

未加硫ゴムの圧縮成形時における 流動現象とフローマーク発生メカニズムに関する研究

The study on the Flow Phenomena and Flow Mark Occurrence of Unvulcanized Rubber in Process of Filling

- 松岡 司, 徳島大学院, 徳島県徳島市南常三町 2-1, c500832033@stud.tokushima-u.ac.jp
 境 真太郎, 徳島大学院, 徳島県徳島市南常三町 2-1, shintarou_sakai@koyo-st.co.jp
 重光 亨, 徳島大学, 徳島県徳島市南常三町 2-1, t-shige@me.tokushima-u.ac.jp
 福富 純一郎, 徳島大学, 徳島県徳島市南常三町 2-1, fukutomi@me.tokushima-u.ac.jp
 Tsukasa Matsuoka, The University of Tokushima, 2-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8506
 Shintarou Sakai, The University of Tokushima, 2-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8506
 Toru Shigemitsu, The University of Tokushima, 2-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8506
 Junichiro Fukutomi, The University of Tokushima, 2-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8506

This paper describes the flow phenomena of unvulcanized rubber in pressure molding in oilseals. We conducted experiments and unsteady numerical analysis about these oilseals and investigated the internal flow. The results of the unsteady numerical analysis represent approximate characteristics of flow phenomena and internal flow in pressure molding of experiments. The results of the unsteady numerical analysis show that shear stress acted when the unvulcanized rubber flowed in narrow channel and the relation of pressure and velocity.

1. 緒言

自動車等に使用されるオイルシール等のゴム製品は圧縮成形時において様々な不良が起きる場合がある。しかし、その不良メカニズムについてはいまだ解明されておらず、ゴム製品の圧縮成形は過去の経験や現場での試行錯誤によってゴム形状および寸法を決定しているのが現状である。したがって、圧縮成形時の流動状態を解析し、不良メカニズムを解明することは、余剰ゴムの削減および不良率の減少に繋がるものとして期待されている。

本研究では、オイルシールをモデルとした未加硫ゴムの圧縮成形時の流動状態について数値解析を行い、実験結果と比較し、内部流動について考察を行った。

2. 実験および解析について

実験および解析に用いるボンデッドピストンシール形状のBPS model (以下BPS) と、オイルシール形状のMK model (以下MK) の金型内部概略図を図 1(a)および(b)に示す。左右端がそれぞれ上下の金型に対応し、下金型上に金属環を設置、その上にリング状の未加硫ゴムを設置している。BPS の初期状態での金型間の型すき間は $\delta=4.75\text{mm}$ であり、型すき間 $\delta=0\text{mm}$ まで移動する。MK model の初期状態での金型間の型すき間は $\delta=12\text{mm}$ (Upper mold 1 を基準としている。)であり、Upper mold 1,2 が $\delta=5.2\text{mm}$ まで移動した後、Upper mold 1 が停止、Upper mold 2 が $\delta=0.2\text{mm}$ まで移動する。解析では汎用熱流体解析コード FIDAP を使用した。また、実験により算出した金型移動速度を用い、速度に応じて粘度を変化させた。なお、ゴム内の粘度分布は一定であり、金属および金属環表面においては滑り無し条件としている。

3. 結果および考察

未加硫ゴムの圧縮成形に関する数値解析を行い、実験結果との比較や金型内の内部流動を調査した結果、以下の結論を得た。BPS において、実験結果および計算結果より、計算結果における狭小流路を含んだ未充填部への充填が、実験結果に比べて若干遅いが、全体的な充填状態はほぼ一致したことから、計算結果は実験結果の定性的な再現が可能であると判断した。図 2 は BPS における型すき間 $\delta=1.5\text{mm}$ での速度分布および圧力分布を示したものである。図より、ゴムは金型中央部から金型内周部および金型外周部へと流動しており、金型内のゴムは圧力差によって流動し

ているものと考えられる。次に MK について、計算結果から内部流動に関する考察を行う。図 3 は MK における $\delta=3.747$ および微小時間後 3.745mm でのせん断応力分布を示したものである。図より、フローマーク発生位置においてせん断応力の変動が確認され、変動は充填と共に充填方向へ移動していることが分かった。また、この現象は本体部への充填が終了すると見られなくなる。

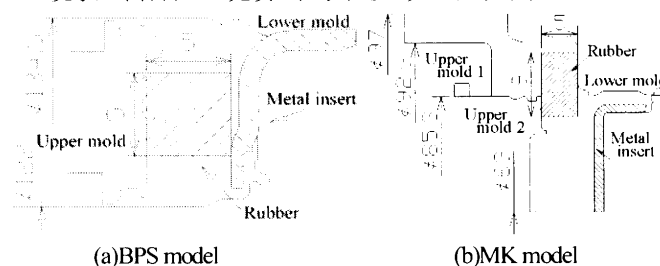


Fig.1 Experimental models

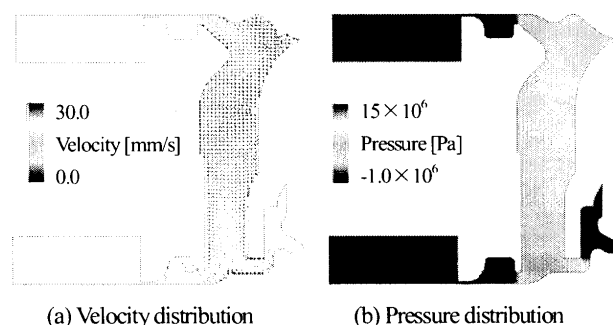


Fig.2 Velocity and pressure distribution of BPS ($\delta=1.5\text{mm}$)

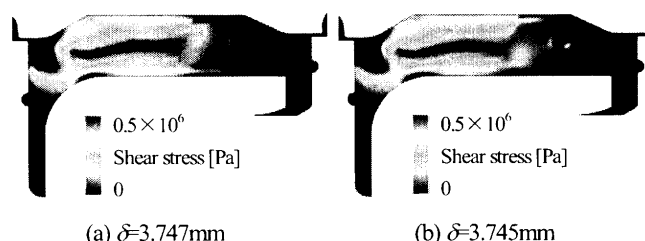


Fig.3 Shear stress distribution of MK model