

1. 研究課題名：

マイクロ波による瓦礫中の有害物質迅速処理
- アスベスト飛散とダイオキシン発生防止-



2. 研究代表者氏名及び所属：

篠原真毅 京都大学 生存圏研究所

3. 研究実施期間：平成 24～25 年度

4. 研究の趣旨・概要

津波によって倒壊し流された瓦礫には、法令で規定を超える有害物質が混入していることは各種の調査で判明している。特に、アスベスト繊維強化スレート波板およびスレート瓦の粉碎断面、配管等断熱材からアスベスト繊維が露出しており、迅速にその拡散防止が必要である。しかし、これらは断熱性、耐熱性が高く熱伝導率が小さいため、従来の方法では塊を均一に加熱処理するには長い時間が必要である。これをマイクロ波加熱で高速化（日処理量 3 - 5 ton）し、同時にプロセスの高効率化を図る [参考 1]。

本研究の概要を以下に示す。

(1) 無害化を促進、コンクリート廃材を再生可能なセメント原料および安全な埋め立て用資材化する。コンクリート廃棄物に含まれるアスベスト類を加熱処理することで、再生セメント原料や二次汚染を気にすることのない埋め立て用の資材にする

(2) 利用不可能な木材・燃料，即ちハイブリッド加熱処理の前段燃焼炉熱源として活用する。

(3) 事例の緊急に鑑み、法令と関連当局の認可のもとに、迅速に無害化処理を開始し、その有効性を実証する。

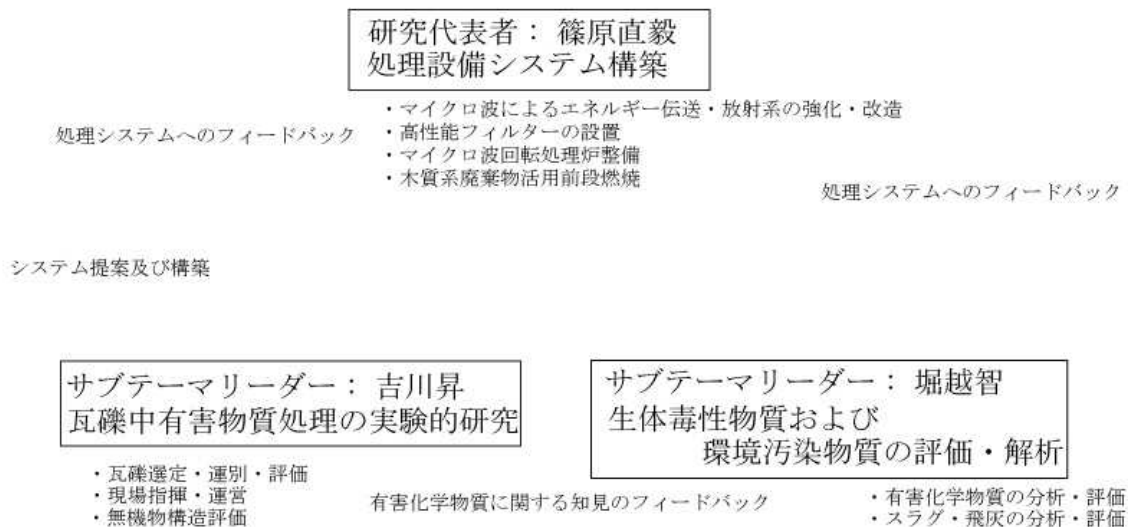
これにより震災復興への寄与と共に、環境に配慮した新しいプロセスへの道筋を示す。

本計画では、これまでに申請者や協力者らが実証してきた新技術を結集し、高効率で迅速に廃棄物を無害化・減容できる設備を構築・運用する。

[参考 1]

例えば、約 160kg の塊を火炎・恒温ガスで処理するには、無害化するためには 10 時間程度の処理時間を要する。本テーマではマイクロ波によるエネルギー伝送を利用することで、処理温度への達成時間を大幅に短縮することが出来る。

5. 研究項目及び実施体制



目的及び研究体制模式図。各サブテーマの連携模式図。本提案の最終目標は、瓦礫に含まれる有害物質を、一般の土木工事作業者が、簡単な教育で安全に迅速に無害化処理できるシステムの実用化である。上図は最終目標を達成するための各組織の体制模式図である。

サブテーマ（1）処理システム構築：篠原真毅、京都大学

マイクロ波による瓦礫へのエネルギー供給系の強化・増強を行う。3 - 5ton の無害化、火力半量をマイクロ波依存と想定すると、提案するロータリーキルンに要求されるエネルギー伝送能は 35 - 70 kW となる。既存のロータリーキルンの出力は 10kW であるので、これを必要とする入力まで増強し、伝送系の構築を行う。

サブテーマ（2）瓦礫中有害物質処理の実験的研究、吉川昇、東北大学

現場における処理設備の管理及びその運用性評価を行う。この炉システムは、有害物質を含んだ瓦礫の破砕・炉へ搬入、マイクロ波迅速処理炉にて無害化を行うためのものである。本テーマでは、この操業条件を検討することによって、瓦礫が無害化・減容化する最適熱処理条件を抽出・確定する。また、瓦礫を形成する物質の多くは、高温においてスラグと呼ばれるガラスや飛灰へ変わり、劇的にその電気的性質を変える。本テーマでは処理により生じたスラグ・飛灰へのプロセス効率性への影響とその改善の検討を行う。また、処理後無機物質の解析を行う。

サブテーマ（3）生体毒性物質および環境汚染物質の評価・解析、堀越智、上智大学

阪神淡路大震災と異なり、本震災における瓦礫成分の詳細は依然未知である。ゆえに、その処理に生じる化学成分の解析及び有害性の評価は速やかに行わなければならない。一方、本装置により生じる瓦礫に残留する汚染物質の濃度低下を分析し、装置最適化のための情報をフィードバックする。

6. 研究のイメージ

事例の緊急性を考慮し、平成24年9月末までに、瓦礫中の有害物質（アスベスト飛散とダイオキシン発生）を日処理量3～5トンの初期実証試験を行う。震災後瓦礫が含有するアスベストを無害化・減容化するためには、高温(1050℃)での処理を要する。しかし、瓦礫の大部分を構成するコンクリートは巨大な熱容量と低い熱拡散率を持っているので、例えば、約160kgの塊を火炎・恒温ガスで処理するには、無害化するためには10時間程度の処理時間を要する。本テーマではマイクロ波によるエネルギー伝送を利用することで、処理温度への達成時間を倍速することが出来る【参考2】。これにより、迅速なアスベスト無害化が実現する。

また、瓦礫の集積場には、木質系廃材が大量にある。これらの内、集成材などに再利用出来ないものは、燃焼処理する必要がある。この燃焼熱による加熱とマイクロ波加熱を組み合わせることによって、さらに、エネルギー利用効率が高い処理システムを構築することが出来る。東日本大震災では、津波によって倒壊した建造物が多く、有機物と塩分の混合物を燃焼させると大量のダイオキシン類が発生する危険性があるため、安易に野焼きなどを行うことは禁止されている。野積みされているこれらの廃材は、自然発火することもあり、また腐敗が進行するなど新たな環境汚染が懸念されている。この問題に対しては、日本スピンドル（株）の有するダイオキシン分解を目的とした燃焼炉とマイクロ波の持つマイクロ波分解システムを適用する。

世界情勢の観点からも、本提案は高い有意性を持つ。燃焼処理あるいは埋め立て処理する段階で、必ず炭酸ガスが排出されるが、木質系燃料は、再生可能エネルギーであるから、低炭素社会の要請にかなっている。木質燃焼を加えることにより、エネルギー効率を単独のマイクロ炉に比較して約2/5に削減できる。この値は、単純電気炉の1/3である。アスベストを無害化、ダイオキシン等の有害物質の排出を防止出来るという一石二鳥の効果がある。なお、100万トンの処理費用は、200～300億円と見積もられる。

【参考2】

マイクロ波の吸収は、おおむね物質温度の2乗に比例して増加する。一方、燃焼熱を利用した加熱では、火炎・高温ガス温度と加熱物の温度差が小さくなると、つまり、加熱物の温度が上がると有効に使われる熱量が、加熱物の温度に比例して減少する。この物性学・熱学上の特徴を上手に使うには、室温から600℃程度まで木質系廃材・廃プラスチックの燃焼熱で加熱物（アスベスト含有セメント類）を予熱する前段とマイクロ波で600～1050℃に加熱する後段をカスケードに接続する方法がある。