【論 文】

衝撃圧縮による有害有機化合物分解処理技術の
提案および実証実験

遠 藤 琢 磨*・八 幡 大 介**,***・藤 原 俊 隆**

【要 旨】 固体状の有害有機化合物を衝撃圧縮によって瞬時に化学的に分解する新しい処理技術に関して、その処理技術の原理および実証実験の結果を記述した。この処理技術は、分解すべき標的物質を衝撃波反射容器に封入し、これに高速の飛行体を衝突させ、標的物質を超高圧状態に衝撃圧縮して瞬時に化学的に分解するものである。この技術の実現可能性を実証するため、1,3,5-トリクロロベンゼンを標的物質として分解実験を実施し、これに成功した。また実験では、衝撃波反射容器の壁厚に対する分解率の依存性も調べた。実験の結果、標的物質の分解率は衝撃波反射容器の壁厚に対して強い依存性を示し、その依存性は、流体力学的な考察により、本分解技術の動作原理と矛盾なく、定性的に、理解できた。

キーワード：有害有機化合物、分解処理、高速衝突、衝撃圧縮

1. は じ め に

廃棄物焼却によって発生する猛毒物質ダイオキシンの社会問題となっている。通常ダイオキシンといえば、最も毒性の強い2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ダイオキシン (2,3,7,8-TCDD) のことを指す場合が多い。この物質は、融点が305℃であり、また水にもほとんど溶けず、常温・常圧の状態では一般に固体として存在する、非常に安定な化合物である¹⁾。また、廃棄物を焼却すると、煙突から出る排ガス、集塵器に集められた飛灰、燃え殻、の3つにダイオキシン類が含まれることとなるが、排出合計量に対しては、7～8割近くが固体物質中に取り込まれた形（飛灰および燃え殻）で発生する^{2,3)}。

固体物質中に取り込まれた形で発生したダイオキシン類を分解処理する方法としては、熔融固化処理法がすでに実用段階である。この方法は資源再利用の観点からも優れた方法であるが、初期コストの非常に高いことが難

点であり、分解装置一基で数十億円ともいわれている⁴⁾。このような、優れているが高価な大型技術は、予算規模が大きく、処理装置が24時間稼働し続ける大都市などの人口密集地域で使用するべきものである。ゴミ発生量が少なく、予算規模も小さい低人口密度地域には、その人口密度に見合った適正な処理技術が導入されるべきであり、それは小型でシンプルな技術であるべきと考えられる。たとえば、山間部などのように人口密度が低く、物資の輸送が容易でないような地域では、少数の集中型大型装置へ被処理物質を運搬するよりも、シンプルで安価な小型の処理装置を多数配置して、小さな地域単位ごとに分散処理の方がより現実的であり、低環境負荷と考えられる。

本論文で述べる処理法は、固体状の標的物質（有害な有機化合物）を固体衝突により衝撃圧縮して瞬時に化学的に分解するものであり、小型・シンプル・短時間処理を特徴とする。以下では、その処理法の動作原理および実証実験の結果について述べる。なお、本論文で述べる処理法を衝撃圧縮処理法と呼ぶ。

2. 衝撃圧縮処理法の概要および動作原理

本論文で提案する衝撃圧縮処理法の概要を Fig. 1 に

原稿受付 2000. 7. 18 原稿受理 2001. 2. 7

* 名古屋大学理工学総合研究センター

** 名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻

*** 東レ株式会社 現所属

連絡先：〒464-8603 名古屋市中種区不老町

名古屋大学理工学総合研究センター 遠藤 琢磨

E-mail: endo@cirse.nagoya-u.ac.jp

Fig. 1 Schematic drawing of the shock-compression chemical-decomposition technique

示す。火薬銃やガス銃などの加速装置で小型の飛行体を速さ数 km/s まで加速し、射出する。射出された高速飛行体は、衝撃波反射容器（Tamper）に格納された被分解標的物質に衝突する。高速飛行体の衝突によって化学的に分解された物質は、生成物回収器内に回収される。これを基本サイクルとして、繰り返しパルス運転により、有害な有機化合物を準連続的に処理する。本質的にパルス運転であるため、装置の立ち上げ・立ち下げ時の無駄な運転は不要である。

衝撃圧縮処理法の動作原理を Fig. 2 を用いて説明する。ここに示した動作原理は、主として流体力学的考察に基づいて描いたものであり、現象の可視化等による動作原理の詳細な検証は今後の課題である。

- (0) セットアップ：被分解標的物質を衝撃インピーダンス⁵⁾の高い材質で作製した衝撃波反射容器に格納する。この衝撃波反射容器に高速飛行体を衝突させる。
- (1) 第一衝撃圧縮：高速飛行体が標的物質に衝突すると、標的物質中に衝撃波が伝播する。最初に伝播

Fig. 2 Hydrodynamic strategy of the shock-compression chemical-decomposition technique

する衝撃波を第一衝撃波と呼ぶ。この第一衝撃波によって標的物質は最初の圧縮を受ける。飛行体は、最初固体状態であった標的物質が流体的な挙動を示す程度に、すなわち衝撃圧力がユグニオ弾性限界⁶⁾を越える程度に、十分に高速でなくてはならない。

- (2) 多重衝撃圧縮：標的物質を格納している容器の衝撃インピーダンスが高いため、第一衝撃波は容器内面で反射され、反射衝撃波となって逆方向に伝播する。容器内面と飛行体との間で衝撃波が繰り返し反射され、標的物質は多重衝撃圧縮を受けて超高圧状態となっていく。容器の変形・破壊は、この段階から既に始まっているが、容器壁は慣性が大きいため、希薄波によって容器の密度が十分低下するまでは衝撃波を閉じ込める壁の役目を果たす。容器が壁の役目を果たしている間によども状態になるよう、容器を最適化する。
- (3) よども状態(Stagnation)：衝撃波の多重反射によって飛行体は減速され、やがて停止する。飛行体が停止した状態(瞬間)がよども状態であり、標的物質の圧力が最高の状態である。この時までには、標的物質は化学的に分解される。衝撃圧縮では、等エントロピー圧縮とは異なり温度上昇が大きいので、温度上昇の効果はもちろん重要であるが、一般に、衝撃圧縮時の化学反応では、温度上昇の効果だけでなく、圧縮の効果も重要であると考えられている⁷⁾。圧縮の効果とは、微視的には、物質を構成している原子間の距離を減少させる効果である。すなわち、分子間距離を減少させ、あるいは分子を歪ませ、電子雲の重なり具合を変化させることによる量子力学的な効果である。したがって、圧縮の効果による物質の構造、物性、および反応性の変化が期待される。特に有機固体では、分子内の共有結合が方向性を持つため、分子の歪みによる安定性の変化が大きく、圧縮の効果が大きいものと期待される。たとえば、ダイオキシン(2,3,7,8-TCDD)分子は酸素で架橋された二つのベンゼン核を含む扁平な形状をしており、その大きさは $14 \text{ \AA} \times 7.3 \text{ \AA}$ 程度で、厚さは $3.6 \text{ \AA}$ 程度である⁸⁾。ベンゼン核は炭素原子間の結合が強い方向性を持つ正六角形構造をしており、したがって、分子が歪んだ際の影響が大きいものと期待される。
- (4) 急速膨張：衝撃波反射容器の壁厚を最適化し、よども状態となった時刻に同期して化学的に分解された標的物質(分解生成物)が容器外部に噴出し

始めるようにする。この噴出によって分解生成物は急速に断熱膨張し、圧力（温度と密度）が急速に低下して、初期物質の再合成が妨げられる。これが、本技術に関する最適化の基本方針である。すなわち、容器の壁が薄すぎる場合には、標的物質の圧力が上がりきる前に容器外部に噴出し始めてしまい、標的物質の化学分解が不十分となる可能性があり、逆に、容器の壁が厚すぎる場合には、飛行体が逆向きに押し戻され始めてしまい、分解生成物がゆっくりと膨張し、その結果、初期物質が再合成されてしまう可能性がある。

3. 分解の実証および分解率の背面壁厚依存性

3.1 実験およびその方法

Fig. 1 に示した装置概念を最も単純にモデル化した装置を用いて、分解実証実験を行った。実験装置を Fig. 3 に示す。また、実験条件の詳細を Table 1 に示す。高速飛行体の射出は、名古屋大学航空宇宙工学専攻の二段式軽ガス銃⁹⁾を用いて行った。高速飛行体の直径は 10 mm であり、他の条件は Table 1 に示した通りである。実験チェンバーは SUS 304 で製作した。Fig. 1 の衝撃波反射容器に相当する部分は、円形の穴のあいた SUS 304 のフランジ（厚さ 10 mm）を 2 枚の SUS 304 の板、すなわち、前面壁（Front Wall）および背面壁（Rear Wall）で挟み込むことにより形成した部分である。標的物質をこの部分に詰めて衝突実験を行った。使

Fig. 3 Experimental arrangement for the demonstration of the decomposition and for the study of the rear-wall-thickness dependence

Table 1 Detailed experimental conditions for the demonstration of the decomposition and for the study of the rear-wall-thickness dependence

Projectile Material	Shape	Mass	Speed	Target Material	Rear wall Thickness
1 Aluminum alloy (Al)	Flat-faced cylinder	2.2 g	2.0 km/s	TCB: Ca(OH) ₂ = 2.0 g : 2.0 g	0.6 mm
2 Polyethylene (PE)	Cone-nosed (120°) cylinder	0.72 g	3.4 km/s	TCB: Ca(OH) ₂ = 2.0 g : 2.0 g	0.6 mm
3 Polyethylene (PE)	Cone-nosed (120°) cylinder	0.72 g	3.4 km/s	TCB: Ca(OH) ₂ = 2.0 g : 2.0 g	0.2 mm
4 Polyethylene (PE)	Cone-nosed (120°) cylinder	0.72 g	3.4 km/s	TCB: Ca(OH) ₂ = 3.0 g : 1.5 g	0.2 mm

Common conditions

Projectile diameter : 10 mm, Front & Rear-wall materia 1 : SUS 304, Front-wall thickness : 0.2 mm.

用した標的物質は、1,3,5-トリクロロベンゼンと消石灰との混合物である。1,3,5-トリクロロベンゼンは、融点 63.5℃ の固体状物質であり¹⁰⁾、ベンゼン核に塩素が結合している物質の中で毒性の少ないものとして使用した。また、置換塩素数 3 のクロロベンゼンは、その熱分解温度が 700～750℃ であり¹¹⁾、この熱分解特性は 2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン (2,3,7,8-TCDD) の熱分解温度、700℃ 以上¹⁾、とほぼ一致している。消石灰は、1,3,5-トリクロロベンゼンの分解により発生する塩素ガスを捕捉することを期待して使用した。実験では、背面壁側に噴出した物質を生成物回収器で回収し、回収された固体物質を有機溶媒に溶解させた後、1,3,5-トリクロロベンゼンの質量をガスクロマトグラフ法によって分離・定量した。前面壁の厚さは固定条件とし、その厚さを 0.2 mm とした。また、背面壁の厚さは、0.2 および 0.6 mm とし、分解率の背面壁厚依存性を調べた。なお、実験時の雰囲気（空気）圧力は 2～10 hPa（2～10 ミリ気圧）に減圧されており、実験準備時間内における 1,3,5-トリクロロベンゼンの蒸発量は別に測定して初期量を補正した。

3.2 結果および考察

実験で得られた分解率の背面壁厚依存性を Fig. 4 に示す。横軸は背面壁厚を示し、縦軸は 1,3,5-トリクロロベンゼン (1,3,5-TCB) の残存率を示している。1,3,5-TCB の残存率は、「回収固体物における 1,3,5-TCB の質量含有率」/「初期試料における 1,3,5-TCB の質量含有率」で定義した。実験データの誤差の主たる要因は、目視で判断不能な飛行体物質および SUS 304 の回収固体物への混入であり、分解率の測定精度向上は今後の重要な課題の 1 つである。また、この実験では、試料の回収率が低く、初期試料質量の 15～25% 程度であった。この点については、次節で述べる実験で顕著に改善することができた。

背面壁厚を増加させると、1,3,5-TCB の残存率は低下した、すなわち、分解率は上昇した。また、背面壁厚が 0.6 mm の場合には、95% 以上の分解率が達成された。

Fig. 4 Dependence of the 1,3,5-TCB survivability on the rear-wall thickness. Error bars represent ambiguity due to contamination originated from the projectile or the tamper wall

この実験により、背面壁の厚さが標的物質の分解特性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。この結果は、背面壁厚の変化によって衝撃波反射容器が慣性で壁の役割を果たしている時間が変化したためであると考えられる。すなわち、背面壁厚が0.2 mmの場合は、衝撃波反射壁の厚さが不十分で、前節で述べたよどみ状態に達する前に、すなわち、圧力が十分上がる前に、標的物質が容器外部に噴出してしまったものと考えられる。

4. 分解率の前面壁厚依存性

4.1 実験およびその方法

試料の回収率を上げるため、および分解率の前面壁厚依存性を調べるため、Fig. 5に示す装置を用いて分解実験を行った。前節で述べた実験の実験装置 (Fig. 3) との主たる相違点は、①飛行体突入部分の直径を25.4 mmから18 mmに変更したこと、および、②標的物質の生成物回収器内への噴出を背面壁からではなく側面壁

Fig. 5 Experimental arrangement for the study of the front-wall-thickness dependence

からに変更したこと、の2点である。①の変更によって、飛行体突入部分 (前面壁) の面積と飛行体の断面積との差が4.3 cm²から1.8 cm²へと約0.4倍に減じた。これは、標的物質の前面壁側への噴出量を減少させることを目的とした変更である。直径18 mmという値は、飛行体の飛行経路のばらつきを測定した結果をもとに決定した。また、②の変更は、衝撃波反射容器をカートリッジ化することを目的として実施したものである。Fig. 5において実験チェンバー内の濃い黒色の部分がカートリッジ化された衝撃波反射容器である。この実験における固体物質の回収量は、初期標的物質質量 (2.0 g) の50～90% (飛行体および側面壁に由来する分別不能な混入物も含めて) に向上した。

実験では、側面壁の厚さを0.5 mmで一定に保ち、前面壁の厚さを変化させて、分解率の変化を調べた。他の実験条件は、飛行体はアルミニウム合金製飛行体 [直径10 mm, 平頭円柱形状, 質量2.2 g, 速度2.2 km/s, 前節の実験と同じ二段式軽ガス銃で射出], 標的物質は1,3,5-TCBのみ [前節の実験において消石灰の効果は明確でなかったため、この実験では1,3,5-TCBのみとした], 前面壁および側面壁の材質はともにSUS 304, である。また、この分解実験は500 hPa (0.5気圧) の窒素雰囲気下で行った。

4.2 結果および考察

実験で得られた分解率の前面壁厚依存性をFig. 6に示す。横軸は前面壁厚を示し、縦軸および誤差に関しては前節で述べた実験と同様である。Fig. 6からわかるように、定性的には、前面壁厚の増加に伴い1,3,5-TCBの残存率は上昇した。すなわち、1,3,5-TCBの分解率は前面壁厚の増加に伴って低下した。また、前面壁厚が前

Fig. 6 Dependence of the 1,3,5-TCB survivability on the front-wall thickness. This graph shows results of 5 shots in total. Error bars represent ambiguity due to contamination originated from the projectile or the tamper wall

Fig. 7 Schlieren images of a collision process between a high-speed projectile (flying from right to left) and a solid film in 0.5-atm air. (a) $t = t_0$, (b) $t = t_0 + 3.0 [\mu s]$ (Exposure time: $0.1 \mu s$)

節の実験と同じ 0.2 mm の場合には、Fig. 4 に示した値とほぼ同じで、95% 以上の分解率が達成された。標的物質の噴出方向が背面壁方向でも側面壁方向でもほぼ同様の分解率が得られたという結果は、飛行体突入方向に与えられた動圧が衝撃波の閉じ込め効果によって静圧に変換された後に標的物質（分解生成物）が噴出したことを示唆しているものと考えられる。また、この実験の結果は、前節の実験で使用した消石灰の効果が無視し得るものであったことも示唆している。

Fig. 6 に示した分解率の前面壁厚依存性は、定性的には、飛行体突入部分の直径が飛行体の直径よりも大きいことに起因した結果と考えられる。高速飛行体が空气中で固体フィルムに衝突する様子を可視化した結果を Fig. 7 に示す¹²⁾。Fig. 7 を撮影した際の実験条件は、飛行体はポリエチレン製 [錐頭円柱, 先端角 150° , 直径 10 mm , 速さ 3.4 km/s]、固体フィルムはポリエチレンテレフタレート製 [厚さ $12 \mu m$]、である。Fig. 7 から類推できるように、前面壁を飛行体が打ち抜く際には、飛行体の断面部分以外に、その周囲の前面壁部分をも大きく変形させる。したがって、前面壁が厚いほど、衝撃圧縮の初期において、飛行体断面周囲の前面壁の変形により多くの余分なエネルギーを費やすことになる。その結果、前面壁が厚いほど標的物質の分解率が低下したのと考えられる。条件はやや異なるが、前面壁を厚さ 10 mm のアルミニウム板に変更した場合には、1,3,5-TCB の残存率は 95% 以上であった（分解率でいえば、5% 以下）。

5. 第一衝撃波圧力の評価

標的物質の圧力が最終的にどこまで高くなっているかは重要な問題である。本論文で提案している衝撃圧縮処理法では、衝撃波の閉じ込めを行うので、最終的な最高到達圧力を評価することは困難であるが、Fig. 8 に示す 1 次元モデルによって、1,3,5-TCB 中を伝播する第一

Fig. 8 Estimation of the first-shock pressure by the one-dimensional model. 'A' shows the first-shock pressure in the SUS and the Al, and 'B' shows that in the TCB

衝撃波の圧力は、ある程度評価可能である¹³⁻¹⁵⁾。

この 1 次元モデルでは、速さ 2.2 km/s のアルミニウム合金（飛行体）が、静止している SUS 304（前面壁）に衝突し、その結果、衝突した面から両者の中に互いに反対方向に伝播する衝撃波が駆動される。衝撃波の波面が通過した後の物質は、高圧力に圧縮されるとともに波面伝播方向と同方向に流速を持って動き出す。このときの波面の伝播速度と物質の流速との間には一定の関係があることが経験的に知られており、これが衝撃波関係式である。衝撃波関係式と質量および運動量の保存則とを用いると、衝撃波によって圧縮された物質の状態を流速-圧力平面上に 1 本の曲線として描くことができる。アルミニウム合金と SUS 304 との境界面では、両物質の圧力と流速が互いに等しくなければならないので、この衝撃波の圧力は、Fig. 8 中のグラフの Al Shock と SUS Shock という 2 本の曲線の交点 A で与えられる。ここで、Fig. 8 中のグラフでは、横軸が物質の速度を、縦軸が物質の静圧を、それぞれ示す。アルミニウム合金と SUS 304 に対して使用した初期密度および衝撃波関係式を Fig. 8 中に示した。ここで、 ρ_0 は物質の初期密度、 U_s は物質中の衝撃波伝播速度、 U_p は衝撃波面後方の物質速度を表す。SUS 304 の中を伝播した衝撃波は、SUS 304 と 1,3,5-TCB との境界面まで到達すると、TCB Shock という曲線が SUS Shock という曲線よりも下側にあるので、SUS 304 中には希薄波を、1,3,5-TCB 中には衝撃波を、それぞれ送り出す。SUS 304 中の希薄波内部の物質の状態はグラフ中の SUS Rarefaction という曲線で表され、また 1,3,5-TCB 中の衝撃波後方の物質の状態は TCB Shock という曲線で表される。SUS 304 と 1,3,5-TCB との境界面では、両物質の圧力と流速が互いに等しくなければならないので、

1,3,5-TCB 中に送り出される衝撃波の圧力は、Fig. 8 中のグラフの SUS Rarefaction と TCB Shock という 2 本の曲線の交点 B で与えられる。SUS Rarefaction という曲線は、SUS Shock という曲線を点 A に対して左右反転させたものである。1,3,5-TCB に関しては、この物質の衝撃波関係式が利用できないため、利用できる他の有機物 (Cellulose Acetate, Neoprene, Polymethylmethacrylate, Polyvinyl Chloride) に関する衝撃波関係式から推定した。1,3,5-TCB に対して使用した初期密度および衝撃波関係式は、Fig. 8 中に示した。衝撃波関係式は、物質の硬さが大きく反映されるので、数種類の有機物に関するデータから推定した 1,3,5-TCB の衝撃波関係式は、第一衝撃波圧力のオーダー評価程度には使用可能であると考えられる。

Fig. 8 中のグラフより、1,3,5-TCB 中を伝播する第一衝撃波の圧力は、概ね 7 GPa (7 万気圧) 程度 (体積圧縮率は 1.4 程度) であることがわかる。実際には、衝撃波が衝撃波反射容器によって閉じ込められるので、最終的な最高到達圧力はこの値の数倍以上であると考えられる。

6. ま と め

固体物質の衝撃圧縮を利用する、有害有機化合物の新しい分解処理法を提案し、また、その動作実証を行った。分解率の実験条件に対する依存性は、流体力学的な考察により、動作原理と矛盾なく、定性的に、理解された。分解率測定の精度向上、および条件の最適化等は今後の課題である。

[謝 辞]

本研究は、高速飛行体射出に関して、名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻の西出幸司氏 (現在、三菱重工業に勤務)、笠原次郎博士 (現在、室蘭工業大学に勤務)、および斎藤彰氏の技術的な協力を得て、また、化学分析に関して、名古屋大学大学院工学研究科応用化学専攻の牛場正樹氏、および大谷肇博士の技術的な協力を得て、実施された。最後に、本研究の実施にあたり、財団法人東海学術奨励会から助成を受けた。ここに記して、謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 彼谷邦光: 史上最強の毒 ダイオキシンのとは何か, 『化学』編集部(編), 別冊化学 環境ホルモン & ダイオキシン, 化学同人, pp. 96-105 (1998)
- 2) ダイオキシン問題を考える会・D ネット(編著): ダイオキシン汚染列島 日本への警告, かんき出版, 第 2 章 (1997)
- 3) 酒井伸一: ダイオキシン類のはなし, 日刊工業新聞社, 第 7 章 (1998)
- 4) ダイオキシン問題を考える会・D ネット(編著): ダイオキシン汚染列島 日本への警告, かんき出版, 第 6 章 (1997)
- 5) 永山邦仁: 衝撃インピーダンスの概念, 高山和喜(編), 衝撃波ハンドブック, シュプリンガー・フェアラーク東京, pp. 299-301 (1995)
- 6) 澤岡 昭, 近藤建一, 藤原修三, 日下部正夫: 動的高圧力, 日本化学会(編), 化学総説, No. 22 超高压と化学, 学会出版センター, pp. 31-45 (1979)
- 7) 森吉孝, 佐々木宗夫, 大杉治郎, 小野寺昭史, 原公彦: 超高压化学の基礎, 日本化学会(編), 化学総説, No. 22 超高压と化学, 学会出版センター, pp. 47-86 (1979)
- 8) 梶川修: 排ガスフィルターでダイオキシンを無害化, 『化学』編集部(編), 別冊化学 環境ホルモン & ダイオキシン, 化学同人, pp. 154-161 (1998)
- 9) 佐宗章弘, 安部隆士: 軽ガス銃, 高山和喜(編), 衝撃波ハンドブック, シュプリンガー・フェアラーク東京, pp. 564-568 (1995)
- 10) 大木道則, 大沢利昭, 田中元治, 千原秀昭(編): 化学辞典, 東京化学同人, p. 970 (1994)
- 11) 平岡正勝, 岡島重伸: 都市ごみ焼却におけるダイオキシンの生成と制御, 平岡正勝(編著), 廃棄物処理とダイオキシン対策, 環境新聞社, pp. 17-30 (1993)
- 12) 大久保隆弘: 極超音速飛行体周りにおけるデトネーション波の初期非定常過程に関する研究, 名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻修士論文 (2000)
- 13) Ya. B. Zel'dovich and Yu. P. Raizer: Physics of Shock Waves and High-Temperature Hydrodynamic Phenomena Vol. II, Academic Press, New York, Ch. XI (1967)
- 14) M. B. Boslough and J. R. Asay: Basic Principles of Shock Compression, J. R. Asay and M. Shahinpoor (Ed.), High-Pressure Shock Compression of Solids, Springer-Verlag, New York, pp. 7-42 (1993)
- 15) S. P. Marsh (Ed.): LASL Shock Hugoniot Data, University of California Press, Berkeley (1980)

Proposal and Demonstration of a Novel Technique for Decomposing Deleterious Organic Compounds by Shock Compression

Takuma Endo*, Daisuke Yahata**, *** and Toshitaka Fujiwara**

* Center for Integrated Research in Science and Engineering, Nagoya University

** Department of Aerospace Engineering, Nagoya University

*** Present address: Toray Industries, Inc.

† Correspondence should be addressed to Takuma Endo:
(Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-city 464-8603 Japan)

Abstract

We describe the principle behind and demonstrate a novel technique for decomposing deleterious solid-state organic compounds by shock compression. The target to be decomposed is first enclosed by a container made of high-shock-impedance material, and collided with a high-speed projectile. By this high-speed collision, the target is shock-compressed at high pressure such that the target material is chemically decomposed very quickly. In order to demonstrate feasibility of this new technique, decomposition experiments using 1,3,5-trichlorobenzene as the target material to be decomposed were successfully carried out. In the experiments, we also investigated the dependence of decomposition rate on container-wall thickness. It was found that decomposition rate strongly depends on container-wall thickness. The measured dependence was qualitatively understood according to hydrodynamic laws, and was consistent with the original principle behind this technique.

Key words: deleterious organic compounds, decomposition, high-speed collision, shock compression