

玉形弁の弁体脱落事故原因の調査

大阪支所

＊伊飼 通明

(株) 栗本鐵工所 鉄管事業部 畑中 哲夫

群馬大学工学部

天田 重庚

1. まえがき

弁の中でも玉形弁は流体制御性能が高く、また閉止性能も高い。玉形弁は、この閉止性能を高めるために図1に示すように弁体を固定せず、回転自由とし、弁体と弁座が密着する構造となっている。このために配管系に組み込まれた玉形弁の場合、弁体が回転して弁棒との摩擦から弁体支持部が摩耗して弁棒から弁体が脱落して、使用不能となるケースが度々報告されている⁽¹⁾。このように配管系内の玉形弁の設置位置によっては、弁体脱落事故の原因になる場合があり、玉形弁使用時の安全性が確保されていない。従って、玉形弁の安全性を確保するために弁体脱落事故の原因を明らかにしておく必要がある。

2. 弁体回転確認実験

玉形弁の使用時は、これまでは常時弁体が回転し、長時間の使用で摩耗により弁体脱落事故が発生すると考えられていた。そこで、この事故原因の解明のために使用時に弁体が常時回転しているか否かの確認の実験を行った。実験に用いた弁は、船用玉形弁の5K80A型で図2に示すように弁体の回転を観測できるように弁箱の両側に観測窓が設けてある。

実験は、呼び径80A、1次側4m、2次側2mの直管の配管系に設けられた玉形弁について弁体開度を



図2 観測窓付き船用玉形弁

全開とし、流速を0から4.85m/sの範囲で弁体が回転するかの確認実験を行った。その結果、流速4.85m/sまで弁体の回転は観測されなかった。また、強制的に弁体を回転させるべく弁体にゴム材のフィンを付けた場合や弁の入り口に1/2(対称性の1/2)のふたを設けた場合でも弁体の回転は観測されなかった。これらのことから玉形弁内での流れの偏りがあっても一定以上の流速にならないと常時弁体は回転しないものと考えられる。

そこで、実験装置の使用限界があることから、弁体脱落事故があった配管系の調査から玉形弁の1次側にエルボが設けられており、エルボが原因の一つと考えられることが解った。このことから玉形弁を含んだ配管系の流体解析を行い、玉形弁の1次側にあるエルボ等によって流れが弁体に及ぼす影響を調べた。

3. 配管系の数値流体解析

弁体が回転する原因は、弁体近辺での流れが管軸に対して左右の流速分布が不均一(流れの偏り)であることが考えられる。そこで、定性的に玉形弁内での流れの偏りを求めるべく図3に示すような玉形弁とエルボを含んだ配管系について流体解析を行った。

3. 1 解析モデルと解析条件

解析対象の玉形弁は実験に用いた弁と同じ5K80

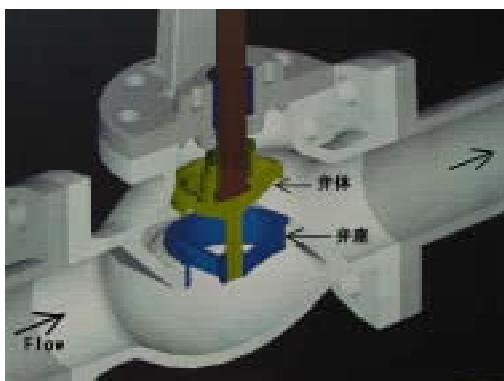


図1 玉形弁の構造

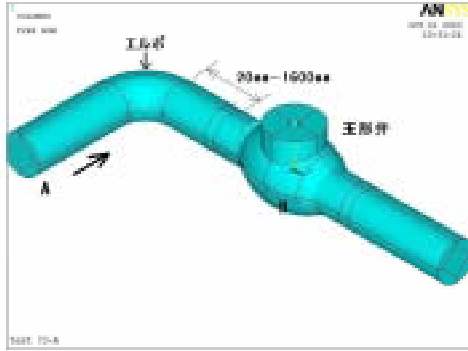


図3 配管系モデル

A型の船用弁である。配管系はすべて80A(呼び径)としている。玉形弁とエルボの間の長さを20mm、200mm、600mm、1600mmの4種類について解析を行った。流入境界は管軸方向流速成分を5m/sとし、他の流速成分は0m/sと定義している。流出境界の圧力を0Paと定義している。

3. 2 解析結果

図4は玉形弁の2次側の要素を取り除いて弁体と弁座の部分を示す。矢印が弁体と弁座間での2次側に流れる流速ベクトルを表し、この部分から2次側に流れていく。流れの偏りを定性的に調べるために図5に示す状態で弁体に作用する力を求めた。式(1)の中から流速以外を無視して流速ベクトルに弁体軸芯からの長さを加算したモーメン

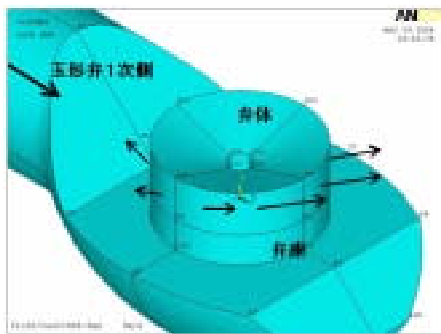


図4 弁体と弁座間の流速ベクトル

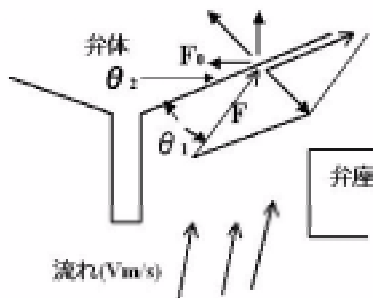


図5 弁体付近の流れ状態

$$F_0 = \frac{\gamma}{g} Q v \cos\left(\frac{\pi - \theta_1}{2}\right) \times \cos\left(\frac{\pi - \theta_1 - 2\theta_2}{2}\right) \quad (1)$$

F_0 : 弁体に作用する力 v : 流速
 θ : 弁体との角度 γ : 流体比重量
 Q : 流量

トとしての値を合計し、各玉形弁とエルボの間の長さで比較を行った。流速分布の平均的な値である6m/sから10m/sの間でのデータの20%の値を用いて計算を行った。その結果を図6に示す。縦軸が流れの偏りの割合を示している。0は均一流れを示す。図7は、図6の平均値を取ったものである。図7の結果から、定性的に玉形弁とエルボ間の長さが短いほど玉形弁内に流れの偏りが発生し易いことが解る。

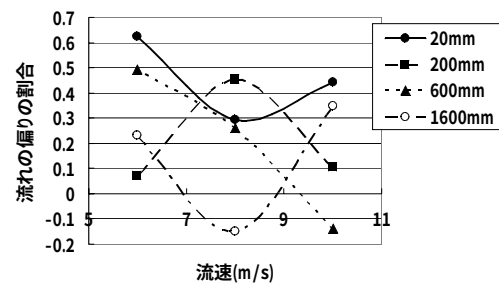


図6 流速と流れの偏りの関係

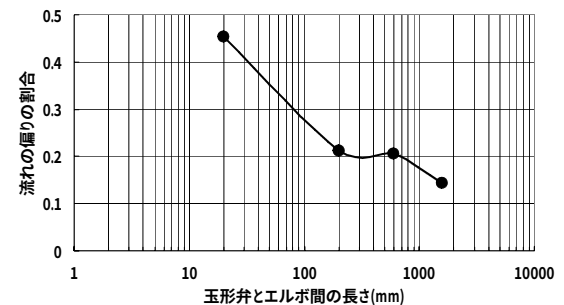


図7 玉形弁とエルボ間長さと流れの偏りの関係

4. あとがき

実験では、弁体の回転を確認できなかったが、解析結果より流れの偏りが確認でき、実際に事故が発生していることから、今後、実験による検証を行う必要があると考える。

参考文献

- (1) 前田持、「配管設計とバルブのトラブル対策②」、配管技術11月号、(1998)、pp.50-56