

(V-29) 歴史的社会的諸要因が高炉セメントの生産量に及ぼす影響

千葉工業大学 学生会員 ○羽鳥 正
千葉工業大学 正会員 小林 一輔
東京大学 大学院 学生会員 増田 健一
東京大学生産技術研究所 正会員 魚本 健人

1. まえがき

各種産業副産物の中で高炉スラグがコンクリート材料として一般に認められるようになって約40年が経過する。最近では主として高炉セメントの形で利用され全セメントに占める生産比率は20%に迫る状況である。

このような混和材料が多量に利用される要因としてコンクリートの性質向上を目的とするものがある。が、逆に考えるとコンクリート材料として利用される上で必要とされる要因は、コンクリートの性質向上だけではないことは明白である。その他に、資源の有効利用、コスト削減、省エネルギー、CO₂削減、政策が上げられる。しかし、その他の要因についても、個々の視点から論じた文献は散見できるが、それらを総合的にまとめて論じたものは見あたらない。そこで、これらの諸要因が一体となって、コンクリート材料としての高炉スラグの現在の利用状況を形成したと考え因果関係を分析するのが本論文の目的である。

2. 調査概要

まず、コンクリート材料としての高炉スラグは用途または添加時期から次の四つに分類することができる。すなわち骨材、混和材、セメント混合材、セメントクリンカ原料（粘土代替）である。この四つの中では、セメント混合材として使われているものが最も多く（1990年で高炉スラグ全体の48%、コンクリート材料向け高炉スラグの73%）¹⁾ になっている。今回はこのセメント混合材向けの高炉スラグに焦点を合わせ、高炉スラグの生産量、コンクリート・鉄鋼関連の事情、経済、政策等の影響がどのように現れるかを、その一般化された1950年代中頃を起点として検証する。なお、セメント混合材としての高炉スラグ需給量は、高炉セメント生産量にほぼ比例すると考えて差し支えないため、以下においては高炉セメントで扱う。

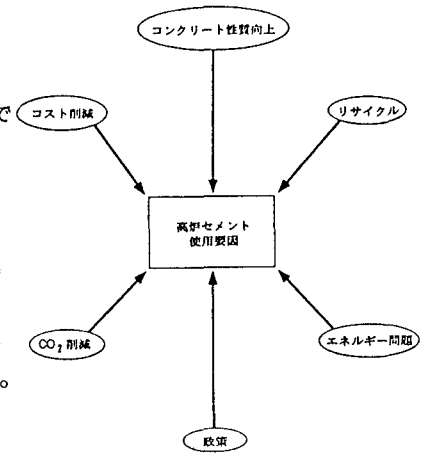
3. 結果および考察

i) 高炉セメント（1955～1973年）

粗鋼の生産量は1950年代前半ではほぼ戦前の水準まで回復し、1955～1973年までの20年弱で約13倍に増加した。この間、高炉セメントは1950年のJIS R 5211制定によって一般に認知され、1962年頃まで生産量、全セメントに占める生産比率ともに増加する。しかし、1955年～1973年の間も高炉スラグ自体の利用状態は戦前（1943年八幡製鉄所において、埋立及び廃棄59.1%、バラス用16.4%、セメント用11.0%）とさほど変わらず、道路材、埋立用という付加価値の低いものの割合が高かった。本業の鋼材が好調に伸びていたこと、スラグの処分先にそれ程は困ってなかったことがその理由に考えられる。図1及び図2に示すように、高炉セメントの生産量は停滞する。

ii) 高炉セメント（1974～1988年）

この期間は高炉スラグの認識に大きな変化があった。製鉄所近辺の埋立用地が存在し資本投資が盛んな頃は、スラグは自家消費あるいは引き取って貰う形で、主に埋立用あるいは道路材用として処分されるものと考えられていた（1972年スラグ全体で埋立に35%、セメント用5%、道路材バラス用46%）。しかし、石油危機後の



高炉セメント使用要因

低成長経済時代になると埋立需要がなくなり、廃棄する場合は処分コストを考えなくてはならないものへと変化した。この対策を考える鉄鋼メーカーはスラグの売り込みに力を注ぐ（1976年鉄鋼連盟にスラグ資源化委員会を設置しPR活動、各方面での研究）ようになる。そして各種の使用用途の中でも高炉セメントが良く売れるようになった（図3参照）。この理由として、構造物の大型化がもたらす水和熱抑制の目的とアルカリ骨材反応抑制の目的があった。特に後者について、1970年代後半以降はアルカリ骨材反応抑制のメカニズム等に関する基礎研究が盛んになってきた頃で、次第にこの問題がわが国において顕在化してくるようになり、その対策となり得る高炉セメントが積極的に使われるようになった為であると考えられる。特に、図4に示すように反応性骨材の多い西日本での使用比率は著しく増加した。

iii)高炉セメント（1989～1991年）

全セメントに占める高炉セメントの割合が1989年に若干の減少傾向を見せているのは、競争相手であるポルトランドセメントが第二次石油危機以降の生産量の減少傾向から一転して増加傾向をとるようになったからで、その原因は1986年の石油価格暴落による。燃料コストシェアのより高いポルトランドセメントが高炉セメントに比べて石油暴落の恩恵を多く受けたと考えられる。

4. まとめ

高炉セメントは品質的にはポルトランドセメントに見劣りしない優れた特徴をもっている。高炉スラグ自体がコンクリートの性能向上に貢献すること、資源の有効利用に役立つこと、省エネルギーであること、CO₂を削減すること、比較的安価であることなどの諸要因が現在の高炉セメントの利用状況をつくり出したのであり、配給統制が行われていた戦時中の「雑用セメント・水砕セメント」と異なり、使用目的に応じた自由な選択の結果、使用比率が上昇した。

最後に、将来の高炉セメント生産量に変化を促す要因のうち現時点で特に重要と考えられるものとして、地球温暖化のメカニズムの解明があげられる。ちなみに、産業別二酸化炭素排出量の第2位、第3位がそれぞれ高炉製鉄（全産業の排出量に占める比率11.6%）、セメント（同6.1%）である。これが解明されれば、CO₂削減の計画が具体化されることになり、結果的に全セメント生産量に占める高炉セメントの割合は高くなると思われる。環境庁の試算による²⁾と、2010年に水砕化率が仮に100%となれば高炉セメントの比率は55%になるという。

<参考文献>

- 1) 鉄鋼スラグ協会：「鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用について」平成3年版
- 2) 環境庁：地球温暖化対策技術評価検討会産業分科会報告書
- 3) 社団法人セメント協会：「セメント協会30年の歩み」

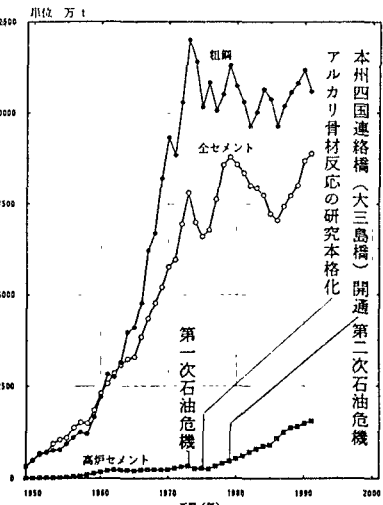


図1 粗鋼・全セメント・高炉セメント生産量

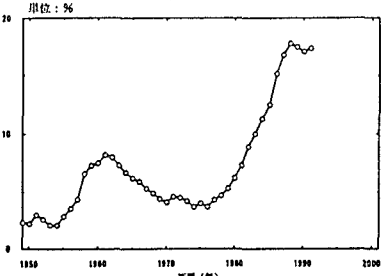


図2 全セメントに対する高炉セメントの比率

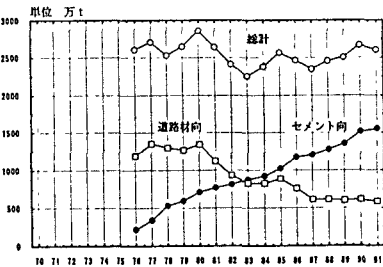


図3 高炉スラグ需給推移

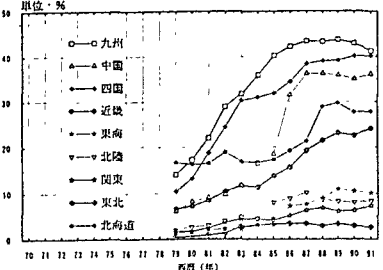


図4 高炉セメント使用比率