

京都大学	博士 (工学)	氏名	尾崎 正明
論文題目	下水汚泥の効率的有効利用に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>下水汚泥を原料とするリサイクル製品の環境安全性の確保を目的として、原料となる下水汚泥が発生する下水処理過程での重金属の挙動を把握し、重金属制御の可能性について検討を行うとともに、下水汚泥の粉体特性を活かした利用用途として、新たなコンクリート混和材料の開発を試みた研究であり、7つの章から構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景、位置づけおよび目的について説明するとともに、本論文の構成を示している。</p> <p>第2章においては、下水処理過程における重金属の挙動、粉体特性を活かしたリサイクル製品やその品質基準、汚泥の焼却や溶融などの熱処理時技術の現状についての文献考察を行い、関連する知見を整理し、本研究の意義を明らかにしている。</p> <p>第3章においては、原料となる下水汚泥が発生する下水処理過程での重金属の挙動を把握し、重金属制御の可能性について検討を行っている。全国調査と1箇所の処理場での詳細調査を行い、重金属の種類によって、活性汚泥法による下水処理でもかなり除去できるものがあり、除去機構については固形物濃度との関連を示している。また、重金属収支では、汚泥処理系からの返流水が大きな割合を占めている場合があることを明らかにしている。焼却灰、溶融スラグの重金属データを脱水汚泥と比較し、焼却灰では Se が 32%程度、溶融スラグでは Se に加え、Zn、Pb、As および Cd についても各々 11%、19%、13%、12% および 9%程度残存することを明らかにしている。</p> <p>第4章では、下水汚泥の粉体特性を活かした利用用途として、新たなコンクリート混和材料の開発を行っている。発生量が一番多い焼却灰(高分子系)は、モルタル・コンクリート用混和材料として不適であり、利用するには表面の一部を溶融したり、焼結の程度を高めたりすること等により改質することが必要であることを明らかにしている。また、粉体特性を活かしたリサイクル製品の検討過程において、水硬性のある高炉スラグと異なり強度発現効果は認められなかったが、石灰石粉末やフライアッシュと同程度の強度は得られることから、ポゾラン活性のないコンクリート混和材として利用が期待されることを明らかにしている。</p> <p>第5章では、リサイクル製品の利用者の立場から、溶融スラグをコンクリート用骨材として利用する際の品質確保と長期的な耐久性について検討を行っている。空冷スラグは天然砕石との置換率を 50%程度以下にすれば、また、結晶化スラグは置換率を 70%程度にすれば、天然砕石とコンクリート配合はほとんど変わらず、配合が同じ場合の 28 日圧縮強度も大きな差がないことを明らかにしている。しかしながら、凍結融解抵抗性を考慮すると、抵抗性を確保するためには、水セメント比を 55%以下にすることが必要で、空冷スラグは置換率を 30%以下とすることが必要であり、結晶化スラグは置換率を 50%以下とすることが望ましいことを示している。</p>			

氏名	尾崎 正明
----	-------

第6章では、マテリアル利用とエネルギー利用の整合など、効率的な下水汚泥有効利用について検討を加えている。乾燥・炭化技術は、焼却代替技術としてコスト削減だけでなく、温暖化ガス削減においても優れており、特に、消化ガスを利用すると大幅な温暖化ガス削減が可能になることや、熔融スラグの利用促進のためには、供給体制の整備とともに、スラグ単体やリサイクル製品を対象とした環境安全性の品質管理体制の確保が求められ、リサイクル原料を使用した工事前のコンサルティング、工事中の施工や品質管理の技術指導も重要となることを明らかにしている。以上のことから、地球温暖化対策として、嫌気性消化によるエネルギー回収が注目されているが、そのエネルギーを下水処理場で活用することでエネルギー収支が改善され、熔融プロセスが見直されるなど、汚泥処理技術に関する評価が変わる可能性があること、そのためには、バイオガスを十分に活用できる技術開発が重要であることを指摘している。

第7章は結論であり、本研究で得られた成果について要約するとともに、今後の研究課題を提示している。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、下水汚泥を原料とするリサイクル製品の環境安全性の確保を目的として、原料となる下水汚泥が発生する下水処理過程での重金属の挙動を把握し、重金属制御の可能性について検討を行うとともに、下水汚泥の粉体特性を活かした利用用途として、新たなコンクリート混和材料の開発を試みたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1)下水処理過程における重金属の挙動について、全国調査と1箇所の処理場での詳細調査を行い、重金属の種類によって、活性汚泥法で除去できるものがあり、その除去機構について固形物濃度との関連を明らかにしている。また、焼却灰、溶融スラグの重金属データを脱水汚泥と比較し、焼却灰ではSeが32%程度、溶融スラグではSeに加え、Zn、Pb、AsおよびCdが各々11%、19%、13%、12%および9%程度残存することを明らかにしている。

2)粉体特性を活かしたリサイクル製品としての利用を検討した結果、発生量が一番多い焼却灰(高分子系)は、モルタル・コンクリート用混和材料として不適であり、利用するには表面の一部を溶融したり、焼結の程度を高めたりすること等により改質することが必要であることを明らかにしている。また、粉体特性を活かしたリサイクル製品の検討過程において、石灰石粉末やフライアッシュと同程度の強度が得られることから、ポゾラン活性のないコンクリート混和材として利用が期待されることを明らかにしている。

3)リサイクル製品の利用者の立場から、溶融スラグをコンクリート用骨材として利用する際の品質確保と長期的な耐久性について検討を行い、空冷スラグは天然砕石との置換率を50%程度以下にすれば、また、結晶化スラグは置換率を70%程度にすれば、天然砕石とコンクリート配合はほとんど変わらず、配合が同じ場合の28日圧縮強度も大きな差がないことを明らかにしている。しかし、凍結融解抵抗性を考慮すると、抵抗性を確保するためには、水セメント比を55%以下にすることが必要で、空冷スラグは置換率を30%以下とすることが必要であり、結晶化スラグは置換率を50%以下とすることが望ましいことを示している。

4)マテリアル利用とエネルギー利用の整合など、効率的な下水汚泥有効利用について検討を加え、乾燥・炭化技術は、焼却代替技術としてコスト削減だけでなく、温暖化ガス削減においても優れており、特に、消化ガスを利用すると大幅な温暖化ガス削減が可能になることを示している。

以上、要するに本論文は、下水汚泥の有効利用促進を目的に、リサイクル製品の製造者ではなく利用者の視点から、汚泥処理やリサイクル製品の製造過程に着目し、環境安全性や品質基準を確保したうえで、効率的に有効利用することについて検討を行ったものである。本論文で得られた成果は、下水汚泥の効率的な有効利用の実用化に貢献しうるものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年1月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 2011年4月1日以降