

「脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン」

一般社団法人 セメント協会

1. 本ビジョン策定経緯及び狙い

セメント産業は、2018年度に約4,300万tの二酸化炭素を排出し、国内の産業部門において、電力、鉄鋼、化学に次ぐ第4位の排出源となっている。しかも主要製造過程において、主成分の酸化カルシウムを得る際に石灰石を加熱分解し、二酸化炭素が発生するため($\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$)、プロセス由来の排出量が全体の約6割を占めるという、いわば宿命の特徴を有しており、現状では代替する技術は、存在しない。

これまでセメント産業は、日本経済団体連合会(以下「経団連」という。)の提唱する環境自主行動計画及び低炭素社会実行計画に参画し、セメント製造用エネルギー原単位の低減に向けて真摯に努力してきた。その結果、環境自主行動計画では目標を上回る成果を得、現在進めている低炭素社会実行計画では、2018年度に引き上げた目標を既に達成するに至っている。

2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画においては、「長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。」こととされ、また、パリ協定に基づき各国政府は2050年を目標とした長期行動計画の策定を求められた。こうした動きを受けて、経団連は、産業界も自主的に長期の温暖化対策に取り組むビジョンを内外に示していく必要があるとの認識から、2018年10月、各産業界が自主的な「長期ビジョン」策定に向けた検討を行うことを提言した。

2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」においても、2030年度の目標は、積み上げによる実行可能な削減目標(ターゲット)とする一方、「長期的な気候変動政策に当たっては、むしろ、将来の「あるべき姿」としてビジョンを明確に掲げる。」ことの必要性が指摘され、「我が国は、最終到達点として「脱炭素社会[※]」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。それに向けて、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。」とされている。

今回、前述の経団連提言を受けて策定した「脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン」は、セメント産業が、2050年、更には、その先という不確実な将来を展望し、現時点において、2050年の長期目標や最終到達点としての「脱炭素社会」の実現に向け、目指すべき方向性を示すビジョンである。

※ 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡(世界全体でのカーボンニュートラル)を達成すること

2. 広義の国内需要量

本ビジョンを作成するに当たり、まず、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)について、(株)三菱総合研究所の分析結果を元に将来予測を行った。その結果、2050年における広義の国内需要は3,400万t～4,200万t程度と推計される。生産量については、輸出と輸入を加味する必要があるが、2050年の国際市場や為替動向などを現時点で予測することは困難である。従って、生産量は、広義の国内需要から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

セメント産業は、以下の役割を担っているが、これらは2050年以降においても果たすことは可能であり、かつ、果たし続けるべきものである。

3.1 基礎素材の供給者

我が国は、数多くの災害に繰り返しさいなまれてきた。近年地震災害が多発し、南海トラフ地震や首都直下地震も遠くない将来に発生する可能性が高まり、異常気象も頻発し、激甚化してきている。セメント産業は、これらに対処するため、社会インフラ・防災インフラ等の整備を進める上で、必須の役割を担うコンクリートの基礎素材の供給を通じて大きな役割を果たしてきた。

更に、地球温暖化問題に対処するためには、地球温暖化の悪影響を軽減する適応策は、益々重要になっている。また、我が国のインフラは高度経済成長期に集中的に整備されたため、今後急速に老朽化することが懸念されており、その維持管理・更新が課題となっている。

こうした事情も踏まえ、政府は2018年に国土強靱化基本計画を改定し、気候変動適応計画を策定した。セメントは、固化材とともに多くのハード面の施策で必須の素材であり、セメント産業は、両者の供給者として、今後とも大きな役割を果たしていくことになる。

3.2 循環型社会形成への貢献

セメント産業は多様な廃棄物・副産物を原料や熱エネルギーの代替として有効利用する技術を開発し、その受け入れ量を増やしてきた。石炭灰の受け入れを通して、東日本大震災以降の石炭火力発電による電力供給を支え、下水汚泥や清掃工場の焼却灰の処理により、快適な市民生活の維持に尽力している。2016年度において、我が国循環資源量の約11%に当たる約2800万tの廃棄物等を使用し、循環型社会構築に貢献している。これにより、当協会の試算によれば、産業廃棄物最終処分場の約11年の延命効果が見込まれる。併せて、熱エネルギー代替として利用することにより、エネルギー投入量の減少を通じて社会全体の二酸化炭素の削減にも貢献している。

特に、廃プラスチックについては、今後国外での処理が困難となり、国内処理量は増加することとなるため、海洋プラスチック問題への対処を含め、一層の貢献が期待される。

3.3 地域経済への貢献

我が国のセメント工場は、北海道から沖縄まで全国に30工場が存在している。将来、工場数の減少も懸念されるが、セメント工場の立地する自治体の多くは比較的小規模であり、その存在は地域経済にとって重要であると考えられる。併せて、3.4に述べる災害対策における役割を有効に果たすためには、セメント工場の全国展開が望ましい。

3.4 災害廃棄物処理への貢献

東日本大震災でセメント工場が大量の災害廃棄物を処理したことを契機に、2015年9月に環境省が主導して設立した「災害廃棄物処理支援ネットワーク(D.Waste-Net)」へ参画した。同ネットワークでは、復旧・復興対応支援が期待されている。その後、熊本地震や平成29年7月九州北部豪雨等で、セメント産業は、災害廃棄物を処理した。最近の風水害の頻発・激甚化や近い将来南海トラフ地震等の発生が予想されることに鑑みれば、セメント産業の果たせる役割は重要である。地方公共団体の災害廃棄物処理計画との関連付けや災害支援協定の締結等を通じて、社会インフラとしての認知度の向上が望まれる。

4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題

我が国の長期戦略の実現に向けて、セメント産業も貢献する必要がある。そのためには、当然ながら、排出する二酸化炭素を最大限削減し、排出された二酸化炭素を適切に処理しなければならない。これに加えて、セメント産業は、セメントという基礎素材の供給者としてサプライチェーン全体を通じた二酸化炭素削減についても貢献することが望ましい。

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」が不可欠であるとともに、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が必要である。

4.1 クリンカ比率の低減

セメントはクリンカ、石こう、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(プロセス由来+熱エネルギー由来)ことから、セメント産業にとって、クリンカ比率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。

4.2 投入原料の低炭素化(石灰石代替となる原材料利用拡大)

ア) 脱炭酸されたカルシウム源を含む廃棄物・副産物の利用拡大

原料代替として用いている高炉スラグや都市ゴミ焼却灰などは、脱炭酸済みの酸化カルシウムを含んでいる。ただし、セメントの製造や品質に影響を及ぼす成分が含まれており、現状では、その含有率により使用量はかなり限定される。今後、製品や製造条件に及ぼす影響の低減化に向けた技術開発により利用拡大が進めば、二酸化炭素排出量削減が期待できる。

イ) コンクリートのリサイクル

生コン工場で発生するスラッジや再生骨材の製造に伴い発生した微粉等にも、脱炭酸した酸化カルシウムが含まれ、クリンカ原料としての利用が期待できる。利用に関しては、集約システム構築の必要性、セメントの製造や品質に影響を及ぼす成分の濃縮など課題がある。今後の技術開発により、

投入原料の低炭素化による二酸化炭素の排出削減につながる可能性がある。

4.3 省エネルギーの推進

我が国のセメント産業における直接の省エネルギーは、個々の省エネ設備の普及拡大が推進の鍵となる。長期的な普及拡大を予測することは難しいが、2019年末の段階で、2030年度末までに製造設備におけるBAT(Best Available Technology、利用可能な最良の技術)である高効率クリンカクーラ、廃熱発電、堅型スラグミルなどの導入が予定されており、中期的には更なる省エネルギーの進展が見込まれる。

また、これらの省エネルギー設備の導入によって得られる省エネ効果には電力原単位の低減も相当量含まれており、二酸化炭素排出という点では、間接的にエネルギー転換部門の削減に貢献することとなる。加えて、今後の工場における自動運転やIoTの活用、さらには再生可能エネルギーの積極的活用によっても電力エネルギーの低減が期待できる。

4.4 鉱化剤使用等による焼成温度低減

ポルトランドセメントクリンカの焼成温度を低減する技術として、鉱化剤の添加や間隙相の増量などがある。

前者は、焼成温度を100℃程度低減できる結果が報告されているが、本技術の適応には鉱化剤となる原料の安定調達とコスト及び品質上の課題がある。一方、後者は、セメントクリンカ鉱物組成変更により焼成温度の低減を目指すもので、これらのクリンカは現行の製品とは異なるため、実機での製造条件や製品としての性能などの検討を行うとともに、品質に関してはステークホルダーの理解が必要である。

4.5 使用エネルギーの低炭素化

炭素排出係数を有さないバイオマスの熱エネルギー代替としての利用は、重要な低炭素化対策である。しかし、多くの業種での利用が想定され、量的な確保と価格の高騰への対応が課題となるとともに、下水汚泥のような水分量が多く乾燥を含めた前処理にエネルギーを要するものもあることから、総量としての二酸化炭素排出量の増加を招来する場合もあり、利用については総合的に判断する必要がある。なお、将来的には生物資源から生成されるバイオプラスチックの普及が期待される。

ただし、セメント産業による熱エネルギー代替廃棄物の利用拡大は、バイオマスに限らず、他産業では処理が困難な廃棄物も含めて利用率を高め、循環型社会形成という観点からも重要であり、他産業での単純焼却により排出される二酸化炭素を削減し、社会全体での削減にも貢献することになる。

最後に、使用エネルギーの低炭素化という観点では自家発電に用いるエネルギーについても炭素排出係数の小さいエネルギーへの転換も併せて検討していく必要がある。

4.6 低炭素型新材料の開発(現行のセメントと組成が異なる新材料)

二酸化炭素を吸収して硬化する材料や製造時の二酸化炭素の排出量が少ない材料の開発が行われている。現時点では課題も多く、汎用セメントに置き換え得る結合材とはなっていないが、コンクリート製品など、特定の分野から利用されていく可能性があり、これらの新材料の開発に取り組んでいく必要がある。

4.7 二酸化炭素回収・利用・貯留(CCUS)への取り組み

セメント産業が我が国の長期戦略に貢献するためには、相当部分を CCUS へ依存せざるを得ない。このうち、回収技術では特に、吸収材料や吸収条件など、セメント工場からの排ガスに含まれる二酸化炭素に対しての最適条件を確立する必要がある。セメント協会では、セメント工場から排出される二酸化炭素回収の最適な条件について、(公財)地球環境産業技術研究機構に委託して、調査・研究を行っている。

また、吸収された二酸化炭素の分離・回収には、現状では多大のエネルギーが必要で、コスト低減が課題となる。加えて、分離・回収された二酸化炭素の貯留場所の確保や活用等課題が山積している。

なお、2020年1月に公表された「革新的環境イノベーション戦略」では、「製造工程で発生する二酸化炭素を回収し、炭酸塩として固定化後、原料や土木資材として再資源化するセメント製造プロセス構築を目指す。」ことがアクションプランの一つとして取り上げられており、セメント分野のCCUとして期待される。

4.8 供用中の構造物及び解体コンクリートによる二酸化炭素の固定(吸収)

供用中又は解体されたコンクリートは大気と接触し、コンクリート内部のセメント水和物が二酸化炭素と徐々に反応して大気中の二酸化炭素を炭酸カルシウム(CaCO_3)として固定化(吸収)する。

この現象による二酸化炭素の吸収が相当量あることは海外でも種々の報告があるが、新たな吸収源として認められるには、国際的に合意された方法論の早急な整備が望まれる。

4.9 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

コンクリート舗装を走行する大型車の燃料消費率は、アスファルト舗装のそれに比べて少ないとの報告があり、既存のアスファルト舗装をコンクリート舗装に置き換えた道路では、走行する大型車の燃料消費率の向上に伴う二酸化炭素排出の低減が期待できる。

以上