

# ポーラスコンクリートの積雪寒冷地での適用について

## —一般国道12号深川市現地追跡調査に関する考察—

(独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地技術推進室 ○佐藤 嘉昭  
(独)土木研究所 寒地土木研究所 耐寒材料チーム 田畑 浩太郎  
(独)土木研究所 寒地土木研究所 耐寒材料チーム 島多 昭典

道路の排水対策や交通騒音対策としてアスファルトを用いた排水性舗装が普及しているが、積雪寒冷環境下では除雪や冬期車両による表面摩耗・骨材飛散が大きな課題となっている。そこで、耐久性に優れたポーラスコンクリート（以下、POCと記す）を積雪寒冷地における排水性舗装に適用するため、既往の研究では室内試験や試験道路での試験施工によりプレキャストPOC舗装版の性能を検証してきた。

本論文では、供用中のバス停に設置したプレキャストPOC舗装版の経年変化を確認するために継続しておこなっている路面性状調査について、設置2年半後の調査結果を報告する。

キーワード：排水性舗装、ポーラスコンクリート、プレキャスト舗装版、長寿命化

### 1. はじめに

「ポーラス」とは空隙、多孔性のことを指し、透水性や吸音効果が高いという特徴がある。

近年、この特徴を路面の排水対策や道路交通騒音軽減効果として舗装技術に活用したものが、アスファルトを用いた排水性舗装であり、広く普及している。しかし、積雪寒冷地においては、タイヤチェーンや除雪車のブレード等による摩耗や骨材飛散が発生し、早期の機能低下が問題となっている。

一方、骨材の結合材としてセメントを用いたポーラスコンクリートは、アスファルトを用いた排水性舗装よりも耐久性に優れていることが既往の研究<sup>1)</sup>で報告されており、排水性舗装の耐久性を向上させ、長寿命化としての期待が高い。しかし、積雪寒冷環境下における機能については十分に検証されていなかった。

このため既往の研究<sup>2)3)</sup>において、室内試験による凍結融解作用下でのPOCの性能の検証を行い、その結果得られた配合データを元に、苫小牧寒地試験道路及び国道にてプレキャストPOC舗装版を設置し、性能試験を行ってきた。

本論では、国道のバス停に試験施工されたプレキャスト舗装版の耐久性や機能性に係る経年変化を確認するために進めている路面性状調査の、施工2年半後までの経過報告である。

### 2. 既往研究の成果

#### (1) POC舗装の配合の検討

POCを排水性舗装に適用する場合の配合や構造を確立するため、曲げ強度、透水量、骨材飛散抵抗性、すべり抵抗性の規定値(表-1参照)<sup>4)5)</sup>を満足する強度、構造、適用箇所を提案することを目的として、室内試験を行なった。また、アスファルト舗装との比較データ収集を目的に、据え切り試験による表面剥奪深さの測定も併せて行った。

積雪寒冷地という環境を考慮して、供試体に凍結融解試験を行い、凍結融解作用前後での性能の変化を検証した。その結果、以下の知見を得た。

- ・実空隙率が概ね16~20%の配合において、曲げ強度、透水量、骨材飛散、すべり抵抗の、排水性舗装として必要な規定値を満足した。
- ・粗骨材粒径が小さいほど、実際の空隙率が小さく出る傾向があり、その影響から透水性能は下がる傾向がみられた。
- ・吸音性能において、水セメント比W/C=21%の配合が有利な結果となった。
- ・据え切り抵抗に関しては、全ての空隙率においてアスファルト舗装よりも剥奪深さは小さくなり、コンクリートの有意性を確認した。また、空隙率と剥奪深さの関連性はみられなかった。
- ・凍結融解作用後、曲げ強度は規定値を著しく下回る結果となったが、他の性能は凍結融解作用後においても規定値を満足した。
- ・このことから、凍結融解作用後の曲げ強度対策を行うことで、積雪寒冷地においてもPOCを排水性舗装に適用することが可能であることを確認した。

表-1 室内試験調査項目と規定値<sup>4)5)</sup>

評価項目	規定値
曲げ強度	4.5N/mm <sup>2</sup> 以上
透水量	800ml/15sec以上
骨材飛散抵抗性	20%以下
すべり抵抗性	0.25μ以上

### (2) POC 舗装の構造の検討

室内試験結果をもとに、曲げ強度を満足させるために POC 版と鉄筋コンクリート（以下 RC）版の複合構造の検討を行った。また、コンクリート舗装を施工するときの問題である早期の交通開放や維持管理性を考慮してプレキャスト製品とした。

室内試験の結果<sup>3)</sup>から、セメントは早強ポルトランドセメント、粗骨材は 6号砕石を使用し、目標空隙率は 18%±2%、水セメント比は W/C=21%とした。また、継手部は、隙間や段差を生じさせないように荷重伝達率が高くプレキャスト版間を平面一体化構造とするコッター式継手を採用した。

圧縮強度試験の結果、複合構造の POC 舗装版において、設計基準強度 40N/mm<sup>2</sup> を満足しており、コンクリート版としての性能を満たしていることを確認した。

### (3) 苫小牧寒地試験道路での試験施工

室内試験では確認することができない現場における施工性の問題、及び現地ではできない耐久性の確認を行うため、平成 21 年 3 月に苫小牧寒地試験道路においてプレキャスト POC 舗装版の試験施工を行った。

設置直後から 2 年経過までの路面性状調査を行った結果を以下に示す。

- ・現場透水量は、設置直後と比べて 2 年経過後の値は僅かに減少したが、1,300ml/15sec を測定し、規定値となる 800ml/15sec<sup>4)</sup> を大きく上回る良好な値を示した。
- ・すべり摩擦係数やわだちぼれ量、平坦性、きめ深さなどの路面性状については、2 年経過後においても規定値<sup>4) 5)</sup> を満足していた。



図-1 一般国道 12 号深川市バス停車帯位置図

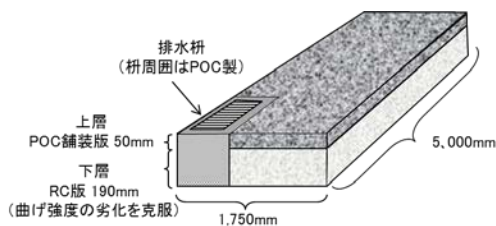


図-2 プレキャスト舗装版模式図

## 3. 供用中のバス停における路面性状調査

### (1) 設置概要

バス停車帯にプレキャスト POC 舗装版を設置し、実際に供用されている現場環境において耐久性や機能性等の経年変化を確認した。設置箇所及び舗装版の概要を以下に示す。

施工年月 : 平成 22 年 11 月  
 施工箇所 : 一般国道 12 号深川市バス停車帯部 (図-1 参照)

POC 舗装版 : プレキャストコンクリート舗装版  
 W=1,750mm, L=5,000mm,  
 T=240mm  
 (POC 部 t=50mm, RC 部 t=190mm)  
 POC 目標空隙率 18%  
 設置枚数 1 枚

現地気候条件 : 最寒月平均気温 (1 月) -7.7°C  
 最暖月平均気温 (8 月) 20.6°C  
 年平均気温 6.4°C  
 最深積雪平均 116.7cm

また、プレキャスト POC 舗装版からの排水は、通常の集水柵では水が遮断されてしまうため、POC 舗装版内の水がそのまま集水柵へ流れるように POC を使用した集水柵の上部柵を製造し、排水効率を上げる工夫を行った。舗装版と柵の設置のイメージを図-2 に、現場設置状況を写真-1 に示す。



写真-1 試験施工現場写真

表-2 現場試験調査項目と規定値

評価項目	測定方法	規定値
現場透水量	舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊] 「現場透水量試験方法」	800ml/15sec 以上
すべり抵抗性	舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊] 「回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数の測定方法」	0.25 μ 以上
わだちぼれ量	舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊] 「舗装路面のわだちぼれ量測定方法」のうち、横断プロファイルメータによる	40mm 以下
平坦性	舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊] 「舗装路面の平坦性測定方法」のうち、3m プロファイルメータによる方法	2.4mm 以下
きめ深さ	舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊] 「回転式きめ深さ測定装置を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法」	(排水性 As 舗装測定値) 1.58mm

## (2) 経年調査結果

路面性状調査の項目を表-2 に、調査箇所を図-3 に示す。調査は、施工直後（H22年11月）、4ヶ月後（H23年3月）、1年後（H23年11月）、2年半後（H24年6月）の4回実施した。

### a)現場透水量

現場透水量試験の結果を図-4に示す。施工直後と4ヶ月後においては、全ての調査箇所において透水量は良好な値を示した。しかし、1年後の測定では走行車線境界と排水柵境界において、規定値<sup>4)</sup>である800ml/15secを下回る結果となった。また、2年半後の測定では、中央部でも減少が見られたが、その一方で排水柵境界での透水機能の改善が見られた。縁石境界においては透水機能が長期間良好であった。

透水量が減少した原因としては、砂泥・粉塵等による空隙内部の目詰まりが考えられる。特にバス停付近では冬季のすべり止め材（砂）の散布が想定されるほか、周辺環境から碎石運搬車や農業用交通からの砂泥も想定される。また、排水柵境界の透水機能の回復については、雨水や融雪水などにより目詰まりが解消された可能性も考えられる。

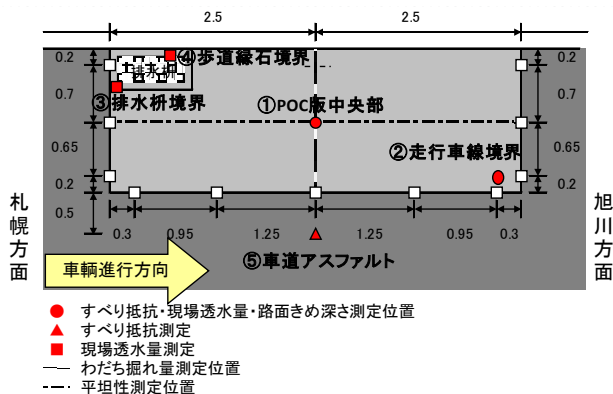


図-3 現地調査測定位置図

### b)すべり抵抗性

すべり摩擦係数の測定結果を図-5に示す。測定は、POC 舗装版の中央部及び走行車線境界部で実施し、全ての調査結果において規定値<sup>5)</sup>を満足するのを確認した。

POC 舗装版では、中央部、走行車線境界部ともに、施工直後から4ヶ月後にかけては大きく上昇、4ヶ月後から1年後にかけては減少、2年半後には再び上昇傾向を示した。上昇した原因として、凍結融解作用により表面ペーストが剥離して粗面になったことが考えられる。また、減少した理由としては、供用交通などで舗装表面が摩耗し凹凸が平滑化したためと考えられる。

### c)わだちぼれ量（横断起伏）

横断プロファイルメータによるわだちぼれ量測定結果を図-6に示す。グラフのピンクはPOC舗装版中央部、水色はPOC舗装版柵位置（路側帯端部）の結果である。施工開始から2年半の時点では、維持修繕判断基準値である40mm以下を十分に満たしていた。

POC 舗装版施工から1年後までは、測定値1mm以下と大きな変化はなかったが、2年半後に柵位置においてわだちぼれ量の著しい上昇が見られた。原因として、大型車両（バス）の輪荷重の影響が考えられる。

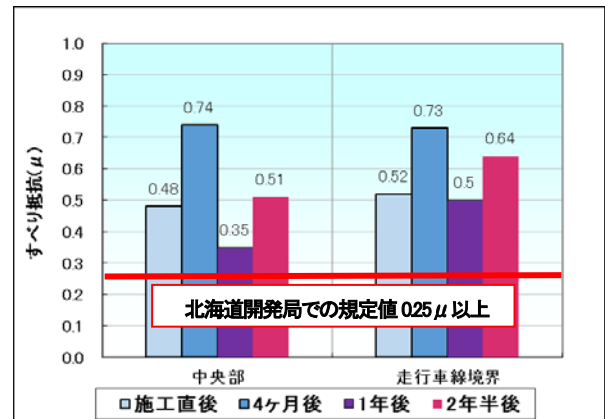


図-5 すべり摩擦係数測定結果

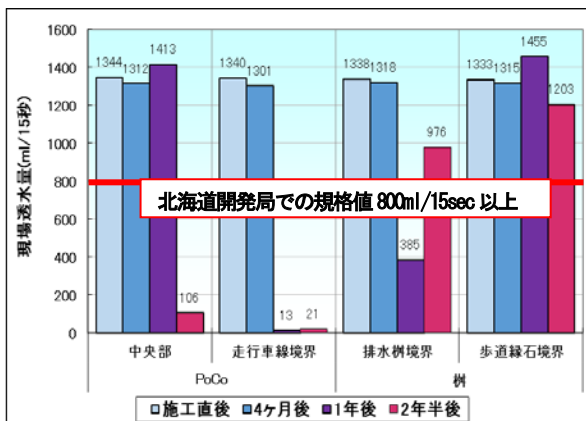


図-4 現場透水量試験結果

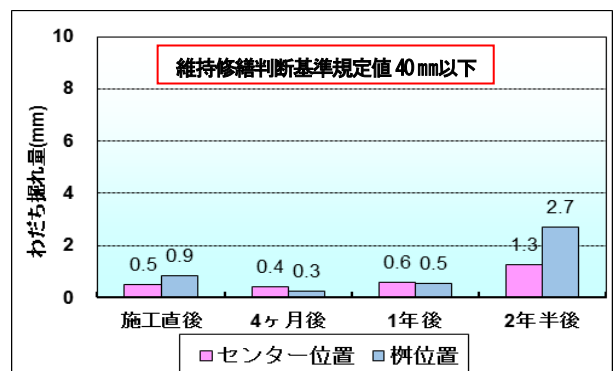


図-6 わだちぼれ測定結果

#### d)平坦性 (縦断起伏)

3m プロファイルメータによる平坦性 (凹凸量) 測定結果を図-7に示す。施工直後及び4ヶ月後では、測定値は2.14、2.05とやや大きめの値を示したが、1年後には1.27と減少した。しかし、2年半後の測定では2.39と再び大きな値となった。測定値が増加した原因としては、供用交通の影響が考えられる。測定値は北海道開発局の規定値<sup>5)</sup> 2.4mm以下を満足したが、比較的大きな値となった。

#### e)きめ深さ

回転式きめ深さ測定装置による測定結果を図-8に示す。経年的に見ると、中央部では施工直後から4ヶ月後にかけては1.37から1.68と大きな増加傾向があったが、その後1年後には1.50まで減少し、2年半後には1.57と大きな変化はなかった。走行車線境界では施工直後から1年後までは1.60、1.68、1.89と緩やかな増加傾向にあったが、2年半後には1.33と大きく減少した。きめ深さ増減の要因として、骨材飛散や砂泥・粉塵の目詰まりが考えられる。社団法人セメント協会が過去に実施した測定の一例では、排水性アスファルト舗装のきめ深さの測定値<sup>6)</sup> が1.58mmであることから、ほぼ同程度の結果になったといえる。

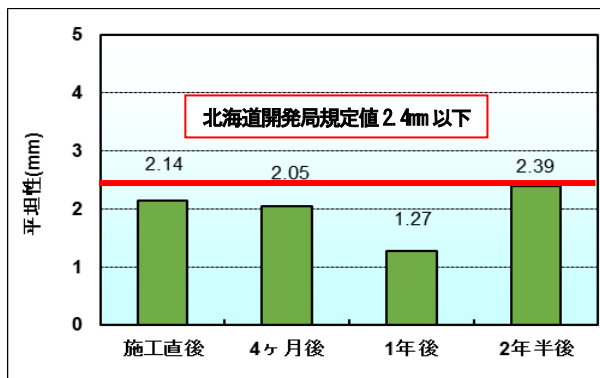


図-7 平坦性測定結果

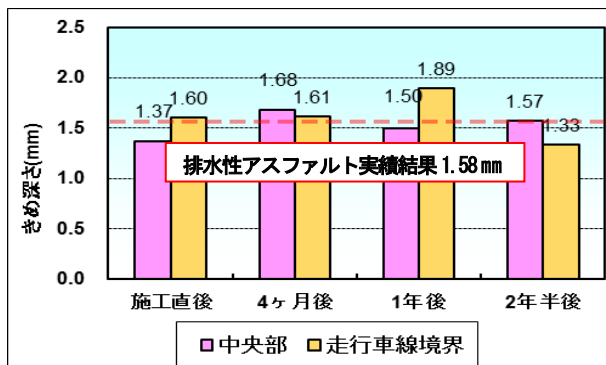


図-8 きめ深さ測定結果

#### 4. まとめ

本論文では、積雪寒冷地においてPOCを排水性舗装として用いることを目的として深川市のバス停車帯部に試験施工されたプレキャスト舗装版の、設置2年半後までの路面性状追跡調査結果を示した。その結果、以下のことを確認した。

- (1)透水性に関しては、設置1年後から一部箇所において機能低下が確認され、設置2年半後では走行車線境界部や中央部において大きな機能低下がみられた。その一方で歩道縁石境界部の透水機能は、全ての時期で良好であった。
- (2)すべり抵抗性については、時期による変化はあるものの、規定値を満たしていた。
- (3)わだちぼれ量や平坦性に関しては、施工2年半後の調査結果では著しい増加がみられた。わだちぼれ量に関しては北海道開発局規定値40mmを十分満足する値であったが、平坦性については同規定値2.4mmに近い値となった。
- (4)きめ深さに関しては、0.3~0.5mmの経年変化はあるが、排水性アスファルト舗装の実績値と同程度の値を示した。

実際に供用するバス停車帯部での路面性状追跡調査により、一部に機能低下などの傾向が確認された。しかしながら、POC舗装版が設置されてから未だ2年半しか経過していないことから、追跡調査を継続し、供用交通の影響や、季節による路面性状変化の影響についてデータを蓄積する必要がある。

謝辞：試験施工および調査に当たり、多大なるご協力を頂いた、札幌開発建設部道路維持課並びに深川道路事務所の関係各位に改めて感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 社団法人セメント協会；舗装技術専門委員会報告 R-11 舗装用ポーラスコンクリート共通試験結果報告、1999.10
- 2) 草間祥吾、内藤勲、吉田行；バス停車帯部に施工したプレキャストポーラスコンクリート舗装版の性能について、第54回北海道開発局技術研究発表会、2011.2
- 3) 田畑浩太郎、田口史雄、草間省吾；ポーラスコンクリートの積雪寒冷地での適用に関する研究、寒地土木研究所月報 No710、2012.7
- 4) 財団法人北海道開発協会；道路・河川工事仕様書 (平成23年度版)、2011.4
- 5) 社団法人日本道路協会；道路維持修繕要項、1978.7
- 6) 社団法人セメント協会；舗装技術専門委員会報告 R-17、2005.12