

ディスクスクリーン

日立機電工業(株)

1 技術概要

本技術は、夾雑物が河川等の公共用水域に流出することを防止するための施設において、雨水吐き室内の越流堰上に設置するスクリーンである。

越流水に含まれる夾雑物を多重円板で構成されたスクリーンで捕捉した後、夾雑物をディスクの回転作用で主水路に戻し、河川等の公共用水域への汚濁物質流出を阻止することを目的とした技術であり、雨天時に排出される下水中の景観上不快な物質の流出防止が可能である。

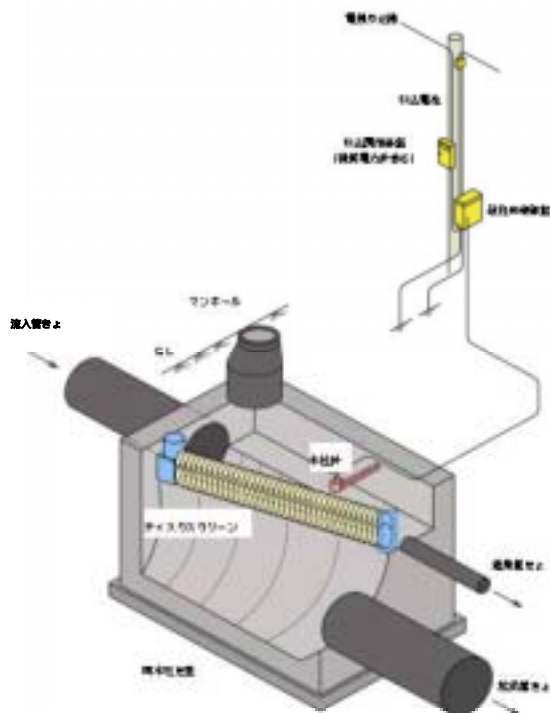


図 - 1 ディスクスクリーンの概略

2 技術のしくみ

ディスクスクリーンは、主に駆動装置、フレーム、ディスクから構成されており、平行して隣接する横軸に等間隔でディスク（円盤）を取付け、そのディスクが、交互に重なりあってスクリーン部を形成する。このスクリーン面により水中の夾雑物の流入、流出を阻止する。あわせて各軸のディスクを駆動装

置によって、同一方向（下向き）に回転させることにより、阻止した夾雑物をディスクの回転方向に移送する。

またろ過面を常に更新することで目詰まりを防止する。移送した夾雑物は、遮集管等の水流により排除される。

なおディスク間のクリアランス（目幅）は4mmである。

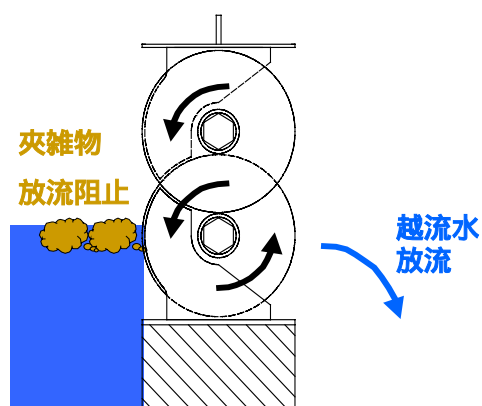
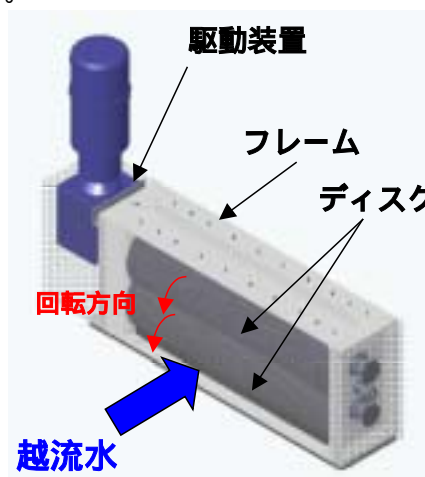


図 - 2 ディスクスクリーンのしくみ

3 開発目標

(1) 募集要領に記載された開発目標

「自然吐き口等からの流出水中に含まれる夾雑物の除去を行う技術」

合流式下水道において、雨天時に自然吐き口、ポンプ場から排出される下水中の景観上不快な物質（トイレトーパー、人畜由来の糞塊、各種衛生用品、食品残渣等の物質、容器包装等の廃棄物）の流出を防止できること。

(2) 必要性能目標

最低限達成すべき必要性能目標は、5.6mm以上の大きさの夾雑物を対象としてSRVで30%と設定した。

SRV (Screening Retention Value) とは、スクリーンによる夾雑物の除去率を表す指標である。以下に算出式を示す。

本式中の $TERE_{with}$ は、スクリーン設置時の夾雑物の除去率を、 $TERE_{without}$ は、スクリーン未設置時の堰による夾雑物の除去率をそれぞれ表す。

$$SRV(\%) = \frac{TSRE_{with} - TSRE_{without}}{1 - TSRE_{without}} \times 100$$

$$TSRE_{with} = \frac{\text{遮集下水夾雑物量}_{with} + \text{スクリーン設置時の捕捉夾雑物量}}{\text{遮集下水夾雑物量}_{with} + \text{越流夾雑物量}_{with} + \text{スクリーン設置時の捕捉夾雑物量}}$$

$$TSRE_{without} = \frac{\text{遮集下水夾雑物量}_{without}}{\text{遮集下水夾雑物量}_{without} + \text{越流夾雑物量}_{without}}$$

ここに、

- 遮集下水夾雑物量_{with} : スクリーン設置時に遮集される乾燥夾雑物重量
- スクリーン設置時の捕捉夾雑物量 : スクリーンに捕捉される乾燥夾雑物重量
- 越流夾雑物量_{with} : スクリーン設置時の放流側に流出する乾燥夾雑物重量
- 遮集下水夾雑物量_{without} : スクリーン未設置時に遮集される乾燥夾雑物重量
- 越流夾雑物量_{without} : スクリーン未設置時に放流側に流出する乾燥夾雑物重量

(3) 重要確認項目と実験の基本条件

重要な確認項目として、以下の条件を基本として実験を行った。

1) スクリーンの運転性能

連続運転実験

6時間連続5日間の連続運転による能力・動作の確認を行った。実験対象は晴天時汚水とし、流量は、スクリーンの公称能力流量とした。

機能障害実験

スクリーンの機能障害の恐れがある夾雑物の除去状況を確認した。機能障害の恐れがある夾雑物は、角材、空缶、ペットボトル、割り箸、レジ袋、発泡トレイ、ウエス、毛髪類、繊維類、その他とした。

2) 雨天時下水排除に対する影響

スクリーン設置時の損失水頭

公称能力の50,100%にあたる流量を目安にスクリーン設置時の損失水頭を確認した。

スクリーン機能停止時の損失水頭

前述の流量条件のもと、スクリーンの機能停止時（閉塞、停止時）の損失水頭を確認した。

スクリーンの処理限界能力

公称能力の150%にあたる流量を目安に処理限界能力を確認した。

3) 合流改善対象施設への設置可能性に関する検討

合流式下水道を採用している全国191都市を対象に既存施設（雨水吐き室）の実態調査を行い、平均的な雨水吐き室を設定し、これに対してモデル設計を行った。

表 - 1 モデル設計の対象とした雨水吐き室の諸元

項目		数値
排水区面積		37.86 (ha)
流 量	設計流入量	0.84 (m ³ /s)
	設計放流量	0.74 (m ³ /s)
	計画流入量	1.87 (m ³ /s)
	計画放流量	1.77 (m ³ /s)
	遮集量	0.10 (m ³ /s)
	遮集倍率	3.00 (倍)
雨水吐き室構造	長さ（内空寸法）	3.10 (m)
	幅（内空寸法）	2.30 (m)
	高さ（内空寸法）	1.56 (m)
	流入管径	1.35 (m)
	放流管径	1.35 (m)
	遮集管径	0.30 (m)
	マンホール蓋開口部の直径	0.60 (m)
堰 構 造	人孔の深さ（地盤～流入側人孔底面）	2.84 (m)
	堰長	2.60 (m)
	堰高（流入）	0.31 (m)
	堰高（流出）	0.87 (m)
	堰頂 - 天端	1.25 (m)
	堰幅	0.15 (m)

4 開発研究方法

(1) 実験場所、期間

実験は、京都市下水道局住吉ポンプ場（所在地：京都市伏見区北端町78）に実験プラントを設置し、平成15年5月～平成16年1月までの約8か月間実施した。

(2) 実験装置仕様

表 - 2 にスクリーン及び実験設備の仕様を、図 - 3 に実験装置の概要を示す。

表 - 2 スクリーン及び実験設備の仕様

No	名称	仕様	台数
1	スクリーン実験槽	有効容積 4.1(m ³)	1
2	流量調整槽(貯水槽)	有効容積 7.7(m ³)	1
3	スクリーンユニット	スクリーン公称長 1(m) 公称能力流量 0.15m ³ /s (9m ³ /min)	1
4	汚水採水ポンプ	有効流量 2 (m ³ /min) (7.5kW)	2
5	雨水採水ポンプ	有効流量 2 (m ³ /min) (7.5kW)	2
6	循環ポンプ	有効流量 5 (m ³ /min) (11kW)	2
7	循環ポンプ用インバータ	SJ300-110LF (日立) 最大適用モートル 11kW、出力周波数範囲 0.1 ~ 400 (Hz)	1
8	流量計	超音波式 測定範囲:0 ~ 0.56 (m ³ /s) (150)	1
9	水位計	超音波式 測定範囲:300 ~ 10000 (mm)	2
10	夾雑物回収籠(スクリーン通過用)	685 ^φ × 190 ^φ × 500 (mm) ^H 目幅 2 (mm) 金網	6
11	夾雑物回収籠(堰捕捉用)	610 ^φ × 450 ^φ × 500 (mm) ^H 目幅 2 (mm) 金網	1

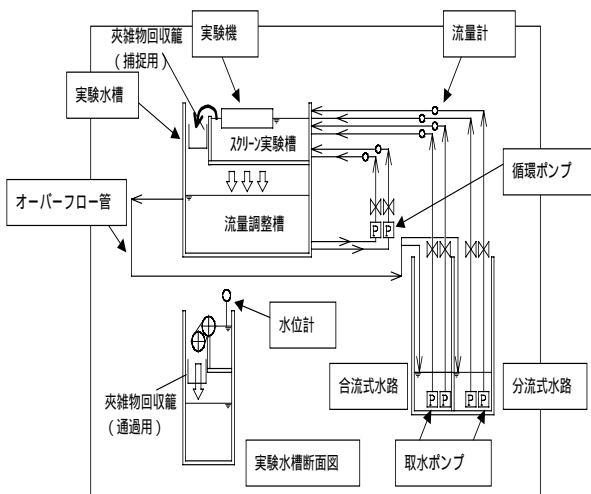


図 - 3 実験装置の概要

(3) 夾雑物の採取方法

本実験装置における夾雑物サンプル採取位置を図 - 4 に示す。

図中実験槽内の A, B (b), C (c) 各測定点で、夾雑物を採取した。B (b), C (c) の回収には、2mm 目幅の金網を用いた。

- A : スクリーン設置時の捕捉夾雑物量 (dry・g)
- B : 遮集下水夾雑物量 with (dry・g)
- C : 越流夾雑物量 with (dry・g)
- b : 遮集下水夾雑物量 without (dry・g)
- c : 越流夾雑物量 without (dry・g)

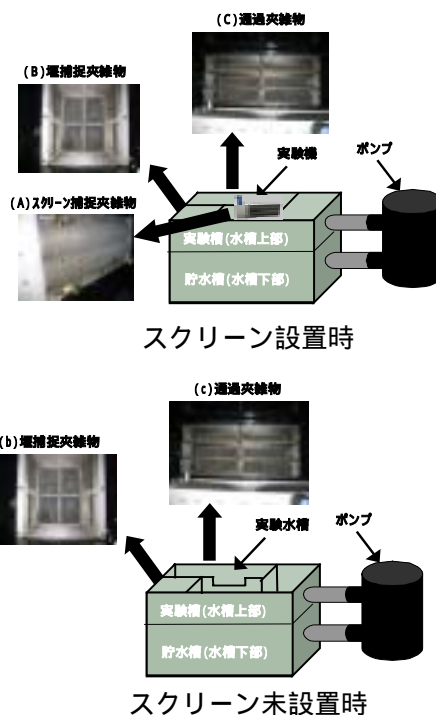


図 - 4 夾雑物サンプル採取位置

ここでサンプリング時間は、全ての実験において 20min とし一定とした。

ただし天候状況等の都合によって 20min のサンプリング時間が不可能と判断した場合については、サンプリング時間を 10min に短縮し実験を行った。

(4) 分析方法

S R V の評価における夾雑物分析のフローとして、まず採取した夾雑物 A, B (b), C (c) を湿式ふるい分け方式 (目幅 9.5mm, 5.6mm, 2.0mm) によって寸法分類し、さらに 9 組成 (紙類, 人糞, 厨芥類, 草木類, 毛髪類, ビニール・プラスチック類, 金属・ガラス類, オイルボール, その他) に分類した。

これらの 9 組成に分類された各夾雑物の乾燥重量を測定した。ただし S R V の評価の対象は、5.6mm 以上の夾雑物量 (組成は無関係) となるため、実際に使用した分析データは、5.6 ~ 9.5mm および 9.5mm 以上の夾雑物乾燥重量の合計とした。

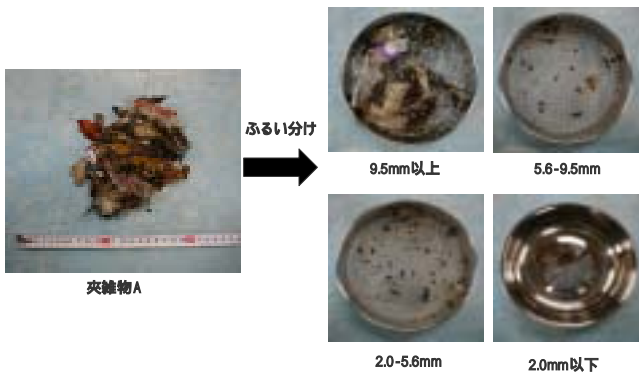


写真 - 1 篩い分けの様子

(5) 必要性能目標の実験方法

実験は流量を公称能力 100% に設定して行い、採取した夾雑物の分析結果から 5.6mm 以上の夾雑物を対象に、SRV (夾雑物捕捉値) を以下の算出式より求めた。

$$SRV(\%) = \frac{TSRE_{with} - TSRE_{without}}{1 - TSRE_{without}} \times 100$$

ここで、
 $TSRE_{with}$: スクリーン設置時の夾雑物除去率 (5.6mm 以上)

$$TSRE_{with} = \frac{A + B}{A + B + C}$$

$TSRE_{without}$: スクリーン未設置時 (堰) の夾雑物除去率 (5.6mm 以上)

$$TSRE_{without} = \frac{b}{b + c}$$

(6) 重要確認項目の実験方法

場内実験プラントにおいて 3 (3) に示す基本条件により、連続運転実験および機能阻害実験を実施した。

1) スクリーンの運転性能

連続運転実験

実験の対象流量は、公称能力 100% (9.0m³/min) とした。評価基準は、スクリーンの閉塞や目詰まりの有無の確認に加え時間の経過と共に、損失水頭の上昇あるいは突発的な水位上昇が認められないこととした。

機能阻害実験

実験の対象流量は、公称能力 100% (9.0m³/min) とした。評価基準は、これらの投入によって突発的な水位変動が無いこと、さらには運転状況に影響が無いこととした。

2) 雨天時下水排除に対する影響

3 (3) に示す基本条件により実験を行った。

スクリーン設置時の損失水頭

対象流量は、公称能力 0 ~ 100% 以上の 0 ~ 10.0m³/min とした。

スクリーン機能停止時の損失水頭

対象流量は、公称能力 0 ~ 100% 以上の 0 ~ 10.0m³/min とした。(ただし、スクリーンの閉塞実験時は、2.0 ~ 4.0m³/min の範囲のみとした)

スクリーンの処理限界能力

公称能力 100 以上 ~ 150% の 10.0 ~ 14.0m³/min とした。

3) 合流改善対象施設への設置可能性に関する検討

3 (3) に示す基本条件により検討を行った。

5 開発研究結果

(1) 必要性能目標

実験で得られた公称能力 100% 時の流量での各流入水条件に関する SRV の実験結果を図 - 5、6 に示す。

公称能力流量 100% 時の SRV の平均値は、晴天時、雨天時条件ともに 80% 以上となった。

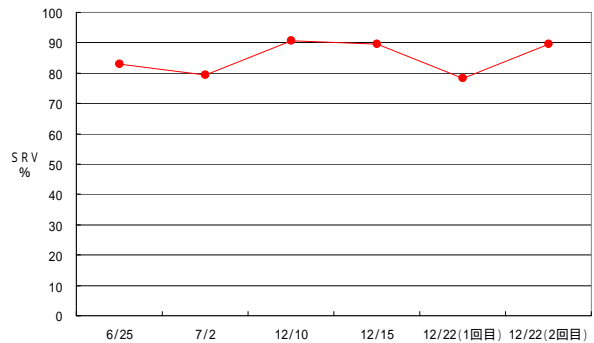


図 - 5 SRV 測定結果 (晴天時 公称能力 100%)

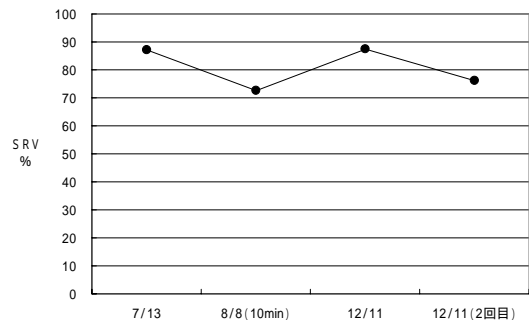


図 - 6 SRV 測定結果 (雨天時 公称能力 100%)

1) スクリーンの運転性能

連続運転実験

本実験における損失水頭の経時変化を図 - 7 に示す。

突発的な水位変動によるオーバーフロー等は、本実験中に見られず、常に安定した水位結果が得られた。実験後には、スクリーン部等に若干の付着夾雑物が確認されたが、その閉塞領域は、極めて少なく、ディスクの稼働や通水性能には全く影響がなかった。

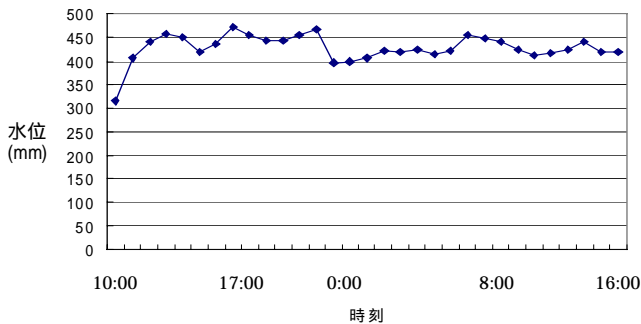


図 - 7 連続運転実験の結果

機能障害実験

角材を投入した実験結果を図 - 8 に示す。夾雑物の投入に関し噛みこみ等によるスクリーン運転に支障は見られず、突発的な水位上昇も無かった。(各夾雑物の阻止状況は、割り箸が1本(0.5膳(2.5%相当))抜けた以外は、全量流出を阻止した)

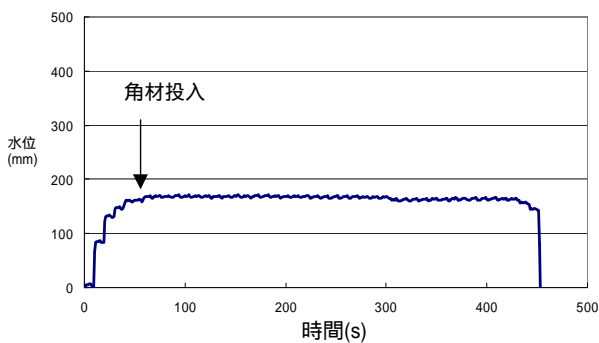


図 8 角材投入時の水位変化の例

2) 雨天時下水排除に対する影響

スクリーン設置時の損失水頭

スクリーンを設置した場合の損失水頭を測定した結果を図 - 9 に示す。

スクリーン設置時には、流量の増加に対して水位の上昇率が次第に低下する水理特性を示し、公称能力の流量範囲では、一定の水理特性であった。

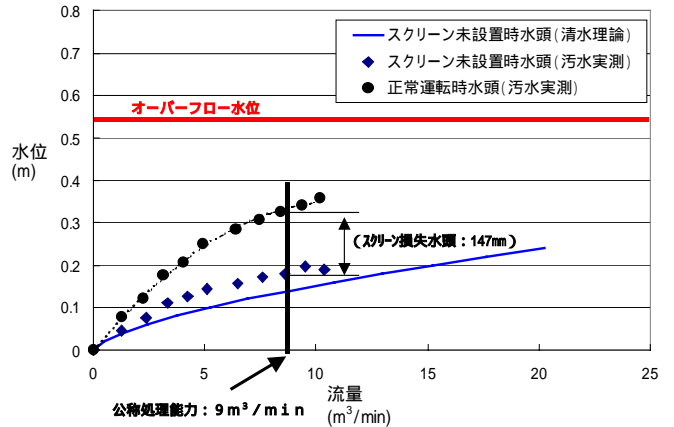


図 - 9 スクリーン設置時の損失水頭

機能停止時の損失水頭

(ディスク未回転時)

モータの故障を想定し、ディスクを未回転とした場合の損失水頭実測結果を流量と水位の関係にまとめたものを図 - 10 に示す。

正常時と比べて公称能力の範囲内で水位は、最大 100mm 程度上昇するに留まった。

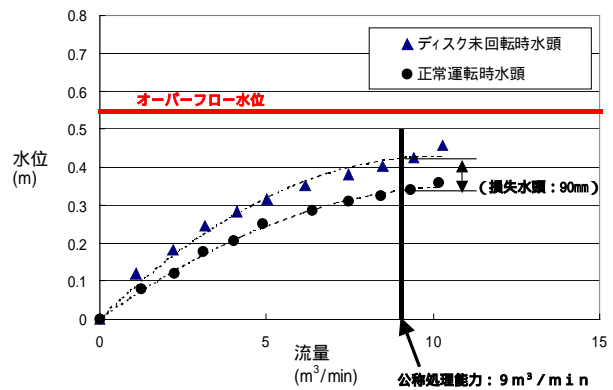


図 - 10 スクリーン機能停止時の損失水頭
(ディスク未回転)

(閉塞時)

スクリーン閉塞時の実測結果を図 - 11 に示す。閉塞時は、少ない流量で水位が上昇する結果が得られた。本技術の場合全閉塞時は、スクリーンが「堰」と化すため、この高さを超えて合流雨水が放流される。

図 - 1 1 に示す、全幅せきの計算結果と本実測水位がほぼ合致した。

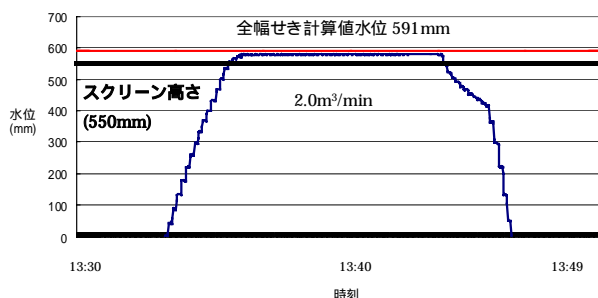


図 - 1 1 スクリーン機能停止時の損失水頭 (閉塞時)

スクリーンの処理限界能力

実測の結果を各流量条件毎に平均化し、流量と水位の関係にまとめたものを図 - 1 2 に示す。公称能力を超える範囲においても、時間的および突発的な水位変化は確認されなかった。また公称能力 150% (13.5 m³/min) を上回る 14 m³/min においても、オーバーフローは確認されなかった。

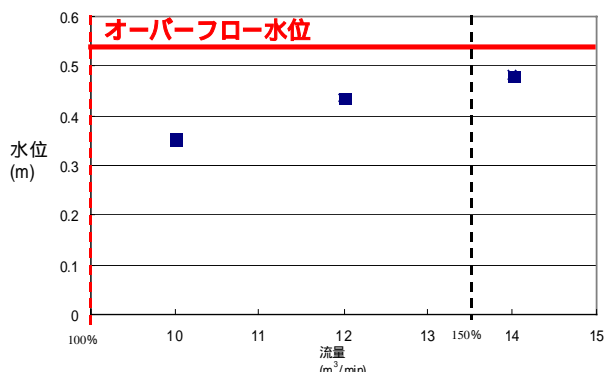


図 - 1 2 スクリーンの処理限界能力の損失水頭

3) 合流改善対象施設への設置可能性に関する検討

モデル設計の検討結果を図 - 1 3 表 - 3 に示す。

表 - 3 モデル設計の検討結果

変更内容	変更理由
越流堰の設置方向を斜め右下がりから人孔内空平面の短辺方向と平行とした。これに伴い、人孔内空平面の短辺方向を拡張(2300mm 2600mm)した。	上流側などへの水理的な影響が懸念されるので、越流堰の設置スペースを最大限利用できる方向としスクリーン有効長を出来る限り長く確保した。

6 技術の評価

評価結果を表 - 4 に示す。

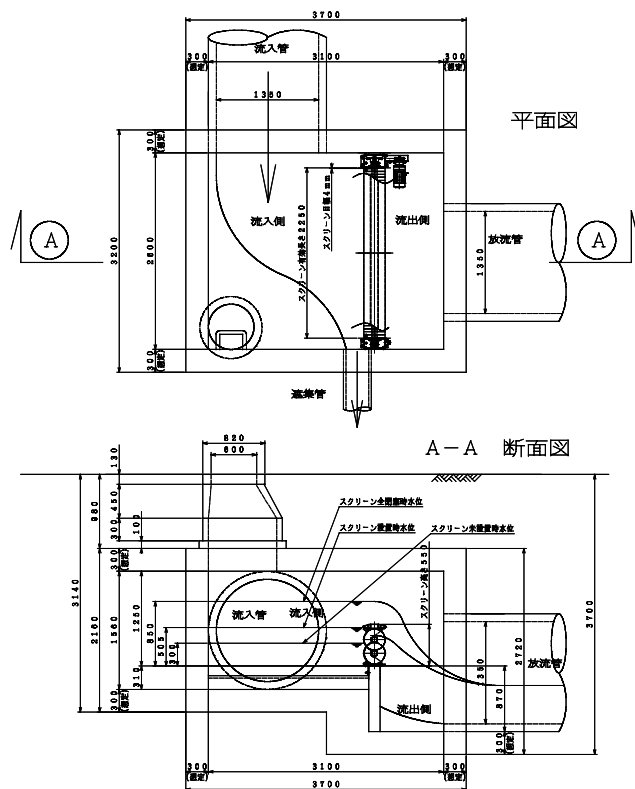


図 - 1 3 モデル設計の検討結果

表 - 4 評価結果

適用範囲	雨水吐き室とする。
評価結果	S RVは、公称能力 100% の時の流量で、平均 82% となり、必要性能を有すると認められる。 (評価手法：晴天時 5 回と雨天時 3 回データの平均)

7 留意事項

本技術の設置にあたり留意すべき事項は、以下の通りである。

- ・スクリーンの閉塞や雨水吐き室への流入量が多い場合上流側へ水位が上昇するため、スクリーンの設置高さについては、浸水に対する安全性を検討する必要がある。
- ・豪雨時に雨水吐き室への流入量が増加した時、水位が上昇するため、その影響と対策について検討する必要がある。
- ・実設備に設置した場合の連続運転は、恒久的に行われるが、機能維持のためディスク損傷の有無や夾雑物の付着がないかなど、点検が必要である。
- ・水位計による自動運転が基本であるが、運転の開始・終了のタイミングや試運転を行う場合には、別途考慮が必要である。