

PRESS RELEASE

東京大学
東京理科大学
太平洋セメント株式会社

廃コンクリートと CO₂ からできるカルシウムカーボネート コンクリートブロックの製造技術を開発

発表のポイント

- ◆ 空気中の CO₂ を廃コンクリートに固定し、その上で圧力をかけて固化する、カルシウムカーボネートコンクリートブロックの製造技術を開発しました。
- ◆ 従来の類似手法では、材料の表層でしか CO₂ の固定が進まないという問題がありました。本手法では、廃コンクリートを粉末にして CO₂ を固定してからブロックにするので、廃コンクリートの CO₂ 固定能力を最大限に活かすことができます。
- ◆ 本手法により製造されたブロックは、再利用、あるいは粉砕して再度固化させることができるため、半永久的に利用できる可能性があります。また、CO₂ の固定と建設材料のサーキュラリティへの移行を容易にすることから、サステナブル社会への貢献が期待されます。



新手法で製造されたカルシウムカーボネートコンクリートブロックと従来のレンガブロック

概要

東京大学大学院工学系研究科の丸山一平教授、Kien Ngoc Bui（キエン ゴック ブイ）特任研究員、野口貴文教授ら、東京理科大学の兼松学教授、太平洋セメント株式会社の研究チームは、建築物や土木構造物の解体時にでてくるコンクリートの廃棄物に CO₂ を固定した上で、ブロック状に固化する技術を開発しました。この手法は、既存の手法に比べてより多くの CO₂ を固定できるだけでなく、低エネルギーで固化させることができます。さらに、このブロックの製造メカニズムは炭酸カルシウムを用いたコールドシンタリング（冷間焼結）によるものであり、製造したブロックをそのまま再利用することも可能です。また、解体後に粉砕した場合においても再利用できる点が、従来の他の建築材料とは大きく異なります。本手法は、CO₂ の固定と

サーキュラリティへの移行を容易にするという両面において画期的で、サステナブル社会へ大きく貢献できるものと期待されます。

発表内容

現在、世界では年間 45 億 t (2015 年時点) のセメントが生産され、1t のセメントをつくるのに約 800kg の CO₂ が排出されています。このうち 50～60% がカルシウムを得るための炭酸カルシウムの分解によるもので、その他が輸送や焼成に関わる燃料によるものとなっています。現在、人類の活動由来の CO₂ 排出量のうち 5～8% がセメント生産によるものと言われており、環境への影響が大きいと考えられています。一方で、コンクリートは工業用水の次に多く利用されている工業材料で、社会を作る上でかけがえのない材料です。この観点から、コンクリートセクターでは、カーボンニュートラルへの移行が必要不可欠とされており、多くの研究開発が行われています。

セメント製造に伴う CO₂ 排出量に対応するカーボンオフセット技術(注 1)として、従来はセメントの反応に CO₂ を用いるものや、廃材中のカルシウムに CO₂ を結合させて、その上でコンクリート用材料の一部として用いる手法が検討されてきました。具体的には、セメントの一部を置換する粉体として用いたり、骨材の一部を CO₂ を固定した造粒物に置換する手法です。セメントの反応に CO₂ を用いる場合には、できあがった部材やブロックに対し外側から高濃度の CO₂ ガスを用いて反応を促進させる炭酸化養生という手法がありますが、材料の内部まで反応が進まないことから CO₂ の固定量を上げるためには大きなハードルがありました。また、コンクリート用材料の一部を CO₂ を固定した材料に置換したとしても、一般的なセメントを用いる場合には、その使用に伴い CO₂ が排出されることになります。

このような流れの中、丸山教授らの研究チームは、NEDO ムーンショット型研究開発事業「C⁴S (Calcium Carbonate Circulation System for Construction) 研究開発プロジェクト」(プロジェクトマネジャー: 東京大学 野口貴文教授) における材料開発担当として、空気中の CO₂ とコンクリートの廃材から建築材料となる固化体の製造開発を行ってきました。このたび、建設廃材を粉砕し、空気中の CO₂ を固定したのちに効率的に固化体とする加圧成形による製造方法を開発し、カルシウムカーボネートコンクリートブロックの製造に成功しました。

セメントペーストあるいはコンクリートに高い圧力をかけて固化体にする技術は古くから存在していましたが、新しく開発した技術を用いた場合、空気中の CO₂ を固定して炭酸カルシウムができたあとに、固化体の強度がより高くなることを確認しています(図 1)。

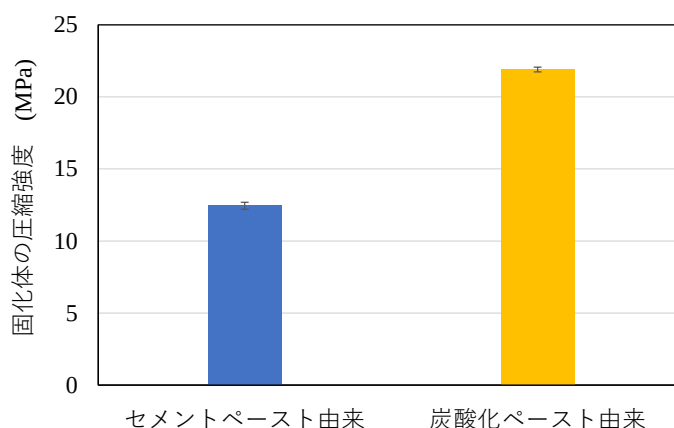


図 1：一般的なセメントペーストと空気中の CO₂ と反応し炭酸化したあとのセメントペーストの粉末を用いて、今回提案した手法で成形した固化体の圧縮強度の比較

この固化体の形成メカニズムは、炭酸カルシウムが溶けやすい溶液とともに加圧される場合に発現することがわかったほか、走査型電子顕微鏡（注 2）による分析から、加圧によって圧力が生じている結晶の一部が溶解することで結晶同士が結合する、コールドシンタリングであることが明らかになりました。走査型電子顕微鏡で確認した炭酸化した粒子の接合面の様子を図 2 に、その生成メカニズムに関する模式図を図 3 に示します。

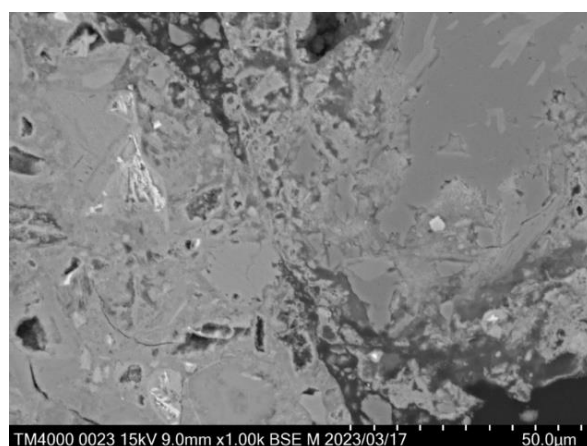


図 2：炭酸化したセメントペースト粒子の接合面で生じる炭酸カルシウム結晶の結合の様子

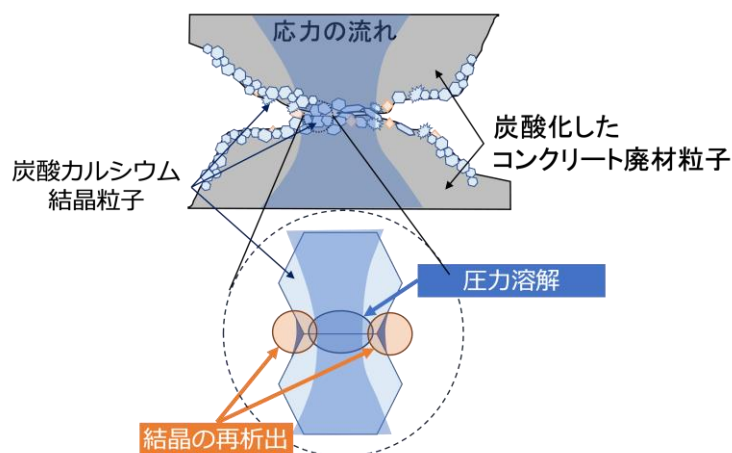


図 3：炭酸化したコンクリート廃材粒子の接合面で生じる反応の模式図

本手法では材料となるコンクリートを粉砕して表面積を大きくし、効率的に CO_2 を固定したあとに固化するため、従来の手法とは大きく異なりブロックの内部に多くの CO_2 を固定することができます。また、原材料として廃コンクリートと排ガスや空気中の CO_2 を用いるため、原材料の製造に関わる CO_2 排出量も大幅に抑制できます。人口減少が進む日本においては、今後取り壊される可能性のある建築物中のコンクリートを再利用して CO_2 を固定し、新しい建築物の一部として再利用することも期待されます。これが実現すれば、いままでセメント製造時に排出されていた CO_2 を原材料である炭酸カルシウムに戻しながら利用することとなります。この炭酸カルシウムは非常に安定で永続的に固定が可能です。

さらに、開発した材料は、その性質上、粉砕して再整形して利用できることから、 CO_2 を固定しながら建築材料のサーキュラリティへの移行を支援することが可能となります。

発表者・研究者等情報

東京大学 大学院工学系研究科

丸山 一平 教授

Kien Ngoc Bui (キエン ゴック ブイ) 特任研究員

Amr Meawad (アマル ミワード) 特任研究員：研究当時

栗原 諒 助教

野口 貴文 教授

東京理科大学 創域理工学部

兼松 学 教授

太平洋セメント株式会社

兵頭 彦次 博士

三谷 裕二 博士

論文情報

雑誌名：Journal of Advanced Concrete Technology

題 名：Cold-sintered carbonated concrete waste fines: A calcium carbonate concrete block

著者名：Ippei Maruyama*, Ngoc Kien Bui, Amr Meawad, Ryo Kurihara, Yuji Mitani, Hikotsugu Hyodo, Manabu Kanematsu, Takafumi Noguchi

DOI：10.3151/jact.22.406

URL：https://www.jstage.jst.go.jp/article/jact/22/7/22_406/_article/-char/en

研究助成

本研究はNEDO ムーンショット型研究開発事業「C⁴S (Calcium Carbonate Circulation System for Construction) 研究開発プロジェクト」として実施されました。

用語解説

(注1) カーボンオフセット技術：

空気中のCO₂、あるいはこれから排出するはずのCO₂ガスの一部、あるいは全部を隔離、貯蔵、有効利用する技術のことで、ここではCO₂を炭酸塩の形に強く固定してコンクリートに用いる技術のこと。

(注2) 走査型電子顕微鏡：

電子線を用いて観察する顕微鏡。光を用いたものよりも細かい構造を観察できる。

問合せ先

(研究内容については発表者にお問合せください)

東京大学大学院工学系研究科

教授 丸山 一平 (まるやま いっぺい)

教授 野口 貴文 (のぐち たかふみ)

東京理科大学創域理工学部

教授 兼松 学 (かねまつ まなぶ)

太平洋セメント株式会社

兵頭 彦次 (ひょうどう ひこつぐ)

〈報道に関する問合せ〉

東京大学大学院工学系研究科 広報室

東京理科大学 産学連携機構

太平洋セメント株式会社 総務部 IR 広報グループ