

## 北海道における排水性舗装の適用について（中間報告）

Evaluation of Applicability of Porous Asphalt Pavements in Hokkaido (Interim Report)

早坂 保則\* 高橋 守人\*\* 蛭子 恭好\*\*\* 内藤 勲\*\*\*\*

Yasunori HAYASAKA, Morito TAKAHASHI, Yasuyoshi EBIKO and Isao NAITO

排水性舗装は、排水機能による車両の走行安全性の向上効果と騒音低減機能による沿道環境の改善（道路交通騒音の低減）効果を有していることから、北海道内でも徐々に各地で施工され始めている。北海道の国道における排水性舗装の実績は、平成4年度から平成8年度までの5年間に8箇所、延べ延長約3.6kmに達しているが、未だ試験施工の段階である。しかし、排水性舗装は空隙詰まり、空隙つぶれによる機能低下及び機能回復の困難なことが問題となっている。そこで、一般的には空隙率20%で施工されているが、これらの機能をより発揮させるために、空隙率23%の配合で室内試験を行い、その結果を基に、一般国道274号札幌市において試験施工を実施した。また、北海道の場合、積雪寒冷地特有の課題があることから、本試験施工箇所ではこれらに関する検討も併せて行っている。これまで約10ヶ月の追跡調査を行い、冬期路面、長期の供用性を除いて、空隙率23%の排水性舗装の適用について、問題がないことを確認した。

〈キーワード：排水性舗装；空隙率；積雪寒冷地における舗装〉

A porous asphalt pavement has the drainage capability to enhance the movement of vehicles and the capability to reduce traffic noise to improve the roadside environment. Therefore, its use is gradually becoming popular in Hokkaido. In the five years from 1992 to 1996, a porous asphalt pavement was placed at eight sites along national highways in Hokkaido for a total distance of approximately 3.6 km, although it is still at the stage of testing. Also, when voids in a porous asphalt pavement are filled in and flattened, their capability deteriorates and is difficult to restore. The porosity is usually designed to be below 20%, but a laboratory test was conducted with a porosity of 23% to fully demonstrate the capability of the pavement. As a result of this test, we have been making another test on Route 274 in Sapporo integrating the characteristics of Hokkaido as a cold snowy region. Thus far, about ten months of our follow-up research has confirmed that a porous asphalt pavement with a porosity of 23% is not problematic, except for winter road surfaces and long-term serviceability.

Keywords: porous asphalt pavement, porosity, pavement in cold snowy region.

### 1. はじめに

排水性舗装は、排水機能による車両の走行安全性の向上効果と騒音低減機能による沿道環境の改善（道路交通騒音の低減）効果を有していることから、北海道内でも徐々に各地で施工され始めている。しかし、空隙詰まり、空隙つぶれによる機能の低下及び機能回復の困難なことが問題となっている。一般的には目標空隙率20%以下で施工されているが、これらの機能をより発揮させるために、目標空隙率23%の配合で室内試験を実施し、耐久性の検討を行った。その結果を基に、一般国道274号札幌市において試験施工を実施した。本文では、その概要とこれまでの状況について報告する。

### 2. 排水性舗装の実績

北海道の国道では、主に冬期路面对策を目的とした試験舗装として平成4年度から排水性舗装に取り組んでおり、これまで8箇所、延べ延長約3.6kmに達している。これらの箇所の施工概要と現在の状況を表-1に示す。一般国道274号札幌市においては、北海道の国道として初めて低騒音舗装として取り組んだ。

表-1 北海道の国道における排水性舗装の実績

No	路線	箇所名	年度	施工規模		現場条件	舗装性状※		
				延長	面積		粗骨材トップ	空隙率	舗装厚
①	12	旭川市S	H4	339	2,022	ト補付近	20	17	4.5
②	12	旭川市K	H4	50	474	ト補付近 山地部	20	17	5
③	236	広尾町	H4	112	945	山地部、I=6%	13	18	4
④	276	苫小牧市	H4	400	3,400	丘陵地	13	15 20	4
	〃	〃	H5	730	6,424	〃	〃	20	〃
	〃	〃	H6	650	6,600	〃	〃	〃	〃
	〃	〃	H7	370	3,256	〃	〃	〃	〃
	〃	〃	H8	150	1,275	〃	〃	〃	〃
⑤	37	室蘭市	H5	200	3,200	勾配部 曲線部	20	19 20	4
⑥	230	札幌市中央区	H5	200	3,200	都市部	20	17	5
⑦	333	端野町	H5	200	1,713	ト補坑口	13	20	4
⑧	274	札幌市東区	H7	215	1,917	都市部 騒音低減目的	13	23	5

※バインダーは高粘度改質アスファルトを使用

### 3. 室内試験

#### 3. 1. 配合

これまで北海道の国道で施工されてきた排水性舗装の配合は、目標空隙率15~20%、粗骨材粒径13~5mm、20~5mmであったが、排水性舗装の効果をより発揮させるため、新しい配合として目標空隙率23%、粗骨材粒径13~5mm、13~10mmの2種類の試験を行った。これらと比較するため、従来の排水性混合物（目標空隙率17%、粗骨材粒径13~5mm）と耐流動用混合物（細粒度ギャップアスコン13F55、改質Ⅱ型バインダー）についても試験を行った。これら4種類の混合物の配合を表-2に示す。なお、排水性舗装のバインダーは高粘度改質アスファルトを使用した。

表-2 室内試験配合

	As	石	細	粗	粗骨材	
					5-2.5	13-5 13-10
排水性23%(13-5)	5.0	4.8		13.3		76.9
排水性23%(13-10)	5.0	4.8		13.3		76.9
排水性17%(13-5)	5.0	4.8		18.5		71.7
耐流動用混合物	5.8	9.7	19.3	13.3	14.2	37.7

#### 3. 2. 試験結果

これらの混合物について、ホイールトラッキング試験、チェーンラベリング試験、凍結融解試験、トラバース試験を行い、供用性に関する検討を行った。その結果を図-1~4に示す。

##### 3. 2. 1 耐流動性（動的安定度）

図-1はホイールトラッキング試験の結果であり、排水性舗装は耐流動用混合物に比べても、動的安定度(DS)は高い値を示しており、耐流動性については問題はないと思われる。

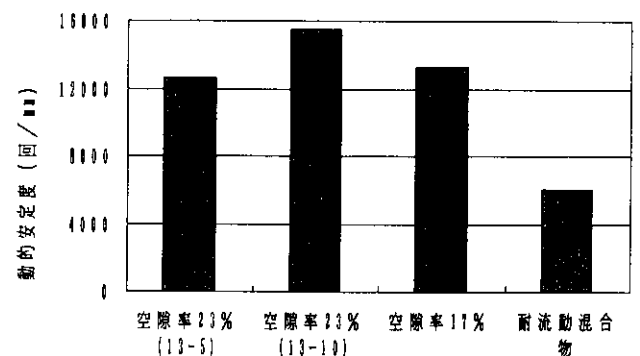


図-1 ホイールトラッキング試験結果

### 3. 2. 2 耐摩耗性 (すり減り量)

図-2はチェーンラベリング試験の結果であり、排水性舗装は耐流動用混合物に比べ、すり減り量はかなり大きく、耐摩耗性については劣る混合物であることが分かった。また、空隙率を大きくすると、すり減り量が大きくなることも分かった。

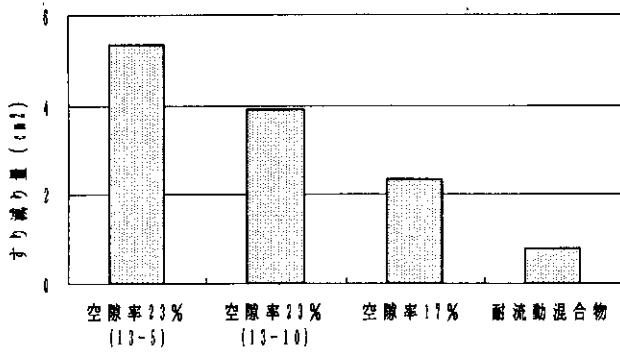


図-2 チェーンラベリング試験結果

しかし、北海道ではほとんどの地域がスパイクタイヤ規制地域に指定されており、峠部などのチェーンの使用頻度の高い地域を除いて、問題はないと思われる。

これらのことから、施工箇所の選定には注意が必要であるが、積雪寒冷地においても施工は可能であると思われる。

### 3. 2. 3 凍結融解後の安定度

図-3は凍結融解試験の結果であるが、凍結融解試験後のマーシャル安定度の低下率も、耐流動用混合物に比べ大差はなく、問題はないと考える。但し、粒径によっても変化し、あまり空隙を大きくすることは望ましくないようである。

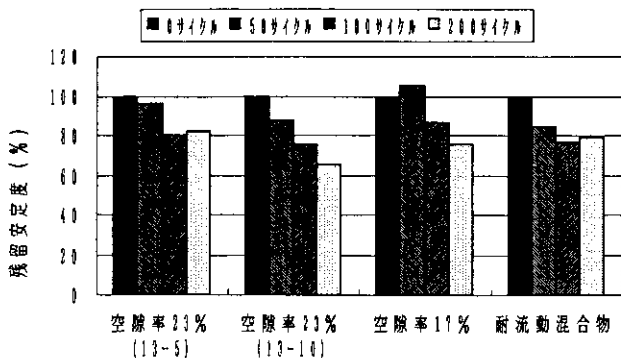


図-3 凍結融解試験後の安定度の残留率

### 3. 2. 4 圧密変形量

トラバース試験は、ホイールトラッキング試験機を用いて、設置圧6.4Kgf/cm<sup>2</sup>、走行距離230mm、トラバー

ス幅250mm、トラバース速度100mm/min、走行速度42回/min、試験時間6時間の条件で行った。その結果を図-4に示す。

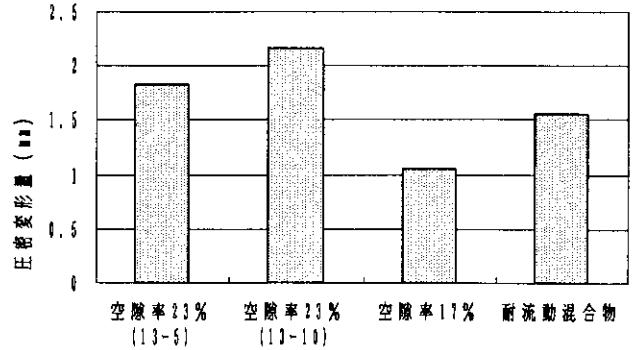


図-4 トラバース試験の結果

これを見ると、空隙率が大きいほど圧密変形量は大きいようであるが、変形量は2mm程度と小さく、耐流動用混合物に比べて特に劣るわけではない。また、試験終了後の透水状況も良好であったので、問題はないものと思われる。

## 4. 試験施工

室内試験の結果を基に、札幌市内の一般国道274号で試験施工を行い、追跡調査を行っている。

### 4. 1. 工事の概要

本施工区間は一般国道274号札幌市東区北33条東8丁目~9丁目の上り車線に設けられた。(写真-1) この道路は東西に延びる主要幹線道路であり、幅員43m(中央帯27mを含む)の両側に3.5mの歩道を持った往復4車線の道路である。中央帯には日本道路公団の管理する札幌自動車道の高架橋があり、沿道には両側とも建物が建ち並んでいる。交通量は46,232台/日(大型車混入率20.7%)と交通量の多い路線である。

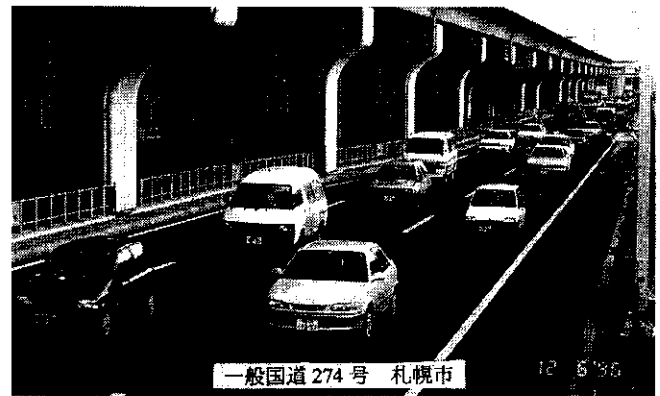


写真-1 試験施工箇所(排水性舗装施工後)

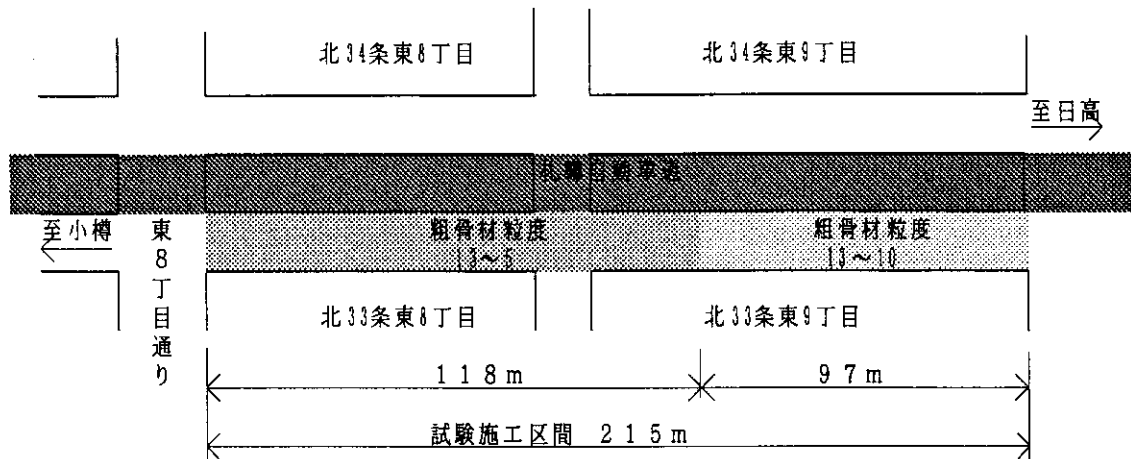


図-5 試験施工箇所平面図

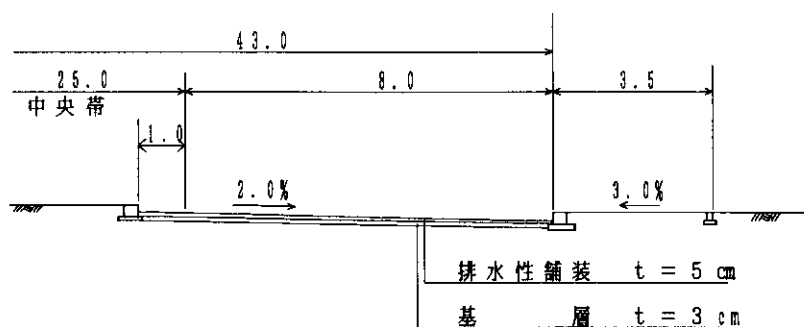


図-6 舗装断面図

本施工区間は自動車騒音対策としての排水性舗装が北海道で適応できるかどうかの検証を目的として施工したものである。図-5は、試験施工区間の平面図であり、延長215mの排水性舗装（目標空隙率23%）のうち118mが粗骨材粒度13~5mm、97mが粗骨材粒度13~10mmである。

排水性舗装区間の構造は図-6に示すとおりであり、既設路面を切削し、基層として粗粒度アスコン3cmと表層に排水性舗装5cmを施工した。基層、表層とも2%の横断勾配を有し、舗装表面から浸透した水は基層表面を流れて排出される。

図-7に示すように、排水機能を高める目的で粗骨材粒度13~10mm区間の基層に、グルーピング（幅6mm×深さ10mm、50mm間隔）とスパイラルドレーン（径18mm、1.0m間隔）を横断方向にそれぞれ30m区間設置した。また、冬期間（主に初冬期、融雪期）の路肩部での排水機能を高める目的で歩道側路肩部全線にヒーティング材を設置した。

舗装工事は平成8年3月に実施され、舗装体には温度センサーを表面から2cmと5cmの深さに設置し、横断凹凸量を測定するための基準ピンも各工区3測線設置している。さらに、冬期間の路面状況を観測するた

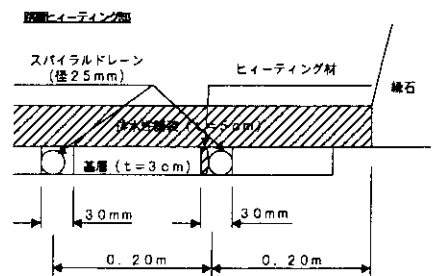
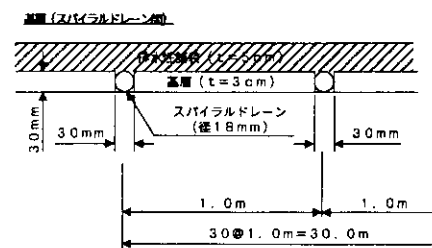
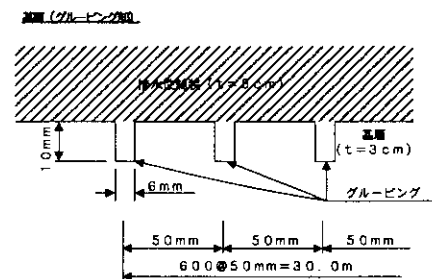


図-7 舗装断面図詳細図

めカメラを設置し、定時観測を行っている。

#### 4. 2. 追跡調査結果

試験施工後、10ヶ月（平成9年1月現在）しか経過していないため、長期的な判断はできないが、これまでの追跡調査結果から確認できたことについて中間報告する。

なお、施工8ヶ月後の平成8年11月現在の路面状況（降雪後、融けて湿潤状態）を写真-2に示す。これを見ると手前の一般舗装の路面は反射しているが、その奥は路面の水が排水され、反射がなく、排水性舗装が機能している状況が良く分かる。このことは、夜間に入ってから路面凍結の状態も少ないと思われる。



写真-2 路面状況（排水性舗装）

#### 4. 2. 1 配合、DS、空隙率

今回の試験施工では、室内試験の時と同じ2種類の粗骨材粒度の混合物で施工を行った。その配合と現場の切り取り供試体によるDS、空隙率の測定結果を表-3に示す。粗骨材粒度13~5mmは13~10mmに比べ、DSが低く（目標空隙率1,500よりは高い）、空隙率が大きい結果となった。このことは、過去の室内試験結果の「空隙率が大きいほど、DSは低い傾向にある。」ことと一致する。このような結果となった原因として、配合設計の違いや施工時の条件の違いなどが考えられるため、今後調査を行いたい。

表-3 配合と現場切り取り供試体試験結果

	粗骨材粒度		備考
	13~5mm	13~10mm	
粗骨材	80.5%	77.1%	小樽市産
粗砂	9.7%	13.1%	鶴川町産
石粉	5.1%	5.2%	
アスファルト量	4.7%	4.6%	高粘度改質アスファルト
DS	2,300	5,100	目標1,500
空隙率	26%	23%	目標23%

#### 4. 2. 2 騒音レベル、現場透水量

騒音低減機能及びその持続性を確認するため、施工前後の騒音レベルと現場透水量の変化について調査を行った。騒音レベルの測定は多数の交通が流れている状態で騒音を測定する実交通の騒音測定方法（JISZ8731）により普通騒音計を用いて行った。測定は道路敷地境界である歩道端において高さ1.2mの位置で測定した。現場透水量とは177cm<sup>2</sup>（試験器の面積）程度の舗装表面から舗装体内に400mlの水が流下する時間を測定し、その数値から15秒間に流下する水量を算出したものである。

粗骨材粒度の違いと基層の排水処理の有無による現場透水量の測定結果を表-4に、騒音レベル、現場透水量の測定結果を図-7に示す。

表-4 現場透水量

	粗粒材粒度				平均
	13-5	13-10	13-10	13-10	
基層	無処理	スパイラル ドレイン	無処理	ケルヒン ゲ	
春(H8/3)	1098	1065	1011	1006	1045
秋(H8/10)	326	436	360	471	398
秋/春	0.30	0.41	0.36	0.47	0.38

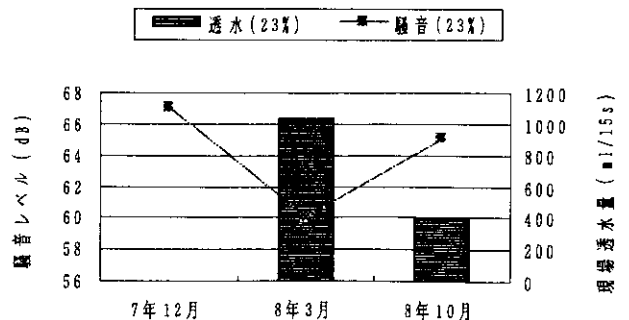


図-8 騒音レベルと現場透水量

騒音レベルについては、施工前 (H7/12)、施工直後 (H8/3)、施工7ヶ月後 (H8/10) に測定を行った。また、現場透水量については、施工直後 (H8/3)、施工7ヶ月後 (H8/10) に粗骨材粒度と基層の排水処理の有無による条件の違う4箇所の測定を行った。表-3に示すように、春と秋の現場透水量の比 (春/秋) から、基層に設置したグレーピングとスパイラルドレーンの排水処理はどちらも効果があるようだ。今後も経過を観察し続けたい。また、測定時の諸条件は多少異なっているものの、図-8に示すような騒音低減効果が確認されている。しかし、施工直後-7dBの効果をもっていたが、施工後7ヶ月後には、-2dBの効果に減少している。更に、現場透水量も1045ml/15sから398ml/15sに低減し、機能回復が必要な状態と思われる。

#### 4. 2. 3 横断凹凸量

排水性舗装の舗装体そのものの供用性が一般舗装に比べてどうかを把握するため、横断凹凸量調査による摩耗量及び流動量の調査を行った。比較のため、平成7年秋に施工した耐流動舗装箇所の測定も同時に行った。横断凹凸量は、車線両端 (横断方向) に埋設した2点の基準ピン間の横断波形 (10cm間隔に0.1mm単位での深さ) を計測し、舗設直後を基準として比較している。

平成8年5月から10月までの5ヶ月間における夏期の流動量の比較を行った。比較対象となる耐流動舗装は全道5建設部、14箇所で施工されており、それらの箇所での計測結果の平均値との比較を行った。その結果を表-5に示す。

表-5 横断凹凸量 (最大横断凹凸量の差) の比較

	耐流動舗装 (H7/10)	排水性舗装(H8/3)	
		13~5mm	13~10mm
平成8年5月	1.9mm	2.5mm	2.0mm
平成8年10月	3.6mm	3.8mm	2.8mm
横断凹凸量の差	1.7mm	1.3mm	0.8mm

耐流動舗装箇所は平成7年10月頃に施工され、平成8年5月の施工7ヶ月後の測定では平均1.9mm、排水性舗装は平成8年3月の施工後2ヶ月後の5月の測定では2.5mm、2.0mmであり、短期間にもかかわらず耐流動舗装と同程度の横断凹凸量となっている。これは、排水性舗装が高空隙であるため、初期の空隙つぶれによるものと思われる。

その後、平成8年10月の測定結果 (横断凹凸量の差) では、排水性舗装の方が小さい値を示している。特に、粗骨材粒度13-10は耐流動舗装の5割程度の横断凹凸量である。このことから、排水性舗装は耐流動舗装に比べ同一以上の耐流動性があると思われる。

#### 4. 2. 4 冬期路面

冬期路面に関する検証を行うため、路面にシャーベット状の状態を再現し、ダイナミック・フリクション・テスターによるすべり摩擦抵抗の試験を行った。その結果を表-6に示す。

表-6 冬期すべり摩擦抵抗 (DFテスター)

	排水性舗装 (13~5mm)		排水性舗装 (13~10mm)		一般舗装	
	気温	-7.0°C		-5.0°C		-6.0°C
路温	1.5°C	-2.3°C	1.5°C	-1.5°C	1.5°C	-0.7°C
路面状態	湿潤	シャーベット	湿潤	シャーベット	湿潤	シャーベット
すべり摩擦抵抗	0.79	0.70	0.82	0.70	0.57	0.47

これによると、排水性舗装は粗粒材粒度の違いによる、すべり摩擦抵抗の差は見られないようである。一般舗装に比べて、路面が湿潤及びシャーベット状態のいずれの場合も大きい値を示し、一般舗装に比べて大差はないようである。今後は、圧雪、アイスバーン等での測定も実施する予定である。

また、調査機会は少ないが、冬期路面観察による、明らかな違いは見られていない。

#### 5. まとめ

本研究は北海道における排水性舗装の適用について調査検討したものである。室内試験と試験施工後の追跡調査の結果、これまで明らかになったことを報告する。

室内試験の結果から、

- (1) 室内試験のうちチェーンラベリング試験の結果、耐摩耗性に劣ることが分かったが、適用する地域を選定することで対応が可能であると考えられる。ホイールトラッキング試験、凍結融解試験、トラバース試験の結果からは耐流動用混合物に比べ大差はなく、問題はない。

供用10ヶ月の試験施工の結果から、

- (2) 排水性舗装には騒音低減機能があるが、比較的早

期にその効果はうすれ、地域による違いは考えられるが、7～8ヶ月間程度が機能の発揮される期間と思われる。したがって、北海道における機能回復間隔については、冬期間雪に覆われることを考慮し、毎年春に行うのが最も効率の良い方法と思われる。

- (3) 一般国道274号札幌市の試験施工箇所は、騒音レベル、現場透水量から判断して、機能回復が必要な状態だと思われる。
- (4) 供用性については、横断凹凸量の追跡調査結果及び路面の剥離現象等の発生がないことから見ても、これまでのところ一般舗装に比べて大差はないと思われる。
- (5) 路面のすべり摩擦抵抗は湿潤及びシャーベット状態では一般路面に比べて若干だが優れていると思われる。

## 6. あとがき

自動車騒音対策としての排水性舗装（低騒音舗装）の利用とその効果については、研究段階から実用段階に入ったところであるが、北海道における排水性舗装は施工実績も少なく、不明な点が多い。

今回の報告は試験施工後、10ヶ月しか経過していないため、データ不足の面はあるものの、長期供用性を除いて目標空隙率23%の排水性舗装の北海道での適用が可能なことを確認できた。

しかし、オランダの Maarten.Noort が「Winter Maintenance on Porous Asphalt」の報告の中で、冬期間の排水性舗装のすべり摩擦抵抗の低下を問題視しているように、冬期路面に関する課題が解決されたわけではない。

今後は、長期供用性、冬期路面管理と適用可能地域の選定及び機能回復程度や費用を含めたトータルでの効果について研究を進めたい。

### 参考文献

- 1) ㈱日本道路協会：排水性舗装技術指針(案)、平成8年11月
- 2) 姥子恭好 他：高空隙排水性舗装の北海道での適用に関する室内試験について、土木学会第51回年次学術講演会論文集、平成8年9月
- 3) Maarten.Noort：Winter Maintenance on Porous Asphalt, Fourth International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, Transportation Research Board, 1996.8.



早坂 保則\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
研究員



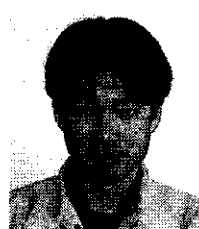
高橋 守人\*\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室長



姥子 恭好\*\*\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
室員



内藤 勲\*\*\*\*

札幌開発建設部  
札幌道路事務所  
維持課維持係