

# コンクリート発生材の高度再資源化と アスファルト混合物への適用



道からはじまる街づくり



日本道路

技術研究所 藤井洋志

## 【研究背景】

- ・ コンクリート発生材の排出と再資源化
- ・ 質的観点からの資源循環

## 【検討・結果】

- ・ 再生骨材の品質
- ・ 室内試験（アスファルト混合物の性状）
- ・ 実用化に向けた検討（試験施工）

## 【まとめ】

- ・ 検討結果のまとめ
- ・ 課題と今後の展望

# 研究背景

## コンクリート発生材の再資源化



…解体



…破碎



再生クラッシュラン

路盤など再利用



## コンクリート発生材の再資源化率

- ・コンクリート塊（発生材）**99%以上**が再資源化
- ・量的観点から再資源技術は高い水準を維持

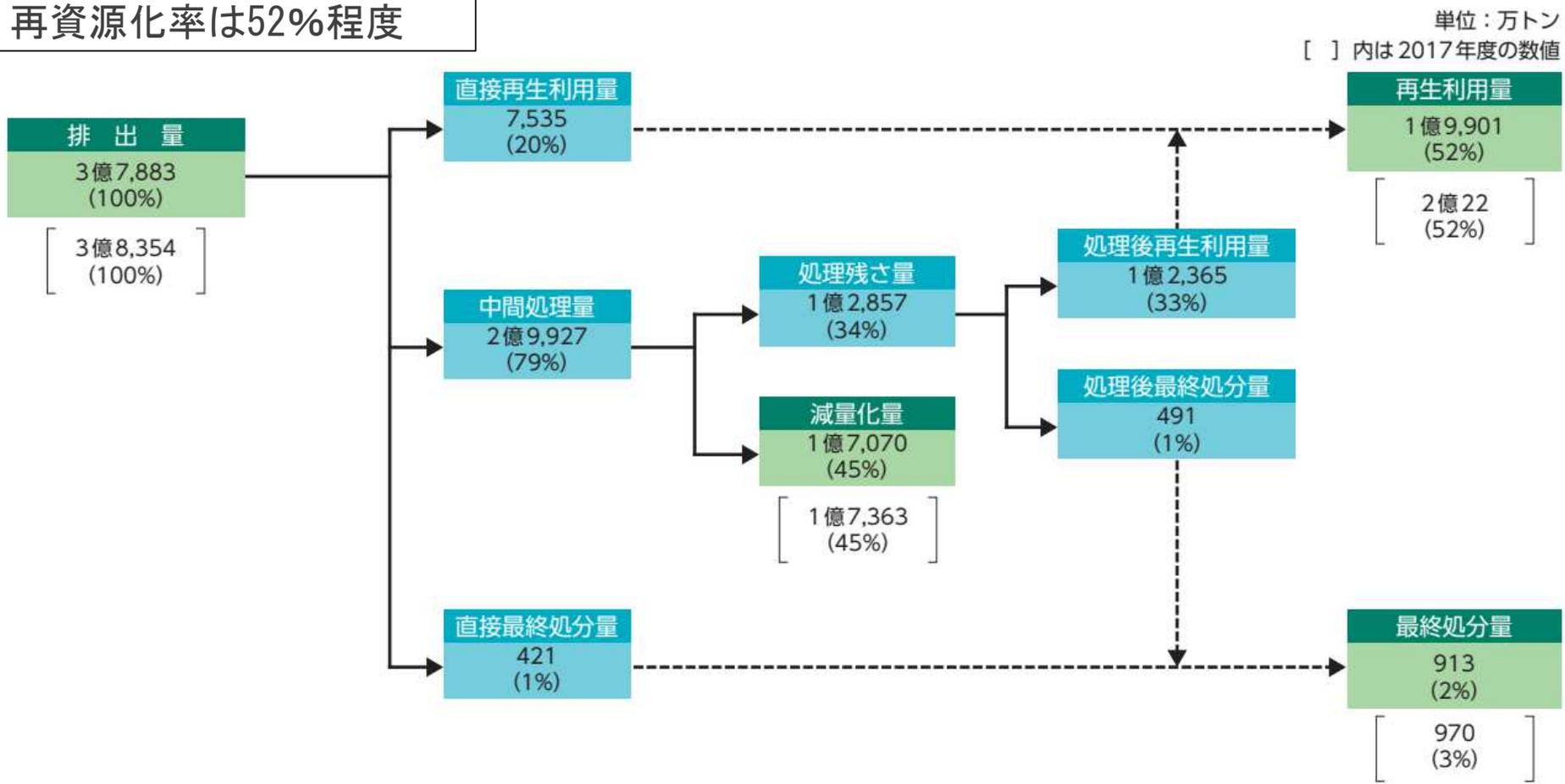
| 品目             | 指標           | 2018<br>目標値 | 2018<br>実績値 | 2024<br>達成基準 |
|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| アスファルト・コンクリート塊 | 再資源化率        | 99%以上       | 99.5%       | 99%以上        |
| コンクリート塊        | 再資源化率        | 99%以上       | 99.3%       | 99%以上        |
| 建設発生木材         | 再資源化・<br>縮減率 | 95%以上       | 96.2%       | 97%以上        |
| 建設汚泥           | 再資源化・<br>縮減率 | 90%以上       | 94.6%       | 95%以上        |
| 建設混合廃棄物        | 排出率          | 3.5%以下      | 3.1%        | 3.0%以下       |
| 建設廃棄物全体        | 再資源化・<br>縮減率 | 96%以上       | 97.2%       | 98%以上        |
| 建設発生土          | 有効利用率        | 80%以上       | 79.8%       | 80%以上        |

国土交通省 令和6年度建設副産物実態調査

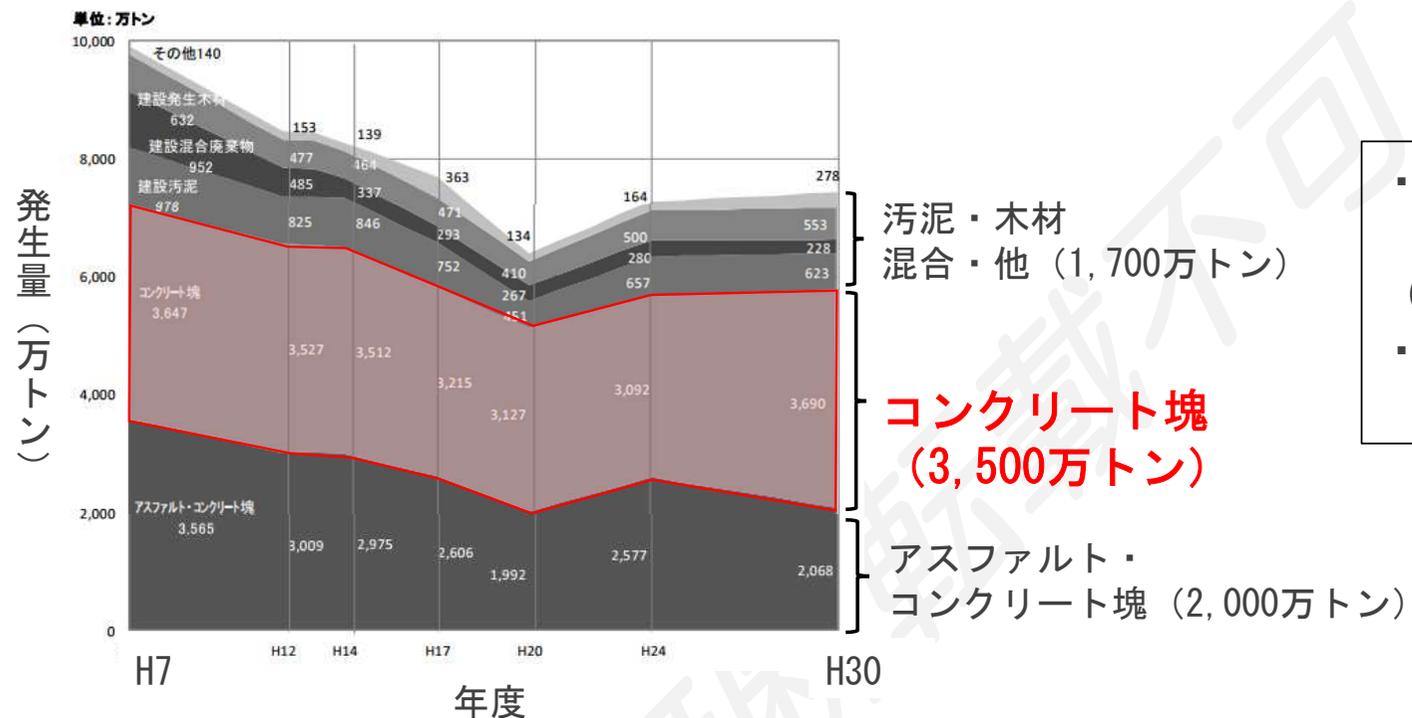


## 参考：産業廃棄物の再資源化率

・再資源化率は52%程度



# コンクリート発生材排出量の課題



- ・コンクリート発生材は、**3,500万トン**程度で推移 (2018年:3,700万トン)
- ・今後のインフラ更新などで**4,000万トン**の排出が予想

品目別建設廃棄物の排出量 国土交通省 平成30年度建設副産物実態調査結果 (確定値) 参考資料

- ・ 新設工事の減少
- ・ 維持修繕工事の予防保全化 (路盤が傷む前に表層、基層アスコン層を打ち換える)
- ☞ 路盤材等への再利用 (需要) と発生材の排出量 (供給) バランスが懸念される

## 質に着目した再資源化

- ・ コンクリート再生骨材の製造方法「すりもみ」に着目  
破砕したコンクリート塊から硬化した付着モルタルを除去して骨材として再生する
- ☞ 再生骨材コンクリートに適用するため品質規格（JIS）がある

| 方式       | 概要                                 | 特徴   |
|----------|------------------------------------|--|
| 加熱すりもみ   | 廃コンクリートを350℃程度で加熱し、モルタル部分を脆弱化する    | <ul style="list-style-type: none"><li>・ すりもみ効率が高い</li><li>・ 加熱温度の制御（原骨材の品質）</li><li>・ 加熱によるエネルギー消費</li></ul> |
| 湿式すりもみ   | 廃コンクリートを湿潤にしてモルタルの剥離を促進する          | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 安定した品質確保</li><li>・ 排水処理などに対策が必要</li></ul>                            |
| 機械すりもみ   | 偏心・触媒などを持ちいて骨材同士の摩砕によりモルタルを除去する    | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 燃料消費を抑制できる</li><li>・ 研磨の程度を調整できる</li><li>・ 振動騒音、粉じん対策</li></ul>      |
| スクリーユー摩砕 | 回転するコーンと台座とのクリアランスを通過する際に骨材同士が摩砕する | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 粗骨材には効果的</li><li>・ 細骨材には効果が低い</li></ul>                              |

# 研究背景

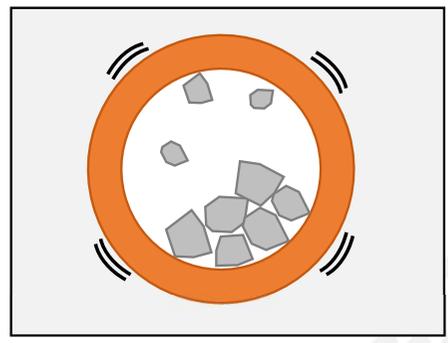
## 高度再資源化したコンクリート再生骨材の利活用

RC

機械すりもみ（非加熱）

アスファルト混合物  
（天然骨材減少）

循環...



| 項目                      | 再生骨材グレード |       |       | アスコン骨材<br>品質基準例 |
|-------------------------|----------|-------|-------|-----------------|
|                         | H        | M     | L     |                 |
| 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.5以上    | 2.3以上 | —     | 2.45以上          |
| 吸水率 (%)                 | 3.0以下    | 5.0以下 | 7.0以下 | 3.0以下           |
| 微粒分量 (%)                | 1.0以下    | 1.5以下 | 2.0以下 | 5以下 (再生)        |
| すり減り減量 (%)              | 35以下     | —     | —     | 30以下            |
| 規格No. JIS A...          | 5021     | 5022  | 5023  | —               |

- ・ 骨材品質が高い
  - ・ 燃料消費などの環境性
- ☞ 機械すりもみ方式  
（非加熱）に着目した

## 本研究の目的

本研究では、資源の好循環・環境保全に寄与するマテリアルフロー構築を目的とし、**コンクリート再生骨材を使用したアスファルト混合物の実用性**を検討した。

### STEP1

#### 骨材品質の確認

- ・ 密度、吸水率
- ・ すり減り減量
- ・ 安定性 など

### STEP2

#### 混合物の配合設計

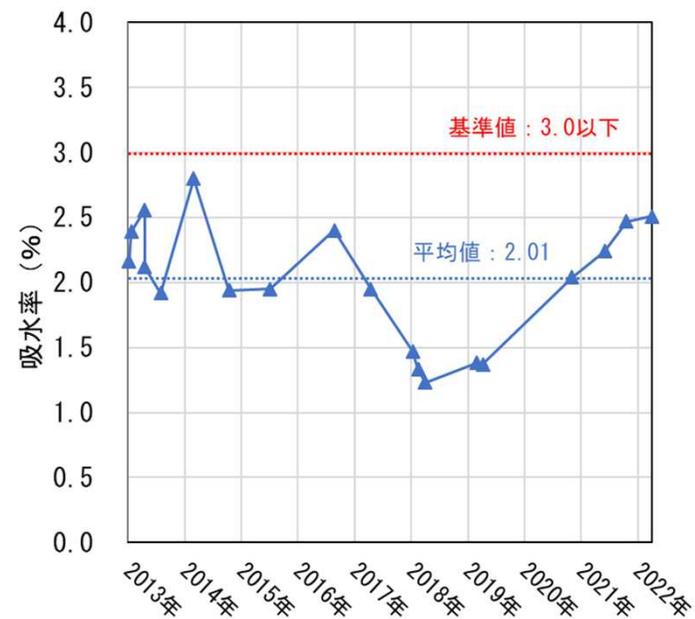
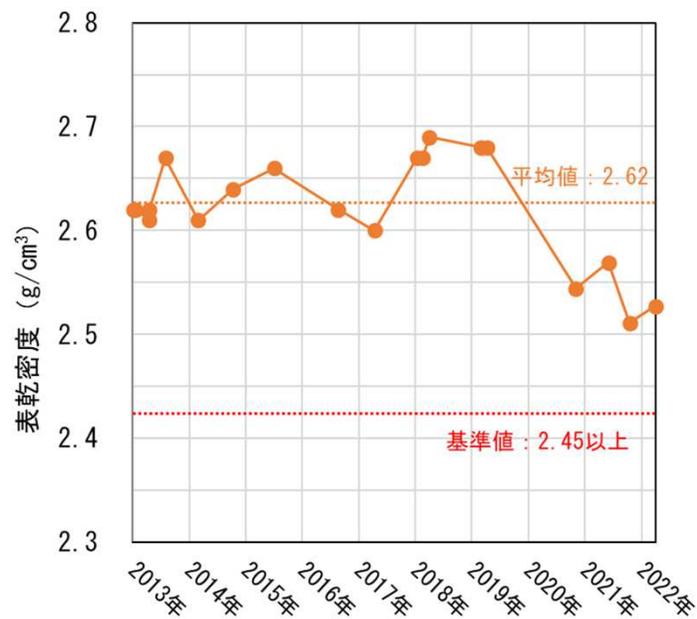
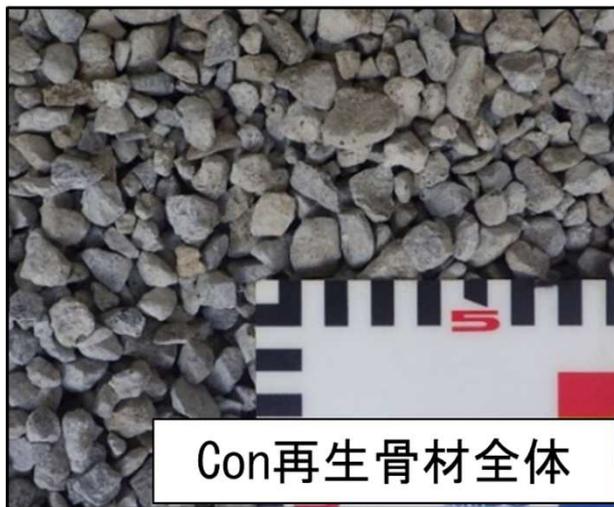
- ・ 再生骨材配合比率
- ・ マーシャル物性
- ・ 動的安定度
- ・ 剥離抵抗性 など

### STEP3

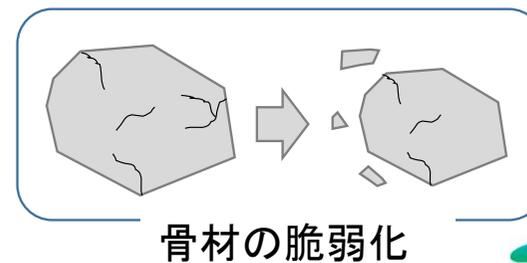
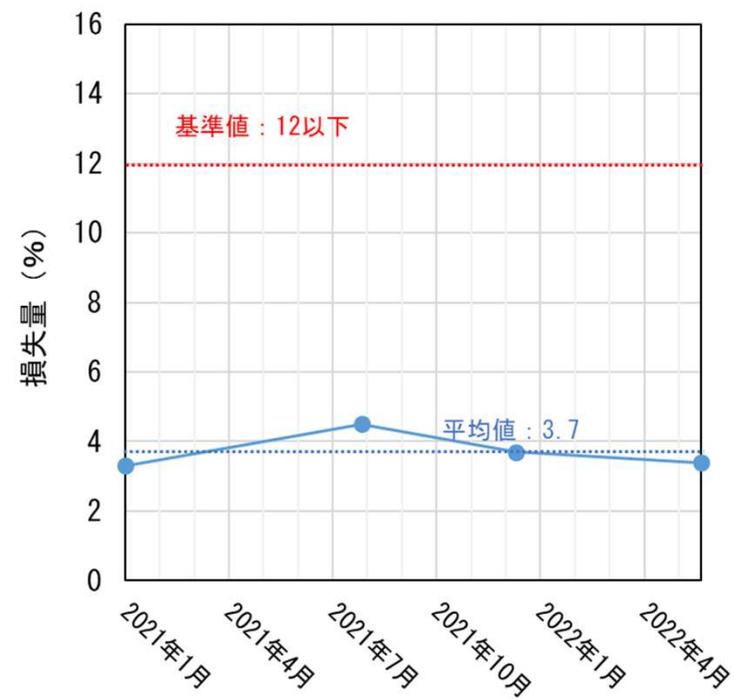
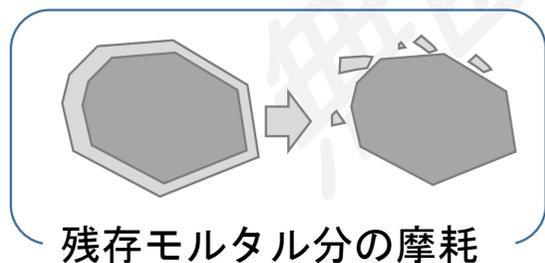
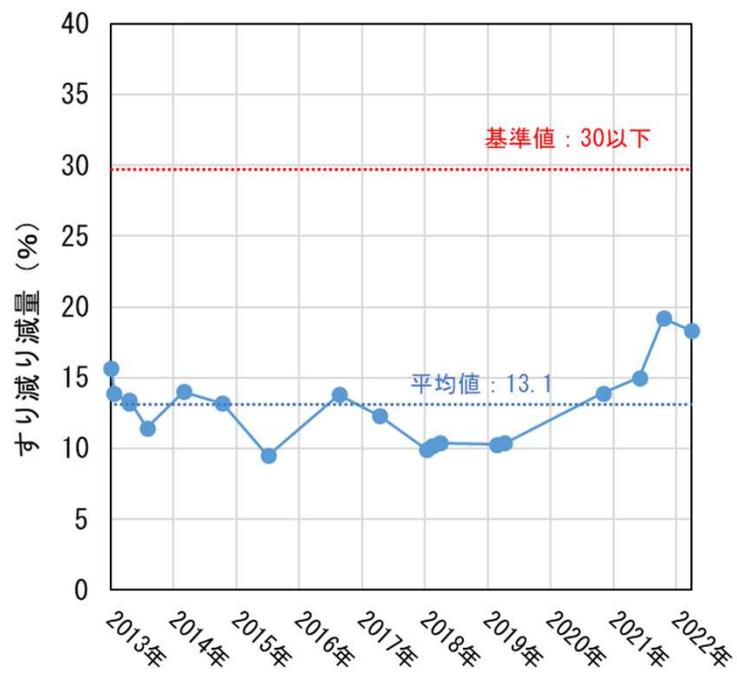
#### 試験練り試験施工 製造性・施工性 供用性などを評価

- ・ 乗用車駐車場  
ストアス60/80
- ・ AP構内  
改質Ⅱ型

## 骨材品質

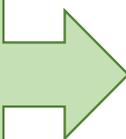


## 骨材品質



混合物性状 (1)

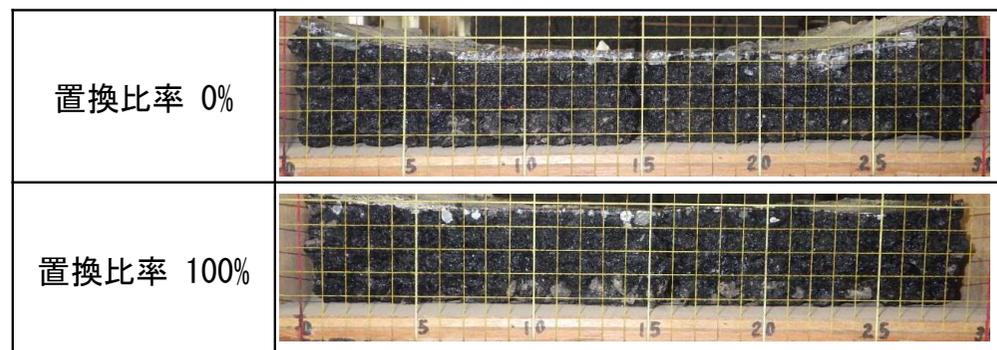
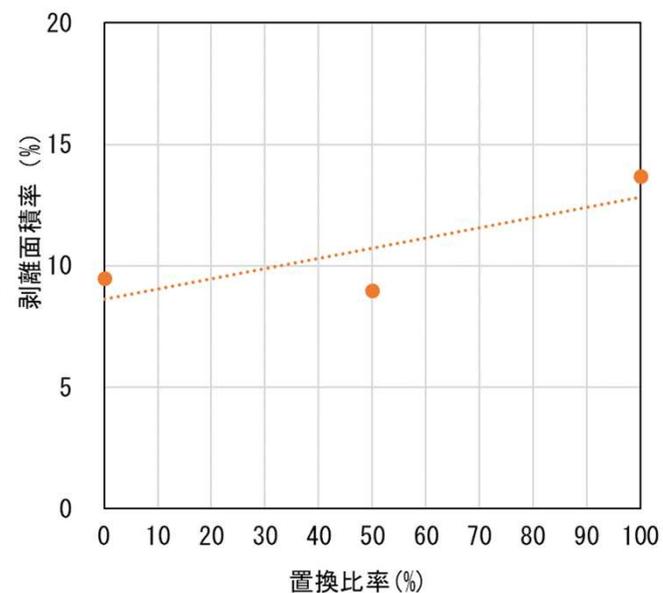
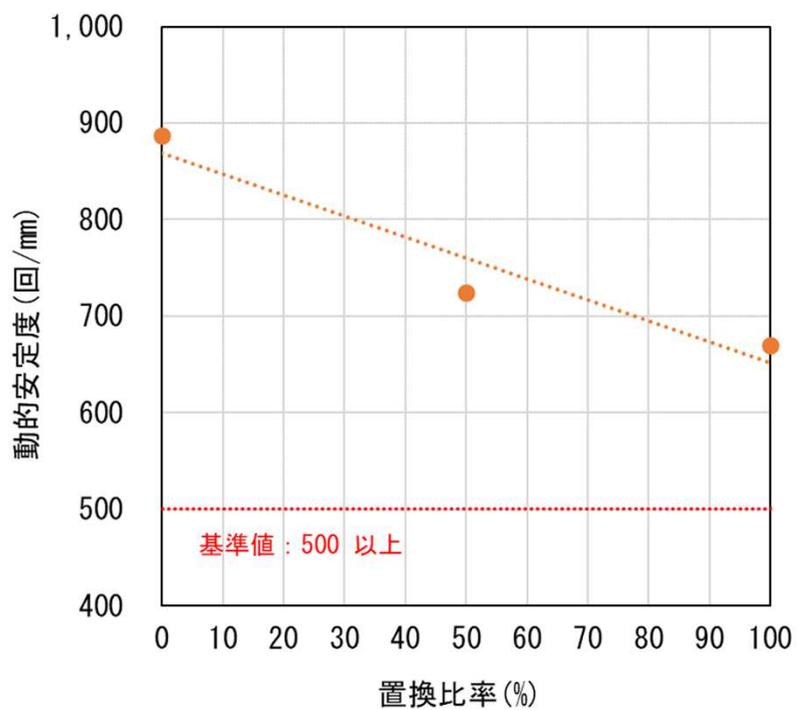
粗骨材 (6号碎石)  
を再生骨材に置換え



| 置換比率 (%) | 骨材比率 (%) |      |      |      |     |     |
|----------|----------|------|------|------|-----|-----|
|          | 6号       | 再生骨材 | 7号   | 粗砂   | 細砂  | 石粉  |
| 0        | 38.0     | 0.0  | 21.0 | 28.0 | 6.0 | 7.0 |
| 50       | 19.0     | 19.0 | 21.0 | 28.0 | 6.0 | 7.0 |
| 100      | 0.0      | 38.0 | 21.0 | 28.0 | 6.0 | 7.0 |

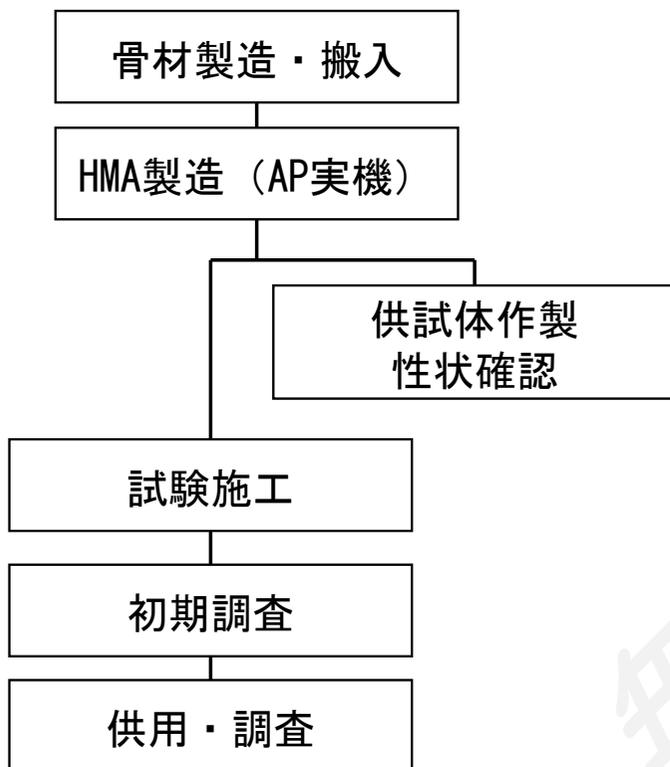
| 置換比率 (%)          | アスファルト量 st60/80 (%) | 空隙率 (%) | マーシャル安定度 (kN) | 残留安定度 (%) |
|-------------------|---------------------|---------|---------------|-----------|
| 0                 | 4.8                 | 4.5     | 12.9          | 95.3      |
| 25                | 5.0                 | 4.1     | 13.6          | 91.2      |
| 50                | 5.1                 | 4.4     | 13.4          | 85.8      |
| 80                | 5.2                 | 5.0     | 15.6          | 78.2      |
| 100               | 5.4                 | 5.0     | 13.3          | 91.0      |
| 基準値 <sup>3)</sup> | —                   | 3~6     | 4.9以上         | 75以上      |

## 混合物性状 (2)



# 検討概要

## 検討方法



| 項目         | 検討項目          | 評価方法   |
|------------|---------------|--|
| 製造時<br>施工時 | 骨材への混入物       | 目視   |
|            | 施工性           |  |
| 室内試験       | マーシャル安定度 (kN) | マーシャル安定度試験<br>ホイールトラッキング試験<br>水浸ホイールトラッキング試験 |
|            | 残留安定度 (%)     |  |
|            | 動的安定度 (回/mm)  |  |
|            | 剝離率 (%)       |  |
| 現場試験       | きめ深さ (mm)     | CTメータ<br>DFテスタ<br>BPT<br>目視                  |
|            | すべり抵抗性        |  |
|            | 供用性           |  |
|            |               |  |

- 乗用車駐車場：ストアス60/80
- AP構内：改質Ⅱ型



# 検討結果

## 骨材への混入物



| 工区   | 試験項目                      | 試験値   | 一般的な目標値 |
|------|---------------------------|-------|---------|
| ストアス | 表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.575 | 2.45以上  |
|      | 吸水率 (%)                   | 2.24  | 3.0以下   |
|      | すり減り減量 (%)                | 15.0  | 30以下    |
| 改質Ⅱ型 | 表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.520 | 2.45以上  |
|      | 吸水率 (%)                   | 2.93  | 3.0以下   |
|      | すり減り減量 (%)                | 18.3  | 30以下    |

- ・少量のプラスチック、木片、配線くずなどが混入していた
- ・磁性装置など既存設備で除去可能

# 検討結果

## 混合物製造および施工性



- ・ プラント設備、製造方法、施工すべて通常通り対応可能
- ・ 混合物のハンドリング良好



日本道路

## 混合物性状

| 工区   | 試験項目          | 試験値   | 規格・基準類  |
|------|---------------|-------|---------|
| ストアス | マーシャル安定度 (kN) | 12.4  | 4.9     |
|      | 残留安定度 (%)     | 97.1  | 75以上    |
|      | 動的安定度 (回/mm)  | 670   | 500以上   |
|      | 剥離率 (%)       | 5.3   | -       |
| 改質Ⅱ型 | マーシャル安定度 (kN) | 12.3  | 4.9     |
|      | 残留安定度 (%)     | 89.4  | 75以上    |
|      | 動的安定度 (回/mm)  | 5,250 | 3,000以上 |
|      | 剥離率 (%)       | 10.5  | -       |

- ストアス、改質Ⅱ型混合物ともに基準類を満足
- 改質Ⅱ型混合物の剥離率が大きな値を示した
- 剥離抵抗に関する骨材の影響など検討が必要

# 検討結果

## 供用性（ストアス工区：駐車場）

| 試験項目      | 試験値  |        | 備考            |
|-----------|------|--------|---------------|
|           | 施工直後 | 供用12ヶ月 |               |
| きめ深さ (mm) | 0.50 | 0.42   | —             |
| すべり抵抗性    | DFT  | 0.34   | μ 60<br>(Wet) |
|           | BPN  | 69     |               |



- ・ 施工直後と比較して供用により滑り抵抗性増加
- ・ ひび割れ等の損傷や変状なく供用23ヶ月経過
- ・ 一般乗用車の供用に問題ない



日本道路

# 検討結果

## 供用性（改質Ⅱ型工区：アスファルトプラント構内）

| 試験項目      | 試験値  |       | 備考            |
|-----------|------|-------|---------------|
|           | 施工直後 | 供用3ヶ月 |               |
| きめ深さ (mm) | 0.53 | 0.57  | —             |
| すべり抵抗性    | DFT  | 0.41  | μ 60<br>(Wet) |
|           | BPN  | 87    |               |



- BPNは低下が動的摩擦係数は変化なし
- ひび割れ等の損傷や変状なく供用12ヶ月経過
- 大型車両、大型ショベルの供用に問題ない



日本道路

## まとめ

コンクリート発生材を高度再資源化した再生骨材を使用したアスファルト混合物の実用化について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

1. 通常の合材工場で製造対応可能
2. 通常の品質・施工管理で施工が可能
3. 水の影響には注意が必要
4. 改質バインダによる高耐久化が可能

- 6号サイズ以外の骨材も利用
- すりもみで生じるセメント系微粉末も利用
- さらなる高付加価値・高度利用を試みる

---

資源循環・環境調和に資する技術開発を続ける



日本道路

ご清聴ありがとうございました

道の先の「未知」を切り拓く



日本道路