

寒地道路保全チーム

はじめに

寒地道路保全チームは、北海道開発局開発土木研究所の維持管理研究室であったが、平成13年4月の独立行政法人化を経て、平成18年4月に現在の名称となっている。

地域の生活を支える重要な社会基盤である道路では、冬期の路面凍結や積雪寒冷地特有の舗装損傷が発生しており、当チームではこれらの対策に関する研究に取り組んできた。その中から代表的な研究課題である（1）積雪寒冷地の道路設計に関する研究、（2）積雪寒冷地の道路の維持管理技術に関する研究、（3）冬期道路のすべり対策に関する研究、（4）環境に配慮した舗装技術に関する研究について紹介する。

研究概要

（1）積雪寒冷地の道路設計に関する研究

積雪寒冷地の舗装は、厳冬期に路床などで氷晶が成長することで路面が隆起して舗装を破壊する凍上やアスファルト層が低温時に収縮することにより発生する低温クラック、春先に凍結していた路床などが融解することによる支持力の低下、積雪期のタイヤチェーンの使用や除雪作業による舗装の摩耗など、様々な形態の損傷が発生する。こうした積雪寒冷地特有の道路舗装の課題を解決するため、それぞれの劣化・損傷のメカニズムの解明と対策の研究を行った。

これまで、凍上対策として、苫小牧市美々の試験道路での試験などを行い、凍上抑制層の材料や厚さなどの設計法や路床材料の判定法などの対策を開発してきた。近年は、さらに発展させ理論最大凍結深に基づく凍上抑制層の基準など積雪寒冷地の条件を考慮し設計期間を20年とした舗装設計基準を策定し、長寿命化によるライフサイクルコストの低減を図った(図-1)。また、歩道部の凍上に対しても実道での実態調査を踏まえて、歩道の凍上抑制層の増厚工法などの対策を提案した。

低温クラック対策としては、全道の国道・道道での発生実態調査などにより、材料やアスファルト層厚などの設計法などを開発してきた。

舗装の摩耗対策として、耐摩耗用の混合物である細粒度ギャップアスコン13Fが寒冷地で使用されるようになったが、スパイクタイヤの使用規制に加えて、近年では重車両が増加してきたことから流動わだちの対策が重視されるようになった。耐流動性の高い密粒度混合物や改質アスファルト混合物の材料特性や使用した場合のLCC分析などを行い、適用基準を策定した。

さらに全国の空港舗装で問題となっていたブリスタリング対策として、実態調査や独自に開発したブリスタリング試験などの室内試験、新千歳空港など実際の空港における試験施工を行い、混合物の品質や舗装厚などの設計法を開発した。この成果は、空港舗装の維持管理要領に記載され全国の空港で活用されている。

近年では、融雪期におけるポットホール等の舗装損傷が顕在化している現状を踏まえ、融雪水や凍結融解作用が舗装体に及ぼす影響を検証し、融雪水などによる舗装の破損リスクが高い箇所の把握や、融雪期に多く発生するポットホールの発生メカニズムを明らかにするとともに、補修対策や予防対策を提案した。また、これらの成果を反映させた

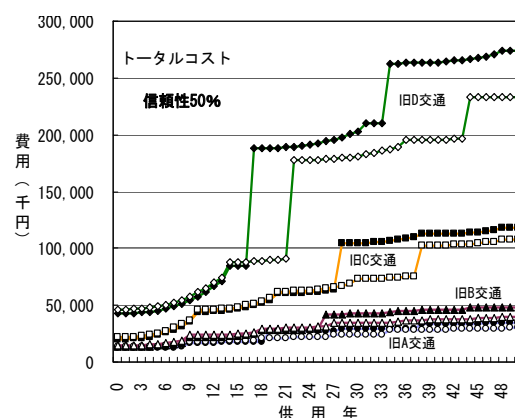


図-1 舗装の長寿命化によるLCC低減

(黒塗り：設計期間10年
白抜き：設計期間20年)

「北海道における道路舗装の耐久性向上と補修に関する技術ハンドブック」をHP上で公開した(図-2)。

さらに、近年、高耐久・長寿命でライフサイクルコスト低減が期待できるコンクリート舗装への感心の高まりを受け、北海道内の既設コンクリート舗装における供用性状調査を行い積雪寒冷地特有の劣化損傷状況の把握と要因分析を行うとともに、凍上等の影響を考慮したモデルによるFEM解析を行い、凍上等が舗装に及ぼす影響を把握した。これらの検討結果をコンクリート舗装設計における改善策として提案した。

こうした研究の蓄積を踏まえ、現在は研究開発プログラム「凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究」の下、積雪寒冷環境下における理論的設計手法の構築と長寿命な舗装構成の提案に向けた研究を行っている。その他、高規格道路等に用いる耐久性の高い舗装材料に関する研究など積雪寒冷地に適した耐久性の高い舗装の設計技術や材料開発の研究を行っている。

(2) 積雪寒冷地の道路の維持管理技術に関する研究

近年、社会資本の整備に関する予算の効率的な執行が強く求められている。道路舗装においても建設から更新までのLCCを最小化するため、計画的な点検・評価・補修を行うための舗装のマネジメント技術や予防保全手法などの道路を長く使うための効果的な補修技術に関する研究を行っている。

これまで、低温クラックの補修法として、ガラス繊維系シートなど各種クラックシートを用いた補修方法、補修効果の検証を行い、わだち割れなどのクラックの補修のためのシール材注入工法の適用法を提案した。

舗装のマネジメント技術としては、北海道全域の実道における路面性状に関する機能低下の進行状況を長期的に調査し、得られたデータの分析により、路面性状の将来予測式の開発や、各種の補修工法を考慮したLCC分析に基づく補修の優先順位や修繕計画の立案を支援するためのシステムの開発を行った(図-3)。

また、従来の指標では評価が難しい排水性舗装に対応した点検評価手法を提案した。

その他、冬期は橋梁の上弦材からの落雪による事故の対策として、橋梁の上弦材に取り付けて落雪事故を防止する格子フェンスを開発した。

こうした研究の蓄積を踏まえ、現在は、研究開発プログラム「メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究」の下、赤外線カメラを用いて舗装内部の空洞や水分を検知する技術(写真-1)など舗装の点検調査技術の開発に取り組んでいるほか、ライフサイクルコスト低減効果が期待されるコンクリート舗装の既往の維持修繕工法の改善及び補修材

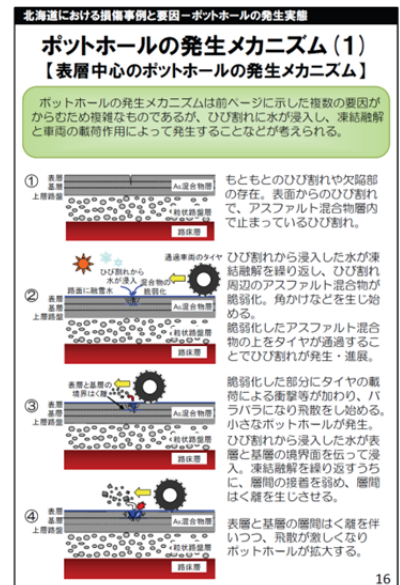
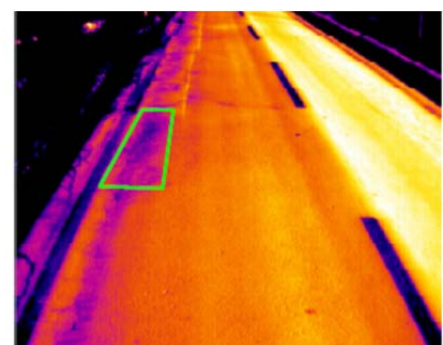


図-2 ハンドブックの内容例

図-3 舗装マネジメント出力例



(赤外線画像)

赤外線熱画像内：(低温) 濃い青→紫→橙→白 (高温)

写真-1 赤外線カメラを用いた路面調査時画像

の評価方法の提案と材料開発を行っている。また、研究開発プログラム「凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究」では、融雪水が舗装損傷に及ぼす影響の点検評価技術の開発や、積雪寒冷環境下で耐久性のあるシール材等の舗装補修技術の開発を行っている。その他、橋梁床版の損傷対策として、舗装端部等から床版面への水分の浸入を効果的に抑制する目地材の開発等も行っている。

（３）冬期道路のすべり対策に関する研究

積雪寒冷地における冬期の道路は、積雪や路面の凍結により走行環境が著しく悪化する。冬期の適切な道路サービス水準を維持するため除雪や凍結防止剤の散布など冬期特有の道路維持管理が行われているが、道路維持管理のコスト増が行政の大きな課題となっている。

これまで冬期道路のすべり対策として、路面を凍結しにくくしたり、氷を割れやすくする凍結抑制舗装やグルーピングなどに関する研究を行ってきた。道路の横断方向に溝を設置する横グルーピング工法や、路肩や中央分離帯からの融雪水が路面に流れ込んで再凍結するのを防止するため路肩に縦断方向に設置する路肩グルーピング工法について、その耐久性や効果、維持管理性などを評価し、設計法を提案した。

また、排水性舗装に似た表面機能とSMA（砕石マスタックアスファルト）の耐久性を兼ね備えた新しい表層用混合物「機能性SMA」を民間との共同で開発し（図-4）、さらに試験走行路や実道での試験施工などによる検討を重ね、冬期路面におけるすべり抵抗の確保（図-5）のほか、雨天走行時のグレア（まぶしさ）や水けむりの低減などの機能も有し、高規格幹線道路の舗装材料として期待した効果が得られることを明らかにしたとともに、機能性SMAのさらなる普及を図るため、配合設計の留意事項や必要な試験項目、きめ深さの規格値などの検討を行い、その成果を反映させた「北海道型SMAの施工の手引き（案）」をHP上で公開した。

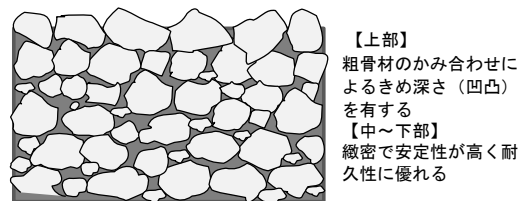


図-4 機能性SMAの構造

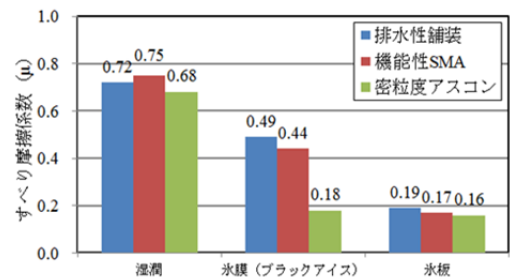


図-5 路面状況別すべり抵抗値

トンネル内で主に施工されているコンクリート舗装が供用を経て生じてくるひび割れ等の構造的破壊やすべり抵抗の低下等の課題に対し、補修時・新設時の対策を検討した。高規格幹線道路のトンネル内舗装のすべり対策として「若材齢時ショットブラスト方式を用いた骨材露出工法」の新設時での適用を検討し、その成果を設計施工マニュアル（案）としてとりまとめ提案した。さらに、路面摩擦低下の原因とそのメカニズムを明らかにするとともに、コストを考慮した効果的な表面研削技術として、ダイヤモンドグラインディング工法を提案し（写真-2）、すべり抵抗改効果とその持続性、及び冬期路面对策としての有効性を確認した。



写真-2 ダイヤモンドグラインディングの研削ブレード

こうした研究の蓄積を踏まえ、研究開発プログラム「凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究」の下では、機能性SMAの長期的な耐久性の検証とライフサイクルコスト分析を行いつつ、機能や品質の向上に取り組んでいる。

その他、コンクリート舗装で検討した表面研削技術をアスファルト舗装にも適用し、冬期道路の安全性向上とコスト縮減に寄与する効果的な補修技術としての開発を進めている。

(4) 環境に配慮した舗装技術に関する研究

社会資本整備においても低炭素型社会の実現やリサイクルの推進など環境配慮への取り組みが進められている。舗装分野でも、他産業リサイクル材料の活用、舗装材料のリサイクル技術や低炭素技術など環境に配慮した舗装技術の開発が求められている。

これまで、他産業資材の舗装への活用として、溶融スラグやホタテの貝殻、ガラスカレット等の処分に苦慮していた材料について、舗装材料としての性状や強度について室内試験や実道での試験施工による確認を行い(写真-3)、舗装材料として活用するための技術資料として「積雪寒冷地における他産業再生資材の舗装材料としての適用方法に関する手引き(案)」をとりまとめた。

材料に添加剤を加えることで混合温度を低下させ、二酸化炭素発生量を低減させる中温化舗装技術の寒冷地への適用について検討を行い、その成果を「北海道における中温化舗装技術の適用に関する指針(案)」(写真-4)に反映させHP上で公開した。

現在は研究開発プログラム「持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発」の下において、針入度の高い積雪寒冷地用アスファルトの繰り返し再生利用による品質低下の影響を踏まえた品質規格値・品質管理方法の検討や、アスファルト再生骨材の凍上抑制層等への利用拡大に向けた適用性の研究を行っている。

これまでの研究で得られた成果は北海道開発局の道路設計要領など国の技術基準に反映されている他、日本道路協会発行の「舗装再生便覧」、土木学会発行の舗装工学ライブラリー「積雪寒冷地の舗装」、「積雪寒冷地の舗装に関する諸問題と対策」といった一般技術者向け図書に反映されるなど、広く公表されている。

また、「機能性SMA」が北海道開発局管理の高規格幹線道路用表層混合物として採用されるなど、開発技術の普及は着実に進んでいる。

社会資本の老朽化が進展する中、積雪寒冷環境下における厳しい気象条件や利用状況に置かれている舗装ストックの機能向上やライフサイクルコスト(LCC)低減に向けた効率的・効果的な維持管理・更新技術の開発、及び持続可能な社会の実現に貢献するリサイクル技術の開発に今後も取り組んでいきたい。



写真-3 ガラスカレットを用いた試験施工状況

北海道における 中温化舗装技術の適用 に関する指針(案)

積雪寒冷地における
舗装技術検討委員会

写真-4 指針(案)表紙