

振動低減型舗装の開発

特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発

山 本 富 業・高 謙

道路交通振動対策としては、従来から路床改良や路盤強化などにより舗装構造を強化する方法が実施されてきた。しかしながら、これらの対策は大規模な工事となり、工期が長く工事費も増大するという課題があった。そこで、低コストかつ短期間で施工可能な道路交通振動対策として、表層の直下に振動減衰性能の高い特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」（以下「本開発品」という）層を施工するだけで道路交通振動の低減が可能な振動低減型舗装を開発した。

本稿は、本開発品の性状および振動減衰性能、開発した振動低減型舗装の実路における振動低減効果の検証結果などについて報告するものである。

キーワード：舗装、振動低減型舗装、道路交通振動、特殊改質アスファルト混合物、特殊改質バインダ

1. はじめに

幹線道路などでは、沿道住民の環境に対する意識の向上により、道路交通振動の低減が一層求められている。そこで、筆者らは、低コストかつ短期間で施工可能な表層・基層の切削オーバーレイ工法で道路交通振動を低減させるため、基層に適用するアスファルト混合物のバインダに着目し、振動減衰性能の向上について検討を行った。その結果、特殊改質バインダを用いたアスファルト混合物の高い振動減衰性能が確認できた。

本稿は、本開発品の室内性状および本開発品を基層に適用した振動低減型舗装の実路での振動低減効果について報告するものである。

2. 本開発品の性状

特殊改質バインダは、ポリマー改質アスファルトに鉱油系の特殊添加材を20%（wt%）添加して、柔らかさとたわみ性を向上させたものである。表—1に特殊改質バインダおよび一般的に使用されているストレートアスファルト60～80（以下、St.60/80）の物理性状例を示す。特殊改質バインダは、St.60/80に比べて、針入度が高いにもかかわらず高い軟化点を保持しているという特長を有している。

また、表—2は特殊改質バインダを用いた粗骨材最大粒径13mmおよび5mmの碎石マッシュ混合物（以下、SMA（13）およびSMA（5））、St.60/80

を用いたSMA（13）の性状例を示したものである。

なお、SMA（13）およびSMA（5）の骨材合成粒度は、表—3に示すとおりであり、バインダ量は混合物の空隙率が2.5%となるように設定した。

特殊改質バインダを用いたSMA（13）およびSMA（5）は、一般的なバインダであるSt.60/80を用いたSMA（13）に比べて、動的安定度が高く、曲げ破断ひずみが大いことから、流動抵抗性およびたわみ性に優れていることがわかる。

表—1 特殊改質バインダおよびSt.60/80の物理性状例

項 目	特殊改質バインダ	St.60/80
針入度 25℃（1/10 mm）	279	68
軟化点（℃）	87.5	47.0

表—2 特殊改質バインダとSt.60/80を用いたSMAの性状例

項 目	特殊改質バインダ		St.60/80
	SMA（13）	SMA（5）	SMA（13）
動的安定度（回/mm）	2,000	1,200	570
曲げ破断ひずみ （-10℃）（ $\times 10^{-3}$ ）	20.7	18.9	5.1

表—3 SMA（13）およびSMA（5）の骨材合成粒度

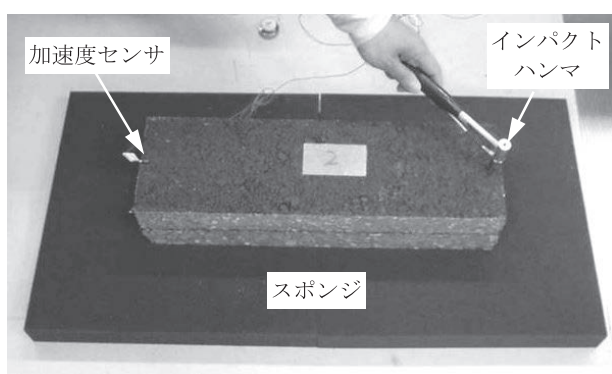
混合物の種類	通過質量百分率（%）					
	ふるい目の開き（mm）					
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.30	0.075
SMA（13）	100	98.3	41.0	29.9	16.9	10.5
SMA（5）	100	100	94.1	42.7	20.2	10.8

3. 本開発品の振動減衰性能

本開発品の振動減衰性能は、損失係数および衝撃吸収性により評価を行った。

(1) 損失係数による評価

損失係数は、既往の文献^{1), 2)}と「JIS G 0602 制振鋼板の振動減衰特性試験方法」を参考に、写真—1に示すようにスポンジ上に設置した供試体の端部をインパクトハンマで打撃加振して、もう一方の端部に設置した加速度センサでその応答を計測し、半値幅法により求めた。

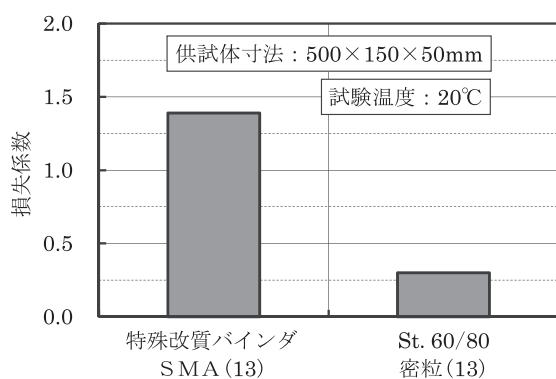


写真—1 損失係数の測定状況

なお、一般に損失係数が大きいものほど、高い振動減衰性能が期待できる。

図—1は特殊改質バインダを用いたSMA (13)と一般的な混合物であるSt.60/80を用いた密粒度アスファルト混合物 (13) (以下、密粒 (13)) の損失係数の測定結果を示したものである。特殊改質バインダを用いたSMA (13)は、St.60/80を用いた密粒 (13)に比べて、損失係数が4倍以上大きく、高い振動減衰性能が期待できる。

また、本開発品を基層に適用した場合の振動減衰性能を評価するため、表—4に示す2層構造供試体を



図—1 損失係数の測定結果

表—4 2層構造供試体の種類

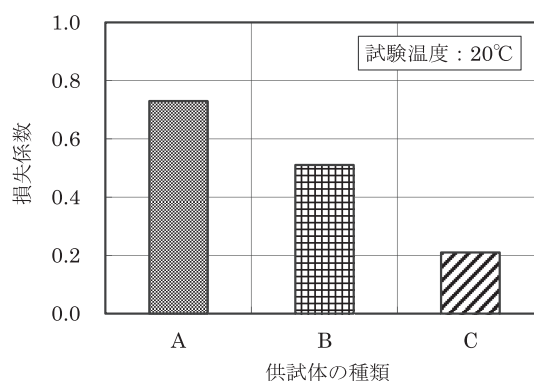
供試体	A	B	C
表 層	密粒 (13) 改質Ⅱ型 厚さ 50 mm		
基 層	特殊改質バインダ		St.60/80
	SMA (13) 厚さ 50 mm	SMA (5) 厚さ 30 mm	粗粒 (20) 厚さ 50 mm

注) 供試体寸法：長さ 500 mm, 幅 150 mm

用いて、損失係数を測定した。

なお、2層構造供試体の表層には、ポリマー改質アスファルトⅡ型 (以下、改質Ⅱ型)を用いた密粒 (13)を使用した。

図—2は2層構造供試体の損失係数の測定結果を示したものである。本開発品を基層に適用した場合には、一般的に基層に使用されているSt.60/80を用いた粗粒度アスファルト混合物 (20) (以下、粗粒 (20))を基層に適用した場合に比べて、損失係数が大きいことから、高い振動減衰性能が期待できる。



図—2 2層構造供試体の損失係数の測定結果

(2) 衝撃吸収性による評価

衝撃吸収性は、「ASTM F-1292-99」に従いHIC試験によって評価した。HIC試験は、遊具の下や周囲の床の衝撃吸収性を評価するために用いられており、写真—2に示すように5 kgの金属製の半球状重錘を自由落下させたときに発生する衝撃を測定するものである。

表—5は特殊改質バインダを用いたSMA (13)と一般的に基層に使用されているSt.60/80を用いた粗粒 (20)のHIC試験結果を示したものである。なお、半球状重錘の落下高さは300 mm、試験温度は20℃、供試体寸法は300×300×50 mmとした。

Gmaxは衝撃の最大減速度、HICは衝撃強さの尺度であり、ともに値が小さいほど衝撃吸収性が高いことを示している。

特殊改質バインダを用いたSMA (13)は、St.60/80を用いた粗粒 (20)に比べて、GmaxおよびHICが



写真一2 HIC 試験状況

表一5 HIC 試験結果

項 目	特殊改質バインダ SMA (13)	St.60/80 粗粒 (20)
Gmax	305	450
HIC	796	1,560

ともに小さいことから、衝撃吸収性が高く、振動減衰性能が期待できる。

4. 実路における振動低減効果の検証

実路において、基層に本開発品を適用した振動低減型舗装を施工し、振動低減効果を検証した事例を以下に示す。

(1) 事例 A

(a) 施工概要

茨城県土浦市の片側 1 車線の市道において、車道部 1 車線(幅員 3.2 m)の既設舗装を厚さ 170 mm 撤去し、通常舗装と振動低減型舗装に打換えを行った。

図一3 に施工断面を示す。振動低減型舗装は、基層に特殊改質バインダを用いた SMA (5) を施工(厚さ 30 mm)している。なお、通常舗装は、基層に一般的な再生粗粒 (20) を施工(厚さ 50 mm)している。

特殊改質バインダを用いた SMA (5) の敷きならし状況を写真一3、転圧状況を写真一4 に示す。敷きならしには通常のアスファルトフィニッシャ、転圧には通常のマカダムローラおよびタイヤローラを用いた。

通常舗装		振動低減型舗装	
再生密粒 (13) t=40mm		再生密粒 (13) t=60mm	
再生粗粒 (20) t=50mm		本開発品 SMA (5) t=30mm	
再生アスファルト安定処理 (20) t=80mm			
既設粒状路盤			

図一3 事例 A の施工断面



写真一3 敷きならし状況



写真一4 転圧状況

(b) 振動低減効果

振動低減効果の検証は、各工区の道路境界(車道外側線から 5.4 m の位置)に振動レベル計のピックアップを設置し、総重量 20 t のダンプトラックを 40 km/h の一定速度で走行させたときの振動レベルを測定する方法により行った。

図一4 は供用年数と振動レベルのピーク値の関係を示したものである。振動低減型舗装の振動レベルのピーク値は、通常舗装に比べて、施工直後から供用 2 年後において 5 dB 以上低いことがわかる。

このことから、振動低減型舗装は、供用 2 年後にお

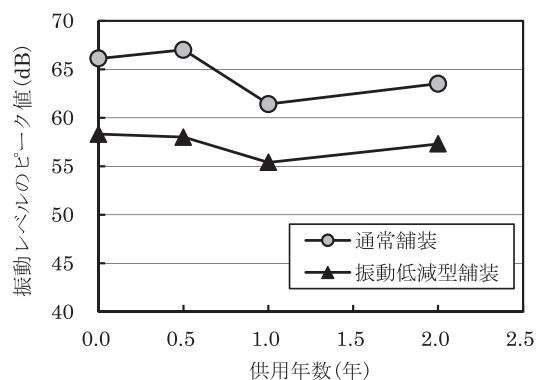


図-4 供用年数と振動レベルのピーク値

いても振動低減効果が持続することが確認できた。

(c) 供用性

図-5 は供用年数と路面の平たん性の関係、図-6 は供用年数とわだち掘れ量の関係を示したものである。

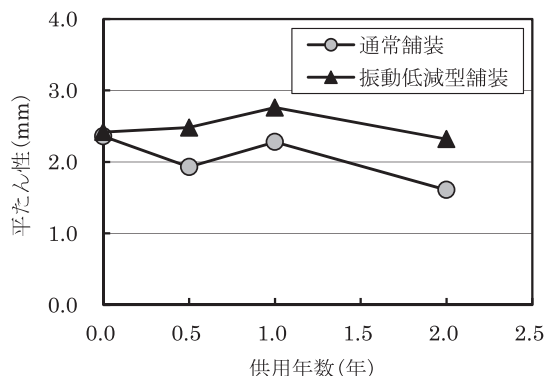


図-5 供用年数と平たん性

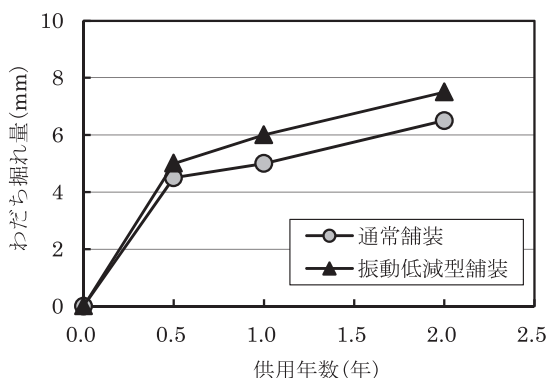


図-6 供用年数とわだち掘れ量

振動低減型舗装は、平たん性が施工直後と供用2年後で大差なく、わだち掘れ量が通常舗装と同等であることがわかる。また、振動低減型舗装および通常舗装は、ともに供用2年後において、ひび割れの発生が見られなかった。

これらのことから、振動低減型舗装の供用性は、通常舗装と同等であると考えられる。

(2) 事例 B

(a) 施工概要

神奈川県横浜市青葉区の片側1車線（幅員3.8m）の市道において、既設舗装の表層とアスファルト安定処理路盤の一部を切削し、通常舗装（厚さ100mm）と振動低減型舗装（厚さ90mm）に打換えを行った。

図-7 に施工断面を示す。振動低減型舗装は、基層に特殊改質バインダを用いたSMA(13)を施工（厚さ40mm）している。

通常舗装	振動低減型舗装
密粒(13) 改質II型 t=50mm	密粒(13) 改質II型 t=50mm
再生粗粒(20) t=50mm	本開発品 SMA(13) t=40mm
既設アスファルト安定 処理路盤 t=50mm	既設アスファルト安定 処理路盤 t=60mm
既設粒状路盤	

図-7 事例Bの施工断面

(b) 振動低減効果

振動低減効果の検証は、各工区の道路境界（車道外側線から2.5mの位置）に振動レベル計のピックアップを設置し、総重量20tのダンプトラックを40km/hの一定速度で走行させたときの振動レベルを測定する方法により行った。

図-8 は施工後に総重量20tのダンプトラックを一定速度（40km/h）で走行させたときの各工区の振動レベルのピーク値を示したものである。振動低減型舗装は、通常舗装に比べて、振動レベルのピーク値が約7dB低いことがわかる。

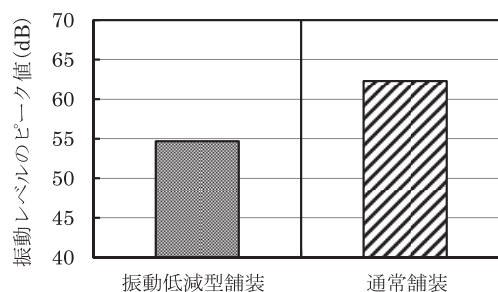
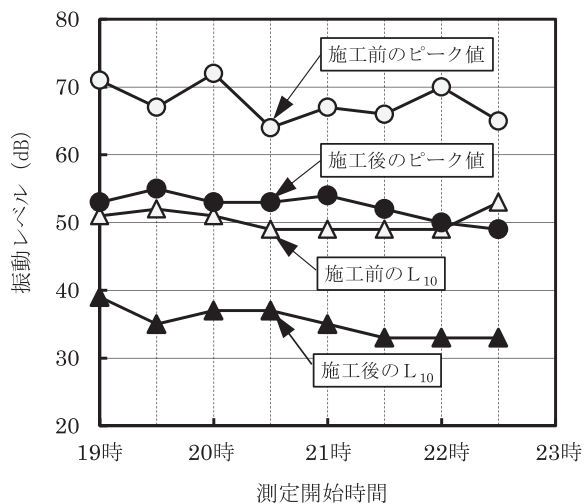


図-8 振動レベルのピーク値

また、振動低減型舗装については、施工前後に道路境界において、振動規制法施行規則による振動調査（一般車両通行時の振動測定）も行った。なお、振動測定はサンプリング時間間隔0.1秒とし、19時から23時まで30分に1回、1回につき10分間行った。



図－9 施工前後における振動レベル測定結果

図－9は振動低減型舗装の施工前後における振動レベル L_{10} (80%レンジの上端値) と振動レベルのピーク値を示したものである。施工後の振動レベル L_{10} は、施工前に比べて12～20 dB 低く、施工後の振動レベルのピーク値は、施工前に比べて11～20 dB 低いことがわかる。

なお、各振動測定時間10分間の交通量の平均値は、施工前で48台、施工後で50台であった。

以上のことから、振動低減型舗装は、高い振動低減効果を有することが確認できた。

5. おわりに

実路における振動低減効果の検証結果から、本開発品特殊改質アスファルト混合物を基層へ適用した振動低減型舗装は、高い振動低減効果を有することが確認できた。また、振動低減型舗装の供用性は、通常舗装と同等であることも確認できた。

今後は、長期的に振動低減効果の持続性および供用性について検証していくとともに、適用条件などについて検討を行う予定である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 尾本志展, 澤正, 吉田武, “アスファルト混合物の振動減衰特性に関する検討”, 土木学会第57回年次学術講演会, V-003, pp.5-6, 2002.9
- 2) 岩永真和, 林信也, 加藤寛道, 村上昌之, “舗装材料の振動低減効果に関する一検討”, 土木学会第62回年次学術講演会, 5-112, pp.223-224, 2007.9

〔筆者紹介〕

山本 富業 (やまもと とみなり)
前田道路㈱
技術本部 技術研究所
所長



高 謙 (こう けん)
前田道路㈱
技術本部 技術研究所 技術課

