

舗装用骨材資源の有効利用に関する研究 研究成果報告会

主 催：新都市社会技術融合創造研究会「舗装用骨材資源の有効利用に関する研究」プロジェクト
(プロジェクトリーダー：大阪市立大学名誉教授 山田 優)

日 時：平成 23 年 8 月 10 日(水) 13:15～17:30

会 場：大阪合同庁舎 第 1 号館第 1 別館 2 階 大会議室
〒540-8586 大阪府中央区大手町 1-5-44

プログラム：

- | | |
|--|------------------------------------|
| 司 会 | (近畿大学 理工学部講師 麓 隆行) |
| 13:15～13:20 開会の挨拶 | (研究会委員長 京都大学理事 副学長 大西有三) |
| 13:20～13:30 1. 研究プロジェクトの概要 | (大阪市立大学名誉教授 山田 優) |
| 13:30～13:50 2. 排水性舗装・各種環境舗装のリサイクルについての検討 | (大林道路㈱ 有賀公則) |
| 13:50～14:10 3. 鉄鋼スラグのアスファルト混合物用骨材としての検討 | (鉄鋼スラグ協会 浜崎拓司) |
| 14:10～14:30 4. ごみ熔融スラグのアスファルト混合物用骨材としての検討 | (奥村組土木興業㈱ 五反田宏幸) |
| 14:30～14:45 5. コンクリート再生細骨材のアスファルト混合物用骨材としての検討 | (日本道路㈱ 小宮正俊) |
| 14:45～15:10 6. ダム堆積土砂の舗装用骨材資源としての検討 | (大成ロテック㈱ 瀧口 高)
(住友大阪セメント㈱ 前田恵佑) |
| 15:10～15:25 (休憩) | |
| 15:25～15:40 7. 砕石粉のアスファルト混合物用フィラーとしての検討 | (奥村組土木興業㈱ 五反田宏幸) |
| 15:40～15:55 8. 各種副産物骨材を利用しやすくするための改質アスファルトの検討 | (昭和瀝青工業㈱ 児嶋輝栄) |
| 15:55～16:15 9. コンクリート舗装の普及と再生骨材・砕石粉等の有効利用についての検討 | (鹿島道路㈱ 田中耕作) |
| 16:15～16:30 10. 国道 28 号における試験施工の概要 | (大林道路㈱ 有賀公則) |
| 16:30～16:45 11. 国道 28 号における試験施工追跡調査の概要と結果 | (近畿地方整備局 近畿技術事務所 近藤康由) |
| 16:45～17:00 12. 河川堤防における試験施工と追跡調査の概要 | (世紀東急工業㈱ 鈴木 徹) |
| 17:00～17:10 13. 研究成果のまとめと今後の課題 | (大阪市立大学名誉教授 山田 優) |
| 17:10～17:25 質疑応答 | |
| 17:25～17:30 閉会の挨拶 | (研究会副委員長 近畿地方整備局 道路部長 茅野牧夫) |

1. 研究プロジェクトの概要

大阪市立大学名誉教授
山田 優

研究テーマ

舗装用骨材資源の有効利用に関する研究

研究の目的

近畿、特に阪神地区の天然砂不足への対応、資源の有効利用、環境保全の観点から、種々の骨材資源の活用を検討し、舗装用骨材の安定供給・品質管理策を提案する。

研究期間

2008年4月～2011年3月（3年間）

参加メンバー

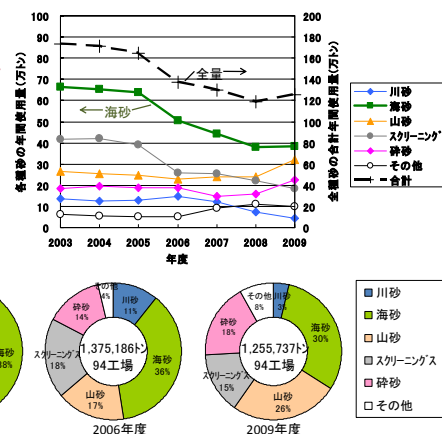
産：17社・団体、学：4大学、官：近畿地整ほか4自治体

研究の背景

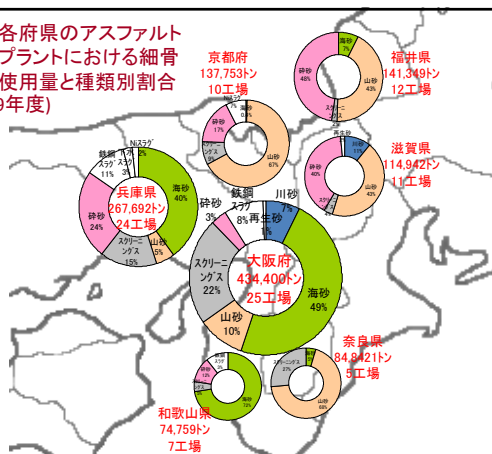
- ・近畿地方では、粗骨材に**砕石**、細骨材に**天然砂**を使用してきた。
- ・砕石資源については余裕があるが、天然砂資源については従来から不足していて、舗装には**海砂**を使用してきた。
- ・しかし、瀬戸内海における海砂採取が禁止され、遠い九州からの海砂を使用するようになった。その九州産海砂も、採取規制が強化される可能性が高い。
- ・2007以降、**中国からの天然砂**の輸入も禁止された。

このような状況から、近畿における舗装用骨材の自給率を上げる方策について検討することとなった。

近畿地方の
アスファルト合材
プラントにおける
細骨材の種類別
使用量



近畿各府県のアスファルト
合材プラントにおける細骨
材の使用量と種類別割合
(2009年度)



近畿における天然砂不足を補う方策

1. リサイクルの増進

- ・アスファルト再生骨材のアスファルト混合物へのリサイクル率をさらに高める。
- ・課題：排水性舗装等で使用の**高粘度ポリマー改質アスファルト混合物**のリサイクル

2. 砕砂の使用

- ・課題：砕砂の増産で発生する**砕石粉**の有効利用

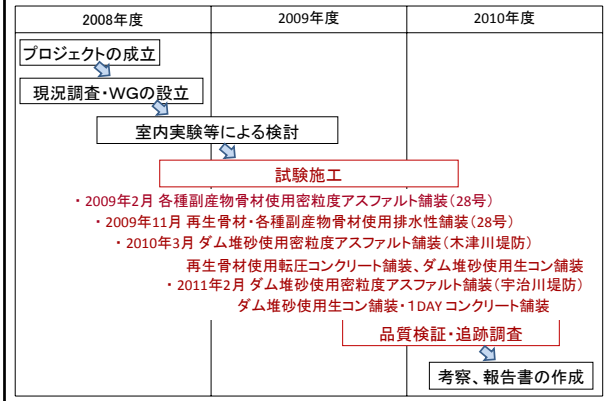
3. 副産物の活用

- ・鉄鋼スラグ
- ・ごみ・下水汚泥の**溶融スラグ**
- ・コンクリート再生骨材
- ・ダム堆砂 など

本プロジェクトでの主な検討課題

1. 排水性舗装・各種環境舗装のリサイクル
2. 鉄鋼スラグの混合物用骨材としての適用性
3. ごみ熔融スラグの混合物用骨材としての適用性
4. コンクリート再生細骨材の混合物への適用性
5. ダム堆積土砂の舗装用骨材資源としての活用
6. 碎石粉の混合物用フィラーとしての適用性
7. 各種副産物骨材を利用しやすくする改質アスファルト
8. コンクリート舗装の普及と再生骨材・碎石粉の利用

「舗装用骨材資源の有効利用に関する研究」実施行程



2. 排水性舗装・各種環境舗装の リサイクルについての検討

大林道路株式会社
有賀公則

報告内容

- 2-1 排水性舗装・各種環境舗装の施工とリサイクルの現状
- 2-2 本研究での課題検討
- 2-3 排水性舗装・各種環境舗装混合物から骨材を再生する技術
- 2-4 再生粗骨材のポラスアスファルト混合物への適用性
- 2-5 再生細粒材の粗粒度アスファルト混合物への適用性
- 2-6 再生細粒材の密粒度アスファルト混合物への適用性
- 2-7 再生細粒材を利用しやすくするための再処理

1

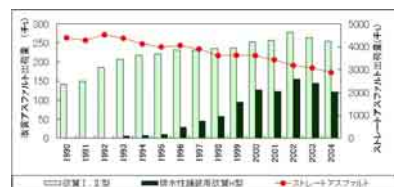
2-1 排水性舗装・各種環境舗装の施工とリサイクルの現状 2-1-1 排水性舗装の概要



- ・表層にポラスな混合物を用い、雨水を表層内に浸透、排水させて路面に水膜を生じさせない。
- ・水跳ねもハイドロプレーニング現象もなくなって、雨天時でも車が安全に走行できる
- ・タイヤと路面の間の空気が表層内の空隙に容易に逃げることができ、**タイヤ音が顕著に減少**。
- ・ポリマー改質アスファルトH型アスファルトが使用により、結果的に従来の密粒度アスファルト混合物舗装よりも**耐流動性が高く長寿命になる**。

2

- ・排水性舗装は、これらの性能が認められ、**全国的に普及し、高速道路では標準工法**になりつつある。
- ・その施工量の急速な伸びは、ポリマー改質アスファルトH型の出荷量の増加傾向に推定できる。



- ・しかし、この排水性舗装も**いずれは破損する**。
- ・表層内の空隙が詰まると排水性舗装としての**性能が低下**。
- ・排水性舗装の施工は1995年頃から始まっており、**大がかりな補修あるいは打換えの時期を迎える**区間が多くなりつつある。

3

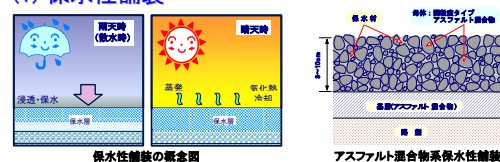
2-1-2 各種環境舗装の概要

環境舗装として、先に述べた騒音低減効果を有する排水性舗装(低騒音舗装)、雨水を地中に浸透させ水環境の改善を図る透水性舗装、路面温度低減効果を有する保水性舗装や遮熱性舗装、光触媒により窒素酸化物(NOX)の分解効果を有するNOX除去舗装などがある。

- ・排水性舗装については、多くの実績を有し、**修繕の時期を迎え実施されている所も多い**ものと推定。
- ・透水性舗装については現時点で車道部における実績は比較的少なく、修繕されるケースは少ない。**リサイクル手法としては排水性舗装と同様に考えることができる。**
- ・保水性舗装、遮熱性舗装、NOX除去舗装については、比較的新しいため、施工実績も排水性舗装に比べると少なく、**現時点で修繕されるケースはほとんどない**ものと考えられる。しかし、今後年月の経過とともにこれら舗装も路面の損傷等により**修繕される時期がやがて到来**することは間違いない。そのような時期を迎えた時、リサイクルの方法として従来どおりの路盤材としてのみならず、**舗装用骨材への利用方法も検討しておく必要がある**。

4

(1) 保水性舗装

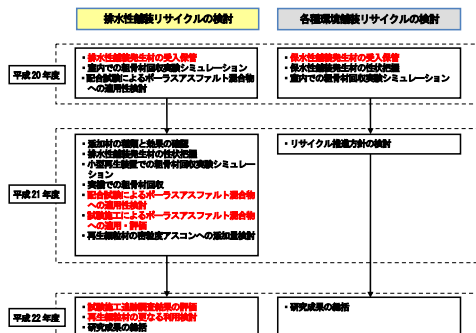


- ・保水性舗装は舗装体内に保水された水分が蒸発し、**水の気化熱により路面温度の上昇を抑制**する性能を有した舗装。
- ・都市部における**ヒートアイランド現象の緩和**を図るのに役立つ舗装。
- ・一般の舗装よりも**舗装体内の(日射や大気からの放射による)蓄熱量を低減**する効果がある。
- ・保水性舗装の構造は、**舗装体内に保水層を有**しており、表層または基層、表層および基層、あるいは路盤に水を保持するものがある。

5

2-2 本研究での課題検討

(1) 検討フロー



6

(2) 本研究における課題

1) 再生排水性舗装の評価

- 排水性舗装の表層基層の2層同時切削による発生材から回収した再生粗骨材を使用。
- 排水性舗装に使用されていた良質な粗骨材だけではなく、基層部(粗粒度あるいは密粒度アスファルト混合物)のやや品質的に劣る可能性のある粗骨材も混入。
- 再生粗骨材の回収およびその適用方法としては、既存のアスファルトプラントが利用でき汎用性の高い「加熱式骨材再生技術※」によることとした。

※ 加熱骨材再生技術については後に説明

7

2) 添加材による再生粗骨材の品質と評価

- 加熱式骨材再生技術により切削材から再生粗骨材の分離回収を行う際、粒径5mm未満のアスファルトを含んだ再生細粒材が多量に発生。
- 添加材の価格および回収される再生粗骨材の品質等を考慮した上で、使用量を極力少なくできる添加材の検討が必要。

3) 再生細粒材の利用方法と品質

- 再生細粒材の利用先として、多くの量が利用できかつ汎用的な一般のアスファルト混合物への適用検討が必要である。

8

2-3 排水性舗装・各種環境舗装混合物から骨材を再生する技術

排水性舗装および各種環境舗装のリサイクル手法としては、「加熱式骨材再生技術」と「磨砕式骨材再生技術」がある。

①加熱式

既存のアスファルトプラントで切削材と添加材を混合加熱し、粗骨材周囲のバインダーを添加材に付着させ、再生粗骨材と再生細粒材を分別回収

②磨砕式

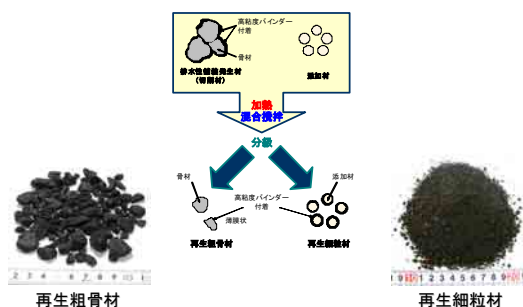
特殊磨砕機により切削材に含まれる粗骨材周囲のバインダー被膜を剥離除去



既存アスファルトプラントのリサイクルドライヤーが活用できるので、加熱式を採用

9

2-3-1 加熱式骨材再生技術の概要

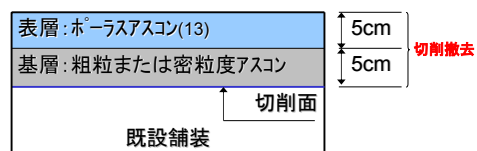


加熱式骨材再生技術の概要図

10

2-3-2 排水性舗装混合物切削材からの骨材再生

- 工事名: 43号西宮維持管内舗装修繕工事
- 発生場所: 兵庫県西宮市鳴尾町 国道43号上り走行車線
- 切削断面:



- 発生運搬日: 平成21年2月20日(金)
- 切削材量: 90t
- 保管場所: 大林道路株式会社 東条アスファルト混合所

11

(1) 切削材の性状

項目	性状値
通過質量百分率 (%)	
19.0mm	100.0
13.2	98.1
4.75	47.9
2.36	33.9
0.6	21.6
0.3	15.7
0.15	10.8
0.075	8.4
アスファルト量(%)	4.81
針入度(1/10mm)	19
軟化点(°C)	66.0

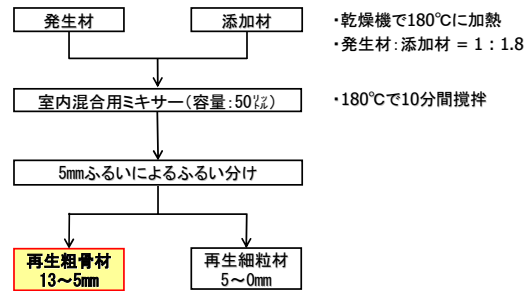


切削材の外観

針入度は、再生骨材の規格20以上をわずかに下回りアスファルトの劣化が伺える。

12

(2) 添加材の種類とその効果の確認



室内レベルでの回収実験フロー

13

1) 添加材効果の検証(その1)

番号	添加材種別	産地	粒度	添加量(重量比)
①	高炉スラグ砂	兵庫県加古川市	1.2~0.15mm	発生材: 添加材 = 1 : 1.8
②	コンクリート再生砂	大阪府高槻市		
③	碓子砂	—		
④	転炉スラグ	兵庫県加古川市		

項目	高炉スラグ砂	コンクリート再生砂	碓子砂	転炉スラグ
添加材 (使用前)				
回収粗骨材				
再生細粒材				

添加材に多くのアスファルトが吸着され、回収粗骨材に付着したアスファルト量が最も少ない高炉スラグ砂が有効であることを確認。

14

2) 添加材効果の検証(その2)

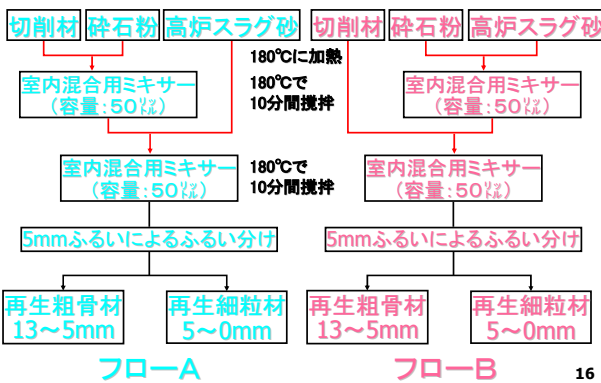
砕石粉使用の検討

・検討理由

- ① 比較的高価な高炉スラグ砂の使用量抑制
- ② 再生細粒材の発生量抑制

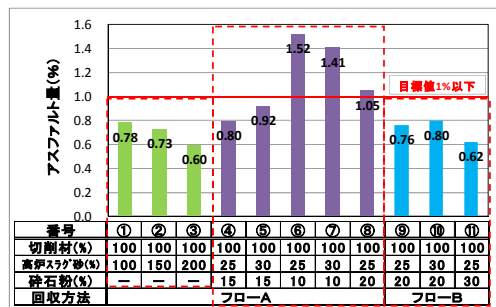
15

・回収実験フロー



16

・回収実験結果



フロー-Bで高炉スラグ砂と砕石粉を使用する方法は、高炉スラグ砂単独の場合の半分程度で同等の効果

17

(3) 小型再生装置による効果の確認

回収実験の効果をより実プラントでの回収条件に近い形で把握するため、試作による**小型再生装置**を用いた回収実験を実施。

1) 小型再生装置の概要



小型再生装置の外観

再生ドライヤーを模した形状に設計したもの

18

2) 回収実験の概要

① 日時:平成21年8月25日(火)13~16時

② 場所:伊丹アスコン

項目	条件
添加材量	切削材:添加材(高炉スラグ砂+碎石粉) =100:55(25+30)
混合温度	180℃
回転数	40rpm
ふるい分け	排出後すぐに5mmふるいで分級

※ 添加材量はフローBで最も良好な結果を得た割合

19

3) 回収実験状況



添加材投入

排出および分級

20

4) 分級後の再生骨材



再生粗骨材

再生細粒材

21

5) 再生骨材性状

項目	再生粗骨材	再生細粒材
アスファルト量(%)	0.83	4.59
通過質量百分率(%)		
19.0mm	100.0	—
13.2	96.2	100.0
4.75	8.2	98.2
2.36	3.9	83.6
0.6	—	60.1
0.3	—	43.5
0.15	—	28.7
0.075	—	16.3

・再生粗骨材のアスファルト量は、目標1%以下を満足
・再生粗骨材の2.36mm通過量を減らすため、碎石粉使用量を若干減ずることとした

22

(4) 実機による再生粗骨材の回収

1) 再生粗骨材回収の概要

① 日時:平成21年9月13日(日)

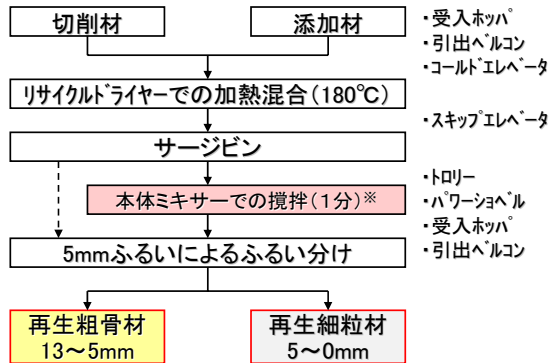
② 場所:大林道路(株)東条アスファルト混合所

項目	条件
添加材量	切削材:添加材(高炉スラグ砂+碎石粉) =100:50(25+25)

※ 小型再生装置による回収実験結果より、
碎石粉量を30%から25%に減じた

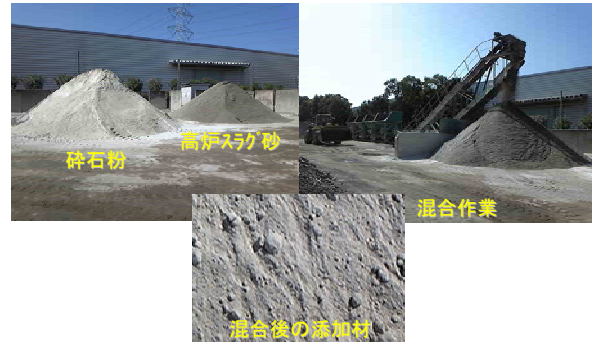
23

2) 再生粗骨材回収フロー



※ 再生粗骨材表面の付着細粒分が多かったため、10t回収後追加した

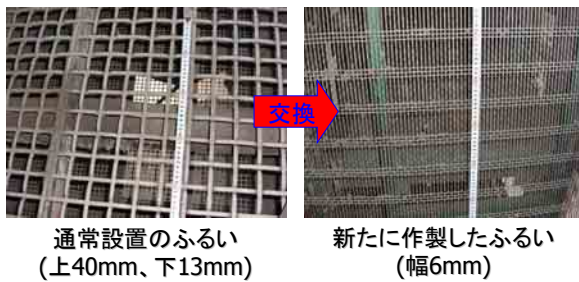
24



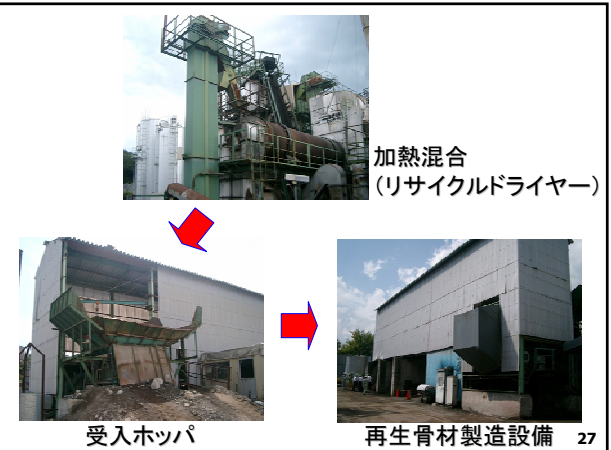
・高炉スラグ砂と碎石粉は、あらかじめ混合し、添加材とした

25

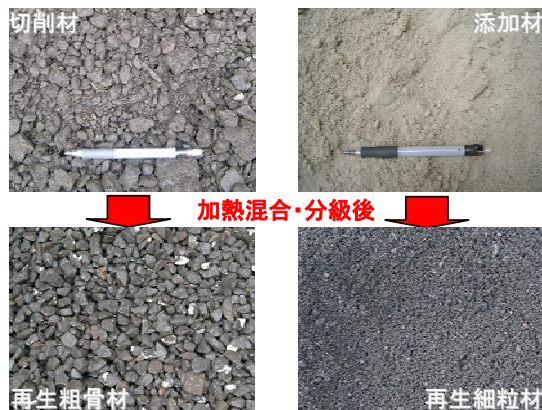
・再生骨材製造設備ふるいの交換



26



27



28

3) 回収後の再生骨材性状

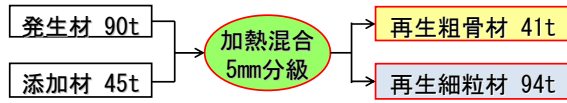
項目	再生粗骨材	再生細粒材
アスファルト量(%)	1.36	5.37
通過質量百分率 (%)		
19.0mm	100.0	—
13.2	98.8	100.0
4.75	7.0	94.9
2.36	6.6	79.2
0.6	6.3	49.5
0.3	5.6	34.1
0.15	4.4	23.8
0.075	3.1	16.5

・再生粗骨材のアスファルト量は、目標1%以下を上回り、2.36mm未満も6.6%と多くなった。

→ 受入ホッパからふるいまでの過程での温度低下が影響

29

4) 再生骨材回収量

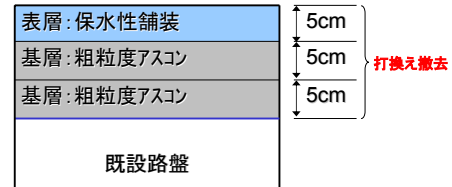


- ・発生材から得られる再生粗骨材は**発生材量の半分弱の量**。
- ・ほぼ**発生材と同量の再生細粒材が発生**。
- ・多量の再生細粒材が生じた理由として、**切削材が基層部分も含んでおり、そのため5mm以下の細かい部分が多く含まれた**。
- ・再生細粒材の用途を検討していくことが極めて重要。

30

2-3-3 保水性舗装表層剥ぎ取り材からの骨材再生

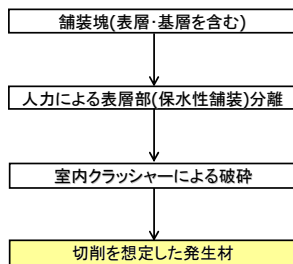
- ① 工事名: 西工営所管内道路維持修繕その他工事-3
- ② 発生場所: 大阪市港区市岡2丁目
- ③ 打換え断面:



- ④ 発生運搬日: 平成20年6月2日
- ⑤ 保水性舗装の種類: アスファルト混合物系 (セメント系保水材充填)
- ⑥ 保管場所: 奥村組土木興業株式会社 堺合材所

31

(1) 発生材の前処理



32

(2) 発生材の性状把握

種別	通過質量百分率(%)								アスファルト量(%)
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	
加齢値を解し	100	99.0	29.7	18.5	9.0	7.0	5.9	4.6	2.54
加齢値を解し 30分待機混合	100	99.7	31.6	21.9	10.4	7.3	6.0	4.9	2.53
配合設計時 (規格7.2%)	100	98.7	22.3	13.5	11.9	9.8	5.0	3.6	3.70

ミキサー混合温度: 170℃

30分のミキサー混合を行ったものは、保水材の細粒化のためか、3%程度高い

(3) 再生粗骨材の回収実験

ミキサー混合後4.75mmふるい残留分の性状

種別	通過質量百分率(%)								アスファルト量(%)
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	
加齢値を解し 30分待機混合	100	99.2	7.6	5.2	—	—	—	—	2.48

4.75mm以下が7.6%存在し、アスファルト量も2.48%と1%を超えており、ミキサー混合のみでは粗骨材の回収が不十分

33

(4) 添加材使用による粗骨材回収

発生材に高炉スラグ砂を添加し人力にて5~10分混合後、4.75mmふるいにて残留分を回収し、アスファルト抽出試験により性状確認を行った。

添加材使用による人力混合後の骨材性状

種別	通過質量百分率(%)								アスファルト量(%)
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	
素材(発生材)	100	99.1	28.2	16.8	5.7	4.3	3.6	2.9	2.59
素材(発生材)	100	99.1	10.7	7.3	—	—	—	—	2.69
高炉スラグ砂40%	100	99.0	14.3	11.2	—	—	—	—	1.82
高炉スラグ砂60%	100	100.0	11.8	9.3	—	—	—	—	1.68
高炉スラグ砂80%	100	99.1	14.1	10.8	—	—	—	—	1.59
高炉スラグ砂100%	100	99.1	13.0	11.5	—	—	—	—	1.66
素材(発生材)			100	43.6	9.1	8.2	7.8	7.0	2.22
高炉スラグ砂40%			100	89.3	48.8	17.8	7.7	4.3	1.59
高炉スラグ砂60%			100	91.3	47.6	17.7	8.5	4.6	1.25

ミキサー混合温度: 180℃

34

・結果考察

- ・いずれの回収材も4.75mm以下が**10~14%程度存在する上に、アスファルト量も1.5%以上の値(目標1%以下)**を示し、**回収が不十分**。
- ・これは回収した粗骨材に**4.75mm以下の骨材がアスファルトと共に付着していることを示すものと考えられる**。
- ・今回の実験は、室内レベルでの予備的な実験。
- ・今回の結果が**そのままプラント実機での結果に反映されるものではない**と考えられる。
- ・また発生材を得る機会があった場合は、よりプラント実機に近い回収が再現できる**小型再生装置を用いた回収実験を行うことも検討に値する**。

35

2-4 再生粗骨材のポーラスアスファルト混合物への適用性

(1) ポーラスアスファルト混合物の配合設計

再生粗骨材を用いたポーラスアスファルト混合物の配合設計方法は、「舗装施工便覧(平成18年版)」の手順に準じて実施。

1) 使用材料

使用材料および産地		
材料	材質等	産地
再生6号砕石	43号発生材から回収した再生粗骨材	兵庫県加東市
高炉スラグ砂	高炉水砕スラグ	兵庫県加古川市
石粉	石灰石粉末	岡山県真庭市
植物繊維	植物繊維	広島県庄原市
アスファルト	ホリマー改質アスファルトH型	兵庫県姫路市

36

使用する骨材の性状

項目	再生6号砕石		高炉スラグ砂	石粉	
	測定値	規格値		測定値	規格値
粒 度	19.0 mm	100.0	100		
	13.2 mm	98.8	85~100		
	4.75 mm	7.0	0~15	100.0	
	2.36 mm	6.6	—	99.7	
	0.6 mm	6.3	—	44.8	100.0
(%)	0.3 mm	5.6	—	17.9	100.0
	0.15 mm	4.4	—	8.3	92.1
	0.075 mm	3.1	—	4.3	75.4
	0.075 mm	3.1	—	4.3	75.4
密度 (g/cm³)	表乾密度	—	2.45以上	2.631	—
	見掛密度	—	—	2.727	2.720
	最大密度	2.663	—	—	—
アスファルト量(%)		1.36	—	—	—
吸水率(%)		—	3.0以下	2.16	—
水分(%)		—	—	0.1	1.0以下

37

2) 決定配合

決定骨材配合比率

配合\骨材	再生6号砕石	高炉スラグ砂	石粉	計
決定配合	89.5	6.5	4.0	100.0

決定粒度

配合名	通過質量百分率(%)						
	19.0 mm	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15
決定粒度	100	98.9	16.8	16.4	12.5	10.2	8.1
粒度範囲(%)	100	90~100	—	11~35	—	—	3~7

決定骨材配合比率

配合\材料	再生6号砕石	高炉スラグ砂	石粉	植物繊維	アスファルト	計
骨材配合率	89.5	6.5	4.0	—	—	100.0
全体配合率	96.1	6.3	3.9	0.1	3.7(4.87)	100.1

注: ()内は再生6号砕石に含まれるアスファルトを含めた全体のアスファルト量

38

3) 混合物性状

マーシャル試験結果

試験項目	アスファルト量(%)	密度 (g/cm³)	理論最大密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	安定度 (kN)	残留安定度 (%)	フロー値 (1/100cm)
試験値	3.7(4.87)	2.012	2.521	20.2	4.81	87.1	31
規格値	—	—	—	20程度	3.43以上	75以上	20~40

注: ()内は再生6号砕石に含まれるアスファルトを含めた全体のアスファルト量

その他試験結果

試験項目	透水係数(K15)(cm/sec)	動的安定度(回/mm)	カンタプロ損失率(%)
試験値	13.5 × 10 ⁻²	7000	12.97
規格値	1 × 10 ⁻² 以上	4000以上	20以下

・カンタプロ損失率が一般のポーラスアスファルト混合物に比べてやや高い値を示しているものの、いずれの項目も規格値を満足。
・これにより、当該混合物の国道28号での試験施工表層部への適用は可能と考えられる。

39

2-5 再生細粒材の粗粒度アスファルト混合物への適用性

(1) 再生細粒材の性状

回収した再生細粒材の性状

項目	性状値
最大密度(g/cm³)	2.531
アスファルト量(%)	5.37
通過質量百分率	
13.2mm	100.0
4.75mm	94.9
2.36mm	79.2
0.6mm	49.5
0.3mm	34.1
0.15mm	23.8
%	
0.075mm	16.5
針入度(25℃)1/10mm	9
軟化点(℃)	80

・通過質量百分率は、0.075mm通過量が16.5%と比較的高い値となっている。これは回収時に添加材として使用した砕石粉が大きく影響している。
・再生細粒材に含まれるアスファルトの針入度は9で、著しい劣化がうかがえる。
・軟化点は、発生材に含まれるホリマー改質アスファルト、および再生骨材回収時における加熱の影響により、80℃と比較的高い値。

40

(2) 配合設計

再生細粒材を用いた粗粒度アスファルト混合物の配合設計方法は、一般の再生アスファルト混合物と同様の手順。なお再生添加剤は使用していない。

1) 使用材料

使用材料および産地

材料	材質等	産地
5号砕石	流紋岩	兵庫県姫路市
6号砕石	硬質砂岩	兵庫県加西市
7号砕石	流紋岩	兵庫県姫路市
スクリーニングス	流紋岩	兵庫県姫路市
高炉スラグ砂	高炉水砕スラグ	兵庫県加古川市
再生細粒材	再生粗骨材回収残物	兵庫県加東市
石粉	石灰石粉末	岡山県真庭市
ストレートアスファルト60/80	60/80	大阪府堺市

41

使用する骨材の性状									
項目		5号 砕石	6号 砕石	7号 砕石	スクー ニングス	高炉ス ラグ砂	再生 細粒材	石粉	
粒 度	26.5 mm	100.0							
	19.0 mm	96.6	100.0						
	13.2 mm	7.8	97.4	100.0			100.0		
	4.75 mm	1.0	2.7	96.3	100.0	100.0	94.9		
	2.36 mm		0.3	4.4	96.2	99.7	76.2		
度 (%)	0.6 mm			0.9	38.7	44.8	49.5	100.0	
	0.3 mm				25.1	17.9	34.1	100.0	
	0.15 mm				14.2	8.3	23.8	92.1	
	0.075 mm				7.2	4.3	16.5	75.4	
密度 (g/cm³)	表乾密度	2.586	2.529	2.586	2.572	2.631	—	—	
	見掛け密度	2.658	2.671	2.670	2.668	2.727	—	2.720	
	最大密度	—	—	—	—	—	2.531	—	
アスファルト量(%)		—	—	—	—	—	5.37	—	
吸水率(%)		1.71	0.98	1.98	2.29	2.16	—	—	
すりへり減量(%)		14.2	14.7	15.1	—	—	—	—	
安定性(%)		1.7	2.1	1.9	—	—	—	—	
軟石量(%)		1.5	0.8	1.5	—	—	—	—	
扁平石含有率(%)		2.7	4.3	1.5	—	—	—	—	

42

2) 決定配合									
骨材配合比率									
配合名	5号 砕石	6号 砕石	7号 砕石	スクー ニングス	高炉ス ラグ砂	再生 細粒材	石粉	計	
再生粗粒度 アスコン	21.0	33.0	15.0	3.0	6.0	20.0	2.0	100.0	

合成粒度									
配合名	通過質量百分率(%)								
	26.5mm	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
再生粗粒度 アスコン	100	99.3	79.7	45.5	27.5	15.9	10.7	7.5	5.3
粒度範囲(%)	100	95 ~100	70 ~90	35 ~55	20 ~35	11 ~23	5 ~16	4 ~12	2 ~7

43

3) 混合物性状									
最適アスファルト量におけるマーシャル特性値									
配合名	As量 (%)	密度 (g/cm³)	理論 密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100 cm)	動的 安定度 (回/mm)	
再生粗粒度 アスコン	4.8	2.382	2.486	4.2	72.5	9.71	31	3316	
規格値	—	—	—	3~7	65~85	4.9以上	20~40	—	

・最適アスファルト量におけるマーシャル特性値は、**いずれも規格値を満足する良好な値**が得られた。
・参考として行ったホイールトラック試験結果では、**動的安定度が3000回/mmを上回る良好な値**が得られた。→ 再生細粒材に含まれるアスファルトが排水性舗装の**ポリマー改質アスファルトH型であることが大きく影響しているもの**と考えられる。
・当該混合物の国道28号排水性舗装試験施工の**基層部への適用は可能**と考えられ、実機での試験練りによる性状を確認した上で適用することとした。

44

2-6 再生細粒材の密粒度アスファルト混合物への適用性

粗粒度アスファルト混合物より**配合比率の増加が期待でき、最も頻繁に出荷する**密粒度アスファルト混合物(13)へ適用検討を行った。

(1) 実機による再生細粒材の作製

① 切削材：山陽自動車道 三木小野～加古川北間

② 切削断面：

表層：高機能Ⅰ型混合物	4cm	} 切削撤去
基層：基層混合物	6cm	

↑ 切削面

既設舗装

③ 日時：平成22年9月19日(日)

④ 場所：大林道路(東条)アスファルト混合所

45

45

⑤ 排水性舗装発生材：添加材(高炉スラグ砂+砕石粉) = 100:55(30+25) [事前の検討結果による]	
⑥ 混合条件：リサイクルドライヤーにて180℃で加熱混合 本体ミキサーで1分間攪拌	
⑦ ふるい分け：人力による	
	
再生細粒材	再生粗骨材

46

(2) 再生細粒材の性状									
回収した骨材の性状									
項目\骨材名	再生細粒材		再生粗骨材						
	2010年度	2009年度(参考)	2010年度	2009年度(参考)					
最大密度(g/cm³)	2.490	2.531	—	—					
アスファルト量(%)	4.99	5.37	0.98	—					
通過質量百分率(%)	13.2mm	100.0	—	—					
	4.75mm	100.0(100.0)							
	2.36mm	93.4(81.4)							
	0.6mm	59.4(19.0)							
	0.3mm	37.9(3.5)							
	0.15mm	27.7(1.0)							
	0.075mm	19.9(0.4)							
	針入度(25℃)1/10mm	8	9	—					
軟化点(℃)		89	80	—					

注：()内はアスファルト抽出前の見掛け粒度

・再生粗骨材のアスファルト量は1%以下であるので**回収が適切に行われた。**
・2009年度と比べ針入度は同程度、軟化点は9℃高い。

47

(3) 検討内容

再生細粒材の適用性検討試験の内容

試験項目	混合料種類		再生密粒度 アスコン(13) (3配合)
	再生添加剤 無 (4配合)	再生添加剤 有 (3配合)	
混合物配合試験 (マーシャル安定度試験 アスファルト量5点)	○	○	○
新旧アスファルト比率によるアスファルト性状 (針入度・軟化点試験 比率5点)	○	—	—
再生添加剤添加量試験(5点)	—	○	—
マーシャル安定度試験(標準・水浸)	○※	○	○
ホイールラッキング試験	○	○	○
圧裂試験(試験温度3点)	○※	○	○
備考 ※ 混合および締固め温度を通常より10℃高くなった場合の性状確認(以下:高温締固め)を1配合実施			

48

(4) 使用材料

材料	材質等	産地
再生骨材(13~0)	再生骨材	兵庫県加東市
6号砕石	硬質砂岩	兵庫県加西市
7号砕石	流紋岩	兵庫県姫路市
スクリーニングス	流紋岩	兵庫県姫路市
砂	高炉水砕スラグ	兵庫県加古川市
再生細粒材	再生粗骨材回収残物 (山陽自動車道発生材)	兵庫県加東市
石粉	石灰石粉末	岡山県真庭市
ストレートアスファルト60/80	60/80	香川県坂出市
再生添加剤	プロセソイル P-3000	

49

再生細粒材以外の骨材性状

項目	骨材種類		6号砕石		7号砕石		スクリーニングス		砂		石粉	
	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値
最大粒径	19.0 mm	100.0	100.0	100	100.0	100	100.0	100	100.0	100	100.0	100
13.2	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
4.75	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
2.36	49.4	0.5	0~15	99.1	85~100	99.0	85~100	99.4	99.0	85~100	99.4	99.4
0.6	27.8	0.5	0~25	99.0	25~55	43.9	100.0	100	100.0	100	100.0	100
0.3	20.2	0.5	0~25	99.0	25~55	43.9	100.0	100	100.0	100	100.0	100
0.15	14.8	0.5	0~25	99.0	25~55	43.9	100.0	100	100.0	100	100.0	100
0.075	9.1	0.5	0~25	99.0	25~55	43.9	100.0	100	100.0	100	100.0	100
密度	最大密度 (g/cm³)	2.473	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	見掛け密度 (g/cm³)	—	2.674	—	2.689	—	2.672	—	2.725	2.720	—	—
	表見密度 (g/cm³)	—	2.632	2.45以上	2.597	2.45以上	2.576	—	2.639	—	—	—
	アスファルト量(%)	4.82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	アスファルト配合率(%)	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	洗い試験で失われる量(%)	1.81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	吸水率(%)	—	0.97	3.0以下	1.93	3.0以下	2.25	—	1.93	—	—	—
	吸水率(%)	—	15.7	30以下	14.9	30以下	—	—	—	—	—	—
	安定性(%)	—	2.3	12以下	1.8	12以下	—	—	—	—	—	—
	安定性(%)	—	0.7	5.0以下	1.7	5.0以下	—	—	—	—	—	—
	骨材の形状(%)	—	3.9	10以下	—	—	—	—	—	—	—	—
	水分(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	1.0以下

50

(5) 密粒度アスファルト混合物(13)への適用検討 1) 混合物配合割合

項目	混合物配合割合と合成粒度				粒度範囲
	配合①	配合②	配合③	配合④	
6号砕石	37.5	37.5	37.5	37.5	—
7号砕石	20.5	19.5	19.0	18.0	
スクリーニングス	12.0	8.5	4.5	0.0	
砂	25.0	17.5	9.0	0.0	
再生細粒材	0.0	15.0	30.0	44.5	
石粉	5.0	2.0	0.0	0.0	
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	
19mm	100.0	100.0	100.0	100.0	
13.2mm	99.3	99.3	99.3	99.3	
4.75mm	62.7	62.7	62.8	62.8	
2.36mm	42.6	42.6	42.3	42.6	
0.6mm	20.9	22.1	23.8	26.5	
0.3mm	12.6	13.1	14.2	16.9	
0.15mm	8.2	8.5	9.6	12.3	
0.075mm	5.6	5.8	6.7	8.9※	

※ 配合④の0.075mm通過量が上限値を超えているが傾向を見るためにそのまま実施した

51

2) 性状確認試験

アスファルト試験項目と条件

項目	条件
再生添加剤による針入度調整	再生添加剤量: 8%, 16%, 24%, 32%

混合物試験項目と条件

項目	条件
マーシャル安定度試験	アスファルト量5点(0.5%間隔) 突固め回数: 両面50回
水浸マーシャル安定度試験	OACのみ
ホイールラッキング試験	OACのみ
圧裂試験※	OACのみ(0℃、30℃、60℃)
混合温度: 147~152℃	
締固め温度: 135~140℃	
(高温締固めの温度は、混合温度160℃、締固め温度148℃)	

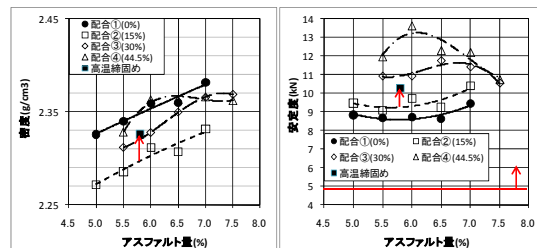
※「舗装再生便覧(平成22年度版)」では、圧裂係数に供する供試体の締固め回数は両面75回となっているが、今回は両面50回で評価

52

3) 試験結果

3)-1 再生添加剤なしでの検討

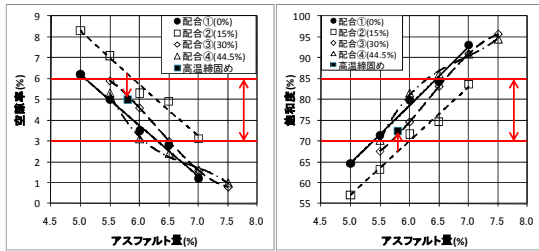
・マーシャル特性値(密度、安定度)



高温締固めは、配合②においてアスファルト量5.8%で実施。密度、安定度ともに上昇する。

53

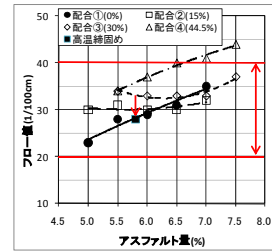
・マーシャル特性値(空隙率、飽和度)



高温締固めは、空隙率は低下、飽和度は上昇する。→ 最適アスファルト量の減少。

54

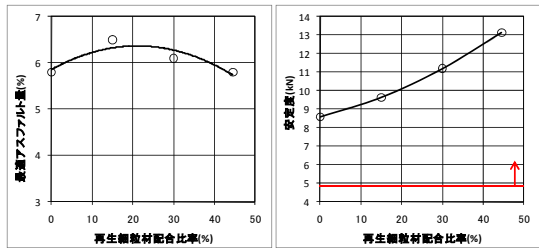
・マーシャル特性値(フロー値)



高温締固めは、フロー値は低下する。

55

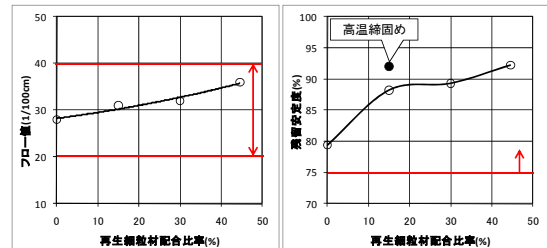
・最適アスファルト量と安定度



・最適アスファルト量は、再生細粒材15%で最大となる。
・安定度は再生細粒材の増加に伴い、上昇傾向。

56

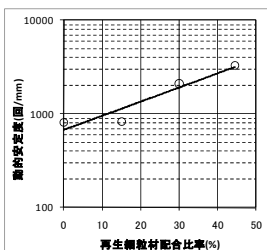
・フロー値、残留安定度



・フロー値は、再生細粒材の増加に伴い、上昇傾向。
・残留安定度も再生細粒材の増加に伴い、上昇傾向。
・高温締固めの残留安定度も上昇する。

57

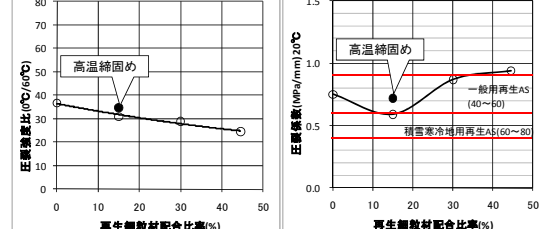
・動的安定度



・再生細粒材の増加に伴い動的安定度も増加傾向。
→ 再生細粒材に含まれるポリマー改質アスファルトが影響。

58

・圧裂強度比、圧裂係数

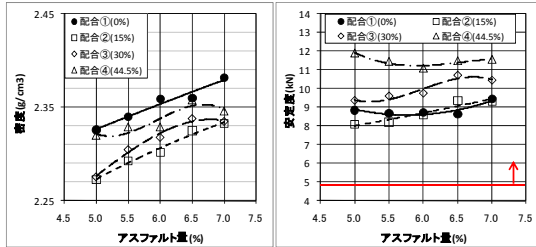


・わだち掘れやひび割れ率との関係が深いと言われる圧裂強度比は、再生細粒材の増加に伴い低下傾向。(わだち掘れは起こりにくいが、ひび割れが起こりやすくなる)
・アスファルトの再生の程度を評価する圧裂係数は、アスファルト量の最も多い再生細粒材15%で最も小さくなる。(小さい程再生の度合いが大きい)
・高温締固めは圧裂強度比は上昇し、圧裂係数はアスファルト量を少なくした分上昇している。

59

3)-2 再生添加剤ありでの検討

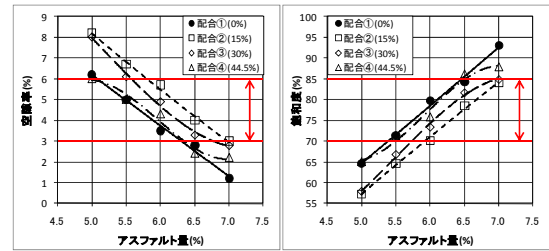
・マーシャル特性値(密度、安定度)



安定度は、いずれの配合もすべて規格値を満足。

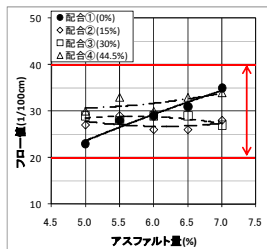
60

・マーシャル特性値(空隙率、飽和度)



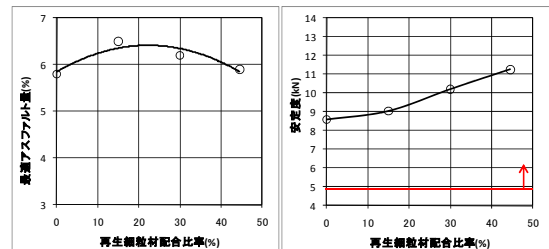
61

・マーシャル特性値(フロー値)



62

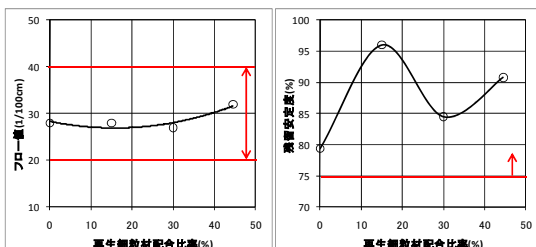
・最適アスファルト量と安定度



・最適アスファルト量は、再生細粒材15%で最大となる。(再生添加剤なしと同様の傾向)
・安定度は再生細粒材の増加に伴い、上昇傾向。

63

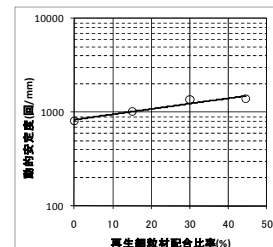
・フロー値、残留安定度



・フロー値と再生細粒材量の関係は明確でない。
・残留安定度は、アスファルト量の最も多い再生細粒材15%で最も高いが、再生細粒材の増加に伴い、上昇傾向が伺える。

64

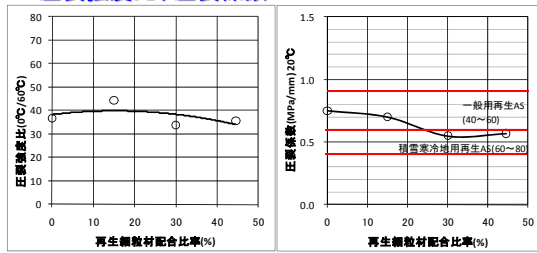
・動的安定度



・再生細粒材の増加に伴い動的安定度も増加傾向。
→ 再生細粒材に含まれるポリマー改質アスファルトが影響。

65

・圧裂強度比、圧裂係数



・わだち掘れやひび割れ率との関係が深いと言われる圧裂強度強度比は、再生細粒材15%をピークに緩やかな低下傾向。(小さいほどわだち掘れは起こりにくいが、ひび割れが起こりやすくなる。)

・アスファルトの再生の程度を評価する圧裂係数は、再生細粒材の増加に伴い低下傾向。(小さい程再生の度合いが大きい)

・再生細粒材30%、44.5%は、再生アスファルト(60-80)の領域に入り、アスファルトの再生度合いが大きいことがわかる。

66

(6) 再生密度アスファルト混合物(13)への適用検討 1) 混合物配合割合

混合物配合割合と合成粒度				
項目\配合名	配合①	配合②	配合③	粒度範囲
再生骨材(13~0)	30.0	30.0	30.0	—
6号砕石	27.0	27.0	27.0	
7号砕石	15.5	15.0	14.0	
スクリーニングス	8.0	4.5	0.0	
砂	16.5	9.0	0.0	
再生細粒材	0.0	14.5	29.0	
石粉	3.0	0.0	0.0	
合計	100.0	100.0	100.0	
通過率				
19mm	100.0	100.0	100.0	100
13.2mm	99.2	99.2	99.2	95~100
4.75mm	63.7	63.7	63.8	55~70
2.36mm	42.7	42.3	42.6	35~50
0.6mm	21.7	22.8	25.6	18~30
0.3mm	14.2	14.4	17.1	10~21
0.15mm	9.5	9.7	12.4	6~16
0.075mm	6.2	6.3	8.5*	4~8

※ 配合③の0.075mm通過率が上限値を超えているが傾向を見るためにそのまま実施した

67

2) 性状確認試験

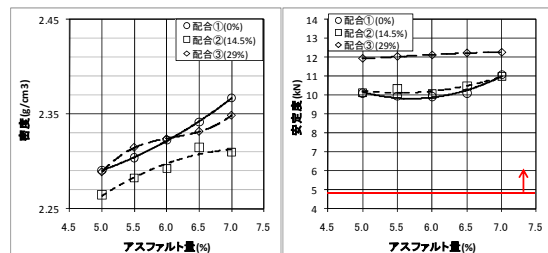
混合物試験項目と条件

項目	条件
マーシャル安定度試験	アスファルト量5点 (0.5%間隔) 突固め回数: 両面50回
水浸マーシャル安定度試験	OACのみ
ホイールトラックング試験	OACのみ
圧裂試験※	OACのみ (0°C、30°C、60°C)
混合温度	147~152°C
締固温度	135~140°C

※「舗装再生便覧(平成22年度版)」では、圧裂係数に供する供試体の締固め回数は両面75回となっているが、今回は両面50回で評価

68

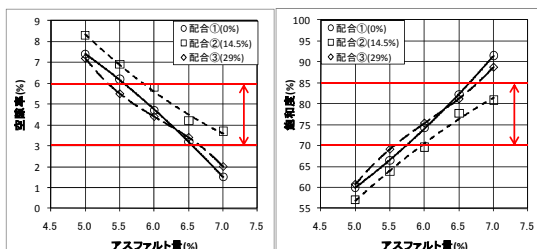
・マーシャル特性値(密度、安定度)



安定度は、いずれの配合もすべて規格値を満足。

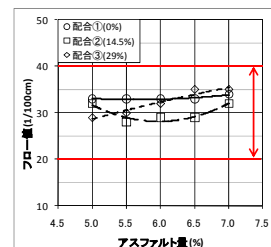
69

・マーシャル特性値(空隙率、飽和度)



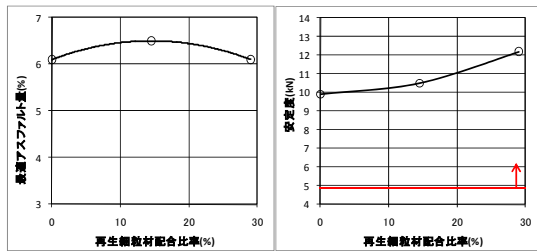
70

・マーシャル特性値(フロー値)



71

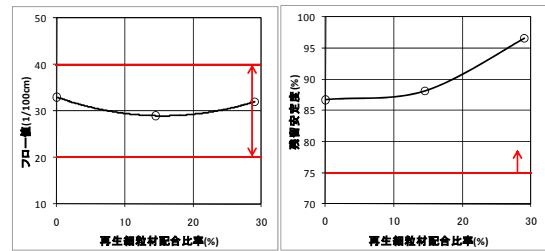
・最適アスファルト量と安定度



- ・最適アスファルト量は、**再生細粒材14.5%で最大**となる。(密粒度アスコン(13)と同様の傾向)
- ・安定度は再生細粒材の増加に伴い、**上昇傾向**。

72

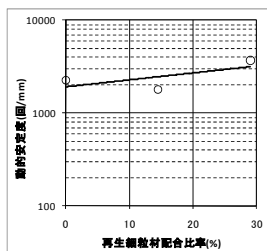
・フロー値、残留安定度



- ・フロー値と再生細粒材量の関係は**明確でない**。
- ・残留安定度は、再生細粒材の増加に伴い、**上昇傾向**が伺える。

73

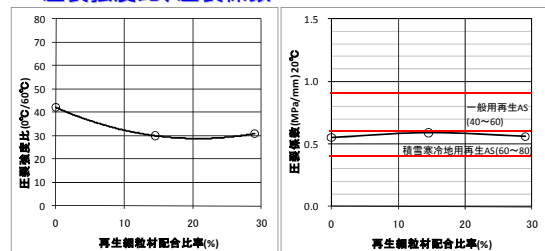
・動的安定度



- ・再生細粒材の増加に伴い**動的安定度も増加傾向**。
- 再生細粒材に含まれる**ポリマー改質アスファルト**が影響。

74

・圧裂強度比、圧裂係数



- ・わだち掘れやひび割れ率との関係が深いと言われる圧裂強度強度比は、**緩やかな低下傾向**。(小さいほどわだち掘れは起こりにくいが、ひび割れが起こりやすくなる。)
- ・アスファルトの再生の程度を評価する圧裂係数は、いずれの配合も再生アスファルト(60-80)の領域に入り、**アスファルトの再生度合いが大きい**ことがわかる。→ 再生添加剤の使用量が多く均一に分散されたことが考えられる。

75

(7) 再生細粒材の適用性評価

混合物種別		再生細粒材の適用性評価							
		密粒度(13) 再生添加剤なし				密粒度(13) 再生添加剤あり			
再生細粒材配合比率		15%	30%	44.5%	15% 高温	15%	30%	44.5%	再生 密粒度(13)
経済性	最適アスファルト量	×	△	○	△※	×	△	○	△
耐久性	強度	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	マニッシュ安定度	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	剥離抵抗性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	残留安定度	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	わだち掘れ抵抗性	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	動的安定度	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	圧裂強度比	○	○	○	○	○	○	○	○
	ひび割れ抵抗性	○	○	×	○	○	○	○	○
総合評価		△	○	△	○	△	◎	◎	◎

備考 評価結果の意味[基本配合(再生細粒材0%)に対して]
◎:優位性がある ○:同等である △:やや劣位である ×:劣位である
※ 空隙率、飽和度より、最適アスファルト量はまだ高いと判断されるため「△」とした。

76

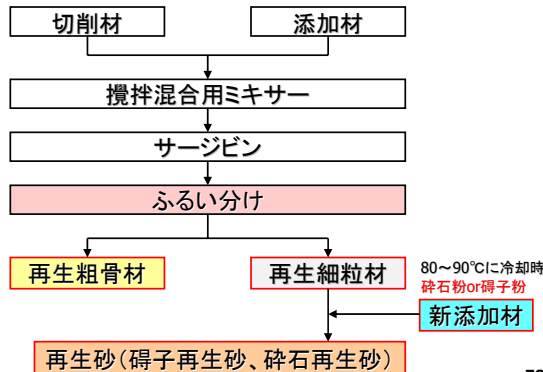
2-7 再生細粒材を利用しやすくするための再処理

再生細粒材にはアスファルトが含まれているため、加熱式骨材再生技術により発生したばかりの状態では、**温度が低下すると団粒化しやすくなる**。
→ 骨材ホッパで詰まりを生じるなど大きな支障を来す。

この再生細粒材の貯蔵中での固化力を取り除き、**天然砂と同程度の取り扱い状態となる作製法とその再利用について検討した**。

77

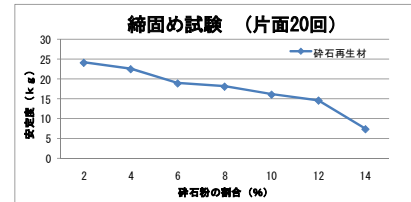
(1) 排水性舗装発生材のリサイクル用添加材



78

(2) 再生砂の最適砂質性状化

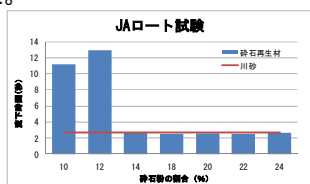
自然冷却過程(80~90℃)での再生細粒材に2~14%の新たな碎石粉(新碎石粉)を投入してマーシャルランマー(片面20回)で締固め、その固結程度を安定度試験から検討。



約14%以上の新碎石粉投入で非付着性の傾向を有する。

79

天然砂との流動性状を把握するため、JAロート試験を適用した。

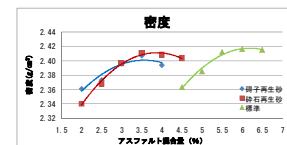


- ・天然砂の落下時間の約3秒を満足する新碎石粉量は14%以上が好ましいと判断。
- ・再生砂の砂質性状化での新碓子粉、新碎石粉量は両者の異なる粒子形状、粒径、比表面積、比重などを考慮して再生細粒材に対する新碓子粉は16%、新碎石粉は20%とした。
- ・この結果からの再生砂は、ほぼ天然砂と類似した取り扱いが容易な材料になることが確認された。

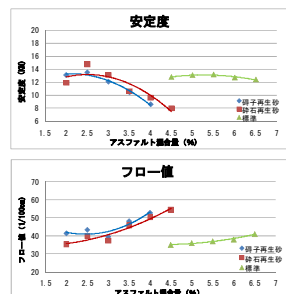
80

(3) 再生砂のアスファルト混合物への活用

骨材配合割合		
骨材種別\混合物種別	骨材配合割合(%)	
	密粒混合物	再生密粒混合物
6号砕石	35.0	35.0
7号砕石	19.0	19.0
スクリーニングス	16.5	再生砂 46.0
ストック砂	25.0	
石粉	4.5	
アスファルト	4.5～6.5	2.0～4.5



81



- ① 排水性舗装発生材のリサイクル手法での再生細粒材の砂質材料化は可能である。
- ② リサイクル材を再生した碓子再生砂、碎石再生砂の砂質性状の検定にはJAロート試験が適用できる。
- ③ 碓子再生砂、碎石再生砂を用いたアスファルト混合物は、新規アスファルト混合物と同様に活用でき、天然砂の代用も可能になると考えられる。

82

2-8 まとめと今後の課題

① まとめ

- ・再生粗骨材を回収する際の添加材に碎石粉を用いることで、添加材料を高炉スラグ砂単独の場合半分程度にすることが可能である。
- ・排水性舗装発生材からの再生粗骨材の室内レベルでの回収結果は、満足できるものではなかった。
- ・表基層同時切削材から回収した再生粗骨材を用いたポーラスアスファルト混合物の配合試験では、カンタブロ損失率が一般のポーラスアスファルト混合物よりやや大きい、規格値はすべて満足した。
- ・再生細粒材を用いた粗粒度アスファルト混合物は、規格値を全て満足し、また動的安定度は3000回/mmを上回る良好な値が得られた。
- ・再生細粒材を用いた密粒度アスファルト混合物は、再生細粒材を多く使用し、かつ再生添加材を用いることで一般的な密粒度アスファルト混合物より良好な性状が得られた。

83

・再生細粒材を用いた再生密粒度アスファルト混合物は、再生細粒材を多く使用し、かつ再生添加材を用いることで**一般的な再生密粒度アスファルト混合物より良好な性状**が得られた。
・再生細粒材を利用しやすくするための検討では、再生細粒材に**碎石粉あるいは碍子砂を加える**ことにより、一般の砂と同様の扱いが可能となる。

② 今後の課題

・再生細粒材は、アスファルト混合物の細粒分材料として利用可能なことがわかったが、再生細粒材に含まれるアスファルト分は**熔融しにくい性状**であるため、利用にあたってはさらなる検討が必要である。
・再生細粒材は、**再生粗骨材を上回る量が発生**するため、有効利用策のさらなる検討が必要である。
・保水性舗装や遮熱性舗装からの再生粗骨材の回収については、**異物も混入する**ため、それらの対策についても検討が必要である。

84

終わり

ご清聴ありがとうございました

85

3. 鉄鋼スラグのアスファルト混合物用骨材としての検討

鉄鋼スラグ協会

○鉄鋼スラグの生産と利用現状

●鉄鋼スラグの生成過程

鉄鋼スラグは、鉄鉱石から鋼を作り出す還元・精錬段階で生まれるシリカ(SiO_2)などの鉄以外の成分が、石灰(CaO)と熔融・結合した副産物である。

高炉スラグは鉄鉱石に含まれるシリカなどの鉄以外の成分や還元材として使われるコークスの灰分が副原料の石灰石と結合したものである。

密度が鉄よりも小さく、熔融状態で鉄鉄の上部に浮かび上がってくるため容易に分離・回収できる。



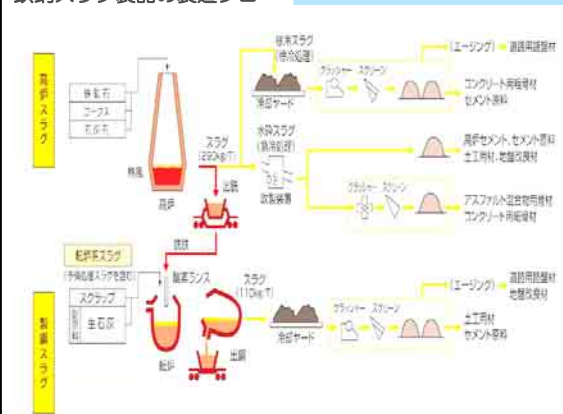
水砕スラグ



転炉系スラグは、高炉で生まれた鉄鉄を、靱性、加工性の高い「鋼」にする製鋼工程で生成される。石灰などの副原料を加えて酸素を吹き込み、鉄鉄に含まれる炭素・リンなどを取り除き、粘り強い鋼に精錬するときに生まれた酸化物が製鋼スラグとなる



鉄鋼スラグ製品の製造フロー



化学成分分析結果

単位: %

成分	鉄鋼スラグ		比較		
	高炉スラグ	転炉系スラグ	山土	安山岩	ポルトランドセメント
SiO_2	33.8	13.8	59.6	59.6	22.0
CaO	42.0	44.3	0.4	5.8	64.2
Al_2O_3	14.4	1.5	22.0	17.3	5.5
T-Fe	0.3	17.5	-	3.1	3.0
MgO	6.7	6.4	0.8	2.8	1.5
S	0.8	0.1	0.01	-	2.0
MnO	0.3	5.3	0.1	0.2	-
TiO_2	1.0	1.5	-	0.8	-

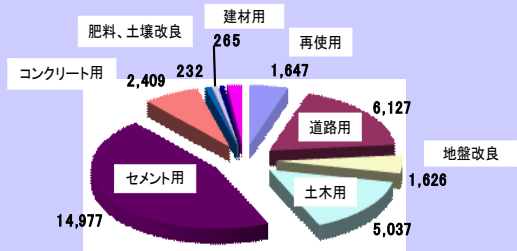
環境 J I S 法による溶出分析結果例

単位: mg/L

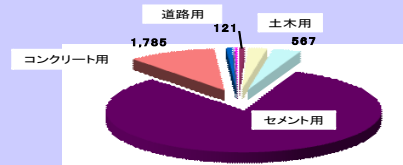
	(参考基準) 土壌溶出基準	高炉スラグ製品		製鋼スラグ製品	
		徐冷スラグ	水砕スラグ	転炉系スラグ	電炉系スラグ
Cd	0.01以下	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Pb	0.01以下	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cr^{6+}	0.05以下	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
As	0.01以下	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
T-Hg	0.0005以下	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Se	0.01以下	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
F	0.8以下	0.2	0.1	< 0.1	< 0.1
B	1.0以下	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

●鉄鋼スラグ製品の利用状況

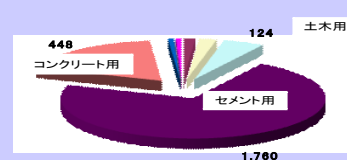
鉄鋼スラグ(H21年度全国計) : 33,184千t



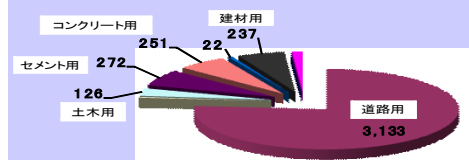
水砕スラグ(H21年度全国) : 17,218千t



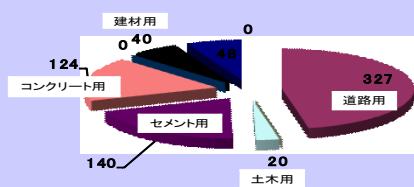
水砕スラグ(H21年度近畿) : 2,455千t



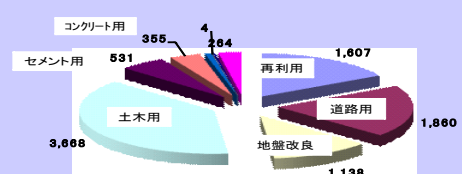
徐冷スラグ(H21年度全国) : 4,108千t



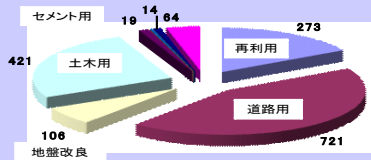
徐冷スラグ(H21年度近畿) : 699千t



転炉系スラグ(H21年度全国実績) : 9,527千t



転炉系スラグ(H21年度近畿) : 1,623千t



鉄鋼スラグのアスファルト細骨材への適用計画

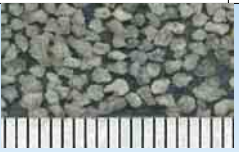
●アスファルト用細骨材適用3ヵ年計画(鉄鋼スラグWG)

研究課題	H20年度	H21年度	H22年度
①水砕スラグの細骨材代替 「コンクリート用水砕スラグ」及び未摩滅の「土木用水砕スラグ」がAs混合物用の細骨材として活用できるか調査・研究した。	・既存データの収集 取りまとめ	・国道、府・県道地 での試験施工実施	・試験施工の評価 (追跡調査)
②転炉スラグ細粒部(-5mm)の細骨材代替 及び粗粒部(5-13mm)の細骨材代替 転炉スラグ細粒部、粗粒部がAs混合物の細骨材、粗骨材 として活用できるか調査・研究した。	・スラグ材料試験 (各社実施)	・As混合物試験 (各社実施)	

○鉄鋼スラグ細骨材についての試験結果

●各種の鉄鋼スラグ砂一覧

種 類	製造会社名	
高炉水砕スラグ砂(土木用)	A社	「土木用」の材料を摩砕加工し、 粒度調整したものが「コンクリー 用」である。
高炉水砕スラグ砂(コンクリート用)	B社	
転炉スラグ砂	A社	
	B社	
	C社	



高炉水砕スラグ砂の形状



転炉スラグ砂の形状

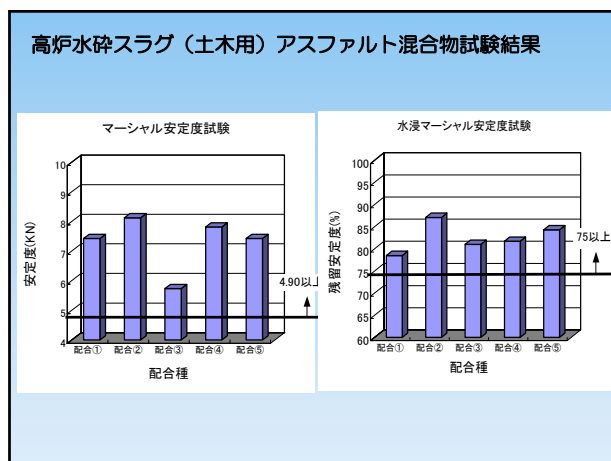
高炉水砕スラグ砂（土木用）の物理性状				
フルイ目	材料種	高炉水砕スラグ(土木用)		天然粗砂 (佐賀県唐津)
		A社	B社	
13.2 (mm)		100%		
4.75		99.9	100%	100%
2.36		98.2	98.8	97.6
0.6		27.1	32.1	52.3
0.3		7.3	7.7	23.4
0.15		2.4	2.2	6.0
0.075		1.0	0.9	1.6
密度 (g/cm ³)	表乾	2.636	2.636	2.589
	かさ	2.572	2.605	2.551
	見掛け	2.749	2.688	2.652
吸水量(%)		2.52	1.19	1.50
単位容積質量(kg/L)		1.365	1.358	1.615
実積率(%)		53.1	52.1	63.3
硬さ(FDR)*		1.58	1.75	1.74

高炉水砕スラグ砂（コンクリート用）の物理性状				
フルイ目	材料種	高炉水砕スラグ(コンクリート用)		天然粗砂 (佐賀県唐津)
		A社	B社	
13.2 (mm)		100%		
4.75		99.9	100%	100%
2.36		98.6	99.7	97.6
0.6		48.1	48.5	52.3
0.3		21.0	17.7	23.4
0.15		9.3	7.3	6.0
0.075		4.7	3.3	1.6
密度 (g/cm ³)	表乾	2.864	2.784	2.589
	かさ	2.844	2.752	2.551
	見掛け	2.905	2.786	2.652
吸水量(%)		0.74	0.45	1.50
単位容積質量(kg/L)		1.770	1.534	1.615
実積率(%)		62.3	55.7	63.3
硬さ(FDR)		1.64	-	1.74

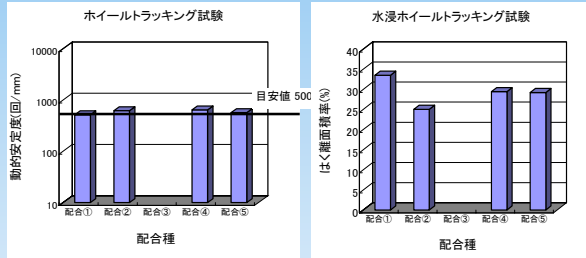
転炉スラグの物理性状					
材料種 フルイ目		転炉スラグ			天然粗砂 (佐賀県唐津)
		A社	B社	C社	
13.2 (mm)		100%	100%	100%	
4.75		97.5	98.2	96.0	100%
2.36		79.6	78.0	81.2	97.6
0.6		54.4	41.8	45.4	52.3
0.3		40.3	27.2	32.8	23.4
0.15		24.2	16.6	21.8	6.0
0.075		12.5	9.7	13.4	1.6
密 度 (g/cm ³)	表乾	2.936	3.119	3.309	2.589
	かさ	2.831	2.996	3.184	2.551
	見掛け	3.165	3.415	3.634	2.652
吸水量(%)		3.73	4.10	3.89	1.50
単位容積質量(kg/L)		1.632	1.903	2.112	1.615
実積率(%)		57.6	63.5	66.3	63.3
硬さ(FDR)		1.70	1.96	1.29	1.74

○鉄鋼スラグ細骨材のアスファルト混合物への適用性 高炉水砕スラグ砂（土木用）配合割合および骨材合成粒度							
項 目	配合種	標準配合 配合①	細骨材の全量スラグ		細骨材の5割スラグ		粒度範囲
			配合②	配合③	配合④	配合⑤	
配合割合(%)	6号砕石	38	38	38	38	38	
	7号砕石	21	21	22	21	22	
	粗 砂	37	-	-	18	18	
	水砕スラグ	-	34.5	34.5	19	18	
	石 粉	6	8.5	7.5	6	6	
合成粒度(%)	19.0 mm	100	100	100	100	100	100
	13.2	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	95~100
	4.75	62.4	62.4	62.2	62.4	62.2	55~70
	2.36	42.8	42.4	42.3	42.6	42.1	35~50
	0.6	25.6	18.0	18.8	20.7	21.4	18~30
	0.3	14.7	11.0	10.2	11.6	11.8	10~21
	0.15	8.0	9.0	8.1	7.4	7.3	6~16
	0.075	5.8	7.4	6.6	5.5	5.5	4~8
高炉水砕スラグ砂製造者			A社	B社	A社	B社	

高炉水砕スラグ（土木用） 最適アスファルト量および混合物性状									
配合種	最適As量 (%)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	VMA (%)	安定度 (KN)	DS値 (回/mm)	水浸WT 剥離率(%)	残留 安定度 (%)
配合①	5.6	2.374	4.2	75.4	17.1	7.43	516	34	78.5
配合②	6.9	2.352	4.3	78.6	20.1	8.13	618	25	87.1
配合③	6.3	2.355	4.4	76.6	18.8	5.74	未実施	未実施	81.0
配合④	6.3	2.359	4.4	76.7	18.9	7.82	643	29	81.7
配合⑤	5.8	2.371	4.3	75.7	17.7	7.43	568	29	84.3
基準値	5~7	-	3~6	70~85	-	4.9以上	-	-	75以上



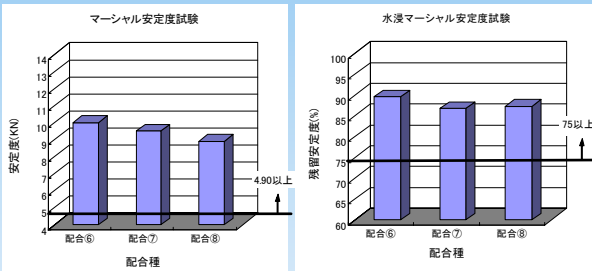
高炉水砕スラグ（土木用）アスファルト混合物試験結果



高炉水砕砂（コンクリート用）配合および骨材合成粒度

項目	配合種	配合⑥ 標準配合			粒度範囲
		配合⑥ 標準配合	配合⑦ スラグ砂15% (細骨材の約40%)	配合⑧ スラグ砂37% (細骨材全量)	
配合割合 (%)	6号砕石	37 %	37 (36.8) %	38 (36.9) %	
	7号砕石	19	20 (19.7)	20 (19.4)	
	高炉水砕スラグ砂	—	15 (16.0)	37 (38.8)	
	スクリーニングス	15	15 (14.8)	—	
	粗 砂	15	—	—	
	細 砂	9	9 (8.9)	—	
合成粒度 (%)	石 粉	5	4 (4.0)	5 (5.0)	
	19.0 mm	100	100	100	
	13.5	99.0	99.0(98.9)	98.9(98.9)	
	4.95	63.0	62.9(63.4)	62.0(63.0)	
	2.36	42.7	42.8(43.4)	43.2(44.8)	
	0.6	24.6	24.6(24.9)	22.5(23.2)	
	0.3	14.1	14.2(14.2)	12.8(13.1)	
	0.15	8.9	8.7(8.7)	8.2(8.3)	
	0.075	5.9	5.7(5.8)	5.8(5.8)	

高炉水砕スラグ（コンクリート用） アスファルト混合物試験結果



転炉スラグ砂標準配合とスラグ100%使用混合物配合

項目	配合種	配合⑩ 標準配合				粒度範囲
		配合⑩ 標準配合	配合⑪ A社	配合⑫ B社	配合⑬ C社	
配合割合 (%)	6号砕石	36	35(32.7)	38(34.0)	38(33.5)	
	7号砕石	21	19(17.8)	12(10.8)	18(15.8)	
	転炉スラグ	—	44(47.8)	47(52.5)	42(49.0)	
	粗 砂	37	—	—	—	
	石 粉	6	2(1.8)	3(2.7)	2(1.7)	
	19.0 mm	100	100(100)	100(100)	100(100)	
合成粒度 (%)	13.5	99.0	99.1(99.1)	99.0(99.1)	99.0(99.1)	
	4.95	62.4	62.3(64.6)	61.4(65.4)	59.2(63.6)	
	2.36	42.8	36.9(39.7)	40.2(44.2)	36.7(42.1)	
	0.6	25.6	25.6(27.5)	22.7(24.7)	21.2(24.0)	
	0.3	14.7	19.3(20.7)	15.8(17.0)	15.8(17.8)	
	0.15	8.0	12.3(13.1)	10.7(11.3)	11.1(12.3)	
	0.075	5.6	7.1(7.4)	7.1(7.4)	7.3(8.0)	

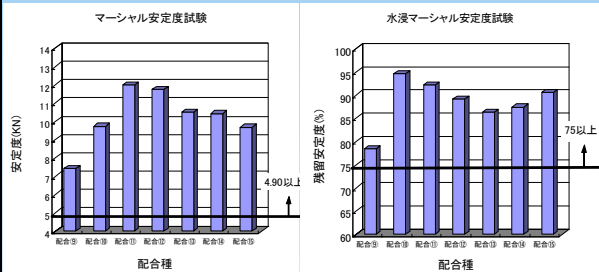
転炉スラグ砂50%使用混合物配合

項目	配合種	配合⑭ A社			粒度範囲
		配合⑭ A社	配合⑮ B社	配合⑯ C社	
配合割合 (%)	6号砕石	36(35.1)	36(34.4)	35(33.0)	
	7号砕石	17(16.6)	17(16.3)	19(17.8)	
	転炉スラグ	21(23.6)	21(25.1)	21(26.2)	
	粗 砂	22(20.8)	22(20.4)	21.5(19.6)	
	石 粉	4(3.9)	4(3.8)	3.5(3.3)	
合成粒度 (%)	19.0 mm	100(100)	100(100)	100(100)	
	13.5	99.1(99.1)	99.0(99.1)	99.1(99.1)	
	4.95	62.5(63.2)	62.8(64.4)	62.8(64.8)	
	2.36	42.8(43.6)	42.5(43.9)	42.3(44.3)	
	0.6	27.0(27.7)	24.4(25.1)	24.4(25.6)	
	0.3	17.6(18.3)	14.8(15.4)	15.4(16.5)	
	0.15	10.3(10.7)	8.7(9.1)	10.1(9.3)	
	0.075	6.3(6.6)	5.7(5.9)	6.0(6.8)	

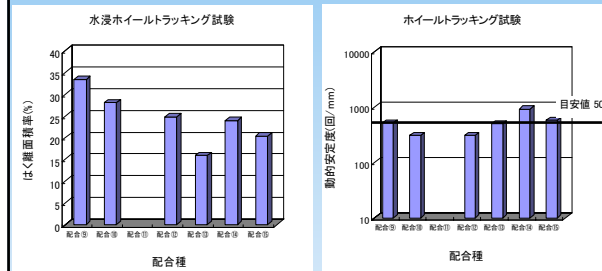
転炉スラグ砂最適アスファルト量および混合物性状

配合種	最適As量 (%)	密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	VMA (%)	安定度 (KN)	DS値 (回/mm)	水浸WT 剥離率(%)	残留安定 度(%)
配合⑨	5.6	2.374	4.2	75.4	17.1	7.43	516	33.5	78.5
配合⑩	8.5	2.406	4.8	80.6	24.7	9.74	309	28.1	94.7
配合⑪	7.1	2.554	4.7	78.9	22.2	12.00	未実施	未実施	92.3
配合⑫	6.3	2.645	4.2	79.4	20.4	11.74	313	24.8	89.2
配合⑬	6.8	2.402	4.2	78.3	20.3	10.52	500	15.9	86.4
配合⑭	6.2	2.466	4.3	77.6	19.2	10.43	926	24.0	87.5
配合⑮	5.9	2.514	4.2	77.4	18.6	9.89	583	20.4	90.6
基準値	5~7	—	3~6	70~85	—	4.9以上	—	—	75以上

転炉砂アスファルト混合物試験結果



転炉砂アスファルト混合物試験結果



転炉スラグ・高炉水砕スラグ（土木用）混用砂の物理性状

フルイ目	材料種	A社		B社		天然粗砂
		転炉・水砕混合	転炉スラグ	水砕スラグ	合成値	
13.2 (mm)		100%	100		100	
4.75		97.4	99.2	100	99.6	100%
2.36		84.4	78.0	98.8	88.4	97.6
0.6		38.8	41.8	32.1	37.0	52.3
0.3		22.6	27.2	7.7	17.5	23.4
0.15		12.5	16.6	2.2	9.4	6.0
0.075		6.3	9.7	0.9	5.3	1.6
密度 (g/cm ³)	表乾	2.765	3.119	2.636	2.878	2.589
	かさ	2.663	2.996	2.605	2.801	2.551
	見掛け	2.966	3.415	2.688	3.052	2.652
吸水量 (%)		3.83	4.10	1.19	2.65	1.50
単位容積質量 (kg/L)		1.546	1.903	1.358	1.631	1.615
実積率 (%)		58.1	63.5	52.1	57.8	63.3

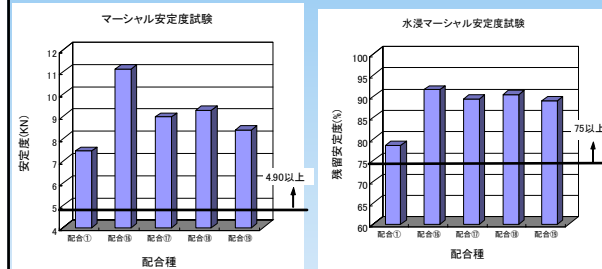
混合砂 配合および合成粒度

項目	配合種	混用スラグ砂100%		混用スラグ砂50%		粒度範
		配合①(A社)	配合②(B社)	配合③(A社)	配合④(B社)	
配合割合 (%)	6号砕石	35(34.3)	36(34.3)	36(35.7)	36(35.4)	
	7号砕石	16(15.4)	17(16.2)	16(17.8)	16(18.7)	
	転炉・水砕スラグ混合	45.5(47.5)	—	20.5(22.0)	—	
	転炉スラグ	—	21.5(25.6)	—	10(12.3)	
	水砕スラグ	—	21.5(20.1)	—	10(9.7)	
	粗砂	—	—	20.5(19.6)	20(19.0)	
合成粒度 (%)	石粉	3.5(3.3)	4(3.8)	5(4.9)	5(4.9)	100
	19.0 mm	100(100)	100(100)	100(100)	100(100)	
	13.5	99.1(99.1)	99.0(99.1)	99.0(99.0)	99.0(99.0)	
	4.95	62.6(64.1)	62.6(64.5)	62.3(62.6)	62.6(63.2)	
	2.36	42.5(44.0)	42.6(44.3)	42.9(43.2)	42.9(43.3)	
	0.6	21.3(21.8)	20.0(21.1)	23.8(23.8)	23.1(23.1)	
	0.3	13.8(14.0)	11.5(12.3)	14.4(14.5)	13.2(13.3)	
	0.15	9.1(9.1)	8.0(8.3)	8.7(8.8)	8.0(8.1)	
	0.075	5.8(5.8)	5.6(5.9)	5.8(5.8)	5.6(5.7)	

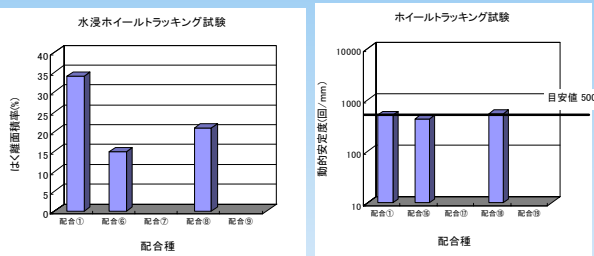
混合砂最適アスファルト量および混合物性状

配合種	最適As量 (%)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	VMA (%)	安定度 (KN)	DS値 (回/mm)	水浸WT剥離率 (%)	残留安定度 (%)
配合①	5.6	2.374	4.2	75.4	17.1	7.43	516	34	78.5
配合②	7.8	2.380	4.7	79.4	22.8	11.12	434	15	87.1
配合③	6.6	2.457	4.4	78.2	20.2	8.96	未実施	未実施	81.0
配合④	6.5	2.387	4.3	77.8	19.4	9.26	543	21	81.7
配合⑤	6.1	2.413	4.3	76.9	18.6	8.39	未実施	未実施	84.3
基準値	5~7	—	3~6	70~85	—	4.9以上	—	—	75以上

アスファルト混合物試験結果



アスファルト混合物試験結果



○試験施工について

これまでに実施した試験施工は5例があり、事前に物理性状を確認した3種の鉄鋼スラグ骨材を単独または複数使用して、再生アスファルト混合物を含む4種類の混合物の製造および施工を行った。

施工例	施工年月	使用した鉄鋼スラグ砂	混合物種	施工箇所
イ	平成19年12月	転炉スラグ砂	密粒度アスコン(20) 粗粒度アスコン(20)	住友金属工業(株) 和歌山製鉄所構内
ロ	平成21年2月	転炉スラグ砂 高炉水砕スラグ砂(コンクリート用)	改質Ⅱ型密粒度アスコン(20)	兵庫県淡路市(国道28号)
ハ	平成21年10月	転炉スラグ砂 高炉水砕スラグ砂(土木用)	再生密粒度アスコン(20)	住友金属工業(株) 和歌山製鉄所構内
ニ	平成21年11月	転炉スラグ砂	ポーラスアスコン(13)	兵庫県淡路市(国道28号)
ホ	平成22年2月	転炉スラグ砂	密粒度アスコン(13)	木津川堤防天端

使用混合物の配合

各種鉄鋼スラグ骨材を使用したアスファルト混合物の配合を表に示す。これら試験施工における実績では、加熱アスファルト混合物への鉄鋼スラグ細骨材配合率は15%~40%程度となっている。

●密粒度アスコン(13)・粗粒度アスコン (施工例 イ)

材料種	密粒度アスコン(20)	粗粒度アスコン(20)
転炉スラグ5号砕石	19(20.2)%	20(20.7)%
転炉スラグ6号砕石	27(28.8)	38(39.7)
転炉スラグ7号砕石	14(15.1)	17(17.8)
転炉スラグ砂	18(17.8)	11(10.8)
高炉水砕スラグ砂(土木用)	18(14.8)	11(8.8)
石粉	4(3.3)	3(2.4)
最適アスファルト量	5.8%	4.8%

●改質Ⅱ型密粒度アスコン(20) (施工例 ロ)

材料種	5号砕石	6号砕石	7号砕石	転炉スラグ砂	高炉水砕スラグ砂	石粉	最適アスファルト量
配合率(%)	17(16.6)	28(27.3)	12(11.7)	10(11.8)	30(29.6)	3(3.0)	6.4

再生密粒度アスコン(20) (施工例 ハ)

材料種	配合①(%)	配合②(%)	配合③(%)	配合④(%)	配合⑤(%)
5号砕石	20(19.3)	19(18.4)	19(18.8)	19.0	19.0
6号砕石	18(15.4)	18(15.4)	18(17.6)	19.0	19.0
7号砕石	5(4.8)	5(4.8)	5(4.9)	6.0	5.0
スクリーニングス	—	—	—	—	9.0
粗砂	—	13.5(12.9)	12(11.7)	11.0	15.0
転炉スラグ	13(15.3)	13.5(16.0)	8(7.2)	—	—
高炉水砕スラグ	13(12.8)	—	8(6.0)	11.0	—
石粉	3(2.9)	3(2.9)	4(4.0)	4.0	3.0
再生骨材	30(29.5)	30(29.6)	30(30.0)	30.0	30.0
最適アスファルト量	6.2%	5.7%	5.7%	5.6%	5.3%

ポーラスアスコン(13) (施工例 ニ)

材料種	6号砕石	転炉スラグ砂	石粉	最適アスファルト量
配合率(%)	87.5(85.5)	10.0(12.1)	2.5(2.4)	5.3%

密粒度アスコン(13) (施工例 ホ)

材料種	6号砕石	7号砕石	ダム堆砂	転炉スラグ砂	石粉	最適アスファルト量(%)
配合率(%)	36(35.5)	18(17.7)	27(25.7)	15(17.2)	4(3.9)	6.3

○試験施工結果

各種の鉄鋼スラグ細骨材を使用した加熱アスファルト混合物は、いずれも一般のアスファルトプラントで製造可能であることが確認された。また、現場での施工性についても通常の施工機械編成で問題なく施工でき、所定の品質を満足する仕上がりが確認された。なお、施工後の供用性については、全ての試験施工箇所供用1年以上が経過しており、路面性状の大きな変動はなく良好な状態にある。

○検討結果まとめ
混合物性状について

- 1) 高炉水砕スラグ砂（土木用）
配合割合を5割程度にすれば最適アスファルト量の増加は小さい。
最適アスファルト量が増加するためか、残留安定度は全般に大きい。
- 2) 高炉水砕スラグ砂（コンクリート用）
骨材量の全量について使用しても、最適アスファルト量の増加は見られなかった。
土木用に比べて最適アスファルト量は小さくなったが、マーシャル安定度や残留安定度はより良い水準となった。

3) 転炉スラグ砂

最適アスファルト量は、天然砂を用いた標準配合に比べて増加した。

細骨材量の5割を置換した配合では、動的安定度および残留安定度が標準配合と同等以上の水準となった。

○まとめ○

これまでの検討結果（鉄鋼スラグ物理性状、アスファルト混合物試験、実試験施工）から、加熱アスファルト混合物への鉄鋼スラグ骨材の活用については、混合物性状および供用性ともに大きな問題もなく有効と判断され、今後の適用拡大が期待される。

今後とも鉄鋼スラグ骨材のさらなる有効活用に向けて、鉄鋼スラグ骨材製造者と加熱アスファルト混合物製造者間において連携した取り組みが必要である。

4. ごみ溶融スラグのアスファルト混合物用骨材としての検討

「舗装用骨材資源の有効利用に関する研究」研究成果報告
溶融スラグWG

奥村組土木興業株式会社 五反田宏幸

溶融スラグWG参加メンバー

- 【プロジェクトリーダー】 山田 優
- 【官】 近畿地方整備局（道路部、近畿技術事務所）
- 【学】 佐野正典・麓 隆行（近畿大）、
吉田信之（神戸大）、水谷 聡（大阪市大）
- 【産】 大林道路(株)、奥村組土木興業(株)、
昭和瀝青工業(株)、大成ロテック(株)、
(株)NIPPON、新日鉄エンジニアリング(株)
- 【オブザーバ・協力者】
堺市、姫路市、加藤俊昌（(株)ニュージェック）

溶融スラグWG

P-01

検討項目

- ①溶融スラグの発生と利用の現状
- ②ごみ溶融スラグ砂（溶融スラグ細骨材）の品質確認
- ③スラグアスコン（ごみ溶融スラグ砂を配合したアスファルト混合物）の品質確認
- ④試験施工による実用性確認

溶融スラグWG

P-02

①溶融スラグの発生と利用の現状

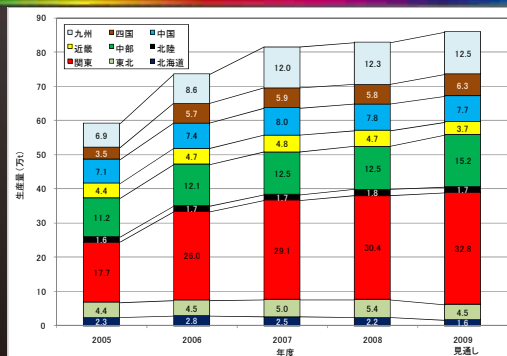


ごみ溶融スラグの出滓状況（揖龍クリーンセンター）

溶融スラグWG

P-03

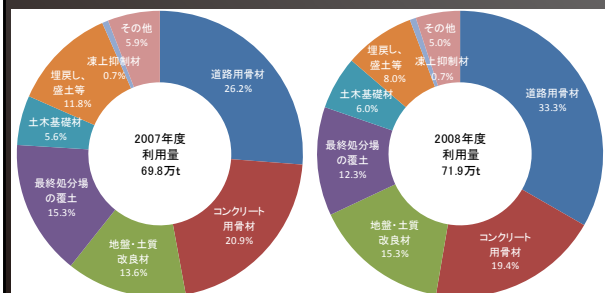
溶融スラグの生産状況



溶融スラグWG

P-04

溶融スラグ（ごみ＋下水）の利用用途



溶融スラグWG

P-05

溶融スラグ骨材の品質規格 (JIS規格)

「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却
灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」
(JIS A 5032) **2006年制定**



安全性 : 有害物質の溶出量、含有量
物理性状 : 粒度、表乾密度、吸水率、
すりへり減量、修正CBR

溶融スラグWG

P-06

②ごみ溶融スラグ砂の品質確認



ごみ溶融スラグ砂 (揖龍クリーンセンター)

溶融スラグWG

P-07

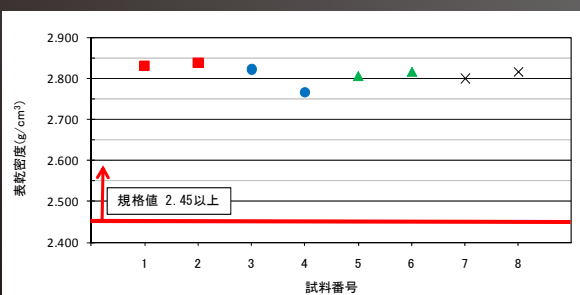
ごみ溶融スラグ砂の性状

	砂	砕砂	高炉スラグ 細骨材	ごみ溶融 スラグ砂	規格値 (JIS A 5032)
表乾密度 (g/cm ³)	2.589	2.561	2.710	2.780	2.45 以上
かさ密度 (g/cm ³)	2.545	2.507	2.687	2.773	—
見掛密度 (g/cm ³)	2.663	2.651	2.751	2.795	—
吸水率 (%)	1.750	2.177	0.867	0.291	3.0 以下
粒 度	13.2 mm	—	100.0	—	—
	4.75	100.0	99.8	100.0	100
	2.36	99.9	91.8	99.5	85~100
	0.6	59.7	65.2	49.7	—
	0.3	23.6	24.7	16.3	—
	0.15	12.0	4.0	6.5	—
	0.075	2.4	1.7	2.9	0~10

溶融スラグWG

P-08

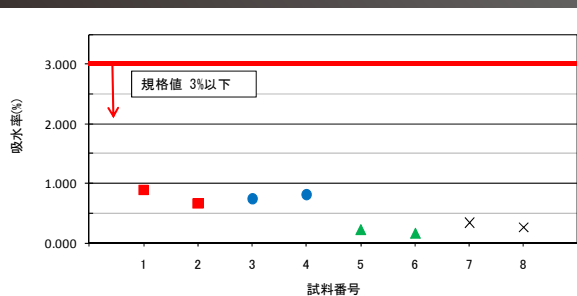
ごみ溶融スラグ砂の表乾密度



溶融スラグWG

P-09

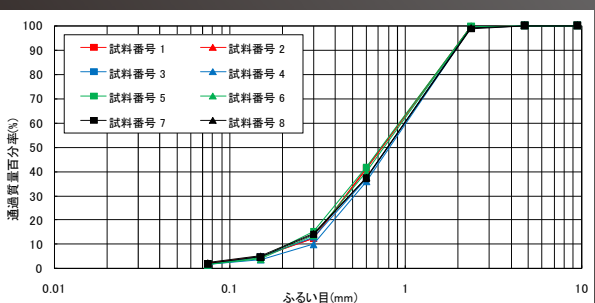
ごみ溶融スラグ砂の吸水率



溶融スラグWG

P-10

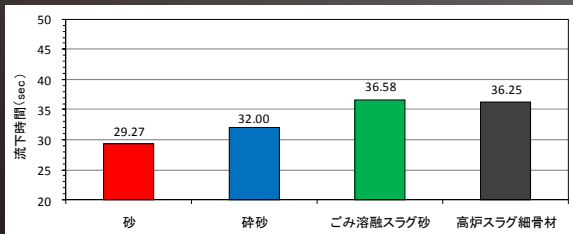
ごみ溶融スラグ砂の粒度曲線



溶融スラグWG

P-11

粒形評価試験結果(ネクスコ試験法 238)

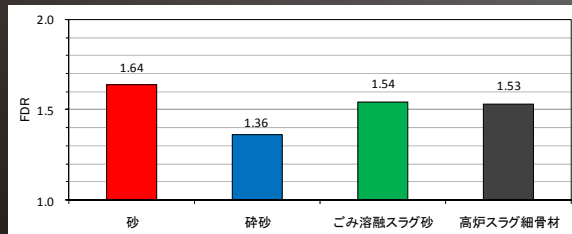


※落下時間が長いほど稜角に富んだ(角ばった)骨材と評価される

熔融スラグWG

P-12

FDR試験(硬さ試験)結果(日舗法 D5-81)



※FDRが小さいほど硬い骨材であり、アスファルト混合物用としては1.6以下が望ましいとされる

熔融スラグWG

P-13

ごみ熔融スラグ砂の溶出量試験結果

測定対象および単位	測定結果	定量下限値	基準値
カドミウム mg/L	0.001 未満	0.001	0.01 以下
鉛 mg/L	0.005 未満	0.005	0.01 以下
六価クロム mg/L	0.01 未満	0.01	0.05 以下
ひ素 mg/L	0.001 未満	0.001	0.01 以下
総水銀 mg/L	0.0005 未満	0.0005	0.0005 以下
セレン mg/L	0.001 未満	0.001	0.01 以下
ふっ素 mg/L	0.08 未満	0.08	0.8 以下
ほう素 mg/L	0.1 未満	0.1	1 以下

熔融スラグWG

P-14

ごみ熔融スラグ砂の含有量試験結果

測定対象および単位	測定結果	定量下限値	基準値
カドミウム mg/kg	1 未満	1	150 以下
鉛 mg/kg	19	1	150 以下
六価クロム mg/kg	5 未満	5	250 以下
ひ素 mg/kg	1 未満	1	150 以下
総水銀 mg/kg	0.5 未満	0.5	15 以下
セレン mg/kg	1 未満	1	150 以下
ふっ素 mg/kg	100	40	4000 以下
ほう素 mg/kg	150	40	4000 以下

熔融スラグWG

P-15

③スラグアスコンの品質確認



ポリマー改質Ⅱ型密粒度アスコン(20)

熔融スラグWG

P-16

スラグアスコンの配合試験

- ・密粒度アスファルト混合物(13)
- ・密粒度アスファルト混合物(20)
- ・再生密粒度アスファルト混合物(13)
- ・ポリマー改質Ⅱ型密粒度アスファルト混合物(20)
- ・ポーラスアスファルト混合物(13)

熔融スラグWG

P-17

密粒アスコン(13)の配合試験

骨材の配合比率

配合 No.		配合比率(%)					
		6号砕石	7号砕石	砕砂	砂	スラグ砂	フィラー
配合①	A	40	19	18	18	0	5
	B	40	19	18	8	10	5
	C	40	19	16	0	20	5
	D	40	19	6	0	30	5
配合②	A	40	19	18	18	0	5
	E	40	19	14	12	10	5
	F	40	19	10	6	20	5
	D	40	19	6	0	30	5

溶融スラグWG

P-18

密粒アスコン(13)の配合試験

最適アスファルト量

配合 No.		スラグ量 (%)	規格値を満足する範囲 (%)	最適アスファ ルト量 (%)
配合①	A	0	5.25 ～ 6.25	5.8
	B	10	5.25 ～ 6.15	5.7
	C	20	5.30 ～ 6.10	5.7
	D	30	5.15 ～ 6.05	5.6
配合②	E	10	5.20 ～ 6.20	5.7
	F	20	5.25 ～ 6.10	5.7

溶融スラグWG

P-19

密粒アスコン(13)の配合試験

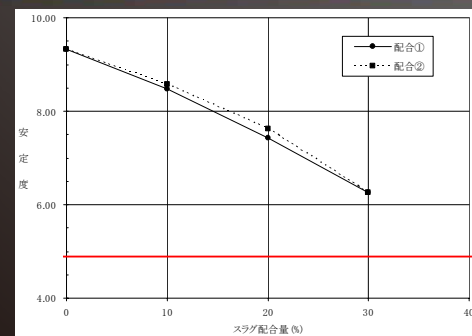
マーシャル特性値

配合 No.	スラグ量 (%)	As 量 (%)	密度 (g/cm³)	理論 密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	フロー値 (1/100cm)	安定度 (kN)	残留 安定度 (%)	
① 配合	A	0	5.8	2.350	2.444	3.8	77.6	28	9.32	93.5
	B	10	5.7	2.364	2.464	4.1	76.2	28	8.48	91.3
	C	20	5.7	2.378	2.480	4.1	76.3	28	7.43	87.6
	D	30	5.6	2.396	2.502	4.2	75.6	28	6.25	96.6
② 配合	E	10	5.7	2.364	2.464	4.1	76.2	28	8.58	91.0
	F	20	5.7	2.377	2.481	4.2	75.9	27	7.62	88.1
マーシャル試験の規格値			—	—	3~6	70~85	20~40	4.9以上	75以上	

溶融スラグWG

P-20

密粒アスコン(13)の配合試験



溶融スラグWG

P-21

密粒アスコン(13)の配合試験

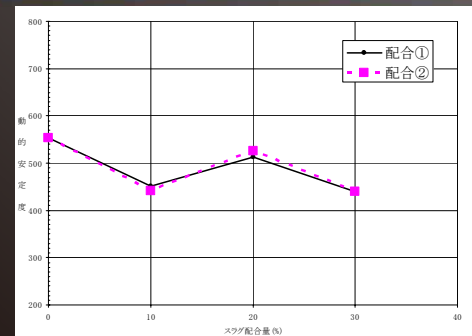
ホイールトラッキング試験結果

配合 No.	スラグ量 (%)	As量 (%)	締固め度 (%)	動的安定度 (回/mm)
配合①	A	0	99.7	554
	B	10	99.8	452
	C	20	100.0	513
	D	30	99.6	440
配合②	E	10	99.9	441
	F	20	100.0	527

溶融スラグWG

P-22

密粒アスコン(13)の配合試験



溶融スラグWG

P-23

ポーラスアスコン(13)の配合試験

骨材の配合比率

種別	6号碎石	砂	熔融スラグ砂	石粉
熔融スラグ 0%	84.5	10.5	—	5.0
熔融スラグ 50%	85.0	5.0	5.0	5.0
熔融スラグ 100%	85.5	—	9.5	5.0

熔融スラグWG

P-24

ポーラスアスコン(13)の配合試験

ダレ試験による最適アスファルト量

種別	アスファルト量(%)					最適アスファルト量(%)
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	
熔融スラグ 0%	0.3	0.7	1.8	3.6	5.9	4.9
熔融スラグ 50%	0.8	1.5	2.3	4.3	6.1	4.9
熔融スラグ 100%	0.4	1.2	2.5	4.8	7.0	4.8

熔融スラグWG

P-25

ポーラスアスコン(13)の配合試験

マーシャル特性値

項目	熔融スラグ 0%	熔融スラグ 50%	熔融スラグ 100%	規格値
最適アスファルト量 (%)	4.9	4.9	4.8	—
見掛け密度 (g/cm³)	2.031	2.034	2.044	—
理論密度 (g/cm³)	2.533	2.540	2.551	—
空隙率 (%)	19.8	19.9	19.9	20程度
安定度 (kN)	4.68	4.57	4.45	3.43以上
フロー値 (1/100cm)	24	25	23	—
残留安定度 (%)	90.7	89.6	86.9	(75以上)

熔融スラグWG

P-26

ポーラスアスコン(13)の配合試験

ポーラスアスコンの品質特性値

項目	熔融スラグ 0%	熔融スラグ 50%	熔融スラグ 100%	規格値・参考値
透水係数 (cm/sec)	15.27×10^{-2}	20.70×10^{-2}	26.50×10^{-2}	10^{-2} 以上
カンタブロ損失率(%)	6.6	6.1	5.8	20以下
動的安定度 (回/mm)	8250	7583	6342	一般部 4000以上 交差点部 5000以上

熔融スラグWG

P-27

④試験施工による実用性確認



試験施工状況(国道28号下り線釜口地区)

熔融スラグWG

P-28

試験施工

1) ポリマー改質Ⅱ型密粒度アスファルト混合物 (20)

国道28号下り線
(平成21年2月、兵庫県淡路市釜口地区)

2) ポーラスアスファルト混合物 (13)

国道28号下り線
(平成21年11月、兵庫県淡路市浦地内)

熔融スラグWG

P-29

まとめ

- ・ ぐみ溶融スラグ砂は、物理性状および安全性の面から十分使用可能な品質を有している。
- ・ ぐみ溶融スラグ砂の配合量が全骨材の10～20%程度まではアスファルト混合物に求められる各規格値（目標値）を満足する結果が得られた。
- ・ スラグアスコンの施工性は通常のアスコンと同等であり、供用性および耐久性についても問題が見られない。

溶融スラグWG

P-30

今後の課題

- ・ 他で方式で生産されたぐみ溶融スラグ砂の品質性状の確認
- ・ 他で方式で生産されたぐみ溶融スラグ砂を配合したスラグアスコンの品質性状の確認
- ・ スラグアスコンの品質低下を抑えてぐみ溶融スラグ砂の配合量を増加するための方策（ぐみ溶融スラグ砂の性状改善等）

溶融スラグWG

P-31

5. コンクリート再生細骨材のアスファルト混合物用骨材としての検討

(日本道路株 小宮 正俊)

0

Co再生細骨材の製造

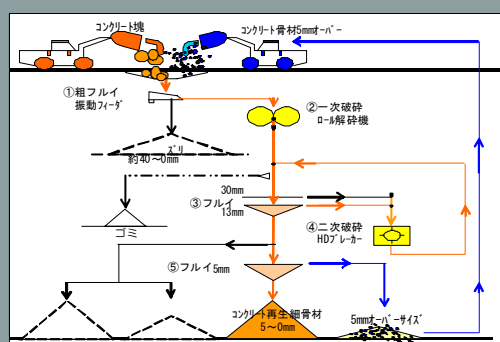
搬入されたコンクリートガラ



1

Co再生細骨材の製造

コンクリート再生細骨材の製造



2

Co再生細骨材の製造

製造されたコンクリート再生細骨材の外観



3

報告内容

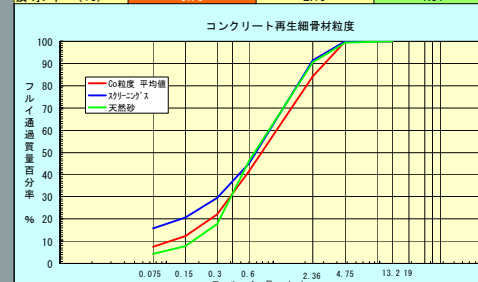
- (1) コンクリート再生細骨材(Co砕砂)の性状
- (2) コンクリート再生細骨材(Co砕砂)の使用量と最適アスファルト量の関係
・再生密粒度7スコン13mm ・ポーチアスファルト混合物13mm
- (3) コンクリート再生細骨材(Co砕砂)を用いたアスファルト混合物性状
・再生密粒度7スコン13mm ・ポーチアスファルト混合物13mm
- (4) 国道28号線の試験施工に用いたアスファルト混合物の性状
・(改質II型) 密粒度7スコン20mm
・ポーチアスファルト混合物13mm

4

Co再生細骨材の性状

コンクリート再生細骨材(Co砕砂)の性状

	Co再生細骨材(平均)	スクリーニングス	天然砂
表乾密度(g/cm³)	2.283	2.607	2.586
かさ密度(g/cm³)	2.087	2.552	2.547
見掛け密度(g/cm³)	2.616	2.700	2.649
吸水率(%)	9.70	2.15	1.51



5

Co再生細骨材の性状

コンクリート再生細骨材の形状

コンクリート再生細骨材
(4.75~2.36mm) コンクリート再生細骨材
(2.36~0.6mm)

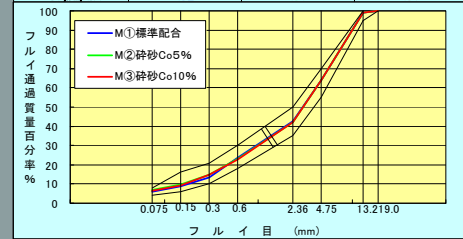


6

Co再生細骨材を用いた配合設計

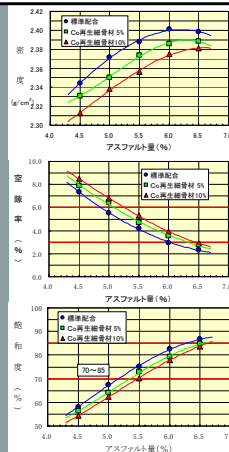
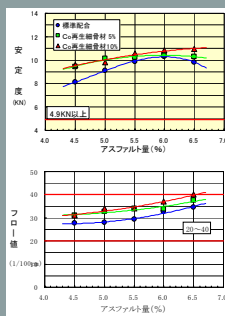
再生密粒度アスコンの配合割合と合成粒度

配合名	M①標準配合	M②砕砂Co5%	M③砕砂Co10%
6号砕石	20.0	20.0	20.0
7号砕石	12.0	12.0	12.0
スリット	9.5	12.5	7.5
砂	8.0	0.0	0.0
Co再生細骨材	0.0	5.0	10.0
石粉	0.5	0.5	0.5
再生骨材(13-0)	50.0	50.0	50.0
2.38mpass	42.6	42.3	41.9
75μmpass	6.2	6.8	6.5



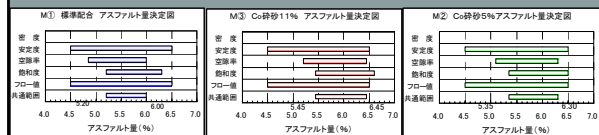
7

Co再生細骨材を用いた配合設計 再生密粒度アスコン (13)



8

Co再生細骨材を用いた配合設計 再生密粒度アスコン (13)



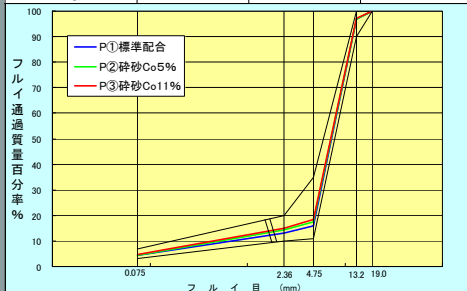
	アスファルトの共通範囲(差)	アスファルトの中央値
標準配合	5.20 ~ 6.00 (0.80)	5.6
Co砕砂 5%	5.35 ~ 6.30 (0.95)	5.8
Co砕砂 11%	5.45 ~ 6.45 (1.00)	6.0

9

Co再生細骨材を用いた配合設計

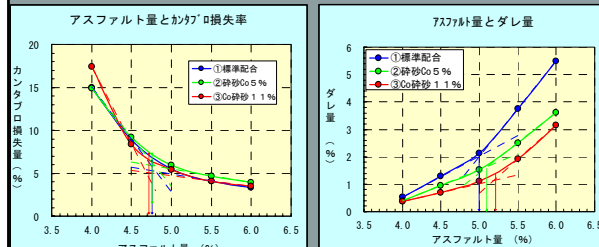
ポーラスアスファルト混合物の配合割合と合成粒度

配合名	P①標準配合	P②砕砂Co5%	P③砕砂Co11%
6号砕石	86.5	85.0	84.0
砂	8.5	5.0	0
Co再生細骨材	0	5.0	11.0
石粉	5.0	5.0	5.0



Co再生細骨材を用いた配合設計

ポーラスアスファルト混合物

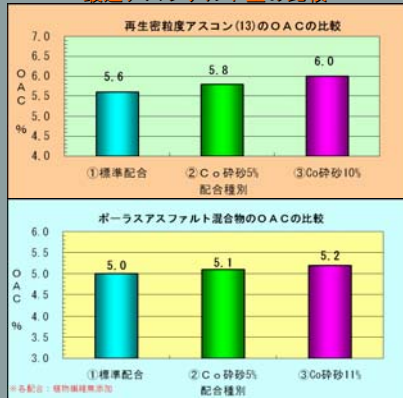


	①標準配合	②Co5%	③Co11%
ダレ量の変化点の アスファルト量(%)	5.0	5.1	5.2
かたまり損失率の変化 点のアスファルト量(%)	4.8	4.8	4.7

11

(2) Co再生細骨材を用いた配合設計

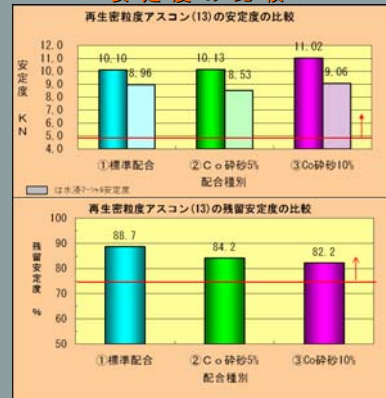
最適アスファルト量の比較



12

(3) 混合物性状の比較 (再生密粒度アスコン)

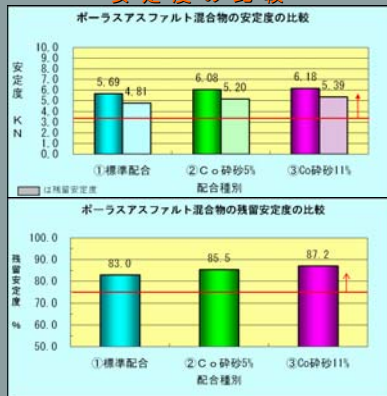
安定度の比較



13

(3) 混合物性状の比較 (ポーラスアスファルト混合物)

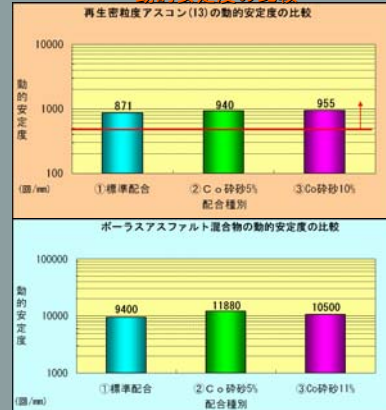
安定度の比較



14

(3) 混合物性状の比較

動的安定度の比較



15

(3) 混合物性状の比較

カンタプロ損失率の比較

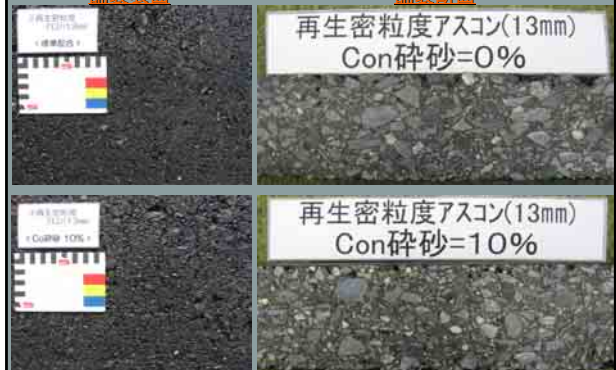


16

(3) 混合物性状の比較 (再生密粒度アスコン)

舗装表面

舗装断面



17

(3) 混合物性状の比較（ポーラスアスファルト混合物）

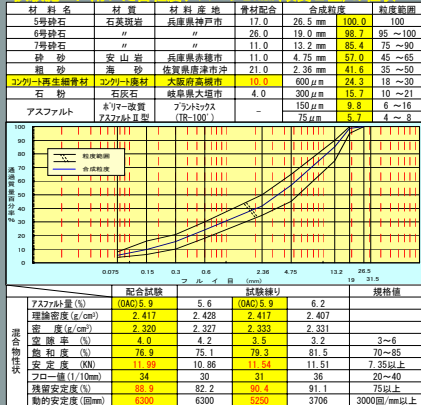


18

試験施工に用いた混合物の性状 (配合試験と試験練り結果)

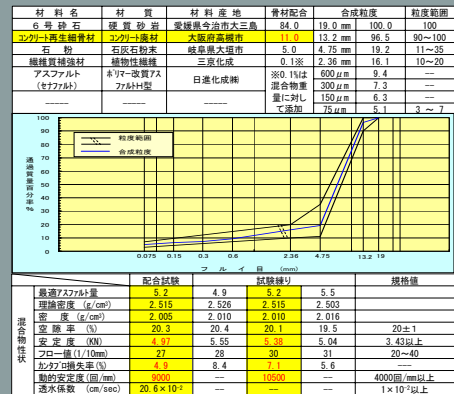
19

試験施工に用いた密粒度アスコン20mm(改良型)の性状



20

試験施工に用いたポーラスアスファルト混合物の性状

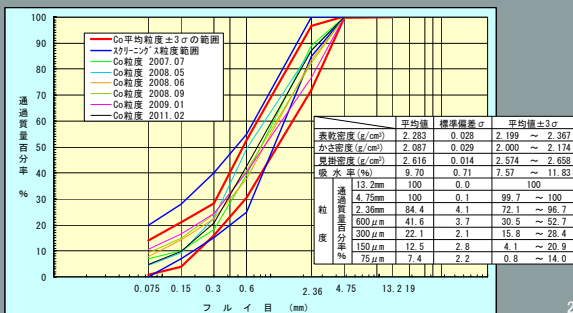


21

検 討 結 果

1) コンクリート再生細骨材の性状

コンクリート再生細骨材の粒度分布はスクリーニングの粒度範囲に類似しており、吸水率は8～12%程度で砂に比べ4～6倍程度大きく、表乾密度、かさ密度は小さい特徴がある。



22

2) 最適アスファルト量への影響

密粒度アスコンの混合物では、コンクリート再生細骨材の使用量が5%増えると、OACが0.2%程度ずつ増加し、ポーラスアスファルト混合物では、ダレ試験で求めたアスファルト量が、0.1%程度ずつ増加していく傾向がみられた。

これらは、コンクリート再生細骨材の高い吸水率や、稜角な形状が密粒度アスコンの締固めや、ポーラスアスファルト混合物のダレ試験に影響しているためと考えられる。

3) 混合物性状と使用量

コンクリート再生細骨材を用いたアスファルト混合物性状は、標準混合物と同等の値が得られており、耐流動性や残留安定度等問題はなかった。室内配合試験の結果では十分に使用できると考えられる。使用量は最適アスファルト量が増えることからコスト面を考慮すると最大10%程度までが適当と考えられる。

23

4) コンクリート再生細骨材の品質

これまでの検討結果より、コンクリート再生細骨材の性状は搬入されたコンクリート廃材の種別や使用されていた場所、用途等により性状が変動することが考えられるが、不定期に製造した過去3年間のデータでは大きな変動はなく、搬入されるコンクリート廃材からブロック等などの強度の低いコンクリート廃材等を除去することで、アスファルト混合物に使用することを前提としたコンクリート再生細骨材の品質は確保できると推測される。

6. ダム堆砂土砂の舗装用骨材資源としての検討

大成ロテック株式会社
瀧口 高
住友大阪セメント株式会社
前田恵佑

報告内容

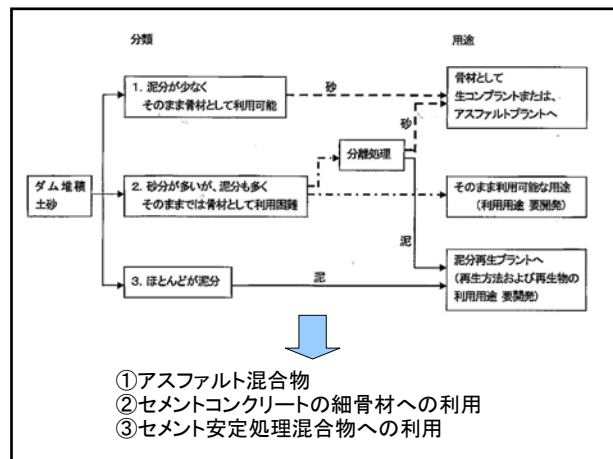
- 6-1 ダムにおける土砂堆積の状況
- 6-2 ダム堆砂の物理的性質等の調査結果
- 6-3 ダム堆砂のアスファルト混合物用骨材としての適用性について
大成ロテック 瀧口 高
- 6-4 ダム堆砂のコンクリート用骨材としての適用性について
- 6-5 ダム堆砂土砂のセメント安定処理による路盤への適用について
住友大阪セメント 前田恵佑

はじめに

- ・瀬戸内海の家砂を採取した結果、海底の一部が露出したため、2004年に瀬戸内海での採取が禁止
- ・その後、九州産や中国産輸入砂の依存率が高くなったが、2007年春には中国産輸入砂の輸出停止により、京阪神地区では安定的な細骨材確保が困難
- ・そこで、海砂や輸入材に変わる細骨材資源の開発が急務



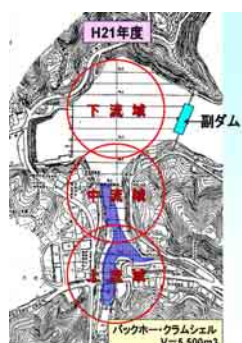
- ・ダム堆砂の解消



6-1 ダムにおける土砂堆積の状況



奈良県北部木津川水系
布目ダムの状況

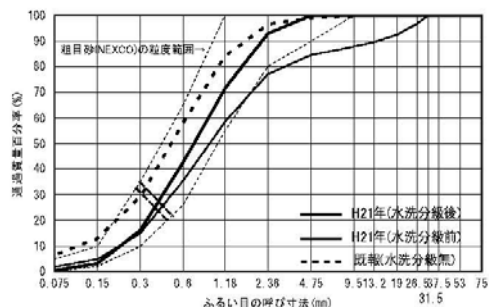


年度	浚渫量 (m³)		
	バックホー・クラムシェル	ポンプ浚渫船	合計
平成 4 年度	5,780	-	5,780
平成 5 年度	7,470	-	7,470
平成 6 年度	4,400	-	4,400
平成 7 年度	10,000	-	10,000
平成 8 年度	2,500	1,500	4,000
平成 9 年度	-	2,600	2,600
平成 10 年度	13,800	-	13,800
平成 11 年度	-	4,300	4,300
平成 12 年度	14,800	-	14,800
平成 13 年度	400	3,900	4,300
平成 14 年度	6,900	-	6,900
平成 15 年度	5,820	-	5,820
平成 16 年度	3,620	3,160	6,780
平成 17 年度	7,150	-	7,150
平成 18 年度	3,500	-	3,500
合計	86,140	15,460	101,600

平成4年から平成18年までの15年間で、計101,600m³の土砂を浚渫している。
平成17年の総堆砂量313,000m³(堆砂率16.5%)の約32%に相当する。
浚渫を行わない場合には70年で、浚渫を行った場合でも90年でダムは満杯となる。

6-2 ダム堆砂の物理的性質等の調査結果

(1) 堆砂の粒度(布目ダム)



(2) ダム堆砂の性状(布目ダム、室生ダム)

ダム名	布目ダム				室生ダム	参考規格値	
番号	①	②	③	④	⑤	コグレート	アスファルト
試験項目	H16 上流側	H14 分級洗浄前	H14 分級洗浄後	H21 直接採取	上流側	バット(バ) コグレート用砂 及び砂	バット(バ) コグレート用砂 及び砂
絶対密度 (g/cm ³)	2.51	2.30	2.51	2.44	2.475	JIS A 5308	JIS A 5005
吸水率 (%)	1.71	5.79	2.01	2.90	2.99	2.5 以上	2.5 以上
微粒分量 (%)	3.8	5.92	1.69	1.53	1.8	3.0 以下	3.0 以下
安定性 (%)	2.8	—	—	—	—	10 以下	10 以下
実積率 (%)	61.6	—	—	—	62.9	一般的に実積率が 優良骨材: 59%以上 不良骨材: 53~52%以下	—
塑性指数 (%)	NP	—	—	—	NP	NP	NP
粗粒率	—	2.79	2.75	3.17	—	—	—
有機物試験	—	濃い	濃い	濃い	—	濃い	—

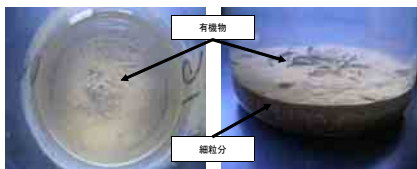
6-3 ダム堆砂のアスファルト混合物用骨材としての適用について

(1) アスファルト混合物用として適用する際の課題

アスファルト混合物製造者は、「JIS A 5308 付属書1」の生コン用砂や「JIS A 5005」のコンクリート用砂の基準などを参考として細骨材を選択しているが、6-2より、ほぼ利用が可能であることが分かった。

ここで、課題として、

- 細骨材として適切でない粒径4.75mm以上の礫分やシルト・粘土分が含まれる。
- 植物の根や茎、葉片など、可燃性の有機物が多く含まれて、アスファルト混合物の製造過程で、これらの有機物がプラントの電気集塵機に吸引されると、電気集塵機内部で火災が発生する可能性があることが考えられた。



(2) 簡易処理ダム堆砂

浚渫した堆積土砂から概ね粒径5mm以上の礫分を取り除いた後に簡単に水洗いしたダム堆砂の性状は次の通り。

項目	材料名	ダム堆砂	生コン用砂※1	コン用砂※2
密度 (g/cm ³)	表乾	2.557	2.557	
	かさ	2.483	2.483	
	見掛	2.681	2.681	
絶対密度 (g/cm ³)		2.51	2.5 以上	2.5 以上
吸水量 (%)		1.71	3.5 以下	3.0 以下
微粒分量 (%)		3.8	3.0 以下	7.0 以下
損失量 (%)		2.8	10 以下	10 以下
実積率 (%)		61.6		53 以上
塑性指数 (%)		NP		

※1 「JIS A 5308 付属書1」による。 ※2 「JIS A 5005」による。

ふるい目の開き	通過質量百分率 (%)						
配合	9.5mm	4.75	2.36	1.18	600μm	300	150
ダム堆砂	100	99.0	96.7	58.3	29.2	13.1	6.5
生コン用砂※1	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~10
コン用砂※2	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15

簡易処理ダム堆砂は、細粒分が多く、微粒分量と150μm通過質量百分率が生コン用砂としての基準を満足しないが、コンクリート用砂の基準はすべて満足することが分かった。

そこで、この簡易処理ダム堆砂を実験材料として密粒度及び粗粒度アスファルト混合物の配合試験を行い、ダム堆砂のアスファルト舗装用細骨材としての適用性を比較検証した結果、以下のことが明らかになった。

- 密粒度及び粗粒度アスファルト混合物では、粗砂と簡易処理ダム堆砂を置換することが可能で、概ね同等のマーシャル性状が得られる。
- 簡易処理ダム堆砂を使用したアスファルト混合物は、最適アスファルト量が多くなる傾向がみられる。

(3) 分級洗浄ダム堆砂

簡易処理の課題を解消するために、一般的な天然砂の製品化工程と同様に、堆積土砂を分級洗浄処理することが適当と考え、こうした処理が可能な施設を利用し、分級洗浄ダム堆砂を製造した。



分級洗浄処理 の効果	材料名 項目		ダム堆砂	生コン用砂 ※1	コン用砕砂※2			
	密度 (g/cm3)	表乾	2.544					
		かさ	2.478					
		見掛	2.653					
	絶乾密度(g/cm3)		2.51	2.5以上	2.5以上			
	吸水量(%)		2.67	3.5以下	3.0以下			
	微粒分量(%)		3.8⇒1.7	3.0以下	7.0以下			
	損失量(%)		2.8	10以下	10以下			
	実績率(%)		61.6		53以上			
		塑性指数(%)		NP				
ふるい目の開き 配合		通過質量百分率(%)						
	9.5mm	4.75	2.36	1.18	600μm	300	150	75
ダム堆砂		100	92.9	71.4	42.6	16.2	13.1⇒3.1	6.5
生コン用砂※1	100	90～100	80～100	50～90	25～65	10～35	2～10	
コン用砕砂※2	100	90～100	80～100	50～90	25～65	10～35	2～15	

分級洗浄ダム堆砂を使用して、アスファルト舗装用細骨材としての適用性を検証した。

- ①密粒度スファルト混合物では、粗砂と分級洗浄処理ダム堆砂を置換することが可能で、概ね同等のマーシャル性状が得られる。
- ②分級洗浄処理ダム堆砂を使用したアスファルト混合物は、アスファルトを吸収しやすい細粒分がほぼ洗い流されたため、最適アスファルト量は同じになった。
- ③分級洗浄処理ダム堆砂は、密粒度アスファルト混合物のマーシャル性状及び動的安定度から判断すると、アスファルト舗装用細骨材の代替材料として実路適用が可能と判断される。

以上の結果から、堆積土砂は、天然砂を製造する過程で行われる分級洗浄処理として粒径5mm以上の礫分をふるい除いた後に細粒分や有機物を洗い流せば、アスファルト舗装用細骨材の代替材料として利用できると判断される。

試験施工に使用する
アスファルト混合物の
主な性状
○木津川堤防(2010年度)

混合物の種類	項目	骨材配合率(100%)						アスファルト量 (%)
		6号砕石	7号砕石	Scr	転圧スラグ	ダム堆砂 (分級洗浄)	石粉	
密粒度アスファルト舗装(S _g 調整)		38.0	20.0	10.0	—	26.0	6.0	5.67
密粒度アスファルト舗装(S _c 調整)		36(35.5)	18(17.7)	—	15(17.2)	27(25.7)	4(3.9)	6.38
水密性アスファルト舗装		62.0	5.0	—	—	21.0	12.0	5.68

備考:()内は密度補正の数値

○宇治川堤防(2011年度)

混合物の種類	項目	骨材配合率(100%)						アスファルト量 (%)
		6号砕石	7号砕石	RC-13	転圧スラグ	ダム堆砂 (分級洗浄)	石粉	
再生細粒度アスファルト舗装		22.0	9.5	20.0	—	43.0	5.5	6.8
再生細粒度アスファルト舗装(S _g 調整)		17.8	4.9	29.1	16.6	27.7	3.9	6.7
再生水密性アスファルト舗装		59.0	5.0	10.0	—	15.0	11.0	5.8

今後の課題など

○浚渫する場所によって物理的性質が変化することに注視する必要があるが、ダム堆砂が安価で安定供給されれば、資源の有効活用として期待できる。

○今後は、試験施工を通じて長期的な供用性を確認し、ダム堆砂のアスファルト混合物用骨材としての適用性や混合物特性に応じた適用方法などについてさらに検証を進めることとする。

6.ダム堆積土砂の舗装用骨材としての検討 その2

住友大阪セメント株式会社 前田恵佑
大成ロテック株式会社 瀧口 高

報告内容

6-4 ダム堆砂のコンクリート骨材としての適用性について

生コン舗装

どこでも、誰でも施工可能な、簡易コンクリート舗装
大型車、自動車の交通量が少ない農道、林道等で適用

1DAY PAVE

コンクリート舗装の課題である早期交通開放性を
可能とする(材齢1日で開放)

6-5 ダム堆積土砂のセメント安定処理による路盤への適用について

路盤材

微粒分を多く含み、アスファルト骨材、コンクリート骨材に
適さない箇所の堆砂を利用

6-4 ダム堆砂のコンクリート骨材としての適用性について ダム堆砂の処理方法



生コン舗装の仕様／ダム堆砂の性質

大型車が混入しない舗装(L3)に準じ、ダム堆砂を用いることを考慮

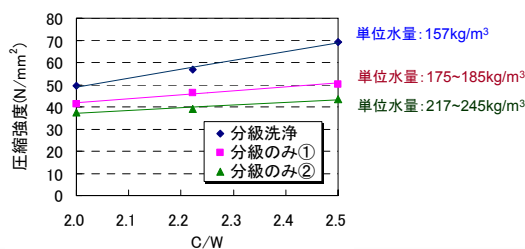
生コンの仕様は36-8-20N(呼び強度36N/mm²、スランプ8cm、
骨材最大寸法20mm、普通ポルトランドセメント)とする。

試験項目	ダム堆砂			JIS A 5308	再生 骨材M	再生 骨材L
	分・洗	分級①	分級②			
表乾密度(g/cm ³)	2.56	2.52	2.37	---	---	---
絶乾密度(g/cm ³)	2.51	2.44	2.18	2.5以上	2.2以上	---
吸水率(%)	2.01	3.10	8.89	3.5以下	7.0以下	13.0以下
微粒分量(%)	1.7	4.0	7.5	3.0以下	7.0以下	10.0以下
粗粒率	2.75	2.74	2.40	---	---	---
有機物試験	薄い	濃い	濃い	薄い	---	---

生コン舗装：強度試験結果

分級洗浄＞分級のみ①＞分級のみ②

- 分級洗浄した場合、一般骨材と同等に使用できる
- 分級のみ①程度(再生骨材M相当)は生コン舗装で使用できる



1DAY PAVEの仕様

- 材齢1日で目標曲げ強度: 交通開放可能な3.5N/mm²
(設計基準曲げ強度4.5×割り増し係数1.15×0.7)≒3.5N/mm²
- 汎用セメント(早強ポルトランドセメント)を使用

立命館大学研究開発品

- 硬化促進剤を使用する促進剤型
- ポリカルボン酸系高性能減水剤とメラミン系高性能減水剤を併用
- 促進剤、高性能減水剤(2種)添加量調整で可使時間、強度を調整
- スランプ: 経時60分で10cm程度

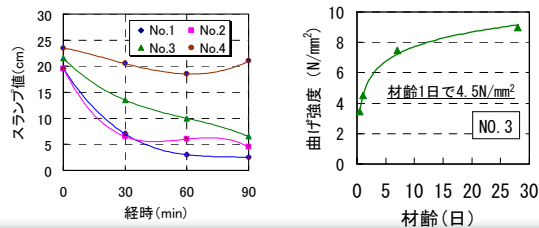
セメント協会研究開発品

- W/Cを30~35%にすることを低W/C型
- SP添加量で可使時間を調整
- 練り上がり直後で材料分離がなく、かつスランブフロー40cm程度

1DAY PAVE: 立命館大学研究開発品

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				Ad添加量(C × %)		
			W	C	S	G	Ad1	Ad2	Ad3
1	40	40	170	425	688	1068	2.4	1.5	7.5
2							2.1	1.5	7.5
3							1.5	2.1	7.5
4							2.4	3.5	7.5

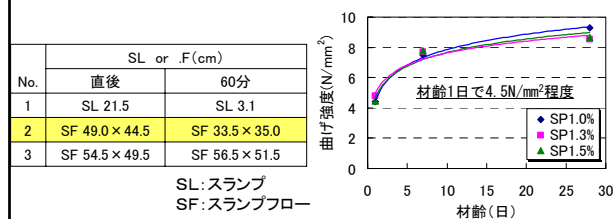
目標性状を満足



1DAY PAVE: セメント協会研究開発品

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				SP添加量 (C × %)
			W	C	S	G	
1	35	42	165	471	691	988	1.0
2							1.3
3							1.5

目標性状を満足



6-5 ダム堆積土砂のセメント安定処理による路盤への適用について

路盤材の仕様

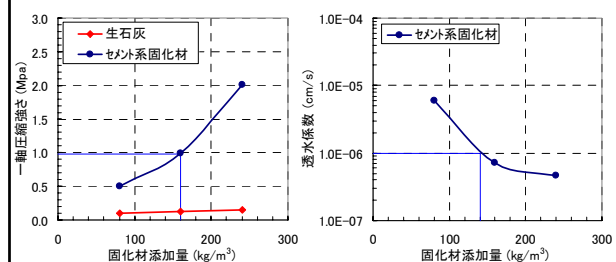
- 安定処理下層路盤材としての必要強度
 - 生石灰: 0.7MPa (材齢10日)
 - セメント系固化材: 0.98MPa (材齢7日)
- 堤防天端舗装路盤工への適用 → 水密性についても検討
 - 透水係数: 10^{-7} cm/s オーダー (透水性の非常に低い土)
- 中流域の堆積土砂を用いて試験

堆積土砂土質性状

土粒子の密度 (g/cm ³)	粒 度 (%)				強熱減量 (%)
	礫分	砂分	シルト分	粘土分	
2.626	6.9	73.1	11.9	8.1	3.0

土質分類: 礫まじり細粒分質砂(SF-G)

路盤材: 配合試験結果



セメント系固化材160kg/m³添加で目標強度および透水係数を満足
→ 現場/室内 強さ比を考慮し、2割増の200 kg/m³で試験施工を実施

まとめ

6-4 ダム堆砂のコンクリート骨材としての適用性について

- 分級洗浄処理したダム堆砂を使用したコンクリートの配合は、一般骨材のそれと同程度であった。
- 分級洗浄ダム堆砂は、汎用的に使用可能である。
- 分級処理により、再生細骨材M相当のダム堆砂が得られる場合、簡易舗装(生コン舗装)等への用途展開の可能性を見出した。

6-5 ダム堆積土砂のセメント安定処理による路盤への適用について

- 微粒分や有機不純物を含む堆積土砂でも、セメント系固化材を用いて安定処理することにより、路盤材としての適用が可能である。
- 堤防天端舗装など水密性が要求される路盤への適用も可能である。

7. 碎石粉のアスファルト混合物用 フィラーとしての検討

「舗装用骨材資源の有効利用に関する研究」研究成果報告
碎石粉WG

奥村組土木興業株式会社 五反田宏幸

碎石粉WG参加メンバー

【プロジェクトリーダー】

山田 優（大阪市立大名誉教授）

【官】

近畿地方整備局（近畿技術事務所）

【学】

佐野正典・麓 隆行（近畿大）

【産】

大林道路㈱、奥村組土木興業㈱、
昭和瀝青工業㈱、㈱森組

碎石粉WG

P-01

検討項目

- ① 碎石粉の発生と利用の現状
- ② 碎石粉のフィラー材としての品質確認
- ③ 碎石粉アスコン（碎石粉を使用したアスファルト混合物）の品質確認

碎石粉WG

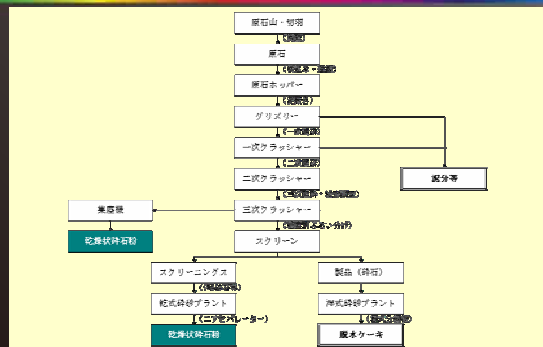
P-02

① 碎石粉の発生と利用の現状

碎石粉WG

P-03

碎石粉の生産工程例



碎石粉WG

P-04

② 碎石粉の品質確認

碎石粉WG

P-05

石粉の粒度規格、品質目標値

粒度規格

ふるい目の開き	通過質量百分率 (%)
600 μ m	100
150 μ m	90~100
75 μ m	70~100

品質目標値

項目	目標値
PI (塑性指数)	4 以下
フロー試験 (%)	50 以下
吸水膨張率 (%)	3 以下
はく離試験	1/4 以下

砕石粉WG

P-06

砕石粉の品質確認試験結果①

試験名	規格値 (目標値)	A社①	A社②	B社	C社①	C社②
石粉の密度試験 (g/cm ³)	2.60 以上	2.654	2.652	2.665	2.716	2.722
石粉の 塑性指数 試験	液性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性指数	4 以下	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
石粉の水分試験 (%)	1.0 以下	4.4	1.0	0.4	1.2	0.1
石粉の浸水膨張率試験 (%)	3 以下	2.8	2.7	0.0	0.7	2.4
石粉の剥離抵抗性試験	1/4 以下	無	無	無	無	無
石粉の加熱変質性試験	—	変化無	変化無	変化無	変化無	変化無
石粉のフロー試験 (%)	50 以下	29.3	28.6	31.6	33.0	33.4
粒度 (%)	4.75 mm	—	100.0			
	2.36	—	99.9	100.0	100.0	100.0
	0.6	100	96.5	99.8	100.0	99.6
	0.3	—	91.9	99.2	99.9	99.1
	0.15	90~100	81.7	89.0	99.7	96.4
	0.075	70~100	57.2	62.5	96.8	82.0

砕石粉WG

P-07

砕石粉の品質確認試験結果②

試験名	規格値 (目標値)	D社	E社	F社①	F社②	G社
石粉の密度試験 (g/cm ³)	2.60 以上	2.743	2.675	2.686	2.712	2.709
石粉の 塑性指数 試験	液性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性指数	4 以下	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
石粉の水分試験 (%)	1.0 以下	1.1	1.1	1.7	0.8	1.7
石粉の浸水膨張率試験 (%)	3 以下	2.6	2.5	0.4	1.8	0.5
石粉の剥離抵抗性試験	1/4 以下	無	無	無	無	無
石粉の加熱変質性試験	—	変化無	変化無	変化無	変化無	変化無
石粉のフロー試験 (%)	50 以下	25.2	27.7	39.2	39.1	31.6
粒度 (%)	4.75 mm	—	100.0			
	2.36	—	99.9	100.0		100.0
	0.6	100	97.9	95.0	99.9	100.0
	0.3	—	91.1	84.2	100.0	99.9
	0.15	90~100	71.1	71.4	99.9	99.8
	0.075	70~100	39.5	54.7	96.6	99.6

砕石粉WG

P-08

砕石粉の品質確認試験結果③

試験名	規格値 (目標値)	H社①	I社	As 回収 ダスト	石灰石粉
石粉の密度試験 (g/cm ³)	2.60 以上	2.717	2.721	2.654	2.713
石粉の 塑性指数 試験	液性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性限界 (%)	—	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性指数	4 以下	N.P.	N.P.	N.P.
石粉の水分試験 (%)	1.0 以下	1.5	1.2	0.2	0.1
石粉の浸水膨張率試験 (%)	3 以下	2.8	3.4	0.0	0.0
石粉の剥離抵抗性試験	1/4 以下	無	無	無	無
石粉の加熱変質性試験	—	変化無	変化無	変化無	変化無
石粉のフロー試験 (%)	50 以下	28.9	33.7	32.9	25.2
粒度 (%)	4.75 mm	—	100.0	100.0	
	2.36	—	99.8	99.6	
	0.6	100	95.0	97.4	100.0
	0.3	—	88.1	94.4	99.4
	0.15	90~100	80.5	90.2	85.8
	0.075	70~100	68.6	79.0	62.6

砕石粉WG

P-09

③砕石粉アスコンの品質確認

砕石粉WG

P-10

砕石粉アスコンの配合試験

- ・ 密粒度アスファルト混合物 (13)
- ・ ポリマー改質Ⅱ型密粒度アスファルト混合物 (20)

砕石粉WG

P-11

密粒アスコン(13)の配合試験

岩種別碎石粉の物理性状

岩種	石粉	硬質砂岩	石英斑岩	流紋岩	規格値
比重	2.710	2.686	2.665	2.654	2.60以上
粒度	4.75			100.0	
	2.36			99.9	
	0.6	100.0	100.0	96.5	100
	0.3	99.9	100.0	91.9	—
	0.15	97.8	99.9	81.7	90~100
	0.075	83.7	96.6	57.2	70~100

碎石粉WG

P-12

密粒アスコン(13)の配合試験

骨材の配合比率

混合物	6号碎石	7号碎石	砕砂	砂	フィラー
M-13(50回)	40.0	21.0	19.0	14.0	6.0

碎石粉WG

P-13

密粒アスコン(13)の配合試験

マーシャル特性値

配合 (フィラーの 岩種)	設計 As量 (%)	密度 (g/cm³)	理論 密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	フロー (1/100cm)	残留 安定度 (%)
石粉	5.8	2.343	2.437	3.9	77.2	9.34	28	94.1
硬質砂岩	5.6	2.354	2.443	3.6	78.0	8.58	28	81.6
石英斑岩	5.6	2.356	2.443	3.6	78.0	9.19	32	92.2
流紋岩	6.0	2.336	2.428	3.8	78.2	9.10	26	89.2
規格値 (目標値)	—	—	—	3~6	70~85	4.90 以上	20~40	75%以上

碎石粉WG

P-14

改質Ⅱ型アスコン(20)の配合試験

使用材料

使用材料	粗骨材：硬質砂岩		粗骨材：流紋岩	
	材質	産地	材質	産地
5号砕石	硬質砂岩	福岡県門司	流紋岩	兵庫県赤穂
6号砕石				
7号砕石	流紋岩	兵庫県赤穂		
砕砂				
砂	海砂	福岡県北九州	海砂	福岡県北九州
石粉	石灰石粉	岐阜県大垣	石灰石粉	岐阜県大垣
碎石粉	硬質砂岩	—	硬質砂岩	—
	石英斑岩		石英斑岩	
	流紋岩		流紋岩	

碎石粉WG

P-15

改質Ⅱ型アスコン(20)の配合試験

マーシャル特性値

配合 (フィラーの 岩種)	設計 As量 (%)	密度 (g/cm³)	理論 密度 (g/cm³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	フロー (1/100cm)	残留 安定度 (%)
硬質砂岩	石粉	4.9	2.420	2.512	3.7	75.5	13.47	93.5
	硬質砂岩	4.9	2.415	2.511	3.8	75.0	13.04	89.9
	石英斑岩	4.9	2.417	2.510	3.7	75.5	12.96	93.5
	流紋岩	5.1	2.408	2.502	3.8	75.6	13.60	92.4
流紋岩	石粉	5.1	2.372	2.464	3.7	75.8	14.08	95.4
	硬質砂岩	5.1	2.370	2.463	3.8	75.3	13.85	91.7
	石英斑岩	5.1	2.369	2.462	3.8	75.3	13.56	94.7
	流紋岩	5.1	2.370	2.462	3.7	75.8	13.76	92.5
規格値 (目標値)	—	—	—	3~6	70~85	7.35 以上	20~40	75%以上

碎石粉WG

P-16

改質Ⅱ型アスコン(20)の配合試験

ホイールトラッキング試験結果

粗骨材	硬質砂岩				流紋岩			
フィラー	石粉	硬質砂岩	石英斑岩	流紋岩	石粉	硬質砂岩	石英斑岩	流紋岩
動的安定度 (回/mm)	5024	5433	4515	3818	4865	4515	2648	2748
規格値 (目標値)	3000以上							

碎石粉WG

P-17

まとめ

- ・ 碎石粉は、生産工程や生産設備を見直す等の改善策を施すことによって、アスファルト混合物用のフィラーに十分使用可能である。
- ・ 碎石粉アスコン(密粒)は、軽交通の道路等で適用可能である。
- ・ 石英斑岩および流紋岩の碎石粉を用いた碎石粉アスコンは、耐流動性に問題が見られるため、重交通の道路には適用不可である。

8. 各種副産物骨材を利用しやすくなるための改質アスファルトの検討

2011.8.10.
昭和瀝青工業(株)
技術研究所
児嶋 輝栄

8-1 副産物骨材の課題と方策

材料の種類	主な課題 (混合物性状上)	方策1	方策2
転炉スラグ	OAC増加 動的安定度低下	混合物性状を満足する 範囲内で、各種副産物骨材 の配合を制限する。	各種副産物骨材を最大限利用 できるようにアスファルト自体 を改善させる。
ごみ熔融スラグ	動的安定度低下		
ダム堆積砂	OAC増加 動的安定度低下		
コンクリート砂	OAC増加 耐水性低下		
砕石粉	OAC増加 動的安定度低下 (岩種による)		
再生ポーラス砂	高粘度アス含有		

各種副産物骨材が、混合物性状に及ぼす課題を、バインダーであるアスファルトをそれぞれに応じて改質することで解決し、各種副産物骨材の利用拡大をはかる。

ポイントとして、

1) OAC増加 2) 動的安定度の低下

に着目して、方策2 アスファルト自体の改良を行い、検討を実施した。

8-2 OAC増加を抑制する特定改質アスファルト

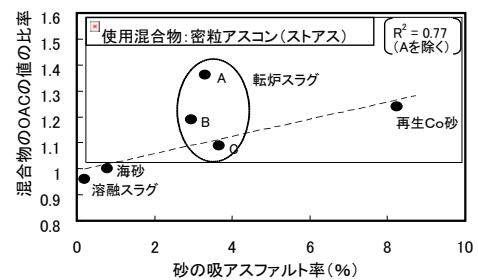
各種副産物細骨材の吸アスファルト率および吸水率

細骨材の種類	記号	見掛密度 (g/cm^3)	吸アス率 (%)	吸水率 (%)	吸アス/ 吸水率の比
転炉スラグ砂	A	3.165	3.31	3.73	88.7
	B	3.415	2.95	4.10	72.0
	C	3.634	3.67	3.89	94.3
電気炉スラグ砂	D	3.300	3.73	3.96	94.2
ゴミ熔融スラグ砂	E	2.867	0.21	0.34	61.8
再生コンクリート砂	F	2.628	8.24	9.32	88.4
高炉スラグ(水砕)砂	G	2.681	0.93	0.97	95.9
天然砂(海砂)	O	2.652	0.80	1.50	53.3

材料性状は各種副産物によって異なる。

8-2 OAC増加を抑制する特定改質アスファルト

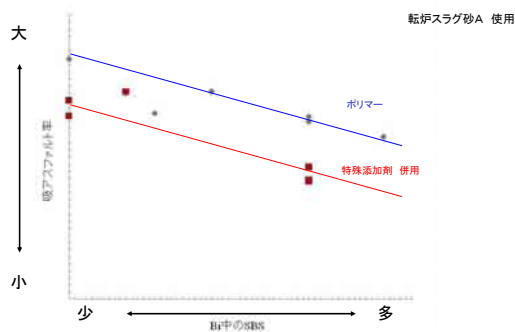
課題



吸アスファルト率が高くなると、最適アスファルト量は増加傾向にある。
(課題① OAC増加)

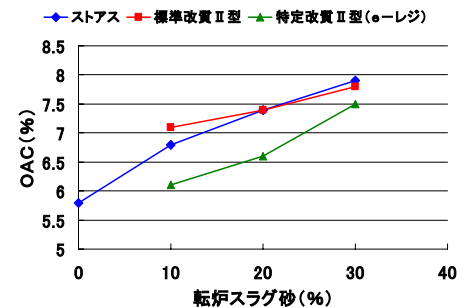
8-2 OAC増加を抑制する特定改質アスファルト

転炉スラグ砂用(e-レジ)コンセプト

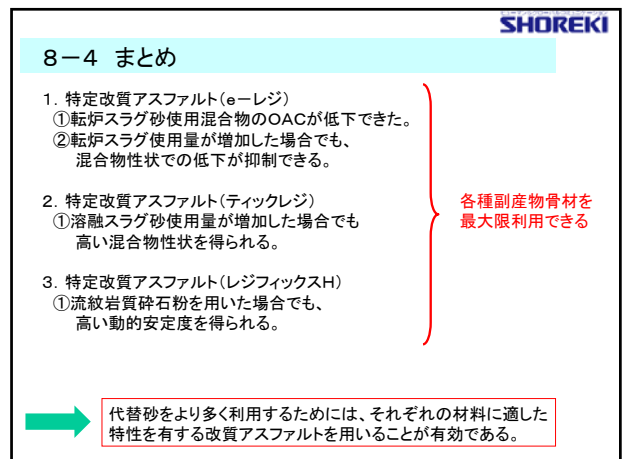
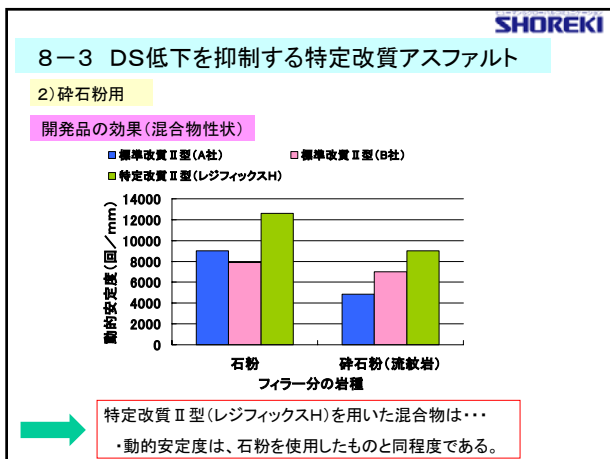
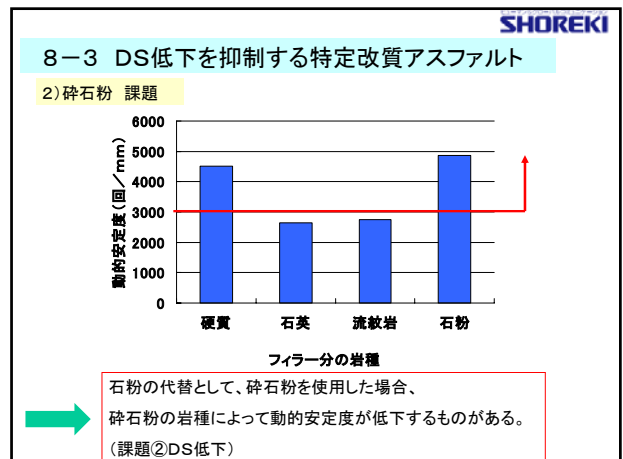
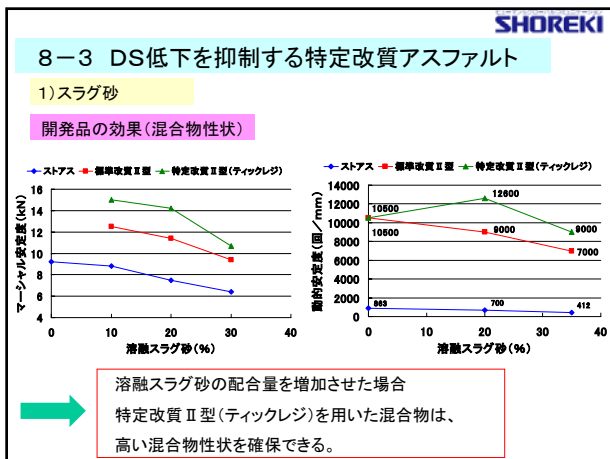
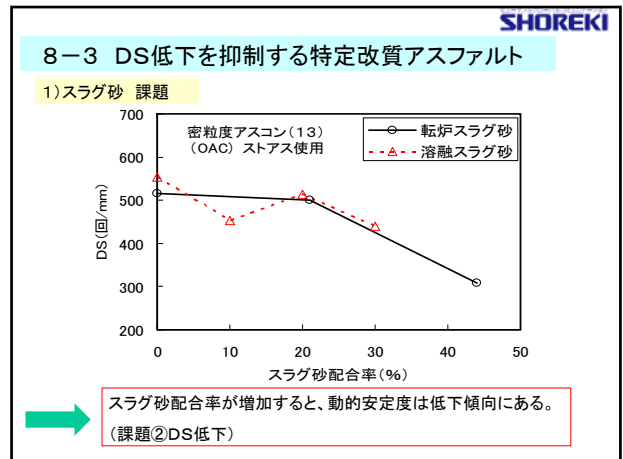
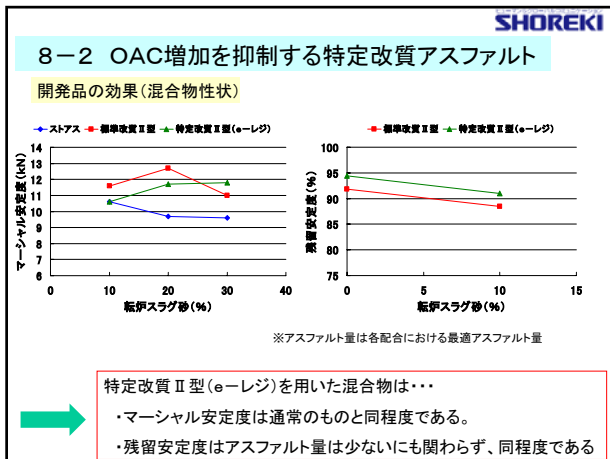


8-2 OAC増加を抑制する特定改質アスファルト

開発品の効果(OAC特性)



特定改質II型(e-レジ)を用いると、OACの増加を抑制できる



ご静聴ありがとうございます

「舗装用骨材資源の有効利用に関する研究」研究成果報告

9.コンクリート舗装の普及と再生骨材・碎石粉等
有効利用についての検討

鹿島道路㈱
田中耕作

1

1.検討課題

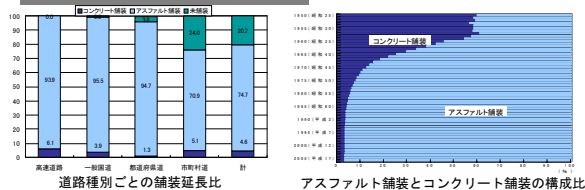
- ①普及しやすいコンクリート舗装
- ②再生骨材・碎石粉等を有効利用したコンクリート舗装

2.報告内容

- ①再生骨材を用いた転圧コンクリート舗装
- ②碎石粉を使用した透水性コンクリート舗装

2

3.コンクリート舗装の現状



国名	コンクリート舗装の割合の事例
アメリカ (2005)	連邦助成高速道路: コンクリート舗装17%、コンポジット舗装21%
イギリス (1990)	高速道路20%、幹線道路6%
ドイツ (2007)	高速道路 (12,500km) : 25%
フランス (1992)	高速道路: 15% (新設30%)
ベルギー (2007)	高速道路 (12,500km) : 25%(1,700km) : 40% (全道路の17%)

(出典) U.S. Study Tour of European Concrete highways (FHWA1992)
Long-Life Concrete Pavements in Europe and Canada (FHWA2007)
Highway Statistics 2005 (FHWA)

コンクリート舗装の普及率は、欧米各国に比べてかなり低い
(出典: セメント協会調査データより)

3

4.コンクリート舗装の優位性

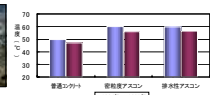
- ①長期耐久性に優れる
- ②走行抵抗性が小さく0.8～6.9%燃費が向上する(カナダでの調査結果)
- ③0.8～4.8%燃費が向上する(国総研)
- ④アスファルト舗装に比べ最大10℃程度の温度低減効果が期待できる。



高速道路における舗装状況(2007)



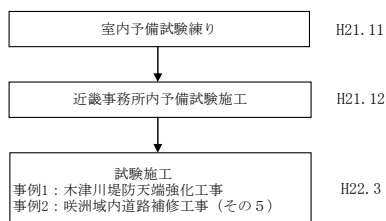
国土技術政策総合研究所試験場



(出典: セメント協会調査データより)

4

5.再生骨材を用いた
転圧コンクリート舗装(RCCP)の検討工程



5

5-1.コンクリート塊から再生された骨材(JIS規格:Mクラス)



再生粗骨材



再生細骨材

6

6.室内配合検討

実施試験項目

分類	項目	試験方法
フレッシュ性状確認試験	VC振動締固め試験	離表調査・試験法便覧B072-2「配圧コンクリートのコンシデンシー試験方法」
強度試験	曲げ強度試験	JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」

6-1. 配合強度・目標コンステンシー(修正VC値)

- ①設計基準曲げ強度;
4.4N/mm² (配合曲げ強度5.7N/mm²)
- ②修正VC値;練り上がり45分後、50±10秒

7

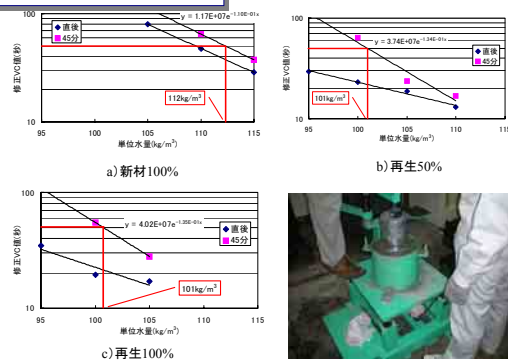
6-2.単位水量検討配合

単位水量検討配合

No.	配合	再生材混合率		s/a (%)	#/C (%)	単位量(kg/m ³)						SP (C×%)
		S _g (%)	G _g (%)			#	C	S _g	S	G _g	G	
1	新材 100%	0	0	43.0	35.0	105	300	0	894	0	1217	1.0
2						36.7	110		889		1210	
3						38.3	115		883		1202	
4	再生 50%	100	50	45.0	31.7	95	300	882	0	570	595	
5						33.3	100		876		567	
6						35.0	105		871		563	
7	再生 100%	100	100	45.0	31.7	95	300	882	0	1140	0	
8						33.3	100		876		1133	
9						35.0	105		871		1126	

8

6-2.単位水量検討結果

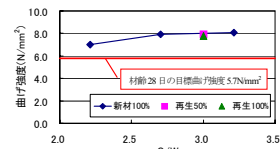


9

6-3.単位セメント量検討結果

単位セメント量検討配合

No.	配合	再生材混合率		s/a (%)	#/C (%)	単位量(kg/m ³)						SP (C×%)
		S _g (%)	G _g (%)			#	C	S _g	S	G _g	G	
1'	新材 100%	0	0	43.0	45.2	113	250	0	903	0	1229	1.0
2'						37.7	111		887		1208	
3'						32.3	109		872		1187	
4'	再生 50%	100	50	45.0	33.3	100	300	876	0	567	591	
5'	再生 100%	100	100	45.0	33.3	100	300	876	0	1133	0	



10

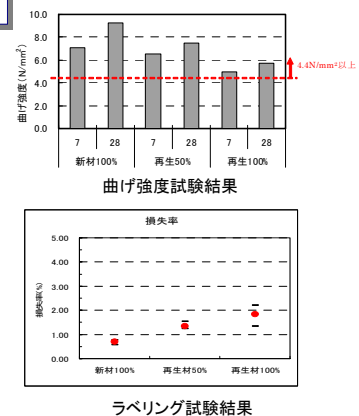
7.近畿技術事務所構内での予備試験施工



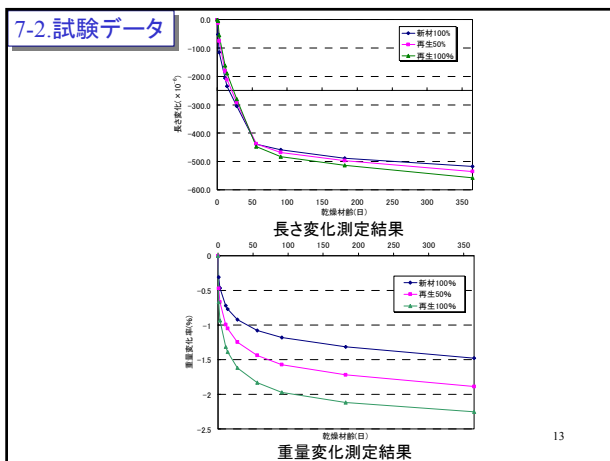
(すりつけ 区間)	再生粗骨材100% 再生細骨材100% t=15cm	再生粗骨材50% 再生細骨材100% t=15cm	新規骨材 t=15cm	(すりつけ 区間)
4m	8m	8m	8m	4m

11

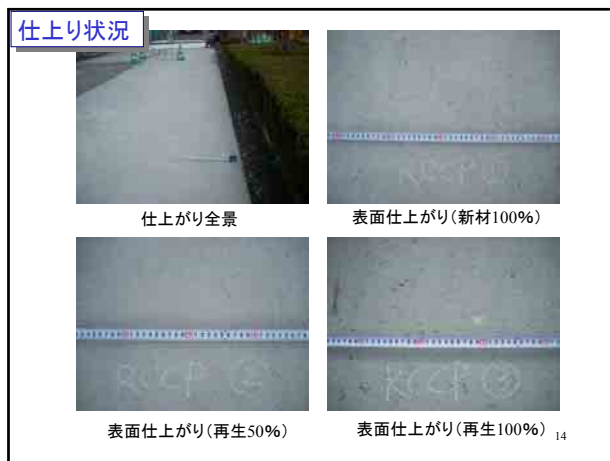
7-1.試験データ



12



13



14

採取コア

種別	測定箇所	空中質量 (g)	水中質量 (g)	密度 (g/cm ³)	基準密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)	平均締固め度 (%)
新材100%	1	2585.2	1425.7	2.486	2.409	103.2	103.0
	2	2494.3	1496.3	2.484		103.1	
	3	2769.3	1648.9	2.473		102.6	
再生50%	1	2733.9	1597.3	2.405	2.330	103.2	103.9
	2	2629.5	1555.4	2.448		105.1	
	3	2647.5	1547.6	2.407		103.3	
再生100%	1	2856.3	1679.8	2.428	2.307	105.2	104.6
	2	2791.6	1630.8	2.405		104.2	
	3	2915.3	1704.2	2.407		104.3	

15

8.実路での試験施工

再生粗骨材、再生砂(JIS規格:Mクラス)を有効活用した転圧コンクリート舗装の試験施工を行った。

事例1: 咲洲域内道路補修工事(大阪市港湾局発注)
事例2: 木津川堤防天端強化工事(国土交通省淀川河川工事事務所発注)

16

8.実路での試験施工

事例1:工事概要

工事名: 咲洲域内道路補修工事(その5)
発注者: 大阪市港湾局
施工規模: 延長150m、幅員3.5m、面積525m²
舗装構成: As中間層4cm+転圧コンクリート(RCCP) 25cm
設計交通量: N6交通(C交通)
設計CBR: 8

層別	厚さ (mm)	材料
表層	50mm	密粒
基層	50mm	粗粒
As安定処理	100mm	
路盤	150mm	HMS
路床		

⇒

層別	厚さ (mm)	材料
RCCP	250mm	設計基準曲げ強度 $\sigma_{bc} = 4.9 \text{ MPa}$
7スファル中間層	40mm	
既設路盤		HMS
路床		

既設断面 補修断面

17



18

配合強度の設定および配合

配合強度は、舗装施工便覧に準拠し以下のとおり設定した。
 設計基準曲げ強度: $fbk = 4.9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 舗装施工便覧(日本道路協会)より、
 ・締固めの変動に対する割増し強度: $fp = 0.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 ・割増し係数: $P = 1.09$ (変動率=10%)

$$\text{材令28日の目標曲げ強度: } fbr = (fbk + fp) \times P \\ = (4.9 + 0.8) \times 1.09 = 6.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

実施の配合

No.	配合	再生材配合率		a/a (%)	W/C (%)	単位量(kg/m³)						SP (C×%)	α	β
		S_R (%)	G_R (%)			W	C	S_R	S	G_R	G			
1	新材100	0	0	43.0	33.3	104	300	0	882	0	1189		1.19	1.92
2	再生50	100	50	45.0	33.7	99	300	867	0	554	577	1.0	0.90	1.88
3	再生100	100	100	45.0	33.7	99	300	867	0	1108	0		0.90	1.89

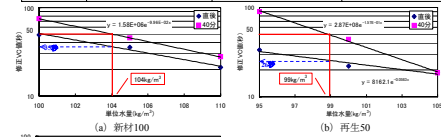
19

配合検討

(1). 単位水量の検討結果

決定単位水量および出荷プラントでの管理値

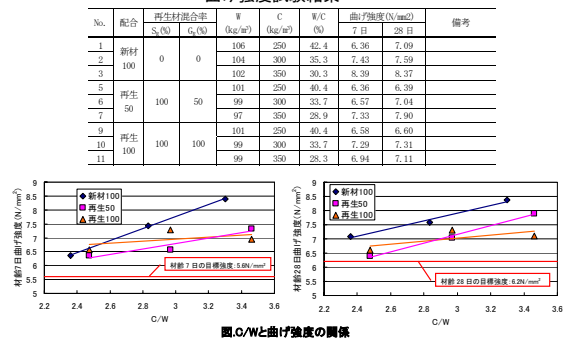
配合	決定単位水量 (kg/m³) (40分後のVc値50秒に相当する単位水量)	プラントでの管理目標Vc値 (秒)	現場時の目標Vc値
新材100%	104	35±5	50±10
再生50%	99	36±5	
再生100%	99	23±5	



20

(2). 単位セメント量の検討結果

曲げ強度試験結果



21

使用機械と施工手順

主要舗装機械

機械名	型式	メーカー	公称能力	用途
フィニッシャー	TITAN 422	ABG	3~8m (バタフライ方式)	RCC敷均し
水平振動ローラー	N3R	酒井重工業	8t	1次転圧
振動ローラー	—	—	7t	2次転圧
タイヤローラー	—	—	15t	仕上げ転圧
ビブロプレート	—	—	60kg	部分転圧



施工フロー

余盛と転圧条件	一次転圧			二次転圧		仕上げ転圧	
	N3R	振動ローラー	15t (タイヤ)	N3R	振動ローラー	15t (タイヤ)	—
敷き均し余盛 (mm)	無盛	有盛	無盛	有盛	有盛	—	—
25~30mm	2	4以上	2	6以上	4以上	—	—

注: 転圧回数(敷き均し)を1回とした。

22

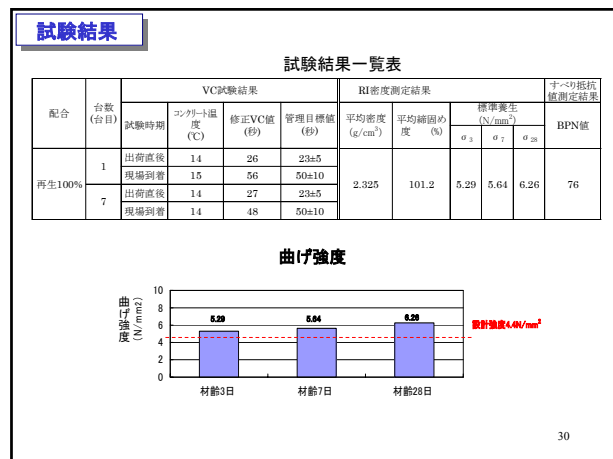
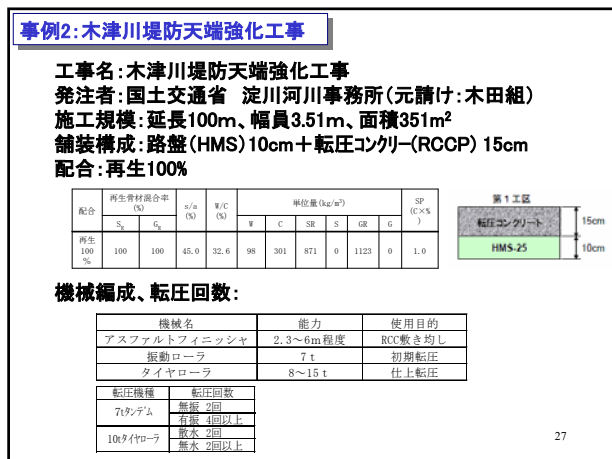
施工状況



23

プラントでの品質管理状況





9. 砕石粉使用透水性コンクリート舗装について

砕石粉 = 表面が粗い、粒形も角張る

↓

セメントペーストに混合すると、粘性が増加

↓

透水性コンクリート
(ペーストに適度な粘性が必要)

↓

実用化のために、
●締固め性状の評価方法の検討
●施工試験による課題抽出



図9-39 実機プラント（京星）および施工場所（近畿技術事務所）の位置

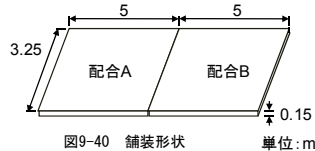


図9-40 舗装形状

表9-43 砕石粉の種類とその特徴

種類	岩種	密度 (g/cm ³)	充填率 (%)	BET比表面積 (m ² /g)	90D (μm)	50D (μm)	10D (μm)	球形比表面積 (m ² /g)	表面積比
A	石英斑岩	2.74	0.43	4.18	48.59	18.31	1.23	0.48	8.71
B	流紋岩	2.69	0.63	2.76	113.44	55.31	4.90	0.23	12.16

表9-45 現場施工のための配合表

砕石粉の種類	W/C (%)	設定 空隙率	p/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				水 W	セメント C	砕石粉 CSP	粗骨材 G	混和材 (C×1%)
A	25.5	18	54	111	452	79	1426	4.5
B	25.5	18	54	111	453	78	1424	4.5

32

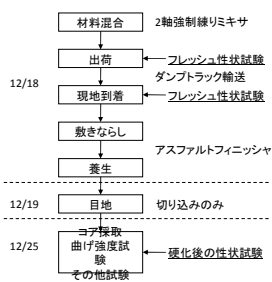


写真9-42 砕石粉Aのフィニッシュへの荷下ろし

33

表9-46 試験施工での試験項目

工程	計測項目	試験概要
出荷	VC振動締固め試験	舗装調査・試験法便覧 B072 - 2、1配合で1回
到着	VC振動締固め試験 上面振動締固め試験 曲げ試験体打設	舗装調査・試験法便覧 B072 - 2、1配合で1回 9-4(2)2)を参照 上面振動締固め試験の締固め密度で100×100×400mmの試験体を5本打設
材齢7日	コア採取 摩擦係数試験 曲げ強度試験	Φ100のコアを採取し、配合密度から空隙率を推定 DFテスター試験、1工区3箇所 JIS A 1106、5本の平均値



写真9-37 上面振動試験における測定深さの計測

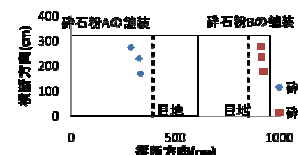


図9-41 砕石粉Aおよび砕石粉Bの舗装とコア採取位置

34



写真9-43 砕石粉Aの場合のフィニッシュによる施工風景



写真9-44 砕石粉Bの場合のフィニッシュによる施工風景

35

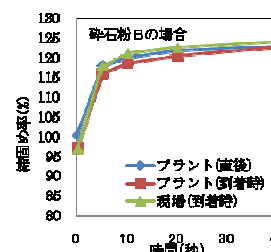


図9-43 透水性コンクリートの締固め性状の変化

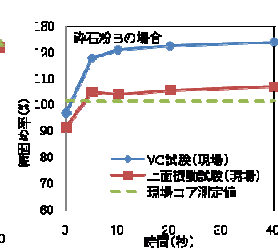
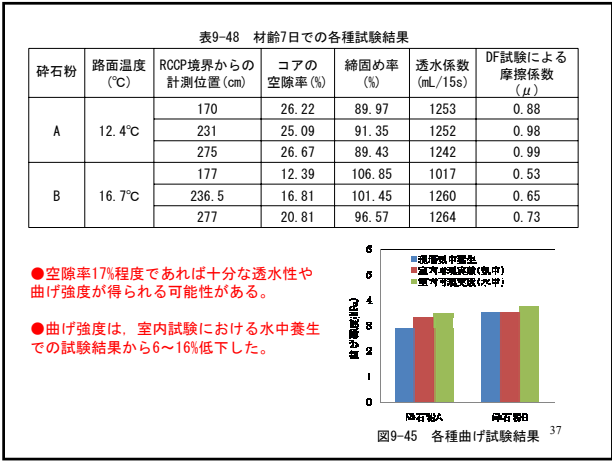


図9-44 VC振動締固め試験と上面振動締固め試験の比較

- アスファルトフィニッシュによる締固めを評価する方法として、上面振動締固め試験による再現が有効である。
- フレッシュ性状の経時または輸送による変化は小さい。

36



まとめ

（転圧コンクリートについて）

1) 今回の検討結果より、再生骨材を使用した転圧コンクリート舗装は、施工面、強度面、仕上がり性状等、新材を使用した場合と大差はなく、十分に適用可能であることが検証できた。

今後は追跡調査により、長期的な供用性を確認していきたい。

（ボースコンクリート）

1) アスファルトフィニッシャによる締固めを評価する方法として、上面振動締固め試験による再現が有効である。

2) フレッシュ性状の経時または輸送による変化は小さい。

3) 硬化後の結果では、空隙率17%程度であれば十分な透水性や曲げ強度が得られる可能性がある。ただし、曲げ強度は、室内試験における水中養生での試験結果から6～16%低下した。

今後、上面振動締固め試験と施工機械や骨材状態などの関係を明らかにすること、また砕石粉の品質と目標強度による配合設計手法の確立することなどが必要となると考えられる。

ご清聴ありがとうございました。

39

10. 国道28号における試験施工の概要

大林道路株式会社
有賀公則

報告内容

- 10-1 国道28号淡路市釜口地区における試験施工(一般舗装)
- 10-2 国道28号淡路市浦地区における試験施工(排水性舗装)

1

10-1 国道28号淡路市釜口地区における試験施工(一般舗装)

10-1-1 施工場所と施工断面等

(1) 目的

フィールドでの試験施工計画の一環として、**3種類の副産物細骨材の密粒舗装への適用性検討**を目的に実施するもの。

(2) 試験施工概要

1) 工事概要

- ① 工事名:平成20年度 28号路下補修路面復旧工事
- ② 発注者:近畿地方整備局 兵庫国道事務所 洲本維持出張所
- ③ 場 所:兵庫県淡路市釜口地区内(国道28号下り線)
- ④ 施工日:平成21年2月13日(金)

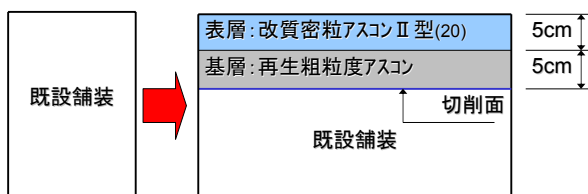
2

2) 試験施工場所



3

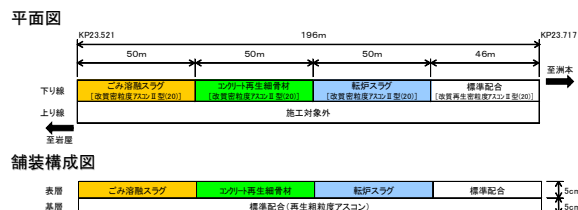
3) 施工断面



注:標準配合工区表層は改質再生密粒度アスコンⅡ型(20)

4

4) 各工区の平面図と舗装構成



- ・工区は、標準配合工区、副産物配合3工区、**の計4工区を設定**
- ・標準配合工区表層は**改質再生密粒度アスコンⅡ型(20)**

5

5) 表層混合物の配合

項目	こみ溶融スラグ 配合率(%)	転炉スラグ 配合率(%)	標準配合	規格等
出荷アスファルト混合所	原料地土木部 神戸市	原料地土木部 神戸市	原料地土木部 神戸市	—
骨材配合割合				
5号砕石	18.0 (17.7)	17.0 海州	17.0 全通	兵庫県道、神戸市、愛媛県今治市
6号砕石	25.0 (24.6)	26.0 海州	24.0 全通	兵庫県道、神戸市、愛媛県今治市
7号砕石	16.0 (15.7)	11.0 海州	12.0 全通	兵庫県道、神戸市、愛媛県今治市
砕砂	16.0 (15.8)	11.0	19.0	兵庫県道
砕(高炉スラグ粉)	—	30.0 (29.8)	—	兵庫県道
粗砂	—	21.0 海州	15.0 全通	兵庫県道、神戸市、愛媛県今治市
こみ溶融スラグ	20.0 (21.2)	—	—	兵庫県道
スグート再生砂	—	10.0	—	大分県高橋市
転炉スラグ	—	10.0 (11.8)	—	兵庫県道、神戸市
再生骨材	—	—	10.0	兵庫県道
石粉	5.0 (5.0) 海州	4.0 大塚	3.0 (3.0) 大塚	岡山県新見市、岐阜県大垣市、徳島県阿南市
0.6mm	100.0 (100.0)	100.0	100.0 (100.0)	100
0.3mm	98.7 (98.7)	98.7	97.5 (97.5)	98.8
0.15mm	83.8 (84.0)	85.4	82.7 (83.1)	82.9
0.075mm	56.4 (57.2)	57.0	54.9 (56.0)	54.7
0.075mm	47.0 (47.0)	41.6	42.4 (43.8)	41.9
0.075mm	20.5 (21.0)	24.3	24.0 (25.0)	24.0
0.3mm	10.9 (10.9)	15.7	13.8 (14.5)	15.8
0.15mm	7.6 (7.6)	9.8	5.8 (6.3)	7.3
0.075mm	5.4 (5.4)	5.7	5.8 (5.9)	5.1
安定アスファルト量(%)	5.3	5.9	6.4	5.3
密度(g/cm³)	2.397	2.320	2.280	2.401
乾燥率(%)	2.491	2.417	2.488	2.495
乾燥率(%)	3.8	4.0	4.3	3.8
乾燥率(%)	76.3	76.9	77.5	76.5
安定率(%)	11.79	11.99	12.00	15.15
0.075mm (10mm)	32	34	29	31
粗砂安定率(%)	4500	6300	7875	5250

注: ()内は密度補正後の値

6

10-1-2 試験施工

(1) 試験施工状況



試験施工は、いずれの工区共に**通常の機械編成**による一連の流れの中で行われた。

7

(2) 舗装の仕上がり状態

1) ごみ溶融スラグエ工区



8

2) コンクリート再生細骨材エ工区



9

3) 転炉スラグエ工区



10

4) 標準配合エ工区



副産物細骨材を使用した3工区は、**標準配合工区と同等の良好な仕上がり状態**となっている。

11

(3) プラント日常管理

1) ごみ溶融スラグエ区

項 目	試験施工	試験練り	配合設計	規格
抽出試験結果 粒度	26.5mm	100.0	100.0	100.0
	19.0mm	97.7	98.1	98.7
	13.2mm	82.0	83.7	84.0
	4.75mm	56.4	57.1	57.2
	2.36mm	42.2	42.7	43.0
	0.6mm	20.9	19.9	21.0
	0.3mm	11.3	11.6	10.9
	0.15mm	7.7	7.8	7.6
	0.075mm	4.9	5.2	5.4
	抽出アスファルト量(%)	5.24	5.26	5.3±0.9
混合物性状	密度(g/cm ³)	2.401	2.401	2.397
	理論密度(g/cm ³)	2.491	2.491	2.491
	空隙率(%)	3.6	3.6	3.8
	飽和度(%)	77.2	77.2	76.3
	安定度(kN)	—	11.56	11.79
	フロー値(1/10mm)	—	30	33
	動的安定度(回/mm)	7058	6183	6342

12

2) コンクリート再生細骨材エ区

項 目	試験施工	加熱骨材 合成粒度	試験練り	配合設計	規格
抽出試験結果 粒度	26.5mm	100.0	100.0	100.0	100.0
	19.0mm	96.1	97.8	98.1	98.7
	13.2mm	82.7	82.3	87.9	85.4
	4.75mm	58.0	56.2	58.4	57.0
	2.36mm	42.2	42.6	41.8	41.6
	0.6mm	23.3	24.6	23.0	24.3
	0.3mm	13.8	14.2	13.9	15.7
	0.15mm	8.6	9.3	8.7	9.8
	0.075mm	5.5	5.4	5.5	5.7
	抽出アスファルト量(%)	5.82	—	5.86	5.9±0.9
混合物性状	密度(g/cm ³)	2.330	—	2.333	2.320
	理論密度(g/cm ³)	2.417	—	2.417	2.417
	空隙率(%)	3.6	—	3.5	4.0
	飽和度(%)	78.8	—	79.3	76.9
	安定度(kN)	11.21	—	11.54	11.99
	フロー値(1/10mm)	31	—	31	34
	動的安定度(回/mm)	7875	—	5250	6300

13

3) 転炉スラグエ区

項 目	試験施工	加熱骨材 合成粒度	試験練り	配合設計	規格
抽出試験結果 粒度	26.5mm	100.0	100.0	100.0	100.0
	19.0mm	95.0	98.0	94.8	97.5
	13.2mm	82.0	83.6	84.6	83.1
	4.75mm	55.3	54.1	55.5	56.0
	2.36mm	41.9	42.3	42.3	43.5
	0.6mm	22.6	27.0	26.0	25.0
	0.3mm	11.9	12.4	13.8	14.5
	0.15mm	7.4	7.4	8.5	9.3
	0.075mm	5.0	4.9	5.1	5.9
	抽出アスファルト量(%)	6.38	—	6.31	6.4±0.9
混合物性状	密度(g/cm ³)	2.383	—	2.374	2.380
	理論密度(g/cm ³)	2.486	—	2.486	2.486
	空隙率(%)	4.1	—	4.5	4.3
	飽和度(%)	78.3	—	76.6	77.5
	安定度(kN)	11.36	—	11.50	12.00
	フロー値(1/10mm)	29	—	29	29
	動的安定度(回/mm)	4500	—	5727	7875

14

4) 標準配合エ区

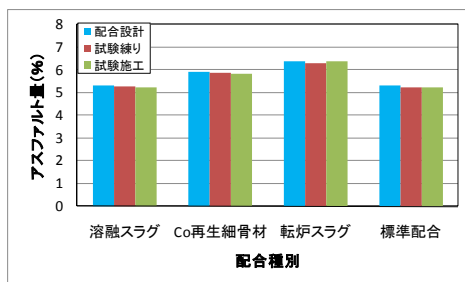
項 目	試験施工	試験練り	配合設計	規格
抽出試験結果 粒度	26.5mm	100.0	100.0	100.0
	19.0mm	99.1	99.1	98.8
	13.2mm	84.0	87.8	82.9
	4.75mm	54.2	57.3	54.7
	2.36mm	41.3	45.2	41.9
	0.6mm	22.9	26.2	24.0
	0.3mm	15.2	17.3	15.8
	0.15mm	7.0	8.2	7.3
	0.075mm	5.2	5.8	5.1
	抽出アスファルト量(%)	5.22	5.22	—
混合物性状	密度(g/cm ³)	2.382	2.390	2.401
	理論密度(g/cm ³)	2.495	2.495	2.495
	空隙率(%)	4.5	4.2	3.8
	飽和度(%)	73.2	74.5	76.5
	安定度(kN)	—	13.67	15.15
	フロー値(1/10mm)	—	27	32
	動的安定度(回/mm)	—	—	5727

いずれのエ区共に出荷された混合物は、各規格値を全て満足する結果が得られている。

15

(4) 各混合物性状の比較

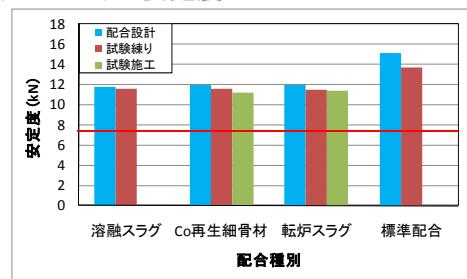
1) アスファルト量



吸水率の大きいコンクリート再生細骨材および転炉スラグで多く、溶融スラグを使用した混合物は、標準配合と同じ。

16

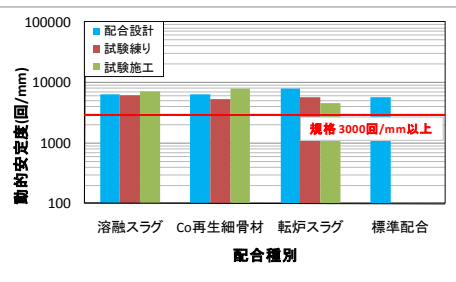
2) マーシャル安定度



標準配合で比較的高い値を示しているが、その他の混合物においては、11～12kN程度で、ほぼ同等の結果となっている。

17

3) 動的安定度



測定時期により多少の相違はあるものの、いずれの混合物ともに**ほぼ同程度**と見ることができる。

18

10-2 国道28号淡路市浦地区における試験施工(排水性舗装)

10-1-1 施工場所と施工断面等

(1) 目的

フィールドでの試験施工計画の一環として、国道43号発生材より回収した**再生粗骨材**および**3種類の副産物細骨材**の**排水性舗装への適用性検討**を目的に実施。また今回再生粗骨材回収時に生じる**再生細粒材**も基層の再生粗粒度アスファルト混合物に使用し適用性検討を行った。

(2) 試験施工概要

1) 工事概要

- ① 工事名: 洲本維持管内舗装修繕工事
- ② 発注者: 近畿地方整備局 兵庫国道事務所 洲本維持出張所
- ③ 場所: 兵庫県淡路市浦地区(国道28号下り線)
- ④ 施工日: 平成21年11月16,18,19日

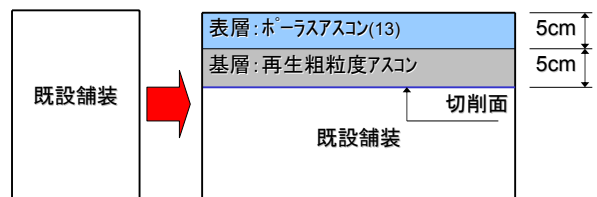
19

2) 試験施工場所



20

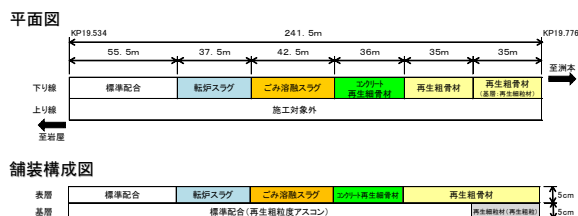
3) 施工断面



注: 標準配合工区表層は改質再生密粒度アスコンⅡ型(20)

21

4) 各工区の平面図と舗装構成



- ・工区は、標準配合工区、副産物配合3工区、再生粗骨材2工区の**計6工区**を設定
- ・基層工に**再生細粒材(20%配合)**を用いた工区も設定

22

5) 基層混合物の配合

項目	標準配合	再生細粒材入り	規格等
出荷アスファルト混合所	淡路7777工業	大林道路	—
5号砕石	19.0 (愛媛県今治市)	21.0 (兵庫県姫路市)	—
6号砕石	28.0 (愛媛県今治市)	33.0 (兵庫県加西市)	—
7号砕石	14.0 (愛媛県今治市)	15.0 (兵庫県姫路市)	—
スカーピングス	—	3.0 (兵庫県姫路市)	—
細砂	5.0 (兵庫県姫路市)	—	—
粗砂	11.5 (兵庫県北九州市)	—	—
砂(高炉スラグ砂)	—	6.0 (兵庫県加西市)	—
再生骨材	20.0 (兵庫県淡路市)	—	—
再生細粒材	—	2.0 (岡山県倉敷市)	—
石粉	2.5 (兵庫県淡路市)	—	—
通過率(%)	100.0	100.0	100
19.0mm	98.7	98.9	95~100
13.2mm	80.1	79.5	70~90
4.75mm	45.2	46.2	35~55
2.36mm	27.3	27.5	20~35
0.6mm	16.2	16.9	11~23
0.3mm	10.7	11.5	5~16
0.15mm	6.0	7.7	4~12
0.075mm	4.4	5.2	2~7
総量77777(%)	4.6	4.8(新AS.3.72%)	—
密度(g/cm³)	2.426	2.381	—
理論密度(g/cm³)	2.528	2.458	—
空隙率(%)	4.0	4.2	3~7
飽和度(%)	73.0	72.5	65~85
圧入度(kN)	11.03	9.67	4.9以上
フロー値(1/10mm)	26	31	20~40
動的安定度(回/mm)	—	3316	—

再生細粒材:
骨材配合割合で
20%使用

23

6) 表層混合物の配合

項目	標準配合	転炉スラグ 骨材入り	ごみ溶融スラグ 骨材入り	エンビット 再生砂入り	再生骨材 使用	規格等
出荷アスファルト混合所	浜路アスファルト 工場	浜路アスファルト 工場	長井橋と大津東 部市街地	せいしん アスコン	大津道路 美奈 722nd混合所	—
骨材 配合 割合						
6号砕石	86.0	85.5	85.5	84.0	—	愛媛県今治市
再生6号砕石	—	—	—	—	89.5	43号(高宮市)
砕砂	9.5	—	—	—	—	高津市、赤松市
転炉スラグ	—	12.1	—	—	—	高津市、高津市
ごみ溶融スラグ	—	—	9.5	—	—	高津市、高津市
エンビット再生砂	—	—	—	11.0	—	大津市、高津市
砂(高炉スラグ砂)	—	—	—	—	6.5	高津市、高津市
石粉	4.5	2.4	5.0	5.0	4.0	徳島、岡山、岐阜
添加繊維	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—
通過 試験 割合 (%)						
19.0mm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100
13.2mm	97.0	92.6	99.1	100.0	98.7	90~100
4.75mm	15.5	14.8	17.0	17.2	18.7	11~35
2.36mm	14.8	14.3	15.1	16.2	16.6	10~20
0.6mm	8.5	8.6	10.1	10.4	10.9	—
0.3mm	6.9	6.5	6.3	7.5	8.7	—
0.15mm	5.8	5.0	5.3	6.2	7.0	—
0.075mm	5.2	4.7	4.4	4.8	4.9	3~7
試験 配合 試験 時 状						
密度(20℃乾燥)	2.014	2.045	2.048	2.009	2.019	—
理論密度(20℃乾燥)	2.528	2.575	2.551	2.515	2.523	—
空隙率(%)	20.3	20.6	19.7	20.1	19.5	20程度
安定度(40℃)	5.88	5.05	4.70	5.38	4.82	2.40以上
圧縮(1/10mm)	30	35	24	30	31	20~40
圧縮(1/10mm)	6.3	6.8	6.6	7.1	10.1	—
動的安定度(回/mm)	6300	7875	6109	10500	5250	4000以上

24

10-2-2 試験施工

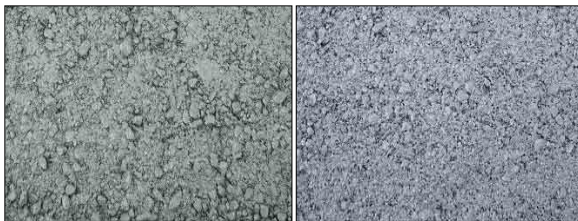
(1) 試験施工状況(基層)



再生細粒材入り混合物の施工は、一般の再生粗粒度アスコンと同じ機械編成で行われた

25

(2) 基層の仕上り面



標準配合

再生細粒材入り

再生細粒材入り配合の仕上り面は、標準配合と大差がない

26

(3) 試験施工状況(表層)



施工は、いずれの工区も一般の排水性舗装と同じ機械編成で行った

27

(4) 表層舗装の仕上がり状態

1) 標準配合工区



28

2) 転炉スラグ工区



29

3) ごみ溶融スラグエ工区



30

4) コンクリート再生細骨材エ工区



31

5) 再生粗骨材エ工区



32

6) 再生粗骨材エ工区(基層:再生細粒材入り)



いずれの工区共に、標準配合工区と同等の良
好な仕上がり状態となっている。

33

(5) プラント日常管理(基層)

1) 標準配合エ工区

項目	試験施工 日常管理	試験線り	配合設計	規格
抽出試験結果				
26.5mm	100.0	100.0	100.0	—
19.0mm	98.0	98.7	98.7	—
13.2mm	80.9	82.4	80.1	—
4.75mm	46.8	43.9	45.2	—
2.36mm	28.2	26.1	27.3	27.5±12.0
0.6mm	17.1	14.1	16.2	—
0.3mm	11.3	8.9	10.7	—
0.15mm	6.6	5.8	6.0	—
0.075mm	4.7	3.9	4.4	5.3±5.0
抽出アスファルト量(%)	4.64	4.68	4.6	4.6±0.9
混合物性状				
密度(g/cm³)	2.414	2.414	2.426	—
理論密度(g/cm³)	2.528	2.528	2.528	—
空隙率(%)	4.5	4.5	4.0	3~7
飽和度(%)	72.1	70.6	73.0	65~85
安定度(kN)	—	11.86	11.03	4.9以上
フロー値(1/10mm)	—	30	26	20~40

34

2) 再生細粒材入りエ工区

項目	試験施工 日常管理	試験線り	配合設計	規格
抽出試験結果				
26.5mm	100.0	100.0	100.0	—
19.0mm	100.0	99.3	99.3	—
13.2mm	80.8	80.8	81.1	79.7
4.75mm	45.8	45.9	46.6	45.5
2.36mm	27.1	27.5	27.3	27.5±12.0
0.6mm	17.7	16.7	15.8	15.9
0.3mm	11.2	11.6	9.8	10.7
0.15mm	6.9	7.8	7.4	7.5
0.075mm	4.5	5.2	5.5	5.3±5.0
抽出アスファルト量(%)	4.83	—	4.75	4.8
混合物性状				
密度(g/cm³)	2.378	—	2.381	2.385
理論密度(g/cm³)	2.486	—	2.486	2.486
空隙率(%)	4.3	—	4.2	4.1
飽和度(%)	72.1	—	72.5	73.0
安定度(kN)	9.67	—	9.67	9.71
フロー値(1/10mm)	32	—	31	31
動的安定度(回/mm)	3500	—	3316	—

いずれの工区共に出荷された混合物は、各規格値を満足する結果が得られている。再生細粒材入り配合では、3000回/mmを上回る動的安定度が測定された。→ 再生細粒材に含まれる旧アスファルトがポリマー改質アスファルトH型およびII型によることが大きく影響。

35

(6) プラント日常管理(表層)

1) 標準配合工区

項 目	試験施工日常管理		試験値	配合設計	規格
	AS抽出	加齢骨材合成			
抽出試験結果	19.0mm	100.0	100.0	100.0	—
	13.2mm	94.9	95.2	97.0	—
	4.75mm	14.2	14.4	15.5	—
	2.36mm	13.9	13.9	14.6	13.7±12.0
	0.6mm	8.5	10.1	8.5	—
	0.3mm	7.0	8.3	6.9	—
	0.15mm	5.7	5.9	5.8	—
	0.075mm	4.7	4.7	5.2	4.7±5.0
	抽出アスファルト量(%)	4.92	—	5.03	5.0±0.9
	密度(g/cm³)	2.012	2.014	2.019	—
混合物性状	理論密度(g/cm³)	2.528	2.528	2.528	—
	空隙率(%)	20.4	20.3	20.1	20程度
	安定度(kN)	6.36	5.88	6.42	3.43以上
	フロー値(1/10mm)	32	30	32	20~40
	カンタプロ損失率(%)	11.4	—	6.3	—
	動的安定度(回/mm)	9000	—	6300	4000以上

36

2) 転炉スラグエ工区

項 目	試験施工日常管理		試験値	配合設計	規格
	AS抽出	加齢骨材合成			
抽出試験結果	19.0mm	100.0	100.0	100.0	—
	13.2mm	95.5	95.2	93.6	—
	4.75mm	14.3	14.9	14.8	—
	2.36mm	13.9	14.3	14.5	14.5±12.0
	0.6mm	9.9	9.1	8.9	—
	0.3mm	8.1	6.9	6.7	—
	0.15mm	6.4	5.4	5.6	—
	0.075mm	5.8	4.7	5.4	5.2±5.0
	抽出アスファルト量(%)	5.24	—	5.37	5.3±0.9
	密度(g/cm³)	2.042	2.045	2.052	—
混合物性状	理論密度(g/cm³)	2.575	2.575	2.575	—
	空隙率(%)	20.7	20.6	20.3	20程度
	安定度(kN)	5.27	5.05	6.48	3.43以上
	フロー値(1/10mm)	34	35	33	20~40
	カンタプロ損失率(%)	8.0	6.8	5.9	—
	動的安定度(回/mm)	7875	7875	10500	4000以上

37

3) ごみ溶解スラグエ工区

項 目	試験施工日常管理		試験値	配合設計	規格
	AS抽出	加齢骨材合成			
抽出試験結果	19.0mm	100.0	100.0	100.0	—
	13.2mm	98.7	99.2	98.6	—
	4.75mm	18.6	16.5	19.2	—
	2.36mm	15.4	15.2	15.5	15.1±12.0
	0.6mm	10.7	10.0	9.2	—
	0.3mm	7.7	6.6	6.5	—
	0.15mm	6.1	5.6	5.7	—
	0.075mm	5.0	4.4	4.9	4.5±5.0
	抽出アスファルト量(%)	4.89	—	4.85	4.8±0.9
	密度(g/cm³)	2.052	2.048	2.044	—
混合物性状	理論密度(g/cm³)	2.551	2.551	2.551	—
	空隙率(%)	19.6	19.7	19.9	20程度
	安定度(kN)	5.00	4.70	4.45	3.43以上
	フロー値(1/10mm)	25	24	23	20~40
	カンタプロ損失率(%)	6.3	6.6	5.8	—
	動的安定度(回/mm)	7958	6109	6342	4000以上

38

4) コンクリート再生細骨材エ工区

項 目	試験施工日常管理		試験値	配合設計	規格
	AS抽出	加齢骨材合成			
抽出試験結果	19.0mm	100.0	100.0	100.0	—
	13.2mm	97.3	99.4	98.3	—
	4.75mm	18.0	18.2	18.2	—
	2.36mm	15.3	15.8	16.3	16.1±12.0
	0.6mm	10.0	8.3	10.2	—
	0.3mm	7.7	6.7	8.1	—
	0.15mm	6.4	5.9	7.1	—
	0.075mm	5.3	4.7	4.9	5.1±5.0
	抽出アスファルト量(%)	5.11	—	5.01	5.2±0.9
	密度(g/cm³)	2.014	2.009	2.005	—
混合物性状	理論密度(g/cm³)	2.515	2.515	2.515	—
	空隙率(%)	19.9	20.1	20.3	20程度
	安定度(kN)	5.62	5.38	4.97	3.43以上
	フロー値(1/10mm)	31	30	27	20~40
	カンタプロ損失率(%)	8.7	7.1	4.9	—
	動的安定度(回/mm)	10500	10500	9000	4000以上

39

5) 再生粗骨材エ工区

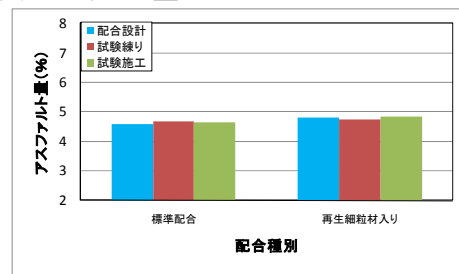
項 目	試験施工日常管理		試験値	配合設計	規格
	AS抽出	加齢骨材合成			
抽出試験結果	19.0mm	100.0	100.0	100.0	—
	13.2mm	100.0	99.2	99.6	—
	4.75mm	19.5	18.2	18.5	—
	2.36mm	16.3	16.5	16.0	16.4±12.0
	0.6mm	10.0	11.0	10.0	—
	0.3mm	9.6	8.9	9.9	—
	0.15mm	8.3	6.7	7.5	—
	0.075mm	4.5	4.9	5.3	6.1±5.0
	抽出アスファルト量(%)	4.94	—	4.81	4.87±0.9
	密度(g/cm³)	2.020	2.019	2.012	—
混合物性状	理論密度(g/cm³)	2.523	2.523	2.521	—
	空隙率(%)	19.9	19.9	20.2	20程度
	安定度(kN)	5.24	4.82	4.81	3.43以上
	フロー値(1/10mm)	32	31	31	20~40
	カンタプロ損失率(%)	10.3	10.1	12.97	—
	動的安定度(回/mm)	9000	5250	7000	4000以上

いずれの工区共に出荷された混合物は、**各規格値を全て満足**する結果が得られている。

40

(7) 各混合物性状の比較(再生粗粒度アスファルト混合物)

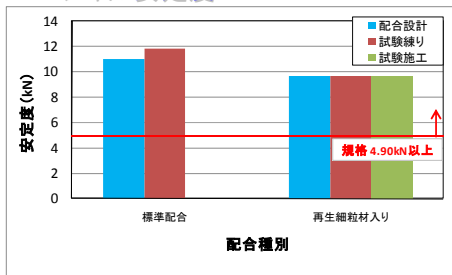
1) アスファルト量



標準配合に比べ再生細骨材入り混合物が0.2%多い結果となっているが、いずれも**通常の再生粗粒度アスファルト混合物の範囲内**である

41

2) マーシャル安定度

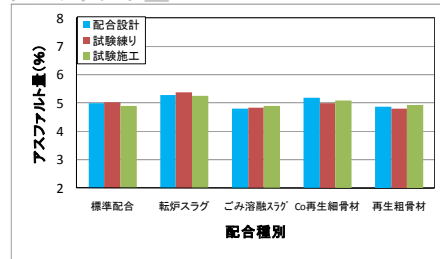


再生細粒材入り混合物に比べ標準配合が1～2kN高い結果となっているが、いずれも規格値を十分に満足する結果となっている。

42

(8) 各混合物性状の比較(ポーラスアスファルト混合物)

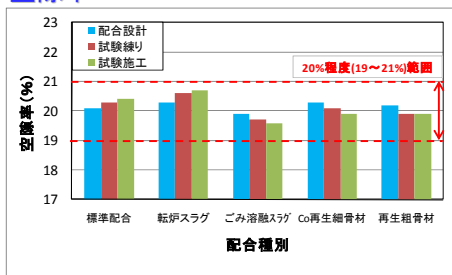
1) アスファルト量



吸水率の大きいコンクリート再生細骨材および転炉スラグを使用した混合物で比較的多めの結果となっている。ごみ熔融スラグおよび再生粗骨材を使用した混合物は、標準配合よりやや低めの結果である。

43

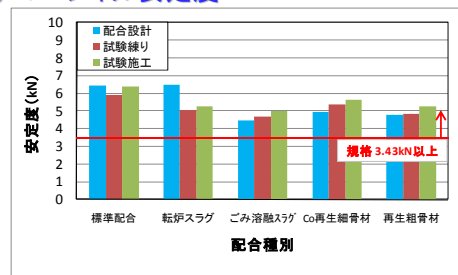
2) 空隙率



いずれの混合物およびいずれの時期においても規格である20程度(19～21%)に収まっている。

44

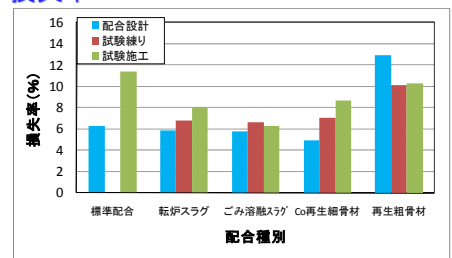
3) マーシャル安定度



標準配合で6kN程度の比較的高い値を示しているが、その他の混合物においては、いずれも5kN程度で、ほぼ同等の結果となっている。

45

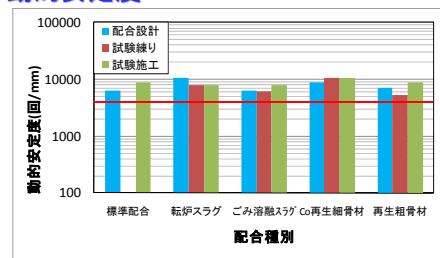
4) 損失率



再生粗骨材入り混合物および標準配合の試験施工時で比較的高い値を示している。再生粗骨材入り混合物が高い値を示しているのは、表面に付着している旧アスファルトなどが影響しているものと考えられる。

46

5) 動的安定度



いずれの混合物およびいずれの時期共に、規格値である4000回/mm以上を満足している。またいずれの混合物ともに測定時期により多少の相違はあるものの、ほぼ同程度と見ることができる。

47

10-3 まとめ

- ・ 3種類の副産物細骨材を用いた密粒アスファルト混合物は、混合物性状、施工性、仕上がり状態ともに**標準配合と同等であり問題ない**。
- ・ 再生細粒材を用いた粗粒度アスファルト混合物は混合物性状、施工性、仕上がり状態ともに**標準配合と同等であり問題ない**。
- ・ 3種類の副産物細骨材および再生粗骨材を用いたポーラスアスファルト混合物は、混合物性状、施工性、仕上がり状態ともに**標準配合と同等であり問題ない**。
- ・ 適用性については、**追跡調査結果により判断**したい。

48

終わり

ご清聴ありがとうございました

49

11. 国道28号における試験施工追跡調査の概要と結果

近畿地方整備局 近畿技術事務所
近藤康由

報告内容

- 11-1 国道28号淡路市釜口地区における
試験施工追跡調査の概要と結果（一般舗装）
- 11-2 国道28号淡路市浦地区における
試験施工追跡調査の概要と結果（排水性舗装）

1

11-1 国道28号淡路市釜口地区における 試験施工追跡調査の概要と結果（一般舗装）

(1) 調査項目

調査項目	
調査項目	規格
縦断凹凸調査	3mプロフィルメータ
横断凹凸調査	横断プロフィルメータ
FWD調査※	FWD
すべり抵抗測定	DFテスター
すべり抵抗測定	BPN
路面観察	スケッチ法
試料採取	コア採取

※ FWD調査および路面騒音測定は、第2回調査より実施

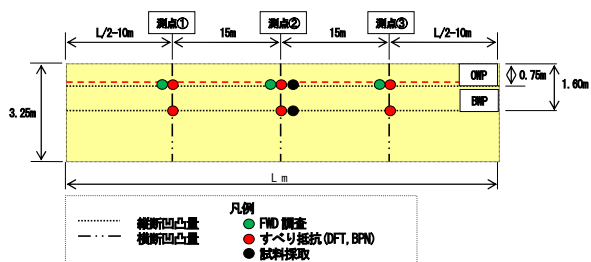
2

(2) 調査時期

調査場所	調査時期		
	第1回	第2回	第3回
一般舗装	施工直後 (平成21年2月)	12ヶ月後 (平成22年2月)	20ヶ月後 (平成22年10月)

3

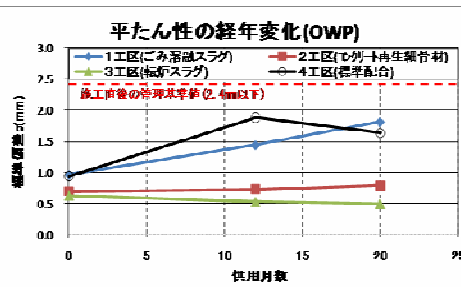
(3) 測定位置



4

(4) 調査結果

1)-1 縦断凹凸量(OWP)



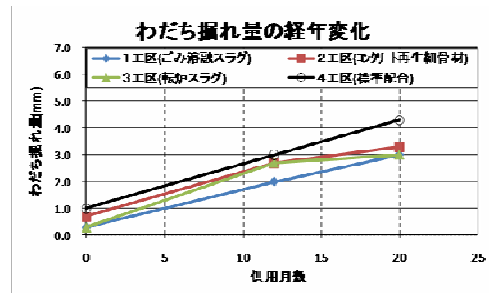
5

1)-2 縦断凹凸量結果

- 標準偏差は、1工区(ごみ溶融スラグ)および4工区(標準配合)が増加傾向。
 - その他2工区は施工直後からほとんど変化がなく、良好な平坦性を維持。
 - 現時点でいずれも施工時の管理基準値(2.4mm以下)を満足している。
- 1工区は基点部分が交差点に位置していることが、標準偏差の上昇に影響しているものと考えられる。

6

2)-1 横断凹凸量(わだち掘れ量)



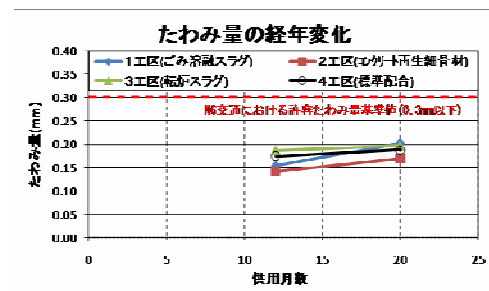
7

2)-2 横断凹凸量結果

- わだち掘れ量は、いずれの工区も増加傾向を示しており、その内1工区(ごみ溶融スラグ)および4工区(標準配合)は直線的な増加傾向。
 - 現時点においてはいずれの工区も5mm未満の値であり、特に問題はない。
- いずれの工区ともに施工直後の初期わだち掘れ、および2010年夏季における高温の影響が考えられる。

8

3)-1 FWD調査(たわみ量)



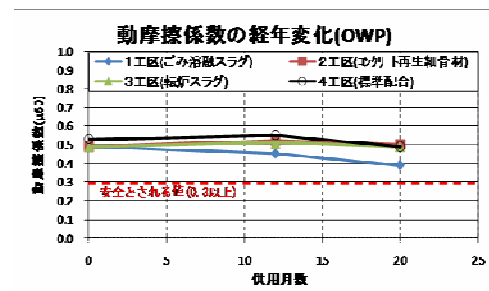
9

3)-2 FWD調査結果

- FWDによるたわみ量は、いずれの工区も第2回調査に比べ第3回調査は増加しているものの、その量はおくわずである。
 - いずれの工区もN6交通におけるたわみ量の許容値(0.3mm以下)を十分に満足している。
- 現地の舗装構造が安定しており、施工した舗装にも異常がないことを示しているものと考えられる。

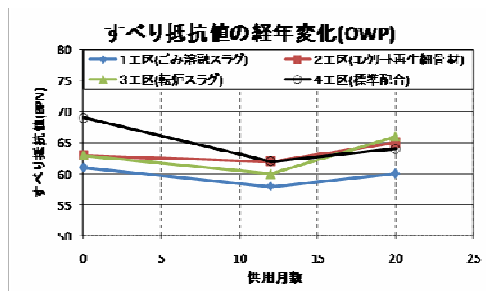
10

4)-1 すべり抵抗値(DFテスター)[OWP]



11

4)-2 すべり抵抗値(BPN)[OWP]



12

4)-3 すべり抵抗値測定結果

- ・動摩擦係数については、1工区(ごみ溶融スラグ)がわずかながら低下傾向を示しているが、**その他3工区は大きな変化が認められない。**
- ・BPN値については、いずれの工区も**第2回目の調査で低下傾向が見られたが、第3回調査ではまた上昇する結果**となっている。

→ **ごみ溶融スラグ**は表面がガラス質であることから、供用後のOWP舗装表面のアスファルト被膜の逸脱に伴い、すべり抵抗の低下を示していることが考えられる。

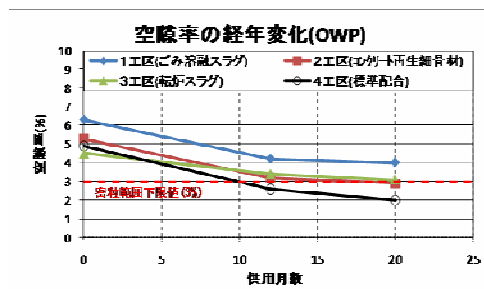
13

5) 路面観察

- ・いずれの工区も現時点でひび割れあるいはその他の異常などの発生は**なく良好な路面状態**を示している。

14

6)-1 試料採取(空隙率)[OWP]



15

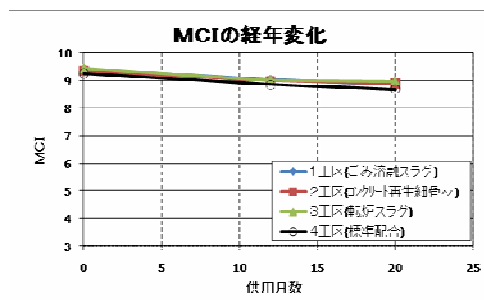
6)-2 試料採取結果

- ・空隙率は、**いずれも低下傾向を示し、2工区(コンクリート再生細骨材)および4工区(標準配合)では、密粒度アスファルト混合物における空隙率の下限値(3%)を下回る結果**となっている。

→ 空隙率低下の傾向は**わだち掘れの傾向とほぼ同様**。いずれの工区ともに施工直後の**初期わだち掘れ**、および**2010年夏季における高温の影響**が考えられる。

16

7)-1 MCI(道路維持管理指数)



17

7)-2 MCI(道路維持管理指数) 結果

・ひび割れ率、わだち掘れ量、縦断凹凸量から算出したMCIは、**いずれの工区も評価点8以上の値**となり、評価基準と対比しても**いずれの工区ともに良好な状態**であることがわかる。

評価ランク	評価点	評価内容
A	10	全く欠陥が認められない。(良)
B	8	いくぶん欠陥があるが良好とみなされる。
C	6	欠陥は多いが修繕を要しない。
D	4	簡単な修繕を要する。 (パッチング、部分的シーリング)
E	2	大規模な修繕を要する。 (オーバーレイ、打換えなど)

「舗装工学」社団法人 土木学会より

18

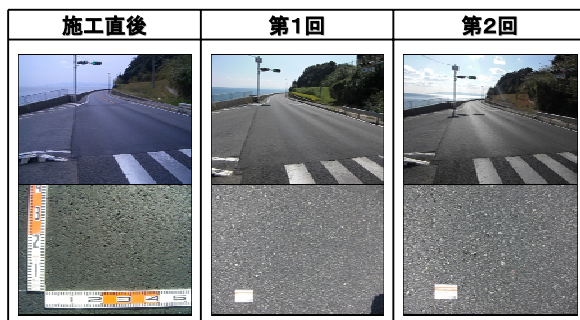
(5) 路面状況の確認

現地路面状況の確認

	日時	天候	気温
第1回	平成21年2月18日(水)15:00～	はれ	8℃
第2回	平成22年9月16日(木)13:00～	はれ	26℃
第3回	平成23年1月14日(金)13:00～	はれ	6℃

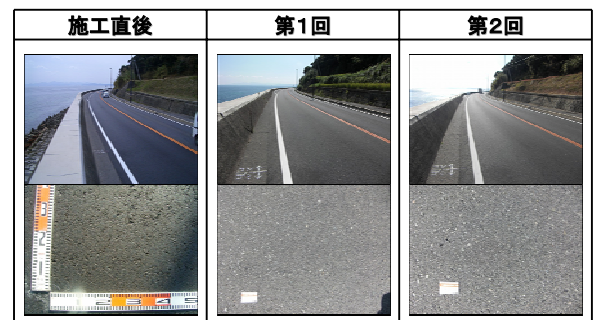
19

1) 1工区(ごみ溶融スラグ)



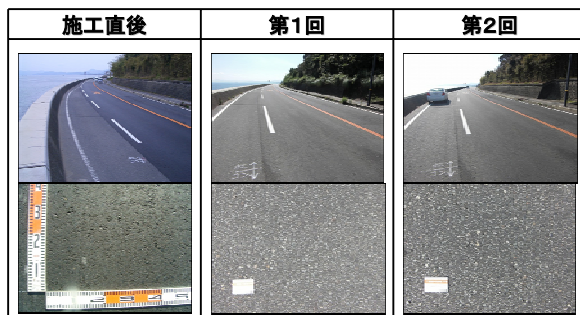
20

2) 2工区(コンクリート再生細骨材)



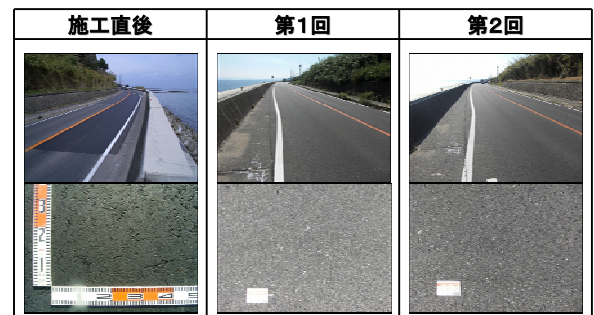
21

3) 3工区(転炉スラグ)



22

4) 4工区(標準配合)



23

(6) 混合物性状の評価

混合物性状の評価(標準配合に対して)				
項目\工区	溶融スラグ	コンクリート再生細骨材	転炉スラグ	評価基準
最適アスファルト量	○	△	△	少ない程良い
マーシャル安定度	○	○	○	高い程良い
動的安定度	○	○	○	高い程良い
総合評価	○	○	○	

備考
 ◎:標準配合より優位 ○:標準配合と同等
 △:標準配合より若干劣位 ×:標準配合より大きく劣位

- ・標準配合より明確な**アスファルト量の増加**が認められるコンクリート再生細骨材と転炉スラグ入り混合物を「△」。
- ・その他性状はいずれも大差がない。
- ・総合評価としては、いずれも**標準配合と同等と評価した**。

24

(7) 追跡調査結果の評価

舗装性状の評価(標準配合に対して)				
項目\工区	1工区 (ごみ溶融スラグ)	2工区 (コンクリート再生細骨材)	3工区 (転炉スラグ)	評価基準
平坦性(変化)	◎ (交差点の影響を考慮)	◎	◎	小さい程良い
わだち振れ量	◎	◎	◎	小さい程良い
たわみ量(参考)	(○)	(○)	(○)	小さい程良い
すべり抵抗	DFT △ BPN △	○ ○	○ ○	高い程良い
ひび割れ	○	○	○	少ない程良い
空隙率	◎	◎	◎	3%以上が良い
総合評価	◎	◎	◎	

備考
 ◎:標準配合より優位 ○:標準配合と同等 △:標準配合より若干劣位
 ×:標準配合より大きく劣位 たわみ量は路床路盤の影響を受けるため参考扱い

- ・総合評価として、いずれの混合物も**標準配合より優位**。

25

(8) まとめと今後の課題

- ・いずれの各種副産物を用いた工区ともに現時点で**標準配合より良好な結果**が得られており、何ら問題ない。
- ・今回採用したいずれの副産物も**一般舗装への適用は可能**と考えられる。
- ・現時点で比較的短期間での評価
 → 耐久性等を踏まえた舗装の性状や交通荷重等について、一定期間の追跡調査を行い**長期的な評価が必要**。

26

11-2 国道28号淡路市浦地区における試験施工追跡調査の概要と結果(排水性舗装)

(1) 調査項目

調査項目		規格
路面調査	縦断凹凸調査	3mプロファイルメータ
	横断凹凸調査	横断プロファイルメータ
	FWD調査※	FWD
	すべり抵抗測定	DFテスター
	すべり抵抗測定	BPN
	路面観察	スケッチ法
	試料採取	コア採取
	浸透水量測定	舗装調査・試験法便覧による
	路面騒音測定※	タイヤ近接音

※ FWD調査および路面騒音測定は、第2回調査より実施

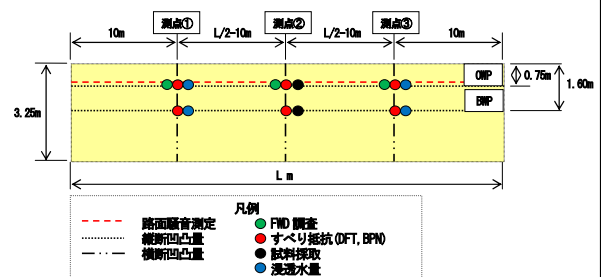
27

(2) 調査時期

調査場所	調査時期		
	第1回	第2回	第3回
排水性舗装	施工直後 (平成21年11月)	3ヶ月後 (平成22年2月)	11ヶ月後 (平成22年10月)

28

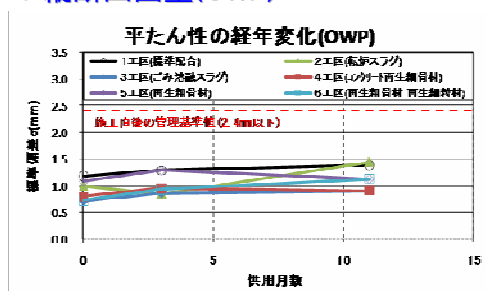
(3) 測定位置



29

(4) 調査結果

1)-1 縦断凹凸量(OWP)



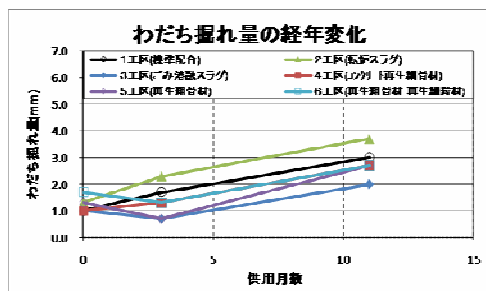
30

1)-2 縦断凹凸量結果

- いずれの工区の場合も施工直後からほとんど変化がなく、良好な平たん性を維持している。
- 現時点でいずれも施工時の管理基準値(2.4mm以下)を十分に満足している。

31

2)-1 横断凹凸量(わだち掘れ量)



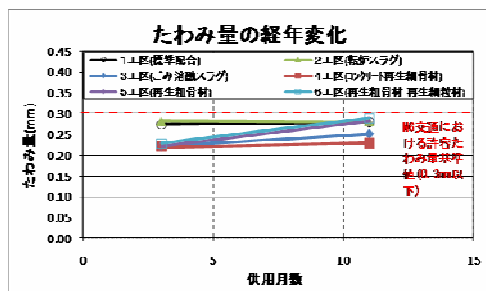
32

2)-2 横断凹凸量結果

- いずれの工区も増加傾向を示しており、第2回調査時から第3回調査時の増加量は、いずれの工区とも同程度となっている。
 - 現時点においてはいずれの工区も4mm未満の値であり、特に問題はない。
- いずれの工区とも2010年夏季における高温の影響が考えられる。

33

3)-1 FWD調査(たわみ量)



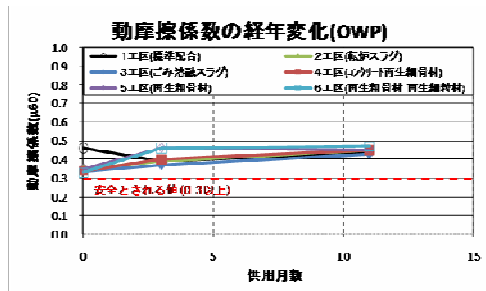
34

3)-2 FWD調査結果

- FWDによるたわみ量は、第2回調査に比べ第3回調査は増加している工区がほとんどであるが、その量はごくわずかである。いずれの工区もN6交通におけるたわみ量の許容値(0.3mm以下)を満足している。
- 現地の舗装構造が安定しており、施工した舗装にも異常がないことを示しているものと考えられる。

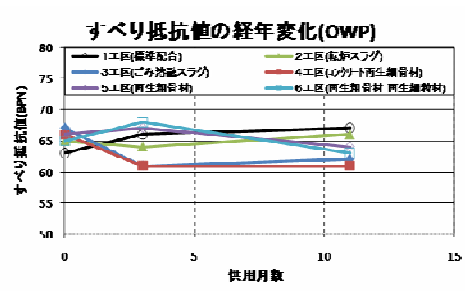
35

4)-1 すべり抵抗値(DFテスター)[OWP]



36

4)-2 すべり抵抗値(BPN)[OWP]



37

4)-3 すべり抵抗値測定結果

- ・動摩擦係数については、**1工区**において第2回目の調査で低下傾向が見られたが、第3回調査ではまた上昇している。その他いずれの工区ともに緩やかな上昇傾向を示している。
 - ・BPN値については、**第5工区(再生粗骨材)**および**第6工区(再生粗骨材 基層:再生細粒材)**で、第2回調査に比べ第3回調査は低下しているが、その他工区ではいずれの工区のBPNも緩やかな上昇傾向を示している。
- いずれの工区ともに、供用後の舗装表面のアスファルト被膜の逸脱による**粗骨材表面の露出**により、すべり抵抗が上昇していることが考えられる。

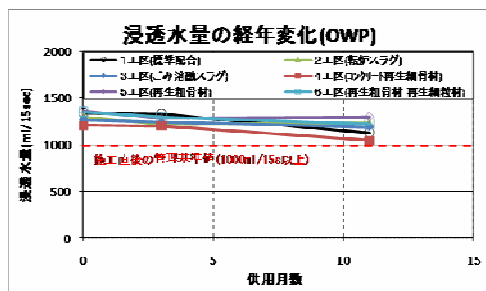
38

5) 路面観察

- ・いずれの工区も現時点でひび割れあるいはその他の異常などの発生はなく**良好な路面状態**を示している。

39

6)-1 浸透水量[OWP]



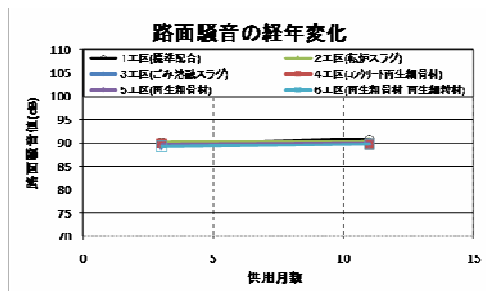
40

6)-2 浸透水量測定結果

- ・浸透水量については、いずれの工区ともに**緩やかな低下傾向**を示しているものの、**施工直後の管理基準値(1000ml/15sec以上)**を満足している。

41

7)-1 路面騒音



42

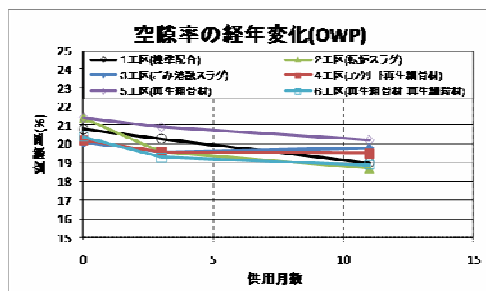
7)-2 路面騒音測定結果

・4工区(コンクリート再生細骨材)を除きいずれの工区とも**上昇しているが、その数値はわずかである。**

→ いずれの工区も**浸透水量の大きな低下がなく、空隙の大きな閉塞はないものと考えられる。**従って、**路面騒音への影響も少なかったものと考えられる。**

43

8)-1 試料採取(空隙率)[OWP]



44

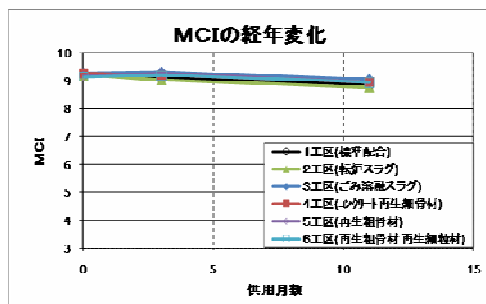
8)-3 試料採取結果

・空隙率については、**いずれの工区も第2回調査にかけて低下傾向を示しており、第3回調査にかけては3工区(ごみ溶融スラグ)および4工区(コンクリート再生細骨材)がほとんど変化ないものの、その他の工区は緩やかな低下傾向を示している。**

・**いずれの工区ともに現時点において、おおむね当初の目標空隙率20%程度(20±1%)を満足している。**

45

9)-1 MCI(道路維持管理指数)



46

9)-2 MCI(道路維持管理指数) 結果

・ひび割れ率、わだち掘れ量、縦断凹凸量から算出したMCIは、**いずれの工区も評価点8以上の値となり、評価基準と対比してもいずれの工区ともに良好な状態であることがわかる。**

評価ランク	評価点	評価内容
A	10	全く欠陥が認められない。(良)
B	8	いくぶん欠陥があるが良好とみなされる。
C	6	欠陥は多いが修繕を要しない。
D	4	簡単な修繕を要する。 (パッチング、部分的シーリング)
E	2	大規模な修繕を要する。 (オーバーレイ、打換えなど)

「舗装工学」社団法人 土木学会より

47

(5) 路面状況の確認

現地路面状況の確認

	日時	天候	気温
第1回	平成21年11月25日(水)14:00～	はれ	15℃
第2回	平成22年9月16日(木)13:00～	はれ	26℃
第3回	平成23年1月14日(金)13:00～	はれ	6℃
第4回	平成23年2月14日(月)13:30～	雪	0℃

48

1) 1工区(標準配合)

施工直後	第1回	第2回
		

49

2) 2工区(転炉スラグ)

施工直後	第1回	第2回
		

50

3) 3工区(ごみ溶融スラグ)

施工直後	第1回	第2回
		

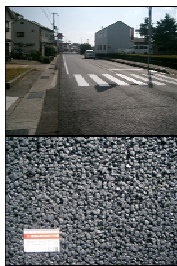
51

4) 4工区(コンクリート再生細骨材)

施工直後	第1回	第2回
		

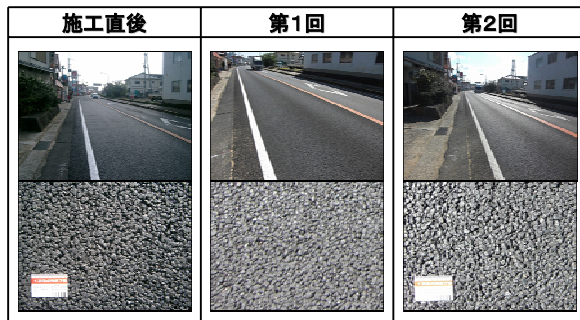
52

5) 5工区(再生粗骨材)

施工直後	第1回	第2回
		

53

6) 6工区(再生粗骨材 基層:再生細粒材)



54

7) 降雪時における排水状況 7)-1 隣接する一般舗装(密粒)



・一般舗装では水膜が認められる

55

7)-2 排水性舗装(標準配合起点部)



- ・標準配合工区起点部で一部浸透水による飽和状態
- ・隣接する一般舗装のわだちの水が多量に流れ込んだことが原因

56

7)-3 標準配合・転炉スラグ



標準配合工区(起点部以外)

転炉スラグ工区

・いずれも水膜は認められない

57

7)-4 ごみ熔融スラグ・コンクリート再生細骨材



ごみ熔融スラグ工区

コンクリート再生細骨材工区

・いずれも水膜は認められない

58

7)-5 再生粗骨材・再生粗骨材(基層:再生細粒材)



再生粗骨材工区

再生粗骨材工区(基層:再生細粒材)

・いずれも水膜は認められない

59

(6) 混合物性状の評価

1) 再生粗粒度アスファルト混合物

混合物性状の評価(標準配合に対して)

項目\工区	再生細粒材入り混合物	評価基準
最適アスファルト量	○	少ない程良い
マーシャル安定度	○	高い程良い
総合評価	○	

備考

◎:標準配合より優位 ○:標準配合と同等
△:標準配合より若干劣位 ×:標準配合より大きく劣位

・再生細粒材を用いた混合物の性状は、**標準配合と同等**。

60

2) ポーラスアスファルト混合物

混合物性状の評価(標準配合に対して)

項目\工区	転炉スラグ	ごみ溶融スラグ	コンクリート再生粗骨材	再生粗骨材	評価基準
最適AS量	△	○	△	○	少ない程良い
マーシャル安定度	○	○	○	○	高い程良い
損失率	○	○	○	△	小さい程良い
動的安定度	○	○	○	○	高い程良い
総合評価	○	○	○	○	

備考

◎:標準配合より優位 ○:標準配合と同等
△:標準配合より若干劣位 ×:標準配合より大きく劣位

・最適アスファルト量は、標準配合より量の多くなる**転炉スラグとコンクリート再生粗骨材を「△」**。
・損失率は、標準配合より大きい**再生粗骨材を「△」**。
・総合評価としては、いずれの混合物も**標準配合と同等**と評価した。

61

(7) 追跡調査結果の評価

舗装性状の評価(標準配合に対して)

項目\工区	2工区 (転炉スラグ)	3工区 (ごみ溶融スラグ)	4工区 (Oo再生粗骨材)	5工区 (再生粗骨材)	6工区 (再生粗骨材) (再生細粒材)	評価基準
平坦性(変化)	○	○	○	○	○	小さい程良い
わだち濡れ量	△	◎	○	○	○	小さい程良い
たわみ量(参考)	(○)	(◎)	(◎)	(○)	(○)	小さい程良い
すべり抵抗	DFT	○	○	○	○	高い程良い
	BPN	○	△	△	△	
ひび割れ	○	○	○	○	○	少ない程良い
浸透水量	○	○	○	○	○	多い程良い
路面騒音	○	○	○	○	○	低い程良い
空隙率	○	○	○	◎	○	高い程良い
総合評価	○	○	○	○	○	

備 考 ○:標準配合より優位 ◎:標準配合と同等 △:標準配合より若干劣位
×:標準配合より大きく劣位 たわみ量は路床隆降の影響を与えるため参考扱い

備考 ◎:標準配合より優位 ○:標準配合と同等 △:標準配合より若干劣位
×:標準配合より大きく劣位 たわみ量は路床路盤の影響を受けるため参考扱い

・項目により優劣はあるが、総合評価としては**いずれの混合物も標準配合と同等**と評価した。

62

(8) まとめと今後の課題

- ・いずれの各種副産物および再生粗骨材を用いた工区ともに現時点で**標準配合と同等の結果**が得られており、何ら問題ない。
- ・今回採用した各副産物および再生粗骨材の**排水性舗装への適用は可能**と考えられる。
- ・また再生細粒材の**再生粗粒度アスファルト混合物への適用も可能**と考えられる。
- ・現時点で比較的短期間での評価

→ 耐久性等を踏まえた舗装の性状や交通荷重等について、一定期間の追跡調査を行い**長期的な評価が必要**。

63

終わり

ご清聴ありがとうございました

64

12. 河川堤防における試験施工と 追跡調査の概要

世紀東急工業(株)
鈴木 徹

1

試験施工の概要

場 所	時 期
木津川堤防	平成22年3月 (約1年5ヶ月経過)
宇治川堤防	平成23年2月 (約6ヶ月経過)

2

木津川堤防／試験施工箇所



3

施工断面と検証事項

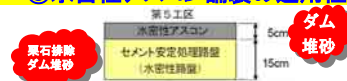
①経済性を考慮したコンクリート舗装の適用性



②密粒度アスコン舗装の適用性



③水密性アスコン舗装の適用性



4

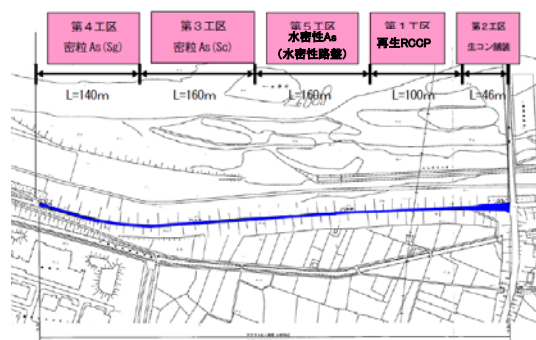
主な目標性能

再生RCCP	配合曲げ強度: 5.7N/mm ² 以上(材令28日) 修正VC値: 50秒±10sec(出荷約40分後)
生コン舗装	呼び圧縮強度: 36N/mm ² 以上(材令28日) スランプ: 8 ±2.5cm(出荷時)
密粒As	動的安定度: 500回/mm以上
水密性As	動的安定度: 500回/mm以上 透水係数: 1 × 10 ⁻⁷ cm/sec以下
水密性路盤	一軸圧縮強度: 0.98MPa以上(材令7日) 透水係数: 1 × 10 ⁻⁷ cm/sec程度

※ 基本性能は土木工事施工管理基準及び規格値に準ずる。

5

工区画割り



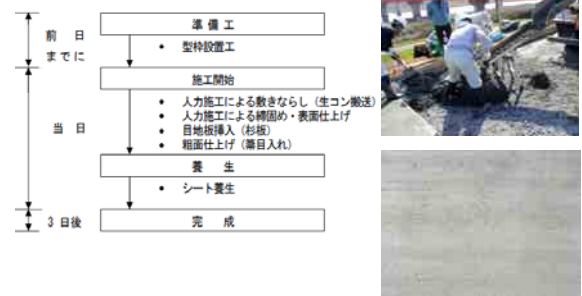
6

再生転圧コンクリート舗装の施工



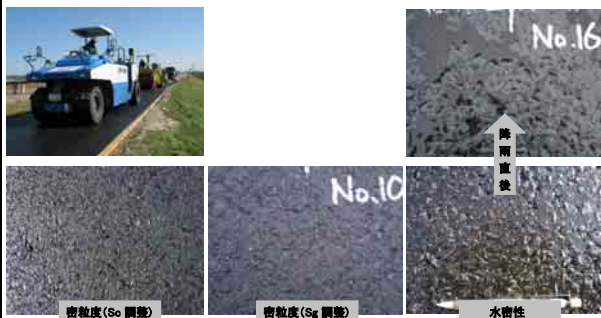
7

生コン舗装の施工



8

密粒度及び水密性アスコン舗装の施工



9

施工直後のすべり抵抗値

再生RCCP	X ₃ : 76BPN(20°C補正)
生コン舗装	—
密粒As(Sc)	X ₄ : 69BPN(20°C補正)
密粒As(Sg)	—
水密性As	X ₄ : 63BPN(20°C補正)

10

試験施工結果

再生RCCP	厚さ15cmであれば要求された品質と施工性や供用性等を確保
生コン舗装	人力施工でも要求された品質と施工性や供用性等を確保
密粒As(Sc)	要求された品質と施工性や供用性等を確保
密粒As(Sg)	要求された品質と施工性や供用性等を確保
水密性As	表面がアスファルトモルタル分で密実に覆われていて水分をはじき、要求された品質と施工性や供用性等を確保
水密性路盤	要求された品質と施工性等を確保

11

追跡調査の概要

路面調査	路面形状測定(縦断、横断)	レベル法
	路面観察	スケッチ法(写真撮影含む)

※ 近畿地方整備局 近畿技術事務所による。

12

追跡調査結果

路面調査	路面形状測定 (縦断、横断)	■ 極端な変状は見られない。
	路面観察	■ 再生RCCPに機能的には問題ないと思われるひび割れが1箇所発生(版中央部)。 ■ 密粒As及び水密性Asに雑草による隆起が原因と思われるひび割れが複数発生(主に端部)。

※ 近畿地方整備局 近畿技術事務所による。

13

雑草による隆起が原因のひび割れ例



※ 近畿地方整備局 近畿技術事務所による。

14

宇治川堤防／試験施工箇所



京都市伏見区



施工前

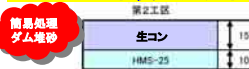
15

施工断面と検証事項

①早期開放を考慮したコンクリート舗装の適用性



②経済性を考慮した生コン舗装の適用性



③経済性を考慮した水密性舗装の適用性



④経済性を再生細粒度アスコン舗装の適用性



16

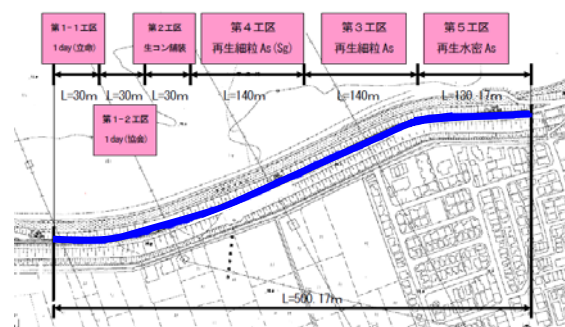
主な目標性能

1dayコン	目標曲げ強度: 3.5N/mm ² 以上(材令1日) スランプ: 10±2.5cm(出荷約60分後)
生コン舗装	呼び圧縮強度: 36N/mm ² 以上(材令28日) スランプ: 8±2.5cm(出荷約60分後)
再生細粒As	動的安定度: 500回/mm以上
再生水密性As	動的安定度: 500回/mm以上 透水係数: 1×10 ⁻⁷ cm/sec以下

※ 基本性能は土木工事施工管理基準及び舗装施工便覧に準ずる。

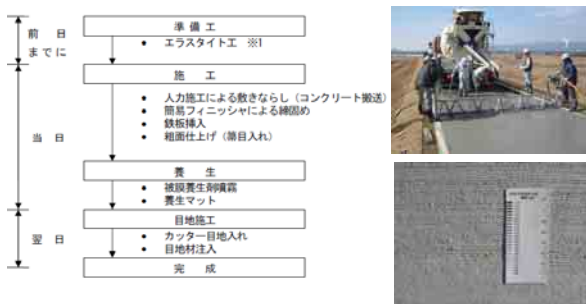
17

工区画割り



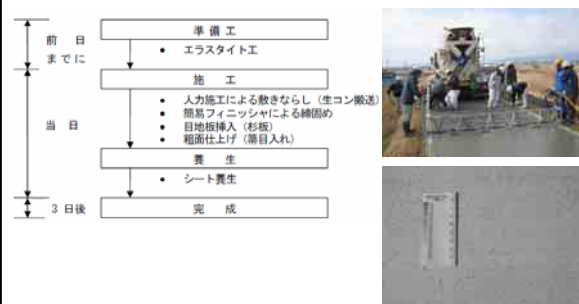
18

ワンディコンクリート舗装の施工



19

生コン舗装の施工



20

再生細粒度及び再生水密性アスコン舗装の施工



21

施工直後のすべり抵抗値

1dayコン(立命)	X ₃ : 58BPN(20°C補正)
1dayコン(協会)	X ₃ : 56BPN(20°C補正)
生コン舗装	X ₃ : 60BPN(20°C補正)
再生細粒As(Sg)	—
再生細粒As	X ₃ : 56BPN(20°C補正)
再生水密性As	X ₃ : 55BPN(20°C補正)

22

試験施工結果

1dayコン	簡易フィニッシャを用いた舗設によって要求された品質と施工性や供用性等を確保(施工翌日に開放可能)
生コン舗装	簡易フィニッシャを用いた舗設によって要求された品質と施工性や供用性等を確保
再生細粒As(Sg)	要求された品質と施工性や供用性等を確保
再生細粒As	
再生水密性As	

23

追跡調査計画(予定)

すべり抵抗値	振子式テスタ(便覧S021-2)
平坦性	3mプロフィルメータ(便覧S028)
ひび割れ率・度	スケッチ法(便覧S029)
わだち掘れ量	横断プロフィルメータ(便覧S030)
その他	段差、雑草繁殖状況等

24

13. 研究成果のまとめと今後の課題

大阪市立大学名誉教授
山田 優

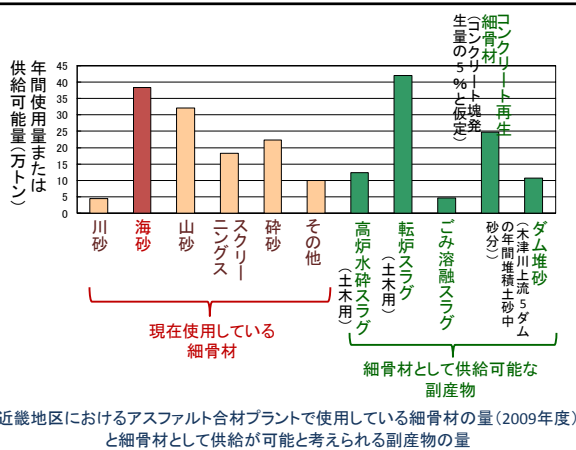
近畿における天然砂不足を補う方策は、

1. リサイクルの増進
2. 砕砂の使用
3. 副産物の活用

であると考え、本プロジェクトで検討を進めてきた。

その結果、

- ・リサイクルについて心配されている排水性舗装等からの発生材も、骨材としての再利用が可能であり、
 - ・骨材として種々の副産物を利用することができる、
 - ・砕砂の増産を促すために、砕石粉の有効利用も可能である
- ことを、確認することができた。



今後の課題

(1) 骨材供給体制の整備

- ・副産物骨材の供給体制、
- ・特に、コンクリート再生細骨材、ダム堆砂については、製造・処理施設からの整備が必要
- ・砕石など、既存の骨材供給体制との関係も要考慮

(2) 事前審査制度での取り扱い方

- ・現行のアスファルト混合物事前審査制度は、新しい骨材の採用や、多種類の骨材の使い分けを制限
- ・原材料の評価・選択は混合物製造者の責任とし、混合物としての性能の評価に重点をおいた審査に

(3) 骨材および混合物の品質評価方法

- ・骨材粒子の硬さ
- ・混合物の耐久性などの評価

