

舗装の騒音低減機能の簡易試験法及び新しい低騒音舗装の提案

渡邊一弘* 井谷雅司** 久保和幸***

1. はじめに

騒音低減機能を有する舗装に関しては、多様な技術が開発され、試験舗装での検証例も報告されている。しかし、それらの技術の騒音低減効果は事例ごとに評価指標が混在（例えば、タイヤ/路面騒音、環境騒音、パワーレベル等）しており、比較が困難である。そこで、本稿では、多様な低騒音舗装技術の騒音低減効果について評価することができる簡易試験法の開発について報告する。さらに、同試験法による騒音測定結果の重回帰分析を通じ、騒音低減機能を有する新たな舗装技術として「粗面型小粒径薄層SMA（砕石マスタックアスファルト）舗装」に着目し、その騒音低減機能の持続性とわだち掘れ耐久性についての舗装走行実験場での実験結果について報告する。

2. 騒音低減効果の評価に関する簡易試験法の検討・評価

2.1 簡易試験法「ゴム板転倒試験法」の開発

各低騒音舗装の騒音低減効果を効率よく検証するためには、供試体を用いた室内試験法が、試験舗装による方法よりも、精度や時間、費用などの面で合理的である。

現況で開発されている室内試験法としては模擬タイヤ落下法等があるが、実道での騒音低減機能の評価できないという課題がある。

これらより、簡易試験法には、

- ① 供試体はもとより実道でも騒音が評価できること
- ② RAC車（騒音測定車：性能規定工事の低騒音性能確認時等に使用、高価であり台数が3台と少なく測定時期の調整が困難）と同程度の騒音評価ができること

等が求められる。

タイヤと路面との接触騒音は、タイヤが高速転

動しているある瞬間を想定すると、ほぼ平らで一定面積のタイヤ片が舗装路面を叩く現象に近似し得る。したがって、平滑な舗装体表面に、タイヤ片に近似させた面積、形状、および材質の平滑版を一定の条件で倒し込み、この時に生じる発生音の大きさを所定の位置に設置した騒音計で測定・分析すれば、これによって舗装体とタイヤとの接触騒音の大きさをdB(A)単位で評価することができる。この試験法を本稿では、「ゴム板転倒試験法」と称する。

図-1にゴム板転倒試験法の概念図を示す。また、試験状況を写真-1に、ゴム板諸元を表-1に示す。

本試験法は、衝撃吸収性に優れた低硬度のゴム

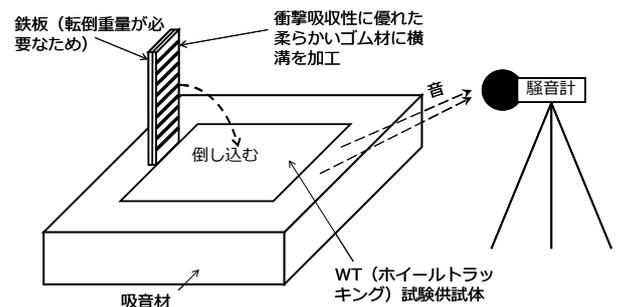


図-1 ゴム板転倒試験法の概念図



写真-1 ゴム板転倒試験状況

表-1 ゴム板諸元

仕様		単位	値	
ゴム	GP-35L (内外ゴム製)	硬度	° 32	
		反発弾性	% 2	
		比重	- 1.24	
		静的せん断弾性率	Mpa 0.28	
	寸法	mm	幅50×長さ200×厚さ20	
	溝切り寸法	間隔	mm	20
		深さ	mm	4
本数		本	横方向に10	
鉄板寸法	mm	幅50×長さ200×厚さ19		
総重量	g	1720		

材料に鉄板を張り合わせたものを所定の位置からWT供試体に転倒させ、その時に発生する騒音を騒音計で測定するものである。ゴム板には等間隔に横溝を入れており、衝突時に発生する空気圧を逃がす構造とした。また、実道でのわだち掘れの影響を受けにくいよう細長い構造としている。

2.2 ゴム板転倒試験法の検証

2.2.1 構内路面における試験法の検証

試験法の効果を検証するため、土木研究所構内の路面騒音検定施設の検定路面にてRAC車で測定した騒音値とゴム板転倒試験法の測定結果を比較したものを図-2に示す。検証した路面は、密粒度（13mmTop）、ポーラスアスファルト舗装（5mmTop, 13mmTop）である。同図より、データ数は少ないものの、両者は良い相関にあるといえる。

したがって、ゴム板転倒試験法はRAC車と同等の騒音評価を簡易に行うことができる試験法であり、実路においても適用可能な試験法と判断される。

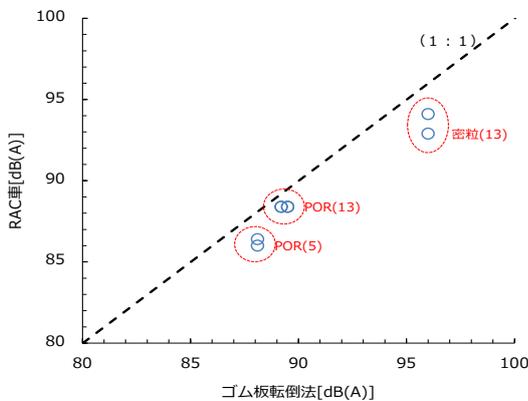


図-2 ゴム板転倒法とRAC車による騒音値相関

2.2.2 各種低騒音舗装の騒音値の検証

前項の構内路面の種類は限られるため、低騒音効果を有するとされている多種の舗装路面を供試体レベルで作成し、ゴム板転倒試験法を用いて騒音低減効果の比較検証を行った。測定結果を図-3に示す。

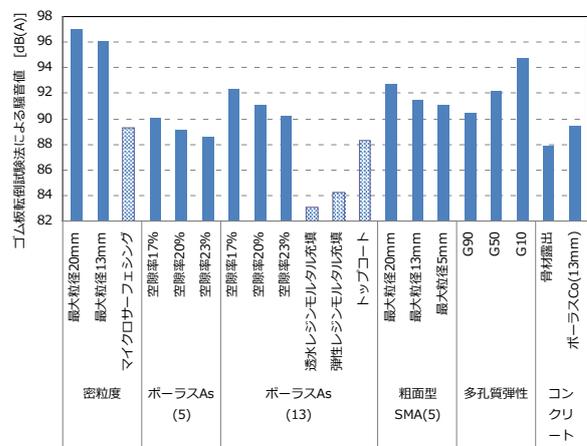
アスファルト混合物については、密粒度が最も騒音値が大きく、粗面型SMA、ポーラスアスファルト舗装の順に騒音値が小さくなる傾向が得られた。また、最大粒径が小さく、空隙率が大きい混合物ほど騒音値が小さくなる傾向である。これらの傾向は、従来報告されている傾向と同様であり、ゴム板転倒試験法により騒音低減機能の評

価が可能であることを示唆している。

また、マイクロサーフェシング等の表面処理工法は騒音を低下させるのに有効であること等が伺える。

多孔質弾性舗装については、ゴムの配合割合が多いほど騒音値が小さくなる傾向が得られた。

また、コンクリート舗装は、一般的に密粒度アスファルト舗装より騒音が大きいと言われているが、骨材露出コンクリート及びポーラスコンクリートは、ポーラスアスファルト舗装と同等程度の騒音低減機能を有していることがわかる。



- ・マイクロサーフェシング：表面処理工法の一つで、厳選された骨材等からなるスラリー状の常温混合物を3～10mmの層厚で施工する工法
- ・弾性レジンモルタル充填：ポーラスAs舗装における表面処理工法の一つで、表面にゴム粒子を付着させる工法
- ・トップコート：ポーラスAs舗装における表面処理工法の一つで、表面に特殊なアクリル樹脂等を散布・浸透させる工法

図-3 低騒音舗装供試体の騒音値

3. 重回帰分析による騒音低減機能の各種パラメータの感度分析

ゴム板転倒試験法により、各種の低騒音舗装の騒音低減機能を評価しうるということが前節で明らかになった。そこで、2.2.2の結果をもとに、アスファルト系（密粒，排水性，粗面型SMA）にて測定された騒音値を各要因（骨材の最大粒径，連続空隙率，路面のきめ深さ（MPD：Mean Profile Depth））に対して重回帰分析を行った。以下に重回帰分析結果を示す。

重相関係数：R：0.93

$$Y = 0.267X_1 - 0.189X_2 - 0.923X_3 + 91.7$$

ここに

- Y：騒音値（dB(A)）、X1：最大粒径（mm）、
- X2：連続空隙率（%）、
- X3：路面のきめ深さ（MPD）（mm）

図-4に各要因が騒音に与える影響を示す。図から騒音に対しては、最大粒径がプラス側（大きくなる）要因であり、連続空隙率とMPDがマイナス側（小さくなる）要因であることがわかる。なかでも、最大粒径の影響が最も大きいことがわかる。騒音を低減するためには、骨材の最大粒径を小さくし、連続空隙率及び路面のきめ深さ(MPD)を大きくすることが有効であることがこの分析から推察される。

また、本推定式と実測値を比較したものを図-5に示す。推定式と実測値は概ね同等の値が得られていることが確認できる。

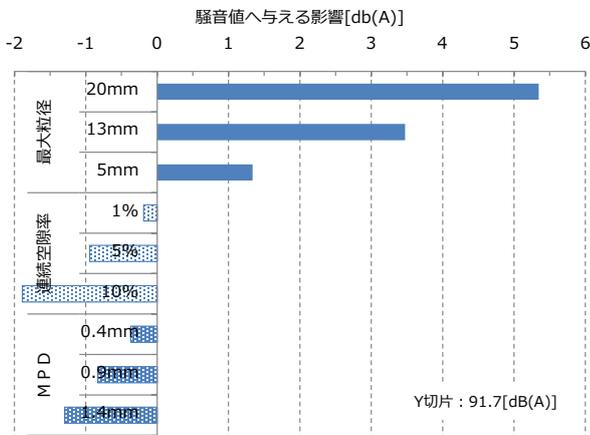


図-4 各要因が騒音に与える影響

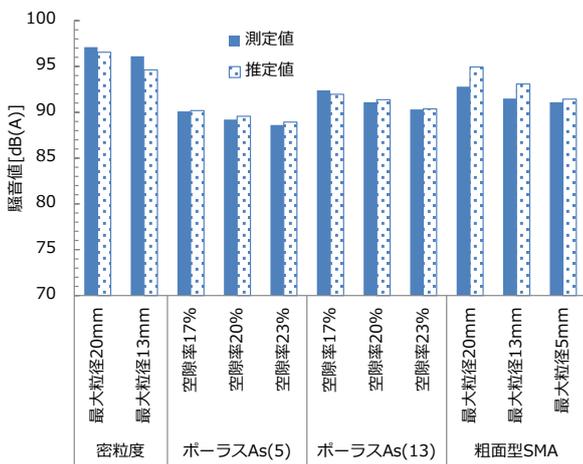


図-5 実測値と算定式による推定騒音値

4. 粗面型小粒径薄層SMAの促進载荷路面での騒音・耐久性の検証

4.1 粗面型小粒径薄層SMA

低騒音舗装として普及しているポーラスアスファルト舗装の騒音低減効果は、空隙つまりや空隙つぶれ等のため、施工後数年で著しく低下するという問題がある。そのため、持続可能な低騒音

舗装として、それらの現象が生じにくい構造の舗装により低騒音化を図る技術が有効と考える。また、前節より、骨材を小粒径化し、路面のきめ(MPD)を大きくすることが低騒音化に有効と考えられる。

路面の適度のきめを有する機能性SMAについては、耐久性及び騒音低減機能を併せもつ舗装として開発されているが、これを小粒径化することにより薄層化が可能となり、さらなる騒音低減機能と共に材料コストの縮減や環境負荷軽減効果、また既設舗装路面へのオーバーレイの適用性向上も期待される。そこで、機能性SMAを小粒径・薄層化した路面型小粒径薄層SMA舗装に着目することとした。

4.2 舗装走行実験場における試験施工

車両走行による騒音特性の経年変化等について把握することを目的とし、構内の舗装走行実験場に密粒度舗装(13mmTop)、粗面型小粒径薄層SMA舗装(5mmTop)、ポーラスアスファルト舗装(13mmTop)の3種類の舗装を施工し、5t換算走行輪数80万輪(N5交通で8年分に相当)まで載荷車両により促進载荷した際の騒音測定及びわだち掘れ量調査を実施した。試験舗装断面を図-6に示す。



図-6 試験舗装断面

粗面型小粒径薄層SMA混合物の配合の決定にあたっては、アスファルト量や空隙率を変化させた路面を試験施工し、ポーラスアスファルト舗装に近い表面のきめが得られる配合とした。その結果、通常橋面の防水層に用いられているSMAよりも骨材粒度はやや荒目とし、また、目標空隙率は防水層に適用されている「防水SMA(2~3%)」よりも大きく(5%)している。

4.3 検証結果

騒音測定は、普通タイヤによるタイヤ/路面騒音測定法(舗装調査・試験法便覧S027-1T)により、わだち掘れ量は横断プロフィールメータを用いた方法(舗装調査・試験法便覧S030)により行った。

図-7にタイヤ/路面騒音の推移を示す。初期(10万輪走行時、N5交通1年経過程度)において

は、密粒度舗装に比べて最も騒音低減効果が大いなのはポーラスアスファルト舗装である。粗面型小粒径薄層SMAはポーラスアスファルト舗装には及ばないものの、騒音低減効果を有することが確認できた。

走行輪数の増加に伴い騒音値はすべての舗装において増加する傾向であるが、ポーラスアスファルト舗装ではその増加（騒音低減効果の消失）の度合いが大きい。それに比べ、粗面型小粒径薄層SMAでは80万輪走行後（N5交通で8年経過程度）は、ポーラスアスファルト舗装よりも騒音値が小さくなる結果となった。これは、粗面型小粒径薄層SMAは騒音低減効果の持続性があることを示唆するものである。

図-8に横断プロファイルメータにて測定した各舗装のわだち掘れ量の推移を示す。

すべての舗装路面において、経時変化とともにわだち掘れ量の増加がみられるが、粗面型小粒径薄層SMAのわだち掘れ量は、他の舗装よりも小さく10mm程度であった。

通常SMA舗装は粗骨材のかみ合わせ効果等により塑性変形抵抗性に優れる舗装であるが、今

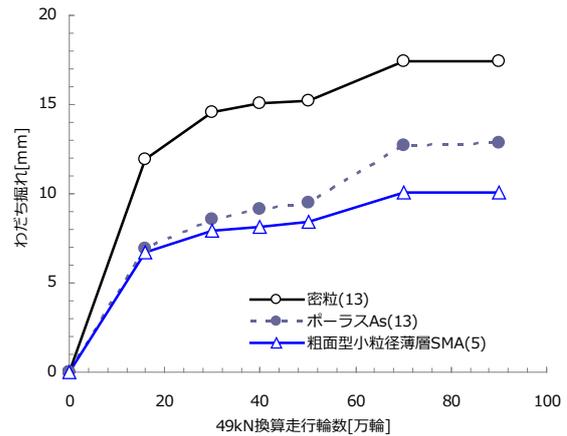


図-8 わだち掘れ量の推移

回検討した粗面型小粒径薄層SMAにおいても同様に塑性変形抵抗性に優れた効果が得られた。

5. まとめ

開発した「ゴム板転倒試験法」により、各種低騒音舗装の騒音低減効果を簡便に計測することができた。また、騒音に影響を与える因子は、最大粒径、連続空隙率、路面のきめ深さ（MPD）の影響が大きく、中でも最大粒径の影響が大きいことがわかった。さらに、促進載荷試験路面における試験施工より、粗面型小粒径薄層SMA舗装は、排水性舗装に比べて初期の騒音低減効果は小さいものの、空隙つまり等による騒音低減効果の持続性が高く、塑性変形抵抗力も大きいことが判明し、空隙つまりによる性能低下が懸念される排水性舗装の耐久性を高める可能性がある低騒音舗装として適用できる舗装技術と考える。

参考文献

- 1) 例えば、(独) 土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム：積雪寒冷地における低騒音舗装に関する検討、北海道開発技術研究発表会、2012.02

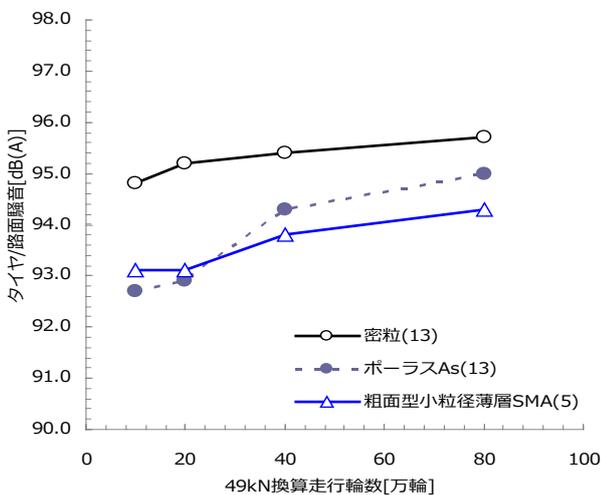


図-7 タイヤ/路面騒音の推移

渡邊一弘*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム 主任研究員
Kazuhiro WATANABE

井谷雅司**



独立行政法人土木研究所寒地土木研究所寒地保全技術研究グループ寒地道路保全チーム 研究員 (前つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム研究員)
Masashi ITANI

久保和幸***



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム 上席研究員
Kazuyuki KUBO