オゾンが及ぼすゴムへの影響

㈱川金コアテック　正会員　○鵜野禎史　非会員　菱山知幸　非会員　久保博

1．目的

ゴム製品は、熱劣化、光劣化、オゾン劣化等々、様々な劣化モードが挙げられる。このため、道路橋支承便覧（以下支承便覧と呼ぶ）では、これらの劣化に対し本体ゴムを保護する目的でゴム支承側面に 5mm 以上の被覆ゴムを設けることが規定されている。

本研究では、劣化モードの一つである、オゾン劣化について検証する。

2．ゴム材の選定

ゴム材料は、各社、独自のノウハウを保有している。ゴム材として、同等の性能を得ているが、同一配合でないので、試験用ゴム配合を**表-1**[1)] のように設定した。

耐オゾンレス配合は、オゾンアタック効果を明確にする為に、ブルーム（ゴム表面への析出）する物質を極力削除した材料とした。

3．オゾン劣化試験

耐オゾン配合および耐オゾンレス配合によるゴムシートでのオゾン劣化試験を実施し、オゾンクラックの有無を確認した。試験条件は、50pphm×20%伸長×40℃×96hrs とした。

試験の結果、耐オゾン配合では、クラックは認められないが、耐オゾンレス配合では、引張り方向に対し垂直方向にオゾンクラックが発生した。オゾンクラックの発生状況を**図-1** および**図-2** に示す。

4．オゾン劣化によるゴム物性（特性）の変化

３項で行った試験片を用いてオゾン劣化試験後の物性試験を実施し、性能がどのように低下するのかを検証した。物性試験結果を**図-3** に示す。**図-3** より、耐オゾン配合では、物性の低下は確認できないが、耐オゾンレス配合において、物性低下が確認できた。物性低下の原因は、オゾンクラックを起点とする早期破断と思われる。

5．伸長率によるオゾン劣化スピードの検証

試験条件は、オゾン濃度 50pphm×温度 40℃条件を一定として、伸長率 5～50%までの 7 ケースにより、オゾンクラックの発生時間を検証した。

検証方法として、目視確認では、亀裂の確認が難し

表-1　試験用ゴム配合

		耐オゾン配合	耐オゾンレス配合
配合※1 単位はphr	天然ゴム	100.0	100.0
	N330カーボン（HAF）	40.0	40.0
	ナフテンオイル	10.0	10.0
	老化防止剤TMDQ（RD）	1.5	-
	老化防止剤IPPD（3C）	1.5	-
	ワックス（サンタイト）	1.5	-
	酸化亜鉛	5.0	5.0
	ステアリン酸	1.0	-
	促進剤CBS（CZ）	1.5	1.5
	促進剤TMTD（TMT）	1.0	1.0
	イオウ	0.5	0.5
	合計	163.5	158.0
物性	硬さ（HA）	57	57
	引張強さ（Tb：MPa）	22.7	22.8
	伸び（Eb：%）	560	580

※1：配合は「合成ゴム基礎講座：大成社」を参考に処方

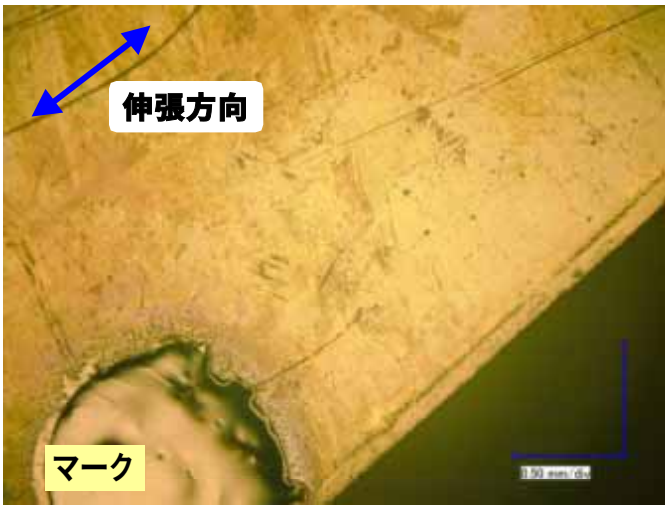

図-1　オゾン劣化試験（耐オゾン配合）

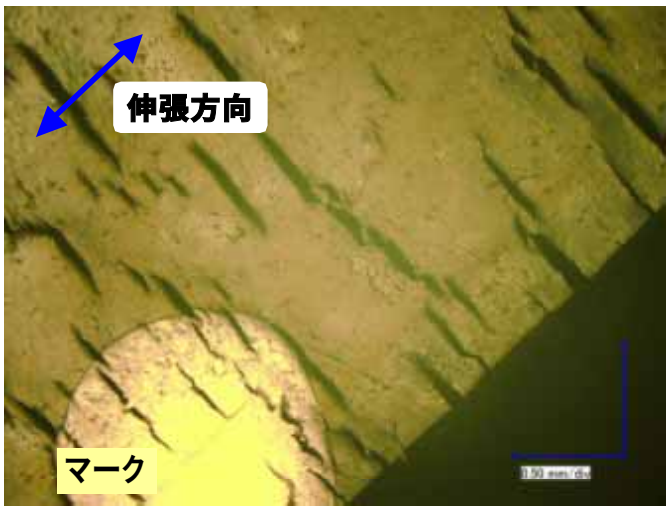

図-2　オゾン劣化試験（耐オゾンレス配合）

キーワード　ゴム支承、オゾン劣化、オゾンクラック
連絡先　〒307-0017　茨城県結城市若宮 8-43　㈱川金コアテック　技術研究所　TEL0296-21-2202

く、クラック発生時間の差異が確認できないため、100倍のマイクロスコープを用い、オゾンクラック発生時間を検証した。試験の結果を**図-4** および**表-2** に示す。

図-4 より、伸長率の上昇に伴いオゾンクラック発生時間が減少していくことが確認できる。なお、オゾンクラックの数は伸長率と共に増加した。

ゴム支承における被覆ゴム表面の伸長率は、ゴム支承せん断ひずみの大きさにより 0～50%程度と想定されており、せん断ひずみが大きくなるに従いオゾンクラックが大きく現れると考えられる。また、耐オゾン配合では、どの条件においても、オゾンクラックが確認出来なかった。

6．ゴム表面被膜の伸長に対する追随性の確認

耐オゾン配合のゴムシートを用いて、20%伸長を与えた状態で 48 時間放置し、ゴム表面に被膜を形成させた後 200%まで伸長して、ゴム表面被膜の伸長に対する追随性についての観察を行った。20%伸長時と 200%伸長時の被膜の状態を**図-5** に示す。その結果、形成された被膜の割れなどは、マイクロスコープでは確認出来なかった。この事象は、５項で実施した結果と同様に、オゾン劣化が少ないことの証明となった。

7．まとめ

□本研究で、伸長率が製品のオゾンクラックに対して、重要な因子の一つである事がわかった。また、伸長率とオゾンクラック発生時間には相関性があることがわかった。

□オゾンクラックによって物性低下が生じることがわかった。ただし、本試験はダンベル試験片による試験であるため、ゴム支承とした場合の性能への影響は、この限りではない。

□ゴム支承のせん断ひずみが大きくなると、オゾンクラックが大きく現れる可能性があることがわかった。

□ゴム表面被膜（老化防止剤による被膜）は、ゴムの伸長に追随し、被膜の割れは確認できなかった。

参考文献

1)木村都威著：合成ゴム基礎講座, 大成社, pp74, 1999.12

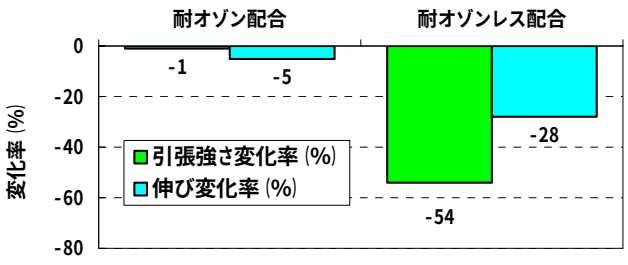

図-3　各材料のオゾン劣化試験後の物性変化

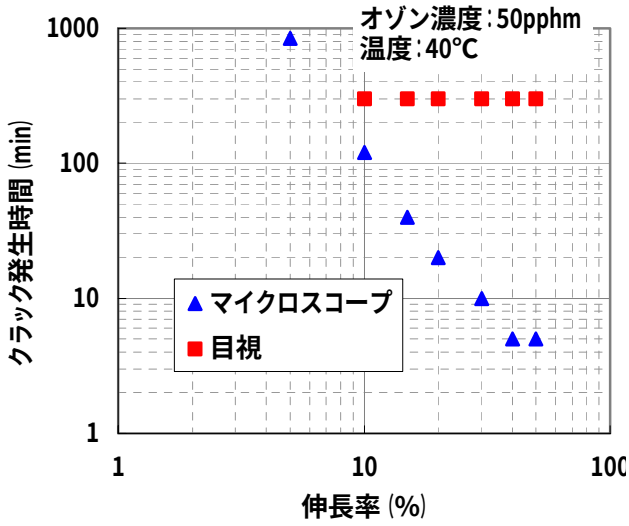

図-4　伸長率とオゾンクラック発生時間
(耐オゾンレス配合)

表-2　伸長率とオゾンクラック発生時間
(耐オゾンレス配合)

伸長率	マイクロスコープ確認 (100倍)	目視確認
50%	5min	300min
40%	5min	300min
30%	10min	300min
20%	20min	300min
15%	40min	300min
10%	120min	300min
5%	840min	-

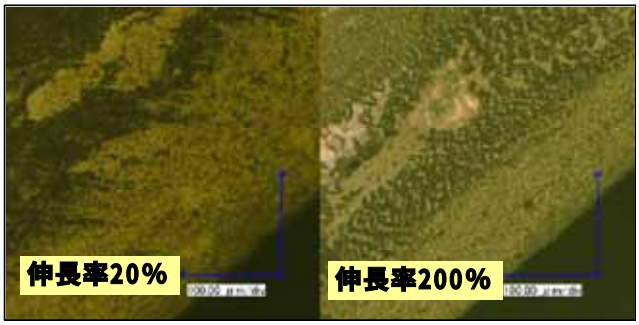

図-5　各伸長率の被膜状態 (耐オゾン配合)