

スラッジ再生セメントと 産業副産物混和材を併用した クリンカーフリーコンクリートによる 鉄筋コンクリート部材の開発研究 【3J153001】

代表者：閑田徹志（鹿島建設株式会社）
研究期間：2015年4月～2018年3月
累積補助金額（3年間）：34,739千円

研究体制および発表目次

■研究体制：鹿島建設 閑田徹志、巴史郎、百瀬晴基
三和石産 青木真一、大川 憲

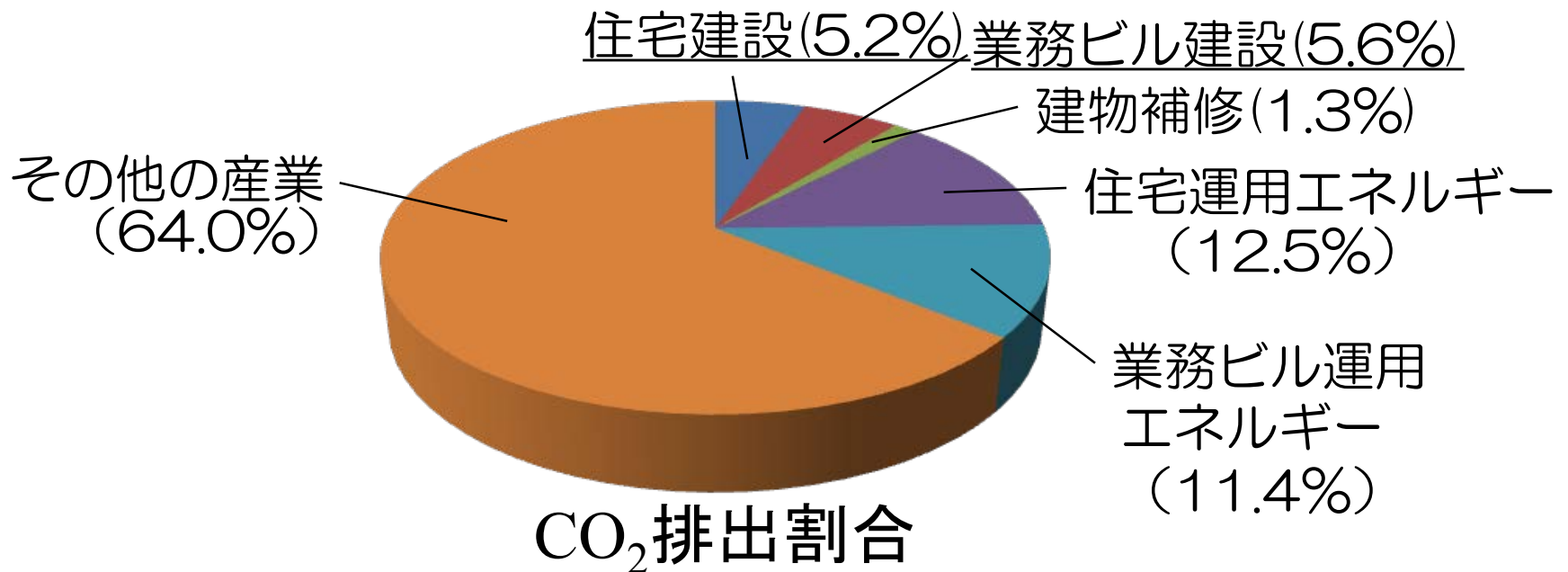
■発表目次

1. 研究の背景および必要性
2. 研究目的、成果目標、研究計画
3. 技術の概要
4. 得られた成果
5. 環境政策への貢献
6. まとめ

1. 研究の背景および必要性

1. 研究の背景および必要性

- ①廃棄物の排出抑制と再利用促進が急務の中、建設関連産業では全体の20%以上の廃棄物を排出
- ②建設物の建設過程はCO₂排出量・エネルギー消費量が大きく、国内CO₂総排出量の10%程度



(日本コンクリート工学協会:環境時代におけるコンクリートイノベーション、2008)

建設関連産業にて①②の抑制は社会的必要性大

1. 研究の背景および必要性

■建設関連廃棄物となる戻りコンは生コン出荷量全体の1.6%、年間200万 m^3 （4,000千t）
⇒有効な再利用の手段なく、政策的ニーズ大

■全CO₂排出量4%がセメント製造時
⇒セメントクリンカーの使用量減が低炭素に直結

■学術的必要性

代表的クリンカーフリー材料ジオポリマーに開発集中

⇒経済性・実用性に課題、鉄筋補強(RC)不適

⇒ジオポリマーに代わり

超低炭素型、経済性・実用性に優れ、RCに適用可能な普及型コンクリートの研究開発の研究基盤必要

2. 研究目的、成果目標、研究計画

2. 研究目的

I .建設産業に関わる主要な建設副産物である
戻りコンクリート廃棄量縮減、スラッジ再利用（SRセメント）

II .建設産業によるCO₂排出量・エネルギー消費量の抑制、
クリンカーを極力使用しないクリンカーフリー（R-CF）コンクリートの実現

III .震災後に増大傾向の石炭灰（10%超の増）の廃棄量縮減、
フライアッシュ（FA）有効利用

2. 研究成果目標

1) 再生セメントの製造ラインの改良および大量製造方法の確立

- 実施項目：専用の実証用洗浄・脱水設備を新設
- 達成目標：普通セメントに対する強度比60%以上の品質の再生セメントを大量に製造する方法確立

2) 再生コンクリート（SRコンクリート）による製品の開発と商業化

- 実施項目：環境性能・経済性に優れた製品の開発
- 達成目標：2品目以上の商品化

2. 研究計画

		平成27年度	平成28年度	平成29年度
1)	①製造ラインの改良	品質向上のため専用の洗浄・脱水設備を新設		
	②大量製造方法の確立	新設設備による、再生セメントの品質の把握	製造方法の確立、品質向上効果のある遅延剤添加等の検討	製造設備の整備 再生セメントの品質の把握
2)	①高含有タイプPCa製品の開発	プレキャスト工場での予備検討 (製品化に必要な性能証明の所得)	再生セメント コンクリートの調合確立	部材の選定・試作の実施
	②低含有タイプPCa製品・生コンの商業化		PCa製品・生コンの製品設計実施 JIS認証対応	製造体制の構築、製品の商業化 品質確保体制の構築 性能証明の改定

3. 技術の概要

再生セメント製造概要

1 戻りコン排出



2 戻りコンの骨材を回収



3 スラッジ中の微砂分を除去



4 残ったスラッジ水を水槽へ



5 スラッジ水を脱水機へ



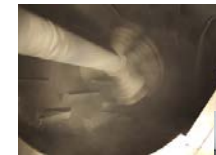
6 脱水後のスラッジケーキ



7 スラッジケーキを破碎乾燥機へ



破碎乾燥機の内部状況



静止時

攪拌時



8 Cem R³製造



9 バラ車に積み込み



10 生コンプラントにてエコクリートR³製造



11 アジテータ車にて現場に出荷

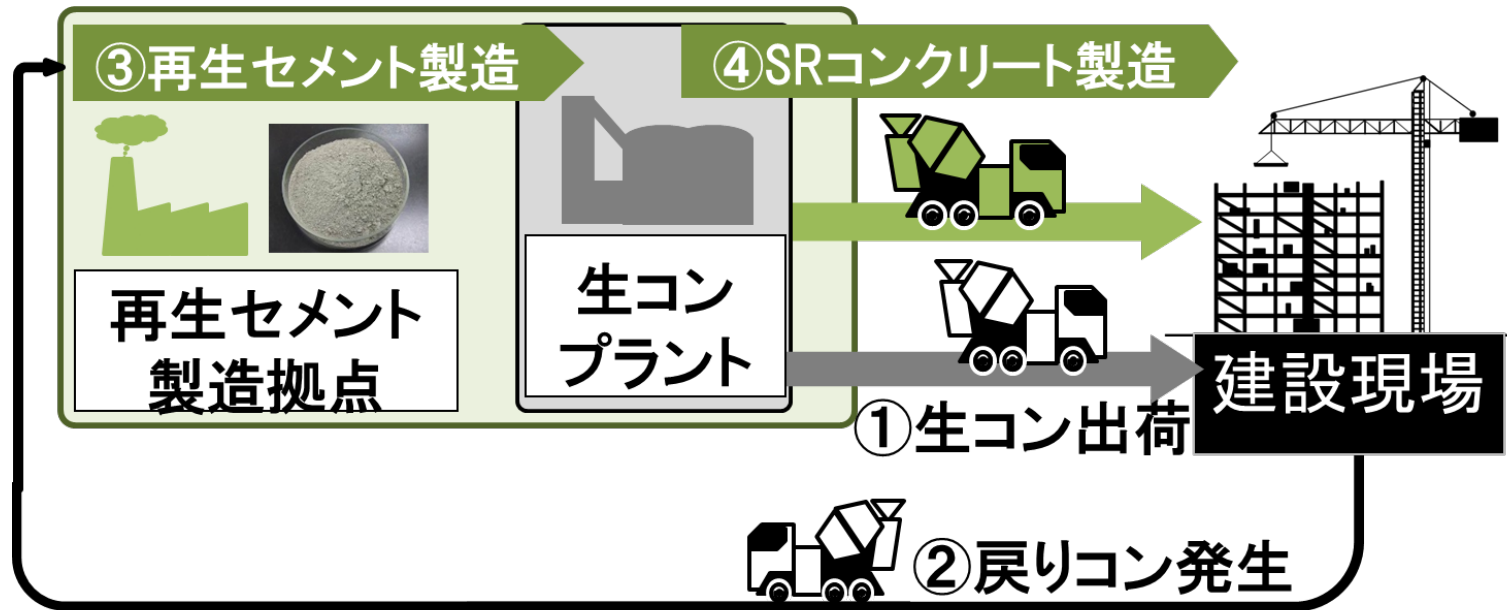


再生コンクリート概要

■再生コンクリート

(SRコンクリート：Sludge Recycle Concrete)

現場で発生した戻りコンを原料に再生セメントを製造し、混和材としてSRコンクリートを製造



4. 得られた成果

1) 製造ライン改良・製造方法確立

■新設ライン（藤沢）にて製造能力増・高品質化

主な導入機器一覧

湿式サイクロン

配管関係

スラッジ水槽①

スラッジ水槽②

攪拌機

水中ポンプ

スラッジ送水ポンプ

脱水機

乾燥機



水槽 & 攪拌機



湿式サイクロン

主な導入設備



脱水機

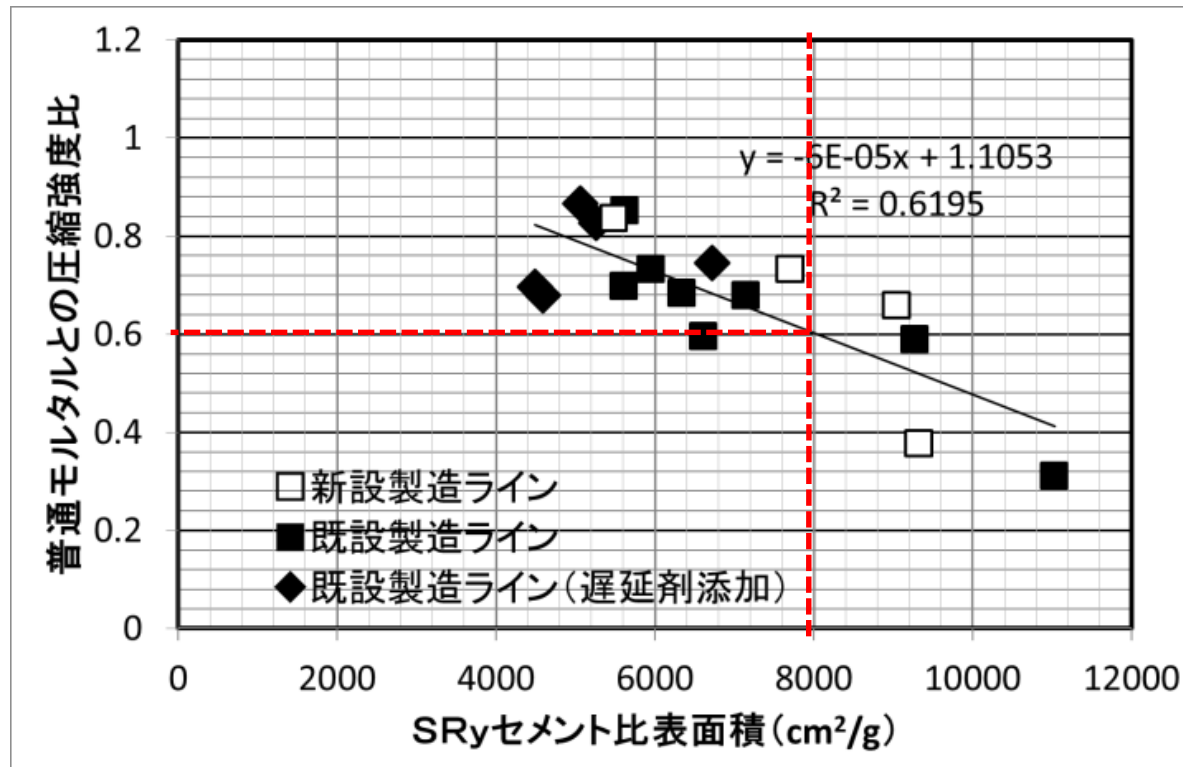


乾燥機

2) 製造ラインの改良・製造方法確立

■新製造ラインの品質確認

比表面積 $8000\text{cm}^2/\text{g}$ 以下の再生セメントで強度比0.6以上の品質を確保



製造実験結果まとめ

3)再生コンクリート製品開発と商業化

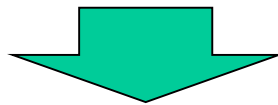
■ 建築技術性能評価認定取得

◆ GBRC性能証明第16-10号

- ・ 混和材として使用上、問題ないことを評価

◆ 鹿島・三和石産の品質管理で JIS適合混和材として使用可能

生コン、プレキャスト製品 商品化可能



■ 生コンJISおよびプレキャストコンクリート製品JISを取得



ASSESSMENT OF TECHNOLOGY
FOR BUILDING CONSTRUCTION

GBRC 性能証明 第16-10号

建築技術性能証明書

技術名称: スラッジ再生セメントを含有する結合材を用いた低環境負荷コンクリート工法

申込者: 鹿島建設株式会社 技術研究所 常務執行役員 所長 戸河 敏
(本技術の開発は、三和石産株式会社と共同で行われたものである。)

技術概要: 本技術は、廃りコンクリートを原料として製造する再生セメントを、30%~85%の範囲で結合材中に混入することで、普通強度レベルにおいて環境負荷の低減を実現し、かつ耐久性を確保することが可能なコンクリート工法である。

開発趣意: レディミクストコンクリートの製造・出荷に際する廃りコンクリートは、年間200万t程度が発生し、膨大な廃棄物の一因となっている。しかし、廃りコンクリートの減量や再生利用に成功した例は少なく、これを可能とする技術に対する社会的なニーズが高い。一方、コンクリートの原材料由来のCO₂を低減するため、副産物泥和材等により使用するクリンカー量を削減する試みが店販に行われている。クリンカー使用量の削減のため、本技術では廃りコンクリートを原料とする再生セメント（以下、「SRセメント」と称す）を製造し、クリンカーを代替する低炭素コンクリート（以下、「SRコンクリート」と称す）を開発した。このコンクリートの製造は、通常の低炭素コンクリートにおいてクリンカー使用量を減量し環境性能を向上させるほど中性化抵抗性が低下する傾向を改善し、通常の工法への適用に際し、SRセメントはポルトランドセメントに加え副産物泥和材として用い、例えばJIS A 5308 レディミクストコンクリートにおいて使用可能な量と材料の要求性能、すなわちコンクリート及び鋼材に有害な影響を及ぼさず、所定の品質及びその安定性が確保されたものとする条件を満たしている。

当法人の建築技術認証・証明事業 業務規程に基づき、上記の性能証明対象技術の性能について、下記の通り証明する。

平成28年6月1日 一般財団法人 日本建築総合試験所

理事長 辻 文 三

記

証明方法: 申込者より提出された下記の資料により性能証明を行った。

資料 1: スラッジ再生セメントを含有する結合材を用いた低環境負荷コンクリート工法性能証明のための説明資料

資料 2: スラッジ再生セメントを含有する結合材を用いた低環境負荷コンクリート工法マニュアル

資料 3: 添付資料

資料 1には、本技術の概要、技術を証明するためのSRセメントの品質管理履歴、SRコンクリートの実物検証実験の結果及び耐久性等の基本的性能試験結果の概要がまとめられている。

資料 2は本技術のマニュアルであり、本技術に使用する材料、コンクリートの品質、調査、製造及び施工、結合材料の品質管理・検査実施などが整備されている。

資料 3の添付資料には、説明資料及び工法マニュアルの標準となる実験データの詳細がまとめられている。

証明内容: 申込者が申請する「スラッジ再生セメントを含有する結合材を用いた低環境負荷コンクリート工法マニュアル」に従って製造・施工された、スラッジ再生セメントを含有する結合材を用いた低環境負荷コンクリートは、以下の性能及び品質を有する。

(1) SRコンクリートに使用する再生副産物泥和材（SRセメント）及び鋼材に有害な影響を及ぼさない。また、その品質及び安定性が製造者により事前に確認されている（JIS A 5308 7.4.6、及びJIS A 5304 4.1.4に準拠）。

(2) 低環境負荷に際して、結合材中のCO₂削減率は約セメント及び副産物泥和材の削減率に比例し、普通ポルトランドセメントに対して10~90%である。

(3) 中性化に対する抵抗性は、JIS S-2009 に定める計画耐用期間が標準供用期以上に対応する。

(4) フレッシュコンクリートの性状及び硬化コンクリートの力学特性は、ポルトランドセメントを用いた場合と同様の調査方法により評価できる。

4)【高含有タイプ】建築用の部材開発

■ 高含有タイプ プレキャストRC部材の製作
16年度バルコニー部材製作⇒コスト的課題
コストダウンのため多数量部材（屋上基礎）製作



バルコニー部材



屋上設備基礎イメージ

5)【低含有タイプ】①生コンの適用拡大

- 神奈川県内 流通施設付属棟 (140m³)
構造体へ初適用 (施工終了)
- 藤沢市公共施設 躯体5000m³へ本格適用
(9月から施工中)



施工状況

6)【低含有タイプ】②製品開発

■積みブロック

のり面などに用いられるブロックに適用検討

JIS製品製造開始

■神奈川県県土整備局リサイクル認定資材登録



神奈川県県土整備局建設リサイクル認定資材一覧表

品目名:再生コンクリート二次製品

平成29年12月22日現在

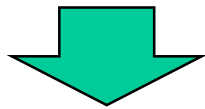
寸法・規格等	率先利用認定資材	認定年月日	認定番号			申請資材名	申請者	再生資源の利用状況	製造工場
			品目	規格	識別				
コンクリート用積みブロック (滑面)フラット 300×450×350mm		平成29年11月8日	3	175	1	積みブロック	相模原市緑区町屋4-29-25 ピーシーコンクリート工業(株) 042-782-2331	乾燥スラッジ 微粉末	相模原市緑区三ヶ木1776-2 ピーシーコンクリート工業(株) 三ヶ木工場 042-784-1028

5. 環境政策への貢献

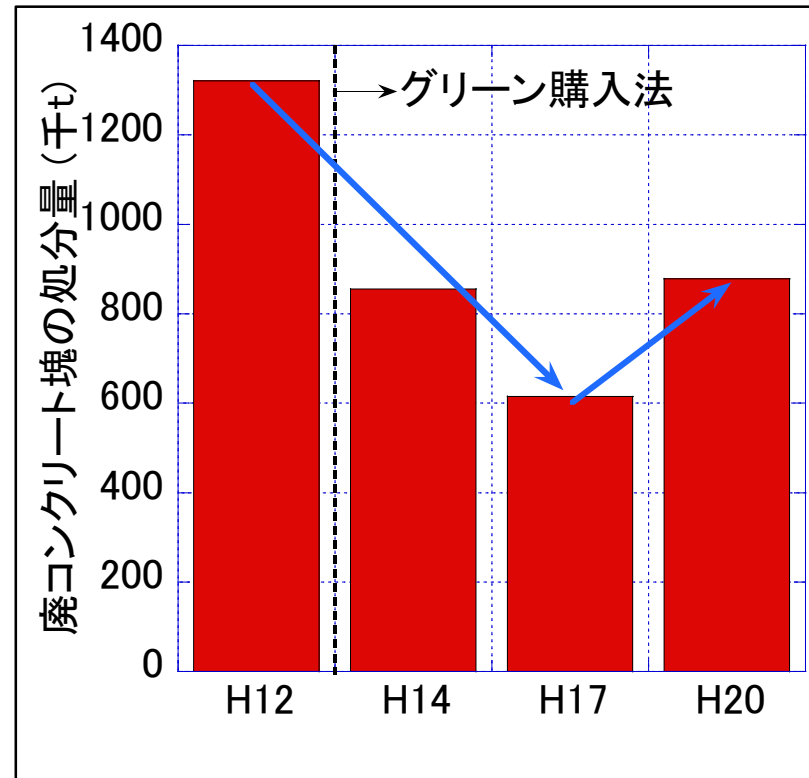
5. 環境政策への貢献 (1/2)

I. 建設副産物の廃棄量縮減と再生利用

- 廃棄物コンクリート塊30,000千t、再利用率95%超
- コンクリート塊処分量は建設廃棄物処分量の1/10
- 主な再利用先の路盤材用途が低迷、処分量再び増加傾向（再利用率1%低下300千tの増加）



- 新たな再利用用途の開拓が急務
- 戻りコンクリート起源のコン塊1,000千tの本技術による再利用で再利用率3%分補てん



5. 環境政策への貢献 (2/2)

Ⅱ. 建設産業CO₂排出量とエネルギー消費量抑制

- セメント起源は全国CO₂総排出量（12億t/年）の4%
- 全国エネルギー消費量の1%

	CO ₂ 排出量(千t/年)	エネルギー消費(10 ⁷ MJ/年)
一般セメント製造起源	42,500	20,204
本技術により削減可能な量	848	230

- 本技術の普及により全国CO₂総排出量の0.07%削減
- 削減達成はコン製品市場用途の20%代替で現実的

Ⅲ. 震災後に増大傾向の石炭灰の廃棄量縮減

- 石炭灰増による処分量増大懸念
- 本技術による有効利用量260千t（再利用率2.6%）
- 埋立処分量低減に寄与

6. まとめ

6. まとめ

■開発目標を達成

- 1) 専用設備を整備し、比表面積による管理で高品質品の製造が可能
- 2) 2品目の商品化達成（JIS認証）
 - ①生コン②積みブロック

■社会実装の開始

- 1) 低含有タイプについて生コンを公共工事へ大量使用、ブロック製造を開始
- 2) 高含有タイプのプレキャスト部材を2018年度に適用開始を想定

6. 受賞

■平成29年度地球温暖化防止活動環境大臣表彰 2017年12月4日表彰式



表彰式



表彰式

(鹿島・環境副大臣・三和石産・東海大)



おわり