

高速道路における保守性を考えた施設配置計画手法

02601870 法政大学 *森脇 淳 MORIWAKI Jun
 広島銀行 西田 英樹 NISHIDA Hideki
 01900070 法政大学 若山 邦紘 WAKAYAMA Kunihiro

1 はじめに

現在、日本道路公団では高速道路の最大の価値である高速性、安全性、快適性を維持・向上させるソフト面でのサービス施設に関して、「機能仕様は統一化を指向するが、機器仕様までは統一化しない」という基本方針のもとで「機器の製造から設置、調達までを一式で行なう工事」をいう建設業法に基づいた契約方法を適用している。このような現状認識の下で、日本道路公団は高速道路上の各種サービス設備に対して複数社に発注、又はメンテナンスを依頼するといった体制をとっている。この際に発生する、維持・管理経費を最小にする業者への配分を考える。制約条件として、高速道路利用者へのサービス性、メーカーの入札機会の公平性、そして業社への発注条件を取り入れた。

今、機能仕様の異なる施設が混在し、入札機会の公平性が求められている状況の中で、混在パターンが変化すると「維持・管理経費と業社の入札機会の公平性、更に高速道路利用者へのサービス性の確保との関係がどうなるか」、また「管理経費ができるだけ安くなるような計画案とは何か」といった問題の形にモデルを作成することを試みた。

初めに現状分析を行ない「基本モデル」を作成した。次に、基本モデルの計算結果を元に「集約モデル」、「係数付き集約モデル」を作成し、モデル解析を行ない最適解を求め、現状との比較を行なった。

2 基本モデル

基本モデルは、費用項目の構造を分析し、実際に発生する各種費用を積み上げる詳細な計算を基礎としている。本研究で取り上げたサービス施設の費用項目は図1に示されるような構造である。

ここで、費用の推定において故障による費用が一定ではなく、幅を持つものと考えられるので、故障費用分布を計算し、その分布の10%点、平均値、90%点での費用を求め、全体の費用の見積りを「安ければい

くらになるのか」から「高ければいくらになるのか」の幅で評価を行なった。

また費用項目だけではなく、故障頻度、機能停止時間といった不確定な要因に関しては、本モデルの中で個々の設備の故障分布の複合分布が計算されている。

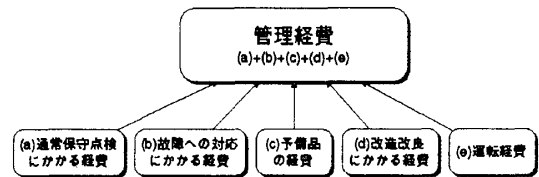


図1 基本モデルの構成

3 集約モデル

基本モデルの計算結果を元にして、「集約モデル」の作成を試みた。まず、対象設備の合計台数を現状に近い切り口のいい特定の台数に対して、モデルの構造と係数を推定し、モデルの適合性をチェックした。

集約モデルは「管理経費＝固定費＋変動費＋ランダム変動費」と簡略化できることが判明し、これを簡単な関数式で表し、精度良く計算でき、かつ様々な混在パターンに対応できるように作成した。なお、ここで用いた固定費とは設備の台数に関係なく発注業社数に依存する費用であり、変動費とは設備の台数に比例する費用であり、ランダム変動費とはランダムに発生する費用、本研究では故障への対応にかかる費用である。

基本モデルを費用項目に沿った「縦割り型費用構造モデル」とすると、集約モデルは「横割り型の費用関数モデル」である。

4 係数付き集約モデル

設備台数の総台数が任意の場合でも、集約モデルを用いることができるように、設置規模の変化に対する故障費用の影響を分析し、総台数による変換係数を推定した。

*法政大学大学院工学研究科システム工学専攻修士過程

5 制約条件

本研究では、まず設備の故障による機能の停止が交通の円滑な流れを阻害し、交通渋滞による時間的ロス、事故による物的・人的損害などをまねきかねないため、高速道路利用者へのサービス性の評価として「機能停止率」を、公平性の尺度として「保守費用の均等配分」を、そして業社への発注時における最低基準として「最低発注台数」と「寡占防止（最大発注台数）」を制約条件として取り上げた。

6 結果の三角グラフ表現

本研究では分析対象設備として、高速道路上の広い範囲に点在する設備の代表である「可変式道路情報板設備」、「交通量計測設備」を、特定の区間に設置される設備である「トンネル換気設備」を取り上げた。

制約条件を仮定し、管理経費、制約条件などの得られた結果を下図の様な三角グラフに表現した。以下に3設備の結果の三角グラフを示す。（但し、平均の場合のみ）なお、三角グラフの実線内が制約条件を満たす実行可能解である。

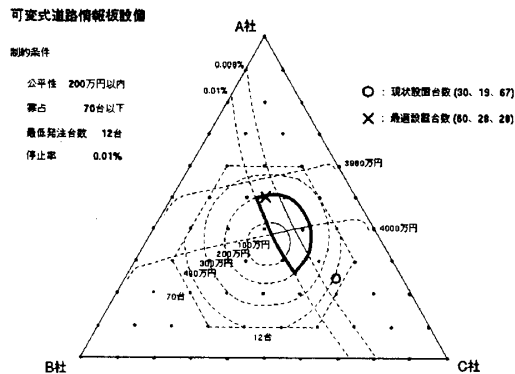


図2 可変式道路情報板設備の三角グラフ

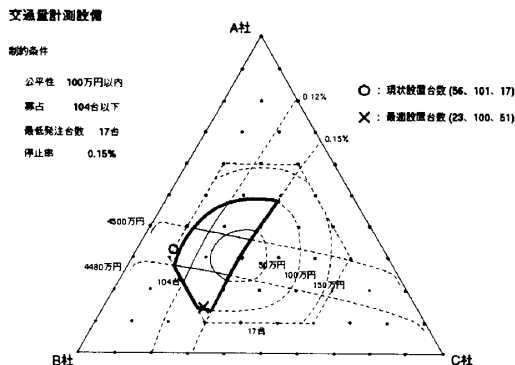


図3 交通量計測設備の三角グラフ

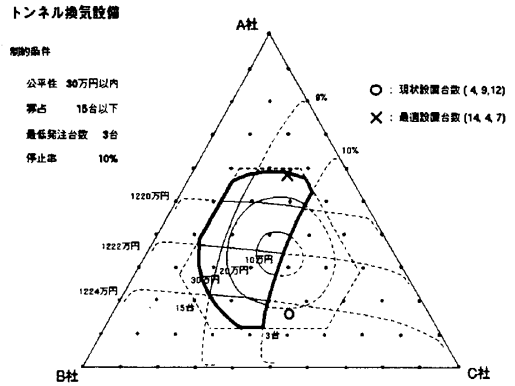


図4 トンネル換気設備の三角グラフ

7 結果、考察

現状と最適解の比較を以下の表に示す。

表1 可変式道路情報板設備の比較表

	設置台数	管理経費(円)	停止時間(時間)	停止率(%)	公平性(円)
現状	(30,19,67)	40,178,808	15.0	0.006	4,041,904
最適解	(60,28,28)	37,685,435	23.66	0.009	1,999,915

表2 交通量計測設備の比較表

	設置台数	管理経費(円)	停止時間(時間)	停止率(%)	公平性(円)
現状	(56,101,17)	44,876,779	1610	0.1056	1,083,486
最適解	(23,100,51)	43,150,791	2247	0.149	994,565

表3 トンネル換気設備の比較表

	設置台数	管理経費(円)	停止時間(時間)	停止率(%)	公平性(円)
現状	(4,9,12)	12,243,306	206.83	10.34	215,503
最適解	(14,4,7)	12,169,157	195.27	9.76	279,991

可変式道路情報板設備、交通量計測設備に関しては、現状の設置台数と故障発生回数が多かったため、本研究の様なモデルを用いた分析は適していた。しかしながら、トンネル換気設備に関しては設置台数が少なく、故障もほとんど発生していないため、今回のようなモデルが適していたと言いが難いが、現状の把握は十分に行えた。

本研究は、ある特定の条件のみに関する解を求めることではなく、モデルから得られる情報を総合的に、かつ柔軟に検討できる仕組みを作成することを目標とした。今回作成したモデルにより、維持・管理経費の構造が解明でき、機能仕様の異なる施設の混在パターンと費用や制約条件等の関係を視覚的に表現でき、施設調達方針等に制約がある場合の最適混在パターンの求め方に関する提案をすることができた。

参考文献

- [1] B.V. グネジェンコ 他 「信頼性理論1」 共立出版株式会社 (1971)
- [2] 田口玄一 他 「確率統計」 財団法人 日本規格協会 (1981)

資料提供

日本道路公団
財団法人 高速道路技術センター
東関東道路エンジニア株式会社