

カーボンニュートラルに向けた
技術的施策への取組み

セメント協会 技術委員会
委員長 小山 誠

2022年10月27日

カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(概要 抜粋)

5.1 2050年に向けて目指す対策

(1) プロセス起源二酸化炭素

- ・ 普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量により、クリンカ/セメント比が0.85から0.825に低減することを目指す。
- ・ セメントカーボネーション*により固定する二酸化炭素量(強制的に固定化させるものは含めない)は相当量あることが報告されているが、国際的に合意された算定方法が確立してないため、セメント産業が係る貢献として、絵姿に示す。

(2) エネルギー起源二酸化炭素

- ・ 省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大を進め、また、クリンカ/セメント比の低減分のエネルギー使用量削減が可能。
- ・ 焼成用エネルギーは、バイオマスを含む代替廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼などにより、ゼロエミッション系の混焼を少なくとも50%までに増やすことを目指す。
- ・ 自家発電は、バイオマス燃料を始めとした各種ゼロエミッション系燃料への転換によるゼロエミッションを目指す。

(3) プロセス起源、エネルギー起源両方に向けた二酸化炭素の回収・利用・貯留

- ・ 国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の回収・利用・貯留の技術によって削減を目指す。

(4) その他の想定

- ・ ユーザーの低炭素化への意識向上から、将来的にはクリンカの比率がより低減することが想定され、2030年に0.825を目指したクリンカ/セメント比が、2050年には0.8にまで低減することを想定する。

*セメント水和物が大気中のCO₂と徐々に反応して、炭酸カルシウムを生成することで、CO₂を固定することをセメントカーボネーションと称す

- クリンカ比率の低減に向けた普通ポルトランドセメントの少量混合成分増量の検討
- セメント水和物によるCO₂の固定(セメントカーボネーション)量の評価

普通ポルトランドセメント(N)の少量混合成分の増量

普通ポルトランドセメントの構成



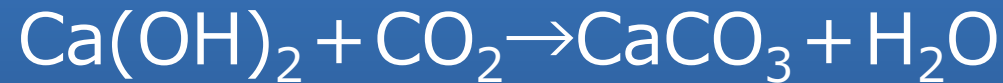
現行Nと同等品質でかつ廃棄物・副産物の使用原単位を維持できる普通ポルトランドセメントを実現することで、資源循環およびカーボンニュートラル実現に貢献する

5%を超え10%に増量する少量混合成分として石灰石を対象に、実機にて試製した普通ポルトランドセメントを用いて各種試験を実施中。2024年度のJIS改正を目指す

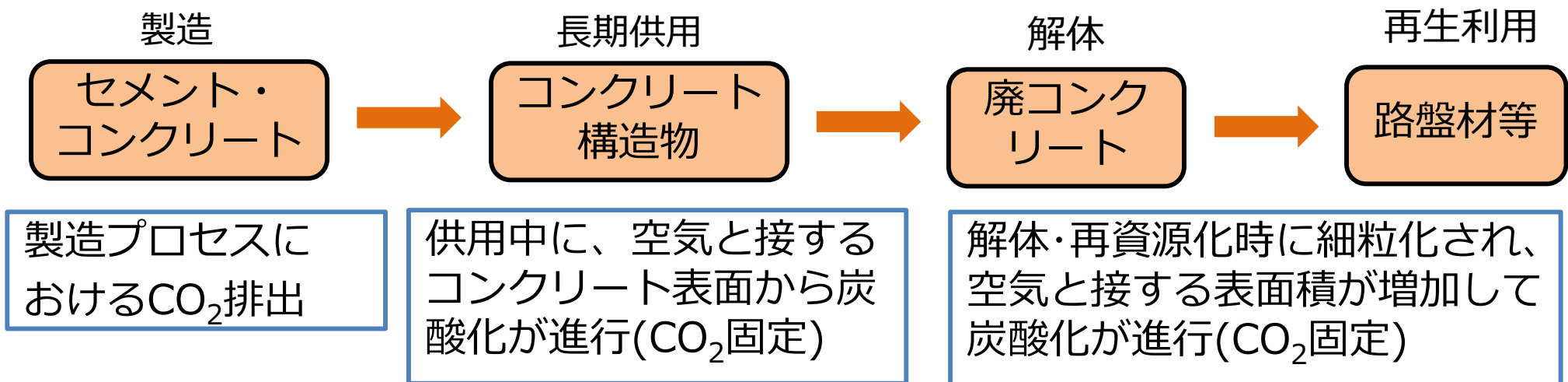
炭酸化によるコンクリートのCO₂の固定 (吸収)について

コンクリート中のセメント水和物が空気中のCO₂と徐々に反応して、炭酸カルシウム(CaCO₃)を生成する

この現象は「**コンクリートの炭酸化**」と呼ばれる



また、炭酸化はコンクリート表面から内部に緩やかに進行する



*セメント水和物が大気中のCO₂と徐々に反応して、炭酸カルシウムを生成することで、CO₂を固定することをセメントカーボネーションと称す

コンクリートはライフサイクルでCO₂の固定が期待できる。

コンクリートのCO₂の固定(吸収)量に関する動向

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書

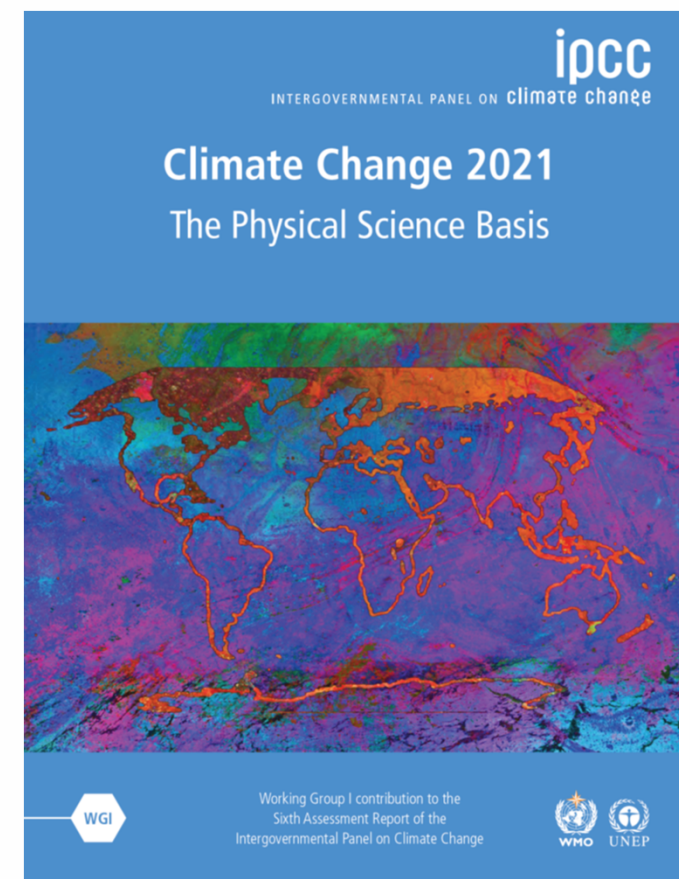
2021年8月9日公表

5.2.1 CO₂: Trends, Variability and Budget

5.2.1.1 Anthropogenic CO₂ Emissions

The uptake of CO₂ in cement infrastructure (carbonation) offsets about one half of the carbonate emissions from current cement production (Friedlingstein et al., 2020).

第6次報告書には、コンクリート構造物へ取り込まれるCO₂量がセメント製造プロセスにおけるCO₂排出量の約半分に相当するという研究報告があることが記述されている



IPCCに対して、我が国におけるコンクリートのCO₂固定量を算出する具体的な方法論を提案していくことが求められる

セメント協会での実施内容

検討の目標

日本国内におけるコンクリートのライフサイクルにおけるCO₂固定量を評価することで、セメント産業に係るCO₂削減の貢献の割合を算出し、2050年カーボンニュートラルの実現に繋げる

検討内容

- ①コンクリートのCO₂固定量の測定方法が規定されていないため、測定方法を検討する
- ②解体・再利用時のコンクリートのCO₂固定量評価：主な用途である「再生路盤材」を対象に実地調査を実施
- ③既設コンクリートCO₂固定量評価：舗装コンクリートを対象に実地調査を予定

CO₂固定量の測定方法の検討

2021年度、JCI「カーボンリサイクル評価方法のJIS開発に関する調査委員会」において、研究委託先としてこれに参画し、CO₂固定量の实地計測等を実施。

また、2022年度～2024年度、JCI「カーボンリサイクル評価方法のJIS 原案作成委員会」でも、研究委託先として参画し、CO₂固定量の实地計測を行うとともに、測定方法のJIS素案の作成に向け活動中。

CO₂固定量の实地計測状況

コンクリート(モルタル)	セメント・コンクリート材料
レディーミクストコンクリート ^{*1} PCa製品 ^{*1}	骨材(再生骨材等) ^{2*} 混和材(人工炭酸カルシウム) ^{2*}

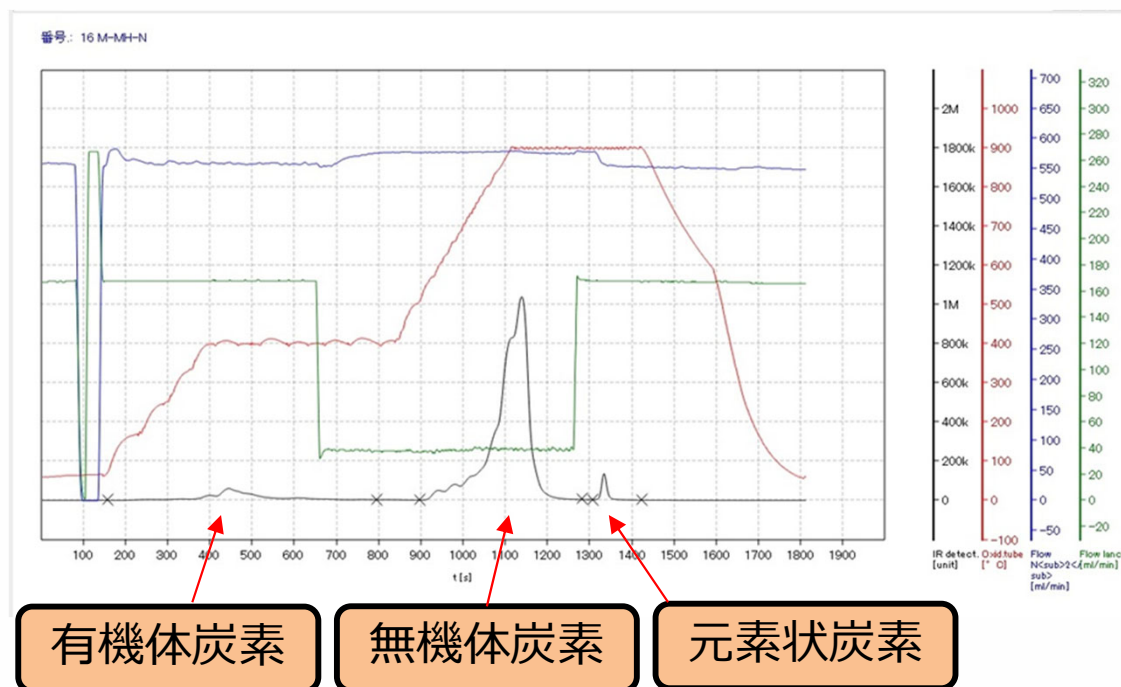
*1 : 2021年度实地計測実施、 *2 : 2022年度实地計測実施

代表的なCO₂固定量の測定方法

一般的に知られているCO₂の分析方法

- ・ 化学分析：塩酸分解-水酸化ナトリウム吸収-塩酸滴定法（仮称）
- ・ 機器分析：熱分析法（TG-DTA）
全炭素分析法
クーロメーター法

機器分析による測定結果の例(セメント協会で検討中)



<特徴>

全炭素分析法の一種で、管状炉で常温から約900℃まで温度上昇しながら、炉内の雰囲気を変化させることにより、「有機体炭素」、「無機体炭素」および「元素状炭素」の分離定量が可能

解体・再利用時のコンクリートのCO₂固定量評価

解体後のコンクリート試料の二酸化炭素固定量の既往データ

供用条件		供用年数 (平均)	二酸化炭素の固定量	サンプル数
建築	基礎	33 年	1.1 %	11
	躯体	33 年	1.9 %	13
土木		30 年	1.3 %	5

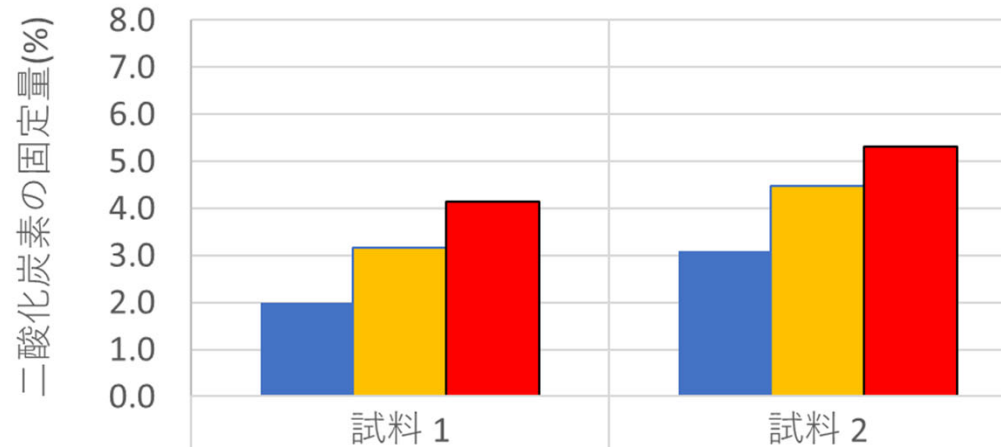
土木学会 コンクリートライブラリー134 コンクリート構造物の補修・解体・再利用におけるCO₂削減を目指して

既往データによればCO₂固定量は1.1-1.9%



解体されたコンクリートは大半が再生路盤材として利用される。
そこで、既往データの確認および更なるデータ蓄積を目的に、市販の再生路盤材(3か所から合計30試料)を対象にCO₂固定量を測定中。
またこれらの試料をさらに強制炭酸化させた場合のCO₂固定量も測定中

解体・再利用時のコンクリートのCO₂固定量評価



<試料>
市販の再生路盤材(RC40)
<風乾条件>
20℃、RH 60%
<強制炭酸化>
20℃、RH 60%、
CO₂濃度 5%
(17日間)

再生路盤材入手直後⇒ 解体後
再生路盤材を1ヶ月屋内暴露⇒ 風乾1ヶ月
再生路盤材を強制炭酸化⇒ 強制炭酸化

再生路盤材のCO₂固定量は2~3%程度であった。
これを一定期間暴露または強制炭酸化させることで、更に数%程度固定できる可能性がある

H30年の建設廃棄物(コンクリート塊)発生量3,690万t*のCO₂固定量を2%と仮定すると CO₂固定量は73.8万tとなる。

*国土交通省:平成30年度建設副産物実態調査結果(確定値),2020

今後の取組み予定

- 普通ポルトランドセメント(N)の少量混合成分の増量
実機にて試製した普通ポルトランドセメントを用いて、品質データを
確認の上、**2024年度にJIS改正を目指す**
- コンクリートのCO₂固定量の測定方法を検討
JCI「カーボンリサイクル評価方法のJIS 原案作成委員会」に研究委託
先として参画し、CO₂固定量の測定方法のJIS化に向けた活動を継続し
ていく
- コンクリートのCO₂固定量の実態調査
再生路盤材の調査を継続するとともに、既設の舗装コンクリートにつ
いても調査も開始する

参考資料

セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿

5.2 セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿

