

低温環境下の骨材飛散抵抗性を高めたポーラスアスファルト混合物

ニチレキ株式会社 東京支店 ○横島 健太
 〃 技術研究所 黄木 秀実
 首都高速道路株式会社 技術推進課 蔵治 賢太郎

1. はじめに

ポーラスアスファルト混合物(13) (以下, 従来型ポーラス) は, 一般的な密粒度アスファルト混合物(13) (以下, 密粒度(13)) と比較し, 排水による走行安全性の向上やタイヤ/路面騒音の低減など優れた機能性を有している。しかし, 骨材同士が点接着することで高い空隙率を有する構造であるため, 走行車両の衝撃などにより骨材飛散が発生しやすい。そのため, 寒冷地では, タイヤチェーンによる骨材飛散から面荒れやポットホール損傷が発生しやすい。

首都高速道路(株) (以下, 首都高) では, 「舗装設計施工要領(平成27年度版)」 から, トンネル部を除く標準舗装構成の表層材料として, 「小粒径ポーラスアスファルト混合物(5) (以下, 小粒径ポーラス)」を採用している。小粒径ポーラスの表面を写真-1に, 首都高の標準舗装構成を図-1に示す。小粒径ポーラスは, 従来型ポーラスの課題であった骨材飛散によるポットホール損傷の抑制を目的として開発された混合物である。この混合物は, 従来型ポーラスと比較して, 骨材飛散の抵抗性を大幅に向上させていることから, 寒冷地においても, 優れた骨材飛散抵抗性を発揮する可能性がある。

本稿では, 室内検討により低温環境下においても小粒径ポーラスが従来型ポーラスより高い耐久性を有することが検証できたため, その結果について報告する。

2. 小粒径ポーラスの概要

小粒径ポーラスの施工面積は, 平成29年12月時点で363千㎡に及んでおり, 従来型ポーラスと比較して早期破損や緊急補修の件数が少なく, 優れたタイヤ/路面騒音低減機能を発揮している¹⁾。

小粒径ポーラスと従来型ポーラスとの違いを表-1に示す。

- ・表層の施工厚を従来の40mmから30mmに変更したため, 骨材の最大粒径を5mmと小さく設定。
- ・従来型ポーラスよりも骨材飛散抵抗性を高めるため, 空隙率を17%と小さく設定。
- ・バインダには, 塑性変形抵抗性と骨材飛散抵抗性だけでなく, 鋼床版上における局部変形

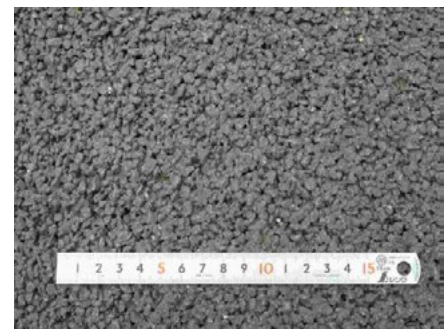


写真-1 小粒径ポーラス表面

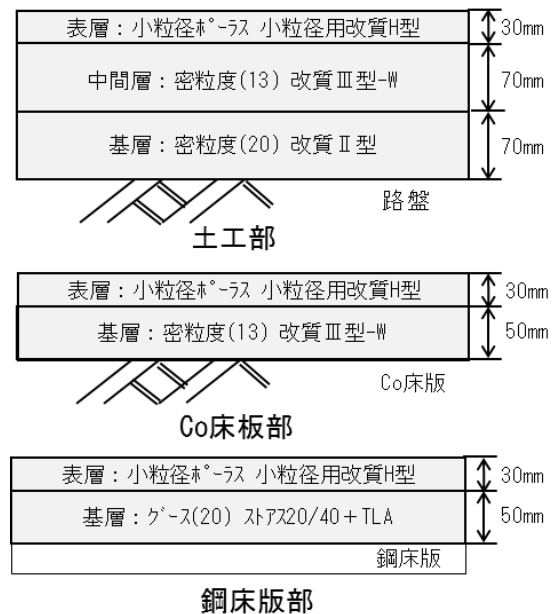


図-1 首都高の標準舗装構成

表-1 小粒径ポーラスと従来型ポーラスの比較

項目	従来型ポーラス	小粒径ポーラス
骨材の最大粒径 (mm)	13	5
空隙率 (%)	20	17
バインダ種類	ポリマー改質アスファルトH型	小粒径用ポリマー改質アスファルトH型

抵抗性を混合物に付与させるため、専用の「小粒径用ポリマー改質アスファルト改質 H 型（以下、小粒径用改質 H 型）」を採用。

小粒径用改質 H 型のバイнда性状と首都高の規格値を表-2 に示す。

表-2 バイнда性状と首都高の規格値

試験項目	小粒径用改質H型	首都高規格値	改質H型<参考>
針入度 (25℃) (1/10mm)	46	35以上	54
軟化点 (℃)	103	80.0以上	91
フラス脆化点 (℃)	-33	-20以上	-
引火点 (℃)	327	260以上	312
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.04	0.6以上	-0.03
薄膜加熱後針入度残留率 (%)	80.4	65以上	81.5
曲げ仕事量 (-20℃) (kPa)	1379	1000以上	-
曲げスティフネス (-20℃) (MPa)	55	100以下	-
せん断応力 (Pa)	1056	900以上	-
$G^* \sin \delta$ (kPa)	530	700以下	-
密度 (15℃) (g/cm ³)	1.029	報告	1.030

3. 寒冷地への適用を目指した検証項目

小粒径ポーラスを寒冷地へ適用する場合に必要な性能を以下に示す。

- ① 混合物が温度低下の影響を受けにくい
⇒混合物の敷均し時に温度低下しにくく、かつ締固め不足の影響を受けにくい。

- ② 骨材飛散抵抗性に優れる

⇒低温環境下においても、骨材飛散による損傷が生じにくい。

これらの性能について、下記の項目について検証した。

- ① 混合物の温度に着目した検証
- ・温度低下の速度（クーリングカーブ）の比較
 - ・締固め温度と骨材飛散抵抗性の関係
- ② 骨材飛散抵抗性に関する検証

4. 混合物の温度に着目した検証試験

4.1. 温度低下の速度の比較

(1) 使用材料

検討した混合物の種類を表-3 に示す。供試体厚さを、橋梁舗装における表層の一般的な舗装厚である 40mm で統一したものに加え、小粒径ポーラスについては、首都高の舗装厚である 30mm についても試験した。

(2) 評価方法

供試体作製および試験方法を以下に示す。

- 1) WT 作製用型枠を用い、型枠の内側の側面に木枠を設置し、表-3 に示す厚さで供試体を作製する。その際、混合物の温度を正確に把握するため、熱電対を供試体中心部に設置する。
- 2) 供試体を 170℃ で養生する。
- 3) 5℃ の環境室内で養生した密粒度 (13) t=50mm の上へ、供試体を図-2 のとおり設置する。
- 4) 混合物の内部温度を計測する。計測状況を写真-2 に示す。

(3) 評価結果

測定時間と混合物温度の関係を図-3 に示す。なお、供試体

表-3 検討した混合物種

混合物種類	供試体厚さ (mm)	バイнда種類
密粒度 (13)	40	改質 II 型
従来型ポーラス	40	改質 H 型
小粒径ポーラス	40	小粒径用改質 H 型
小粒径ポーラス	30	小粒径用改質 H 型

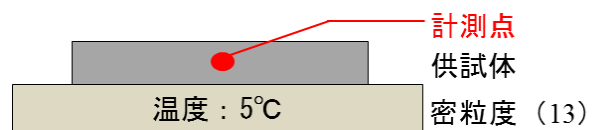


写真-2 計測状況

ごとに測定初期の温度が安定しないため、混合物温度が150℃に到達した時点測定時間0分とした。

- ・ t=40mm を比較すると、小粒径ポーラスは従来型ポーラスおよび密粒度（13）よりも温度低下速度が緩やかであり、小粒径ポーラスの60℃到達時間は従来型ポーラスの2倍であった。
- ・ 小粒径ポーラス t=30mm の場合、密粒度（13） t=40mm よりやや温度低下速度が速いものの、従来型ポーラスと比較すると60℃到達時間は従来型ポーラスの1.5倍であった。

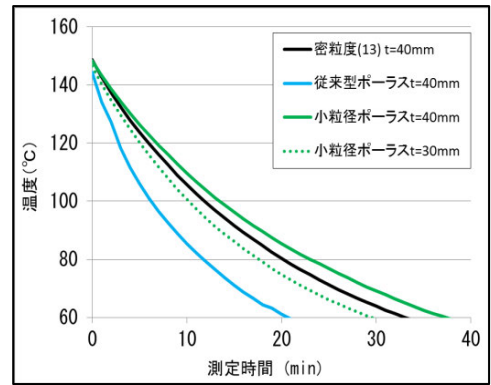


図-3 測定時間と混合物温度の関係

4. 2. 締固め温度と骨材飛散抵抗性の関係

(1) 使用材料

小粒径ポーラスおよび従来型ポーラスを対象とした。

(2) 評価方法

締固め温度を95～155℃の間で20℃ずつ変動させて作製した供試体のカンタブロ試験（-10, 20℃）を行い、締固め温度と骨材飛散抵抗性の関係の評価した。評価方法を表-4に示す。

(3) 評価結果

締固め温度と締固め度の関係を図-4に、締固め温度とカンタブロ損失率の関係を図-5に示す。

- ・ いずれの混合物においても、締固め温度の低下に伴って締固め度も低下する。この傾向は、従来型ポーラスよりも小粒径ポーラスの方が顕著であった。
- ・ -10, 20℃いずれの試験温度においても、小粒径ポーラスのカンタブロ損失率は従来型ポーラスより小さく、試験温度-10℃の小粒径ポーラスと試験温度20℃の従来型ポーラスのカンタブロ損失率が同程度の傾向を示した。
- ・ 小粒径ポーラスについては、締固め温度95℃、試験温度-10℃といった厳しい条件であっても、カンタブロ損失率が20%以下であった。

表-4 評価方法

項目	評価条件
締固め温度 (°C)	95, 115, 135, 155
試験方法	カンタブロ試験 舗装調査試験法便覧 B010

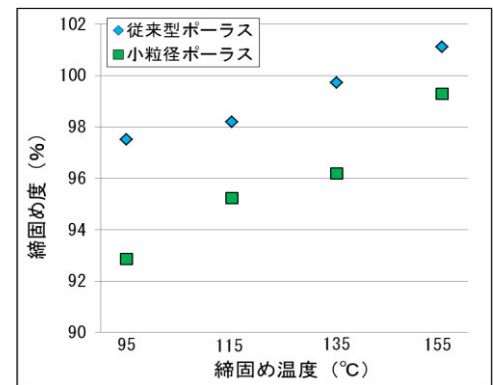


図-4 締固め温度と締固め度の関係

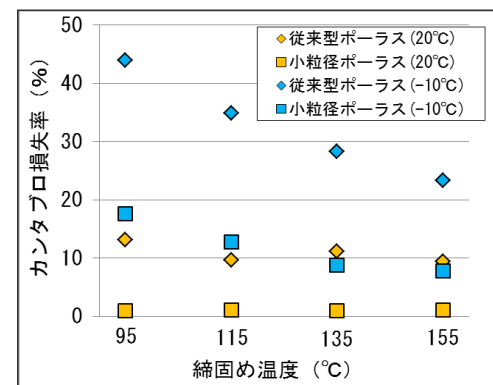


図-5 締固め温度とカンタブロ損失率の関係

5. 骨材飛散抵抗性に関する検証試験

5. 1. 使用材料

小粒径ポーラスおよび従来型ポーラスを対象とした。

5. 2. 評価方法

低温環境下のチェーン走行による骨材飛散抵抗性を評価するため、ラベリング試験を行った。また、高温環境下におけるタイヤのすえ切り、および交差点部などで

表-5 評価方法

試験項目	試験方法
ラベリング試験	舗装調査試験法便覧 B002
タイヤすえ切り試験	首都高舗装設計施工要領 1.5.5
回転WT試験	表-6に示す

発生するせん断負荷に対する骨材飛散抵抗性を評価するため、タイヤすえ切り試験と回転ホイールトラッキング試験（以下、回転 WT 試験）を実施した。それぞれの評価方法を表-5 に示す。回転 WT 試験は、ねじり骨材飛散試験機を用いて行った。荷重条件は WT 試験の荷重である 686N の 2 倍である 1372N とし、供試体が 10mm 沈下するまでの時間を測定した。回転 WT 試験の試験条件を表-6 に示す。

5.3. 評価結果

ラベリング試験、タイヤすえ切り試験およびねじり骨材試験の結果を図-6~8 に示す。

- ・小粒径ポーラスのすり減り量は、従来型ポーラスの 1/2 程度であった。
- ・小粒径ポーラスのすえ切り飛散量は、従来型ポーラスの 1/3 程度であった。
- ・小粒径ポーラスの 10mm 沈下までの時間は、従来型ポーラスの 2 倍程度であった。

6. まとめ

小粒径ポーラスの性能をまとめると以下のとおりとなる。

- ・低温環境下においても密粒度と同レベルであり、従来型ポーラスの 2 倍程度も冷めにくい。
- ・締め温度が低下した場合においても、従来型ポーラスと比べて骨材飛散抵抗性に優れる。
- ・低温および高温のいずれの温度域においても従来型ポーラスと比較して、高い骨材飛散抵抗性を発揮する。

以上より、小粒径ポーラスは、低温環境下においても温度低下による施工不良が起こりにくく、骨材飛散による損傷を抑制できる混合物であるといえる。

7. おわりに

本検討結果より、小粒径ポーラスが従来型ポーラスよりも優れた性能を発揮することが示された。このことから、小粒径ポーラスは寒冷地の実道においても、骨材飛散による早期損傷を抑制できる可能性が高い。

今後は、寒冷地でこの混合物を採択して頂き、その供用性を評価したいと考える。

【参考文献】

- 1) 細木, 横島, 蔵治: ポーラスアスファルト舗装を長寿命化するバインダの開発, 改質アスファルト, 第 47 号, 2016.7, pp4-10

表-6 回転 WT 試験の試験条件

項目	試験条件
試験温度 (°C)	60
載荷荷重 (N)	1372
走行半径 (cm)	10
タイヤ種類	ソリッドタイヤ

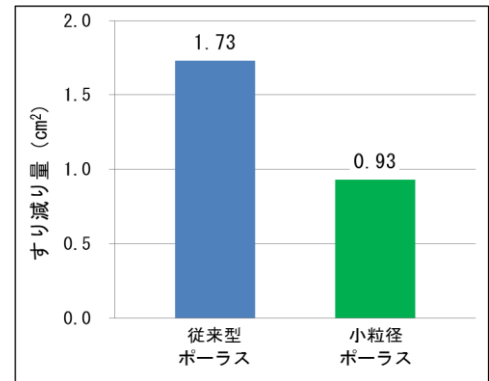


図-6 ラベリング試験結果

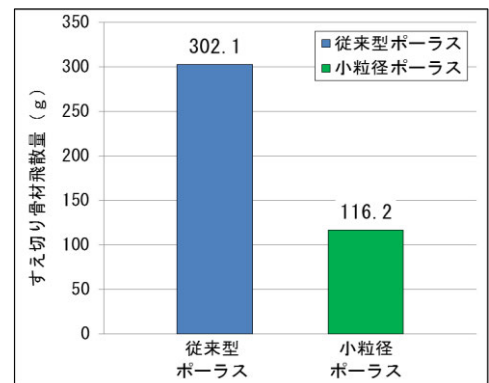


図-7 タイヤすえ切り試験結果

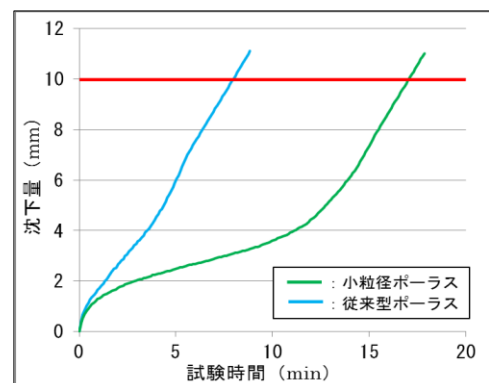


図-8 回転 WT 試験結果