

## 改良型の高炉セメントC 種を用いたコンクリートの 土木構造物への適用に向けた研究

橋本, 学

<https://doi.org/10.15017/2534436>

---

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : 橋本 学

論 文 名 : 改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートの土木構造物への適用  
に向けた研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートを実用化し、土木構造物へ実適用するための検討を行ったものである。具体的には、土木用のコンクリート配合として最適なセメントの組成を検討し、その中で、高炉スラグ微粉末の粉末度を  $4000\sim 4500\text{cm}^2/\text{g}$ 、高炉スラグ微粉末が 65%程度、普通ポルトランドセメントが 30~35%、結合材中の  $\text{SO}_3$  量が 3.5%程度であることを見出した。さらに、改良型の高炉セメント C 種用に開発した化学混和剤を用いることでフレッシュ性状の改善を図った。このように、「改良型の高炉セメント C 種」と「改良型の高炉セメント C 種専用の化学混和剤」を用いることで、単位水量が  $150\sim 160\text{kg}/\text{m}^3$  程度と比較的少なく、スランプが 12cm 程度の土木用のコンクリート配合においても、良好なフレッシュ性状が確保できるとともに、マスコンクリートにおいて水和熱を抑制し、初期強度および収縮特性を改善できることが確認された。さらに、それらを用いたコンクリートの強度特性や耐久性といった各種物性についても明らかにしている。

第 1 章では、本研究の背景、産業副産物の有効利用および建設業における環境負荷低減の必要性について述べ、さらに、高炉セメント C 種を実用化する上での現状の技術的課題を抽出した。それらを踏まえて、本研究の目的について述べた。

第 2 章では、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの既往の研究について整理した。また、改良型の高炉セメント C 種に関する先導研究においても、最適なセメントの組成について検討を行っており、その中で、最適な高炉スラグ微粉末の粉末度、置換率、無水セッコウの添加率、石灰石微粉末の有無等を明らかにしている。さらに、高炉スラグ微粉末の置換率が多くなるセメントでは、化学混和剤の吸着性能が異なることや、高炉スラグ微粉末と相性の良い分子構造を持つ分散剤が存在することについて明らかにしている。

第 3 章では、改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートのフレッシュ性状および発熱特性について検討している。その中で、第 2 章で検討した高炉スラグ微粉末への分散剤の吸着性能に関する知見を活かし、ポリカルボン酸分散剤の分子設計を改良した。さらに、流動保持剤を組み合わせることで、新たな改良型の高炉セメント C 種専用の混和剤として開発した。それによって、とくに、流動保持性が改善できることを明らかにしている。また、改良型の高炉セメント C 種を用いた

コンクリートの断熱温度上昇特性は、高炉セメント B 種と比較して 10°C 程度低くなることを明らかにしている。

第 4 章では、改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートの強度特性および耐久性に関する検討を行っており、改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートは、材齢初期においても高炉セメント B 種のそれと同程度の強度発現性を有することや、改良型の高炉セメント C 種を用いることで水和組織が緻密化し、普通ポルトランドセメントや高炉セメント B 種と比較して水分の浸透に対して高い抵抗性を有することを明らかにしている。また、高炉スラグ微粉末を 70% 置換したコンクリートの 41 年の暴露試験では、アブサンデン現象による目立った表層の品質低下は認められず、健全な状態であり、中性化深さは 10mm 以下でかつ未中性化部に  $\text{Ca(OH)}_2$  が残存することを明らかにしている。

第 5 章では、実規模試験体によるコンクリートの施工性ならびに各種物性の検証を行っており、その中で、改良型の高炉セメント C 種を用いたコンクリートでは、同一のスランブの高炉セメント B 種との比較において充填性や表層の出来栄等々に差が認められ、やや劣る結果であった。そこで、施工性能にもとづいた配合設計手法を用いて、改良型の高炉セメント C 種ではスランブを 8cm から 14cm にすることで、充填性や表層の出来栄を改善できることを明らかにしている。また、改良型の高炉セメント C 種を用いることで高炉セメント B 種と比較して、一定の温度ひび割れ低減効果が期待できる一方で、断熱温度上昇特性は、高炉スラグ微粉末を多量に用いていることから、打込み温度に対する温度依存性が大きいことを明らかにしている。

第 6 章では、海洋構造物に改良型の高炉セメント C 種を実適用し、実施工による施工性ならびに温度ひび割れ抑制効果の検証を行った。そのうち、標準期、夏期の施工において、改良型の高炉セメント C 種専用の AE 減水剤を用いたことで、スランブロスを抑止することができ、打込み、仕上げといった施工性についても良好であることを述べている。また、初期および長期強度ともに高炉セメント B 種を用いたコンクリートと同程度以上であることを述べている。さらに、夏期の施工において、マスコンの温度ひび割れ対策としても有効となる可能性があることを示している。

第 7 章では、環境影響評価に関する検討を行っており、その結果、改良型の高炉セメント C 種は高炉セメント B 種と比較して、1.5 倍程度の  $\text{CO}_2$  の削減効果が期待でき、将来的に汎用のセメントとして全国の生コン工場で利用されると想定した場合、 $\text{CO}_2$  の削減量で 35 万 t、原油ベースで 3.7 万 kL/年の環境負荷低減効果が見込まれることを明らかにしている。

第 8 章では、本研究で得られた知見を取りまとめ、今後、改良型の高炉セメント C 種の普及に向けた検討課題として、技術的課題と施策・仕様等の制度上の課題の両面について述べた。

以上