

のり面の健全度評価のための高速道路点検履歴の特徴抽出

秋田大学 学生会員 ○佐野 雅哉 正会員 荻野 俊寛
東日本高速道路(株) 非会員 岡本 拓 非会員 荒川 大悟

1. 背景

近年、降雨の量や強度の変化によってのり面崩壊の頻度が増加している。のり面の崩壊は各のり面が潜在的に有している崩壊に対する健全度と崩壊を誘発する降雨の二つの要因によって支配されるとの考えにもとづき、高速道路の各のり面が持つ健全度が点数化されている¹⁾。一方で、これらののり面では定期的に様々な点検が実施されており、膨大な量の点検履歴が保存されている。本研究はのり面の健全度評価への点検履歴の有効利用を検討するもので、本報告は、点検履歴によるのり面健全度のモデル化を念頭に、その第一歩としてこれまでの点検履歴を再整理し、路線ごとの時系列としてその特徴を比較した。



2. 対象としたデータの概要

本研究で対象としたのり面は NEXCO 東日本秋田管理事務所が管轄する路線内(図-1)の盛土および切土のり面である。秋田県内には、秋田自動車道および日本海東北自動車の2つの路線があり、秋田管理事務所ではこれらのうち、一部区間を管轄している。秋田自動車道は、琴丘能代道路、日本海沿岸秋田小坂線、秋田外環状道路、秋田自動車道の4つの区間ごとに点検されており、日本海東北自動車は日本海沿岸酒田河辺線をひとつの区間として点検が実施されている。のり面の定期的な点検は日常点検、基本点検、詳細点検、臨時点検の4つからなり、その頻度は日常点検では週に数回、基本点検では1年に1回以上、詳細点検では5~10年に1回、臨時点検は必要の都度となっている。また、日常点検は車上目視、基本点検、詳細点検は主に近接目視による。本研究の対象データ数は2430であり、点検期間は2004年~2020年となっている。各路線の距離、のり面面積、点検回数、点検履歴数を表-1に示す。

表-1 各路線の諸元とデータ数

	琴丘能代道路	秋田小坂線	秋田外環状道路	秋田自動車道	酒田河辺線
路線長(km)	17.1	20.7	9.5	27.5	16.7
点検履歴数(回)	200	573	168	534	955
のり面面積(m ²)	451098	68542	226069	182134	401172
点検記録が残っている年数(年)	16	16	15	15	16

図-1 本研究の対象路線

3. 変状項目の抽出と再分類

点検データは、点検日時やのり面位置情報、変状の名称や程度、発生部位などからなるが、その大部分は非数値データからなる。特にのり面の変状部位や損傷度といった、のり面の健全性を表す項目はいずれもカテゴリカルデータである。このようなデータを各路線の時系列として比較するためにはカテゴリごととそのデータ数をカウントする必要があるが、例えば、変状部位を示す項目はさらにいくつかの項目に細分化されており、データ中のこれらの組み合わせからユニークなものを抽出していくと、変状部位だけでもカテゴリ数は372個となる。さらに、変状の種類を考えると、場合の数は1000以上に及び、総データ数2430に対して著しく多いため、これらの項目を整理した。項目の整理に当たっては、変状の種類のみに着目し、図-2に示す4つの項目(水(のり面排水施設)、のり面本体、植生、管理施設関係)に再分類した。なお、再分類後の項目はそれぞれ、排水施設への土砂等の堆積や接続部の不良など、のり面の排水施設に関するもの、のり面の変状や湧水、のり枠の損傷等、本体の変状に関するもの、植生の枯損など、および立入り防止策等附属施設の損傷が代表的な例として挙げられる。したがって、本報告では項目の整理によって変状部位の情報は失われたことになる。再分類後のデータでは、点検で確認された変状はこれら4項目のいずれかに分類され、変状程度がその重大さによってAA、A1、A2、Bの4種類で判定されている。

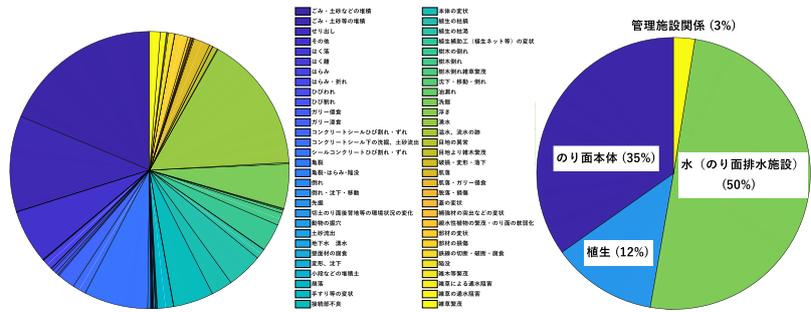


図-2 変状項目名称の内訳(左：再分類前、右：再分類後)

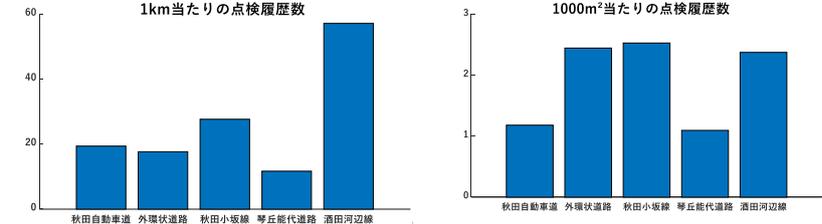


図-3 路線ごとの点検履歴数のヒストグラム

4. 路線ごとの点検データ要約

図-3に路線ごとの点検履歴数のヒストグラムを示す。1km当たりの点検回数は酒田河辺線が突出して多いが、これは1km当たりののり面面積が多いためと考えられる。また、のり面1000m²当たりの点検回数は、外環状道路、小坂線、酒田河辺線がその他の2路線に比べて2倍以上多く、面積当たりで比較しても路線ごとにばらつきがあり、多い路線と少ない路線の二つのグループがある。図-4に点検履歴数が多い路線と少ない路線の代表例として酒田河辺線と秋田道の点検履歴数のヒストグラムを年ごとに示す。両者とも2016年以降、全路線長で点検履歴数が増加傾向を示している。その内訳を見ると、そのほとんどが詳細点検による

ものであり、日常・臨時点検の履歴はほとんどない。また、点検履歴の内容は水（のり面排水施設）に起因するものがほとんどを占めており、点検履歴の絶対数に差はあるものの、河辺線と秋田道の点検履歴に大きな違いは見られない。

5. 路線ごとの点検データの時系列の特徴

点検履歴数の時間的な変化を検討するため、図-5に全路線の点検履歴数の時系列を示す。全点検履歴数は2016年から増加しているが、これは2016年度から点検内容の改定に伴う詳細点検の増加が原因と考えられる。それ以前について見てみると、詳細点検の履歴数は0~120程度の範囲でばらついている。基本点検の履歴数も同様であり、単純な増加・減少傾向は見られない。図-6および図-7にはのり面1000m²当たりの図-5中の基本点検および詳細点検履歴数の時系列を路線ごとに示している。図-6から、どの路線も4~5年おきに基本点検履歴数の周期的な増加が見られる。ピークを示す年の基本点検の履歴は全路線長(KP)におおむね均一に分布しており(図-4)、この傾向はのり面全体にあてはまると考えられる。また、基本点検は毎年実施されているにもかかわらず、履歴として観測されていない年がある。これらの原因は現在のところはっきりしないが、基本点検の履歴数は単調なトレンド成分を持たず、ゼロを含んだ観測値が周期成分を持って分布している時系列であることがわかる。それぞれのピークの変状項目に関して、2006年には植生、2011、2016年はのり面本体、2020年は水(のり面排水施設)が多くの割合を占めており、項目の偏りは見られない。

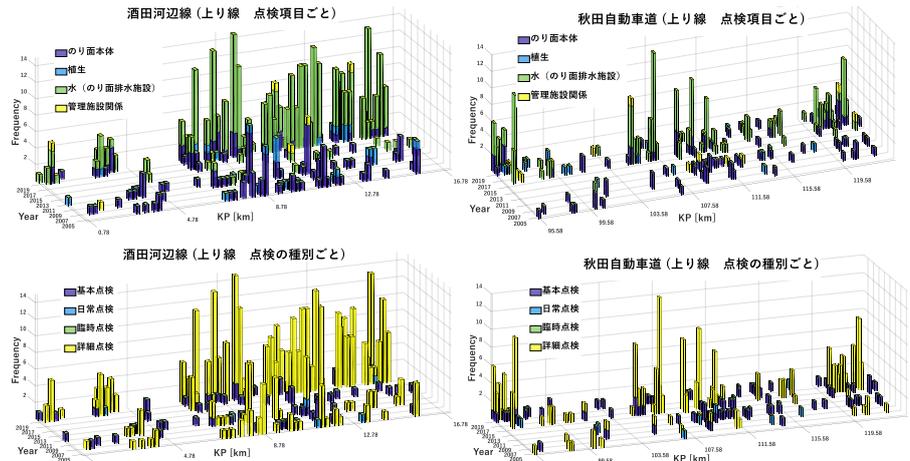


図-4 代表的な路線における点検履歴数のヒストグラム

一方、図-7から、詳細点検の履歴数は2016年以降いずれの路線でも増加しているが、ピークを呈する年が路線ごとに異なっており、その後1~2年間、一定の履歴数が観測されている。これは5年ごとの詳細点検の実施年が路線ごと、あるいは同一路線内の区間ごとに異なっているためである。それ以外の年には詳細点検は実施されないため、詳細点検の履歴数は今後、路線ごとに5年の周期性を持った時系列となると予想される。さらに、のり面ごとに見れば、5年ごとに詳細点検の履歴が観測され、極端に点検履歴数が増加する時系列となると考えられる。なお、図-6、7には観測された点検履歴数が0の年があるが、これには、点検を行ったが異常がなかった場合、点検そのものが行われなかった場合(欠測)という、二つの場合が考えられる。これらの持つ意味は本質に異なるので、健全度のモデル化を行う際は明確に区別されるべきである。

上記から、本研究で対象とする点検履歴はのり面健全性に直接関係しないさまざまな要因の影響を受けており、欠測値が頻繁に発生する時系列であることがわかった。このような時系列を表現可能なモデルとして状態空間モデルが上げられる。状態空間モデルは対象を観測不可能な状態を表す状態方程式と状態から観測値を表す観測方程式に分離して表すモデルである。本研究にあてはめれば、最も簡単なモデルは点検履歴数の時系列を観測値とし、のり面健全性を観測不可能な状態としたモデルである。このようにすることで、分離して表すことができ、のり面の健全性を適切に表現しうると考えられる。

6. 結論

のり面健全度の指標として点検履歴の利用を念頭に、点検データを整理、再分類し、2004年から2020年までの点検履歴数の時系列を作成した。基本点検および詳細点検の時系列はいずれも単調な増加・減少傾向はなく、周期的なトレンドを持っていることがわかった。特に、詳細点検は実施の有無によって履歴数が大きく変化する事がなかった。また、観測数が0あるいは欠測となる場合があることが明らかとなった。その上で、このような時系列からのり面健全度を表現可能なモデルとして状態空間モデルを提案した。

【参考文献】1) 長尾ら：被災のり面データに基づく東北地方の豪雨による高速道路のり面の崩壊素因の評価の試み，土木学会論文集C, 76(3), pp. 235-253, 2020.



図-5 点検履歴数の推移

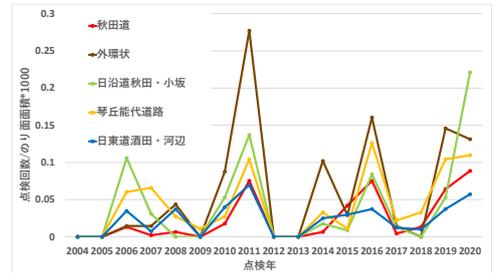


図-6 各路線の基本点検の履歴数の推移

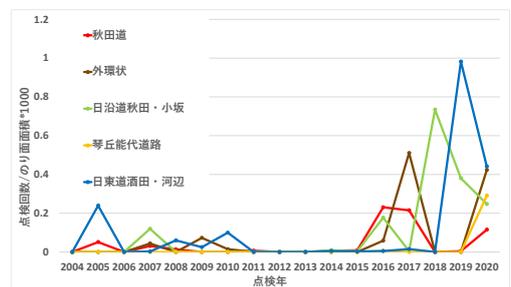


図-7 各路線の詳細点検の履歴数の推移