

# 排水性リサイクル舗装への転換技術の開発

中国地方整備局 中国技術事務所 技術課 佐々木 恵

## 1 はじめに

近年、地球温暖化防止、環境にやさしい交通の実現、循環型社会の形成などの対策が各分野で研究され活用されている。

道路建設についてもアスファルト舗装発生材(以下、再生骨材という。)の再生利用、排水性舗装、遮熱性舗装など環境にやさしい技術が研究され、広く利用されている。

『中国地方建設リサイクル推進計画2002』では、アスファルト・コンクリート塊について、その高いリサイクル率(2002年に中国地方で99%)を維持するためには、現状ではリサイクルが困難な排水性舗装のリサイクル技術の開発等を推進することが不可欠とされている。

中国地方では、沿道環境改善のための排水性舗装計画区間のうち6割強(全体では3割弱)が未施工であり、今後も排水性舗装が施工されることとなる(図-1参照)。

そこで、現在のリサイクル率を維持させるため、再生骨材をポーラスアスファルト混合物の骨材として利用することを目的とし、本技術開発を行った。

## 2 排水性リサイクル舗装の検討

排水性リサイクル舗装の検討フローを図-2に示す。

### 2.1 現状調査

検討を始めるにあたって、資料の収集・分析を行った。資料から得られた分析結果に基づき、室内試験に用いる再生骨材の種類及び破碎施設の選定を行った。

### 2.2 材料性状試験

室内試験の第一段階として、再生骨材の材料性状試験を行った。対象とする試料は中国地方において再生骨材の破碎施設を所有するアスファルトプラントへアンケートを行い、その結果を基に10試料を選定した。材料性状の確認を行うため、再生骨材と新骨材の物理試験を行った。その結果、アンケート調査における地区平均値(抽出アスファルト量、抽出後の粒度、回収アスファルトの針入度)とほぼ同程度の値であった。

また、この結果を基に配合試験に用いる再生骨材の選定も

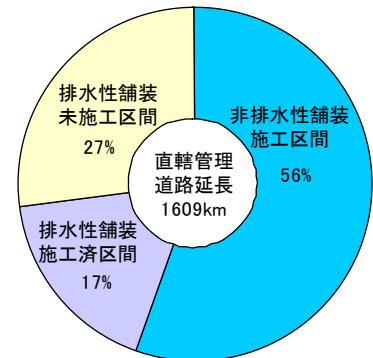


図-1 中国地方の舗装計画

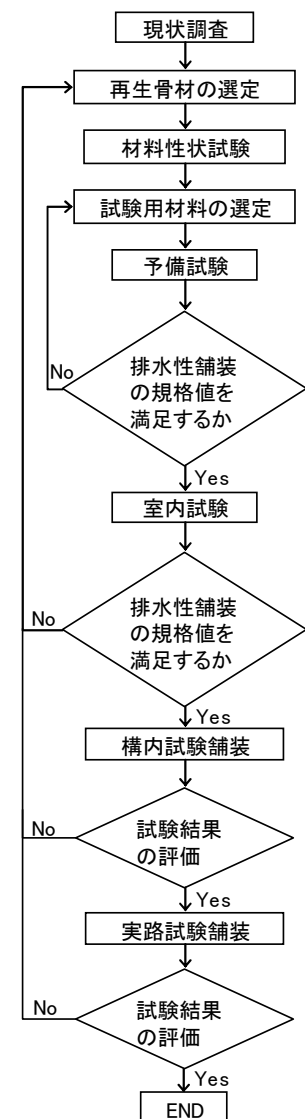


図-2 検討フロー

併せて行った。再生骨材のサイズは、通常 13-0mm、13-5mm、5-0mm に分けられるが、中国地方においてはその多くが 13-0mm（中国地方の再生骨材の 93%）で解砕されているため、配合試験用骨材も 13-0mm の骨材を製造している混合所より 2 社を選定し、検討していくこととした。

### 2. 3 予備試験

予備試験は、骨材の一部に再生骨材を用いたときの、ポーラスアスファルト混合物の検証（再生骨材の混入率等）を行った。

再生ポーラスアスファルト混合物の性状確認として、5 種類の混入率で合成粒度の試算を行った（表-1 参照）。これを踏まえて、混入率の検討を行った。

その結果、目標粒度を中央値(2.36mm 通過質量 15%)程度とし、再生骨材の混入率を 20%以上とした場合、透水係数(目標値  $10^{-2}$ cm/s)は目標値をクリアしたものの、空隙率(目標値  $20 \pm 2\%$ )は目標値を下回った。粒度が大きくなれば、空隙率は上がるため、空隙率 20%程度となる混合物の配合比を検討した。その場合の合成粒度 2.36mm 通過質量は、使用する骨材によりばらつきがあるものの、15%以下となる。また、そのときの再生骨材混入率は、粒度に影響されるものの、20%程度であるものと考えられる（表-2 参照）。

表-1 合成粒度試算結果表

| 再生骨材 |    | 再生骨材混入率(%) |    |    |    |    |
|------|----|------------|----|----|----|----|
|      |    | 10         | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 13-0 | A社 | ◎          | ○  | ●  | ×  | —  |
|      | B社 | ◎          | ○  | ●  | ×  | —  |

- ◎：粒度範囲を満足し、ほぼ目標粒度となる。
- ：粒度範囲を満足し、ほぼ目標粒度となるものの、砂の配合比率が3%以下となる。
- ：粒度範囲を満足しているものの、上限粒度となる。  
(砂は未混入)
- ×：粒度範囲を満足しない。(砂は未混入)

表-2 空隙率 20%程度となる混合物配合比

| 工場名      |         | A社      |         |            | B社      |         |            | 一般ポーラスアスファルト混合物 |
|----------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|-----------------|
| 配合No.    |         | 1       | 2       | 3          | 4       | 5       | 6          |                 |
| アスファルト種  |         | 高粘度改質As | 高粘度改質As | 再生用高粘度改質As | 高粘度改質As | 高粘度改質As | 再生用高粘度改質As | 高粘度改質As         |
| 骨材配合比    | 砕石      | 77.9    | 77.3    | 80.3       | 76.0    | 76.8    | 76.8       | 86.8            |
|          | 荒砂      | —       | —       | —          | —       | —       | —          | 8.2             |
|          | 再生骨材    | 19.0    | 19.0    | 16.0       | 21.5    | 20.0    | 20.0       | —               |
|          | 石粉      | 3.1     | 3.7     | 3.7        | 2.5     | 3.2     | 3.2        | 5.0             |
| 合成粒度     | 19.0mm  | 100.0   | 100.0   | 100.0      | 100.0   | 100.0   | 100.0      | 100.0           |
|          | 13.2mm  | 98.5    | 98.5    | 98.5       | 98.4    | 98.3    | 98.3       | 98.4            |
|          | 4.75mm  | 24.0    | 24.6    | 22.6       | 24.8    | 24.5    | 24.5       | 21.0            |
|          | 2.36mm  | 12.2    | 12.8    | 11.4       | 13.4    | 13.3    | 13.3       | 13.0            |
|          | 0.60mm  | 8.7     | 9.3     | 8.4        | 9.2     | 9.4     | 9.4        | 9.6             |
|          | 0.30mm  | 6.6     | 7.2     | 6.6        | 6.9     | 7.3     | 7.3        | 7.1             |
|          | 0.15mm  | 4.8     | 5.4     | 5.1        | 5.0     | 5.5     | 5.5        | 5.3             |
|          | 0.075mm | 4.0     | 4.5     | 4.2        | 4.1     | 4.6     | 4.6        | 4.4             |
| 新旧As混合比率 | 旧アスファルト | 12.7    | 12.7    | 10.8       | 20.7    | 19.2    | 19.2       | 0.0             |
|          | 新アスファルト | 87.3    | 87.3    | 89.2       | 79.3    | 80.8    | 80.8       | 100.0           |

### 2. 4 室内試験

室内試験として、再生ポーラスアスファルト混合物の物理性状試験を行った。その結果、最適アスファルト量は一般ポーラスアスファルト混合物が 4.9%であるのに対し、再生ポーラスアスファルト混合物は 5.0~5.1%と多少多くなった。空隙率は、19.4~20.7%と規格値(20%程度)を満足した。マーシャル安定度および

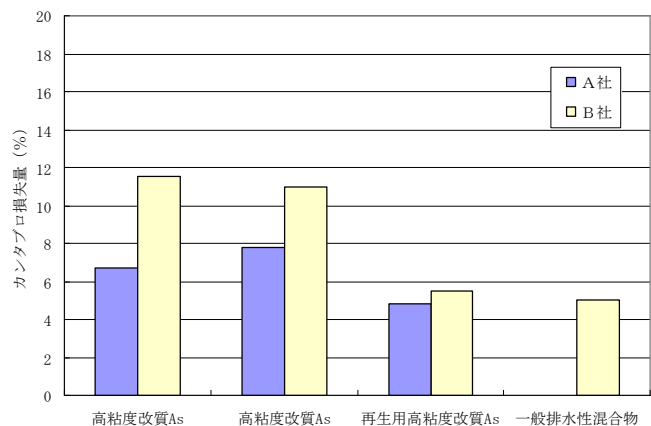


図-3 カンタブロ損失量

透水係数は、規格値を満足したものとなった。動的安定度は一般ポーラスアスファルト混合物の値に比べ、再生ポーラスアスファルト混合物の値は同程度かそれ以上の値となった。骨材飛散抵抗性（カンタブロ損失量）は、新アスファルトに高粘度改質アスファルトを用いると、一般ポーラスアスファルト混合物の値より大きくなる傾向が伺える（図-3 参照）。また、再生用高粘度改質アスファルトを用いると、一般ポーラスアスファルト混合物の値とほぼ同程度となることが分かった。

室内試験の結果から、再生ポーラスアスファルト混合物は、使用するアスファルト（新規アスファルト）の種類によって、その骨材飛散抵抗性に差が生じる結果を得た。このことより、再生ポーラスアスファルト混合物の使用に際して、混合物の骨材飛散抵抗性の特徴に配慮し、使用する地域の気象条件、環境条件等を考慮し、使用するアスファルトを選定する必要がある。

## 2. 5 構内試験舗装

中国技術事務所構内での試験舗装に先だちプラント試験練りを行った。製造した各ポーラスアスファルト混合物の物理性状は、室内試験の結果とほぼ同等であることを確認した。その混合物を用いて構内試験舗装を行い、再生ポーラスアスファルト混合物の施工性および性能・機能の比較（一般ポーラスアスファルト混合物との比較）などを行った。

表-3 に示すとおり、現場透水量試験では良好な結果が得られた。動的摩擦係数は1工区でやや高い数値を示しているが、これは他と比較してアスファルト膜厚が薄い状態であったことが影響していると考えられる。テクスチャー測定では、ほぼ横ばいの結果となった。コア密度の測定結果から試験練りで定めた基準密度を比較すると締固め度 101%程度であり、十分な締固め度を示した。また、空隙率も目標空隙率±1%に入っており、良好な結果が得られた。アスファルト抽出試験では1工区において若干ではあるが、アスファルト量が少なかったといえる。

表-3 構内試験舗装調査試験結果

| 構内試験施工 工区番号    |                           | 1工区           | 2工区     | 3工区     | 4工区     | 5工区        |       |
|----------------|---------------------------|---------------|---------|---------|---------|------------|-------|
| 混合物設定          | アスファルト種類                  | 積雪寒冷地用高粘度改質As | 高粘度改質As | 高粘度改質As | 高粘度改質As | 再生用高粘度改質As |       |
|                |                           | パーミインダF       | セナファルト  | セナファルト  | セナファルト  | パーミインダR    |       |
|                | 再生骨材混入率(%)                | 20            | 0       | 10      | 20      | 20         |       |
|                | 目標空隙率(%)                  | 20            | 20      | 20      | 20      | 20         |       |
|                | 最適アスファルト量(%)              | 5.0           | 4.9     | 5.0     | 5.0     | 5.0        |       |
| 構内試験施工調査       | 現場透水量試験 (ml/15s)          |               | 1,321   | 1,343   | 1,354   | 1,348      | 1,328 |
|                | 動的摩擦係数測定 (μ)              | 速度20km/h      | 0.65    | 0.62    | 0.63    | 0.61       | 0.62  |
|                |                           | 速度40km/h      | 0.58    | 0.54    | 0.55    | 0.56       | 0.56  |
|                |                           | 速度60km/h      | 0.53    | 0.52    | 0.51    | 0.51       | 0.52  |
|                | テクスチャー測定(mm)              |               | 0.86    | 0.82    | 0.85    | 0.82       | 0.85  |
|                | コアかさ密度(g/m <sup>3</sup> ) |               | 2.038   | 2.026   | 2.029   | 2.015      | 2.028 |
|                | コア全体空隙率(%)                |               | 19.4    | 20.1    | 19.8    | 20.2       | 19.7  |
| コア抽出アスファルト量(%) |                           | 4.92          | 5.10    | 5.04    | 5.20    | 4.97       |       |

※標準的な排水性舗装を2工区に設定した

これらの結果から、再生排水性舗装と新規排水性舗装はほぼ同じ挙動を示し、いずれも機能・性能については良好と評価できる。

## 2. 6 実路試験舗装

実路試験舗装では、再生排水性舗装の施工性、耐久性および供用性に関する調査を行った。その結果を基に、室内試験および構内試験舗装と整合するか確認を行った。

実路試験の実施場所として、管内3カ所を選定した。

- i) R9 宍道試験舗装 (舗装計画交通量 1,000 台以上 3,000 台未満 島根県松江市)  
積雪寒冷地対策を施した再生ポーラスアスファルト混合物の供用性、耐久性などに関する検証および他の試験舗装との比較を行った。
- ii) R2 下日名内試験舗装 (舗装計画交通量 3,000 台以上 広島県三原市)  
再生骨材混入率を変化した場合の再生排水性舗装の供用性、耐久性などに関する検証および他の試験舗装との比較を行った。
- iii) R188 大島試験舗装 (舗装計画交通量 1,000 台以上 3,000 台未満 山口県熊毛郡)  
再生ポーラスアスファルト混合物の使用アスファルトの差異に伴う舗装の供用性、耐久性などに関する検証および他の試験舗装との比較を行った。  
それぞれの箇所において、表-4 の項目について比較検証した。

表-4 各試験舗装における比較評価

| 試験項目         | 評価項目     | 宍道試験舗装 |        | 下日名内試験舗装 |        | 大島試験舗装 |        |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
|              |          | 試験舗装   | 比較舗装   | 試験舗装     | 比較舗装   | 試験舗装   | 比較舗装   |
|              | 再生排水性    | 再生排水性  | 排水性    | 再生排水性    | 排水性    | 再生排水性  | 排水性    |
|              | 雪寒用高粘度As | 高粘度As  | 高粘度As  | 高粘度As    | 高粘度As  | 高粘度As  | 高粘度As  |
|              | 再生材10%   | 再生材0%  | 再生材0%  | 再生材20%   | 再生材0%  | 再生材20% | 再生材0%  |
|              | 空隙率20%   | 空隙率20% | 空隙率20% | 空隙率20%   | 空隙率20% | 空隙率20% | 空隙率20% |
| 目視路面観察       | 骨材飛散     | 無      | 無      | 無        | 無      | 無      | 無      |
|              | 舗装表面色    | ツヤ無    | ツヤ無    | ツヤ無      | ツヤ無    | ツヤ無    | ツヤ無    |
| 現場透水         | 透水量      | 良好     | 良好     | 良好       | 良好     | 良好     | 良好     |
| 動的摩擦係数       | 摩擦係数     | 同程度    | 若干 高   | 同程度      | 若干 高   | 同程度    | 若干 高   |
| 路面のテクスチャ     | きめ深さ     | 同程度    | 同程度    | 同程度      | 同程度    | 同程度    | 同程度    |
| (コア) 密度      | 全体空隙率    | 同程度    | 同程度    | 同程度      | 同程度    | 同程度    | 同程度    |
| (コア) As含有量抽出 | As量      | 若干 多   | 若干 少   | 同程度      | 同程度    | 同程度    | 若干 多   |

その結果、各再生排水性舗装と新規排水性舗装はほぼ同じ挙動を示し、いずれも機能・性能については良好と評価できた。

## 3 おわりに

本技術開発は、再生骨材を利用した再生ポーラスアスファルト混合物を混合し、舗装する技術を開発したものである。構内試験舗装、実路試験舗装の結果により、再生骨材を用いた再生ポーラスアスファルト混合物 (再生骨材混入率 20%まで) は、新規骨材を用いたポーラスアスファルト混合物と、混合物の品質、混合性、施工性などが同等であることが確認された。しかし、使用するアスファルトの種類やアスファルト量によっても舗装性状に違いが出てくるため、注意する必要がある。

現在、アスファルト・コンクリート塊のリサイクル率は高い水準を維持しているが、排水性舗装の施工が多く計画されており、本技術は、現在の再生骨材のリサイクル率を維持していく技術として有用な技術である。今後、本技術開発で行った実路試験舗装箇所において、長期供用性、長期耐久性および機能の持続性に関する追跡調査を行い、早期実用化に向けて検討を続けていく予定である。