

コンクリートにおけるCO₂固定量評価の標準化に関する研究開発

団体名: 東京大学〔再委託先: 株式会社太平洋コンサルタント、名古屋大学、千葉大学、新潟大学、京都大学、北海道大学、株式会社リガク (～2023年度)、琉球大学および広島大学 (～2024年度)〕

■事業の目的・目標

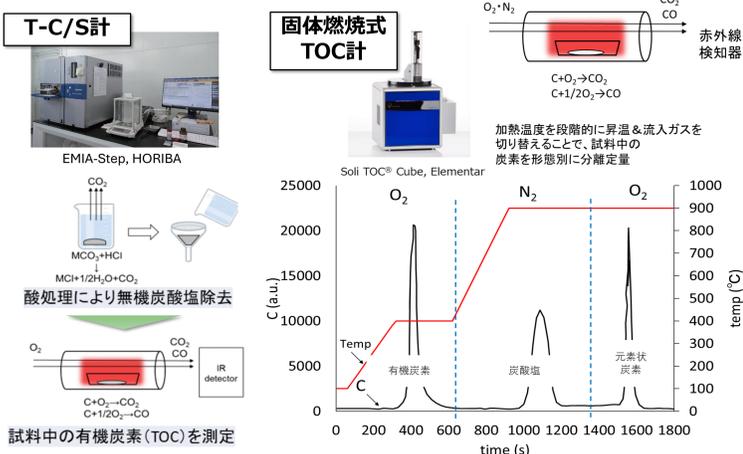
- 実験的事実と科学的基盤に基づき、以下のCO₂固定量評価方法ならびに品質管理方法を開発する。
 - ① コンクリート用材料・コンクリートのCO₂固定量
 - ② 構造物供用中のコンクリートのCO₂固定量
 - ③ CO₂固定プロセスの品質管理方法
- 標準化 (JIS / ISO) を目標として、JIS制定に係る委員会 (JCI) やGI事業の他コンソと緊密に連携、国際ジャーナル等への投稿含めた、標準化に係る関連活動も戦略的に実施する。

■2024年の主な成果

① コンクリート用材料・コンクリートの評価手法の開発

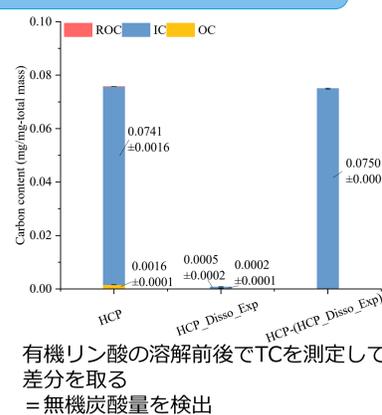
- 既存装置を利用したCO₂評価手法の検討/標準化案の策定
 - 有機材料がCO₂定量に及ぼす影響を低減するための方法を提案

熱分解+NDIR測定法



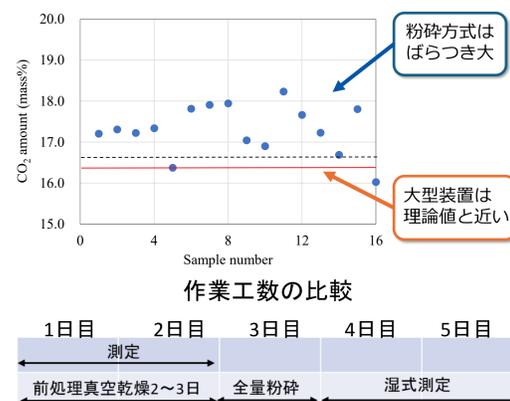
〔太平洋コンサルタント・東大〕

有機繊維が入った場合等の測定方法の開発



- バルクコンクリート試験体 (φ10x20cm, φ5x10cm, 骨材群) を測定可能な大型コンクリート分析装置を開発
 - 大幅な省力化と高精度化を達成

〔リガク〕



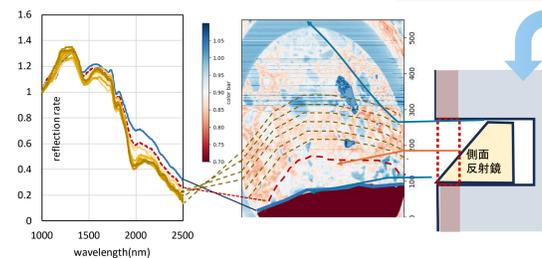
② 構造物供用中のコンクリートのCO₂固定量評価枠組みの開発

- 加速試験と評価式の組み合わせによる供用期間中の固定化量の評価枠組みの提案
- 構造物の固定化量モニタリング方法の提案

モニタリング方法の開発

〔北大〕

- マルチスペクトルカメラによる削孔箇所の炭酸化深さ評価手法を検討



$$CO_2 \text{ 固定量 } C_i^{ti} = \left(\sum_i d_i \cdot A_i \cdot c_i \right) \cdot f_{cem}^{clinker} \cdot f_{clinker}^{CaO} \cdot \gamma \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_{CaO}}$$

C_i^{ti} : 供用中の二酸化炭素固定量
 d_i : 炭酸化深さ
 A_i : 構造体の断面積
 c_i : コンクリート中のセメント量
 $f_{cem}^{clinker}$: セメント中のクリンカー量
 $f_{clinker}^{CaO}$: クリンカー中のCaO量
 γ : 炭酸化度
 M_{CO_2} : CO₂の分子量
 M_{CaO} : CaOの分子量

$$炭酸化深さ \quad d_i = A\sqrt{t + R^2} - R$$

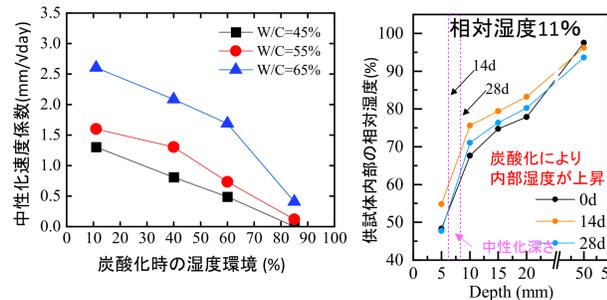
$$A = k \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$$

α_1 : コンクリートの種類 (骨材) による係数
 α_2 : セメントの種類による係数
 α_3 : 調合 (水セメント比) による係数
 β_1 : 気温による係数
 β_2 : 湿度およびコンクリートに作用する水分の影響による係数
 β_3 : 二酸化炭素濃度による係数

炭酸化メカニズムの検討

〔琉球大〕

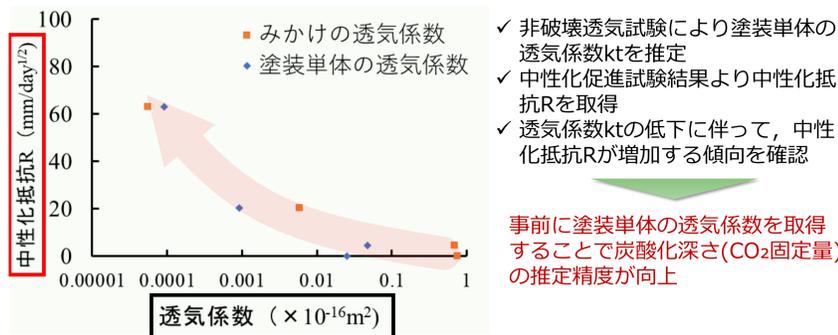
- CO₂固定における温湿度の影響を評価



表層部の影響評価

〔広島大〕

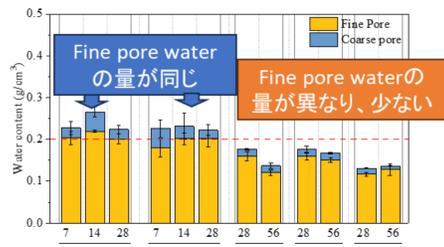
- 仕上材と表層ひび割れがCO₂固定量に及ぼす影響を評価



将来の炭酸化固定量保証の枠組み検討

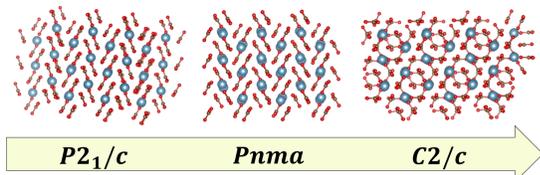
〔千葉大・東大〕

- 加速炭酸化条件での水分移動と炭酸化の関係を評価



CO₂濃度毎に炭酸化フロントにおける水分量を比較
 1%CO₂以上の条件では、炭酸化進行は同一のC-S-H中の水分量になっていて炭酸化進行が水が律速

- 多様な炭酸塩鉱物の熱力学的安定性と反応経路をメタダイナミクスMD + 第一原理計算により解析



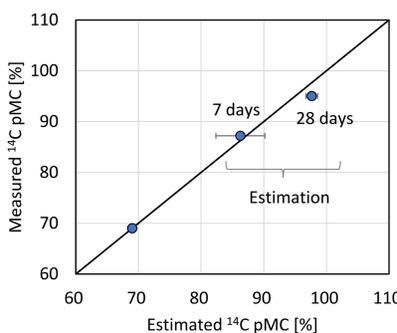
CO₂固定化量と促進試験の科学的根拠を提供

③ CO₂固定に関する品質管理方法技術開発

〔東大・名大〕

- 材料が空気中のCO₂と反応して無機炭酸塩の形で固定化したことと、その固定化したCO₂量を、¹⁴Cを用いて明らかにする手法を開発

- DACによるCO₂固定化の真贋評価等の活用に期待



■課題と今後の取組

- 評価手法の実構造物での適用性検証
 - 実環境を考慮した条件での評価
 - 実構造物より採取したコアサンプルでの評価
- 標準化 (JIS/ISO化) に向けた対応
 - GI事業の他コンソとの知見/情報交換
 - 論文投稿等、本PJ成果の対外発表