事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名:COっを高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装

実施者名 : 株式会社 安藤・間(幹事会社)、 代表名:代表取締役社長 福富 正人

コンソーシアム内実施者 : 【研究開発項目1】

株式会社内山アドバンス

大阪兵庫生コンクリート工業組合 灰孝小野田レミコン株式会社 大成ロテック株式会社会社

【研究開発項目2】

一般財団法人電力中央研究所

目次

- 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担
- 1. 事業戦略・事業計画
 - (1) 産業構造変化に対する認識
 - (2) 市場のセグメント・ターゲット
 - (3) 提供価値・ビジネスモデル
 - (4) 経営資源・ポジショニング
 - (5) 事業計画の全体像
 - (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
 - (7) 資金計画
- 2. 研究開発計画
 - (1) 研究開発目標
 - (2) 研究開発内容
 - (3) 実施スケジュール
 - (4) 研究開発体制
 - (5) 技術的優位性
- 3. イノベーション推進体制(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)
 - (1) 組織内の事業推進体制
 - (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
 - (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
 - (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保
- 4. その他
 - (1) 想定されるリスク要因と対処方針

研究開発項目1-① <テーマ1 根幹技術の開発>

生コンクリート由来の廃棄物にCO₂を最大且つ最速に吸収固定化させた混和材や骨材を用いて**緻密ではなく透水性・透気性に優れた高性能コンクリート、CPコンクリートを開発**

★ (株)安藤·間(幹事会社)

- ①生コンスラッジにCOっを固定化させて混和材を生産
- ②残コン・戻りコンにCOっを固定化させて粒状再生骨材を生産
- ③コンクリート殻にCO₂を固定化させた再生骨材を生産
- ④CO₂を最大且つ最速に固定化させるナノバブルシステム開発
- ⑤製造プラント設計・設置

緻密ではなく 透水性・透気性 に優れた高性能 コンクリートが 脱炭素社会を 実現

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

★ (一財) 電力中央研究所

研究開発項目2<テーマ4総合評価>

研究開発項目2の検討の取りまとめ および LCCO2評価手法の開発

●東京大学

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システム および 社会実装シナリオの検討

●東京都立大学

品質評価・品質管理手法の開発

●国立環境研究所

LCA(材料資源)評価手法の開発

●明星大学

LCC評価手法の開発

研究開発項目 1-② <テーマ 2 地域内循環技術の開発> 首都圏及び地方都市における地域内循環技術を目指した製造技術 実用化の開発

- ★ (株) 内山アドバンス
- ★大阪兵庫生コンクリート工業組合
- ★灰孝小野田レミコン(株)
- ①日本各地の工場の生コンスラッジおよび再生骨材の材料特性等を把握し、 CPコン材料となる炭酸化スラッジ粉末および炭酸化再生骨材の安定した 製造・品質管理技術の確立
- ②各地域の材料および社会環境を考慮したCPコンパイロットプラントの設計、 製造を実施、安定したCPコン製造プラントの確立等の各地域の環境に合わせたCPコン製造可能なパイロットプラントの設置を担当。



CPコンクリートの"CP"とは?

当コンソーシアムはRRCS加入 者で構成されているが、RRCS が商標登録申請済みの "CARBON POOL"の頭文字

研究開発項目1-② <テーマ3 社会実装に向けた開発>社会実装に向けての施工技術の確立

くサブテーマ> 舗装

★大成ロテック(株)

- ・CO₂ナノバブルによる硬化 コンクリートへのCO₂固定化
- ・舗装用CPコンプラント開発
- ・CO₂固定型路盤材の開発
- ・プレキャスト床版
- ●日本道路(株)

車道・駐車場用CPコンクリート舗装

● (株) 佐藤渡辺

歩道・公園用CPコンクリート舗装

<サブテーマ> 構造物

★(株)安藤·間

CPコン試験施工

●青木あすなろ建設(株)

CPコン施工方法の検討

● (株) 淺沼組

CPコン脱型後の炭酸化方法の開発

● トピー工業 (株)

腐食しない鉄筋の開発

研究開発項目1-① <テーマ1 根幹技術の開発>

生コンクリート由来の廃棄物にCO₂を最大且つ最速に吸収固定化させた混和材や骨材を用いて**緻密ではなく透水性・透気性に優れた**高性能コンクリート、CPコンクリートを開発

★ (株)安藤·間(幹事会社)

試料

CO₂固定量· 各種性能評価

研究開発項目2<テーマ4 統合評価>

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

★ (一財) 電力中央研究所

研究開発項目1-②〈テーマ3 社会実装に向けた開発〉

- ●東京大学
- ●国立環境研究所

- ●東京都立大学
- ●明星大学

原材料の情報

開発した各種CPコンクリート 用材料とCPコンクリートの技術 試料

CO2固定量· 各種性能評価 試料

CO₂固定量· 各種性能評価

研究開発項目1-② <テーマ2 地域内循環技術の開発>

首都圏及び地方都市における**地域内循環技術を目指した製造技術の** 実用化の開発

- ★ (株)内山アドバンス
- ★大阪兵庫生コンクリート工業組合
- ★灰孝小野田レミコン(株)

社会実装に向けての施工技術の確立

くサブテーマ> 舗装

★大成ロテック(株)

- ●日本道路(株)
- (株) 佐藤渡辺

<サブテーマ> 構造物

★ (株)安藤·間

- ●青木あすなろ建設(株)
- (株) 淺沼組
- ●トピー工業(株)

CPコンク リートの供給

1. 事業戦略·事業計画

1. 事業戦略・事業計画/(1)産業構造変化に対する認識

2050年カーボンニュートラル実現に向け、コンクリートへのCO₂リサイクルが新たな付加価値として急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

コンクリートは「世界で水の次に消費量が多い」と言われている人類の営みにとって必要不可欠な物質である。一方、セメント・コンクリート産業全体から排出される温室効果ガスは人為起源の**排出量の約7%以上を占めていることから**、その削減は必達目標であり、各国・各企業がこぞってCCUS開発を急いでいる。

(経済面)

セメントの市場規模は約3,500億ドル前後と言われているが、毎年10%強の成長を示し拡大し続けてきた産業である。なかでも中国勢が50%を超える圧倒的な世界シェアを誇り、インドが10%に迫る勢いを見せている。一方、日本のメーカーは全体でも世界シェアは4%に過ぎないが、先進国の基幹産業として東南アジア各国において資本・技術提携して大きく貢献している。

(政策面)

セメント・コンクリート産業の CO_2 削減策は、3-Dyパを中心に炭素税とカーボンクレジットにて一定の成果は残しているが、抜本的な解決には至っておらず、CCUSによる核心的技術開発と炭素税を含めた**金融との連動が不可欠**である。一方、日本国内においては、セメント・コンクリート産業は、産業廃棄物の受け入れ先としても重要な位置づけを担っており、**廃棄物行政においても欠かすことの出来ない産業**となっている点を考慮しなければならない。

(技術面)

世界的には、CCS開発が進められているが、カーボンニュートラルの達成のためにはCCSだけでは不十分であり、CCUSが必要であるが、CO2の再利用はいまだ革新的な進歩を遂げていない。また、日本ではCCUSとして脚光を浴びているコンクリート技術もあるが、小型の工場製品に限定されており、現場施工用コンクリートへの展開が求められている。

- <u>市場機会</u>:世界的なカーボンニュートラルの流れにおいて、日本国内は勿論のこと、発展途上国が多い**東南アジアは、非常に大きな市場機会のポテンシャル**がある。
- <u>社会・顧客・国民等に与えるインパクト</u>: グリーンと相反するものとして、またCO₂ 排出者としての"悪者"のイメージの強いコンクリートが、より多くのそしてより早く CO₂を吸収固定化出来る建設材料として認知され、結果として資金調達や資 産運用といった**ESG金融の対象となれば、そのインパクトは非常に大きい。**

(社会面)

石灰石の焼成には再エネが利用できるが、排出不可避な石灰石からの脱炭酸に伴うCO2を有効活用する。

(経済面)

石灰石、骨材は無限の資源ではない。産業廃棄物としてコストを掛けて処理されているコンクリート由来の廃棄物にCO2を固定させ再利用する。

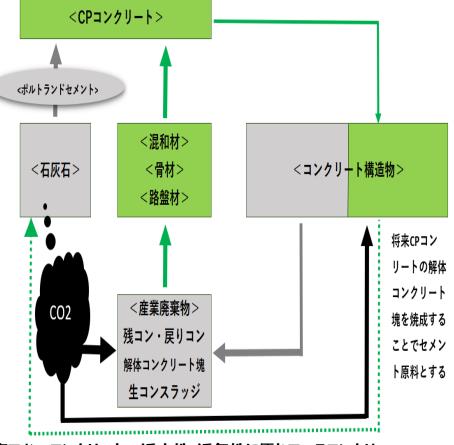
(政策面)

今年8月にリリースされた IPCCの記事によると「コン クリートは排出されたCO2 を50%は吸収する」事実が 今後インベントリにも反映され、カーボンプライシングが導入されてくるであろう。

(技術面)

現場施工に対応できる「**緻密でないコンクリート=透水性・透気性に優れているコンクリート**」を開発し、強度や耐久性を担保するとともに、CO2を最大163kg/m³以上固定する。

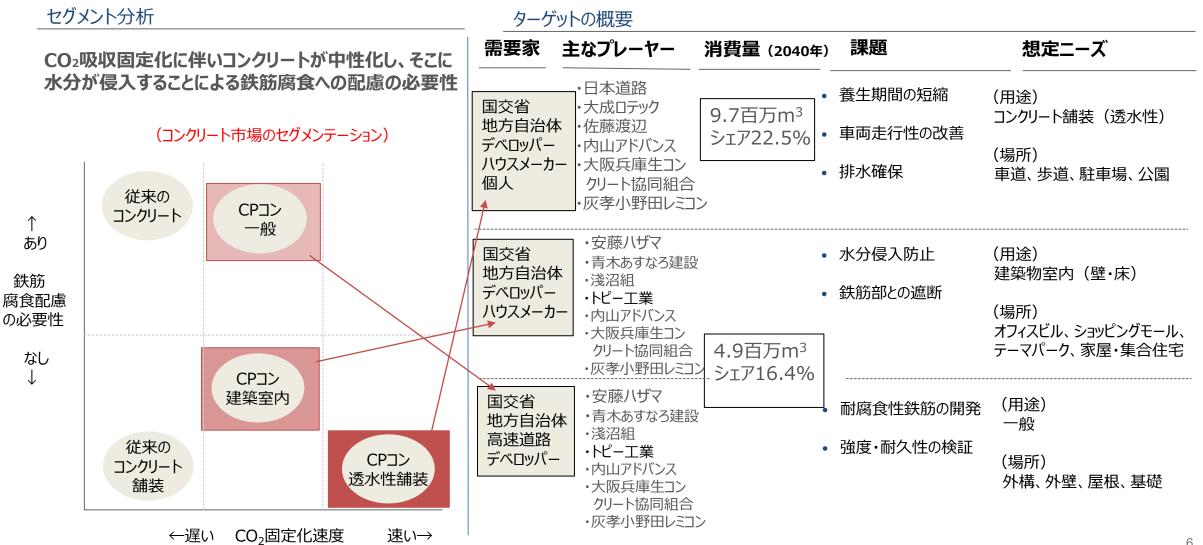
カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



<u>当該変化に対する経営ビジョン</u>: 安藤八ザマVISION2030の実現に向けた中期経営計画では、2030年にCO₂排出削減率33% (2017年度比: 6.8万トン)を目標としているが、本プロジェクトで期待されるCO₂削減量 (2035年で年間9万トン、2040年頃には年間200万トン以上)は、それを大きく超えるものとなる可能性があり、社会的なイメージを向上させ、会社の発展に大きく寄与する。

1. 事業戦略・事業計画/(2) 市場のセグメント・ターゲット

鉄筋腐食への配慮による市場セグメンテーション



1. 事業戦略・事業計画/ (3) 提供価値・ビジネスモデル

CPコンクリート技術を用いて脱炭素社会に必要な製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

(社会への提供価値)

現状ではコストを掛けて産業廃棄物として破 棄されてきた物資(残コン・戻りコン、コンクリー ト廃棄物、生コンスラッジ)に、セメント製造時 等に排出される**CO2を資材として投入**すること により、生コンクリート用の骨材や混和材を生成 し、CPコンクリートに用いることで、CO₂のリサイク **ルループを構築**する。

また、脱化石燃料社会を見据え、アスファル **トの代替品**としてCPコンクリートを使用すること で、現状では日本国内で5%、先進諸国でも 30%と言われているコンクリート舗装のシェアを引 き上げ、尚且つ脱炭素社会にも貢献する。

(顧客への提供価値)



"CARBON POOL コン クリート"は、CO₂を固定 するコンクリートであるという ブランドイメージを定着させ る。CPコンクリートを使うこと

が、カーボンニュートラル社会の実現に貢献し ているという顧客満足度を満たし、従来のコン クリートから脱却してCPコンクリートへの転換を 促す。

更に、国内外の顧客及びプレイヤーにCPコン クリートは脱炭素社会に貢献する建設資材で あることを継続してアピールすることで、資金調 達方法としてのESG金融の活性化に寄与する。

顧客

ニーズ

特徴

車道·歩道



アスファルトと比較して LCCに優れており、諸外国 並みに30%までにコンクリー ト舗装の比率を引き上げる と同時に、CO。を吸収固定 化させるツールとして、CPコ ンクリートを市場に浸透させ

商業用構造物



商業用構造物において CO2排出総量は**「竣工** 前:竣工後=30:70 と 言われており、竣工後は ZEBによる対策が進むため、 CPコンクリートの使用による 竣工前のCO。削減は必至 である。

家屋·集合住宅



家屋・集合住宅の床・ 内壁,外壁、駐車場も総 面積としては小さくない。 CPコンクリートを用いるこ とでCO。削減に貢献し、 全国700の生コン工場 をアライアンスし、きめ細 かく供給する。

インフラ構造物



コスト及び強度の観点 から、コンクリートは必要 不可欠なインフラ構造物 の資材である。CO2を吸 収固定する新たな付加 価値を持つCPコンクリー **トを普及**させる。

ファイナンス ESG金融資金の活性化 CPコンクリートを採用することにより、顧客とプレイヤーに よるESG金融からの資金調達、金融機関から顧客とブ レーヤーへのESG投融資を活性化させる。



<路盤材> <産業廃棄物> 残コン・戻りコン

生コンスラッジ

セメント製造工程等で排出されるCO2をコンクリート 由来の産業廃棄物と組み合わせることで、産業廃棄 物の建設資材への転換を図る。

プレーヤー

CPコンクリートの供給

将来CPコン

リートの解体

コンクリート

塊を焼成する

ことでセメン

ト原料とする

各社のビジネスビジョン

安藤ハザマ

- ・CPコンクリート構造用展開
- ・CPコンクリート材料の提供 システムの構築

内山アドバンス

- ・CPコンクリートの製造、展開
- ・ 粒状化骨材の有効利用
- ・高炉微粉末の有効利用

大阪兵庫生コン工組

- ・CPコンクリートの組合として の出荷体制整備、標準化
- ・コンクリート舗装の普及
- ・生コンのCO2固定量表示

灰孝小野田レミコン

- ・CPコンクリート等のCO2削 減量評価システムの構築
- ・セメント会社、組合と協力 したCPセンターの構築

大成ロテック

- ・CPコンクリート舗装の展開
- ・コンガラ、戻りコンの舗装用 骨材としての有効利用
- ・CPコンクリート舗装コンサル 事業

1. 事業戦略・事業計画/(3) 提供価値・ビジネスモデル(標準化の取組等)

標準化を活用し、CPコンクリート組合(仮称)によるルール形成を推進

<海外の標準化動向>

- 一般的にコンクリートの規格はBS規格(英国式)、ATSM規格(米国式)及び ISOを各国が選択している一方、気候(寒冷、温暖、亜熱帯)や環境(山間、 海沿い)により独自の基準も設定している。
- リサイクル先進国の日本においてもいまだCPコンクリートの原料となる残コン、戻りコン、 スラッジの処理方法に関するJIS化がなされておらず、諸外国でも同様に規格整備が なされていないと思われる。



<標準化の取組方針>

- CPコンクリートとしての用途別の規格を定め、実装後は構造物引渡時に認定書発行。
- 諸外国においてはその国にとって絶対必要な固有の規格・基準を反映させたオリジナルのCPコンクリート規格を設ける。
- 脱炭素型コンクリートの世界的な普及促進は、コンクリートによるCO2吸収固定が IPCCインベントリーに登録されることが何よりの効果をもたらすと思われる。従い、研究 開発項目2の早期実現はもとより、CPコンクリートに関する論文や記事を、国内外問 わず、頻繁に露出させることが肝要と考えている。

<知財、その他規制等に関する取組方針・内容>

- CPコンクリートを形成する知財群を1つのパッケージとし、社会実装後にCPコンクリート組合(仮称)にて認証事業の運営と知財を管理する。
- 事業性があると判断される諸外国に対しては、知財を順次移行し且つ該当国内で認証 システムを確立させる。特許の移行期限後に事業を開始する場合も、同じく商標登録と いった知財を活用しながら認証システムを確立させる。

<標準化の取組内容>

=国際標準化=

- CO₂吸収型コンクリートに関するISOの制定において、Annexなどにおいて、CPコンクリートをCO₂ 吸収型コンクリートの一つとして示すことができるよう、関係者に積極的に働きかけていく。
- まずは日本国内でCPコンクリートの用途別製品仕様を設定し、社会実装の際は民間認証制度を構築して推進する。
- また、標準化した技術を実現するための材料、設備、品質確認技術の国際展開を推進する。
- 一方、海外市場、主に東南アジア諸国への展開は積極的に推進していきたいと考えている。セメント事業は諸国の大手財閥系が運営しているケースが多く、それらの企業と提携しながらCPコンクリート製造及び施工事業と、並行して認証事業も展開していく。
- 国際化においては、知財や認証制度を利用しながら品質とブランド確立・維持に努めることを優先する。

= 業界コンセンサス=

- 脱炭素型コンクリートの普及は、炭素税やカーボンクレジットの普及と並行するものと思われるが、これらは研究開発項目2の範疇になる。
- CPコンクリートコンソーシアムは(一社)生コン・残コンソリューション技術研究会の会員で構成されていることから、まずは加入者への浸透を図り、次に外部に向けて脱炭素社会へ貢献するコンクリートとして随時アピールしていく。

1. 事業戦略・事業計画/(4)経営資源・ポジショニング

環境経営の強みを活かして、社会・顧客に対して脱炭素社会に貢献する建築資材という新たな価値を提供

自社の強み、弱み(経営資源)

ターゲットに対する提供価値

国内で排出されるCO2と生コンクリート由来の産業廃 棄物を組み合わせることで、脱炭素社会に貢献する木 ワイトカーボンという新たな価値を提供する。

自社の強み

- ・全社一体となった環境価値の創造
 - 中期経営計画において、2030年にCO。排 出削減率33% (2017年度比)を目標
 - SBTおよびRE100への取り組み
 - 2022年4月: 脱炭素技術開発部の新設
 - RRCS研究会での粒状化骨材JIS化・大阪 万博ロスコンゼロ運動への取り組み

自社の弱み及び対応

- 道路専門事業会社を有していない。
 - 本コンソーシアムに道路会社(大成ロテック、 日本道路、佐藤渡辺)を招き、研究段階 からアライアンスを組みながら実装に繋げる。
- 建設業以外の事業形態を有していない。
 - RRCS研究会、電中研、東京大学等から 最新の社会・技術情報を得ながら事業化 を推進する。

他社に対する比較優位性

技術

(現在)

生コンクリート由来の産 業廃棄物はコストを掛 けて処理。

顧客基盤

• 国、地方自治体、民間 の十木・建築構造物

サプライチェーン

- 現場で残ったコンクリー トは、生コン工場に処 理を依頼。
- "再生骨材普及連絡 協議会"に入会。

その他経営資源

• 資本金170億円

• 社員3400人

• 建設業(十木·建 築)

自社

(将来: 2030年)

CO2を生コンクリート由 来の産業廃棄物に 120kg / m以上固定化 * させたCPコンクリート技 術・製造設備を供給。



- 国、地方自治体、民 間の十木・建築構造 物・コンクリート舗装
- 全国の生コン工場・リサ・ イクルT場
- COっクレジット市場
- 海外へのCO2固定技 術の輸出



- 戻りコン・スラッジは資 源化ステーションを経て 生コン材料にリサイクル。
 - 全国で排出されるCO。 は牛コン・打設後のコン クリートに固定。



- 資本金340億円
- 社員5000人
- 建設業(十木、建築、 道路)
- 残コン資源化事業
- ホワイトカーボン事業
- CO₂クレジット事業

1. 事業戦略・事業計画/(5) 事業計画の全体像

2030年度までの研究開発の後、2031年頃の事業化、2038年頃の投資回収を想定

投資計画 研究開発項目 1 - ① <テーマ 1 根幹技術の開発 CPコンクリートの開発> 研究開発項目 1 - ② <テーマ 2 地域内循環技術の開発> 委託先:(株)安藤・間

	2021年度	··· 2030年度	2031年度 ··· 2038年度		
売上高	-		コンクリート構造物および舗装市場への導入を図り、2040年 構造物コンクリート(9百万m³)、舗装コンクリート(5百万m³) 程度を目指す。 ※()内は、想定されるCPコンの出荷数量		
研究開発費	約25.8億円(本事業の支援期間)		NEDO事業完了後は3年目まで50万円/年を計上。 4年目からは100万円/年を計上。		
取組の段階	研究開発	→	事業化 投資回収		
CO ₂ 削減効果	-	··· -	CPコンクリートにより124~163k - 計1,316千トン CO₂/m³以上を固定。2041年 年間2百万トン以上になる見込る		

1. 事業戦略・事業計画/(6)研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装(設備投資・マーケティング)を見据えた計画を推進

研究開発:実証

CO₂固定量124~163kg/m³以上を達成するため、

- CP用コンクリート材料 (炭酸化スラッジ、炭酸化骨材)の開発
- CPコンクリート(舗装・構造物用)の開発
- CPコン施工・管理技術の開発
- 腐食しない鉄筋の開発
- 2025年大阪万博及び滋賀県での実証実験(舗装、 構造物)を目指す。
- CPコンクリートのJIS、ISO化を目指した開発

進捗状況

取組方針

- マイクロナノバブル水の製造方法の確立
- コンクリート、再生骨材、粒状化骨材へのCO2固定方法の検討中
- 腐食しない鉄筋のサンプル製造準備
- CPコンクリート舗装の試験施工の実施(大成ロテック 技研、草苑学園駐車場)

設備投資

- CPプラントの設置
 - ①粒状化設備:戻りコン→粒状化骨材
 - ②<u>分級設備</u>: 粒状化骨材、再生骨材→スラッジ粉末、細骨材、粗骨材
 - ③<u>CO₂固定化設備</u>: 粒状化骨材、再生骨材→CP 粒状化骨材、CP再生骨材
- 3種類のCPコンクリートの設定
- 戦略的なパイロットプラントの設置 大阪兵庫生コン工業組合⇒大阪万博 灰孝小野田レミコン⇒滋賀県(環境推進自治体) 内山アドバンス⇒首都圏
- ①粒状化設備、②分級設備の概略設計開始。2つの企業にて検討中。
- 内山アドバンス:草苑学園への出荷において実機レベルの出荷体制の検討を実施。
- 大阪兵庫生コン工組:複数回の試験製造において、 製造設備の検討を実施。
- 灰孝小野田レミコン:複数プラントからの戻りコン受入れも考慮したCPセンターの検討開始。

マーケティング

- 研究開発及び試験施工の段階から当該コンソーシアムの母体である(一社)残コン・生コンソリューション技術研究会(RRCS)や参画団体(生コン工場、東京大学等)と市場調査および事業化を進める。
- 市場としては、車道・歩道・公園、一般構造物を考えており、カーボンクレジット・ESG金融の活性化を 睨んだ国交省、地方自治体、地方銀行との連携を 深めながら進める。
- CO₂の調達を検討し、CO2流通市場を含めた事業 化を進める。
- 地方自治体および銀行のESG投資の取り込みを検討中。
- CO2固定量の測定方法のJIS化に関して実験データ等を蓄積中。
- RRCSにおいて、CO2調達WGを発足。



国際競争 上の 優位性

- CO₂削減だけでなく、生コン工場の産業廃棄物を資源化してゼロにする環境配慮型コンクリート
- CO₂固定量評価方法のISO化と並行した開発による海外競争力の強化
- タイ・サイアムセメントとの事業提携により海外環境 に適した開発の展開

- 輸出対応型CPコンクリート製造プラントを整備
- 国内の生コン工場の状況に合わせた2種類のCPコンクリートプラントの整備(集約型:複数生コン工場へのCP材料の供給、個別型:生コン工場内でCP材料製造)



- 当コンソーシアムに参画している電中研、東京大学、 国立環境研、明星大学は、コンクリートへのCO₂固 定量の評価、LCCO₂、LCCostの国内トップクラス の専門家であり、より多くの論文発表をすることで世 界的な認知度の向上に努める。
- 東南アジアにおいて圧倒的なシェアを有するタイ・サイアムセメントとの協業を進める。

1. 事業戦略・事業計画/(7)資金計画

資金が必要な場合は、自己資金の開発費で対応予定

資金調達方針 研究開発項目1-① <テーマ1 根幹技術の開発 CPコンクリートの開発> 研究開発項目1-② <テーマ2地域内循環技術の開発> 委託先:(株)安藤・間



(外部調達の場合、想定される資金調達方法を記載)

- なし(自己負担は、CPコンクリートの実施料(売上)により対応予定) (上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響)
- 影響なし

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画/(1) 研究開発目標

【研究開発項目1-1】

CPコンクリートへのCOっ固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目1-①

根幹技術の開発

【CPコンクリートの開発】

アウトプット目標

通常、廃棄物となる生コンスラッジ、残コン・戻りコンおよび解体後のコンクリート塊にCO₂を固定化させ、生コンクリートへリサイクルすることを目標とする。

研究開発内容

1 CO₂固定量を最大化・最速 化した炭酸化生コンスラッジ の開発および高性能化

KPI

生コンスラッジ粉末へのCO₂固定量: 377kg-CO₂/ton

C×20%置換: 22.6kg-CO₂/m³

KPI設定の考え方

生コンスラッジ粉末1トン中の20%含まれる骨材を除くと、800kgがセメント。その内の60%である480kgが固定できる CO_2 は、480kg×44/56 = 377kg- CO_2 /m³。

2 CO₂固定量を最大化・最速化した残コン・戻りコン由来の炭酸化粒状再生骨材およびコンクリート塊由来の炭酸化再生骨材Lの開発および高性能化

再生骨材L・粒状化再生骨材 Δ の CO_2 固定量: 37.8kg- CO_2 /ton

G×100%置換: <u>52.9kg-CO₂/m³</u>

 $C=300 kg/m^3$ 、単位骨材量1.4トンの場合 $Ca(OH)_2:146 kg/m^3$ 生成 $\Rightarrow 87 kg-CO_2/m^3$ $87 kg\div 2.3$ トン= $37.8 kg-CO_2/$ (再生骨材1トン)骨材100%置換の場合 $37.8 kg\times 1.4$ トン× $100\%=52.9 kg-CO_2/m^3$

*: KPIの算出過程は、「2. 研究開発計画/(2) 研究開発内容」参照

2. 研究開発計画/(1) 研究開発目標

【研究開発項目1-②】

CPコンクリート舗装・構造物へのCO。固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

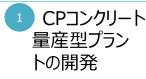
研究開発項目1-②

・地域内循環技術の開発

【地域内循環技術を目指した製造技術の開発】

・社会実装に向けた開発 【社会実装に向けての施工技術の確立】

研究開発内容





2 CO₂固定量を最大化・最速 化した透水性CPコンクリート 舗装施工技術の開発



車道:歩道

3 CO2固定量を最大化・最速 化したCPコンクリートの一般 構造物への施工技術開発





アウトプット目標

CPコンクリート量産型プラントの開発 透水性CPコンクリートの車道・駐車場、公園・歩道への施工技術の確立および CO_2 固定。 CPコンクリートの一般構造物への適用・施工技術の確立および CO_2 固定。

KPI

CPコンクリート製造時のCO₂固定量の 目標値

・CO₂固定量最大型CPコンクリート: 76kg-CO₂/m³

硬化後のコンクリートへの CO_2 固定量: 87kg- CO_2/m^3

再生砕石・セメント系安定処理剤への CO₂固定量: <u>37.8kg-CO₂/ton</u>

硬化後のコンクリートへの CO_2 固定量: 87kg- CO_2/m^3

KPI設定の考え方

・CO₂固定量最大型CPコンクリート 置換率__炭酸化スラッジC×20%⇒22.6kg-CO₂/m³ 炭酸化再生骨材G×100%⇒52.9kg-CO₂/m³ 炭酸スラッジ水W×3%⇒0.5kg-CO₂/m³ <u>CO₂固定量の合計:76kg-CO2/m3</u>

硬化コンクリート中の水酸化カルシウムの100%が、炭酸化した時の値

Ca(OH)₂: 146kg/m³生成 ⇒100%炭酸化⇒ 87kg-CO₂/m³

(製造時76+養生時87=163kg-CO₂/m³)

硬化コンクリート中の水酸化カルシウムの100%が、炭酸化した時の値

Ca(OH)₂: 146kg/m³生成 ⇒100%炭酸化⇒ 87kg-CO₂/m³

*: KPIの算出過程は、「2. 研究開発計画/(2) 研究開発内容」参照

【研究開発項目1-①:根幹技術の開発】

CPコンクリートへのCOっ固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

1 CO₂固定量を最大 化・最速化した炭 酸化生コンスラッジ の開発および高性 能化

KPI

生コンスラッジ粉 末への CO_2 固定 量: 377kg- CO_2 /ton $C \times 20\%$ 置換: 22.6kg-

 CO_2/m^3

現状

コンセプトの 作成 (TRL2) 初期のプロト タイプ (TRL4)

達成レベル

解決方法

- 生コンスラッジへのCO₂固定方法
 - 方式① 砂状の生コンスラッジを大気中に放置して、CO₂固定。
 - 方式② さらに微粉砕してパウダー状にして、大気中に放置してCO2固定。
 - 方式③ 脱水前のスラッジ水に炭酸ナ ノバブルを投入し、固定化させる。

実現可能性

(成功確率)

高い (80%)

² CO₂固定量を最大 化・最速化した炭 酸化粒状再生骨 材および炭酸化再 生骨材Lの開発お よび高性能化 再生骨材への CO₂固定量: 100%置換: 52.9kg-CO₂/m³



- 再生骨材L・粒状化再生骨材へのCO₂固定方法
 - 方式① 高濃度に炭酸ナノバブルを発生させた水槽に浸漬する。
 - 方式② 炭酸ナノバブルの気泡径の分布 (大きい径~小さい径)を工夫して発生させた水槽に浸漬する。
 - ノズル式で、炭酸ナノバブル水を吹き付ける。
 - 炭酸ナノバブル水を散水する。

やや高い (70%)

【研究開発項目1-②:地域内循環技術および社会実装に向けた開発】

CPコンクリート舗装・構造物へのCO2固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 CPコンクリート量産 型プラントの開発	CPコンクリート製 造時のCO ₂ 固定 量の目標値 ·CO ₂ 固定最大型 76kg-CO ₂ /m ³	検証必要な プロトタイプ (TRL3) ◆	初期のプロト タイプ (TRL4) →	3工場において特徴のあるプラントを設置 方式① CO2固定量最大型CPコンクリート製造用プラントの設計・設置	高い (80%)
2 CO₂固定量を最大 化・最速化した透 水性CPコンクリート 舗装施工技術の 開発	硬化後のコンク リートへのCO ₂ 固 定量 87kg-CO ₂ /m ³	コンセプトの 策定 (TRL2)	初期のプロト タイプ (TRL4)	・ 透水性CPコンクリートの施工技術構築- 方式① 既存の透水性舗装コンクリート技術の応用- 方式② 必要な施工機器の開発	高い (80%)
3 CO ₂ 固定量を最大 化・最速化したCP コンクリートの一般 構造物への施工技 術の開発	硬化後のコンク リートへのCO ₂ 固 定量 87kg-CO ₂ /m ³	コンセプトの 作成 (TRL2)	初期のプロト タイプ (TRL4)	一般RC構造物への適用技術構築方式① 炭酸化したコンクリート中で耐久性保持できる鉄筋方式② 適用箇所の選定	高い (80%)
4 透水性CPコンク リート舗装への多角 的なCO ₂ 固定方法 の開発	路盤用再生骨 材及びセメント系 安定処理剤への CO ₂ 固定量 37.8kg-CO ₂ /ton	コンセプトの 作成 (TRL2)	初期のプロト タイプ (TRL4)	再生路盤材へのCO2固定技術方式① 再生骨材への固定化と同じ くナノバブルを利用	高い (80%)

【研究開発項目1-①】 CARBON POOL コンクリート 種類とCO。固定量計算例





【最大・中間型CPコンクリート】



CO₂固定量: <u>最大型76.0kg、中間型53.6kg-CO₂/m³</u>

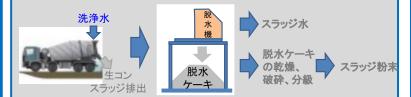
【CO₂ナノバブル水養生】:CO₂固定(<u>87.0kg-CO₂)</u>

【CPコンクリートの CO₂固定量想定値】 最大型 163.0kg-CO₂/m³ 中間型 140.6kg-CO₂/m³

【研究開発項目1-1】 CARBON POOL コンクリートの製造方法

【各種材料の製造方法】

- (1)生コンスラッジ水および微粉末の製造
- ①生コンスラッジ水
- ・コンクリートの洗浄水から骨材を取り除き回収
- ②生コンスラッジ粉末
- ・脱水ケーキを採取し、乾燥、破砕、分級する

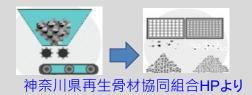


(2)再生粗骨材の製造

①生コンを粒状化して再生骨材の製造



②コンクリート塊からの再生骨材の製造



【CO2の固定化方法】

(1)CO,ナノバブル水による洗浄しCO,を固化

- ②方法
- 生コンで汚れたアジ テータ車の洗浄時に CO₂ナノバブル水を 用いる
- ・スラッジ水およびス ラッジ粉末にCO₂を 固定化

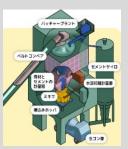


CO₂ナノバブル水で CO₂を固定化した 洗浄 スラッジ水

・スラッジ水 ・スラッジ粉末 ・スラッジ粉末 を採取

【CPコンクリートの製造方法】

- (1)生コンプラントで混合
- ①スラッジ微粉末:混和材 (セメント置換,細骨材置換)
- ②スラッジ水:練混ぜ水
- ③再生骨材



①スラッジ微粉末

ケース1:サイロから供給し、ミキサ

へ投入

ケース2:別計量し、直接ミキサへ投入

③再生骨材

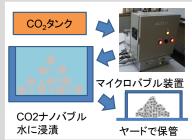
ケース1: 骨材ビンから供給し、ミキサ

へ投入

ケース2:別計量し、直接ミキサへ投入

(2) CO,ナノバブル水に浸漬してCO,を固定化

- ①対象:再生骨材
- ②方法
- •CO₂ナノバブルプールに粗骨材を浸漬する
- ・再生粗骨材に付着したセメント分にCO₂を吸着させ、固定化



(2)アジテータ車での混合

- ③再生粗骨材
- ・粗骨材として計量して混合

ケース1

別計量し、高所作業台 から投入。逐次、計量 値を記録し所定の質量 から乖離しないように管 理する

ケース2

別計量し,所定の計量 値をベルトコンベアから 投入逐次,計量値を記 録し所定の質量から乖 離しないように管理する



【研究開発項目1-①】 COっナノバブルによるCO。固定方法

CO。ナノバブルを用いた炭酸化メカニズム

- ✓ 炭酸化による変質(図-1)
- ・CO₂ナノバブル水に複数回浸漬することで炭酸カルシウム(CaCO₃)生成さ れ、吸水率の低下(絶乾密度の増加)が生じる。
- ✓ CO₂ナノバブルによる炭酸化(図-2)
- ・CO。ガスの炭酸化反応は、液相にCO。ガスが溶解することで炭酸カルシウム が析出するため、空隙内壁面周辺での反応が多い。
- ・CO2ナノバブルの炭酸化反応は、空隙が炭酸ナノバブル水によって満たされ、 空隙の様々な場所で炭酸カルシウムの生成が生じる。
- ・CO₂ナノバブルは、CO₂ガスと比べて炭酸カルシウムの析出速度が速い。
- ✓ 炭酸化による空隙の状態(図-3, 図-4)
- ・閉塞により生じた閉気孔体積φは、水セメント比が大きいほど増えている。組 成が粗いほど炭酸化による閉気孔体積が増えると推測される。

参考文献

金 志訓, 北垣 亮馬, 割田 聖洋:CO₂ナノバブルを用いた炭酸化反応による空隙充填効果に関す る研究, コンクリート工学年次論文集, Vol,37, No.1, pp1543-1548, 2015

絶乾密度と吸水率の関係

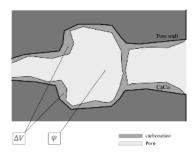


図-3 空隙の状態の模式図

炭酸化

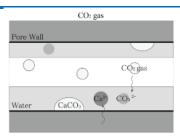


図-2 CO₂ガス及びCO2ナノバブル水による炭酸化概念図

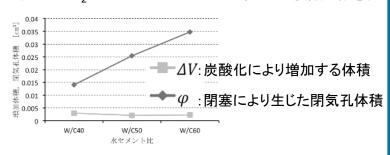


図-4 水セメント比と増加体積、閉気孔体積の関係

炭酸化 メカニズム

ウルトラファインバブル(ナノバブル)装置

·UFB-N4A·B



【仕様】

- ·規定電圧:AC100V
- •消費電力:500W

. 窒素

•UFB-N4D-1



【仕様】

- ·規定電圧:AC200/220V
- •消費電力:200W
- ・適用気体:空気, 炭酸ガス・適用気体:空気, 炭酸ガス ,窒素
- ✓ 導入気体は、空気以外に窒素や二酸 化炭素を適用できるように、ガスボンベ からUFB試験装置に直接ガスを導入す ることができる。

✓ ウルトラファインバブル(以下. UFB)

✓ 特殊なエアレータ. 適切な気体供給圧

方式,循環製造方式が可能。

は、UFBをバッチ製造方式、連続製造

や振動周波数により、平均粒径 100 ナノメートル程度のUFB水を生成可能。

CO。の固定化技術

【生コンスラッジ水へのCO。固定化】⇒練混ぜ水への利用 【コンクリート塊、残コン・戻りコンへのCO。固定化】

- ⇒再生粗骨材としてコンクリートへ使用
- 再生粗骨材の品質向上(吸水率低下, 凍結融解抵抗性向上)
- 【脱型後のコンクリート面へのCO。固定化】
- ⇒炭酸化によりコンクリート表面を緻密化し、耐久性を向上
- 【CO。固定化の方法】
- ・CO。ナノバブルを混入、CO。ナノバブル水に浸漬または噴霧

【研究開発項目1-2】 CARBON POOL コンクリートの舗装への適用

【各種材料の性能・品質の開発】

(1)CO₂を固定化するCPコンクリート舗装

- 1. 製造時にCO。固定化
- ・普通CPコンクリートの配合検討
- ・透水性CPコンクリートの配合検討
- 2. 施工時にCO₂固定化
- ・CO。固定化養生剤および養生方法検討
- 3. 供用中にCO₂固定化
- ・供用中舗装にCO。を吸着させる検討

(2)CO₂を固定化するCPコンクリートプレキャスト舗装版

- 1. 製造時にCO₂固定化
- 2. 養生時にCO₂固定化
- 3. 養生後のCO₂固定化
- 4. 特殊鉄筋の適用
- •研究開発1-①開発の鉄筋等適用検討

(3)CO₂を固定化する路盤材と路床材

- 1. 再生骨材を有効利用し路盤材製造及 び施工時にCO₂固定化
- 2. 路床セメント安定処理の改良材等にて CO₂固定化

【製造の検討】

- (1)実験用生コンプラントで確認
- ・生コン性状、強度、CO2の固定量

【CPコンクリート実機製造と連続施工】

- (1)CPコンクリート舗装の検討と実証へ
- (2)適用場所の検討
- 車道、駐車場、歩道、公園など
- (3)施工方法の検討
- ・機械、人力の施工体制による施工管理、品質管理
- (4) CO, 固定方法及び測定と評価の検討

【実証試験の実施】

- ・実証試験として大阪万博等にて、 CPコンクリート舗装を施工する。
- ・製造~施工及び供用中の各段階でCO₂固 定量測定、評価を実施する。

【施工性の検討】

- (1)CPコンクリートの舗装
- ・CP舗装コンクリート(普通・透水性)の検討
- (2)CPコンクリートのプレキャスト舗装版
- 版厚(200~450mm)および継手の検討
- ・敷き砂やグラウトのCO。固定化の検討
- (3)路盤、路床
- ・路盤材と路床材(普通・透水性)の検討

【品質管理の検討】

(1)共通

- ・生コンとしての品質管理の検討
- ・舗装としての品質管理の検討
- ・CO。固定方法及び測定と評価の検討
- 耐久性評価の検討

【研究開発項目1-2】 CARBON POOL コンクリートの一般構造物への適用

1)CPコンクリートに適用可能 な鉄筋の開発

【課題】

- •CPコンクリートは、表層にCO₂ を固定する。
- ⇒表層は中性化
- ⇒一般コンクリートより中性化が 速い可能性がある
- ・鉄筋付近のコンクリートのpH が低下し、不動態被膜が破壊
- ⇒鉄筋が腐食する

徐々に CO₂固定+ 炭酸化 中性化 徐々に炭酸化 鉄筋腐食









ー般コン CPコン

CPコン

【開発】

- ・腐食しない鉄筋の開発
- ⇒不動態被膜が破壊されない
- ⇒鉄筋周りを保護する

2)構造物への多様的な CPコンクリート適用技術の開発

【プレキャスト(PCa)製品】

- 省人化、人材不足の建設業界
- ⇒PCa製品の拡大が予想される



⇒CO₂を固定化したPCa製品開発

【ポーラスCPコンの開発】

- ・ポーラスコンクリート:透水性
- ⇒ヒートアイランド対策

PCコン 雨など コンクリート + CO₂固定 養生

⇒ CO₂を固定化した ポーラスコンクリートの開発 (3)建築室内及び土木・建築一般 構造物へのCPコンクリート適用 技術の開発

【要求性能を満足する性能確保】

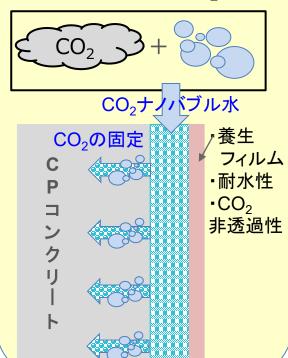
- ⇒コンクリートの品質
- ⇒CPコンクリート適用鉄筋 などの技術を適用した施工方法
- ⇒打設方法などの開発
- •建築室内
- •土木一般構造物



⇒CPコンクリートの施工方法 の開発 4)一般構造物へのCPコンクリートにおけるCO2固定量の最大化・最速化技術の開発

【型枠脱型の固定化方法 の検討】

- ⇒CO₂ナノバブル水養生
- ・コンクリート表面にCO2固定



2.研究開発計画/現在の進捗 1/6 (安藤ハザマ1/2)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1-①)

a「スラッジ・再生骨材の調査」

b「CO₂固定化技 術の開発」

c「炭酸化スラッジの開発」

d「循環コンクリートの開発」

これまでの取組み

- ① 事前調査として、4工場において、スラッジの成分調査を実施。
- ② スラッジの処理方法の調査(全国50工場程度)を実施中。
- ③ 協力工場の再生骨材のサンプルを取り寄せ品質試験を実施中。
- ④ 協力工場の再生骨材製造システムを調査し、精査中。
- ① 湿式試験によるCO₂固定量の測定方法を確立。
- ② 硬化後のコンクリートへのCO2固定について、室内試験練りにて配合試験や固定化試験を実施中。
- ② 再生骨材、粒状化骨材へのCO₂固定方法について、室内試験にて固定化試験を実施中。
- ① 代表工場でのスラッジケーキの詳細試験を計画中。
- ② スラッジ粉末製造設備の検討中。

① 事前試験として、スラッジ粉末、粒状化骨材、再生骨材の置換率の影響を把握する試験練りを実施中。

今後の見通し

引き続き、スラッジ、粒状化骨材、再生骨材について、製造方法や搬出量の調査を 実施する。

引き続き、スラッジ、粒状化骨材、再生骨材への効率的な CO_2 固定方法を室内試験レベルで実施し、2023年1月から CO_2 固定化に関する要素的な試験へ移行する。

全体的なCP材料(炭酸化スラッジ、炭酸化粒状化骨材、炭酸化再生骨材)の製造設備を計画しながら、2022年12月製造方法も含め、炭酸化スラッジを提案する。

事前試験の結果を参考に、さらに詳細な場合分けによる室内試験を実施し、2023年1月から配合設計に関する要素的な実機試験へ移行する。

2.研究開発計画/現在の進捗 2/6 (安藤ハザマ2/2)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1- ②-3)

a「CO2ナノバブル 養生方法の開発」

b「構造物用CP ポーラスコンクリートの 開発」

c「炭酸化コンクリート用鉄筋の開発」

d「構造用CPコンク リートの試験施工」

e「プレキャストCPコ ンクリートの開発」 これまでの取組み

① ①-1におけるCO2固定化の結果を共有して、試験計画を検討中。

① ①-1における配合試験の結果を共有して、試験計画を検討中。

〕 候補となる鉄筋素材成分を計画し、試験溶製を実施し試験体を製作。

② 製作した試験体で腐食試験を開始。

① 特になし

① 特になし

今後の見通し

2023年1月から養生時のCO₂固定化試験を開始予定

2023年1月から現場打設可能なCPコンクリートの配合試験を開始予定

・腐食試験は約1カ月毎に錆量を評価する。 2023年5月まで継続予定。

2023年度から試験施工を開始予定

2023年度から開発を開始予定

2/1

2.研究開発計画/現在の進捗 3/6 (内山アドバンス)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1-②-1)

a「アルカリ刺激材を活用したCPコンクリートの性状改善の可能性に関する検討」

b 「製造設備開発 |

c「最大型CPコンク リートの開発」

d「CPコンクリートの 品質管理計画」

これまでの取組み

① モルタルの室内試験(32水準)を実施し、圧縮強さ試験用の供試体を採取した。材齢1・4・13週の圧縮強さ試験を実施した。

特になし。

- ① 粒状化骨材の試作を行い、骨材試験および室内試し練りを実施し、骨材の物性値及びコンクリートの性状を確認した。
- ② 実施工に向けた粒状化骨材使用コンクリートの配合検討を行った。
- ③ 粒状化骨材使用コンクリートを浦安工場で製造し、大成ロテックの試験施工現場である草苑学園(豊島区目白)へ納入した。

特になし。

今後の見通し

アルカリ刺激材が効果的に作用する条件を 検討し、リサイクル骨材を使用したコンクリー トの実験計画を立案する。

コンソーシアム内の生コン工場での製造設 備開発の進捗により、設備の見学等を実 施する予定である。

粒状化材の銘柄の違いによる粒状化骨材の製造、品質およびコンクリートのフレッシュ性状等の比較を行い、配合設計へのフィードバックを検討する。

2024年度よりCPコンクリートの品質管理計画に取り組む予定である。

25

2.研究開発計画/現在の進捗 4/6 (大阪兵庫生コンクリート工業組合)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1-2-1)

e「再生全骨材を 使用した配合検討し

f「製造設備開発|

a「簡易型CPコンク リートの開発し

h 「CPコンクリートの 品質管理計画」

これまでの取組み

- 地域内で製造されている、再生骨材L相当品を入手し、再生骨材を用い たコンクリートの室内実験を実施
- ② 実験結果を整理し、再生骨材コンクリートの性能を確認

- 簡易型CPコンクリートの製造と万博工事への供給を勘案し、外注する生コ ン工場を選定した。
- ② 外注する生コン工場において、実機における再生全骨材の供給状況を確 認し、不具合の検証を行った。
- ① 入手可能な再生骨材L相当品を用いて予備実験を実施

本年度の展開なし

今後の見通し

戻りコンに粒状化剤を添加し、粒状化骨材 を作製する。その試料を元に骨材の物性調 査を行い、再生骨材L相当品となるか確認 を行う。

再生骨材L相当品であることが確認でき れば、再生全骨材として、粗骨材と細骨材 に分級することなく、連続粒度の骨材でコン クリートの標準的な配合を確立。

ナノバブル発生装置の設置場所やCP骨材 (再生全骨材を想定)の保管場所および プラントへの供給方法について検討を進める。

粒状化骨材の実験終了後に、再生骨材L 相当品を入手し、比較等の室内実験を実

本年度の展開なし

2.研究開発計画/現在の進捗 5/6 (灰孝小野田レミコン)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1-2-1)

i:「スラッジの用途 開発」(液体を主体とする)

(液体を主体とする 方針であり粉末とい う文字を削除する)

j:「製造設備開発」

k:「CPコンクリート 配合試験(中間 型)」

I:「CPコンクリートの 品質管理計画」

これまでの取組み

①スラッジ水、脱水ケーキ、上澄水槽沈殿物の成分を蛍光 X 線解析、X 線回折にて確認。前日の出荷によって変化するスラッジ成分を確認した。②フライアッシュ、下水道汚泥焼却灰をスラッジケーキと混合して粒状化骨材を製造する方法を確立した。③水和熱を利用して乾燥スラッジ粉末を製造して利用する方法を検討中。また、スラッジのまま炭酸化して再利用する方法も検討中。

スラッジケーキを粒状化する設備を開発した。これによりスラッジを炭酸化し、生コンクリート骨材やコンクリート製品の原材料として利用でき、さらに路盤材として利用することが可能となる。

スラッジ造粒装置のホッパー部に解砕装置を設置することでつまりを解消できると判明。現在組み込み設計中である。

粒状化骨材を原材料としてポーラスコンクリートを製造した。 更にポーラスコンで植生試験を行っている。

- ①戻りコンクリートから製造した粒状化骨材を用いたコンクリート(まだ炭酸化していないもの)の圧縮強度、曲げ強度と長さ変化を測定。その結果再生骨材L程度の性能を確認した。又、再生骨材Lと比較し生コンクリート原材料として使用しにくい細骨材、微粉の発生が極めて少ないことから、歩留まりよく粒状化骨材の使用が可能となる。
- ②二酸化炭素を固定化した量を記録し公開するシステムを開発済み。

今後の見通し

炭酸化スラッジを含む生コンクリートの呼び 強度別圧縮強度、ヤング係数や乾燥収縮 量の測定、中性化促進試験を実施して建 築部材として使用する事の可否を判定する。 スラッジ骨材を製造する試験プラントを設置 して試験規模を大きくする。

2023年3月までに炭酸化した骨材を生コンプラントに投入するホッパーを設置。 貯蔵瓶内での固着についての対策を検討。

造粒化骨材時点のCO2固定量を測定。その後このポーラスコンを更に炭酸化し、その固定量を測定。最終的な部材の強度を測定する。スラッジ骨材を製造するプールを設置して試験規模を拡大する。

①炭酸化各種コンクリートの性状を確認し、 品質管理を確立する。②二酸化炭素を固 定化しているかどうかは外見からはわからな いので、製造記録を公表して立証する。

2.研究開発計画/現在の進捗 6/6 (大成ロテック)

これまでの取り組みと、今後の見通しについて

研究開発内容1-②-2)

a「舗装用CPコンク リートプラント開発」

b「CPコンクリート舗装の開発 |

c「CO₂固定型路 盤材の開発」

d「CPプレキャスト 版の開発」

これまでの取組み

- ①CPコンクリートプラントの導入ミキサを3種類立案。
- ②再生骨材を用いた室内配合実験を実施中。

- ①歩・車道用のポーラスコンクリート配合試験を実施中。
- ②粒状化骨材の舗装用路盤材への適用について材料実験を実施。
- ③小規模の試験施工を実施、検討中。
- ④ CO2の固定量の測定装置、分析試験を検討中。
- ①再生CO材の材料実験を計画中。
- ②CO2の固定量の測定装置、分析試験を検討中。

①一般的な道路用プレキャスト版を参考にし、プレキャスト版の配合試験を計画中。

今後の見通し

試験結果を参考に、ミキサを選定。CPコン クリートを製造する生コンプラントの設計に導 入する。今後は、炭酸化の導入設備を検 討予定。

配合試験結果から、試験練り、試験施工の実施に向けて計画を移行する。

道路舗装用の路盤材としての室内試験への実施を計画し、物性値の試験へ移行する。

室内試験で、材料試験を行い性状、強度を実施し、基礎データを蓄積する。

28

2. 研究開発計画/(3) 実施スケジュール

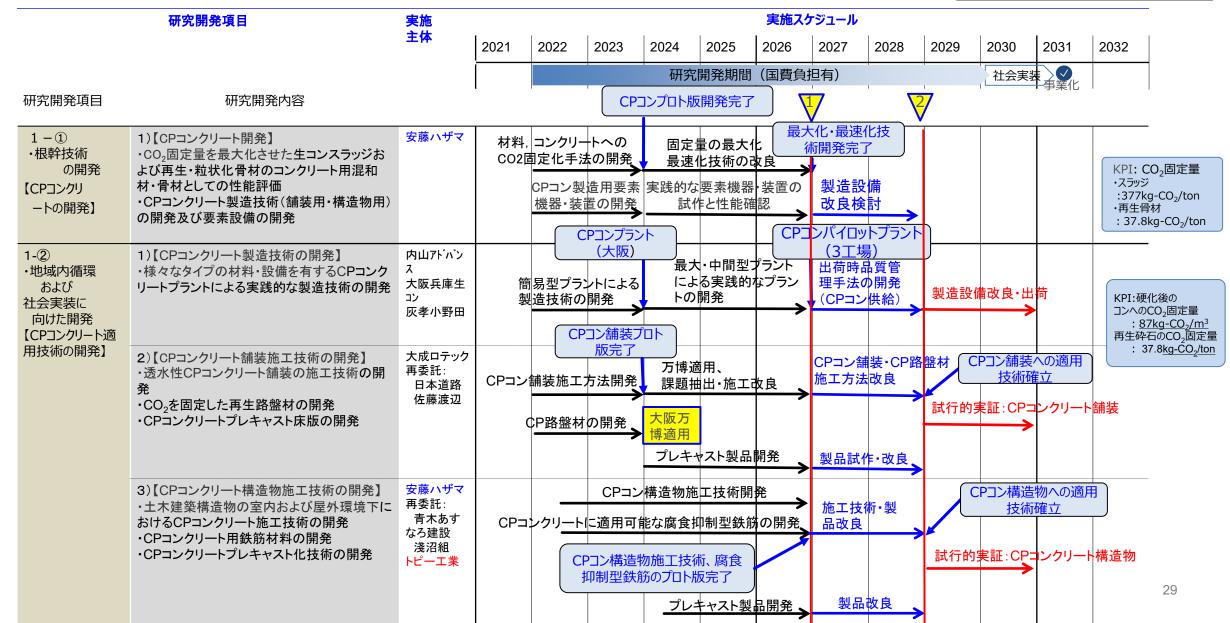
【研究開発項目1-12】 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

凡例:

→ 委託 (9/10委託)

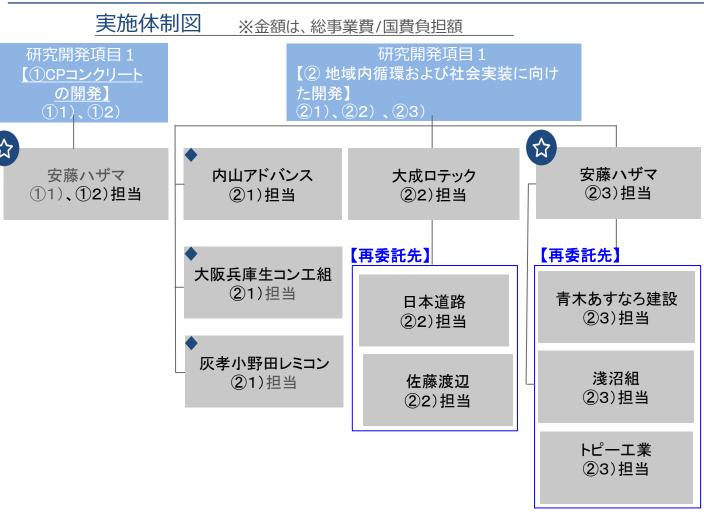
→ 実証 (有望性確認) (2/3補助)

→ 実証 (1/2補助)



2. 研究開発計画/(4) 研究開発体制

【研究開発項目1-122】 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

研究開発項目1

【①CPコンクリートの開発】

- 安藤ハザマは、①の全体取りまとめを行う。
- 安藤ハザマは、生コンスラッジ粉末、再生骨材へのCO₂固定及び上記材料を用いたCPコンクリート材料の開発を担当する。

【② CPコンクリートの製造方法・舗装適用・構造物適用の開発】

- 安藤ハザマは、②3)を、大成ロテックは、②2)の全体取りまとめを行う。
- ・ 内山アドバンス、大阪兵庫生コン工組、灰孝小野田レミコンは、CPコンク リート 量産型プラントの開発を担当する。
- 大成ロテックは、舗装・路盤材・Pca部材へのCPコンクリート適用を担当する。
- 日本道路は、車道・駐車場へのCPコンクリートの適用を担当する。
- 佐藤渡辺は、歩道・公園へのCPコンクリート適用を担当する。
- トピー工業は、CPコンクリート適用鉄筋の開発を担当する。
- 青木あすなろ建設は、構造物へのCPコンクリート施工方開発を担当する。
- 淺沼組は、CPコンクリート表面へのCO2固定化技術の開発を担当する。

研究開発における連携方法(共同提案者間の連携)

- 研究テーマごとに1カ月に1回の定期打合せを実施する。
- N1~N3年度においては、繁忙期の各委託先については、1週間に1回実務者 協議を実施する。
- 研究成果の取りまとめごとに成果物の権利関係の整理を行う。
- CPコンクリートの開発・適用による CO_2 などの評価を研究開発項目2で適宜実施する。

中小・ベンチャー企業の参画

【生コンプラント】

- 内山アドバンス
- 大阪兵庫生コンエ組
- 灰孝小野田レミコン

2. 研究開発計画/(5)技術的優位性

【研究開発項目1-12】国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク		
1. CPコンクリートの 開発	①: CPコンク リートの開発	 生コンスラッジの砂状化技術 生コンクリートの粒状化技術 炭酸ナノバブル発生装置の保有 再生骨材へのCO₂固定量の試験を東京大学と 共同研究中。その実績を展開可能。 	 スラッジの砂状化、生コンからの粒状化技術のノウハウおよび実績が多い。 東京大学での基礎実験結果を基本とした技術構成である。 再生骨材への炭酸ナノバブルによるCO2固定化装置の費用の増大。 		
	2 ②: CPコンク リートの設計・ 施工技術の開 発	 安定した品質の生コンクリートを製造できる技術 実証(有望性確認)を予定している地域(大阪、滋賀)においての研究。 透水性舗装コンクリートの施工実績・技術 	 ・ 透水性舗装コンクリートの施工実績 ・ 生コン工場、生コン工業組合との協力関係 ・ 生コン工場とのCPコンクリート実施契約の締結の仕組みの構築がリスク。 		

2.研究開発計画/開発全体イメージ 1/2

舗装

構造物

コンクリート由来の産業廃棄物に固定化させるという地域内循環を構築し、さらに新たな技術を用いて引き渡しまでにCO₂固定量・削減量の最大化を実現。 NEDO・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プロジェクト」として、2022年からの10年間の長期国家プロジェクトとして採択される。

●LCCO2·LCA·LCC統合 評価設計システムの構築

R CRIEPI

(一財) 電力中央研究所

まとめ及びLCCO2評価手法の開発

東京大学

LCCO2·LCA·LCC 統合評価設計システム および社会実装シナリオの検討

東京都立大学

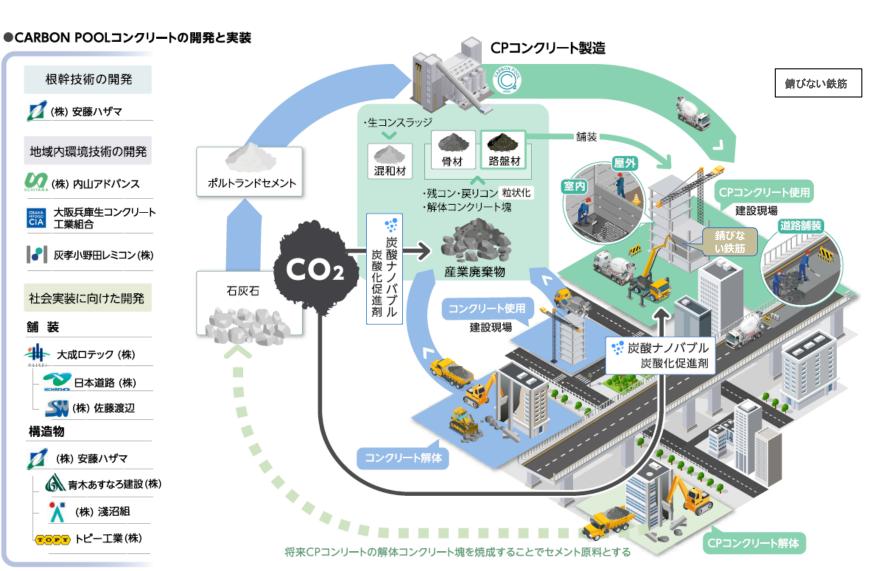
品質評価・品質管理手法の開発

♂
⑤
国立環境研究所

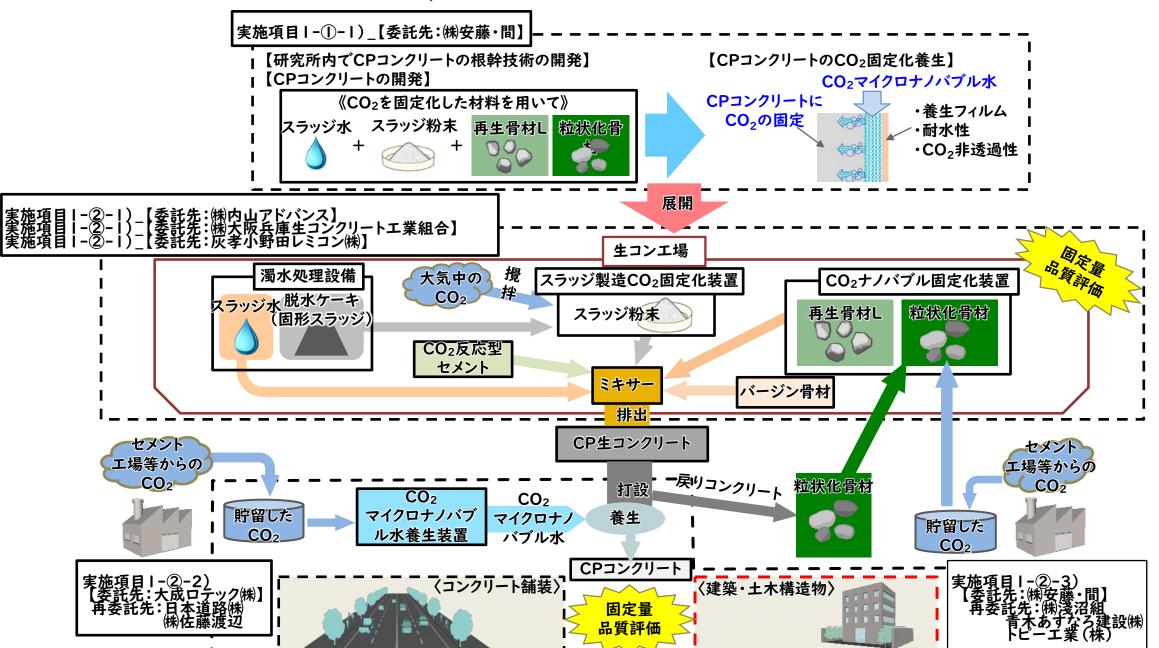
LCA (材料資源) 評価手法の開発

111 明星大学

LCC 評価手法の開発



2.研究開発計画/開発全体イメージ 2/2



2. 研究開発計画/(0)研究開発の全体イメージ

「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」の視点と展望 【研究開発項目2】

LCCO2のみならず、コンクリート構造物の持続可能な整備に必要となる合理的な設計概念の確立を目指して

CO2を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装

固定化技術 の海外普及

社会実装シナリオの提示

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

国際展開

評価手法や 設計•施工指針類 の国際標準化

フィールド 実証

要素技術 の開発

LCCO₂ 評価手法 の開発

CO2固定量 評価手法の JIS化

品質評価・ 品質管理 手法の開発

品質評価• 品質管理手法の 設計•施工指針類 への反映

LCA (資源循環)

LCC 評価手法 評価手法 の開発 の開発

本研究開発に関連する学会等の動きと効果的に連携

- ・日本コンクリート工学会CO2固定量評価試験JIS化検討委員会
- ・品質試験等のJIS調査部会・原案作成委員会
- ・ISO/TC71/SC8コンクリート構造物の環境マネジメント委員会
- 土木学会コンクリート委員会カーボンニュートラル技術活用研究委員会など

2. 研究開発計画/(1) 研究開発目標

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」 において設定するKPI

研究開発項目

 LCCO2・LCA・LCC統合 評価設計システムの構築

研究開発内容

- ① LCCO2評価手法の 開発
- ② 品質評価・品質管 理手法の開発
- ③ LCA(材料資源) 評価手法の開発
- ④ LCC評価手法の 開発
- ⑤ LCCO2・LCA・LCC 統合評価設計シス テムおよび社会実装 シナリオの検討

アウトプット目標

「CO2を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装」に必要となる CO2固定量・品質評価技術の開発とLCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

KPI

CO₂固定量評価手法の学会規準 策定(JIS原案へ反映)

土木学会・日本建築学会が策定 する設計・施工指針類への反映

CO2固定型コンクリートのCO2削減効果の適切な評価方法の確立

CO2固定型コンクリートのコスト面、特にLCCでの優位性の明示

- ・統合評価設計システムの構築
- ・社会実装シナリオの提示
- ・カーボンクレジットの公平性を担保 するグローバルな評価基準の提案

KPI設定の考え方

CO2固定量の汎用的な試験方法の国際標準化に向けては、わが国における<u>試験</u>方法の段階的標準化(関連学会規準→JIS化)が必要であるとともに、その実務運用を踏まえた少なくとも数年以上の検証が不可欠となるため。

構造物の設計で必要となる<u>原材料およびコンクリートの品質を評価可能な試験手法が必要</u>となる。また、構造物の性能確保においては<u>品質のばらつきを考慮した設</u>計手法と物性モデル、ならびに品質管理手法が必須となるため。

CO2固定型コンクリートの製造や使用過程におけるCO2収支を適切に評価できるシステム境界(評価範囲)を定めた上で、同コンクリートの世界での利用拡大に備えて手法の汎用性にも配慮してある程度簡便な評価方法が必要となるため。

同規模かつ同環境の複数の構造物(道路舗装)において、CO2固定型と、アスファルトを使用した場合のLCC(カーボンクレジットの評価も含む)を比較し、CO2固定型コンクリートのコスト面での優位性を明示する必要があるため。

建築・社会インフラ構造物の合理的な整備・運用には、コンクリートの品質および CO2固定量のみならず、材料資源循環の問題や費用対効果をも考慮することが 望ましく、この概念が国際的にも周知・理解されることにより、共通の尺度において 地域差なく持続可能な開発や発展に寄与するものと期待されるため。

2. 研究開発計画/(2) 研究開発内容

実装シナリオの検討

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」 において設定した各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
① LCCO ₂ 評価手法 の開発	CO2固定量評価 手法の学会規準 策定(JIS原案 へ反映)	標準化され た評価手法 存在せず (TRL2)	提案評価 手法の実証 (TRL8)	従来手法の課題を踏まえた信頼性の高い手法を開発従来評価手法の適用限界を把握規準化対象評価手法を抽出規準化対象評価手法への開発技術の反映	他分野の試験技術 を組み込むことで信 頼性向上が見込ま れる (95%)
② 品質評価・品質 管理手法の開発	土木学会・日本 建築学会が策定 する設計・施工 指針類への反映	CO2固定化 材の評価手 法存在せず [◆] (TRL3)	評価手法の 指針類への > 反映 (TRL7)	構造物の設計・施工に必要となる評価手法を開発CO2固定骨材・混和材の品質評価手法の提案CO2固定コンクリートの品質評価手法の提案物性モデルと品質管理手法の提案	従来評価手法の適 用性検証に基づい た改良検討により達 成可能(95%)
③ LCA(材料資源) 評価手法の開発	CO2固定型コン クリートのCO2削 減効果の適切な 評価方法の確立	CO2削減効果 の標準的な評 価方法は未確ぐ 立(TRL2)	ある程度簡易 で必要十分な ・評価手法の確 立(TRL7)	製造・使用・資源循環過程を対策前後で適切に比較きるシナリオを作成し、地域毎に異なる条件を明確化現状調査によるBAUシナリオの適切な設定試験結果を踏まえた対策シナリオの適切な設定	様々な資源循環を LCAで評価してきた 知見を活用して達 成可能(95%)
④ LCC評価手法の 開発	CO2固定型コン クリートのコスト面、 特にLCCでの優 位性の明示	カーボンクレジットを含むLCC 評価方法は未 ≪ 確立(TRL1)	評価方法を確立しCO2固定 →型の優位性を示す(TRL8)	 CO2固定型のLCC評価(カーボンクレジット含む)方法を確立し、アスファルトを採用した場合のLCCと比較する カーボンクレジットをLCCに組み込む手法の提案 複数地点でかつ5年間程度のLCC比較・追跡調査 	CO2固定型コンク リートの方がLCC低 減が期待できる
⑤LCCO2・LCA・ LCC統合評価設計 システムおよび社会	統合評価設計システムの構築 および社会実装	統合評価設計システムは 未確立	設計システム および実装シ ナリオの提示	①~④で開発する評価手法を並列的に取り扱い可能な設計システムの構築種々のコンクリート構造物への統合評価設計システムの	の統合により実現化

ムの適用性を検証

(80%)

(TRL1)

(TRL5)

シナリオの提示

本コンソーシアムテーマ 「CO2を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装」

【研究開発項目2】: 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

2. LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

研究開発内容

LCCO2評価手法の開発

CO₂固定量評価手法の開発

(公募要領技術開発項目iiに該当)

電中研

➡ 評価手法の標準化(JIS、ISO)

原材料のCO2固定量の評価

(公募要領技術開発項目iに該当、ばらつきの評価も含む)

東京大

電中研

コンクリート構造物の竣工時および供用中におけるCO2固定量の評価

(公募要領技術開発項目iおよびiiiに該当、ばらつきの評価も含む)

東京大電中研

品質評価・品質管理手法の開発

(公募要領技術開発項目iおよびiiiに該当、ばらつきの評価も含む)

舗装コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発

都立大

建築コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発

東京大

土木コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発

電中研都立大

- ⇒ 土木学会舗装コンクリート設計・施工指針への反映
- 日本建築学会 CO2を大量固定したコンクリートの 設計・施工指針(仮称)への反映
- ⇒ 土木学会のコンクリート標準示方書や 関連設計・施工指針への反映

LCA(材料資源)評価手法の開発

国環研

LCC評価手法の開発

明星大

東京大

都立大

国環研

明星大

電中研

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムおよび社会実装シナリオの検討

⇒ 統合評価設計システムの国際標準化(ISO)

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容①「LCCO2評価手法の開発」

※緑文字はCO2固定量評価対象

$$LCCO2 = \sum_{i} CO2$$
排出量 $-\sum_{i} CO2$ 固定量

排出•固定因子 1:原材料、製造•施工、供用、維持•補修、解体

☑ コンクリート中に含まれるCO2量には 材料として用いられる天然の石灰石由来のものも含まれる

【課題1】 CO2 起源の分離測定による評価信頼性の向上

【検討1-1】従来評価手法(熱重量測定法)の適用限界の把握

【検討1-2】GC-MS分析*による脱炭酸温度の特定に基づいた評価手法の開発

【検討1-2】GC-MS分析1-よる脱灰酸温度の特定に基づいた評価于法の原 【検討1-3】炭素の同位体分析技術を用いた評価手法の開発 大気は

本プガガスツランイー質量分析
*ガスクロマトグラフィー質量分析



石灰石 主要成分 CaCO₃



コンクリート用石灰石骨材 コンクリート用石灰石微粉末

大気中の炭素同位体比 ¹²C: ¹³C: ¹⁴C=約1: 10⁻²: 10⁻¹² 石灰石には炭素同位体 ¹⁴Cは、ほぼ含まれない

【課題2】実構造物スケールのCO2固定量測定に適した大型サンプルを対象とした評価手法の開発

【検討2】 大型サンプルを対象とした熱分析装置の開発と適用性の検証



従来測定法における 評価試料量:数十mg



コンクリート: 最大数十mmの骨材 等を含んだ複合材料

【課題3】供用中のCO2固定量評価手法の開発

【検討3-1】フィールド調査における供用中CO2固定量のモニタリングデータの取得

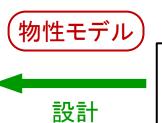
【検討3-2】CO2固定量推定技術の開発とLCCO2評価モデルの構築

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容②「品質評価・品質管理手法の開発」

舗装•建築•土木

コンクリート 構造物の性能



Carbon Pool Concrete

コンクリート の品質



配合設計

炭酸化スラッジ 炭酸化再生骨材

原材料 の品質

生コン工場で発生する 多量のスラッジ



コンクリートの解体で 発生する多量の再生骨材

【課題1】原材料の品質評価・品質管理手法の開発

【検討1-1】CO2固定骨材・混和材の品質評価手法の検討

【検討1-2】CO2固定骨材・混和材の品質のばらつきの評価

【検討1-3】CO2固定骨材・混和材の品質管理手法の検討

CO2固定化による 原材料の品質変化



【課題2】コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発

【検討2-1】CO2固定コンクリートの品質評価手法の検討

【検討2-2】CO2固定コンクリートの品質のばらつきの評価

【検討2-3】CO2固定コンクリートの品質管理手法の検討

CO2固定化による コンクリートの品質変化



【課題3】構造物の設計に必要となる物性モデルの開発

【検討3-1】 既存物性モデルの適用性の評価 【検討3-2】 物性モデルの改良検討と検証

品質変化を考慮した 物性モデルの構築

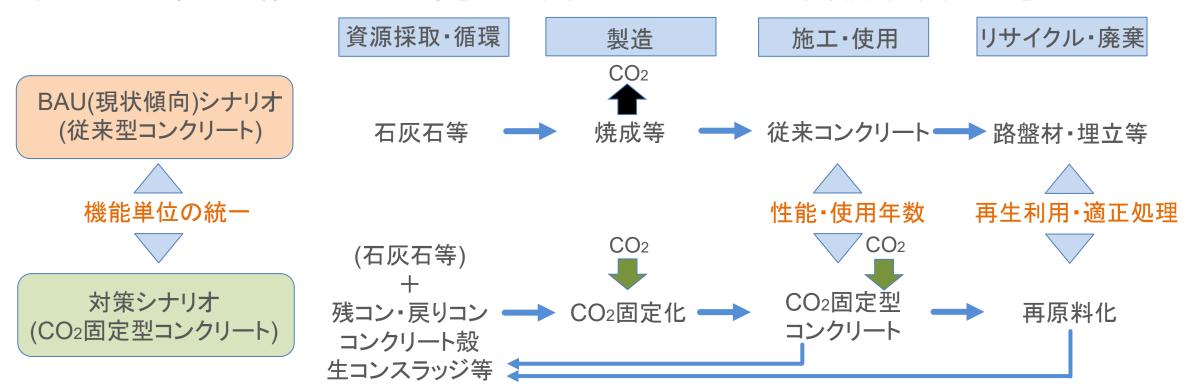


【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容③「LCA(材料資源)評価手法の開発」

【課題】CO2固定型コンクリートのCO2排出削減効果の標準的な評価方法が存在しない

【検討】製造・使用・資源循環過程を対策前後で適切に比較できるシナリオを作成し、地域毎に異なる条件を明確化して様々な地域に普及した際のCO2削減効果を適切に評価することのできるある程度簡易な評価手法を確立する。



実験的に明らかにするパラメータ: CO2固定型コンクリートのCO2固定量、性能(機能等価となる材料量)等地域により異なるパラメータ: 従来工法、電力排出係数、輸送距離、リサイクル・廃棄方法等

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容④「LCC評価手法の開発」

第1期(2022~2023) 現状分析

【目的】

CO2固定型コンクリートを採用した 道路舗装のLCC評価モデルを確立 するための基礎研究

【研究構想】

- ・アスファルト、コンクリート(CO2 固定型ではない)による道路舗 装のLCCに関する先行研究調査
- ・カーボンクレジットの最新動向に 関する調査

第2期(2024~2025)

LCC評価モデルの確立

【目的】

LCCの構成要素に関する検討

【研究構想】

- ・次の項目からなるLCCを想定
 - ①初期投資コスト
 - ②維持管理コスト
 - ③修繕コスト
 - ④更新(廃棄)コスト
 - ⑤カーボンクレジット評価額

LCC = 1 + 2 + 3 + 4 - 5

第3期 (2026~2030) 比較調査及び追跡調査

【目的】

モデルを評価・検証し、CO2固定型コンクリートの優位性を明らかにする

【研究構想】

- ・道路の片側をアスファルト、片側をCO2固定型コンクリートで舗装し、両者のLCCを5年間追跡調査
- ・交通量や気候が異なる複数地点



【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容⑤「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムおよび社会実装シナリオの検討」

【課題】 合理的かつ円滑な社会実装と普及に必要となるLCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムが存在しない

【検討】研究開発内容①~④で開発されたそれぞれの評価手法を用いて、統合評価設計システムを構築する

多視点評価に基づくグリーンイノベーション ➡ 持続可能な発展

再生材へのCO2固定化と コンクリート製造



CO2を高度利用したCARBON POOLコンクリートの 開発と舗装および構造物への実装

社会実装シナリオの提示

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

LCCO₂ 評価手法 の開発 品質評価・ 品質管理 手法の開発 LCA (資源循環) 評価手法 の開発

LCC 評価手法 の開発

多量のストックを有する 舗装コンクリートへの実装

2. 研究開発計画/(2) 研究開発内容(これまでの取組)

シナリオの検討

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

直近のマイルストーン これまでの(前回からの)開発進捗 進捗度 研究開発内容 LCCO₂ 評 ・湿式分析装置を用いたCO2量の定量測定を開始した。 〇:TGでの定量はDTA 従来評価手法の適用限 ・コンソーシアム内4機関で共通試料を対象としてTG/DTAによる共通試 価手法の開発 ではなく、DTGを指標とす 界の把握 験を行い、分析条件の最適化を図った。 べきことが判った。 品質評価・ CO。固定骨材·混和材 ・CO₂吸収対象とする再生骨材、造粒材料を入手した。 〇: 再生骨材Lは不均 の品質評価手法の提案 ・再生骨材Lを用いたコンクリート試験体を製造した。 質であり、コンクリートの品 品質管理手法 の開発 ・開発項目1と再生骨材の実験に関する情報共有を図った。 質管理が難しくなる。 O:LCA調査は滞りなく LCA(材料 ・再生材料を用いた舗装道路製造時、共用時の環境負荷要因を机上 BAUシナリオの設定と試行 資源)評価手法 検討した。 進めている。 的評価 の開発 LCC 評価 道路舗装のLCC評価に必 ・再生材料を用いた舗装道路製造時、共用時のコスト評価に必要とな 〇:LCC調査は滞りなく る情報を机上検討した。 手法の開発 要な関連情報の整理 進めている。 5 LCCO₂/LCA ・各評価項目の重み付けについて机上検討した。 O: LCCO₂, LCA, LCC 統合評価システムの構築 /LCC統合評価 の検討結果に依存するた 設計システムお め、各項目の検討を慎重 よび社会実装 に進める。

2. 研究開発計画/(2) 研究開発内容(今後の取組)

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容

- 1 LCCO₂ 評 価手法の開発
- 2 品質評価・ 品質管理手法 の開発
- 3 LCA(材料 資源)評価手法 の開発
- 4 LCC 評価 手法の開発
- 5 LCCO₂/LCA /LCC統合評価 設計システムお よび社会実装 シナリオの検討

直近のマイルストーン

従来評価手法の適用限 界の把握

CO₂固定骨材・混和材 の品質評価手法の提案

BAUシナリオの設定と試行 的評価

道路舗装のLCC評価に必要な関連情報の整理

統合評価システムの構築

残された技術課題

CPコンクリート/CPコンクリート用材料製造後に大気中から緩慢に固定化される炭素を定量評価する手法の確立

CPコンクリート用材料を用いた建築/土 木用コンクリートの適用範囲の見極めとCP コンクリート用材料の製造方法の改良

CPコンクリート/CPコンクリート用材料の性状と施工時の諸工程における環境負荷因子の把握

CPコンクリート/CPコンクリート用材料の性状と施工時ならびに維持管理時のコストの把握

- ・LCCO₂、LCA、LCC評価手法の確度に 依存する。
- ・各評価項目に対する重みづけをどのよう に設定するかの判断が難しい。

解決の見通し

CPコンクリート/CPコンクリート用材料の配合/製造 条件を変えた試料の吸収ポテンシャルを実験的に評価 し、データベース化を図り、検討を進めることで解決する。

高炉スラグ微粉末等の混和材を併用することで適用範囲を拡張可能と見込む。CPコンクリート用材料の製造方法の改良は開発項目1と連携することで対応する。

開発項目1と連携して検討を進めることで解決する。

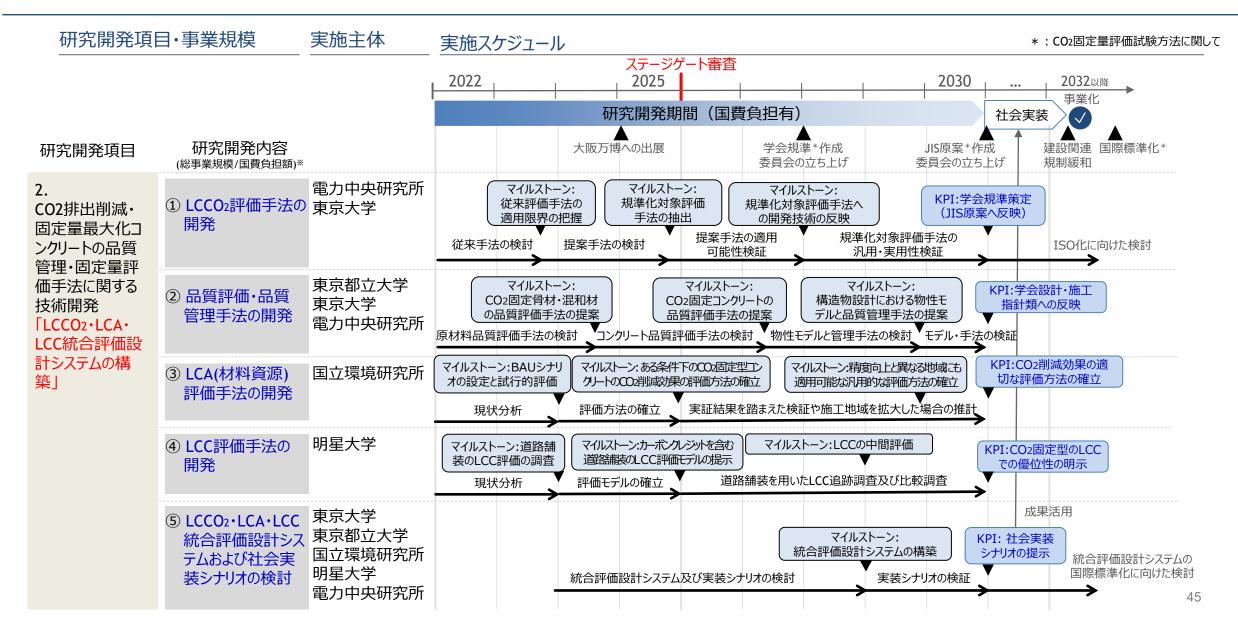
開発項目1と連携して検討を進めることで解決する。

まずは、開発項目2内で机上検討を進め、概念を構築する。

開発項目1で実施する現地試験をモデルケースとして検討することが有用と考えられるため、連携して検討を進めることで解決する。

2. 研究開発計画/(3) 実施スケジュール

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」 実施主体および実施スケジュール



2. 研究開発計画/(4) 研究開発体制

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」 の実施体制と役割分担

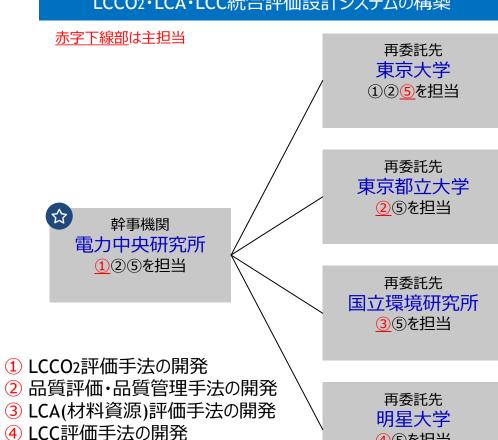
4 (5)を担当

実施体制図

5 LCCO2·LCA·LCC統合評価設計

システムおよび社会実装シナリオの検討

研究開発項目2. LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目2 全体の取りまとめは、電力中央研究所が行う。 また、①のうちCO2固定量評価技術の開発を担当し、①のうち原材料およびコンクリートのCO2固定量の評 価、②のうち土木コンクリートの品質管理手法の開発、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの 検討を共同担当する。
- 東京大学は、②のうち建築コンクリートの品質管理手法の開発を担当し、①のうち原材料およびコンクリー トのCO2固定量の評価、および⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 東京都立大学は、②のうち舗装コンクリートの品質管理手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システ ム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 国立環境研究所は、③のLCA(材料資源)評価手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システム・社 会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 明星大学は、④のLCC評価手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討 を共同担当する。

研究開発における連携方法(共同提案者間の連携)

- 研究開発項目2の検討においては、再委託先との定期的な(月1回程度)連絡体制を構築し、相互の進捗 把握や課題の共有を図れるよう連携関係を確保する。
- 研究開発項目1との連携については、研究開発項目2の検討と連動して行う項目も多数存在するため、研 究開発項目1のコンソーシアム参加企業との定期的な(月1回程度)連絡体制を構築する。
- 適切な知財の管理と円滑な協力体制を構築するために秘密保持契約を締結する。

本GIプロジェクトにおける他実施者等との連携

研究開発項目2に関して、他のコンソーシアムと連携可能な検討項目があれば、共同実施も可能である。

中小・ベンチャー企業の参画

参画なし

2. 研究開発計画/(5)技術的優位性

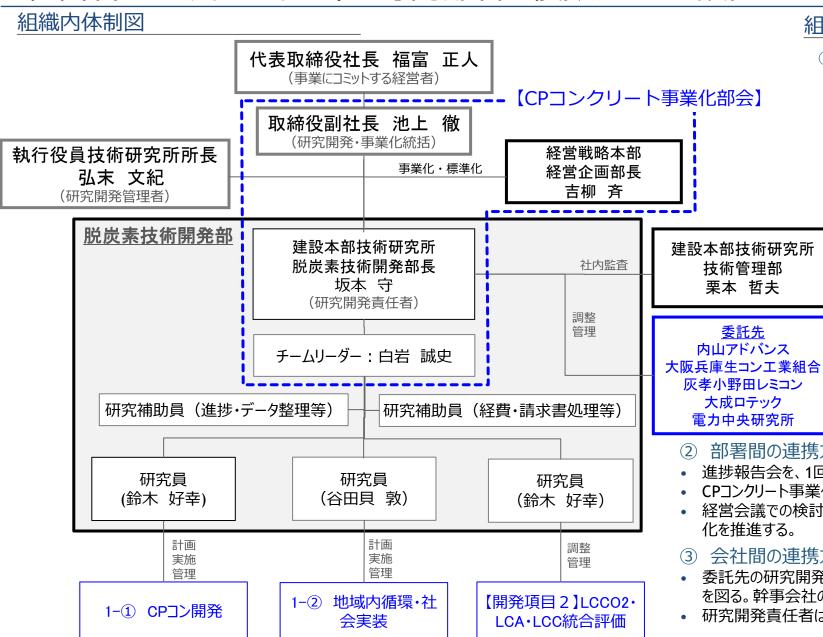
【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」の実施における技術等の優位性について

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等		競合他社に対する優位性・リスク			
2. 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「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」	① LCCO ₂ 評価 手法の開発	 熱分析試験によるCaCO3の定量評価技術(電中研・東京大) 質量分析による脱炭酸温度の評価技術(電中研) 炭素¹³C等の同位体分析技術(電中研) コンクリートの炭酸化進展解析技術(東京大) JCI「JIS開発調査委員会」に参画(委員長:東京大および委員:都立大) 	→ →	多種多様な試料の測定実績豊富同位体分析ノウハウを保有より汎用性の高い物理モデル解析を保有JIS化に向けた円滑な検討が可能評価技術の複雑化の恐れがある			
	② 品質評価・ 品質管理 手法の開発	 従来の品質評価・管理手法の適用実績(都立大・東京大・電中研) 従来の品質評価・管理手法に必要な試験設備(都立大・東京大・電中研) RRCS研究会*(代表:東京大 野口)を通じた関連情報・実証フィールド確保 品質試験等のJIS調査部会・原案作成委員会に参画(東京大・都立大) 土木学会試験規準・非破壊検査協会規格関連委員会に参画(都立大・電中研) 	→ →	JIS化に向けた円滑な検討が可能			
	③ LCA(材料 資源)評価 手法の開発	 CO2を利用した廃セメントリサイクルに関する研究実績(国環研) 素材のLCA評価に関する多数の国内・国際共同研究実績(国環研) サーキュラーエコノミーのISO規格の国内委員会に参画(国環研) 廃棄物分野の2050年実質排出ゼロに関わる検討会に参画(国環研) 		実験に基づく拡張推計に実績を有する学術的に認められた方法での評価が可能最新の国際動向を踏まえた評価が可能他の対策を俯瞰しながら適切に評価が可能			
	④ LCC評価 手法の開発	経営学や会計学の立場からのLCCに関する様々な研究成果の蓄積(明星大)RRCS研究会*(代表:東京大 野口)を通じた関連情報・実証フィールド確保	<i>→</i>	 カーボンクレジットの評価を考慮に入れた先駆的なLCCの評価モデルが活用可能 継続的なLCCのデータ収集及び分析が可能 研究開発項目1の検討進捗に左右される 			
	⑤LCCO2・LCA・ LCC統合評価 設計システムお	 ISO/TC 71/SC 8「コンクリート構造物の環境マネジメント」(議長:東京大 野口) 日本建築学会/土木学会の設計・施工指針作成関与(東京大・都立大・電中研) 早期交通開放型コンクリート舗装の社会実装に関与(都立大) 次世代建設材料の社会実装を目指した学振委員会に参画(委員長:東京大 野口) 	→	国際標準化に向けた円滑な検討が可能 設計・施工指針化に向けた円滑な検討が可能 社会実装実績に基づく効率的な検討が可能			
	よび社会実装シナリオの検討	土木学会「カーボンニュートラル研究委員会」に参画(幹事:電中研)*:一般社団法人 生コン・残コンソリューション技術研究会		関連業界の動向・ニーズの獲得と反映が可能要素評価技術の完成度により統合評価設計 システムの汎用性が損なわれる恐れがある			

3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制/(1)組織内の事業推進体制 経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

【脱炭素技術開発部】

- 研究開発責任者:安藤ハザマ・坂本守部長
 - 事業全体の進捗管理
 - 委託先の管理
 - 事業の実装に係り、関係部署と協力して推進
- チームリーダー:白岩誠史
 - 事業全体 専任4人(進捗管理、経費管理)
 - 研究開発項目1①,②(併任7人規模)
 - 研究開発項目 2 (併任2人規模)

【経営戦略本部 経営企画部、イノベーション部】

- CPコンクリートの事業化戦略の立案および推進
- CPコンクリートの標準化戦略の立案および推進

【建設本部 技術研究所 技術管理部】

• 定期的な経費等の社内監査の実施

部署間の連携方法

技術管理部

栗本 哲夫

委託先

内山アドバンス

灰孝小野田レミコン

大成ロテック

電力中央研究所

- 進捗報告会を、1回程度/月実施し、連携を図る。
- CPコンクリート事業化部会を、1回以上/月実施し、事業化及び標準化を検討する。
- 経営会議での検討、役員会への報告を、1カ月に1回程度実施し、事業化及び標準 化を推進する。

会計間の連携方法

- 委託先の研究開発責任者は、1カ月に1回、自らのグループの進捗報告会を行い、連携 を図る。幹事会社の代表も出席。
- 研究開発責任者は、自団体の経営者へ3カ月に1回の進捗報告を行う。

3. イノベーション推進体制/(2)マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等によるCPコンクリート事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 長期ビジョン「安藤ハザマビジョン2030」の一つに「環境価値の創造」を掲げ、 その実現に向け、中期経営経計画において、グリーン技術への投資、高循 環化の推進、廃棄物の削減を計画し、当社の優先して取り組むコアSDG s 、 K P I として、C O 2 排出削減率33%(2017年度対比)の達成を2030 年までの目標としており、本開発事業(CPコンクリートの開発・事業展開) も取り組みの一つとして位置付ける。
 - 中期経営計画にCPコンクリート事業を組入れ、この事業の重要性を多様な 媒体を通じて積極的に発信する。
 - CPコンクリート事業を推進する独立した部署を新設する。この部署に所属する人員は経営陣への直接的な進言は勿論、関連会社含めた全グループ関係者に対して必要に応じて容易にアクセス出来るようにする。

事業の継続性確保の取組

- 経営会議などで本開発事業の進捗状況の周知を図り、様々な理由により当該事業の担当が交代される場合の対策を図る。
- 本事開発事業期間内に様々な理由により経営層が交代される場合には、 当該事業が継続的に行えるように申し送り事項を準備してこう対応する。

事業のモニタリング・管理

当該事業は複数業種から参画したコンソーシアムを形成して推進され、 月1回の定例会を設けて進捗報告ならびに意見交換をする。その際、 必要に応じて外部からのオブザーバーも招き入れ、自由闊達な意見交換が出来るような環境を構築する。

= モニタリング項目 =

【CPコンクリート開発】

(1)生コンスラッジからの混和材生産 (2)再生・回収・粒状化骨材への CO2固定化 (3) C Pコンクリート製造工程

【CPコンクリートの設計・施工技術開発】

(1)舗装用CPコンクリート (2)建築室内用CPコンクリート (3)一般用CP コンクリート

【総合評価設計システム】

(1)CO₂固定量 (2)品質 (3)LCA (4)LCC

コンソーシアムの定例会(月1回)開催後、可及的速やかにその報告を受け事業進捗を確認する。

- 当該事業戦略ビジョンに定められているKPIをベースに判断していく。スケジュールに設定されているステージゲート毎に事業化の判断をしていくが、必ずしも定められているKPIに縛られることなく、判断時の社会情勢を考慮しながら臨機応変に対応していく。

3. イノベーション推進体制/(3)マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核においてCPコンクリート事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 自社の環境負荷低減(低炭素、高循環、生物多様性保全)を継続徹底する。
 - 社会の環境負荷低減に貢献するサービスを積極開発する。 (※中期経営計画より)
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 本開発案件について当社の中期経営計画における CO_2 削減目標に組み込むこととし、経営会議などにおいて、当該案件に取り組むこととした。
 - 本開発案件の担当経営者は、研究開発責任者からの進捗状況などを受けて、経営会議などの方針決定の場において、周知・検討を行い、 適官事業環境の変化等に応じて見直しを行う。
 - 当該案件の担当経営者は、本開発案件につて決議された内容を社内の関連部署に広く周知する。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 中期経営計画の CO_2 削減目標達成の手法の一つとして、本開発案件を位置付けた。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - コーポレートレポートにおいて、本開発案件について実施体制、戦略、リスク管理、目標などを明確にして取り組みを公開する。
 - 本開発案件について研究開発計画の概要をプレスリリースにより対外公表する。
- ステークホルダーへの説明
 - 中期経営計画の中に本開発案件を組み込み、顧客や株主にたいして 当社の取り組みとして説明をおこなう。
 - 中期経営計画において当該開発案件の見通し・リスクを説明する。
 - 当社が目標として掲げたCO₂削減などを通して建設事業における環境負荷低減に本開発案件が貢献していることを公開する。

3. イノベーション推進体制/(4)マネジメントチェック項目③事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

実施体制の柔軟性の確保

- 研究開発責任者からの報告を基に、本開発案件についての体制や手法について検討し、適宜見直しを行い改善を図る。
- 本開発に必要な技術・資源については、社内での確保が困難な場合 に秘密保持契約などを締結して外部リソースを活用する。
- 論文などを媒介として、CPコンクリートの性能を広く公開して技術に対す るフィードバックを得て、実装に向けて改善を図る。

人材・設備・資金の投入方針

- 本研究開発に適切な人材を土木部、建築部、機電部、技術研究所など各部門から選定し、専従3人、兼務7人を確保する。
- CPコンクリートの製造に関する研究では、再委託先の生コン工場の設備を活用し、当該技術に必要な設備の設置などを行い、既存の設備を有効活用する。
- 本研究で開発した技術の展開を図るために、現場や当社のPCa工場への技術展開に投資を予定する。
- 2030年達成を目標としたCO₂削減(2017年対比33%削減)に向けて 本開発技術の推進と展開を行う。

専門部署の設置

• 専門部署の設置

- 本研究開発の担当経営者の下に建設本部技術研究所脱炭素技術開発部長を研究開発責任者として設け当該責任者の権限において、本研究開発の方針などの改善を図る。
- 本研究開発は、経営会議などで検証され、事業環境の変化などに合わ せて改善を図る。

若手人材の育成

- 本研究開発では、研究項目別に適当な人材を配置するが、チームリー ダー以下に研究開発の補佐が行える若手を選任ないしは兼務で短期・ 長期的に配置する。
- 研究 3 で本研究開発についての評価検証を大学機関などで行う。その際、共同研究を行い、成果の学会発表などを目指す。

4. その他

4. その他/(1) 想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、社会情勢の劇的な変貌等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発(技術)におけるリスクと対応

- 想定した開発手法において成果が認められない
- CPコンクリートの検証・評価が十分に行えない (材料に想定のCO₂が固定できないなど) 対応⇒原因の究明と手法の見直し
- 競合他社が同種材料を用いた改良技術を開発 対応⇒改良技術保有会社との共同研究の 検討(NEDOコンソーシアムへの追加加入)
- 想定した経費内で本研究開発の遂行ができない 対応⇒原因の究明と開発費の見直し
- 想定した期間内で本研究開発が完了しない 対応⇒原因の究明と工程の見直し
- 本研究開発を安全に行えない 対応⇒原因の究明と安全管理の徹底
- 担当経営者、研究開発責任者やチームリーダー などの脱退 対応⇒適当な人材の選定および配置

社会実装(経済社会)におけるリスクと対応

- 社会情勢変化により目標とするCO₂の固定化量が変化して当該技術では満足できない。
 対応⇒当該技術と別の技術を併用して目標を達成する
- 当該技術の実装費用が高い 対応⇒環境対応技術の広域展開を行い、実施 費用の低下を図る
- 当該技術を実装するにあたり、適用現場の工期を圧縮する
 対応⇒環境負荷を低減する要素を説明して期の見直しを依頼する
- 当該技術の実装を安全に行えない 対応⇒施工方法の見直しを行う

その他(自然災害等)のリスクと対応

- 自然災害などで研究開発および社会実装の中止対応⇒災害の状況により本事業の一時凍結または、中止を検討する
- 委託先、再委託先企業、外注先などの倒産 対応⇒委託先、再委託先、外注先の状況を確認 上記、委託先などの変更が可能であれば 計画の変更をおこなう



- 事業中止の判断基準
- ・社会情勢の変化等により、開発費用の想定をはるかに超える高騰等が解決されなければ中止
- ・大規模な自然災害で、本研究開発や社会実装が不可能と判断された場合は中止
- ・委託先が倒産し、本研究開発および社会実装の進行が不可能な場合は中止
- ・社会情勢の変化等により、当初の目標価値が陳腐化した場合は中止