

関西地区でのコンクリート舗装の 普及に向けた取り組み

～舗装用骨材資源の有効利用に関する研究PJ～

住友大阪セメント(株)
セメント・コンクリート研究所
竹津ひとみ

共同研究の位置づけ

新都市社会技術融合創造研究会

(委員長; 大西有三京都大学大学院教授)

- ・近畿地方で平成14年度より開始
- ・道づくりを産官学が連携して有用な技術開発をする
- ・平成19年度までに18のプロジェクトが立ち上がる

<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/shintoshikenkyukai/index.html>

「舗装用骨材資源の有効利用に関する共同研究」もプロジェクトの一環として平成19年に立ち上がる

「舗装用骨材資源の有効利用に関する共同研究」は8つのワーキンググループにより編成されている

(PJリーダー: 山田優 大阪市立大学名誉教授)

舗装用骨材資源の有効利用に関する研究 設立背景

● 近畿地方の舗装用骨材事情

- ・近畿地方の天然砂不足は近年、ますます深刻化している
- ・中国からの天然砂は2007年に輸入禁止
- ・阪神地区では、舗装用砂の大半は遠く九州から運ばれてくる海砂

しかし



- ・近畿にはまだ採石山はある
- ・鉄鋼業が盛んでスラグが生産される
- ・ごみ、下水汚泥の溶融もされている
- ・舗装材のリサイクルも可能

- ・遠方や海外に頼らずに、近畿で骨材資源として利用できるものが多いのでは
- ・これまで業者まかせだった骨材供給を産官学で取り組むべきでは

舗装用骨材資源の有効利用に関する研究 ワーキンググループ紹介

● 立ち上げられたWG

- ①排水性舗装リサイクル・・・大林道路他
- ②鉄鋼スラグ・・・大林道路, NIPPO他
- ③溶融スラグ・・・奥村組, NIPPO他
- ④フィラー(碎石粉)・・・奥村組他
- ⑤コンクリート舗装・・・鹿島道路、大林道路、セメント協会他
- ⑥ダム堆砂・・・大成R、世紀東急工業、セメント協会他
- ⑦下水汚泥焼却灰・・・NIPPO他
- ⑧コンクリート再生骨材・・・日本道路、昭和瀝青工業他

コンクリート舗装WG概要

● 編成

産・・・ 鹿島道路(幹事), 大林道路, セメント協会, 大阪兵庫生コンクリート工業組合, 大阪砕石工業所, 近畿砕石共同組合

官・・・ 国土交通省(近畿地方整備局), 大阪府, 兵庫県, 大阪市, 兵庫県

学・・・ 山田優大阪市大名誉教授, 岡本亨久立命館大学教授

麓隆行近畿大学講師, (吉田信之神戸大学准教授)

● 検討課題

- ①再生資源を利用したコンクリート舗装の開発
- ②そもそもコンクリート舗装のシェアが少ないため, 普及しやすいコンクリート舗装の検討

● 設立時期

平成19年から準備会を始め, 現在で11回のWGを実施

● 検討期限

原則として, 平成22年度で終了

これまでWGの討議内容(概要)

WG数	討議事項	主な内容
第1回	WG検討事項討議検討事項整理	<ul style="list-style-type: none"> ・実施体制検討 ・検討内容討議 ・再生骨材のJIS紹介
第2回		<ul style="list-style-type: none"> ・アスファルトの現状と課題 ・コンクリート舗装の現状と課題 ・碎石の現状と問題点
第3回		<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート舗装の設計法確認 ・養生の合理化に関する調査・研究発表
第4回		<ul style="list-style-type: none"> ・碎石利用に関する報告 ・碎石粉の有効利用について
第5回	普及しやすいコンクリート舗装の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・RCCの寒冷地での適用について ・RCCとアスコン打ち換えのコスト比較
第6回		<ul style="list-style-type: none"> ・ホワイトトッピングのFEM解析
第7回		<ul style="list-style-type: none"> ・ホワイトトッピングの機能とコスト検討
第8回	再生材を使用したRCCPの検討	<ul style="list-style-type: none"> ・再生骨材RCC、ホワイトトッピング構造検討
第9回		<ul style="list-style-type: none"> ・碎石プラント見学 ・今後の再生骨材RCC検討方法討議
第10回		<ul style="list-style-type: none"> ・再生骨材RCC予備試験結果発表
第11回		<ul style="list-style-type: none"> ・近畿地整近畿技術事務所構内での試験施工計画

先ずは「普及できる新技術」としてWT工法を検討したが、国土交通省より再生材を使用したコンクリート舗装を検討して欲しいとのことから、再生骨材RCCPを優先させることとした

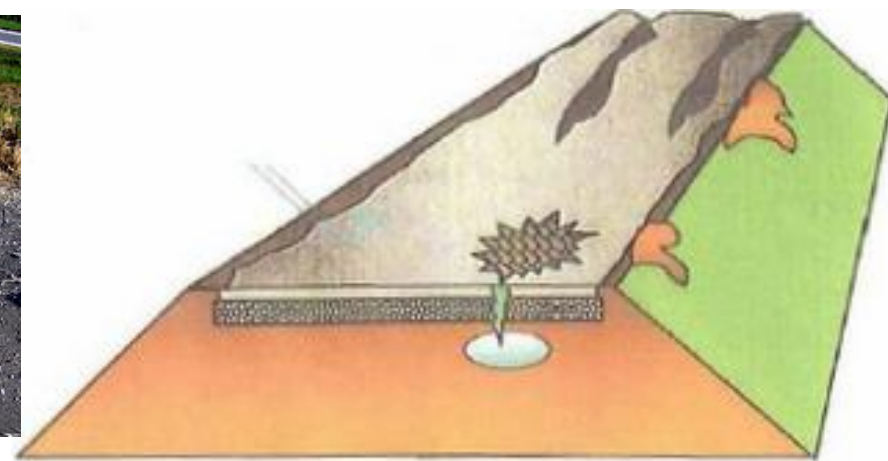
再生骨材RCCPに関する検討概要

● 検討工程

- ・室内試験(2009.7~8) : 基本性状把握
- ・試験施工(2009.12.18) : 近畿地整近畿技術事務所内で実施
- ・実路施工(2010.3.13) : 大阪市港湾局かもめ大橋東詰で施工
(2010.3.25) : 木津川堤防堤頂部で施工

● 堤防天端道路 概要

- ・場所は木津川八幡地区
- ・交通は工事がある場合にのみ通行があり、通常はなし
- ・As舗装だと雑草による破壊等が考えられる



再生骨材RCCPに関する検討概要

● 厚さ10cm～15cmの構造検討

路床CBR=6, 路盤厚15cm, 路盤E=1000MPaで輪荷重応力を計算した場合, $t=10\text{cm}$ ではすぐに破壊する可能性がある

現場の条件で計算する必要があるが, 最低厚さを $t=13\text{cm}$ 程度とする必要もある. ($t=15\text{cm}$ 程度であれば安心だが・・・)

そもそもどこまで耐久性を求めるのか？

WGではひび割れを許容してもいいのではないかという意見もあるが・・・

詳細な構造決定にはもう少し検討が必要

再生骨材RCCを15cm, 水硬性粒調スラグ10cm程度施工する

使用再生骨材性状

- 今回入手した再生骨材は「M」品に相当
(製造:(株)京星)



～室内試験で使用了た骨材の物理性状～

種類	密度(g/cm ³)		吸水率 (%)
	表乾密度	絶乾密度	
再生細骨材	2.39	2.23(≥2.2)	6.56(≤7.0)
細骨材(細砂)	2.59	2.53(≥2.5)	2.46(≤3.0)
再生粗骨材	2.50	2.41(≥2.3)	3.81(≤5.0)
碎石2005	2.63	2.61(≥2.5)	0.74(≤3.0)

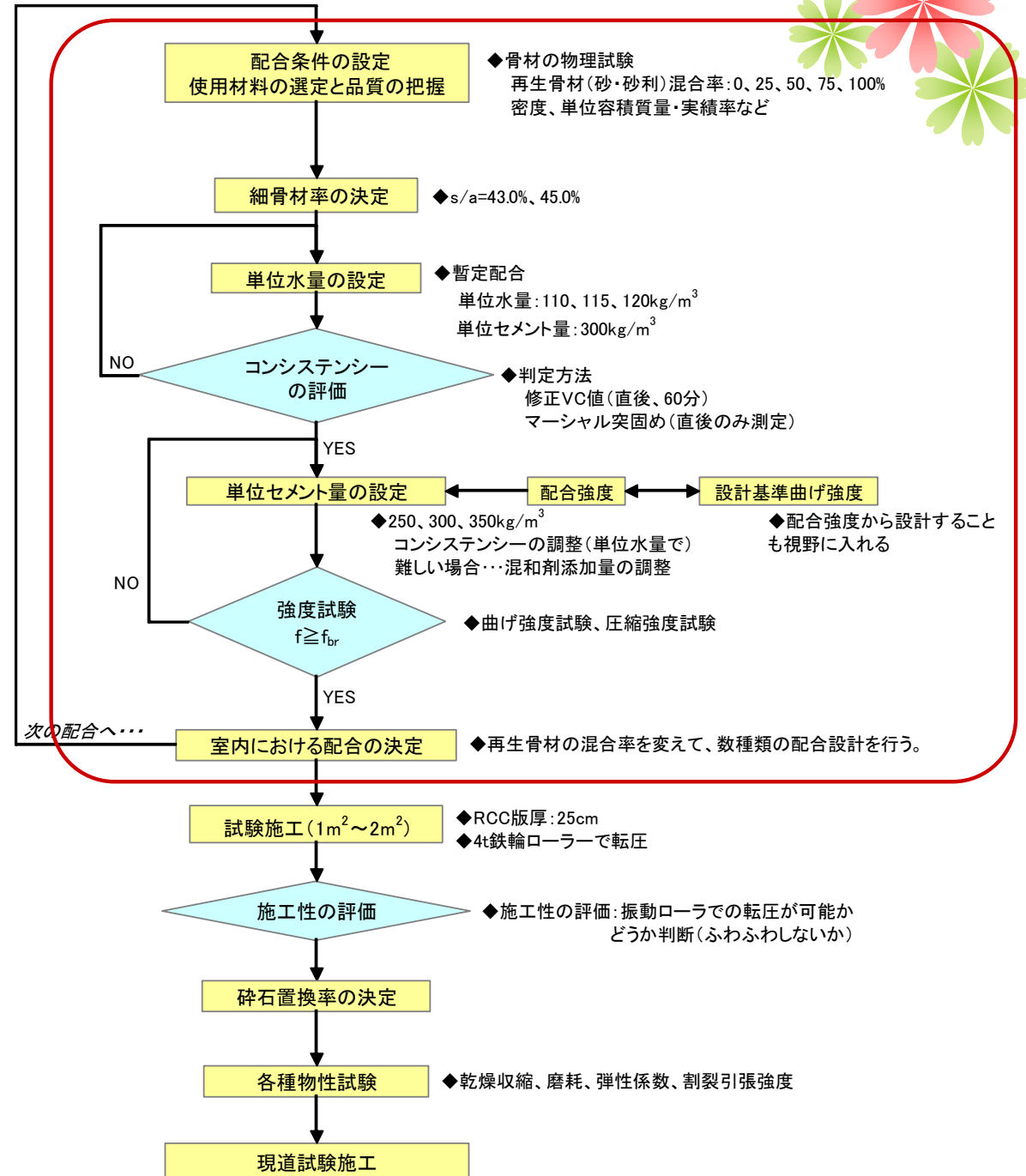
※():規格値

- 再生細骨材、再生粗骨材: JIS A 5022付属書A「コンクリート用再生骨材M」
- 細骨材(細砂)、粗骨材: JIS A 5001「コンクリート用碎石および碎砂」

試験施工までの検討の流れ

- 再生骨材の性質を考慮した設計
- 吸水率が高い
 - フレッシュ性状
 - 曲げ強度
- 川砂利が多い
 - 施工性(骨材のかみ合わせを期待しにくい)

まず、いくつかの配合について、単位水量の検討(コンシステンシーの評価)まで行った。



室内試験(1)

● 再生骨材の組み合わせ

		細骨材 ($S_R:S$)		
		0:100	50:50	100:0
粗骨材 ($G_R:G$)	100:0	●	●	●
	50:50	●	●	●
	0:100	●	---	●

- : $s/a=43.0\%$ 、 45.0%
- : $s/a=45.0\%$ のみ
- : $s/a=43.0\%$ のみ

● 目標性能

(1) 設計基準曲げ強度 : 4.5N/mm^2

- 材齢28日、標準養生、配合曲げ強度 5.8N/mm^2
- 材齢7日、標準養生、目標 4.1N/mm^2 (28日の70%)

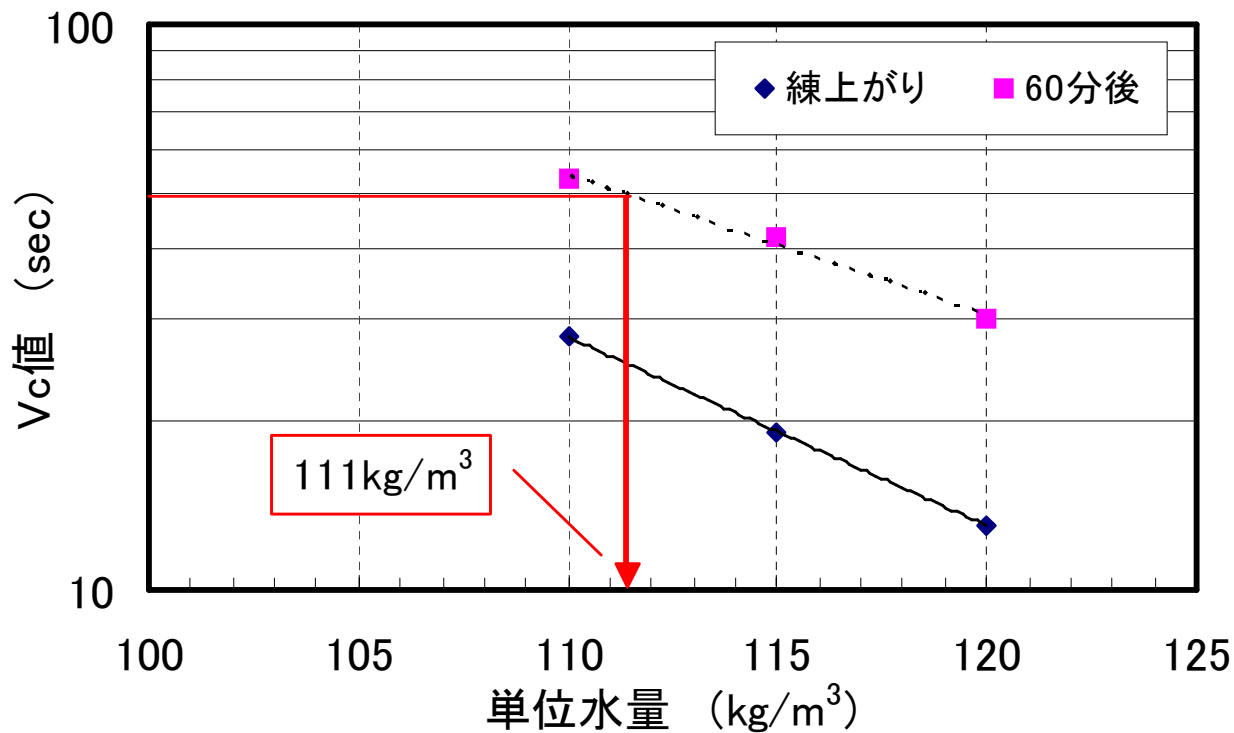
(2) 修正VC値 : 練上がり60分後、 50 ± 10 秒

(3) 材料分離を起こさないこと、所要の締固め性状(転圧施工性)が得られること。

室内試験(2)

● 単位水量の決定

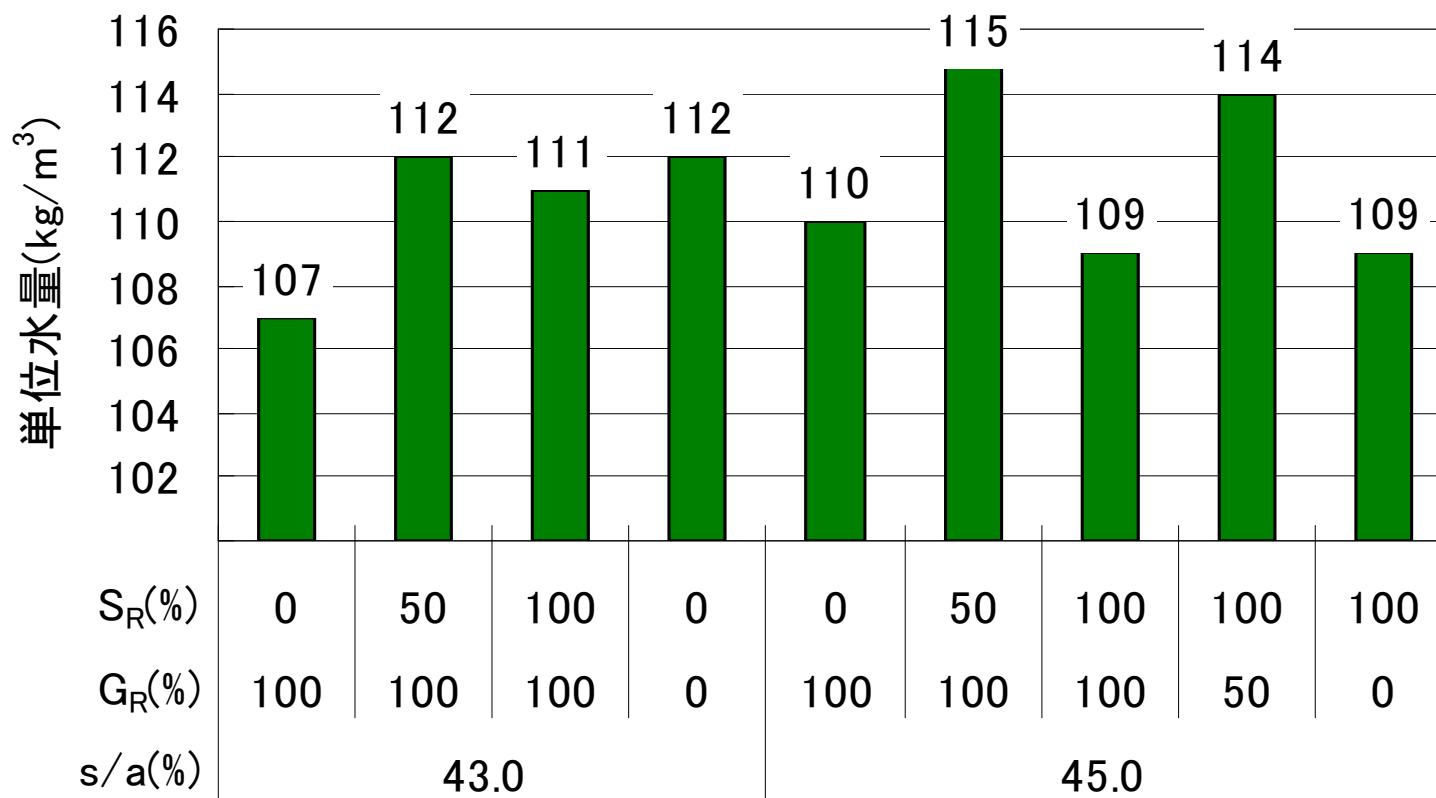
- VC振動締固め試験にて単位水量を決定
 - 直後、60分後に測定
 - 60分後に 50 ± 10 秒を得られるように設定



VC振動締固め試験

室内試験(3)

● 各配合の単位水量



- 再生骨材の混合率によって必要な単位水量が異なった
- 骨材の混合率による明確な傾向は認められなかった
- 通常骨材のRCCPの単位水量がやや大きい→試験方法の違い?
今後再確認

室内試験(4)

● s/aに対する検討

今回s/a=43.0%と45.0%で検討した

①再生骨材を用いている場合、s/a=43.0%では崩れやすく、粘性が小さいようであった

s/a=45.0%とすると改善された

⇒再生骨材RCCは、s/a=45.0%として検討を進める

②全て新材の場合、s/a=43.0%で良好な性状であった

⇒通常のRCCは、s/a=43.0%として検討を進める

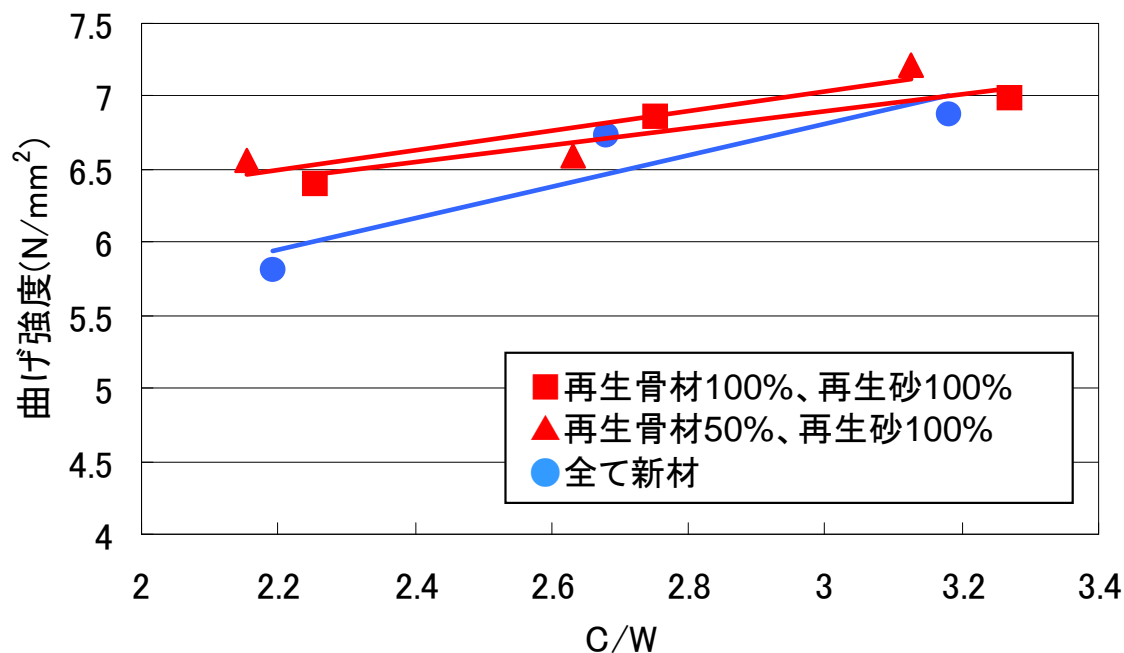
s/a(%)	骨材種類	目視	感触
43.0	再生骨材あり	問題なし	手で握って離すと崩れる
	〃 なし	問題なし	崩れにくい
45.0	再生骨材あり	問題なし	崩れにくい

室内試験(5)

● 曲げ強度試験結果

近畿技術事務所内での骨材の配合での試験結果

– 目標の曲げ強度(材齢28日、 5.8N/mm^2)を確保できることを確認



再生骨材使用で
目標曲げ強度を達成

↓
施工性の評価へ...

施工性の評価(1)

● 試験施工概要

(1) 再生骨材RCCPおよび砕石粉使用透水性Co舗装の施工性の確認。

- ① 再生骨材RCCP:再生骨材の混入率ごとの施工性の可否の判断
- ② 砕石粉使用透水性Co舗装:施工性の検討(近畿大学麓講師)
- ③ 再生骨材100%使用生コン舗装をすりつけ部等に舗設

(2) 施工日時 2009年12月18日(金)

(3) 施工場所 近畿地方整備局
近畿技術事務所内

(4) 見学会を開催
(大学、企業、官公庁より約50名)

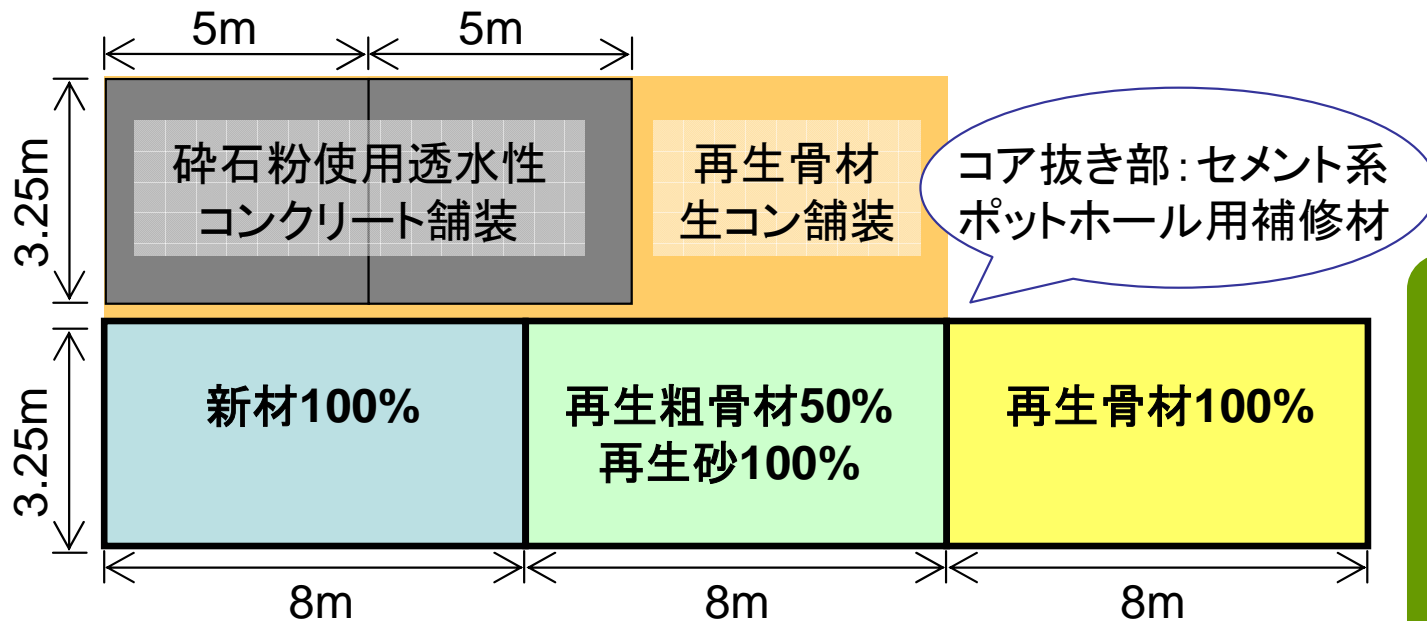


国土交通省近畿地方整備局
近畿技術事務所内

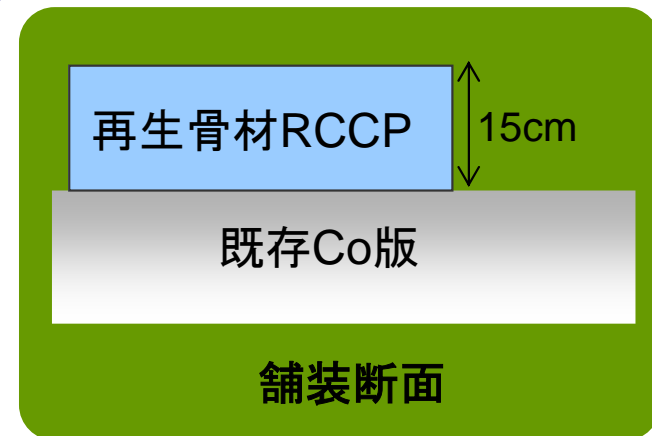
施工性確認を
主目的とした

施工性の評価(2)

● 試験施工水準



コア抜き部:セメント系
ポットホール用補修材



● 目標性能

(1) 設計基準曲げ強度: 4.5N/mm^2

– 材齢28日、標準養生、配合曲げ強度 5.8N/mm^2

– 材齢7日、標準養生、目標 4.1N/mm^2 (28日の70%)

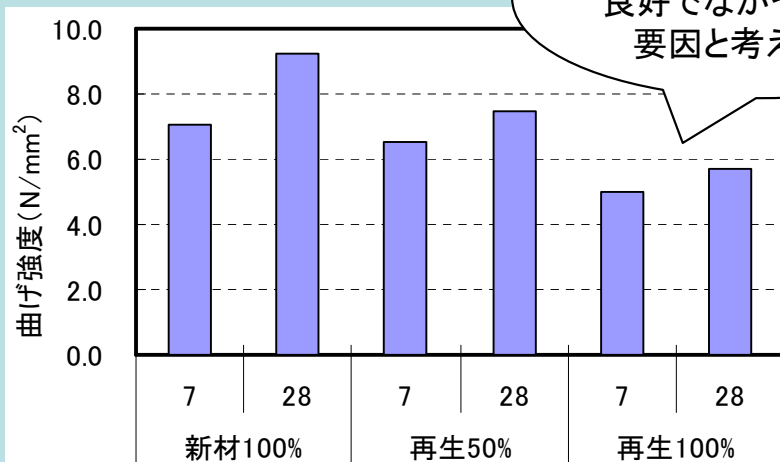
(2) 修正VC値: 練上がり45分後、 50 ± 10 秒 ※プラントから現場までの時間を考慮

(3) 材料分離を起こさないこと、所要の締固め性状(転圧施工性が得られること)

施工性の評価(3)

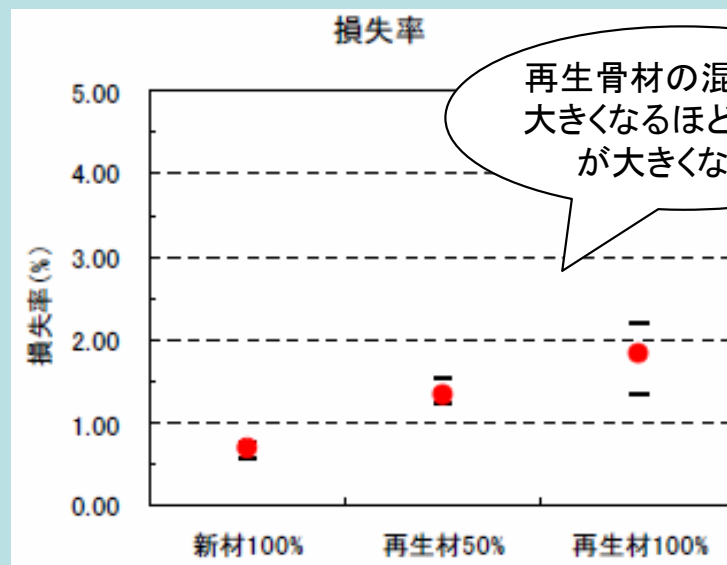
出荷コンクリートの品質

曲げ強度試験



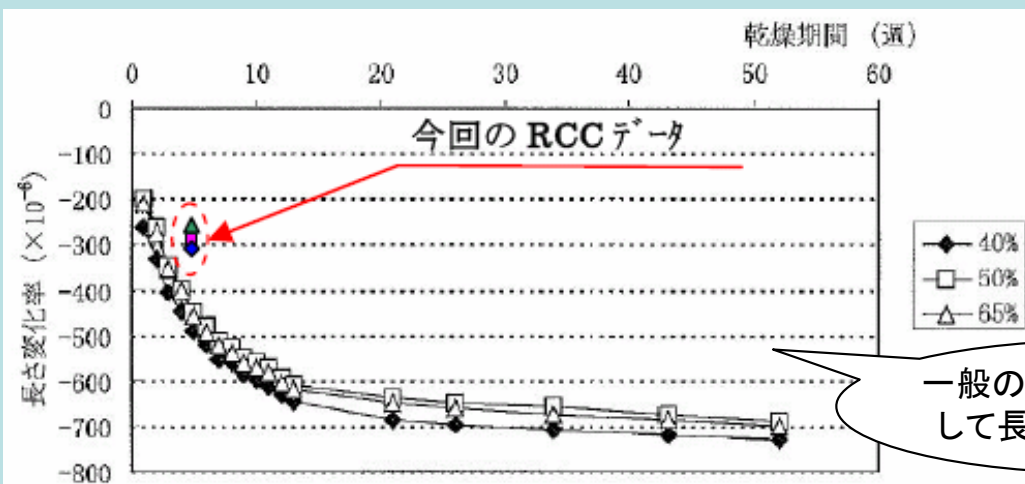
供試体の締固め率が良好でなかったことが要因と考えられる

ラベリング試験



再生骨材の混合率が大きくなるほど損失率が大きくなった

コンクリートの長さ変化



一般のコンクリートに比較して長さ変化は小さい。

施工性に問題はなかったが、スケーリングが問題となる可能性がある

⇒配合強度を大きくすることで向上するか検討中

施工性の評価(4)

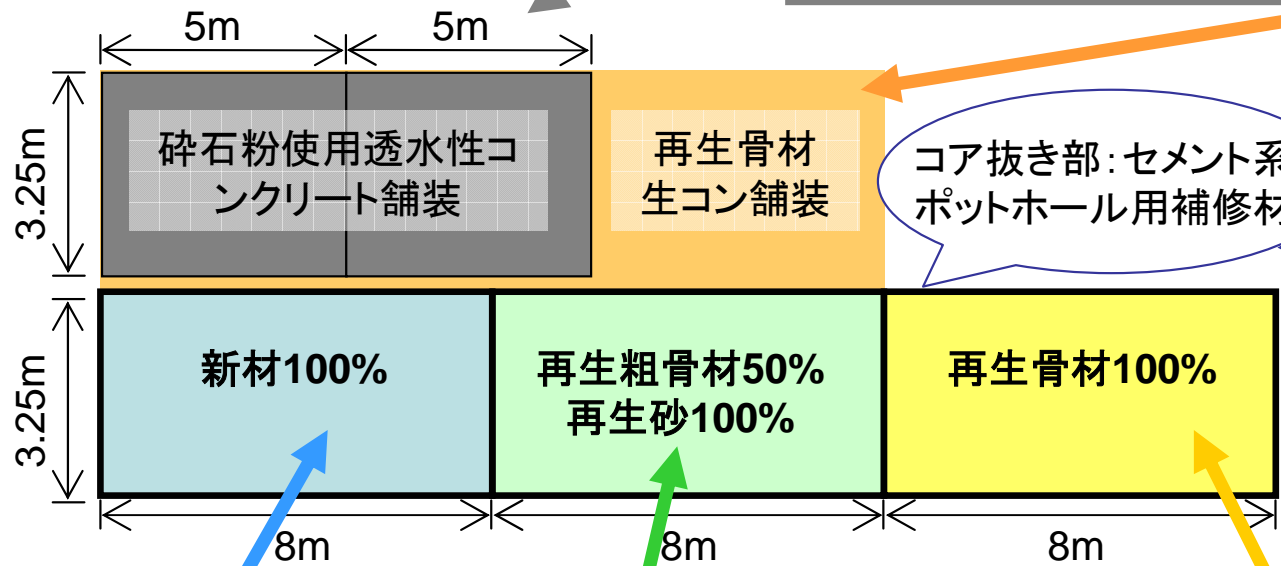
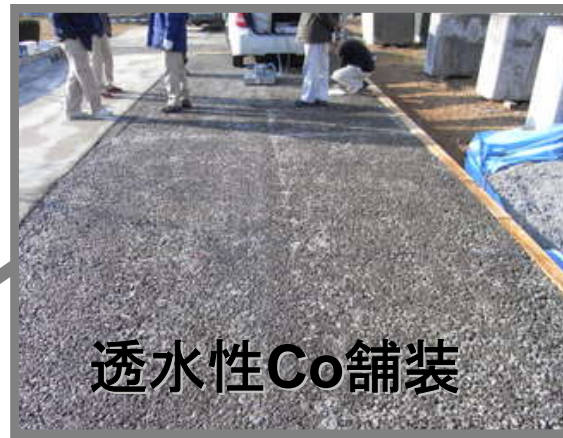
● 施工状況



50人が見守る中での施工

施工性の評価(5)

仕上がり



実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(1)

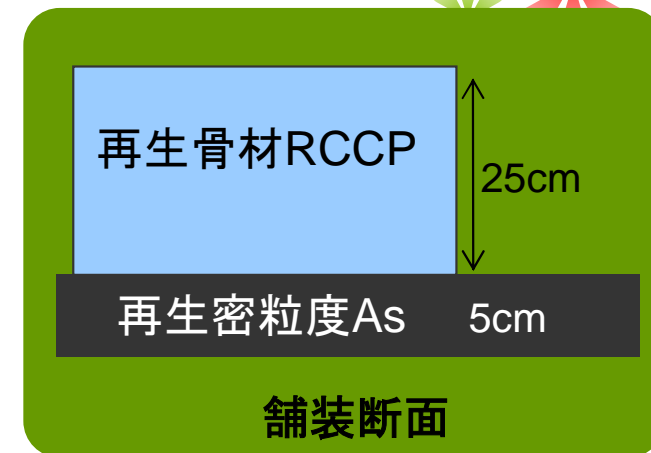
● 施工概要

- (1) 施工時期 2010年3月13日(土)
- (2) 施工規模 延長150m(約525m²)
- (3) 施工場所 大阪市住之江区南港(交通量N6)
- (4) 出荷配合

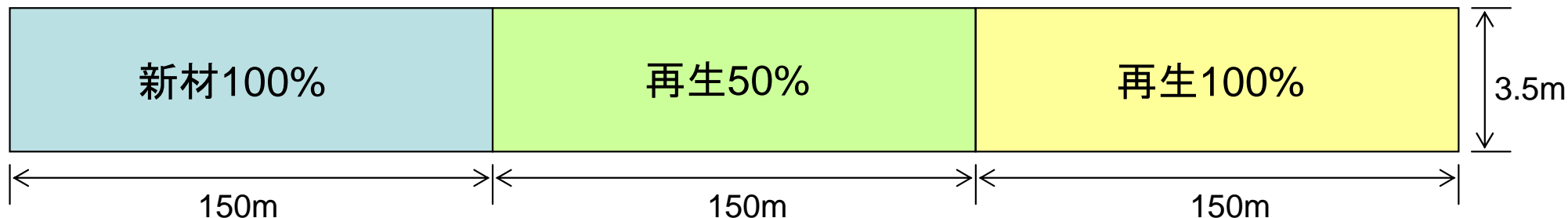
①再生G・S 100% ②再生G 50%・再生S 100% ③新材G・S 100%

- (5) 出荷生コン工場 (株)西井商店堺臨海生コン(大阪府堺市)

- (6) 施工 鹿島道路(株)



● 施工水準



実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(2)

● 目標性能

(1) 設計基準曲げ強度: 4.9N/mm^2

- 材齢28日、標準養生、配合曲げ強度 6.2N/mm^2
- 材齢3日、標準養生、目標 4.34N/mm^2 (28日の70%) ※交通開放のため
- 材齢7日、標準養生、目標 5.58N/mm^2 (28日の90%)

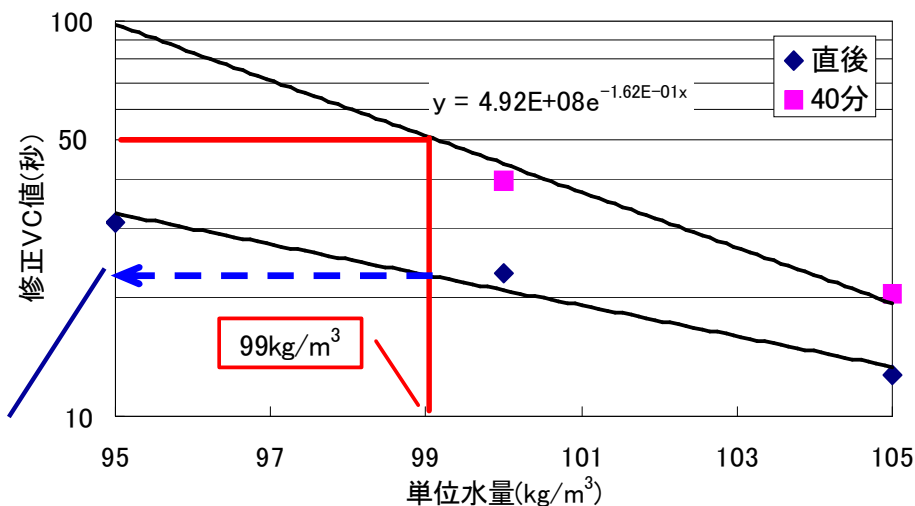
(2) 修正VC値: 練上がり40分後、 50 ± 10 秒

● 単位水量検討

(1) 40分後に修正VC値50秒となるところで
単位水量を決定

(2) その単位水量での直後の修正VC値が
プラントでの管理目標値となる

練り直後目標値
 $23 \text{秒} \pm 5 \text{秒}$



再生G・S 100%の配合

実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(3)

● 示方配合

配合	再生材混合率		s/a (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)						SP (C×%)
	S _R (%)	G _R (%)			W	C	S _R	S	G _R	G	
新材100	0	0	43.0	35.3	104	300	0	882	0	1189	1.0
再生50	100	50	45.0	33.7	99	300	867	0	554	577	
再生100	100	100		33.7					1108	0	

● 立会い試験練り



実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(4)

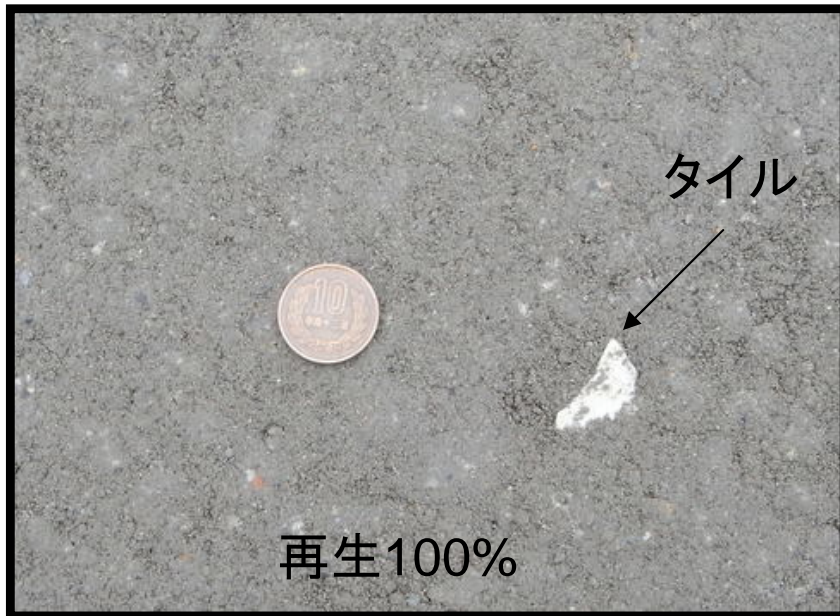
● 施工当日(3月13日(土))



実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(5)



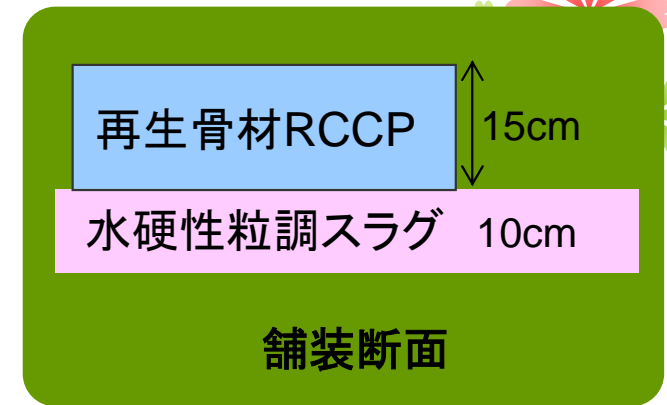
実施例1「住之江区かもめ大橋東詰」(6)



施工予定1「木津川堤防天端舗装」(1)

● 施工概要

- (1) 施工時期 2010年3月23日(火)
- (2) 施工規模 延長100m(約315m²)
- (3) 施工場所 京都府相楽郡精華(せいか)町、
開(ひらき)橋左岸堤防
- (4) 出荷予定配合 再生G・S 100%
- (5) 出荷予定生コン工場 (株)京星(大阪府枚方市)
- (6) 施工 鹿島道路(株)
- (7) 備考 PJでの試験施工、ダム堆砂生コン舗装の他にAs舗装3種
- (8) 監督 鹿島道路(株)、大林道路(株)、セメント協会



● 施工水準



施工予定1「木津川堤防天端舗装」(2)

● 目標性能

(1) 設計基準曲げ強度: 4.5N/mm^2

– 材齡28日、標準養生、配合曲げ強度 5.8N/mm^2

(2) 修正VC値: 練上がり45分後、 50 ± 10 秒

● 示方配合

配合	再生材混合率		s/a (%)	W/C (%)	単体量 (kg/m^3)				SP ($\text{C} \times \%$)
	S_R (%)	G_R (%)			W	C	S_R	G_R	
再生100	100	100	45.0	33.7	99	300	867	1108	1.0

今後のWGの活動

WG活動は平成22年度末まで継続する予定である

● 再生RCCP

現道の施工に向けて検討を継続する

● その他残っている課題

・普及しやすいコンクリート舗装の検討

コンクリート舗装の問題点を解消し、適正なコストの技術を検討

・砕石粉の利用方法の検討

今後問題となると考えられる砕石粉の有効利用方法の検討

写真

※近畿地整での試験施工より

