

ガスインジェクション成形工法による冷却水パイプ

執筆者 幸 淳史*1 吉木 敦美*2 三好 裕也*3

要旨

EVにおけるシステムやコンポーネントにはそれぞれ独立した冷却回路が必要であるため、冷却水パイプはますます複雑になった経路に対応できる形状が求められている。当社ではこの要求に対しガスインジェクション成形工法を採用入れることで、金属パイプと比べて高い形状自由度を確保しながらも軽量・安価な樹脂製冷却水パイプを実現している。

しかし、ガスインジェクション成形工法はその特性上、成形時に樹脂が固化する事で内径寸法が徐々に小さくなるといった問題があり、パイプの長尺化が課題であった。また、パイプ本体と締結座面を一体成形するとガスが締結部に流れ込んでしまい、パイプの板厚を一定にする事が困難といった問題もかかっていた。本稿では、これら2つの課題に対し新たな技術で対策した開発内容について報告する。

1. 製品の概要

冷却水パイプは、EVのバッテリーなどを冷却するシステムにおいて冷却水を循環させるためのパイプであり、現在の主流は金属である。このパイプを樹脂化するにあたり、従来は半割り状態の樹脂パイプを溶着する工法をとっていたが、更なる軽量化や形状自由度の向上を目指し、一体型中空パイプの開発を進めている。(図-1)



図-1 冷却水パイプ 開発品

2. 樹脂中空パイプの工法比較

樹脂で一体型中空パイプを成形する工法として、ガスインジェクション成形・押出成形・ウォーターインジェクション成形などが存在するが、形状自由度・剛性・熱間時の変形・コストを総合的に比較した場合、ガスインジェクション成形に優位性がある。(表-1)

表-1 工法比較

	形状自由度	剛性	熱間時の変形	コスト
ガスインジェクション成形	◎	◎	◎	◎
押出成形	△	△	×	○
ウォーターインジェクション成形	○	◎	◎	○

3. ガスインジェクション成形工法の概要

ガスインジェクション成形工法は、金型内に樹脂を充填させ内部に高圧窒素ガスを注入し、固化前の内部樹脂を押し出すことで中空体を成形する工法である。(図-2)

*1 *2 R&D本部 第1研究開発部 機能部品開発 Gr

*3 技術本部 成形技術部 第1成形技術 Gr

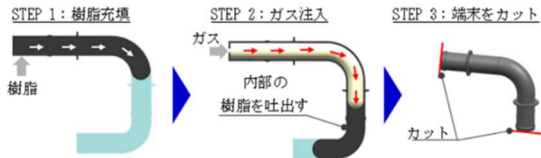


図-2 ガスインジェクション工法

4. ガスインジェクション成形工法の課題と取組み

4-1 〔課題①〕 長尺パイプの内径寸法の確保

ガスインジェクション成形工法は、金型内に樹脂を充填させガスで内部の樹脂を押し出すが、樹脂の固化が進むことで押し出せる樹脂量が減り徐々に内径寸法が小さくなっていく。その為、長尺パイプの場合には必要内径を確保出来ていなかった。(図-3)

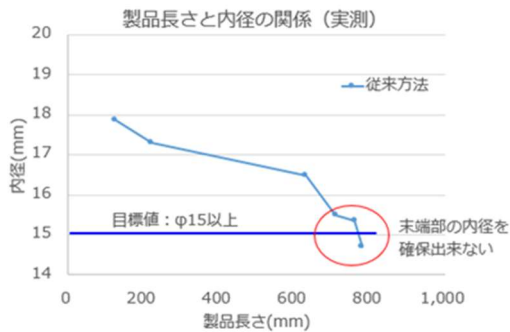


図-3 製品長さとお内径の関係(実測) ※従来

従来の成形方法は、製品末端まで樹脂を充填させた後にガスを注入していたことで固化が進んでいた。これを原因と捉え、今回の開発品は製品部の約 50%まで樹脂を充填させたタイミングでガスを注入し、固化する前に押し出した内部の樹脂で残りの製品部を埋める成形方法をとった。(図-4)

これにより、長尺でも従来の工法より内径寸法を 10% 向上させることが可能となった。(図-5)



図-4 成形方法の比較

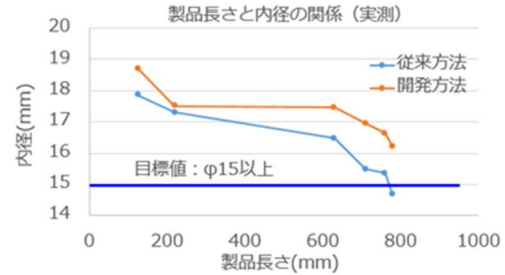


図-5 製品長さとお内径の関係(実測) ※開発後

4-2 〔課題②〕 締結部の必要板厚の確保

パイプ外周部に製品締結座面を一体形成すると、そこにガスが侵入するため一定板厚を確保することが困難であった。(図-6)



図-6 製品締結部の不具合状態

締結部の板厚が薄くなるのは、樹脂充填工程で締結部まで樹脂が十分に充填されず、ガスの逃げ道となっていたことが原因である。この問題を解決するため、締結部専用のゲートを設け、充填タイミングをバルブゲートでコントロールすることで、ガスが流れる前に締結部の充填が完了するよう制御。これによりガスの侵入を防ぐことが可能となった。(図-7)

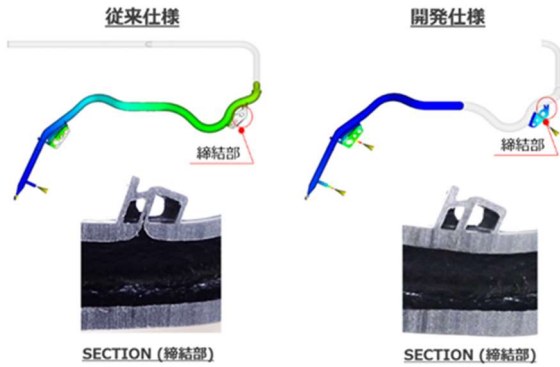


図-7 製品締結部の改善効果

なお、この製造方法については、特許出願中である。

【出願特許】

出願番号：特願 2019-179701

出願日：2019/9/30

【特許請求の範囲】

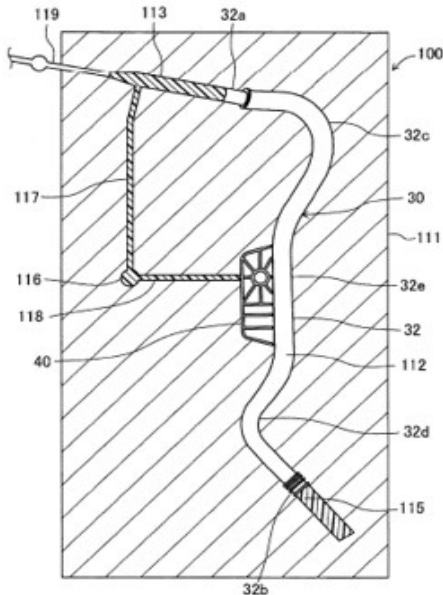
【請求項 1】

パイプ本体と、該パイプ本体から分岐する分岐管部とが一体成形された樹脂製パイプの製造方法において、

前記樹脂製パイプを成形する成形型の内部に、前記パイプ本体の一端部に対応する部分から溶融樹脂を射出するとともにガスを圧送し、溶融樹脂を前記成形型の内部における前記パイプ本体の他端部に対応する部分へ向けて流動させる第 1 工程と、

前記樹脂製パイプを成形する成形型の内部に、前記分岐管部の先端部に対応する部分から溶融樹脂を射出し、溶融樹脂を前記成形型の内部における前記パイプ本体に対応する部分へ向けて流動させる第 2 工程とを備え、

前記第 1 工程で流動させた溶融樹脂と、前記第 2 工程で流動させた溶融樹脂とを前記成形型の内部で合流させるとともに、前記ガスを前記成形型の内部における前記分岐管部に対応する部分へ向けて流入させた後、溶融樹脂を固化させることを特徴とする樹脂製パイプの製造方法。



5. 更なる効果

5-1 不要な樹脂量の低減

(エネルギーの削減、材料リサイクル性の向上)

従来の成形方法は製品末端まで樹脂を充填した後に内径部を押し出してあり、押し出された内径部は全て不要な部位となっていた。これに対し、開発した成形方法は製品部の半分程度までしか充填を行わず、押し出した樹脂は製品の一部となるため、不要な樹脂の容量を 48% 削減することができる。また、不要な樹脂を溜め込むスペースも縮小されるため、金型サイズの縮小も可能となる。

5-2 CO₂低減

樹脂製冷却水パイプは金属に比べ軽量であるほか、熱伝導率が低いため EV の熱マネジメントに有効であるなど、車両としての CO₂ 低減にも貢献することが可能となる。

6. まとめ

今回紹介した開発品は、2022 年2月に量産を開始したマツダ株式会社 CX-60 から市場に投入された。今後も、他車種への展開が見込まれている。

最後に、本開発にあたりご協力いただいた社内関係部署の皆様に、心より感謝申し上げます。

【製品写真】

