

再生骨材の違いに着目した再生アスファルト混合物の材料特性

福岡大学工学部 学生会員 孫 松 山下 貴弘
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣

1. はじめに 現在、日本国内におけるアスファルト(略記: As)舗装の再資源化率は約 99.5%に達する^{1),2)}。そのため、出荷される As 混合物は、再生骨材(以降、R 材とする)を利用した再生 As 混合物が全体の約 8 割を占めている³⁾。これら As 舗装は更新周期を 10 年と仮定した場合、現在の As 舗装の R 材の半数以上は、過去に再生されたこととなり、繰返し再生利用された As 舗装の R 材が増加することが考えられる⁴⁾。また、再生骨材は、As の性質や産地、撤去時期が異なり、更に撤去方法により骨材粒径が異なる。各再生施設で、破碎やふるいを利用して多くの再生骨材の利用を試みるものの、品質の低下の難点から、多くの R 材がストックされつつあるのが現状である。そこで、本研究では、再生骨材の性質を把握し、今後の再生骨材の As 混合物への有効利用を目的としている。本報告では、異なる産地より採取した再生骨材を使用した As 混合物の各種材料・力学特性試験結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 混合物として、再生密粒度 As 混合物(13mm Top)を用い、バインダには StAs 60/80 を使用した。骨材は、6 号碎石、7 号碎石、粗砂、細砂、フィラー材として石粉を用いた。また、必要に応じてアスファルトの融解を促す再生用添加剤を使用した。今回は、発生地域の異なる 3 箇所から採取した R 材 (13-0mm)(略記: A 材・B 材・C 材)を使用した。表-1 に各骨材配合率を示し、写真-1 に再生骨材の外観を示す。ここで、A 材は大都市都心部より撤去したものであり、交通量も多く繰返し利用も多く行われている材料と予想される。B 材は中都市より、C 材は小都市より撤去されたものである。特に C 材は、A 材、B 材に比べ交通量も少なく、R 材としての繰返し回数利用が少ないことが予想される。

表-1 骨材配合率

骨材	骨材配合率 (%)
	R 材 : 50%
6号碎石	23.5
7号碎石	11.0
粗砂	10.0
細砂	4.0
石粉	1.5
再生骨材	50.0
計	100.0

2-2 実験方法 本検討において、R 材発生地域の違いによる影響を把握するため、力学試験として舗装調査・試験法便覧より、標準マーシャル安定度試験(略記: 標準 MT)、水浸マーシャル安定度試験(略記: 水浸 MT)、標準ホイールトラッキング試験(略記: 標準 WT)を用いた。再生骨材は旧 As を含有しており、事前に加熱する際は、110°C に設定した炉乾燥機にて行う。MT には、直径 100mm、高さ 63.5±1.3mm の円柱形供試体を使用している。MT では、60°C の恒温水槽にて、標準 MT 試験は 30 分、水浸試験は 48 時間の水浸養生後に試験を行った。標準 WT には、長さ 300mm、幅 300mm、高さ 50mm の平板型供試体を使用し、60°C の恒温室にて 5 時間以上 24 時間以内の気中養生後に 21 回/分にて 60 分間走行試験を行った。また、R 材における含有 As の評価は抽出後、針入度試験により判定した。針入度試験は、容器に移した As に自重にて針を落下させた際の針入深さの計測することで As の硬化の判定を行う。本検討では、StAs60/80 を使用しており、目標値は中央値である 70(1/10mm)と設定した。



写真-1 R 材の外観 (A 材)

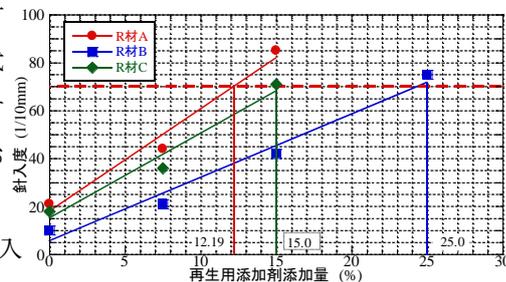


図-1 針入度試験結果

2-3 実験条件 図-1 に各地域の再生骨材から抽出したアスファルトの針入度試験結果を示し、表-2 に実験条件を示す。図-1 より、R 材含有 As に対し再生用添加剤を投入し針入度が目標値である 70(1/10mm)となる添加剤

添加量を算出したところ、再生用添加剤添加率(対旧 As (A 材 : 12.19%・B 材 : 25.0%・C 材 : 15.0%))となった。本検討では、R 材発生地域の違いによる影響を把握するため、R 材配合率 50%にて各実験 (標準 MT、水浸 MT、標準 WT) を実施した。

表-2 実験条件

使用混合物	再生骨材		使用アスファルト			補助剤添加率 (%) (対旧As)		検討試験
	撤去場所	配合率 (%)	種類	添加率 (%)		MT	WT	
再生密粒度 As 混合物 (13mm Top)	A材	50	StAs 60/80	新As	旧As	合計	8.4	12.19
	B材							25.0
	C材							15.0

3. 実験結果及び考察

3-1 R材の材料特性に及ぼす発生地域の違いの影響 図-1より、各R材のAs分の初期針入度は、酸化や気象劣化の影響により硬くなり、いずれも低い値を示し、特にB材が最も低い値を示した。次に、図-2にR材種類と再生骨材密度を示す。全R材においてC材がやや小さい値を示しているが、発生地域の差異はあまり見受けられなかった。このように、R材は各地域による材料の僅かな差は生じるものの、都心部で繰返し使用されているA材が最もAsが劣化しているとは限らないことが示された。

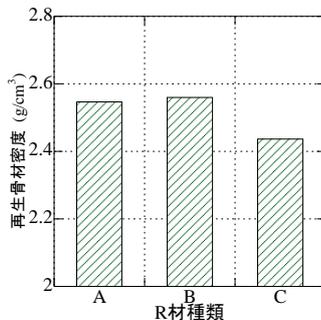


図-2 R材種類とR材密度

3-2 再生As混合物の力学特性に及ぼすR材発生地域の影響 図-3に各R材と混合物密度の関係を示す。図-2より、C材の骨材密度が低いため、C材の混合物密度も若干低い値を示した。しかしながら、R材の骨材密度は、混合物密度に影響を及ぼさないことが示された。図-4、図-5に標準安定度と水浸安定度に及ぼす発生地域の影響について示す。図-4より、いずれの標準安定度も規定値の4.9kN以上を十分満足する値を示している。また、水浸安定度も標準安定度と類似した挙動を示し、規定値の4.9kN以上を十分に満足している。図-6に残留安定度に及ぼす発生地域の影響を示す。残留安定度は、90%付近と高い値を示し、規定値の75%以上も十分満足している。これらより、R材の発生地域が安定性及び耐水性に及ぼす影響はないと考えられる。

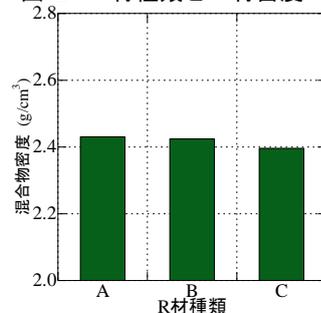


図-3 R材種類と混合物密度

しかし、MT試験では、補助添加剤の添加率を8.4%一定であり、最も劣化するB材に関して、性能を十分に回復させてない可能性があり、安定度が高くなったと考えられる。図-7にR材種類と動的安定度を示す。動的安定度は、R材の発生地域の影響を大きく受けていることが分かる。A材は2000回/mm程度の値を示しているが、C材は800回/mm程度であり、大きな差がみられる結果となった。しかし、規定値の500回/mm以上を満足している。このように動的安定度がR材の発生地域の影響を受ける理由は、図-1に示す再生用添加剤添加量が大きく起因しており、添加剤添加量が増加することにより、Asバイнда及びAs混合物としての流動性が増加し、動的安定度が低下したと考えられる。特にAsの初期針入度の低いB地域の動的安定度はAsの劣化の影響を大きく受けていることがわかる。一方で、

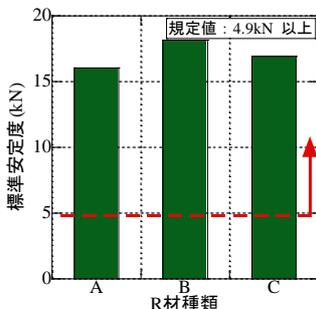


図-4 R材種類と標準安定度

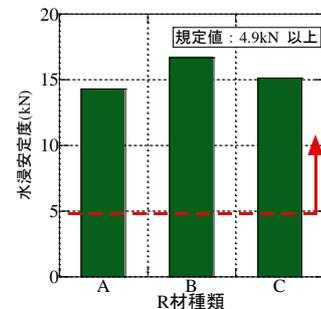


図-5 R材種類と水浸安定度

R材の発生地域が安定性及び耐水性に及ぼす影響はないと考えられる。しかし、MT試験では、補助添加剤の添加率を8.4%一定であり、最も劣化するB材に関して、性能を十分に回復させてない可能性があり、安定度が高くなったと考えられる。図-7にR材種類と動的安定度を示す。動的安定度は、R材の発生地域の影響を大きく受けていることが分かる。A材は2000回/mm程度の値を示しているが、C材は800回/mm程度であり、大きな差がみられる結果となった。しかし、規定値の500回/mm以上を満足している。このように動的安定度がR材の発生地域の影響を受ける理由は、図-1に示す再生用添加剤添加量が大きく起因しており、添加剤添加量が増加することにより、Asバイнда及びAs混合物としての流動性が増加し、動的安定度が低下したと考えられる。特にAsの初期針入度の低いB地域の動的安定度はAsの劣化の影響を大きく受けていることがわかる。一方で、

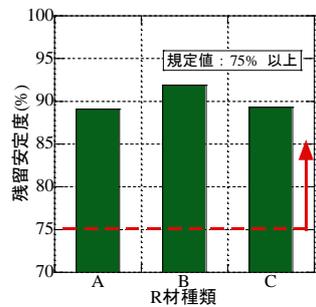


図-6 R材種類と残留安定度

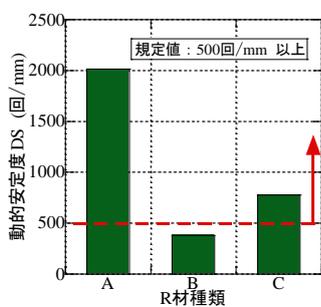


図-7 R材種類と動的安定度

R材の材料特性と同様に、都心部で繰返し使用されているR材Aが最も再生As混合物に影響するとは限らないことが示された。

4. まとめ 以下に得られた知見を示す。1)R材の材料特性として、いずれの発生地域においてもAsが劣化し、初期針入度が低い値を示した。2)再生As混合物の安定性・耐水性において、補助添加剤の添加量を一定する場合は、大きな地域差は見られず、いずれも規定値を十分満足する結果を示した。しかし、補助添加剤の過度な添加は、耐流動性を低下させる場合があるため十分に配慮する必要がある。3)R材の発生地域の違いが再生As混合物に及ぼす影響とR材の繰返し利用回数や都心部の交通量等にあまり相関性がないことが示された。またR材のAsの針入度の低下傾向から、R材の繰返し利用に伴う再生As混合物の品質の低下より、As材の経年劣化が混合物の材料特性に大きく影響を及ぼすことが明らかとなった。

謝辞：本研究は、ニチレキ株式会社技術研究所に多大な協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】1) 国土交通省 HP：平成24年度建設副産物実態調査結果, 2013. 2)加納ら：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層的検討, 土木学会論文集E1(舗装工学), Vol.72, No.3(舗装工学論文集第21巻), I_61-L_68, 2016. 3)加納ら：繰返し再生を考慮したアスファルト混合物の再生方法に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, pp117-122, 2009.12. 4) 一般社団法人 日本アスファルト合材協会：アスファルト合材製造数量推移, 2018.