

開粒度充填舗装の効果と適用性に関する一考察

Analysis of the Benefits and Usability of Open-graded Joint Pavement

佐藤 大* 岳本 秀人** 鈴木 徹***

Ooki SATOH, Hideto TAKEMOTO, and Toru SUZUKI

北海道の国道において排水性舗装は、騒音低減を目的に平成4年度から施工が行われており、平成13年度までに約66万㎡、延べ56Kmの施工実績がある。しかし、他の地域とは異なり積雪寒冷地である北海道の排水性舗装は、流動による空隙つぶれや飛散した骨材等による空隙つまりで、早期に騒音低減機能が低下することが問題となっている。その対策として現在、舗装体の耐久性の向上や排水性舗装に代わる低騒音舗装の開発が行われている。

今回、その対策の1つである開粒度充填舗装について検討を行った。この舗装は、上部空隙に予防材を充填することにより空隙つぶれ、空隙つまりの抑制、また空隙と弾性体の相乗効果による騒音低減機能の持続性向上が図られるとともに、さらに、凍結抑制効果も期待できる工法である。

本報告は、この開粒度充填舗装について室内試験、実証試験を行い、その効果と適用性について検証した結果を報告するものである。

《キーワード：開粒度充填舗装；交通騒音対策；路面凍結対策；ゴムチップ》

In Hokkaido, Japan, drainage pavement has been installed on national highways for noise reduction since fiscal 1992, for a cumulative installation area and length of approximately 660,000 m² and 56 km, respectively, as of fiscal 2001. The noise-reduction performance of drainage pavement in Hokkaido deteriorates earlier than in other regions of Japan. In the cold, snowy climate, voids in the pavement are crushed closed and clogged with aggregate debris. As an alternative, low-noise pavement made using more durable materials is being developed. We examined open-graded joint pavement, a low-noise pavement in which voids are filled with protective materials to mitigate the crushing closed and clogging of the voids in the upper part of the pavement. The noise-reduction performance is extended by the synergic effect between the voids and elastic materials. Also, ice prevention can be expected.

This report discusses the benefits and usability of open-graded joint pavement as determined in an indoor experiment and an experiment to verify its performance.

《Keywords : open-graded joint pavement ; traffic noise countermeasure ; road freezing countermeasure ; rubber chip》

1. はじめに

北海道の国道において、騒音低減を目的として排水性舗装を施工しているが、排水機能や騒音低減機能の持続性が約2～3年と短いことが問題となっている。この原因として、土砂による空隙つまりに加えて、タイヤチェーンや除雪等による摩耗や骨材飛散など寒冷地特有の路面損傷が影響していると考えられる¹⁾。開粒度充填舗装は排水性舗装の空隙に予防材を充填することで、空隙つぶれ、空隙つまりを抑制し、騒音低減機能の持続性の向上、さらに凍結抑制機能が期待できる工法である。そこで、室内、実証試験の結果を基に、開粒度充填舗装の効果と適用性について検証を行った。

2. 本工法の概要

本工法の標準断面図を図-1、予防材に用いる材料の標準性状を表-1に示す。

母体とする排水性混合物は、積雪寒冷地への適用と予防材の充填等を考慮し、最大粒径13mm、目標空隙率を20%に設定した。アスファルトには、通常使用されている高粘度改質アスファルトを使用した。

予防材は、ゴムチップとバインダ(ウレタン樹脂)を混合したものである。また、母体と予防材の付着を高めるため、バインダと同じウレタン樹脂のプライマを予防材の充填前に散布している。

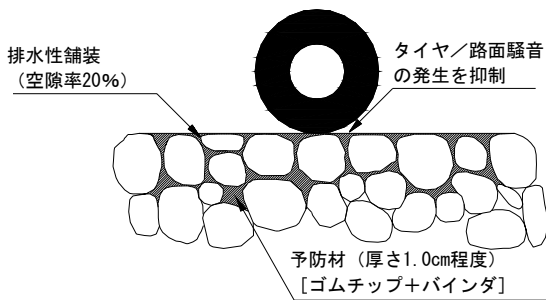


図-1 開粒度充填舗装の標準断面図

表-1 予防材に用いる材料の標準性状

ゴムチップ性状			
形状	比重 (g/cm ³)	原料	硬さ(度)
1.0mm以下 (粉末)	0.40	スタッドレスタイヤ (カット粉砕)	30℃: 20 -20℃: 24
バインダ性状			
粘度 (Mpa·S)	密度 (g/cm ³)		
4.000 [25℃]	1.05 [20/4℃]		

3. 室内試験

開粒度充填舗装の耐久性、供用性および凍結抑制効果について評価するため、単位面積当たりに占める予防材の割合(以下、充填割合)が異なる供試体を用いて各種試験を行った。

供試体の種類を表-2、詳細図を図-2に示す。

表-2 供試体の種類

舗装種別	パターン	バインダ	最大粒径	空隙率
開粒度充填舗装	充填割合100%	高粘度改質 アスファルト	13mm	20%
	充填割合50%			
標準排水性舗装	充填割合0%			

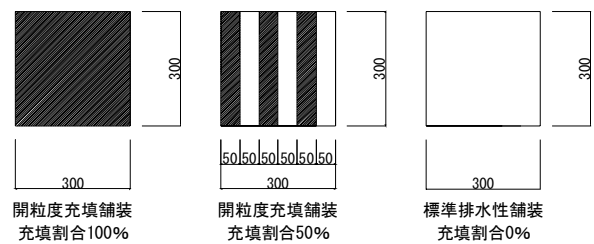


図-2 供試体詳細図

◆耐流動性

評価項目: 動的安定度 (DS)

試験機器: WT試験機

試験方法: 舗装試験法便覧別冊(3-1-1)により実施する。

◆耐摩耗性

評価項目: すり減り量

試験機器: ラベリング試験機

試験方法: 舗装試験法便覧別冊(3-1-3T)により実施する。

◆透水性

評価項目: 浸透水量

試験機器: 現場透水量試験器

試験方法: 舗装試験法便覧別冊(1-1-3T)により実施する。

◆すべり抵抗性

評価項目: 動的摩擦係数

試験機器: DFテスタ試験器

試験方法: 舗装試験法便覧別冊(4-1-1T)により実施する。

◆凍結抑制機能

評価項目: 舗装面と雪氷層との層間付着力

試験機器: 建研式引張強度試験器

試験内容: 舗装面からの雪氷のはがれやすさを氷着強度として評価する。

3-1 室内試験結果

①耐流動性、耐摩耗性

図-3に試験結果を示す。

一般的に排水性舗装は、耐久性を高めるため、高粘度改質アスファルトを使用している。このため、動的安定度試験を行ったところ、排水性舗装の動的安定度(DS)は8,000回/mm以上と大きな値が得られていた。予防材を充填したものは、より一層動的安定度(DS)を大きくする効果があり、充填割合が増大するほど、さらに大きくなる傾向が見られた。

すり減り量は、開粒度充填舗装が標準排水性舗装より小さい値を示し、予防材の充填割合が増大するほど小さくなる傾向であった。

このことから、本工法は排水性舗装の耐流動性や耐摩耗性の向上に効果があるといえる。

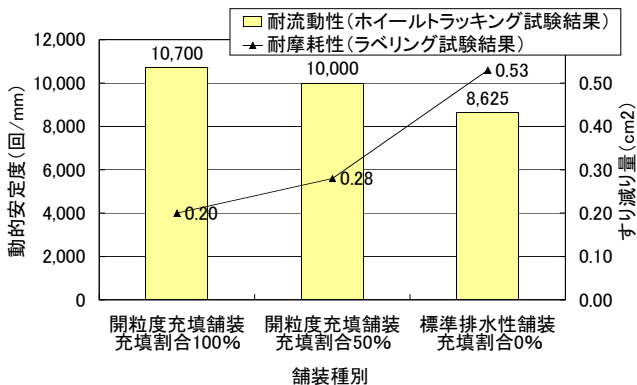


図-3 動的安定度およびすり減り量

②透水性、すべり抵抗性

図-4に試験結果を示す。

北海道の排水性舗装は、骨材飛散などの耐久性向上を目的に空隙率を17%に低減している。それに伴い、浸透水量については800ml/15sec以上を標準としている。開粒度充填舗装では、予防材を充填するにあたり、母体の開粒度充填舗装の空隙率を20%に変更しているため、浸透水量の検討については、通常の排水性舗装と同じ1000ml/15sec以上を基準とした。

浸透水量は、予防材を充填することで低下し、充填割合が増大するほど小さくなる傾向が見られた。特に、充填割合が100%においては、管理基準の1000ml/15secを満足することができないことから、充填割合50%と100%の間には、浸透水量が急激に低下する変化点があると考えられる。

動的摩擦係数についても、現場透水量試験結果と同様、予防材の充填割合が増加するほど小さくなった。

この結果より、開粒度舗装への予防材の充填によって、本来の機能である透水機能が低下する傾向が見られることから、実路に適用する際は、この点について注意が必要である。

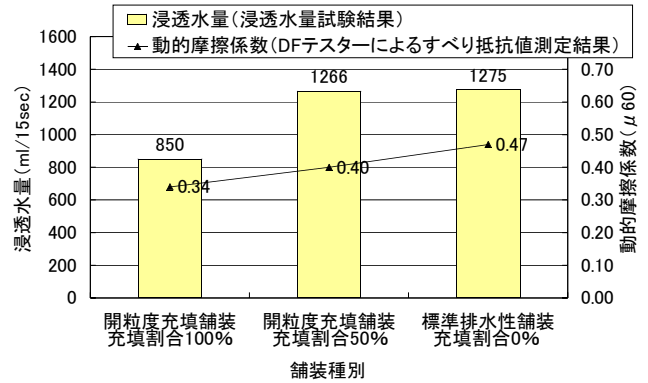


図-4 浸透水量および動的摩擦係数

③凍結抑制機能試験

開粒度充填舗装の凍結抑制機能を検証するため、氷着強度試験を行った。この試験は、凍結抑制効果と考えられる路面からの雪氷のはがれやすさについて、供試体に氷着させた治具の引張力を建研式引張強度試験機により測定し、最大引張力と治具の氷着面積からはがれやすさ(氷着強度)を算出することにより機能を検証するものである。

氷着強度試験の概要を図-5、試験条件を表-3に示す。また、凍結抑制機能の比較として、排水性舗装と細粒度ギャップアスコン13F55(改質II型)についても同様の試験を行った。

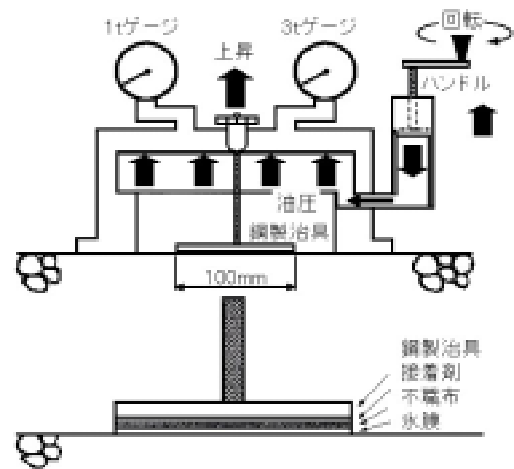


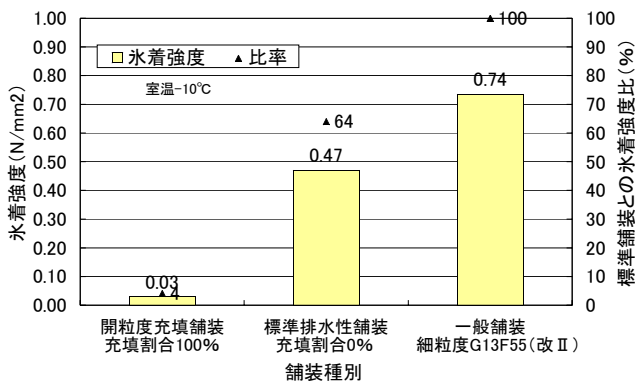
図-5 氷着強度試験概要

表－3 氷着強度試験条件

項目	条件
不織布の厚さおよび材質	ポリエステル t=5mm
氷着時の治具の上載荷重	治具の総重量：1.6kg (2kPa)
氷着用の水	上水道水
使用治具	φ10cm鋼製治具に不織布を貼り付けたもの
ハンドル回転数	60r.p.m (引張速度：13mm/min)
養生時間	4時間

氷着強度試験結果を図－6、試験状況を写真－1に示す。

開粒度充填舗装は、氷着強度が細粒度ギャップアスコン13F55（改質Ⅱ型）、および標準排水性舗装と比較して小さい値となり、路面から雪氷がはがれやすい舗装であるといえる。細粒度ギャップアスコン13F55（改質Ⅱ型）の値を100とした氷着強度比は、標準排水性舗装で64%、開粒度充填舗装で4%程度の値を示し、本工法は凍結抑制効果が高い舗装といえる。



図－6 氷着強度試験



写真－1 氷着強度試験状況

4 実証試験

開粒度充填舗装の実路における適用性を把握するため、一般国道275号札幌市東区東苗穂において実証試験を行った。

この箇所の幅員は16m（中央帯1mを含む）、両側に4.5mの歩道を持つ往復4車線道路で、交通量は24,102台/日（大型車混入率17.6%）である。

開粒度充填舗装の施工は、排水機能の確保や経済性を考慮し、車両走行部であるわだち部とした。舗装種別として、予防材を全面配置（幅70cm、充填割合100%）したもの、縦断方向に充填部と未充填部を交互に5cm間隔（幅75cm、充填部50%）で配置したものの2種類の開粒度充填舗装を施工し、さらに図に示していない未配置（充填割合0%）の標準排水性舗装を施工して計3種類とした。

調査は、路面状況の把握として目視による観察、供用性調査として、室内試験と同様に現場透水量試験と動的摩擦抵抗試験を、また、騒音低減効果の調査として路側騒音と路面騒音測定をそれぞれ行った。

開粒度充填舗装の設置状況を写真－2、予防材の配置図を図－7に示す。



写真－2 開粒度充填舗装設置状況
（上：充填割合100%、下：充填割合50%）

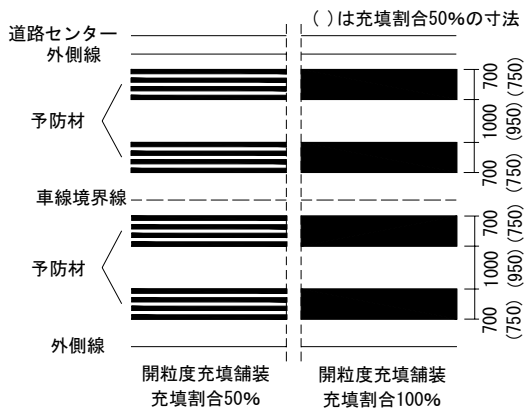


図-7 予防材配置図

4-1 実証試験結果

試験施工後13ヶ月しか経過していないため、長期的な判断は難しいが、現段階において追跡調査から確認できたことについて報告する。

①目視による観察

時間経過における路面の変化状況を写真-3に示す。

施工直後には、開粒度充填舗装の表面に予防材の付着が見られたが、施工7ヶ月後には消失しており、空隙部に充填された予防材は、飛散することなく残って



《開粒度充填舗装：充填割合100%》



《開粒度充填舗装：充填割合50%》



《標準排水性舗装：充填割合0%》

写真-3 路面の変化状況

(左：施工直後、中：施工7ヶ月後、右：施工13ヶ月後)

いるのがわかる。しかし、施工13ヶ月後においては、空隙に充填した予防材が飛散したり、骨材とともに離した箇所が見られ、そこに空隙つまりが発生している状況が確認された。標準排水性舗装については、時間経過とともに、土砂などによる空隙つまりが進行しており、また、施工13ヶ月後の状況では、表面骨材の角欠けが数多く見られた。

②現場透水量試験

試験結果を図-8に示す。

開粒度充填舗装の浸透水量は、施工7ヶ月後に600ml/15sec以下と標準排水性舗装より小さく、予防材の充填割合が大きいほど小さい値を示し、施工13ヶ月後についても同様の傾向が見られた。充填割合50%の開粒度充填舗装は、充填割合100%の浸透水量と比較して、施工7ヶ月後では、若干優位性が見られたが、施工13ヶ月後では、逆に小さくなり、透水効果をほとんど見込めない状況であった。この原因として、未充填部の空隙つぶれ、空隙つまりの進行や、予防材が保有する空隙が通行車両の荷重等により減少する圧密作用による影響が、充填割合の違いにより異なるためと推測される。

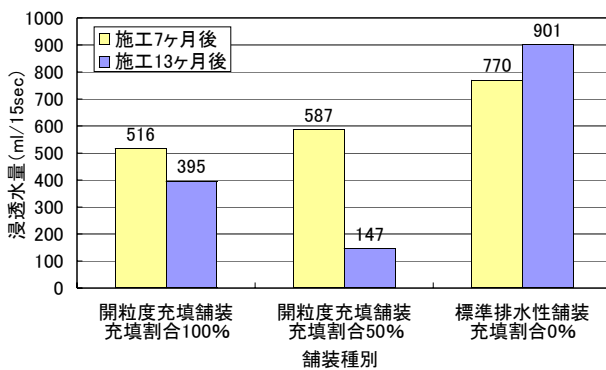


図-8 現場透水量

③動的摩擦抵抗試験

試験結果を図-9に示す。

開粒度充填舗装の動的摩擦係数は、標準排水性舗装より小さい値を示しており、時間経過においてもその傾向はほとんど変わらなかった。同一充填割合においては、速度変化による差はほとんどなく、充填割合が大きいものほど値が小さい結果であったが、道路構造令で定められている視距から計算される摩擦係数を満足しており、特に問題はないと判断される。

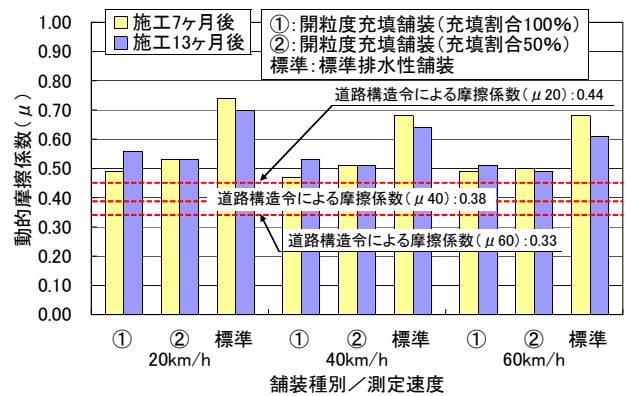


図-9 動的摩擦係数

④路面騒音測定

車両走行時における騒音の低減効果について調査を行った。測定に使用した路面騒音測定車(写真-4)は、普通乗用車の後輪後方にマイクロフォン(写真-5)を設置し、車両走行(50Km/h)時のタイヤ/路面騒音を測定する簡易式の測定装置で、同時に、車両の速度、路面温度等の測定を行い、路面騒音測定値を算出するものである。

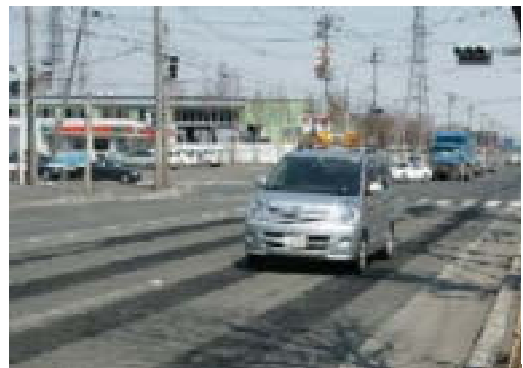


写真-4 路面騒音測定車



写真-5 マイクロフォン設置状況

測定結果を図-10、11に示す。

開粒度充填舗装と標準排水性舗装の路面騒音値を比較すると、施工直後で約4dB(A)以上、施工7ヶ月後で約3dB(A)以上、また、施工13ヶ月後で約2dB(A)以上の差があり、開粒度充填舗装の優位性が見られた。

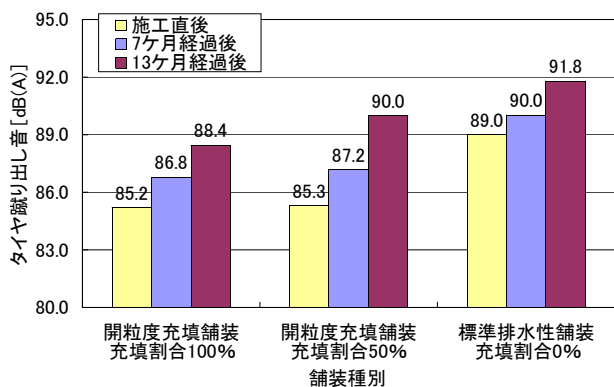


図-10 路面騒音測定 (内側車線)

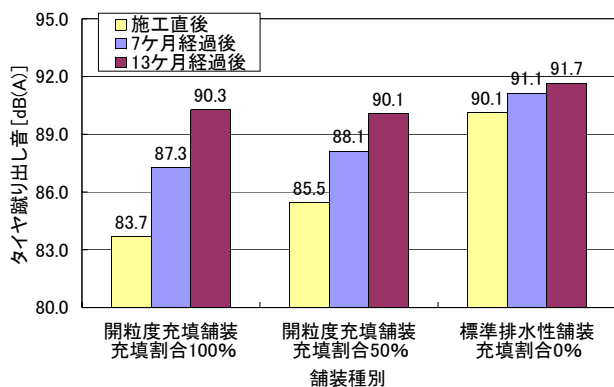


図-11 路面騒音測定 (外側車線)

⑤路側騒音測定

沿道における騒音低減効果を調査するため、路側騒音測定を行った。測定は道路照明柱に騒音計を設置して夜間騒音を計測している。

測定結果を図-12に示す。

施工前の夜間沿道騒音値は、要請限度である70dB(A)を超える値を示していた。施工後は6時台を除いて、ほぼ要請限度を下回る値となり、時間経過における状況も同様の結果であった。開粒度充填舗装は、標準排水性舗装より路側騒音の低減効果が小さく、充填割合が大きいほど、その効果が小さくなる結果となり、予防材の充填による効果を見いだせなかった。

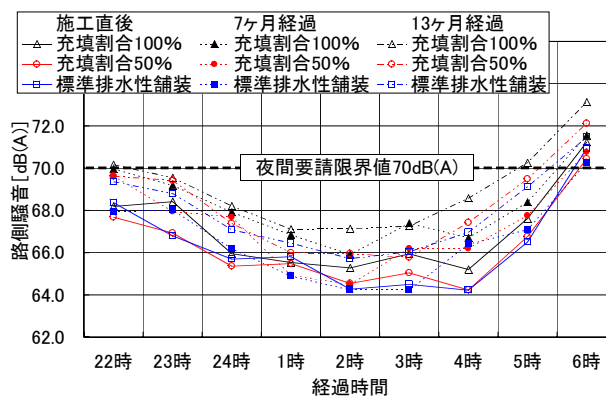


図-12 路側騒音測定

5. まとめ

これまでの調査結果から、開粒度充填舗装に関して明らかになったことについて以下に示す。

(1) 開粒度充填舗装は、標準排水性舗装より耐久性に優れており、予防材の充填割合が増大するほど、その効果は大きくなると考えられる。

(2) 開粒度充填舗装の浸透水量は、室内試験において、予防材の充填割合が大きいほど小さい値を示していたが、実道の供用性試験では、予防材の充填割合が小さいものほど時間経過における低下量が大きくなる傾向が見られることから、予防材の充填割合が大きいほど、透水機能の持続性効果が高いと推測されるが、詳細な分析が必要である。

(3) 開粒度充填舗装の動的摩擦係数は、標準排水性舗装と比較すると若干小さく、時間経過後においても同様の傾向が見られた。開粒度充填舗装では、予防材の充填割合が大きいものほど、動的摩擦係数が小さくなる傾向を示していたが、時間経過とともに、その差はほとんどなくなることがわかった。

(4) 開粒度充填舗装は、標準排水性舗装と比較しても路面から雪氷がはがれやすい傾向にあり、凍結抑制効果が高いと考えられる。

(5) 開粒度充填舗装の路面騒音値は、標準排水性舗装と比較して、施工直後、施工13ヶ月後においても小さいことから、路面騒音における低減効果、およびその持続性効果が高いと考えられる。

(6) 開粒度充填舗装の路側騒音値は、標準排水性舗装より、すべての状況において大きい傾向を示し、予防材を充填したことによる、沿道騒音の低減効果は見られなかった。

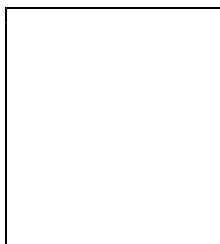
6 今後の課題

今回の報告は、積雪寒冷地における排水性舗装の騒音低減機能の低下対策を目的に考案された開粒度充填舗装の適用性について調査したものである。長期的な供用性や効果の持続性等の検証は済んでいないが、現段階において、開粒度充填舗装の路面騒音値について、排水性舗装よりも騒音低減効果、その機能の持続性が高いと考えられる。しかし、路側騒音値については、効果が明確に現れなかったことから、さらなる継続的な調査が必要である。また、今後、機能の持続性についての追跡調査、予防材のはく離による影響調査を行い、さらに、凍結抑制効果による車両の走行性調査を進め、新たな知見を得た段階で報告したい。

最後に、今回の調査に関して御尽力いただいた北海道開発局札幌開発建設部の関係各位に厚く謝意を表します。

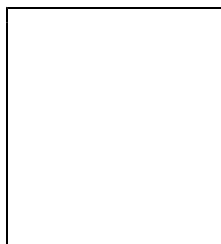
参考文献

- 1) 佐藤他：北海道における排水性舗装の機能低下に関する一考察、第58回年次学術講演会、平成15年9月
- 2) (社)日本道路協会：排水性舗装技術指針（案）、平成8年10月
- 3) (社)日本道路協会：舗装試験法便覧別冊、平成8年10月
- 4) (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用、昭和58年2月
- 5) 早坂他：排水性舗装の表面強化と補修材の適用について、第45回北海道開発局技術研究発表会、平成14年2月
- 6) 寺田剛：タイヤ/路面騒音測定装置の開発に関する中間報告、雑誌「舗装」、平成15年4月
- 7) 鈴木他：凍結抑制・骨材飛散抵抗性等を付加した多機能型排水性舗装の検討、雑誌「道路建設」、平成15年11月



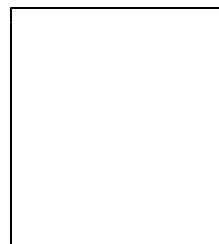
佐藤 大*
Ooki SATOH

北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
研究員



岳本 秀人**
Hideto TAKEMOTO

北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
室長



鈴木 徹***
Toru SUZUKI

世紀東急工業株式会社
技術本部
技術研究所
主任研究員