

インラインフィルターの開発

Development of Inline Filter

泉倉 誠*

Makoto Izukura

一般に、水道配管内に混在する濁質を除去するために、消火栓などを利用して水を濁質とともに排出する方法（洗管）が採られている。しかし、この方法は濁質を除去するために多量の水を管外へ排出する必要がある。そこで、近年、水資源の有効利用という観点から新たな濁質除去方法の研究開発が進められており、水道関係の研究発表でも濁質除去に関するテーマが数多く取り上げられている。

本稿では、特にループ状となった管路において、水の流れ方向が変わる場所に設置できる濁質除去装置を開発し、性能確認を行ったので、その成果について報告する。

In general, the method to drain water out of the fire-plug or others has been adopted to remove turbid substance inside of water service piping as Pipe Cleaning Operation. However, it needs to discharge a large quantity of water out to the service piping in this method. The research and development of the new method to remove turbid substance is advanced from the view of effective use for the water resource in recent years, and a lot of themes concerning them are taken up as for the research announcement related to water service.

This paper is reporting on the result and performance of the turbid substance removal devise that can be installed in the place where are especially both directions as the flow direction changed in case of pipeline.

1. はじめに

我が国の水道普及率は96%を超え、水道事業は成熟期にあると言える。それに伴い、水道事業のウェイトは、これまでの管路・施設の拡張から、既存の管路・施設の更新および維持管理へとシフトしてきている。

また、平成16年6月には、厚生労働省より「水道ビジョン」が公表され、その政策目標には、安心、安定、持続などのキーワードが挙げられている。すなわち、水道の受給者がいつでも安心して利用できる水を永続的に供給することが、水道事業者にとって、今後ますます求められてくるものと思われる。

このような状況下、近年、ペットボトル飲料水の需給量が増加しており、それはすなわち水道水への信頼が低下していることの裏返しと見なせる。その信頼低下の一因として、水道配管内には、管路の老朽化や機器の取付・取替工事などに起因して微細な濁質が混入し、水質低下の問題に繋がることもある。

一般に、濁質除去対策として、水道事業者体による計画的な洗管が実施されている。ただ、この洗管作業には多くの作業人員を伴うこと、夜間に断水して行うこと、消火栓や排水管などから多量の水を管外へ排出する（捨てる）ことなど問題点も多く、特に水資源の有効利用という観点からすると、多量の水を管外へ排出するというのは水道事業者体としては極力避けたいことである。そこで、より効率的に濁質除去を行える方法が求められており、これまで種々の研究開発がなされている。

ここでは、管路（インライン）に設置できる濁質除去装置「インラインフィルター」を開発し、性能確認試験を行ったので、その成果について報告する。

2. インラインフィルター概要

2.1 仕様および構造

インラインフィルター（以下、装置）の主な仕様および構造を、表1および図1に示す。

本装置は、装置内に水とともに流入した濁質を主として円筒状のエレメント内に捕捉し、排出弁（天）を開くことで管内水圧を利用して管外へ排出する装置である。

2.2 特長

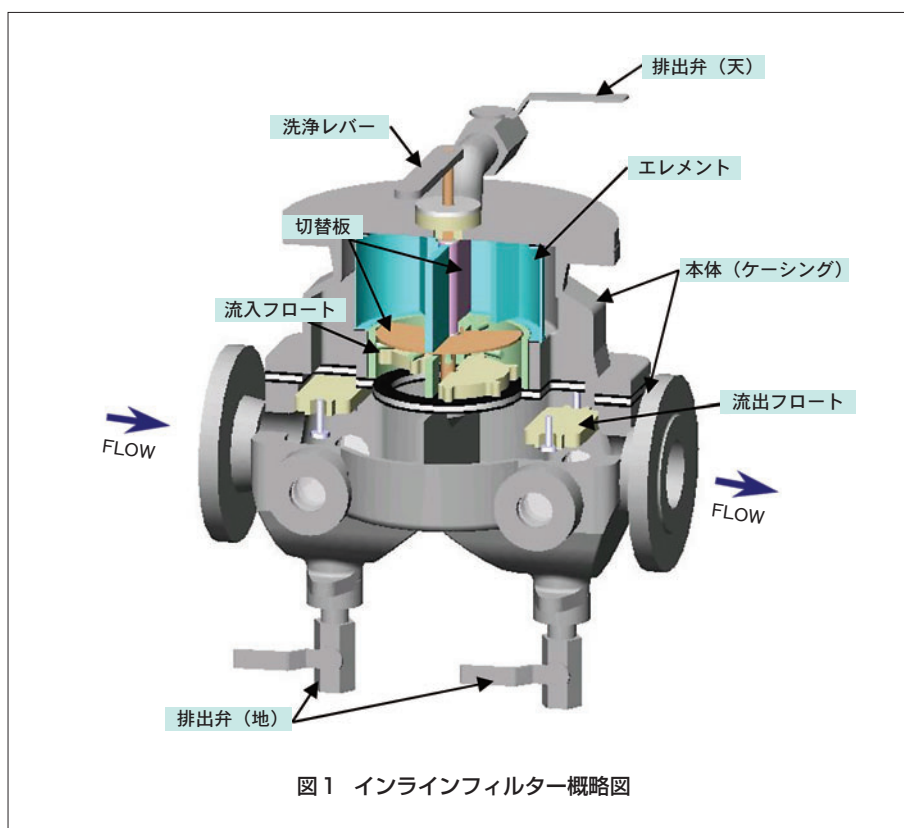
装置の主な特長として、下記5点が挙げられる。

- a) 濁質を捕捉する手段として、100メッシュ（目幅：約0.15mm）の円筒状エレメントを備えている。
- b) ループ状の管路では、水の流れ方向が定まらずに変化することがあるが、そういった双方向流れの管路に設置できる。
- c) 洗浄レバーを操作し、排出弁（天）または（地）を開閉させることで、通水しながら濁質の排出を行うことができる。（不断水洗浄）
- d) 濁質は、その種類や管内流況によって水の流れに追従しやすい浮遊性物質と追従しにくい沈殿物に大別される。それらを共に排出できるように、排出弁を天側と地側にそれぞれ設けている。
- e) 配管した状態でエレメントやフロートなどの取付け、取外しが行えるように、トップエントリー構造としている。

* バルブ事業部 バルブ技術部

表1 インラインフィルター仕様

型式	双方向型				
呼び径	75、100、150、200 mm				
流体	水道水				
流れ方向	双方向				
最高使用圧力	0.75MPa			1.0MPa	
試験圧力(本体耐圧)	1.75MPa			2.3MPa	
接続フランジ	JIS 7.5K		JIS 10K		
面間寸法	呼び径	75	100	150	200
		500	700	900	1,100
エレメント仕様	標準：100メッシュ(目幅：約0.15mm)				
洗浄形式	手動逆洗方式(レバー式)				
主要部材質	本体：FCD450-10 エレメント：SUS304 フロート：合成樹脂				
塗装	内外面：エポキシ樹脂粉体塗装				



2.3 水の流れ

2.3.1 通常時

装置を配管して通水し、装置内に濁質を捕捉している状態を“通常時”と称すると、図2に示す矢印のように、装置内に流入した水は一旦エレメント内に流入し、エレメントのメッシュ（網目）を通過する際に濁質が捕捉され、水は下流側へ流れていく。

図2は、水が装置の左から右へ流れる場合を示すが、流れ方向が逆転しても、流入フロートおよび流出フロートも水の流れに追従するように昇降状態（浮いているか沈んでいるか）が逆転する。つまり、水の流れ方向によらず、濁質を捕捉することができる。

2.3.2 逆洗時(エレメント洗浄時)

図3に装置の平面図およびエレメント部での断面図を示す。

エレメント内に浮遊する濁質およびエレメント内壁（メッシュ部）に付着した濁質を管外へ排出するには、図1に示した洗浄レバーを操作し、排出弁(天)を開閉させることとなる。この洗浄を特に“逆洗”と称すると、“逆洗時”には図3に示す矢印のように、エレメント左半面(黄色着色部)でエレメントの外から内に向かう水の流れが生じる。すなわちエレメント左半面を洗浄(逆洗)している状態となる。

図3は、特に水の流れが左から右に向かい、エレメント左半面を洗浄する状態を示すが、エレメント右半面の洗浄も洗浄レバーを操作することで同様に行うことができる。当然、これらは水の流れ方向によらないものである。

2.4 逆洗原理

2.4.1 切替板の構成

2.3.2項で記したようなエレメントの外から内に向かう水の流れを生じさせるには、洗浄レバーと連動して作動する切替板の作用が必要である。

切替板は、図4に示すように、扇形をした“水平板”とエレメント内に設けたストッパの範囲内で可動する“鉛

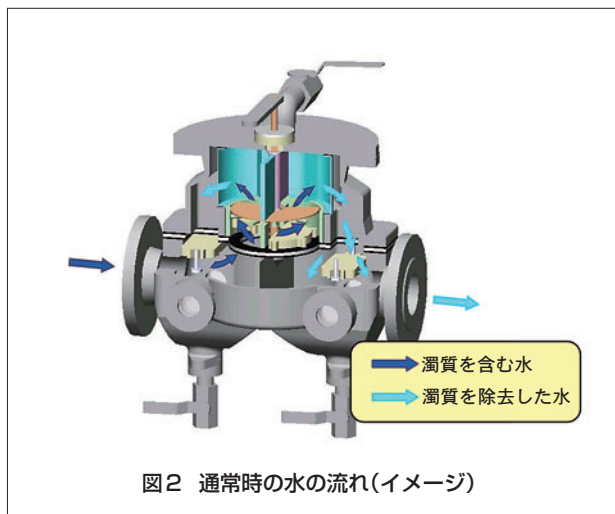


図2 通常時の水の流れ(イメージ)

直板”とからなる。これらが、エレメントの下側から流入する水に対して、エレメントの左半面あるいは右半面への流入を抑制するように作用する。

2.4.2 逆洗原理

図5に洗浄レバーと切替板の位置関係を示す。

通常時は洗浄レバーを“中立位置”に固定しておくが、逆洗時には“逆洗位置A”または“逆洗位置B”となるよう洗浄レバーを操作する。逆洗位置Aではエレメント左半面を、逆洗位置Bではエレメント右半面を洗浄する状態となる。

実際の使用状況下では、水の流れ方向によって濁質のエレメント内壁への付着状況が偏ることが考えられるので、逆洗位置AとBを交互に組合せて洗浄を行う。

3. 性能確認

3.1 供試品仕様

性能確認に使用した供試品の仕様を表2に示す。

表2 供試品仕様

呼び径	75
最高使用圧力	0.75MPa
試験圧力(本体耐圧)	1.75MPa
接続フランジ	JIS 7.5K
面間寸法	500

※その他の仕様は表1による。

以下、管内流速はすべてφ75での値である。

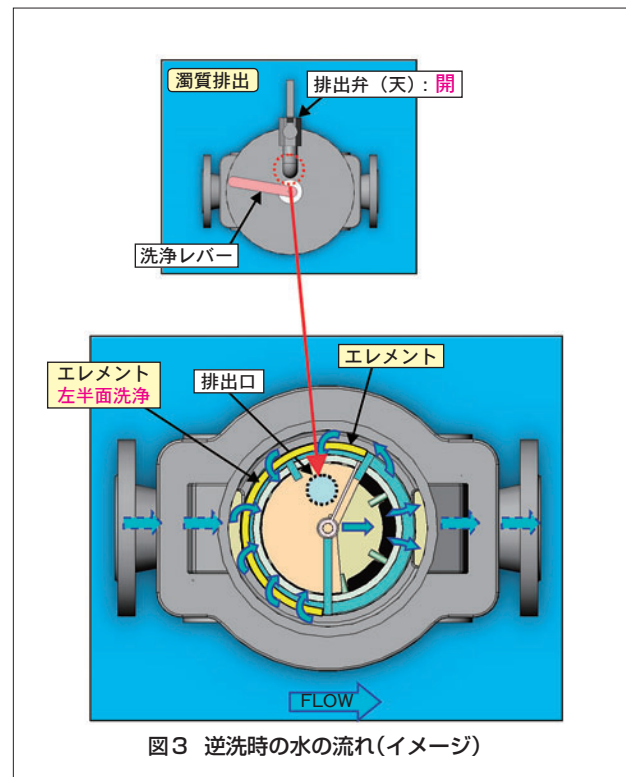


図3 逆洗時の水の流れ(イメージ)

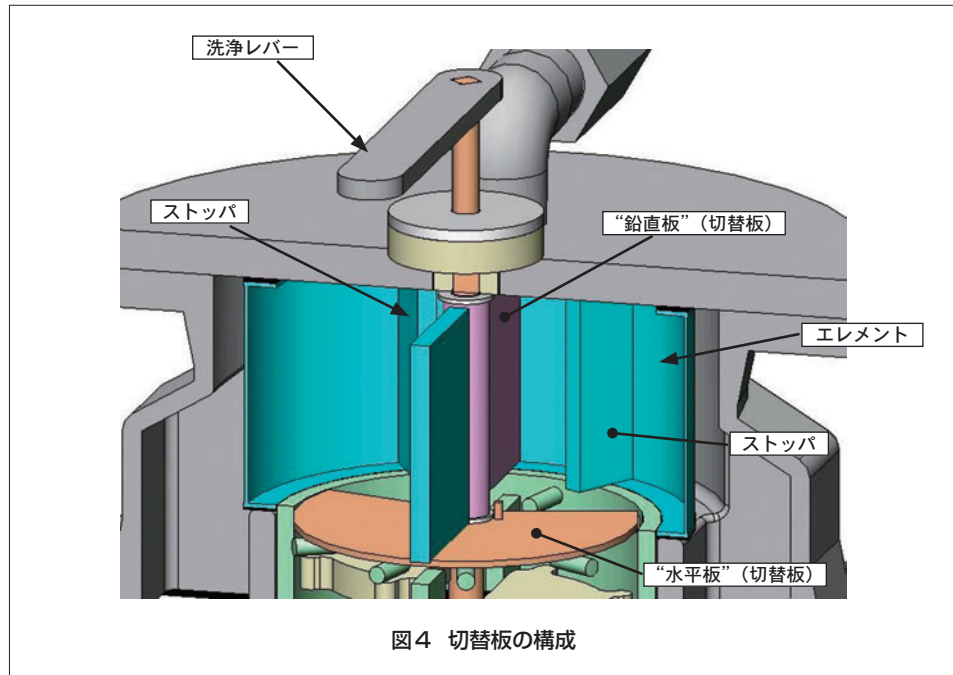


図4 切替板の構成

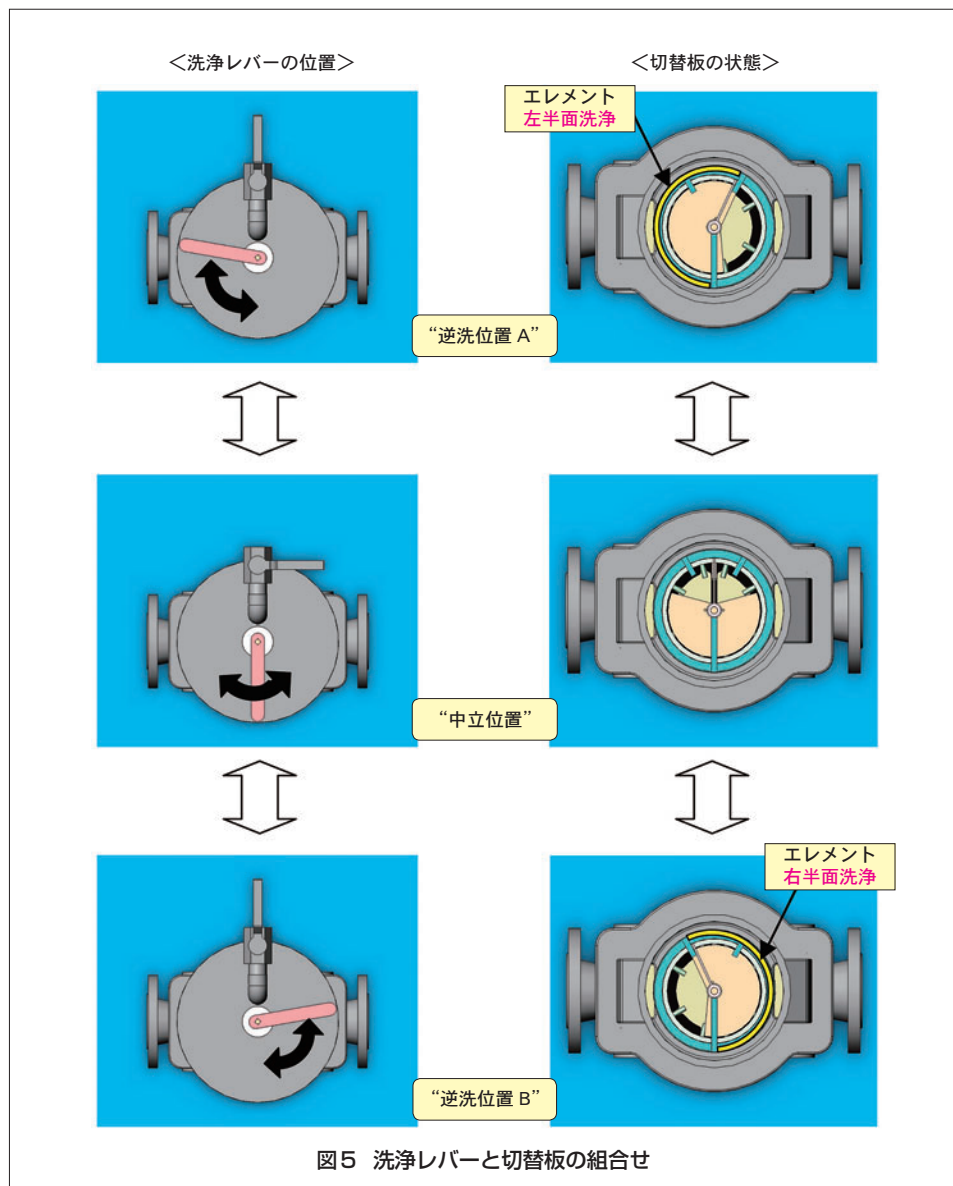
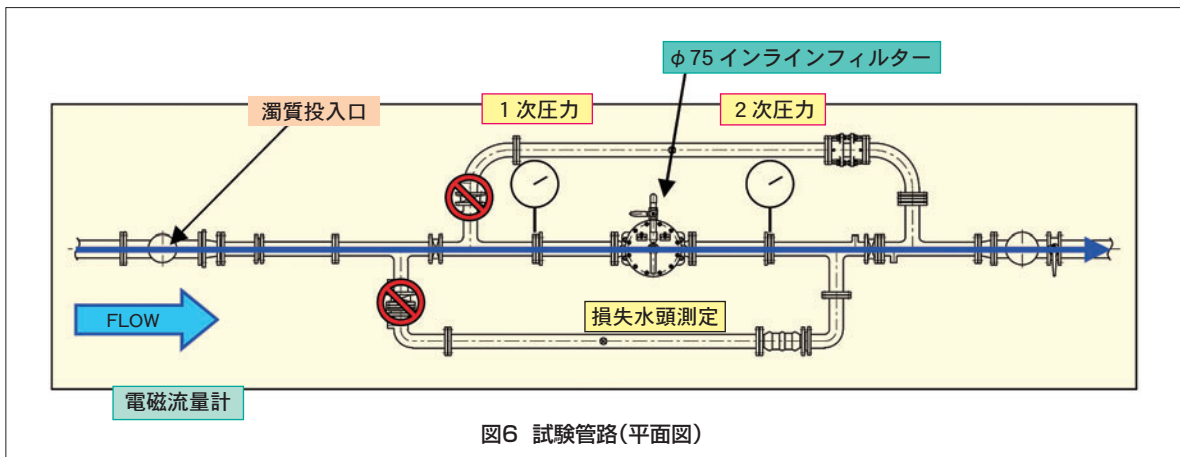


図5 洗浄レバーと切替板の組合せ



3.2 最小管内流速の確認

実用上、双方向流れの管路に適用できるか確認するため、フロートが作動する最小管内流速の確認を行った。

3.2.1 確認方法

図6および図7に試験管路(平面図)と試験状況写真を示す。双方向流れを実現するためにバイパス管路を形成し、バルブ操作によって流れ方向を切り替えられるようにした。

流入フロートが作動し始める様子を目視にて確認するため、装置のフタを透明部材にて構成し、そのときの管内流速を電磁流量計で計測した。

3.2.2 確認結果

流入フロートは、管内流速約0.02m/sという微小流速で流れ方向によらず作動することを確認した。

一方、流出フロートの動きは装置の構造上、確認困難

である。従って、流入フロートが作動していることから、流出フロートも同様に作動して通水しているものと判断した。

3.3 損失水頭の測定

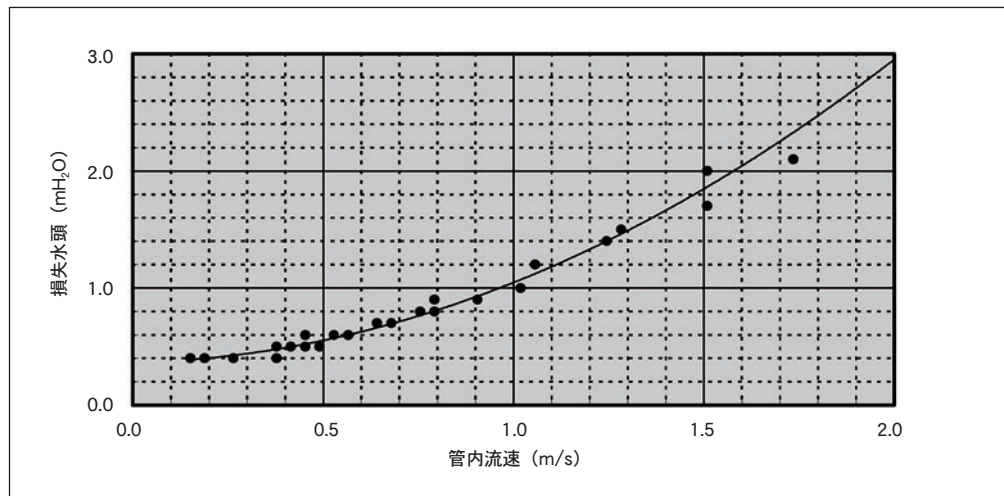
3.3.1 測定方法

図6に示す試験管路を用いて、清水時における装置前後の損失水頭を測定した。ここでいう清水とは、故意に濁質を含ませていない水のことである。損失水頭は圧力センサ、管内流速は電磁流量計により計測した。

3.3.2 測定結果

図8に測定結果を示す。

これより、損失水頭は、例えば管内流速が0.3m/sのとき0.5mH₂O、管内流速1.0m/sでは1.0mH₂Oである。



※管内圧力 = 約 0.1MPa

図8 損失水頭実測値と近似曲線

表3 濁質排出状況の確認結果

	濁質種類	管内流速 (m/s)	濁質投入量 (mL)	濁質排出量 (mL)	濁質排出率 (%)
I	塗膜片	0.1	220	165	75
II	塗膜片	0.5	60	50	83
III	塗膜片	0.7	160	160	100
IV	砂	0.1	120	105	88
V	砂	0.3	70	65	93
VI	ABS 樹脂	0.3	60	60	100

※管内圧力 = 約 0.3MPa

3.4 濁質の捕捉・排出状況の確認

濁質の捕捉・排出状況について、実際に数種類の濁質を使用して確認を行った。

3.4.1 試料(濁質)

濁質として、以下の3種類を準備した。

a) 砂

- ・比重：約2.4～2.6
- ・粒径：約1mm以下

b) 塗膜片

- ・比重：約1.1
- ・粒径：不明(薄片状)

c) ABS樹脂

- ・比重：約1.05
- ・粒径：長片約1mm

3.4.2 確認方法

図6に示した試験管路において、濁質投入口から濁質を投入し、濁質投入量に対する濁質排出量の計量を行った。ここで、濁質排出量とは、排出弁の先に接続した配

管の末端に100メッシュ相当の捕捉網を取付け、逆洗後、捕捉網によって捕捉された濁質を計量したものをいう。

なお、試験管路の都合上、濁質投入時は試験管路内のバルブを操作し、管内流速をゼロとした。

以下、濁質の量(投入量、排出量)は、水の入ったメスシリンダーの底に堆積する容積(mL)で表す。

3.4.3 確認結果

表3に確認結果の一例を示す。濁質投入量に対する濁質排出量の割合を濁質排出率として表した。

3.5 逆洗効果の確認

エレメントに捕捉された濁質が逆洗により排出されたかどうかの確認手段の一つとして、損失水頭を指標とする方法が考えられる。そこで、濁質投入時と逆洗後の損失水頭の測定を行った。

3.5.1 確認方法

a) 図6の試験管路において、3.4.2項と同様に試験

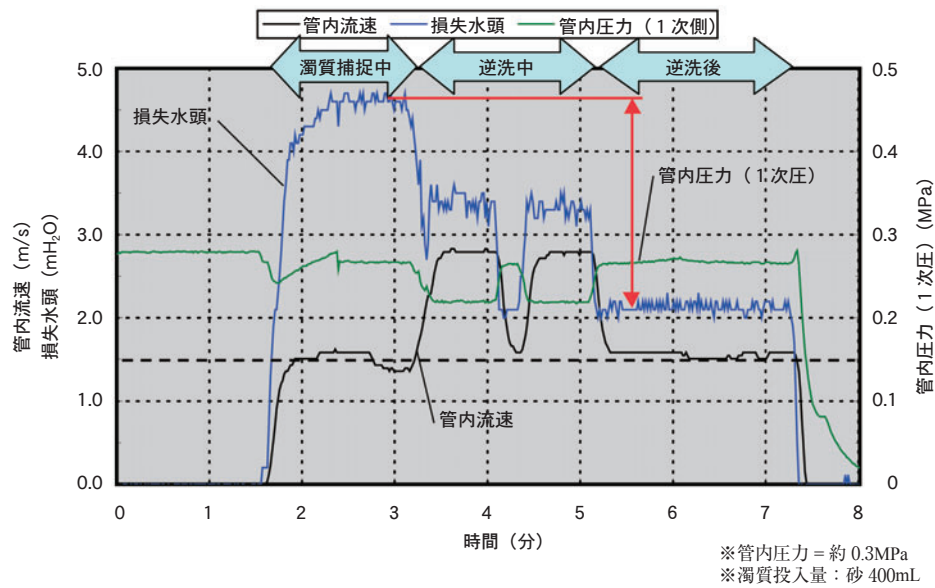


図9 逆洗効果の確認結果(測定チャート)

管路内のバルブを操作し、管内流速ゼロの条件で濁質を投入した。濁質には、砂400mLを使用した。

b) 濁質投入後、試験管路内のバルブ操作により管内流速を1.5m/sに設定し、損失水頭が安定したところで逆洗を行った。

c) この間、管内流速、損失水頭および管内圧力(1次側圧力)を圧力センサと電磁流量計で計測した。

3.5.2 確認結果

図9は、前項のc)で計測した値をグラフ化したものである。これより、逆洗前後の管内流速は1.5m/sでほぼ一定である。それに対し、損失水頭は濁質捕捉中には4.6mH₂Oであったものが、逆洗後は2.1mH₂Oに低下していることが分かる。

4. まとめ

4.1 最小管内流速

一般の水道配管における管内流速は、0.1~0.4m/s程度が主と考えられる。フロートの作動する最小管内流速は、その1/20~1/5の管内流速である。従って、実用上、特に問題ないと判断する。

4.2 濁質排出状況

表3より、管内流速が大きくなるほど濁質排出率の向上が見られた。これは、低流速時には、逆洗後の装置内に濁質が残存することも考えられるが、試験後、実際に装置内部を確認したところ、エレメント内にごく微量に残存している程度であった。これより、むしろ試験配管途中の分岐管部やガスケットなどに濁質が引っかけて装置に到達しないものがあったと推測される。

以上、濁質の装置内部への残存がほとんど確認されないことから、濁質排出状況は良好と言える。

4.3 逆洗効果

図9より、濁質投入時に対して逆洗後は損失水頭が低下しており、逆洗後の損失水頭2.1mH₂Oは、図8に示した清水時の管内流速1.5m/sでの損失水頭1.8mH₂Oと同等である。従って、逆洗が十分に機能していることを確認した。

また、試験後、装置を分解してエレメントを点検したが、濁質はほとんど残存していなかった。このことから、損失水頭の復帰(元の損失水頭に回復)が逆洗効果の指標となりうる事が分かる。

5. おわりに

水道水質に対する要求が高まるなか、このインラインフィルターが水道水質向上の一助となることを目指して開発を進めてきたが、今後は、装置を実管路システムに組み込んだ場合の効果について検証していく。また、必要に応じた各種水理データの取得も引き続き行っていく。

執筆者

泉倉 誠

Makoto Izukura

平成13年入社

バルブ・ゲート関係の設計・開発に従事

