

1. まえがき

ライフラインの供給機能の評価を行う際には、ライフラインの各施設の重要度の評価を適切に行っておく必要がある。原田らはガスネットワークを対象にし、供給基地から各需要家へ至る最短経路を見つけることにより、ガス管の重要度を評価している¹⁾。この方法はダイクストラ法を用いて最短経路を求め、ガス管の重要度評価を行ったものであり、複雑な数値解析を避けた簡便な方法である。この方法を上水道管網に適用し、上水道管網の節点および管路の重要度評価を行って先に報告した²⁾。この評価法は各配水池の供給エリアが分かっている必要がある。各配水池の供給エリア推定法についても既に述べたが²⁾、ダイクストラ法を用いた簡易な供給エリアの評価法について再検討したのでここに報告する。なお、対象とした上水道管網は福山市上水道管網である。

2. 最短経路による配水池の供給エリアの推定

最短経路による管網の重要度評価法は、1つの配水池から各需要家に至るネットワークの経路の中で最短ルートを辿るとき、通過回数が多い経路ほどネットワークの中で重要な経路であると解釈している。この通過回数とは、ある配水池から水が流れるとき、配水池からその配水池が受け持つエリア内のすべての節点へ至る最短経路を求めたときの、節点あるいは管路を通過する水の通過回数を意味する。したがって、配水池の受け持つ供給エリアが分かっている必要がある。

上水道システムにおいては、途中のバルブを閉めることにより、各配水池が受け持つ供給エリアが決まっているシステムもあるが、福山市上水道システムのように完全には分離していないシステムも存在する。福山市上水道システムには3つの配水池があり、2つの配水池からの水が合わさって供給されているエリアも存在する。先に報告した方法で各節点あるいは各管路の重要度評価を行うには、このような上水道システムにおいても、簡易に、かつ適切に供給エリアの推定ができなければならない。

ダイクストラ法による最短ルートの決定は、管路の長さのみで最短ルートを決定するため、管径の大小は無視され、また、配水池の排出量の大小も無視される。しかしながら、管径の大きい管路および排出量の多い配水池から出ている管路の方が水の供給量は大きい。したがって、細い管路の管路長は長く評価し、また排出量の小さい配水池につながる管路長も長く評価する必要がある。し

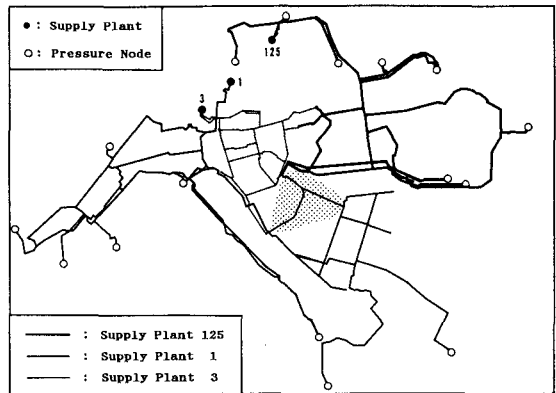


図-1 管網解析による供給エリア

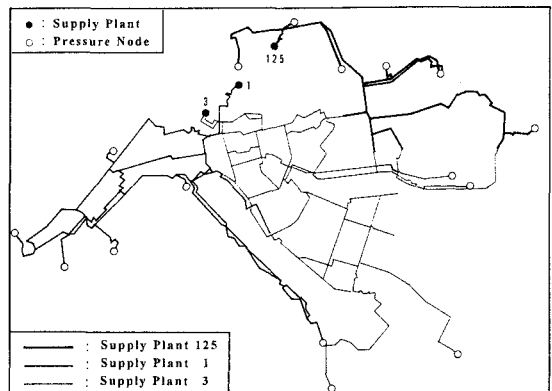


図-2 実管路長による供給エリア

たがって、最大管径および配水池の最大排出量を基準とし、細い管径の管路長を長く評価し、小さい排出量の配水池につながる管路長も長くなるように再評価（評価管路長）して各配水池より各節点に至る最短経路を求めることにする。また、節点に水を供給する配水池は、その節点から3つの配水池へ至る最短経路の内で最も短い経路を持つ配水池であるとする。

評価管路長はさまざま考えられるが、今回検討した評価管路長を次式に示す。

$$\text{評価管路長} = \text{実管路長} \times \left\{ \frac{\text{配水池の最大排出量}}{\text{各配水池の排出量}} \right\} \times \left\{ \frac{\text{管路の最大管径}}{\text{実管径}} \right\} \quad (1)$$

$$\text{評価管路長} = \text{実管路長} \times \left\{ 2 - \frac{\text{配水池の最大排出量}}{\text{各配水池の排出量}} \right\} \times \left\{ \frac{\text{管路の最大管径}}{\text{実管径}} \right\} \quad (2)$$

3. 解析例

今回対象としたシステムは福山市上水道管網の一部であり、3つの配水池、75～1100mmの管路で構成された363節点、602管路よりなるシステムである。ダイクストラ法による解析上、節点と節点を結ぶ管路が複数本存在するときは、複数の管路の断面積の合計と等しくなる1本の管路とみなして解析を行った。したがって、解析したネットワークは363節点、555管路であり、総延長は約243kmである。

管網解析を行って求めたそれぞれの配水池が受け持つ供給エリアを図-1に示す。図中網掛け部分は2つの配水池から水が供給されるエリアである。また、実管路長を使用してダイクストラ法によって求めた供給エリアを図-2に示す。図-3、図-4はそれぞれ式(1)および式(2)を用いて評価した供給エリアである。

実際に管網解析を行って求めた実情に近いと考えられる図-1と図-2を比較すれば、実管路長を用いた解析では供給エリアが推定できないことが分かる。一方、図-3、図-4は図-1とほぼ似たような供給エリアを示していることが分かる。したがって、ダイクストラ法を利用して最短経路を求めることにより、おおむね配水池の受け持つ供給エリアを求めることができる。すなわち、各配水池から水が供給されるエリアは管網解析を行うまでもなく、最短経路を求めることにより簡単に推定できる。

4. あとがき

ダイクストラ法を用いた福山市上水道管網の配水池供給エリアの推定は、管網解析を行って求めたものとはほぼ同程度の結果を示した。これは、上水道管網を管網解析のような複雑な数値解析を用いずに簡単に計算できるので、今後この方法は利用できるものと思われる。評価管路長としては式の単純さからも式(1)が妥当であろう。

【参考文献】 1) 濱浦, 原田, 大谷: 土木学会全国大会(Ⅰ), 1992.9, pp.1484-1485. 2) 千葉, 清水: 第22回地震工学研究発表会講演概要, 1993.7, PP.739-742

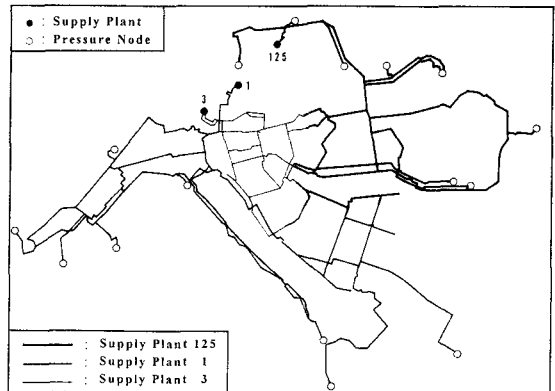


図-3 式(1)による供給エリア

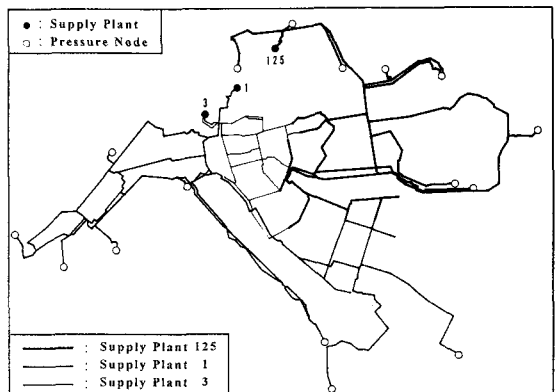


図-4 式(2)による供給エリア