

## 硫黄による架橋について (10)

前回に引き続き<sup>1)</sup>、温度分散で行った動的粘弾性について紹介する。今回は、硫黄を2.0～4.0phrで変量したNRの熱老化後の変化について紹介する。

図1に弾性率の模式図<sup>2)</sup>、図2、3に熱老化後の貯蔵弾性率 ( $E'$ ) と損失係数 ( $\tan\delta$ ) の結果を示す。 $E'$  は熱劣化によってガラス転移点が高温側にシフトし、転移領域も高温側にシフトする。転移領域、ゴム状領域の $E'$  は熱老化によって高くなり、硫黄の量が多くなると、さらに $E'$  は高くなる。 $\tan\delta$  は、劣化によってピークが高温側にシフトし、最大値が著しく低下する。硫黄の量が多くなると、最大値の低下はさらに著しくなる。熱老化240時間後の硫黄4.0 phrの $\tan\delta$ は、 $-20^\circ\text{C}$ 付近のピークがほとんど消失し、 $10^\circ\text{C}$ 付近に新たな $\tan\delta$ のピークらしきものが発生している。 $10^\circ\text{C}$ 付近の $\tan\delta$ のピークは、酸化生成物によるものと推察される。また、 $\tan\delta$ のピークがブロードになっていることから、架橋点間のゴム分子量の分布が広がっていることが推察される。 $E'$  と $\tan\delta$ から、加硫ゴムは熱劣化によって、ゴム分子鎖の切断、再結合や、架橋点の切断、再架橋し、粘性が低下していくことがわかる。

### 実験

#### 1. 配合

NR 100, 酸化亜鉛 5, ステアリン酸 1, N330 50, ナフテン系オイル 10, CZ 0.8, 硫黄 変量

#### 2. 試験項目

(1) 動的粘弾性試験; ARES G2 (TAインスツルメント)  
温度分散, 引張, 初期荷重 200 g, 動的ひずみ 0.05%, 周波数 10 Hz

熱老化条件; ギャーオープン, 温度  $100^\circ\text{C}$ .

加硫条件; プレス加硫  $150^\circ\text{C} \times 15$ 分

### 参考文献

- 1) NOC技術ノート No.694 日本ゴム協会誌 2018, 91, 会告 397
- 2) 浦山健治 日本ゴム協会誌 2013, 86, 94.

ここに記載した内容は、細心の注意を払って行った試験に基づくものでありますが、結果をすべて確実に保証するものではありません。

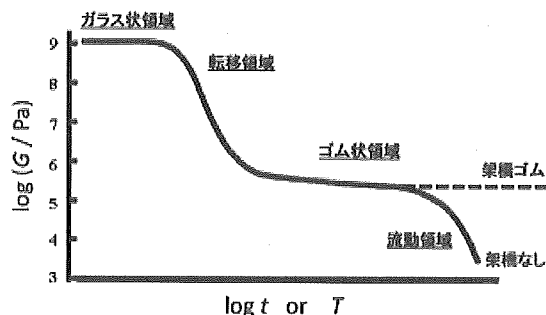


図1 無定形高分子の弾性率 (G) の時間 (t) および温度 (T) 依存性の模式図

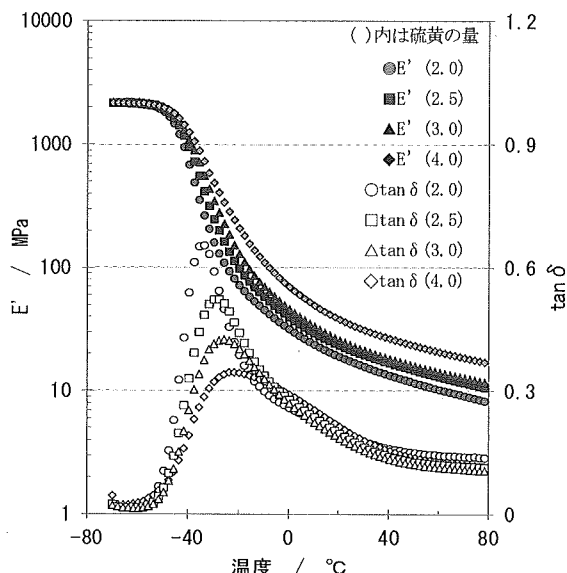


図2 熱老化144時間後の $E'$  と  $\tan\delta$

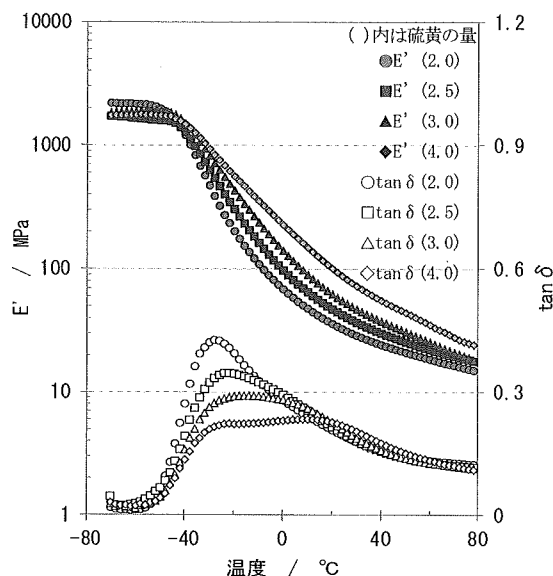


図3 熱老化240時間後の $E'$  と  $\tan\delta$