

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	・実施体制検討 ・検討内容討議 ・再生骨材のJIS紹介
第2回		・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		・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		・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	・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		・ホワイトトッピングのFEM解析
第7回		・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	・再生骨材RCC、ホワイトトッピング構造検討
第9回		・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		・再生骨材RCC予備試験結果発表
第11回		・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

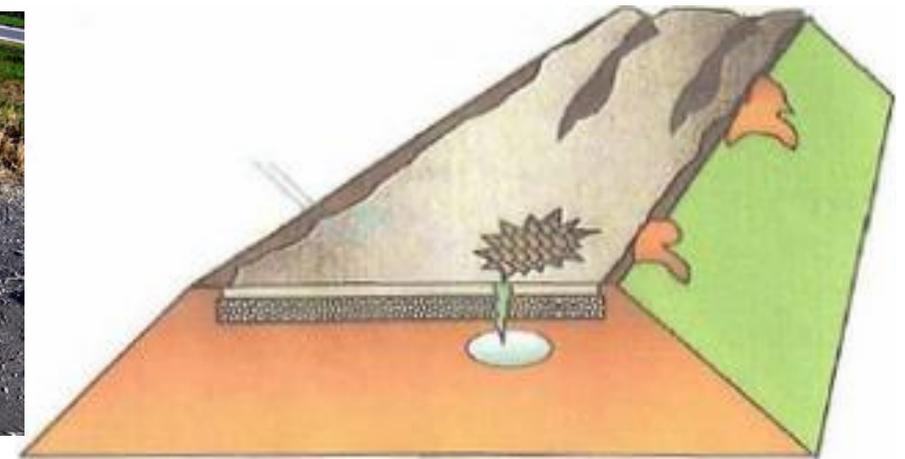
再生骨材RCCPに関する検討概要

● 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)



～室内試験で使用了した骨材の物理性状～

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)

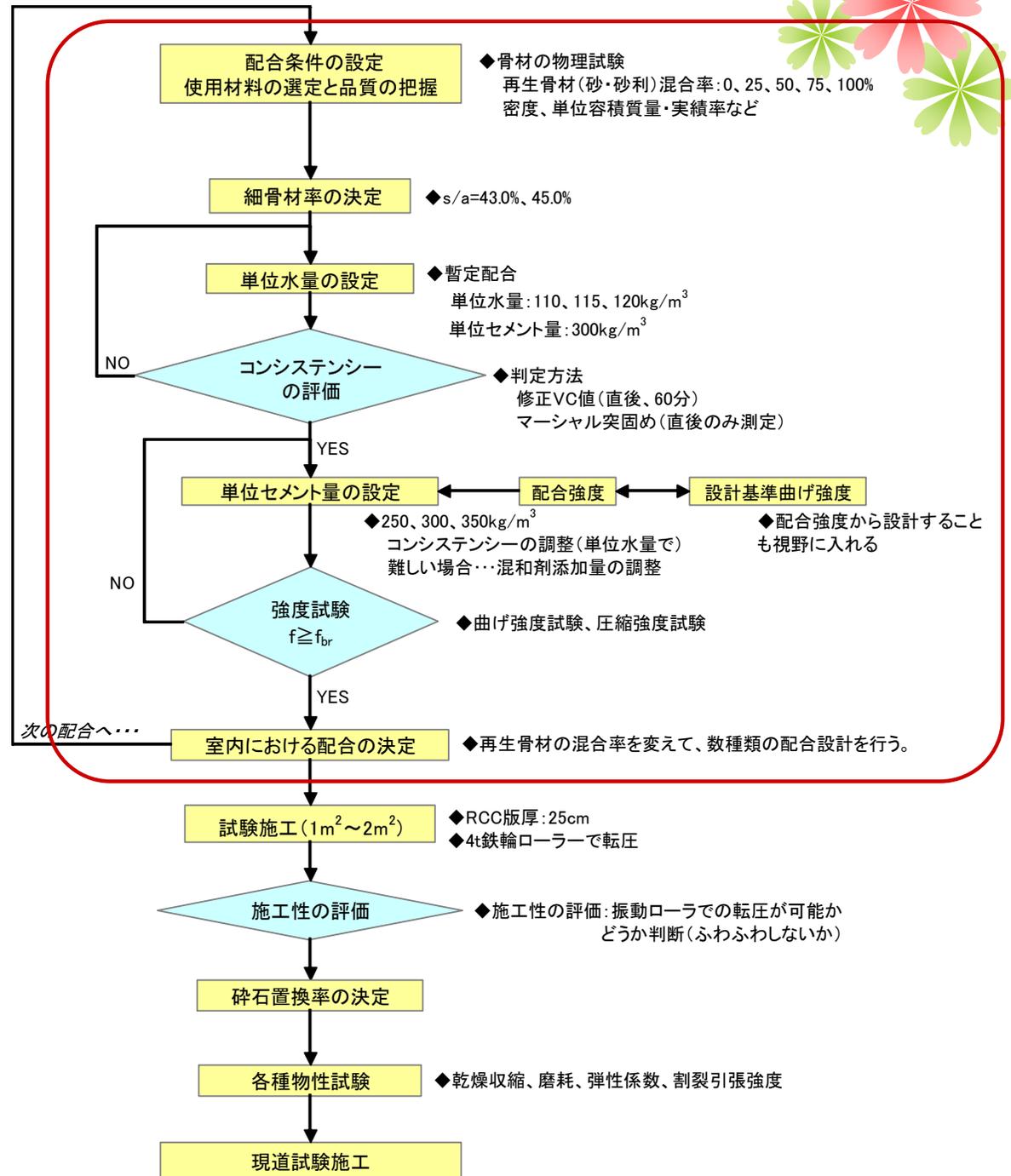
※():規格値

- 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%)

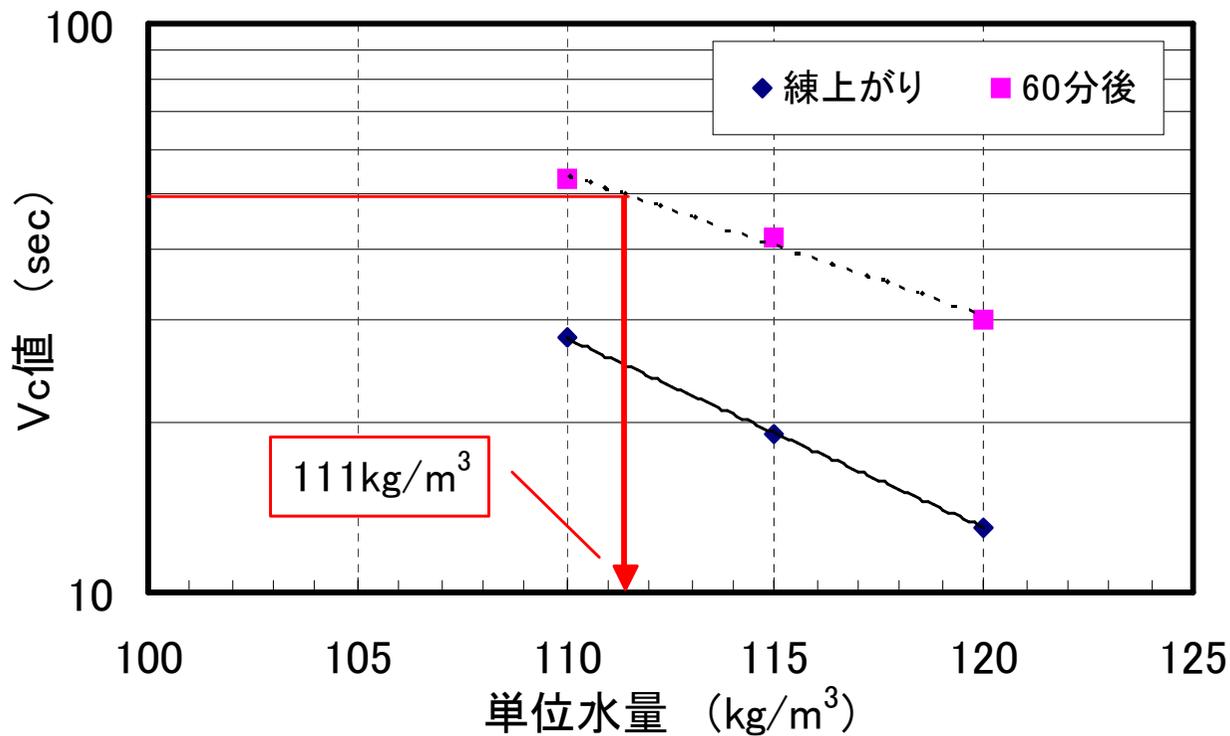
(2) 修正VC値 : 練上がり60分後、 50 ± 10 秒

(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

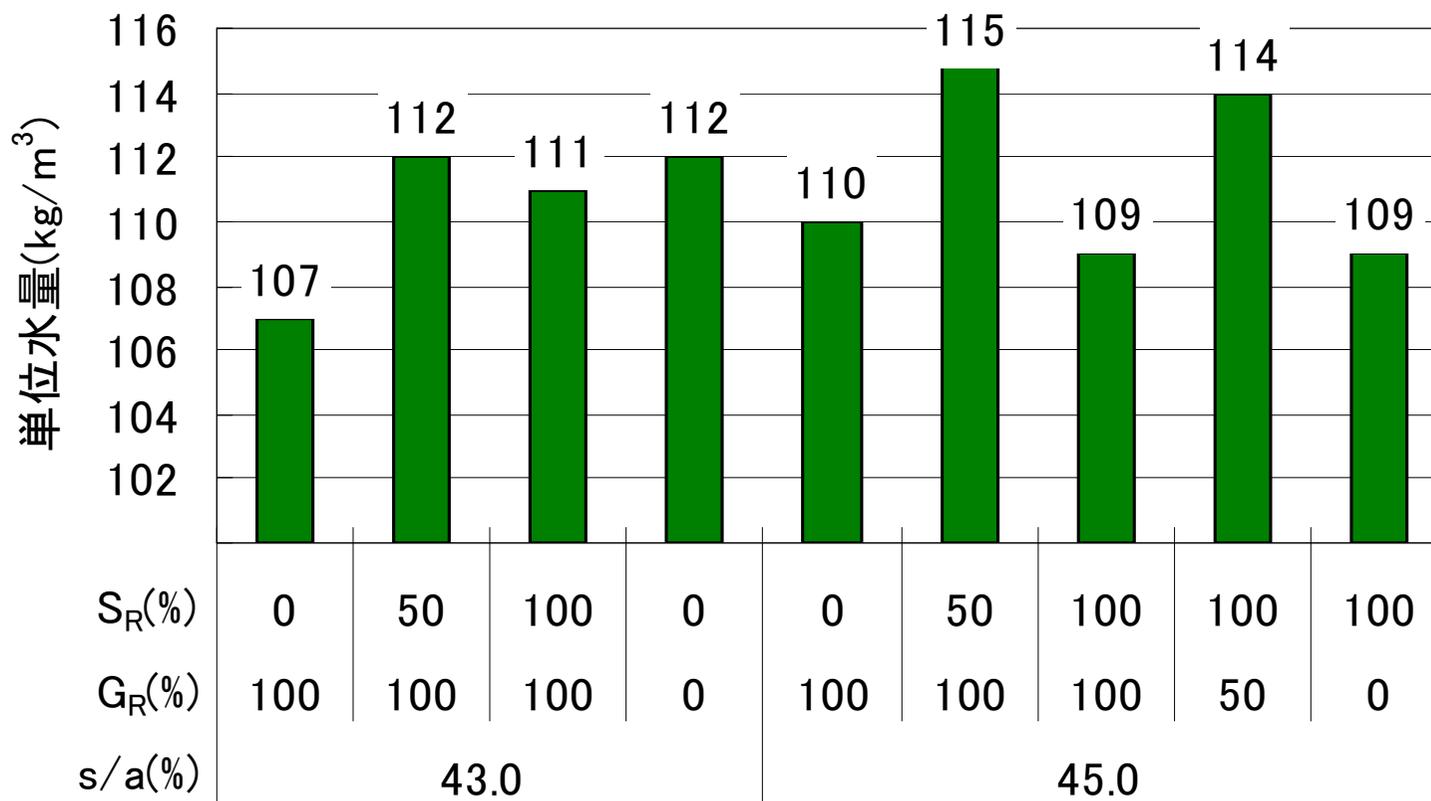
- VC振動締固め試験にて単位水量を決定
 - 直後、60分後に測定
 - 60分後に 50 ± 10 秒を得られるように設定



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

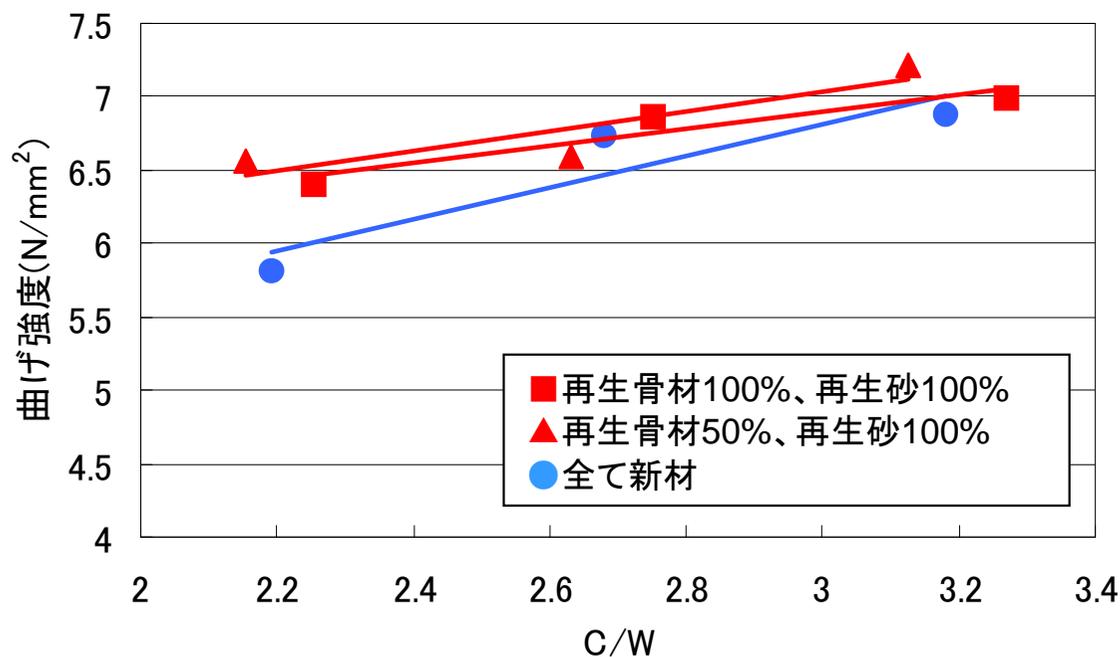
s/a(%)	骨材種類	目視	感触
43.0	再生骨材あり	問題なし	手で握って離すと崩れる
	〃 なし	問題なし	崩れにくい
45.0	再生骨材あり	問題なし	崩れにくい

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)

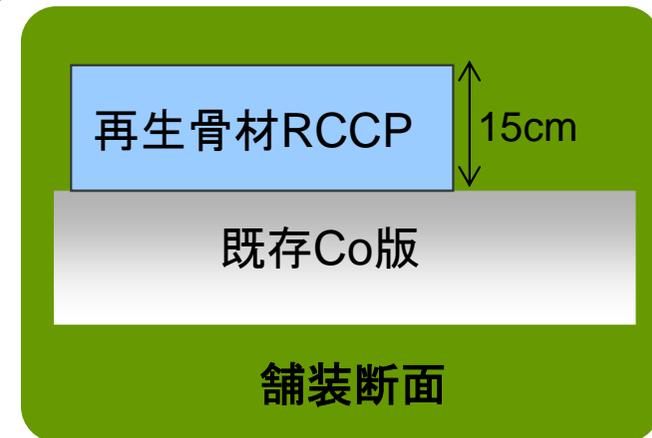
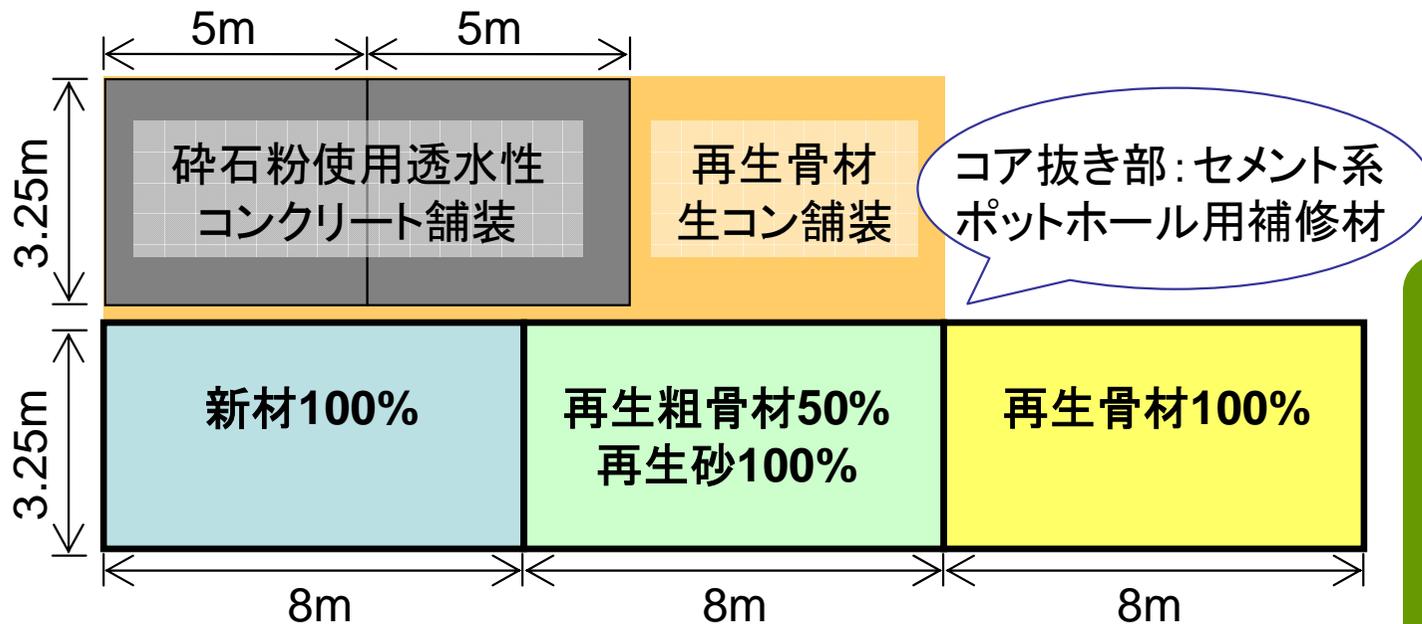


国土交通省近畿地方整備局
近畿技術事務所内

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



● 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%)

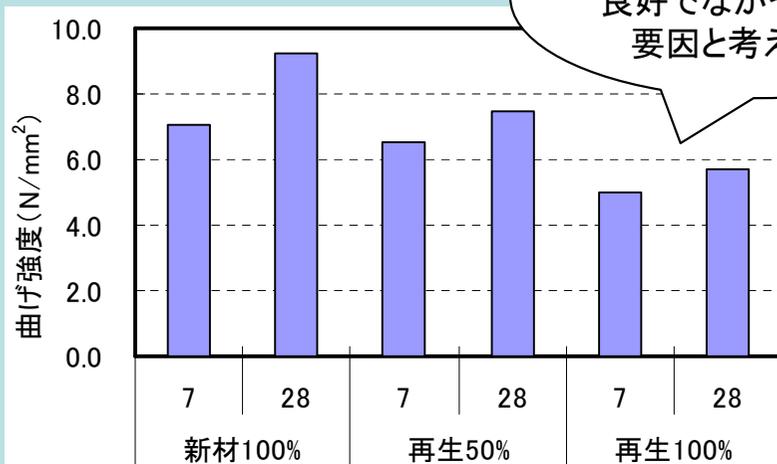
(2) 修正VC値: 練上がり45分後、 50 ± 10 秒 ※プラントから現場までの時間を考慮

(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)

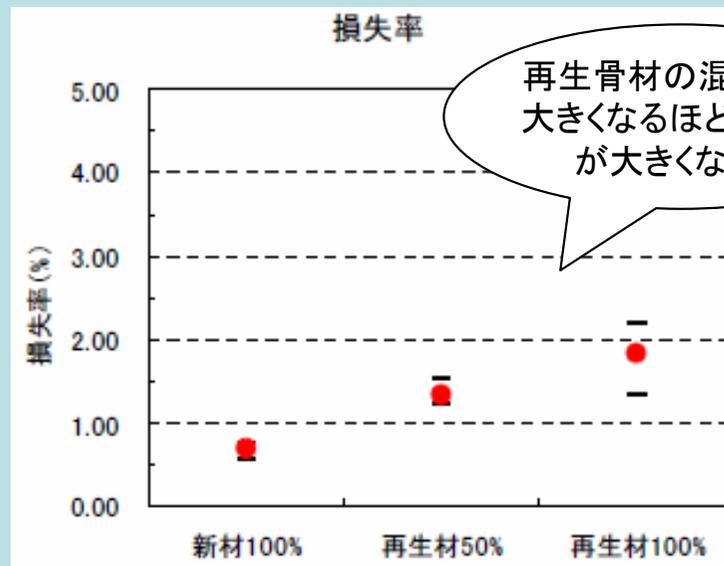
出荷コンクリートの品質

曲げ強度試験



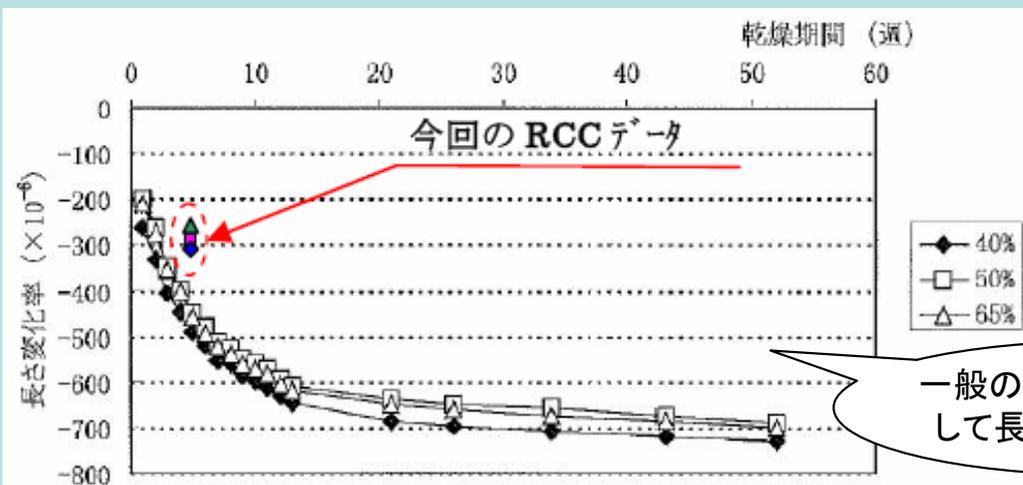
供試体の締固め率が良好でなかったことが要因と考えられる

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)

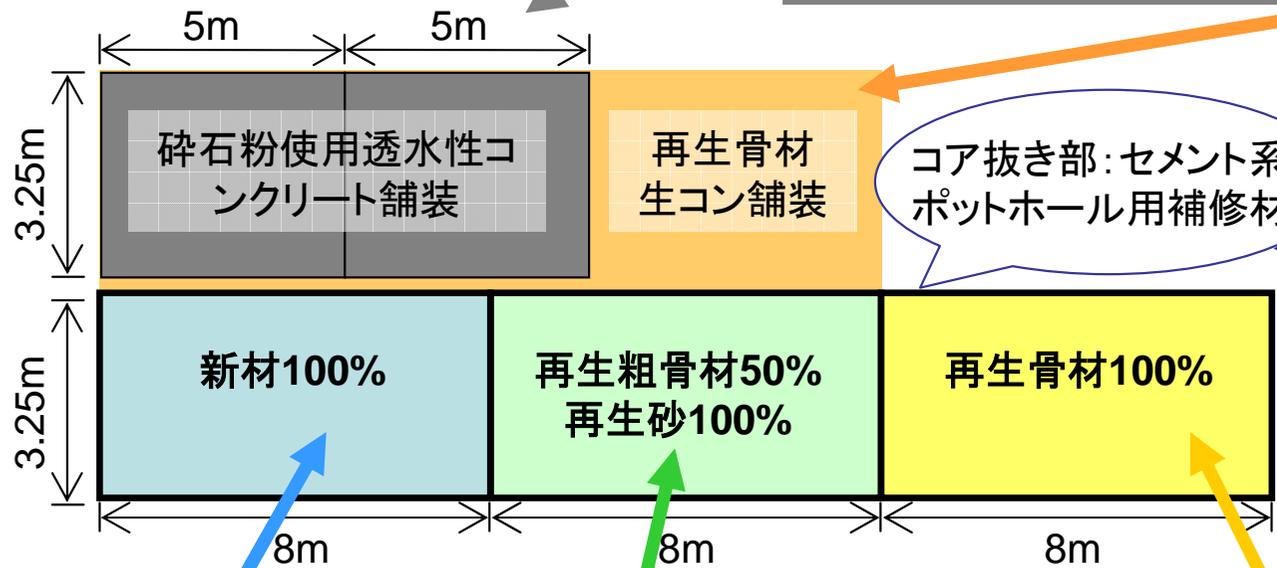
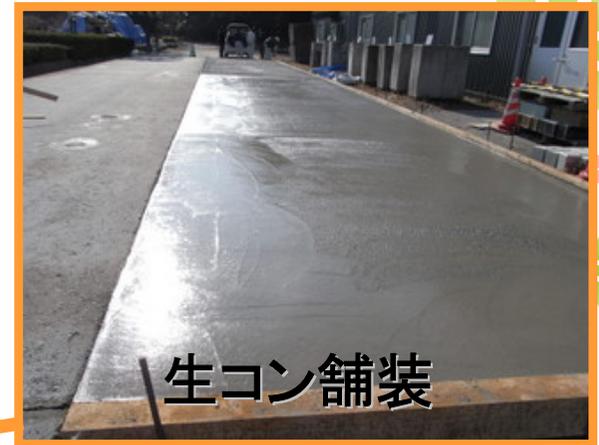
● 施工状況



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%)

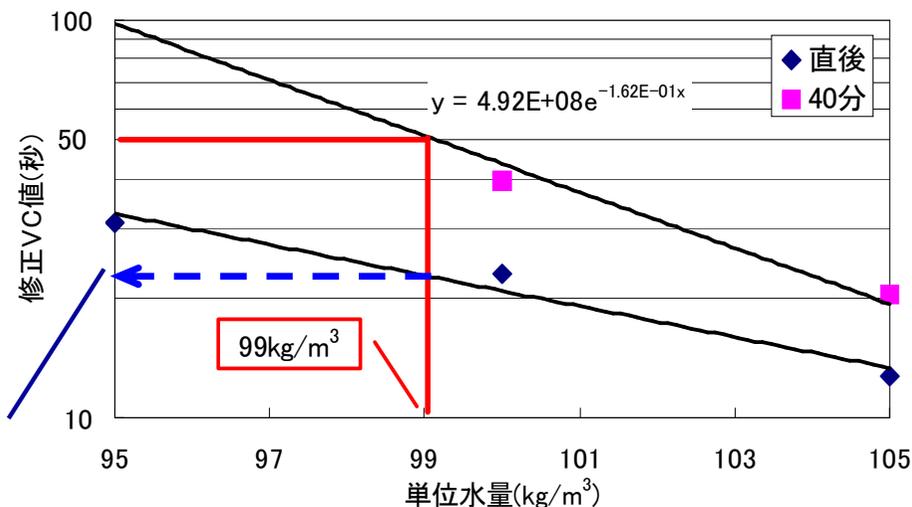
(2) 修正VC値: 練上がり40分後、 50 ± 10 秒

● 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)

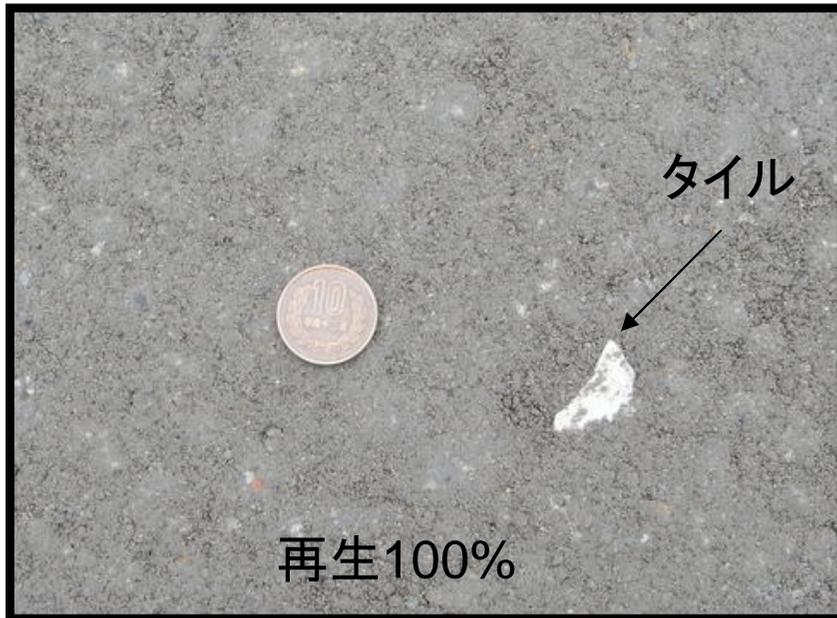
● 施工当日(3月13日(土))



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



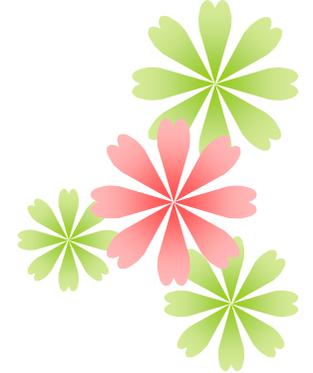
・普及しやすいコンクリート舗装の検討

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

