

(様式 2)

学位論文の概要および要旨

氏 名 金子 泰治

題 目 低品質骨材を用いたコンクリートの物性とその品質改善に関する研究

学位論文の概要及び要旨

循環型社会の構築に向けて、廃棄物の発生抑制や発生した廃棄物の有効利用が要望され、コンクリート用骨材の代替骨材として、ゴミの減量・減容化とそれに伴う最終処分場の延命、およびダイオキシン対策を目的として導入された焼却灰溶融炉から排出されるごみ溶融スラグ、建設廃棄物（廃コンクリート、廃瓦、廃ガラスなど）、産業副産物（フェロニッケルスラグや高炉スラグなど）の固化物の利用が熱望されている。

このような状況から、低品質骨材として、建設廃棄物である廃瓦、中国からの輸入砂、産副産物のフェロニッケルスラグ、およびごみ溶融スラグを採り上げ、これらをコンクリート用骨材として有効利用することを目的とし、低品質骨材を用いたコンクリートの性能や品質を明らかにするとともに、その性能や品質を向上させ手法・技術を適用して品質改善を試みた。

本論文は、

第1章「序論」では、本研究の背景と目的を述べた。

第2章「従来の研究」では、低品質骨材として用いた廃瓦細骨材、フェロニッケルスラグ細骨材、溶融スラグ細・粗骨材のコンクリートへの適用に関する既往の研究をとりまとめ、技術の現状について整理を行った。

第3章「廃瓦を細骨材として用いたコンクリートの物性」では、最終処分場に投棄されてきた改築や瓦製造時に排出される廃瓦を細かく砂状に破碎したもの（廃瓦細骨材）をコンクリート用の細骨材として有効利用することを目的として、廃瓦細骨材をコンクリートに用いるための配合設計、廃瓦細骨材を用いたコンクリートの物性、廃瓦細骨材の品質がコンクリートの物性に及ぼす影響を明確にし、併せてコンクリートの品質を向上させるための手法についても検討を加えている。ここでは、廃瓦細骨材としては、耐凍害を考慮して製造された石州瓦と気候温暖で無凍害のために低い焼成温度で製造された淡路瓦を対象とした。その結果、廃瓦細骨材のコンクリートへの適用については、遅延型の高性能AE減水剤の使用によってのみコンクリートの製造が可能で、適切なW/Cの選定と適切な空気量の確保によって、無筋コンクリートばかりでなく構造用コンクリートにも適用できる技術開発を行った。

4章「中国砂およびFNS 砂のコンクリート用細骨材としての有効利用」では、鳥取港に陸揚げされている細粒の中国砂と本実験用に調達した粗粒の中国砂の2種類を選定し、中国砂の粒度改善を目的に、細粒の中国砂には砕砂を、粗粒の中国砂には細粒のフェロニッケルスラグ砂、などを組合せた混合砂を細骨材として用い、コンクリートの配合設計、フレッシュおよび硬化後のコンクリートの性状を検討した。その結果、中国砂を用いたコンクリートではブリーディングが多くなり、材料分離が生じやすいことが明らかになり、中国砂を用いたコンクリートに対して産業廃棄物である砕砂微粉末ないしはフェロニッケルスラグ微粉末を添加することによる品質改善の可能性を検討した。この検討より、中国砂を細骨材として用いるためには、0.075 mm 以下の微粒分を多く含む微粉末を添加することがコンクリートの品質改善に有効であることを明らかにした。

5章「熔融スラグ骨材を用いたコンクリートの物性」では、ゴミ焼却灰を高温で熔融して固化したもの（熔融スラグ骨材）をコンクリート用骨材として用いるための研究を行った。ここでは、熔融スラグ骨材として、品質の異なる熔融スラグ粗骨材2種類（鳥取県産と栃木県産のもの）と熔融スラグ細骨材2種類について、粗骨材の一部あるいは全量を熔融スラグ粗骨材で置換したコンクリート、細骨材の一部あるいは全量を熔融スラグ細骨材で置換したコンクリートに対して、配合設計を行い、施工性や強度、耐久性を含めたコンクリートの物性と性能を検討した。その結果、熔融スラグの品質がコンクリートの物性や性能に及ぼす影響は、粗骨材よりも細骨材として使用した方が遙かに大きいことが明らかになった。また、熔融スラグ粗骨材を用いる場合には、空気量を6%程度を確保し、適切なW/Cを選定すれば、粗骨材の全量を熔融スラグ粗骨材で置換しても気象作用が厳しい条件下のコンクリート構造物に適用できる可能性のあることを示した。一方、細骨材のみに熔融スラグ細骨材を用いたコンクリートでは、細骨材への熔融スラグ細骨材の置換率が60%を超えると、所定のスランプを得るための単位水量が増加し、凝結時間の遅延、ブリーディングの増加が生じることを明らかにした。今後、熔融スラグの使用量を増大させていくためには、熔融スラグ細骨材の置換率が大きなコンクリートに対して良質なコンクリートを製造する技術開発が課題として残ることを明示にした。

第6章「石灰石微粉末による熔融スラグ骨材を用いたコンクリートの品質改善」では、第5章の課題を受け、技術的に最も困難を伴う課題として、細・粗骨材（骨材）の全量を熔融スラグ細・粗骨材（熔融スラグ骨材）で置換したコンクリートの品質改善を目指した研究に着手した。まず、均一でワーカブルなコンクリートを製造するためにはより多くの粉体量が必要で、目的達成のために効率的な粉体（粒度分布、比表面積、扱いやすさ）を模索した。その結果、比表面積が5500 cm²/g 程度の石灰石微粉末が有効であることを見出し、石灰石微粉末を用いることによって5章の問題点を克服し、骨材全量を熔融スラグで置換したコンクリートを生コン工場において製造でき、かつ構造用コンクリートに適用できる可能性を見出すまでに至った。すなわち、石灰石微粉末の添加による品質改善では、細骨材の全量に熔融スラグ細骨材を使用したコンクリートに対しては、細骨材の容積比で15~18%、骨材の全量に熔融スラグ骨材を使用したコンクリートに対しては、細骨材の容積比で15%、の石灰石微粉末を置換することによって、単位水量の低減、ブリーディング量の減少とブリーディング終了までの時間短縮、凝結時間の短縮、同一W/Cにおける圧縮強度の増

加と凍結融解抵抗性の向上，等の改善が図れることを明らかにした。

第7章「結論」では，第3章から第6章で得られた結論を総括し，結論とした。

これら一連の研究を通して，低品質を用いたコンクリートの配合設計の考え方，骨材の品質とコンクリートの物性や品質との関連，コンクリートの物性や品質を改善する手法についても言及した。これら一連の研究成果は，骨材の低品質化や産業廃棄物由来の固化物の多様化がさらに進行する中で，今後，出現する新しい低品質骨材のコンクリートへの適用要請に対して応えるための道標を示すもので，資源の有効利用や環境保全につながる成果が得られた。また，開発したコンクリートの一部は公共工事にも適用され，資源循環型社会の構築に貢献している。