

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演

建設のカーボンニュートラルはリスクか、チャンスか

2024年2月15日



三井住友建設（株）執行役員副社長、CTO

春日昭夫

 SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

3

日本経済新聞 経済教室
2021/06/24

私見 CO₂が示す「人新世」の請求書

卓見

国際コンクリート連合(fib)会長 春日 昭夫

当欄は投稿や寄稿を通して読者の参考になる意見を紹介します。〒100-8066 東京都千代田区大手町1-3-17 日本経済新聞社東京本社「私見卓見」係または kristian@exlink.jp

世界の経済活動がほとんど止まったと感じた2020年、国際エネルギー機関(IEA)によれば、二酸化炭素(CO₂)排出量は前年の5.8%、20億t減った。ただ、あれだけ大変な思いをして6%弱だ。50年のカーボンニュートラル実現まで人類はどれだけ我慢を強いられるのだろうか。

4月に開かれた気候変動サミットで、主要国の30年までのCO₂削減目標が出そろった。各国首脳は「イノベーションで実現する」とい、世間は「野心的」と評価する。しかし、それには多額の投資が必要になる。現在、世界の投資の3分の1にあたる400兆円がESG(環境・社会・企業統治)分野に投資されている。目に見えない

CO₂に対し、さらにどれくらい投資が必要になるのか。

18年に人類は335億tのCO₂を排出した。50年に実質ゼロになるまで毎年均等に削減すると、削減総量は5000億t超。この間の排出権をフルウェーの団体の試算に基づき1tあたり平均1万2000円とすると、6000兆円超の価値がCO₂に付加される計算で、3000兆~4000兆円の追加投資が必要になる。

日本は、50年までに110兆~140兆円の追加投資が必要となる計算だが、政府が示したグリーン投資支援の基金は2兆円規模だ。民間のイノベーションが遅れば、国費を投入するしかなく、負担は炭素税や環境税として国民に課せ

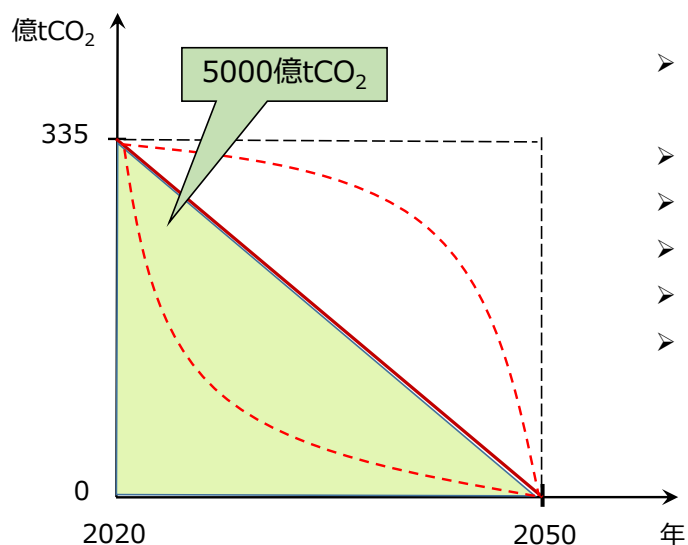
れる可能性がある。人類の活動が地球環境に大きな影響を及ぼすようになった現代は「人新世」と呼ばれる。近代産業文明時代の大きなつれを払いながら、世界経済はどれくらい成長できるのだろうか。

私たちは感覚的に、従来の生活スタイルは今後望めないと知っている。多大な代償と引き換えにCO₂排出量を減らし、住み続ける第一歩を踏み出す。筆者が会長を務めるコンクリートの国際学会は、CO₂を多く排出するコンクリート構造物の気候変動対応を技術的に支援していかなければならない。あくなき経済成長を追求してきた人類に突き付けられた、地球からの人新世の請求書は決して安くないことだけは確かだ。

18年に人類は335億tのCO₂を排出した。50年に実質ゼロになるまで毎年均等に削減すると、削減総量は5000億t超。この間の排出権をフルウェーの団体の試算に基づき1tあたり平均1万2000円とすると、6000兆円超の価値がCO₂に付加される計算で、3000兆~4000兆円の追加投資が必要になる。

4

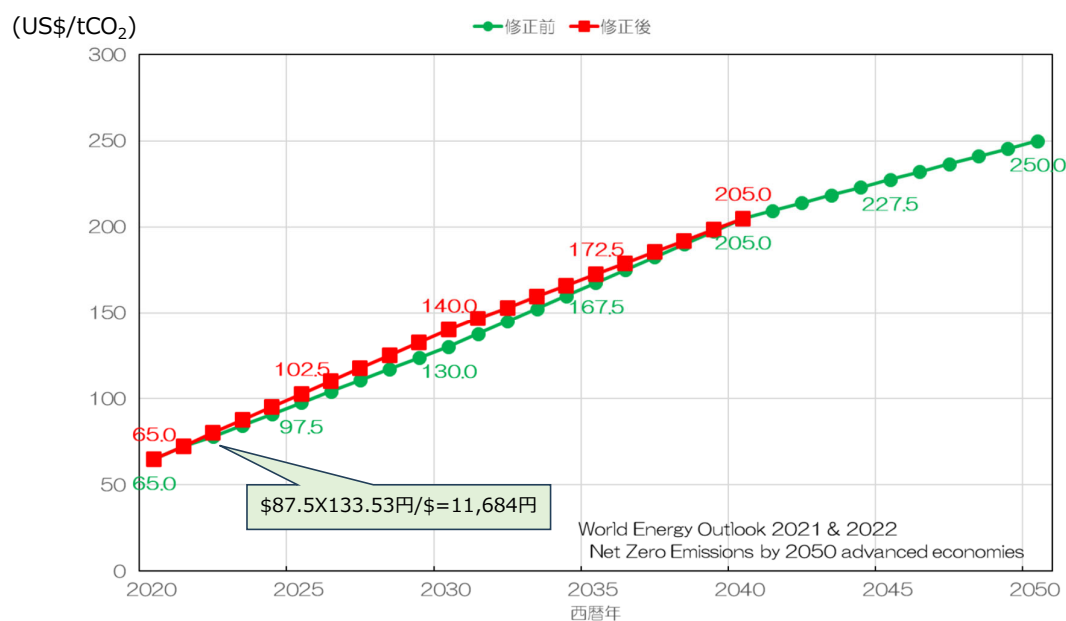
2050年までに必要なコストをリスクとみるか、チャンスとみるか



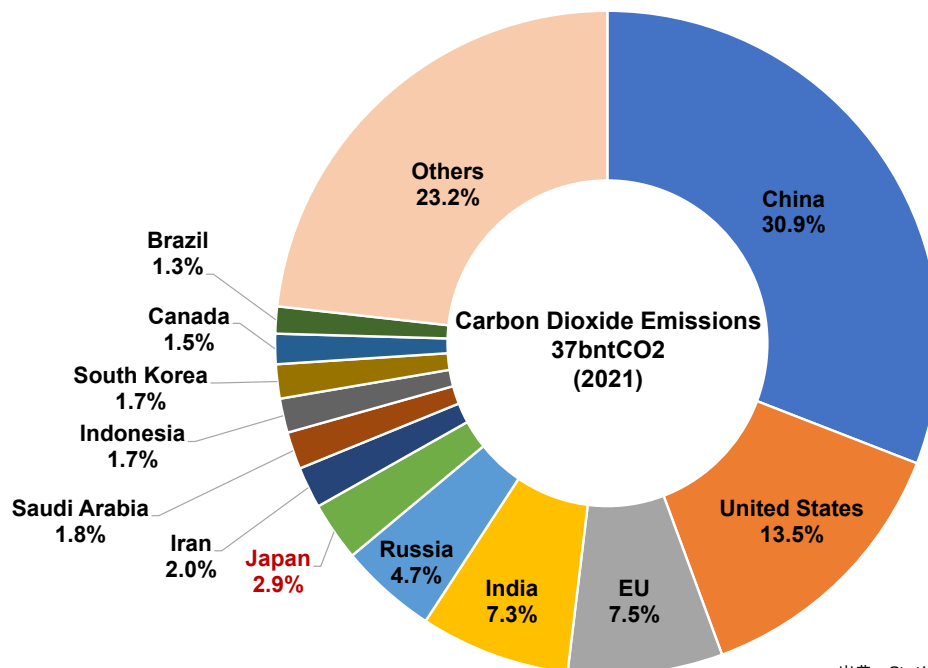
- (2021/6/24) 2020 年～2050年で同じ割合で削減したとして、
5000億tCO₂ × 12,000円/tCO₂ = **6000兆円**
- (2021/7/14) BPの分析：1,400ドル/tCO₂
- (2021/7/20) 日経予想（主要1000社）：**4700兆円**
- (2021/10/14) 国際エネルギー機関（IEA）：**450兆円/年**
- (2022/4/5) IPCC：炭素半減に最大**30兆ドル**
- (2022/4/27) 経団連予想2050年までに**400兆円**の投資を
→ 30年の平均で、22,000円/tCO₂レベル

この膨大なコストは
いったい誰が…。

Internal Carbon Pricing (CO₂の値段, IEA, 2023年)



国別CO₂排出量

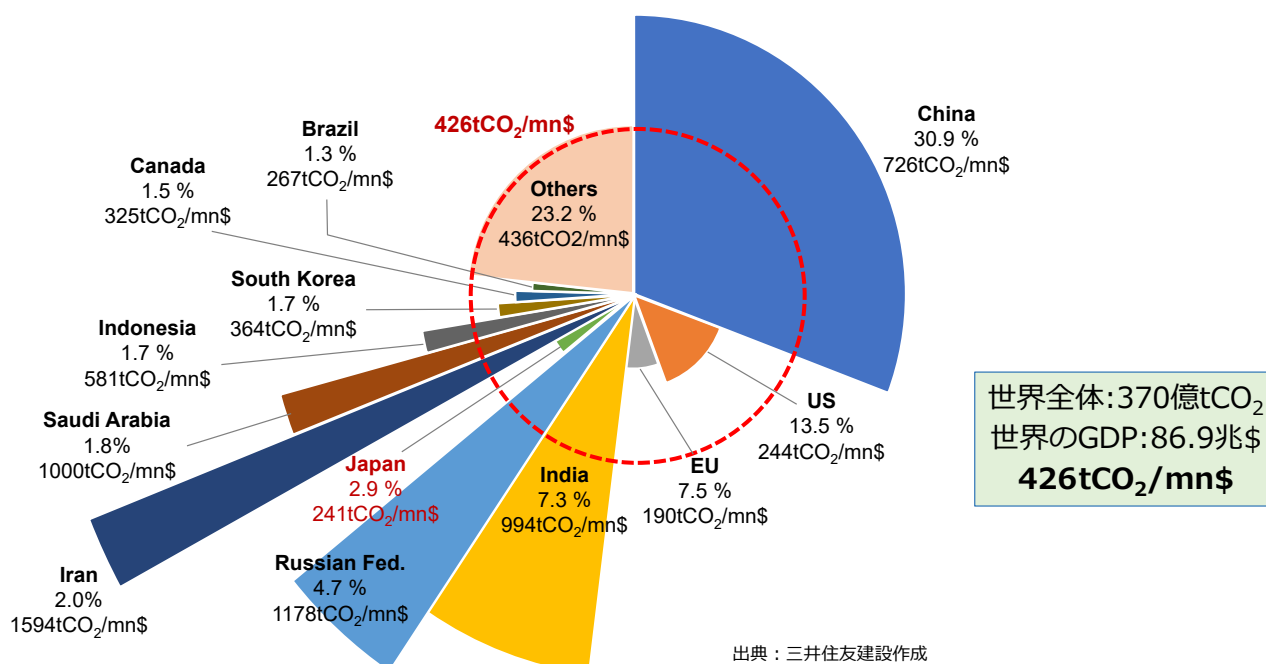


出典 : Statistical Review of World Energy (2021)

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

7

各国のCO₂排出量/GDP



出典 : 三井住友建設作成

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

8

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

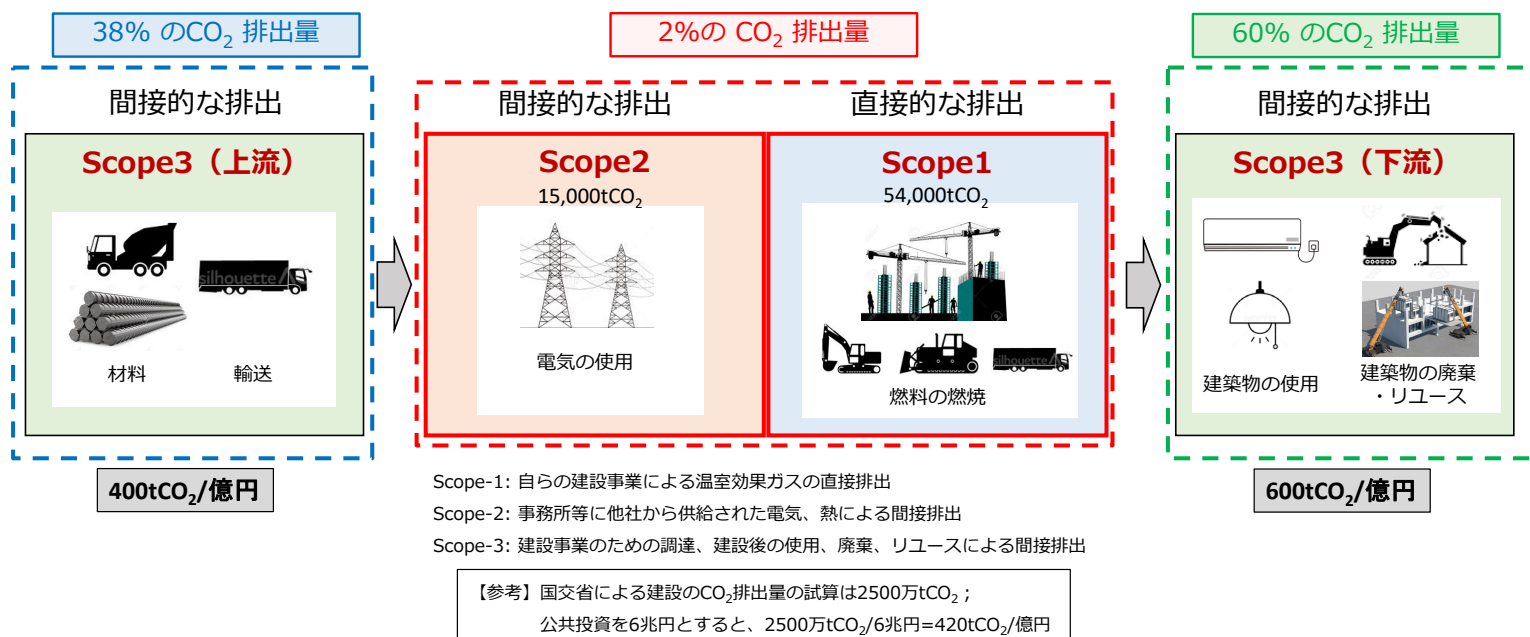
建設産業のCO₂排出量概算

- コンクリートに関連する産業
 - セメント：28億tCO₂
 - 鉄鋼：15億tCO₂（50億tCO₂ × 30%*）
→ 全CO₂排出量 325億tCO₂ の **13%**
- 建設における施工・輸送等
 - 6億tCO₂：（材料の15%と仮定）
→ 325億tCO₂ の **2%**
 - ∴ 建設全体でのCO₂排出量は、人類が排出する量の **“15%”**
- 日本の建設投資60兆円から計算すると、調達と建設行為の400tCO₂/億円を掛けて、2.4億tCO₂。これは日本の全排出量12億tCO₂の **“20%”**

*日本鉄鋼連盟用途別受注統計より。

建設サプライチェーンにおけるCO₂排出量の考え方

施工者の場合



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

11

業種別CO₂排出量 (平均値)

(tCO₂/億円)

業種	Scope1&2	Scope3
建設業	25	(98%) 1,080
不動産業	90	270
インターネットサービス業	12	110
金融業	5	13
ファンド	300	260
素材 (化学)	470	830
輸送業 (鉄道)	290	200
輸送業 (車両)	50	90
輸送業 (船舶)	1,220	160
輸送業 (航空)	1,720	460
小売業	30	1,070
総合商社	80	350
製造業 (電気機器)	70	3,370
製造業 (産業機器)	50	920
製造業 (鉄鋼)	1,230	290

建設産業は圧倒的にScope3の排出量が多い。

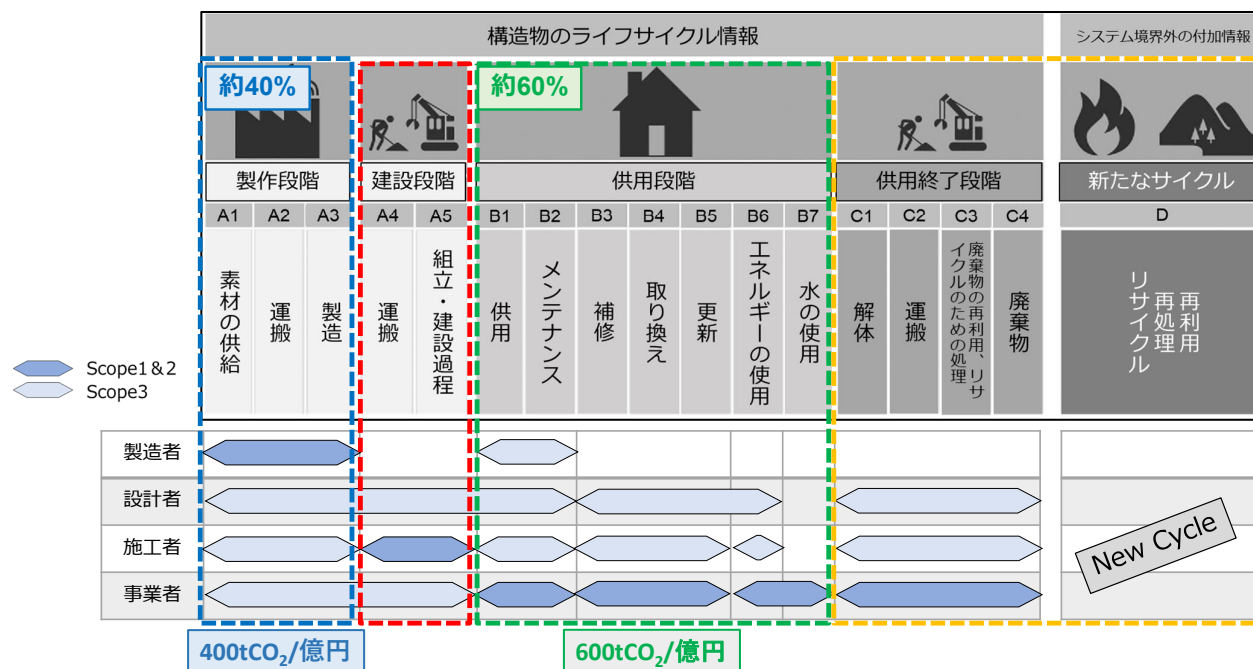
✓ 2024年から、企業にScope3の削減策とICPの情報開示が求められる。

出典：CDPより三井住友建設作成

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

12

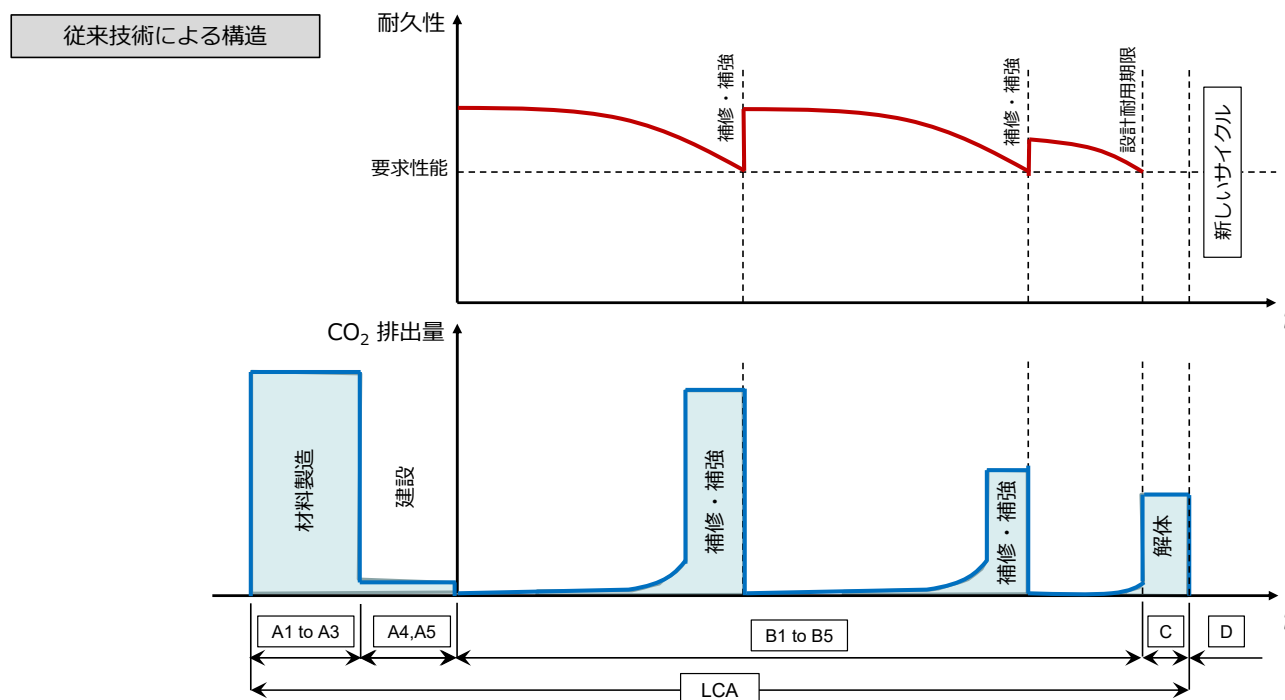
建設サプライチェーン（EN15978）



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

13

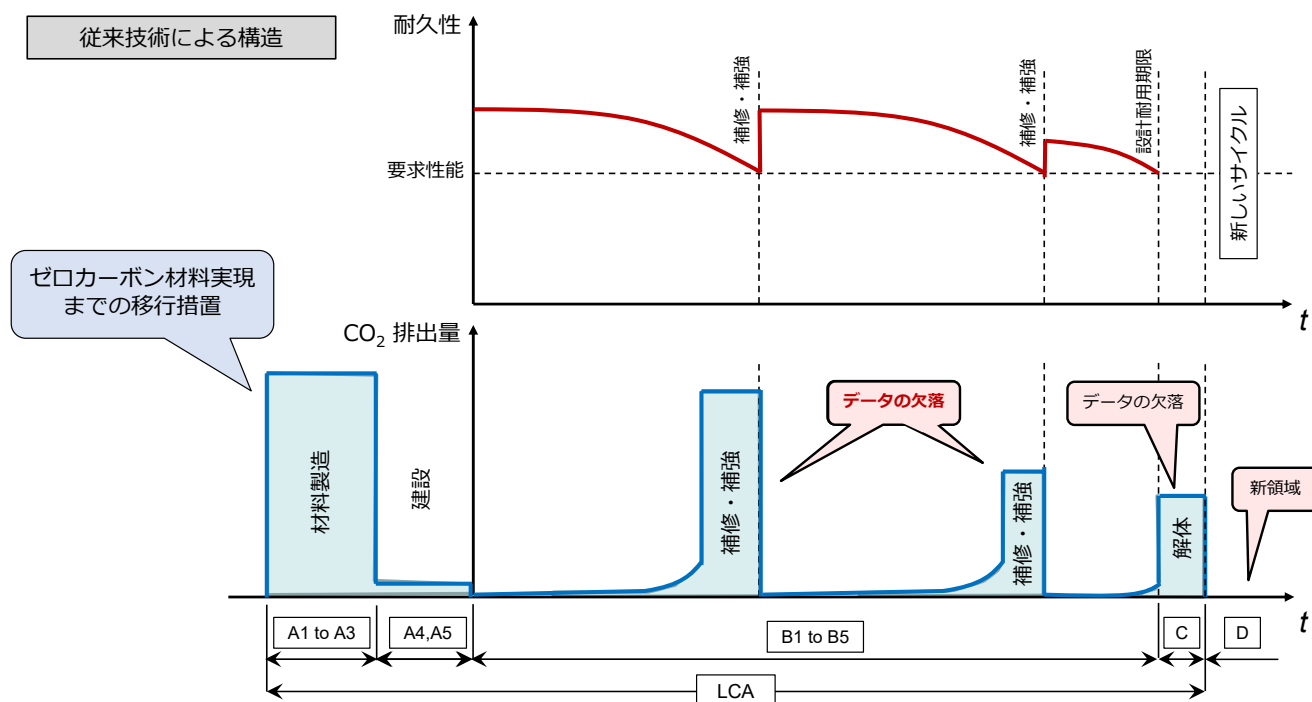
耐久性とCO₂排出量の関係



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

14

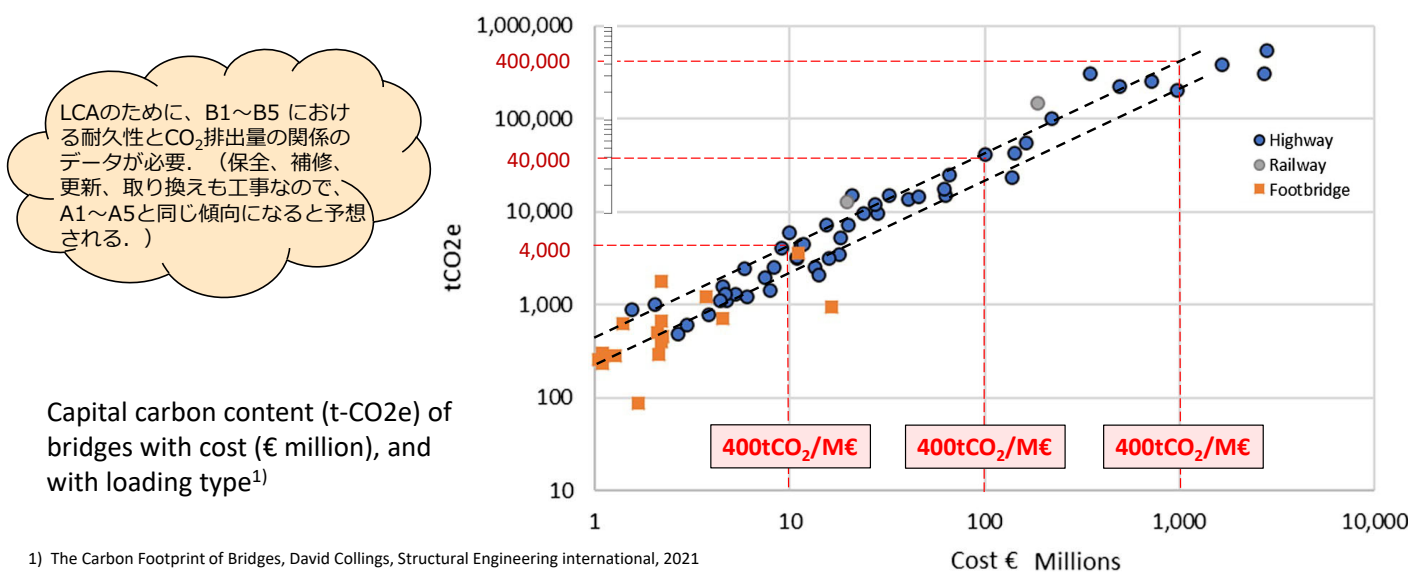
耐久性とCO₂排出量の関係



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

15

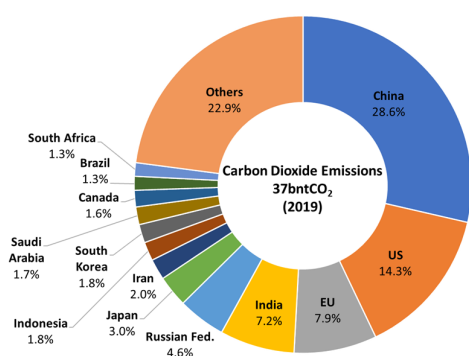
橋梁建設におけるCO₂排出量 (A1~A5)



1) The Carbon Footprint of Bridges, David Collings, Structural Engineering international, 2021

出典：文献1)を基に三井住友建設加工

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ



The Guardian

Concrete: the most destructive material on Earth

After water, concrete is the most widely used substance on the planet. But its benefits mask enormous dangers to the planet, to human health - and to culture itself

A brief history of concrete: from 10,000BC to 3D printed houses
John Vidal: Concrete is tipping us into climate catastrophe. It's payback time
by Jonathan Watts

Main image: Limestone quarries and cement factories are often sources of air pollution. Photograph: Zoonar GmbH/Alamy

Cities is supported by



ROCKEFELLER FOUNDATION About this content

Mon 25 Feb 2019 06:00 GMT

Mon 25 Feb 2019 06:00 GMT

In the time it takes you to read this sentence, the global building industry will have poured more than 19,000 bathtubs of concrete. By the time you are halfway through this article, the volume would fill the Albert Hall and spill out into Hyde Park. In a day it would be almost the size of China's Three Gorges Dam. In a single year, there is enough to patio over every hill, dale, nook and cranny in England.

After water, concrete is the most widely used substance on Earth. If the cement industry were a country, it would be the third largest carbon dioxide emitter in the world with up to 2.8bn tonnes, surpassed only by China and the US.

The material is the foundation of modern development, putting roofs over the heads of

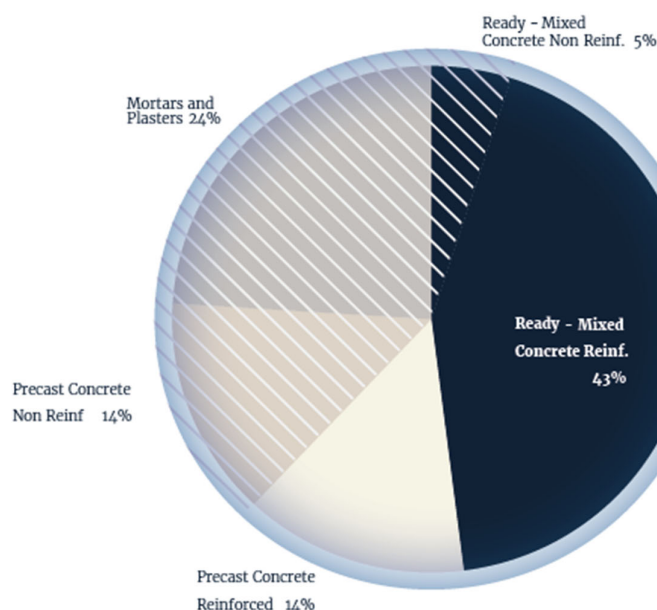
水に次いでコンクリートは世界で広く使われている。もしセメント業界を国に例えたら、**28億tCO₂**の排出量は、中国、米国に次ぐ三番目のCO₂排出国となる。

= 8.5%

second skin - desensitise us from what is happening outside our urban fortresses.

Our blue and green world is becoming greyer by the second. By one calculation, we may have already passed the point where concrete outweighs the combined carbon mass of every tree,

欧州におけるセメントの用途（2015年）



16.8億tCO₂ = 5.2%

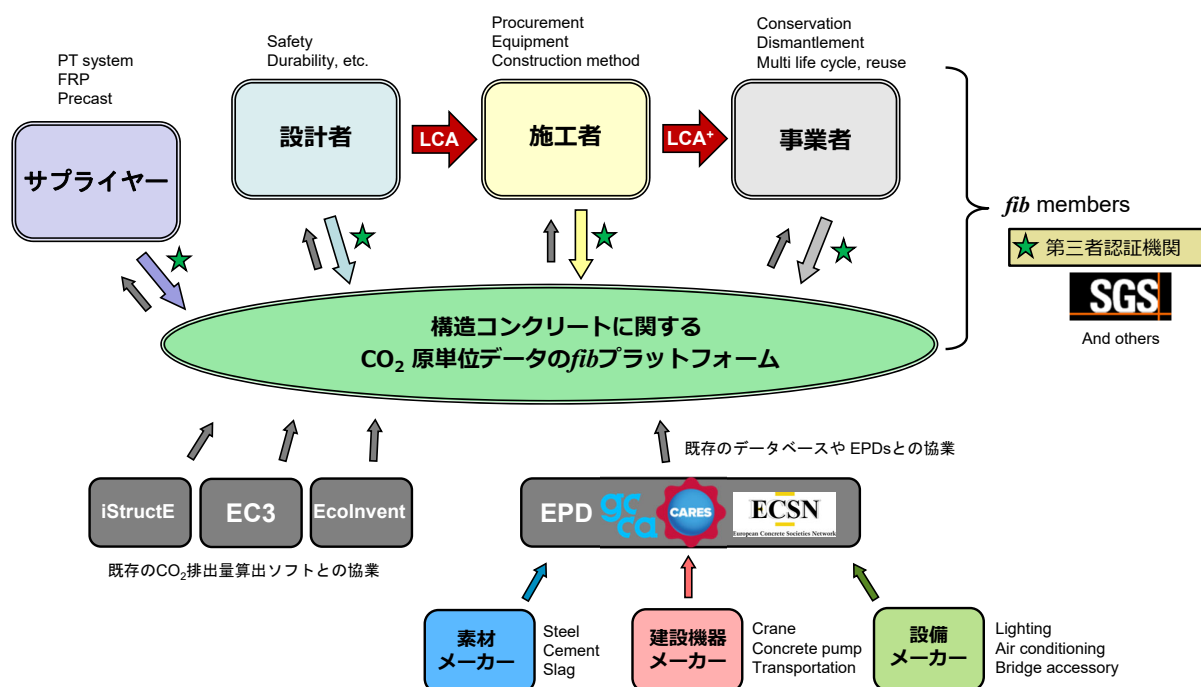
セメント + 鉄筋 = 6.3%

60% のセメントが構造コンクリートに使用されている。

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

19

SAG（Special Activity Group）の主目的

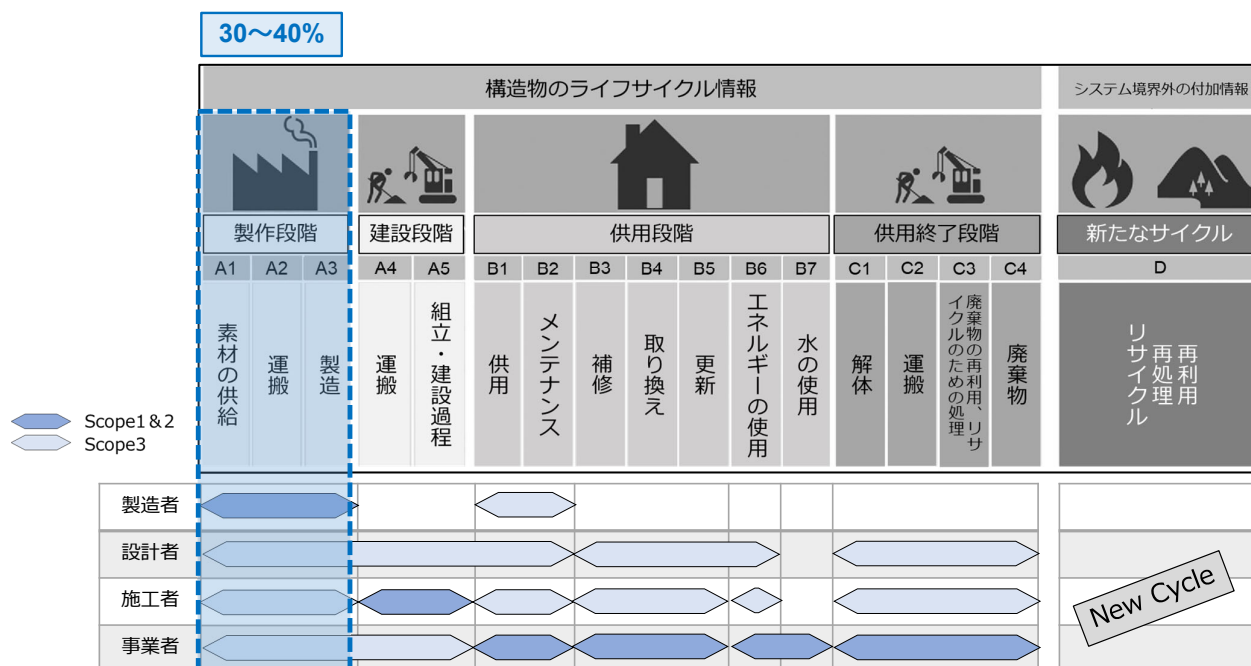


一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

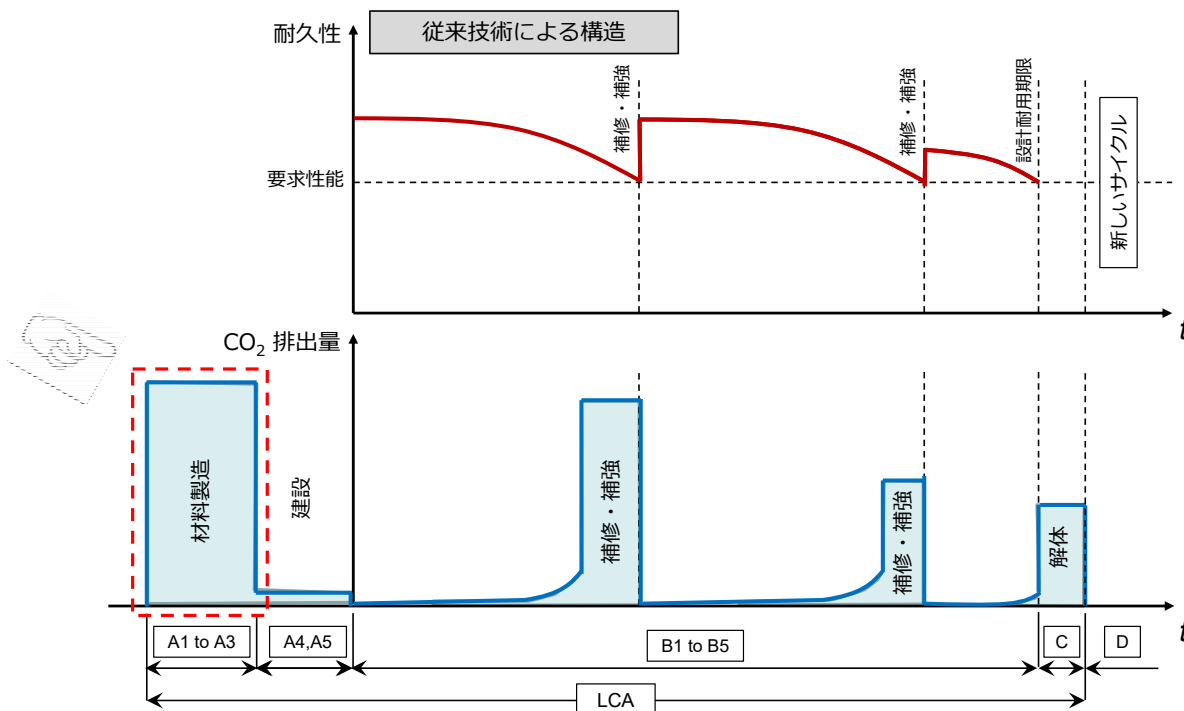
20

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

材料製作段階におけるCO₂排出量の削減策



耐久性とCO₂排出量の関係



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

23

材料製作段階（A1～A3）:低炭素コンクリートによる構造物

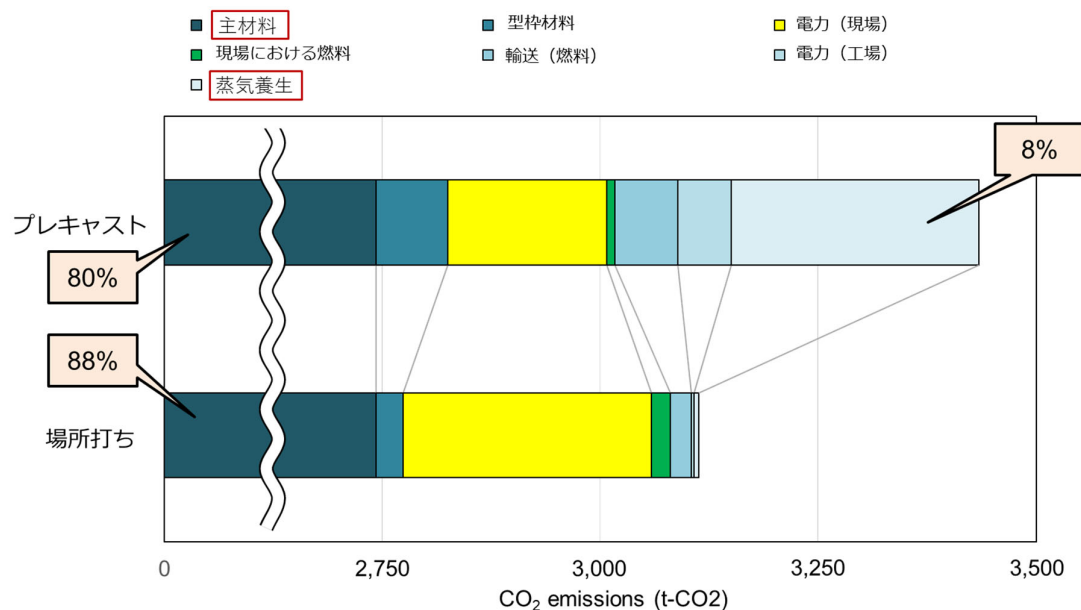
- ✓ 当面は、セメントや鉄鋼がカーボンフリーになるまでの移行措置.
- ✓ 現在のセメントを代替する量は賄えない.



1. セメントの代わりにフライアッシュ、高炉スラグ、シリカフュームとアルカリ刺激剤としての膨張剤を使用
2. CO₂ 排出量を70% to 90% 削減可能
3. 圧縮強度は最大で130 Mpa（蒸気養生なし）
4. 硬化時の温度は従来のコンクリートに比べて30℃ to 40℃低下
5. FNS（フェロニッケルサンド）の使用により乾燥収縮が従来の1/4
6. クリープ係数が従来の1/3
7. 水の量が100kg/m³以下、ノンメタルとの併用では海水練りも可能

プレキャストと場所打ちの比較 (ビルの1フロアー当り)

✓ 当面は製造工程を見直すことになるが、将来は水素ボイラー等、クリーンエネルギーのボイラーを使用する。



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

25

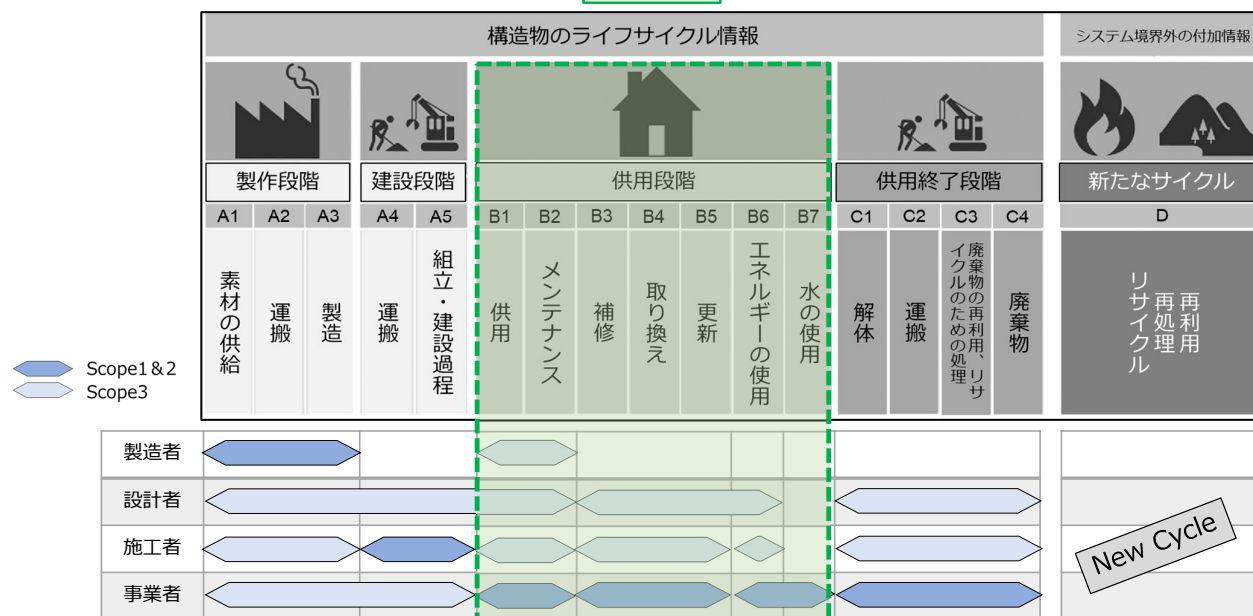
1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化 (低炭素コンクリート+ノンメタル技術)
7. 今後の課題
8. まとめ

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

26

供用段階におけるCO₂排出量の削減策

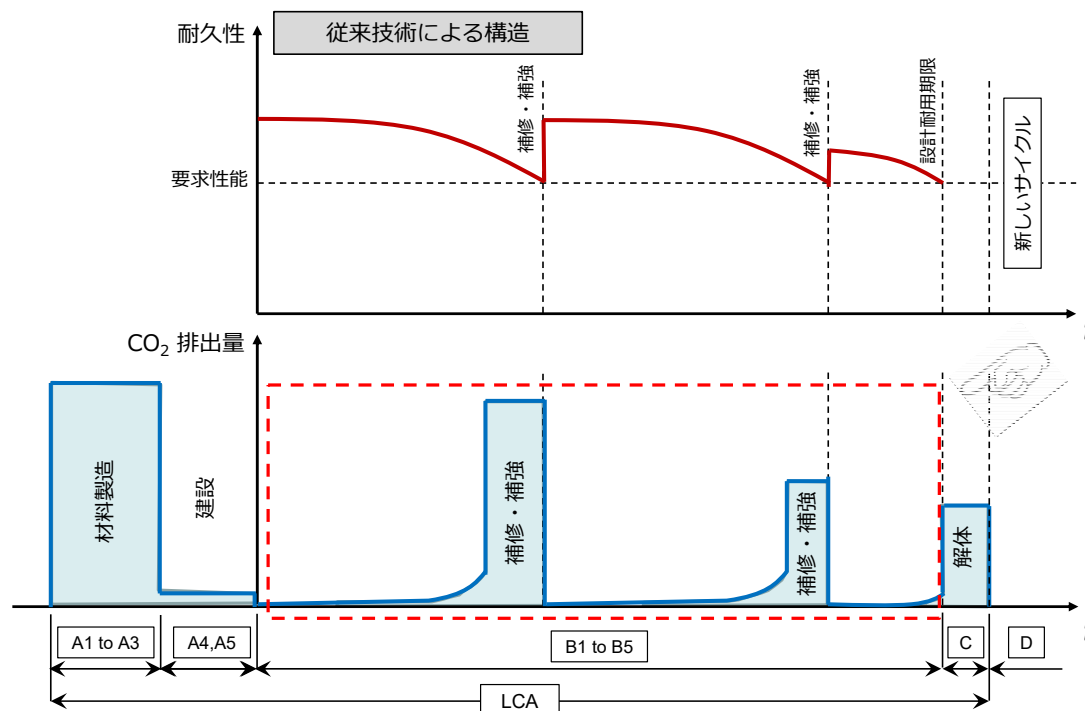
60~70%



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

27

耐久性とCO₂排出量の関係

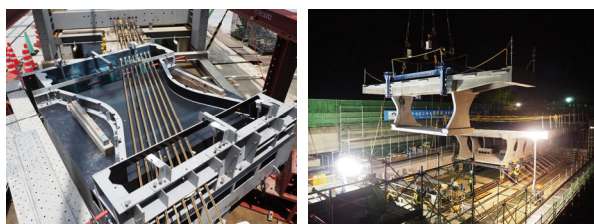


一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

28

供用段階（B1～B5）：劣化しないコンクリート構造物

徳島自動車道 別埜谷橋（2020年）



中国自動車道 蓼野第二橋（2021年）



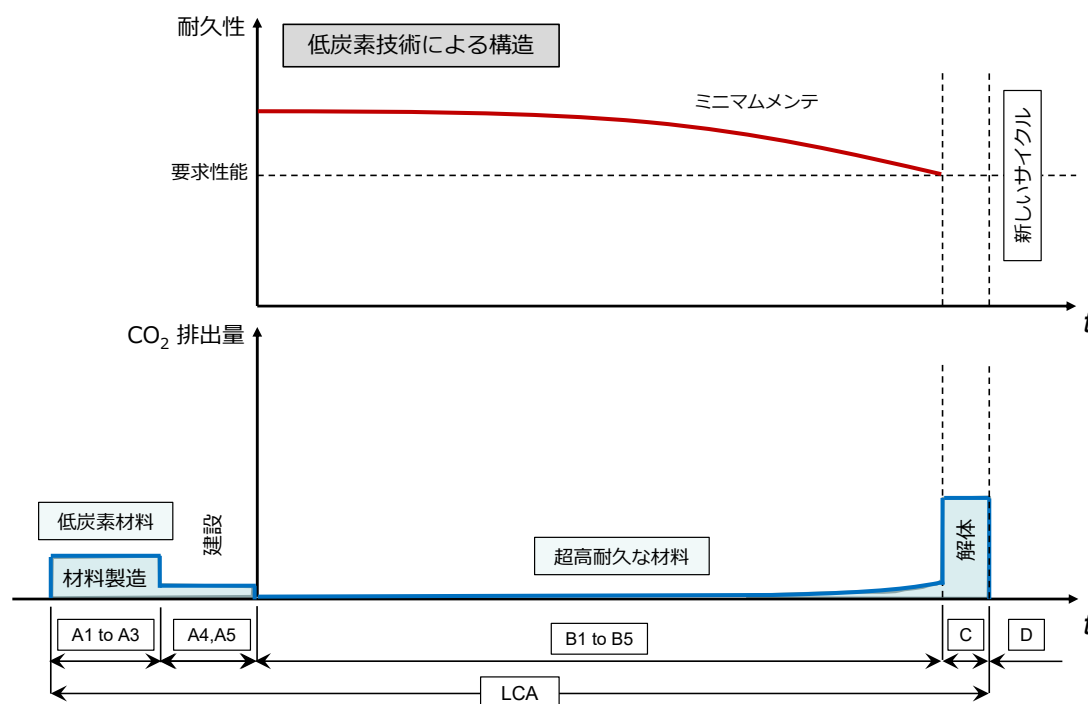
- ✓ 鋼製補強材の代わりにアラミド繊維の補強材を使用したノンメタル構造。

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

29

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

耐久性とCO₂排出量の関係



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

31

ゼロセメントコンクリート+アラミドFRPによる構造物



+



=

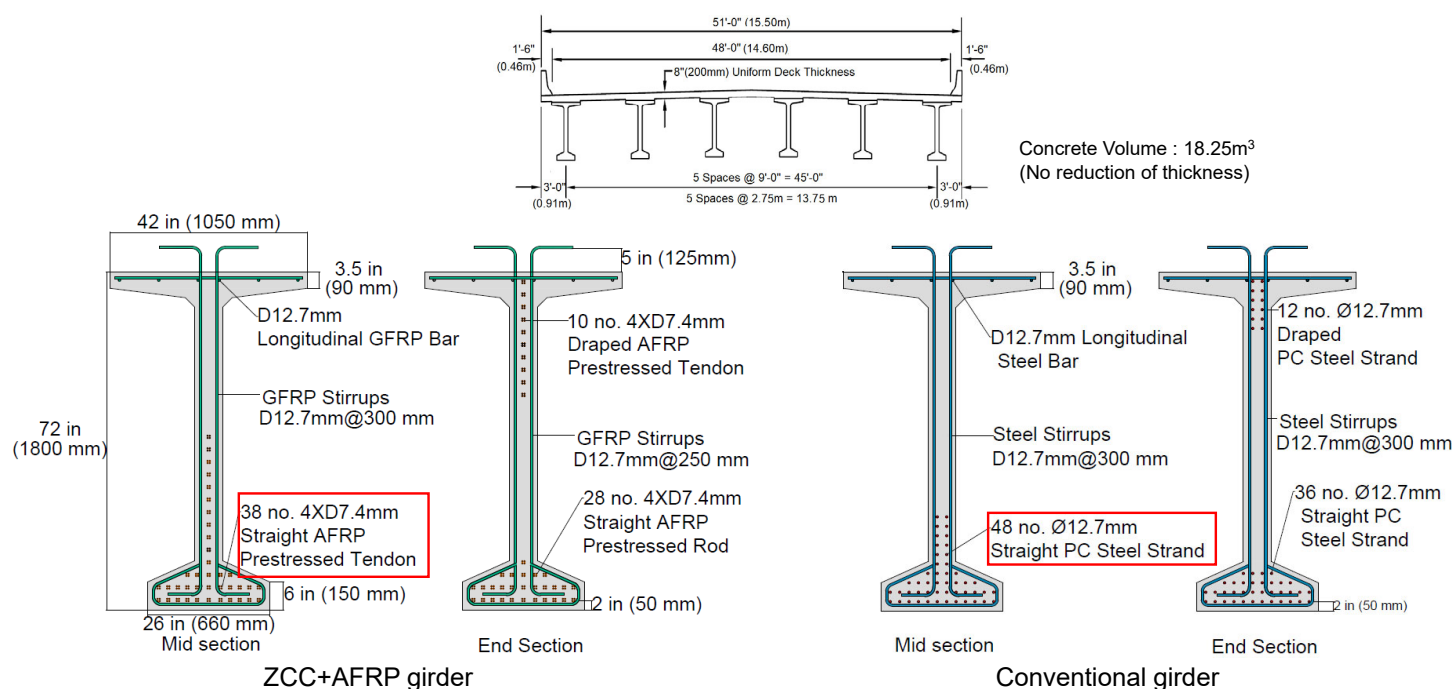


- ✓ 構造コンクリートのCO₂排出の要因のほとんどがセメントと鉄筋.
- ✓ 鉄筋の劣化がメンテナンスコストを発生させ、対応時にCO₂を排出する.
- ✓ pH値が低い低炭素コンクリートはFRPと相性がいい.
- ✓ 強度発現が遅いためにプレキャスト製品に適する. (蒸気養生時のCO₂排出には注意)
- ✓ 海水練りも可能.

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

32

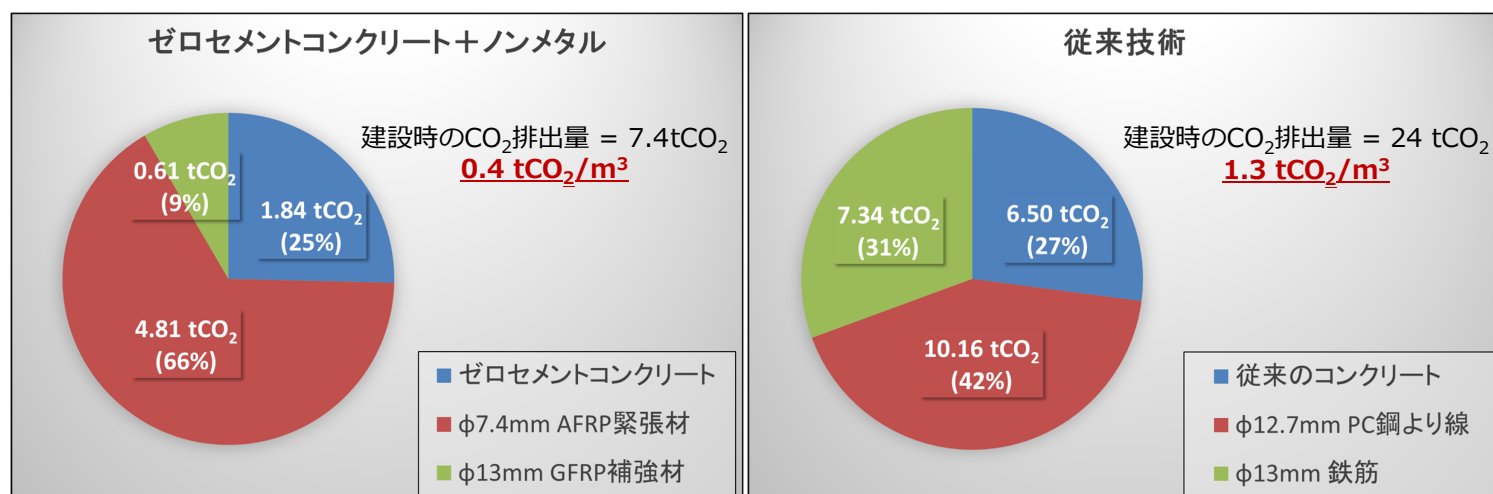
ノンメタル+ノンクリンカーコンクリートによるT桁の試算（L=37m）



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

33

材料製造段階（A1～A3）のCO₂排出量の比較



70% の削減!

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

34

ライフサイクルにおけるCO₂排出量の比較

	(tCO ₂ /m ³)		
	A1 ~ A3	B1 ~ B5	Total
現在の技術	1.3	1.3 ~ 2.6	2.6 ~ 3.9
超低炭素技術	0.4	0*	0.4

* ノーメンテナンスと想定

70% の削減!

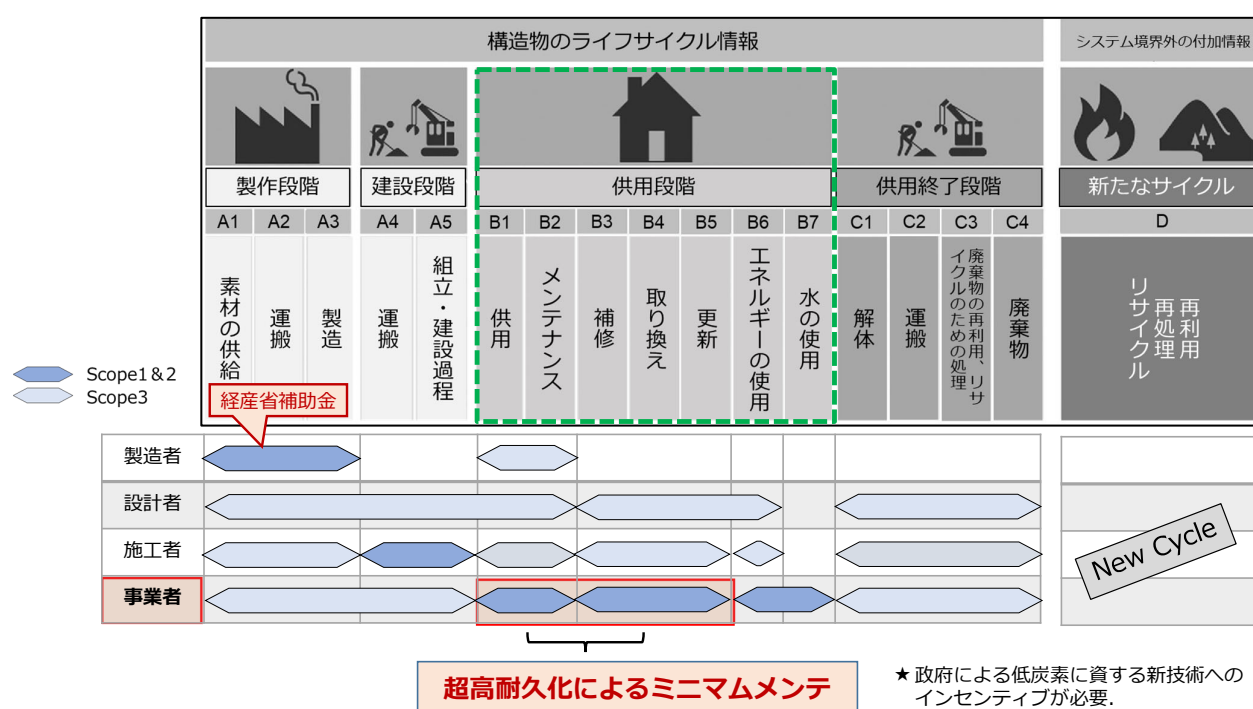
85%~90% の削減!

- ✓ B1~B5のCO₂排出量は、建設コストと同じ比率で排出されると仮定.
- ✓ B1~B5のコストは、建設時と同等~2倍と想定.

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

35

国の支援が必要なCO₂排出削減領域（供用段階）



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

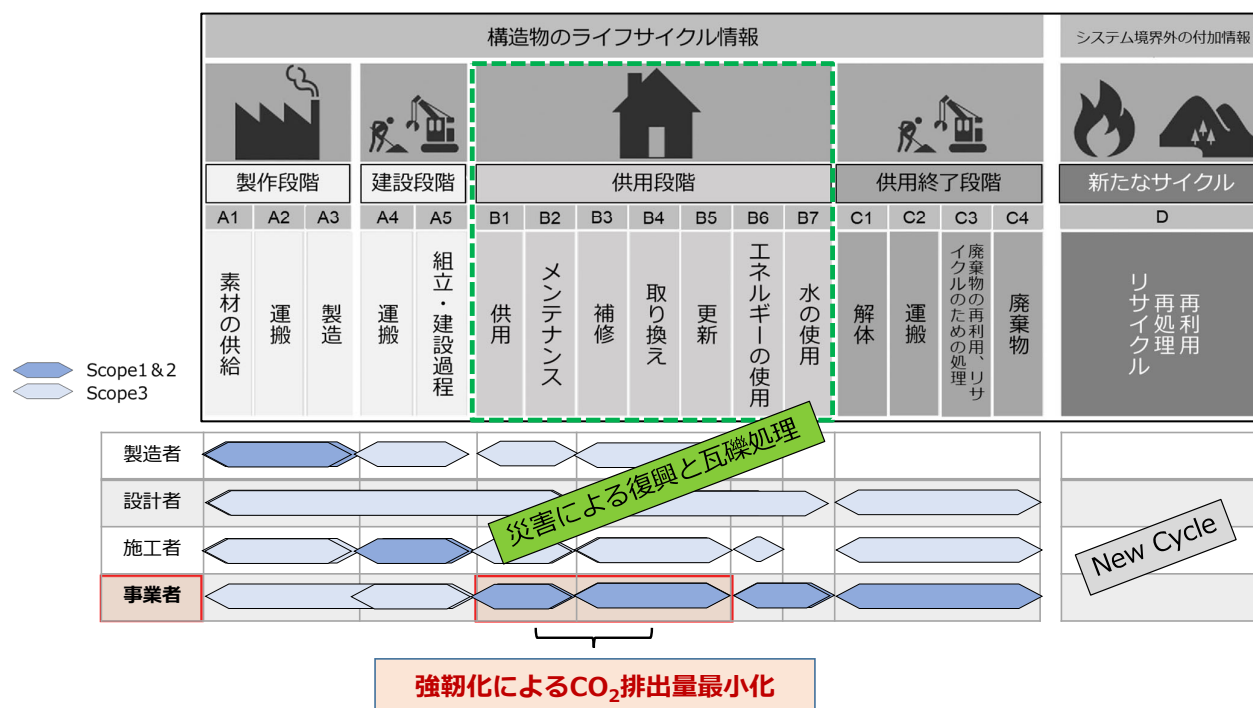
36

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

CO₂排出量削減に関するこれからの課題

- ・ 初期から“中性化”した低炭素コンクリートの耐久性確保への対応
- ・ 耐久性と供用時のCO₂排出量の関係 （→ fib特別委員会）
- ・ セメント、鋼材のCN実現後にも残る高耐久性によるメンテ最小化
- ・ 低炭素化、脱炭素化のコスト負担（= カーボンプライシング）
→ ノルウェー道路局（政府）はCPを70€と設定
- ・ 災害によるCO₂排出を削減するための強靱化
- ・ 保全に起因するCO₂排出量の定量的な把握 （→ fib特別委員会）
- ・ 循環型経済に資する低炭素技術 （→ オランダ政治のBridge Bank、fib特別委員会）
- ・ コンクリートのCO₂吸収量の定量的な把握 （→ fib特別委員会）

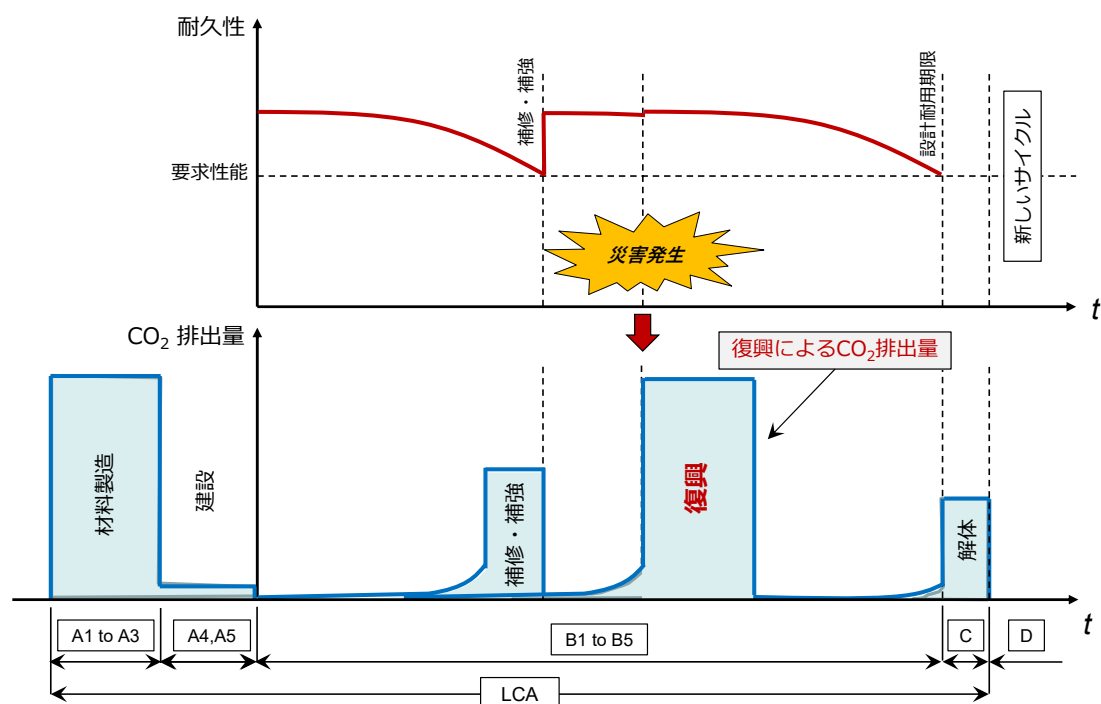
供用段階における災害によるCO₂排出量の削減策



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

39

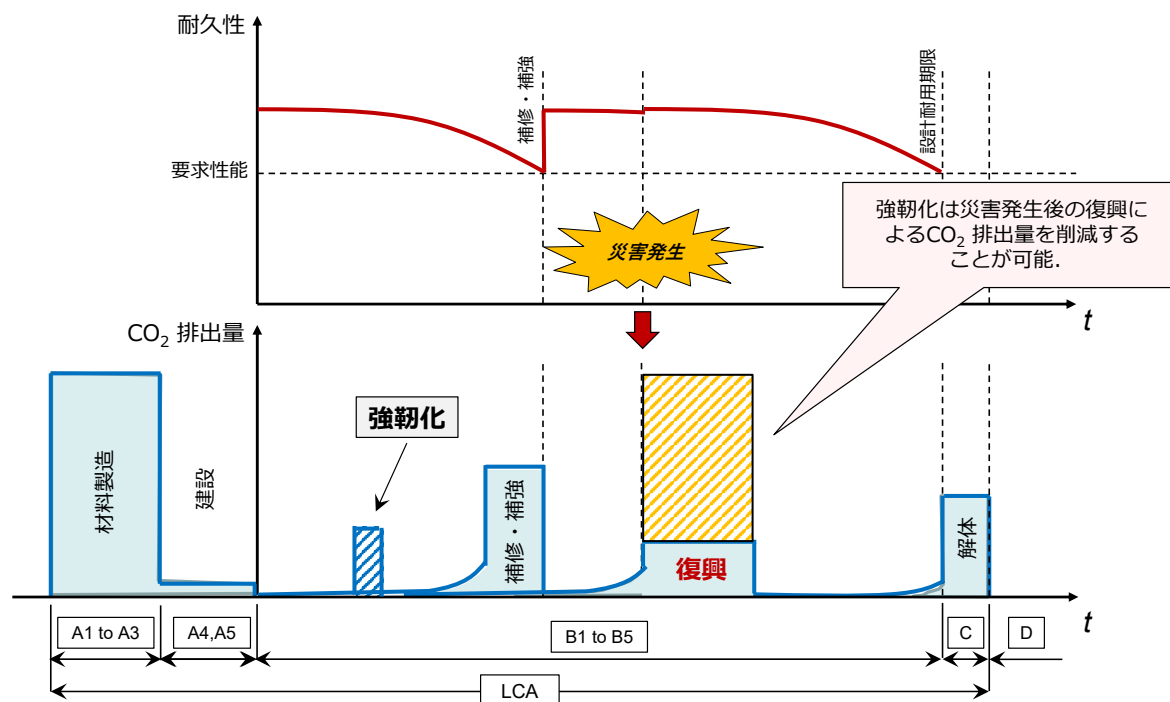
災害によるCO₂排出量（供用段階）



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

40

災害によるCO₂排出量（供用段階）



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

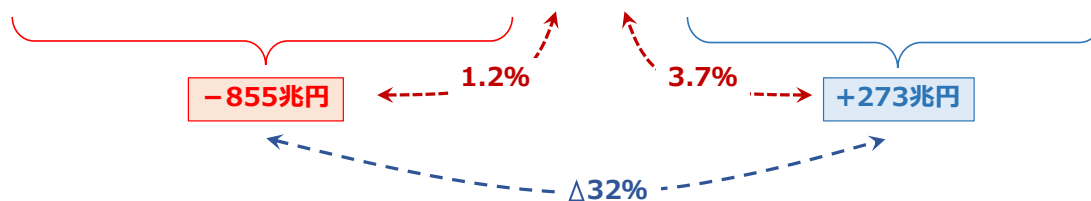
41

「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書（土木学会 2018年）

首都直下型地震による被害推計

* 経済被害、財政的被害は20年の累計

経済被害	資産被害	財政的被害	強靱化費用	減災額	税収縮小回避額
731兆円	47兆円	77兆円	10兆円以上	247兆円(34%)	26兆円



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

42

巨大災害による経済的損失とCO₂排出量の試算

	経済被害累計	資産被害累計	財政被害累計
首都直下型地震	731兆円	47兆円	77兆円
南海トラフ地震	1,240兆円	170兆円	131兆円
大阪湾巨大高潮	65兆円	56兆円	7兆円
荒川巨大洪水	26兆円	36兆円	3兆円

南海トラフ地震による災害廃棄物

CO ₂ 排出量	総費用
2,200万tCO ₂	4.3兆円

水谷他、南海トラフ巨大地震の災害廃棄物処理に要する費用とCO₂排出量の推計、第28回廃棄物資源循環学会研究発表会 講演原稿2017 より

【首都直下型地震によるCO₂排出量の試算】

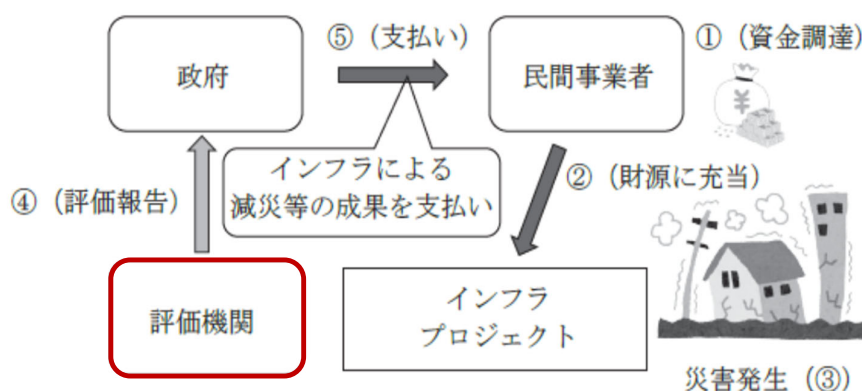
復興費用が資産被害累計と同等、災害廃棄物が南海トラフの資産被害額に比例するとして、

- i) 復興によるCO₂排出量：47兆円 × $\frac{400\text{tCO}_2/\text{億円}}{10000} = 1.9\text{億tCO}_2$ （日本の年間排出量の16%）
- ii) 災害廃棄物：1.3兆円 × $\frac{500\text{tCO}_2/\text{億円}}{10000} = 650\text{万tCO}_2$

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

43

防災PFS（成果連動型民間委託契約）の仕組み（防災：Adaptation）



鎌谷、川端、春日、藤井、防災インフラ投資における成果連動型民間委託契約（PFS）に関する研究、実践政策学第7巻1号 2021年 より

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

44

試算（狩野川放水路整備事業）

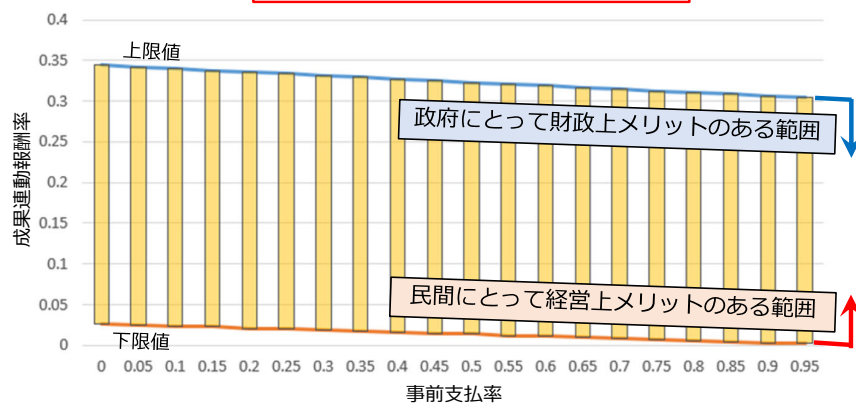
- ・ インフラ整備コスト: 300億円
- ・ 予測ストック被害: 7400億円
- ・ 災害再現期間: 100年

今後はここに経済シミュレータを使って事前に経済損失、CO₂排出量を予測。

民間資金活用による強靱化を行う場合、

事業成立範囲

$$2.6\% < \gamma < 34.4\%$$



➤ CO₂排出量の低減効果は含まない。

国への提言

内閣総理大臣 岸田文雄 殿

防災投資への民間資金活用のための 防災SIBの社会実装についての 提言書

～「成果運動型民間委託契約」で防災投資の抜本加速を～



令和4年4月26日

一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会

防災インフラPFS研究会

概要

防災・強靱化におけるPFI等による民間資金活用は、
政府における重要課題である。

しかし、多くの防災設備投資は、
必ずしも一般的なキャッシュフローを生まないため、
民間資金活用は遅々として進んでいない。

しかし、(近年様々な公共セクターで活用されはじめた成果運動型民間委託契約
方式PFSのうち)SIB(ソーシャルインパクトボンド)を活用した成果運動型PFIを
防災投資に導入すれば、民間資金による防災投資加速が可能となる。

ついでに本提言では、これを防災SIBと呼称し、
その効果的な社会実装に向けた諸課題の検討とそれに基づく
事例促進、制度化を政府に提言する。

経済産業省の動き

経済産業省

「経済産業政策の新機軸」及び
「レジリエンス社会の実現」
に関するご説明資料

2023年1月
経済産業政策局
産業構造課

経済産業省

資料 1

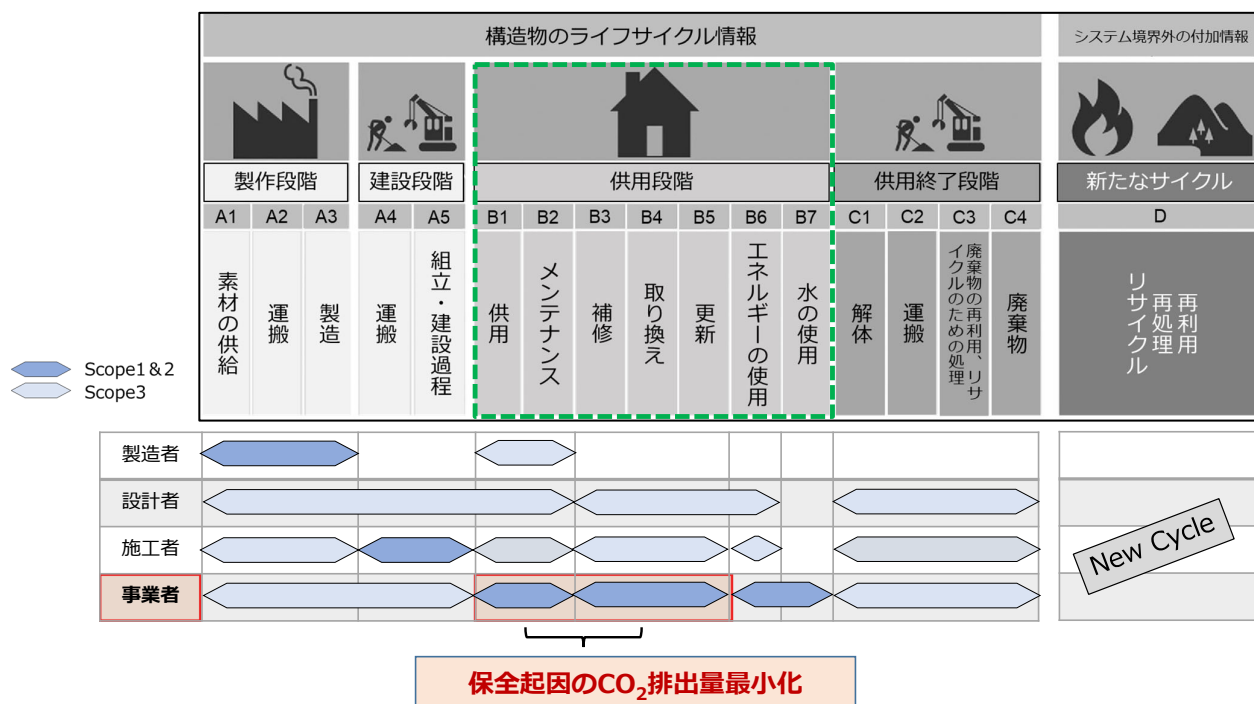
経済産業政策の新機軸の今後の進め方

令和4年8月4日
経済産業政策局

⑤災害に対するレジリエンス社会の実現	・気象関連災害等に強い社会を実現 →2030年までに途上国の災害リスク対策・適応分野での解決策を提供できるビジネスとしての日本企業のユースケースを39社から倍増	・市場の創出、国際展開支援、レジリエンス強化に向けた基盤整備	・レジリエンス向上に向けた企業の取組がコストではなく価値として評価される環境の実現に向け、レジリエンス対応に関する国内外の状況を調査するとともに、先進的な取組を進める民間事業者を含んだ検討会を秋頃に開始予定。 ・加えて、そうした価値が海外でも評価されるよう、COP等での発信や国際機関の資金活用等を含めた気候変動関連施策と連携し、開発途上国において適応分野に貢献する日本企業を支援。
--------------------	---	--------------------------------	--

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

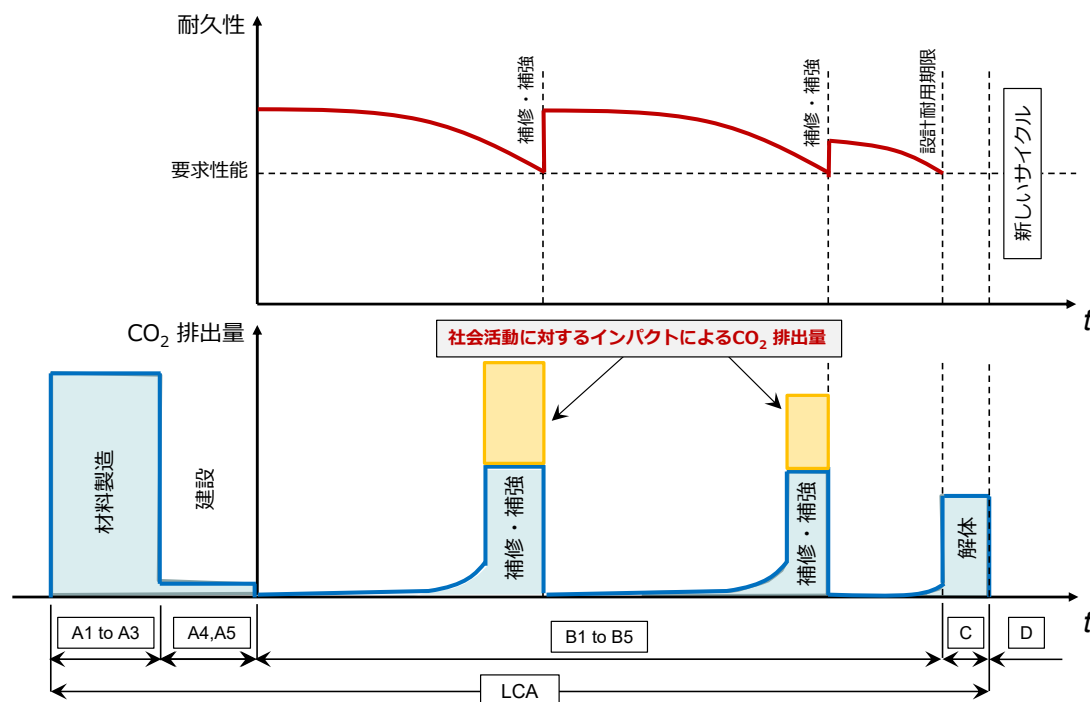
47

保全に起因するCO₂排出削減領域（供用段階）

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

48

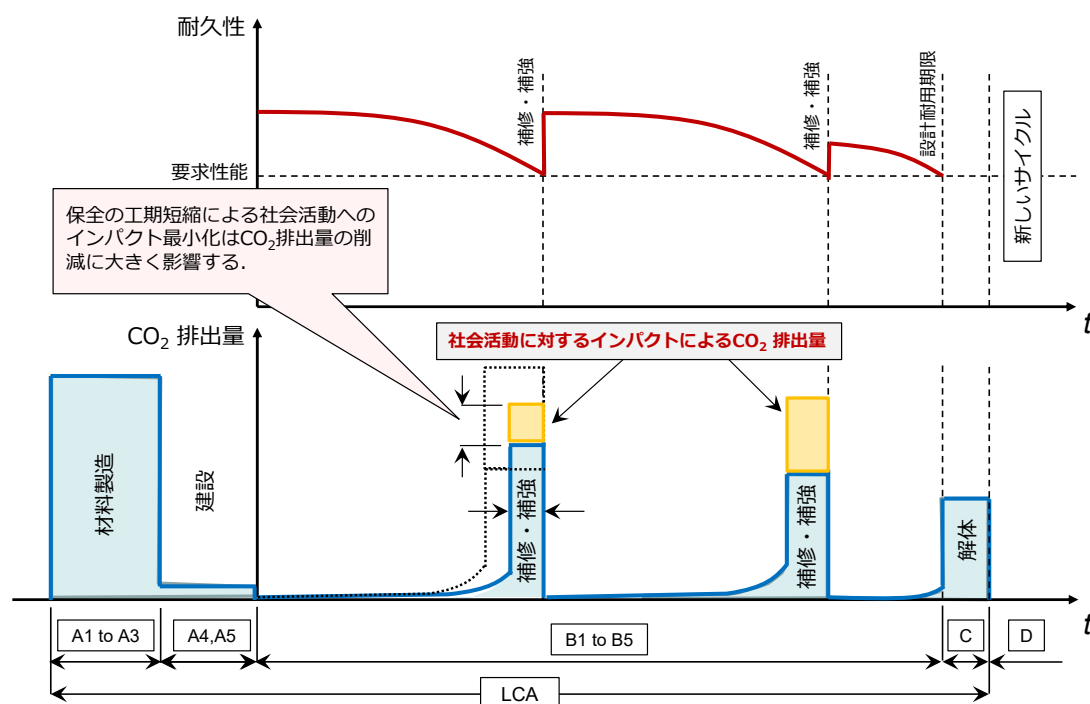
保全が社会活動に与えるインパクトによるCO₂排出量の考え方



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

49

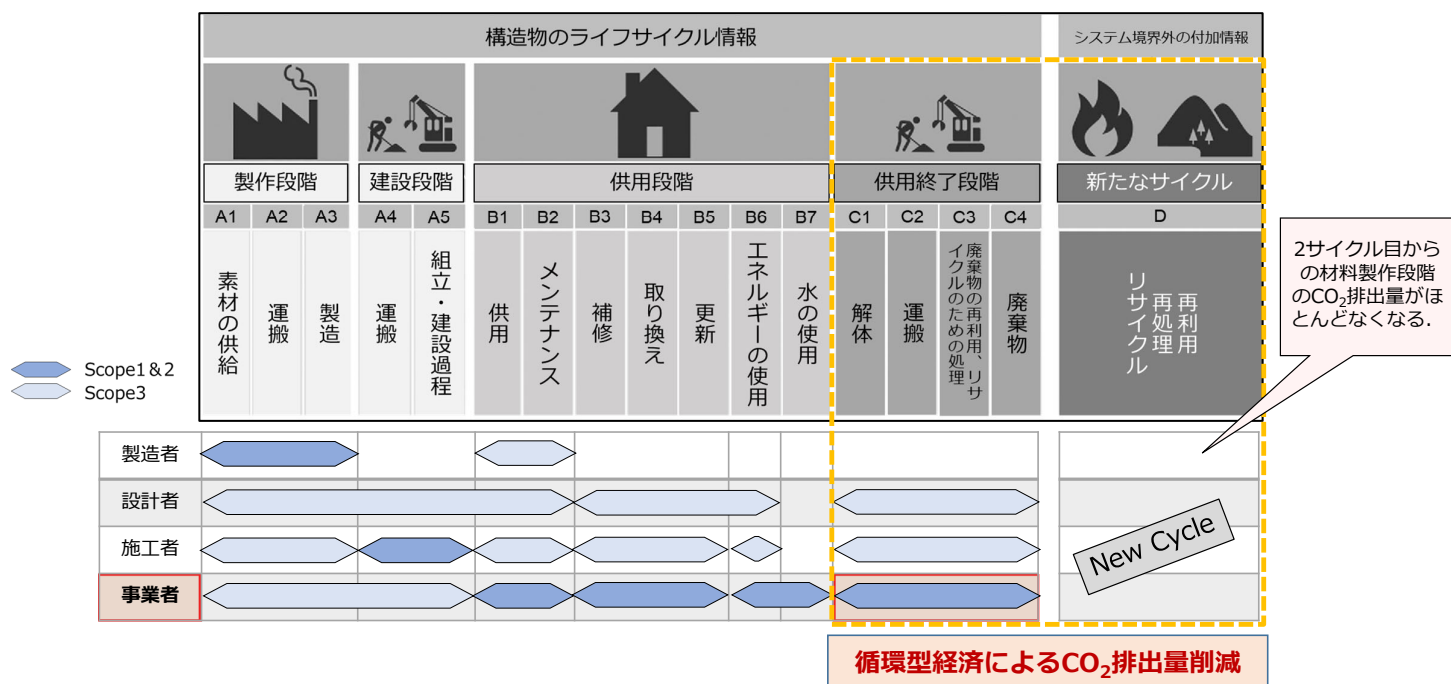
保全が社会活動に与えるインパクトによるCO₂排出量の考え方



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

50

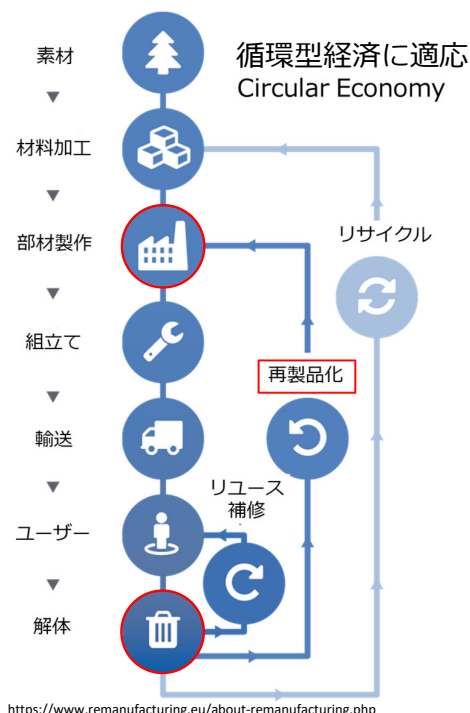
解体や新たなサイクルを考えたCO₂排出量の削減策



一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

51

さらなる構造の低炭素化技術：リマニュファクチャリング（再製品化）

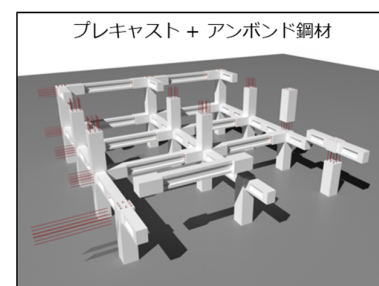


➤ 2サイクル目からのA1～A3のCO₂排出がほとんどなくなる。

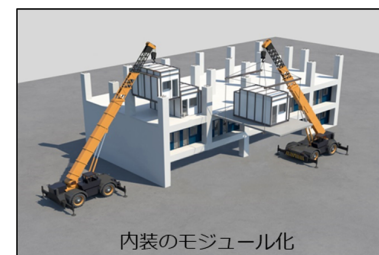


オランダのBridge Bank
(写真：オランダインフラ・水管理省)

- ✓ 将来の交通量の変動への対応（減築、増築、再利用）
- ✓ 再製品化する部材のモニタリング、健全度評価技術が必須
- ✓ 再製品化した部材の途上国への輸出



プレキャスト + アンボンド鋼材



内装のモジュール化

一般社団法人日本鉄鋼連盟 第27回 土木鋼構造研究シンポジウム 特別講演 / 2024年2月15日

52

1. 経済的視点から見たカーボンニュートラル
2. コンクリート構造のCO₂排出量
3. fibのこれまでの動きと特別委員会
4. 材料製造段階の低炭素技術
5. 供用段階の低炭素技術
6. LCAの最適化（低炭素コンクリート+ノンメタル技術）
7. 今後の課題
8. まとめ

まとめ

1. カーボンニュートラルは**新しい価値**が生まれることを認識することが重要である。
2. カーボンニュートラル達成にはコストがかかり、炭素税やコスト増により**全員で負担**することになる。
3. 建設サプライチェーンでは、**材料製造段階、供用段階のCO₂排出量**がほとんどを占める。
4. 材料製造段階（A1～A3）は、セメント、鉄鋼がゼロカーボンを達成するまで**移行措置**を取る。
5. 供用段階（B1～B5）は、ミニマムメンテナンスを実現する**超高耐久**な構造が必要である。
6. **強靱化**は、経済損失ばかりではなく多量のCO₂排出のリスクを減らす。したがって、ここに民間資金を**ESG投資**として活用することが可能である。
7. 供用段階（B1～B5）の超高耐久化と強靱化は、**国がCO₂削減を主導すべき領域**である
8. 保全に起因する社会活動への**インパクトを最初化**することはCO₂削減につながる。
9. **循環型経済**であるCとDの段階に適応する新しい試みは、すでに始まっている。



ご清聴ありがとうございました。