

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026
プログラムNo. B2-2-03

革新的カーボンネガティブコンクリートの 品質管理・CO₂固定量の評価技術の開発

グリーンイノベーション基金事業
／CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発
／CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

原 啓史（デンカ）

CUCO幹事会社 鹿島建設(株)、(株)竹中工務店、デンカ(株) （共同実施先54社）

問い合わせ先 CUCO ; <https://www.cuco-2030.jp/> デンカ ; <https://www.denka.co.jp/>

【CUCO (Carbon Utilized Concrete) コンソーシアム】

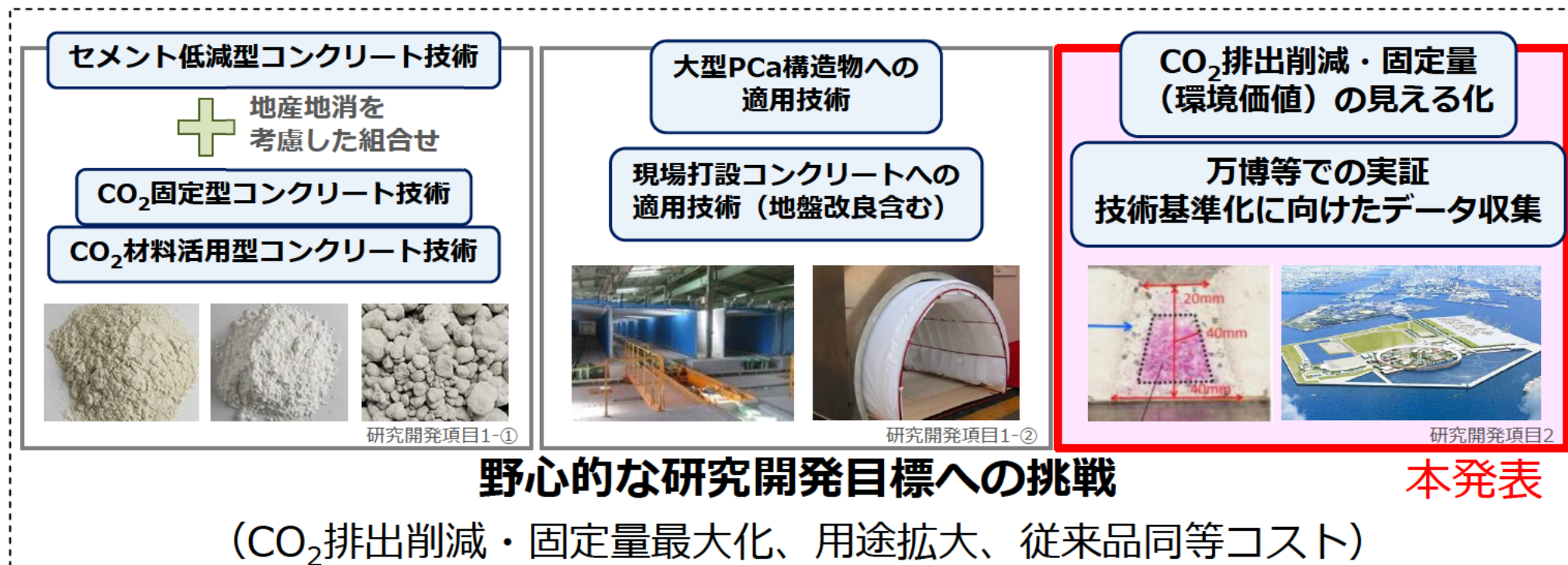
幹事会社【3社】



参加企業【43企業、11研究機関】

分野	参加企業
ゼネコン（7社）	鹿島建設, 竹中工務店, 鹿島道路, 竹中土木, 鉄建建設, 東急建設, 不動テトラ
セメント・混和材メーカー（6社）	デンカ, 太平洋セメント, トクヤマ, 日鉄高炉セメント, 日鉄セメント, 大和紡績
混和剤メーカー（4社）	花王, 竹本油脂, フローリック, シーカ・ジャパン
プラント関連メーカー（3社）	北川鉄工所, セイア, 日工
生コンメーカー（3社）	磯上商事, 三和石産, 長岡生コンクリート
プレキャスト・CCU材料関連メーカー（18社）	川岸工業, コトブキ技研工業, ジオスター, ケイミューシポレックス, スパンクリートコーポレーション, タイガーチヨダ, ダイワ, 高橋カーテンウォール, タカムラ建設, 鶴見コンクリート, 日本コンクリート, 日本コンクリート工業, 日本メサライト工業, ノザワ, ホクエツ, ランデス, 中国高圧コンクリート工業, 黒姫
商社（1社）	三菱商事
計測・システムメーカー（1社）	島津製作所
大学・研究機関等（10大学, 1機関）	金沢工業大学, 九州大学, 芝浦工業大学, 島根大学, 東京大学, 東北大学, 東京理科大学, 東洋大学, 早稲田大学, 東海大学, 産業技術総合研究所

**インフラ・建物・街をつくりながらCO₂を削減・固定
～建設活動を通じてカーボンニュートラル社会へ貢献～**



本発表

関係省庁等と連携の下、開発技術の普及に向けた環境整備（技術基準化、各種優遇策等）
コンソーシアム外の企業を含めた幅広い技術導入の体制構築（普及推進組織等を通じた技術提供）

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの社会実装・普及拡大へ

1. 事業期間

2022年1月～2030年3月（予定）

2. 最終目標

- ・ 2030年までに、公的規準の礎となるCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートのCO₂固定量の標準的な評価方法を確立
- ・ 同コンクリートの品質管理・モニタリング手法を構築

3. 成果・進捗概要

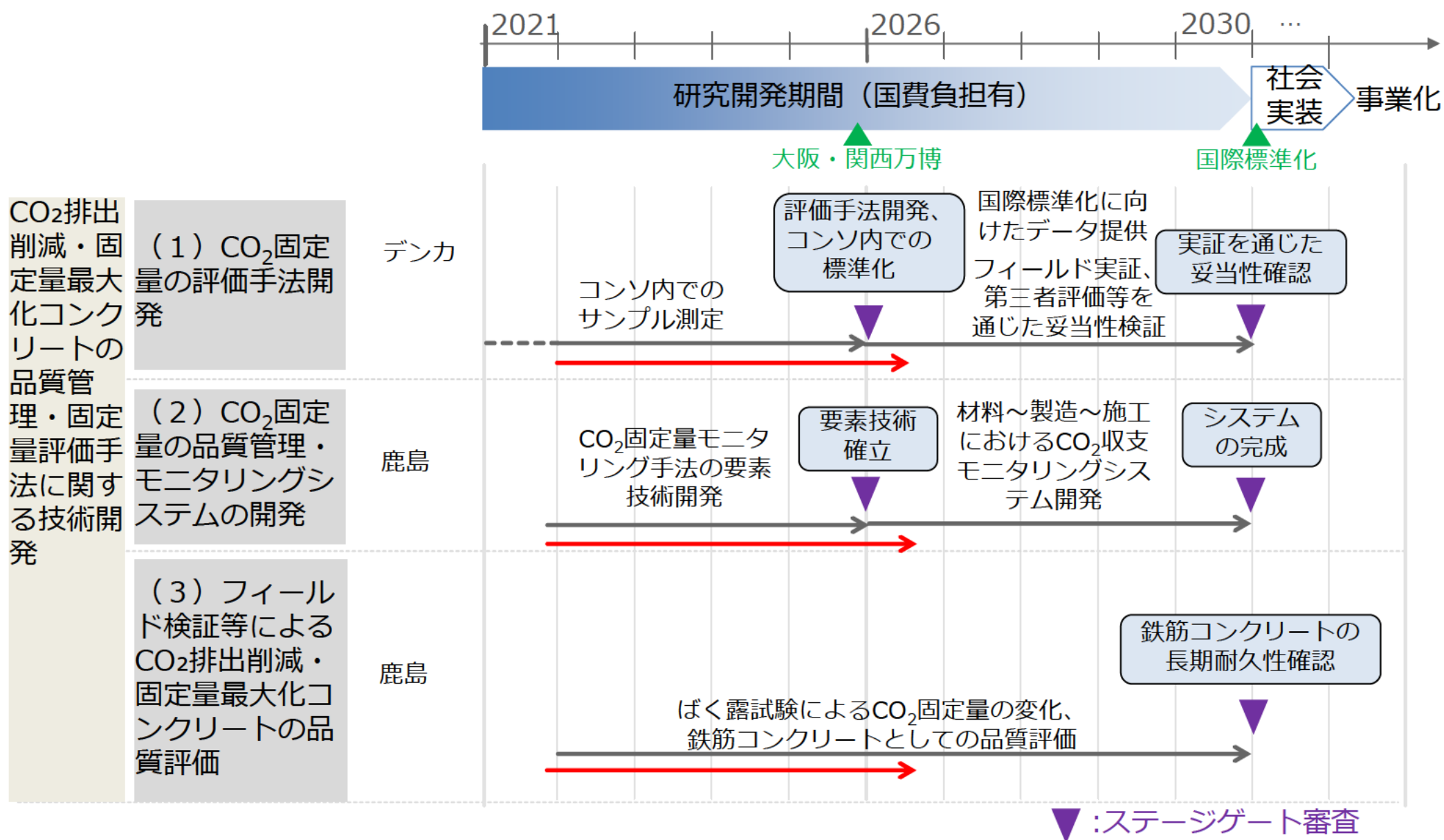
開発成果を基に、CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの市場拡大につながる標準化（JIS/ISO）を推進中

研究スケジュール

研究開発項目・内容

主体

実施スケジュール



CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質管理・固定量評価手法に関する技術開発

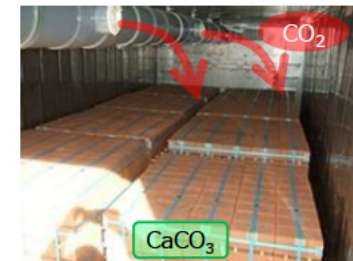
(1) CO₂固定量の評価手法の開発

- ・既存機器でのCO₂固定量評価の妥当性検証、標準化
- ・簡易手法の開発



(2) CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステム開発

- ・コンクリート製造時のCO₂固定管理・モニタリング
- ・材料～製品～施工の一連工程におけるLCCO₂評価



(3) フィールド検証等によるコンクリートの品質とCO₂削減・固定量の評価

- ・実用途への適用、耐久性の評価
- ・鉄筋コンクリート向け適用性検証



研究成果（１）；CO₂固定量の評価手法の開発

目的

コンクリートに固定されたCO₂量を定量評価する標準的な手法・分析機器を確立する。

実施内容

各種CO₂固定量評価手法・分析機器について、手法間の測定値を対比検証した。



クーロメーター
(酸分解-電量滴定法)

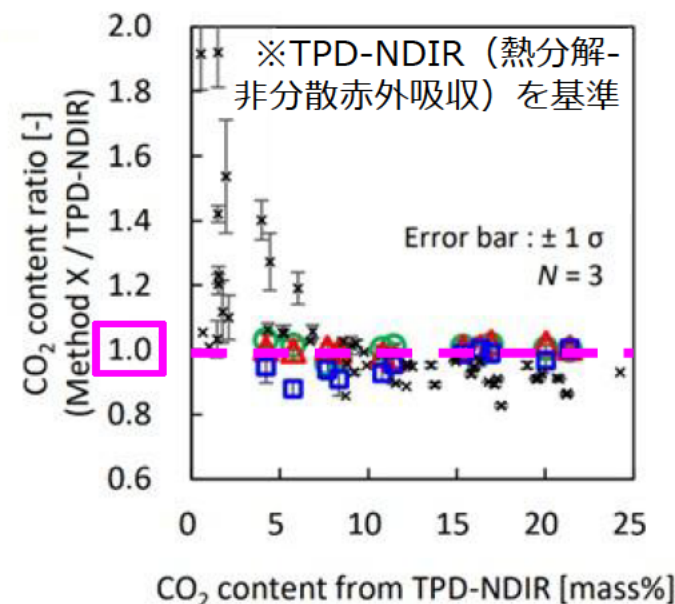


TOC計
(酸／熱分解-赤外吸収法)



TG
(熱分解-重量法)

CO₂固定量評価
手法・分析機器
の一例



K. Namiki, et. al.,
Journal of CO₂
Utilization, Vol. 97
(2025)

各種手法間で対比したCO₂固定量

（○クーロメーター △TOC計（燃焼）
□TOC計（酸分解） ×TG

成果

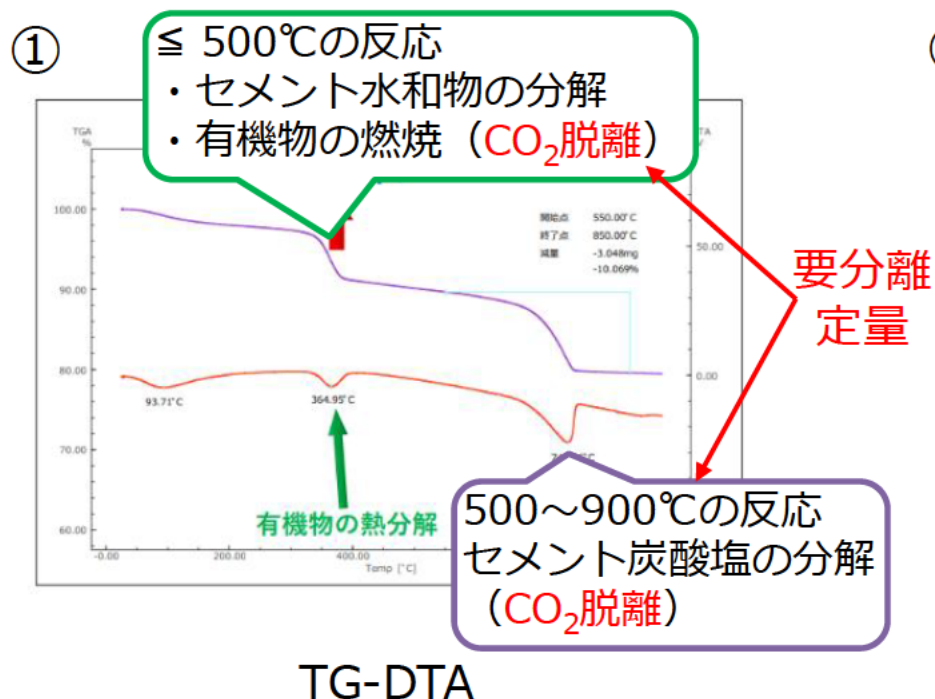
各種評価手法について、測定原理（CO₂の抽出方法、定量方法）とあわせて特徴を整理し、評価手法の普及に向けた基礎知見を対外的に発表した。

目的

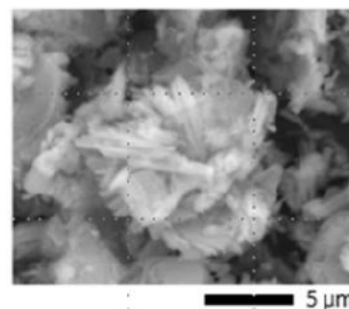
本研究で開発した、様々な材料を含むCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートについて、適切なCO₂固定量評価手法を確立する。

実施内容

- ① 有機物、高炉スラグ微粉末を含むセメント系材料のCO₂固定量の定量性を検証した。
- ② 各セメント水和物から生成する炭酸塩の種類、熱的反応性を調査した。

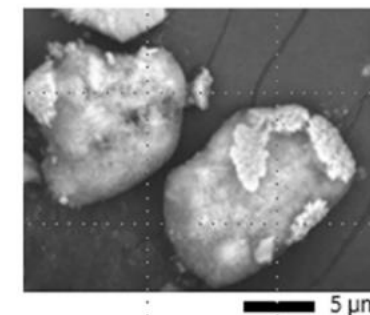


- ② $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ が炭酸化



SEM像

- $\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ が炭酸化



炭酸塩の結晶形態が異なり、約500℃での反応性が異なることを確認

成果

様々な物質（有機物、硫黄元素等）がCO₂固定量に及ぼす影響を調査し、化学反応の観点から評価手法の妥当性の検証、適正化を進めた。

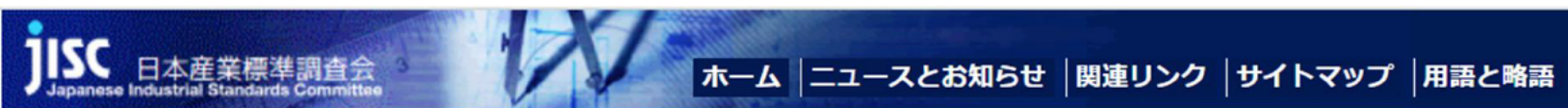
研究成果（１）；CO₂固定量の評価手法の開発

目的

コンクリートに固定されたCO₂量の評価手法に関する標準を整備する。

実施内容

日本コンクリート工学会を通して各種評価手法のJIS/ISO化を提言した。2026年6月のJIS公開が予定されている。



作業計画・作成状況

2026 年 06 月 01 日現在

規格番号	規格名称	ICS番号	作業段階	対応国際規格	作成団体	担当窓口
A1016-1	コンクリート及びコンクリート構成材料に固定化した二酸化炭素の定量－第1部：定量方法	91.100.30;71.040.40	4		公益社団法人 日本コンクリート工学会	a
A1016-2	コンクリート及びコンクリート構成材料に固定化した二酸化炭素の定量－第2部：酸分解－逆滴定法による測定	91.100.30;71.040.40	4		公益社団法人 日本コンクリート工学会	a
A1016-6	コンクリート及びコンクリート構成材料に固定化した二酸化炭素の定量－第6部：熱分解－重量測定法による測定	91.100.30;71.040.40	4		公益社団法人 日本コンクリート工学会	a

日本産業標準調査会
HPより抜粋

成果

業界を通してCO₂固定量の標準化を進め、制定の見通しが立った。

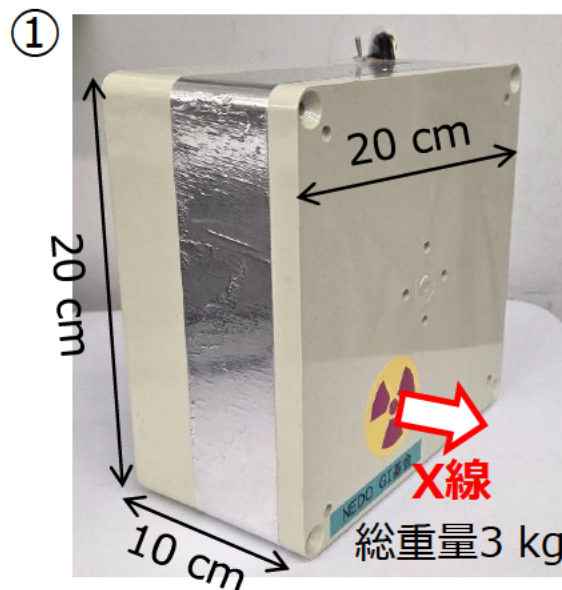
研究成果（１）；CO₂固定量の評価手法の開発

目的

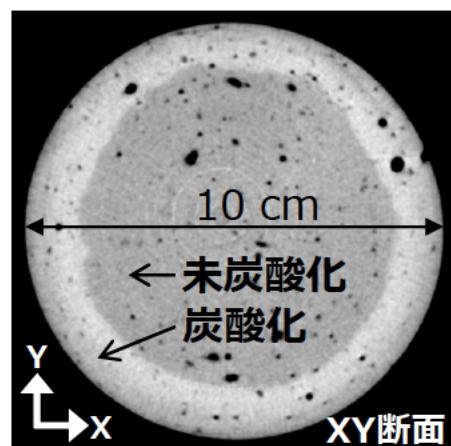
既往手法は前処理（乾燥、粉砕等）に時間を要することや、部材全体に対する試料の代表性に課題があることから、簡易・オンサイトで評価可能な手法を開発する。

実施内容

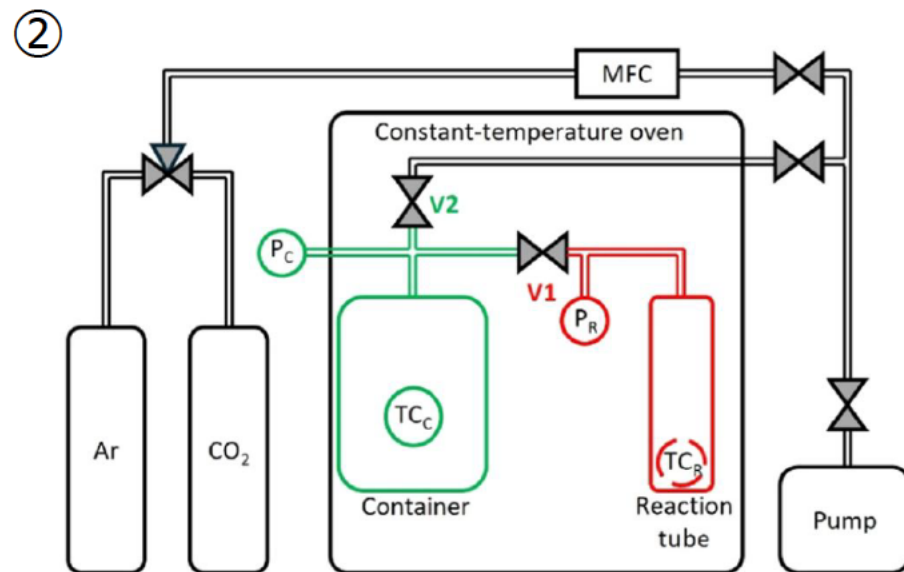
- ①X線CTを用いて硬化体の炭酸化深さを評価する手法・機器を開発した。
- ②気体の物質収支からCO₂固定量を評価可能な反応器の原理・解析手法を開発した。



可搬型X線CT装置



X線CT測定像
(炭酸化で密度が変化)



気体分析型反応器の概略図
(反応器入出の気体を分析)

成果

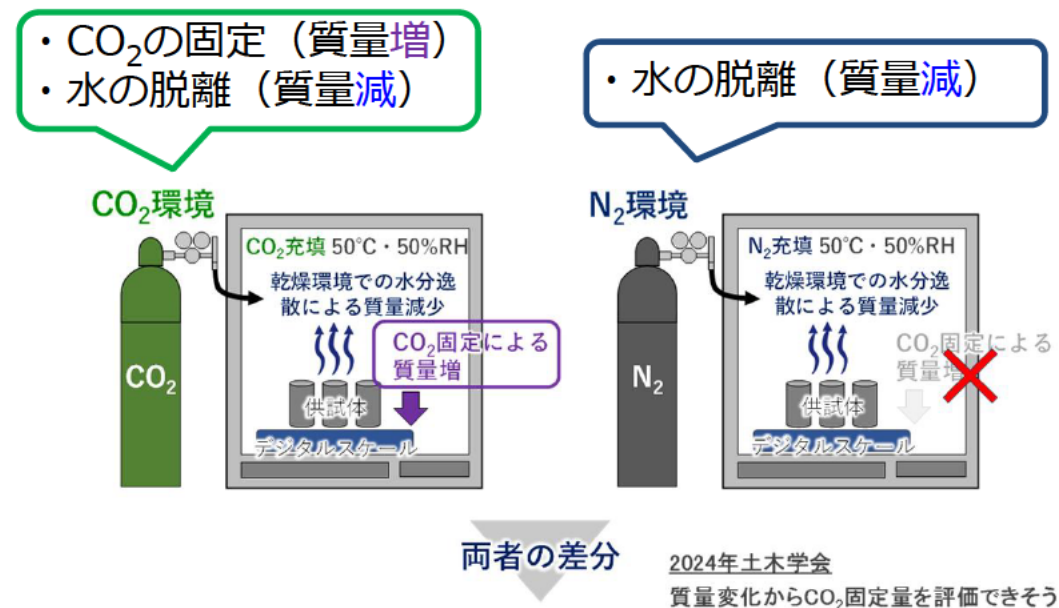
X線CT、気体分析により、前処理が不要な炭酸化・CO₂固定量の評価手法を開発し、オンサイト適用の可能性を見出した。

目的

製品製造時に作製した模擬サンプル（円柱状試験体）を用いて、革新的カーボンネガティブ（CN）コンクリートのCO₂固定量を管理するための手法を確立する。

実施内容

CO₂、N₂環境下でのコンクリートの質量変化の差分から、CO₂固定量（代替指標：炭酸化体積率）を測定する手法を考案した。

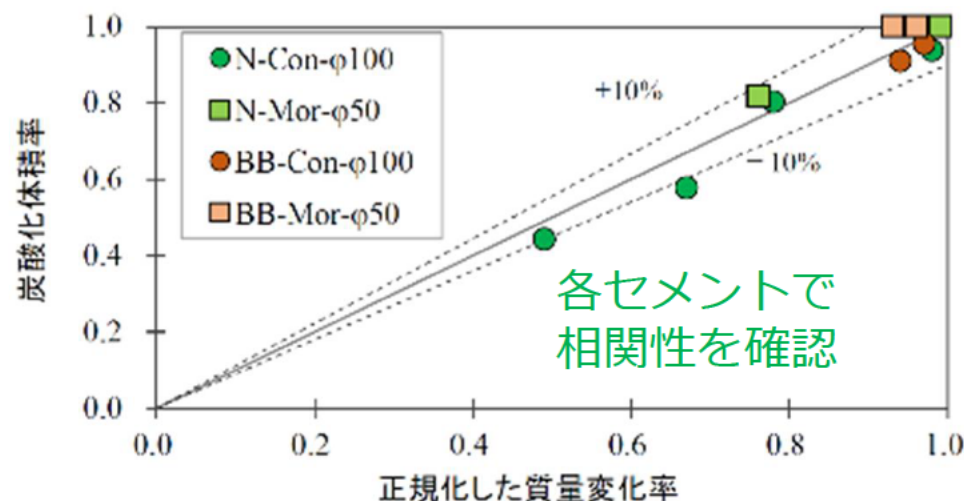


質量変化から炭酸化の進行状況を簡易評価(モニタリング)できないか？

CO₂固定量測定のコセプト

成果

質量変化からCO₂固定量を測定する手法を開発し、日常的管理への適用性を確認した。



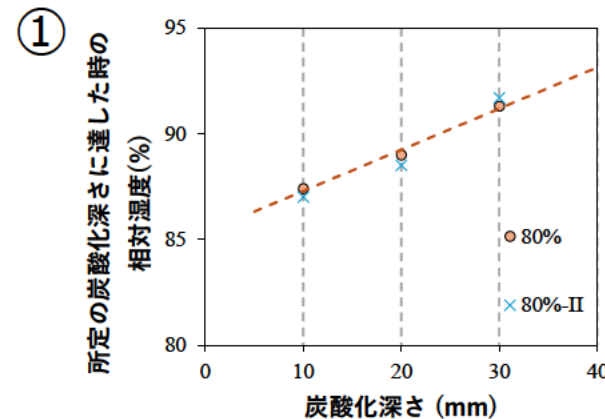
質量変化率と炭酸化体積率の相関

目的

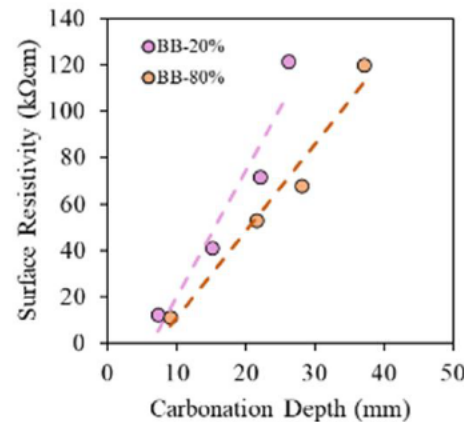
製造における製品1単位、あるいは製品全体のCO₂固定量をモニタリングする手法を確立する。

実施内容

- ①コンクリート内部の湿度分布、表面の電気抵抗率と炭酸化深さの関連性を検証した。
- ②コンクリート有／無の状態、炭酸化養生槽内に流入したCO₂量の差分から、コンクリートが固定したCO₂量を測定した。

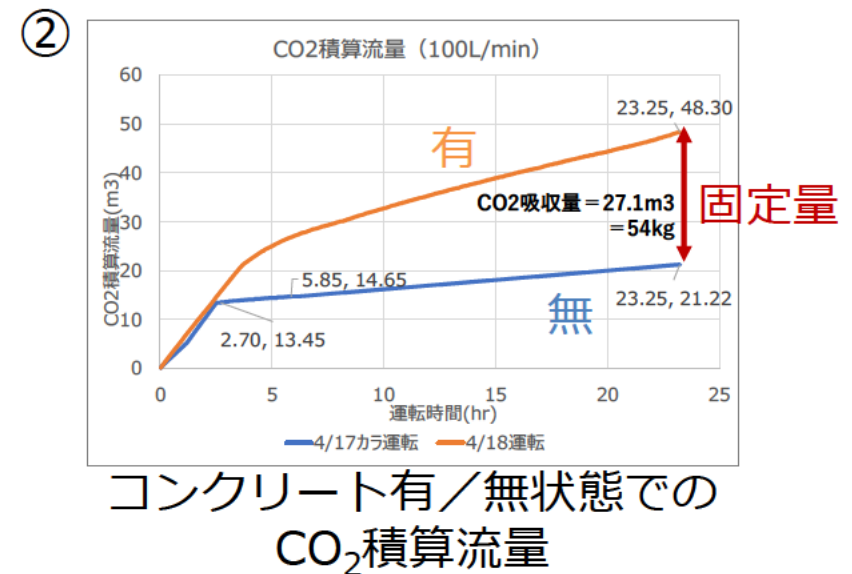


炭酸化による各深さ
での湿度変化



炭酸化深さと電気
抵抗率の関係

相関性を確認



コンクリート有／無状態での
CO₂積算流量

成果

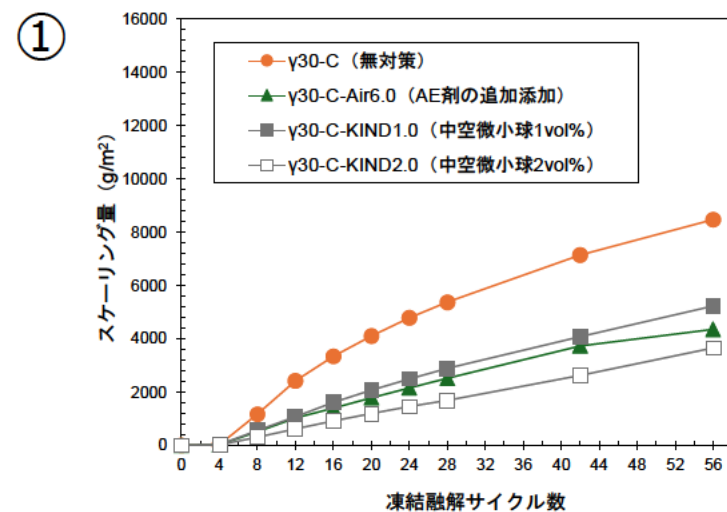
コンクリートの湿度・電気抵抗率から炭酸化深さを、炭酸化養生槽に流入したCO₂量から製品全体のCO₂固定量をモニタリングする手法を開発した。

目的

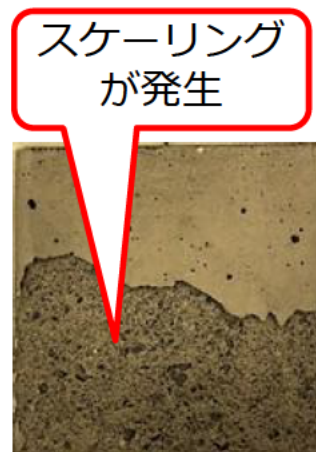
革新的CNコンクリートの実用に向けて、耐久性を評価する。

実施内容

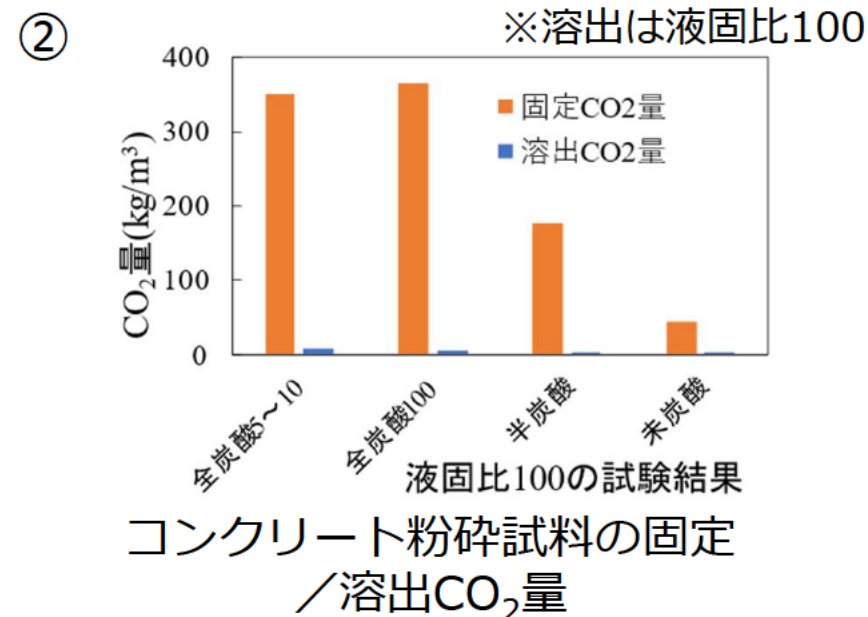
- ①耐凍害性を評価し、炭酸化によって凍害を受けやすくなる場合があるが、微細空気
の添加により、改善可能であることを確認した。
- ②水に溶出するCO₂量を測定し、固定されたCO₂の大部分は化学的安定性が高く、溶
出しにくいことを確認した。



凍結融解試験結果



凍害の一例



成果

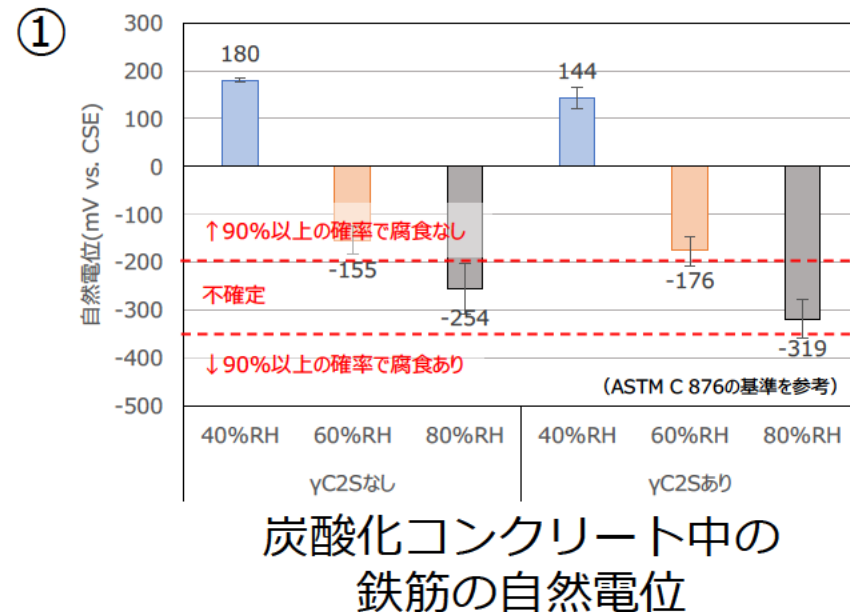
炭酸化したコンクリートの耐久性は実用可能な水準にあること、CO₂は化学的に安定な形態でコンクリートに固定されていることを確認した。

目的

革新的CNコンクリートの普及拡大に向けて、鉄筋コンクリート（RC）への適用性を評価する。

実施内容

- ①コンクリート中の鉄筋の自然電位を測定し、60 %RH以下では炭酸化コンクリートでも鉄筋が腐食しないことを確認した。
- ②コンクリートの熱膨張率を測定し、炭酸化すると熱膨張率がわずかに低下するが、従来コンクリートや鉄筋の熱膨張率と大きく異ならないことを確認した。



② 熱膨張率測定装置



熱膨張率測定結果

材料			熱膨張率 (°C ⁻¹)
実測	コンクリート	未炭酸化	11.4×10 ⁻⁶
		炭酸化	9.0×10 ⁻⁶
文献	コンクリート		10～14×10 ⁻⁶
	鉄筋		約12×10 ⁻⁶

成果

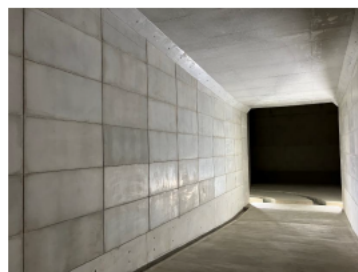
RC用途へ革新的CNコンクリートを適用できる可能性を見出した。

目的

フィールド検証を通じ、革新的CNコンクリートの品質を実証する。

実施内容

革新的CNコンクリートの屋外にばく露試験にて定期的に品質を確認し、顕著な劣化が生じていないことを確認している。大阪・関西万博では4件の工事に革新的CNコンクリートを適用し、非破壊検査を実施した。



コンクリート試験体の
屋外ばく露



各種工事への革新的CN
コンクリート適用



大阪・関西万博での革新的
CNコンクリート適用

成果

複数の建設工事に革新的CNコンクリートを実適用し、品質を評価している。

研究開発内容

2030年度のKPI

研究開発目標と実施内容

(1) CO₂固定量の評価手法開発

CO₂固定量に関する精度の高い評価手法の確立（提案1件以上）

- ・開発した様々な革新的CNコンクリート（セメント低減，CCU材料，コンクリートへのCO₂吸収・固定技術の組合せ）のCO₂固定量を評価し，学会等での情報共有
 - ☞ 国際標準化を視野に入れた評価手法の提言と確立
- ・簡易なCO₂固定量評価手法の実用途への適用性を検証
 - ☞ その場測定が可能な評価手法として提案

(2) CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステムの開発

炭酸化養生時のCO₂固定に関するモニタリング手法の確立と，コンクリート施工にかかるトータルCO₂の見える化

- ・開発した様々な革新的CNコンクリートに対して，品質管理・モニタリング手法の適用性を評価
 - ☞ コンクリートの種類に応じた適切な品質管理・モニタリング技術を確立
- ・コンクリートの製造～運搬～施工に伴うCO₂収支を評価できるシステムを開発し，革新的CNコンクリートへの適用性を評価
 - ☞ 革新的CNコンクリートの適用によるCO₂の収支を見える化

(3) フィールド検証等によるCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質評価

一般的な鉄筋コンクリートと同等の性能を長期的に有することを確認

- ・開発した様々な革新的CNコンクリートに対して，建設現場への実証適用を通じて長期的な品質評価を継続実施
 - ☞ 革新的CNコンクリートの耐久性が一般コンクリートと同等であることを実証
- ・革新的CNコンクリートに用いられる鉄筋の腐食モニタリング手法を開発
 - ☞ 鉄筋コンクリートへ革新的CNコンクリートを用いるための方策を提案