

棧橋の建設工事における CO₂ 排出量の傾向分析

株式会社 エコー 正会員 ○中平 達也
 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 正会員 川端 雄一郎, 中村 董

1. はじめに

日本の港湾分野において、国土交通省港湾局による「カーボンニュートラルポート（以下、CNP）」の取組が進められている。CNPは脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等を通じて温室効果ガスの排出を実質ゼロにする取組となっており、昨今では港湾工事の脱炭素化に向けた動きも活発化している。本検討では、港湾構造物の一つである棧橋を対象として、各工種のCO₂排出量を算定し、棧橋におけるCO₂排出量やその排出源の分析を行うことを目的とした。

2. 算定条件

2.1 算定対象の諸元

本検討では、5つの直杭式PC棧橋を対象として、各工種で排出されるCO₂排出量を算定した。各棧橋の諸元を表-1に示す。

表-1 各棧橋の諸元

算定対象の諸元	A棧橋	B棧橋	C棧橋	D棧橋	E棧橋
法線平行方向(m)	37	25	30	36	21.8
法線直角方向(m)	29.8	36	35.5	25	18.4
上部工断面積(m ²)	41.8	58.8	41.5	46.1	35.9
杭径(mm)	φ1,500	φ1,500	φ1,300	φ1,400	φ1,100
杭本数(本/17°ロック)	21	18	18	15	12
杭平均長さ(m)	34.9	54.0	40.4	44.7	53.6
杭厚平均(mm)	21.6	16.0	14.3	18.8	13.8
防舷材規格	2基、2000H	2基、1450H	2基、1150H	1基、1150H	2基、1000H
係船柱規格	2基、1000kN	1基、1000kN	1基、1000kN	1基、1000kN	1基、1000kN

2.2 算定方法

棧橋の建設工事でのCO₂排出量の算定にあたっては国土交通省港湾局のガイドライン¹⁾を参考とした。CO₂排出源として、材料の生産、燃料の消費、燃料の生産を対象とした。資材の運搬、施工現場における関連活動（現場事務所の運営等）、廃棄物の運搬は、工事実施前段階で様々な仮定を要するため、これらの排出源は対象外とした。資材（燃料・材料）の生産による排出量は、資材の生産に関するCO₂排出原単位（t-CO₂/unit）に材料や燃料の使用量（unit）を乗じること

で、燃料の消費による排出量は、燃料単位の燃焼に伴う排出量（kg-CO₂/L）に燃料の使用量（L）を乗じること、それぞれ算出した。資材の生産に関するCO₂排出原単位は3EID^{2),3)}の内包型原単位及び産業連関表付帯の部門別品目別国内生産額表⁴⁾により設定した。燃料単位の燃焼に伴う排出量は、地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条の単位量あたり発熱量及び単位発熱量あたり炭素排出量により設定した。なお、PCホロー桁に用いたコンクリートの原単位には、過去の実績を考慮して、3EIDの生コンクリートのCO₂排出原単位に1.2を乗じた値とした。

3. 算定結果

3.1 排出源別算定結果

図-1に棧橋5施設の排出源別CO₂排出量を示す。算定の結果、全体の約90%以上を材料由来の排出量が占めた。材料由来の排出量内訳で比較すると、図-2の工種別CO₂排出量に示すとおり、本体工で約52±1%、上部工で約44±1%と、合計で全体の90%以上を占めた。これらの主要材料は鋼管・鉄筋・PC鋼より線・コンクリートである。その他工種のうち、付属工は全体の1～2%程度であるが、係船柱本体は排出原単位の大きい鋳鍛鋼（5.688 kg-CO₂/kg）が用いられており、付属工のうち21%を占めた。本研究の対象施設では1,000kN型の係船柱であったが、より大型の係船柱が用いられる場合、全体に占める割合は大きくなると考えられる。

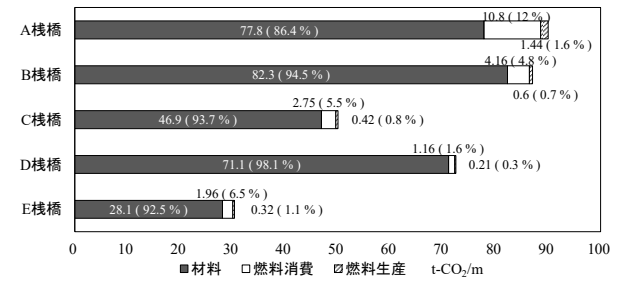
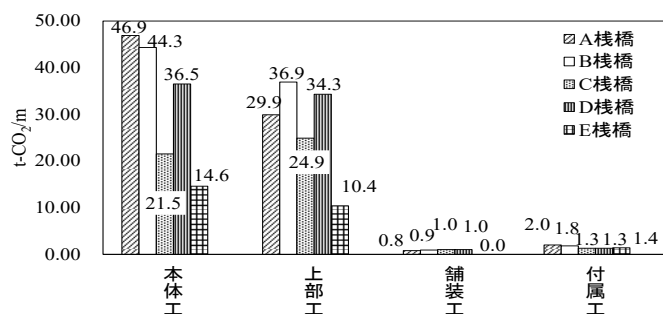


図-1 排出源別 CO₂ 排出量

キーワード 港湾施設、直杭式棧橋、二酸化炭素排出量

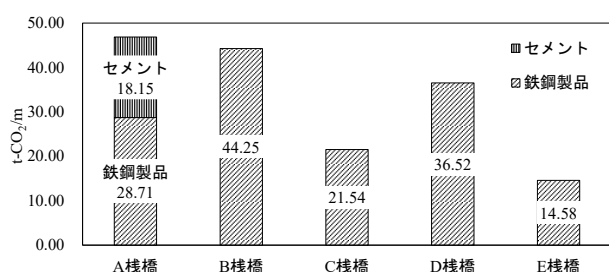
連絡先 〒110-0014 東京都台東区北上野二丁目 6 番 4 号 上野竹内ビル (株) エコー TEL 03-5828-2181

図-2 工種別 材料の CO₂ 排出量

また、燃料消費および燃料生産由来の排出量の合計は最大でも 13.6% (A 栈橋), それ以外は平均で 5.3% 程度であった。A 栈橋では、大型起重機船などを主体とする工事であり、打込工法によっても燃料消費による CO₂ 排出量は増加することが分かった。

3.2 本體工における CO₂ 排出源

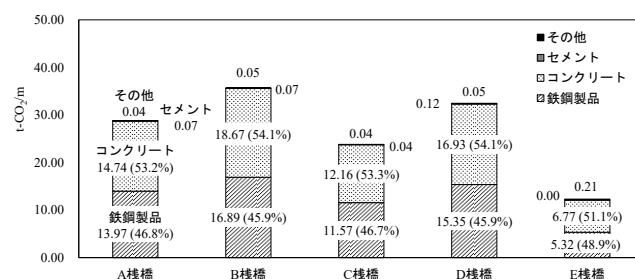
本體工では、材料に起因する CO₂ 排出量が本體工全体のおよそ 95% であった。A 栈橋および B 栈橋に着目すると、杭長の短い A 栈橋 (平均 34.9 m) が、杭長の長い B 栈橋 (平均 54.0 m) の CO₂ 排出量を超える結果となった。図-3 に本體工のうち材料の CO₂ 排出量内訳を示す。A 栈橋では、本體工の CO₂ 排出量にセメント (18.15 t-CO₂/m) が含まれており、CO₂ 排出量の約 39% を占めた。A 栈橋では、支持杭を先端根固め方式で施工しており、そこにセメントが使用されている。本體工における材料由来の CO₂ 排出量は基本的に使用される鋼管杭の質量 (杭長、杭径、厚さ) に比例するが、杭の施工方法によっては鋼管杭以外の排出源が無視できない場合があることがわかる。

図-3 本體工 材料の CO₂ 排出量内訳

3.3 上部工における CO₂ 排出源

上部工では、材料に起因する CO₂ 排出量が上部工全体のおよそ 93% であり、このうち受梁で 37.6%, 床版 (PC 桁) で 46.6% であった。図-4 に上部工のうち材料

の CO₂ 排出量内訳を示す。材料の内訳はコンクリートで 52.3%, 鉄筋で 47.7% であった。各栈橋上部工の代表的な断面積 (表-1) と材料由来の CO₂ 排出量を比較すると、上部工断面積と CO₂ 排出量には概ね正の相関が認められた。なお、上部工全体におけるコンクリートに対する鋼材の CO₂ 排出量の割合は 79~95% であった。これらの数値を統計処理等行うことで、PC 栈橋上部工の CO₂ 排出量原単位等を設定できるものと考えられる。

図-4 上部工 材料の CO₂ 排出量の内訳

4. おわりに

本検討では栈橋 5 施設を対象に、CO₂ 排出量の傾向分析を行った。分析の結果、全排出量の 90% 以上を本體工および上部工が占めることが分かった。今後、栈橋を対象とした設計段階における事前の CO₂ 排出量推定手法を確立するため、さらに事例を収集・分析を行いたい。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：港湾工事における二酸化炭素排出量削減に向けた検討 WG: 港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン (発注段階編), 令和 4 年 6 月
- 2) 南斉規介：産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID), 国立環境研究所, 2019, URL: <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index.html> (閲覧日 2022 年 6 月 24 日)
- 3) Keisuke Nansai, Jacob Fry, Arunima Malik, Naoki Kondo: Carbon footprint of Japanese health care services from 2011 to 2015, Resources, Conservation & Recycling, 152, 104525, 2020
- 4) 総務省：平成 27 年 (2015 年) 産業連関表—総合解説編—, 2020, URL: https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/015index.html (閲覧日: 2022 年 2 月 1 日)