

高速道路高架橋 RC 床版のパネル単位データを用いた集計的劣化予測

大阪大学大学院 学生会員 ○北浦 直樹, 水谷 大二郎
西日本高速道路株式会社 正会員 松井 隆行
大阪大学大学院 正会員 小濱 健吾, 貝戸 清之

1. はじめに

社会基盤施設においては、定期的な目視点検等が実施され、長年にわたって変状等の記録データが蓄積されており、蓄積された点検調査データを活用した統計的劣化予測手法の研究・開発が行われている。鋼橋のRC床版においても、遊離石灰法に基づいた劣化度評価データを用いてマルコフ劣化ハザードモデル¹⁾による劣化予測が行われているが、マクロ的な径間単位（スパン単位）での劣化予測を実施するにとどまっている²⁾。本研究では、鋼橋RC床版におけるパネル単位（主桁・横桁に囲まれた床版単位）での詳細な劣化傾向の分析を実施すると共に、パネル単位での詳細な劣化予測結果からスパン判定を行い、鋼橋RC床版の径間単位での期待寿命を算出した。

2. 鋼橋RC床版の構成と劣化の評価方法

本研究で想定する RC 床版の構成を図-1 に示す。鋼橋 RC 床版は、図-1 の赤色部分のようなパネルを基本単位として点検結果が記録される。西日本高速道路株式会社では、従来から遊離石灰法を用いた劣化度評価が行われており、劣化度を A～E の 5 段階で分類している。パネル単位で記録される劣化度の判定区分を表-1 に示す。判定 E は損傷が全く見られない状態であり、判定 A は著しく劣化した状態を想定している。一方で、補修等の実務における意思決定は、隣接する橋脚間のスパン単位で行われる。1つのスパンは図-1 のように複数のパネルで構成されており、個々のパネルの劣化度がスパン全体に占める割合に応じてスパンを代表する劣化度を判定し、補修規模や補修時期の判断などの意思決定がなされる。表-2 には、スパン単位で評価する際の劣化度判定を示している。統計的劣化予測を実施する際には、スパン単位での劣化度データを蓄積して分析することにより、維持管理に活用している。一方で、床版

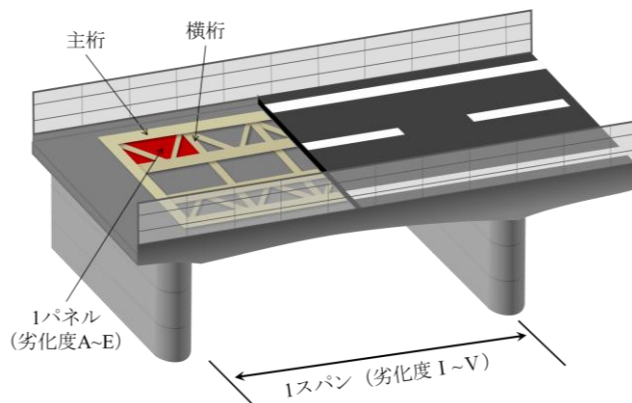


図-1 RC 床版の構成

表-1 パネル単位の床版の劣化度評価

パネル単位 の劣化度	床版の状況
E	エフロレッセンスおよび二方向のひび割れが認められない。
D	ひび割れ・エフロレッセンスが一方に発生している。 エフロレッセンスを伴わないひび割れが二方向に発生している。
C	ひび割れ・エフロレッセンスが二方向に発生しており、いずれかの方向の間隔が50cm以上のもの。 (亀甲状となっていない、またその間隔が大きい。) エフロレッセンスを伴わないひび割れが二方向に発生しており、両方ともその間隔が50cm以下となっている。 また、「D」でその進行が早いもの。
B	一般部 ひび割れ・エフロレッセンスが二方向に発生しており、両方ともその間隔が50cm以下で、その色が白いもの。 また、「C」でその進行が早いもの。 目地部 施工継目において、ひび割れ・エフロレッセンスが発生しており、その色が白いもの。
A	一般部 ひび割れ・エフロレッセンスが二方向に発生しており、両方ともその間隔が50cm以下で、かつ、エフロレッセンスが泥水、錆汁で変色している。 また、「B」でその進行が早いもの。 目地部 施工継目において、ひび割れ・エフロレッセンスが泥水、錆汁で変色している。

表-2 スパン単位の床版の劣化度判定

スパン単位 の劣化度	床版パネルの状況
V	30%未満のパネルにD以上の損傷がある。
IV	30%以上のパネルにD以上の損傷がある。
III	40%以上のパネルにD以上の損傷がある。
II	30%以上のパネルにB以上の損傷がある。
I	40%以上のパネルにB以上の損傷がある。

の維持管理現場においては、ある特定のパネルだけが大きく劣化しているという例が散見されている。本研究では、パネル単位での劣化をより精緻に表現するために、パネル単位で獲得された点検データを蓄積し、劣化要因の分析を行う。また、本研究での

キーワード 鋼橋 RC 床版, パネル単位データ, マルコフ劣化ハザードモデル, 劣化度分布
連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 E4 棟 332 号室 TEL : 06-6879-7622

分析結果を維持管理において活用するための方法論として、パネル単位で行った劣化予測の結果を用いて、スパン単位の劣化度評価による期待寿命を算出するための方法論を述べる。

3. 適用事例

(1) 適用事例の概要

本研究で用いたデータは、西日本高速道路株式会社が管理する鋼橋 RC 床版パネルの下面側における遊離石灰法の判定結果に基づいて記録されたパネル単位の劣化度評価データである。今回は、供用開始時点では変状が存在しなかったことから、床版パネルが健全であると考え、判定 E の点検データが記録されたものとする。供用開始時点から最初の点検時点まで、あるいは、一つの点検時点から次の点検に至るまでの劣化度の推移をそれぞれ 1 単位のサンプルデータと定義し、サンプルの中に含めている。また、劣化度が最大となる判定 A を維持管理上での管理限界とする。このように整理したデータに基づいて、マルコフ劣化ハザードモデルを推計する。劣化要因については、パネルの劣化に対して影響を及ぼすと考えられる説明変数を検討した。具体的には、1) 建設時における内在塩の有無、2) 最小床版厚、3) 床版支間長、4) 斜角最小角、5) ASR の有無、6) 大型車交通量、7) 凍結防止剤散布量、8) 伸縮装置付近の車輪衝撃の影響、9) 大型車の多い走行車線とそれ以外である。

(2) 推計結果

同一のスパン内であってもパネル単位で異なるような劣化要因による推計結果の一例として、大型車の多い走行車線とそれ以外を説明変数に採用した場合の期待劣化パスを図-2 に示す。図-2 より、走行車線上のパネルとそれ以外の車線上のパネルとでは、供用開始時点から供用限界である劣化度 A に達するまでの期待寿命に約 8.7 年の差が出ることがわかる。また、図-2 における車線区分上のパネルにおける期待劣化パスをマルコフ推移確率による劣化度分布として表したものを図-3 に示す。横軸は供用開始時点からの経過年数であり、縦軸は経過年数に対する各劣化度の分布である。図-3 の劣化度分布を 1 スパンに対してパネルの劣化度が占める割合と見立てることにより、表-2 のスパン判定方法を用いてスパン単位の劣化度を算出することができる。以上より、ス

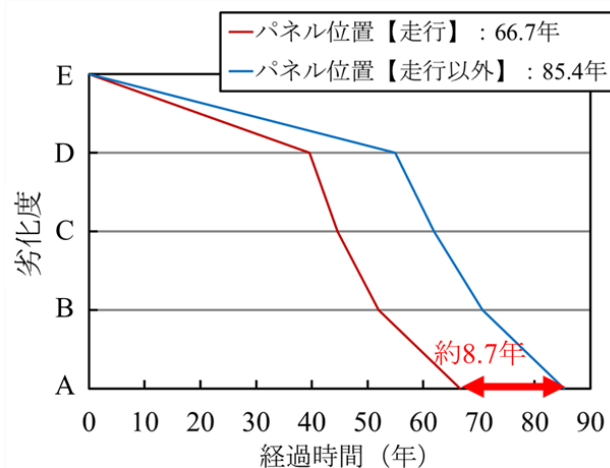


図-2 パネル単位の期待劣化パス

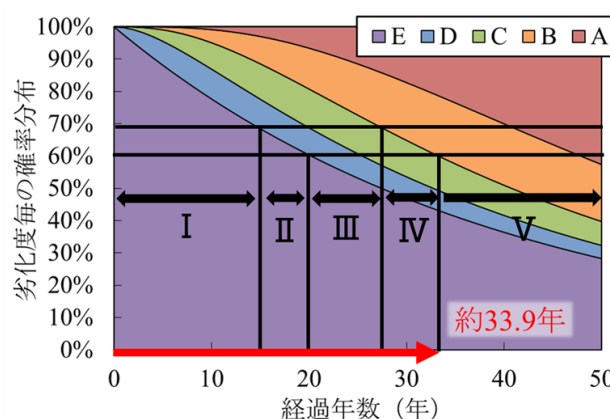


図-3 パネル単位データの劣化度分布を用いたスパン単位の劣化度評価

パン単位の劣化度として算出された期待寿命は、約 33.9 年となる。

4. おわりに

本研究では、RC 床版に対して、記録されたパネル単位のデータを用いて劣化要因分析を行った。その結果、同一のスパン内であってもパネル単位で異なる劣化要因がパネルの期待寿命に及ぼす影響を示した。また、マルコフ推移確率行列による劣化度分布を用いて、パネル単位で記録されたデータの劣化予測結果からスパン単位の劣化度に集計的に評価した場合の期待寿命を算出できることを示した。

【参考文献】

- 1) 津田尚胤, 貝戸清之, 青木一也, 小林潔司: 橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定, 土木学会論文集, Vol.2005, No.801, pp.69-82, 2005.10
- 2) 貝戸清之, 福田泰樹, 起塚亮輔, 橋爪謙治, 出口宗浩, 横山和昭: 遊離石灰法に基づく RC 床版の劣化予測および補修優先順位の決定, 土木学会論文集 F4, Vol.68, No.3, pp.123-140, 2012.10