

3次元積層造形と材料技術開発の 最前線

3次元積層造形のうち金属系材料では航空機部品、医療用インプラントなどで実用化が進み、自動車部品や金型への応用展開も積極的に取り組まれている。ただ、一般的に供給される材料は必ずしもユーザーが望むものとは合致していないようだ。そこで、スペシャルレポートでは3次元積層造形でポテンシャルの高い金属と無機材料および積層造形技術について、最新の開発状況をレポートする。
(編集部)

焼かなくても固められるセラミックスと押出し積層造形 —名古屋工業大学先進セラミックス研究センター—

名古屋工業大学先進セラミックス研究センターの藤正督教授は、無焼成セラミックスを原料に3次元積層造形技術の研究・開発を進めている。

無焼成セラミックスとは、文字どおり「焼かないセラミックス」であり、藤教授が16年前に開発した。通常、セラミックスは、アルミナ、ジルコニア、窒化ケイ素、炭化ケイ素など無機系物質の粒子と水分、バインダ（有機物質など）を混練し、それを成形・焼成して製品にする。焼成によりセラミックスの成形体を加熱することで、水分やバインダを除去して粒子同士を結合させる。この焼成は、セラミックスの硬さや気孔率、導電性、各種耐性、透光性など製品としての特性を決める重要な工程となる。一方、焼成は電気やガスなどの化石燃料を大量に要するため、最近の環境問題の観点から大量のエネルギー消費や二酸化炭素排出など、社会経済的課題に直面している。

それに対する1つの解として藤教授が提唱するのが無焼成セラミックスだ。その製法はいたってシンプル（図1）。まず、セラミック粒子の表面をメカノケミカル処理により化学反応が起きやすい状態に処理（活性

化）する。次に、活性化させたセラミック粒子に反応溶液を混合して粒子同士を化学反応で結合・固化させる。こうして固化させることで焼成を不要にできる。ちなみにメカノケミカル処理とは、粒子の表面を摩砕（こする）することで活性化させる処理技術のこと。粒子は表面を粉碎（割る）すると原子の結合が切れて新しい面が生成されて活性化する。そのため化学反応や吸着などさまざまな作用が起きやすくなる。この原理を藤教授はメカノケミカル処理に応用した。

「粉碎は粒子の表面を割りますが、メカノケミカル処理は割る必要はなく、表面をこすることで粒子を活性化できます」（藤教授）

活性化させたセラミック粒子に水や酸、アルカリなどの溶媒を混合（液体架橋）し、粒子同士を結合（個体架橋）させて固化させる。無焼成セラミック成形体の物性は強度が30 MPa（条件により300 MPaまで可能）、耐熱性が400～500℃で、その特性は成形後の収縮性をほぼゼロにできる可能性があり、さらに表面形状の転写性と成形性が良好なことだ。成形法としては鋳込み、プレス、押出し、テープ成形などが用い