排水性混合物のせん断疲労抵抗性に関する検討

日本舗道㈱技術研究所　正会員　○渡貫辰彦
同　正会員　向後憲一
同　フェロー会員　井上武美

まえがき

大型車交通量の多い交差点や民地乗り入れなど荷重が特殊となる箇所に排水性アスファルト舗装（以下、排水性舗装）を適用する場合、骨材の飛散が問題となることが多く、舗設後短期間に発生することもある[1)]。排水性舗装の骨材飛散は、積雪寒冷地でのタイヤチェーンの打撃によるものを除けば、水平方向のせん断力やねじり荷重などの特殊な荷重条件によるものであると考えられる[2)]。

既報[3)]では、空隙率やバインダーの種類が異なる排水性アスファルト混合物（以下、排水性混合物）について特殊な荷重条件に対する抵抗特性を検討し、高性能なバインダーの選択や樹脂コーティングなどが骨材飛散抵抗性の改善に有効であることを確認している。しかしながら、示した改善策が想定される荷重に対しどの程度の効果があるかの定量的な評価は行っていない。

本報告では、排水性混合物の骨材飛散抵抗性を水平方向のせん断力による繰返しせん断試験により評価し、表層混合物層内に作用するせん断応力の試算例との比較から、骨材飛散に対する改善策とその効果について検討した。

１．混合物の配合

試験に使用した混合物は空隙率 20%の排水性混合物であり、その配合および粒度を表－１に示す。なお、バインダーはストレートアスファルト 60／80（以下、ストアス）、改質アスファルトⅡ型（以下、改質Ⅱ型）、高粘度改質アスファルト（以下、高粘度）、高耐久型高粘度改質アスファルト（以下、高耐久型）、エポキシアスファルト（以下、エポアス）の５種である。

表-1 混合物の配合と粒度

骨材配合 (%)	6号砕石	86
	粗　砂	9
	石　粉	5
通過質量百分率 (%)	13.2mm	100
	4.75	16.7
	2.36	14.0
	600μm	9.9
	300	7.9
	140	5.8
	75	4.9
バインダー量 (%)		4.8

[バインダーの種類]
・ストレートアスファルト
・改質アスファルトII型
・高粘度改質アスファルト
・高耐久型高粘度改質アスファルト
・エポキシアスファルト

２．試験方法

繰返しせん断試験の概要を図－１に示す。マーシャル安定度試験用の供試体を恒温槽内で図のようにセットし、水平方向に繰返し載荷する。載荷条件は荷重制御のハーバーサイン波（0.1sec 載荷、0.6sec 休止）であり、載荷回数毎のせん断ひずみ（変位と供試体の直径の比と定義した）を測定し、せん断疲労破壊は急激なひずみ増大がみられる場合とした。試験温度は 20℃、40℃および 60℃である。

３．試験結果および考察

図－２は試験温度 20℃、40℃および 60℃における繰返しせん断試験の結果である。試験温度の上昇にともない排水性混合物のせん断疲労破壊回数は低下する。排水性舗装の骨材飛散が発生する時点の詳細な調査はなされていないが、水平方向のせん断力が優先する条件下では排水性混合物の骨材飛散は夏期高温時に発生し易いものと考えられる。

バインダーの種類で比較すれば、試験温度 60℃では高性能な改質アスファルトを使用することによりせん断疲労破壊回数が改善するが、試験温度 20℃では逆の結果となるも

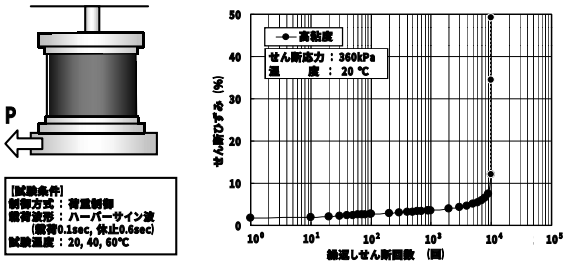

図-1 繰返しせん断試験の概要

キーワード：排水性混合物、骨材飛散、せん断抵抗性、繰返しせん断試験
連絡先　：〒140-0002　東京都品川区東品川 3 丁目 32 番 34 号，TEL 03-3471-8541，FAX 03-3450-8806

のもある。例えばストアスと高耐久型を比較すると、試験温度60℃では高耐久型がせん断疲労抵抗性に優るが、試験温度20℃ではストアスが優る。これはポリマーの添加の有無と添加量によるバインダーの感温性の違いによるものと考えられ、熱可塑性のバインダー（エポアスを除く）では感温性の低いものが高温時のせん断疲労抵抗性に優る傾向がある。

図－３は舗装表面に円形等分布の鉛直荷重と水平荷重が作用するとき、載荷中心直下の表層混合物に働くせん断応力を弾性解析により試算した結果である[4]。なお、ここでは鉛直荷重を49kNとし、水平荷重を24.5kN（μ＝0.5における水平荷重の最大値）、34.3kN（μ＝0.7相当）、44.1kN（μ＝0.9相当）としている。また、図－４は試験温度60℃におけるせん断疲労試験の結果（既報[3]の単純載荷によるせん断強度を加えた）を示した。ここで、特殊な荷重条件をタイヤと路面の摩擦係数が0.7～0.9程度と仮定すれば、舗装表面では400～500kPa程度のせん断応力が、排水性舗装の骨材飛散で問題となる深さ13mm程度では300～400kPa程度のせん断応力が作用すると推定される。この応力条件下では僅かの載荷回数で舗装表面のバインダーのはがれや粗骨材の飛散が発生することが予測される。実路の舗装と室内試験用供試体では側面の拘束状態が異なり、単純な比較はできないが、排水性舗装の骨材飛散対策として、特に過酷な条件下では、高性能なバインダーの選択だけでは必ずしも十分な効果が期待できないものと考えられる。

あとがき

特殊な荷重が作用する箇所での排水性舗装の骨材飛散に対する改善策として、これまで多く行われている高性能なバインダーの使用だけでは効果が不十分であることを排水性混合物のせん断疲労抵抗性の検討結果から示した。

一方、図－２に見られるように排水性混合物のせん断疲労抵抗性は温度の影響を大きく受け、例えば温度が20℃低下（60℃→40℃）すると、骨材飛散に対する改善効果はバインダーの高性能化と同等以上ともみなせる。近年、環境問題への対応から開発された、夏期高温時に通常のアスファルト舗装よりも15℃～20℃程度舗装表面の温度を低下することができる技術[5]を併用することで、より有効な骨材飛散対策が可能と考えられる。尚、バインダー特性の定量化によりせん断特性をより明確にしていきたい。

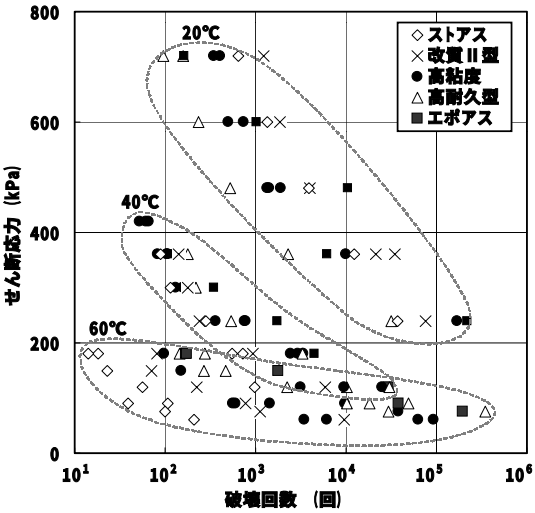

図-２ 繰返しせん断試験結果

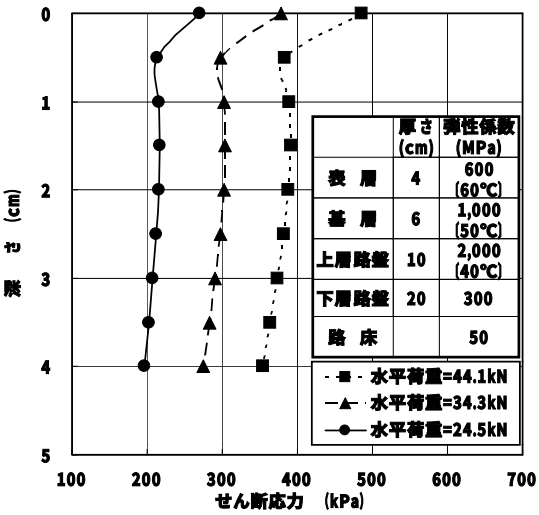

図-３ 表層に作用するせん断応力

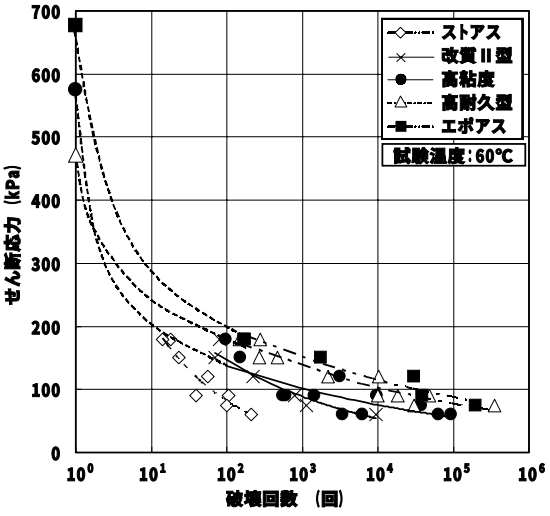

図-４ 繰返しせん断試験結果（60℃）

〈参考文献〉

1)峰岸：低騒音舗装のねじれ抵抗性評価，平成12年東京都土木技術年報，pp.99-110，2000.9

2)(社)日本道路建設業協会舗装技術基準問題検討ワーキンググループ：舗装要綱の改訂に関する提案②，道路建設，pp.44-55，2000.1

3)向後，渡貫，井上：排水性舗装の骨材の飛散抵抗性に関する検討，土木学会舗装工学論文集，Vol.7，2002.12

4)松井，Mainaほか：鉛直および水平方向に円形等分布の荷重作用を受ける舗装構造の弾性解析，土木学会舗装工学論文集，Vol.6，2001.12

5)吉中，根本，深江：遮熱性舗装の路面温度上昇抑制効果に関する一検討，土木学会第57回年次学術講演会，Ⅴ-394，2001