

# 人口減少を考慮した上水道配水管の更新方法

環境計画研究室 常松信之

## 1. 背景と目的

日本の水道は我々にとって重要なライフラインとなっている。しかし、多くの管路が高度経済成長期に布設され、現在それらの管路が老朽化し、更新の時期を迎えている。また、人口減少により水道利用者が減り、水道事業者の収入悪化につながり、管路の更新が困難になる。人口減少の影響で断水した時に被害が大きな管路が存在する一方で、断水しても他の管路と比べて被害が少ない管路が存在する。そのため、断水時の被害が高い管路が優先して更新されるべきである。本研究ではある期間内での予算制約の下、各管路のリスクを最小に抑え更新の優先順位を決める更新方法を提案することが目的であり、最小にすることにより安定した更新ができるものとする。

## 2. 研究方法

本研究では、人口減少が進行し水道水の利用者が減少することによって発生する更新費用の収入低下やリスクが変化する中での更新限度額の下、管路更新を行っていく。リスクとは各管路の破損時の被害額に破損確率を乗算したものである。本モデルでは5年を1期とし、10期(50年)の管路更新を求める。本研究では鳥取市上町配水地区を対象として、ノード183個、リンク251本からなるモデル管網を作成した。ノードは、ノード番号、水需要量をデータとして保持している。また、リンクは水道管路のことを指し、リンク番号、管長、管径、埋設年時からなる経過年数のデータを保持している。

目的関数はリスク、被害額、破損率、人口、更新係数から求めることができる。

目的関数を定式化したものを以下に示す。

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (R_{t,i} Z_{t,i}) \cdots (1)$$

$R_{t,i}$ : t期における管路iのリスク(円)  
 $Z_{t,i}$ : t期における管路iの更新係数

$R_{t,i}$ は管路が破損した場合の被害額と破損確率を乗算したものであり、破損確率は年が経過するごとに増える。しかし被害額は人口減少により年々減少していく。 $Z_{t,i}$ は予算制約の下、管路更新の進行状況を示すものである。

## 3. 人口減少を考慮した更新

計画期間内50年間のリスクを算出した。本研究では表1で4種類のCASEでリスクの算出を行った。人口を維持する場合のCASE1とCASE3、人口が減少するCASE2とCASE4、予算変化なしのCASE1とCASE2、予算変化ありのCASE3とCASE4の更新係数を図1に示す。

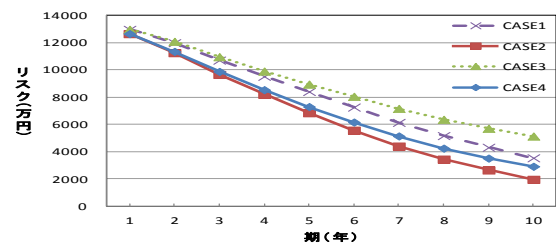


図1 各CASEの全体のリスク

## 4. 考察

CASE2が全体を通してリスクが低く更新する管路が1番多かった。更新予算が多く人口減少によりリスクが小さくなるとともに、多くの管路を更新できることが示された。CASE1とCASE4を見てみると、CASE1の方が多くの管路を更新していたがリスクで見るとCASE4の方がCASE1よりも低くなっている。リスクが低い管路を多く更新したとしても全体のリスクを低下できないことを示している。管路更新における効果は、多くの本数を更新すればよいというわけではない。リスクが高ければ更新着手が早い傾向にある。しかし、管路の埋設年数を基準に更新してもリスクが低い管路が優先的に更新され更新の効果が低い。以上より予算制約の下リスクの視点から更新する方法で、リスクを抑えることができ被害の少ない管路更新が行える。