

# 「だれでも使える FRP - FRP 入門 - 」 目次

「だれでも使える FRP - FRP 入門 - 」 発刊に当たって

「FRP 入門」所収の略語表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

## 1 . FRP とはどんなものですか

1.1 FRP とは・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1.1.1 FRP のしくみ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1.1.2 いろいろな材料との違い・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1.1.3 FRP の種類と機能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
1.2 FRP の優れているところ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5
1.3 FRP の劣っているところ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	9
1.4 FRP の目指す方向・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10
1.4.1 第 5 世代材料への挑戦・・・・・・・・・・・・・・・・	10
1.4.2 インバース・マニユファクチャリングの担い手	11
1.4.3 先進複合材料構造体の“その場”成形技術	13

## 2 . どのなところに使われていますか

2.1 こんなところに使われています・・・・・・・・・・・・・・・・	14
2.1.1 主な FRP 製品の機能別一覧・・・・・・・・・・・・	14
2.1.2 水回り製品・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14
2.1.3 構造物・機能部品・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	17
2.1.4 インフラストラクチャー・・・・・・・・・・・・・・	18
2.1.5 移動体・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
2.1.6 環境・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	22
2.1.7 エネルギー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	22
2.1.8 容器・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	23
2.1.9 生活・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	24
2.1.10 娯楽・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	27
2.1.11 景観・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	28
2.1.12 道具・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	29
2.2 どのように使いますか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	30
2.2.1 できるだけ一体に作る・・・・・・・・・・・・・・	30
2.2.2 ではどうしても一体化できない場合はどのように接合するのか	30
2.2.3 急激な厚さの変化を避ける・・・・・・・・・・・・	31
2.2.4 急激な剛性変化は避ける・・・・・・・・・・・・	32
2.2.5 モノコック構造が FRP に最適な構造である	32

2.2.6 剛性の増強はスチフナあるいはリブを利用する	32
2.2.7 面全体の剛性の増大はサンドイッチ構造を利用する	33
2.2.8 大きな平面は避ける	
どうしても必要な場合は曲率の大きな曲面とする	33
2.2.9 どうしても平面が必要な場合，リブで変形を防止する	33
2.2.10 面と面が折れ曲がって連続する場合，その折線（稜線）の部分は	
できるだけ大きな曲率の曲面とする	34
2.2.11 切り欠き及び開口（二次的な機械加工を含める）は，できるだけ避ける	34
2.2.12 小物部品の取付けは，可能な限りインサートとする	35
2.2.13 外表面の塗装はできるだけ避ける	35
2.2.14 面層に機能を果たせる場合，材料として一体で挙動するが，	
表面層と構造層とに分けて考える	36
2.2.15 材料の強度を外力に応じて設計できる	37
2.2.16 いろいろな性能の選択ができる	39

### 3．どのような材料を使いますか

3.1 樹脂	42
3.1.1 熱硬化性樹脂	42
3.1.2 熱可塑性樹脂	52
3.2 強化繊維	56
3.2.1 ガラス繊維	56
3.2.2 炭素繊維	60
3.2.3 アラミド繊維	62
3.2.4 その他の繊維	62
3.3 成形用中間材	65
3.3.1 プリフォーム	66
3.3.2 SMC	67
3.3.3 BMC	69
3.3.4 プリプレグ	70
3.3.5 FRTP 成形材料	72
3.4 副資材	73
3.4.1 硬化剤，促進剤	73
3.4.2 充てん材	75
3.4.3 助剤（脱泡剤，紫外線吸収剤）	76
3.4.4 離型剤	76
3.4.5 着色剤，難燃剤，低収縮剤	76
3.4.6 芯材（八ニカム，発泡体，複合マット）	77

### 4．どのようにして作りますか（成形と加工）

4.1 成形とは	79
----------	----

4.1.1	原材料の形	79
4.1.2	型	82
4.1.3	成形	84
4.1.4	硬化又は安定化	86
4.1.5	FRP 板の構造	86
4.1.6	技能	87
4.1.7	いろいろな作り方	87
4.2	FRP の加工方法	94
4.2.1	機械及び工具の種類と使用方法	94
4.2.2	二次加工法	94
4.3	成形品の接合	96
4.3.1	FRP 同志の接着接合	96
4.3.2	FRP と塩化ビニル	97
4.3.3	FRP と金属	97
4.3.4	FRP と木材	97
4.3.5	FRP とハニカムコア	98
5	どのような性質がありますか	
5.1	一般的な特徴	99
5.1.1	方向による性質の変化	99
5.1.2	成形法による性質の違い	101
5.1.3	ハイブリッドによる性質の改善	102
5.2	機械的性質	104
5.2.1	静的性質	106
5.2.2	動的性質	110
5.3	機能的性質	114
5.3.1	物理的性質	114
5.3.2	化学的性質	115
5.3.3	熱的性質	115
5.3.4	電氣的性質	116
5.3.5	その他の性質	117
5.4	複合則	118
5.4.1	機械的性質	118
5.4.2	熱的性質	119
5.4.3	電氣的性質	120
6	良い FRP を作るにはどうしますか	品質管理と補修
6.1	原材料をどう調べる	123
6.2	成形工程の調べ方	124
6.3	製品の品質管理	126

6.3.1	体制作り	126
6.3.2	工程での品質の作りこみ	127
6.3.3	不適合	127
6.3.4	検査項目	127
6.4	補修	128
6.4.1	製造現場での補修	128
6.4.2	使用中の事故による損傷の補修	131
7	FRP を作るのに気をつけること	
7.1	危険物対策	132
7.1.1	危険物の定義と数量	132
7.1.2	危険物関連施設とその基準	132
7.1.3	危険物取扱者	134
7.1.4	FRP 成形事業所における火災の実例	134
7.2	作業環境対策	134
7.3	一般環境対策	135
8	FRP と地球環境とのかかわり	
8.1	FRP の地球環境への影響	139
8.1.1	FRP を作る時どれだけ環境負荷がありますか	139
8.1.2	LCA の視点で環境問題を考えよう	142
8.2	FRP の 3R	143
8.2.1	3R (Reduce , Reuse , Recycle)	143
8.2.2	FRP は再資源化できる材料です (FRP 再資源化実証事業)	145
9	FRP の歴史と実績は	
9.1	わが国における歴史と実績	149
9.2	諸外国の現状	149
	協会が発行している FRP 図書一覧	152