

長崎県における橋長 15m 以上の橋梁の点検結果に基づく劣化予測曲線

長崎大学工学部 正会員 中村聖三

長崎大学工学部 学生会員 ○中野一也

長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

1. はじめに

長崎県における橋長 15m 以上の橋梁は、高度経済成長期がはじまる 1950 年代以降に大量に架設された。長崎県が管理している橋梁のうち、供用年数 50 年以上を経過する橋梁の割合は、現在約 6%であるが、10 年後には約 22%，30 年後には約 42%へと急速に増加する。土木事業予算が縮小傾向にあるなかで、今後急増する供用年数 50 年以上の橋梁に対して最適な維持管理を行う必要がある。そこで、長崎県は「長崎県橋梁長寿命化修繕計画」¹⁾及び「橋梁維持管理ガイドライン」²⁾（以下、ガイドライン）を作成した。本計画は長崎県の全橋梁に対して概略点検を行い、その結果をもとに算出した健全度に基づき、維持管理計画を作成したものである。その中で橋梁の将来状態の予測手法については、点検や実態調査の結果を統計的に処理した劣化予測曲線を設定するとしている。本研究では、橋梁の劣化に影響を与える因子を特定し、その因子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ことを試みる。

2. 対象橋梁

本研究では、長崎県が管理しており、概略点検の結果に基づいた健全度が算出されている橋梁 640 橋のうち、鋼橋・PC 橋・RC 橋以外の橋梁と、劣化要因として想定される項目（表-2）が不明である橋梁を除いた 495 橋を対象とする。

3. 現在の健全度評価と劣化予測の手法

3.1 健全度

ガイドラインでは、橋梁点検結果から各損傷の損傷評価点を算出し、100 から損傷評価点を減点したものを部材の健全度とし、部材・工種の重要性を評価した重み係数を基に、減点統合法により橋梁/径間/工種の健全度を算出している。本研究ではこの健全度を用いる。

3.2 劣化予測

ガイドラインでは、部材に対して点検結果を統計的に処理（回帰分析）し、上に凸の二次曲線として設定することを基本としている。また、橋梁特性や環境条件等に応じたグルーピングを行い、各々に対して設定することが望ましいとしている。長崎県が表-1 に示すグルーピングで行った劣化予測結果³⁾の一例を図-1 に示す。

4. 劣化因子の特定

部材を劣化させる要因として、表-2 に示す 5 個の項目（アイテム）を想定した。1 の橋種ごとに 2 から 5 までの項目を説明変数とし、部材の健全度を目的変数とした重回帰分析を Microsoft Excel2003（使用アドインソフト：社会情報サービス「エクセル統計 2010」）を用いて行う。重回帰分析は対象橋梁のうち補修履歴の無い橋梁のみで行った。

表-1 長崎県が行ったグルーピング

（長崎県「維持管理ガイドライン」より）

対象部材	着目	分類
鋼の上部工及び下部工	防錆対策	普通鋼材+塗装
		耐候性鋼材
コンクリートの上部工	上部工形式	RC橋
		PC橋
コンクリートの床版	上部工形式	鋼橋
		RC橋
		PC橋

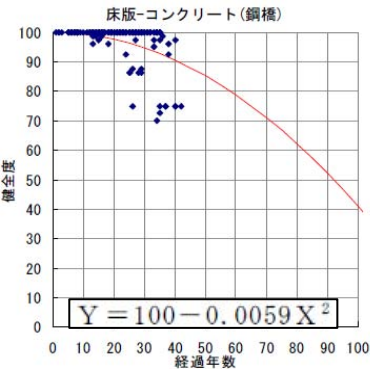


図-1 長崎県が作成した劣化予測曲線の一例

（公共土木施設等維持管理計画

橋梁ガイドライン《参考資料編》より）

表-2 想定劣化要因

想定劣化要因	
1	橋種（鋼，RC，PC）
2.1	塩害対策区分1
2.2	塩害対策区分2
2.3	塩害対策区分3
2.4	塩害対策区分その他
3	最大支間長
4	総幅員
5	要因A

4.1 各要因について

表-2 の想定劣化要因のうち塩害対策区分から総幅員には橋梁台帳に記載されている値を用いる。塩害対策区分とは表-3 のように定義されている。また要因 A は、橋梁台帳に記載されている設計活荷重及び大型車交通量から、

$$\frac{25}{(\text{橋梁の設計活荷重})} \times (\text{大型車交通量}) = \text{要因A}$$

として求めた値を用いる。

4.2 特定結果

$F_{in}=2.0$, $F_{out}=2.0$ として変数増減法による重回帰分析を行い⁴⁾、説明変数として採用された項目をその部材の劣化要因とする。ただし塩害対策区分において区分2のみ選ばれた場合などは劣化要因としては考えないこととした。特定された部材ごとの劣化因子を表-5 に示す。

5. 劣化予測曲線

5.1 グループピング

4.2 で特定された劣化因子(表-5)に基づいてグループピングを行い、劣化予測曲線を作成する。

5.2 設定した予測曲線

本研究ではガイドラインに基づき、劣化予測曲線を上に凸の二次曲線($y=100-ax^2$)とし、最小二乗法を用いて劣化係数 a を算定した。なお、補修履歴のある部材についてはその部材が補修されてからの年数を経過年数として扱った。鋼橋の劣化予測曲線の一例を図-2 に、鋼橋のグループごとの劣化係数を表-6 に示す。長崎県が設定した鋼橋の上部工の劣化係数は同一としている³⁾が、部材や要因ごとに算出した結果、それぞれの劣化係数に差が見られた。基礎の劣化係数は対象橋梁の健全度がほぼすべて 100 であったため算出できなかった。

6. まとめ

本研究では橋種別に部材ごとの劣化因子を特定し、これに基づきグループピングを行い劣化予測曲線の作成を行った。今後最適な橋梁維持管理を行うために、点検に基づく健全度及び補修履歴等データの継続的な蓄積を行い、分析することで、劣化予測曲線の精度を高めていく必要がある。

参考文献

- 1) 長崎県土木部道路維持課：長崎県橋梁長寿命化計画，2008年3月
- 2) 長崎県土木部道路維持課：橋梁維持管理ガイドライン，2009年3月
- 3) 長崎県土木部道路維持課：公共土木施設等維持管理計画 橋梁ガイドライン《参考資料編》，2007年3月
- 4) 田中豊，垂水共之，脇本和昌：パソコン統計解析ハンドブック 2 多変量解析編，1984年

表-3 塩害対策区分

塩害対策区分	
区分1	海上
区分2	海岸線から100mまで
区分3	100をこえて200mまで
区分4	200mをこえる

表-4 設計活荷重

設計活荷重	1926年～			1939年～	
	12t	8t	6t	13 t	9 t
式で用いる値	12	8	6	13	9

設計活荷重	1956年～				現行	
	TL-20	TL-14	T-20 L-14	TT-43	B活荷重	A活荷重
式で用いる値	20	14	20	25	25	20

表-5 特定された部材ごとの劣化因子

	床版	主構	床版 主構 以外	躯体	基礎	支承	沓座
鋼橋	要因A	区分1 区分2	-	-	-	-	-
RC橋	-	区分1 支間長	-	支間長 総幅員	-	-	-
PC橋	区分1	区分1	区分1 要因A	区分1	-	-	-

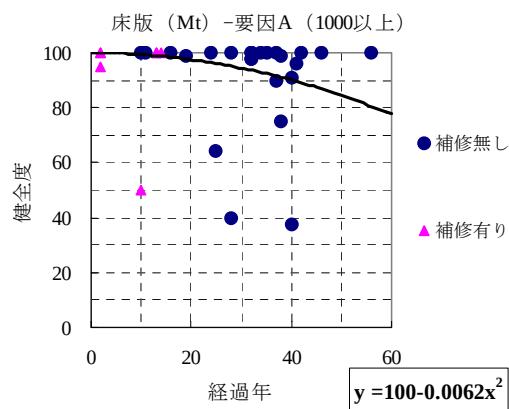


図-2 鋼橋（要因 A が 1000 以上）の劣化予測曲線

表-6 鋼橋の劣化係数

部材	劣化要因	劣化係数	
		本研究	長崎県
床版	要因A		0.0474
	500未満	0.0043	
	500以上1000未満	0.0035	
	1000以上	0.0062	
主構	塩害対策区分		
	区分1	0.0133	
	区分2	0.0283	
床版・主構 以外の上部工	区分3・4	0.0350	
		0.0147	
躯体		0.0092	0.0067
基礎		—	—
支承本体		0.0171	0.0123
沓座		0.0038	0.0029