

# メタルシート式トップエントリー偏心構造弁の開発

## Development of Top Entry Metal-Seated Eccentric Valve

河村祥広\* 永瀬敦史\* 丸田康平\*

Yoshihiro Kawamura Atsushi Nagase Kohei Maruta

従来、浄水場や下水処理場では流体を遮断するために偏心構造弁が使用されている。そして、この偏心構造弁は用途によって、常時全閉状態や、常時全開状態で使用される低頻度開閉弁と、全開-全閉を高頻度で繰り返して使用する高頻度開閉弁がある。この高頻度開閉弁は低頻度開閉弁として使用する標準的な弁仕様に耐摩耗対策を採用して対応している。しかしながら、泥水の遮断に使用される排泥弁は、従来の耐摩耗対策だけでは開閉時に泥水の影響によって部品が劣化し、軸封部と弁座部の止水性能が低下する課題があった。そこで、この課題解決を目的として、軸封部および弁座部の構造を新たに開発し、実際の設備において高頻度開閉で使用しても止水性能が維持できることを確認したので報告する。

In the past, eccentric structural valves were used in water purification plants and sewage treatment plants to shut off fluids. Depending on the application, the eccentric structure valve has a low-frequency open/close valve that is either always fully closed or fully open and a high-frequency open/close valve that repeatedly fully opens and fully closes at high frequencies. The high-frequency on/off valve corresponds to the standard valve specifications used for a low-frequency on/off valve by adopting anti-wear measures. However, in the case of sludge valves used to shut off muddy water, the problem is that if only anti-wear measures are applied, the parts deteriorate due to the effects of muddy water when opening and closing, and the water cut-off performance (on the shaft and valve seat) deteriorates. Therefore, we have developed a new shaft seal and valve seat, and we can confirm that the water cut-off performance can be maintained in equipment even when it is used for high-frequency opening and closing.

### 1 はじめに

当社は、114 年前に「世の人々にあまねく衛生的で綺麗な水を届けたい」という創業者の想いから創業した。その想いは、2030 年までに持続可能でより良い世界を目指す国際目標である「持続可能な開発目標：SDGs (Sustainable Development Goals)」の「6：安全な水とトイレを世界中に」、および「11：住み続けられるまちづくりを」と一致し、目標達成に貢献する取り組みを実施している。日本国内には数多くの浄水場が稼働しており、日々、河川やダムから引き込んだ水を処理して家庭で飲用できる水道水を作っている。浄水場では水道水になるまでにさまざまな設備を経る必要があり、その設備同士をつなぐ水路には弁を含む多くの種類の機器が使用されている。そして、そのような設備を安定して操業するためには、機器の定期的なメンテナンスや更新が必要となる。しかしながら、水需要の減少による水道事業者の水道収入減少や技術者の減少が進んでいる。そのような背景から弁に対して長く性能維持ができ、かつ優れたメンテナンス性を持たせることへの要求が高まっている。本稿では、浄水場の沈殿池で排泥弁として使用される偏心構造弁の性能維持を向上させるために新たな弁構造を開発し、排泥弁として性能評価を行ったので報告する。

### 2 浄水処理の工程と排泥弁

浄水場では図 1 のように河川やダムから取り入れた水(原水)を沈砂池で大きな砂などを沈めて取り除き、着水弁に送る。そして混和池において凝集剤という薬品を注入して砂やにごりをまとめて小さな固まり(フロック)とする。次にフロック形成池でフロックを沈みやすい大きさにする。そして、沈殿池においてフロックは池底に沈殿し泥となる。さらに、ろ過池、塩素混和池、配水池を経て飲料水として送水される。ここで、沈殿池で沈殿した泥は定期的に池外に排出されている。この排水路には図 2 のような偏心構造弁が取り付けられ、泥水を流したり遮断したりする排泥弁として使用されている。図 3 に当社の EC-20 偏心構造弁を示す。この弁の主な特長は以下の通りである。

- 1) 偏心構造であるため、全閉付近以外は弁箱弁座と弁体弁座が摺動しないため弁座の摩耗が少ない。
- 2) 弁体にゴムライニングを施し、柔軟な弁座として砂などの異物を含む流体でも遮断が可能である。
- 3) トップエントリー構造であるため、弁を配管から外すことなく弁体の交換ができる。

一般的に偏心構造は回転弁に採用されており、図 4 に EC-20 の偏心構造を示す。軸心に対して、弁座位置が偏心している。このことから、EC-20 偏心構造弁は一次偏心形となる。この偏心数が多くなれば、止水性能の向上と、開閉時における弁箱弁座と弁体弁座の摺動を低減できる利点がある。

\*バルブシステム事業部 バルブ技術部

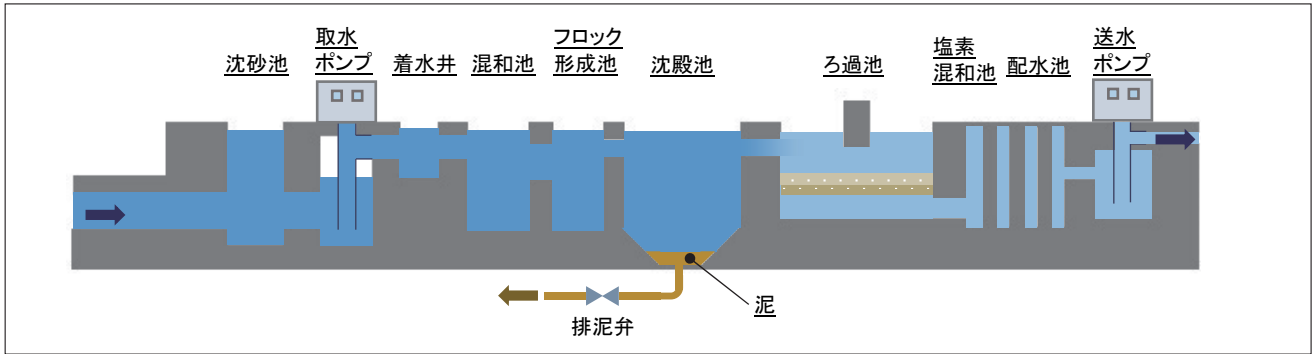


図1 浄水場のモデル



図2 偏心構造弁

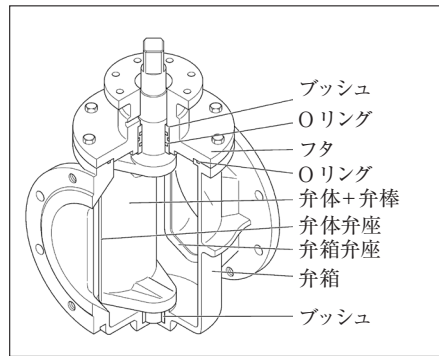


図3 EC-20 偏心構造弁

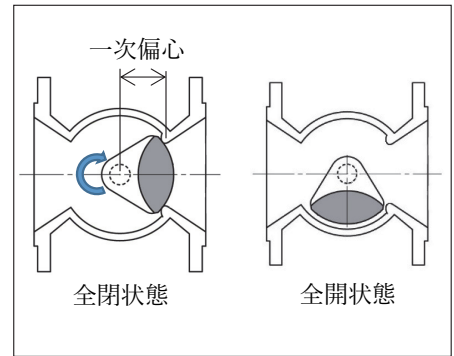


図4 偏心構造

表1 弁の仕様の違い

項目	EC-20 偏心構造弁	トップエントリー偏心構造弁
形式	一次偏心構造弁	多重偏心構造弁
弁座構造	弁箱：金属 弁体：ゴムライニング	弁箱：金属 弁体：金属
開閉動作	弁箱弁座と弁体弁座が摺動しながら動作する。きき代の変化によって全閉位置が変わる可能性がある。	全閉時のみ、弁箱弁座と弁体弁座が接触する。経年による全閉位置の変化はない。
本体構造	トップエントリー構造	トップエントリー構造
シール性能	弁座漏れなし	メタルシートのため漏れあり

### 3 排泥弁の課題

排泥弁は泥水が流れるため、全閉時に弁内は泥水で満たされ、弁を開いても泥が隙間に残る。その状態で開閉を繰り返すと泥が研磨剤のような役割となり、軸封部のOリングや弁体ゴムライニングなどのゴム部材などを摩耗させる。開閉頻度の少ない排泥弁は、先述のような標準的なEC-20偏心構造弁でも十分に機能を発揮することができる。しかしながら、排泥を頻繁に行うような沈殿池に設置された排泥弁の場合は、開閉に伴う軸封部の摺動や弁座部の摺動による摩耗によって止水機能の低下が生じる。以下の条件で使用した排泥弁が、軸封部より泥水の漏れが確認された。

(使用条件)

- 1) 呼び径：150
- 2) 最高使用圧力：0.1 MPaG
- 3) 流体：汚泥
- 4) 温度：常温
- 5) 使用場所：排泥配管
- 6) 開閉頻度：10万回/年

一般的に排泥弁に求められる耐久性能は年間1万回開閉に対して、年間約10万回開閉の高頻度開閉で使用している。

漏れの原因は、泥水が軸封部に到達して研磨剤の役割を果たし、くわえて開閉頻度が多いため軸封部に使用しているOリングの摩耗が進み、止水性能が低下したものである。このことから、高頻度で開閉される排泥弁の課題は、泥状となった砂を含む流体が流れても軸封部および弁座部が安定した止水性能を有することである。

### 4 メタルシート式トップエントリー偏心構造弁

高頻度開閉の排泥弁が安定した止水性能を維持できる構造とするためには、耐摩耗部材の仕様や構造の変更が挙げられる。そこで当社が開発を進めているメタルシート式多重偏心構造を採用し、軸封部のシール構造を変更するとともに、従来と同等のメンテナンス性を有するトップエントリー構造としたメタルシート式トップエントリー偏心構造弁の開発を行った。従来のEC-20との主な違いは表1にまとめている。

#### 4.1 メタルシート式トップエントリ偏心構造弁の構造

新たに開発を行ったメタルシート式トップエントリ偏心構造弁を図5に示す。そして、その構造を図6に示す。

##### (1) メタルシート式多重偏心構造の採用

安定した止水性能を維持するために、新たに開発を行ったトップエントリ偏心構造弁はメタルシート方式を採用している。異物が流れる場合や開閉頻度が多い場合は、弁座の摩耗による止水性能の低下を防止するため、メタルシートバタフライ弁のように弁座に金属を採用することが一般的である。しかしながら、メタルシート方式の場合、弁座に使用する金属の組み合わせによっては、開閉時に焼き付きが生じる可能性がある。そこで、焼き付きを防止し、メタルシート方式とするために、多重偏心構造を採用した。EC-20 偏心構造弁が先述したとおり一次偏心式であることに対して、多重偏心構造は現在市場にある四重偏心よりも偏心させたものである。多重偏心構造とすることで、一次偏心以上に全閉時以外は開閉動作中に弁座同士が接触することはなくなり、弁座同士の摺動がより低減し、焼き付きを防止させるとともに摩耗の低減が可能となる。

##### (2) 軸封部の耐摩耗性向上

標準的な EC-20 偏心構造弁の軸封部は合成ゴムから成る Oリングを採用しているが、この Oリングを高頻度開閉に対応するためにテフロンを用いて耐摺動性能を有する製品を採用した。さらに、V パッキン構造とすることで二重の止水構造とした。

##### (3) トップエントリ構造

EC-20 偏心構造弁と同様にトップエントリ構造を採用した。弁箱は外弁箱と内弁箱から構成されている。内弁箱には弁棒と弁体が組み込まれており、外弁箱とボルト接合されているフタを外せば、一体で取り外すことができ EC-20 偏心構造弁と同等のメンテナンス性を有する。



図5 トップエントリ偏心構造弁

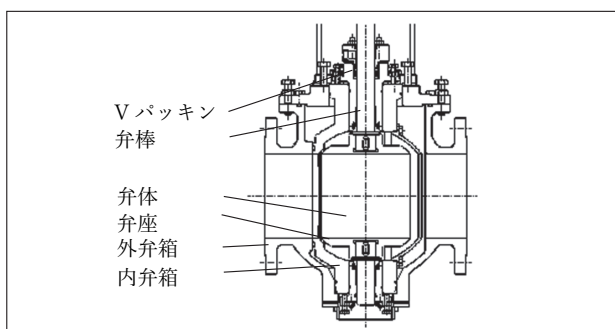


図6 偏心構造弁の構造

#### 4.2 性能評価

当社工場において、組立完成後の性能評価試験を行った。

##### (1) 止水性能確認試験

図7のように、水圧 0.1 MPaG を加圧し、止水試験を行い、漏れ量が 1 ml/min であったことから、一般的に異物を含む流体の遮断に使用されるメタルシートバタフライ弁と同等以上の止水性能を有していることがわかった。

##### (2) 損失係数測定試験

図8に損失係数の測定結果を示す。全開時の損失係数は標準的な EC-20 偏心構造弁より優れていることがわかった。本弁は図9のように流路が弁入口-弁体開口部-弁出口とほぼ同じ断面積となるフルボア形状かつ真円形状である。このため、流れを邪魔するものはなくスムーズな流れを実現することができた。

さらに、図8より損失係数と開度の関係はリニアに変化をしている。このことから EC-20 偏心構造弁と同様に優れた流量調整性能を有していることがわかった。



図7 当社工場での漏れ試験

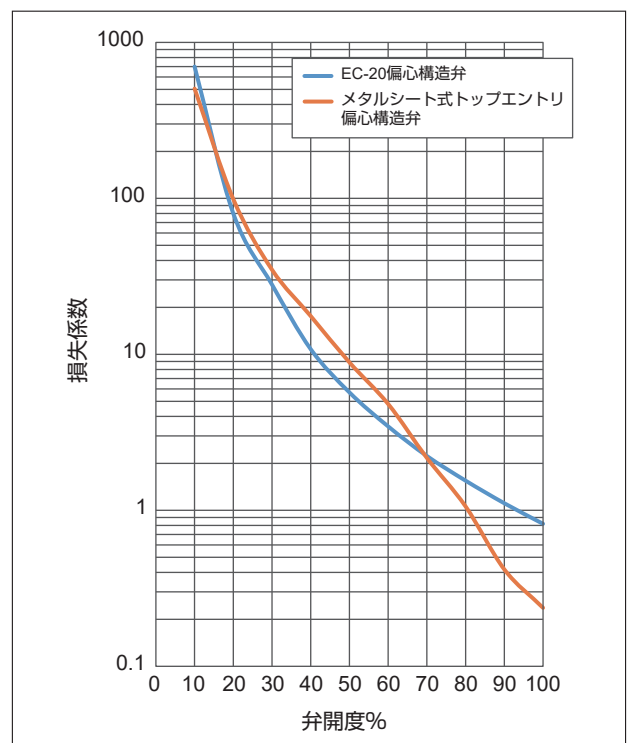


図8 損失係数

## 5 高速沈殿池での性能確認

新たに開発を行った高頻度開閉排泥弁の実際の使用環境における性能評価を以下の通り実施した。

### (1) 性能評価試験の実施期間と内容

1) 試験期間:2022年2月から2023年2月までの約1年間。  
(約10万回開閉)

2) 試験内容は以下とした。

#### ①開閉動作の確認

弁棒にひずみゲージを貼り付け、作動時のトルク測定を行い、異常なトルク値が無いか確認を行った。

#### ②軸封部からの漏れの目視確認

#### ③弁座部からの漏れ量の測定

弁箱下部にドレン排出用のプラグを取り付けており、プラグを外すことで全閉時の弁座からの漏れ量を測定した。

### (2) 評価試験結果

1) 開閉動作確認時に測定した閉方向トルクの測定の結果を図10に示す。約0.2万回経過から約6万回経過まで約2万回毎に測定を行った。測定結果より、開閉回数が増えるに従って、中間開度においてトルク値が上昇していることがわかった。砂などの摺動部への侵入によって中間開度のトルク値が上昇したと考える。しかしながら、弁座部の焼き付きや異物の噛み込みによる異常なトルクの上昇はなく、スムーズに動作することが確認された。さらに、0.2万回開



図9 フルボア形状

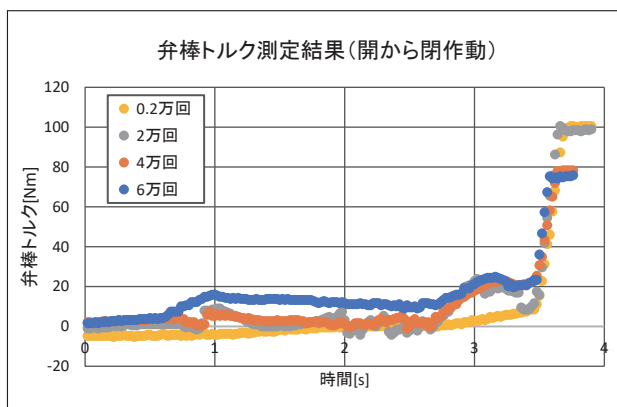


図10 トルク測定結果

閉時のトルクから全閉付近以外のトルクの上昇は無く、全閉以外では弁座同士の摺動が小さくなるという多重偏心構造弁の特長が示された。

2) 軸封部は泥水が漏れることはなく、Oリング+Vパッキンの組み合わせにより軸封部の止水性能を向上させることができた。(図11)

3) 弁が全閉状態において、弁下部のプラグを外して漏水確認を行った結果を表2にまとめる。開閉回数が増加しても安定した止水性能を有することが確認された。

表2 漏れ試験結果

開閉動作回数(回)	約3千	約2万	約4万	約6万
漏れ量 (mL/min.)	1.0	2.0	2.0	0.7

## 6 分解調査の実施および結果

性能評価試験を完了後に、当社工場にて、分解調査を実施した。

### 6.1 弁の上流配管内面の状態確認

弁の取り外し時に、弁の上流側配管の内面の状態を確認した。図12にその状態を示す。配管内部には泥がこびり付いており、部分的にこぶ状の大きな塊が確認された。通常の操業においては、弁内部は同様の状態であったと想定される。

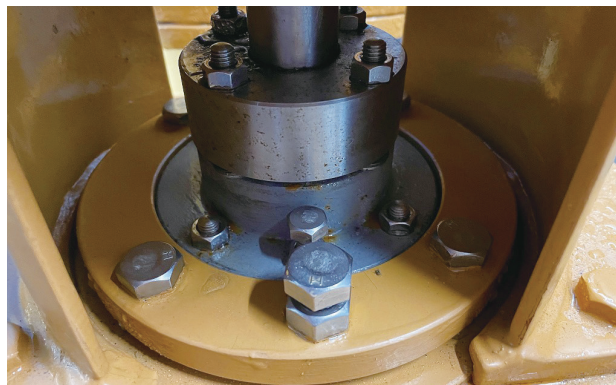


図11 軸封部漏れ確認



図12 上流側配管内部

## 6.2 弁の分解調査結果

### (1) 弁のメンテナンス性能の確認

泥の影響も無く、分解はスムーズに行うことができ、EC-20 偏心構造弁と同様にトップエントリー構造とすることでメンテナンス性能を有していることが確認された。

### (2) 弁座部の状態確認

弁箱弁座部および弁体弁座の状態を図 13 および図 14 に示す。図 13、図 14 より汚れは見られるが、泥水による異常な摩耗や確認されず、耐摩耗性に優れていることが確認できた。

### (3) 弁箱内部の状態確認

図 15 のように弁箱内部には汚れや部分的に泥の付着が確認されたが、泥水が堆積することなくスムーズに排出されていたことがわかり、弁の形状が妥当であることがわかった。



図 13 分解後の内弁箱



図 14 分解後の弁体弁座



図 15 分解後の外弁箱内部

## 7 まとめ

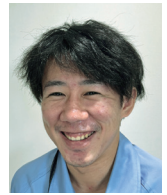
高頻度開閉で使用される排泥弁の軸封部および弁座部の止水性能を維持するという課題に対して、弁の構造を変更することによって解決することができた。この技術は高頻度で開閉する弁や、砂のようなスラリーが流れる流体を遮断する弁への適用も可能である。引き続き、弁の開発を通して課題解決に取り組み、安心・安定した設備の操業への貢献を目指す。

### 執筆者：

河村祥広

2020 年入社

バルブ設計に従事



永瀬敦史

2005 年入社

バルブ設計・開発に従事



丸田康平

2002 年入社

バルブ設計・開発に従事

