

上水道管網の重要度評価

福山大学工学部 正員 千葉 利晃
三菱建設(株) 正員 ○清水 洋治

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⁽¹⁾している。この方法は複雑な数値解析を用いずに、ネットワーク理論における最短経路を求める方法(ダイクストラ法)を用いてガス管の重要度評価を行ったものである。本研究では、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を評価した。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. 最短経路による管網の重要度評価

上水道システムにおいては、各配水池が受け持つ供給エリアが決まっているのが一般的である。福山市上水道システムにおいては、3つの配水池があり、それぞれの配水池が受け持つ供給エリアは、管網解析を行って求めると図-1に示すようになっていく。また、各節点に被害が発生したものととして管網解析を行い、その供給支障率の大小より、各節点の重要度を5段階評価すれば図-2に示すようになる。

ダイクストラ法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通るとき、通過回数が多い経路ほどネットワークの中で重要な管路であると解釈する。この方法を用いて3つの配水池から各節点に至る最短経路を求め、各節点の通過回数(3つの配水池ごとに求めた通過回数の合計)の大きい順に節点の重要度を5段階評価したものが図-3である。図-2と図-3を比較すると配水池に近い節点の方が重要度が低くなるなど、ダイクストラ法を直接利用した場合には問題が残る。

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重要度は高いはずである。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とともに、各配水池の受け持つ供給エリアごとの通過回数を比較して重要度を決定する必要がある。したがって、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して各配水池より各節点に至る最短経路を求めた。このよう

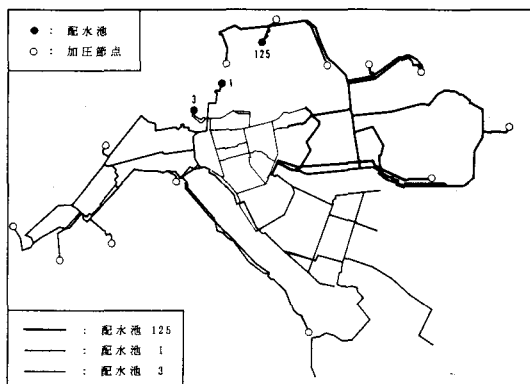


図-1 管網解析による供給エリア

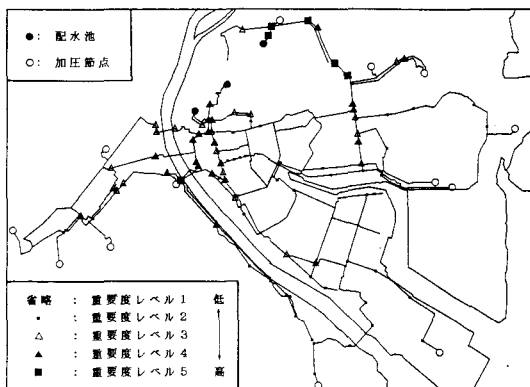


図-2 管網解析による節点の重要度評価

に評価し直した評価管路長を次式に示す。

$$\text{評価管路長} = \text{実管路長} \times \left(2 - \frac{\text{各配水池の排出量}}{\text{配水池の最大排出量}} \right) \times \left(2 - \frac{\text{実管径}}{\text{管路の最大管径}} \right) \quad (1)$$

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も最短の経路を持つ配水池であるとする。このようにして求めた3つの配水池の供給エリアを図-4に示す。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-4を比較すれば、両図とも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ことが分かる。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求めることができる。

通過回数は、ある配水池からその配水池が受け持つエリア内の節点の通過回数を表すものとする。節点の通過回数を最大通過回数で正規化した通過回数をもとに各節点の重要度レベルを5段階評価することにする。なお、重要なもの程、重要度レベルを大きく表している。このようにして求めた福山市上水道管網の節点の重要度レベルを図-5に示す。図-2は実際に管網解析を行ったものであり、実情に近いものであると考えられる。この図-2と図-5に示す節点の重要度評価の比較を行うと、若干異なる部分もあるがほぼ同程度の重要度を示していることが分かる。したがって、ダイクストラ法を用いて求めた重要度評価結果も妥当な結果であると判断できる。

3. あとがき

ダイクストラ法を用いた福山市上水道管網の重要度評価は、管網解析を行って求めた福山市上水道管網の重要度評価と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。また、供給エリアも管網解析を行うことなく、今回のダイクストラ法によって最短経路を求めることにより、簡単に求めることができることが分かった。

〔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

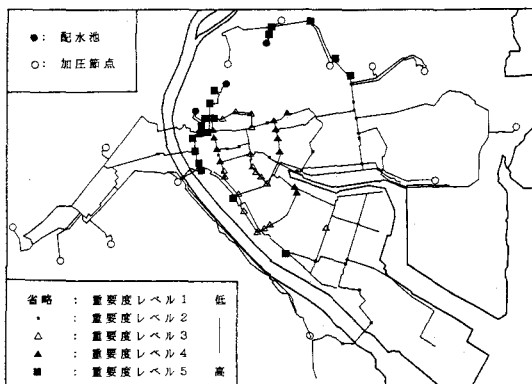


図-3 ダイクストラ法による節点の重要度評価(供給エリア無視)

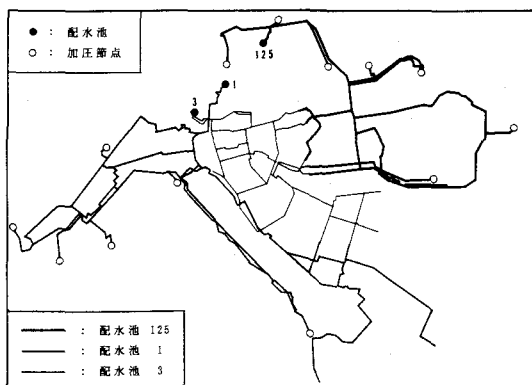


図-4 本方法による供給エリア

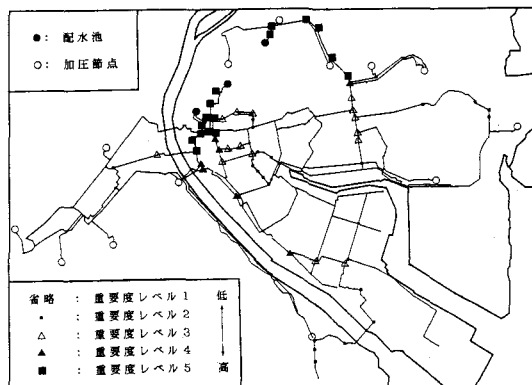


図-5 本方法による節点の重要度評価