

JCI Annual Convention 2025 in Morioka

コンクリート工学年次大会 2025（盛岡）

第 32 回生コンセミナー

テーマ

カーボンニュートラル社会の実現に向けて
生コン業界への期待

講演要旨

令和 7 年 7 月 16 日

公益社団法人 日本コンクリート工学会

生コンセミナーの開催にあたって

気候変動対策の重要性が高まるなか、世界各国や地域でカーボンニュートラルの実現に向けた関心が高まっています。我が国では、2020年10月に当時の菅義偉総理大臣が「日本は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と宣言して以来、カーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組みが活発化しています。

セメント・コンクリート産業はCO₂を多量に排出する産業の一つとされています。特にセメント製造時に排出されるCO₂量の削減は喫緊の課題であり、セメントの製造過程のみならず、建設のサプライチェーン全体でのCO₂排出量の削減策を講じる必要があります。具体的には、セメントの製造、生コンを含むコンクリートの製造、および施工に加え、供用後のコンクリート構造物の維持管理や解体・撤去といったライフサイクル全体の各過程におけるCO₂排出量を精査し、カーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組みを加速させる必要があります。

このような背景の下、今年の第32回生コンセミナーでは、「カーボンニュートラル社会の実現に向けて 生コン業界への期待」と題し、セメント・コンクリート産業に関わる有識者を集め、会場と一体となって議論する場を設けました。

まず、東京大学石田哲也氏より、カーボンニュートラル社会の実現に向けた俯瞰的かつ多角的な視点から、「生コン産業の可能性 ―資源循環、生産性向上、インフラ高耐久化で築く持続可能社会―」と題した基調講演をいただきます。また、セメント業界を代表し、太平洋セメント江里口玲氏より、「セメント業界を取り巻くGXの現状とカーボンニュートラルに向けた取り組み」と題した基調講演をいただきます。

その後、当該分野における中堅・若手の第一人者である東京大学丸山一平氏にコーディネータをお願いし、パネルディスカッションを行います。まず、パネリストの一人目として、生コン業界に精通する工学院大学鈴木澄江氏より、「建築物への環境配慮型コンクリートの適用における課題」と題した話題提供をいただきます。続いて、生コン業界を代表し、全国生コンクリート工業組合連合会草野昌夫氏に「生コン業界のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み」と題した話題提供をいただきます。さらに、施工側の立場から大林組桜井邦昭氏より、「使用者（土木）の立場として、カーボンニュートラル社会の実現に向けて取り組むべきこと」と題した話題提供をいただきます。最後に、宮城県生コンクリート協同組合連合会千葉兼人氏より、地方の生コン協組の取り組みとして、「残コン・戻りコンを有効利用したCO₂吸収促進型コンクリートブロックについて」と題した話題提供をいただきます。

以上の話題提供の後、基調講演者にもパネリストとして登壇いただき、パネリスト間や会場内からの質問・コメントを交えながら活発なディスカッションを展開します。

本セミナーが生コン業界におけるカーボンニュートラル社会の実現に向けた有益な情報提供の機会になれば幸いです。是非、生コンクリートに関係する多数の皆様のご参加をお待ちしております。

コンクリート工学年次大会 2025（盛岡）

実行委員会委員長 石川 雅美

生コンセミナー部会長 岩城 一郎

■生コンセミナープログラム

司会 齋藤 俊克（生コンセミナー部会幹事 日本大学）

1. 開会挨拶及び趣旨説明

岩城 一郎（生コンセミナー部会長 日本大学）・・・ 13:00～13:10

2. 基調講演

（1）生コン産業の可能性

ー資源循環、生産性向上、インフラ高耐久化で築く持続可能社会ー

石田 哲也（東京大学）・・・ 13:10～13:50

（2）セメント業界を取り巻く GX の現状とカーボンニュートラルに向けた取り組み

江里口 玲（太平洋セメント）・・・ 13:50～14:30

〈休憩〉・・・ 14:30～14:50

3. パネルディスカッション・・・ 14:50～16:30

パネルディスカッションの狙い（コーディネータ）

丸山 一平（東京大学）

話題提供

（1）建築物への環境配慮型コンクリートの適用における課題

鈴木 澄江（工学院大学）

（2）生コン業界のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み

草野 昌夫（全国生コンクリート工業組合連合会）

（3）使用者（土木）の立場として、カーボンニュートラル社会の実現に向けて取り組むべきこと

桜井 邦昭（大林組）

（4）残コン・戻りコンを有効利用した CO₂ 吸収促進型コンクリートブロックについて

千葉 兼人（宮城県生コンクリート協同組合連合会）

討論会

・コーディネータ：丸山 一平（東京大学）

・パネリスト：（土木）石田 哲也（東京大学）

（建築）鈴木 澄江（工学院大学）

（生コン）草野 昌夫（全国生コンクリート工業組合連合会）

千葉 兼人（宮城県生コンクリート協同組合連合会）

（セメント）江里口 玲（太平洋セメント）

（施工会社）桜井 邦昭（大林組）

〈目次〉

基調講演

- (1) 生コン産業の可能性
ー資源循環、生産性向上、インフラ高耐久化で築く持続可能社会ー
石田 哲也（東京大学）・・・・・・・・・・ 1
- (2) セメント業界を取り巻く GX の現状とカーボンニュートラルに向けた取り組み
江里口 玲（太平洋セメント）・・・・・・・・・・ 37

パネルディスカッション

話題提供

- (1) 建築物への環境配慮型コンクリートの適用における課題
鈴木 澄江（工学院大学）・・・・・・・・・・ 59
- (2) 生コン業界のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み
草野 昌夫（全国生コンクリート工業組合連合会）・・・・・・・・・・ 65
- (3) 使用者（土木）の立場として、カーボンニュートラル社会の実現に向けて取り組むべきこと
桜井 邦昭（大林組）・・・・・・・・・・ 72
- (4) 残コン・戻りコンを有効利用した CO₂ 吸収促進型コンクリートブロックについて
千葉 兼人（宮城県生コンクリート協同組合連合会）・・・・・・・・・・ 78

生コン産業の可能性

—資源循環、生産性向上、インフラ高耐久化で築く持続可能社会—

東京大学大学院工学系研究科
社会基盤学専攻 石田哲也

2025年7月16日
コンクリート工学年次大会2025(盛岡) 生コンセミナー



石田 哲也

山梨県出身
1971.4.9生

略歴

1990年3月	山梨県立都留高等学校卒業
1990年4月	東京大学教養学部理科一類
1994年3月	東京大学工学部土木工学科卒業
1996年3月	東京大学大学院社会基盤学専攻修士課程修了
1999年3月	東京大学大学院社会基盤学専攻博士課程修了
1999年4月	東京大学大学院工学系研究科 助手
1999年10月	日本学術振興会海外特別研究員（トロント大学）
2002年1月	東京大学大学院工学系研究科講師
2003年10月	同 助教授（准教授）
2013年8月	同 教授
2018年4月	東京大学総長補佐
2020年4月	工学系研究科長特別補佐
2023年4月	工学系研究科副研究科長、評議員 学術戦略室長、社会連携/産学協創推進室長

東京大学大学院工学系研究科
副研究科長（学術担当）
学術戦略室長、社会連携・産学協創推進室長
社会基盤学専攻 教授
内閣府大臣官房政策参与（兼務）

研究分野・興味：

「**コンクリート工学**」を専門とする立場から、
私たちの文明社会を支え、文化をはぐくむため、
1000年持続するインフラを、
最先端のデジタル技術を駆使して実現したい。

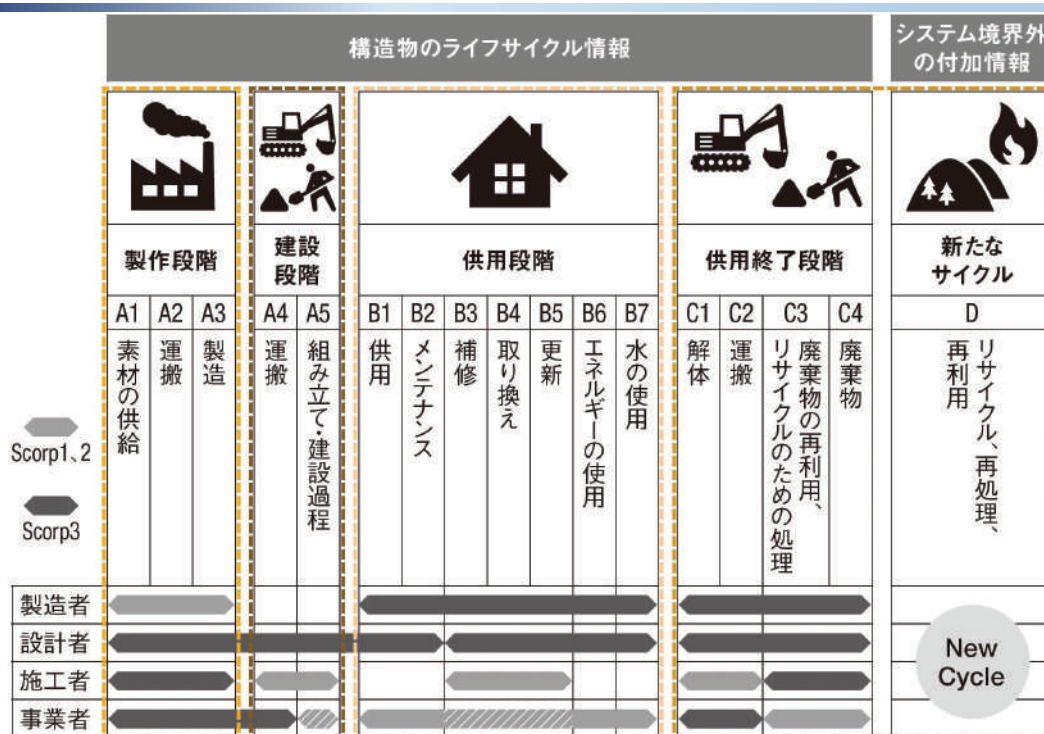


本日の話題提供

- 1 建設分野のサプライチェーンにおけるCO₂排出量、資源循環の促進
- 2 セメント量低減と産業副産物の有効利用を図る技術
- 3 炭酸塩としてCO₂を固定化して、粉体や骨材として活用する技術
- 4 製造時並びに供用中のコンクリートにCO₂を吸収させる技術
- 5 今後の展望、課題

3

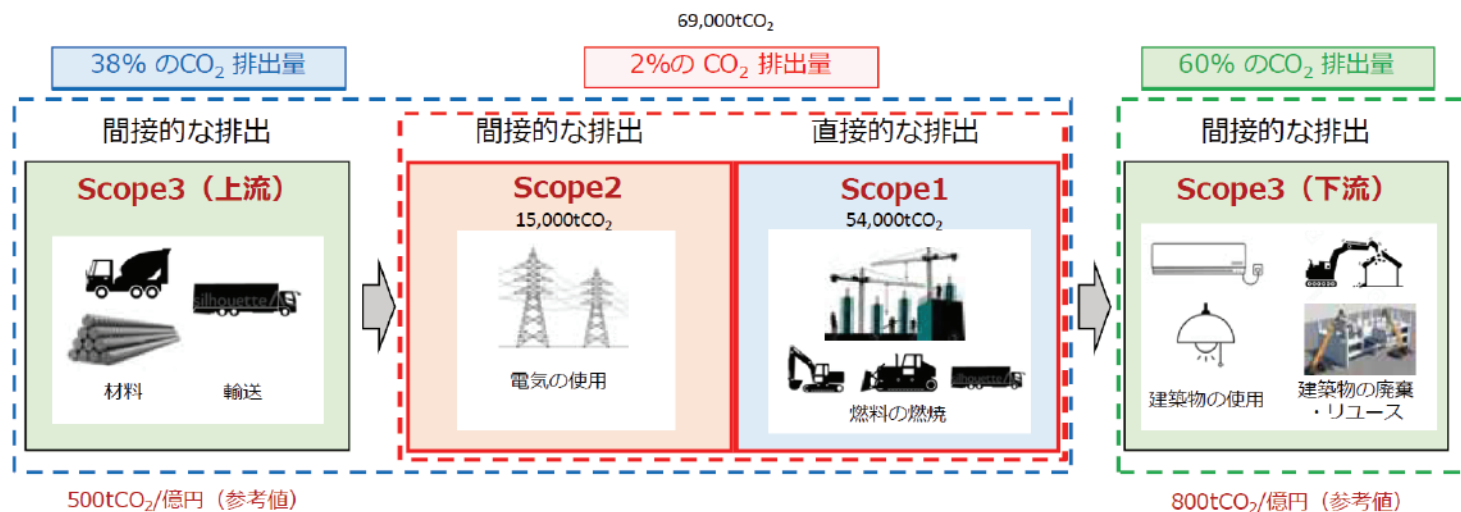
建設のサプライチェーンにおけるCO₂排出量の区分（欧州基準 EN15978）



春日昭夫著「実践 建設カーボンニュートラル」より 4

構造物の建設サプライチェーンにおけるCO₂排出量の考え方（CDP, SBTs）

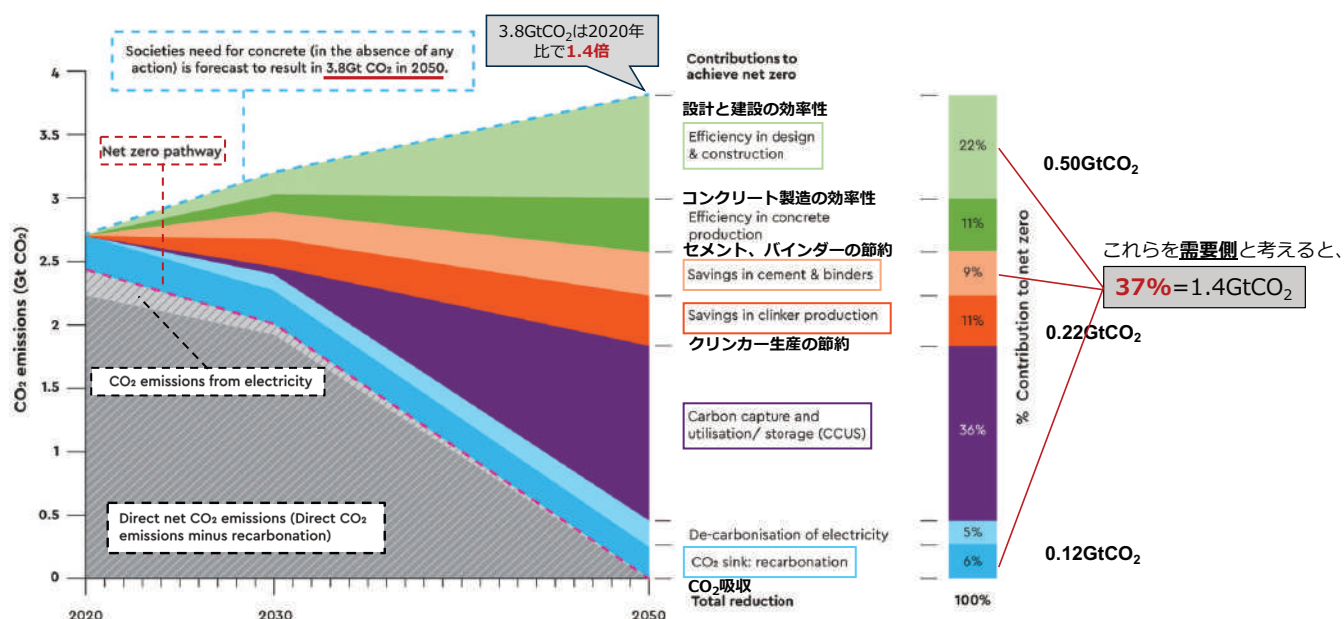
施工者の場合



Scope-1: 自らの建設事業による温室効果ガスの直接排出
 Scope-2: 事務所等に他社から供給された電気、熱による間接排出
 Scope-3: 建設事業のための調達、建設後の使用、廃棄、リユースによる間接排出

（春日昭夫氏資料） 5

GCCAのネットゼロに向けたロードマップ



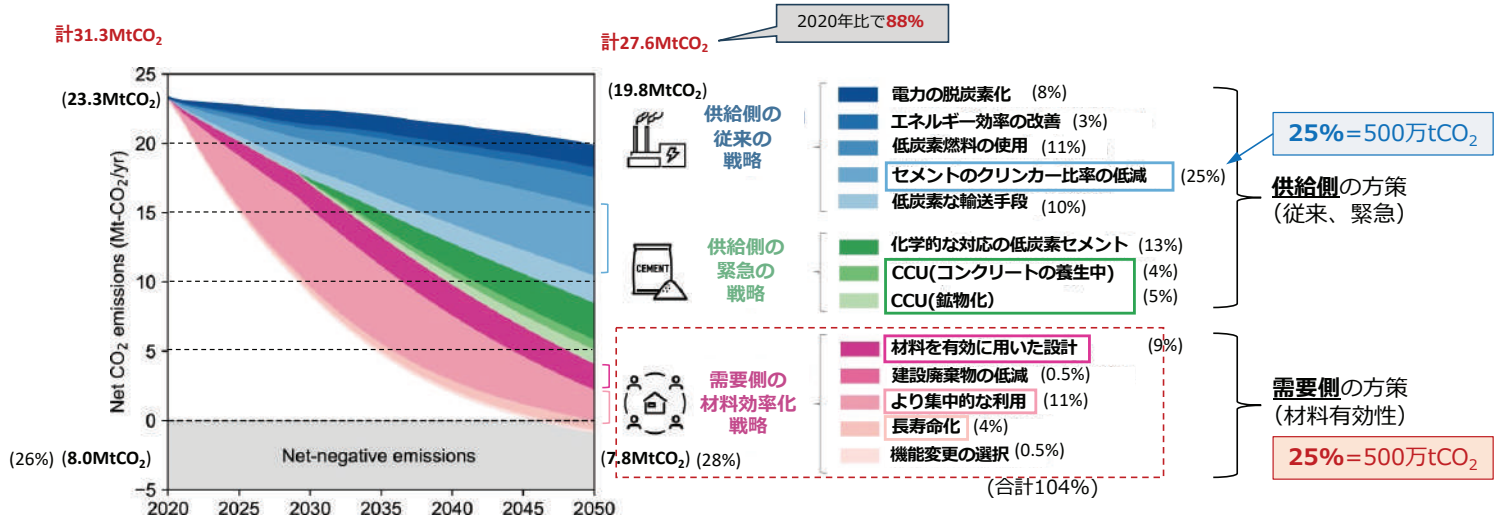
出所：Global Cement and Concrete Association

（春日昭夫氏資料） 6

日本におけるセメント・コンクリート部門のカーボンニュートラル達成経路



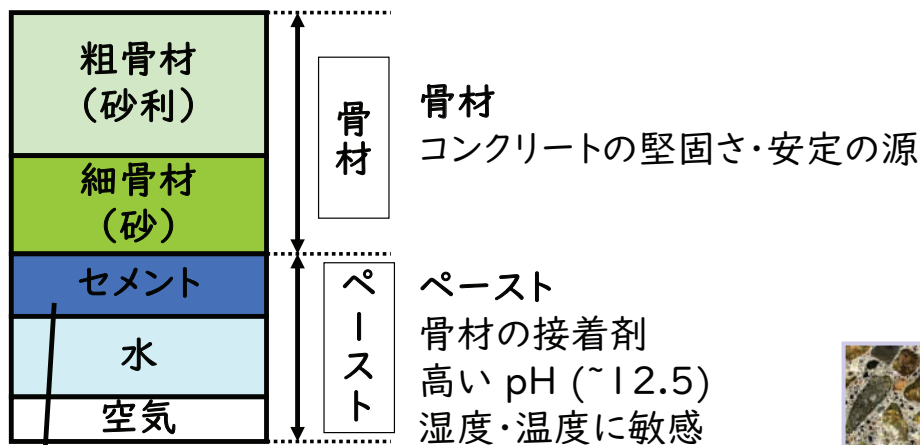
- ✓ 低炭素コンクリート、材料を有効に使った設計、超寿命化（超高耐久化）、リユース等による廃棄物の削減、などがCO₂排出量の削減（約50%）に有効。



出所：Efficient use of cement and concrete to reduce reliance on supply-side technologies for net-zero emissions, Takuma Watari, Zhi Cao, Sho Hata, Keisuke Nansai, Nature Communications, 2022、を基に加工

(春日昭夫氏資料) 7

コンクリートの構成材料



セメント: Ca, Si, Alが主成分→クラーク数5, 2, 3
地球上に多く存在する元素。資源の偏りが少ない。
どこでも製造可能かつ安価。





英・ガーディアン紙は、2019年2月25日の記事で、「コンクリート：地球上で最も破壊的な材料」という記事を掲載し、「水に次いで、コンクリートは地球上で最も広く使用されている物質だ。セメント産業が国であるとすれば、最大28億トンのCO₂を排出する、中国と米国に次ぐ世界で3番目の排出国である」と述べている

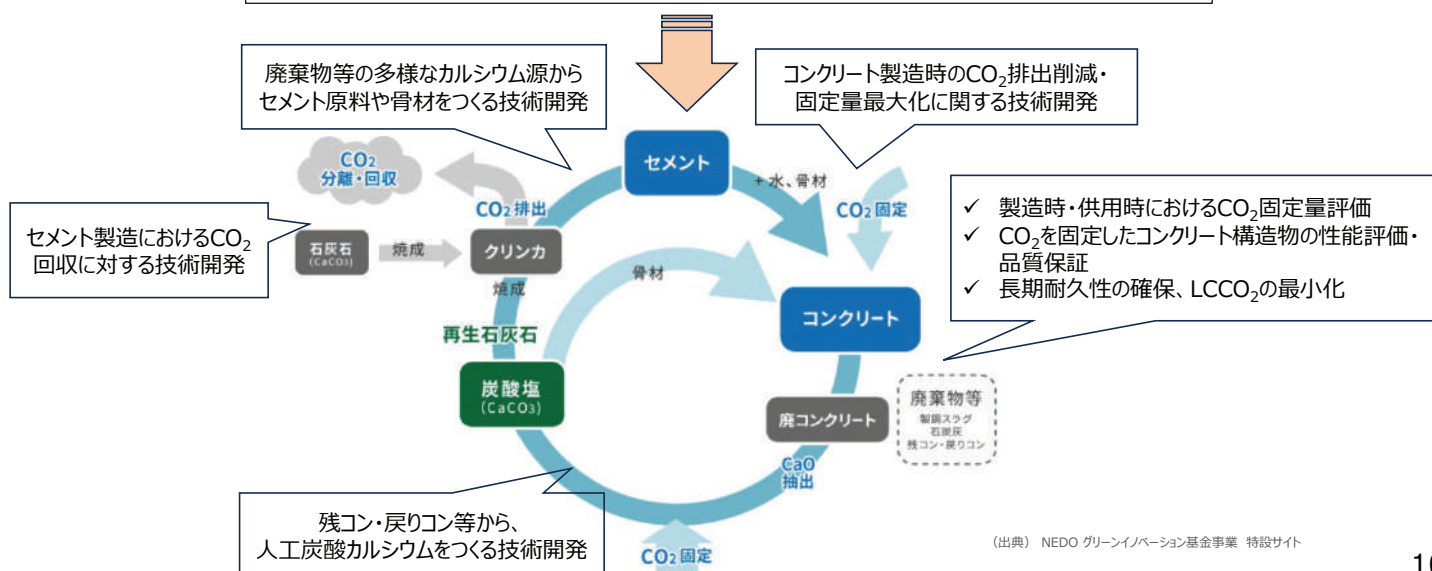
<https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-the-most-destructive-material-on-earth>

9

セメント・コンクリート分野における資源循環の促進と必要な技術開発項目







- ・セメント製造時のCO₂回収
- ・廃棄物からのカルシウム源の有効活用（再資源化）
- ・コンクリート構造物としての基本性能の確保（長期耐久性等）
- ・ライフサイクルにおけるCO₂排出削減・固定量最大化とコスト削減の両立



10

コンクリート1m³あたりの主な構成材料のCO₂排出量

セメント	砂利（粗骨材）	砂（細骨材）	水
			
288 kg	ほぼ0 kg	ほぼ0 kg	ほぼ0 kg

セメントのCO₂排出量 ≒ コンクリートのCO₂排出量

11

資源循環とカーボンニュートラルに貢献する技術の分類

① セメント量低減と産業副産物の有効利用を図る技術

セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュあるいは再生セメントに置き換えることで、資源の有効利用とCO₂排出量低減を図るコンクリート

② 炭酸塩としてCO₂を固定化して、粉体や骨材として活用する技術

残コン、戻りコン等の廃棄物由来のCaにCO₂を反応・吸収させて、炭酸カルシウム（CaCO₃）の微粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂固定を図るコンクリート

③ 製造時並びに供用中のコンクリートにCO₂を吸収させる技術

CO₂と反応する材料を配合して炭酸化養生を行うことで、CO₂を吸収・固定するコンクリート
供用中に大気中のCO₂を積極的に固定するコンクリート

12

① セメント量低減と産業副産物の有効利用を図る技術

セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュあるいは再生セメントに置き換えることで、資源の有効利用とCO₂排出量低減を図るコンクリート

② 炭酸塩としてCO₂を固定化して、粉体や骨材として活用する技術

残コン、戻りコン等の廃棄物由来のCaにCO₂を反応・吸収させて、炭酸カルシウム（CaCO₃）の微粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂固定を図るコンクリート

③ 製造時並びに供用中のコンクリートにCO₂を吸収させる技術

CO₂と反応する材料を配合して炭酸化養生を行うことで、CO₂を吸収・固定するコンクリート
供用中に大気中のCO₂を積極的に固定するコンクリート

13

セメントを他の材料に置き換え、CO₂低減を図るもの



高炉スラグ微粉末、フライアッシュの利用はCO₂排出量の減少に寄与。
うまく使いこなすと、それ以外のメリットも。

↓
耐久性向上、長寿命化、ライフサイクルCO₂低減

14

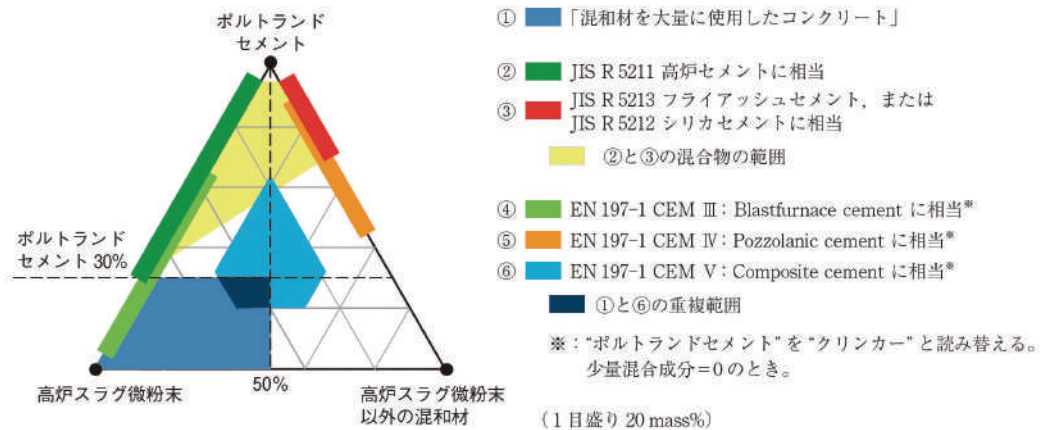
152

混和材を大量に使用したコンクリート構造物の
設計・施工指針（案）



土木学会

混和材を大量に使用したコンクリート：セメントと混和材の含量に対する混和材の分量比が、質量比で70%以上であり、かつ混和材の50%以上が高炉スラグ微粉末



石田哲也，渡辺博志，小林孝一，大脇英司：土木学会「混和材を大量に使用したコンクリート構造物の設計・施工指針（案）」の概要，コンクリート工学，Vol.57，No.7，475-480，2019.7

15

資源循環とカーボンニュートラルに貢献する技術の分類

① セメント量低減と産業副産物の有効利用を図る技術

セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュあるいは再生セメントに置き換えることで、資源の有効利用とCO₂排出量低減を図るコンクリート

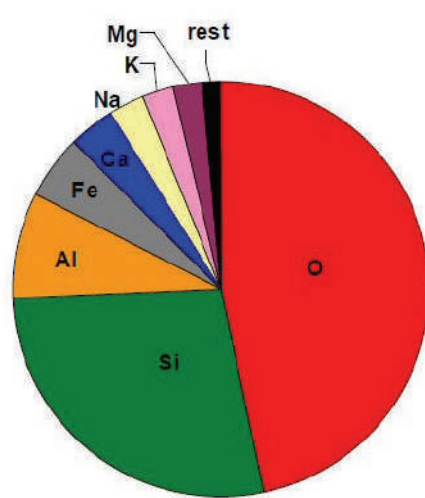
② 炭酸塩としてCO₂を固定化して、粉体や骨材として活用する技術

残コン、戻りコン等の廃棄物由来のCaにCO₂を反応・吸収させて、炭酸カルシウム（CaCO₃）の微粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂固定を図るコンクリート

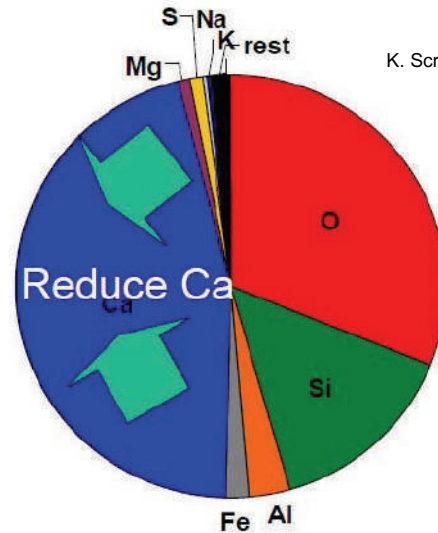
③ 製造時並びに供用中のコンクリートにCO₂を吸収させる技術

CO₂と反応する材料を配合して炭酸化養生を行うことで、CO₂を吸収・固定するコンクリート
供用中に大気中のCO₂を積極的に固定するコンクリート

16



earth's crust



K. Scrivener教授作成資料より

But the composition of the Earth's Crust limits the possible chemistries
Therefore it is possible to build a systematic framework to understand
all possible solutions

Lafarge International Workshop, 22,23 July 2010



残コン、戻りコンの問題と資源としてのポテンシャル



無駄コン（戻りコン・残コン）の多くは産廃処理されており、環境負荷の大きさ、巨額の処理費用が
未解決の産業課題となっている

無駄コン発生量

年間 **1.9** 百万 m^3

(年間国内生コン販売量76百万 m^3 X 無駄コン率2.5%*)
※無駄コン率2019年実績：東京地区3.4%、玉川地区2.3%、三多摩地区2.1%を参照



100戸規模のマンション

約 **320** 棟分に相当



無駄コンによる環境負荷

無駄コンに含まれるセメント使用量は

年間 **67** 万トン

※生コン m^3 あたりセメント350kgを使用する前提

産廃として中間処理場に運ぶのに必要な車両台数は

年間 **40** 万台分に相当

※東京地区周辺協同組合の実績（無駄コン14.7万 m^3 、運搬車両台数3.1万台）から推計
尚、同協組では東京・栃木間片道120kmを輸送

排出 CO_2 量／当該量を吸収するのに必要な杉の木の本数

52 万トン / 約 **3,700** 万本



6 万トン / 約 **440** 万本



産廃処理費用

想定処理費用は

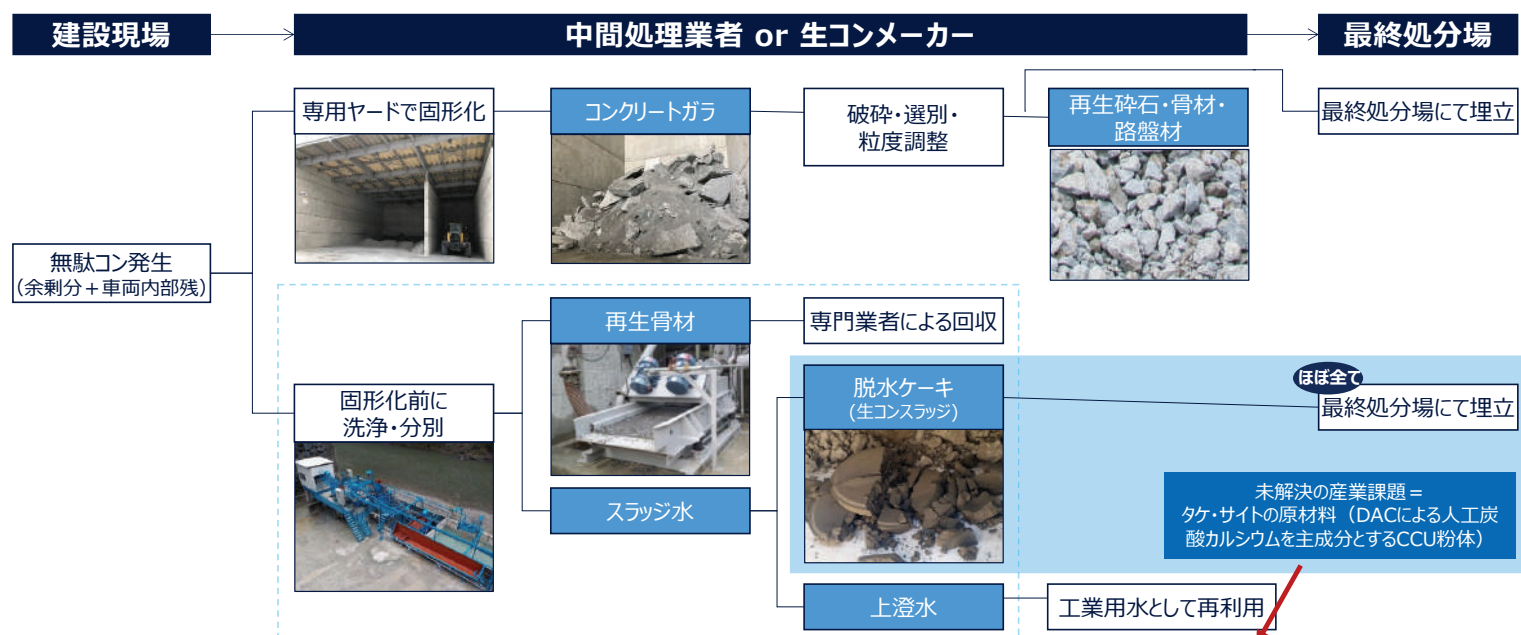
年間 **190** 億円

※個社実績から推計。



参考URL

mudaconzerokeikaku-a4.pdf (t-namakyjo.jp)

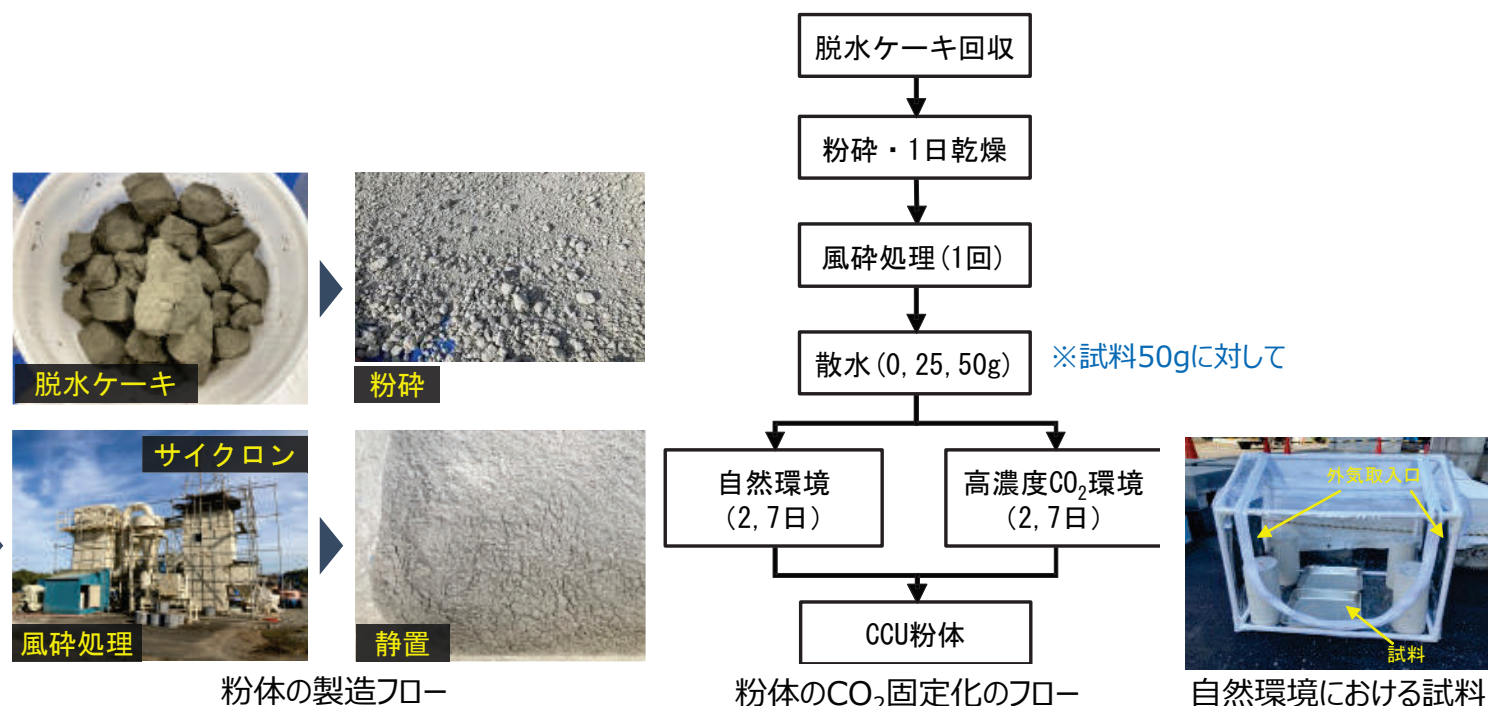


タケサイト、大林組、三菱商事、東京大学の共同研究: **大気中のCO₂を直接回収するDAC** (Direct Air Capture)による製造方法の開発
<https://www.takecite.com/news/newshare2/>

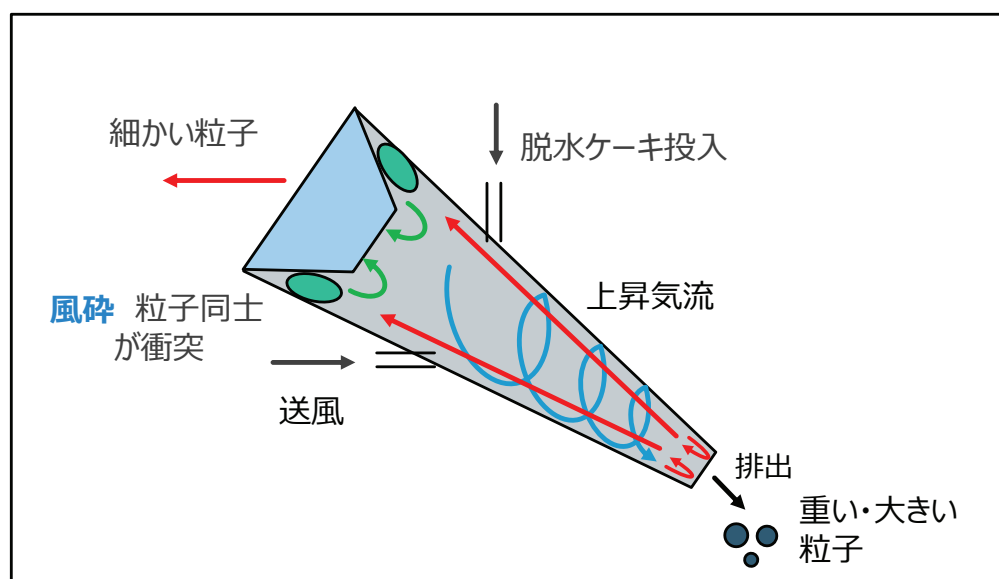
Property & Confidential

19

DACによる生コンスラッジ由来のCCU粉体製造に関する検討 (大林組・神代、田中、井上)



田中 寛人、井上 裕太、神代 泰道: 脱水ケーキ起源のCCU 粉体を用いたコンクリートに関する研究 その1 脱水ケーキ微粉末へのCO₂ 固定量の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集2023

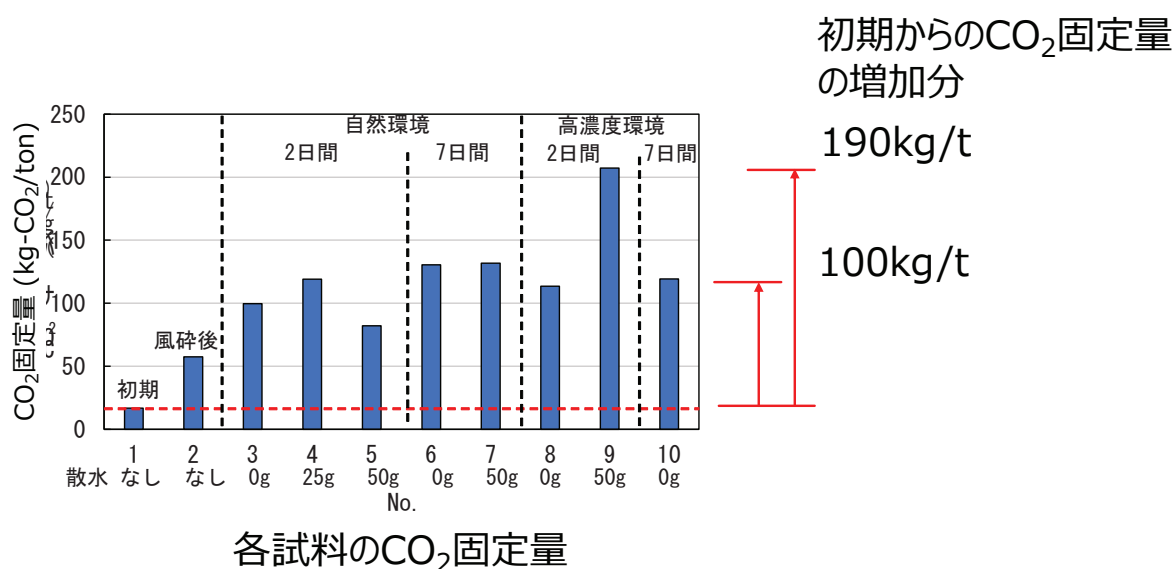


風砕処理 (サイクロンの内部)

田中 寛人、井上 裕太、神代 泰道：脱水ケーキ起源のCCU 粉体を用いたコンクリートに関する研究 その1 脱水ケーキ微粉末へのCO₂ 固定量の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集2023

21

DACによるCO₂固定量 (散水、暴露期間、CO₂濃度の影響)

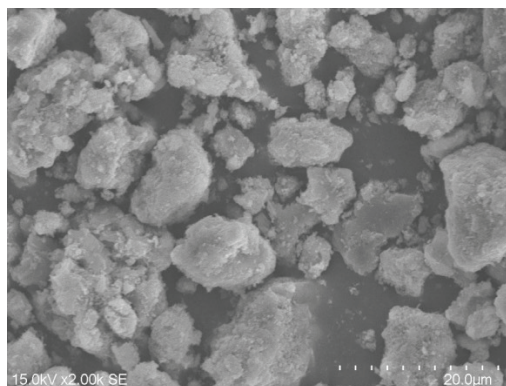


初期からのCO₂固定量の増加分：高濃度環境 (5%CO₂) のNo.9で190.4kg/t
 自然環境 100kg/t以上
 CCU粉体を製造できることを確認

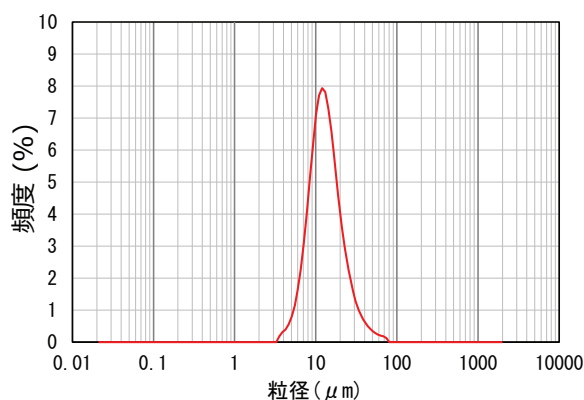
22

CCU粉体の品質

自然環境下で固定期間を7日（散水なし）として製造したCCU粉体（CO₂固定量119.0kg/t）



CCU粉体のSEM写真



CCU粉体の粒度分布

密度：2.47g/cm³ BET比表面積：18.48m²/g

23

CCU粉体を用いたコンクリートの性状

表-6 使用材料

項目	記号	概要
水	W	地下水・上澄水
セメント	C	普通ポルトランドセメント，密度 3.16g/cm ³
	BS	高炉スラグ微粉末 4000，密度 2.89g/cm ³
混和材	CC	CCU 粉体，密度 2.10g/cm ³ ，CO ₂ 固定量 166.0kg/t
細骨材	S1	川砂，表乾密度 2.60g/cm ³
	S2	細砂，表乾密度 2.60g/cm ³
粗骨材	G	川砂利，表乾密度 2.64g/cm ³ ，Gmax25mm
混和剤	AE	AE 剤，AE1：ロジン系気泡剤，AE2：ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩
	SP	高性能 AE 減水剤，SP1：ポリカルボン酸系化合物，SP2：非ポリカルボン酸系化合物

表-7 コンクリートの調合

No.	記号	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
				W	P			S1	S2	G
					B		CC			
					C	BS				
1	C-18-0	48.4	47.6	170	352	—	0	710	125	932
2	C-18-50	48.4	45.7	170	352	—	50	655	117	932
3	C-18-100	48.4	43.6	170	352	—	100	603	107	932
4	C-50-0	48.4	49.6	170	352	—	0	738	130	898
5	C-50-50	48.4	47.7	170	352	—	50	686	120	898
6	C-50-100	48.4	45.7	170	352	—	100	632	112	898
7	CB-50-0	40.7	46.4	175	108	323	0	650	114	898
8	CB-50-50	40.7	44.3	175	108	323	50	598	104	898
9	CB-50-100	40.7	42.0	175	108	323	100	543	96	898

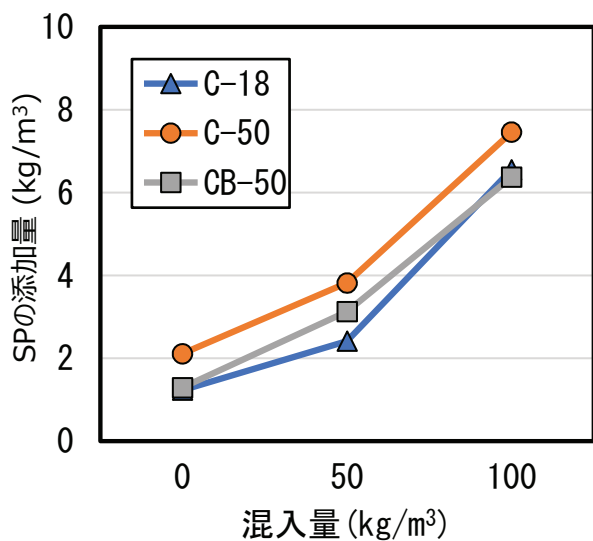
- ・「C-18」：普通ポルトランドセメントを用いてスランプ18cm ，「C-50」：スランプフロー50cm
- ・「CB-50」：普通ポルトランドセメント25%，高炉スラグ微粉末75% スランプフロー50cm

各シリーズにおいてCCU粉体の混入量を0，50，100kg/m³とし，細骨材と置換

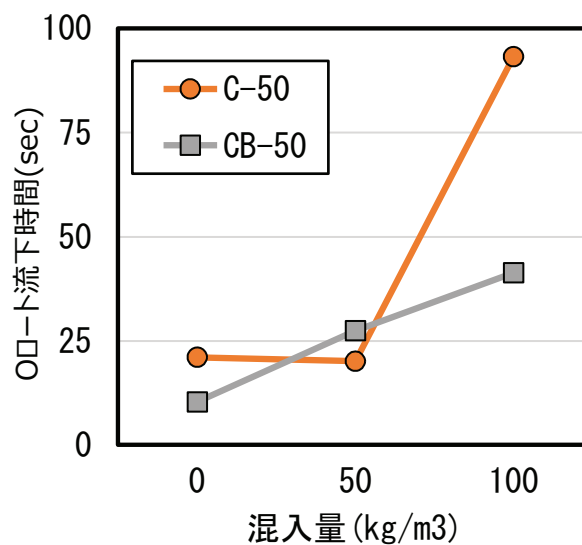
24

6.2 実験結果

(1) フレッシュコンクリート



図ー8 SPの添加量と混入量の関係



図ー9 Oロート流下時間と混入量の関係

田中 寛人、井上 裕太、神代 泰道：脱水ケーキ起源のCCU 粉体を用いたコンクリートに関する研究 その2 室内試し練り、日本建築学会大会学術講演梗概集2023

25

6.2 実験結果

(1) フレッシュコンクリート



写真ー3 スランプ（スランプフロー）試験後の状況

各シリーズにおけるCCU粉体を100kg/m³混入した場合のスランプ（スランプフロー）試験後の状況

田中 寛人、井上 裕太、神代 泰道：脱水ケーキ起源のCCU 粉体を用いたコンクリートに関する研究 その2 室内試し練り、日本建築学会大会学術講演梗概集2023

26

6.2 実験結果
(2) 圧縮強度

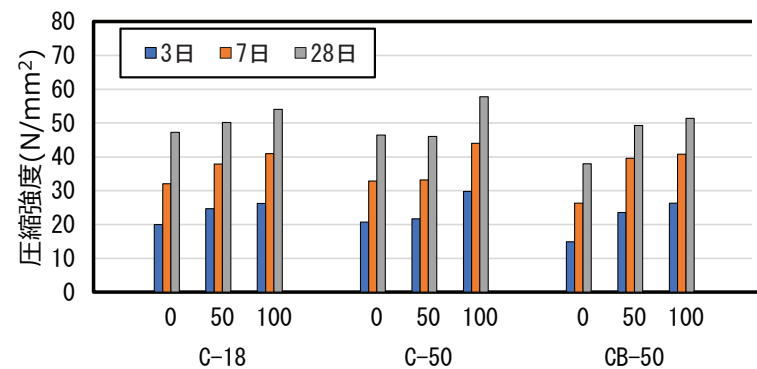


図-10 圧縮強度の試験結果

※各シリーズの各材齢における無混入時の圧縮強度を1

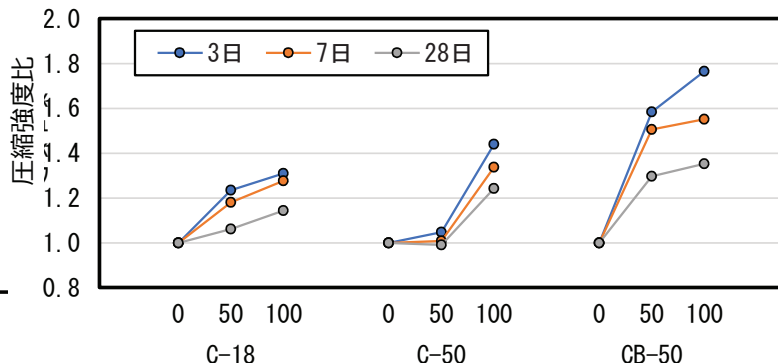


図-11 圧縮強度比の比較

材齢3日>7日>28日の順に圧縮強度比が大きい

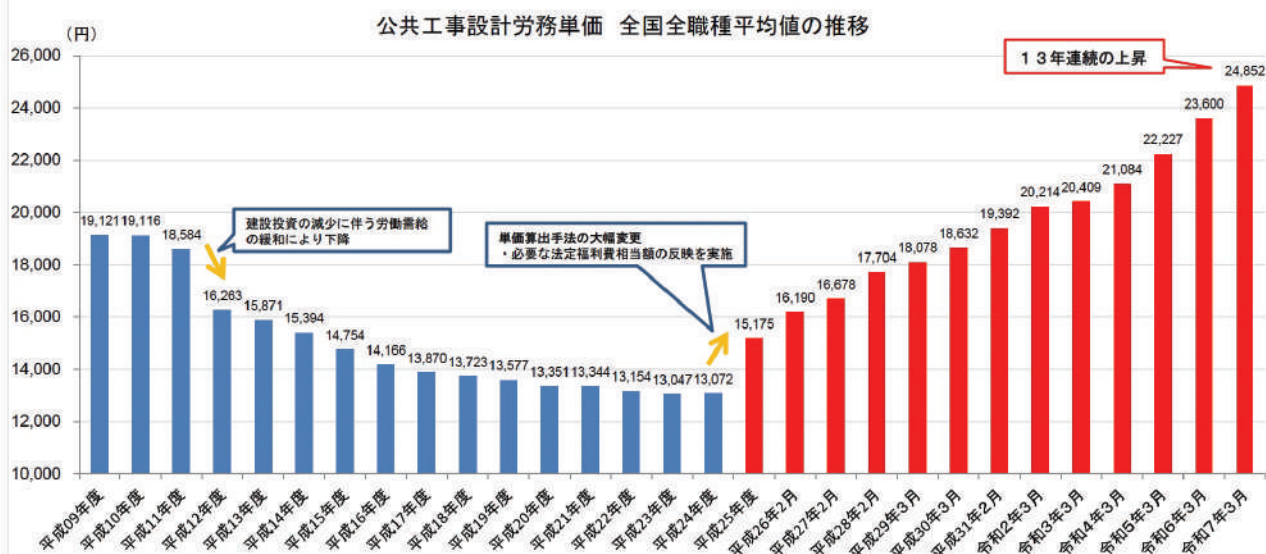
CB-50シリーズの増進大

→結合材の使用量を低減でき、さらに低炭素化
が図れる可能性

田中 寛人、井上 裕太、神代 泰道：脱水ケーキ起源のCCU 粉体を用いたコンクリートに関する
研究 その2 室内試し練り、日本建築学会大会学術講演梗概集2023

令和7年3月から適用する公共工事設計労務単価について

資料2



参考：近年の公共工事設計労務単価の単純平均の伸び率の推移

	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	R02	R03	R04	R05	R06	R07	H24比
全職種	+15.1%	+7.1%	+4.2%	+4.9%	+3.4%	+2.8%	+3.3%	+2.5%	+1.2%	+2.5%	+5.2%	+5.9%	+6.0%	+85.8%
主要12職種	+15.3%	+6.9%	+3.1%	+6.7%	+2.6%	+2.8%	+3.7%	+2.3%	+1.0%	+3.0%	+5.0%	+6.2%	+5.6%	+85.6%

注1) 金額は加重平均値にて表示。平成31年までは平成25年度の標本数をもとにラスパイレ式で算出し、令和2年以降は令和2年度の標本数をもとにラスパイレ式で算出した。

タケサイトを用いた高流動コンクリートの品質 およびCO₂排出量削減の検討



29

<http://www.yamau.co.jp/>

2. 試験概要

<使用材料>

材料	記号	種別	密度 (g/cm ³)
水	W	上水道水	1.00
セメント	N	普通ポルトランドセメント	3.15
混和材	BF	高炉スラグ微粉末 (6000)	2.91
	Ts	リサイクル石灰 (タケサイト)	2.18
細骨材	S	海砂_除塩砂 (福岡県長間礁沖産)	2.59
粗骨材	G	砕石2005 (福岡県古賀市産)	2.75
混和剤	Ad	高性能減水剤	---

30

<http://www.yamau.co.jp/>

2. 試験概要

<試験項目>

土木学会ConcreteLibrary136「高流動コンクリートの配合設計・施工指針 [2012年度版]」を参考とし、JISおよび土木学会規格に準ずる。

分類	試験内容	試験規格	目標値
フレッシュ性状	スランプフロー	JIS A 1150	700±100mm
	500mmフロー到達時間		5～20s
	ワーカビリティ	JIS A 1160	目視
	空気量測定	JIS A 1128	1.5±1.5%
	コンクリート温度測定	JIS A 1156	参考値
	U形充填高さ (障害R1)	JSCE-F511	300mm以上
硬化性状	圧縮強度試験	JIS A 1108	35N/mm ² 以上

プレキャストコンクリートの製造における CO₂固定化材料を用いた高流動コンクリートの検討：田中 孝一、武田 雅也、壽上 隆司、石田 哲也、土木学会年次学術講演会講演概要集、2025

31

<http://www.yamau.co.jp/>

3. 結果

<試し練り配合>

環境温度：20±3℃ 湿度：60%以上

水粉 体比 (%)	水粉 体容 積比 (%)	細骨 材率 (%)	粗骨材 絶対 容積 (m ³ / m ³)	空 気 量 (%)	単位量 (kg/m ³)						
					水	粉体(P)			細骨材	粗骨材	高性能減 水剤 Ad*
						セメント	高炉 スラグ 微粉末	リサイ クル 石灰			
W	N	BF	Ts	S	G						
35	99.4	50	0.32	1.5	170	149	267	70	834	886	7.05 (1.45%)

* 高性能減水剤の使用量は、kg/m³および粉体に対する質量百分率で表し、単位水量の一部となる。

プレキャストコンクリートの製造における CO₂固定化材料を用いた高流動コンクリートの検討：田中 孝一、武田 雅也、壽上 隆司、石田 哲也、土木学会年次学術講演会講演概要集、2025

32

<http://www.yamau.co.jp/>

3. 結果

<試験結果まとめ>

分類	試験内容	目標値	試験結果	
フレッシュ 性状	スランプフロー	700±100mm	705 mm	合格
	500mmフロー到達時間	5~20s	7.8 s	合格
	ワーカビリティ	目視	良好	---
	空気量測定	1.5±1.5%	1.3%	合格
	コンクリート温度測定	参考値	21 ℃	---
	U形充填高さ (障害R1)	300mm以上	344 mm	合格
硬化性状	圧縮強度試験 (σ7) (σ14)	35N/mm ² 以上	54.1 N/mm ²	合格
			62.2 N/mm ²	合格

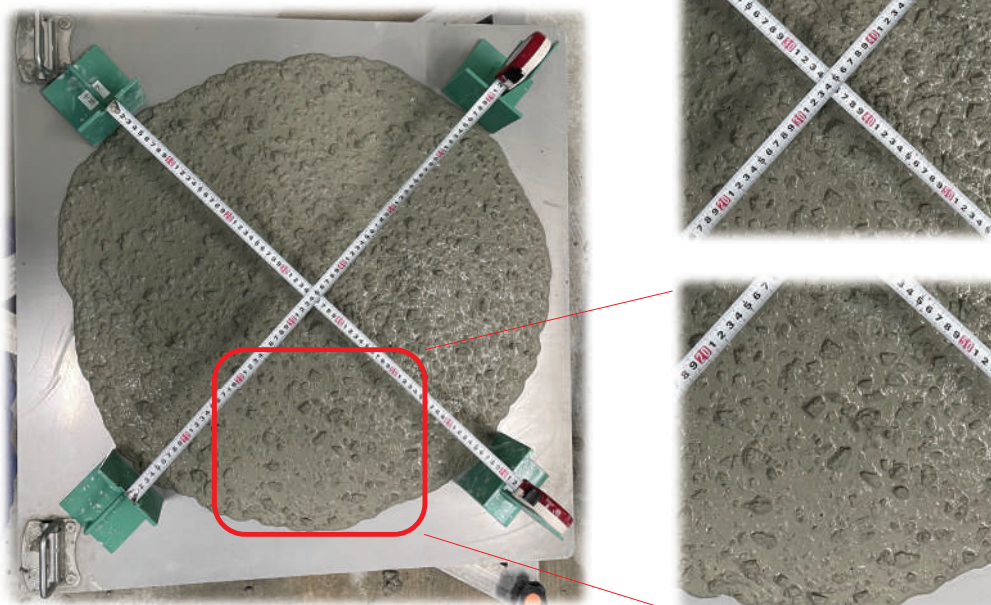
プレキャストコンクリートの製造における CO₂固定化材料を用いた高流動コンクリートの検討：田中 孝一、武田 雅也、壽上 隆司、石田 哲也、土木学会年次学術講演会講演概要集、2025

33

<http://www.yamau.co.jp/>

3. 結果

➤ スランプフロー

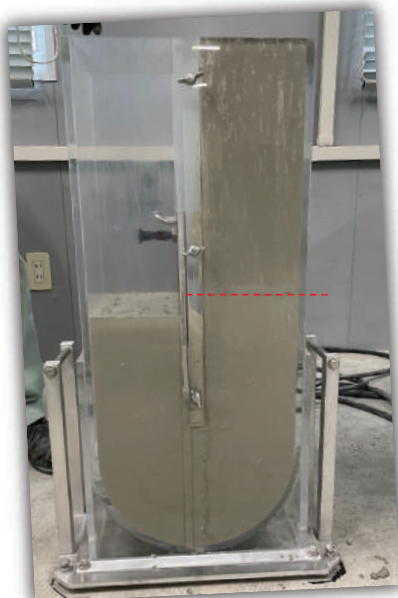


34

<http://www.yamau.co.jp/>

3. 結果

➤ U形充填高さ



35

<http://www.yamau.co.jp/>

自己充填コンクリートを用いたスラブ



プレキャストコンクリートの製造における CO₂固定化材料を用いた高流動コンクリートの検討：田中 孝一、武田 雅也、壽上 隆司、石田 哲也、土木学会年次学術講演会講演概要集、2025

36

<http://www.yamau.co.jp/>

<CO2排出量>

配合	W/P	BF/P	Ts/N	s/a	SF	W	N	BF	Ts	S	G	Ad	Σ
						0	766.6	26.5	-100.0	3.7	2.9	350	
	%	%	%	%	cm	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /t	kg-CO ₂ /m ³
NBF	30	45	0	43	60	0	242.2	6.8	0	2.6	2.8	1.7	256.1
NBFTs	35	55	32	50	70	0	114.2	7.1	-7.0	3.1	2.6	2.5	122.5

現在の配合より、
約50%以上削減効果が見込める。

DACによるCCU粉体製造を行う新工場設立計画



- ✓ タケ・サイトの用途開発が進行し、需要家からの引合いが強まっていることから生産能力増強及び現行工場の集約を目的に新静岡工場設立を計画。
- ✓ 静岡工場の稼働を皮切りに、建設需要の大きい関東圏及び、各用途の共同開発先から要請のある北海道・関西・九州への生産拠点展開を計画。

	静岡工場
稼働時期	2025年6月予定
工場用地	✓ 昨年9月より静岡市駿河区の静岡市所有用地約1,500㎡を賃借。約700㎡の建屋を建設中。
生産能力・原料調達	タケサイト：6,000トン/年 ⇒必要となる生コンスラッジは1万トン/年超

外観



内観



基礎



- ✓ 6/25に電気開通、工場稼働可能状態となる
- ✓ DAC設備は初号機を製作中

① セメント量低減と産業副産物の有効利用を図る技術

セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュあるいは再生セメントに置き換えることで、資源の有効利用とCO₂排出量低減を図るコンクリート

② 炭酸塩としてCO₂を固定化して、粉体や骨材として活用する技術

残コン、戻りコン等の廃棄物由来のCaにCO₂を反応・吸収させて、炭酸カルシウム（CaCO₃）の微粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂固定を図るコンクリート

③ 製造時並びに供用中のコンクリートにCO₂を吸収させる技術

CO₂と反応する材料を配合して炭酸化養生を行うことで、CO₂を吸収・固定するコンクリート
供用中に大気中のCO₂を積極的に固定するコンクリート

39

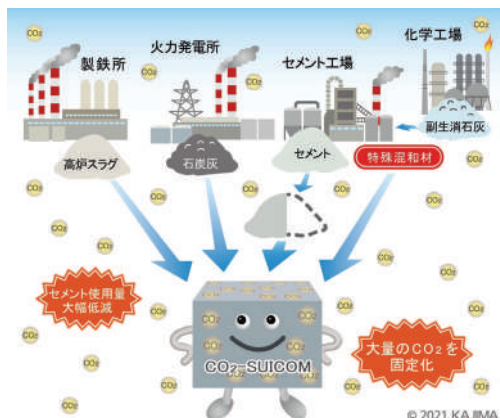
CO₂固定型コンクリートCO₂-SUICOM*

 鹿島  Denka

*Storage and Utilization for Infrastructure by CO₂ Concrete Materials

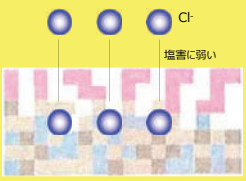
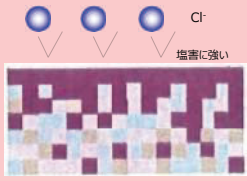
- CO₂の固定化（Storage）と利用（Utilization）を同時に実現
- 製造時のCO₂排出量よりも固定量が多いコンクリート

（鹿島建設，中国電力，ランデス，デンカの4社で共同開発）



世界で唯一実用化されたカーボンネガティブコンクリート

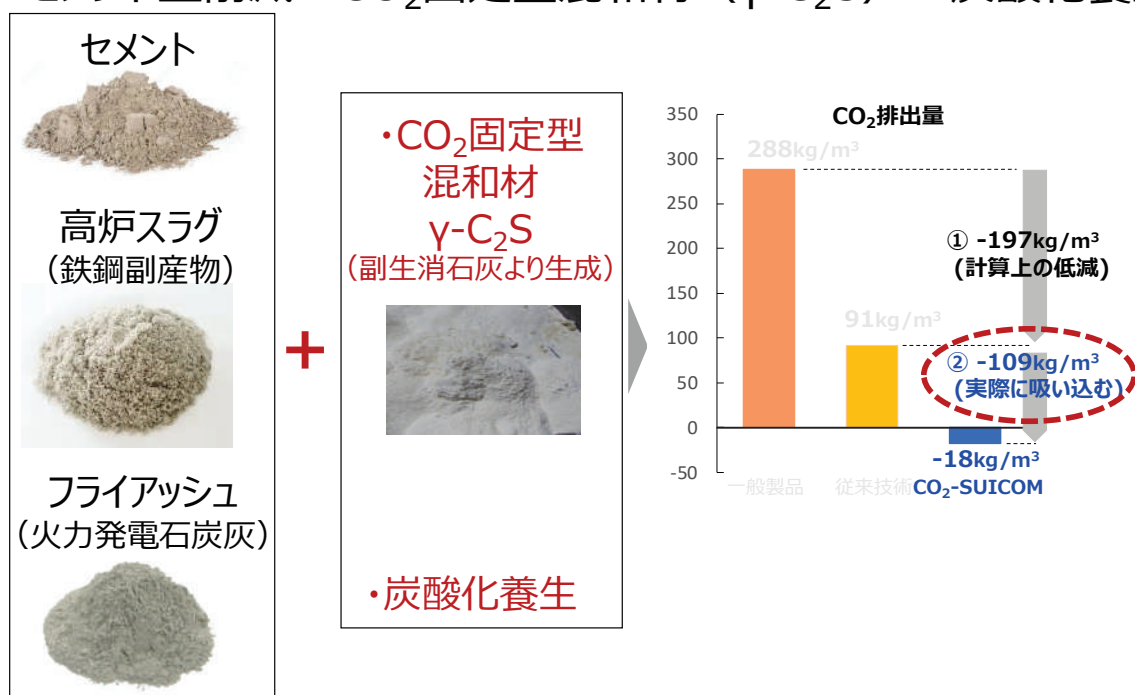
40

項 目	普通コンクリート	CO ₂ -SUICOM
コンクリートの材料	水+セメント+骨材	水+セメント+骨材 + 特殊混和材
養 生 方 法	屋外での養生	高濃度CO₂ 下での養生
硬 化 反 応	水とセメントの反応	水とセメントの反応に加え、 CO₂と特殊混和材の反応
炭酸化の影響	中性化に伴い 腐食リスクの増大を招く 	炭酸化を積極的に使用し、 組織を 緻密化 
炭酸化（中性化）速度	100年で10～30mm程度 ※大気中のCO ₂ 濃度0.04%程度、常温	1日で40mm程度 ※CO ₂ 濃度80%，50℃40% 埋設型枠
コンクリート製造に伴う CO ₂ 排出量	200～400kg/m ³ 程度 (材料であるセメントの製造時に 大量のCO ₂ が発生)	0 kg/m³以下とすることが可能 (セメント使用量を減らせるうえ、 養生時にCO ₂ を吸収)

41

CO₂-SUICOMのCO₂排出量

セメント量削減 + CO₂固定型混和材 (γ-C₂S) + 炭酸化養生

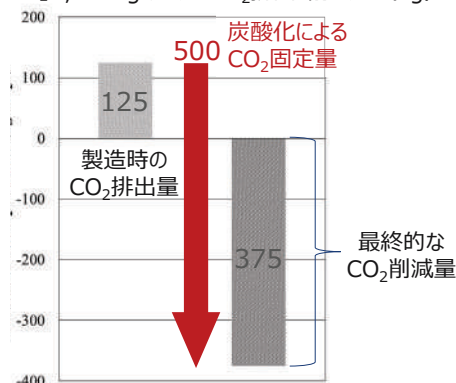


42

CO₂と反応する特殊混和材「LEAF」

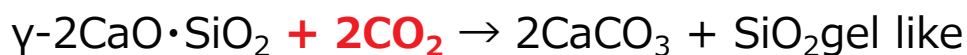
- 原料：工場プロセスで発生する副生物
- 理論上のCO₂固定量：「LEAF」1,000kgあたり約500kg (= 重量の約半分)
- 「LEAF」製造のCO₂排出量：約125kg

「LEAF」1,000kgあたりのCO₂排出・削減量 (kg)



特殊混和材「LEAF」
(主成分：γ-2CaO・SiO₂ [γ-C₂S])

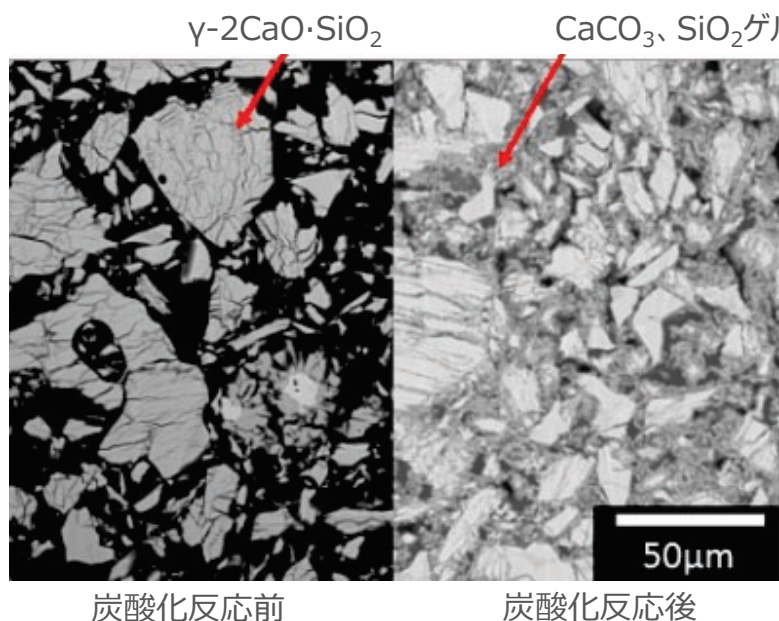
【CO₂との炭酸化反応】



43

炭酸化反応による微細組織の変化

反応後 ⇒ 空隙部分を炭酸カルシウムなどが充てん

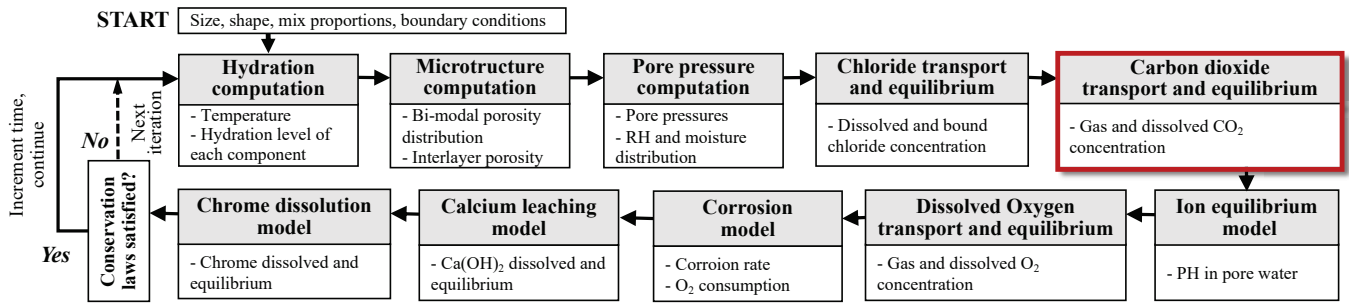


(出典) T. Higuchi, et al.: Development of a new ecological concrete with CO₂ emissions below zero, Construction and Building Materials, Vol.67, pp.338-343, 2014

44

マルチスケール・マルチフィジックス解析によるCO₂移動、反応、固定現象の評価

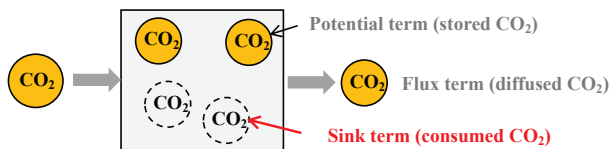
■ セメント系材料の熱力学連成解析システム DuCOM [1]



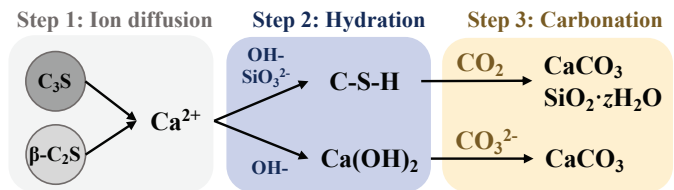
■ DuCOMの炭酸化モデル [1]

• Governing equation: mass balance

$$\underbrace{\text{Flux term}}_{\text{Flux term}} \frac{\partial J_{CO_2}}{\partial t} = \underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \{ \phi [S \cdot \rho_d + (1-S) \cdot \rho_g] \}}_{\text{Potential term}} + \underbrace{Q_{CO_2}}_{\text{Sink term}}$$



• Carbonation pathways

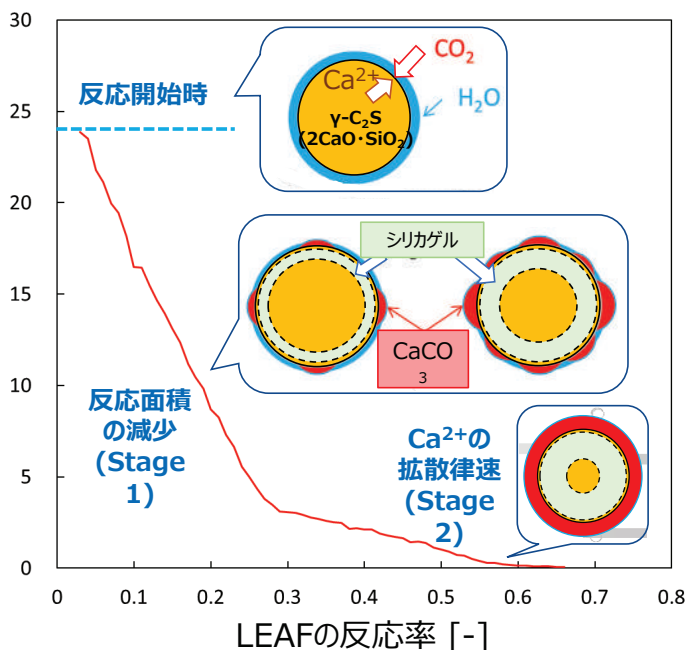


- 水和物 (Ca(OH)₂とC-S-H)の炭酸化をモデル化
- 7日または28日養生後に促進炭酸化を行ったデータで検証

[1] Tetsuya Ishida and Chun-He Li: Modeling of Carbonation based on Thermo-Hygro Physics with Strong Coupling of Mass Transport and Equilibrium in Micro-pore Structure of Concrete, Journal of Advanced Concrete Technology, 6(2) 303-316, 2008.

LEAF炭酸化モデルの構築とDuCOMへの統合 (塚田美佑、東京大学大学院修士論文2025)

CO₂吸収率 [g CO₂/kg LEAF/min]



反応速度

$$J_{\text{initial}} = J_{CO_2} = D^d_{CO_2} \cdot \frac{[CO_2]}{l_{H_2O}}$$

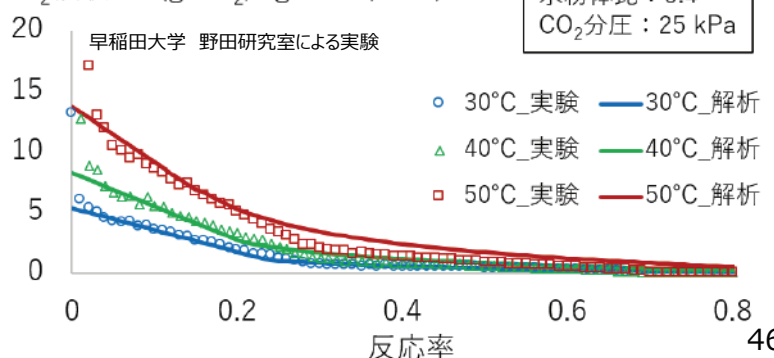
$$J_{\text{stage1}} = \left(-\frac{1}{\alpha}X + 1\right) \cdot J_{\text{initial}}$$

$$J_{\text{step2}} = J_{Ca^{2+}} = D^s_{Ca^{2+}} \cdot \frac{[Ca^{2+}]}{l_{CaCO_3}}$$

DuCOMによる計算値
実験データから同定
数理モデル化による計算

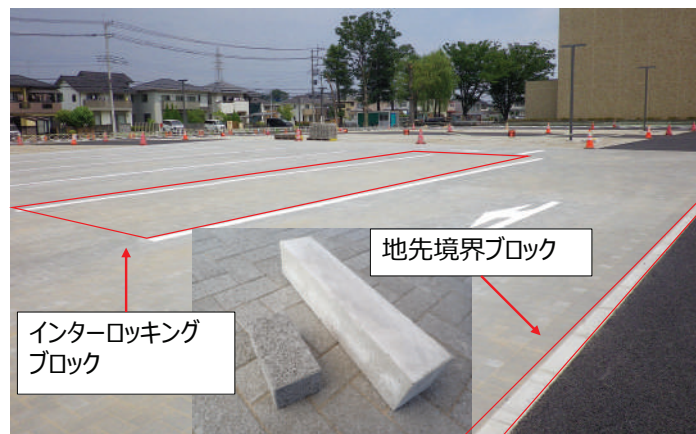
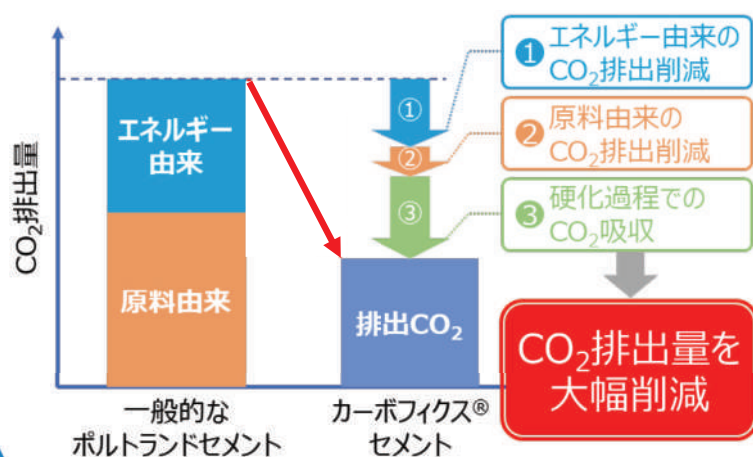
↓ DuCOMへの実装、精度検証

CO₂吸収量 (g CO₂/kg solid /min)



製造時のCO₂排出量が少なく、CO₂との反応により硬化し、強度を発現することが特長のセメント

- 一般的なポルトランドセメントよりも石灰石の使用比率が少なく、より低温で焼成する設計としているため、**製造時の原料・エネルギー由来のCO₂排出量を削減**。
- 製造時のCO₂排出削減と硬化過程のCO₂吸収を合わせることで**CO₂排出量の大幅な削減**。



カーボフィクス®セメントを使用した各ブロックとその適用状況

2025© TAIHEIYO CEMENT

47

バサルトFRTP筋コンクリート構造 ＋ CO₂積極固定自己充填コンクリートの開発

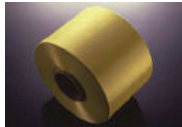
新しい補強材の開発

繊維	⇒ 高強度繊維材料の選定 (低コスト・高強度・耐アルカリ性を確保)
樹脂・製造	⇒ 革新的な製造方法の確立 (熱硬化性⇒熱可塑性)
構造	⇒ バサルトFRTPロッドの実用化 および 新構造の開発 (弾性構造化, 耐久性)

◆最適繊維材料の選定



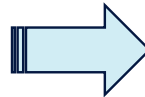
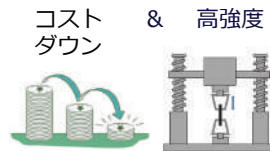
・ガラス繊維
・耐アルカリ
ガラス繊維



化学繊維
・サイロン
・アラミド
・ポリエステル
・ビニロン



炭素繊維



最適繊維材料
⇒ **バサルト繊維** (直径 17μ)



玄武岩

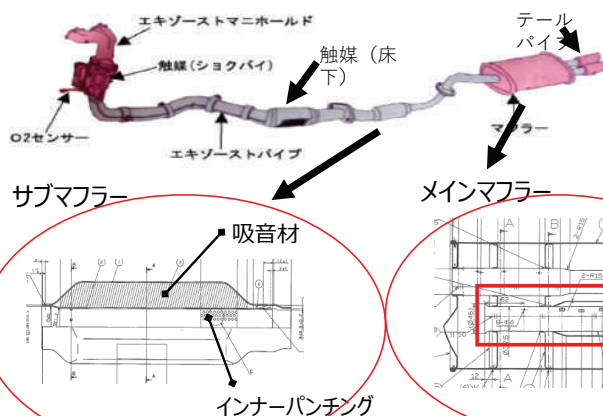


バサルト繊維 (BF)

新しい補強材の開発

(バサルト繊維とは？ これまでの実績)

自動車に使用される排気管構造



バサルト長繊維吸音材タイプ

バサルト繊維加工 (排気) 生産ライン



排気管内/吸音材として使用
耐熱 (使用環境)、各地域ガソリン等によりガラス繊維との
すみ分けにより設定されている。

新しい補強材の開発

熱可塑タイプでの太径化に世界で初めて成功し海外の技術を圧倒

熱可塑性バサルトFRTP (BF RTP) ロッド

・強化繊維として玄武岩のみを原料とするバサルト繊維を用いたBF RTPロッドの開発



玄武岩

バサルトFRP筋 (D14)



バサルトFRTPロッド (Fiber Reinforced Thermoplastic) の特徴

バサルト繊維 (原料: 玄武岩) と樹脂から構成されており、優れた性能を有する。
(強み) 軽量 (鉄筋1/5)、高強度 (鉄筋降伏強度の3倍)、絶縁体、腐食しない、降伏しない、非磁性、熱可塑性、安価

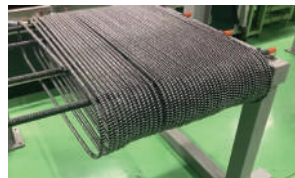
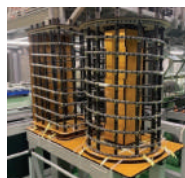
◆BF RTPロッド

⇒ 熱可塑タイプで
太径化に成功 (世界初)

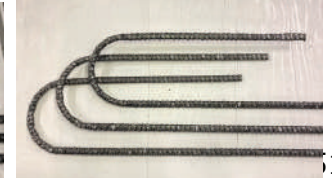
特許取得済 (日本, 中国, 台湾, 欧米)



連測曲げ加工 (スパイラル加工品)



曲げ加工



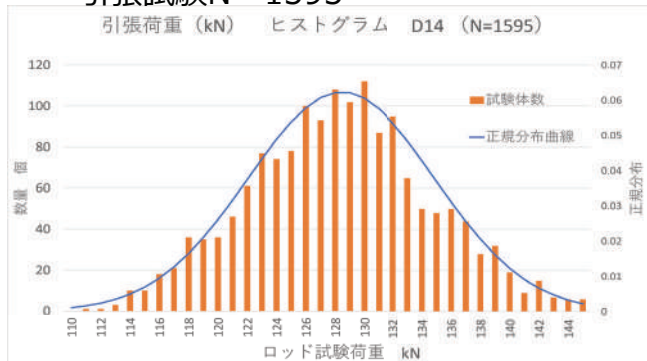
樹脂タイプ	項目	日本	中国	欧州	アメリカ
① 熱可塑 再加熱: 可	生産性・太径化	◎	×	×	×
	設計・施工・品質管理	◎	×	×	×
	生産性・コスト	◎	×	×	×
② 熱硬化	生産性・太径化	○	○	○	○
	設計・施工・品質管理	○	○	○	○
	生産性・コスト	△	○	△	△

バサルトFRTP筋 (D14) の基本諸元: 引張強度



公称径: $\phi 13.6\text{mm}$ 以上 (13.6~13.9mm)
ヤング係数: 37 (GPa)
繊維本数: 36束 ($\times 8000\text{本/束}$) = 288,000本

引張試験N = 1595



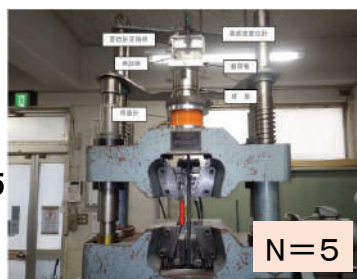
引張試験頻度: 同一形状 (同一ロッド) は
加工工場ごとに1週1回、N = 5本の試験

引張強度 kN	
平均	128.5
MAX	151.0
MIN	111.4
σ	6.4
平均 $\pm 3\sigma$	110.6~145.6

平均引張強度: 128.5kN
保証引張強度: 110.6 kN (▲13.9%)

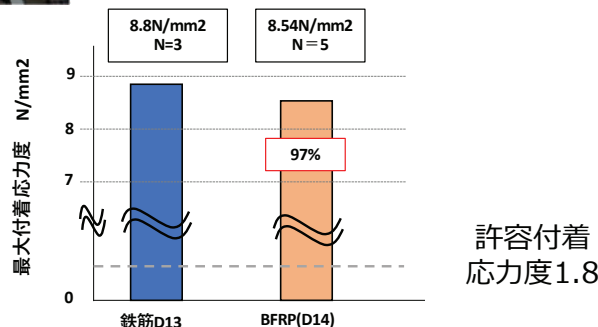
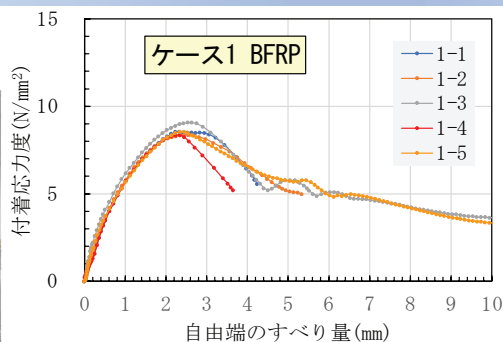
バサルトFRTP筋(D14)の基本諸元:付着強度

JSCE-E539-2007「引抜き試験による連続繊維補強材とコンクリートとの付着強度試験方法」に準拠



$$\tau = \frac{P}{ul}$$

ここに、 τ : 付着応力度 (N/mm²)
 P : 引張荷重 (N)
 u : 連続繊維補強材の公称周長 (mm)
 l : 付着長さ (mm)



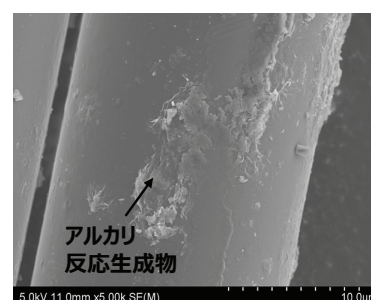
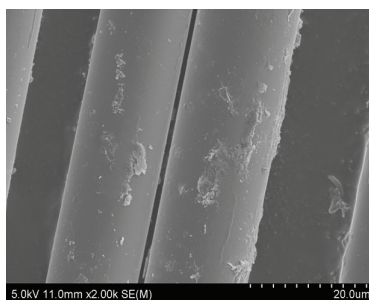
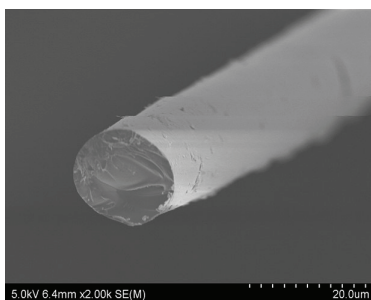
異形鉄筋同等のコンクリート付着強度を有していることを確認

53

バサルトFRTP筋の耐アルカリ性検証

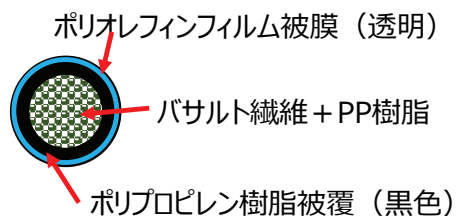
バサルト繊維の約50% : シリカ (SiO₂) ⇒ 強アルカリ下で加水分解し劣化する可能性

JIS 試験実施 (繊維単体の評価) 試験条件 : pH13、60℃、28日間

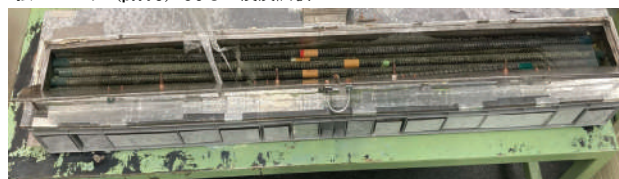


バサルトFRP筋としてコンクリート中 (強アルカリ性) に入れても劣化を軽減するため

2重のPP樹脂による被覆・被膜



強アルカリ (pH13) 60℃ 浸漬試験



PP樹脂による多重防護により、対アルカリ性向上と強度低下抑制効果について確認

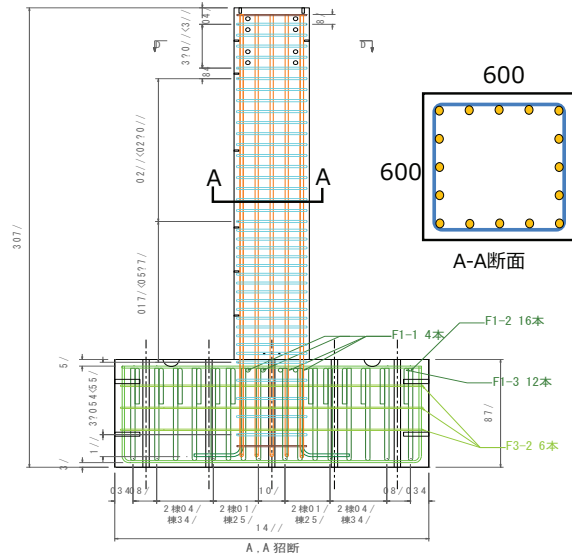
54

バサルトFRTP筋高架柱試験体 試験結果 (NO.1)

◆高架橋柱試験体 (600mm角)

諸元：軸筋 **BF RTP-D25-16本**

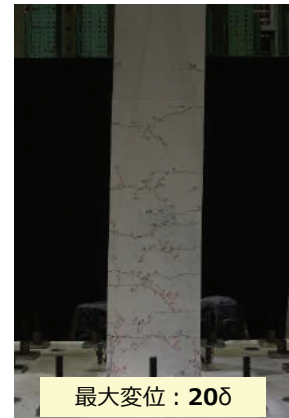
帯筋 **SD345-D19-基部80ctc 上部100ctc**



●主筋 (BF RTP筋D25-16)

●帯筋 (鉄筋D19)
SD345

軸力：864kN



最大変位：20δ

供試体 番号	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (平均) (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	静弾性係数 (平均) (kN/mm ²)
1	23.0	23.3	24.1	23.8
2	23.8		24.0	
3	23.2		23.3	

◆ 1δを5mmとして変位制御を実施

(1δ→2δ→3δ→4δ→6δ→8δ→12δ→16δ→20δ→24δ→48δ)

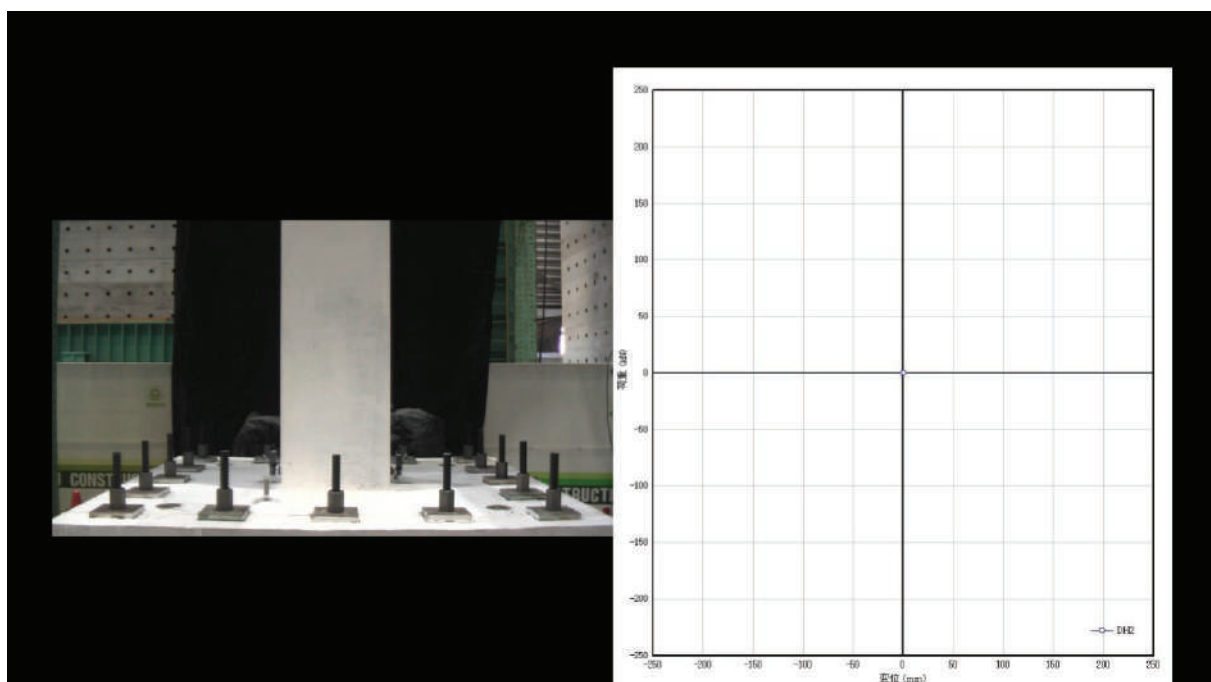
岩田 秀治、長谷川 明紀、石田 哲也：バサルトFRP筋コンクリート柱部材の載荷試験、土木学会年次学術講演会講演概要集、2024

55

【NO.1】高架橋柱試験体 (600mm角)

諸元：軸筋 **バサルトFRTP筋-D25-16本 (BF RTP筋のみ)**

帯筋 **SD345-D19-基部80ctc 上部100ctc**

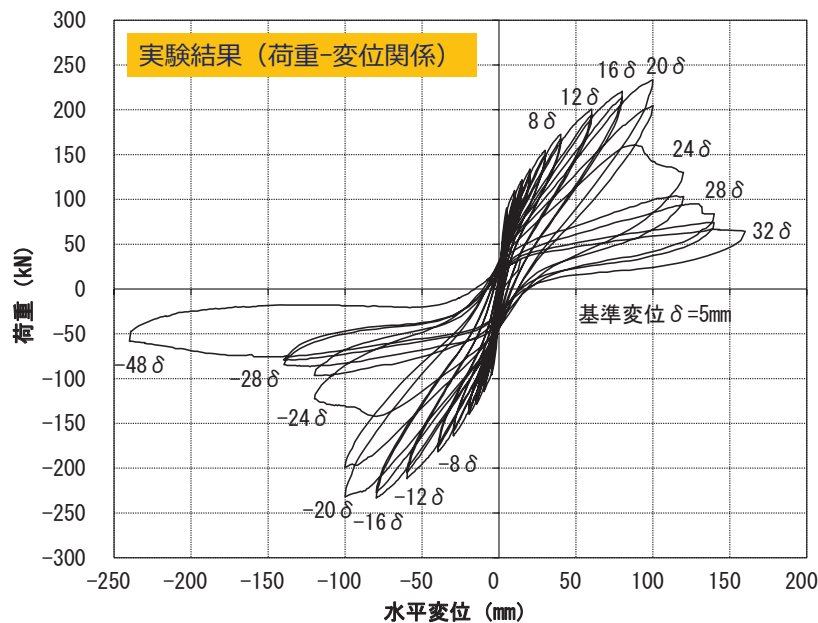


実験結果 (荷重-変位関係)

56

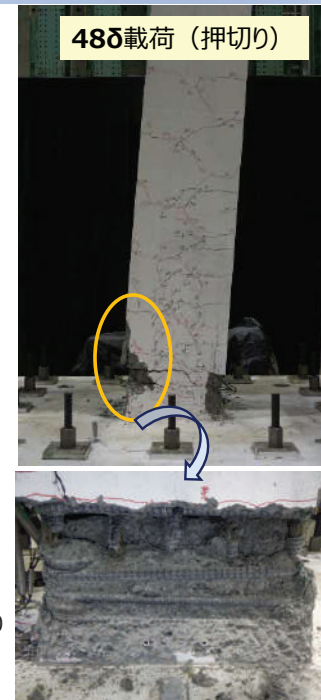
バサルトFRTP筋高架柱試験体 試験結果 (NO.1)

◆高架橋柱試験体（600mm角）BF RTP筋のみ



【実験結果】

- ①変形性能：最大耐力 **20δ⇒48δ**まで押切り
かぶり剥落による荷重低下はあるものの、脆性的な破壊は生じず
②柱下部のはらみ出し無し（圧壊、バサルト**FRTP**筋の破断 6本、一部損傷 4本）

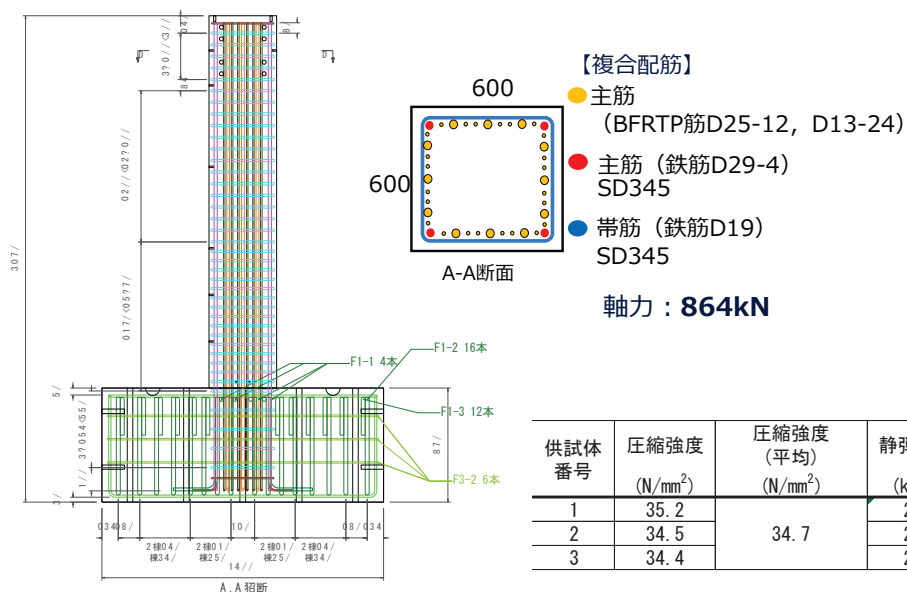


57

バサルトFRTP筋高架柱試験体 試験結果 (NO.2)

◆高架橋柱試験体（600mm角）

諸元：軸筋 **SD345-4本+BF RTP-D25-12本+D13-24本**（鉄筋と太径と細径BF RTP筋の複合配筋）
 帯筋 **SD345-D19-基部80ctc 上部100ctc**



【複合配筋】

- 主筋
(BF RTP筋D25-12, D13-24)
- 主筋 (鉄筋D29-4)
SD345
- 帯筋 (鉄筋D19)
SD345

軸力：864kN

供試体 番号	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (平均) (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	静弾性係数 (平均) (kN/mm ²)
1	35.2	34.7	26.5	26.6
2	34.5		26.6	
3	34.4		26.7	

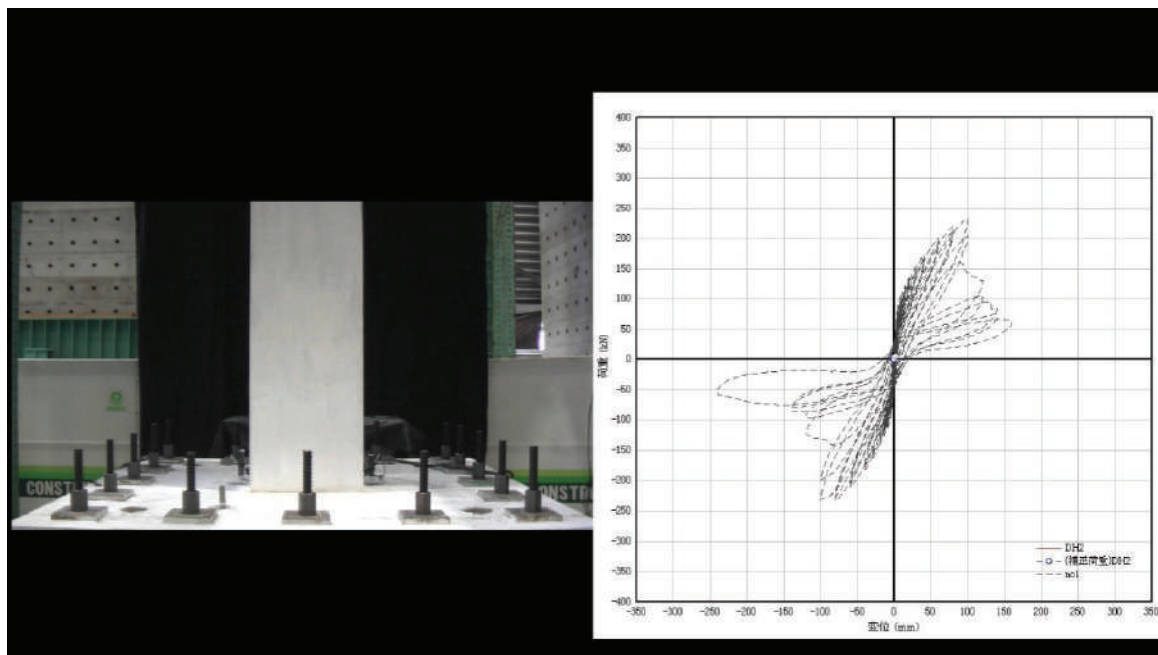
最大変位: 60δ

- ◆ 1δを5mmとして変位制御を実施

(1δ→2δ→3δ→4δ→6δ→8δ→12δ→16δ→20δ→24δ→32δ→40δ→48·60δ)

【NO.2】高架橋柱試験体（600mm角）

諸元：軸筋 SD345-4本 + BFRTP-D25-12本 + D13-24本（鉄筋と太径F RTPと細径F RTPの複合配筋）
帯筋 SD345-D19-基部80ctc 上部100ctc

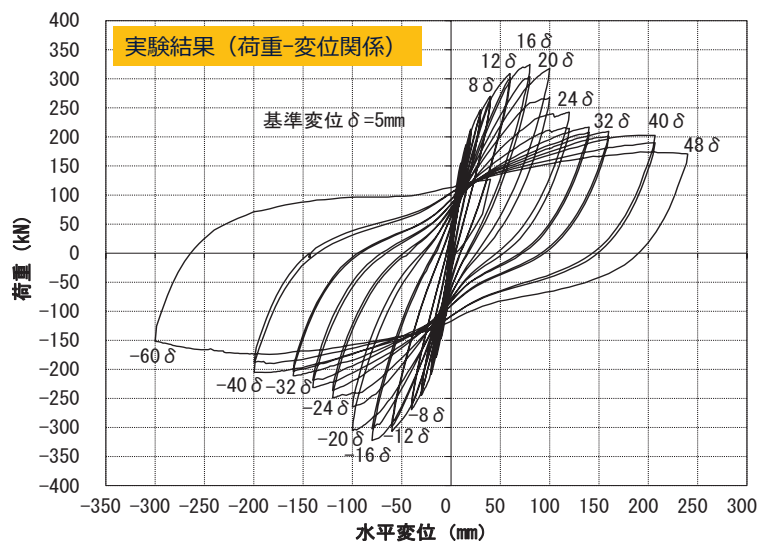


59

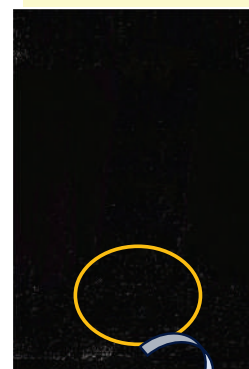
バサルトF RTP筋高架柱試験体 試験結果（No.2）

◆ 高架橋柱試験体（600mm角）

諸元：軸筋 SD345-4本 + BFRTP-D25-12本 + D13-24本
帯筋 SD345-D19-基部80ctc 上部100ctc

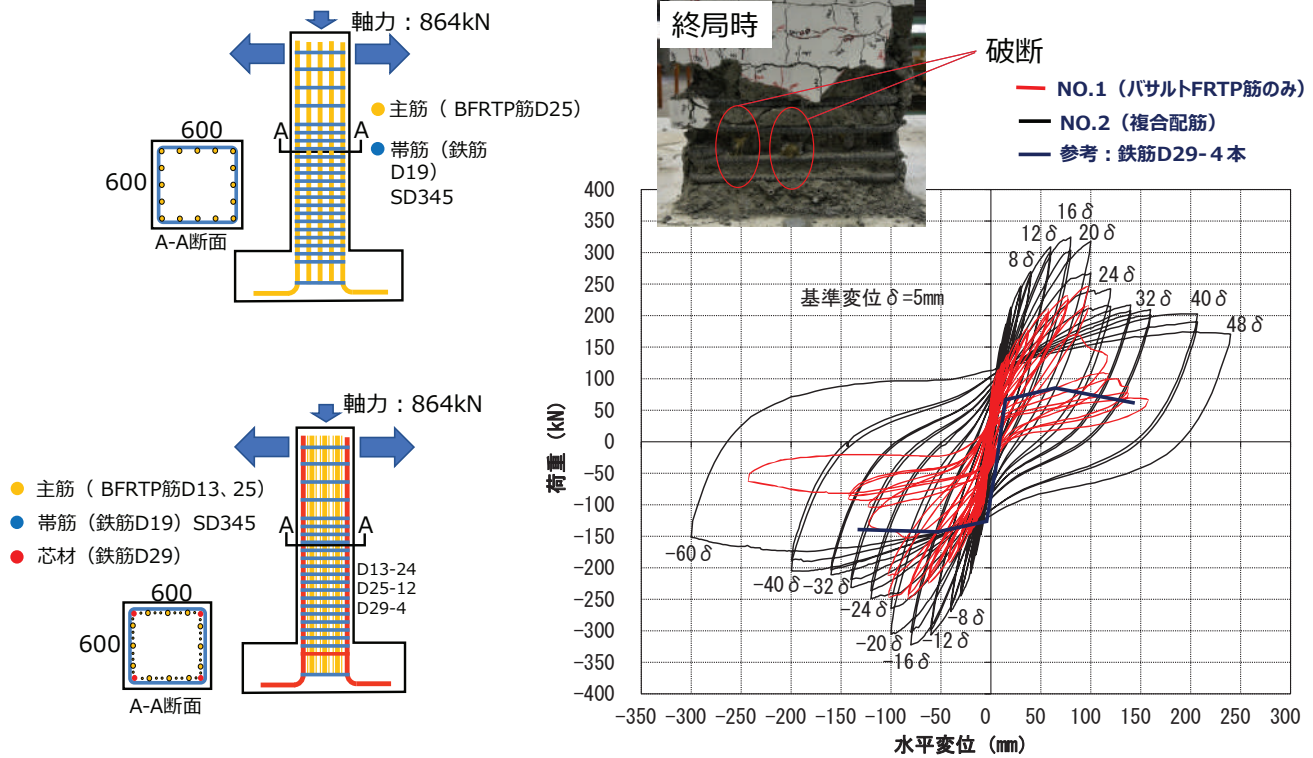


-60δ 載荷（押切り）



60

バサルトFRTP筋高架柱試験体 試験結果 (No.1, No.2)



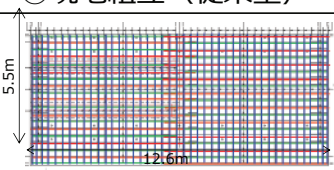
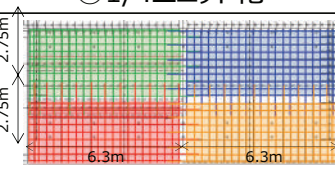
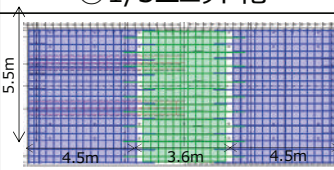
61

BF RTP ロッドの現場実装



- ◆1/4ユニット化
1ユニット：約 3 5kg
鉄筋と比較し軽量のため、**施工の圧倒的な優位性**
⇒ すべての作業員が称賛！

BF RTP ロッドの現場実装 <配筋方法の検討>

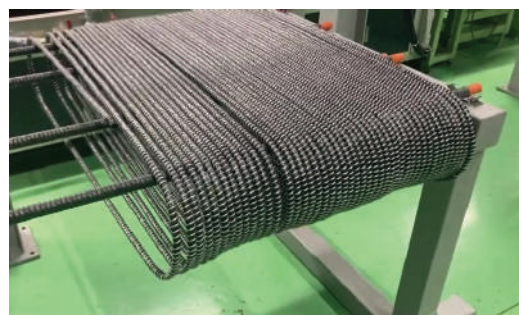
	①現地組立 (従来型)	②1/4ユニット化	③1/3ユニット化
組立方法	 ※従来の鉄筋組立と同様	 ※別箇所にて組立	 ※別箇所にて組立
数量	約970m	約1014m	約1000m
重量		約 35kg (1ユニットあたり)	約47kg (1ユニットあたり)
施工性	鉄筋よりも施工性が向上	・ユニット化により①よりも施工性が向上 ・継手部の編み込みでの設置が難しい ・②③による施工性の違いなし	
		トラックでの運搬可能	トラックでの運搬やや難
	鉄筋より軽量のためコンクリートに浮く為、工夫が必要		

- ∴ 鉄筋と比較し軽量のため、施工の圧倒的な優位性を確認
 ユニット化により、効率的な施工方法が可能となる知見を得た
 ⇒ 配筋、運搬作業が、鉄筋では10名程度が、4名程度に削減可能か…！？

63

BF RTP を活用した新たな低炭素型 (自己充填) コンクリートの提案

- ✓ 耐久性に優れ寿命の長い構造物を造れば、供用中のメンテナンスや更新に必要な資源やエネルギーが削減でき、結果として二酸化炭素排出量が減る (ライフサイクルCO₂、LCCO₂の減少を狙う)。
- ✓ コンクリート構造物の耐久性を損なう大きな要因は、内部の鋼材腐食 (指物家具の考え方：3回修理の前提 (80-100年サイクル。釘不使用。))
- ✓ 錆びない補強材の活用を念頭に、コンクリート材料や構造物の設計をゼロベースで考えることで、大きなメリットを享受



64

BF RTPを活用した新しい低炭素型コンクリートの開発

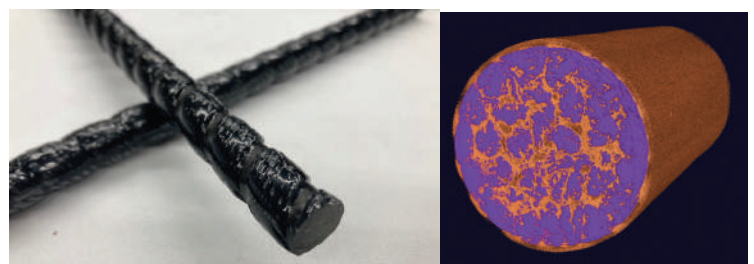
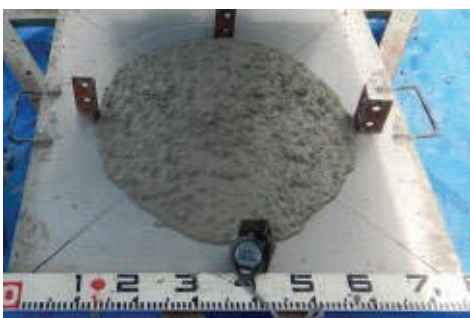
- ✓ 錆びないBF RTPを使うことで、塩害・中性化による腐食リスクなし。かぶりの見直し。
- ✓ CCU（二酸化炭素活用）粉体を最大限活用。セメント量減少とCCU粉体利用による相乗効果。
- ✓ 粉体量を増加させ、自己充填型コンクリート^{*1}として活用。少ない工数（≒少ないCO₂排出量）で施工の生産性を向上、品質向上・信頼性向上
- ✓ 供用段階における炭酸화를、望ましい事象として考慮（腐食フリーの補強材）。
- ✓ 強度が出過ぎない適切な水セメント比の設定、ただし高い材料分離抵抗性を付与するため水粉体比は十分低く^{*2}

*1 コンクリートの単価は上昇するが、工数を下げることでトータルコストが減少（材工でのコストダウン）。自己充填コンクリートの活用とロボットによるBF RTPの組み立てにより、省人化施工。耐久性の大幅上昇によるライフサイクルコスト、ライフサイクルCO₂の低減。

*2 必要な強度を確保しつつ、炭酸化を進めるため、従来と比べて水セメント比は高めに。一方で、材料分離抵抗性を高めるために、十分な粉体量を確保。

65

BF RTPを活用したCO₂積極固定自己充填コンクリートの提案



【CO₂積極固定自己充填コンクリート】

セメントの大部分を石灰石微粉末に置換することで、材料に由来するCO₂排出量を削減しつつ、中性化をあえて積極的に進行させて、大気中のCO₂を固定する

【非腐食性・非磁性のバサルトFRPロッド】

玄武岩を主成分とするバサルトFRPロッドを低コストに製造する技術を確認。構造コンクリートの補強材として用いれば、非腐食性のため高い耐久性が期待できる。非磁性のため強磁場環境でも使用可。そのほか、鉄筋の5分の1の軽さで、強度は2倍以上。

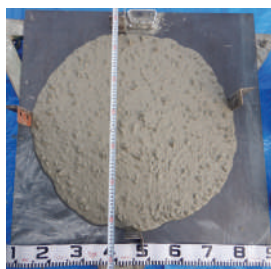
66

CO₂積極固定自己充填コンクリート構造物の配合例

配合名	配合条件			単位量 (kg/m ³)						混和剤 (P×%)	
	W/P (%)	LSP/P (%)	s/a (%)	W	P		S1 山砂	S2 砕砂	G 2005	AE 減水剤	AE剤
					NC	LSP					
① CO ₂ 積極固定	35.0	60.0	50.5	160	183	275	493	344	833	1.1	適宜
② 普通	52.5	—	49.4	173	330	—	515	359	909	1.0	適宜

① CO₂積極固定：呼び強度18，スランプフロー60cm，空気量4.5%，石灰石微粉末混合率60%

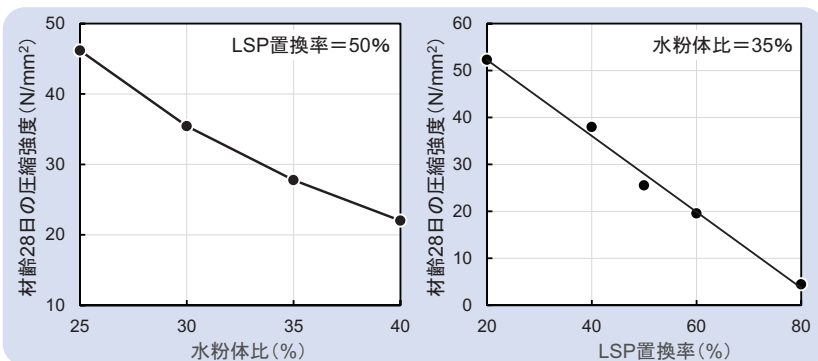
② 普通：呼び強度27，スランプ15cm，空気量4.5%



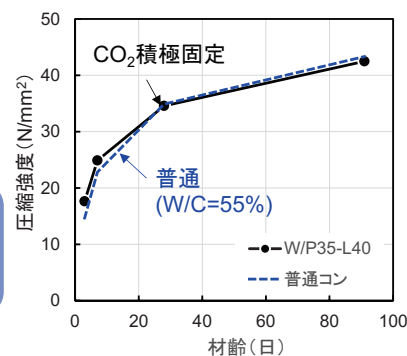
CO₂積極固定コンクリートの開発

- 目標性能を満足し，CO₂固定速度・量を最大化可能なコンクリートの実現
 …… LSP置換率，材料特性，W/Pを要因とした材料・配合設計技術を確立

【CO₂積極固定コンクリートの強度発現性】



【配合選定の一例】
 $f_c' = 35 \text{ N/mm}^2$ の場合
 W/P=35%
 LSP置換率=40%



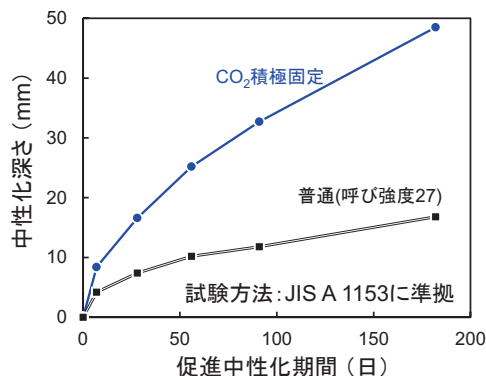
- ✓ 水粉体比とLSP置換率の調整により，所定の強度発現性を確保可能
- ✓ セメント量低減によるコンクリート材料由来のCO₂排出量低減

石灰石微粉末を大量置換した高流動コンクリートの基本特性：米山 暁、石田 征男、石田 哲也、岩田 秀治、セメント技術大会2025

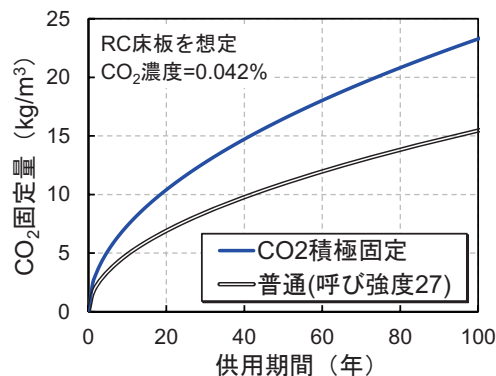
CO₂積極固定自己充填コンクリートの開発

コンクリートの中性化速度・CO₂固定量

- 呼び強度27の普通コンクリートと比較して、**中性化速度が約2.7倍**、**CO₂固定量が約1.5倍**



促進試験
より予測

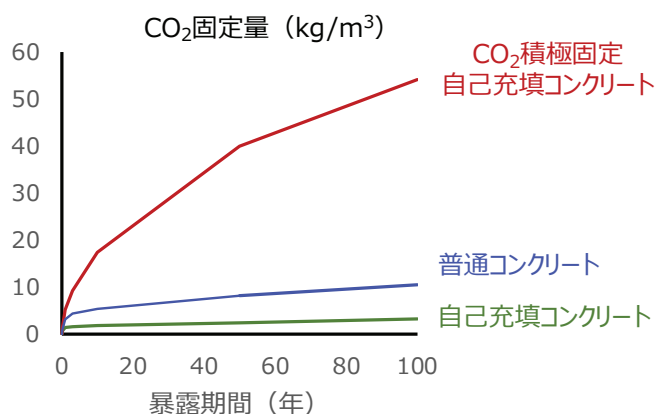


- ✓ バサルトFRP筋との組合せにより、**持続的なCO₂吸収・固定が可能**
(CO₂吸収によるゼロカーボン、ネガティブカーボンコンクリートの実現)
- ✓ 目標性能を満足し、**中性化速度・CO₂固定量を最大化したコンクリートを提案**

CO₂固定量の比較



	セメント	炭酸カルシウム 微粉末	水セメント比	水粉体比	CO ₂ 排出量*1 (kg/m ₃ of concrete)
普通コンクリート	330		0.525	0.525	264.0
自己充填コンクリート	674		0.28	0.28	539.2
CO ₂ 積極固定 自己充填コンクリート	183	275	0.87	0.35	25.4



数値解析モデルDuCOMによる解析条件：
7日封緘養生後に大気CO₂暴露
相対湿度60%、温度20℃
壁部材を想定

*1 セメント由来のみカウント、炭酸カルシウム微粉末としてCCU粉体を用いた場合

	100年後の CO ₂ 固定量 (kg/m³)	製造時+100年供用後の 総CO ₂ 排出量
普通コンクリート	10.5	253.5
自己充填 コンクリート	3.2	536
CO ₂ 積極固定 自己充填コンクリート	54.2	-28.8

カーボンネガティブ！

バサルトFRP筋コンクリートの施工性評価

- 実大部材への施工性評価試験の結果
 - ➡ LSP大量混合により、**優れた自己充填性および材料分離抵抗性**
 - ➡ 施工後3年以上が経過した時点でも、**ひび割れ、劣化損傷は生じていない**



バサルトFRP筋と組合せることで...

- ✓ **施工省力化・コスト削減**への貢献
- ✓ 供用時の**省力化を実現可能**
(鋼材腐食による劣化を不問とするメンテナンスフリーRC構造物を実現する可能性)

おわりに



- ✓ コンクリート材料だけではなく、コンクリート構造物全体として、ライフサイクルで排出するCO₂を最小化する努力が必要。
- ✓ 構造物の計画、設計、製造、施工、維持管理の全てのステージにおいて、各プレイヤーの貢献と責任の所在を明らかにすることが必要。
- ✓ 科学的、定量的、客観的、かつ信頼性の高いCO₂排出評価法・算定法が必要。
- ✓ 上流から下流まで全てのステージを包括的に捉えた、最も合理的なCO₂排出削減・固定方法を採用し、トータルで良い策を実行していく必要がある。

セメント業界を取り巻くGX の現状と カーボンニュートラルに向けた取組み

研究開発本部 研究開発推進部
江里口 玲

太平洋セメント株式会社

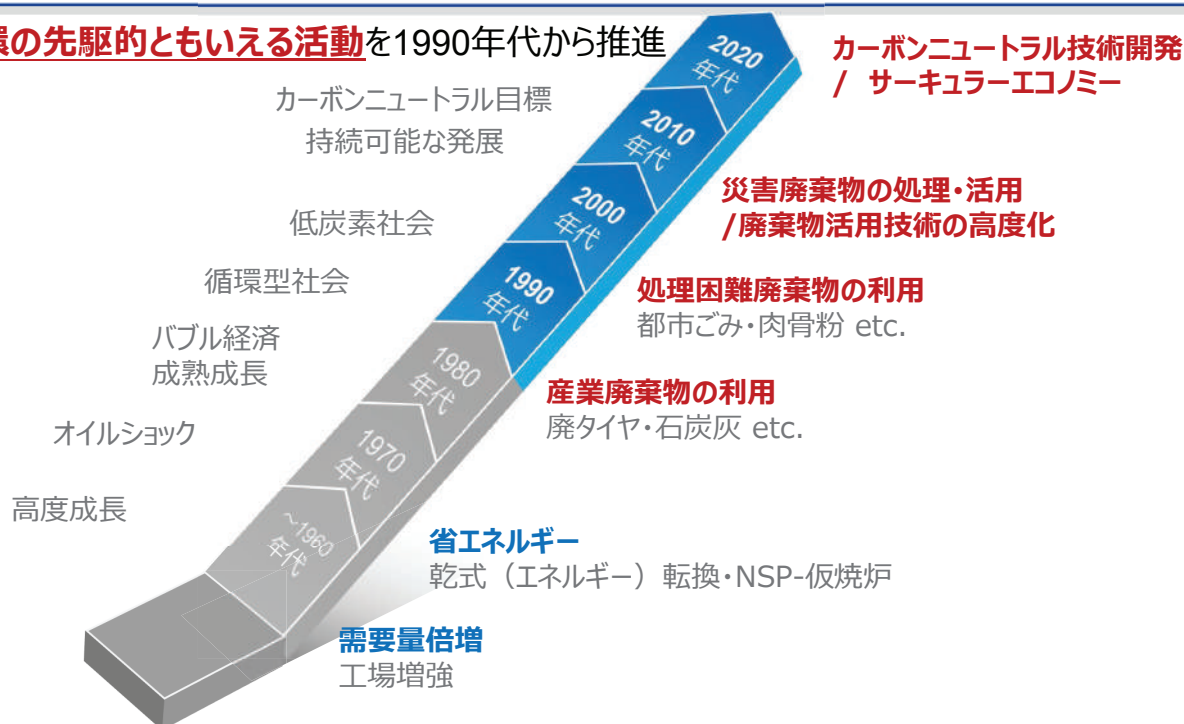
本日の内容

1. セメント産業の現状
2. セメント産業の資源循環への貢献
3. GX-ETSが与えるセメント産業への影響
4. セメント・コンクリートのカーボンニュートラルへの取組み
5. まとめ 今後の課題

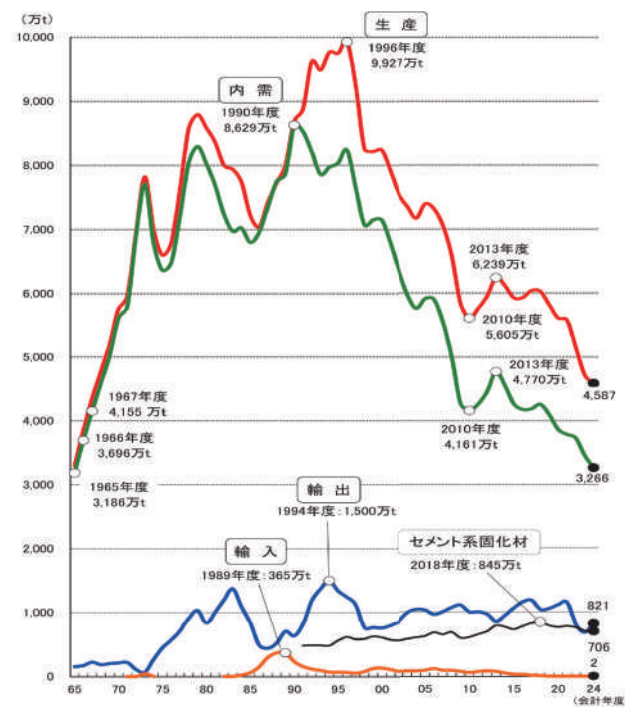
セメント産業の現状

セメント産業の発展と社会環境の変化

資源循環の先駆的ともいえる活動を1990年代から推進



セメント生産量と需要推移



セメント国内需要は1990年をピークに減少
2024年度は1965年と同レベルまで減少

セメント生産量は1996年をピークに減少
2024年度は1968年と同レベルまで減少
1996年に比較して、5,340万トン減少
⇒ 約4,272万トンのCO₂削減? (800kg/t-cem)

2013年基準でも、約1,652万トン減少
⇒ 約1,000万トンのCO₂を削減

コンクリート需要と連動していることからサプライチェーン全体では需要減少は多くのCO₂削減を果たしてきた。

出典：セメント・コンクリート, No.940, 2025.6

セメント・コンクリートを取り巻く日本の状況

セメント一人当たりの消費量 = **260kg/人**
世界の消費量と比較しても著しく減少

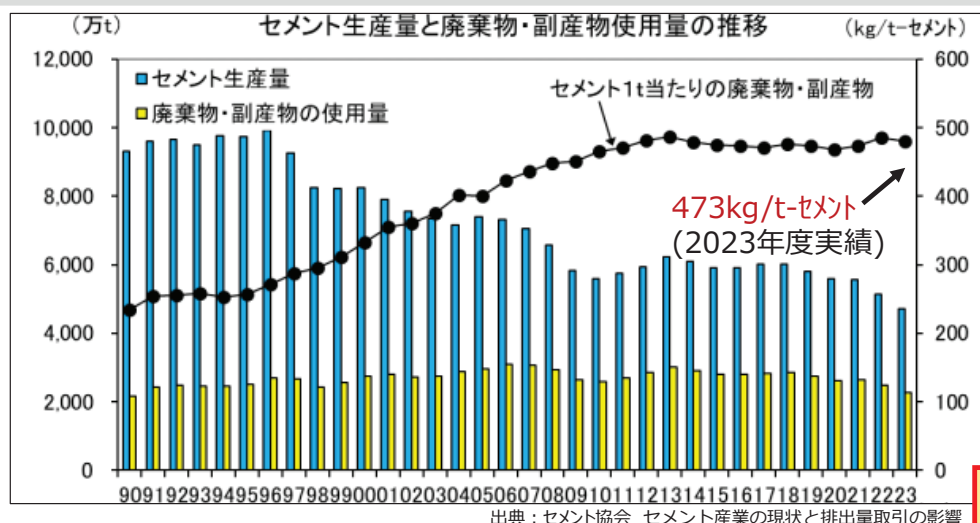
カーボンニュートラルの目的：地球温暖化の抑制
＞ 気候変動に伴い激甚化する災害 ⇒ レジリエントな社会基盤の重要性

日本のインフラ：高度成長期に建設された多くの社会インフラ
＞ 建設後50年を超えるインフラの増加・老朽化の顕在化
⇒ インフラメンテナンスの確実な実行

「安全・安心」な社会基盤を維持するために、セメント・コンクリートが果たす役割や重要性を改めて認識してほしい

セメント産業の資源循環への貢献

セメント産業の廃棄物・副産物処理量の推移



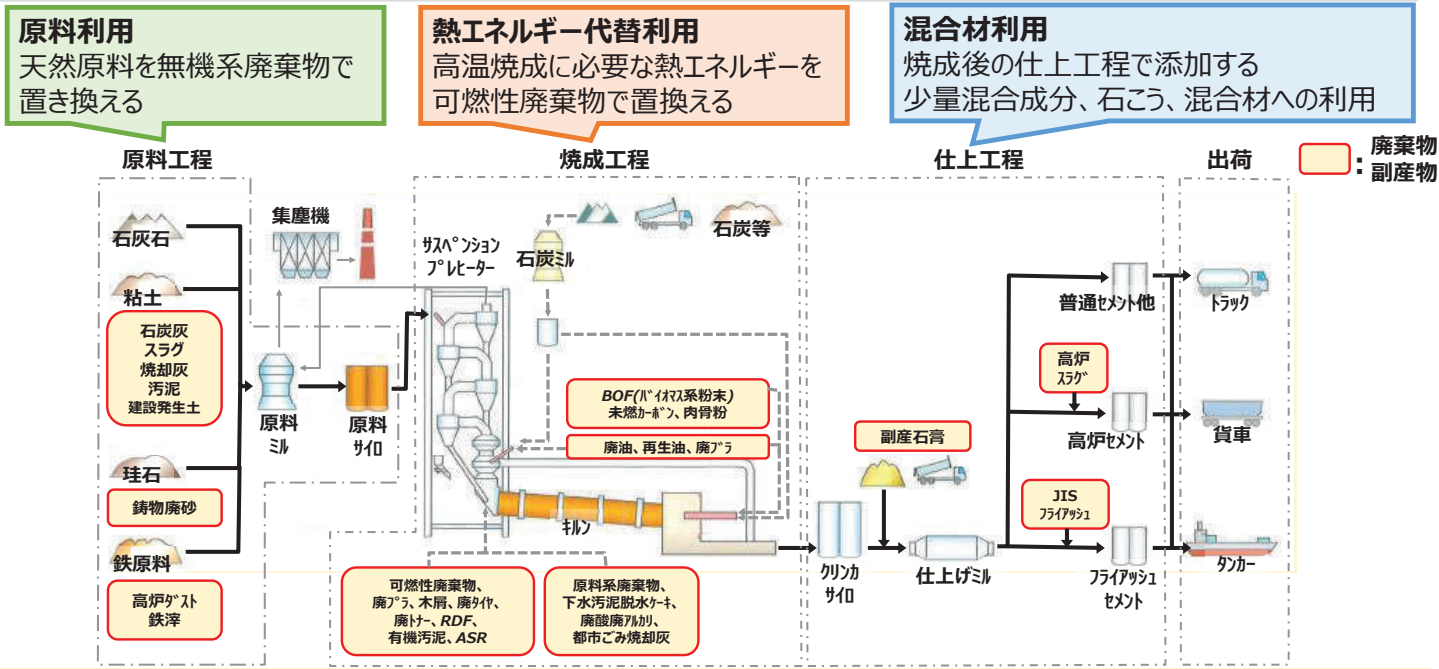
セメント業界が
廃棄物・副産物を受入処理をしない場合
産業廃棄物の最終処分場の残余年数 **6.2年※**



セメント業界が
廃棄物・副産物を受入処理している現状での
残余年数 **19.7年※** ※2022年4月1日時点
出所：セメント協会HP(2025年6月6日閲覧)

約13.5年延命

セメント製造工程における廃棄物・副産物の活用方法

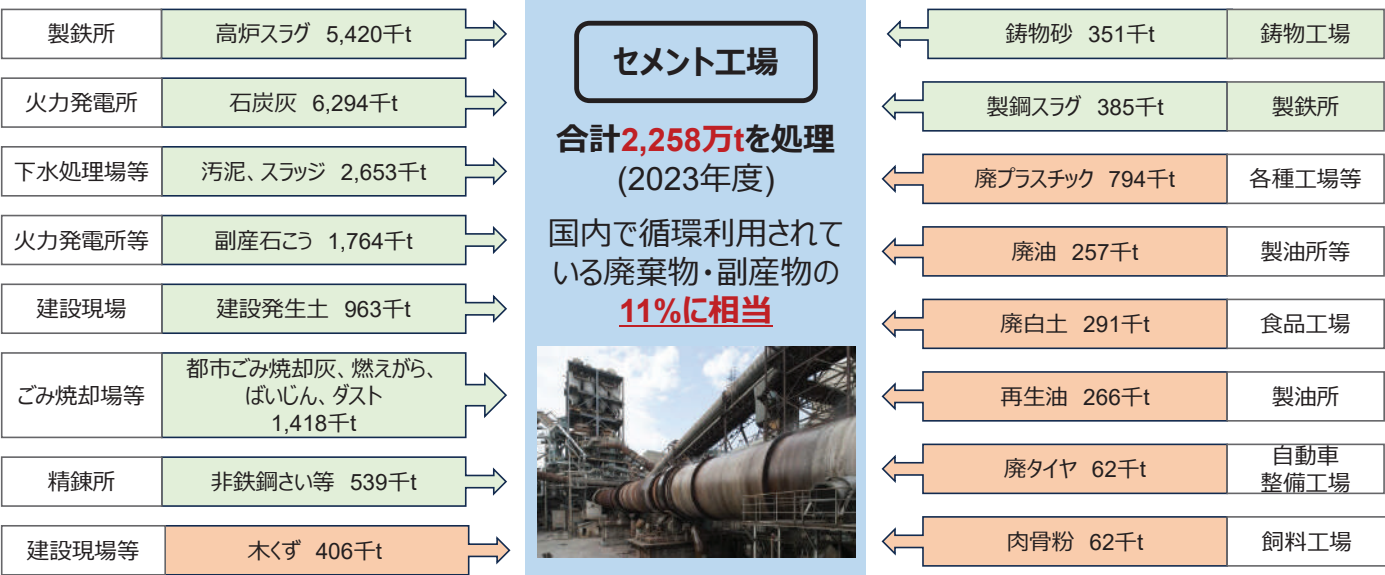


廃棄物を処理する静脈産業・社会に必要な基礎素材であるセメントを製造する動脈産業の2つの側面を持つ

セメント産業が有効利用している廃棄物・副産物

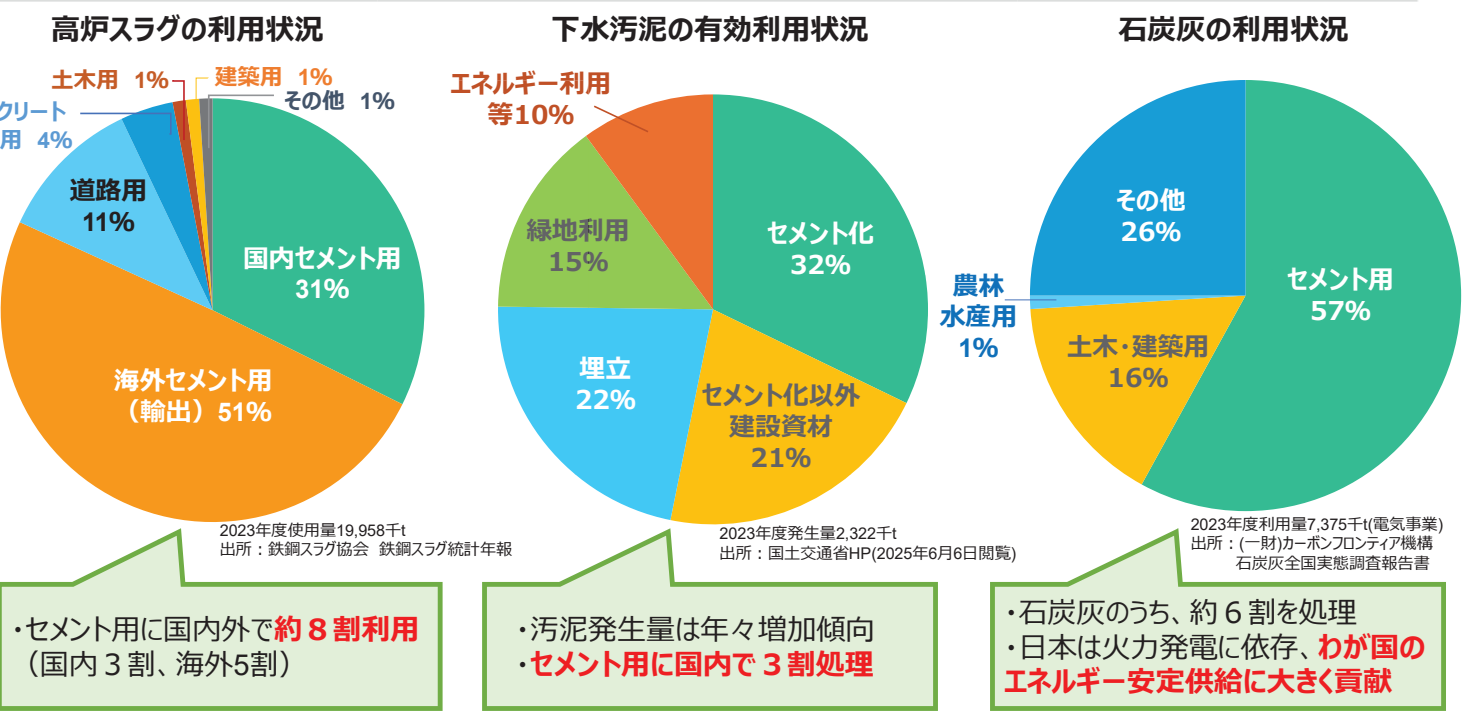
セメント産業は様々な産業や自治体から排出される廃棄物・副産物を受け入れ、セメントの原料や熱エネルギー代替として使用

原料利用
熱エネルギー利用



出所：セメント協会HP(2025年6月6日閲覧)

各種廃棄物のセメント産業による処理の割合



東日本大震災におけるセメント産業の貢献（震災発生から復興）

東日本大震災
2011年3月11日に発生したマグニチュード9.0の巨大地震と津波による大規模な災害

太平洋セメント 大船渡工場
岩手県沿岸南部の大船渡市に位置する臨海型セメント工場
海側敷地に1号キルン、県道をはさんだ山側に5号キルンを保有

被災からの動き

3月11日 被災
工場全設備の70%相当が壊滅的なダメージを受ける

5月9日 市と東京電力の協力を得て特別高圧電力が通電

6月22日 ローターキルンによる本格的な災害廃棄物の焼却を実施

11月4日 セメント生産が再開



工場全景



震災時の工場(水蒸気爆発)

岩手県内での処理状況

セメント工場	2011年度	2012年度	2013年度	累計処理量
太平洋セメント/大船渡	103,447	272,875	606,636	982,958
三菱マテリアル/岩手	108	32,290	35,889	68,287
計	103,555	305,165	642,525	1,051,245

岩手県では県内発生
の災害廃棄物の
17%を処理

熊本地震におけるセメント産業の貢献

熊本地震

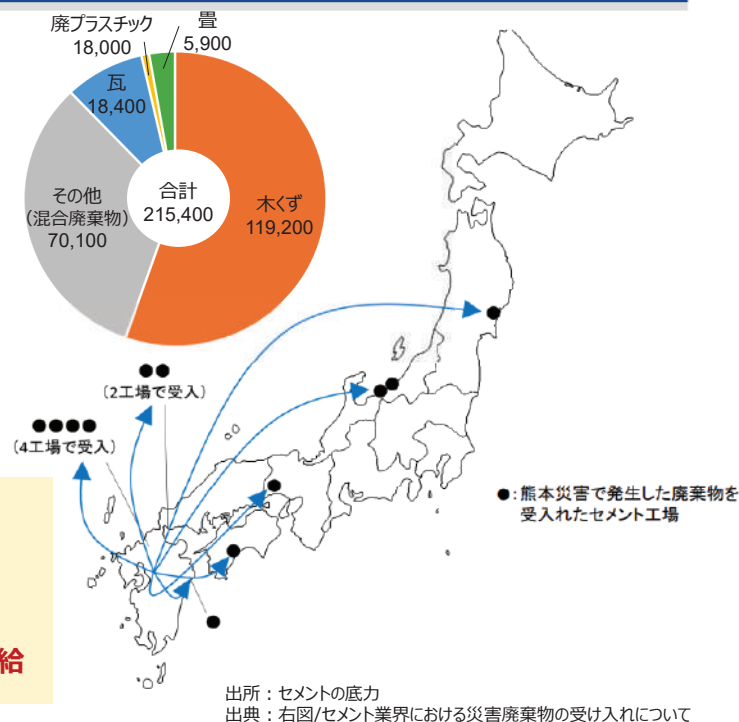
2016年4月14日と16日に熊本県を中心に発生した大規模な地震。震度7の揺れを2度観測。

被災地からの広域処理

- ・被災地から全国のセメント工場へ木くずを主として船で運搬
- ・九州各地のセメント工場のほか、山口、高知、兵庫、さらには新潟、岩手といった遠隔地でも処理

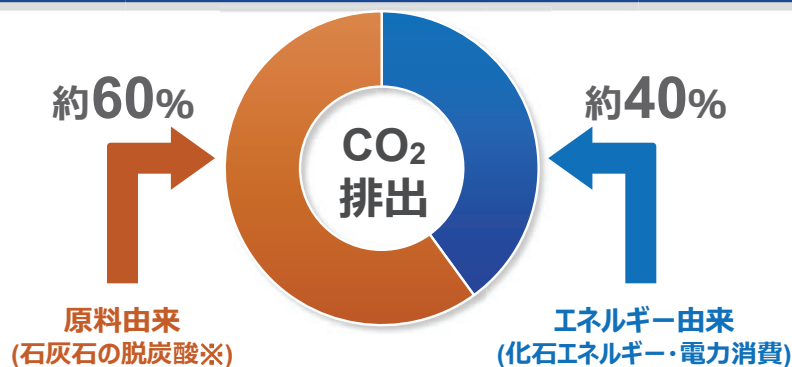
⇒セメント工場で処理した合計は**21万5,000t**を超え発生した廃棄物（約316万t）の**7%近く**を処理

- ・災害廃棄物を処理しながらセメントを製造。
- 災害後3年間で復旧・復興需要に**約150万tのセメントを供給**



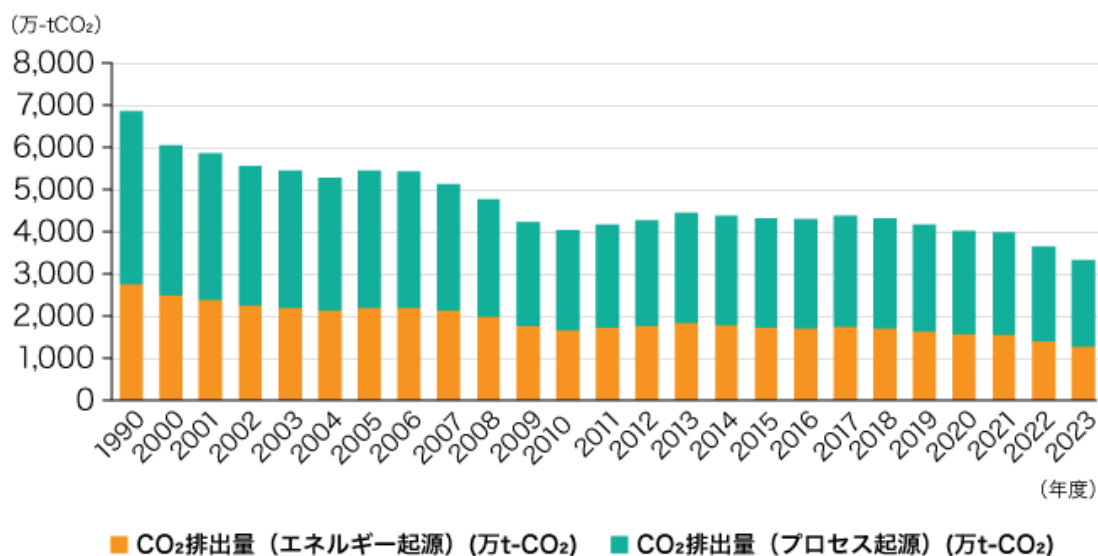
GX-ETSが与えるセメント産業への影響

セメント製造工程からのCO₂排出



廃棄物活用による社会的・環境的な貢献を維持しながら、CO₂の削減を図っていく必要がある

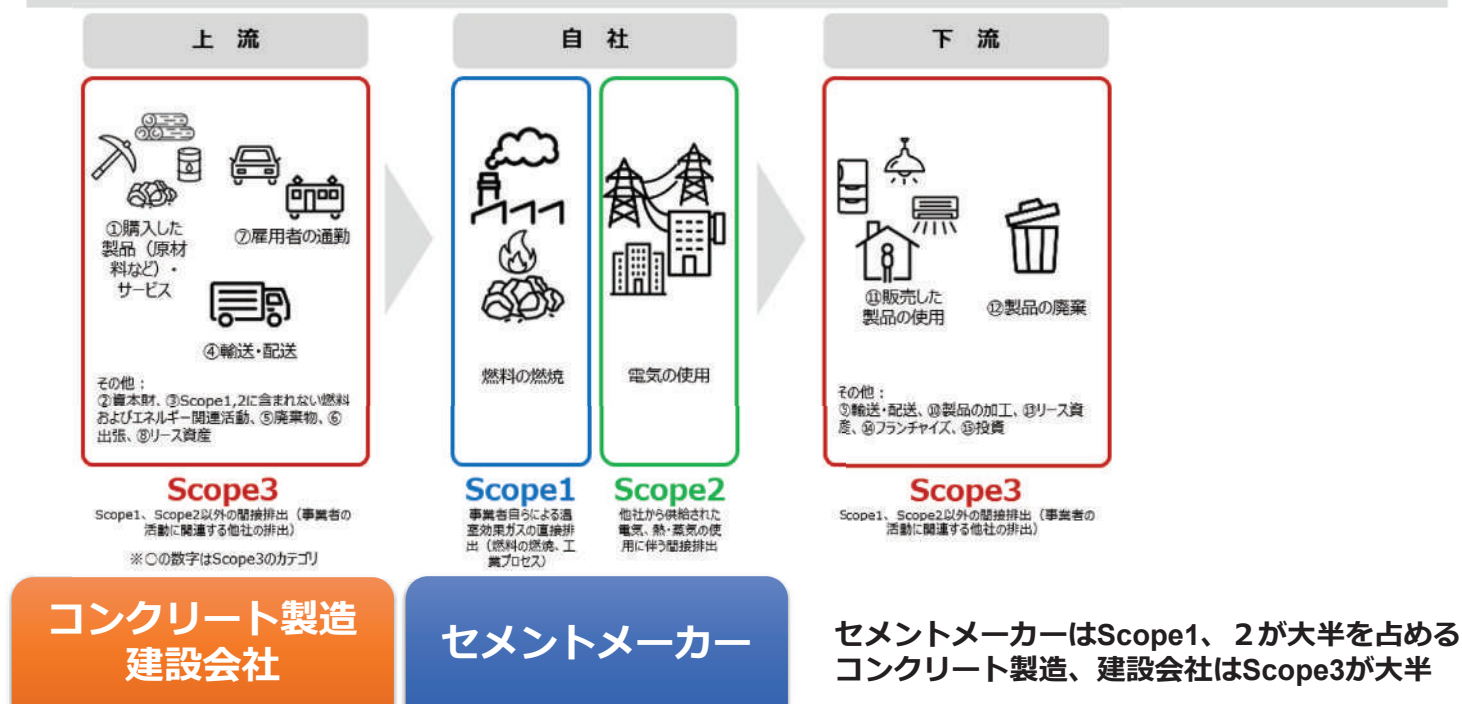
セメント産業のCO₂排出量



2023年 3,300万トンの排出（エネルギー起源：1,980万トン、プロセス起源：1,320万トン）
国内産業の2～3%の多排出産業、大半は直接排出（Scope1）
我が国の温室効果ガス排出・吸収量は、約10億1,700万トン

出所：セメント協会HP(2025年6月6日閲覧)

セメント・コンクリート業界における位置づけの違い



TAIHEIYO CEMENT 2025©TAIHEIYO CEMENT 出所: 資源エネルギー庁「知っておきたいサステナビリティの基礎用語〜サプライチェーンの排出量のものさし「スコープ1・2・3」とは」 17

改正GX推進法が成立 10万t排出企業に排出量取引制度の参加義務付け

GX-ETS : Green Transformation Emission Trading System

改正GX推進法（脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律）が2025年5月28日、参議院本会議で可決、成立

26年4月1日から施行する。**CO₂の直接排出量が3力年の平均で10万tを超える企業**に対し、26年度から本格的に導入する**排出量取引制度「GX-ETS」**への参加を義務付ける。CO₂排出量が多い国内300~400社が対象となる見込み。

直接排出量とは、化石燃料の燃焼や製造プロセスで発生するCO₂の総量。政府が24年に示した制度案によれば、対象企業に排出量の上限を割り当て、これと同量の排出枠を与える。対象企業は、年度ごとに自社の排出実績と同量の排出枠を償却することを義務付けられる。排出枠が足りず必要な分の償却ができない企業は、排出枠市場で他社が余らせた排出枠やクレジットを購入する。償却しない場合は、課徴金の支払いが求められる。

26年度から排出量取引制度への参加を義務付けるため、企業に割り当てる排出量の上限を定めるルールを25年度中に固める。エネルギー多消費の業種では、業種別に企業のCO₂排出原単位を参照し、なかでも**上位に当たる優れた水準を「ベンチマーク」に設定**して、この水準以上に引き上げるように排出枠を設定する。

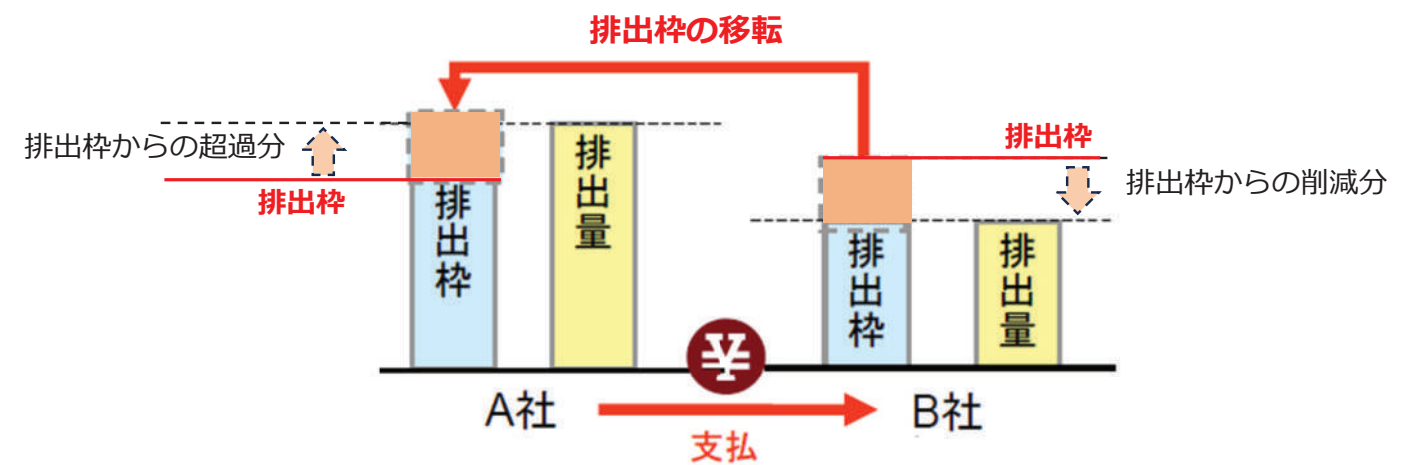
政策への対応と今後の排出量取引：改正GX推進法

- 本格稼働後の排出量取引制度については、諸外国の制度と同等といえる制度強度を確保しつつ、企業の脱炭素投資を促進し、かつ企業に過度の負担を生じないための柔軟性を担保する措置を導入
 - リーケージリスクや過去の排出削減努力に応じた割当量の調整や脱炭素投資の実施を一定の軸で評価する措置の導入を検討

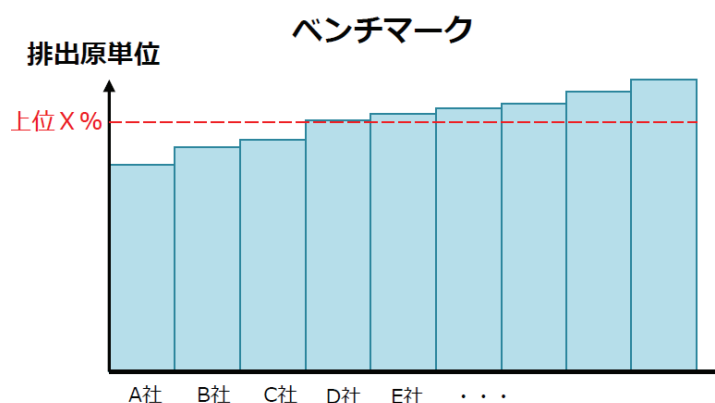
基本設計	直接排出10万トン以上の排出を行っている企業の参加義務化 事前に無償割当される排出枠やクレジットを使用して、排出量と等量の排出枠等を毎年度償却
排出枠の交付方法	排出枠は毎年度、算定し政府に申請 業種別ベンチマークに基づく割当量の算定方法を政府が策定 割当申請にあたっては第三者機関が認証を実施 償却後の一定部分については売却・バンキングも可能
中長期計画の策定	2050年カーボンニュートラルの実現に向けた排出削減目標を策定・提出 2030年の直接・間接排出削減目標を国が集計・公表
義務履行のあり方	排出枠の調達・償却をしない場合には、不足排出量に応じて金銭の支払いを求める。ただし価格高騰により企業負担が過度にならないように上限価格以上とならない措置を担保
排出枠取引のあり方	取引の安定化に向け、市場取引に一定の規律を導入

排出量取引制度とは

- 排出主体(企業、施設)に上限排出枠を設け、市場で排出枠を取引できる制度
- 上限を超える部分：①自身で排出削減、②他者から排出枠購入、③オフセットクレジットを活用
- 上限排出枠は有償・無償で割り当て、エネルギー集約度が高い産業(石油・鉄鋼、セメント、アルミニウムなど)には無償排出枠を設定



排出枠の設定方法・・・セメント産業



同業種内の上位X%水準の排出原単位を**ベンチマーク**として設定
基準活動量（23～25年度の生産量の平均）に
ベンチマークを乗じて割当量を算定

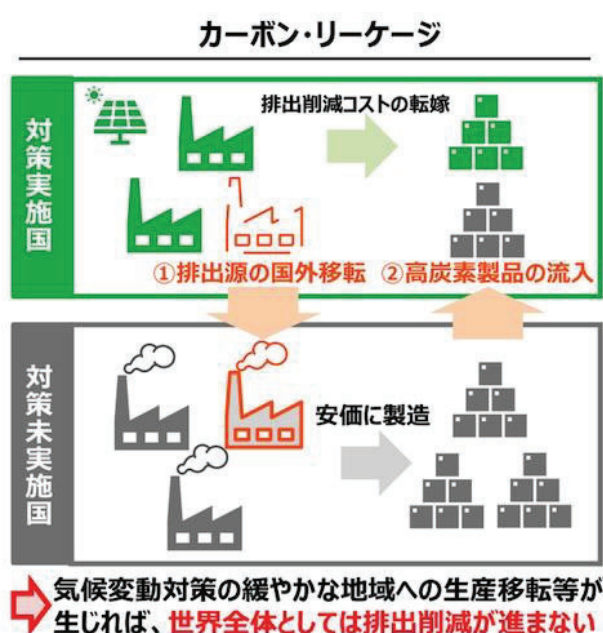
割当量 = **基準活動量** × **目指すべき排出原単位**

上位X%水準は、基準年度のデータに基づき算定
 水準は毎年度段階的に引き下げ、割当基準を強化

2013年度基準で削減してきた排出量は考慮されず・・・

26年度に算定、27年度から取引開始
ベンチマークを上回る企業は、早期に排出枠の調達が必要になる

カーボン・リーケージ・・・セメント産業も国外移転のリスク？



諸外国制度における対策例

EU-ETS

- リーケージリスクの高い業種（例：鉄鋼・化学）については**排出枠を無償で割当**。
- 一部業種については、排出削減対策の強化のために無償割当を低減する一方、輸入品に対して炭素価格の支払いを求める**炭素国境調整措置**を導入。

オーストラリア Safeguard Mechanism

- リーケージリスクの高い業種について、目標達成のためのクレジット調達コストが一定水準以上となる場合に**企業に求める排出削減目標を緩和**。

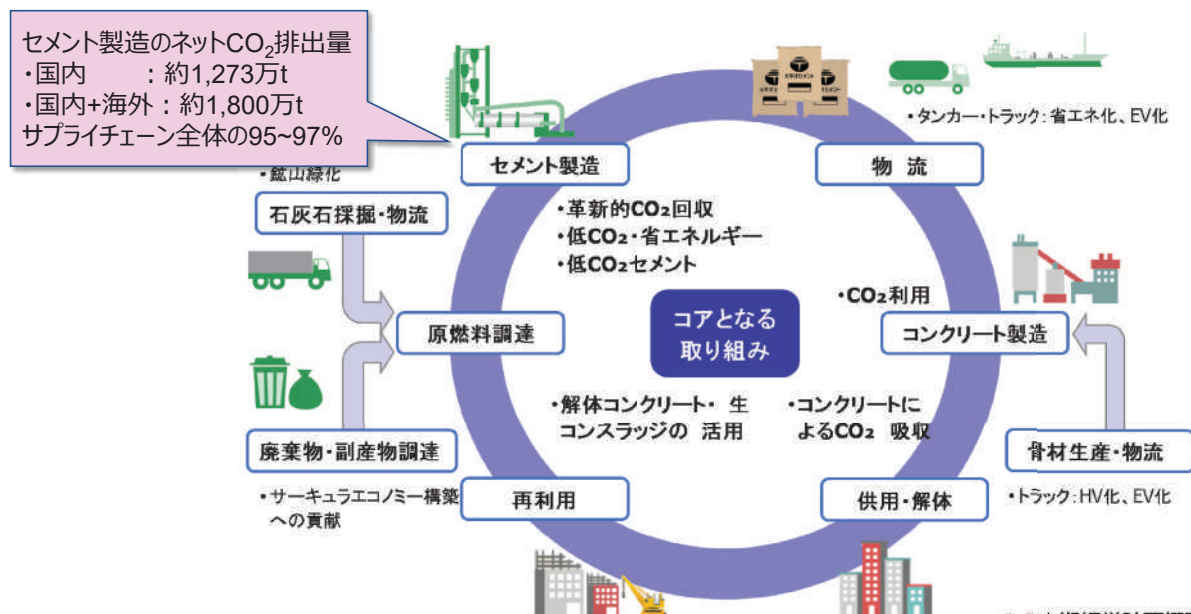
カナダ Output-Based Pricing System

- 国際競争に直面する産業分野については**企業に求める排出削減目標を緩和**。

セメント・コンクリートのカーボンニュートラルへの取り組み

太平洋セメントのカーボンニュートラル戦略2050

カーボンニュートラル戦略2050では、**サプライチェーン全体においてカーボンニュートラルの実現を目指す。**



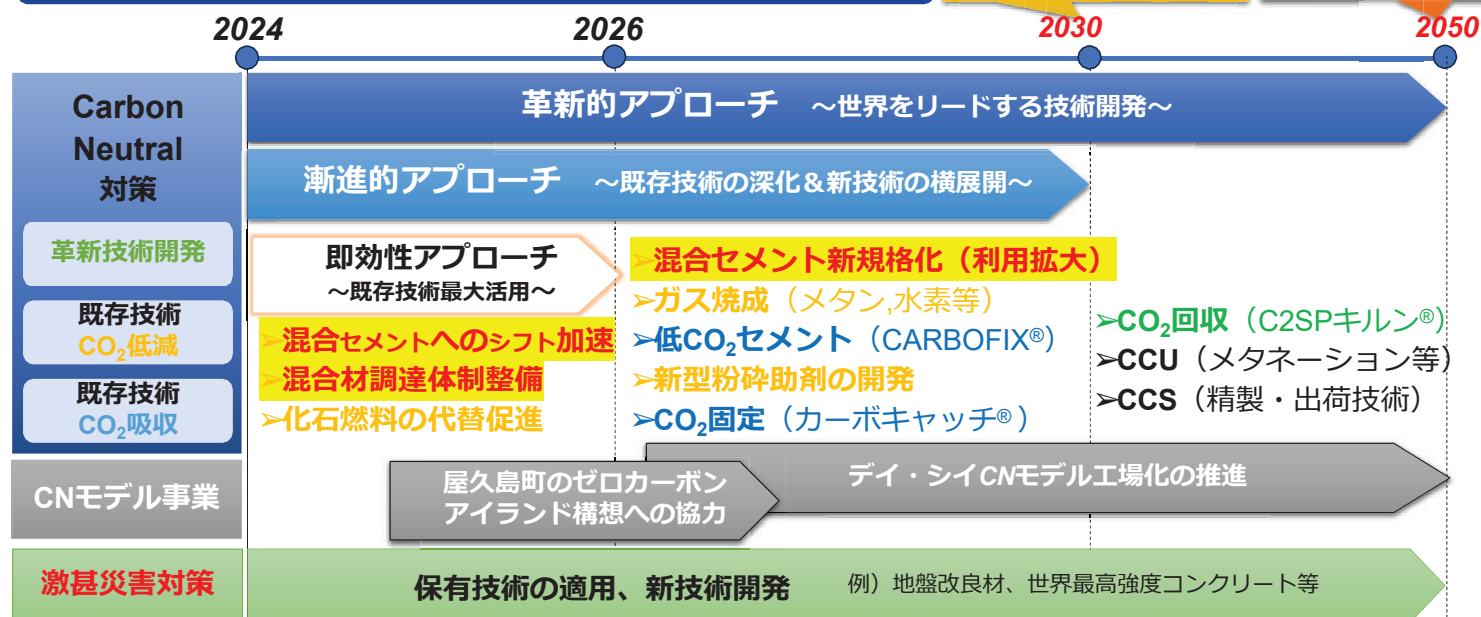
23中期経営計画概要より

太平洋セメントのカーボンニュートラル戦略 ロードマップ

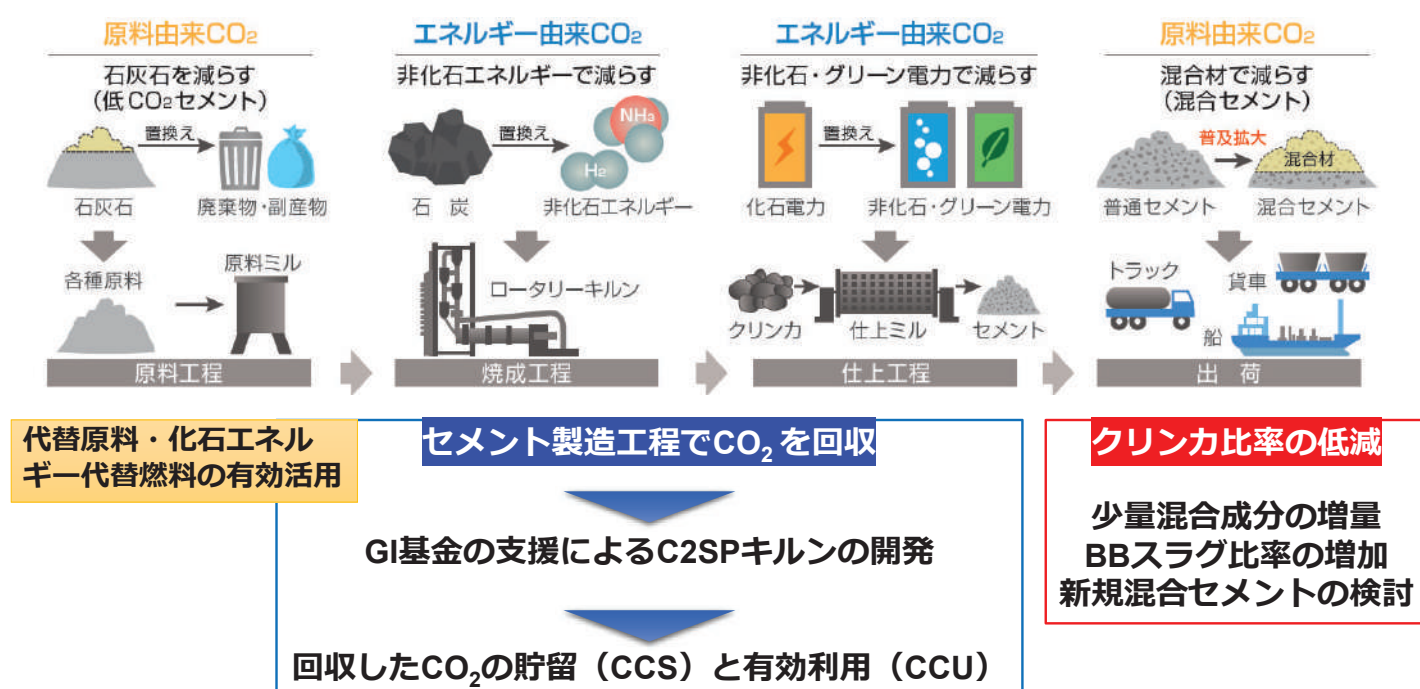
2050年サプライチェーン全体でのCN実現を目指した取組み

排出原単位20%以上削減（2000年比）

Carbon Neutral



CO₂削減に向けた様々なアプローチ

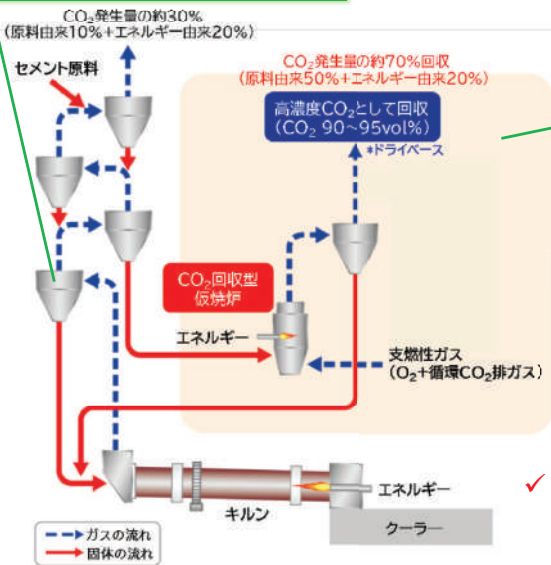


CO₂回収型セメント製造プロセス（C2SPキルン®）の概要

－ Carbon Capture Suspension Pre-heater Kiln －

②従来型NSPキルンの利点を継承

- NSPキルンの高い熱交換性能を維持
- 廃棄物活用**は従来型と同等以上



①原料由来CO₂をコンパクトな設備で直接回収

- 仮焼炉で発生するCO₂を直接回収
- 酸素燃焼技術^①を適用することでCO₂が高濃度化
- 支燃性ガスとして、O₂とCO₂の混合ガスを使用

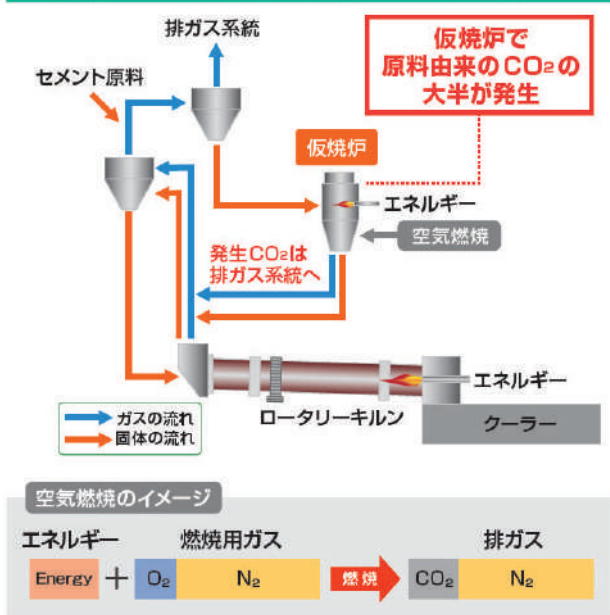
③カーボンニュートラルの実現が可能

- カーボンフリーの代替エネルギー活用、供用中コンクリートのCO₂固定との組合せでカーボンニュートラルを実現

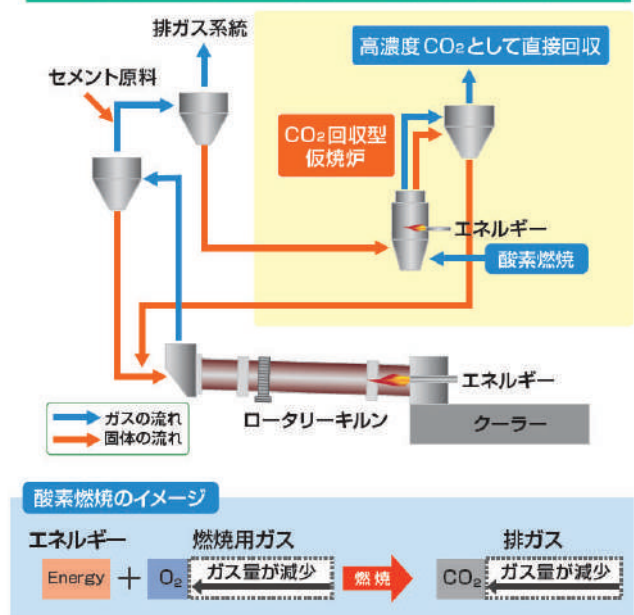
✓ セメントプロセス内から90～95%（ドライバース）濃度のCO₂を効率よく回収するオリジナル技術

NSPキルンとC2SPキルンのプロセス比較

従来型キルンによるセメント焼成フロー



C2SPキルン®によるセメント焼成フロー



CO₂回収型セメント製造設備の実証試験開始（2024年～）

C2SPキルン®実験機実証設備（山口県山陽小野田市）

- ・ 2.4ton-CO₂/日、クリンカ生産能力：5ton/日
- ・ 前処理装置を付設したメタネーション実証試験（300Nm³-CH₄/日）
 - ・ クリンカ焼成を含めた総合的なプロセスの評価を実施
 - ・ O₂+CO₂を支燃性ガスとした高CO₂分圧下での仮焼炉運転条件の評価



CCS : JOGMEC「先進的CCS事業に係る設計作業等」

2024年6月28日 JOGMEC公表情報

事業の特徴 鉄鋼、セメント産業等脱炭素化の達成が困難な産業を対象に、複数のCO₂排出地域とCO₂貯留地域を船舶輸送で結ぶ拡張性の高い広域事業を推進する。

貯留量 約150～190万トン／年

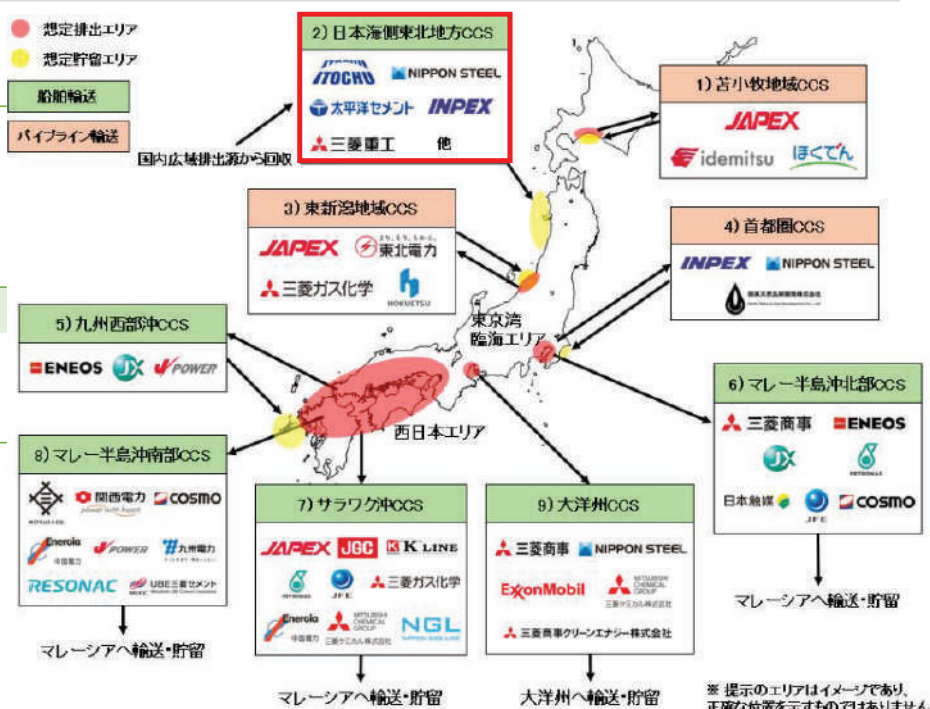
排出源 日本製鉄(株) 九州製鉄所 大分地区、**(株)デイ・シー 川崎工場**及び貯留候補地の地場排出事業者

CCS長期ロードマップ

2030年までに**600～1,200万ton／年**の貯留量を達成

国内貯留に留まらず、アジア大洋州を中心に海外貯留を含めて展開支援

2050年時点で**約1.2～2.4億ton／年**の貯留を目指す



環境配慮型コンクリートによるCO2削減効果の定量化方針（環境省）

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (1/6)



環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果について

現在開発が進められている各種環境配慮型コンクリートや、一般的なコンクリートにおける主なCO₂削減効果の原理は下記のとおり。本分科会では昨年度より、②を「製造時CO₂固定型コンクリート」、③を「CO₂由来材料使用型コンクリート」と分類し、各該当製品を検討対象としてきた。今年度は新たにデータの得られた「製造時CO₂固定型コンクリート」の2製品について検討を行う。

- ① 石灰石代替原料利用による石灰石の焼成に伴うCO₂削減 ⇒すでにインベントリに反映されているため検討対象外
特殊な混和材や高炉スラグ等を使用して、セメントの原料となる石灰石消費量を削減し、セメント製造時のCO₂を削減（混合セメント等）。
- ② コンクリート製造時にCO₂を固定することによるCO₂削減（「製造時CO₂固定型コンクリート」）⇒検討対象
製造時のコンクリートに直接CO₂を接触させることで、炭酸カルシウムとしてコンクリート内部にCO₂を固定。CO₂と反応する特殊な混和材を使用し、養生時にCO₂を与えるものと、普通のコンクリートの練混ぜ中にCO₂を吹き込むものがある（CO₂-SUICOM、Carbon Cure等）。
- ③ CO₂固定した炭酸塩原料の利用によるCO₂削減（「CO₂由来材料使用型コンクリート」）⇒検討対象
工場の排気ガスなどから回収したCO₂を基に製造した炭酸カルシウムをセメント・コンクリートの骨材や混和材として用いることでコンクリート内部にCO₂を固定（T-e Concrete/Carbon-Recycle等）。
- ④ 炭酸化反応により大気中のCO₂を固定することによるCO₂削減 ⇒IPCCガイドラインにて計上が見送られていることから検討対象外
一般的なコンクリート構造物において、供用中や解体・再利用時に炭酸化反応により、大気中のCO₂を固定（コンクリート全般）。

CCU:コンクリートでの炭酸塩化効果と国家インベントリへの反映

2023年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量として環境配慮型コンクリートによる吸収量（CO₂固定量）を世界で初めて算定し、**合計約121トン**の値を報告

CO₂吸収型コンクリートの算定・報告



- 3種類のコンクリート等による吸収量（CO₂固定量）を昨年度に続き算定し、2023年度は合計約121トンの吸収量をインベントリに反映して国連に報告（2022年度約27トン）。
- これらのコンクリートについて、引き続きJ-クレジット化の検討を進める。

製造時CO₂固定型コンクリート

<CO₂-SUICOM>

排気ガスを用いて養生することで排気ガスに含まれるCO₂をコンクリートに固定



<カーボフィクスセメント>

CO₂との反応により硬化するセメントを使用し、硬化過程でセメント工場の排気ガスから分離・回収したCO₂を固定



バイオ炭使用型コンクリート

<SUSMICS-C>

木質バイオマスを炭化した「バイオ炭」をコンクリートに混入することで、CO₂をコンクリートに固定



CO₂由来材料使用型コンクリート

<T-eConcrete/Carbon-Recycle>

セメントの代わりに高炉スラグと特殊な反応剤を使用し、CO₂を吸収・固定化させたカーボンリサイクル製品を混ぜ合わせて製造



<クリーンクリートN>

セメント混合割合を40%以下とし、その大部分を高炉スラグ微粉末などで置き換えた「クリーンクリート」に、CO₂を吸収・固定化させた炭酸カルシウムを主成分とする粉体を混ぜ合わせて製造

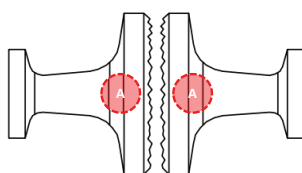


CCU：カーボフィクス®セメントのプレキャスト製品への適用

簡易式炭酸化養生設備を用いてカーボフィクス®セメント使用したスプリットブロックを実機試製造
流し込みコンクリート（歩車道境界ブロック）も実機製造にて製造確認



圧縮強度※ (N/mm ²)
27.7

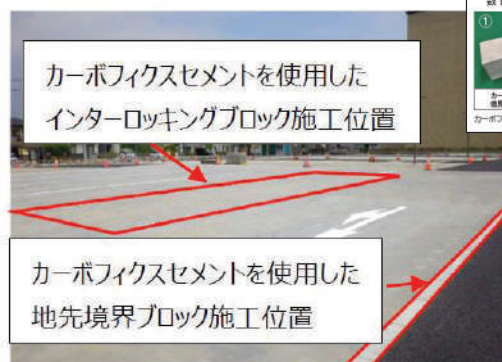


※炭酸化養生4日、コア試験体8本の圧縮強度結果の平均値

目標強度24N/mm²以上を達成、実施工も実施（長野県白馬村）

CCU：カーボフィクス®セメントを用いたコンクリート製品の施工事例

深谷市幼稚園・こども館複合施設（埼玉県深谷市）の大型車両用駐車スペースへ施工



この駐車場の大型車駐車スペースには二酸化炭素（CO₂）を大幅に削減するコンクリート製品を使用しています。

大型車駐車スペースの施工には、太平洋セメント株式会社の協力をいただきました。
CO₂を削減するコンクリート製品は「カーボフィクス®セメント」を用いて製造しました。

カーボフィクス®セメントとは？

- 普通セメントと比べてセメントを製造する際のCO₂排出量を削減できます。
- CO₂を吸収して反応することで固まります。
- 普通セメントを使用した場合と比較して、CO₂排出量を数十パーセント削減することができます。

カーボフィクス®セメントを使用した
スプリットブロック

カーボフィクス®セメントを使用した
インターロッキングブロック

カーボフィクスは太平洋セメント株式会社の登録商標です。

深谷市
FUKAYA CITY

クリンカ比率の低減：世界のセメント産業におけるCO₂排出比率とクリンカ比率

国	Kg-CO ₂ /t-cem	クリンカ比率	CO ₂ 排出量のプロセス由来比率(%)	CO ₂ 排出量のエネルギー由来比率(%)
日本	713	0.849	36	64
イギリス	730	0.770	39	61
フランス	623	0.764	40	60
イタリア	646	0.768	37	63
ドイツ	585	0.707	40	60
EU	657	0.751	39	61
米国	448	0.865	—	—
カナダ	510	0.798	—	—

出所：セメントあたりCO₂排出量 各国統計数字を引用、2019年GCCALレポートを参照
※米国、カナダはCO₂排出量のデータが不足しておりプロセス由来CO₂/t-CEMCEMのみ記載

クリンカ比率の低減：普通ポルトランドセメント少量混合成分増量への取組み

セメント協会： 脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン（2020年3月）
カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン（2022年3月）

4.1 クリンカ/セメント比の低減

セメントはクリンカ、石膏、混合材で構成されている。セメント製造工程で発生する二酸化炭素の殆どがこのクリンカ製造過程で発生する（プロセス起源＋エネルギー起源）ことから、セメント産業にとって、クリンカ/セメント比を低減することは二酸化炭素排出量削減に直結するため、以下の方策を検討する。

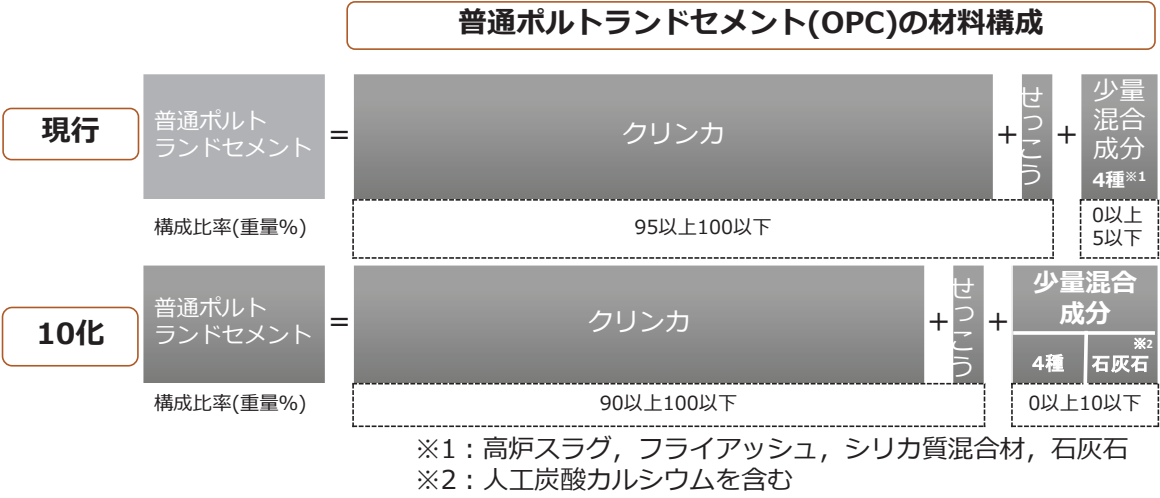
ア) ポルトランドセメントに添加する少量混合成分の分量を増量する。

イ) 高炉セメントB種に添加する高炉スラグの分量を増量する。

この場合、セメントの品質面で性能維持の観点から影響が最小となるような検討を行う必要があり、また、クリンカ原料としての廃棄物受け入れ量の低下が循環型社会構築に対する影響を及ぼさないよう、ステークホルダーの理解を得ながら推進する。具体的には、実機で製造した試製セメントを用いて性能確認を行う必要があり、その後には規格改正を視野に入れて進める必要がある。

少量混合材5%から10%に増量を実現
2050年 クリンカ比率を80%に低減することを目指す

クリンカ比率の低減：少量混合材増量に向けた検討状況－10化後の材料構成



クリンカー5%削減相当のプロセス由来およびエネルギー由来のCO₂排出量を削減

実機にて少量混合成分10%添加の10OPC試製して品質・性能を評価

クリンカ比率の低減：少量混合成分増量が与える影響とインパクト

現状のポルトランドセメントより少量混合材5%増量
国内需要の3,500万ton×5% ⇒ 175万ton (1工場分に相当)

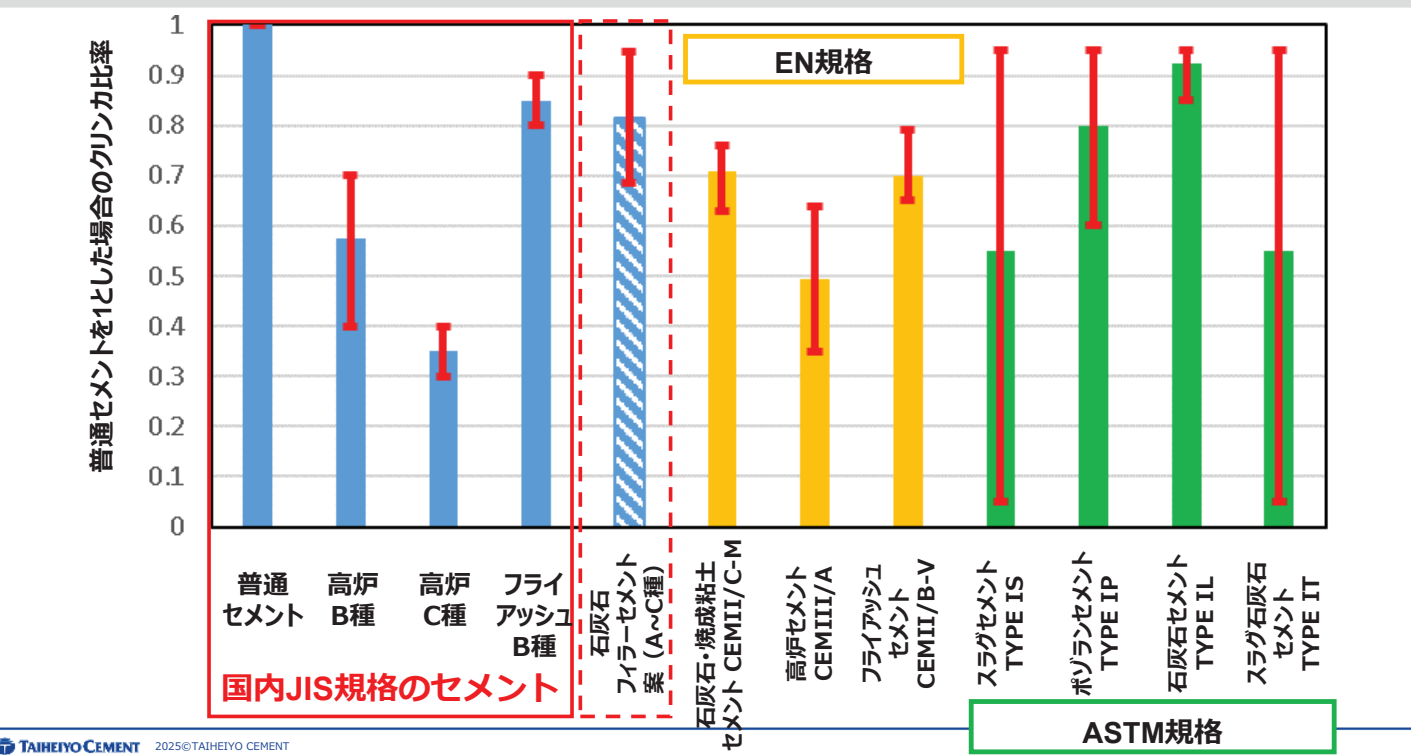
セメント業界全体で約100万tonのCO₂削減に貢献

環境配慮型コンクリート：121ton
日本海CCS事業：約150～190万ton

CO₂削減に大きなインパクトを与える施策

代表的な懸念点	対応策
強度寄与成分の低下	⇒ クリンカ組成の変更により強度発現を維持
廃棄物処理量の低下	⇒ クリンカ組成の変更により廃棄物処理量も維持
セメント密度の低下	⇒ JISに規定なし。試験成績表の変更 ＞ 配合変更 生コン認証、大臣認定へ影響 ＞ 対応策を検討中

クリンカ比率の低減：各国混合セメント規格のCO₂排出量比較（クリンカ比率）



クリンカ比率の低減：混合セメントの国内規格と現況

混合材	区分	規格	製造	コスト	ニーズ	将来の供給	備考
高炉スラグ	A種	○	×	-	○	△	・ スラグ価格上昇中 ・ 一部地域には高炉C種を推進
	B種	○	○	△	◎	△	
	C種	○	×	△	○	△	
フライアッシュ	A種	○	×	-	×	×	・ 流通は限定的 ・ 国内向けFA規格は欧米に比べ高スペック（活性度、igloss）
	B種	○	△	○?	△	×	
	C種	○	△?	○?	-	×	
シリカ (天然ポゾラン)	A種	○	×	-	×	○	・ 製造、供給実績がないため設計仕様書から削除されつつある
	B種	○	×	○	-	○	
	C種	○	×	○	-	○	
石灰石フィラー	-	×	×	○	-	○	・ セメント協会TR(2001年) が存在 ・ セメント協会にて検討開始
上記組合せ 三分系	-	×	×	-	-	○	・ ASTM、ENでは規格あり ・ シラス、焼成粘土等、新たな混合材も検討要

セメント・コンクリートにおけるCO₂削減方策の比較

種類	主体実施者	凡その削減量 (ton)	備考
CO ₂ 吸収コンクリート	ゼネコン セメントメーカー	120	2023年度実績 CO ₂ の調達が課題
環境配慮型コンクリート (混合材多量使用)	ゼネコン コンクリート製造	10,000	高炉スラグ使用量 今までの施工実績からの推定 各種の規制緩和が必要
少量混合成分の増量	セメントメーカー	1,000,000	今後、徐々に増加 欧米と同様に新たな混合セメントの検討も必要

様々な削減方策を社会に普及させるためには、多くの投資が必要となる
2050年までに、どのような施策を社会実装すべきか、削減効果や経済合理性を鑑みた検討が必要

まとめ 今後の課題

セメント産業は、その製造過程において廃棄物・副産物の活用を進め、資源循環やエネルギーの安定供給に貢献している。動脈産業であるセメント製造の役割と静脈産業の資源循環を両立させながら、カーボンニュートラルを目指す責務がある。

一方、経済施策の一面をもつGX-ETSは、セメント産業へ大きな経済的負担を課す可能性がある。

様々なカーボンニュートラルへの取組みが進められているが、その効果を適切に評価することが必要。
混合材の活用（混合セメント）については、欧米同様に新たな規格を視野に選択肢の充実が求められる。

・地域性・流通を鑑みた混合セメントの選択など

喫緊の課題である激甚災害、インフラ老朽化に我々が応えていくことも忘れてはいけない。

長きに渡り社会基盤を支える材料であるコンクリートの構造性能や耐久性を棄損することは論外。

ライフサイクル（時間軸）を考慮した削減効果も新たに検討する必要があるのではないかな。

カーボンニュートラルに向けた施策は、いずれにせよ大きな経済負担が伴う。

社会的理解の醸成をどのように喚起して、理解を得ていくのか

必要な規制緩和、法規の見直し等をどのように進めるか



CONCREATION

コンクリートが求められる役割を踏まえて、各方面のステークホルダーの「共創」が必要。

共創：多様なステークホルダーが互いに協力し、「カーボンニュートラル」という新たな価値を共に創造していく・・・co-creation



※ 一部は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業「炭素循環型セメント製造プロセス技術開発(JPNP20013)」によって得られた成果である。

C2SPキルン®、カーボフィクス®、カーボキャッチ®、カーボンニュートラルロゴ、CONCREATIONロゴは太平洋セメント株式会社の登録商標です。
本資料の掲載内容（画像、文章等）の一部及び全てについて、無断で複製、転載、転用、改変等の二次利用を固く禁じます。

コンクリート工学年次大会2025（盛岡）

第32回生コンセミナー

カーボンニュートラル社会の実現に向けて 生コン業界への期待

建築の立場から

建築物への環境配慮型コンクリートの適用における課題

工学院大学 鈴木澄江

Break the Stereotyped Architecture

話題提供の概要

➤ 建築工事のプロセス

建設から維持保全、解体までの流れとステークホルダー

➤ 建築物に適用するコンクリートについて

建築基準法とレディーミクストコンクリートの関係

日本住宅性能表示基準（劣化の軽減）の概要

JASS 5-2022における環境性（資源循環性，低炭素性，環境安全性）

➤ 環境配慮型コンクリートの種類

資源環境系、低炭素系などのコンクリートの使用材料による分類

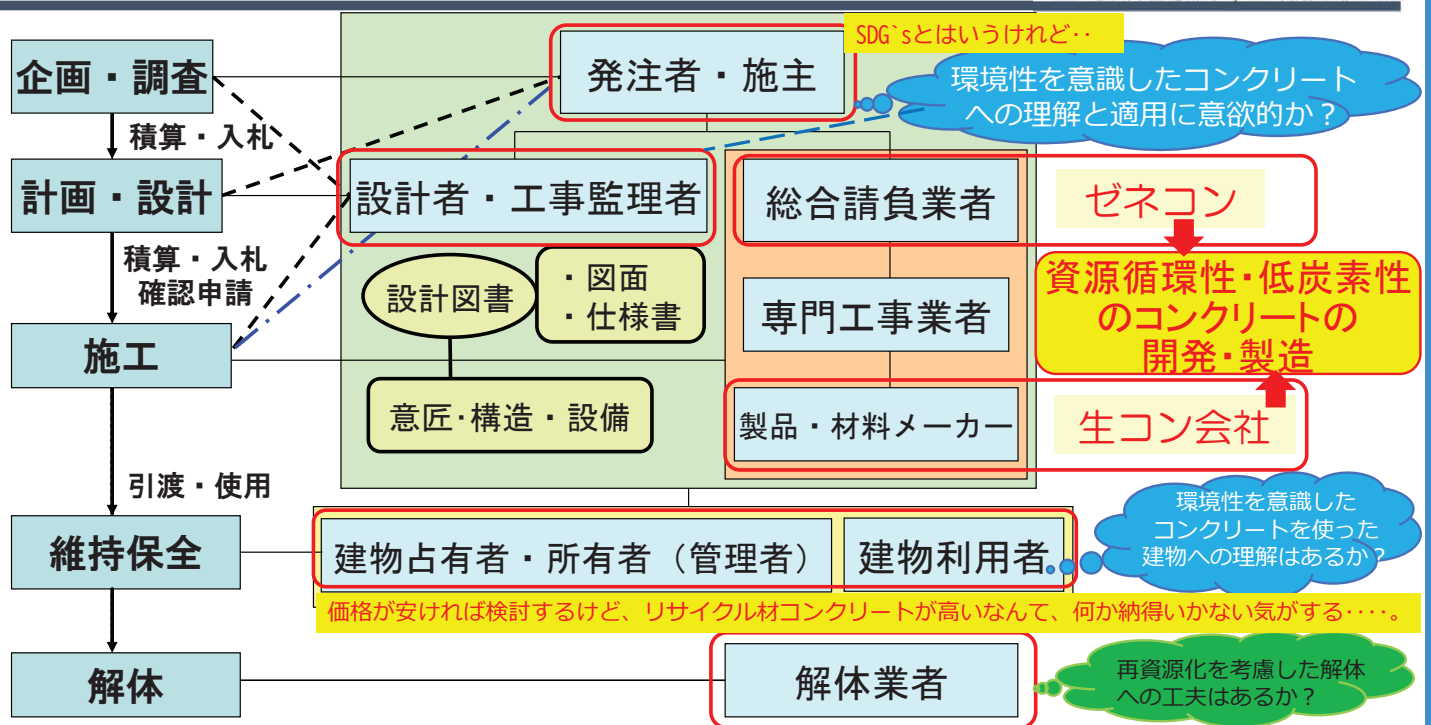
➤ 環境配慮型コンクリートの適用課題

規格、基・規準、仕様書の運用、コンクリート製造上の課題 など



Break the Stereotyped Architecture

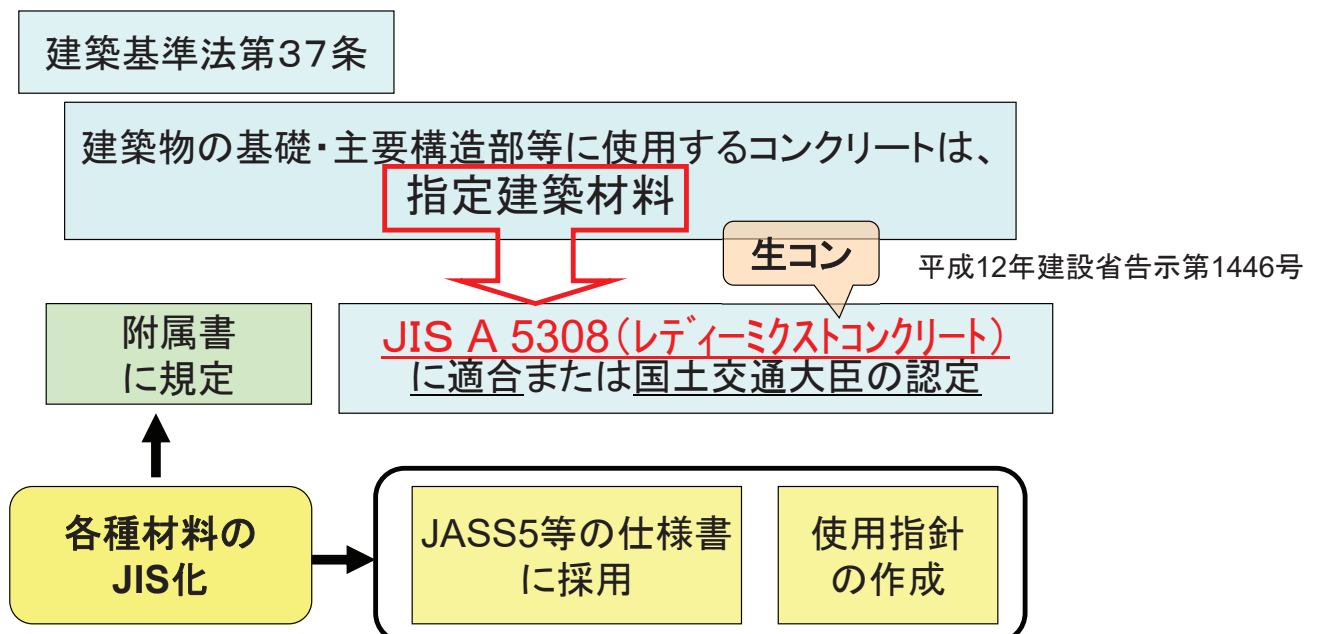
3 建築工事のプロセス (例)



Break the Stereotyped Architecture

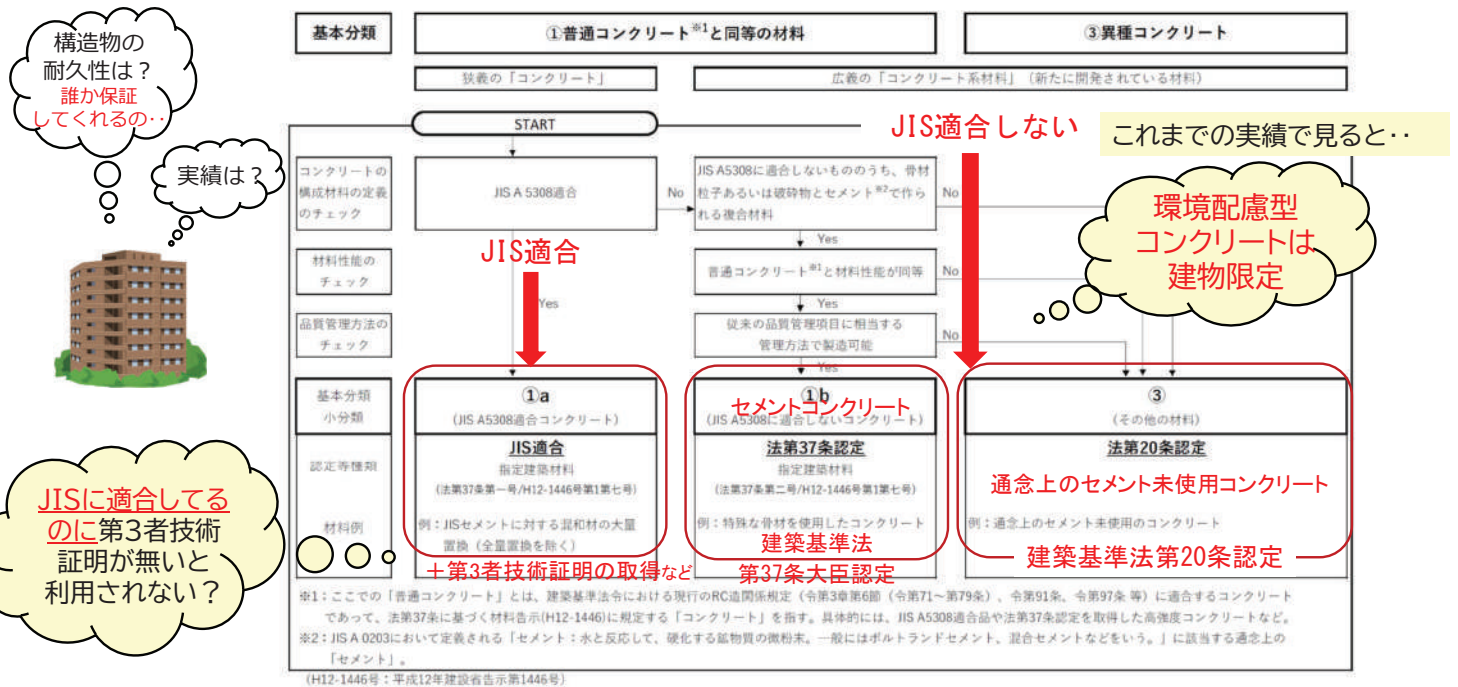
4 建築物に適用するコンクリートについて

建築基準法とレディーミクストコンクリートの関係



Break the Stereotyped Architecture

環境配慮型コンクリートのRC造建築物の構造耐力上 主要な部位等に用いるコンクリートの基本分類



出展: 環境配慮型コンクリート対応検討委員会: 環境配慮型コンクリートを利用した建築物に関する規制の在り方について, 令和6年8月に加筆

Break the Stereotyped Architecture

日本住宅性能表示基準(劣化の軽減)

通常想定される自然条件・維持管理条件の下で、構造躯体等に使用する材料の交換等
大規模な改修工事を必要とするまでの期間を伸長するために必要な対策の程度

等級3	3世代 75～90年
等級2	2世代 50～60年
等級1	建築基準法に定める対策が講じられている

- セメントの種類
 - 水セメント比とかぶり厚さ
 - 設計かぶり厚さ
 - コンクリートの品質
 - 施工計画
- 打込み・締固め方法
打継ぎ部の処理方法
養生方法



資源循環等級、
低炭素等級の
取扱いはいは？

鉄筋コンクリート造建築物の供用期間
をどのように想定するか？

長期優良住宅制度(100年超)

Break the Stereotyped Architecture

7 JASS 5-2022における環境性

2節 構造体および部位 2.7 環境性

- a.環境性は、資源循環性、低炭素性および環境安全性とする。
b.資源循環性はコンクリートの構成材料(水、結合材、骨材)に用いる再生材料の種類により4水準とし、その等級は部位・部材ごとに特記による。
c.低炭素性はコンクリートの二酸化炭素削減率の範囲により4水準とし、その等級は部位・部材ごとに特記による。
d.環境安全性は建築物の供用期間において有害化学物質が有害量溶出しないものとする。

水準	資源循環サブ等級のポイントの合計値
資源循環等級0	0
資源循環等級1	1
資源循環等級2	2以上4以下
資源循環等級3	5以上

水準	P	練混ぜ水	結合材	細骨材	粗骨材
資源循環サブ等級0	0	回収水 以外の水	原料に廃棄物・副産物を利用していることが明確でないセメント	普通骨材	普通骨材
資源循環サブ等級1	1	上澄み水	N,H,M,L,BA,BB,FA,FB, ポルトランドセメントにBFS混合(5%超～60%以下)、 ポルトランドセメントにFA混合(5%超～20%以下)	副産物起源骨材 (質量分率20%以下) JIS A 5021, JIS A 5011-1～5, JIS A 5308回収骨材	副産物起源骨材 (質量分率20%以下) JIS A 5021, JIS A 5011-1～4 JIS A 5308回収骨材
資源循環サブ等級2	2	スラッジ水	BC,FC,E, ポルトランドセメントにBFS混合(60%超)、 ポルトランドセメントにFA混合(20%超)	副産物起源骨材 (質量分率20%超) JIS A 5021, JIS A 5011-1～5, JIS A 5308回収骨材	副産物起源骨材 (質量分率20%超) JIS A 5021, JIS A 5011-1～4 JIS A 5308回収骨材

Break the Stereotyped Architecture

8 JASS 5-2022における環境性

水準	結合材
低炭素等級0	ポルトランドセメント
低炭素等級1	高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種、B種、C種 ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフュームまたは火山ガラス微粉末を混合したもの (質量分率が結合材料の5%超～30%以下)
低炭素等級2	高炉セメントB種 ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフュームまたは火山ガラス微粉末を混合したもの (質量分率が結合材料の30%超～60%以下)
低炭素等級3	高炉セメントC種 ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフュームまたは火山ガラス微粉末を混合したもの (質量分率が結合材料の60%超)

Break the Stereotyped Architecture

9 JIS A 5308に規定されているリサイクル材を用いて製造したコンクリートの例



RHG 30 % ⇒ 再生骨材Hを30%使用
RW2(2.5 %) ⇒ スラッジ水(固形分率2.5%)
FAII 10 % ⇒ フライアッシュⅡ種を10%使用

RHG 30 % / RW2(2.5 %) / FAII 10 %

骨材、練混ぜ水、混和材を全て使用

JASS 5-2022における環境性（資源循環等級）

再生骨材H 30%使用 ⇒ 資源循環サブ等級のポイント:2
スラッジ水 使用 ⇒ 資源循環サブ等級のポイント:2
フライアッシュ 10%使用 ⇒ 資源循環サブ等級のポイント:1

低炭素等級は1

★資源循環等級は3

合計ポイント:5

Break the Stereotyped Architecture

10 環境配慮型コンクリートの種類

分類	種類	環境配慮型コンクリートの例(技術名称)
結合材	BFS, FA, SF, CO ₂ CO ₂ 固定セメント, 再生微粉, 炭酸カルシウム	AAM, BBFA, CELBIC, CELBIC-RA, CPコンクリート, CO ₂ -SUICOM, ECMコンクリート, エコクリートKKC, エコクリートBLS, カーボフィクス, ケイクリー, クリーンクリート, ジオポリマーコンクリート, H-BAコンクリート, LHC, サステイ ンコンクリート, スーパーグリーンコンクリート, スラグリート, T-eConcrete, など
骨材	回収骨材, 再生骨材, フェロニッケルスラグ, 電気炉酸化スラグ	CELBIC-RA, エコクリートR3, E-PEC, 回収骨材を使用し たレディーミクストコンクリート, 再生骨材HML, サステイ ンコンクリート, T-eConcrete, など
混和材	炭酸カルシウム, バイオ炭	ケイクリー, クリーンクリート, SUSMICS-C, など
水	回収水	回収水を使用したレディーミクストコンクリート, など
その他	廃棄物由来カルシウム	人工石灰石, など

Break the Stereotyped Architecture

11 環境配慮型コンクリートの適用課題

区分	規格/基・規準類およびJASS 5-2022運用上の課題	製造上の課題
資源 循環性 低炭素性	<ul style="list-style-type: none"> ・適用部位、計画供用期間(短期、標準)におけるJIS A 5308で使用が可能な材料(スラッジ水、再生骨材、回収骨材など)の利用促進 ・発注者、設計者、監理者などの環境配慮型コンクリートの適用に関する理解・認識の低さへの対応(SDG's, リサイクル材を使用する際の品質管理、コストアップへの理解、コンクリートの力学特性、耐久性に関するリスク、など) ・地上躯体への適用(等級が先行すると、技術課題が蔑ろにされる可能性がある) ・全国的に適用できる仕様は「低炭素等級2」のみが現実的か？また、部材の具体性も不明瞭では？ ・JIS A 5308適合品の場合でも第三者による材料技術/建設技術の審査証明の取得あるいは建築基準法第37条の大臣認定の取得が必要(37条大臣認定も物件限定) ・構造部材によっては、BCJの特別工法評定(物件限定)の取得が必要 ・通念上のセメント未使用コンクリートは、建築基準法第20条の認定取得が必要 ・品確法(住宅性能表示)における水セメント比などの取扱い(結合材種類ごとの水結合材比の評価) ・使用材料の組合せによっては、工程へ影響、また、建築基準法で指定している材齢91日までに所定の圧縮強度が得られない可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・資材の安定供給・流通 開発各社の独自材料をプラントで準備することは困難 供給体制においては、商社にも負担が生じる (BB以外の原材料は全国的な供給は現実的に難しい) ・製造設備の関係から製造できるプラントが限定される(協組の協力・対応) ・使用材料・製造方法の標準化 ・結合材の累加計量と納入伝票への標記 ・コストメリット(品質管理) ・製造者の理解

- 建築基準法令におけるRC造関係規定を適用可能な材料か否か
 ・環境配慮型コンクリートの構成材料は多様であり、適用の可否がわかりにくい
 ・適用できない材料の取扱い (普通コンクリートと材料・部材性能が同等と認められないもの)

- 資源循環材料の使用への抵抗感 (要・意識改革)
 ➤ 価格増への理解 (品質管理が増える分のコストアップ)
 ➤ 建築基準法令におけるRC造関係規定への適合 (適否)

Break the Stereotyped Architecture

12

ご清聴ありがとうございました

Break the Stereotyped Architecture

生コン業界のカーボンニュートラル 実現に向けた取り組み

2025年7月16日

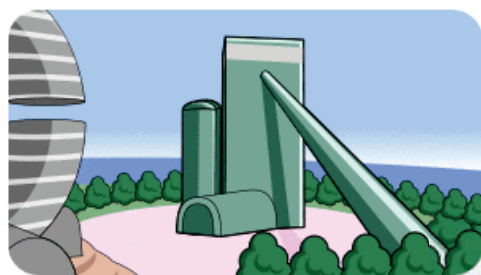
全国生コンクリート工業組合連合会

草野 昌夫

生コン業界のCO₂排出量

77万t-CO₂

2022年度
全生連 調査結果
(製造:A3・輸送:A4)



生コン全体のCO₂排出量

2,053万t-CO₂

2022年度
全生連 調査結果
(生コン全体:A1-A3、A4)



2

全生連の取り組み

カーボンニュートラル対応検討特別委員会

(2021年6月 設置、活動中)

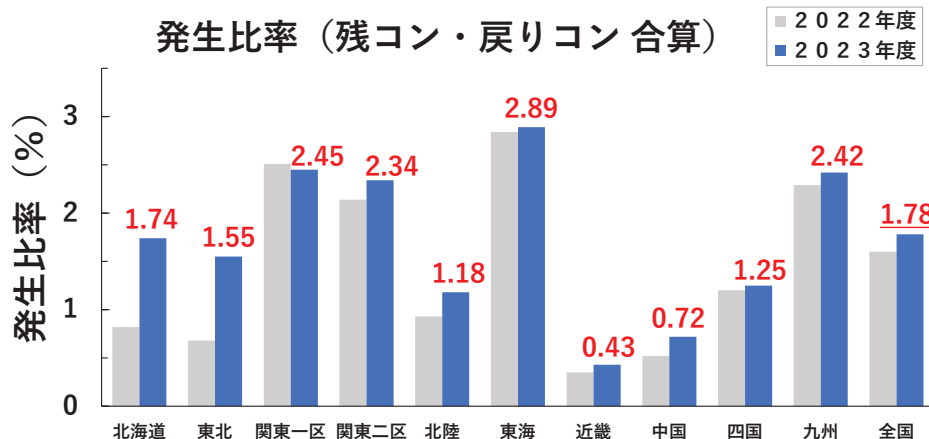
- ① CO₂排出量削減に向けた対策の検討
 - ・ 燃料・電気使用の削減
- ② 中長期の技術開発の検討
- ③ 関係機関・業界との共同対応の検討
 - ・ 低炭素コンクリートへの対応
- ④ CNに関する情報整備および発信
 - ・ CO₂排出量の調査



3

燃料の燃焼 削減対応（残コン・戻りコン削減） 実態調査（発生比率）

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
回答協組数	108	152	146	174
回答協組 出荷数量実績 (m ³)	28,919,703	37,547,441	38,834,390	40,061,518
残コン・戻りコン数量 (m ³)	304,078	53,382	623,163	711,338
残コン・戻りコン 発生比率 (%)	1.05	1.43	1.60	1.78

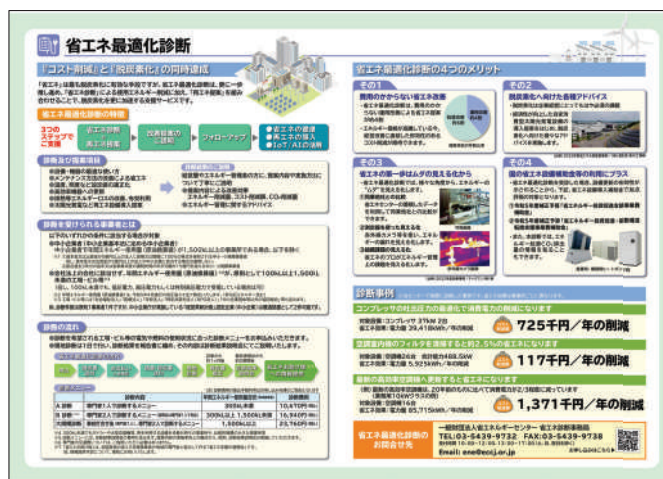


削減施策の一つとして
有償化
対応中

4

電気の使用 削減対応（省エネ最適化） 製造設備の「省エネ最適化診断」

診断結果：製造に係るCO₂排出量、設備改善、
CO₂削減量、設備投資額など

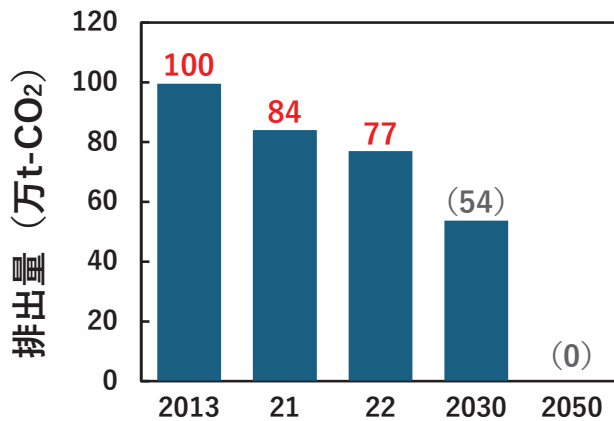


5

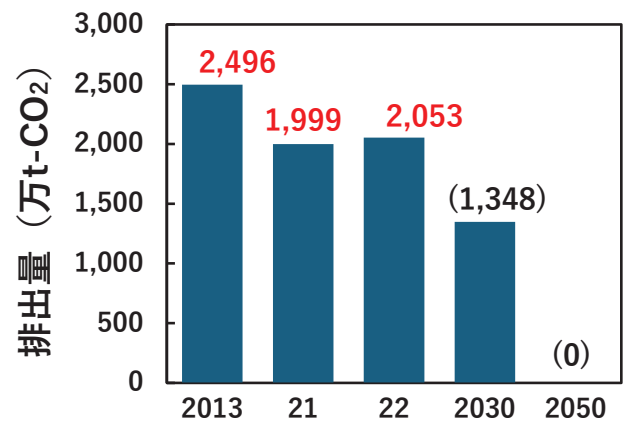
CO₂排出量の調査

- ① 2013年度 CO₂排出量 把握
- ② 各年度（2021～2030年）CO₂排出量 調査
全国29生コン事業者（36工場） 定点観測

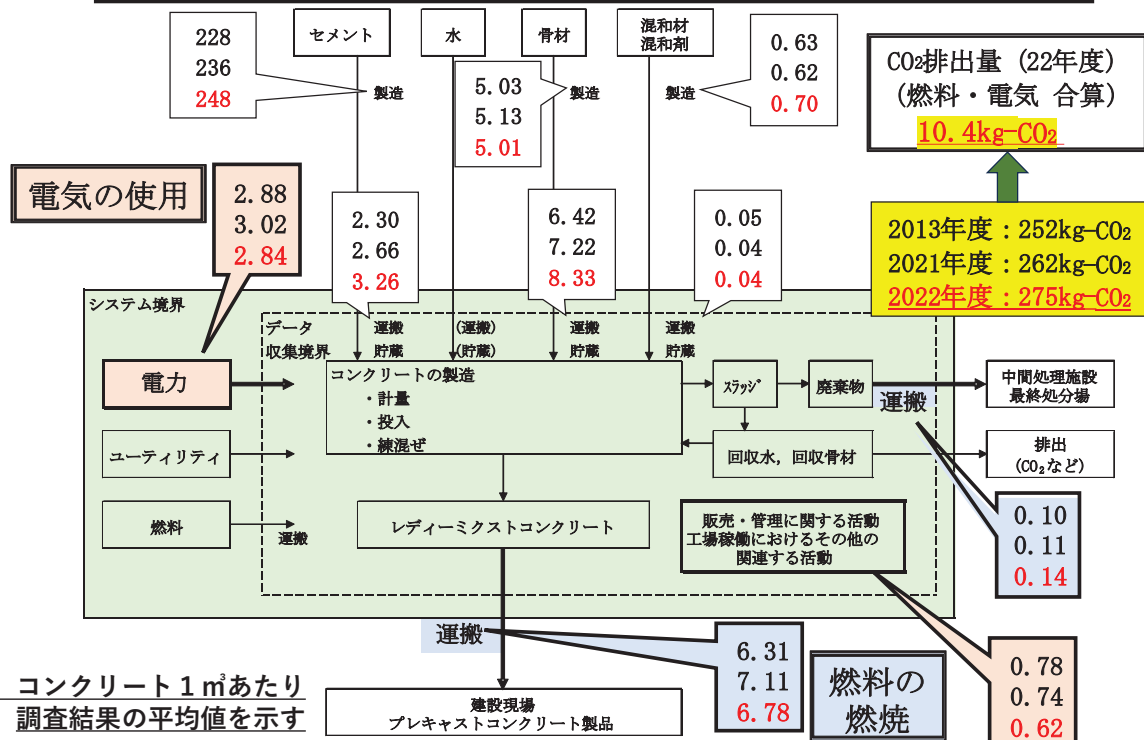
製造(A-3)・輸送(A-4)



生コン全体(A1-A3、A4)



各事業活動におけるCO₂排出量



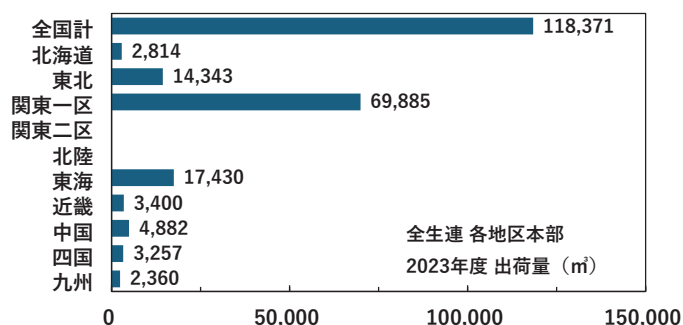
低炭素コンクリートへの対応

① 出荷量

(全生連 調査結果)

低炭素コンの生コン出荷量比

- ・ 2023年度 0.2%
- ・ 2024年度上期 0.2%



② 低炭素コンクリートの状況・対応

- ・ 各工業組合・協同組合に、関係先から低炭素コンクリートに関する相談があった場合、誠実に対応するよう要請
- ・ 製造設備の制約により、製造・出荷の調整をお願いしている
- ・ 使用材料の制約により、製造・出荷の調整をお願いしている
- * 需要の状況によっては、現状の対応を継続
需要予測等のデータがあれば、製造設備への投資がしやすい



8

取り組む上での課題（一例）

1. 成長志向型カーボンプライシングの影響

① 炭素に対する賦課金（化石燃料賦課金）の導入

- ※ 2028(令和10)年度から 化石燃料の輸入事業者等に対して、輸入等する化石燃料に由来するCO₂の量に応じて、**賦課金**を徴収

② 排出量取引制度

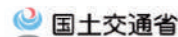
- ※ 2033(令和15)年度から 発電事業者に対し、一部有償でCO₂排出枠(量)を割り当て、その量に応じた**特定事業者負担金**を徴収



9

2. 脱炭素化 取組の可視化への対応

建築物のライフサイクルカーボン算定・評価(LCA)について



ライフサイクルカーボン算定・評価 (LCA)とは？

- 建築物のライフサイクル全体におけるCO₂を含む環境負荷を算定・評価すること。

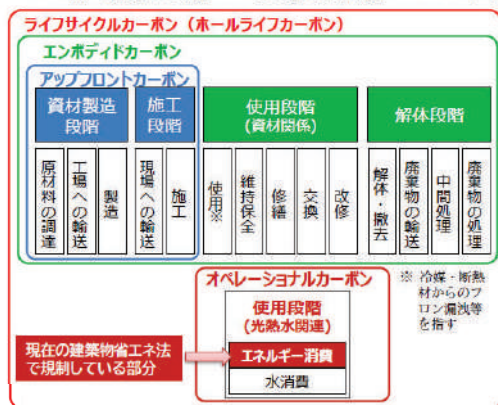
現在の省エネ規制との違い

- 現在の省エネ規制は「建物使用時のエネルギー消費量の削減」を狙ったものであることに対して、**ライフサイクル全体で評価する点**及び**CO₂排出量で評価する点**が異なる。

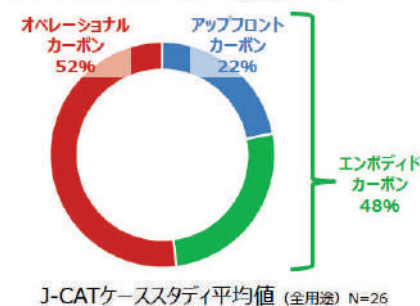
アップフロントカーボン（資材製造段階）の算定方法のイメージ

「資材等の使用量」×「CO₂原単位データ」の足し合わせ

⇒「鉄の使用量●kg」×「○ kg-CO₂e/kg」+「コンクリートの使用量■kg」×「□ kg-CO₂e/kg」…



ライフサイクルカーボンの構成イメージ



出典: 令和6年度「ゼロカーボンビル (LCCO₂ネットゼロ) 推進会議 報告書 (令和7年3月、IBECs、JSBC) p.71 「図3.5-1. ケーススタディ算定結果の分布」のグラフをもとに作成

国土省「建築物のライフサイクルカーボンの算定・評価等を促進する制度に関する検討会」資料より抜粋

今後、
**生コンクリート
CO₂排出量
(原単位) 算出
が求められる**

「算出方法・
ルールの策定」
検討を開始

今後の取り組み

① CO₂排出量の把握

- ・ 2013年度 CO₂排出量の把握・データ保管
- ・ 各年度 CO₂排出量の把握・データ保管・公表

② CO₂排出量削減の検討および実施

製造 (A-3)

- ・ 省エネ設備 検討
- ・ 再生可能エネルギー検討
- ・ 省エネ診断 他

輸送 (A-4)

- ・ 輸送体制 検討
- ・ アジ車 改良 他

③ 残コン・戻りコン発生量 削減への対応

- ・ 残コン・戻りコン発生量 把握
- ・ 残コン・戻りコン発生量 削減策 検討

④ その他

- ・ CO₂固定化に関する調査、技術開発
- ・ 生コンCO₂排出量 (原単位) 算出に関する対応
- ・ 低炭素コンクリートに関する対応



ご清聴ありがとうございました



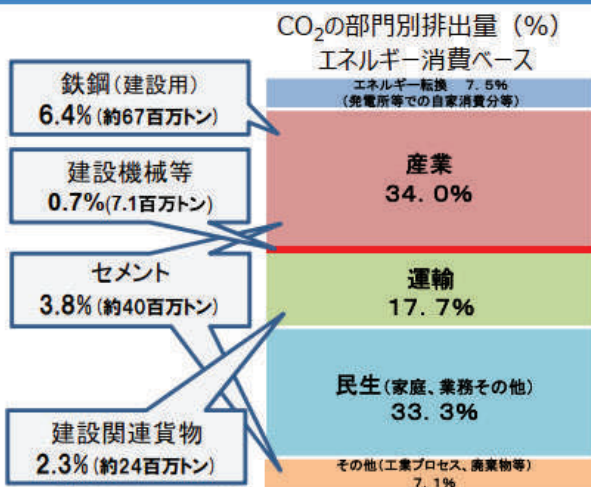
使用者(土木)の立場として, カーボンニュートラル社会 の実現に向けて取り組むべきこと

(株)大林組 技術研究所 生産技術研究部
桜井邦昭



はじめに～建設業の温室効果ガスの排出量

建設業(土木・建築)の排出量割合



建設業(土木・建築)計: 概ね1割強

建設業の温室効果ガス排出量

- 全産業の10%強
- この内, 建設段階で約65%排出
- 排出量の多いもの
 - ・材料(鉄鋼, セメント)
 - ・材料の運搬

↓ 求められるもの

セメント量の少ないコンクリートの汎用化
(高炉スラグ微粉末等の大量置換)

＋
できることから取り組む

インフラ分野における温室効果ガスの排出量(国交省HP)

つくるを拓く

ポルトランドセメント使用量が少ないコンの汎用化

指針類・発注機関で低炭素型コンクリートの規定整備→使用は可能

示方書・指針、各発注機関から仕様が提示

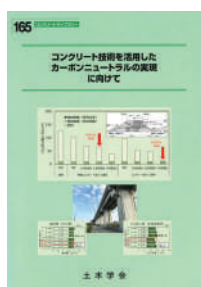
種類	範疇
示方書2023	ポルトランドセメントの70%以上、90%以下を置換
混和材大量指針2018	ポルトランドセメントの70%以上を置換
国交省(R7.4.1以降適用)	ポルトランドセメントの55%以上を置換
NEXCO中(R5.11発行)	普通ポルトランドセメントに比べてCO ₂ 削減率40%以上



示方書2023



指針2018



2023(提言)

国交省通知 低炭素型コンクリート試行工事の実施について

低炭素型コンクリートはポルトランドセメントの置換率が5.5%以上のもの又はこれと同等以上のCO₂排出削減効果のあるもの（製造時のCO₂排出量を5.0%程度以上削減したもの）とする。なお、CO₂吸収型コンクリート（コンクリート製造時にCO₂を固定したもの、CO₂を固定した炭酸塩原料の利用したもの又は炭酸化反応により大気中のCO₂を強制的に固定したもの）を含むものとする。

NEXCO中 環境配慮型コンクリート設計・施工管理要領

現状において高炉セメントB種を使用した場合、普通ポルトランドセメントを使用した場合と比較するとCO₂排出削減率は概ね40%と試算されることから、本要領では普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートに比べCO₂排出削減率40%以上のものを対象の目安とする。

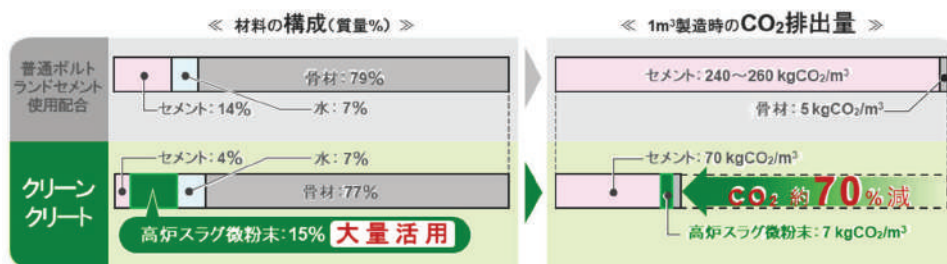
3

ポルトランドセメント使用量が少ないコンの汎用化

低炭素型コンクリートの事例（当社）

当社に限らず、技術的には成立

- 高炉スラグをセメントに70～80%置換。CO₂排出量70%程度削減
- 実適用のため、各種認証を取得
 - ✓ 日本品質保証機構(JQA)によるCO₂排出量の認証
 - ✓ 建設材料技術性能証明
 - ✓ NETIS KT-130003-VE
 - ✓ J-クレジット制度認証登録



クリーンクリートのCO₂排出量の削減イメージ



主な適用実績(土建合わせて100件超, 延べ数量40万m³超)

つくるを拓く

建築工事:

適用に際しては、多くの手続きが必要
(JIS外品に対する対応)

土木工事:

指針類の改訂により、規定上は適用
できる

汎用化への課題

①高炉スラグ微粉末は、地方の工場で常備・使用できる？

- 高炉セメントB種は、日本各地で流通。高炉スラグ微粉末単体でも、そんなに流通できる？
→高炉セメントC種の流通に期待
- 特定工事のみの使用は、長距離運搬を生じさせ、CO₂排出量の増加を誘発
- サイロの課題 新設サイロの設置は難しい。現状サイロを使うと、何かのセメントの使用が制限される
- 計量器の課題 累加計量は、基本的に認められていない(示方書)→次期、改訂での議論を期待

②自己収縮ひずみが大きくなることへの対応

- 高炉スラグの高含有は、ひび割れ誘発・耐久性懸念
→耐久性低下は、構造物のライフサイクルを短縮させ、結果としてCO₂排出量が増大

取り組むべきこと：働きかけ

- ✓ 「使用可」ではなく「必須(基本的に使用)」の規定へ
(特定の部位、構造物を限定から始める)
- ✓ 必要な費用(膨張材等)をみていただく



東京都のディーゼル規制(2003年～)

5

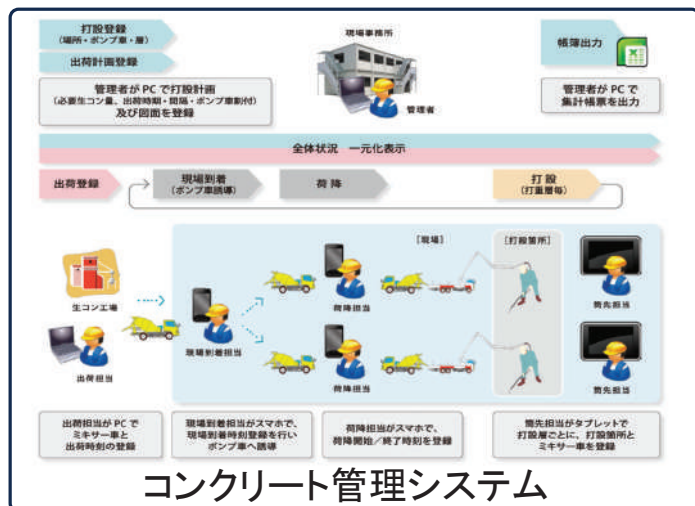
できることから取り組む

6

① 戻りコンを減らす

戻りコンの発生量
生コン量の約2% (70万m³)

その多くが、購入者(施工者)の注文数量の不備
→若手職員の教育不足(人手も不足)



→ ICT技術を活用しつつ、若手職員の継続的な教育を実施

AKE BEYOND
つくるを拓く

7

② 少しずつ、広く使う

- 高炉セメントB種は広く流通 →できるだけ多くの構造物の構築に使う
- 地域・工場において、供給できるリサイクル材を無理のない範囲で使う

- ✓ 排出量55%低減を100m³使うより、5%低減を1,100m³使うことの方が取り組みやすいのでは？
- ✓ スラッジ水の活用は廃棄物量の削減に貢献(コン自体の排出量のカウント外)
*汚泥: CO₂排出量216kg/t(環境省)
- ✓ 再生骨材コンMやLはJIS化済。粒状化骨材のJIS化の検討もされている(汎用化に尽力されている方も多い)

みんなが、使おう！という意識を持つ
(自分事として)

リサイクル材(JIS A 5308)



使用材料名	記号 [※]	表示することが可能な製品
エコセメント	E (又は EC)	JIS R 5214 (エコセメント) に適合する製品
高炉スラグ骨材	BFG 又は BFS	JIS A 5011-1 (コンクリート用スラグ骨材-第1部: 高炉スラグ骨材) に適合する製品
フェロニッケルスラグ骨材	FNG 又は FNS	JIS A 5011-2 (コンクリート用スラグ骨材-第2部: フェロニッケルスラグ骨材) に適合する製品
銅スラグ骨材	CUS	JIS A 5011-3 (コンクリート用スラグ骨材-第3部: 銅スラグ骨材) に適合する製品
電気炉酸化スラグ骨材	EFG 又は EFS	JIS A 5011-4 (コンクリート用スラグ骨材-第4部: 電気炉酸化スラグ骨材) に適合する製品
再生骨材 H	RHG 又は RHS	JIS A 5021 (コンクリート用再生骨材 H) に適合する製品
回収骨材	RAG 又は RAS	9.6 に適合する回収骨材 (A 方法は、1 年間で新骨材に対して 1% 以上の使用実績がある場合に限る。)
フライアッシュ	FAI 又は FAII	JIS A 6201 (コンクリート用フライアッシュ) の I 種又は II 種に適合する製品
高炉スラグ微粉末	BF	JIS A 6206 (コンクリート用高炉スラグ微粉末) に適合する製品
シリカフューム	SF	JIS A 6207 (コンクリート用シリカフューム) に適合する製品
上澄み水	RW1	附属書 JC に適合する上澄み水
スラッジ水	RW2	附属書 JC に適合するスラッジ水

注[※] それぞれの骨材の記号の末尾において、G は粗骨材を、S は細骨材を示す。

MAKE BEYOND
つくるを拓く

8

③長く使う(耐久性の高い構造物をつくる)

- 低炭素型のコンクリートを使っても短寿命ではダメ。
- 今あるものを長く使う →適切な維持管理・メンテナンス

CO₂排出量について各工程が占める割合の例
(日本コンクリート工学会:技術の要点より)

	CO ₂ 排出量(%)
構成材料	84.9
施工	4.9
解体	5.3
廃棄・リサイクル	1.3
輸送	3.6

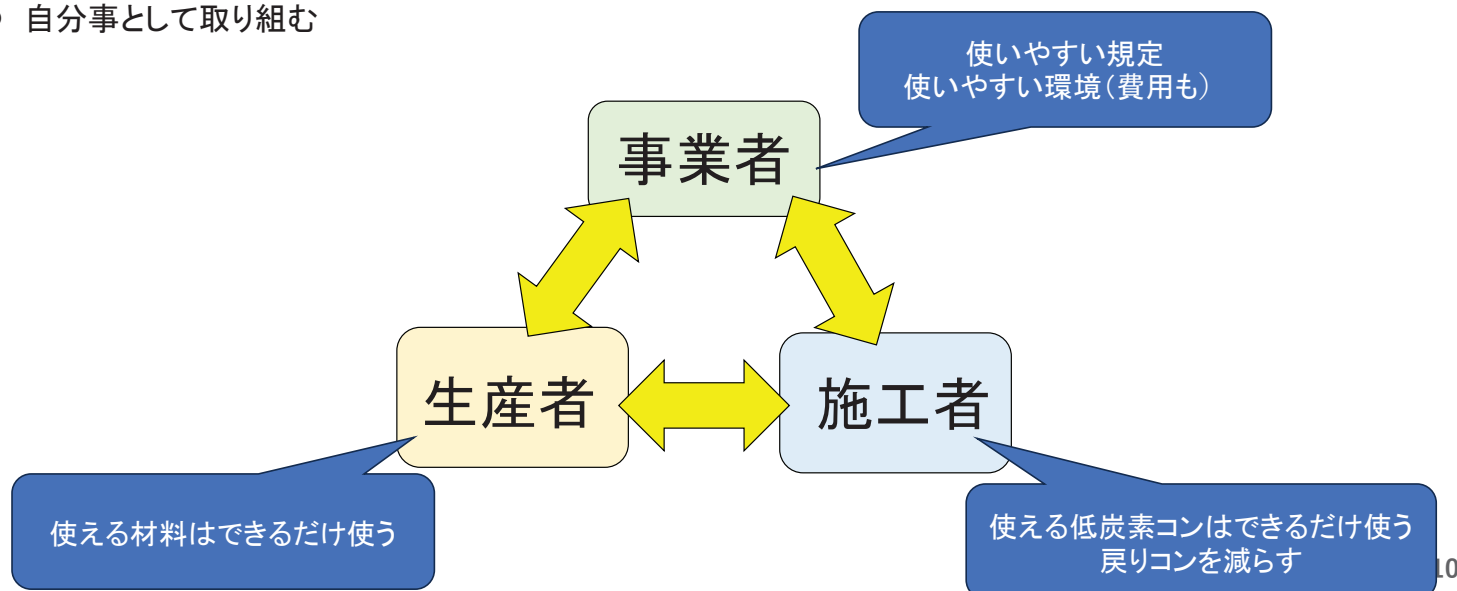
MAKE BEYOND
つくるを拓く

9

おわりに

カーボンニュートラル社会の実現には、三位一体での取り組みが必要

- 良い構造物をつくること同じ。誰かだけが頑張ってもできない。
- 自分事として取り組む



10

ご清聴ありがとうございました

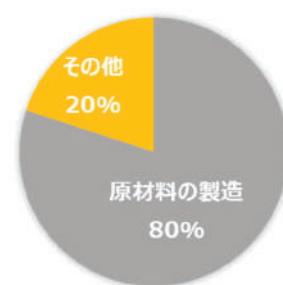
残コン・戻りコンを有効利用した CO₂吸収促進型コンクリート ブロックについて

宮城県生コンクリート協同組合連合会
千葉 兼人

生コンクリート工場におけるCO₂排出の実情

1. 生コンクリート工場におけるCO₂排出

- ・CO₂排出の8割は原材料の製造由来
- ・その他は材料の運搬が17%弱など
- ・生コンクリート工場由来（製造・運搬）は実質4%弱



（全国生コンクリート工業組合連合会より）

2. 生コンクリート工場でCO₂の排出を削減するには・・・

- ・生コンクリート運搬の効率向上
- ・リサイクル材（スラッジ水、回収骨材）の利用
- ・**廃棄物（残コン・戻りコン）の再利用**

残コン・戻りコンを有効利用したカーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組み

- ・ 宮城県内生コンクリート出荷量 : 91.4万m³ (2023年度)
- ・ 宮城県内の残コン・戻りコン量 : 約1.3万m³ (出荷量の1.4%)

1. 残コン・戻りコンを有効利用したコンクリートの製品化
現 状 残コン・戻りコン → 廃棄物として処理
有効利用 残コン・戻りコン → コンクリート製品
2. カーボンニュートラル社会の実現に向けたコンクリートの製品化
CO₂を吸収・固定化する中性化を利用し、さらにCO₂の吸収を促進させたコンクリートの製品化

日本大学 工学部と共同研究

「CO₂ 吸収促進型コンクリートブロック」の製造



「CO₂ 吸収促進型コンクリートブロック」の用途

防草ブロック（平板ブロック）



道路わきの緑地

実装試験（気仙沼市国道45号線 緑地帯）

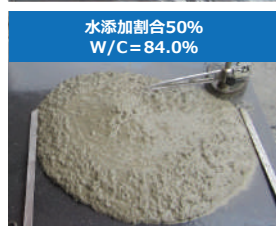
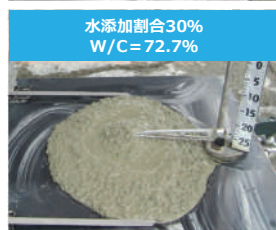
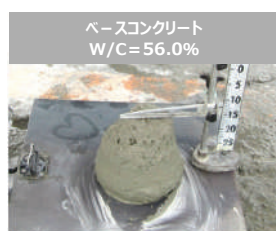


太陽光パネル下部



空き家・空き地の雑草対策

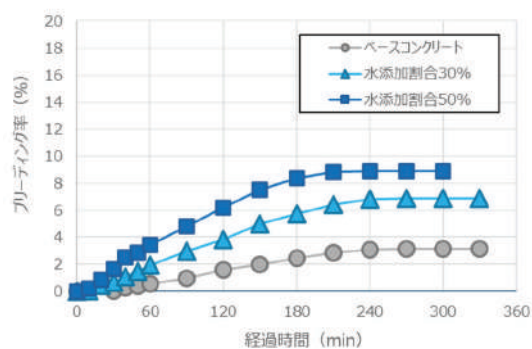
コンクリートの配合・性状



配合24-12-20N
W = 168 k g/m³

水添加量
W = 50 k g/m³

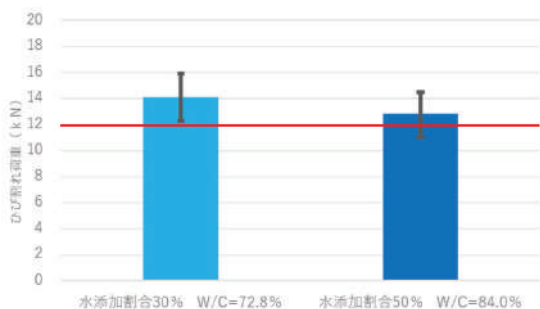
水添加量
W = 84 k g/m³



強度（ひび割れ荷重）

JIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品)より

•普通平板 N-30 厚さ 60mm ひび割れ荷重 推奨 **12.0 k N**

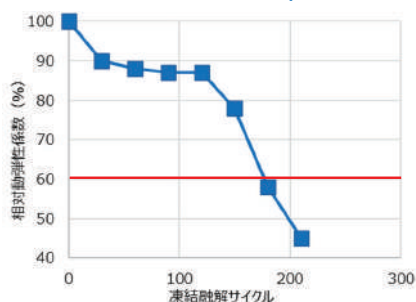


•水添加割合30% W/C=72.7%
ひび割れ荷重 **14.1 k N**
(12.3~15.9 k N)

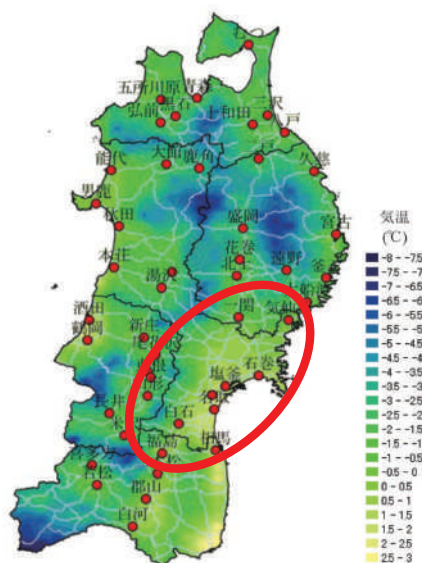
•水添加割合50% W/C=84.0%
ひび割れ荷重 **12.8 k N**
(11.0~14.5 k N)

耐凍害性（凍結融解試験 JIS A 1148 A法）

水添加割合50% W/C=84.0%



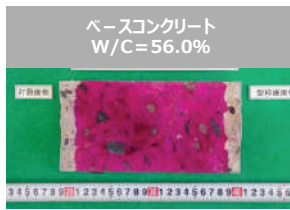
耐久性指数 = 35



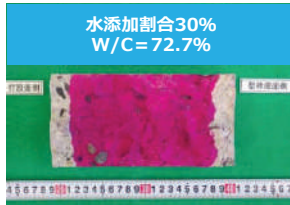
凍害ハザードマップ

岩城一郎, 子田康弘, 石川雅美, 小山田桂夫, 東北地方におけるブリッジマネジメント支援ツールの構築, コンクリート工学論文集, Vol.24, No.3, pp.75-87, 2013.

中性化深さ（促進中性化試験 JIS A 1153）

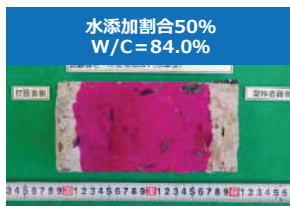


中性化深さ
17mm



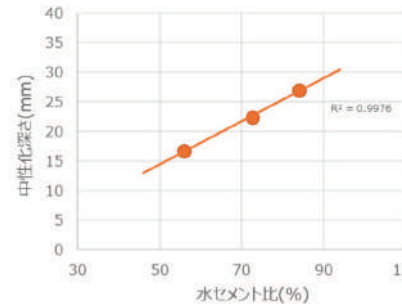
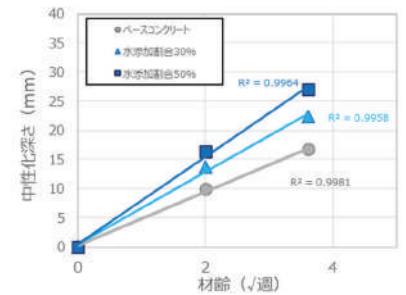
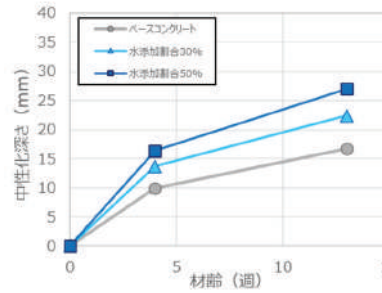
1.3倍

中性化深さ
22mm



1.6倍

中性化深さ
27mm

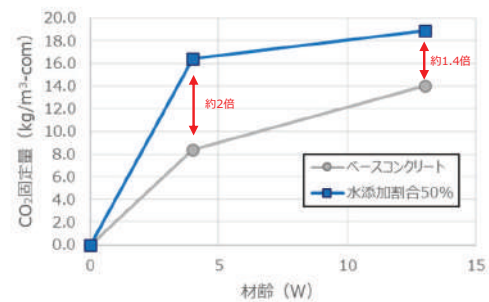


測定協力：太平洋セメント株式会社

CO₂固定量（TG-DTA）

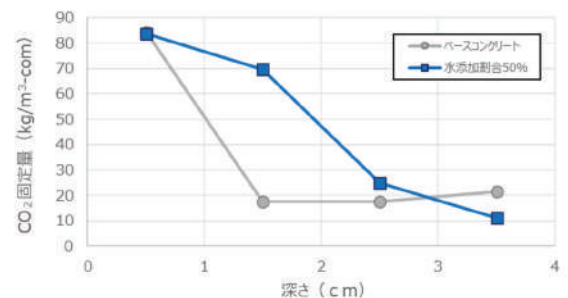
各材齢とCO₂固定量

	CO ₂ 固定量(kg/m ³ -con)	
	4W	13W
ベースコンクリート	8.4	14.0
水添加割合50%	16.4	18.9



各深さのCO₂固定量（材齢13週）

	CO ₂ 固定量(kg/m³-con)			
	深さ0.5cm	深さ1.5cm	深さ2.5cm	深さ3.5cm
ベースコンクリート	84.2	17.4	17.5	21.4
水添加割合50%	83.7	69.4	24.8	10.9



測定協力：太平洋セメント株式会社

まとめ

残コン・戻りコンの有効利用した「CO₂吸収促進型コンクリートブロック」の結果はコンクリートブロックの耐用年数を30年と仮定した場合次の通りである。

1. 強度は水後添加による強度低下が見られたが使用する上で問題ない事が確認できた。
2. 耐凍害性は水後添加により低下するが、宮城県の気候などの環境面から問題ないと考えられる。
3. 中性化深さは水後添加により添加割合に応じ中性化が進行する事が明らかとなった。
4. CO₂固定量はベースコンクリートと比較し水後添加によりCO₂固定量の促進が確認できた。

ご清聴頂きありがとうございました。