

圧裂試験によるアスファルト混合物のひび割れ耐久性評価に関する一検討

大有建設(株) 正会員 ○安藤 友宏  
大有建設(株) 正会員 今井 宏樹  
大有建設(株) 非会員 鈴木 樹仁

1. はじめに

アスファルト舗装のひび割れは舗装表面やアスコン層底面で発生し、交通荷重が作用し続けることでアスコン全層に進展する。アスファルト混合物（以下、As 混合物）のひび割れ抵抗性に関する試験には曲げ試験や圧裂試験などがあり、破壊時の強度やひずみによってひび割れの発生しにくさが評価されている。そのため、実際の舗装においてアスコン層にひび割れが発生し完全に破断するまでの耐久性は評価されていない現状にあると考えられる。

そこで、本研究では海外で As 混合物のひび割れ抵抗性の評価として用いられている Semicircular Bend Geometry 試験<sup>1)</sup>（以下、SCB 試験）の考え方を圧裂試験に応用し、ピーク荷重後の荷重-変位曲線を解析することで、ひび割れ発生から完全破断に至るまでの耐久性を検討した。本論文は、As 混合物出荷量の殆どを占め、ひび割れの発生が懸念される再生 As 混合物を対象とした圧裂試験によるひび割れ耐久性の評価結果を報告するものである。

2. 再生 As 混合物の配合

再生 As 混合物に使用する新アスファルトは、ストレートアスファルト 80/100（以下、ストアス）および高針入度の改質アスファルト（以下、高針入度改質）とした。表-1 に各アスファルトの性状を示す。高針入度改質は PI が高く柔軟性に優れた改質アスファルトである。また、ポリマー改質アスファルト II 型（以下、改質 II 型）は比較対象として使用した。

再生 As 混合物の配合は、再生骨材の配合率が 20, 35, 50% の密粒度タイプとした。本検討で使用した再生骨材は旧アスファルトの針入度が 20、圧裂係数が 1.89 MPa/mm と規格値を満たさないものであった。しかし、今後の繰り返し再生により生じる規格外再生骨材の有効活用を考慮して、本検討ではこの再生骨材をそのまま使用し、ひび割れの生じやすい再生 As 混合物として評価した。表-2 に本検討で評価した As 混合物の仕様を示す。なお、比較対象である改質 II 型については新骨材の密粒度 As 混合物とした。

3. 圧裂試験により算出した柔軟性指数 FI の評価

SCB 試験は、図-1 に示すように円柱供試体を直径方向に 1/2 に切断した半円柱供試体の切断面に切欠きを設け、3 点曲げ载荷を加える試験であり、载荷により生じる破壊エネルギーと柔軟性指数 FI を求めてひび割れ抵抗性を評価する。既往の論文では、SCB 試験と圧裂試験から求めた破壊エネルギーには相関関係があると報告されている<sup>2)</sup>。本検討では、圧裂試験の荷重-変位曲線のひび割れ発生後の挙動に着目し、図-2 に示す要領で破壊エネルギーと柔軟性指数を評価した。破壊エネルギーは荷重と変位量の積算値である破壊仕事量をリガメント面積（リガメント長さ×供試体厚さ）で除したもので式(1) から算出される。また、柔軟性指数 FI は破壊エネルギーをピーク荷重後の傾きで除した値に係数 A(0.01)を乗じたもので式(2) から算出される。

表-1 使用アスファルトの基本性状

|                  | ストアス | 高針入度改質 | 改質 II 型 |
|------------------|------|--------|---------|
| 針入度 25℃ (1/10mm) | 80   | 78     | 49      |
| 軟化点 (℃)          | 44.5 | 86.5   | 68.0    |
| PI               | -1.6 | 6.5    | 2.5     |
| タフネス 25℃ (N・m)   | 5.5  | 16.9   | 13.0    |
| テナシティ 25℃ (N・m)  | 1.2  | 15.1   | 8.1     |
| 伸度 15℃ (℃)       | +100 | 72.0   | 84.0    |

表-2 評価 As 混合物

| 配合      | A          | B          | C          |
|---------|------------|------------|------------|
| 使用バインダ  | ストアス       | 高針入度改質     | 改質 II 型    |
| 混合物種類   | 再生 As 混合物  | 再生 As 混合物  | 新骨材 As 混合物 |
| 再生率 (%) | 20, 35, 50 | 20, 35, 50 | 0          |
| 再生用添加剤  | なし         | なし         | なし         |

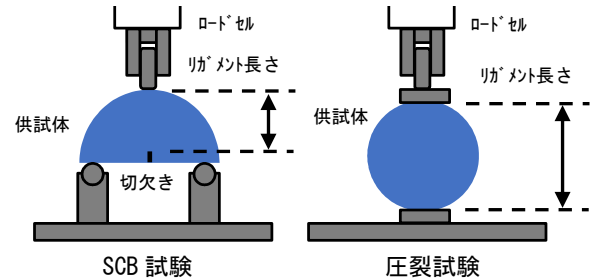


図-1 試験方法の比較

キーワード 再生アスファルト混合物, 圧裂試験, クラック貫通試験, ひび割れ抵抗性, 柔軟性指数

連絡先 〒454-0055 愛知県名古屋市中川区十番町 6-12 大有建設(株)中央研究所 TEL 052-653-4665

破壊エネルギー(J/m<sup>2</sup>) =  $\frac{\text{破壊仕事量 (J)}}{\text{リガメント面積 (m}^2\text{)}}$  式(1)

柔軟性指数 FI =  $\frac{\text{破壊エネルギー (J/m}^2\text{)}}{\text{ピーク荷重後の傾き (kN/mm)}} \times 0.01$  式(2)

表-3 は各 As 混合物の圧裂試験（試験温度 20℃）から破壊エネルギーと柔軟性指数 FI を求めた結果を、図-3 は再生率 20%の各再生 As 混合物と改質 II 型密粒度の荷重-変位曲線を示したものである。各再生 As 混合物の破壊エネルギーを比較すると、使用したバインダによる差はみられなかった。これは、高針入度改質の配合 B と比較してストアスの配合 A は最終変位が小さいが旧アスファルトの針入度の影響で荷重が大きくなり、結果的に破壊仕事量が配合 A と配合 B で同程度になったためと考えられる。一方、図-3 に示すようにピーク荷重後の荷重の推移は配合ごとに異なり、柔軟性指数 FI は高針入度改質を用いた配合 B の値が改質 II 型と同等以上となった。したがって、再生 As 混合物においても高針入度改質のようなバインダを用いることでひび割れに対する耐久性を改善できることが確認できた。

4. クラック貫通試験によるひび割れ抵抗性の評価

各 As 混合物のひび割れ抵抗性は、実際の舗装でのひび割れ現象を模擬したクラック貫通試験<sup>3)</sup>により評価した。载荷条件は表-4 に示すとおりであり、3mm のスリットを設けた基層と評価対象である表層の 2 層供試体に輪荷重を繰り返し載荷し、ひび割れが表層を貫通するまでの载荷回数（以下、破壊回数）を測定した。

図-4 は各 As 混合物の破壊回数の測定結果を示したものである。図より、高針入度改質の配合 B の破壊回数はストアスの配合 A より大きい。これは表-3 に示した柔軟性指数 FI と同様の傾向であり、高針入度改質の柔軟性が圧裂試験におけるひび割れ発生から完全破断に至るまでの耐久性を向上させたものと考えられる。

5. まとめ

本検討より圧裂試験から得た柔軟性指数 FI は As 混合物のひび割れに対する耐久性に影響を及ぼす指標と考えられる。今後は多くの種類の As 混合物や試験条件について検討し評価の精度を高め、アスファルト舗装のひび割れ抵抗性向上に貢献していきたい。

参考文献

1) Determining the Fracture Potential of Asphalt Mixture Using Semicircular Bend Geometry (SCB) at Intermediate Temperature, AASHTO Designation: TP124-16  
2) 末原ほか：再生骨材の低針入度化を踏まえた再生アスファルト混合物の新たな評価手法と品質向上対策に関する研究，第 22 回舗装技術に関する懸賞論文，2021.11  
3) 今井ほか：クラック貫通試験を用いたトップダウン型ひび割れ評価に基づくひび割れ抑制アスファルト混合物の開発，第 22 回舗装技術に関する懸賞論文，2021.11

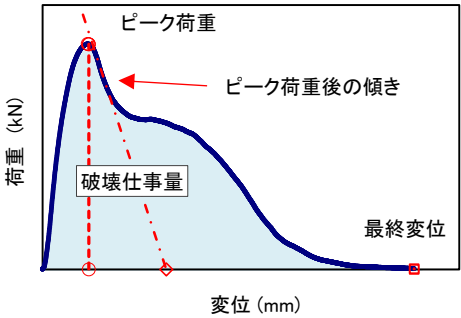


図-2 圧裂試験の荷重と変位

表-3 圧裂試験による算出結果

| 配合 | 再生率 (%) | 破壊エネルギー* (kJ/m <sup>2</sup> ) | 柔軟性指数 FI |
|----|---------|-------------------------------|----------|
| A  | 20      | 13.7                          | 10.8     |
|    | 35      | 16.1                          | 10.6     |
|    | 50      | 16.5                          | 12.3     |
| B  | 20      | 13.4                          | 60.8     |
|    | 35      | 15.5                          | 46.2     |
|    | 50      | 12.8                          | 31.9     |
| C  | 0       | 17.4                          | 32.4     |

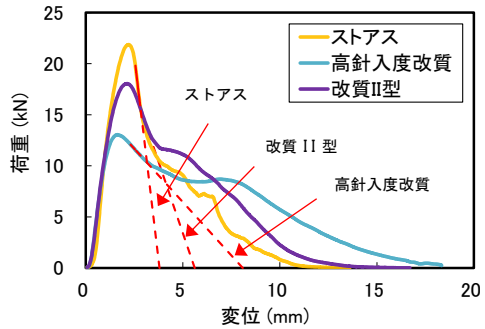


図-3 圧裂試験の波形の比較

表-4 载荷条件

| 供試体寸法  | 表層 | 評価 As 混合物<br>W 80mm, L 300mm, t 40mm      |
|--------|----|-------------------------------------------|
|        | 基層 | W 80mm, L 148.5mm×2,<br>t 40mm, スリット幅 3mm |
| 供試体の接着 |    | アスファルト乳剤 PKM-T                            |
| 模擬路盤   |    | ウレタンゴム (硬度 30)                            |
| 载荷条件   | 温度 | 25℃                                       |
|        | 速度 | 42 回/分                                    |
|        | 距離 | 23cm (トラッキング距離)                           |
|        | 荷重 | 980N (100kgf)                             |

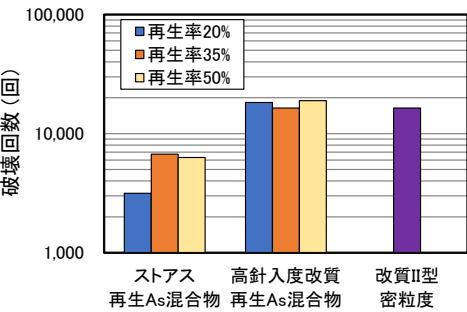


図-4 クラック貫通試験結果