

阪神高速道路における大規模補修工事区間の選定に関する一考察

(株)ニュージェック 道路G 正会員 ○保田敬一
阪神高速道路(株)保全交通部 正会員 川上順子
阪神高速道路(株)保全交通部 正会員 若槻晃右
阪神高速道路(株)保全交通部 正会員 兒玉 崇

1. はじめに

阪神高速道路では、年々増加する補修工事対策として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路上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。しかしながら、延長の長い神戸線(25.4km)では路線全てを通行止めすることはできないため、部分的な区間での工事を実施している。

本論では、延長の長い神戸線における大規模補修工事(通行止め)区間はどこが最適かを、補修費+減収+危険コスト最小化の観点からGA(Genetic Algorithm)を使って分析・考察する。補修工事は舗装打替と伸縮装置取替を考える。通行止め区間は任意の1区間とし、残りの区間は車線規制で対応する。通行止め区間選定の条件として、通行止め期間上限制約、補修費用制約、減収制約の3つを検討する。すなわち、規制種別、工事規模、工事期間の最適な組合せを探索することになる。通行止めを実施すると取りやめ率(トリップを取りやめる率)は高くなるが、補修工事単価は割安となり、また、日あたり施工量も通行止めの方が多く確保できる。特に鋼床版での舗装補修は車線規制で行うと日あたり施工量は最も小さくなる。

2. 分析の条件

2.1 補修費

舗装データ(最新の点検結果による現在の舗装の損傷ランク、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(表-1)、補修対象舗装面積に補修単価(施工費)を乗じて算出した。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。規制工事の場合は損傷区画のみ補修するものとした。

2.2 減収

減収[R_i]は、路線の平均的交通量[l]に通行料金[r](大型

表-1 損傷ランクごとの打替ルール・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(通行止め工事でのRC床版施工費を1とした場合)			
			通行止め工事		車線規制工事	
			鋼床版	RC床版	鋼床版	RC床版
A	表基層	5%	1.66	1.00	1.72	1.10
B	表基層	15%	1.66	1.00	1.72	1.10
C	表層	80%	0.49		0.53	

表-2 舗装工事施工能力(m²/日)

	車線規制		通行止め	
	表層	表基層	表層	表基層
RC床版	1,600	800	4,000	2,000
鋼床版	800	400	2,000	1,000

表-3 GAのパラメータ

項目	パラメータの値、手法
個体数	200
世代数上限	150
突然変異確率	20%
選択手法	エリート保存方式(適合度上位20%)
交叉手法	1点交叉 他
終了条件	世代数=世代数上限

表-4 検討ケース

	班数	最小施工日数	最大施工日数	補修費予算制約	減収予算制約	走行・追越車線と同じ分割位置とするか
case-1	2	なし	なし	なし	なし	同じ
case-2	2	4	8	なし	なし	同じ
case-3	2	なし	なし	5億	なし	同じ
case-4	2	なし	なし	なし	5千万	同じ
case-5	2	4	8	5億	なし	同じ
case-6	1	4	8	なし	なし	同じ
case-7	2	4	8	なし	なし	同じ
case-8	3	4	8	なし	なし	同じ
case-9	2	4	8	なし	なし	異なる

車と小型車料金の加重平均)、施工日数[d], 工事实施時の阪神高速利用取りやめ率[c]より求めた(式(1)参照)。なお、利用取りやめ率は、過去の実績より通行止め時50.2%、規制工事時10%~40%と設定した。

$$R_i = t \cdot r \cdot d \cdot c \tag{1}$$

2.3 危険コスト

危険コストは、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-1参照)。また、通行止め工事と規制工事とでは施工品質に差が発生する

ため、規制工事での補修費用に一定の率(1/0.90)を乗じることによって品質低下の影響分を考慮している。

2.4 日あたり施工量

日あたり施工量(m²/日)は、標準舗設量より設定した(表-2 参照)。この日あたり施工量に補修対象施工面積を乗じたものが工事日数となる。

3. GA によるモデル化

3.1 最適化指標

最適化の指標は、補修費 $[R_o]$ +減収 $[R_i]$ +危険コスト $[R_d]$ の最小化とした。目的関数を式(2)に示す。

$$\text{目的関数: } f = \sum (R_d + R_i + R_o) \rightarrow \min \quad (2)$$

3.2 GA におけるパラメータ

用いた GA のパラメータを表-3 に示す。なお、交叉は通常の1点交叉(規制区間および通行止め区間)の他に、取りやめ率低減のための規制延長区間交叉、通行止め日数低減のための余剰日数発生区間交叉、強制的単位区間移動などを考慮した。

4. 通行止め区間の選定

分析を行ったケースを表-4 に示す。図-1 および図-2 は舗装の補修率が中程度(補修面積比: 23.6%)、図-3 は舗装の補修率が高い場合(補修面積比: 68.6%)を示す。

4.1 制約条件なし

制約条件がない場合(case-1)が総コストが最も小さくなる。何も制約を設けなければ表-2 に示す通行止めの日施工能力が車線規制の日施工能力より高いことと、舗装補修単価が通行止めの方が有利なため、全ての区間を通行止めにした解が選定される。ただし case-1 では通行止め日数が22日という非現実的な値になっている。

4.2 制約条件あり(期間制約, 補修費上限, 減収上限)

図-1 より、制約条件を設けた場合、case-2 では通行止め区間の最大施工日数が8日、case-3 では通行止め区間の補修費用上限が5億円、case-4 では通行止め区間の減収上限が5千万円と、制約条件を設けている分 case-1 より総コストが高くなっていることが確認できる。また、補修率が高い場合(図-3)も同様の傾向にあり、所定の制約条件を満足する解を選定している。図-1 と図-3 とを比較すると、補修費や減収、危険コスト全てが増加している。補修率の比率の割合と補修費とが比例しないのは、伸縮装置の補修箇所・費用が共通であるためである。

4.3 日施工量の影響

実際の補修工事では決められた工事規模や工事期間に対応するために、いくつかの班数を投入することで対処している。図-2 より、投入する班数を増やしていくと(case-6,7,8), 施工日数が減少するため減収が低減する。したがって、投入する班数の比率に応じて減収が減っていることが確認できる。また、case-2(case-7)と case-9 は制約条件は同じであるが、走行・追越車線で同じ分割位置

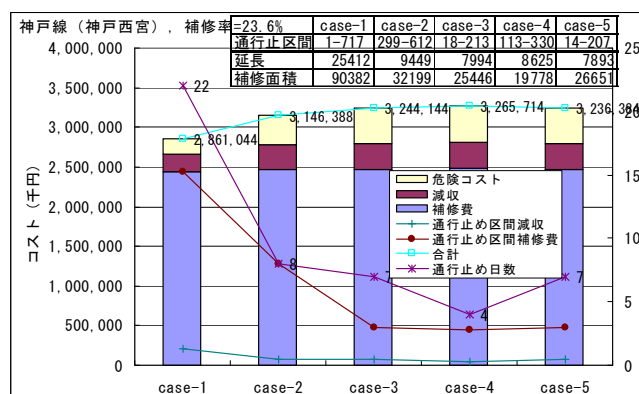


図-1 制約条件なし(case-1)と制約条件あり(case2-5)

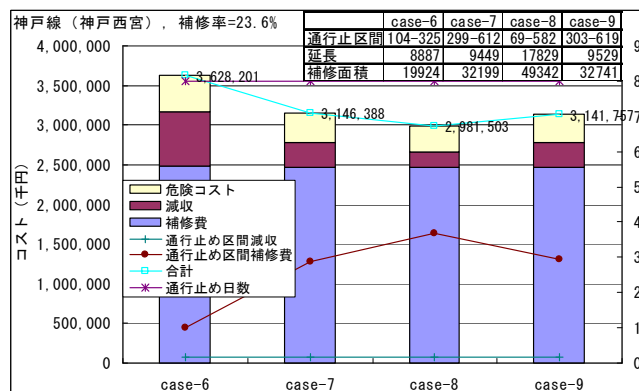


図-2 班数の比較, 走行・追越車線の分割位置

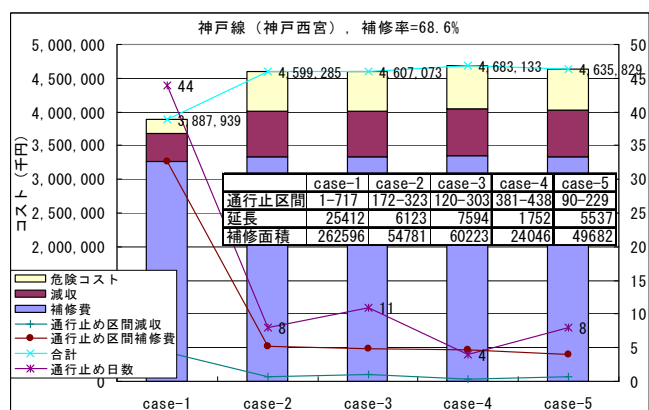


図-3 補修率が高い場合

とすることがあるという判断を追加している。別々の分割位置とする方が自由度が大きくなり、総コストは小さくなる。

5. おわりに

実際の通行止め工事区間の選定においては、う回路の有無等の要因も考慮する必要があるが、減収を低減することを主眼とし、投入する班数、工事日数の上限や補修費用上限などを考慮して、通行止め工事をどの区間で実施することがよいのかを選定することが可能となった。

参考文献

- 1) 坂井康人, 井上裕司, 小林潔司: 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, pp.159-168, 2008.