

給水設備における上水汚染防止に関する研究

——逆流防止器について(1)——

江 川 隆 進

A Study on Water Pollution Control in Water Supply Systems.

——Backflow Preventer in Water Supply Systems. (1)——

Takayuki EGAWA

This paper deals with the problems of preventing the backflow of water from sanitary fixtures into water supply systems.

There are two ways in which the backflow in the systems can be restricted or prevented : One is by safe air gaps, the other by the backflow preventers. But in a place where the air gaps are impractical, for example, in closet flush pipe, the backflow preventers should be installed.

The principle of the backflow preventers presents a case of the flow of air through the inner orifices in the water supply systems from the outer orifices of this fixtures.

The contents of this paper as follows :

- (1) Outline of water pollution control in the water supply systems.
- (2) Basic theory of the backflow preventers.
- (3) Experiments of the backflow preventers made in Japan.

1 はじめに

人間にとって飲料水は清浄でかつ人体に危険を及ぼすものであってはならない。そのために、水道法第4条にもとづく厚生省令第11号〔水質基準に関する省令〕に規定されている水質基準に適合した飲料水が供給されているので、安心して上水を飲料水として利用している。しかしながら、原水が水質基準にいくら適合されていても、配水の途中や機器、器具等から上水以外の水（汚染水）の混入、溶解をまねいては、その汚染水に起因する病気となって生命の危険に及ぶことも生じてくる。

給水設備における上水汚染の原因は前述のように、上水の給水管内に上水以外の水の混入、つまり、逆サイホン作用によって汚染される場合が多く、わが国の事例でも赤痢患者を数百名出し、死者も数名出した例もある。

以上のごとく、上水汚染は人命にかかわる重要な問題として、著者らは給水設備における上水汚染に関する研究を重ねてきた。そのうち、最も簡単でかつ安全で実用的な方法である吐水口空間については、空気調和・衛生工学会、給排水設備規準委員会、上水汚染防止委員会で研究された。著者は委員会の一委員として実験を担当し、その実験結果は委員会で検討を加えた後、給排水設備規準〔HASS-206-1976〕の規準として採用されて、広くわが国の上水汚染防止に寄与することとなった。

しかし、機器、器具によっては、機能的に吐水口空間を設けられない場合には逆流防止器を設置しなければならない。例えば、大便器の洗浄弁やホースを接続して使用する水せん（洗濯用、散水用）などがある。

逆流防止器については、わが国では、未だ大便器の洗浄弁の逆流防止器としてバキューム・ブレーカが市販されているにすぎないし、また必ず使用されているとは云えない。そこで、機器、器具に適した逆流防止器を早急に開発（考案）するとともに、逆流防止器の規格化および規準化を促進して、わが国の上水汚染防止に役立たせることが必要である。

今回の研究報告は上水汚染防止対策の概要と逆流防止器に関する基礎理論に重点をおいた。なお3種類のバキューム・ブレーカについての実験を行ったので、その実験結果も報告する。

2 上水汚染防止概要

給水設備における汚染系路は、まず容器（タンク）内での水の腐食と容器の材質、構造上から他の水、異物、害虫の侵入がある。このことは、最近社会問題となって、保健衛生上好ましくない状態であると判断され、建築基準法およびビル管理法できびしく規定化された。そのほかに、機器類（特に医療機器、厨房機器、洗濯機器）において、万全の措置がしてない場合にも上水汚染の危険性は大きい。以上は機器が不完全であったり、維持管理を怠ったりすることによって上水汚染が起ることが多い。

次の汚染系路として、今回の研究テーマに関連するところの逆サイオン作用による上水汚染がある。この汚染原因は上水の給水管内に他の水（汚染水）の混入によるものである。その防止対

策としては、次の二つの方法があるので、その概要を述べる。

2-1 吐水口空間

吐水口空間の定義はHASSによれば衛生器具水受け容器に吐水する給水管の管端または水せん口端と、その容器のあふれ縁との空間をいう。（図-1）

上水汚染防止には、適正な吐水口空間を設けておけば給水管内の負圧に対する汚染水の吐水口への吸込み作用（逆流）を防止する役割を果たす。そこで、著者らの上水汚染に関する研究の中で、吐水口空間の規準としてHASSでま

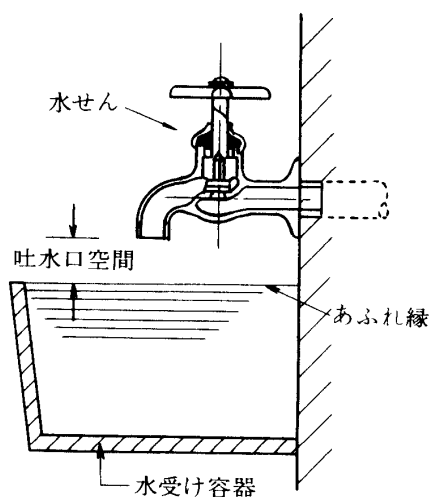


図-1 吐水口空間

とめて発表されたのが表－１である。

表－１の規準は近接壁のない場合と近接壁のある場合に分けて表わしているが、そのほかの条件、例えば水面が平静でない状態の場合やあわがある場合など細部についての規準も必要となる。しかし、あまり規準を細分化すると複雑になりがちな点もあるので、今後、検討を要する問題である。

表－１ 吐水口空間の規準値

近接壁の影響 がない場合	近 接 壁 の 影 響 が あ る 場 合						
	近 接 壁 １ 面 の 場 合			近 接 壁 ２ 面 の 場 合			
1.7d' + 5	壁 か ら の 離 れ			壁 か ら の 離 れ			
	3d 以 下	3dを超え 5d以下	5dを超え るもの	4d 以 下	4dを超え 6d以下	6dを超え 7d以下	7dを超え るもの
	3.0d'	2.0d' + 5	1.7d' + 5	3.5d'	3.0d'	2.0d' + 5	1.7d' + 5

注1) d:吐水口の内径[mm] d':有効開口の内径[mm]

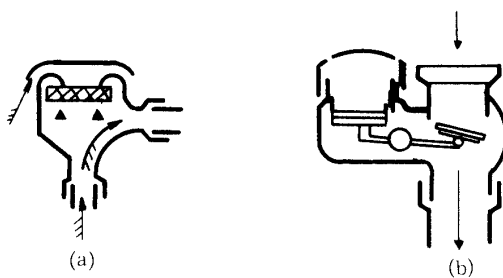
2) 吐水口断面が長方形の場合は長辺をdとする。

3) あふれ縁より少しでも高い壁がある場合は近接壁とみなし、近接壁１面、２面の場合の数値とする。

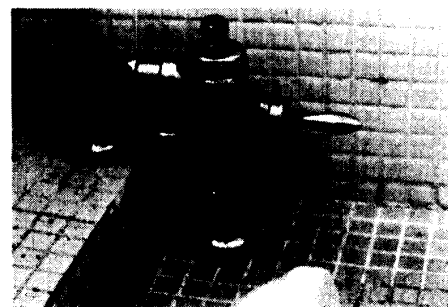
4) 吐水口端面があふれ面に対し平行でない場合は、吐水口端の最下端と衛生器具、水受け容器のあふれ縁との空間を吐水口空間とする。

２－２ 逆流防止器

逆流防止器とは給水系統で発生した逆流を防止するための器具または装置をいう。実際はバキューム・ブレーカと称して給水管内の負圧の部分に自動的に空気を補充できるような器具で、図－２のようなものがある。わが国では、写真１に示すように大便器の洗浄弁の下部にバキューム・ブレーカを取りつけている。



図－２ バキューム・ブレーカ



写真－１

大便器洗浄弁用バキューム・ブレーカ

次にわが国の逆流防止器に関する規準について述べると、HASSによれば、吐水口空間を設けられない場合、水受け容器のあふれ縁の上端より原則として150mm以上上方にバキューム・ブレーカを設けなければならないとなっている。また、大便器等の洗浄弁、洗浄用タンクのボールタップ、散水せん、ハンドシャワ、ホース接続用水せん、その他の特殊器具に上水を使用する場合はバキューム・ブレーカを設けなければならない。そのほか細部にわたり上水汚染防止の項目

があるが、現在のところ適切な汚染防止方法を採らなければならないとなっている。

わが国の現状は、前述のような器具にバキューム・ブレーカを取りつけてある箇所は非常に少ない。その主な理由として、まだ上水汚染防止に関心が薄いことと、個々の器具に適した逆流防止器が開発されていないことがあげられる。そのために逆流防止器の実用的な考案および規準作りが急がれている。そこで、まず現在の給水設備における逆流に対する汚染防止方法について、諸外国の例も含めて表－2 にまとめてみた。表－2 では、最も簡単で有効な方法として吐水口空間を設けることが一番良いが、その次の方法としてはやはり逆流防止器しかない。逆流防止器にもいろいろなタイプがあるが、大別して二つの方法に分けられる。その一つの方法は圧力式（図－2 a）であり、もう一つの方法は大気圧式（図－2 b）である。前者は常時給水圧のある箇所に設けられるものであって、給水圧により弁が上部の弁座に押し上げられている。今、管内が負圧になったとすれば、弁が弁座から離れて空気が管内に導入されると同時に水の吸引が防止される。しかし、欠点は常時弁のパッキンが弁座に接していることと、また水に接していることから、パッキンの密着、腐食、老化、変質などにより、いざという時に弁が弁座から離れてるかとなると疑問がある。また、弁の変わりにダイヤフラムやスプリングを用いた方法もあるが、これもまた永続的に完全作動が望めるかということになると疑問がある。

大気圧式は逆流防止器を最終弁より吐水側に設けるもので、給水されているときは空気孔はとじられるが、給水されないときは常時空気が導入される構造になっている。つまり、管内が負圧になれば、給水側弁は弁座でとじられているし、また空気孔からの空気導入もあるので二重の防止方法とも云える。以上の方法は可動型で説明したが、固定型の方法もある。しかし、固定型は給水時の水もれの問題が解決しにくいことから、わが国では未だ市販されるまでに至っていない。この大気圧式の欠点は圧力式と同様にパッキンの密着等の問題および可動型という点で完全作動が望めるかとなると疑問が残る。

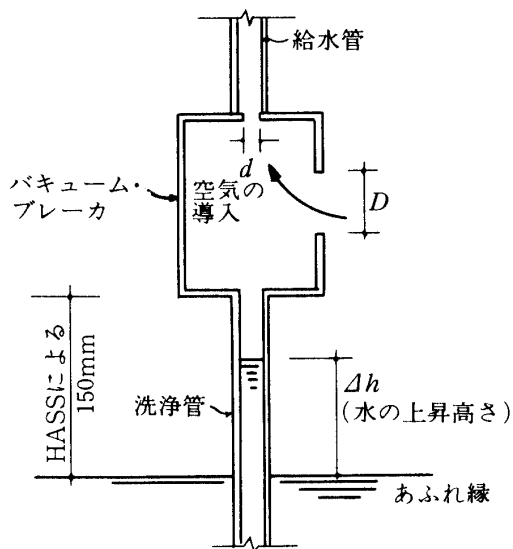
表－2 逆流防止方法

逆流防止方法	概 要	
吐 水 口 空 間	水受け容器のあふれ縁面と給水管の管端または水せんの吐水口端との間に空間を設けること。（図－1）（表－1）参照	
逆 流 防 止 器	圧 力 式	常時給水圧のかかっている箇所に取り付けられる。一般に可動型である。（図－2 a）
	大気圧式	最終弁の後に設けられるもので、常時空気が導入されている。ほとんど可動型であるが、中には固定型もある。（図－2 b）
減圧逆流防止装置	給水管内が負圧になったときに逆流しようとする水を外部に排出できるような装置。器具内部は逆止弁やスプリング式になっているので、可動型といえる。	
逆 止 弁	水を一方方向にだけ流すことのできる弁で、逆方向には流すことはできない。逆流防止として劣る。	
二 重 逆 止 弁	逆止弁を二つ組合わせる方法。仕切弁と組合わせる場合もある。逆流防止として劣る。	
ル ー プ 方 式	使用する水せんよりも給水管を一度10.5m以上立ち上げる方法。現実には施工上むづかしい。	

以上のことから、パッキンに変わる気密性が良くて腐食、変質のない物を使用することが必要となる。また、可動型の場合、半永久的に完全作動が望める構造にしなければならない。できれば、固定型の考案を望むものである。

表－２には前述の二つの防止方法以外にいろいろの方法はあるが、今回の報告では省略する。

3 逆流防止器の基礎理論



逆流防止器は給水管内が負圧になったとき空気が管内に導入されて水の吸引作用をふせぐようになっている。そこで、簡単な空気導入方法として、図－３のような大便器の洗浄弁に取りつけられるバキューム・ブレイカで理論解析を行う。図－３は逆流防止器としては大気圧式でかつ固定型となる。この形式で実際に給水されれば、水が空気孔からあふれ出てしまって実用的でないが、逆流防止器の原理は圧力式であれ、また可動型であっても空気導入には変わらないので、この解析によって、どのような逆流防止器にも適応されるものとする。

図－３では外部開口部分より内部開口部分に空気が導入されるとき、バキューム・ブレイカ内の圧力損失、即ち、洗浄管内に上昇する水の高さが外部口径と内部口径の比に影響されるものとする。そのため、その関連を導くためのいろいろの要因に対し、次にあげる条件を満たすものとする。

(1) 外部開口部分よりバキューム・ブレイカ内に導入されるとき空気の流れは外部気流の影響はないものとし、また、定常な流れとする。

(2) バキューム・ブレイカ内の圧力は大気圧と比べれば 0 ～ 200 水柱 mm 程度の差とする。

(3) 洗浄管内の水は平静とする。

(4) 内部開口部は外部開口部よりかなり小さいものとする。

この条件のもとで洗浄管内の水の上昇高さを誘導するが、解析するにあたり次の記号を用いる。

d : 内部開口（直径）

D : 外部開口（直径）

Δh : 洗浄管内で吸引された水の上昇高さ

v_i : 内部開口部における空気の流速

v_o : 外部開口部における空気の流速

v_c : 内部開口部における空気の最大流速

P_a : 大気圧

P_i : 給水管内の圧力

P_c : 臨界圧力

r : 臨界圧力比(P_c/P_a)

k : 空気の比熱比

ρ_i : 給水管内の空気の密度

ρ_a : 大気圧の空気の密度

ρ_c : 給水管内の最大流量時の空気の密度

h_a : 大気圧

C_i : 内部開口部における流れ係数

C_o : 外部開口部における流れ係数

まず、気体力学理論より図-4のように途中で断面が縮小する管を考え、断面積 A_1 が A に比べてかなり小さいとすれば流量 G は次の式で与えられる。ただし α は流れ係数とする。

$$G = \alpha A \sqrt{\frac{2gk}{k-1} P \rho g \left\{ \left(\frac{P_1}{P} \right)^{\frac{k}{k-1}} - \left(\frac{P_1}{P} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \right\}} \dots\dots\dots (1)$$

次に(1)式の G の値を圧力比(P_1/P)に対して計算すれば図-5に示す放物線が得られる。 P_1 = 一定の場合を考えると、 P_1/P のある値で G が最大となる。この値は $dG/dP = 0$ の条件から(2)式のようにになる。

$$\frac{P_1}{P} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} = \frac{P_c}{P} \dots\dots\dots (2)$$

このときの圧力 P_1 を臨界圧力といい、 P_c で表わす。また、空気の比熱比 $k=1.40$ に対して P_c/P , すなわち臨界圧力比 $r=0.528$ となる。なお、図-5の点線で示す流れ方は実際にはあり得ず、 P_1 は P_c より低くならない。すなわち $P_1=P_c$ で $G=G_{max}$ となるが、 P_1 が P_c より低下しても P_1 は P_c を保持し、流量も最大のままとなる。

以上の関係から最大流量となる最大流速 v_{max} を求めると

$$v_{max} = \sqrt{\frac{kP_c}{\rho_1}} \dots\dots\dots (3)$$

となり、音速に等しくなる。

以上の理論を図-3のバキューム・ブレーカの内部開口部分で用いれば、流量 G_i は(4)式で表わされる。

$$G_i = \frac{C_i \pi d^2}{4} \rho_i v_i$$

$$G_{i max} = \frac{C_i \pi d^2}{4} \rho_c v_o \dots\dots\dots (4)$$

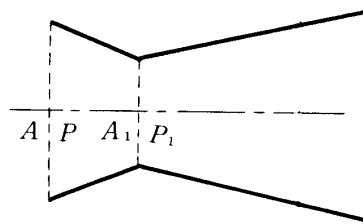


図-4 縮小管の流れ

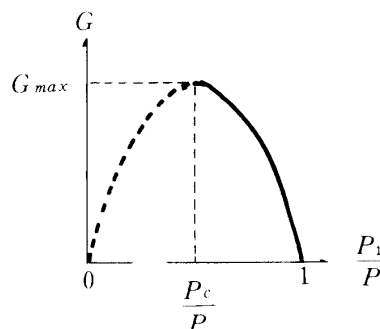


図-5 縮小管を流れる気体の圧力比と流量との関係

ただし、バキューム・ブレーカ内の圧力は条件によって、大気圧との差がほとんど変わらないものとする。

次に外部開口部より流入する流量 G_o は

$$G_o = \frac{C_o \pi D^2}{4} \rho_a v_o \dots \dots \dots (5)$$

となる。流速 v_a は大気圧とバキューム・ブレーカ内の圧力差、つまり、洗浄管内の水の上昇高さ Δh との関係から

$$v_o = \sqrt{2g \Delta h} \dots \dots \dots (6)$$

となる。ここで、内部流入量 $G_{i \max}$ と外部流入量 G_o が質量保存則により等しいことから

$$\frac{C_i \pi d^2}{4} \rho_c v_c = \frac{C_o \pi D^2}{4} \rho_a v_a \dots \dots \dots (7)$$

となる。そこで、(7)式を展開することによって h を導びく。ただし、 $\frac{\rho_c}{\rho_a} = r^k$, $\frac{P_c}{P_a} = r$, $P_a = \rho_a g h_a$, および(3)式、(6)式を(7)式に代入する。そうすれば次式を導くことができる。

$$\Delta h = \frac{h_a r^{\frac{k+1}{2}}}{2} \cdot k \left(\frac{C_i}{C_o} \right)^2 \left(\frac{d}{D} \right)^4 \dots \dots \dots (8)$$

(8)式において d , D の単位を mm で表わし、 h_a を大気圧、10.340 mm および $r = 0.528$, $k = 1.40$ を代入すると

$$\Delta h = 2.423 \left(\frac{C_i}{C_o} \right)^2 \left(\frac{d}{D} \right)^4 [\text{mm}] \dots \dots \dots (9)$$

さらに C_i を最大の値として 1.0 にとり、 C_o は通常値としては 0.6 程度であろうが、バキューム・ブレーカの構造によって C_o が判明しないので、今回は表-3 の 5 種類の流れ係数を用いて(9)式を図-6 で表わした。また、空気調和・衛生工学会の給排水設備規準によれば、水受け容器のあふれ縁の上端から原則として 150 mm 上方にバキューム・

ブレーカを設けるように規定されているので、今回は $\Delta h = 150 \text{ mm}$ としたときの d と D との関係を求めると、(9)式の Δh に 150 を代入した結果を図-7 で表わした。この図では d および D を直径で表わし、単位を mm とした。

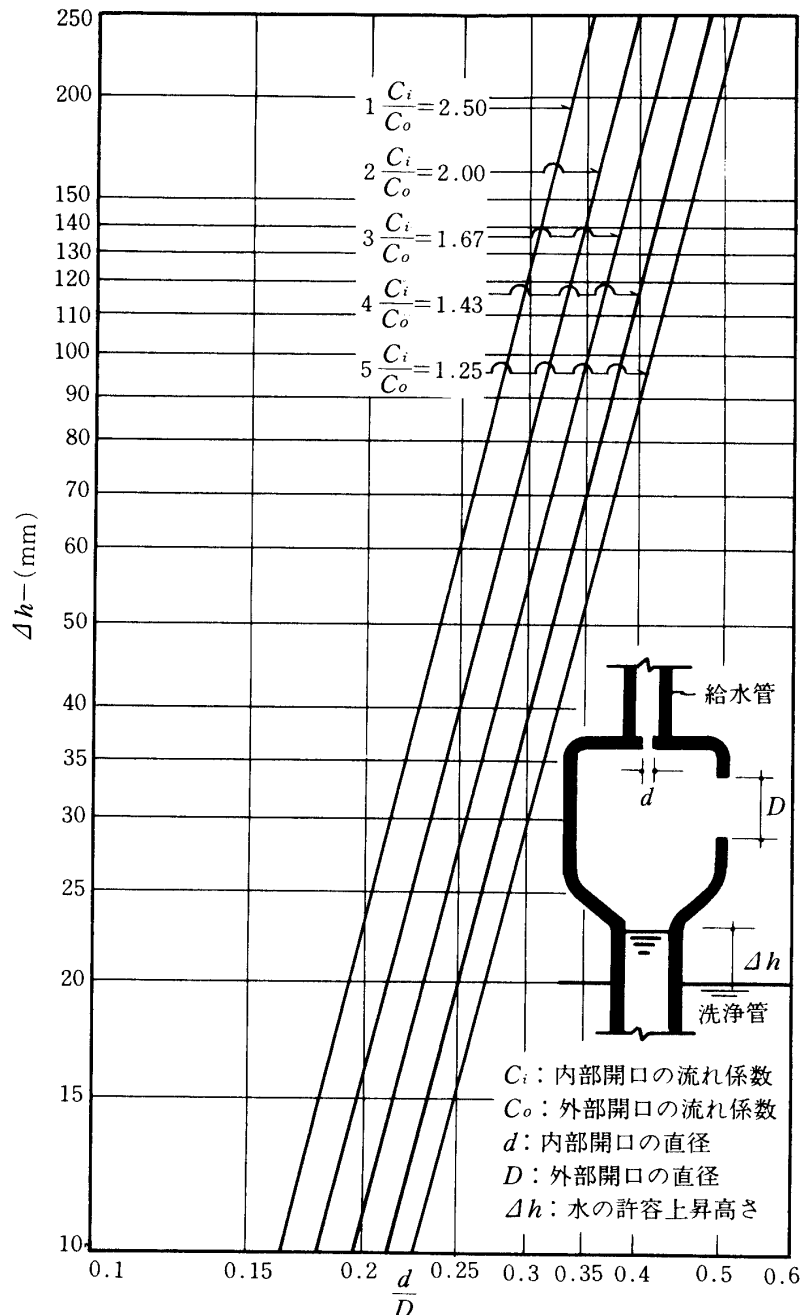
理論解析の結果から $\Delta h = 150 \text{ mm}$ のとき外部口径は内部口径の 2 ～ 3 倍必要となる。例えば、 $\Delta h = 150 \text{ mm}$, $C_i = 1$, $C_o = 0.6$, $d = 5 \text{ mm}$ とすると、図-7 より簡単に $D = 13.0 \text{ mm}$ となる。

表-3 流れ係数

	C_i	C_o	C_i/C_o
1	1.0	0.4	2.50
2	1.0	0.5	2.00
3	1.0	0.6	1.67
4	1.0	0.7	1.43
5	1.0	0.8	1.25

C_i : 内部開口の流れ係数

C_o : 外部開口の流れ係数


 図-6 d/D に対する Δh

次に開口部が円形でない場合には、面積を直径に直して(9)式で求められるし、また $\Delta h=150\text{mm}$ のときは図-7でも直径を面積に直せば内部開口と外部開口との関係が求まる。しかし換算するのがわずらわしいので、内部開口面積 (mm^2) と外部開口面積 (mm^2) との関係を図-8に表わした。図-8から外部開口面積は内部開口面積の5~10倍必要となる。例えば、 $\Delta h=150\text{mm}$, $C_i=1.0$, $C_o=0.6$, 内部開口面積 10mm^2 とすると、図-8より簡単に外部開口面積は 67mm^2 となる。

以上は理論的に解析した結果なので、実際のバキューム・ブレーカにそのまま利用できるとは思わない。しかし、基礎的理論はいかに複雑なバキューム・ブレーカであろうとも空気導入には変わらないので適応できる。なお現状のバキューム・ブレーカがほとんど可動型であるため、今

回の固定型の理論では十分安全側になることは確かであるが、可動型であるゆえパッキンの腐食や可動部の故障によっては固定式の空気導入理論と変わらなくなるし、場合によってはなお一層危険な状態になることも生じてくる。そのような観点から、固定型の理論は重要であるとともに、固定型のバキューム・ブレーカの開発も望まれることになる。

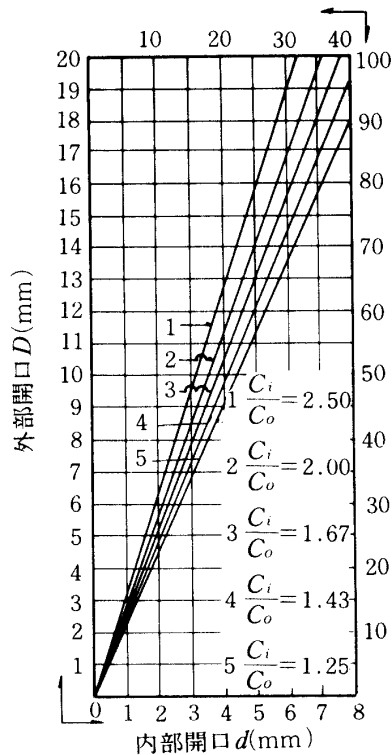


図-7 $\Delta h=150\text{mm}$ のときの d と D との関係

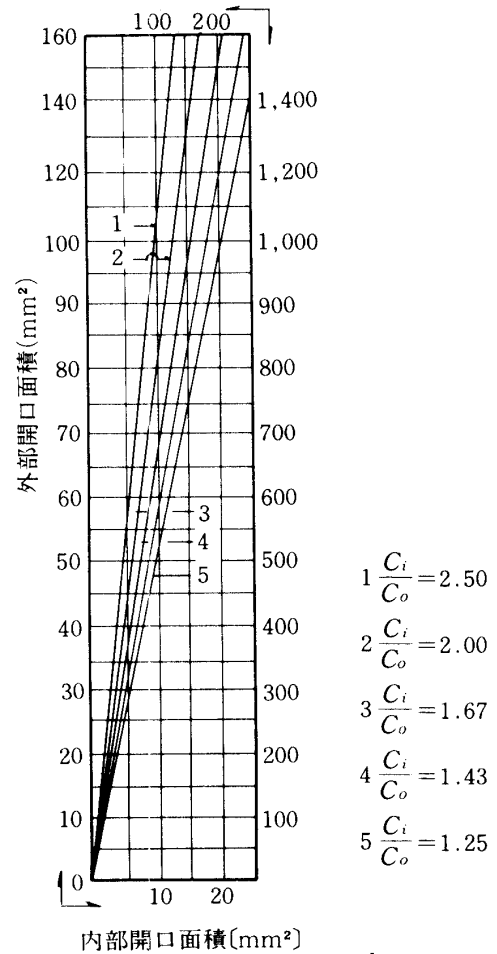
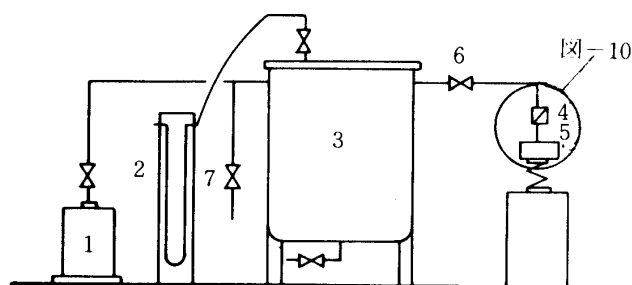


図-8 $\Delta h=150\text{mm}$ のときの内部開口面積と外部開口面積との関係

4 実験およびその考察

今回の実験はわが国において現在までに市販され利用されたもの、および現在市販中の3種類のバキューム・ブレーカについての実物実験である。

4-1 実験装置とその方法



- | | |
|--------------|---------------|
| 1 真空ポンプ | 5 水そう |
| 2 水銀マノメータ | 6 バルブ (2 インチ) |
| 3 真空タンク | 7 負圧調整バルブ |
| 4 バキューム・ブレーカ | |

図-9 実験装置

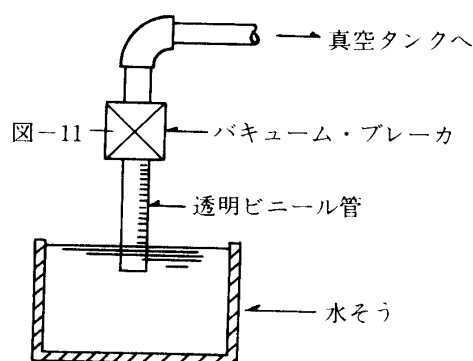


図-10 実験装置

実験装置は図-9に示すようにまず真空ポンプを作動させて真空タンク内を負圧400mmHgに保つ。次にバルブを開いて図-10の試験体（バキューム・ブレーカ）の下部に取りつけてある透明ビニール管に吸上がる水の高さを測定した。負圧を400mmHgにした理由は理論的に、大気圧の1/2以下では水の上昇高さが変わらないからである。しかし、この装置は最初の瞬間に負圧400mmHgであって、バルブの開口と比例して徐々に負圧の低下、つまり大気圧に近づくようになる。

実験に使用したバキューム・ブレーカを概略図であるが図-11で示す。そのうちAは現在市販されていないが過去に使用されたので、現在使用中のものも数多い。防止方法は中央部に上下可動の浮子のような弁があって、給水時は弁が下にさがると同時に空気導入孔をふさぐ。管内が負

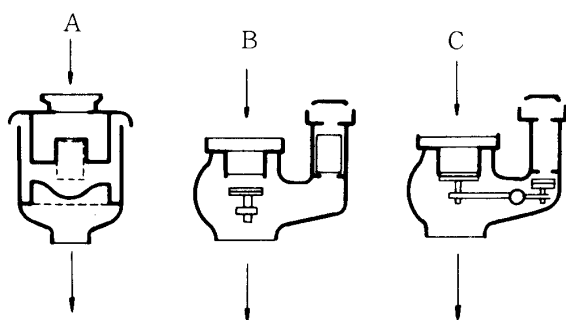


図-11

実験に使用したバキューム・ブレーカ

圧になったときは弁が上にあがって弁座に密着すると同時に空気が導入されるようになっている。

BはAと同様に現在市販されていないが、現在使用中のものも数多い。防止方法は空気導入側にはビニール製の浮子の弁があり、給水側には砲金製にパッキンを取りつけた上下可動の弁がある。給水中は空気導入側の空気孔はとじられるが、管内負圧のときは給水側の弁は上部の弁座に密着す

ると同時に空気導入側から空気が流入するようになっている。

Cは現在市販中のものである。防止方法はBの場合と同じであるが、給水側の弁と空気導入側の弁が連動されている。以上の3種類のバキューム・ブレーカを次に述べる6つの実験方法によって比較検討を行った。

- (1) バキューム・ブレーカを現状のまま試験体とした場合。

- (2) (1)の方法で弁のパッキンを取りはずした場合。
 (3) フラッシュ弁の下部に現状のままバキューム・ブレーカを取りつけた場合。
 (4) (3)の方法でバキューム・ブレーカ内の弁のパッキンを取りはずした場合。
 (5) (3)の方法でフラッシュ弁内のパッキンを取りはずした場合。
 (6) (3)の方法でフラッシュ弁とバキュームブレーカ内の弁のパッキンを取りはずした場合。

パッキンを取りはずした理由はパッキンの腐食、老化、変質、摩耗によって、その機能が失な
 いまたは不完全になった場合を想定したからである。

4-2 実験結果とその考察

前述の実験装置および実験方法によって得た結果を表-4にまとめた。実験値は各々の条件ご
 とに実験を10回くりかえしたので、その平均値で表わした。

実験結果より水の上昇高さがあるのは、負圧を生じた瞬間に弁が弁座に密着する間にバキュー
 ム・ブレーカ内で微小の圧力損失があったからである。またパッキンを取りのぞいた場合には、
 パッキンのある部分のすき間が内部開口部になって、固定型の理論と同じように水の上昇が見ら

表-4 実験結果（バキューム・ブレーカの水の上昇高さ）

バキューム ・ブレーカ	水 の 上 昇 高 さ (Δh) mm					
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
A	80.5	81.4	64.1	64.0	56.6	70.8
B	196.5	400以上	0	0	0	0
C	0	400以上	0	0	0	0

注1) No. 1 ~No. 6 は実験方法を示している。

2) 400mm以上とは実験における洗浄管の長さ以上の水の上昇を示すもので、
 給水管内にまで水の吸上げがあったもの。

れるのは当然である。しかしながら、実際の使用状態（フラッシュ弁にバキューム・ブレーカを
 取りつけた場合）では、フラッシュ弁内である程度逆止弁の役割を果たしていると考えられる。
 つまり、B、C型で(3)~(6)の方法は水の上昇がないからである。

次に各々のバキューム・ブレーカについて考察する。Aのバキューム・ブレーカでは、現状の
 使用状態で64.1mmの水の上昇高さがあったが、HASSの規定の150mmには及ばないので、今回
 の実験では有効な器具であると判定できる。しかしあくまでも可動型ゆえ、弁の上下作動が完全
 に作動してくれることを条件としなければならない。

Bのバキューム・ブレーカでは、バキューム・ブレーカのみの実験で約200mmの水の上昇があ
 るので、HASSの規定以上となり、不完全な器具と判定できる。しかし現状の使用状態において
 は、水の上昇が見られないことから、汚染防止の役目は果たしているが、AよりもBの方が劣る
 器具と云える。さらに、Aと同様に弁の完全作動を条件とする必要がある。

Cのバキューム・ブレーカでは、フラッシュ弁とバキューム・ブレーカのパッキンをはずした

とき以外、水の上昇が見られないため、有効な器具と判定できる。なお両器具のパッキンが同時に腐食等によって破損することは、万が一にも考えられない。それ以前に水もれなどで器具の取り換えを行なわざるを得なくなる。さらに、A、Bと同様に可動部分の完全作動が要求される。

以上をまとめると、3種類のバキューム・ブレーカとも現状の使用状態では、有効な逆流防止の役目を果たしていると云える。だが、Bのバキューム・ブレーカについては、器具の内部構造に欠陥があると思えるので、器具の改良を望むものである。さらに、A、B、Cとも可動型ゆえ、可動部分の半永久的な完全作動を考えれば、最良の方法を開発することが必要である。またパッキンを使用しているので、腐食等を考えれば、それに変わる他の方法（例えば金属製で摩耗のないもの）の開発も必要である。

5 む す び

給水設備における逆流防止器に関する研究の第一歩としての報告である。そのため理論と実験との関連性を持たせるまでには至らなかったけれども、逆流防止器についての概要は把握できたので、次回には理論にもとづく実験を報告する予定である。

今回の研究結果を要約し、またバキューム・ブレーカの望ましいあり方の要約を以下に列記し、逆流防止器の開発（考案）の一資料になることを望む。

(1) それぞれの器具に最も適した逆流防止器の開発（考案）は早急に必要だが、それと同時に器具に対する規格、規準および性能試験を理論的にも実験的にも確立すべきである。

(2) 今回の理論では、水の許容高さを150mmまで認めれば、外部口径は内部口径の2～3倍必要となる。また面積では5～10倍必要となる。

(3) 実際のバキューム・ブレーカの実験結果より、3種類の器具のうちB型については内部構造に欠陥があると思えるが、その他のA、C型は有効な器具と判明した。なお3種類とも可動型なので、可動部分の完全作動が永続的に要求される。また弁に取りつけられているパッキンが腐食、破損、摩耗等を考えれば、それに変わる他の方法の開発も要求される。

(4) 今回の研究結果を参考にし、逆流防止器の有効でかつ最良の器具としての条件は次のようになる。

- (a) 故障、損傷が永続的に絶対にあり得ないもの。(特に可動型の場合)
- (b) 給水中の内部抵抗が小さいこと。(抵抗が大きいと給水音の発生をまねく)
- (c) 空気取入の開口部は、微小のごみなどの混入、および不衛生な構造であってはならない。
また給水時の水もれが絶対にないこと。
- (d) ゴムパッキンなどを使用せず金属製の気密性のあるものを使用すること。
- (e) 器具の維持管理がやりやすいこと。例えば外観上故障が発見できること。

以上のことから、最良の逆流防止器としては、大気圧式でかつ可動型よりも固定型で(4)項の(a)～(e)を満足したもので、でき得れば、水せんに逆流防止器が内蔵され、使用しやすく、デザインも良くて節水型の水せんの開発を望むものである。

おわりに、実験に関しては、空気調和、衛生工学会、汚染防止委員会で著者が実験を担当した
ときのものである。ここに、当委員会の皆様に謝意を表します。

参 考 文 献

- (1) Roy B.Hunter, Gene E.Golden, Herbert N.Eaton : Cross-Connection in Plumbing Systems.
- (2) F.M.Dauson ほか : Report on Plumbing Cross-Connections and Back-Siphonage Research.
- (3) 小川誠耳 : 衛生工事の排水と通気 そのⅢ
- (4) 篠原, 江川 : 給水設備における吐水口空間について
空気調和・衛生工学会VOL.47NO.12
- (5) 給排水設備規準委員会 : HASS-206-1976
給排水設備規準 (改訂案)
空気調和・衛生工学会VOL.50.NO.12
- (6) 空気調和・衛生工学会編 : 空気調和・衛生工学便覧
- (7) 工業計測技術大系編集委員会編 : 流量(上)
- (8) 岸力 : 水理学演習(1)