

## 事例2

# 高強度プラスチックを採用したハイブリッド フランジリニアボールブッシュの開発 —ヒーハイスト精工

編集部

### 25%の軽量化と最大40%の低価格化

ヒーハイスト精工の「ハイブリッドフランジリニアボールブッシュ」は、フランジ部に高強度プラスチックを採用し、従来の金属フランジタイプに比べ最大25%の軽量化を図った製品だ(写真1)。価格も最大40%低価格化して提供しており、民生用などで新しい需要を開拓している。同製品の開発を担当した福留弘人常務は、「軽量化して価格を抑えたことで、卓上型のパーソナル3Dプリンターなどに採用されるケースが増えている」と説明している。同製品の開発の経緯や成形法、採用例などについて以下で紹介する。



写真1 開発したハイブリッドフランジリニアボールブッシュ

### 製品開発の概要

リニアボールブッシュは円筒形の部品で、円筒軸のシャフトに取り付けて使う案内要素。正確で円滑な直線運動を可能にする役割を果たす。主に、円筒形のストレートタイプと、ボルトで固定するためのフランジ付タイプがある。

ヒーハイスト精工はリニアボールブッシュの国内有力メーカーであり(写真2)、特に内接円径が4mm~20mmの小径リニアボールブッシュに強みを持つ。シャフトと接触するブッシュの内側にボールリテーナ機構を採用して剛性を高めたりニアボールブッシュを開発したパイオニアメーカーとしても知られている。現在販売している製品は、標準的にボールリテーナを組み込んでいる(写真3)。

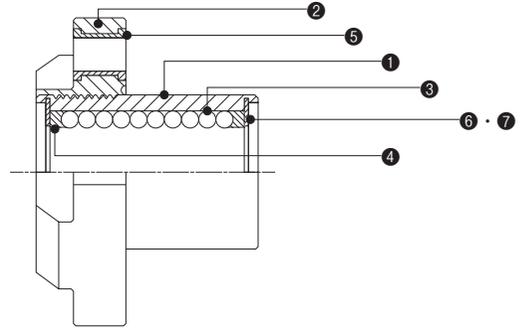
金属と樹脂の材料を融合したハイブリッドフランジリニアボールブッシュ「JFK-シリーズ」は、



写真2 埼玉県川越市にあるヒーハイスト精工本社工場の外観



写真3 プッシュ内部にボールリテーナを採用(構造を示したサンプル)



部品名称	材質
①外筒	ベアリング鋼
②フランジ	高強度プラスチック
③鋼球	ベアリング鋼
④保持器	ポリアセタール
⑤カラー	スチール
⑥止メ輪	スチール
⑦シール	合成ゴム+スチール

図1 部品構成と材質

2014年に発売した。外筒部は従来の金属材料(ベアリング鋼)で、角型のフランジ部が高強度プラスチックでできている。2つの部品は後述するインサート成形によって結合させており、高い密着強度を確保している。同製品の部品構成と材質を図1に示す。

フランジ部を金属から樹脂に変更したことで最大25%の軽量化を達成した。例えば、図2に示す4軸昇降ユニットの可動部に採用することで、ユニットを動かす際の消費エネルギーの抑制に貢献する。また、価格も最大40%低価格化した。金属フランジタイプほどの強度を必要としない場合、樹脂製フランジタイプに置き換えることでコストダウンに結びつくと期待される。

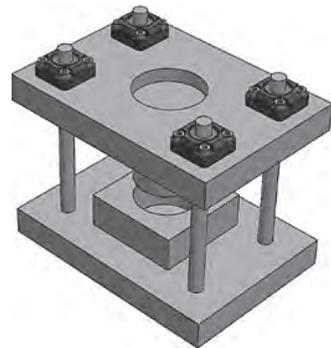


図2 4軸昇降ユニットへの応用例

### リーマン・ショックをきっかけに 目線を変えた商品を開発

ハイブリッドフランジリニアボールプッシュの開発のきっかけは、2008年のリーマン・ショックにさかのぼる。ヒーハイト精工は、リニアボールプッシュといった直動機器の製造販売のほか、精密機械加工の受託も手がけ、事業の柱の1つとなっている。この精密機械加工事業ではレースカー向けの特種な部品加工を得意としており、レースカー関連の受注は同事業で大きな割合を占めている。2008年以降の世界的な不況の影響でレース業界が縮小し、仕事量が減少してしまう。こうした中、取引先の幅を広げることを目的に新

製品の開発がスタートした。「リニアボールプッシュはある意味で成熟していた分野。産業機械向けばかりでなく、民生用途でも使えるような、少し目線を変えた商品を開発しようと思った」と福留常務は当時を振り返る。

開発担当者が最初に注目したのは遊技業界だったという。「市場調査をしてみると、同業界では性能とコストのバランスがとれた製品が求められていることがわかった」と技術部の進藤繁樹次長は語る。

そこで、剛性に優れたボール式を採用しつつ、部品の一部を樹脂化して最大25%の軽量化を図ったストレートタイプのリニアボールプッシュ

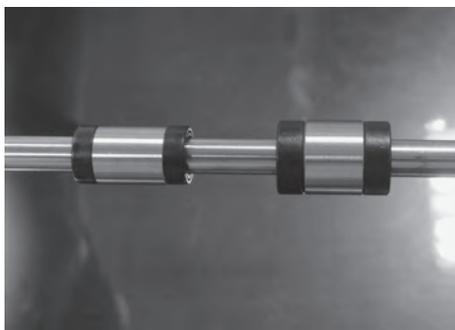


写真4 最大25%軽量化したストレートタイプのリニアボールプッシュ（シャフトに通した例）



写真6 ボルトを通す穴にカラーを設置

「UTB シリーズ」を開発（写真4）。製造工程なども見直して価格を最大40%抑えて2013年に発売すると、遊技業界などに採用され、ある程度の手ごたえをつかんだという。

その後、UTBシリーズの製品化と並行し、フランジ付のJFK-シリーズの開発を進めていった。

## 部品に求められる強度を分析

同社の金属フランジタイプのリニアボールプッシュは、外筒とフランジを一体的に成形している（写真5）。つまり、冷間鍛造と切削加工により、1つの鋼材から削り出して成形している。他社製のフランジリニアボールプッシュは、外筒とフランジをそれぞれ成形した後、溶接などで接合する手法を採用したものが多い。同社の一体構造のフランジリニアボールプッシュは、強度に優れた製品として業界では知られている。ただ、「使い方によっては、従来製品の強度はオーバースペック



写真5 金属フランジタイプ（左）との比較

になるケースもあったし、そこまで強度が高くない製品でも安価であればニーズはあると考えた」（福留常務）という。

フランジリニアボールプッシュで強度を確保すべき1番のポイントは、フランジを駆動部品などに固定するためのボルトの締結部（ボルト穴の空いている部分）の強度である。「ボルトの締結部が壊れてしまえば、フランジと外筒の接合部位の強度がいくら高くても、部品としては機能しなくなる。つまり、ボルトの締結部の強度さえ確保できれば、部品の機能は維持できると考えた」と福留常務は説明している。

こうした思想に基づき、フランジを樹脂に置き換えつつ、ボルト締結部は一定水準の強度を確保できる構造を設計した。最終的にはボルト穴に金属製の円筒部品（カラー）を埋め込むことで強度の確保に成功。同円筒部品もインサート成形によってフランジに接合しており、密着性を高めている（写真6）。

## 繊維強化プラスチックを採用

採用した高強度プラスチックは、ガラス繊維を高い割合で含んだ繊維強化プラスチックとのことだ。軽量化を実現するために、アルミニウムやマグネシウムなどさまざまな材料を検討する中で、機能やコストで最もメリットのある樹脂材料を選択したという。同社ではレースカー向けの部品加工を手掛けていることから、「さまざまな材料を試す機会が豊富にある」（技術部の橋口一平氏）



写真7 実験室の様子

という。さまざまな樹脂材料の基礎的な強度データを参考にしつつ、実際に成形して検証を重ね、最適な材料を選定した(写真7)。

### インサート成形でフランジと外筒の密着性を確保

ハイブリッドフランジリニアボールプッシュは、インサート成形によって金属製の外筒と樹脂製のフランジを接着する方法を採用している。インサート成形は金型内に金属部品を保持し、その周りに樹脂を射出して金属と樹脂を一体化する成形方法である。今回は外筒に加え、4カ所のボルト穴にはめ込むカラーも同時に成形している。

成形技術については埼玉県内の協力工場と共同で技術開発を行った。金属部品と樹脂部品の密着性を高めることが大きな課題であり、金属部品側にV溝を施すことで密着性を向上させている。「V溝の最適な形状を見つけるのには試行錯誤が必要だった」と進藤次長は話している。

### 3Dプリンターの機構部品に最適

こうした経緯を経て、フランジ部に樹脂を採用したリニアボールプッシュ「JFK-シリーズ」を2014年に発売した。

現在、同製品の最も多い採用例は、3Dプリンターの機構部品としての用途となっている(写真8)。昨今の3Dプリンターブームの影響で、個人でも入手可能な卓上型の3Dプリンターがさまざまなメーカーから販売されるようになった。多くのパーソナル型3Dプリンターで採用されている

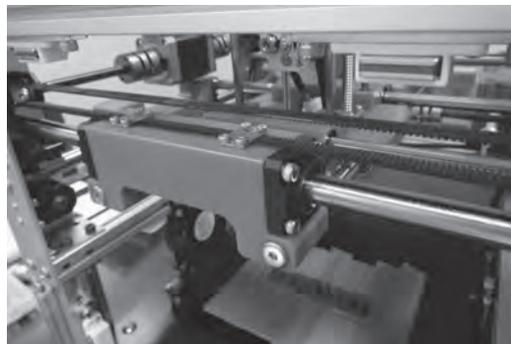


写真8 3Dプリンターの機構部品としての採用例

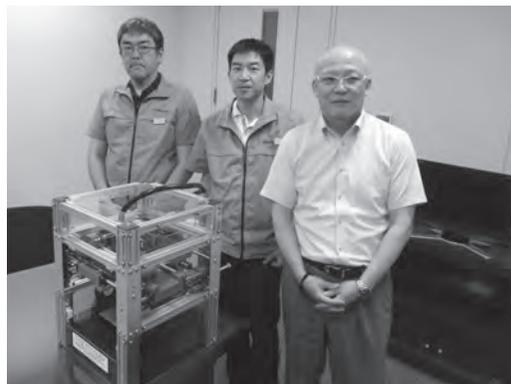


写真9 オリジナル3Dプリンターと、右から福留弘人常務、技術部の橋口一平氏、進藤繁樹次長

熱溶解積層方式(FDM)では、溶融した樹脂を吐出するヘッドを高速・高精度に動かすことが求められる。こうした駆動機構の部品として、軽量・高精度なハイブリッドフランジリニアボールプッシュは最適であり、3Dプリンターブームの後押しも受け、比較的大規模な受注の獲得に成功したという。

同社でもオリジナルの3Dプリンターを自作し、ハイブリッドフランジリニアボールプッシュの使用例をアピールしている(写真9)。

同製品の将来性について福留常務は、「パーソナル型3Dプリンターのような新しい用途のほか、産業機械用途で従来の金属製のフランジタイプから置き換えるニーズも今後は出てくるのではないかと話している。今後は同製品の用途をユーザーに提案する活動に力を入れるとともに、フランジ以外にも樹脂材料を採用した新しいリニアボールプッシュの開発を進めていく考えだ。