

CN(カーボンニュートラル)実現に向けたBIM/CIMの活用について

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○上葛 健太・菊池 将人・飛岡 啓之・堂ノ脇 将光

1. 背景と目的

日本政府は2050年に温室効果ガス排出量を全体としてゼロにすることを指すカーボンニュートラル(以下、CN)を宣言し、2030年度のCO₂排出量目標として2013年度比で46%削減することを掲げている。

インフラ分野におけるCNの取り組みとしては、低炭素型コンクリートの使用やICT(Information and Communication Technology)の活用など、施工時における取り組みが先行している。設計時のCNの取り組みの一つとして、国土技術政策総合研究所では温室効果ガス排出削減効果を定量的に評価するため、令和6年6月に「インフラ分野における建設時のGHG排出量算定マニュアル案(以下、GHGマニュアル案)」¹⁾を公開した。GHGマニュアル案には、温室効果ガス排出量の算定対象範囲や各種算定方法、排出量原単位の考え方について記載されている。これにより、土木建造物の施工で使用する建設機械やコンクリート製造時などの温室効果ガス排出量を統一的に算出することができ、温室効果ガス排出量を一つの指標とした土木建造物の工種・構造の検討が可能となる。そのほか設計時のCNの取り組みとして、「土木学会 国際センター 土木技術者の国際化実践小委員会」では、橋梁設計プロセスにおける脱炭素化を目指し、令和6年6月にNet Zero 橋梁WGを立ち上げた。

砂防分野でのCNの取り組みとしては、砂防堰堤を活用した小水力発電²⁾や砂防ソイルセメントの使用などが挙げられる。砂防施設の設計時では、工法の違いにおけるCO₂排出量の推定が行われた事例³⁾があるものの、事例としては少ない。事例が少ない理由として、砂防施設施工時のCO₂排出量算出方法が明記された公的な資料が公開されていないことが考えられる。

また、CO₂排出量算出に手間を要することが事例の少ない理由の一つとして考えられる。CO₂排出量算出は基本的に「活動量(数量)×排出量原単位」であるため、現在の設計プロセスにおいてCO₂排出量を算出するには数量を算出する必要があり手間を要する。このため、

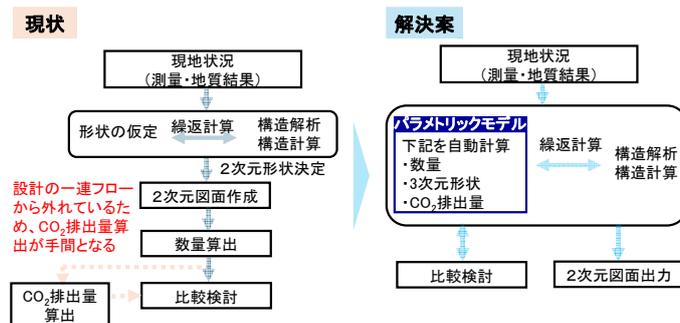


図1 設計時のCO₂排出量算出プロセス

数量算出とともにCO₂排出量が瞬時に算出することが望ましいと考えられる。この方法として図1に示す、パラメトリックモデルを活用した設計手法が考えられる⁴⁾。パラメトリックモデルはBIM/CIM(Building/Construction Information Modeling, Management)を基盤としているため、設計検討時に数量を瞬時に算出、確認することができ、これと並行してCO₂排出量を算出することが期待できる。ここでは、パラメトリックモデルを活用した設計手法でCO₂排出量を算出した際の設計検討例について報告する。

2. 砂防堰堤の設計を対象としたCO₂排出量の試算方法

2.1 検討対象工種と算出方法

本検討では、構造の違いによりCO₂排出量の差異が確認できるよう、図2に示す2種類の施設構造とした。

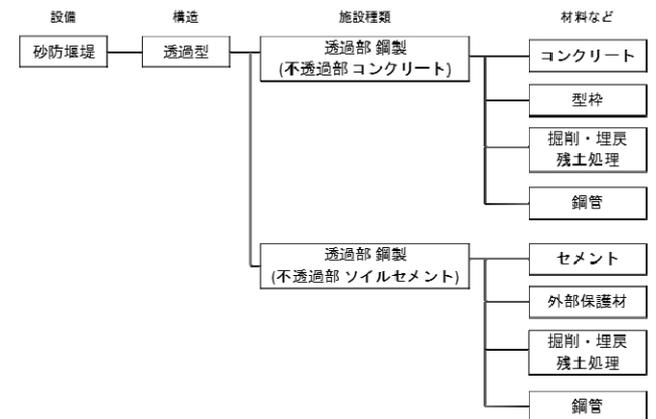


図2 本検討におけるCO₂排出量の対象とした施設構造

2.2 工種別のCO₂排出係数排出原単位

本検討では、土木建造物のCO₂排出量の算出について整理されているGHGマニュアル案を参考に、砂防施設施工時のCO₂排出量を検討した。GHGマニュアル案では、CO₂排出量は「工事の特記仕様書、見積参考資料、設計内訳書や単価表等の設計書等」から算出するものとしている。また、算定範囲はScope1~Scope3としている。

これらを踏まえ、本検討で対象としたCO₂排出量算定項目や内容を表1に示す。表1に示す内容から、建設機械の稼働時における排出量原単位を設定した。材料に関する排出量原単位は、環境省にて一般公開されている「サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出量等の算定のための排出原単位データベース」⁵⁾を使用した。なお、型枠は光永・鉦橋ら(2023)で示されている排出量原単位⁶⁾を参考にした。

3. パラメトリックモデルを活用とした設計時のCO₂排出量算出の例

本検討では土石流危険渓流(A=0.16km²)を対象に100%

表1 本検討で対象としたCO₂排出量算定項目や内容の一覧表

カテゴリ	想定される活動	マニュアル※での算定対象	本検討での算定項目	備考	
元請け等の活動による直接排出、電気等の使用に伴う間接排出					
Scope1 直接排出	・建設機械の稼働に伴う燃料の使用 ・土砂等の運搬、現場発生品及び支給品の運搬に伴う燃料の使用	対象	・コンクリートや型枠、土砂などの運搬 ・コンクリート打設や掘削など建設機械の稼働		
Scope2 エネルギー起源の間接排出	・建設機械の稼働に伴う電力の使用 ・土砂等の運搬、現場発生品及び支給品の運搬に伴う電力の使用	対象	対象外	現場事務所の稼働が想定されるが、施設構造に違いにより大きな差異は生じないことが想定されるため対象外とした	
Scope1、Scope2 以外の間接排出					
Scope3	1 購入した製品・サービス	・元請け等が購入する材料の製造	対象	・コンクリート ・鋼管 ・型枠 ・セメント	
	2 資本財	・元請け等の資本財の建設・製造	対象外	対象外	
	3 Scope1,2 に含まれない燃料及びエネルギー関連活動	・元請け等が購入する燃料や電気の調達時までの活動	対象	対象外	設計段階において、施工業者の調達までの活動の想定は困難であるため対象外とした
	4 輸送、配送(上流)	・調達物が元請け等に届くまでの物流	対象	対象外	設計段階において、施工業者への調達物の物流の想定は困難であるため対象外とした
	5 事業から出る廃棄物	・建設現場で発生する廃棄物の輸送・処理	対象	残土処理運搬	
	6 出張	・元請け等及び協力会社の従業員の出張	対象外	対象外	
	7 雇用者の通勤	・元請け等及び協力会社の従業員が建設現場へ通勤する際の移動	対象外	120,000	
	8 リース資産(上流)	・元請け等が賃借しているリース資産の操業	対象外	100,000	

※「インフラ分野における建設時のGHG 排出量算定マニュアル案(令和6年6月)」

データ準備

- ・地形・中心線をインポート
- ・座標系の設定
- ・基本事項の入力

施設規模検討

堰堤位置、堰堤高を数値入力して、施設規模を決定する。

施設設計検討

- ① 流量諸元計算
- ② 水通し断面決定
- ③ 安定計算

土工計算

掘削範囲を計算

数量計算

BIM/CIMから数量を自動算出

CO₂排出計算

算出した数量と事前に設定しておいた排出量原単位からCO₂排出量を計算

作業項目	作業時間 (min)			
	Plan1	Plan2	Plan3	Plan4
データ準備	51	—	—	—
施設規模検討	4	—	4	—
施設設計検討	8	4	11	3
土工計算	4	2	2	3
数量計算	1	1	1	1
CO ₂ 排出量計算	1	1	1	1
合計	69	8	19	8

総合計: 104min

図3 パラメトリックモデルを活用した設計検討に要した時間

整備を目指し、図2に示した2種類の施設構造で、堰堤位置を計画基準点から上流50m, 100mの2か所、計4案を想定し、パラメトリックモデルを活用した設計手法でCO₂排出量の算出を実施した。コンクリート案の型枠は残存型枠、ソイルセメント案の外部保護材はSBウォール、残土運搬距離は1.0kmと仮定した。各4案のデータ準備からCO₂排出量算出までに要した時間を図3に、算出した数量から計算した概算工事費とCO₂排出量の結果イメージを図4に示す。なお、設計レベルは予備設計を想定した。また、パラメトリックモデルはダッソー・システムズの3DEXPERIENCE CATIAを使用した。

図3に示すように、パラメトリックモデルはBIM/CIMを基盤としているため、数量算出に要した時間は非常に短い。また、CO₂排出量算出も、算出方法が「活動量(数量)×排出量原単位」であるため、算出に要した時間は非常に短いことが確認できた。

4. おわりに

本検討では、パラメトリックモデルを活用した設計手法を活用することで、CO₂排出量算出に要する時間を非常に短くできることを確認した。これにより、砂防

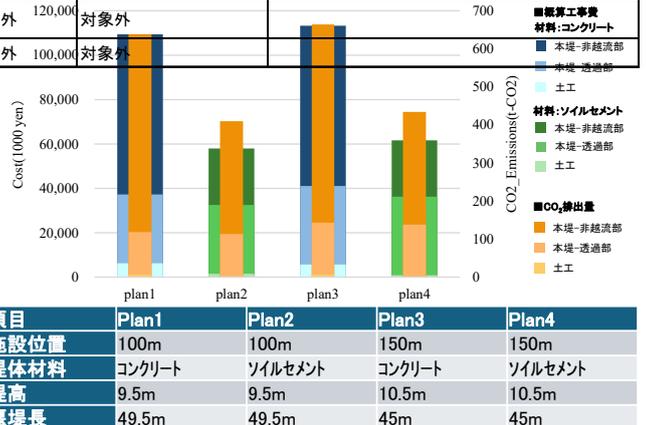


図4 概算工事費とCO₂排出量算出イメージ

施設の比較検討の評価項目として、CO₂排出量を容易に取り入れることができると考える。砂防施設設計段階では、複数の形式や材料での比較検討が行われ、経済性、施工性、景観性などの項目により総合的な評価が行われる。評価項目の一つとしてCO₂排出量を用いることにより、砂防工事の目的や機能が発揮される範囲において、CO₂排出量の少ない資材や工法を選定することが可能となると考える。

参考資料

- 1) 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター、インフラ分野における建設時のGHG 排出量算定マニュアル案(令和6年8月)
- 2) 環境省・国土交通省、既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き(令和6年7月)
- 3) 光永健男・山崎卓也・今城貴弘・松田尚郎・飛岡啓之：砂防堰堤における工法の違いによる二酸化炭素排出量と排出量削減効果の推定、砂防学会誌, Vol. 75, No. 6, p. 36-39, 2023
- 4) 菊池将人・飛岡啓之・堂ノ脇将光・花田良太・黒川祐梨：砂防堰堤の自動設計モデルの開発について、令和3年度建設コンサルタント業務研究発表会
- 5) 環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出量等の算定のための排出原単位データベース (https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/estimate_05.html)
- 6) 光永健男・鉦橋浩・阪本正紀・中濃耕司・小布施崇：荒神山西砂防堰堤工事における砂防ソイルセメント(流動タイプ)の適用に伴う環境負荷の低減、令和5年度砂防学会研究発表会概要集