

審査の結果の要旨

氏名 友寄 篤

友寄篤氏から提出された「コンクリート用火山ガラス微粉末の製造・性能・標準化・利用に関する研究」は、九州南部に大量に存在する火砕流堆積物であるシラスのコンクリート用混和材としての有効利用方策の提示を目的としたものである。本論文の背景には、近年、低炭素化社会の実現に向けて、これまでコンクリートの主材料であったポルトランドセメントの使用量削減を図ろうとする社会的な要求の高まりや、これまで廃棄物として処理されてきた天然未利用資源であるシラスの有効活用を図ろうとする機運の高まりがある。本論文は、原料であるシラスからコンクリートの性能改善に資する火山ガラス微粉末を実用的に製造できる技術を開発し、そのコンクリート用混和材としての性能を明らかにするとともに有効利用方策を示し、さらに、標準化を図るために火山ガラス微粉末の品質規格を提案したものである。

本論文は7章から構成されており、各章の内容については、それぞれ下記のように評価される。

第1章では、本研究の社会的背景、技術的課題および目的、ならびに論文の構成が適確に述べられている。

第2章では、関連する従来の調査・研究に基づき、火山ガラスを含む天然ポゾランの分類について確認するとともに、分類に応じたそれぞれの特徴および工業資源としての利用に関する現状、および火山ガラスの風化物がコンクリートに与える影響についての研究の現状について十分な調査が行われており、火山ガラスはコンクリート用混和材として有効な成分と考えられるものの、それが含まれる火山噴出物には結晶質の粉粒体や粘土など様々な不純物も含まれているため、それら不純物の除去が、火山ガラスのコンクリート用混和材としての利用を図る上で不可欠であることが明確にされている。

第3章では、シラスを原料としてコンクリート用混和材を製造することを目的として、シラスから火山ガラスを抽出して微粉末化するための技術開発が合理的になされている。すなわち、実用化を念頭に置いて、火山ガラスの抽出方式として乾式選別方式が選定され、排熱を利用した多段気流分級装置と簡易な動力を用いた乾式比重選別装置による実験結果に基づき、消費エネルギー量が少なく火山ガラス含有率の高くなる乾式比重選別装置が選定され、さらにそれに粉碎装置・分級装置を接続することで、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上、BET比表面積 $18\text{m}^2/\text{g}$ 以下の任意の粉末度の火山ガラス微粉末を製造可能であることが明らかにされている。また、乾式比重選別時には、化学混和剤の効果を低減させる可能性が高い風化

の進んだ粘土質分も除去されることを明らかにしている。

第4章では、粉体の充填シミュレーションに基づいて、火山ガラス微粉末の粒度分布がペーストの粘性に及ぼす影響に対する評価が工学的になされるとともに、ペーストおよびモルタルの流動性実験に基づいて、水粉体比および粉末度に応じて火山ガラス微粉末がマイクロファイバー効果を発揮する置換率を、微粉末の凝集現象や化学混和剤吸着現象の観点も踏まえて明らかにされ、粉末度に応じて、実用的に推奨できる水粉体比および置換率の範囲が提示されている。また、不純物である粘土質分は化学混和剤を吸着し、ペーストおよびモルタルの流動性に悪影響を及ぼすことが確認されている。

第5章では、実験を通じて、火山ガラス微粉末のBET比表面積、セメントとの置換率、および不純物である粘土質分が、火山ガラス微粉末を混和材として用いたモルタルの強度発現に及ぼす影響を明らかにするとともに、火山ガラス微粉末と水酸化カルシウムとのポゾラン反応により生成した硬化体の物理的・化学的変化の微視的な観察・分析を通じて、火山ガラス微粉末を用いたモルタルの強度発現現象が的確に論じられている。

第6章では、火山ガラス微粉末のコンクリート用混和材としての実用化に向けて、超高強度コンクリートおよび普通コンクリートを対象として、それぞれシリカフェームおよびフライアッシュを比較対象に、火山ガラス微粉末がコンクリートの諸性質に及ぼす影響に関する実験が系統的になされている。その結果、火山ガラス微粉末は、高粉末度であれば、シリカフェームおよびフライアッシュと同等程度以上に、コンクリートの流動性、強度、および塩化物イオン浸透抵抗性に対する効果が認められること、中性化抵抗性についても置換率が10%程度であれば低下しないことが明らかにされている。また、火山ガラス微粉末を用いたコンクリートの実製造に向けて、材齢28日におけるセメント水比と強度との関係式が導き出されるとともに、最適な流動性を得るための置換率や化学混和剤量についても提案がなされている。

第7章では、第4章から第6章までの研究成果を基に、JIS A 6207（コンクリート用シリカフェーム）の規定内容を参考にして、火山ガラス微粉末の規格（案）が的確に示されている。

第8章では、本論文の結論と今後の課題が要領よくまとめられている。

以上のように、本論文は、その目的・意義が明確に示されており、適確な手法を用いて実験および分析が進められ、火山ガラス微粉末の実用的な製造方法、火山ガラス微粉末の特性およびそれを用いたコンクリートの物性、火山ガラス微粉末をコンクリート用混和材として適切に用いるための方法、ならびに火山ガラス微粉末の規格案が示されており、火山ガラス微粉末のコンクリート用混和材としての利用に関して十分な情報および技術を提供している。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。