

全電動ゴム用射出成形機の紹介

1. はじめに

近年、環境保護やエネルギー効率の向上が求められる中、製造業においても持続可能な技術の導入が急務となっている。全電動式射出成形機は、消費電力とランニングコストの削減、射出・型開閉精度の向上、そして作業環境の改善といった多くの利点を有しており、プラスチック成形においては油圧を使用しない全電動方式が一般的になっている。

ゴム成形においては現在でも油圧方式の射出成形機が主流になっており、環境負荷低減に取り組むユーザからはさらなる省エネ対応に向けて全電動方式のニーズが高い。

このようなニーズに対応すべく全電動ゴム用射出成形機 M220ADS-890H-TS（ゴム成形対応）を開発した（図 1）。本稿ではその特長を紹介する。



図 1 M220ADS-890H-TS（ゴム成形対応）の外観

2. 全電動ゴム用射出成形機の特長

2.1 概要

型締装置はフラットプレスプラテン設計の高剛性型盤を採用して成形中の金型変形を抑制している。加えて加速性能に優れるハイサイクルトルグ機構を採用しており、高速かつ高精度な型開閉を実現している。

射出装置はノズル前進・後退動作を除き、全ての動作で電動機構を採用することで、ゴム成形で求められる低射出速度域での安定性、高射出圧力を実現している。

制御装置は SYSCOM5000i コントローラを搭載することで、型締と射出の最適制御が可能となり、低速域～高速域まで高応答、高精度が実現できる。これにより成形プロセス全体の効率と品質の向上が期待できる。

表 1 主仕様

項目	単位	M220ADS-890H-TS
ス ク リ ュ 直 径	mm	70
可 塑 化 能 力	kg/h	220
最 大 射 出 圧 力	MPa	157
最 大 保 圧	MPa	142
射 出 ス ト ロ ー ク	mm	260
射 出 体 積	cm ³	1000
射 出 質 量	g	1150
射 出 率	cm ³ /s	462
射 出 速 度	mm/s	120
ス ク リ ュ 回 転 速 度	min ⁻¹	150
ノ ズ ル タ ッ チ 力	kN	52
型 締 力	kN	2160
デ ー ラ イ ト	mm	1230
型 閉 ス ト ロ ー ク	mm	550
金 型 厚 み	mm	230～680
型 盤 寸 法 H×V	mm	930×870
タ イ パ ー 間 隔 H×V	mm	650×590
エ ジ ェ ク タ ス ト ロ ー ク	mm	150
エ ジ ェ ク タ 力	kN	59

2.2 環境負荷の低減

油圧式ゴム用射出成形機を全電動化することで多くのメリットが得られる。特に消費電力の大幅な削減が可能となり環境保護にも繋がる。消費電力の比較のためゴム製品の成形事例を紹介する。

- ・製品名：ゴムプッシュ
- ・材料：天然ゴム
- ・1サイクル：220 sec
- ・製品重量：893 g

図 2 に 1 サイクルの消費電力の比較データを示す。全電動化の効果が顕著に表れており消費電力は 1 サイクル中の全工程にて大幅な低減を実現し、その効果は油圧機と比較して 46 % の削減となった。これにより環境負荷の

	成形機本体	温調機	全体
油圧機 M200CL-RJ	15.85 kWh	5.31 kWh	21.16 kWh
電動機 M220ADS-890H-TS	6.19 kWh	5.31 kWh	11.50 kWh

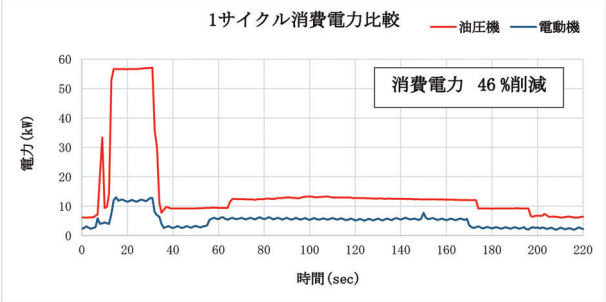


図 2 消費電力

製品・技術紹介

低減に大きく貢献する。

さらに、消費電力もさることながら、作動油および冷却水の各使用量も大幅な削減が可能となり、ランニングコストの削減も期待できる。また、優れた静粛性とメンテナンス性を発揮し、作業環境の改善にも貢献する(表2)。

表2 油圧機と電動機の比較

	電動機	油圧機
(1) 作動油タンク容量	4 L	700 L
(2) 冷却水使用量	20 L/min	70 L/min
(3) 騒音	◎	△
(4) 消費電力	◎ 油圧機比46%ダウン	△
(5) ランニングコスト	◎ 油圧機比48%ダウン	△
(6) 可塑化トルク	◎ 高硬度ゴムに対応可能	○
(7) 成形安定性	◎	△

2.3 金型変形の抑制

トグル式型締装置は直圧式型締装置と比較して金型パーティング面の面圧分布が外周部に偏りやすい傾向がある。盤面全体の変形量を均一化するためにFEM構造解析を行い、型盤構造の最適化を図っている。

この高剛性型盤により型締力を金型に均一に伝えることで、射出充填中の金型変形が効果的に抑制されるため、ショット間のバリ形状が均一となる。これにより、後工程でのバリ除去が容易になることで作業工数が削減でき、生産効率と共に成形品質の向上や金型メンテナンスコストの削減などに貢献する。

2.4 シリンダ温調の安定化

ゴム成形機のシリンダ温調方式に関しては、ヒータによる直接加熱を行うと、スクリュ回転によるゴム材料計量工程での発熱も加わることで、シリンダ内の温度が過剰に上昇することがある。これにより、ゴム材料が必要以上に加熱され、加硫反応の過度な進行が懸念される。その結果、ゴムの物性が変化し、気泡や亀裂などの成形不良の要因となる。

このような成形不良を防ぐためには、シリンダ内の温度を適切に制御することが重要である。局所的な加熱や温度バラツキを抑制するため、ヒータによる直接加熱ではなく温度制御された熱媒を効率的に循環させることで、シリンダ全体の温度を安定的に制御する方法としている。

シリンダ外周に直接、熱媒の通路を加工することで、できるだけスクリュに近い箇所を安定的に温調し、ゴム材料計量時のシリンダ内部温度を最適に保つハンチングの少ない安定した温度制御を可能としている。シリンダは温調ゾーンを前部、中前部、中後部、後部の合計4ゾーンに細分化している(図3)。成形安定性のさらなる向上のため最大4ゾーンを個別に制御することも可能である(オプション対応)。

また、温調ゾーンはユーザーのご要望に応じて制御ゾーンを柔軟に振り分けることも可能である。

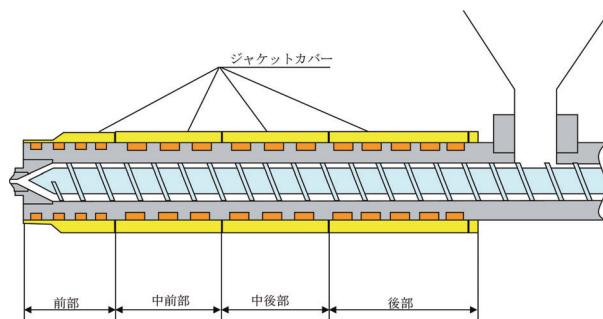


図3 シリンダ温調

2.5 高硬度ゴム対応

一般的なゴム成形では硬度35～60の範囲が主流であるが、本機はさらに高硬度のゴム成形にも対応ができるよう高トルクの計量モータを採用している。また、シリンダ後部の材料供給口の形状や位置の工夫によりゴム硬度に関わらず安定した計量動作を可能とした。これにより油圧機でも困難であった高硬度ゴムの成形が可能となり、新たな部材への適応も期待できるため、対応製品の拡大にも貢献する。

2.6 ガス抜き作動

金型キャビティ内で発生するガスを効率よく抜くことで、ガスによるカスレやショートショットを防止し成形品のガス抜きと残留応力を低減する効果がある。型締機構を電動化することでガス抜き作動の安定性と応答性の向上が見込め、下記の①～③の特長が得られる。

- ① 射出終了後に加えて射出途中に作動ができる。
- ② 金型を一定ストロークで、高精度に開く作動ができる。
- ③ 任意に作動回数を設定できる。

3. おわりに

今後ゴム成形市場においても、国内外を問わず油圧機から電動機への更新ニーズが高まってくると予想される。これらのニーズを的確に捉え、さらなる改良と改善に努めることで、より満足いただける製品を提供できるよう、技術開発に取り組む所存である。

参考文献

- (1) “小型電動射出成形機「J-ADS シリーズ」”, 日本製鋼所技報, No. 67 (2016.11), pp. 93-94
- (2) “世界初、全電動ゴム用射出成形機の販売開始”, https://www.jsw.co.jp/ja/product/news/latest/news_file_division/file/20240711_news.pdf