

## 韓國신에츠실리콘

실리콘오일

KF96

性能試驗結果

### 目次

<b>1</b> 構造.....	1	<b>17</b> 圧力에 따른 影響.....	19
<b>2</b> 特長.....	2	<b>18</b> 剪断에 对한 抵抗性.....	20
<b>3</b> 一般特性.....	1	<b>19</b> 電氣特性.....	21
<b>4</b> 粘度.....	3	<b>20</b> 化学的安定性.....	23
<b>5</b> 比重.....	12	<b>21</b> 腐食性.....	23
<b>6</b> 比熱.....	14	<b>22</b> 溶解性.....	25
<b>7</b> 熱伝導率.....	14	<b>23</b> 離型性、非粘着性.....	26
<b>8</b> 屈折率.....	14	<b>24</b> 撥水性.....	26
<b>9</b> 揮發性.....	14	<b>25</b> 放射線에 의한 影響.....	27
<b>10</b> 引火点、自然発火点.....	14	<b>26</b> 가스溶解性.....	28
<b>11</b> 蒸氣压.....	15	<b>27</b> 生理作用.....	29
<b>12</b> 熱酸化安定性.....	16	<b>28</b> 除去方法.....	30
<b>13</b> 耐寒性.....	18	<b>29</b> 着色方法.....	31
<b>14</b> 表面張力.....	18	<b>30</b> 焼付方法.....	32
<b>15</b> 潤滑性.....	18	<b>31</b> 吸湿量、脱水処理法.....	33
<b>16</b> 音速.....	19		

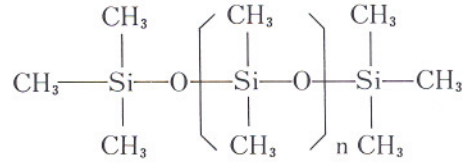
# 1 構造

KF96은 디메틸폴리실록산 構造를 가진 실리콘오일로, 天然에는 전혀 存在하지 않는 合成오일입니다.

右圖에서 나타내는 것과 같이 熱에 강한 유리나 石英과 같이 無機質의 실록산結合(Si-O-Si)과 有機質의 메틸기로 되어있어 一般의인 鉱油나 合成油에 比하여, 數 많은 特異한 性質을 갖고 있습니다.

粘度는 물같은 것부터 물엿狀의 것까지 多樣한 種類의 것이 있습니다.

KF96(디메틸폴리실록산)의 構造



# 3 一般特性

製品名	粘度 25°C mm <sup>2</sup> /s(cSt)	比重 25°C	揮発分 150°C/24時間 (%)	粘度温度係数 V. T. C	屈折率 25°C	流動点 (°C)	引火点 (°C)
KF96L-0.65	0.65 {0.65}	0.760	B.P100°C	0.31	1.375	-68	-1
KF96L-1	1.0 {1.0}	0.818	B.P153°C	0.37	1.382	-86	37
KF96L-1.5	1.5 {1.5}	0.852	B.P195°C	0.46	1.387	-76	64
KF96L-2	2.0 {2.0}	0.873	B.P230°C	0.48	1.391	-84	80
KF96L-5	5.0 {5.0}	0.915	B.P130°C/10mmHg	0.54	1.396	-60以下	90以上
KF96-10	10 {10}	0.935	30	0.55	1.399	-60以下	160以上
KF96-20	20 {20}	0.950	5.0以下	0.57	1.400	-60以下	240以上
KF96-30	30 {30}	0.955	1.5以下	0.58	1.401	-55以下	260以上
KF96-50	50 {50}	0.960	0.5以下	0.59	1.402	-50以下	300以上
KF96-100	100 {100}	0.965	0.5以下	0.59	1.403	-50以下	300以上
KF96-200	200 {200}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-300	300 {300}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-350	350 {350}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-500	500 {500}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-1,000	1,000 {1,000}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-3,000	3,000 {3,000}	0.970	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96-5,000	5,000 {5,000}	0.975	0.5以下	0.60	1.403	-50以下	315以上
KF96H-6,000	6,000 {6,000}	0.975	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-1万	1万 {1万}	0.975	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-12,500	12,500 {12,500}	0.975	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-3万	3万 {3万}	0.976	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-5万	5万 {5万}	0.976	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-6万	6万 {6万}	0.976	0.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-10万	10万 {10万}	0.977	1.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-30万	30万 {30万}	0.977	1.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-50万	50万 {50万}	0.978	1.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上
KF96H-100万	100万 {100万}	0.978	1.5以下	0.61	1.403	-50以下	315以上

※ 製品名의 하이픈 (-)뒤의 数字는 粘度를 나타냅니다.

## 2 特長

KF96은 一般的으로 下記의 特長이 있습니다.

- 1 無色透明하다.
- 2 粘度別로 多品種이다.
- 3 溫度에 의한 粘度變化가 작다.
- 4 蒸氣壓이 낮다.
- 5 引火點이 높다.
- 6 熱酸化安定性이 뛰어나다.
- 7 凝固點이 낮다.
- 8 表面張力이 작다.
- 9 獨特한 潤滑性을 갖고 있다.
- 10 壓縮率이 크다.
- 11 剪斷에 對한 抵抗이 크다.
- 12 電氣絶緣性이 뛰어나다.
- 13 化學的安定性이 뛰어나다.
- 14 腐食性이 없다.
- 15 다른 物質에 溶解하기 어렵다.
- 16 撥水性이 있다.
- 17 離型性이 있다.
- 18 消泡性이 있다.
- 19 光澤이 좋다.
- 20 溫度에 의한 容積變化가 크다.
- 21 生理的으로 不活性이다.

比熱 25°C (cal/g·°C)	熱傳導率 25°C W/n·°C {(cal/(cm·sec·°C))}	表面張力 25°C mN/m(dyne/cm)	膨脹率 25~150°C (cc/cc/°C)	※ 體積抵抗率 TΩ·m(Ω·cm)	※ 絶緣破壞의 強度: 2.5mm kV(kV/2.5mm)	※ 誘電率 50Hz	※ 誘電正接 50Hz
0.47	0.10 {2.4×10 <sup>-4</sup> }	15.9 {15.9}	0.00135	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	35.0以上 {35.0以上}	2.17	0.0001以下
0.47	0.10 {2.4×10 <sup>-4</sup> }	16.9 {16.9}	0.00129	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	35.0以上 {35.0以上}	2.28	0.0001以下
0.47	0.10 {2.5×10 <sup>-4</sup> }	17.7 {17.7}	0.00127	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	35.0以上 {35.0以上}	2.38	0.0001以下
0.42	0.11 {2.6×10 <sup>-4</sup> }	18.3 {18.3}	0.00124	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	35.0以上 {35.0以上}	2.42	0.0001以下
0.42	0.12 {2.8×10 <sup>-4</sup> }	19.7 {19.7}	0.00109	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	35.0以上 {35.0以上}	2.60	0.0001以下
0.40	0.14 {3.3×10 <sup>-4</sup> }	20.1 {20.1}	0.00106	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.65	0.0001以下
0.39	0.15 {3.5×10 <sup>-4</sup> }	20.8 {20.8}	0.00104	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.70	0.0001以下
0.38	0.15 {3.6×10 <sup>-4</sup> }	20.8 {20.8}	0.00099	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.71	0.0001以下
0.36	0.15 {3.7×10 <sup>-4</sup> }	20.8 {20.8}	0.00096	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.72	0.0001以下
0.36	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	20.9 {20.9}	0.00095	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.74	0.0001以下
0.36	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.1 {21.1}	0.00095	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.74	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.1 {21.1}	0.00095	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.75	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.1 {21.1}	0.00095	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.1 {21.1}	0.00095	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.2 {21.2}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	1以上 {1×10 <sup>14</sup> 以上}	50.0以上 {50.0以上}	2.76	0.0001以下
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	—	—	—	—
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	—	—	—	—
0.35	0.16 {3.8×10 <sup>-4</sup> }	21.3 {21.3}	0.00094	—	—	—	—

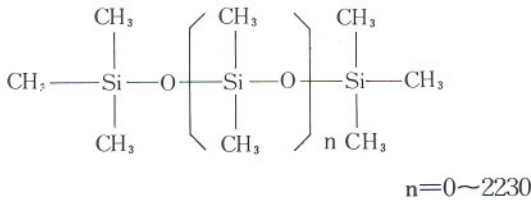
※ 電氣特性은 水分50ppm 以下인 時의 數值입니다.

(規格値는 아닙니다.)

## 4 粘度

### 1. 粘도와 分子량의 關係

KF96은 線狀 디메틸폴리실록산으로 末端에 트리메틸 시릴기를 가지며, 그 化學構造는 下圖와 같습니다. [ ] 內는 重合體의 基本單位로, n은 그 數를 나타냅니다. KF96의 粘度는 0.65cs(n=0)부터 100萬cs(n=2230)까지 多樣합니다.



디메틸폴리실록산의 粘도와 分子량의 關係는 다음 式으로 計算할 수 있습니다.

● Warrick의 式<sup>\*1</sup>

$$\log \eta^{P/40^\circ\text{C}} = 1.43 \log M - 5.54$$

但, 分子量M은 40,000以下,  $\eta^{P/40^\circ\text{C}}$ 는 40°C에 있어서의 粘度(포이즈)

● A. J. Barry의 式<sup>\*2</sup>

$$\log \eta^{P/25^\circ\text{C}} = 1.00 + 0.0123M^{0.5}$$

但, 分子量M은 2,500以上,  $\eta^{P/25^\circ\text{C}}$ 는 25°C에 있어서의 粘度(센티스톡스)

● A. Kolorlov 등의 式<sup>\*3</sup>

$$[\eta]_{25^\circ\text{C}} = 2.15 \times 10^{-4} M^{0.65}$$

但, 14,000,000 > M > 2,100  
 $[\eta]$ 는 固有粘度를 나타낸다.

圖-1에 KF96의 粘도와 分子량의 關係를 나타냅니다. 計算에는, 100cs以上은 Barry의 式, 100cs以下는 Warrick의 式을 使用했습니다. 또한, 重合度P는 디메틸폴리실록산의 基本單位의 分子량이 74이기 때문에, 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$P = M/74$$

参考文献:

- ※1 J. Amer. Chem. Soc. 77. 5017(1955)
- ※2 J. Appl. Physics. 17. 1020(1946)
- ※3 Doklady Akad. Nauk. U. S. S. R. 89 65(1953)
- ※4 中牟田, 日化, 77 588(1956)

### 2. 디메틸폴리실록산의 希薄溶液粘度로부터 油의 粘度를 求하는 方法

이 方法은, 샘플의 量이 相當히 작아도 油의 粘度를 알 수 있으므로 便利합니다.

우선, 1g/100ml濃度의 디메틸폴리실록산의 톨루엔 溶液을 調整하여, 比粘度  $\eta_{sp}(25^\circ\text{C})$ 를 求합니다.

$$\eta_{sp} = (\eta / \eta_0) - 1 \dots\dots\dots (1)$$

但,  $\eta_0$ : 톨루엔의 粘度  
 $\eta$ : 溶液의 粘度

다음에  $\eta_{sp}$ 를 Huggins의 關係式에 代入하여, 固有粘度 $[\eta]$ 를 求합니다.

$$\eta_{sp} = [\eta] + K'[\eta]^2 \dots\dots\dots (2)$$

但,  $K'$ : Huggins의 定數  
 $K' = 0.3([\eta] = 1 \sim 3 \text{인때 適応})^{*4}$

다음에,  $[\eta]$ 를 前記의 A. Kolorlov 등의 式에 代入하여, 分子量을 求합니다.

$$[\eta] = 0.215 \times 10^{-4} M^{0.65} \dots\dots\dots (3)$$

最後로, M을 A. J. Barry의 式에 代入하여, 油의 粘度를 求합니다.

$$\log \eta = 1.00 + 0.0123M^{0.5} \dots\dots\dots (4)$$

圖-2는 上記關係式으로 求한 KF96의 比粘도와 真粘度의 關係입니다.

図-1 KF96の 粘度・分子量・重合度の 関係

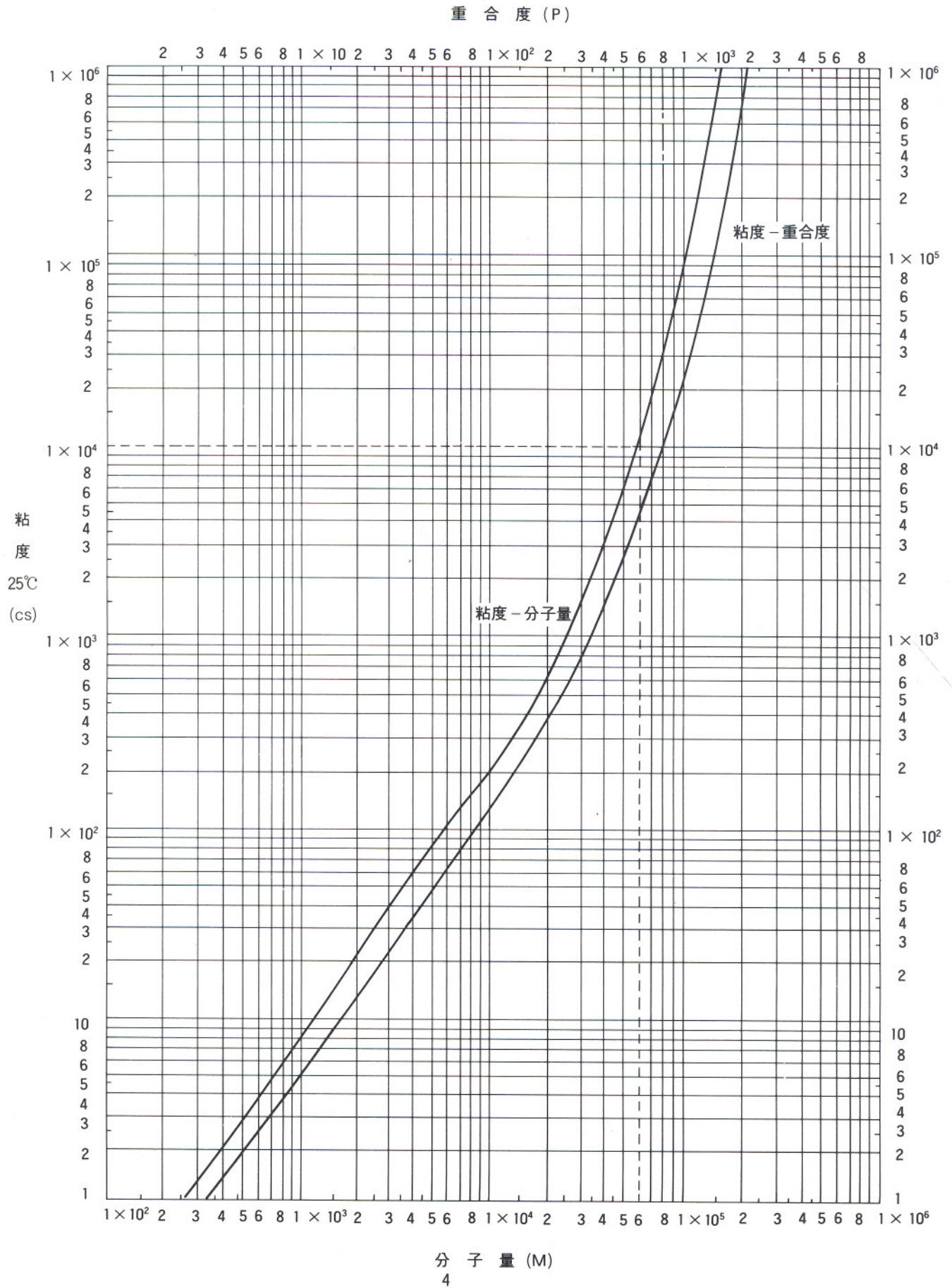
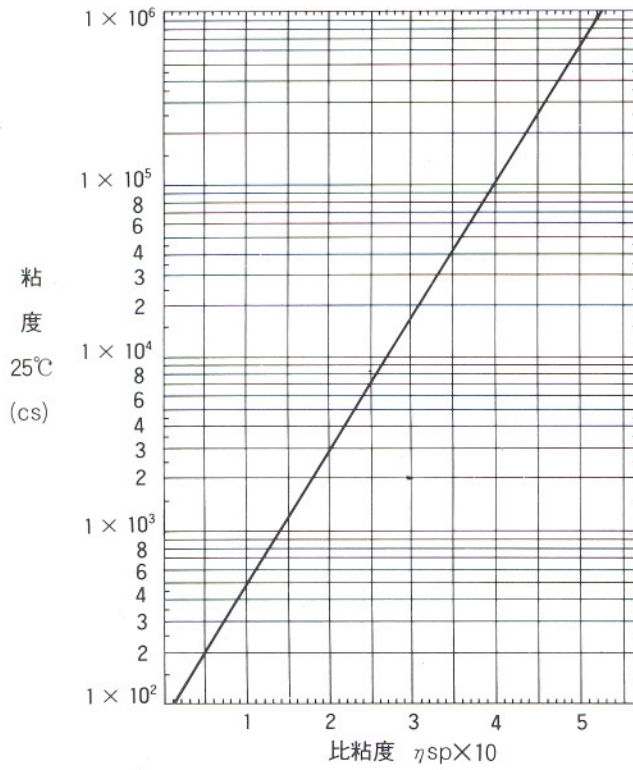


圖-2 比粘도와 粘度的 關係



### 3. 温度와 粘度

KF96의 큰 特長의 하나는 温度에 따른 粘度變化가 작다고 하는 点입니다. 粘度變化는 10cs以下의 低粘度 品을 除外하면, 一般의인 鉱油나 合成油, 그 밖의 실리 콘 오일보다 작습니다. 따라서, 航空機, 自動車, 鐵道車 兩 等의 計器油로서 幅넓게 使用되고 있습니다.

실리콘오일의 温度에 따른 粘度變化의 指標로서 粘度 温度係數(V.T.C)\*가 있습니다. 이 V.T.C가 작을수록, 粘度變化는 작아집니다.

※ V.T.C Viscosity Temperature Coefficient의 略 液体의 温度에 따른 粘度變化를 나타내는 指標로 다 음式으로 求한다.

$$V.T.C = 1 - \frac{210^{\circ}F(98.9^{\circ}C) \text{의 動粘度}}{100^{\circ}F(37.8^{\circ}C) \text{의 動粘度}}$$

#### ●測定方法

ASTM D 445-46T(JIS Z 8803도 可)에 의한 恩베로 데 粘度計로 測定했다. 但, KF96-1,000cs의 0°C以下의 測定에는, 落下球粘度計(JIS Z 8803)를 使用.

#### ●測定結果

① 디메틸실리콘오일 KF96과 메틸페닐실리콘오일 KF50, KF54와의 比較.

表-1, 圖-3: -60~+250°C에 걸쳐 測定한 動粘度의 結果.

表-2, 圖-4-1: 25°C의 粘度를 基準으로 한 粘度變 化率.

圖-4-2: 使用頻度가 높은 0~50°C의 部分(圖-4-1) 를 擴大한 것.

② 디메틸실리콘오일 KF96과 鉱油와의 比較.

表-3, 圖-5: -30~+100°C에 걸쳐 測定한 動粘度의 結果.

表-4, 圖-6: 粘度變化率.

디메틸폴리실록산인 KF96은 粘度變化가 가장 작다. 또한 低粘度의 것일수록 그 變化가 작습니다. 그러나 디 메틸실록산과 디페닐실록산과의 共重合物인 KF50 및 KF54는 페닐基의 影響에 따라 粘度變化는 커져 特히 페 닐의 含有率이 많은 KF54는 粘度變化가 顯著하게 커져 石油系 오일에 가까운 變化를 나타냅니다.

또한, 디메틸실리콘오일과 石油系 오일과의 比較에서 는, 디메틸실리콘오일은 温度에 따른 粘度變化가 작은 것을 알 수 있습니다.

圖-4를 利用하면 信越실리콘오일의 表示粘度로 부터 任意의 温度에 있어서의 粘度를 容易하게 推定할 수 있 습니다.

表-1 各温度에 있어서의 動粘度(CS)

製品名	温度(°C)													
	-60	-55	-50	-45	-35	-25	0	25	50	100	150	200	250	
KF96-20cs	-	-	-	-	66.4*	-	32.8	20.0	13.0	6.70	-	-	-	
KF96-50cs	-	586	437	327	220	164	88.0	50.0	32.5	15.9	9.13	5.81	-	
KF96-100cs	-	1,223	909	700	480	324	171	100	64.6	31.3	17.9	11.4	-	
KF96-350cs	-	4,570	3,350	2,530	1,700	1,190	598	350	22.0	107	59.1	37.1	-	
KF96-1,000cs	-	16,100	10,000	7,530	4,860	3,400	1,720	1,000	633	302	165	104	-	
KF96H-10,000cs	-	-	97,200	75,200	48,700	34,100	17,500	10,000	6,370	3,020	1,700	1,030	-	
KF50-100cs	2,340	-	1,400	-	-	435	181	100	60.8	27.7	15.1	9.30	6.11	
KF50-1,000cs	24,000	-	14,500	-	-	4,380	1,830	1,000	600	270	146	88.1	5.65	
KF54	-	-	-	-	50,400*	24,800	1,770	450	167	46.3	20.0	10.9	6.56	

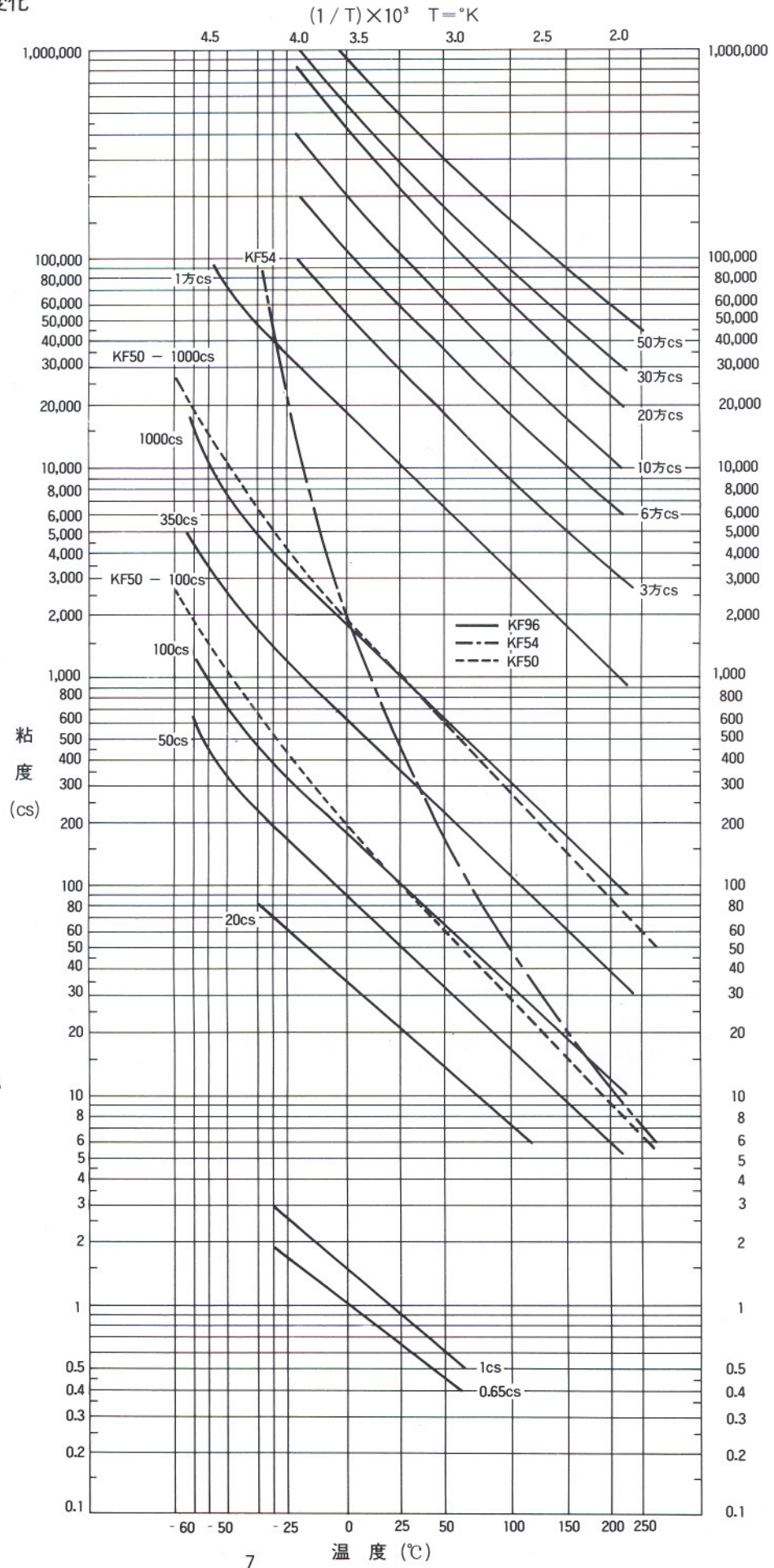
※ 測定温度 -30°C

表-2 温度에 따른 粘度变化

製品名	温度(°C)													
	-60	-55	-50	-45	-35	-25	0	25	50	100	150	200	250	
KF96-20cs	-	-	-	-	3.32*	-	1.65	1.00	0.653	0.335	-	-	-	
KF96-50cs	-	11.7	8.75	6.54	4.82	3.28	1.76	1.00	0.649	0.318	0.183	0.116	-	
KF96-100cs	-	12.2	9.09	7.24	4.80	3.24	1.71	1.00	0.646	0.313	0.179	0.114	-	
KF96-350cs	-	13.1	9.57	7.23	4.88	3.41	1.71	1.00	0.633	0.306	0.169	0.106	-	
KF96-1,000cs	-	16.1	9.58	7.53	4.86	3.40	1.72	1.00	0.633	0.302	0.165	0.104	-	
KF96H-10,000cs	-	-	9.72	7.52	4.87	3.41	1.75	1.00	0.637	0.302	0.170	0.103	-	
KF50-100cs	23.4	-	14.0	-	-	4.35	1.81	1.00	0.608	0.277	0.151	0.0935	0.0611	
KF50-1,000cs	24.0	-	15.0	-	-	4.38	1.83	1.00	0.601	0.270	0.146	0.088	0.0565	
KF54	-	-	-	-	112*	55.0	3.93	1.00	0.372	0.103	0.0446	0.0241	0.0146	

※ 測定温度 -30°C

圖-3 실리콘오일의 温度-粘度变化



計算式

$$\log \eta' = \frac{763.1}{273+t} - 2.559 + \log \eta^{25}$$

$\eta'$  : t°C에 있어서의 動粘度 (cs)

t : -25~250°C



图-4-1 温度에 따른 粘度变化

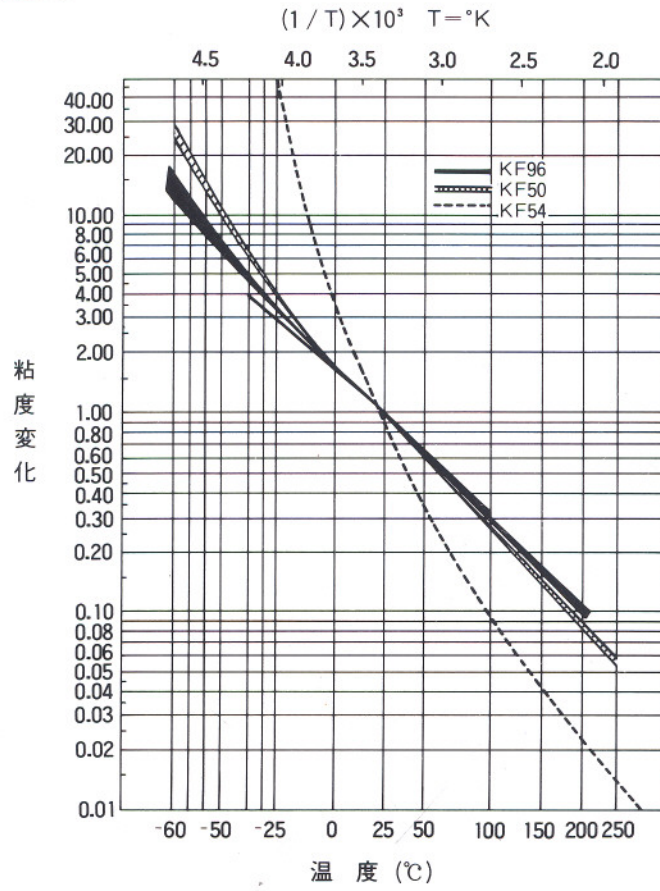


图-4-2 温度에 따른 粘度变化(0°C~50°C)

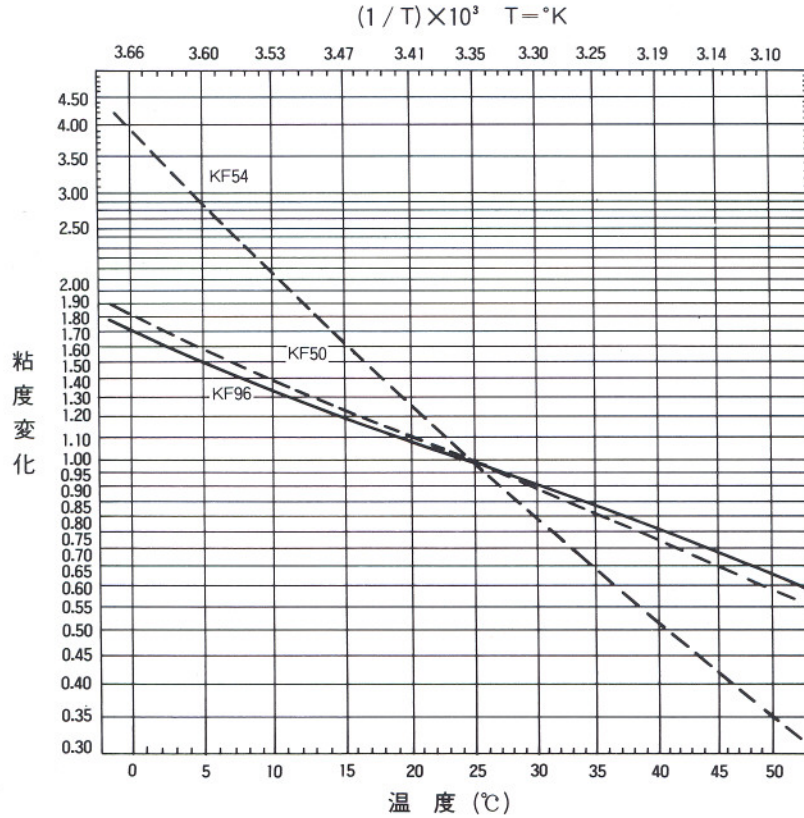


表-3 各種 오일의 各温度에 있어서의 動粘度(cs)

오일名 \ 温度(°C)	-30	0	25	50	70	100
KF96-20cs	70.4	34.8	21.2	13.7	10.3	7.10
緩衝機油	3,880	136	29.3	10.6	5.95	3.19
댐퍼油	521	48.8	14.9	6.38	3.90	2.14
스핀들油	860	53.6	16.1	6.59	3.79	2.27

表-4 各種 오일의 温度에 따른 粘度变化率

오일名 \ 温度(°C)	-30	0	25	50	70	100
KF96-20cs	3.32	1.65	1.00	0.653	0.486	0.335
緩衝機油	132	4.64	1.00	0.362	0.203	0.109
댐퍼油	35.0	3.27	1.00	0.428	0.262	0.134
스핀들油	53.4	3.33	1.00	0.410	0.235	0.141

圖-5 各種 오일의 温度에 따른 粘度变化

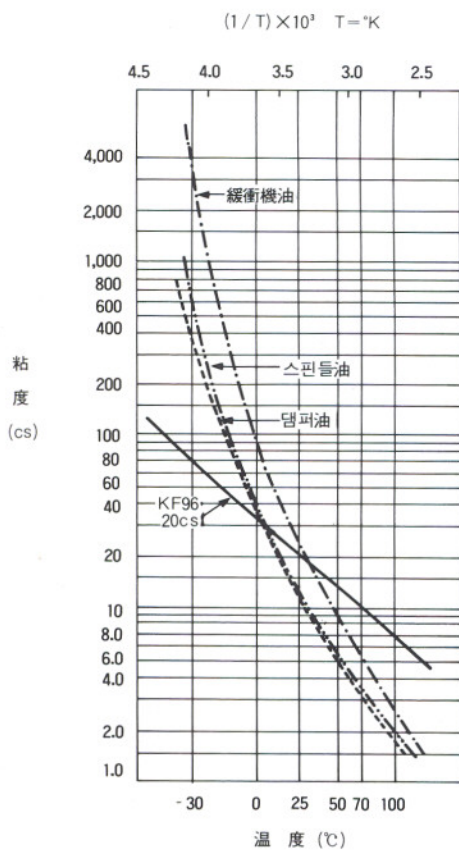
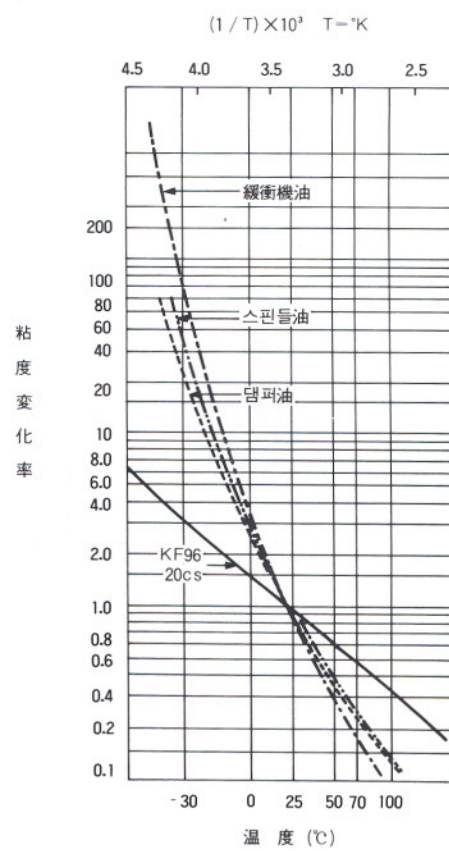


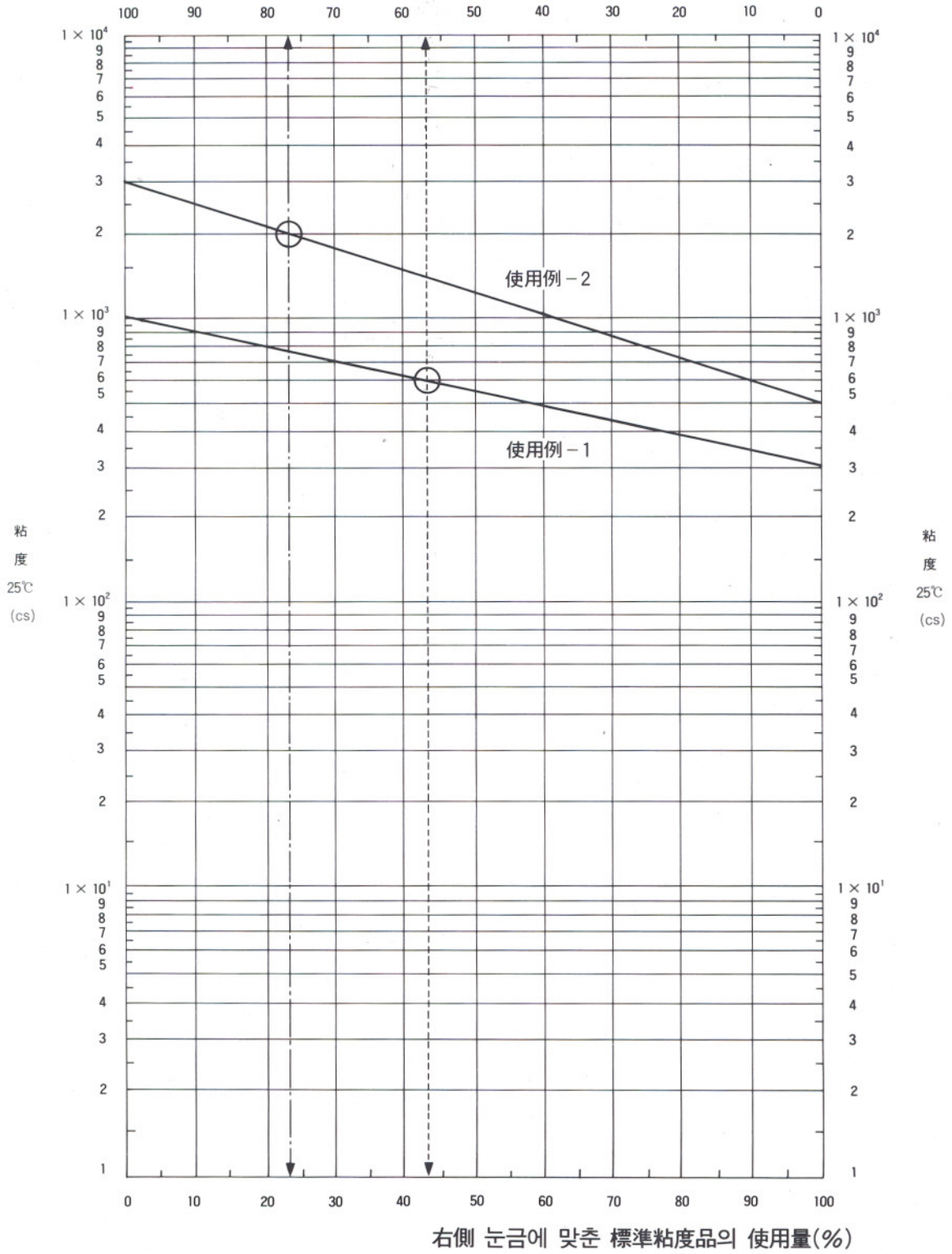
圖-6 各種 오일의 温度에 따른 粘度变化率



#### 4. 粘度調整法

KF96은 0.65~100万cs까지로, 그 가운데 27種類의 標準粘度品이 있습니다. 그러나 希望하는 粘度가 없는 경우에는 粘度가 다른 두 가지의 오일을 混合하여 希望하는 粘度를 만들 수 있습니다.

圖-7 左側 눈금에 맞춘 標準粘度品의 使用量(%)



## ●使用方法

① 図-7을 사용하는 경우는, 혼합할 오일의 粘度는 可及的 가까운 것을 使用한다.

② 図-7에서, 縱軸은 対數를 橫軸은 使用量(%)을 나타냅니다. 그러므로, 눈금이 없는 1万cs( $10^4$ ) 이상인 경우는, 乘數( $10^n$ )를 아래쪽으로 平行移動시켜 使用하십시오 (使用例-2參照).

또한, 使用量(%) 눈금은, 左側粘度 오일의 使用量(%)은 윗눈금을 읽고, 右側粘度 오일의 使用量(%)은 아랫눈금을 읽습니다. 逆으로 使用하면 全혀 다른 粘度品이 만들어 지기때문에 注意를 要합니다.

### 使用例-1

標準粘度品 1,000cs와 300cs를 混合하여 600cs의 오일을 만드는 경우

- ① 左側의 1,000cs( $1 \times 10^3$ ) 눈금과 右側의 300cs( $3 \times 10^2$ )의 눈금을 直線으로 連結한다.
- ② 600cs( $6 \times 10^2$ )의 눈금을 지나는 水平線과 앞의 直線과의 交差点에서 垂直線을 그어, 上·下의 標準粘度의 使用量(%) 눈금을 읽는다.
- ③ 即 300cs를 42.5%(아랫 눈금), 1,000cs를 57.5%(윗 눈금)를 混合하면 600cs의 粘度品을 만들 수 있습니다.

### 使用例-2

標準粘度品 30万cs와 5万cs를 混合하여 20万cs의 오일을 만드는 경우.

이 図表에는 30万 및 5万의 눈금이 없으므로 座標移動합니다.

- ① 우선 左側의  $10^5$ 台的 눈금 3을 30万cs의 눈금으로 하고, 右側의  $10^2$ 台的 눈금 5를 5万cs로 합니다. [이렇게 하는 것에 의해 30万cs는 3,000cs의 部分 即  $3 \times 10^3$ 의 눈금이 되어  $3 \times 10^5$ (30万)을  $10^2$ ( $3 \times 10^5 - 3 \times 10^3 = 10^2$ )만큼 座標移動한것이 되며, 또한 5万cs도 역시  $10^2$ 만큼( $5 \times 10^4 - 5 \times 10^2 = 10^2$ ) 座標移動한 것이 됩니다.
- ② 兩點을 直線으로 連結하여 20万cs 即  $2 \times 10^5$ ( $10^2$ 座標를 移動했기 때문)의 눈금을 지나는 水平線과 앞의 直線과의 交差点에서 垂直線을 그어, 上·下의 標準粘度의 使用量(%) 눈금을 읽는다.
- ③ 即 30万cs는 윗눈금을 읽어 77%, 5万cs는 아랫눈금을 읽어 23%를 混合하면, 20万cs의 粘度品을 만들 수 있습니다.

### 〈注意事項〉

縱軸(粘度軸)은 対數 눈금으로, 上下로 移動 하는것 만으로 粘度幅을 自由롭게 調整할 수 있으며, 橫幅은 標準粘度品의 使用量(%) 눈금을 그대로 使用할 수 있습니다.

## 5 比重

실리콘오일의 比重 및 容積의 溫度에 따른 變化는, 물이나 水銀보다도 커서 벤젠의 變化에 가깝습니다.\*1 여 기에서는, 代表的인 실리콘오일인 디메틸실리콘오일 KF96外 메틸페닐실리콘오일 KF50 및 KF54의 -40~+200°C에 걸친 比重의 測定値와 鉸油와의 比較를 下記와 같이 나타냅니다.

測定의 結果, 比重 및 容積의 溫度에 따른 變化의 大小는, 그 오일의 粘度에 따른 變化와 逆關係에 있는 것 을 알 수 있습니다. 即, 粘度의 溫度에 따른 變化는, KF96<KF50<KF54<鉸油의 順이지만,\*2\*3 比重의 溫度에 따른 變化는, 鉸油<KF54<KF50<KF96<의 順으로 되어 있어, 同一種類의 실리콘오일에서는 高粘度

의 것일수록 變化는 작아집니다. 比重과 測定溫度의 關係를 表-5와 圖-8에, 이 變化率을 表-6과 圖-9로 나타 내며, 容積變化를 表-7과 圖-10에 나타냅니다.

한편, 이 測定은 모두 浮標型比重計\*4를 使用하였기 때문에, 高溫側에서는 약간의 誤差가 있으므로, 本데이 터는 어디까지나 工業的尺度로서 利用하여 주십시오.

参考文献 :

※1 McGregor: Silicone and their uses.

※2 Shin-Etsu Silicone Review No.1

※3 信越실리콘 Technical data T6-8B

※4 JIS Z 8804 「液体比重測定方法」의 3

表-5 各溫度에 따른 比重(t°C/4°C)

오일名	溫度 (°C)								
	-40*1	-20*1	0*2	25	50	100	150	200	溫度係數25°C~200°C
KF96-50cs	1.020	1.002	0.982	0.960	0.938	0.897	0.857	0.816	0.00083
KF96-100cs	1.024	1.006	0.987	0.965	0.944	0.902	0.862	0.823	0.00082
KF96-1,000cs	1.029	1.011	0.992	0.970	0.949	0.907	0.868	0.830	0.00081
KF50-100cs	1.052	1.035	1.017	0.996	0.975	0.934	0.895	0.859	0.00079
KF54	-	1.110	1.093	1.074	1.055	1.019	0.984	0.948	0.00073
댐퍼油 15cs	-	-	-	0.887	0.873	0.844	-	-	-
스핀들油 18cs	-	-	-	0.915	0.899	0.868	-	-	-

※ 1 ± 0.2°C    ※ 2 ± 0.3~0.5°C    其他는 0.1°C

表-6 溫度에 따른 比重變化(t°C/25°C)

오일名	溫度 (°C)								
	-40	-20	0	25	50	100	150	200	
KF96-50cs	1.062	1.044	1.023	1.000	0.977	0.935	0.893	0.850	
KF96-100cs	1.061	1.042	1.023	1.000	0.978	0.935	0.893	0.853	
KF96-1,000cs	1.061	1.042	1.023	1.000	0.978	0.935	0.895	0.856	
KF50-100cs	1.056	1.039	1.021	1.000	0.979	0.938	0.899	0.862	
KF54	-	1.034	1.018	1.000	0.982	0.949	0.916	0.883	
댐퍼油 15cs	-	-	-	1.000	0.984	0.952			
스핀들油 18cs	-	-	-	1.000	0.983	0.949			

表-7 溫度에 따른 容積比(t°C의 容積/25°C의 容積)

오일名	溫度 (°C)								
	-40	-20	0	25	50	100	150	200	
KF96-50cs	0.941	0.958	0.978	1.000	1.023	1.070	1.120	1.176	
KF96-100cs	0.942	0.959	0.978	1.000	1.022	1.070	1.119	1.172	
KF96-1,000cs	0.943	0.960	0.978	1.000	1.022	1.069	1.117	1.168	
KF50-100cs	0.947	0.962	0.979	1.000	1.022	1.066	1.113	1.159	
KF54	-	0.968	0.983	1.000	1.018	1.054	1.091	1.132	
댐퍼油 15cs	-	-	-	1.000	1.016	1.051	-	-	
스핀들油 18cs	-	-	-	1.000	1.018	1.054	-	-	

圖-8 温度와 比重과의 關係

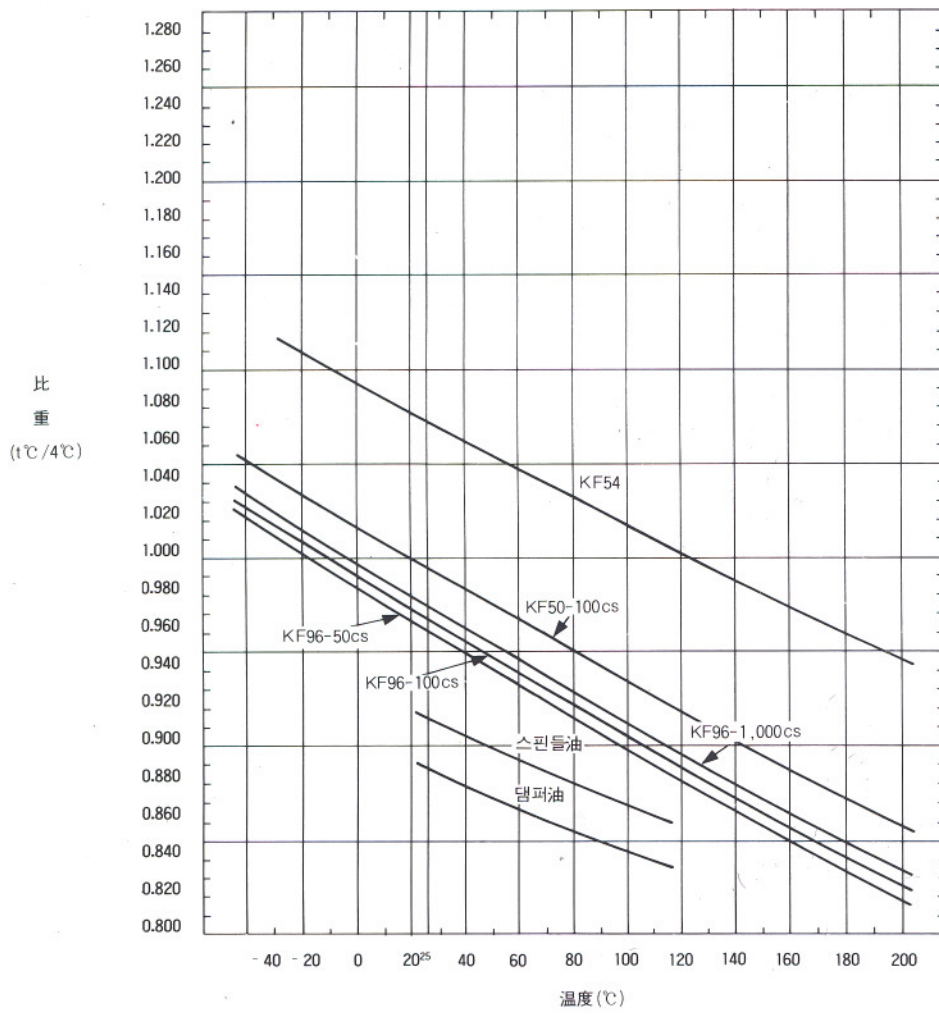


圖-9 温度와 比重变化의 關係

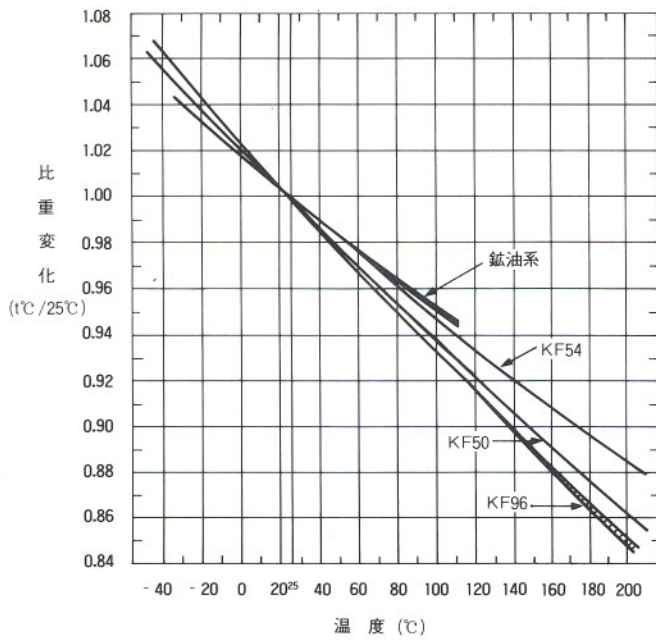
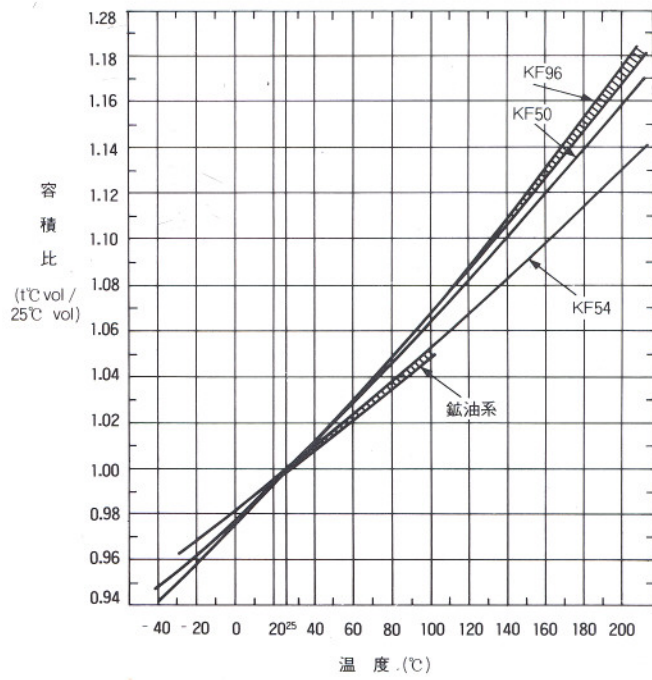


圖-10 温度와 容積比와의 關係



## 6 比熱

KF96의 比熱은 20cs以下가 0.39~0.47cal/g·°C, 100cs以上에서는 粘度에 關係없이 約 0.36cal/g·°C입니다. 이 數値는 물의 約 1/3, 鈹油와 比較하여도 極히 작은 數値입니다.

## 7 熱傳導率

KF96의 熱傳導率은 20cs以下가  $2.4\sim 3.5\times 10^{-4}$ cal/cm·sec·°C, 50cs以上에서는 粘度에 關係없이 約  $3.7\sim 3.8\times 10^{-4}$ cal/cm·sec·°C입니다.

이 數値는 물의 約 1/4로, 벤젠이나 톨루엔과 거의 같은 數値입니다.

## 8 屈折率

KF96의 나트륨 D線에 對한 屈折率은, 2.0cs以下가 1.374~1.392, 10cs以上에서는 1.398~1.404로 거의 一定한 數値를 나타냅니다.

## 9 揮發性

KF96의 室溫下에 있어서의 揮發性은 低粘度品을 除外하고 揮發性이 있는 低分子量의 실록산을 除去하였기 때문에, 거의 不揮發性입니다(加熱時에 대하여서는 熱酸化安定性의 項目을 參照하십시오).

한편, 低粘度品은 揮發性은 있습니다만, 溶劑類를 含有하고 있지는 않습니다.

## 10 引火点, 自然發火点

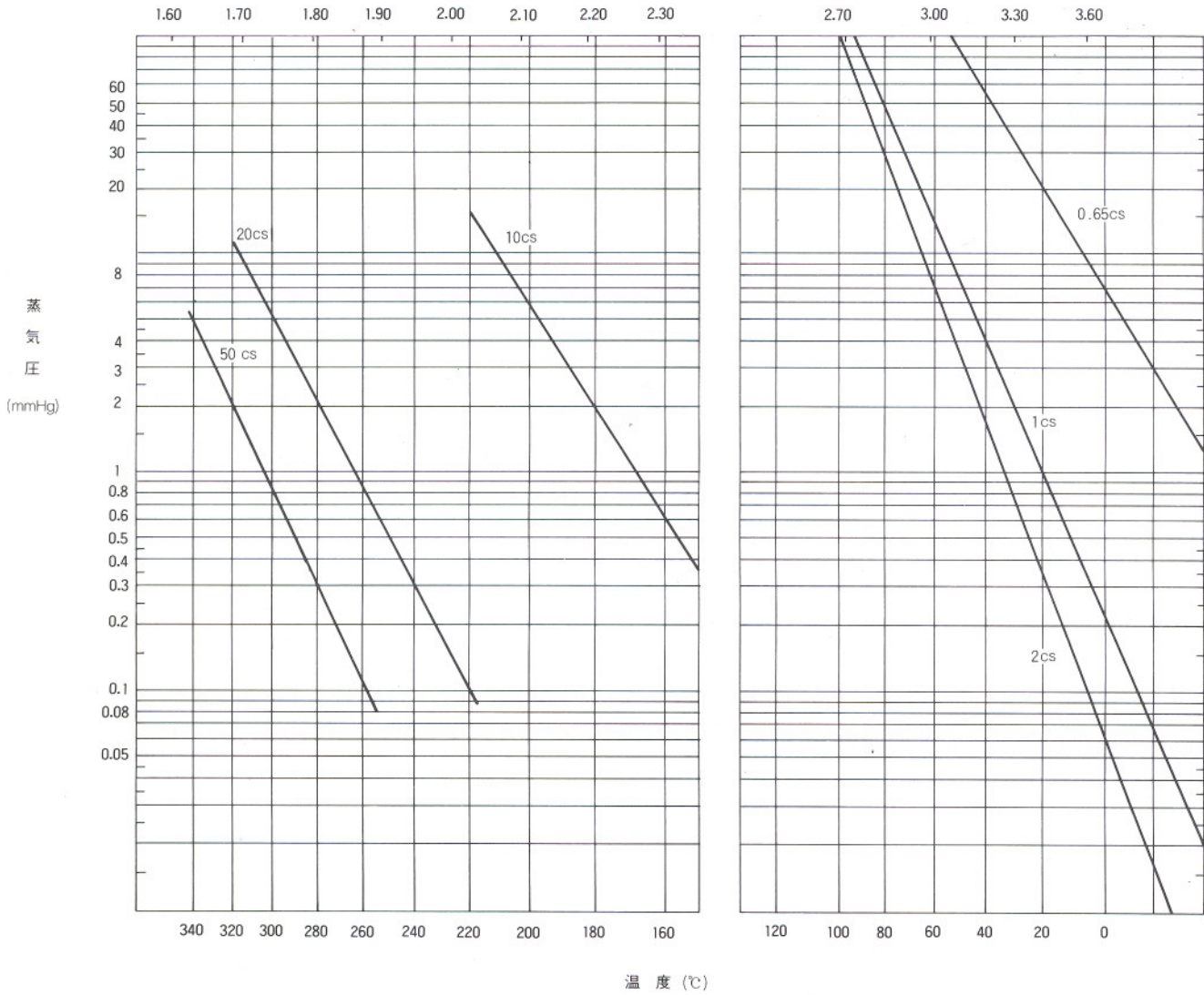
KF96의 引火点은 低粘度品(30cs以下)을 除外하고 300°C以上입니다. 連續적으로 실리콘을 分解하는데 充分한 熱의 供給이 없는 限, 燃燒는 繼續하지 않습니다. 自然發火点은 450°C前後입니다.

# III 蒸気圧

KF96의 蒸気壓은 低粘度品을 除外하고 極히 낮아, 220°C에서 1.0mmHg以下 (20cs의 경우)입니다. 또한, 1,000cs以上에서는 거의 數値가 變하지 않습니다.

圖-11 KF96의 蒸気壓曲線

$$(1/T) \times 10^3 \quad T = ^\circ K$$





## 12 熱酸化安定性

KF96은 熱酸化에 對하여 相當히 安定하여, 空氣中에 있어서 室溫부터 150°C까지는 거의 變化하지 않습니다. 高溫時의 變化는 空氣中과 不活性가스(N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 등)中과는 달라집니다. 高溫空氣中에서는, 酸化에 의해 Si-O結合이 破斷하기 때문에 分子間의 架橋가 일어나 粘度가 上昇합니다. 한편, 不活性가스中에서는 熱分解를 받아 粘度가 低下합니다. 空氣中에 있어서의 100cs의 凝胶時間은 175°C에서 5,000時間以上, 200°C에서 約 200時間, 250°C에서 約 40時間입니다. 또한, 封管中에 있어서의 粘度低下는 200~225°C에서 約 9%, 250°C에서 約 24%, 300°C에서 約 48%입니다.

### ●測定方法

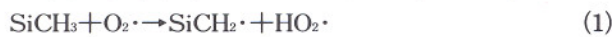
- 오일 : 25 g
- 容器 : 100ml 硬質유리 비이커(50mm ϕ)
- 加熱機器 : 熱風循環式恒温槽

### ●測定結果

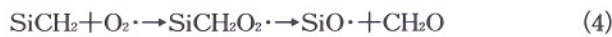
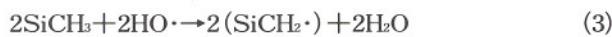
KF96은 150°C에서는 熱酸化에 對하여 거의 安定합니다만, 200°C以上の 溫度가 되면 相當히 活潑한 熱酸化反應이 일어나 포름알데히드, 開米酸 等の 揮發性物質을 生成합니다. 그 結果 加熱減量이 늘어나 粘度가 上昇합니다. 따라서, KF96이 熱酸化에 對하여 견딜 수 있는 限界는 170°C~180°C라고 할 수 있습니다.

## ■ 실리콘오일의 高溫酸化機構

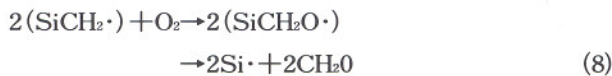
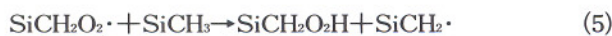
前述과 같이 실리콘오일의 酸化는 高溫下에서 우선 메틸기가 酸素의 攻擊을 받는다. 酸化의 初期는,



라는 反應이 일어나 繼續하여 다음과 같이 進行한다고 생각될 수 있다.



이들의 反應에 의해 실록시基SiO·가 生成한다. 또한,



에 의해, 실록시Si·가 생긴다. 포름알데히드가 다시 酸化되면, 開米酸을 거쳐 水素와 炭酸가스가 된다.



(4)에서 生成한 실록시基와, (7) 혹은 (8)에서 生成한 실록시基가 結合하여 Si-O-Si라는 실록산 結合을 生成하여, KF96分子間의 架橋가 일어 粘度가 增加하여 結局에는 겔이 된다.

R.C Gunderson and A.W.Hart,

Aynthetic Lubricants

(Chapman & Hall 1962)

실리콘오일을 200°C程度의 高溫으로 하면 低分子量 실록산 냄새와 함께 포름알린 냄새가 나는 것은, 이 熱酸化에 의해 生成한 포름알데히드 때문입니다.

이들의 反應이 일어나는 것은 150°C以上の 高溫下에서 空氣中에 450°C以上에서는 燃燒가 일어나, 最終的으로 실리카(SiO<sub>2</sub>)가 殘渣로서 남습니다.

圖-12 KF96-100cs, 1,000cs의 粘度變化

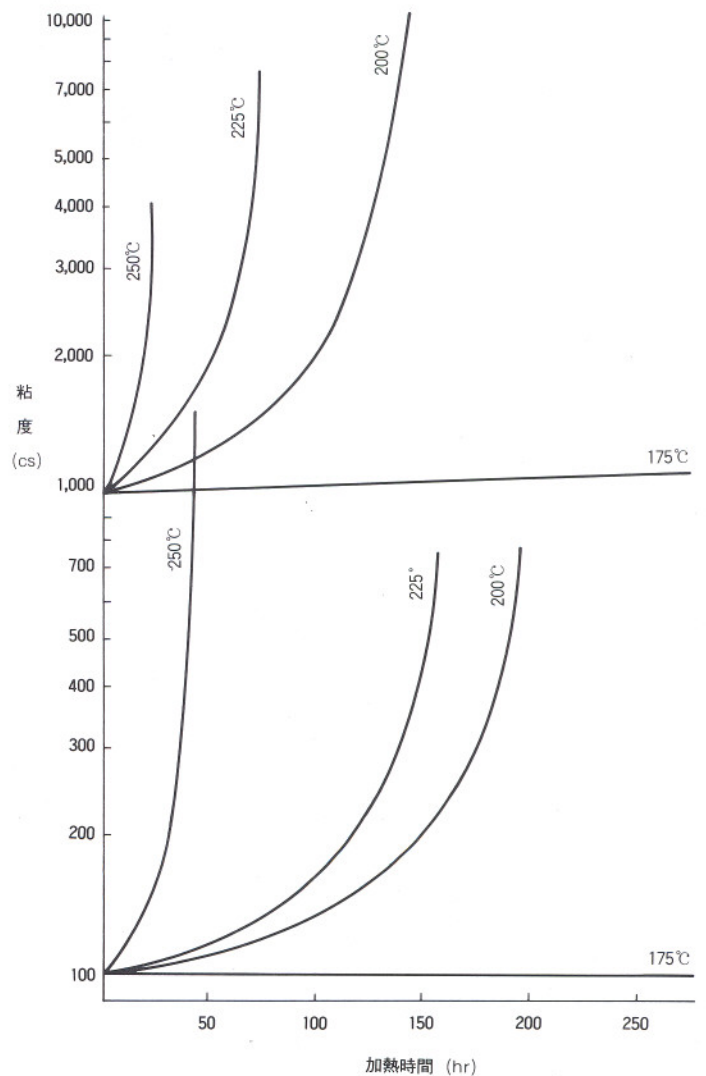


圖-13 KF96-100cs의 加熱減量

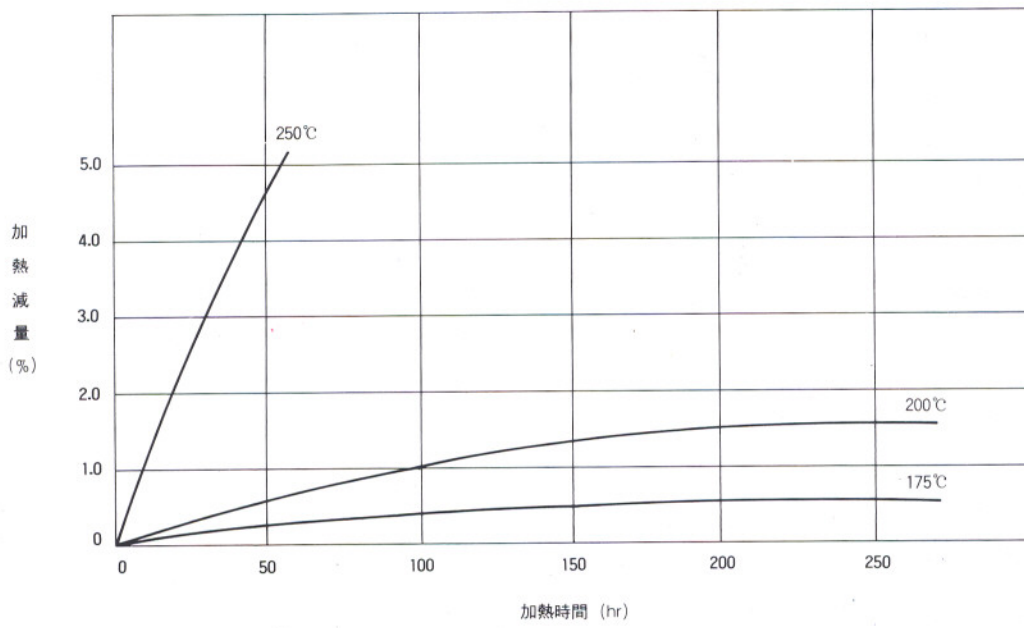
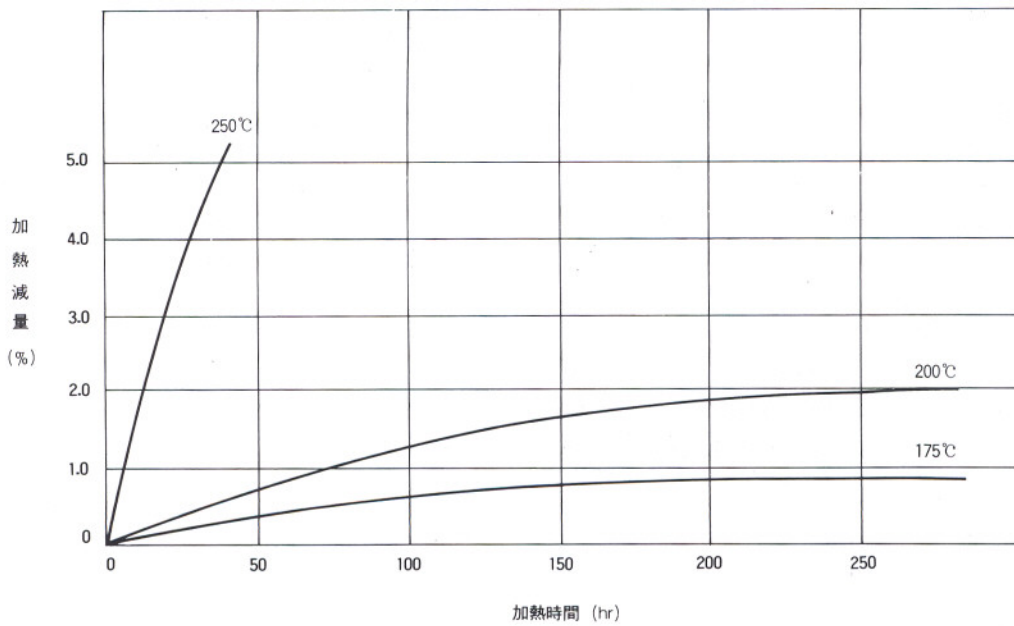


圖-14 KF96-1,000cs의 加熱減量



### 13 耐寒性

KF96은 耐寒성이 뛰어나,  $-50^{\circ}\text{C}$ 에서도 流動성이 있습니다. 溫度에 따른 粘度變化가 작은 것과 아울러 寒冷地에 있어서의 用途에 最適입니다.

### 14 表面張力

KF96의 表面張力は  $20\sim 21\text{dyne/cm}$ 로 물이나 一般의 인 오일에 比하여 相當히 작은 數值입니다. 따라서 各種의 物質表面에 쉽게 퍼지는 性質을 가져, 離型劑, 消泡劑, 化粧品原料 等に 應用됩니다.

各種液体的 表面張力

液体的 種類	表面張力(dyne/cm)
KF96	20~21
鈹油	29.7
물	72

### 15 潤滑性

KF96은 溫度에 따른 粘度變化가 작고, 熱酸化安定性 등이 뛰어나다는 등 潤滑油로서 理想的인 性質을 갖고 있습니다만, 미끄럼 摩擦時의 鋼-鋼間의 境界潤滑성이 떨어지기 때문에, 潤滑油로서의 用途는 制約을 받습니다. 그러나, 軸受材質의 組合이나 摩擦條件을 適當히 選擇하면, 그 特長을 살린 使用이 可能합니다. 潤滑性은 鋼-鋼의 組合은 떨어지나 鋼-銅, 鋼-靑銅, 鋼-垂鉛, 鋼-카드늄, 鋼-베빗, 鋼-나일론, 靑銅-나일론, 木材-木材 等の 組合에는 良好합니다. KF96의 潤滑性을 向上시키기 위해서는, 에스터油 等の 添加劑\*를 添加하는 方法이 있습니다.

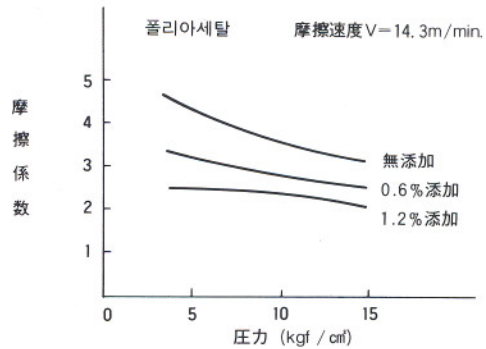
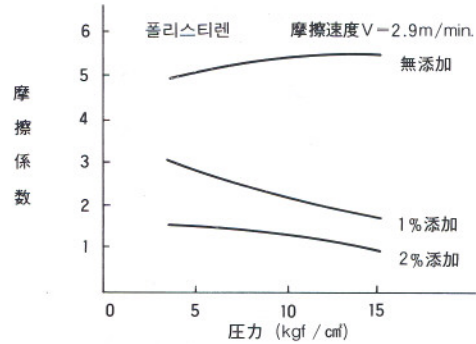
한편, 潤滑用 오일로서 弗素실리콘오일 FL100이 있습니다. 詳細한 것은 카탈로그를 參照하십시오.

\* KF96의 油性向上劑로서는, 리시놀酸메틸(메틸리시놀레이트)가 有效합니다. (特公昭29-5408) KF96의 油性을 大幅 向上시킬 수 있습니다.

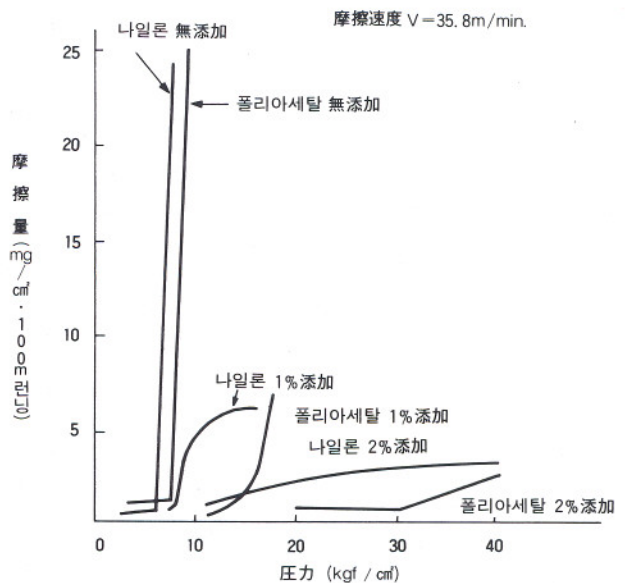
#### ● 플라스틱의 潤滑性 向上에 對하여

少量의 실리콘오일을 플라스틱에 添加하면, 成形品表面의 潤滑性이 向上합니다. 이렇게 하는 것에 의해, 플라스틱 表面의 摩擦係數가 減少하여, 耐摩耗性이 大幅 改善됩니다. 또한, 光沢이나 撥水性이 좋아지는 效果도 있습니다.

#### ● 各種樹脂에 실리콘오일 KF96H-6萬cs를 添加할 때의 摩擦壓力과 摩擦係數의 關係



#### ● 엔지니어링 플라스틱에 KF96H-1萬cs를 添加할 때의 摩擦壓力과 摩耗量의 關係



## 16 音速

KF96-100cs 속에서의 音伝播速度는, 25°C에서 約 1,000m/sec입니다. 그 速度는 粘度가 낮아질수록 늦어집니다.

## 17 圧력에 따른 影響

KF96은 壓力을 받아도 鈹油와 같이 凝固하지 않아 相当히 높은 壓縮率을 나타냅니다. 壓縮率은 低粘度가 될수록 커져, 0.65cs의 製品을 除外하고, 40,000kgf/cm<sup>2</sup>以上の 高压에서도 固化하지 않습니다. 圖-15-1, -2에는 壓力과 壓縮率, 圖-16에는 壓縮率과 温度, 圖-17에는 壓力과 粘度의 關係를 各各 나타냅니다.

(P.W.Bridgman, Proc. Am. Acad. Arts. Sci., 77, 115 (1949))

圖-15-1 KF96의 壓力과 壓縮率(25°C)

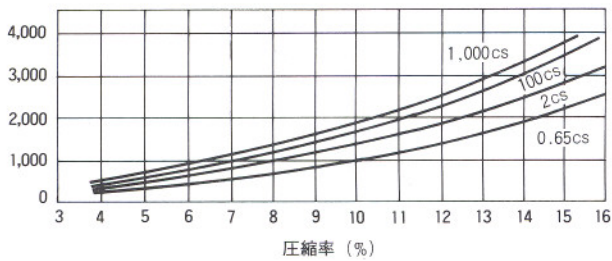


圖-15-2 KF96의 壓力과 壓縮率(25°C)

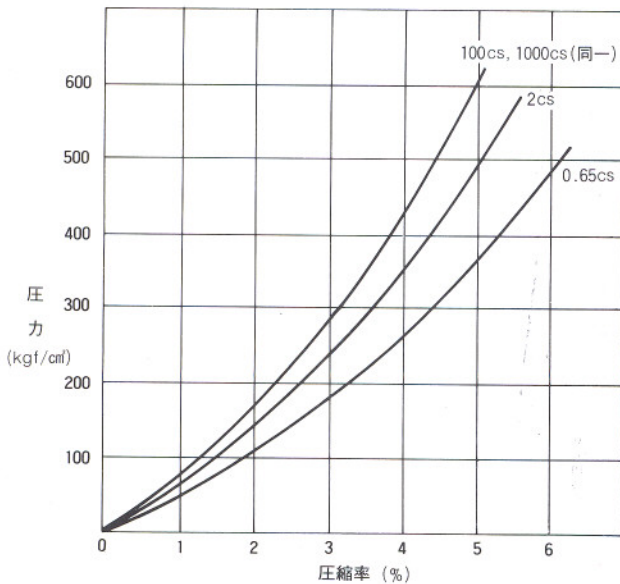


圖-16 KF96-100cs의 壓縮率과 温度

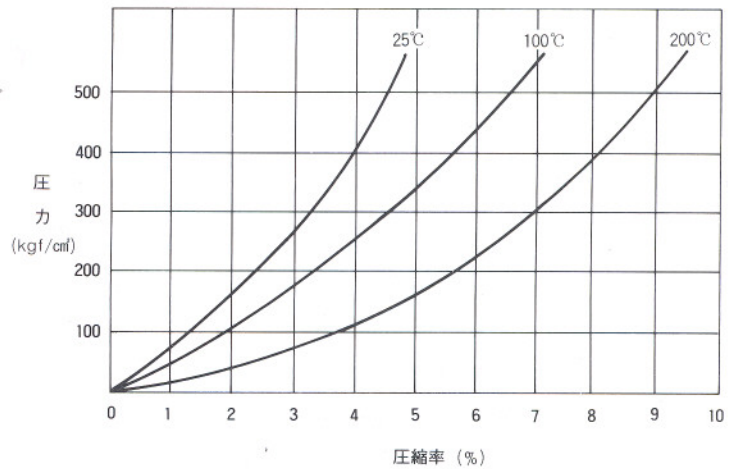
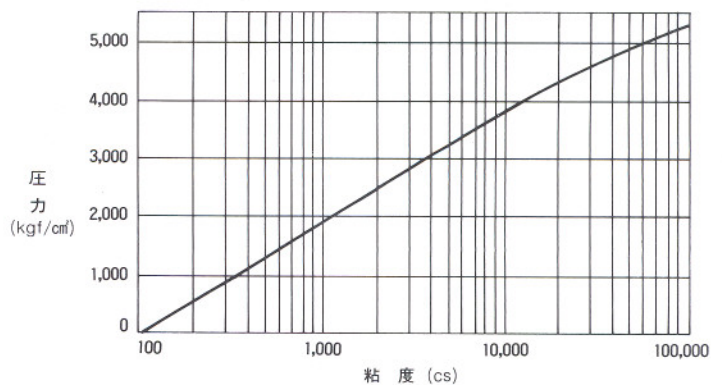


圖-17 KF96-100cs의 壓力과 粘度(25°C)



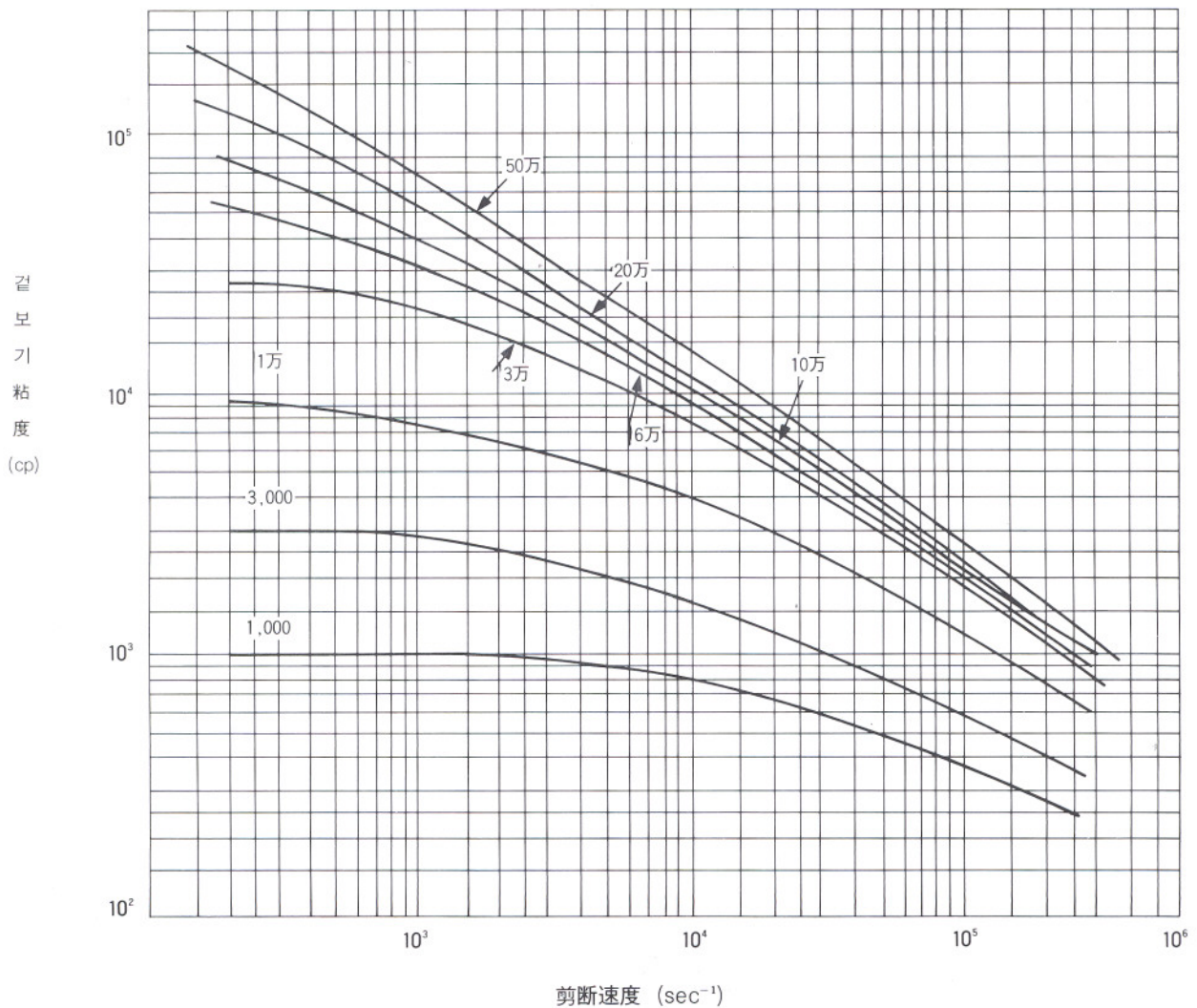
## 18 剪断에 对한 抵抗力

KF96의 剪断抵抗力은 極히 높아 高速度나 高荷重에 对한 剪断劣化는 잘 일어나지 않아 長壽命을 唯持합니다.

但, 1,000cs 以上의 것에서는 剪断力下에서 걸보기 上의 粘度低下가 發生하여 이 傾向은 高粘度가 될수록 커 집니다.

그러나, 이것은 分子의 破壞에 의한 것이 아니므로 剪断을 除去하면 元來의 粘度로 돌아옵니다. 圖-18에 KF96의 걸보기 粘度와 剪断速度와의 關係를 나타냅니다.

圖-18 KF96의 걸보기 粘度와 剪断速度(25°C)



## 19 電氣特性

KF96은 電氣特性이 뛰어나 溫度나 周波數의 變化에 따른 影響도 相當히 적습니다. 特히 絶緣破壞強度에 對하여서는 鈹油系의 뛰어난 絶緣油 보다도 뛰어납니다.

그러나, 一般的인 絶緣油와 마찬가지로 電氣絶緣性能은 吸濕量에 크게 影響을 받습니다. 따라서, 高壓 트랜스의 絶緣油로 使用할 경우에는 事前에 脫水處理를 하여 使用하십시오. 吸濕量은 霧困氣의 相對濕度에 左右합니다만, 一般的으로 100~200ppm程度의 水分을 吸收합니다. 脫水處理方法에 對해서는 33頁을 參照하십시오.

圖-19 KF96-50cs의 含水量과 體積抵抗率

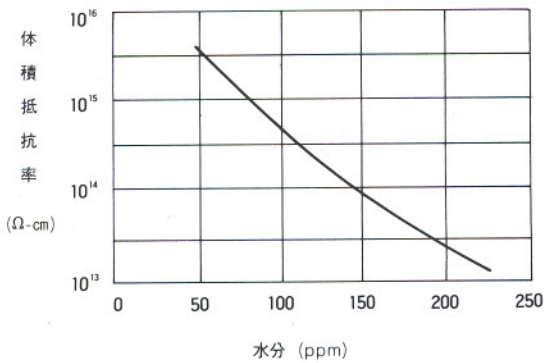


圖-20 KF96-50cs의 含水量과 絶緣破壞의 強度

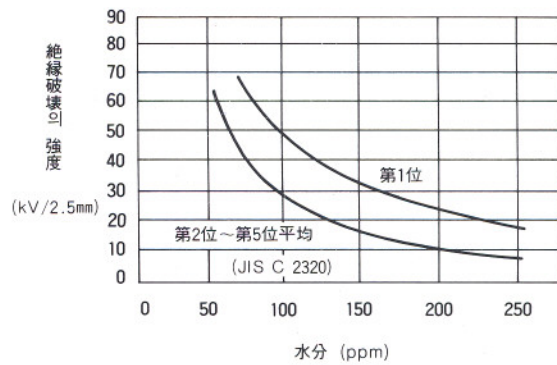


圖-21 KF96-50의 含水量과 誘電率

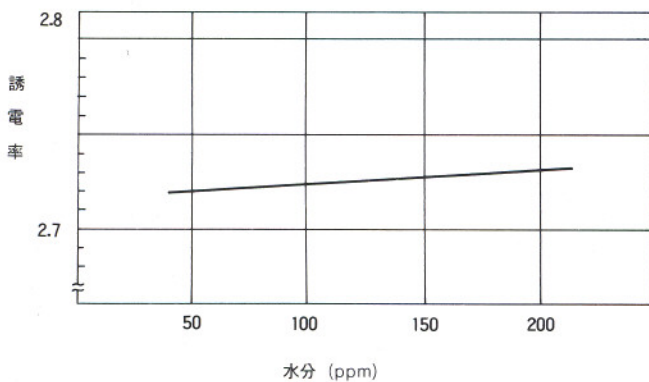
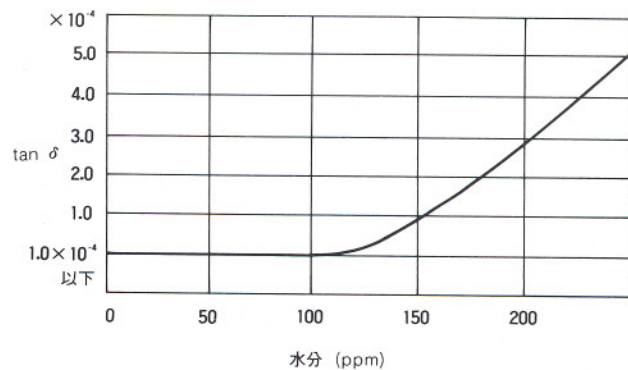


圖-22 KF96-50cs의 含水量과 誘電正接



※ 試驗條件……25°C, 50Hz

圖-23 KF96의 周波數-誘電率(25°C)

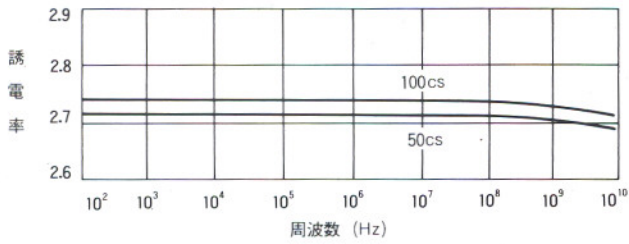


圖-24 KF96의 周波數-誘電正接(25°C)

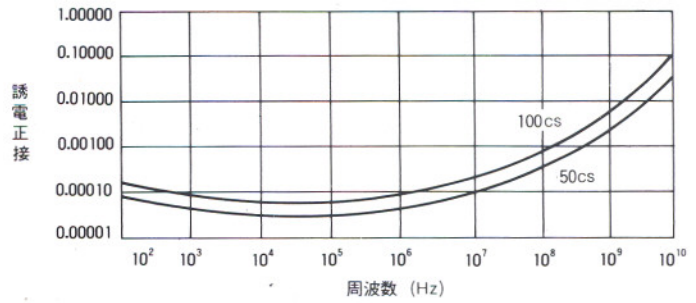


圖-25 KF96-50cs의 溫度-誘電率

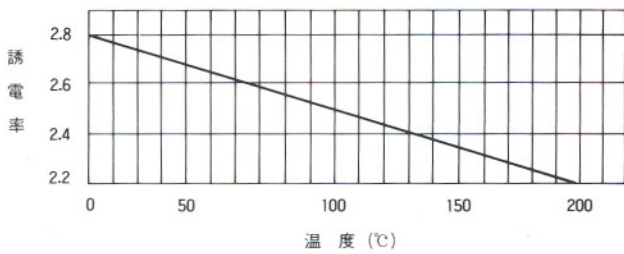
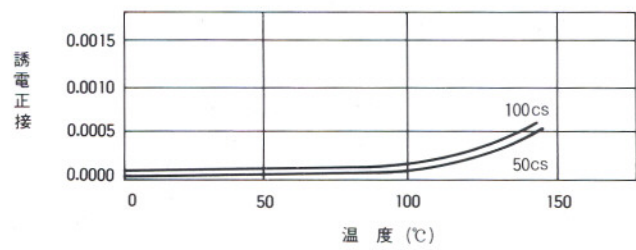


圖-26 KF96의 溫度-誘電正接(50Hz)



●耐아크性

실리콘오일의 耐아크性은 通常의 鉱油系絶緣油와 같은 程度입니다. 다음에 發生가스量 및 아크 放電에 의해 生기는 析出物 等の 試驗結果例를 表-8에 나타냅니다.

表-8 아크 放電時의 發生가스에 對하여(다른 오일과의 比較)

材 質 名	아크 1000회당 가스 發生量 (ml)	油 外 放 出 가 스 組 成 (Vo1%)								아크 1000회당 가스 析出量 카본 外 (mg)
		H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 外 C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub>	N <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	
실 리 콘 오 일	9.9	50.6	2.6	0.5	5.8	0.5	0	0.5	39.5	26
一 般 絶 緣 油	6.2	48.8	1.3	0	4.5	0.7	3.3	0.7	40.7	13
流 動 파 라 핀	7.0	49.4	2.4	0.4	2.4	1.2	2.4	0.6	41.2	14

DC斷続 아크法 印加電壓 100V 텅스텐 電極

(絶緣油部會技術報告「아크에 의한 絶緣油의 劣化」에서)

## 20 化学的安定性

KF96은 化学的으로 極히 不活性으로, 10%以下의 알칼리水溶液이나 30%以下의 酸水溶液에는 거의 影響을 받지 않습니다. 그러나 高温이 되면, 前述과 같이 酸化를 받거나 또는 酸, 알칼리나 납, 셀렌, 치르르 등에 의

해 質化나 分解가 促進됩니다.

但, 金屬 가운데에서도 銅, 鐵, 니켈, 알루미늄, 주석, 銀, 亜鉛, 듀랄루민, 스텐레스 等에는 거의 影響을 받지 않습니다.

表-10 KF96-50cs의 金屬에 對한 影響

材 質	金 屬			실리콘오일 KF96-50cs		
	外觀變化	重量變化 (%)	容積變化 (%)	外觀變化	粘度變化 (%)	體積抵抗率 (Ω-cm)
加熱保存前	-	-	-	-	-	10 <sup>14</sup> 以上
150°C/1500時間加熱後, 金屬을 넣지 않았을 때	-	-	-	變化 없음	0	
알루미늄	變化 없음	0	0			
銅	약간 變色					
銅(주석도금)	약간 變化					
SUS 27	變化 없음					
鐵	약간 變色					
鐵(카드뮴 도금)	變化 없음					
鐵(니켈 도금)						
鐵(亜鉛 도금)						

試驗條件 : 150°C/1500時密閉狀態에서 浸漬

表-11 KF96-100cs의 黴납에 對한 影響

接 觸 條 件	黴납의 外觀變化	실리콘오일 KF96-100cs	
		外 觀 變 化	粘 度 變 化 (%)
室温接觸時	變化 없음	變化 없음	0
70°C接觸時			
100°C接觸時			
150°C接觸時			

試驗條件 : 室温, 70°C, 100°C, 150°C의 各溫度에 500時間浸漬



## 21 腐食性

KF96은 金屬을 비롯해 많은 材料를 腐食하지 않습니다. 그러나, 고무, 플라스틱의 一部에는 高温時에 可塑劑가 抽出되어 容積, 重量이 減少하는 경우가 있습니다. 이 傾向은 低粘度의 것일수록 커집니다. 특히 고무시일 材料와 接觸하는 경우에는 注意하십시오.

表-12 KF96-100cs의 플라스틱에 對한 影響

材 質	플라스틱의 變化		오일의 變化
	重量變化(%)	容積變化(%)	外 觀
폴 리 에 틸 렌	-0.02	-0.09	變化 없음
A B S 樹 脂	-0.14	-0.16	
테 프 론	+0.03	+0.15	
硬 質 塩 化 비닐	0	+0.05	
스 티 롤 樹 脂	-0.04	0	
페 놀 樹 脂	+0.30	+0.37	
메 타 크 릴 樹 脂	-0.02	+0.08	
폴리카보네이트	+0.03	0	
아 세 탈 樹 脂	+0.02	+0.08	
나 일 론	0	-0.01	
三 醋 酸 矽 膠 劣 質	+0.01	+0.05	

試驗條件 : 70°C, 500時間浸漬

※ 同一의 플라스틱이라도 材質差 또는 成型條件의 差에 따라 影響을 받는 程度가 相當히 달라지므로, 事前에 테스트를 行할 것을 권합니다.

表-13 KF96-100cs의 各種 고무에 對한 影響

材 質	接 觸 條 件	容 積 變 化 (%)
니트릴고무 1	105°C/250時間	-6.7
니트릴고무 2		-8.5
니트릴고무 3	150°C/200時間	-6.0
부틸고무	105°C/250時間	-8.3
스티렌부타디엔고무		-5.9
클로로플렌고무		-12
네오플렌고무		-12
에틸렌프로필렌디엔 重合體	150°C/200時間	-12
아크릴고무	150°C/250時間	-4.3
弗素고무(바이톤)		+0.8
실리콘고무 KE870-U	150°C/250時間	+37
실리콘고무 KE765-U		+41
실리콘고무 KE951-U		+50
실리콘고무 KE550-U		+51
弗素실리콘고무 FE271-U		+0.5

※ 一般적으로 고무類는, 같은 고무라도 含有된 充填劑의 量이나 種類에 따라서, 影響을 받는 程度가 相當히 달라지므로 事前에 테스트 할 것을 권합니다.

※ 실리콘 오일은 실리콘고무에 對하여 影響이 커서, 고무를 相當히 膨潤시킵니다. 특히 低粘度의 것일수록 그 影響은 커집니다. 한편, 弗基실리콘고무는 거의 膨潤하지 않습니다.

## 22 溶解性

### 실리콘오일 相互의 溶解性

KF96 기리는 粘度가 달라도 어떠한 比率에서라도 完全히 溶解합니다. 또한, KF69, KF99, KF965는 相互間에 完全히 溶解합니다만, KF50에는 100cs以下의 KF96만이 溶解합니다. 그러나 3,000cs以上의 KF96H와 KF50 및 KF96, KF96H와 KF54, KF56과는 白濁하여 溶解하지 않습니다(KF96L과는 相溶합니다).

### 다른 有機溶劑와의 溶解性

KF96은 分子間의 凝集에너지密度가 작기 때문에 Solubility Parameter(溶解度係數)가 比較的 낮은 溶劑(例를 들면 芳香族系溶劑)에는 잘 溶解합니다만 極性으로 Solubility Parameter가 10以上인 溶劑(例를 들면 메탄올, 에탄올, 물 등)에는 溶解하지 않습니다. 그러나 5cs以下의 粘度品에는 그 自身溶劑의 拳動을 나타내기 때문에 極성이 큰 溶劑에도 溶解성이 있습니다.

表-14 실리콘 오일의 相溶性

	KF96-50cs	KF96-1,000cs	KF69	KF99	KF965	KF50	KF54	KF56
KF96-50cs	○	○	○	○	○	○	×	×
KF96-1,000cs	○	○	○	○	○	×	×	×
KF69	○	○	○	○	○	○	×	×
KF99	○	○	○	○	○	○	×	×
KF965	○	○	○	○	○	×	×	×
KF50	○	×	○	○	×	○	×	×
KF54	×	×	×	×	×	×	○	×
KF56	×	×	×	×	×	×	×	○

○ : 室温에서 透明하게 溶解    × : 室温에서 白濁 또는 分離

表-15 各種溶劑와의 溶解性(KF96-100CS)

溶 劑 名	結 果	溶 劑 名	結 果	
벤젠	○	이소프로필미리스테이트	○	
톨루엔		메틸에틸케톤		
크실렌		메틸이소부틸케톤		
솔벤트나프타		라우릴알콜		
工業用개솔린		디메틸셀로솔브		
미네랄스프릿		아세톤		△
케로신		디옥산		
사이클로헥산		부탄올		
n-헥산		2-에틸헥산올		
n-헵탄		아밀아세테이트		
四塩化炭素		氷醋酸	×	
클로로포름		나프텐系潤滑油		
퍼클로로에틸렌		메탄올		
트리클로로에틸렌		에탄올		
에틸렌디클로라이드		에틸렌글리콜		
메틸렌클로라이드		셀로솔브		
아세틸렌테트라클로라이드		글리세린		
메틸클로라이드(液化)		디에틸렌글리콜스테아레이트		
클로로벤젠		프로필렌글리콜		
클로로弗化메탄類		流動파라핀		
클로로弗化에탄類	파라핀왁스			
에틸에테르	페트로락탐類			
디이소프로필에테르	潤滑油			
헥실에테르	脂肪酸(氷醋酸을 除外)			
에틸아세테이트	動植物油			
부틸아세테이트	메틸프타레이트			
이소프로필리우레이트	물			
이소프로필팔미테이트				

○ : 溶解    △ : 一部溶解    × : 不解(室温에서의 結果)

## 23 離型性, 非粘着性

실리콘오일은 表面張力이 낮기때문에 쉽게 퍼지는 性質이 있습니다. 또한, 많은 폴리머와의 사이의 親和性이 낮기 때문에 物質과 物質이 接着하는 것을 막는 離型效果가 있습니다.

## 24 撥水性

KF96을 處理한 物質表面의 撥水性은 파라핀의 撥水性에 匹敵합니다. 撥水性의 좋고 나쁨을 나타내는 것으로서 接觸角이 있습니다만, KF96의 接觸角은 90度 以上입니다. 따라서 유리, 陶器, 세라믹 등의 表面撥水處理劑로서 幅넓게 使用되고 있습니다.

KF96을 高温에서 燒付하면 耐久性이 뛰어난 撥水皮膜을 얻을 수 있습니다. 燒付方法에 대해서는 32項을 參照하십시오.

### ※ 接觸角

接觸角이란 空氣中에 있는 固体表面上에 液体를 놓았을 때, 固体, 液体, 氣体の 3相의 接觸點에서 液体面에 接線을 그어, 液体를 품은 側의 固体表面에 끼어진 角( $\theta$ )을 接觸角이라고 합니다.

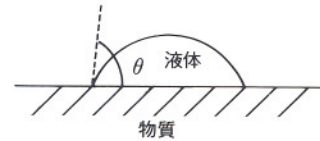
이  $\theta$ 의 大小로 固体表面의 젖는 程度를 測定할 수 있습니다. 即, 이  $\theta$ 가 작으면 液体는 固体表面을 퍼져가기 때문에, 잘 젖으며 또한 크면 잘 젖지 않고, 다시금  $\theta > 90^\circ$ 이면 固体는 전혀 젖지 않습니다.

KF96의 燒付皮膜의 물에 對한 接觸角은 90~110, 파라핀은 約 108~116°로 共히  $\theta > 90^\circ$ 입니다. 淸淨한 유리의 表面은 約 4°程度이므로, 실리콘 燒付皮膜의 撥水性이 얼마나 뛰어난지 잘 알 수 있습니다.

表-16 물에 對한 接觸角(度)

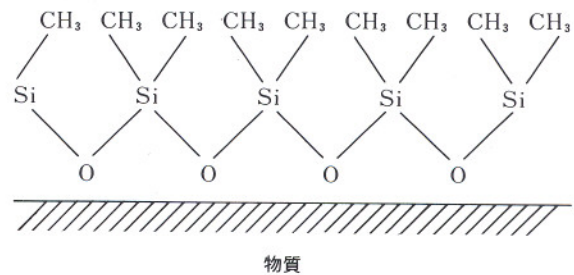
物 質 名	接 觸 角
파라핀	180~116
카르나바왁스	107~125.3
나프탈린	62
나일론	70
폴리에틸렌	94
PVC	87
폴리스틸렌	91
폴리테트라플루오르에틸렌	108

(化學便覽에 의함)



### ※ KF96의 撥水機構

KF96을 物質의 表面에 燒付處理하면, 下圖와 같이 疎水性의 메틸基(CH<sub>3</sub>-)가 밖으로 向한 狀態가 되기 때문에, 撥水性을 나타냅니다.



## 25 放射線에 의한 影響

실리콘오일에 放射線을 照射하면, 分子間에 架橋가 일어나 粘度가 上昇합니다. 또한, 그것에 따라 比重과 屈折率도 조금씩 增加하여, 照射量이 크면 結局에는 凝胶化합니다.

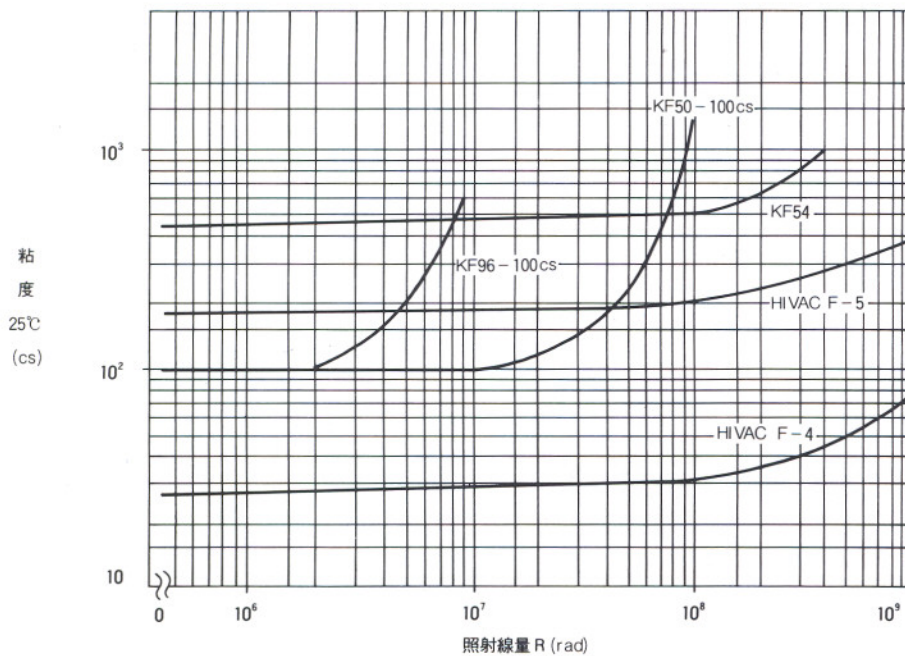
이 安定性은 메틸페닐실리콘오일 쪽이 디메틸실리콘오일보다도 뛰어난, 페닐기의 含有量이 많을수록 그 安定性은 커집니다.

放射線의 影響은 이 밖에 電氣的性質의 面에도 일어 납니다. 例를 들면 실리콘오일에  $\gamma$ 線을 室溫에서 照射하면 誘電率은 조금 增加하여, 그 增加量은 照射量에 比例합니다. 또한, 메틸페닐실리콘에서는 약간의 照射로

誘電正接이 크게 增加하며, 体積抵抗率 및 絶緣破壞의 強度도 照射에 의해 減少합니다. 이것에 對하여 디메틸실리콘오일은 메틸페닐실리콘 만큼의 誘電正接, 体積抵抗率의 變化는 없습니다.

이와같이, 메틸페닐실리콘오일은 放射線照射에 對하여 安定합니다만, 誘電特性 등 電氣特性의 變化가 크기 때문에, 用途에 따라서는 制約을 받습니다. 이것에 對하여, 디메틸실리콘오일은 放射線量에 의해 凝胶化할 때까지 電氣的인 劣化가 작다고 하는 利點이 있기 때문에, 照射量이 比較的 적은 경우에는 電氣特性을 重視하는 用途에도 最適입니다.

圖-27 실리콘오일의 耐放射線性

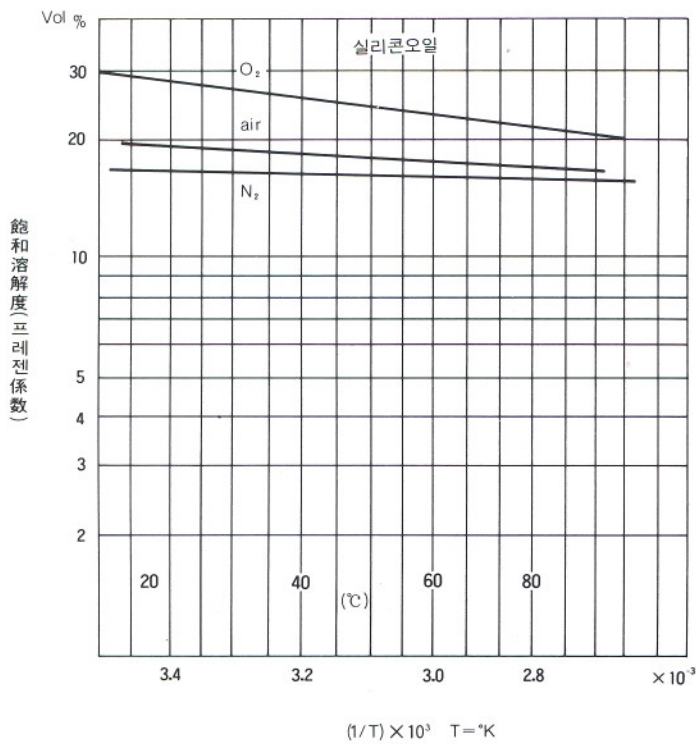


## 26 가스 溶解性

KF96은 空氣, 窒素, 炭酸가스를 溶解합니다. 그 溶解量은 普通의 鉱油보다 커서, 空氣에서 16~19容量%, 窒素에서 15~17容量%, 炭酸가스에서는 거의 100容量%를 溶解하는 것이 報告되고 있습니다. 따라서 減壓下에서 使用하는 경우에는 事前에 脱氣할 必要가 있습니다.

酸素, 空氣, 窒素, 各各의 가스压 1 氣压下的 飽和溶解度와 溫度의 關係를 圖-28에 나타냅니다.

圖-28 酸素, 空氣, 窒素의 실리콘오일에 對한 飽和溶解度와 溫度의 關係



## 27 生理作用

一般的으로 KF96은 生理的으로 不活性입니다. 特히 低粘度品을 除外하면, 大量으로 攝取하지 않는限 거의 無害합니다. 따라서, 化粧品原料, 医薬品の 添加劑 等 에 幅 넓게 使用되고 있습니다. 한편, 姉妹品인 KF96ADF 시리즈는 食品衛生法適合品입니다.

※ KF96은 特히 医療用으로서 調整한 것이 아니므로 整形材料로서 使用하지 않도록 하십시오.

### 各種安定性試驗結果

KF96은 動物實驗, 各種文獻으로도 그 安定性이 確認되고 있습니다. 代表的인 試驗結果例를 下記와 같이 나타냅니다.

#### 1. 皮膚貼布試驗

##### ● 試驗方法

人体上腕內側部에 24時間貼布하여 顯微鏡에 의한 反應을 觀察했다.

##### ● 試驗結果

製品名	判定
KF96L-5cs	準陰性
KF96-10cs	陰性
KF96-100cs	陰性

##### ● 判定基準

刺激ランク	顯微鏡判定				肉眼判定	
	B刺激				C刺激	D刺激
判定基準	0名	1~2名	3名	4名以上	1名以上	1名以上
判定評價	陰性	準陰性	準陽性	陽性	陽性	陽性

\* 被験者数 : 20名

(日本産業皮膚衛生協會)

##### ● 試驗結果例

製品名	B刺激	C刺激	D刺激	判定
KF96-10cs	0B	0C	0D	陰性
KF96-100cs	0B	0C	0D	陰性

陰性과 準陰性은 實用上問題가 없습니다.

B刺激 : 陷凹皮膚溝    C刺激 : 膜狀鱗屑, 不整皮丘溝, 皺壁皮丘    D刺激 : 紅斑, 浮腫, 丘疹

#### 2. 眼粘膜刺激試驗

##### ● 試驗條件

動物 : 日本白色種 토끼

샘플 : KF96L-5cs

##### ● 試驗結果

角膜, 虹彩에 전혀 影響 없습니다. 한편, 結膜에 대해 약간 炎症이 보입니다만, 一般洗劑에 비해 훨씬 弱함.

### 3. 急性毒性試驗\*

● 試驗條件

動物 : 랫

샘플 : KF96L-5cs

● 試驗結果

암·수컷 모두 LD<sub>50</sub>은 33ml/kg以上

※ 急性毒性試驗 :

一般的으로 어느 大量의 物質은 一回, 試驗動物에 投與한 경우에 나타나는 致死量을 求한다. 通常 LD<sub>50</sub> (50% Lethal Dose : 50%致死量)으로 表現합니다. 毒性的 程度는 右側表를 參照하십시오.

### 〈毒性 強度의 分類〉

毒性的 程度	LD <sub>50</sub> (랫 經口) (單位 g/ kg)
極히 強	<0.001
強	0.001~0.05
中程度	0.05~0.5
弱	0.5~5
極히 弱	5~15
거의 無害	>15

H. Hodge, J. H. Sterner가 1947年 4月의 Am. Ind. Hyg. ASSOC의 會議上에서의 討論을 整理한 것.

## 28 除去方法

실리콘오일이 成型品의 表面에 附着해 있으면 接着, 塗裝, 印刷에 仵러블이 生기는 경우가 있습니다.

이와같은 경우는, 變性 실리콘오일(KF410, KF412)을 使用하던가, 또는 오일을 除去하여 주십시오. 除去에는 다음과 같은 方法이 있습니다.

#### 1. 溶劑에 의한 洗淨

KF96을 溶解하는 溶劑 (表-15參照)를 利用하여 洗淨하여 주십시오. 한편, 플라스틱類, 特히 스티롤, 아크릴樹脂 등은 耐溶劑性이 나쁘기 때문에 溶劑의 選擇에는 充分히 注意하십시오.

#### 2. 洗劑에 의한 洗淨

KF96을 完全히 除去하는 데는 까다로우나 中性洗劑, 洗劑가 들은 磨粉等 利用하여, 브러쉬나 웨스 등으로 充分히 문지릅니다. 이때, 中性洗劑의 濃度가 낮으면 洗劑가 튀겨져 洗淨이 까다로우므로, 可能限한 高濃度로 使用하십시오.

#### 3. 알칼리 水溶液에 의한 洗淨(一例)

알칼리 水溶液은 上記와 같은 配合이 適合합니다. 配合物中, 加性소다와 加性칼리는 한쪽 만으로도 20部以上 添加해두면, 多少洗淨力이 떨어지나 마찬가지로 使用할 수 있습니다. 金型에 실리콘이 多量附着해 있을 때는, 웨스 등으로 잘 닦아내고 우선 溶劑로 洗淨합니다. 다음에 이 알칼리 水溶液에 約 一時間程度 담그어 알칼리분이 完全히 없어지도록 充分水洗하십시오.

〈配合〉 加性소다	13部
加性칼리	13部
變性알콜	33部
메탄올	4部
물	37部

#### 〈主義事項〉

알루미늄 등의 金屬에는, 酸, 알칼리 溶液은 使用하지 마십시오.

## 29 着色方法

KF96은 無色透明이므로 計器油 等으로서 使用할 때에는 液面을 判讀하는 것이 困難합니다.

이와같은 때에는, 市販中인 油溶性染料을 添加하여 着色할 수 있습니다.

油性染料의 KF96에 對한 室溫에서의 溶解度는 一般적으로 0.01~0.02%程度입니다.

한편, 顔料는 KF96에는 一般적으로 溶解하지 않아 沈降해 버립니다.

한편, 代表的인 着色染料을 表-17에 나타냅니다.

表-17 실리콘오일의 着色染料

色	染料	構造
赤	Red RR	아조系
	Red 5B	아조系
黃	Yellow 3G	아조系
	Yellow GG-S	아조系
靑	Blue 11N	안트라퀴논系
綠	Green # 502	-
茶	Brown GR	아조系
黑	Black # 803	-

※ 着色染料 메이커는 모두 오리엔트 化学工業(株)



## 30 焼付方法

KF96은 熱酸化安定성이 뛰어나기 때문에 焼付 処理하는 경우는 300°C程度의 高温處理가 必要합니다.

### 1. KF96의 選択

一般的으로 撥水處理用에는 100~500cs의 粘度가 適合합니다.

### 2. 希釈劑와 濃度

KF96의 塗布두께는 表面에 실리콘이 均一하게 塗布되는 程度가 最適입니다. 유리는 2~5%, 세라믹, 陶磁器는 3~7%의 濃度を 基準으로 하여 주십시오. 希釈劑는 表-15를 参照하십시오.

### 3. 焼付方法

KF96을 塗布한 基材(處理物)은 焼付前에 風乾 또는 50~70°C의 溫度로 加熱乾燥하여 두십시오. 이것은 溶劑를 完全히 除去하기 위해 行합니다.

焼付條件은 200~350°C에서 5~20分입니다만 被處理物에 따라 달라집니다. 300°C, 5分을 標準으로 하여 最適條件을 前記溫度와 時間의 範圍에서 찾아주십시오.

焼付爐는, 加熱器가 赤熱하지 않은 狀態가 좋으며, 또한 屋外에 排氣口를 붙여 주십시오.

### 4. 其他

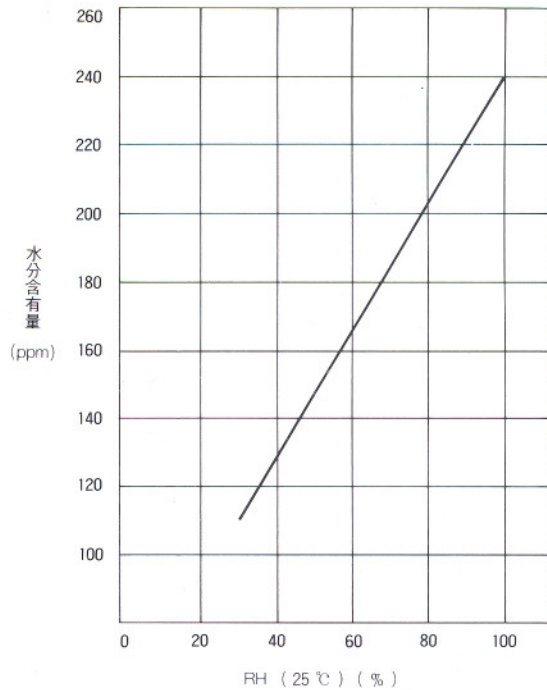
- ① 被處理物의 表面은 잘 洗淨해 두는 것이 必要합니다. 걸보기에 淸淨하게 보이는 유리 등도 300°C 가까운 溫度를 가하면, 附着物이 炭化하여 着色해 버립니다. 또한 被處理物의 表面이 汚損돼 있으면, KF96의 希釈液이 塗布되지 않을 수 있습니다. 따라서 洗淨은 물(비눗물 등을 利用할 때는 나중에 水洗를 充分히 한다), 또는 溶劑類로 洗淨하여 주십시오.
- ② 被處理物의 表面의 狀態에 따라서는, 處理液이 튀는 일이 있습니다. 이와같은 때는, 溶劑를 바꾸던가 알콜(에탄올, 부탄올, 프로판올 등)을 若干 添加해 보십시오. 한편, 溶劑로서 KF96L-0.65cs를 利用하면 極히 效果의인 경우도 있습니다.
- ③ 焼付爐에 希釈劑에 引火性이 있는 溶劑를 使用할 때는, 히터는 赤熱한 것을 使用하지 마십시오. 또한, 塩素化溶劑(四塩化炭素, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌 등)가 殘留한채 인 것을 焼付爐에 넣으면, 溶劑가 分解하여 有害가스가 發生할 우려가 있습니다. 또한 다른 溶劑가 殘留해 있으면 爆発의 危險性이 있으므로 焼付爐는 密閉시키지 말고 可能限한 屋外에 排氣口를 붙여 주십시오.
- ④ 이밖에, 信越실리콘 가운데에 유리 등의 撥水處理劑로서 使用possible한 製品은, KF99, KS702, KS702S, KS703, KS705F, KM722, KM740, KM780, KM782, KC88, KC89, KR251, KR252, KR253, KR282, Polon T 등이 있습니다. 詳細한 것은 当社로 問議하십시오.

### 31 吸湿量, 脱水処理法

실리콘오일은 一般的으로 100~200ppm의 水分을 含有하고 있습니다. 따라서 特히 高電圧의 電氣絶縁油로서 使用할 경우에는, 絶縁性能의 向上이나 電氣特性의 安定化를 위해 脱水處理를 할 必要가 있습니다. 図-29에 실리콘오일의 水分含有量과 相對湿度의 關係, 図-30에 실리콘오일의 吸湿速度의 測定事例를 나타냅니다. 吸湿速度는 그 保管狀態에 따라 相當히 달라집니다만, 그림을 보아도 短時間에 吸湿하는 것을 알 수 있습니다.

실리콘오일의 脱水에는, 加熱, 眞空加熱, 乾燥不活性 가스의 吹入 또는, 실리카겔 등에 의한 脱水劑를 利用하는 方法 등이 있습니다. 図-31에 減壓下에서의 加熱乾燥에 의한 脱水速度의 測定例를 나타냅니다.

圖-29 KF96-50cs의 含水量과 相對湿度



#### 1. 脱水劑에 의한 方法

KF96에 多量의 물이 混入하여 容器의 바닥에 물이 고여 있거나, 또는 KF96이 하얗게 濁해져 있을 때는, 脱水劑를 利用하여 簡單히 脱水할 수 있습니다. 물방울 狀의 물은 다른 容器에 除外한 後 完全히 乾燥한 실리카겔을 KF96속에 投入하여 強하게 攪拌하거나, 혹은 振盪을 行하여 完全히 透明하게 할 必要가 있습니다. 脱水가 끝나면 靜置시켜 실리카겔을 沈降시킨 後 윗部分의 KF96을 利用합니다.

#### 2. 加熱에 의한 方法

水分 때문에 半透明하게 濁해져 있을 경우나, 100ppm 以下까지 KF96의 水分을 除去하고 싶을 때는 減壓下에서 100~150℃로 加熱하던가 혹은 加熱하면서 乾燥한 不活性가스를 불어넣는 方法으로 脱水할 수 있습니다.

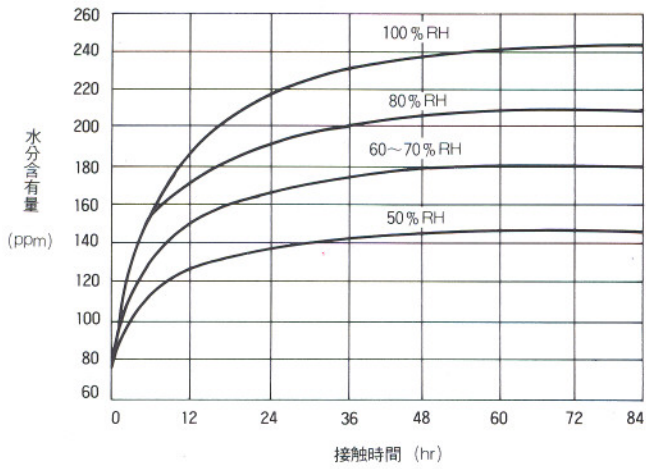
加熱할때는 可能限한 기름層을 얇게 하면 效果가 있습니다. 이때, 冷却後, KF96의 濁함이 없으면 脱水된 것이 됩니다. 電氣絶縁油로서 높은 耐電壓이 要求될 때에는, 減壓下에서의 加熱이나 加熱하면서 不活性가스를 불어넣는 方法 등으로 脱水하는 것이 必要합니다. 減壓下에서 加熱할 때에 靜置해 두면 脱水速度가 늦으므로 기름層을 可能限한 얇게 하는 것이 必要합니다(圖-31에 減壓下에서의 加熱乾燥의 脱水速度의 例를 나타냅니다).

이때 攪拌이나 振盪을 行하는 것에 의해 脱水速度를 빨리 할 수 있습니다.

#### 〈注意事項〉

KF96은 一般的으로 霧困氣中에서 短時間에 200ppm 程度까지 吸湿하므로, 脱水處理後는 密閉容器에 封入하던가, 혹은 乾燥空氣中에 保存하여 주십시오.

圖-30 KF96-50cs의 吸濕速度

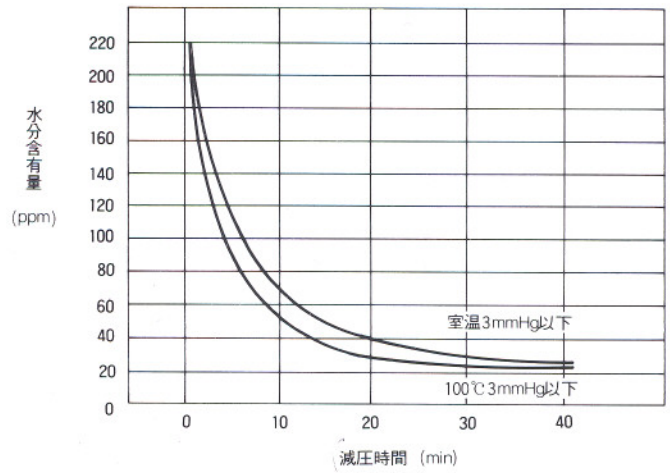


測定條件：

KF96-50cs, 約 300 g 을 1ℓ 비이커에 넣고, 글리세린 水溶液을 利用하여 25°C에서의 各種RH霧困氣에서 吸濕 시킬때의 吸水量變化를 測定했다.

水分은 커얼피셔 法에의해 測定.

圖-31 KF96-50cs의 脫水曲線



脫水條件：

유리 容器(50mmφ)에 液 두께 10mm量의 샘플을 넣어 室温 또는 100°C에서 3mmHg以下로 減壓하여 連續脫水 했다.

本製品과 關聯한 問議事項이 있으시면 下記處로 連絡해주시기 바랍니다.

本 社 : 서울特別市 中区 南大門路 5 街 120  
(國際保險빌딩 904号)

☎ (02) 775-9691  
FAX (02) 775-9690

工 場 : 忠清北道 陰城郡 大所面 大豐里 410-1

☎ (0434) 535-1692  
FAX (0434) 535-1697

## 合作 및 技術提携先

### 信越化学工業株式会社

실리콘事業本部 海外推進部  
日本国東京都千代田区大手町2-6-1 (朝日東海빌딩)

☎ (03) 3246-5171  
FAX (03) 3246-5363