キャビテーション抑制と流量制御性を両立したバタフライ弁の開発

○千野　一広（清水合金製作所）　小川　和彦（大阪産業大学）
掛川　光彦（清水合金製作所）　井上　栄一（滋賀県東北部工業技術センター）
深尾　典久（滋賀県東北部工業技術センター）

1 はじめに

キャビテーションは、バタフライ弁で流量調節操作を行う時、全開から全閉に至る中間開度域で発生し易く、絞り運転時や頻繁な開閉操作によって、騒音の発生や、バルブ・二次側配管の壊食を招く事がある。

近年、キャビテーションを抑制するために様々な弁体形状を持ったバタフライ弁が開発され普及しているが、流量調整用にバタフライ弁を使用する場合は、キャビテーション抑制性能と同時に適切な流量制御性が求められている。

今回、小開度～中間開度におけるキャビテーション抑制性能と精度の高い流量制御性を両立したバタフライ弁を開発し（**写真１**）、評価を行ったので報告する。

2 新型弁の構造と特徴

2.1 新型弁の構造

本新型弁の構造を**図１**に示す。弁体は、偏心形で止水部にリング状のゴム弁座を取り付ける構造とした。このゴム弁座及びゴム弁座が当接する弁箱弁座は、均一な円周面を構成し、低圧から高圧まで良好な止水性能を確保することができる。

弁体を構成する弁本体と弁座押さえは、それぞれ外周部から、中心付近迄延伸された、流れ方向に平行なフィン状の整流板を複数枚設けた形状とした（**図２**）。その外周部は、球面で、1 枚 1 枚の整流板は概ね三角形状とした。

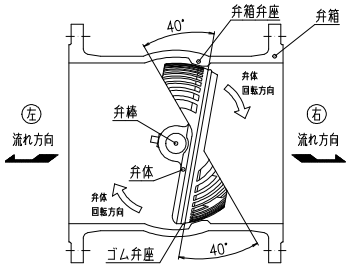

図１　新型弁の構造

写真１ 新型弁の外観

2.2 新型弁の特徴

弁本体、弁座押さえに設けたフィン状の整流板は、流れ方向に平行で、長さを弁体外周から中心付近迄延ばし、隙間を 5～10ｍｍとしたことで、流体の管路２次側の渦の発生を抑制し、気泡同士の干渉を防ぎキャビテーションの成長を抑制する。

整流板の外周は、球面形状とし、弁箱弁座面に対し適切なクリアランスを保ちながら回転する。また、整流板の角度を 40 度としたことで弁閉から 40 度付近までの流路面積を制御し、流量制御性が向上する。

3　評価試験概要

3.1　供試品

①標準弁：JWWA B 138 2 種準拠形 150 バタフライ弁 弁体
②新型弁：フィン状整流板付 2 種 150 バタフライ弁 弁体

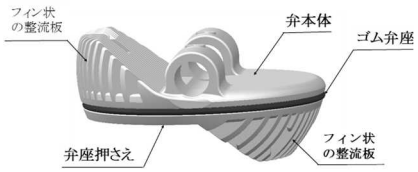

図２　新型弁の弁体部形状

3.2　評価試験項目及び試験方法

（1）Cv 値（容量係数）測定試験

バルブ性能試験装置に供試品を取り付け、通水し、弁開度ごとに、流量、差圧を測定し Cv 値を求める。試験方法は JIS B 2005-2-3 容量係数(Cv 値)の測定に準じて行う。なお、流れ方向は、左右両方向で測定する。

（2）弁固有キャビテーション係数測定試験

バルブ性能試験装置に供試品を取り付け、通水し、小開度～中開度領域で１次圧一定で差圧を変化させ

キャビテーション抑制と流量制御性を両立したバタフライ弁の開発

る。キャビテーション初生点での差圧 ΔH（mAq）、２次圧H2（mAq）を測定し、次式により、弁固有キャビテーション係数 σ_Lを求める。なお、流れ方向は、左右両方向で測定する。

σ_L＝（H2＋10）／ΔH

4 評価試験結果

（1）Cv 値（容量係数）測定試験

縦軸を Cv 値、横軸を弁開度（%）とした流量特性を、**図３**に示す。新型弁において、弁開度の変化量に対する Cv 値の変化量が小開度時は小さく、小開度～中開度にかけて徐々に大きくなる特性が確認できた。また、小開度時の Cv 値が標準弁の 1/4 と小さく、全開時の Cv 値が標準弁とほぼ同等で、制御範囲が広いことが確認できた。また、左右両流れで同等の性能が確認できた。

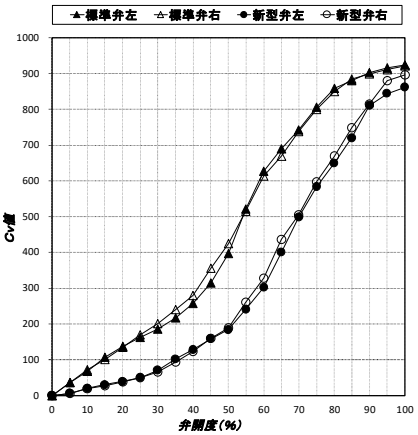

図３　流量特性

(2)弁固有キャビテーション係数測定試験

縦軸を弁固有キャビテーション係数 σ_L、横軸を弁開度（%）として、同 Cv 値を点線で結んだキャビテーション抑制性能を**図４**に示す。弁固有キャビテーション係数 σ_Lが小さいことはキャビテーション抑制性能が高いことを表している。

各弁開度における新型弁の弁固有キャビテーション係数 σ_Lは、標準弁の約 3 割、同一 Cv 値においても約４割に低減され、キャビテーション抑制性能が高いことが確認できた。また、左右両流れで性能が確認できた。

写真２は、弁開度 40%におけるキャビテーション係数 σ_L=1.2 の時の供試品 2 次側の流れを撮影したものである。

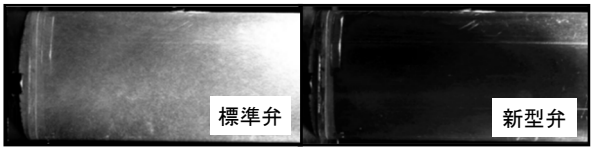

写真２　弁開度 40%　σ_L=1.2　供試品２次側の流れ

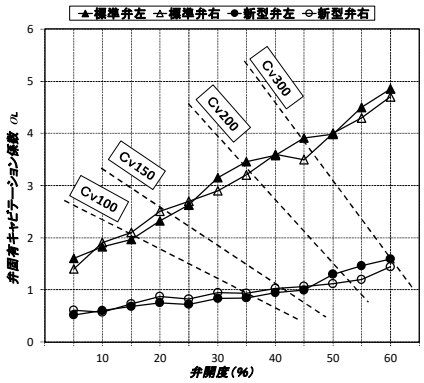

図４　キャビテーション抑制性能

5 おわりに

今回、開発、評価したバタフライ弁は、標準弁と比較して、流量制御範囲が広く、操作量に対して流量の変化量が小さく徐々に変化するので、より精度の高い安定した流量制御が可能となった。また、高いキャビテーション抑制性能と、両流れで同等の性能があるので、水運用の変更等、幅広いニーズに対応することが可能である。

今後は、さらに詳細な性能の確認、データを蓄積し、よりニーズに適した製品が提供できるように努めていきたい。

【参考文献】

1) 小川和彦；フィンによるバタフライ弁のキャビテーション騒音の抑制（弁軸に対して直角方向に設置したフィンの効果）日本設計工学会誌「論文」(2009)

2) 小川和彦、沈　俊；バタフライ弁キャビテーションの気泡の可視化（気泡数と大きさの計測の試み）日本設計工学会誌「論文」(2013)

3) 井上栄一、水谷直弘、間瀬慧、酒井一昭、深尾典久、山下誠児、橋岡由男、川﨑幸一、小谷久人、掛川光彦、千野一広、小川和彦；低キャビテーション高性能流体制御バタフライ弁の実用化研究　平成３０年度業務報告書　滋賀県東北部工業技術センター（2020）

4) 掛川光彦；バタフライ弁の充水操作性の研究　平成 28 年度全国水道研究発表会　講演集