

20. 参考資料 ～実測データ、ブルーミング、膨潤、不具合事例集 他～

※本項のデータは、NOKでの実験データであり、保証値ではありません。

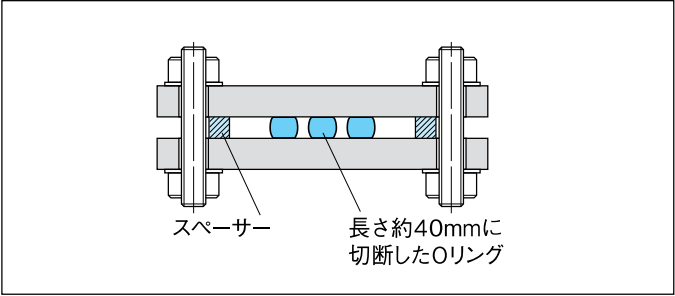
(1) 圧縮永久歪試験方法

ゴムの圧縮永久歪試験は、JIS K 6262 (加硫ゴム物理試験方法)で規定され、かつ最も一般的であるので、これに準じて行います。

ただし、内径の大きい試験片は例えばOリングの現物を長さ約40mmに切断し、これを図6-1に示す圧縮永久歪試験治具にはさみ、さらにスペーサで一定の圧縮率になるようにセットします。これを、所定の温度に加熱した槽の中に

保持し、一定時間ごとに取り出し、Oリングの圧縮永久歪の経時変化をダイヤルゲージで測定します。
圧縮永久歪の算出方法は、JISに従います。

図6-1

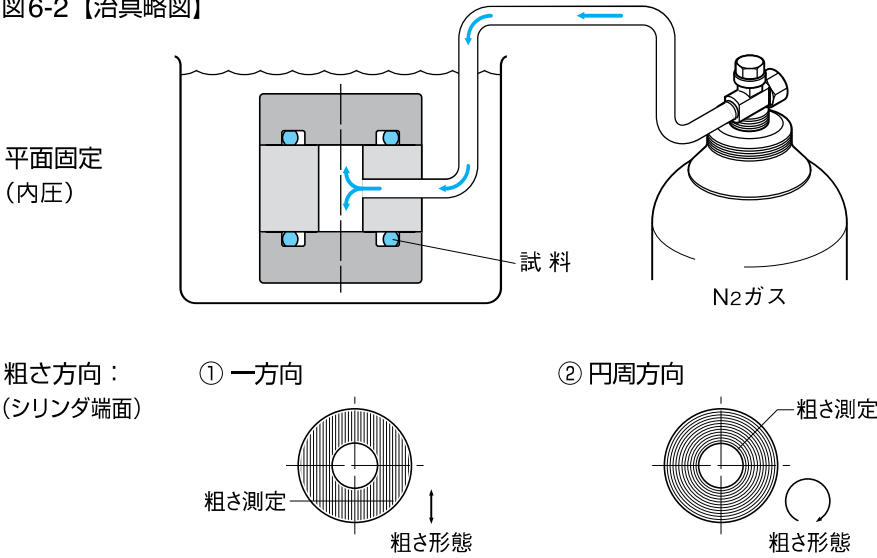


(2) 面粗さとシール性

Oリングは、粗さが変わることによって密封性に影響が出ます。

- ・型式寸法：OR 21.8×2.4 (OR NBR-70-1 P22-N) 材料：A305 (JIS NBR-70-1)
- ・試験条件：圧力：3MPa 温度：常温 時間：加圧時間2分 つぶし率 25%
(Oリング相手溝寸法は、NOK推奨値です。)

図6-2 【治具略図】



・試験結果 (漏れの有無と漏れ圧力)

表10-1

○：漏れなし ×：漏れあり

シール面粗さ (Rz)		5μm	6μm	8μm	10μm	14μm
粗さ方向	① 一方向	○	○	○	○	×
	② 円周方向	○	○	○	○	○

Rz：最大高さ粗さ

・試験結果まとめ

(1) 一方向の粗さ形態の場合、シール面粗さ14μm (Rz)では漏れを生じています。

(2) 円周方向の粗さ形態の場合、シール面粗さ14μmでも漏れは発生しません。

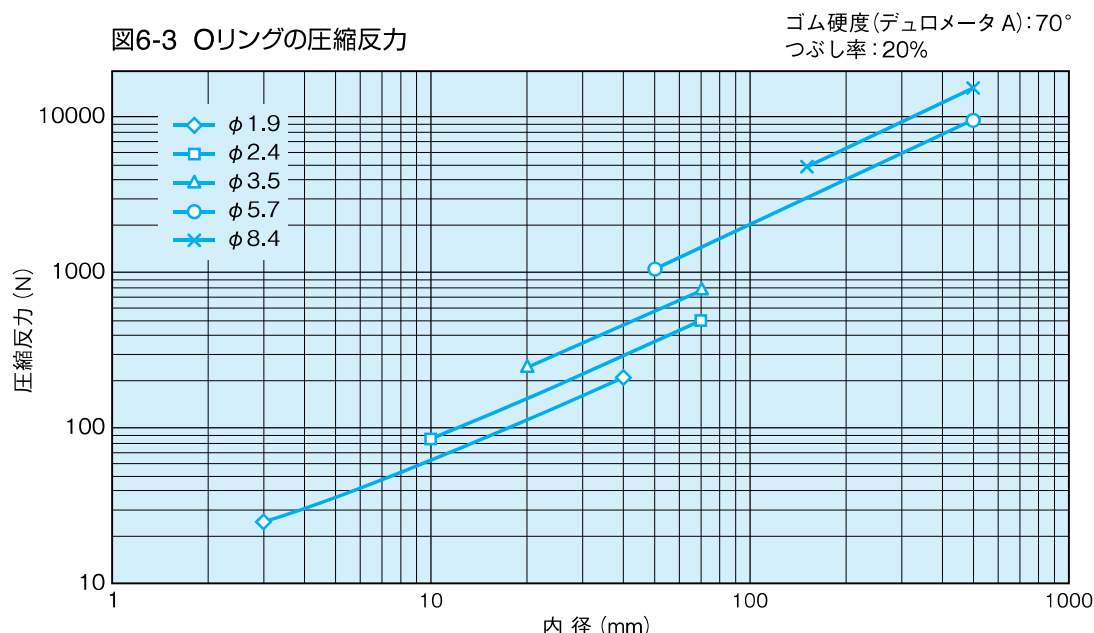
ただし、形態や使用条件によってもシール性は異なりますので、P14の表5-2に示す粗さにて加工をお願いします。

(3) Oリングの圧縮反力

Oリングはつぶして使用するため、Oリング自身の反力（圧縮反力）が発生しています。

Oリングの圧縮反力は図6-3のようになります。フランジ部の締め付け荷重設定の目安としてください。

なお、圧縮反力はゴム硬度、つぶし率、Oリング寸法などによって変わります。

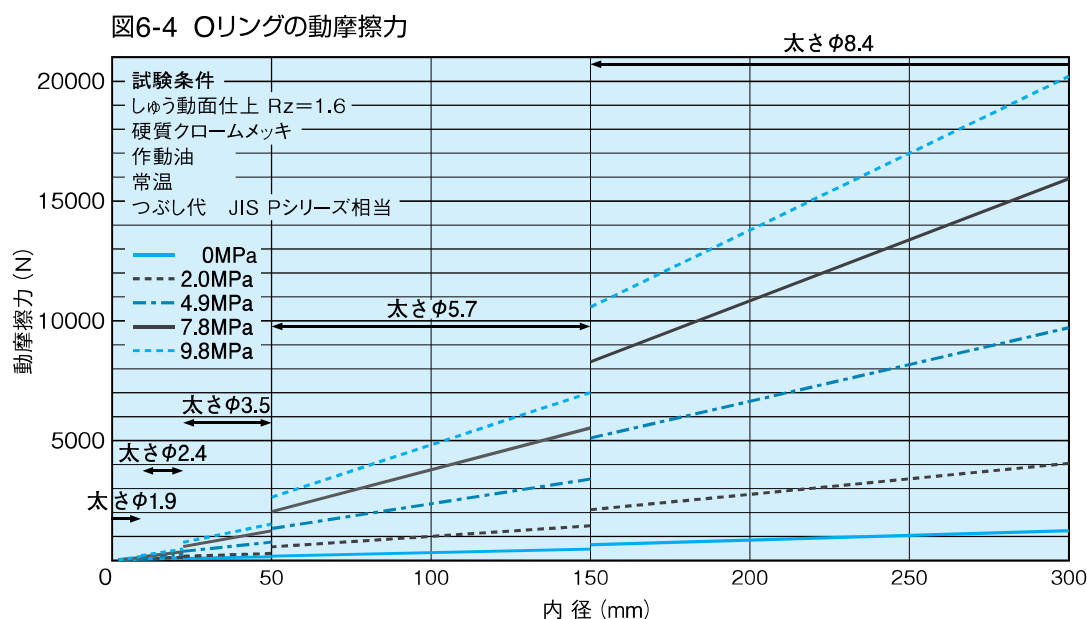


(4) Oリングのしゅう動抵抗

Oリングを運動用を使用する場合、しゅう動抵抗がその機械の性能効率に大きく影響します。

Oリングのしゅう動抵抗はつぶし代、ロッドまたはシリンダの仕上精度、圧力、しゅう動速度、潤滑状態、温度、硬さ、径寸法により影響を受けますので、この値を一概に表すことは困難です。

図6-4は、JIS Pシリーズ Oリング(硬さデュロメータA70)標準寸法における動摩擦力の目安です。



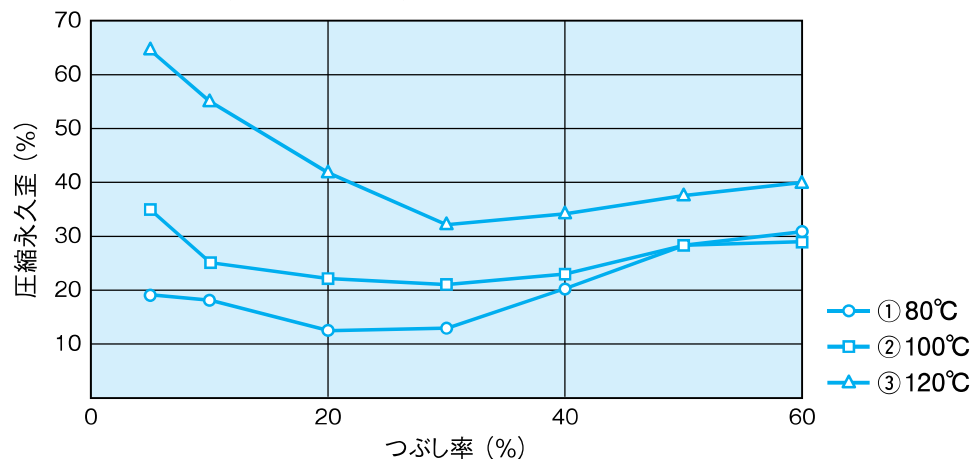
なお、Oリングのしゅう動抵抗には、始動抵抗と動摩擦抵抗がありますが、始動抵抗は動摩擦抵抗に比べると、かなり大きな値を示します。運動用Oリングのしゅう動抵抗、および寿命は潤滑の良否に大きく影響されますので、とくにエアシールに使用する場合には、十分な給油が必要です。

(5) Oリングつぶし率と圧縮永久歪の関係

データ 環境：空気中
温度：① 80℃
② 100℃
③ 120℃
太さ：3.5mm
時間：70h

図6-5

材料：A305 (JIS NBR-70-1)



(6) 空圧運動用Oリング(摩擦特性)

図6-6 放置時間と始動摩擦力の関係

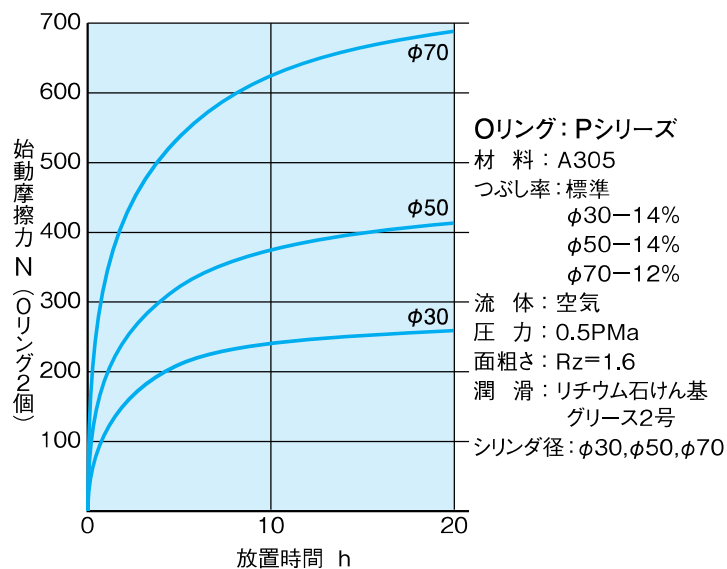


図6-7 シリンダ径と始動摩擦力の関係

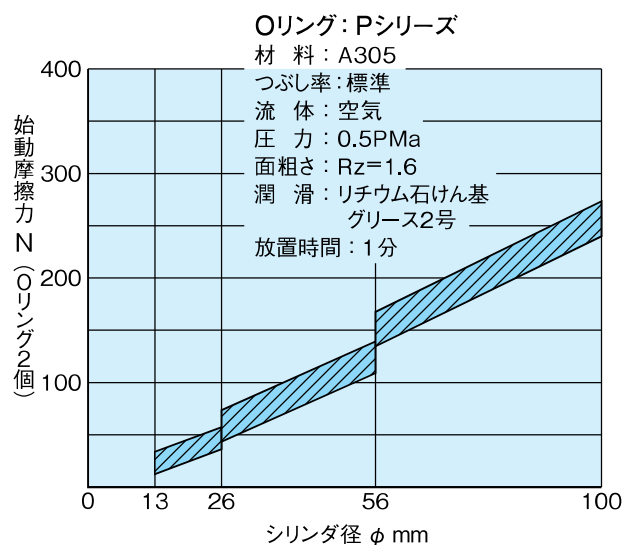


図6-8 空気圧と始動摩擦力の関係

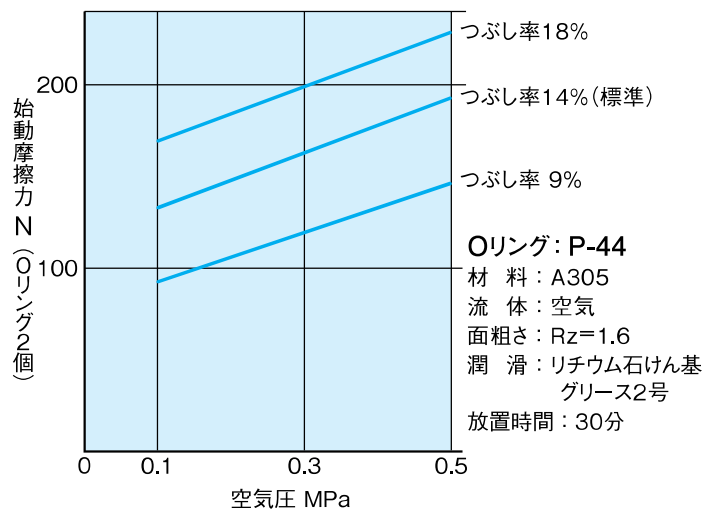
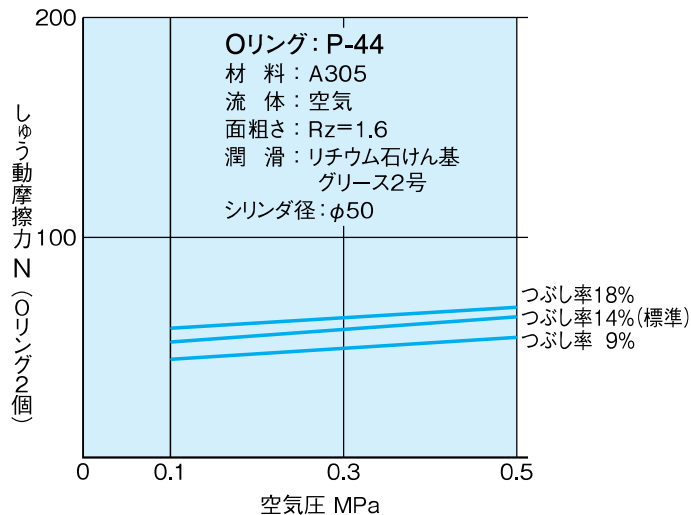


図6-9 空気圧としゅう動摩擦力の関係



(7) ブルーミング(ブルーム)について

ブルーミングとは、未加硫 あるいは加硫ゴム製品中の配合剤が内部から移動し、Oリング表面に析出する物質で、表面を被覆する現象であり、硫黄、パラフィン等の老化防止剤などが、ブルーミングしやすくなります。

ブルーミングは、ゴム配合技術上、意図的に発生させる場合(耐オゾン性向上)と、偶発的に発生する場合とがあります。その原因は、図6-10^{※1}のように

- 1) **Solubility** (ゴムと配合剤の相溶性) が小さいこと。
- 2) **Mobility** (ゴムの中での配合剤の運動性) が大きいこと。の2点と、
- 3) ブルーミング物のゴム表面と内部の濃度差 をあげることができます。

しかし、実際のゴム製品の中には数多くの配合剤が存在しており、相互のブルーミング誘発や誘導があり、図6-10のような単純なモデルとはなりません。^{※2}

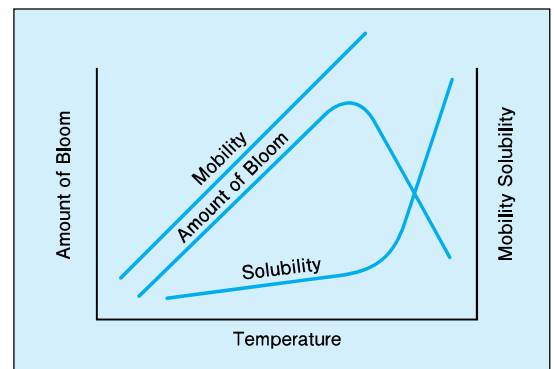
また、ブルーミング成分の濃度差は、ブルーミングしたものの蒸発・揮散あるいは空気によるゴム表面の酸化などに影響されます。^{※3}

ゴムの酸化によるブルーミングは空気にさらして数時間で発生する場合があります。

ブルーミングについては、経験的にしか判っておらず、完全な理論的説明はなされていません。以下に経験的な報告の一部を紹介します。^{※2}

- a) 光線、特に短波長の蛍光灯に直射させるとブルーミングしやすい。
- b) ゴムの表面を摩擦したり、風にあてるとブルーミングしやすい。
- c) 手を触れると指紋通りにブルーミングを起こす。

図6-10



(ポリマー辞典、大成社)

※1. A.K.BHOWMIC.and S.K.DE., Rubber Chem.Tech. vol.52, 52, 976(1979)

※2. 金子秀男, 応用ゴム物性論16講, P268, 日本ゴム協会

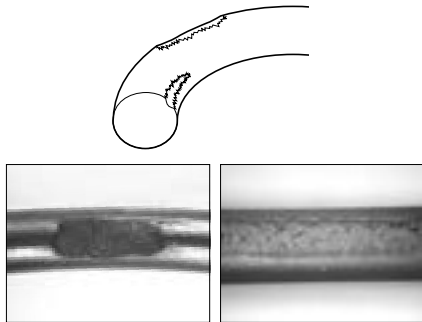
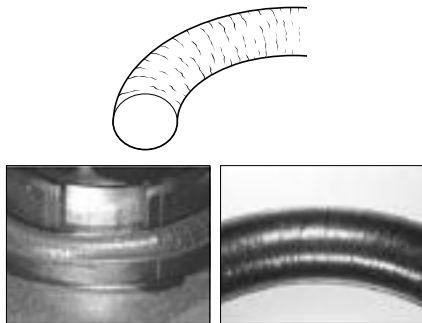
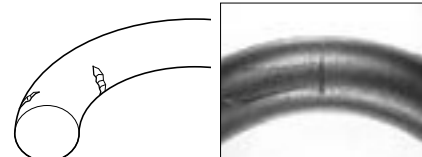
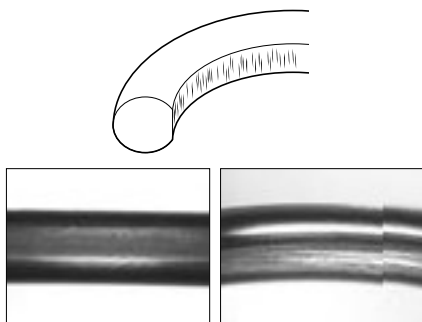
※3. 占部絨亮・坂口文雄, ポリマーの友 VOL.3, 227 (1966)

(8) 不具合事例とその対策

もし、漏れを起こした時には、現品を観察してその原因の調査と対策にあたっては、下記表を参考にしてください。

表10-2

外 観			原 因	対 策
現 象	状 態			
ね じ れ	Oリングがねじれて変形している。	 ※ねじれが進行して切れたものです。	① 運動速度が速い。 ② 偏心運動をしている。 ③ しゅう動面粗さが不均一。 ④ ねじれて取付けられた。	① Dリング、Xリング、リップパッキンに変更。 ② 偏心運動をなくする。 ③ しゅう動面の粗さを改善する。 ④ 取付けに注意する。 (グリース塗布等)
硬 化	硬くなり、曲げると亀裂が入る。		① 使用温度がゴムの耐熱限界を越えている。	① { 環境温度を下げる。 耐熱性の優れた材料に変更する。 }
膨 潤 (軟 化)	全体的に柔らかく、ブヨブヨに膨らんでいる。		① シール対象物に対してゴム材料が適合していない。 ② 軽油、ガソリン等で洗浄後、機器に残っている洗浄剤が原因となる場合がある。	① ゴム材料の見直し。 ② 洗浄剤を除去する。
へ た り	Oリング断面が、溝になった状態で変形している。		① { 過大圧縮量 高温 シール対象物 } の相乗作用の場合が多い。	① 溝寸法と材料選定の見直しを行なう。シール部分の冷却を行なう。
はみ出し	Oリングの外周または内周面が全周(または一部分)にわたってちぎれている。		① 限界以上の圧力、すきま及び膨潤の影響による。はみ出し 圧力→	① { 適正すきまの確保またはバックアップリングを併用する。 ゴム材料の見直しを行なう。 }

外 観			原 因	対 策
現 象	状 態			
むしれ・かじり	Oリングの外周または内周面がつぶし代分だけ切り取られているかまたは部分的にえぐり取られたようになっている。		① 円筒端面または軸端面の面取りが不十分で無理に組み込んだ。 ② Oリングの太さに比べ、Oリング溝が、規定以上に浅い状態で無理に装着した。 ③ 取り付けるとき、穴・ねじ部・端部などで欠損した。	① 適正面取りを行なう。 ② 溝寸法の見直しを行なう。 ③ 端部の面取りに注意すること。装着するときに取付け治具を用いること。
オゾンクラック	Oリング表面全体にひび割れ状の亀裂を生じている。		① Oリングを伸ばした状態で空气中に放置したため、オゾンの影響で表面に亀裂が生じた。	① ・伸ばした状態で空气中に放置しない。 ・Oリング表面にグリースまたは油を塗布し、直接空気にふれないようにする。
傷	Oリングの外周または内周面にこすれによる傷が発生している。		① Oリング装着時にねじ山などでOリング内(外)周面に傷を付けた。	① 装着時ねじ山部などにOリングが直接当たらないよう保護の治具を使用する。
摩 耗	Oリング接触部に摩耗が発生している。		① Oリングと接触する相手面の表面仕上げが粗い場合、圧力変動により摩耗を生じる。 ② 潤滑が不十分。 ③ 塵埃、金属粉などの異物が入っている。	① Oリングと接触する相手面粗さを規定通りにする。 ② 潤滑をよくする。 ③ 異物を除去し、フィルターやダストシールを用いること。

(9) 膨潤メカニズムについて

(1) 膨潤とは

膨潤とは、油分子がポリマー分子の間に入り込み、分子間を広げようとする力と、架橋された網目の弾性力が釣り合った状態です。

また、膨潤の大小は油とポリマーとの親和性に依存し、両者の親和性がよいほど膨潤は大きくなります。親和性の目安として、SP値(Solubility Parameter, 極性を示す値の近いものどうしほど親和性がよい)がよく用いられるが、分子構造の似ているものは親和性がよいといえます。

〈例1〉EPDMと鉱油（親和性が良い）→ 膨潤大きい

EPDM SP値：8（極性小）	鉱油 SP値：6～8（極性小）
$\begin{array}{c} \text{[CH}_2\text{--CH}_2\text{]}_n\text{[CH--CH}_2\text{]}_m \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

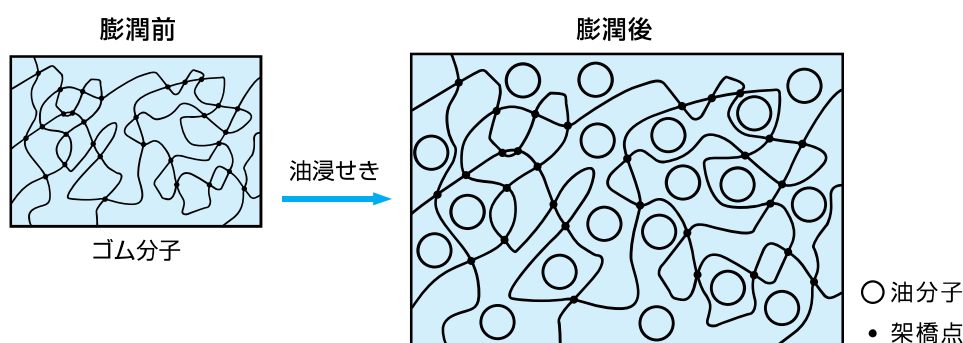
→ EPDMと鉱油は、構造が似ており(CとHのみ極性基がない)、親和性がよいため膨潤が大きい。

〈例2〉NBRと鉱油（親和性が悪い）→ 膨潤小さい

NBR SP値：9～10（極性大）	鉱油 SP値：6～8（極性小）
$\begin{array}{c} \text{[CH}_2\text{--CH=CH--CH}_2\text{]}_n\text{[CH--CH}_2\text{]}_m \\ \\ \text{C}\equiv\text{N} \leftarrow \text{極性基} \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

→ NBRと鉱油は、構造が似ておらず(NBRは極性基をもっている)、親和性が悪いため膨潤が小さい。

(2) 膨潤の進行状態



油はゴム分子の間に侵入し、ゴム分子間を広げようとしています（膨潤現象）。

ゴム分子間は油膨潤により広がっていくが、架橋しているため、ある程度以上は膨潤しません（平衡膨潤）。

〈参考：未架橋ゴムでは、膨潤はどんどん大きくなり最終的には溶解する（ゴム系粘着材、スプレーのりなど）。〉

各材料における流体との親和性は、P8, P9にて確認ください。

例) ○…使用に適している。(親和性◎)

×…使用に不適である。(親和性◎)