

# T-eConcrete®/Carbon-Recycle の適用事例

カーボンリサイクル・コンクリートを生コンクリートや二次製品として適用

荻野 正貴\*1・宮原 茂禎\*1・大脇 英司\*1・岡本 修一\*1・畑山 昌之\*2・加藤 優志\*3・  
渡邊 悟士\*1・今井 和正\*3

Keywords : carbon-recycling, CCU, calcium carbonate, ready-mixed concrete, concrete product

カーボンリサイクル, CCU, 炭酸カルシウム, 生コンクリート, 二次製品

## 1. はじめに

CO<sub>2</sub> 排出量の削減は建設業の重要な課題となっている。当社は 2030 年グループ環境目標にて、売上高あたりの CO<sub>2</sub> 排出量を 32%削減 (Scope3, 2019 年比) することを目指しており、目標達成のために様々な CO<sub>2</sub> 削減技術が開発されている。

著者らはコンクリートによる CO<sub>2</sub> 削減技術として T-eConcrete/Carbon-Recycle (カーボンリサイクル・コンクリート) を開発した<sup>1)</sup>。概要を図-1に示す。コンクリート材料の主要な CO<sub>2</sub> 排出源であるポルトランドセメントの使用量を“ゼロ”とし、代えて副産物である高炉スラグ微粉末とカルシウム系の刺激材を組み合わせてコンクリートの CO<sub>2</sub> 排出量を約 80%削減した。加えて、CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization) 技術により CO<sub>2</sub> を固定して製造された CO<sub>2</sub> 排出原単位が“マイナス”のカーボンリサイクル材料をこのコンクリートに添加することで、コンクリート製造に係る CO<sub>2</sub> 排出量の収支が“マイナス”となる。カーボンリサイクル材料としては、例えば、廃コンクリートなどの廃棄物や副産物から Ca を抽出し、CO<sub>2</sub> ガスを吹き込み固定した炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) などを用いる。

通常のコンクリートは生コンクリートおよび二次製品として用いられ、工場での製造時に施工条件に合わせて流動性や強度を調整している。加えて、適用先によっては表面の美観や耐久性など、様々な性能が要求される。今後、T-eConcrete/Carbon-Recycle の適用先を増やすためには、通常のコンクリートと同様にこれらの要求性能を満足する必要がある。

本報では開発した T-eConcrete/Carbon-Recycle を工事に適用した事例を報告する。生コンクリートおよび二次製品として、通常のコンクリートと同様に製造施工でき、現場や製品の条件により生じた要求性能を通常のコンクリートと同様に満足できるかを検証した。

## 2. T-eConcrete/Carbon-Recycle の特長

T-eConcrete/Carbon-Recycle の CO<sub>2</sub> 排出量は使用する炭酸カルシウム量などで変動するが、全て“マイナス”の値となる。一例を図-2に示す<sup>2)</sup>。コンクリートの材料の製造過程で排出された CO<sub>2</sub> 量からカーボンリサイクル材料に固定された CO<sub>2</sub> 量を差し引いて算出した CO<sub>2</sub>



図-1 T-eConcrete/Carbon-Recycle の製造フロー  
Fig.1 Production flow of T-eConcrete/Carbon-Recycle

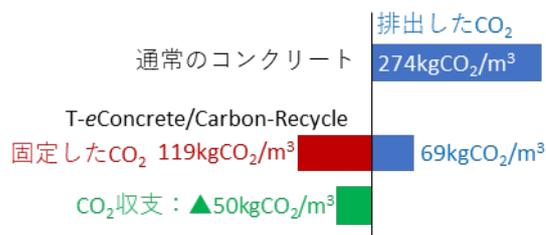


図-2 T-eConcrete/Carbon-Recycle の CO<sub>2</sub> 排出量<sup>2)</sup>  
Fig.2 CO<sub>2</sub> emissions of T-eConcrete/Carbon-Recycle

\*1 技術センター T-eConcrete実装プロジェクトチーム  
\*2 中国支店 営業部  
\*3 技術センター 都市基盤技術研究部 構造研究室

収支は、▲119kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>（固定したCO<sub>2</sub>量）+69kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>（材料製造で排出したCO<sub>2</sub>量）＝▲50kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>と、マイナスとなった。

T-eConcrete/Carbon-Recycleの流動性（スランプまたはスランプフロー）及び強度を表-1に示す。表中にはJIS A 5308：レディーミクストコンクリートに規定される普通コンクリート（粗骨材の最大寸法20または25mm）の流動性及び強度を併記した。

T-eConcrete/Carbon-Recycleは炭酸カルシウムが添加され粉体量が多いため、材料分離抵抗性に優れている。そのため化学混和剤の量などを調整することで、通常のコンクリートと同等の流動性（スランプ15~21cm）として、または、鉄筋量が多く複雑な構造物にも打込み可能な流動性（スランプフロー45~70cm）として使用可能であった。

また、T-eConcrete/Carbon-Recycleは、水粉体比などを調整することで、一般的なコンクリート構造物に用いられる範囲である、設計基準強度18~40N/mm<sup>2</sup>に対応可能であった。

### 3. 生コンクリートの適用事例

パン型ミキサーを有する移動式プラントを用いてT-eConcrete/Carbon-Recycleを製造し、現場打ち舗装（2.4×0.8×0.15m×4か所）を施工した<sup>4)</sup>。舗装には炭酸カルシウムの添加量の異なる2種類（材齢28日の目標強度24N/mm<sup>2</sup>のA配合、40N/mm<sup>2</sup>のB配合）のT-eConcrete/Carbon-Recycle配合を適用した。A配合はより多量の炭酸カルシウムを含み、CO<sub>2</sub>の固定量を増やした配合である。なお、施工量やCO<sub>2</sub>固定量などの施工概要は5章にまとめて記載した。

本適用事例の課題は、全長2.4mと長い部材への意匠性の付与であった。二次製品では2mを超える長尺物の製造は運搬などの観点から困難なため、移動式プラントによるT-eConcrete/Carbon-Recycleの製造を試み、現

表-1 T-eConcrete/Carbon-Recycleの流動性と強度  
Table 1 Fluidity and strength of T-eConcrete/Carbon-Recycle

		スランプまたはスランプフロー(cm)								
		8,10	12	15,18	21	45	50	55	60	70
呼び強度	18	○	○	○	—	—	—	—	—	—
	21	○	○	○	○	T-eConcrete/ Carbon-Recycle				—
	24	○	○	○	○					—
	27	○	○	○	○	○	—	—	—	—
	30	○	○	○	○	○	—	—	—	—
	33	○	○	○	○	○	○	—	—	—
	36	○	○	○	○	○	○	○	—	—
	40	○	○	○	○	○	○	○	○	—
	42	○	○	○	○	○	○	○	○	—
	45	○	○	○	○	○	○	○	○	—

○：JIS A 5308に規定される普通コンクリート

場で打込み後に御影石の散粒や表面研磨を行い、意匠性を付与した。

製造および施工状況を写真-1に示す。2種類の配合を2バッチずつ、計4バッチを移動式プラントのパン型ミキサーで製造した。練上がり後のスランプは21cm~23cmであり、化学混和剤量を調整することで目標値であるスランプ21±2.0cmを満足した。製造したコンクリートはタイヤショベルで現場に運搬して打ち込み、バイブレーターで締め固め、通常のコンクリートと同様に施工した。その後、コテ仕上げ時に粒径5~12mmの御影石を散粒し、材齢7日まで養生マットで表面を覆い養生し、材齢28日で表面を研磨(#100)した。

施工完了後の舗装コンクリートを写真-2に示す。御影石の散粒と研磨により、天然石のような美しい表面を得られた。現場に封かん養生したφ10×20cmの試験体の材齢28日の圧縮強度はA配合で25.5N/mm<sup>2</sup>、B配合で43.8N/mm<sup>2</sup>であり、目標値を満足した。さらに、材齢56日の舗装コンクリートの表面の性状をTorrent式透気係数試験機で評価した。透気係数のグレードは



a) 移動式プラント



b) フレッシュ性状



c) 打込み



d) 締め固め

写真-1 舗装コンクリート製造・施工状況

Photo.1 Production and construction of concrete pavement

good~very good であり、表面が密実であることが確認された(図-3)。材齢約21か月現在、ひび割れなどの欠陥や変質は生じておらず、美観を保っている。

T-eConcrete/Carbon-Recycle は通常のコンクリート工場の設備を用いて製造・施工できた。研磨により意匠性を付与することもできた。

#### 4. 二次製品の適用事例

##### 4.1 根固めブロックへの適用

傾胴型ミキサーを有する移動式プラントを用いて T-eConcrete/Carbon-Recycle を製造し、河川の堤防決壊防止や決壊時の緊急対策に用いられる根固めブロックを施工した<sup>9)</sup>。なお、本検討は国土交通省関東地方整備局の公募事業「現場ニーズと技術シーズのマッチング」の一環として実施した。

本適用事例の課題は、水流に抵抗できる単位体積重量の確保と水中供用時の環境安全性であった。「護岸用コンクリートブロックの製作管理規準」に示される基準値である単位体積重量 2250kg/m<sup>3</sup> 以上、圧縮強度 17.7N/mm<sup>2</sup> を満足するよう配合調整し、調整後の配合で溶出試験を行い有害な重金属などの成分の溶出がないことを確認した。

製造および施工状況を写真-3 に示す。T-eConcrete/Carbon-Recycle は計 6 バッチ、移動式プラントの傾胴型ミキサーを用いて製造した。練上がり時のコンクリート温度は 32~33℃になる暑中環境であったが、スランプフローは目標値である 70.0±7.5cm を満足した。製造したコンクリートはホッパーにて型枠に打込み、予め組み立てた D10 または D13 鉄筋を挿入した。コテ仕上げ後に養生マットで覆い、材齢 4 日後に脱型した。

施工後の根固めブロックを写真-4 に示す。寸法誤差は規定の範囲内であり、良好な出来形であった。現場で採取し、20℃水中養生した試験体の材齢 7 日の圧縮強度は 32.3N/mm<sup>2</sup> であり、基準値を満足した。フレッ



a) 舗装コンクリート全体



b) 舗装コンクリート表面

写真-2 舗装コンクリート 施工完了状況  
Photo.2 Completion image of concrete pavement

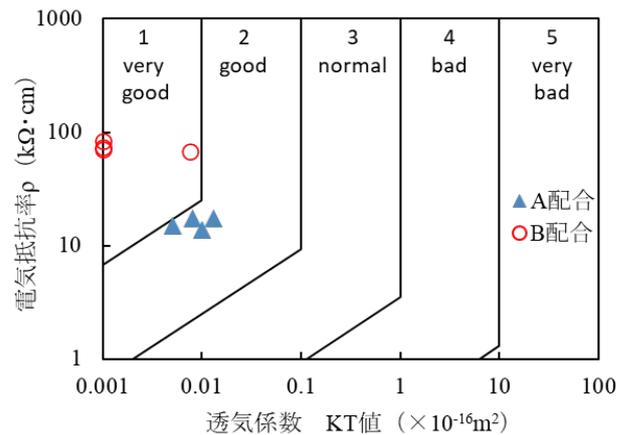


図-3 Torrent 式透気係数試験結果  
Fig.3 Results of Torrent permeability test

シュ試験時の単位容積質量は 2277kg/m<sup>3</sup>、圧縮強度用の試験体では 2268~2303kg/m<sup>3</sup> であり、いずれも目標値を満足し、製品は十分な自重を有していた。

また、土木学会「硬化したコンクリートからの微量



a) 移動式プラント



b) 排出



c) 打込み



d) 鉄筋挿入

写真-3 根固めブロック製造・施工状況

Photo.3 Production and construction of concrete block

成分溶出試験方法(案)』(JSCE-G 575)に準拠し、現場で採取し材齢7日まで20℃封かん養生したφ10×20cmの試験体を蒸留水に浸漬し、液中の有害な重金属などの成分を定量分析した(表-2)。分析した成分は全て定量下限値未満であり、参考として示した土壤の汚染に係わる環境基準と比較して著しく小さい値であった。水中で供用しても有害成分の溶出は無く、環境安全性に優れることが確認された。

T-eConcrete/Carbon-Recycle を用い、通常のコンクリートと同様の設備で根固めブロックを製作できた。配合調整で自重を確保でき、環境安全性も良好であった。

#### 4.2 天然石材調の平板への適用

パン型ミキサーを有する二次製品工場にて T-eConcrete/Carbon-Recycle を製造し、研磨して天然石材調の平板に加工して、長さ最大1.2mの舗装ブロックおよび内装床仕上げ材として施工した<sup>67)</sup>。

本適用事例の課題は、意匠性のある歩道としての長期の使用性であった。通常のコンクリート平板の JIS A 5371 に規定されている曲げ強度に加え、すべりや摩耗に対する抵抗性、および、光や熱、水分にさらされた際の退色や劣化などの耐候性を、通常の製品と比較して性能評価した。

製造および施工状況を写真-5 に示す。T-eConcrete/Carbon-Recycle は合計60バッチ以上、パン型ミキサーで練り混ぜ、製造に適した流動性となるよう化学混和剤の量を調整した。製造したコンクリートは通常の平板の製造工程と同様に、テーブルバイブレーターを用いて振動締固めを行いながら鋼製型枠に打ち込んだ。翌日に脱型し、材齢7~14日の間に#200(舗装)または#400(内装)で研磨した。現場に運搬し、現地の状況に合わせて斜め方向などに切断・設置した。

施工後の舗装ブロックを写真-6 に、内装床仕上げ材を写真-7 に示す。長物は運搬や斜め切断中の角欠けや割れが懸念されたが、欠陥なく施工できた。白御影石のような天然石を模した美しい意匠性を確保できた。



写真-4 根固めブロック 施工完了状況  
Photo.4 Completion image of concrete block

表-2 溶出試験結果<sup>5)</sup>

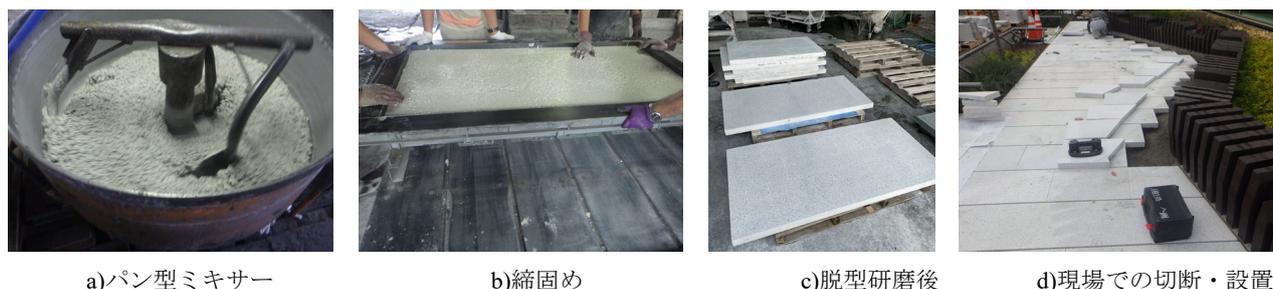
Table 2 Results of elution test

分析した成分	溶出量(mg/L)	土壤環境基準 <sup>*1</sup> (mg/L)
カドミウム	<0.0003	0.003
鉛	<0.001	0.01
六価クロム	<0.005	0.05
水銀	<0.0003	0.0005
ひ素	<0.001	0.01
セレン	<0.001	0.01
ふっ素	<0.08	0.8
ほう素	<0.005	1

\*1: 環境庁告示第46号より抜粋

施工した製品と同一の方法で、製造し研磨した試験体で、性能評価した結果を表-3 に示す。曲げ強度は要求性能を満足し、摩耗抵抗性は従来の製品と同等であった。すべり抵抗性は歩行者用道路の基準値を大きく上回る良好な結果であった。

耐候性の評価は促進耐候性試験機(XER-W75: 岩崎電気製)にて行った。前述の製品および従来の製品にて、150×60×10mmの試験体を各製品2体作製し、照査強度60W/m<sup>2</sup>、乾湿サイクル(乾燥102分間、湿潤12分間)を与え、適宜、分光色差計(NF333: 日本電色工業製)を用いてCIE(1976) L\*a\*b\*色空間(JIS Z 8781-4)に規定される明度(L\*)、彩度や色相を示す色座標(a\*, b\*)を測定した。試験前のL\*, a\*, b\*を基準として、促進試験後の値と比較して差をとり、色差



a)パン型ミキサー

b)締固め

c)脱型研磨後

d)現場での切断・設置

写真-5 天然石材調の平板 製造状況  
Photo.5 Production of natural stone like concrete slab

$\Delta E*ab$ として評価した(図-4)。どちらの配合も色差計の値はほとんど変化せず、目視でも色の变化は観察されなかった。T-eConcrete/Carbon-Recycleの色の变化に対する抵抗性は従来の製品と同等であった。

舗装ブロックは現在、施工から約21か月経過したが、多少の砂の汚れが付着した程度で、ひび割れなどの欠陥や変質は発生しておらず、美観を保っている。

T-eConcrete/Carbon-Recycleを用い、通常のコンクリートと同様に天然石材調の平板を製作できた。舗装または内装床仕上げ材として、従来の製品と同等以上の性能と意匠性を有していた。

### 4.3 コンクリートベンチへの適用

強制二軸練りミキサーを有する二次製品工場にて T-eConcrete/Carbon-Recycle を製造し、公園用の無筋コンクリートベンチを48基、施工した<sup>8)</sup>。なお、今回の検討は、「HIROSHIMA CARBON CIRCULAR PROJECT 広島県カーボンリサイクル関連技術研究開発支援業務」の支援を受けて実施した。

本適用事例の課題は、初期強度の確保であった。外気温の低い冬季に製造し、材齢7日で製品を出荷する必要があったため、蒸気養生を行った。

製造および施工状況を写真-8に示す。T-eConcrete/Carbon-Recycleは合計27バッチ、強制二軸練りミキサーで練り混ぜ、スランブの目標値を $21 \pm 2.0\text{cm}$ として管理した。通常のベンチの製造工程と同様、棒状バイブレーターで締め固めながら鋼製型枠へ打ち込んだ。その後、 $65^\circ\text{C}$ 、3時間保持の条件で蒸気養生を行い、翌日に脱型しストックヤードで保管し、材齢7日に出荷した。

施工後のベンチを写真-9に示す。製造～脱型～出荷の製造サイクルは短かったが、蒸気養生により早期に強度が発現した。出荷した製品に強度不良やひび割れなどの欠陥は生じなかった。

製造したコンクリート全27バッチの、出荷時(材齢7日)の圧縮強度の推移を図-5に示す。平均強度は $32.5\text{N/mm}^2$ 、標準偏差は $4.7\text{N/mm}^2$ であり、目標とする



写真-6 舗装ブロック 施工完了状況  
Photo.6 Completion image of pavement block completed



写真-7 内装床仕上げ材 施工完了状況  
Photo.7 Completion image of interior concrete floor

表-3 天然石材調の平板(材齢28日)の性能<sup>6)</sup>  
Table 3 Performance of natural stone like concrete slab(28days)

	28d 曲げ強度	摩耗抵抗性 (舗装)	すべり抵抗性 (舗装)
開発品	舗装： $5.07\text{N/mm}^2$ 内装： $4.94\text{N/mm}^2$	質量減少量 1.81g 厚さ減少量 0.34mm	BPN78
規格	JIS A 5371	JIS K 7204	JIPEA-TM6
要求性能	$4.0\text{N/mm}^2$	—*1	BPN40以上 (歩行者用道路)

\*1：従来の製品の質量減少量の測定値は2.2g

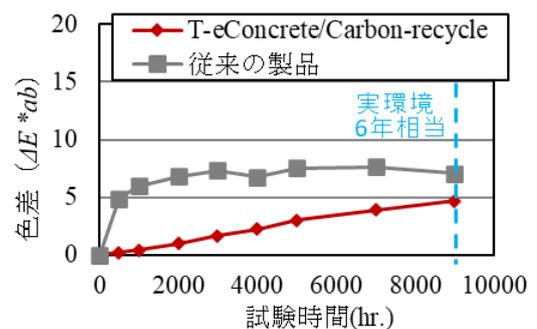


図-4 促進耐候性試験結果  
Fig.4 Results of accelerated weathering test



a) フレッシュ性状



b) 打込み・締固め



c) 脱型

写真-8 コンクリートベンチ製造状況  
Photo.8 Production of concrete bench

圧縮強度  $20\text{N/mm}^2$  を全てのバッチで満足した。初期の3バッチでは混練容量が少なく粉体がミキサーに付着した影響などで強度が低下したが、材料投入方法の変更などの改善により、その後は圧縮強度の変動は $\pm 1\sigma$ の範囲となり、通常の二次製品と同様に管理できた。

T-eConcrete/Carbon-Recycle を用い、通常のコンクリートと同様にコンクリートベンチを製作できた。蒸気養生により初期強度を確保できた。

#### 4.4 工場門塀への適用

強制二軸練りミキサーを有する二次製品工場にて T-eConcrete/Carbon-Recycle を製造し、工場の門塀を6基施工した<sup>9)</sup>。門塀には溶融亜鉛めっき鉄筋を使用した。

本適用事例は建築物であるため、実際に門塀を製造する工場ですべて3回の実機ミキサーによる試し練りを行い、構造体強度補正値を算出した。

補正値は JASS 5T-605 : コア供試体による構造体コンクリート強度の推定方法に準じて算出した。夏期(8月)、標準期(11月)、冬期(1月)に、 $0.3 \times 0.3 \times 2.53\text{m}$  および  $1 \times 1 \times 1\text{m}$  の模擬部材を作製し、材齢91日に模擬部材の中央部および外周部から  $\phi 10 \times 20\text{cm}$  のコア試験体を採取し圧縮強度を測定した。これを  $20^\circ\text{C}$  水中養生した試験体の材齢28日の圧縮強度と比較し、構造体強度補正値  $_{28}S_{91}$  を算出した。

結果を図-6に示す。数値が“マイナス”となる場合、構造体のほうが試験体よりも強度が高く、補正が不要であることを意味する。夏期は構造体の強度が試験体よりも高く、標準期および冬期では構造体と試験体の強度はほぼ同等であった。上記より T-eConcrete/Carbon-Recycle 構造体強度補正値  $_{28}S_{91}$  は通年で  $3\text{N/mm}^2$  と通常のコンクリートと同程度の値を採用した。門塀の品質基準強度は  $24\text{N/mm}^2$  なので、調合管理強度は  $24+3=27\text{N/mm}^2$  と設定された。

調合管理強度と、製品製造に適したフレッシュ性状(スランプフロー  $55 \pm 7.5\text{cm}$ 、空気量  $6.0 \pm 1.5\%$ ) を満足する T-eConcrete/Carbon-Recycle の調合を設計し、門塀を施工した(写真-10)。二次製品工場の通常の設備で製造・施工でき、材齢28日の圧縮強度は平均  $50.5\text{N/mm}^2$  と管理強度を十分に満足していた。

施工後の門塀を写真-11に示す。T-eConcrete/Carbon-Recycle を用い、通常のコンクリートと同様に門塀を製作できた。構造体強度補正値を取得し、建築工事への適用が可能となった。

#### 4.5 縦ルーバーへの適用

強制二軸練りミキサーを有する二次製品工場にて T-eConcrete/Carbon-Recycle を製造し、縦ルーバーを10基、



写真-9 コンクリートベンチ 施工完了状況  
Photo.9 Completion image of concrete bench

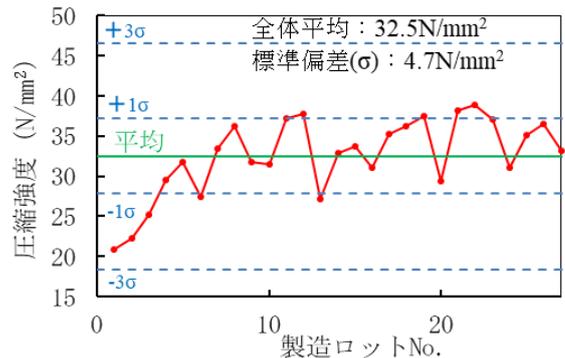
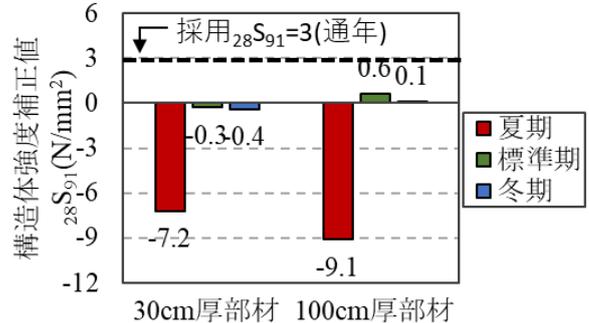


図-5 材齢7日の圧縮強度の推移

Fig.5 Variation of compressive strength(7 days)



30cm厚部材 100cm厚部材

図-6 構造体強度補正値  $_{28}S_{91}$  の試験結果

Fig.6 Results of correction factor test



a) フレッシュ性状 b) 脱型

写真-10 門塀製造状況<sup>6)7)</sup>

Photo.10 Production of concrete gate wall



写真-11 門塀 施工完了状況

Photo.11 Completion of concrete gate wall

座面を10基、施工した<sup>8)</sup>。

本適用事例の課題は、凍害抵抗性と中性化抵抗性であった。施工場所は冬季に外気温が氷点下に達し、部材が雨に晒される環境で凍害が懸念された。また、縦ルーバーにはD10またはD13の鉄筋（かぶり厚さ40mm）を使用しており、鋼材腐食の照査が必要であった。加えて、部材が薄く収縮ひび割れの懸念もあったため、収縮低減剤の添加を試みた。

JIS A 1148 に準じて行った凍結融解試験結果を図-7に示す。相対動弾性係数は低下せず、いずれの配合も高い凍害抵抗性を有していた。

JIS A 1153 に準じて行った促進中性化試験結果を図-8に示す。中性化速度係数は 3.28~3.93mm/√週で、供用環境のCO<sub>2</sub>濃度（0.05%）に換算すると2.37~2.83mm/√年となる。この値を用い、耐久設計施工指針<sup>11)</sup>の方法（鉄筋腐食確率：設計限界状態に相当する20%、かぶり厚さの標準偏差：10mm）で試算すると、JASS5に示される計画供用期間の級が標準の65年以上となり、十分な中性化抵抗性を有していた。

T-eConcrete/Carbon-Recycle は収縮低減剤を付与した配合にて10日間に渡り製造され、いずれのバッチもスランプフローの目標値55±7.5cm、空気量の目標値6.0±1.5%を満足した。製品の製造も前述の門扉と同様に通常の二次製品工場の設備で実施できた。材齢28日の強度の平均値は45.2N/mm<sup>2</sup>であり、全てのバッチで、調合管理強度33N/mm<sup>2</sup>を満足した。

施工後の縦ルーバーを写真-13に示す。T-eConcrete/Carbon-Recycle を用いて、通常のコンクリートと同様に縦ルーバーを製作できた。凍害や中性化に対して十分な抵抗性を有していた。

## 5. おわりに

本報では、T-eConcrete/Carbon-Recycle を国内工事に適用した事例を報告した。

適用した T-eConcrete/Carbon-Recycle について、CO<sub>2</sub>排出量と材齢28日の圧縮強度との関係を図-9にまとめた。強度25~50N/mm<sup>2</sup>の T-eConcrete/Carbon-Recycle のCO<sub>2</sub>固定量は98~171kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>、材料由来のCO<sub>2</sub>排出量は▲7.8~▲116kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>であった。通常のコンクリートのCO<sub>2</sub>排出量<sup>12)</sup>である約270kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>と比較し、大幅に環境負荷が低減され、環境性と強度を両立できた。

T-eConcrete/Carbon-Recycle の適用先の概要について表-4にまとめた。様々な場所や環境条件の適用先で、T-eConcrete/Carbon-Recycle は通常のコンクリートと同

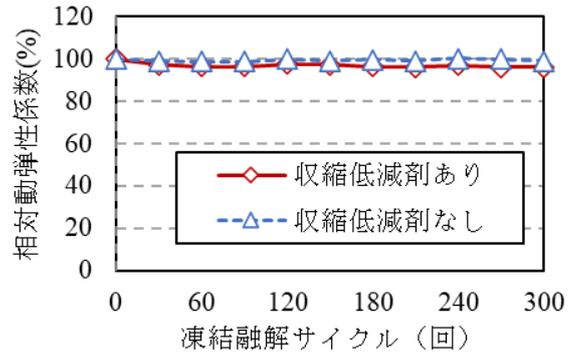


図-7 凍結融解試験結果

Fig.7 Result of freeze thaw test

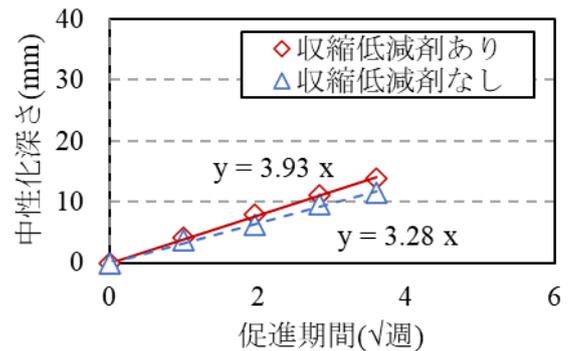


図-8 促進中性化試験結果

Fig.8 Result of accelerated carbonation test

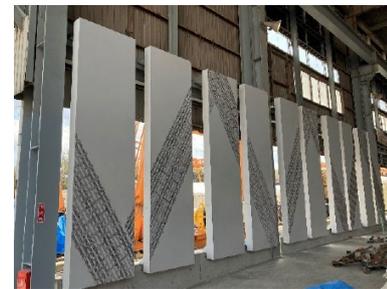


写真-13 縦ルーバー 施工完了

Photo.13 Vertical louver completed

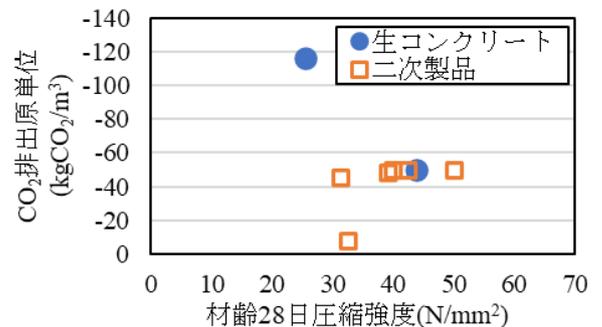


図-9 適用したコンクリートのCO<sub>2</sub>排出量

Fig.9 CO<sub>2</sub> emissions of applied concrete

様に製造・施工でき、流動性や強度を調整できた。適用先毎に異なる要求性能も満足した。

今後も T-eConcrete/Carbon-Recycle の適用先を開拓して、当社の環境目標の達成に貢献していく所存である。

表-4 T-eConcrete/Carbon-Recycle 適用概要一覧<sup>2)-10)</sup>

Table4 Application summaries of T-eConcrete/Carbon-Recycle

適用先	現場打ち舗装	根固めブロック	舗装ブロック	内装床仕上げ材	公園ベンチ	工場門扉	工場縦ルーバー
コンクリート種類	生コンクリート	二次製品	二次製品	二次製品	二次製品	二次製品	二次製品
施工場所	神奈川県	東京都荒川河川敷	神奈川県	兵庫県	広島県	茨城県	埼玉県
施工時期	2021年10月	2022年8月	2021年9～11月	2022年12月	2022年12～1月	2022年1～2月	2023年1～2月
製造方法	移動式プラントパン型ミキサー	移動式プラント傾胴型ミキサー	二次製品工場パン型ミキサー		二次製品工場強制二軸練りミキサー	二次製品工場強制二軸練りミキサー	二次製品工場強制二軸練りミキサー
打設箇所/製品寸法	2.4×0.8×0.15m 4か所 φ6mm@100mm 溶接金網 御影石を散粒 #100 研磨	1t 製品または 3t 製品 D10 または D13 鉄筋	0.375×0.6 ~ 1.5 ×0.06m #200 研磨	0.3×0.3～0.6 ×0.03m #400 研磨	1基あたり 0.174m <sup>3</sup>	0.75～3.5 ×2.1×0.17m (基礎は普通 コン, 上部に のみ適用) 溶融亜鉛め つき鉄筋	1.0×3.8×0.18m または2.6～3.9 ×0.2×0.475m D10 または D13 鉄筋
打込み/製品数量	A 配合: 0.58 m <sup>3</sup> B 配合: 0.58 m <sup>3</sup>	3.0m <sup>3</sup>	4.2 m <sup>3</sup>	0.4 m <sup>3</sup>	8.4 m <sup>3</sup>	3.1 m <sup>3</sup>	8.9 m <sup>3</sup>
フレッシュ性管理値	スランブ : 21±2.0cm	スランブフロー : 70cm±7.5cm 空気量 : 6.0±1.5% 単位容積質量: 2250kg/m <sup>3</sup> 以上	—	—	スランブ : 21±2.0cm	スランブ フロー : 55cm±7.5cm 空気量: 6.0±1.5%	スランブフロー : 55cm±7.5cm 空気量: 6.0±1.5%
材齢28日圧縮強度(平均)	A 配合: 25.5N/mm <sup>2</sup> B 配合: 43.8 N/mm <sup>2</sup>	39.2N/mm <sup>2</sup>	曲げ強度 5.1N/mm <sup>2</sup>	曲げ強度 4.9N/mm <sup>2</sup>	32.5N/mm <sup>2</sup> 蒸気養生	50N/mm <sup>2</sup>	42.5N/mm <sup>2</sup>
技術的課題	表面の意匠性が 必要	水中供用時の環 境安全性が必要	すべりや摩耗に対する抵抗性 が必要	—	早期の強度発現 が必要	構造体強度が 必要	凍害抵抗性が必要
CO <sub>2</sub> 固定量	A 配合: 171kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> B 配合: 115kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	115kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	98kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		108kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	115kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	115kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> 排出量	A 配合: ▲116kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> B 配合: ▲50kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	▲48kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	▲45kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		▲7.8kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	▲50kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	▲50kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>

## 参考文献

- 1) 大脇英司・荻野正貴: T-eConcrete/Carbon-Recycle TM の開発, 大成建設技術センター報, No.53, pp.03-1～03-6, 2021.
- 2) 坂本淳ほか: 鋼繊維を添加した T-eConcrete/Carbon-Recycle のプレキャスト部材への適用検討, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-409, 2022.
- 3) 大脇英司・岡本礼子・松元淳一・渡邊悟士: 混和材を大量に使用したコンクリートと事例, コンクリート工学, Vol.57, No.1, pp.71～74, 2019.
- 4) 荻野正貴, 大脇英司, 宮原茂禎, 岡本礼子: 移動式コンクリートプラントによる T-eConcrete/Carbon-Recycle の現場打ち舗装, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-408, 2022.
- 5) 宮原茂禎ほか: T-eConcrete/Carbon-Recycle を用いた根固めブロックの製造, 令和5年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-587, 2023.
- 6) 大脇英司ほか: T-eConcrete/Carbon-Recycle を用いた天然石材調ブロックによる舗装の事例, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-407, 2022.
- 7) 渡邊悟士, 今井和正, 山本佳城, 上田恭平: CO<sub>2</sub>排出量収支がマイナスとなる環境配慮コンクリートの建築物への適用 その3 擬石平板への適用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.631-632, 2023.
- 8) 畑山昌之, 大脇英司, 松元淳一, 岡本修一: 製紙工程で生じる炭酸カルシウムの環境配慮コンクリートへの適用検討, 令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会, VI-242, 2023.
- 9) 今井和正, 渡邊悟士, 山本佳城, 井ノ上太: CO<sub>2</sub>排出量収支がマイナスとなる環境配慮コンクリートの建築物への適用 その1 プレキャスト門扉部材への適用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.627-628, 2023.
- 10) 山本佳城, 渡邊悟士, 今井和正, 古市理: CO<sub>2</sub>排出量収支がマイナスとなる環境配慮コンクリートの建築物への適用 その2 プレキャスト縦ルーバー部材への適用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.627-628, 2023.
- 11) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説, pp.99-126, 2016.
- 12) 日本建設業連合会: 低炭素型コンクリートの普及促進にむけて, <https://www.nikkenren.com/sougou/10thaniv/pdf/05-06-20.pdf> (閲覧日: 2023年7月24日)