

ラフ集合を用いた実橋梁目視点検結果の有効活用

福島工業高等専門学校 正会員 ○江本 久雄
福島工業高等専門学校 フェロー会員 緑川 猛彦

1. はじめに

橋梁の目視点検結果が、2014年3月31日に道路法施行規則が公布されたことより、定期点検の頻度が5年に1回となり今後多く蓄積されていく。蓄積されていく目視点検結果から橋梁の評価に必要な知識(ルール)を抽出することによって、今後の維持管理計画のうち評価に役立てたい。そこで、データマイニング¹⁾の手法のうち文字情報を取り扱うことができるラフ集合²⁾を目視点検結果に適用することで、点検結果の傾向を情報処理的手法により明確にする。ラフ集合は、識別不能性のもとで集合論に関する数学的理論が基礎概念となっている。この識別不能性を利用して、対象を識別するのに必要な最低限の属性の集合(縮約化)や対象の属性(決定クラス)を識別する知識(ルール)を抽出できる。本発表では、ラフ集合を実際の目視点検の結果に適用し、If-Then ルールから傾向を示すと共に、経年の変化を把握できるかどうかの検討を行う。

2. 橋梁目視点検へのラフ集合の適用に関する考え方

データマイニングとは、データに内在する非明示的な知識を発掘し、利用することである。その知識抽出において、その活用の目的によって、Ⅰ予測、Ⅱ分類、Ⅲ判別、Ⅳ相関に分けることができる。橋梁の維持管理の一連の流れ³⁾としては、「調査・点検」、「診断・評価」、「判断」、「対策」となる。いずれのステップにおいてもデータベースに大量のデータが保存され、容易にデータの追加・削除・検索などができるようになることが要求されている。このような現状から、データの“量”は十分に満たされ、“質”への変換を期待されるようになってきている。この維持管理の流れの各段階で、データマイニングの目的と対応させて整理した結果を表-1に示す。表中の塗り潰した「判別」部分がラフセットの適用範囲である。

表-1 維持管理のステップとデータマイニングの目的による整理

ステップ	調査・点検	診断・評価	判断	対策
予測			○	○
分類	○	○		
判別	○	○		
相関		○		

注) ○はデータマイニングが有効な項目、塗り潰しがラフ集合

次に、解析の進め方を図-1に示す。データマイニングで重要なことは、図-1に示すように「1.データマイニングの目的の設定」である。橋梁目視点検結果からの「診断・評価」の段階に着目すると、分類では、点検データの重要項目の洗い出す。それでも、項目数が多い場合やある劣化要因に影響を与えている項目を検討するといったことに利用できる。判別では、点検データからある劣化要因となる知見(ルール)を抽出する。また、抽出した知見を利用して「点検・調査」に反映する。相関では、点検データの各項目間の相関を知見(ルール)から見つける。この結果から劣化要因の判定結果に利用する。ラフ集合の結果の評価には、支持度とC.I.値¹⁾、また影響度³⁾を用いる。

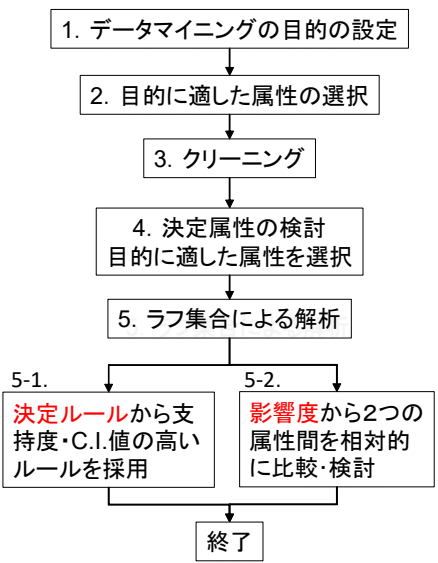


図-1 ラフ集合による解析手順

キーワード 橋梁目視点検、データマイニング、ラフ集合、維持管理、橋梁評価

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-0808

表-2 ルール抽出結果の抜粋

[種類]が[漏水・遊離石灰]となるルール	径間番号	工種	材料	名称	部位	評価	支持度	G.I		
名称 = 床版 and 評価 = d and 径間番号 = 1	1			床版		d	0.060241	10 / 48	0.208333	
名称 = 床版 and 評価 = c				床版		c	0.054217	9 / 48	0.1875	
部位 = Cr0401					Cr0401		0.018072	3 / 48	0.0625	
部位 = Ds0101					Ds0101		0.012048	2 / 48	0.041667	
部位 = Ds0202					Ds0202		0.012048	2 / 48	0.041667	
部位 = Ds0302					Ds0302		0.012048	2 / 48	0.041667	
部位 = Ds0402					Ds0402		0.012048	2 / 48	0.041667	
部位 = Cr0504 and 評価 = d					Cr0504	d	0.012048	2 / 48	0.041667	
評価 = d and 部位 = Ds0303					Ds0303	d	0.012048	2 / 48	0.041667	

～

表-3 影響度の結果

	劣化・変化	変化無し
[名称]が[主桁]	0	0
[名称]が[横桁]	2	0
[名称]が[床版]	0	0
[名称]が[胸壁]	0	0
[名称]が[翼壁]	0	1
[名称]が[支承本体]	2	0
[名称]が[アンカーボルト]	0	1
[名称]が[沓座モルタル]	1	0
[名称]が[防護柵]	0	0
[名称]が[地覆]	0	0
[名称]が[伸縮装置]	0	0
[名称]が[縁石]	0	0
[名称]が[舗装]	0	0
[名称]が[排水ます]	1	0
[名称]が[排水管]	0	1
[名称]が[添架物]	0	0
[名称]が[梁部]	0	0
[名称]が[高欄]	0	0
[名称]が[柱部・壁部]	0	0
[名称]が[堅壁]	0	0
[名称]が[袖擁壁]	1	0



図-2 対象橋梁の全景

3. 適用事例

対象橋梁としては、図-2 に示す 42 年(1975 年竣工)経過した 3 径間単純 PC ポステン T 桁橋を対象とした。点検データは、2008 年と 2013 年の 2 回実施したものである。点検データは、対象部材として主要部材である主桁・横桁・床版などを対象とした調査(その 7)と 2 回の点検結果を比較した調査(その 9)評価結果総括表を対象とした。

4. 結果と考察

主要部材の点検調査からラフ集合により得られたルール抽出結果の抜粋を表-2 に示す。また、表-3 に 2 回の点検結果を比較した総括表からラフ集合により得られた影響度を示す。表-2 の赤枠から「種類」が「漏水・遊離石灰」ならば「床版、評価 d、径間番号 1」または「床版、評価 c」となる。これは、損傷図や写真で確認すると床版の間詰め部に多くの遊離石灰の変状を確認できる。なぜ径間 1 だけなのか調べるには、他の要因や項目が必要である。この点検結果の傾向をルールから抽出できた。次に、2 回の点検結果を比較したデータから知識抽出すると、径間 2 では全く変化が無かったことが確認できた。ここで、決定属性を「名称」でマイニングすると「排水ます」のとき土砂詰まりが起る。さらに、表-3 にこの影響度を示す。これから、横桁、沓座モルタル、袖擁壁が劣化しており、変状データからひび割れであることが確認できた。支承は腐食がすすみ、その要因かどうか不明だが、排水ますの土砂つまりなどが発生している。

5. まとめ

ラフ集合を用いて実橋梁の点検データのマイニングを行った結果、点検データの傾向を示すルールが抽出できた。さらに、2 回にわたり実施された点検データに対して、その劣化や変化を確認することができた。今後、他の橋梁の点検データへの適用や点検データ数を増やした場合の結果などを検討し、傾向を抽出するのみでなく、一般的なルールを抽出する必要がある。

謝辞: 本研究にご協力いただきました国土交通省東北地方整備局磐城国道事務所の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献 1) 元田 浩, 津本周作, 山口高平, 沼尾正行: IT Text データマイニングの基礎, 2006. 12.20, オーム社. 2) Z.Pawlak: Rough sets, Int. J.Inform. Comput. Sci., Vol.11, No.5, pp.341-356, 1982. 3) 江本久雄, 八木 英樹, 塚本 成昭, 宮本 文穂: 矛盾データを有する橋梁点検データからのラフ集合によるルール抽出方法, 知能と情報, 日本知能情報ファジィ学会, Vol. 24, No. 6, pp.1154-1164, 2012.