

第17回新都市社会技術セミナー

2020年9月28日

道路資産管理高度化のための データベース構築に関する研究

京都大学

松島格也

背景・目的

- 背景

- 路面性状調査の廃止
 - 目視による状態把握
- 舗装をはじめとした道路資産を対象とした点検・維持補修・日常巡回記録にかんするビッグデータ

- 目的

- 日常巡回により得られる情報と路面・路盤の状態に関する情報とをリンクさせ、舗装マネジメントの高度化を図る
- 舗装をはじめとした道路資産を対象とした点検・維持補修・日常巡回の記録をデータベース化する上で必要となる要件についてとりまとめ
- 意思決定の階層性を考慮した高度な道路資産マネジメントシステムの実現に資する情報共有のあり方について提言
- 意思決定の階層性を考慮したPDCAサイクルを回すためのマネジメントシステムの構築

研究計画

年 度	研 究 内 容
平成29年度	過年度までの研究蓄積を活用し、高度化された道路管理マネジメントにむけて必要となるデータ収集についてとりまとめ 道路管理現場職員に対するヒアリングを通じて、道路管理作業の効率化につながるアウトプットデータについてとりまとめる。
平成30年度	タブレットシステムを用いて収集された日常点検、路面性状調査など各種データを統合的に管理するシステムの必要性について検討する。 現場の日常点検、維持管理業務の省力化、高機能化につながるアウトプット/アウトカム指標を設定する。 道路舗装アセットマネジメントの高度化に資する統合データベースシステムの全体構想を提案する。
平成31年度	提案したデータベースを各種意思決定に活用しPDCAサイクルを適切にまわすために、適切な情報共有のあり方について検討する。 意思決定の階層性を考慮した管理データ保有・整理のあり方を提案する。 PDCAサイクル実現のためのロジックモデルを構築し、意思決定主体の階層性に対応したマネジメントモデルを提案する。

分析に用いたデータの概要 1

- H27年度路面性状調査記録

データ概要

路線数	23路線(11事務所管内)
管理府県	5府県(大阪, 奈良, 兵庫, 和歌山, 福井)
総調査路線長	1911km
区間長	基本的に100m(例外有)

データ項目

- ・調査月
- ・路線名
- ・距離標
- ・事務所
- ・出張所
- ・車線数
- ・処置方法
- ・路面種別
- ・各種路面性状値
- ・大型車交通量
- ・最新工事以降の累積交通量
- ・周囲の構造物環境 等

分析に用いたデータの概要 2

- 日常巡回記録

 - データ概要

巡回期間	H28年4月1日～H30年3月31日
路線数	15路線(大阪国道事務所管内)
分析路線長	238.29km
変状の種類数	132種類(その他を除く)
変状の個数	39579個

 - データ項目

- ・巡回日
- ・路線名
- ・距離標
- ・施設(道路、排水施設など)
- ・状況(発生した変状)
- ・処置方法

ポットホール(路面性状調査)の発生予測

路面性状調査には各区分間においてポットホールの有無についてのデータが入力されている。

ポットホールの有無とH27路面性状調査記録の各データ項目(大型車交通量や路面種別等)について相関のあるものを抽出し、有意な変数についてロジスティック回帰分析を行い、発生予測、特徴解析を行った。

分析に利用したデータ項目

ポットホールの有無	シール率(%)*
大型車交通量(台/日)	パッチング率(%)*
最新工事以降の累積交通量(万台)	ひび割れ率(%)*
事務所	わだち掘れ(平均)(mm)*
車線数	予平たん性(mm)*
橋梁上か否か	IRI(mm)*
交差点か否か	MCI*
路面種別*	沿道
クラック率(%)*	嵩上げ可否

*は予測値

ポットホールの有無と路面性状調査の相関

ポットホールの有無	平均値(有)	平均値(無)	P値
大型車交通量(台/日)	7477.2	4230.8	2.177E-107*
最新工事以降の累積交通量(万台)	4565.9	2387.4	1.964E-80*
事務所(寒冷地ダミー)	-	-	-
車線数	1.569	1.405	2.092E-16*
クラック率(%)*	14.99	7.395	3.519E-93*
シール率(%)*	0.277	0.099	3.199E-11*
パッチング率(%)*	0.204	0.060	2.989E-22*
ひび割れ率(%)*	15.48	7.555	4.212E-99*
わだち掘れ(平均)(mm)*	13.73	11.59	1.371E-58*
平たん性(mm)*	3.244	2.797	4.823E-48*
IRI(mm)*	4.555	3.961	4.741E-48*
MCI*	4.507	5.586	6.832E-163*

*は有意水準0.05としたとき有意とみなせるもの

ロジスティック回帰分析

以上で有意な変数とみなされたデータに対してロジスティック回帰分析を行う。

ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析では、目的変数を y として、 p 個の説明変数 x_1, \dots, x_p に対して区間 i のポットホール発生確率 p_i を下のロジスティック関数で表す。

$$p_i = \frac{1}{1 + \exp\{\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i\}}$$

x_j : ポットホール発生に影響を与える要因

α_j : 各説明変数に対するパラメータ

選択された偏回帰係数の推定値

変数名	回帰係数	標準誤差	P値
大型車交通量(台/日)	9.272e-05	1.030e-05	< 2e-16 *
最新工事以降の累積交通量(万台)	3.817e-06	1.233e-05	0.7569
事務所(寒冷地ダミー)	8.697e-01	9.426e-02	< 2e-16 *
車線数	3.219e-01	7.245e-02	8.87e-06 *
交差点	5.186e-01	1.104e-01	2.65e-06 *
路面種別*	3.688e-01	8.094e-02	5.20e-06
クラック率(%)*	-3.739	1.769	0.345
シール率(%)*	-3.716	1.772	0.0360 *
パッチング率(%)*	-3.667	1.770	0.0383 *
ひび割れ率(%)*	3.690	1.769	0.0370 *
わだち掘れ(平均)(mm)*	-8.253e-02	1.105e-02	8.03e-14 *
平たん性(mm)*	-1.033e+01	1.596e+01	0.5174
IRI(mm)*	7.899	1.200e+01	0.5105
MCI*	-1.254	8.389e-02	< 2e-16 *
嵩上げ可否	4.532e-02	8.198e-02	0.5804

考察

推定された発生予測を用いた的中率を計算すると以下のようになった。

区間数	実績群		
	ポットホールが発生	発生しない	総計
ポットホール発生	336	11802	12138
ポットホールが発生しない	562	35817	36379
総計	898	47619	48517

- 実績群と推定群とのクロス集計表を作成し、先述の補修戦略における実績群と推定群が一致しているものの割合を発生的中率とする。

$$\text{判別的中率} = \frac{100 \times (336 + 35817)}{48517} = 74.5\%$$

考察



区間数	実績群		
	ポットホールの発生	発生しない	総計
ポットホール発生	336	11802	12138
ポットホールが発生しない	562	35817	36379
総計	898	47619	48517

大阪国道管内に限定し情報を抽出(N=60)

路線番号	距離標						
1	17.4	520.4	520.5	520.6	522.1	522.2	523.4
25	118.2	118.4					
26	13.1	13.7	17	17.2	17.5	31.3	35.2

-上記の地点で目立った点-

- 歩道橋がある地点に集中していた。
- 中には河川に沿った地点で抽出されたものもあった。

ポットホールの処置方法予測

同様に、ポットホールの処置方法(事後修繕or応急処置)とH27路面性状調査記録の各データ項目(大型車交通量や路面種別等)について相関のあるものを抽出し、有意な変数についてロジスティック回帰分析を行い、発生予測、特徴解析を行った。

分析に利用したデータ項目

ポットホールの処置方法	シール率(%)*
大型車交通量(台/日)	パッチング率(%)*
最新工事以降の累積交通量(万台)	ひび割れ率(%)*
事務所	わだち掘れ(平均)(mm)*
車線数	予平たん性(mm)*
橋梁上か否か	IRI(mm)*
交差点か否か	MCI*
路面種別*	沿道
クラック率(%)*	嵩上げ可否

ポットホールの処置方法は大阪国道事務所のみデータが存在

ポットホールの処置方法と路面性状調査の 相関

	平均値(事後修繕)	平均値(応急処置)	P値
大型車交通量(台/日)	12840	8673.3	6.256E-06*
最新工事以降の累積交通量(万台)	8455	5365	4.380E-05*
事務所	-	-	-
車線数	2.309	2.150	0.029*
クラック率(%)*	4.529	4.333	0.396
シール率(%)*	0.159	0.105	0.287
パッチング率(%)*	0.107	0.103	0.464
ひび割れ率(%)*	4.796	4.541	0.371
わだち掘れ(平均)(mm)*	11.57	9.676	3.51E-06*
平たん性(mm)*	3.518	2.963	1.37E-05*
IRI(mm)*	4.919	4.180	1.37E-05*
MCI*	5.704	5.950	0.0613

ポットホールの処置方法と路面性状調査の 相関2

13

橋梁か否か

	橋梁上	それ以外
母数	143	201
うち事後修繕を施したものの	31	53
比率	0.2168	0.2637
P値	0.3183	

交差点か否か

	交差点	それ以外
母数	108	236
うち事後修繕を施したものの	29	55
比率	0.2685	0.2330
P値	0.4773	

路面種別

	密粒性舗装	排水性舗装
母数	53	291
うち事後修繕を施したものの	12	72
比率	0.2264	0.2474
P値	0.7433	

沿道状況

	山	それ以外
母数	4	340
うち事後修繕を施したものの	1	83
比率	0.2500	0.2442
P値	0.9783	

嵩上げ可否

	可	否
母数	9	335
うち事後修繕を施したものの	3	81
比率	0.3333	0.2418
P値	0.5281	

選択された偏回帰係数の推定値

(これまでの研究でポットホールの処置方法と相関があると予測されていたクラックの有無も説明変数として入力した)

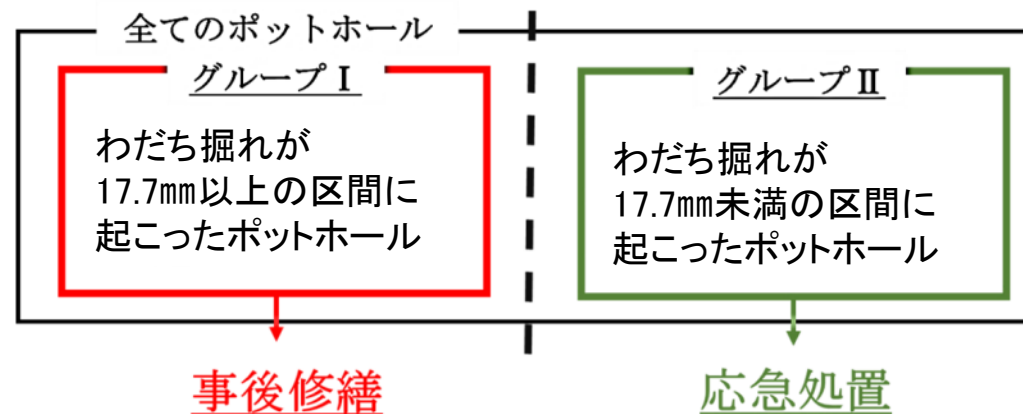
変数名	回帰係数	標準誤差	P値
クラックの有無	3.448e-02	2.890e-01	0.9050
大型車交通量(台/日)	5.028e-05	3.780e-05	0.1834
最新工事以降の累積交通量(万台)	2.436e-05	4.220e-05	0.5637
出張所	1.935e-01	1.666e-01	0.2453
車線数	5.815e-02	2.091e-01	0.7810
交差点	2.608e-01	3.455e-01	0.4503
わだち掘れ(平均)(mm)	1.066e-01	4.563e-02	0.0194 *
平たん性(mm)	2.281e+01	6.672e+01	0.7325
IRI(mm)	-1.672e+01	5.014e+01	0.7388

結果的に事後修繕を行う傾向にあるポットホールの特徴

- 周囲のわだち掘れ値が大きい

予測モデルをさらに分析するとわだち掘れが17.7mm以上を境界値としてポットホールの処置方法の発生を決定するような補修戦略をとると良い事が分かった。

提案する補修戦略



判別的中率

データの個数	実績群		
	事後修繕	応急処置	総計
推定群			
わだち掘れが 17.7mm以上	8	8	16
わだち掘れが 17.7mm未満	76	252	328
総計	84	260	344

- 実績群と推定群とのクロス集計表を作成し、先述の補修戦略における実績群と推定群が一致しているものの割合を判別的中率とする。

$$\text{判別的中率} = \frac{100 \times (8 + 252)}{344} = 75.6\%$$

的中率に関する議論

以上の補修戦略に対して的中しなかったサンプルについて追徴解析を行う。

追徴解析についてはサンプル数の最も多い26号を対象とする。

的中しているサンプル的中していないサンプルの距離標の関係(26号)

サンプル数：122個



7個

➤ 距離標が5.3km付近に的中していないサンプルが固まっていた。

-上記の地点で目立った点-

- 付近にJR関西本線、JR大阪環状線が通っていた。
- 新西四条横断歩道橋等の比較的大型の構造物がある。
- 苦情件数も比較的多い区間だった。

まとめ

- 路面性状調査の代替として日常巡回情報の有効活用
 - ポットホールの発生, 処置に関するプロファイリング戦略立案
- 路面性状情報, 日常巡回情報, 路面設計時・補修時の情報を統合したデータベースの必要性
 - 意思決定の階層性に対応したPDCAサイクルをまわすために必要なデータベースマネジメント
- 物理的劣化モデルに基づいたデータベース構築と統計モデルによる検証の両輪が重要