

排水性舗装の交差点部における 骨材飛散対策についての一考察

上杉直樹¹・水野雅夫²・岡崎真二³

¹正会員 修(工) 横浜市 道路局 道路部 維持課 (〒231-0017 横浜市中区港町1-1)

E-mail : na00-uesugi@city.yokohama.jp

²非会員 横浜市 西区 西土木事務所 (〒220-0055 横浜市西区浜松町12-6)

³非会員 東亜道路工業株式会社 関東支社 横浜工場 (〒232-0033 横浜市南区中村町5-318)

横浜市では、平成8年度より本格導入した排水性舗装の交差点部に、車両タイヤのねじれ応力によって骨材飛散が発生してしまった。このことから、各種骨材飛散対策について機能性、骨材飛散抑制効果、経済性、環境性を考慮してねじれ抵抗性改善型ポリマー改質アスファルトH型を使用したポーラスアスファルト混合物を選出し材料規格を設定した。この選定した骨材飛散対策を平成13年度より試験的に導入し、最大で3年の供用期間が経過した平成16年度に追跡調査を実施した。追跡調査の結果、人力舗設施工箇所および施工ジョイント部に骨材飛散が発生しているものの概ね健全な状態であることを確認した。

Key Words : low-noise pavement, porous asphalt pavement, aggregate stripping, torsional resistance

1. はじめに

排水性舗装は、1987年に東京都の環状7号線において初めて採用されて以来、雨天時の水はね、スモーク現象およびハイドロプレーニング現象などの抑制によって車両走行の安全性が確保できること、および道路騒音またはヒートアイランド現象などの環境負荷を軽減する作用があることなどの様々な機能性が注目され年々施工実績が増加してきている^{1), 2), 3)}。また、平成13年4月に改定された道路構造令の政令第23条(舗装)において、『第3項第4種の道路(トンネルを除く。)の舗装は、当該道路の存する地域、沿道の土地利用及び自動車の交通の状況を勘案して必要がある場合においては、雨水を道路の路面下に円滑に浸透させ、かつ、道路騒音の発生を減少させることができる構造とするものとする。ただし、道路の構造、気象状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、この限りではない。』⁴⁾と明記され、政令においても間接的に道路に排水性舗装を適用することを推進している。

国道43号線(神戸～大阪)訴訟の最高裁判決(平成7年7月)で、自動車に起因する騒音・排気ガス等の被害について道路の公共性および必要性を考えても、道路の設置・管理に瑕疵があるとされたことを受け、横浜市では、平成8年度から排水性舗装を本格導入した。

横浜市内において、その時点でこれらに該当する道路は、20～30km程度あると判断された。そこで、夜間騒音が要請限度を超えている区間、沿道に住居が連たんしている、あるいは連たんすると予想される区間を主要な対象箇所に設定して、その当時において騒音低減効果を期待して最も多く適用されていた最大粒径13mmのポーラスアスファルト混合物をその対応策として採用した。

本格導入から9年が経過した排水性舗装は、平成16年度末現在で約660,000m²の実施面積を有しているものの、導入直後から種々の問題を抱えながら対応しているのが現状である。その中で最大の問題であったのが、交差点部等の特殊な車両荷重が加わる箇所、中でも特に大型車交通量が多い箇所において、写真-1に示すような骨材飛散が発生したことである。



写真-1 骨材飛散状況

このような骨材飛散の問題は、当初の目的である騒音低減効果はもちろんのこと、車両走行安全性に影響を及ぼしてしまったことである。横浜市において、道路を安全かつ快適に保つ維持管理は、業務として中枢を成すものであるため、排水性舗装に発生した骨材飛散対策を検討し、実施しなければならない。

本論文は、①横浜市で実施した骨材飛散対策の検討結果、②選定した骨材飛散対策の材料規格を検討した結果、③選定した骨材飛散対策を横浜市内で試験導入した効果について追跡調査によって確認した結果について示したものである。

2. 横浜市における骨材飛散対策検討

排水性舗装の表層部に使用されるポーラスアスファルト混合物（ポーラスアスコンと略称）は、粗骨材を80%前後配合した開粒度型の混合物であり、十分に締固められた状態でも密粒度アスファルト混合物と異なり、粗骨材の噛み合わせは近接するが点接着になる。このためポーラスアスコンは、高空隙率が確保され、この空隙によって排水・騒音低減機能を有する特徴がある反面、垂直方向からの応力（車両荷重）は荷重分散などの効果によって高い耐久性を示すが（耐流動性が大きくなるが）、水平方向からの応力（タイヤねじれ等）には弱い（骨材飛散抵抗性が小さい）特徴がある⁹⁾。このことから交差点付近などに適用した排水性舗装には、骨材飛散が発生してしまうことがわかっている^{9) 7)}。

そこで、様々な排水性舗装の骨材飛散対策について、民間業者から様々な資料を収集して検討を行った。

(1) 骨材飛散対策工法の選出

骨材飛散対策の様々な収集資料から、排水性舗装の骨材飛散抑制工法には様々なものが提案され、実施されていることがわかった。

横浜市では、排水性舗装の導入時である平成8年度から、市としての一つの見解を出した平成13年度までに行った各種の対策工法について、資料や見積の徴収を始めとして、実際の施工から様々な評価を行い、下記に示すa)、b)、c)、d)、e)の5つの工法を選出した。

各工法の特徴を以下に示す。

- a) 骨材飛散の発生が予測される箇所の表層アスコンをポーラスアスコンから密粒度アスコン（ポリマー改質アスファルトⅡ型使用）に換える対策^{9) 7)}。

骨材飛散抑制に最も効果を発揮し、コストの面からみても優れている反面、舗装面の一連性が損なわれ、排水・騒音低減機能が無くなってしまふ。

- b) ポーラスアスコンの空隙率を17%に低下させて耐久性の向上を行う対策^{9) 7)}。

排水性舗装の最大の特長である騒音低減と排水機能がある程度維持し、骨材飛散抑制効果もある程度向上し、コストの面でも通常用いられる空隙率20%の場合と際違った違いはない。しかし、主な対象箇所としている重交通路線などにおいては、骨材飛散が発生する懸念が残る。

- c) ポーラスアスコンにエポキシアスファルトを使用する対策⁹⁾。

非常に高いコストはかかるが、反応系エポキシ樹脂の強固な硬化によって、機能性を確保しながら高い骨材飛散抑制効果を発揮する。しかしながら、反応系のエポキシ樹脂を使用しているため作業性の確保が難しくなる。

また、硬化後加熱しても再融解することが無いため、将来的な補修で発生する切削廃材のリサイクルに懸念が生じるほかに、供用期間中にもなだらかに反応が進行し、ガラスのように固くなり、ひび割れの発生が生じる可能性がある。

- d) 排水性舗装表面にトップコート樹脂をコーティングして表面強化する対策^{9) 10)}。

昨今において、広く適用されている工法で、大きな機能性の低下が起こることなく高い骨材飛散抑制効果を発揮する。また、各種顔料を添加し色彩豊かな景観舗装も出来る。しかしながら、舗設施工と同時にには行えないため、別規制で行う必要があり、作業性に関しても、基本的に手作業で実施するため、施工後の養生を含めて施工能率が落ちてしまうことから、非常に高価な工法になってしまう。また、舗装表面に樹脂コーティングがされているため将来的な補修で発生する切削廃材のリサイクルに懸念が生じる。

- e) ポーラスアスコンにねじれ抵抗性改善型のポリマー改質アスファルトH型を使用する対策¹¹⁾。

一般的に出荷されているポーラスアスコンのアスファルトにねじれ抵抗性改善型のポリマー改質アスファルトH型を置き換えて適用するだけで、機能性を確保しながら高い骨材飛散抑制効果が発揮できる。しかも、骨材飛散抑制効果および耐流動性を示すと共に、ある程度（ポリマー改質アスファルトⅡ型を使用した密粒度アスファルト混合物と同程度）のたわみ追従性も確保できる。

しかし、コスト面では通常のポーラスアスコンより高価になるが上記c)、d)の工法と比較すると安価ではある。

また、一般的なポーラスアスコンと見た目も施工方法も変わらないが、ある一定温度を低下すると急激に施工性が低下するため、温度などの施工管理を通常より厳しく行う必要がある。

(2) 骨材飛散対策の選定

上述したとおり各工法においては、利点と難点があるため、横浜市としての見解を出すにあたって、機能性

(騒音低減効果ならびに排水機能)，骨材飛散抑制効果，経済性，環境性について評価を行った。

a) 機能性

横浜市における排水性舗装に対するスタンスは，前述のとおり，沿道住民の騒音を軽減させることを目的としている．このため，他の自治体でも行っている表層アスコンをポラスアスコンから密粒度アスコンに換える対策a)は，多くの報告¹²⁾にあるように騒音低減効果が期待できないため，骨材飛散対策の選定から除外した。

その他の工法については，技術資料および文献¹²⁾などから騒音低減効果が期待できることを確認した。

排水機能については，舗装試験法便覧に示される定水位透水試験によって，通常の排水性舗装の規格である $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 以上の透水係数を確保されていることを基準として評価した．排水機能の評価結果を図-2に示す。

各工法の排水機能は，空隙率を17%に低下させたポラスアスコンを使用する対策b)において若干の機能低下が見られるが，すべての対策において基準を満足することがわかる。

b) 骨材飛散抑制効果

排水性舗装の骨材飛散の評価は，現在その再現試験方法が確立していないため，ねじれ改善ポラスアスコンを適用する対策 e)に示していたネジレ抵抗性試験機（回転ホイールトラッキング試験機）を用いて実施した。

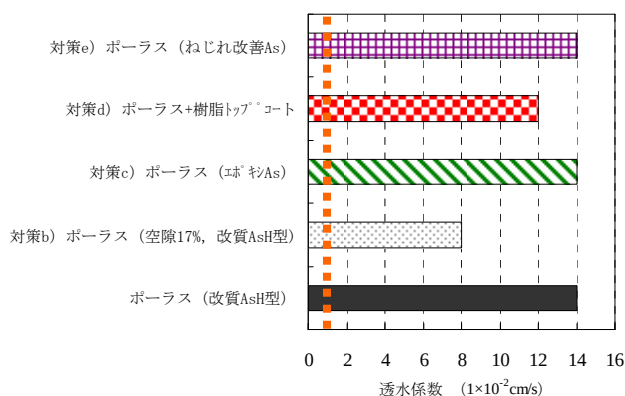


図-2 定水位透水試験結果

表-1 ネジレ抵抗性試験条件

試験条件		仕様
使用タイヤ	形式	ソリッドタイヤ
	寸法	200mm×50mm (直径×幅)
	ゴム硬度	JIS 硬度 78 (60℃)
接地圧 (载荷荷重)		0.63MPa (686 N)
回転回数 (時間)		1,260 回 (120 分)
回転半径		5.7cm (タイヤの中心に対して)
試験温度		60℃
測定項目 (最小変位量 1/10mm)		1 回転時に 90°毎に定点で 4 箇所およびその他 43 箇所任意に変位量 (mm) を測定。

ネジレ抵抗性試験は，表-1 に示す試験条件を用いて，図-3 に示すような試験機で実施した。

表-1に示す試験条件において，試験温度，载荷荷重，タイヤ形状については，ホイールトラッキング試験と同じものを適用した．また，ポラスアスコンの骨材飛散抵抗性に大きく影響する回転半径は，一般的に使用する機関が多い回転半径10cmで実施するのではなく，現実の骨材飛散現象に近く，また，厳しい条件で各骨材飛散対策を比較検討できるような回転半径に設定した。

回転半径は，大型車両が静止した状態でハンドルを回したとき（車両タイヤによるすえ切り）に排水性舗装の骨材飛散が最も大きく発生する知見から，10tダンプに荷物を満載し，静止した状態でハンドルを回す実試験から見出した．実試験によるすえ切り痕は，平均直径22.8cmの円となり，最も大きく骨材飛散が発生したのは円の中心部で，骨材飛散が少なかったのは円の外周部であった。

このことから，図-4に示すようにタイヤの中心からタイヤの端部である半径11.4cmで発生するすえ切りを平均的に評価するため，ネジレ抵抗性試験機の回転半径は，その中央値である5.7cmに設定した。

機能性の評価において選出された各工法について，ネジレ抵抗性試験を実施した。

このとき，排水性舗装の骨材飛散は筆者らの調査によって舗設直後に多く発生していることが確認されていることから，トップコート樹脂をポラスアスコン表面にコ

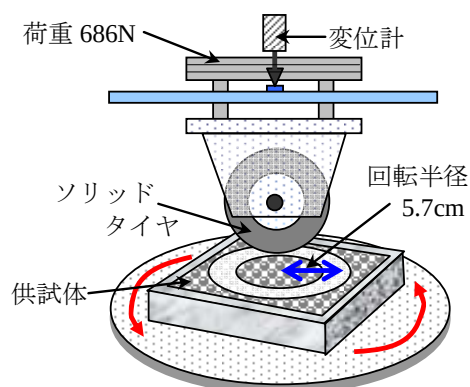


図-3 ネジレ抵抗性試験機

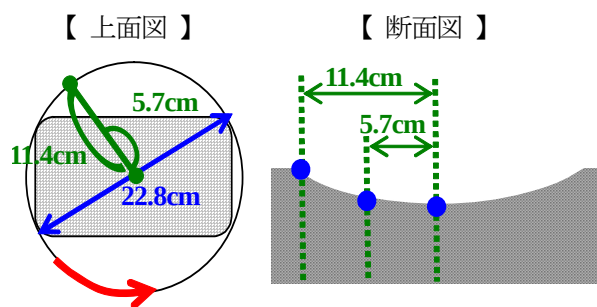


図-4 大型車両前輪のすえ切りモデル

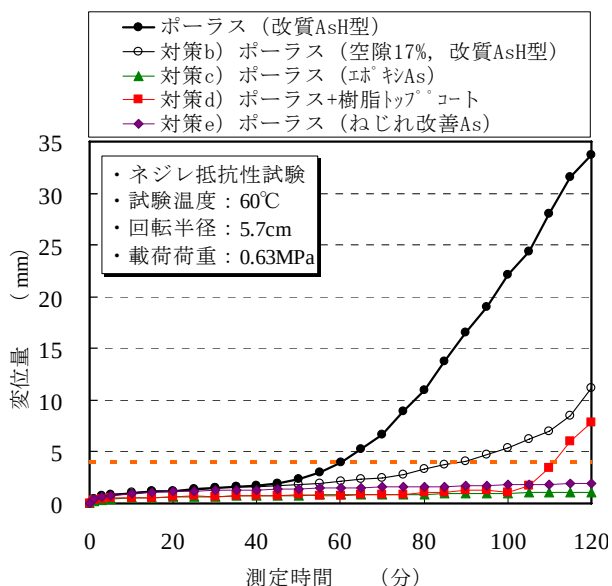


図-5 ネジレ抵抗性試験結果

ーティングする対策d) 以外は、供試体作製後50℃に低下した時点で60℃に設定された試験機に設置して、5時間養生後にネジレ抵抗性試験を実施した。尚、対策d)は、供試体作製後24時間室温で冷却した後にトップコート樹脂を塗膜させ、硬化を確認した後に直ちに60℃に設定された試験機に設置して、5時間養生後に試験を実施した。

各対策のネジレ抵抗性試験結果を図-5に示す。

ネジレ抵抗性試験の目標値は、筆者らの排水性舗装の路面観察によって、隣接する3つの粗骨材のうち1つが飛散している状態、つまり1m²において1/3程度骨材飛散が発生していると、何らかの補修を行ったほうが良いと判断されたことから、ネジレ抵抗性試験において骨材が1層すべて飛散してしまった状態の変位量が骨材の最大粒径である13mmであると仮定して、その1/3に骨材飛散が発生すると計測される変位量が13÷3=4mmとなることから、選定基準を120分試験後の最終平均変位量4mm以下とした。

図-5の結果から、各対策の中で目標最終平均変位量4mmを満足したのは、エポキシアスファルトをポーラスアスコンに使用する対策c)とねじれ改善ポーラスアスコンを適用する対策e)であった。トップコート樹脂をポーラスアスコン表面にコーティングする対策d)は、最終平均変位量が目標値をオーバーしてしまうものの、測定時間100分までは良好な骨材飛散抑制効果を発揮していたことから暫定的に選定対象として残した。空隙率を17%に低下させたポーラスアスコンを適用する対策b)は、目標とした最終平均変位量を大きく上回ったことから選定対象外とした。

c) 経済性

前選定項目によって選択された工法について、既設交

差点部に施工することを考慮してと集めたm²当りの見積もりを基にイニシャルコストのみを単純に評価した結果、以下に示すような順列になる。

【コスト小】対策e) < 対策d) < 対策c) 【コスト大】

また、経済性を評価する上でイニシャルコストでは計れない、工事を実施することによって発生する経済損失も考慮する必要がある。これは、横浜市で骨材飛散対策が必要な対象箇所は、日常的に渋滞が発生している箇所が数多くあること、コンビニエンスストアや大型ショッピングセンターのような店舗および工場や輸送のための配送センター、さらにはマンション等の住居まで様々な沿線利用者が多い幹線道路であることから、工事を実施することによって発生する経済損失も考慮する必要があると判断されたためである。

この視点で経済性を評価すると、排水性舗装の舗設工事の他に別途工事を実施しなくてはならない対策d)は、他の工法より経済損失が多くなると判断できる。

これらから、トップコート樹脂をポーラスアスコン表面にコーティングする対策d)を選定対象外とした。

エポキシアスファルトをポーラスアスコンに適用する対策c)は、イニシャルコストは高いが大きな骨材飛散抑制効果を示すことから暫定的に選定対象として残した。

d) 環境性

横浜市では、ゴミの減量・リサイクルにより、環境への負荷を低減する「循環型社会」の形成に積極的に取り組んでいる。産業廃棄物に対しては、減量化・資源化・適正処理を進め、特定建設資材のさらなるリサイクル（建設リサイクル法の円滑な運営）を推進している。

排水性舗装の機能回復や補修を目的に行う維持修繕工事では、ポーラスアスコン廃材が発生する。しかしながら、現在各機関での研究^{13), 14), 15)}によりポーラスアスコンのリサイクルは、ある程度の方法が確立されている。

前記事項までの検討で選出された対策c), e)に関してリサイクル性について検討した。

エポキシアスファルトを使用したポーラスアスコンを適用する対策c)は、反応系の樹脂をアスファルトに使用しているため、硬化したものを再加熱しても溶解する可能性が少ないことから昨今の研究^{13), 14), 15)}で示されているポーラスアスコンの再生利用は難しいと判断して選定対象外とした。

ねじれ改善ポーラスアスコンを適用する対策e)は、使用される材料に熱可塑性の改質材を使用していることから、リサイクルが可能であると判断した。

(3) 骨材飛散対策方法の選定結果

選出した骨材飛散対策について前記a), b), c), d)に示した機能性、骨材飛散抑制効果、経済性、環境性の各

項目において消去法で評価を行った結果、最も有効な対策としてねじれ改善ポーラスアスコンを適用する対策e)を選択した。

3. ねじれ改善ポーラスアスコンの材料規格設定

骨材飛散対策検討の結果、ねじれ改善ポーラスアスコンを適用する対策が選択された。しかしながら、既往の研究¹⁶⁾ ¹⁷⁾からもわかるように、ポーラスアスコンは、骨材の材質、配合、粒度によって大きく耐久性が異なってくることで、およびねじれ改善ポーラスアスコンを骨材飛散対策として適用するには、横浜市として材料規格を示す必要があるため、混合物配合を変化させたねじれ改善ポーラスアスコンの物性変化について確認した。

現在横浜市内に適用されているポーラスアスコンの粗骨材は、事前審査書類を確認した結果そのほとんどが硬質砂岩を使用していることがわかった。しかしながら、室内配合試験で求めた混合物粒度をプラント配合に修正するときに、3ビン (13~5mm) , 1ビン (2.5~0mm) , フィラー (石灰岩石粉) を使用したプラント配合にするものと、このほかに2ビン (5~2.5mm) も使用したプラント配合にするものがあることがわかった。

そこで、2ビン配合量の違いによって、ねじれ改善ポーラスアスコンの耐久性がどのように変化するかについて確認し、要求される骨材飛散抑制効果を発揮できる材料規格を見出す検討を行った。

表-2 配合変化させたねじれ改善ポーラスアスコンの諸物性

2ビン配合量 (%)	アスファルト量 (%)	マーシャル試験			定水位 透水係数 (1×10^{-2} cm/sec)
		安定度		フロー値	
		標準 (kN)	残留安定度 (%)	標準 (1/100cm)	
0.0	4.8	7.38	81.6	29	12.8
2.0	4.9	7.93	86.6	27	11.9
6.5	5.0	8.42	89.4	26	10.4
11.5	5.1	7.72	91.3	27	9.3

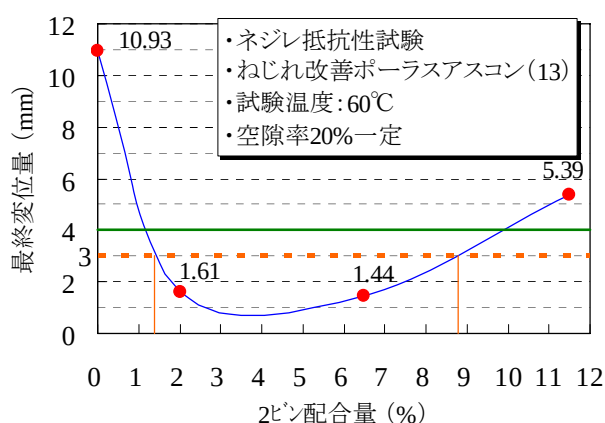


図-6 ネジレ抵抗性試験結果

3ビン分と置換えて2ビン混入量を変化させたねじれ改善ポーラスアスコンについて、ネジレ抵抗性試験、マーシャル試験、ホイールトラッキング試験、定水位透水試験を実施した結果について表-2、図-6、図-7、図-8に示す。

これらの結果より、ねじれ改善ポーラスアスコンは、2ビン配合量が増加すると共に排水機能が徐々に低下するものの、骨材飛散対策の機能性選定で設定した 1×10^{-2} cm/s以上をすべて満足していることがわかる。

ネジレ抵抗性試験によって評価した骨材飛散抑制効果は、2ビン配合量が0%になると判断基準とした最終平均変位量4mmを大きく上回り、2ビン配合量が10%以上多くなっても判断基準をわずかながら上回ってしまうことがわかった。

マーシャル安定度試験は、ネジレ抵抗性試験のような測定値の変動が大きく現れなかったが、2ビン配合量と安定度の関係はネジレ抵抗性試験の結果と同様な傾向を示すことがわかった。

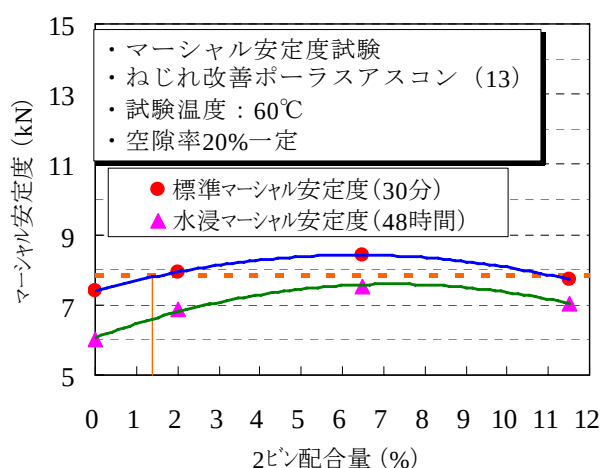


図-7 マーシャル試験結果

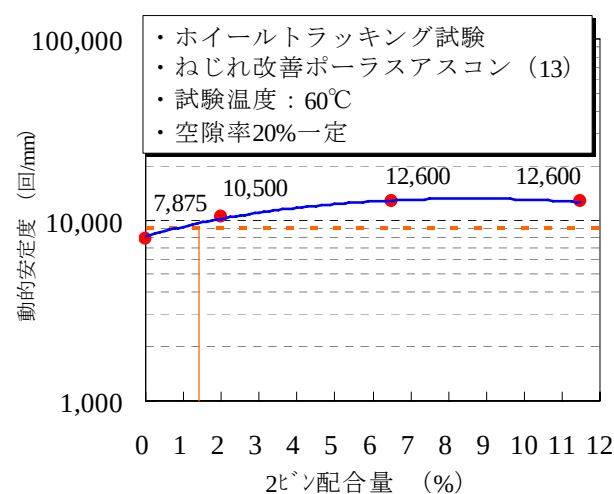


図-8 ホイールトラッキング試験結果

表-3 ねじれ改善ポーラスアスコンの材料規格

試験名	試験規格	試験方法
定水位透水試験	透水係数 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上	舗装試験法便覧 に準拠
ネジレ抵抗性試験	最終平均変位量 3mm以下	本論文に示す試 験方法に準拠
マーシャル試験	安定度 7.8kN以上	舗装試験法便覧 に準拠
ホイール トラッキング試験	動的安定度 9,000回/mm以上	舗装試験法便覧 に準拠

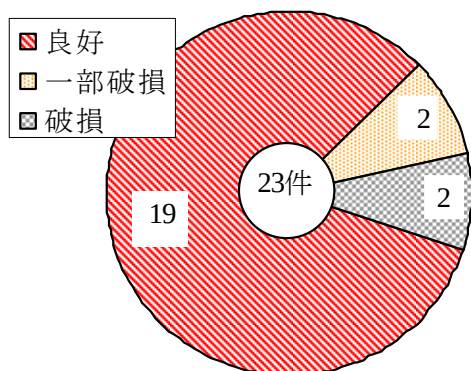


図-9 舗装の路面状況

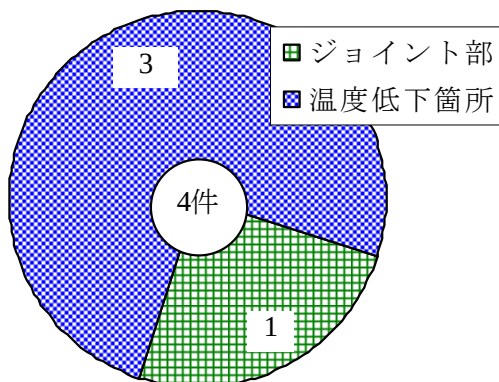


図-10 破損発生箇所の要因内訳

ホイールトラッキング試験によって測定された動的安定度（DS：回/mm）は、マーシャル試験と同様に測定値に大きな変動はなかったが、2ビン配合量が増加すると共に動的安定度も向上することがわかった。

横浜市におけるねじれ改善ポーラスアスコンの材料規格は、定水位透水試験、ネジレ抵抗性試験、マーシャル試験、ホイールトラッキング試験の測定値が表-3に示す基準を満足するものと定めた。

表-3に示す定水位透水試験の規格は、骨材飛散対策の選定で定めた値をそのまま適用したものである。ネジレ抵抗性試験の規格は、ねじれ改善ポーラスアスコンの製造時および施工時に各種要因によって骨材飛散抑制効果

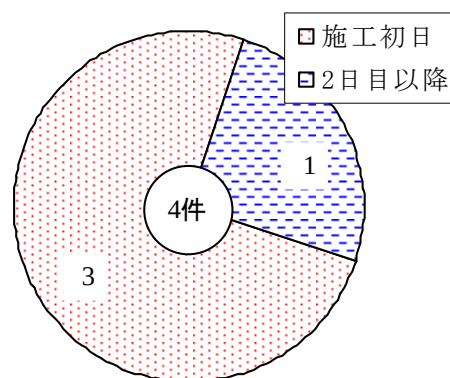


図-11 破損発生箇所の施工日

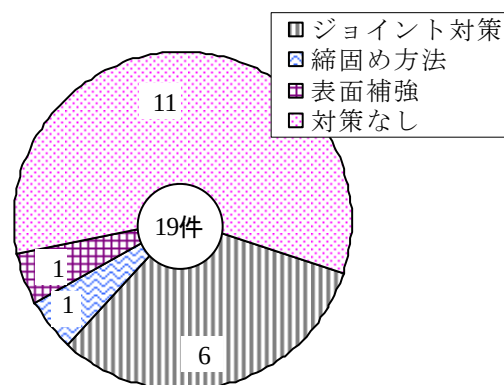


図-12 良好箇所の対策内訳

が低下する恐れがあること、既設供用路線に適用するには骨材飛散発生による車両走行安全性低下のリスクを軽減する必要があることから、骨材飛散対策の選定で定めた4mmから厳しい規格に定めるため1mm減じた3mmを適用した。

上記のように厳しく定めたネジレ抵抗性試験の規格を満足する2ビン配合量は1.4%から8.8%の範囲となることから、その他の試験規格は、排水機能を考慮して2ビン配合量が1.4%のときの測定値を適用した。

4. ねじれ改善ポーラスアスコンの追跡調査

排水性舗装の骨材飛散対策として選定し、材料規格を定めたねじれ改善ポーラスアスコンは、平成13年度より横浜市内で試験導入を開始して最大で3年の供用期間を得ている。横浜市では、この骨材飛散抑制効果を検証するため、交通量および交通条件の異なる23箇所を選定し、現況調査を実施した。選定した調査箇所における骨材飛散の評価は、目視観察によって以下に示す3段階でおこなった。

- ・良好：施工区間において骨材飛散、わだち掘れおよびひび割れなど目立つ破損が観察されない状態。

- ・一部破損：施工区間全体は、概ね良好だが施工面積の1/10に骨材飛散が発生している状態。
- ・破 損：施工区間の1/2に骨材飛散が観察された状態。

選定した調査箇所と現況状態の分析結果を図-9、図-10、図-11、図-12に示す。

横浜市において適用したねじれ改善ポーラスアスコンは、19/23件が現在も良好な状態を保っているが、一部破損および破損も4/23件が発生していることが分かる。

4/23件発生している一部破損および破損箇所について分析すると、図-10に示すように、重機による合材敷設が難しいため人力施工によって施工した箇所および交差点内部の困難な施工のため転圧までに時間が空いてしまった箇所のように、転圧時に合材温度が低下してしまった部分が3/4件であることがわかる。

しかしながら、このような箇所の締固め度は、管理基準である96%以上を満足していた。

また、このような箇所の骨材飛散に伴う舗装表面の荒れは、供用初期に発生しているが、その後は破損の進行が落ち着き、破損箇所の拡大やポットホールに至る大きな破損への進行が観察されなかった。

このことから骨材飛散抑制効果は、合材温度が十分確保した状態で舗設することが非常に重要な要素になることがわかる。

その他の破損箇所の1/4件は、主に施工ジョイント部に発生していた。

また、一部破損および破損が発生している箇所を分析すると、図-11に示すように、ねじれ改善ポーラスアスコンを始めて取り扱う施工初日に3/4件発生していることがわかる。これは、ねじれ改善ポーラスアスコンが、通常のポーラスアスコンと見た目がほとんど変わらないため、その取り扱い方法に戸惑いが生じたことが要因だと判断できる。

健全状態を維持している19/23件の良好箇所を分析すると、図-12に示すように、施工ジョイント部の設置位置やジョイント補強などの対策をした箇所が6/19件、温度が確保された状態で敷設や締固め施工できるように工夫した箇所が1/19件、人力施工箇所など舗装表面が粗くなった箇所に特殊乳剤¹⁸⁾ ¹⁹⁾を散布して表面強化した箇所が1/19件であった。この中で最も多いジョイント部の対策は、各舗装業者が、通常のアスファルト舗装と同様に施工ジョイント部が弱いことを経験的に把握していたため、監督員と協議して自主的に実施することが多かった。

健全な状態を維持している箇所の中で、特別なことを行わず一般のポーラスアスコンと同様に施工した箇所については、ねじれ改善ポーラスアスコンの材料特性について、事前に関連業者と綿密な打ち合わせを実施してい

たことが、良好な結果として現れたと判断できる。

以上に示した追跡調査の結果から、横浜市で試験導入したねじれ改善ポーラスアスコンは、室内検討で確認された大きな骨材飛散抑制効果が概ね発揮されているものの、次に示すような問題もあると判断できる。

- ① ねじれ改善ポーラスアスコンが、通常のポーラスアスコンと見た目がほとんど変わらないため、その取り扱い方法に戸惑いが生じる。
- ② 交通規制の関係や施工箇所の形状が複雑であることに起因して、必然的に発生してしまう人力施工箇所または転圧までに時間が掛かってしまった箇所の合材温度低下の問題。
- ③ 供用路線の交差点部分では、交通規制の関係で分割施工が多くなるため、部分的な骨材飛散現象が観察された施工ジョイント部が多くなる問題。

5. まとめ

横浜市で導入した排水性舗装の交差点部に骨材飛散が発生したことから対策検討を行った。

この対策検討によって、一般の排水性舗装と同等の機能性、環境性を保持したまま高い骨材飛散抑制効果を示し、且つある程度の経済性が確保されるねじれ改善ポーラスアスコンを選定した。

この選定材料を横浜市内に適用するため、配合の異なるねじれ改善ポーラスアスコンについて物性試験を実施し、表-3に示される材料規定を設定することができた。

このように選定したねじれ改善ポーラスアスコンを施工した箇所の追跡調査の結果、概ね室内試験で確認された骨材飛散抑制効果が発揮されているものの、アスファルト舗装特有の問題もあることが確認できた。

本論文の一連の検討および調査によって得られた知見をまとめると以下のとおりである。

- ① 骨材飛散対策の検討で見出したネジレ抵抗性試験方法は、表-1で示す試験条件で実施すれば、骨材飛散対策の選定を行うのに有効な手段である。
- ② ポーラスアスコンの骨材飛散抵抗性は、使用アスファルトだけではなく混合物配合にも影響する。骨材飛散抑制効果に優れた配合は、硬質砂岩を用いたプラント配合において、2ビン配合割合が4%程度(14~88%の間)である。
- ③ 表-3に示す材料規定を満足する舗装材料を適用すれば、現況路線の骨材飛散対策として有効である。
- ④ ねじれ改善ポーラスアスコンを骨材飛散対策として適用する場合、事前に綿密な協議を行う必要がある。
- ⑤ ねじれ改善ポーラスアスコンを適用した骨材飛散対策は、締固め度が施工管理基準である96%以上を

確保されていても、人力施工によって部分的に急速な温度低下が混合物に発生した場合、舗装表面に骨材飛散が発生してしまう。

- ⑥ ねじれ改善ポーラスアスコンを使用しても、車両軌跡部に施工ジョイントがある場合、何らかの補強を行わなければ骨材飛散が発生してしまう。

6. おわりに

本論文に示したように、排水性舗装の骨材飛散対策は、横浜市としてある程度の確立した見解がなされたと判断できる。

今後、追跡調査によって浮き彫りになった問題点の検証を行い、一歩進んだ骨材飛散対策を確立して適用拡大を検討していく所存である。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：排水性舗装技術指針（案），pp.1, 1996.
- 2) 山田優，舗装工学委員会：今舗装に求められるもの～交通そして水・音・熱へ，pp.1-15, 2003.
- 3) 押野康夫：都市環境改善に向けた道路・舗装の新たな取り組み（6.自動車，タイヤ，道路の騒音対策の複合効果），舗装 39-6, pp.22-25, 2004.
- 4) 社団法人 日本道路協会：舗装の構造に関する技術基準・同解説，pp.25, 2001.
- 5) 建設図書：第8巻舗装技術の質疑応答，pp.252-257, 2005.
- 6) 峰岸順一，高橋光彦：低騒音舗装の骨材飛散の実態と骨材飛散抵抗性評価方法の検討，舗装 38-5, pp.3-7, 2003.
- 7) 村山雅人：排水性舗装の骨材飛散の実態とその対策，舗装 38-12, pp.18-21, 2003.
- 8) 稲葉行則，高山昌大，石川健：エポキシアスファルトを用いた排水性舗装の物性と施工事例，舗装 36-10, pp.20-27, 2001.
- 9) 橋本修治，光安正純，橋本啓三郎：排水性トップコート工法の概要と適用事例，舗装 36-10, pp.10-14, 2001.
- 10) 原富雄，島原辰利，松野晃：透水性レジンモルタルシステム工法（PRMS）による排水性舗装表面の補強，舗装 36-10, pp.15-19, 2001.
- 11) 北村一男，前田利明，村山雅人：09201 ネジレ抵抗性改善高粘度改質アスファルトの開発，第25回日本道路会議，pp.402-403, 2003.
- 12) 財団法人建設物価調査会：低騒音舗装の概要，pp.33, 2005.
- 13) 村山雅人，菅野宏，川口洋：排水性アスファルト混合物の再生利用に有効な改質添加材の検討，舗装 39-2, pp.9-15, 2004.
- 14) 貫井武：排水性混合物発生材の再生技術の検討，アスファルト合材 No.70, pp.5-16, 2004.
- 15) 本松資朗：高機能舗装のプラント再生に関する研究，アスファルト合材 No.69, pp.4-11, 2004.
- 16) 本松資朗，高原健吾：高機能舗装混合物における骨材粒度の最適化手法の確立に関する検討，土木学会第58回年次学術講演会，pp.1325-1326, 2003.
- 17) 北野隆弘，河野俊助：高機能舗装の耐久性向上検討，舗装 39-9, pp.6-8, 2004.
- 18) 遠藤孝司，後藤雅明，樋口貴裕：9118 ディストリビュータ車で散布する排水性舗装の保護強化材料について，第24回日本道路会議，pp.236-237, 2001.
- 19) 田中敏弘：駐車場における高機能舗装の骨材飛散対策について，舗装 39-7, pp.6-7, 2004.

STUDY ON MEASURE FOR AGGREGATE STRIPPING OF POROUS ASPHALT PAVEMENT AT INTERSECTION

Naoki UESUGI, Masao MIZUNO and Shinji OKASAKI

Porous asphalt pavement has been fully introduced in Yokohama City since 1996, however, the aggregate stripping due to torsional stress from the tire is observed at intersection. To restrain this damage, new porous asphalt mixture is selected for mix design, using modified asphalt with high viscosity and torsional resistance, considering functionality, stripping restraining effect, economic and environmental impact. This selected asphalt mixture has been applied on the site experimentally since 2001, and follow-up survey was conducted in 2004 to review three years in service. As a result of this follow-up survey, the condition of pavement is generally sound though some aggregate stripping was observed at the place by manual work and at the pavement joint.