

II-175 配・給水系統における水質変化について (1)

京都大学工学部 学生員 ○海老瀬 潜一
京都大学工学部 正員 合田 健

1. はじめに

最近、各種の配・給水管からの重金属塩類の溶出や管の腐食などによる赤水が問題になり、これらに対する研究や対策も各方面で取り組まれている。このように配水池を出た上水が各需要者に到達するまでの配・給水系統における水質変化は、その上水の化学的性質が主原因となり、これに物理的條件がかなり影響を及ぼしているものと考えられる。ここでは、とくに水質の化学的变化にプラスの形で作用する水理条件のうちで、滞留時間と流速に重点を置いてモデル解析を試みている。

2. モデル解析

配水池から各需要者に到達するまでの所要時間を配・給水系統における滞留時間とすると、この滞留時間は上水の各種化学反応の接触時間を支配し、また残留塩素などについて考えると、その消費時間となる。そしてこの滞留時間と逆数関係にある流速は、溶存酸素などの反応物の補給や、さびなど腐質の管壁からはく離の原因となる。これらの水理量は各点での需要者の需要パターンによって左右されるが、平常時ではいちおう一日の変化パターンはほぼ固定しているものと考えて解析を進めることは可能と考えられる。このような解析を行なうには配・給水系統の各点での需要パターンを知る必要があるが、利用できうる資料やデータ類がないのが現状である。それゆえ、配水池の配水量あるいは給水量の一日の変化のパターン例(図-1)を、配・給水系統の管網の各節点に適用した解析例を示す。すなわち、需要量変動に基づく配水量の変動状態の時間的な連続解析への試みである。

図-2のような配水管幹線の管
図-1 配水量の時間的な変化

網配置で、左上部の25節点の旧市街地区に、9節点のニュータウン地区が隣接している場合を考える。この各節点から計画一日最大の給水量が450ℓ/人・日で30000人分の取水があり、配水池は左上の1カ所のみで、流れは適当な地盤勾配による自然流下式であり、各

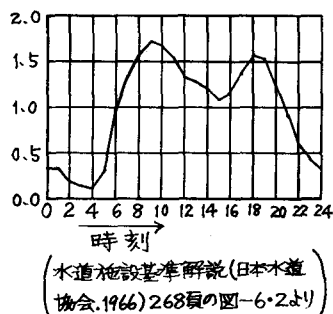
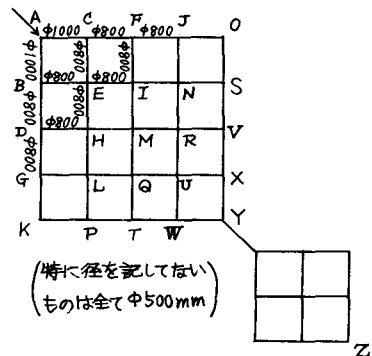


図-2 モデル管網



節点間距離は1kmで、管径は図中の値をとるものとする。これはモデル解析であるため、配置などは必ずしも適当ではないが、図-1の配水量パターンを図-2中の各節点の需要パターンとして一律的に採用し、1時間毎の管網計算を施し、その結果を連続変化のステップ近似としてとらえる。このような需要量の変動パターンは、 $Q = \sum a_i \sin(bx + c_i)$ などの曲線で近似し、各節点での抜き出し量(この場合は人口配置となる)も一律でなく変化をもたせて、もっと短い時間間隔での連続変化としての配・給水状態のシミュレーションを行ない、動的特性なども論ずることができる。

3. 解析結果の検討

ここで検討する滞留時間については、水質の安全性などの観点からその最長のものが、流速については、さびの管壁からのはく離などの点からはその最大のものが、また腐食の進行などを考えると、その大きさの程度だけでなく、持続時間あるいは頻度も問題となる。

(a) 滞留時間

図-2中のA点からY点に至る流過ルートは70通り考えられ、そのルートそれぞれのY点への到達時間もまちまちであり、その最長のものは一日の需要パターンの中のどの時間帯においても最長であり、その値は深夜の時間帯で最大約6.5時間、同じくA点からY点を経てZ点に至るルートで最大のものは、Y点までのものより幾分時間帯が先にずれて約9.5時間となる。この場合、これらの値は $\phi 500$ mm以上の配水管線だけの滞留時間であり、さらに小径の配水小管や給水管、ビルではその上、給水装置を経るために実際の需要者に至るまでになお相当の時間を要するものと考えられる。

(b) 流速

需要量変動に伴う流速の変化は着しく、需要量パターンからも明らかなようにかなりの低流速が約6時間も継続する。例えば、図-2のような管配置の、DH間とFI間では $0.03 \sim 0.38$ m/secの流速であり、最小流速や経路流速などの観点からこの管径は不適となる。この例はモデル管網であり必ずしも管径配置は適当でないが、このような解析を最大設計の実際の場合に持ち込むことができる。

(c) 旧系統と新系統の接続

旧系統の旧市街地区に新規需要のニュータウン地区の新系統が近いだけの理由で近接点相互で接続され、そのまま同じ配水池からの上水を受ける場合の旧系統内での変化についても解析できる。すなわち、旧市街地区のAからY点までの流速がニュータウン地区への接続供給により相当増加する。AB, AC, WY, XY間などの増加は当然だが、中心部での増加も著しい。例えば、MR, MQ間では最大で 1.43 m/sec、平均で 0.84 m/secと元の2倍の流速となる。ゆえに、浄水操作の段階で腐食抑制のための水質制御が進んでも、なお徐々に腐食は進行して通水断面積の減少をもたらす、需要量変化による流速変化でさびのはく離などが生ずると考えられる。そして、ニュータウンなどの新規需要に対する新水源開採やバイパスの新設や、それに既設管の取り替への困難さを考慮すると、上記のような旧系統と新系統の付加的な接続や需要量変化による変動解析が種々の観点から必要と考えられる。

4. おわりに

残留塩素濃度など水質の安全性や、腐食による赤水や配水系統の違いによるトラブルなどの事故解析においては、その問題の配・給水系統の点に至るルートの数およびそれぞれの流量を知ること、すなわち、流過ルートの解析が重要となる。それゆえ、上記の諸現象の水理的要因である滞留時間と流速について流過ルートとも関連させてモデル解析を行なったが、配・給水系統だけでなく浄水系統とも関連させた動的設計に向かうためへの、配水の変動状態下の動的特性の把握、すなわち、連続的な現象解析への試みでもある。そして、配・給水系統の水質や流量・流速・水圧などの監視および需要特性把握のためのデータ収集が行なわれ、それをフィードバックして役立てることが肝要であると思われる。さらに配・給水管路内での上水の化学的な水質変化を追究できれば、新設や拡張対しての管種の選択など経済的設計への水質的配慮へと進めるであろう。