

2.H.3 環境配慮型コンクリート (Environmentally Friendly Concrete) (CO₂)

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

CO₂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製品の研究開発が進められている。

- ① CO₂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CO₂を吹込み、CO₂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CO₂を固定。
- ② 工場の排気ガスなどから回収したCO₂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CO₂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CO₂を削減。

本カテゴリーでは、①を「製造時CO₂固定型コンクリート」、②を「CO₂由来材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」として、そのコンクリート中へのCO₂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CO₂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において、供用中や解体・再利用時に炭酸化反応により、長期的に大気中のCO₂を固定する効果が知られているが、2006年IPCCガイドラインにおいて方法論の設定が見送られていることから、ここでは計上対象外とし、何らかの新規技術により製造時に人為的・強制的にCO₂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CO₂固定量は、環境配慮型コンクリートの製造に利用されたCO₂の回収元のカテゴリーの排出量から控除することとしており、現行インベントリにおけるCO₂固定量の控除先カテゴリーは表1のとおりとなっている。

表 1 環境配慮型コンクリートによるCO₂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	2.H.3. 炭酸ガスの利用
CO ₂ 由来材料使用型	1.A.2.c. 化学
	1.A.2.d. パルプ・紙・印刷
	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 CO₂ 固定量が計上されている期間は近年のみで、絶対量もわずかなものではあるものの、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ものとみられる。

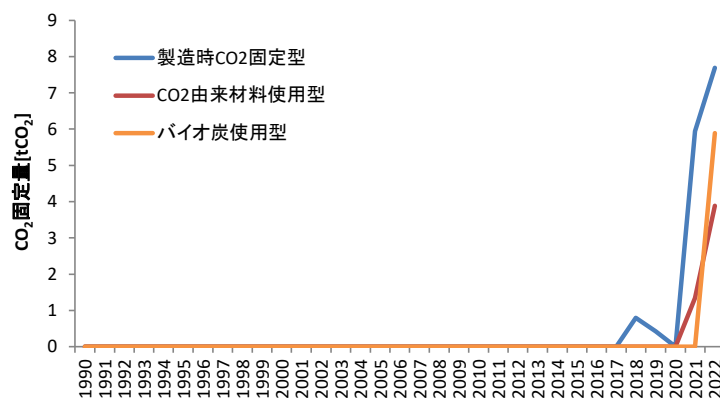


図 1 環境配慮型コンクリートによる CO₂ 固定量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 製造時 CO₂ 固定型コンクリート

2.1.1 排出・吸収量算定式

製造時 CO₂ 固定型コンクリートの生産量に、CO₂ 固定係数を乗じて CO₂ 固定量を算定する。CO₂ 固定量は、CO₂ 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 CO₂ 固定係数を実測値に基づき設定する。

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

F_{CO_2} : CO₂ 固定型コンクリートによる CO₂ 固定量[t-CO₂]

$V_{i,j}$: CO₂ 固定型コンクリート i、品種 j の生産量[m³]

$f_{i,j}$: CO₂ 固定型コンクリート i、品種 j の単位体積当たりの CO₂ 固定量[t-CO₂/m³]

※i は CO₂ 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

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 CO₂ 固定係数を設定する。なお固定係数は秘匿である。

2.1.3 活動量

事業者提供データによる、品種別の製造量を用いる。なお活動量データは秘匿である。

2.2 CO₂ 由来材料使用型コンクリート

2.2.1 排出・吸収量算定式

CO₂ 由来材料使用型コンクリートにおける CO₂ 由来材料の使用量に、CO₂ 由来材料の平均的な CO₂ 固定係数を乗じて CO₂ 固定量を算定する（算定式 1）。

$$F_{CO_2} = \sum_k (m_k \times F_k) \quad (\text{算定式 1})$$

F_{CO_2} : CO₂ 由来材料使用型コンクリートによる CO₂ 固定量[t-CO₂]

m_k : CO₂ 由来材料 k の使用量[t]

F_k : CO₂ 由来材料 k の単位重量当たりの CO₂ 固定量[t-CO₂/t]

※ k は CO₂ 由来材料の種類を表す。

CO₂ 由来材料使用量はデータの把握状況に応じて下式により算定する。

$$m_k = \sum_{i,j} (V_{i,j} \times f_{i,j,k})$$

$V_{i,j}$: CO₂ 由来材料使用型コンクリート i 、品種 j の生産量[m³]

$f_{i,j,k}$: コンクリート i 、品種 j の単位体積当たり CO₂ 由来材料 k の使用量[t/m³]

※ i は CO₂ 固定型コンクリートの種類、 j はコンクリート製品の種類を表す。

使用量が把握できない場合は、CO₂ 由来材料使用型コンクリートの生産量に、コンクリート生産量当たりの CO₂ 固定係数を乗じて CO₂ 固定量を算定する（算定式 2）。なお CO₂ 固定量は、使用される CO₂ 由来材料の種類や配合（調合）によって変化することから、同一の CO₂ 由来材料及び配合比率を用いている製品種別に算定する。

$$F_{CO_2} = \sum_{i,j} (V_{i,j} \times F_{i,j}) \quad (\text{算定式 2})$$

F_{CO_2} : CO₂ 由来炭酸塩使用型コンクリートによる CO₂ 固定量[t-CO₂]

$V_{i,j}$: CO₂ 由来炭酸塩使用型コンクリート i 、品種 j の生産量

※ i は CO₂ 固定型コンクリートの種類、 j は製品種類を表す。

2.2.2 固定係数

算定式 1 により算定した製品については、CO₂ 由来材料を製造している事業者から提供された製品に使用されている材料の各年度における CaCO₃ 純度を考慮した重量当たり CO₂ 固定量を設定する。

算定式 2 により算定した製品については、コンクリート製品を製造している事業者から提供された、コンクリート配合（調合）記録等に基づく製品別の体積当たり CO₂ 固定量を、各製品の生産量で加重平均した年度別の固定係数を設定する。

なお、いずれも固定係数は秘匿である。

2.2.3 活動量

式 1 により算定した製品については、コンクリート製品を製造している事業者から提供された単位体積当たりの CO₂ 由来材料の混入量を用いて推計した CO₂ 由来材料の使用量を用いる。

式2により算定した製品については、コンクリート製品生産量を用いる。
 なお、いずれも活動量データは秘匿である。

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。

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

$m_{i,j}$	: 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とする仮定。

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

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」におけるコンクリート構造物の計画共用期間は、短期（約 30 年）、標準（約 65 年）、長期

(約 100 年) 及び超長期 (100 年超) が定められているところ、インベントリ算出については、事業者による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、標準水準級の 65 年と設定したが、同仕様書に基づけば 30MPa 以上の圧縮強度があれば長期以上の固定は可能と考えられる。

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 2 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
排出・吸収量 算定式	未計上	新規に排出量を計上。
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排出源ではないものの、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受け、様々な CCU 技術による CO₂ 削減量のインベントリへの反映方法について検討を進めることとなり、2024 年提出インベントリにおいて、新規に環境配慮型コンクリートによる CO₂ 固定量排出量を CO₂ 回収元のカテゴリーの排出量から控除することとなった。(現行の算定方法と同様。)