

セメント・コンクリート関連産業クラスターにおける環境負荷の配分について

天野耕二・細川順次
立命館大学理工学部
滋賀県草津市野路東 1-1-1

キーワード：セメント産業、廃棄・副産物、環境負荷配分、二酸化炭素排出量、エネルギー消費量

要旨

一つの生産プロセスに廃棄・副産物を含む複数の産出物が存在する場合、環境負荷量の配分を行う必要がある。一般的に行われている重量による配分では全てのものを重量に換算しなければならず、また環境への負荷の取り扱いが複雑な廃棄・副産物の有効利用による負荷低減効果を考慮した評価が困難である。そこで、大量の廃棄・副産物が有効利用されているセメント・コンクリートのライフサイクルを対象にエネルギー消費量とCO₂排出量について重量による配分と取引高による配分の二つの配分法を用いた算定結果を1990年から1997年の8年間について比較検討した。セメント1t当たりの負荷原単位では、8年間で両配分法ともほぼ横ばいの傾向を示したが、取引高配分の算定結果が重量配分の算定結果に対しておよそ8割程度の値となった。このような環境負荷配分方法の比較検討により、廃棄・副産物の有効利用を促進する環境負荷配分手法を提示することができた。

はじめに

資源の有効利用や最終処分量削減の観点から廃棄・副産物再利用推進の気運が高まっているが、環境負荷量の評価における廃棄・副産物の取り扱いには幾つかの問題点が残されている。本研究では、一般的に用いられている重量による配分と取引高による配分の二つの配分法を用いた環境負荷量の算定結果を比較することにより、環境負荷の合理的な割り当てを明確に判断できる配分手法の検討を行った。事例としては、多数の廃棄・副産物の有効利用がなされ、静脈産業としての役割が大きいセメント・コンクリート産業を中心とした産業クラスターを扱い、エネルギー消費量とCO₂排出量の算定を1990年から1997年の8年間について試みた。

環境負荷の配分方法について

一つの生産プロセスに廃棄・副産物を含む複数の生産物が存在する場合、廃棄・副産物には環境負荷を配分しない、あるいは重量比による環境負荷の配分を行うのが一般的である。ある産業の産業活動の結果、生産物をn種類産出し、それに伴って何らかの環境負荷を総量でL (unit [load]) 計上した場合、各生産物に割り当てられる環境負荷の一般式は、重量による配分では(式1)、取引高による配分では(式2)に示すようになる。取引高によって配分することにより、複数の生産物の単位が異なる場合に全てを重量に換算しなければならないという問題が解消でき、無償あるいは逆有償の廃棄・副産物を再利用したことによる有効性を考慮した環境負荷の割り当てが可能となる。

$$l_i = \frac{M_i}{\sum M_i} \times L \quad (\text{式1})$$

$$l_i = \frac{M_i \times P_i}{\sum (M_i \times P_i)} \times L \quad (\text{式2})$$

l_i ; 生産物に割り当てられる環境負荷
M ; 生産物の産出量 (unit [product])
P ; 生産物の単位あたり価格 (円/unit [product])
L ; 環境負荷の総量

セメント・コンクリート関連産業クラスターについて

セメント・コンクリートを中心とする産業クラスターにおける物質投入プロセスフロー(図1)において関連各産業プロセスにおける産出物の生産量と概算価格、他産業との物質収支量およびエネルギー・資源使用量を集計することによりセメントのライフサイクルにおけるエネルギー消費量とCO₂排出量の算定を行った。他産業からの廃棄・副産物として高炉スラグ・転炉スラグ・自動車廃タイヤ・石炭灰・JIS FA・排煙脱硫石膏の6種類を扱い、コンクリート塊は再生クラッシュランと鉄くずに再利用されるとした。また、資材の種類は考慮せず重量ベースで同等に扱い、各物質の投入量や概算価格等は、関連各業界団体へのヒアリングや公表されている資料より引用または推計したものをを用いた。

両配分法におけるセメントライフサイクルの環境負荷

セメントのライフサイクルを原料生産、製品製造、使用・消費、廃棄、再利用処理、再利用の各ステージに分類し、エネルギー消費量とCO₂排出

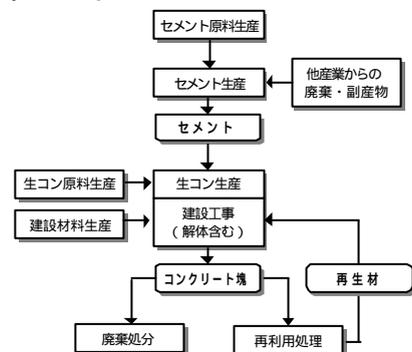


図1 対象範囲における物質投入プロセスフロー

量を重量と取引高による二通りの配分法を用いて算定した結果を図2と図3に、セメント1tあたりの負荷原単位を図4に示す。各々1990年から1997年においてほぼ横ばいの傾向を示し、エネルギー消費量の平均は重量配分でエネルギー消費量の平均は重量配分で14724[10¹⁰kcal]（原単位163.9[10⁴kcal/t]）、取引額配分で10605[10¹⁰kcal]（同118.1[10⁴kcal/t]）となり、CO₂排出量では重量配分で27168[10³t-c]（同302.4[kg-c/t]）、取引額配分で22400[10³t-c]（同249.3[kg-c/t]）となった。両配分法とも製品生産段階における負荷が最も大きくなっているが、原料生産段階における負荷では大きな差が生じている。これは、高炉スラグのような主製品に対して産出量が比較的大きく安価な物質や、石炭灰のような逆有償で取引されている物質の有効利用の効果が大きな影響を与えており、廃棄・副産物の経済的価値を反映し、また、再利用の有効性を多面的に評価している。

おわりに

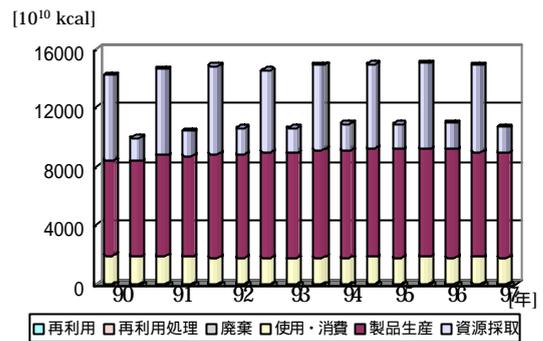
本研究では、セメント産業を中心とする産業クラスターを対象に産出物質ごとの経済的価値を考慮した取引高による配分手法を用いることによって、多くの産業が様々な廃棄・副産物の有効利用を促進する具体的な動機づけを行えるような評価結果を導いた。しかし、環境に対して負荷を増大させるような行為を行った場合でもその費用が安価であれば環境負荷量の割り当て率は小さくなってしまい、また、現実には複雑で多様な廃棄・副産物の取引を正確に反映した算定を行うには困難な場合が多い。廃棄・副産物の発生・処理・再資源化・処分などに関するさらに正確なデータ整備の必要性とあわせて、この評価手法にはいくつかの検討・改善の余地が残されている。

謝辞

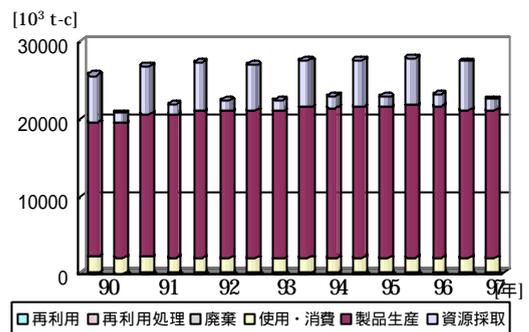
本研究を行うにあたり、ヒアリング調査にご協力頂いた鉄鋼スラグ協会、日本自動車タイヤ協会、日本フライアッシュ協会等関連各協会団体の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 通商産業省；平成2～9年各種（資源、化学工業、砕石、鉄鋼、ゴム製品、窯業・建材、生コンクリート）統計年報（1991～1998）
- [2] 通商産業省；平成2～9年本邦鉱業の趨勢（1991～1998）
- [3] 通商産業省；平成2～9年石油等消費構造統計表 商工鉱業、商工業（1992～1999）
- [4] 通商産業省；平成2～9年工業統計表 品目編（1992～1999）
- [5] 通商産業省；1991～1994年産業連関表延長表（1994～1997）
- [6] 総務庁；1990、1995年産業連関表（1994、1999）
- [7] 資源エネルギー庁；平成元～9年度電力需給の概要（1990～1998）
- [8] 環境庁；二酸化炭素排出量調査報告書（1992）
- [9] 鉄鋼スラグ協会；鉄鋼スラグ統計年報（1998）
- [10] 環境技術協会、日本フライアッシュ協会；石炭灰ハンドブック（1997）
- [11] （社）日本自動車タイヤ協会；日本のタイヤ産業（1998）
- [12] 建設副産物リサイクル広報推進会議；平成9年度版総合的建設副産物対策（1997）
- [13] （財）建設物価調査会；建設副産物の再生・処理の積算（1995）
- [14] 天野耕二、伊藤昌隆、柳澤幸雄；セメント産業に関連した廃棄・副産物のエコバランスについて、第3回エコバランス国際会議講演論文集、p471-474（1998）
- [15] 天野耕二、伊藤昌隆、柳澤幸雄；廃棄・副産物質の再利用を考慮した環境負荷量評価について、環境システム研究、No.25、p255-299（1997）
- [16] 天野耕二、伊藤昌隆、柳澤幸雄；廃棄・副産物の経済価値を考慮した環境負荷量の評価 - セメント産業を事例として -、土木学会論文集、No.636/ -13、p15-21（1999）



（左棒；重量配分、右棒；取引額配分）
図2 セメント・ライフサイクルにおけるエネルギー発熱量



（左棒；重量配分、右棒；取引額配分）
図3 セメント・ライフサイクルにおけるCO2排出量

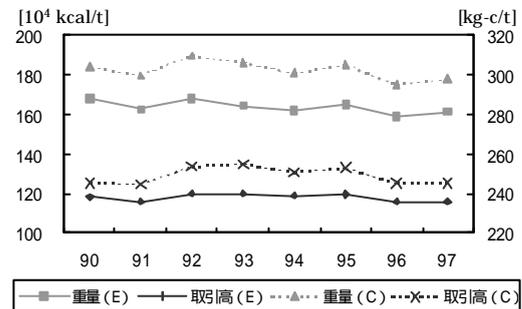


図4 セメント1tあたりの負荷原単位の比較

左軸：エネルギー消費量(E), 10⁴kcal/t

右軸：CO₂排出量(C), kg-c/t