

第VI部門

アセットマネジメント (3)

2023年9月14日(木) 16:20 ~ 17:40 VI-4 (広島工業大 五日市キャンパス三宅の森Nexus21 506)

[VI-517] 予知保全を想定した損傷分析による補修優先順位付け Repair prioritization by damage analysis assuming predictive maintenance

*若槻 晃右¹、安藤 翠¹、高村 義行¹ (1. 阪神高速技術株式会社)

*Kousuke Wakatsuki¹, Midori Ando¹, Yoshiyuki Takamura¹ (1. HANSHIN EXPRESSWAY ENGINEERING COMPANY LIMITED.)

キーワード：予知保全、定期点検、補修優先順位、補修戦略

Predictive maintenance, Periodic inspection, Repair priority, Repair strategy

法令に基づく定期点検で発見される要補修損傷は年々増加している。限られた補修体制で適切な維持管理水準を維持し続けるためには、より効果的・効率的な補修が求められる。そこで路線・部位部材・損傷種類毎に前回点検と今回点検の結果を整理し、損傷ランクが進行したものを、進行率として数値化して分析した。その結果、進行数および進行率の高い損傷は、さび腐食および漏水損傷であることが判明し、これら損傷を優先的に補修することが予知保全につながると考えた。これにより、要補修損傷に進行する損傷を過去の定期点検結果から予測し、要補修損傷に進行する前に補修する予知保全を見据えた、補修の優先順位付けにおける一方法を確立した。

予知保全を想定した損傷分析による補修優先順位付け

阪神高速技術株式会社 正会員 ○若槻 晃右
 阪神高速技術株式会社 正会員 安藤 翠
 阪神高速技術株式会社 正会員 高村 義行

1. 目的

阪神高速道路は、総延長 258.1 km のうち、2021 年度末時点で約 5 割の 126.1 km が供用から 40 年を超えている。法令に基づく定期点検で発見される、対策が必要な S2 および A ランク損傷（以下、「要補修損傷」）は年々増加している（表-1 参照）。

構造物の老朽化により、今後も要補修損傷は増加し続けることから、阪神高速技術(株)（以下、「当社」という）では、補修促進および損傷発生抑制に取り組んでいる。しかしながら、限られた補修体制で、適切な維持管理水準を維持し続けるためには、より効果的・効率的な補修が求められる。

そこで、将来発生する要補修損傷の発生抑制を目的とし、過去の定期点検結果を多角的に分析した。その結果、要補修損傷に進行する損傷を過去の定期点検結果から予測し、要補修損傷に進行する前に補修する予知保全を見据えた、補修の優先順位付けにおける一方法を確立した。

表-1 定期点検の点検判定区分

判定区分	損傷状況
S	S1 機能低下が著しく、構造物の安全性から緊急に対策の必要がある場合
	S2 第三者への影響があると考えられ、緊急に対策の必要がある場合
A	機能低下があり、対策の必要がある場合 第三者に対し影響を及ぼす恐れ等があり、対策の必要がある場合
B	損傷の状況を観察する必要がある場合
C	損傷が軽微である場合
OK	上記以外の場合

2. 補修の優先順位付け手法

予知保全とは、損傷が軽微な段階で進行を予測して補修することを意味し、損傷が軽微な段階で一律に補修する予防保全とは異なる考え方と当社では定義している（図-1 参照）。

予知保全として補修すべき損傷を抽出する、すなわち要補修損傷に進行する可能性の高い損傷を抽出するために、進行率という考え方をを用いた。路線・部

位部材・損傷種類毎に前回点検と今回点検結果を整理し、損傷ランクが前回点検から今回点検で進行したものを、進行率として数値化して分析した（図-2 参照）。前回 B および C ランク損傷から今回 A ランク損傷に進行した損傷の考え方を図-3 に、S2 および A ランク損傷の進行率の算出方法を式 (1), (2) に示す。

次に、今回点検で B および C ランク損傷だった損傷を、次回点検で A ランク損傷に進行する可能性がある「損傷予備群」とした（図-4 参照）。次回点検では、「損傷予備群」が算出した「進行率」で進行すると想定し、「損傷予備群」を補修した場合に A ランク損傷へ進行することを抑制できる「抑制件数」も算出し、予知保全効果も試算した。

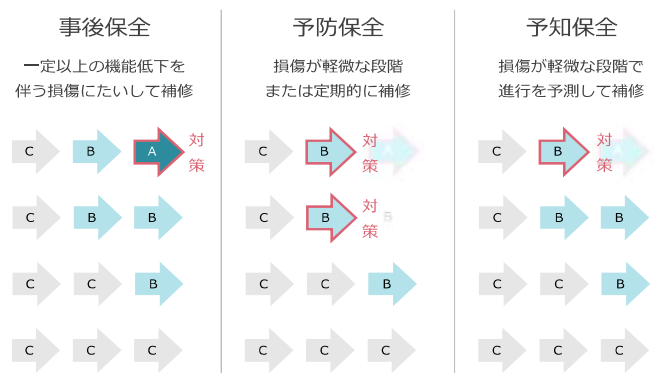


図-1 予知保全のイメージ

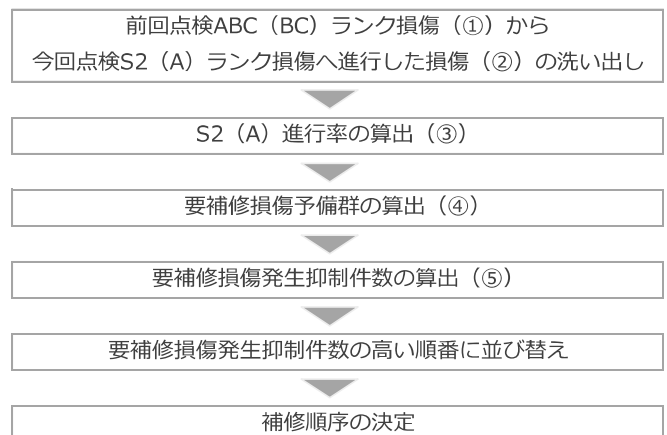


図-2 補修の優先順位付け手法

キーワード 予知保全, 定期点検, 補修優先順位, 補修戦略

連絡先 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町 1-4-1

阪神高速技術(株) 保全マネジメント室 TEL06-6110-7200

				今回2次判定				
		S1	S2	A	B	C	OK	計
前回2次判定	S2							
	A							
	B							
	C							
	OK							
計								

図-3 前回 B・C ランクから今回 A ランクに進行した損傷の定義

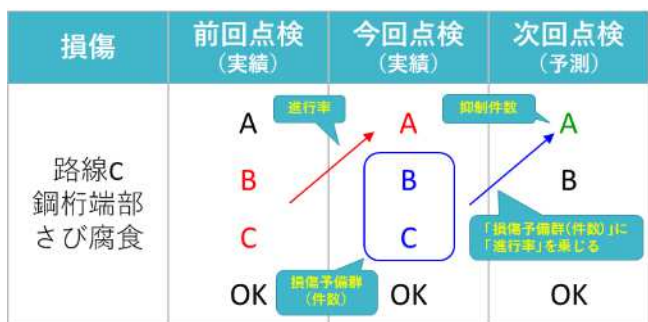


図-4 損傷予備群と抑制件数のイメージ

$$S2 \text{ 進行率} = \frac{\text{今回 S2 ランク損傷へ進行した損傷数}}{\text{前回 A・B・C ランク損傷だった損傷数}} \times 100 \quad (1)$$

$$A \text{ 進行率} = \frac{\text{今回 A ランク損傷へ進行した損傷数}}{\text{前回 B・C ランク損傷だった損傷数}} \times 100 \quad (2)$$

3. 補修優先順位

表-2 に S2 ランク損傷の進行率を、表-3 に A ランク損傷の進行率を路線・部位部材・損傷種類毎に、S2 および A ランク損傷に進行した数の多い順に上位 10 件並べたものを示す。進行率が高いものは、次回点検までに要補修損傷へ進行する可能性が高いことから、優先的に補修すべき損傷と考えられる。

表-2 に示すとおり、S2 ランク損傷の上位 10 件の損傷種類はすべてさび腐食であった。また、進行率も 72.5% と高いものもあり進行する可能性が高いことから、さび腐食の A、B および C ランク損傷を補修することが S2 ランク損傷を抑制するために有効と考えた。ただし、損傷予備群（予備群件数）は非常に多く、すべてを補修することは困難であることから、さらなる絞り込みが必要である。

A ランク損傷の上位 10 件は、さび腐食に加えて、漏水滞水および鉄筋露出が損傷種類としてあがった。伸縮継手本体の漏水損傷は、漏水のみのものは B ラ

ンク、他部材に損傷を与えているものは A ランクと判定される。S2 ランク損傷の分析で上位にあがらなかった理由は、さび腐食と比べて第三者影響を与えているものは少ないためと推察される。しかしながら、さび腐食の進行要因は水であることから、漏水損傷を B ランク損傷の段階で予知保全として補修すれば、漏水損傷が他部材の損傷を進行・誘発させることを回避し、さび腐食の A ランク損傷の発生抑制につながる。ただし、A ランク損傷の損傷予備群は、件数が多いものの進行率は 10% 程度と低いことから、予知保全として補修するには補修対象の絞り込みが必要である。

表-2 S2 ランク損傷の進行率

路線・部位部材・損傷種類	進行数 (A・B・C→S2)	進行率
路線A_鋼桁端部_さび腐食		72.5%
路線B_鋼桁端部_さび腐食		49.7%
路線A_伸縮継手端部補強材_さび腐食		66.1%
路線B_伸縮継手端部補強材_さび腐食		34.1%
路線A_鋼桁本体_さび腐食		32.7%
路線C_伸縮継手端部補強材_さび腐食		16.5%
路線C_鋼桁端部_さび腐食		12.5%
路線D_鋼桁端部_さび腐食		32.5%
路線D_鋼桁端部_さび腐食		32.9%
路線A_床版端部補強鋼板_さび腐食		44.0%

表-3 A ランク損傷の進行率

路線・部位部材・損傷種類	進行数 (B・C→A)	進行率
路線C_鋼桁端部_さび腐食		10.4%
路線E_鋼桁端部_さび腐食		6.8%
路線A_伸縮継手本体_漏水滞水		12.3%
路線B_伸縮継手本体_漏水滞水		10.9%
路線B_鋼桁端部_さび腐食		10.1%
路線C_伸縮継手本体_漏水滞水		9.6%
路線A_鋼桁端部_さび腐食		8.2%
路線C_裏面板(側面板)_さび腐食		18.8%
路線E_伸縮継手本体_漏水滞水		8.6%
路線B_RC橋脚_剥離鉄筋露出		27.5%

4. まとめ

要補修損傷に進行する損傷を過去の点検結果から予測し、要補修損傷に進行する前に補修する予知保全を見据えた補修の優先順位付けにおける一方法を確立した。

しかしながら、3 要素（路線・部位部材・損傷種類）の分析から補修優先順位を導いたが、十分な損傷予備群の絞り込みとはならなかった。構造型式、施工年度の要素等を加えることにより、さらに優先度の高い損傷の抽出が可能になると考えられる。