

中国初、CCS 技術活用の CO₂ 固定コンクリート製品の実用化

CCS (Carbon Capture and Storage、二酸化炭素回収・貯留) 技術を活用する CO₂ を固定させたコンクリート (以下 CO₂ 固定コンクリートと略す) は、環境に配慮した建築材料として注目されている。この技術の特徴は下記の通りである。

- ・ CCS 技術の活用: CCS 技術は、二酸化炭素を排出源から捕獲し、地下などの貯留場所に安全に保管する技術である。CO₂ 固定コンクリートでは、この CCS 技術を活用して、二酸化炭素をコンクリート製造プロセス中に吸収し、固定する。
- ・ 二酸化炭素の吸収: CO₂ 固定コンクリートの製造過程で、二酸化炭素を吸収する特殊な材料や添加剤が使用される。これにより、通常のコンクリートと比較して、より多くの二酸化炭素を固定することが可能となる。
- ・ 環境負荷の軽減: CO₂ 固定コンクリートは、二酸化炭素を固定することで製造時の炭素排出量を削減し、環境への負荷を軽減する。これにより、建設業界が持続可能性に向けた取り組みを進める上で重要な役割を果たす。
- ・ 強度と品質の維持: CO₂ 固定コンクリートは、通常のコンクリートと同様に強度や品質を維持する。建築物やインフラの構造材料として、安定性を保ちつつ、環境に配慮した選択肢を提供する。
- ・ 技術開発と実用化: CO₂ 固定コンクリートの技術は、継続的な研究開発と実用化が進行中である。多くの建築会社や研究機関がこの技術に取り組み、将来的には市場で広く利用されることが期待されている。

CO₂ 固定コンクリート製品の市場規模は、2030 年までに世界全体で約 15~40 兆円に急拡大するという予測もある。日本国内では、10 年前から研究開発が進められ、近年、経済産業省と資源エネルギー庁が主導するグリーンイノベーション基金事業の一部として CO₂ 固定コンクリート技術の実用化は実現されつつある。

コンクリート製品の原料はセメントである。セメントは製造時に原料の石灰石からの CO₂ 排出が避けられず、また、加熱に用いる化石燃料由来の CO₂ 排出もある。日本の場合、セメント産業全体で国内製造業の 2 割弱に当たる年間約 4,000 万トンもの CO₂ を排出している。一方、中国の場合、2023 年度のセメント産業の CO₂ 排出量は、日本の 30 倍強となる 12 億トン以上と推定されている。McKinsey & Company 社の試算によると、2050 年までに、中国のセメント産業は、世界全体の気温上昇が 1.5°C を超えないようにするために、

CO₂排出を70%以上削減する必要がある。

セメント需要の低下、エネルギー利用効率の向上、代替燃料の三つの対策がすべて効果を発揮している状況でも、予測されるCO₂排出削減量と1.5°Cの目標の間には依然として大きなギャップがある。このギャップを埋めるには、新興技術が必要である。セメント生産における原料工程からのCO₂排出特性を考慮すると、原料を大規模に代替する新興技術がない限り、炭素捕捉と貯蔵（CCS）技術がセメント業界における炭素中和を達成する唯一の選択肢となると予想され、この技術により2050年までに、セメント業界全体の約50%のCO₂削減に貢献すると見込まれている。

中国では、以前から大連理工大学、済南大学、山西大学などが中心となり、CCS技術を活用したCO₂固定コンクリート製造技術の研究開発を進めており、複数の関連特許を取得しており、現在、この技術の実用化を目指している。

中国国内ではCO₂を固定するコンクリートを製造する会社として、清捕零炭（北京）科技有限公司¹が設立された。同社はCCS技術を活用し、炭素固定コンクリートレンガで中国国内初となるカーボンフットプリント認証を取得した（カーボンフットプリント算定には、英国の共通規格であるPAS 2050:2011を使用）。

今回認証を取得した炭素固定コンクリートレンガ製品は、清捕零炭社が開発した「CLEANCARBON CO₂ Mineralization」技術によって生産されたものである。この製品は、火力発電所の灰や鋳炉スラグ粉などの工業副産物をセメントの代わりに使用し、高温蒸気養護プロセスを鋳化養護プロセスで代替することで、1,000kgあたりのCO₂排出量を108.12kg削減した。さらに、カスタムインジェクション装置と特殊な鋳化助剤を使用することで、1,000kgあたり50.27kgのCO₂を吸収・固定した。これにより、合計で1,000kgあたり158.39kgのCO₂排出量を削減できた。

この結果、製品の最終的な炭素フットプリントは1,000kgあたり22.61kgCO₂となり、従来のプロセスで生産された通常のコンクリートレンガ（Ecoinvent3.8 Databaseによると1,000kgあたり181kgのCO₂排出量）と比較して、CO₂排出量を87%削減した。

なお、清捕零炭社が使用した技術は、浙江大学エネルギーグリーン利用国家重点実験室（CEU）が開発したものである。2020年、清捕零炭社はCEUと協力し、CCS技術に関連する多くの国家および地方の研究開発プロジェクトを共同で担当し、「浙江大学—清捕零炭

¹ <https://cleanco2.cn/Index>

社二酸化炭素鉱化利用技術共同研究プラットフォーム」を構築した。このプラットフォームは、中国初の大規模な産業生産の実現が可能な二酸化炭素鉱化利用の試験基地である。

2023年現在、清捕零炭社が開発・生産した炭素固定コンクリートレンガ製品は、浙江省湖州市、陝西省榆林市、広東省東莞市、香港などの建設現場で既に使用されている。また、浙江省杭州市の恒隆広場は、中国で初めて炭素固定コンクリートレンガ製品を使用する商業開発プロジェクトとなった。

清捕零炭社の最終目標は、CCS 技術を活用した CO₂ 固定コンクリート技術を通じて、1 億トンの CO₂ を固定および貯蔵することである。

(加藤 俊叡)