

目次

1. FRPの利用と用途

1.1 FRP の定義	1
1.2 FRP の長所と短所	2
1.3 FRP の用途	5
1.3.1 水まわり製品	5
1.3.2 船	7
1.3.3 航空宇宙機構造	7
1.3.4 自動車	7
1.3.5 環境, エネルギー	8
1.3.6 タンク	9

2. FRP の材料

2.1 繊維	11
2.1.1 炭素繊維	11
2.1.2 ガラス繊維	20
2.1.3 天然繊維	24
2.2 樹脂	25
2.2.1 熱硬化性樹脂	26
2.2.2 熱可塑性樹脂	31
2.2.3 取り扱い注意事項	32

2.3 副資材	32
2.3.1 充填材	32
2.3.2 硬化剤, 促進剤	35
2.3.3 離型剤	36
2.3.4 着色剤	36
2.3.5 助剤 (消泡剤, 減粘剤, 紫外線吸収剤)	36
2.3.6 低収縮剤	37

3. 成形法

3.1 成形法の基礎	38
3.1.1 概要	38
3.1.2 成形法の選択	39
3.1.3 成形材料	39
3.1.4 成形型	41
3.1.5 成形技術	42
3.1.6 後加工	43
3.2 ハンドレイアップ成形法	45
3.3 スプレーアップ成形法	47
3.4 バッグ成形法	49
3.4.1 減圧バッグ成形法	49
3.4.2 加圧バッグ成形法	50
3.5 オートクレープ成形法	51
3.6 RTM 成形法	53
3.7 インフュージョン成形法	56
3.8 MMD 成形法	58
3.9 SMC 成形法	60
3.10 BMC 成形法	63
3.11 FW 成形法	67
3.12 FRPM 管成形法	72

3.13	引抜成形法	75
3.14	連続パネル成形法	76
3.15	遠心成形法	77
3.16	人造大理石成形法	78
3.17	耐食FRP成形法	79
3.18	熱可塑性複合材料の成形法	81
3.18.1	中間材料の加熱を型外で実施するスタンピング成形法	82
3.18.2	金型の加熱・冷却時間を短縮する急速加熱冷却成形法	82
3.18.3	金型の温度勾配を利用した連続成形法(引抜成形法)	84
3.18.4	連続繊維と長繊維樹脂射出成形のハイブリッド成形法	85

4. 応力ひずみの計算

4.1	複合則	86
4.2	単層の力学	90
4.3	アングルプライの力学	91
4.4	積層板の力学	94
4.5	短繊維複合材料	99

5. 特 性

5.1	静的試験	100
5.2	疲労試験	105
5.3	衝撃試験	110
5.4	耐候性試験	115
5.5	耐食試験	117
5.6	クリープ試験	120
5.6.1	はじめに	120

5.6.2	高分子材料の構造と粘弾性	120
5.6.3	時間-温度換算則	124
5.6.4	樹脂のクリープコンプライアンス	126
5.6.5	CFRPのクリープコンプライアンス	127
5.6.6	おわりに	132
5.7	継手強度試験	132
5.7.1	機械的継手	132
5.7.2	接着継手	135
5.8	層間はく離試験	138

6. 設 計 法

6.1	破壊則	144
6.1.1	最大応力則	144
6.1.2	最大ひずみ則	146
6.1.3	Tsai-Hill 則	147
6.1.4	Hoffman 則	148
6.1.5	Tsai-Wu 則	149
6.1.6	Hashin 則	149
6.2	積層板設計	150
6.3	継手設計	154
6.4	座 屈	161
6.5	安全率	168
6.5.1	概 要	168
6.5.2	静的特性値および限界値	169
6.5.3	安全率に影響する要因係数	169
6.5.4	設計と安全率	175
6.5.5	流体管の内圧計算例	176
6.6	有限要素法	177
6.7	シミュレーション	179

7. 機能的性質

7.1 導電率, 誘電率と絶縁破壊	184
7.2 比熱, 熱伝導率と線膨張係数	190
7.3 密度, 融点と振動減衰	193
7.4 屈折率	194

8. 非破壊試験

8.1 はじめに	196
8.2 代表的な非破壊試験	196
8.2.1 目視試験	196
8.2.2 放射線透過試験	197
8.2.3 超音波探傷試験	197
8.2.4 アコースティックエミッション試験	199
8.2.5 赤外線サーモグラフィ試験	199
8.3 検出対象となる欠陥と非破壊試験の適用例	200
8.3.1 製造時に発生し得る欠陥	200
8.3.2 供用中に発生し得る欠陥	200
8.3.3 適用例	201
8.4 将来への課題と展望	201



引用・参考文献	203
---------	-----

強化プラスチック協会創立 60 周年記念出版のご案内	210
----------------------------	-----

索引	211
----	-----