地域性に着目したアスファルト再生骨材の材料特性

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・コンクリート塊(略記：再生骨材)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、現在の出荷されている再生アスファルト混合物(略記：再生混合物)は、全ての加熱アスファルト(略記：As)混合物の約 8 割を占め、再生骨材の再資源化率は約 99.5%に達している[1~3]。As 舗装の更新周期を 15 年と仮定した場合、現在の再生混合物には複数回繰返し再生利用された再生骨材が使用されていることとなる[4]。このため、今後は再生混合物の性能低下の可能性が懸念されている。そこで、本研究では、再生骨材の性状が再生混合物の性能に与える影響を確認し、再生混合物の性能を確保するために必要な技術の確立を目的としている。本報告では、地域別の再生混合物の製造状況を調査し、研究の一環として全国各地から採取した再生骨材を用いて、地域特性について確認した結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料　実験には、各地域の気象条件等の影響を考察して、北海道、東京都、愛知県、沖縄県の 4 箇所から採取した 13mm 以下の再生骨材を用いた。

2-2 再生骨材における材料特性の検討　**表-1** に実験条件を示す。各地域の物理特性として、再生骨材密度と旧アスファルト量、及び粒度変化について舗装調査・試験法便覧に準じて、試験を行った。また、旧アスファルト性状として、針入度と軟化点、および伸度について試験を実施した。

表-1　実験条件

対象	確認項目	試験方法
再生骨材	粒度 最大密度 旧アスファルト量	再生骨材のふるい分け試験 アスファルト混合物の最大密度試験 アスファルトの抽出試験
旧アスファルト	針入度 軟化点 伸度	針入度試験 軟化点試験 伸度試験

2-3 再生混合物と再生骨材の現状　再生 As 混合物の全国の出荷率と再生骨材配合率は年々上昇し、2018 年度の再生混合物の出荷率は 74.9%、再生骨材配合率は 51.8%に達している[3]。**表-2** に本研究に用いた北海道、東京都、愛知県、沖縄県の再生混合物製造の現状と環境条件を示す。**表-2** より、北海道と愛知県の再生混合物製造率は、全 As 混合物の 80%近い値を示している。また、北海道と愛知県は東京都よりも再生骨材配合率が低い値を示している。また、沖縄県は再生混合物製造率 48.3%、再生骨材配合率 43.1%と低い値を示している。一方、首都圏である東京都は、建設リサイクル推進計画[7]より、再生骨材を多く利用するため、再生骨材配合率が高い値を示している。また、大都市である東京都は 1km^2 当たりの舗装工事面積が他の地域に比べて圧倒的に多く、再生されている回数が多い再生骨材と、様々な種類の As が含まれることが予想される。

表-2　各地域の再生混合物製造の現状と環境条件[3), 5), 6)]

都道府県	年間混合物製造数量(千t)	再生混合物製造率(%)	再生骨材配合率(%)	アスファルト舗装延長(km)	年間平均気温(℃)	1km^{2}当たりの舗装工事面積(m^2)
北海道	2,692	79.2	49.1	20,957	9.5	275
東京都	1,895	62.9	61.2	15,082	16.8	25,929
愛知県	1,792	79.6	48.6	13,945	16.9	2,949
沖縄県	438	48.3	43.1	3,960	23.5	1,634

3. 実験結果及び考察

3-1 再生骨材の物理特性

(a) 粒度　**図-1** に各地域の再生骨材の粒径加積曲線を示す。図より、2.36mm 以下の通過質量百分率は北海道の再生骨材が高い値を示している。これは、北海道は積雪寒冷地域であり、As 混合物の耐摩耗性を向上するため、配合設計の細粒分を多く配合することが要因と考えられる。また、0.075mm の通過質量百分率は東京都の再生骨材が高い値を示している。これは、東京都内の As 舗装の打換え工事では早期の交通開放が求められるため切削オーバーレイ工事が

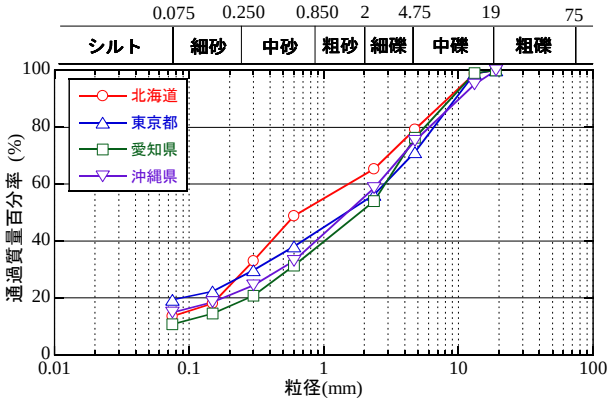

図-1　再生骨材の粒径加積曲線

多いことが原因と考えられる。As 混合物層を切削機で撤去する場合、切削速度が速いほど切削材は細粒化するためである。

(b) 密度　図-2 に各地域の再生骨材の密度を示す。再生骨材の密度は、地域による大きな差異はみられず、いずれも 2.5g/cm^3 付近の値を示している。

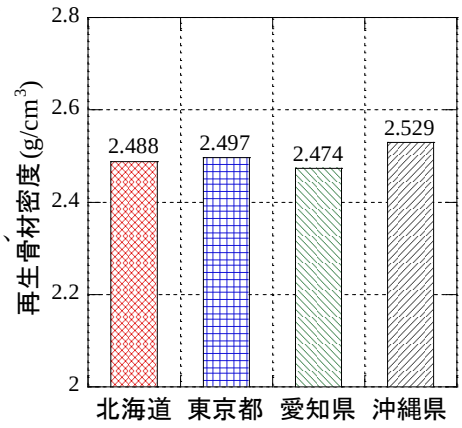

図-2　再生骨材の密度

(c) 旧アスファルト量　図-3 に各地域の再生骨材の旧 As 量を示す。

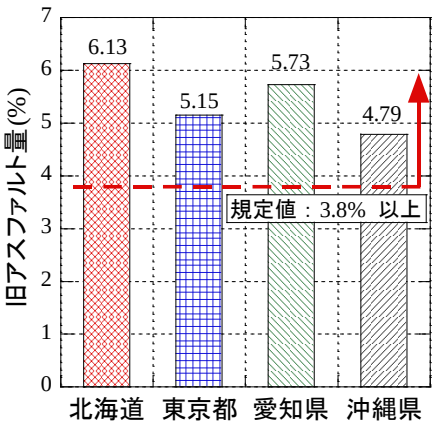

図-3　再生骨材の旧 As 量

いずれの再生骨材の旧 As 量は、規定値の 3.8%以上を満足している。地域別にみると、北海道の旧 As 量が一番多く、6.13%となっている。これは、配合設計の細粒分が多いため、配合する As 量も増加したことが原因と考えられる。

3-2 旧アスファルトの性状

(a) 針入度　図-4 に旧 As の針入度を示す。図中には、一般の新 As 針入度は 70 と再生骨材の規定値の 20 を示している。いずれの地域環境下の As 劣化に伴う As の硬化が確認でき、北海道の針入度が最も高い値を示している。これは、北海道で一般的に使用されている As は針入度が 80～100 であり、他地域に比べ 20 程度高いためと考えられた。なお、愛知県と沖縄県の針入度が 20 未満となった。この原因については明らかにできていないが、改質 As が使用された再生骨材である可能性があると考えられる。

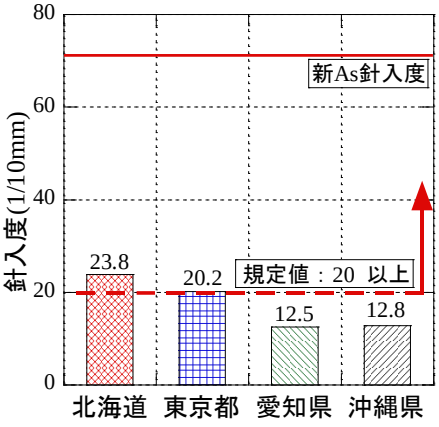

図-4　針入度

(b) 軟化点　図-5 に旧 As の軟化点を示す。図-5 より、新 As 軟化点 48℃に対して、各地域の旧 As の軟化点は 15～20℃程度高い値を示している。

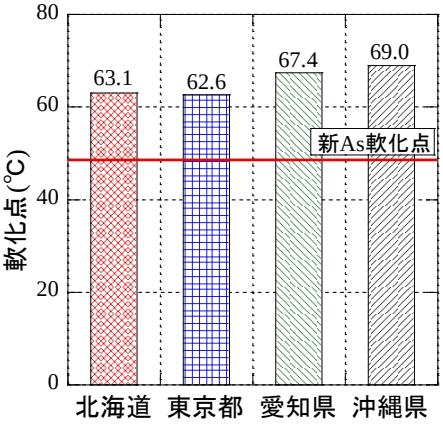

図-5　軟化点

(c) 伸度　図-6 に旧 As の伸度を示す。図-6 より、新 As の伸度が 100cm に対していずれの再生骨材の伸度が 8cm 以下と非常に低い値を示している。回収 As の伸度はひび割れが生じやすいとされている伸度 10cm 以下を示しており、劣化による延性の低下が確認できる。

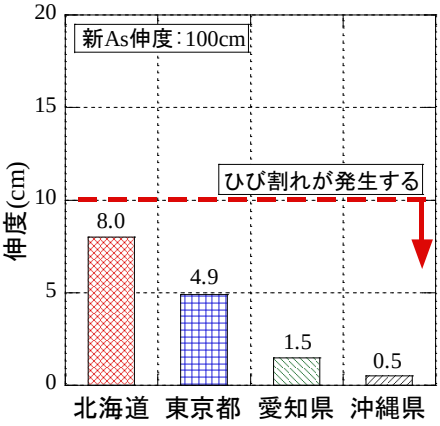

図-6　伸度

4. まとめ　1) 再生混合物の製造出荷や環境状況の違いは、地域特性に関連性がある可能性が示唆された。2) 全国の再生骨材の粒度や旧 As 量、旧 As の性状は、地域によって異なっていることがわかった。今後、旧 As の性状を回復させるために使用する再生用添加剤の評価等やサンプリング数を増加し、多くのデータの蓄積が必要である。

【参考文献】　1) 国土交通省：平成 24 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：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-I_68, 2016.　3) 一般社団法人 日本アスファルト合材協会：アスファルト合材統計年報.2019.　4) 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.　5) 国土交通省：道路統計年報 2018 道路の現状.　6) 気象庁：各都道府県の 2018 年平均気温.　7) 関東地方建設副産物再利用方策等連絡協議会：建設リサイクル推進計画 2015(関東地域版).