

舗装クラックに対応したアスファルト注入材の開発

東洋道路興業(株) 正会員 ○長橋 孝次
富山県工業技術センター 九曜 英雄
東京工業大学 御船 直人
北海学園大学 正会員 上浦 正樹

1. はじめに

我が国の道路網は車輛増加と高速化に対応するため平坦性および段差を無くす努力がなされ走行に支障を来さないよう各所で維持修繕を進めている。そうした中、舗装ひび割れクラック部分の補修方法としてオーバーレイ等がある。これはひび割れた空隙部に対して、アスファルト注入材を注入しクラック部の穴埋めをした後、旧舗装面全体に新しくアスファルト舗装を覆いかぶせる工法である。しかし、補修した後でも、再びアスファルト舗装にクラックが発生するという問題がある。

2. 本研究の目的

補修後に発生するクラックは、注入材であるアスファルト固有の温度依存性が原因と推測される。つまり感温性の大きい注入材は、夏場の高温時に舗装表面の温度上昇によって50～60℃になると柔らかくなり流動を起こす。また、冬場の低温時0℃では固く脆くなってしまう、その繰り返しでクラックが再度舗装表面に表れている。そこでアスファルトの温度特性を変化させ、車輛荷重と気温の変化に耐えるアスファルト注入材を開発することを本研究の目的とした。具体的にはアスファルトに各種添加剤を加え、低温時に固くなったとき脆くなく、耐衝撃性があり、舗装温度が高い時でも流動性が小さい注入材の製造を試みた。また、実際の施工時における作業性を考慮して、注入時はクラック部分への浸透性を大きくするための加熱流動性や、注入後は早期交通開放を可能とするための初期強度発現についても検討した。

3. アスファルト注入材の開発

(1) アスファルト主成分

ストレータアスファルトは、感温性が高い。つまり、低温では固くても温度が高くなると非常に柔らかくなる性質を持っている。クラックの再発を防止するためには、この温度による特性変化を小さくし、なるべく一定の状態で保持できるような感温性の小さいほうが望ましい。

アスファルトの種類には、ストレータアスファルト、ブローンアスファルト、天然アスファルトに大別されるが、その中でも感温性の小さい、ブローンアスファルトを選択した。

(2) 添加材料

ブローンアスファルトは低温では脆く、衝撃に対して壊れやすい。それを改善するために添加材料を加えることを試みた。なお、これらの材料は、健康を阻害しない物質の中から選択した。

第1として、短尺小径の繊維と無機質粉末をブローンアスファルトに混合したことにより、じん性が付与され、常温において人力によるハンマー打撃載荷を行っても割れないことが確認できた。これら耐衝撃性の向上は、繊維がアスファルト中に均一に分散されたため補強効果が向上したものと考えられる。

第2として、低温での耐衝撃性を向上させる目的で、SBR（スチレンブタジエンゴム）の配合を行った。

第3として、流動性を大きくする目的で使用実績を有する軟質潤滑材料の非晶性ポリ α オレフィン（PP）を配合した。

4. アスファルトの性状試験

アスファルト注入材の性能を評価する方法として、DSR（Dynamic Shear Rheometer）による動的粘弾性の測定を行った。この方法は粘度 E^* （Pa・s）や複素弾性率 G^* （Pa）と温度、周波数などの関係を求めることができる。温度については、道路の低温時を0℃、高温時を60℃と想定し0℃から60℃の範囲で測定した。また、周波数は0.1 rad/sから10 rad/sとした。これは車のほぼ停止状態から80 km/hの速度領域に相当する。測定は、東洋アスファルトG（ASGとする）、東洋アスファルトB（ASBとする）、一般に使用されている注入材（市販品とする）、添加剤を配合していないブローンアスファルトの4種類について行った。なお、ASGは繊維、無機質粉末、SBR、PPを配合したものであり、ASBは、無機質粉末、SBRを配合したものである。

キーワード：アスファルト注入材 加熱流動性 初期強度 耐衝撃性

連絡先：〒939-1553 富山県東礪波郡福野町上川崎 1650 TEL 0763-22-4610 FAX 0763-22-7147

図1は、周波数 0.1 rad/s における粘度と温度の関係を示したものである。ASB、ブローンアスファルト、市販品は温度上昇に伴い、粘度は直線的に低くなったが、ASGは、 20°C 以上の温度でほぼ一定の値をとり、高温時の粘度が他の注入材より高い値を示した。これは、ASGが高温時に流動性が小さく、クラックの再発を防止できる可能性を示唆する。

図2は、周波数 0.1 rad/s における弾性率と温度の関係を示したものである。この場合もASB、ブローンアスファルト、市販品の弾性率は温度上昇に伴い、直線的に低くなったが、ASGは 0°C で他の注入材より低い値を示し、温度が上昇すると値は低下するが、 20°C 以上の温度でほぼ一定の値をとった。これは、ASGが 0°C の低温時に、適度な柔らかさを持つことを示しており、脆くなく、耐衝撃性に優れていることを意味する。また、 60°C においては他の注入材より弾性率が高く、アスファルト舗装からの荷重に対して、沈み込みが小さく、支持体としての効果を発揮していると言える。また、周波数を高めた場合でも、全く同じような傾向がみられ、車の走行状況の影響を受けないことを示していた。

次に注入材の一般的性状である動粘度の値を表1に示す。動粘度は市販品が $8,600 \text{ cP}$ であるのに対し、ASGやASBは $3,600$ 、 $2,700 \text{ cP}$ と非常に小さい。これは、クラック部分へ加熱流動性が高いことで注入浸透がし易いことを意味する。

初期強度を高めるには、針入度を小さくし無機質粉末などを混合したことで、感温性が小さくなり粘度は高くなる。これについては、DSRの粘度（図1）から評価されているように、ASGは 60°C で最も高い粘度を示し早期交通開放を可能としている。

5. 現場試験施工

1998年11月、四国方面のJR貨物構内において、大型トラックおよび大型フォークリフトが出入りするコンテナの積み卸し構内で、舗装クラックおよび波状の段差を夜間での時間の間に、舗装補修を完了するという条件のもとで現場試験施工を行った。

施工内容は、一区間 600 m^2 のアスファルト舗装を夜間に切削機で、厚さ約 10 cm を切削し搬出した。その下部はセメントコンクリート版であり、クラックが直径 $0.5 \sim 1.5 \text{ m}$ の大きさで亀甲状となり割れていた。この亀甲状クラック部分をエアで清掃し、ASGを注入した。注入後は初期強度の向上で2～3分で素手で軽くASGの表面に触れることが可能であり、早朝までに加熱注入を終了した。その2時間後に、フォークリフトによってコンテナを列車に積み込む作業を行った。この時点で、目視によってセメントコンクリート版のたわみ性（動き）を確認すると、動きは止まり一体化していると判断された。その後、アスファルト合材により、レベリング層2～3 cm敷きならし、基層 5 cm 、表層 5 cm のオーバーレイを敷設し完了した。施工後3年あまり経過したが、ひび割れクラックは発生していない状況である。この現場は、過去に何度もオーバーレイや表面処理を繰り返したが、1年も経過しない内にクラックが再発生するという現場であった。

6. まとめ

以上の結果から、開発アスファルト注入材は加熱流動性による浸透性の効果や、針入度および感温性の小さいことで初期強度の向上が図られた。さらに 0°C でも粘性があり $20 \sim 60^\circ\text{C}$ の温度領域でも安定した粘性および弾性を示した。このことによりクラックの誘発を長期に渡り防止できる開発ASG注入材と考える。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会、舗装試験法便覧別冊（1996,10）
- 2) 社団法人土木学会、舗装工学（1995,2）
- 3) 社団法人土木学会、新体系土木工学67鉄道Ⅱ（1980,1）
- 4) 社団法人土木学会、新体系土木工学27歴青系材料（1995）

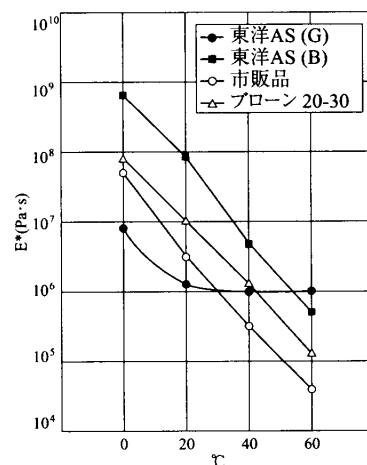


図1 粘度

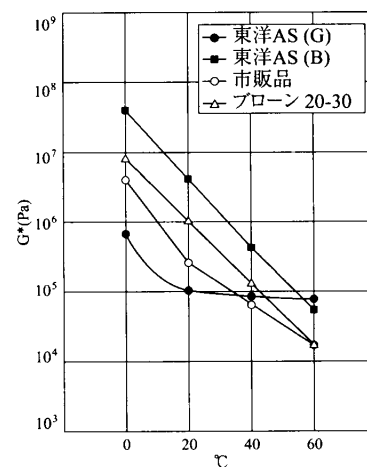


図2 復素弾性率

表1 注入材の性状

サンプル 項目	東洋アスファルト B	東洋アスファルト G	市販品	ブローン 20-30
針入度	12	7	32	21
軟化点(°C)	106.0	110.5	102.5	95.0
引火点(°C)	340	335	290	365
密度(g/cm³)	1.131	1.130	1.045	1.030
動粘度@150°C (cP)	24050	21950	31850	6225
@180°C	2725	3625	8625	780

試験はJISK2207に従って行った。

粘度測定条件は以下の通りである。

・Brookfield粘度計、ローター:SC4-28、回転数5～100回転/分