

施工計画段階における CO₂ 排出量可視化ツールの開発

清水建設(株) 正会員○永尾謙太郎・松原慎一郎・大和田勝文
同社 正会員 大木智明・前田衛・宮瀬文裕

1. 背景・目的

日本でも近い将来にカーボンプライシングの導入が本格化すると考えられ、CO₂ 排出に対する管理は一層厳しいものになると予想される。土木分野においては、事業構想、設計、施工計画、施工、維持管理、更新の各フェーズにおいて CO₂ 排出量を可能な限り縮小しつつ、最終的には J-クレジット等により、事業のカーボンニュートラルさらにはネットゼロを達成することになると予想される。(一社)日本建設業連合会でも、施工段階における CO₂ 排出量 (SCOPE1, SCOPE2)を 2030 年から 2040 年の出来るだけ早い段階に 2013 年比で 40%削減、2050 年までに実質ゼロとする目標が掲げられている。このように建設部門での CO₂ 削減に向けた技術開発は急務となっているが、効率的かつ効果的な対策実施にあたっては、施工計画段階において事業の CO₂ 可視化を行い対策による CO₂ 排出量の削減量それに伴う工事費の増減量を把握する必要がある¹⁾。このような背景のもと、本研究では施工計画段階において事業の CO₂ 排出量を可視化するツールの作成を行った。

2. CO₂ 排出量可視化ツールの概要

本ツールは施工計画段階において、設計書・数量書等を基に建設工事標準歩掛(一財 建設物価調査会)を用いて工事の「活動量」を算定し、これに「原単位」を乗じて CO₂ 排出量を推定するものである。現状は Microsoft Excel を用いた集計ツールである。原単位には環境省等による公表値、論文掲載値のほか、産業連関表による算出値を用いた。本ツールでのシステム境界を図-1 に示す。ここでは作業ヤードおよび周辺での燃料・電力使用由来の SCOPE1, SCOPE2 に加えて、SCOPE3 のうち比較的排出量が多いものでかつ、現状で施工者の創意工夫によって脱炭素化を図れる可能性がある範囲という視点によりシステム境界を設定した。また建設機械の稼働に伴う燃料・電力の使用量については、建設機械等損料表(一社 日本建設機械施工協会)等を用いて算定した。

3. ケーススタディの実施

(1). 対象工事

ケーススタディとして、実際に発注された表-1 に示す開削トンネル工事を例にとり、本ツールにより CO₂ 排出量を可視化した。なお日本建設業連合会では毎年複数の作業現場を対象に燃料・電力の使用量を集計し、工事価格あたりの CO₂ 排出量(SCOPE1,SCOPE2)を整理している³⁾。2020 年度の報告値は 64.9t-CO₂/億円であった。ケーススタディの工事価格 約 35.5 億円から推測すると、対象工事の SCOPE1,SCOPE2 は約 2,309 t-CO₂ となる。この値を検証値とし、以降でツールの妥当性を確認した。

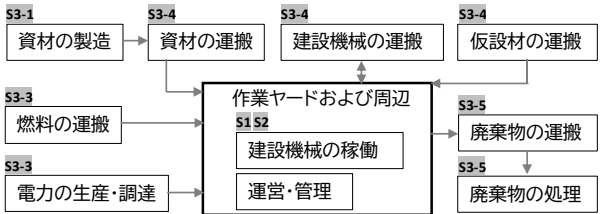


図-1 システム境界の設定(中村ら²⁾を一部改変)

表-1 ケーススタディにて CO₂ 排出量を算定した工事

工事内容	工事価格	工期
開削トンネル 工事延長：約 170m 開削深さ：約 14m (最大) 主要資材：コンクリート(現場打ち) 約 15,000m ³	35.5 億円	約 3 年

表-2 主要な CO₂ 排出原単位

区分	項目	値	出典
SCOPE1	軽油使用	2.585 (kg-CO ₂ /L)	1)
	ガソリン使用	2.322 (kg-CO ₂ /L)	1)
	アセチレンガス圧接	1.08 (kg-CO ₂ /箇所)	2)
SCOPE2	電力使用	0.411 (kg-CO ₂ /kwh)	3)
SCOPE3	普通ポルトランドセメント	361.1 (kg-CO ₂ /m ³)	4)
	高炉セメント	209.3 (kg-CO ₂ /m ³)	4)
	モルタル	238 (kg-CO ₂ /t)	6)
	鉄筋	1453.5 (kg-CO ₂ /t)	5)
	目地板	12.6 (kg-CO ₂ /m ²)	6)
	止水板	0.7 (kg-CO ₂ /m)	5)
	プライマー	3.4 (kg-CO ₂ /L)	7)
	防水シート	0.85 (kg-CO ₂ /m ²)	7)
	残土処理	1.6×10 ⁻⁵ (kg-CO ₂ /m ³)	1)
	がれき類処理 (リサイクル有)	2.1×10 ⁻⁶ (kg-CO ₂ /m ³)	1)

1) 環境省：サテライト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.2.5)
2) エコウェル協会資料：http://ecowell.com/
3) 東京電力エナジーパートナー資料：https://www.tepco.co.jp/ep/notice/news/2021/1628675_8909.html
(一社)セメント協会：セメントの LCI データの概要
4) 国立環境研究所 3EID：https://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/page/what_is_3eid.htm
5) 国総研資料(2012)：社会資本のライフサイクルをとらえた環境評価技術の開発に関する報告
6) 田中ら(2014)：次世代防水層の概念と仕様のフィジビリティスタディ、日本建築学会構造系論文集

キーワード 土木事業、CO₂ 排出量、カーボンニュートラル、国土交通グリーンチャレンジ、要因分析
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 プロジェクト技術部

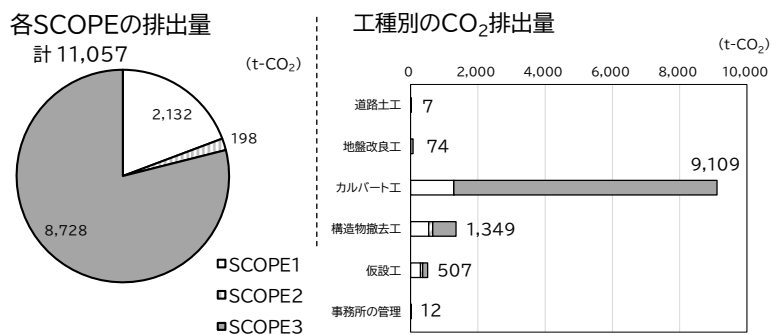
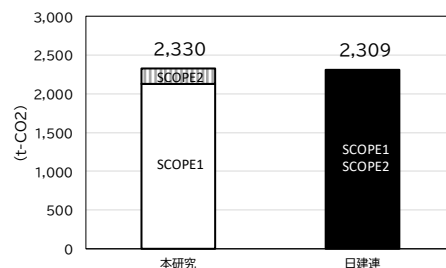
図-2 工事に伴う CO₂ 排出量の推定結果日建連CO₂排出量調査との整合性

図-3 推定結果の妥当性検証

(2). CO₂ 排出原単位

CO₂ 排出量の可視化に用いた主要な CO₂ 排出量原単位を表-2 に示す。

(3). CO₂ 排出量の可視化結果

可視化結果として、SCOPE 毎、工種別の CO₂ 排出量を図-2 に示す。全排出量の 11,057 t-CO₂ のうち、79%を SCOPE3 が占めており、作業ヤードおよび周辺で排出される SCOPE1, SCOPE2 よりも 4 倍程度大きいことがわかる。また工種別にみるとカルバート工が排出量の約 80%を占めている。この SCOPE1, SCOPE2 の可視化結果と、前述した日本建設業連合会の整理結果に基づく推定値を比較し図-3 に示す。両者は概ね整合しており、本ツールの可視化結果は概ね妥当と考えられる。

SCOPE3の内訳

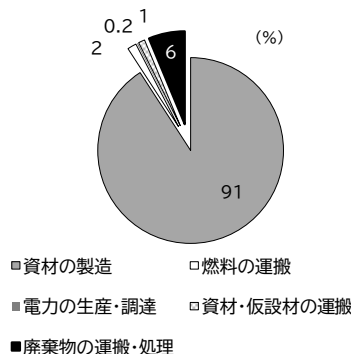
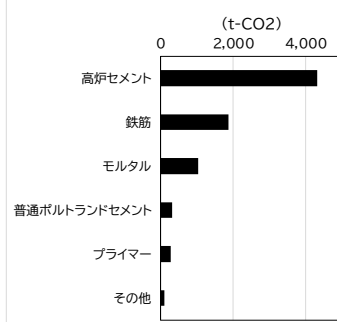
[資材の製造]
発生源別整理

図-4 SCOPE3 の内訳

図-2 に示した排出量の要因を詳しく把握するために、SCOPE3 の内訳を整理し図-4 に示す。結果として、SCOPE3 の 91%が資材の製造に起因するものであり、さらに資材の製造の内訳としては、高炉セメント・鉄筋・モルタルが主要因となっていた。図-2 においてカルバート工の排出量が多かった要因もカルバート構築時のコンクリート打設に依存した結果であることがわかる。

4. 結論

作成したツールを用いて施工計画段階において CO₂ 排出量を可視化することにより、脱炭素化を図るべきポイントを明確化することができるようになった。取り上げたケーススタディでは、排出量の約 2 割を占める SCOPE1・SCOPE3-4(輸送, 配送(上流))の建設機械を稼働させる燃料に対する対策 (例えばバイオ燃料など) と、排出量の約 5 割を占めるセメント系資材に対する対策 (例えば ECM セメント⁴⁾ など) に注力すべきということがわかる。一方でこのような脱炭素化を図る新技術は従前技術に比べコスト高になることが多いことから、施工計画段階において対策の費用対効果を事前に把握する必要性は高く、本ツール等を用いた工事毎の CO₂ 排出特性を踏まえた有効な脱炭素対策の選定が重要な視点となる。

参考文献

- 国土交通グリーンチャレンジ(令和 3 年 7 月) : <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001412433.pdf>
- 中村ら(2022) : 港湾構造物の建設時における CO₂ 排出量算定に関する基礎的検討—工事実施前での CO₂ 排出量推定のための手法の整理と試算—, 港湾空港技術研究所資料, No.1399
- (一社)日本建設業連合会 : 施工段階における CO₂ 排出量・削減活動実績の把握 : <https://www.nikkenren.com/kankyoun/lowercarbon/3-1.html>
- 辻ら(2017) : 二酸化炭素(CO₂)排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO₂ ミニマム)セメント・コンクリートシステム, 建設機械施工 Vol.69, No.3