

AIにより実施した路面性状調査の結果に対する考察

中央コンサルタンツ株式会社 ○ 福田 洋次郎
中央コンサルタンツ株式会社 下 荒 磯 司

論文要旨

今後、我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている中、インフラの老朽化対策の必要性の高まりに応えるためには生産性向上は避けられない課題である。国土交通省ではインフラ分野の生産性向上を目指すなかで、ICTやAI技術を活用した道路デジタルメンテナンス戦略など、新技術の積極的な採用による効率的なメンテナンス体制の構築が図られている。

本稿では、ひび割れ変状のAIによる自動判定機能、わだち掘れ、IRIの自動判定機能を搭載した測定車による路面性状調査の調査結果について、目視点検の結果と比較し、判定の差異について考察する。当該調査におけるAIの判定結果と目視点検の判定結果の差異の要因は、「面荒れ」と呼ばれる路面の損傷によるものであった。現状の技術である画像解析のみでは面荒れの判定が困難である場合が多いが、事前の現地踏査等により路面状態をある程度把握しておくことで、精度を確保する事が可能であるといえる。

キーワード：路面性状調査、AI、ひび割れ、老朽化対策

まえがき

近年、災害対策やインフラの老朽化対策の必要性の高まりや人手不足の深刻化により、国土交通省ではインフラ分野のDX推進本部が設立され、生産性向上としてICTやAI技術が推進されている。特にAI技術はメンテナンス面においても幅広く活用されており、従来、目視点検や技術者の目による画像解析が必要とされていた構造物の健全度の判定、診断が、AI技術の発展により画像データや動画からの自動解析、自動判定、診断を可能とし、コストの削減、ヒューマンエラーのリスク回避等、大幅な効率化へ貢献している。本稿では、AI技術を取り込んだ路面性状測定車を採用し、実施した点検調査の結果より、AI技術に対する考察と今後の課題、展望について述べる。

1. 点検の概要

(1) 対象路線の概要

点検対象道路の概要を表-1に示す。対象となった路線は京都府と滋賀県の県境を跨ぐ重要物流道路であり、交通量の多さから交通規制を実施しながらの点検が困難な路線であった。

対象区間は大部分が密粒度舗装であるが、下り車線の一部が排水性舗装となっている。

表-1 対象路線概要

項目	内容
路線名	国道1号
交通量	36,496台/日
延長	2車線×430m
舗装	密粒度As舗装(一部排水性As舗装)
供用年	2008年3月

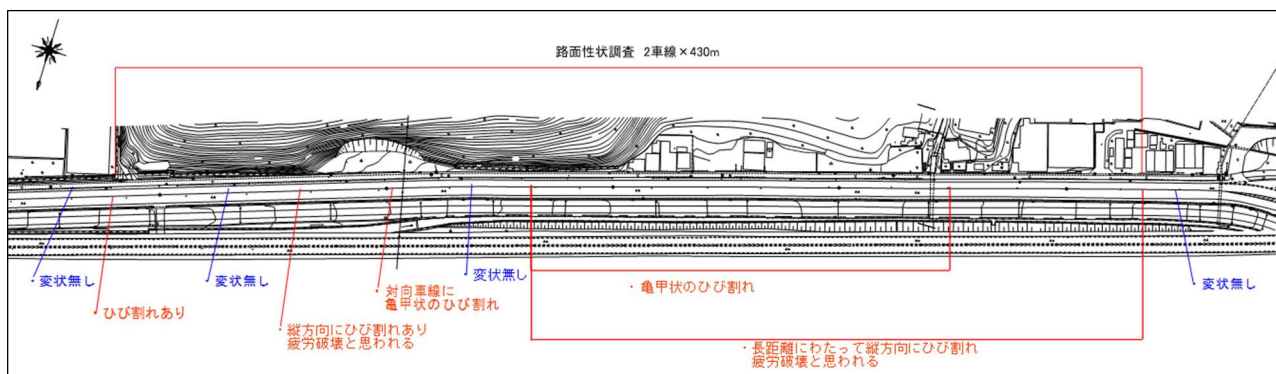


図-1 現地踏査時に確認できた調査区間の損傷

(2) 点検の概要

図-1 の区間において修繕措置の必要性検討のため路面性状調査を行った。点検は舗装点検要領(国土交通省 H29.3)に基づき、ひび割れ、わだち掘れ、縦断凹凸の測定項目について実施し、解析結果について判定を行った。また、ひび割れ項目については AI による自動判定および判定結果に対する照査を目的とした現地での目視点検を実施した。

2. 調査方法及び評価基準

(1) 測定機材

当該調査では、AI によるひび割れの自動判定機能、わだち掘れ深さ(横断方向の凹凸)の自動判定機能、IRI(縦断方向の凹凸)の自動判定機能を搭載し、GIS、GPS を用いることでマーキングレスでの調査を可能とした路面性状測定車を採用している。

以下に路面性状測定車の性能試験に対する精度を示す。

表-2 測定車の精度

試験項目	認定範囲
距離測定精度	テープによる実測値に対し、±0.5%以内の精度。
ひび割れ測定精度	幅 1mm 以上のひび割れが識別可能な精度。
わだち掘れ測定精度	横断プロフィールメータの測定値に対し、±3mm 以内の精度。
平坦性測定精度	縦断プロフィールメータの測定値に対し、±30%以内の精度。

(2) 変状項目毎のランク評価例

測定された変状に対し、表-3、表-4、表-5 のとおり、ひび割れ、わだち掘れ、IRI の変状毎に診断区分 I ~ III による 3 ランク評価を行った。

表-3 ひび割れランク評価例

診断区分	状態	ひび割れ率の目安
I	健全 全	0%以上 20%未満
II	表層機能保持段階	20%以上 40%未満
III	修繕段階	40%以上

表-4 わだち掘れランク評価例

診断区分	状態	わだち掘れ量の目安
I	健全 全	0mm 以上 20mm 未満
II	表層機能保持段階	20mm 以上 40mm 未満
III	修繕段階	40mm 以上

表-5 IRI ランク評価例

診断区分	状態	IRI の目安
I	健全 全	0mm/m 以上 3mm/m 未満
II	表層機能保持段階	3mm/m 以上 8mm/m 未満
III	修繕段階	8mm/m 以上

3. 調査結果

(1) 事前に確認できた路面状況

図-1 の調査区間において、事前に現地踏査を実施した。事前の現地踏査では上り車線(写真-1)に比べ下り車線(写真-2)の方が路面の損傷が激しい箇所が多いように感じられた。



写真-1 上り車線の路面状況



写真-2 下り車線の路面状況

(2) 調査結果

路面性状調査の AI による判定結果は表-6、目視点検による照査結果は表-7 の通り、上り車線の全線と下り車線 0~200m、300~440m 区間においては AI による判定と概ね同様の結果が目視点検でも確認された。しかし下り車線 200m~380m 区間のひび割れ変状について、AI により判定された変状区分 II の評価が目視点検により区分 III の評価となり、AI の判定結果と現地での目視点検の結果に大きな差異が生じた。

4. AI によるひび割れ判定についての考察

ひび割れ変状については AI により自動的に判定が出力されるため、明確な要因は出力データからは確認できない。従って、照査時に確認した現地状況より、判定に差異が生じた要因について交通状況等の条件と併せて考察する。

表-6 AIによる判定結果

距離標 (m)		区間長 (m)	上下	判定結果				判定結果				
自	至			ひび割れ率 %	わだち掘れ量 mm	I R I mm/m	健全性	ひび割れ率 %	わだち掘れ量 mm	I R I mm/m	健全性	
0	20	20	下	I	I	II	II	上	I	I	I	I
20	40	20	下	I	I	I	I	上	I	I	I	I
40	60	20	下	I	I	II	II	上	I	I	I	I
60	80	20	下	II	I	I	II	上	I	I	I	I
80	100	20	下	II	I	I	II	上	I	I	I	I
100	120	20	下	I	I	I	I	上	II	I	I	II
120	140	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II
140	160	20	下	II	I	II	II	上	III	I	I	III
160	180	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II
180	200	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
200	220	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
220	240	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
240	260	20	下	II	I	II	II	上	III	I	I	III
260	280	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
280	300	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
300	320	20	下	II	I	II	II	上	I	I	I	I
320	340	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
340	360	20	下	II	I	II	II	上	III	I	I	III
360	380	20	下	II	I	II	II	上	III	I	I	III
380	400	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
400	420	20	下	I	I	I	I	上	II	I	I	II
420	440	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II

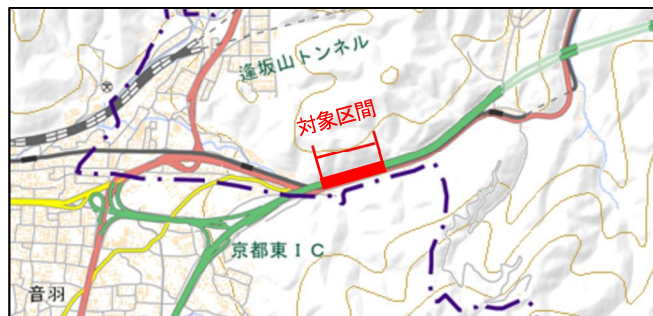


図-2 調査対象区間

(2) AI判定と目視で差異のあった変状の発生状況

ひび割れ変状については上下線共に多くの箇所で見られたが、目視点検により評価が見直された下り車線の160m～380m区間は特に激しい損傷が確認されており、写真-2で確認できるような比較的幅の広い亀甲状のひび割れや「面荒れ」の症状が確認されている箇所が多くあった。

表-7 目視点検による照査結果

距離標 (m)		区間長 (m)	上下	判定結果				判定結果				
自	至			ひび割れ率 %	わだち掘れ量 mm	I R I mm/m	健全性	ひび割れ率 %	わだち掘れ量 mm	I R I mm/m	健全性	
0	20	20	下	I	I	II	II	上	I	I	I	I
20	40	20	下	I	I	I	I	上	I	I	I	I
40	60	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II
60	80	20	下	II	I	I	II	上	I	I	I	I
80	100	20	下	II	I	I	II	上	I	I	I	I
100	120	20	下	I	I	I	I	上	II	I	I	II
120	140	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II
140	160	20	下	II	I	II	II	上	III	I	I	III
160	180	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
180	200	20	下	II	I	II	II	上	II	I	I	II
200	220	20	下	III	I	II	II	上	II	I	I	II
220	240	20	下	III	I	I	III	上	I	I	I	I
240	260	20	下	III	I	I	III	上	II	I	I	II
260	280	20	下	III	I	I	III	上	II	I	I	II
280	300	20	下	III	I	I	III	上	II	I	I	II
300	320	20	下	III	I	I	III	上	I	I	I	I
320	340	20	下	II	I	I	II	上	II	I	I	II
340	360	20	下	III	I	I	III	上	III	I	I	III
360	380	20	下	III	I	I	III	上	III	I	I	III
380	400	20	下	II	I	I	II	上	II	I	I	II
400	420	20	下	I	I	I	I	上	II	I	I	II
420	440	20	下	I	I	II	II	上	II	I	I	II

【「面荒れ」症状について】

密粒度アスコンを使用した舗装の「面荒れ」はアスファルト混合物の細粒分がすり減り粗骨材のみが露出している状態で、排水性舗装等の多孔質アスコンを使用した舗装の「面荒れ」は骨材と骨材を繋ぐ接点の少なさから表面の粗骨材が飛散した状態である。どちらも車両走行による舗装表面の摩耗が原因であるため、特に交通量の多い路線、走行スピードの上がりやすい区間で発生しやすいとされている。

面荒れはポットホールへの進展、車両走行による振動・騒音、飛散骨材による利用者被害発生のおそれがあるため、修繕を求められる損傷ではあるが、ひび割れの定義には該当しないため、技術者の判断でひび割れ、もしくはわだち掘れとして診断し、健全度を判定する必要がある。

しかし、この面荒れ症状は上面からの画像解析による判定が難しく、本来計上されるべきであったひび割れも、面荒れ症状が併発することにより確認が困難となっているケースがある(図-3)。

(1) 現地状況についての整理

AI判定結果で、目視点検により判定が見直されたのは主に下り車線のひび割れ変状についてである。現地状況について、調査対象となった区間は図-2に示すとおり、京都府と滋賀県の県境を跨ぐ国道1号の一区間であり、代替となる路線は少なく、交通量は非常に多い。また、AIと目視で判定に差異が生じた下り車線は緩やかな下り勾配となっており、走行車のスピードの出やすい区間であった。

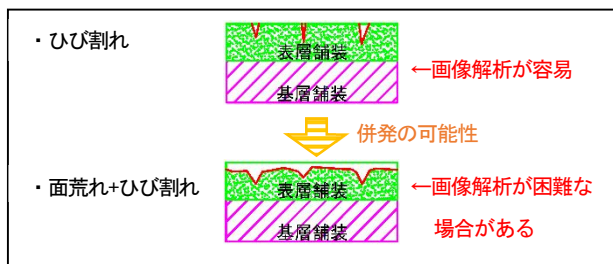


図-3 面荒れ症状模式図

(3) 目視と AI による判定の差異の要因について

上記の通り、ひび割れ幅、範囲の比較的大きな箇所では判定区分に差異が生じた要因について、舗装表面にひび割れとともに面荒れ症状が発生したことにより、AI がひび割れを正常に判定できなかったことが要因であると考えられる。

5. まとめ

本稿では、AI 判定技術を取り入れた路面性状調査の判定結果と、照査として実施した目視点検結果について、判定の差異が生じた要因の考察を行った。AI 判定と目視点検で生じた差異は主にひび割れ変状についてである。

差異の発生した路線について、交通量は 36,496 台/日と非常に多く、また下り勾配であったためスピードの出やすい状況となっていたことなど、「面荒れ」症状が発生しやすい条件の区間であったといえる。

照査時に現地で確認した路面状況について、差異の発生した区間の路面では比較的幅の広い亀甲状のひび割れや面荒れの症状が実際に確認されており、ひび割れ上に画像解析が困難である面荒れ症状が発生したことで AI により正常に認識、判定がされなかったことが、当該調査で AI の判定結果と目視点検結果に差異を生じさせた要因であると考えられる。

6. あとがき、今後の展望について

当該調査で判定に差異を発生させる要因となった面荒れ症状は、AI に限らず、人間の目による画像解析も非常に困難であるとされている。現状は目視以外に症状を判定する技術は確立されておらず、判定精度の向上には事前の現地踏査等による路面状態の把握が重要となる。

面荒れ自体は特殊な変状ではなく、条件がそろえば発生しうるものであるとされているが、舗装点検要領に面荒れについての記載は特に無く、定量的な判定基準がないため、点検者の判断によりひび割れやわだち掘れとして評価へ加味する機会が多い。一方、定量的な評価基準が設けられているひび割れ等の変状では、当該調査で使用した路面性状測定車のような、現状の AI 技術で十分な精度で判定が可能であることが今回の調査でも確認することができたため、面荒れについても定量的な評価基準を設けることが重要であると考えられる。

当該調査では AI 技術の採用により、コストの大幅な削減と人的ミスが回避できており、面荒れ症状の発生していた箇所を除くと、目視点検の判定と比較して 97%以上の整合率を保持していた。事前の現地踏査で面荒れなどの現地の特徴を把握したことにより、高い精度で調査が実施できたといえる。現状の路面性状調査では当該調査で使用した路面性状測定車と現地踏査による目視を併用し、実施することが精度面、効率面で最適な手段であると考えられる。

今後、面荒れ症状を機械的に観測する技術の展望としては、AI の画像判定に、変状を上面からではなく斜め前方向から撮影し解析した結果や、わだち掘れ測定時の計測精度の引き上げによる詳細な路面形状の解析結果を付与することで、さらにひび割れ測定の精度が向上する可能性がある。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・防災課：舗装点検要領，H29.3 9p
- 2) 国土交通省：国道（国管理）の維持管理等に関する検討会中間とりまとめ資料 別紙 2 道路デジタルメンテナンス戦略