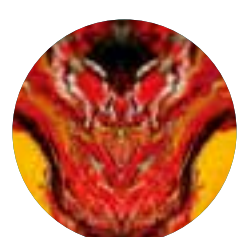
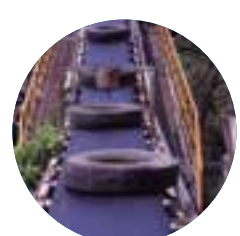
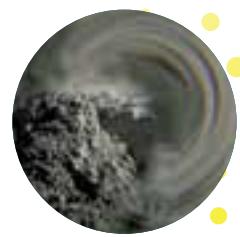
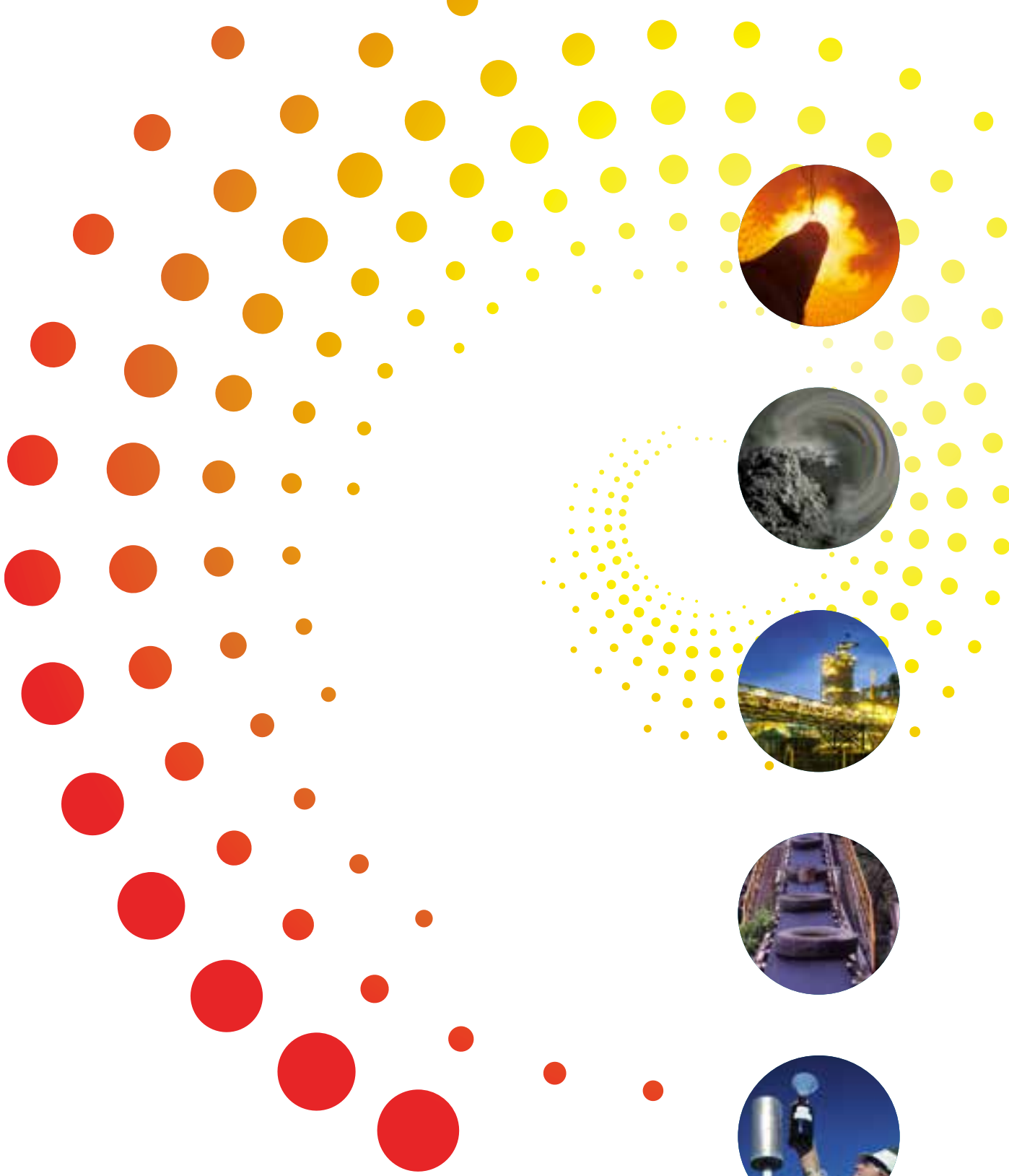


セメント産業部会 (CSI)

廃棄物・副産物の
セメント資源化のため
の指針



1	はじめに	2
1.1	WBCSD-CSI (セメント産業部会)	2
1.2	背景	2
1.3	CSI指針改定の目的	3
1.4	廃棄物処理においてセメント資源化の果す役割	5
2	セメント製造工程と廃棄物・副産物のセメント資源化	6
2.1	セメントについて	6
2.2	セメントキルンの熱特性	7
2.3	セメントキルンの適性	7
2.4	廃棄物・副産物のセメント資源化	8
2.5	セメント製造工程における廃棄物・副産物の投入場所	9
3	原料・燃料の選択	10
3.1	セメント製造工程への配慮事項	10
3.1.1	キルン運転への影響	10
3.1.2	排気ガスへの影響	10
3.1.3	クリンカ、セメントなど製品品質への影響	11
3.2	従業員の安全衛生管理	12
4	セメント資源化のための推奨技術と事例	13
4.1	廃棄物・副産物の収集運搬	13
4.2	廃棄物・副産物の受け入れ	14
4.3	バイオマスの適性な使用	15
4.4	一般的に忌避される廃棄物・副産物	15
4.5	都市ゴミ焼却灰	16
4.6	廃棄物・副産物の前処理	17
4.7	キルンの運転	18
4.8	排気ガスの管理と監視	19
4.9	コミュニケーションとステークホルダーとの関係構築	19
5	実績指標と報告指針	20
5.1	主要実績指標	20
5.1.1	大気汚染物質排出	20
5.1.2	エネルギー使用	20
5.1.3	原料使用	20
5.2	報告	21
5.2.1	集計対象とする施設	21
5.2.2	報告頻度	21
5.2.3	実績指標	21
6	用語	22
7	略語	24
8	元素と化学組成	24
	付録：セメント資源化のための指針	25



1 はじめに

1.1 WBCSD-CSI (セメント産業部会)

セメントは、一人当たり年間450kg消費される、世界で最も広く使われる建設材料です。セメントの製造には、多くのエネルギーと原料を必要とし、地域にも地球にも大きな影響を与える。この認識のもと、持続可能な開発のための世界経済人会議(WBCSD)の支援のもと、1999年セメント産業部会(CSI)が主要なセメント会社により設立された。

今日、CSIは、持続可能性の追求のために事業で貢献できると考える100カ国以上で事業を行う24の主要なセメント製造会社による活動です。CSI会員には、国際的な大会社から地域の小会社までを含み世界のセメント生産量の1/3をカバーしている。

CSIに関する詳細情報は、ウェブサイト：www.wbcscement.org をご覧下さい。

1.2 背景

世界的な人口と収入の増加は、廃棄物の増加を孕んでいる。しかし、同時に多様な廃棄物は産業工程で再利用されることで資源でもあるとの認識も広まっている。有用な資源の損失の防止と豊かな土地の保護のために、廃棄物の埋め立ては、禁止されるか最後の選択として見られることが多くなっている。多くの開発途上国において埋め立ての改善が追及されており、埋め立ては、より資源効率の高い処理方法が開発されるまでの一時的な措置であるとの認識が増加している。

同時に、人口ならびに収入の増加と都市化の進展によって、セメントのような建設材料の必要性は、高まっている。セメントの生産は、世界で広く行われており、かつ、一般的に人が暮らし、廃棄物が発生する場所の近くにある。このことは、廃棄物処理の

一つの選択肢を提供する。コンクリートは、材料のセメント製造がエネルギー多量消費であることを考慮しても、高耐久、建物のエネルギー効率を高め、リサイクル可能であることから、持続可能性の高い製品であると言える。廃棄物の増加とセメント製造の資源需要の増加から、セメント会社は1979年頃より廃棄物を原燃料とみなすようになった。段々とセメント会社による廃棄物の利用は、多くの国において廃棄物処理体制に少なからず貢献するものとなってきている。廃棄物・副産物の再利用にセメントキルンを使用するーセメント資源化と呼ぶーことは、廃棄物処理の序列でリサイクルとエネルギー回収の間に位置する。廃棄物・副産物が、発生防止と削減ならびに再利用とリサイクルによって技術的あるいは経済的に処理されない場合、セメント製造工程は、その工程内でエネルギーあるいは原料として全て回収されることで、埋め立てや投棄に比較し、より環境的に持続可能な解決策を提供する(図1、1.4項参照)。

セメント工場は、廃棄物・副産物をセメント製造のために使用し同時に材料のエネルギー分も回収されることで天然資源を保護し、地域の重要な役割を担う。資源化は、製造工程でエネルギーと資源回収を目的とし適切に廃棄物・副産物を使用し、結果、既存の燃料と原料の使用の削減を実現するという用語です。セメント工場による資源化は、以下のことによって、工場と近隣地域の双方に共通した利益を提供可能とする事業です。：セメント工場は、天然資源代替となる信頼できる近隣地域の物資を受け入れ、近隣地域は、焼却施設と熱回収設備への大きな投資あるいは埋め立てに関する非効率資源利用を回避する、より環境的な地域的施策から恩恵を得られる。

1.3 CSI指針改定の目的

セメント製造は、多量の原料と燃料を消費し、相当のCO₂を排出します。セメント製造において代替原燃料の使用は、必要とする化石燃料と天然原料を削減することができ、それゆえ、操業による総ての環境負荷を低減できる。代替原燃料には、他の工程から排出される廃棄物・副産物が利用できる。代替原燃料としてセメント産業でそれらの材料を使用することから利益を得ることが可能である一方、ある廃棄物の流れは、この目的に適しない。

この認識の下、CSI会員会社は、2002年に発行したCSI行動計画において、廃棄物・副産物原料は、従業員、近隣地域と環境、製造工程を害することなく、かつ、製品の品質を維持し、安全に処理できる場合にのみ使用することを誓約している。廃棄物の序列、産業の環境性と地域の資源管理体制との統合を尊重することを方針として、2005年CSIは、化石燃料と代替燃料、天然資源と代替原料の責任ある使用のための指針の第1版を発行した。

廃棄物・副産物のセメント資源化のための指針の本改訂版は、重要課題の技術的概観と最新のステークホルダーの期待動向と技術開発の観点からセメント産業における責任ある燃料と原料の使用と選択に関する指針を提供するものである。本指針は、第1版が発行されてからの経験にもとづいて書かれている。それは、セメント製造における廃棄物・副産物使用に関するあらゆるものを含むことを意味しておらず、セメント資源化において実行されなければならない重要な方針と手順の概要を述べたものである。

これらの指針は、それゆえ他の国際的に認知された指針文書と併せて使用しなければならない。最も認知されたものとして：

- 国連環境計画(UNEP)ーセメントキルンでの有害廃棄物の環境上適正なセメント資源化に関するバーゼル条約技術指針¹
- スtockホルム条約締約国会議によって発行された指針²
- 最優良技術に関する欧州委員会参考文書(BREF)³
- 他のセメント製造に関する特定の指針文書、例えばホルシム社GTZ指針⁴とSINTEF報告書⁵は、セメント産業のセメント資源化に関する有用な他の情報を提供している。⁶

セメント製造において大気排出される最大の成分は、ばいじん、窒素酸化物、二酸化硫黄、二酸化炭素と一酸化炭素である。微少の有機揮発成分、微少金属、微少有機汚染物質なども排出される。セメントキルンが定常状態(運転開始時と終了時を除く)で運転されているとき、原料と燃料の自然に起こる変動は、日々の排気ガスの小さな変動を引き起こす。

本指針の対象読者

本指針は、セメント会社とそのステークホルダーが、責任ある、そして持続可能な燃料と原料の選択と使用に対する取り組みとはどのようなものであるかの理解を助ける実務指針を提供する。

この指針が、セメント会社、公共組織総て、特に特定の取り決めのまだ未整備な国あるいは地域で、等しく広く流布され使用されることを目指している。一方、本指針は、従わなければならない地域の、国家の、あるいは国際的な取り決め事項に取って代ったり、優位となることを意図していなし、そのようなものでない。

最終的に本改定指針を確定するに先立ち、CSIは、産業界、NGO、学会、規制組織など多様なステークホルダーに、文書の質と一貫性についての意見を求めた。非常に有効な提言を受け、それらを可能な限り取り入れた。提言を寄せてくださった方々に感謝致します。それらは、文書の質を高めるのに役立ちました。

- 5 SINTEF. 2009. Requirements for Co-processing of AFR and Treatment of Organic Hazardous Wastes in Cement Kilns.
- SINTEF. 2009. Guidelines for Co-processing. Published in Proceedings of «China International Conference on the Utilization of Secondary Materials and Fuel in Building Materials Industry».
- 6 更なる情報はCSI ウェブサイト参照：<http://www.wbcdcement.org/index.php/key-issues/fuels-and-materials>.

1 UNEP – Basel Convention Secretariat. Technical Guidelines on the Environmentally Sound Co-processing of Hazardous Wastes in Cement Kilns. Available from <http://www.basel.int/TheConvention/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>.

2 Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2007. Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Cement Kilns Firing Hazardous Waste. Expert Group on Best Available Techniques and Best Environmental Practices, United Nations Environment Programme. Available at <http://chm.pops.int/Implementation/BATBEP/Guidelines/tabid/187/Default.aspx>.

3 European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau. 2010. Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. Available at eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/clm_bref_0510.pdf.

4 Holcim-GTZ. 2006. Guidelines on Co-processing Waste Materials in Cement Production. The GTZ-Holcim Public Private Partnership.



原則

- セメント会社が、持続可能な開発に貢献するための独自の戦略を策定することを支援することを目的として、CSI指針の第1版は、将来、燃料と原料の選択と使用をどのように行うかの指針を会員会社に紹介した。2005年に紹介された指針は、今も有効であり、以下のようなものである。
- 株主への利益を提供する、従業員に報いる、雇用、税金、社会活動を通じて地域社会に貢献する、経済的に活気のある産業を維持する。
- 法律、規制と既存の安全、健康、環境、品質に関する基準を遵守し、国の規制や廃棄物管理を扱う政策の改善に寄与する。
- 顧客のニーズと最も厳しい製品基準を満たし、高品質で価格競争力のある商品やサービスを提供し続けます。私たちは、社会の社会的、環境的、経済的ニーズの変化に応じて新たなセメント製品を開発します。
- 意思決定において、セメントの生産によって影響を受ける健康と安全は、最も重要なものとなる。従業員、請負業者や地域社会の健康と安全を守るために、設備、輸送、取り扱いと操作手順は設計される。
- 魅力的な雇用者として認識され、事業を行っている地域社会との信頼関係の構築に努める。
- 持続可能な資源管理のより広範な文脈の中で私たちの選択肢を評価します。我々の操業において化石燃料や天然原料を可能かつ適切に置き換えるために、他の産業、農業、自治体の廃棄物・副産物に含まれる鉱物成分及びエネルギーを回収することを目指します。
- 事業を行う国の廃棄物管理インフラストラクチャに関与していく。廃棄物・副産物の供給の変化、特にそれらの使用のためのより持続可能なオプションが出てくることに迅速に対応できるよう、準備する。
- 推奨されるセメント資源化技術と実例の使用と工程管理体制の継続的改善により可能な限り効果的な代替原燃料の使用を追及する。
- 監視、管理と重要な分野、特に健康と安全、二酸化炭素と原料代替率、の影響報告のための共通の指針を使用する。
- 継続的に、安全、健康、環境と品質管理の実行の監視と改善に取り組み、そして、従業員に彼らの役割に応じた指針と手順の訓練を施す。我々は、特に健康、安全、環境と品質の規制が現在存在する国において、強力な経営慣行を維持することに特に注意を払う。
- ステークホルダーとの建設的な対話による協働、そして、開放的で透明で説明責任を果す方法で、化石燃料、天然原料、代替原燃料の使用に関する決定を行う。
- 操業による影響の理解を改善するために継続的にデータを取得し、実績を定期的に報告する。

1.4 セメント資源化の廃棄物処理への貢献

政府、市政機関、企業、農業法人などは、経済価値と併せて廃棄物処理の序列に従って、どのように廃棄物を処理するか決定する局面にある。セメント資源化は、エネルギー回収と不燃成分を材料として回収する進取革新的回収方法である。

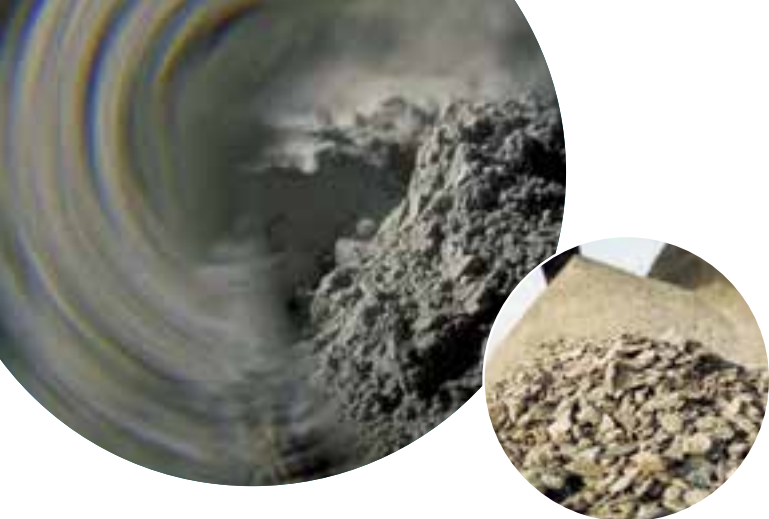
廃棄物の発生抑制と再使用に続いてリサイクルがあり、社会から要請が高まっている。セメント資源化は、リサイクルと熱回収の間にある。鉱物質は、工程の中で再使用され天然資源の代替となる。同時に、廃棄物中のエネルギー成分は、熱エネルギーとして高効率で回収される、それゆえ化石燃料の節減に繋がる。このようなことから、セメント資源化の廃棄物処理の中の序列では、リサイクルの下、熱回収を伴う焼却よりは、より優位に位置づけられる。

良好に安定し受容された廃棄物処理体制は、関係する総てのステークホルダーと共にセメント工場によって開発されるべきである。

セメント資源化の開発は、近隣、従業員(組合)、顧客、国家あるいは地域行政、NGOと廃棄物発生元との公正な、一貫した、透明な対話によってなされなければならない。対話は、環境影響、健康と安全、輸送影響、代替原料の品質管理、製造工程とセメント品質への影響、報告と情報公開、地域のニーズと要求事項など、いくつかのセメント資源化に関する重要課題にもとづいて行う。

図1: 廃棄物処理の序列中のセメント資源化





2 セメント製造工程と廃棄物・副産物のセメント資源化

2.1 セメントについて

セメント製造の第一段階は、石灰石を他の少量の原料(例えば、粘土、けい石、鉄)とキルンで1450℃に加熱する、この工程は多量の燃料を必要とする。これによりクリンカと呼ばれる硬い中間製品が生成され、それと少量の石膏を粉砕し、普通セメント(OPC)が作られる。石炭灰、ボゾラン(火山灰)、高炉スラグなどの成分をクリンカに混合して、混合物によって異なる性質を持つ混合セメントが作られる。OPCと混合セメントは、汎用のセメントです。

クリンカには、酸化カルシウム(CaO)、酸化アルミ(Al₂O₃)、シリカ(SiO₂)と酸化鉄(Fe₂O₃)を含む。主要成分(SiO₂, CaOとAl₂O₃)を組成図に落とす(図2参照)。OPCとクリンカと他の材料がそれらの基本鉱物とどのように関係するか容易に理解することができる。最終の組成の変化が、反応性、強度、凝結時間などの製造されたセメントの性質に影響を与える。

セメントは、厳格な建築基準に準拠する必要があります。そのため、製造工程は、それらの基準に適合するクリンカやセメントを得るため綿密に監視管理されている。このセメント資源化の指針の末尾の付録に、運転と管理の優良事例をより詳細に記述している。

図2: セメントと鉱物組成の化学組成



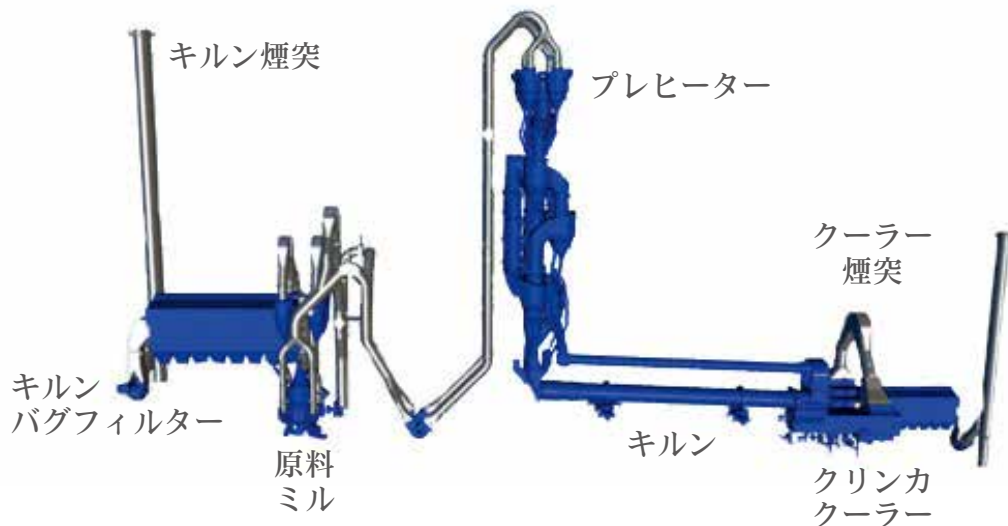
2.2 セメントキルンの熱特性

セメント工場では、原料や工程により、クリンカ1tの製造に3,000から6,500MJを消費する。多くのキルンで今日、石炭あるいは石油コークスを1次燃料とし、天然ガスや原油は少ない。それらの燃料は、エネルギー供給のために燃焼され、シリカやアルミナ(他の微量元素)を含む燃焼灰が残る。これらは、キルンの中で原料と結合し、クリンカの構成や最終製品の一部の形成に寄与する。燃料使用は、製造コストの内の最も大きなもので、少なくとも全体の30-40%を占める。

キルン系は、大きくは二つの部分からなる。第一は、主要原料の石灰石(炭酸カルシウム)を他の酸化物と反応させるために、分解して生石灰(酸化カルシウム)と二酸化酸素にするために加熱する脱炭酸工程。脱炭酸反応は、850℃から950℃の間、装置により、それはキルン、仮焼炉、プレヒーター下部で起こる。

第二は、焼成である。これは、酸化カルシウムがシリカ、アルミ、鉄などの酸化物と約1450℃にキルンの中で加熱され中間製品のクリンカを生成する工程である。

図3: セメントキルン系略図



2.3 セメントキルンの適性

欧州統合公害防止・管理局(EIPPCB)⁷は、有機物の分解を可能とする、高温かつ十分な滞留時間というセメントキルン固有の幾つかの特長を特定した。この特徴により、セメントキルンからのダイオキシン/フラン類(総ての類似の化学構造を持つ毒性組成の族)と燃料に関係する揮発性有機(VOC)と微量元素の排出は、他の廃棄物焼却処理に比較し、低く抑えられる。特に、これらの燃焼に関連する化合物のための排出限界は、焼却設備と同等かより厳しい。

- 主バーナーの火炎は2,000℃以上であることが、脱炭酸区間で1,000から1,200℃とクリンカ製造において材料を1,450℃とするために工程上必要である。

- キルン内の燃焼ガスの一般的な滞留時間は、1,000℃以上で5秒以上である。一方、焼却設備では2秒である。固形材料の滞留時間は、製造設備により20分から1時間である。
- 工程は、良好な攪拌状態によって酸化状態にあり、良好な燃焼が確かにされ、一酸化炭素や他の有毒物の発生が防止される。
- キルン内の熱の定常状態が、2.5と4.7項に従って廃棄物・副産物を投入することで、廃棄物中の有機化合物の完全な分解を確かにする。
- キルン中の廃棄物・副産物は、潜在酸性の燃焼ガスを中和する能力を有する多量のアルカリ(基本)材料と接触している。

⁷ 公式報告the European Union, L 100, volume 56, 9 April 2013, ISSN 1977-0677参照。URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:100:FULL:EN:PDF>.



- 燃焼の総ての無機鉱物残分(大部分の重金属を含む)は、クリンカとセメントの複雑な構造に取り込まれる。
- 完全な燃焼と鉱物残分の捕捉は、工程から残灰が発生しないことを意味する。
- セメントキルンは、廃熱発電設備を備えている。そのような設備は、ダイオキシン、フラン、揮発性有機物質を含むセメントキルンの排気ガスの特性を変えることはない。

*いくつかの揮発性金属(例えば水銀(Hg)、カドミウム(Cd)、タリウム(Tl))は、この方法では完全には不動態化できない。よって、原料や廃棄物・副産物の含有量を評価管理しなければならない。

**いくつかの天然原料に含まれる多量の塩素あるいはアルカリは、除去し責任を持ってリサイクルあるいは廃棄すべきキルンダストやバイパスダストを生成する。

2.4 廃棄物・副産物のセメント資源化

セメント産業は、他産業の廃棄物・副産物で天然原料の一部を代替することが可能である。それらは、その性質により、原料、燃料あるいはセメントの混合材として使用される。代替原燃料は、既存の原燃料と同様の品質規格に適合しなければならない。使用に際しては、本指針の付録1に示す優良事例やセメント資源化のための標準手順に従わなければならない。

(i) 代替原料の使用

カルシウム、シリカ、アルミ、鉄などを有用な鉱物を含む選定された廃棄物・副産物は、粘土、頁岩、石灰石などの原料の代替として、キルンにおいて原料として使用できる。

(ii) 代替燃料の使用

回収可能な熱量を持つ選定された廃棄物・副産物は、4項に述べられる条件に適合する場合、石炭などの化石燃料の代替として、キルンにおいて燃料として使用できる。

大部分の場合、セメント工程用の経済的な加工された代替燃料とするために一定の熱量を持つ均一性を確保とする均質化工程を含む、廃棄物・副産物に対する所定の前処理がなされる。処理工程の後、生産された代替燃料は、投入廃棄物の状態を保持し、そして、廃棄物管理規則によって管理される。

(iii) 代替原燃料

ある原料は、有用な鉱物成分と回収可能な熱量の両方を持つため、代替原料と代替燃料の識別は、いつも明確でない。例えば、下水汚泥は、低いが無視できない熱量と燃焼後の灰がクリンカ組成にとって有用な鉱物を含んでいる。

この特定の事例のために、これらの廃棄物は燃料としての扱いと有機物を完全に破壊するための高温処理をしなければならない。

(iv) セメント混合材としての使用

廃棄物・副産物は、多様な種類のセメントを生産するためにクリンカに混合して使用することができる。それらは、セメントの凝結時間を制御したり(合成石膏)、自身の性質として水硬性を有していたり(高炉スラグ)、モルタルの流動性に影響を及ぼしたりする。これらの代替成分の使用は、セメント製造の環境負荷を低減するために非常に重要である。1トンのセメントを製造するのに要するエネルギー消費の多いクリンカの量を削減し、CO₂排出量の削減につながる。

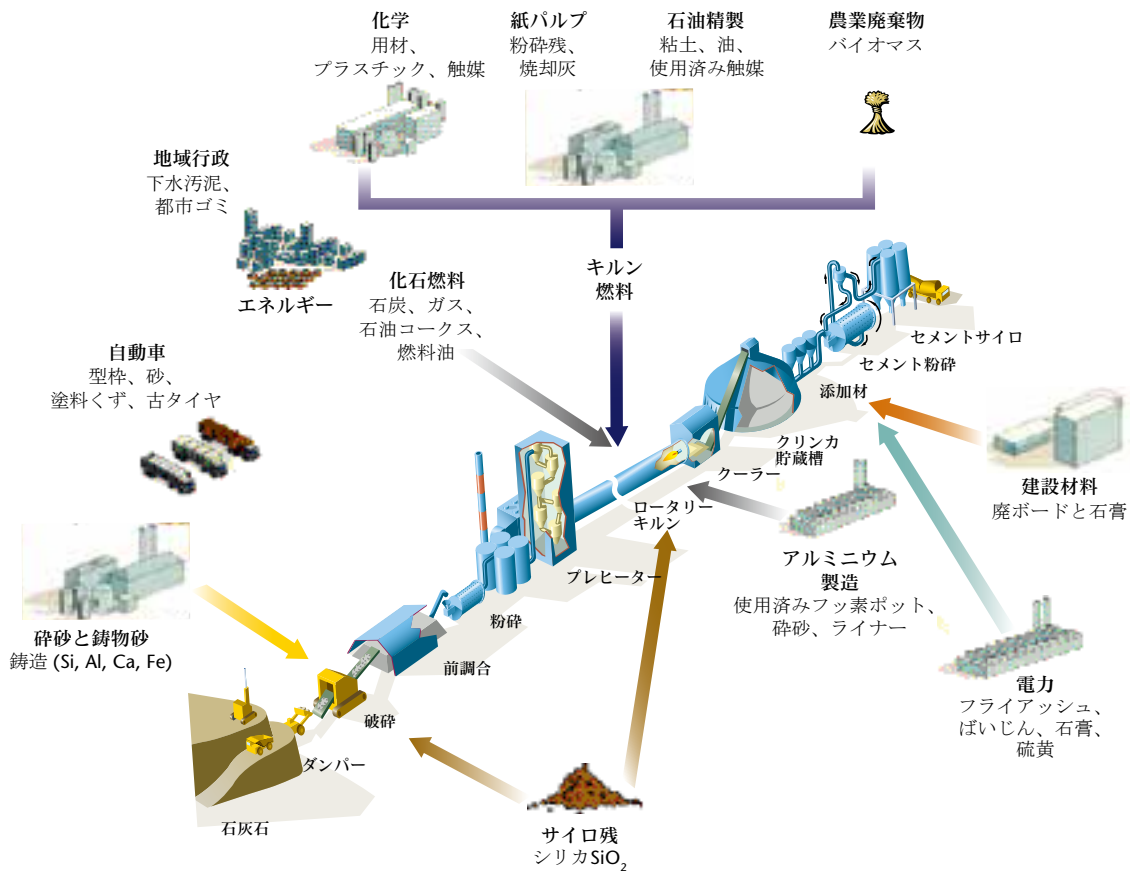
(v) セメント製造工程のための廃棄物・副産物原料の前処理

廃棄物由来燃料の安全な使用のための鍵は、キルンに使用する燃料の一貫性を理解することです。廃棄物の前処理は、燃料の品質(廃棄物由来燃料の含有物)と一貫性の両方を保証するために使用される方法です。

2.5 セメント製造工程での廃棄物・副産物原料の投入点

工程の異なる位置では温度が異なり、代替原燃料の完全燃焼と捕捉と望まれない排出の回避を確実にするために、工程内の適切な位置で適切な設備を介して投入されることが重要である。例えば、有機揮発成分を含む原料は、セメントキルンの主バーナー、キルン、ライザーダクトあるいは仮焼炉に投入されることが好ましい。それは、排気ガスに影響を与えないことを実証するための試験の他に、他の原料と共に投入してはならない。それゆえ、多くの場合、投入に際しては専用の設備を必要とする。

図4: 代替原燃料の投入場所の模式図



2 セメント製造工程と廃棄物・副産物のセメント資源化



3 原料・燃料の選択

3.1 セメント製造工程への配慮事項

原料と燃料の選択において、以下の要因を考慮しなければならない。

3.1.1 キルン運転への影響

- アルカリ、硫黄、塩素含有量：それらの化合物の多量の含有は、キルン系における蓄積と閉塞を招く可能性がある。それらは、クリンカやキルンダスト(CKD)に捕捉されず、バイパスにより過剰な化合物をキルン系のプレヒーター/仮焼炉から抽出する必要がある。高アルカリ含有CKDは、キルン内でのリサイクルをも制限する。
- 熱量：工程にエネルギーを供給するための鍵となる係数。
- 水分：総水分量(代替燃料、化石燃料、原料)は、生産性、効率性に影響しエネルギー消費の増加をもたらす。
- 灰分：灰分の化学組成は、クリンカ生産のための必要な要求事項に適合する調合原料の最終組成を確かにするために監視する必要がある。
- 運転の安定性(例えば、予期せぬシャットダウン(COトリップ)の頻度と期間)と廃棄物の状態(液状、固体)、前処理(破碎、粉碎)と均等性

3.1.2 排気ガスへの影響

- 有機物：有機物の含有は、CO₂排出と関連し、適切でない位置、定常運転でない時期に投入された場合、CO、総有機炭素、ダイオキシン/フラン類の排出も発生させる場合がある。そのよ

うな状態が発生したら、工程が定常状態にもどるまで、直ちに代替燃料の投入を停止しなければならない。

- 塩素：塩素は、アルカリと結合して細かい制御の困難な粒状物を形成する。いくつかの場合、塩素は投入した石灰石に含まれるアンモニアと結合する場合がある。これは、塩化アンモニウムを多量に含む可視の微粒の噴煙を発生させる場合がある。
- 金属：多くの重金属は不揮発性で、クリンカに固溶してキルン系を通過する。投入された揮発性金属は、平衡状態に達するまで蒸発と凝集のサイクルを内部で繰り返し、極少量が排気ガスによって排出される。タリウムや水銀とそれらの化合物は、揮発性が高く、カドミウム、鉛、セレンウムとそれらの化合物は揮発性が比較的低い。集塵機は、重金属とその化合物の粒子に付着したものだけしか捕集しないので、ガス状の種の排出は、制御されなければならない。
- キルンバイパス排気ガスは、別々の煙突から、または適切なバイパスを備えたシステムのキルン主煙突から排出させることができる。主煙突とキルンバイパス煙突の両方から同じ大気汚染物質が排出される。アルカリバイパスがある場合、大気への排気ガスの排出の適切な管理が、バイパス排気についても主煙突に要求されるのと同様に必要である。
- 原料、燃料、廃棄物・副産物に硫黄の含有量が多い場合、硫黄酸化物(SO₂)が排出される。

3.1.3 クリンカ、セメントなど製品品質への影響

セメントの製造は、主要成分であるCaO、SiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃、また同様に、硫化物(SO₃)、酸化カリウム(K₂O)、酸化ナトリウム(Na₂O)、酸化チタン(TiO₂)、リン酸(P₂O₅)などの微量成分の化学的性質の厳格な管理を要求する。代替原燃料は、キルン製品つまりクリンカの商品組成物を所望の割合と、できる数量や他の原材料との割合の中で使用しなければならない。代替原燃料使用が最終製品であるコンクリートに与える影響を明らかとするため多くの研究が、産業界、大学、研究機関、政府など多くの組織で行われている。

特に、多くのステークホルダーは、原燃料として回収使用される廃棄物・副産物に含まれる成分がコンクリートに影響を与えたり、あるいはセメント製品やコンクリートから溶出しないか懸念を持っている。この懸念は、コンクリートが住宅の主要な構成物あるいはパイプに使用される場合に高まる。これは最近に持ち上がった問題ではなく、すでに数多くの研究が20年以上にも渡って行われてきた課題である。過酷な試験が、NSF/ANSI規格61⁸(米国における水道管の第三者認証)で実施され、セメント中の金属類はコンクリート中でカルシウムシリケートと結合し、製品から溶出しないことが示されている。同様の結果は、Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques,⁹ Construction Technology Laboratories,¹⁰ Forschungsinstitut der Zementindustrie,¹¹ Cembureau,¹² the European Committee for Standardization,¹³や他の機関によって¹⁴示されている。

これらは、本指針に推奨されている廃棄物・副産物のセメント資源化によって、セメントやコンクリートの性能や性質が変化しないことの十分な査証である。一方、大量にある金属類が含まれる場合、セメントの性能に影響を与える可能性があるため、超過してはならない閾値を定める必要がある。

- 8 Colucci M., P. Epstein, B. Bartley. 1993. A Comparison of Metal and Organic Concentrations in Cement and Clinker Made with Fossil Fuels to Cement and Clinker Made with Waste Derived Fuels. NSF International. Ann Arbor, MI. March 1993.
- 9 Germaineau B., B. Bollotte, C. Defossé. 1993. "Leaching of Heavy Metals by Mortar Bars in Contact with Drinking and Deionized Water". Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques (ATILH). Paper for the Portland Cement Association Symposium – Concrete in the global environment. 10 March 1993.
- 10 Kanare H., P. West. "Leachability of Selected Chemical Elements from Concrete". Construction Technology Laboratories, Inc. Paper for the Portland Cement Association Symposium – Concrete in the global environment. March 1993. Portland Cement Association.
- 11 Thielen G., G. Spanka, W. Rechenberg. 1993. "Leaching characteristics of cement bound materials containing organic substances and inorganic trace elements". Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf, Germany. Paper for the Portland Cement Association Symposium – Concrete in the global environment.
- 12 Cembureau. 2005. "Trace Elements Leaching from Concrete and the Use of Alternative Resources". 22 Feb. 2005.
- 13 European Committee for Standardization (CEN). 1999. A study of the characteristic leaching behavior of hardened concrete for use in the natural environment. Report of the Technical Committees CEN/TC51 and CEN/TC 104. Final Draft, 59p.
- 14 Hazelton P., B. Murphy. 2007. Interpreting Soil Test Results – What do all the numbers mean? New South Wales Department of Natural Resources. CSIRO Publishing: Sydney.



3.2 従業員の安全衛生管理

従業員と協力企業に健康で安全な作業環境を提供することは良いCSRのための基盤であり、セメント産業にとって最も重要な課題である。持続可能な開発のための計画での公約の進捗の報告として、CSIは発生した死亡あるいは休業災害の経験にもとづき、セメント産業における安全手順の優良事例指針を発行した。他の健康障害について、指針で代替燃料の取り扱いを取り上げている。

セメント産業における健康と安全に関するCSIの指針文書は、www.wbcscement.org/safetyの事例と優良事例で入手できる。セメント産業における従業員の安全に関する刊行物、CSI会員が実践に合意している健康と安全に関する実績の監視、測定、報告のための「測定と報告のガイドブック」も入手可能である。

予見、認識、評価、制御は、職場に起因する健康と労働者の福利を損なう可能性があるリスクの評価と管理の基本原則である。健康と安全に関する実行計画は、危険の特定、評価と管理について予防の観点から策定することが薦められる、そして、適用可能であれば、有害廃棄物使用時の運転のための危機対応も含むことが望ましい。作業安全解析を指揮することや危機と対応の研究は、適切な管理実務と技術に沿った危機、潜在的危険の特定に使える取り組みです。総ての原材料の使用によってもたらされる環境リスクと影響の解析は、実行されなければならない。

安全な材料の取り扱い運転手順と容易に理解できる安全と危機対応の指導のための適切な参照文献と情報は、労働者保護のための安全衛生対策が取られることを全従業員が周知していることを確実にするために工場管理者によって事前に準備されなければならない。この情報は、材料安全データシート(MSDS)や廃棄物排出元からの情報に往々にして含まれている。従業員、規制当局および地域の緊急対応者(例えば消防署)は、個々の工場によって設定されている緊急対策上のタイムリーな情報を持っていることが不可欠です。特に、危機対応計画と手順は、有害廃棄物を含む総ての操業を開始する前に十分に確立され、新規または状況の変化や情報に応じて、その後定期的に見直す必要がある。

有害物に対する露出を減らす保護具(PPE)の使用は、工学的あるいは管理的な規制が実行可能でないか、露出を許容できるレベルに引き下げることによって効果的でない状況に限られるのが一般的である。保護具の使用によってもたらされる保護は、現在の業界標準にもとづいて、従業員の健康と安全を十分に確かにしなければならない。一方、保護具単独では、有害物に対する保護を提供していることに対する信頼性に欠ける、そして、予防手段や工学的管理と安全な製造実務と組み合わせて使用されるべきである。

工場は、従業員のための適切な文書化された訓練計画を策定し実行しなければならない、そして、協力企業は、その作業内容と責任によって決まるレベルまで効果的に訓練されなければならない。

4 セメント資源化のための推奨技術と事例

4.1 廃棄物・副産物の収集運搬

適切な規制のない場合、関連する国際的に認知された慣行を考慮し、一般的に受け入れられ認知されている国際的な規制や標準に準拠し、有害あるいは他の廃棄物・副産物は、梱包され、表示を付けて運送しなければならない。欧州共同体 (EU) の廃棄物枠組み指令 (WFD)¹⁵によれば、収集運搬中の有害物質の混合は、特定の条件下あるいは業者がそうすることを許可されている場合にのみ許される。

事故と、特に、不十分な表示あるいは特性を明確にしきれていない非互換性の廃棄物・副産物の混合や非分離貯蔵による事故を避けるため、適用される法的要求事項を熟知し遵守する総ての認可と許可を得た収集運搬業者のみを使用する。

企業が廃棄物を輸入することを提案する場合、国の法律と適用される廃棄物の越境移動に関する管理体制、最も良く知られるものは事務局が国連環境計画 (UNEP) のバーゼル条約と経済協力開発機構 (OECD) 理事会決定のC(2001)107/FINALの改訂版、に対する輸入国の負う義務を考慮しなければならない。EU加盟国は、廃棄物輸送に関する欧州会議規制の遵守義務を負うことを宣言している。¹⁶バーゼル条約と欧州会議規制は、廃棄あるいはリサイクルのどちらに向かうかに関係なく、廃棄物の国際的な流通に係る。一方、OECDの決定は、OECD内での廃棄物のリサイクルのための流通にのみ係る。総ての設備の運転は、それを実施する国における管理規制を受ける。

バーゼル条約では、有害廃棄物の越境移動を輸出国が行うには、排出国と受け入れ国との間に立証された条約にもとづく契約が存在しなければならない。条約ではさらに、通知書類に記載の契約条項に沿った運用が整ったとの受け入れ側からの確認を要求している。

4.2 廃棄物・副産物の受け入れ

総ての使用しようとしている代替原燃料は、受け入れ前に発生元によって性質を明確にされなければならない。受け入れ設備を守るため、鉱物組成、有機物含有量の程度、重金属の組成などの材料の成分とそれが事前に決められている受け入れ基準に適合しているか、良く知った上で事前選択されなければならない。排出元によって、性質に関する所要事項総てが明らかにされていることが、望ましい。さらに、排出元とセメント工場の間で文書化した契約書が交わされていることが好ましい。

受け入れ要件は、地域の規制に従って、規制がない場合は少なくとも年1回、定期的に更新見直しを行うべきである。

代替原燃料の現場での配送・受け取りを統制する適切な手続きを開発し、実施しなければならない。その文書は、顧客と規制とで合意した条件に準拠していることを判定するための資料を含んでいなければならない。非準拠の場合、適切な手続きが存在し、顧客に伝えられ、実行されなければならない。

代替原燃料の貯蔵に際しては、健康と安全、消防、地域状況と総ての適用される規制を考慮しなければならない。

現場の管理計画は、代替原燃料を含むように拡張されなければならない。環境管理のための適切な品質管理項目は、顧客との合意の上で選定され、十分な頻度で測定されなければならない。

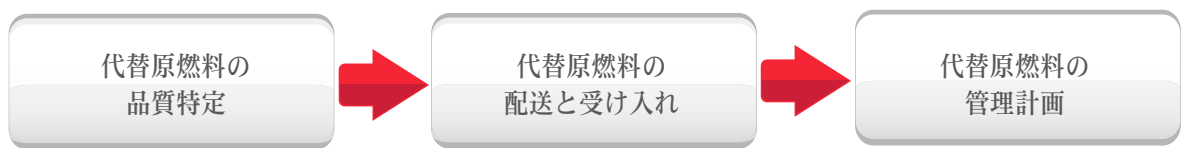
環境と品質の管理体制 (EQMS) は、現場で運用されることが好ましい。EQMSには、現場での代替原燃料 (AFR) の運用管理に関する適切な手順、指導、過程と計画を含まなければならない。

15 Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives.

16 Regulation (EC) N°1013/2006 of the European Parliament and of the Council of 14 June 2006 on shipments of waste (Official Journal of the European Union No. L 190, 12.7.2006, page 1 (with amendments)). See <http://ec.europa.eu/environment/waste/shipments/legis.htm>. 参照



図5: 代替原燃料の過程



重金属類高含有の代替原燃料の使用は、環境と製品品質に影響を与える可能性がある。環境に関しては、重金属類の含有量は、下記の許容値以下であることが一般には推奨される。：

$$\text{Hg} + \text{Cd} + \text{Tl} < 100 \text{ ppm}$$

$$\text{Cu} < 1,000 \text{ ppm} \text{ ロングあるいはレポルキルン}, < 3,000 \text{ ppm} \text{ 仮焼炉付きキルン}$$

$$\text{As} + \text{Ni} + \text{Co} + \text{Se} + \text{Te} + \text{Cr} + \text{Pb} + \text{Sb} + \text{Sn} + \text{V} < 10,000 \text{ ppm}$$

$$\text{Cr} < 150 \text{ ppm} / \text{調合原料中の微量材料(無損失ベース)}.$$

代替原燃料の受け入れ可否を支援するために必要な分析(例えば水銀、他の重金属、有機化合物など)を行える分析機器が、内部に、あるいは利用可能な外部機関に、なければならぬ。必要とされる分析に対し、定期的に検査と校正そして監査(外部認証あるいは内部)を受けた装置を備えている機関によって、分析は行われなければならない。

廃棄物・副産物の経路総てが追跡可能であることが好ましい：

- 手続きとサプライチェーンの手順の洗い出しによって
- 装置と手順の定期的監査によって
- 地域の規制に従っての当局への通知によって

揮発性金属である水銀は、セメントクリンカにほとんど捕捉されず、除去可能であるが排ガス中に、あ

るいは、キルンダスト中に認められる。キルン系から水銀を除去する方法(例えばダストシャットリング)がない場合、原燃料中の総ての水銀は、排気ガスによって排出される。それゆえ、水銀除去装置のない場合、原燃料からの水銀の持込を制限することが非常に重要である。代替原燃料中の水銀含有量は以下の制限値以下とすることが好ましい。

特定の代替原料において平均含有量の最大値^Aを100ppb^B以下/調合原料中の代替原料の割合(無損失ベース)

特定の代替原料において平均含有量の最大値^A(ppb) < 代替燃料の低位発熱量^C(GJ/t-fuel) * 100 / キルン燃料消費量(GJ/t-kg) * 代替燃料率(%)

^A 少なくとも試料の80%がこの値以下

^B ppb: 10億分の1(10⁻⁹)、mg/ton

^C LHV: 低位発熱量

これらの規制値で代替原燃料を簡易的に可否判断できるが、数種類の水銀含有代替原燃料がある場合や水銀削減策が適用されている場合、多様な原燃料の影響予想と水銀の排気ガスの削減方法のためにマスバランスによる分析を行う必要がある。

4.3 バイオマスの適性な使用

セメント工場でバイオマスを燃料として使用することは、燃料の温室効果ガス影響を低減すると同時にセメント工場周辺共同体の地域経済開発に寄与する機会を提供する。バイオマスの燃料としての責任ある使用は、セメント工場に人類と地球に対して正の影響がある方法で使用されることを要求する。総てのバイオマスの活用は、完全に地域あるいは国の規制を遵守して行わなければならない。

第一に、バイオマス製造、運搬、使用のサプライチェーン全体のトータルで、化石燃料と比較して正(温室効果ガスGHGの排出が少ない)でなければならない。バイオマス製造にあたっては、保護あるいは希少種を含む生物多様性に悪影響を与える方法で行ってはならない。

燃料生産のためのバイオマスは、食料供給と共同体の自給自足と競合してはならない。セメント工場は、バイオマスのサプライチェーンと使用が、地域の食料供給(食糧価格の急激な上昇)や共同体の自給自足の核(例えば、熱源、薬、建設材料など)であることを危険にさらすことのないよう確かになければならない。

最後に、ステークホルダーに対し透明性を確保することは不可欠である。バイオマス使用が共同体に与える影響についての対話だけでなく、地域の人々、とりわけ労働環境と財産権の尊重が必要である。住民が既存する土地の買収が必要な場合は、常に既存住民に対する事前の説明と了承を得る必要がある。

4.4 一般的に忌避される廃棄物・副産物

化石燃料と天然原料は、適切な組成を持つ廃棄物・副産物で一部を代替することができるが、クリンカやセメント製品の品質は維持されなければならないし、製品を重金属の掃き溜めとしてはならない。その化学組成、材料特性、有害性ゆえにセメント工場の安全と操業に影響する可能性があり、また、顕著な環境影響をもたらすような廃棄物・副産物は、セメント資源化をされるべきでない。それゆえ使用する廃棄物・副産物に対する品質規定が必要で、ある場合にはその廃棄物・副産物の使用を制限する必要がある。そして、セメント資源化のために適さないと考えざるをえない廃棄物・副産物を以下に上げる。

- 原子力産業からの放射性廃棄物
- 電気・電子廃棄物(e-廃棄物)
- まるごとの電池
- 腐食性の廃棄物、鉍物酸を含む
- 爆発物と弾薬
- アスベスト含有廃棄物
- 生物医療廃棄物
- 化学あるいは生物兵器
- 分別されていない都市ゴミを含む未知あるいは成分の予見できない廃棄物
- クリンカの鉍物組成に寄与しない廃棄物原料(例えば重金属処理残)

それぞれの工場は、地域の原燃料の化学組成、社会資本、セメント製造工程と廃棄物を管理、取り扱い、投入するための機器の可用性とその工場特有の健康、安全、環境に関係する課題によって、さらに他の材料も忌避する。



4.5 都市ゴミ焼却灰

セメント工場の運転員は、頻りに都市ゴミ焼却灰の代替原料としての使用の検討を求められる。焼却炉あるいは廃棄物焼却エネルギー回収工場は、2種類の焼却灰を排出する。

- ボイラーと排ガス処理からの焼却炉フライアッシュ
- 廃棄物原料の不燃焼分からのボトムアッシュ

焼却炉フライアッシュは、石灰や他の無機吸着剤に捕捉された揮発性汚染物質（例えば、塩素、硫黄、揮発性金属）を含んでいる。使焼却灰フライアッシュ廃棄物のこの組成は、前処理せずにセメントキルンで使用することに一般的に不適である。

ボトムアッシュは、鉄にリサイクルできるものを抽出するために前処理がなされる。残渣は、不燃有機物、アルカリと残渣金属に汚染された不活性材料からなる。いくつかの国の分析によれば、ボトムアッシュの組成は、投入される廃棄物の組成（非常にばらついている）と焼却炉の運転条件（廃棄物の熱量によって変動する）に高度に依存して安定していない。ボトムアッシュのセメント工程での代替原料（ARM）としての使用は、組成と成分の変動に伴って、適切でなく推奨できない場合がしばしばある。すべての工業操作の中で原料として焼却灰を使用する前に、（焼却炉の運転開始と停止を含む）長期間にわたっての組成変動の詳細な分析を行うべきである。セメント品質、工程、排気ガスへの影響を評価しなければならない。ボトムアッシュは、どのような成分であれ廃棄物とみなさなければならない、それゆえ、体系的な成分の監視を伴う廃棄物処理手順に従わなければならない。

4.6 廃棄物・副産物の前処理

原燃料の一部として廃棄物・副産物をセメント産業で処理する場合、一般的に廃棄物・副産物の均一な流れを作るために前処理（例えば、分別、破碎、粉碎、混合、調合など）をして原料とすることが要求される。それらの工程の品質検査は、特定の標準にもとづいてクリンカあるいはセメントを作る受け入れ工場によって作られた規準（例えば、塩素や重金属の含有制限値）に適合し、かつ、環境規準に適合するために行われる。最適な運転のために、セメントキルンは、品質においても量においても均一な廃棄物・副産物の流れを要求する。ある廃棄物・副産物は、前処理をすることによってのみ、その状態とすることが出来る、一方、使用済みオイルやタイヤなどは、持ち込まれたままで前処理なしでも使用できる。

一般的に前処理とは、廃棄物・副産物を物理的かつ/あるいは化学的な性質を均質化するための操作と定義される。これは、受け入れた廃棄物・副産物を選択された処理操作に適合させることを目的に行うもので、それは、廃棄物・副産物の受け入れ規準を回避するためではなく、均一で安定した原料を保証してほしいというセメント工場の運転要員の技術的要求事項である。前処理によって、廃棄物・副産物は最終ユーザーによって設定された化学的物理的規格に準拠したものにされなければならない。

前処理に含まれる有害物と非有害物の混合調合は、使用のための特定の規格に適合する均一な原料とすることを保証するために必要なことであって、含有レベルや有害物の特性を法的要求事項から回避させることを意図して有害物の混合を行ってはならない。混合調合（他の種別の有害廃棄物との、あるいは他の種別の廃棄物、物質、材料との）を伴う廃棄物・副産物の前処理は、一般的に許容されている。

- 混合操作は、操作を実行できると評価された工場で実施される。処理操作は、偶発的な混合操作ではなく、意図的なもののみでなければならない。
- 人の健康と環境への廃棄物処理の不都合な影響が増加せず、廃棄物処理は、人の健康を危険にさらさず、環境、特に水、空気、土壌、植物、動物へのリスク、騒音や悪臭などの迷惑の原因、田舎や特別の地域に不都合な影響となることがないように実行される。
- 「European Commission's Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries」は、混合調合に関し次の優良事例を示している。
- 下流の廃棄物・副産物処理の汚染物質排出の増加を避けるために、混合調合が可能な廃棄物・副産物の種類を制限する混合調合の決まりを準備適用する。
- 梱包された廃棄物・副産物の収集混合は、指導と監督のもと、訓練された要員によって実施されることが確実になければならない。
- 前処理区域、混合反応槽、他のものからのガス状排出物を制御するため空気の流れを供給する適切な大きさの抽気装置を適用する。あるいは、特定の槽からの通気ガスを処理するための別の装置を取り付ける。
- 有害廃棄物から固形廃棄物燃料を準備するために適切な大気制御装置を備えた気密区域で混合調合操作を行うことを考慮する。
- 処理の程度は、処理される材料と、エンドユーザーの要求の種類に依存する。混合および均質化のような操作は、供給及び燃焼挙動を改善することができリスクを低減できるが、所定の準備に従って実施されるべきである。廃棄物・副産物使用が、滑らかで連続したキルンの運転、製品の品質、施設的环境性能、一定の品質を損なうことのないことを確実にするには、代替原燃料の供給速度が重要である。この目的のために、前処理は、次の基本原則に従うべきである。
- 代替原燃料の化学的物理的品質は、環境保護、工程の保護、製品の品質を確かにするために総ての規格や標準に適合しなければならない。
- エネルギーと鉱物の含有量は、適切なキルンへの投入を可能とするよう安定維持されなければならない。
- 物理形状は、安全で適正な取り扱い、貯蔵、投入を可能とするものでなければならない。
- 整理整頓清潔は、作業環境の向上と潜在的な運転上の問題を前もって抽出することを可能にするよう実行されなければならない。考慮すべき要素は、受け入れた廃棄物をそのリスクに従い識別し、仕分けし、貯蔵するための体制、運転機器からの排出の防止、効果的な排水管理、効果的な予防保守、である。
- 以下は、前処理設備が準拠していなくてはならない主要な原則である。
- 前処理設備は、廃棄物処理に関する許可を得ていなければならない。
- 有害廃棄物から生成される代替燃料は、有害廃棄物とみなされる(非有害廃棄物と混合されていたとしても)そして廃棄物の立場に応じた取り扱いをしなければならない。
- 運転は品質、健康安全手順にもとづいて熟練者によって管理されなければならない。
- 混合による廃棄物・副産物の前処理を、廃棄物あるいは原料の規則に従った等級や化学的受容性を変更するために使用することはできない。
- 廃棄物の流れを追跡可能とすることを、工程に組み込んでいなければならない。
- 投入した廃棄物・副産物の処理工程は、最後まで明らかにしなければならない。
- 廃棄物・副産物処理計画は、処理された廃棄物・副産物のための品質規格を含んでいること。
- 品質管理と試験の手順は、廃棄物由来の燃料がその仕様を満たしていることを確実にするため、廃棄物処理計画に組み込む必要がある。このような仕様は、3.1、4.2および4.3の要件を含む材料の特性と変動を含むべきである。



4.7 キルンの運転

化石燃料と天然原料を使用時のキルン系の運転管理の一般的な原則を、廃棄物・副産物の使用時にも適用しなければならない。特に、総ての関連する工程の状態を測定記録し、体系的に評価しなくてはならない。測定には、クリンカ中の遊離石灰、排気ガス中の過剰酸素量、一酸化炭素濃度、総炭化水素量を含む。

キルンの能力を最適化するために、代替原燃料は、適切な投入位置に、適正な割合で、キルン系に投入すること、そして、妥当な廃棄物・副産物の品質と排気ガスの管理体制を持たなければならない。投入位置は、使用される廃棄物・副産物の特性(有害な特性を含む)に応じて選択されなければならない。

キルンへの投入は、適正な温度、滞留時間、混合状態、酸素濃度の状態で行わなければならない。

高度に安定した分子構造を持つ代替燃料、例えば、高度に塩化された有機合成物、は、完全燃焼を確実にを行うために、高温燃焼が長く持続する主バーナーに投入されなければならない。他の投入位置は、分解と除去効率の高い試験結果が得られた場合にのみ使用可能である。

揮発性有機物を含む(5,000mg/kg以上)代替原料は、排気ガスが規準に適合している試験結果が得られなければ使用してはならない。

揮発性有機物を含まない鉱物無機廃棄物・副産物は、原料あるいは原料スラリーへの添加やクリンカとの混合あるいは混合粉碎をすることができる。

4.8 排気ガスの管理と監視

セメント工場は、規制や社内規格に従って汚染物質が排出されている。排出物の測定・監視と報告は、産業としての環境性能を理解・立証、改善することに役立つ。信頼性と簡潔な排出情報の欠如は、工場操業に対する地元の不安を引き起こす可能性がある。

排気に関する監視と報告は、許可された規格と規制要求事項に準拠して、そのようなものがない場合、CSIのセメント産業向け排気監視と報告に関するガイドラインの最新版に規定されている最低限は、行わなければならない。

これらのガイドラインは、キルンに酸素、一酸化炭素、粒状物質、SO₂、NO_x、ばいじん、総炭化水素の排出を連続的に測定する機器を付ける事と重金属とダイオキシン/フランの定期測定を規定している。2005年CSI会員全てに対し共通の枠組みを提供するために、CSIは、排気の測定と報告手順の第1版を発行した。第1版の適用から得られた経験と第1版の評価とその後出来た規制枠組みなどを取り入れ、ガイドラインは2012年に更新された。そのガイドラインは、www.wbcscement.org/emissionsで入手できる。

適用可能な最優良事例の指針と有害廃棄物のセメント資源化によって発生する予期しない難分解性有機汚染物質(POPs)の防止と最小化のための最良環境実例の暫定指針が、ストックホルム条約事務局によって発行されている。指針では、新設既設の施設とも基本的対策は、排ガス中のPCDDs/PCDFs(ダイオキシン/フラン)の濃度を低いレベル(0.1 ng I-TEQ/

Nm³)とすることを考慮するよう述べている。基本的対策で、その低レベルが達成されない場合、予期せぬPOPs以外の汚染物質の制御のための機器が、ストックホルム条約の付属書Cに記載の化学排気物の低減に同時に効果が期待できるので、二次的対策として挙げられる。他の汚染物質の最大排出量の制限に関しては、該当する国の法律が適用されるべきである。特に水銀に関連して、キルンからの水銀の大気への排出量が排出制限値を越えないようにするため、排出制限値を越える可能性のある廃棄物中の水銀の量を制限するように、バーゼル条約技術ガイドラインは推奨している。

4.9 コミュニケーションとステークホルダーとの関係構築

媒体を使つての情報提供と公聴会や諮問委員会などを通してのステークホルダーの関与は、セメント工場にとって継続中の活動である。企業と影響を与えている地域社会との良好な関係を構築するために、コミュニケーションと関与は共に機能する。

ステークホルダーの関与のための一般的な取り組みの開発において、目的と関与のための合理的な期間に対する明確な理解は、最重要である。セメント工場は、必要な資源の配備、相互に利益ある結論を見出す意思、そして、最高の関与行程があっても合意に達することが出来ないことがあること、を備えていなければならない。特に、廃棄物や有害廃棄物の使用の計画者は、負の影響を回避するために実行される対策を説明し、ステークホルダーがセメント資源化の理解するために必要な全ての情報を提供し、公共や従業員の可能性のある影響への懸念に対処する準備をしなければならない。

ステークホルダーとのより強い協働のためのコミュニケーション計画の策定のための助言が、WBCSD支援のCSIの活動の方向の一部としてバテル記念研究所の支援の下作られたセメント工場におけるコミュニケーションとステークホルダー関与に関するガイドブック¹⁸にある。ガイドブックによるゴールは、操業している地域社会とのセメント会社にとって安定した建設的な関係の構築である。基本的コミュニケーションとステークホルダー関与の計画に対する一般的取り組みを第一に述べている。次に、コ

ミュニケーション計画全体を実行するための特定のツールを提供している。最後に、セメント工場がコミュニケーションとステークホルダーの関与を増加させるために必要とする場合のシナリオを述べている。

会社と工場は、原燃料の使用に特定して言及するステークホルダー協働計画と方針の策定と実践を推奨される。そのような計画は、主要なステークホルダー、彼らの役割、ニーズ、期待を特定し、彼らの懸念への取り組みや反応への適切な機会を提供しなければならない。加えて、CSIの合意された活動として、会員会社は、ステークホルダー協働計画の開発の各社の進捗状況と関連するステークホルダーに関する主要な課題に関する進捗状況を報告する。

17 Secretariat of the Stockholm Convention, op. cit., pp.31-38.

18 Hund, G., J. Engel-Cox, K. Fowler, T. Peterson, S. Selby and M. Haddon, M. 2002. Communication and Stakeholder Involvement: Guidebook for Cement Facilities. Battelle Memorial Institute and Environmental Resources Management (ERM) Ltd. Commissioned by the World Business Council for Sustainable Development. Available at http://www.wbcscement.org/pdf/battelle/stakeholder_guide.pdf



5 実績指標と報告指針

5.1 主要実績指標

主要実績指標(KPI)は、どのように会社が、原燃料使用の環境効率の高度化に取り組んでいるのかの評価を示す。以下の評価は、CSI会員会社が、開示報告することに同意したものである。KPIは、CSI憲章にある排出物質の監視と従業員の健康と安全を含む他の主要分野のためにCSI会員によって同意されたものである。

5.1.1 大気汚染物質排出

- セメント産業向け大気汚染物質排出の監視と報告のためのCSI指針を参照

5.1.2 エネルギー使用

- クリンカ焼成熱量原単位：総キルン消費熱量をクリンカ生産量で除してMJ/tで表記したもの。
- 代替燃料使用率(キルン燃料)：代替燃料の熱量を総キルン消費熱量で除して%で表記したもの。
- バイオマス燃料使用率(キルン燃料)：バイオマス燃料の熱量を総キルン消費熱量で除して%で表記したもの。

熱量原単位、代替燃料使用率、バイオマス燃料使用率は、2011年5月CSI発行のセメントCO₂・エネルギープロトコル最新版の定義に従う。ガイドライン文書、エクセル計算表、インターネットマニュアルの3つからなるそのプロトコルはwww.cement-co2-protocol.org/v3で入手可能。

5.1.3 原料使用

- 代替原料使用率：セメント製造に使用した総原料量の中の代替原料の割合(乾燥ベースで計算)
- クリンカ/セメント(等量)比：クリンカ消費量とセメント生産量を基本として計算されたもの(%)

クリンカ/セメント比は、最新版のセメントCO₂・エネルギープロトコルの定義に従う。

計算例 - 代替原料使用率：

あるキルンのある年のクリンカ製造に使用した原料

	天然原料		代替原料		
	高品位石灰石	低品位石灰石	フライアッシュ	鉄原料	スラグ
湿潤状態	1,136,175 t	1,305,950 t	68,674 t	11,473 t	7,053 t
水分	9.6 %	10.2 %	20.7 %	9.9 %	5.8 %
乾燥状態	1,027,102 t	1,172,743 t	54,458 t	10,337 t	6,644 t

天然原料計：2,199,845 t / 年

代替原料計：71,439 t / 年

混合セメント製造に使用した原料

	天然原料		代替原料		
	高品位石灰石	低品位石灰石	フライアッシュ	スラグ	工業石膏
湿潤状態	50,000 t	120,000 t	150,000 t	400,000 t	230,000 t
水分	9.6 %	7.5 %	0.2 %	5.4 %	4.5 %
乾燥状態	45,200 t	111,000 t	149,700 t	378,400 t	219,650 t

天然原料計：156,200 t / 年

代替原料計：747,750 t / 年

代替原料使用率：

$$\frac{71,439 + 747,750}{2,199,845 + 71,439 + 156,200 + 747,750} = 25.8\%$$

5.2 報告

指標と報告期間は、最新のセメントCO₂・エネルギープロトコルの算定規則と連結条件に従って決定される。

5.2.1 集計対象とする施設

会社は、報告対象とする組織境界を以下の選択肢から一つ決定する。

- 持ち株比率基準
- 支配力基準(経営あるいは財務)
- それらの組み合わせ

上記は、セメントCO₂・エネルギープロトコルに概要が述べられている。

会社は、開示にあたりどの方法を使用し、集計範囲が何処であるか明示しなければならない。

新設あるいは獲得した企業/工場/設備は、クリンカ生産を開始した年あるいは獲得された年の最低翌翌年から、このプロトコルに従わなければならない。

閉鎖あるいは売却した企業/工場/設備は、閉鎖あるいは売却された年の分から、このプロトコルの適用から除かれる。

5.2.2 報告頻度

KPIの値は、それぞれの会社によって毎年報告されなければならない。

報告にどのような媒体(例えば、環境あるいはサステナビリティ報告書、ウェブサイト)を用いるかは各社に任される。

排出量の報告は、暦年よりも年度で報告される。これにより、期間の重複や欠落がなく、全ての期間で一貫して問題の原因となることを防ぎ、報告コストを下げる助けとなる。報告期間中のどのような変更も明示されなければならない。許可要求事項や地域の規制には従うことが求められる。

5.2.3 実績指標

CSIかぼう計画で合意されたように、CSI会員は、それぞれのKPIの値を算定し、開示し、報告する。



6 用語集

用語

定義

代替燃料:

廃棄物やバイオマスなどを含む、化石燃料でない他の全ての燃料

調合:

最終的に処理される廃棄物を均質かつ安定した原料とするために、廃棄物の不均質な特性ゆえに、多くの廃棄物原料の処理操作において必要とされる工程あるいは技術。混合(「混合」の定義参照)の特異な例であっても、用語の調合は、液体に固体を混合する場合を除き、固体よりも液体の混合により用いられる。

ボトムアッシュ:

石炭火力発電の残渣として発生する典型的な副産物であり、フライアッシュとしての規格を満足せず、物理的(特に粒度)、化学的、工学的に広範な性質を持つもので、クリンカ製造の代替原料として使用することができる。フライアッシュは排気ガス流によって運ばれる程軽く、一般的に大気排出前にフィルターによって捕集される、ボトムアッシュは、炉の壁で塊状になり、炉の底に落ちて溜まる。都市ゴミ焼却灰は別の定義をする。

高炉スラグ:

高炉による鉄生産の副産物加工品で、セメントの混合材として使用される。高炉スラグ(製鋼スラグと異なる)は、一般にこの用途(混合材)に用いられる。

副産物:

製造工程の第一の目的が、その物(すなわち生産残渣)を生産しないことになっている製造工程から生じた物質または物。副産物は、化学的な改質なしに通常の工業工程で直接用いることができるもので、全ての関連する製造、環境、健康保護の要求事項を満たし、負の環境や人の健康影響をもたらさない物。

CEMBUREAU:

欧州セメント協会、ブリュッセルを本拠とする、欧州のセメント産業を代表する組織

化石燃料:

石炭、石油コークス、原油(高粘度燃料を含む)と天然ガス

セメント資源化:

原燃料削減のために製造工程で適切な廃棄物・副産物を使用し、化石燃料と天然原料を代替により削減する。

環境効率：	WBCSDによって最初に使用された概念で、高付加価値で低環境負荷の製品を作るための経済と環境の能力の組み合わせ。企業がより競争力優位で革新的で環境的責任を持つことを促進ための管理手法。
廃棄物の最終状態：	リサイクルを含む回収工程を経て、特定の基準に従う時、特定の廃棄物は、廃棄物として確定する。廃棄物の最終状態への分類は、とそれぞれの国の特定の規制に基づく基準による。
フライアッシュ：	結合材の性質を持つ副産物で、石炭火力発電所からの残渣として発生する、そして、セメントの混合材として使用できる。発電所の排ガス流で運ばれ、粒状物除去装置(電気集塵機やバグフィルター)で捕集される。都市ゴミ焼却フライアッシュも参照のこと。
均一化：	均一で安定な廃棄物の原料とするために、不均一な性質の廃棄物の多くの廃棄物材料処理操作において必要とされる工程あるいは技術、基本的には廃棄処理される廃棄物材料の熱量を適切で均一であるようにするために行う。
産業生態学：	自然のシステムを模倣することによって産業効率を改善することに基づく概念。その目的は、ある活動の廃棄物を他の活動の原料とする、原料の閉回路化によって産業活動の環境影響の低減と原料の有効寿命を延長することにある。
混合：	最終的に処理される廃棄物を均質かつ安定した原料とするために、廃棄物の不均質な特性ゆえに、多くの廃棄物原料の処理操作において必要とされる工程あるいは技術。混合の用語は、固体や半固体(例えばペースト)状のものに使われる。
ポゾラン質：	コンクリート中で追加の結合材を作るための普通ポルトランドセメント水和物を補う働きをする鉱物混和材。自然にあるいは工業的に熱的に活性化された粘土などがある。
持続可能な開発：	「将来のニーズを満たすための活動を損なうことなく、現代のニーズを満たす開発」1987年国連ブルントランド委員会発行の報告書「我々の共通の未来」に最初に定義された。
廃棄物：	所有者が廃棄あるいは、廃棄することを要求された、物質あるいは物体。
都市ゴミ焼却炉ボトムアッシュ	焼却炉で処理した廃棄物の後に残った不燃の固形残渣。
廃棄物焼却炉フライアッシュ	廃棄物焼却炉あるいはボイラーの排気ガス処理装置の中で捕集された材料
廃棄物管理	仲介業者あるいは販売業者としての行為を含む、廃棄物の収集、運搬、回収と廃棄業務とそれらの業務の監督と廃棄場の予後管理。

7 頭文字と略号

AFR	代替原燃料
ARM	代替原料
CKD	キルンダスト
CSI	セメント産業部会
BAT	利用可能な最善技術
BREF	利用可能な最善技術に関する欧州委員会参照文書
EIPPCB	欧州統合汚染防止管理事務局
EQMS	環境と品質の管理システム
EU	欧州共同体
GHG	温室効果ガス
GJ	ギガジュール
H&S	健康と安全
HSE	健康、安全、環境
kg	キログラム
kk	クリンカ
KPI	主要実績指標
LHV	低位発熱量
mg	ミリグラム
MJ	メガジュール
MSDS	材料安全データシート
NGO	非政府組織
OECD	経済協力開発機構
OPC	普通セメント
ppb	十億分の1
POP	残留性有機汚染物質
PPE	個人保護具
SEP	ステークホルダー協働計画
SHEQ	安全、健康、環境、品質
t	トン/メートル法
THC	総炭化水素
TOC	総有機炭素
UNEP	国連環境計画
VOC	揮発性有機化合物
WFD	欧州共同体の廃棄物枠組指令
WPDS	廃棄物データシート

8 元素と化合物

Al₂O₃	酸化アルミニウム
As	ヒ素
CaO	酸化カルシウム
Cd	カドミウム
CO	一酸化炭素
CO₂	二酸化炭素
Co	コバルト
Cr	クロム
Cu	銅
Fe₂O₃	酸化鉄
Hg	水銀
K₂O	酸化カリウム
N	窒素
Na₂O	酸化ナトリウム
Ni	ニッケル
NO_x	窒素酸化物
P₂O₅	五酸化二リン
Pb	鉛
Sb	アンチモン
Se	セレン
SiO₂	シリカ
Sn	すず
SO₂	硫黄酸化物
SO₃	亜硫酸塩
Te	テルル
TiO₂	酸化チタン
Tl	タリウム
V	バナジウム

付録：セメント資源化のための指針

以下のチェックリストは、代替原燃料の責任ある取り扱いと使用のための一般的指針を提供する。それらは、現場の操業の異なる分野における優良事例を述べている。操業条件を指定する地元当局からの許可を得ている工場は、完全に準拠することを目指すべきである。

これらのチェックリストは、セメント工場において代替原燃料を使用するにあたり、しなければならない包括的あるいは完全なリストとして使用するものではない。意思決定は、持続可能な開発の配慮の広い枠組み内で、それぞれの工場の場合場合に応じてなされるものである。

i. 原燃料選択のための指針

- 運営担当者は、以下に基づいて原燃料の評価受け入れ手順を策定しなければならない。
- 供給元から原燃料の試料を得ていますか？
- 原燃料の廃棄物データシートを得ていますか（化学的・物理的性質、収集・運搬・取り扱い使用時の健康・安全・環境（HSE）の配慮事項、原燃料の代表試料）？
- 廃棄物データシートの諸元に対する試料の試験をしましたか？
- 運搬、荷卸、貯蔵、使用時の従業員、協力業者、地域に対する健康と安全の影響評価をしましたか？
- 影響への対処あるいは緩和のための、適切な装置と管理手法を確かにしていますか？
- 現場で原燃料を取り扱う作業員が使用しなければならない個人保護具に何を選択しましたか？
- 工場の排出に対する可能性のある影響を評価しましたか？
- 環境に負の影響を与えないために必要とされる適切な装置や手順を整えてありますか？
- 最終製品や工程の安定性に対する影響を評価しましたか？
- 現在使用中の物と新しい原燃料の互換性（硫黄、塩素レベルなど）について評価しましたか？

- 配送毎に供給元が提出しなければならない認証（バーゼル条約の有害廃棄物通知など）や材料分析データ（材料安全データシート-MSDS）に何を指定しましたか？
- 現場での荷卸に先立って、それぞれの荷に対して試験するかどうか評価しましたか？

原燃料選択にあたり考慮あるいは確認する項目：

キルンの運転

- 塩素、硫黄、アルカリ含有量（原料と燃料）
- 水分量（原料と燃料）
- 熱量（燃料）
- 灰分（燃料）
- 重金属（原料と燃料）
- 揮発分（燃料）

クリンカとセメントの品質

- リン含有量
- 塩素、硫黄、アルカリ含有量
- クロム

排出

- 原料中の硫化物
- 原料中の有機炭素
- 重金属

ii. 規制や社内規格の遵守

- 安全、健康、環境、品質管理に係る全ての規制、標準、社内規格を特定しましたか？
- 継続的法令遵守を確実にする適切な装置や管理手法を整えましたか？
- 全ての従業員、協力業者は、関連する法令、規制、標準を認識し、それらに対してどのような責任を負うか知っていますか？
- 操業している地域に、安全、健康、環境、品質管理（SHEQ）に関する国のあるいは地域のあるいは地方の当局の規制がない場合、それらの規制を（単独あるいは他社と共同で）協働で策定することを促しましたか？

iii. 管理体制の基本

人事管理

- 効果的にSHSQ体制を運営管理するための十分な人員を提供していますか？
- それらの人員は適切に訓練されていますか？
- 継続的改善、訓練、反響の体制を構築していますか？

業務管理

- 全ての健康安全業務と作業員と設備のための維持管理手順を策定していますか？
- 実施している管理体制は、業務と維持管理手順が体系的に見直され改定されることを、あるいは、装置、燃料、原料(体制変更)の新しい装置を確かにしていますか？

緊急事態対応手順

- 地域の規制に準拠した工場の強固な緊急事態対応手順がありますか？

ステークホルダーコミュニケーション

- ステークホルダーとの協働の計画(SEP)を実施していますか？
- SEPの効果とステークホルダーの反響を監視するための適切な管理体制を確かにしていますか？

iv. 設備設計

設計配慮事項

- 全ての健康と安全リスクと環境破壊に対する予防手段に対する操作を設計しましたか？
- 適切な手順と危険と操作性の検討の責任と監督のための有能な有資格者を使用しましたか？
- 工場の配置は、日々の操業、緊急時の非難経路と維持管理のために安全に通行できるよう考えられていますか？
- 設備や装置の設計のための認知された標準を適用していますか？
- 改修や改造の場合、運転再開に先立ち安全と能力の観点から既存装置の評価を徹底しましたか？

- 設備と装置に関する文書の改定とSHEQシステムの見直しを適切に実施しましたか？

材料の受け入れと貯蔵

- 原燃料受け入れのための適切な許可を得ていますか？
- 運搬から貯蔵エリア、また、その逆の原燃料の移送のための適切で安全なシステムを構築しましたか？
- 漏出によるSHEQリスクを考慮していますか？
- 適切な蒸気フィルターと捕集装置が、受け入れ貯蔵地点や荷卸地点周辺の影響を最小化するために設けられていますか？
- 貯蔵設備は、目的に適合していますか？
- 貯蔵場所は、関連する安全と設計基準に適合していますか？
- 失火防止と消防に関する全ての事項を考慮しましたか？
- 十分な粉じん対策を講じていますか？
- 原燃料の品質を維持するための貯蔵の設計をしましたか？
- 雨水や防火用水への偶発的漏出(材料による汚染防止)の管理・阻止のための運搬・貯蔵場所の設計をしましたか？
- 液体の貯蔵は、適切な二次封じ込めがなされていますか？
- 受け入れ貯蔵に係る人に、消防、事故防止、緊急事態対応の訓練を十分していますか？

原燃料の取り扱いと投入システム

- 雨水や防火用水への偶発的漏出(材料による汚染防止)の管理・阻止のための運搬・貯蔵場所の設計をしましたか？
- 液体の貯蔵は、適切な二次封じ込めがなされていますか？
- 受け入れ貯蔵に係る人に、消防、事故防止、緊急事態対応の訓練を十分していますか？
- 原燃料の取り扱いと投入システム
- 使用する原燃料の適切な取り扱いと投入システムが設計されていますか？

- 一時的排出に関する全てのリスクを評価していますか？
- 配送と場内運搬を含む取り扱い、投入に関する全てのH&S側面を考慮しましたか？
- 原燃料の運搬に、適切な搬器と装置を用いていますか？
- 運搬に係る全ての人は、十分に訓練し認証されていますか？
- 運送事業者(外部及び内部)は、文書の維持管理と従事者訓練をしていますか？
- 運搬は、廃棄物、原燃料(有害廃棄物を含む)の運搬に関する全ての地域の法的要求事項を遵守していますか？
- 緊急事態対応を含む運搬(漏出、火災など)の全ての環境、H&S側面を考慮しましたか？
- 供給元に対して、それらを示していますか？
- すべての担当者が適切に、これらの指示書の訓練を受けていますか？
- それらの実施を確実にするシステムを構築していますか？
- 不適合廃棄物原燃料の配送があったことを、毎回供給元に通知していますか？
- そのような場合、当局に通知していますか(認可上必要である場合)？
- 排斥した廃棄物原燃料の廃棄のための代替解決策がありますか？
- 排斥の適切な統計と廃棄物原燃料供給元の信頼性と実績の定期的再評価をしていますか？

v. 材料の選択と受け入れ

- 原燃料の選択は、供給元と化学的物理的性質が明確に特定された後に行われていますか？
- どのように、全ての原燃料運搬の車両の工場到着時の確認と全ての必要な証明書が有効である(例えばコンプライアンスのための書類確認)ことを確かにしていますか？
- 全ての車両の入出構時の重量を測定していますか？
- 搬入されたもの全てを記録していますか？
- どのように搬入された原燃料が設定規格に適合していることを確かにしていますか？
- 規格外の搬入物を排斥するシステムがありますか？
- 荷卸に係る全ての人員(外注業者含む)に、健康と安全、緊急事態対応手順を含む訓練をしていますか？
- 工場の管理計画に沿った頻度と手順で荷からの試料採取と分析をしていますか？

vi. 不適合廃棄物原燃料配達品の管理

- 合意した規格に不適合な廃棄物原燃料に実施される全ての対応が書かれた指示書を準備していますか？

vii. 品質管理

- 工場で受け入れ、処理しあるいは生産する全ての原燃料をカバーする管理計画を策定してありますか？
- 計画には、試料採取、人員配置、試料採取頻度、分析・試験手順、標準、校正手順、維持管理、記録と報告手順の詳細な指示が示されていますか？
- 計画には、個々の原燃料の規格が含まれていますか？
- 十分な試験室の設計、設備、試料採取と試験の装置とそれらの維持管理を考慮していますか？
- 試験機関の能力の改善と確認のために試験機関間の定期的試験を実施していますか？
- 全ての品質管理担当者を使用する原燃料の性質とそれらの特定のニーズに従って訓練していますか？

viii. 現場での取り扱いと貯蔵

- 固形あるいは液体の原燃料の現場での荷卸、取り扱い、貯蔵のための手順と指示が文書化されていますか？
- それらの作業に係る従業員すべてに訓練をしていますか？
- そのような手順に準拠しているかの定期的監査の仕組みはありますか？

- 貯蔵施設は、空気、水、土壌への排出を制御するような方法で操作されていますか？
- 工場内で特定の原燃料の運搬車のための明確に特定指定された経路がありますか？
- 材料の性質を適切に表示する標識が、貯蔵場所やタンクにありますか？

ix. 燃料の取り扱いと貯蔵に関するリスクと安全の秘訣

固形燃料：石炭、石油コークス

- 石炭の自然発火や可燃物の爆発限界酸素濃度と粉じん濃度のリスクに対応するための十分な設備と管理手順を設けていますか？
- 粉炭あるいは石油コークスのサイロに一酸化炭素と温度の測定システム、防爆装置、CO₂不活性化のような大気制御装置を付けていますか？

液体燃料：重油と使用済みオイル

- 火事、爆発、土壌と地下水を汚染する可能性のある貯蔵や取り扱い場所からの漏出のリスクに取り組む設備と手順が設けられていますか？
- オイルの貯蔵と取り扱い場所は、密閉され二次格納容器が設けられていますか？

廃タイヤ：丸、破砕

- 火事のリスクに備えていますか？
- (丸タイヤに関し)蚊やねずみの発生の予防処置を講じていますか？
- 貯蔵槽は、散水設備を備えていますか？

廃溶媒

- 火災、爆発と土壌と地下水を汚染する可能性のある貯蔵・取り扱い場所からの漏出、流出リスクに取り組むための装置と手順を設けていますか？
- 溶媒タンクと取り扱い場所は、密閉され二次格納容器が設けられていますか？
- タンクには、防爆装置が備えられていますか？
- 大気制御(N₂封入)や温度制御(外殻冷却)などの追加装置を考慮していますか？

廃棄物由来燃料

- 火災防止のために貯蔵槽に散水装置が設けられていますか？
- 自己温度上昇の後の自然発火と製品の溶媒分からの揮発による爆発のリスクに適切に取り組んでいますか？
- サイロには、一酸化炭素と温度の測定機、防爆装置、大気制御装置(CO₂封入など)が備えられていますか？
- 貯蔵槽には溶媒蒸気の蓄積を十分制御できる換気が行われ、散水装置が備えられていますか？

肉骨粉

- 自己温度上昇の後の自然発火と発火物の粉じんと酸素の爆発濃度による爆発のリスクに適切に取り組んでいますか？
- 貯蔵槽には、温度監視システムと防爆装置が設けられていますか？

一般

- 全ての場所を清潔に維持していますか？
- 貯蔵場所は、偶発可燃物から隔離されていますか？
- 安全の注意、禁煙、火気厳禁、避難経路など工場における手順の標識を確実に掲示していますか？
- 液体代替燃料の貯蔵場所近くに緊急シャワーと洗眼機を設置し表示していますか？
- 地域当局の全ての標準と規格に適合した防火設備を何時でも使用可能としていますか？
- 緊急事態の警報は、全員に知らせるために十分ですか？
- 火災時に消防署と制御室とを直ちに繋ぐ通信機器(電話など)が準備され維持管理されていますか？
- 全ての機器はアースされ、適切な静電気防止装置と十分な電気機器が選択されていますか？

x. 製造運転

- 天然あるいは代替原燃料のための手順と運転指示は、文書化されていますか？

- それは、キルンの運転開始とシャットダウン時と製品と排出の品質要求事項に準拠する行動をカバーしていますか？
 - 全ての運転員は、それらの運転手順を訓練され、その手順に従っているか定期的に監査されていますか？
 - 排出の監視と報告は、国のあるいは地方の規則と要求事項に準じて実施していますか？
 - 従業員、協力企業と工場を訪問している来客に対して、十分な個人保護具が準備されていますか？
- xi. 代替原燃料の投入点の選択**
- 代替原燃料の特性（関連するならば有害性）に従って、キルンへの投入点が選択されていますか？
 - 揮発性有機物を含む廃棄物は、キルンメインバーナー、仮焼炉バーナー、プレヒーターの二次バーナーやキルン中途（ロングドライや湿式キルン）燃焼前の十分に高温なキルン部位に投入していますか？
 - 廃棄物は連続的に制御された流れでキルンに投入されていますか？
 - 高度に安定した分子構造の廃棄物燃料、例えば高塩素化合物（ハロゲン化有機物の1%、塩素と表記される）は、高温（1100℃以上）で長時間の燃焼で完全燃焼させるためメインバーナー（他の点で投入するには、高度な分解と除去効率が試験により実証されていること）に投入していますか？
 - 適切な温度や燃焼時間が維持できない場合（運転開始時やシャットダウン時）や排出限界値を超えた場合に、自動的に廃棄物の投入を停止するシステムを備えていますか？
 - 揮発性有機物を含む代替原料を他の原料と工程に導入する前に、十分な試験により、不慮の排出が煙突から起こらないことを実証してありますか？
- xii. 代替原燃料のための工程管理**
- 円滑で継続的なキルンの運転、製品品質、工場の環境を損なわないよう、代替原燃料の一定した品質や投入速度を確かとしていますか？
 - キルン系の良い運転管理の全ての指針への準拠を一般的に継続するために、フリータイム、超過酸素、一酸化炭素などの全ての関連する工程の変数を連続的に測定し、記録し、評価していますか？
 - 受け入れに先立って、塩素、硫黄、アルカリなどの循環する揮発性元素の総投入量に与える代替原燃料の影響を評価しましたか？
 - キルン系における運転上の不具合の場合、工場の特定の条件と工程の形式に基づく投入限界と運転上の定値のための手順を定めていますか？
 - 代替原燃使用の条件を述べた、キルンの運転開始、シャットダウン、据え込み状態のための指針の文書を発行していますか？
 - 運転員は、それらの指針を理解するよう訓練されていますか？
 - キルンが品質標準に適合したクリンカを製造できる温度に達している場合を除き、運転開始時やシャットダウン時に廃棄物燃料を使用しないことを確かにするため、多くの場合において手順を定めていますか？
 - 大気汚染物質制御装置（キルンの煙突のフィルター、集塵装置など）の故障時には廃棄物燃料を使用しないことを確かにするための手順を定めていますか？
- xiii. 工場の安全**
- 工場で使用される有害材料や爆発物に不意に接触するリスクを最小化する十分な手順や体制を整えていますか？
- xiv. 緊急時対応計画**
- 次に関する緊急時対応計画を定めていますか？
 - 漏洩可能性あるいは汚染場所の特定
 - 汚染除去の手順
 - 工場内あるいは地域の高リスクな場所の特定
 - 緊急事態における指示が文書化されていますか？
 - 文書には、緊急事態に行うべきことが書かれていますか？
 - 従業員と地域当局に対し役割が割り付けられていますか。

- 緊急事態対応訓練の要求事項の詳細は定められていますか？
- 社内と外部ステークホルダーに対する報告とコミュニケーションに関する要求事項が述べられていますか。
- 外部の緊急事態に関係する組織と緊急事態対応計画の検討見直しを行いましたか？
- 緊急事態に連携がはかれるよう、地域の緊急事態に関係する組織と緊急事態訓練を行う体制を整えていますか？

xv. 安全要求事項

全般的な健康と安全は、セメント産業部会 (CSI) のタスクフォース3 (www.wbcscement.org/safety) で取り扱われている。

安全データシートのような安全と緊急事態に関する指導書を準備していますか？

- それらは、従業員や協力企業に使用に際して即時に容易に理解できるものですか？
- 新規材料に関する有害性は、工場での使用に先立って運転員によって検討されていますか？
- 適切な制御作業と技術に沿って、有害性と潜在リスクの特定のための作業安全解析に通じていますか？
- 従業員、協力会社、工場来客に十分な個人保護具がありますか？(個人保護具には、ヘルメット、保護メガネ、手袋、防音マフ、安全靴、防塵防毒マスクなど安全データシートに特定されているもの。)
- 使用を義務付けていますか？
- 可能であれば遠隔操作装置を導入していますか？
- 感染あるいは皮膚炎症のリスクにされされる作業員に全ての適切な予防衛生(予防接種など)をしていますか？
- 保守作業は、工場管理者による認可を必要とし、監督者が場所と必要な予防措置がとられているかを確認している場合にのみ行われていますか？
- 以下の通常作業のための特別の手順、指示、訓練を行っていますか？

- 高所作業、正しい締結の仕方と安全帯の使用を含む
- 大気品質、爆発物、粉じん、や他の有害物のある場所で隔離スペースの準備
- 修繕中の全ての種類の電気機器の不慮の反応を防止するための、完全な電氣的遮蔽。
- 可燃物のある高温作業所(溶接、切断など)
- 健康と安全の全ての要求事項の実施を確かにするために適切な管理体制(監査と被害管理など)を敷いていますか？

xvi. 安全、健康、環境、品質に関する従業員教育

- 従業員に対する適切な文書化されたSHEQに関する教育計画の策定と実施をしていますか？
- 入社段階で全ての新入従業員に教育をしていますか？
- その教育は、協力業者へも行っていますか、また、場合によっては取引業者にも？
- 工場現場へ出る全ての人員は、配属段階で現場個々の計画を通して教育されていますか？
- 教育記録は、保存されていますか？
- 教育計画は以下の項目を含んでいますか？
 - 一般的と作業に特有の安全規則
 - 機器の安全な取り扱い
 - 現場の緊急事態対応計画の詳細
 - 代替原燃料取り扱い手順
 - 個人保護具の使用

持続可能な開発のための世界 経済人会議 (WBCSD) について

持続可能な開発のための世界経済人会議は、CEO主導の会議で、事業、社会、環境の持続可能な未来を創造するために先進的企業が集ったものです。会員は一丸となって、本会は、建設的な解決策を生み出し、共同した活動を取るために、尊敬される熟慮の指導と効果的支援活動を行う。事業に関する主要な提唱者としての利害関係者との強固な関係を活用し、本会は、持続可能な開発のための解決策における議論の活発化や政策の変更を支援することができます。

WBCSDは、全ての産業界、大陸からなる合計70兆ドルの売上になる200の会員企業のために、持続可能な開発の課題に対する優良活動の共有と現状を変革する革新的手法の開発のための公開討論会を提供する。本会は、65余の国あるいは地域の業界団体や提携組織、その多くは開発途上国にある、とのネットワークを有することも強みです。

www.wbcd.org


セメント産業部会 (CSI) について

セメント産業部会 (CSI) は、世界100カ国以上で操業する24の主要なセメント製造者による国際的な取り組みです。小さな地域企業から大きな国際的企業を含み、会員企業のセメント生産量は全世界生産量の約30%を占めている。全てのCSIの会員企業は、事業戦略と経営に持続可能な開発を統合しており、経済的な業績と等しく社会的環境的責務を果たしていくことを追求している。CSIは、持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSD) の活動のひとつです。

www.wbcdcement.org

www.wbcdcement.org/fuels





The Japanese language version of this document is a convenience translation of the original English language version. In case of discrepancies between the original English language document and its Japanese convenience translation, the original English version shall apply and prevail. Please visit the CSI website (www.wbcscement.org) for more information.

この日本語訳は原文が英語版であるガイドラインを、便宜のため参考訳したものです。原文の英語版と参考訳である日本語訳の間に相違が生じた場合は、原文の英語版が適用され優先します。詳細はCSIのウェブサイト (www.wbcscement.org) を参照願います。

Designer:

Sukie Procter

Version 2.0 (2014):

Guidelines for Co-Processing Fuels and Raw Materials in Cement Manufacturing

Photo credits:

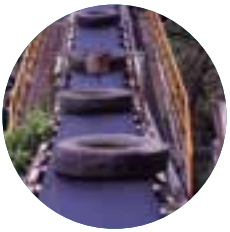
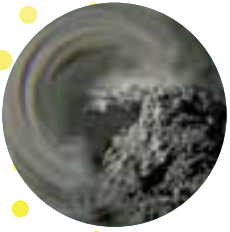
Courtesy of CSI member companies

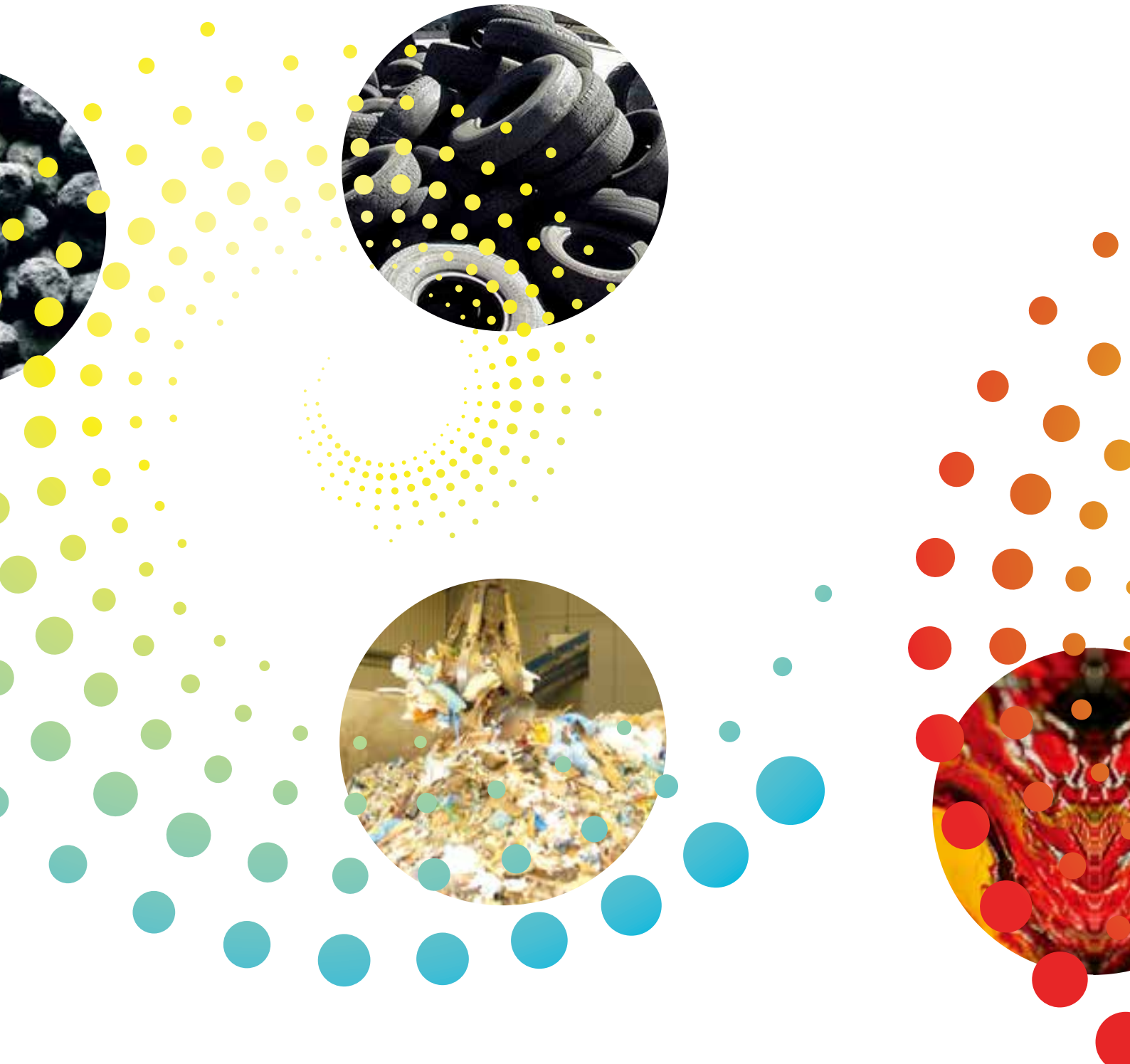
Copyright:

© WBCSD, July 2014

ISBN:

978-2-940521-19-7





World Business Council for Sustainable Development

www.wbcsd.org

Maison de la Paix, Chemin Eugene-Rigot 2, CP 246, 1211 Geneve 21, Switzerland. Tel: +41 (0)22 839 31 00, E-mail: info@wbcsd.org

1500 K Street NW, Suite 850, Washington, DC 20005, US, Tel: +1 202 383 9505, E-mail: washington@wbcsd.org

DLTA Complex, South Block, 1st Floor, 1 Africa Avenue, New Delhi 110 029, India. Tel: +91 11 3352 1527/8, E-mail: delhi@wbcsd.org