

---

# Phoenix Stirling: エンジニアリング・マスターデータ(統合版)

**\*\*【1分で読んでください】Phoenix Stirling 必須警告\*\***

- ・この箱は「種」だけです。中身(実機製作・運用・安全)は\*\*あなた次第\*\*。
- ・HIP処理・X線CT検査を省略すると爆発・破断事故の可能性大。
- ・高圧ガス法の事前相談を怠ると法令違反。
- ・特許調査を怠ると侵害訴訟リスク。

→ **全部読まずに進めるなら\*\*自己責任\*\*で。読んでから箱詰めを。**

- HIP処理を必ず実施(1,160°C/100MPa/4h、アルゴン雰囲気)
- X線CTスキャンで内部残留粉末ゼロを確認(10µm以上検出不可)
- 肉厚を0.65mm~0.85mmに遵守(NASA基準0.22mmを安全側に補正)
- アルミナイズ処理でヘリウム透過阻止
- 積層方向を圧力隔壁に垂直にせず、強度最大化配置

## 1. 素材・後処理仕様 (Material & Post-processing)

インコネル718の積層造形品に対し、NASA基準の疲労限度(500~600MPa以上)を確保し、50気圧の内部応力に耐えうる緻密な組織を実現するための唯一の工程。

- **HIP処理(熱間等方圧加圧)条件:**
  - 温度: 1,160°C ± 15°C (固溶化温度近傍)
  - 圧力: 100MPa (アルゴン不活性雰囲気下)
  - 保持時間: 4時間
  - 冷却: 急冷(組織の粗大化を防ぎ、ポロシティを完全に消滅させる)

## 2. 構造・幾何学的設計基準 (Structural Geometry)

NASAのASC (Advanced Stirling Convertor) の実績値をベースに、3Dプリント特有の異方性(積層方向による強度差)を設計上の安全率として織り込む。

- **標準設計肉厚: 0.65mm ~ 0.85mm**
  - 注記: NASA実績値(0.22mm)を理論的な最小値としつつ、Z軸方向の強度低下(10~15%)および層間剥離リスクを物理的に相殺するための肉盛り(Offset)を標準化した数値。
- **内部流路断面形状: 「涙滴型(Teardrop)」または「菱形」**
  - 目的: ジャイロイドや微細流路において、サポート材の除去が不可能な領域でも「自己支持(セルフサポーティング)」を可能にし、流体抵抗の均一化を図る。

### 3. 長寿命(20年稼働)担保プロセス(Longevity Assurance)

「止まらないこと」を最大価値とするための、物理的な死点回避工程。

- 残留粉末の完全排除: X線CTスキャン
  - 超音波洗浄後の内部流路を画像診断し、10 $\mu$ m以上の浮遊粉末ゼロを証明。焼付きによる致命的故障を未然に防ぐ。
- ヘリウム漏洩阻止: アルミナイズ処理
  - 受熱部内面にアルミニウムを拡散浸透させ、緻密な酸化被膜( $Al_2O_3$ )を形成。インコネルの結晶粒界を透過するヘリウムガスを化学的障壁でブロックする。

### 4. 熱源・出力帯のモジュール化(Thermal Context)

- 案A(80W級): PV値  $\leq 0.02$  (MPa $\cdot$ m<sup>3</sup>) を維持する小型圧力容器設計。
- 案B(1kW級): 高性能熱交換器(ジャイロイド構造)の積層造形を前提とした、分散型電源モジュール。