

AI 画像診断技術を活用した 効率的な道路標示の補修計画について

松山河川国道事務所道路管理第二課 馬場口 哲也
松山河川国道事務所道路管理第二課 堀内 貴史
松山河川国道事務所道路管理第二課長 川田 憲男

国道 11 号の一部区間を対象に AI 画像解析による区画線(外側線、中央線)の剥離診断を実施した。診断結果の剥離率を用いて、交通量・大型車交通量と剥離率との関係や経年による剥離傾向を分析した。また、人や車(システム)の認識率が低下する剥離の程度に関する既往調査結果を参考に、当事務所としての区画線更新基準・更新計画(案)を策定したので報告する。

キーワード 区画線, AI 画像解析, 剥離率診断

1. はじめに

(1) 近年の動向・課題

区画線は、車両の走行位置を運転者に通知するほか、自動運転車など車線維持支援システムを有する車両の走行にも不可欠な施設である。経年により区画線の剥離が進行すると車線逸脱の危険性が上昇するため、適切な維持管理が求められる。

しかし、道路の延長は膨大であり区画線の点検には多大な費用と労力を要する。加えて、塗り替え基準が明確化されておらず、各管理者間で整備水準が異なる状況が見受けられる。当事務所においても、職員の目視による剥離状況の把握と、予算に応じた対症療法的な塗り替えを実施しているのが現状である。

厳しい予算の制約や管理者の人的状況等を考慮すると、剥離状況を効率的に把握するとともに、地域特性・交通特性の違いによる劣化傾向を考慮したメリハリをつけた計画的な維持管理の実践が課題となっている。

(2) 区画線塗り替えに関する基準等

全国道路標識・標示業協会では、5 段階の剥離率ランクを設定している(図-1)。人や車(システム)の認識率が低下する剥離率に関する調査事例より、ランク 3 での塗り替えを基準とするランク 4 以上の維持が 1 つのポイントといえる。

- ・【人】:ランク 3 を境として標示としての機能が大きく低下するためランク 3 以下は塗り替えが望ましい。

出典:「路面標示ハンドブック」(社)全国道路標識・標示業協会

- ・【車】:ランク 3 以下で作動率が低下するため、ランク 4 以上の管理が求められる(図-2)。

	全景写真	拡大写真	剥離率の目安
ランク 5			0~5%
ランク 4			5~20%
ランク 3			10~60%
ランク 2			40~95%
ランク 1			90~95%

大きく低下
ランク3以下で標示機能が

図-1 剥離率ランク

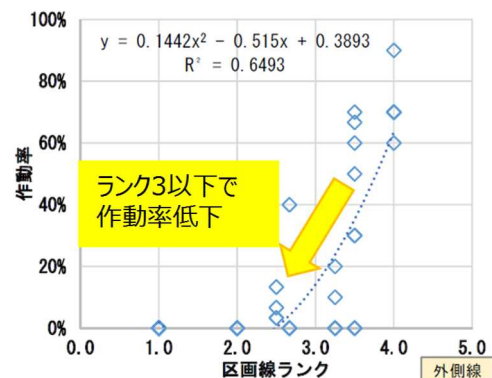


図-2 システム作動試験結果

出典:「寒地土研月報 No.806 2020年6月」寒地土木研究所

(3) AI 画像診断技術について

NETISには、撮影画像から区画線の剥離状況をAIが画像診断する技術が数件登録されており、これを用いることで剥離の実態を簡便かつ定量的に把握することができる。今回採用した AI 画像診断技術について、データ取得から結果出力の流れを図-3 に示す。

1	データ取得	<ul style="list-style-type: none"> 車両にドラレコを搭載し路面の動画を撮影 撮影動画はリアルタイムにクラウドにアップ
2	AI画像診断	<ul style="list-style-type: none"> 動画をもとに走行車線の左右の区画線を識別 50m間隔で左右の区画線の剥離率を診断
3	結果出力	<ul style="list-style-type: none"> 剥離率、緯度経度、撮影開始からの経過時間をcsvファイルに出力

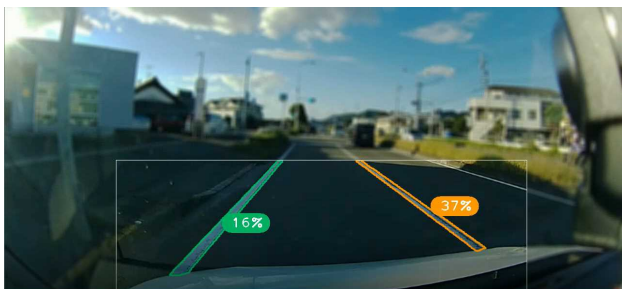


図-3 AI 画像解析の流れ

(4) 本検討の概要

本検討では、国道 11 号の 2 つの区間(A,B, 図-4)を対象にデータを取得し、50m 間隔で外側線及び中央線の剥離率診断を行った。この診断結果を用いて、以下の整理・分析を実施した。

- 交通量別の剥離率の現状(過年度取得済みの国道 33 号データも活用)
- 区画線塗り替えからの経年による剥離傾向

また、(2)で示した基準等を踏まえ、当事務所としての区画線更新基準(案)を設定した。

	区間B : 16.30km 西条市・東温市	区間A : 28.85km 四国中央市・新居浜市
全車交通量	11~17千台/日	20~23千台/日 (4車区間 : 31千台/日)
大型車交通量	3~4千台/日	3~4千台/日
大型車混入率	21.8~27.3%	12.9~23.7%
車線数	2	2(一部4)
代表沿道状況	市街部、山地部	DID・非商業、市街部、平地部

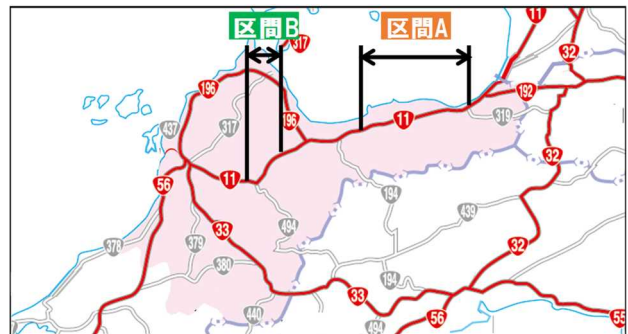


図-4 分析箇所

2. 剥離傾向分析

(1) 剥離率の現状

診断された外側線・中央線の剥離率と交通量・大型車交通量の関係を確認した結果、管内では概ね以下の区分で剥離傾向が異なることを確認した。(図-5)

[交通量]:[少]~10,000 台/日、[中] 10,000~30,000 台/日、[多] 30,000 台/日~

[大型車交通量]:[少]~1,000 台/日、[中] 1,000~2,500 台/日、[多] 2,500 台/日~

一般的に交通量が多いほど剥離も進行するため、右肩下りの傾向が想定されたが、交通量[多]の区分の剥離が少なくV型のグラフとなった。理由として、交通量[多]の区間は補修頻度も多い可能性が想定される。

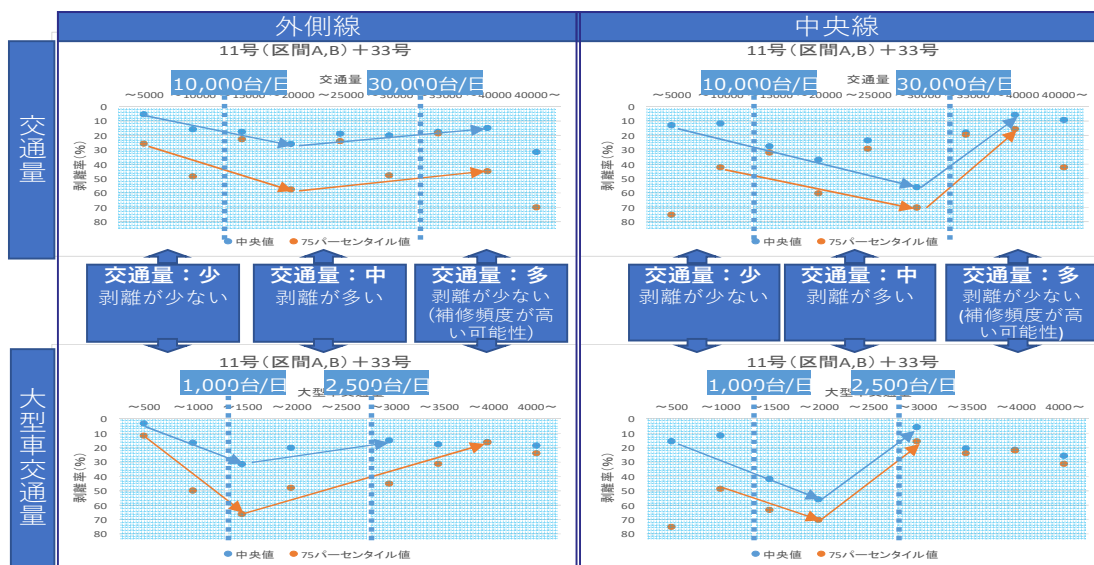


図-5 交通量別の剥離率

(2) 経年による剥離傾向

区間 A,B の中には区画線塗り替え時期が異なる区間が混在している。工事完成図書より区画線塗り替え箇所と年度を把握し、剥離率診断年度(昨年度)との差分を「塗り替えからの経過年数」として、剥離率との関係をグラフ化した(図-6)。これより、以下を確認した。

- ・中央線は外側線より剥離の進行が早い(塗り替え対象とされるランク3に、外側線は区間 A で 8 年、区間 B で 5 年、中央線は区間 A,B とも 1 年で到達)。
- ・区間 B について「山地部」と「市街部」に分解したところ、中央線は山地部での剥離の進行が早い。

区間 B の山地部には曲線半径や縦断勾配が道路構造令の特例値を適用する厳しい区間も存在しており、このことが高い剥離傾向に繋がっていると想定される。

なお、全体の傾向として 8 年目以降で僅かに剥離率の改善がみられるのは、補修(区画線の塗りなおし)の影響と想定される。

3. 区画線の更新基準(案)

全国道路標識・標示業協会や寒地土研の調査結果、今回の剥離傾向分析結果を踏まえ、以下に示す当事務所としての区画線更新基準(案)を設定した。

- ・【大方針】: 人と車の両方が区画線を問題なく認識できる「ランク 4」の維持に努める。
- ・【方針 1】ランク 1・2 箇所を最優先で解消する(該当箇所の抽出が別途必要)。
- ・【方針 2】管内を約 10km 単位に分割した区間単位に管理を行うものとし、“区間の一部がランク 3 に達してから、ランク 3 の範囲内で最も悪化する時点まで”に塗り替えを行う(区間 A 外側線の場合、8~9 年)。
- ・塗り替え年数は区間 A,B の分析結果を基準に、外的要因(交通量,大型車交通量,山地部/山地部以外)の程度による剥離の進行速度差を反映して設定する。

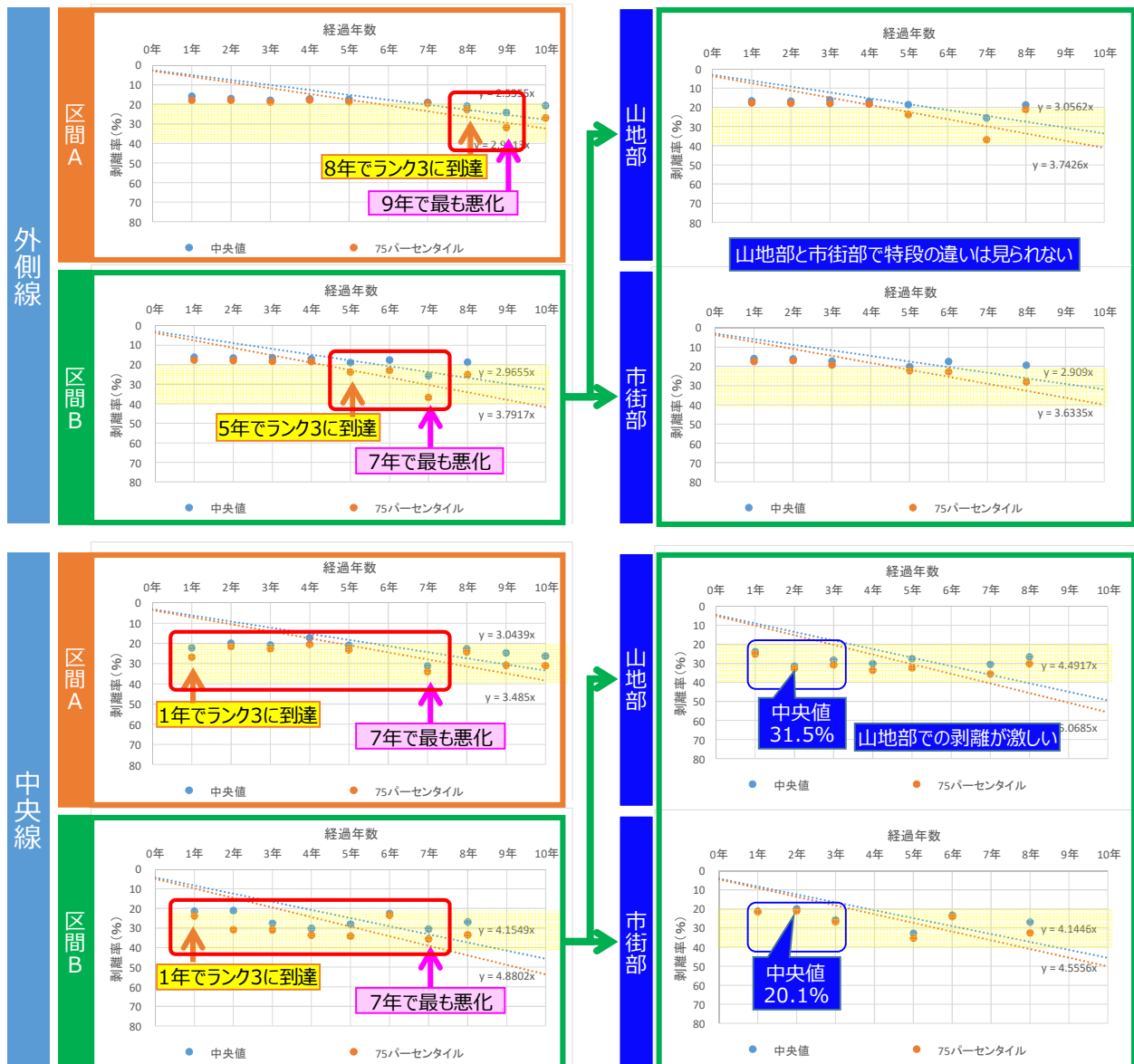


図-6 経過年数と剥離率

4. 区画線更新計画(案)

(1) 分類・グループ化

更新基準の方針 2 に必要となる管内路線のグループ化を行った。センサス区間をベースに、区画線剥離に影響を与えると想定される外的要因(交通量,大型車交通量,山地部/山地部以外)で分類した(図-7)。

カルテ番号	グループ	KP		延長	24時間交通量		24時間大型車交通量		区間の特徴	備考
		始点	終点		最大	最小	最大	最小		
11-1	C	144.3	155.1	10.6km	19,407	13,687	5,349	3,348		
11-2	C	155.15	164.6	9.6km	20,224	20,224	4,654	4,654		区間A
11-3	C	164.65	171.15	6.6km	20,224	20,224	4,654	4,654		区間A
11-4	C	171.2	180.75	9.7km	23,003	21,021	4,405	3,299		
11-5	A	180.8	189.3	8.5km	30,953	20,309	3,420	2,702	一部4車線	区間A(184.0まで)
11-6	C	189.35	196.35	7.1km	19,516	19,516	2,818	2,818		
11-7	C	196.4	205.95	9.6km	16,408	11,154	3,739	3,238		区間B(204.1から)
11-8	C'	206	217.3	11.2km	13,974	11,154	4,203	3,238	山地部	区間B
11-9	C	217.35	229.45	12.2km	24,998	17,726	4,257	1,924	4車線	区間B(220.4まで)
11-10	A	229.5	238.75	9.2km	48,621	15,485	3,311	931	4車線	
11-11	D	151.25	157.55	6.2km	19,685	3,849	1,666	87		川之江三島バイパス
11-12	E	175.5	178.05	2.6km	11,743	11,743	694	694		新屋浜バイパス
	G	179.15	180.8	1.7km	9,012	9,012	415	415		新屋浜バイパス
	D	183.95	187.6	3.7km	13,727	13,727	1,495	1,495		西条市バイパス
	G	197.45	199.55	2.1km	3,119	3,119	91	91		小松バイパス
33-1	G'	59.3	67	7.7km	1,613	1,613	397	397	山地部	旧区間A
33-2	G'	67.05	75.45	8.3km	3,658	1,613	522	397	山地部	旧区間B
33-3	G'	75.5	82.2	6.7km	3,658	3,658	522	522	山地部	旧区間C
33-4	G	82.25	92.75	10.5km	5,306	5,306	630	560		旧区間D
33-5	G'	92.8	100.3	7.9km	5,156	5,156	630	630	山地部	旧区間E、三坂道路
33-6	D'	102.15	108.1	5.9km	19,668	5,156	1,223	630	山地部	旧区間F
33-7	A	108.15	118.15	9.2km	45,194	19,668	3,074	1,223	4~6車線	旧区間G
33-8	D	1.95	6.8	3.1km	18,810	4,410	1,799	345	一部4車線	松山環状道路
56-1	D'	263.3	272.9	9.7km	10,283	6,427	1,581	1,047	山地部	
56-2	D'	271.95	280.8	7.9km	10,260	10,260	1,267	1,267	山地部	
56-3	A	280.85	291.65	11.0km	39,238	19,431	2,738	1,411	4車線	
56-4	B	291.7	294.25	2.5km	32,256	17,798	1,584	809	4車線	
192-1	D	37.65	49.8	11.7km	14,617	6,190	1,806	1,271		
196-1	B	0	3.8	3.9km	30,349	28,902	1,656	1,426	3~5車線	
196-2	A	3.85	17	13.7km	37,330	11,955	2,839	1,505	4車線	
196-3	D	17.05	23.65	6.6km	13,022	13,022	2,040	2,040		
196-4	D	23.7	35.1	11.5km	13,022	13,022	2,040	2,040		
196-5	D	35.15	40.15	5.0km	15,510	15,510	1,478	1,478		
196-6	A	40.2	56.35	13.6km	31,591	14,441	3,223	1,820	4車線	
196-7	C	56.4	67.8	11.4km	17,767	9,873	2,339	1,619		
196-8	A	0	2.95	3.1km	49,281	43,678	3,877	3,537	4~5車線	松山環状線
317-1	F	40.35	47.2	6.7km	7,385	7,385	1,620	1,620		大島道路

図-7 管内路線のグループ化

(2) 更新計画

区間 A,B に設定した塗り替え年数を基準とし、山地部/山地部以外の別に、交通量・大型車交通量の違いによる比率(剥離進行速度の違い※)を適用することで、各グループの塗り替え時期(年数)を設定した(図-8)。

※) 出典:「路面標示ハンドブック」(社)全国道路標識・標示業協会



図-8 各グループへの塗り替え年数の適用

(3) 塗り替え延長の試算

各グループの延長を塗り替え時期(年数)で除したものを「年あたり塗り替え延長」とし、「0年」に一齐に塗り替えたものとし20年先までの単位塗り替え延長を試算した(図-9)。

グループ	経過年数(中央線)																				
	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年
A									68	68							68	68			
B											6	6									6
C																	51				
C'						7	7	7			7	7	7				7	7	7		7
D											48	48									48
D'									15	15	15				15	15	15			15	15
E												2	2	2							
F														7	7						
G																	10	10	10		
G'																				12	12
合計							7	22	22	134	80	73	75	36	36	22	17	136	85	27	88

グループ	経過年数(中央線)																				
	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年
A	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
C'	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
D	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
D'	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G'	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
合計	29	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	32	33	30	33	33	33	33	33	33

図-9 年間の塗り替え延長の試算

5. まとめ

これまで職員の目視感覚に頼っていた区画線の剥離率を、AI技術を用いることで定量的かつ簡便に取得できることが判明した。また、交通量や線形条件が剥離の進行に与える影響を把握し基準化することで、管内の長期的な更新延長を試算することができた。

経年劣化の傾向を一層正確に把握することで、更新基準を明確化し、長期的な更新計画を策定することが可能である。そのためにも、「対策」結果である“区画線の補修履歴”についても確実に記録していくことも重要である。

6. おわりに

今回、松山河川国道事務所としての区画線更新基準を設定した。しかし、道路ネットワークとして対応するには、県や公安委員会と一体となった取り組みが不可欠であり、今後は自動運転に適応できるような道路環境も必要となってくる。区画線の補修を記録し、管理していくことで、予算調達や維持管理に役立てていきたい。

《参考文献》

- 1) 一社)全国道路標識・標示業協会 : 路面標示ハンドブック
- 2) 寒地土木研究所:寒地土研月報 No.806 2020年6月