

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26820179

研究課題名(和文)「水」を抽出溶媒とした環境調和型アスファルト抽出試験の開発と展開

研究課題名(英文) Development and application of environment-friendly asphalt extraction test technology using water as the extracting solvent

研究代表者

加納 陽輔 (KANOU, Yousuke)

日本大学・生産工学部・講師

研究者番号：50451315

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、人体や環境に有害な溶剤を用いることなく、「水」を溶媒としてアスファルト混合物からアスファルトを抽出する抽出技術の開発と展開を目的としている。以下に、本研究期間における成果を開発と展開の目的に区別して概説する。

抽出試験の開発に向けた平成26～27年度の研究により、350の亜臨界水を用いて多様なアスファルトを迅速かつ厳密に抽出できることを究明し、安全かつ効率的な試験法および自動化装置を開発した。抽出技術の展開を目指した平成28年度の研究により、亜臨界水反応によってアスファルトが軽質化する傾向を確認し、劣化アスファルトの性状回復技術として展開の可能性を究明した。

研究成果の概要(英文)：This research is aimed at the development and application of technology for extraction of asphalt from asphalt mixture using water as the solvent instead of chemicals that are hazardous to human health and the environment.

A program of research was conducted in fiscal 2014 and 2015 for the development of extraction testing. This research found that it was possible to extract diverse asphalt both swiftly and precisely by use of subcritical water with a temperature of 350 degrees Celsius. It also resulted in the development of a safe and efficient test procedure and automatic extraction unit. The research conducted in fiscal 2016 was aimed at application of the extraction technology. It confirmed that reaction with the subcritical water tended to lighten the asphalt, and elucidated possibilities for application as technology for recovery of the properties of deteriorated asphalt.

研究分野：土木工学

キーワード：アスファルト アスファルト混合物 抽出技術 亜臨界水 高温高圧水 品質管理試験

1. 研究開始当初の背景

化学物質に起因した労働災害は後を絶たず、かつその原因物質は多様化しつつある。特に日常業務に伴う健康被害に対しては、作業実態に基づく具体的な安全衛生対策が急務である。

道路舗装に用いるアスファルト混合物やアスファルト安定処理混合物に関しては、新材・再生材を問わずアスファルト量および骨材合成粒度等の品質規格値が定められている。現在、アスファルト混合物の品質は、アスファルト混合所の印字記録に基づく管理に一存するのが主流であるが、印字記録のないアスファルト混合物再生骨材（以下、再生骨材）の普及に伴いアスファルト抽出試験（以下、抽出試験）による品質管理は重要性を増している。

現行の抽出試験には、常圧・減圧式ソックスレー抽出法や自動遠心分離抽出法等があり、使用される装置および溶剤は機関によって様々である。特に溶剤に関しては、1,1,1-トリクロロ・エタンがオゾン層破壊物質として廃止されて以降（1995年末）、環境に配慮した炭化水素系や臭素系の代替溶剤が用いられている。しかし、溶剤によってはポリマー改質アスファルトに対する適用性や引火性、溶剤コストのほか、発がん性や生殖毒性への懸念もあり、作業環境に配慮した試験法の改善にも一考を要する。

本研究で着目する高温高压水は、安全かつ効率的な抽出溶媒として食品分野等での実用が進んでおり、研究代表者は近年、アスファルト抽出溶媒としての応用の可能性を明らかにしている。

2. 研究の目的

本研究は、発がん性や生殖毒性が懸念される溶剤に依存することなく、「水」を溶媒としてアスファルト混合物からアスファルトを迅速かつ厳密に抽出する環境調和型アスファルト抽出技術の開発と展開を目的としている。以下に、本研究の目的を段階的に達成するための目標①～③を示す。

- ①多様な素材及び混合物に対する高温高压水の抽出性能を究明し、適用性と実用性を検証する。
- ②日常的な品質管理試験として実用に適した装置を開発し、安全かつ効率的な試験法を確立する。
- ③抽出・回収したアスファルトの性状と品質を評価し、高温高压水技術の回収試験等への応用の可能性を確認する。

3. 研究の方法

本研究期間（平成26～28年度）では、前述の目的を達成するための検討課題A～Eを設定し、これらを基礎検討（検討課題A、B）、実用検討（検討課題C、D）、応用検討（検討課題E）に区分した実施計画に沿って各年度の研究を遂行した。

(1) 抽出技術の開発に向けた基礎検討

平成26年度計画では、目標①を達成する基

礎検討として、以下の検討課題A、Bを究明・解決する実験及び分析を遂行した。

A) 各種の改質アスファルトや剥離面積率の異なる骨材、劣化程度の異なる再生骨材等を用いて、混合物用素材の性状が高温高压水の抽出性能に及ぼす影響を明らかにする。

B) アスファルト量や骨材合成粒度、再生骨材配合率等の異なる各種混合物を用いて、供試体の配合及び質量が高温高压水の抽出性能に及ぼす影響を明らかにする。

平成26年度で実施した亜臨界水抽出法は、図-1に示すとおり混合物が含有するアスファルトを亜臨界水によって溶解する「加熱・抽出工程」と、骨材を洗浄しながら粒径ごとに回収する「分級・乾燥工程」からなり、図-2の密閉式加熱容器を用いて実施した。

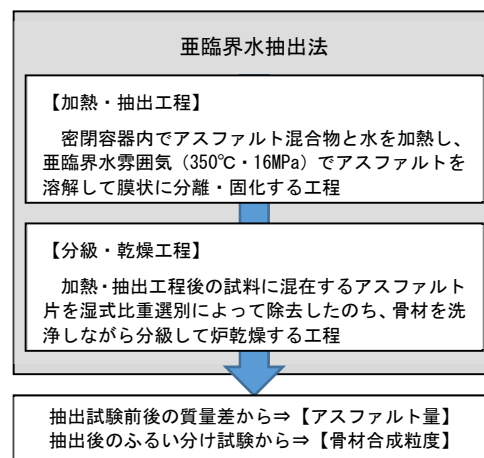


図-1 亜臨界水抽出法の実験フロー

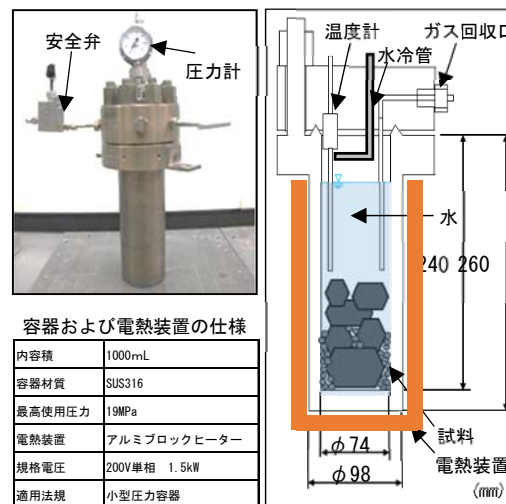


図-2 密閉式加熱容器

(2) 抽出技術の開発に向けた実用検討

平成27年度計画では、目標②を達成する実用検討として、以下の検討課題C、Dを究明・解決する実験及び分析を遂行した。

C) 加熱・冷却装置等の改良による試験時間の短縮や、内部（二槽）容器による試験手順・操作の簡略化等について具体的に検討し、より安全かつ実用的な亜臨界水抽出試験装置を開発する。

D) 抽出後アスファルト(膜状)の確実な造成・回収方法や、抽出後骨材の簡便な回収・乾燥方法等について検討し、より安全かつ効率的な亜臨界水抽出試験法を確立する。

平成 27 年度には、加熱・冷却・保温に留意した装置の効率化、ならびに試験方法・手順の簡略化に取り組み、加えて基礎検討(平成 26 年度)を踏まえて装置及び試験法の安全対策について検討した。

ここで、平成 26~27 年度研究の試料は、骨材配合およびアスファルトの種類に対する亜臨界水抽出法の適用性を確認するため、ストレートアスファルト 60-80 による細粒度アスファルト混合物(13F)および粗粒度アスファルト混合物(20)(以下、細粒度、粗粒度)、ポリマー改質アスファルト H 型によるポーラスアスファルト混合物(20)(以下、ポーラス)の 3 種類をそれぞれ中央粒度に沿って配合・混合し、転圧しない状態で 500g を供した。また、各種混合物による知見に基づいて再生骨材に対応した試験条件を検討した。

(3) 抽出技術の展開に向けた応用検討

平成 28 年度計画では、目標③を達成する応用検討として、以下の検討課題 E を究明・解決するための実験及び分析を遂行した。

E) 幾つかの温度・圧力条件によって抽出・回収した膜状のアスファルトを比較分析し、これらの組成と性状、品質から、高温高压水技術の回収試験等への応用の可能性を確認する。

平成 28 年度には、基礎検討(平成 26 年度)から回収した膜状のアスファルトを分析し、亜臨界水反応が各種アスファルトの性状に及ぼす影響から舗装分野における高温高压水技術の展開を検討した。

4. 研究成果

本研究期間の成果をアスファルト抽出技術の開発(平成 26~27 年度)と展開(平成 28 年度)の目的に区別して以下に概説する。

(1) 抽出技術の開発に向けた成果

亜臨界水抽出後の骨材(左:粗骨材、右:細骨材)を写真-1 a)~c)に、参考として混合前の骨材を d)に示す。各混合物とも抽出後の粗骨材表面にアスファルトの付着は見られず、混合前の粗骨材と遜色がない。

アスファルト量の測定結果を表-1 に示す。骨材配合およびアスファルトの種類は、アスファルト量の測定精度に影響を及ぼさず、各混合物とも高精度の測定値が得られることを確認した。

各混合物の配合粒度と亜臨界水抽出法により測定した骨材合成粒度(以下、測定粒度)を図-3 に粒度曲線で比較する。骨材配合およびアスファルトの種類は、測定粒度に影響は見られず、各混合物とも測定粒度による粒度曲線は配合粒度によるものと概ね一致している。

以上から、抽出試験の開発を目標とした平成 26~27 年度の研究により、350℃の亜臨界水を用いて骨材配合やアスファルトの種類に

左右されることなく、多様なアスファルトを迅速かつ厳密に抽出できることを究明し、安全かつ効率的な試験法および自動化装置(写真-2)を開発した。

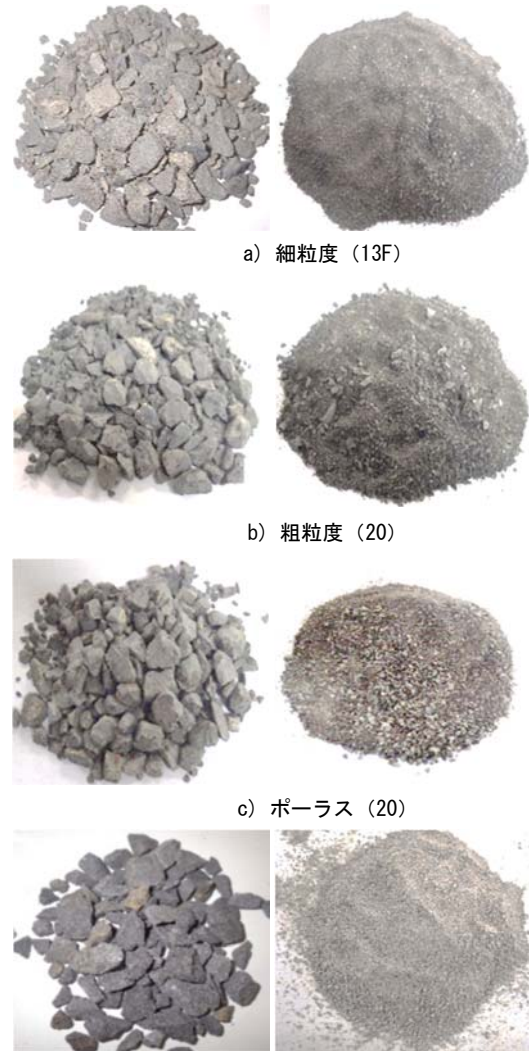


写真-1 亜臨界水抽出後の骨材

表-1 アスファルト量の測定結果

	配合量 (%)	測定量 (%)	測定誤差 (%)
細粒度 (13F)	7.0	7.13	0.13
粗粒度 (20)	5.3	5.35	0.05
ポーラス (20)	5.0	5.03	0.03

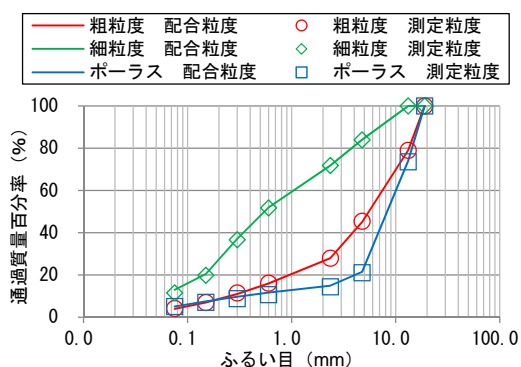


図-3 骨材合成粒度の測定結果



写真-2 亜臨界水自動抽出装置

なお、再生骨材に対しては、図-4 に示す準備工程に加え、抽出時の保温時間を15分から30分に延長することによりアスファルト量および骨材合成粒度の測定精度(表-2)が向上することを確認した。今後、底面への付着を防ぐ容器・装置の改良や試験条件等の検討と合わせて更なる改善を図りたい。

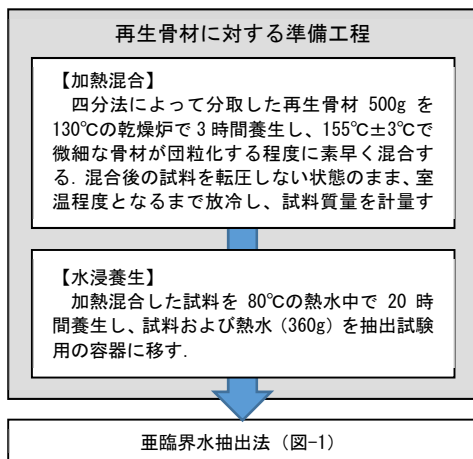


図-4 再生骨材に対する事前準備の流れ

表-2 通過質量百分率 (保温時間 30分)

	亜臨界水抽出後	ソックスレー抽出後	
通過質量百分率 (%)	19.0 (mm)	100.0	100.0
	13.2 (mm)	100.0	100.0
	9.5 (mm)	92.1	91.4
	4.8 (mm)	68.0	67.5
	2.4 (mm)	47.2	46.9
	1.18 (mm)	35.1	34.8
	0.60 (mm)	23.3	25.3
	0.30 (mm)	14.0	14.6
	0.15 (mm)	4.4	4.7
0.075 (mm)	0.4	0.9	

(2) 抽出技術の展開に向けた応用検討

薄膜クロマトグラフ法 (TLC/FID 法) による組成分析の結果を図-5 に示す。新規のアスファルト (以下、新規 As) と室内で強制的に熱劣化させたアスファルト (以下、劣化 As) の比較から、劣化に伴って、芳香族分が大きく減少し、レジン分、アスファルテン分が増

加する傾向を確認した。これに対し、高温高圧水反応後に回収したアスファルト (以下、回収 As) の組成は、250℃、350℃で芳香族分の増加が見られ、温度上昇に伴ってアスファルテン分およびレジン分が減少する結果となった。なお、350℃の回収 As に対して針入度試験を行った結果、針入度は 40.2 となり、新規 As の性状に至らなかったものの、性状回復の可能性を示唆した。

以上から、抽出技術の展開を目指した平成 28 年度の研究により、亜臨界水反応によってアスファルトが軽質化する傾向を確認し、劣化アスファルトの性状回復技術として展開の可能性を究明した。

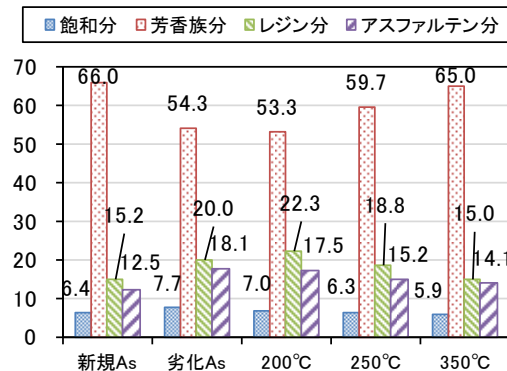


図-5 回収アスファルトの組成分析結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

- [雑誌論文] (計 4 件)
- ① 加納陽輔、秋葉正一、赤津憲吾、アスファルト舗装発生材を素材状態に還元する分別再材料化技術の提案、舗装、建設図書、査読無、Vo.52、No.6、2017、pp.9-14、http://www.kensetutosho.com/Magazine/hosou/2017_06_hosou.html
 - ② 加納陽輔、秋葉正一、赤津憲吾、岩田幸浩、亜臨界水を溶媒とした環境適合型アスファルト抽出試験、舗装、建設図書、査読無、Vol.51、No.10、2016、pp.22-27、http://www.kensetutosho.com/Magazine/hosou/2016_10_hosou.html
 - ③ 赤津憲吾、加納陽輔、秋葉正一、佐藤克己、亜臨界水を抽出溶媒としたアスファルト混合物抽出試験法の提案、土木学会論文集 E1 (舗装工学)、査読有、Vol.72、No.1、2016、pp.31-41、<http://doi.org/10.2208/jscejpe.72.31>
 - ④ 加納陽輔、秋葉正一、赤津憲吾、アスファルト舗装発生材の分別再材料化技術に関する基礎的検討、土木学会論文集 E1 (舗装工学)、査読有、Vol.72、No.3、2016、pp.61-68、http://doi.org/10.2208/jscejpe.72.I_61

[学会発表] (計 1 件)

- ① 加納陽輔、秋葉正一、赤津憲吾、アスファ

ルト舗装発生材の分別再材料化技術に関する基礎的検討、第21回土木学会舗装工学講演会、2016.12.9、土木学会講堂（東京都新宿区）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加納陽輔 (KANOU, Yousuke)

日本大学・生産工学部・専任講師

研究者番号：50451315