

3次元射出成形 CAE における仮想分割モデルの適用

Application of virtual division modeling to 3D injection molding CAE

(東レエンジニアリング(株))(賛)末吉 耕平, (正)中野 亮,(賛)岡田 有司

In this study, we report a new analysis method to 3D injection molding CAE. In 3D injection molding CAE, number of finite elements for thickness direction is important. Therefore, finite elements are enormous for analysis of thin large-size product, then we can't analyze it and show it's result. In this study, we obtained accuracy result of pure finite elements model for thickness direction using virtual division.

Key Words: Injection molding / Virtual division / CAE

1. 緒言

近年射出成形CAEを活用し開発コスト削減を試みる動きはますます活性化し、開発の初期段階よりCAEを取り入れるケースが増えている。射出成形CAEには大きく分けると、シェル解析(2次元)と3次元解析の2つの解析方法があり、設計の3次元化にともない3次元解析が広く使用されている。射出成形CAEは薄肉品の解析のため厚さ方向の計算が重要であり、3次元解析では厚さ方向のメッシュ分割数を十分に確保する必要がある。そのため、例えばバンパーのような薄肉大型部品では総メッシュ分割数が1000万以上となりメモリ上解析が出来ない、結果の表示が出来ないという問題がある。本報では上記問題を解決すべく3次元解析において3次元要素を仮想的に内部分割する解析モデルを適用し、厚さ方向のメッシュ分割数を少なくとも高精度な解析結果が得られる手法を開発したので報告する。

本モデル化の確かさの確認については、成形実験および厚さ方向に十分にメッシュ分割したモデルでの解析と圧力損失を比較した。

2. 解析内容

2.1 解析手法の概要

厚さ方向のメッシュ分割が1分割しかしない粗い分割モデルにおいても仮想的に内部分割(例

Kohei Sueyoshi*, Ryo NAKANO, Yuji OKADA:
Toray Engineering Co.,Ltd,
*1-1-1 Sonoyama, Otsu, Shiga, 520-0842,Japan
Tel. 077-533-7319, Fax. 077-533-7224
E-mail: kouhei_sueyoshi@toray-eng.co.jp

例えば20分割)し、内部分割した計算点ごとに温度計算や粘度計算を行い、固化の進展および流れやすさを表現した。本解析手法は厚さ方向の計算については自由度が増えることになるが、節点数や要素数自体が増加するわけではない。

なお、本報では、3D TIMON 9.0(東レエンジニアリング株式会社製)を用いる。

2.2 解析形状

圧力損失の比較に用いた形状を Fig.1 に示す。厚さ方向のメッシュ分割数についてはヘキサ要素で1分割、2分割、4分割したものを使用した。(厚さ方向のメッシュ分割数については4分割すれば充分と考える^[1])また、スプルー・ランナー部はビーム要素で同様に分割した。

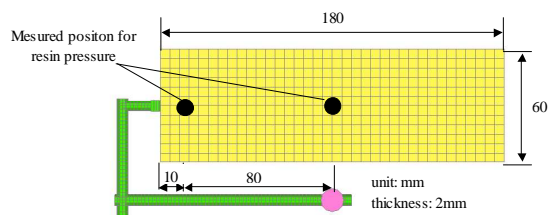


Fig.1 Shape used to compare resin pressure

2.3 解析条件

成形条件および解析条件は Table 1 に示す。

Table 1 Molding and analysis conditions

Resin	HDPE
Resin temperature []	230
Mold temperature []	50
Injection rate [mm/sec]	2.5/5/10/20
Heat transfer coefficient [W/m ² -K]	1,000

充填完了時の評価点における圧力損失について

射出速度依存性を評価する . 解析方法については Table 2 に示す .

Table 2 Molding and analysis conditions

	Mesh division for thickness direction	Virtual division
Type A	1	Yes
Type B	2	No
Type C	4	No

Type A が開発した手法を適用した解析であり , Type B および Type C は開発した手法を適用していない解析である .

3. 結果および考察

3.1 圧力損失の射出速度依存性

Fig.2 は射出速度を変化させた場合の実験と Type A の評価点における圧力損失を比較したものである . 射出速度を高速から低速に変化していったときに圧力損失が低下し , あるところから圧力損失が上昇するという傾向 (一般的に流量の低下分以上に固化が進んだ場合に本現象が起きる) を実験と同じように Type A の解析で再現している . 流量の低下分と固化の相関関係を解析が再現したものと考える .

3.2 圧力損失のメッシュ依存性

Fig.3 は射出速度を 2.5[mm/sec] とした場合の実験 , Type A , Type B , Type C の評価点における圧力損失を比較したものである . Type B については実験と比較して圧力損失が大きい . これは Fig.4 に示すように厚さ方向に 2 分割したモデルでは全ての要素が金型に接しているため温度低下による固化の進みが速すぎるのが原因と考える . 一方 , Fig.5 に示すように Type A の解析では厚さ方向 1 分割したモデルにおいても仮想的に内部分割した計算点を用いて温度計算を行い , 固化の進展を表現するため Type C の厚さ方向に 4 分割したモデルでの解析と同様に実験に近い固化の進展となったと考えられる .

4. 結言

厚さ方向のメッシュ分割数を 1 分割 , 2 分割 , 4 分割した解析モデルを使用して , 射出速度依存性について実験と解析で圧力損失を評価した . 厚さ方向にメッシュ分割数の少ない解析モデルにおいても本解析手法を用いることにより , 厚さ方向に十分に分割した解析モデルでの解析と同様に , 実験に対して定性的傾向だけでなく定量的傾向も再現することができた . 一般的にモデルの総メッシュ分割数は , アスペクト比を合わせるとするならば , 厚さ方向の 3 乗に比例する . つまり , 厚さ方向のメッシュ分割数を 1 分割したものは 4

分割したものと比較して 1/64 の総メッシュ分割数となる . 本手法を使用することにより , 少ない総メッシュ分割数での解析が可能となる .

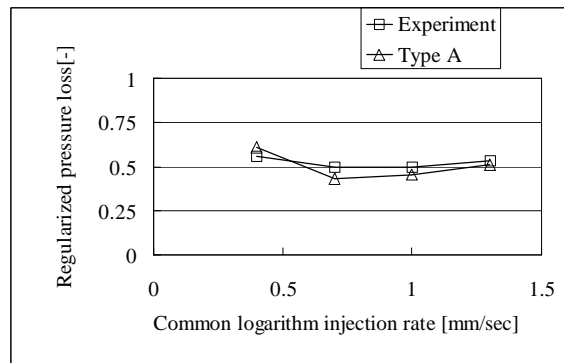


Fig.2 Results of reugularized pressure loss for relationship between injection rate is compared with Type A and experiment.

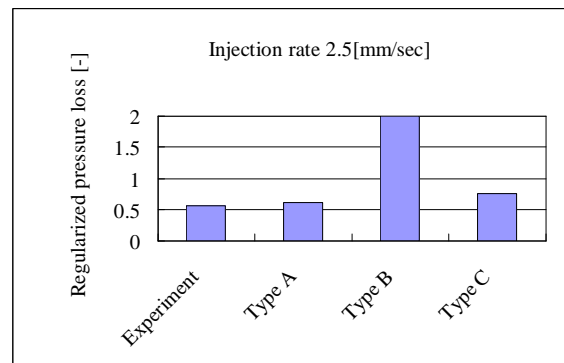


Fig.3 Results of regularized pressure loss at injection rate(2.5mm/sec) is compared with Type A, Type B, Type C and experiment.

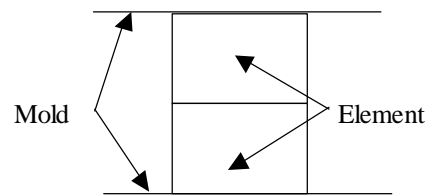


Fig.4 Analysis model of Type B

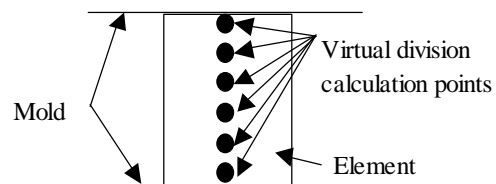


Fig.5 Analysis model of Type A

参考文献

[1] 岡田有司 , 中野亮 , 瀬戸雅宏 , 山部昌 : 成形加工'09 , 149(2009)