

# 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（取締役執行役員 早川 康之）
- ・柳沢 幸雄（東京大学 大学院新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 特任教授）
- ・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）

# 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、化石燃料を燃焼し二酸化炭素が発生する。

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             | 500～1,000万t/年<br>(使用量の約5%程度) | 70～100% |
| コンクリート二次製品工場の廃棄物 | 50～60万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、「水分」は酸で中和処理。二酸化炭素は大気放出。
- 多額の処理費用(約5,000円/t): **住宅建設に掛かるコストや廃棄物増**

## 技術開発の目的

- スラッジと二酸化炭素を、炭酸カルシウムとリンの吸着材に再資源化する(**廃棄物→有価物**)。
- 廃棄物の削減、リン回収・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

- 本開発は、H20年度NEDO助成事業の基礎データを元に、処理装置の実用化を目指す。
- 廃棄物(スラッジ) + 廃棄物(CO<sub>2</sub>) = 有価物(炭酸カルシウム、リン吸着材)
- 「スラッジ廃棄量とCO<sub>2</sub>排出量の削減」と「有価物の売却益」

## 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

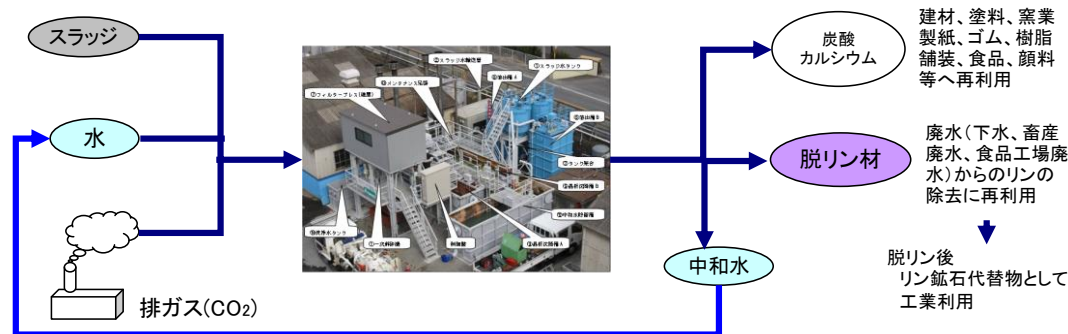
- プラントで、処理の各工程の効率化を図ることを目的に、装置改良及び検証実験を行う。
- 処理水の再利用に向け、スラッジ処理量及び各工程の統合的な制御を検討する。

### (2)高性能脱リン材に関する技術開発

- 種々の条件で脱リン材試料を作り、その性能を確認する。
- 脱リン材からのリン回収方法を検討する(リン鉱石代替材としての検討)。

## ③技術開発の動向・到達点

- 廃棄物 + 廃棄物 = 有価物
- 「廃棄物量」&「CO<sub>2</sub>排出量」の同時削減
- 省エネルギー型のプロセス



# 技術開発・実用化のプロセス

## 平成22年度

|      | (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                                                                                                                        | (2)高性能脱リン材に関する技術開発                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 当初目標 | <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; パイロットスケールプラントの仕様検討</li><li>&gt; スラッジ水処理装置の設置工事</li><li>&gt; スラッジ水処理装置の試運転</li></ul>                        | <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; スラッジ残渣の造粒実験</li><li>&gt; スラッジ残渣の脱リン実験</li></ul>                              |
| 達成度  | <ul style="list-style-type: none"><li>○年間1000 t処理可能なプラントを製造・設置した。</li><li>○ 脱リン材製造を優先することとし、仕様を決定した。</li><li>○ 試運転を行い、一連の処理操作が可能であることを確認した。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>○スラッジケーキの造粒を行った。</li><li>○ 脱リン実験をバッチ・流通式で行った。加熱乾燥処理が脱リン性能向上につながることを確認した</li></ul> |

## 平成23年度

|      | (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                                                                                                     | (2)高性能脱リン材に関する技術開発                                                                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 当初目標 | <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; プラントの効率化に向けた装置改良・検証運転</li><li>&gt; スラッジ水と排ガス処理量のマッチング</li><li>&gt; 各処理工程の統合制御</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; スラッジ処理条件と残渣の脱リン性能に関する実験</li><li>&gt; 各種脱リン材試料の作成</li><li>&gt; 脱リン材からのリン回収実験</li></ul> |

# 本技術開発の必要性、緊急性

- 生コン、コンクリート製品から発生するスラッジは、処理費用を負担して処分。
- スラッジの埋設処分の用地は限られ、リサイクルは限定的で、減少傾向。
- 製品養生時に発生するCO<sub>2</sub>の排出削減は、温暖化防止から社会的な課題である。
- 本技術は、廃棄物であるスラッジとCO<sub>2</sub>から、有価物である炭酸カルシウムとリン吸着材に再資源化するもの。
- 本技術は、スラッジ処分削減とCO<sub>2</sub>の排出削減の点から有効である。

- 全量輸入であるリン鉱石の高騰、資源困り込みによる将来の輸入制限。
- 枯渇資源であるリン資源のリサイクルが必須であり、喫緊の課題。
- リン資源リサイクル推進協議会を中心にした、産官学連携によるリン回収の取組み。
- 本技術から得られる脱リン材(PAdeCS)は、リン資源リサイクルに有用である。

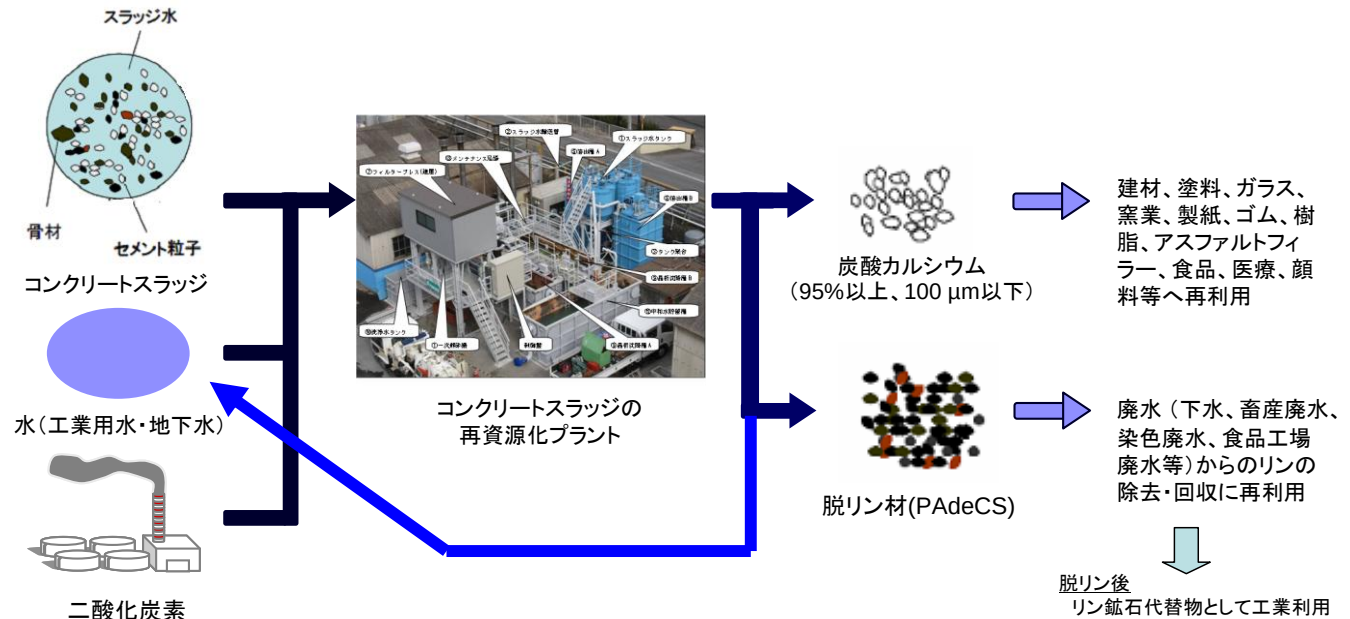
# 本技術開発の先導性

## 既存のスラッジ処理

- 容器に流し込み ⇒ 硬化後に廃棄処分
- 脱水処理 ⇒ 排水は中和処理して廃棄、固形分は廃棄処分

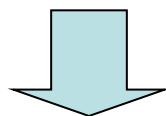
## 本技術のスラッジ処理

- 「廃棄物量」&「CO<sub>2</sub>排出量」の同時削減。
- スラッジ残渣の脱リン材(PAdeCS)としての利活用。
- 加圧、加熱、薬品添加等の無い、省エネルギー型のプロセス。



# 本技術開発の実現可能性

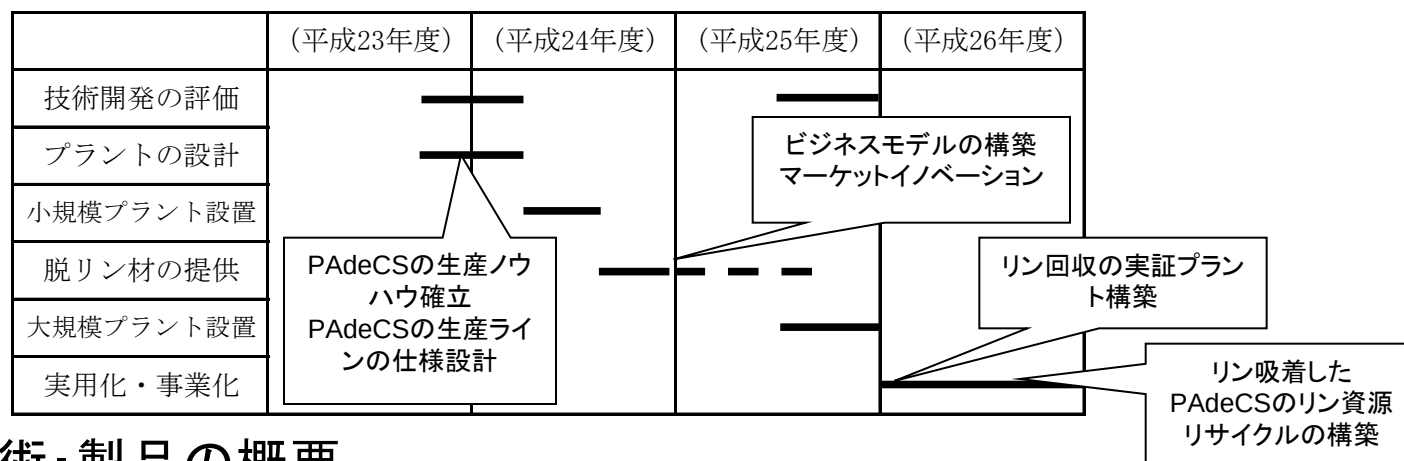
- コンクリート関連業界からのスラッジ発生は、常態化している。
  - 下水処理場(返送水)におけるリン発生は、常態化している。
- 
- H20年度NEDO助成事業の技術開発で、同様な処理工程の基礎データを得ている。
  - H23年度は、H22年度の実績をもとに、実機サイズに近いプラントで処理運転を行い、スケールアップした際の運用面の検討を行う。
  - H23年度は、脱リン材を製品化するための、最終的な検討を行う。
  - 以上のように、処理装置の諸要素は定まっており、今後は、処理装置の効率向上、脱リン材の製品姿・仕様を確定する。
  - 廃棄物から、高付加価値で低環境負荷なる製品が得られ、持続的成長の期待できる事業の展開が可能である。



スラッジ処理装置及びPAdeCSによるリン資源回収・リサイクル事業の実現可能性は高く、また、時代の要請に応えるものと思料する。

# 実用化・製品化の見通し

## ● 実用化・製品化のプロセス



## ● 実用化技術・製品の概要

- スラッジ水処理装置:コンクリート製品工場、生コン工場(1~2件/年)
- 脱リン材(PAdCS):自治体(下水処理場)、他 (10~20千円/トン)
- 炭酸カルシウム:石灰製造会社、セメント会社など (3~5千円/トン)

## ● 実用化・製品化に伴う効用

- スラッジは有用資源としてリサイクルされ、産廃処理費が低減される。
- 排ガス中のCO<sub>2</sub>は、その約50%が炭酸カルシウムに固定される。
- 脱リン材(PAdCS)は、廃水からのリン回収・リサイクル事業に役立つ。



# 昨年までの技術開発の成果

## (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

- スラッジ水処理装置、造粒装置の仕様検討
- スラッジ水処理装置の設置工事・試運転
- スラッジ水処理装置の試験運転



- カルシウム回収より脱リン材活用を優先したプラントの仕様設計。
- スラッジ処理量1,000t/年と想定したプラント設計。
- スラッジ残渣の活用のため、造粒装置を備える。
- スラッジ処理装置、造粒装置をNC東日本コンクリート工業に設置。
- 装置が正常に動作することを確認
- スラッジからCa溶出した高pHの水は、排ガスのCO<sub>2</sub>で中和される。
- 中和された水をスラッジのCa溶出に再利用できる。
- フィルタープレスの脱水は、スラッジ濃度、溶出時間に影響される。
- 晶析槽に送る溶出水と排ガス量を制御する必要がある。

## (2)高性能脱リン材に関する技術開発

- スラッジ残渣の造粒実験
- スラッジ残渣の脱リン実験



- スラッジ残渣にセメントと水を加えて、混練すると造粒が可能。
- セメント添加量はスラッジの3～7%、水量は固形分の68%が造粒に適する。
- スラッジ残渣の粉末試料は、良好な脱リン性能を示した。
- 造粒した試料で、流通式の脱リン実験を行ったところ、1時間で溶液中のリン濃度はほぼ0になった。
- スラッジ残渣の乾燥条件は、脱リン性能に影響を与える。