

# 二酸化炭素を利用したコンクリート スラッジの再資源化に関する技術開発

日本コンクリート工業株式会社(執行役員 早川 康之)

柳沢 幸雄(東京大学 名誉教授 / 開成高等学校・中学校 校長)

山崎 章弘(成蹊大学 理工学部 物質生命理工学科 教授)

飯塚 淳(東北大学多元物質科学研究所 サステナブル理工学研究センター助教)



日本コンクリート工業株式会社  
NIPPON CONCRETE INDUSTRIES CO., LTD.



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO



# 技術開発の背景・目的

## コンクリート(製品)製造時の廃棄物の発生

- 生コン及びコンクリート製品製造時にコンクリートスラッジが発生する。
- コンクリート製品工場では、製品養生のため、化石燃料を燃焼し排ガス(CO<sub>2</sub>)が発生する。

Table 主要なコンクリートスラッジの一覧

	発生量	固形分割合
戻りコンなどのコンクリート廃棄物	500万t/年<	70~100%
コンクリート二次製品工場の廃棄物	50万t/年<	30~40%
生コン工場洗浄水	160万t/年	約3%

## 現在の廃棄物の処理方法

- 脱水後、「固形分」は埋め立て処理、「高アルカリ水分」は酸で中和処理。排ガスは大気放出。
- 多額の処理費用(3~5千円/t) → **製品価格に転嫁され建設コスト増、廃棄物増**

## 技術開発の目的

- スラッジ固形分をリン除去剤に再資源化する**(廃棄物→有価物)**。
- スラッジ水分を排ガス(CO<sub>2</sub>)で中和し、炭酸カルシウムに再資源化する**(処理費の削減)**。
- 再資源化した有価物の販売、リン除去・リサイクル事業化**(新事業の創出)**。

# 技術開発の概要

## ①全体の概要

- 廃棄物(スラッジ、CO<sub>2</sub>)を再資源化(炭酸カルシウム、リン除去剤)する装置の実用化。
- 廃棄物(スラッジ、CO<sub>2</sub>)量、処理費用の削減とリン除去剤のリン除去能力の検討。

## ②技術開発の内容・位置づけ

### (1)パイロットスケールプラントの製造と運転に関する技術開発

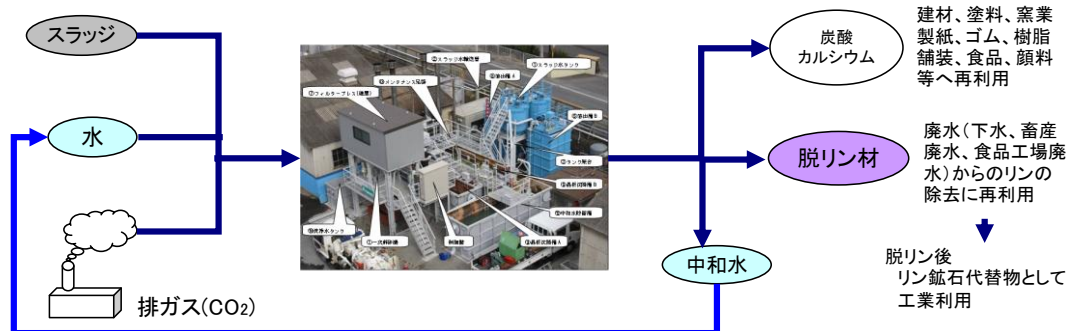
- プラントで、処理の各工程の効率化を図ることを目的に、装置改良及び検証実験を行う。
- 処理水の再利用に向け、スラッジ処理量及び各工程の統合的な制御を検討する。

### (2)リン除去剤に関する技術開発

- 種々の条件でリン除去剤(PAdeCS<sup>®</sup>)試料を作り、その性能を確認する。

## ③技術開発の到達点

- 「廃棄物量」&「CO<sub>2</sub>排出量」の同時削減
- 常温常圧下、無薬品で行う省エネルギー型処理装置
- 処理装置の設計処理量達成
- リン除去剤PAdeCSによる模擬廃水、実下水からのリン除去
- 除去リンのHAP化の確認



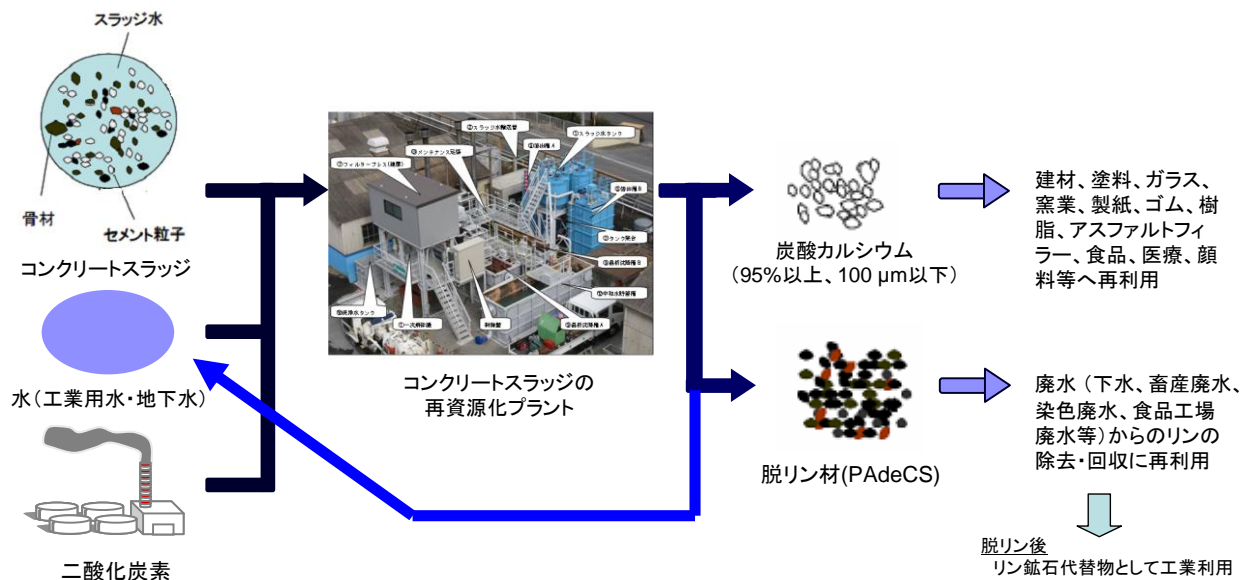
# 技術開発成果の先導性

## 従来のスラッジ処理

- 容器に流し込み ⇒ 硬化後に廃棄処分
- 脱水処理 ⇒ 廃水は酸で中和処理して廃棄、固形分は廃棄処分(一部はセメント原料など)
- コンクリート製品の加温養生のための化石燃料燃焼 ⇒ 排ガス(CO<sub>2</sub>)放出

## 本技術のスラッジ処理

- 「廃棄物量」&「CO<sub>2</sub>排出量」の削減と「炭酸カルシウム」&「リン除去剤(PAdeCS)」の生産を同時に行う。
- 水を溶媒にした常温常圧、薬品添加等の無い、省エネルギー型のプロセス。
- リン資源リサイクルの動向に対応した、安価なリン除去剤を提供。



# 技術開発の効率性

## スラッジの処理費用

- 廃棄処分費は3~5千円/tと高価で、処分場も逼迫。
- 脱水処理及び中和処理を含めたトータル処理費用は、グループ社全体で400,000千円/年。

## リン除去剤

- 既存のリン除去剤は、150千円/tと高価。
- 100%輸入材であるリン鉱石の価格は25~30千円/tに対し、リサイクルしたリン鉱石は高価。

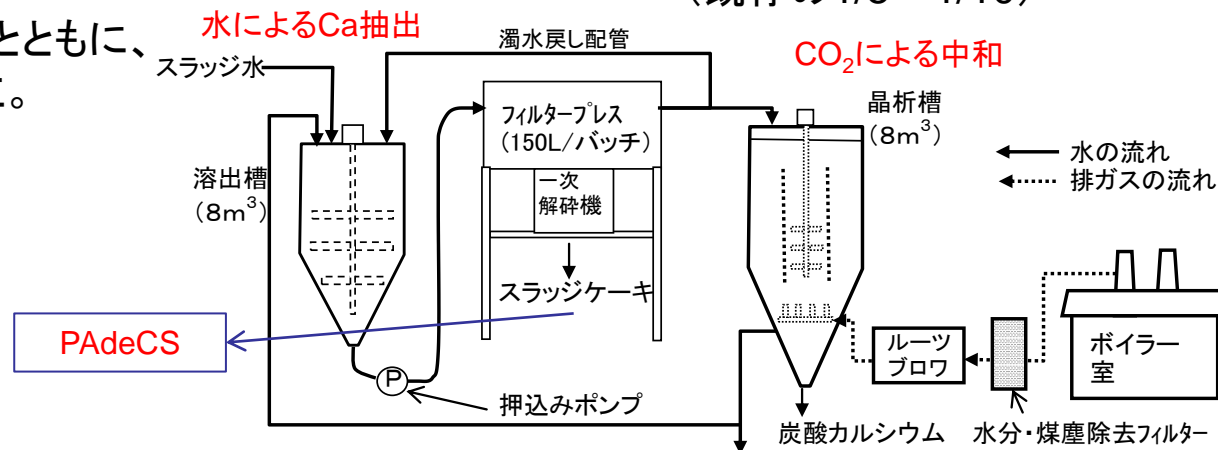
## 本技術のスラッジ処理

- 廃棄物量を削減、ボイラー排ガス(CO<sub>2</sub>)による廃水の中和処理。⇒ 処理費用の削減
- 常温常圧、薬品無添加の省エネルギー型プロセス。⇒ 初期費用、運転コストの低減

## 本技術のリン除去剤(PAdeCS ®)

- 廃棄物を原料に低コストで製造したリン除去剤。⇒ 安価なリン除去剤(PAdeCS)の提供 (既存の1/5~1/10)

- 工場の原価低減になるとともに、資源保護と経済性が両立。



# 実用化・市場化の状況

## スラッジ処理装置 (PAdeCS製造プラント)

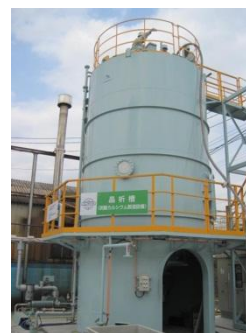
- H25年3月に処理能力2,000t/年のプラントが竣工(建設費約70,000千円)。
- H25年4月よりプラントが稼働開始。



溶出槽



固液分離(フィルタープレス)



炭カル晶析槽



PAdeCS破碎・粒調装置

## リン除去剤(PAdeCS®)の利活用

- PAdeCS普及のため、H24年4月にPAdeCS研究会を設立(現在、会員8社)。
- PAdeCSの市場化のためのプロモーション活動を展開。
- 福岡県豊前市の浄化センターで、下水処理返流水を対象にしたリン除去実証実験を実施中。
- 廃鉱山の坑廃水、酸性温泉廃水で使用される天然中和剤の代替として検討中。
- 霞ヶ浦など湖のアオコ発生抑制の実証実験を検討中。



PAdeCS研究会パンフレット

# 技術開発の完成度、目標達成度

## パイロットスケールプラントの運転実績

●スラッジ処理量、廃水の中和速度などは目標能力を達成し、排ガス中のCO<sub>2</sub>固定量は炭酸カルシウム回収量で確認した。

	目標値	実績値
スラッジ処理量(t/年)	1,000	1,200~1,400
スラッジケーキ含水率(%)	40~50	42~53
晶析槽の中和速度(m <sup>3</sup> /h)	2.5以上	4.8~9.8
炭酸カルシウム量	—	スラッジケーキ量の約2%

## 製造されたPAdeCSなどの性能

- PAdeCSは、リン含有廃水からのリン除去性能を有する。
- 除去されたリンは、ハイドロキシアパタイトとして晶析する。
- 排ガス中のCO<sub>2</sub>を固定した炭酸カルシウムは、純度95%以上。

## その他

- 技術開発に関連した2件の特許出願、3件の論文発表を実施。
- PAdeCSは、リン除去以外に、アオコ対策、脱臭、重金属除去及び中和剤の機能が期待される。
- PAdeCSの他用途開発として、酸性廃水に対する中和剤用途開発がH25年度の先導技術開発助成事業に採択された。
- リンを含有したPAdeCS(POdeCS)は、リン鉱石代替材としての利用が期待される。

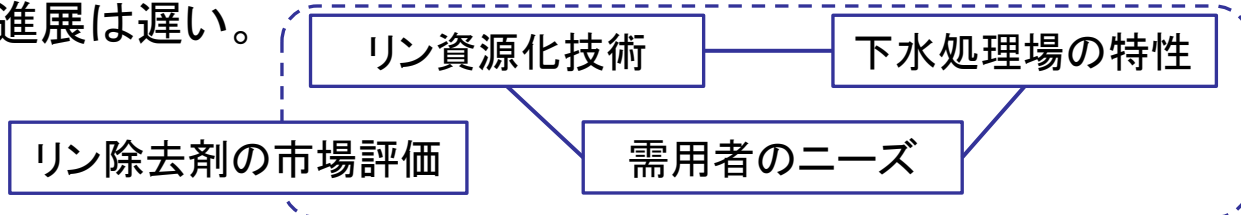
# 技術開発に関する結果

## 成功点

- 産業廃棄物(スラッジ)の有価物(炭酸カルシウム、PAdeCS)化、廃水の排ガス中のCO<sub>2</sub>による中和 ⇒ 産廃処分費及び中和処理費の削減。
- 再資源化した有価物の売却益が期待。
- 本開発技術によるスラッジ処理が可能 ⇒ 処理の初期費用、運転コストの圧縮  
リン除去剤PAdeCSの安価での提供
- PAdeCSによる廃水からのリン除去、  
ハイドロキシアパタイト(HAP)晶析の確認。⇒ リン回収が可能

## 残された課題

- スラッジ処理の高効率化(脱水時間の短縮、晶析槽からの炭酸カルシウム回収)  
⇒ 現行装置では改善
- PAdeCSのリン除去性能の向上 ⇒ PAdeCSの細粒化(2次破碎機の導入)
- リン除去剤PAdeCSによるリン資源リサイクル事業化 ⇒ 検討段階、下図のマッチングが重要なため、進展は遅い。





# 今後の見通し

## スラッジ処理装置(PAdeCS製造プラント)の運転

- 設置したスラッジ処理装置の運転を重ね、PAdeCSを生産するとともに、運転ノウハウの充実を図る。

## PAdeCSのリン除去実証実験

- リン除去実証実験の実績を重ね、市場評価を高めていく。

## PAdeCSの他用途機能開発

- アオコ対策、脱臭、重金属除去及び中和剤の機能が期待されるが、需用者の要望にマッチングする機能に注力し、実績を重ねていく。
- 酸性廃水に対する中和剤用途開発にも注力していく。

