

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

国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防事務所 光永 健男 鉦橋 浩

株式会社 木島組 阪本 正紀

○株式会社久栄総合コンサルタント 中濃 耕司

株式会社 本久 小布施 栄

1. はじめに

気候変動に伴い自然災害の激甚化・頻発化が懸念される。そのため、災害を未然に防ぐことを目的とする砂防事業だからこそ地球規模での環境問題に対して配慮する必要がある。

神戸市東灘区を流れる住吉川の上流域に計画された荒神山西砂防堰堤では、現地発生土砂及び鋼製枠堰堤の撤去に伴い発生する石材の有効利用し、環境負荷の軽減を図ることを目的の一つとして、砂防ソイルセメント（流動タイプ）（以下、“流動ソイル”と称す）を適用している。環境負荷の定量的評価として、既往の検討成果に基づくCO₂排出量原単位¹⁾に基づく同堰堤工事におけるCO₂排出量の算定を実施されている²⁾が、実際の工事と乖離している可能性が想定された。そのため、本報では、工事の実態に即したCO₂排出量を算定するとともに、その環境負荷の軽減効果について報告する。

2. 対象施設概要

写真1に検討対象の荒神山西砂防堰堤を示すとともに、表1に主材料のコンクリート及び流動ソイルの配合を示す。なお、荒神山西砂防堰堤は既設の鋼製枠堰堤を撤去し更新した堰堤で、堤高14.5m、堤長50.0mの透過型砂防堰堤で、使用した主な材料量は、流動ソイル2,367m³（うち石材402m³）、コンクリート939m³、鋼製スリット39.1t、波型鋼板パネル43.9tであった。

3. CO₂排出量算定手法

CO₂排出量は、「建設施工における地球温暖化の手引き」³⁾に示された手法に準じて算定する。なお、基本的な算定式は下記のように表すことができる。

CO₂排出量＝材料・燃料等の使用量×CO₂排出量原単位

CO₂排出量原単位の多くは公表されており⁴⁾⁵⁾⁶⁾、本検討において使用した原材料等の値を表2に示す。

図1には、CO₂排出量の算定項目分類を示す。本検討ではCO₂排出量を、①材料、②燃料、③事務所維持、④作業員関係に区分して算定した。工事に伴うCO₂排出量は、土木工事積算基準等に示された標準的な機械・作業量に基づき算定されることが多いが、本検討では実際の使用機械、燃料使用量に基づき、当該現場の実態に即したCO₂排出量の算定に努めた。例えば、現場で製造した流動ソイルは、使用材料（セメント）のCO₂排出量に、材料・資機材運搬時や製造時において使用した機械や消費燃料に基づき算定したCO₂排出量を加え、流動ソイルのCO₂排出量原単位を設定するものとした。また、生コンのCO₂排出量原単位は表2にあるように公表値は存在するものの、使用セメント（高炉セメント or ポルトランドセメント）や配合量が不明であることから、当該現場で使用するコンクリート配合（表1参照）に基づき算定するものとした。

表2を用いて流動ソイル、コンクリート、残土等の廃棄物をはじめ、現場で使用した材料等のCO₂排出量原単位の算定にあたっては、現場内への投入材料の起点は調達先とし、現場外への排出材料の終点は排出先とした。また、張芝等の植生工に使用する材料はカーボンニュートラルの考えから運搬時に発生するCO₂のみを考慮してCO₂排出量原単位を設定した。



写真1 荒神山西砂防堰堤

表1 コンクリート及び流動ソイルの配合

分類	配合量 (kg/m ³)					使用セメント
	セメント	水	細骨材 or 土砂	粗骨材 or 石材 G1(20-05) G2(40-20)	混和剤	
コンクリート	282	155	767	647	429	2.82
流動ソイル (石材なし)	230	310	1579	0.0	0.00	高炉セメントB種
流動ソイル [※] (石材あり)	190.9	257.3	1310.6	447.1	0.00	

※)流動ソイル（石材あり）の配合量は20cm以上の石材を容積率で17%含有

表2 基本とする原材料等のCO₂排出量原単位⁴⁾⁵⁾⁶⁾

区分	値	単位	備考
電気(関西電力)	0.000351	t-CO ₂ /kWh	
軽油	2.585	t-CO ₂ /kl	
ガソリン	2.322	t-CO ₂ /kl	
砂利・採石	0.0118	t-CO ₂ /t	
碎石	0.00669	t-CO ₂ /t	
合板	0.563	t-CO ₂ /m ³	
鋼材	粗鋼(電気炉)	0.711	t-CO ₂ /t
	熱間圧延鋼材	1.90	t-CO ₂ /t
	めっき鋼材	1.42	t-CO ₂ /t
生コン	0.316	t-CO ₂ /m ³	参考
混和剤	1.60	t-CO ₂ /t	
高炉セメント	0.440	t-CO ₂ /t	
ポルトランドセメント	0.759	t-CO ₂ /t	参考
高密度ポリエチレン管	1.29	t-CO ₂ /t	
作業員	工場	大都市	0.00122 t-CO ₂ /(人・日)
河川・下水道・その他の公共事業	4.45	t-CO ₂ /百万円	参考

※)現在、国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所

4. CO₂ 排出量算定結果

4.1 使用材料の CO₂ 排出量

表 3 に当該現場での使用材料の CO₂ 排出量原単位を示す。流動ソイルの CO₂ 排出量原単位はコンクリートの約 68% の 0.1034t-CO₂/m³ であった。ここで、流動ソイルで活用した石材の CO₂ 排出量原単位が 0.0 t-CO₂/m³ であるのは、既設の鋼製枠堰堤の中詰め材を再利用したためである。また、コンクリートの CO₂ 排出量原単位は 0.151 t-CO₂/m³ と表 2 に示した値と大きく異なる。これは前述したように使用セメントやセメント量の相違や CO₂ 排出量原単位の算定の起点を調達先（生コン工場）に設定したためと推測される。

4.2 算定項目毎の CO₂ 排出量

図 2 に算定項目毎の CO₂ 排出量を示す。当該工事における CO₂ 排出量は、総計 694.378t-CO₂ で、その 88% が材料に起因したものであり、11% が施工時に使用する重機等の燃料によるものであった。現場事務所等の電力量や作業員の排出に伴う CO₂ はそれぞれ 1% 未満と非常に少ないものであった。

4.3 流動ソイルの活用に伴う CO₂ 排出量低減効果

表 4 に流動ソイル及びコンクリート使用時の差異が生じる内容における CO₂ 排出量を抽出した集計結果を示す。なお、コンクリート構造物における値は予備設計時の比較断面を基に算定したものである。表 4 より、荒神山西砂防堰堤には流動ソイルを活用することで約 76.8t-CO₂ の CO₂ 排出量を低減できた。この低減量はスギ人工林（36～40 年生）87,000m² が 1 年間に吸収する CO₂ に相当するものである⁷⁾。

5. まとめ

本稿では、荒神山西砂防堰堤工事における CO₂ 排出量（694.378t-CO₂）を算定し、流動ソイルの環境負荷低減効果（-76.8t-CO₂）を定量的に検証した。

紙面の関係で記載できなかったが、流動ソイルを適用することで、掘削土砂や撤去対象の鋼製枠堰堤内の石材等の活用でき、工事用車両の住宅街の走行を約 1,200 往復低減できた。荒神山西砂防堰堤工事では CO₂ 排出量の低減というグローバルな環境負荷低減だけでなく、地域住民への振動・騒音の低減というローカルな面での環境負荷の低減を図れた。

【参考文献】

- 国土交通省河川局砂防部（2007），平成 21 年度 低炭素型砂防事業等検討業務報告書
- 光永健男他 4 名；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
- 国土交通省総合政策局建設施工企画課；「建設施工における地球温暖化の手引き」，平成 15 年 7 月
- 環境庁 HP；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. 3.2），https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/estimate_tool.html#no02，平成 22 年 3 月，参照 2022-12-29
- 環境省 HP；電気事業者別排出係数，https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/r04_coefficient_rev4.pdf，参照 2022-12-29
- （一社）セメント協会；セメントの LCI データの概要，https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jg1i_01.pdf，2022 年 3 月 16 日，参照 2022-12-29
- 環境庁 HP；https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/ondanka/20141113_topics2_2.html，参照 2023-3-26

①材 料	工事に使用する材料、廃棄物及びこれらの現場への搬入・搬出に係る燃料使用に伴う CO ₂ 排出量
②燃 料	工事現場内で使用する重機や発電機等の燃料使用に伴う CO ₂ 排出量
③事務所維持	工事を行うための現場事務所及び作業員休憩所などの電気使用に伴う CO ₂ 排出量
④作業員関係	工事に投入した作業員が排出する CO ₂ 排出量

図 1 CO₂ 排出量の算定項目分類

表 3 当該現場での使用材料の CO₂ 排出量原単位

項目	単位量	単位	二酸化炭素排出量原単位 {t-CO ₂ /(m ³ ,m ² ,t)}
コンクリート	1.0	m ³	0.151
コンパネ型枠	1.0	m ²	0.006756
残存型枠	1.0	m ²	0.02322
残存化粧型枠	1.0	m ²	0.04137
流動ソイル	1.0	m ³	0.1034
石材	1.0	t	0.000
波型鋼板パネル	1.0	t	1.921
鋼製スリット	1.0	t	2.401
残土処分	1.0	m ³	0.00189
鋼材処分	1.0	t	0.00389
中詰め材処分	1.0	m ³	0.00286
かご枠工	1.0	m ³	0.04655
大型かご枠	1.0	m ³	0.05546
張芝	1.0	m ²	0.000291
植生基材吹付	1.0	m ²	0.000152

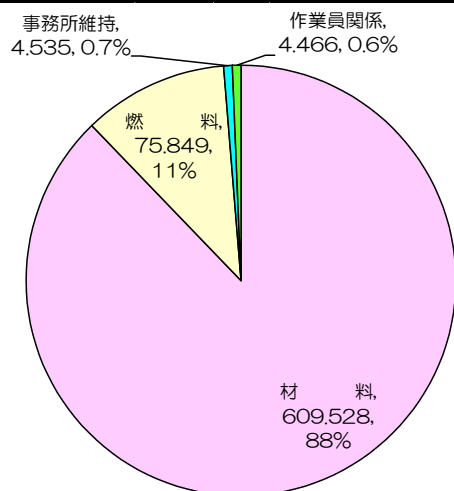


図 2 算定項目毎の CO₂ 排出量

表 4 CO₂ 排出量低減効果（単位；t-CO₂）

	流動ソイル 構造物	コンクリート 構造物	備考
堤体材料	524.15	593.35	堤体材料、スリット、型枠
掘削土砂増量	0.45	—	堤底幅の相違
残土処分増量	—	3.71	掘削土砂活用
中詰め土砂処分	—	4.31	石材処分
計	524.60	601.37	
CO ₂ 排出量低減量	76.77		