

橋梁構造物の健全度評価に関する基礎的研究

京都大学工学部 正 員 白石 成人 京都大学工学部 正 員 古田 均
 新日本製鉄(株) 正 員 〇杉本 雅一

1. まえがき 近代橋梁が我が国に出現して以来約30年の歳月を経ているが、この間橋梁の老朽化が進み大型自動車交通量の増大が生じ、これらに対処するために適切な橋梁維持管理システムの確立が望まれている。維持管理システムには、既存橋梁の実態調査、損傷要因の抽出、荷重作用・環境要因・抵抗強度の評価などが含まれるが、損傷要因の抽出ならびに分類を行うことは構造健全度評価の第一ステップであり重要な課題の一つである。しかしながら、橋梁の損傷要因は互いに複雑な関連性を有しており、単純な力学モデルを用いてこれらの相互関連を把握することは不可能である。本研究では、統計的手法を用いて既存橋梁の実態調査のデータから、橋梁損傷要因間の因果関係を推定し、相関の強いもの同志のグルーピングを通じて橋梁の損傷要因の特性を把握することを試みる。

2. 数量化理論第Ⅲ類 種々の変量間の関連性の把握ならびに将来予測、変量の分類・合成を目的とする多変量解析のうち、林の提案した数量化理論は、量的なデータとともに質的なデータをも扱いうるという特徴をもつ。その中でも数量化理論第Ⅲ類は、定性的な変数群の各カテゴリーと個々のケースを同時に数量化する手法であり、質的な反応パターンに基づいて、カテゴリーやケースを分類するための基本軸を外的基準を用いずに算出することが出来る。反応パターンの類似したものが近い値をとるようなケーススコア y_i およびカテゴリースコア x_j が各ケース i 、カテゴリー j にそれぞれ与えられる。なお、スコアとして x_j と y_i の最大～第長相関係数に対応して第1～第 k スコアが求められる。

3. 数量化理論を用いた橋梁損傷要因の分類 ここでは、阪神高速道路の還状線を構成している高架橋を一スパンごととに区切った432セクションに関するデータを解析する。各セクションごとに次に示す損傷項目²⁾に対して視察により評価が与えられている。

・コンクリート床版に関して ①亀甲状のクラック、②線状のクラック、③橋軸方向のクラック、④幅が0.1mm以下のクラック、

⑤幅が0.1mmを越えるクラック、⑥クラックの集中性、⑦表面剥離、⑧鉄筋の露出、⑨遊離石灰の流出、⑩漏水、⑪豆板、⑫空洞、⑬角落ち

・鋼桁に関して ⑭高力ボルトの欠損およびゆるみ、⑮錆および腐食、⑯曲がり、⑰異状音、⑱その他の損傷

・コンクリート橋脚に関して ⑲幅が0.3mm以下のクラック、⑳幅が0.3mmを越えるクラック、㉑剥離、㉒鉄筋の露出

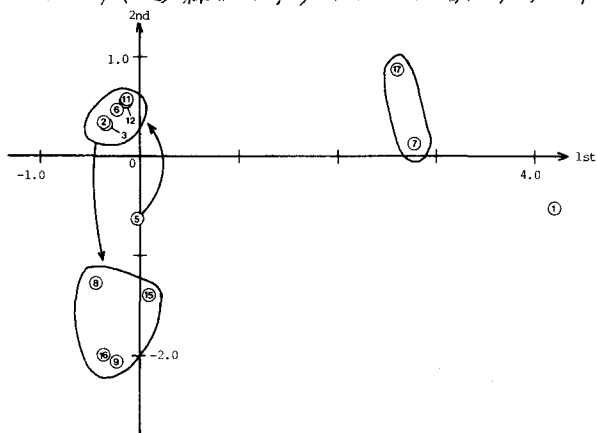


図1 床版の13項目間の関連性

Naruhito SHIRAISHI, Hitoshi FURUTA, Masakazu SUGIMOTO

⑳遊離石灰の流出、㉑空洞、㉒豆板

・ 支承部に関して ㉓錆および腐食、㉔その他の損傷

・ 伸縮継手に関して ㉕発着の有無、㉖排水樋のつまり、㉗漏水

また、㉘床版、㉙鋼桁、㉚橋脚、㉛支承、㉜桁端、㉝落橋防止装置、㉞排水装置、㉟伸縮継手、の計8要素に関しての全体的な損傷状況のデータも含まれている。

まず床版に関する13の項目に注目し、これらの項目の損傷事象をカテゴリーと考て数量化理論第Ⅱ類を適用する。その結果、13のカテゴリーに対して第1および第2スコアが図1のように得られる。この図から床版の損傷進行過程は以下のように表現される。

A) 幅の狭いクラックが発生(㉑)

B) クラックの幅は広がり(㉒)、橋軸方向に伸び(㉓、㉔)、遊離石灰の流出(㉕)、ならびに漏水(㉖)を併発する。

C) 損傷はさらに進行し、剥離(㉗)や鉄筋の露出(㉘)が発生。このような床版には豆板(㉙)や空洞(㉚)が数多く見受けられる。

また、同図からクラックの集中性(㉑)と角落ち(㉒)には強い関連性があることがわかる。次に、床版以外の17項目を解析した結果を図2に示す。図中のI～Vグループに属する項目はそれぞれのグループ内で強い相互関連性があると推測される。たとえば、IIから橋脚の幅の広いクラックは幅の狭いクラックを伴うことが、IIIから剥離、空洞、鉄筋露出は同じ橋脚に生じることが多いことがわかる。橋梁の8つの構造要素の損傷関連性が図3から推定出来る。

すなわち、鋼桁、桁端、伸縮継手、床版、落橋防止装置の状態は互いに強くかわり合っているが、橋脚や排水装置の損傷はそれぞれ独立に発生することが多いといえる。このような分析を通じ、橋梁維持管理システム構築のための基本的な情報を得ることが出来、今後橋梁損傷状況に関するデータベースの確立が要望される。

参考文献 1) 駒澤勉「数量化理論とデータ処理」
朝倉書店、1982年、2) 高梁構造研究会「道路橋の点検補修」
理工図書、1998年

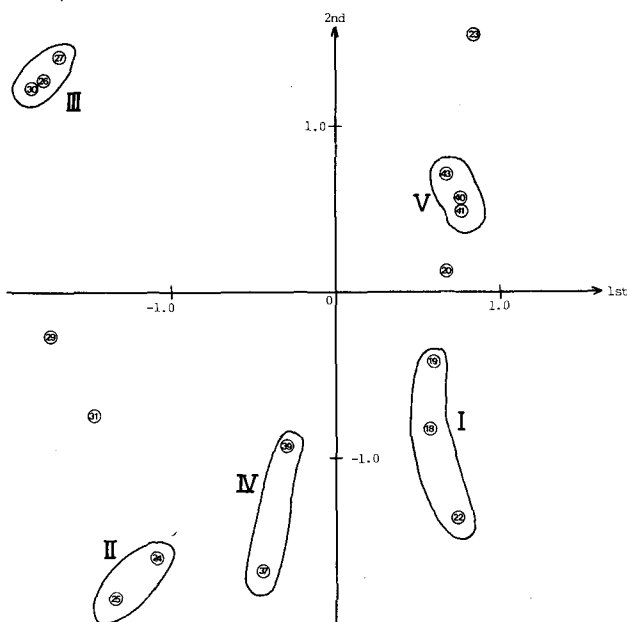


図2 床版を除く17項目間の関連性

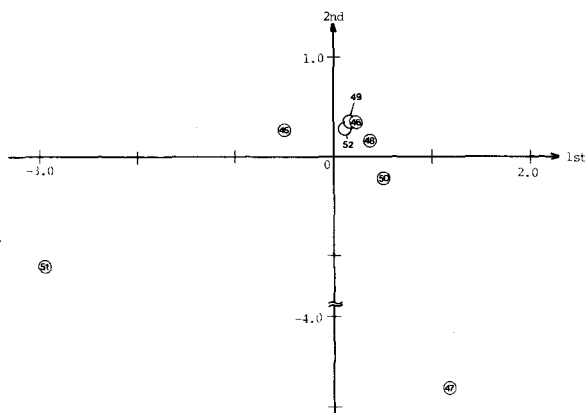


図3 8つの構造要素間の関連性