

流体解析によるバルブ キャビテーション低減性能の評価

深尾典久* (滋賀県工業技術総合センター)
掛川光彦 (株式会社清水合金製作所)
酒井一昭 (滋賀県東北部工業技術センター)
小川和彦 (大阪産業大学工学部)

橋岡由男 (株式会社清水合金製作所)
千野一広 (株式会社清水合金製作所)
井上栄一 (滋賀県東北部工業技術センター)

Evaluation of anti-cavitation performance of butterfly valves by computational fluid dynamics

Norihisa FUKAO * (IRCS)
Mitsuhiko KAKEGAWA (SGS)
Kazuaki SAKAI (NE IRCS)
Kazuhiro OGAWA (Osaka Sangyo UNIV.)

Yoshio HASHIOKA (SGS)
Kazuhiro CHINO (SGS)
Eiichi INOUE (NE IRCS)

Key Words : Butterfly valve, Cavitation, CFD, OpenFOAM, interPhaseChangeFoam

1. はじめに

バルブを用いて流量を絞った際に発生するキャビテーションは、騒音や振動の原因となるばかりでなく Erosion(壊食)による破壊の原因となる。そのため我々は、キャビテーションの発生を抑制するバルブ弁体形状の開発を行ってきた。バルブ弁体の開発では、形状の異なる多くの弁体を試作し実流実験を行う必要があり、そのコスト削減が課題となっている。

この問題に対処するため本研究では、流体解析を用いて試作・実験の回数を大幅に削減する新しい評価法を提案するとともに、バタフライバルブを用いた解析結果を示すことで提案する手法の有効性を確認する。

2. 評価方法および解析結果

本解析では、上流圧 P1 を固定し下流圧 P2 を変化させながら Openfoam を用いて解析を行い、キャビテーション低減性能の評価を行う。主な解析条件を Table 1、バルブ開度 20° における解析結果を Fig.1 に示す。図中の雲状領域はキャビテーションである。

Table 1 Analysis conditions

| | |
|------------------|----------------------|
| CFD | OpenFOAM 2.3.1 |
| Solver | interPhaseChangeFoam |
| Turbulence Model | RASModel kEpsilon |



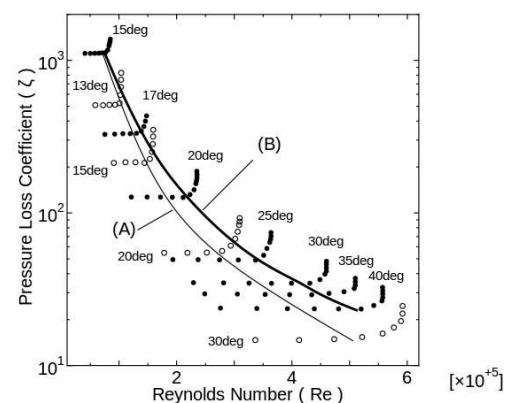
Fig.1 View of the Analysis Results with Cavitation

ここでの目的は、(A)標準型および(B)キャビテーション低減型 2 種類のバルブについてのキャビテーション低減性能を評価することである。形状が異なると同一開度であってもその損失は異なるため、比較を行う場合にはその損失を考慮する必要がある。そこで我々は、レイノルズ数 Re と損失係数 ζ を各軸にとる特性線図において初生キャビテーション点をプロットすることでキャビテーション低減性能を比較する手法を考案した。一般に

レイノルズ数および損失係数が大きくなるほどキャビテーションが起こりやすくなるため、特性線図において初生キャビテーション点が右上側(レイノルズ数、損失係数が大きい領域)になるほど低減性能が高いといえる。

一方、キャビテーションの生じない乱流域において損失係数は、バルブ開度が変わらなければ一定の値となるが、キャビテーションが発生するとその気泡により流れが阻害されるため損失係数は増加する。したがって、一定のバルブ開度において差圧を変化させながら解析し特性線図にプロットすると、損失係数が増加し始める点がキャビテーションの発生点と推定できる。本研究では、この点を初生キャビテーション点とする。

以上の手法を用いて(A)、(B)2 種類のバルブについて解析を行った結果を Fig.2 の特性線図に示す。本図ではまずバルブ開度毎に下流圧を変化させて解析を行い、各々の開度で損失係数が増加し始める点を初生キャビテーション点とした。そのうえで、初生キャビテーション点を曲線で結んだ。この結果から、(B)キャビテーション低減型バルブの方が(A)標準型より初生キャビテーション曲線が右上に位置しており、キャビテーション低減性能が優れるとの結果を得た。

Fig.2 Re - ζ Characteristic Diagram

3. おわりに

提案した手法を用いてバタフライバルブのキャビテーション低減性能を評価した。この手法により、実験を行うことなく、開発する弁体形状のキャビテーション低減性能を評価することが可能になると期待できる。今後は、メッシュサイズや解析条件の影響について確認するとともに、解析時間の短縮について検討を行う予定である。