

技術資料 (2023.4 改訂)

PBO FIBER **ZYLON**[®]
ザイロン[®]

TOYOBO

東洋紡エムシー株式会社

ザイロン®(PBO 繊維)技術資料 (2023)

目次

1. 繊維物性
2. 他素材との力学物性比較
3. 強度・弾性率の燃数による変化
4. クリープ特性
5. 熱的性質
 - 5.1 分解温度(TGA)
 - 5.2 一定温度下における重量減少挙動
 - 5.3 乾熱処理後の強度保持率
 - 5.4 湿熱処理後の強度保持率
 - 5.5 強度・弾性率の温度依存性
 - 5.6 熱収縮率
 - 5.7 燃焼試験(JIS L1091 A-4 垂直法)
 - 5.8 分解ガス成分
6. 耐光性
7. 化学安定性
 - 7.1 耐有機溶剤性
 - 7.2 耐酸性・耐アルカリ性
 - 7.3 耐塩水性
8. 平衡水分率
9. その他特性
 - 9.1 圧縮強度
 - 9.2 結節強度・ループ強度
 - 9.3 熱膨張係数
 - 9.4 比熱
 - 9.5 耐摩耗性

1. 繊維物性

ザイロン®(PBO 繊維)はパラアラミド繊維の約 2 倍の強度と弾性率を有するとともに、パラアラミド繊維より約 100°C高い分解温度と有機繊維中最高の 68 という限界酸素指数(LOI)を有するスーパー繊維です。

ザイロン®には AS タイプ(レギュラー系)と HM タイプ(高弾性率系)があり、弾性率、平衡水分率などが異なります。

	ZYLON®AS	ZYLON®HM
Filament decitex	1.7	1.7
Density (g/cm ³)	1.54	1.56
Tensile Strength (cN/dtex)	37	37
(GPa)	5.8	5.8
(kg/mm ²)	590	590
Tensile Modulus (cN/dtex)	1150	1720
(GPa)	180	270
(kg/mm ²)	18000	27000
Elongation at break(%)	3.5	2.5
Moisture regain(%)	2.0	0.6
Decomposition Temp.(°C)	650	650
LOI	68	68
Thermal expansion coefficient	-	-6x10 ⁻⁶

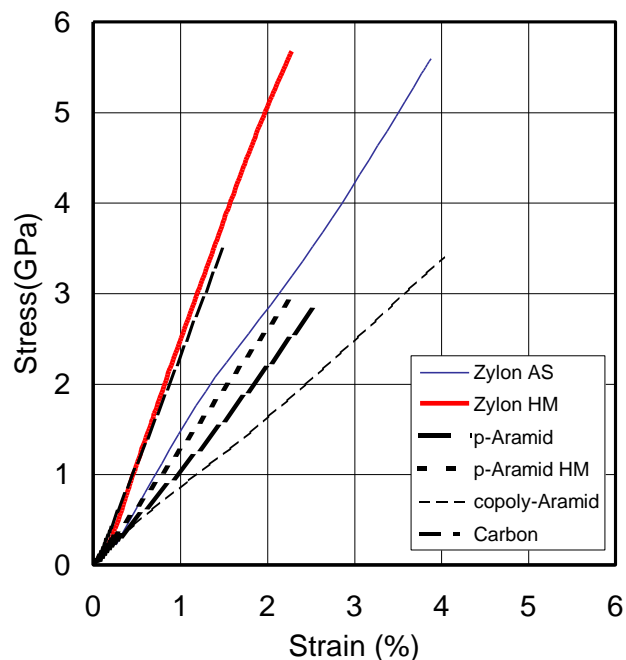
2. 他素材との力学特性比較

ザイロン® は、有機繊維中では最も高い強度と弾性率を示します。

	Tenacity		Modulus		Elonga- tion	Density	Moisture Regain	LOI	Heat Resistance*
	cN/dtex	GPa	cN/dtex	GPa	%	g/cm ³	%		°C
Zylon® AS	37	5.8	1150	180	3.5	1.54	2.0	68	650
Zylon® HM	37	5.8	1720	270	2.5	1.56	0.6	68	650
p-Aramid(HM)	19	2.8	850	109	2.4	1.45	4.5	29	550
m-Aramid	4.5	0.65	140	17	22	1.38	4.5	29	400
Steel Fiber	3.5	2.8	290	200	1.4	7.8	0		
HS-PE	35	3.5	1300	110	3.5	0.97	0	16.5	150
PBI	2.7	0.4	45	5.6	30	1.4	15	41	550
Polyester	8	1.1	125	15	25	1.38	0.4	17	260

*Melting or Decomposition Temperature

ザイロン®の S-S 曲線を他素材と比較しました。

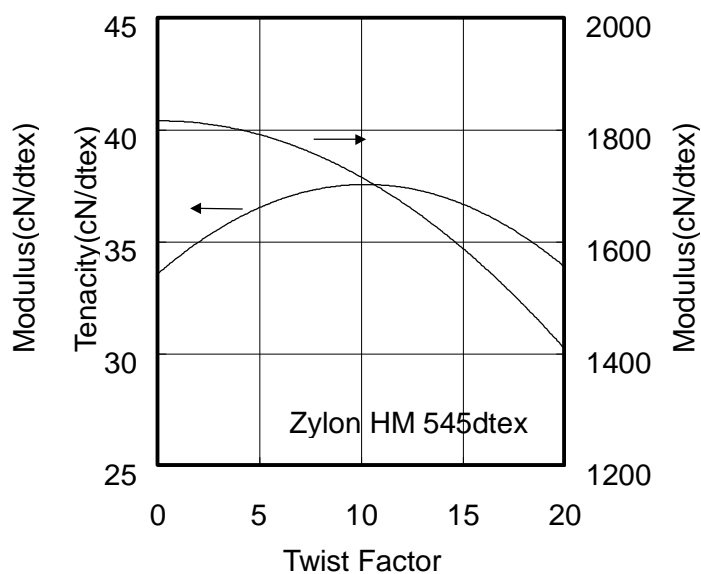
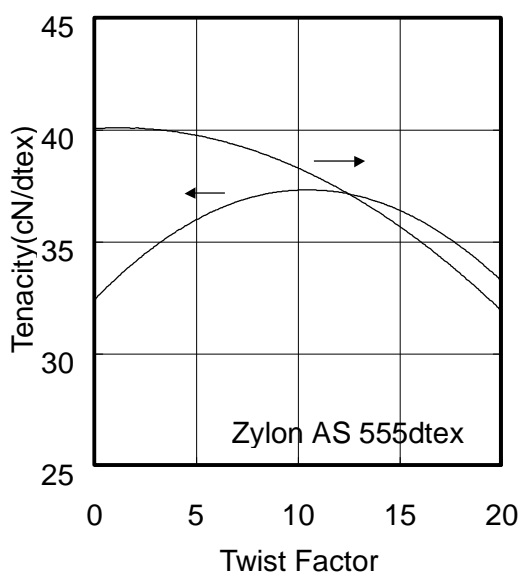


3. 強度・弾性率の撚数による変化

ザイロン®は、撚り無しで出荷されています。正しい強度を測定するためには、適切な撚りを加える必要が有ります。

図には、555dtex のザイロン®の撚り係数と強度・弾性率の関係を示しています。織度(dtex)が異なる繊維も、撚り係数を用いて計算することにより最適な撚り係数を推定することが出来ます。撚り係数は次式で計算しています。

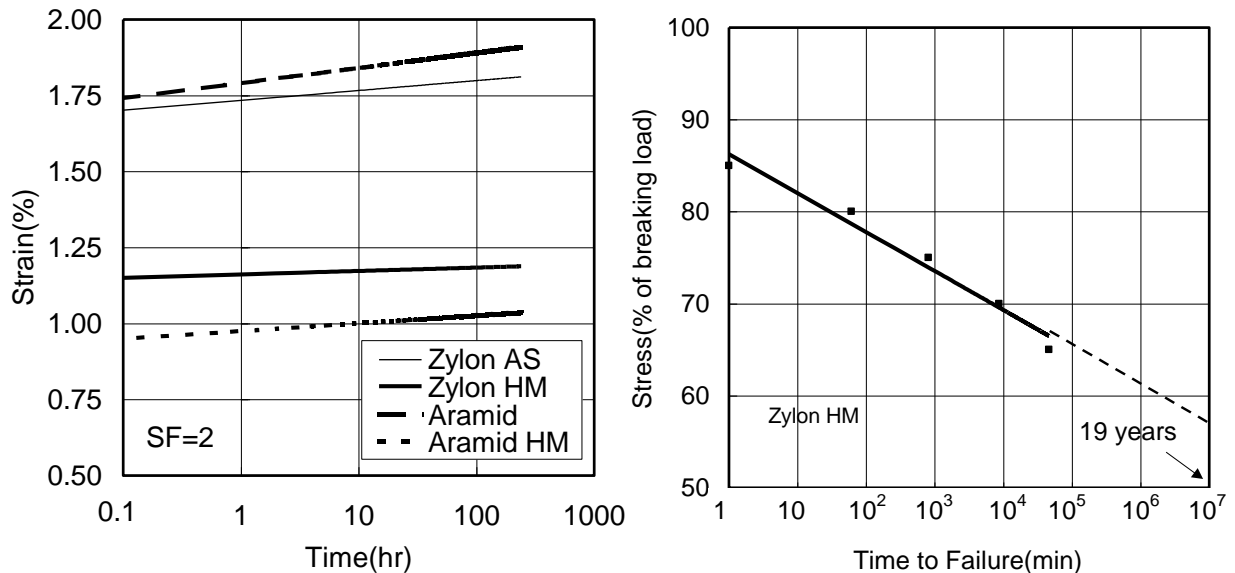
$$\text{撚り係数 (Twist Factor)} = 0.124 \times (\text{撚り数} / \text{インチ}) \times \sqrt{\text{dtex}}$$



4. クリープ特性

ザイロン®は非常に優れた耐クリープ特性を示します(ここで言うクリープとは長時間一定の荷重を加えると永久変形する性質のことです)。繊維に荷重をかけると、回復可能な初期伸びと、回復しない永久伸びが生じます。ザイロン® HM では、破断強度の 2 分の 1 の荷重 (Safety Factor; SF=2) を 100 時間加え続けた場合の永久伸びは、0.03% 以下です。

クリープパラメータ



クリープパラメータ(上左図の直線の傾き)をパラアラミド繊維と比較しました。ザイロン®はパラアラミド繊維の半分以下のクリープ伸びしか生じないことがわかります。

この測定は、各繊維の破断強度の 50% 荷重下で行われています。ザイロン®の破断強度はパラアラミド繊維の約 2 倍であるため、実際に加えられている荷重は約 2 倍であることに注目して下さい。

Creep parameter under 50% of breaking strength

Zylon AS	Zylon HM	p-Aramid	p-Aramid HM
3.2×10^{-4}	1.1×10^{-4}	5.0×10^{-4}	2.5×10^{-4}

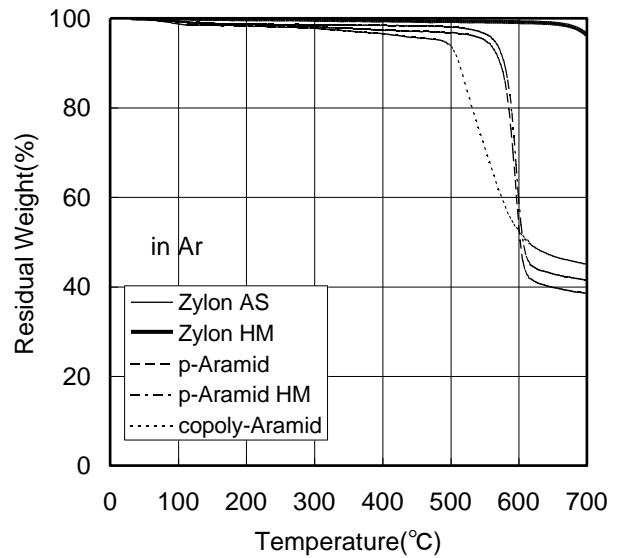
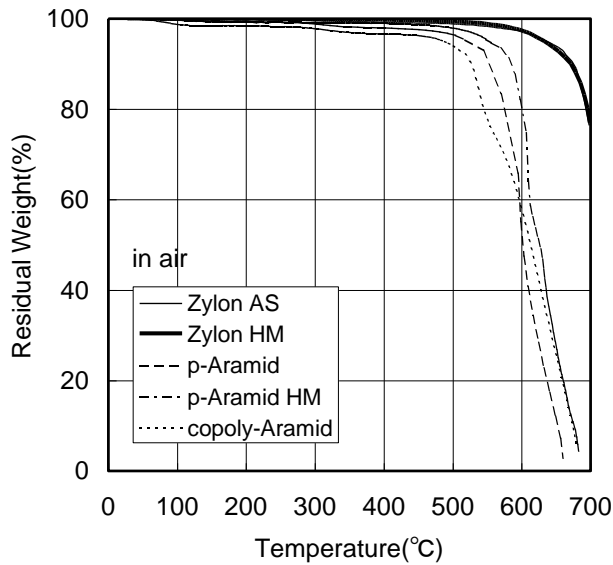
クリープ破断寿命

加えられた荷重とクリープ破断が生じる時間の関係を示します(ザイロン® HM; 上右図)。長時間側へ外挿することにより、破断寿命の目安が立ちます。例えば破断荷重 60% の荷重下では 10⁷ 分 (19 年) の破断寿命が推定されます。

5. 熱的性質

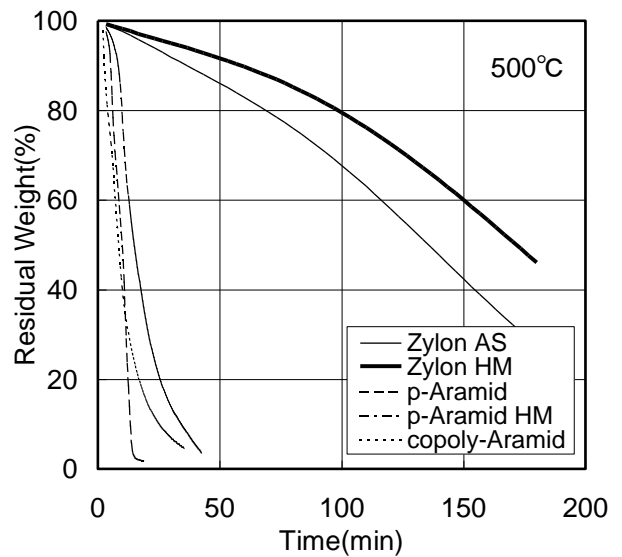
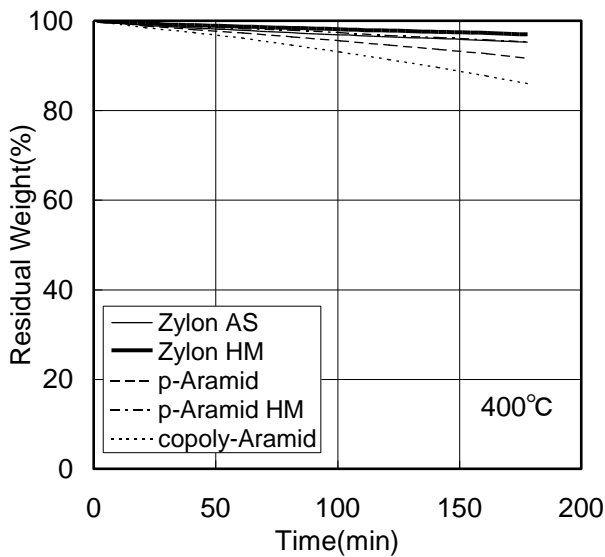
5.1 分解温度

ザイロン®はパラアラミド繊維よりも約 100°C 高い分解温度を示します。空気中およびアルゴンガス中で評価した重量減少曲線(20°C/分)を以下に示します。



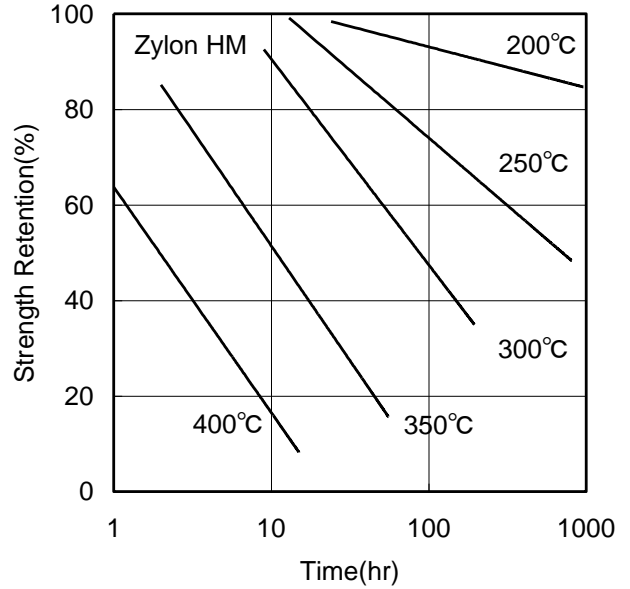
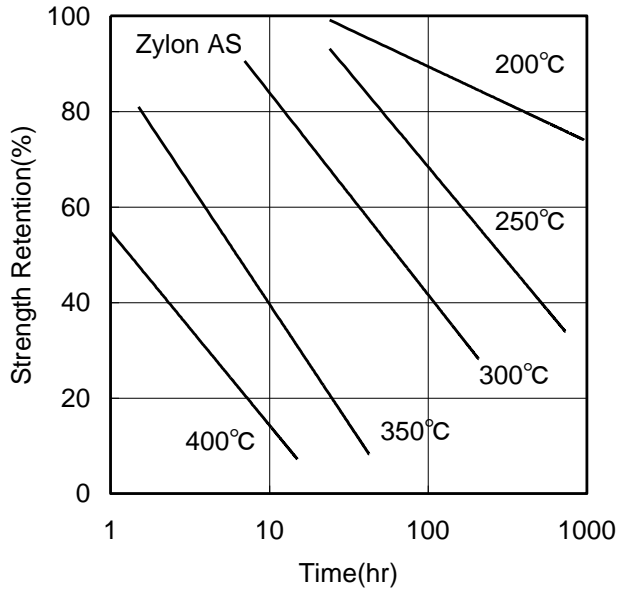
5.2 一定温度下における重量減少挙動

一定温度の条件下で、重量減少を測定しました。400°Cではザイロン®とパラアラミド繊維の間に大きな差は見られませんが、500°Cでは顕著な差が見られます。

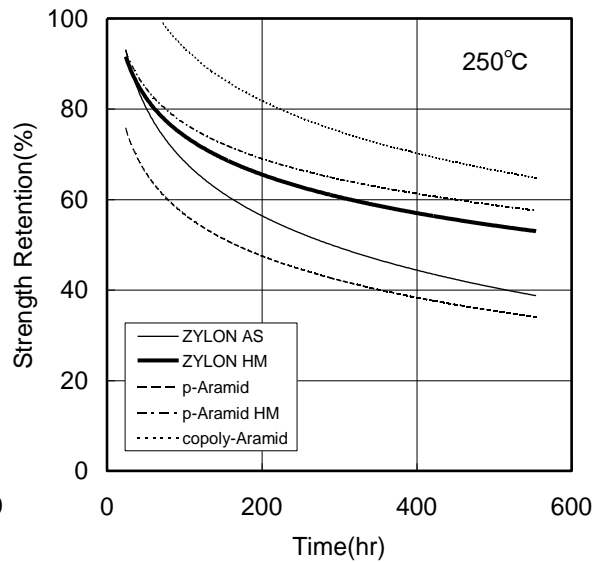
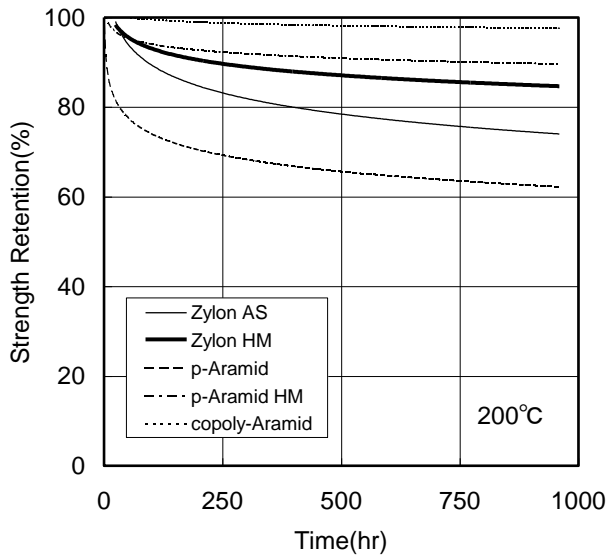


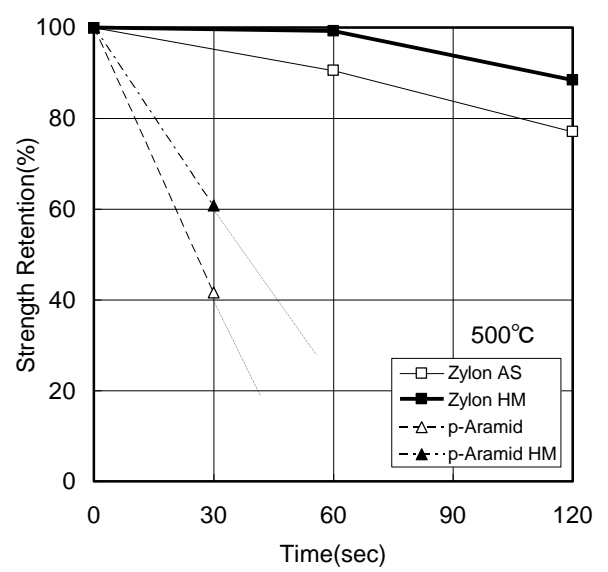
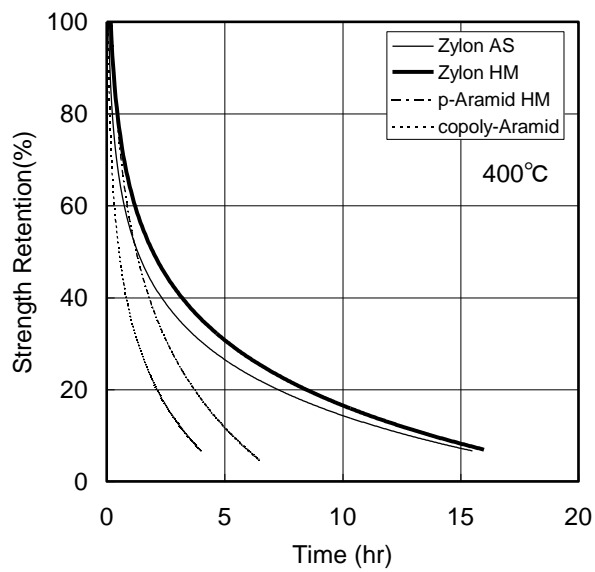
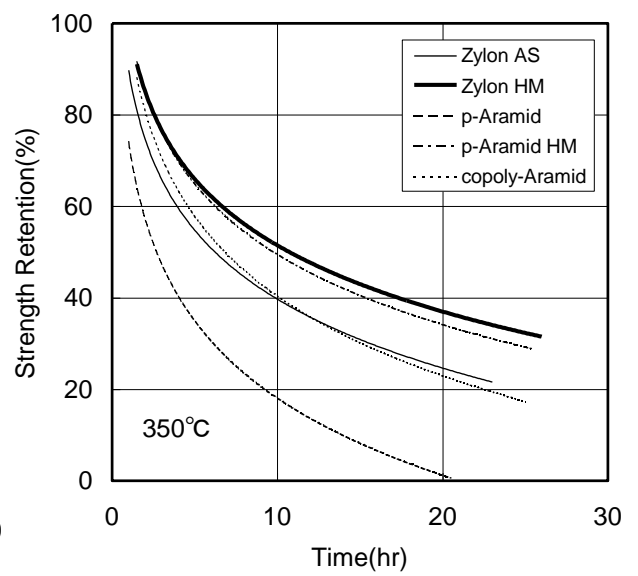
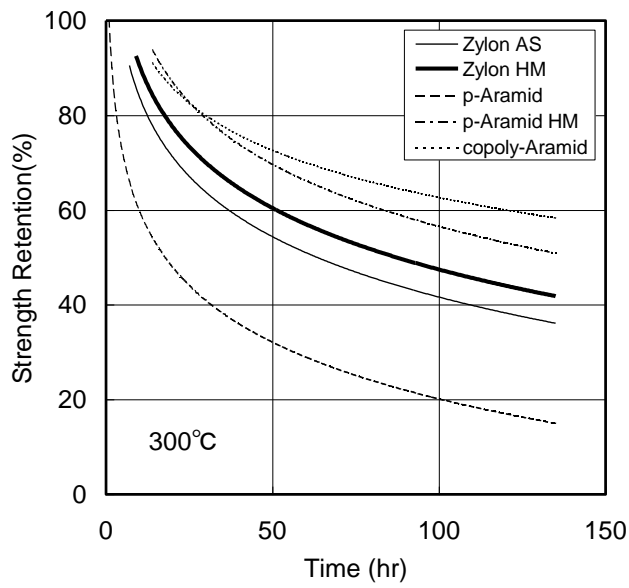
5.3 乾熱処理後の強度保持率

乾熱処理時間と処理後の繊維の強度保持率との関係を図に示します。ザイロン® HMはザイロン®ASよりもやや優れた耐熱性を示します。



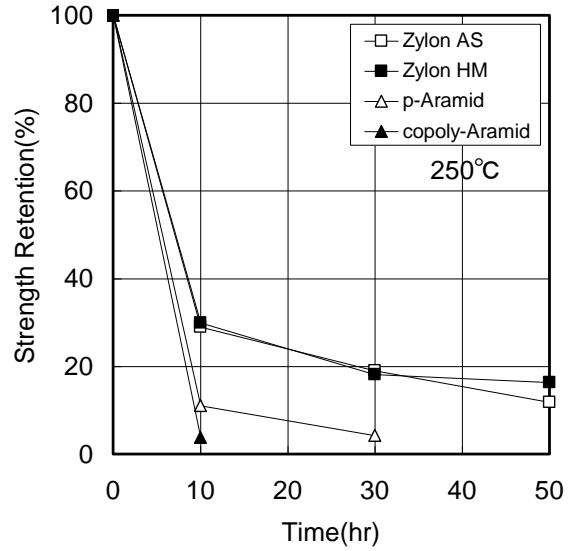
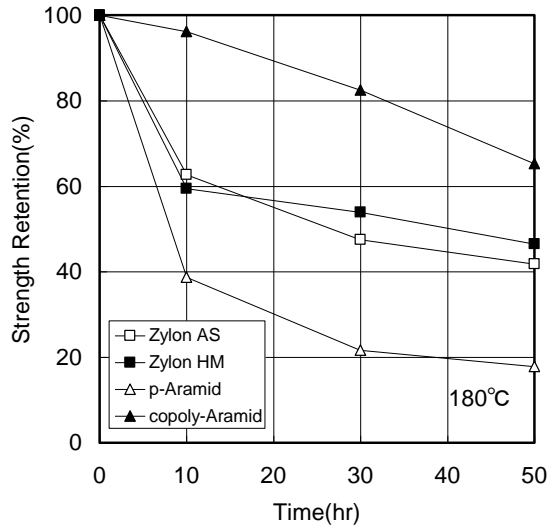
各温度における乾熱処理時間と強度保持率との関係を、パラアラミド繊維と比較しました。



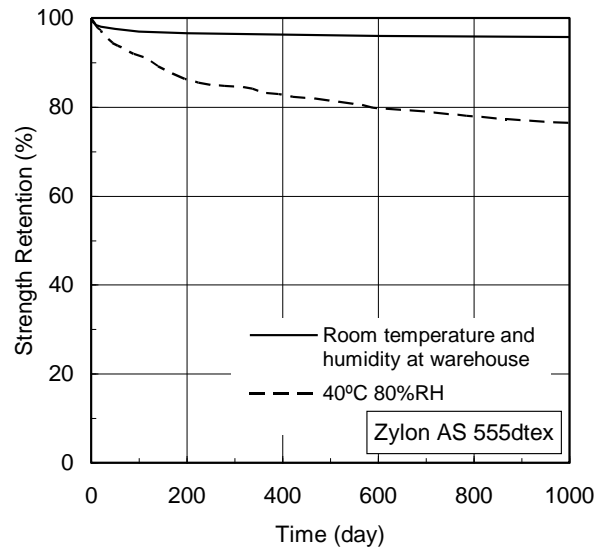
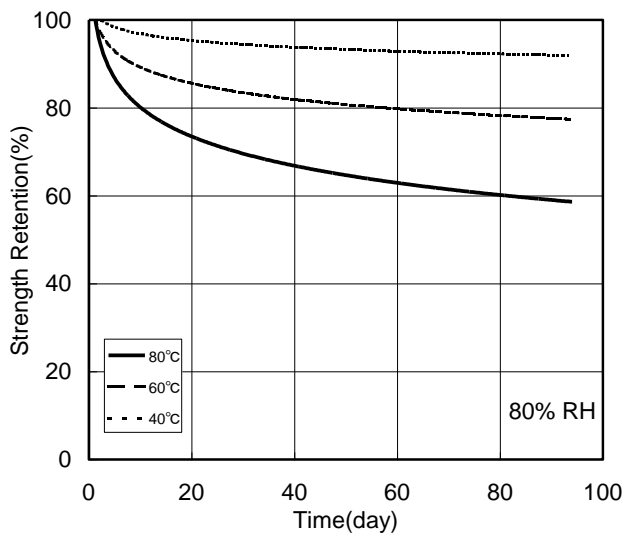


5.4 湿熱処理後の強度保持率

ザイロン®は高い耐熱性を示しますが、高温スチーム雰囲気下では強度が低下するので注意が必要です。180℃、50時間処理で強度保持率が40～50%となります。



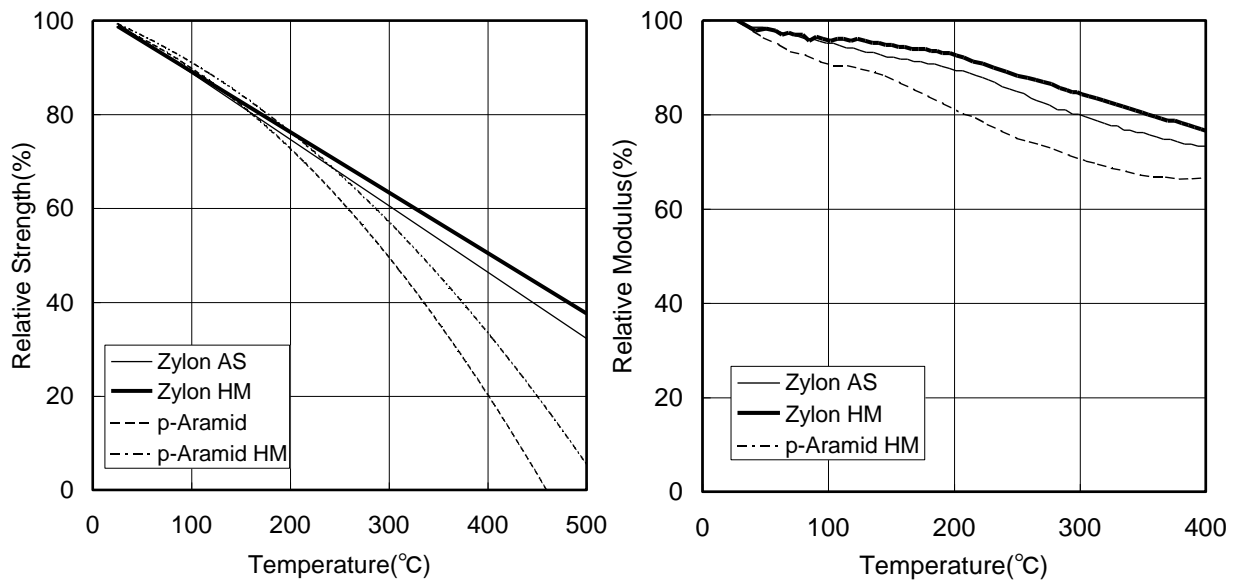
高湿度雰囲気下では、100℃以下の温度でも強度低下が起こります。高温多湿の場所は避けて保管して下さい。



5.5 強度・弾性率の温度依存性

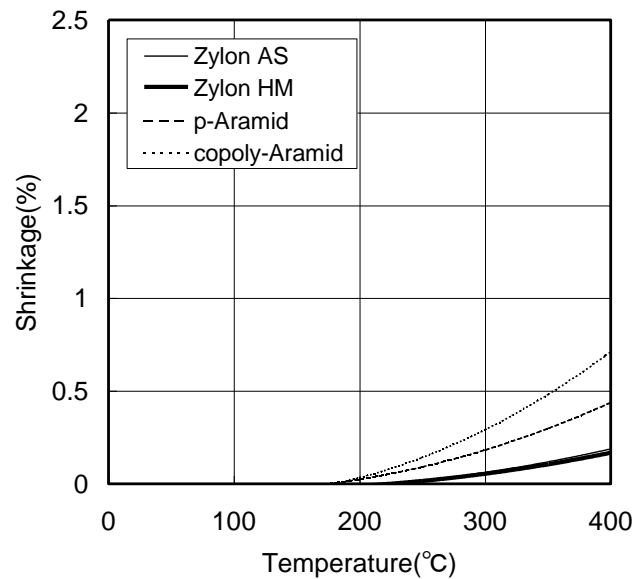
室温における強度を 100%とした時の、500°Cまでの高温における強度保持率を示しました(左下図)。ザイロン®の強度もパラアラミド繊維と同様に温度と共に低下しますが、500°Cにおいても 40%の強度保持率を示します。

動的粘弾性測定装置を用いて弾性率の温度依存性を測定し、強度と同様に室温での値を 100%とした相対値で示しました。右下図のようにザイロン®は 400°Cにおいても 75%の弾性率を保持しています。



5.6 熱収縮率

無荷重状態で30分間、乾熱処理した後の収縮率を示します。ザイロン®は、他の高強度繊維に比べ、小さい収縮率を示します。



5.7 燃焼試験(JIS L1091 A-4 垂直法)

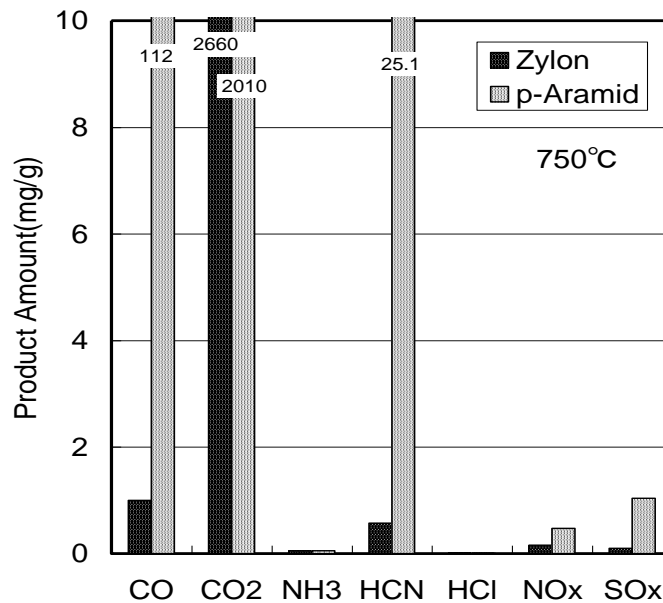
ザイロン®は非常に高い難燃性を示します。JISの燃焼試験においても、非常に小さい炭化長と残じん時間を示します。

	Zylon®		p-Aramid		m-Aramid	
	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
炭化長(cm)	<0.5	<0.5	3	2	6	6
残炎時間(sec)	0	0	0	0	0	0
残じん時間(sec)	1	1	16	16	2	2
LOI	68		29		29	

20番手紡績糸を使用した平織物による評価

5.8 分解ガス成分

ザイロン®には、燃焼時に発生する分解ガスに含まれる有毒成分(HCN、Nox、SOx)が、パラアラミド繊維に比べて非常に少ないという特長があります。



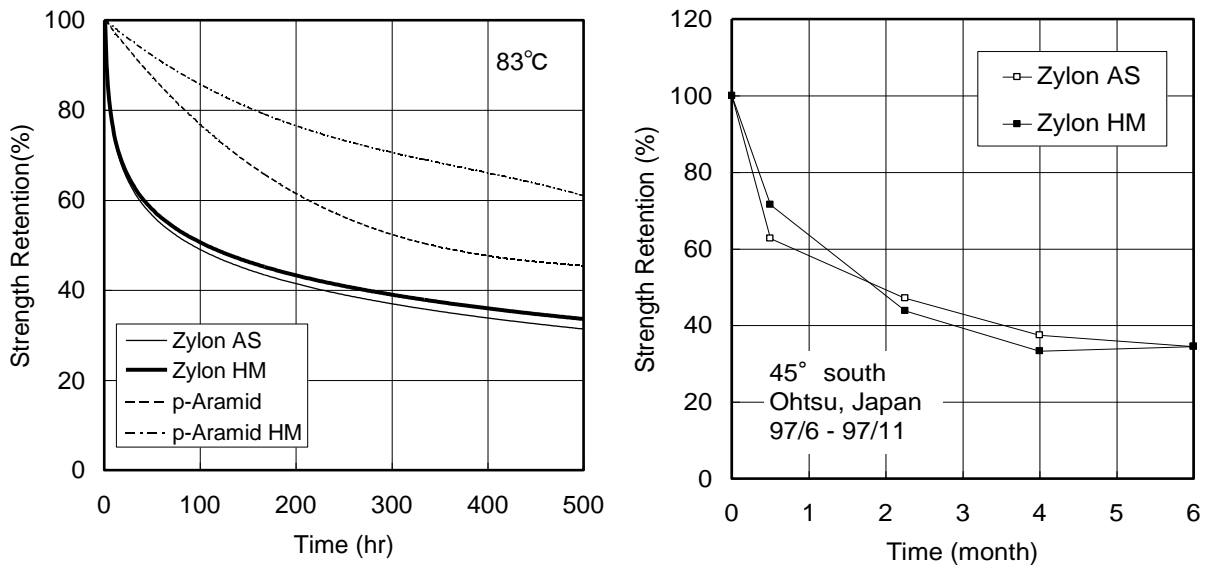
500°Cにおける分解ガス成分を表に示します(JIS K7217 準拠)。金属やガラスの製造工程において、フェルトなどのクッション材が 500°C以上に加熱されることがあります。ザイロン®は、そのような条件下でも有毒ガスの発生が少ないことがわかります。

	Temp.	CO	CO ₂	NH ₃	HCN	HCl	NOx	SOx
Zylon	500	6.9	35.8	0.35	1.48	<0.01	0.15	<0.01
	750	1>	2660	0.05>	0.57	<0.01	0.16	0.1
p-Aramid	500	107	1230	3.95	14.8	<0.01	1.00	1.40
	750	112	2010	0.05>	25.1	<0.01	0.47	1.04

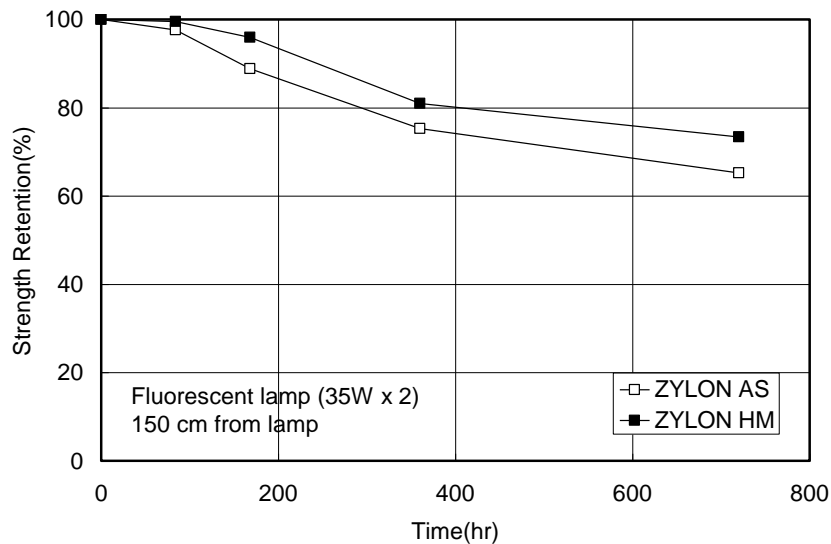
mg/g

6. 耐光性

ザイロン®は光に曝されると強度が低下します。キセノン耐候試験機での評価(左下図)では、ザイロン®は初期の強度低下が非常に大きく、屋外使用では遮光が必要です。右下図に示すように、屋外暴露試験では、6ヶ月後の強度保持率は約35%です。



ザイロン®は、紫外線のみならず可視光線に対する保護も必要です。下図は蛍光灯下での強度低下を示しています。



7. 化学安定性

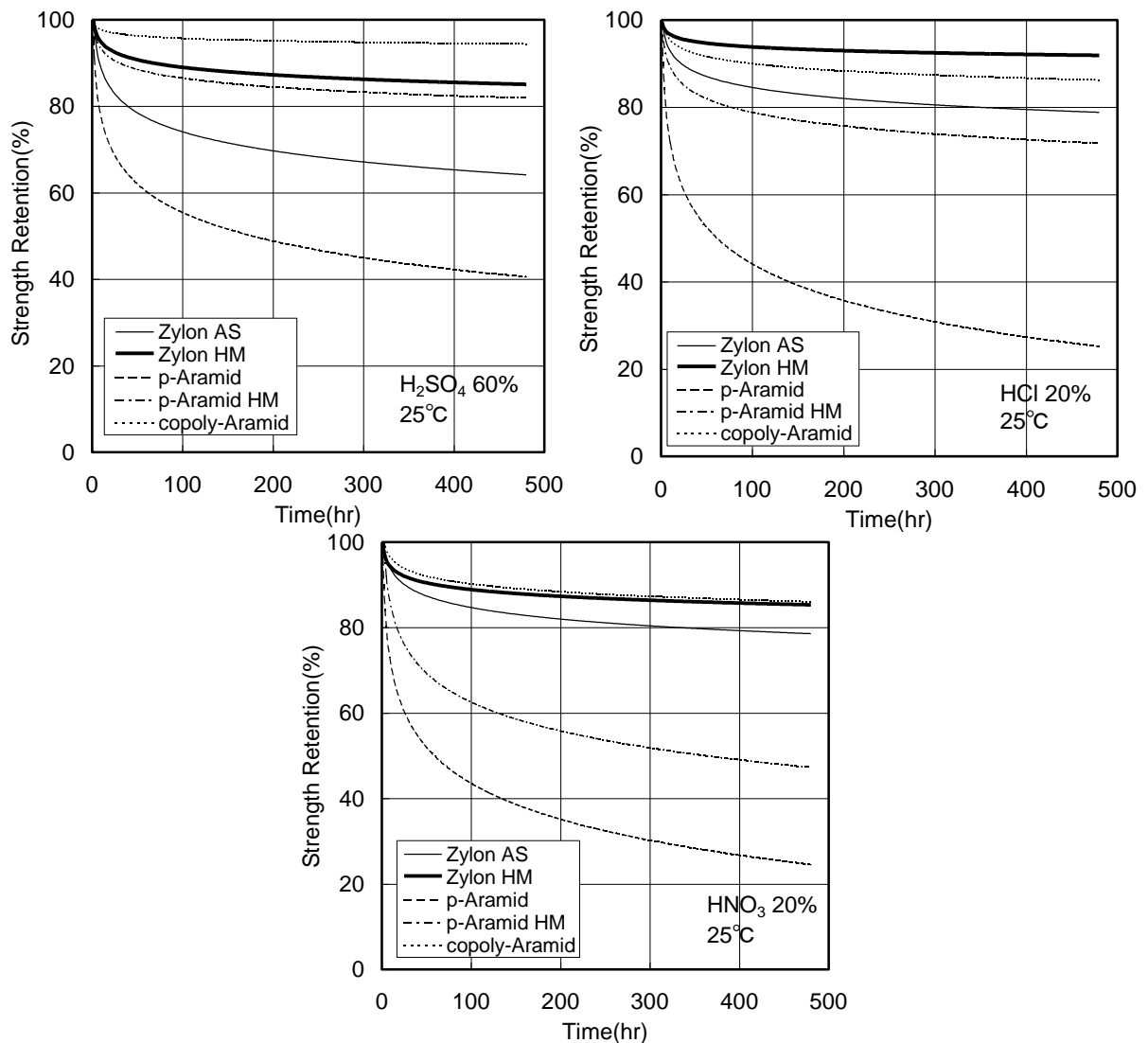
7.1 耐有機溶剤性

ザイロン®はほとんどの有機溶剤に対して強度の低下はありません。

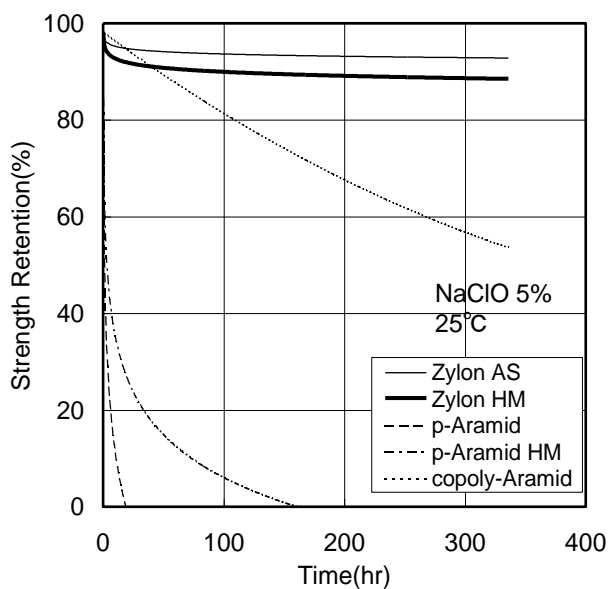
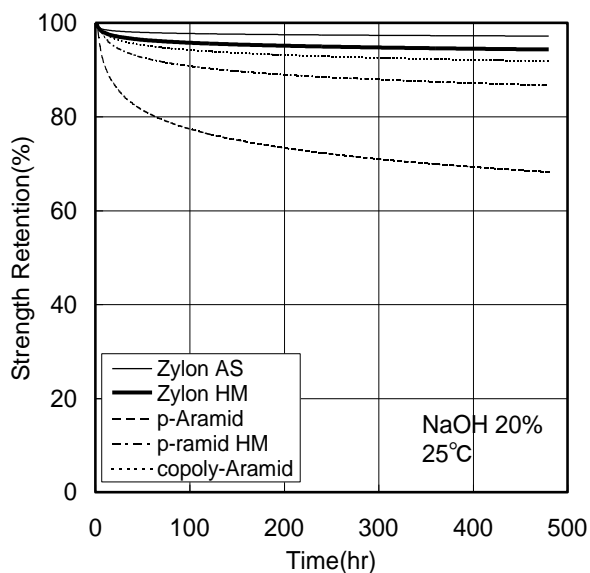
Chemicals	Strength retention(%) after immersion for 500 hrs at room temperature	
	Zylon AS	Zylon HM
Methylethylketone	100	99
Dimethylformamide	100	97
Methanol	100	99
Gasoline	100	95
Brake Fluid	100	96

7.2 耐酸性・アルカリ性

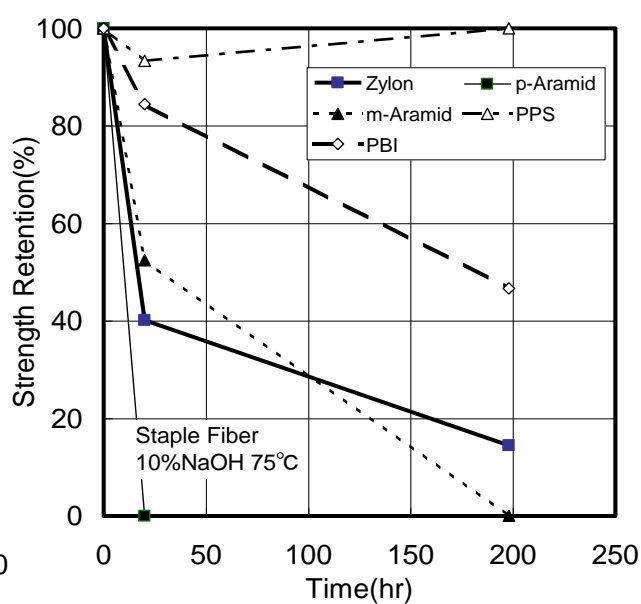
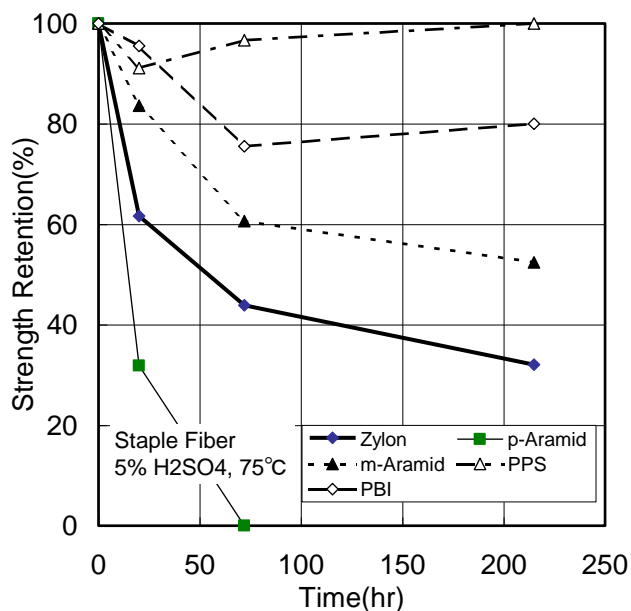
ザイロン®は濃硫酸に対して強度低下が起こります。しかし、パラアラミド繊維以上の耐酸性があります。



ザイロン®は室温でのアルカリに対して安定です。また次亜塩素酸ナトリウム水溶液(漂白剤)に対しても安定です。

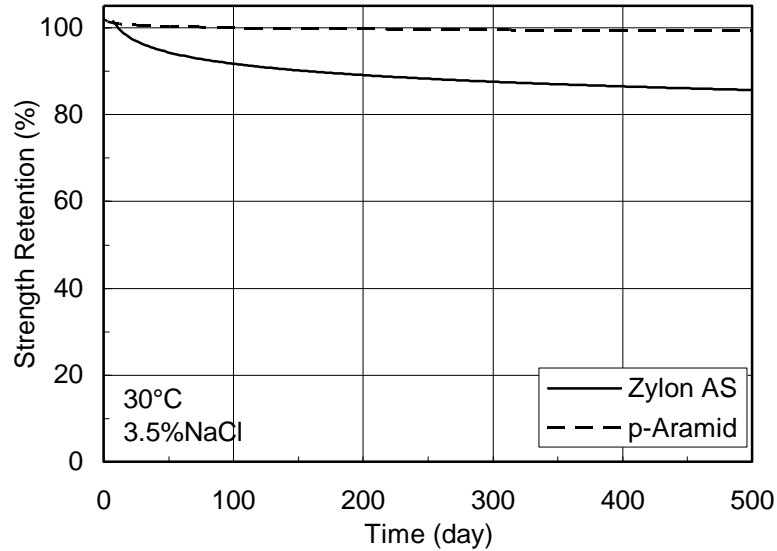


ただし、高温での酸・アルカリに対しては、強度低下を起こします。



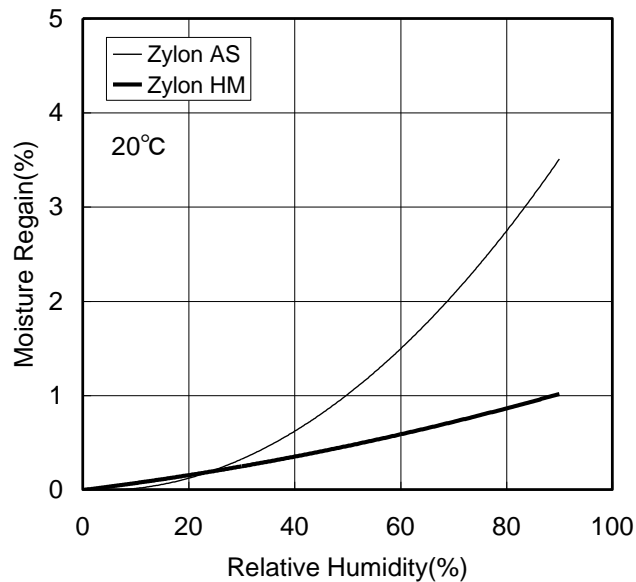
7.3 耐塩水性

ザイロン®は、塩水(疑似海水)に対する連続浸漬テストでは、下図の様な強度低下が見られません。



8. 平衡水分率

20°C、相対湿度 65%におけるザイロン®の平衡水分率は、ASで2.0%、HMで0.6%です。特にザイロン®HMの水分率は小さく、パラアラミド繊維と異なり脱吸湿による寸法変化がほとんど認められません。



9. その他特性

9.1 圧縮強度

パラアラミド繊維と同様に、ザイロン®の圧縮強度は引張強度と比較して非常に小さい値を示します。

Sample	Critical Strain	Tensile Modulus	Compressive Strength
	(%)	(GPa)	(GPa)
ZYLON AS	0.217	216	0.469
ZYLON HM	0.227	247	0.561
Aramid HM	0.633	118	0.749

(Bending Beam Method)

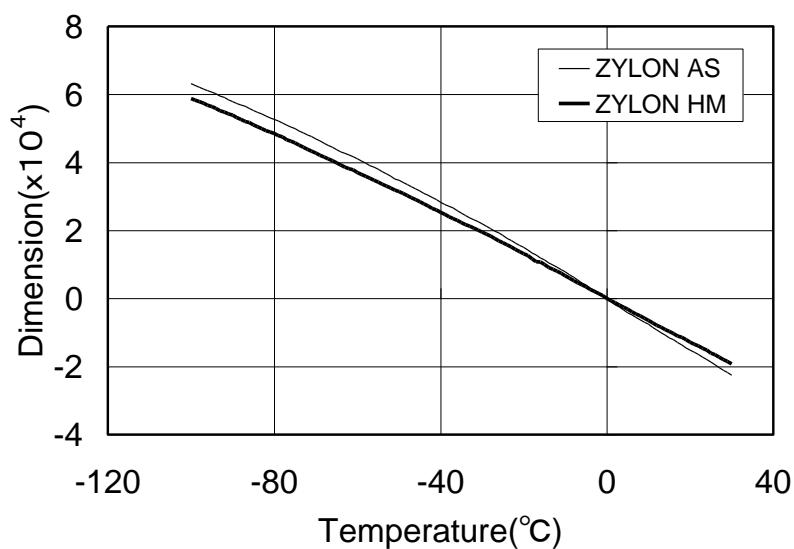
9.2 結節強度・ループ強度

ザイロン®の結節強度およびループ強度は引張強度の 30~40%で、パラアラミド繊維とほぼ同等です。

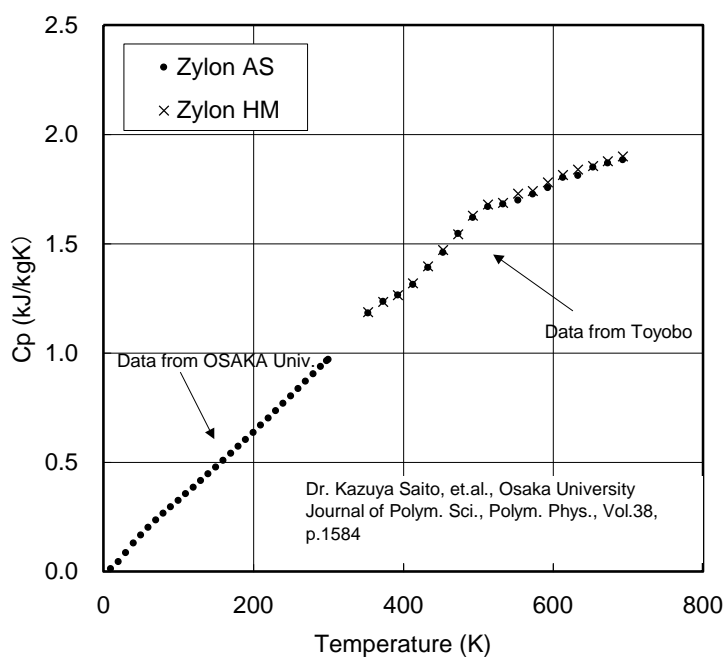
	Yarn dtex	Knot strength	Loop strength
		percentage(%) of tensile strength	
ZYLON AS	1110	32	45
ZYLON HM	1090	26	34

9.3 線膨張係数

ザイロン®は負膨張を示します。温度の上昇とともに繊維軸方向に収縮します。ザイロン®HM の線膨張係数は約-6 ppm/°Cです。

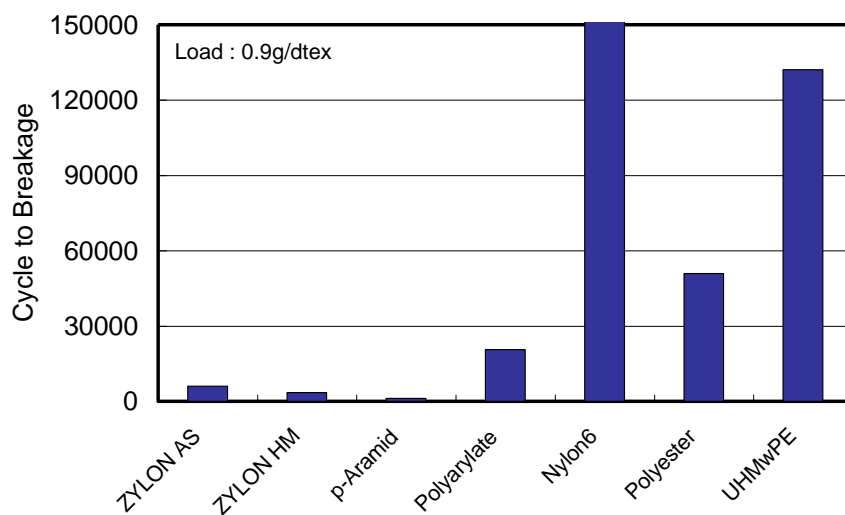


9.4 比熱



9.5 耐摩耗性

ザイロン®の繊維-金属間の耐摩耗性は同等荷重下でパラアラミド繊維よりも良好です。ナイロンやポリエチレン繊維との比較では劣ります。



<ご注意>

本資料は、作成日時点における弊社の正確で最新の情報を記載しておりますが、本資料を基にお客様各位でなされた行為の結果については、弊社は責任を負いかねることをご了承下さい。それぞれの用途に関して、お客様各位ご自身で適性について判断していただくようお願い申し上げます。本資料は予告なしに必要なに応じ改訂させていただくことがあります。

●保管上の注意：製品は光や高温・高湿にさらされない状態で保管して下さい。

ザイロンは東洋紡エムシー株式会社の登録商標です。

TOYOBO

東洋紡エムシー株式会社

東洋紡エムシー株式会社
高機能ファイバー営業セクション
ザイロン営業グループ
〒530-0001 大阪市北区梅田一丁目13番1号
大阪梅田ツインタワーズ・サウス
TEL.06-6348-3130
FAX.06-6348-3413
<https://www.toyobo-mc.jp/>

A3301K(2023.4)