

統計的手法を用いた橋梁点検データベースに基づく橋梁健全度評価：予備解析

岐阜大学大学院 学生会員 ○流 石 堯
 岐阜大学 正会員 本城 勇介
 岐阜大学 正会員 大竹 雄

1. 研究の背景と目的

国や各地方自治体は、橋梁の定期点検¹⁾を行い、現在の損傷状態を把握し、補修順位・工法等を決定し、補修を実施するという合理的な維持管理に向けた取り組みづくり（アセットマネジメント）を進めている。

しかし、橋梁は多くの部材で構成され、点検項目も多いことから、橋梁の健全度評価や劣化予測が難しい。そのため、点検結果を補修順位・工法等の決定に十分いかしきれていないのが現状である。

そこで、岐阜県が管理する橋梁を対象に橋梁の健全度を統計的に評価する方法を検討した。本研究は岐阜県が管理する約 1600 橋のうち、岐阜市内 54 橋に限定し、評価方法の開発とその妥当性、有効性等を把握するための準備的研究と位置付けている。

2. 研究の方法

2.1 使用データ

橋梁点検データと橋梁台帳データベースを使用する。橋梁点検データとは岐阜県が実施している定期点検²⁾の結果であり、各部材について詳細な点検項目が設定され、a（健全）～e（危険）の 5 段階で評価を行っている。橋梁台帳データベースには、個々の橋梁についての橋梁諸元（架設年、構造形式、設計荷重等）や環境条件（交通量等）が収録されている。

2.2 解析の方法

本研究の橋梁健全度評価は図-1 のような手順で行う。

まず、橋梁点検データをもとに、主成分分析により、各部材または橋梁全体の状態を評価する指標を抽出し、健全度（重み付け平均値）を算出する。また、主成分分析の結果から、特に損傷が激しい橋梁を抽出し、橋梁管理者へのヒアリング調査により、実際に損傷が激しく、交通規制を伴う大補修を予定している橋梁との対応関係を把握する。最後に、橋梁健全度と橋梁諸元や環境条件について重回帰分析により影響程度を把握する。以下に、各段階で用いる分析方法の概要を示す。

(1) 主成分分析

多くの変数により記述されたデータを縮約し、少数個の指標（合成変数）で表現し、多くの情報を把握する方法である。主成分分析によって得られた合成変数を主成分といい、最も多くの情報を持っている主成分を第 1 主成分という。ここで、情報とは元のデータの分散を意味し、分散が大きいほど元のデータの情報を多く含む。

(2) 重回帰分析とモデル選択

本研究では、説明変数を 1 つずつ増やしていき適切なモデルを選択する前進選択法を用いる。また、適切なモデルか否かは、各説明変数の t 値、決定係数、 F 値、AIC の 4 指標で判断する。

3. 解析結果と考察

3.1 橋梁健全度評価指標の抽出

鋼橋の解析結果を記述する。まず、各部材の点検データをもとに主成分分析を行い、第 1 主成分のみ、または第 1・第 2 主成分で、各部材の状態を評価した。各部材の健全度は各主成分を構成する点検項目に係数

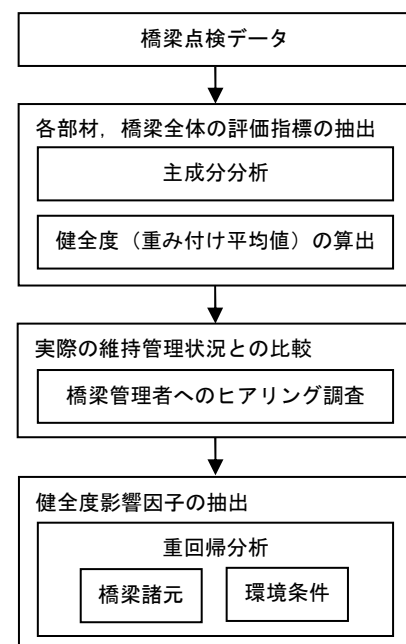


図-1 解析の手順

キーワード：アセットマネジメント、橋梁健全度、主成分分析

連絡先：〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL 058-293-2390

表-1 説明変数の候補

説明変数	データの種類	備考
経過年	量的データ	
最大支間長(m)	量的データ	
設計基準	質的データ	大きな変更点により3分類する
設計荷重	量的データ	
耐荷荷重	量的データ	
疲労損傷対策	質的データ	
大型車24時間交通量(台)	量的データ	
PC/RC	質的データ	コンクリート橋のみ対象
積雪地域	質的データ	岐阜市内では考慮しない
寒冷地域	質的データ	岐阜市内では考慮しない

(重み)を乗じ、それらを合計して算出した。

そして、得られた各部材の健全度をもとに再度主成分分析を行い、橋梁全体の健全度を説明する総合的な指標の検討を行った。その結果、第1・第2主成分でデータの6割以上の情報を説明することが分かった。また、第1主成分は伸縮装置や舗装等の補修頻度が高い部材、第2主成分は桁や床版で構成されていることも分かった。つまり、橋梁全体の健全度は、主部材(桁、床版)とその他の部材(伸縮装置、舗装、支承)という独立した指標で評価することが適切と判断した。

以上より、各部材の健全度に重みを乗じ、橋梁全体を「主部材」、「伸縮装置」、「舗装」、「支承」という4つの健全度に区別して算出した。これらの健全度と経過年の関係把握するため相関係数行列を求めたところ、主部材と経過年には経過年に従って、健全度が減少するという傾向がみられた。一方、その他の部材と経過年の相関はほとんどなく、補修頻度が高いことが考えられる。

3.2 実際の維持管理状況との比較

前節の解析結果より、主部材の健全度が特に低いと判断された橋梁群は、管理者へのヒアリング調査で、損傷が著しく長期間の交通規制を伴う大補修を予定している橋梁群であると確認された。これにより主部材の健全度が大規模補修の実施に関連しているといえる。

3.3 橋梁健全度影響因子の抽出

主部材の健全度に着目し、橋梁諸元や環境条件との関連性について重回帰分析により把握する。まず、橋梁健全度に影響を与えると思われる項目を抽出し説明変数の候補とした(表-1)。

重回帰分析を行った結果、説明変数として経過年、設計基準、設計荷重が抽出された時、適切なモデルであると判断した。これらの影響因子を確認するため、経過年との関係を散布図にして示した(図-2)。図中の破線は設計基準の区分を示す(区分1:大正15年～昭和30年、区分2:昭和31年～昭和45年、区分3:昭和46年～)。また、設計荷重別に色分けをしている。区分2(高度経済成長期)の設計基準で建設された橋梁

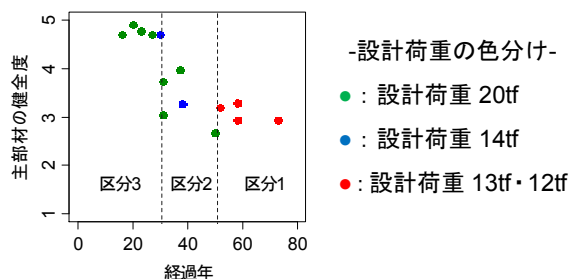


図-2 鋼橋 主部材の健全度と経過年の関係

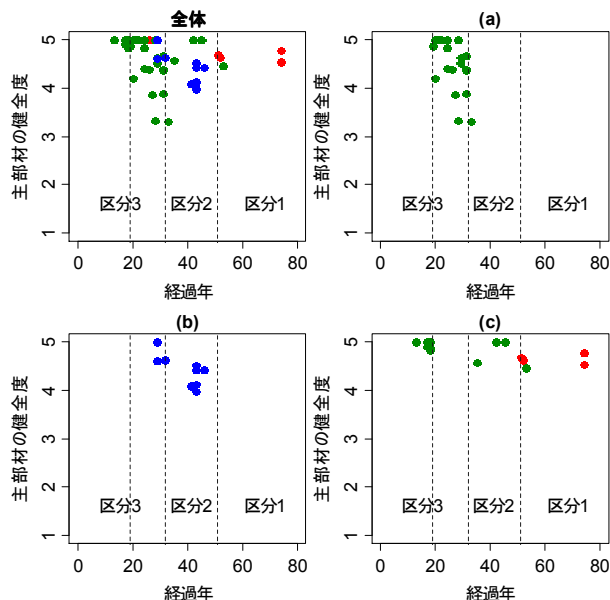


図-3 コンクリート橋 主部材の健全度と経過年の関係

の劣化が他に比べて急激であるように読み取れる。

一方、コンクリート橋については図-3のような結果となった。全体では明瞭に読み取れなかった劣化傾向が、(a)高度経済成長期に建設された橋梁、(b)設計荷重が14tfである橋梁、(c)それ以外の橋梁という3つの橋梁群に分類することで、それぞれの橋梁群の劣化傾向の違いが読み取れるようになった。なお、図中の破線は3本とし、昭和58年にコンクリートのかぶり等の設計基準が変更になったことを踏まえている。

4. 今後の展望

本研究では岐阜市内54橋を対象に、橋梁健全度の評価方法に関する基礎的研究を行った。今後は、岐阜県全橋を対象に本研究と同様の手法で健全度評価を行う。さらにこの健全度指標を用いた劣化予測モデルについての研究も行う予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：橋梁定期点検要領（案），2004。
- 2) 岐阜県県土整備部道路維持課：岐阜県橋梁点検マニュアル，2010。