

路線の重要性を踏まえた 道路巡視パトロール政策に関する研究

公共システム研究室 猪井夏雄

1. はじめに

社会資本の維持管理は住民生活を守るうえで重要な業務であるが、地方ではその人員が減少する傾向にある。道路における巡視パトロール業務においても同様であり、人員が減少した際の影響を最小限に抑えることのできる運用方針への見直しを支援できる手法の開発が有用である。その際、より効率的な巡視パトロールが必要となることから、管理対象である路線の重要性を反映した手法である必要がある。

そこで本研究では、それぞれの路線の重要性を反映し、限られた人員での効率的な巡視パトロール政策を立案するための手法を整数計画問題として定式化するとともに、実際の巡視パトロール日誌のデータを用いてその有効性を確認する。

2. 本研究の基本的な考え方

巡視パトロールは、道路上にある落下物の撤去や道路付帯設備の修繕などを業務内容としている。本研究では、これらの業務対象を総じて「障害物」と呼ぶことにする。巡視パトロールは複数人で「班」を構成し、規則的な周期で巡視を行う。巡視は、昼休憩を挟んで午前と午後で行われている。このことから、巡視計画は半日を単位として計画されているものとする。本研究では、半日単位で巡視を行える路線の集合を「代替案」とし、ある周期内において選択する代替案の集合を「政策」と定義する。その際、路線ごとに設定されている「一日当たりの巡視頻度」を重要性とし、これを制約条件としてモデルに組み込む。その上で、予測される障害物の数を最小化する政策を導出する。

3. 立案手法の構築

代替案は路線の集合である。任意の代替案 i ($1 \leq i \leq m$) に路線 k ($1 \leq k \leq n$) が含まれるか否かを a_{ik} のバイナリ変数で表す。また、周期 f 日の任意の一日を j ($1 \leq j \leq f$) とし、 j 日での代替案の実行の有無を x_{ij} のバイナリ変数で表す。また、巡視を行う班を z とすると、一日当たり $2z$ の班が稼働することとなる。以上を踏まえて、一日当たりを選択できる代替案の制約を式(1)で示す。

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 2z \quad (1 \leq j \leq f) \quad (1)$$

障害物数は、ポアソン過程に従うと仮定する。この際、一日に複数回同じ路線を巡視する場合は効果が限定的になるため、 y_{kj} を重複回数として設

定し、モデルに反映させる。また、路線の重要性として設定している一日当たりの巡視頻度を β_k ($0 \leq \beta_k \leq 1$) で表す。これらを踏まえ、障害物数を最小化する巡視パトロール政策は、式(2)で求めることができる。ただし、 $[\]^+$ は括弧内の数値の小数点以下の切り上げを意味する。

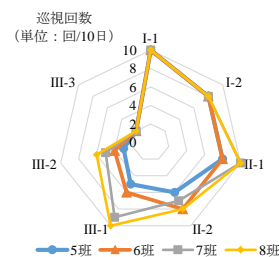
$$\frac{\sum_{k=1}^n \lambda_k (1.4f - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f a_{ik} x_{ij} + \sum_{j=1}^f y_{kj})}{1.4f} \rightarrow \min \quad (2)$$

$$s.t. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f a_{ik} x_{ij} - \sum_{j=1}^f y_{kj} \geq [\beta_k f]^+ \quad (1 \leq k \leq n)$$

4. 実証分析

鳥取県県土整備部が記録した巡回業務日誌を用いてモデルを適用する。なお、路線の巡視頻度は5日に4日以上、3日以上、1日以上の種類が設定されており、三つの重要度（以下、重要度順にⅠ、Ⅱ、Ⅲと表す）が路線に割り当てられている。図1に路線の巡視回数を表す。この図から、班の減少が重要度の低い路線の巡視回数に大きく影響していることが分かる。

次いで、図2に人員が減り、それに伴って一日に巡視できる班の数が減少した場合の障害物の数を表す。この図から、班の数の減少に伴って政策を見直しても、障害物の数は指数的に増加することが分かる。したがって、政策の見直しに加えて別途の方策を考案する必要がある。



- 重要度Ⅰの路線
Ⅰ-1,2
- 重要度Ⅱの路線
Ⅱ-1,2
- 重要度Ⅲの路線
Ⅲ-1,2,3

図1 各路線の巡視回数

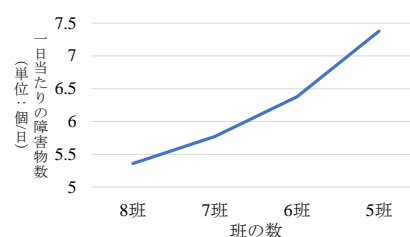


図2 班の数の減少による障害物数への影響