

## はじめに

本研究は、都市ごみ焼却灰と屠畜牛危険部位の焼却灰、石炭火力発電所から排出される石炭灰と廃石膏ボード石膏の混合粉砕物とセメントを混合して混合セメントを作製するとともにこの混合セメントを水と混合するだけで高強度コンクリートが製造できることと、焼却灰中に含まれる重金属類の溶出が防止できることを見出した。さらにカーボンニュートラルの考えから二酸化炭素低減を目指した木質バイオ発電所で排出される焼却灰（木灰）の有効利用も同様な方法で混合セメントが作製できることが明らかになった。そこで、本研究では、上記廃棄物の特性を明らかにするとともに、混合セメント製造法について明らかにする。また、焼却灰を主原料として上記廃棄物を混合した混合セメントの固化メカニズムと有害物質の溶出特性を明らかにする。この混合セメントは、セメント量全体量の20%程度であるにもかかわらず、高強度に硬化することが、特筆すべきある。この水和反応のメカニズムの解明することにより、安定的に高強度コンクリートが製造できるようになると考えられる。また、酸性雨などを考慮した溶出特性、長期溶出特性を明らかにする。この混合セメントで製造されたコンクリートを対象に様々な条件で環境影響試験を行い、溶出の特性、安全性を明らかにする。

焼却灰の有効利用は、この研究以外に熔融スラグや水熱反応による硬化体の製造などがある。このように様々な有効利用法がある中、本研究では混合セメントを製造することにより様々な種類のコンクリート二次製品が製造可能となり、多量の焼却灰が有効利用可能となると考えられる。しかし、この混合セメントは、有害物質、塩素が含まれ、普通の混合セメントとして市場で販売することが困難である。しかし、水和反応させることにより、コンクリートとなったとき、有害物質の溶出がなくなり、一般の環境で使用できるようになる。また、本研究の有効利用には、低熱で乾燥させる以外は熱の使用がない。

上記廃棄物は、中間処理で燃焼、高熱処理を行ったものであり、カルシウムに富むガラス質な物質となっている。ごみ焼却灰はカルシウム分に富み、他の廃棄物はガラス質な物質が多く、これを適量に混合粉砕することにより混合セメントの混合材料となる。中間処理の熱処理で化学反応性が大きくなっていることを活用して混合セメントが製造できる。ごみ焼却灰は、施設によりその組成や熱効減量が異なるので、焼却灰の前処理は異なってくる。本研究で用いた焼却灰は、小さな焼却施設があり、日中だけ稼動している施設がある。そのため、この焼却灰は熱効減量が大きく、比較的前処理が困難なものである。大型焼却炉で燃焼された焼却灰より、コンクリート供試体の強度は低い。しかし、この研究は、過疎の進んだ中小規模の地方自治体で、活用されるべき研究と考え実施した。環境に対する影響をより詳細に評価し、安全で、環境に与える影響を小さくし、コストの安い廃棄物処理とコンクリート二次製品の製造を目指すものである。特に平成22年度は、本研究で開発したコンクリートの長期長さ変化試験と海洋暴露による強度、化学特性試験を行い、長期的な活用が可能であるコンクリート二次製品が開発できることが明らかになった。このコンクリートが循環型社会の構築に貢献すること目標としている。

## 第1章 序論

### 1.1 本研究の問題背景と目的

現代の大量生産、大量消費、大量廃棄型の社会経済活動の仕組みを根本から見直し循環型社会を構築するため、第2次環境基本計画及び循環型社会形成推進基本法（平成12年法律第110号）では、廃棄物・リサイクル対策は、第一に廃棄物等の発生抑制（リデュース）、第二に使用済製品、部品等の適正な再使用（リユース）、第三に回収されたものを原材料として適正に利用する再生利用（マテリアルリサイクル）、第四に熱回収（サーマルリサイクル）を行い、それでもやむを得ず循環利用が行われないものについては適正な処分を行うという優先順位を念頭に置くこととされている。

ごみ焼却灰のマテリアルリサイクルとして熔融スラグの処理があるが、過疎地の焼却施設では、焼却灰の排出量が少なく、熔融スラグの処理施設を建設するには規模が小さ過ぎて、広域化を図るには範囲が広くなりすぎるなど問題がある。そこで、埋立て処理が主流となっているが、過疎の進んだ地域でも新たな埋立て処分地の建設は困難であり、新たな処理方法が必要となっている。そこで、本研究では、環境に負荷をかけないように熱処理を不要とし、ごみ焼却灰と他の産業廃棄物を原料として粉砕だけで混合セメントを作製する。この混合セメントは、過疎の進む地域では、道路維持管理のための除草板、河川維持管理のブロックなどの社会基盤維持設備に必要である。特に平成23年3月11日に東日本大震災が発生し、地震や津波で大量の被害者が発生するとともに、社会基盤設備が崩壊し、その復旧が急がれている。大震災で大量の

本研究は、この研究の実用化を目指し、小規模焼却施設の焼却灰を対象に実用化のための基礎実験を行い、実用化も目指すものである。

特に本研究では骨灰と廃石膏を使用ことが特徴である。この骨灰は、BSE対策で屠畜牛の危険部位を800℃以上で燃焼した灰である。これは産業廃棄物として処理処分が問題になっている。

廃石膏は、建設廃材である石膏ボードから取り出した、石膏である。これも近年、処理処分が問題になっている。これらの近年の新しい廃棄物である骨灰、廃石膏と従来からの廃棄物である石炭灰（フライアッシュ）を固化補助材として使用する。

本研究は、これらの4種類の廃棄物の化学特性を活用して、混合セメントを作製することを試みた。作製方法は高熱処理を行わず、乾燥と混合、粉砕だけである。すなわち、高熱を必要としない低負荷型で環境に優しい製造方法で社会基盤整備に不可欠なコンクリート二次製品を製造することを目的としている。さらに、このコンクリートが、耐久年数経過後、骨材として使用できる循環型リサイクルを確立する。

### 1.2 本研究の構成と主な内容

都市ごみ焼却灰と屠畜牛危険部位の焼却灰、石炭火力発電所から排出される石炭灰と廃石膏ボード石膏の混合粉砕物とセメントを混合して混合セメントを作製する。この混合セ

メントは、水と混合するだけで高強度コンクリートを製造できるとともに重金属類の溶出が防止できることを見出した。そこで、本研究では、ダイオキシンの除去処理を行った焼却灰を主原料として他の混合物（上記の廃棄物とセメント）を混合した混合セメントを作製し、この混合セメントの固化メカニズムと特性を明らかにする。そして、この混合セメントと水と骨材を混合してコンクリート供試体を作製し、強度特性と重金属の溶出特性を明らかにする。さらに、各種耐久試験を行い、多様な自然環境がこのコンクリートの強度、溶出に与える影響を明らかにする。最終的に、この混合セメントを使用して廃棄物リサイクルシステムの構築を行う。