

樹脂ギヤ成形技術

平野達也^{*1}，菅田義昭^{*2}，酒井信弥^{*2}

Plastic Gear Molding Technology

Tatsuya Hirano^{*1}，Yoshiaki Sugata^{*2}，Shinya Sakai^{*2}

1. はじめに

近年，世界的に自動車の HEV，BEV 化が加速し，燃費（電費）向上のため自動車部品の軽量化ニーズがある。豊田合成においてはミッション構成部品であるオイルポンプにてギヤを樹脂化開発し（図-1），部品の軽量化に貢献している（図-2）。今回，ギヤ樹脂化開発で得られた寸法精度向上技術，材料強度を加味した製品設計案を紹介する。

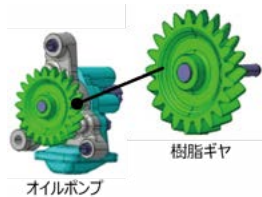


図-1 製品図

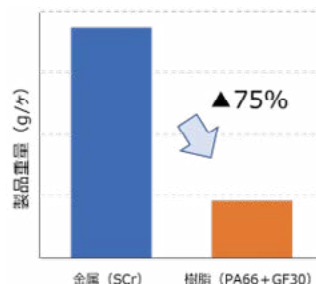


図-2 ギヤ製品重量比較

2. 使用材料と成形工程

ギヤの材料は POM^{*1}（非強化材）が主流だが，オイルポンプ製品性能（耐摩耗性）確保のため材料強度が高い PA^{*1}+GF^{*1}30 を適用している。PA+GF30 は材料強度が上がる一方，ガラス繊維の配向性の影響により寸法精度低下が課題とされる。

本樹脂ギヤの成形工法としては射出成形（インサート成形）を採用した。インサート成形とは構成部品を金型へセットし，熱で溶かした樹脂を金型内へ流し，冷却固化させ一体化製品を得る工法である。

なお，金型仕様については生産性を考慮し，ピンゲート^{*2}の 8 点ゲートを採用した（図-3）。

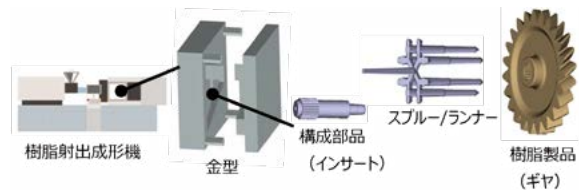


図-3 成形工法と製品 / ランナー形状

3. 樹脂ギヤ成形の課題

3-1. 事例（歯溝の振れ寸法）

ギヤに求められる寸法の中で，『歯溝の振れ』を例にあげる。歯溝の振れとは歯車の全歯溝に測定子（玉，ピン等）を順次挿入し，測定子半径方向位置の最大値と最小値の差である（図-4）。

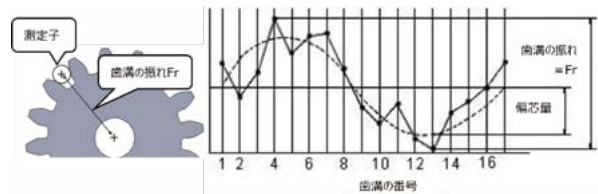


図-4 歯溝の振れ線図

3-2. 寸法精度低下品の現物調査結果

8 点ピンゲートでの成形充填過程を図-5 に示す。各ゲートから均等に充填はされているが，円形状ではなく八角形状に充填が進んでいることがわかる。

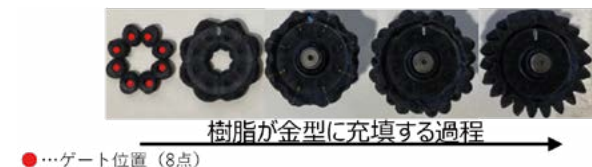


図-5 ショートショット現物

歯溝の振れの寸法結果において，部位毎に凹凸が見受けられた（図-6）。

*1 FC 生産技術部 FC 第 3 生技室

*2 FC 技術部 FC 第 3 技術室

※1 樹脂材料 POM：ポリアセタール，PA：ポリアミド，GF：ガラス繊維

※2 金型内に材料を入れるための製品上部にある小サイズのゲート

その凹凸部を観察した結果、歯毎に GF 配向差があり、配向の影響で歯幅方向に収縮差が発生し、歯溝中心のズレが生じていた（図-7）。

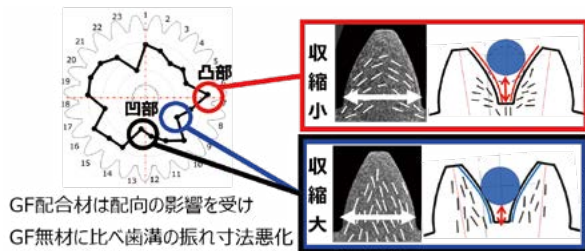


図-6 歯溝の振れ寸法結果 図-7 CT 分析結果

3-3. GF 配向の形成メカニズム

各ゲート位置と歯先中心の流動角度は歯溝の振れ寸法と相関があることがわかった（図-8）。GF 配向形成はゲート位置と歯先中心の位置（角度）関係により、3つのパターン（角度小・角度中・角度大）がある。角度小・大の場合はゲートから歯先にダイレクトに材料が流れるが、角度中の場合は歯底に材料があたってから流れる。そのため GF の配向が歯毎に変化していると考えられる（図-9）。

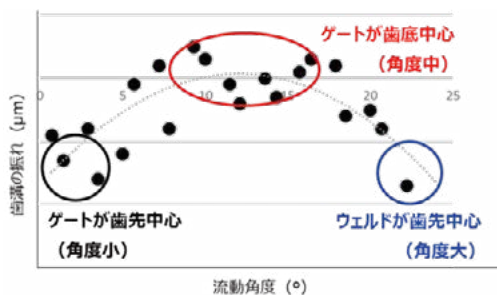


図-8 ゲート位置と歯毎の変位相関図

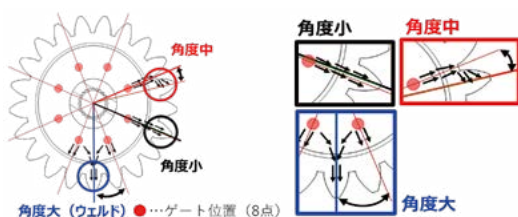


図-9 歯毎の樹脂流動パターン

4. 対策立案と結果

3項の事象・結果を受け、樹脂の流動角度を制御し、GF 配向を全歯均一に流す製品設計を考案した（図-10）。

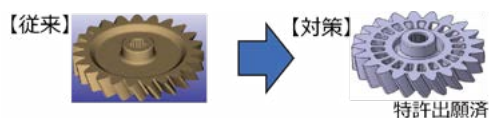


図-10 製品形状比較

対策形状のポイントは、各歯先に向かう流路を設定したことである。その形状効果により、ギヤ歯の GF 配向性は均一となり寸法精度が確保でき、さらには GF 配向がギヤ歯と平行になることでギヤ強度向上を狙っている¹⁾。

充填過程を図-11に示す。各ゲート直下からリング状に充填した後、リング部から各歯先に向かって充填するように工夫した。

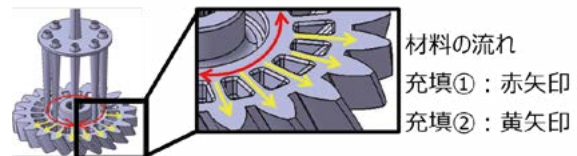


図-11 対策形状の充填過程

CAE 流動解析結果から図-12の通り、全歯均一に GF 配向を揃えることができ、歯溝の振れ予測寸法としては GF 配合無材レベルまで改善し、ギヤ強度の向上も見込めている。

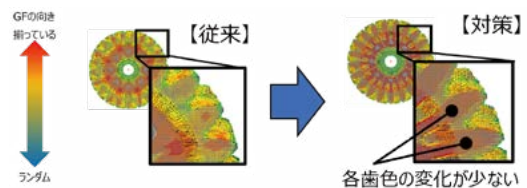


図-12 CAE 流動解析結果 (GF 配向)

5. おわりに

本開発により、樹脂ギヤの GF 配向を制御することに成功した。今後も部品の使われ方やモノ造りの理屈・理論を加味した製品設計の提案を推進していきたいと考えています。最後に社内外含めご支援、ご協力いただいた方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) ポリプラスチック社 テクニカルレポート Pla-topia® 2021年1月号

著者



平野達也



菅田義昭



酒井信弥