

配水池の信頼性評価

徳島大学工業短期大学部 正 細井 由彦
同 上 正 村上 仁士
新日本技術コンサルタント 正○西村 昇

1. はじめに

著者らはさきに配水管路網の信頼性に関する検討を、徳島市の水道を取り上げて行った。¹⁾ しかしながら配水施設全体の信頼性を考えるには管網のみではなく、配水池についても検討しておく必要がある。そこで本論においては配水池の信頼性の評価を行うことを目的とし、評価法の検討と、徳島市への適用を考える。

2. 配水池の信頼性評価法

配水池は図-1に示されるような日平均給水量と時間給水量のギャップを埋めるために設置されている。その容量は一日最大給水量の8～12時間分を取ることでとされている²⁾。しかしながらそのようにして決定した配水池の容量がどの程度の信頼性を有するものであるのか、定量的には示されていない。

需要水量が時間の関数として $x(t)$ で表されるとすると、図-1の斜線で示されている部分が時間給水量が時間平均給水量を上回る部分であり、その総水量は式(1)で示される。

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} (x - \bar{x}) dt \quad (1) \quad R = \int_0^{Q_r} p(Q) dQ \quad (2)$$

この Q に十分応じることができるよう配水池の有効容量が決定されなければならない。

いま Q が確率変数であるとし、その確率密度関数を $p(Q)$ とする。配水池の容量を Q_r とすると、図-2の斜線で示される部分が、この配水池で対応できる部分であると考えることができる。そこでこの配水池の信頼度 R を式(2)で定義することにする。

$p(Q)$ の分布形を何等かの方法で知ることができれば、従来一日最大給水量の何時間分と言う方法で定められていた配水池の容量を、より具体的な根拠をもって、無駄なく決定することができる。

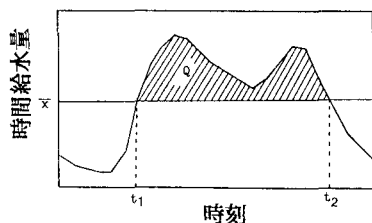


図-1 時間給水量の変動

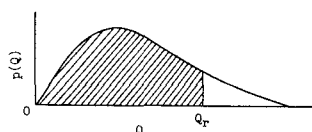


図-2 Q の分布と信頼度

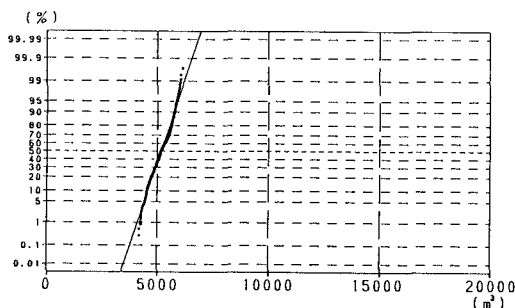


図-3 Q の正規確率プロットの例 (法花谷配水場1983年)

3. 徳島市に対する検討

(1) 時間給水量の解析

p (Q) について検討するために、徳島市の配水量データを用いて解析を行った。徳島市には主たる配水池として法花谷配水池と、城山、西の丸配水池がある。城山と西の丸の両配水池は近接しており連動して使用されているので、まとめて城山配水池と呼ぶことにする。これらの配水池には流出後に流量計が設置されており、1時間ごとの配水量が記録されるようになっていいる。ここでは1978年、1983年、1988年におけるこのようなデータを用いて検討を進める。

1時間ごとに得られる配水量を時間ごとの需要水量と考える。すなわち解析を行った年においては、需要は十分に満たされており、配水された量がそのまま需要量と考えることにする。浄水場からは需要水量に応じて、その24時間平均された水量が配水池に送水されて来るものとする。時間ごとの配水量から時間平均給水量を差引き、それぞれの時間における送水量と配水量の過不足を配水池ごとに計算した。

このようにして求めたQを正規確率プロットを行ったものの一例を、図-3に示す。Qは正規分布に従うと考えることができる。

(2) 配水池の信頼性評価

1978年、1983年、1988年の解析結果をもとに、それぞれ当時における配水池の信頼度を式(2)より求めると、いずれも配水池の信頼度は高く、1988年の法花谷の信頼度が0.999989であった以外は不信頼度は百万分の一を下回っていた。

将来の信頼度を評価するためにQの平均値 μ_Q と標準偏差 σ_Q を予測する方法を検討したところ、全給水量の中にしめる家庭用水量の割合を用いるとよくまとめることができた。その結果を図-4、5に示す。

図-4、5より μ_Q を時間平均給水量 q で除したものと変動係数 σ_Q/μ_Q は家庭用水量率 $x\%$ を用いてそれぞれ次のように表される。

$$\mu_Q/q = 0.13448x - 4.7844 \quad (3)$$

$$\sigma_Q/\mu_Q = 0.00510x - 0.1839 \quad (4)$$

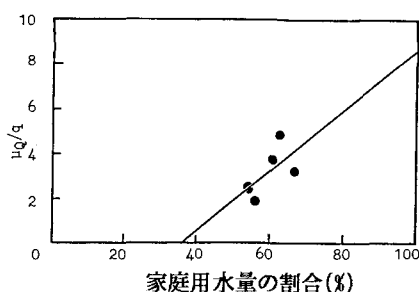


図-4 家庭用水量率と μ_Q/q

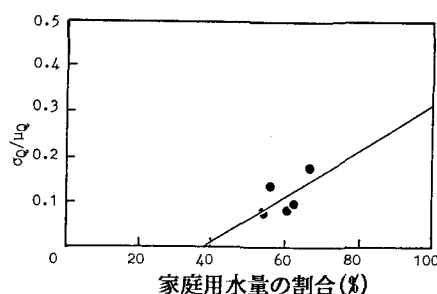


図-5 家庭用水量率と σ_Q/μ_Q

以上を用いて徳島市の将来計画について配水池の信頼性の面から検討してみたところ、現配水池のみでは不十分であるが、計画されている配水池を増設することで不信頼度は百万分の一以下になり十分であることがわかった。

4. あとがき

水道システムの信頼性を検討する研究の一環として個々では配水池の信頼度をとり上げた。さらに他の施設についても検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 細井由彦, 村上仁士, 香西正夫, 丸高茂幹, 鎌田圭朗, 奥田義朗: 徳島市における配水管網の信頼性に関する研究, 水道協会雑誌, 第59巻第10号, pp.15~27 (1990.10)
- 2) 日本水道協会: 水道施設基準解説 (1966)