

Composite Materials

1-

: Construction

-1

-2

)

(...

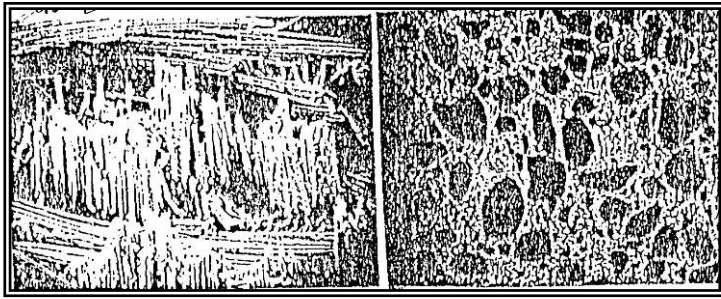
(Laminations)

:

(1-2)

(

)



(1-2)

:

(Stiffness)

:

.Glass-Fiber-Reinforced – Polymer

GFRP -1

.Carbon –Fiber - Reinforced – Polymer

GFRP -2

.Boron-Fiber Reinforced – Polymer

BFRP -3

(Liqnin) ()

-4

)

(

(

)

(Matrix)
 (Reinforcing Phase)
 (Volume Fraction)

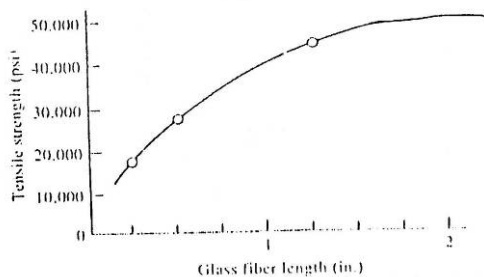
Principles of Fiber Reinforcement 1-4-1-1

Fiber length and diameter -1
 Amount of fiber -2
 Orientation of fiber -3
 fiber properties (1-27) -4
 -5
 -6
 (1-26) -7

(1-26)

	Fiber	Cost (\$/lb)
	Boron	320
	Sic	100
	Al₂O₃	30
	Carbon	30
	Aramid (Kevlar)	20
E -	E-glass	3

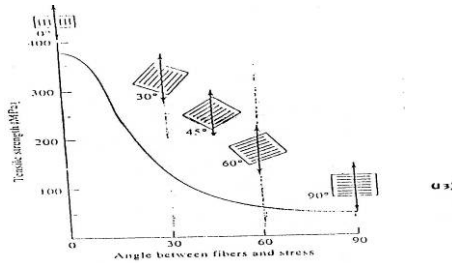
(1-3) (Epoxy)



(1-3)

(1-3)

(1-4)



(1-4)

(1-27)

:

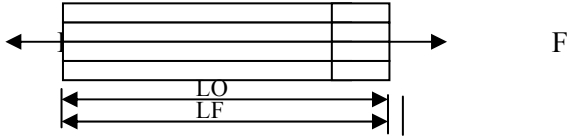
(1-27)

Material	Density (g/cm ³)	Tensile Strength (Psi)	Modulus strength (Psi)	Melting temperature (°C)	Specific modulus (x10 ⁷ /in)	Specific strength (x10 ⁶ /in)
Polymers						
Kevlar	1.44	650	18.0	500	34.7	10.1
Nylon	1.14	120	0.4	249	1.0	2.9
Polyethylene	0.97	480	25.0	147	7.1	13.7
Metals						
Be	1.83	185	44.0	1277	77.5	2.8
Boron	2.36	500	55.0	2030	64.7	4.7
W	19.40	580	59.0	3410	8.5	0.8
Glass:						
E-glass	2.55	500	10.5	< 1725	11.4	5.6
S-glass	2.50	650	12.6	< 1725	14.0	7.2
Carbon						
IIS(high strength)	1.75	820	40.0	3700	63.5	13.0
IIM(high modulus)	1.90	270	77.0	3700	112.0	3.9
Ceramics						
Al ₂ O ₃	3.95	300	55.0	2015	38.8	2.1
B ₄ C	2.36	330	70.0	2450	82.4	3.9
SiC	3.00	570	70.0	2700	47.3	5.3
ZrO ₂	4.84	300	50.0	2677	28.6	1.7
Whiskers						
Al ₂ O ₃	3.96	3000	62.0	1982	43.4	21.0
Cr	7.20	1290	35.0	1890	13.4	4.9
Graphite	1.66	3000	102.0	3700	170.0	50.2
SiC	3.18	3000	70.0	2700	60.8	26.2
Si ₃ N ₄	3.18	2000	55.0		47.8	17.5

Stress-Strain Relationship -

(1-5)

()



(1-5)

$$\begin{aligned}\epsilon &= (L_f - L_0) / L_0 = \Delta L / L_0 \\ &= L_f - L_0 = \Delta L \\ &= L_0 \\ &= L_f\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{\text{Composites}} &= \epsilon_f = \epsilon_m = \frac{\Delta l}{L_0} \\ &= \epsilon_m \\ &= \epsilon_f\end{aligned}$$

(Hook's law)

(Elastic strain)

$$\begin{aligned}\sigma &= E\epsilon \\ \sigma_f &= E_f \cdot \epsilon_f \\ \sigma_m &= E_m \cdot \epsilon_m \\ &= E_f \\ &= E_m\end{aligned}$$

- 1
- 2
- 3
- 4

Volume Fractions

(Rule of Mixtures)

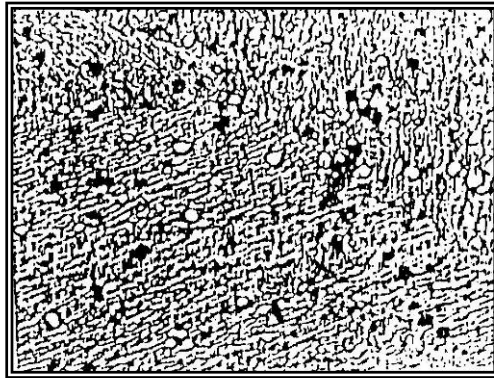
$$\begin{aligned}E_{\text{comp}} &= E_f v_f + E_m V_m \\ \sigma_{\text{comp}} &= \sigma_f v_f + \sigma_m v_m\end{aligned}$$

$$V_m = 1 - V_f$$

Principles of Particle Reinforcement
(Precipitation Hardening)

1-4-1-2

(1-6)



(1-6)

(1-30) (1-29) (1-28)

(1-28)

النظام	التطبيقات
Ag-CdO	مواد التماس الكهربائي
Al-Al ₂ O ₃	الاستعمالات الذوية
Be-BeO	تطبيقات الفضاء والمفاعلات النووية
Co-ThO ₂ , Y ₂ O ₃	مواد مغناطيسية ومقاومة للزحف
Ni-20%Cr-ThO ₂	اجزاء المحرك التوربيني
Pb-PbO	شبيكات البطاريات
Pt-ThO ₂	الاجزاء الكهربائية والموهجات
W-ThO ₂ -ZrO ₂	لمسختات والموهجات

Sic

(1-29)

Material	Flexural Strength (psi)	Fracture Toughness (psi/in)
Al ₂ O ₃	80,000	5,000
Al ₂ O ₃ /SiC	115,000	8,000
SiC	72,000	4,000
SiC/SiC	110,000	23,000
ZrO ₂ /SiC	65,000	20,200
Si ₃ N ₄	68,000	4,000
Si ₃ N ₄ /SiC	115,000	51,000
Glass	9,000	1,000
Glass/SiC	120,000	17,000
Glass/ceramic	30,000	2,000
Glass ceramic/SiC	120,000	16,000

(1-30)

المادة	التطبيقات
Borsic aluminum	ريش مراوح المحركات ، تطبيقات الفضاء والطائرات ... الخ
Kevlar-epoxy and Kevlar -polyester	تطبيقات الطائرات والفضاء مثال مكوك الفضاء ، ابدان الزوارق ، والعدد الرياضية مثل مضرب التنس ، أعمدة مضرب القولف ... الخ
Graphite - polymer	تطبيقات المركبات الفضائية والسيارات والعدد الرياضية
Glass - polymer	تطبيقات المركبات الخفيفة والتطبيقات المائية والبحرية المقاومة للتآكل والأجهزة الرياضية وأجزاء الطائرات والأجزاء الفضائية.