

# 高温・高圧水によって分別回収された アスファルト混合物骨材の性状と品質について

秋葉正一<sup>1</sup>・加納陽輔<sup>2</sup>・栗谷川裕造<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 博(工) 日本大学生産工学部土木工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町一丁目 2-1)

<sup>2</sup>正会員 博(工) 日本大学生産工学部土木工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町一丁目 2-1)

<sup>3</sup>正会員 博(工) 日本大学生産工学部土木工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町一丁目 2-1)

90年代後半より普及した排水性アスファルト混合物は、供用後、間もなく10年を経過するものも多く、今後、良質な骨材やポリマー改質アスファルトを含有した排水性舗装発生材が大幅に増加するものと考えられる。現行の舗装リサイクルシステムは、骨材配合やアスファルト性状の異なる舗装発生材を一様に破碎・分級し、効率的に再生骨材を製造することで舗装材料の再資源化の促進に寄与してきた。しかしながら、昨今における舗装材料の多様化と機能化を背景に再生骨材の需給や品質管理は一層複雑化する傾向にあり、再生用添加剤によるポーラスアスファルト混合物への再利用をはじめ、持続的な循環利用が困難な現況にある。本研究では、多くのリサイクルシステムが分別回収を基盤に合理化したことを踏まえて、高温・高圧水による舗装発生材の分別プロセスを提案し、繰返し分別回収された骨材の性状と品質を評価した。

**Key Words** : high-temperature and high-pressure water, reclaimed asphalt pavement, recycle, reclaimed material

## 1. はじめに

近年、道路舗装の分野は高度成長期以降の膨大なストックと環境保全に対する社会的ニーズを抱え、本格的なメンテナンスおよびリサイクルの時代を迎えている。メンテナンスの際には、既設舗装材の処理を余儀なくされるが、再生アスファルト混合物（以下、再生材）の老朽化やポリマー改質アスファルトの普及を背景に、アスファルト舗装発生材（以下、舗装発生材）の品質は益々多様化する傾向にある。いずれにしても、舗装発生材は鉱物資源である骨材と石油資源であるアスファルトによって構成された貴重な天然資源混合物であり、資源の消費抑制や環境保全の観点からも、より有効かつ持続的な利用を推進していかなければならない<sup>1)</sup>。

現行の舗装リサイクルシステムは、集積された多様な発生材を一様に破碎・分級し、効率的に再生骨材を製造することで、舗装発生材のリサイクル促進に寄与してきた<sup>1)</sup>。しかしながら、現行の機械破碎方式では避けることのできない骨材構造の不規則な変化や旧アスファルトの偏在など、再材料化と同時に含有骨材の舗装材料としての品質を損耗させていると言える<sup>2),3)</sup>。また、再生骨材を再び表層用加熱アスファルト混合物用骨材として用いる際は、残存する旧アスファルトの性状を再生用添加剤によって回復させる手法が一般的であるが、多様化する舗

装発生材への有効性は不明確であり、生産性や施工性、供用性等を確保するため、再生混合物を構成する約50～70%の材料を新規の骨材およびアスファルトに依存する傾向にある。このことは、直接的な資源消費やコストアップにもつながり、再生骨材の需給が極めて流動的なことから、舗装発生材の大半が路盤材等として利用される現況にある。舗装発生材が含有する骨材の品質や、これらの枯渇問題に配慮すると、より付加価値の高い表層材料としての循環利用を推進していかなければならない。今後も舗装材料の多様化は、再生骨材の管理と利用の体系を一層複雑化させる恐れもあり、資源の有効利用や省資源・省コスト化を図るためにも、再材料化と同時に舗装発生材中の骨材を資材の状態へと初期化することが不可欠と考える<sup>4)~8)</sup>。

以上のことを踏まえて、本研究では多くのリサイクルが分別回収を基盤として合理化されたことを踏まえて、高温・高圧水を用いた舗装発生材の分別プロセスを提案し、加熱混合したアスファルト分と繰返し分別回収された骨材の性状と品質を評価した。

## 2. 高温・高圧水による舗装発生材の分別回収

超臨界水は、水の臨界点である273.9℃、22.1MPaを超えた非凝縮性の流体であり、その密度は温度や圧力を操

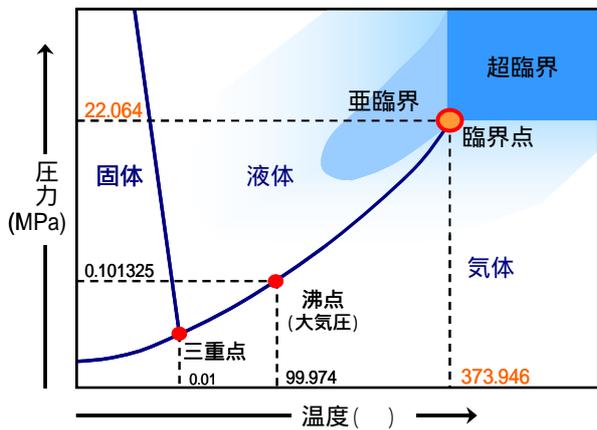


図-1 水の状態図

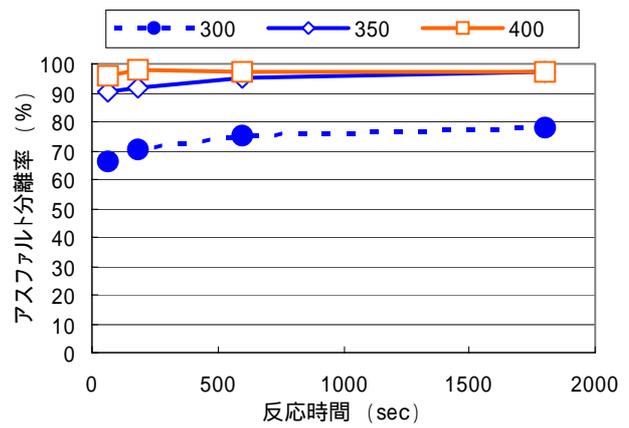
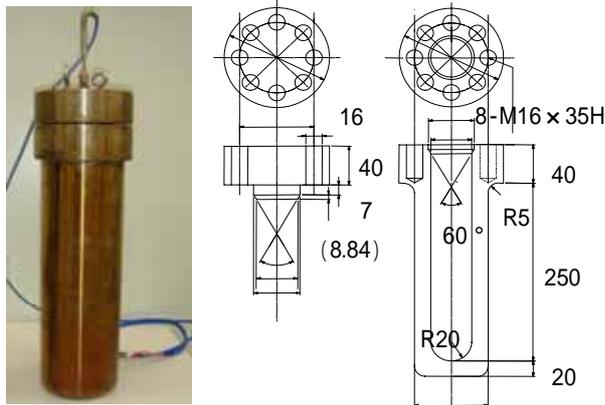


図-3 反応条件とアスファルト分離率の関係



(a) 超臨界試験用密閉容器



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	シースイヤー式4kW
攪拌機	縦型攪拌方式 スピードコントロールモータ 100W (タイマー付き)
定格電源	AC200V 単相50/60Hz
定格電流	21A
重量	約81kg

(b) 超臨界試験用加熱槽

図-2 超臨界試験装置

作することで気体から液体相当まで連続的に変化する。このため、密度の関数として表せる多くの溶媒物性や輸送物性を精密に制御し、目的に応じた溶媒性能を付与することが可能である。特に、水は最も多様な物質を溶かすことのできる液体であり、入手が容易なこと、安全性や経済性に優れることから、本研究では亜臨界水および超臨界水の溶媒物性に着目して、アスファルト混合物に対する分離溶媒としての性能と適性を評価した。

水の状態図を図-1 に示す。本研究で取り扱う亜臨界水

は水の臨界点をやや下回る 350 ・16.5MPa の液相を指しており、超臨界水については 400 ・25.0MPa の超臨界流体を用いて分別実験を試みた。本実験で用いた超臨界試験装置を図-2 に、アスファルト混合物の分別手順を以下に述べる。

図-2(a)の超臨界試験用密閉容器(約900cc)に、目標圧力となる仕込量の水および供試体を投入する。密閉容器を図-2(b)の加熱槽に沈めて、容器内部が目標とする温度と圧力に到達するまで加熱する。

所定時間(180sec)静置した後、容器内部が常温・常圧になるまで冷却して内容物を回収する。

回収試料を濾過して残留分を炉乾燥し、アスファルトを被膜する前の骨材(以下、被膜前)とアスファルトを被膜した骨材(以下、被膜後)、分別回収された骨材(以下、回収後)との乾燥質量の変化からアスファルト分離率を求める。

反応条件とストレートアスファルトに対する分離性能の関係を図-3 に示す。亜臨界水、超臨界水ともに、180sec 前後の反応時間で供試体中の90%以上のアスファルトが分離されているのが分かる。また、既報の実験からストレートアスファルトと改質アスファルト型に関しては、これらの性状の差異が高温・高圧水の分離性能に大きく影響することなく、亜臨界水、超臨界水の優れたアスファルト分離性能と骨材回収性能が確認されている<sup>8)~10)</sup>。

以上の結果を踏まえて本研究では、アスファルト舗装発生材の分別再材料化に向けた基礎検討として、亜臨界水または超臨界水によって繰返し分別回収された骨材の形質と材質、耐久性を評価した。また、これらを配合したポラスアスファルト混合物のカンタブロ試験および圧裂試験から、舗装材料としての品質と再利用の可能性について検討を行った。

### 3. 回収粗骨材に関する評価

供試体は、アスファルトを被膜する前の新規の粗骨材(6号碎石:栃木県産硬質砂岩)を基準として、亜臨界水(350 ・16.5MPa)または超臨界水(400 ・25.0MPa)



新規粗骨材 (2.5483g)



回収粗骨材 (2.5540g)

図-4 亜臨界水によって分別回収された粗骨材



新規粗骨材 (2.4551g)



回収粗骨材 (2.4557g)

図-5 超臨界水によって分別回収された粗骨材

によって90%以上のアスファルト分離率が得られた回収後の粗骨材性状を比較評価した。なお、バインダーはストレートアスファルト(St.As.60-80)を6号砕石に対して2wt%被膜させた。

(1) 回収粗骨材の形状および表面性状

図-4,図-5は、アスファルト被膜の粗骨材表面と高温・高圧水によって分別回収された粗骨材表面を、左から5倍、50倍、500倍に拡大撮影したものである。亜臨界水または超臨界水によって分別回収された粗骨材に、アスファルト被膜前の粗骨材との差異は見られず、新規状態との識別が困難なほど、形状および表面性状が十分に復元されているのが分かる。また、回収粗骨材の質量はアスファルト被膜前の新規状態と同等であることから、高温・高圧水によって粗骨材の形質を保持したまま被膜アスファルトとの分別回収が可能であると考えられる。

このことから、高温・高圧水によって分別回収された粗骨材は、機械破碎による細粒化やアスファルトの偏在を生ずることなく、形状および表面性状が新規状態に極めて近い状態に初期化されたと言える。

(2) 回収粗骨材の材質

回収粗骨材の材質に関する評価として、粗骨材の密度および吸水率試験(JISA 1110 準拠)を実施した。

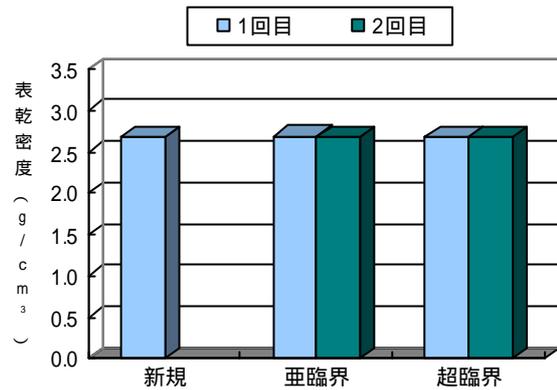


図-6 繰返し分別回収された粗骨材の密度

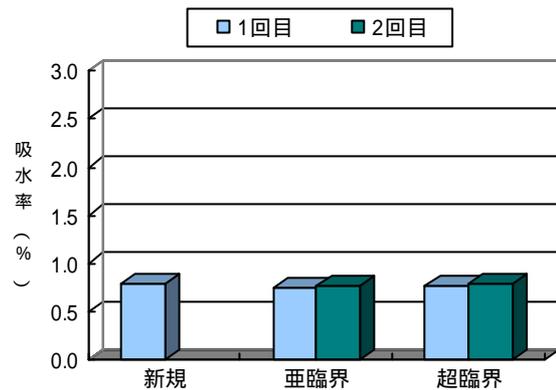


図-7 繰返し分別回収された粗骨材の吸水率

繰返し分別回収された粗骨材の密度を図-6に示す。亜臨界水、超臨界水ともに回収粗骨材の密度は、新規粗骨材と同程度であり、分別回収を繰り返すことによる密度の変化は生じていない。なお、回収粗骨材の密度は分別1回目、2回目ともに舗装用砕石の目標値である2.5g/cm³以上を十分に満足している。

繰返し分別回収された粗骨材の吸水率を図-7に示す。高温・高圧水によって回収された粗骨材は、被膜アスファルトと分別されたことによって表面性状が概ね初期化し、新規粗骨材と同等の吸水率が得られている。また、繰返し分別回収を行うことによる吸水率への影響は見られず、亜臨界水、超臨界水回収後ともに目標値である3.0%以下を十分に満足している。

以上から、高温・高圧水によって繰返し分別回収された粗骨材の材質は、舗装用骨材の目標値を満足することから、新規粗骨材と同様の取り扱いが可能であると考えられ、このことは舗装発生材の繰返し利用とともに、コンクリート資材等への用途拡大の可能性を示唆している。

(3) 回収粗骨材の耐久性

回収粗骨材に対する耐久性の評価として、ロサンゼルス試験機による粗骨材のすり減り試験(JISA 1121 準拠)、硫酸ナトリウムによる安定性試験(JIS A 1122 準拠)を実施した。

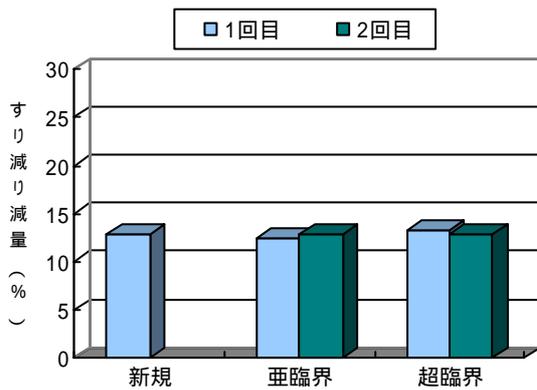


図-8 繰返し分別回収された粗骨材のすり減り減量

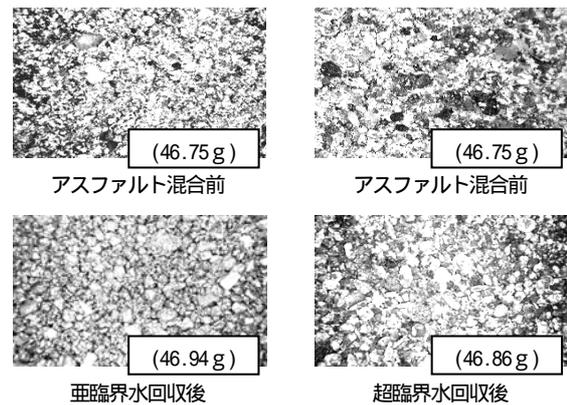


図-10 アスファルト混合前および分別回収後の細骨材

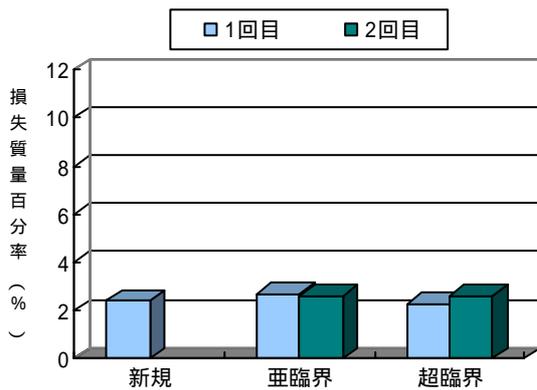


図-9 繰返し分別回収された粗骨材の損失質量百分率

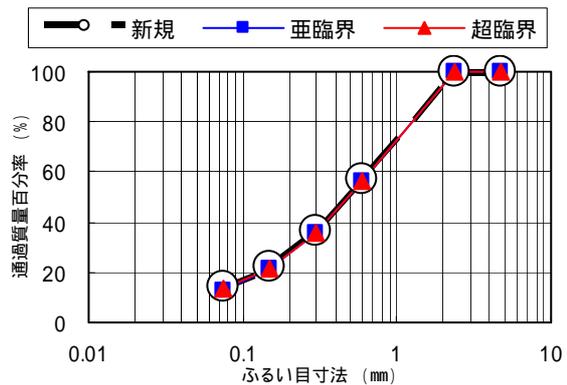


図-11 細骨材の配合粒度と回収試料粒度

高温・高圧水によって繰返し分別回収された粗骨材のすり減り減量を図-8 に示す。亜臨界水、超臨界水ともに回収粗骨材のすり減り減量は、アスファルト被膜前と同程度であり、分別回収を繰り返したことによるすり減り抵抗性の差異は生じていない。なお、回収粗骨材のすり減り減量は、分別1回目、2回目ともに表層・基層用碎石の目標値である30%以下を満足している。

繰返し分別回収された粗骨材の損失質量百分率を図-9 に示す。高温・高圧水によって分別された粗骨材の損失質量百分率は、亜臨界水、超臨界水回収後ともに新規粗骨材と同程度であり、耐久性の目標値とされる20%以下（上層路盤）、12%以下（表層、基層）を満足している。

これらのことから、高温・高圧水によって分別回収された粗骨材は、摩耗や破碎、凍結融解作用等に対する耐久性を保持していることが確認され、分別回収による粗骨材の持続的利用の可能性が認められた。

#### 4. 回収細骨材に関する評価

供試体は、舗装設計施工指針<sup>11)</sup>に規定されている密粒度アスファルト混合物（最大粒径13mm）の粒度範囲から、2.36mm以下の粒度分布となるよう細骨材および石粉を配合（砕砂66.7%、粗砂20.2%、石粉13.1%）した。なお、バインダーにはストレートアスファルト60-80を配合し

た試料に対して6wt%加熱混合して作製した。

評価はアスファルトを混合していない新規の配合試料（以下、混合前）を基準として、亜臨界水（350・16.5MPa）または超臨界水（400・25.0MPa）によって分別回収された試料（以下、回収後）を比較検討した。

##### (1) 回収細骨材の粒度

回収細骨材の粒度評価として骨材のふるい分け試験（JISA1102準拠）を実施した。

アスファルト混合前の新規細骨材と亜臨界水および超臨界水によって分別回収された細骨材を図-10に、細骨材の配合粒度と回収試料の粒度を図-11に示す。亜臨界水、超臨界水回収後の試料からは、目視による識別が十分に可能なほど、白色の石粉が混合前に近い状態で確認された。また、回収された試料の質量および粒度に、アスファルト混合前との差異が生じていないことから、高温・高圧水によって細骨材の形状と粒度を保持したまま、加熱混合したアスファルト分との厳密な分別回収が可能であると考えられる。

このことは、骨材の分別回収による分級の厳密化と、これに伴うより柔軟な再利用の可能性を示唆している。

##### (2) 回収細骨材の材質

回収細骨材の材質に関する評価として、細骨材の密度

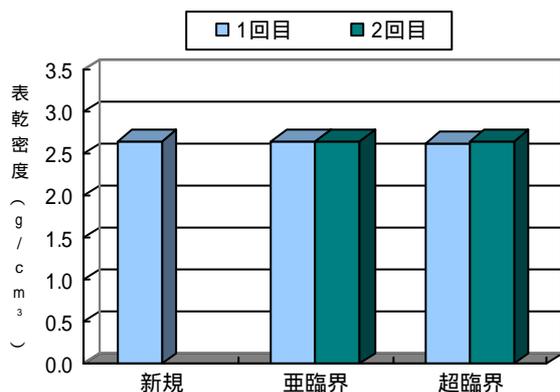


図-12 繰返し分別回収された細骨材の密度

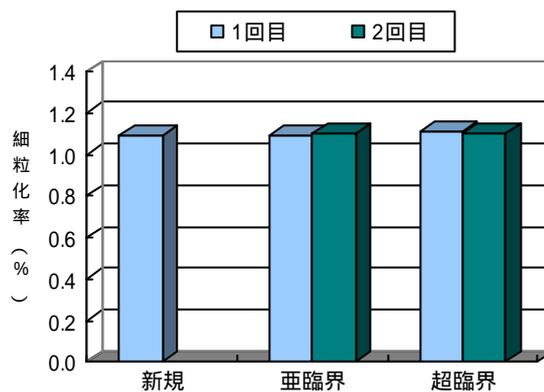


図-14 繰返し分別回収された細骨材の細粒化率

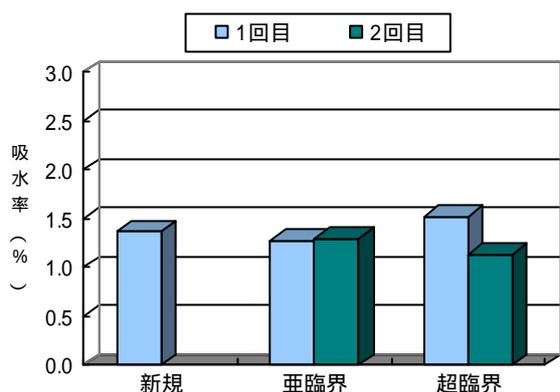


図-13 繰返し分別回収された細骨材の吸水率

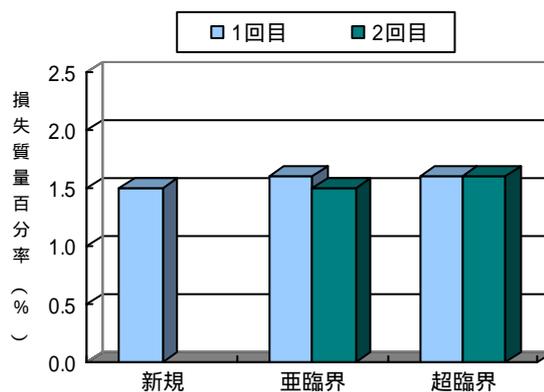


図-15 繰返し分別回収された細骨材の損失質量百分率

および吸水率試験 (JIS A 1109 準拠) を実施した。

繰返し分別回収された細骨材の密度を図-12 に示す。高温・高圧水によって分別回収された細骨材の密度は、亜臨界水、超臨界水回収後ともにアスファルト混合前と同等である。また、繰返し分別回収を行うことによる密度の変化は生じておらず、アスファルト混合前に対する回収後の密度は平均値からの偏差が 0.01 以下であった。

繰返し分別回収された細骨材の吸水率を図-13 に示す。亜臨界水回収後の細骨材は、アスファルト混合前と同程度の吸水率を有しており、その偏差は 0.03% 以下の範囲内である。一方、超臨界水回収後に関しては 1 回目と 2 回目の吸水率に差異が見られるものの、これらの偏差は最大で約 0.1% であり、舗装用細骨材として悪影響を及ぼす程度ではない。

以上から、亜臨界水または超臨界水によって分別回収された細骨材は、アスファルト混合前とほぼ同等の材質を保持しており、新規骨材と同様の品質管理と取扱いが十分可能なものと考えられる。

### (3) 回収細骨材の耐久性

細骨材の硬さに関しては、幾つかの機関で独自の評価が行われているものの、未だ確立された試験方法は示されていない現況にある<sup>12, 13, 14)</sup>。本研究では、高温・高圧水が細骨材の品質に与える影響を考慮して、ロータップ

ふるい振とう機による細骨材のすり減り試験を実施し、摩耗や破碎に対する耐久性を評価した。試験は、500g の試料を振とう機 (ふるい目: 2.36, 1.20, 0.60, 0.30, 0.075 mm) に入れ、0.6 mmふるい上に投入した鋼球 (25, 67g, 20 個) とともに 30 分間振とうさせる。結果は、試験前後における 0.6 mm 通過質量百分率の比 (試験後 / 試験前) を求め、これを細粒化度として比較評価した。また、微細なひび割れや凍結融解作用に対する安定性および耐久性に関する評価として、硫酸ナトリウムによる安定性試験 (JIS A 1122 準拠) を実施した。

繰返し分別回収された細骨材の細粒化率を図-14 に示す。高温・高圧水によって分別回収された細骨材は、新規細骨材と同程度の細粒化度であり、摩耗や破碎に対する十分な耐久性が確認された。なお、繰返し回収後の細粒化度についても、亜臨界水、超臨界水回収後の細粒化度に大きな差異は生じていないことから、アスファルト混合前の品質を保持していると言える。

繰返し分別回収された細骨材の損失質量百分率を図-15 に示す。高温・高圧水によって分別された細骨材の損失質量百分率は、亜臨界水、超臨界水回収後ともに新規粗骨材に比べて僅かに増加する傾向が見られる。しかしながら、舗装用碎石の耐久性の目標値である 20% 以下 (上層路盤)、12% 以下 (表層、基層) を参考とすると、耐久性を左右するほどの大きな変化ではない。

表-1 混合物の配合と物性値

		新100	再20 新80	再40 新60	回100
骨材配合比 (%)	6号砕石	77.0	66.0	55.0	77.0
	7号砕石	11.0	8.0	5.0	11.0
	砕砂	7.0	2.0		7.0
	粗砂				
	再生骨材13~0		20.0	40.0	
	石粉	5.0	4.0		5.0
通過質量百分率 (%)	19.0mm	100.0	100.0	100.0	100.0
	13.2mm	100.0	100.0	100.0	100.0
	9.5mm	70.0	71.3	72.6	70.0
	4.75mm	23.3	23.2	23.1	23.0
	2.36mm	12.0	12.2	12.3	12.0
	0.60mm	7.9	9.3	8.9	8.0
	0.30mm	6.7	7.9	6.8	6.5
	0.15mm	5.7	6.1	4.0	5.5
0.075mm	4.6	5.0	2.8	4.5	
設計アスファルト量 (%)	4.5	4.2	4.3	4.4	
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.948	1.975	1.988	1.970	
空隙率 (%)	21.9	20.1	20.4	21.9	
飽和度 (%)	28.1	28.7	29.1	27.9	

表-2 再生用添加剤の性状

試験項目		試験方法	性状値
動粘度(60 )	(mm <sup>2</sup> /S)	JIS K 2283	187.0
引火点	( )	JIS K 2265	254.0
薄膜加熱後の動粘度比(60 )		JIS K 2207	1.3
薄膜加熱質量変化率	(%)	JIS K 2207	-0.4
密度(15 )	(g/cm <sup>3</sup> )	JIS K 2249	1.0
組成成分	アスファルテン (%)	石油学会法	0.0
	飽和分 (%)	石油学会法	46.6
	芳香族分 (%)	石油学会法	48.2
	レジン (%)	石油学会法	5.2

これらのことから、高温・高圧水によって分別回収された細骨材は、新規状態の摩耗や破碎、凍結融解作用等に対する耐久性を保持していることが確認され、分別回収による細骨材分の持続的利用の可能性が認められた。

### 5. 回収骨材のアスファルト混合物への再利用

ポーラスアスファルト混合物の普及や老化を背景に、舗装発生材のリサイクルに関する研究が積極的に行われている<sup>3)~8)</sup>。このことから、排水性舗装発生材から製造される再生骨材は再生密粒度混合物に適用可能であることが確認されているが、再生骨材のポーラスアスファルト混合物への利用については未だ骨材飛散抵抗性やひび割れに関する課題と懸念を残している。本研究では、高温・高圧水によって分別回収された骨材のポーラスアスファルト混合物への再利用を検討するため、新規混合物と再生混合物を作製し、カンタブロ試験(養生: 20 , -20 , 水浸 60 )および圧裂試験(養生: 0 , 60 )

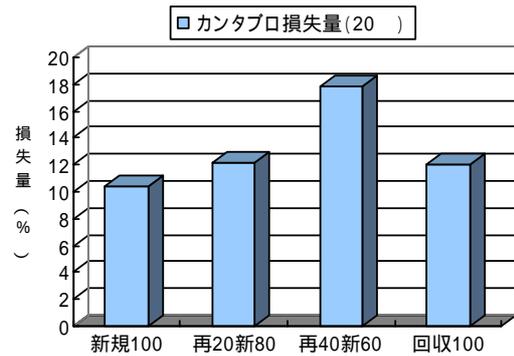


図-16 標準カンタブロ損失量 (20 )

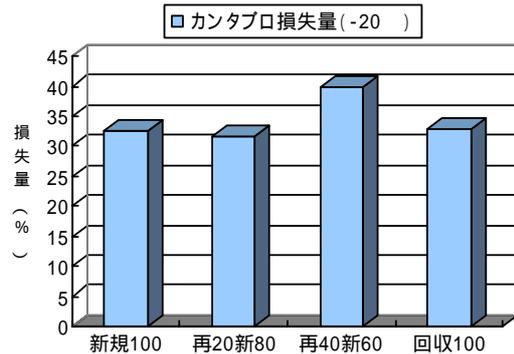


図-17 低温カンタブロ損失量 (-20 )

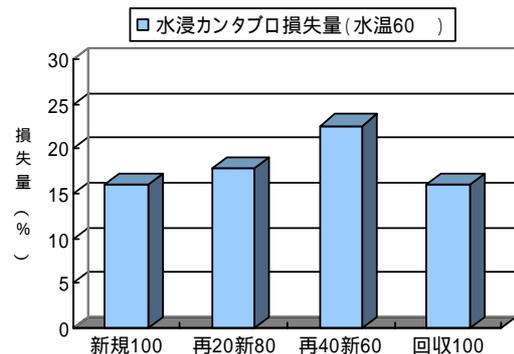


図-18 水浸カンタブロ損失量 (水温 60 )

から、回収骨材を配合した混合物を評価した。

混合物の配合と物性値を表-1 に示す。供試体は、新規骨材およびポリマー改質アスファルト H 型を用いたポーラスアスファルト混合物(以下、新規 100)と、密粒度混合物から製造した再生骨材(13~0mm)を20%および40%使用した再生ポーラスアスファルト混合物(以下、再20新80, 再40新60)を比較試料として、高温・高圧水(350・16.5MPa)によって密粒度舗装発生材から回収した骨材を配合したポーラスアスファルト混合物(以下、回収100)を評価した。なお、再生混合物を作製する際に使用した再生添加剤の性状は表-2 に示すとおりである。

#### (1) ポーラスアスファルト混合物の骨材飛散抵抗性

標準カンタブロ損失量(20 )を図-16, 低温カンタブロ損失量(-20 )を図-17, 水浸カンタブロ損失量(水浸 60 )を図-18 に示す。既往方法によって作製した再

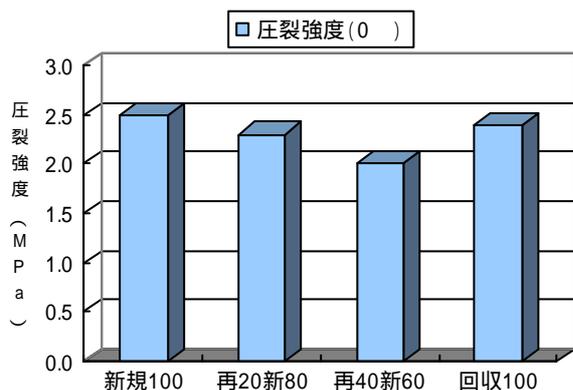


図-19 圧裂強度(0)

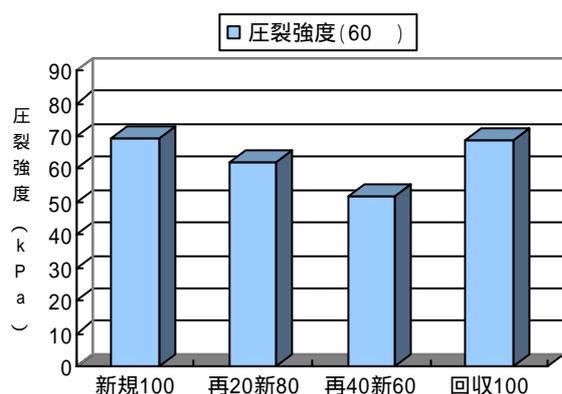


図 20 圧裂強度(60)

生混合物は、再生骨材の混入率増加に伴って損失量が増加し、再生骨材を40%混入した再40新60の性能低下が顕著である。一方、回収骨材を100%用いた混合物は、標準、低温、水浸損失量ともに、新規のポーラスアスファルト混合物と同等の性能が得られている。

このことは、再生骨材に残存する旧アスファルトの性状に起因したものと考えられるが、発生材中の旧アスファルトについては種類を特定できない場合が多く、その劣化や変質の程度も異なることから、再生用添加剤の適否が困難なことを示唆している。しかしながら、アスファルトと骨材を分別回収することで、再生用添加剤や新規骨材に依存することなく、ポーラスアスファルト混合物を製造することが可能であると考えられる。

## (2) ポーラスアスファルト混合物のひび割れ抵抗性

0 および 60 における圧裂強度を図-19、図-20 に示す。再生ポーラスアスファルト混合物は、再生骨材の混入率増加に比例して圧裂強度が低下する傾向にあり、旧アスファルトの靱性低下が発現している。一方、回収骨材のみで作製したポーラスアスファルト混合物の圧裂強度は、0、60 とともに新規のポーラスアスファルト混合物と同程度である。

以上から、アスファルト混合物の感温性や路面性状との相関を示す圧裂強度比(0 における圧裂強度 / 60 における圧裂強度)に関しても<sup>14)</sup>、回収骨材によって作製

したポーラスアスファルト混合物は新規のものと同等であることが確認され、再生ポーラスアスファルト混合物の課題であるひび割れ抵抗性に対する分別回収の有効性が認められた。今後も、その他の岩種を対象とした検証が不可欠であるが、発生材中の骨材は岩石が不特定な場合が多く、岩質の一樣化は困難と言える。しかしながら、特定のリサイクルプラントに搬入される舗装発生材の発生源地域は限られていること、すなわち、含有する骨材の産地がある程度限定されることから、地域循環型社会の構築に向けた具体的な検証が行えるものと考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、高温・高圧水を用いたアスファルト混合物の分別プロセスを提案し、繰返し回収された粗骨材および細骨材の性状と品質を評価した。

以下に得られた知見を取りまとめる。

- 高温・高圧水によって分別回収された粗骨材および細骨材は、形状、材質、耐久性ともにアスファルトを被膜する前の骨材と同等の性状を保持している。
- 高温・高圧水によって繰返し分別回収された骨材は、舗装用骨材の目標値を満足し、新規骨材と同様の取り扱いが可能と考えられる。
- 回収骨材から作製したポーラスアスファルト混合物は、骨材飛散抵抗性、ひび割れ抵抗性ともに新規混合物と同等の性能を有している。

以上の結果から、高温・高圧水によって繰返し分別回収された粗骨材および細骨材は、概ねアスファルト被膜前の初期状態に復元されていることから、新規材料に依存することなく、付加価値の高い重交通路表層、更には排水性舗装等への高度利用が可能であると考えられる。

高温・高圧水による分別プロセスの実用化については、装置のスケールアップに伴う技術的または経済的な課題を残している。今後、回収されたアスファルト分に関する検討を重ね、回収資材の循環利用を前提とした、より実用的な溶媒条件の検討を行う必要があると考えている。

謝辞：本研究は文部科学省の学術フロンティア推進事業による私学助成を得て行われたものであり、ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 建設副産物リサイクル広報推進会議：総合的建設副産物対策（平成15年度版）、2003。
- (社)日本道路協会：舗装再生便覧、pp.1-2, pp.31, pp.206, pp.38, pp.14-21, pp.124, pp.215, 2004。
- 久利良夫、佐野正典、柳下文夫、山田優：微粉末材料を活用したアスファルト舗装発生材の再材料化に関する研究、土木学会論文集、第627号、V-44、pp.27-36、1999。
- 向後憲一、加藤義輝：排水性アスファルト混合物の再生利用技術に関する検討、土木学会舗装工学論文集、Vol.6、

- pp.94-99, 2001 .
- 5) 村山雅人, 菅野宏, 姫野賢治: 排水性アスファルト混合物の再生利用に有効な添加剤の検討, 土木学会舗装工学論文集, Vol.7, pp.26-1-26-8, 2002 .
  - 6) 村山雅人, 菅野宏, 川口洋: 排水性アスファルト混合物の再生利用に有効な改質添加剤の検討, 舗装, Vol.39, No.2, pp.9-15, 2004 .
  - 7) 新田弘之, 伊藤正秀: 改質アスファルトのリサイクル技術に関する検討, 土木技術資料, Vol.46, No.1, pp.44-49, 2004 .
  - 8) Yosuke Kano, Shoichi Akiba and Yuzo Kuriyagawa : Separation and Recovery of Aggregate from Asphalt Pavement Wastes Using High Temperature and High Pressure Water , JOURNAL OF THE JAPAN PETROLEUM INSTITUTE , Vol.49 , No.5 , pp.231-239 , 2006 .
  - 9) Yosuke KANO , Shoichi AKIBA , Yuzo KURIYAGAWA and Tadashi KAWAI : Removal of Binder from Asphalt Mixture Using High Temperature and High Pressure Water , JOURNAL OF THE JAPAN PETROLEUM INSTITUTE , Vol.48 , No.6 , pp.358-364 , 2005
  - 10) 加納陽輔, 秋葉正一, 栗谷川裕造: 超臨界水を用いたアスファルト抽出試験に関する基礎検討, 土木学会舗装工学論文集, Vol.10, pp.249-256, 2005 .
  - 11) (社)日本道路協会: 舗装設計施工指針 (平成 18 年度版), pp.221, 2007 .
  - 12) 飯島尚, 小島逸平: アスファルト混合物用細骨材の試験法, 舗装, Vol.18, No.6, pp.3-10, 1983 .
  - 13) 井上武美: 道路用細骨材の硬さ試験方法の提案, 土木学会論文集, No.250, pp.133-136, 1976 .
  - 14) (社)日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, 第 2 分冊, pp.4-pp.110, 第 3 分冊, pp.78, 2007 .

## QUALITY AND PERFORMANCE OF AGGREGATE SEPARATED FROM RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT BY USING HIGH-TEMPERATURE AND HIGH-PRESSURE WATER

Shoichi AKIBA, Yosuke KANO and Yuzo KURIYAGAWA

High-temperature and high-pressure water, which has solvent performance, is supercritical and subcritical water. This paper presents method to separate aggregate from asphalt mixture by using these water. Then, applying the method, the quality of separated aggregate was firstly evaluated by the several tests. And then, the performance of drainage asphalt mixture using it was evaluated by the several tests. As the results, it was confirmed that the subcritical water can remove the asphalt from asphalt mixture as same as the supercritical water, and separated fine aggregate and coarse aggregate were the same as the former quality. And, for the performance of the mixture, it was compared with the mixture that the waste material was mixed, and the result was confirmed that the performance is well.