

# 港湾工事等から排出される CO<sub>2</sub> 量の削減に向けて ～低炭素型材料の活用に向けたマニュアルを策定～

国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部 港湾事業企画課 課長補佐 もりかわ ただやす  
森川 忠泰

## 1. はじめに

2020年10月26日、政府は内閣総理大臣所信表明演説において、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年にカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言しました。

国土交通省 港湾局では、港湾工事の脱炭素化に向けて、「カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた施策の方向性」（2021年12月）を踏まえ、港湾工事においてCO<sub>2</sub>排出量の削減に資する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ための取組を進めています。

具体的には、2021年度から学識経験者、業界団体も参画した「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」を開催しています。まずは現状の港湾工事におけるCO<sub>2</sub>排出量を定量的に把握するため、「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）」（2022年6月）を策定しました。さらに、施工段階におけるCO<sub>2</sub>排出量の算定手法の検討、CO<sub>2</sub>排出量削減に資する取組の普及促進に向けた試行工事の内容検討などを進めています。

## 2. 港湾工事等における低炭素型材料の活用マニュアル

関東地方整備局 港湾空港部では、このような動きを現場レベルに落とし込み、港湾工事・空港工事・海岸工事（以下、「港湾工事等」という）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の整理、低炭素型材料の選定フローの作成等、低炭素型材料の活用における基本的な考え方を整理し、「港湾工事等における低炭素型材料の活用マニュアル（Ver.1.0）」（2023年3月。以下、「本マニュアル」という）として取りまとめました。

なお、本マニュアルは、「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」や本マニュアル「附則 今後の検討項目」の検討状況等に応じ、随時更新することを予定しています。

### (1) CO<sub>2</sub> 排出量の削減対象

港湾工事等では、図-1に示すとおり、材料の製造から廃棄物の処理まで、様々な活動が行われます。しかし、それぞれのCO<sub>2</sub>排出源が全体のCO<sub>2</sub>排出量に占める割合には大きな差があり、全ての排出源についてCO<sub>2</sub>排出量を算定することは非効率となる場合があります。そのため、本マニュアルでは、当面、港湾工事等における全CO<sub>2</sub>排

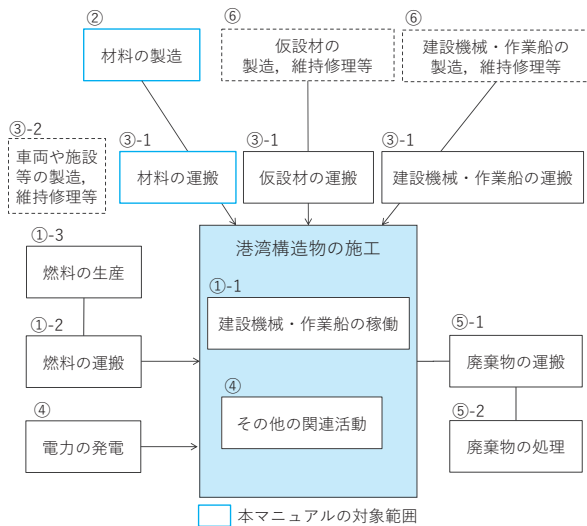


図-1 港湾工事におけるCO<sub>2</sub>排出を伴う活動  
出典：港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン（発注段階編）に一部加筆

出源のうち、CO<sub>2</sub>排出量が比較的多い排出源を対象として削減方策を講じることで、効率的な港湾工事等の低炭素化を図ることとしています。

(2) 港湾工事における主なCO<sub>2</sub>排出源

港湾空港技術研究所資料 No.1399（2022年3月）では、消波ブロック被覆堤を対象にCO<sub>2</sub>排出量が算定され、図-2のとおり排出源別のCO<sub>2</sub>排出割合が示されています。消波ブロック被覆堤（図-3）を対象とした算定結果によれば、およそ90%は材料由来のCO<sub>2</sub>排出量が占め、機械稼働（燃料生産）由来がおよそ1%、機械稼働（燃料燃焼）由来がおよそ10%、運搬由来がおよそ0.01%と整理さ

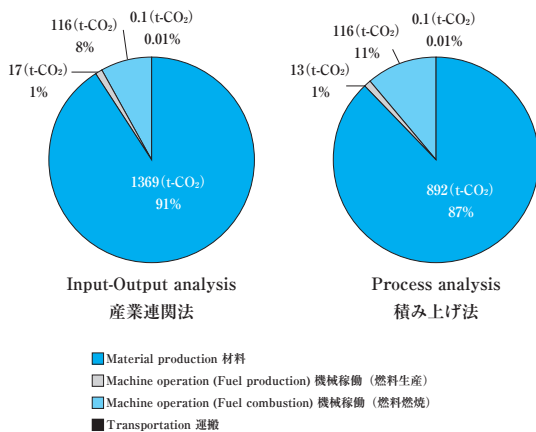


図-2 排出源別CO<sub>2</sub>排出割合

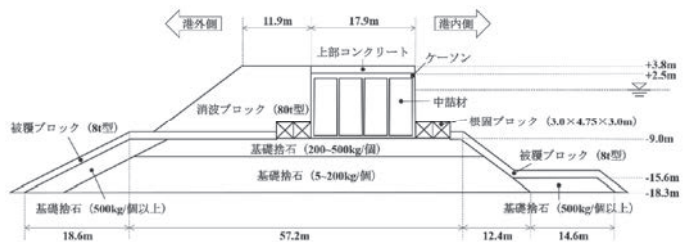


図-3 排出源別CO<sub>2</sub>排出割合の算定に用いられた防波堤断面

出典：「港湾空港技術研究所資料 No.1399」（2022.3）中村董，川端雄一郎，辰巳大介

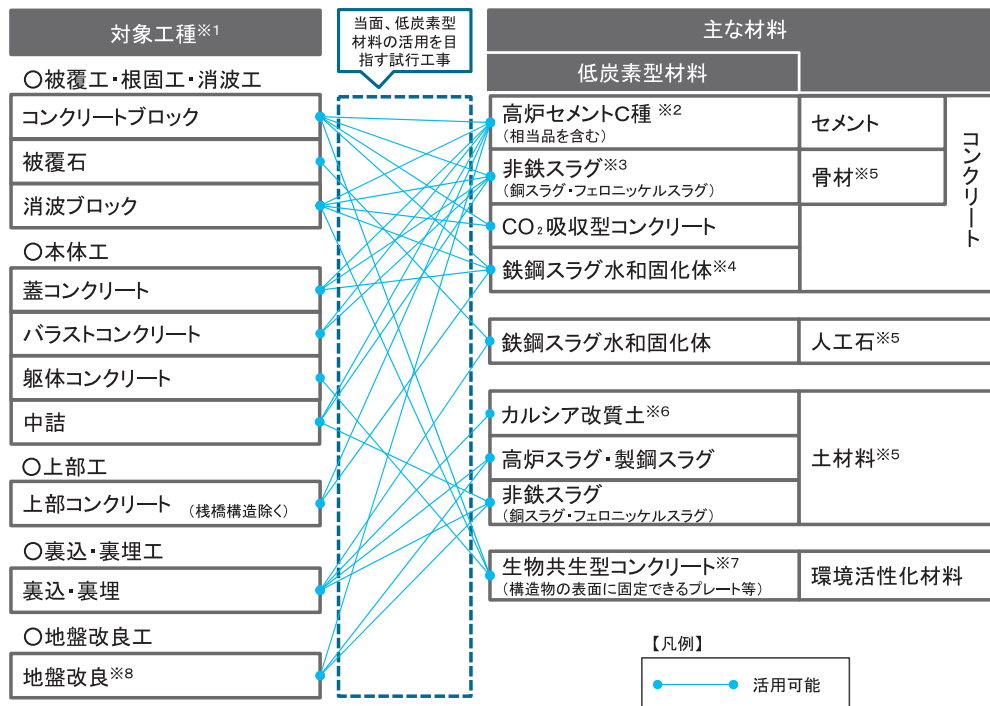
られています。このように、港湾工事等におけるCO<sub>2</sub>排出量の削減を検討する際は、材料由来のCO<sub>2</sub>排出量に着目することが重要であると考えられます。

しかしながら、低炭素型材料であっても、遠方から運搬した場合にはCO<sub>2</sub>排出量の観点からの優位性が失われる場合もあります。例えば、天然石材と人工石材の材料製造時のCO<sub>2</sub>排出量を比較すると、一般的に天然石材の方が優位です。一方、関東地方周辺で天然石材を入手するのが困難なこともあり、その場合には遠方からの運搬時のCO<sub>2</sub>排出量が付加されることになります。

このような条件において、現場周辺で人工石材の調達が可能の場合、人工石材の方がCO<sub>2</sub>排出量の観点で優位になる可能性があります。このため、必要に応じて材料の製造時だけでなく、材料の運搬も含めてCO<sub>2</sub>排出量を算定する必要があります。なお、一般材料と低炭素型材料の運搬距離がおおむね同程度の場合は、材料の運搬によるCO<sub>2</sub>排出量に関する検討を省略することができます。

(3) 対象工種・主な材料

低炭素型材料は各機関で研究開発がなされており、様々なものが提案されていますが、現時点で港湾工事等に即座に適用可能な材料は限定的です。また、多くの低炭素型材料において、その材料の調達可能性が課題になります。したがって、港湾工事等における低炭素型材料の活用を検討するにあたっては、当該時点での材料の調達可能性や技術動向を鑑み、適切なものを選定する必要があります。



※1 当面の取組としては、無筋コンクリートを想定する。  
 ※2 高炉セメントC種はJIS R 5211に定義された高炉スラグの混入率が60~70%のものを指す。  
 また、高炉セメントC種相当品とは、普通ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末を混和材として混入し、高炉セメントC種相当の高炉スラグ混入率(60~70%)になるように配合した材料を指す。  
 ※3 コンクリート用骨材に活用できる非鉄スラグのうち、フェロニッケルスラグは細骨材及び粗骨材に活用でき(JIS A 5011-2)、銅スラグは細骨材に活用できる(JIS A 5011-3)。  
 ※4 鉄鋼スラグ水和固化体は、工場や陸上施工ヤードなどで品質管理が行われることから、プレキャスト材を想定する。  
 ※5 一般材料と比べ、運搬距離の縮減により低炭素化を図れる材料も検討の対象とする。  
 ※6 浚渫土とカルシア改質材を混合し、浚渫土中のCO<sub>2</sub>を貯留することにより低炭素化を図れる材料も対象とする。  
 ※7 藻場造成等の環境活性化に資するコンクリートのこと。  
 ※8 地盤改良工に活用する場合、工法により適用の可否が異なる。(本マニュアル第2章2.1(5)地盤改良工参照)

図-4 低炭素型材料の対象工種及び主な材料の活用案(当面の取組)

図-4に低炭素型材料の活用を目指す試行工事の対象工種及び主な材料の案を示します。ただし、この図は当面の活用案であって、本マニュアルでは図に示す工種及び材料以外であっても、活用できる可能性がある場合には、個別に検討を行うこととしています。なお、対象工種・材料については、今後の試行工事の実績や技術動向等を踏まえ、可能な箇所から追加を行う予定です。

#### (4) 低炭素型材料の活用に関する検討の流れ(設計段階から活用を検討する場合)

設計段階から低炭素型材料の活用を検討するにあたっては、設計から施工に至る各段階で適切な検討を行って選定を進める必要があります。図-5は設計段階から低炭素型材料の活用を検討する場合のフローです。

#### ① 設計

基本設計では、一次選定及び二次選定において一般材料を使用した構造形式の抽出・選定を行い、選定された断面に対して低炭素型材料を使用した場合の経済性(工事費等)やCO<sub>2</sub>削減効果を比較検討し、基本設計断面を決定します。

#### ② 施工検討

施工検討では、市場調査結果を基に最新の供給元別、年次別の供給可能量及び単価や強度特性等を考慮した施工期間への影響等を確認し、低炭素型材料の活用可能性を再確認します。

#### ③ 積算・発注

工事積算では、市場調査結果を基に最新の供給元別、年次別の供給可能量及び単価や強度特性等を考慮した施工期間への影響等を確認し、設計図書のとおり問題なく施工可能であることを再確認します。

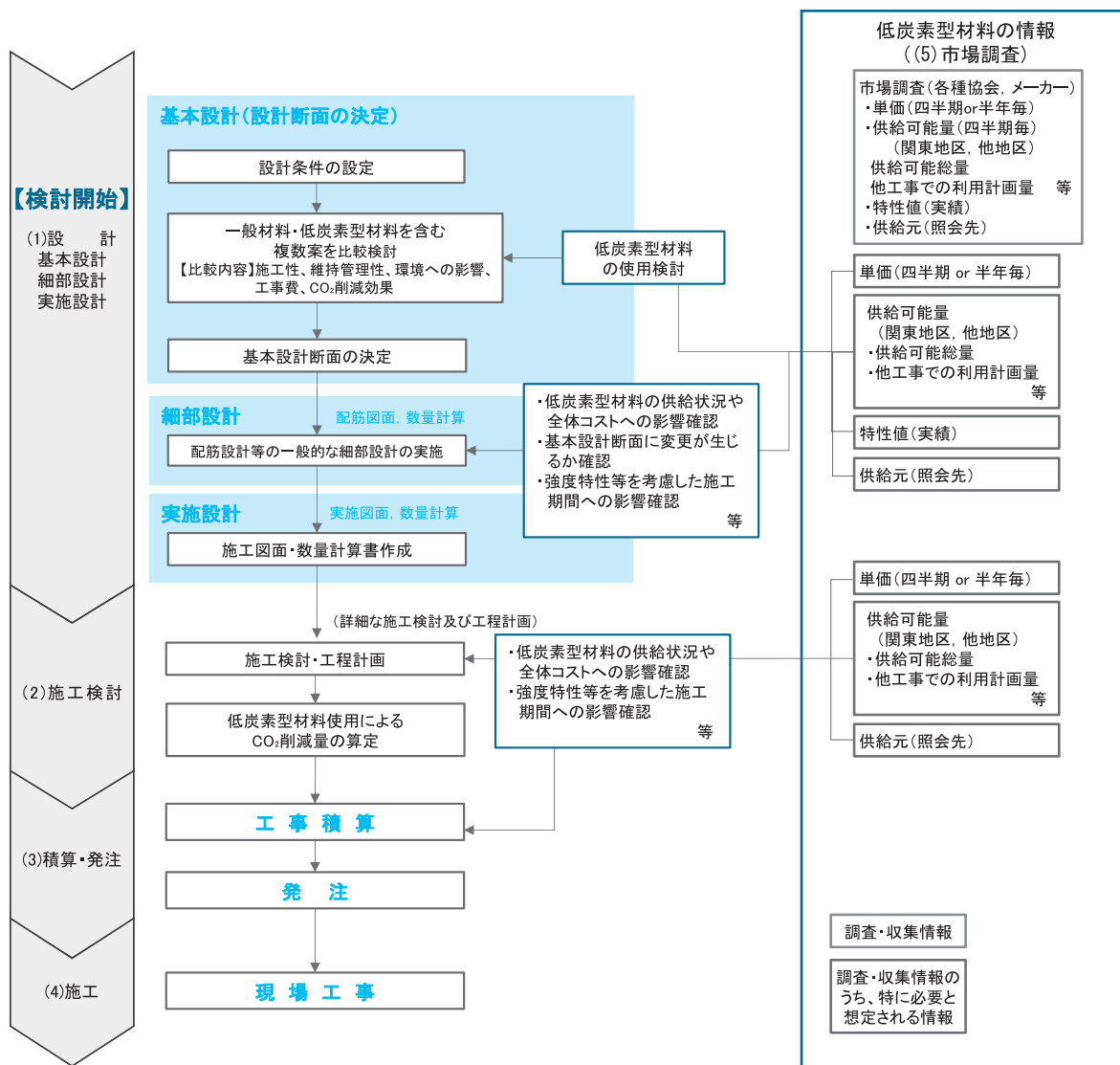


図-5 低炭素型材料の活用検討フロー（設計段階から活用を検討する場合）

④ 施工

低炭素型材料の施工性、強度発現性や凝結性、必要養生期間等の特性を十分に把握し、設計上必要となる強度や特性値、養生期間を満足するように品質を管理して施工を行います。

⑤ 市場調査

設計や施工検討段階において低炭素型材料の活用を検討するために、低炭素型材料の供給可能量や単価、供給元などの市場調査を定期的に行います。

(5) 低炭素型材料の活用に関する検討の流れ（発注段階から活用を検討する場合）

発注段階から低炭素型材料の活用を検討するに

あたっては、各段階において適切な検討を行って選定を進める必要があります。図-6は発注段階から低炭素型材料の活用を検討する場合のフローです。

① 積算・発注

工事積算では、市場調査結果を基に最新の供給元別、年次別の供給可能量及び単価や強度特性等を考慮した施工期間への影響等を確認し、設計図書のとおり問題なく施工可能であることを再確認します。併せて、基本・細部設計時の照査結果に変更が生じるか確認します。

② 施工

低炭素型材料の施工性、強度発現性や凝結性、必要養生期間等の特性を十分に把握し、設計上必



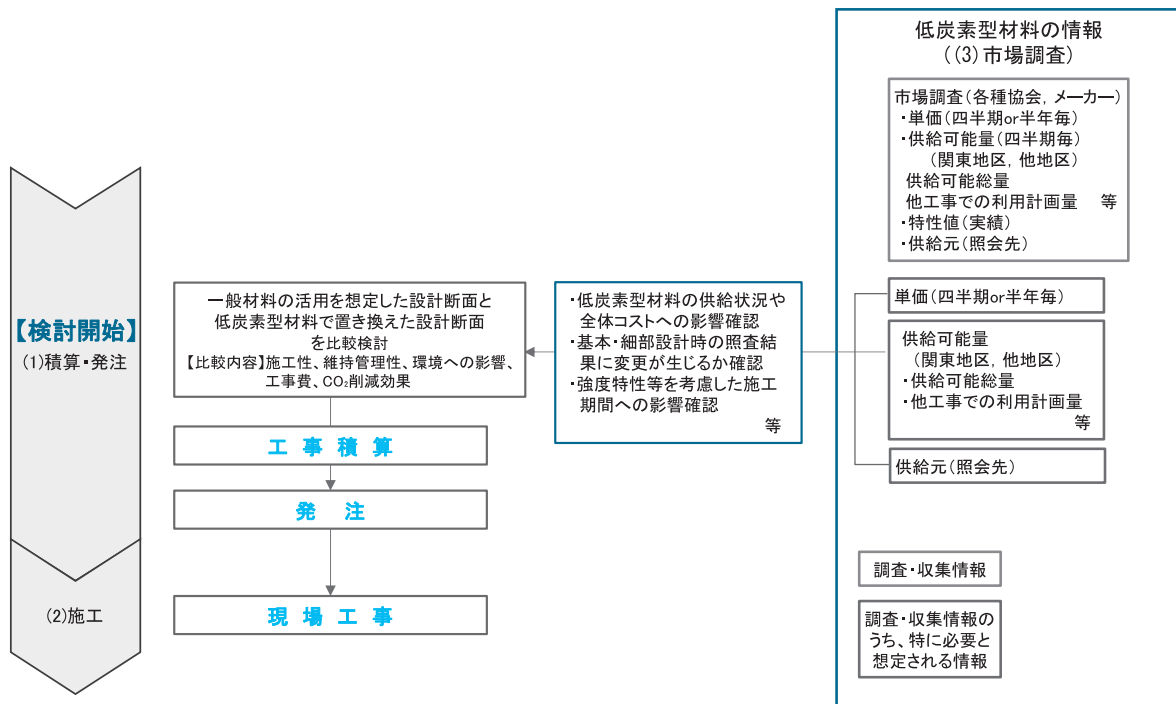


図-6 低炭素型材料の活用検討フロー（発注段階から活用を検討する場合）

要な強度や特性値，養生期間を満足するように品質を管理して施工を行います。

③ 市場調査

積算・発注段階において低炭素型材料の活用を検討するために，低炭素型材料の供給可能量や単価，供給元などの市場調査を定期的に行います。

(6) CO<sub>2</sub> 排出量の算定方法・CO<sub>2</sub> 排出量と工事費の評価

算定対象に対して，算定に必要な数量（材料使用量，運搬距離）を設定し，CO<sub>2</sub> 排出原単位を用いてCO<sub>2</sub> 排出量を適切に算定します。具体的には，「材料の製造」によるCO<sub>2</sub> 排出量の算定にあたっては，港湾土木請負工事積算基準（国土交通省 港湾局）等を参考とし，工事積算の考え方に基づいて材料使用量を設定します。

また，「材料の運搬」によるCO<sub>2</sub> 排出量の算定にあたっては，材料使用量に加えて運搬距離を適切に設定します。これらが設定された各種数量及びCO<sub>2</sub> 排出原単位を基にCO<sub>2</sub> 排出量を算定し，別途算出した工事費と比較することにより，総合的な評価を行います。

(7) 今後の検討項目

① 「材料の製造」，「材料の運搬」以外の排出源に関する効率的なCO<sub>2</sub> 排出量の算定方法

港湾工事等では材料の製造から廃棄物の処理まで様々な活動がなされますが，本マニュアルでは，簡便にCO<sub>2</sub> 排出量を比較するため，「材料の製造」由来のCO<sub>2</sub> 排出量を算定対象とすることを基本とし，必要に応じ「材料の運搬」由来のCO<sub>2</sub> 排出量を算定対象としています。

本マニュアルで対象とした「材料の製造」及び「材料の運搬」以外の排出源（例えば，建設機械・作業船の稼働や材料製造時の機械稼働等）からのCO<sub>2</sub> 排出量を効率的に算定する手法の確立が期待されます。

② 低炭素型材料の対象工種及び主な材料の拡大

本マニュアルでは，現時点での調達可能性や技術動向を鑑み，当面，低炭素型材料の活用を目指す試行工事の対象工種及び主な材料を整理しました。今後試行工事の実績や技術動向を踏まえ，新たな低炭素型材料の採用も含めて，活用範囲の拡大の検討を行う必要があります。

③ CO<sub>2</sub> 排出量が少ない構造形式や構造断面の検討  
本マニュアルでは，港湾工事等において使用する

る材料に着目して、港湾工事等から排出されるCO<sub>2</sub>量を削減するための考え方を整理しました。他方、港湾工事等から排出されるCO<sub>2</sub>量を削減するための手法として、CO<sub>2</sub>排出量が少ない構造形式や構造断面の検討を行うことも有効と考えられます。今後、CO<sub>2</sub>排出量のさらなる削減に向けて、設計段階においてCO<sub>2</sub>排出量が少ない構造形式や構造断面の効果的な検討手法の確立が期待されます。

#### ④ 低炭素型材料の使用による構造物の安定性の確認

一般材料と異なる特性値（単位体積重量、強度等）を持つ低炭素型材料の使用を検討するにあたり、構造物の安定性に問題がないことを確認する必要があります。しかし、設計後に再度安定性照査を行うことは実務上効率的ではありません。そのため、低炭素型材料を活用した場合の構造物の安定性を容易に判断できる工夫を設計段階でビルトインすることが有効である、と考えられます。具体的な工夫の方法について、今後検討を行う必要があります。

#### ⑤ 市場調査の方法等

設計や施工検討、積算・発注段階において低炭素型材料の使用を検討するために、低炭素型材料の供給可能量や単価、供給元などの市場調査を行います。市場調査の方法・調査頻度等について今後検討を行う必要があります。

#### ⑥ 低炭素型材料を活用する場合の総合的な評価方法

低炭素型材料を活用する場合、一般材料を活用する場合に比べて工事費が増加する可能性があります。そのため、低炭素型材料を活用する場合は経済性や施工性等、従来の評価指標に加え、CO<sub>2</sub>削減量も含めた総合的な評価方法について今後検討を行う必要があります。

#### ⑦ CO<sub>2</sub>排出量に関する施工後の事後確認方法

低炭素型材料を使用した工事において、工事前に推算したCO<sub>2</sub>排出量と工事後に算出したCO<sub>2</sub>量を比較することは、事前のCO<sub>2</sub>排出量の予測精度を高めるほか、低炭素型材料を今後どのよう

に活用すればCO<sub>2</sub>削減に有効かを評価するための参考になると考えられます。そのため、今後CO<sub>2</sub>排出量を効率的に事後確認する手法の確立が期待されます。

### 3. 低炭素型材料活用試行工事

関東地方整備局 港湾空港部では、低炭素型材料を活用する試行工事を実施する予定です。試行工事の目的は、港湾工事等における低炭素型材料の活用推進を目指す当局のスタンスを明確に対外的にアナウンスするとともに、本マニュアルの考えに基づき、実際の工事において低炭素型材料を活用し、港湾工事等からの二酸化炭素排出量の削減を図りつつ、低炭素型材料の安定的な調達やその活用による二酸化炭素排出量の予測精度向上に関する検証等を通じて課題の改善を行い、港湾工事等における低炭素型材料のさらなる活用を推進することです。

### 4. おわりに

港湾工事等から排出されるCO<sub>2</sub>量を削減するためには、材料の製造、工事の実施、廃棄物の処理など様々な活動に着目する必要があります。今回紹介した取組は、低炭素型材料の活用を通じCO<sub>2</sub>排出量の削減を目指すものですが、この取組一つに着目しても、いくつかの課題の解決や港湾工事等の実情や新たな技術動向等を十分に考慮する必要があります。

また、取組をより現実的で効果的なものとするためには、関係者の皆さまとの意見交換が重要と考えています。低炭素型材料の活用を通じ、港湾工事等から排出されるCO<sub>2</sub>量の削減に向けて取組を推進していきますので、ご理解とご支援をいただければ幸いです（連絡先：pa.ktr-teitanso@gxb.mlit.go.jp）。