

空気弁内蔵形地下式消火栓の開発

Development of Air Valve Built-in Type Underground Fire Hydrant

桑原 隆* 笠波幸夫**

Takashi Kuwahara, Yukio Kasanami

軽量、コンパクト、低価格を目標に浅層埋設形地下式消火栓に空気弁を内蔵した多機能バルブを開発した。消火栓の弁体内に組み込める空気弁の開発により、既存の消火栓の外形寸法を大きくすることなく空気弁の機能を付加できた。性能確認のため各種試験を実施したが、消火栓と空気弁の両機能について良い結果を得ることができた。

This development was to add the function of the Air Vent Valve to Underground Fire Hydrant. And the other mark was to make this Multifunctional Valve lightweight, compact and cheap. To realize this mark, we developed Built-in type Air Vent Valve for our standard Underground Fire Hydrant. The Multifunctional Valve is the same size as our standard Underground Fire Hydrant. And we got the good records of performance test.

1. はじめに

近年の公共事業費縮減や顧客の経費節減により、バルブについても配管の浅層埋設や低価格志向に対応するため、軽量化、コンパクト化、低価格化が急務となっている。それらを達成する一つの手段としてバルブの多機能化があるが、今回は図1のように消火栓と空気弁の設置が必要とされる場所に、従来、おのおの1台ずつ設置する必要があったところを、本弁1台で、必要とされる両方の機能を提供し顧客の経費節減に寄与するものである。

2. 空気弁内蔵形地下式消火栓の構造

本弁の開発にあたっては、すべてを新設計とせず、できるだけ既存製品(主として消火栓)の部品を使用するものとした。新しい機能を付加するための部品のみ新設計することで製品コストの低減、開発期間の短縮などの有利な点があり、“バルブの多機能化”と“軽量、コンパクト、低価格”達成という開発目標においては最適な手段と考えたことによる。図2に既存製品の浅層埋設形地下式消火栓と空気弁内蔵形地下式消火栓の構造を示す。図のように既存消火栓の弁体に設けた小さな空間に空気弁を組み込んだもので、本製品の開発は小さな空間に空気弁の機能をいかにして組み込むかが成功の鍵であった。

図3は消火栓内蔵用空気弁の構造と作動を示す模式図である。非常に小さな空気弁であるため、構造は少しでも多量の排気出来るように、急速空気弁と同じく小空気孔と大空気孔を備える。急速排気時は、主弁体、副弁体とも自重により空気弁室内下部にあり、小空気孔、大空気孔とも全開になっていて多量排気を行う。配管内が充水状態から流体内に混入した空気が空気弁室に溜まると、主弁体が自重により降下して小空気孔が開き、圧力下での排気を行う。空気弁室内の空気が排出されると、空気弁室内の水位上昇とともに弁体が浮力により上昇し

て空気孔を塞ぎ、流体の外部流出を防止する。

3. 性能試験

試験の目的は、空気弁として十分な機能を有するか、空気弁を組み込むことで大きくなった消火栓の弁体が消火栓としての機能に影響を与えないかを確認することである。また、製品化を考慮し総合的な性能も確認するものとし、JWWAおよびJIS規格の消火栓と空気弁に関する試験を行うこととした。

3.1 試験項目

1) 耐圧試験(JWWA B 103水道用地下式消火栓)

消火栓の耐水圧性能試験でバルブを開いた状態で1.75MPaの水圧を加え、各部に漏れや変形などの異常が発生しないことを確認する。

2) 弁座漏れ試験(JWWA B 103水道用地下式消火栓)

消火栓を規定トルクで全閉とし、上流側より1.30MPaの水圧を加え弁座より漏れないことを確認する。本試験の規格は水道用消火栓の規格であるが本弁の構造上、空気弁の弁座漏れ試験も一緒に確認することになる。

3) 強度試験(JWWA B 103水道用地下式消火栓)

消火栓の操作力に対する強度を間接的に試験するもので、消火栓を全閉とし、上流側に水圧0.75MPaを加えた状態で、操作軸に規定強度試験トルク159N・mでさらに閉側へ締めつける。その後水圧を下げ、試験前と後の全開から全閉の操作軸回転数を比較し、規定値回転数の変化+0.5回転以内であることを確認する。

4) 開閉回転数測定試験(JWWA B 103水道用地下式消火栓)

消火栓の精度を間接的に試験するもので、操作軸回転数を全開から開方向に、最大機能試験トルク規定値53N・mを加えた位置より、全閉から閉方向に同トルクをかけた位置までの操作軸回転数を測定し、規定値の4～5回転であることを確認する。

* バルブ事業部 設計部

** バルブ事業部 開発部

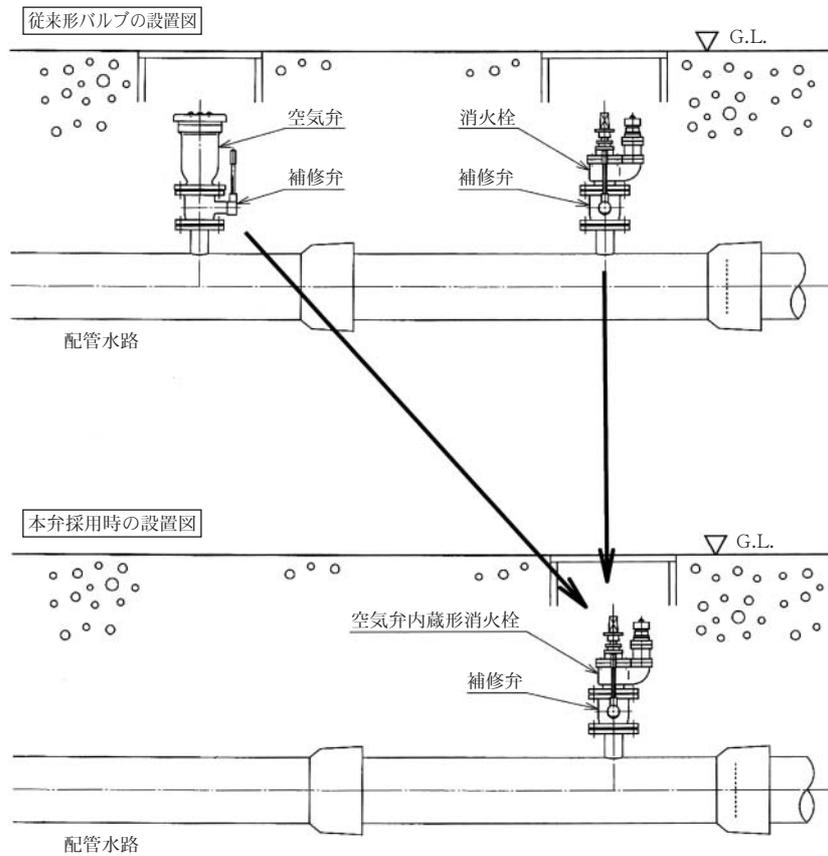


図1 空気弁内蔵形地下式消火栓の設置例
Fig. 1 Example of installation of Air Valve Built-in type Underground Fire Hydrant

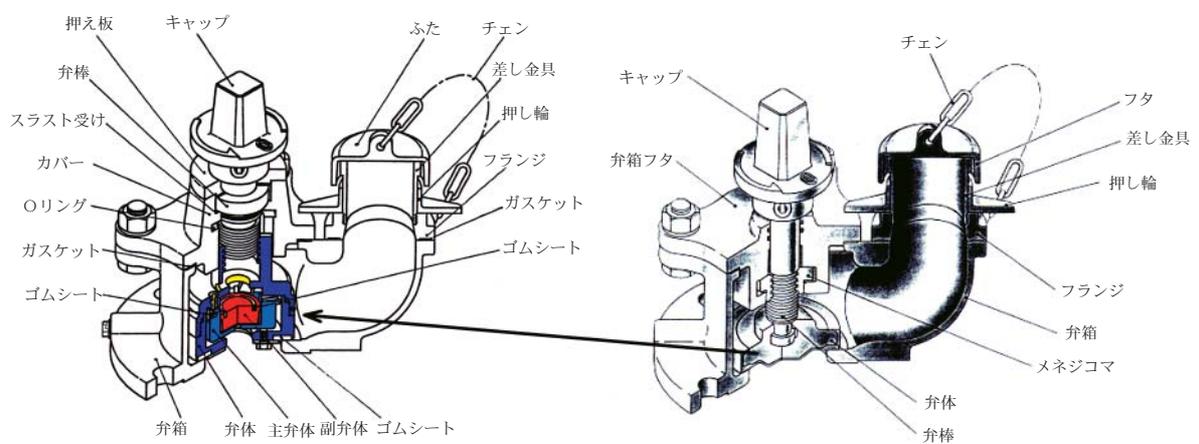


図2 空気弁内蔵形地下式消火栓と浅層埋設形地下式消火栓の構造
Fig. 2 Structure of Air Valve Built-in type Underground Fire Hydrant and Underground Fire Hydrant

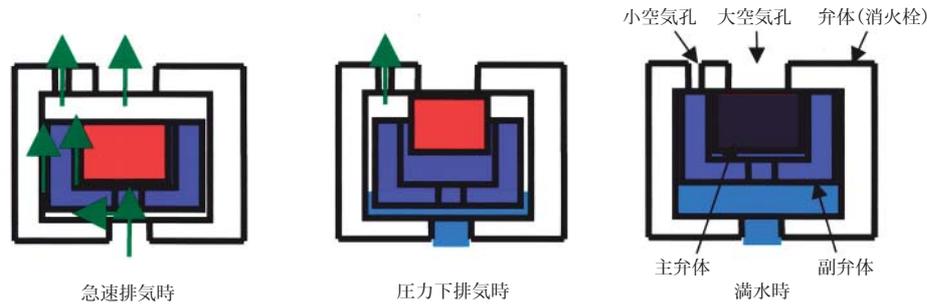


図3 地下式消火栓内蔵用空気弁の構造と作動
Fig. 3 Structure and movement of Air Valve Built-in for Underground Fire Hydrant

5) 压力下排気試験(JIS B 2063水道用空気弁)

空気弁として最も重要な機能を試験するもので、上流側に0.75MPaの水圧を加えた状態で圧縮空気を注入し、その空気が確実にバルブより排出されるか確認する。

6) 排気量測定試験(JIS B 2063水道用空気弁)

空気弁の多量排気性能を確認するもので、バルブ上流に設定した空気圧を加え、その時のバルブの排気量を測定する。

7) 消火栓の放水量測定(既存消火栓との放水量比較試験)

消火栓の弁体に空気弁を組み込んだことで大きくなった消火栓の弁体が、放水流量に影響するかを既存消火栓と同じ方法で放水流量を測定し比較するもの。

3.2 試験装置

試験装置については、本性能試験の主目的である空気弁の機能確認と消火栓の放水性能確認を抜粋し紹介する。

1) 压力下排気試験(図4)

JIS B 2063の压力下排気試験要領により実施したもので、試験用配管に試験弁を設置して充水し、完全にエア抜きを行った後ポンプにより配管内圧力を0.75MPaまで上げ圧縮空気を注入。試験弁が排気することを確認する。

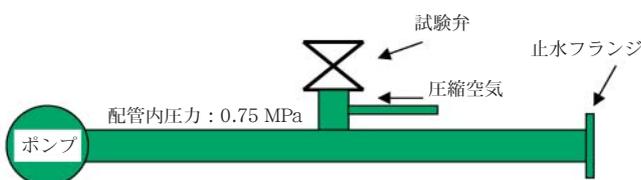


図4 压力下排気試験装置
Fig. 4 Installation for ventilation test under pressure

2) 排気量測定試験

JIS B 2063の排気量測定試験要領により実施したもので、図5のように試験用配管に送風機(ブロウ)、風量調整用の吐出弁と逃がし弁、排気量測定用のオリフィスと液柱計、および、弁差圧測定用の液柱計を設置し、各設定弁差圧での排気量を測定する。

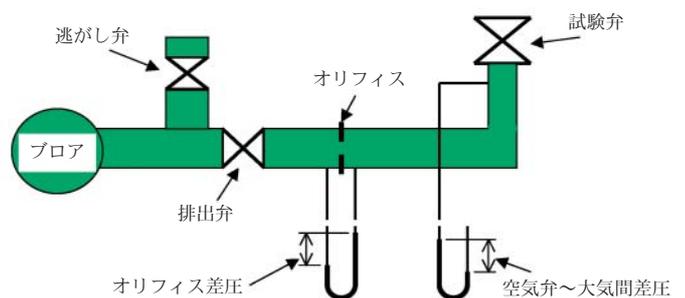


図5 排気量測定試験装置
Fig. 5 Installation for measurement of air discharge

3) 放水量測定試験(図6)

消防ノズルを取り付けた5mの消防ホースを試験弁に接続し、各ポンプ圧力設定値での放水量を測定して既存消火栓と比較する。

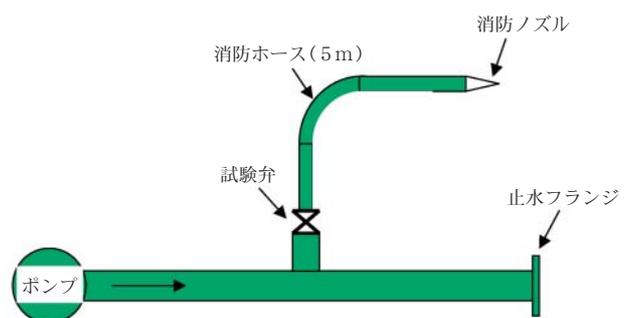


図6 放水量測定試験装置
Fig. 6 Installation for measurement of water discharge

表1 試験結果
Table 1 Result of test

試験項目	合格条件	試験結果
耐圧試験	耐圧試験圧力1.75MPaを加え異常がないこと	異常なし
弁座漏れ試験	漏れ試験圧力1.30MPaを加え消火栓および空気弁の弁座より漏れないこと	消火栓、空気弁共の弁座よりの漏れなし
強度試験	試験後の全開から全閉までの回転数変化が+0.5回転以内であること	試験後の全開から全閉までの回転数変化なし
開閉回転数測定試験	回転数が規定回転数4～5回転であること	規定回転数範囲内であることを確認
圧力下排気試験	試験配管内水圧0.75MPaで排気すること	排気を確認

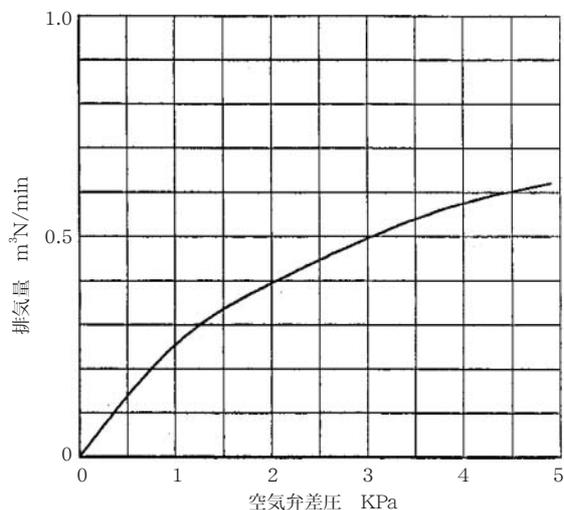


図7 排気量測定試験結果

Fig. 7 Result of measurement of air discharge

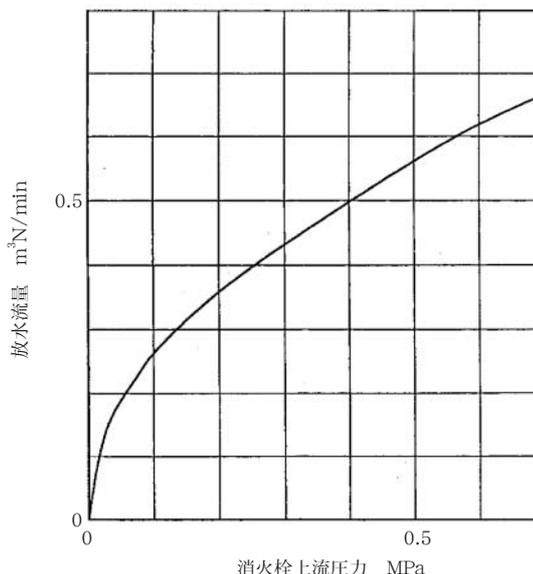


図8 放水流量測定試験結果

Fig. 8 Result of measurement of water discharge

3.3 試験結果

各試験結果を表1に示す。表に示されるように試験において合格となり、JWWAおよびJIS規格に定める製品としての品質を有することが確認できた。

つぎに、排気量測定試験結果と放水流量測定試験結果を図7および図8に示す。

排気量測定試験結果ではJIS B 2063で規定された最小口径φ25の排気量の約48%となっており、口径換算すると口径約φ17相当の排気量となる。ただし、本弁は消火栓という性格上、常時圧力配管に設置される。よって、急速排気および吸気の機会がほとんどないため実用上この影響は現れない。

放水流量測定試験により得られた結果を既存消火栓と比較したが、ほとんど放水流量に差が見られず、空気弁を組み込みで大きくなった消火栓の弁体は、放水性能に影響しないことが判明した。これは、弁体が大きくなった部分が元来水の通過経路でなかったことが理由と考え

る。結果として消火栓の放水性能を落とすことなく空気弁の機能を満足する結果となった。

4. 空気弁の圧力下排気について

さきの試験結果において良好な結果を示したがあくまでも最終結果であり、それまでの過程においては空気弁がなかなか圧力下排気しないという問題があった。

ここで、空気弁の圧力下排気の条件を以下に示す。図9において主弁体は、空気弁室内の水位が下がった場合、自重で降下しようとするが、内圧Pにより小空気孔の面積に応じた力fで吸い寄せられる。よって、圧力下排気条件は、

$$f = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot P \tag{1}$$

$$(K + L) \cdot W > K \cdot f \tag{2}$$

ここでW：主弁体質量、d：小空気孔径

となり、主弁体の質量と重心位置、小空気孔の径と回転支点位置により圧力降下の可否が決定する。しかし、実際は、空気弁室が狭く各条件設定に関し制約があることと、主弁体と主弁体ガイドとの接触などで主弁体の動きに抵抗が発生したことで、計算通りに作動せず試作と圧力下排気試験を繰り返しながらの形状・寸法の決定となった。

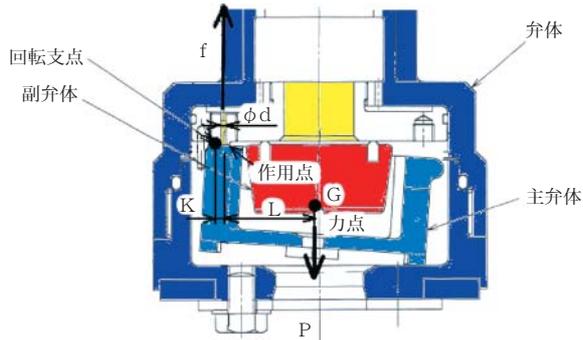


図9 圧力下排気の状態

Fig. 9 Condition of ventilation under water pressure

5. おわりに

当初の開発目標である軽量、コンパクト、低価格を達成するとともに、既存消火栓の性能を低下させることなく空気弁の機能を付加することができた。

執筆者

桑原 隆

Takashi Kuwahara

平成元年入社

バルブ設計に従事



笠波幸夫

Yukio Kasanami

昭和42年入社

バルブ設計を経て現在

バルブの開発に従事



図10 圧力下排気試験風景

Fig. 10 View of under pressure ventilation test