

高温・高圧水のアスファルト抽出溶媒としての性能及び安全性

日大生産工 ○加納 陽輔 日大生産工 栗谷川裕造
日大生産工 秋葉 正一 日大生産工(院)塩島 崇

1. はじめに

従来、アスファルト抽出溶剤として用いられてきた1・1・1トリクロロエタンは、モントリオール議定書の規制により、95年末以降、オゾン層破壊物質として全廃止されている。このため、近年では人体や環境への影響に配慮した石油系または植物系の代替溶剤が選定され、使用されているものの、いずれの溶剤も有害性が全く無いとはいえず、抽出・乾燥時における引火性など、作業環境に関する懸念を多く残している。また、排水性舗装に代表される舗装材料の多様化を背景に、骨材把握力に優れた改質系アスファルトが普及する中で、既往溶剤ではこれらを完全に抽出することが困難であるとの課題を抱える。

アスファルトの抽出は、合材プラントにおける日常的な品質管理業務であり、再生資材の適切な利用を進めるうえでも欠くことのできない品質判定項目である。自然環境や作業環境に配慮した安全かつ経済的な抽出溶媒の検討が望まれる。

本研究では、我々にとって最も身近な溶媒である水の物性に着目し、環境適合型アスファルト抽出溶媒としての性能と安全性について評価した。

2. 高温・高圧水アスファルト抽出試験

以下の手順に従って、高温・高圧水のアスファルト抽出性能及び安全性に関する評価試験を実施した。なお、アスファルトは表-1に示すものと、それぞれを熱劣化させた4種類を供した。

- ① 密閉容器に設定水蒸気圧が得られる仕込量の水及びアスファルト皮膜試料を投入する。
- ② 容器を硝石槽に沈めて加熱し、内部の温度と圧力が設定条件に到達後、180sec 静置する。
- ③ 容器内部が常温・常圧になるまで冷却した後、開封して水面の油膜と内容物を回収する。
- ④ 内容物を濾過して固・液を分取し、濾紙に残留した試料を炉乾燥（110℃）する。

3. 高温・高圧水のアスファルト抽出性能

2. ④から得られた乾燥試料の質量を測定し、試験前後における質量変化よりアスファルト抽出率を算出した。

温度・圧力レベルとアスファルト抽出率の関係を表-2（St.As.）、表-3（Mod. II As.）に示す。

表-1 使用アスファルトの性状

試験項目		St.As.60/80	改質Ⅱ型As.
針入度(25℃)	1/10mm	62	52
軟化点	℃	49.0	61.5
伸度	cm	150+	60
引火点	℃	362	305
薄膜加熱針入度残留率	%	64.0	80.8
タフネス(25℃)	N・m	—	18.4
テナシティ(25℃)	N・m	—	14.1
密度(15℃)	g/cm ³	1.041	1.030
動粘度	(140℃) mm ² /s	904	767
	(160℃) mm ² /s	210	323
	(180℃) mm ² /s	69	172

表-2 温度・圧力レベルと St.As.抽出率

	20MPa	25MPa	30MPa	35MPa	40MPa	45MPa
300℃	38.89 (57.29)	52.45 (51.30)	54.73 (55.75)	59.68 (54.47)	55.16 (35.64)	55.05 (40.52)
325℃	53.58 (55.54)	47.95 (66.77)	60.09 (60.16)	66.55 (68.08)	70.50 (68.46)	75.63 (81.8)
350℃	57.21 (80.45)	71.71 (82.22)	88.53 (88.31)	85.96 (92.23)	82.79 (93.85)	88.21 (96.82)
375℃	86.67 (87.19)	82.46 (85.53)	96.75 (94.13)	99.32 (97.59)	98.16 (104.47)	99.99 (104.49)
400℃	80.90 (85.89)	81.19 (82.54)	99.11 (101.54)	97.11 (98.94)	102.60 (99.44)	96.42 (105.6)
425℃	65.37 (79.64)	82.54 (84.61)	99.80 (97.26)	99.56 (97.64)	99.63 (98.25)	100.32 (103.49)
450℃	70.05 (74.71)	83.63 (84.37)	97.57 (101.76)	98.87 (100.13)	102.04 (101.81)	101.66 (99.47)

※括弧内の値は、非劣化供試体に対する結果を示す。(熱劣化:70℃・168hr) (単位:g)

表-3 温度・圧力レベルと Mod. II As.抽出率

	20MPa	25MPa	30MPa	35MPa	40MPa	45MPa
300℃	30.41 (29.49)	34.02 (34.92)	52.63 (52.61)	56.64 (60.51)	57.60 (52.59)	55.37 (57.35)
325℃	32.07 (33.66)	34.51 (36.16)	64.70 (61.42)	61.64 (61.45)	73.55 (73.33)	64.29 (72.86)
350℃	59.68 (64.54)	69.62 (67.87)	90.80 (93.63)	91.13 (92.90)	92.17 (94.82)	91.27 (97.30)
375℃	84.89 (85.75)	85.54 (86.27)	94.34 (94.51)	99.22 (100.46)	96.49 (99.44)	100.85 (99.57)
400℃	82.19 (88.55)	86.42 (88.72)	98.34 (97.93)	98.54 (100.79)	98.93 (106.18)	99.51 (99.61)
425℃	81.25 (84.27)	82.45 (85.94)	100.55 (99.47)	99.94 (101.97)	100.14 (100.38)	99.13 (105.62)
450℃	76.24 (77.71)	81.04 (79.79)	99.98 (99.60)	99.82 (102.33)	100.11 (100.95)	98.94 (100.56)

※括弧内の値は、非劣化供試体に対する結果を示す。(熱劣化:70℃・168hr) (単位:g)

Performance and Safety of High-Temperature and High-Pressure Water as Asphalt extractant

Yosuke KANOU, Yuzo KURIYAGAWA, Shoichi AKIBA and Takashi SIOJIMA

高温・高圧水のアスファルト抽出性能は、臨界温度である375℃付近を境に大きく向上する傾向が見られ、St.As., Mod. II As.とも劣化程度に関係なくほぼ全量が抽出された。この結果は、水の溶媒物性のうち、密度や誘電率がアスファルト抽出性能に大きく影響することを明示している。

4. 高温・高圧水の骨材回収性能

2. ④から得られた乾燥試料のふるい分け試験（JIS A 1102）を行い、抽出前後における骨材配合粒度の比較から骨材回収性能を評価した。

骨材のふるい分け試験より得られた粒度曲線を図-1に示す。

高温・高圧水によって回収された骨材は、配合粒度と同等の組成を保持しており、塩素系溶剤を用いて36時間以上を要したソックスレー抽出法と同程度の骨材回収性能が得られている。

5. 抽出溶媒の安全性と処理方法

2. ④の濾紙通過分に関して有機成分の定性・定量分析を行い、水質汚濁防止法に則った水質評価試験から、アスファルト抽出後の溶媒の安全性と処理方法を検討した。

全有機成分の定量結果を表-4に、アスファルト抽出後の溶媒性状を表-5に示す。

定性分析から、ケトン、アルコール、芳香族炭化水素、多環芳香族炭化水素、クレゾールなどが比較的大きなピークとして検出されたが、これらの全有機成分濃度は亜臨界水で1~2ppm、超臨界水で11~13ppmと極めて微量であった。また、抽出後の溶媒性状は、対象となるアスファルトの種類に比べて、温度・圧力レベルによる差異が大きい。なお、亜臨界水、超臨界水抽出後ともに排水基準の許容限度を満足している。

以上から、アスファルト抽出後の溶媒は、抽出・乾燥作業が安全に行えるものであり、廃液は通常の下水处理に十分対応したものと考える。

6. まとめ

高温・高圧水のアスファルト抽出溶媒としての性能及び安全について、本研究から得られた知見を以下にとりまとめる。

(1) 高温・高圧水は、既往溶剤による抽出が困難とされるMod. II As.に対しても、St.As.と同様に優れた抽出性能を有している。

(2) 高温・高圧水を抽出溶媒として用いることにより、アスファルト混合物中の骨材分を迅速かつ精密に回収することが可能である。

(3) 高温・高圧水は、人体や環境に対する負荷が極めて小さい溶媒であり、抽出後の廃液は水質汚濁防止法の許容限度を満足する。

以上の結果は、高温・高圧水のアスファルト抽出溶媒としての適応性と有用性を示唆している。

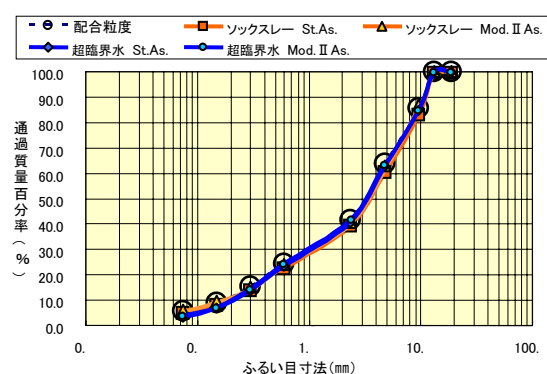


図-1 粒度曲線

表-4 有機成分の定量結果

検水種類	ピーク面積合計値			定量値 (mg/kg)
	1st RUN	2nd RUN	平均値	
St.As. (350~40)	10215	10627	10421	2
St.As. (450~40)	53240	55503	54372	11.4
Mod. II As. (350~40)	6668	6522	6595	1.3
Mod. II As. (450~40)	61435	59470	60453	12.8

※GCMS (カラム: 30m×0.53mm, 40℃1min→10℃/min→250℃)

表-5 アスファルト抽出後の溶媒性状

測定項目	St.As. (350~40)	St.As. (450~40)	Mod. II As. (350~40)	Mod. II As. (450~40)	許容限度
水素イオン濃度 (pH)	7.68	5.19	6.83	5.35	海域 5.0~9.0
化学的酸素要求量(COD) (mg/L)	40	70	40	48	160
浮遊物質濃度(SS) (mg/L)	7.5	3	7.5	6.5	200
全炭素量(T-C) (mg/L)	28	88	50	81	120
濁度 (ppm)	59.3	16.8	246.8	6.3	-
n-ヘキサン抽出物質 (mg/L)	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	0.5

※水質汚濁防止法第3条第1項関連

本研究結果を踏まえて、今後、アスファルトの溶解性に優れた有機溶媒や高温・高圧水の物性（密度、誘電率など）を参考に、より実用的かつ効率的な抽出条件の選定を行う必要がある。

参考文献

- (社)日本道路協会：舗装設計施工指針，pp.263-273，2001.
- (社)日本道路協会：舗装再生便覧，pp.205-215，0000.
- (社)日本道路協会：舗装試験法便覧別冊，pp.174-189，1996.
- 加納陽輔，秋葉正一，栗谷川裕造，河合紘茲：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，J. Jpn. Petrol. Inst.，Vol.48，No.6，pp.358-359，2005.