

需要が増大し、次第にバルブ工場も増加するに至った。そして第1次世界大戦以後、日本の各種産業は急速に発展し、バルブ工業もこれに伴って技術と需要の両面において大きな成長をとげるに至った。即ち、それまでは青銅と鋳鉄の一般的なバルブを生産するにすぎなかったのであるが、大正から昭和の初めにかけて減圧弁、安全弁、トラップ等の高度な技術を必要とするものが国産化され、さらに鋳鋼や鍛造の高圧用も次第に多く生産されるようになっていった。

こうして第1次世界大戦以後順調な発展をとげたバルブ工業は、太平洋戦争で甚大な被害を受け、容易に立ち直ることが出来ないであろう見られたのである。ところが、戦後間もなく進駐軍施設の大きな需要によって急速に立ち直り、再び今日の隆盛を見ることが出来たのは、バルブが建設復興資材であることによるもので、真に幸いであったというべきである。ここで一考を要することは、太平洋戦争がバルブ工業に与えた影響である。もちろん工場設備に大きな被害を受けたことによる損失は甚大なものであったが、軍需によって技術振興の基礎が築かれたことも見逃すことの出来ないことであろう。戦後はさらに産業が高度化し、バルブにも新しい技術と性能が要求され、その要求に応じて製品が開発された。

II章 水道用バルブの歴史

ここからは、コックや栓のことではなく、水道用バルブの歴史的な話について進めていきたい。その前にバルブと栓について区別し難いので少し説明させていただく。

バルブは、配管の途中に取り付けられて液体を止めたり、流したり制御するものであるが、給水栓は、水道の蛇口とも言われるように、給水管や給湯管の末端に取り付けて流水の開閉を行う。このため、給水栓も広い意味でバルブに入るが、通常は配管の途中に取り付けるバルブとは区別して取り扱われ、通商産業省の統計上も区別して取り扱っている。と言う事で気が変わらなければ、水道用配管に取り付けるバルブに絞って行きたい。

II. 1 水道用仕切弁の変遷

現在、水道用の仕切弁として、

- II. 1. 1) 金属弁座を用いた仕切弁 —
 - ・ 水道用仕切弁 (JIS 2062)
 - ・ 水道用ダクタイル鋳鉄仕切弁 (JWWA B 122)
 - ・ 水道用歯車付仕切弁 (JWWA B 131)

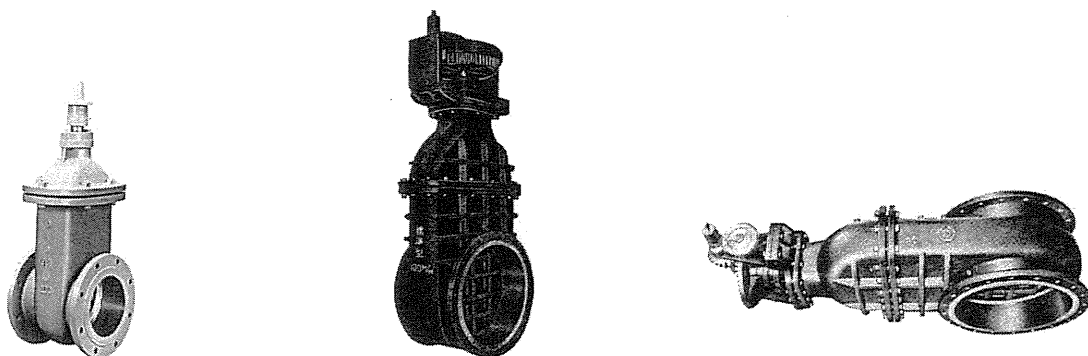
- II. 1. 2) 水道用ソフトシール仕切弁 (JWWA B 120)

の規格があり、主にこれら規格の仕切弁が使用されている。

II. 1. 1) 金属弁座を用いた仕切弁

水道での仕切弁の歴史は古く、前回の稿でも少しふれたが、明治20年(1887年)に横浜市に初めて近代水道を創設したとき、英国から輸入した制水弁(現在の水道用仕切弁)が日本における最初の水道用バルブである。しかし、国産の制水弁が採用され始めたのは、明治33年(1900年)の大阪市水道第一回拡張時期頃からで、それ以前は全て英国製や米国製であった。当時国産品が使われず輸入品が大半を占めていた要因は、国営民営を問わず新しい工業が外人技術者にその設置、運転、製造にも依存せねばならなかったためである。明治40年(1970年)代になると我が国におけるバルブ製造技術も向上し、量産体制も確立してきたために、輸入バルブは姿を消していった。ただし、明治、大正時代は規格もなく、統一された制水弁ではなかったため、どのようなものであったかを掴むのは難

しいが、残っている昔の図面や掘り起こされた制水弁においては、構造的に現在の仕切弁と同じで、また形状的にも、大差のないものであった。この当時から昭和30年（1955年）頃までは、水道用に用いられたバルブはほとんどこの制水弁である。この間に制水弁は、昭和6年（1931年）10月第28回上水協議会（水道協会の前身）において、「制水弁、排気弁規格」が制定された。



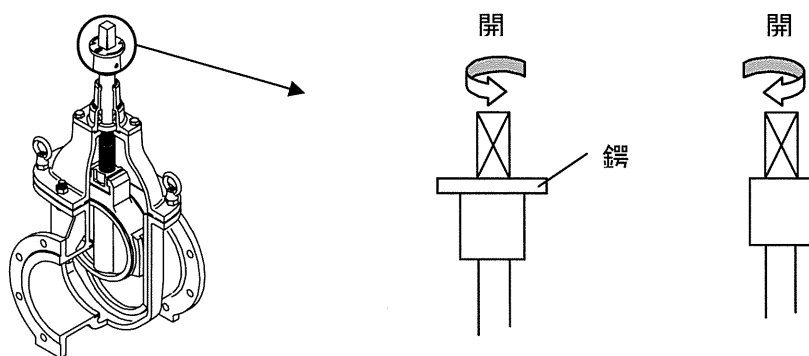
呼び径 50～500

呼び径 600～1200（立形）

呼び径 400～1500（横形）

【写真3 水道用仕切弁】

この制水弁規格がその後、日本標準規格（JIS）となり、さらに昭和27年（1952年）に JIS B 2062（水道用制水弁）として日本工業規格が制定されて、その時にバルブの開閉方向がそれまで右回り開であったものと判別するために、左回りで開く方式のキャップは鏝を設けることになった。そして、昭和42年（1967年）には、名称が水道用制水弁から水道用仕切弁に変更され現在まで続いている。話は少し横道にそれる。第28回上水協議会で制定された初めての制水弁規格書を見ると、漢字とカタカナだけで書かれていて表現もさすがに戦前と思わせる文章である。この規格書で制水弁の規格番号は定められていないが、バルブの寸法や使用材料だけにとどまらず、使用材料の試験方法等も細かく記述されていて予想よりも豊富なものであった。しかし、バルブの開閉方向の規定に対しては引っ掛かりを覚える。原文をそのまま記すと、『第十七条 弁ハ特ニ指定ナキ限り把手ノ右廻リニ依リテ開キ左廻リニ依リテ閉ツルモノトス』。歴史に“もしも”は禁物であるが、“特ニ指定ナキ限り”の記述がなかったならば、国内の水道バルブの開閉方向は、右回り開の一種類だけだったかもしれない。災害時などを考慮すると残念である。



【図7 キャップ形状による開閉方向の表示】

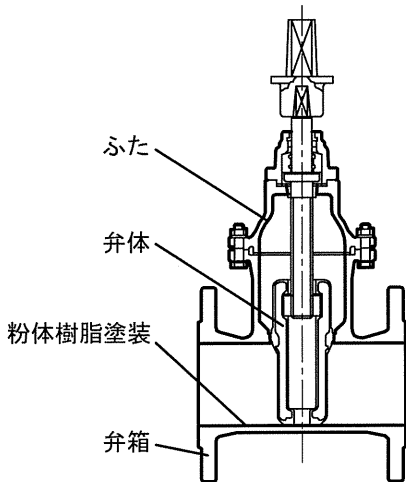
私の勝手な想像は、このくらいにして、JIS B 2062（水道用仕切弁）に話を戻そう。この仕切弁は、使用圧力が0.75Mpa以下で使われることを条件としていて、弁箱・弁体などの材料がねずみ鉄

製（FC製）であったが、より高圧のものへの要望から材料を強度の高いダクタイル鋳鉄（FCD製）とした日本水道協会規格 JWWA B 115（水道用 10Kgf/cm² 仕切弁）が昭和 54 年（1979 年）に制定された。しかし、ダクタイル鋳鉄管や異形管に規定されている使用圧力 2.0Mpa まで使用する仕切弁の要望があり、高圧に使用できる金属弁座の仕切弁として平成 2 年（1990 年）に JWWA B 122（水道用ダクタイル鋳鉄仕切弁）が規格制定されたために、JWWA B 115 は平成 7 年（1995 年）に廃止された。

一方、平成 7 年（1995 年）には JIS B 2062 は、ISO 規格との整合性を図るために呼び径が 500 以下のものに改正されることになった。この改正により、従来規定されていた JIS B 2062 のうち、減速機が付く立形の呼び径 600 以上と横形が無くなったことから歯車付の仕切弁の規格化が要望され、平成 9 年（1997 年）に JWWA B 131（水道用歯車付仕切弁）が規格制定された。

そして、呼び径が 500 以下に規定された JIS B 2062 も、平成 12 年（2000 年）に厚生省（現厚生労働省）から公付された衛生性の浸出基準に適合しないので、飲料用の水道には使用されなくなった。

II. 1. 2) 水道用ソフトシール仕切弁（JWWA B 120）



仕切弁の歴史で画期的なのはなんと言ってもソフトシール仕切弁の出現であろう。

ソフトシール仕切弁は、ドイツ（旧西ドイツ）で 1960 年（昭和 35 年）に開発され、その後オーストリアやフランス、アメリカなどの欧米諸国でも作られるようになった。この仕切弁は、弁体をゴムでくるみ弁箱に圧着して止水する構造になっていて、弁箱の内面は耐久性の高いエポキシ樹脂粉体塗装を施している。このために、経年後も弁内部からの錆が発生せず、弁箱は弁体収納用の凹部の溝がなく、管底と同じで異物がたまりにくい特長を持っている。

【図 8 ソフトシール仕切弁の構造】

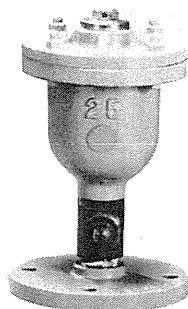
しかも、技術屋（私だけかも？）から見るとソフトシール仕切弁の特長よりも、その“物づくり”の考え方が一変している。従来の金属弁座仕切弁は加工技術を主体とした製品であるが、ソフトシール仕切弁は“鯛焼き”のような成型技術を主体とした職人の技にあまり影響されない製品になっている。それゆえにこのバルブは、熟練者でなくとも品質の安定した製品を作ることができる特長も持っている。物づくりについてはさて置き、当時、国内では水道水に赤錆の混じる赤水問題が取り上げられていたことや従来の水道用仕切弁の欠点を補うものとして、わが国の水道にも使用されるようになり、昭和 59 年（1984 年）に JWWA B 120（水道用ソフトシール仕切弁）が制定された。この仕切弁は、強度の向上・赤水の防止などにおいて、従来の仕切弁に対する初めての質の変革となったもので、水道用バルブの歴史における一つの節目となった。

そして、水道の分野において、過去一世紀にわたり常用されていた金属弁座の仕切弁を、極めて短期間に代替しつつあり、現在では仕切弁の生産量の 90% を占めるに至っている。

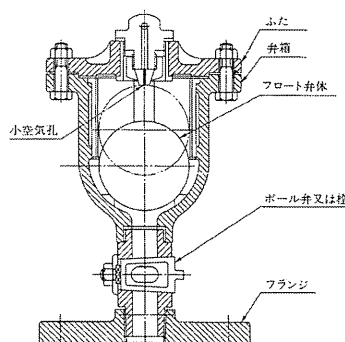
II. 2 水道用空気弁の変遷

空気弁は、自動的に配管内の空気を排出して管内液体の流れの阻害を防止したりウォーターハンマの発生を防いだり、また、空気弁からの吸気によって液中分離を防ぐなど、他のバルブに無い機能を有している。特に水道では、管路が長いために、空気の自動排気・吸気は重要である。そのために、空気弁の規格は、仕切弁と共に、日本で、最初に、規格制定された。

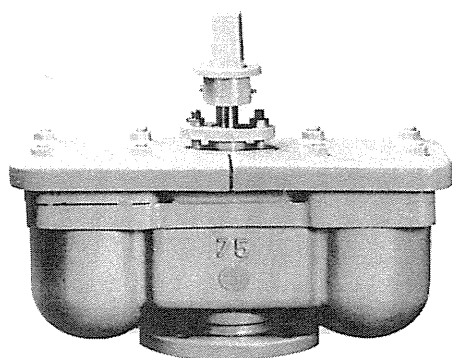
水道用空気弁は、水道用仕切弁と同じく昭和6年の上水協議会の「制水弁、排気弁規格」によって単口空気弁と双口空気弁の規格が制定され、その後、日本標準規格（JES）、水道協会規格（JWSA B 101）を経て、昭和38年（1963年）にJIS B 2063（水道用空気弁）に制定された。



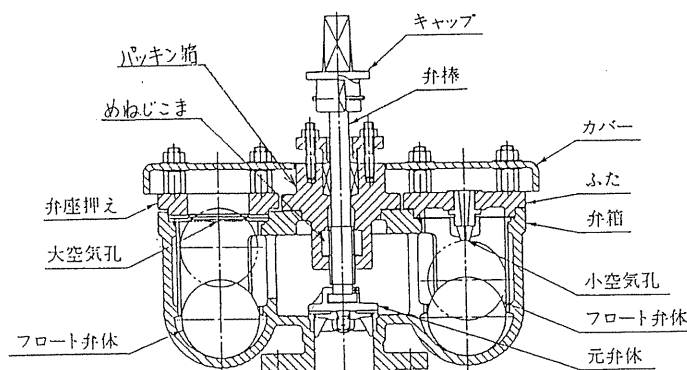
【写真4 単口空気弁の外形】



【図9 単口空気弁の構造】



【写真5 双口空気弁の外形】



【図10 双口空気弁の構造】

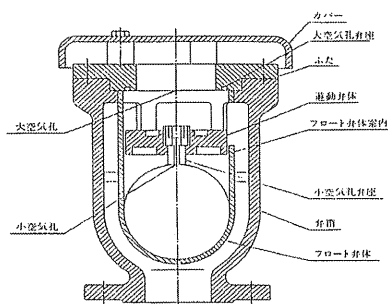
その後、まったく新しい空気弁が、昭和45年（1970年）に急速空気弁（当時は別名）として国内で商品化された。この急速空気弁の誕生について、少し触れておきたい。

開発した担当者のお話では『双口空気弁を水管橋につけるのはしんどい。半分ぐらいの大きさで同じ性能のものが出来ないか？』と水道局の方から話があって開発を着手した。立案、図面の作成段階では、『そんなものうまく動かない。ダメだ。』と人から言われたが、全員が賛成するようなものであればヒット商品にはならないと考え、半分は強引に進めたとのことである。試作後の実験では、心配していた排気能力も双口空気弁の2倍以上で他の機能も目標通り得られ、その日は美酒に酔ったと話されていた。しかし、この商品はイギリスにスチームトラップの類似品があるために工業所有権を取得出来なかった。性能だけでなくこの様な状況もあって国内の水道バルブ各社で製品化され、瞬間に全国的に広まった。そして、昭和56年（1981年）にJWWA B 118（水道用急速空気弁）として制定された。この規格はそれまでの規格と異なり、形状寸法や使用材料以外に排気機能、吸気機能及びその試験方法までも規定していることである。昭和60年（1985年）に水道用空気弁は、急速空気弁と従来の単口、双口空気弁を含めたJIS B 2063として全面改正が行われたが、現在の技術的要求事項に適合しない面が出て

きたことから、平成14年（2002年）にこの規格は廃止された。



【写真6 急速空気弁の外形】



【図11 急速空気弁の構造】

そのような状況の中、平成12年の厚生省から公付された衛生性の浸出基準と現在の技術的要求事項に適合する空気弁規格の要望があり、平成14年に水道用急速空気弁を基にした JWWA B 137（水道用空気弁）が制定された。従ってこの規格には、単口空気弁と双口空気弁は含まれていない。

この水道用急速空気弁は、昭和6年の制水弁に対してソフトシール仕切弁が出現したことのように、昭和6年の双口排気弁に対する出現といえよう。特に注目に値するのは日本国内で開発された製品ということである。この急速空気弁は、スチームトラップの類似品があったとはいえ空気弁として製品化できたのは日本人の知恵であり、事実、私がヨーロッパ（ドイツ、フランス、フィンランド、イギリス）のバルブメーカを訪問した折に、その当時に勤めていた会社のバルブ各製品を紹介したところ、いずれもが急速空気弁に一番興味を持って色々な質問をしてきた。

また、国内では規格弁にはなっていないが、バルブ内が凍結しても破損しない凍結破損防止形の急速空気弁や管内の潜熱（管路内の水温）を利用した凍結防止形の急速空気弁も製造されるようになっている。

II. 3 水道用消火栓

水道用消火栓は配水管から直接に水に取り出すことができ、そのために他の水道用バルブとは異なり、目の付きやすい存在である。そのことや、欧米の映画や写真によく出てくる消火栓は、路上の上に顔を



消火栓使用の図

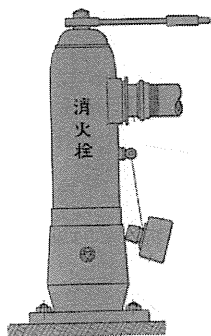
【写真7 消火栓使用の図】

出す地上式のものだけであり（当然か？）、私も雪の多い地方に育ったせいで少し前までは赤い円柱形をした地上式が最も古いものだと思っていた。

ところが、日本では、地下式消火栓のほうが古いのである。国内最初の近代水道を創設した横浜市は、明治20年9月に地下式の球式消火栓を設置しており、東京市（現在の東京都）も明治31年11月には地下式消火栓を設置している。国内最初の消火栓に興味を持ったので横浜市水道局の資料を調査したが、製品名称の記述がないので、図から判断出来なかった。しかし、その中に東京消防庁から提供された【写真7 消火栓使用の図】に描かれたものと同じものが見つかり、横浜市は東京都と同じ形式の消火栓であることを知った。

なお、その当時の消火栓は外国製であるが、球式消火栓の構造については、資料がないために不明である。

消火栓の特徴ある物として、放水口の規格について述べる。大正11年（1922年）に現在も消火栓に使われている町野式口金は、国内のジョイント（管継手）メーカーによって開発された。それまで消火栓と消火ホースはねじによって接合していたが、この口金は、ワンタッチで着脱できる構造になっている。



消火ホースの取付状態

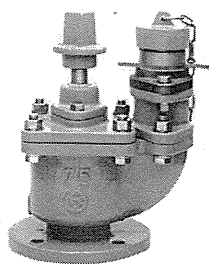


【写真8 町野式口金の構造】

そして、昭和16年（1941年）にJWWA B 104（消火セン口金）として、また、昭和39年（1964）年にはJIS B 9911として規格制定された。しかし、JWWA B 104は昭和44年（1969年）に規格廃止になり、消火栓口金の規格はJIS B 9911に一本化されて現在に至っている。

この口金について余談になるが、先日、テレビ局から私の所属している水道バルブ工業会に電話が入った。なんでも、国内の不思議なものを探しているとかで、“町の男とか、町の女が付いた消火栓は、どのようなものでしょう？”と興味深げに聞いてきた。そんな妙な消火栓はないはずと思いながら、ふと、消火ホースの取り付け口が頭に浮かんだ。結果はこうである。消火栓と消火ホースの接続金具は、町野式のオスとメスでつなぐようになってきているが、判っているもの同士の会話は“町野のオスとメスは……”で通じるのである。それを、町の男とか、町の女というように解釈したのであろう。その旨を説明すると、落胆した様子が見えるようだった。消火栓がこの様に話題になるのなら、いっそのこと名前を、「いや、よそう、よそう。」

消火栓の規格は案外遅く、昭和31年（1956年）にJWWA B 103（地下式消火栓）が、昭和33年（1958年）にJWWA B 102（地上式消火栓）が制定された。その後、地上式消火栓は各地方都市で地域特徴をもつ製品を採用するために、規格品を使用するところが少なくなり昭和44年（1969年）に規格廃止になった。



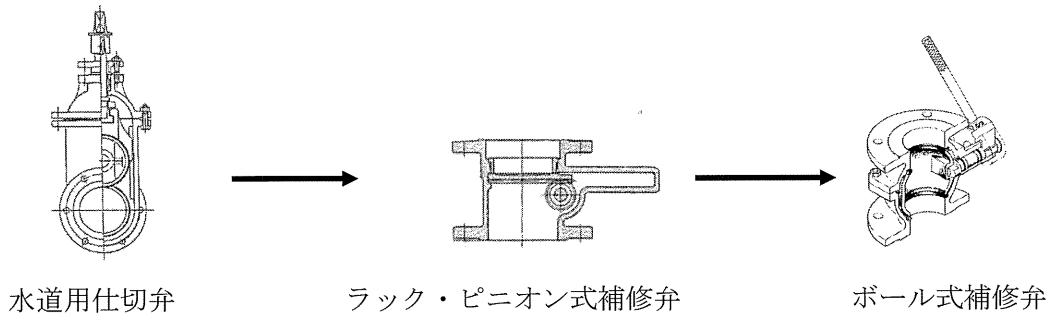
【写真9 地下式消火栓】



【写真10 地上式消火栓】

II. 4 水道用補修弁

このバルブは、残念ながら水道用バルブの中で最も地味で話題性に乏しい。空気弁や消火栓の下につけて、そのバルブの点検・修理するためのもので、バルブの中でも脇役的存在である。古くは、水道用仕切弁のフランジ面を水平にして使用されるのが普通であったが、用途から考えると補修弁は、閉める時間を短くすることや設置スペースを小さくする必要があり、水道用仕切弁から板状の弁体をラック・ピニオンで開閉する補修弁などに切り替わって行った。しかし、ラック・ピニオン式の補修弁は経年から、作動不良の生じるものもあり、徐々にバタフライ弁やボール弁の補修弁が使用されてきた。



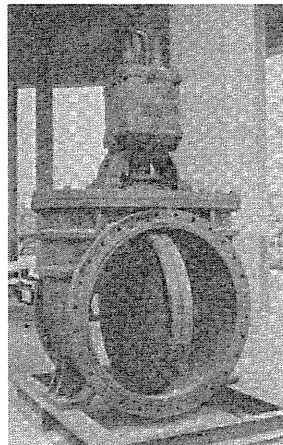
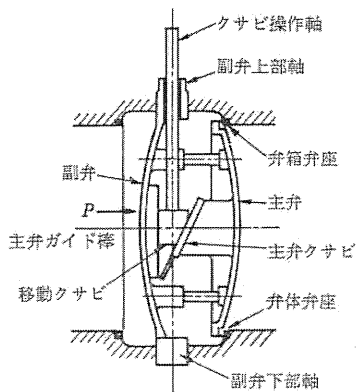
【図12 補修弁の移り変わり】

その後に、平成3年（1991年）の地下式消火栓の規格改正で、補修弁内臓形の消火栓が規格から削除されたことから補修弁の規格化が必要となり、平成4年（1992年）にJWWA B 126（水道用補修弁）が制定された。この規格のバルブ機種は、バタフライ弁とボール弁である。

II. 5 水道用バタフライ弁

バタフライ弁は、原理的発想として久しい以前からあったが、弁座の気密性の確保がウイークポイントとなって、実用の段階に至っていなかったのである。しかし国内では、既に、弁座部にゴムを使用しないで止水できるバタフライ弁が実用化されていた。【写真11】のウシオ弁である。この弁は、昭和初期に牛尾義方によって発明されて旧海軍の艦艇用として広く使われ、水道用としても口径1500mmまで使用された記録がある。ウシオ弁は、昭和5年（1930年）に2件の特許を出願し、同年と翌年に特許登録になった。（社）日本バルブ工業会発行の「バルブ工業の歩み」に掲載の分権登録文書の写真によれば、この2件の特許は昭和7年8月5日に、軍艦に使うキングストン弁（軍艦を敵の手に渡さないために自沈するために開く弁）に限り特許の実施権を海軍大臣に分権する登録をしている。戦艦大和の起工は昭和12年、武蔵は13年であり、大艦巨砲時代である。軍艦の重要な弁を他国に依頼するわけにはいかない事情だったのでないかと推定される。

ウシオ弁の特徴及び構造について少し述べておきたい。この弁は、弁体を90度回してから、弁座に押し付ける二動作型のバタフライ弁である。開閉弁の命は弁座の漏止であり、そのために弁体を弁座に押し付けることが重要であることから、二動作型の機構が考案された。従って、【図13 ウシオ弁構造】からも分かるように、現在の一動作型のバタフライ弁とは異なり、弁内部、弁の駆動機構も複雑で、私の技術では残念ながら理解出来ない。



【図 1 3 ウシオ弁構造 (昭和 5 年製)】

【写真 1 1 ウシオ弁 阪神水道企業団尼崎事業所内】

この弁については、“金属弁座ながら止水も完全で、大口径でも人力で軽く開閉出来るなど優れた特長を有していたが、構造が複雑なことから常時使用しない場所では水垢などで開閉出来ない場合が頻発したために、現在では使用されなくなった。”とされているが、昭和 7 年という日本のバルブ製造の黎明期に、世界に先駆けて手動操作出来る大口径のバタフライ弁を造ったことは大きな驚きである。

昭和 29 年 (1954 年) 頃になると、独自の考えによる弁体にゴム弁座を取り付けたヨシイケ弁が發明され、水道用に採用されている。この頃の水道用として一部用いられていたバタフライ弁は、止水形でなく流量制御用であった。

しかし、海外では 1951 年 (昭和 26 年) に米国のキーストン社は、新しい材料 (合成ゴム) が実用化されたのを契機に、ゴム弁座を使用した工業用バタフライ弁を開発した。そして、昭和 30 年頃に、米国からゴム弁座式バタフライ弁が輸入され、火力発電所の循環用水バルブとして用いられた。この輸入品導入を機に、日本でも止水形バタフライ弁が徐々に研究・開発され始めた。水道用として本格的な完全止水形ゴム弁座式バタフライ弁が使用され始めたのは、昭和 34 年以降数年にわたり、大阪市水道局で、国内バルブメーカー 3 社、ポンプメーカー 2 社による加圧、開閉試験を長期間実施した結果、水道用として十分使用に耐えるという評価がなされたのが始まりで、その後、各地の浄水場などに急速に普及した。

当時、この様な信頼性が得られても、バルブに直接携わる人以外は、バタフライ弁の完全止水は無理と考えている人が多かったようだ。私がバルブメーカーに入社してまもなくの時 (昭和 44 年)、大学の恩師から“どんなバルブを造っているか?”と聞かれて、“バタフライ弁、仕切弁、空気弁等です”と答えたところ、“バタフライ弁は面白いバルブだが、漏れがあるのでな”と言われた。尊敬している先生ゆえ、私としては“……”である。その半年後、恩師が会社を訪問したおりに、1200mm バタフライ弁の水圧試験を見て頂いた。一滴も漏らないバルブを見て“これは、君が設計したのか?”、“いいえ”、“ん、だろうな”と妙に納得されていた。この先生は、戦前に国内で最初にヘリコプターの開発を手がけた学者であったが、イゴール・シコルスキー (1889~1972 年) に先を越され、戦後は空を飛ぶ物の研究を禁止されたために、やむなく、研究活動を水車やポンプに切り替えた学者である。決して流体関連に理解のない学者ではない。

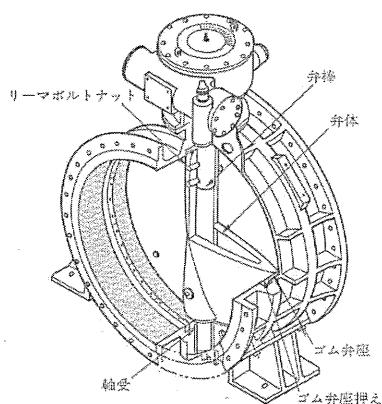
次に、バタフライ弁を完全水密形バルブとしたゴムの歴史について述べる。

現在のような弾性ゴムは、1839 年に米国のチャールズ・グッドイヤーが生ゴムに硫黄を混ぜて加熱する加硫法を發明したことから始まる。そして、19 世紀末に自動車が発明され、そのタイヤとしてゴ

ムが用いられるに及んで飛躍的な発展の道が開かれ、さらには、タイヤ以外の部品にも軍需用を中心としてゴムの用途が広がっていった。この当時、英国は、国策として東南アジアにゴム農園を建設し、第2次世界大戦の日本軍による東南アジアの占領まで、長い間、世界の生ゴムを独占するようになった。一方、長い歴史を持つ天然ゴムに比べ、本格的に合成ゴムが開発されたのは比較的に新しく、20世紀になってからである。合成ゴムの開発は東南アジアに天然ゴムの拠点を持たず、生ゴムの入手に苦慮していた米国やドイツなどが中心になって行われ、ドイツでは、1933年に優れた物性を持つブナ系(SBR)の汎用合成ゴムが開発されている。米国は、1942年の日本軍によるマレー半島、ジャワ、スマトラなどの占領によって、英国からの天然ゴムの輸入ルートが完全に絶たれ、ドイツで開発されたブナ系ゴムの入手も不可能になったために、大統領命令を制定して合成ゴムの製造を国家管理の基に推進した。その結果、戦後の製品輸出・技術輸出の基礎を作ることができたのである。

第2次世界大戦後は、石油化学の発達により高性能の合成ゴムが大量かつ安価に製造されるようになって、最近ではバルブに使用されるゴムも含め、ほとんど合成ゴムに代わってきている。

バタフライ弁にゴム弁座が使用されたのは、前述のように米国で1951年に工業用として、そして、1954年に米国水道協会規格でゴム弁座バタフライ弁が制定された。



【図14 ゴム弁座式バタフライ弁】
(JWWA B 138 の一例)

日本では、昭和30年代に天然ゴム弁座のバタフライ弁が水道用にも使用され始め、規格としては、昭和42年(1967年)に合成ゴムも天然ゴムと同様にゴム弁座として指定したJWWA B 114(水道用バタフライ弁)が制定された。その後、昭和59年(1984年)には、規定内容を踏襲して制定されたJIS B 2064(水道用バタフライ弁)に移行したが、JIS B 2064は現在の技術的要求事項に適合しない面が出てきたことなどから、平成14年(2002年)に廃止された。この様な状況の中、水道に携わる方々から、平成12年に公布された「水道施設の技術的基準を定める省令」に適合する規格の要望が出され、平成14年にJWWA B 138(水道用バタフライ弁)が制定され、現在に至っている。

なお、現規格のゴム弁座材料は、合成ゴムのCR(クロロプレンゴム)、NBR(ニトリルゴム)、SBR(スチレンブタジエンゴム)、EPDM(エチレンプロピレンゴム)の4種である。

近々、1600mm~2600mm水道用大口径バタフライ弁の規格(JWWA B 121)も発刊になっていて、現在では最も水密性の得やすいバルブになっている。

ここまでバタフライ弁の水密に関してばかり話してきたが、バタフライ弁は他のバルブよりも、学者や技術者によって水力学的な事象が数多く研究されてきたことを言い忘れてはならない。

その中で特筆すべきは、スイスのエッシャー・ウイズ社が、流体の流れによって弁体を閉方向に回転させようとする力を最初に解析したことである。1936年(昭和11年)にはこの研究論文が発表され、現在もこの理論がバタフライ弁のトルク計算に使用されている。また、よく話題となる絞り運転時のキャビテーションや騒音についても、バタフライ弁は、30年前まで国内外で数多くの研究報告がされている。学門的にも面白いバルブなのであろう。前述に学校の恩師が“バタフライ弁は面白いバルブだが、漏れがあるのでな”と云われたのもこのあたりを指したものと思う。

それらはともかくとしても、バタフライ弁は、コンパクトで操作しやすいことなどから規格外の製品

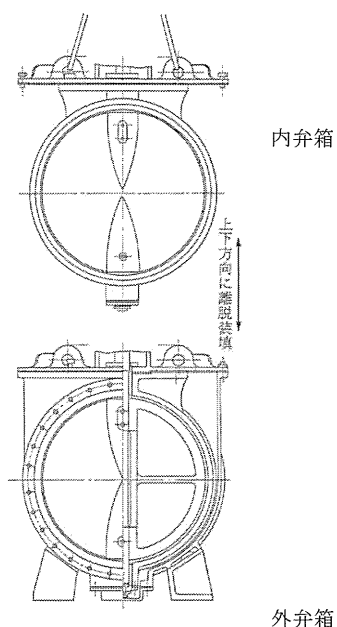
も多く開発され使用されてきた。その主なものとして、

- a. 弁体離脱形バタフライ弁
- b. 金属シート形バタフライ弁
- c. 鋼板製バタフライ弁
- d. 副弁内蔵形バタフライ弁
- e. フランジレスバタフライ弁

などがあり、バタフライ弁の応用としては、次のようなものもある。

- f. バタフライ弁式緊急遮断弁
- g. キャビテーション抑制形バタフライ弁

a. 弁体離脱形バタフライ弁



【図15 弁体の離脱及び装填方法】

弁体離脱形バタフライ弁は、バタフライ弁が水道に使用され始めた頃のゴム弁座に対する不安が解消されていなかった昭和40年代に開発された製品であり、弁箱を配管からはずすことなしに、ゴム弁座の取り替えを可能にしたものとして使用された。

この弁は、弁体、ゴム弁座、弁棒の主要部品を内包した内弁箱と、その内弁箱を挿入する外弁箱で構成されている。ゴム弁座を修理するような場合は、内弁箱を配管に設置されている外弁箱の上部から離脱させた後に新たな内弁箱を挿入して、修理期間や断水時間を短縮できる特長を持っている。【図15】はその着脱図である。

その後、ゴム弁座の信頼性も高まりこの形式は少なくなっているが現在でも特定の場所や不断水工事用などで使用されている。

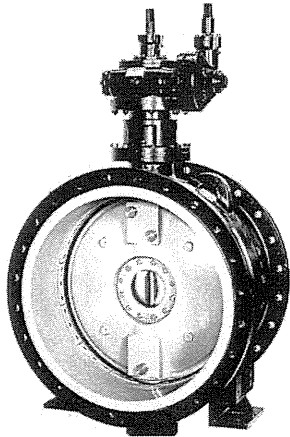
b. 金属シート形バタフライ弁

金属シート形バタフライ弁は、昔から流量調節弁と使用されていたが、全閉時の漏れも多かったようである。しかし、昭和40年頃に米国で全閉時の漏れを少なくした金属シートバタフライ弁の国際入札があり、水道用として金属シートの優れた耐久性が見直されて、昭和51年頃から国内向けに、金属シート形バタフライ弁が開発された。このバルブは高い加工精度によって僅かな漏れしか生じないように作られ、以前からの金属シート形バタフライ弁とは一線を画するものである。

c. 鋼板製バタフライ弁

鋼板製バタフライ弁は大口径での重量軽減のために弁箱、あるいは弁箱と弁体を鋼板製としたもので、比較的早くから製作されて現在に至っている。

d. 副弁内蔵形バタフライ弁



【写真12 副弁内蔵形バタフライ弁（例）】

副弁内蔵形バタフライ弁は国内で開発され、昭和45年（1970年）に使用され始めた。このバルブは、バタフライ弁（主弁）の弁体に小口径のバルブ（副弁）を取付けた構造をしており比較的に大口徑なものが多い。水道では、管路の充水あるいは管路からの排水は、時間をかけてゆっくり行う必要があり、大きなバルブの絞り運転を避けるために、バイパス管路による通水を行うが、それだけ大きな設置場所が必要になるので、それを避けるために考え出された。

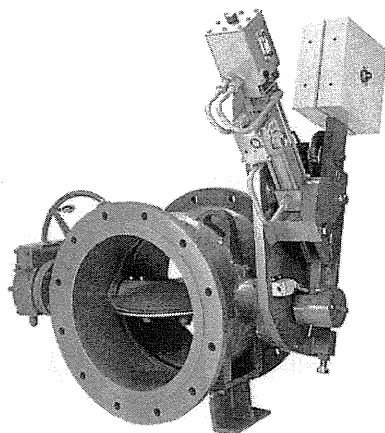
e. フランジレスバタフライ弁



【写真13 フランジレスバタフライ弁（例）】

フランジレスバタフライ弁は、浄水場の小配管等に使用されることもあるが水道での使用は少ない。一般機械用としては昭和30年代頃から使用されている。

f. バタフライ弁式緊急遮断弁

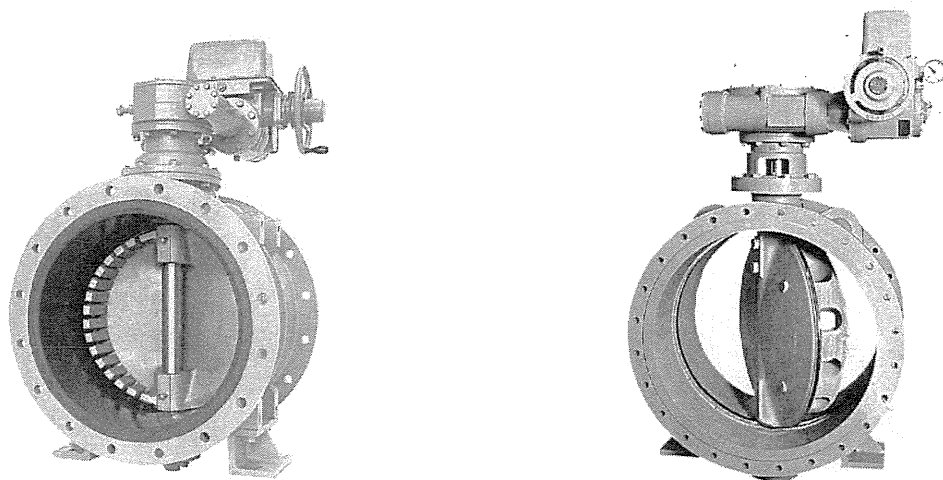


【写真14 バタフライ弁式緊急遮断弁（例）】

バタフライ弁式緊急遮断弁は、殆どの場合、規格のバルブ本体を用いて、ウエイトなどにより地震等の緊急時に自動的に管路を遮断するようにしたものであり、昭和50年代頃から使用されている。

g. キャビテーション抑制形バタフライ弁

キャビテーション抑制形バタフライ弁は、弁体の特異な形状として絞り運転時のキャビテーションの発生を軽減する機能を持たせたバタフライ弁で、昭和59年頃に国内の各バタフライ弁メーカーから開発された。それまでは、複数台のバタフライ弁で少しずつ絞り運転するか、または高価な制御専用のバルブによる方法しかなかっただけに、寸法・形状がバタフライ弁と同一なキャビテーション抑制形バタフライ弁は、数多く使用されている。このバルブは幾つかの弁体形式あるのが、そのうちの2例を【写真15】に挙げた。



【写真15 キャビテーション抑制形バタフライ弁（例）】

筆者も、キャビテーション抑制形バタフライ弁の開発を手がけたが、思い通りの性能にならず、弁体のスクラップばかりを作っていた。

たぶん、この形式のバルブ開発者は、私と同じようなことをされたと思う。

キャビテーション抑制性能を確認する方法は、実硫試験以外考えられないが弁体を取り替え引き替え試験することになるので、大きな口径でやるとなると、これはもう、頭脳労働ではなく肉体労働になる。体力勝負である。

実硫試験を行っていたときの話になるが、いつものように流れの様子を目視によって観察していた時のこと、夢中になってしまって管内圧力が危険な 0.35 Mpa になったのも気づかず透明なアクリル樹脂製の弁箱を破裂させてしまった。口径 600mm なので瞬時に実験室が水浸しである。幸いに誰にも怪我は無かったが、実験者の半数はずぶ濡れである。上司に報告したときは、苦い顔をされないように高価な弁箱のことは触れず、実験者に一人の怪我もなかったことを強調し、そして、懲りずに“もう一度アクリル樹脂製の弁箱による実験を続けたい。お願いします。”

本稿はバタフライ弁のみに絞って述べてきた。それにしてもバタフライ弁の祖先というか、原型であるダンパーの起源が解らないのは、非常に残念である。

III章 水道に使用される規格外のバルブ

本章では水道用バルブのなかでも規格外となるバルブについて述べる。筆者も規格の堅苦しい話は不得意なので、少し肩の荷を下ろして進めたい。