

動的粘弾性測定によるアスファルト混合物の制振性能評価に関する検討

鹿島道路株式会社技術研究所
同上
同上
鹿島道路株式会社中部支店技術部

正会員

正会員
正会員

○井上 聡
大嶋 智彦
岩永 真和
岡部 俊幸

1. はじめに

近年、都市部道路や生活道路の道路交通振動対策として振動軽減型舗装に関する研究開発が進められており、その制振性能は「JIS G 0602-1993：制振鋼板の振動減衰特性試験方法」によりインパルスハンマを用いて損失係数 η を算出し評価する方法が用いられている¹⁾。一方で高分子材料の分野では、「JIS K 6394-2007：加硫ゴム及び熱可塑性ゴム—動的性質の求め方—一般指針」の動的粘弾性測定によって粘弾性体の動的性質である損失正接 $\tan \delta$ を求め制振性能の評価を行っている²⁾。

そこで本検討では、動的粘弾性測定においてもアスファルト混合物の制振性能を評価することが可能であるか確認することを目的として、当社が開発した制振性能を付与したアスファルト混合物（以下、開発品）と、比較用としてポリマー改質アスファルトⅡ型を用いた密粒度アスファルト混合物（以下、改質密粒）を対象として、インパルスハンマを用いた振動減衰特性試験および動的粘弾性測定を実施し制振性能を評価した。



写真-1 DMA 装置による動的粘弾性測定状況

2. 動的粘弾性測定による制振性能の評価方法

本検討では、「JIS K6394-2007」に準じ動的粘弾性測定を実施した。本試験は、写真-1 に示す METRAVIB 社製の DMA（Dynamic Mechanical Analysis）装置を使用し、表-1 に示す試験条件にて試験を実施した。本試験は試験用供試体に正弦波振動を加えることにより、図-1 に示す応力とひずみの波形が得られ、測定波形から応力 σ^* 、ひずみ ε^* 、位相差 δ を読み取り、損失正接 $\tan \delta$ を算出するものである。

表-1 試験条件

使用試験機	動的粘弾性測定装置（DMA+1000）
供試体種類	開発品，改質密粒
測定モード	圧縮モード（強制振動非共振法）
試験温度	0℃，10℃，20℃，30℃，40℃（5水準）
載荷周波数	0.1Hz～100Hz（16水準）
設定荷重	静的荷重：50N，動的荷重：5N
供試体寸法	縦35mm×横35mm×高さ48mm

一般に、アスファルトを含む粘弾性体は、「時間-温度の等価性」を有するとされている³⁾。これは、異なる温度で測定した粘弾性関数の測定周波数（時間）に対する曲線は、一つの温度における粘弾性関数の測定周波数に対する親曲線と重なり合うというものであり、式(1)、式(2)に示す経験則 WLF（Williams,Landel,Ferry）則により温度依存性を周波数依存性に換算することができる。本検討においても「JIS K6394-2007」に準じて WLF 則により、基準温度 20℃における $\tan \delta$ のマスターカーブを作成することとした。

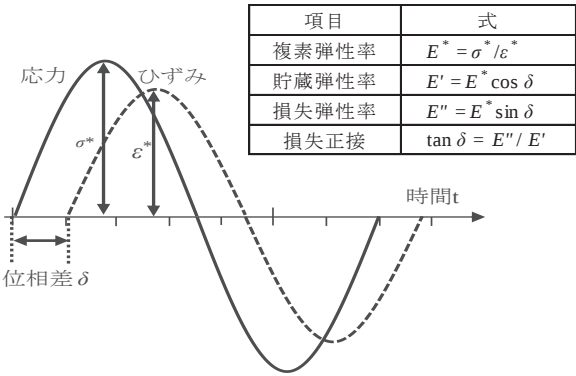


図-1 動的粘弾性測定により得られる波形例

キーワード 動的粘弾性測定，DMA，損失係数 η ，損失正接 $\tan \delta$ ，WLF 則

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路(株)技術研究所 T E L 042-483-0541

$$\log_{10} \alpha_T = -\frac{C_1(T - T_0)}{C_2 + (T - T_0)} \quad \cdots (1)$$

$$\omega_r \cdot \alpha_T = \omega_t \quad \cdots (2)$$

ここに、

T : 試験温度, T_0 : 基準温度 (20℃),

ω_r : 測定周波数, ω_t : 換算後周波数

なお, C_1 , C_2 は実験結果をもとに次のように設定した.

開発品 : $C_1 5.46$, $C_2 66.65$, 改質密粒 : $C_1 23.10$, $C_2 187.86$

3. 試験結果

3-1 インパルスハンマを用いた振動減衰特性試験の結果

開発品の制振性能を確認するため、インパルスハンマを用いた振動減衰特性試験を実施し、半値幅法により η を算出した。開発品と改質密粒の η の測定結果を図-2 に示す。

この結果、開発品は改質密粒に比べて η が高い値を示しており、制振性能が優れていることを確認した。

3-2 動的粘弾性測定の結果

WLF 則により、各試験体の基準温度 20℃における $\tan \delta$ の周波数依存性の合成曲線を図-3 に示す。この結果、人体が振動を最も感じやすい周波数の範囲⁴⁾ (水平振動 : 1~2Hz, 鉛直振動 : 4~12.5Hz) において、開発品は改質密粒より $\tan \delta$ が高い値を示した。

$\tan \delta$ は、その値が小さいほど弾性体に近く、大きいほど粘性体に近く制振性能が高いと評価されるため、開発品は改質密粒よりも制振性能が優れていることが確認された。以上の結果より、インパルスハンマを用いた振動減衰特性試験の結果と同様に、DMA を用いた動的粘弾性測定の結果においても開発品は、改質密粒に比べて制振性能が優れていることが明らかとなった。

4. まとめ

- 1) 開発品は、人体が振動を最も感じやすい周波数の範囲において、改質密粒に比べて高い制振性能を示すことが期待できると考えられる。
- 2) 「JIS K 6394-2007 : 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム—動的性質の求め方—一般指針」の動的粘弾性測定は、高分子材料に限らずアスファルト混合物の制振性能を評価できる可能性があることがわかった。

今後は、今回得られた室内結果を基に、工事用仮設道路等にて試験施工を実施し、実道での制振効果や経済性等に優れた舗装構造を検討する予定である。

参考文献

- 1) (独) 土木研究所 他 : 交通振動の軽減のための舗装技術の開発共同研究報告書, 2003.
- 2) 小島, 伊東, 津留崎, 武田ら : 制振材料の損失係数と動的粘弾性に関する実験的検討, 神奈川県産業技術センター研究報告, No.21/2015.
- 3) 舗装工学ライブラリー13a : アスファルトの特性と評価, pp.40-42, 平成 27 年度 10 月 31 日発行.
- 4) 舗装工学ライブラリー12 : 道路交通振動の評価と対策技術, p.41, 平成 27 年度 7 月 31 日発行.

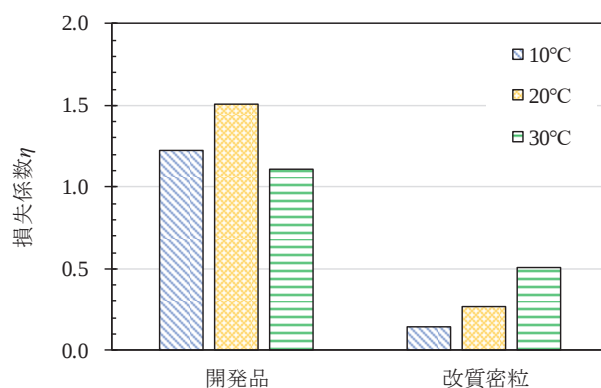


図-2 η の算出結果

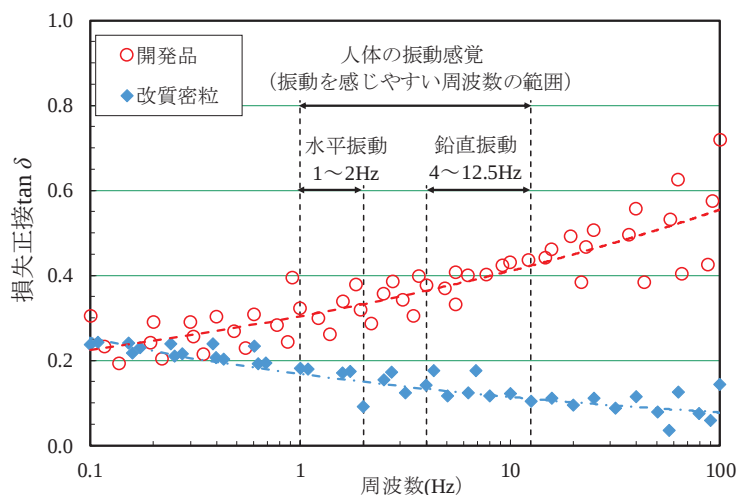


図-3 $\tan \delta$ の算出結果 (基準温度 : 20℃)