

名古屋大学工学部 学生会員 ○松井健吾, 奥山聡俊志

名古屋大学大学院環境学研究科 学生会員 長谷川正利

名古屋大学大学院環境学研究科 正会員 奥岡桂次郎, 谷川寛樹

1.はじめに

持続可能な社会の実現に向け、二酸化炭素排出量を削減することは急務である。特に産業部門であるセメント製造過程では、日本の温室効果ガス総排出量の約4%を占めている¹⁾ことから、低炭素技術導入による排出量削減に大きく寄与できる。セメント製造過程において二酸化炭素削減に有効であるのが、原料として高炉スラグ、フライアッシュ、シリカ質などをクリンカーとともに用いた混合セメントである²⁾。現在、日本において使用されているセメントのうち約25%が混合セメントであるが、そのうちのおよそ99%の割合を占める高炉スラグを用いた高炉セメントは、約75%を占める普通ポルトランドセメントと比較して、製造過程に排出される二酸化炭素を4割近く減少させることが可能である¹⁾。また、鉄の製造過程で排出される高炉スラグを利用するため、循環型社会構築に望ましい。しかし、現在最も普及している高炉セメントB種（高炉スラグの分量割合が30～60%）は、塩化物イオン遮蔽性や化学的抵抗性に優れているという点から、土木構造物に主に用いられることが多いが、建築分野への利用は地下構造に利用されることはあるものの上部構造には利用されていない。これは、高炉セメントB種を用いるためには桁、床版、建築躯体といったかぶりの小さい構造物には適さないということに起因する。しかし、高炉セメントA種（高炉スラグの分量割合が5～30%）は普通ポルトランドセメントと同様の用途に使用できるといわれており、建築分野での上部構造に用いることも可能であるが、実構造物への使用実績は極めて少ないのが現状である³⁾。そのため、本研究では、高炉セメントA、B種導入による二酸化炭素排出削減量の推計及び導入可能性の検討を行った。

2.推計方法

2.1 評価対象

本研究では、建築物（上部構造、基礎・地下構造）、土木構造物を対象に高炉セメントの導入による二酸化炭素排出削減量ポテンシャルの推計を行った。図-1に研究フロー図を示す。

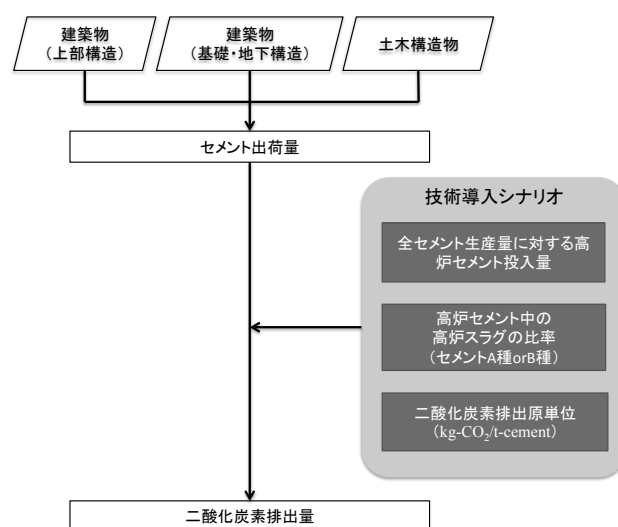


図-1 研究フロー図

2.2 セメント生産量の推計

それぞれの構造物におけるセメント生産量は奥山ら⁴⁾の推計した建築・土木別のセメント生産量に長岡ら⁵⁾の構築したデータを用いて建築物のセメント生産量を上部構造、基礎・地下構造のそれぞれのセメント生産量として仮定した。

2.3 セメント生産量の推計

二酸化炭素排出量を推計するにあたり、全セメント中の高炉セメントの比率⁶⁾（以下、高炉スラグ投入率）、高炉セメント中の高炉スラグ比率（以下、高炉セメント比率）、二酸化炭素排出原単位を考慮する必要がある。本研究では、3種類の構造物を対象に、高炉セメント2種類を適当な用途に用いて推計を行う。推計に際して、高炉セメント比率は現状維持シナリオ（シナリオA）と高炉セメント普及シナリオ（シナリオB）の2つの

パターンを想定し推計を行った。シナリオ A では、経済産業省の公表している値⁷⁾を仮定し、シナリオ B の設定に際して、建築物(上部構造、基礎・地下構造ともに)には、IEA のセメント技術ロードマップ 2009 に準じて、60%⁸⁾を設定し、土木構造物には、現在の土木分野におけるグリーン調達事業の 94%⁷⁾を設定し、2050 年までに設定値まで導入が促進されると仮定した。用いた値は表-1、2 に示す。

表-1 セメント種類別の諸元

セメント種類	高炉スラグ投入率(%)	CO ₂ 排出 原単位(kg/t)
普通ポルトランドセメント	0	746.6
高炉セメント A 種	20	605.4
高炉セメント B 種	40	464.1

表-2 構造別の条件設定

構造	高炉セメント比率(%)		高炉セメント種類
	シナリオ A	シナリオ B	
建築（上部）	0	60	A 種
建築（基礎・地下）	20	60	B 種
土木	50	94	B 種

3. 結果と考察

図-2 にシナリオ別の二酸化炭素排出量を示す。二酸化炭素排出量は、シナリオ A で 2,422 万トン、シナリオ B で 2,029 万トンと推計され、高炉セメント導入により約 393 万トン（全体の削減率-約 16.3%）が削減される結果となった。構造別の削減量は、建築物（上部構造）が約 103 万トン（構造別の削減率-約 11.3%）、建築物（基礎・地下構造）が約 80 万トン（構造別の削減率-約 16.4%）、土木構造物が約 210 万トン（構造別の削減率-約 20.5%）となり、土木構造物における二酸化炭素削減量が量・割合ともに最も大きいことが明らかとなった。

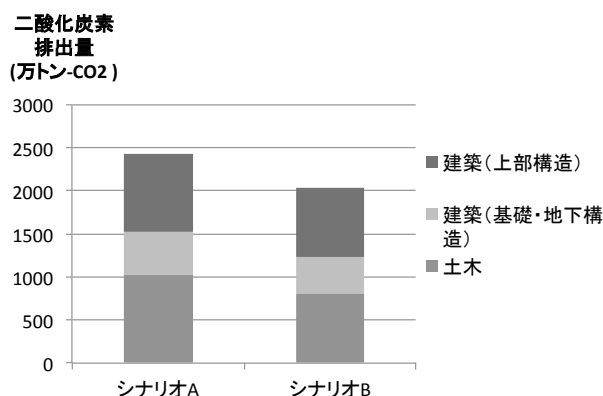


図-2 二酸化炭素排出量の推計結果

4. おわりに

本研究では、建築物（上部構造、基礎・地下構造）と土木構造物を対象に高炉セメント導入による二酸化炭素排出量の推計及び導入可能性の検討を行った。また、現在高炉セメントの投入が行われていない建築物（上部構造）に高炉セメント A 種を投入することによる影響を示すことにより、更なる削減効果を得られることが明らかとなった。ただし、本研究では構造物と混合セメントの種類を限定し、推計を行ったため、今後は構造物をさらに用途・構造別に分け、高炉セメント以外の混合セメントにも着目して研究進めることにより、持続可能な社会の実現に向けた様々な可能性を示していく必要がある。

謝辞:本稿は、環境省環境研究総合推進費（S-6-4, 1E-1105）、環境省循環型社会形成推進科学研究費補助金（3K113002）の一環として行われたものである。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 鉄鋼スラグ協会:高炉セメント 100 年史 2010.
- 2) セメント協会ホームページ.
<http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jd2.html>
- 3) 横室隆, 宮澤伸吾, 川上勝弥:コンクリート用高炉スラグ活用ハンドブック 2011.
- 4) 奥山聡俊志, 奥岡桂次郎, 杉本賢二, 谷川寛樹:土砂系資源のマテリアルストック・フロー分析に用いる基盤情報の整備, 第 27 回環境研究発表会, 環境情報科学 2014.
- 5) 長岡耕平, 谷川寛樹, 吉田登, 東修, 大西暁生, 石峰, 井村秀文:全国都道府県・政令指定都市における建設資材ストックの集積・分布傾向に関する研究, 環境情報科学論文集 Vol. 23, pp83-88, 2009.
- 6) 谷田貝敦, 二戸信和, 宮澤伸吾, 坂井悦郎:鉱物組成を調整したクリンカーを用いた高炉セメント A 種の特性, Cement Science and Concrete Technology, Vol. 66, pp338-344 2012
- 7) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建設課:平成 20 年度中小企業支援調査 セメント産業における非エネルギー起源二酸化炭素対策に関する調査-混合セメントの普及拡大方策に関する検討- 2009.
- 8) IEA:Cement Technology Roadmap: Carbon emissions reductions up to 2050, 2009.