

配水管網における塩素消費量について

山口大・工 中西 弘
 〃 石川 泉孝
 〇日本上下水道設計 光永 功

1. はじめに

上水道の配水管網の研究は水量、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や、水質の安全性はどうかという問題は手つかずと言った状況である。例えば、上水道における消毒は塩素やオゾンに頼っているが、配水管網内へ流入した後の情報は皆無に等しく、管網末端においては許容残留塩素濃度 0.1 ppm を下回ることも考えられ、細菌の再発生のおそれも生じている。そのため、配水管網内における塩素の消費経緯を知る必要がある。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実際例を調べ、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応瀬浄水系を対象として計算した。計算過程は以下の様になっている。(1) 応瀬浄水場は前塩素、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となるが、この直前濃度として後塩素注入濃度とした。(2) 流出濃度は毎日測定した値を1月平均値とした。(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た。

(4) 各経時濃度は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 値は水温に大きく左右され、水温が高くなると K 値も高くなっている。このことから夏期には塩素注入量を上げる必要がある。

3. 実験例

応瀬浄水系の塩素消費量は水温によって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も確かめた。また、管材質によっても左右されると考えられるが応瀬浄水系は鑄鉄管のみの

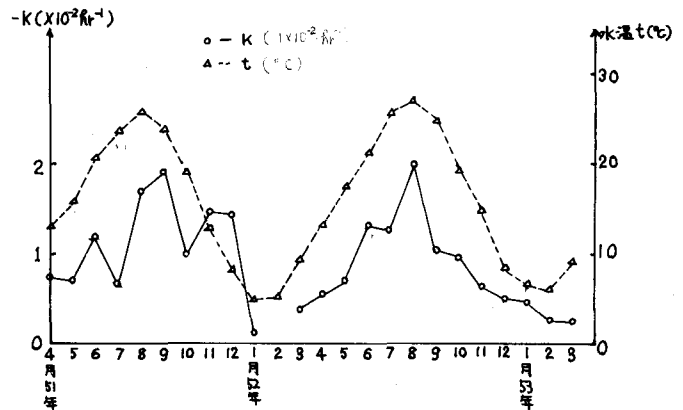


図1 各月別 K 値と水温分布

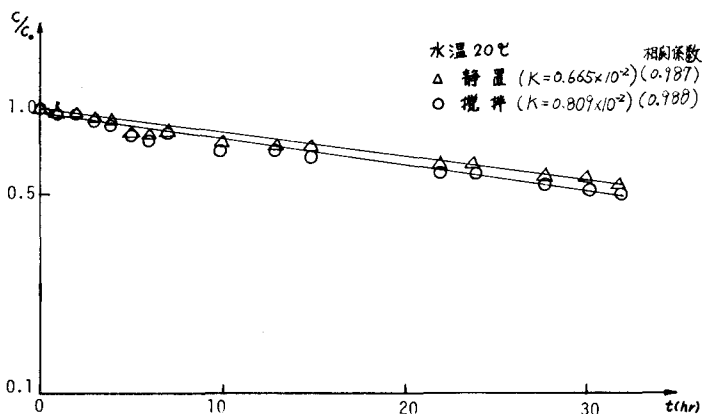


図2 実験1 (20°Cのとき)

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なった。

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ターで攪拌し、一つは静置した状態として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。このグラフからわかるように一次反応式として表わせることが明確となった。図3に各温度のK値を比較したものを示す。この図からもわかるように温度が高くなるにつれ、K値も高い値を示すことがわかり、宇部市の実際例とも一致した。

3-2. 実験 2.

管材質による違いを調べるため、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（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、水道水を満ち、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、ポリプロピレン塩ビライニング管は24時間後もさほど残留塩素濃度は下がらないがヒューム管、炭素鋼管、亜鉛ライニング鋼管は急激な減少をみせた。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

浄水場と室内実験から塩素消費は水温に大きく影響されることがわかった。このことから夏期には冬期より塩素注入濃度を増やす必要がある。また、その際、残留塩素消費速度は一次反応式で成立することがわかった。

管材質とK値も左右されることがわかり、消費速度の小さい材質を使う必要がある。

以上より、配水管網内においては、各給水地区への滞留時間をできるだけ均等化し、水温の高くなる時期と低くなる時期の浄水場での注入塩素量を適宜調節する必要がある。

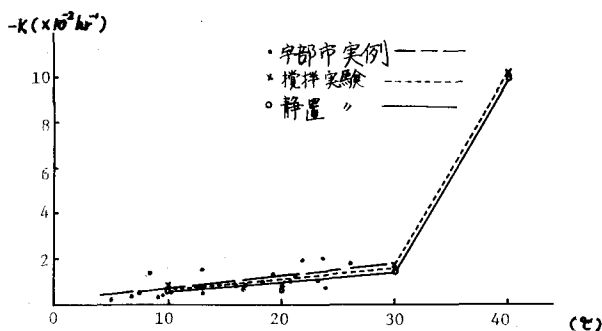


図3 温度とKの関係

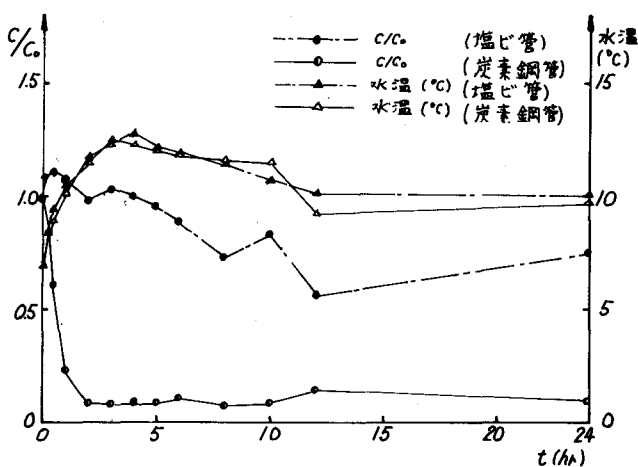


図4 実験2