環境配慮型コンクリート
（Environmentally Friendly Concrete）（CO_2）

１．排出・吸収源の概要

１.１ 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

CO_2削減に寄与するとされる環境配慮型コンクリートとして、現在、以下に示すような性質を持つコンクリートの研究開発が進められている。

① CO_2と反応して硬化する特殊な混和材等を使用したコンクリートにCO_2を吹込み、CO_2を強制的に吸収・反応させて養生・硬化させることでコンクリート内部にCO_2を固定。
② 工場の排気ガスなどから回収した CO_2 を基に製造した炭酸カルシウムをセメント・コンクリートの骨材や結合剤に用いることでコンクリート内部にCO_2を固定。
③ 木質バイオマスを炭化して作られたバイオ炭をコンクリートに混入することで、コンクリート内部に炭素を一定期間貯留。
④ 特殊な混和剤やフライアッシュ、高炉スラグ等を使用することで、原料となるセメント消費量を削減し、セメント製造時のCO_2を削減。

本カテゴリーでは、①を「製造時CO_2固定型コンクリート」、②を「CO_2由来炭酸塩原料使用型コンクリート」、③を「バイオ炭使用型コンクリート」と定義して、これらのコンクリート中に固定されたCO_2量（CO_2固定量）を我が国の温室効果ガス排出量から控除することとしている。④については、「2.A.1.セメント製造」からの CO_2 排出量算定において、活動量として使用している原料のクリンカ消費量の削減という形で、算定結果に削減効果がすでに反映されている。

なお、一般的なコンクリート構造物では、供用中や解体・再利用時に炭酸化反応が生じることにより、長期的に大気中のCO_2を固定する効果があることが知られている。一方で、この効果については、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて算定方法が確立されておらず、計上方法の設定が見送られている。このため、本カテゴリーでは当該効果は計上対象外とし、新規技術により製造時に人為的かつ意図的にCO_2が固定された場合のみを計上対象としている。さらに、いずれも、現時点では、事業者から算定に必要なデータが得られた製品のみを算定対象としている。

また、環境配慮型コンクリートによる CO_2固定量は、その製造に利用された CO_2の回収元カテゴリーの排出量から控除することとしている。現行インベントリにおける CO_2固定量の控除先カテゴリーは、表 1 のとおりである。

表 1　環境配慮型コンクリートによるCO_2固定量の計上カテゴリー

環境配慮型コンクリート	計上カテゴリー
製造時CO_2固定型	1.A.2.f. 非金属鉱物 2.H.3. 炭酸ガスの利用
CO_2由来炭酸塩原料使用型	1.A.2.f. 非金属鉱物
バイオ炭使用型	4.H. その他

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

環境配慮型コンクリートによる CO_2 固定量が計上されている期間は近年のみとなっている。絶対量もわずかではあるものの、いずれのタイプについても 2020 年度以降急激に増加しており、特に「バイオ炭使用型コンクリート」は 2023 年度に生産量が急増している。グリーンイノベーション基金事業などの政府主導による開発支援が後押しとなり、急速に実用化が進みつつある。

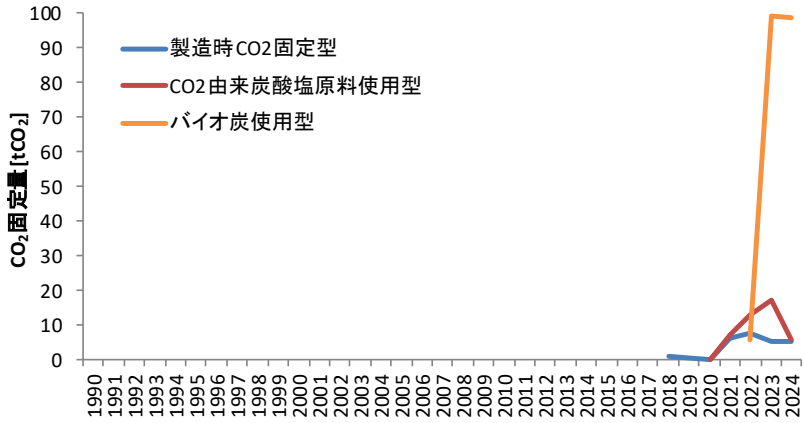


図 1　環境配慮型コンクリートによる CO_2 固定量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 製造時 CO_2 固定型コンクリート

2.1.1 排出・吸収量算定式

製造時 CO_2 固定型コンクリートの生産量に、CO_2 固定係数を乗じて CO_2 固定量を算定する。CO_2 固定量は、CO_2 を固定するコンクリート製品の材料配合比率や製造方法等によって変化することから、製品及びその品種別の平均的な CO_2 固定係数を実測値に基づき設定する。

$$F_{CO_2} = \sum_{i,j} \left(V_{i,j} \times f_{i,j} \right)$$

F_{CO2}　：CO_2 固定型コンクリートによる CO_2 固定量[t-CO_2]
$V_{i,j}$　：CO_2 固定型コンクリート i、品種 j の生産量[m^3]
$f_{i,j}$　：CO_2 固定型コンクリート i、品種 j の単位体積当たりの CO_2 固定量[t-CO_2/m^3]
※i は CO_2 固定型コンクリートの種類、j は製品・配合・製法別を表す。

2.1.2 固定係数

CO_2固定係数は、製造時 CO_2固定型コンクリートの単位体積当たりの CO_2固定量として定義し、事業者から提供されたサンプル測定結果や製造実績における品質管理データに基づき、製品種別に設定した。なお固定係数は一部秘匿である。

2.1.3 活動量

事業者提供データによる、品種別の生産量を用いる。なお活動量データは一部秘匿である。

2.1.4 （参考）一部製品の CO_2 固定係数、生産量及び CO_2 固定量

事業者提供データのうち、一部製品の CO_2 固定係数、生産量及び CO_2 固定量の例を表 2 に示す。

表 2　一部製品の CO_2 固定係数、生産量及び CO_2 固定量

製造者	製造工場	品種	仕様	固定係数	2022		2022		2023		2024	
					生産量	固定量	生産量	固定量	生産量	固定量	生産量	固定量
				tCO_2/m^3	m^3	tCO_2	m^3	tCO_2	m^3	tCO_2	m^3	tCO_2
広島第一ブロック協同組合	蔵迫工場	インターロッキングブロック	200*100*80mm	0.065	0	0.00	22	1.43	5.2	0.34	0	0.00
			300*300*60mm	0.065	16.2	1.05	33.6	2.18	0	0.00	3.7	0.24
			300*300*80mm	0.065	10.1	0.66	0	0.00	0	0.00	0	0.00
			200*100*60mm	0.065	0	0.00	0	0.00	16.6	1.08	12.2	0.79
			255*55*80mm	0.065	0	0.00	0	0.00	16.0	1.04	0	0.00
ランデス株式会社	落合工場	埋設型枠	1200*600*40mm	0.147	28.8	4.23	27.8	4.08	15.6	2.29	23.0	3.38
			600*900*40mm	0.147	0	0.00	0	0.00	2.2	0.32	0.1	0.02
			400*1200*40mm	0.147	0	0.00	0	0.00	1.6	0.23	0.5	0.07

（出典）事業者提供データ

2.2 CO_2 由来炭酸塩原料使用型コンクリート

CO_2 由来炭酸塩原料使用型コンクリートにおける CO_2 固定量については、環境配慮型コンクリート以外の用途も含む、CO_2 由来炭酸塩原料による CO_2 固定量として、CO_2 由来炭酸塩原料の供給量に基づき、包括的に捕捉する（詳細は「CO_2 由来炭酸塩原料」を参照）。

2.3 バイオ炭使用型コンクリート

2.3.1 排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインにおける LULUCF 分野の伐採木材製品（HWP）の Tier 3 手法に基づき、下式を用いて算定した。バイオ炭使用型コンクリート（を使用した土木・建築構造物）製造時に投入されるバイオ炭の炭素量をインフローとして、バイオ炭使用型コンクリート（を使用した土木・建築構造物）解体時において排出されるバイオ炭の炭素量をアウトフローとして算定し、合算してバイオ炭使用型コンクリートに使用されるバイオ炭の炭素ストック量の変化として算定する。バイオ炭使用型コンクリートに使用された全ての炭素は、バイオ炭使用型コンクリートを使用した土木・建築構造物が解体された時に即時に排出されるとする。

$$\Delta C_{j,i} = Inflow_{j,i} - Outflow_{j,i}$$

$Inflow_{j,i}$: i 年度の間にバイオ炭 j の製品プールに投入される炭素量［t-C/年］
$Outflow_{j,i}$: i 年度の間にバイオ炭 j の製品プールから排出される炭素量［t-C/年］
$\Delta C_{j,i}$: i 年度の間のバイオ炭 j の製品ストックの炭素蓄積変化量［t-C/年］
i : 算定対象年
j : バイオ炭種

インフローについては、各年度のバイオ炭使用型コンクリートにおけるバイオ炭使用量に、対応する炭素含有率を乗じて、各年度のバイオ炭使用型コンクリートに投入される炭素量を算定する。

$$Inflow_{j,i} = m_{i,j} \times C_j$$

$m_{j,i}$: i 年度のバイオ炭 j の使用量[t]
C_j : バイオ炭 j の炭素含有率[t-C/t]

アウトフローについては、i 年度のバイオ炭使用型コンクリートが使用された建築・土木構造物の種類に応じて使用期間（k 年）を設定し、i＋k 年度のアウトフローが i 年度のインフローに等しいものとして算定する（すなわち、i+k 年度に i 年度に蓄積された炭素が排出される）。バイオ炭使用型コンクリート使用中の炭素減衰は生じないものと仮定する。

$$Outflow_{j,i+k} = Inflow_{j,i}$$

k：バイオ炭 j が使用されたコンクリート製品の使用期間[年]

2.3.2 固定係数

固定係数（炭素含有率）は、製品に使用されたバイオ炭における炭素含有率の実績値に基づき設定した。なお固定係数は秘匿である。

バイオ炭 j が使用されたコンクリート製品の使用期間については、日本建築学会「建築工事標準仕様書」を参考とした。同仕様書では、コンクリート構造物の計画供用期間として、短期（約 30 年）、標準（約 65 年）、長期（約 100 年）及び超長期（100 年超）が定められている。

インベントリ算定においては、事業者から提供されたバイオ炭コンクリートの圧縮強度データ等を保守的に評価した専門家判断に基づき、使用期間を標準水準級に相当する 65 年と設定した。

なお、同仕様書に基づけば、圧縮強度が 30MPa 以上である場合には、長期（約 100 年）以上の供用も可能と考えられる。

2.3.3 活動量

バイオ炭使用型コンクリートにおけるバイオ炭種別のバイオ炭使用量を用いた。なお活動量データは秘匿である。

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	初期割当量報告書（2006 年提出）	2024 年提出	2025 年提出	2026 年提出
排出・吸収量算定式	未計上	新規に排出量を計上。	✓「製造時 CO_2 固定型コンクリート」に新たに 1 製品が算定対象として追加された。 ✓「CO_2 由来炭酸塩原料使用型コンクリート」について、CO_2 由来炭酸塩原料の供給側のデータに基づき、コンクリート以外の用途も含め包括的に捕捉する方針となった。	✓「製造時 CO_2 固定型コンクリート」の 1 製品にいくつか品種が算定対象として追加された。
排出係数	未計上	－	－	－
活動量	未計上	－	－	－

（1）初期割当量報告書における算定方法

初期割当量報告書では算定対象とされていなかった。

（2）2024 年提出インベントリにおける算定方法

本排出源は、2006 年 IPCC ガイドラインにおける算定対象ではない。しかしながら、我が国において CCU 技術のイノベーションが推進されていることを受け、様々な CCU 技術による CO_2削減効果のインベントリへの反映方法について検討を進めてきた。その結果、2024 年提出インベントリから、環境配慮型コンクリートによる CO_2固定量を新たに計上し、CO_2回収元カテゴリーの排出量から控除することとした。

（3）2025 年提出インベントリにおける算定方法

「製造時 CO_2 固定型コンクリート」に新たに 1 製品が算定対象として追加された。

「CO_2 由来炭酸塩原料使用型コンクリート」について、コンクリート製造時の CO_2 由来炭酸塩原料使用量やコンクリートの生産量を活動量として算定する方針から、CO_2 由来炭酸塩原料の供給側のデータに基づき、コンクリート以外の用途も含め包括的に捕捉する方針へ変更となった。（現行の算定方法と同様）。

（4）2026 年提出インベントリにおける算定方法

「製造時 CO_2 固定型コンクリート」の 1 製品にいくつか品種が算定対象として追加された。