

積雪地域におけるポットホール用常温混合物の耐久性

大阪大学大学院 正会員 ○貝戸清之

京都大学経営管理大学院 正会員 森悠

国土交通省近畿地方整備局 正会員 藤岡芳征, 山本真悟

金下建設株式会社 非会員 川口賢一

住友大阪セメント株式会社 正会員 佐々木徹

1. 研究背景と目的

積雪地域の道路舗装では、冬季の除雪対策として散水が行われることがある。その結果、路面が常に滞水状態におかれ、ポットホールが多発する要因となっている。ポットホール等の路面異常に対しては、通常常温混合物を用いて迅速に応急補修がなされるが、常温混合物本来の性能を発揮するだけの施工条件を満たすことが難しく、すぐに合材が剥離してしまう事例が多い。本研究では、積雪地域に適した補修工法、補修材料を選定するための基礎検討として、常温混合物の耐久性を統計的見地から考察する。具体的には、混合物の剥離過程をワイブル劣化ハザードモデルで表現し、積雪地域の一般国道に生じたポットホールに関する点検データと補修後の経過履歴データを用いてモデルの推計を行うとともに、常温混合物の耐久性を実証的に分析する。

2. 対象路線の概要とポットホールの発生状況

常温混合物の耐久性を分析するために、本研究では、国土交通省のある国道維持出張所管内の国道に着目する。同管内において、平成19年6月から平成22年2月までに自然発生したポットホールに対して補修用常温混合物を用いて補修を行い、その後の常温混合物の経過履歴を観測した。ワイブル劣化ハザードモデルを適用するに先立って、ポットホールの発生状況をポットホールに関する点検記録、補修後の経過履歴データと、道路舗装の基礎情報（観測延長：71.1km）をもとに分析した。ポットホール発生に関する全体的な特徴として、対象期間内にポットホールは199地点に合計404個発生し、それらの応急対策として用いられた常温混合物の平均寿命（センサーデータ含む）は212.7日、平均寿命（センサーデータ除外）は54.0日であった。なお、センサーデータとは平成22年2月の観測終了時点において、常温混合物が健全な状態を保っているデータである。また、参考までに月別のポットホールの発生個数および平均寿命を図-1に示す。棒グラフが発生個数で、折れ線グラフが平均寿命である。発生個数に着目すると、2月を筆頭に冬季（1月～2月；図中の赤囲み）にポットホールが突出して発生していることがわかる。また、6月と7月にも発生個数がやや増加傾向にあるが、これは梅雨時期に対応しているものと考えられる。したがって、ポットホールの発生に水が大きく影響していることが同図からも読み取れる。ただし、常温混合物の平均寿命（センサーデータ含む、除外の両方）を確認すると、冬季や梅雨時期とそれ以外で特段の傾向を読み取ることはできない。

3. ワイブル劣化ハザードモデルの推計

ワイブル劣化ハザードモデルを用いて、常温混合物が剥離するまでの期間（寿命）の推計を行った。推計に際しては、寿命に影響を及ぼすと考えられる要因のうち、統計的に有意なものをハザード関数の特性変数として採用することとした。考慮した要因は18で、具体的には構造的要因として、1) 構造物（土工部 or CO床版部）、2) 表層材料（密粒度舗装 or 排水性舗装）、3) 融雪散水装置（有 or 無）、4) 地域（八鹿 or 湯村）、5) 車線（上り or 下り）、6) 平面線形（直線 or 曲線）、7) 横断位置（わだち部 or 非わだち部）、8) ポットホール複数回発生地域（1回 or 2回以上）、9) 大型車交通量、施工的要因として、10) ポットホール内の水の除去、11) 泥（埃）の除去、12) 融雪散水の有無、13) 常温混合物の締固め方法、14) 常温混合物の材質（カットバック系 or 非カットバック系）、15) 施工時気温、16) 施工時間、さらにポットホールそのものの要因として、17) 深さ、18) 面積とした。

キーワード 積雪地域、ポットホール、常温混合物、耐久性分析、舗装マネジメント

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科フロンティア研究センター TEL: 06-6879-7199

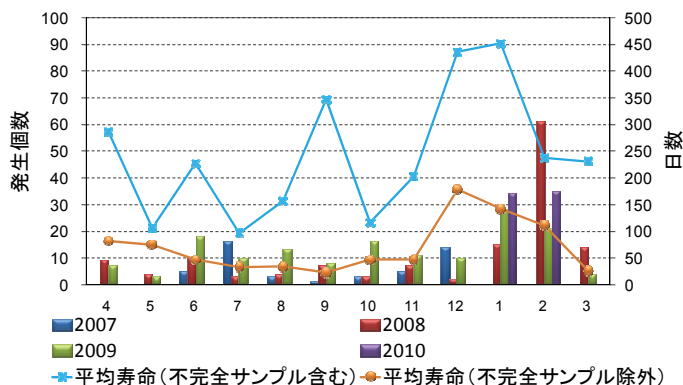
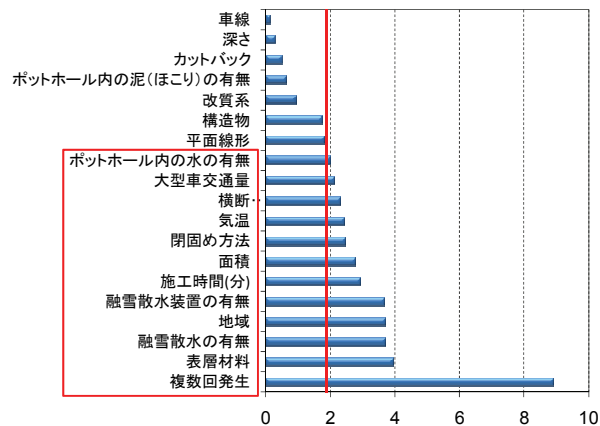


図-1. ポットホールの月別発生状況

図-2. 各特性変数の t -値 (1 次モデル)

はじめに、1 変数のみを考慮したハザード関数を 18 設定し、それぞれに対して点検データに基づき、ワイブル劣化ハザードモデルを推計した。推計結果の符号条件や t -値が有意な要因を 1 次モデルの特性変数として採用した。参考までに、各特性変数候補の t -値を図-2 に示す。ポットホールの複数回発生、表層材料、融雪散水装置の有無の順に説明力が強いことを意味する一方で、 t -値が 1.96 を下回る 7 個の特性変数候補については、採用に値しないと判断した。つぎに 1 次モデルで採用された 12 個の特性変数を組み合わせ、2 変数、3 変数というように順次、複数変数を考慮したハザード関数を再設定した。1 次モデルと同様に、 t -値と符号条件を満足するモデルを選定した上で、全てのワイブル劣化ハザードモデルのうち、AIC が最小となるモデルを最適モデルと決定した。AIC は対数尤度と未知パラメータの数によって決定できる。未知パラメータの数を増やせば増やすほど、対象とする現象を詳細に説明することができるモデルとなるが、モデルが詳細になればなるほど、獲得したサンプル固有の統計的特性までもモデル化することになり、モデルの汎用性を損ねる。AIC は、このようなモデルの精緻さと堅牢性のバランスにより最適なモデルを決定するための指標である。今回の解析において、AIC が最小となったワイブル劣化ハザードモデルは、特性変数として (8) 複数回発生、(12) 融雪散水の有無、(2) 表層材料) の 3 変数を考慮したモデルであった。ただし、表層材料に関しては、密粒度舗装区間には融雪散水装置が設置され、排水性舗装区間には同装置が設置されていない傾向が確認できたために、一概に表層材料の相違が常温混合物の寿命に影響を及ぼしているとは言い難いことを断っておく。同図より、ポットホールの複数回発生地点かつ密粒度舗装区間で、施工時点で融雪散水が存在する場合には、常温混合物の施工後 10 日間で生存確率が 50% まで低下する。一方で、その反対の条件下においては、積雪地域であったとしても、常温混合物の施工後 100 日経過時点の生存確率は 90% となっている。したがって、これまで指摘されてきたとおり、常温混合物の耐久性 (寿命) に水の影響が大きく介在していることが明らかとなった。ただし、今回の分析では、ポットホールが複数回発生する地点ではどのような要因が影響しているのかまでは明らかにできていない。今後は舗装構造の影響も考慮した統計分析を継続する必要がある。

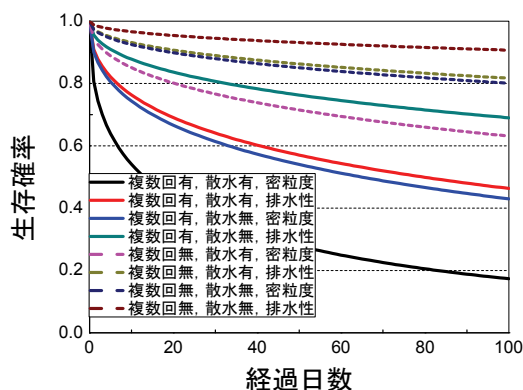


図-3. 補修合材の耐久性 (最適モデル)

謝辞: 本研究は新都市社会技術融合創造研究会「積雪寒冷地における舗装の耐久性向上及び補修に関する研究プロジェクト (プロジェクトリーダー: 小林潔司)」の活動成果の一部である。現地試験施工を実施するにあたり、国土交通省近畿地方整備局道路管理課および豊岡河川国道事務所 八鹿国道維持出張所より多大なご支援を頂いた。また、京都大学・小林潔司教授、大阪市立大学・山田優名誉教授をはじめ、研究プロジェクトのメンバー各位からは有益なコメントを頂戴した。ここに感謝の意を表す。