

道路と下水道の集成的維持管理方策に関するモデル分析

公共システム研究室 宮本慎也

1. 緒言

現在、地方自治体が管理する道路と下水道は、それぞれが別の管理主体によって維持管理されている。下水道は道路の下に埋設されていることが多いことから、これらの更新に際しては、それぞれの管理主体がタイミングを合わせて同時に更新するなど、それぞれの管理主体による集成的な維持管理方策を講じることで維持管理に要する全体のコストを縮減することが期待される。

そこで本研究では、道路と下水道の双方を集成的に維持管理する状況をモデル化し、ライフサイクルコスト（以下、LCCと略する）が最小となる方策を導出する。

2. 本研究のアプローチ

従来の研究は、維持管理の対象が1つである場合がほとんどである。本研究では、対象の数は道路と下水道の2つであり、維持管理の対象が1つである研究を拡張するアプローチによって膨大かつ煩雑な計算を経ずとも十分に解析が可能である。また、下水道と道路は、劣化状態の観測可能性が異なるなど互いに異質であり、その性質をモデルに反映するためにも上記のアプローチによることが有効であると考え、集成的な維持管理方策を導出するためのモデルを構築する。

3. モデル化

道路と下水道の劣化状態をそれぞれ i_1, i_2 と表わす。劣化状態 i_1, i_2 は $0 \leq i_1 \leq s_1+1, 0 \leq i_2 \leq s_2+1$ を満たす離散的な値である。管理主体は「今期における道路の劣化状態」、「下水道の劣化状態が把握できた直近にその状態が何であり、何期前に把握できたか」という情報に基づいて、道路と下水道を集成的に維持管理する。その際、道路と下水道のLCCが最小となるように「道路のみ更新する、下水道のみ更新する、道路と下水道をともに更新する、道路と下水道ともに更新しない、下水道を点検する」のいずれかの行動を選択する。今期の道路の劣化状態が i_1 、正確に劣化状態を特定した直近の期が t 期前であり、かつ、そのときの劣化状態が i_2 であったときのLCCを $V(i_1, i_2 | t)$ 、道路の更新コストを $c_1(i_1)$ 、下水道の更新コストを $c_2(i_2)$ 、道路の更新しない場合のコストを $l_1(i_1)$ 、下水道の更新しない場合のコストを $l_2(i_2)$ 、道路と下水道を同時に更新した場合に伴う縮減コストを Δ で表わす。また、一期当たりの割引因子を β ($0 < \beta \leq 1$) で表す。式(1)は道路のみ更新する、式(2)は道路と下水道をともに更新する行動のライフ

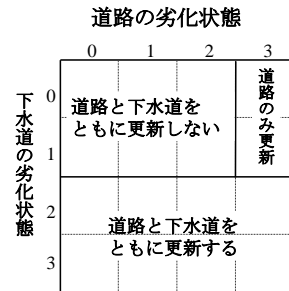


図1 $t=0$ における集成的維持管理方策節約コスト(円)

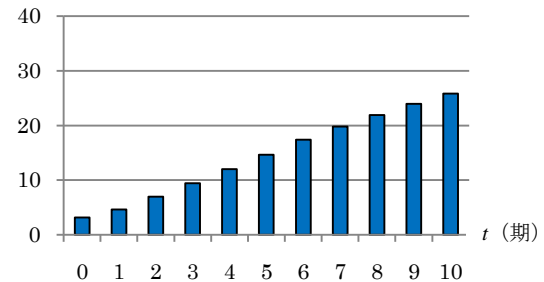


図2 初期の劣化状態が $(i_1, i_2) = (2, 0)$ の場合の節約コスト

サイクルコストを表わしている。

$$R_1(i_1, i_2 | t) = c_1(i_1) + l_2(s_2+1) + \beta V(0, s_2+1 | 0) \quad (1)$$

$$R_2(i_1, i_2 | t) = c_1(i_1) + c_2(s_2+1) - \Delta + \beta V(0, 0 | 0) \quad (2)$$

4. 事例分析

実データを用いて、コストと劣化確率の算定を行い、算定したデータを与えてモデルを計算した。結果、図1のようなLCCを最小とする行動が得られる。図1は、0期における集成的維持管理を表わす。縦軸は下水道の劣化状態、横軸は道路の劣化状態であり、道路の劣化状態が2、下水道の劣化状態が特定しえた直近の期における劣化状態が1であった場合には、道路と下水道をともに更新しないことを意味する。

また、道路と下水道を集成的に維持管理した場合と個別に維持管理した場合のLCCを比較し、どのくらいのコストを節約できるのか図2のように示す。図2は初期の劣化状態が $(i_1, i_2) = (2, 0)$ の場合の節約コストを表わし、縦軸が節約コスト、横軸が t (期) である。0期は、節約コストが小さいが、 t (期) の経過とともに節約コストが増加している。これは $(i_1, i_2) = (2, 0)$ の場合、図1から0期は道路と下水道を同時に更新しないが、 t (期) の経過によって、下水道の劣化が進行し、道路と下水道を同時に更新する可能性が高まるからだと考えられる。