

8.効率的な濁質対策

8.1 効率的な洗管方法に関する提言

8.1.1 目的

洗管作業は、管路内を清浄に保つための一つの手段であり、管路布設工事時の洗浄、赤水や夾雑物等による苦情発生時の原因物質除去や、苦情が発生する前の予防的措置として一般に実施されている。

水道資産の7～8割を占める管路の洗管作業は、排水を伴うことから水資源の合理的な利用や健全な水循環の観点から最適化（排水量の抑制）が求められる他、多大な労力・費用も費やすため、経営資源の効率的な活用の観点からも最適化が求められる。

洗管作業は、洗管計画の立案、洗管作業の実施であり、効率的に洗管を実施するためには、「効率的な洗管計画の立案」、「効率的な洗管作業の実施」を行うことが求められる。管路状況や洗管の対象物等は水道事業等のおかれた環境（原水・浄水水質、管路の材質及び塗装仕様、腐食状況等）により異なることから、効率的な洗管計画を一義的に整理することは出来ない。

ここでは事業者へのヒアリング等により得られた情報をもとに洗管計画立案視点について整理し、事業のおかれた環境に応じた効率的な洗管計画立案の一助をなすことを目的とするとともに、本研究で得られた知見に基づき、洗管の効率化に関して提言を行うものである。

8.1.2 これまでの知見とヒアリング調査からの洗管計画立案の視点

1) 洗管に関するこれまでの知見（文献）の整理

洗管に関連する文献の中から、洗管計画立案の視点整理に有用であると考えられた2文献を抽出した。これら文献の概要を整理する。

【参考文献】

- ①「水道管路の洗浄計画－給水水質確保のために－」小林康彦 ウォーターサイド 21 No.4{1993.2.1}
- ②「にごり水の発生しやすい地域の予測に係る一手法」大阪市水道局 第56回全国水道研究発表会論文集

(1)「水道管路の洗浄計画－給水水質確保のために－」

米国水道協会・研究基金の文献を中心に、水道管路の洗浄について整理されている。具体的には、管路洗浄の目的、洗浄対象地区の選定、洗浄の頻度と時期、洗浄の方法について記述されており、併せて「洗浄作業のガイドライン」、「配水施設洗浄計画策定法への提案」が紹介されている。

①管路洗浄の目的

文献でのアンケート結果によれば、現場での管路洗浄の目的は下記の項目が挙げられている。

- | | |
|----------------|-----|
| ・ 需要家の苦情への対応 | 67% |
| ・ 着色水の除去（色度対策） | 62% |

・沈着物の除去	58%
・異臭味の除去	50%
・濁度／浮遊物質の除去	35%
・残留塩素の増加	34%
・高い細菌数の減少	12%
・管路の寿命延伸	7%
・科学的汚染の解消	4%

これら項目は、管路内の水質改善（不純物・汚濁物の除去、残塩の確保）が主な目的となっている。また、水質劣化は

- ・管内での滞留時間
- ・浄水場から需要家までの距離
- ・行止り管周辺
- ・管種と状態
- ・流速
- ・微生物の活動
- ・水源

などの各種の要因によるが、経験的には、水質と施設の特性との間に密接な関係があると考えられるものの、因果関係についての一般的な指標の形成は無理とされ、当該地区毎に個別的判断が必要であるとされている。

水質問題のデータに関し重要なのは絶対値より時系列での変化であるとされ、定点観測が望ましいとされている。

②洗浄対象地区の選定

水質分析結果や施設の特性をデータベース化し、その分析により洗浄の必要性和優先順位を判断する方法が論理的であるが、それだけのデータベースがない水道がほとんどである。そのレベルに至るまでは苦情記録の解析をもとに洗浄計画を立案することが勧められている。

配管図上に苦情地点をプロットする方法が、最も簡便に、問題地区の抽出に役立つものとされている。

また、洗浄地区の選定要素に関する文献でのアンケート調査結果は下記の通りである。

・苦情	47%
・残留塩素の低下	5%
・利用水量が少ない	3%
・水質検査の結果	10%
・管内の流れの方向	1%
・水圧区域	1%
・行止り	13%
・行止り（年数回）	6%
・管路の状態	1%
・管路の口径	2%
・水理	1%
・消火栓の管理	2%
・消火栓（年数回）	2.5%

・管路の破損 1 %
が挙げられている。洗浄地区の選定要素は苦情が最も大きな要因となっている。

③洗浄の頻度と時期

最低年 1 回の洗管実施が推奨され、年 2 回が望ましいとされている。1 回の場合は冬に需要が落ち、流速も低くなるので管内での沈着が増し、春から夏にかけて流出してくるので水需要が最大になる前の春が適当としている。生物膜の除去は、夏の高い水温時に生物増殖が多いため、秋が有効であるとされている。

④洗浄の方法

管路の洗浄方法については、原理的には、通常より早い流速で管内の付着物を消火栓や排水弁から排除する手法であり、「洗浄作業のガイドライン」として取り纏められている。資料 8.1.1 に文献より抜粋した「洗浄作業のガイドライン」を示す。ガイドラインで示されている項目は概ね下記の通りである。

【ガイドラインの概要】

- ・洗浄地区住民への事前の周知と特定需要家（病院等）への個別周知
- ・深夜の実施（給水サービス中断と水質問題の影響の最小化）
- ・事前作業計画（作業の効率的かつ効果的な実施）
- ・作業班が携帯すべき備品
- ・消火栓等の開閉など適切な作業手順の理解
- ・上流側からの洗管の実施
- ・洗浄流速確保可能な洗浄水の確保
- ・洗浄時の最低流速
- ・洗浄作業に伴うバルブ再開時の排水
- ・配水管水圧の確保

[洗浄作業での推奨事項]

- ・消火栓や泥吐き弁の操作
- ・放水量の計測（排水時間と流速）
- ・放水終了の目安
- ・消火栓の閉止方法と消火栓の点検

[さらなる推奨事項]

- ・洗浄管路の区画と周辺汚染の防止
- ・苦情地域全体の洗浄
- ・配水管の水圧確保
- ・放水先での被害の防止
- ・洗浄水量の推定及び記録

⑤配水施設洗浄計画策定法の提案

文献調査とアンケート調査に基づき配水施設洗浄計画策定法の提案が紹介されている。この提案は試案への意見、停滞水の水質分析の有効性を議論の上まとめられたものである。資料 8.1.2 に文献より抜粋した「配水施設洗浄計画策定法への提案」を示す。この中で整理されている項目は下記の通りである。

[洗浄計画の構成要素]

- ・洗浄計画の目的
- ・洗浄の決定の基本
- ・データの収集
- ・洗浄工程
- ・計画の管理

[洗浄計画の実施]

- ・洗浄計画の目的を確定する。
- ・洗浄の目的を水質の指標に変換する。
- ・洗浄計画の設計
- ・洗浄作業の実施
- ・データの収集
- ・データの分析と計画の評価
- ・次の洗浄計画の策定

(2) 「にごり水の発生しやすい地域の予測に係る一手法」(大阪市水道局)

大阪市では、平成4年度から口径400mm未満の小口径配水管を対象に、洗浄排水による管路内濁質の除去作業を計画的に実施し、シールコートの流出箇所数・流出量、配管工事等におけるにごり苦情件数の減少など成果を上げている。

現在二巡目の計画的洗浄排水作業中であるが、計画的な洗浄排水作業をより効率的、効果的に実施するための洗浄排水設備設置の優先度を検討することを目的に、にごり水が発生する可能性の高い地域を予測する一手法が報告された。

ここではその概要を整理する。

①にごり水の発生しやすい地域の予測方法の概要

経験的ににごり水の発生しやすい地域とにごり水の発生要因との関連を分析するために、にごり水の発生しやすい地域のデータ、にごり水の発生要因である各管路属性、調停水量等のデータを整理している。

そのデータを基に、にごり水の発生面積割合を目的変数、にごり水発生要因と考えられる管内水の1日平均回転率、塗布式シールコート率、経年管比率を説明変数に重回帰分析を行っている。

②予測結果の評価

各説明変数の中で、管路内水量の1日平均回転率が目的変数に対する寄与率が最も高い結果が得られており、それは、1日平均回転率が小さな地域であれば水が滞留しやすく濁質も沈降しやすくなり、わずかな流量・流向変化によりにごり水が発生しやすくなると分析されている。

次に経年管比率の寄与率が高く、にごり水の発生抑制には経年管の改良も効果的であると分析されている。

2) 洗管に関するヒアリング調査

任意に 10 程度の事業体を抽出し、洗管計画や洗管実施の実態、洗管計画立案時に留意している事項を調査するためにヒアリング調査を実施した。その結果を下記に整理する。

(1) 管路洗淨の目的

① 対象物質選定の着目事項

対象物選定時の着目項目についてヒアリングを行った。基本的には苦情情報を基に設定されている。

ドレンや消火栓からのサンプリングを行う事例も見られるが、サンプリングは対象物質選定のみでなく、管路内での夾雑物等の分布状況の把握など、管路洗淨の優先順位決定など他の目的も兼ねて実施されている。

② 洗管の目的（対象物質）

洗管の目的は、赤水対策、砂及び塗膜片等の夾雑物の除去、残塩確保など複数の目的を設定している場合もあるが、特に塗膜片への対応に目的を限定している事業体が見られる。

③ 洗管計画の位置付け

今回ヒアリングを行った中で、洗管計画を持っている事業体のほとんどが予防保全を目的とした洗管計画であった。

一部事例では、管路内での存在量が多いものは予防的保全を目的として、存在量が少ないものは苦情対処を目的に洗管計画を立案している。

④ 管路洗淨目的のまとめ

- ・ 管路洗淨の目的は、主に苦情情報から決定されている。
- ・ 目的は、赤水対策、砂及び塗膜片などの夾雑物除去、残塩確保であるが、管路内での存在量や苦情の頻度等に応じ、洗淨目的物質を限定している事例が見られる。

(2) 洗淨対象地区（路線）の選定

① 洗淨対象地区（路線）選定時の着目事項

苦情情報、経験的知見、水理的要件（行止り等の停滞部）に着目する事例が多く、その他、管路状況（布設年度、ライニング仕様等）、サンプリング調査結果なども洗淨対象地区（路線）選定の着目項目として用いられている。

② 洗淨対象地区選定のまとめ

- ・ 苦情情報や経験的知見、行止り管路等の水理的要件を基に、洗淨対象地区を抽出し、管路状況やサンプリング調査結果等の客観的データによる裏づけにより洗淨対象地区が選定されている。

(3) 洗淨の頻度

① 洗淨頻度の考え方

均等に数年かけて一巡するよう洗淨を行う方法と、苦情等が多い地区を頻度を多く

して洗浄を行う方法がとられている。

均等に洗浄を行っている事業体でも、洗管の効率化の観点から、地区により頻度に差をつける洗浄へ移行したいとの回答がみられた。

②洗浄頻度のまとめ

事業体の管路延長規模、投入可能な資源（人、金等）により洗浄頻度は制約されるが、ヒアリングでは均等の場合で6～10年程度、重み付けを行う場合で4～12年程度で一巡する頻度で洗管が実施されている。

(4)洗浄作業計画と記録

ヒアリングにより得られた、塗膜片の除去を目的とする洗管作業、残塩確保を目的とする放水、幹線管路更新に伴う周辺管路からの濁水発生防止を目的とする洗管作業の事例を基に、洗管作業の計画と作業記録について整理する。

①洗管作業計画

目的が異なる事例であるが、洗管作業計画には共通点が多く見られるため、その点について整理する。

○施設平面図の作成

洗管対象区域が含まれる管路図に、バルブ、排泥弁及び消火栓の位置、管路口径、管路材質等の情報を含んだ図面を作成する。

また、バブル等には、作業時に特定が可能となるよう番号等が付けられている。

○作業手順の作成

排水位置を選定し、その位置に対し上流側の管路からバルブの開閉操作を行い管路を洗浄する手順が計画されている。

放水箇所数、路線延長、バルブ操作の箇所数等から班数、人員が計画されている。

また、次工程への移行するタイミングの判断指標として、残留塩素や濁度等の水質監視についても計画されている事例も見られた。

○洗管作業の終了タイミング

洗管目的により異なるが、残留塩素確保を目的とする場合は、目標とする残留塩素濃度に達した時点、夾雑物等の除去の場合は、濁度状況（目視による清浄さの確認）等が目安となっている。

②洗管作業の記録

記録の内容は目的により異なる箇所もあるが、下記の事項について整理されている。

- ・作業に関する一般的項目
作業日時、作業ブロック数、作業人員
- ・作業で留意すべき項目
作業影響範囲・戸数、放水設備及び放水先
- ・作業の効果を確認する項目
残留塩素濃度、塗膜片回収量（各路線、全体）
- ・作業効率に関する項目
作業時間（各路線、全体）、排水量（流速）
- ・その他特記事項
作業の考察、効果の評価、改善方法の提案等

3) 効率的な洗管計画立案の視点整理

これまでの知見、ヒアリング結果を踏まえ、洗管計画立案に際し有用と考えられる視点について整理する。

(1) 管路内における水質保全計画の策定

① 管路内における水質劣化状況の把握

管路内における水質劣化の状況を把握する。水質劣化状況の把握に際し着目する項目としては下記のものと考えられる。

- ・ユーザーからの苦情情報
- ・管路属性情報（材質、塗装仕様、布設年度、埋設環境）
- ・水質情報（浄水中の鉄・マンガン等濃度、ラゲリ指数等の腐食性、残留塩素等）
- ・消火栓やドレン等からの夾雑物等のサンプリング調査
- ・水理要件（管路流速、回転率、流向等）

② 水質保全計画の目的の明確化

目的としては下記の項目が考えられる。

- ・夾雑物の除去（塗膜片、砂、鉄錆び）
- ・赤水の防止
- ・末端給水栓における残留塩素の確保等

③ 管路内における水質劣化対策（方針）の策定

管路内における水質劣化に対し、想定される水質劣化事故頻度や区域の大小等から、効果的と考えられる対策の抽出を行い、これらを効率的に組合せ対策を実施する。対策事例としては下記のものと考えられる。

- ・管路及び管路付帯設備の更新（原因物質の除去）
- ・浄水水質の改善（除鉄・除マンガンの徹底、腐食性改善）
- ・管路洗浄の実施

【考え方】

管路洗浄の目的は、管路内の不純物を除去し、管路内における水質劣化を生じさせないことであり、水質劣化を生じさせない方策の中の1手法である。

水質劣化を生じさせないためには、管路における水質劣化の状況を把握し、その状況に応じた効率的な対策を抽出することが求められる。

長期的な対策としては、原因管路の更新、浄水水質の改善、短期的な対策としては、洗管作業が考えられるが、管路更新量の制約、浄水水質改善効果が緩慢である事や水質劣化リスクの大小（規模、影響範囲）等の制約があるため、水質劣化の状況、管路内における水質保全の目的、財政的な事情、実施の容易さ等を勘案の上、総合的な「管路内における水質保全計画」の一環として、「洗浄計画」が位置付けられるべきである。

(2)洗浄計画の基本事項の策定

①管路洗浄の実施目的の明確化

水質劣化事故（苦情）実績、管路属性や水理・水質状況による水質劣化リスク等から、管路洗浄の実施目的を明確化する。

- ・ 予防保全 : 苦情実績、水質劣化リスクが高いものに対して実施
- ・ 対処療法 : 苦情や水質劣化リスクが小さいものに対して実施

②洗浄対象地区（路線）の選定

施設特性、水理的特性等をデータベース化し、統計的手法により管路洗浄の優先順位を見極め、水質保全を目的とした管路更新路線や時期等を勘案し、洗浄対象地区を選定する。

統計解析する十分なデータがない場合には、苦情情報、水理的要件、経験的知見に基づき洗浄対象地区を選定する。

③洗浄頻度の決定

水質劣化事故（苦情）の時間的及び面的発生頻度、管路属性や水理・水質状況による水質劣化リスク、管路更新路線等を考慮し、水質劣化事故（苦情）頻度やリスクの大きな地区の洗浄を多く実施することが望ましい。

洗浄対象地区毎の洗浄頻度は、事業者の管路規模と洗浄可能距離、苦情頻度や水質劣化リスクにより決定する。

【考え方】

苦情発生事例や水質劣化リスク（発生頻度、発生範囲、発生時の被害規模）が少ない場合は、予防保全的に管路洗浄を行う効果が小さいと考えられる。そのため、水質保全の目的に応じ、管路洗浄の実施目的を明確化することが効率的な洗浄に繋がるものと考えられる。

また、洗浄対象地区や洗浄頻度の決定にあたっては、苦情の発生頻度や水質劣化リスクが高い地区を重点的に実施することが、管路洗浄の効率化に繋がるものと考えられる。

米国水道協会・研究基金では、年1回の管路洗浄が推奨されているが、本研究でのヒアリングでの洗浄頻度は4～12年に1回の頻度となっている。頻繁な洗浄は水質面では好ましいが、作業体制確保や費用面、頻度向上による水質への貢献度合いを見極め、適切に設定することが効率的であると考えられる。

(3)管路洗淨実施計画の策定

①管路洗淨作業平面図の作成

管路洗淨作業に必要な図面を作成し、管路洗淨作業実施前に現地と相違がないことを確認しておく必要がある。

- ・バルブ、排水施設の位置、管路口径等が判断可能な図面

②管路洗淨作業基本事項の検討

下記の基本事項を検討・整理しておく。

- ・管路洗淨目的（夾雑物の排除、残塩の確保等）
- ・排水作業時間（基本的には夜間）
- ・排水位置（ドレン、消火栓等）及び放水先
- ・排水用水の確保方法（洗淨管路で十分な流速が得るための排水用水供給管路）
- ・排水作業の影響範囲

③管路洗淨作業手順の作成

- ・作業手順（洗管順序、バルブの開閉手順等）
- ・作業終了のタイミング（濁度状況、残塩状況等）

④管路洗淨作業記録の作成と結果の分析

管路洗淨作業を記録し、洗淨作業の改善、所用の目的に対する洗淨作業の効果等を分析し、作業の効率化を図ることが望まれる。記録として整理する項目としては、下記の事項が考えられる。

- ・作業に関する一般事項 : 作業日時、人員編成、洗淨管路延長等
- ・作業の効果を確認する項目 : 残留塩素濃度、夾雑物回収量等
- ・作業の効率に関する項目 : 作業時間、排水量等
- ・その他 : 作業の考察、効果の評価、改善提案等

【考え方】

管路洗淨作業に関する計画であり、現場での作業が円滑に行えるよう、事前に作業計画を立て、効率的な作業を実施することが目的である。

また、作業結果を評価・分析し、管路洗淨の効率化に繋げられるよう、作業記録を整理しておくことが望ましい。

8.1.3 本研究成果を生かした洗管効率化に関する提言

1) 洗管作業の効率化の方法

8.1.2 では、これまでの知見や事例に基づき、洗管計画の立案や洗管作業に関する視点の整理を行った。これらは洗管作業の効率化に着目したものであり、洗管作業効率化としては、濁質を特定の範囲に集約させる等の対策を図る方法も考えられる。

ここでは、本研究で得られた知見に基づき、濁質の挙動特性から洗管効率化を図る方策、濁質対策上の管網構築手法について提言する。

2) 本研究成果（分岐部での濁質挙動特性）

(1)塗膜片の分岐部における挙動

- ・塗膜片は水の流れに乗って移動するため、流量比によって分配される。

(2)砂及び鉄錆び等の分岐部における挙動

- ・同口径の場合、T字分岐、十字分岐ともに濁質は分岐方向に流れやすい傾向にある。
- ・異口径の場合は、直進方向の流速比が小さい場合は、濁質は分岐方向のみに流れ、流速比が大きくなると直進方向への濁質分配比が多くなる。更に流速比が1に近くなると流速比を上回る濁質が直進方向へ流れるようになる。
- ・異口径の場合は、分岐口径が小さくなるほど、流速比に対して濁質は下流方向に流れやすくなる傾向にある。

3) 濁質の挙動特性からみた洗管効率化に関する提言

(1)分岐部特性を生かした濁質捕捉設備の設置

管網内において、分岐部での濁質挙動特性を活用し、分岐部付近で濁質を捕捉する方法が考えられる。

管網内で濁質等の原因管路を特定することは困難が予想されるが、苦情が多い地区等マクロ的なオーダーでは、濁質発生が多い場所は把握することが可能であり、その範囲で管網水理解析を行い、濁質の挙動を想定し、分岐部等で捕捉することが考えられる。

捕捉設備としては、管路拡径により流速を濁質沈降流速以下に抑制し、濁質を沈積させる方法、濁質除去装置（渦巻き式T字管、ストレーナ装置等）を設置する方法等が考えられる。

拡径の場合は、沈降部の長さを十分確保しないと各径部に生じる乱流により濁質が巻き上がり下流へ流れる恐れがあること、定期的に沈降した濁質を除去しなければ流速変化により溜まった濁質が流出する恐れがあること、将来的な配水区域の変更等により流速が変わる可能性があること等に配慮する必要がある。確実な除去を行う場合は濁質除去装置が優れている。

(2)流速変化による強制集積

洗管作業の準備段階として、バルブ操作による流量調整により濁質を特定の管路周辺に集約させた後に洗管作業を行い、効率化を図る方策が考えられる。

この方策の実現に当たっては、φ400未満の実管路では仕切弁（ソフトシール弁やスルース弁）が一般に用いられており流量調整が困難であること、バルブの操作時に濁水が発生する可能性があること、所用の流速（夾雑物を移動させることが可能な流速）が確保可能であるかなどの課題に留意する必要があると考えられる。

(3)管網内における濁質分布状況の推定

6.3 の“管網における濁質分布状況の推定”で、分岐部での濁質分配量の推定式を用い、実験管網での砂の拡散の推定を行い良好な結果が得られている。

苦情情報、水質特性、管路特性等の分析や、大阪市で見られるような統計的解析等と、濁質分配状況の推定結果を併せて、総合的に評価することにより、より効率的な洗管計画の立案が可能になると考えられる。

「管網内の濁質分配状況の推定」のフローについて下記に整理する。

<管網内の濁質分配推定フロー>

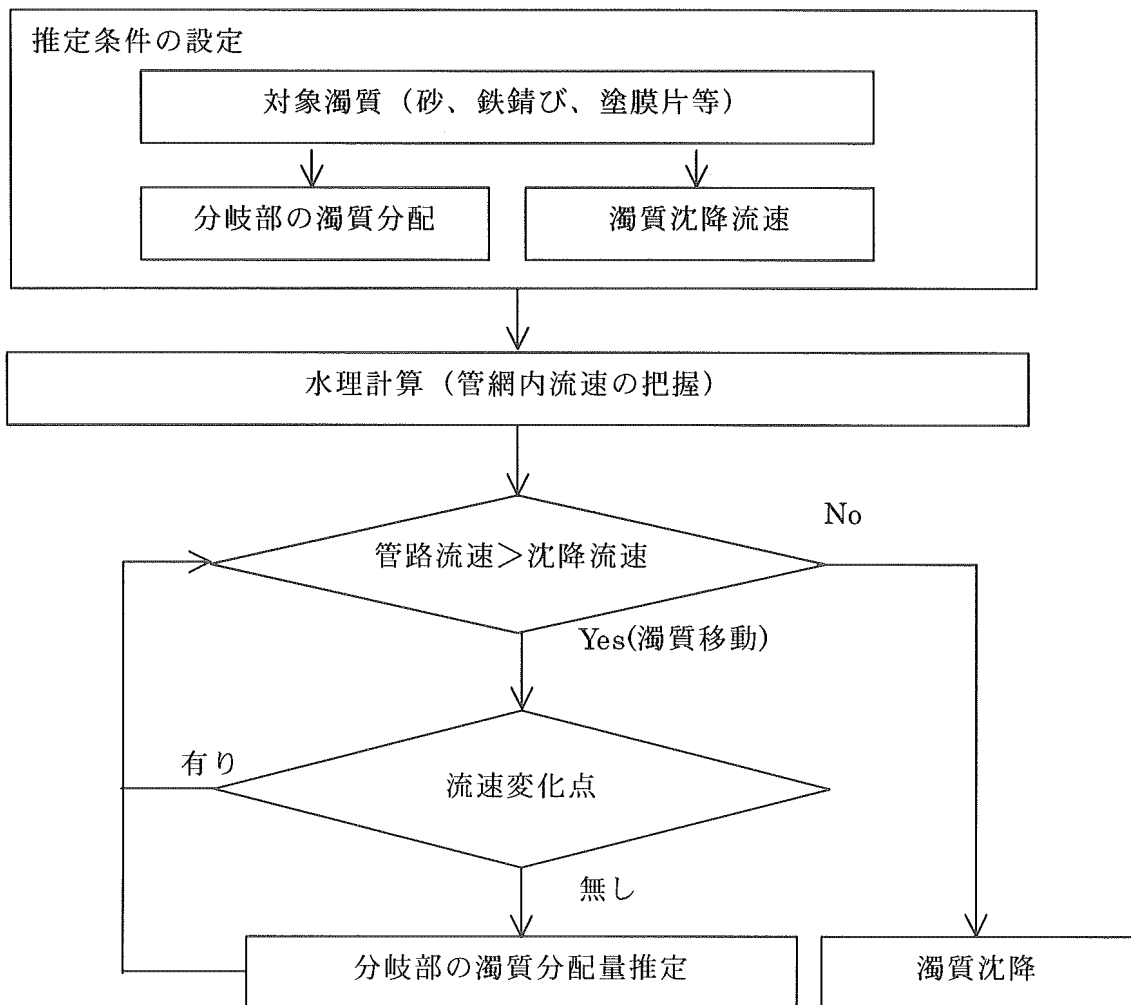


表 8.1.1 濁質の移動開始流速及び沈降流速(Epochプロジェクト基礎実験結果 表 5.2.1 より)

濁質種類	移動開始流速	沈降流速
粒子の細かい砂	0.2(新管)~0.3(旧管)m/s	0.3m/s 程度
砂	0.4(新管)~0.5(旧管)m/s	0.4m/s 程度
塗膜片	0.1m/s	—

4) 濁質対策上の管網構築に関する提言

本研究での成果を基に、濁質対策上の管網構築に関する提言を行う。

- ① 配水ブロックへの流入部には、濁質除去装置又は、トラップ（濁質が沈降する流速まで口径を大きくした管路を数m程度布設）（以下濁質除去装置等とする）を設置し、事前に上流部からの濁質流入を極力抑える配管とする。
- ② 配管計画にあたっては、流速が 0.4m/s 以上となる主要管路の末端に濁質除去装置等を設置し、下流域への濁質流出を防ぐ。
- ③ 分岐部の濁質挙動特性を踏まえ配管を計画することにより、濁質の移動ルートを極力限定し、維持管理上の洗管頻度を軽減する。
- ④ 地下水位が高い地区の布設管路は、施工時に多量の泥水が管内に流入しやすいため、施工完了後に十分洗浄可能なよう排水設備を設ける。排水作業は、排水に必要な流速の確保が必要である。なお、消火栓の複数同時開放（砂など比重の重い物質除去の場合）を行う場合は開放箇所に留意する必要がある。
- ⑤ 布設当初は管網解析での流速が 0.4m/s 未満の管路であっても、大型の受水槽がある場合や下流域に新たな配水エリアが拡大された場合など、管路流速が 0.4m/s 以上となる可能性があるので留意する必要がある。このような状況が想定可能な場合は、濁質除去装置等が設置出来るよう配慮しておく。
- ⑥ 濁質除去装置等を設置した箇所は、定期的に濁質回収状況や水質確認が可能なよう配慮する。

資料 8.1.1 洗浄作業ガイドライン

出典 : 「水道管路の洗浄計画 - 給水水質確保のために -」

小林康彦 ウォーターサイド 2 1 No.4{1993.2.1}

1. 洗浄地区の住民が事前に知らされるよう十分な広報が推奨される。透析患者、病院、診療所、コインランドリーなどの需要家には個別に通知すべきである。
また、消防機関、ガス等地下構造物を有する機関等への連絡も重要である。
2. 深夜の実施が、住民、病院、レストラン、産業に対する給水サービスの一時中断と水質問題の影響を最小にできる。昼間の実施は洗濯物や生産品にしみや着色の原因になりうる他、汚れた放水を目にした住民の水道への信頼感を損ねるおそれもある。
3. 配管図の整備や消火栓、制水弁の確認を始め事前計画が作業班の作業を効率的かつ効果的に実施するのに役立つ。洗浄に従事する職員は、最大流速を得るために複数のバルブを同時に操作するなどの作業に必要な人数を揃える。
4. 作業班は、放水による被害を防ぐため接続ホースや未舗装の道路での放水のためのシート、消火栓等からの放水の流速を測定するためのピトー計等の測定器、水圧計、放水のための延長管、最新の配管図、などを携帯する。
5. 作業班は、消火栓の開閉はウォーターハンマー（水撃作用）を最小にするためにゆっくり行うことなどの、適切な作業手順を理解しておくべきである。
6. 洗浄は、上流側から実施する。
7. 管路の洗浄用の水は、すでに洗浄済みの管路から得るか、十分な流速が得られているような大きな管路から得る。管路の洗浄は、それより小さい口径の管路からの水で洗浄すべきではない。流速の減少は洗浄の効果を減少させる。
8. 洗浄のための流速は少なくとも通常流速の 2 倍、150mm 管では 0.76m/s(830 ㍓/min) 以上とすべきである。

この流速については文献により差があるが、管路内に沈着した微粒子を水流で削り取るには

口径 100mm	10~12 ㍓/s 以上
150	30~32
200	60~66

が必要とし、口径 300mm 以上では複数の配水管と連絡して注水するとの報文もある。最大流速は、対象管路の長さを短くすればするほど達成されやすい。このため、制水弁の閉、再開が必要となろう。閉じた制水弁の記録が再び確実に開くために重要なことは強調されすぎることではない。

9. 洗浄作業のため、制水弁を閉じた場合、消火栓を閉じる前に、再開し、制水弁周辺に溜まったスラッジや不純物を排除する。
10. 洗浄中、特に低水圧地区では、逆流や汚水の吸引を防ぐため、配水管の水圧が 0.14MPa を下回らないよう特別の注意を払う必要がある。

[洗浄作業での推奨事項]

1. 消火栓や泥吐き弁をゆっくりと開くことで最大の排除が出来る。管路内の沈着物を掻き立てるため、5～10分後、流量を絞ることを勧める文献がある一方、洗浄期間中最大流量のまま放水することを主張する文献もある。
2. 時間を記録し、放水量の計算のための計測を行う。ピトーメーター等の流速計を用いる場合は、オリフィスから約30mmはなれた流れの中心部で測定する。ピトーメーターを組み込んだ拡散器は、この作業を簡便化する。
3. 放水が清浄になるまで放水する。ある時間たってもなお放水が清浄にならない場合は、洗い流しの程度を低下するため流量を絞る。
4. 消火栓をゆっくり閉じ、時刻を記録する。その後、消火栓の点検を行うことが推奨されている。

[さらなる推奨事項]

1. 長期間洗浄をしていない管路を洗浄するときは、制水弁の操作で管路を区画し周辺での汚染の可能性をなくすことが勧められる。
2. 需要家の苦情への対応として1～2の消火栓のみで放水することは勧められない。この操作では周辺からの苦情を引き起こすことになりやすい。苦情のある地域全体を洗浄すべきである。
3. 洗浄中の外部からの汚染を防止するため配水管の水圧を一定以上に保つべきであり、そのため、消火栓等は1栓ずつ開くべきである。
4. 放水先での被害を生じないように注意する。万一、被害を生じた場合は適切な措置を迅速に講ずる。
5. 洗浄に用いた水量を推定し記録に残すべきである。

資料 8.1.2 配水施設洗浄計画策定法への提案

出典 : 「にごり水の発生しやすい地域の予測に係る一手法」

大阪市水道局(第 56 回全国水道研究発表会平成 17.5)

管路の洗浄には普遍的な計画はなく、それぞれの状況に応じての計画策定が必要で、水道でのデータ蓄積の条件等に応じて適切な計画策定ができるよう、いくつかのレベルでの提案としている。

I. 洗浄計画の目的

A. 一般

1. 蓄積された不純物の除去
2. 新設および修繕に伴う不純物の除去
3. 苦情に伴う不純物の除去
4. 公衆衛生上有害な不純物の除去

B. 特に

1. 高い細菌濃度の減少
2. 化学物質による汚染の減少
3. 残留塩素の増加
4. 異臭味の解消
5. 着色水の除去
6. 濁度の除去
7. 沈積沈着物の除去
8. 需要家の苦情への対応
9. 管路の寿命の維持

II. 洗浄の決定の基本

A. 位置

1. 全配水施設
2. 配水施設の一部。例えば、古い地域あるいは塩素の苦情地域
3. 沈着しやすい管路
4. 行止り部
5. 水質監視記録により特定された地区

B. 時期

1. 毎月、4 半期、半年、年、2 年
2. 洗浄の実施の季節。通常春または秋
3. 管路の新設および修理の前後
4. 苦情対応
5. 定期モニタリングの結果、例えば、細菌数が基準を超えたり、残留塩素が低すぎる場合
6. 関連計画に関連して、例えば、消火栓の試験、バルブの監視計画

Ⅲ. データの収集

A. 洗浄計画に関連するデータの目録

1. 苦情記録／位置、水質問題の種別
2. 放水、消火栓からの洗浄：年月日、時刻、位置、水圧区、口径、延長、洗浄流量と流速、清浄になるまでの時間、洗浄時間
3. 洗浄地区周辺の水圧
4. 色度、臭い、外観、目に見えるものの存在など数値化された記録
5. 塩素、濁度、溶存酸素、pH、水温の現地測定
6. 洗浄時に採取したサンプルの試験室での試験
7. 洗浄計画を意図したモニタリング計画での試験室での結果
8. 配水施設での維持管理の場所と時期：バルブの取替え、管路の布設替え、再塗装、バルブの検査等
9. 消火栓の検査の時期と場所：水道事業体または消防部局による
10. 平常でない多流量の時と場所：管路の破損あるいは消火活動

B. 洗浄計画の周辺データ

1. 管、バルブ、付属設備の撤去時の状況の記録。腐食状態の指標として
2. 通常の苦情に対する配水施設での定期モニタリング計画からの試験室での結果

Ⅳ. 洗浄工程

A. 必要な基礎情報

1. 配管図に基づく洗浄計画の詳細
2. 水源から周辺への洗浄
3. 配水圧を 0.14MPa 以上維持しながら洗浄できる地域の範囲
4. 夜間での洗浄は配水圧や流量への影響が少なく、それゆえに需要家からの苦情の発生も少ないこと
5. 推奨される洗浄の流速は 0.8～4m/秒、これは水質問題の程度による。着色水に対しては、速い流速で
6. 小口径管で多量の給水をしている管路での洗浄は行うべきではない
7. 病院や洗濯業のように洗浄に敏感な需要家のリストの整備

B. 現地での操作手順

1. 洗浄に先立って特定の需要者の識別
2. 洗浄対象地域の隔離
3. 水撃作用を防止するためにバルブをゆっくり閉める
4. 所定の流速が得られるまで、消火栓や排泥弁をゆっくり開く
5. 洗浄排水の適切な排除
6. 放流水が排水路、河川等で問題なく受入れられること
7. 排水水質が放流先で問題を生じないこと
8. 脱塩素処理が必要となる場合があること
9. 排水をタンカートラックで運搬する必要がある場合があること
10. 洗浄箇所の周辺の水圧が 1.4kgf/cm² 以上保たれていることを確認すること

11. 洗浄を記録に残すこと
12. 洗浄になった後、消火栓やバルブをゆっくり閉じること
13. 洗浄地区を区画していたバルブをゆっくり開くこと
14. 次の洗浄区画へ進む

V. 計画の管理

A. 洗浄決定のための基本の精査／再検討

1. 洗浄計画に影響する水道内外の情報源の開発
2. 洗浄計画に関連するデータの収集、蓄積、検索のシステムの開発。例えば、ペーパーファイル、分布図、データベース
3. 洗浄を必要とする地区の選定と洗浄をする時期の決定のための需要家苦情の分析
4. 行止り部、および苦情の多い地区での定期的洗浄
5. 洗浄間隔を長くするか短縮するかを判断するための洗浄所用時間の分析
6. 洗浄の決定が水質に基づいて行えるかどうかを判断するために、サンプリングの場所と水質項目の試験
7. 労務費、機器、使用水量、管理費などを含む経費の積算と便益の評価

B. 配水施設の拡充のための計画の考慮

1. 沈着物を排除するために行止り部や低地部での排泥弁の設置
2. 洗浄を需要家サービスの中断を最少に行うための消火栓、排水弁、バルブの設置
3. 水圧を 1.4kgf/cm² 以下にせず、また、消火能力を低下させずに長時間洗浄作業を行えるに十分な水理能力を有する配水施設の設計
4. 洗浄水を適切に排除する方策

C. 計画の手法

1. 洗浄のための人の雇用と監督
2. より大きな水道事業体へ洗浄計画を説明する
3. 洗浄用機器の整備、購入、維持管理

D. 広報活動

1. 渇水あるいは節水実施機関を考慮して洗浄の必要性を含む住民への洗浄計画の説明
2. 洗浄により影響を受ける地区での掲示、新聞、ダイレクトメール、直接届ける通知、料金請求書につけての通知などにより実施


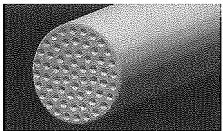
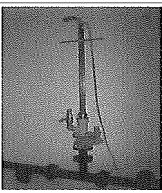
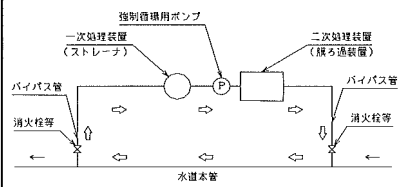
8.2 除去装置に適用に関する提言

8.2.1 濁質除去装置設置の適用について

「7.濁質除去装置について」にて、各種の濁質除去装置の実証実験等を行い、各々の装置の濁質除去性能についてその有効性を確認した。

各装置はそれぞれの特徴を有しており、実管路での適用においては、これらの長所を最大限に発揮できる箇所に設置されることが望ましい。特に設置位置やそこでの水理条件、対象濁質の種類などでも、その除去効果が大きく異なることも判った。表 8.2.1 に各濁質除去方式の特徴を、図 8.2.1 に濁質除去装置の適用フローをとりまとめた。

表 8.2.1 濁質除去装置の特徴

濁質除去方式	特徴	適用場所	除去対象濁質			
			砂	鉄錆	塗膜片	濁水対策
ストレーナ方式 	本管内に設置すれば、平常時に濁質捕集が可能。不断水に少ない排水量で捕集濁質を管外に排出（除去）できる。	移動してきた濁質を捕集するので、濁質が多く通過すると予測される比較的管内流速が速い箇所（濁質が停滞しない）に設置すると効果的である。	◎	◎	○	×
局所洗浄方式 	従来のフランジ付きT字管等では排出し難い、比較的重く堆積しやすい濁質も、弁体の効果により効率的に排出できる。	平常時は流速が遅く濁質が堆積していると予測され、多量排水が可能で、洗管作業時に管内流速を十分に確保できる箇所に設置すると効果的である。	◎	◎	○	×
膜方式  セラミック膜	赤水等の濁水発生の原因となる非常に微細な不溶性の濁質が、耐久性に優れたセラミック膜で除去できる。	濁水の頻繁に発生する箇所に有効である。粒径の大きな濁質による目詰まりが懸念されるため、それらの混入をさける処置が必要。	×	×	×	◎
不断水縦管 錆瘤除去方式 	消火栓等の縦管部に付着する錆瘤を不断水にて除去・回収する事ができ、錆瘤による閉塞、濁水等の発生を防止する。	縦管部でバタフライ式補修弁以外の形式の補修弁が設置されている箇所であれば、問題はない。	×	◎	×	◎
非排水循環除去システム 	ストレーナ方式と膜方式を組み合わせた方式で、濁質の種類や粒径を選ばず、さらに非排水で濁質を除去できる。	配水池や貯水槽の出口に常時設置したり、これら機器をユニット化することにより洗管対象管路に随時仮設置し、非排水にて洗管を行う事ができる。	◎	◎	◎	◎

◎：非常に効果がある、 ○：効果がある、 ×：効果がない/除去対称でない

また、今回検証を行った濁質除去装置の性能を最大限に発揮されるよう、各装置の適用についての提言を 8.2.2 以降にとりまとめる。

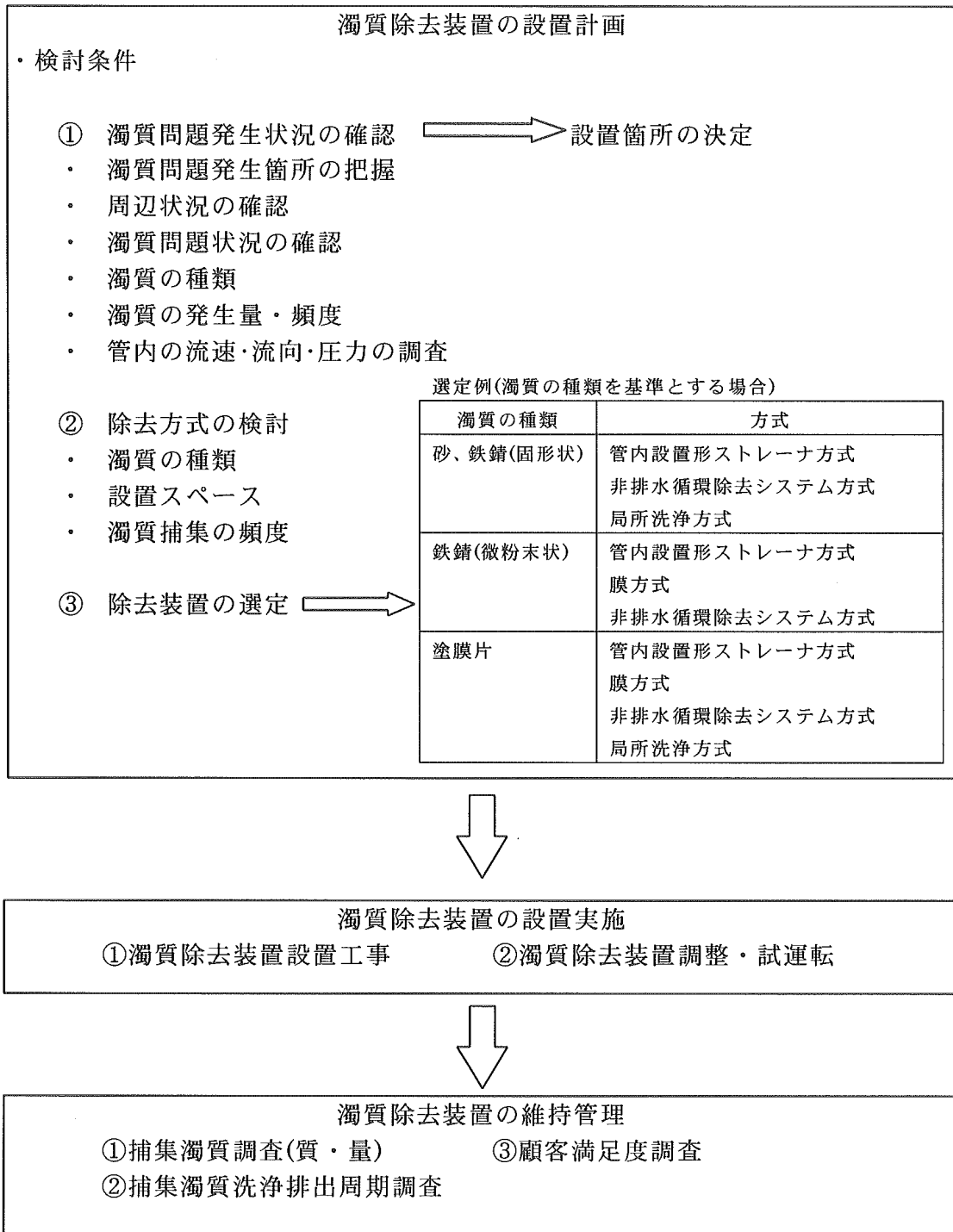


図 8.2.1 濁質除去装置の導入フロー

8.2.2 管内設置形ストレーナ方式の適用

1) 管内設置形ストレーナ方式の機能

管内設置形ストレーナ方式は、ストレーナを管路内に設置し、水道水と共に流下する管内濁質を金属（ステンレス製）のフィルタで捕集し、ストレーナ設置下流側に流下させない装置である。

さらに、不断水にてこの捕集濁質を定期的な洗浄バルブの開閉・洗浄管の回転操作により最小限の排水により管路外に排出するものである。

2) 除去対象濁質

管内設置形ストレーナ方式により除去可能な濁質は、ストレーナ設置位置まで水道水と共に流下する濁質で、ストレーナ内に内装されたフィルタ目開き以上の径を有する濁質を対象とする。

(1)砂・鉄錆（固形状）

管内設置形ストレーナ方式により濁質除去の効果が大きい。ストレーナ内に捕集された砂・鉄錆が多量にフィルタ面に捕集積層されてもろ過流路が確保されるため抵抗が小さく洗浄排水作業間隔を長くとることが可能で維持管理が容易である。

(2)鉄錆（微粉末状）

ストレーナ内装のフィルタ目幅以下の微粉末状鉄錆は、一次ろ過にて捕集が困難である。目幅より大きな濁質が捕集積層された後の二次ろ過にて捕集されるが僅かな捕集量でもろ過抵抗が大きく洗浄排水間隔を短く管理することが必要となる。

(3)塗膜片

塗膜片は、不透水性フィルム状の性状を持っており、これらが微細または数十ミリの大きさで流下することもある。ストレーナ内フィルタ面に捕集されるが僅かな捕集量でもろ過抵抗が大きく洗浄排水間隔を短く管理することが必要となる。

3) 管内設置形ストレーナ内装フィルタ目幅

管路内に設置するストレーナ方式の場合、内装フィルタを捕集対象濁質径以下にすることが必要である。除去対象を微細な濁質とするためにはフィルタ目幅を細かくする必要があるが反面、洗浄排水作業間隔を短くすることが必要となり、維持管理が煩雑となる。

本研究での実験フィールドでの成果と試験的な各事業体での仕様結果を考慮することにより最適目幅を下記とする。

ストレーナ内装フィルタ目幅 75～150 μ m(200～100メッシュ相当)

(7.2.1 参照)

4) 設置条件

管路内に管内設置形ストレーナを設置する際、費用対効果を考慮することが重要である。事業体での試験的な設置を考慮した推奨すべき設置条件を下記に示す。

(1)管路内圧力

捕集濁質洗浄時に大気圧との差圧が必要であるため、管路内圧力が常時 0.15MPa 以上であること。