

◎第3回 ゴムの特性とその秘密

ゴムには何故、スーパーボールの様に良く弾むもの、耐油性のあるもの、耐熱性のあるもの・・・などいろいろな特性をもつものがあるのでしょうか。

技術フォーラム第3回では、ゴムの種類によってその特性が異なる理由を考えてみましょう。

1. 3. 1 ゴムの強さの秘密

突然ですが、「タイヤは何故黒いのか」、皆さんご存じでしょうか？

それには理由があるのです。純ゴム(充填剤のない配合物)ではその強度が低く、一部の用途(輪ゴム等)を除いて殆ど実用に耐えません。そこでカーボンブラック等補強剤で補強して様々な用途に実用化しているのです。このカーボンブラック等の補強剤がゴムの「黒さ」の原因なのです。

上述した補強方法はあくまでもその一つに過ぎません。ここでは、様々なゴムの「補強方法」を解説していくことにしましょう。

a. 補強剤による補強

図3. 1に示す様に、補強剤の量や種類によってその補強効果は異なっています。これは何故でしょうか。実は補強剤による補強性は、補強剤の体積分率に支配される「体積効果」、ゴム—補強剤界面の物理的・化学的状態に左右される「界面効果」、界面に空隙が存在又は発生した場合の「空隙効果」の三つの効果で構成されています。この三つの効果を図3. 2に示します。

水に小麦粉を添加すると添加量に応じて粘度が高くなります。これが「体積効果」です。ゴムに補強剤を添加したときも同様の効果を示すことから、ゴムの補強を表わす式の基本には、粘度式が使われています。

続いて「界面効果」ですが、これは補強剤表面とゴムの界面に化学的、物理的結合が介在して発現する効果です。つまり何らかの結合を引き剥がそうとするのですから、エネルギーが必要になります。これがゴムの強さに二次曲線的に作用します。

最後に「空隙効果」ですが、上述した様に、界面の結合が剥がれてしまえば、その部分の持っていた効果は消失します。その消失する部分(つまりマイナス方向)が「空隙効果」です。補強性に顕著な影響を示す界面効果は、ゴムと充填剤の界面における相互作用であり、化学的に活性な二重結合を主鎖にもつジエン系ゴムで特に効果的です。又表面が活性な充填剤ほど補強性を示し、補強効果の大きい充填剤(カーボンブラック、シリカ、表面処理クレ-等)を補強剤と呼んでいます。

表3. 1 各種合成ゴムの引張強さ(MPa)

	純ゴム配合	カーボンブラック配合
NBR	4. 1～6. 2	27. 4～30. 9
SBR	1. 4～2. 1	17. 2～24. 0
IIR	17. 2～20. 6	17. 2～20. 6

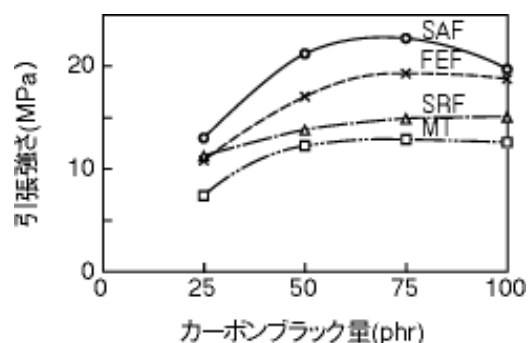


図3. 1 引張強さとカーボンブラックの種類、充填量の関係(ゴム:NBR)¹⁾

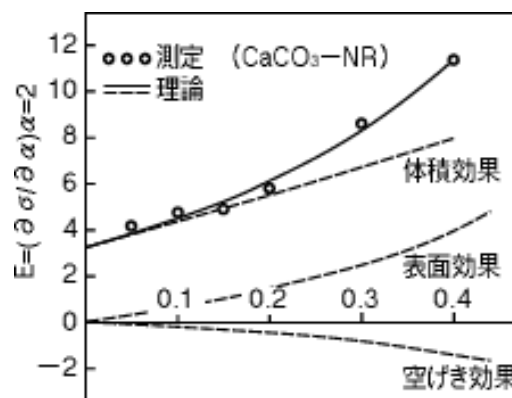


図3. 2 補強における3効果²⁾

b. 結晶性による補強

天然ゴムに代表される延伸結晶性(立体規則性の高い高分子は、伸長されると分子鎖が伸びの方向に配向し、それにより結晶化する性質がある)は、補強性の大きな因子です。

結晶が生じるとそこが補強剤を充填したものと同様の効果で補強性を示します。分子鎖の規則性は高ければ高いほど結晶化しやすく、例えば繰り返しの単位が短い1-2ポリブタジエンの様に、無伸張でも簡単に結晶化してしまうものもあります。

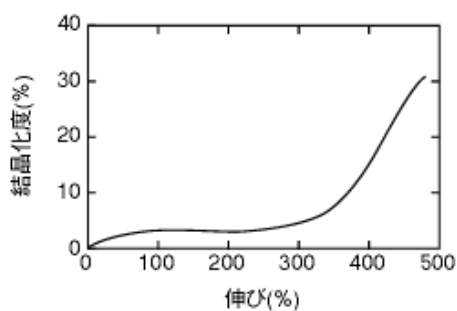


図3. 3 伸長によるNRの結晶化³⁾

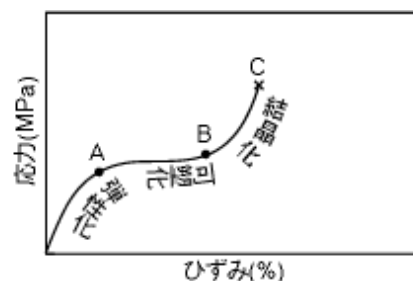


図3. 4 結晶性ゴムのS-S(応力-ひずみ)曲線⁴⁾

c. アロイ化による補強

延伸結晶性を示すゴムに、ゴムと親和力が大きい微粒子を微分散させることで、驚異的な強度を引き出すことが出来ます。例として、水素化NBRにポリメタクリル酸亜鉛を高度に微分散させた複合素材(**ZSC**)があります。この様にして得られた複合素材は、図3. 5に示す様にエラストマーでありながらも、アルミ合金に匹敵する強度特性を示します。

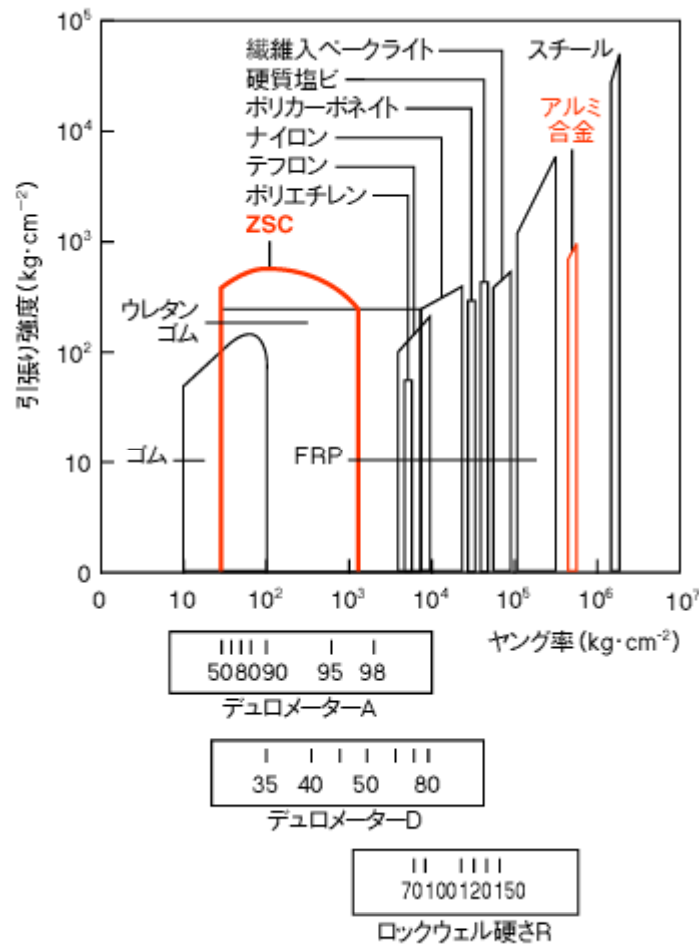


図3. 5各種材料のヤング率と引張り強度

引用文献

- 1) 日本ゴム協会編:「ゴム技術の基礎」初版、P. 217、日本ゴム協会(1983)
- 2) 日本ゴム協会編:「ゴム工業便覧」第四版、P. 83、日本ゴム協会(1992)
- 3) Deanin, R. D. :“Polymer. Structure, Properties & Applications”, Cahnners. Publ. Co. (1972)
- 4) 金子秀夫:「増補・新版応用ゴム物性論 20 講」、P. 97、大成社(1978)