

電気制御の不要な減圧機能付き緊急遮断弁について

○後藤 了(ベルテクノ) 上平 健次(ベルテクノ)

1. はじめに

地震の多い我が国では、緊急時の生活用水確保のため、配水池の流出管に緊急遮断弁を設置することが一般的である。また、誤作動防止のため、同弁作動の制御方法として、『地震&過流量』が殆どである。

同遮断弁システムは図 1 に示すように複雑な構成で、確実な作動を確保するため、高額な弁体とバックアップのためのバッテリー設置、また、定期的点検が不可欠である。

これらの問題を解決するため、弊社では電気制御が不要な減圧機能付き緊急遮断弁を開発した。

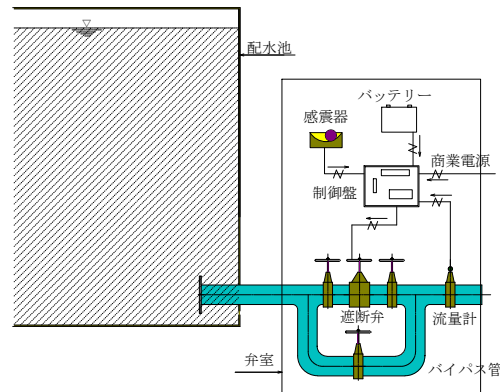


図 1 従来の緊急遮断弁のシステム概要

2. 減圧機能付き緊急遮断弁の概要

図 2 に示すように、同弁は主に流入口に設置するバタフライ式フロート弁、流出口上方に設置する回転式中空ゲート、及びそれらを格納する容器から構成する。同弁の使用方法として、図 3 に示すように高低差のある配水池と給水区域の間の管路途中に設置する。

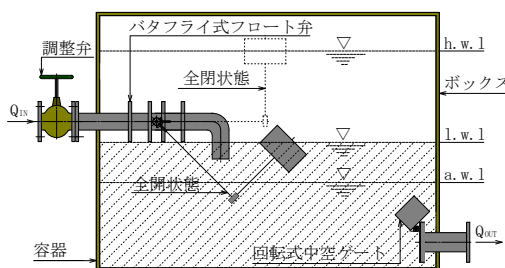


図 2 減圧機能付き緊急遮断弁の構成

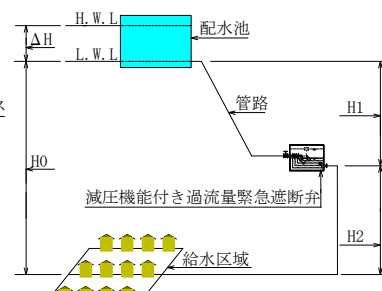


図 3 減圧機能付き緊急遮断弁の設置状況

同弁では、給水区域への配水量、すなわち同弁の流出量 Q_{OUT} が住民の生活パターンに関して時間帯によって変化するがその最大流出量 $MAX Q_{OUT}$ が最大時間配水量となる。地震等の緊急時、配水池の貯水を確保するために遮断弁を作動させる閾値、過流量 $A Q_{OUT}$ が一般に式 (1) に示すように最大流出量 $MAX Q_{OUT}$ の倍数 α で表示する。

$$A Q_{OUT} = \alpha \times MAX Q_{OUT} \quad (1)$$

一方、同弁では、配水池からの流入量 Q_{IN} がバタフライ式フロート弁の開度に制御され、その最大流入量 $MAX Q_{IN}$ が調整弁に制御される。図 3 から分かるように、この最大流入量 $MAX Q_{IN}$ が配水池の水位にも影響される。同弁

を過流量遮断弁として機能させるには、低水位時の最大流入量 $_{MAX}Q_{INL}$ が最大流出量 $_{MAX}Q_{OUT}$ より大きく、高水位時の最大流入量 $_{MAX}Q_{INH}$ が過流量 $_{A}Q_{OUT}$ より小さくなるように調整弁を調整しておく必要がある。すなわち、管路圧損を無視すれば、式 (2)、式 (3) が成立する。

$$_{MAX}Q_{INL} = A_{IN}\sqrt{2gH_1} \geq _{MAX}Q_{OUT} \quad (2)$$

$$_{MAX}Q_{INH} = A_{IN}\sqrt{2g(H_1 + \Delta H)} \leq _{A}Q_{OUT} \quad (3)$$

ここで、 A_{IN} は流入側の管断面積、 g は重量加速度である。

同弁では、実際の流入量 Q_{IN} と実際の流出量 Q_{OUT} の大小関係によって異なる動きを呈し、これによって、減圧と過流量緊急遮断との二つの機能を同時に実現する。以下では、これらの機能について説明する。

同弁は通常時減圧機能を果たす。容器の流入・流出量の関係は、式 (2) に示すように最大流入量 $_{MAX}Q_{IN}$ が最大流出量 $_{MAX}Q_{OUT}$ より大きく、容器内の水面が低水位 $l.w.l$ 以下にならず、 $h.w.l$ と $l.w.l$ の間を変動する。つまり、容器内に常に自由水面がとなり、図3に示すように、給水区域の負荷水頭が H_0 から H_2 に低減される。この場合、回転式中空ゲートは常に水没状態で、浮力を受け上方に保持され、流出に影響を与えない。

同弁は流出管破損時過流量緊急遮断機能を果たす。 Q_{OUT} は、過流量 $_{A}Q_{OUT}$ に達成すれば、容器内水面は、一時的に降下し、警戒水位 $a.w.l$ 以下になる。このとき、回転式中空ゲートは浮力をなくし、流出口を塞いで流出を止める。その後、流入は続くため、 $h.w.l$ になるまで上昇する。バタフライ式フロート弁が全閉状態となることで、配水池は水の流出をせず、貯水を確保することができる。

また、配水池と給水区域の高低差が小さい場合、減圧を必要としないので、同弁を配水池の近傍に過流量緊急遮断弁だけとして設置することも可能である。この場合、式 (2)、式 (3) を満足させるため、 H_1 の最小値が存在する。式 (1)、式 (2)、式 (3) を連立して解くと、式 (4) を得られる。

$$H_1 \geq \Delta H / (\alpha^2 - 1) \quad (4)$$

式 (4) によれば、 H_1 の最小値は、過流量 $_{A}Q_{OUT}$ と時間最大配水量 $_{MAX}Q_{OUT}$ の比 α 、配水池の高水位と低水位の差 ΔH に影響し、 $\alpha = 2$ 、 $\Delta H = 6m$ とすると、 $H_1 \geq 2m$ が必要である。すなわち、過流量 $_{A}Q_{OUT}$ が時間最大配水量 $_{MAX}Q_{OUT}$ の2倍、配水池の有効水深が6mの場合、同弁を配水池の低水位より、2m以上の低い位置に設置すれば、過流量緊急遮断弁としての正常作動が確保される。

3. まとめ

実験確認及び理論検討を通じて、新たに開発した減圧機能付き過流量緊急遮断弁について、以下のことが明らかになった。

- (1) 同弁は、常時、下流側の管路設備への負荷水頭を低減させると同時に、緊急時、配管破損による過流量が発生した場合、上流側の配水池の貯水を確保できる。
- (2) 同弁は上記の作動が浮力によるので、電気制御が不要である。