	522.116	6.782	6.676	6.729	1.329	521.661	4.769	4.557	4.663	1.420
24		0.653	521.699	6.230	6.048	6.139	1.365	521.033	5.639	5.427	5.533	1.411

付表1.2.6c-3 上流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.645m

管内流速：23.295m/s

流 量：264.200m³/s

速度水頭：27.688m

ゲート開度：100%

水 温：12.1℃

その3

測点 番号 (No)	形 状	測点間 中心距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.302		532.584	-6.578	-7.078	-6.828	1.441						
2		0.653		532.516	-3.497	-3.876	-3.686	1.330						
3		0.683		532.463	-4.943	-5.261	-5.102	1.383						
4		2.210		532.168	-3.861	-4.103	-3.982	1.353						
5		0.460		532.115	-6.003	-6.578	-6.290	1.438						
6		2.210		531.684	-4.375	-4.754	-4.565	1.391						
7		0.460		531.525	-7.729	-8.137	-7.933	1.519						
8		2.210		530.965	-3.717	-4.141	-3.929	1.394						
9		0.460		530.798	-6.124	-6.835	-6.480	1.493						
10		2.210		530.155	-2.680	-3.149	-2.914	1.387						
11		0.460		529.890	-4.792	-5.745	-5.269	1.482						
12		2.210		529.110	-1.756	-2.180	-1.968	1.391						
13		0.460		528.754	-3.565	-5.049	-4.307	1.488						
14		2.210		527.906	-0.628	-1.007	-0.818	1.393						
15		0.460		527.543	-0.795	-2.536	-1.665	1.436						
16		2.210		526.498	0.689	0.386	0.537	1.394						
17		0.460		526.279	-1.650	-2.755	-2.203	1.501						
18		2.210		525.060	2.006	1.643	1.824	1.400						
19		0.460		524.659	1.029	-0.076	0.477	1.463						
20		2.210		523.327	3.618	3.225	3.422	1.405						
21		0.460		523.031	2.188	1.128	1.658	1.479						
22		2.210		522.047	5.473	5.140	5.306	1.383						
23		0.460		521.283	5.238	4.148	4.693	1.433						
24		0.653		520.655	7.653	7.456	7.555	1.352						

付表1.2.7a-1 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.581.685m 管内流速：26.835m/s
 流量：304.341m³/s 速度水頭：36.740m
 ゲート開度：100% 水温：12.5℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ①（湾曲内側）						測 線 ②					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	521.94	3.596	3.384	3.490	1.531		521.15	7.388	7.146	7.267	1.450	
2		0.383	521.61	2.869	1.234	2.051	1.579		520.72	4.708	4.557	4.633	1.533	
3		0.413	521.40	2.354	2.006	2.180	1.582		520.62	6.041	5.783	5.912	1.501	
4		1.310	520.70	0.719	0.401	0.560	1.645		519.77	5.344	4.966	5.155	1.545	
5		0.280	520.47	-3.603	-4.103	-3.853	1.771		519.39	3.709	3.255	3.482	1.601	
6		1.310	519.77	0.469	0.076	0.273	1.678		518.75	6.177	5.904	6.041	1.548	
7		0.280	519.63	-4.247	-4.943	-4.595	1.814		518.86	1.741	0.908	1.325	1.674	
8		1.310	519.03	1.711	1.045	1.378	1.668		518.02	6.578	6.033	6.306	1.561	
9		0.280	518.85	-3.929	-4.322	-4.125	1.822		517.84	2.975	2.369	2.672	1.665	
10		1.310	518.36	1.756	1.287	1.522	1.682		517.35	7.184	6.866	7.025	1.560	
11		0.280	518.21	-2.982	-3.512	-3.247	1.816		517.04	5.011	4.754	4.882	1.627	
12		1.310	517.85	3.376	2.922	3.149	1.652		516.82	8.100	7.630	7.865	1.552	
13		0.280	517.68	-1.620	-1.998	-1.809	1.791		516.62	5.375	4.769	5.072	1.633	
14		1.310	517.38	5.125	3.278	4.201	1.636		516.41	6.813	6.177	6.495	1.600	
15		0.280	517.27	0.167	-0.818	-0.325	1.762		516.21	5.829	4.905	5.367	1.636	
16		1.310	517.13	4.269	3.936	4.103	1.645		516.09	8.963	8.206	8.584	1.552	
17		0.280	517.10	2.018	1.094	1.556	1.716		516.06	5.117	4.678	4.897	1.653	
18		1.310	516.97	7.191	6.767	6.979	1.571		515.96	9.318	8.894	9.106	1.541	
19		0.280	516.96	5.095	4.171	4.633	1.636		515.95	8.679	7.695	8.187	1.566	
20		0.383	516.96	8.501	8.138	8.320	1.535		515.95	11.188	10.779	10.984	1.490	
21	直管	0.413	516.82	9.621	9.227	9.424	1.509		515.69	12.043	11.665	11.854	1.474	
22		0.985	516.82	11.839	11.642	11.741	1.446		515.69	12.481	12.239	12.360	1.460	

付表1.2.7a-2 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.581.685m 管内流速：26.835m/s
 流量：304.341m³/s 速度水頭：36.740m
 ゲート開度：100% 水温：12.5℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③						測 線 ④					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345		520.06	13.308	13.126	13.217	1.318		519.84	15.382	15.215	15.298	1.267
2		0.383		519.63	12.066	11.960	12.013	1.362		519.51	16.305	16.063	16.184	1.252
3		0.413		519.44	13.542	13.345	13.444	1.328		519.25	18.167	17.320	17.743	1.216
4		1.310		518.87	13.784	13.603	13.694	1.337		518.28	19.068	18.690	18.879	1.212
5		0.280		518.63	14.201	14.004	14.102	1.332		518.05	20.219	19.734	19.976	1.188
6		1.310		517.88	15.033	14.867	14.950	1.330		517.13	20.605	20.272	20.438	1.201
7		0.280		517.60	15.525	15.283	15.404	1.325		516.90	22.611	22.141	22.376	1.154
8		1.310		516.95	15.389	15.208	15.298	1.346		516.15	21.589	21.135	21.362	1.202
9		0.280		516.79	16.267	16.040	16.154	1.327		515.98	24.117	23.633	23.875	1.138
10		1.310		516.18	16.002	15.790	15.896	1.350		515.39	22.270	21.892	22.081	1.203
11		0.280		515.95	18.016	17.880	17.948	1.301		515.09	23.300	23.103	23.201	1.181
12		1.310		515.56	17.047	16.684	16.865	1.341		514.70	22.861	22.573	22.717	1.205
13		0.280		515.33	18.788	18.591	18.690	1.297		514.49	24.829	24.465	24.647	1.158
14		1.310		515.07	16.071	15.465	15.768	1.384		514.11	23.330	22.997	23.163	1.209
15		0.280		514.96	17.918	17.645	17.781	1.332		513.96	26.857	26.358	26.608	1.119
16		1.310		514.72	17.039	16.782	16.911	1.362		513.83	23.542	22.997	23.269	1.213
17		0.280		514.69	18.311	18.039	18.175	1.329		513.75	27.016	26.290	26.653	1.124
18		1.310		514.52	16.880	16.563	16.722	1.373		513.55	21.975	21.612	21.793	1.261
19		0.280		514.51	18.566	18.264	18.415	1.327		513.54	24.867	24.412	24.639	1.184
20		0.383		514.51	16.888	16.631	16.759	1.372		513.54	21.384	21.173	21.278	1.276
21	直管	0.413		514.39	17.660	17.297	17.478	1.356		513.49	21.691	21.373	21.532	1.270
22		0.985		514.39	16.597	16.416	16.506	1.382		513.49	18.516	17.940	18.228	1.360

付表1.2.7a-3 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.685m 管内流速：26.835m/s
 流 量：304.341m³/s 速度水頭：36.740m
 ゲート開度：100% 水 温：12.5℃

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤（湾曲外側）						測 線 ⑥					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	519.97	16.752	16.479	16.616	1.227		522.02	6.646	6.495	6.571	1.445	
2		0.383	519.66	17.236	16.843	17.039	1.225		521.77	5.314	5.057	5.185	1.490	
3		0.413	519.36	20.484	20.029	20.257	1.145		521.53	6.593	6.427	6.510	1.460	
4		1.310	518.38	21.051	20.537	20.794	1.157		520.83	4.390	4.148	4.269	1.540	
5		0.280	518.17	23.852	23.171	23.512	1.089		520.63	1.317	0.954	1.135	1.631	
6		1.310	517.26	22.785	22.210	22.497	1.141		519.83	4.602	4.421	4.512	1.561	
7		0.280	517.07	24.700	24.412	24.556	1.090		519.69	0.719	0.250	0.484	1.674	
8		1.310	516.29	23.353	22.535	22.944	1.155		519.04	5.405	4.951	5.178	1.564	
9		0.280	516.04	25.366	24.397	24.882	1.110		518.91	1.241	0.772	1.007	1.681	
10		1.310	515.39	24.367	23.731	24.049	1.150		518.36	5.420	4.996	5.208	1.582	
11		0.280	515.17	28.530	27.910	28.220	1.042		518.24	1.514	1.014	1.264	1.692	
12		1.310	514.72	25.381	24.549	24.965	1.143		517.79	6.396	6.018	6.207	1.570	
13		0.280	514.48	27.259	26.063	26.661	1.104		517.68	2.634	2.029	2.331	1.679	
14		1.310	514.05	26.290	25.306	25.798	1.139		517.37	6.881	6.351	6.616	1.570	
15		0.280	513.99	31.437	30.317	30.877	1.002		517.27	3.225	2.816	3.020	1.671	
16		1.310	513.76	25.555	24.965	25.260	1.161		517.07	6.798	6.389	6.593	1.579	
17		0.280	513.65	29.446	28.765	29.106	1.060		516.99	4.655	4.277	4.466	1.639	
18		1.310	513.55	24.352	24.140	24.246	1.194		516.92	8.266	8.039	8.153	1.541	
19		0.280	513.48	28.000	27.425	27.713	1.102		516.85	2.347	1.680	2.014	1.710	
20		0.383	513.45	22.974	22.611	22.792	1.237		516.85	8.766	8.387	8.576	1.531	
21	直管	0.413	513.39	25.078	24.670	24.874	1.182		516.84	9.712	9.409	9.561	1.505	
22		0.985	513.39	19.293	19.035	19.164	1.337		516.84	12.452	12.073	12.262	1.431	

付表1.2.7b-1 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.577.562m 管内流速：25.980m/s
流 量：294.647m³/s 速度水頭：34.438m
ゲート開度：100% 水 温：13.0℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ①（湾曲内側）						測 線 ②					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	521.94	2.945	2.551	2.748	1.535		521.15	6.480	6.283	6.381	1.453	
2		0.383	521.61	1.067	0.780	0.924	1.598		520.72	4.163	3.815	3.989	1.535	
3		0.413	521.40	1.794	1.431	1.612	1.584		520.62	5.314	4.920	5.117	1.505	
4		1.310	520.70	0.356	-0.083	0.136	1.647		519.77	4.708	4.269	4.489	1.548	
5		0.280	520.47	-4.088	-4.481	-4.284	1.782		519.39	2.846	2.604	2.725	1.610	
6		1.310	519.77	-0.045	-0.500	-0.273	1.686		518.75	5.571	5.163	5.367	1.552	
7		0.280	519.63	-4.640	-5.125	-4.882	1.824		518.86	0.969	0.590	0.780	1.682	
8		1.310	519.03	1.135	0.606	0.871	1.674		518.02	5.836	5.488	5.662	1.565	
9		0.280	518.85	-3.762	-4.353	-4.057	1.823		517.84	2.460	1.991	2.225	1.670	
10		1.310	518.36	1.151	0.712	0.931	1.692		517.35	6.533	6.169	6.351	1.564	
11		0.280	518.21	-3.043	-3.512	-3.278	1.819		517.04	4.345	3.951	4.148	1.637	
12		1.310	517.85	2.831	2.483	2.657	1.657		516.82	7.343	6.994	7.169	1.556	
13		0.280	517.68	-1.393	-1.938	-1.665	1.787		516.62	4.693	3.936	4.315	1.644	
14		1.310	517.38	3.338	2.687	3.013	1.660		516.41	6.056	5.602	5.829	1.607	
15		0.280	517.27	-0.363	-1.575	-0.969	1.779		516.21	4.829	4.421	4.625	1.647	
16		1.310	517.13	3.770	3.361	3.565	1.651		516.09	7.978	7.676	7.827	1.558	
17		0.280	517.10	1.655	1.019	1.337	1.717		516.06	4.784	4.269	4.526	1.654	
18		1.310	516.97	6.555	6.147	6.351	1.575		515.96	8.471	8.183	8.327	1.547	
19		0.280	516.96	4.671	3.960	4.315	1.634		515.95	7.558	7.089	7.324	1.576	
20		0.383	516.96	7.669	7.442	7.555	1.540		515.95	10.189	9.901	10.045	1.497	
21	直管	0.413	516.82	8.804	8.471	8.637	1.513		515.69	11.075	10.772	10.923	1.479	
22		0.985	516.82	10.976	10.643	10.810	1.450		515.69	11.709	9.892	10.801	1.483	

付表1.2.7b-2 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.577.562m 管内流速：25.980m/s
 流量：294.647m³/s 速度水頭：34.438m
 ゲート開度：100% 水温：13.0℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③						測 線 ④					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	520.06	12.096	11.945	12.021	1.321		519.84	14.110	13.974	14.042	1.268	
2		0.383	519.63	11.037	10.855	10.946	1.364		519.51	14.988	14.791	14.890	1.253	
3		0.413	519.44	12.361	12.195	12.278	1.331		519.25	16.790	16.002	16.396	1.217	
4		1.310	518.87	12.664	12.422	12.543	1.340		518.28	17.675	17.342	17.509	1.213	
5		0.280	518.63	13.065	12.884	12.975	1.334		518.05	18.962	18.402	18.682	1.186	
6		1.310	517.88	13.792	13.550	13.671	1.336		517.13	19.197	18.879	19.038	1.202	
7		0.280	517.60	14.360	14.133	14.246	1.328		516.90	21.142	20.703	20.923	1.154	
8		1.310	516.95	14.329	14.072	14.201	1.348		516.15	20.257	19.787	20.022	1.202	
9		0.280	516.79	15.102	14.829	14.965	1.330		515.98	22.361	22.134	22.247	1.142	
10		1.310	516.18	14.867	14.594	14.731	1.355		515.39	20.953	20.484	20.718	1.204	
11		0.280	515.95	16.744	16.759	16.752	1.303		515.09	21.982	21.665	21.824	1.180	
12		1.310	515.56	15.669	15.503	15.586	1.348		514.70	21.574	21.195	21.384	1.205	
13		0.280	515.33	17.471	17.335	17.403	1.302		514.49	23.300	22.921	23.110	1.161	
14		1.310	515.07	15.041	14.435	14.738	1.387		514.11	22.134	21.695	21.914	1.206	
15		0.280	514.96	16.767	16.419	16.593	1.336		513.96	25.056	24.632	24.844	1.126	
16		1.310	514.72	15.859	15.647	15.753	1.367		513.83	21.982	21.604	21.793	1.218	
17		0.280	514.69	17.100	16.827	16.964	1.333		513.75	25.018	24.655	24.836	1.132	
18		1.310	514.52	15.821	15.518	15.669	1.376		513.55	20.718	20.461	20.590	1.261	
19		0.280	514.51	17.401	17.083	17.242	1.330		513.54	23.307	22.914	23.110	1.188	
20		0.383	514.51	15.904	15.631	15.768	1.373		513.54	20.113	19.825	19.969	1.279	
21	直管	0.413	514.39	16.464	16.313	16.388	1.359		513.49	20.298	20.071	20.185	1.274	
22		0.985	514.39	15.507	15.310	15.409	1.387		513.49	17.320	16.941	17.130	1.363	

付表1.2.7b-3 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯 水 位：EL.577.562m 管内流速：25.980m/s
流 量：294.647m³/s 速度水頭：34.438m
ゲート開度：100% 水 温：13.0℃

その 3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤（湾曲外側）						測 線 ⑥					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	519.97	15.268	15.071	15.170	1.232		522.02	5.723	5.556	5.639	1.449	
2		0.383	519.66	15.692	15.283	15.488	1.232		521.77	4.557	4.345	4.451	1.491	
3		0.413	519.36	18.803	18.182	18.493	1.153		521.53	5.806	5.533	5.670	1.462	
4		1.310	518.38	19.325	18.871	19.098	1.164		520.83	3.770	3.406	3.588	1.543	
5		0.280	518.17	22.020	21.506	21.763	1.093		520.63	0.863	0.545	0.704	1.633	
6		1.310	517.26	21.104	20.499	20.802	1.147		519.83	4.042	3.800	3.921	1.563	
7		0.280	517.07	22.989	22.263	22.626	1.100		519.69	0.159	-0.371	-0.106	1.684	
8		1.310	516.29	21.384	21.006	21.195	1.164		519.04	4.633	4.300	4.466	1.570	
9		0.280	516.04	23.216	22.626	22.921	1.121		518.91	1.378	0.712	1.045	1.673	
10		1.310	515.39	22.596	22.157	22.376	1.156		518.36	4.678	4.542	4.610	1.585	
11		0.280	515.17	25.972	25.593	25.782	1.063		518.24	0.863	0.333	0.598	1.705	
12		1.310	514.72	23.413	23.050	23.231	1.150		517.79	5.715	5.443	5.579	1.574	
13		0.280	514.48	24.882	24.382	24.632	1.117		517.68	2.331	3.164	2.748	1.659	
14		1.310	514.05	24.382	23.792	24.087	1.145		517.37	5.745	5.518	5.632	1.584	
15		0.280	513.99	29.045	28.273	28.659	1.014		517.27	2.907	2.437	2.672	1.673	
16		1.310	513.76	23.981	23.602	23.792	1.162		517.07	6.237	5.904	6.071	1.580	
17		0.280	513.65	27.524	26.994	27.259	1.064		516.99	4.186	3.777	3.982	1.643	
18		1.310	513.55	22.914	22.626	22.770	1.197		516.92	7.570	7.343	7.456	1.544	
19		0.280	513.48	26.047	25.487	25.767	1.113		516.85	1.953	1.196	1.575	1.717	
20		0.383	513.45	21.460	21.188	21.324	1.243		516.85	7.933	7.661	7.797	1.537	
21	直管	0.413	513.39	23.549	23.125	23.337	1.186		516.84	8.788	8.667	8.728	1.510	
22		0.985	513.39	18.127	17.945	18.036	1.340		516.84	11.513	11.150	11.331	1.434	

付表1.2.7c-1 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.577m 管内流速：23.313m/s
 流 量：264.396m³/s 速度水頭：27.729m
 ゲート開度：100% 水 温：13.1℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ①（湾曲内側）						測 線 ②					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	521.94	0.901	0.780	0.840	1.543		521.15	3.891	3.739	3.815	1.465	
2		0.383	521.61	-0.310	-0.916	-0.613	1.608		520.72	1.938	1.726	1.832	1.552	
3		0.413	521.40	-0.083	-0.356	-0.220	1.601		520.62	2.725	2.559	2.642	1.526	
4		1.310	520.70	-1.143	-1.431	-1.287	1.665		519.77	2.392	2.120	2.256	1.571	
5		0.280	520.47	-4.557	-4.996	-4.776	1.799		519.39	1.135	0.787	0.961	1.631	
6		1.310	519.77	-1.029	-1.287	-1.158	1.694		518.75	3.179	2.998	3.088	1.577	
7		0.280	519.63	-4.837	-5.216	-5.026	1.838		518.86	-0.348	-0.878	-0.613	1.707	
8		1.310	519.03	-0.167	-0.439	-0.303	1.690		518.02	3.596	3.369	3.482	1.589	
9		0.280	518.85	-4.050	-4.413	-4.231	1.838		517.84	0.961	0.522	0.742	1.695	
10		1.310	518.36	0.227	-0.167	0.030	1.702		517.35	4.292	4.035	4.163	1.589	
11		0.280	518.21	-3.316	-3.633	-3.475	1.834		517.04	2.740	2.604	2.672	1.654	
12		1.310	517.85	1.408	1.257	1.332	1.673		516.82	5.117	4.860	4.988	1.579	
13		0.280	517.68	-1.605	-2.210	-1.908	1.796		516.62	3.043	2.543	2.793	1.665	
14		1.310	517.38	1.809	1.279	1.544	1.682		516.41	4.118	3.679	3.898	1.633	
15		0.280	517.27	-1.014	-1.605	-1.310	1.789		516.21	3.149	2.755	2.952	1.674	
16		1.310	517.13	2.437	1.938	2.188	1.668		516.09	5.783	5.375	5.579	1.583	
17		0.280	517.10	0.898	0.035	0.466	1.731		516.06	3.391	2.710	3.050	1.676	
18		1.310	516.97	4.799	4.466	4.633	1.586		515.96	6.306	6.018	6.162	1.567	
19		0.280	516.96	3.293	2.658	2.975	1.646		515.95	5.439	5.060	5.250	1.600	
20		0.383	516.96	5.791	5.443	5.617	1.551		515.95	7.842	7.433	7.638	1.514	
21	直管	0.413	516.82	6.714	6.321	6.518	1.523		515.69	8.637	8.289	8.463	1.494	
22		0.985	516.82	8.372	8.130	8.251	1.461		515.69	9.151	8.848	8.999	1.475	

付表1.2.7c-2 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.577m 管内流速：23.313m/s
 流 量：264.396m³/s 速度水頭：27.729m
 ゲート開度：100% 水 温：13.1℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③					測 線 ④				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345	520.06	8.690	8.584	8.637	1.330	519.84	10.704	10.401	10.552	1.269
2		0.383	519.63	7.842	7.706	7.774	1.377	519.51	11.294	11.188	11.241	1.256
3		0.413	519.44	9.000	8.864	8.932	1.342	519.25	13.050	12.384	12.717	1.212
4		1.310	518.87	9.303	9.182	9.243	1.351	518.28	13.724	13.603	13.663	1.213
5		0.280	518.63	9.614	9.538	9.576	1.348	518.05	14.859	14.420	14.640	1.186
6		1.310	517.88	10.371	10.219	10.295	1.349	517.13	15.200	15.033	15.117	1.202
7		0.280	517.60	10.847	10.741	10.794	1.341	516.90	17.009	16.419	16.714	1.153
8		1.310	516.95	11.075	10.817	10.946	1.359	516.15	16.275	15.972	16.124	1.201
9		0.280	516.79	11.650	11.453	11.551	1.343	515.98	18.334	17.592	17.963	1.141
10		1.310	516.18	11.673	11.385	11.529	1.366	515.39	17.047	16.790	16.918	1.200
11		0.280	515.95	13.277	13.111	13.194	1.314	515.09	17.955	17.668	17.812	1.178
12		1.310	515.56	12.505	12.202	12.354	1.358	514.70	17.743	17.214	17.478	1.205
13		0.280	515.33	14.049	13.853	13.951	1.309	514.49	20.817	18.546	19.681	1.133
14		1.310	515.07	11.847	11.362	11.604	1.403	514.11	18.122	17.622	17.872	1.212
15		0.280	514.96	13.421	13.103	13.262	1.347	513.96	20.575	19.727	20.151	1.135
16		1.310	514.72	12.740	12.513	12.626	1.379	513.83	18.288	17.653	17.971	1.218
17		0.280	514.69	13.800	13.542	13.671	1.342	513.75	20.794	19.871	20.332	1.136
18		1.310	514.52	12.838	12.460	12.649	1.385	513.55	17.191	16.767	16.979	1.264
19		0.280	514.51	14.206	13.707	13.957	1.338	513.54	19.250	18.614	18.932	1.194
20		0.383	514.51	12.906	12.619	12.763	1.381	513.54	16.782	16.343	16.563	1.279
21	直管	0.413	514.39	13.527	13.103	13.315	1.366	513.49	16.877	16.407	16.642	1.278
22		0.985	514.39	12.661	12.479	12.570	1.393	513.49	14.398	14.034	14.216	1.366

付表1.2.7c-3 下流湾曲部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.565.577m 管内流速：23.313m/s
 流 量：264.396m³/s 速度水頭：27.729m
 ゲート開度：100% 水 温：13.1°C

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤（湾曲外側）						測 線 ⑥					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.345		519.97	11.180	10.893	11.037	1.247		522.02	3.452	3.179	3.316	1.451
2		0.383		519.66	11.483	11.302	11.392	1.245		521.77	2.407	2.104	2.256	1.499
3		0.413		519.36	13.792	13.353	13.573	1.177		521.53	3.369	3.096	3.232	1.472
4		1.310		518.38	14.420	14.178	14.299	1.186		520.83	1.923	1.756	1.839	1.547
5		0.280		518.17	16.494	16.071	16.282	1.122		520.63	-0.015	-0.515	-0.265	1.630
6		1.310		517.26	15.942	15.715	15.828	1.172		519.83	2.347	2.180	2.263	1.568
7		0.280		517.07	17.312	17.039	17.176	1.130		519.69	-0.371	-0.901	-0.636	1.678
8		1.310		516.29	16.691	16.313	16.502	1.182		519.04	2.998	2.786	2.892	1.574
9		0.280		516.04	17.842	17.509	17.675	1.149		518.91	0.515	0.000	0.257	1.674
10		1.310		515.39	17.675	17.433	17.554	1.177		518.36	3.300	3.043	3.172	1.588
11		0.280		515.17	20.385	19.931	20.158	1.091		518.24	0.621	0.076	0.348	1.695
12		1.310		514.72	18.569	18.175	18.372	1.172		517.79	4.171	3.944	4.057	1.577
13		0.280		514.48	19.749	19.250	19.500	1.140		517.68	1.378	0.818	1.098	1.688
14		1.310		514.05	19.280	18.962	19.121	1.169		517.37	4.443	4.004	4.224	1.586
15		0.280		513.99	22.747	21.975	22.361	1.054		517.27	1.983	1.499	1.741	1.679
16		1.310		513.76	19.394	18.894	19.144	1.178		517.07	4.633	4.300	4.466	1.588
17		0.280		513.65	21.831	21.316	21.574	1.095		516.99	3.020	2.657	2.839	1.650
18		1.310		513.55	18.599	18.190	18.394	1.213		516.92	5.723	5.632	5.677	1.550
19		0.280		513.48	20.718	20.310	20.514	1.139		516.85	1.332	0.939	1.135	1.716
20		0.383		513.45	17.403	17.024	17.214	1.259		516.85	6.086	5.829	5.957	1.543
21	直管	0.413		513.39	18.493	18.341	18.417	1.218		516.84	6.760	6.487	6.624	1.519
22		0.985		513.39	14.993	14.645	14.819	1.348		516.84	8.803	8.561	8.682	1.445

付表1.2.8a トランジションの圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.581.095m 管内流速：26.726m/s
 流 量：303.110m³/s 速度水頭：36.444m
 ゲート開度：100% 水 温：13.7℃

その1

ゲート開度: 100%
水 温: 13.7℃

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ① (上 面)						測 線 ② (上面隅)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			
1	トランジション	1.075		516.900	14.027	16.782	15.404	1.339		516.413	14.408	14.135	14.271	1.383
2		2.150		516.900	14.360	14.163	14.261	1.370		516.552	13.421	13.073	13.247	1.408
3		2.150		516.900	11.968	11.408	11.688	1.441		516.691	11.102	10.844	10.973	1.466
4		2.150		516.900	5.715	5.170	5.443	1.612		516.830	5.633	5.255	5.444	1.614
5	直管	1.657		516.900	0.356	-0.129	0.114	1.758						
6	ゲート部	2.352		516.900	-0.537	-0.765	-0.651	1.779						

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③ (湾曲内側)						測 線 ④ (下面隅)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			
1	トランジション	1.075		515.000	17.365	17.062	17.214	1.341		513.587	19.066	18.808	18.937	1.333
2		2.150		515.000	16.941	16.623	16.782	1.353		513.448	17.661	17.388	17.524	1.375
3		2.150		515.000	13.035	12.717	12.876	1.460		513.309	16.922	16.467	16.694	1.402
4		2.150		515.000	6.343	5.935	6.139	1.645		513.170	12.034	11.520	11.777	1.541
5	直管	1.657		515.000	0.727	0.484	0.606	1.797						
6	ゲート部	2.352		515.000	-0.636	-0.893	-0.765	1.835						

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤（下 面）									
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd				
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)					
1	トランジション	1.075		513.100	19.386	19.053	19.220	1.338				
2		2.150		513.100	18.463	18.160	18.311	1.363				
3		2.150		513.100	15.616	15.359	15.488	1.441				
4		2.150		513.100	8.728	8.425	8.576	1.630				
5	直管	1.657		513.100	3.944	3.702	3.823	1.761				
6	ゲート部	2.352		513.100	1.764	1.552	1.658	1.820				

付表1.2.8b トランジションの圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.577.465m 管内流速：25.979m/s
流量：294.638m³/s 速度水頭：34.435m
ゲート開度：100% 水温：13.7℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ① (上 面)						測 線 ② (上面隅)					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	トランジション	1.075		516.900	13.224	12.891	13.058	1.380		516.413	13.545	13.166	13.355	1.385
2		2.150		516.900	13.648	13.315	13.482	1.367		516.552	12.482	12.285	12.384	1.409
3		2.150		516.900	11.090	10.575	10.832	1.444		516.691	10.390	10.208	10.299	1.466
4		2.150		516.900	5.231	4.776	5.004	1.614		516.830	5.179	4.876	5.028	1.615
5	直管	1.657		516.900	0.144	-0.265	-0.061	1.761						
6	ゲート部	2.352		516.900	-0.462	-0.855	-0.659	1.778						

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③ (湾曲内側)						測 線 ④ (下面隅)					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	トランジション	1.075		515.000	16.563	16.351	16.457	1.336		513.587	18.036	17.703	17.870	1.336
2		2.150		515.000	16.033	15.715	15.874	1.353		513.448	16.676	16.480	16.578	1.378
3		2.150		515.000	12.293	12.066	12.180	1.460		513.309	16.028	15.256	15.642	1.409
4		2.150		515.000	5.965	5.723	5.844	1.644		513.170	11.353	10.460	10.907	1.550
5	直管	1.657		515.000	0.681	0.469	0.575	1.797						
6	ゲート部	2.352		515.000	-0.394	-0.696	-0.545	1.830						

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	トランジション	1.075		513.100	18.387	18.114	18.251	1.339						
2		2.150		513.100	17.524	17.327	17.425	1.363						
3		2.150		513.100	14.814	14.632	14.723	1.442						
4		2.150		513.100	8.304	8.107	8.206	1.631						
5	直管	1.657		513.100	3.808	3.580	3.694	1.762						
6	ゲート部	2.352		513.100	1.688	1.370	1.529	1.825						

付表1.2.8c トランジションの圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.565.515m 管内流速：23.309m/s
 流量：264.352m³/s 速度水頭：27.720m
 ゲート開度：100% 水温：13.7℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ① (上 面)					測 線 ② (上面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	トランジション	1.075	516.900	10.196	9.954	10.075	1.390	516.413	10.471	10.169	10.320	1.399
2		2.150	516.900	10.575	10.333	10.454	1.377	516.552	10.120	9.454	9.787	1.413
3		2.150	516.900	8.637	8.122	8.380	1.451	516.691	8.255	7.847	8.051	1.471
4		2.150	516.900	3.959	3.414	3.686	1.621	516.830	4.029	3.650	3.839	1.618
5	直管	1.657	516.900	-0.144	-0.553	-0.348	1.766					
6	ゲート部	2.352	516.900	-0.765	-0.901	-0.833	1.784					

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ③ (湾曲内側)					測 線 ④ (下面隅)				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	トランジション	1.075	515.000	13.520	13.292	13.406	1.339	513.587	14.690	14.448	14.569	1.348
2		2.150	515.000	13.065	12.808	12.937	1.356	513.448	13.679	13.331	13.505	1.391
3		2.150	515.000	10.053	9.886	9.969	1.463	513.309	12.607	12.289	12.448	1.434
4		2.150	515.000	4.875	4.724	4.799	1.649	513.170	8.810	8.310	8.560	1.580
5	直管	1.657	515.000	0.469	0.242	0.356	1.809					
6	ゲート部	2.352	515.000	-0.333	-0.742	-0.537	1.842					

その3

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	測 線 ⑤ (下 面)									
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd					
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)						
1	トランジション	1.075	513.100	15.192	14.890	15.041	1.348					
2		2.150	513.100	14.632	14.299	14.466	1.369					
3		2.150	513.100	12.361	12.134	12.248	1.449					
4		2.150	513.100	7.199	6.911	7.055	1.636					
5	直管	1.657	513.100	3.596	3.369	3.482	1.765					
6	ゲート部	2.352	513.100	1.764	1.612	1.688	1.830					

付表1.3.1-1 圧力変動 (500HZ) (ブロック 9 (右岸側) 放流管)

貯 水 位: EL.577.821m 管内流速: 25.433m/s
 流 量: 288.440m³/s 速度水頭: 33.002m
 ゲート開度: 100% 水 温: 9.7℃

その1

測点 番号	測定位置	最 大 値 (m)							最 小 値 (m)						
		測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池	測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池
3	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	0.384	0.266	0.924	6.279	6.675	1.904	578.487	-1.914	-0.146	-0.088	4.102	6.003	1.389	577.717
6		-1.375	-2.283	0.672	6.522	7.956	-0.710	578.534	-3.569	-2.709	-0.095	5.332	6.961	-1.404	577.822
9		-2.550	-1.115	1.545	6.910	8.939	0.172	578.466	-4.142	-1.571	0.208	5.070	7.095	-0.957	577.946
12		-1.628	-0.746	1.957	7.354	8.080	1.908	578.405	-2.999	-1.351	1.366	6.063	7.371	1.465	578.011
15		-0.735	0.266	2.971	8.316	9.064	2.786	578.405	-2.106	-0.339	2.380	7.025	8.355	2.343	578.011
18		2.592	0.996	3.095	9.309	12.024	3.469	578.457	0.378	0.481	1.952	7.575	10.008	1.745	577.859
21		3.063	0.949	3.664	10.164	12.472	3.569	578.410	1.886	0.474	2.781	7.786	10.279	2.411	577.883
24		4.471	1.990	5.179	11.541	13.585	4.315	578.552	3.498	1.321	4.236	8.791	11.643	3.670	577.871
27		6.763	3.628	5.835	10.734	11.184	7.319	578.410	4.638	3.125	4.821	9.214	10.512	5.630	577.803
5	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	2.237	7.009	12.806	22.152	24.677		578.473	0.119	6.250	11.475	20.334	23.096		577.833
8		2.777	7.579	13.346	22.892	24.677		578.473	0.659	6.820	12.015	21.074	23.096		577.833
11		-1.573	3.927	13.101	23.619	27.135		578.538	-4.326	2.891	11.926	21.527	25.473		577.854
14		2.082	4.656	14.236	24.064	27.335		578.368	1.278	3.627	12.022	22.844	25.056		577.868
17		1.572	5.824	13.643	23.577	26.910		579.021	-1.131	5.346	12.393	21.161	25.712		577.332
4	漸縮部	10.913	5.716	5.336	10.383	9.322		578.853	9.575	5.204	4.268	9.520	8.683		577.591

その2

測点 番号	測定位置	平 均 値 (m)							標 準 偏 差 (m)						
		測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池	測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池
3	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	-0.582	0.021	0.351	5.225	6.366	1.596	578.161	0.520	0.106	0.258	0.566	0.190	0.139	0.160
6		-2.651	-2.498	0.287	6.020	7.423	-0.955	578.200	0.547	0.112	0.206	0.318	0.257	0.177	0.188
9		-3.184	-1.372	0.791	5.960	7.818	-0.381	578.194	0.354	0.104	0.333	0.490	0.551	0.279	0.120
12		-2.371	-1.052	1.683	6.675	7.679	1.680	578.243	0.347	0.176	0.132	0.342	0.211	0.122	0.099
15		-1.478	-0.040	2.697	7.637	8.663	2.558	578.243	0.347	0.176	0.132	0.342	0.211	0.122	0.099
18		1.427	0.757	2.498	8.563	11.045	2.638	578.191	0.611	0.117	0.319	0.401	0.652	0.456	0.138
21		2.438	0.711	3.216	8.977	11.434	2.959	578.137	0.359	0.119	0.225	0.769	0.645	0.275	0.140
24		3.897	1.679	4.692	9.946	12.884	3.939	578.182	0.261	0.158	0.243	0.738	0.477	0.169	0.164
27		5.451	3.382	5.408	9.924	10.859	6.541	578.166	0.626	0.116	0.301	0.436	0.197	0.498	0.129
5	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	1.225	6.574	12.053	21.039	23.859		578.139	0.569	0.134	0.356	0.483	0.386		0.178
8		1.765	7.144	12.593	21.779	23.859		578.139	0.569	0.134	0.356	0.483	0.386		0.178
11		-3.326	3.407	12.500	22.618	26.484		578.108	0.641	0.240	0.316	0.543	0.440		0.172
14		1.701	4.102	13.029	23.350	26.184		578.153	0.185	0.271	0.587	0.259	0.853		0.098
17		0.513	5.532	13.173	22.366	26.265		578.050	0.701	0.113	0.335	0.591	0.285		0.432
4	漸縮部	10.302	5.410	4.767	10.001	9.024		578.156	0.380	0.106	0.245	0.247	0.134		0.293

付表1.3.2-1 圧力変動 (500HZ) (ブロック10 (左岸側) 放流管)

貯水 位: EL.577.749m 管内流速: 25.974m/s
 流 量: 294.584m³/s 速度水頭: 34.423m
 ゲート開度: 100% 水 温: 10.9°C

その1

測点 番号	測定位置	最 大 値 (m)							最 小 値 (m)						
		測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池	測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池
3	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	5.402	3.050	2.682	-0.476	-1.494		577.798	4.206	2.340	1.966	-1.052	-2.087		577.698
5		5.393	3.964	2.085	-1.525	-2.240		577.841	4.302	2.529	1.689	-2.182	-2.820		577.689
7		6.208	6.253	3.189	-2.087	-5.751		577.874	4.084	4.963	2.029	-2.881	-6.618		577.696
9		6.758	6.361	3.787	-2.401	-2.943		577.779	5.739	5.319	3.069	-2.958	-4.428		577.680
11		8.813	7.810	3.461	-0.918	-1.852		577.788	6.300	4.796	2.755	-1.879	-2.462		577.696
13		7.600	7.677	5.166	-0.371	-1.131		577.804	6.318	5.460	3.941	-2.593	-2.820		577.629
15		10.537	9.752	5.585	1.151	1.251		577.788	9.126	8.260	5.015	0.375	1.047		577.638
17		11.629	10.965	7.217	2.217	1.529		577.818	10.565	8.967	6.449	1.128	1.216		577.696
19		11.765	11.133	8.379	3.359	3.492		577.841	10.748	10.225	7.369	2.858	3.121		577.677
21		14.272	13.816	9.930	4.745	5.079		577.772	13.013	11.514	9.423	3.661	4.636		577.677
23		13.882	13.786	10.447	8.544	7.657		577.814	12.478	12.335	9.815	7.762	7.270		577.696
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	3.467	6.281	12.635	14.487	15.190	6.121	577.798	2.419	5.433	11.688	13.616	14.937	5.465	577.469
3		2.384	5.298	12.549	17.355	18.943	6.087	577.770	1.186	4.305	11.854	16.512	18.516	5.206	577.560
5		-4.210	2.675	13.188	19.500	22.062	1.674	577.920	-4.926	1.919	12.419	17.477	21.633	0.739	577.525
7		-4.260	1.254	14.785	22.535	22.742	1.158	577.804	-5.048	-0.206	13.572	19.993	22.058	-0.692	577.555
9		-3.383	2.372	15.278	23.251	22.583	1.234	577.846	-4.601	1.239	14.203	21.588	22.151	0.231	577.652
11		-3.128	4.432	16.972	23.189	25.981	1.496	577.883	-4.013	3.170	15.835	21.689	25.032	0.119	577.657
13		-1.196	4.273	18.303	23.541	24.975	2.474	577.837	-2.109	3.287	16.965	22.642	24.096	1.417	577.564
15		-1.803	4.002	17.108	25.271	24.633	2.874	577.846	-3.021	2.869	16.033	23.608	24.201	1.871	577.652
17		-2.018	5.412	18.232	24.529	27.501	2.746	577.883	-2.903	4.150	17.095	23.029	26.552	1.369	577.657
19		0.124	5.570	16.615	24.514	26.216	3.354	577.911	-1.026	3.947	15.759	23.590	25.481	2.542	577.647
21		8.587	11.741	18.305	20.837	21.770	11.301	577.798	7.539	10.893	17.358	19.966	21.517	10.645	577.469
4	漸縮部	6.291	5.120	6.964	12.250	8.263		577.915	3.811	4.081	5.443	9.731	7.959		577.573

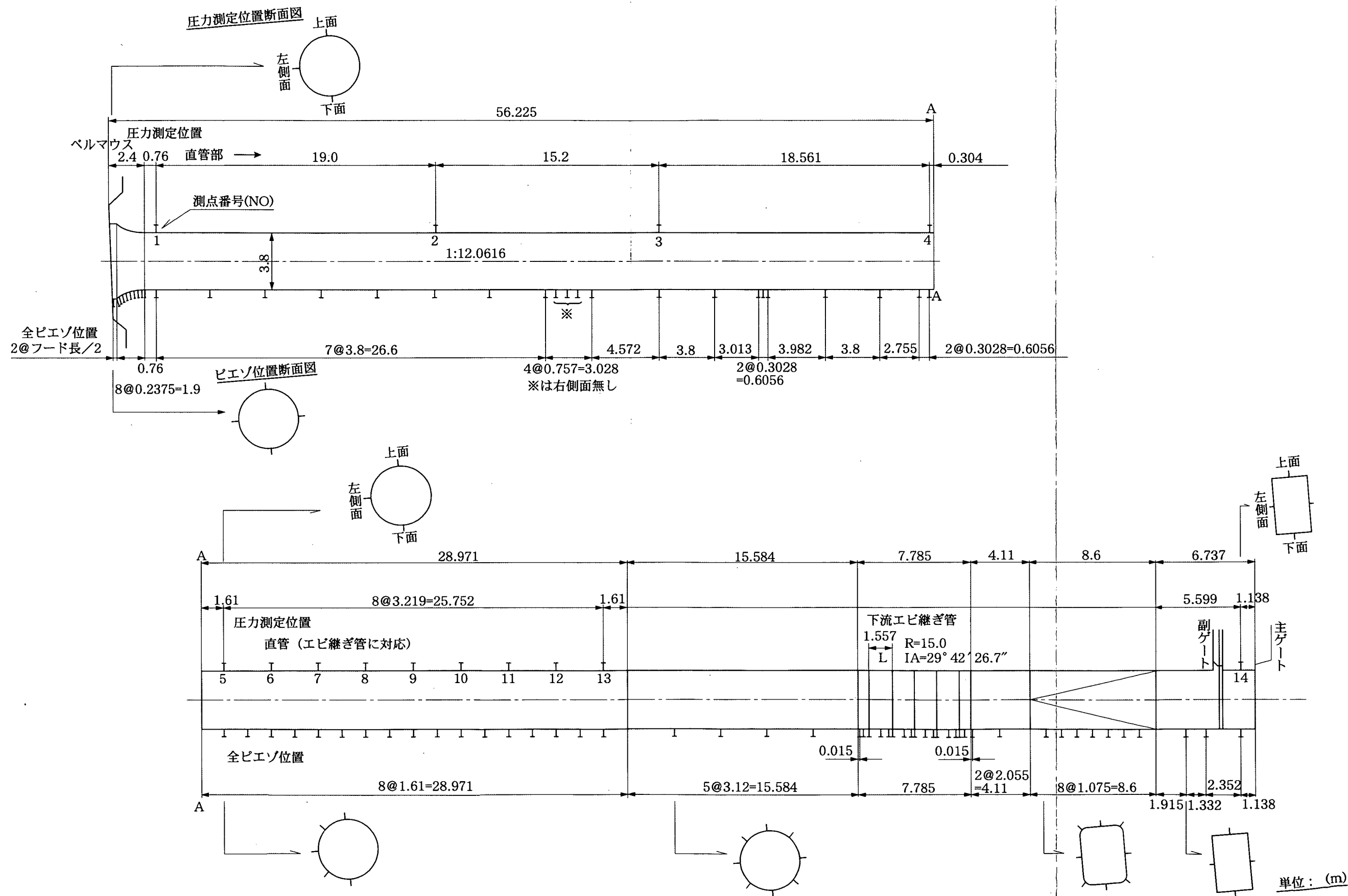
付表1.3.2-2 圧力変動 (500HZ) (ブロック10 (左岸側) 放流管)

貯水 位: EL.577.749m 管内流速: 25.974m/s
 流 量: 294.584m³/s 速度水頭: 34.423m
 ゲート開度: 100% 水 温: 10.9℃

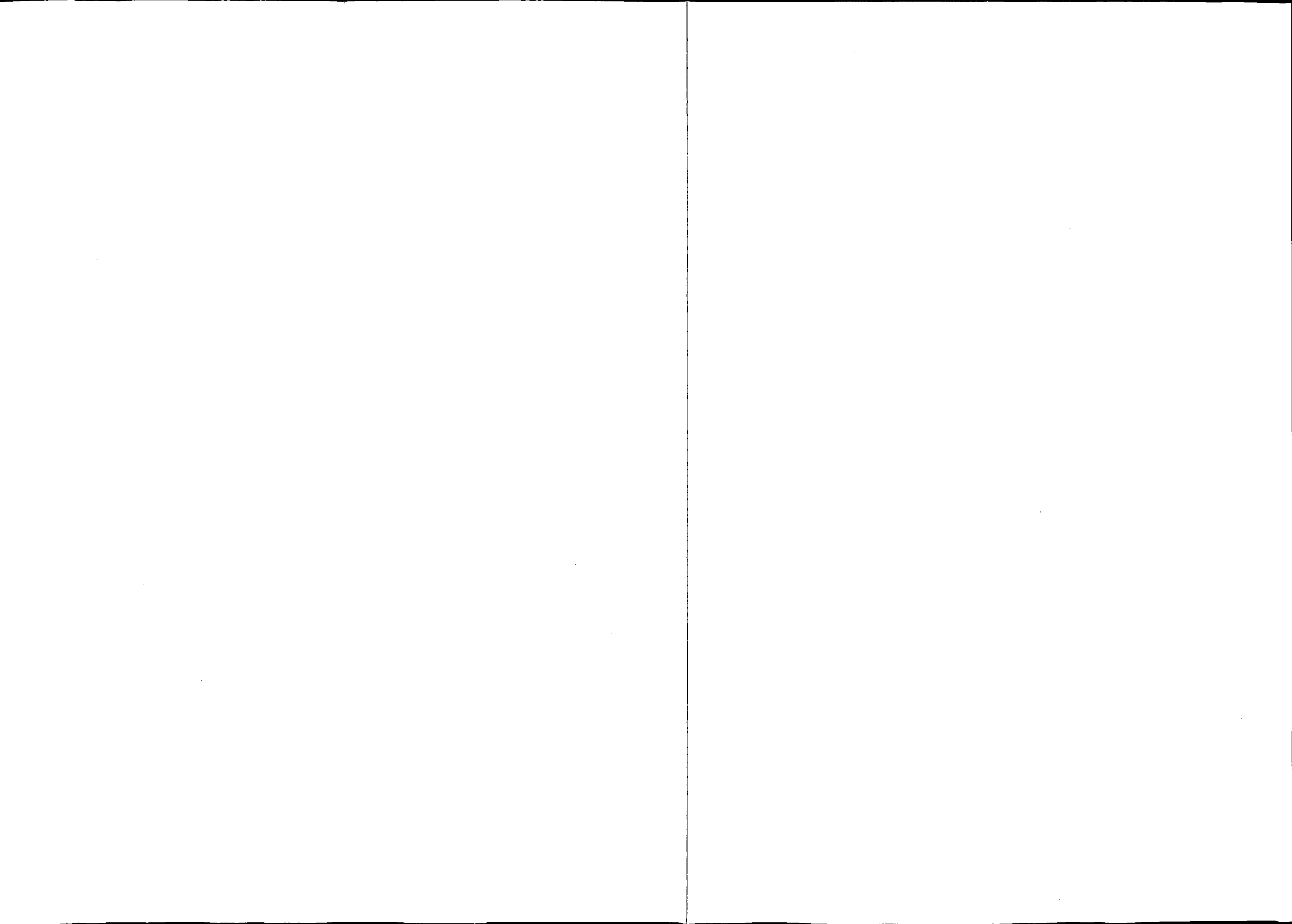
その2

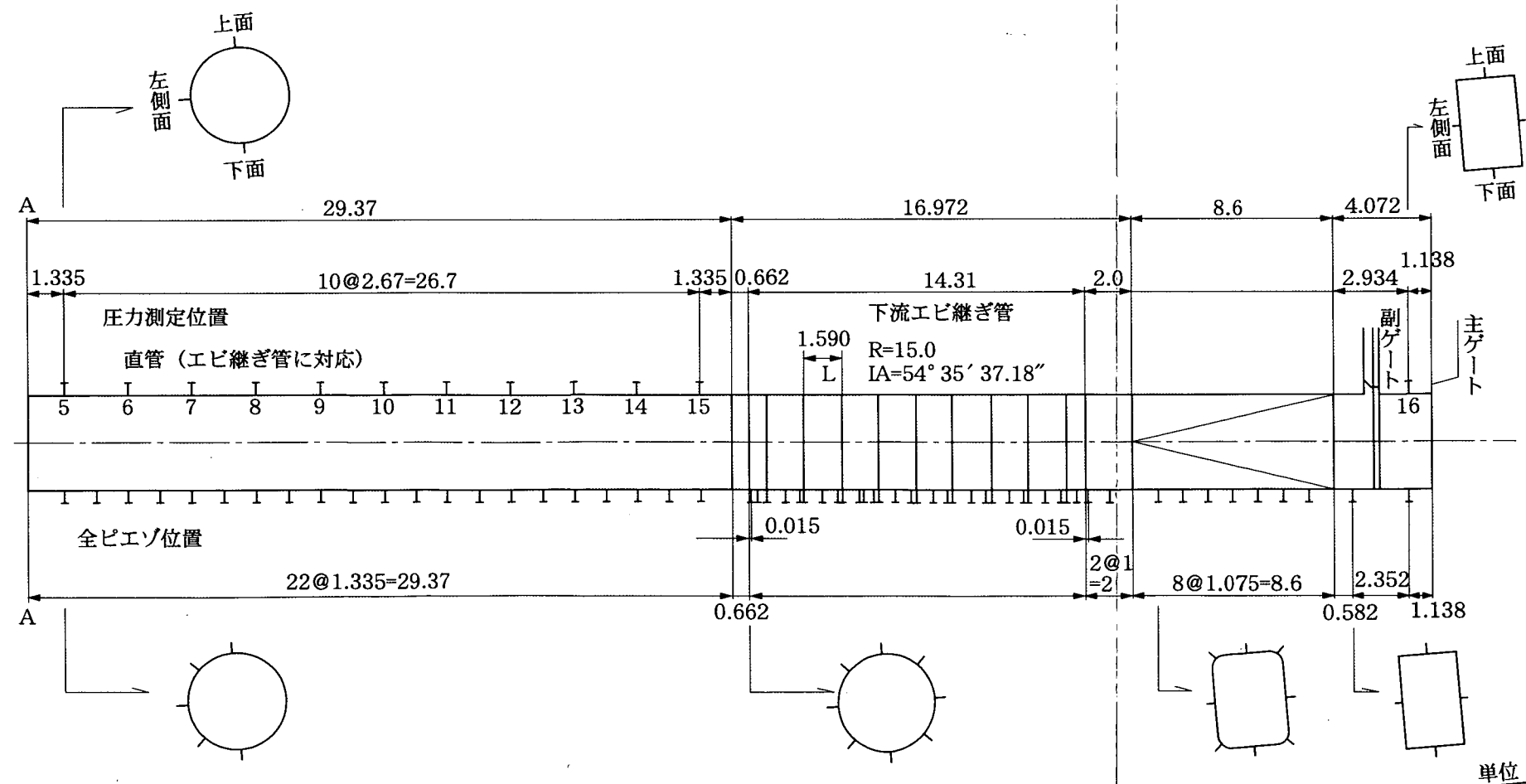
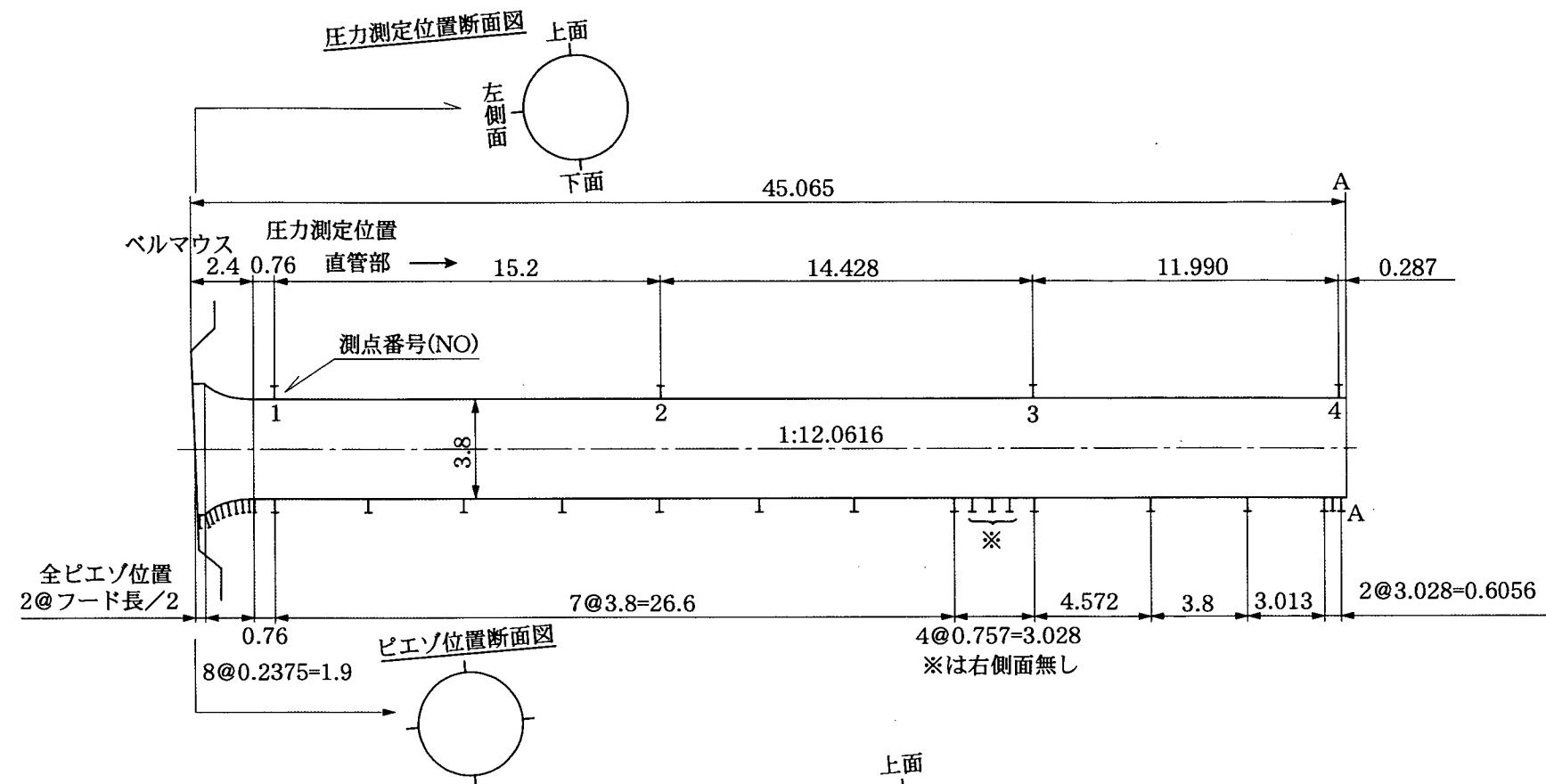
測点 番号	測定位置	平 均 値 (m)							標 準 偏 差 (m)						
		測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池	測線①	測線②	測線③	測線④	測線⑤	測線⑥	貯水池
3	上流湾曲部 (エビ継ぎ管)	4.694	2.719	2.235	-0.741	-1.883		577.745	0.344	0.174	0.182	0.139	0.172		0.024
5		4.750	3.233	1.874	-1.925	-2.637		577.764	0.332	0.457	0.097	0.147	0.165		0.034
7		4.974	5.419	2.513	-2.457	-6.342		577.782	0.545	0.320	0.327	0.202	0.212		0.041
9		6.229	5.659	3.495	-2.629	-3.898		577.741	0.329	0.257	0.200	0.169	0.468		0.019
11		7.375	6.486	3.190	-1.479	-2.126		577.736	0.703	0.808	0.226	0.267	0.216		0.020
13		6.880	6.456	4.559	-1.617	-1.951		577.732	0.369	0.538	0.273	0.475	0.603		0.041
15		9.859	8.827	5.339	0.815	1.151		577.704	0.297	0.452	0.120	0.230	0.048		0.042
17		11.126	10.095	6.890	1.601	1.358		577.756	0.228	0.558	0.193	0.342	0.087		0.034
19		11.250	10.714	7.859	3.201	3.299		577.773	0.253	0.249	0.256	0.121	0.113		0.041
21		13.775	12.601	9.719	4.062	4.878		577.726	0.319	0.645	0.142	0.213	0.095		0.025
23		13.162	12.970	10.122	8.106	7.450		577.756	0.367	0.434	0.138	0.222	0.112		0.027
1	下流湾曲部 (エビ継ぎ管)	2.967	5.842	12.075	14.053	15.069	5.720	577.652	0.262	0.196	0.237	0.231	0.061	0.141	0.085
3		1.743	4.807	12.255	17.032	18.673	5.610	577.653	0.333	0.291	0.193	0.245	0.110	0.244	0.053
5		-4.587	2.395	12.873	18.318	21.819	1.198	577.720	0.191	0.235	0.210	0.535	0.108	0.267	0.096
7		-4.752	0.480	14.278	21.146	22.368	0.011	577.693	0.238	0.439	0.303	0.740	0.177	0.487	0.062
9		-4.100	1.822	14.740	22.516	22.401	0.764	577.737	0.345	0.347	0.271	0.488	0.112	0.346	0.042
11		-3.442	3.804	16.361	22.223	25.505	0.844	577.764	0.257	0.356	0.291	0.362	0.328	0.390	0.059
13		-1.643	3.771	17.426	23.231	24.407	1.848	577.666	0.235	0.201	0.379	0.181	0.185	0.360	0.070
15		-2.520	3.452	16.570	24.536	24.451	2.404	577.737	0.345	0.347	0.271	0.488	0.112	0.346	0.042
17		-2.332	4.784	17.621	23.563	27.025	2.094	577.764	0.257	0.356	0.291	0.362	0.328	0.390	0.059
19		-0.372	4.769	16.041	24.189	25.843	2.950	577.766	0.289	0.414	0.233	0.221	0.205	0.234	0.066
21		8.087	11.302	17.745	20.403	21.649	10.900	577.652	0.262	0.196	0.237	0.231	0.061	0.141	0.085
4	漸縮部	4.939	4.638	6.037	11.045	8.098		577.722	0.685	0.239	0.410	0.610	0.078		0.090

2. 表-4.2、ケース 2（上流湾曲部直管形状）の測定結果



付図-2.1a 圧力測定位置および全ピエゾ位置 (ブロック 9 (右岸側) 放流管)





付図-2.1b 圧力測定位置および全ピエゾ位置 (ブロック10 (左岸側) 放流管)

単位: (m)

付表2.1 放流管の貯水位と流量の関係（ブロック9（右岸側）放流管）

放流管直径：3.8m（水位基準：EL515m＝－19.85cm）

番号	ゲート開度 (%)	模型読み		貯水位 H (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	流量係数 C
		水 位 Hm (cm)	流 量 Qm (l/s)			
1	100	337.20	302.22	569.055	269.524	0.8545
2		281.40	277.10	560.608	247.122	0.8530
3		231.20	251.98	553.008	224.719	0.8497
4		186.05	227.06	546.172	202.495	0.8454
5		108.25	177.56	534.394	158.351	0.8382

付表2.2 放流管の貯水位と流量の関係（ブロック10（左岸側）放流管）

放流管直径：3.8m（水位基準：EL515m＝－3.55cm）

番号	ゲート開度 (%)	模型読み		貯水位 H (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	流量係数 C
		水 位 Hm (cm)	流 量 Qm (l/s)			
1	100	339.10	301.58	566.875	268.954	0.8705
2		285.98	276.60	558.832	246.676	0.8685
3		236.70	251.26	551.373	224.077	0.8661
4		193.10	226.58	544.772	202.067	0.8633
5		117.50	176.24	533.326	157.173	0.8558

付表2.3a-1 直管部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.133m 管内流速：23.106m/s
 流 量：262.051m³/s 速度水頭：27.240m
 ゲート開度：100% 水 温：17.5℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			
1	直管	0.000		526.939	10.142	10.082	10.112	1.068		525.045	11.960	11.688	11.824	1.074
2		19.000		525.363	10.113	9.992	10.052	1.128		523.470	11.961	11.810	11.885	1.130
3		15.200		524.103	9.148	8.981	9.064	1.210		522.210	11.026	10.905	10.965	1.210
4		18.561		522.564	9.445	9.354	9.400	1.254		520.671	11.142	11.051	11.096	1.262
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		522.427	9.446	9.325	9.386	1.260		520.533	11.582	11.506	11.544	1.250
6		3.219		522.160	9.441	9.380	9.410	1.269		520.266	11.380	11.334	11.357	1.267
7		3.219		521.893	8.936	8.845	8.890	1.298		519.999	11.404	11.117	11.261	1.280
8		3.219		521.626	9.717	9.414	9.566	1.283		519.732	11.187	11.035	11.111	1.296
9		3.219		521.359	9.757	9.606	9.681	1.288		519.465	11.211	11.015	11.113	1.305
10		3.219		521.092	9.221	9.055	9.138	1.318		519.199	11.357	11.312	11.334	1.307
11		3.219		520.825	9.276	9.170	9.223	1.325		518.932	11.155	10.958	11.056	1.327
12		3.219		520.558	8.923	8.650	8.786	1.351		518.665	11.270	10.983	11.126	1.334
13		3.219		520.291	9.038	8.841	8.940	1.355		518.398	11.310	11.143	11.227	1.340
14	ゲート	0.000		516.992	-1.045	-1.212	-1.129	1.845		515.098	-0.136	-0.469	-0.302	1.885

付表2.3a-2 直管部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.566.133m 管内流速：23.106m/s
流 量：262.051m³/s 速度水頭：27.240m
ゲート開度：100% 水 温：17.5℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		523.152	14.111	13.627	13.869	1.069						
2		19.000		521.576	13.839	13.718	13.779	1.130						
3		15.200		520.316	13.252	13.101	13.177	1.198						
4		18.561		518.777	13.383	13.293	13.338	1.249						
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		518.640	13.294	13.188	13.241	1.257						
6		3.219		518.373	13.409	13.334	13.372	1.262						
7		3.219		518.106	13.495	13.268	13.381	1.272						
8		3.219		517.839	13.126	12.899	13.012	1.295						
9		3.219		517.572	13.256	13.120	13.188	1.299						
10		3.219		517.305	12.993	12.751	12.872	1.320						
11		3.219		517.038	12.957	12.761	12.859	1.330						
12		3.219		516.771	13.027	12.861	12.944	1.337						
13		3.219		516.504	12.870	12.643	12.757	1.354						
14	ゲート	0.000		513.204	1.500	1.349	1.425	1.891						

付表2.3b-1 直管部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯水 位：EL.560.984m 管内流速：21.868m/s
 流 量：248.005m³/s 速度水頭：24.398m
 ゲート開度：100% 水 温：17.5°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面（湾曲内側）					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000		526.939	7.887	7.856	7.871	1.073		525.045	9.780	9.583	9.682	1.076
2		19.000		525.363	8.084	7.933	8.008	1.132		523.470	9.887	9.796	9.841	1.134
3		15.200		524.103	7.285	7.225	7.255	1.214		522.210	9.224	9.179	9.202	1.212
4		18.561		522.564	7.719	7.674	7.696	1.259		520.671	9.431	9.385	9.408	1.267
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		522.427	7.736	7.675	7.705	1.265		520.533	9.871	9.796	9.834	1.255
6		3.219		522.160	7.775	7.715	7.745	1.274		520.266	9.684	9.639	9.661	1.273
7		3.219		521.893	7.300	7.240	7.270	1.304		519.999	9.618	9.421	9.519	1.290
8		3.219		521.626	7.900	7.779	7.840	1.292		519.732	9.461	9.279	9.370	1.307
9		3.219		521.359	8.167	7.955	8.061	1.294		519.465	9.697	9.531	9.614	1.308
10		3.219		521.092	7.662	7.556	7.609	1.323		519.199	9.813	9.646	9.730	1.314
11		3.219		520.825	7.899	7.702	7.800	1.326		518.932	9.716	9.489	9.603	1.330
12		3.219		520.558	7.378	7.166	7.272	1.359		518.665	9.802	9.605	9.703	1.337
13		3.219		520.291	7.569	7.358	7.464	1.362		518.398	9.841	9.705	9.773	1.345
14	ゲート	0.000		516.992	-1.136	-1.272	-1.204	1.853		515.098	-0.196	-0.423	-0.310	1.893

付表2.3b-2 直管部の圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.560.984m 管内流速：21.868m/s
流 量：248.005m³/s 速度水頭：24.398m
ゲート開度：100% 水 温：17.5℃

その 2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		523.152	11.825	11.371	11.598	1.075						
2		19.000		521.576	11.795	11.614	11.705	1.135						
3		15.200		520.316	11.360	11.254	11.307	1.203						
4		18.561		518.777	11.642	11.582	11.612	1.254						
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		518.640	11.568	11.492	11.530	1.263						
6		3.219		518.373	11.729	11.668	11.699	1.267						
7		3.219		518.106	11.708	11.527	11.617	1.281						
8		3.219		517.839	11.536	11.279	11.407	1.301						
9		3.219		517.572	11.697	11.500	11.599	1.304						
10		3.219		517.305	11.449	11.298	11.373	1.324						
11		3.219		517.038	11.489	11.368	11.428	1.333						
12		3.219		516.771	11.574	11.392	11.483	1.341						
13		3.219		516.504	11.402	11.220	11.311	1.359						
14	ゲート	0.000		513.204	1.606	1.349	1.478	1.898						

付表2.3c-1 直管部の圧力測定結果（ブロック 9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.555.986m 管内流速：20.610m/s
流 量：233.745m³/s 速度水頭：21.673m
ゲート開度：100% 水 温：17.5℃

その 1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	0.000		526.939	5.888	5.843	5.865	1.070		525.045	7.782	7.600	7.691	1.073
2		19.000		525.363	6.131	6.086	6.108	1.131		523.470	7.964	7.873	7.919	1.135
3		15.200		524.103	5.529	5.484	5.507	1.217		522.210	7.483	7.438	7.461	1.214
4		18.561		522.564	6.114	6.084	6.099	1.261		520.671	7.841	7.796	7.819	1.269
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		522.427	6.116	6.070	6.093	1.267		520.533	8.267	8.206	8.236	1.256
6		3.219		522.160	6.201	6.156	6.178	1.276		520.266	8.200	8.079	8.140	1.273
7		3.219		521.893	5.877	5.756	5.817	1.305		519.999	8.028	7.937	7.983	1.292
8		3.219		521.626	6.402	6.250	6.326	1.294		519.732	7.962	7.765	7.864	1.310
9		3.219		521.359	6.532	6.411	6.472	1.299		519.465	8.062	7.972	8.017	1.315
10		3.219		521.092	6.254	6.118	6.186	1.325		519.199	8.344	8.163	8.254	1.317
11		3.219		520.825	6.370	6.233	6.301	1.332		518.932	8.203	8.081	8.142	1.334
12		3.219		520.558	6.016	5.895	5.955	1.360		518.665	8.348	8.197	8.273	1.340
13		3.219		520.291	6.268	6.162	6.215	1.360		518.398	8.494	8.297	8.396	1.347
14	ゲート	0.000		516.992	-1.136	-1.303	-1.219	1.856		515.098	-0.302	-0.605	-0.454	1.908

付表2.3c-2 直管部の圧力測定結果（ブロック9（右岸側）放流管）

貯 水 位：EL.555.986m 管内流速：20.610m/s
流 量：233.745m³/s 速度水頭：21.673m
ゲート開度：100% 水 温：17.5°C

その2

測点 番号 (No)	形 状	管中心測 点間距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		523.152	9.887	9.509	9.698	1.068						
2		19.000		521.576	9.797	9.721	9.759	1.137						
3		15.200		520.316	9.604	9.528	9.566	1.204						
4		18.561		518.777	10.022	9.977	10.000	1.255						
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		518.640	9.978	9.918	9.948	1.264						
6		3.219		518.373	10.124	10.079	10.101	1.269						
7		3.219		518.106	10.028	9.861	9.944	1.289						
8		3.219		517.839	9.916	9.810	9.863	1.305						
9		3.219		517.572	10.153	10.016	10.085	1.307						
10		3.219		517.305	9.905	9.814	9.859	1.330						
11		3.219		517.038	9.960	9.854	9.907	1.340						
12		3.219		516.771	10.121	9.984	10.053	1.346						
13		3.219		516.504	9.979	9.843	9.911	1.364						
14	ゲート	0.000		513.204	1.546	1.394	1.470	1.906						

付表2.4a-1 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.566.105m 管内流速：23.526m/s
 流 量：266.813m³/s 速度水頭：28.238m
 ゲート開度：100% 水 温：16.0℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	0.000		524.456	11.588	11.225	11.407	1.071		522.562	13.270	12.982	13.126	1.077
2		15.200		523.195	11.834	11.698	11.766	1.103		521.302	13.410	13.243	13.326	1.115
3		14.428		521.999	10.896	10.820	10.858	1.177		520.106	13.168	13.092	13.130	1.164
4		11.990		521.005	10.603	10.558	10.580	1.222		519.112	12.890	12.830	12.860	1.209
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		520.944	10.786	10.695	10.740	1.219		519.050	12.270	12.179	12.225	1.233
6		2.670		520.722	10.507	10.462	10.485	1.236		518.829	11.371	11.235	11.303	1.274
7		2.670		520.501	10.381	10.320	10.350	1.248		518.607	12.501	12.441	12.471	1.240
8		2.670		520.279	10.428	10.307	10.367	1.256		518.386	12.032	11.866	11.949	1.267
9		2.670		520.058	10.558	10.361	10.460	1.260		518.165	12.178	12.026	12.102	1.269
10		2.670		519.837	10.810	10.659	10.734	1.258		517.943	12.490	12.354	12.422	1.266
11		2.670		519.615	9.941	9.669	9.805	1.299		517.722	11.848	11.742	11.795	1.296
12		2.670		519.394	10.602	10.405	10.503	1.282		517.500	12.433	12.297	12.365	1.283
13		2.670		519.173	10.566	10.429	10.498	1.290		517.279	12.382	12.276	12.329	1.292
14		2.670		518.951	10.333	10.197	10.265	1.306		517.058	12.255	12.134	12.195	1.305
15		2.670		518.730	10.569	10.357	10.463	1.307		516.836	11.462	11.386	11.424	1.340
16	ゲート	0.000		516.924	-1.083	-1.295	-1.189	1.784		515.030	0.006	-0.342	-0.168	1.815

付表2.4a-2 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯 水 位：EL.566.105m 管内流速：23.526m/s
流 量：266.813m³/s 速度水頭：28.238m
ゲート開度：100% 水 温：16.0℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		520.669	15.421	15.057	15.239	1.069						
2		15.200		519.408	15.515	15.440	15.477	1.106						
3		14.428		518.212	15.061	14.970	15.016	1.164						
4		11.990		517.218	14.920	14.859	14.890	1.204						
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		517.157	14.421	14.361	14.391	1.224						
6		2.670		516.935	14.234	14.143	14.188	1.239						
7		2.670		516.714	14.190	13.948	14.069	1.251						
8		2.670		516.492	14.381	14.215	14.298	1.251						
9		2.670		516.271	14.436	14.300	14.368	1.256						
10		2.670		516.050	14.370	14.218	14.294	1.266						
11		2.670		515.828	14.410	14.152	14.281	1.275						
12		2.670		515.607	14.328	14.131	14.230	1.284						
13		2.670		515.386	13.883	13.747	13.815	1.307						
14		2.670		515.164	14.332	14.196	14.264	1.299						
15		2.670		514.943	13.932	13.720	13.826	1.322						
16	ゲート	0.000		513.137	1.599	1.462	1.530	1.822						

付表2.4b-1 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水 位：EL.560.924m 管内流速：22.292m/s
 流 量：252.821m³/s 速度水頭：25.354m
 ゲート開度：100% 水 温：16.2℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面					左 側 面 (湾曲内側)						
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	0.000		524.456	9.317	9.121	9.219	1.075		522.562	11.150	10.938	11.044	1.077
2		15.200		523.195	9.745	9.594	9.669	1.107		521.302	11.351	11.260	11.305	1.117
3		14.428		521.999	9.170	8.988	9.079	1.177		520.106	11.336	11.230	11.283	1.165
4		11.990		521.005	8.862	8.786	8.824	1.226		519.112	11.149	11.088	11.119	1.211
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		520.944	9.060	8.984	9.022	1.221		519.050	10.681	10.620	10.650	1.231
6		2.670		520.722	8.887	8.797	8.842	1.237		518.829	9.888	9.706	9.797	1.274
7		2.670		520.501	8.761	8.700	8.730	1.250		518.607	10.866	10.821	10.843	1.241
8		2.670		520.279	8.853	8.717	8.785	1.257		518.386	10.473	10.306	10.389	1.268
9		2.670		520.058	8.878	8.726	8.802	1.265		518.165	10.603	10.452	10.528	1.271
10		2.670		519.837	9.266	9.023	9.145	1.260		517.943	10.794	10.673	10.734	1.272
11		2.670		519.615	8.518	8.185	8.352	1.300		517.722	10.410	10.304	10.357	1.295
12		2.670		519.394	9.042	8.891	8.967	1.284		517.500	10.995	10.768	10.881	1.283
13		2.670		519.173	9.067	8.840	8.953	1.294		517.279	10.944	10.671	10.807	1.295
14		2.670		518.951	8.789	8.652	8.720	1.311		517.058	10.741	10.605	10.673	1.309
15		2.670		518.730	8.995	8.843	8.919	1.312		516.836	10.296	10.145	10.221	1.336
16	ゲート	0.000		516.924	-1.053	-1.295	-1.174	1.782		515.030	0.006	-0.508	-0.251	1.820

付表2.4b-2 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.560.924m

管内流速：22.292m/s

流量：252.821m³/s

速度水頭：25.354m

ゲート開度：100%

水温：16.2℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		520.669	13.165	12.877	13.021	1.074						
2		15.200		519.408	13.471	13.335	13.403	1.109						
3		14.428		518.212	13.229	13.078	13.154	1.166						
4		11.990		517.218	13.194	13.118	13.156	1.205						
5	直管 (エビ継ぎ管)	0.000		517.157	12.741	12.635	12.688	1.226						
6		2.670		516.935	12.584	12.432	12.508	1.242						
7		2.670		516.714	12.540	12.389	12.464	1.252						
8		2.670		516.492	12.807	12.686	12.746	1.250						
9		2.670		516.271	12.786	12.635	12.710	1.260						
10		2.670		516.050	12.795	12.629	12.712	1.268						
11		2.670		515.828	12.714	12.517	12.616	1.281						
12		2.670		515.607	12.784	12.451	12.617	1.290						
13		2.670		515.386	12.369	12.203	12.286	1.311						
14		2.670		515.164	12.833	12.712	12.772	1.301						
15		2.670		514.943	12.449	12.237	12.343	1.327						
16	ゲート	0.000		513.137	1.644	1.447	1.546	1.824						

付表2.4c-1 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.555.960m 管内流速：21.015m/s
 流量：238.329m³/s 速度水頭：22.531m
 ゲート開度：100% 水温：16.2℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面					左 側 面（湾曲内側）				
			測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	0.000	524.456	7.425	7.198	7.311	1.074	522.562	9.228	9.001	9.114	1.078
2		15.200	523.195	7.898	7.747	7.822	1.107	521.302	9.458	9.413	9.436	1.119
3		14.428	521.999	7.398	7.308	7.353	1.181	520.106	9.580	9.459	9.519	1.169
4		11.990	521.005	7.242	7.166	7.204	1.232	519.112	9.514	9.378	9.446	1.216
5	直管 (エビ継ぎ管) 管に対応)	0.000	520.944	7.455	7.394	7.425	1.225	519.050	9.061	9.030	9.046	1.237
6		2.670	520.722	7.298	7.252	7.275	1.241	518.829	8.434	8.298	8.366	1.277
7		2.670	520.501	7.216	7.156	7.186	1.255	518.607	9.307	9.261	9.284	1.246
8		2.670	520.279	7.430	7.264	7.347	1.258	518.386	9.034	8.853	8.944	1.271
9		2.670	520.058	7.424	7.288	7.356	1.267	518.165	9.150	8.968	9.059	1.275
10		2.670	519.837	7.661	7.525	7.593	1.266	517.943	9.356	9.205	9.280	1.275
11		2.670	519.615	6.974	6.853	6.913	1.306	517.722	9.002	8.836	8.919	1.301
12		2.670	519.394	7.680	7.513	7.596	1.286	517.500	9.511	9.360	9.435	1.288
13		2.670	519.173	7.598	7.477	7.538	1.298	517.279	9.490	9.354	9.422	1.299
14		2.670	518.951	7.456	7.305	7.381	1.315	517.058	9.409	9.273	9.341	1.312
15		2.670	518.730	7.663	7.511	7.587	1.316	516.836	8.964	8.813	8.888	1.342
16	ゲート	0.000	516.924	-1.114	-1.310	-1.212	1.786	515.030	-0.190	-0.508	-0.349	1.832

付表2.4c-2 直管部の圧力測定結果（ブロック10（左岸側）放流管）

貯水位：EL.555.960m
 流量：238.329m³/s
 ゲート開度：100%

管内流速：21.015m/s
 速度水頭：22.531m
 水温：16.2℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
				測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	0.000		520.669	11.439	10.879	11.159	1.071						
2		15.200		519.408	11.579	11.458	11.518	1.111						
3		14.428		518.212	11.443	11.352	11.397	1.170						
4		11.990		517.218	11.574	11.498	11.536	1.207						
5	直管 (エビ継ぎ管) 管に対応)	0.000		517.157	11.106	11.030	11.068	1.231						
6		2.670		516.935	10.964	10.903	10.933	1.247						
7		2.670		516.714	11.102	10.981	11.041	1.252						
8		2.670		516.492	11.338	11.187	11.263	1.252						
9		2.670		516.271	11.302	11.121	11.211	1.264						
10		2.670		516.050	11.312	11.160	11.236	1.273						
11		2.670		515.828	11.336	11.170	11.253	1.282						
12		2.670		515.607	11.346	11.209	11.278	1.290						
13		2.670		515.386	11.007	10.855	10.931	1.316						
14		2.670		515.164	11.425	11.289	11.357	1.307						
15		2.670		514.943	11.162	10.950	11.056	1.330						
16	ゲート	0.000		513.137	10.849	10.849	10.849	1.419						

3. 表-4.2、ケース3（直管+ゲート）の測定結果

付表3.1 放流管の貯水位と流量の関係（直管＋ゲート）

放流管直径：3.8m（水位基準：EL515m＝－22.5cm）

番号	ゲート開度 (%)	模型読み		貯水位 H (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	流量係数 C
		水 位 Hm (cm)	流 量 Qm (l/s)			
1	100	336.75	304.10	569.388	271.201	0.8572
2		302.90	289.38	564.264	258.073	0.8571
3		270.85	274.04	559.412	244.393	0.8548
4		240.90	258.94	554.877	230.927	0.8524
5		212.80	244.58	550.623	218.120	0.8519
6		185.75	229.40	546.528	204.582	0.8493
7		159.40	214.20	542.539	191.027	0.8485
8		135.25	199.06	538.882	177.525	0.8468
9		113.65	184.14	535.612	164.219	0.8432
10		106.50	178.96	534.530	159.599	0.8418

付表3.2 ゲート部の貯水位と流量の関係（直管＋ゲート）

放流管直径：3.8m

番号	ゲート開度 (%)	貯水位 Hm (EL.m)	ゲート部水頭 HG (EL.m)	流 量 Q (m³/s)	速度水頭 $V^2/2g$ (m)	流量係数 C
1	100	569.388	551.204	271.201	29.175	1.0507
2		564.264	547.797	258.073	26.419	1.0504
3		559.412	544.645	244.393	23.692	1.0463
4		554.877	541.693	230.927	21.153	1.0419
5		550.623	538.861	218.120	18.872	1.0409
6		546.528	536.180	204.582	16.602	1.0362
7		542.539	533.517	191.027	14.475	1.0348
8		538.882	531.091	177.525	12.501	1.0316
9		535.612	528.945	164.219	10.697	1.0251
10		534.530	528.232	159.599	10.104	1.0227

付表3.3a 直管部の圧力測定結果 (直管+ゲート)

貯水 位：EL.569.761m 管内流速：24.051m/s
 流 量：272.770m³/s 速度水頭：29.514m
 ゲート開度：100% 水 温：21.0℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面					
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd	
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)			最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)		
1	直管	3.160	3.160	527.378	11.376	10.922	11.149	1.058	525.471	12.768	12.525	12.646	1.072	
2		15.200	15.960	526.122	11.315	11.209	11.262	1.097	524.216	12.873	12.767	12.820	1.109	
3		14.428	30.388	524.930	10.463	10.372	10.417	1.166	523.023	12.687	12.627	12.657	1.155	
4		11.990	42.378	523.939	10.606	10.469	10.538	1.196	522.033	12.209	12.088	12.149	1.206	
5		11.143	53.521	523.019	10.058	9.922	9.990	1.245	521.112	11.752	11.616	11.684	1.252	
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	522.862	10.018	9.912	9.965	1.251	520.955	12.288	12.197	12.242	1.239	
7		3.219	58.640	522.596	10.027	9.951	9.989	1.260	520.689	11.994	11.918	11.956	1.258	
8		3.219	61.859	522.330	9.384	9.278	9.331	1.291	520.423	11.836	11.730	11.783	1.272	
9		3.219	65.078	522.064	10.195	10.104	10.150	1.272	520.157	11.602	11.526	11.564	1.289	
10		3.219	68.297	521.798	10.385	10.279	10.332	1.275	519.891	11.717	11.656	11.686	1.294	
11		3.219	71.516	521.532	9.804	9.622	9.713	1.305	519.625	11.907	11.740	11.824	1.298	
12		3.219	74.735	521.266	9.918	9.646	9.782	1.312	519.359	11.598	11.567	11.582	1.315	
13		3.219	77.954	521.000	9.215	9.079	9.147	1.342	519.093	11.833	11.561	11.697	1.320	
14		3.219	81.173	520.734	9.345	9.254	9.300	1.346	518.827	11.766	11.660	11.713	1.329	
15	直管	4.724	85.897	520.344	9.766	9.569	9.667	1.347	518.437	11.778	11.642	11.710	1.342	
16		6.270	92.167	519.826	9.421	9.194	9.307	1.377	517.919	11.797	11.660	11.728	1.359	
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	519.165	9.279	9.128	9.204	1.403	517.258	11.125	10.883	11.004	1.406	
18		2.670	102.837	518.944	9.893	9.742	9.818	1.389	517.037	11.755	11.603	11.679	1.391	
19		2.670	105.507	518.723	9.826	9.660	9.743	1.399	516.817	11.688	11.536	11.612	1.400	
20		2.670	108.177	518.503	9.547	9.411	9.479	1.416	516.596	11.560	11.424	11.492	1.412	
21		2.670	110.847	518.282	9.571	9.435	9.503	1.422	516.376	11.735	11.599	11.667	1.414	
22	トランジション下流	11.827	122.674	517.305	−2.093	−2.305	−2.199	1.852	515.398	0.979	0.858	0.919	1.811	
23	ゲート間	3.687	126.361	517.000	−1.137	−1.258	−1.198	1.828	515.094	−0.639	−0.790	−0.714	1.876	

付表3.3b 直管部の圧力測定結果 (直管+ゲート)

 貯水 位: EL.569.761m
 流 量: 272.770m³/s
 ゲート開度: 100%

 管内流速: 24.051m/s
 速度水頭: 29.514m
 水 温: 21.0°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	3.160	3.160	523.565	14.977	14.629	14.803	1.064						
2		15.200	15.960	522.309	15.128	15.022	15.075	1.097						
3		14.428	30.388	521.117	14.594	14.352	14.473	1.158						
4		11.990	42.378	520.126	14.131	14.010	14.071	1.205						
5		11.143	53.521	519.206	13.947	13.856	13.901	1.242						
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	519.049	13.937	13.816	13.876	1.248						
7		3.219	58.640	518.783	14.067	13.946	14.006	1.253						
8		3.219	61.859	518.517	14.060	13.924	13.992	1.262						
9		3.219	65.078	518.251	13.690	13.615	13.652	1.283						
10		3.219	68.297	517.985	13.956	13.835	13.896	1.283						
11		3.219	71.516	517.719	13.571	13.374	13.473	1.307						
12		3.219	74.735	517.453	13.459	13.353	13.406	1.318						
13		3.219	77.954	517.187	13.498	13.422	13.460	1.325						
14		3.219	81.173	516.921	13.279	13.128	13.203	1.343						
15	直管	4.724	85.897	516.531	13.594	13.442	13.518	1.346						
16		6.270	92.167	516.013	13.461	13.294	13.378	1.368						
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	515.352	13.592	13.365	13.478	1.387						
18		2.670	102.837	515.131	13.616	13.449	13.532	1.392						
19		2.670	105.507	514.910	13.473	13.322	13.397	1.405						
20		2.670	108.177	514.690	13.618	13.482	13.550	1.407						
21		2.670	110.847	514.469	13.324	13.263	13.293	1.423						
22	トランジション下流 ゲート間	11.827	122.674	513.492	2.280	2.174	2.227	1.831						
23		3.687	126.361	513.187	1.571	1.419	1.495	1.866						

付表3.4a 直管部の圧力測定結果（直管＋ゲート）

貯水 位：EL.565.770m 管内流速：23.127m/s
 流 量：262.283m³/s 速度水頭：27.288m
 ゲート開度：100% 水 温：21.0℃

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面					左 側 面 (湾曲内側)						
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.160	3.160	527.378	9.499	9.196	9.347	1.064		525.471	11.117	10.860	10.989	1.074
2		15.200	15.960	526.122	9.755	9.619	9.687	1.098		524.216	11.389	11.268	11.329	1.108
3		14.428	30.388	524.930	9.085	8.964	9.025	1.166		523.023	11.219	11.113	11.166	1.157
4		11.990	42.378	523.939	9.228	9.107	9.167	1.197		522.033	10.817	10.726	10.771	1.208
5		11.143	53.521	523.019	8.726	8.635	8.680	1.249		521.112	10.420	10.344	10.382	1.256
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	522.862	8.686	8.610	8.648	1.256		520.955	10.971	10.850	10.910	1.242
7		3.219	58.640	522.596	8.755	8.679	8.717	1.263		520.689	10.707	10.646	10.677	1.261
8		3.219	61.859	522.330	8.158	8.082	8.120	1.294		520.423	10.564	10.488	10.526	1.276
9		3.219	65.078	522.064	8.954	8.863	8.908	1.275		520.157	10.391	10.315	10.353	1.292
10		3.219	68.297	521.798	9.099	9.008	9.053	1.280		519.891	10.521	10.460	10.490	1.297
11		3.219	71.516	521.532	8.592	8.350	8.471	1.311		519.625	10.741	10.544	10.643	1.301
12		3.219	74.735	521.266	8.662	8.525	8.594	1.316		519.359	10.508	10.356	10.432	1.318
13		3.219	77.954	521.000	8.155	7.989	8.072	1.345		519.093	10.622	10.486	10.554	1.324
14		3.219	81.173	520.734	8.315	8.179	8.247	1.348		518.827	10.722	10.570	10.646	1.330
15	直管	4.724	85.897	520.344	8.660	8.509	8.585	1.350		518.437	10.703	10.552	10.627	1.345
16		6.270	92.167	519.826	8.391	8.134	8.262	1.381		517.919	10.737	10.585	10.661	1.363
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	519.165	8.356	8.144	8.250	1.406		517.258	10.096	9.884	9.990	1.412
18		2.670	102.837	518.944	8.864	8.728	8.796	1.394		517.037	10.740	10.589	10.665	1.395
19		2.670	105.507	518.723	8.842	8.721	8.782	1.402		516.817	10.673	10.613	10.643	1.404
20		2.670	108.177	518.503	8.594	8.473	8.533	1.419		516.596	10.667	10.561	10.614	1.413
21		2.670	110.847	518.282	8.617	8.466	8.542	1.427		516.376	10.781	10.675	10.728	1.417
22	トランジション下流	11.827	122.674	517.305	−2.093	−2.381	−2.237	1.858		515.398	0.904	0.586	0.745	1.819
23	ゲート間	3.687	126.361	517.000	−1.183	−1.289	−1.236	1.833		515.094	−0.578	−0.760	−0.669	1.882

付表3.4b 直管部の圧力測定結果（直管＋ゲート）

貯水 位：EL.565.770m
流 量：262.283m³/s
ゲート開度：100%

管内流速：23.127m/s
速度水頭：27.288m
水 温：21.0°C

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	3.160	3.160	523.565	13.190	12.857	13.024	1.069						
2		15.200	15.960	522.309	13.553	13.432	13.493	1.098						
3		14.428	30.388	521.117	13.156	13.034	13.095	1.156						
4		11.990	42.378	520.126	12.738	12.663	12.700	1.207						
5		11.143	53.521	519.206	12.645	12.569	12.607	1.244						
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	519.049	12.590	12.499	12.544	1.252						
7		3.219	58.640	518.783	12.750	12.689	12.719	1.256						
8		3.219	61.859	518.517	12.743	12.667	12.705	1.266						
9		3.219	65.078	518.251	12.449	12.373	12.411	1.287						
10		3.219	68.297	517.985	12.669	12.609	12.639	1.288						
11		3.219	71.516	517.719	12.330	12.178	12.254	1.312						
12		3.219	74.735	517.453	12.308	12.157	12.232	1.322						
13		3.219	77.954	517.187	12.408	12.241	12.324	1.329						
14		3.219	81.173	516.921	12.159	12.038	12.098	1.347						
15	直管	4.724	85.897	516.531	12.473	12.322	12.398	1.350						
16		6.270	92.167	516.013	12.431	12.310	12.371	1.370						
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	515.352	12.578	12.411	12.494	1.390						
18		2.670	102.837	515.131	12.601	12.480	12.541	1.396						
19		2.670	105.507	514.910	12.489	12.338	12.413	1.409						
20		2.670	108.177	514.690	12.649	12.543	12.596	1.410						
21		2.670	110.847	514.469	12.370	12.249	12.309	1.429						
22	トランジション下流	11.827	122.674	513.492	2.250	2.129	2.189	1.836						
23	ゲート間	3.687	126.361	513.187	1.495	1.374	1.434	1.874						

付表3.5a 直管部の圧力測定結果 (直管+ゲート)

貯水 位: EL.559.767m 管内流速: 21.677m/s
 流 量: 245.838m³/s 速度水頭: 23.973m
 ゲート開度: 100% 水 温: 21.0°C

その1

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	上 面						左 側 面 (湾曲内側)					
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd		測点の 高さ (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)				最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)	
1	直管	3.160	3.160	527.378	7.106	6.713	6.910	1.063		525.471	8.680	8.438	8.559	1.074
2		15.200	15.960	526.122	7.363	7.227	7.295	1.099		524.216	8.952	8.846	8.899	1.112
3		14.428	30.388	524.930	6.784	6.723	6.754	1.171		523.023	8.948	8.887	8.918	1.161
4		11.990	42.378	523.939	7.108	6.987	7.048	1.201		522.033	8.742	8.637	8.689	1.212
5		11.143	53.521	523.019	6.773	6.712	6.742	1.252		521.112	8.543	8.452	8.497	1.258
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	522.862	6.778	6.718	6.748	1.258		520.955	9.033	8.942	8.987	1.244
7		3.219	58.640	522.596	6.862	6.787	6.825	1.266		520.689	8.799	8.739	8.769	1.264
8		3.219	61.859	522.330	6.356	6.265	6.311	1.298		520.423	8.762	8.656	8.709	1.278
9		3.219	65.078	522.064	7.122	7.046	7.084	1.277		520.157	8.635	8.529	8.582	1.294
10		3.219	68.297	521.798	7.252	7.191	7.221	1.283		519.891	8.734	8.643	8.689	1.301
11		3.219	71.516	521.532	6.867	6.715	6.791	1.312		519.625	8.970	8.682	8.826	1.306
12		3.219	74.735	521.266	6.996	6.815	6.905	1.318		519.359	8.736	8.630	8.683	1.323
13		3.219	77.954	521.000	6.505	6.430	6.467	1.347		519.093	8.911	8.790	8.851	1.327
14		3.219	81.173	520.734	6.711	6.559	6.635	1.351		518.827	9.117	8.950	9.034	1.331
15	直管	4.724	85.897	520.344	7.056	6.904	6.980	1.353		518.437	9.098	8.962	9.030	1.347
16		6.270	92.167	519.826	6.892	6.680	6.786	1.383		517.919	9.208	9.056	9.132	1.365
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	519.165	6.887	6.721	6.804	1.410		517.258	8.688	8.552	8.620	1.414
18		2.670	102.837	518.944	7.365	7.244	7.305	1.398		517.037	9.272	9.181	9.226	1.398
19		2.670	105.507	518.723	7.389	7.238	7.313	1.407		516.817	9.235	9.099	9.167	1.409
20		2.670	108.177	518.503	7.261	7.049	7.155	1.423		516.596	9.274	9.062	9.168	1.418
21		2.670	110.847	518.282	7.255	7.073	7.164	1.432		516.376	9.389	9.237	9.313	1.422
22	トランジション下流	11.827	122.674	517.305	−1.987	−2.275	−2.131	1.860		515.398	0.782	0.616	0.699	1.822
23	ゲート間	3.687	126.361	517.000	−1.168	−1.304	−1.236	1.835		515.094	−0.518	−0.684	−0.601	1.889

付表3.5b 直管部の圧力測定結果（直管＋ゲート）

貯水 位：EL.559.767m 管内流速：21.677m/s
 流 量：245.838m³/s 速度水頭：23.973m
 ゲート開度：100% 水 温：21.0℃

その2

測点 番号 (No)	形 状	測点間 距離 (m)	下 面											
			追加距離 (m)	測点標高 (EL.m)	圧 力 水 頭			圧力降下 係 数 Cd						
					最 高 (m)	最 低 (m)	平 均 (m)							
1	直管	3.160	3.160	523.565	10.723	10.450	10.586	1.069						
2		15.200	15.960	522.309	11.116	10.949	11.032	1.102						
3		14.428	30.388	521.117	10.885	10.779	10.832	1.160						
4		11.990	42.378	520.126	10.679	10.588	10.634	1.210						
5		11.143	53.521	519.206	10.722	10.631	10.676	1.247						
6	直管 (右岸側エビ継ぎ の区間長)	1.900	55.421	519.049	10.697	10.637	10.667	1.254						
7		3.219	58.640	518.783	10.872	10.812	10.842	1.257						
8		3.219	61.859	518.517	10.866	10.775	10.820	1.269						
9		3.219	65.078	518.251	10.632	10.556	10.594	1.290						
10		3.219	68.297	517.985	10.868	10.762	10.815	1.292						
11		3.219	71.516	517.719	10.604	10.498	10.551	1.314						
12		3.219	74.735	517.453	10.597	10.476	10.537	1.326						
13		3.219	77.954	517.187	10.788	10.651	10.720	1.329						
14		3.219	81.173	516.921	10.630	10.478	10.554	1.347						
15	直管	4.724	85.897	516.531	10.869	10.748	10.808	1.353						
16		6.270	92.167	516.013	10.933	10.781	10.857	1.372						
17	直管 (左岸側エビ継ぎ の区間長)	8.000	100.167	515.352	11.048	10.927	10.988	1.394						
18		2.670	102.837	515.131	11.148	10.981	11.065	1.400						
19		2.670	105.507	514.910	11.066	11.005	11.036	1.411						
20		2.670	108.177	514.690	11.271	11.090	11.180	1.414						
21		2.670	110.847	514.469	10.992	10.871	10.932	1.434						
22	トランジション下流	11.827	122.674	513.492	2.174	2.053	2.114	1.842						
23	ゲート間	3.687	126.361	513.187	1.525	1.374	1.449	1.883						