

## 目 次

第Ⅰ章 エポキシ樹脂のアウトライン	1
1. エポキシ樹脂とは	1
2. 液状高分子材料としてのエポキシ樹脂	3
3. エポキシ樹脂材料の構成	6
3.1 エポキシ樹脂	6
3.2 硬化剤	7
3.3 硬化体改質剤	11
3.3.1 可塑剤	11
3.3.2 液状ゴム	13
3.3.3 充てん材	14
3.4 流動調整剤	14
3.5 その他の添加剤	15
4. 硬化構造の形成	15
4.1 硬化反応	15
4.2 硬化による機械的性質の発現	17
4.3 硬化収縮と内部応力	18
4.4 熱的な性質	19
文 献	21
第Ⅱ章 エポキシ樹脂	23
1. アウトライン	23
1.1 グリシジル樹脂の製造	23
1.2 化学構造からみた種類	25
1.3 室温における状態	27
1.4 共通して重要なエポキシ樹脂の性質	27
1.4.1 エポキシ基の反応性	27
1.4.2 異質末端基とその影響	30
1.4.3 エポキシ樹脂の化学構造と耐熱性	31

1.4.4	エポキシ当量の効果	35
2.	汎用的なビスフェノール型樹脂	37
2.1	もっとも汎用的なBA樹脂	37
2.1.1	平均分子量と分子量分布	38
2.1.2	水酸基当量	40
2.1.3	粘度と軟化温度	41
2.1.4	固形樹脂の溶解性と粘度	42
2.1.5	硬化体の性質	44
2.1.6	応用用途で異なる適正分子量	50
2.2	粘度の低いBF樹脂	51
2.3	耐候性にすぐれたヘキサヒドロBA樹脂	52
3.	耐熱性にすぐれた多官能性樹脂	53
3.1	ノボラック型樹脂	54
3.2	多官能性グリシジルアミン樹脂	58
3.3	多官能性グリシジルエーテル樹脂	60
4.	機能性にすぐれたハロゲン化樹脂	61
4.1	ブロム化エポキシ樹脂	62
4.1.1	難燃効果	62
4.1.2	HBR樹脂	63
4.2	フッ化樹脂	64
	文献	67
<b>第Ⅲ章 硬化剤</b>		69
1.	アウトライン	69
1.1	硬化剤の種類	69
1.2	硬化剤で異なる適正硬化温度域と耐熱性	71
1.3	硬化剤の構造と特性	73
1.4	用途によって異なる硬化剤	74
2.	個性を組み込む重付加型硬化剤	75
2.1	ポリアミン系硬化剤	75
2.1.1	ポリアミンの反応	76
2.1.2	単一ポリアミンの種類と特徴	77
2.1.3	変性ポリアミン	83
2.1.4	共融混合ポリアミン	84
2.2	酸無水物系硬化剤	84
2.2.1	硬化反応	85

2.2.2	種類と特徴	87
2.2.3	共融混合酸無水物	91
2.3	その他の硬化剤	91
2.3.1	フェノールノボラック硬化剤	91
2.3.2	ポリメルカプタン硬化剤	92
2.4	適正添加量と硬化条件	93
2.4.1	適正添加量	93
2.4.2	硬化剤の添加量と硬化物性	93
2.4.3	反応を完結させる硬化条件	96
3.	開環重合を開始させる触媒型硬化剤	96
3.1	アニオン重合型硬化剤	97
3.1.1	第三アミン化合物	97
3.1.2	イミダゾール化合物	98
3.2	カチオン重合型硬化剤	99
4.	潜在性硬化剤	100
4.1	分散型硬化剤	102
4.2	熱分解型硬化剤	102
4.3	光分解型硬化剤	103
4.4	湿気硬化型硬化剤	104
4.5	モレキュラーシーブ封入型硬化剤	104
4.6	マイクロカプセル化硬化剤	105
	文献	105
<b>第IV章 エポキシ樹脂材料の改質</b>		<b>107</b>
1.	流動性のコントロール	107
1.1	減粘	107
1.2	増粘	110
1.3	チキソトロピー化	112
2.	アロイ変性	112
2.1	可塑剤の種類	113
2.2	可塑化効果	115
3.	ゴムブレンド変性	116
3.1	改質の機構	117
3.2	改質効果にかかわる因子	118
3.2.1	固形ゴム粒子の形成	118
3.2.2	ゴム粒子とマトリクス樹脂の接着性	119

3.2.3	ゴム粒子の強靱さ	123
3. 3	ゴムブレンドによる改質効果	123
3.3.1	機械的性質	123
3.3.2	動的粘弾性	124
3.3.3	接着強さ	125
4.	充てん材による改質	128
4. 1	充てん材の種類と用途	128
4. 2	カップリング剤による表面処理	128
4. 3	充てん材の改質効果	131
4.3.1	機械的性質	131
4.3.2	耐薬品性	133
4.3.3	熱的性質	135
4.3.4	耐燃性	135
4.3.5	電気的性質	136
	文 献	138
<b>第V章 硬化構造の形成とその性質</b>		<b>139</b>
1.	硬化構造の形成	139
1. 1	重付加反応による硬化構造の形成	139
1.1.1	ポリアミン系硬化剤	140
1.1.2	ポリカルボン酸およびその無水物	143
1.1.3	ポリメルカプタン硬化剤	147
1. 2	イオン重合反応による硬化構造の形成	148
1.2.1	アニオン重合	148
1.2.2	カチオン重合	151
2.	硬化構造形成のモルホロジー	153
2. 1	マイクロゲルの形成	155
2. 2	マクロゲル化	156
2. 3	硬化構造の形成	157
3.	硬化反応に伴う機械的性質の発現	157
3. 1	硬化反応と機械的性質	157
3. 2	機械的性質発現のプロセス	159
3. 3	エポキシ樹脂と硬化剤で異なる強度発現挙動	159
4.	硬化構造と機械的性質	162
4. 1	橋かけ構造の形成	163
4. 2	橋かけ密度の関数としての機械的性質	165

4. 3 機械的性質の温度依存性	165
文 献	169
<b>第VI章 硬化収縮と内部応力</b>	<b>171</b>
1. 硬化プロセスで生ずる変化	171
1. 1 加熱硬化-冷却によって生ずる変化	171
1. 2 実際の系における硬化収縮と冷却収縮	173
1. 3 硬化収縮にかかわる因子	173
1. 4 内部応力にかかわる因子	176
1. 5 内部応力の実用的意義	177
2. 冷却収縮による内部応力の発生	178
2. 1 熱膨張係数	178
2. 2 冷却によって生ずる収縮	181
2. 3 内部応力の発生	182
3. ゴム変性による内部応力の緩和	185
3. 1 弾性率と熱膨張係数	185
3. 2 冷却収縮挙動の変化	186
3. 3 内部応力の低下	186
4. 充てん材の添加による収縮率の低下	188
4. 1 冷却収縮率の低下	189
4. 2 弾性率の上昇	189
4. 3 充てん材配合に伴って変化する内部応力	191
文 献	191
<b>第VII章 エポキシ樹脂の接着性</b>	<b>193</b>
1. 接着と破壊	193
1. 1 接着とは	193
1. 2 接着剤としての資格要件	194
1.2.1 第1の資格要件:液体であること	194
1.2.2 第2の資格要件:被着体をぬらすこと	195
1.2.3 第3の資格要件:固体化すること	195
1. 3 接着力と接着強さ	196
1.3.1 接着力	196
1.3.2 接着強さ	199
2. 接着の界面現象	201
2. 1 被着体表面のぬれ	201

2. 2	接着仕事	202
2. 3	臨界表面張力	203
2. 4	溶解性パラメーター	206
3.	機械的接着強さ	207
3. 1	弱い境界層	207
3. 2	接着サイト比率で変化する破壊状態	209
3. 3	接着強さを低下させる内部応力	210
3. 4	接着剤のレオロジー的性質とともに変化する接着強さ	212
3. 5	接着ジョイントの形態と接着強さ	214
4.	環境耐久性	217
4. 1	耐熱性と耐寒性	218
4. 2	応力疲労強さ	220
4. 3	耐水(湿)性	221
4. 4	耐候性	221
	文献	222
<b>第八章 エポキシ樹脂の応用</b>		<b>225</b>
1.	応用のアウトライン	225
2.	塗料への応用	227
2. 1	常温硬化型塗料	227
2. 2	自然乾燥型エポキシ樹脂エステル塗料	228
2. 3	焼付け型塗料	228
2. 4	カチオン電着塗料	229
2. 5	粉体塗料	231
3.	接着剤	232
3. 1	エポキシ樹脂接着剤の種類	234
3. 2	接着性能	235
3. 3	エポキシ樹脂接着剤の応用	237
4.	コンポジット材料	237
4. 1	コンポジット材料の性能	238
4. 2	コンポジット材料の製造	239
4. 3	コンポジット材料の応用	241
5.	成形材料	243
5. 1	液状材料	243
5. 2	固形材料	244
	文献	245