送水システムにおける補修の意思決定モデルに関する研究

公共システム研究室　清水尚也

１．はじめに

代替性の乏しい送水システムは，故障するとシステム全体の機能が大幅に低下してしまうため，通常時に適切な保全を行うことで故障の機会を減じることが要請される．しかし，保全を実施するには一定の期間内にシステムの機能を全てないしは部分的に制限しなくてはならない．

本研究では，代替性のない送水システムを対象とし，現時点から将来までに発生する長期的な費用を最小化するための保全政策を導出するための数理モデルをマルコフ決定過程を用いて構築する．そのモデルを用いて，どのような政策が有用となるのかについて検討を行う．さらに，そのモデルでは，最適な保全政策のもとで発生する長期的な費用を評価することができるため，数値例を示し，費用の試算にも用いうることを示す．

２．モデル

送水管の劣化状態を離散値 i で表し，$i \in \{0,1,\cdots,s+1\}$ とする．ここに，0 は新品同様の劣化状態であり，数値が大きくなるほど劣化が進行していることを表し，s+1 は故障状態を表している．送水管の劣化状態を観測するための点検費用を I で表す．

劣化状態が i のもとで劣化状態 j のレベルまで補修を行う場合には補修費用 c_{ij} ($j \le i$)を要する．補修しなかった場合には当該の時期に運転費用 l_i が発生し，次期までに劣化が進行する．現在の劣化状態が i であるもとでの次期の状態 j は推移確率 p_{ij} で表される．

当該の時期に劣化状態が i である場合に，その時期以降に最適な行動を選択した場合に生じる期待費用の現在価値を最適値関数(value function)$V(i)$で表す．一期当たりの割引因子を$\beta(0<\beta<1)$で表す．

３．数値例

送水システムの劣化状態 i を０,1,２,３とし，補修コスト c_{ij}，推移確率 p_{ij} などモデルの入力となるデータを推定し，数値計算をする．その結果の一つとして，図 1 を得た．

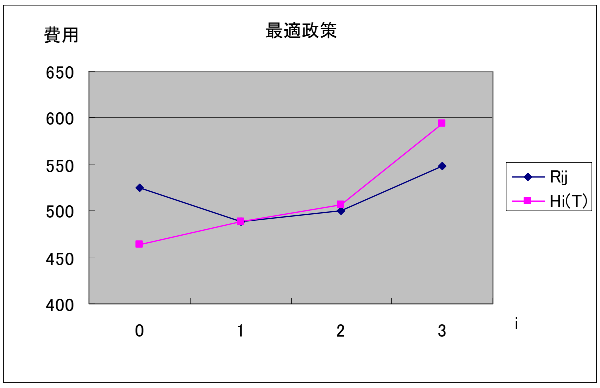

図１ 最適政策の導出結果

４．おわりに

故障状態のみならず，劣化状態が０，１といった状態においても補修を行うことが最適政策である結果が得られた．すなわち，通常時に補修を行うことに伴う損失と，それを行わずに故障を生じるリスクをとるのとでは，どちらが費用最小化の観点で有効なのかについての判断が科学的に示されたと考えられる．