

プーリ用フェノール樹脂材料開発

Development of Phenolic Resin for Idler Pulley

永井 撰男 S. NAGAI

Due to a necessity to make automotive components more lightweight, resin idler pulleys are being used in a wider range of applications. It was found that in the case of resin idler pulleys which contact the back side of belts, wear increases significantly depending on the belt type used, and, as emerging countries have many regions with unpaved roads, there is a demand to improve the dust wear resistance of this type of resin idler pulley. By improving the phenolic resin and optimizing the amount of inorganic fillers, we have developed a material for idler pulleys which satisfies these requirements.

Key Words: idler, pulley, wear, phenol, thermal shock resistance

1. はじめに

地球温暖化の防止対策として各自動車メーカーは燃費向上に取り組んでおり、その一つとして樹脂化による軽量化を進めている。エンジンルーム内で使用されるアイドラプーリも、この要求から樹脂化が進んでいる。アイドラプーリはベルトレイアウトの調整に使用され(図1)、ベルトと接触する面が正面と背面の2通りがある。樹脂製アイドラプーリは軸受の外周部に樹脂を被覆した構造であり、ベルトとの接触面の違いにより樹脂プーリ部の形状が異なる(図2)。

近年では、樹脂製プーリの適用範囲の拡大、および高荷重への対応が求められており、軸受寸法の大きいプーリが必要とされているが、従来材では内部応力が大きくなり耐熱衝撃性が不足するため適用できない。

また、背面接触タイプにおいてベルトの種類によって摩耗量が大幅に増加することが新たに分かっており、新興国市場においては未舗装路の地域も多いことから、このような背面接触タイプの耐ダスト摩耗性向上も求められている。

本報では、上記の要求を満足するプーリ用フェノール樹脂材料を紹介する。

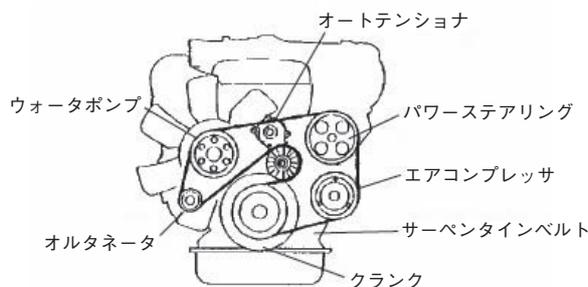


図1 エンジン補機レイアウト例
Example of engine accessories layout

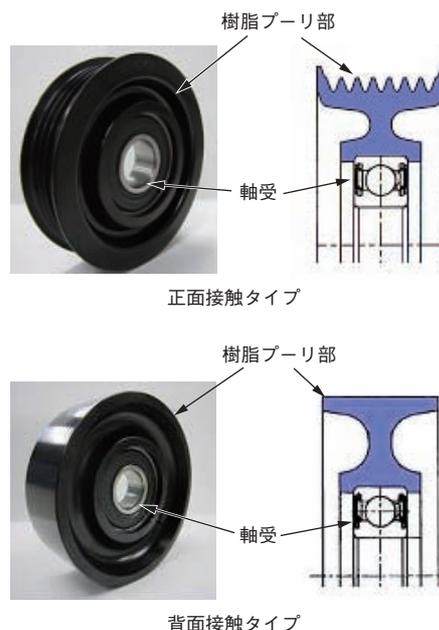


図2 フェノール樹脂製アイドラプーリ
Idler pulleys of phenolic resin

パワートレイン

2. 現状の課題

2.1 耐熱衝撃性

高荷重への対応では軸受寸法の大きいプーリが必要になる。しかし、樹脂プーリのように軸受の外周部に樹脂を被覆した成形品では、樹脂プーリ部の収縮力によって内部応力が発生し、寸法の大きい軸受では内部応力が大きくなるため耐熱衝撃性が不足する。

内部応力が大きくなる要因は、樹脂部の収縮量が大きく、かつ弾性率が大きいことが挙げられる。樹脂部の収縮は、成形時の収縮、環境温度による熱収縮、および使用時の熱履歴による後収縮¹⁾があり(図3)、内部応力低減のためにはこれらの個々の収縮の低減が必要である。また、耐熱衝撃性の確保のために疲労強度が高いことも必要である。

2.2 耐ダスト摩耗性向上

ベルトはタイプによって、背面がゴムで覆われたものと覆われていないものがある。ベルト背面は心線と呼ばれる樹脂繊維が編み込まれた部分があり(図4)、ゴムで覆われていないベルトでは、使用時にダストが心線に突き刺さり、突き刺さったダストによってプーリの摩耗が促進される(図5)。このような摩耗形態に対して、表面を硬くすることが摩耗抑制に効果的である。表面を硬くする方法として、樹脂プーリに表面処理を実施する方法があるが、コストが高くなる問題が生じる。低コストと両立可能な方法として、フェノール材料に大量の無機物を添加することが考えられるが、成形時の材料熔融粘度が高くなり生産性が低下するため適用できない。このため、ベルトと接触する表面のみ硬くなる低コストな材料処方が必要である。

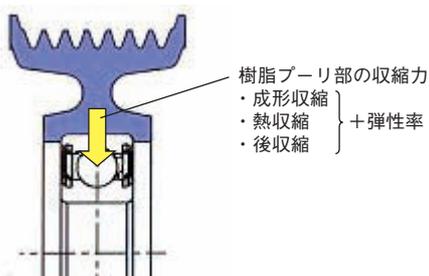


図3 内部応力
Internal stress

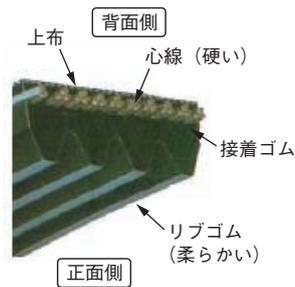


図4 ベルトの構造
Belt structure



図5 ベルト背面の摩耗促進メカニズム
Wear acceleration mechanism of belt back

3. 対策

3.1 内部応力低減

3.1.1 無機系充てん材量の調整

樹脂部の成形収縮と熱収縮は、線膨張係数を下げることによって低減できる。また、収縮力は収縮量だけでなく、弾性率を低減することも必要である。しかし、線膨張係数と弾性率の低減は互いに相反し、前者は無機系充てん材の増量が、後者は減量が効果的である。これらの相反する特性を共に満足するため、ガラス繊維と無機系充てん材を併用し、充てん量を調整することで強度を低下させずに線膨張係数と弾性率を低減した(図6)。

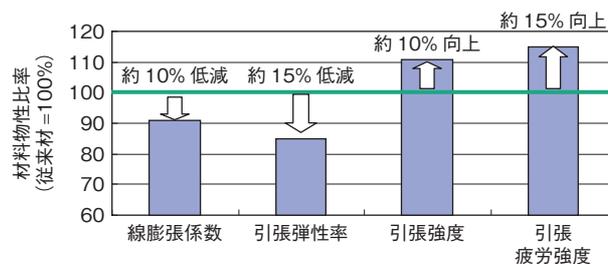


図6 開発材料の材料物性
Properties of developed material

3.1.2 硬化剤量の調整

樹脂部の後収縮が大きくなる要因として、射出成形時の硬化反応の進行度の影響が挙げられる。そこで、キュラストメータによる硬化速度を硬化反応進行度の指標として、成形性を損なわない範囲で硬化剤量を調整した。この結果、後収縮量を従来材の約1/3に低減することができた(図7)。

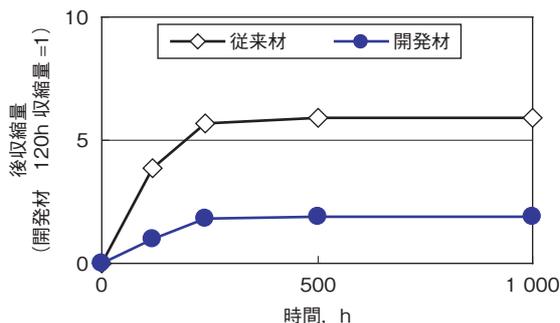


図7 120°C環境放置後の後収縮量
Post-shrinkage when placed in a 120°C environment

3.2 背面接触タイプの耐ダスト摩耗性向上手法

ベルト背面に突き刺さったダストによる摩耗を抑制するメカニズムとして、運転時にエンジンルームに侵入するダストを樹脂プーリ表面に密着するようにして、ベルトと接触する表面のみを硬くすることを考えた(図8)。そして、その密着効果を上げるために、フェノールレジンの改質を化学的、物理的両面から検討した。改質剤は化学的に密着させる条件として、分子構造面で化学的に極性のあることが必要である。また、物理的な密着については、密着効果を高めるため改質剤のガラス転移温度が使用時の樹脂プーリの表面温度未満となる必要がある。これらの条件を満足する改質剤の中から、基礎試験結果よりダストの密着効果の良いものを適用した。

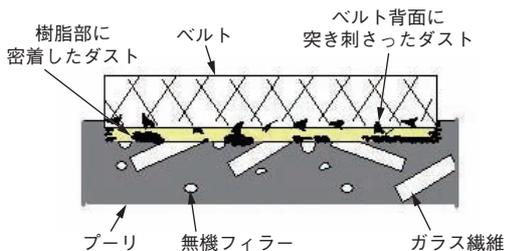


図8 摩耗抑制メカニズム
Wear suppression mechanism

4. 効果

4.1 熱衝撃試験

開発材料を用いて、寸法の大きい軸受で成形したプーリによって熱衝撃試験を実施した結果、2,000サイクル後もクラックなどの破損は認められず、アイドラプーリとして必要な特性を満足することを確認した(図9)。

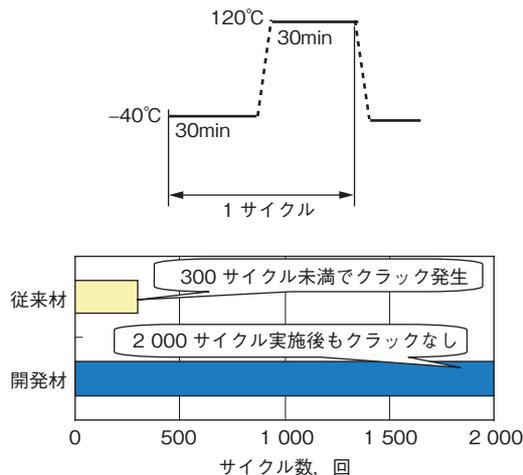


図9 熱衝撃試験結果
Result of thermal shock test

4.2 ダスト摩耗試験

開発材料で背面接触タイプのプーリを作製し、表1に示したダスト、ベルトレイアウト(図10)、試料形状(図11)にて、一定時間ダスト噴霧雰囲気槽内で回転試験を行い、ベルト転送部の摩耗を評価した。

開発材料は従来材に比較して耐ダスト摩耗性を約30%向上させることができた(図12)。図13に示す試験後のベルト転送面の状態からガラス繊維より小さなダストが付着している様子が認められ、改質により期待した効果が得られることが分かった。

表1 試験に用いたダスト
Dusts used for test

| | 種別 | 中位径範囲 |
|-------|-------|-------------|
| JIS1種 | けい砂 | 185 ~ 200μm |
| JIS8種 | 関東ローム | 6.6 ~ 8.6μm |

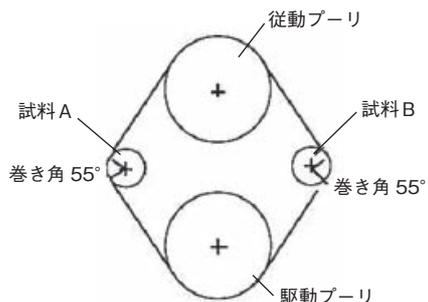


図10 ダスト摩耗試験のベルトレイアウト
Belt layout used for dust wear test

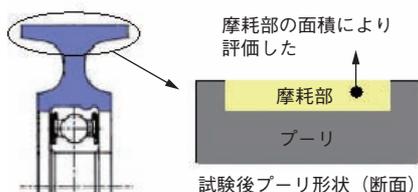


図11 試料形状
Sample shape

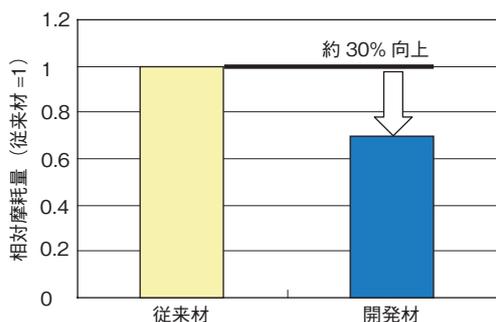


図12 ダスト摩耗試験結果
Result of dust wear test

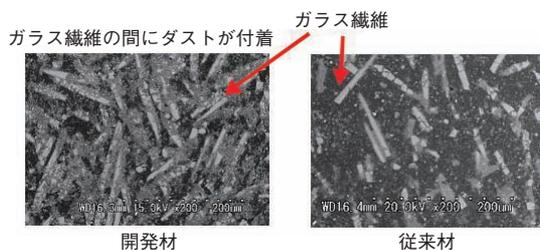


図13 ダスト摩耗試験後のプーリ表面
Pulley surface after dust wear test

5. おわりに

樹脂化による軽量化の適用範囲拡大のニーズに対応して、高荷重に対応できるように、軸受寸法の大きいプーリに適用できる材料を開発した。また、新しい摩耗抑制メカニズムの知見を基に、背面接触タイプの耐ダスト摩耗性を従来材より30%向上させることができた。軽量化の一手法として樹脂化は必要な技術であり、ますます樹脂の適用範囲が拡大していくと考えられる。今後も樹脂化の要求にこたえる材料開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) 新井大和, 森 敬祐: フェノール樹脂製アイドラプーリの開発, Koyo Engineering Journal, no. 164(2003)35.

筆者



永井 撰男*
S. NAGAI

* 研究開発本部 研究開発センター
材料技術研究部