

重点課題 - 設備運用・保全技術の高度化

石炭灰の利用拡大支援技術の開発

背景・目的

東日本大震災以降、石炭火力発電所はベース電源として高稼働の状態が続いており、年間の石炭灰発生量は900万トンに達しようとしている。その内、約65%は、セメント原料としてセメント会社に引取られ利用されているが、その引取量はほぼ上限に達しており、セメント原料以外の活用策が求められている。加えて、埋立処分場を保有しない、ま

たは残容量が数年以下の発電所では、灰の有効利用の拡大が急務となっている。

本課題では、コンクリート混和材や土木分野(人工地盤材料、コンクリート二次製品等)での利用促進を目的に、これらの利用を推進する上で隘路となっている、品質規格の整備と、品質・量の安定確保に向けた技術開発と提案を行う。

主な成果

1 SiO₂量の迅速定量法の開発とJISへの反映

石炭灰のコンクリート混和材利用に際しては、石炭灰中のSiO₂がセメント中の水酸化カルシウムと反応し強度を発現するため、安定した強度確保に向けた品質管理においてはJIS A6201に準拠したSiO₂分析が必要となる。従来法では測定に3日を要すること、試験過程で有害ガスが発生するなどの問題があった。そこで、石炭灰の性状に合わせた

粉碎を行い(図1)、加圧成形した後、蛍光X線分析装置を用いて定量する手順を策定した[N14021]。本法では半日で測定結果を得ることが可能となり、ガス発生もないことから、効率的で安全な品質管理に寄与できる。本成果は2015年3月のJIS A6201改正に反映された。

2 セメントを使用しないコンクリートの開発～フライアッシュ硬化体の開発～

セメントは製造時の環境負荷が大きいことから、セメントを使用せずにコンクリートを製造する技術が注目されている。当所においては、石炭灰とアルカリ水溶液を原料とし、蒸気養生によって製造する硬化体(フライアッシュ硬化体)の開発に取り組んでいる。フライアッシュ硬化体の持つ高い耐硫酸性を

活かしてヒューム管*への適用を検討した。課題となっていた圧縮強度(50N/mm²以上が必要)に関して、無機粉体の少量混和と練混ぜ手法の工夫により、60N/mm²以上の値が得られることを確認し、本用途への適用の目途を得た(図2)。

3 ホウ素含有量・フッ素溶出量の迅速評価法の開発

石炭灰利用の際には環境安全性への配慮が不可欠であり、微量物質の含有量と溶出性評価が鍵となる。これまでに、環境安全性に配慮すべき微量物質のうち、クロム、セレン、ヒ素について迅速測定技術を開発してきたが、同様に重要なホウ素とフッ素についても、迅速測定技術が必要とされている。そこで、熱中性子がホウ素に捕獲される性質を利用して、石炭灰中のホウ素量を5分程度(従来法の1/20)で簡易・迅速に定量できる中

性子ホウ素計を開発した[V14003]。また、フッ素に関して、湿式ボールミルを用いることで試料からの溶出操作に要する時間を従来の1/12に短縮できる新たな試験法を開発した[V14004]。これらの技術を組合せることで、微量物質等が溶出しにくい環境安全性の高い石炭灰を短時間で選別することができ、石炭灰を主原料とした人工地盤材料等の製造時の品質管理に有効である(図3)。

* 灌漑用水や下水道に用いられる鉄筋コンクリート製の導水管。高い強度と耐酸性が求められる。

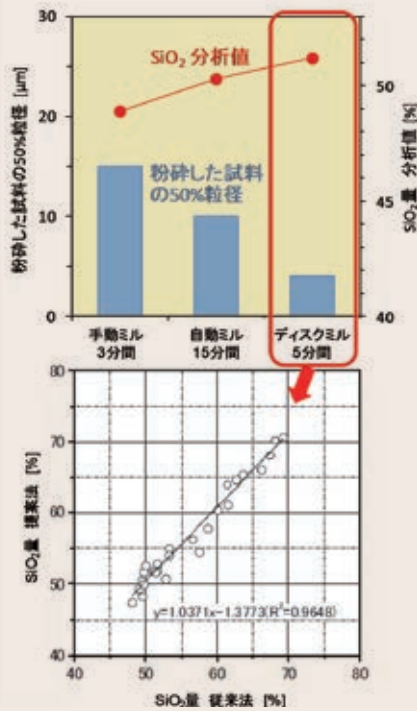


図1 粉碎方法がSiO₂分析値に与える影響 (上図)と従来法との相関(下図)

蛍光X線分析装置で石炭灰中のSiO₂量を精度良く測定するためには、試料をディスクミルで十分に粉碎した後に加圧成形することが有効である。

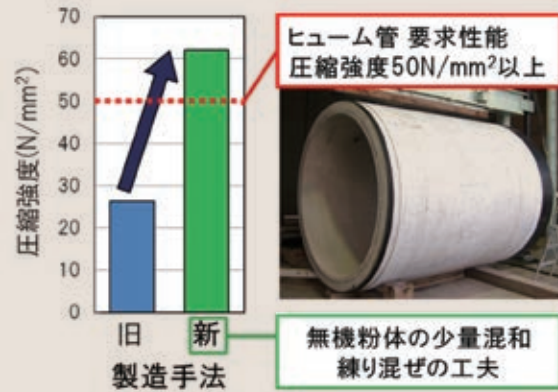


図2 フライアッシュ硬化体の高強度化

2013年度までの硬化体製造手法では、最大でも27N/mm²程度の圧縮強度であった(左カラム)。無機粉体の少量混和、練り混ぜ手法の工夫、及び水粉体比^{*}の低減を進めることで、圧縮強度60N/mm²、曲げ強度7N/mm²以上の高強度なフライアッシュ硬化体が製造可能であることを示した。

^{*} 水粉体比:(練混ぜ水質量)/(粉体質量(フライアッシュ+無機粉体))の百分率(%)

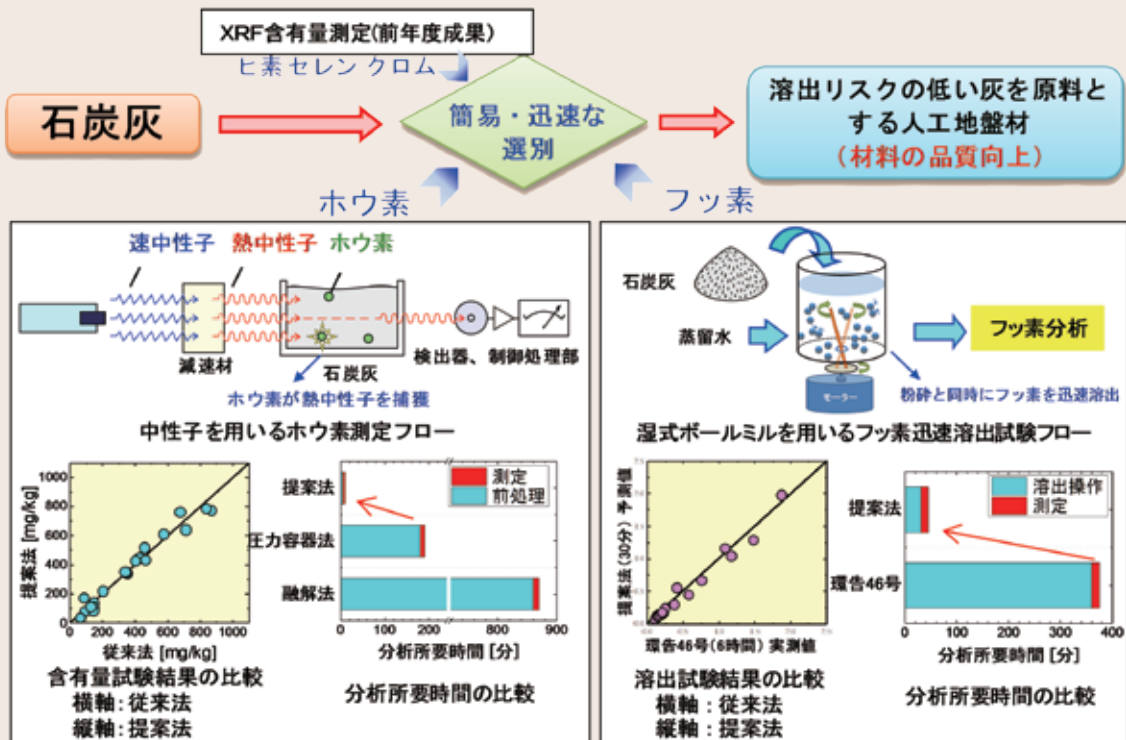


図3 熱中性子を用いた石炭灰中ホウ素含有量、湿式ボールミルを用いたフッ素溶出量の簡易迅速測定技術 熱中性子または湿式ボールミルを用いることで、ホウ素含有量とフッ素溶出量を、短時間かつ従来法と同程度の精度で分析可能であることを示した。