

平成22年度

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

寒地土木研究所 耐寒材料チーム ○草間 祥吾
内藤 勲
吉田 行

ポーラスコンクリート（以下：POC）を積雪寒冷地における排水性舗装に適用するため、過年度までに室内試験及び試験道路での試験施工を行い、耐久性や機能性等の確認を行ってきた。本報告は実用化を目指し、実際の交通状況での性能等の確認を行うため、供用中の道路のバス停車帯部に、プレキャスト POC 舗装版の試験施工を行い、施工性、耐久性、機能性等について評価を行った。さらに、POC を使用したプレキャスト集水上部柵（以下：POC 上部柵）も製造し、舗装版と同時に据え付けし、集水機能の確認を行った。その結果、プレキャスト POC 舗装版及び POC 上部柵の施工性、機能性、路面性状、騒音低減効果等を把握することができ、排水性舗装としての機能を満足することを確認した。

キーワード：ポーラスコンクリート、排水性舗装、プレキャスト舗装版

1. はじめに

道路交通騒音の軽減や路面の排水対策として、アスファルト（以下：As）を用いた排水性舗装が広く普及している。しかし、一般的に As 排水性舗装は、夏期に As の流動などによる目つぶれが起き易く、それに加え積雪寒冷地では、冬期にタイヤチェーンや除雪車のブレード等による骨材飛散や摩耗等により、早期の機能低下が問題となっている。このことから近年、高強度、高耐久、高機能な排水性舗装技術が求められている。

一方、結合材としてセメントを用いた POC は、As 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¹⁾で報告されており、積雪寒冷地において POC を排水性舗装に適用することで、排水性舗装の耐久性を向上させるものとして期待される。しかし、積雪寒冷環境下における POC 舗装の耐久性、排水機能や騒音低減効果の持続性等は十分に検討されていない。このため著者らは、POC を積雪寒冷地に適用するため、強度、耐久性、機能性を満足する配合や適用基準条件等を整理する研究を進めてきた。

これまでの研究^{2),3)}では、室内試験により、耐久性や機能性を満足する配合条件等について明らかにしてきた。さらに、室内試験では確認できない現地での施工性や耐久性、騒音低減効果を確認するため、平成 21 年に試験道路にて、プレキャスト POC 舗装版

（POC 版と鉄筋コンクリート版を一体化させたプレキャスト舗装版）の試験施工を行い、施工性と 1 年後までの耐久性や機能性等の確認を行ってきた⁴⁾。

本報告では、実際の道路における施工性、耐久性、機能性等の確認を行うため、新設されるバス停車帯にプレキャスト POC 舗装版を設置し、初期性能の確認を行った。また同時に、POC を使用した POC 上部柵の製造・設置を行い、排水機能の確認を行った。

2. プレキャスト POC 舗装版の現地試験施工の概要

交差点やバス停車帯は、発進や停止が多く、停車車輛の静止荷重が加わりやすいため、わだちぼれや骨材飛散が発生しやすい。また、交通安全上、交差点やバス停車帯の路面排水処理は重要であることから、As よりも耐久性の優れている POC を排水性舗装に適用することが望ましいと考えた。また、コンクリート舗装は養生期間が必要なため、施工後早期に交通開放ができないことから、プレキャスト POC 舗装版を製造することとした。H21 年に寒地土木研究所の施設である苫小牧寒地試験道路において行ったプレキャスト POC 舗装版の試験施工では、1 年後においても表面上変わりはなく、耐久性や機能性は排水性舗装としての規定値を満足していた⁴⁾（写真-1：苫小牧寒地試験道路での設置 1 年後の状況）。

この結果を踏まえ、今回、供用中の道路において新設されるバス停車帯への設置を行った。概要を以下に示す。

施工年月：平成 22 年 11 月
 施工箇所：国道 12 号 深川市 バス停車帯部
 設置版：プレキャスト POC 舗装版(写真-2)
 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
 設置柵：POC 集水柵 II 型 D 上部柵(写真-3)

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、柵を削孔し、ドレーンパイプ等でつなぐ必要があるが、POC 舗装版内の水がそのまま集水柵へ流れるよう POC を使用した集水柵の上部柵を製造し(写真-3)、排水効率を上げる工夫を行った。なお、この POC 上部柵の集水効果についても同時に確認を行った。舗装版と柵の設置のイメージを図-1 に示す。

3. プレキャスト POC 舗装版及び柵の現地への設置

(1) プレキャスト POC 舗装版及び柵の設置工程

図-2 に舗装構成図、写真-4 にプレキャスト POC 舗装版の設置の工程を示す。実際に行った設置手順の概要を以下に示す。

a) ビニールシート敷設(写真-4 ①)

プレキャスト POC 舗装版を設置するのに必要となる高さ(舗装版厚 240mm と裏込めグラウト厚 20mm を合わせた 260mm)を確保し、そこまで上層路盤を施工し、裏込めグラウトの地盤への水分浸透や充填性の向上のため、塩化ビニールシートを舗装版設置箇所に敷設した。

b) POC 上部柵の仮設置(写真-4 ②)

POC 上部柵をクレーンと人力により仮設置した。なお、設置位置の微調整はプレキャスト POC 舗装版設置後に行った。

c) プレキャスト POC 舗装版設置(写真-4 ③④)

プレキャスト POC 舗装版をクレーンを使用して設置した。舗装版設置位置の微調整は油圧ジャッキやバールを用いて行った。なお、今回の施工では施工箇所が重交通部であったため、すりつけ部の As 舗装の剥離防止のため、舗装版の前後にすりつけ版を設置した。

d) POC 上部柵の設置(写真-4 ④)

舗装版の設置に伴い、POC 上部柵の設置位置について微調整を行い、舗装版と上部柵の設置位置を確定



写真-1 苦小牧試験道路での設置 1 年後の状況



写真-2 プレキャスト POC 舗装版



写真-3 POC II 型 D 上部柵

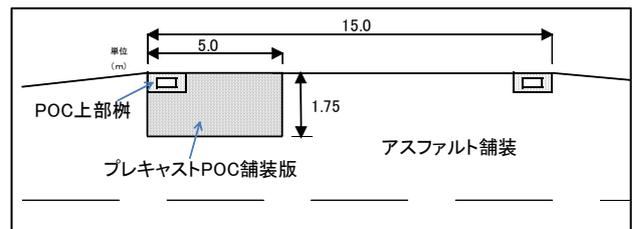


図-1 舗装版と柵の設置イメージ図

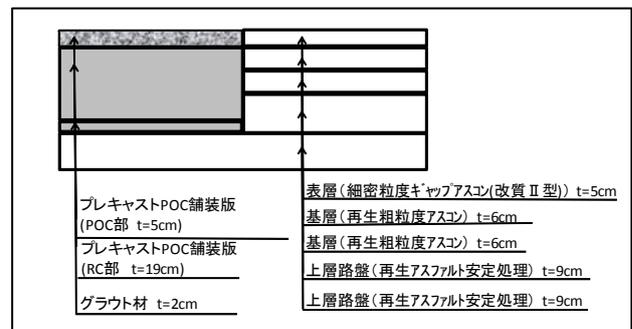


図-2 舗装構成図

させた。

e) 裏込・目地グラウト注入 (写真-4 ⑤)

速効性のグラウト材 (3 時間養生で 2N/mm² 以上の強度発現、コンシステンシー (JA ロート) 60 秒以下) をハンドミキサーで練混ぜ、裏込グラウト注入孔からプレキャスト POC 舗装版と路盤面の隙間 (裏込部) に充填した。この時、注入箇所は勾配の低い方より高い方へ順番に充填することで、途中に空隙を作らないように注意し、プレキャスト POC 舗装版の四隅に設けたグラウト確認孔からグラウトが十分に充填できているかを確認しながら注入作業を行った。なお、グラウト材がプレキャスト POC 舗装版の脇から流出しないように、予め下面に設置してあるビニルシートで版を下面から覆いガムテープ等で確実に固定した。

f) プレキャスト POC 舗装版と POC 上部柵の目地施工 (写真-4 ⑥)

舗装版と上部柵の目地部 (幅 1cm 程度、高さ 5cm) に、高さ 2cm の導水パイプを埋設し、その上 3cm に舗装版と同配合の POC を打設した。

g) プレキャスト POC 舗装版表面処理 (写真-4 ⑦)

プレキャスト POC 舗装版のグラウト注入孔を樹脂製の蓋で閉塞、グラウト確認孔を無収縮モルタルで充填し、舗装版の設置を完了した。

h) As 舗装部の施工・設置完了 (写真-4 ⑧)

プレキャスト POC 舗装版設置完了後、プレキャスト POC 舗装版の周りの上層路盤、基層、表層を施工し完了した。

(2) プレキャスト POC 舗装版設置時の注意点と課題

現地施工時の注意点としては、試験道路での試験施工時⁴⁾と同様、裏込めグラウト注入時にグラウト材の飛散によって POC の目詰まりが生じないように配慮すること、舗装版設置時や舗装版周囲の As 舗装時に、舗装版の角等が欠損しないように慎重な作業を行うことが必要である。

また、POC 上部柵の設置位置の微調整では、吊治具が側面部であったため、舗装版設置後は吊ることができなくなり、調整に時間を要した。さらに、舗装版と POC 上部柵の目地部の施工では、POC の現場練りを行い、約 1cm の目地溝に POC の空隙を確保するように慎重に打設したことから、完了までに時間を要した。今回のプレキャスト POC 舗装版と POC 上部柵の施工は、1 日での完了を予定していたが、POC 上部柵設置調整等に時間がかかり、完成に 2 日間を要した。このようなことから、今後は、POC 上部柵を設置調整し易く改良するか、もしくは、舗装版と上部柵を一体化させた形状を検討するなどの改善を行うことにより施工時間を短縮することができると思われる。

① ビニルシート敷設 ② 上部柵仮設置



③ 舗装版設置 ④ 舗装版・上部柵設置調整



⑤ 裏込・目地グラウト注入



⑥ 舗装版と柵部の目地施工



⑦ 表面処理



⑧ 設置完了

写真-4 プレキャスト POC 舗装版設置工程

4. プレキャスト POC 舗装版の性能の確認

(1) 調査項目

プレキャスト POC 舗装版の施工後の初期性能の確認を行うため、施工から約1週間後に各種性能調査を行った。また、比較のために As 舗装部の調査も行った。調査項目を表-1 に示す。各調査における具体的な調査箇所を図-3 に示す。

(2) 調査結果

a) 現場透水量

現場透水量試験結果を図-4 に示す。プレキャスト POC 舗装版の透水量は、北海道開発局の As 排水性舗装の規定値である 800ml/15sec を大きく上回り、良好な値を示した。POC 上部柵についても舗装版とほぼ同じ値となった。また、POC 上部柵の集水効果を確認するため、舗装版から連続して水を流した結果、POC 上部柵の空隙から柵内部に排水している状況が確認できたことから、POC 上部柵の有用性を確認することができた。

b) すべり抵抗性

DF テスタによるすべり摩擦係数測定結果を図-5 に示す。すべり摩擦係数は道路維持修繕要綱（社）日本道路協会）による維持修繕の判断基準とされている 0.25μ 以上を十分に満足する値であり、速度が

表-1 調査項目

試験項目	試験方法
ひび割れ・路面性状	舗装調査・試験法便覧[第1分冊]「舗装路面のひび割れ測定方法」
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プロフィールメータによる方法
すべり抵抗	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」
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」
わだち揺れ量	舗装調査・試験法便覧[第1分冊]「舗装路面のわだち揺れ量測定方法」のうち、横断プロフィールメータによる方法
きめ深さ測定	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」
目地の段差	舗装調査・試験法便覧[第1分冊]「舗装路面の段差の測定」
騒音	・JIS D 1024「自動車の車外騒音試験方法」のうち定常騒音試験方法 ・「タイヤ/路面騒音測定方法」で定常騒音試験方法

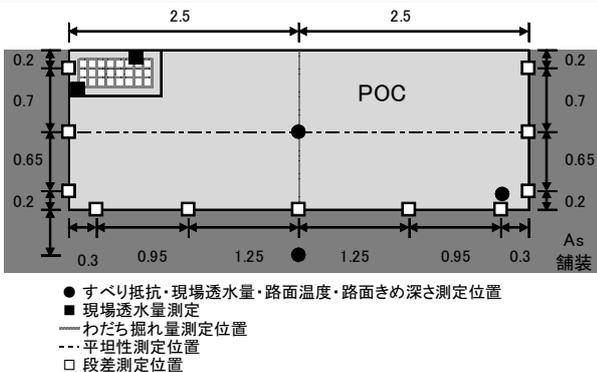


図-3 現地調査箇所図

速くなるほど、プレキャスト POC 舗装版のすべり摩擦係数は大きくなる傾向となった。舗装版の中央部と端部を比較すると、端部の方が値が大きくなった。これは後述するきめ深さの値の違いからこのような結果になったと考えられる。また、周囲の As 舗装部と比較すると、プレキャスト POC 舗装版の方が値が大きく、また速度が速くなるにつれ、値の差が大きくなる傾向がみられた。

c) わだち揺れ量

わだち揺れ量の調査結果を表-2 に示す。まだ車輛は走行していないため初期値となるが、測定値は 0.85mm（道路維持修繕要綱（社）日本道路協会）による維持修繕の判断基準値は 40mm 以下）であった。

d) 平坦性

平坦性の調査結果を表-2 に示す。プレキャスト POC 舗装版の平坦性の規定値は、北海道開発局におけるコンクリート舗装の規定値 2.4mm 以下を基準とした。測定値は 2.14mm であったことから、規定値以下

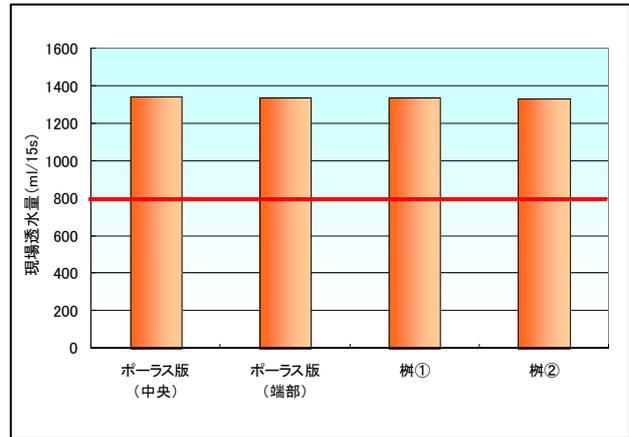


図-4 現場透水量試験結果

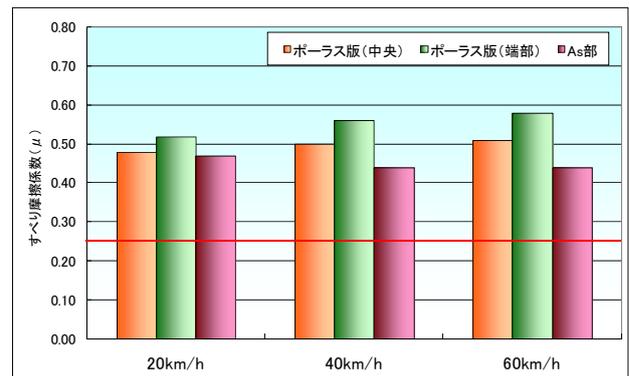


図-5 すべり抵抗性試験結果

表-2 路面性状測定結果

項目	今回の測定値	備考
わだち揺れ量 (mm)	0.85	40mm以下(維持修繕の判断基準値)
平坦性 (mm)	2.14	2.4mm以下(北海道開発局におけるコンクリート舗装)
きめ深さ[MPD] (mm)	中央部 1.37 端部 1.60	1.58mm (Asを用いた排水性舗装(10-20mm)の一例 ⁵⁾)

を満足していた。

e) きめ深さ

回転式きめ深さ測定装置を用いて測定したきめ深さ (MPD) の調査結果を表-2 に示す。測定値は中央部で 1.37mm、端部で 1.60mm であった。As 排水性舗装で過去に行った測定の一例⁵⁾においては 1.58mm であったことから、ほぼ同程度の結果となった。

f) As 舗装部との段差

プレキャスト POC 舗装版と As 舗装の境界部の段差量の測定結果を表-3 に示す。なお、段差量は図-3 に示した調査箇所において、縦断部は 5 箇所の平均値、横断部は起点側と終点側それぞれ 3 箇所での平均値とした。測定の結果、縦断部は 5.4mm、横断部の起点側で 5.7mm、終点側で 8.7mm As 舗装が高い結果となった。横断部の終点側が高くなったのは、縦断勾配が終点側に向って登りであるため、すりつけ勾配がさらにきつくなることから、すりつけ端部の舗装が難しかったためと考えられる。

h) 騒音

図-6 にタイヤ路面騒音測定によるタイヤ蹴り出し騒音の測定結果を示す。POC 部と As 部を比較すると、走行速度が速いほど約 1~3dB 低下する結果となった。プレキャスト POC 舗装版は走行速度が早くなるほど、騒音低減効果が高くなることが確認できた。

5. ライフサイクルコスト

プレキャスト POC 舗装版は、As 排水性舗装に比べ耐久性に優れているが費用は高いことから、維持修繕費を含めたライフサイクルコスト (以下: LCC) を算定し、優位性の検討を行った。今回の試験施工における費用と今後の修繕費用を想定し、As 排水性舗装との LCC を比較すると図-7 のようになった。なお、As 排水性舗装の修繕は切削オーバーレイとし、プレキャスト POC 舗装版の修繕は舗装版の取替え (撤去・設置) とした。修繕間隔は、既往の調査文献等^{6),7),8),9)}から、As 排水性舗装の一般部で約 6 年、交差点部等で約 3 年、プレキャスト POC 舗装版は約 27 年と仮定した。その結果、交差点部等において、約 10 年で POC が As 排水性舗装を逆転する結果となった。このことから、交差点やバス停車帯などの修繕頻度が多い箇所に排水性舗装を適用する場合、プレキャスト POC 舗装版の適用が有効であることがわかった。また、一般部では LCC がほぼ同等となることから、交通量が多く交通規制が困難で、修繕間隔を出来るだけ長くしたい都心部の道路などへの適用が有利になると思われる。

表-3 As 舗装部との段差量測定結果

	縦断部	横断部	
		起点側	終点側
段差量 (mm)	5.4	5.7	8.7

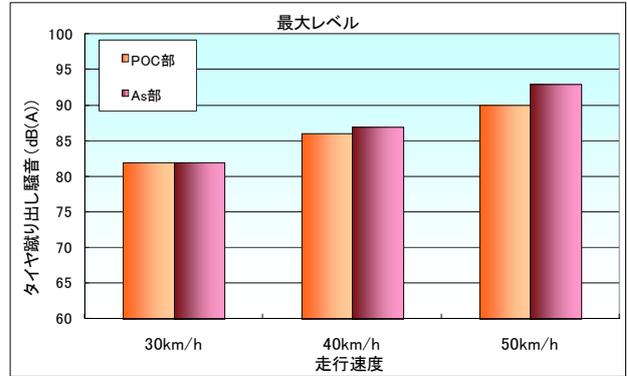


図-6 速度によるタイヤ蹴り出し騒音測定値

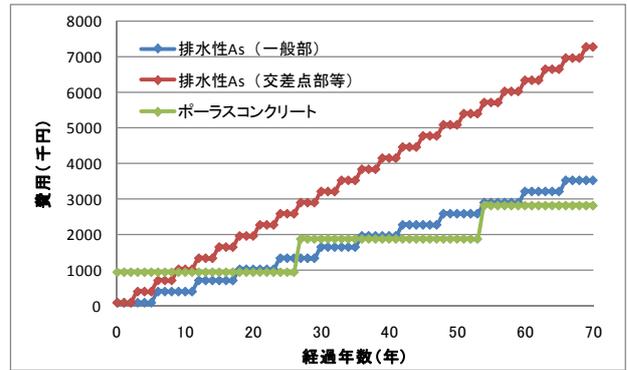


図-7 ライフサイクルコスト (今回の例)

6. まとめ

積雪寒冷地における POC 排水性舗装の適用性の確認を目的として、供用中のバス停車帯にプレキャスト POC 舗装版試験施工を行い、施工後の初期性能の確認を行った成果をまとめると以下ようになる。

- (1) 施工時の課題として、舗装版と上部柵の位置調整や目地部施工に時間を要したが、上部柵の設置調整が容易になる工夫や、舗装版と上部柵を一体化させた製品等を検討することにより、施工時間の短縮が可能になると思われる。
- (2) プレキャスト POC 舗装版の初期性能において、排水性舗装としての機能は十分満足している結果であった。また、As 舗装との比較では、すべり抵抗性は高く、騒音も低減される結果となった。

- (3) 舗装版からの排水が直接 POC 上部柵で集水できたことから、POC 上部柵の有用性を確認することができた。
- (4) 交差点やバス停車帯などの修繕頻度が多い箇所に排水性舗装を適用する場合、プレキャスト POC 舗装版の適用が有効である。

今回の試験施工の結果から、施工時に若干の課題はあるが、設置したプレキャスト POC 舗装版において、施工性、機能性等に特に大きな問題は生じなかったことから、供用中の道路に十分適用可能であることが確認できた。

7. 今後について

今回の試験施工により実用化の目処が立ったが、今後、耐久性や機能性の持続等の確認は必要である。今回の値を初期値として引き続き調査を行い、バス等の走行による路面性状への影響や、舗装版の耐久性、透水や騒音低減効果の持続性の確認等を行っていきたい。また、プレキャスト POC 舗装版は、流動等による目つぶれは発生しにくいことから、清掃による機能回復が期待できるため、機能回復性能の確認も行っていきたい。

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。

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、田口史雄、吉田行；騒音対策として用いられる排水性舗装へのポーラスコンクリートの適用性について、第 51 回北海道開発局技術研究発表会、2008. 2
- 3) 草間祥吾、吉田行、田口史雄；積雪寒冷地におけるポーラスコンクリートの排水性舗装への適用性について、第 52 回北海道開発局技術研究発表会、2009. 2
- 4) 草間祥吾、吉田行、田口史雄；試験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 53 回北海道開発局技術研究発表会、2010. 2
- 5) 保久原均、寺田剛；路面とすべりの関係、アスファルト Vol. 46 No. 214、2003
- 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
- 7) 須田幸彦、佐久間孝司、菅沼多恵；低騒音舗装の維持清掃方法に関する検討、舗装 2006. 10
- 8) 千葉学、田高淳、成田勇太；排水性舗装の機能低下要因と耐久性向上に関する検討、第 49 回北海道開発局技術研究発表会、2006. 27)
- 9) 国道 298 号排水性舗装打ち替え工事（埼玉県）、排水性舗装トップコート研究会トピックス、<http://www.haisuitop.com/topixtop.html>