

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 長崎大学大学院 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

長崎県および県内の市・町が管理している橋長 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、供用年数 50 年以上を経過する橋梁の割合は、現在約 8%であるが、10 年後には約 23%、30 年後には約 45%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、今後高齢化の進む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。その中で橋梁の将来状態の予測手法については、点検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。

2. 対象橋梁

本研究では、長崎県および県内の市または町が管理しており、概略点検の結果に基づいた健全度が算出されている鋼橋・RC 橋・PC 橋の計 1114 橋（内訳：図-1）を対象とする。

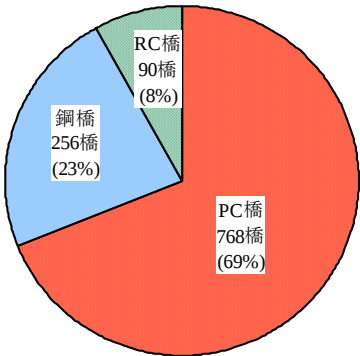


図-1 対象橋梁の橋種別内訳

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もとに、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。

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。現在のグルーピングを表-1 に示す。

表-1 現在のグルーピング²⁾

対象部材	着目	分類
鋼の上部工 および下部工	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

4. 劣化因子の特定

部材を劣化させる要因として、表-2 に示す項目（アイテム）を想定する。それぞれの項目を説明変数、部材の健全度を目的変数とした重回帰分析を Microsoft Excel 2003（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、橋種ごとに行う。なお、劣化因子の特定は対象橋梁のうち表-2 の項目が不明となっている橋梁や部材に補修履歴のある橋梁を除外して行う。

表-2 想定劣化要因

説明変数		
	県管理	市・町管理
1	塩害対策区分	塩害対策区分
2	最大支間長	最大支間長
3	総幅員	総幅員
4	補正大型車交通量	—

4.1 各要因について

表-2 のうち塩害対策区分から総幅員は、橋梁台帳に記載されている値を用いる。塩害対策区分は表-3 のように定義されている。

表-3 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をこえて200mまで
区分4	200mをこえる

キーワード 橋梁維持管理，劣化予測曲線，概略点検，健全度，重回帰分析

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部 TEL/FAX 095-819-2613

補正大型車交通量は、設計活荷重および大型車交通量から、
$$\frac{25}{(\text{橋梁の設計活荷重})} \times (\text{大型車交通量}) = \text{補正大型車交通量}$$

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（一部）を表-4 に示す。

5. 劣化予測曲線

5.1 グルーピング

4.2 で特定された劣化因子（表-4）に基づいてグルーピングを行い、劣化予測曲線を作成する。対象橋梁のうち、グルーピングに必要な項目が不明の橋梁は除外する。

5.2 設定した予測曲線

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。また、点検結果が曲線を下回る確率が 5% となるような信頼度 95% 曲線も設定した。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。劣化予測曲線の一例を図-2 に、PC 橋主構の劣化係数を表-5 に示す。長崎県が設定した PC 橋主構の劣化係数は全グループで同一である³⁾が、今回設定した平均劣化曲線は県管理で塩害対策区分 1 の橋梁に対して県が設定したモデルより劣化の進行が早く、塩害対策区分 2・3・4 の橋梁や市・町管理の橋梁に対して劣化の進行が遅いという結果になった。また、点検結果を見ると、補修後の部材が補修無の部材より早く劣化しているという結果になった（図-3）ため、補修された部材の劣化速度や補修による回復率について見直す必要がある。

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た結果に基づきグルーピングを行い、各グループに対する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。また、劣化曲線の変化が予算を含む維持管理計画に及ぼす影響も検討する必要がある。

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修繕計画，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-4 特定された部材ごとの劣化因子（一部）

管理	鋼橋		RC橋		PC橋	
	県	市・町	県	市・町	県	市・町
床版	総幅員	支間長	—	総幅員	区分1	支間長 総幅員
主構	区分1 区分2 交通量	区分1 支間長 総幅員	—	総幅員	区分1 区分2	総幅員
躯体	区分1 区分2 交通量	—	—	区分1	区分1	総幅員

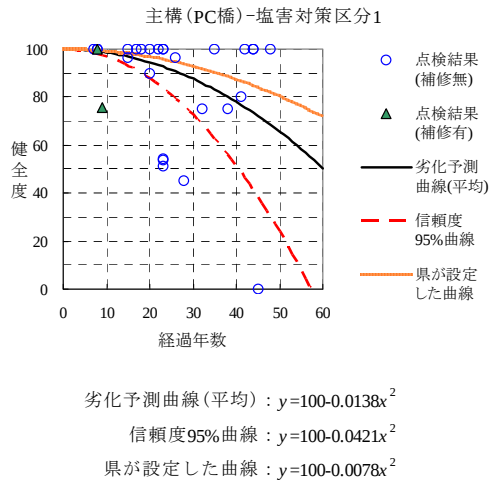


図-2 県管理 PC 橋主構の劣化予測曲線の一例

表-5 PC 橋主構の劣化係数

管理	劣化要因		信頼度 95%	劣化係数	長崎県設定
県管理	塩害対策区分	区分1	0.0421	0.0138	
		区分2	0.0300	0.0070	
		区分3・4	0.0163	0.0047	
市・町管理	総幅員	5m未満	0.0113	0.0032	
		5m以上 10m未満	0.0101	0.0024	
		10m以上	0.0030	0.0010	

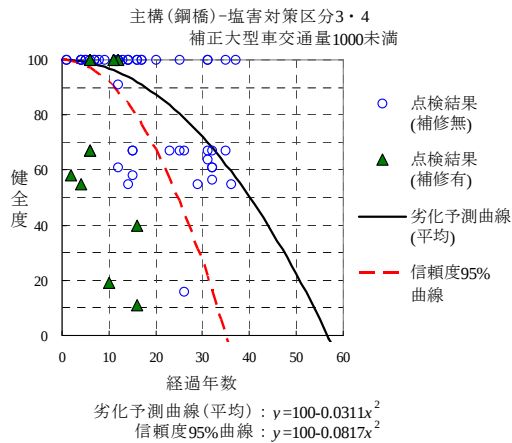


図-3 県管理鋼橋主構の劣化予測曲線の一例