

# カーボンニュートラルに向けた技術対応と 標準化への取組み

2024年10月24日

一般社団法人 セメント協会  
技術委員会 委員長 田浦 良文

## セメント協会の事業内容と技術委員会の活動

### 目的

「ポルトランドセメント及び同系に属する各種セメントの生産、流通、消費等並びに**セメント製造業に関する技術、環境、安全等の調査・研究、対策の企画・推進等を行うこと**により、セメント製造業の健全な発展を図り、もって、わが国産業の発展と国民生活の向上に寄与すること」

### 事業内容

- (1)セメント技術の向上のための研究開発支援
- (2)セメント・コンクリート知識の普及、技術の向上を目指した啓蒙活動及びこれらに付随する調査・情報収集
- (3)環境に配慮した生産体制の確立、地球温暖化問題への対応及び循環型社会形成のための環境改善**、セメント業界における循環型社会構築への貢献に関する理解の促進
- (4)セメント規格の標準化の推進**
- (5)セメントの生産、流通及び消費に関する調査、統計の実施
- (6)業界として政府等に対する意見具申或いは要望活動の実施
- (7)前各号に掲げるもののほか、この法人の目的を達成するために必要な事業

※青字：技術委員会の活動に関するもの 太字：今回の報告に関するもの

## セメント協会がJIS原案作成団体となっている規格

### 品質に関する規格

- JIS R 5210 「ポルトランドセメント」
- JIS R 5211 「高炉セメント」
- JIS R 5212 「シリカセメント」
- JIS R 5213 「フライアッシュセメント」
- JIS R 5214 「エコセメント」

**赤字：2024年5月に改正済**

**青字：現在、改正に取り組み中**

### 試験方法に関する規格

- JIS R 5201 「セメントの物理試験方法」
- JIS R 5202 「セメントの化学分析方法」
- JIS R 5203 「セメントの水和熱測定方法 (溶解熱方法)」
- JIS R 5204 「セメントの蛍光X線分析方法」

セメントのJIS規格は、コンクリートのJIS規格や告示・通達、各種指針類等に引用されており、社会にとって重要な位置付け

## 主なセメント関連JIS規格の制定・改正

年	JIS規格制定・改正の概要	
1950	ポルトランドセメント、混合セメントのJIS規格制定	
1979	普通ポルトランドセメントへの5%までの少量混合成分混合を許容	
1986	ポルトランドセメントに低アルカリ形を規定	コンクリートの耐久性
1992	ポルトランドセメントの全アルカリ量、塩化物イオン量を規定	
1997	JIS R 5201の一部をISO 679、9597に整合	国際標準化
1999	JIS R 5202をISO 680と整合化	
2002	JIS R 5214「エコセメント」制定	廃棄物利用の促進
2003	ポルトランドセメントの塩化物イオン量を改正	
2009	普通ポルトランドセメント等の強熱減量を改正	カーボンニュートラル
2025 (予定)	普通ポルトランドセメントの少量混合成分を10%以下に改正、人工炭酸カルシウムを追加	

社会からの要請に応じて、セメントの規格整備を継続的に進めてきた

## 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(概要)

1. 本ビジョンの狙い－わが国の目指すカーボンニュートラルの実現に貢献するため、現時点において、2050年に向けての目指す対策と絵姿をビジョンとして示した。

2. 広義の国内需要量－2050年における広義の国内需要量(セメントの官需、民需、セメント系固化材)は3,400万t～4,200万t程度と予測されるが、生産量は、輸出と輸入が加わるため、更に幅をもって捉えるべきである。

3. セメント産業の果たすべき役割－当産業は将来的にも次のような役割を果たしていく。  
 [基礎素材の供給者]、[循環型社会形成への貢献]、[地域経済への貢献]、[災害廃棄物処理への貢献]

4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題－目指すべき対策の多くは、克服すべき困難な課題を抱えており、その実現には「非連続なイノベーション」が不可欠であり、建設業界をはじめとしたステークホルダーの理解と協力も必要。

- ・ **クリンカ/セメント比の低減** ・ 投入原料の低炭素化 ・ 省エネルギーの推進 ・ 鉱化剤使用等による焼成温度低減
- ・ 使用エネルギーの低炭素化 ・ 低炭素型新材料の開発 ・ 二酸化炭素回収・利用・貯留(CCUS)への取り組み
- ・ **セメントカーボネーション(セメント水和物の二酸化炭素の固定)**
- ・ コンクリート舗装の推進による重量車の燃費向上に伴う二酸化炭素低減

### 5. 2050年に向けて目指す対策

#### (1) プロセス起源二酸化炭素

- ・ **普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量により、クリンカ/セメント比が0.85から0.825に低減することを目指す。**
- ・ セメントカーボネーションにより固定する二酸化炭素量(強制的に固定化させるものは含めない)は相当量あることが報告されているが、国際的に合意された算定方法が確立してないため、セメント産業に係る貢献として、絵姿に示す。

#### (2) エネルギー起源二酸化炭素

- ・ 省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大を進め、また、**クリンカ/セメント比の低減分のエネルギー使用量削減**が可能。
- ・ 焼成用エネルギーは、バイオマスを含む代替廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼などにより、ゼロエミッション系の混焼を少なくとも50%までに増やすことを目指す。
- ・ 自家発電は、バイオマス燃料を始めとした各種ゼロエミッション系燃料への転換によるゼロエミッションを目指す。

#### (3) プロセス起源、エネルギー起源両方に向けた二酸化炭素の回収・利用・貯留

- ・ 国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の回収・利用・貯留の技術によって削減を目指す。

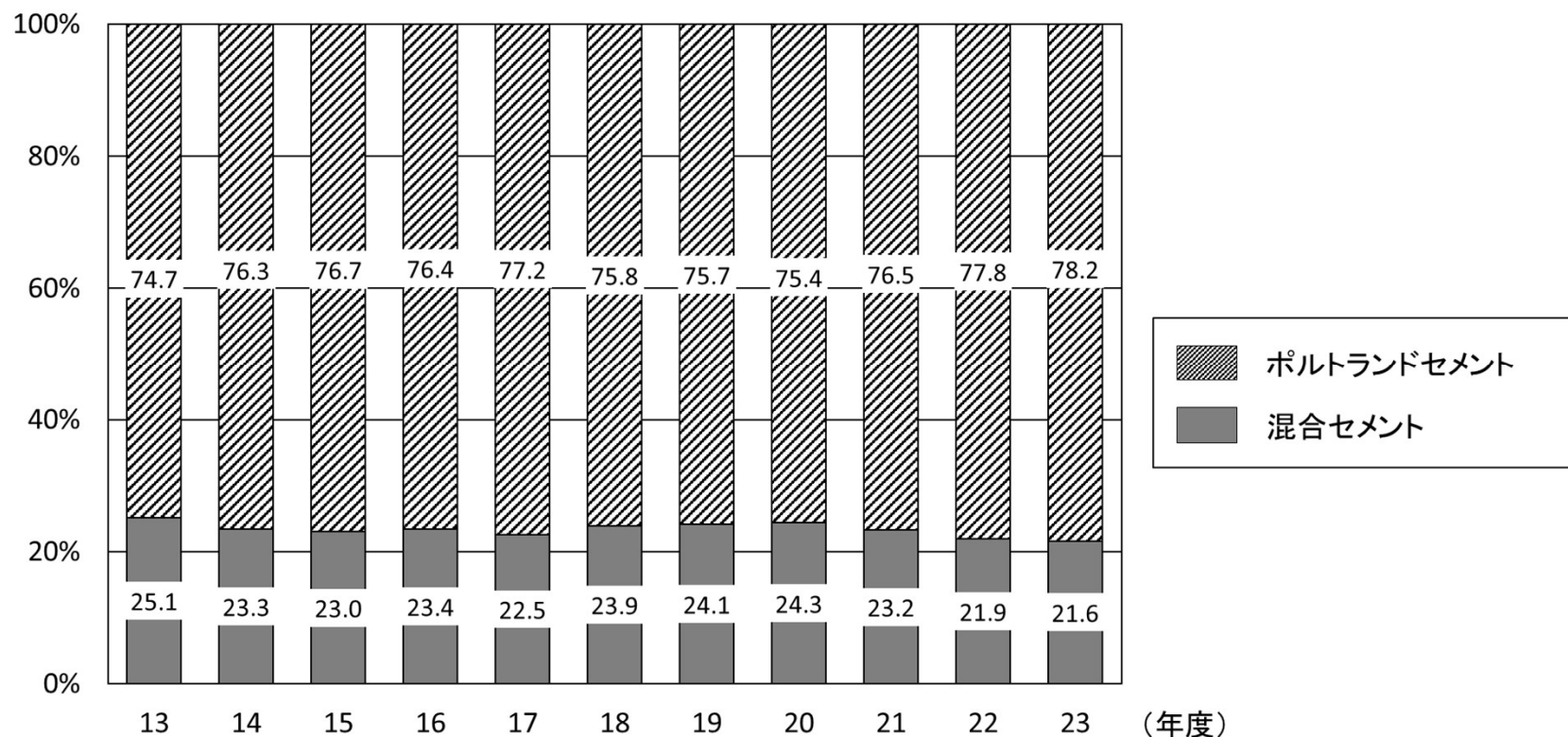
#### (4) その他の想定

- ・ **ユーザーの低炭素化への意識向上から、将来的にはクリンカの比率がより低減することが想定され、2030年に0.825を目指したクリンカ/セメント比が、2050年には0.8にまで低減することを想定する。**



# クリンカ/セメント比に関する現況

## 国内の現状



- 国内では、ポルトランドセメントの割合が8割程度。混合セメントの割合は長年変化しておらず、クリンカ/セメント比もあまり変化していない
- EUでは、ポルトランドセメントの割合は2割程度で、混合セメントが主流

(出典：CEMBUREAU KEY FACTS & FIGURES)

## クリンカ/セメント比低減に向けた今後の方向性

### 国内の現状

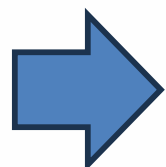
- ・ 使用できる混合材種類が少なく（高炉スラグ、フライアッシュ、シリカのみ）、同時に混合できるのは一種類の混合材のみという規格での制約もある
- ・ 一方で、混合材多量添加セメント・コンクリートの検討例は多数あり、一部で実用化されているが、JIS規格には適合していない

### 今後の方向性

クリンカ/セメント比を更に低下させるためには、

- ・ 海外で普及する石灰石フィラーセメント  
（国内に豊富な石灰石資源や、CCUS由来の人工炭酸カルシウムの活用）
- ・ 海外で規格化が進む新規混合材（焼成粘土等）
- ・ 二種の混合材を同時に混合できる三成分系混合セメント

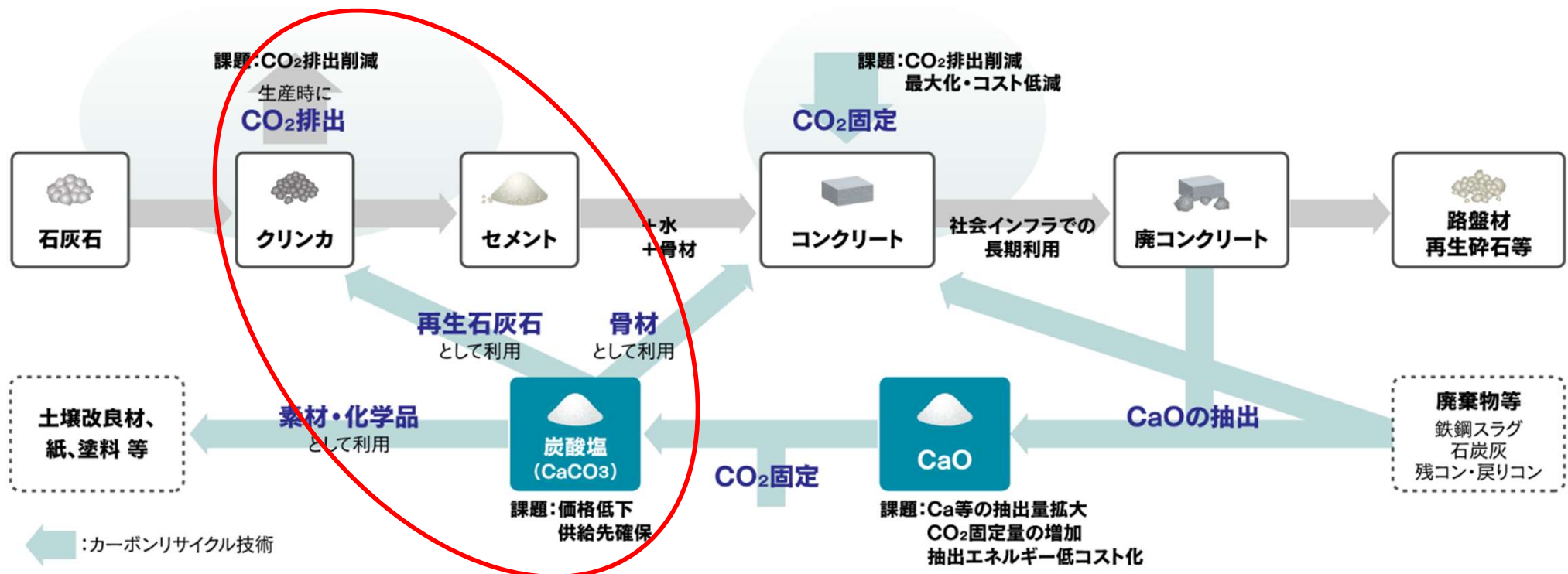
などを考慮した、セメント規格の改定、新設が必要と考えられる



国内では、まず第一歩として、  
普通ポルトランドセメントの少量混合成分増量の規格化に取り組み中

## 少量混合成分増量の意義

- 普通ポルトランドセメントの少量混合成分を5%増量することにより、CO<sub>2</sub>排出量を5%削減。
- 国内全体では、最大で年間100万トン程度のCO<sub>2</sub>排出が削減可能。
- 人工炭酸カルシウム（再生石灰石）を用いることにより、CO<sub>2</sub>排出をさらに低減。廃棄物等の利用量増加にも貢献。



経済産業省 資源エネルギー庁 ホームページの図に加筆



## 少量混合成分増量に向けた取組み

少量混合成分を10%添加したセメントを試製し、  
諸特性を評価

→現行品と同等の品質を維持できることを実証



実大模擬部材試験  
供試体打設



フレッシュ性状試験



圧縮試験用  
供試体作製

## 少量混合成分増量に向けた技術情報の公開

### 一連の結果をセメント技術大会および関連学会の年次大会で発表

#### 【第78回セメント技術大会】

- ・その1 実機により試製したセメントの品質
- ・その2 コンクリートのフレッシュ性状
- ・その3 コンクリートの圧縮強度
- ・その4 コンクリートの耐久性
- ・その5 実大模擬部材の構造体強度補正值に与える影響
- ・その6 セメントの水和熱とコンクリートの断熱温度上昇特性の関係
- ・その7 蒸気養生したコンクリートの圧縮強度および明度
- ・その8 セメント密度の変動がコンクリートの基本物性に及ぼす影響

#### 【2024年度日本建築学会大会】

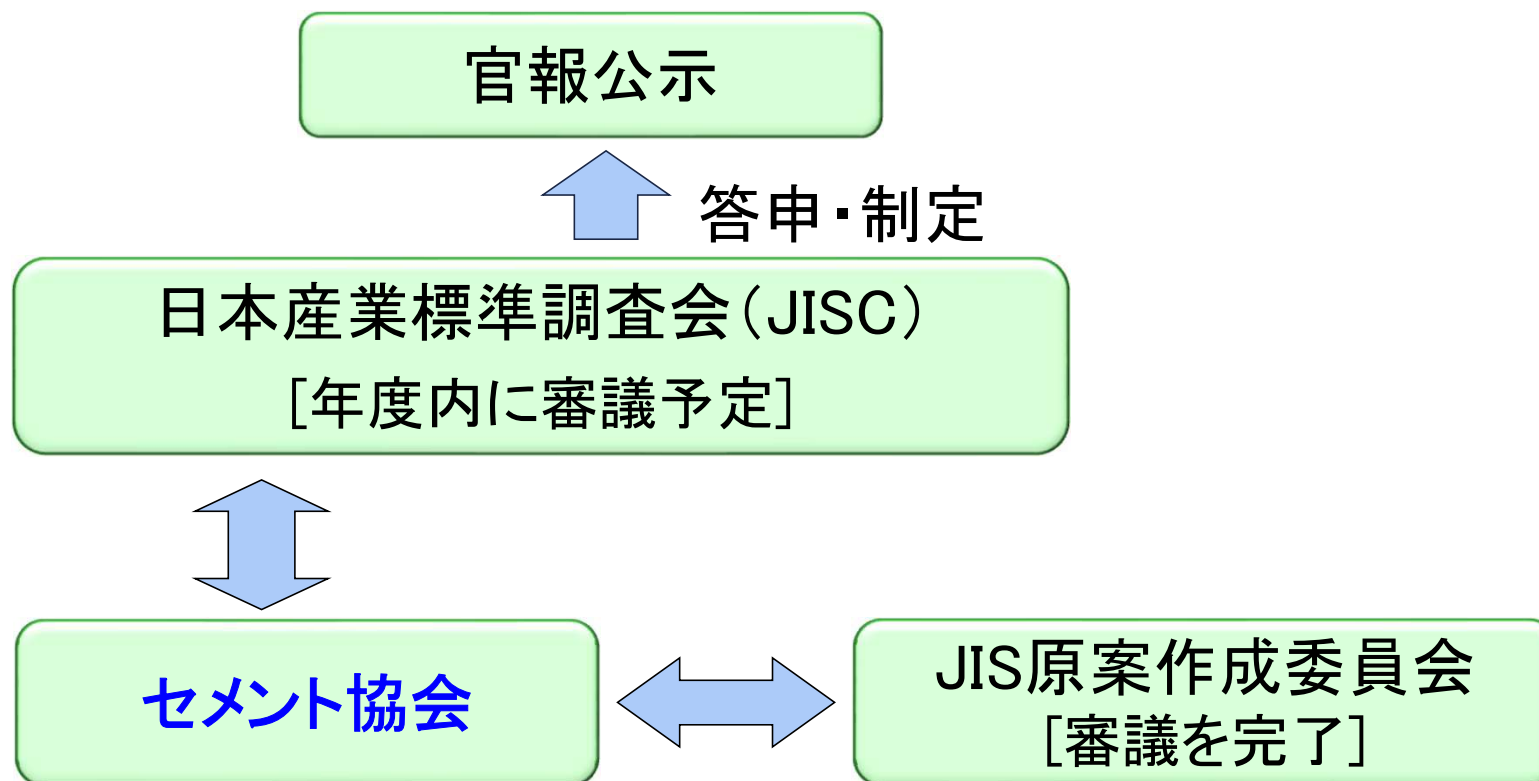
- ・その1 収縮特性
- ・その2 簡易断熱養生時の発熱温度および圧縮強度
- ・その3 断熱温度上昇特性および実大模擬部材における構造体強度補正值(S値)

#### 【令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会】

- ・その1：圧縮強度および耐久性
- ・その2：高温履歴を受けた際の力学特性
- ・その3：高炉セメント基材に適用した場合の基本物性

**ステークホルダーの理解促進に向けて、技術情報を広く公開**

## 少量混合成分増量に向けたJIS改正状況



少量混合成分の増量は、JIS原案作成委員会にて承認されており、今後日本産業標準調査会での審議を申請予定



## セメントカーボネーションの評価方法に関する取組み

日本コンクリート工学会が国内審議団体となっているISO/TC71対応国内委員会WG5では、「カーボンリサイクル評価方法のJIS原案作成委員会」を立ち上げ、炭酸化等によりコンクリートやその構成物に固定化された二酸化炭素量の評価方法のJIS化およびISO提案に取り組む中。

セメント協会はこれに参画するとともに、その委託先として試験方法に関する調査や情報収集、共通試験などを実施。

### コンクリートのライフサイクルと炭酸化



時代のニーズや技術を反映した標準化の取組みを積極的に推進

## 試験方法に関する規格の整備状況

### JIS規格

- JIS R 5202 「セメントの化学分析方法」を改正。  
ICP発光分光分析法を新たに適用。
- JIS R 5204 「セメントの蛍光X線分析方法」を追補改正。  
JIS R 5202の改正に伴い、試験方法を一部変更。

### その他

- セメント協会標準試験方法 JCAS J-02 「セメントの水和熱測定方法(伝導型熱量計方法)」を新規制定。
- JIS規格を分かり易く解説する「セメント規格がわかる本」の「セメントの化学分析方法」編を編集中。

**省力化、精度向上を目的として、試験方法の整備を着実に推進**

## 今後の取組み

### カーボンニュートラルに向けた技術対応

- セメント関連JIS規格の改正および改正後の運用に向けた対応
- 新たな混合材の適用検討ならびにクリンカ/セメント比のさらなる低減に向けた対応

### 標準化に関する取組み

- カーボンニュートラル関連の動向を踏まえたセメント関連JIS規格改正
- セメントカーボネーション評価方法の標準化、ISO規格化への参画
- セメントの分析等に有効な新技術の規格化

**セメント関連JIS規格の新設・改正を通じて、  
建設業界全体の発展とカーボンニュートラル化に貢献**



# セメントが、 日本を救う。

## 循環型社会の構築に貢献

循環型社会の実現に向けて、セメント産業ではさまざまな廃棄物や副産物を、原料・熱エネルギーとして有効活用しています。その量なんと1年間に約2800万トン。

セメント1トンあたりの使用量は475kgにのびます。

廃棄物・副産物は、製造工程において1450℃という高温で焼かれるため、ダイオキシンなどの有害物質も分解されます。これだけ大量の廃棄物を処理し、二次廃棄物を出さない産業は他にありません。

セメントはわが国の廃棄物処理問題に貢献するとともに、ダムや道路などのインフラ整備に欠かせない建設資材として安全・安心で便利な社会を支えているのです。

## 被災地の早期復旧を支援

災害時に大量発生する災害廃棄物は、被災地の早期復旧の妨げになります。セメント産業は東日本大震災や熊本地震において、発生した災害廃棄物を受け取りセメントに変えて被災地をサポートしてきました。

また、環境省の災害廃棄物処理支援ネットワーク「D.Waste-Net」に当初から参画。災害発生時に各自治体と連携して、被災地の早期復旧を支援する体制も整えています。もしものとき、1日も早く元の生活を取り戻せるように、セメントづくりは社会の再建に欠かせない土台となっています。