

爆発成形法による美術工芸品制作

林原 泰子(熊本大学 工学部) 松村 亮(熊本大学 大学院) 村本 聡(熊本大学 工学部)
長野 司郎(熊本大学 工学部) 伊東 繁(熊本大学 衝撃・極限環境研究センター)

1. 爆発成形法

爆発成形法は、火薬類の爆発によって生じる衝撃エネルギーを金属板や管などの試料に作用させて適当な塑性変形を与え所要の形に成形する加工法である。試料に爆薬を密着させて直接爆轟圧を負荷する方法(直接法)と、試料と爆薬とを間隔を置いて設置し、圧力媒体(ほとんどの場合水)を介して圧力を負荷する方法(間接法)の二通りがあるが、多くの場合後者の間接法が用いられる。¹⁾これは、衝撃波の作用により必要最小の爆薬量で要する変形量を得る事が可能。水中爆発により爆音を抑え、また飛散物を生じないため安全。等の理由による。

図1に通常の間接法爆発成形の基本構成を示す。間接法では水中で爆薬を起爆するので、適当な容量の水槽あるいは水圧容器が必要である。取り付け治具(型)の上に試料(金属板)を置いて固定し、水槽内に設置する。爆発成形では変形速度が極めて高いので、板と取り付け治具の間に空気が介在すると空気は逃げ場を失い、断熱圧縮が起こり試料の板の変形を阻害することがある。それを回避するため、試料と取り付け治具の間は真空ポンプで十分に減圧する。爆薬は試料となる金属板から適当な距離を隔てて配置し、水槽に水を満たした後に起爆する。爆薬が水中爆発すると、まず起爆と同時に水中に発生する水中衝撃波が波動として伝わり試料板面に衝撃圧を及ぼす。爆轟生成気体は初期の膨張の後、水槽や容器の壁面等による反射波や水の運動の拘束条件等を受け膨張が抑制され、やがて収縮へと転じ、再び高圧気体となる。その際、試料の下方への高速度運動のため試料板上近傍は減圧されている。この圧力差により再度水が加速され試料板面に衝突し第二の圧力作用がもたらされる。同様の過程が数回繰り返されることで試料の塑性変形が進行する。

(図2参照)

1-1. 爆発成形法の利点

- ・ 単純装置で大圧力が得られるため、プレス加工等、通常の加工

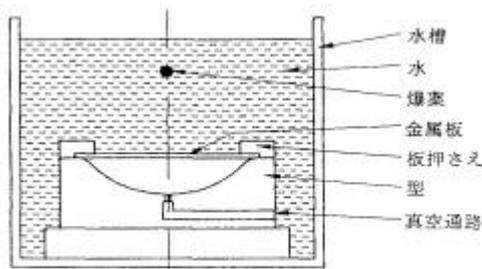


図1 爆発成形の基本構成

法に比べ初期設備投資費が小さい。

- ・ 高エネルギー・高速度下の変形であるので、複雑形状部品や難成形材料でも比較的容易に加工が可能。また、加工硬化により形状凍結性が良好。
- ・ 型は凸または凹の一方のみを要し、少量生産の場合には樹脂や石膏・紙などの多様な型材が利用可能。

1-2. 爆発成形法の欠点

- ・ 火薬類を使用するため生産・譲渡・消費・廃棄等の取り扱いが厳しく管理され、法的規制を受けている。
- ・ 安全性対策と共に爆発騒音や地震振動等の軽減対策が必要。
- ・ 成形のサイクルタイムが長く大量生産に不向き。

2. 美術工芸品制作への応用

以上の特性より、近年需要の高まっている少数多品種生産への適応が期待される。本研究ではこの適応例として、爆発成形法による美術工芸品制作²⁾に取り組んでいる。これは厚さ0.1 mm~0.5 mmの銅版に対し主としてカッティングシートにより制作した型を用い成形を行うもので、美術品だけでなく表札や看板、製品ラベル等への応用を検討中である。以下にその概要を紹介する。

2-1. 使用爆薬 (図3参照)

旭化成株 製 6号電気雷管 及び 日本火薬株 製 第二種導爆線(規格:爆速 6500 m/s±10% 薬量 8-10 g/m)を用いる。

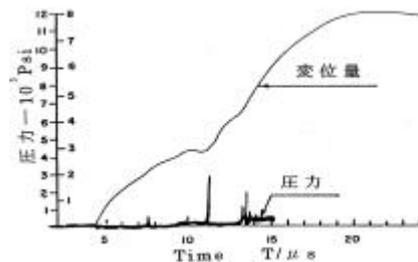


図2 爆発研法における圧力作用と板の変形量の増加の関係



(a)雷管 (b)導爆線

図3 使用爆薬

2-2. 成形手順

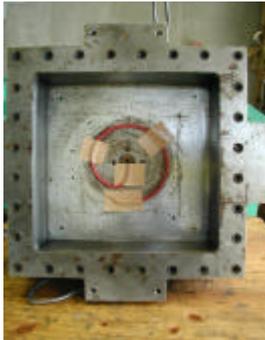


図1に示すように爆薬は成形板中央上部に保持される必要がある。そのため左図のような上部容器を用いる。容器には浸水孔が設けられており、起爆時には上部容器内部には水が満たされた状態となる。導爆線0.6mを図のように配置する。



型、金属板、及び真空をひくためのビニールシートを下部容器に設置し、型押さえをボルトで締結する事により固定する。この行程が現行では手作業となるため効率化の点で見直しが求められる。(後ろに見るのが成形に用いた水槽)



ボルト締結後、真空ポンプにより減圧を行う。成型後、真空ポンプに水が流入するのを防ぐために起爆時に、同時にポンプの電源スイッチを切る必要がある。そのためポンプ電源は起爆を行う制御室からも操作できるように設置してある。



成型容器上部を下部の上に設置する。締結はしないので、上部は起爆時に上方に若干飛び上がる可能性がある。成形板上に落下する事の無いよう、下部にはガイドが設けられている。



成形容器上部の孔から一部引き出しておいた導爆線に雷管をビニールテープで固定する。電気雷管は通電により発火し、そのエネルギーにより導爆線が起爆する。雷管は最小0.6Aの電流で発火するため、取り扱いには十分な注意が必要。



全体をクレーンを用い水槽内に沈める。上部容器内に十分浸水したことを確かめ水槽の蓋を閉める。電気雷管脚線を起爆装置に結線した後、安全を確かめ退室する。その後制御室にて起爆操作を行う。以上が全行程となる。

雷管取り付け後の行程はチェックシートを用い、安全を確認しながら作業を行う。起爆後は実験室内の換気を十分にを行った後、水槽から成形容器全体を取り出し、逆の手順で成形された金属板を取り出す。同成形を繰り返す際は真空ポンプホース内に溜まった水を抜き、下部圧力容器内の水を十分に拭き取る必要がある。

2-3. 型及び成型品 (部分)



(A)

(B)

(C)

- (A) カットニングシートを用いた成形型。デザインをスキャナ等で読み込みカットニングプロッタによって出力、成型後凸になる部分を取り除きステンレス板にシートを貼り込んで製作。
- (B) 0.2mmの銅板に前述の手順で成型を行う。デザインが反転し、浮き出してくる。必要に応じてシアーカッター等で断截する。
- (C) 仕上げとして、希塩酸で洗浄し、市販の銅いし液でいしを行う。その後 #1200 ~ #1500 程度の紙ヤスリで磨くことにより、凸部が光沢を持つ。最後にラッカーを吹き付け完成。磨きの行程は作業により若干の差が出るものの、ある程度安定した色調を得ることは可能。

3. 展望

今後は、サイクルタイム短縮のための成形容器見直しや、型材の機材等により、より製品化への可能性を模索したいと考える。

参考文献

- 1) 高山和喜 編, 1995, 衝撃波ハンドブック, シュプリンガー フェアラーク東京株式会社, pp. 844-853
- 2) 藤田昌大, 1993, 爆発成形法で美術品を創る, メカライフ, pp. 33

お問い合わせ先:
熊本大学 工学部 知能生産システム工学科 衝撃プロセス工学研究室
林原 泰子 e-mail barayasu@shock.smrc.kumamoto-u.ac.jp