

長崎県における橋長 15m 以上の橋梁健全度の劣化予測法の改善

長崎大学 学生会員○寺尾健太郎 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

現在の長崎県における橋梁は、高度経済成長期に多く架設されたものが多くある。よって、比較的架設年数は若いと言えるが、今後は急速に高齢化が進むことが懸念される。現在架設年数が50年を超えた橋梁は全体で20%程度だが、10年後には44%、21年後には61%、30年後には78%と爆発的に増加することが考えられている。また、長崎の地形は海岸線が多いので塩害の被害が多く受けやすく、代替道路のない離島架橋を多く抱えているという特色もある。今後急速に高齢化が進み自然環境が厳しい県土では、維持管理コストが膨大となり、厳しい予算制約の中で安全性・信頼性の確保のための適切な維持管理を続けることが困難となる恐れがある。そこで本研究では、劣化に影響を及ぼす因子を特定し、それに合わせてグルーピングを行い、各グループ内で劣化予測曲線、信頼度95%曲線の作成を行い、従来の予測法よりも精度の良い劣化予測法にすることを目的とする。

2. 対象橋梁

本研究では長崎県内にある橋長15m以上であり、健全度が推定されている736橋を対象として行う。ただし、サンプル数が少ない石橋とBOXは本研究では取り扱わないこととする。また、補修が行われた橋梁に関しては、その年から供用年数を0年に戻してから扱うこととし、章4で取り扱う劣化因子としての項目が不明な橋梁は扱わないこととする。この条件下で実際に検討対象となった橋梁は672橋であり、内訳はPC橋が461橋、RC橋が21橋、鋼橋が190橋となった。

3. 現在の劣化状況の評価と劣化予測の方法

3.1 劣化状況の評価

橋梁の劣化状態は健全度を用いて表す。健全度は、橋梁に損失状態がない健全な状態を100点とし、各橋梁の損傷評価点を減点し算出した値を健全度としての指標とする。本研究ではこの健全度と経過年数を基に劣化因子の特定や劣化曲線の作成を行う。

3.2 劣化予測の方法

長崎県では、長寿命化修繕計画の基本方針として、早期に補修を実施する予防保全型の橋梁維持管理を行うために、劣化曲線を設定している。表-1に示すようにグルーピングを行い、上に凸の二次曲線($y=100-ax^2$)で表す劣化予測曲線は作成し、劣化予測を行っている。実際に長崎県が行っているコンクリート・床板の劣化予測曲線の一例として図-1に示す。

4. 劣化因子の特定

部材を劣化させる因子として橋種、交通量(台/24時間)、大型車交通量(台/24時間)、最大支間長(m)、総幅員(m)、塩害対策区分(m)の6つを想定し、劣化因子の特定を行った。最初に橋

表-1 長崎県が行っているグルーピング

工種	部材	材料
上部工	床版	鋼
		コンクリート
	主構	鋼
		コンクリート
下部工	床板主構以外	鋼
	基礎	コンクリート
		-
支承部	支承本体	鋼
	沓座	ゴム

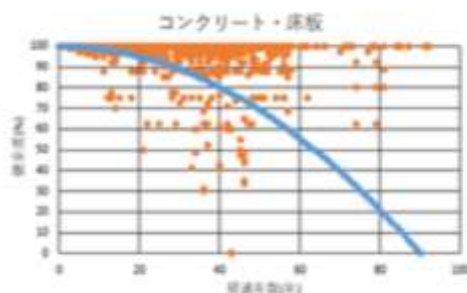


図-1 長崎県の劣化予測曲線の一例

表-2 PC 橋の劣化因子

	上部工			下部工		支承部	
	床版	主構	床板主構以外	基礎	沓座	支承本体	沓座
交通量	○	○	X	X	X	○	X
大型車交通量	X	X	X	○	X	○	X
最大支間長	○	X	X	○	X	X	X
総幅員	○	X	X	○	X	X	○
塩害対策区分	X	○	○	○	X	○	○

種としてPC橋、RC橋、鋼種でそれぞれグルーピングを行い、他の5つは重回帰分析を行い、変数増減法を用いて劣化に十分影響のある因子の特定を行った。本研究では変数増減法で用いたF値は2と設定した。今回は変数増加法を行い実際に特定されたPC橋の劣化因子を表-2に示す。

5. 劣化予測曲線及び信頼度95%曲線の作成

5.1 劣化予測曲線の作成

劣化予測曲線の作成に当たって、最小二乗法を用いたモデル($y=100-ax^2$)を用いて劣化係数 a を算定し作成した。それぞれのモデルの y は健全度(%), x は経過年数(年)を表わす。例としてRC橋の床板のグラフを図-2に、鋼橋の床板のグラフを図-3に示す。

5.2 信頼度95%曲線の作成

劣化予測曲線によって統計の目標値を予測することができるが、これでは50%の確立で予測よりも早い段階で劣化が進行することになる。よって、信頼度95%曲線を作成し、95%の確立で統計の真の値が存在する領域を定めることができる。信頼度95%曲線は実測値と予測値より標準偏差を求め、正規分布表より確率が5%となる数値1.96を標準偏差に乗じて算出した数値を求める。この算出した数値から実測値を引き、新たな健全度として算出し、この健全度を用いて劣化係数 a を求め、信頼度95%曲線を作成する。これにより、曲線よりも劣化が進行する確率は5%となるような曲線を作成することができる。実際に最小二乗法を用いて作成した図-2と図-3の劣化曲線式の信頼度95%曲線を図-2.1、図-3.1として示す。

6. 今後の課題

現在は変数増加法を用いて劣化因子を特定していたが、それでは劣化因子が多くなってしまう。特に鋼橋は劣化因子が多くなっており、このままグルーピングをすると1つの部材に対して32つグルーピングしなければならない部材も存在する。よって特定方法を変数増減法に変更し、劣化因子をより厳選することが必要だと思う。さらに、変数増減法に変更する際にF値の再考も必須であると思う。また、劣化因子の中に非常に相関が高い変数が含まれている場合もある。この現象により、1つのサンプルの追加や、少しの誤差によって大きく変化してしまう恐れがある。よって、因子の中での相関関係の把握も必要だと思う。

参考文献

- 1) 長崎県における橋梁の長寿命化への10年間 平成28年12月

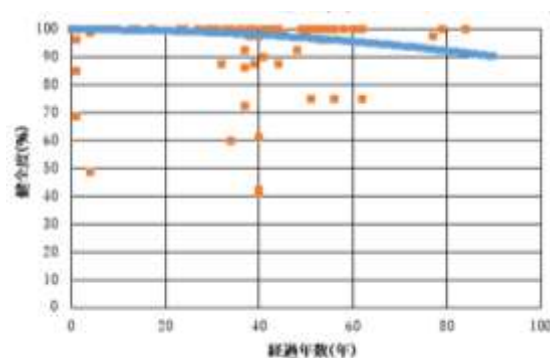


図-2 RC 橋・床板の劣化予測曲線

$$y=100-0.0012x^2$$

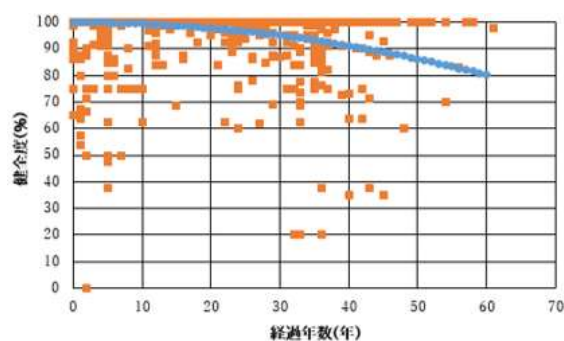


図-3 鋼橋・床板の信頼度 95%曲線

$$y=100-0.0055x^2$$

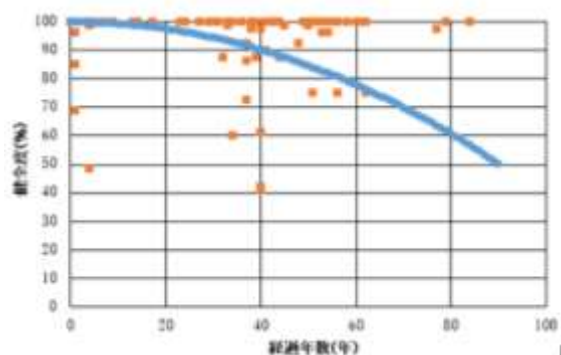


図-2.1 RC 橋・床板の信頼度 95%曲線

$$y=100-0.0061x^2$$

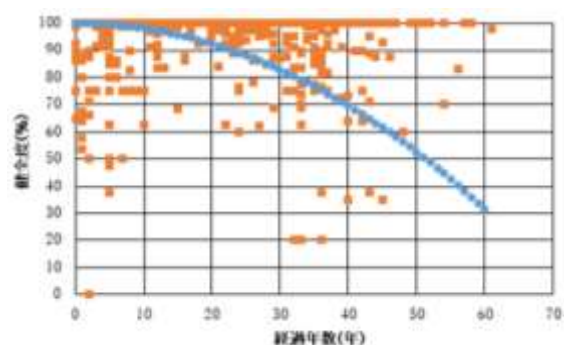


図-3.1 鋼橋・床板の信頼度 95%曲線

$$x^2$$