

既設舗装から回収したアスファルトの DSR 試験によるひび割れ抵抗性評価の検討

国土技術政策総合研究所 正会員 ○河村 直哉
 国土技術政策総合研究所 正会員 坪川 将丈

1. 背景と目的

空港では、既設アスファルト舗装の劣化の程度を評価するために、アスファルト混合物（以下、混合物）から回収したアスファルト（以下、回収 As）に対して針入度試験と軟化点試験を行うことがある。その場合、試験結果を表-1と照らし合わせ、既設舗装のひび割れの発生または増大の可能性を評価し、表層等の打ち換えの判断材料とする。

表-1は、ストレートアスファルト（以下、StAs）に関する調査結果にもとづくものと思われるが、近年の空港では、ポリマー改質アスファルト II 型（以下、改質 As）の混合物を使用することがあり、今後は改質 As についても表-1で評価することになる。しかしながら、著者が行った室内試験（図-1）において、回収 As の針入度が StAs と改質 As で同じでも、改質 As の混合物の方がひび割れしにくいことが確認されている。また、軟化点については、未劣化の改質 As でも 60°C 以上の場合がある。すなわち、表-1で改質 As を評価することは適切でないと考えられる。

以上の背景より本研究は、アスファルトの種類によらない、回収 As のひび割れ抵抗性の評価方法を提案することを目的とする。前原ら²⁾は、DSR 試験で得られる $G^* \sin \delta$ は、回収 As の種類によらず、混合物のひび割れ抵抗性との相関があることを報告していることから、本研究では $G^* \sin \delta$ を針入度と軟化点に代わる評価指標とする。そのうえで StAs について、針入度および軟化点と、 $G^* \sin \delta$ の関係を調査し、得られた回帰式と表-1にもとづき、 $G^* \sin \delta$ とひび割れの関係を求めた。また改質 As について、針入度、軟化点および $G^* \sin \delta$ にもとづきひび割れ発生/増大を評価した結果を比較した。

2. DSR 試験の条件

表-2に DSR 試験の条件を示す。試験はひずみ制御で、角速度を固定し温度を変化させる方式で行った。温度は 10~60°C を 5°C 間隔で変化させた。載荷版直径と試料厚は、同様の方式で行った前原ら²⁾の条件と同じにした。ひずみ量は 0.05% とした。これは、劣化した改質 As でも発生させられるひずみ量として設定したもので、舗装調査・試験法便覧に記載される式(1)に、劣化した改質 As の温度 10°C におけるおおよその複素弾性率 30,000kPa を入力し、 γ の 20% 以内となるように設定したものである。

$$\gamma = \frac{12.0}{|G^*|^{0.29}} \quad \text{式(1)}$$

ここに、 γ : せん断ひずみ量 (%), $|G^*|$: 複素弾性率 (kPa)

3. 試験材料

試験に用いた回収 As は、ある空港と複数の屋外試験舗装の表層から回収したものである。ある空港の表

キーワード 空港舗装, DSR 試験, 針入度, 軟化点, 回収アスファルト, ひび割れ抵抗性

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所空港研究部 TEL: 046-844-5034

表-1 回収 As の針入度および軟化点と既設舗装のひび割れの関係¹⁾

物性値	ひび割れとの関係
針入度 (1/10mm)	35~50でひび割れ発生 25以下でひび割れ増大
軟化点 (°C)	54でひび割れ発生 60~63でひび割れ増大

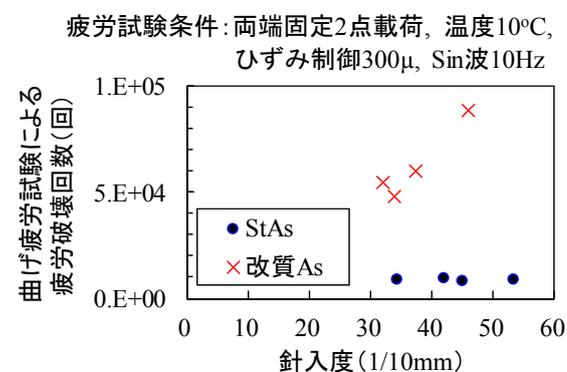


図-1 回収 As の針入度と混合物の疲労破壊回数との関係

表-2 DSR 試験の条件

設定項目	設定値
試験温度	10~60°C
載荷版直径, 試料厚	25mm, 1mm
ひずみ量	0.05%
角速度	10rad/s

層は StAs の混合物であり、施工から 15 年経過したものである。試験舗装の表層は、StAs と改質 As の混合物であり、施工直後、3 ヶ月、4 年および 6 年経過したものである。いずれの表層にも走行荷重は作用しておらず、劣化要因は日射等の自然作用のみである。

4. 試験結果

図-2 に、StAs の針入度および軟化点と、25°C における $G^* \sin \delta$ の関係を示す。25°C における $G^* \sin \delta$ (以下では単に、 $G^* \sin \delta$) は Superpave の Binder Specification で用いられる疲労ひび割れ抵抗性の指標であり、既往の研究³⁾では、回収 As の $G^* \sin \delta$ と舗装のひび割れ率との関係も整理されている。図をみると、StAs の $G^* \sin \delta$ は、StAs の針入度および軟化点と高い相間を示した。

表-3 には、図-2 中の回帰式を用いて、表-1 の針入度と軟化点を $G^* \sin \delta$ に換算したものを示す。屋外の試験舗装での調査³⁾によると、ひび割れが発生する(ひび割れ率が 0%より大きくなる) $G^* \sin \delta$ は約 3,000kPa としており、本検討で得た 2,700kPa は近い値であった。

図-3 には、改質 As について、針入度、軟化点および $G^* \sin \delta$ にもとづきひび割れ発生と増大の可能性を評価した結果を示す。

$G^* \sin \delta$ でひび割れ増大であった改質 As は、針入度と軟化点でもひび割れ増大であり、評価が合致した。

$G^* \sin \delta$ でひび割れ発生であった改質 As は、針入度と軟化点ではひび割れ増大か発生であり、 $G^* \sin \delta$ による方が劣化度は低い評価であると考えられる。

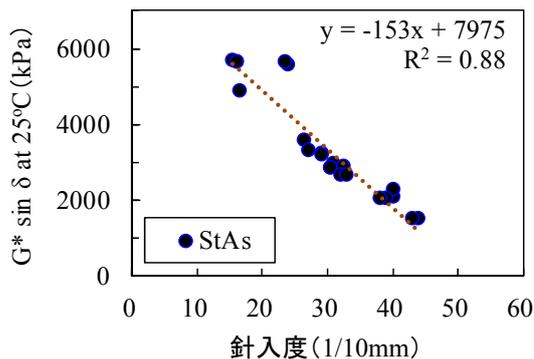
$G^* \sin \delta$ でひび割れ発生と増大の評価にならなかった改質 As は、針入度と軟化点ではひび割れ発生であった。この改質 As は、施工直後と施工から 3 ヶ月後の回収 As であり、自然劣化によりひび割れが発生するとは考えづらく、 $G^* \sin \delta$ による評価の方が妥当な結果であると考えられる。 $G^* \sin \delta$ によることで、劣化度が低い改質 As を適切に評価できると考えられる。

5. まとめ

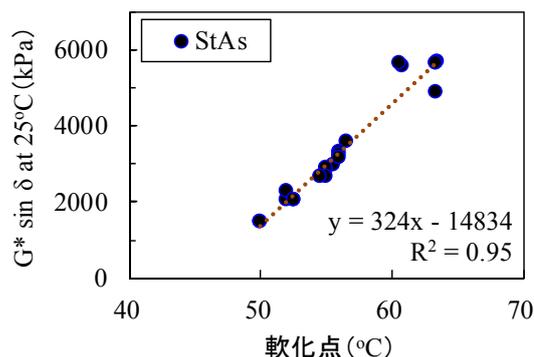
本論において $G^* \sin \delta$ と舗装のひび割れの関係を検討した。少ないデータにもとづくものであるため、より多くのデータにより検証する必要がある。

参考文献

- 1) 谷口ら: アスファルトの劣化, アスファルト, Vol. 33, No.164, pp. 78-79, 1990.
- 2) 前原ら: 経年劣化によるアスファルトの性状変化とアスファルト混合物の疲労特性に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, Vol. 12, pp. 73-81, 2007.
- 3) David A. Anderson et al.: Development of SHRP Binder Specification, AAPT, Vol. 62. pp. 481-507, 1993.



a) 針入度と $G^* \sin \delta$ の関係



b) 軟化点と $G^* \sin \delta$ の関係

図-2 StAs の針入度・軟化点と $G^* \sin \delta$ の関係

表-3 $G^* \sin \delta$ とひび割れの関係

物性値	ひび割れとの関係
針入度から換算した $G^* \sin \delta$ (kPa)	300~2,600でひび割れ発生 4,100以上でひび割れ増大
軟化点から換算した $G^* \sin \delta$ (kPa)	2,700でひび割れ発生 4,600~5,600でひび割れ増大
↓ 上記をとりまとめ ↓	
$G^* \sin \delta$ (kPa)	2,700でひび割れ発生 4,600以上でひび割れ増大

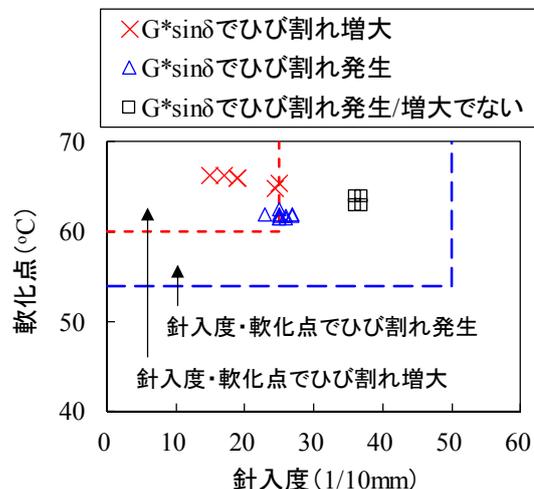


図-3 改質 As の各指標によるひび割れの評価