

高温・高圧水によるアスファルト混合物のバインダー除去に関する基礎研究

日本大学大学院 ○学生員 土 井 啓 徳
日本大学大学院 学生員 加 納 陽 輔
日 本 大 学 正会員 栗谷川 裕 造
日 本 大 学 正会員 秋 葉 正 一

1. はじめに

近年、国際的に環境保全への関心が顕在化し、あらゆる分野でリサイクルの具現化が強く求められている。道路舗装の分野では、本格的な維持・修繕の時代を迎え、舗装廃材の有効利用が喫緊の課題となっている。

現在、発生材の利用に関しては約 9 割が舗装用骨材として再利用されているものの、アスファルトの劣化に起因する、ひび割れまたは疲労抵抗性能の低下等の課題から、その利用は暫定的かつ消極的なものと言える。今後も、道路舗装の分野においては再生骨材の有効利用方法の確立と持続可能な循環型舗装の構築を目指し、舗装廃材の再資源化に積極的に取り組まなければならない。

そこで本研究では、再資源化に関する諸問題の解決とともに半永久的な循環利用を目標として、高温・高圧水によるバインダー分離再生技術を提案し、アスファルト混合物のバインダー除去に関する基礎研究を行った。

2. 研究概要

現在、分離や反応操作における新しいタイプの溶媒として、超臨界流体の多分野における活用が期待されている。超臨界流体は、臨界温度（ 31.1°C ）および臨界圧力（ 7.38MPa ）を超えた比凝縮状流体であり、液体に近い溶解力と気体に匹敵する拡散性を有している。また、超臨界流体は温度や圧力を僅かに変えると、その密度が連続的かつ大幅に変わるため、密度の関数として表せる多くの溶媒物性、輸送物性を精密に制御し、使用目的に応じた溶媒性能を付与することが可能であると考えられている。

本研究では、高温・高圧水によるバインダー除去性能の確認とともに温度・圧力レベルがこれに与える影響について、アスファルト被膜骨材を用いた反応実験による工学的評価を試みた。

供試体は、骨材（6号砕石：4.75～13mm）に一般に使用されている、アスファルト（St.As.60-80）を重量比で1～2％程度、被膜・混合したもの1粒を1回の試験に対して使用した。なお、アスファルトの加熱および混合温度は、一般的な混合物と同様に 170°C とした。

基礎実験に関しては、溶媒に純水を使用し、反応温度を $300\sim 450^{\circ}\text{C}$ で 25°C 間隔の7通り、圧力を30、35、40、45MPaの4段階とし、計28種の条件下におけるバインダー除去性能を比較評価した。なお、本試験における反応時間は目標温度・圧力到達後から180secとした。

各試験条件におけるAs除去性能の評価にあたっては、As除去率を指標として以下の式より算出し比較検討を行った。



写真-1 加熱反応試験機
(ソルトバス)

表-1 ソルトバス仕様

外形寸法	W550×D550×H850mm (液槽部590×攪拌部260mm)
槽内寸法	W200×D200×H450mm
温度範囲	+300～+600℃
温度安定度	±0.5℃
温度調節	デジタル式温度指示調節器 PID制御方式
ヒーター	シースワイヤー式4kW
攪拌機	縦型攪拌方式 100Wスピードコントロールモーター(タイマー付き)
定格電源	AC200V 単相50/60Hz
定格電流	21A
重量	約81kg

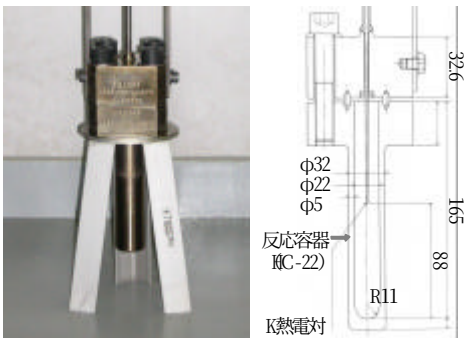


写真-2 反応容器(セル)

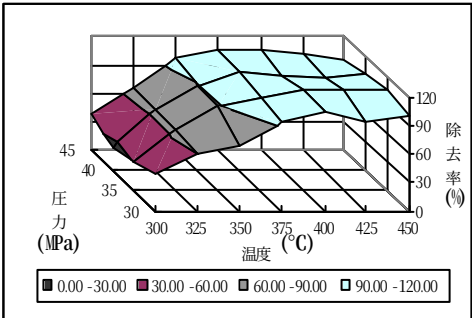


図-1 As 除去率(St.As.6号砕石)

キーワード:超臨界水、バインダー除去性能、As除去率、分離再生技術、繰り返し反応試験
日本大学 生産工学部 土木工学科 道路工学研究室 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 Tel 047-474-2420

$$\text{As除去率(\%)} = \frac{\text{被膜後質量} - (\text{反応後質量} + \text{細粒分質量})}{\text{被膜後質量} - \text{骨材質量}} \times 100$$

使用した装置の概要は**写真-1**、**表-1**、**写真-2**に示すとおりである。

3. 溶媒性能に関する検討

図-1は、前述の式より算出したAs除去率を示したものである。これより臨界温度を境に、As除去率に大きな差異が見られ、温度レベルとバインダー除去性能との関連性が伺える。なお、圧力レベルに関しては大きな差異が見られず、本実験で行った30～45MPaの範囲では、圧力の違いによる除去性能への影響は小さいと考えられる。また、**写真3～5**よりAs被膜前・反応後と比較すると、色や形状等の外観に大きな変化は確認されず、目視による判別が困難なほどにアスファルト被膜が除去されているのが分かる。

以上の結果から、高温・高圧水によるアスファルト除去効果の発現が認められるとともに、アスファルト混合物の抽出試験および分離再生技術としての高温・高圧水の有用性が確認された。

4. 分離再生技術に関する検討

4-1. 試験概要

分離再生技術に関しては、充分なバインダー除去性能はもとよりプラント化を視野に入れた技術的観点から、より低温かつ低圧な条件下での検討が必要不可欠である。ここでは、**3. 溶媒性能に関する検討**の試験結果から充分な除去率が得られなかった条件下において、繰り返し反応試験を行い、効率的なAs除去方法に関する検討を行った。

4-2. 試験結果

繰り返し反応試験結果の1例として各温度の40MPaにおける除去率の増加傾向を**図-2**に示す。なお、目標の除去率は90%とした。これは骨材に付着したアスファルトが目視によりほぼ完全に除去されたと判断できる値である。以上の結果より、繰り返し反応試験を行うことで、アスファルト除去率の増加が見られる。なお、所要の除去率を達成するためには、繰り返し反応による除去率の増加傾向から、325℃以上の温度条件および2～3回以上の反応回数が必要であるといえる。これらのことから、1回の反応で充分な除去効果が得られなかった条件下においても、反応を繰り返すことで残存アスファルトの除去が可能であり、連続式アスファルト除去方法の分離再生技術に対する有意性が確認された。

5. まとめ

以下に、各実験から得られた知見を取りまとめる。

- ・ 臨界温度を境に、As除去率に大きな差異が見られ、温度レベルとバインダー除去性能との関連性が伺えた。
- ・ 各温度条件下において圧力レベルによるバインダー除去性能の向上は認められない。
- ・ 分離再生技術としてプラント化を視野に入れた技術的観点から検討を行った結果、低温領域においても反応を繰り返すことで残存アスファルトの除去が可能であり、連続式アスファルト除去方法の有意性が確認された。

参考文献

- 1) 荒井 康彦ほか：超臨界流体のすべて」,(株)テクノシステム, 2002.10.
- 2) 村田 徳治：注目される超臨界水技術」, 資源環境対策 Vol34, No.9, Page861-866 1998



写真-3 被膜前骨材



写真-4 被膜後供試体



写真-5 反応後供試体

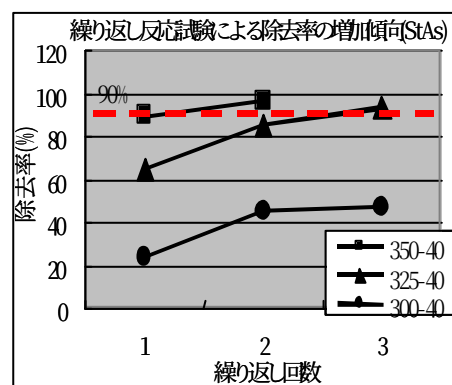


図-2 繰り返し反応試験