

構造一体型蓄熱デバイスを用いたスマート放熱パネルの開発 ～容器の 3D 造形／後加工の品質管理／低コスト化～

デジタルものづくり課 山本貴文

有限会社オービタルエンジニアリング 斎藤雅規

1. 緒言

宇宙機の大電力化・小型化に対応する熱制御実現のため、単位体積(重量)あたりの吸発熱量に優れる相変化蓄熱材(Phase Change Material, PCM)を利用した熱制御が有望視されている。著者らは、これまでに金属 3D 積層造形(AM)技術を利用したアルミ合金製構造一体型蓄熱デバイスを開発してきた¹⁾。AM 製造では、造形体となる PCM 管体が健全であることに加え、低コスト化の実現が重要であり、これらには「造形時の配置」が強く関係する。これまで、造形安定性の観点から「斜め造形」を選択してきた。しかし、低コスト化の観点では造形高さを低く抑えられる「平置き造形」が優位である。本稿では、平置き造形の実現に向けた PCM 管体の設計検討、ならびに造形でその効果を検証した結果を記す。

2. 試験結果など

平置き造形では、ベースプレート平面に対して管体の熱 IF 面が平行、内部フィンが垂直の位置関係となり、内部フィンとその直上の熱 IF 面(天井面)にかけての断面面積の急激な変化に起因して、フィンの変形あるいは天井面の割れが発生することが経験的に分かっている。そこで、天井面とフィンのつなぎ目に逆ピラミッド形状を設けることで断面面積の急激な変化の抑制を試みた。図 1 は、PCM 管体(52 mm×52 mm×H15 mm)のつなぎ目構造を変化させた際のスライス断面面積と造形高さの関係を示す。つなぎ目構造は、逆ピラミッド形状を配置した構造を 2 種(タイプ A、タイプ B)と、同形状を配置していない構造(タイプ C)の計 3 種である。対策を講じていないタイプ C では造形高さ 12.5 mm で断面面積の急増が認められる。一方、タイプ A とタイプ B では断面面積の変化が緩和され、特にタイプ A では緩和の程度が大きく、フィンから天井面にかけて段階的に造形面を形成する構造が実現できていることが確認できた。これらのモデルデータを用いて造形を行い、PCM 管体の CT 撮像を行った。図 2 は、各モデルにおける天井面の断面画像である。タイプ B とタイプ C では天井面に大きな割れが発生しており、実用の観点からは PCM 漏洩のリスクが高いことが分かった。一方、断面面積の急増が最も抑制されたタイプ A では天井面の割れや内部フィンの変形は生じておらず、狙いの効果が達成

できていることが確認できた。故に、低コスト化の観点で優位な平置き造形でより健全な PCM 管体を製造できる設計手法を見出すことができた。今後、大型の PCM 管体でも同様の効果が得られるかを検証する必要がある。

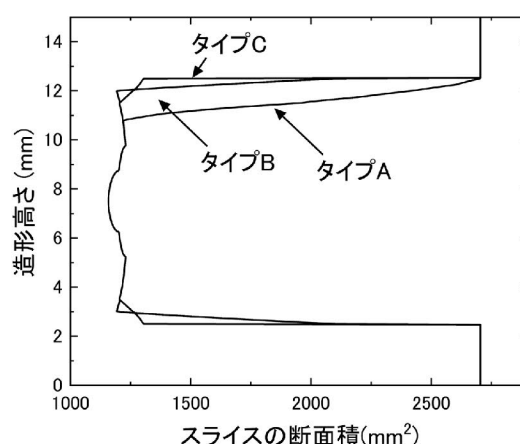


図 1 スライス断面面積と造形高さの関係

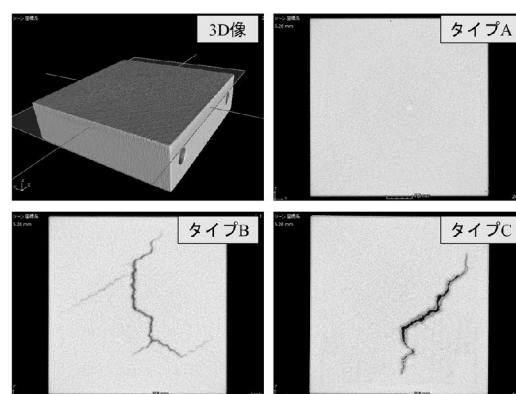


図 2 天井面の CT 断面画像

参考文献

- 1) R. Hatakenaka, M. Saitoh, T. Yamamoto, T. Kobayashi and H. Yokozawa, 50th International Conference on Environmental Systems, ICES-2021-247, 2021

謝 辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の SBIR 推進プログラムの支援を受けたものである。ここに感謝の意を表する。