

社会資本維持管理の人員削減に伴うリスクの評価に関する研究

公共システム研究室 日高大希

1. はじめに

地域における人々の生活を維持するためには、社会資本やライフラインの着実な点検や見回りが重要である。しかし、特に地方では維持管理に当たる人員や時間の削減が進んでいる一方で、それに伴う社会的なリスクについては多くの関心が向けられていない。

そこで本研究では、限られた人員や時間の下での維持管理がもたらす社会的リスクを定量的に評価する手法を開発するとともに、居住地の範囲の大小がもたらすリスクの変化を分析する。

2. 本研究の基本的な考え方

限られた人員や時間の下でどれだけの社会的リスクが生じるのかを評価するためのモデルを、動的計画法を用いて構築する。

人員や時間を削減した場合、以下の二つの観点での影響が生じる。1) 同一の時間内に点検・巡回できる空間的な範囲が狭くなる。2) 同一の範囲に対して点検・巡回に要する時間が長くなる。

実際はこれら二つが複合的に影響すると考えられる。しかし、一度にこの状況を扱うモデルを検討するのは技術的に困難なため、個々にそれぞれを扱うモデルを構築する。1)については道路の点検・巡回、2)については道路の除雪を対象に検討する。

3. モデルの構築

以下では1) 道路の点検・巡回を扱うモデルについて取り上げる。1期間あたりに点検・巡回に投入できる労力を y 、管理対象の道路の数を m 、各道路の点検・巡回に要する労力を $b_k (k=1, 2, \dots, m)$ で表す。すると、労力 y と各道路に要する労力 b_k には式(1)の関係がある。ここで a_k は 0 もしくは 1 の値をとり、今期に道路の点検・巡回を行わない場合に 0、行う場合に 1 をとる変数である。

$$b_1 a_1 + b_2 a_2 + \dots + b_m a_m \leq y \quad (1)$$

道路を直前に点検・巡回してから経過した期間（以後「経過期間」）を t_k 、その間に生じる道路の故障箇所数を i_k 、単位時間当たりの道路の故障率を λ_k 、道路の延長を L_k とする。今期の経過期間が (t_1, t_2, \dots, t_m) であるときの平均コスト（本ケースでは故障箇所数の平均）は式(2)の g で表される。本研究ではこの値を社会的リスクとする。

$$h(t_1, t_2, \dots, t_m) + g = \min \left\{ \sum_{k=1}^m \sum_{i_k=0}^{\infty} i_k \frac{(\lambda_k L_k t_k)^{i_k} e^{-(\lambda_k L_k t_k)}}{i_k!} (1 - \alpha_k) + h((1 - \alpha_1)(t_1 + 1), (1 - \alpha_2)(t_2 + 1), \dots) \right\} \quad (2)$$

4. 数値実験

道路を 5 つとし、道路の延長は $(L_1, L_2, L_3, L_4, L_5) = (60, 60, 65, 65, 70)$ (km)、各道路の点検・巡回に要する労力は $(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) = (60/130, 60/130, 65/130, 65/130, 70/130)$ (日)、道路の故障が総延長に対して 1 日平均 10 件起きると仮定し、道路の故障率を $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = 10/320$ とする。

式(2)に基づいて労力 y に対する平均コスト g を算出する。その際、平均コストを実現する最小の労力 y^* に関して、その労力の削減とそれに伴う平均コストの増分の比により、平均コストの増加に対する労力の削減効果の評価をすることができる。具体的には、以下の指標で e の効果を測定する。なお、この数値が大きいほど望ましい。

$$e = \frac{y^* - y}{g} \quad (3)$$

計算結果を図 1、図 2 に示す。労力 y が 1 のとき、効果の指標 e は 0.208 となり他のケースと比べて最も大きい値をとる。よってこの労力を確保している場合に最も効果が高いと言える。

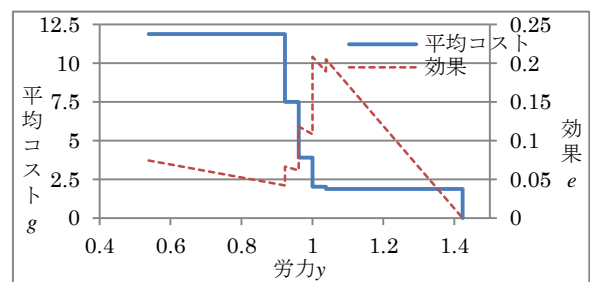


図 1 労力に対する平均コスト

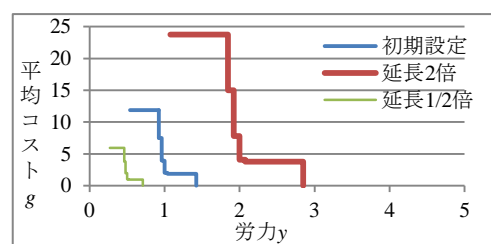


図 2 労力に対する平均コストの延長別比較

