

アスファルトラバーの粘度特性に関する研究

交通工学研究室：大西邦明

指導教官：丸山暉彦

1. はじめに

アメリカ合衆国南部のアリゾナ州等の道路舗装に、アスファルトラバー(以下 AR という)と呼ばれる舗装がある。AR とはアスファルトに自動車やトラックの廃タイヤを微粉碎したゴム粉を混入した道路舗装である。AR の特徴は舗装の耐久性が高いこと、廃タイヤのリサイクルができることなどが挙げられる。アメリカでは 1991 年に AR に関する法律が施行されている¹⁾²⁾。リサイクルの必要性が問われている近年、リサイクルできる多機能の舗装である AR を日本にも導入しようとする計画が浮上した。そこで AR を日本に導入するための研究が始められた。

2. 研究目的

AR の特徴は粘度が高いことである。粘度が高くなれば、骨材の付着力が上がり、舗装の強度や耐久性を高めることができる。しかしながら AR の粘度には未解明な点が多い。AR の粘度はゴム粉の種類、ゴム粉の混合割合や熟成時間等で変化する。

そこで本研究では AR バインダーの粘度特性を把握し、最適な粘度となる条件を提案することを目的とし、粘度試験と顕微鏡観察を実施した。また、AR 混合物であるゴムチップ入り開粒度 AR を実用化するための基礎的な検討も行った。ゴムチップ入り開粒度 AR の検討の第一段階として、強度試験であるマーシャル安定度試験を実施した。マーシャル安定度試験の基準安定度を満たすことが可能となる配合条件を検討し、ゴムチップ入り開粒度 AR の実用化の可能性を見出す。

3. AR バインダーの検討

AR バインダーの粘度試験に用いた主な材料はストレートアスファルトとゴム粉である。ゴム粉は PS (乗用車用タイヤ) と TB (トラックとバス用タイヤ) の 2 種類を使用した。

AR バインダーは、200 まで加熱したアスファルトにゴム粉を加え、攪拌機を用いて 20 分間で攪拌混合を行って作製した。その後、温度を 175 に調整し、Brookfield 社の RVDV - + 型の回転粘度計を用いて粘度測定を行った。アスファルトへのゴム粉の混合割合は重量比の 10~20%とした。アスファルトとゴム粉の混合後の熟成時間は 4 時間までとした。粘度試験と並行して、バインダーの混合状態を確認するために、顕微鏡で観察を行った。

図-1 は粘度と温度の関係を示している。温度が増加すると粘度は減少している。この図より粘度は温度により大きく変化するといえる。本研究では ASTM (アメリカ材料試験協会) の AR 基準値と比較するために 175 粘度を測定する。

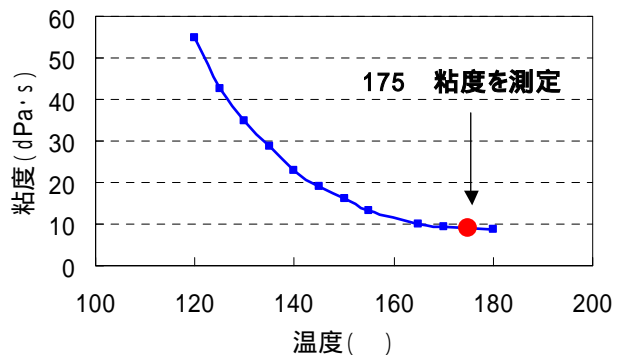


図-1 粘度と温度の関係

図-3 は PS を混入したバインダーの粘度試験結果である。ゴム粉の混合割合が増えれば粘度も増加する。AR15 (AR バインダー中にゴム粉が重量比で 15% 混入されたもの) と AR17.5 が ASTM の粘度範囲に入った。また、熟成時間が増加すれば粘度も増加することがわかる。特に AR15 と AR17.5 に熟成による粘度増加が顕著に表れている。これより安定した粘度を得るにはゴム粉を 15% 以上混入し、2 時間以上の熟成が必要である。

図-2 はバインダーに PS と TB を混入した時の粘度を比較した図である。混合割合に関係なく PS より TB を混入したバインダーの粘度が大きくなった。TB は PS と比較して天然ゴムの割合が多いことが原因であると考えられる。この結果より粘度を大きくするにはゴム粉の種類を TB にする方がよいといえる。

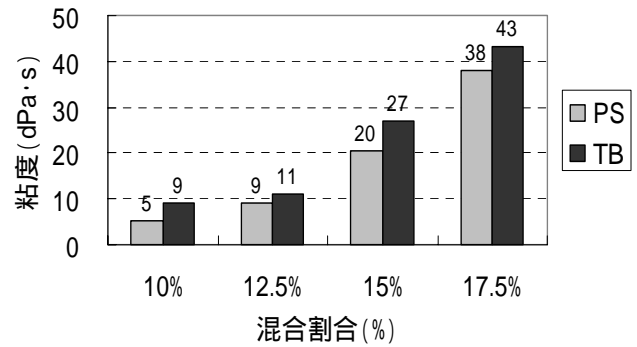
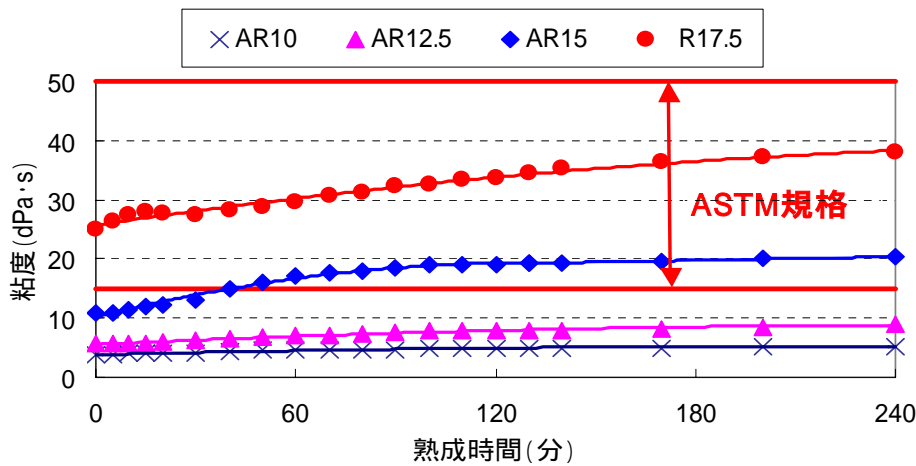


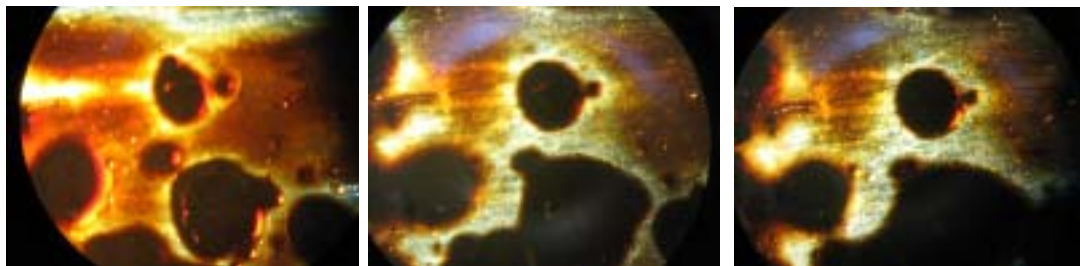
図-2 PS と TB の粘度比較

図-4 はバインダーを顕微鏡により倍率 30 倍で観察した時の写真である。熟成時間と共に写真の黒い面積が増えている。これはゴム粉がアスファルトを吸収し、膨潤したためである。膨潤することにより粘度が増加していると考えられる。



AR17.5 :
バインダー中に
ゴム粉が 17.5% 混
入されているもの

図-3 粘度結果(PS)



混合直後

熟成 1 時間

熟成 3 時間

図-4 熟成によるゴム粉の膨

4. AR 混合物の検討

ゴムチップ入り開粒度 AR の実用化のために強度試験を行い，基準強度を満たす配合を決定する．ゴムチップ入り開粒度 AR とはバインダー中にゴム粉を，骨材中にゴムチップ（廃タイヤより製造）を混入した排水性舗装である．ゴムチップは粒径の異なる 2 種類を使用した．粒径の大きいゴムチップと小さいゴムチップを，それぞれゴムチップ大とゴムチップ小と呼ぶ．ゴムチップ入り開粒度 AR の配合設計を行った．図-5 に配合設計のフローを示す．

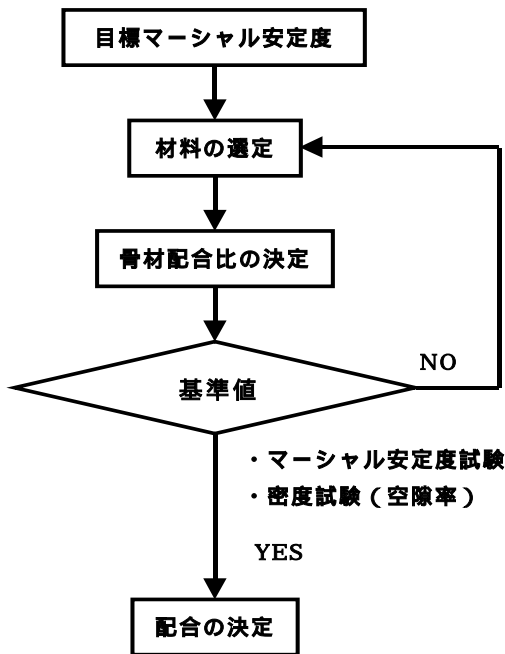


図-5 配合設計のフロー

配合を決定するために，マーシャル安定度試験と密度試験を実施した．これらの試験は舗装試験法便覧の試験方法に準拠して行った³⁾．マーシャル供試体はマーシャルランマーを使用し，混合温度 180 ，締固め温度 165 の条件の下，両面 50 回突きで作製を行った．アスファルト量は 5.8%とした．マーシャル安定度の基準値は排水性舗装技術指針（案）の基準値である 3.5kN を採用した⁴⁾．

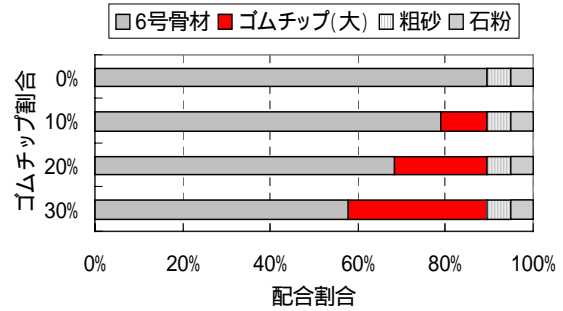


図-6 配合

ゴムチップ入り開粒度 AR の安定度の予想が困難であったため，最初に空隙率を優先させて配合設計を行った．図-6 に示すようにゴムチップ 0%の時を基準配合とし，6 号骨材の 1 部とゴムチップとを入れ替えた．使用したバインダーは高粘度バインダー，AR17.5，AR15，AR12.5 の 4 種類である．

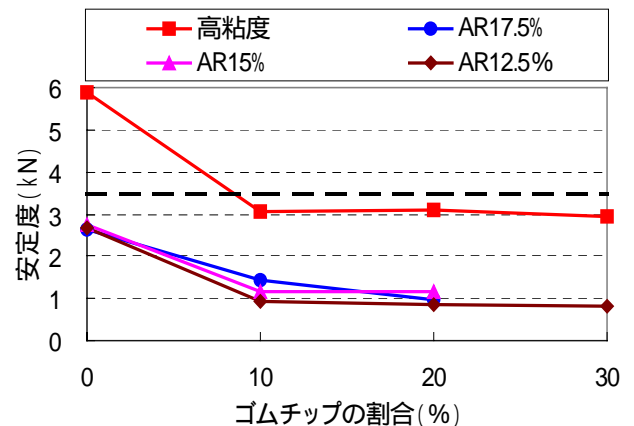


図-7 試験結果

図-7 はマーシャル安定度の結果である．ゴムチップが混入されると安定度は減少する．高粘度バインダーのゴムチップ 0%の時以外は基準値を下回った．AR バインダーでは基準値である 3.5 kN を満たすのは難しいと考えられる．また，ゴムチップ大を混入すると安定度が大きく減少することがわかった．

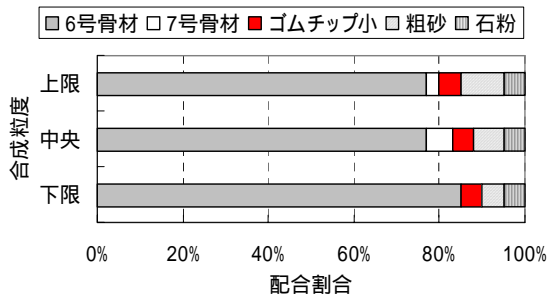


図-8 配合

配合の結果を踏まえて、配合では安定度を出すためにバインダーの粘度を高くし、ゴムチップの混合割合を少なくした。骨材の配合の体積割合は図-8に示すとおりである。合成粒度は排水性舗装の粒度範囲の中で3種類決定した。3種類はそれぞれ合成粒度が異なる。上限範囲に最も近い合成粒度を上限と呼び、下限に近いものを下限と呼び、その間を中央と呼ぶ。バインダーにはAR17.5にTPS(バインダー改質剤)を6%混入したものを使用した。またゴムチップ小をそれぞれに5%混入した。

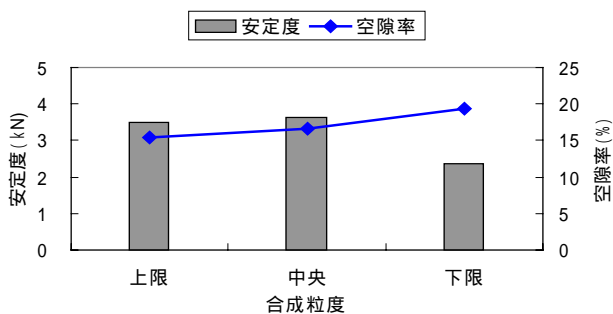


図-9 結果

図-9はマーシャル安定度試験と密度試験の結果である。上限と中央で安定度の基準値である3.5kNを満たした。下限では基準安定度を満たさなかった。また空隙率が大きくなると安定度は下がることがわかった。配合により安定度は基準値を満たすことがいえる。以上の結果よりゴムチップ入り開粒度ARの実用化の可能性を見出した。

5. まとめ

AR バインダーのまとめ

ARの粘度特性の把握ができた。適切な粘度となる条件を以下に示す。

- ・ゴム粉の混合割合は15～17.5%
- ・熟成時間は2時間以上
- ・ゴム粉の種類はPSよりTB

AR 混合物のまとめ

ゴムチップ入り開粒度ARは以下の条件の時にマーシャル安定度の基準値である3.5kNを満たす。ただし、ゴムチップ小を5%混入した場合である。

- ・合成粒度が排水性舗装の粒度範囲の中央粒度付近となる場合。
- ・バインダーに改質剤であるTPSを6%混入した場合。

上記のまとめより、ゴムチップ入り開粒度ARの実用化の可能性を見出した。

参考文献

- 1) T.Lougheed, and A.T.Papagiannakis : Viscosity Characteristics of Rubber-Modified Asphalts , pp.153 ~ 156 , 1996
- 2) U.S.Department of Transportation , Federal Highway administration : Use of Recycled Paving Material , 1993
- 3) (社)日本道路協会 : 舗装試験法便覧 , pp.506 ~ 515 , 1988
- 4) (社)日本道路協会 : 排水性舗装技術指針(案) , pp.26 ~ 35 , 1996