

DSR を用いた長期供用劣化したアスファルトの性状評価結果

東亜道路工業(株) 正会員 ○小林 真依, 村山 雅人
中央大学 理工学部 正会員 平戸 利明, フェロー会員 姫野 賢治
(株)高速道路総合技術研究所 正会員 高橋 茂樹

1. はじめに

アスファルトの粘弾性状は、ひび割れと深い相関があるとされている¹⁾。アスファルトのひび割れ抵抗性を評価する指標としてダイナミック・シア・レオメータ(DSR)を用いた動的粘弾性試験から得られる $|G^*| \cdot \sin \delta$ があり、新道路研究計画(SHRP)ではバインダ性状のひとつとして評価されている。本研究では、室内促進劣化試験及び実道より採取、抽出したアスファルトについて DSR を用いた粘弾性評価を実施した。本稿では、これら一連の実験結果について述べる。なお本研究は、東日本高速道路㈱で行っている「アスファルト舗装の解体新書プロジェクト」²⁾の一環として、高速道路における供用劣化の実態調査を兼ねて実施したものである。

2. 目的と方法

本調査は、高速道路の既設アスファルト混合物の表層から安定処理層に至る深層部までのアスファルトの性状変化を調査し、その要因を明らかにすることが目的である。高速道路の既設舗装からアスファルト混合物層をブロックで採取し、表層、基層、アスファルト安定処理層(以下、安定処理層)に分けてそれぞれ切断し、そこからアスファルトを抽出した。バインダ性状とひび割れとの相関について確認するために、抽出したアスファルトについて DSR(AR-1000, TA インスツルメンツ製)を用いて、複素弾性率 $|G^*|$ 、位相角 δ および $|G^*| \cdot \sin \delta$ を測定した。DSR 試験条件を表-1 に示す。また、室内試験によって促進劣化させたアスファルトについても同様の試験を行い、実道より得られた結果と比較した。

表 - 1 DSR 試験条件

項目	条件
プレートタイプ	平行円盤
プレート直径	8mm
試料厚さ	1mm
試験温度	20℃, 40℃, 60℃
角周波数	10rad/s
ひずみ	0.1

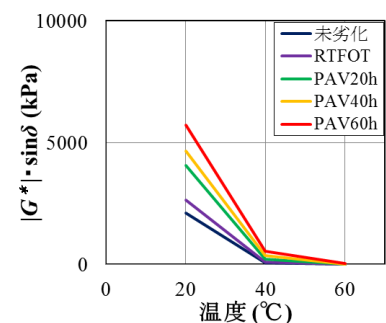


図-1 促進劣化による $|G^*| \cdot \sin \delta$ の変化

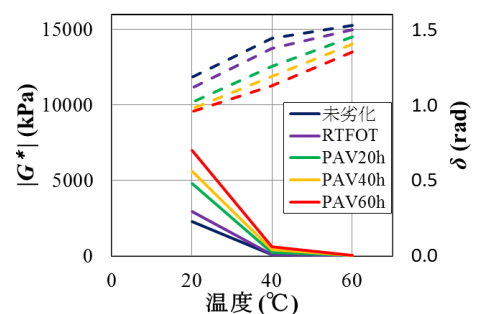


図-2 促進劣化による $|G^*|$ および δ の変化

3. 室内促進試験による劣化アスファルトの試験

3.1 評価方法

一般的なストレータアスファルト 60-80 を促進劣化させた。方法は、回転式薄膜加熱試験(RTFOT)後の試料について加圧劣化試験(PAV)を 20, 40, 60 時間かけて劣化させた。各試験は舗装調査・試験法便覧に準拠して行った。

3.2 評価結果

図-1 および図-2 に測定結果を示す。温度の低下とともに $|G^*| \cdot \sin \delta$ は増大した。未劣化及び RTFOT 後のサンプルの性状はほとんど変化が見られないが、PAV20h 以降では劣化の進行とともに $|G^*| \cdot \sin \delta$ の増大した。

図-2 において、実線が複素弾性率 $|G^*|$ を、点線が位相角 δ を示している。位相角は温度の低下とともに減少し、劣化程度が進行すると位相角が減少した。また、複素弾性率は $|G^*| \cdot \sin \delta$ と同様に温度低下とともに増大し、劣化の進行とともにその増加率は増大した。以上の結果より、酸化劣化によって硬化が進行し、粘性から弾性へ性状が変化していくのが見てとれる。

4. 実道から採取した試料の試験

4.1 試料の概要

表-2 に試料概要を示す。上信越道の長野～須坂長野東間(下り: 121 工区, 上り: 72 工区)から採取した試料を用いた。開通はそれぞれ平成 5 年 3 月と平成 7 年 11 月で、供用 17～19 年であり、使用されているバインダはスト

キーワード アスファルト, 劣化, DSR, 粘弾性状, ひび割れ

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 東亜道路工業株式会社 Tel.029-877-4150

レートアスファルトであった。121 工区はひび割れがない健全な箇所である。72 工区は比較的ひび割れが多い箇所であった。

試料は舗装上でブロック状に採取したのち、表層、基層、安定処理層にスライスし、アスファルトを抽出した。72 工区全ブロックの安定処理層において、スライス時に形状を維持できず、崩れてしまった³⁾。以上より 72 工区の安定処理層では、劣化が著しく進行したと考えられる。

4.2 回収アスファルトの性状試験結果と考察

(1) $|G^*| \cdot \sin \delta$ の測定結果

図 - 3 に表層から安定処理層までの各層で抽出したアスファルトの 20℃での $|G^*| \cdot \sin \delta$ の測定結果を示す。121 工区の表層の $|G^*| \cdot \sin \delta$ は 6000kPa 程度になり、基層および安定処理層ではその半分程度であった。72 工区は表層および基層の平均値で約 5000kPa、安定処理層では 8000kPa 程度であった。SHRP のバインダ規格の $|G^*| \cdot \sin \delta \leq 5000\text{kPa}$ でみると、5000kPa 以上の箇所は 72 工区では、表層の非

健全部および基層の一部と安定処理層であり、ひび割れが散見された箇所と一致した。ひび割れの生じていない 121 工区では、表層で 5000kPa 以上の値を示したが、他の層の $|G^*| \cdot \sin \delta$ は比較的小さい値を示した。これらの結果より、アスファルト混合物のひび割れとアスファルトの $|G^*| \cdot \sin \delta$ に高い関係が見られた。

室内試験結果と比較すると、121 工区の表層では PAV60h、基層や安定処理層では PAV20h に相当する。72 工区の表層あるいは基層では PAV40h、安定処理層では PAV60h 以上に相当することが分かった。このことから、アスファルトの劣化は使用箇所や供用条件によりその進行度が大きく異なる。72 工区では、安定処理層のアスファルトが何らかの原因で劣化が進んだため、表層に損傷が現れたのではないかと考えられる。

(2) 位相角の測定結果

図 - 4 に各層で抽出したアスファルトの 20℃での位相角の測定結果を示す。 $|G^*| \cdot \sin \delta$ と異なり、位相角は工区による差が見られず、ひび割れとの相関が明確でなかった。室内試験の位相角の測定結果と比較すると、121 工区及び 72 工区ともに PAV60h と同程度となった。この結果より、複素弾性率 $|G^*|$ に位相角 δ を乗じた $|G^*| \cdot \sin \delta$ が増加する原因は、複素弾性率の増加によるものだと考えられる。したがって、ひび割れと相関がある $|G^*| \cdot \sin \delta$ の増大を抑えるには複素弾性率の上昇を抑制することが望ましいと考えられる。

5. おわりに

高速道路からの切出し供試体から抽出したアスファルトの粘弾性状を調査した結果、ひび割れの有無により、 $|G^*| \cdot \sin \delta$ に大きな差が生じた。ひび割れのある工区では、酸化以外の要因がアスファルトの劣化を促進させたのではないかと考えられる。今後はさらに他の工区でも同様の分析を進め、劣化の原因について解明していきたい。

参考文献

- David. A. Anderson : Development of SHRP Binder Specification, AAPT, vol.62, pp.481-507, 1993.
- 高橋ほか：高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクト - 検討の概要 -, 土木学会第 68 回年次学術講演会, pp.835-836, 2013.9.
- 小林ほか：アスファルト舗装の深さ方向におけるアスファルトの劣化に関する一考察, 土木学会第 69 回年次学術講演会, V -504, 2014.9.

表 - 2 試料の概要

上信越道	121 工区		72 工区			
場所	長野 IC-須坂長野東 IC (下り)		須坂長野東 IC-長野 IC (上り)			
表層混合物	密粒混合物		密粒混合物			
施工年月	H5 年 3 月 (供用 19 年)		H7 年 3 月 (供用 17 年)			
試料 NO.	1	2	3	4	5	6
採取位置	路肩	わだち	わだち	わだち	わだち	非わだち
状況	健全部	健全部	健全部	損傷部	軽微な損傷	軽微な損傷

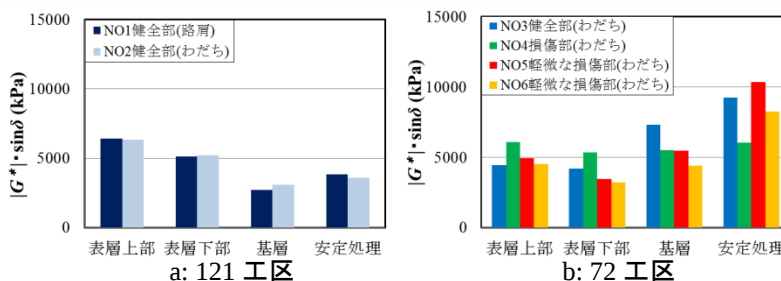


図 - 3 20℃における各層の $|G^*| \cdot \sin \delta$ の測定結果

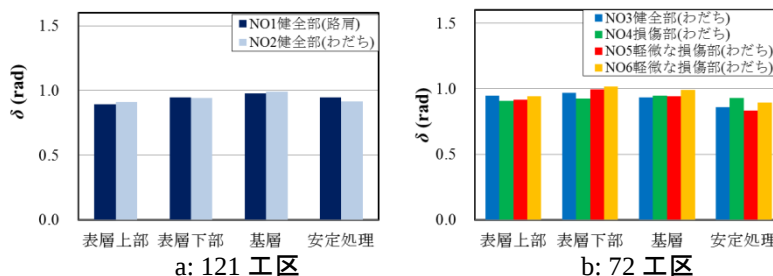


図 - 4 20℃における各層の位相角の測定結果