

公共工事における SDGs 達成に向けた CO₂ 削減の取組みについて

齋藤 百香

関東地方整備局 東京港湾事務所 整備課 (〒136-0082 東京都江東区新木場 1-6-25)

昨今、地球温暖化に伴う異常気象による自然災害が多発しており、CO₂等の温室効果ガスの排出が原因のひとつであることが分かっている。そのような中、我が国では、2050年までに温室効果ガスを実質上ゼロとする、カーボンニュートラルへの取組みを進めると共に、SDGsの達成に向けた取組みを推進している。東京港湾事務所では、再生資源材料や低炭素型材料に着目し、それらがどのようにしてSDGsの達成へ貢献できるかを検討した。

本稿では、「東京港臨港道路（南北線）中央防波堤内側地区舗装等工事」において実施した、SDGsを原動力としたインフラ整備におけるCO₂削減の取組みについて報告する。

キーワード SDGs, カーボンニュートラル, 低炭素型材料, 再生資源, コンクリート, アスファルト

1. はじめに

我が国は2050年までに、温室効果ガスの排出を実質上ゼロとするカーボンニュートラルへの取組みを進めている。カーボンニュートラルは、SDGsと密接に関係する世界共通の取組みであり、技術やコスト、社会制約などの様々な面で、多くの課題を乗り越える必要がある。

カーボンニュートラルへの取組みとして、国土交通省では公共工事の中で、低炭素型コンクリート等の低炭素型材料の導入促進を図っている。更なる低炭素型材料の開発・実装を進めるため、低炭素型コンクリートのモデル工事を全国で数件¹⁾ 試行しているが、2050年までにカーボンニュートラルを実現できるようあらゆる選択肢を追求する必要がある。持続可能で質の高い社会資本施設整備の実現に向けて、建設段階において材料・機械・施工方法をトータルで改善しCO₂排出を削減することが求められている。

本稿は、SDGsを原動力としたインフラ整備の取組みとして、舗装工等の工種における低炭素型材料を用いたCO₂削減方法について報告するものである。ここで、低炭素型材料は一般材料と比較しCO₂削減に資する材料と定義する。

表-1 工事内容と使用材料

	工種	材料・規格	数量	単位
舗装工	アスファルト舗装	再生密粒度As混合物	6,810	m ²
	アスファルト舗装	再生粗粒度As混合物	4,904	m ²
	半たわみ舗装	開粒度アスファルト混合物	158	m ²
区画線工	駐車上ライン	白文字 W=15cm	514	m
防護柵工	ネットフェンス設置	逆L型擁壁(24-12-20BB)	167	m
		均しコン(18-8-20BB)	167	m
緑石工	コンクリート緑石	基礎コン(18-8-20BB)	73	m
土工	土砂運搬	発生土	2,954	m ³

2. 工事概要

対象とした工事は、「令和5年度東京港臨港道路（南北線）中央防波堤内側地区舗装等工事」（以下、当該工事）で、トラックシャーシ用の駐車場を整備するものである。表-1に当該工事の主な工事内容を示す。当該工事の施工エリアは、以前はトラックシャーシの駐車場として利用されていたが（写真-1）、2016年から東京港臨港道路南北線工事で発生した土砂を一時仮置きする場所として使用されている（写真-2）。

東京港臨港道路南北線工事の進捗に合わせ、一時仮置きした土砂の処分等を行っているが、アスファルトの損



写真-1 当時のトラックシャーシの駐車場



写真-2 土砂仮置き状況

傷や路面の一部が沈下したことで、トラックシャーンシの駐車場としての機能が失われたため、当該工事で舗装の復旧を行った。併せて、同工事にて臨港道路（東京港海の森トンネル）の設備施設の外構工事を行った。

3. SDGsに資する建設材料の抽出

各基準や当該工事周辺の工場生産状況等を調査した上で、CO₂削減や再生資源材料の使用が可能な工種として、舗装工及び防護柵工を選定し、それぞれに用いるコンクリートとアスファルト合材について検討を行った。

(1) コンクリート材料について

コンクリートの低炭素型材料や再生資源材料として、①高炉スラグ微粉末等の産業副産物を混和材や骨材として利用したコンクリート²⁾、②CCU（Carbon dioxide Capture and Utilization）技術を活用したコンクリート³⁾などの利用が進められている。

ここで、建設物解体現場等で発生するコンクリート塊のほとんどは再資源化されており、再生砕石として主に路盤材などの道路の舗装に活用されている。

一方、路盤材の需要減少等により東京都圏のような都市部では再生砕石の滞留が顕著化しており、路盤材以外の需要を開拓していくことが求められている。このことから、当事務所では①における骨材に着目し、再生骨材コンクリートの活用を検討した。

現在、JISで認定されている再生骨材コンクリートは2種類（M、L）ある。また、再生骨材Hはコンクリート用再生骨材としてJISで認定されている。再生骨材Hは破碎、磨砕、分級などの高度な処理を行って製造されているため、高コストではあるがすべてのコンクリート構造物の部材・部位に使用できる。一方で再生骨材コンクリートM、Lは再生骨材Hに比べて簡易な処理が行われており、低コストではあるものの、出荷することができるプラントが少ないことから普及が進んでいないのが現状である。

東京都圏においては、解体コンクリート塊の発生量は将来的に増加し、2050年では2015年と比較して1.5倍程度増加すると予測されている⁴⁾。さらに、東京都圏においては、再生骨材コンクリートの価格が、一般的な生コ

ンクリートに比べて同額以下になっていることから⁵⁾、安定して安価に入手しやすい環境にある。当該工事ではこの地域特性を踏まえ、主要工種への再生骨材コンクリートの適用を検討した。

コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準⁶⁾では、現場打ちコンクリートにおける再生骨材コンクリートの適用箇所について、表-2に示すとおり、再生骨材コンクリートの種類を1種（粗骨材のみに再生骨材を使用したコンクリート）と2種（粗骨材・細骨材双方に再生骨材を使用したコンクリート）に分類している。また、構造体・非構造体への場合分けや、乾燥収縮及び凍結融解の影響を受けにくい箇所への適用にあたっては、現場条件等を確認しつつ適切に判断することとされている。

再生骨材コンクリートの適用を検討するにあたって、再生骨材の使用が可能な当該工事周辺のコンクリートプラントの調査を行った。図-1に当該工事に再生骨材コンクリートの供給を行うことができる工場を示す。コンクリートの品質確保の観点から、当該工事現場からプラントまでの距離を確認したところ、港湾工事共通仕様書（令和5年3月）4-6-4で規定されるコンクリートの打設時間90分が確保されることが確認できた。ただし、当該プラントでは再生骨材L（1種）のみ供給していることから、再生骨材コンクリートLを用いることとした。

表-3に示すように、JISの規定によると、再生骨材コンクリートLを使用することができるコンクリートは、高い強度や耐久性に関わる性能が求められないものとされていることから、防護柵の均しコンクリートに再生骨材コンクリートLを使用することとした。

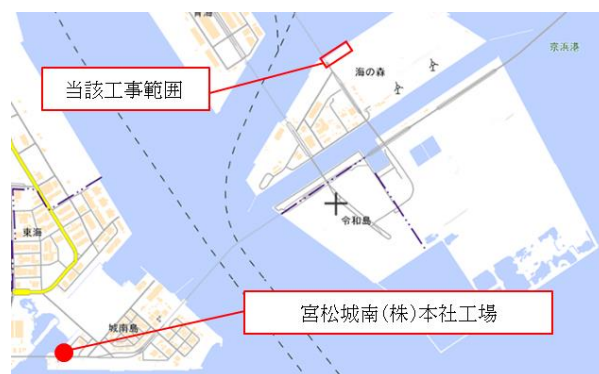


図-1 コンクリートプラント位置図

表-2 再生骨材コンクリートの適用箇所の例⁹⁾

再生骨材コンクリートの種類	適用可能な条件	適用箇所の例
M 1種	無筋コンクリート部材	重力式擁壁、道路付属物基礎、根固めコンクリート、その他の無筋コンクリート
M 1種・2種 L 1種・2種	構造体でない部位 (コンクリートに対して高い強度や高い耐久性に関する性能が求められないもの)	捨てコンクリート、均しコンクリート、強度の必要無い裏打ちコンクリート、土間コンクリート

表-3 再生骨材コンクリートLの種類（JIS A 5023:2018）

	粗骨材の最大寸法 mm	スラブ cm	呼び強度		
			18	21	24
再生骨材コンクリートL	20, 25, 40	8, 10, 12, 15, 18 a	○	○	○
注記 再生骨材コンクリートLは、裏打ちコンクリート、間詰めコンクリート、なら（均）しコンクリート、捨てコンクリートなどの、高い強度・高い耐久性が要求されない部材又は部位に使用する。再生骨材コンクリートLは、通常高い凍結融解抵抗性を確保するのが難しいため、凍結融解作用を受けない部材又は部位に使用する。 なお、化学混和剤を用いて、単位水量が過大にならないようにするのがよい。 注a) 粗骨材の最大寸法を40 mmとする場合には、スラブ18 cmを除く。					

(2) アスファルトについて

アスファルト合材については、品質確保の観点から、荷下ろし時点で 110 度～185 度を確保する必要がある。搬入距離・時間からいくつかのプラントを候補にあげ、その中で脱炭素化に取り組んでいるプラントを検討した。その結果、当該工事では大成ロテック（株）のアスファルトプラントを選定することとした（図-2）。

アスファルト合材における低炭素型材料として、中温化合材が一般的に知られている。中温化合材は、粘度を一時的に低減させるために発生させた泡のベアリング効果によって、製造・施工温度を従来より約 30 度低くすることができる。これにより 20%程度の CO₂排出量の削減が可能となる。ただし、開粒度アスファルト混合物に中温化合材を用いる場合、仕様基準の空隙率（20～28%）を満足することはできない。さらに、当該アスファルトプラントで製造している中温化合材は、当該工種における半たわみ舗装やアスファルト舗装の仕様基準を満足することができない。このため、使用材料の変更による脱炭素化は断念することとした。

また、当該アスファルトプラントでは材料の他にエネルギー分野での脱炭素化にも力を入れており、表-4に示すとおり、令和5年8月より CO₂削減効果がある燃料、電力に変更している。燃料については、使用の拡大が進んでいるカーボンオフセット燃料の「カーボンニュートラル LNG」を採用している。これは、天然ガスの採掘から燃焼に至るまでの工程で発生する CO₂を CO₂クレジットで相殺することで、地球規模では CO₂が発生していないとみなすことができる。電力については、非化石証書が発行される風力発電を主として得られるグリーン電力を採用している。これにより、当該プラントから出荷されるすべてのアスファルト合材について、CO₂排出量を 0 とみなすことができる。



図-2 アスファルトプラント位置図

表-4 合材 1tあたりの CO₂排出量削減の考え方の例

	従来エネルギー	CO ₂ 削減効果がある燃料・電力
品目	kg-CO ₂ /t	
燃料	17.8	0
事業用電力	3.8	0
合計	21.6	0
CO ₂ 削減数量	-21.6	

以上のことから、CO₂削減効果がある燃料、電力を用いることで製造過程における CO₂排出量が 0 とみなされることを考慮し、当該工事においては当該プラントから出荷されるアスファルト合材を低炭素型材料とみなし、これを使用する方針とした。

4. CO₂削減効果の試算

(1) コンクリートについて

次に、再生骨材コンクリートを用いた際の CO₂削減量について調査した。ここでの CO₂削減量は、コンクリートの CO₂吸収量を考えることで数値化が可能であり、国土交通省では、コンクリートの CO₂削減固定量の評価手法にかかる技術開発が行われている⁷。

コンクリートが CO₂を吸収するメカニズムは、コンクリートの中性化、いわゆるセメントペーストの炭酸화가関与しており、セメントペーストを構成する Ca(OH)₂ や CaO などの Ca 成分が CO₂と反応して CaCO₃に酸化する反応が一般的な知見である。

表-5に示すように、防護柵の均しコンクリートの配合と CO₂原単位から CO₂削減量を検討すると、再生骨材 L を使用した場合、普通骨材に比べて 5.2kg-CO₂/m³削減できることが分かった。したがって、実際に使用した数量の約 6m³を用いて、総削減量は式(1)で表すことができる。なお、再生骨材の製造からコンクリートの運搬にかけて発生する CO₂排出量は考慮されていない。

$$CO_2 \text{ 単位削減量} \times \text{使用数量} = \text{削減量} \quad (1)$$

$$5.2 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \times 6.0 (m^3) = 31.2 (kg-CO_2)$$

表-5 普通骨材と再生骨材使用時の CO₂排出量の比較

防護柵の均しコンクリート	呼び強度	W/C	W	C	BS	S	G(RLG)	総排出量
高炉セメントB種普通骨材	18	69	157	126	102	923	990	
CO ₂ 排出量(kg)	—	—	0.039	97.146	2.703	3.231	2.772	105.890
高炉セメントB種再生骨材L	18	64	158	136	111	879	945	
CO ₂ 排出量(kg)	—	—	0.039	104.856	2.942	3.077	-10.206	100.707

1m³あたりの CO₂原単位)

ポルトランドセメント(C): 771.0kg-CO₂/t^{*1}, 高炉スラグ微粉末(BS): 26.5kg-CO₂/t^{*1}, 水(W): 0.245kg-CO₂/t^{*2}, 細骨材(S): 3.50kg-CO₂/t^{*3}, 普通粗骨材(G): 2.80kg-CO₂/t^{*3}, 再生粗骨材(RLG): -10.8kg-CO₂/t^{*4}

*1 河合研至:コンクリートの環境負荷評価①コンクリートに関わる環境負荷,コンクリート工学,vol.50,No.6,pp554-561,2012

*2 東京都水道局:くらしと水道, <https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/kuashi/co2.html>

*3 河合研至:コンクリートの環境負荷評価②コンクリートに関わる環境負荷の評価方法,コンクリート工学,vol.50,No.7,pp635-639,2012

*4 黒田泰弘,菊池俊文:コンクリート塊による二酸化炭素の固定化に関する研究,清水建設研究報告,第 86 号,pp29-36,2007

CO₂削減量を算定するにあたっては、再生骨材による吸収量や、コンクリートを製造する過程の排出量、運搬時排出量など考慮する要素が多く、定量化が難しいという課題がある。今後、再生骨材コンクリートを用いた施工をさらに普及するために、CO₂削減量の算定基準を確立していくことが必要と考える。

(2) アスファルトについて

当該工事では、アスファルトプラントで使用する燃料をカーボンオフセット燃料へ転換することで17.8kg-CO₂/t削減、電力をグリーン電力に転換することで3.8kg-CO₂/t削減、合わせて21.6kg-CO₂/tの削減をすることができた。したがって、当プラントから出荷された数量の1,140.5tを用いて、総削減量は式(2)で表すことができる。

$$CO_2 \text{ 単位削減量} \times \text{使用数量} = \text{削減量} \quad (2)$$

$$21.6(kg/t) \times 1,140.5(t) = 24,634.8(kg-CO_2)$$

なお、製造過程で使用する燃料と電力を変更しただけのため、出荷される材料の品質・規格は従前と変わらない。ただし、このように削減量を見える化することで、さらなる低炭素型アスファルトの開発や普及に繋がると考える。今後、公共工事を発注する立場の者が、積極的に低炭素型アスファルト材料の使用を推進することは、持続可能で質の高い社会資本施設の整備に寄与するものとする。

5. まとめ

本稿では、SDGsを原動力としたインフラ整備の取組みとして、舗装工や付帯工等の工種におけるCO₂削減について検討した。その結果、再生骨材コンクリートLを使用することで標準仕様の材料と比較して31.2kgのCO₂が削減された。また、アスファルト合材について、燃料をカーボンオフセット燃料へ、電力をグリーン電力に転換することで、従来よりも24,634.8kgのCO₂が削減された。



図-3 SDGsの最終目標

建設材料のCO₂削減量を精緻に算定するにあたっては、各種材料の製造過程や運搬時のCO₂排出など考慮する要素が多く、未だ算定手法や原単位が確立されていない場合もある。しかし、我々公共工事を発注する立場の者が、積極的に低炭素型材料や再生資源材料の使用を推進するとともに、公共工事におけるCO₂削減に向けた各種企業の取組みを積極的に評価していくことで、持続可能で質の高い社会資本施設の整備がより一層促進されるものとする。

6. おわりに

本工事では、低炭素型材料や再生資源材料を使用することで、図-3に示すSDGsの最終目標における「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」「11. 住み続けられるまちづくりを」「12. つくる責任つかう責任」「13. 気候変動に具体的な対策を」に貢献できたものとする。

SDGsの実現に向けて、社会的に大きな動きがある中で、社会資本整備を先導する立場にある私達が、率先して公共工事での脱炭素化等に取り組む必要がある。そうすることで、社会全体でSDGs実現に向けた体勢を構築していくことができると考える。

謝辞：今回のSDGsの取組みにあたっては、当該工事の受注者である（株）佐藤渡辺とコンクリートプラントの宮松城南（株）、アスファルトプラントの大成ロテック（株）の三社に御協力を頂いた。この場を借りて深く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 国土交通省：脱炭素化に向けた取組，国土審議会（令和5年2月16日）
- 2) 国土交通省関東地方整備局港湾空港部：港湾工事における低炭素型材料の活用マニュアル(Ver1.0)，2023
- 3) 取達剛：コンクリート分野におけるCO₂排出削減・有効利用と「CO₂-SUICOM」，日本エネルギー学会機関誌えねるみくす，Vol.99, pp.360-365, 2020
- 4) 松田信広，伊代田岳史：東京都圏における再生コンクリートの状況からみた改質再生骨材の有効性，コンクリート工学年次論文集，Vol.40, No.1, pp.1390-1394, 2018
- 5) 東京都環境局：再生骨材コンクリートの利用推進 再生骨材コンクリート利用工事事例集，2023
- 6) 国土交通省：コンクリート副産物の再利用に関する用途別品質基準
- 7) 国土交通省：グリーンイノベーション基金の成果を活用した現場試行工事の実施，https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000903.html