

# 排水性舗装発生材を使用した 再生密粒度アスコンの 試験施工結果報告

社団法人 日本アスファルト合材協会  
技術委員会・再生合材部会

# 試験施工の目的

- 排水性舗装発生材のプラント再生舗装工法の確立を目指す
- 実道の排水性混合物(t=5cm)と改質粗粒度アスコン(t=5cm)からなる混合切削材を13~0mmに破碎分級した混合再生骨材(以下、混合再骨)および従来の一般再生骨材13~0mm(以下、一般再骨)を使用した再生密粒度アスコンの製造性・施工性・路面性状等を検証

# 試験・調査の役割分担

項目	東京都 土木技術研究所	東京都六建 (工事請負者)	日合協
配合試験			○
日常管理		○	
混合物物性試験	○		
アスファルト性状試験	○		
路面調査		○	
舗装診断(FWD)			○
追跡調査	未定		

# 試験施工の概要

## ■ 工事名

- 東京都第六建設事務所発注の  
路面補修工事(6の14・低騒音再生舗装)

## ■ 実施年月日

- 平成16年3月 6日(土)夜間:配合1および配合2の施工
- 平成16年3月 8日(月)夜間:配合3および配合4(一般再生密粒)の施工

## ■ 施工場所

- 東京都足立区足立三丁目地内
- 特例都道千住新宿町線(第467号)



# 再生混合物の種類

配合名	再生骨材(%)		新材(%)	再生用添加剤	再生アスファルト
	混合再骨	一般再骨		添加量(%)	針入度(1/10mm)
配合1	60	-	40	13.5	51
配合2	60	-	40	7.1	40
配合3	20	40	40	8.8	54
配合4(一般再生)	-	60	40	6.4	55

- 配合1: 混合再骨が最も多い配合で、再生アスファルトの目標針入度を50として再生用添加剤を添加した混合物
- 配合2: 混合再骨が最も多い配合で、再生アスファルトの針入度を40として再生用添加剤を添加した混合物
- 配合3: 混合再骨の発生割合を考慮した配合の混合物
- 配合4: 東京圏内における一般再生混合物(標準)

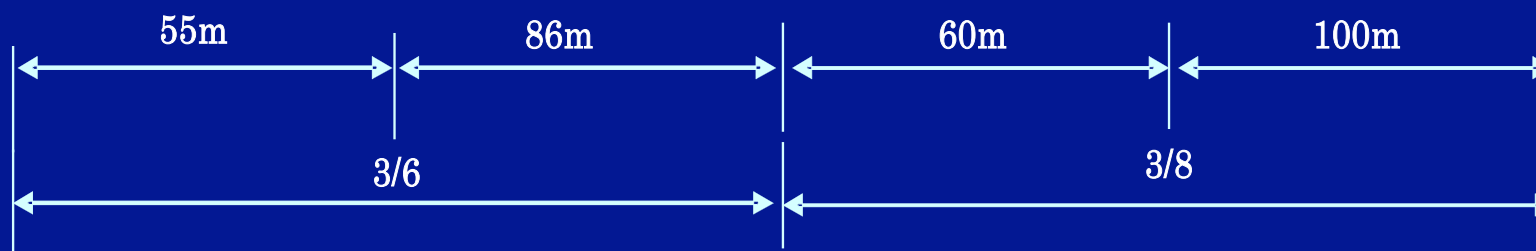
# 施工規模および工区割り

施工延長55~100m / 1工区 × 4工区、幅員2.5m × 上下線

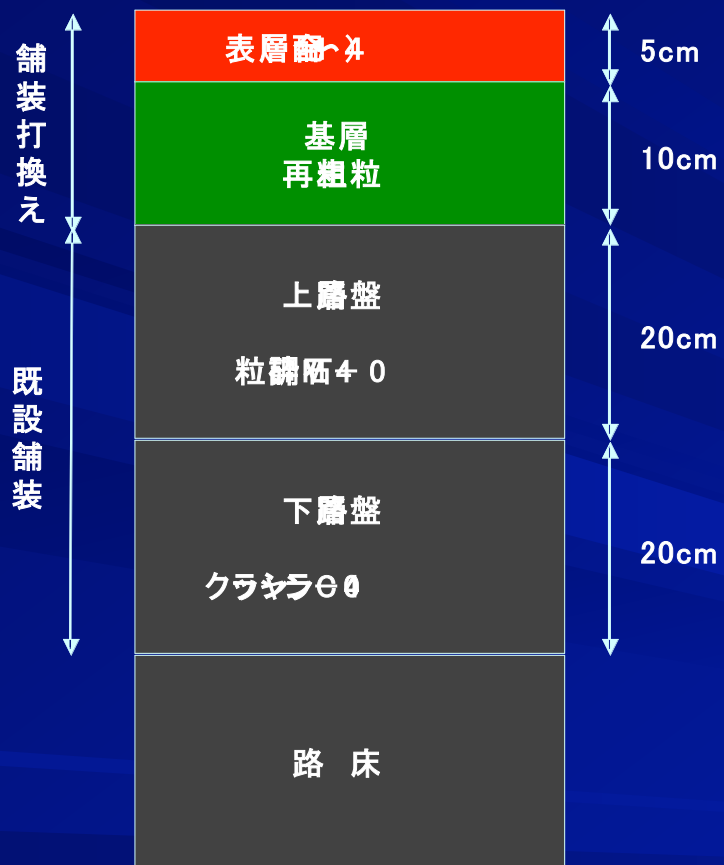
←舟楫

綾瀬

配合 (量2 ㊦)	配合 (量3 ㊦)	配合 (量3 ㊦)	配合 (量4 ㊦)
配合 (量2 ㊦)	配合 (量3 ㊦)	配合 (量3 ㊦)	配合 (量4 ㊦)



# 施工断面



- 設計交通量: B交通  
(舗装計画交通量250以上1000未満)
- $TA = 27\text{cm}$
- 路床設計CBR=3と推定

# 施工会社および合材製造工場

- 施工会社
  - (有)ホーエイ建設
- 合材製造工場
  - (株)NIPPOコーポレーション戸田工場
- プラントの仕様

製造会社名	形式	公称能力	1バッチ重量	再生方式
(株)新潟鉄工所	NP4000	240t/h	4000kg	併設加熱方式

- 型式: ツインタワーアスファルトプラント
- 公称能力: 新規混合物240<sup>トン</sup>/時間  
再生混合物100<sup>トン</sup>/時間(併設加熱方式)
- 新骨材ドライヤー : 低騒音都市ガスバーナ(向流式)
- 再生骨材ドライヤー: NRP100CB、低騒音都市ガスバーナ(熱風並流式)  
傾斜角度約3°

# 使用材料

材 料 名	製造会社名	材 質	再 骨 骨		混 合 骨	一 般 骨
			As量	%	4.6	4.86
碎石6号	東京石灰工業(株)	硬質砂岩	通	19.0 mm	100	100
碎石7号				13.2 mm	98	98.6
碎 砂				4.75 mm	55.3	65.7
細 砂	三信建材(株)	洗い砂	量	2.36 mm	36.9	46.7
石 粉	有恒鉱業(株)	石灰岩	百	600 μ m	21.3	28.2
一般再骨	㈱NIPPOコーポレーション戸田工場	一般アスファルト舗装	分	300 μ m	16.4	21.2
混合再骨※	㈱NIPPOコーポレーション戸田工場	排水性+改質粗粒発生材	率	150 μ m	9.3	11.7
ストレートアスファルト	新日本石油(株)	ストレート40~60	%	75 μ m	5.9	7.9
再生用添加剤	新日本石油(株)	RDEC(石油潤滑油系)	針 度	1/10mm	17	29
			軟 度	°C	66.5	56
			最 密 度	g/cm <sup>3</sup>	2.512	2.503

- 混合再骨は、東京都世田谷区若林地内の環状七号線の14年度路面補修工事で発生した供用後5年程度経過した切削発生材を原料としたものである
- 混合再骨は、一般再骨に比べ粒度が粗く、また針入度は20を下回っている

# 配合設定結果

項目		配合1	配合2	配合3	配合4
骨材配合率(%)	混合再骨	60	60	20	—
	一般再骨	—	—	40	60
	新材	40	40	40	40
再生用添加剤添加量 (%)		13.5	7.1	8.8	6.4
設定アスファルト量 (%)		5.6	5.8	5.4	5.3
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		2.373	2.366	2.383	2.385
空隙率 (%)		3.9	4.0	3.8	3.9
飽和度 (%)		76.6	76.7	76.4	75.6
マーシャル安定度 (kN)		18.6	22.5	17.4	16.9
フロー値 (1/100cm)		33	33	34	35

# 混合物製造条件の検討

## ■ 試験練りおよび試験舗設による検討

- 「配合2」について10トン製造(2.5トン/バッチ)
- 目標混合物温度は、冬季のため一般再生混合物より約15°C高い175°Cに設定



- しかし、出荷混合物温度は158~161°Cと目標温度に達せず
- 約1.5時間かけて運搬した試験舗設現場では、温度低下による混合物の引きずりが認められた



- 排ガス温度上昇によるろ布の燃焼が懸念(極限200~210°C)
- 再生骨材ドライヤーでのバーナー開度を極端に上げられず、再生骨材の加熱温度が低かったことが要因であると推定



# 製造条件の設定

- 汎用性を考慮し、設備的な改造を伴わない方法で設定
  - ①排ガス温度の上限を、ろ布の燃焼の危険性があるものの、200℃まで許容する
  - ②混合再骨を投入するまでに、再生骨材ドライヤー内の温度を170℃まであげておく
  - ③排ガス温度を急激に上昇させないため、混合再生骨材の余剰を発生させてもその送りを継続し、段階的にバーナー開度を絞る
  - ④混合再骨の送り量を通常の設定にする

## 再生混合物の製造条件

項 目		配合1、配合2 配合3	配合4 (一般再生)
再生骨材温度(℃)		170	140
新骨材温度(℃)		260	240
混合時間	ドライ(秒)	15	15
	ウエット(秒)	45	45
目標排出温度(℃)		175	160



# 使用機械

機 械 名	型 式 等	能 力	製 造 会 社	台 数
アスファルトフィニッ シャ	MF44WB	2.4～4.5m	新キャピラー三菱(株)	1
マカダムローラ	DM120	10～12t	関東鉄工(株)	1
タイヤローラ	DT200W	8～20t	関東鉄工(株)	1
コンバインドローラ	TW500W	4t	酒井重工業(株)	1

# 施工状況(1)



敷きならし状況



敷きならし表面

## 施工状況(2)

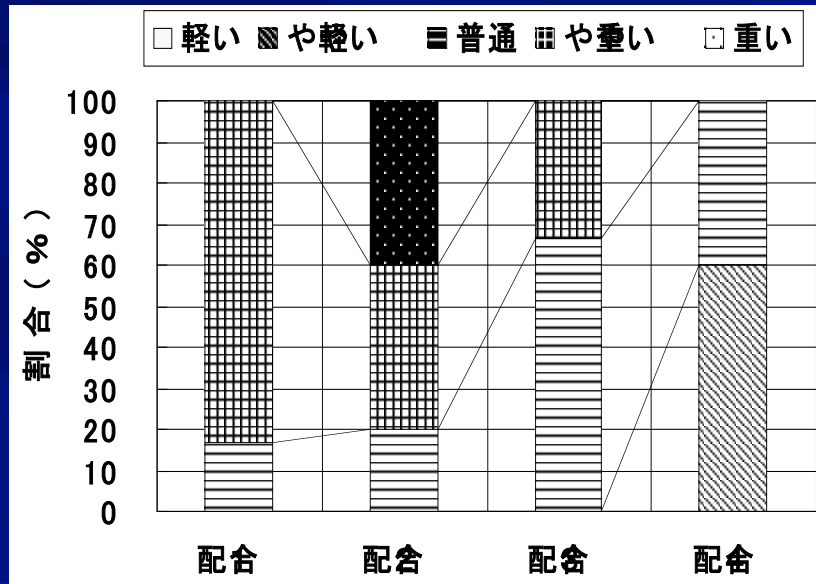


初期転圧状況

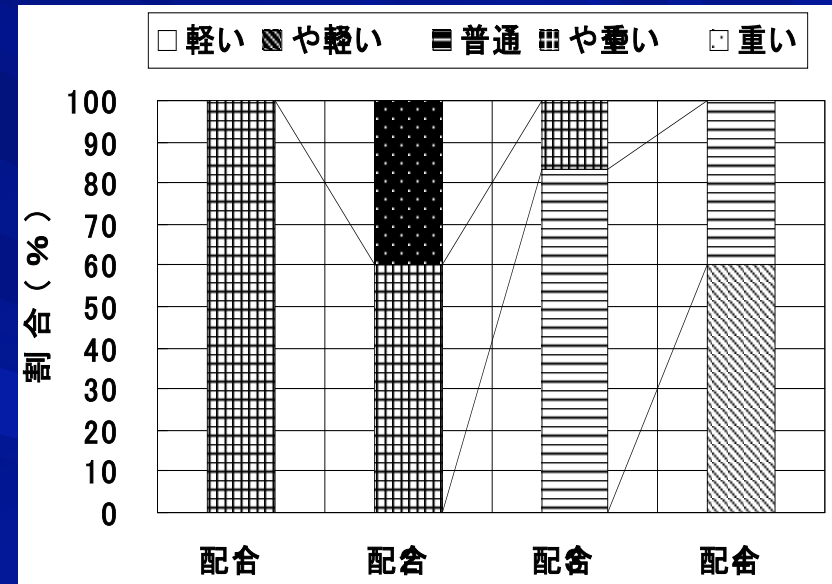


二次転圧状況

# 施工性アンケート(人力作業)



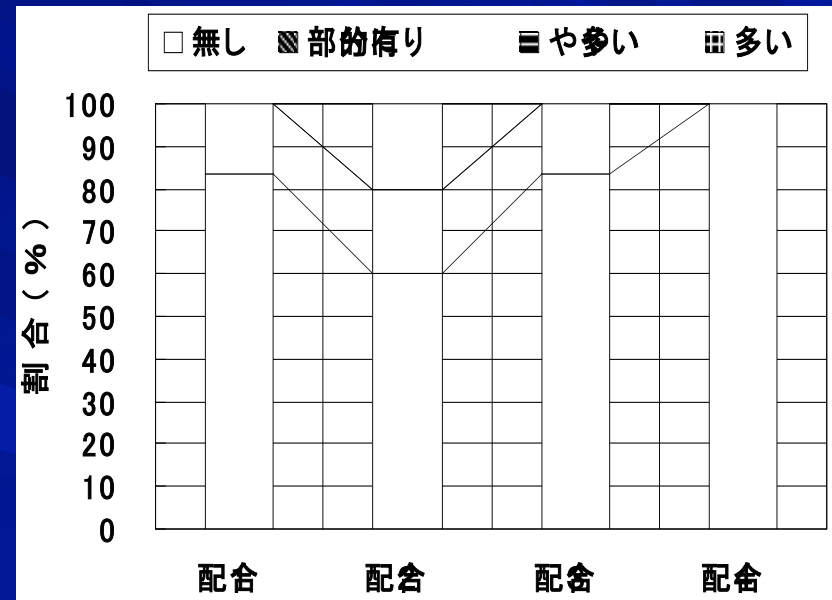
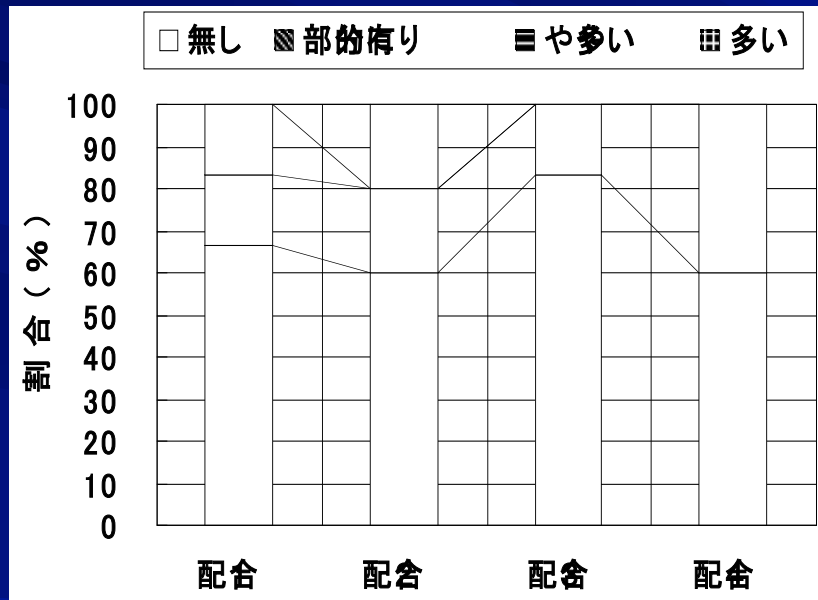
スコップの作業性



レーキの作業性



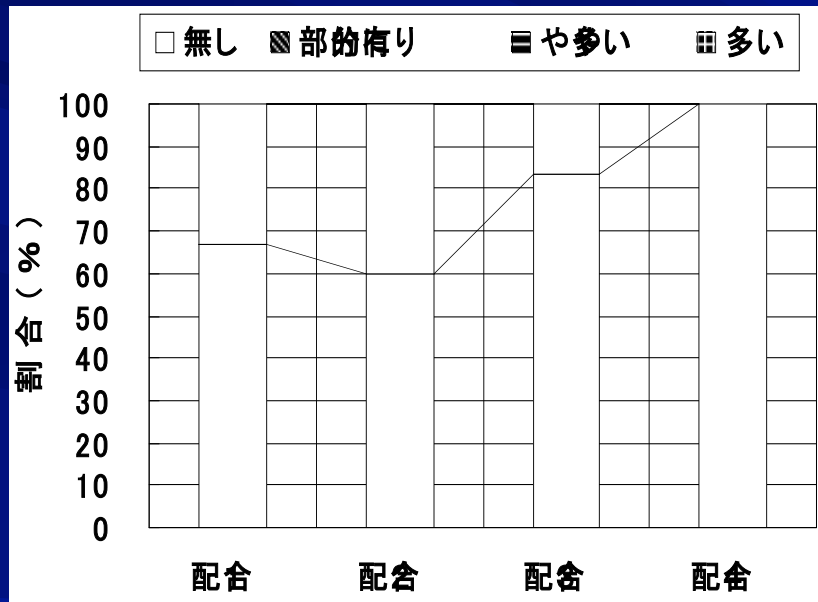
# 施工性アンケート(フィニツシャ)



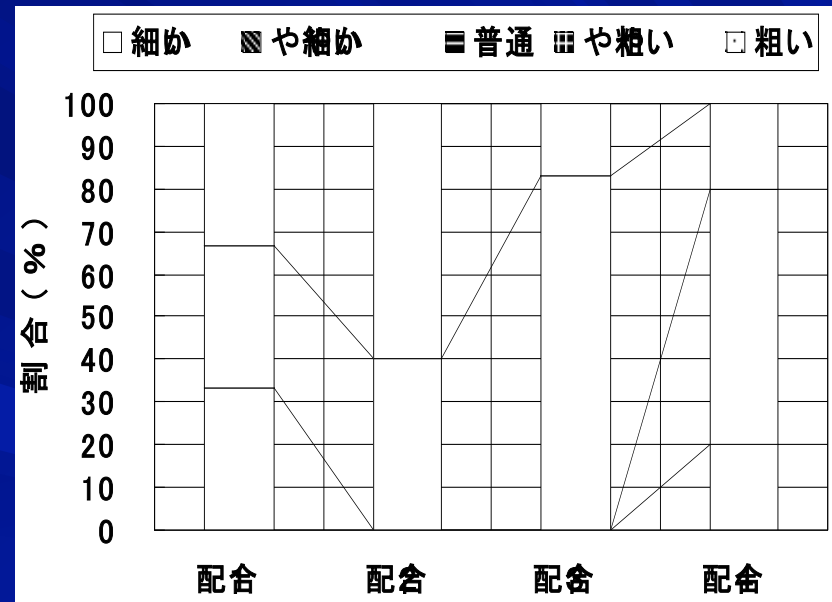
フィニツシャによる敷きならし面の引きずり

フィニツシャによる敷きならし面の材料分離

# 施工性アンケート(転圧)



転圧時のアスファルトのにじみ出し



転圧終了後の表面のキメ

# 完成





# 完成表面

配合1



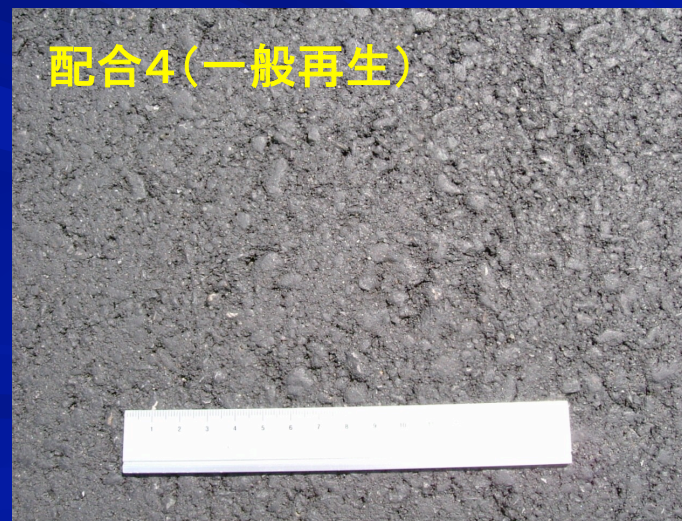
配合3



配合2



配合4(一般再生)





# 調査・試験項目

## 出荷混合物に関する試験

試験項目	測定項目	測定単位	試験担当
マーシャル安定度試験	密度、空隙率、飽和度、安定度、フロー値	3個／配合	東京都土研
ホイールトラッキング試験	動的安定度	3個／配合	東京都土研
抽出試験(コアによる)	粒度、As量	3個／配合	東京都六建 (工事請負者)
回収Asの性状試験	針入度、軟化点、伸度、7/7テナ、60℃粘度	1試料／再生骨材・配合	東京都土研

## 現場に関する調査・試験

調査項目	測定方法	測定頻度	測定頻度	調査担当
温度測定	温度計	適宜	適宜	日合協
コアの厚さ、密度	舗装試験法便覧	3点／工区	3点／工区	東京都六建 (工事請負者)
わだち掘れ量	横断プロフィールメータ	5点／工区	5点／工区	
平坦性	3mプロフィールメータ	2測線(全延長)	2測線(全延長)	
ひび割れ率*	目視による観察	全面積	全面積	
すべり抵抗	BPN・DFテスト	各1点／工区	各1点／工区	
路面のきめ深さ**	MTM	2測線(全延長)	2測線(全延長)	
舗装診断(施工後)	FWD	3点／車線・工区	3点／車線・工区	日合協

\* 施工前後に実施    \*\* OWPおよびBWPで測定

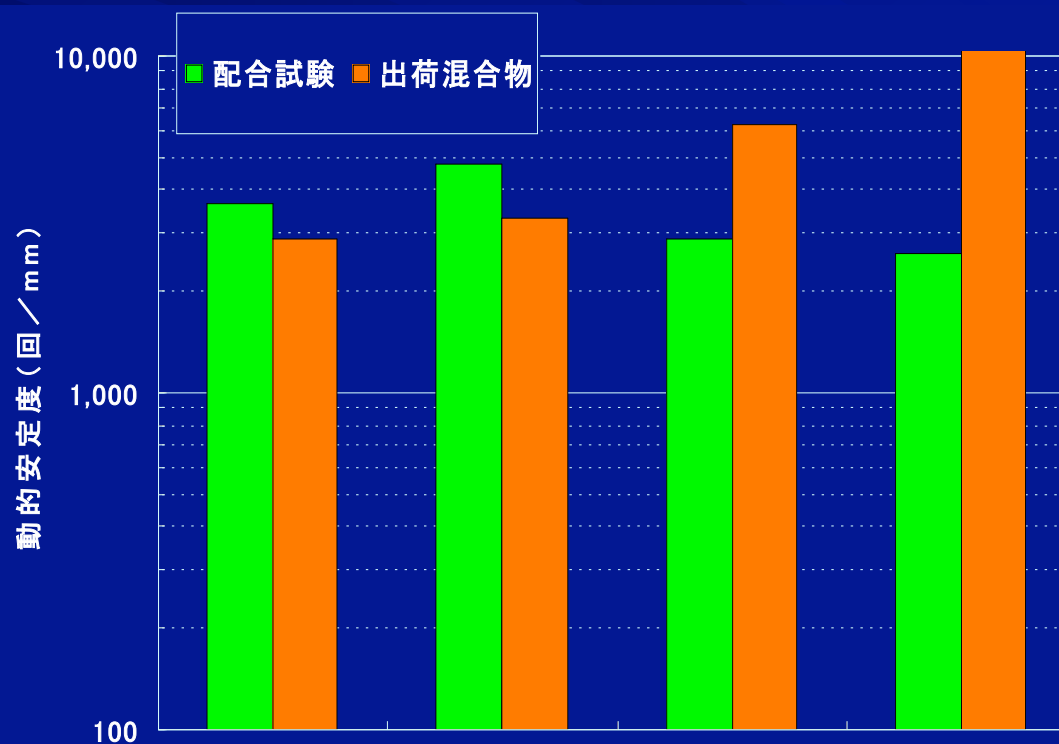
# マーシャル安定度試験結果

混合物の種類		設定As量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	理論密度 (g/cm <sup>3</sup> )	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
配合1	配合試験	5.6	2.373	2.470	3.9	76.6	18.58	33
	出荷混合物		2.395	2.480	3.4	79.1	14.87	34
配合2	配合試験	5.8	2.366	2.464	4.0	76.7	22.51	33
	出荷混合物		2.399	2.478	3.2	80.7	15.57	31
配合3	配合試験	5.4	2.383	2.478	3.8	76.4	17.38	34
	出荷混合物		2.391	2.485	3.8	76.5	12.18	36
配合4 (一般再生)	配合試験	5.3	2.385	2.482	3.9	75.6	16.87	35
	出荷混合物		2.396	2.475	3.2	79.2	14.52	29

- 各配合の空隙率、飽和度、安定度、フロー値は、規格値を満足する結果となった

# ホイールトラッキング試験結果

混合物の種類	動的安定度(回/mm)	
	配合試験	出荷混合物
配合1	3,650	2,860
配合2	4,770	3,320
配合3	2,880	6,300
配合4(一般再生)	2,590	10,500

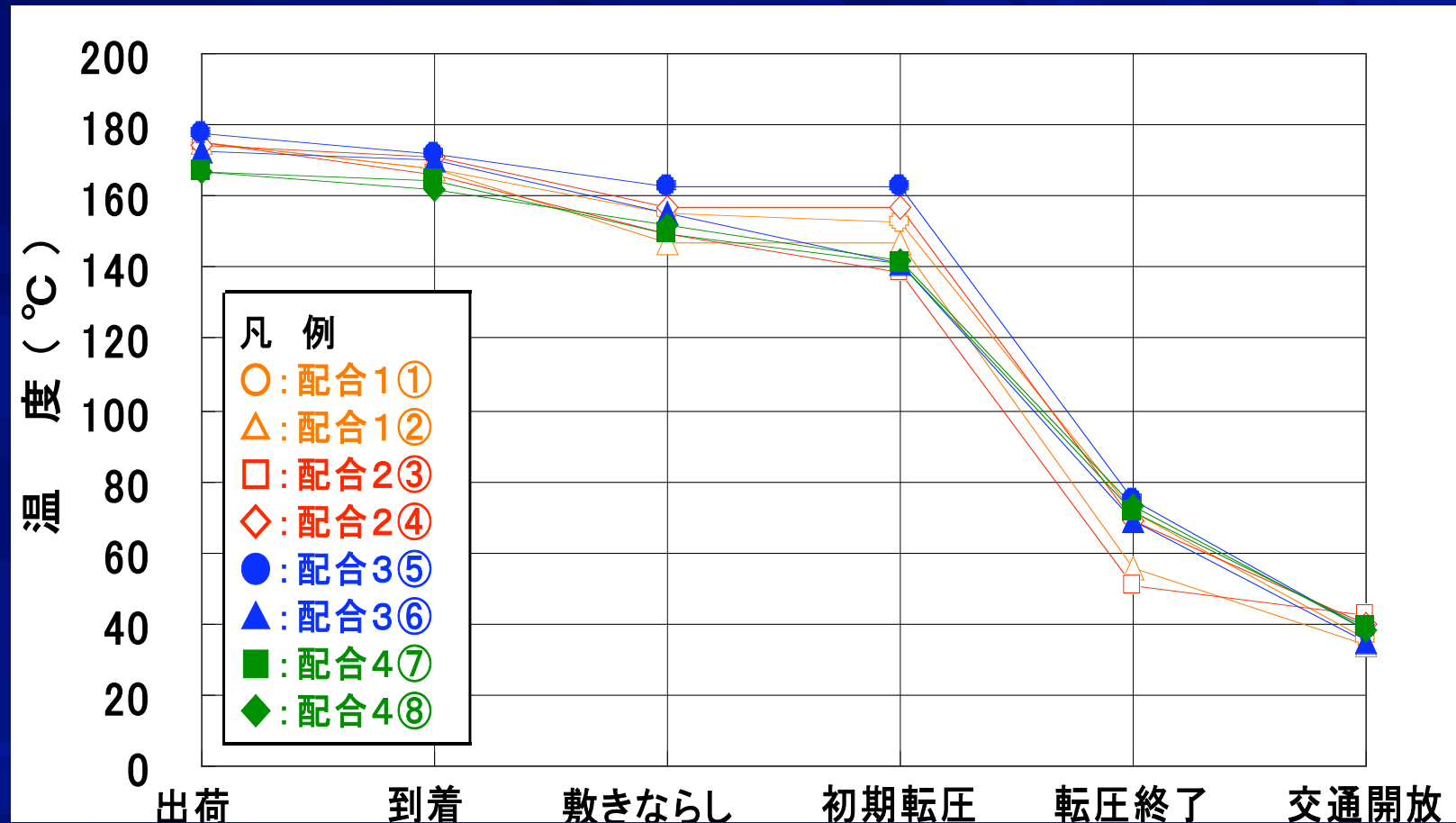


# 抽出試験(抜き取りコアー)

ふるい目(mm)		19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	As量
配合1	配合試験	100.0	98.4	63.7	43.0	27.3	18.2	9.7	6.3	5.6
	出荷混合物(コアー)	100.0	99.8	64.2	42.6	26.8	17.9	10.1	7.0	5.2
配合2	配合試験	100.0	98.4	63.7	43.0	27.3	18.2	9.7	6.3	5.8
	出荷混合物(コアー)	100.0	99.5	62.9	42.1	27.9	19.2	10.3	6.9	5.4
配合3	配合試験	100.0	98.5	63.9	42.4	26.7	17.9	9.5	6.3	5.4
	出荷混合物(コアー)	100.0	99.1	62.8	39.3	24.7	17.6	9.9	6.7	5.0
配合4 (一般再生)	配合試験	100.0	98.5	63.1	42.3	26.6	18.2	9.7	6.6	5.3
	出荷混合物(コアー)	100.0	98.9	71.5	48.4	28.8	19.5	11.0	7.2	5.2
粒度範囲		100.0	95.0-100	55.0-70	25.0-50	10.0-20	10.0-21	6.0-16	4.0-9	

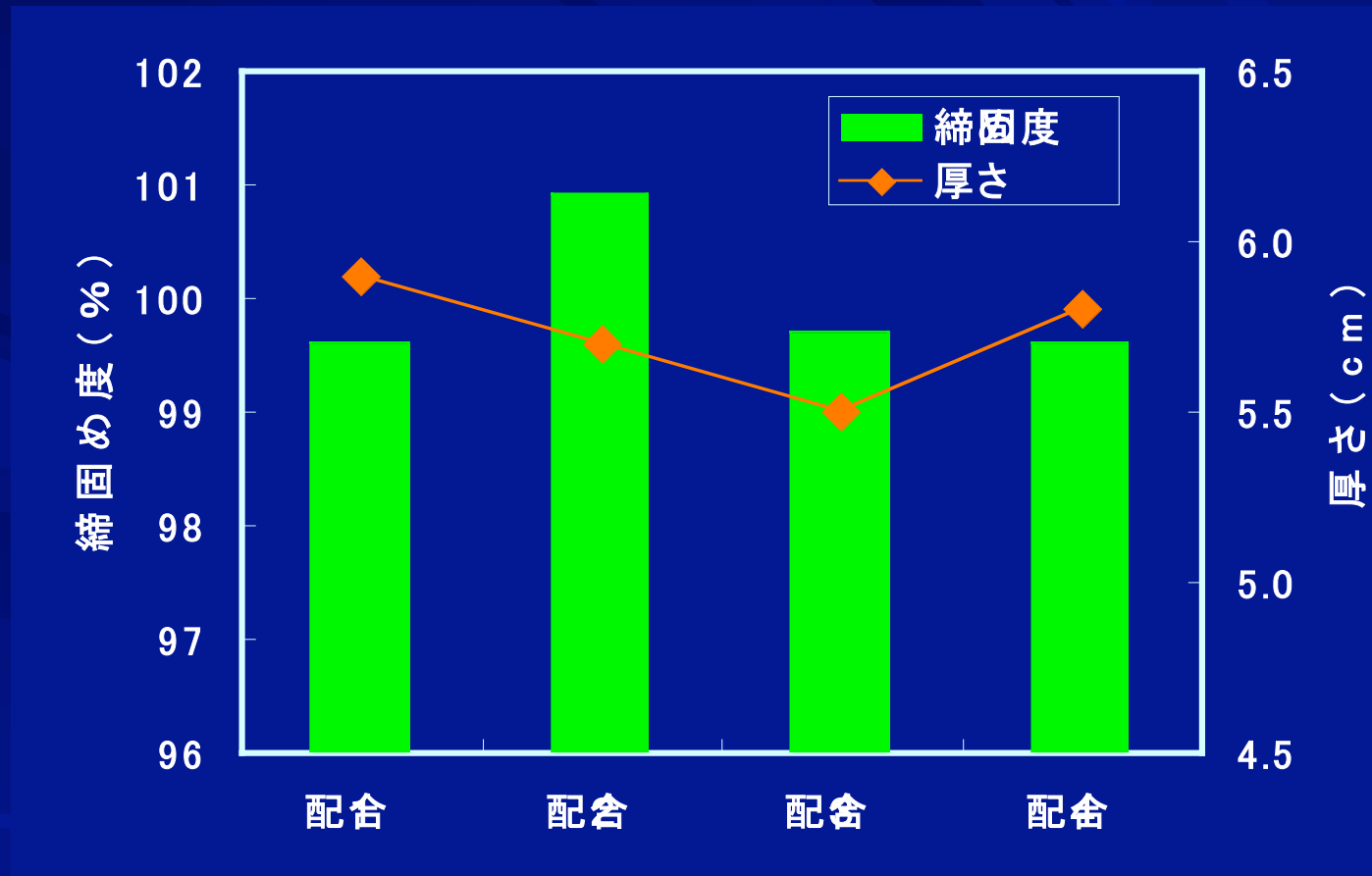
- 配合1~3の粒度は、配合試験時に比べほぼ同様となっているが、配合4(一般再生混合物)については、若干細かい粒度となっている

# 温度測定結果



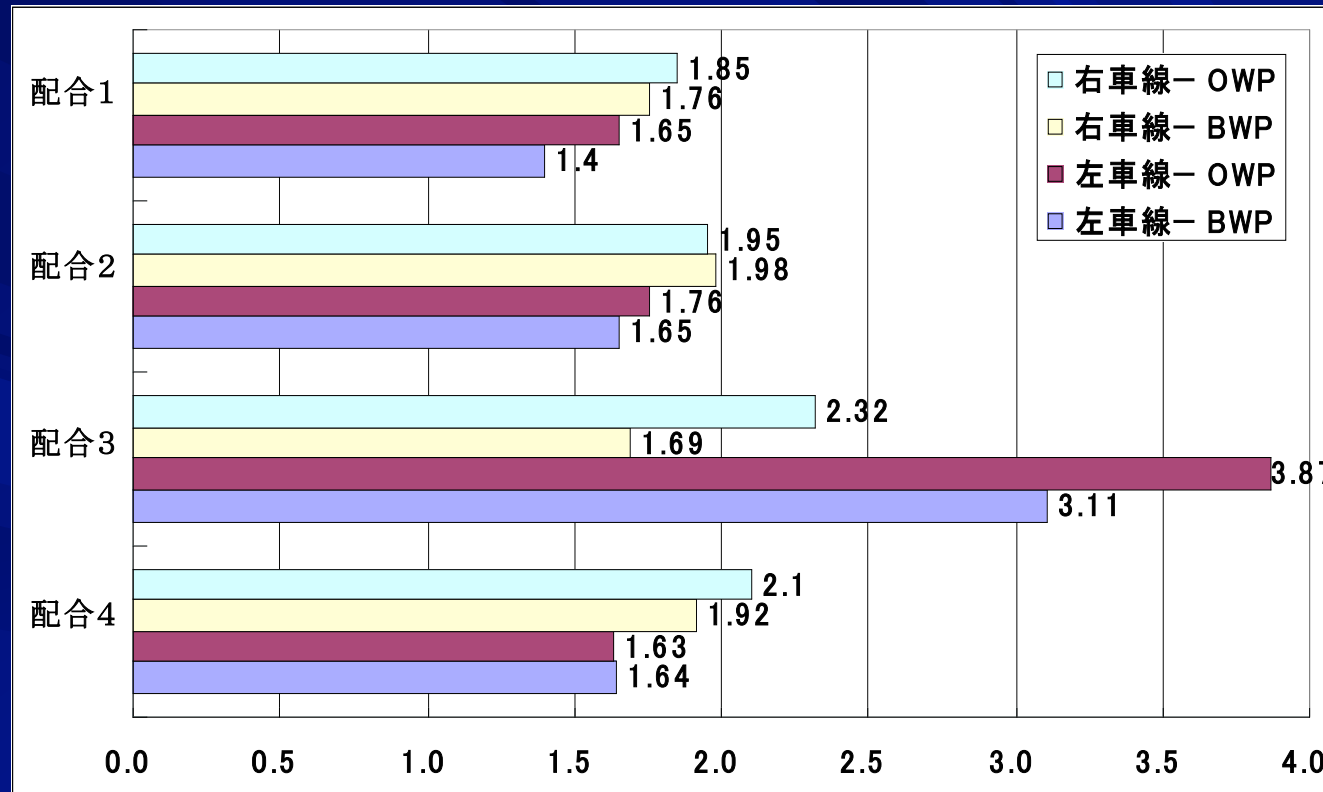
- 「配合1」～「配合3」の出荷時の混合物温度は、ほぼ目標どおりの175°C程度を確保することができた
- 初期転圧は、ほぼ140～160°Cで開始されており、問題ない温度で施工されていた。

# 切り取り供試体の密度試験結果



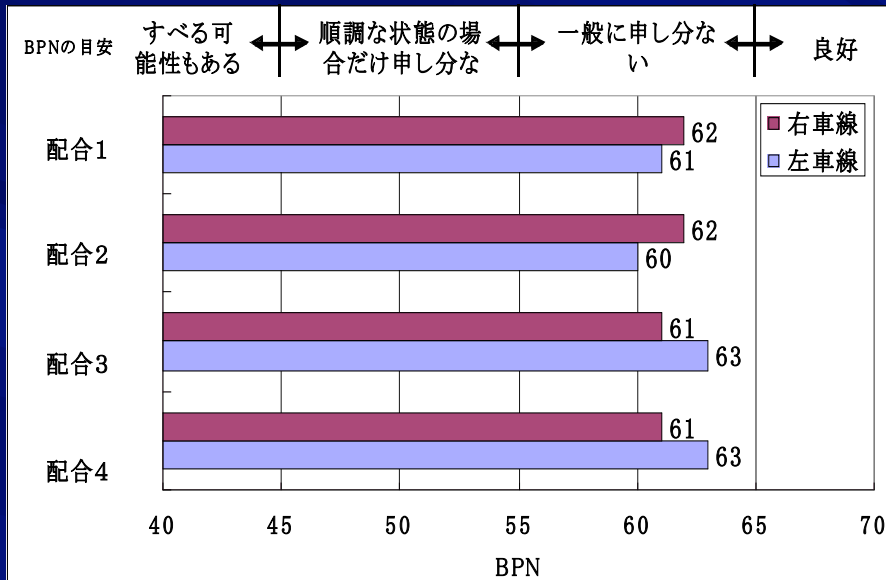
- 各配合とも99%以上の締固め度が得られており、十分な締固めがなされている
- 厚さについても、設計値5cmに対して十分な余裕がある

# 路面の平坦性測定結果

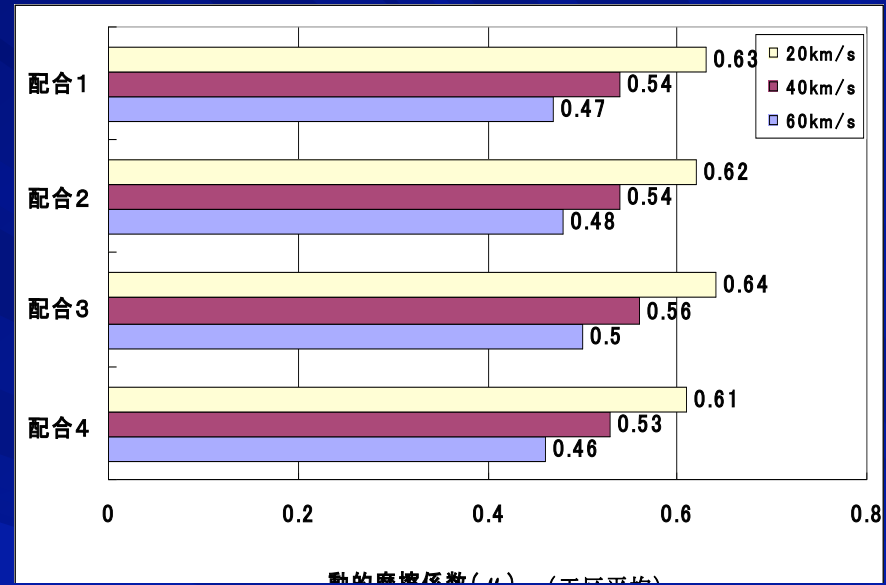


平坦性測定結果

# すべり抵抗試験結果



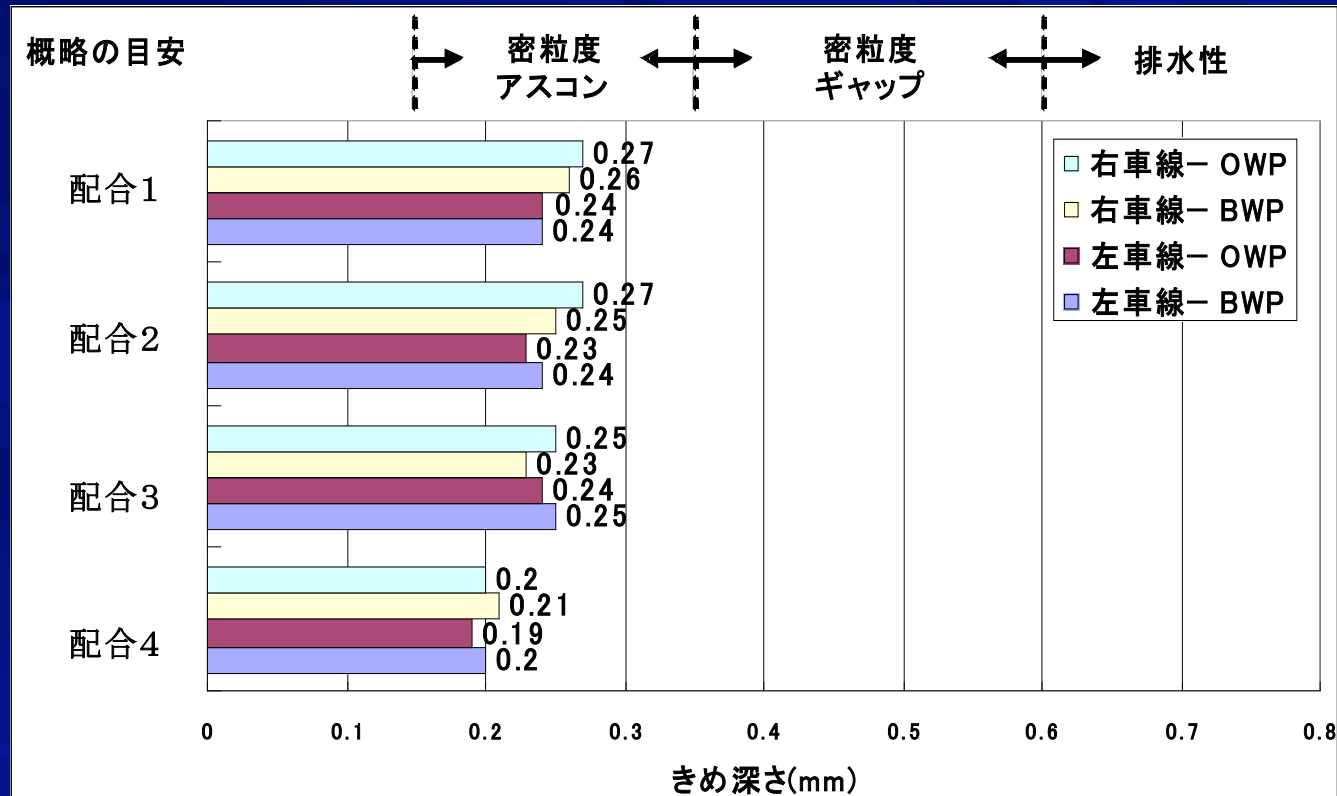
BPN測定結果



DFテスト一測定結果



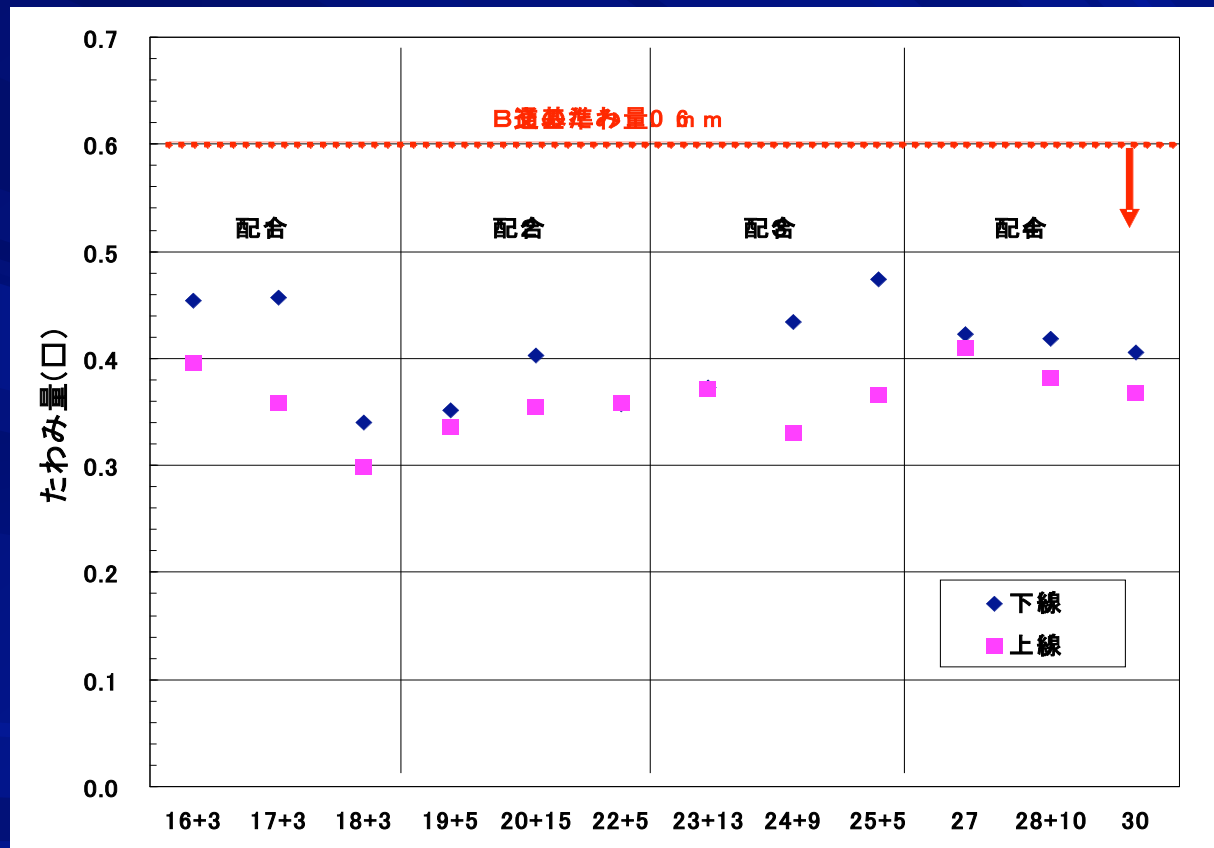
# 路面のきめ深さ測定結果



MTMによるきめ深さ測定結果

# 舗装診断 (FWD)

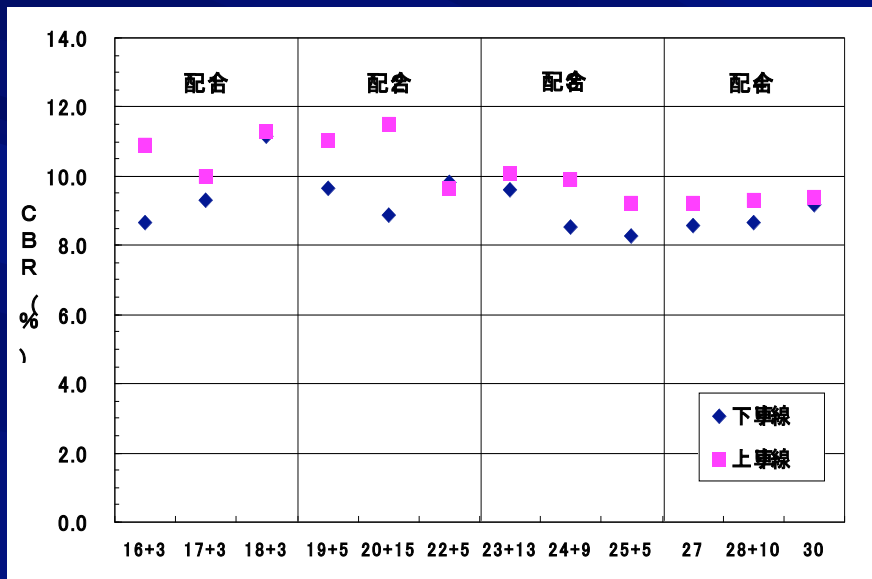
## 舗装体支持力の評価



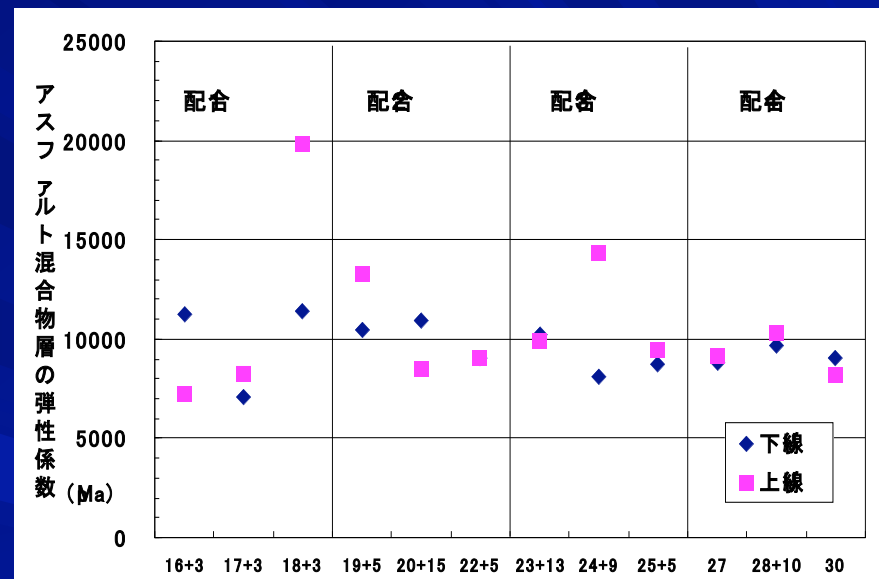
たわみ量測定結果

# 舗装診断(FWD)

## 路床CBRの推定



## アスファルト混合物層弾性係数の推定



# 製造性に関する課題

## ■ 課題検討の前提

- 一回の**製造数量**が20～30トン程度と**少ない**
- 排水性混合物と改質粗粒度アスコンが混合された**混合再骨**を使用
- 混合再骨を用いた**再生密粒混合物**を製造
- 再生装置として「**併設加熱方式**」を使用
- 「併設加熱方式」は、ドライヤーの長さや直径等に**多様な仕様**があり、**戸田工場に限定**された仕様

## 「配合1」および「配合2」の製造性に関する課題（1）

- プラント**操作員の能力**に依存することが大きい
- **排ガス温度が上限**に近づき、ろ布の保護を考慮するとリスクが大きい
- 再生骨材ドライヤーの**温度が上昇しない**
  - ①粒度が若干粗いことによる材料滞留時間の減少
  - ②フライトによる混合再骨のかき上げが十分でなく(カーテン状にならない)、熱風が混合再骨にあたらずそのまま通過して排ガス温度だけ上昇する
  - ③混合再骨が加熱により、団粒化して熱交換が不足する



- フライト形状の改良(数やシャワーフライトの検討)
- 傾斜角度の変更・回転モータのインバータ化による回転数の制御、等



# 混合再骨投入後再生骨材ドライヤー内部



ドライヤー内フライト



トロンメル、スクレーパー

## 「配合1」および「配合2」の製造性に関する課題(2)

- 前述①～③が要因であれば、排水性→再生排水性の場合、大きく影響することが予想される
- 再生骨材ドライヤーの温度を高くした場合の不具合予想
  - フライトの既存付着物が剥がれる
  - 臭気の発生が助長される
- 一回の製造数量が多量になった場合、再生骨材ドライヤーフライトへの付着やトロンメル(円筒式篩)の詰まりはどうか不明である

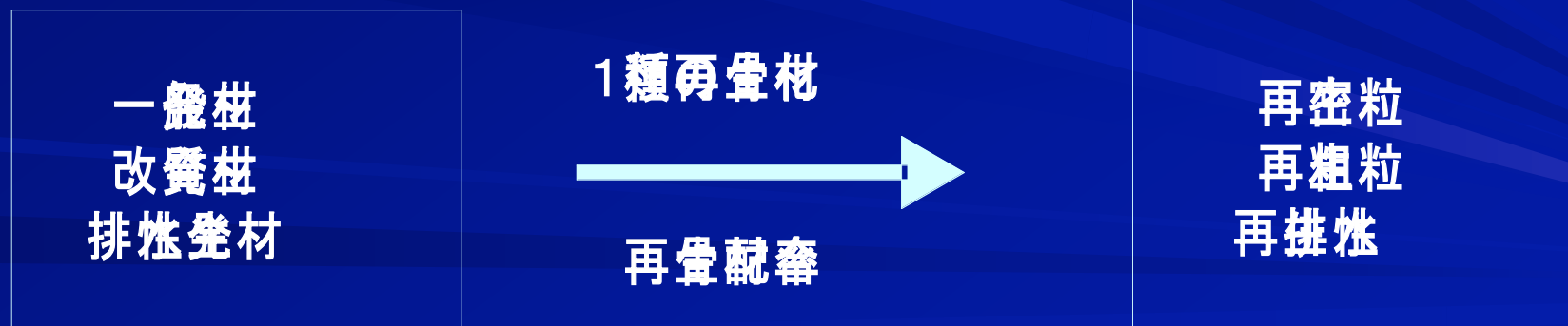
## 「配合3」の製造性に関する課題

- 混合再骨20%＋一般再骨40%を配合した「配合3」では、前述のような課題はなく、一般の再生混合物と同様に製造できることがわかった
- これは現状の再生アスファルトプラント設備を改造せずに行えるということ
- ただし、「配合3」においても、排水性発生材の保管等の費用がかかるため、受け入れ費の見直しが必要となる
- 「配合1」や「配合2」では、受け入れ費の見直しに加えて設備費用の検討も必要になる



# 製造性を確保するための今後の進め方(案)

- (1) 設備的な改造を考慮する
- (2) 現状の再生プラントで製造できるような、**再生骨材種の採用とその配合率の設定**を行う
- 汎用性や費用対効果を考えた場合、(2)の方が得策



# まとめ

- 排水性混合物と改質粗粒混合物の切削発生材を使用した混合再生骨材を60%配合した再生密粒度アスコン「配合1」および「配合2」は、混合物の製造性や人力による施工性に課題を残すものの、一般再生密粒度アスコン「配合4」とほぼ同等の混合物性状や仕上がり状態が得られた
- 混合再生骨材を20%配合した再生密粒度アスコン「配合3」は、一般再生骨材を用いた再生密粒度アスコン「配合4」とほぼ同等の製造性・施工性であることが確認できた
- 以上より、排水性舗装発生材を使用したプラント再生舗装工法の可能性が見いだされた
- 今後は追跡調査による供用性の評価を継続して行うとともに、再生混合物の製造性や人力による施工性に対する課題の検討を図っていく