

目 次

Ⅰ	パルプ原料	1
1.	製紙用原料の概要	1
2.	木材の特性	2
2.1	木材の組織学的性質	2
2.1.1	木材の概観	2
2.1.2	木材の細胞要素	3
2.1.3	繊維の形状	4
2.1.4	細胞壁の構造	5
2.2	木材の化学的性質	5
2.2.1	木材の化学組成	5
2.2.2	セルロース	6
2.2.3	ヘミセルロース	6
2.2.4	リグニン	7
2.2.5	その他の成分	7
2.3	木材の物理的性質	7
2.3.1	水分との関係	7
2.3.2	比重	8
3.	森林資源	9
3.1	世界の森林資源	9
3.2	日本の森林資源	10
4.	木材需給	10
5.	古紙	12
5.1	古紙の回収と利用	12
5.2	古紙の製紙原料としての適性	13
6.	非木材原料	14
	参考文献	15

2	調 木	17
1.	調木の工程	17
2.	バルブ材の計量	18
2.1	計量単位	18
2.2	材積の測定	19
3.	丸太の荷役と輸送	19
3.1	荷役機械	19
3.2	丸太用コンベヤ	19
4.	丸太のひき割り	20
5.	皮むき	21
5.1	ドラムバーカー	22
5.2	回転刃式バーカー	23
5.3	パーク処理	23
6.	チップの製造	24
6.1	ディスク型チップパー	24
6.2	Vドラム型チップパー	26
7.	チップスクリーン	27
7.1	振動型スクリーン	27
7.2	ディスク型スクリーン	27
8.	チップの荷役、貯蔵および輸送	28
8.1	購入チップの受入れ	28
8.2	チップの貯蔵	29
8.2.1	チップの野積み	29
8.2.2	チップサイロ	31
8.3	チップの輸送	31
3	機械バルブ	33
1.	機械バルブの分類	33
2.	GP	33
2.1	GP 製造工程の概要	34
2.2	GP の性質と用途	35
2.3	GP 製造設備	36
2.3.1	グラインダー	36
2.3.2	パルプストーン	38

2.4 摩砕条件とパルプ品質	39
2.4.1 ストーン面の状態	39
2.4.2 摩砕圧	40
2.4.3 摩砕温度	40
2.4.4 摩砕濃度	40
2.4.5 ストーン浸漬度	41
2.4.6 摩砕動力	41
2.5 樹種とパルプ品質	41
2.5.1 針葉樹	41
2.5.2 広葉樹	43
3. PGW	43
4. RGP	45
5. TMP	46
5.1 TMP 製造工程の概要	46
5.2 各種 TMP 製造方式	48
5.2.1 Defibrator 方式	48
5.2.2 Sprout Waldron 方式	48
5.2.3 Bauer 方式	50
5.3 TMP の品質と特徴	51
5.4 TMP 製造条件と品質	52
5.4.1 チップ形状	53
5.4.2 プレスチーミング条件	53
5.4.3 リファイニング濃度	54
5.4.4 リファイニング動力	55
5.4.5 リファイニング面積と周速	56
5.4.6 リファイニング段数	56
5.4.7 リファイナープレート	57
5.5 樹種とパルプ品質	58
6. CTMP	58
6.1 CTMP の品質と特徴, 用途	60
6.2 CTMP 製造条件と品質	62
7. ポストリファイニング	63
8. 機械パルプの省エネルギー	65

4	高収率パルプ	67
1.	SCP および CGP の定義と種類	67
2.	SCP および CGP 製造用原木	69
3.	SCP および CGP の製造工程	69
4.	亜硫酸塩法 SCP および CGP	71
4.1	蒸 解	71
4.2	リファイニング	72
4.3	パルプの品質と用途	73
4.4	廃液からの薬品回収	73
4.4.1	廃液の性状	73
4.4.2	廃液回収	73
4.4.3	薬品回収	75
5.	コールドソーダ法 CGP	78
5.1	薬品処理	78
5.2	リファイニング	78
5.3	パルプの品質と用途	78
6.	クラフト法 SCP (KSCP)	79
7.	そ の 他	79
7.1	炭酸ソーダ法 SCP	79
7.2	緑液法 SCP	80
8.	SCP および CGP の製造設備	80
8.1	ダイジェスター	80
8.2	リファイナー	83
8.3	洗浄およびスクリーン	83
	参考文献	84
5	亜硫酸パルプ	85
1.	マグネシウムベース酸性亜硫酸パルプ	85
1.1	原材料	85
1.1.1	原 木	85
1.1.2	硫 黄	85
1.1.3	マグネシウム	85
1.2	薬液の製造	87
1.2.1	亜硫酸ガスの製造	87

1.2.2	亜硫酸ガスの冷却	89
1.2.3	亜硫酸ガスの吸収および原液の製造	89
1.2.4	蒸解液と亜硫酸ガスの回収	89
1.3	蒸 解	90
1.3.1	蒸解の化学反応	90
1.3.2	蒸解設備	91
1.3.3	蒸解サイクル	92
1.4	廃液からの薬品回収	94
1.4.1	廃液の回収	94
1.4.2	廃液の濃縮燃焼	95
1.4.3	薬品回収	95
1.5	蒸解廃液からの副産物	97
2.	その他の亜硫酸パルプ	97
3.	溶解パルプ	97
3.1	溶解パルプの製造	99
3.1.1	蒸 解	99
3.1.2	精製・漂白	100
3.2	溶解パルプの用途と実用適性	103

⑥ クラフトパルプ 105

1.	クラフトパルプの現状	105
2.	技術用語	107
3.	パルプ製造工程概要	107
3.1	蒸解工程および薬品回収工程	107
3.2	薬品の回収	107
4.	蒸 解 工 程	109
4.1	蒸解性に及ぼす要因	109
4.2	原木と蒸解性	109
4.3	蒸解条件と蒸解性	110
5.	黒液濃縮工程	116
5.1	黒液得量, 固形分得量	116
5.2	黒液の性状と成分	117
5.3	黒液の固形分濃度, 比重, 温度の関係	117
5.4	黒液の酸化	118
5.5	エバポレーター	118

6.	苛性化工程	119
6.1	苛性化	119
6.2	緑液の清澄	120
6.3	白液の清澄	121
6.4	スラッジウォッシャーおよびスラッジフィルター	122
6.5	フラッシュドライヤ	122
6.6	キルン	122
6.7	石灰顕熱回収装置	122
7.	クラフト法の改良	123
7.1	Extended Delignification 法	123
7.2	MOXY 法	124
7.3	キノン類添加法	125
8.	クラフト蒸解の設備動向	127
8.1	蒸解設備	127
8.1.1	カミヤ連続蒸解装置	127
8.1.2	MCC 蒸解 (Extended Delignification 法)	130
8.1.3	エスコ連続蒸解装置	131
8.1.4	M & D 連続蒸解装置	131
8.2	エバポレータ	131
8.3	苛性化設備	134
	参考文献	136
7	古紙パルプ	137
1.	古紙処理概要	137
2.	古紙の離解	141
2.1	低濃度パルパー	141
2.2	ヘリコ型高濃度パルパー	141
2.3	ファイバーフロードラム	142
2.4	蒸煮釜	143
2.5	熟成タワー	143
3.	除 塵	143
3.1	粗 選	143
3.2	精選スクリーン	144
3.3	精選クリーナー	145
4.	分 散	146

5. 脱インキ	147
5.1 脱インキ機構	147
5.2 印刷インキの種類	148
5.3 脱インキ薬品	148
5.3.1 無機薬品	148
5.3.2 有機薬品	151
5.4 脱インキ設備	152
5.4.1 洗浄	153
5.4.2 フローテーション	155
6. 漂白	158
7. 古紙処理プラント例	164
引用・参考文献	164

8 非木材パルプ・特殊パルプ 165

1. 非木材パルプ	165
1.1 非木材パルプの種類と特徴	165
1.2 じん皮繊維のパルプ	166
1.2.1 麻類(草本じん皮)のパルプ	166
1.2.2 木本じん皮のパルプ	166
1.3 葉繊維のパルプ	168
1.3.1 マニラ麻のパルプ	168
1.3.2 エスパルトパルプ	168
1.3.3 サイザル麻パルプ	169
1.4 茎幹繊維のパルプ	169
1.4.1 穀物わらのパルプ	169
1.4.2 砂糖きびバガスのパルプ化	170
1.5 種毛繊維のパルプ	170
1.5.1 綿パルプ	170
1.6 非木材パルプの用途	170
参考文献	171
2. 特殊パルプ化法	172
2.1 ASAQ法およびNSAQ法	172
2.2 アルカペール法およびPA法	172
2.3 酸素・アルカリパルプ化法とプレノックス法	174
2.4 爆砕法	175

2.5	バイオメカニカルパルプ化法	175
2.6	オルガノソルブ(有機溶媒)パルプ化法	176
2.7	ハイドロトロピックパルプ化法	177
	引用文献	177
9	洗浄・精選	179
1.	洗浄工程	179
1.1	ウォッシャー	179
1.2	KPウォッシャーの洗浄効率	180
1.3	洗浄装置	180
1.3.1	ドラムウォッシャー	180
1.3.2	ディフュージョンウォッシャー	181
2.	精選工程	182
2.1	粗選スクリーン	182
2.1.1	ヤンソンスクリーン	183
2.1.2	PS型ノッター	184
2.2	精選スクリーン	184
2.2.1	低振動型フラットスクリーン	185
2.2.2	高振動型スクリーン	185
2.2.3	遠心型または求心型スクリーン	185
2.2.4	渦流型スクリーン	187
2.3	脱水工程	188
2.3.1	エキストラクターおよびデッカー	189
2.3.2	シックナー	190
2.3.3	プレス	194
	参考文献	196
10	漂 白	197
1.	パルプ漂白の一般原理	197
2.	漂白薬品の種類と製法	197
2.1	漂白薬品の種類	197
2.1.1	酸化漂白剤	197
2.1.2	還元漂白剤	198
2.2	漂白薬品の製法	198
2.2.1	二酸化塩素	198

3. 漂白技術	200
3.1 高収率パルプ・DIPの漂白技術	200
3.2 化学パルプの漂白技術	200
3.2.1 酸素漂白	200
3.2.2 塩素処理	202
3.2.3 アルカリ抽出	204
3.2.4 次亜塩素酸漂白	205
3.2.5 二酸化塩素漂白	205
3.3 漂白シーケンス	206
3.3.1 漂白シーケンスの変遷	206
3.3.2 シーケンスと薬品消費量	206
3.3.3 シーケンスと汚濁負荷発生量	208
3.4 中濃度技術	208
3.5 新しい環境問題と対応技術	208
3.6 漂白設備・機器	209
3.6.1 未ざらしパルプ洗浄機	209
3.6.2 スクリーン装置	210
3.6.3 漂白装置	211
引用文献	213

II 紙料の調成 215

1. 調成工程概要	215
2. 紙の調成	216
2.1 パルプの離解	216
2.1.1 離解機	216
2.1.2 付属機器	218
2.2 パルプの叩解	218
2.2.1 叩解機	220
2.2.2 叩解度	223
2.2.3 叩解度制御	224
2.3 紙料回収	226
2.3.1 紙料回収フロー	227
2.3.2 紙料回収設備	227
2.4 損紙処理	230
2.4.1 損紙処理フロー	230

2.4.2	損紙処理パルパー	230
2.5	配合	231
2.5.1	紙料配合	233
2.5.2	パルプ配合と品質	233
2.5.3	填料配合と品質	233
2.5.4	諸薬品と品質	234
	参考文献	235
3.	段ボール原紙の調成	235
3.1	段ボール原紙の原料構成	235
3.2	ライナーの調成	235
3.3	中しんの調成	237
4.	白板紙の調成	237
4.1	原料構成	237
4.2	調成方法	239
4.3	各層別原料の配合と特性	239
4.4	使用原料の種類と特性	239
12	抄 紙	241
1.	白水循環系	241
1.1	除塵装置	241
1.1.1	クリーナー	241
1.1.2	脱気装置	241
1.1.3	マシン前スクリーン	243
1.2	ファンポンプとアプローチ配管	245
2.	ヘッドボックス	247
2.1	ディストリビューター	247
2.2	ヘッドボックス	247
2.2.1	スライスヘッド	248
2.2.2	スライスセッティング	248
2.2.3	多孔ロール	250
2.2.4	ヘッドボックス内部流速	251
2.2.5	ハイドロリックヘッドボックス	251
3.	ワイヤパート	251
3.1	長網式ワイヤパート	251
3.1.1	フォーミングボード	251

3.1.2	テーブルロールとフォイル	255
3.1.3	フォイルのブレード幅・ピッチ・角度の配列	255
3.1.4	ウェットサクシジョンボックスとバキュームフォイル	255
3.1.5	ダンディロール	256
3.2	ツインワイヤ	256
4.	プレスパート	260
4.1	型 式	260
4.1.1	ツインバープレス	260
4.1.2	トライニッププレス	260
4.2	プレスロールの種類	262
4.2.1	プレーンプレス	262
4.2.2	サクシジョンロール	262
4.2.3	グループドロール	263
4.3	ロールのクラウン	263
4.4	真空装置	264
5.	ドライパート	264
5.1	ドライヤシリンダー蒸発率	264
5.2	補助乾燥装置	266
5.2.1	熱風ロールおよび熱風ダクト	266
5.2.2	その他の補助乾燥装置	267
5.3	シートの走行性改善法	267
5.3.1	群間等のカンバスランの工夫	270
5.3.2	シートの走行性改善機器	270
5.4	ドライヤシリンダー内のドレンの挙動	272
5.5	ドレネージシステム	274
5.6	ドライヤフードベンチレーション	275
5.7	塗工装置	275
5.7.1	サイズプレス	276
5.7.2	ゲートロールコーター	277
5.7.3	その他の塗工装置	277
6.	カレンダー	278
7.	プロファイル是正装置	279
7.1	BM計	279
7.2	クラウン制御装置	279
7.3	水分プロファイル是正装置	280

7.4	坪量プロファイル制御	281
7.5	紙厚プロファイル制御	281
7.6	今後の課題	282
8.	抄紙要具	282
8.1	ワイヤ	282
8.2	フェルト	284
8.3	カンバス	287
	引用文献	287
13	抄紙(板紙)	293
1.	板紙抄紙機概要	293
2.	マシンチェストとヘッドボックス	293
2.1	マシンチェスト	293
2.2	ヘッドボックス	293
3.	スクリーンパート	294
3.1	精選装置	294
3.2	スクリーンの種類	294
3.3	スクリーンプレート	297
3.4	遠心式クリーナー	297
3.5	スクリーンおよびクリーナーの組合わせ	298
3.6	ファンポンプ	299
3.7	ディストリビューター	300
3.8	白水循環系フロー	301
4.	ウエットパート	301
4.1	抄合せの方法	302
4.1.1	円網抄合せ抄紙機	302
4.1.2	長網抄合せ抄紙機	305
4.1.3	その他の抄合せ抄紙機	306
4.2	パルプ配合と坪量別のフリーネスの関係	307
4.3	サクシオンリターンロール	307
4.4	ベビープレス(プライマリープレス)	307
5.	プレスパート	308
5.1	プレスの型式	308
5.2	プレスの配置	309
5.3	ブレドライヤとホットプレス	311

5.4	プレスパートの水分	311
5.5	プレスエンド水分とドライヤ負荷	311
6.	ドライヤパート	312
6.1	ドライヤパートの群分け	312
6.2	ヤンキードライヤの配置	313
6.3	ヤンキードライヤの有無および配置の相異による特性	313
6.4	ドライヤパートの温度分布	313
6.5	ドライヤ給排装置	313
6.5.1	蒸気供給方式	313
6.5.2	ドレン排出方式	315
6.6	ポケットベンチレーション	315
6.7	スポイラパーとカンバスクリーナー	316
6.8	ドライヤフード	316
6.9	プレーカースタックとサイズプレス	317
7.	カレンダーおよびコーターパート	317
7.1	カレンダー	317
7.2	コーター	317
7.3	カレンダーとコーターの配置	317
7.4	カレンダーサイジング	317
7.5	グロスカレンダー	318
8.	リール, カッター, ワインダー	318
14	塗 工	319
1.	印刷適性	319
1.1	印刷適性の評価項目	319
1.2	印刷適性と塗工層の構造	320
1.2.1	平滑性について	320
1.2.2	凝毛細管口と空隙量(率)	320
2.	塗工紙製造工程の概略	322
3.	塗工用原紙	323
3.1	原紙に要求される特性	323
3.2	原紙配合	323
4.	印刷塗工紙用の塗料	324
4.1	塗料の構成	324
4.2	原材料	324

4.2.1	白色顔料	324
4.2.2	顔料塗工用接着剤	330
4.2.3	補助材料	334
4.3	塗料の流動性	334
4.4	粘度の測定	336
4.5	塗料の製造設備	337
5.	塗工機	339
5.1	塗工機開発の歴史	339
5.2	塗工機の種類	340
5.3	主な塗工機	343
5.3.1	正回転ロールコーター	343
5.3.2	エアナイフコーター	345
5.3.3	ブレードコーター	346
5.3.4	ピルブレードコーター	349
5.3.5	ツーストリームコーター	349
5.3.6	ツインブレードコーター	349
5.3.7	ロッドコーター (バーコーター)	349
5.3.8	その他の塗工機	351
	引用文献	356
	参考文献	358
15	仕 上	359
1.	仕上部門の概念	359
2.	スーパーカレンダー	359
2.1	構 造	360
2.2	金属ロール	361
2.3	弾性ロール	361
2.4	特殊ロール	361
2.4.1	ホットロール	361
2.4.2	クラウン可変ロール	363
2.5	付属装置	363
2.5.1	ロール加圧急速開放装置	363
2.5.2	スクリューマチック装置	363
2.5.3	リール巻硬さ調整装置	363
2.5.4	ロールスタッキング装置	363

2.6	スーパー仕上品の品質	363
3.	エンボッシングカレンダー	363
3.1	構造	364
3.2	使用ロール	364
3.2.1	彫刻ロール	364
3.2.2	弾性ロール	365
3.3	操作	365
4.	ワインダー	365
4.1	センターワインダー	366
4.2	サーフェスワインダー	366
4.3	複合型ワインダー	368
4.4	その他の装置	369
4.4.1	アンワインダー	369
4.4.2	トリム風送装置	369
4.4.3	スリッター装置	369
4.4.4	その他の付属装置	370
4.5	巻取状態検査方法	370
5.	ロータリーカッター	370
5.1	カッターの構造	371
5.1.1	アンリール	372
5.1.2	スリッター装置	373
5.1.3	ドローロール装置	374
5.1.4	ターニングナイフ装置	374
5.1.5	紙送りコンベア装置	378
5.1.6	レイボーイ	379
5.2	付属設備	379
5.2.1	カール除去装置	379
5.2.2	紙粉除去装置	380
5.2.3	リームマーカ	380
5.2.4	欠点検出装置	380
5.2.5	NCカッターコントローラー	380
5.2.6	NCスリッターコントローラー	380
5.3	品質	380
6.	選 別	381
6.1	工程選別	381

6.2	手選別	383
6.2.1	一般的選別方法	383
6.2.2	効率的選別方法	383
6.3	選別機械	384
6.3.1	ソーティングカッター	384
6.3.2	シートソーター	385
6.3.3	積替機その他	386
7.	包 装	386
7.1	巻取包装	386
7.1.1	包装内容	386
7.1.2	巻取包装機	387
7.2	平判包装	387
7.2.1	概 要	387
7.2.2	平判包装機	387
8.	その他の仕上設備	388
8.1	調湿装置	388
8.1.1	湿り空気法	388
8.1.2	強制加湿法	388
8.1.3	蒸気加湿法	389
8.2	その他	389
	参考文献	389
116	紙 加 工	391
1.	特殊塗工	391
1.1	押し塗工	391
1.1.1	押し機	391
1.1.2	特 徴	393
1.1.3	押し塗工用樹脂	393
1.1.4	基 材	394
1.1.5	用 途	394
1.1.6	共押し塗工	394
1.2	カレンダー塗工	394
1.2.1	カレンダー	394
1.2.2	操 作	394
1.3	カーテン塗工	395

1.3.1	加圧型カーテンコーター	395
1.3.2	ダム型カーテンコーター	396
1.3.3	塗工液	396
1.3.4	操 作	396
1.4	スロットオリフィス塗工	396
1.4.1	塗工液	396
1.4.2	操 作	396
1.5	ロッド塗工	396
1.5.1	ロッドコーターの概要	397
1.5.2	操 作	397
1.5.3	用 途	398
1.6	ブラッシュ塗工	398
1.7	スプレー塗工	398
1.7.1	操 作	398
1.7.2	用 途	398
1.8	ディップ塗工	398
1.8.1	特 徴	398
1.8.2	用 途	399
1.9	ビード塗工	399
1.10	多層同時塗工	400
1.11	静電塗工	400
1.12	電着塗工	401
2.	ラミネーション	401
2.1	基 材	401
2.1.1	板 紙	401
2.1.2	クラフト紙	401
2.1.3	上質紙	401
2.1.4	純白ロール紙, グラシン紙	401
2.1.5	アルミ箔	402
2.1.6	ラミネート用ポリエチレンフィルム	402
2.1.7	ラミネート用ポリプロピレンフィルム	402
2.1.8	ラミネート用ポリエステルフィルム	402
2.1.9	その他のラミネート用フィルム	402
2.2	ウエットラミネーション	402
2.2.1	加工法	403

2.2.2	接着剤	403
2.3	ドライラミネーション	403
2.3.1	加工法	403
2.3.2	基 材	404
2.3.3	接着剤	404
2.4	粘着剤塗工/ラミネーション	404
2.5	ソルベントレスラミネーション	405
2.6	ホットメルトラミネーション	405
2.6.1	加工法	405
2.6.2	ホットメルト接着剤	406
2.6.3	紙への応用	406
2.7	押出しラミネーション	406
2.7.1	加工法	406
2.7.2	ラミネート樹脂	407
2.7.3	基 材	407
2.7.4	接着促進剤	407
2.8	共押しラミネーション	407
2.8.1	共押しの特徴	407
2.8.2	共押し用樹脂	407
3.	含 浸	407
3.1	含浸機	408
3.2	含浸操作	408
3.3	紙加工への応用	409
3.3.1	基 材	409
3.3.2	含浸薬剤	409
4.	真空蒸着	409
4.1	真空蒸着法	409
4.1.1	蒸着金属材料	409
4.1.2	基 材	409
4.1.3	蒸着装置と操作	409
4.2	スパッタリング法	410
4.3	イオンプレーティング法	411
4.4	グロー放電法	411
	参考文献	411

17 紙パルプの物性と試験法	413
1. 製紙用パルプの物性と試験法	413
1.1 試料の採取	413
1.2 水分	413
1.3 灰分	414
1.4 樹脂分	414
1.5 残留リグニン	414
1.5.1 過マンガン酸カリウム価 (K価)	414
1.5.2 カッパー価	415
1.6 さらしパルプの粘度	415
1.7 きょう雑物	415
1.8 繊維長	416
1.9 繊維の粗度	417
1.10 ろ水度	417
1.10.1 カナダ標準ろ水度	417
1.10.2 ショッパーろ水度	417
1.11 歩留り	418
1.12 保水度	418
1.13 パルプ試験用手すき紙の調製法	418
1.14 パルプの強度試験	419
2. 溶解パルプの試験法	419
2.1 α および β セルロース	419
2.2 10%水酸化ナトリウム溶解度	420
2.3 銅 価	421
2.4 ペントサン	421
2.5 相対粘度	421
3. 紙の物性と試験法	422
3.1 試料の採取と前処置	422
3.1.1 試料の採取	422
3.1.2 試料の前処置および試験条件	422
3.2 坪 量	424
3.3 厚さ、密度および比容積	424
3.4 引張強さおよび関連する強度的性質	424
3.4.1 引張強さ	424

3.4.2	ゼロスパン引張強さ	425
3.4.3	衝撃引張強さ	425
3.4.4	湿潤引張強さ	426
3.5	破裂強さ	426
3.6	耐折強さ	426
3.6.1	MIT 形試験機による耐折強さ	427
3.6.2	ショッパー形試験機による耐折強さ	427
3.7	引裂強さ	427
3.7.1	内部引裂強さ	427
3.7.2	緑端引裂強さ	428
3.8	こわさ	429
3.8.1	クラークこわさ	429
3.8.2	テーバーこわさ	429
3.8.3	共振法によるこわさ	430
3.8.4	純曲げこわさ	430
3.9	平滑度	430
3.9.1	空気漏洩法	430
3.9.2	光学的接触法	432
3.9.3	印刷試験による印刷平滑度	432
3.9.4	中心線平均粗さ	433
3.10	透気度	433
3.10.1	ガーレーデンソメーター	433
3.10.2	空気マイクロメーターによる透気度	433
3.10.3	空気透過量の測定によるもの	433
3.11	細孔量	434
3.12	圧縮性および硬さ	434
3.13	表面強さ	435
3.13.1	ワックスピック試験	435
3.13.2	IGT 印刷適性試験機による方法	435
3.14	耐摩擦強さ	435
3.14.1	板紙の耐摩擦強さ	435
3.14.2	テーバー摩擦試験機による研磨減量	435
3.15	内部結合強さ	436
3.15.1	Z 方向引張強さによる方法	436
3.15.2	インターナルボンドテスターによる方法	436

3.15.3 層間はく離強さ試験による方法	436
3.16 吸液特性	436
3.16.1 ブリストー法	437
3.16.2 接触角法による表面のぬれ	437
3.17 吸油度	437
3.17.1 油吸取メーターによる吸油度	438
3.17.2 印刷インキ (K & N インキ) の受理性	438
3.18 吸水度	438
3.18.1 コップ法	438
3.18.2 クレム法	438
3.18.3 カールサイズ度法	438
3.18.4 浸せき法	439
3.18.5 滴下法	439
3.19 サイズ度	439
3.19.1 ステキヒトサイズ度	439
3.19.2 ペン書きサイズ度	439
3.19.3 KBB サイズ度	439
3.19.4 カールサイズ度	440
3.20 寸法安定性	440
3.20.1 浸水伸度の測定	440
3.20.2 湿度変化による伸縮率の測定	441
3.21 カール	441
3.21.1 カード用紙のカール	441
3.21.2 ガラスゲージによる方法	441
3.21.3 カール度測定用スケールによる方法	441
3.21.4 カールサイズ度試験器によるカール度	441
3.22 はっ水度	441
3.23 透湿度	442
3.24 光学的性質	442
3.24.1 色	442
3.24.2 白色度	442
3.24.3 不透明度	444
3.24.4 75度鏡面光沢度	444
3.25 圧縮強さ	445
3.25.1 リングクラッシュ試験	445

3.25.2	段ボール用中しんの平面圧縮強さ	445
3.25.3	段ボールの圧縮強さ	445
3.26	その他の段ボール関連試験	445
3.27	地合	445
3.28	繊維配向性	446
4.	紙の化学的試験法	446
4.1	水分	446
4.2	灰分	446
4.3	pH	447
4.4	耐久性	447
4.4.1	加速劣化試験	447
4.4.2	退色度	447
4.5	繊維成分の分析	447
4.6	サイズ剤	448
4.6.1	ロジンの検出	448
4.6.2	でんぶんの検出	448
4.6.3	たんぱく質の検出	448
4.6.4	PVA の検出	450
4.7	コーティングバインダー	450
4.7.1	でんぶんの分析	450
4.7.2	スチレンブタジエンラテックスの分析	450
4.7.3	PVA の分析	451
4.7.4	カゼインの分析	451
5.	SI 単位と換算係数	451
	参考文献	453

18 紙の分類と規格 455

1.	紙の分類	455
1.1	紙の品種分類	455
1.2	板紙の品種分類	455
1.3	情報用紙の品種	461
2.	紙、板紙の日本工業規格 (JIS)	463
2.1	新聞巻取紙	464
2.2	印刷用紙	465
2.3	アート紙	467

2.4	筆記用紙	468
2.5	図画用紙	470
2.6	クラフト紙	472
2.7	クラフト伸張紙	475
2.8	トイレットペーパー	477
2.9	連続伝票用原紙	477
2.10	段ボール用ライナ	480
2.11	段ボール用中しん	482
2.12	外装用段ボール	486
2.13	防水段ボール	488
3.	紙・板紙の寸法および取引単位	490
3.1	紙の原紙寸法	490
3.2	紙加工仕上寸法	491
3.3	連続伝票用紙の寸法	492
3.4	板紙の寸法	493
3.5	紙・板紙の計算基準	494
3.6	紙に関する諸算式	495
3.7	常備連量	495
3.8	連量・寸法・坪量一覧表	500
3.9	板紙規格寸法の表示連量表	502

19 ボイラ・タービン・電気設備503

1.	ボイラ	503
1.1	ボイラ概要	503
1.2	ボイラの種類	504
1.3	丸ボイラ	504
1.4	水管ボイラ	505
1.4.1	自然循環ボイラ	505
1.4.1.1	自然循環小容量ボイラ	505
1.4.1.2	自然循環大容量ボイラ	506
1.4.2	強制循環ボイラ	507
1.4.3	貫流ボイラ	507
1.4.4	特殊燃料ボイラ	508
1.4.4.1	ソーダ回収ボイラ	508
1.4.4.2	パークボイラ	510

1.4.4.3	スラッジボイラ	510
1.4.4.4	汚泥焼却流動床ボイラ	511
1.5	ボイラの性能と熱効率	511
1.6	燃焼装置	513
2.	タービン	520
2.1	紙・パルプ工場と自家用発電設備	520
2.2	蒸気タービン	520
2.3	各種タービンの特徴	521
2.3.1	背圧タービンおよび抽気背圧タービン	521
2.3.2	復水タービン	522
2.3.3	抽気復水タービン	522
2.3.4	その他のタービン	522
2.4	背圧タービンと復水タービンの発電単価比較	523
2.5	コージェネレーションシステム	525
2.6	コンバインドサイクル	526
3.	電 気	526
3.1	電気用展開図に用いられるシンボル	526
3.1.1	汎用シーケンスシンボル	526
3.1.2	ロジックシーケンスシンボル	527
3.1.3	火力発電所用自動制御機具番号	527
3.2	電流とkW, kVA, HP などの関係	527
3.3	電動機所要kW 計算式	528
3.3.1	起重機	528
3.3.2	ポンプ	529
3.3.3	空気圧縮機	531
3.3.4	送風機	531
3.4	抄紙機駆動所要動力	533
20	計装システム	535
1.	デジタル計装システム	535
2.	制御システム	538
2.1	蒸解工程	538
2.1.1	バッチダイジェスタ	538
2.1.2	連続ダイジェスタ	540
2.2	漂白工程	541

2.3	調成工程	542
2.3.1	フリーネス制御	542
2.3.2	原料配合比率制御	542
2.3.3	薬品添加制御	543
2.4	抄紙工程	545
2.4.1	トータルヘッド制御	545
2.4.2	坪量および水分の定常制御	545
2.4.3	抄替え制御	547
2.4.4	BDプロファイル制御	548
2.4.5	水分プロファイル制御	548
2.4.6	キャリパープロファイル制御	548
2.4.7	その他の制御システム	548
2.5	塗工工程	548
2.6	パワープラント	548
2.6.1	ボイラ低空気比燃焼制御	549
2.6.2	ボイラの最適負荷配分制御	550
2.6.3	タービンおよび発電機の負荷配分制御	550
2.6.4	デマンド制御および大気放出制御	550
3.	紙パルプ専用センサ	555
3.1	パルプ濃度	555
3.2	パルプ白色度	556
3.3	フリーネス	557
3.4	坪量	558
3.5	水分	559
3.6	厚み	562
3.7	灰分	564
3.8	色彩/不透明度	566
3.9	欠点検査	566
4.	環境保全用センサ	569
4.1	煙道排ガス濃度センサ	569
4.1.1	SO ₂ センサ	569
4.1.2	NO _x センサ	569
4.2	排水水質汚濁用センサ	569
4.2.1	COD センサ	569
4.2.2	UV センサ	570

21	紙パルプ用薬品	573
1.	パルプ工程用薬品	573
1.1	漂白剤	573
1.2	収率向上剤	573
1.3	ピッチコントロール剤	574
2.	抄紙工程用薬品	576
2.1	サイズ剤	576
2.1.1	内添サイズ剤	576
2.1.2	表面サイズ剤	579
2.2	填 料	580
2.2.1	填料の特性	580
2.2.2	填料の分析	581
2.3	紙力増強剤	581
2.3.1	紙力増強効果の発現機構	581
2.3.2	乾燥紙力増強剤	584
2.3.3	湿潤紙力増強剤	586
2.4	凝集剤 (ろ水性向上剤および歩留向上剤)	586
2.5	染 料	589
2.6	スライムコントロール剤	590
2.7	消泡剤	591
3.	加工用薬品	592
3.1	顔料塗工用薬品	592
3.1.1	顔 料	592
3.1.2	接着剤 (バインダー)	595
3.1.3	補助剤	596
3.2	特殊加工用薬品	597
3.2.1	防錆剤	597
3.2.2	導電剤	597
3.2.3	防炎, 難燃剤	598
3.2.4	はっ水剤	599
3.2.5	磁性材料	599
3.2.6	ロイコ染料	600
3.2.7	感光性材料 (ジアゾ感光材料)	601
3.2.8	柔軟剤	601

3.2.9	耐油剤	601
3.2.10	耐熱剤	602
3.2.11	その他	602
3.3	その他加工用薬剤	602
	参考文献	604
22	紙・パルプ製造設備能力	605
1.	パルプ	605
2.	紙	612
3.	板紙	615
4.	コーター	618
23	環境対策・用水	619
1.	概 要	619
1.1	紙パルプ産業の特徴と環境問題	619
1.2	環境対策の今後の課題	620
2.	大気汚染対策	620
2.1	ばい煙発生施設	620
2.2	大気汚染防止対策の概要	620
2.3	ばいじん防止対策	622
2.3.1	集じん装置の選定規準	622
2.3.2	複合集じん技術	623
2.4	硫黄酸化物防止対策	623
2.5	窒素酸化物防止対策	623
2.5.1	燃料転換	524
2.5.2	低NO _x 燃焼技術	626
	文 献	628
3.	水質汚濁対策	628
3.1	概 要	628
3.2	紙パルプ排水の特徴	629
3.3	KP 酸素漂白法による COD・色度発生量の削減	630
3.4	排水処理	631
3.4.1	排水処理の概要	631
3.4.2	pH の調整	631
3.4.3	SS の除去	632

3.4.4	生物処理	636
3.4.5	膜分離技術	646
	文 献	647
4.	騒音振動対策	647
4.1	騒音	647
4.1.1	紙パルプ工業における騒音	647
4.1.2	騒音に対する規制	647
4.1.3	騒音の測定	648
4.1.4	騒音防止対策	648
4.2	振動	650
4.2.1	紙パルプ工業における振動	650
4.2.2	振動に対する規制	651
4.2.3	振動の測定	651
4.2.4	測定場所	651
4.2.5	振動防止対策	651
4.3	超低周波音による空気振動	652
	文 献	652
5.	悪臭対策	652
5.1	概 要	652
5.2	KPの臭気発生箇所	652
5.2.1	蒸解釜関係	652
5.2.2	ウォッシャー関係	653
5.2.3	エバポレーター関係	654
5.2.4	回収ボイラ関係	654
5.2.5	石灰焼成炉関係	654
5.3	KPの臭気防止対策	654
5.3.1	蒸解工程における対策	654
5.3.2	洗浄工程における対策	654
5.3.3	濃縮工程における対策	655
5.3.4	回収ボイラにおける対策	655
5.3.5	石灰焼成炉における対策	655
5.3.6	臭気水に対する対策	655
5.3.7	臭気ガスに対する対策	655
5.4	悪臭物質に対する規制と物性	656
	文 献	656

6. 廃棄物対策	656
6.1 概 要	656
6.2 汚泥の脱水	657
6.2.1 前処理	657
6.2.2 脱水機	659
6.3 乾燥・焼却	661
6.3.1 乾燥機	662
6.3.2 焼却炉	662
6.4 有効利用	664
6.4.1 肥料としての利用	665
6.4.2 セメント原料としての利用	665
6.5 結 び	665
文 献	665
7. 用 水	666
7.1 用水の使用状況	666
7.2 紙パルプ工場用水の水質	666
7.2.1 水源と水質	666
7.2.2 紙パルプ製造用水の水質と障害	669
7.2.3 紙パルプ製造用水の水質基準	669
7.3 用水処理	670
7.3.1 製造用水処理	670
7.3.2 ボイラ用水処理	675
7.4 用水原単位	675
文 献	675
8. ダイオキシン	675
8.1 はじめに	675
8.2 ダイオキシンとは	676
8.2.1 構造式と異性体	676
8.2.2 物 性	677
8.2.3 毒 性	677
8.3 ダイオキシンの発生源と分布	679
8.3.1 発生源	679
8.3.2 分 布	682
8.4 紙パルプ産業とダイオキシン	683
8.4.1 発生機構	683

8.4.2 所在と濃度	683
8.4.3 晒パルプ工場でのダイオキシン発生防止対策	684
8.4.4 AOX による規制	685
参 考 (質量単位, 濃度単位)	687
文 献	687

24 諸 表689

1. 国際単位系	689
1.1 国際単位系 (SI) とは	689
1.2 SI の構成	689
1.3 基本単位および補助単位	690
1.4 組立単位	690
1.5 接頭語	693
1.6 SI 単位と併用する単位	693
1.7 SI に含まれない各種単位の SI 単位への換算	693
2. 各種の量の相互換算率表	698
3. 紙パルプ産業のエネルギー原単位	703
4. わが国のパルプ・紙・板紙の生産量推移	709
5. 世界のパルプ, 紙・板紙の国別生産量	712
6. 世界の国別紙・板紙年間1人当り消費量	714
7. パルプ略号	715