

脱炭素化に資する砂防技術を定量的に評価する方法に関する一考察

一般財団法人砂防・地すべり技術センター ○佐々木 司 三上 幸三 富田 陽子

1. はじめに

日本全体のCO₂排出量(約10億トン)のうち、概ね1割強が建設段階に起因している。脱炭素社会の実現に向け、建設分野におけるGHG(Greenhouse Gas:地球温暖化の原因となる温室効果ガス)排出量の削減が急務であり、砂防分野も例外ではない。本稿では、脱炭素化に資する砂防技術(主に二次製品や工法等)の評価方法に関する基本的な考え方を整理する。また、砂防技術の製造および施工段階におけるGHG排出量削減効果の検討事例を報告する。

2. 建設分野における代表的な脱炭素化への取り組み

2023年7月に閣議決定された「GX推進戦略」では、公共調達においてインセンティブを付与して脱炭素技術・製品の需要を拡大する主旨が盛り込まれた。建設分野においては2024年6月に公共工事の品質確保の促進に関する法律(品確法)が改正され、経済性に配慮しつつ脱炭素化に対する寄与の程度を考慮して、総合的に価値の高い資機材・工法等の採用に努めることとされた。これを受けて国土交通省は、2025年4月に「国土交通省土木工事の脱炭素アクションプラン」を公表し、特に建設段階での取り組み強化が必要であるとして、①建設機械②コンクリート③その他建設技術の脱炭素化に向けた方針と施策を示している。

一方、国土技術政策総合研究所は「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(2024年6月)」を公開し、施工段階に建設現場で発生するGHG排出量および脱炭素技術のGHG排出量削減効果の算定方法について基本的な考え方を示している。なお同マニュアルは国土交通省直轄事業の道路・河川等の土木工事を対象としており、現時点では計画・設計・供用段階等は含まれていない。

また、建設技術審査証明協議会では、資機材・工法等の製造および施工(組立)段階におけるGHG排出量削減効果を評価する取り組みとして、土木系材料・製品・技術、道路保全技術(土木研究センター)および一般土木工法(国土技術研究センター)に関する環境技術の付加審査を2026年1月より順次開始している¹⁾。

3. GHG排出量の算出および比較方法

3.1 機能単位の設定と排出原単位の確認

GHG排出量は活動量(もしくは材料使用量)と排出原単位の積で表され、eCO₂(equivalent CO₂:等価二酸化炭素)排出量に換算して算出することが一般的である。この際、「1m³(単位体積)あたり」「1トン(単位質量)あたり」等の機能単位を評価する技術に応じて適切に設定する必要がある。また、計算に使用する排出原単位には、実測値や公的機関のデータベースに掲載された信頼性の高い値を用いることが望ましい。なお、排出原単位は経時的に変動する場合が多いため、可能な限り最新のデータを採用することが重要である。

3.2 算出結果の比較

算出結果は、eCO₂排出量に換算したGHG排出量について、新技術と従来技術で比較することが基本となる。すなわち、

GHG排出量の比率=

$$\frac{\text{新技術のeCO}_2\text{排出量}}{\text{従来技術のeCO}_2\text{排出量}}$$

を算出し、これが1よりも小さければ当該の新技術はGHG排出量の面で従来技術より優れているといえる。

4. 砂防技術を定量的に評価する上での留意点

4.1 適切な機能単位の設定

砂防技術では、コンクリートや鋼材、ゴムといった材料を組み合わせて製品化されている場合が多い。このため、機能単位は必ずしも単位体積や単位質量とする必要はなく、所定の耐荷性能を設定し、製品の単位延長(例えば支柱間隔[X]mの杭式待ち受け擁壁施工延長1mあたり)等とすることができる。また、砂防ソイルセメント工法のように、現地採取土砂を使用することで従来技術(コンクリート)と同等の耐荷性能を確保しつつ購入材料の量を削減してGHG排出量を減らす場合については、例えば高さ[Y]mの人工地山施工延長1mあたり等とする方法も考えられる。

4.2 算出対象の明確化

図1のように、建設事業は設計・製造・施工・使用・最終(廃棄)の各段階から構成されている。計算漏れや重複を防ぐため、GHG排出量を算出する際は、どの段階を算出対象とするか明確にする必要がある。

急峻な地形や大規模災害の危険性といった厳しい環境下での対応が求められる砂防の現場では、製造段階だけでなく施工段階(現場への輸送、組立)や使用・最終段階(維持管理・更新)に寄与する新技術の開発が特に着目される。

4.3 必要な要求性能の確保

GHG排出量の削減を目的として技術的な改良や工夫を行う場合でも、砂防技術として必要な要求性能(施工性、耐久性など)が損なわれてはならない。新技術の機能や性能が基準を満たしている前提下で、脱炭素技術の評価が可能となる。

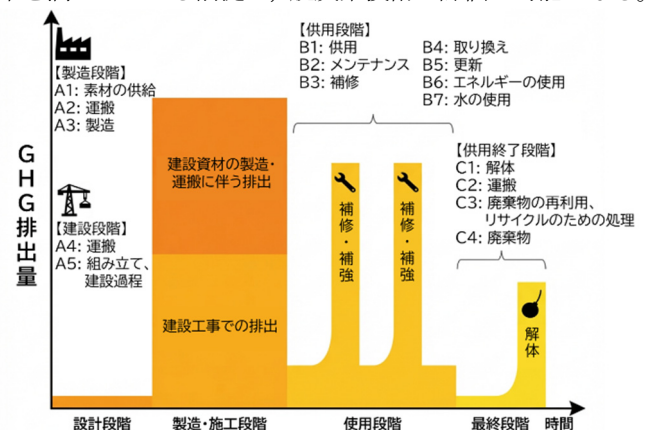


図1 建設事業の各段階とGHG排出量の関係²⁾

5. GHG 排出量削減効果の検討

掘削工・人工地山構築・残土搬出を例として、砂防工事の一連の工程における GHG 排出量削減効果を試算した。排出原単位および算出方法は 2 章に記載した文献のほか、各種データベース³⁾⁴⁾およびガイドライン⁵⁾を参考とした。

5.1 掘削工

人手不足や技術者高齢化の課題に対し、ICT 技術の活用が解決策として期待されている。そこで、機能単位を 1,000 m³ あたりとして、砂防工事における通常の掘削工と ICT 建機を用いた掘削工の GHG 排出量を算出した。算出結果を表 1 に示す。ICT 建機を使用することで、省人化等のメリットに加え、GHG 排出量を 12%程度削減できる。

5.2 人工地山の構築

近年、狭隘地や脆弱地質における施工性向上を目的として人工地山の需要が高まっている。そこで、機能性・耐荷性・施工性を踏まえ機能単位を高さ 5m、施工延長 1m あたりとして、人工地山を構成する材料（コンクリートと砂防ソイルセメント）の違いによる GHG 排出量を算出した。算出条件および算出結果を表 2 に示す。この条件では、人工地山の堤体断面積が 2 倍以上になった場合でも、材料に砂防ソイルセメントを用いることで、コンクリートと比べて GHG 排出量を 59%程度削減できる。

5.3 建設残土の搬出

中山間地で行われる砂防工事では、運搬を伴う工程の最適化が建設コスト削減や施工効率化の観点から重要である。そこで、機能単位をトンキロ（貨物質量 1 トン×輸送距離 1km）あたりとして、建設残土搬出時における GHG 排出量を算出した。算出結果を表 3 に示す。建設残土の処理計画において搬出量の抑制や運搬距離の短縮を図ることは、脱炭素化にも寄与すると考えられる。

5.4 モデルケースにおける GHG 排出量削減効果の試算

人工地山の構築に ICT 建機および砂防ソイルセメントを活用した場合の GHG 排出量削減効果の試算例（モデルケース）を図 2 に示す。このモデルケースによる GHG 排出量の差分（約 200 トン）は、スギ約 1 万 4 千本が 1 年間に吸収する CO₂ 量、あるいはガソリン車が約 130 万キロメートル走行した際に排出する CO₂ 量に相当する。

6. おわりに

砂防技術の脱炭素化を検討する際には、材料面の工夫に加え、施工方法、運搬条件、現地採取土砂の利活用を含めた総合的な視点で比較・評価することが重要である。特に、建設残土を処分せず有効活用できる砂防ソイルセメント工法は、脱炭素技術への関心の高まりにより改めて注目される可能性がある⁶⁾。

当センターは建設技術審査証明協議会の会員として新しい砂防技術に関する審査事業を行っており、砂防分野における新技術の普及を推進する立場にある。今後は業界内外の動向を注視し、関係団体に需要を喚起しつつ、脱炭素技術の普及を阻害する要因があればその理由を把握するために積極的に関係者とコミュニケーションを図っていきたい。

表 1 掘削工の GHG 排出量比較

施工方法	標準単価 (¥/m ³)	構成単価・ 燃料(¥/m ³)	燃料使用量 (L/m ³)	掘削土量 1,000 m ³ あたり GHG 排出量(t-eCO ₂ /1,000 m ³)	
通常施工	746.71	189.51	1.620	4.244	(1.00)
ICT 施工	1222.9	166.80	1.426	3.735	(0.88)

表 2 人工地山構築時の GHG 排出量比較^{※1}

コンクリート打設			
機能単位あたり堤体体積 および使用材料		機能単位あたり GHG 排出量 ^{※2} (t-eCO ₂ /機能単位)	
堤体体積：20 m ³ (天端幅 2.0 m, 上下流法勾配 1:0.4)	使用材料：生コンクリート	コンクリート製造：6.320 コンクリート施工：0.087	6.41 (1.00)
砂防ソイルセメント工法（転圧タイプ）			
機能単位あたり堤体体積 および材料使用量		機能単位あたり GHG 排出量 ^{※3} (t-eCO ₂ /機能単位)	
堤体体積：52.5 m ³ (天端幅 3.0 m, 上下流法勾配 1:1.5)	使用材料： 現地採取土砂 (2,000kg/m ³) 高炉セメント (100kg/m ³)、水	粒径処理：0.119 内部材製造：2.377 内部材運搬：0.060 敷均し：0.033 締固め：0.016	2.61 (0.41)

- ※1 使用材料の施工現場への搬入に伴う GHG 排出量は含まれていない
- ※2 コンクリート打設の日当り施工量を 50 m³ として算出
- ※3 砂防ソイルセメント（転圧タイプ）の工程ごとに算出

表 3 建設残土搬出時の GHG 排出量

項目	ダンプトラック (10 トン車)
燃料（軽油）の単位発熱量(GJ/kL)	38.2
排出係数(t-C/GJ)	0.0187
トラック積載率(%)	50
トンキロあたり燃料使用量(L/t・km)	0.0639
トンキロあたり GHG 排出量(t-eCO ₂ /t・km)	1.67 × 10 ⁻⁴

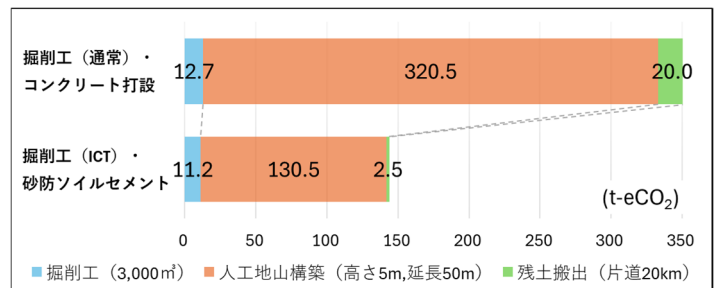


図 2 GHG 排出量削減効果の試算 (モデルケース)

参考文献

- 建設技術審査証明協議会 WEB サイト：<https://www.jacic.or.jp/sinsa/index.html>
- 一般財団法人土木研究センター：建設現場からの GHG 排出削減貢献量算定マニュアル等の概要、土木技術資料 67-8, 2025.8 (一部を抜粋、修正して再作成)
- 国土交通省：令和 7 年度 施工パッケージ型積算方式標準単価表, 2025.3
- 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等の算定のための排出原単位データベース (Ver.3.5), 2025.3
- 環境省：サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン (Ver.2.7), 2025.3
- 一般財団法人砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント Q&A, 2026.4