

V型通水バタフライ弁の改良・開発

Improvement and Development of Valves for Starting the Flow of Water

一重勝* 橋野慶介* 松原圭佑* 桑原 隆* 真本英光*
 Shigekatsu Ichini Keisuke Hashino Keisuke Matsubara Takashi Kuwahara Hidemitsu Mamoto

水道用パイプラインの布設後に水を管内に入れる通水作業はバルブを用いて行われる。通水時において必要とされる微流量をコントロールする性能が優れるV型通水バタフライ弁はその複雑な形状から製作期間が通常の水道用バルブと比較して長くなるという現状があった。今回、製作方法を新たに見直し、工程の短縮のための製造方法の改良、ならびにバルブに用いる2段変速式操作機、弁座取り替え可能機構の開発を行ったので報告する。

The job of feeding water into newly installed pipelines for water is performed by valves. It has been thought that a V-type butterfly valve that can provide superior performance in controlling the small amount of flow required initially when water is run through pipes would take more time to manufacture compared to standard butterfly valves for water due to its unique shape.

This report explains how the manufacturing process has been reconsidered and improved to shorten the manufacturing time. This report also explains how we developed an actuator with two-speed automatic gear shifting for valves as well as the replaceable mechanisms for valve seats.

1 はじめに

日本の上下水道は95%を越える高い普及率を維持する一方で地震大国であるがゆえ、施設全体の地震に対する強靱化が必要とされる。その実現の為に水道管路の耐震化を推進させていくことが必要である。

既設の老朽化した管を耐震管路へ変更する水道管耐震化工事では、工事完了後に管路の中に水を通す通水作業が伴う。通水工程では配管内にある空気と水が混じり合っできる白濁水の発生を防止する必要がある。この為、従来の通水作業は、本管から枝分かれさせた小口径のバイパス管に設けた仕切弁で微量な水を流し込み、下流側の水道管内の空気と水が混じり合わないよう慎重

に行っていた(図1)。その一方、バイパス管を設置するための材料費および工事費のコスト増が問題となっていた。これに対し、2000年前後より、バイパス管が不要になる通水用の特殊バタフライ弁が次々と発表されている(図2)。当社においても2012年に新型通水バタフライ弁「V型」を販売開始している(図3)(図4)。V型は通水作業時に求められる微流量をコントロールする性能において優れているものの、V型部の形状が複雑なため製作に多くの工程が必要となり、製作時間が一般的な水道用のバタフライ弁に比べて長いという現状がある。そこでV型バタフライ弁の製作方法を新たに見直し、工程の短縮のための製造方法の改良を行ったので、以下に報告する。

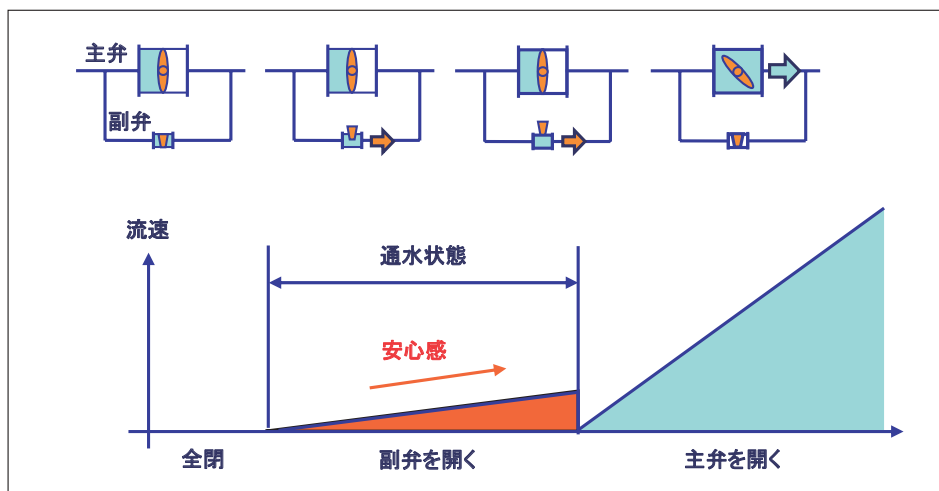


図1 バイパス管による通水作業

*バルブ事業部 バルブ技術部



図2-1 副弁内蔵バタフライ弁



図2-2 ZT型通水バタフライ弁

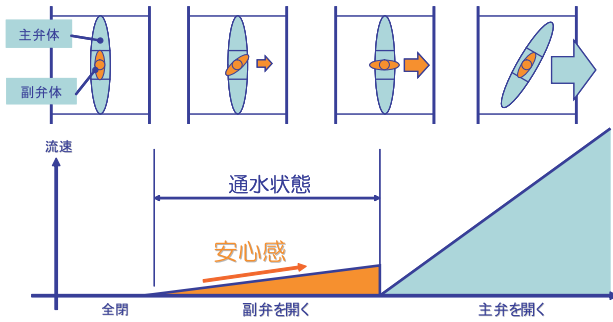


図2-3 副弁内蔵バタフライ弁による通水作業

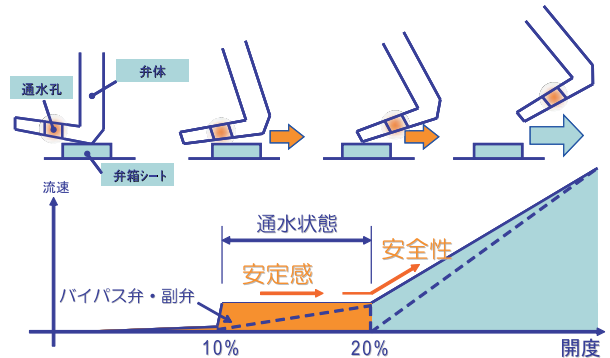


図2-4 ZT型通水バタフライ弁による通水作業

図2 通水用特殊弁



図3 V型通水バタフライ弁

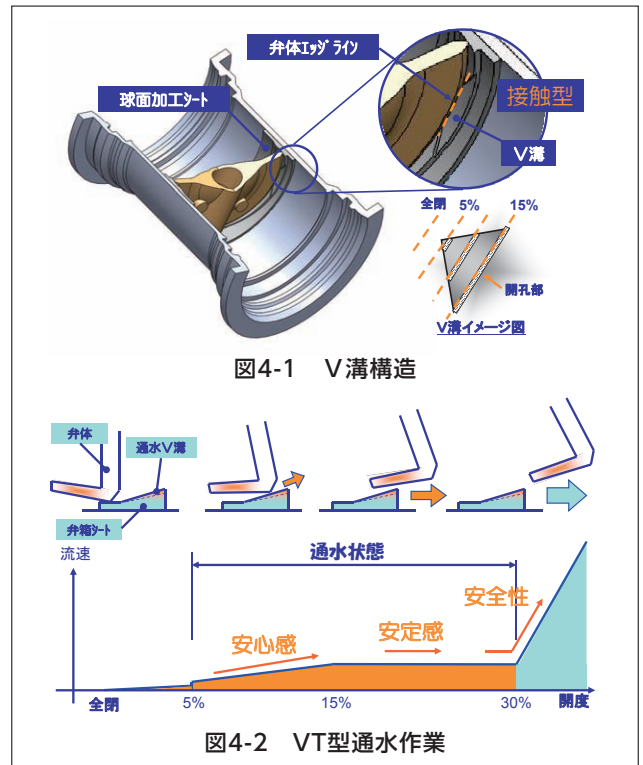


図4-1 V溝構造

図4-2 VT型通水作業

図4 V型通水バタフライ弁のV溝構造

2 V型通水バタフライ弁の特徴

V型通水バタフライ弁の構造的特徴は、球面状の弁箱ゴムシートとその一部に設けたV形の形状をした通水溝にある。パイプラインの通水作業の際に主に使用される弁開度5%～15%では、球面状の弁箱シートと弁体先端が接しているため、通水溝からしか水が流れない構造であるため、一般弁とは異なり微流量を流すことが可能である。また溝をV字型に加工していることで、開度が開くに従って開口面積が徐々に大きくなり通水量が微増していく工夫が施されている(図4)。これによって、従来の弁体ガイド孔付き通水バタフライ弁よりも微流量を制御することが可能となった¹⁾。

3 生産プロセスの向上

V型通水バタフライ弁は前述の特徴があるものの、市場にある既存製品(当社品名ZT型バタフライ弁)と比較した場合、製造プロセスにおいては多くの課題を残してきた。(表1)それぞれの課題に対する取組み結果について報告する。

表1 既存製品とV型との比較

	BT-ZT形 バタフライ弁 (既存品)	BT-VT形 バタフライ弁 (現状)	BT-VT形 バタフライ弁 (改良後)	ZTとの 比較 (改良後)
T (技術)	通水流量を 一定量に 制御	通水流量を細かく制御可能 (顧客ニーズにマッチ)		↗
Q (品質)	金型による ゴム注入	ゴムメーカーにより ゴムを ライニング後に 切削加工	VT用に ゴム金型を開発。 流動解析シミュ レーションにより、 最適設計	→
D (製作時間)	1～2ヶ月	3～4ヶ月	1～2ヶ月 (予定)	→

3.1 製作時間 (Delivery) の短縮

既存製品のZT型バタフライ弁はバルブの止水部である弁箱ゴムシートをゴム成形金型により製作している。これはバタフライ弁の弁箱に二つ割ゴム成形金型をセットし、金型内部に未加硫のゴムを注入し、その後加圧、加熱し、ゴムシートを加硫成形するものである。V型バタフライ弁は図4-1に示す通り、弁箱ゴムシートの形状が一部球面となっており、ZT型のようなゴム成形金型によるゴムシートの成形方法では、金型の脱着ができない。そこで、弁箱ゴムシートは一度、ゴムライニングしてから、球面機械加工を行うツーステップにて製作を行っている。このために1台あたりの生産リードタイムが、通常の水道用バタフライ弁の約1.5倍となっている。そのため、V型バタフライ弁においてもゴム成形金型による製作方法の検討を行った。

まず3次元CADにてバタフライ弁弁箱、球面形状のゴムシート、ゴム成形金型のモデルを作成し、球面形状

のゴムシートを成形した後、金型が脱着できる金型形状を探した。

その結果、割り位置を傾斜させることで、その問題を解決した(図5)。

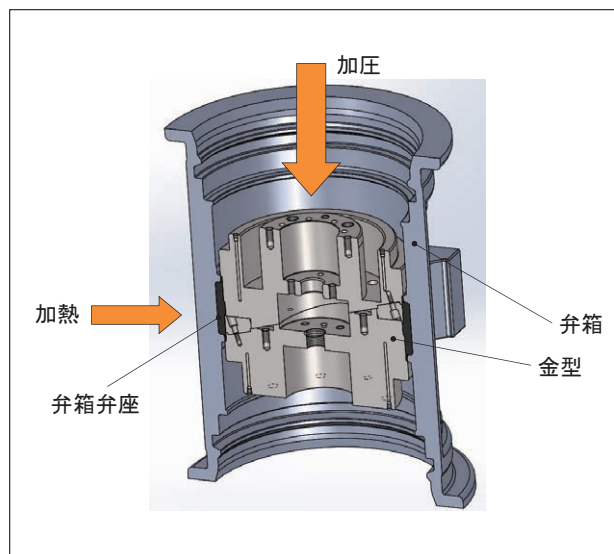


図5 VT型ゴム成形金型

3.2 品質 (Quality) の向上

金型を製作し、実際に注入するとゴムの欠損が発生し、満足する成形結果を得ることができなかった。そこでゴムの流動解析を用いてゴム流入経路の最適化を行った。また、収集したデータを元に未加硫ゴムの量、プレス圧力、加熱時間に変更を加えながら、試験を繰り返すことでゴムの欠損による不適合率の低減を実現した。

4 商品の差別化

4.1 2段変速式操作機 (変速手動切換) の採用

これまで現地での通水作業は熟練作業者の経験と勘により、バルブを操作することで行ってきた。しかし水道事業体においても、熟練作業者が少なくなっている。そのため、現在の通水作業ではキャップ軸回転数と流量との表を基にキャップ軸回転数を厳密に管理し流量をコントロールしている。そのような現状より、通水作業時においてバルブのハンドル回転数は多ければ多いほど、現場での流量の調整作業が容易になる(図6)。そこで構造上、通水作業範囲でのハンドル回転数が少ない通水バタフライ弁の弱点を補完するため、既存の減速機を組み合わせ、通水バタフライ弁に搭載した。これは通水時のみ手動切り替えによって、ハンドル回転数を4倍細かく行うことができる製品である(図7)。しかしながら、この操作機は地中にバルブを設置する際に多く使用されるキャップ式操作軸に対応できないだけでなく、回転数(減速比)の切り替えを作業員が任意の開度で行うため、バルブの全閉から全開までのハンドル回転数が一定でなく、操作時の管理値を明確に決定することができないというデメリットがあった。

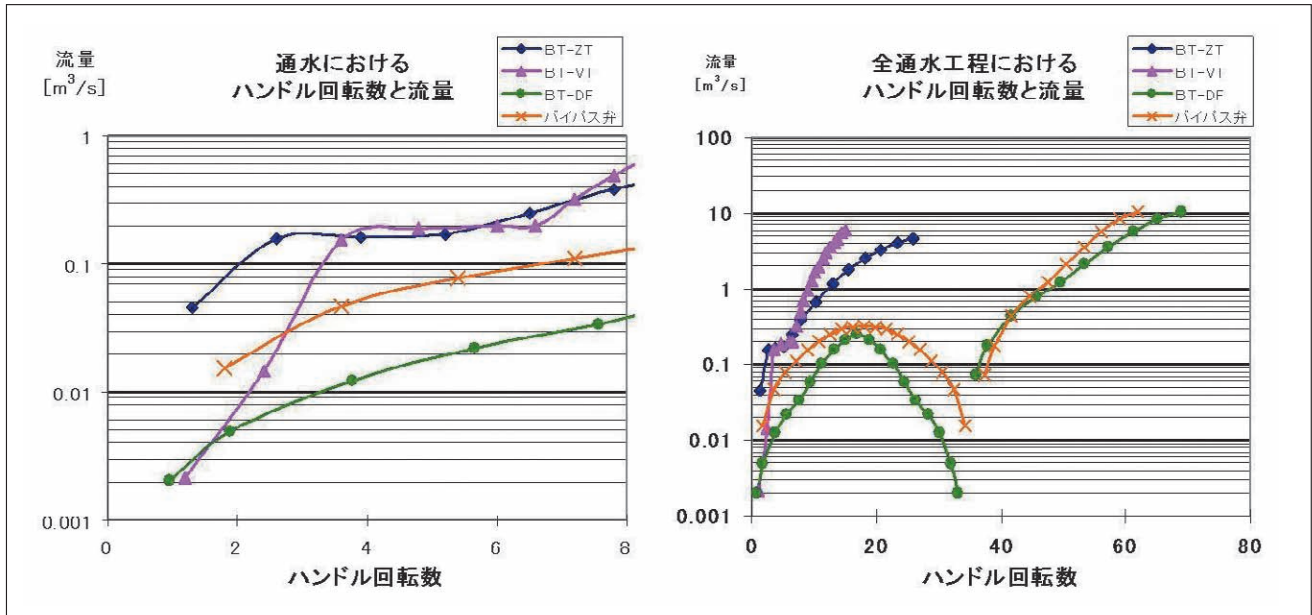


図6 通水作業ハンドル回転数比較



図7 ハンドル式可変操作機 (他社製)



図8 キャップ式可変操作機 (当社製)

4.2 2段変速式操作機 (自動変速) の開発

既存の減速機の課題を解決するため、キャップ式に対応が可能であり、回転数の切替え位置が固定となる新構造の操作機を開発した (図8)。操作機の内部には従来のウォームギアや遊星歯車を使用しない全く新しい構造の減速機となっている。操作機内部にある円筒カム機構によってバタフライ弁が一定の開度に達すれば自動で減速比が無段階で切り替わる。この操作機を用いれば、通水作業をより一層、安全に実施することができると考えている。

5 商品・開発技術価値の追加

生産プロセスの向上、商品の差別化による価値獲得への研究開発と平行し、バルブ本体の性能向上を行った。

5.1 耐久性能の評価試験

水理実験設備において100時間以上、通水状態でバルブを運転しV溝を形成している弁箱ゴムシートに形状、硬度ともに異常な変化がないことを確認した (図9) (表2)。

表2 耐久試験結果

試験項目	試験前	試験後	結果	備考
外観	—	目立った傷および剥離は見られなかった	良	—
V溝寸法	—	V溝の幅、深さを測定し、試験前と変化なかった	良	—
ゴム硬度	H _A =68	H _A =68	良	(基準値) H _A =65±5



図9 耐久試験状況



図10 トップエントリー形バタフライ弁

5.2 耐塩素ゴムの採用

ゴム製シートを使用した代表的なバルブであるソフトシール仕切弁では既に耐塩素ゴムの使用が規格化され各社で採用されている。ゴムの接水面積比が小さいことから各社バタフライ弁において耐塩素ゴムは使用されていないが、今後の耐震管の長寿命傾向に対応すべく、V型での採用するため、耐塩素ゴムでの成形確認試験を行い、成形可能なことを確認している。

5.3 弁座取り替え可能機構への取組み

前項にて耐塩素ゴムでの成形を確認したが、今後、水道用パイプラインのさらなる長寿命化に伴い、バルブ部品の性能向上だけではなく、メンテナンス性の向上にも取り組んでいる。一般的にバタフライ弁の構造上、バルブの止水を行うゴムシートを現地で交換することはできない。そのため、経年劣化したバタフライ弁を交換するには、バタフライ弁を配管から取り外し、新規製作したバタフライ弁を設置すると必要がある。そのため、バタフライ弁を配管から外す工事費用を削減すべく、バルブを配管から外さずに分解整備できるトップエントリー対応型をオプションとして開発した (図10)。

6 おわりに

V溝通水機能を有するV型通水バタフライ弁の生産プロセスを向上させ、更に2段階変速式操作機トップエントリー対応型の開発を行った。今後は、新しい耐震継手に対応した機種や更なる長寿命対応のバタフライ弁の開発に取り組んでいき、現在、事業体が抱えている課題を技術的に解決していきたいと考える。

参考文献：

- 1) クリモト技報 No.63「新型バタフライ弁の開発プロセス」

執筆者：

一二重勝
1999年入社
バルブ設計に従事



橋野慶介
2015年入社
バルブ設計に従事



松原圭佑
2015年入社
バルブ設計に従事



桑原 隆
1989年入社
バルブ設計に従事



真本英光
1997年入社
バルブ設計に従事

