

# コンクリートと原材料の製造・施工における地球環境への影響

石川嘉崇（電源開発 茅ヶ崎研究所）

## 1. はじめに

コンクリートは、強度、耐久性において優れた特性を持ち、経済面でも有利であるため、構造物の重要な建設材料として有効にしかも多量に使用されている。コンクリートの製造に用いられる材料の種類だけを取り上げればその種類は少なく、セメント、骨材（砂利、砂）、混和材（高炉スラグ、フライアッシュ）、水等である。一方、コンクリートの原材料の製造には、多くの資源やエネルギーを消費し、特にその主要材料の一つであるセメントは、ロータリーキルンによる高温焼成と原料である石灰石の分解により、その製造時に地球温暖化の主要因である二酸化炭素を非常に多く排出することが知られている。

コンクリートのライフサイクルは、一般的には図1に示すとおりである。原材料の製造から、原材料を用いて生コンプラントでのコンクリートの製造、製造さ

表1 ライフサイクル各工程における環境影響物質の割合<sup>1)</sup>

工程	CO <sub>2</sub> 排出量 (%)	SO <sub>x</sub> 排出量 (%)	NO <sub>x</sub> 排出量 (%)	ばいじん排出量 (%)
材料	84.9	63.2	40.6	27.9
施工	4.9	9.5	16.0	19.2
解体	5.3	14.9	28.7	31.4
廃棄/リサイクル	1.2	1.9	1.6	2.1
輸送	3.6	10.5	13.1	19.4

れた生コンクリートを建設現場へと運搬、建設現場におけるコンクリート構造物の施工、コンクリート構造物として供用、コンクリートの解体、廃棄、リサイクルという流れとなる。ライフサイクル各工程での二酸化炭素等の排出量の比較については、表1に示すとおりであり、原材料の製造段階が非常に大きな割合を占めていることがわかる。

本稿は、原材料の製造を中心としてコンクリートの地球環境の影響について述べるものである。

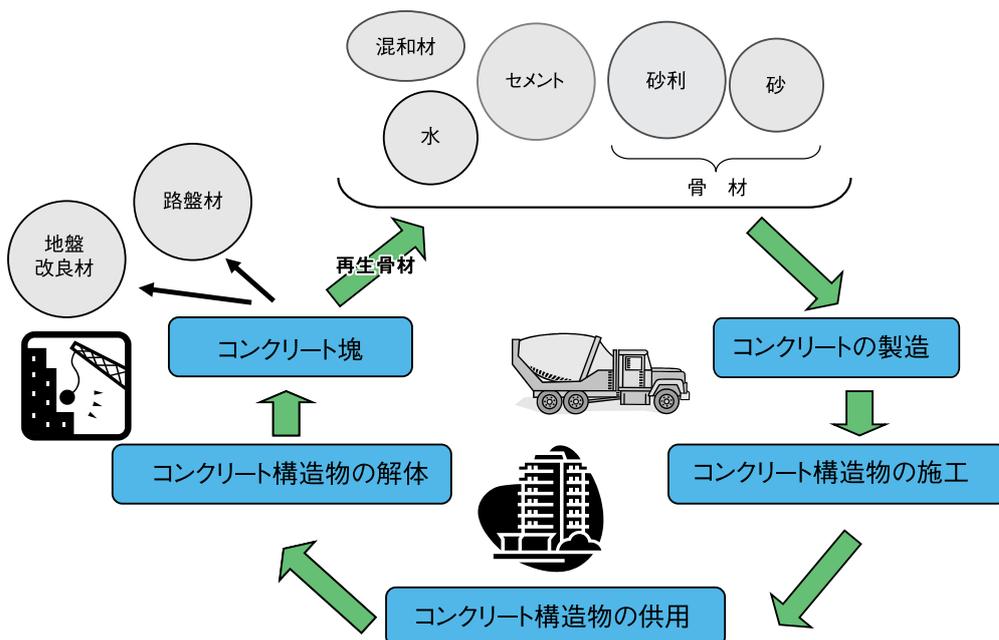


図1 コンクリートのライフサイクル

## 2. コンクリートの原材料製造に関する環境への影響

### (1) セメント

#### 1) ポルトランドセメントの原料としての廃棄物・副産物の利用

ポルトランドセメントの天然起源の原料は、表2に示すように石灰石、粘土、けい石、酸化鉄原料、せつこうに分類され、ポルトランドセメントの成分割合となるようにそれぞれを調合して焼成され、セメント1トンの製造に必要な各原料はおおよそ石灰石1,100kg、粘土200kg、その他原料100～200kgとなっており、比較的大量の天然資源を使用している。

近年セメントについては、表3に示すとおり3,000万トンを超える多くの廃棄物・副産物を原料としている。特に高炉スラグ、石炭灰、汚泥・スラッジ、建設発生土などの品目はセメント工場での受入れ量が多い。このことから、近年のセメントは、その製造段階で、地球の天然資源消費において、環境に配慮している材料であるということが出来る。定量的には、セメント1トンを製造するために、廃棄物や副産物の使用量に換算すると400kgを超え、セメント原料の約30%に相当する量を、天然起源の原料に代替して使用していることになる。各種の廃棄物や副産物の活用を進めることにより、これまで使用していた石灰石や粘土などの天然起源による原料の使用量が減少することから天然資源の保護に寄与することになるのである。

また、セメント工場における廃棄物活用の特長として、高温で焼成されるためダイオキシン類がほとんど発生しないことや残さがクリンカ中に取り込まれ二次的な廃棄物が発生しないことなど、

環境への二次的な負荷が少ないことも環境への配慮としてとりあげることができる。

#### 2) 高炉スラグ微粉末やフライアッシュを混合したセメント

以上に述べたとおり、ポルトランドセメントにおいて既に原材料の面では、環境配慮が実施されているが、これに高炉スラグ微粉末またはフライアッシュを混合してセメントとして用いることにより、ポルトランドセメントの二酸化炭素排出量原単位を減らすことが可能となり、環境配慮を更に効果的にすることが可能である。

現状の混合セメントの生産状況は、図2に示すとおり、2006年度においてセメント全体の生産量69,815千トンに対して、高炉セメント14,631千トン、フライアッシュセメント144千トンとなっている。高炉セメントの生産量は全セメント生産量の21%、フライアッシュセメントの生産量は0.2%であり、フライアッシュセメントの生産量は現状では、極めて少ない状況である。

全世界でみれば日本のポルトランドセメントの二酸化炭素排出量原単位は、他の国に比べて非常に低い水準にあることが知られている。セメントの二酸化炭素

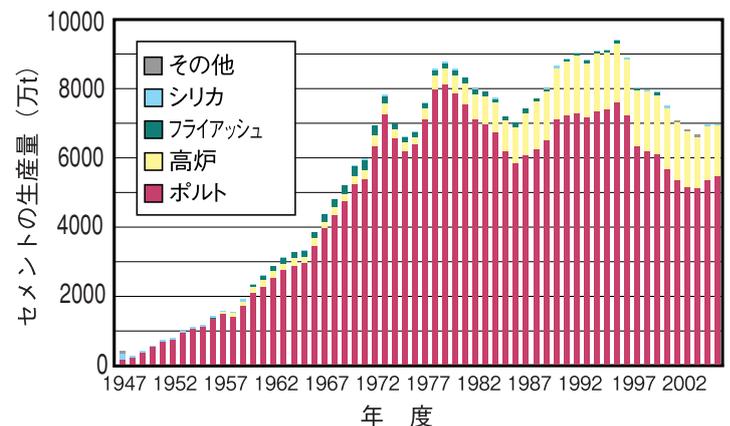


図2 セメントの種類別生産量の推移<sup>3) 4)</sup>

表2 セメント製造に必要な各種原料の主成分<sup>2)</sup>

セメント原料 (天然原料)	酸化カルシウム CaO	二酸化けい素 SiO <sub>2</sub>	酸化アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸化第二鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	三酸化硫黄 SO <sub>3</sub>
石灰石	47～55%	～4%	～2%	～2%	—
粘土	～5%	45～80%	10～30%	3～10%	—
けい石	～2%	70～95%	2～10%	～5%	—
酸化鉄原料	—	—	—	40～90%	—
せつこう	26～41%	—	—	—	37～59%
(参考) 普通ポルトランドセメント	63～65%	20～23%	3.8～5.8%	2.5～3.6%	1.5～2.3%