

目 次

まえがき	編集者一同	i
1 複合材料総論	畑 敏 雄	1
1 はじめに	2	
1.1 複合材料とは	2	
1.2 複合材料の多様な可能性とその根源	3	
2 複合素材と複合プロセス	5	
2.1 複合材料の素材	5	
2.2 複合のプロセス	6	
2.2.1 積層	6	
2.2.2 混合	8	
2.2.3 析出, 発泡	8	
2.2.4 含浸	9	
3 複合構造と複合効果	9	
3.1 複合構造の分類	9	
3.2 複合効果の考え方	11	
3.3 種々の構造効果	12	
3.3.1 相の連続と不連続の効果	12	
3.3.2 形状と配向の効果	12	
3.3.3 寸法効果	14	
4 界面の構造と機能	14	
4.1 界面の特殊構造	14	
4.2 界面相を考慮に入れた複合則	16	
4.3 固化の際の収縮差による残留応力	17	
4.4 界面の機能	19	
5 おわりに	20	
文 献	20	
2 複合効果	21	
1 力学物性における複合則	高柳素夫, 梶山千里	22
1 はじめに	22	
2 弾性率	23	
2.1 一般論	23	
2.2 マトリックス中に粒状物の分散した系	25	
2.3 マトリックス中に繊維の分散した系	26	
2.3.1 連続繊維強化材の弾性率	26	
2.3.2 不連続繊維強化材の弾性率	27	
3 強さに関する複合則	28	
3.1 一般論	28	
3.2 積層複合材の破壊解析	29	
4 力学物性に対する熱応力効果	32	
4.1 体膨張係数の複合則	33	
4.1.1 強化材が球状粒子の場合	33	
4.1.2 強化材が長い円柱状の場合	34	
4.2 実験結果との比較	35	
4.3 複合系内での素材の体膨張係数	36	
文 献	37	
2 金属における複合効果	高橋 仙之助	38
1 はじめに	38	
2 粒子による効果	39	
2.1 粒子分散強化合金	39	
2.1.1 SAP	39	
2.1.2 TD ニッケル	41	
2.2 粒子分散強化合金の製造	42	

2.3 粒子分散強化合金の強さ	43	3.3 タングステン繊維強化銅の強度	50
2.4 強力機構	45	3.4 繊維強化金属の高温クリープ	52
2.4.1 強さと粒子間距離および粒子の大きさとの関係	45	3.5 一方凝固材	53
2.4.2 粒子の安定性	46	3.6 ホイスカー強化金属	53
2.4.3 高温クリープ	47	4 積層による効果	54
3 繊維による効果	48	5 多孔質金属	55
3.1 繊維強化金属	48	6 おわりに	56
3.2 繊維強化金属の製造	49	文 献	56
3 ゴムにおける複合効果	59	藤本 邦彦	59
1 はじめに	59	7 多相複合効果	67
2 ゴム系複合材料の複合効果	59	7.1 設計	67
3 ゴム複合材料のマトリックス部の特徴	61	7.2 制御物質の選定	69
4 粒子分散系の構造と特徴	62	7.3 総合効果	71
5 繊維分散系の特徴	64	8 おわりに	72
6 二相ゴム系複合材料	65	文 献	73
4 ステレオロジーの複合材料への応用	74	大沢 直志	74
1 はじめに	74	の大きさを推定する方法	82
2 ステレオロジーの対象と用語	75	3.5.2 インターセプト長分布から粒子の大きさを推定する方法	83
3 複合材料に関連するステレオロジー理論の現状	76	4 ステレオロジーの発泡体への応用	84
3.1 体積分率	76	4.1 プラスチックフォームの気泡半径分布	84
3.2 界面の面積および配向	77	4.2 フォームの気泡半径と圧縮挙動との関係	86
3.3 形状	79	4.2.1 フォームの全面圧縮挙動	86
3.4 粒子の空間分布	80	4.2.2 フォームの“かたさ”	86
3.4.1 界面間距離および中心間距離	80	4.2.3 フォームの反発係数	87
3.4.2 粒子の接触率および接触個数	80	5 おわりに	87
3.5 粒子の大きさの推定	81	文 献	88
3.5.1 プロフィールの半径分布から粒子			
3 複合素材と複合プロセス	89		
1 複合素材としての繊維物質	90	仁木 栄次	90
1 はじめに	90	7 繊維強化複合材料の強度に影響する因子	99
2 複合材料と異方特性	90	8 不連続繊維一方強化材の繊維方向引張り強さ	99
3 固体の理論強度とホイスカー	91	9 新しい繊維	101
4 細い無機繊維の強度とその構造	93	10 ホイスカーとその実用化	102
5 繊維強度の統計法則と単繊維強度の分布関数	94	文 献	103
6 繊維束の強度	96		

2 炭素繊維とその複合	大谷 杉郎	105
1 はじめに		105
2 複合素材としての炭素繊維		105
2.1 炭素繊維の機械的(力学的)特性と その分類		105
2.2 物理的および化学的特性		106
2.3 内部および表面構造		107
2.4 製法と価格の動き		109
3 複合の種類とそのプロセス		110
3.1 複合材の種類と目的		110
3.2 複合プロセスとその問題点		111
3.2.1 CFRTS		111
3.2.2 CFRTTP		113
3.2.3 CFRM と CFRC		115
4 おわりに		118
文 献		118
3 バルーン材料とその複合	黒岩 忠春	120
1 はじめに		120
2 バルーン材料		120
2.1 最近の開発状況とその背景		120
2.2 原料, 製法, 性質		122
2.3 当面の課題		124
2.3.1 発泡管理条件の研究と未利用 資源調査		124
2.3.2 要求性能		125
2.3.3 安価な量産技術の開発		127
2.3.4 性能評価法の確立		127
3 バルーン材料の複合		127
3.1 充填材としてのバルーン材料		127
3.1.1 強度についてみた場合		128
3.1.2 断熱性, 耐火性についてみた場合		130
3.1.3 軽量化, 吸音性などについてみた 場合		131
3.2 新しい各種複合材料		131
3.2.1 樹脂系		131
3.2.2 金属系		131
3.2.3 炭素系		132
3.2.4 無機系		132
4 おわりに		133
文 献		134
4 単繊維強化材の成形加工	古川 孝志	135
1 はじめに		135
2 単繊維強化による補強効果		136
3 強化材界面処理の進展		137
4 FRTP 射出成形の課題		139
4.1 繊維含有量と物性		139
4.2 繊維長		140
4.3 繊維の分散		141
4.4 繊維の配向と物性の方向性		142
4.5 ウェルド強度		144
5 その他の繊維強化材およびプレス 加工		145
5.1 ガラス繊維以外の単繊維強化材		145
5.1.1 アスベスト強化材		145
5.1.2 炭素繊維強化材		145
5.1.3 ホイスター強化材		145
5.2 プレス成形加工		146
6 おわりに		147
文 献		147
4 複合界面の諸問題		149
1 複合材料の界面構造	中尾 一宗	150
1 はじめに		150
2 接着と破壊		150
3 破壊の一般原則		151
4 境界層の Micro Mechanics		152
5 Weak Boundary Layer (WBL)		154
6 高分子の結晶形態と接着		155
6.1 トランスクリスタル		156
6.2 高エネルギー表面の構造		158
6.3 急冷, 徐冷, アニールによる形態 の変化		159

6.4 界面における結晶の Epitaxially Growth	160	9 表面の穴, 凹凸の効果	162
7 表面の組成, 構造と表面活性	161	10 機械的結合の効果	164
8 表面の水	161	文 献	165
2 複合材料界面の応力分布と巨視力学物性	河田 幸三	168	
1 複合材料の界面	168	引張り強さ	175
2 連続繊維一方向強化材の基礎強度と強度異方性	169	4.4 繊維の引抜き, 限界アスペクト比の評価	175
3 層間せん断強さに関係する二, 三の問題	170	4.5 脆性母材での繊維末端部破壊の有限要素法解析	176
3.1 梁の曲げ強さ	170	4.6 短繊維任意配向材	177
3.2 積層材の層間せん断	171	5 積層板の降伏-破壊過程	177
3.2.1 ラップ接着継手	171	6 粒子分散複合材料としてのロケット固体推進とその降伏	178
3.2.2 対称斜交積層板	172	7 その他の諸問題——破壊力学, 実験力学	181
4 繊維末端のある場合の界面応力分布と強度・剛性	173	8 力学側より化学側への要望	182
4.1 母材, 繊維とも弾性的の場合	173	文 献	182
4.2 母材塑性, 繊維弾性的の場合	175		
4.3 限界長さとして短繊維一方向強化材の			
3 複合材料の界面反応	近藤連一, 林 剛	184	
1 はじめに	184	5.1 シリカ, ガラスの表面と有機物との反応	193
2 無機素材の表面化学	184	5.2 無機素材の表面処理	195
2.1 酸化物の表面に対する水的作用	185	5.2.1 ガラスに対するカップリング剤的作用	195
2.2 ガラス表面に対する水的作用	185	5.2.2 石綿に対するシラン系処理剤の作用	196
2.3 表面エネルギーとぬれ	186	6 クラスレート複合材料	197
3 無機-無機系複合材料	187	6.1 カルシウムアルミネート水和物	197
3.1 水和反応とセメント結合	188	6.2 粘土鉱物	198
3.2 ガラスと金属酸化物の化学強化	189	7 おわりに	199
3.3 化学的複合	189	文 献	200
4 金属-無機系複合材料	190		
4.1 金属-無機素材界面の接着	190		
4.2 ほうろう	191		
5 有機-無機系複合材料	193		
4 接着性と複合物性	山口 章三郎	201	
1 接着性について	201	2.2 繊維状素材充填複合材料における接着効果	209
1.1 接着性の表示法	201	2.3 粒状素材充填複合材料における接着効果	211
1.2 接着性への諸効果	203	2.3.1 板状試験片における円盤状充填材の効果	212
1.2.1 被着剤と接着剤の組合せ効果	203	文 献	217
1.2.2 接着表面の化学的処理効果	204		
1.2.3 カップリング剤の処理効果	205		
2 複合物性について	206		
2.1 板状素材複合材料における接着効果	206		
ABSTRACTS			219