

# 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



(研究期間：平成 29 年度～令和2年度)

空港研究部 空港施設研究室 (主任研究官 (博士(工学))) 河村 直哉 (室長 (博士(工学))) 坪川 将文

(キーワード) 空港舗装、DSR試験、ひび割れ抵抗性

## 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、試験結果を空港土木施設設計要領（舗装設計編）に示されている表-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基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。

著者が過去に行った検討では、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℃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。DSR試験で得られる $G^* \sin \delta$ （粘弾性状を表す指標）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が確認されていることから、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して検討することとした。検討ではまず、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に基づき、 $G^* \sin \delta$ とひび割れの関係を求めた。次に、改質Asについて、針入度、軟化点および $G^* \sin \delta$ に基づき、ひび割れ発生/増大を評価した結果を比較した。

表-1 ひび割れとアスファルトの関係

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

表-2 DSR試験の条件

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

## 2. 試験材料

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℃を5℃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既往研究と同じにした。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℃におけるおおよその複素弾性率30,000kPaを入力し、 $\gamma$ 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、

$\gamma$ ：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ヵ月、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-1に、StAsの針入度と25℃における $G^* \sin \delta$ （以下では $G^* \sin \delta_{25}$ ）の関係を示す。 $G^* \sin \delta_{25}$ 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、既往研究では、回収Asの $G^* \sin \delta_{25}$ と舗装のひび割れ率との関係が整理されている。図をみると、StAsの $G^* \sin \delta_{25}$ は、StAsの針入度と高い相関を示した。図には示していないが、軟化点とも高い相関（相関係数0.97）を示した。

表-3には、針入度と軟化点と、 $G^* \sin \delta_{25}$ の線形回帰式を用いて、表-1の針入度と軟化点を $G^* \sin \delta_{25}$ に換算したものを示す。既往研究によると、ひび割れが発生する（ひび割れ率が0%より大きくなる） $G^* \sin \delta_{25}$ 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-2には、改質Asについて、針入度、軟化点および

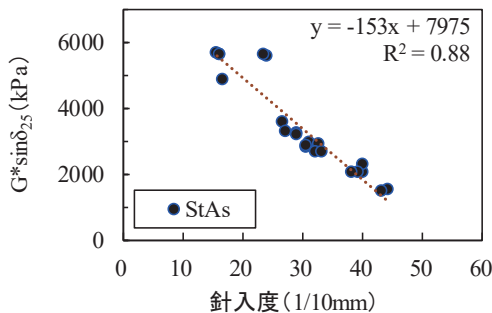


図-1 StAsの針入度と $G^* \sin \delta_{25}$ の関係

表-3  $G^* \sin \delta_{25}$ 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 $G^* \sin \delta_{25}$ (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 $G^* \sin \delta_{25}$ (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 ↓	
$G^* \sin \delta_{25}$ (kPa)	2,700でひび割れ発生 4,600以上でひび割れ増大

び $G^* \sin \delta_{25}$ に基づき、ひび割れ発生と増大の可能性を評価した結果を示す。

$G^* \sin \delta_{25}$ でひび割れ増大であった改質Asは、針入度と軟化点もひび割れ増大であり、評価が合致した。

$G^* \sin \delta_{25}$ 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、 $G^* \sin \delta_{25}$ による方が劣化度は低い評価であると考えられる。

$G^* \sin \delta_{25}$ 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ヵ月後の回収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、 $G^* \sin \delta_{25}$ による評価の方が妥当な結果であると考えられる。

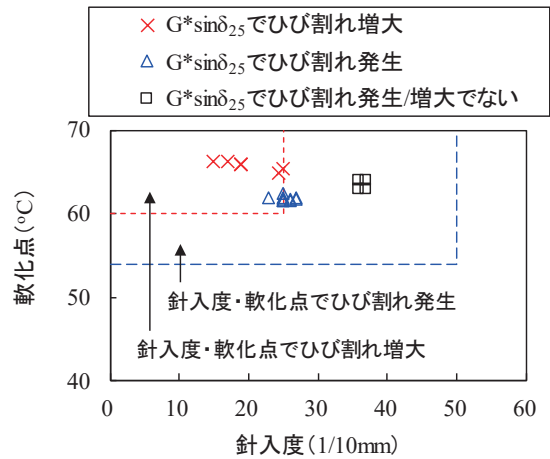


図-2 改質Asの各指標によるひび割れの評価

5. まとめ

DSR試験による舗装のひび割れの評価方法は、針入度試験と軟化点試験による従来の方法（表-1）と同様にStAsに適用でき、かつ、従来の方法よりも改質Asの劣化度を適切に評価できると考えられるため、表層等の打ち換えの適切な判断に資する。本成果は、令和2年度末に行われた空港土木施設設計要領（舗装設計編）の改訂において反映されている。

☞ 詳細情報はこちら

1) 河村直哉・坪川将丈：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、土木学会第75回年次学術講演会

<http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/sisetu/pdf/202009.pdf>