

港湾工事における 脱炭素化に向けた取組



港湾空港技術研究所
構造新技術研究グループ
中村 堇

カーボンニュートラルポートと港湾工事の脱炭素化

- 日本の港湾分野ではカーボンニュートラルポート(CNP)形成の取組が進む。
- 港湾工事の脱炭素化もCNP形成の枠組の中に位置付けられている。

カーボンニュートラルポート(CNP)¹⁾

脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や水素・アンモニア等の受け入れ環境の整備等を図る。

■港湾脱炭素化推進協議会等
99港湾で設置済
うち、90港湾は港湾脱炭素化推進協議会を設置済。
赤字は任意の協議会等(90港湾)。
■港湾脱炭素化推進計画
60港湾で作成済(□の港湾)
(注)新居浜港は、新居浜港・東子港(東港地区)として、計画を作成。
(令和7年12月3日時点)



・港湾脱炭素化推進協議会等: 99港湾
・港湾脱炭素化推進計画: 60港湾

※令和7年12月3日時点

CNPにおける港湾工事の位置付け

CNPの形成に向けた施策の方向性²⁾(港湾局 2021年12月)

- 港湾の施設整備においては、CO₂吸収型コンクリート等カーボンリサイクル技術を用いた低炭素型材料の活用や施工機械の低炭素化・自動化といった新技術の積極的な導入を促進する。
- これらの取組を、港湾工事の総合評価落札方式における評価項目に加味していくことも検討する。

「港湾脱炭素化推進計画」作成マニュアル³⁾(港湾局 2023年3月)

- 推進計画の対象範囲は、・・・ 港湾工事における脱炭素化の取組も含め、官民が連携し、港湾という場を効果的に利用することによって、脱炭素化を促進しようとする幅広い取組を想定している。



荷主や船社から選ばれる競争力のある港湾の形成

1)国土交通省HP (https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk4_000054.html)

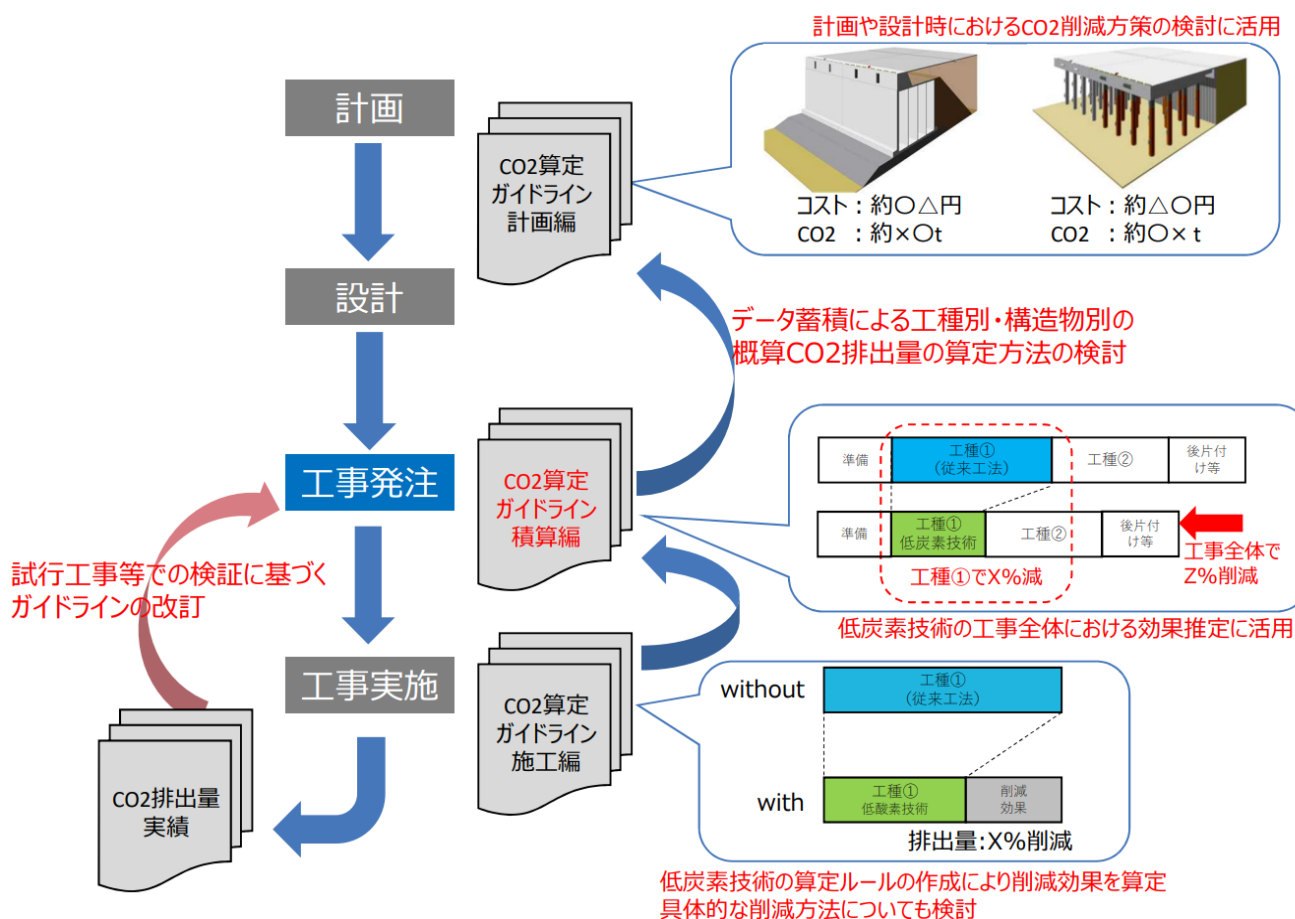
2)国土交通省HP (<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001448303.pdf>)

3)国土交通省HP (<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001767698.pdf>)

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

- 2021年度から国交省港湾局・国総研が「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」を開催。
- 港湾工事におけるCO₂排出量の算定方法の整備やCO₂排出量の実態把握，港湾工事の脱炭素化に向けた取組の方向性等を検討。

港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン



※第3回WG資料より(<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001708230.pdf>)

R4.6: 発注段階編

工事発注段階で工事のCO₂排出量を算定する際の基本的考え方を整理。積算情報に基づく算定結果の蓄積により今後の削減方策の検討や計画・設計段階での算定法の構築に繋げることを期待。

R5.11: 施工段階編(試行工事用)

CO₂排出量削減試行工事に関して、工事発注後の施工段階で工事のCO₂排出量の削減効果を定量的に評価する際の基本的な考え方を提示。

R6.5: 設計段階編(試行工事用)

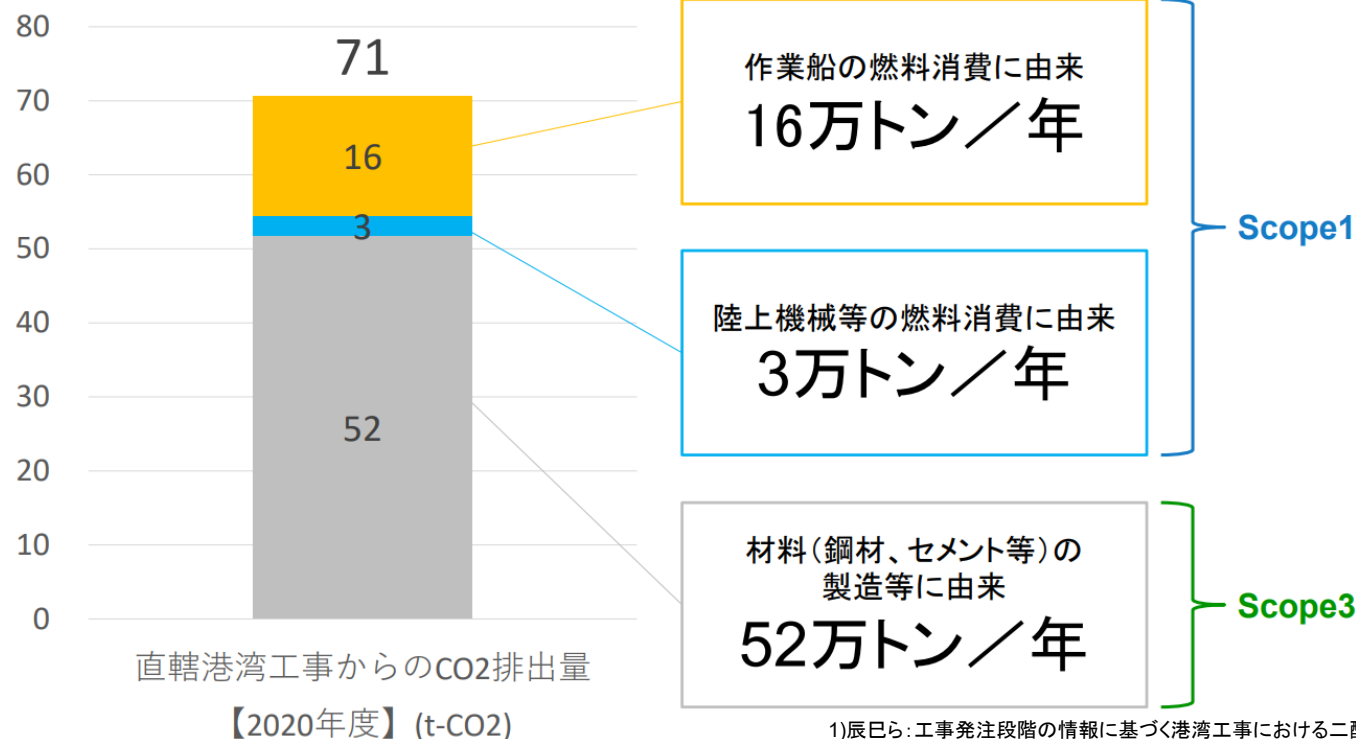
CO₂排出量削減試行工事に関して、基本設計段階で工事のCO₂排出量の削減効果を定量的に評価する際の基本的な考え方を提示。

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

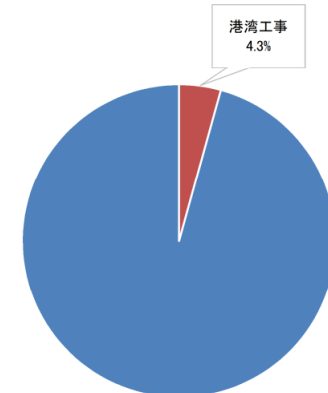
- 2021年度から国交省港湾局・国総研が「港湾工事における二酸化炭素排出量削減に向けた検討WG」を開催。
- 港湾工事におけるCO₂排出量の算定方法の整備やCO₂排出量の実態把握，港湾工事の脱炭素化に向けた取組の方向性等を検討。

工事発注段階の情報に基づく港湾工事における二酸化炭素排出量の全国推計¹⁾

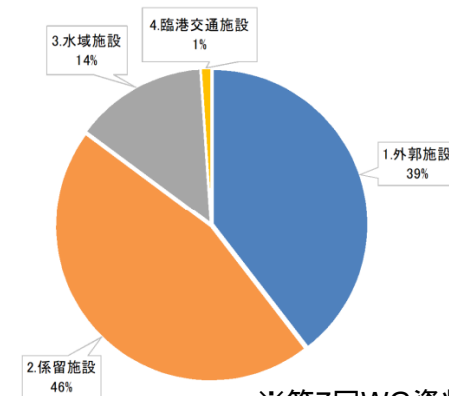
- ◆ 港湾直轄工事におけるCO₂排出量はおおよそ71万t-CO₂/年。
- ◆ 公共土木分野の約4.3%に相当。
- ◆ 材料由来のCO₂排出量が73%を占める。



建設産業全体に対する港湾工事のCO₂排出量の比率



全国直轄工事における施設区分ごとのCO₂排出量の割合



※第7回WG資料より

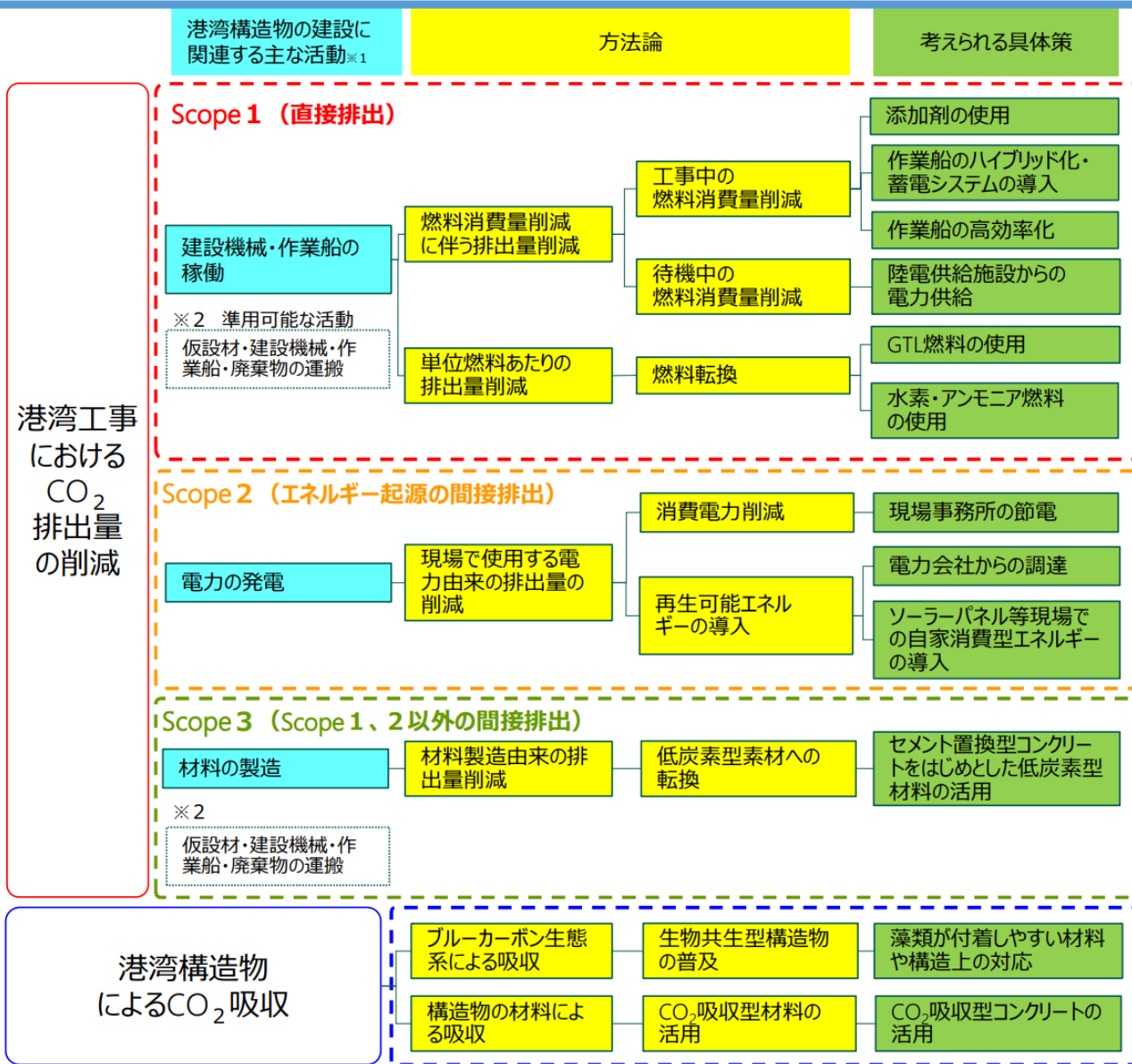
1)辰巳ら：工事発注段階の情報に基づく港湾工事における二酸化炭素排出量の全国推計，国土技術政策総合研究所資料，No. 1249，2023。
※図は第7回WG資料より(<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001708230.pdf>)

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

- 2021年度から国交省港湾局・国総研が「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」を開催。
- 港湾工事におけるCO₂排出量の算定方法の整備やCO₂排出量の実態把握、港湾工事の脱炭素化に向けた取組の方向性等を検討。

港湾工事におけるCO₂排出量削減に向けた取組方針(案)

◆ 現時点で想定されるCO₂排出量削減方策をSCOPEごとに区分・整理して例示。



※港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン(施工段階編(試行工事用))より
(<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001708230.pdf>)

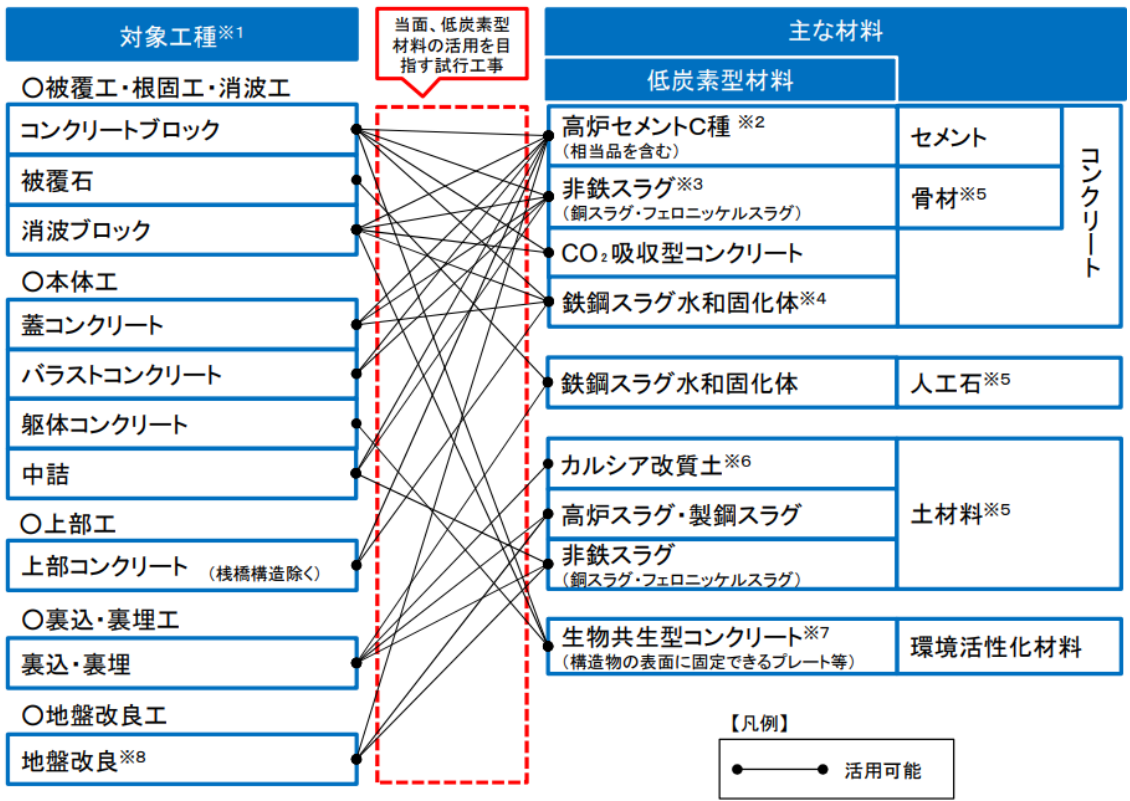
- 港湾工事・空港工事・海岸工事における低炭素型材料の活用を促進するため、低炭素型材料が活用可能な対象工種や低炭素型材料の選定フロー等、低炭素型材料活用における基本的考え方を整理。
- 発注者が設計段階や発注段階で使用することを想定。

低炭素型材料

- 製造時に発生するCO₂を低減する材料
- 製造時にCO₂を貯留することによりCO₂削減に資する材料
- 藻場造成等によりCO₂削減に資する材料
- 運搬により発生するCO₂の削減に資する材料

低炭素型材料の対象工種及び主な材料の活用案

構造形式及び使用材料の選定フロー



一次選定

○重力式係船岸として代表的な構造分類について、現場条件や要求性能、維持管理性等の前提条件に対する評価を行い構造分類を選定する。

構造分類	前提条件に対する評価						一次検討案	前提条件① : ***** 前提条件② : ***** 前提条件③ : ***** 前提条件④ : ***** 前提条件⑤ : ***** 前提条件⑥ : *****
	①	②	③	④	⑤	⑥		
重力式	○	○	○	○	○	○	○	
矢板式	○	○	○	○	×	△	×	
栈橋式	○	○	×	△	○	△	×	

二次選定

○選定された構造分類（重力式）の中から、設計対象施設として最適な構造形式を選定する。

構造形式	方塊ブロック式	セルラブロック式	ケーソン式
標準断面図			
概要	*****	*****	*****
施工性	*****	*****	*****
貯水	*****	*****	*****
貯留性	*****	*****	*****
経済性	¥○○○○○	¥△△△△△	¥□□□□□
評価	△	○	◎

低炭素型材料との比較

○選定された構造形式に対して低炭素型材料を適用した場合の経済性やCO₂削減効果等を比較検討する。

構造形式	ケーソン式	低炭素型材料適用断面図
標準断面図		
概要	*****	*****
施工性	*****	*****
維持管理性	*****	*****
環境への影響	*****	*****
経済性	¥○○○○○	¥△△△△△
CO ₂ 削減率	*****	*****
評価	△	△

1)関東地方整備局HP (https://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/work/CNC/pdf/cnc_manual.pdf)

CO₂排出量削減に向けた試行工事

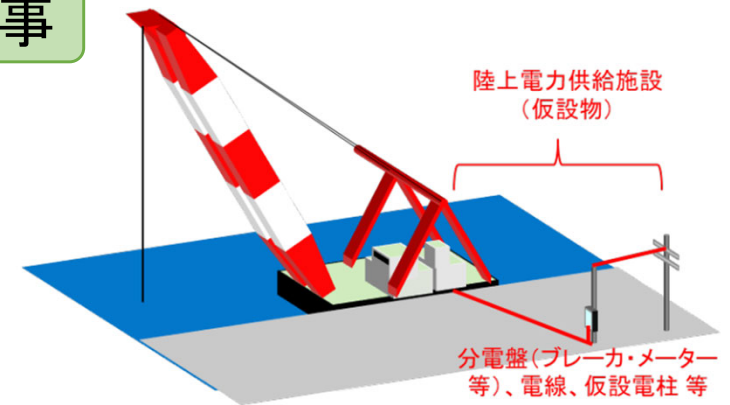
港湾カーボンニュートラル普及促進試行工事

- CO₂排出量削減やブルーカーボンの活用に資する取組の普及促進・意識醸成。
- 工事成績評価にて加点評価。

	取組内容の例
建設機械や材料等の施工内容に関わる取組等	環境対策型建設機械の活用(2020年燃料基準値以上を達成した建設機械)
	燃料添加剤等の活用
	生物多様性に配慮した施工方法の採用、材料の活用
	カーボン・クレジット(Jブルークレジット)制度の活用
現場事務所や保安設備等の設備面に関わる取組	ソーラーパネルの活用
	工事用照明のLED化

作業船への陸電供給によるCO₂排出量削減試行工事

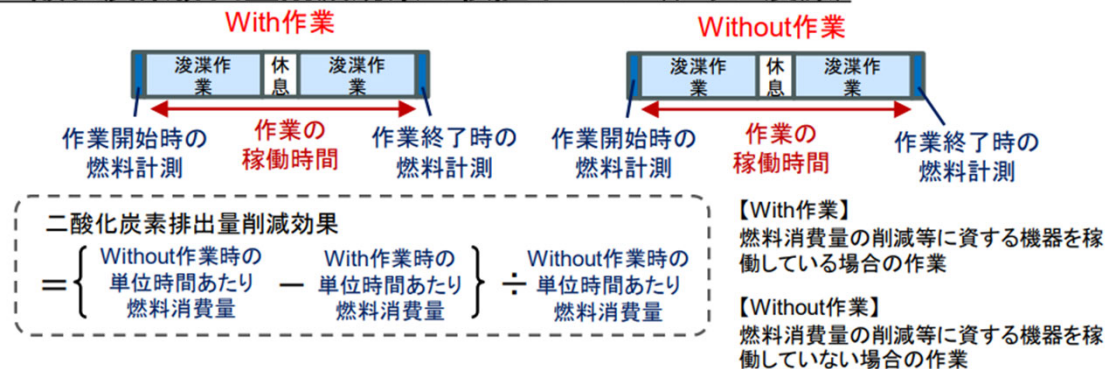
- 係留時の作業船の船内環境維持に必要な電力を陸上から供給。船内の発動発電機の燃料消費量削減。
- CO₂削減効果の検証, 普及に向けた課題の把握。
- 追加費用は「その他工事費」で計上。



低炭素型作業船導入効果検証工事

- 作業船に搭載された「燃料消費量の削減に資する機器」「作業の高効率化に資する機器」によるCO₂排出量削減効果を検証。
- 船舶損料の割増, 計測に要する費用を計上。

二酸化炭素排出量削減効果の検証イメージ(グラブ浚渫)



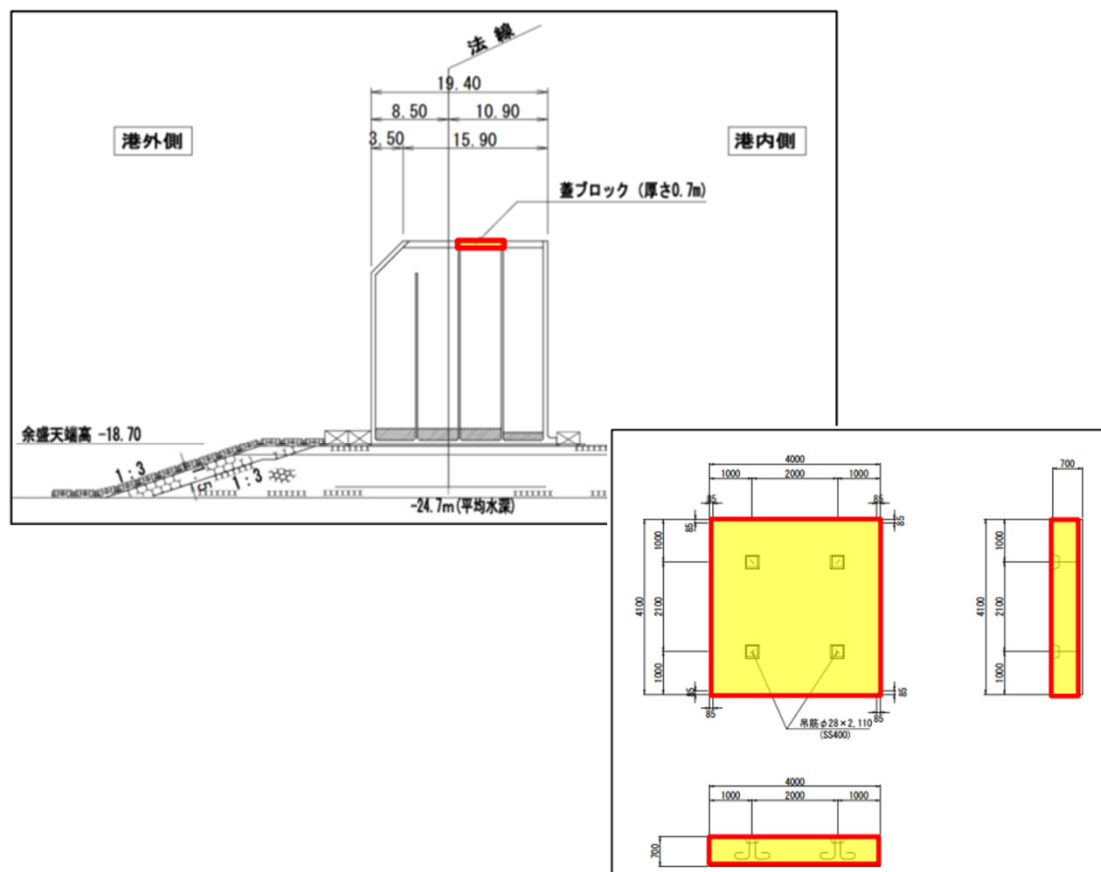
低炭素型材料活用試行工事（関東地方整備局 港湾空港部）

- 低炭素型材料の施工性を確認するとともに活用における課題を明確化し、低炭素型材料の活用の一般化を目指す。
- 発注者指定型で実施。

防波堤築造工事

コンクリート（高炉セメントB種）

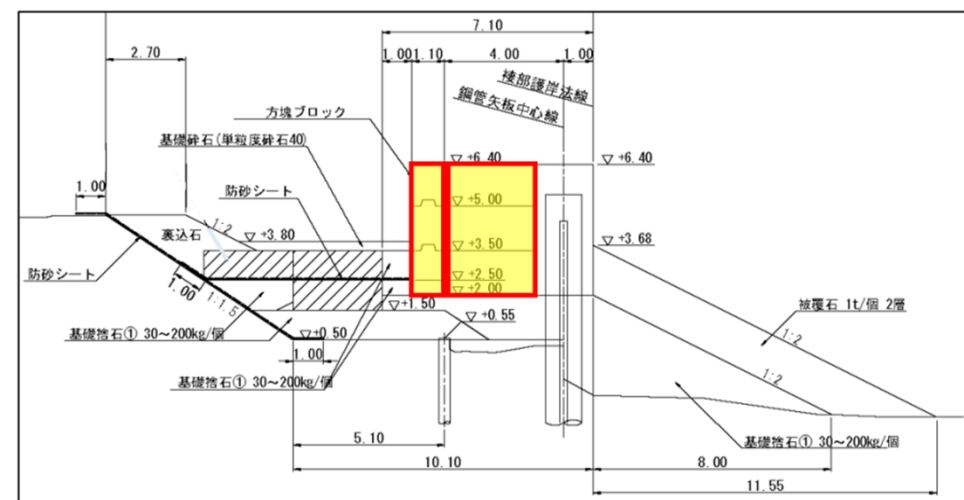
⇒コンクリート（高炉セメントC種（相当品含む））



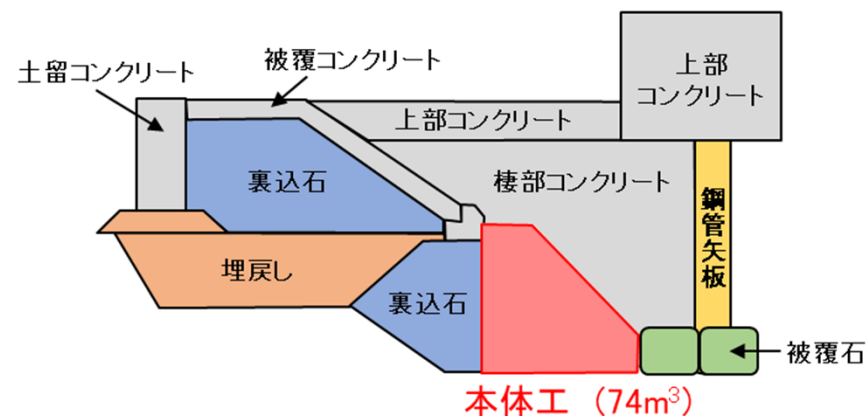
護岸他付帯工事

コンクリート（高炉セメントB種）

⇒鉄鋼スラグ水和固化体



✓ 本体工のコンクリートブロックの代替として
鉄鋼スラグ水和固化体を活用.



製鉄工程での副産物であるスラグを主原料とし、セメント使用量の削減により低炭素化が可能

【本事例】

コンクリート(kg/m³)

高炉セメントB種	水	骨材	混和剤
327	167	1801	4.90

➡ 263(kg-CO₂/m³)

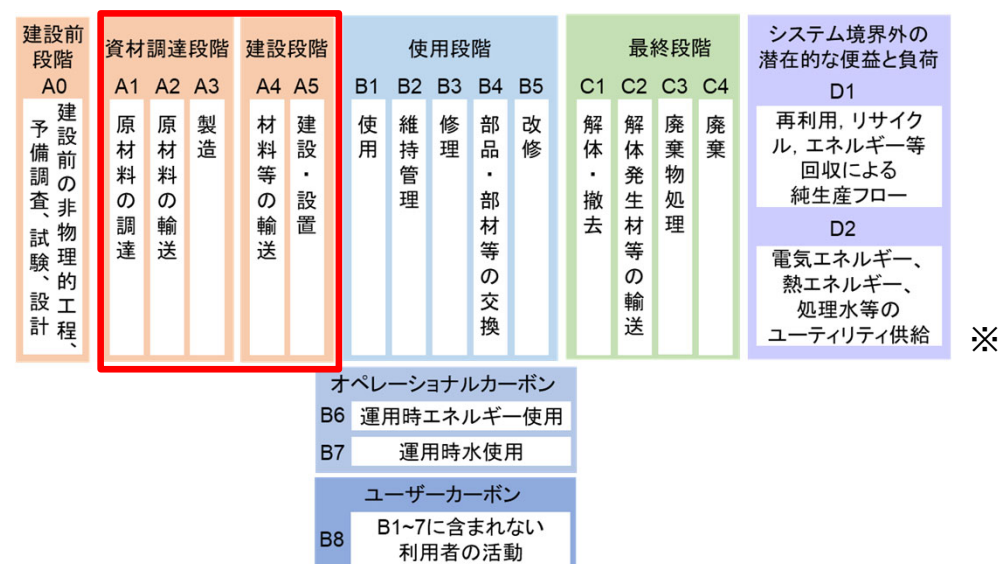
約90%減

鉄鋼スラグ水和固化体(kg/m³)

高炉スラグ微粉末	水	製鋼スラグ	混和剤
450	160	1986	5.38

➡ 24(kg-CO₂/m³)

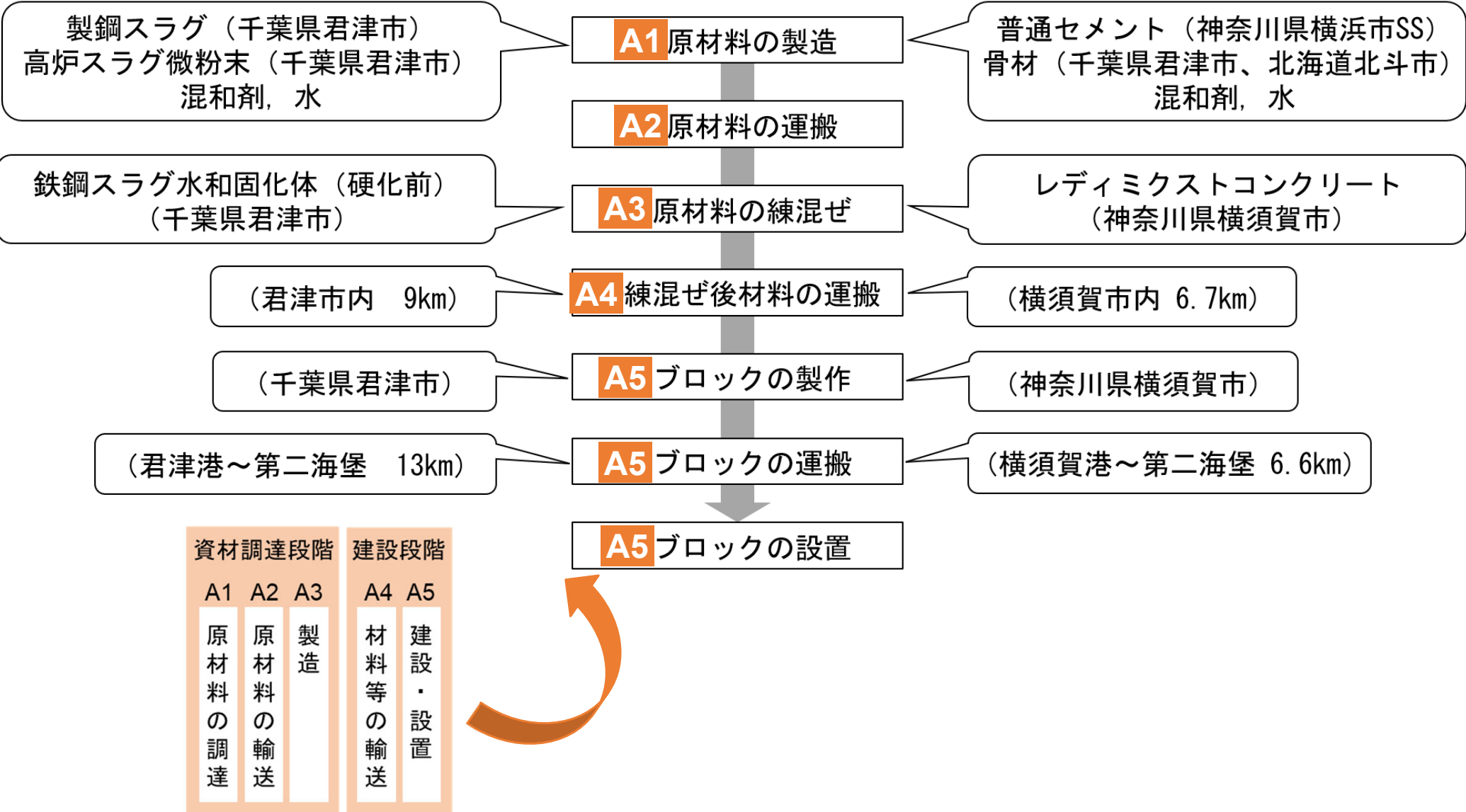
資材調達・建設段階におけるCO₂排出量
(アップフロントカーボン)を対象として、工
事実績に基づきCO₂削減効果を検証。



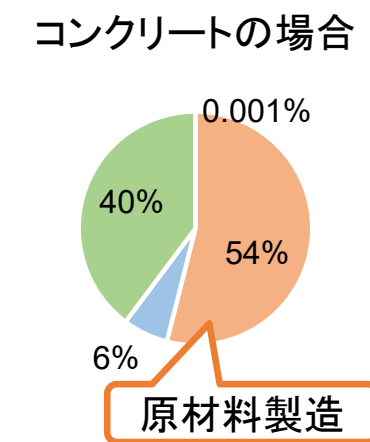
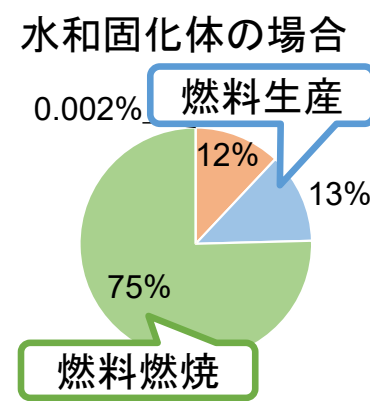
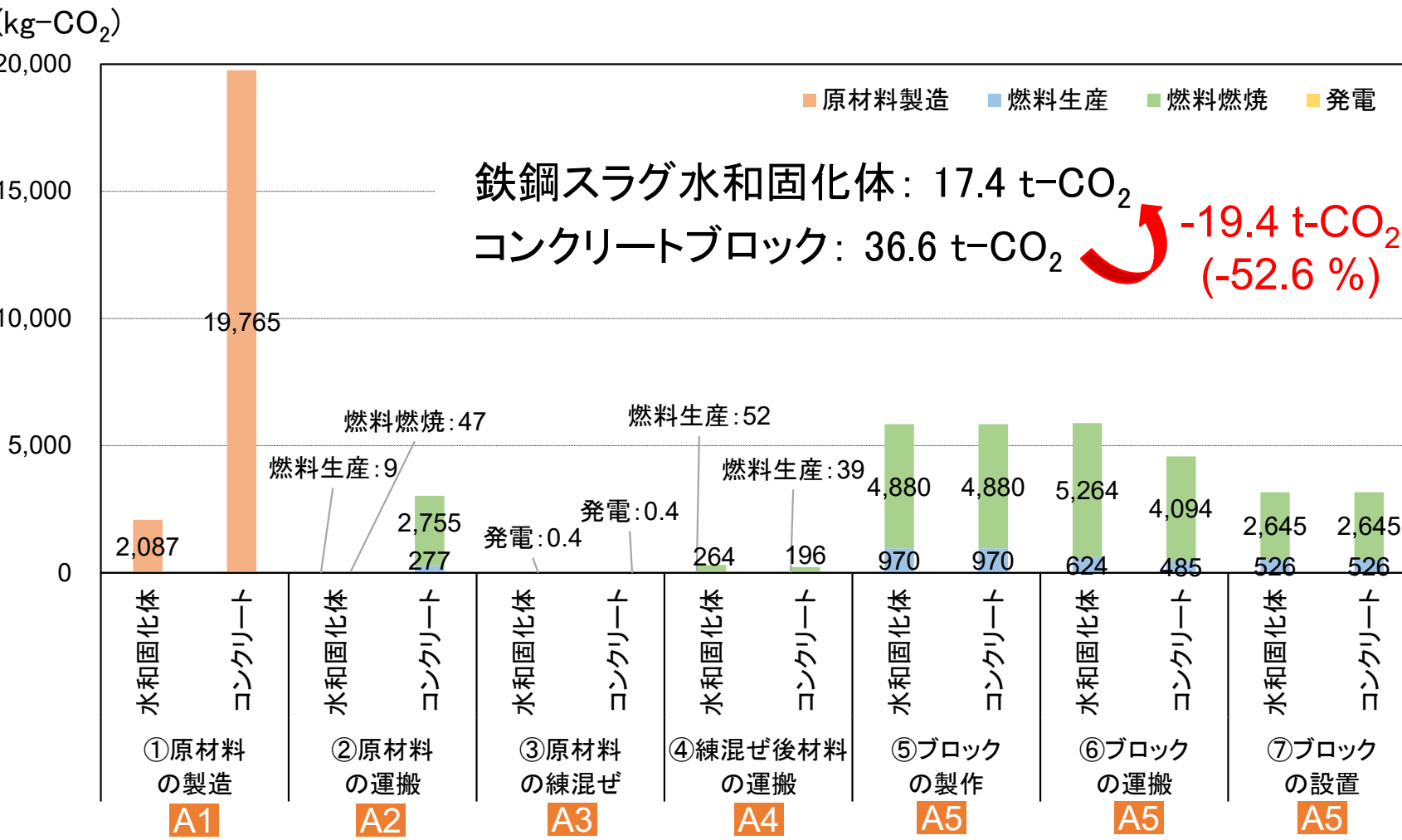
対象とする施工プロセス

【鉄鋼スラグ水和固化体の場合】

【コンクリートブロックの場合】



中村ら：鉄鋼スラグ水和固化体の護岸ブロックへの適用によるCO2排出量削減効果に関する一検討、土木学会論文集、Vol.79、No.18、23-18044、2023。



• 施工プロセス全体の低炭素化効果として、CO₂排出量が19.3 t-CO₂削減され、52.6 %の削減効果が得られた。

低炭素型材料活用工事 事後評価事例

(kg-CO₂)

20,000

15,000

10,000

5,000

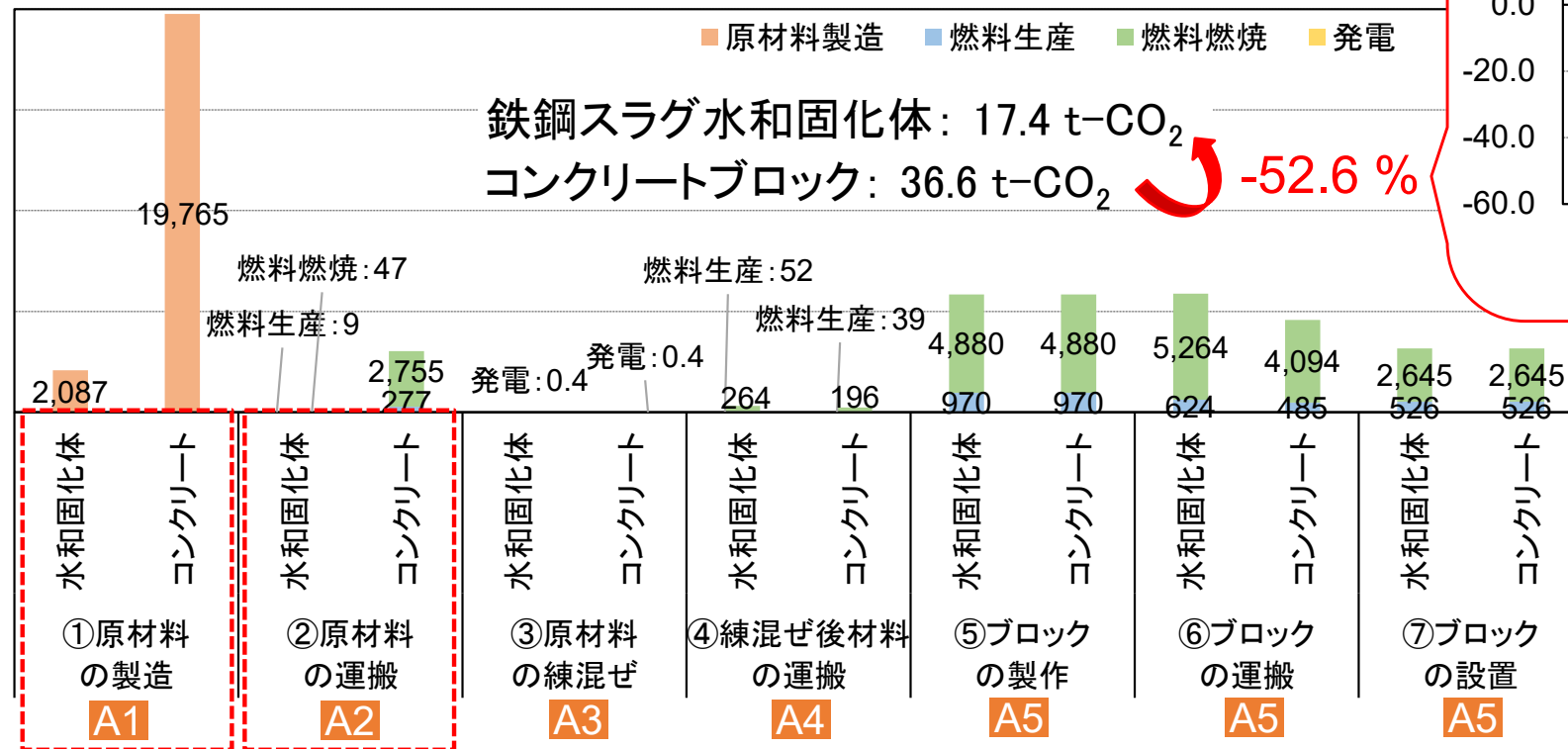
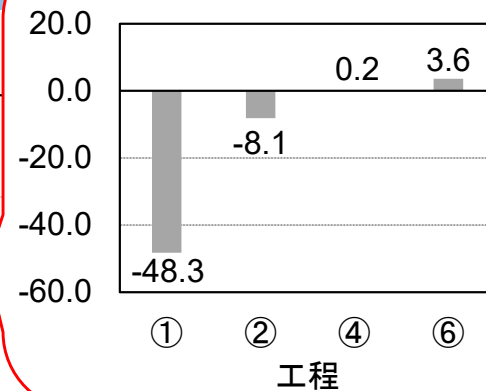
0

■ 原材料製造 ■ 燃料生産 ■ 燃料燃焼 ■ 発電

鉄鋼スラグ水和固化体: 17.4 t-CO₂

コンクリートブロック: 36.6 t-CO₂ **-52.6 %**

-52.6%の内訳

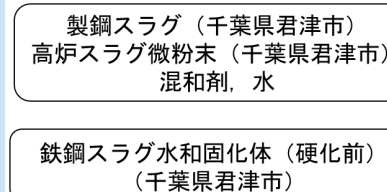


【CO₂排出量の削減要因】

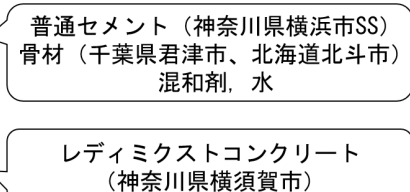
- 工程①において原材料の違いにより48.3 %, 工程②において原材料の運搬距離の短縮により8.1 %のCO₂排出量が削減された. **コンクリート: 263(kg-CO₂/m³), 水和固化体: 24(kg-CO₂/m³)**
- 本検討が対象とした工事では, コンクリートの原材料の産地は様々である一方, 水和固化体の場合にはプラントが製鉄所に近接していたため, 工程②が比較的大きな低炭素化要因となった.

製鉄所と施工現場が近くに位置する場合, 工程②が比較的大きな低炭素化要因と成り得る. ⇒

【鉄鋼スラグ水和固化体の場合】



【コンクリートブロックの場合】



工事实施前のCO₂排出量事前推定における課題

CO₂排出量を効率的に削減していくためには、工事实施後の事後評価のみでなく、実施前の事前推定が重要。



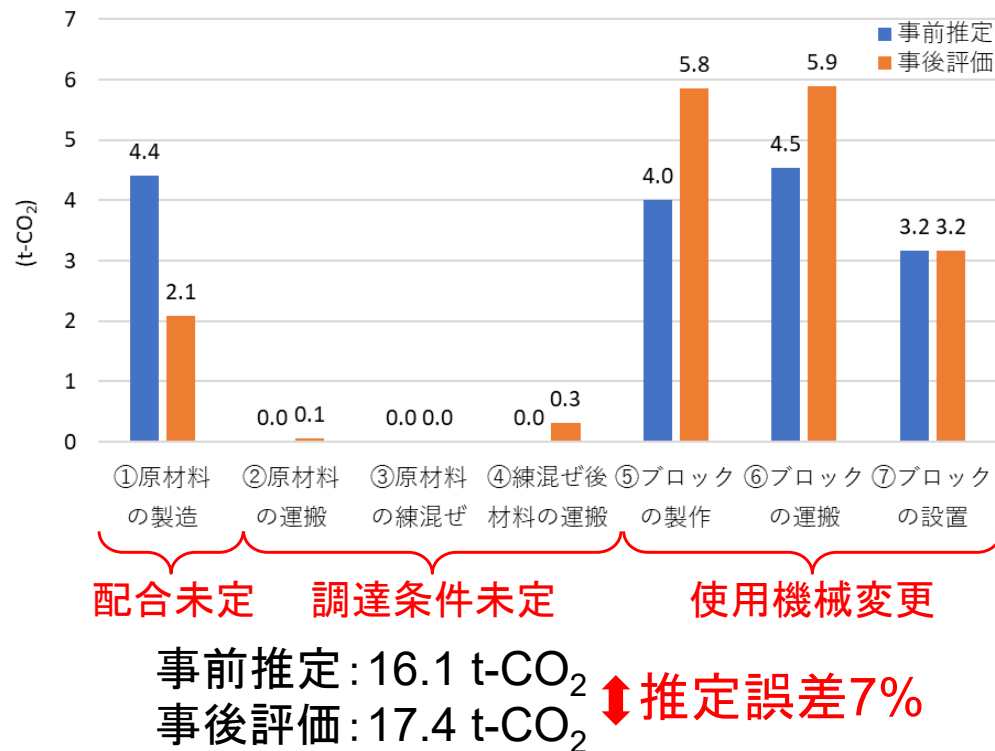
工事实施前では未確定事項が多く、様々な仮定の上でCO₂排出量を推定する必要がある。

CO₂排出量を事前推定
⇒各段階の意思決定に反映

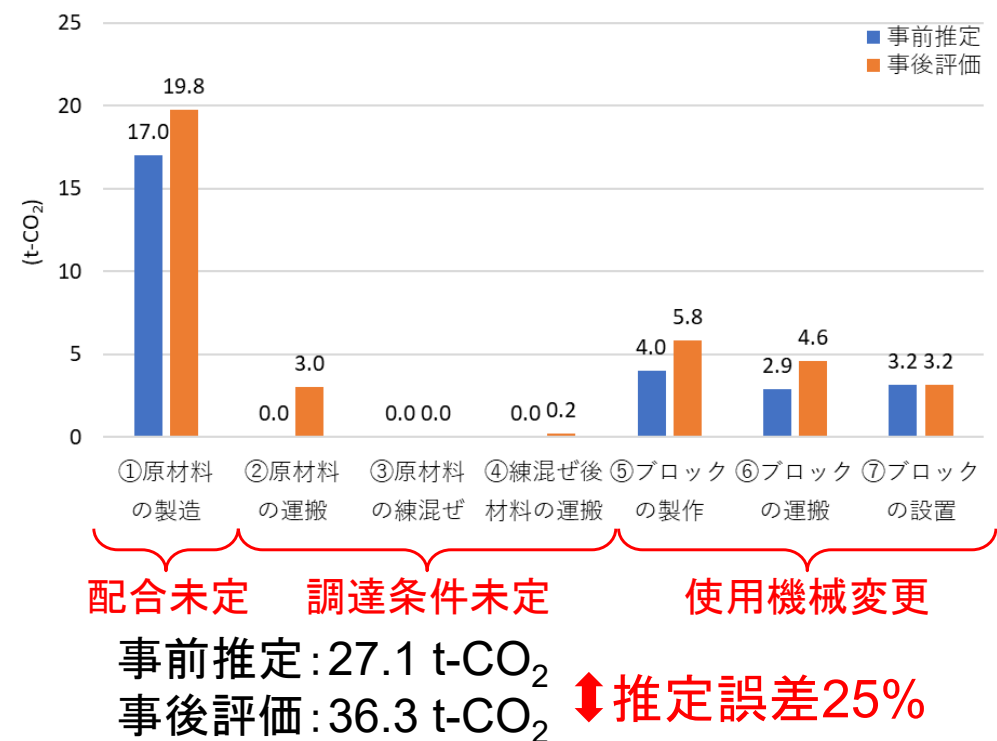


工事発注段階における推定誤差

鉄鋼スラグ水和固化体の場合



コンクリートの場合



中村ら: 鉄鋼スラグ水和固化体の護岸ブロックへの適用によるCO₂排出量削減効果に関する一検討、土木学会論文集、Vol.79、No.18、23-18044、2023。

プロジェクト上流段階でのCO₂排出量推定手法の整備や推定精度の向上が課題。

- 港湾分野では、工事におけるCO₂排出量算定ガイドラインの整備や、CO₂排出量の実態把握、脱炭素化に向けた取組の方向性についての議論が進められている。
- 材料由来および機械稼働由来のCO₂排出量の両観点において、CO₂排出量削減を目指す試行工事が実施されている。
低炭素型材料活用試行工事では、工事のCO₂排出量がおよそ半分に削減された事例もある。
- 工事実施前のCO₂排出量の事前推定の精度向上や、ライフサイクルを対象としたCO₂排出量の評価等については、今後の課題である。
- 港湾工事の更なる低炭素化に向けて、低炭素・CO₂吸収型材料や、構造物起因のブルーカーボン創出、設計における環境配慮等、様々な観点での取組が進められている。

ご清聴ありがとうございました.



港湾空港技術研究所
構造研究領域 構造新技術研究グループ