

長崎県の橋長 15m以上の橋梁の劣化要因の特定及び劣化予測曲線の改善

長崎大学 学生会員 ○播本直哉 長崎大学 正会員 中村聖三
長崎大学 正会員 西川貴文 長崎大学 正会員 奥松俊博

1. はじめに

長崎県内の橋梁は、架設年次が比較的新しい橋梁が多いので、現時点で橋梁年齢は若い。また、県土の厳しい自然環境(長い海岸線)にある橋梁や離島架橋が多い特徴がある。今後急速に高齢化が進む管理橋梁に対して、従来の事後保全型の維持管理を行えば、維持管理コストが膨大になり、厳しい予算制約の中で安全性・信頼性の確保のための維持管理を続けることが困難になる可能性がある。今後高齢化する長崎県が管理する道路橋の急速な増大に対応するために、橋梁の長寿命化並びに修繕費などの縮減を図りつつ、地域の道路網の安全性・信頼性を確保する必要がある。本研究では、橋梁の劣化に影響する劣化要因を特定し、その要因ごとにグルーピングを行い、グループごとの劣化予測曲線を設定する。

2. 分析方法

2.1 対象橋梁

本研究では、長崎県が管理している鋼橋、PC 橋、RC 橋の計 742 橋(内訳：図 1)を対象とする。ただし、特定の劣化要因の特定やグルーピングにおいて必要となる項目が不足している橋梁は対象外とする。

2.2 分析手順

1) 橋梁の劣化係数 a の算出

橋梁の健全度、経過年数、点検回数から最小二乗法を用いて次式より劣化係数 a を算出する。

$$a = \frac{100 \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^4}$$

ここで $x_1, x_2, \dots, x_i \dots x_n$: 経過年数

$y_1, y_2, \dots, y_i \dots y_n$: 部材の健全度(実測値)

n : 点検回数

ここで、補修・補強を行っている部材の劣化係数や経過年数は、補修前後でそれぞれ劣化係数を求める。補修履歴の記録は無いが、前回点検時より健全度が 10 以上上がっている場合は、補修ありとして考える。

2) 劣化要因の特定

本研究で想定した劣化要因を表 1 に示す。想定される劣化要因を説明変数、橋梁の部材ごとの劣化係数を目的変数とし、変数増減法を用いて、重回帰分析を行い劣化要因の特定を行う。重回帰分析は、対象橋梁のうち補修・補強履歴のない橋梁で行った。ただし、塩害対策区分 2 のみが採用された場合などは、劣化要因としては考えない。ここで、劣化に与える要因を多くとるために限界値は $F_{in} = 2.0$ 、 $F_{out} = 2.0$ とする。補正大型車交通量は、大型車交通量および設計荷重から以下の式で求めた値とする。

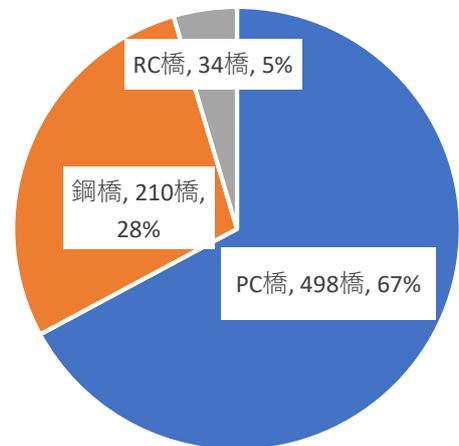


図 1 対象橋梁 橋種別内訳

表 1 想定劣化要因

番号	説明変数
1	日平均降水量
2	日平均風速
3	日平均気温
4	日平均日照時間
5	橋長
6	径間数
7	最大支間長
8	幅員
9	補正大型車交通量
10	塩害対策区分 1
11	塩害対策区分 2
12	塩害対策区分 3

$$\frac{25}{(\text{橋梁の設計荷重})} \times (\text{大型車交通量}) = \text{補正大型車}$$

塩害対策区分とは、表 2 のように定義される。また、塩害対策区分は数値データではないので、ダミー変数を用いて回帰分析を行う。説明変数のうち、1~4 は基本的に、当該橋梁から一番近い観測点のデータを用いるが、データが不足している場合は、二番目、三番目に近い観測点のデータを採用する。

3) グループニング

2) で特定した劣化要因に基づいてグループニングを行う。

4) 劣化予測係数 a の算出

3) で確定させたグループごとに、劣化係数予測係数を以下の式を用いて算出する。

$$a = \frac{100 \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^4}$$

ここで $x_1, x_2, \dots, x_i \dots x_n$: 経過年数

$y_1, y_2, \dots, y_i \dots y_n$: 部材の健全度(実測値)

n : 橋梁数

5) 劣化予測曲線の設定

4) で求めた劣化予測係数、橋梁の健全度、経過年数より、3) で求めたグループごとの劣化予測曲線を設定する。

3. 分析結果

一例として、今回の研究で特定した RC 橋の劣化要因を表 3 に、また、劣化係数の一例である RC 橋の床板・主構以外の劣化予測係数および県が設定する劣化予測係数を表 4 に、RC 橋の支承本体の劣化予測曲線の一例を図 2 に示す。RC 橋の支承本体や主構・床板以外は長崎県が設定したより劣化の進行が遅く、補修後の部材は、補修前の部材より劣化の進行が速い傾向にあることがわかる。

4. おわりに

本研究では、部材ごとの劣化要因を特定し、劣化要因をもとにグループニングを行い、劣化係数を算出することで、劣化予測曲線の改善を試みた。今後適切な維持管理などを行うために、橋梁の点検や健全度などのデータをさらに蓄積させ、劣化係数の細分化や劣化予測曲線の精度を高めていく必要がある。なお、当日は鋼橋や PC 橋に関する分析結果を含めて発表する予定である。

参考文献

- 1) 長崎県土木部道路維持課：長崎県橋梁寿命化修繕計画，平成 30 年 1 月
- 2) 長崎県土木部道路維持課：橋梁点検マニュアル，令和 2 年 3 月

表 2 塩害対策区分

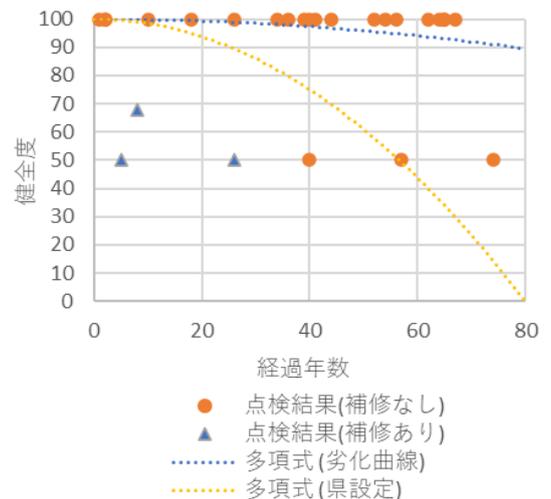
区分	海岸からの距離
区分 1	海上
区分 2	海岸線から 100m まで
区分 3	100m~200m
区分 4	200m 以上

表 3 特定された部材ごとの劣化要因 (RC 橋)

部材	劣化要因
床板	径間数 橋長 日照時間
主構	支間長 風速 区分 1 橋長
床板・主構以外	径間数
躯体	—
基礎	—
支承本体	—
沓座	—

表 4 主構・床板以外の劣化予測係数

劣化 要因	劣化係数	長崎県設定
径間数 3個未満	0.00278	0.01563
3個以上	0.00474	



劣化予測曲線 : $y = 100 - 0.00164t^2$

県設定 : $y = 100 - 0.0156t^2$

図 2 RC 橋の支承本体の劣化予測曲線