

低炭素社会実行計画フェーズⅡ

一般社団法人 セメント協会

2014年12月18日

参加企業：一般社団法人 セメント協会の加盟会社(17社)

- ・ 八戸セメント株式会社
- ・ 日鉄住金高炉セメント株式会社
- ・ 日鉄住金セメント株式会社
- ・ 東ソー株式会社
- ・ 株式会社トクヤマ
- ・ 琉球セメント株式会社
- ・ 苅田セメント株式会社
- ・ 太平洋セメント株式会社
- ・ 敦賀セメント株式会社
- ・ 宇部興産株式会社
- ・ 株式会社デイ・シイ
- ・ 電気化学工業株式会社
- ・ 麻生セメント株式会社
- ・ 明星セメント株式会社
- ・ 三菱マテリアル株式会社
- ・ 日立セメント株式会社
- ・ 住友大阪セメント株式会社

1. 国内企業活動における 2030 年削減目標－セメント製造用エネルギー原単位の低減

「省エネ技術(設備)の普及」および「エネルギー代替廃棄物等の使用拡大」により、2030 年度のセメント製造用エネルギー原単位(*1)(*2)を 2010 年度実績から 49MJ/t-cem 削減し、3,410MJ/t-cem とする。(*3)

(*1) 「セメント製造用エネルギー原単位」の定義

[セメント製造用エネルギー原単位]=

[セメント製造用熱エネルギー(※)+自家発電用熱エネルギー(※)+購入電力エネルギー]÷
[セメント生産量]

(※)エネルギー代替廃棄物による熱エネルギーは含めない

(*2) セメント製造用エネルギー原単位は「評価年度の実測セメント製造用エネルギー原単位」を、基準年度からの「セメント生産量」と「クリンカ/セメント比」の変動に対して補正したものと
する。

(*3) 本目標は低炭素社会実行計画(目標年度：2020 年度)の達成状況、「4. 革新的技術の開発」の
進捗状況を鑑みながら、適宜見直しを行うこととする。

2. 主体間連携の強化—低炭素製品・サービス等による他部門での削減・貢献

(1)「コンクリート舗装における重量車の燃費の向上」による CO₂ 削減効果

「コンクリート舗装における重量車の燃費の向上」について検討した結果、燃費の向上が認められたことから、これを LCA 的な観点からの CO₂ 削減と位置付け、コンクリート舗装の普及を推進する。

セメントはモルタル、コンクリートの主材料として使用される。したがって、セメントの他部門での貢献は、モルタル、コンクリートの供用時における貢献となる。

道路の舗装面が「コンクリート」の場合、「アスファルト」の場合に比較して重量車の「転がり抵抗」(*1)が小さくなり、その結果として重量車の燃費が向上する(*2)。燃費の向上は、燃料の削減につながり、運輸部門における CO₂ の排出削減に貢献することから、コンクリート舗装の普及を推進する。

【舗装面を「アスファルト」から「コンクリート」に変更した場合の削減効果】

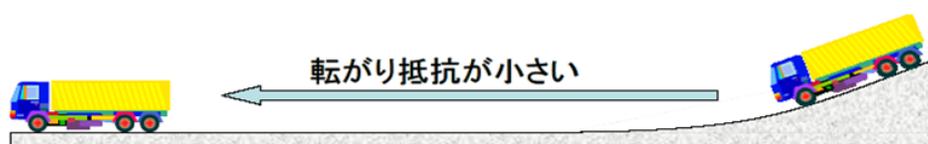
- ・同一距離走行時の燃料消費量：95.2～99.2%
- ・積載量を 11t とし、100km 走行した場合の CO₂ 排出量の削減量(*3)：1.14～6.87 kg

(*1) 「転がり抵抗」のイメージ

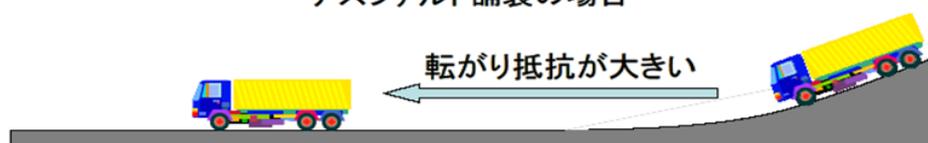
同じ自動車を用い、同じ高低差の坂道を下った場合、水平部での走行距離は、「転がり抵抗」で変化する(アスファルト舗装の場合に比較し、コンクリート舗装の場合、水平部での走行距離が長い)。

なお、自動車のブレーキ性能は、路面とタイヤのすべり抵抗が寄与するもので、路面とタイヤの転がり抵抗とすべり抵抗は全く別のものである。道東自動車道でのすべり抵抗の実測結果(時速 80km/h)では、コンクリート舗装：0.48、アスファルト舗装：0.46 の結果が得られた。この値が大きい方が、ブレーキがよく効くことを意味している。

コンクリート舗装の場合



アスファルト舗装の場合



(*2) 同一距離走行時の燃料消費量はセメント協会調べ。

(*3) 削減量の試算方法

「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」に記載されている下記の値を用いて試算した。

軽油の単位発熱量：0.0377 GJ/L

軽油の排出係数：0.0187 t-C/GJ = 0.0685 t-CO₂/GJ

軽油の単位 CO₂ 排出量：2.582 kg/L

貨物車(燃料：軽油、最大積載量：10.000～11.999t、営業用)の燃料使用量：0.0504 L/t・km

(2) 循環型社会構築への貢献

セメント産業は、他産業などから排出される廃棄物・副産物を積極的に受入れてセメント製造に活用しており、廃棄物最終処分場の延命に大きく貢献している。
今後もセメントの製造における廃棄物・副産物の利用を推進する。

1) 廃棄物・副産物の使用による天然資源の節約(保全)

セメント業界は他産業などより排出される廃棄物や副産物を多量に受け入れ、セメント生産に活用している。特に、クリンカ製造には原料系廃棄物やエネルギー代替廃棄物を多量に用いており、天然資源を節約(保全)している。

a) 廃棄物・副産物使用量の推移

(単位:千t)		2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度	2012 年度	2013 年度
種 類	主な用途							
高炉スラグ	原料、混合材	9,304	8,734	7,647	7,408	8,082	8485	8,995
石炭灰	原料、混合材	7,256	7,149	6,789	6,631	6,703	6870	7,333
汚泥、スラッジ	原料	3,175	3,038	2,621	2,627	2,673	2987	3,206
建設発生土	原料	2,643	2,779	2,194	1,934	1,946	2011	2,407
副産石こう	原料(添加材)	2,636	2,461	2,090	2,037	2,158	2286	2,401
燃えがら(石炭灰は除く)、 ばいじん、ダスト	原料、熱エネルギー	1,173	1,225	1,124	1,307	1,394	1505	1,405
非鉄鉱滓等	原料	1,028	863	817	682	675	724	770
木くず	原料、熱エネルギー	319	405	505	574	586	633	657
鑄物砂	原料	610	559	429	517	526	492	461
廃プラスチック	熱エネルギー	408	427	440	418	438	432	460
製鋼スラグ	原料	549	480	348	400	446	410	423
廃油	熱エネルギー	200	220	192	275	264	273	273
廃白土	原料、熱エネルギー	200	225	204	238	246	253	273
再生油	熱エネルギー	279	188	204	195	192	189	186
廃タイヤ	原料、熱エネルギー	148	128	103	89	73	71	65
肉骨粉	原料、熱エネルギー	71	59	65	68	64	65	63
ボタ	原料、熱エネルギー	155	0	0	0	0	0	0
その他	-	565	527	518	595	606	835	887
合計	-	30,720	29,467	26,291	25,995	27,073	28523	30,265
セメント1t当たりの使用量 (kg/t)		436	448	451	465	471	481	486

b) クリンカ原料としての廃棄物の利用

セメントの中間製品であるクリンカは、乾燥・粉砕・調合された原料を1450度の高温で焼成された鉱物で、主に酸化カルシウム (CaO)、二酸化けい素 (SiO₂)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、酸化第二鉄 (Fe₂O₃) の4成分で構成されている。

酸化アルミニウム (Al₂O₃) 源は、かつては天然の粘土が多く使用されていたが、現在はほとんどが、石炭灰や汚泥などの廃棄物に置き換わっている。

クリンカ原料として石炭灰や汚泥などの廃棄物の使用が進んだことにより、ポルトランドセメント製造に使用された天然粘土の使用原単位は大幅に減少し、天然粘土の使用に伴う環境負荷の低減に貢献している。

表 ポルトランドセメント製造における天然粘土の使用原単位

(単位：kg/t-ポルトランドセメント)

2001年度	2011年度
45.7	4.1

c) エネルギーとしての廃棄物の利用

「木くず」や「廃プラスチック」などのエネルギー代替廃棄物を利用することで化石エネルギーの使用量を削減しており、化石エネルギー資源の使用に伴う環境負荷の低減に貢献している。

エネルギー代替廃棄物の使用実績（2013年度）：882千kl（重油換算）

2) 廃棄物・副産物の使用による最終処分場の延命

現在、わが国では新たな処分場の建設は難しい状況になっており、既存の処分場をいかに延命させるかが重要な課題となっている。

環境省の発表によれば、2012年3月末日の産業廃棄物最終処分場の残余年数は14.9年となっている。仮に、セメント業界が廃棄物や副産物を受け入れなかった場合、最終処分場の残余年数は5.5年になるとセメント協会では試算している。

セメント工場における廃棄物・副産物等受入れ処理による産業廃棄物処分場の延命貢献について

【試算】

(A)	産業廃棄物最終処分場残余容量（2012年3月31日現在）	186,064(千m ³)
(B)	産業廃棄物最終処分場残余年数（2012年3月31日現在）	14.9(年)
(C)	2012年以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 [(A) / (B)]	12,487(千m ³)
(D)	セメント工場が1年間に受入れている廃棄物・副産物等の容積換算試算値	21,380(千m ³)
(E)	セメント工場が受入処理しなかった場合の最終処分場の残余年数試算値 [(A) / (C) + (D)]	5.5(年)
(F)	セメント工場が廃棄物等を受入処理することによる最終処分場の延命効果試算値 [(B) - (E)]	9.4(年)

(A) (B) の出所：環境省

3. 国際貢献の推進－世界的にみたセメント製造用エネルギーの削減へ向けての取り組み

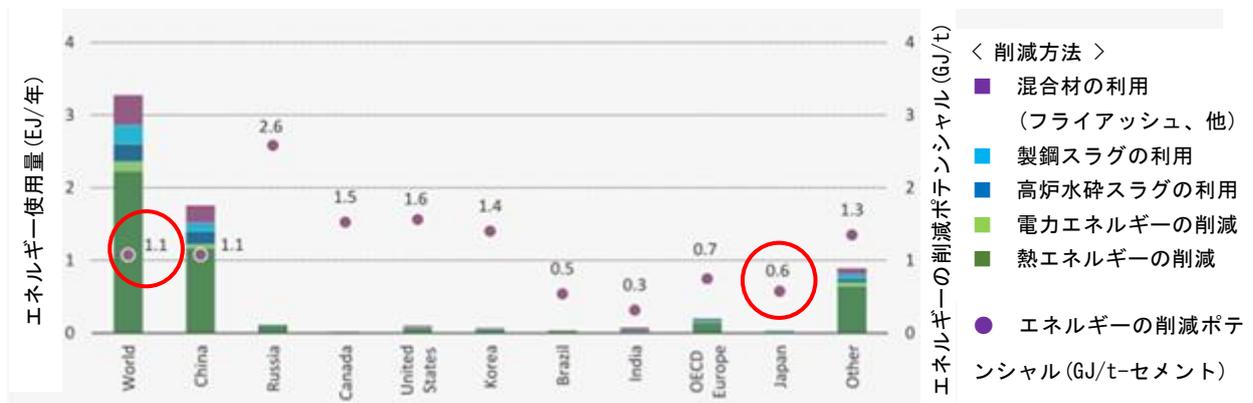
日本のセメント製造用エネルギーの使用状況、省エネ技術(設備)の導入状況、エネルギー代替廃棄物等の使用状況などを、ホームページを通して世界に発信し、世界的にみたセメント製造用エネルギーの削減に貢献する。

併せて廃棄物の利用状況も発信し、世界的にみた資源循環型社会への構築に貢献する。

IEA 発行の「エネルギー技術展望(2012)」では、エネルギーの削減ポテンシャルの世界比較を行っている(下図)。

図中の黒丸(右軸)はセメント 1t 当たりのエネルギー消費量(GJ/t-セメント)の削減ポテンシャルを示している。なお、ここでいう削減ポテンシャルとは、BATs(ベスト・アベイラブル・テクノロジー、利用可能な最善の手法)が全て採用された場合を基準とした時の削減ポテンシャルである。

全世界的にみた削減ポテンシャルは世界平均が 1.1(GJ/t-セメント)に対し、日本は 0.6(GJ/t-セメント)であり、日本のセメント産業は省エネが進んでいることがわかる。



出展：IEA エネルギー技術展望 (Energy Technology Prospective) 2012 p.403

4. 革新的技術の開発

【技術の内容】

(1) 鉱化剤の使用によってクリンカの焼成温度を低下させることにより、クリンカ製造用熱エネルギー原単位の低減を図る。

〈 想定される低減効果 〉

シミュレーション段階では、クリンカ中のフッ素含有量を 0.1%とした場合、熱エネルギー原単位が現状より 2.6%程度低減することが期待できる。

〈 今後の進め方 〉

フッ素原料の確保、実機における製造条件や品質管理方法の確立など、想定している環境や条件が整えば、可能な工場において実機で本技術の適用を進める。

(2) クリンカの鉱物の一つであるアルミン酸三カルシウム ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) 量を増やし、現状より混合材の使用量を増やすことにより、セメント製造用エネルギー原単位の低減を図る。

〈 想定される低減効果 〉

混合材の使用量の増大は、セメント中のクリンカ量の低減となる。

〈 今後の進め方 〉

実機における製造条件や品質管理方法の確立など、想定している環境や条件が整えば、可能な工場において実機で本技術の適用を進める。

【技術の展開により想定される省エネルギー量】

2030 年度ベースの生産量の見通しを 5,558 万 t(*1)とした場合、上記(1)および(2)の技術の合計として原油換算で約 15 万 kl(*2)を想定している。

(*1) エネルギー・環境に関する選択肢（平成 24 年 6 月 29 日） シナリオの詳細データの〈成長ケース〉と〈慎重ケース〉にそれぞれにおけるセメント生産量の間（平均値）を想定

(*2) 原単位としては 104(MJ/t-セメント)。2010 年度実績 (3,459MJ/t-セメント)から 3%の削減となる。

本技術は「革新的セメント製造プロセス基盤技術開発」において開発された技術であるが、実用化においては下記に示す条件がすべて満たされることが必要であり、これらの条件をすべて達成すべく併せて努力する。

【技術の内容(1)】

- ・実機試験を行い、製造条件が確立されること。
- ・上記技術により製造されるクリンカやセメントの品質管理方法が確立されること。
- ・鉱化剤として使用するフッ素系原料が安定的に調達できること。
- ・上記技術により製造されたクリンカを原材料とするセメントの使用に関するユーザーの理解が得られ、かつ、供給体制が整備されること。

【技術の内容(2)】

- ・実機試験を行い、製造条件が確立されること。
- ・コンクリートの各種物性(強度、温度上昇、各種の耐久性)として問題がないことが確認されること。

- ・セメントの品種によっては混合材の使用量について品質規格で上限値が規定されており、これを超える技術となった場合には、品質規格の改正。
- ・上記技術により製造されたセメントの使用に関するユーザーの理解が得られ、かつ、供給体制が整備されること。