

# 高强度 高彈性 纖維의 動向(2)

張善基  
〈本會發明振興部〉

## ◎ 目 次 ◎

- I. 머리말
- II. Aramid 纖維 Kevlar 開發의 歷史
- III. Kevlar의 製造法
- IV. Aramid 纖維의 構造와 特性
- V. Kevlar의 用途
- VI. 맺는말

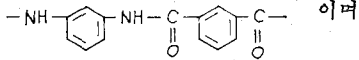
〈고딕은 이번號, 명조는 지난 및 다음號〉

### 4. Aramid 纖維의 構造와 特性

85% 以上の  $-CONH-$ 基가 芳香族環에 直結된 polyamide 纖維를 말하며 Aromatic polyamide를 줄인 말로서 耐熱性이 크고 高強力인 것이 특징이며 Nomex, Kevlar 등이 여기에 屬한다.

### 1) Poly-m-phenylene isobuthal amide(PMIA) 纖維

全芳香族 polyamide 纖維로서 Dupont社의 商品名으로 Nomex라 한다.

그 構造는  이며

isobuthal酸 chloride와 m-phenylenediamine을 溶劑의 charoform 中에서 界面重縮合해서 만들어진다.

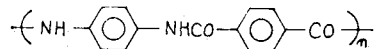
얻어진 polymer를 5% 鹽化 Lithium을 含有한 dimethyl formamide 中에 低溫에서 溶解하고 乾式紡糸한다.

이 纖維는 300°C에서 4~5倍로 延伸하며 熱收縮性이 적고 高溫空氣中에서 強度低下가 적고 young率은 상당히 높고 難燃性이며 電氣의 特性이 良好하다.

### 2) Poly-P-Phenylene Terephthal amide (PPTA) 纖維

工業的으로 生産하고 있는 Dupont社의 Aramid 纖維로서 Kevlar 29는 고무補強用(Tire cord用)이며 Kevlar 49는 plastic 補強用으로 超高 young率, 超高 強度의 耐熱性 纖維이다.

Kevlar 29 및 Kevar 49는 다음의 構造式을 가지고 있다.



Kevlar 纖維는 Terephthal酸과 P-phenylene diamine을 縮合重合시켜 얻어진 polymer를 濃硫酸으로 溶解하고 濕式紡糸한다.

紡糸後 延伸工程을 생략해서 熱處理만으로 高配向纖維가 얻어진다.

高溫에서 緊張熱處理하는 것에 따라 結晶化가 이루어지고 強度가 현저히 增大한다.

Kevlar의 耐藥品性은 通常의 有機合成纖維와 거의 같으며 有機藥品·食鹽水·沸騰水 등에 강한 低抗力을

(表 4) Kevlar와 Nomex의 物理的 性質

區 分	Kevlar	Nomex
強 度(g/d)	室溫 22 200°C 15	16
伸 度(%)	3.6	15~30
young率(kg/mm <sup>2</sup> )	4,000~5,000	1,700~1,900
融 點(°C)	500	380
glass 轉移點(°C)	300以上	273
熱收縮率(%)	160°C 0~0.2	煮沸 1.6 350°C 乾熱 7

(表 5) Kevlar 29와 Kevlar 49의 主要特性 比較

強伸度の性質 :

		Kevlar <sup>®</sup> 29	Kevlar <sup>®</sup> 49
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.44	1.45
引張強度	g/d	22	22
	kg/mm <sup>2</sup>	280	280
引張彈性率	g/d	500	850
	kg/mm <sup>2</sup>	6,400	11,000
破斷時伸度	%	4.0	2.4
Creep 率(破斷強度의 50% 荷重)	%/log時間	0.05	0.02
結節強度		引張強度의 約 40%	
loop 強度		引張強度의 約 60%	
熱的性質: 減量開始溫度(TGA)	空氣中	約 500°C	
	窒素中	約 560°C	
熱收縮開始溫度		約 400°C	
加熱下에서의 引張強度(200°C)		常溫에서의 引張強度의 約 70%	
長期耐熱性(200°C × 100時間)		約 75%	
限界酸素指數(LOI)		29%	
耐藥品性: (室溫에 24時間 暴露, 引張強度低下率 %)			
酢酸(99.7%)	—		
鹽酸(37%)	10		
硝酸(70%)	60		
硫酸(96%)	100		
水酸化 Ammonium(28.5%)	—		
水酸化 Natrium(50%)	10		
Aceton	—		
Methyl Ethyl Keton	—		
鹽水	—		

갖지만 強酸·強Alkali에 對해서는 比較的 弱하다.

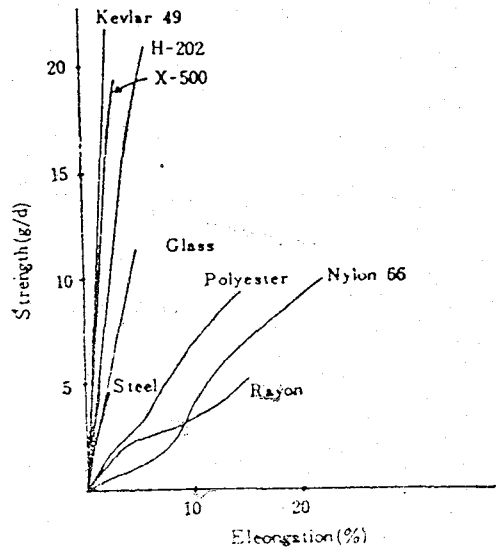
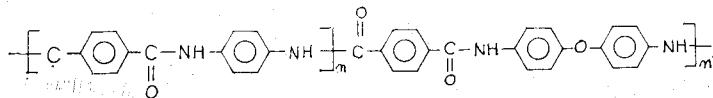
그러나 Kevlar는 全芳香族 polyamide 分子로부터 剛直한 分子構造에 起因해서 우수한 熱安定性을 나타내고 다른 共重合型 Aramid 纖維에 比해서 熱分解 開始溫度, 熱收縮開始溫度, 燃燒性등의 點에서 우수한 特性을 나타낸다. (表 4)는 Kevlar의 物理的 特性을 Nomex와 比較한 것이다. 또한 Kevlar 29와 Kevlar 49를 比較해서 強伸度の 性質, 熱的 性質, 耐化學藥品 性 등 主要特性을 (表 5)에 나타냈다.

(圖 4)는 Kevlar를 위시한 高强度 芳香族纖維와 Polyester를 위시한 産業用 有機纖維들의 引張強度를 比較한 것이다.

### 3) HM-50 纖維

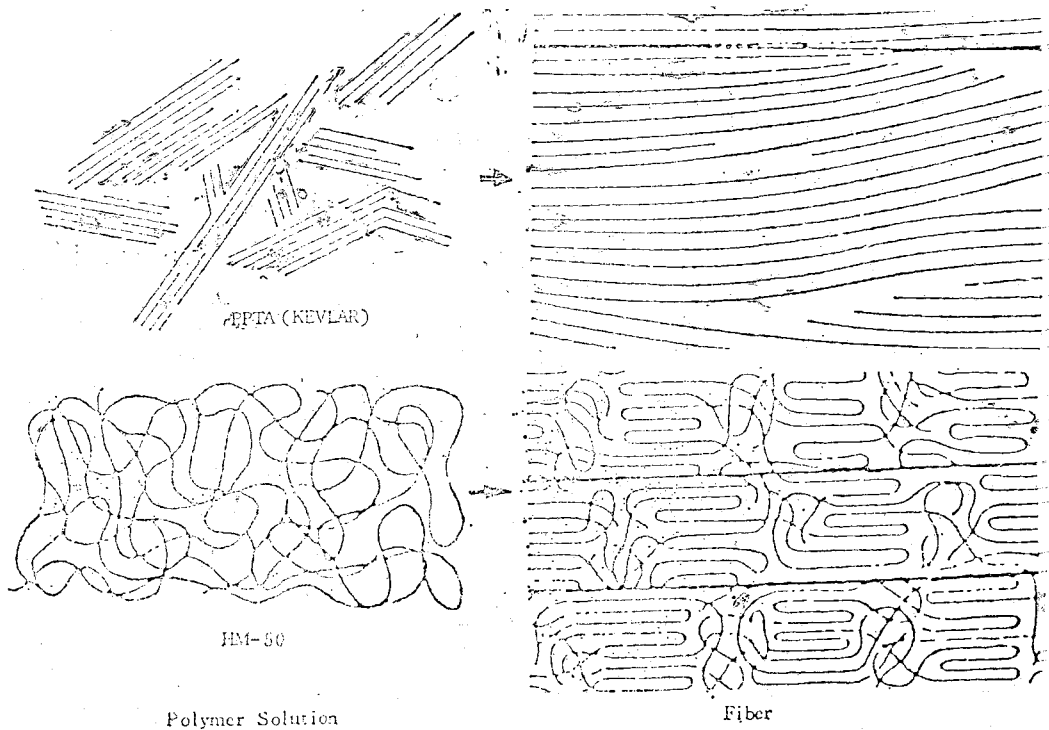
日本の 帝人(株)에서 開發한 纖維로서 化學構造式에 서 보듯이 Kevlar 纖維를 교묘하게 變形시킨 것이다.

즉, Kevlar 分子의 한 成分인 P-Phenylenediamine 의 約 半量을 4,3-diaminodiphenylether로 代替한 一 種의 共重合體인 것이다.



<그림 4> Stress-strain curves for high modulus aromatic fibers compared with those of conventional high strength organic fibers, glass, and steel wire.

※ H-202 : Copoly hydrazide  
X-500 : Polyamide-hydrazide



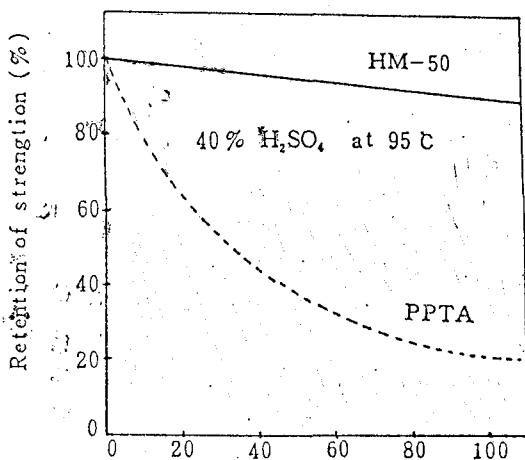
〈그림 5〉 Molecular chain or Fibrillar orientation of Kevlar and HM-50 Fiber

HM-50은 Kevlar와 같은 液晶紡糸를 하지 않으며, 代身 390°C 附近溫度에서 約 12倍 熱延伸한다는 것이 特異하다(圖 5 참조).

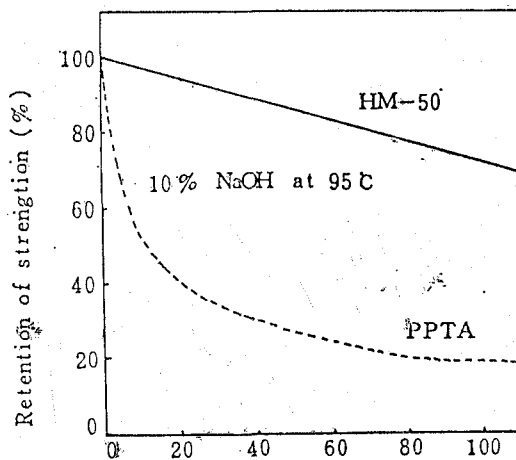
故로 HM-50은 Kevlar보다 纖維의 微細構造가 더욱

細密하며 耐熱性, 耐藥品性, 耐高溫蒸氣等 Kevlar보다 越等한 物性を (圖 6, 7, 8, 9, 10)에서 볼 수 있다.

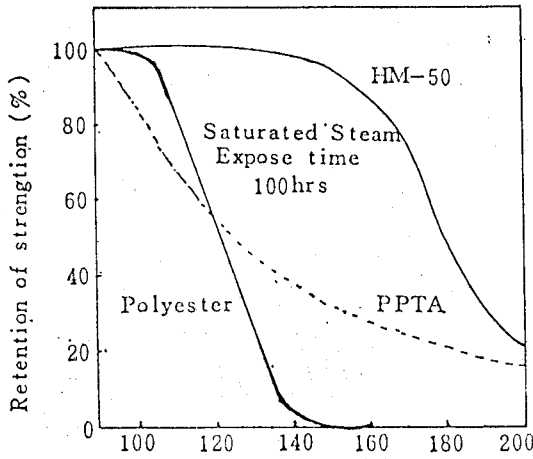
(表 6)은 HM-50과 Kevlar의 物性を 比較한 것이다.



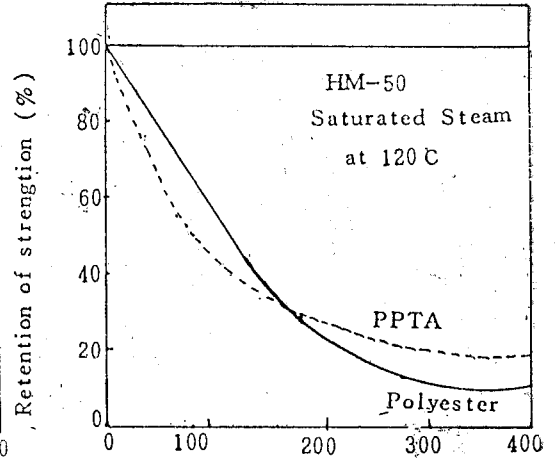
〈그림 6〉 Time(hrs)



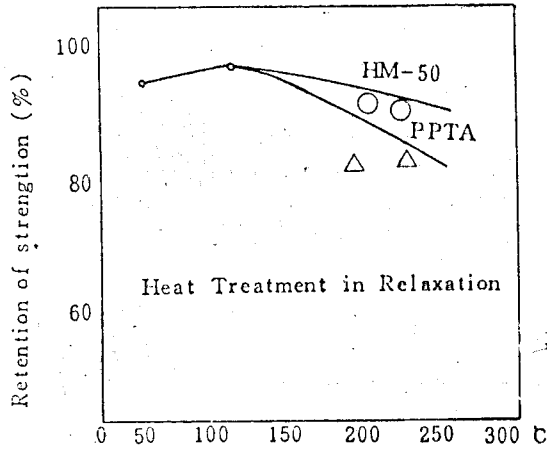
〈그림 7〉 Time(hrs)



〈그림 8〉 Temperature(°C)



〈그림 9〉 Time(hrs)



〈그림 10〉 Temperature in Air

(表 6) Typical properties of HM-50

Property	Aromatic polyamide HM-50	Aramid KEVLAR* 29	Aramid KEVLAR* 49	Graphite HT-type	Glass E-type
Density, g/cm <sup>3</sup>	1.39	1.44	1.45	1.80	2.54
Tensile strength					
g/de	25	22	22	19	9.6
kg/mm <sup>2</sup>	310	285	285	310	220
Tensile modulus					
g/de	600	460	1000	1400	300
kg/mm <sup>2</sup>	7500	6000	13000	23000	7000
Elong. to break					
%	4.2	3.8	2.4	1.3	4.0

\* Du Pont's catalog data.

〈계속〉