

新都市社会技術融合創造研究会  
第6回新都市社会技術セミナー

# 舗装用骨材資源の 有効利用に関する研究

(プロジェクトリーダー 山田 優)

平成21年5月29日 大阪合同庁舎1号館

# 発表次第

1. プロジェクト研究の概要
2. 鉄鋼スラグのアスファルト混合物用骨材としての適用性
3. ごみ溶融スラグのアスファルト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アスファルト混合物用骨材としての適用性

# 1. プロジェクト研究の 概要

(大阪市立大学名誉教授 山田 優)

# 舗装用骨材資源の有効利用に関する研究

プロジェクトリーダー 山田 優（大阪市立大学名誉教授）

## 参加メンバー

(産)大林道路 奥村組土木興業 鹿島道路 昭和瀝青工業  
世紀東急工業 大成ロテック 東亜道路工業  
NIPPOコーポレーション 日本道路 前田道路  
大阪砕石工業所 近畿砕石協同組合 森組  
鐵鋼スラグ協会 新日鉄エンジニアリング  
セメント協会 大阪兵庫生コンクリート工業組合

(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) 岡本享久(立命館大) 武田字浦(明石高専)

(官)近畿地方整備局(道路部、兵庫国道事務所、近畿技術事務所)  
大阪府 兵庫県 大阪市 神戸市

(オブザーバー参加)堺市 姫路市 道路保全技術センター  
奈良県 奈良市 水資源機構

## ワーキングテーマ

- ① 排水性舗装・環境舗装のリサイクル
- ② 鉄鋼スラグのアスファルト混合物用骨材としての適用性
- ③ 溶融スラグのアスファルト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アスファルト混合物への適用性
- ⑤ ダム堆砂のアスファルト混合物用骨材としての適用性
- ⑥ 砕石粉のアスファルト混合物用フィラーとしての適用性
- ⑦ 下水汚泥焼却灰のアスファルトフィラーとしての適用性
- ⑧ コンクリート舗装の普及と再生骨材・砕石粉の有効利用

## 2009. 2 国道28号線淡路市東浦地区で試験施工

- 使用細骨材
- 1) 転炉スラグ砂
  - 2) 溶融スラグ砂
  - 3) コンクリート再生細骨材



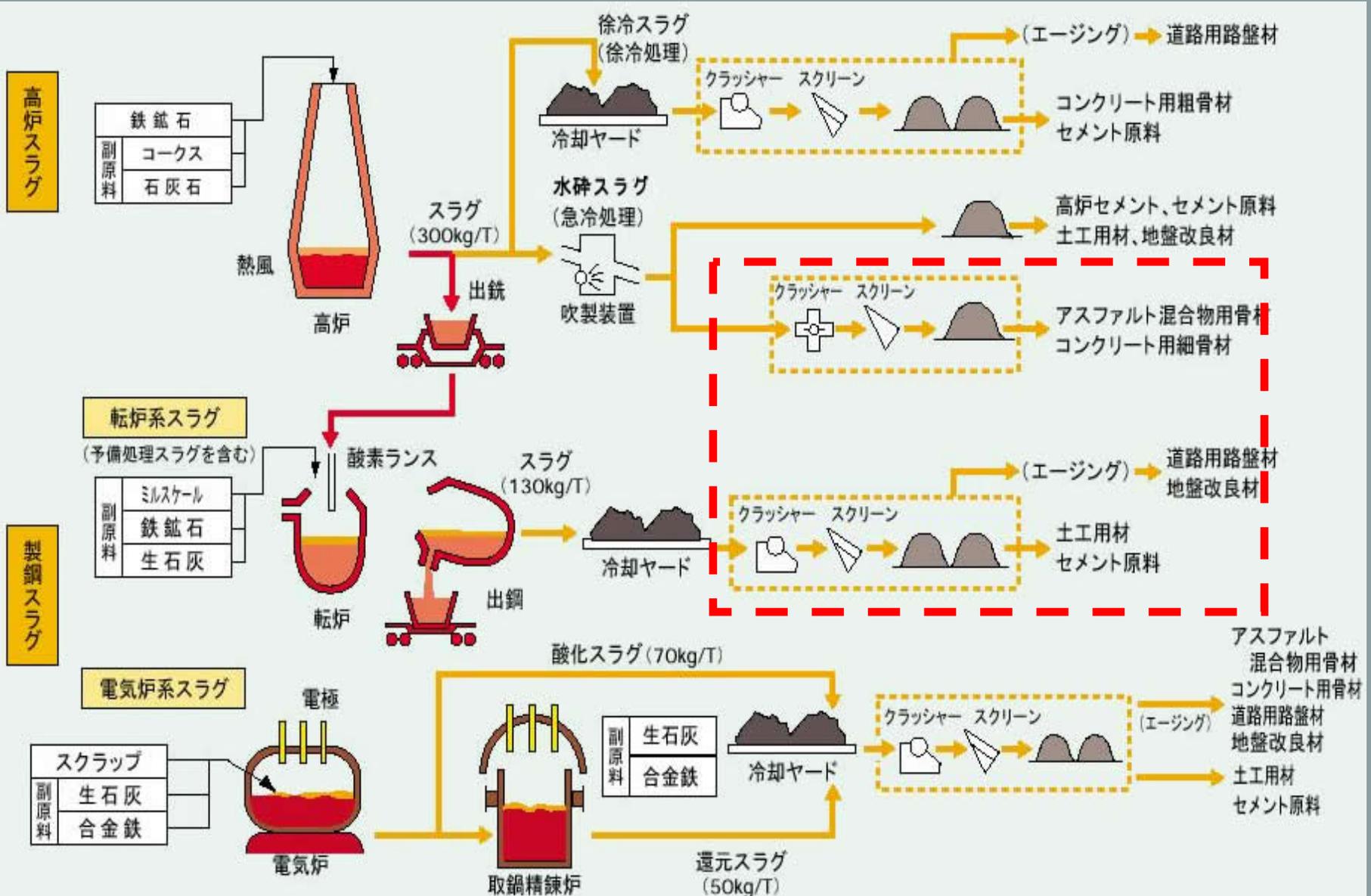
施工状況

## 2. 鉄鋼スラグのアスファルト 混合物用骨材としての適用性

(株)NIPPOコーポレーション

木下 孝樹)

# 鉄鋼スラグ細骨材とは？



# 鉄鋼スラグ細骨材の物理性状

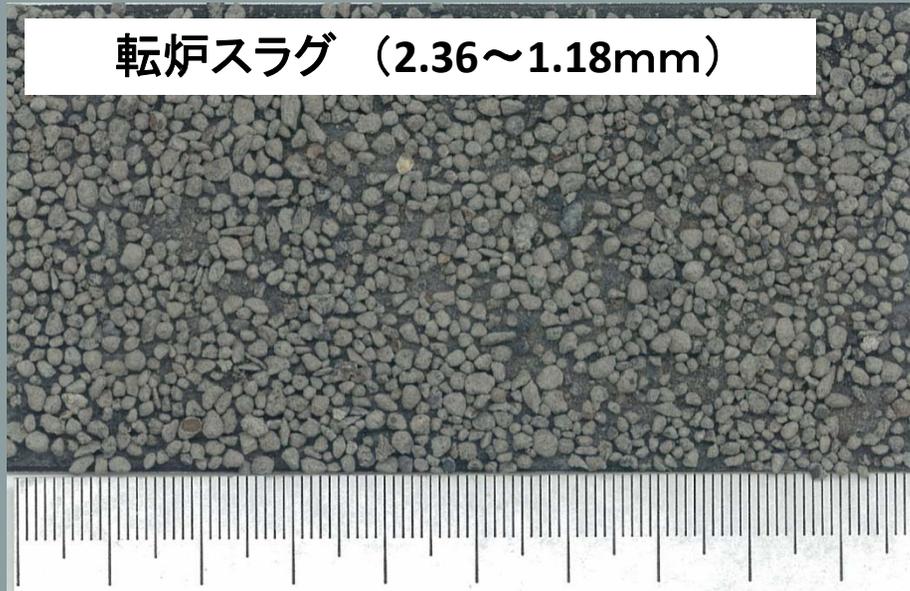
## 密度・吸水量

試験項目		試験方法	転炉スラグ	水砕スラグ
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	表 乾	JIS A 1109	2.928	2.657
	見 掛	JIS A 1109	3.260	2.718
吸水量(%)		JIS A 1109	5.29	1.35

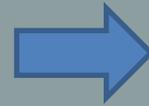
## 粒度分布

フルイ \ 種別	転炉スラグ	水砕スラグ
4.75 mm	100.0	100.0
2.36	88.3	99.4
0.60	64.3	48.0
0.30	48.5	19.6
0.15	31.1	9.2
0.075	17.9	4.4

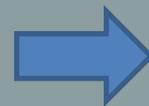
# 鉄鋼スラグ細骨材の外観



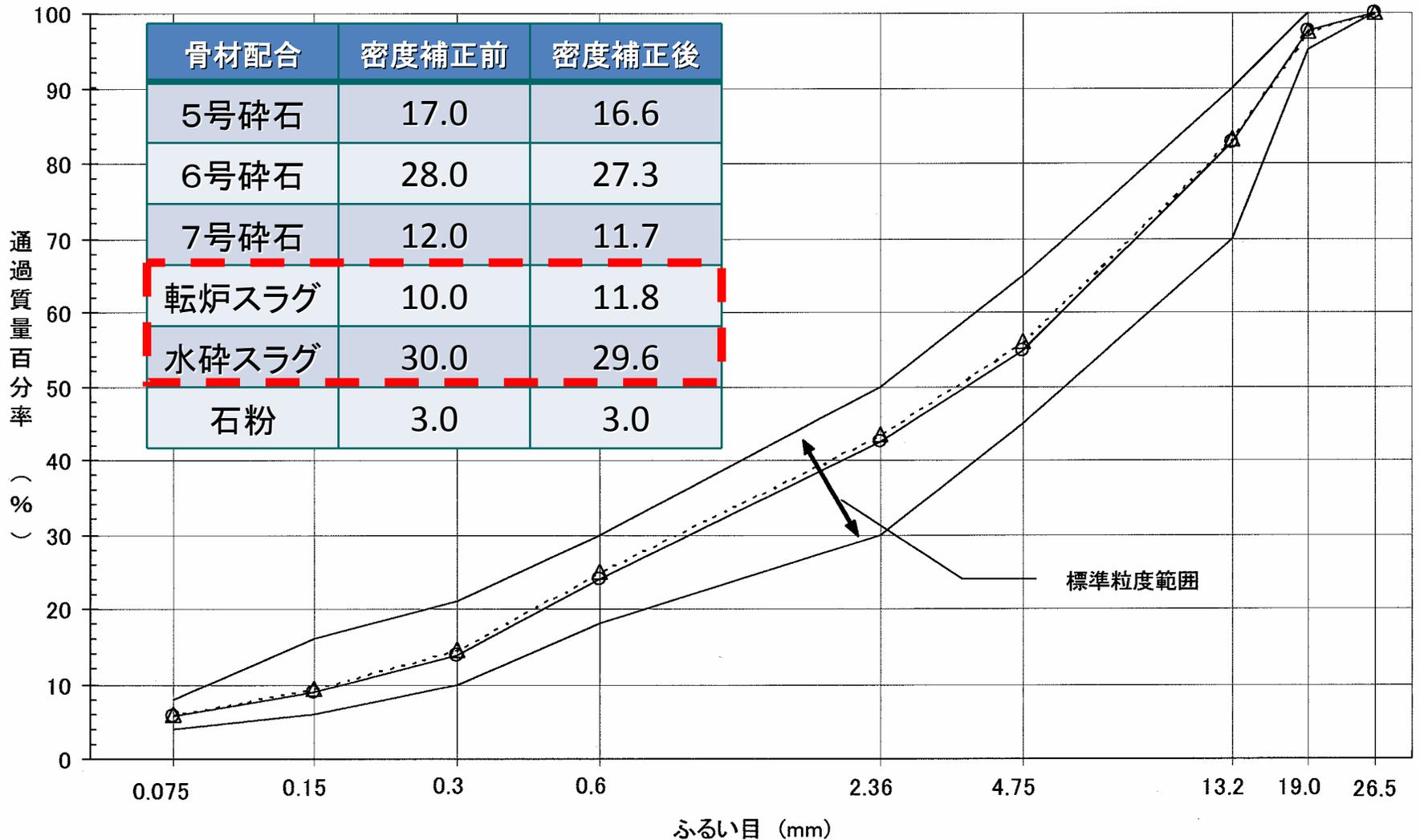
拡大



拡大

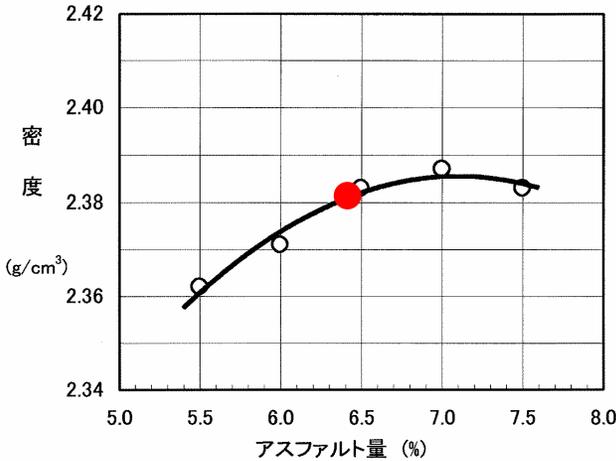


# 鉄鋼スラグ仕様改質密粒度AC(20)の配合設計 骨材配合と合成粒度

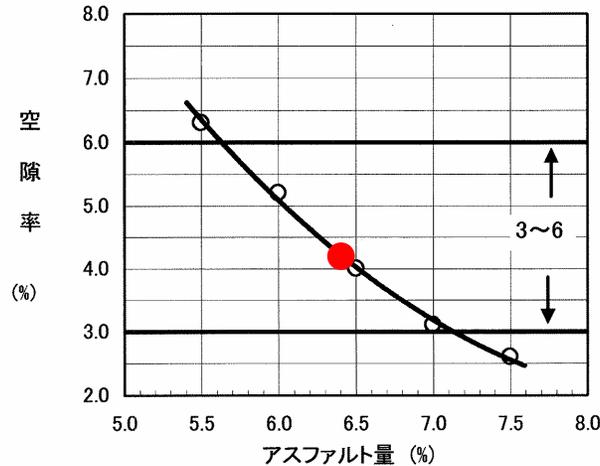


# 鉄鋼スラグ仕様改質密粒度AC(20)の配合設計 マーシャル安定度試験結果

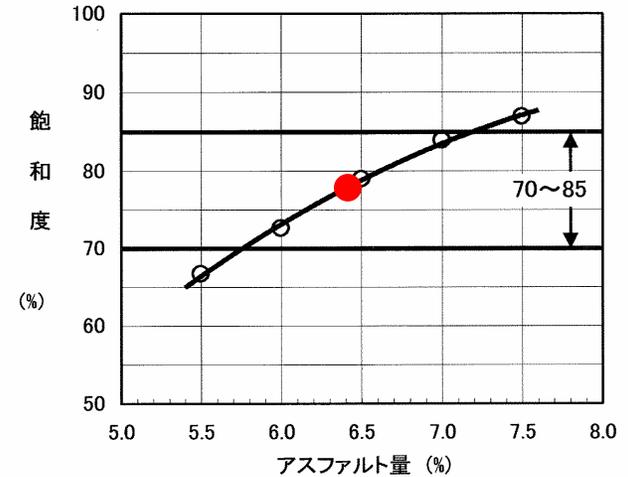
密度



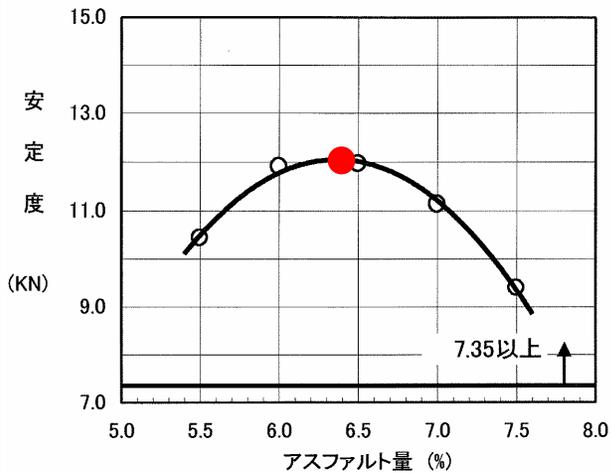
空隙率



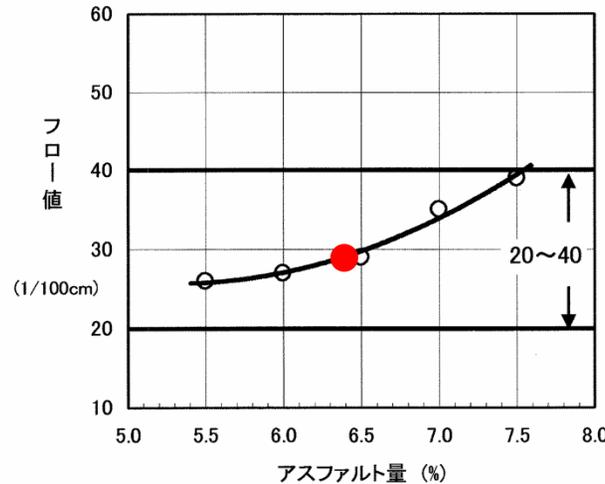
飽和度



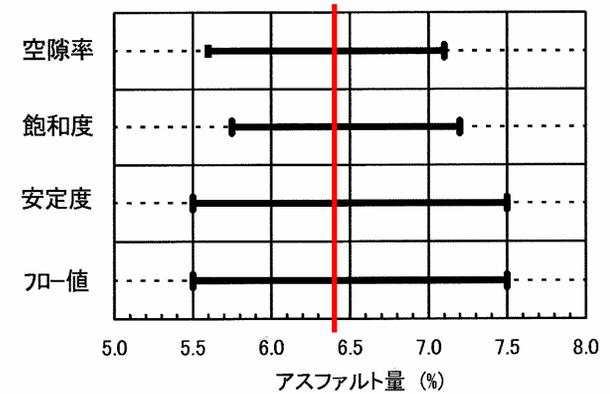
安定度



フロー値



暫定設計アスファルト量の決定



マーシャル基準値を満足するAs量の範囲 5.75 ~ 7.10 (%)  
 暫定設計アスファルト量 6.4 (%)

# 鉄鋼スラグ仕様改質密粒度AC(20)の試験練り結果

項目	試験練り			配合試験	規格値
	OAC-0.3%	OAC	OAC+0.3%		
アスファルト量 (%)	6.02	6.31	6.84	6.4	—
実際密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.365	2.374	2.376	2.380	—
理論密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.498	2.486	2.475	2.486	—
空隙率 (%)	5.3	4.5	4.0	4.3	3 ~ 6
飽和度 (%)	72.5	76.6	79.4	77.5	70 ~ 85
安定度 (KN)	12.31	11.50	11.17	12.0	7.35 <
フロー値 (1/100 cm)	25	29	30	29	20 ~ 40
動的安定度 (回/mm)	7,000	5,720	3,700	7,870	3,000 <

# 施工状況と舗装表面の肌目



比較工区



鉄鋼スラグ工区



# 3. ごみ溶融スラグの アスファルト混合物用骨材 としての適用性

(奥村組土木興業(株))

五反田 宏幸)

# (1) 概要

## ごみ溶融スラグ

一般廃棄物を溶融後に冷却して  
生成されたスラグ

一般廃棄物

家庭ごみ  
事業ごみ



溶融処理



溶融スラグ（水砕）



有効  
利用

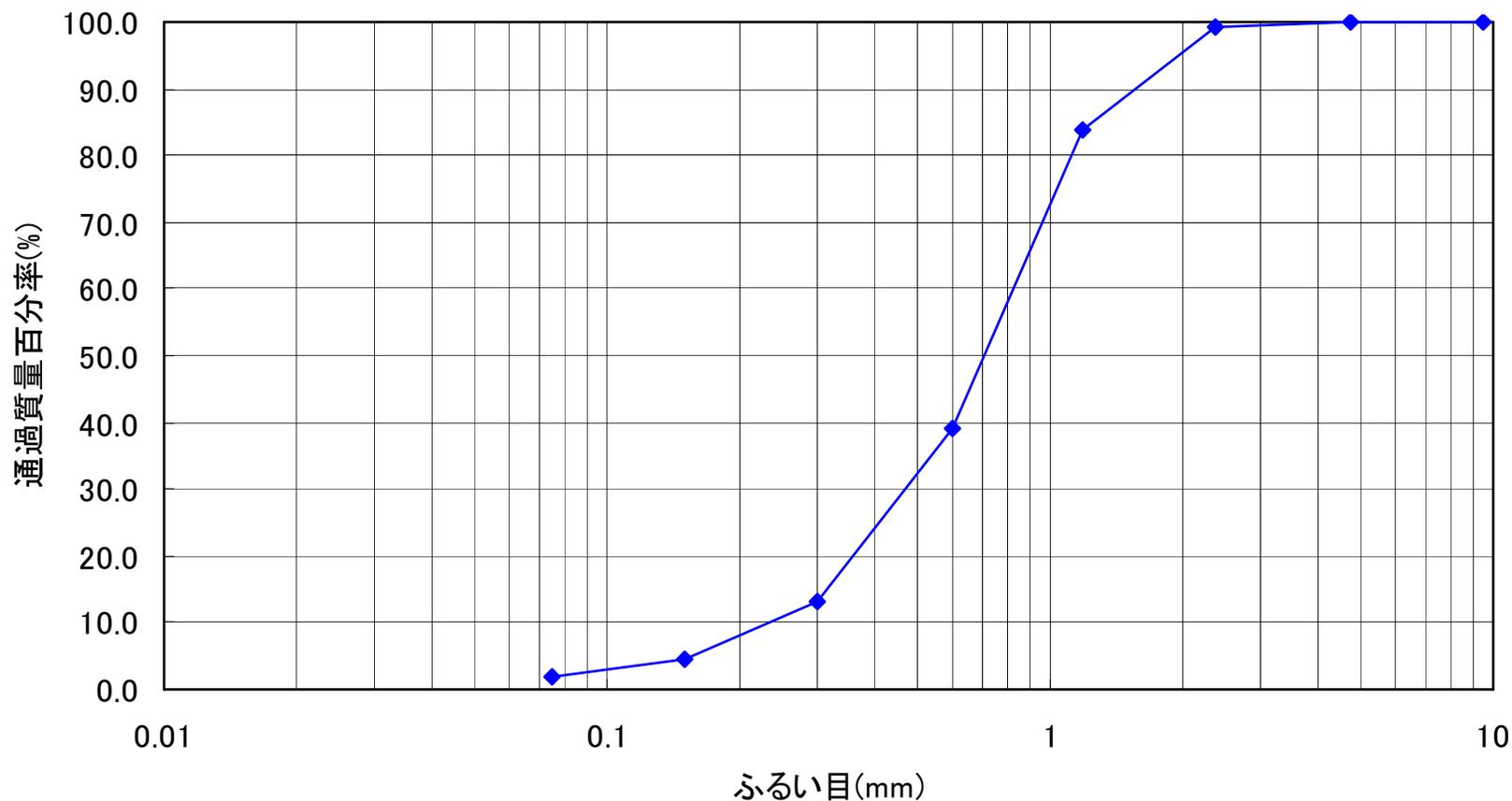
舗装用細骨材

## (2) ごみ溶融スラグの諸性状

# ごみ溶融スラグの物理性状例

(製造：揖龍クリーンセンター)

表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	かさ密度 (g/cm <sup>3</sup> )	見掛密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)
2.812	2.797	2.838	0.509



## (2) ごみ溶融スラグの諸性状

# ごみ溶融スラグの安全性確認

項目	溶出量試験 (JIS K 0058-1)		含有量試験 (JIS K 0058-2)	
	測定結果	基準	測定結果	基準
カドミウム	0.001未満	0.01 mg/L 以下	1未満	150 mg/kg 以下
鉛	0.005未満	0.01 mg/L 以下	19	150 mg/kg 以下
六価クロム	0.01未満	0.05 mg/L 以下	5未満	250 mg/kg 以下
ひ素	0.001未満	0.01 mg/L 以下	1未満	150 mg/kg 以下
総水銀	0.0005未満	0.0005 mg/L 以下	0.5未満	15 mg/kg 以下
セレン	0.001未満	0.01 mg/L 以下	1未満	150 mg/kg 以下
ふっ素	0.08未満	0.8 mg/L 以下	100	4000 mg/kg 以下
ほう素	0.1未満	1 mg/L 以下	150	4000 mg/kg 以下

### (3) 配合試験（密粒度アスファルト混合物(13)）

## 骨材の配合比率

配合 No.		配合比率 (%)					
		6号碎石	7号碎石	砕砂	海砂	スラグ	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

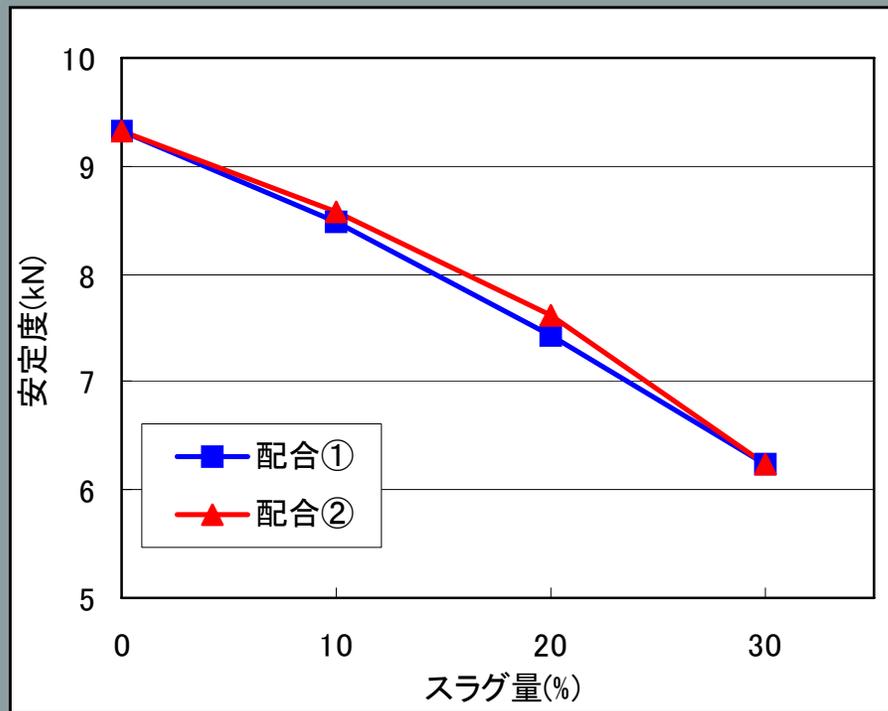
### (3) 配合試験（密粒度アスファルト混合物(13)）

## 最適アスファルト量におけるマーシャル特性値

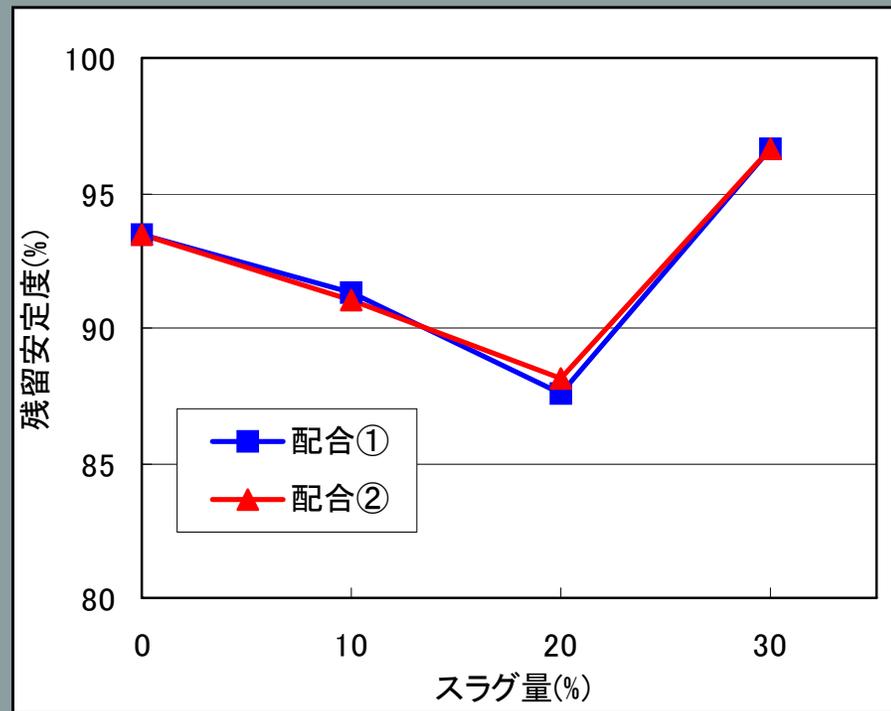
配合 No.	スラグ量 %	As量 %	密度 g/cm <sup>3</sup>	理論密度 g/cm <sup>3</sup>	空隙率 %	飽和度 %	フロー値 1/100cm	安定度 kN	残留安定 度 (%)	
配合 ①	A	0	5.8	2.350	2.444	3.8	77.6	28	9.32	93.5
	B	10	5.7	2.364	2.464	4.1	76.2	28	8.48	91.3
	C	20	5.7	2.378	2.480	4.1	76.3	28	7.43	87.6
	D	30	5.6	2.396	2.502	4.2	75.6	28	6.25	96.6
配合 ②	E	10	5.7	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
マーシャル試験の基準値			—	—	3~6	70~85	20~40	4.9 以上	75 以上	

### (3) 配合試験 (密粒度アスファルト混合物(13))

## 最適アスファルト量におけるマーシャル特性値



安定度

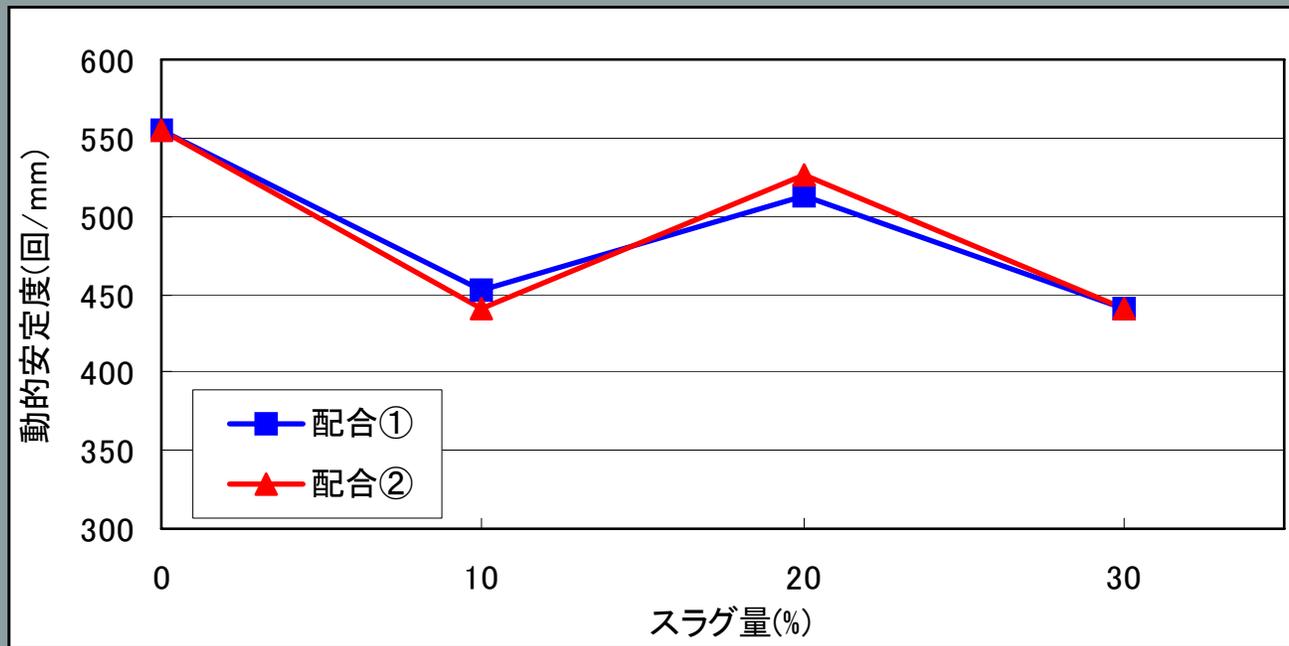


残留安定度

### (3) 配合試験（密粒度アスファルト混合物(13)）

## ホイールトラッキング試験結果

配合 No.		スラグ量 %	A <sub>s</sub> 量 %	締固め度 %	動的安定度 (回/mm)
配合 ①	A	0	5.8	99.7	554
	B	10	5.7	99.8	452
	C	20	5.7	100.0	513
	D	30	5.6	99.6	440
配合 ②	E	10	5.7	99.9	441
	F	20	5.7	100.0	527

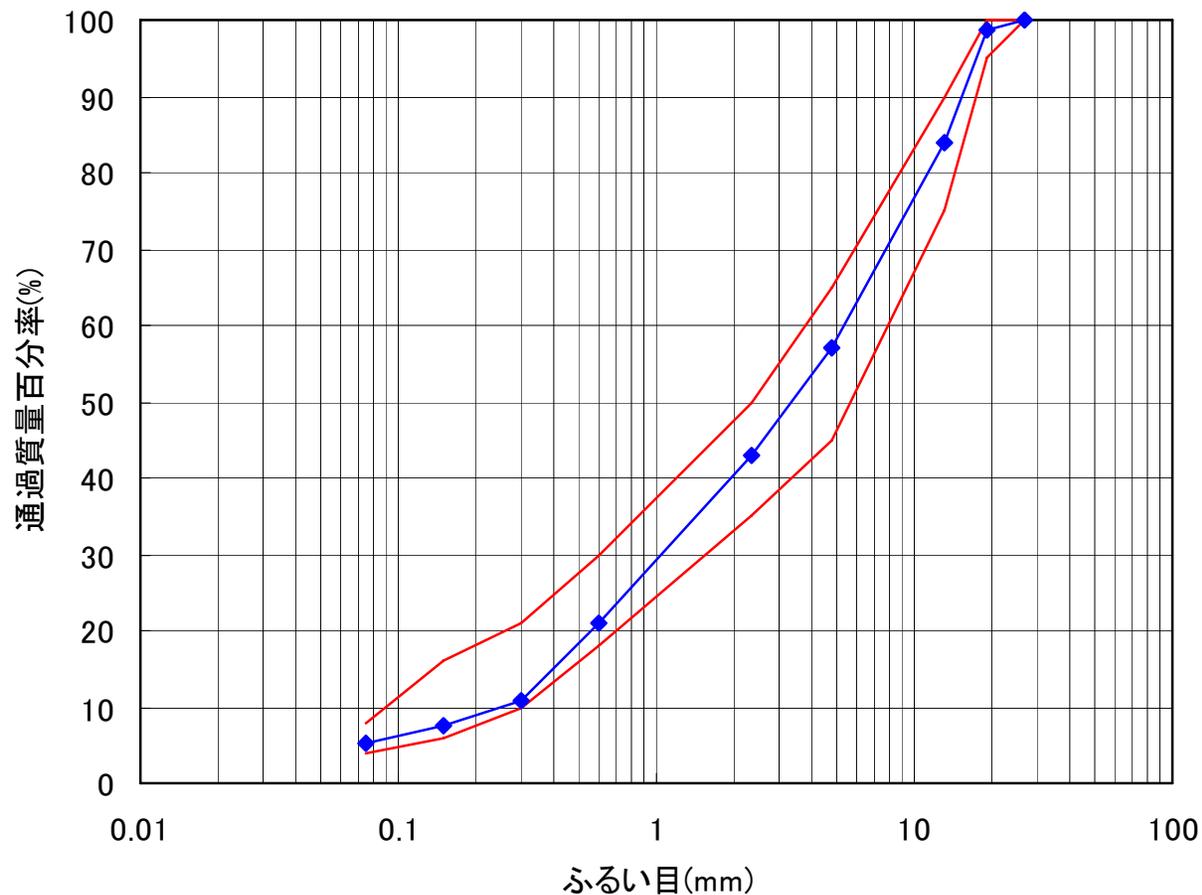


# (4) 配合試験 (改質密粒度アスファルト混合物(20))

## 骨材配合

### 配合比

使用材料	配合比 (重量%)
5号碎石	17.7
6号碎石	24.6
7号碎石	15.7
砕砂	15.8
ゴミ溶融スラグ	21.2
石粉	5.0
ポリマー改質 アスファルトⅡ型	OAC (5.3%)



### 合成粒度

## (4) 配合試験 (改質密粒度アスファルト混合物(20))

### 配合試験結果

#### マーシャル試験結果

項目	試験結果	規格値
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.397	—
理論密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.491	—
空隙率 (%)	3.8	3~6
飽和度 (%)	76.3	70~80
安定度 (kN)	11.79	7.35以上
フロー値 (1/100cm)	33	20~40
残留安定度 (%)	93.1	75%以上

#### ホイールトラッキング試験結果

項目	試験結果	規格値
供試体密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.398	—
基準密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.397	—
締固め度 (%)	100.0	100±1.0%
動的安定度 (回/mm)	4500	3000以上

# 4. コンクリート再生細骨材の アスファルト混合物用骨材 としての適用性

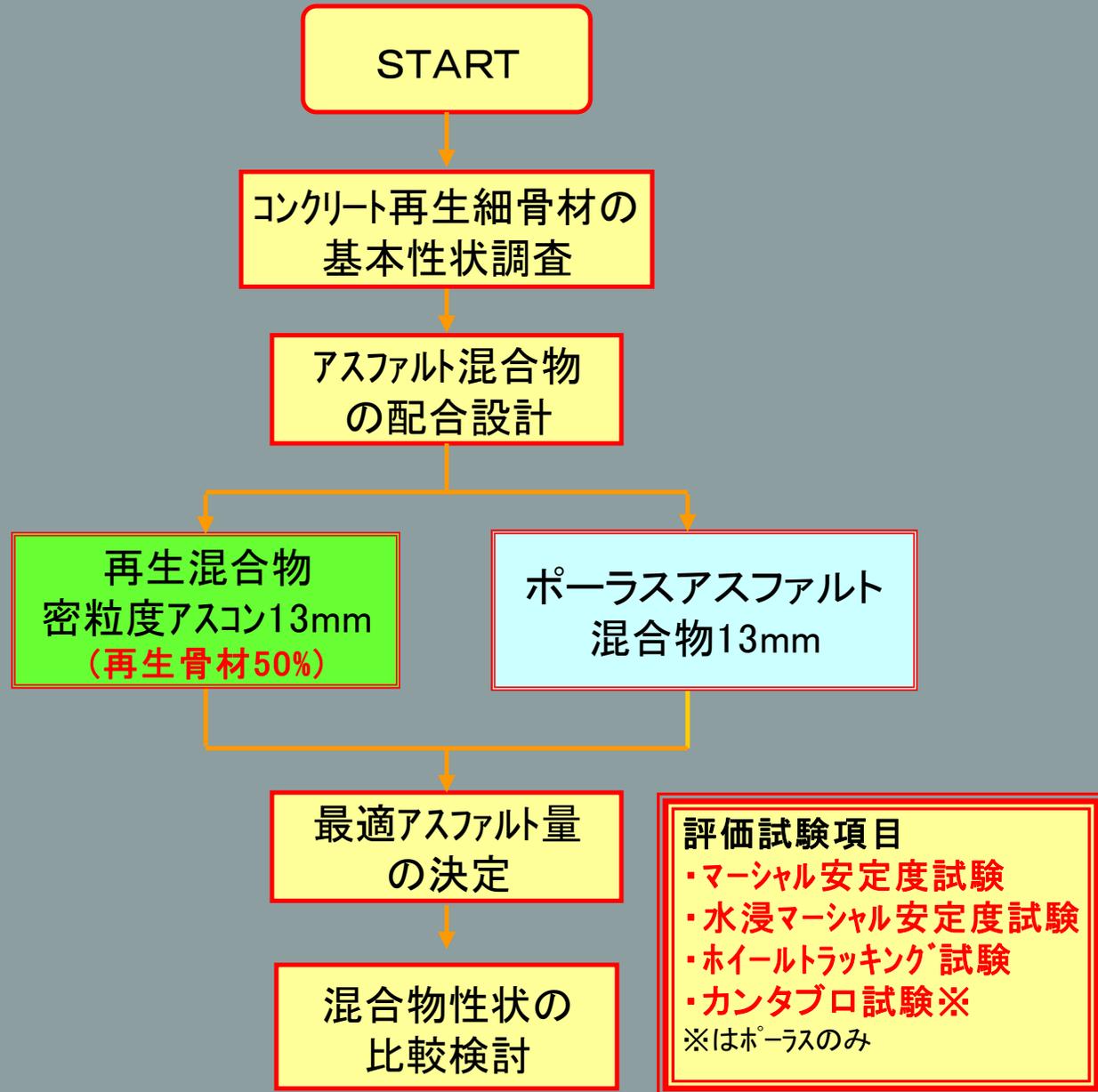
(日本道路株)

小宮 正俊)

# 検討内容

- (1) コンクリート再生細骨材 (Co砕砂) の性状調査
- (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
- (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調査

# 室内試験のフロー



## (1) Co再生細骨材の性状

### コンクリート再生細骨材 (Co碎砂) の外観

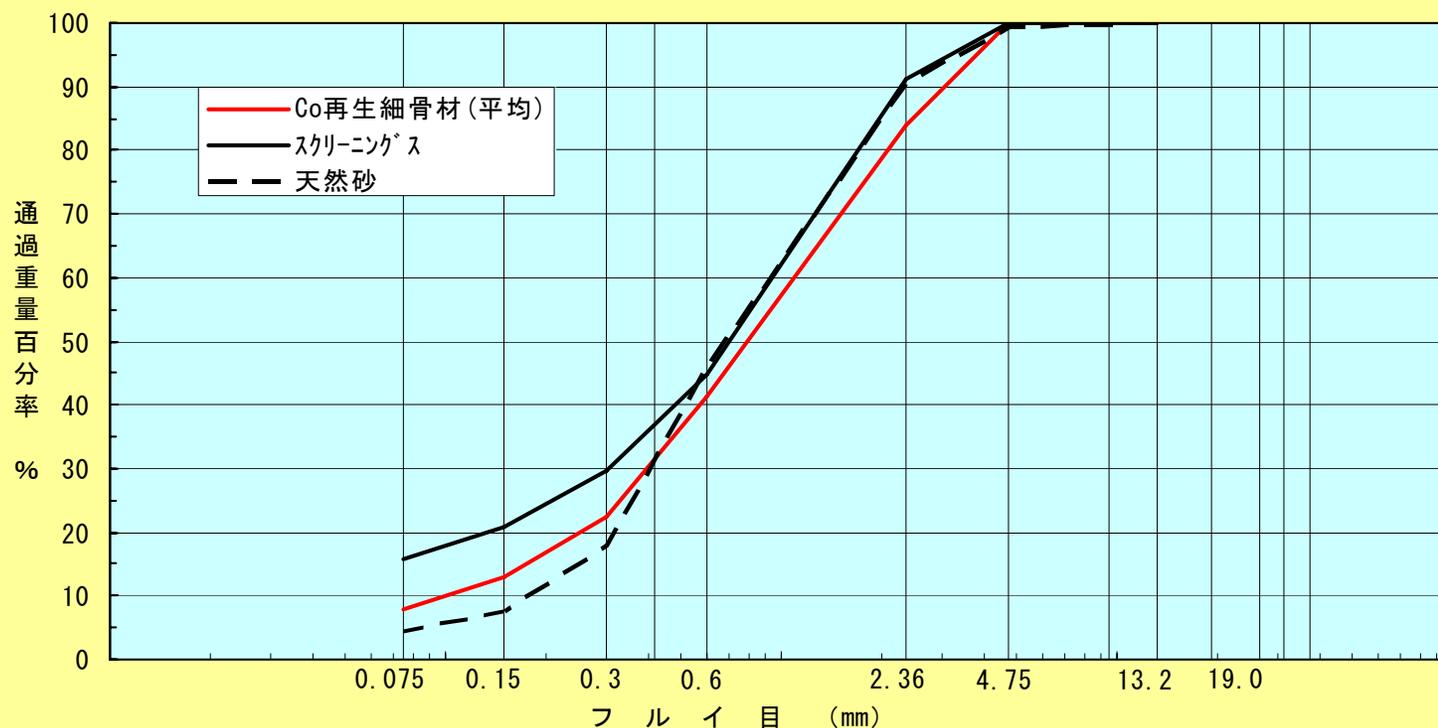


# (1) Co再生細骨材の性状

## 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)	スクリーングス	天然砂
表乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.284	2.607	2.586
かさ密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.090	2.552	2.547
見掛密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.617	2.700	2.649
吸水率 (%)	9.63	2.15	1.51

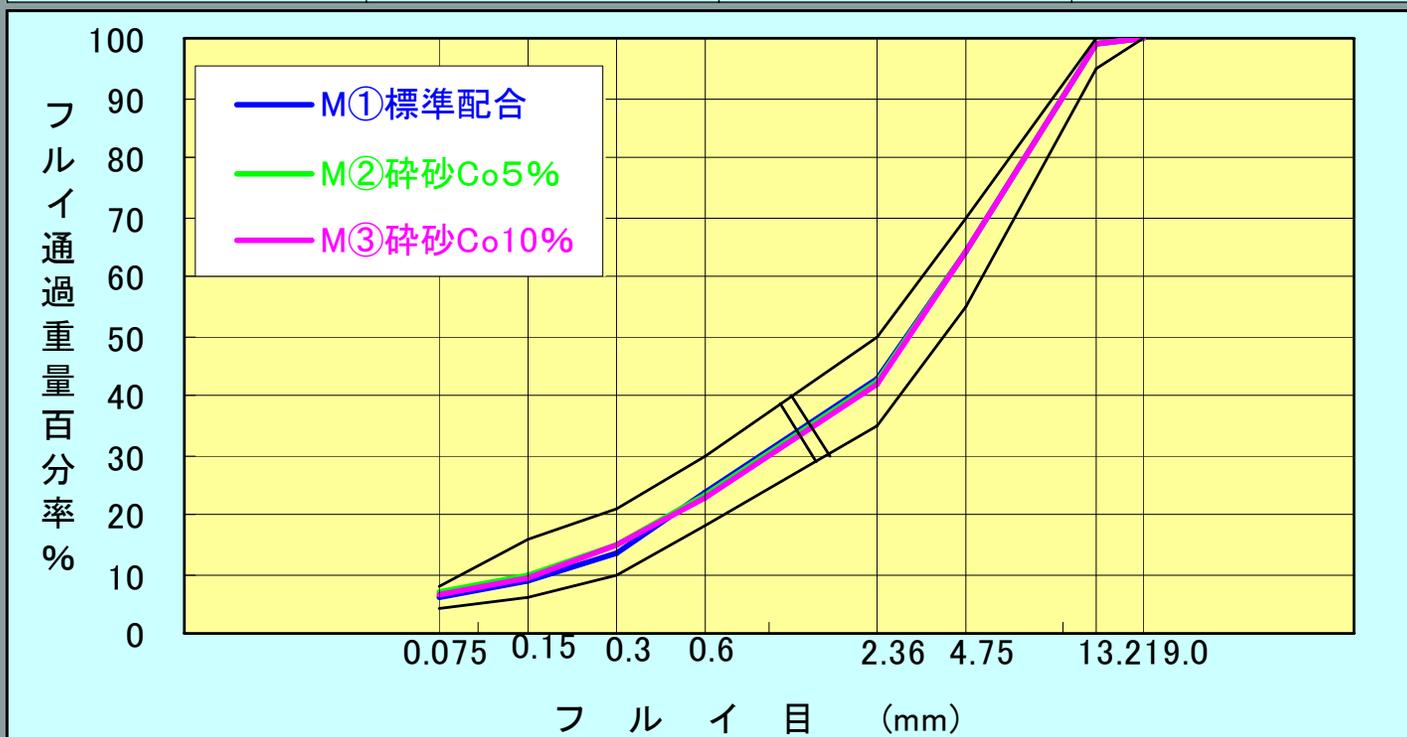
コンクリート再生細骨材の粒度の比較



## (2) Co再生細骨材を用いた配合設計

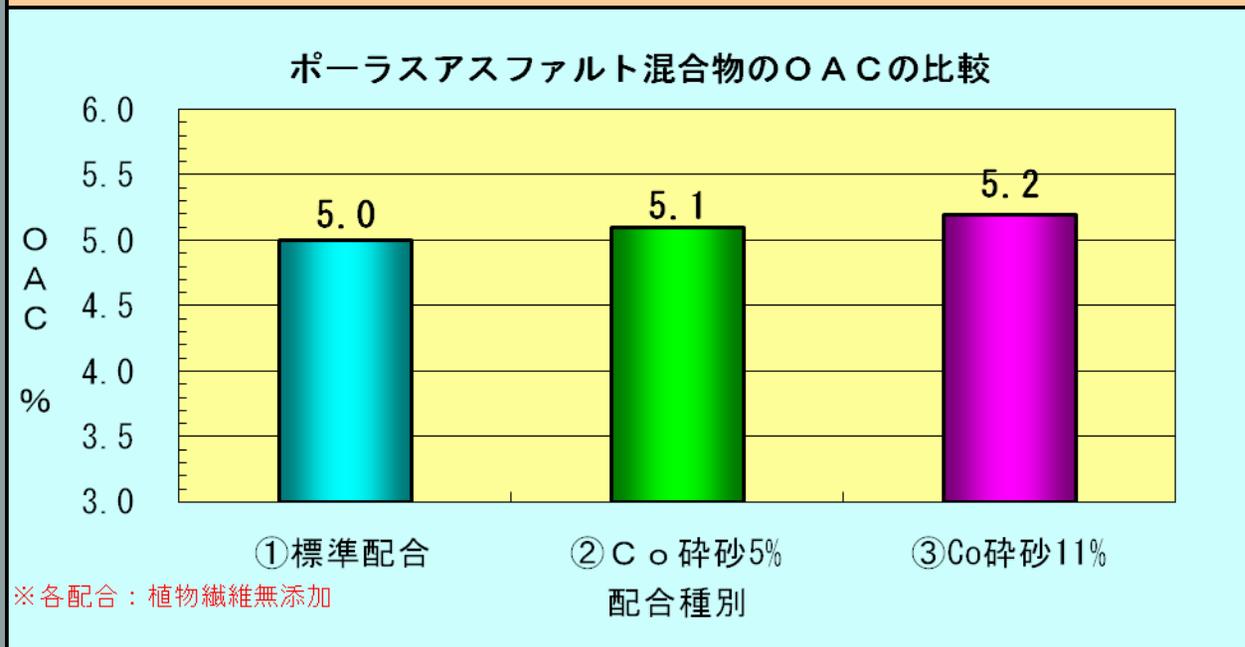
### 再生密粒度アスコンの配合割合と合成粒度

配合名	M①標準配合	M②碎砂Co5%	M③碎砂Co10%
6号碎石	20.0	20.0	20.0
7号碎石	12.0	12.0	12.0
スクリーングス	9.5	12.5	7.5
砂	8.0	0.0	0.0
<b>Co再生細骨材</b>	<b>0.0</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>
石粉	0.5	0.5	0.5
再生骨材(13-0)	50.0	50.0	50.0
2.36 mmpass	42.6	42.3	41.9
75 μ mpass	6.2	6.8	6.5



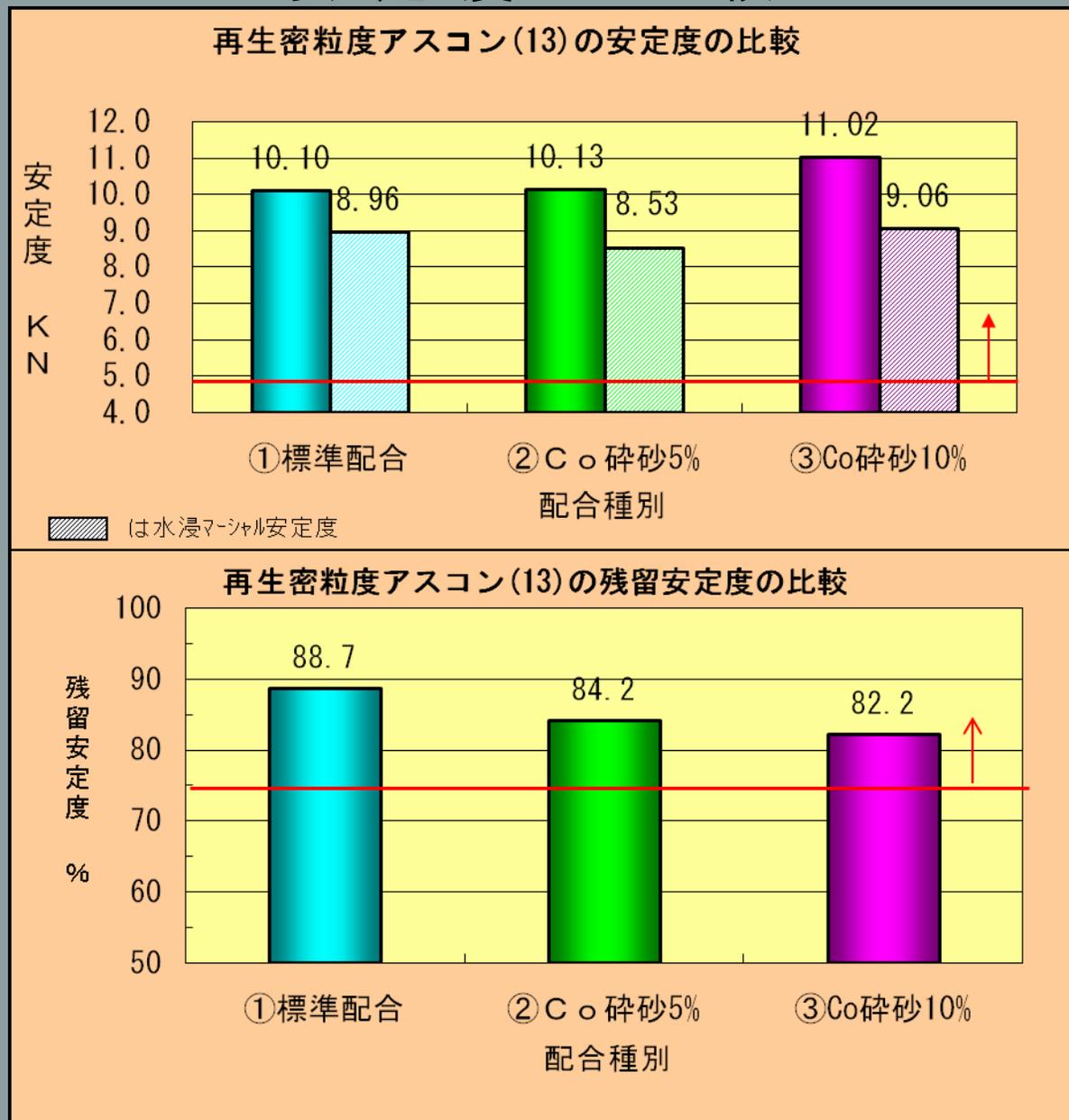
## (2) Co再生細骨材を用いた配合設計

### 最適アスファルト量の比較



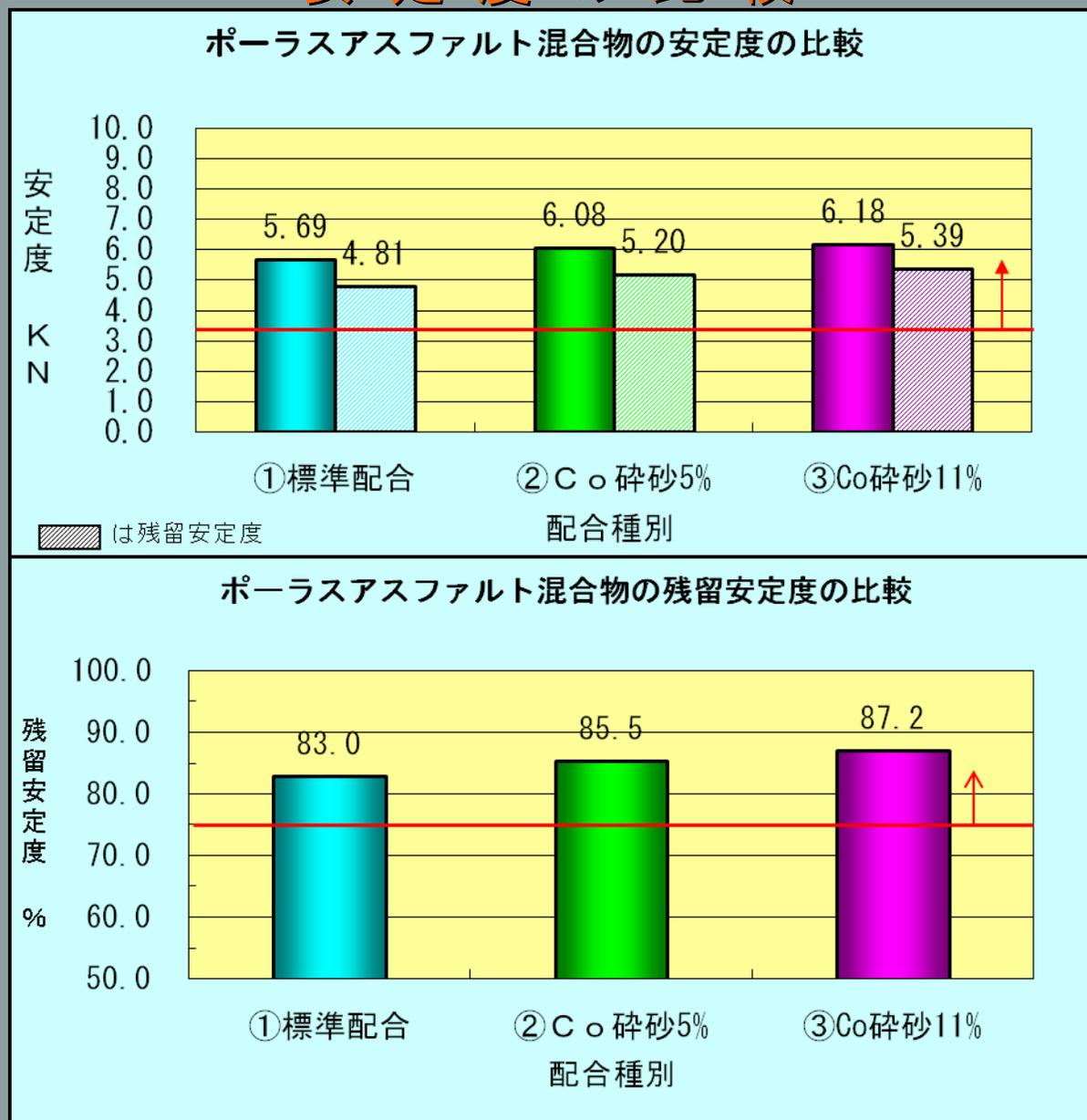
# (3) 混合物性状の比較 (再生密粒度アスコン)

## 安定度の比較



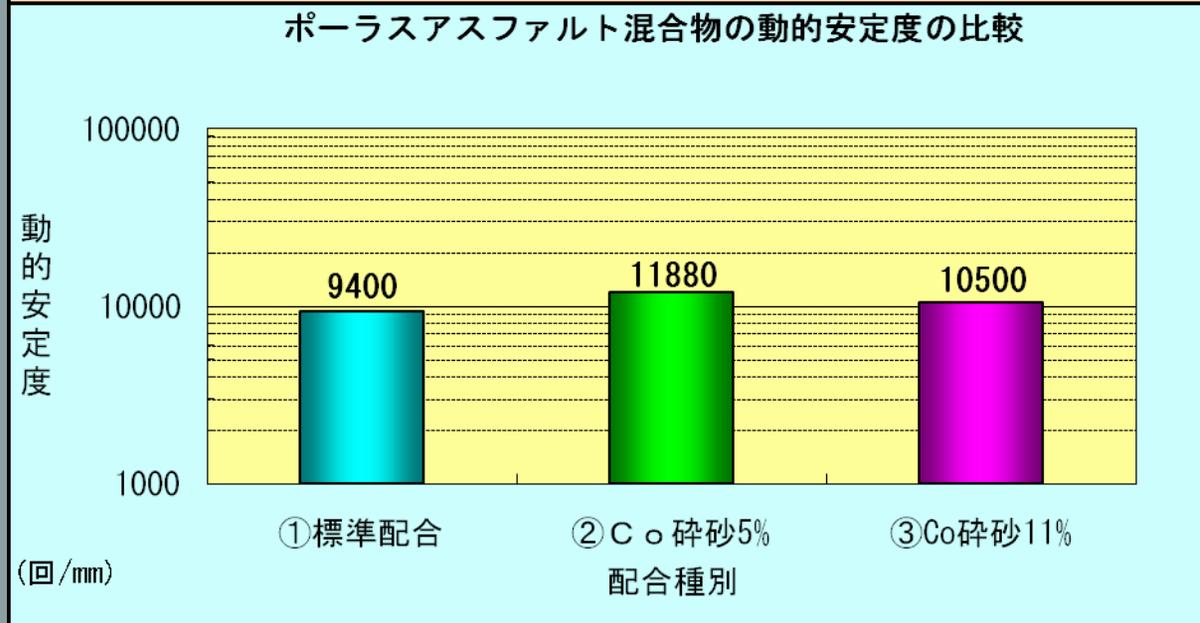
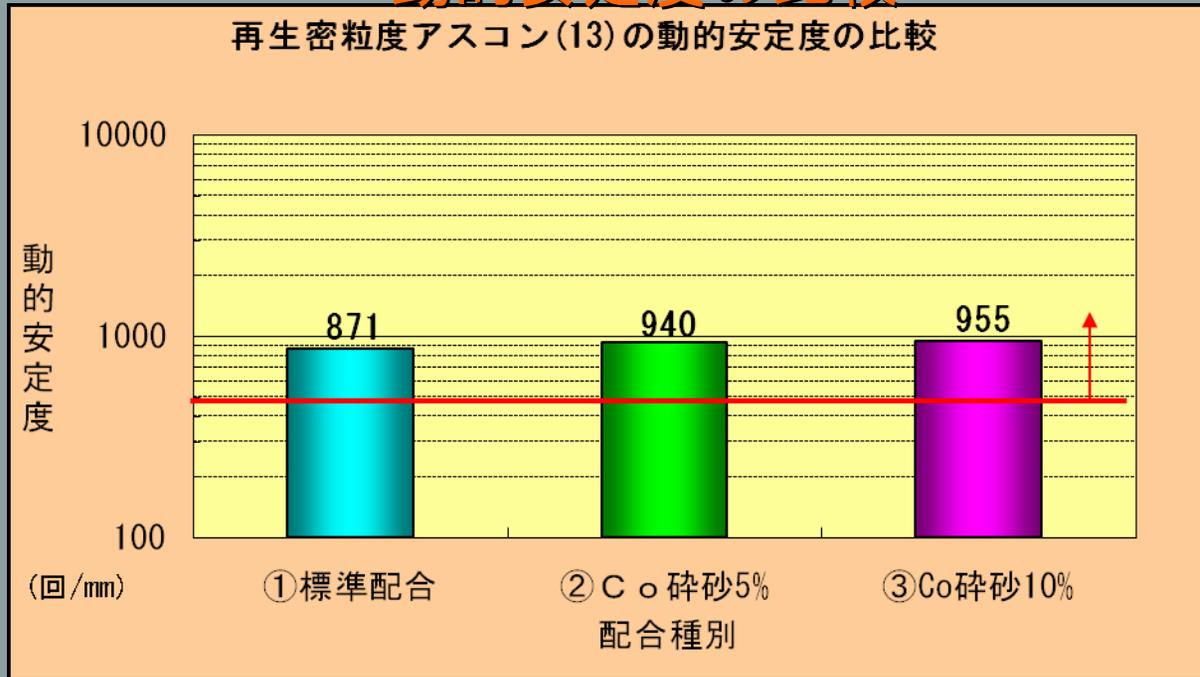
# (3) 混合物性状の比較 (ポーラスアスファルト混合物)

## 安定度の比較



# (3) 混合物性状の比較

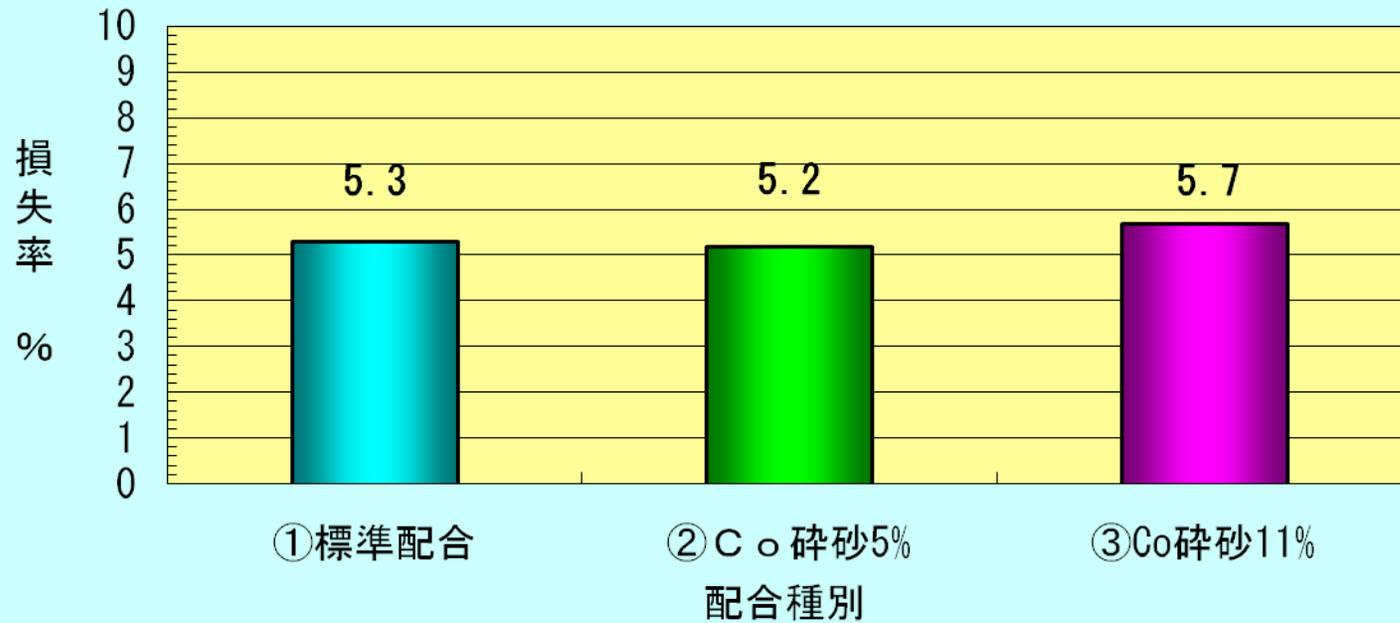
## 動的安定度の比較



### (3) 混合物性状の比較

## カンタブロ損失率の比較

ポラスアスファルト混合物のカンタブロ損失率の比較



### (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

③再生密粒度  
アスコン(13mm)

< 標準配合 >



再生密粒度アスコン(13mm)  
Con砕砂=0%



④再生密粒度  
アスコン(13mm)

< Co砕砂 10% >



再生密粒度アスコン(13mm)  
Con砕砂=10%



### (3) 混合物性状の比較 (ポーラスアスファルト混合物)

#### 舗装表面

#### 舗装断面



## 検討結果のまとめ

- ① コンクリート再生細骨材の吸水率は8～10%程度でスクリーニングスや砂に比べ4～6倍程度大きい。
- ② コンクリート再生細骨材の使用量が増えるとOACも増加する傾向にあり、再生密粒度アスコンの10%の使用で0.4%の増加、ポーラスアスファルト混合物の11%使用で0.2%の増加となった。
- ③ 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にはなく、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。  
使用量はコスト面を考慮すると最大10%程度が望ましいと考えられる。