

(金沢大・理工) ○喜成年泰、北山哲士、若子倫菜、
(金沢大・新学術) 坂本二郎

1. はじめに

生物の形態や構造は優れた有し、バイオミメティックスの技術は繊維関連製品にも多く応用されているが、表面や形態の模倣が主であり、構造物として直接応用されている例は少ない。その理由としては、

1) 寸法の違いによる力学的影響が大きいこと (寸法が 10 倍だと重量は 1,000 倍になる)

2) 生物を模した複雑構造の製造が従来技術では困難

の 2 点が考えられる。我々の研究グループは 2014 年度以来 Bio-Innovative Design を提唱し、内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム(cross-ministerial Strategic Innovation promotion Program)の補助を受けて、生物形態に着想を得た、機械構造物の設計・製造手法に取り組んできた。本報告では「生物を模した複雑構造」を製造するために考案した、組紐技術について検討する。

2. バイオイノベティブデザイン

バイオイノベティブデザインにおいては図 1 および以下に示す 3 ステップのスパイラルアップにより、生物形態に着想を得た機械構造物の設計生産手法の開発を行う。

1) 生物構造データベースの構築：数百に及ぶ動物の骨格構造の 3 次元情報がデータベース化されており、設計者は生物構造から着想を得て、機械構造部材の設計に着手する。

2) 最適設計：前段で得られた骨格構造を出発形状として、与えられた境界条件・負荷条件に応じて機械学習等により、ロバスト性に富んだ機械構造部材の最適形状を決定する。また、組紐技術により製造可能な形状を出力する。

3) 組紐による FRP のプリフォーム作成：前段で設計された、立体的に複雑でかつ中空な CFRP 用プリフォームを組紐技術により作成する。製品の製造条件を 1) のデータベースにフィードバックし、さらに設計アイデアの充実を図る。

以上によって製造された、立体的に複雑な形状をした機械構造部材は、従来の鋼製の円筒、平板、角柱等を組み合わせた機械構造部材に比べ、飛躍的な軽量・高強度化が実現可能である。また、組紐構造を得るための「準備」は糸をボビンに巻き返すだけであるため、この設計・製造サイクルに関わる技術者はどのステップからでも新たな発想を加えて、すぐに試作品を得ることが可能であり、アジャイル開発に適した設計・製造システムとなっている。

3. 組紐技術

SIP 事業により、円形横型組紐機械 (コクブンリミテッド製 40Z032C+ 40Z048C+ WU)、マルチブレイダ (コクブンリミテッド製 10x08H/MLT)、アーム先端の到達距離 (最大リーチ) が 1200mm を超える 7 軸制御可能なロボット (NACHI 製 MR20L-01-AX20/FD11) 等の設備を導入し、種々の立体的に複雑な構造を有する CFRP 用プリフォームを製造してきた。プリフォーム製造後は Vacuum-assisted Resin Transfer Molding (VaRTM) により熱硬化性樹脂を含浸し、CFRP 製品を試作する。マルチブレイダは糸キャリアの経路を任意に設定可能であり、外殻+隔壁構造や分岐・合流構造のプリフォームを作成することができた。組物の軸方向に対する組糸の角度 (組角度) および中立糸の有無は CFRP 成形品の機械的性質に大きく影響するため、その制御方法にさらに注力していく必要がある。

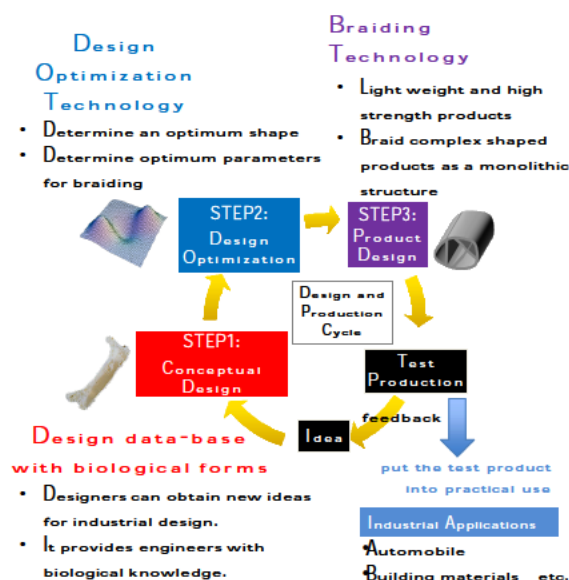


図 1 バイオイノベティブデザイン