

2021年8月3日
CCUSの早期社会実装会議（第3回）

資料 1 - 1 - 2



環境配慮型CCS実証事業 — 分離回収技術について —

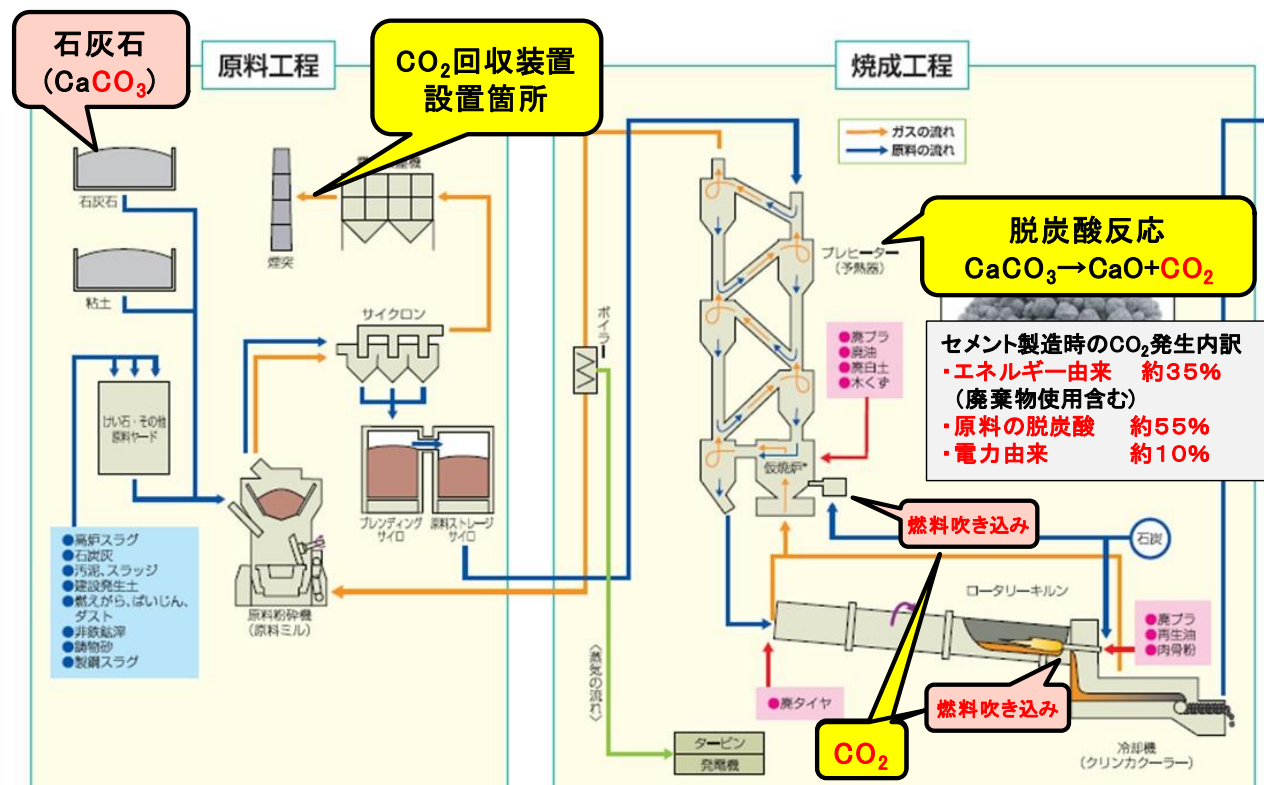
太平洋セメント株式会社

セメント産業における二酸化炭素回収技術の検討

- セメント製造には1,450°Cの高温焼成で化石エネルギーが必要なこと、焼成工程の化学反応によりセメント原料である石灰石が脱炭酸することなどから、製造過程で多量のCO₂が発生。セメント製造(2018年度)によるネットCO₂排出原単位はセメント1tあたり約700kg-CO₂、CO₂排出量は約3,800万t(※)。
- 国内外の動向よりセメント産業における大幅なCO₂排出削減は必至。技術開発の進捗度合い、排ガス性状より化学吸収法(アミン法)を採用し、セメント製造に適したCO₂回収技術を検討。

※出典：セメントのLCIデータの概要(一般社団法人セメント協会)等

■ セメント製造工程でのCO₂排出



わが国特有の課題および小型試験機による実証

- アミン法による実証実績のある火力発電所や都市ごみ焼却施設と比べ排ガス組成が異なり、日本特有の廃棄物多量リサイクルシステムを持つセメントキルンの排ガス成分の影響評価が必要。
- 国内セメント産業におけるアミン法の適用可能性検討のため、セメントキルン排ガス(@弊社 藤原工場)を対象としCO₂回収小型試験機(回収能力：20kg/day)による各検証を行った。

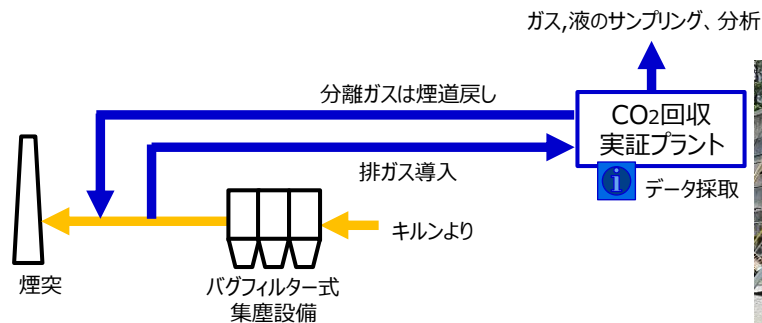
■ 実証対象：藤原工場5号キルン(三重県)

- セメント生産量：約4,600t/day
(CO₂排出量：約3,000t/day)
- 最終排ガス量：約500,000Nm³/h
- リサイクル原燃料を多く使用(下表)
- バグフィルター式集塵機を使用

原料代替	化石エネルギー代替
高炉スラグ、石炭灰 建設発生土、汚泥、スラッジ 燃え殻、ばいじん、ダスト 等	廃プラスチック 廃油、灰白土、木屑 再生油、肉骨粉 等
原単位：376.3kg/t-セメント	原単位：33.1kg/t-セメント

■ 実証試験

- 排ガス組成を試験機の設計に反映し製作
(排ガス中CO₂濃度：約20%想定)



CO₂回収試験機
(20kg/day)

■ 実施項目

- 回収システム課題の抽出および回収性能の評価
- 排ガス成分の影響調査
- スケールアップモデルの検討

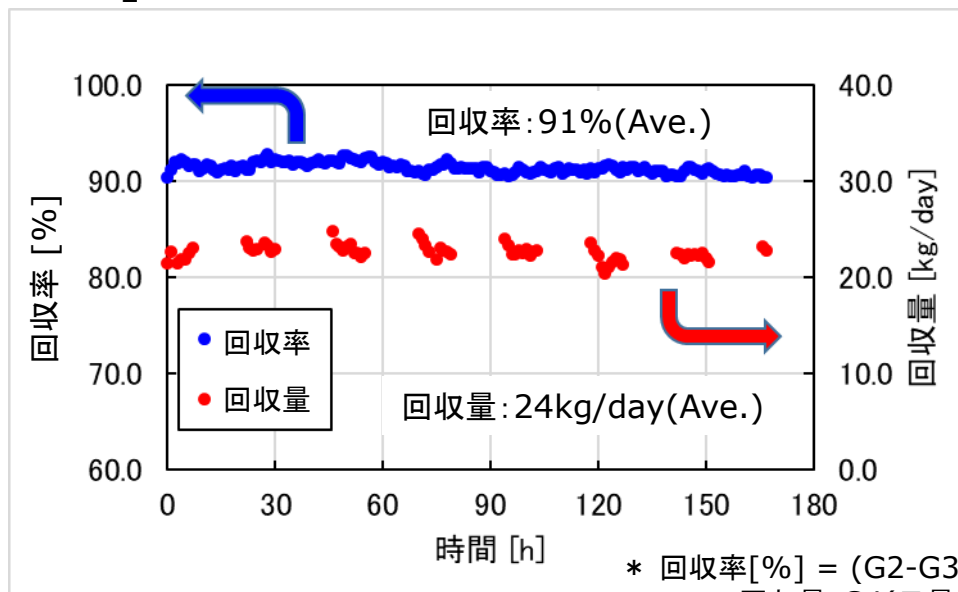
回収システムの課題抽出および回収性能の評価

- 回収システム課題を抽出し、各運転パラメータの最適化を実施。吸収液流量増加・再生塔温度 高の操作により、排ガス4m³/hで最大97%のCO₂回収率を確認した。
- 1週間連続運転を実施し、異常無く安定した回収性能(20kg/day以上)を発揮。工程内CO₂バランスより、吸収したCO₂のほぼ全量を高純度CO₂として回収。回収CO₂の品位確認よりCO₂濃度は99.8%。

■ 運転条件 一例(高性能吸収液使用)

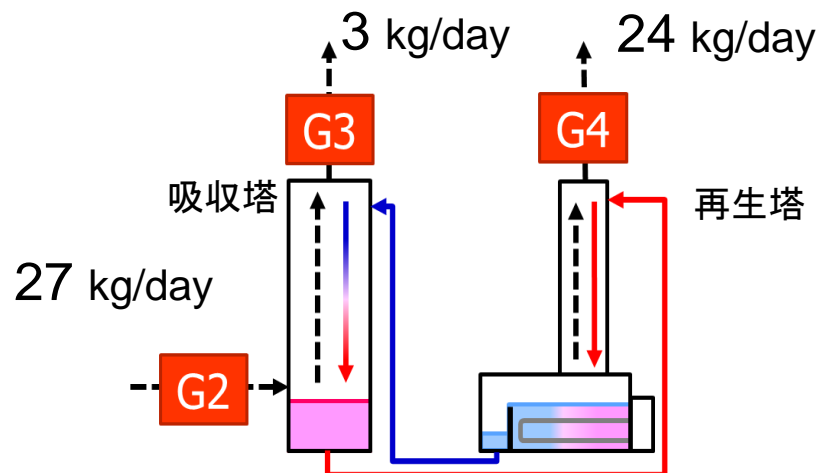
排ガス量 (m ³ /h)	再生塔温度 (°C)	吸収液流量 (L/h)
4	110	60

■ CO₂回収率・回収量の推移(1週間連続運転)



* 回収率[%] = (G2-G3)/G2
 * 回収量: G4(日量換算)

■ 工程内CO₂バランス



* G2: 吸収塔入口ガスCO₂量
 * G3: 吸収塔出口ガスCO₂量
 * G4: 再生塔出口ガスCO₂量

排ガス成分の影響調査

- 排ガス前処理(スクラバー)によるCO₂回収性能を評価(使用吸収液：30wt%MEA水溶液)。
- スクラバーにより吸収塔入口ガス中の酸性ガスの低減に効果が見られた。
- 通算720時間(1ヵ月)程度の運転で、約20kg/dayの回収量維持を確認した。一方、スクラバー無しと同程度の回収量であることから、この運転時間では排ガス前処理による回収性能への影響は顕在化しなかった。

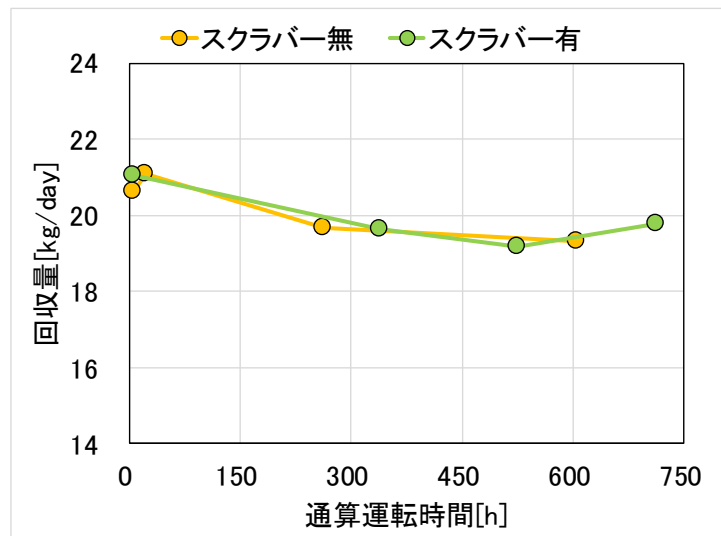
■ 運転条件(MEA水溶液使用)

排ガス量 (m ³ /h)	再生塔温度 (°C)	吸収液流量 (L/h)
4	110	60

■ 吸収塔入口酸性ガス濃度(平均)

スクラバー	SO ₂ (ppm)	NO(ppm)	NO ₂ (ppm)
無し	2	330	30
有り	0	150	5

■ CO₂回収量の推移



排ガス前処理装置(スクラバー)

スケールアップモデルの検討

- 国内セメント工場を対象としたスケールアップFSを実施。10t/day、3,000t/dayの規模で、当技術によるCO₂回収設備の追設は実施可能であることを確認した。しかし、本設備追設には相応の設置スペースが必要となる。

■ セメントキルン排ガス条件(仮想)

ガス温度 (°C)	ガス圧力 (kPaA)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	H ₂ O (%)	SOx (ppm)	NOx (ppm)	HCl (ppm)
100~150	101.63	10.0	20.0	55.5	15.0	50.0	400	5.0

■ 各設備規模(10t/day)

項目	設備名称	規模
1 全体	CO ₂ 分離回収・圧縮貯蔵設備	25m × 35m
2 各設備	CO ₂ 分離回収設備	14m × 25m
	CO ₂ 圧縮・貯蔵設備	9m × 20m
	ユーティリティ設備	14m × 10m
	電気室・操作室及び空気圧縮設備	9m × 11m

■ 各設備規模(3,000t/day)

項目	設備名称	規模
1 全体	CO ₂ 分離回収・圧縮貯蔵設備	90m × 100m
2 各設備	CO ₂ 分離回収設備	50m × 100m
	ユーティリティ設備 及び空気圧縮設備	35m × 75m
	電気室・操作室	35m × 25m

5カ年の成果および今後の課題

- セメントキルン排ガスを対象としたCO₂回収試験にて延べ2,200時間の安定操業を確認した。
- 当試験結果およびスケールアップモデルの検討より、国内セメント工場への適用可能性が示唆された。
- 今後の課題として、排ガス中の各種ガス成分の影響有無や長期連続運転における回収性能維持の可否、またスケールアップ時の影響評価に関して、更なる検討が求められる。

■ 5カ年の成果

- アミン法を用いたCO₂回収試験機を弊社 藤原工場に設置し、4m³/hのセメントキルン排ガスより20kg/dayのCO₂回収を確認した。
- 国内セメント工場を対象とした10t/day、3,000t/dayのFSにより、当技術によるCO₂回収設備の追設は実施可能であることを確認した。
- 上記検討により国内セメントキルン排ガスのCO₂回収に対して、アミン法が適用可能であることを確認した。

■ 今後の課題

- アミン法へのセメントキルン排ガス成分の影響については、更なる長時間での実証が必要。また既存のプラント操業への影響やコスト評価には小型プラントでは不明な点が多いため、スケールアップした実証試験での検討が必要。