

2.3.4 管内閉塞や漏水などの検出

蛇口をひねって水を出している状態では、式(2.2)に示されるベルヌーイの定理によって、蛇口における速度水頭および圧力水頭の和は、受水槽における全水頭 H よりも管内損失分だけ小さくなることが知られている。しかし、管内が異物による閉塞や漏水などの異常が発生すると、管内の損失が通常時より大きくなり、蛇口における全水頭を計算した結果と異常の無いときの全水頭を比較することによりこれを容易に検出することができる。

(Fig. 4 参照)

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z + h_f \quad (2.2)$$

H : 全水頭 v : 流速 p : 圧力 z : 位置水頭 h_f : 管内損失 ρ : 水の密度 g : 重力加速度

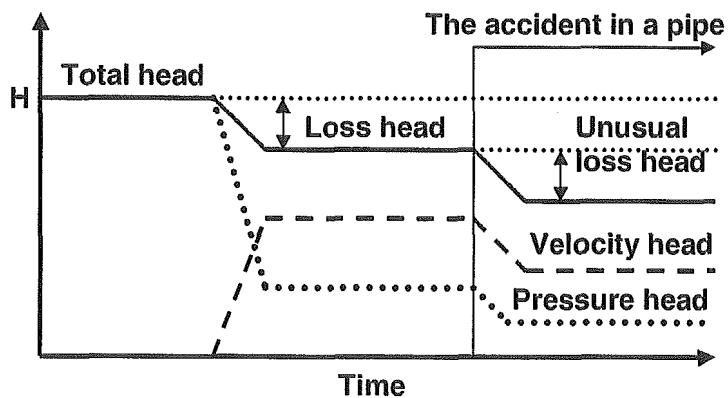


Fig. 4 Mechanism of accident detection of in pipelines

3 実験装置及び測定方法

実験装置は、本学水圏環境工学研究室 1 階及び中 2 階の蛇口に接続している。既設の蛇口にステンレス製のフレキシブル水道管を接続し、それに管径 13 mm の塩ビ管が接続してある。その塩ビ管に流量計、圧力計、電気伝導度センサーが取り付けられており、その塩ビ管は水道が通常に使えるように、出口に新たに蛇口を設置した。流量計、圧力計、電気伝導度センサー、ORP センサーからの出力されるデータは、A/D 変換器を通し、アナログデータをデジタルデータに変換しパソコンに取り込むようになっている。A/D 変換は、Visual Basic6.0 によって作成されたプログラムによって行われ、研究室における通常の水道使用に伴う、流量、圧力、電気伝導度の変化を 24 時間以上連続で取得できるものとした。データはパソコンのハードディスクに連続的に収納するものとし、後ほどデータの解析を行うものとした。

実験は、以下の 2 テーマについて実施した。

① 平日と休日における、各センサーからの出力の日間変動パの測定。

② 圧力計および流量計からの出力から、漏水を検出する可能性の検討。

② はセンサーの上流側の位置において、穴 (2.5, 2.0, 1.5, 0.85mm) を開けたり、管を接続するネジを緩めることによって意図的に漏水を発生させ、水を流し続けた状態における流量計および圧力計からの出力を解析することにより行った。具体的には、両出力を用いて、受水槽から蛇口までの管路における摩擦等のエネルギー損失に関わる、損失水頭係数の値を計算した。なお、損失水頭係数 λ は、ダルシーワイズバッハ式を変形した式 (1) により定義され、管長、管径、摩擦損失係数などの管固有の値の関数である。

$$h_f = \lambda Q^2 \quad (1)$$

ここに、 λ : 損失水頭係数 h_f : 損失水頭 Q : 流量。

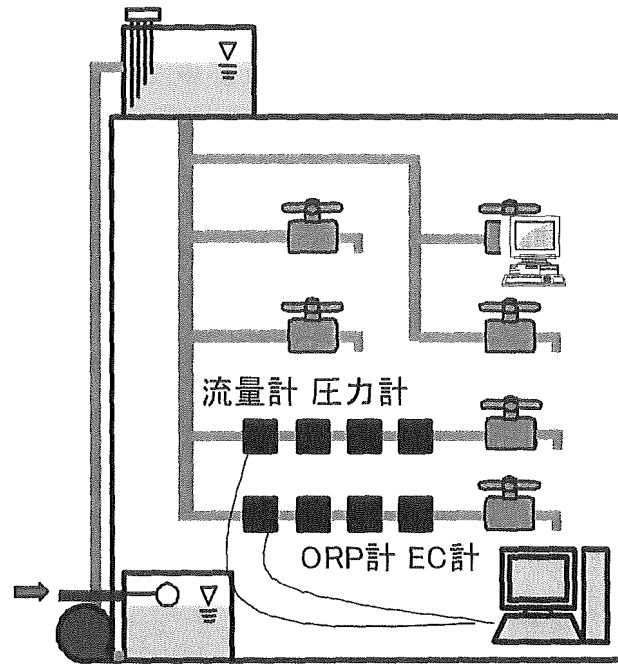


Fig. 5 The schematic diagram of experiment equipment

4. 実験結果

図6, 図7に休日と平日の1日間における各水頭, EC, ORPの経時変化を示した. ECは平日, 休日ともに大きな変化がなくほぼ一定値で推移している. 一方, ORPは蛇口を使用していない間に値が低下する傾向を示した. これは, 管内で水が滞り, 残留塩素濃度が低下することにより生じたものと考えられる. 平日のORPで急上昇しているところが2ヶ所あるが, これは蛇口を開けたとき(0.1m³/hrで5秒程度)に残留塩素濃度が高い水が流入したことによるものである.

1階と2階の圧力水頭は, ともに, 蛇口の使用に起因する急激な変動と, 徐々に低下していった後, 急に元にもどる現象を見せているが, これは高架水槽内の水位が変動することによるものである(図8参照). また, 1階と2階の圧力水頭の差は圧力計の設置高さの差(2.8m)に一致した.

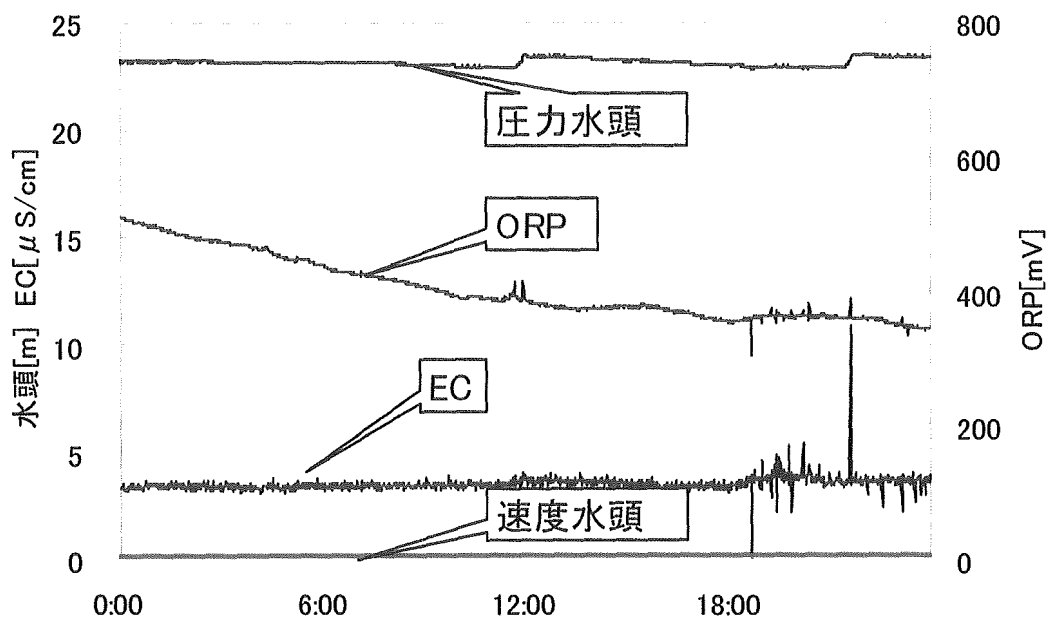


図 6 (1) 休日におけるセンサーからの出力結果（1 階部分）

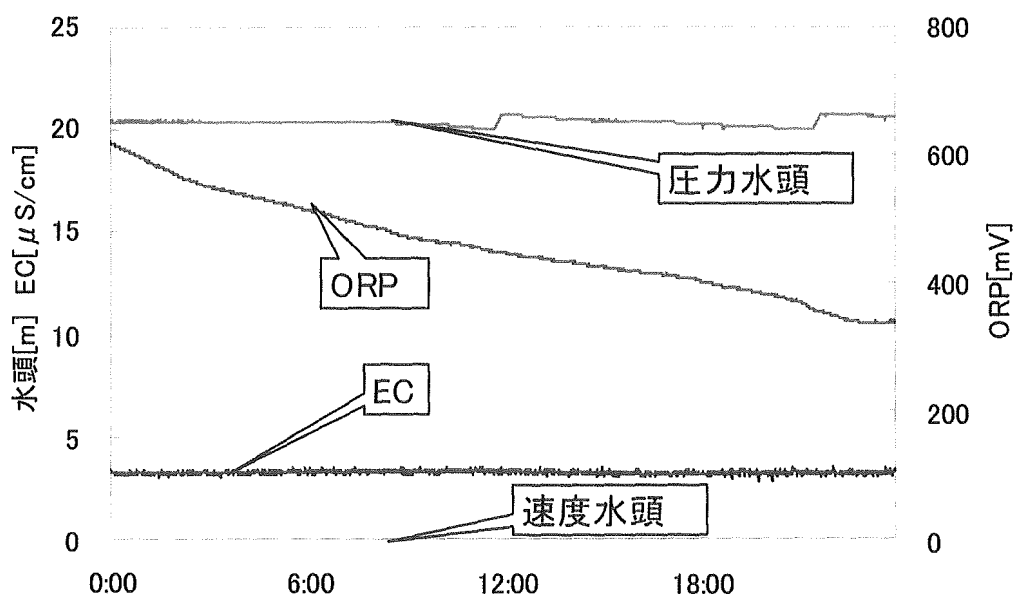


図 6 (2) 休日におけるセンサーからの出力結果（2 階部分）

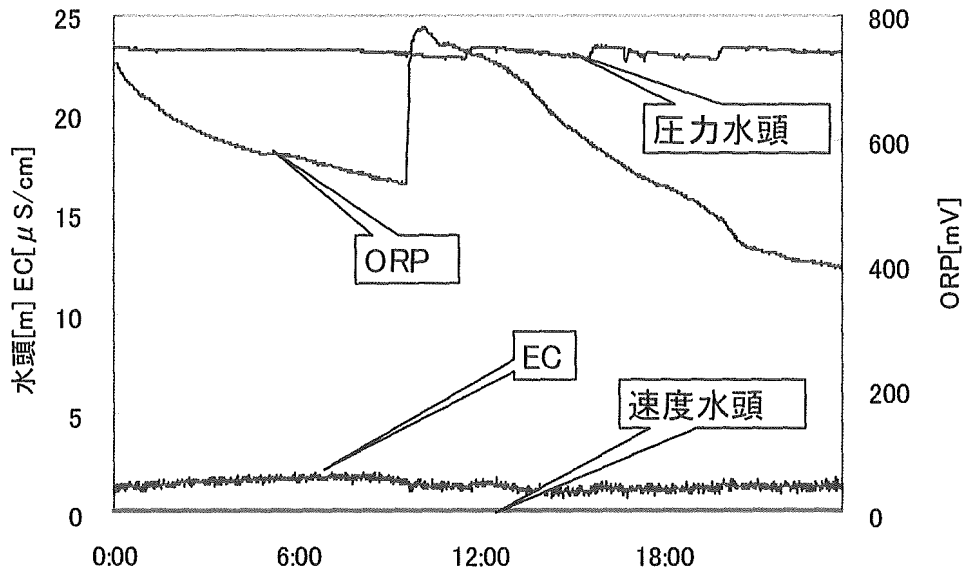


図 7 (1) 平日におけるセンサーからの出力結果 (1 階部分)

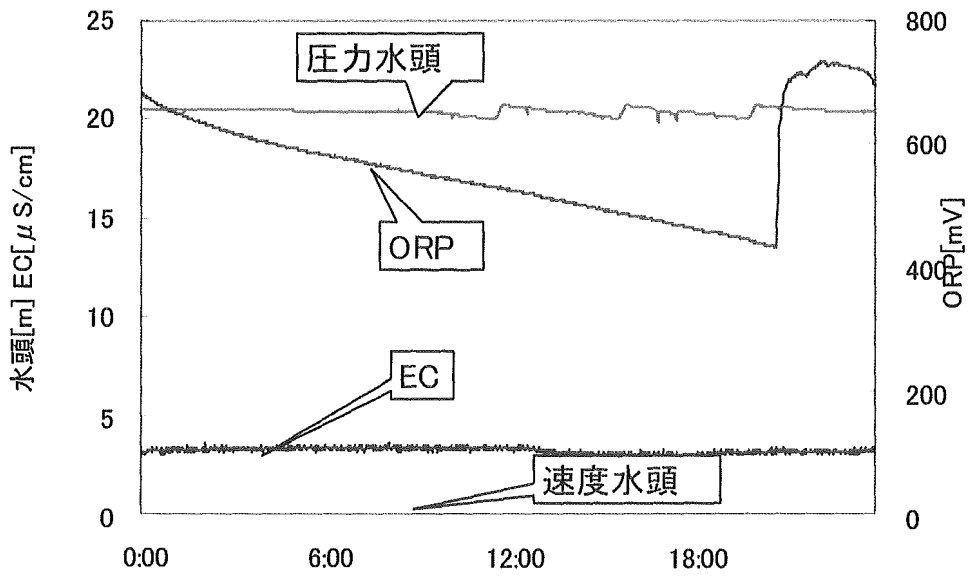


図 7 (2) 平日におけるセンサーからの出力結果 (2 階部分)

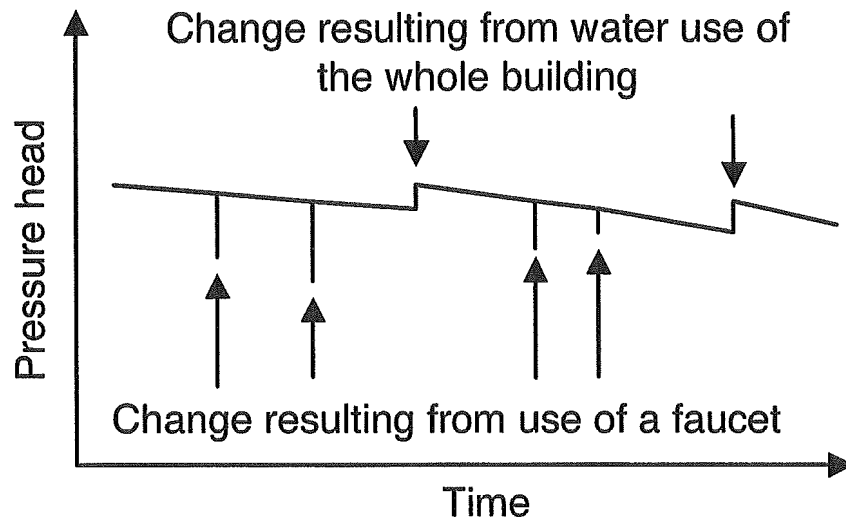


図8 圧力水頭の変動メカニズムの概念図

図9に、漏水実験における蛇口からの流量と漏水量の関係を示した。また、図10に損失水頭係数 λ と流量の関係を示した。漏水の無い状態での損失水頭係数は、 $0.3\text{m}^3/\text{hr}$ 以上になると一定値を示すことがわかる。また、 2.0mm および 2.5mm の穴を設けた管の損失水頭係数は、漏水のない状態と比べて大きな値をとっていることが分かる。ネジの緩みによる漏水は、漏水量が少ないため、 λ の値の変化を読み取ることはできなかった。

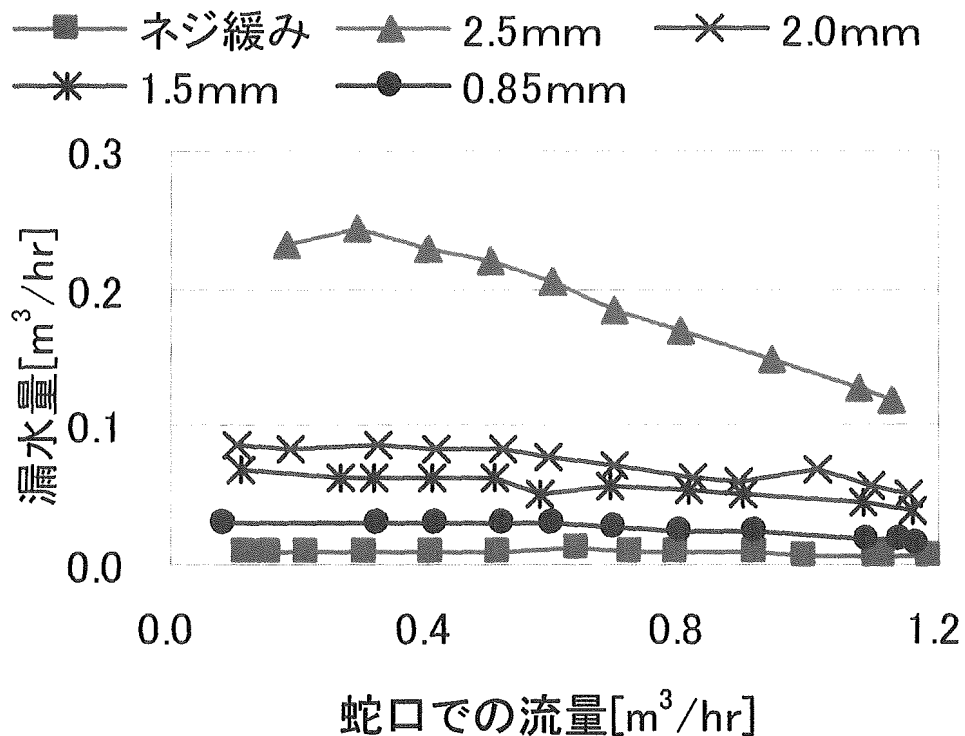


図9 漏水実験における蛇口からの流量と漏水量の関係

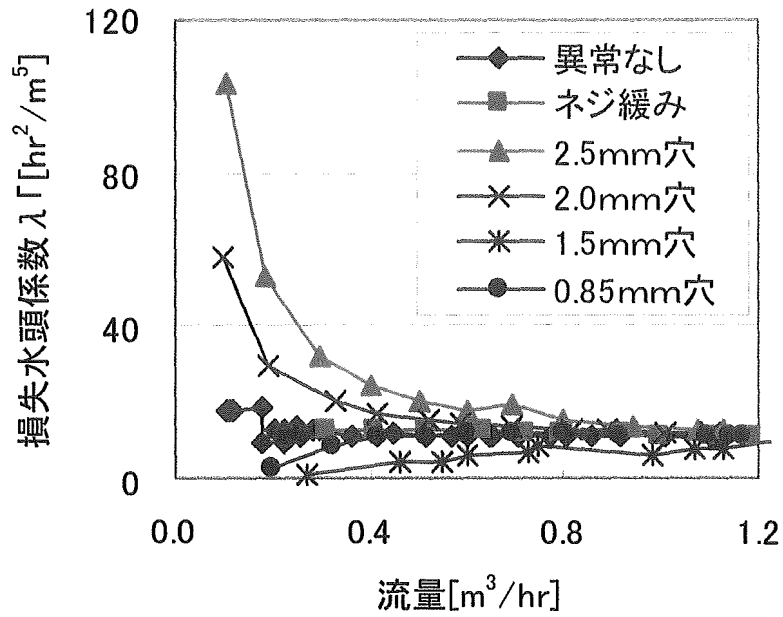


図 1 0 漏水実験における損失水頭係数 λ と流量の関係

蛇口における流量に漏水の流量を加えた値に基づいて損失水頭係数 λ を求めた結果を図 11 に示す。漏水条件の値は、漏水の無い条件の値にほぼ一致しており、漏水に伴う λ の変化は、管内を実際に流れる流量と蛇口における流量の差に起因していることが示された。以上より、蛇口において、流量と圧力を監視することで漏水検出が可能であることが示唆された。

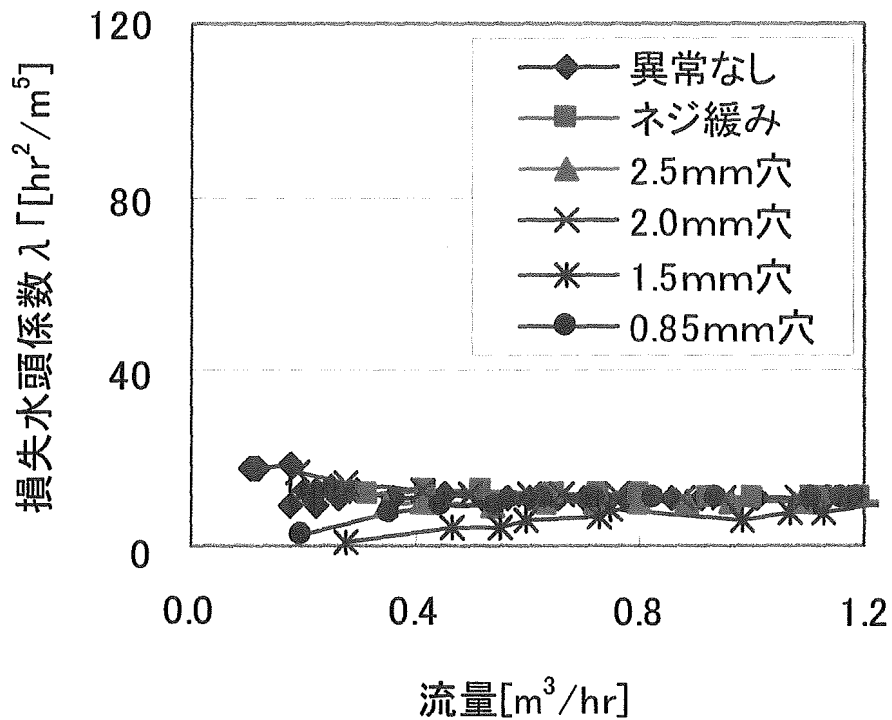


図 1 1 漏水流量を考慮した損失水頭係数と流量との関係

4. まとめ

受水槽式の建物において、流量計、圧力計、EC計、ORP計を組み合わせた装置を1階と2階に設置し、出力の変動パターンを調べた。ECは大幅な変化をしないが、ORPは少量の水の流れによる水質変化に敏感に反応した。また、管内の損失水頭係数を監視するにより漏水を検出する可能性が示唆された。

研究発表

蘇武政文、石原 健太、長岡 裕：受水槽給水システムにおける漏水および水質異常検出のための基礎的検討、第56回全国水道研究発表会講演集、発表予定、2005

5. 平成14年～平成16年度研究の総まとめ

(1) 目的

近年、給水栓からの逆流、貯水槽における水質悪化、経年劣化などに起因する水道水質の異常などの事故が報告されているが、これらを検知するシステムの開発は未だ十分であるとはいえない。

本研究は、各戸の水道メーター付近に設置した流量計、圧力計、電気伝導度センサーによって、水質の異常や水量の異常を速やかに検出し、ユーザーに警報を発するシステムの構築を目指している。想定しているシステムとしては、各戸に各種センサーを併設した水道メーターと集合住宅への引き込み管に1個のメーターを設置し、各種センサーから得られる流量データ及び水質データの時系列データを逐次、1箇所の監視システムに送ることで、異常が発生した場合に各戸に警報を発するというものである (Fig.1 参照)。警報が発せられることで、当該需要者はもちろん、他の需要者に健康的リスクの低減や、経済的損失の低減を達成することが可能となる。本システムでは、漏水などの流量異常、水道水中の水質異常に起因する電気伝導度の上昇、管内閉塞による圧力の異常などを検出することが可能である。本研究では、実験室において本システムの適用可能性について検討した。

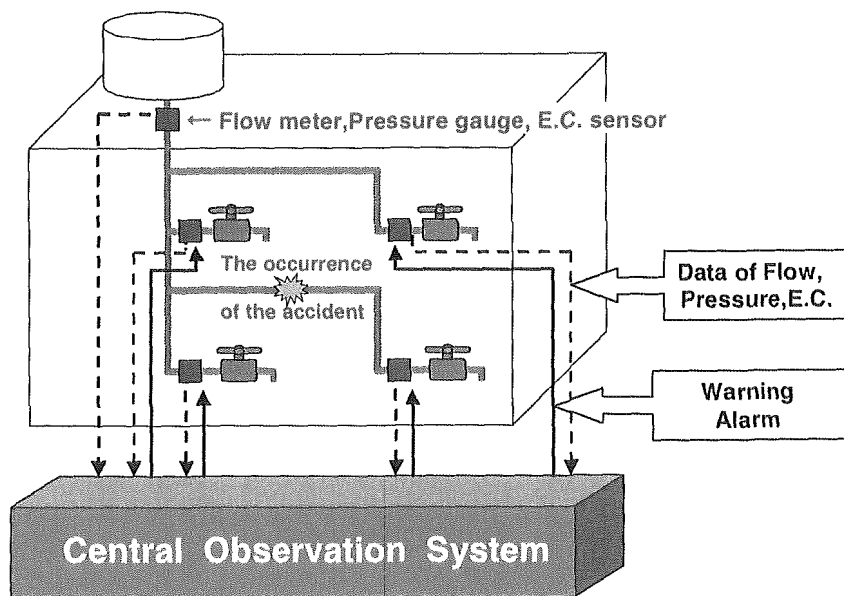


Fig.1 Image of accidents detection system in an apartment

(2) センサーからの情報に基づく異常現象の検出、解析方法

本システムにおいては、以下のセンサーからの出力により、水質および水量以上の検出を行う。

- ・ 流量計
- ・ 圧力計
- ・ O R P 計
- ・ 電気伝導度計

O R P 計および電気伝導度計の出力からは、排水の混入に起因する異常や残留塩素濃度の異常を検出することが可能である。

流量計および圧力計からの出力からは、以下の式に基づいて損失水頭係数を計算し、管路による異常や漏水の等に起因する水量異常を検出することが可能となる。

$$h_l = \lambda Q^2 \quad (1)$$

ここに、 λ : 損失水頭係数 h_l : 損失水頭 Q : 流量。

(3) 異常現象検知の目的の達成度

本検出システムにより、以下の異常現象の検知の可能性は確認された。

- ・ O R P 計による、残留塩素濃度低下の現象
- ・ 建物全体の使用水量および使用パターンの異常
- ・ 漏水異常（ただし、蛇口からの最大流量の1割程度以上）

(4) 開発したセンサーの問題点

本システムによる水量異常の検出は現状では精度が低く、少量の漏水を検出することは困難である。また、漏水箇所の検出も現システムでは不可能である。今後はこれらの問題の克服が課題となる。

(5) 考えられる運転運用方法

本システムは、集合住宅などの受水槽水道において、水量・水質異常を検出するシステムとして適用が可能と考えられる。詳細は(1)目的において記述した。

II-1-7 給水システムのリスク管理に関する研究(4)；

水質変換装置などの給水システムへの導入方法

分担研究者 伊藤雅喜 国立保健医療科学院水道工学部
中澤祐貴

1. 本研究の目的

近年、直結式の給水が拡大していく中で、給水装置の高度化、多様化の動きが活発化し、水道管へ直結して使用する給水用具も普及してきている。しかしながら、不適切な施工・管理等が行われた場合、建築物内の給水システムのみならず、水道配水管系統への影響も懸念され、逆流のリスクが高くなっている。日本においては、逆流の恐れのあるところでは逆止弁や負圧破壊装置等の逆流防止器を設けることとなっているが、具体的な設置基準を策定するまでには至っておらず、水道事業者ごとに逆止弁の設置等に関して指導を行っている状況である。また、使用されている各種の逆止弁については、逆圧に対する逆流防止性能は構造・材質基準で規定されているが、負圧に対しては特に規定がされていない。しかし、負圧による逆流は断水時などに起きており、数都市で逆流事故も発生している。

今年度研究では、昨年度までの研究を踏まえ、減圧式逆流防止器や複式逆止弁などに対して負圧破壊性能試験等を実施し、各機器の特性をつかみ、給水方式と逆流水の危険度に応じた、リスクの少ない効果的な逆流防止法を検討することとした。

2. 実験方法

2-1 逆流防止器単体での機能評価実験

本研究では「給水装置の構造及び材質の基準」の負圧破壊性能試験をアレンジし、供試用具に -85kPa から -5kPa までの段階的な負圧をかけ、瞬時・1分・3分・5分の経過時間毎の逆流状況を計測し、各設定負圧に対して逆流防止器の有効性を水容器に入れた透明管の水位変化で確認することとした。(図-1)

また、逆流のあるものについては、透明管内の水位の変化と逆流水が弁体を超えたものは逆流水量を計測することで逆流状況を判断した。なお、本年度の研究対象とした供試用具は、ばね式の逆止弁が2個内蔵された減圧式逆流防止器、複式逆止弁、二重式逆止弁と立て管に用いる吸排気弁で、どの逆流防止器も市販されている新品を用いた。実験条件として、負圧の値は、米国のバキュームプレーカ規格である「ASSE1001」より最大負圧として -85kPa 、「給水装置の構造及び材質の基準」及び空気調和・衛生工学会規格「SHASE-S211・S215」より -54kPa 、また

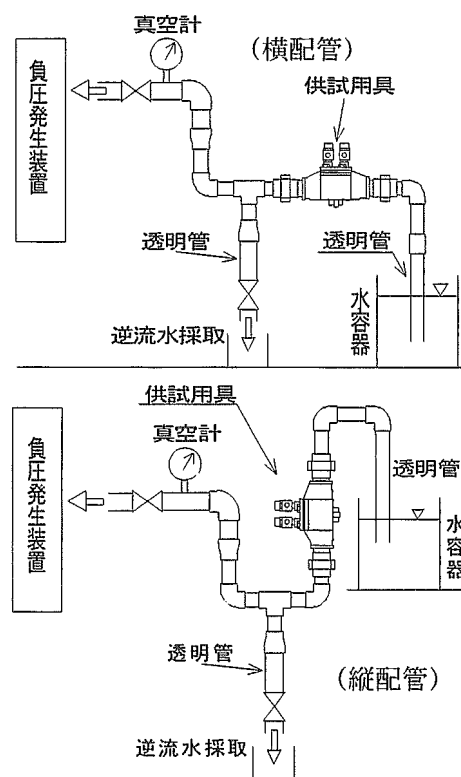


図-1 実験配管図

微小な負圧が発生した状況を考え -30kPa 、 -5kPa とした。配管は、各逆流防止器ともに横配管と立ち上がり縦配管の2種類を検討することとし、供試用具の下流側に目盛付透明管を水容器に埋没させた。また、逆止弁故障の原因の一つとして、水道水中の異物によるゴミ噛みと考えられるため、SHASE規格やJWWA規格に準拠して各逆流防止器の弁座と弁体の間にワイヤーを噛み込ませ負圧実験を行った。ゴミ噛みの設定条件として、流水方向に対して一次側（一次側逆止弁）に噛み込ませた場合と、一次・二次（二次側逆止弁）両側に噛み込ませた場合の2通りとした。なお、逆止弁に噛み込ませるワイヤー径は、空気調和・衛生工学会規格「SHASE-S211・S215」のパキュームブレーカ規格に準拠し、 $\phi 13\text{mm}$ 給水管に 0.8mm 、 $\phi 20\text{mm}$ に 1.0mm 、 $\phi 25\text{mm}$ に 1.2mm とした。

逆流の判定基準は、次の通りとした。

- A：透明管内水位変化なし（逆流なし）
- B：透明管内水位変化あり（ 0mm 超 $\sim 3\text{mm}$ 以下）
- C：透明管内水位変化あり（ 3mm 超 $\sim 75\text{mm}$ 以下）
- D：透明管内水位変化あり（ 75mm 超 \sim 逆流防止器まで）
- E：逆流防止器を越え、一次側に逆流。

Bの判定基準値は、日本水道協会規格（JWWA B 134）の耐逆サイホン試験の性能値を、Cの判定基準値は、空気調和・衛生工学規格（SHASE-S211・S215）の負圧破壊性能試験（配管接続型）の性能値を参考とし、「A・B」は負圧に対して逆流防止機能が期待できるもの、「C・D」は負圧に対して完全な逆流防止機能は期待できないもの、「E」は負圧に対しては逆流防止機能が全く期待できないものとした。

2-2 逆流防止器の組み合わせによる給水システムとしての逆流防止性能評価

2-1での逆流防止器単体での実験結果を踏まえ、実際の集合住宅をイメージした給水システムを図-2のように模擬的に配管し、逆流防止器を組み合わせた実験を行い、効果的な逆流防止方法を模索した。本実験では、上流側に減圧式逆流防止器や二重式逆止弁、立て管の上部に吸排気弁を設置し、末端に各戸単位で

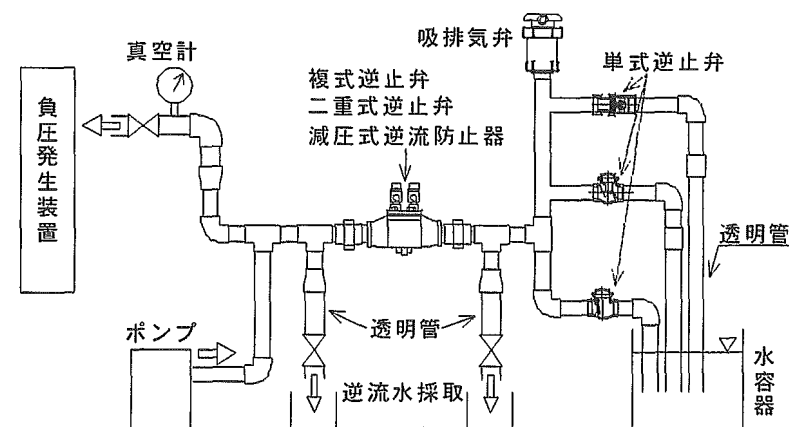


図-2 実験配管図（組み合わせ）

の逆止弁をイメージしたばね式、リフト式、スイング式とタイプの違う $\phi 15\text{mm}$ 逆止弁を設置した。設定した負圧は上記実験と同様に、 -85kPa 、 -54kPa 、 -30kPa 、 -5kPa とし、5分経過後の逆流状況を確認することとした。本実験では、一旦ポンプで逆流防止器を

含む配管内に水を満たした状態にし、その後に管末の透明管内の水を抜き、一次側の逆流防止器直近の透明管に水を満たしてから、バルブを切り替えて負圧を発生させ、管末の透明管内の水位が上昇するかを確認する。しかし、表-17に記載した実験結果に関しては、一次側透明管内の水と逆流してきた着色された水が混ざり合うと、微量な逆流の確認が困難なため、ポンプによって水を満たさず、2-1の実験のように配管内は空気のままの状態で行った。なお、水容器の中の水は着色している。末端の単式逆止弁は、昨年度研究の単式逆止弁に対する負圧性能試験において逆流を起こした製品を使用し、吸排気弁は、2-1の実験において一番逆流を生じたd社のφ20mmの製品を用い、減圧式逆流防止器、二重式逆止弁、複式逆止弁は逆流防止器内の一次側逆止弁のみにワイヤーを噛ませた状態と一次側逆止弁・二次側逆止弁の両方にワイヤーを噛ませた状態で実験を行った。また、単式逆止弁は本実験を行った後、逆止弁として逆流防止機能があることを確認するため、逆流防止性能試験（3 kPa）を実施した。

逆流の判定基準は、管末の透明管内の水位上昇のみ、もしくは単式逆止弁で逆流が止まり、逆流防止が期待できるものを「○」とし、単式逆止弁一次側に逆流し逆流防止が期待できないものを「×」とした。逆流防止性能試験における判定条件は、全く逆流を生じないものを「○」とし、ごく微量ではあるが逆流を生じるものを「△」とし、瞬時に逆流を生じるものを「×」とした。

3. 実験結果

3-1 逆流防止器単体での機能評価実験結果

表-2~5に負圧発生直後、1分経過後、3分経過後、5分経過後の減圧式逆流防止器の実験結果、表6~9に複式逆止弁、表10~13に二重式逆止弁、表14~17に吸排気弁の実験結果を示す。ワイヤーが無い状態では、減圧式逆流防止器は本実験条件下では横配管・縦配管ともに水位上昇は殆ど見られなかった。複式逆止弁も横配管・縦配管ともに殆どの製品で水位上昇は無かったが、一部の製品においては水位上昇が発生したものがあつた。5分間での水位上昇は最大39mmであるが、この間水位上昇が継続していたので、負圧が長時間続けば機器を越え逆流する可能性もある。二重式逆止弁は一部の製品で、わずかな水位上昇が発生したものがあつたが殆どの製品においては横配管・縦配管ともに水位上昇は見られなかった。次に、ワイヤーを噛ませた状態では、減圧式逆流防止器は一次側のみワイヤーを噛ませた状態では、水位上昇は殆ど見られなかった。また、一次・二次の両方にワイヤーを噛ませた場合でも排水口から吸気することにより、水位上昇があつてもそこからさらに上昇が継続するようなことはなく、一次・二次両側の弁に不具合が生じても逆流防止機能が期待できるが、一部の製品では日本水道協会規格JWWA B 134により定められている3mm以上の水位上昇が見られた。複式逆止弁、二重式逆止弁は一次側のみワイヤーを噛ませた場合は、正常な状態での試験結果と比較して大きな変化はないが、一部の製品においては、微小負圧時にかなりの水位上昇が計測された製品もあつた。また、複式

逆止弁、二重式逆止弁ともに、一次・二次両側にワイヤーを噛ませた場合は、構造上からも自明だが逆流防止機能は全く期待できないことを確認した。吸排気弁は、構造上横配管は不適なため垂直設置状態のみで実験を行った。ワイヤーが無い状態での実験では、吸排気弁はどの機器についても4mmから350mmの水位上昇がみられ、2機器では吸排気弁一次側まで逆流が起こった。

3-2 逆流防止器の組み合わせによる逆流防止性能評価実験結果

減圧式逆流防止器・二重式逆止弁・複式逆止弁の逆流防止器内の一次逆止弁のみにワイヤーを噛ませた時には、先の実験と同様に逆流は殆ど生じず、透明管内の水位上昇もあまり見られない。一次逆止弁・二次逆止弁の両方にワイヤーを噛ませたφ20mm二重式逆止弁、φ20mm吸排気弁、φ15mm単式逆止弁の組み合わせによる単式逆止弁における5分経過後の実験結果を表-18に示す。まず、上流側である一次側に減圧式逆流防止器を用いた場合、減圧式逆流防止器内の一次逆止弁・二次逆止弁の両方にワイヤーを噛ませた状態でポンプから水を流すと、圧力差が生じず減圧式逆流防止器の排水口のバルブが閉じずに排水口から水が流れ出る結果となった。そのため、一次側に減圧式逆流防止器を用いた場合は、機器に異常が生じたまま使用することは難しいため、本実験ではこれ以後用いないこととした。二重式逆止弁・複式逆止弁を用いた場合、一次逆止弁・二次逆止弁にワイヤーを噛ませた状態で、吸排気弁手前のバルブを閉め、吸排気弁が作動しない二重式逆止弁と単式逆止弁だけの状態では末端の逆止弁から瞬時に逆流を生じた。しかし、吸排気弁手前のバルブを開き吸排気弁が作動している状態では、透明管内の水位上昇はあるものの逆止弁で逆流が止まり、単式逆止弁6製品中4製品で単式逆止弁より一次側に逆流を生じず、1製品でも殆どどの条件で逆流を生じなかった。ここで、単式逆止弁の機能調査のため、逆流防止性能試験(3kPa)を実施したところ、今回逆流を起こしたγ社のスイング式逆止弁は、水を全く保持することが出来なかったため、逆止弁自体が故障していると考えられる。また、γ社のリフト式逆止弁においては、-30kPaの時のみ逆流を生じる結果となった。

4. 考察

今回の基礎的な実験から、逆流防止器の多くは負圧による逆流に対しても有効であると考えられる。ただ、製品によってはゴミ噛みが無い時や一次側のみにゴミ噛みがある状態でも逆流が生じ、また微小負圧時にのみ逆流が生じる製品もあったので、これらの現象に対し十分な配慮を払う必要がある。微小負圧時の逆流の原因としては、圧力差が小さいため弁体と弁座が密着せずに隙間が出来るのではないかと考えられる。横配管と縦配管で差が出た製品も見られたが、配管方法による違いであるかどうかについては改めて検討する必要がある。今回の逆流防止器単体での実験では配管の内部は空気であるが、より現実的な実験とするために、配管中に水を満たした状態での試験とすることも今後の課題である。吸排気弁は負圧に対して吸気はするが、吸気量が少なければ、確実に逆流を防止できると

は言えないため、吸排気弁は単独での使用は避けるべきであり、他の逆止弁タイプの逆流防止器と併用することが望ましい。排気の問題もあり一概には言えないが、バキュームブレーカ並みの性能を求めて、吸気性能が増せば逆流防止の安全性がさらに高まるのではないかと考えられる。

また、逆流防止器の組み合わせによる実験から、減圧式逆流防止器内の逆止弁に異常が生じている時は、排水口から水が流れ出てしまい下流側にほとんど水が流れなくなるため、機器に異常が生じたまま使用することは難しく、ゴミ噛みによる逆流には対応できると考えられる。本実験で用いた単式逆止弁は、昨年度の実験において激しく逆流を生じていた製品であり、吸排気弁も逆流防止器単体での実験で逆流を起こした製品であったが、単式逆止弁と吸排気弁とを併用することによって、十分な逆流防止機能を持つことが分かった。しかし、逆流防止性能基準を充たさない逆止弁に関しては、負圧によっても激しい逆流を生じたため、逆止弁としての本来の機能を持っていない製品に関しては、逆流防止器の組み合わせによっても逆流を防止することは出来ず、逆流防止効果は全く期待出来ないため、絶対に使用してはならないであろう。リフト式逆止弁の -30kPa 時の逆流は、なぜその圧力のみ逆流を生じるのか解明には至らなかったが、複数回実験を行って同じ結果が出ており、圧力と逆流の因果関係は今後検討する必要がある。立ち上がりの配管に吸排気弁を用い、各戸に単式逆止弁を設置しただけでも、各々を単体で使用する時よりも、かなりの逆流防止効果が期待できることが分かったため、タイプの違う逆流防止器を組み合わせ使用して、リスクを軽減することは重要かつ必要なこととなる。

5. まとめ

現在、一部の都市では $\phi 75\text{mm}$ の増圧ポンプが使用開始されるなど直結給水方式はますます拡大している中で、循環式の風呂釜のような給水用具からの逆流事故も各地で数例起きており、負圧による逆流に対しても配慮する必要があると考えられる。特に、直結増圧式の給水では増圧ポンプの保守点検時、また受水槽を用いた給水方式でも受水槽やポンプの清掃・点検時に、立て管内で負圧になる可能性があり、直結している給水用具から水質的に変化した水を引き込むおそれがある。そのため、クロスコネクションの防止と逆圧による逆流防止にも十分に注意し、逆流防止対策を講じることが必要である。逆流防止器の多くに使われている弁体のバネは経年劣化が考えられ、また長期間の使用によってゴミ噛み等が発生した時は、今回の実験でも明らかになったように、逆流の危険性が高くなるため、逆流防止器手前にストレーナーを設置し異物のゴミ噛みを防ぎ、給水システム内にタイプの違う逆流防止器を組み合わせ使用することで、かなりのリスクを軽減することになると考えられる。施工済みの給水装置についてはメンテナンスが難しいが、より安全で安心して使用できる給水システム作りのために、定期点検や交換を含めた適切な維持管理を行うことと、複合的な逆流防止対策を講じることがますます重要となってくると考えられる。

参考文献：1) 中澤祐貴他、第 55 回全国水道研究発表会講演集、p. 492-493

逆流防止器単体での機能評価実験結果

表-1 逆流防止器単体での機能評価実験判定基準

A:透明管内水位変化なし(逆流なし)
B:透明管内水位変化あり(0mm 超~3mm 以下)
C:透明管内水位変化あり(3mm 超~75mm 以下)
D:透明管内水位変化あり(75mm 超~逆流防止器まで)
E:逆流防止器を越え、一次側に逆流

表-2 減圧式逆流防止器直後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー:無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側・二次側両方									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	D	D	D	C	C	C	C	C
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A

表-3 減圧式逆流防止器 1分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー:無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側・二次側両方									
a社	φ20	B	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	C	C	C	C	C	C	C	C
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A

表-4 減圧式逆流防止器 3分後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー:無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	B	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	A	A	B	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側・二次側両方									
a社	φ20	C	B	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	C	C	C	C	C	C	C	C
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A

表-5 減圧式逆流防止器 5分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー:無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	A	B	A	B	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	B	A	A	A	A
b社	φ20	B	A	A	B	A	A	A	A
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー:一次側・二次側両方									
a社	φ20	C	B	A	A	A	A	A	A
b社	φ20	C	C	C	C	C	C	C	C
c社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A

表-6 複式逆止弁直後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
e社	φ13	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
e社	φ13	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	B
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
e社	φ13	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-7 複式逆止弁1分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
e社	φ13	C	C	C	C	A	C	C	B
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
e社	φ13	C	C	C	C	A	A	A	A
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	B	C
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
e社	φ13	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-8 複式逆止弁3分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
e社	φ13	C	C	C	C	C	C	C	C
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
e社	φ13	C	C	C	C	A	A	A	A
d社	φ20	A	A	A	B	A	A	B	C
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	B	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
e社	φ13	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-9 複式逆止弁5分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
e社	φ13	C	C	C	C	C	C	C	C
d社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
e社	φ13	C	C	C	C	A	A	A	A
d社	φ20	A	A	A	B	A	A	B	C
e社	φ20	A	A	A	B	A	A	A	A
d社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
e社	φ25	A	A	A	B	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
e社	φ13	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
d社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
e社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-10 二重式逆止弁直後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-11 二重式逆止弁1分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	C
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-12 二重式逆止弁 3分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	B	B	B	B	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	B	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	B	C
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-13 二重式逆止弁 5分経過後逆流状況

メーカー	口径	横配管(水平設置)				縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無									
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	B	B	B	B	A	A	A	A
a社	φ25	B	B	B	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側のみ									
a社	φ20	B	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ20	A	A	A	A	A	A	A	A
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	B	D
a社	φ25	A	A	A	A	A	A	A	A
ワイヤー: 一次側・二次側両方									
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ20	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E
a社	φ25	E	E	E	E	E	E	E	E

表-14 吸排気弁直後逆流状況

メーカー	口径	縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無					
a社	φ13	E	E	E	D
a社	φ20	C	C	C	C
b社	φ20	C	C	C	C
d社	φ20	E	C	C	C
e社	φ20	D	D	D	D
b社	φ25	D	D	D	C
d社	φ25	D	D	D	C
e社	φ25	D	D	D	C

表-15 吸排気弁 1分経過後逆流状況

メーカー	口径	縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無					
a社	φ13	E	E	E	D
a社	φ20	C	C	C	C
b社	φ20	C	C	C	C
d社	φ20	E	C	C	C
e社	φ20	D	D	D	C
b社	φ25	D	D	C	C
d社	φ25	D	D	D	C
e社	φ25	D	D	D	C

表-16 吸排気弁 3分経過後逆流状況

メーカー	口径	縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無					
a社	φ13	E	E	E	D
a社	φ20	C	C	C	C
b社	φ20	C	C	C	C
d社	φ20	E	C	C	C
e社	φ20	D	D	D	C
b社	φ25	D	D	C	C
d社	φ25	D	D	D	C
e社	φ25	D	D	D	C

表-17 吸排気弁 5分経過後逆流状況

メーカー	口径	縦配管(垂直設置)			
		-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa
ワイヤー: 無					
a社	φ13	E	E	E	D
a社	φ20	C	C	C	C
b社	φ20	C	C	C	C
d社	φ20	E	C	C	C
e社	φ20	D	D	D	C
b社	φ25	D	D	C	C
d社	φ25	D	D	D	C
e社	φ25	D	D	D	C

逆流防止器の組み合わせによる逆流防止性能評価実験結果

表-18 逆流防止器の組み合わせによる実験結果

メーカー名	口径	配管位置	形式	-85kPa	-54kPa	-30kPa	-5kPa	3kPa
				5分経過後	5分経過後	5分経過後	5分経過後	逆流性能試験
α社	φ15	横	スイング式	○	○	○	○	△
β社	φ15	横	スイング式	○	○	○	○	○
β社	φ15	横	ばね式	○	○	○	○	○
γ社	φ15	横	スイング式	○	○	○	○	○
γ社	φ15	横	リフト式	○	○	×	○	△
γ社	φ15	横	スイング式	×	×	×	×	×

表-19 逆流防止器の組み合わせによる逆流防止性能評価実験結果判定条件

○：透明管内の水位上昇のみ、単式逆止弁で逆流が止まるもの (逆流防止が期待できるもの)
×：単式逆止弁一次側に逆流するもの (逆流防止が期待できないもの)
※ 逆流防止性能試験における判定条件
○：全く逆流しないもの
△：ごく微量の逆流を生じるもの
×：瞬時に逆流を生じるもの

H14～16 年度研究の総とりまとめ

1. アンケート調査

アンケート調査は、浄水器、活水器に対する各水道事業体の取扱いの実態を把握する目的で実施し、36 事業体からの回答を得た。(回収率 73%)

表-1

要件	内容
調査対象	都道府県庁所在地及び政令指定都市 (49 都市水道事業体)
調査期間	平成 14 年 7 月～平成 14 年 9 月
調査項目	①浄水器・活水器の設置位置について ②浄水器・活水器の設置確認及び確認方法について ③浄水器・活水器使用水の水質責任について ④浄水器・活水器使用水の水質トラブルについて ⑤逆流防止に関する指導について ⑥維持管理に関する指導について ⑦設置数の動向について ⑧設置数の把握について

図 1～3 にアンケート結果を示す。特に回答が分かれた設問に、逆流防止に関する指導が挙げられる。図-1 に示すとおり、浄・活水器ともに指導を行っている事業体と、行っていない事業体がほぼ二分された。浄水器については、指導を行っているとは回答した 20 事業体のすべてが、「逆止弁の設置」を指導内容に挙げていた。その中で、8 事業体 (40%) は、逆止弁の設置の指導を行うにあたり、「器具に逆止機能が備わっていない場合」と限定していたが、3 事業体 (15%) は器具に逆止機能が備わっていても、メーカー別や機種別の判断が困難なことや水道水の汚染防止などを理由に、一律に逆止弁の設置を指導しているとの回答だった。行っていない場合の理由としては、メータ直下に逆止弁を取り付けるよう義務付けているため、個別での措置を求めているとした回答が多かった。活水器でもほぼ同様の回答が得られた。

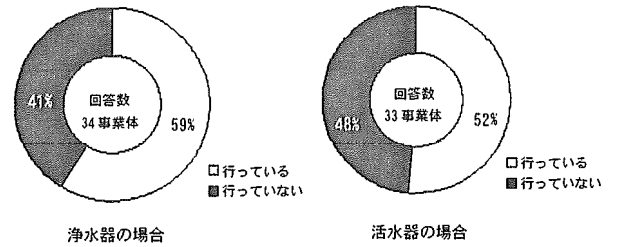


図-1 逆流防止に関する指導について

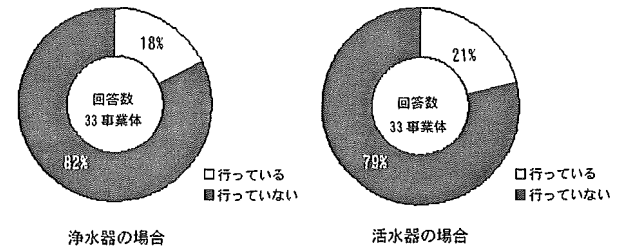


図-2 維持管理に関する指導について

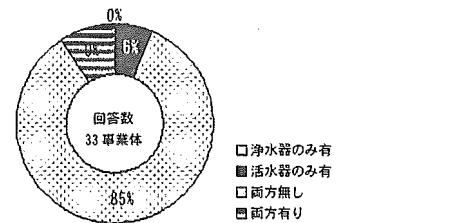


図-3 浄・活水器使用水の水質責任について

アンケートの結果から、水質に影響を及ぼすような浄水器・活水器に関しては、各事業体間で、特に逆流防止に関する指導や水質責任の範囲に対する考え方に違いがあることが判明し、事業体の水質責任については浄・活水器上流までとするものが多かった。(図-3)