

1. はじめに

アスファルト舗装の主な破損形態はアスファルト層のわだち掘れとひび割れであり、わだち掘れに関しては改質アスファルトの使用や骨材粒度の調整によって発生を抑制できることが確認されている。一方、ひび割れは発生要因が多岐にわたること、および表面ひび割れのように発生原理が理論的に解明されていないこと等により、さまざまな対策がとられている。ひび割れ対策法の一つに、改質材を用いてアスファルト混合物の柔軟性を高め、ひび割れ発生変形を大きくする方法がある。

ひび割れ対策とは別に、物理系凍結抑制舗装では表面の薄氷を破碎するために柔軟性が著しく高いアスファルト混合物が開発されている。本研究では、物理系凍結抑制舗装の技術をひび割れ対策に応用するための配合設計と、その性能評価について検討した。

2. 使用した特殊改質材について

本研究で使用した特殊改質材は、アスファルトバインダに溶融してバインダの粘結力を低下させる低温脆性改質材（以下、A 剤）と、加熱膨張した中空球状粒子として混合物に弾性を付与する微粒状熱膨張材（以下、B 材）の2種類である。B 材は微小なプラスチック球体であり、内部にガスが内包されている。熱エネルギーによって内部のガスが膨張することで中空球状粒子となる。冷却後も膨張を維持する性質を有するため、アスファルト混合物内でバルーン状の粒として分布する。

3. 微粒状熱膨張材の膨張試験

B 材は複数の種類が存在し、膨張率や最適反応温度などが異なる。本研究では3種類の B 材を用意し、アスファルト混合物への適合性を検討するために膨張試験を行った。試験温度および加熱時間は、実施工の条件を考慮して設定した。図 1 に 170℃、図 2 に 190℃で行った膨張試験結果をそれぞれ示す。どちらの温度とも No.3 の膨張率が低く、膨張率の増減がほとんどないことがわかる。No.1 と No.2 は 190℃の試験において、急激な体積の減少がみられる。本研究では膨張率が安定しており、加熱時間にも影響を受けない No.3 を使用することとした。

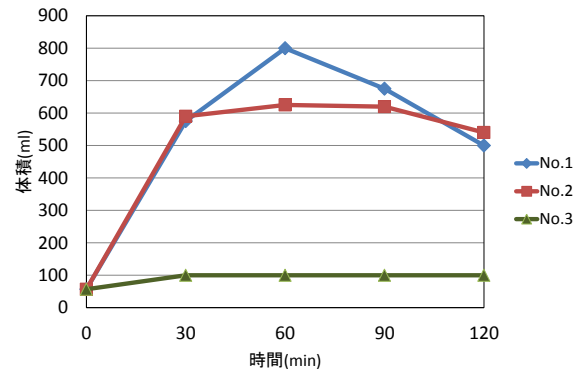


図 1 170℃での膨張試験結果

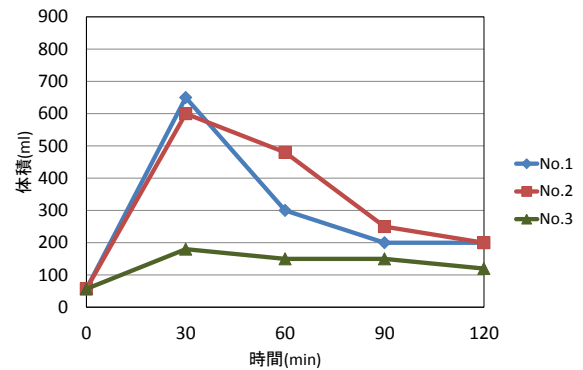


図 2 190℃での膨張試験結果

4. 曲げ試験に基づく混合物配合の決定

4.1. 混合物の基本配合

特殊改質材の添加量を決定するため、曲げ試験から得られるひび割れ抵抗性を評価することで、添加量とひび割れ抵抗性の関係を明らかにした。本研究におけるアスファルト混合物の骨材配合は碎石マスタック舗装（以下、SMA）とした。SMA は塑性流動抵抗性に優れ、重交通路線の表層に使用されている。骨材は新潟県産のものを使用し、アスファルトバインダは耐久性を重視し、ポリマー改質アスファルト H 型を選択した。

B 材の添加量は 0.1% で固定し、A 剤の添加量を増減させることで、A 剤の効果を検討した。また、A 剤のみを添加する条件でも試験を行った。配合条件を表 1 に示す。

4.2. 曲げ試験によるひび割れ抵抗性の評価

曲げ試験より得られる破断時のひずみからひび割れ抵抗性を評価する。破断時のひずみが大きいほどひび割れ抵抗性が高いと評価されるので、本研究では曲げ試験を実施した。なお、曲げ試験は『舗装調査・試験法便覧[第 3 分冊], B005』に遵守して行った。

実施した曲げ試験の結果を図 3 に示す。

表 1 特殊改質材の配合条件

No.	1	2	3	4	5	6	7
A 剤	-	5%	5%	10%	10%	15%	15%
B 材	-	-	0.1%	-	0.1%	-	0.1%

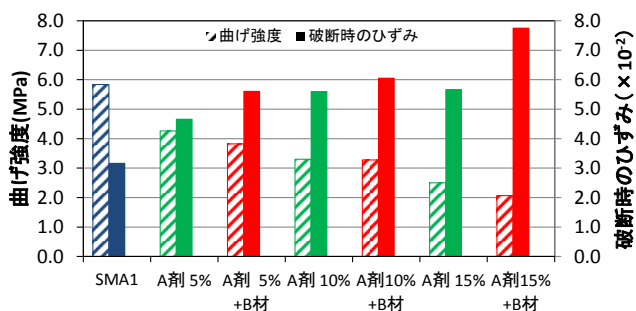


図 3 曲げ試験の結果

上することがわかる。特に、B 材を使用することによって、著しく疲労ひび割れ抵抗性は向上している。また、図 4 に示したように、応力の推移に着目してみると、B 材を使用した供試体は疲労破壊に至るまでの間、応力が低下していないことがわかる。これは B 材によって混合物はダメージの蓄積が少なくなったと考えられる。

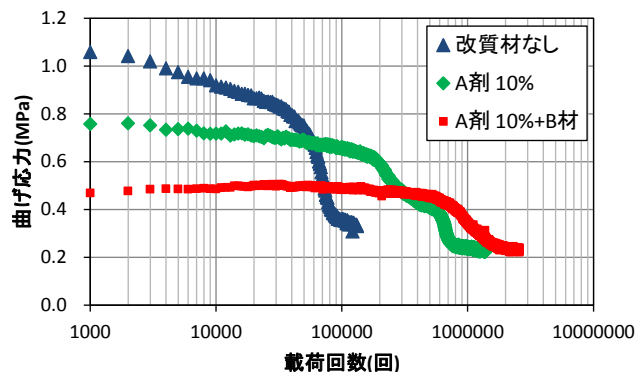


図 4 曲げ疲労試験の結果

4.3. 試験結果および考察

特殊改質材の添加量が多いほど破断時のひずみが大きい傾向にあるが、A 剤のみを添加した条件において、添加量 15% は 10% のものとほぼ同じである。このことから、A 剤のみでは一定量以上の効果を得ることができないことがわかる。また、B 材を添加した条件では A 剤 15% の場合でひび割れ抵抗性が大きく向上している。B 材は A 剤の添加量が多いほど効果を発揮することがわかった。

ひび割れ抑制としてこれらの改質材を使用するには、基準となる混合物の 2 倍の破断時のひずみが得られれば十分な性能であると判断し、A 剤 10% と B 材を添加する条件が適当と判断した。

5. 曲げ疲労試験による疲労ひび割れ抵抗性の評価

5.1. 試験概要

曲げ試験は混合物の変形追従性を評価する試験である。実際のひび割れは、疲労によって発生するものが多い。そこで、特殊改質材による疲労ひび割れ抵抗性の向上を評価するために、曲げ疲労試験を行った。供試体は、特殊改質材無しの SMA、A 剤のみ 10% 添加したもの、A 剤 10% と B 材を両方添加したものの 3 種類を作製して比較した。試験は『舗装調査・試験法便覧[第 3 分冊], B018T』に遵守して行った。

5.2. 試験結果および考察

図 4 に各供試体の曲げ疲労試験の結果を示す。破壊回数は、改質材なしが 45,000 回、A 剤のみ添加が 150,000 回、A 剤と B 材の両方添加が 550,000 回であった。この結果から、特殊改質材によって疲労ひび割れ抵抗性も向

6. WT 試験による塑性流動抵抗性の評価

6.1. 試験概要

本研究で配合を決定したアスファルト混合物について、塑性流動抵抗性を評価するためにホイールトラッキング試験 (WT 試験) を行った。特殊改質材を使用した本研究の混合物は、柔軟性が高いことからわだち掘れが懸念される。WT 試験から得られる動的安定度が塑性流動抵抗性の指標となる。『舗装調査・試験法便覧[第 3 分冊], B003』に遵守して行った。

6.2. 試験結果および考察

WT 試験を行った結果、特殊改質材を添加したすべての供試体において、動的安定度は 6000 回/mm 以上を示した。したがって、アスファルト混合物を柔軟にする特殊改質材を使用しても、骨材配合と特殊改質材の量の調節によって高い塑性流動抵抗性を得ることができる。

7. まとめ

本研究によって得られた知見は以下のとおりである。

- 1) B 材は、膨張率は高くないが温度と時間に対する安定性から No.3 が適当である。
- 2) A 剤のみの添加でもひび割れ抵抗性は向上するが、B 材を使用することで疲労ひび割れ抵抗性が大幅に向上する。
- 3) 特殊改質材を添加することによって柔軟性が高くなったが、骨材配合において対策を施すことで塑性流動抵抗性の低下を防ぐことができる。