

阪神高速道路における大規模補修工事計画の最適化検討

阪神高速道路(株)保全交通部保全企画グループ 正会員 ○川上 順子
 阪神高速道路(株)保全交通部保全企画グループ 正会員 甲元 克明
 (株)ニュージェック 大阪本社 道路グループ 正会員 保田 敬一

1. はじめに

阪神高速道路は関西圏をネットワークする都市高速道路であり、供用延長は 242 k m、一日の交通量は約 90 万台となっている。供用開始は 1964 年であるため、老朽化した構造物、特に舗装や伸縮継手などの道路上の構造物は定期的な補修が必要である。しかし当該道路は交通量の多い大動脈であるため、このような補修工事による交通渋滞は問題となることから、年々増え続ける補修工事への打開策として 1982 年以降、毎年 1 路線において路線を 7 日から 8 日間通行止めをすることにより工事を集中的に行う手法を実施している。

この大規模補修工事実施にあたっては、最適補修タイミングの設定（実施路線の優先順位付け）を阪神高速の橋梁マネジメントシステム（H-BMS）¹⁾により行っている。具体的には機能を維持するために必要なライフサイクルコスト（LCC）が最小となる機能水準が最適な補修タイミングとなるが、維持修繕等の直接費用とお客様や周辺住民が不利益を被ることで負担する外部費用（車両走行費用、渋滞損失費用）の和を LCC と考えている。このようにして決定された特定の路線において、実施時においては工事による交通量の減少が減収に与える影響と安全性との兼ね合いの中で工事の有効性を数値化し、所定の安全性を確保しながら減収を最小限に抑えるための詳細な工事計画の最適化が必要となる。

2. 遺伝的アルゴリズム（Genetic algorithm）を用いた大規模補修工事の最適化

2-1 最適化シナリオと手法

特定の路線を対象に、路面の損傷状態が把握できているとして、減収リスクと支出リスクおよび危険リスクの和を最小とする規制方法（通行止めあるいは車線規制）、施工ボリューム、施工日数の組み合わせを遺伝的アルゴリズム（Genetic algorithm、以下、GA と述す）を用いて求めた。GA とはプログラムによって問題に対する最適な解を求める手法の一つで、生物の進化における遺伝のメカニズムに似た操作を取り入れており、近年、目的関数が二次関数化出来ないような複雑な問題の最適解を求める有効なツールとして多用されている。

2-2 条件設定

(1) 支出リスク

舗装データ（現在の舗装の劣化ランク、舗装面積、床版形式）、施工費（表層打替および表基層打替の規制種別毎（通行止め時、規制工事時）費用）を入力値とした（表-1）。



図-1 隣接して補修する区間の考え方

通行止め工事時には工事の効率性を考えて未損傷区画（1レーン1径間を1区画とする）も併せて打ち替えを行うことが有利であることから、支出リスク算定にあたっては損傷区画に挟まれた4径間以内の未損傷区間は併せて補修するというルールを設定した（図-1）。規制工事の場合は損傷区画のみ補修するものとした。

表-1 損傷ランク毎の打替ルール・施工費および舗装劣化の推移確率

現在の 舗装損 傷ランク	打替え ルール	OK ランクから の推移確率 (12年後)	施工費（通行止め工事時コンクリート床版上施工費を1とした場合）			
			通行止工事		規制工事	
			鋼床版	コンクリート	鋼床版	コンクリート
A	表基層	5%	1.66	1	1.72	1.10
B	表基層	15%	1.66	1	1.72	1.10
C	表層	80%	0.49		0.53	

キーワード ライフサイクルコスト、最適化、遺伝的アルゴリズム、舗装補修工事

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)保全交通部保全企画グループ TEL06-4963-5589

(2) 危険リスク

危険リスクは、舗装を打ち替えないことにより将来発生する施工費と考え、次期工事時期を12年後（平均的通行止め工事周期）とした時に現在健全な舗装が3ランク劣化する確率をそれぞれ設定した（表-1）。

(3) 減収リスク

減収リスクは、路線の平均的交通量に通行料金（大型車と小型車料金の加重平均）、施工日数、工事実施時の阪神高速利用取りやめ率（過去の実績より通行止め時45%、規制工事時20%～36%と設定）を乗ずることにより求めた。施工日数は、通行止め工事においては5～8日間としてパラメトリックに変化させ、規制工事においては実績より3,000m²/日とした。

2-3 計算結果

検討ケースとしては①全線通行止め②全線車線規制（1区間分割から10分割までを比較）③1区間の通行止めと車線規制の組み合わせを考えた。また舗装の損傷パターンとして、路線内の損傷が比較的小さい場合（図-2）および多い場合（図-3）を比較した。通行止めと車線規制との比較では、損傷が多いケース（図-3）では通行止めの方がリスクは小さくなる。一方、損傷が少ないケース（図-2）では車線規制のみで対応した方がリスクは小さくなる。実際に通行止めで工事を行う場合、損傷の発生度合いが高いと想定されるので、これまでの実施方法（集中工事による短期通行止め）の有効性が確認される結果となっている。車線規制での比較では、ミドル規制（5～6km：2分割）とショート規制（2～3km：3分割）との比較では、損傷割合が多くなるとショート規制もしくは、もっと区間長の短い1～2km規制の方がリスクが小さくなっている。規制のみ、全線通行止め、組合せ（1区間通行止め+車線規制）の比較（図-4）では、損傷が多い場合は、全線通行止めのパターンに近づいていくことがわかる。

3. まとめ

大規模補修工事計画の最適化をGAを用いて検討したところ、実際に現場技術者が判断していた実感と非常に合う結果を得ており、この手法はこれまで経験的に決定していた大規模な規制を伴う工事計画について数値的な評価指標を加えることにより説得力を持たせ、アカウントビリティが向上したものと考えられる。

参考文献

坂井, 井上, 小林: 都市高速道路の舗装修繕における同時施工の有効性検証, 土木学会第26回建設マネジメント研究論文集 Vol. 15 p159-p168, 2008

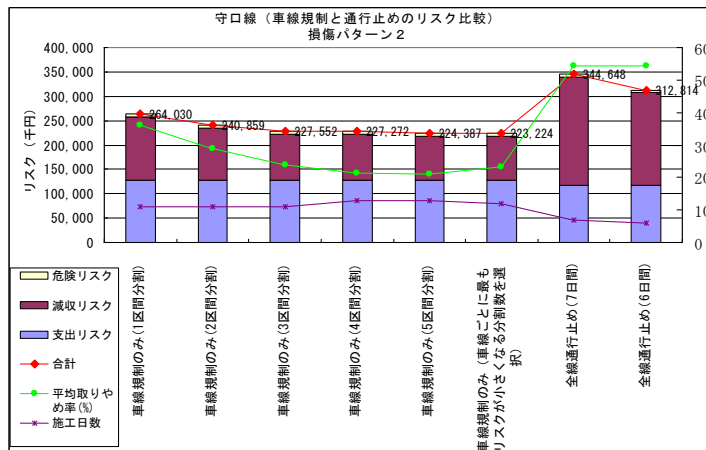


図-2 損傷が比較的小さい場合のリスクの比較

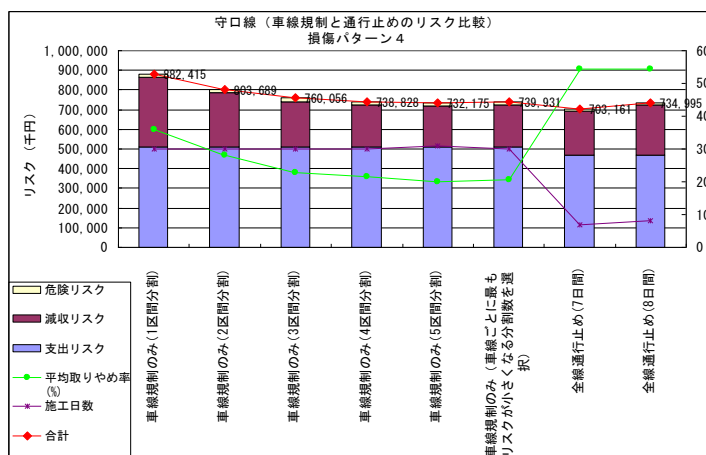


図-3 損傷が比較的多い場合のリスクの比較

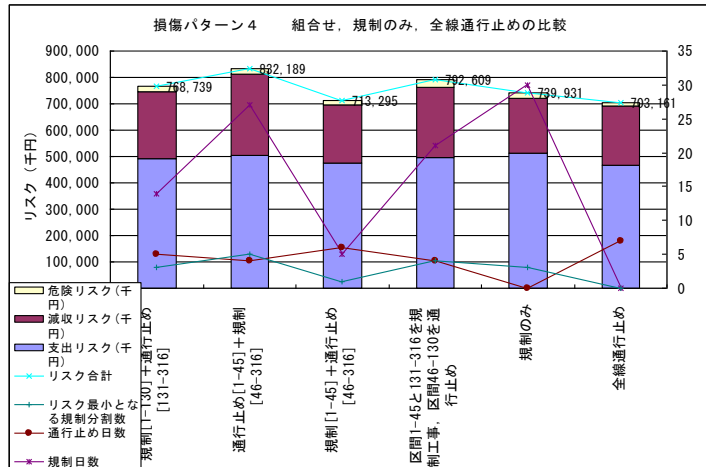


図-4 損傷が比較的多い場合のリスクの比較（組み合わせ）

規制のみ、全線通行止め、組合せ（1区間通行止め+車線規制）の比較（図-4）では、損傷が多い場合は、全線通行止めのパターンに近づいていくことがわかる。