

各地域の再生骨材を用いたアスファルト混合物の材料特性

福岡大学大学院 学生会員 孫 松
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 大成ロテック株式会社 正会員 島崎 勝 加納 孝志 青木 政樹

1. はじめに 日本のアスファルト舗装(略記:As 舗装)発生材の再生利用技術は一般的な技術として普及してから30年以上が経過しており、現在の再資源化率は99.5%に達している¹⁾。一方、As 舗装の更新周期を10年と仮定した場合、2008年以降のAs 舗装発生材の半分以上は、過去に一度以上再生されていることとなる。今後、複数回繰返して再生利用されたAs 舗装発生材が増加することが予想される²⁾。さらに、島国の南北に細長い日本の各地域に、地勢や気候、さらには人口、道路舗装延長、車保有台数などが異なり、そこで、道路舗装の劣化度合い、繰返し再生回数も地域ごとに特性がある。そこで、本研究では、全国各地域の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の持続性の確保を目的としている。本報告は、全国各地から採取した再生骨材を用いて、再生As 混合物の材料特性について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料 実験には北海道、新潟県、福島県、東京都、愛知県、京都府、広島県、福岡県、沖縄県の地域特性の異なる9箇所の再生骨材を用いた。また、比較的に合材出荷量の多い合材工場を選定し、採取時期による再生骨材の品質の差を最小にするため、各合材工場からの採取時期を3回に分けて採取し、混合させた最大粒径13mm以下の再生骨材を用いた。表-1に再生骨材の基本性状を示す。また、式-1に示す針入度指数³⁾計算式を用いた。ここで、PI:針入度指数、P:標準条件の針入度(1/10mm)、 $T_{R \cdot B}$:軟化点(°C)を表す。針入度と軟化点から求まるAsの感温性を表す指標である。既往の研究より、プラス側のPIを示す地域では、改質Asが使用されている再生骨材が混入している可能性がある。混合物として、再生密粒度As混合物(13mm Top)を用い、バインダ

表-1 再生骨材の基本性状

再生骨材 産地	密度 (g/cm ³)	旧As量 (%)	針入度 (1/10mm)	軟化点 (°C)	伸度 (cm)	針入度指数 (PI)
北海道	2.485	6.1	24	63.0	8	-0.01
新潟県	2.478	6.2	16	68.5	0	0.16
福島県	2.508	4.9	22	61.0	5	-0.53
東京都	2.497	5.4	20	62.5	5	-0.43
愛知県	2.474	5.7	13	67.5	2	-0.34
京都府	—	5.6	13	70.5	0	0.11
広島県	2.497	4.6	14	69.5	1	0.09
福岡県	2.552	5.3	18	66.0	2	0.03
沖縄県	2.530	4.8	13	69.0	1	-0.11

るAsの感温性を表す指標である。既往の研究より、プラス側のPIを示す地域では、改質Asが使用されている再生骨材が混入している可能性がある。混合物として、再生密粒度As混合物(13mm Top)を用い、バインダ

$$PI = \frac{\log 800 - \log P}{T_{R \cdot B} - 25} \cdots \text{式-1}$$

にはStAs 60/80を使用した。本検討は6号砕石、7号砕石、砕砂を用いた。

2-2 再生混合物作製方法 各地域の再生骨材は、粒径が異なる。そこで粒径による影響を考慮し、福岡県の再生骨材の粒径を基準として、全地域の再生骨材をふるい分けし、13.2

～0.075mmふるいにより9種類に分類し、骨材の粒径が統一された再生骨材を作製した。再生As混合物の再生骨材配合率は65%に設定した。新骨材に関しては、石粉と細砂等粒径が細かい骨材が混合物への影響が大きく、本検討はこれを除いて、骨材の配合を行った。表-2に各骨材配合率を示す。図-1に再生As混合物の合成粒度を示す。各再生骨材の初期針入度に応じて、再生用添加剤は各再生骨材の初期針入度に応じて、添加量を変化させ添加した。As添加量においては、各地域の旧Asと新Asの合計を5.3%の一定とした。

表-2 骨材配合率

骨材	骨材配合率 (%)
6号砕石	16.0
7号砕石	9.0
砕砂	10.0
細砂	0.0
石粉	0.0
再生骨材	65.0
計	100.0

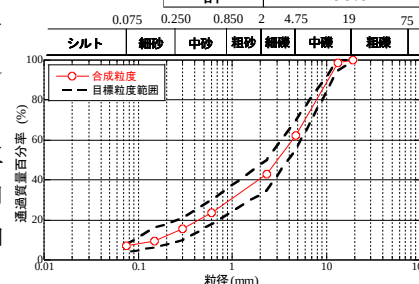


図-1 再生As混合物の合成粒度

2-3 実験方法 本検討において、再生骨材発生地域の違いや繰返し利用後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、マーシャル安定度試験、圧裂試験を用いた。表-3に再生As混合物の実験条件を示す。既往の研究⁴⁾より、As混合物の疲労破壊は、Asの劣化により接着力が低下し、As混合物の引張り抵抗力が減少することに起因する。したがって、間接的に引張り力が作用する圧裂試験は、As混合物の劣化度を評価できる。圧裂試験から得られた圧裂強度(MPa)を変位(mm)で除した圧裂係数は、既往の研究⁴⁾より、針入度20以上の骨材は、圧裂係数が概ね1.7MPa/mmを下回り、圧裂係数の適用範囲は、一般用で0.6～0.9MPa/mm、積雪寒冷地用で0.4～0.6MPa/mmであるが示されている。

表-3 再生混合物の繰返し検討の実験条件

使用混合物	使用バインダ	再生骨材産地	再生骨材配合率 (%)	添加As量 (%)	検討試験
再生密粒度As混合物 (13mm Top)	StAs 60/80	北海道・新潟県 福島県・東京都 愛知県・京都府 広島県・福岡県 沖縄県	65	5.3一定 (旧As含)	マーシャル安定度試験 圧裂試験

As混合物の引張り抵抗力が減少することに起因する。したがって、間接的に引張り力が作用する圧裂試験は、As混合物の劣化度を評価できる。圧裂試験から得られた圧裂強度(MPa)を変位(mm)で除した圧裂係数は、既往の研究⁴⁾より、針入度20以上の骨材は、圧裂係数が概ね1.7MPa/mmを下回り、圧裂係数の適用範囲は、一般用で0.6～0.9MPa/mm、積雪寒冷地用で0.4～0.6MPa/mmであるが示されている。

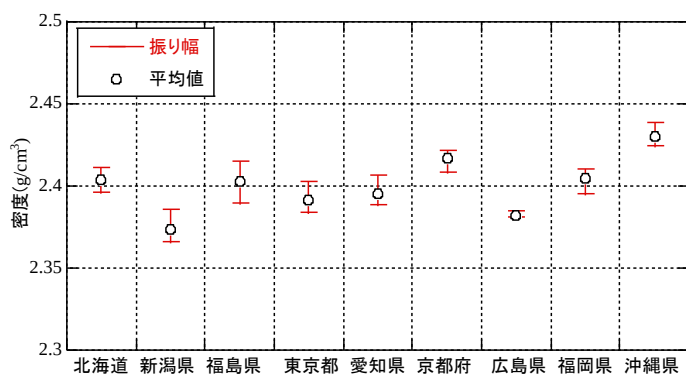


図-2 再生 As 混合物の密度

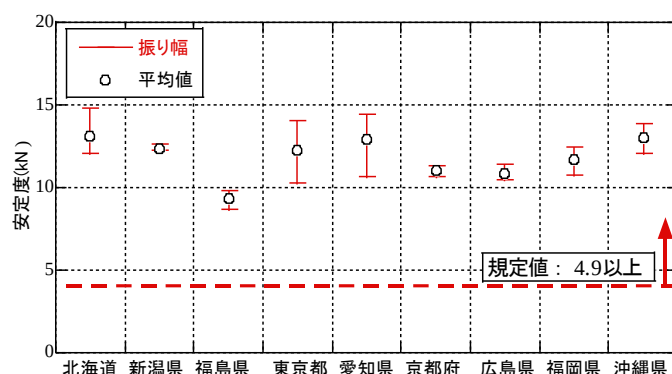


図-3 再生 As 混合物の安定度

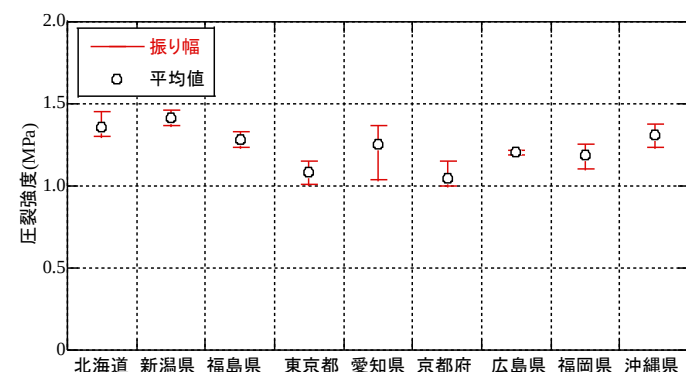


図-4 再生 As 混合物の圧裂強度

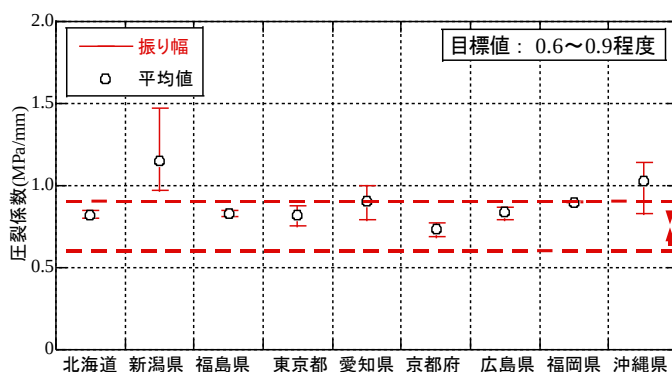


図-5 再生 As 混合物の圧裂係数

3. 実験結果及び考察 図-2 に再生 As 混合物の密度を示す。図中には検体数 $N=6$ の振幅と平均値を示す。As 混合物の密度は、いずれの再生 As 混合物の密度も 2.4g/cm^3 付近であり、大きな差はみられなかった。図-3 に再生 As 混合物の安定度を示す。安定度は、いずれの地域の再生 As 混合物は規定値の 4.9kN 以上を十分満足した。図-4 に再生 As 混合物の圧裂強度を示す。圧裂強度は、いずれの再生 As 混合物の圧裂強度は $1.0\sim 1.5\text{MPa}$ の値を示し、地域による差がみられた。最後に、再生 As 混合物の圧裂係数を図-5 に示す。安定度は混合物の圧縮強度を評価する実験に対して、圧裂試験は混合物の引張り強度を評価するが、As は温度によって性質が変わることから、こちらで As 混合物の圧裂強度と変位で計算した圧裂係数を用いて、As 混合物の疲労抵抗性の評価を行った。図-5 より新潟県の再生 As 混合物の圧裂係数は目標値に満たさなかった。また、愛知県と沖縄県では一部が目標値を外れた結果となった。これは、この 3 地域の再生骨材の初期針入度が低かったと考えられる。また、新潟県は積雪寒冷地域であり、使用した新 As の初期針入度が高いので、旧 As の針入度が 16 でも、他の地域の旧 As より劣化度合いが大きいと考えられる。一方で、京都府の再生骨材の初期針入度が低にもかかわらず、回復後の再生 As 混合物の圧裂係数は、目標値に入り、十分な疲労抵抗性があることを示している。これは、針入度が 20 を下回る地域の多くでは、針入度指数がプラス側となっており、改質 As が使用された再生骨材が含まれる⁴⁾可能性があることが要因と考えられる。また、交通量が多く、再生骨材の繰返し回数が多いと考えられる東京都の旧 As の針入度は規定値に満たしていることから、繰返し利用しても針入度維持できる可能性が示唆された。以上のことから、地域別の再生骨材の性質として、骨材強度より、As 地域の性質が大きく影響することが示された。

4. まとめ 1) 気温や降水などの自然条件が異なる地域を比較すると、再生骨材の基本性状への影響はみられなかった。2) 交通量が多く、再生骨材の繰返し回数も多いと考えられる大都市でも As の針入度維持できる可能性が示唆された。3) 再生 As 混合物の性質は、再生骨材の含有 As の性質が大きく影響していることから、再生利用時は旧 As の性質に注意する必要がある。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：平成 30 年度建設副産物実態調査結果参考資料，国土交通省リサイクルホームページ。
- 2) 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.
- 3) 阿部頼政：アスファルトの規格試験とその意義。
- 4) 独立行政法人土木研究所ら：アスファルト舗装の再生利用に関する共同研究報告書，2009.12.