

豆 知 識 ③

「豆知識」は、「肩の凝らない読み物」という位置づけで編集委員が交代で執筆しておりますが、今回はゴムの物性評価では欠くことのできないダンベル試験片の形状、規格の決定の経緯について、日本ゴム工業会 ISO/TC45 国内審議委員会副委員長を務められ、事情にお詳しいバンドー化学㈱の和田法明氏に、委員会外からご紹介をお願いしました。

何気なく使っている JIS あるいは ISO 規格のダンベル試験片ですが、その規格決定に係わるドラマが見えてくるような気がします。(編集委員会)

ゴムの引張試験ダンベルについて

ゴムの引張試験や応力-ひずみ試験を実施するときは、通常ダンベル形状の試験片を用いる。引張試験を行うとき、試験片の端部はクランプでしっかり挟みつけるので、最初から大きな力がかかっている。試験片が短冊状なら、取付け部は他より大きな力やひずみがあるので、大きく引張るとそこで破断しやすくなる。他の部分と状況が異なる位置での破断は、材料の特性値を正しく把握できない。そこで試験片をダンベル形状にして、取付け部と端部の断面積を大きくして応力を下げ、そこで破断しないようにしている。幅広い部分から中央の細い部分に変化する部分も、緩やかな曲率をつけて応力集中を防ぐようになっている。

1) 引張試験データの分布

引張試験データをまとめるとき、1993年に制定された JIS K 6251「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方」を用いるが、3個以上のダンベル試験片について引張試験を行い、その中央値(メディアン値)を求めることになっている。1993年以前は JIS K 6301(1999年廃止)が用いられてきたが、これは加重平均(モード法)でまとめることになっていた。加重平均は例えば4本のダンベル片の引張り試験片の結果から、強度の高い順に T_1, T_2, T_3, T_4 とし、 $0.5 \times T_1 + 0.3 \times T_2 + 0.1 \times T_3 + 0.1 \times T_4$ で求める方法である。これはゴムの引張試験データの分布は、いわゆる計量値データの正規分布に従うのではなく、欠陥値の分布である二重指数分布に従うとして、その代表値(モード値)を求めることになっていた。しかし、新 JIS (JIS K 6251) もその一つに移行したとき、ISO 規格との整合を考慮して、ISO 37 “Rubber, vulcanized or thermoplastic -

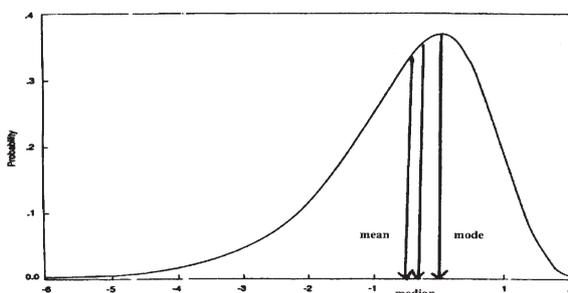


図1 二重指数分布

Determination of tensile stress-strain properties”と同じ中央値を採用した。二重指数分布に基づく平均値、中央値、モード値の関係を図1に示す。ゴムの引張試験データの分布は二重指数分布にしたがい、そのデータのまとめ方は加瀬理論¹⁾に基づく、モード法がよいことが知られているが、現在ではその値に近い中央値が採用されている。平均値を用いないのはこれらの理由による。

2) ダンベル形状について

現在 JIS K 6251 には8つのタイプのダンベル試験片が規定されている(図2参照)。何故こんなに数多くあるのかといえば、JISの1号ダンベル~4号ダンベルは JIS K 6301の時代からある、日本固有のダンベル形状である。しかし、JIS 5号ダンベル~8号ダンベルは、ISO 37の規格にもとづく ISO の Type1~Type4の形状をそれぞれ規定したものである。すなわち旧来日本で使用されてきた形状に、ISO 規格に規定されている形状を付け加えたものである。経済産業省の方針からいえば、将来的には日本固有の形状は(貿易摩擦の障害となるので)なくさなければならぬ。しかし、それではゴムの引張試験のダンベルとして、現在日本で非常によく使用されている JIS 3号ダンベルは使えなくなる。日本ゴム工業会 ISO/TC45 国内審議委員会

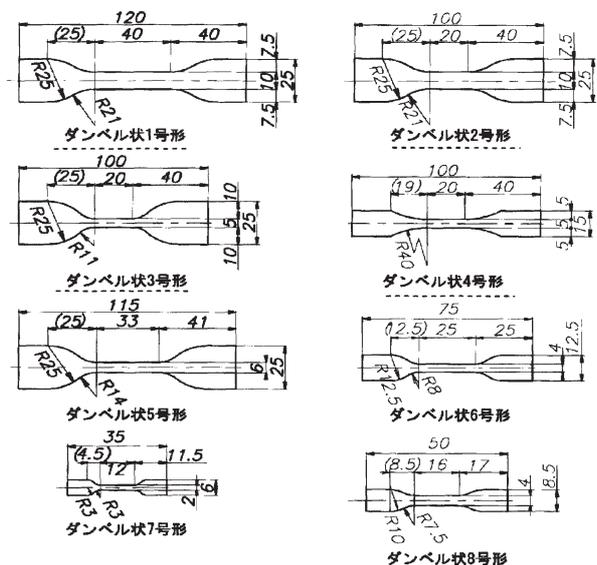


図2 JIS K6251規定のダンベル試験片

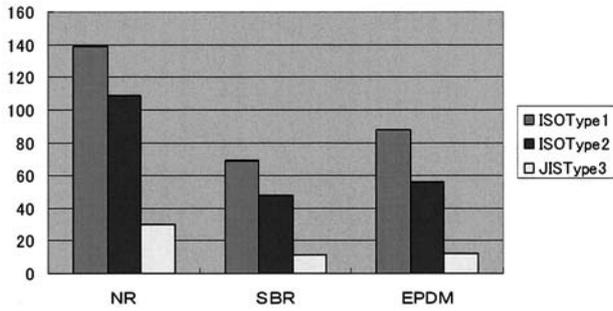


図3 各230本を破断した場合の標線外破断の本数

では、この問題を解消するため、2001年からISO 37にこの3号ダンベルを規格化してもらうよう働きかけ、ISO/TC45国際会議で毎年提案を行ってきた。その成果として、2005年にType1Aとして規定された。この成果は3号ダンベル形状の優位性をデータベースで訴えた結果であった。図3にはISO 1号(JIS 5号)、ISO 2号(JIS 6号)、

JIS 3号ダンベルで、NR、SBR、EPDMの各試験片を引っ張ったときの標線外での破断切れ確率を示す。図から明らかのように、JIS 3号ダンベルが圧倒的に標線外破断が少ないことがわかる。また図4には応力解析(有限要素法解析)のひずみ分布を示す。ISO 1号、2号ではエッジ部に応力が集中していることがわかり、エッジでの破断の可能性が高いことがわかる。この結果、繰り返し測定による精度試験ではJIS 3号で引っ張ったときが、最もばらつきの少ない評価結果となった。これらの結果を国際会議で訴え、現在ではJIS 3号ダンベルはISO 37でも規格化されている。

(バンドー化学(株)和田法明)

参 考 文 献

- 1) 加瀬滋男：日本ゴム協会誌，30，1030 (1957)

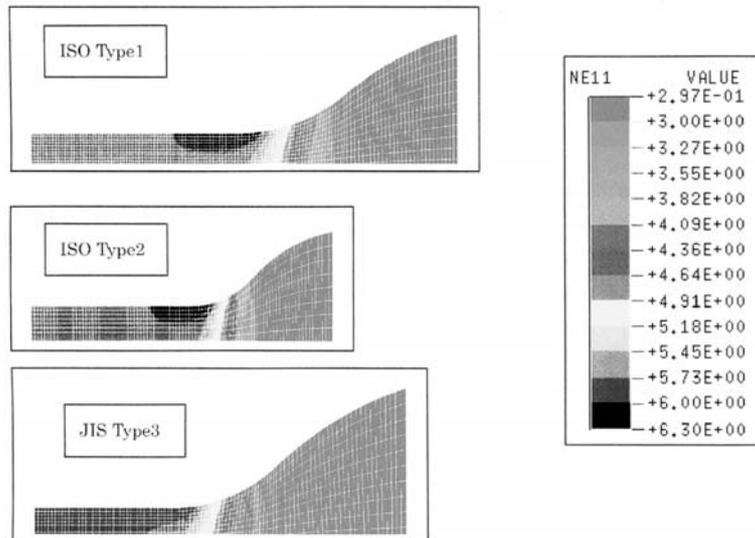


図4 有限要素法による応力解析

* *
* * *