

輸送工程を考慮した各種セメントの環境影響評価

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

近年、環境負荷低減と耐久性向上を目的にポルトランドセメント（以下 PC）に高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの混和材を置換した混合セメントの利用が進められている。セメント品種別インベントリデータ¹⁾では、製造過程において混合セメントの利用により環境負荷低減するとされている。しかし、この環境負荷の算定において輸送分は含まれておらず、実際の環境負荷より少なく算定されている。各種セメントの環境影響の比較において適切な評価を行うためには、輸送工程も考慮に入れる必要がある。そこで、本研究では、原料の産地から工場までの輸送および工場からサービスステーション（以下 SS）までの輸送工程を考慮した各種セメントの環境影響評価を行った。

2. 評価方法

(1) 使用した輸送データ

輸送距離、輸送手段のデータは、LCA 日本フォーラムが収集しているデータ¹⁾を用いた。各原料および各製品の輸送における環境負荷量は、輸送距離にそれぞれの輸送手段のインベントリデータを乗じて算出した²⁾。輸送手段について、実際の輸送では原料ごとに異なるサイズの船舶、トラックが使用されると想定されるが、具体的な輸送手段の調査は難しかったため、本研究では全ての原料および製品輸送において船舶 2000t 級、10t トラックを用いると仮定した。

(2) 評価対象および評価指標

評価対象とするセメントは、星野³⁾の論文に示されている PC、PC に高炉スラグ微粉末を 42.5%置換した高炉セメント B 種（以下 BB）、PC にフライアッシュを 15.5%置換したフライアッシュセメント B 種（以下 FB）の三種類とした。本研究におけるシステム境界を図 1 に示す。評価範囲は、公表されているインベントリデータ¹⁾と同様に原料採取から製造までとするが、本研究では各原料の産地からセメント工場までの原料輸送および工場から SS までの製品輸送工程を含めることとし、これらの工程で消費する天然原燃料および発生する環境負荷物質排出量を算出した。副産物製造時に発生する環境影響は配分方法によって大きな差があるため⁴⁾、本研究では副産物の環境影響はないものと仮定した。

影響評価には第 3 版日本版被害算定型影響評価手法（LIME3）⁵⁾を用いた。評価項目は地球温暖化、大気汚染、光化学オキシダント、資源消費、廃棄物とし、評価値は環境貢献を正の値、環境負荷を負の値で示した。廃棄物の使用に関しては、本来廃棄物の埋め立て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、つまり環境貢献として扱った。

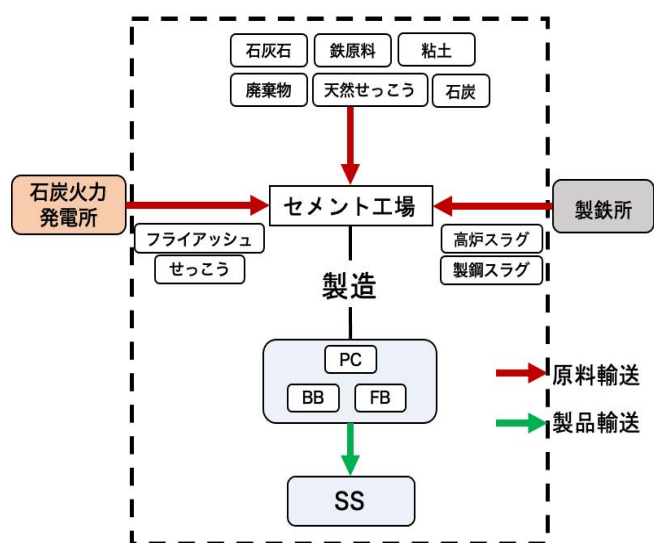


図 1 本研究におけるシステム境界（破線）

キーワード ポルトランドセメント、混合セメント、輸送、環境影響評価、LIME3、

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 TEL 082-424-7786

3. 評価結果および考察

(1) 輸送における各種セメントの環境影響評価結果

輸送工程における各種セメントの評価結果を図2に示す。輸送工程での評価値はPC<BB<FBの順となり、FBが最も環境負荷が小さいセメントであると評価された。環境領域別では大気汚染の影響が最も大きいと評価された。これは輸送工程で排出されるSO_xやNO_x等の大気汚染物質が、CO₂排出より評価結果に大きな影響を及ぼしていることを示す。

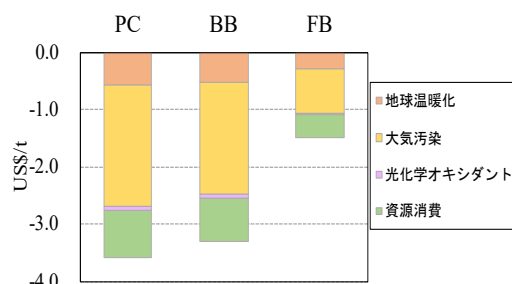


図2 輸送工程における評価結果

輸送工程別の環境影響評価結果を図3に示す。原料輸送において、混合セメントの環境負荷はPCと比較すると大きい、さほど大きな差は見られなかった。評価結果から、混和材輸送による環境負荷増加は確認されたが、環境に大きな影響を及ぼすほどではないことがわかる。製品輸送において、評価値はPC<BB<FBの順となりFBが最も環境負荷が小さいセメントであると評価された。評価値に差が生じた要因として、地域ごとの各種セメントの需要量の違いが反映されているものと考ええる。関東、東海、近畿等の大都市ではPCの需要が非常に高い。一方、セメント生産量が多い中国、九州地方では他の地域と比較して混合セメントの需要が高く、セメント工場から大都市へ長距離輸送が必要なPCの製品輸送における環境負荷が大きくなったと考える。

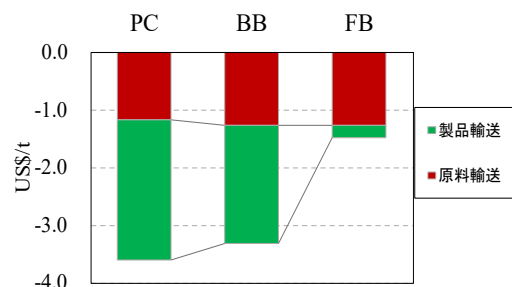


図3 輸送工程別評価結果

(2) 評価範囲全体での各種セメントの環境影響評価結果

輸送工程を含めた原料採取から製造までの各種セメントの環境影響評価結果を図4に示す。評価値はBB<FB<PCの順となり、PCが最も環境貢献が大きいセメントであると評価された。これは、クリンカ製造時における廃棄物活用の貢献が、地球温暖化や資源消費の環境負荷より大きいためである。環境領域別では、廃棄物の次に地球温暖化の影響が大きいと評価された。大気汚染の割合が大きかった輸送工程を考慮しても、製造時に発生するCO₂排出は大きな環境負荷をもつことがわかる。図2および図4の環境負荷のみの評価値を比較すると、評価範囲全体では輸送工程での環境負荷は小さく、輸送工程を考慮してもセメント品種間の評価には大きな影響を及ぼさないと評価された。

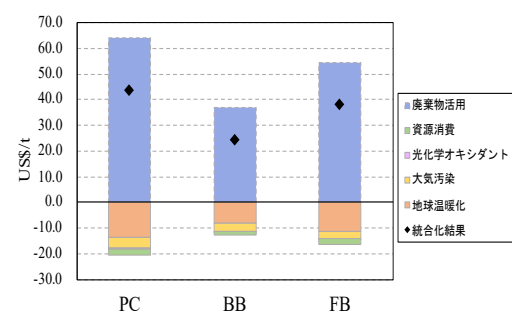


図4 評価範囲全体における評価結果

4. まとめ

輸送工程を考慮した各種セメントの環境影響評価を行った結果、廃棄物活用の貢献が大きいPCが、最も環境貢献が大きいセメントであると評価された。輸送工程のみの環境影響は、製造工程のみの環境影響と比較してさほど大きくない。以上を踏まえて、輸送工程を考慮しても、セメント品種間の評価には大きな影響を及ぼさないことが示された。

参考文献

- 1) LCA 日本フォーラム: LCA-LCA データベース, <https://www.lca-forum.org/database/> (2021年3月3日アクセス)
- 2) 土木学会: コンクリートの環境負荷評価 (その2), コンクリート技術シリーズ 62, pp.32-40, (2004)
- 3) 星野清一ほか: セメントの廃棄物・副産物の資源化を表す環境指標による各種セメントの評価, セメント・コンクリート論文集, Vol.69, pp.679-686 (2015)
- 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.42-1, pp.1750-1755 (2020)
- 5) 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)