土研センター

# GHG削減に貢献する新技術に対する土木研究センターの建設技術審査証明の概要

服部篤史・平石知仁・西﨑　到・渡辺博志

## 1. はじめに

脱炭素・低炭素化社会の実現に向け、建設分野においても、GHG（Greenhouse Gas：温室効果ガス）削減の取り組みがこれまで以上に重要となっている。令和6年8月には国土技術政策総合研究所から「インフラ分野における建設時のGHG排出量算定マニュアル案」が発表され、建設現場の施工段階を対象として、インフラ建設時のGHG排出量の具体的な算定手法が示された[1)]。インフラ分野でもGHG排出量の算定が着実に浸透しつつあり、その削減に向けて開発された新技術への期待が高まりを見せている。

こうして開発された新技術は後述のように従来とは異なる特性を持つ場合があり、第三者による妥当性の検証が重要となる。こうした背景から現場への普及を促進する方策の一つとして、建設技術審査証明制度[2)]の活用も考えられる。かねてより、建設審査証明制度を運営する建設技術審査証明協議会では、GHG削減の視点を加えた審査（以降「GHG付加審査」という。）の可能性について検討を重ねてきた。建設審査証明を実施する各団体については、審査対象となる技術分野に違いがあるが、それぞれ担当する分野について審査方法などの準備が整った団体からGHG付加審査を開始することとなった。

土木研究センターでは土木系材料・製品・技術、道路保全技術を対象とした審査を行っているが、その中でGHG排出量削減に関する注目度が高いコンクリート分野を取り扱っている。これを受けて、土木研究センターでは令和7年12月11日よりGHG付加審査の受付を開始している。

本報文では、社会インフラ分野における脱炭素化に向けたコンクリート分野の低炭素技術の現状について解説するとともに、それを背景とした建設技術審査証明における土木研究センターの環境技術（GHG削減）付加審査の概要と一般的なGHG排出量算定方法について紹介する。なお、GHGとしてはメタンやフロンガス等も含まれるが、コンクリート分野では$CO_2$の排出量が主であることから、ここではGHGはほぼ$CO_2$を意味するものとして用いることとする。

Overview of PWRC's Construction Technology Review and Certification for New Technologies Contributing to GHG Mitigation

## 2. 脱炭素化の展開とコンクリート分野の研究開発の取り組み状況

### 2.1 脱炭素化のロードマップとコンクリート材料への期待

国土交通省が令和7年4月に公表した“国土交通省土木工事の脱炭素アクションプラン”[3)]では、直轄工事に関わる$CO_2$排出削減方針が示されており、3つのリーディング施策が掲げられている。

コンクリートの脱炭素化は3つのリーディング施策の1つに数えられており、具体的な脱炭素コンクリート活用のロードマップも示された。

これによると、コンクリートの脱炭素化技術として、

1）セメント代替材料の使用等による$CO_2$排出削減を図る手法（以降「種別①」と表記）
2）気中の$CO_2$の吸収を可能とする手法（以降「種別②」と表記）

の2つに大別したうえで、それぞれの実用化に向けたスケジュールが示されている。これまでの検討実績を踏まえ、種別①のほうが早めに実用化に至るスケジュール設定となっている。

### 2.2 コンクリートの脱炭素化技術の特徴と開発状況

2.1に示したコンクリートの脱炭素化として、種別①と種別②について、具体的に開発が試みられている主な方法とCO2削減効果を表-1にまとめる。

種別①は、$CO_2$の削減には寄与するものの、これのみでは、$CO_2$の排出量を0以下にすることはできない。それに対し、種別②の手法では、大気中や排ガス中に含まれる$CO_2$を吸収できる。このため、この吸収量を大きくすることができれば、

表-1　実用化が検討されている主なコンクリートの脱炭素化技術の種別と$CO_2$削減効果

| 種別 | 方法 | $CO_2$削減効果 |
|---|---|---|
| ① | ・ポルトランドセメントの一部を、副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等の混和材に置き換える | ・セメントに対する混和材の置換率が大きくなると、$CO_2$排出量の削減量は増加する。 |
| ② | ・解体コンクリートから作られる再生骨材や、生コン製造で発生したスラッジ・スラッジ水等に$CO_2$を吸収させてできた材料、あるいは生物由来の炭素を含む材料を新たに製造するコンクリートに混合して用いる。<br>・通常の湿潤養生に加え、炭酸ガスの濃度を高く管理した気中で炭酸化養生を行うことにより、コンクリートそのものに$CO_2$を吸収させる。 | ・再生骨材の品質により、吸収する$CO_2$量が変化し、セメントペーストの付着量が多い再生骨材の方が$CO_2$吸収量は多くなる。<br>・炭酸化養生の条件（例えば、養生温度、炭酸ガス濃度、炭酸化養生材齢の設定）によって$CO_2$吸収量は変化する。 |

種別①と種別②を併用することによりカーボンネガティブを実現することも可能となる。

種別①のうち、混和材の置換率が比較的小さい場合（混合セメントでいえば高炉セメントB種あるいはフライアッシュセメントB種相当）については、これまでも多くの構造物で活用されてきた。しかし、これよりも置換率が大きくなると、通常のポルトランドセメントを用いたコンクリートと強度の発現や施工性、耐久性などの特性が異なる点が多くなる。このような混和材の置換率が大きいコンクリートの研究がここ十数年ほど特に活発に行われた結果、その特性や品質の評価方法に関する知見が明らかにされてきた。例えば、混和材の置換率が大きいコンクリートは、初期材齢における強度発現が通常のポルトランドセメントに比べて小さいことに加え、例えば練り混ぜ後の粘性が高いためスランプやスランプフローなどワーカビリティーに関わる特性を確保するうえで化学混和材の選定にあたって注意が必要になるなど、様々な留意事項が明らかにされている。これらの研究結果を踏まえ、混和材を大量に置換して製造されたコンクリートの技術指針も取りまとめられている[4)]。

種別②のコンクリートは近年開発が急ピッチで進んでいる。これらを用いたコンクリートの特性も次第に明らかになり、試行工事等を通じて実用性が示されつつある[5)]。ただし、$CO_2$を吸収する工程を含むコンクリートについて、体系化した技術指針はまとめられておらず、技術の標準化にまでは至っていない現状である。

## 3. コンクリート材料およびコンクリート部材の環境技術（GHG削減）付加審査概要

### 3.1 審査証明制度における環境技術（GHG削減）付加審査のねらい

脱炭素化を目的として開発された建設分野の新技術は、適用性や特徴が従来技術と必ずしも同一とは限らない。例えば、2.2で示した通り、脱炭素型のコンクリートは、特性が従来の材料で製造されるコンクリートとは異なるため、実構造物への適用にあたっては、適用する構造物の設計の考え方や施工方法、さらには維持管理の条件も含めた検討が必須となる。環境側面の審査のみを切り出して個別に審査した場合、環境情報のみが参照され、現場の適用の判断に必要となる情報が必ずしも明確にされない可能性がある。

このような理由から、建設技術審査証明では、環境側面の審査のみを独立して審査するのではなく、従来の審査において設定される開発目標（例えば力学的特性の確保、耐久性向上、施工性向上など）の審査を基本とし、それに加えて環境側面の審査を実施することとし、「付加審査」という用語を用いている。なお、本稿に示すコンクリート分野の審査の方針については、有識者会議を設けて技術的検討を経たものである。

### 3.2　GHG排出量算出の基本

環境技術（GHG削減）付加審査においては、従来技術に対して削減されるGHG排出量を確認することとなる。ここで、GHG排出量は、活動量（材料の場合は使用量）と、単位活動量あたりのGHG排出量である排出原単位を掛け合わせ、材料ごとの総和によって算出されたものが一般的に用いられている。これは、インフラ分野の国総

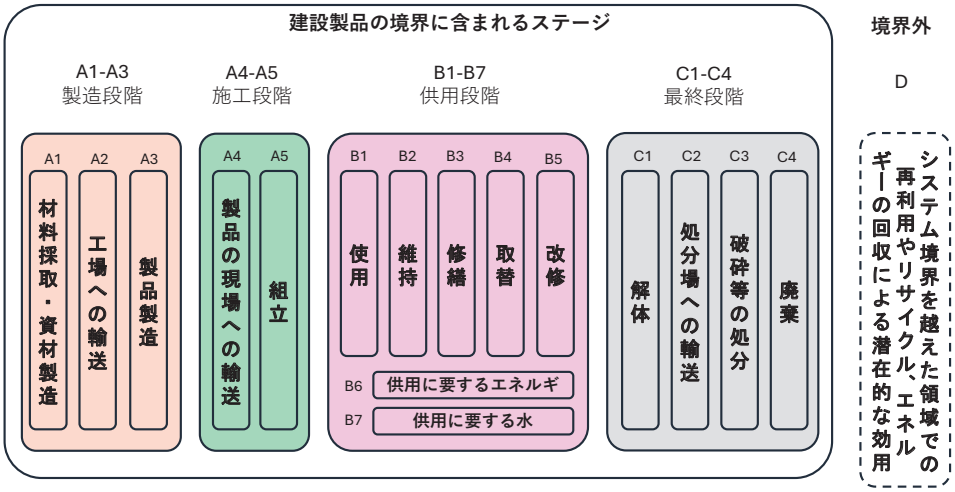



図-1　建設分野の製品およびサービスについて製造から最終段階に至るまでの段階[8)]

研・土木学会の報告書[6)]により算定手法の基本は形成されており、GHG排出削減貢献量算定マニュアル[7)]もおおよそそれに沿ったものである。しかし材料や製品を評価対象とした場合では、算出単位の設定や境界設定の考え方にも注意が必要となる。これらについて、次の3.3および3.4に詳しく述べる。

### 3.3 GHG排出量算出単位の設定

審査の過程でコンクリート材料やコンクリート部材を既存技術と比較する場合、機能や量の基準となる値すなわち機能単位を用いることになる。コンクリート材料については、同等の機能を有するコンクリート1m³を機能単位に設定し、1m³あたりでのGHG排出量の比較が理解しやすい。国土交通省による「低炭素型コンクリート」ではポルトランドセメントの置換率を取り上げており、コンクリート1m³あたりでの比較となっている。

コンクリート部材あるいは製品についても、同様に1m³あたりでの比較が考えられる。その際、鋼材も含めた比較が適切と思われる。コンクリート材料のみでのGHG削減率と、コンクリート部材あるいは製品での削減率は異なる（一般に後者が小さくなると考えられる）。また、強度が異なる材料を用いて製造するコンクリート部材あるいは製品では、所要の耐荷性能に対して断面積を減じることができる場合もある。部材断面縮小を意図した新技術の評価にあたっては、機能単位として同一の耐荷性能を有する部材あたりと設定することも可能である。

### 3.4 GHG排出量の算定対象とする境界設定

図-1は、建築及び土木分野を対象とした製品およびサービスに関する環境宣言における基本原則を規定したISO規格（ISO 21930）[8)]に示されるシステム境界図である。同様の図は、建設分野の製品のうちコンクリート製品に特化して定められるISO規格（ISO 13315 Part8）[9)]にも示されている。排出される$CO_2$量について、製造段階から最終段階のどこまでをGHG排出量算出の対象とするかを決めることが重要である。例えば、プレキャストコンクリート製品を例にとると、ステージA1ではセメントや骨材の資材製造、ステージA2ではこれらの材料の工場への運搬、ステージA3ではコンクリートの練混ぜ、打設・成型、蒸気養生が含まれることとなる。ステージA4では工場から出荷された製品の現場への運搬、A5では製品の設置組み立てが含まれる構造物となり、以降のステージに進む。

構造物のライフサイクルを構成する各段階のどこまでをGHG排出量算定の対象とするかは、評価の対象によって、あるいは評価の目的によって変化しうる。A4～A5の施工段階、B1～B7の供用段階、およびC1～C4の最終段階については、具体的な工事の条件や構造物の供用される条件によって結果的に異なるものであるため、製品製造段階では一概に定めることができない。建設製品を対象としているISO 21930およびISO 13315 Part8では、A1の材料採取・資材製造、A2の工場への輸送、A3の製品製造は、コンクリート材料およびコンクリート部材については確定的に定めることができることもあり、図中のA1～A3は必ず含むこととされている。一方、A4以降の段階は評価目的をふまえてシナリオを設定して算出

せざるを得ないが、A4以降の段階の考慮は任意とされている。

### 3.5 GHG排出量の算定時のカットオフ

GHG排出量の算定では、3.2に示した通り、GHG排出に関わる項目を抽出し、その総和を求める必要がある。しかし、そのすべてを網羅することは、非常に困難であり、算定に要する労力をふまえると、必ずしも現実的であるとは言えない。この点を踏まえ、前出のISO 21930等でも、算定値の全体に対して影響が極めて小さい項目、あるいは算定が困難と判断される項目については、カットオフ（算定対象としない）を許容することが述べられている。ISO 21930では、カットオフを実施する場合は、その影響度が5%以下となるようにすると述べられている。

### 3.6 コンクリートが吸収した$CO_2$の定量化

$CO_2$の吸収固定を目的としたコンクリートの場合では、実際にコンクリートに吸収された$CO_2$量が、想定した吸収量を満たしているかどうかの検証が必要となる。この確認のためには、コンクリート中に含まれる$CO_2$の定量分析が重要となる。この定量分析手法としては、実施の簡易性から熱分解を伴う方法であるTG-DTA（熱重量―示差熱分析）が用いられる場合が多い。これは、分析対象となるコンクリートから分析用試料を採取し、この試料を高温で熱してその反応熱および熱分解によって発生する質量変化を測定するものである。$CO_2$の定量試験方法についてはJIS化への検討もなされている。

## 4. 今後の展開

環境技術（GHG削減）付加審査は、既存の建設技術審査証明の枠組みの中でGHG削減を評価し証明するという、新たな取り組みである。受付を開始した付加審査に対し、今後、排出原単位の取り方や、コンクリートに吸着固定した$CO_2$の定量方法など、技術の向上も予想される。これらの動きを踏まえながら、環境技術（GHG削減）によるサステナブルな社会の実現に向けた建設技術審査証明事業をさらに推進したいと考えている。

末筆ながら、コンクリート分野の審査方針に関する検討にあたってご協力をいただいた有識者会議の委員の皆様に紙面を借りて感謝の意を表します。

### 参考文献

1）富田興二、原野　崇、布施　純、村上順也：建設現場からのGHG排出削減貢献量算定マニュアル等の概要、土木技術資料、第67巻、第8号、pp.32～35
2）柴田辰正、前堀伸平、渡辺博志：土木研究センターにおける建設技術審査証明事業（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）の特徴、土木技術資料、第63巻、第11号、pp.60～63
3）国土交通省土木工事の脱炭素アクションプラン　～建設現場のカーボンニュートラルに向けて～、国土交通省大臣官房技術調査課、令和7年4月
4）中村英佑、鈴木　聡、森濱和正、渡辺博志：低炭素社会の実現に寄与するコンクリート技術　－低炭素型セメント結合材の利用－、土木技術資料、第55巻、第1号、pp.20～23
5）国土交通省プレスリリース：$CO_2$を固定化し収支をマイナスにするコンクリートを用いた埋設型枠を国土交通省直轄工事現場で試行施工します、令和4年9月（www.mlit.go.jp/report/press/content/001510679.pdf）
6）国土交通省国土技術政策総合研究所・公益社団法人土木学会：社会資本のライフサイクルをとおした環境評価技術の開発に関する報告―社会資本LCAの実践方策―、平成24年2月
7）国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター：インフラ分野における建設時のGHG排出量算定マニュアル案、令和6年8月
8）ISO 21930:2017 “Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services”
9）ISO 13315-8:2019 “Environmental management for concrete and concrete structures – Part 8: Environmental labels and declarations”

服部篤史

（一財）土木研究センター
企画・審査部長、博士（工学）
Dr. HATTORI Atsushi

平石知仁

（一財）土木研究センター
企画・審査部次長
HIRAISHI Tomohito

西﨑　到

（一財）土木研究センター
化学技師長、博士（工学）
Dr. NISHIZAKI Itaru

渡辺博志

（一財）土木研究センター
専務理事、博士（工学）
Dr. WATANABE Hiroshi