

高速飛灰炭酸化技術による重金属の溶出抑制とCO₂削減

株式会社神鋼環境ソリューション

藤原 大

1. はじめに

2050年カーボンニュートラル達成のためには、CO₂を吸収・除去する技術が不可欠とされています。ただ、現状はCO₂を有効利用することに対しての十分な経済的メリットがあるとは言えず、CO₂利用技術を導入するにはCO₂削減以外の価値も必要とされます。そこで、当社では、CO₂の有効利用と併せて重金属の溶出抑制効果を持つ、「高速飛灰炭酸化技術」の開発を行いました。

2. 高速飛灰炭酸化技術の概要

高速飛灰炭酸化技術は、一般廃棄物の焼却施設等で発生する飛灰と、焼却排ガス等に含まれるCO₂とを反応させ、飛灰にCO₂を吸収/固定化させる技術です。具体的には、飛灰中に含まれるカルシウム等の成分が炭酸化反応により炭酸カルシウム(CaCO₃)等の炭酸塩となりCO₂が固定化されます。また、炭酸化に伴う炭酸塩の生成や溶解度低下等によって飛灰中に含まれる重金属類の溶出抑制も可能となり、重金属溶出抑制薬剤の使用量および薬品費の低減技術としても有効です。炭酸化反応自体はエーシングと呼ばれ、通常自然界では数カ月以上を要しますが、本技術では数分～数十分と高速で炭酸化反応を行うことが特長です。また、本技術は乾式での処理であるため、排水が発生せず、さらに、CO₂を分離回収することなく焼却排ガスを冷却のみの簡易な前処理で利用できることも優位な点です。

3. 都市ごみ焼却施設での実証試験¹⁾

(1) 実証試験の概要

実際の一般廃棄物処理施設において実機スケール

での実証試験を行い、炭酸化による①CO₂の有効利用促進と、②有機キレート剤使用量の削減効果を検証しました。実証試験はI市焼却施設(ガス化燃焼炉、ごみ処理能力138t/日(46t/日×3炉))にて実施しました。通常発生した飛灰は有機キレート剤で不溶化処理されていますが、実証試験ではこの実機飛灰を高速炭酸化装置へ搬送し、CO₂および水、重金属溶出抑制薬剤を炭酸化ミキサーに投入し、炭酸化処理を行いました。高速飛灰炭酸化技術フローを図-1に示します。実証試験では実際の焼却排ガス(CO₂濃度:8-10%-wet)を用いて炭酸化効果を確認しました。

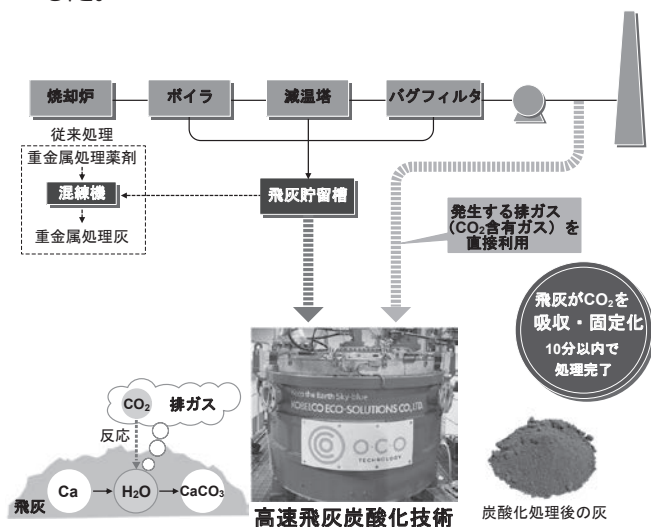


図-1 高速飛灰炭酸化技術フロー図

(2) 実証試験の結果

炭酸化処理時間とCO₂吸収量、環境省告示第13号溶出試験(以下、環告13号溶出)によるPb溶出量の関係を図-2に示します。炭酸化処理前の飛灰のpHは11.9と高く、Pbの溶出量も3.49mg/Lと基準値を超過しましたが、炭酸化処理によりpHは10.3程度となり、Pb溶出量を環告13号溶出基準値(0.3

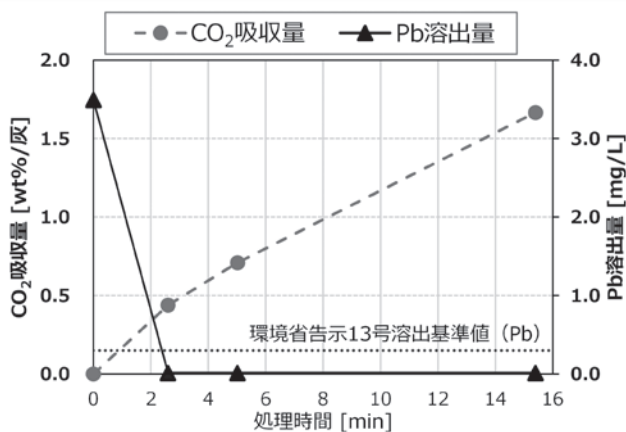


図-2 CO₂吸収量とPb溶出量

mg/L)以下に抑制できることを確認しました。またCr⁶⁺溶出量についても、Pbと同様に炭酸化処理により環告13号溶出基準値(1.5mg/L)以下に抑制でき、最終処分場での埋立基準を満たしました。なお、ラボスケールでの評価により、異なる焼却炉形式(ガス化燃焼炉、ガス化熔融炉、回転ストーカ炉)での効果も確認しています。

このように、重金属の溶出抑制効果として、従来の「混練+有機キレート薬剤添加」に代わり、「炭酸化+少量の無機系薬剤添加」での飛灰処理が可能であることを確認しました。なお、無機系薬剤量はおよそ0.3wt%/飛灰であり、ランニングコストとしては約1/20に削減できることが示されました。

次に、従来の混練機による有機キレート処理と炭酸化処理での、飛灰処理におけるCO₂発生量の比較を行いました。従来の有機キレート処理では、有機キレート薬剤の製造や混練機の動力によるCO₂が発生しています。一方で炭酸化処理はミキサーの動力に伴うCO₂が発生しますが、薬品使用量削減および飛灰のCO₂吸収により、飛灰処理におけるCO₂発生量を従来の混練機による有機キレート処理に比べて、ごみ1トンあたり6.47kgのCO₂を削減できる試算結果を得ました。

このような実証試験での実績を受け、2027年より稼働予定の(仮称)福井市新ごみ処理施設に本技術は採用され、その他の一般廃棄物処理施設へも順次導入を進めています。

4. さらなる資源循環に向けて²⁾

本技術の一般廃棄物処理分野以外への応用として、高速炭酸化技術 Carbonel™を、木質バイオマス灰等

の炭酸化および資材化技術向けの標準ユニットとして展開も行っています。これは、炭酸化処理を行った木質バイオマス灰を混和剤等としてコンクリート製品に利用したり、炭酸化処理を行った木質バイオマス灰にバインダーおよびフィラーを添加して造粒して、コンクリート用の骨材や路盤材として利用したりする取り組みです。比較的重金属の含有量や溶出量が低い木質バイオマス灰では、環境安全側面から再資源化が行いやすいと考えられます。

なお、2025年日本国際博覧会(大阪・関西万博)のシグネチャーパビリオン「いのちめぐる冒険」(河森館)では、本技術で木質バイオマス灰を原料として製造したコンクリート資材(写真-1)が外装材用パネルの原料として採用されています。



写真-1 大阪・関西万博で使用されているコンクリート資材

5. おわりに

今後は、高速飛灰炭酸化技術を一般廃棄物処理施設に加えて、その他の分野でも普及させることで、CO₂固定化による脱炭素の促進とカーボンニュートラルの達成に貢献したいと考えています。

参考文献

- 1) 前田有貴他：都市ごみ焼却施設における高速飛灰炭酸化処理技術の検証、神鋼環境ソリューション技報、第18巻、第1号、pp.13-18 (2021)
- 2) 前田有貴他：高速炭酸化技術Carbonel™によるCO₂固定化・資材化技術の開発、神鋼環境ソリューション技報、第21巻、第1号、pp.2-8 (2024)