

山口大 工 正○中西 弘
 〃 正 石川 宗孝
 日本上下水道設計 光永 功

1. はじめに

上水道配水管網に関する研究は水量、水圧等の最適化という面からみた場合、非常に進んでおり、その研究は究極まで来た感がある。しかしながら、システム内の水質変化特性を知ること、水質の安全性という問題はまだまだの感がある。例えば、上水道における消毒は一般的に塩素消毒に頼っているが、その塩素が配水管網内へ流入した後の情報は皆無に等しく、滞留時間の長い管網末端部においては許容残留塩素濃度 0.1ppm を下回る危険性もあり、細菌の再発生の恐れも生じてくる。そのため、配水管網内における塩素の消費経緯を知り適切な処置をとる必要がある。以上のような観点から本論文においては浄水場で注入された塩素がどのような経過で消費されるかを實際例で調べ、また、その原因は何かについても探り、末端でも安全な飲料水が得られるためには浄水場でいくら注入すればよいか、その合理的な計算法はないかどうかについて言及する。

2. 宇部市の実例

データの揃っている宇部市広瀬浄水系を対象として計算した。計算過程は以下のようにした。(1) 広瀬浄水場は前塩素、後塩素両処理を行っており、配水管網内の塩素消費を調べるためには流入直前の濃度が必要であるが、この直前濃度として後塩素注入濃度とした。(2) 流出濃度は給水栓での測定値をそれと仮定し、毎日測定した値を1月平均値として出した。(3) 滞留時間は管網計算より算出した流量より、各管路の滞留時間を求め、出口までの平均滞留時間、最長滞留時間を求めた。(4) 各管網内での塩素消費量は接触時間、温度および塩素注入量に影響されると考えられるが、ここでは1次反応式に従うと仮定し、速度定数 $K(1/\text{hr})$ を求めた。

以上の結果を月別にまとめたのが図1である。この図にも示されるように K 値は温度に左右され、水温が高くなるほど K 値も高くなることがわかった。

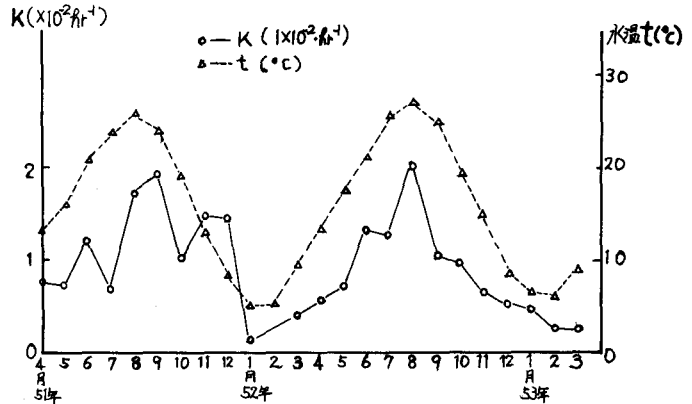


図1 各月別 K 値と水温分布

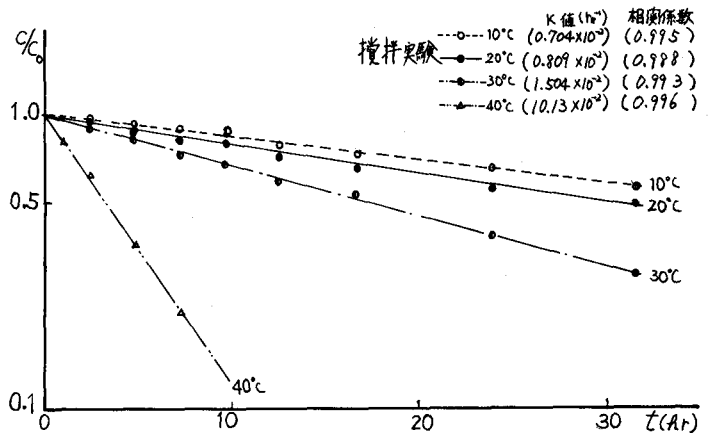


図2 実験 1. (攪拌した場合)

3. 実験例

配水管網内の塩素消費速度は水温に大きく左右されることがわかったので室内実験によって確かめた。また、管材質によっても左右されると考えられるが、宇部市例では鑄鉄管のみの設置であり比較できないため、各材質を揃えて比較実験を行った。

3-1. 実験 1

水道水を2ℓの褐色びんに採り、水温を10℃、20℃、30℃、40℃に設定し、一つをスターラーで攪拌し、一つは静置したままの状態として各水温での残留塩素濃度の経時変化を調べた。なお、実験中は暗室として光の影響を遮断した。図2に片対数グラフにプロットした一例を示す。このグラフにも示されるように一次反応式として表わせることが明確であり、相関係数からもそれが言える。図3に各水温のK値を比較したものを示す。この図からもわかるように水温が高くなるにつれ、K値も高い値を示しており、宇部市の実際例ともよく一致している。

3-2. 実験 2

管材質による塩素消費量の違いを調べるため、塩ビ管、ポリプロピレン塩ビライニング管、炭素鋼管、亜鉛ライニング鋼管、遠心力鉄筋コンクリート鋼管(ヒューム管)を選んで実験した。まず、管内の不純物を除くため管内を十分に清掃した。実験は管を静置状態にし、水道水を満たし、その残留塩素濃度の経時変化を測定した。図4にその一例を示す。塩ビ管、塩ビライニング管は24時間後もほぼ残留塩素濃度が下がらないがヒューム管、炭素鋼管、亜鉛ライニング管は急激な減衰をみせた。これは管内部の材質や粗度係数の違いからくるものと考えられる。

4. おわりに

浄水場の例と室内実験から塩素消費量は水温に大きく影響されることがわかった。その際、残留塩素消費速度は1次反応式で表わせることがわかった。これらから水温の高くなる夏期には冬期よりも塩素注入濃度を増やす必要がある。一方、管材質も塩素消費量を左右していることがわかり、水質の安全性からみた場合はできるだけ塩素消費速度の小さい材質を使う必要がある。

以上より、配水管網内の水質の安全性という立場から設計あるいは維持管理を行なう場合、管材質は塩素消費速度の小さい材質を使用し、浄水場での塩素注入量は水温の高くなる時期と低くなる時期で適宜塩素注入量を調節する必要がある。

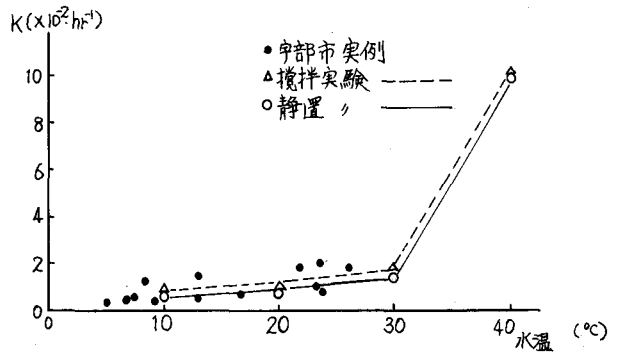


図3 水温とK値の関係

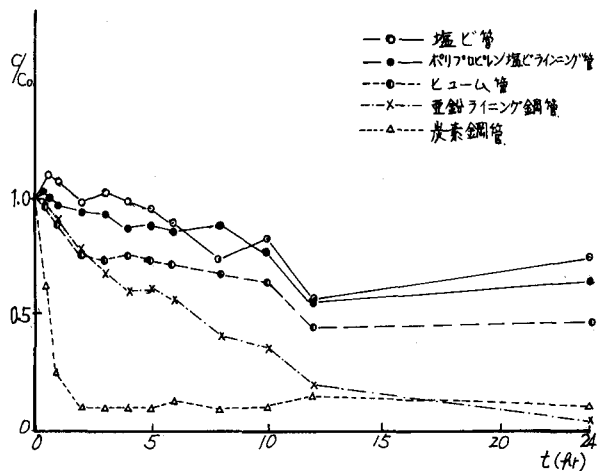


図4 実験2