

高炉セメントの製造割合の違いによる環境負荷低減効果の定量化

広島大学 学生会員 ○室園 環
 太平洋セメント株式会社 非会員 桐野 裕介
 株式会社トクヤマ 正会員 新見 龍男
 広島大学 フェロー会員 河合 研至

1. はじめに

日本の2030年度温室効果ガス削減目標の温暖化対策計画には、CO₂排出削減施策として「混合セメントの利用拡大」が織り込まれており、より一層の混合セメントの利用促進が図られている。一方、セメント産業はセメント製造に伴い、他産業から排出された廃棄物・副産物を多く受け入れ、資源循環に貢献しており、セメント製造量の変化は廃棄物・副産物活用量に大きく影響を及ぼすと考えられる。現在、多領域の環境影響を考慮した単位量あたりのセメントの環境影響の定量化¹⁾は行われているが、この結果を実際の製造量に反映して環境負荷低減効果を検討した例は少ない。

本研究では、混合セメントの製造割合の違いによる環境負荷低減効果を定量することを目的に、国内の各セメント製造割合を仮想的に変動させた時に生じる環境影響を、混合材の輸出まで考慮したシナリオを作成して評価した。

2. 評価方法

(1) 評価対象および評価範囲

本検討では、2018年度の普通ポルトランドセメント(PC)、高炉セメントB種(BB)の製造割合(PC:BB=76:24)²⁾を基準(P76B24)とし、各セメント製造割合の増減を行い、製造割合変化に伴い発生する環境影響を算出した。算出に用いた各セメント製造割合を表1に示す。

本検討の評価範囲は、セメント製造割合の変化に大きく影響を受けると考えられる二つの環境影響(図1)とした。一つ目はセメント製造時の環境影響である。PC、BBは製造時に発生する環境負荷物質排出量がそれぞれ異なるため、製造割合の変化により環境影響にも大きな変化が生じると考えられる。二つ目は高炉スラグの対処により生じる環境影響である。本研究での高炉スラグの対処方法は、製鉄所で発生する高炉スラグ生

表1 セメント製造割合

	P90B10	P80B20	P76B24	P70B30	P60B40
PC(%)	90	80	76	70	60
BB(%)	10	20	24	30	40

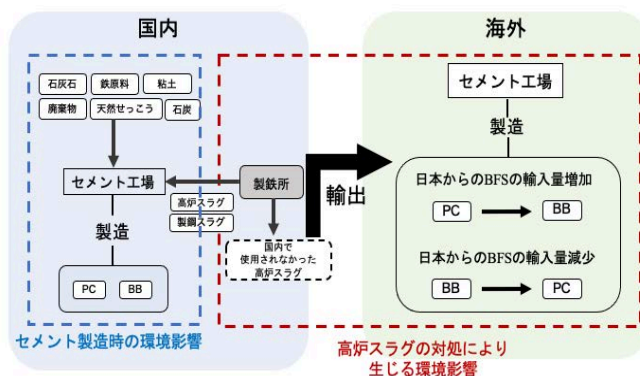


図1 本研究におけるシステム境界

産量を一定と仮定し、国内での高炉スラグの増減分を海外への輸出量を変化させることで補うこととした。

(2) 環境影響評価方法

国内で発生する環境影響としてセメント製造時の環境影響、副産物製造時に発生する環境影響について求めた。PCおよびBBのインベントリデータは文献の値³⁾を用いた。セメント製造時の廃棄物の評価は、本来埋め立て処分されることにより発生する環境負荷を回避したものとみなし、マイナスの環境負荷として扱った。副産物製造時に発生する環境影響についてはコスト配分により求めた⁴⁾。

高炉スラグ輸出時に発生する環境影響は、輸出時に用いられる船舶をばら積み貨物船(Bullker)として評価した。船舶のサイズは35000-59999DWT、燃料はC重油を用いて輸送すると仮定した。また、高炉スラグを海外へ輸出する際の相手国として現在日本から高炉スラグの輸出量が多いバングラデシュ、台湾、韓国、UAE、オーストラリア、アメリカの6カ国と設定した。高炉スラグ輸出量は国別輸送割合の値を用い各国へ配分した。

キーワード 環境影響評価, ポルトランドセメント, 高炉セメント, LIME3, 高炉スラグ輸出

連絡先〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 TEL082-424-7786

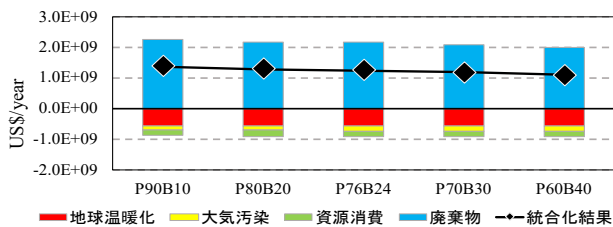


図2 全体の評価結果（環境領域別）

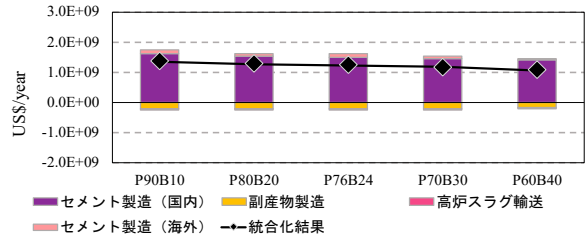


図4 全体の評価結果（工程別）

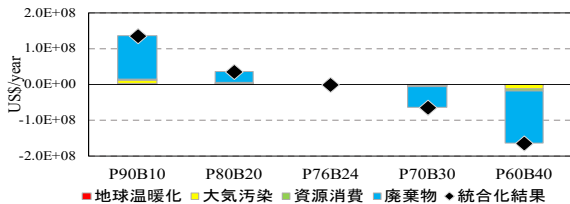


図3 基準との差分を示した評価結果（環境領域別）

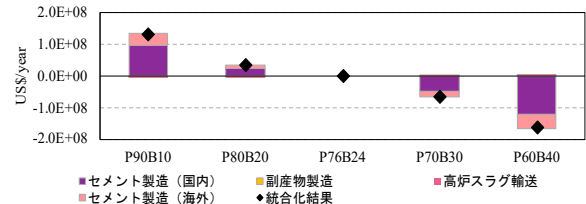


図5 基準との差分を示した評価結果（工程別）

海外で発生する環境影響として、高炉スラグ輸出量の増減による海外でのセメント品種の変化による影響について求めた。海外のPCのインベントリデータは桐野らの研究⁵⁾を参考にして作成した。高炉セメントのインベントリデータについては記載がなかったため、作成したPCのインベントリデータの各数値に高炉セメントのPC構成成分を乗じて作成した。

(3) 評価指標

影響評価には第3版日本版被害算定型影響評価手法(LIME3)⁶⁾を用いた。評価領域は地球温暖化、大気汚染、資源消費、廃棄物の4つとし、評価値は環境貢献を正の値、環境負荷を負の値で示した。

3. 評価結果

評価範囲全体の評価結果を環境領域別に図2に示す。評価結果は、一年あたりに発生する環境影響を貨幣価値で示した。統合化結果はいずれのセメント製造割合でも正の値を示し、中でもPC製造割合が最大であるP90B10の評価値が最も大きい値を示した。環境領域別では、廃棄物活用による環境貢献が大きく評価され、統合化結果は、セメント製造時に活用される廃棄物量の国ごとの差に大きく依存していると考えられる。また、評価結果の基準との差分を図3に示す。図2では廃棄物に次いで影響領域が大きい地球温暖化は、差分との比較を行った結果では大きな変化が生じない。PC製造量が増加した場合、国内におけるCO₂排出量は増加するが、同時に高炉スラグ輸出の促進に伴い海外では高炉セメントの製造量が増加しCO₂排出量が減少する。製造割合変化に伴い国内で大きく変化すると考えられる地球温暖化の評価は、海外の影響を考慮すると相殺

され、変化が生じないことが明らかとなった。

評価範囲全体の評価結果を工程別に図4に示す。工程別では国内のセメント製造による影響が最も大きく、環境貢献に繋がると評価された。評価結果の基準との差分を図5に示す。製造割合変化によって生じる環境影響の変化は、国内でのセメント製造による影響と海外でのセメント製造による影響が大部分を占めていることがわかる。一方、副産物製造および輸送による影響は評価結果には大きな影響は及ぼさなかった。また、BB製造割合が最大であるP60B40では、国内・海外ともに環境負荷が大きくなっていることから、想定するシナリオによっては国内でのBB製造比率の増加が環境負荷低減に繋がらないことが分かった。

4. まとめ

国内の各セメント製造割合と高炉スラグ輸出を仮想的に変動させた時に生じる環境影響を定量し、評価を行った。想定したシナリオでは、国内でのBB製造比率の増加が環境負荷低減に繋がらないと評価された。

参考文献

- 1) 室園環ほか：高炉スラグ輸出による環境負荷低減効果の定量化，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.1，pp.1750-1755（2020）
- 2) セメント協会：セメントハンドブック2020年度版
- 3) セメント協会：セメントのLCIデータの概要（2020）
- 4) 柴崎悠吾ほか：廃棄物・副産物の環境影響を考慮した産業間の環境影響評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.1，pp.1756-1761（2020）
- 5) 桐野裕介ほか：多様な環境影響を考慮した各国のコンクリートの環境影響評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.1，2020
- 6) 伊坪徳宏ほか：LIME3 グローバルスケールのLCAを実現する環境影響評価手法（2018）