

設備紹介

自動ゴム物性試験機の紹介

中央技術研究所 試験分析センター
おおた ゆうじ
太田 祐司



中央技術研究所 試験分析センター
どい よしたか
土居 義孝



1. はじめに

潤滑油等の各種液体は、一般に容器に蓄えられて、配管を通して輸送される。そして、容器や配管の接続部分には、潤滑油等の漏れ防止のため、各種ゴム材が用いられることが多い。このことから、潤滑油等の開発に際しては、各種ゴム材に及ぼす影響を求めめる必要がある。ゴム材に及ぼす影響としては、膨潤や収縮による軟化または硬化などがあり、ゴム材の変形による漏れや強度低下による不具合につながることもある。そこで、使用されるゴム材の性能・寿命を評価するため、潤滑油等に対する浸せき試験を行ない、影響を確認する必要がある。自動車用のエンジン油やショックアブソーバー油等については、開発の最終段階で必須となっている。ゴム材としては、加硫ゴムや熱可塑性ゴム等が用いられる。

当試験分析センターでは、潤滑油等に試験片の全面を浸せきし、引張強さ、切断時伸び、長さ、質量、体積、硬さなどの機械的性質の変化を測定している。従来の浸せき試験においては、ゴム材の物性を測定するための手段として、引張伸び測定器、厚さ測定器、長さ測定器、質量体積測定器、硬さ測定器を用い、様々な試験をすべて手作業で行なってきたが、今回、自動ゴム引張試験機と自動質量体積測定器を開発・導入し、試験を大幅に効率化したので、概要を紹介する。

2. 試験の概要

ゴム浸せき試験は、JIS K 6258「加硫ゴムおよび熱可塑性ゴム 耐液性の求め方¹⁾」に規定されている。板状のゴム材を一定の形状の試験片に切り出し、規定の温度で規定の時間、試料油に浸せきさせ、規定に従って、浸せき前後でゴム材の各種機械的性質を測定し、その変化を求めめる試験である。

各試験の様子を図1に示す。引張強さ、切断時伸びは、引張試験機²⁾を用いて測定し、浸せき前後の変化率を求めめる。引張強さを求めめるには、断面積の算出が必要となることから、厚さも測定する。

質量と体積は、分析天秤を用いて気中重量(質量)および水中重量を測定後、両者の差から体積を算出し、浸せ

き前後の変化率を求めめる。硬さと長さは、長さ測定器、硬さ測定器を用いて測定し、浸せき前後の変化率を求めめる。

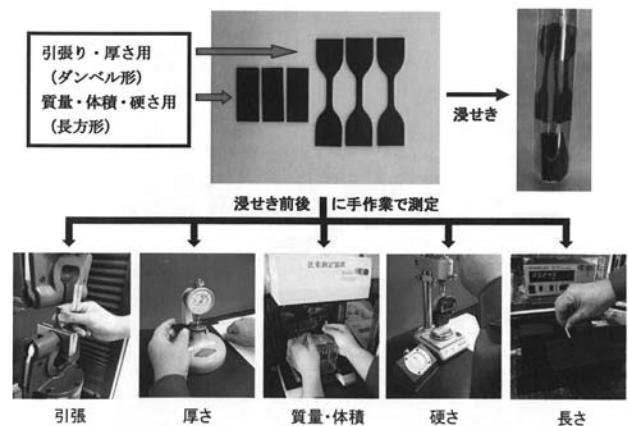


図1 手動による各物性試験の様子

3. 全自動引張り試験機

3.1 試験機の概要

今回導入した試験機の外観を図2に示す。本体(島津製作所製)は、最大破断荷重5kN、試験片伸びの有効ストローク1,000mmで、厚さ測定器を備えている。

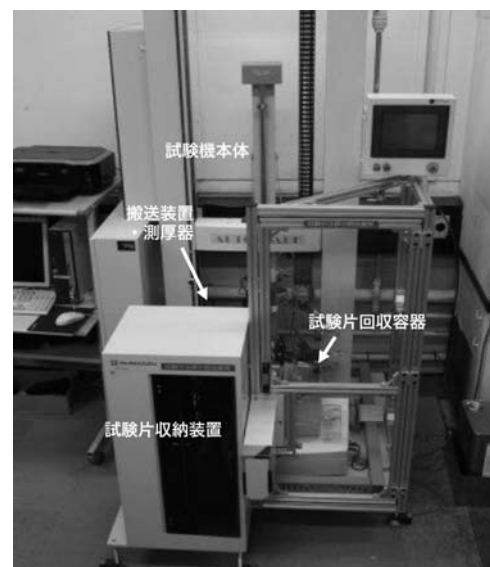


図2 全自動引張試験機の外観

従来は、引張強さ・切断時伸びと厚さを手動により別々に測定していたが、全自動引張試験機には、従来の引張試験機には無い試験片収納装置（パレット式）が組み込まれており、試験条件を設定することにより、搬送装置（図2で試験片収納装置の裏側にある）が試験片を自動供給し、引張強さ・切断時伸び、および厚さの測定を自動で行なうことができる。試験片収納装置は、6枚の試験片を収納できるパレットを20枚セットでき、合計120枚の試験片を収納することができる。

3.2 システムの流れ

システムの流れを図3に示す。試験片収納装置内のパレットにセットされた試験片は、搬送装置によって測厚器置に搬送され、パレット上で試験片の厚さが測定される。結果は、データ処理装置に自動転送される。試験片はその後、先端に吸引機能を持つアームに保持され、引張試験機本体に搬送される。そこで引張試験用治具に固定され、引張強さおよび切断時伸びの測定が行なわれる。結果はデータ処理装置へ自動転送され、さらに、研究所内の依頼試験の受付・報告システムである試験依頼報告システム（通称:LOTAS）へも自動転送が可能となっている。測定が終了した試験片はその後、搬送装置によって、試験片回収容器へ廃棄される。

本自動化により、1試料油あたり3枚の測定にかかる時間を、約8分から約1分へと省力化することができた。また、試験片を手動で試験機にセットする場合に比べ、試験片のセットされる位置が均一となり、測定値のばらつきが小さくなり、精度向上も図ることができた。

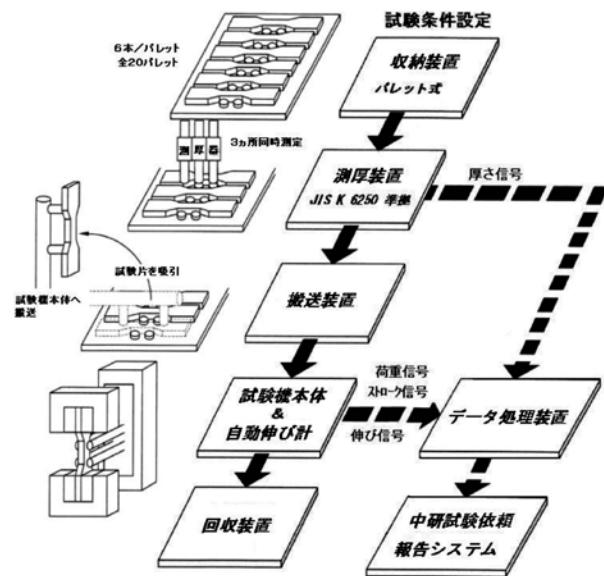


図3 自動引張り試験機のシステムの流れ³⁾

3.3 試験片

全自動引張試験機で測定可能な試験片は、JIS K

6251⁴⁾の6.1「試験片の形状および寸法」に規定されているダンベル状試験片の内、使用頻度の多い標準試験片である3号および5号試験片（表1参照）である。

表1 引張り試験用の試験片の形状⁴⁾

| 適用規格 | JIS K 6251 3号試験片 | JIS K 6251 5号試験片 | |
|----------------|---------------------|---------------------|--|
| 全長, mm(a) | 100 | 115 | |
| つかみ部幅, mm(b) | 25 | 25 | |
| 平行部分の幅, mm(c) | 5 | 6 | |
| 平行部分の長さ, mm(d) | 20 | 33 | |
| 平行部分の厚さ, mm | 2.0 ± 0.2 | 2.0 ± 0.2 | |

4. 全自動質量体積測定器

4.1 測定器の概要

これまでの、浸せき試験では、図1に示したように、レーザー測長器、質量体積測定器（分析天秤）および硬さ測定器（デュロメータ硬度計）を用いて、それぞれの物性を別々に手動または一部自動で測定していた。複数の測定機器が独立して存在するために、測定には大変手間がかかっていたが、今回、独自の自動測定装置を開発^{5,6)}し導入した。測定器の外観を図4に示す。

この測定器は、レーザー式の長さ測定器、質量体積測定器（分析天秤）および硬さ測定器（デュロメータ硬度計）と試験片を複数搭載できるターンテーブル、さらに試験片を各測定器へ自動移送するアームで構成されている。測定器はLOTASからの試験情報を取り込むことで、長さ、質量および体積または、硬さを自動測定するように設定されている。試験結果はデータ処理装置へ自動転送されるとともにLOTASへも自動転送が可能となっている。ただし、質量、体積、長さ用（試験片：最大40枚）と硬さ用（試験片：最大40組）とは、ターンテーブルが異なり（図5）、試験片を乗せ替える必要がある。

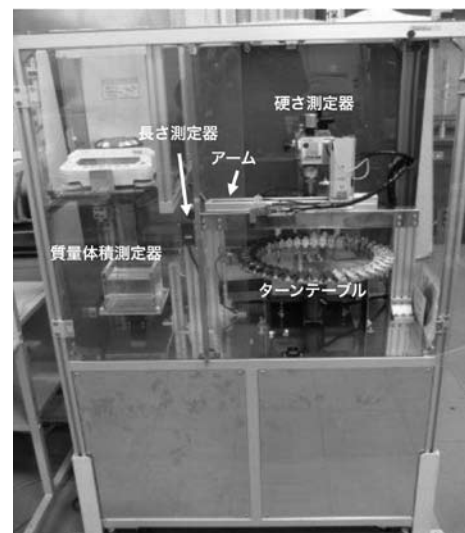


図4 全自動質量体積測定器の外観

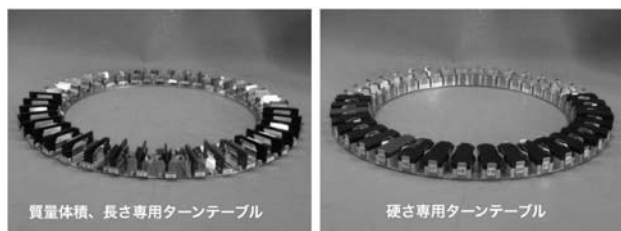


図5 質量体積、寸法用(左)および硬さ用(右)ターンテーブル

4.2 システムの流れ

質量、体積、長さおよび硬さ測定システムの流れを図6に示す。

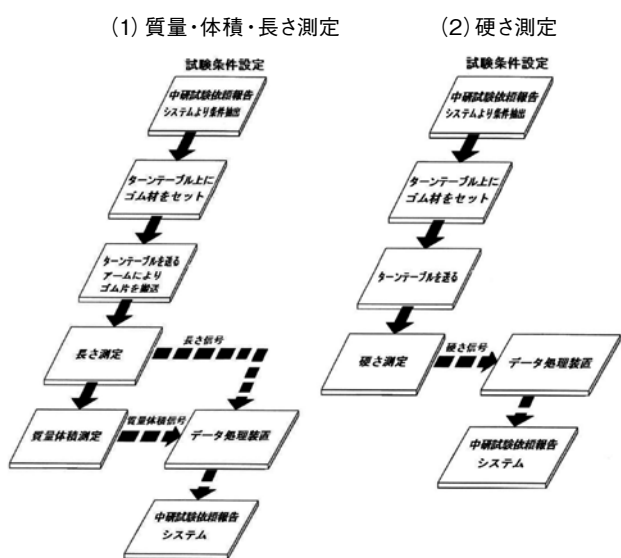


図6 質量、体積、長さ(左)および硬さ測定(右)のシステムの流れ

(1) 質量、体積、長さ

LOTASからの試験情報が取り込まれ、試験条件が設定される。質量体積、長さ専用ターンテーブル(図5左)にセットされた試験片は、自動搬送アームによって質量体積測定器に搬送される。搬送の途中でレーザー光により試験片の長さが測定され、結果は、データ処理装置に自動転送される。その後、試験片は質量体積測定器に供給され、気中重量(質量)および水中重量が測定される。測定結果はデータ処理装置に自動転送され、気中重量と水中重量の差から体積が算出される。

(2) 硬さ

LOTASからの試験情報が取り込まれ、試験条件が設定される。硬さ専用ターンテーブル(図5右)にセットされた試験片は、所定の位置まで移動した後、硬さが測定され、結果はデータ処理装置に自動転送される。

質量、体積、長さ、硬さとも、測定結果はデータ処理装置から、LOTASに自動転送される。一方、測定が終了した試験片は、自動移送アームによってターンテーブルに戻る。

従来の試験器に比べ、1 試料油あたり3枚の質量、体積、長さ、硬さ測定にかかる手間を、約10分から約1分へと大幅に省力化することができた。

4.3 試験片

長さ、質量体積および硬さ試験用の試験片は、表2のように規定されている。当センターでは、質量体積変化用の試験片を同一ゴム材から3枚ずつ作成し、長さ変化用にも適用するほか、この3枚を重ねて、硬さ変化を測定している。

表2 質量体積測定器に用いる試験片の形状

| | 試験片の寸法 | 試験法 |
|---------|---|-------------------------------|
| 長さ変化用 | 体積 $1\text{cm}^3 \sim 3\text{cm}^3$ 厚さ $2.0 \pm 0.2\text{mm}$ | JIS K6258 ¹⁾ 5.3.1 |
| 質量体積変化用 | 幅 20mm × 長さ 50mm 厚さ $2.0 \pm 0.2\text{mm}$ | JIS K6258 ¹⁾ 5.3.1 |
| 硬さ変化用 | 厚さ 6mm 以上 (3枚まで) | JIS K6253 ⁷⁾ 7.3.2 |

5. おわりに

全自動引張り試験機および全自動質量体積測定器の2台を導入したことにより、試験片のセット、試験条件設定を行うだけで、ゴム材についての複数の物性を無人で測定することが可能となり、物性試験に関わる実作業時間を約1/10に短縮することができた。

なお、本文では触れなかったが、安全面では、全自動引張り試験機には、本体の過昇降防止機能や、試験中に試験片収納部の扉を開けた際、運転を中止する機能がある。また、両装置とも、試験片がスムーズに搬送されない場合の自動停止機能および作業者が異常に気付いた場合の緊急停止ボタンがあり、従来の試験機と比べ、より安全に試験が実施できるよう、工夫されている。

今後は、全自動試験機の利点を活用し、正確なデータを、迅速かつ安全に、効率的に提供し、潤滑油の製品開発に貢献していく所存である。

— 参考文献 —

- 1) 日本規格協会, JIS K 6258:2003 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-耐液性の求め方
- 2) 日本規格協会, JIS K 6272:2003 ゴム-引張, 曲げ及び圧縮試験機(定速)-仕様
- 3) 島津製作所, 全自動ゴム引張り試験システム仕様書(2008)
- 4) 日本規格協会, JIS K 6251:2004 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方
- 5) 特願 2010-211066
- 6) 特願 2010-211071
- 7) 日本規格協会, JIS K 6253:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-硬さの求め方