

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲 第152号	氏名	久保田 英士
学位審査委員	主査 副査 副査	茂地 徹 石田 正弘 武政 剛弘	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>久保田 英士氏は、2005年3月に放送大学大学院文化科学研究科を修了し、直ちに長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に入学し、現在に至っている。</p> <p>同氏は、生産科学研究科に入学以降、物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、都市ごみ焼却炉のダイオキシン類の生成抑制に関する研究に従事し、その成果を2007年12月に主論文「都市ごみ焼却炉の排ガス急冷法によるダイオキシン類の生成抑制に関する研究」として完成させ、参考論文4編を付して、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士(工学)の学位の申請をした。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2007年12月19日の定例教授会において論文内容の要旨を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2008年2月20日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>都市ごみ焼却炉ガス中のダイオキシン類(PCDDとPCDFの総称)は大部分が150~400℃で生成されるが、焼却炉で通常行われている抑制法は高温加熱による熱分解である。しかし、高温ガスを大気へ放出するためには約200℃まで温度降下させる必要があり、この時にダイオキシン類が再合成される。このことは実機の焼却炉で確認されている。したがって、この降温時の再合成を抑制するためにはダイオキシン類の再合成に要する時間内に急速に冷却する方法が考えられるが、このような観点からダイオキシン類の再合成抑制について定量的に検討した研究は行われていない。</p> <p>提出された論文は、ダイオキシン類の再合成に必要な時間内に急速冷却すればダイオキシン類の生成が抑制されることに着目し、解析に必要なダイオキシン類の生成速度論と高温ガス冷却論をそれぞれ構築している。ダイオキシン類生成速度論および高温ガス冷却論を結合して、Excel 計算プログラムを作成し、既設の実焼却炉のデータを用いてシミュレーションを行い、その有効性を定量的に確認している。なお、ガス急冷を実現するための方法としてスプレイ水噴射、ジュールトムソン効果および断熱膨張の三者を熱工学の観点から調査研究しているが、後二者はコストの面か</p>			

ら実機での実現が困難と予想されるので、本論文では、ガス急冷法として実用的なスプレー水噴射を採用している。本論文では、以下の新しい知見を得ている。

- (1) 長崎県下の 10 焼却プラントの実態調査を行い、150t/d 焼却炉プラントの排ガスボイラ出口でダイオキシン類  $1(\text{ngTEQ}/\text{m}^3\text{N})$  は、2 秒後に  $300^\circ\text{C}$  のガス中で  $6.6(\text{ngTEQ}/\text{m}^3\text{N})$  と再合成により増加する。
- (2) 排ガスの急冷法に関する調査と解析から、スプレー水噴射に関しては水谷の式を熱力学的な合理性と蒸発開始までの理論式の簡潔さを考慮して採用している。なお、燃焼ガス中の飛灰(直径  $0.8\mu\text{m}$ )の伝熱係数の算出は、ヌッセルト数  $Nu=2$  が成立する場合に、集中キャパシタンス法により、 $400^\circ\text{C}$  の灰を  $300^\circ\text{C}$  のガス中に投入する条件で冷却時間を求め、ガスと飛灰の冷却速度はほぼ等しいことを明らかにしている。
- (3) 排ガス中のダイオキシン類の生成速度に関する、これまでの研究 (Shaub-Tsang、Dickson、Altwicker および Stanmore) を調査・検討し、ダイオキシン類生成速度は Altwicker の 4 段階生成説を採用し、スプレー冷却に関する伝熱理論は水谷の理論およびスプレー水の蒸発量の計算は水滴直径減少の二乗に比例する経験則を適用して実焼却炉のシミュレーションを行う、排ガスのスプレー冷却法によるダイオキシン類抑制計算プログラム (Excel) を作成している。
- (4) ダイオキシン類生成抑制プログラムによるシミュレーション結果から、Altwicker の場合、横軸にガス温度、縦軸にダイオキシン類量を取り、水滴径毎にプロットすると、ダイオキシン類の大きさは中高の釣鐘状となり  $350^\circ\text{C}$  で最大となる。このグラフからダイオキシン類抑制率を求めることができる。さらに焼却炉の燃焼空気量の減少などをシミュレーションにより検討しダイオキシン類量を抑制できる焼却炉の運転指針を示している。都市ごみ焼却炉の場合には、ごみの元素分析が判明すれば、燃焼空気量、燃焼ガス量および燃焼ガス温度を正確に求めることが可能であり、本計算プログラムを使用して、生成するダイオキシン類量のシミュレーションを既設及び新設ごみ焼却炉について実施することができる。

以上のように本論文は、都市ごみ焼却炉排ガスのスプレー水噴射急冷法によるダイオキシン類の生成抑制に関する新しい知見を提供するとともに、新設の焼却炉の設計に有用な基礎資料を提供し、環境工学および熱工学に多大の寄与をするものと評価できる。

生産科学研究科教授会は、審査委員会の報告に基づき審議した結果、本論文は環境工学および熱工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士 (工学) の学位に値するものとして合格と判定した。