

第 1 編 数表, 単位および物理定数

執筆者 飯吉厚夫 谷 一郎 玉木章夫

目 次

第 1 章 数 表

1.1 二乗, 三乗, 平方根, 立方根, 自然対数, 逆数, 円の周および面積.....	2	数.....	38
1.2 常用対数.....	32	1.5 分数の平方根および立方根.....	42
1.3 三角関数(度).....	34	1.6 重要な数値.....	42
1.4 三角関数, 指数関数 および 双曲線関数.....		1.7 半径 1 なる円の弧の長さおよび高さ, 弦の長さ, および割円の面積.....	43

第 2 章 単 位

2.1 次 元.....	45	2.7.1 力学に関する量の次元	49
2.1.1 次 元	45	2.7.2 熱に関する量の次元	49
2.1.2 物理量の数値の換算	45	2.8 長さ, 面積, 体積および質量の単位.....	50
2.2 力学に関する単位.....	45	2.8.1 メートル法 長さ, 面積, 体積 および質量の単位	50
2.2.1 メートル法絶対単位および重力単位	45	2.8.2 英国制 長さ, 面積, 体積および質量の単位	51
2.2.2 英国制絶対単位および重力単位	46	2.8.3 尺貫法 長さ, 面積, 体積および質量の単位	53
2.2.3 諸種の誘導単位	46	2.9 各種の換算表.....	53
2.3 温度目盛および熱に関する単位.....	47	2.9.1 長さの換算表	53
2.3.1 温度目盛	47	2.9.2 面積の換算表	54
2.3.2 熱量の単位	47	2.9.3 体積の換算表	54
2.3.3 熱の仕事当量	47	2.9.4 質量の換算表	54
2.3.4 熱伝導率	47	2.9.5 密度の換算表	55
2.4 明るさおよび音響に関する単位.....	47	2.9.6 力の換算表	55
2.4.1 明るさに関する単位	47	2.9.7 圧力の換算表	55
2.4.2 音響に関する単位	48	2.9.8 速度および角速度の換算表	55
2.5 電気および磁気に関する単位.....	48	2.9.9 仕事, エネルギーおよび熱量の換算表	55
2.5.1 c. g. s. 電磁単位系, c. g. s. 静電単位系および M. K. S. 単位系	48	2.9.10 動力の換算表.....	55
2.5.2 国際単位	48	2.9.11 熱に関する換算表.....	56
2.6 放射線に関する単位.....	49	2.9.12 華氏温度と摂氏温度の換算表.....	56
2.6.1 原子核崩壊速度の単位	49	2.9.13 電気および磁気に関する換算表	56
2.6.2 放射線量の単位	49		
2.6.3 その他の単位	49		
2.7 次元の表.....	49		

第 3 章 物 理 定 数

3.1 物理定数.....	56	3.3 原子量表 (1965)	57
3.2 元素周期表.....	57		

第 2 編 数 学

執 筆 者 笠 原 英 司 千 住 鎮 雄 谷 一 郎

玉 木 章 夫 牟 岐 鹿 楼

目 次

第 1 章 代 数

1.1 乗べき および 対数	1	1.4.3 三次方程式	3
1.1.1 乗 べき	1	1.4.4 四次方程式	3
1.1.2 乗 根	1	1.4.5 高次方程式	3
1.1.3 対 数	1	1.5 数 列	3
1.2 順列および組合せ	2	1.5.1 等差数列	3
1.2.1 順 列	2	1.5.2 等比数列	3
1.2.2 組 合 せ	2	1.5.3 特別な数列の和	3
1.3 行 列 式	2	1.6 級 数	3
1.3.1 行列式の定義	2	1.6.1 二項級数	3
1.3.2 行列式の性質	2	1.6.2 指数関数および対数関数の級数展開	4
1.3.3 小行列式および行列式の展開	2	1.6.3 三角関数および逆三角関数の級数展開	4
1.3.4 行列式の掛け算	2	1.6.4 双曲線関数および逆双曲線関数の級数展開	4
1.4 代数方程式	2		
1.4.1 一次方程式	2		
1.4.2 二次方程式	3		

第 2 章 三角関数および双曲線関数

2.1 三角関数	4	2.2.2 球面三角形	5
2.1.1 三角関数の定義	4	2.3 逆三角関数	5
2.1.2 三角関数の値および符号	4	2.3.1 逆三角関数の定義	5
2.1.3 一つの角の関数の間の関係	4	2.3.2 逆三角関数の間の関係	5
2.1.4 二角の和および差の関数	4	2.4 双曲線関数	5
2.1.5 倍角および半角の関数, 正弦および余弦の乗べき	5	2.4.1 双曲線関数の定義	5
2.2 三 角 形	5	2.4.2 双曲線関数の間の関係	6
2.2.1 平面三角形	5	2.4.3 双曲線関数と三角関数との関係	6

第 3 章 微 分

3.1 極限および連続	6	3.2.1 微分係数, 導関数および微分	6
3.1.1 数列の極限	6	3.2.2 高階微分	6
3.1.2 関数の極限	6	3.2.3 偏 微 分	6
3.1.3 関数の連続	6	3.3 微 分 公 式	7
3.1.4 特別な極限值	6	3.3.1 一般公式	7
3.2 微分係数および微分	6	3.3.2 基礎微分公式	7

3.3.3 陰関数の微分	7	3.4.2 テイラーおよびマクローリン展 開	8
3.3.4 変数変換	7		
3.4 平均値定理およびテイラー展開	7	3.5 不定形の極限值	8
3.4.1 平均値定理	7	3.6 極大および極小	8

第 4 章 積 分

4.1 不定積分	8	4.2 定積分	11
4.1.1 一般公式	9	4.2.1 一般公式	11
4.1.2 基礎積分公式	9	4.2.2 重要な定積分	11
4.1.3 有理関数の積分	9	4.2.3 定積分で定義される二, 三の関数	11
4.1.4 無理関数の積分	9	4.2.4 定積分の近似値	13
4.1.5 超越関数の積分	10	4.2.5 二重積分	13

第 5 章 微 分 方 程 式

5.1 常微分方程式	13	5.1.4 連立常微分方程式	16
5.1.1 一階常微分方程式	13	5.2 偏微分方程式	16
5.1.2 二階常微分方程式	14	5.2.1 一階偏微分方程式	16
5.1.3 線形常微分方程式	15	5.2.2 二階偏微分方程式	17

第 6 章 面積 および 体積

6.1 平面図形の面積	17	6.2.2 角 すい	18
6.1.1 三 角 形	17	6.2.3 オベリスク	18
6.1.2 四 角 形	17	6.2.4 円 柱	18
6.1.3 多 角 形	18	6.2.5 円 すい	18
6.1.4 円	18	6.2.6 球	18
6.1.5 だ 円	18	6.2.7 だ円体	19
6.2 立体の体積および表面積	18	6.2.8 回 転 体	19
6.2.1 角 柱	18		

第 7 章 解 析 幾 何

7.1 平面幾何	19	7.2.2 方向余弦	24
7.1.1 座 標	19	7.2.3 平 面	24
7.1.2 直 線	19	7.2.4 直 線	24
7.1.3 平面曲線の一般性質	20	7.2.5 座標変換	24
7.1.4 二次曲線	20	7.2.6 曲面および曲線	24
7.1.5 その他の平面曲線	23	7.2.7 二次曲面	25
7.2 立体幾何	24	7.2.8 微分幾何	25
7.2.1 空間座標	24		

第 8 章 ベクトル解析

8.1 ベクトルの代数	26	8.1.3 ベクトルの成分	27
8.1.1 ベクトルの表示	26	8.1.4 単位ベクトル	27
8.1.2 ベクトルの合成	27	8.1.5 ベクトルの内積	27

8.1.6	ベクトルの外積	27	8.3	ベクトルの積分	28
8.1.7	三つのベクトルの積	27	8.3.1	ストークスの定理	28
8.2	ベクトルの微分	27	8.3.2	ガウスの定理	28
8.2.1	微分係数	27	8.3.3	グリーンの定理	28
8.2.2	スカラーのこう配	27	8.4	テンソル	29
8.2.3	ベクトルの発散	27	8.4.1	ベクトルと座標変換	29
8.2.4	ベクトルの回転	28	8.4.2	テンソル	29
8.2.5	ハミルトン演算子	28	8.4.3	テンソルとベクトル一次関数	29
8.2.6	微分操作の間の関係	28	8.4.4	対称テンソルの主方向, テンソル二次曲面	29
8.2.7	曲線座標におけるこう配, 発散, 回転	28			

第9章 複素数の関数

9.1	複素数	29	9.2.1	解析関数	30
9.1.1	定義と計算法則	29	9.2.2	等角写像	30
9.1.2	極形式	30	9.2.3	積分定理	31
9.1.3	幾何学的表示	30	9.2.4	積分変換	31
9.2	複素変数の関数	30			

第10章 確率および統計

10.1	確率	32	10.2.1	誤差分布	34
10.1.1	定義	32	10.2.2	最小二乗法	34
10.1.2	乗法および加法定理	32	10.3	統計	35
10.1.3	重複試行	32	10.3.1	度数分布	35
10.1.4	確率分布	32	10.3.2	母集団と標本	35
10.1.5	相関	33	10.3.3	標本分布	35
10.1.6	期待値	34	10.3.4	有意性検定	35
10.2	誤差	34	10.3.5	例題	36

第11章 実用解析

11.1	数値計算	36	11.4.2	数値積分	38
11.1.1	計算の方法	36	11.4.3	常微分方程式の数値積分	38
11.1.2	乗法除法	36	11.5	平均値法(代表座標法)	39
11.1.3	誤差	36	11.5.1	等間隔座標	39
11.1.4	開平	37	11.5.2	チェビシエフの公式	39
11.2	方程式の数値解法	37	11.5.3	ガウスの公式	39
11.2.1	多項式の計算法	37	11.6	関数の近似表示	39
11.2.2	実根の決定	37	11.6.1	多項式による表示	39
11.2.3	グレップフェの方法	37	11.6.2	フーリエ級数	40
11.2.4	複素数の関数の場合	37	11.7	図式解法	41
11.3	補間法	37	11.7.1	多項式の計算	41
11.3.1	階差	37	11.7.2	図式積分	41
11.3.2	補間公式	37	11.7.3	図式微分	41
11.4	数値微分および積分	38	11.7.4	常微分方程式の図式積分	42
11.4.1	数値微分	38			

第 3 編 力 学

執筆者 安藤常世 鵜戸口英善 奥村敦史 曾田範宗
高橋利衛 津田公一 辻岡康 西脇仁一
堀幸夫 松平精 亘理厚 渡辺茂

目 次

第 1 章 静 力 学

1.1 力の平衡	1	1.4.2 合力のモーメントの図式求め方	4
1.2 力の合成および分解	1	1.4.3 平行力のモーメントの図式求め方	4
1.2.1 一点に働く力の合成および分解	1	1.5 平衡の条件	4
1.2.2 同一平面上にあって着力点の違っている力の合成と分解	2	1.6 支点での反力	4
1.3 偶力とそのモーメント	3	1.6.1 支点での反力	4
1.3.1 偶力	3	1.6.2 平衡の条件の応用	5
1.3.2 偶力の表わし方	3	1.7 索をふくむ系の平衡	5
1.3.3 力の移動	3	1.7.1 滑車	5
1.4 力のモーメント	4	1.7.2 荷重をつるす張索	5
1.4.1 力のモーメント	4	1.7.3 索の自重によるたわみ	6

第 2 章 重心および慣性モーメント

2.1 重心	7	2.2.1 物体の慣性モーメントの一般	11
2.1.1 平行力の中心	7	2.2.2 面積の慣性モーメントの一般	12
2.1.2 質量中心および重心	7	2.2.3 線の慣性モーメント	12
2.1.3 重心決定の一般法則	7	2.2.4 平面積の慣性モーメント	13
2.1.4 直線形の重心	8	2.2.5 立体積および曲面積の慣性モーメント	14
2.1.5 平面形の重心	8	2.2.6 断面積の慣性モーメントの図式計算法	15
2.1.6 立体形の重心	9		
2.1.7 重心の図式計算法	10		
2.2 慣性モーメント	11		

第 3 章 質 点

3.1 点の運動	16	3.2.4 運動エネルギー	21
3.1.1 点の運動のベクトル表示	16	3.2.5 仮想仕事, 平衡条件	21
3.1.2 点の運動の種々な座標による表示	17	3.3 質点の力学	21
3.1.3 相対運動	18	3.3.1 力学の基礎法則と運動方程式	21
3.1.4 点の運動の簡単な例	18	3.3.2 質量と力の単位	22
3.2 仕事, エネルギー	20	3.3.3 見掛けの力	22
3.2.1 仕事, 動力, エネルギー	20	3.3.4 運動方程式の積分, 中間積分	22
3.2.2 ポテンシャルエネルギー	20	3.3.5 拘束運動	23
3.2.3 保存力, 拘束力	20	3.3.6 質点の運動の簡単な例	23

第 4 章 質点系および剛体

4.1 質点系および剛体の運動	24	4.3 運動方程式の種々な形	28
4.1.1 質点系, 剛体の自由度	24	4.3.1 仮想仕事の式	28
4.1.2 剛体の運動のベクトル表示	24	4.3.2 第一種ラグランジュの運動方程式	28
4.1.3 剛体運動の解析的表示	25	4.3.3 第二種ラグランジュの運動方程式	28
4.1.4 剛体の平面運動における幾何学的な関係	26	4.3.4 剛体の運動方程式	29
4.2 質点系の力学の基礎法則	26	4.4 質点系, 剛体の運動の簡単な例	29
4.2.1 質点系の運動方程式	27	4.4.1 2体問題	29
4.2.2 運動量の法則	27	4.4.2 ころがり運動	29
4.2.3 角運動量の法則	27	4.4.3 剛体の振り子	30
4.2.4 エネルギーの法則	27	4.4.4 回転体のつりあい条件	30
4.2.5 重心に関する法則	27	4.4.5 ジャイロスコープ	31
4.2.6 ハミルトンの原理	27		

第 5 章 摩 擦

5.1 すべり摩擦	31	5.3 機素の摩擦	35
5.1.1 静止摩擦	31	5.3.1 斜面の摩擦	35
5.1.2 運動摩擦	32	5.3.2 くさびの摩擦	35
5.1.3 摩擦の法則	32	5.3.3 ねじの摩擦	36
5.1.4 摩擦係数の表	32	5.3.4 軸受の摩擦	36
5.2 ころがり摩擦	33	5.3.5 歯車の摩擦	36
5.2.1 従来の表わし方	33	5.3.6 リンク機構の軸の摩擦	37
5.2.2 その他の二, 三の表わし方	34	5.3.7 滑車とベルトの摩擦	37
5.2.3 ころがり摩擦の表	34		

第 6 章 衝 突

6.1 衝突	38	6.1.4 心向き斜め衝突	39
6.1.1 衝突	38	6.1.5 偏心直衝突	39
6.1.2 心向き直衝突	38	6.1.6 固定軸のある物体の衝突	39
6.1.3 はねかえりの係数	38		

第 7 章 機 械 振 動

7.1 1 自由度振動	40	7.2.4 n 自由度振動系の自由振動	46
7.1.1 運動方程式と等価回路	40	7.2.5 n 自由度振動系の強制振動	47
7.1.2 自由振動	40	7.2.6 固有円振動数	48
7.1.3 粘性減衰の働く強制振動	41	7.3 無限自由度振動	48
7.1.4 固体摩擦減衰の働く強制振動	42	7.3.1 連続物体の振動	48
7.1.5 ばね定数	42	7.3.2 糸の横振動	48
7.2 多自由度振動	43	7.3.3 膜の横振動	48
7.2.1 無摩擦式定速度形ダイナミックダンパ	43	7.3.4 棒の縦振動	48
7.2.2 粘性摩擦式ダンパ	43	7.3.5 棒のねじり振動	48
7.2.3 固体摩擦式ダンパ	44	7.3.6 気柱の振動	48
		7.3.7 棒の横振動	49

7.3.8 リングの振動	51	7.5.2 非線形振動の解法	55
7.3.9 平板の振動	52	7.5.3 非線形復原力の系	56
7.3.10 振動数の近似計算法	52	7.5.4 非線形減衰力の系	56
7.4 回転軸の危険速度	53	7.5.5 分数次共振および倍数次共振	56
7.4.1 偏心のある軸の危険速度	53	7.6 自励振動	57
7.4.2 危険速度の近似解法	53	7.6.1 自励振動, 負性抵抗	57
7.4.3 回転軸の特殊な旋回	54	7.6.2 振動系の安定性判別	57
7.5 非線形振動	55	7.6.3 自励振動の定常振幅	58
7.5.1 非線形振動	55		

第8章 力学の応用

— (特に宇宙航行に関して) —

8.1 宇宙飛行物体の運動	58	8.2.1 慣性誘導法	59
8.1.1 ケプレルの法則	58	8.2.2 安定台	59
8.1.2 宇宙飛行物体	58	8.2.3 加速度計	59
8.2 慣性誘導法	59		

第4編 材料力学

執筆者 今井兼一郎 鵜戸口英善 大井光四郎 岡村弘之
奥村敦史 川田雄一 国尾武 幸田成康
白鳥英亮 中沢一 中原一郎 中村康治
林郁彦 水野正夫 宮川松男 牟岐鹿楼
室田忠雄 山田嘉昭 山本善之

目次

第1章 外力, 応力およびひずみ

1.1 荷重	1	1.5 つりあい方程式	4
1.1.1 速度による分類	1	1.6 ひずみの定義および種類	4
1.1.2 分布様式による分類	1	1.6.1 変形とひずみ	4
1.1.3 作用による分類	1	1.6.2 縦ひずみ	4
1.2 支持条件および支持反力	1	1.6.3 せん断ひずみ	5
1.3 応力の定義および種類	2	1.6.4 体積ひずみ	5
1.3.1 内力と応力	2	1.7 3軸ひずみ	5
1.3.2 平面応力	3	1.7.1 ひずみ成分	5
1.3.3 モールの応力円	3	1.7.2 ひずみ成分の座標変換	5
1.4 3軸応力	3	1.7.3 ひずみのだ円体	6
1.4.1 応力成分	3	1.8 適合条件式	6
1.4.2 応力だ円体	3	1.9 対称性および重ね合せの原理	6
1.4.3 モールの応力円	4		

第2章 弾性, 塑性およびクリープ

2.1 弾性変形	7	2.4 弾性安定	13
2.1.1 定義	7	2.4.1 定義と概説	13
2.1.2 弾性係数	7	2.4.2 棒の座屈	13
2.1.3 弾性の基礎式	7	2.5 塑性変形	14
2.1.4 ひずみエネルギー, 弾性エネルギー	8	2.5.1 材料の塑性	14
2.1.5 弾性論の定理	9	2.5.2 塑性の基礎式	17
2.1.6 二次元弾性問題	9	2.5.3 塑性の一般諸定理	19
2.2 応力集中	10	2.5.4 すべり線場の理論	20
2.2.1 円孔および球かのまわりの応力集中	10	2.5.5 残留応力	21
2.2.2 有孔板または有孔丸棒の応力集中	11	2.5.6 塑性座屈	21
2.2.3 みぞ付帯板と丸棒および段付帯板の応力集中	11	2.6 粘弾性	22
2.2.4 キーみぞの応力集中	12	2.6.1 粘弾性概論	22
2.2.5 応力集中の低下方法	12	2.6.2 線形粘弾性理論の基礎式	23
2.3 熱応力	13	2.7 クリープ	23
		2.7.1 概論	23
		2.7.2 クリープ変形の解析	24
		2.7.3 塑性および弾性の解との類似	24

第3章 材料の強さ

3.1 静的強さ	25	3.1.2 静的強さ	27
3.1.1 一般論	25	3.2 疲れ強さ	28

3.2.1	S-N 曲線と疲れ限度	28	3.2.11	高温疲れ	37
3.2.2	疲れ限度線図	30	3.3	衝撃強さ	38
3.2.3	疲れ強さに及ぼす各種因子の影響	32	3.4	クリープ強さ	39
3.2.4	寸法効果	32	3.4.1	クリープ強さ	39
3.2.5	切欠き効果	33	3.4.2	クリープ破断強さ	39
3.2.6	圧入の影響	35	3.4.3	クリープデータの外そう	39
3.2.7	表面仕上の影響	35	3.4.4	応力および温度変動下のクリープ強さ	39
3.2.8	腐食疲れ	36	3.4.5	切欠き材のクリープ破断強さ	39
3.2.9	累積疲れ被害	37	3.4.6	クリープ破断強さの解析	40
3.2.10	塑性疲れおよび熱疲れ	37			

第 4 章 は り

4.1	はりの曲げモーメントとせん断力	40	4.10.1	3モーメントの式	52
4.2	はりの曲げモーメントによる応力	40	4.10.2	重ね合せ法	53
4.3	はりの曲げモーメントによる傾斜とたわみ	41	4.10.3	ひずみエネルギー法	53
4.4	断面二次モーメントおよび断面係数	41	4.11	平等強さのはり	53
4.5	せん断力, 曲げモーメント, たわみ, 傾斜の図表	41	4.12	組合せはり	54
4.6	はりの曲げモーメントおよびたわみの図式解法	41	4.13	はりの塑性曲げ	54
4.6.1	面積モーメント法	41	4.14	はりの曲げひずみエネルギー	55
4.6.2	図式解法	48	4.15	衝撃曲げ	55
4.7	主軸まわり以外の曲げをうけるはりの応力	48	4.16	曲りはり	56
4.8	せん断力によるはりの応力とたわみ	50	4.16.1	曲りはりの応力	56
4.8.1	せん断力による応力	50	4.16.2	κ の図式解法	57
4.8.2	せん断中心	50	4.16.3	曲りはりのたわみ	57
4.8.3	せん断力によるはりのたわみ	50	4.16.4	円環の曲げモーメントとたわみの公式	57
4.9	移動荷重をうけるはり	51	4.17	はりの座屈	59
4.10	不静定はり	52	4.17.1	はりの横座屈	59
			4.17.2	はりの他種の座屈	59
			4.17.3	小曲率曲りはりの飛移り	59

第 5 章 板

5.1	垂直荷重を受ける平板	59	5.3	板の塑性曲げ	70
5.1.1	曲げの基礎式	59	5.4	面内荷重を受ける平板	70
5.1.2	円板および円板	60	5.5	直交異方性板	71
5.1.3	長方形板	66	5.5.1	直交異方性板の平面応力	71
5.2	平板の大たわみ	68	5.5.2	直交異方性板の曲げ	71
5.2.1	円板	68	5.6	平板の座屈	71
5.2.2	長方形板	69			

第 6 章 柱

6.1	短柱	71	6.2	一様断面の長柱の座屈	72
6.1.1	軸荷重を受ける短柱の応力	71	6.2.1	比例限度以内における座屈	73
6.1.2	断面の核・核半径	72	6.2.2	比例限度以上における座屈	73

6.3 軸圧縮荷重以外の作用をも受ける長柱 74	6.5 断面の変化する長柱 …………… 76
6.3.1 横荷重・集中曲げモーメント荷重などを受ける長柱…………… 74	6.5.1 断面の変化する長柱の座屈荷重 76
6.3.2 元たわみのある長柱…………… 75	6.5.2 一様強さおよび最小重量の長柱 76
6.3.3 偏心圧縮荷重を受ける長柱…………… 75	6.6 せん断および圧縮変形の影響を受ける長柱 …………… 77
6.3.4 軸圧縮荷重以外の作用をも受ける長柱の強度…………… 76	6.6.1 せん断変形の影響を受ける長柱 77
6.4 中間軸荷重の作用を受ける長柱 …………… 76	6.6.2 せん断および圧縮変形の影響を受ける長柱…………… 77
6.4.1 中間に一つの集中軸荷重のある場合…………… 76	6.7 軸圧縮荷重を受ける柱のねじれ座屈 …………… 77
6.4.2 中間に一様分布軸荷重のある場合(自重による長柱の座屈)…………… 76	6.8 軸圧縮荷重を受ける円筒かくの座屈 …………… 77
	6.9 柱の壁面座屈 …………… 77

第7章 軸およびねじり

7.1 丸軸のねじり …………… 78	7.4.4 構造材のねじり…………… 80
7.1.1 弾性変形…………… 78	7.5 軸の応力集中 …………… 80
7.1.2 塑性変形…………… 78	7.5.1 キーみぞを有する軸…………… 80
7.2 断面一様真直軸のねじり …………… 78	7.5.2 段付軸のねじり…………… 80
7.2.1 弾性変形…………… 78	7.5.3 みぞ付軸のねじり…………… 80
7.2.2 塑性変形…………… 78	7.6 組合せ応力を受ける軸 …………… 81
7.3 各種断面形軸のねじり …………… 80	7.6.1 弾性変形…………… 81
7.4 薄肉および構造材のねじり …………… 80	7.6.2 塑性変形…………… 81
7.4.1 薄肉管のねじり…………… 80	7.7 軸の座屈 …………… 81
7.4.2 中空材のねじり…………… 80	7.7.1 丸軸のねじり座屈…………… 81
7.4.3 形材のねじり…………… 80	7.7.2 薄い円筒かくのねじり座屈…………… 81

第8章 円板, 円筒および球

8.1 円板 …………… 81	8.2.2 内圧を受ける円筒の塑性変形…………… 87
8.1.1 弾性変形…………… 81	8.2.3 薄肉円筒…………… 88
8.1.2 塑性変形…………… 81	8.2.4 組合せ円筒…………… 88
8.1.3 回転円板…………… 82	8.2.5 回転円筒…………… 89
8.1.4 応力一様な回転円板…………… 83	8.2.6 円筒の熱応力…………… 89
8.1.5 特殊形状の回転円板…………… 83	8.3 球 …………… 90
8.1.6 回転円板の塑性変形…………… 83	8.3.1 内外圧を受ける中空球…………… 90
8.1.7 円板の熱応力…………… 84	8.3.2 内圧を受ける中空球の塑性変形…………… 90
8.1.8 遠心応力, 熱応力の近似的解法…………… 85	8.3.3 薄肉球かく…………… 91
8.2 円筒 …………… 86	8.3.4 球の熱応力…………… 91
8.2.1 弾性変形…………… 86	

第9章 ばね

9.1 ばねの公式 …………… 92	9.2 円筒コイルばねの座屈 …………… 92
---------------------------	--------------------------------

第10章 骨組構造

10.1 総説 …………… 94	10.1.2 静定, 安定…………… 94
10.1.1 定義および仮定…………… 94	10.2 静定トラス …………… 95

10.2.1	概要	95	10.6.1	3 ヒンジアーチおよびラーメン	100
10.2.2	静定トラスの解法 1 (節点法)	95	10.6.2	滑節アーチ, 滑節リンク構造	100
10.2.3	静定トラスの解法 2 (断面法)	96	10.7	ラーメンの解法	100
10.2.4	静定トラスの変形	96	10.7.1	仮定	100
10.3	不静定トラス	97	10.7.2	たわみ度たわみ角法	100
10.3.1	最小働の法則の一般的な応用	97	10.7.3	材端モーメントの公式	100
10.3.2	最小働の法則による例題	97	10.7.4	つりあい方程式	101
10.3.3	変位法	98	10.7.5	たわみ度たわみ角法の例題	101
10.3.4	不静定問題の注意	98	10.8	ラーメンの塑性解析	101
10.4	トラスの塑性解析	98	10.8.1	上下界法	101
10.4.1	トラスの極限荷重と崩壊	98	10.8.2	上下界法の例題	101
10.4.2	トラスの極限解析	99	10.9	トラスの座屈	102
10.5	立体トラス	99	10.9.1	平面トラスの座屈	102
10.5.1	節点法	99	10.9.2	立体トラスの座屈	102
10.5.2	断面法	99	10.10	ラーメンの座屈	103
10.5.3	立体トラスのねじり	99	10.11	一般骨組構造の座屈	103
10.6	静定アーチおよびラーメン	100	10.12	骨組構造の二次応力	103

第 11 章 薄 板 構 造

11.1	せん断流理論	104	11.5.5	圧縮を受ける長方形板の最高荷重	109
11.1.1	フランジと薄いウェブからなるはり	104	11.5.6	円板の外周圧力による座屈	109
11.1.2	フランジまたは縦材に軸力を受ける板場構造のせん断遅れ	104	11.6	補強板	109
11.2	張力場理論	104	11.6.1	長方形補強板の圧縮	109
11.3	半張力場理論	105	11.6.2	長方形補強板の面内曲げ	110
11.4	板場理論	106	11.6.3	長方形補強板のせん断	110
11.4.1	縦, 横材の伸縮を考慮しない方法	106	11.7	平板構造物の壁面座屈	111
11.4.2	縦, 横材の変形を考慮する方法	106	11.7.1	箱形および開き断面形の薄肉柱の圧縮	111
11.4.3	板場の有効幅	107	11.7.2	薄板構造はりの曲げ	112
11.5	平板の座屈	107	11.7.3	薄板構造材のねじり	114
11.5.1	長方形板の 1 軸圧縮荷重による座屈	107	11.8	かくの膜理論	114
11.5.2	長方形板の面内曲げ荷重による座屈	108	11.8.1	筒面かく	114
11.5.3	長方形板のせん断荷重による座屈	108	11.8.2	軸対称荷重を受ける回転面かく	114
11.5.4	長方形板の組合せ荷重による座屈	108	11.9	円筒かくの座屈	116
			11.9.1	軸圧縮荷重による壁面座屈	116
			11.9.2	ねじりによる座屈	118
			11.9.3	曲げによる座屈	118
			11.9.4	外圧による座屈	118
			11.10	球かくの座屈	118

第5編 工業材料

執筆者	長船広衛	加山延太郎	河嶋千尋	神原周
	草道英武	佐藤孝二	佐藤忠雄	島村昭治
	梶山正孝	鈴木寿	祖父江寛	田島栄
	田中実	高橋健太郎	谷山孝次	富田勝信
	豊田三郎	豊田春和	中島達二	中原万次郎
	中村素	永井彰一郎	波田野栄十	畑敏雄
	平井信二	平野慎吾	堀内良	牧広
	牧野昇	松本敏雄	森永卓一	和田次郎

目次

第1章 総論

1.1 金属材料一般	1	1.2 金属材料の検査	7
1.1.1 元素の物理的性質	1	1.2.1 金属材料の鑑別法	7
1.1.2 金属材料の組織	2	1.2.2 金属組織検査法	8
1.1.3 熱処理	3	1.2.3 金属材料の欠陥検査法	8
1.1.4 残留応力	5	1.3 金属材料規格の見方と取扱い方	8
1.1.5 金属材料および金属製品の材質的欠陥	5		

第2章 鉄材料

2.1 炭素鋼	11	2.3.2 耐熱鋼および超耐熱合金	29
2.1.1 炭素鋼の規格	11	2.4 工具鋼	32
2.1.2 純鉄の性質と用途	13	2.4.1 炭素工具鋼	32
2.1.3 炭素鋼の成分	14	2.4.2 合金工具鋼	33
2.1.4 キルド鋼とリムド鋼	14	2.4.3 高速度鋼	35
2.1.5 炭素鋼の熱処理	15	2.4.4 特殊工具材料	37
2.1.6 0.2% C以下の低炭素鋼	16	2.5 鑄鉄・鑄鋼	38
2.1.7 0.15~0.25% Cの炭素鋼	17	2.5.1 鑄鉄の組織	38
2.1.8 0.25~0.45% Cの炭素鋼	18	2.5.2 ねずみ鑄鉄の性質	39
2.1.9 0.45~0.60% Cの炭素鋼	20	2.5.3 ねずみ鑄鉄の熱処理	42
2.1.10 0.60% C以上の高炭素鋼	20	2.5.4 強じん鑄鉄	42
2.2 合金鋼	22	2.5.5 耐熱鑄鉄	44
2.2.1 高力鋼	22	2.5.6 耐食鑄鉄	44
2.2.2 構造用合金鋼	22	2.5.7 硬質鑄鉄	45
2.2.3 特殊用途鋼	28	2.5.8 可鍛鑄鉄	45
2.3 ステンレス鋼および耐熱合金	28	2.5.9 鑄鋼	45
2.3.1 ステンレス鋼	28		

第3章 非鉄金属材料

3.1 銅および銅合金加工材	47	3.6.1 亜鉛	64
3.1.1 銅および銅合金加工材	47	3.6.2 亜鉛合金	64
3.1.2 加工材の性質	47	3.7 鉛, すずなどの合金	66
3.1.3 銅合金鑄物	51	3.7.1 鉛およびその合金	66
3.1.4 銅および銅合金の耐食性	52	3.7.2 すず およびその合金	68
3.1.5 軸受用銅合金	52	3.7.3 カドミウムおよびその合金	69
3.2 ニッケルおよびその合金	53	3.7.4 低融点合金	69
3.2.1 ニッケル	53	3.8 ろう付合金	69
3.2.2 ニッケル銅合金	53	3.9 その他の金属および合金	71
3.2.3 耐食性ニッケル合金	53	3.9.1 ウランおよびその合金	71
3.3 アルミニウムおよびその合金	53	3.9.2 トリウムおよびその合金	72
3.3.1 純アルミニウム	53	3.9.3 ジルコニウムおよびその合金	72
3.3.2 アルミニウム合金	56	3.9.4 タンタルおよびその合金	72
3.3.3 展伸材用アルミニウム合金	58	3.9.5 ニオブおよびその合金	73
3.3.4 鑄物用アルミニウム合金	60	3.9.6 ベリリウムおよびその合金	73
3.4 マグネシウムおよびその合金	61	3.9.7 クロムおよびその合金	73
3.4.1 マグネシウム	61	3.9.8 タングステン, モリブデンおよ びその合金	74
3.4.2 鑄物用マグネシウム合金	61	3.9.9 銀およびその合金	74
3.4.3 展伸用マグネシウム合金	62	3.9.10 金およびその合金	75
3.4.4 マグネシウム合金の特徴	62	3.9.11 白金およびその合金	75
3.5 チタンおよびチタン合金	62	3.9.12 パラジウム, イリジウム	75
3.5.1 純チタン	62	3.9.13 スカンジウム, イットリウム, 第1希土類金属とその合金	75
3.5.2 チタン合金	63		
3.6 亜鉛およびその合金	64		

第4章 粉末や金

4.1 金属粉末	76	4.2.4 設計のための要点	80
4.1.1 粉末や金概説	76	4.3 粉末や金製品	80
4.1.2 粉末の製法	77	4.3.1 機械部品	80
4.1.3 粉末の性質と測定法	78	4.3.2 多孔質部品	81
4.2 粉末や金法	78	4.3.3 摩擦部品	81
4.2.1 成形法	78	4.3.4 超硬合金およびサーメット	81
4.2.2 焼結	79	4.3.5 その他	83
4.2.3 後処理	80		

第5章 電磁気材料

5.1 導電材料	83	5.2 磁気材料	86
5.1.1 電線	83	5.2.1 磁心材料	86
5.1.2 抵抗材料	84	5.2.2 永久磁石材料	86
5.1.3 特殊導電材料	85	5.2.3 非磁性鋼	87

5.3 絶縁体	87	5.4.1 半導体の性質	88
5.3.1 絶縁気体	88	5.4.2 ゲルマニウム (Ge)	90
5.3.2 無機材料	88	5.4.3 シリコン (Si)	91
5.3.3 有機材料	88	5.4.4 化合物半導体	93
5.4 半導体材料	88	5.4.5 半導体材料の用途, 応用	93

第6章 金属表面処理

6.1 総説	93	6.4.2 マグネシウム合金のさび止め皮膜	101
6.1.1 金属表面処理の意義	93	6.4.3 亜鉛と亜鉛合金のさび止め皮膜	102
6.1.2 金属表面処理の方法	93	6.4.4 鉄鋼のさび止め皮膜	102
6.2 セメンテーション	94	6.5 フェーシング(facing or surfacing)	103
6.2.1 浸炭法	94	6.5.1 ハードフェーシング (hard facing)	103
6.2.2 シアン化法 (cyaniding)	95	6.5.2 ソフトフェーシング (soft facing)	103
6.2.3 窒素硬化法 (nitridizing)	96	6.5.3 クラッディング (clading, 合せ金法)	103
6.2.4 金属浸透法	96	6.6 電気化学的処理	104
6.3 金属被膜法	98	6.6.1 電解研磨と化学研磨	104
6.3.1 電気めっき	98	6.6.2 陽極酸化	106
6.3.2 溶融浸せきめっき	99		
6.3.3 金属溶射法	99		
6.3.4 真空蒸着	100		
6.4 さび止め皮膜法	101		
6.4.1 アルミニウムとアルミニウム合金のさび止め皮膜	101		

第7章 非金属材料

7.1 木材	107	7.4 ゴムおよびゴム製品	119
7.1.1 木材の構造	107	7.4.1 生ゴムとゴム製品	119
7.1.2 木材の物理的性質	107	7.4.2 各種原料ゴムとそれを原料とする製品の性質	120
7.1.3 木材の機械的性質	108	7.4.3 硬質ゴム	121
7.1.4 加工木材	109	7.4.4 けい素ゴム	121
7.1.5 木材の防食および防火法	109	7.4.5 ふっ素ゴム	121
7.2 塗料	109	7.4.6 ステレオゴム	121
7.2.1 塗料の構成	110	7.4.7 スポンジゴム	121
7.2.2 塗料の分類	110	7.5 紙, 糸, ロープその他の繊維製品	121
7.2.3 塗料の乾燥	110	7.5.1 パルプの分類	121
7.2.4 焼付乾燥方法	110	7.5.2 紙, 不織布	122
7.2.5 塗装	110	7.5.3 繊維, 糸	122
7.2.6 塗料の品種と塗膜の性能と適用箇所	111	7.5.4 ロープ, その他	124
7.3 プラスチック	111	7.5.5 コードと合成繊維	124
7.3.1 プラスチックの種類	111	7.6 接着剤	125
7.3.2 プラスチックの成形方法	113	7.6.1 接着剤の種類とその特性	125
7.3.3 プラスチックの性質	114	7.6.2 金属, ガラス, 陶磁器の接着	125
7.3.4 用途	118	7.6.3 木材および紙の接着・粘着テープ	125

7.6.4	ゴム・プラスチックの接着	126	7.10.4	耐火モルタル	137
7.6.5	異種材料の接着	126	7.10.5	耐火物の工業規格	137
7.6.6	特殊接着剤	126	7.11 保温材および断熱材		137
7.7 皮 革		126	7.11.1	分類および特性	137
7.7.1	皮革の種類とその一般性質	126	7.11.2	保温および断熱材の最高安全使用温度	138
7.7.2	比 重	127	7.11.3	保温材に及ぼす湿度の影響	138
7.7.3	引張強さと伸び	127	7.11.4	有機質保温材	138
7.7.4	収縮温度	127	7.11.5	無機質保温材	140
7.7.5	通気性, 水蒸気透過性および吸湿性	127	7.11.6	金属(反射)断熱材	143
7.8 ガラス		127	7.12 防 音 材		143
7.8.1	無機ガラス	127	7.12.1	防 音	143
7.8.2	有機ガラス	129	7.12.2	しゃ音材料	143
7.9 セメント, モルタル, コンクリート, 石材 および れんが		130	7.12.3	吸音材料	144
7.9.1	セメント	130	7.13 電気絶縁材料		144
7.9.2	モルタル	130	7.13.1	絶縁材料の性質	144
7.9.3	コンクリート	131	7.13.2	絶縁材料の種類と特性	145
7.9.4	石 材	133	7.14 研削材, 研磨材, といし		146
7.9.5	れんが	133	7.14.1	天然産研削材, 研磨材	146
7.10 耐火物		133	7.14.2	人造研削材, 研磨材	147
7.10.1	耐火物の意義と分類	133	7.14.3	天然といし	147
7.10.2	耐火物の諸性質	134	7.14.4	人造といし	147
7.10.3	耐火物の種類と需要量	136	7.14.5	研磨布紙	148
			7.14.6	油脂研磨材	149

第 8 章 潤 滑 剤

8.1 総 説		149	8.4.3	不凍性合成潤滑油	153
8.1.1	潤滑剤の種類	149	8.4.4	ふっ素油	153
8.1.2	潤滑油の性状	149	8.5 粘度および粘度指数		153
8.2 鉱物油性潤滑油		149	8.6 グリースおよび固体潤滑油		154
8.2.1	製 法	149	8.6.1	概 説	154
8.2.2	製品の種類と用途	149	8.6.2	グリースの種類と特性ならびに用途	154
8.3 脂肪性潤滑油および混成潤滑油		151	8.6.3	ちょう度	156
8.4 特殊潤滑油		153	8.7 固体潤滑剤		156
8.4.1	極圧潤滑油	153			
8.4.2	切削油	153			

第 6 編 測 定 法

執筆者	五十嵐 昭男	石田 健二郎	磯部 孝	大越 諄
	加藤 芳三	川田 裕郎	河本 実	小宮 勤一
	桜井 好正	仙田 修	平 修二	高田 誠二
	手代木 尚久	寺尾 満	土井 康弘	橋本 宇一
	服部 敏夫	福本 保	堀 幸夫	本田 富士雄
	松代 正三	三輪 修三	蓑 輪 善蔵	森村 正直
	吉沢 武男			

目 次

第 1 章 測 定 総 論

1.1 測定法の基礎	1	1.1.7 伝送	3
1.1.1 測定	1	1.1.8 測定量の量子化	3
1.1.2 誤差と精度	1	1.1.9 計測器の応答	3
1.1.3 測定器の性能	1	1.2 測定器の構成要素	4
1.1.4 測定的方式	2	1.2.1 機械的構成要素	4
1.1.5 指示	2	1.2.2 電気的構成要素	5
1.1.6 記録	3		

第 2 章 角度・粒度・長さ

2.1 角度	7	2.2.5 細孔通過法による粒度測定	8
2.2 粒度	7	2.3 長さ	8
2.2.1 粒径と粒度分布	7	2.3.1 長さ標準	8
2.2.2 ふるい(篩)による粒度測定	7	2.3.2 変位の電氣的検出法	8
2.2.3 顕微鏡法による粒度測定	7	2.3.3 モアレしまによる変位の検出法	9
2.2.4 沈降法による粒度測定	7	2.3.4 その他の長さ検出法	10

第 3 章 面積・体積・重心・慣性モーメント

3.1 平面積の測定	10	3.3 重心の測定	10
3.2 体積の測定	10	3.4 慣性モーメントの測定	10

第 4 章 質量・重量・密度

4.1 質量の標準および測定	11	4.2 工業に使われるはかり	12
4.1.1 質量の標準	11	4.2.1 てんびん	12
4.1.2 質量(重量)の測定	11	4.2.2 台はかり	12

4・2・3	クレーン用ばかり	12	4・3	密度	12
4・2・4	コンベヤスケール	12	4・3・1	付属液体の密度測定	12
4・2・5	コンスタントフィードウェヤ	12	4・3・2	気体の密度測定	13
4・2・6	定量ばかり	12	4・3・3	固体の密度測定	13

第 5 章 時間・速度・加速度・回転計

5・1	時間標準	13	5・4	加速度測定	15
5・2	測時法	13	5・4・1	加速度計	15
5・2・1	時計	13	5・4・2	パルス技術を応用した測定	15
5・2・2	瞬間写真	14	5・5	回転速度測定	15
5・2・3	カウンタ	14	5・5・1	エレクトロニクスを応用した回 転計	15
5・3	速度測定	14	5・5・2	その他の回転計	16
5・3・1	流体の速度	14			
5・3・2	車両その他の速度	15			

第 6 章 振動・つりあい・騒音

6・1	振動の測定	16	6・2・2	二面(動)つりあい試験	18
6・1・1	外部からの測定	16	6・2・3	つりあい良さとその等級	19
6・1・2	振動体上における測定	16	6・2・4	不つりあいの許容限度	19
6・1・3	振動計の校正	17	6・3	騒音の測定	19
6・1・4	振動の測定	17	6・3・1	騒音計	19
6・1・5	測定結果の処理	17	6・3・2	騒音測定法	20
6・2	つりあい試験	17	6・3・3	騒音試験の実例	20
6・2・1	一面(静)つりあい試験	18			

第 7 章 力および動力

7・1	力の測定	20	7・2	機関動力の測定	21
7・1・1	力の標準	20	7・2・1	正味動力の測定	21
7・1・2	つりあいによる力の測定	20	7・2・2	図示動力の測定	24
7・1・3	力を他の物理量に変えて測るも の	20	7・3	切削動力計	24

第 8 章 圧力計・真空計・指圧計

8・1	圧力計	25	8・2・3	ピラニ真空計	27
8・1・1	液柱形圧力計	25	8・2・4	熱陰極電離真空計	28
8・1・2	弾性圧力計	26	8・3	指圧計(インジケータ)	28
8・2	真空計	27	8・3・1	1 サイクル形インジケータ	28
8・2・1	マクラウド真空計	27	8・3・2	平均値形インジケータ	28
8・2・2	ガイスラー管真空計	27			

第9章 流量・液面

9.1 流量の測定	29	9.1.8 質量流量計	31
9.1.1 絞りによる流量の測定	29	9.2 液面の測定	31
9.1.2 面積流量計	29	9.2.1 変位, 長さの測定による方法	32
9.1.3 容積式流量計	29	9.2.2 圧力, 差圧の測定による方法	32
9.1.4 電磁流量計	30	9.2.3 液面変化に伴う他の物理量の変化の測定による方法	32
9.1.5 超音波流量計	30	9.2.4 その他の方法	32
9.1.6 熱式流量計	30		
9.1.7 翼車流量計	31		

第10章 粘度

10.1 粘性係数	33	10.3.2 落体法	33
10.2 粘性流体の流動	33	10.3.3 回転粘度計	33
10.3 粘度測定	33	10.3.4 振動粘度計	33
10.3.1 細管法	33	10.3.5 平行平板粘度計	33

第11章 温度・熱的諸量・湿度

11.1 温度	34	11.2.1 熱量測定	37
11.1.1 温度	34	11.2.2 比熱の測定	37
11.1.2 液体封入ガラス温度計	34	11.2.3 発熱量の測定	37
11.1.3 熱電温度計	34	11.2.4 熱伝導率の測定	37
11.1.4 抵抗温度計	35	11.2.5 熱伝達率の測定	37
11.1.5 熱放射を利用する温度計	35	11.3 湿度	38
11.1.6 その他の温度計	36	11.3.1 絶対湿度・相対湿度・露点	38
11.1.7 温度測定上の共通の注意	36	11.3.2 湿度計	38
11.2 熱的諸量	37		

第12章 ガスおよび液体分析

12.1 ガス分析	38	12.3 pHの測定	41
12.1.1 化学的ガス分析法	38	12.3.1 pHの定義	41
12.1.2 物理的ガス分析法	39	12.3.2 指示薬によるpH測定法	41
12.2 液体濃度測定	40	12.3.3 ガラス電極法	41
12.2.1 電気導電度法	40	12.3.4 水素ガス電極法	42
12.2.2 電磁濃度計	40	12.3.5 キンヒドロン電極法	42
12.2.3 比重, 密度法	41	12.3.6 アンチモン電極法	42
12.2.4 比色法	41	12.3.7 甘こう電極	42
12.2.5 旋光法	41		

第 13 章 材 料 試 験

13・1 静的強さ試験	42	13・4・1 衝撃試験一般	53
13・1・1 引張試験	42	13・4・2 シャルピー衝撃試験	53
13・1・2 圧縮試験	45	13・4・3 アイゾット衝撃試験	53
13・1・3 曲げ試験	45	13・4・4 衝撃引張試験	54
13・1・4 ねじり試験	46	13・4・5 衝撃値の求め方	54
13・1・5 試験機	46	13・4・6 相似の法則	54
13・1・6 類似の試験（加工性試験）	46	13・5 疲れ試験	54
13・2 ひずみおよび応力の測定	47	13・5・1 疲れ試験用語	54
13・2・1 伸び計	47	13・5・2 疲れ試験機	55
13・2・2 抵抗線ひずみ計	48	13・5・3 試験片	56
13・2・3 X線による応力測定	48	13・5・4 試験方法	56
13・2・4 光弾性による応力測定	49	13・5・5 疲れ限度線図	57
13・2・5 網目けい線法	49	13・6 クリープ試験	58
13・2・6 応力塗料による方法	49	13・7 摩耗試験	58
13・2・7 ひずみ模様による方法	50	13・7・1 すべり摩耗試験	58
13・3 かたさ試験	50	13・7・2 ころがり摩耗試験	59
13・3・1 かたさ	50	13・7・3 衝撃摩耗試験	59
13・3・2 規格	50	13・7・4 すべり摩耗試験法の選択基準	59
13・3・3 ブリネルかたさおよびマイヤー かたさ	50	13・7・5 試験結果の取扱い方	59
13・3・4 ビッカースかたさおよびヌーブ かたさ	50	13・8 非破壊検査	60
13・3・5 ロックウェルかたさ	51	13・8・1 各種非破壊検査法とその適用範 囲	60
13・3・6 ショアかたさ	51	13・8・2 放射線透過検査法	60
13・3・7 引っかきかたさ	53	13・8・3 超音波探傷法	60
13・3・8 各種かたさ間の関係	53	13・8・4 磁気探傷法	61
13・4 衝撃試験	53	13・8・5 電磁誘導探傷法	61
		13・8・6 浸透探傷法	61

第7編 機械の要素

執筆者 赤岡純 石川二郎 稲田重男 鵜戸口英善
 窪田雅男 新莊謹一 曾田範宗 中井英一
 中田孝 野口尙一 橋本誠也 林杵雄
 東秀彦 本田 杢 本田巨範 増山亮
 松本美韶 山本 晃 吉沢武男 和栗明
 和田稻苗 若菜 章 亘 理 厚 渡辺昭俊
 渡辺 茂

目次

第1章 機械設計の基礎と製図

1.1 標準数	1	1.6.2 真直度, 平面度, 真円度, 円筒度の図示	10
1.2 はめあいと公差	1	1.7 ねじ製図	10
1.3 形状誤差と表面あらさ	3	1.7.1 ねじおよびねじ部品の図示法	10
1.4 機械製図	4	1.7.2 ねじの表わし方	11
1.4.1 製図規格	4	1.8 歯車製図	11
1.4.2 図面の大きさ	4	1.8.1 歯車の部品図	11
1.4.3 投影法および尺度	4	1.8.2 かみあう歯車	11
1.4.4 線	5	1.8.3 歯すじ方向	11
1.4.5 図形の表わし方	5	1.9 ばね製図	13
1.4.6 断面法	6	1.9.1 図の描き方	13
1.4.7 文字	6	1.9.2 荷重とたわみの表示	13
1.4.8 寸法	7	1.9.3 巻き方向	13
1.5 仕上面, 寸法公差およびはめあいの図示	8	1.9.4 要目表	13
1.5.1 仕上面の図示	8	1.10 ころがり軸受製図	13
1.5.2 公差およびはめあいの図示	9	1.10.1 図の描き方	13
1.6 直線, 面の相互関係および面精度の図示	10	1.10.2 ころがり軸受の呼び番号および等級の表示	13
1.6.1 平行度, 直角度, 同心度の図示	10	1.10.3 比例寸法による作図方法	13

第2章 機械材料の標準形状および重さ

2.1 鉄鋼	15	2.2 非鉄金属	24
2.1.1 鉄鋼の形状, 寸法および重量一般	15	2.2.1 銅および銅合金	24
2.1.2 機械構造用炭素鋼鋼材	19	2.2.2 ニッケル合金	26
2.1.3 亜鉛鉄板	19	2.2.3 アルミニウム	27
2.1.4 一般構造用炭素鋼鋼管	21	2.2.4 鉛板	31
2.1.5 鉄鋼線	21	2.2.5 亜鉛板	31
2.1.6 特殊用途鋼	22		

第3章 ねじおよびリベット

3.1 ねじ	31	3.1.1 ねじの主要用語	31
--------	----	---------------	----

3.1.2	ねじの力学	31	3.2.3	座金	41
3.1.3	適正締付け	32	3.3	リベットおよびリベット継手	43
3.1.4	ねじの大きさの計算	33	3.3.1	リベット	43
3.1.5	ねじの基本規格	34	3.3.2	ボイラ板の厚さ	43
3.1.6	ボールねじ	37	3.3.3	ボイラのリベット継手	43
3.2	ねじ部品	40	3.3.4	ボイラのリベット継手の例	44
3.2.1	小ねじ類	40	3.3.5	液体容器, ガス容器および煙突	46
3.2.2	ボルトおよびナット	40	3.3.6	特殊なリベット継手の例	46

第4章 軸, 軸継手, キーおよびスプライン

4.1	軸	46	4.1.10	たわみ軸	55
4.1.1	軸の応力と変形	46	4.1.11	軸の危険速度	55
4.1.2	材料の性質と動荷重係数を考慮する軸径式	47	4.2	軸継手およびクラッチ	55
4.1.3	材料の疲れを考慮する軸径式	48	4.2.1	固定軸継手	55
4.1.4	伝動軸	49	4.2.2	たわみ軸継手	56
4.1.5	車軸	51	4.2.3	自在軸継手	58
4.1.6	プロペラ軸	52	4.2.4	クラッチ	58
4.1.7	クランク軸	52	4.3	キー, スプラインおよびセレーション	59
4.1.8	ジャーナル	54	4.3.1	キー	59
4.1.9	軸頭	54	4.3.2	スプライン	63
			4.3.3	セレーション	63

第5章 軸受および潤滑

5.1	すべり軸受	65	5.3.1	ビボット軸受	84
5.1.1	平面軸受	65	5.3.2	宝石ほぞ軸受	85
5.1.2	スラスト軸受	65	5.3.3	プラスチック軸受	85
5.1.3	ジャーナル軸受	66	5.3.4	含油軸受	85
5.1.4	油の流量	66	5.3.5	気体軸受	85
5.1.5	温度上昇	68	5.4	ナイフエッジ	86
5.1.6	浮動プシュの特性	68	5.5	軸受材料	86
5.1.7	設計に必要な諸資料	68	5.5.1	すべり軸受材料	86
5.1.8	静圧軸受	71	5.5.2	ころがり軸受材料	88
5.2	ころがり軸受	72	5.6	潤滑法	89
5.2.1	ころがり軸受の種類と特性	72	5.6.1	潤滑の目的	89
5.2.2	ころがり軸受の主要寸法と呼び番号	72	5.6.2	流体潤滑と境界潤滑	89
5.2.3	ころがり軸受の精度	78	5.6.3	潤滑法の種類と要領	90
5.2.4	ころがり軸受の定格荷重と寿命計算	78	5.7	潤滑剤の選択	93
5.2.5	ミニアチュア軸受	81	5.7.1	潤滑剤選択の要点	93
5.2.6	ころがり軸受の使用法	82	5.7.2	潤滑剤の機械別選択基準	96
5.3	その他の軸受	84	5.7.3	各種潤滑剤の規格性状	96
			5.7.4	潤滑剤の試験方法	96
			5.8	密封装置	99

第6章 歯車

6.1	歯車の種類	101	6.2	歯車装置	102
-----	-------	-----	-----	------	-----

6.2.1 円周速度線図と回転数ベクトル 線図	102	6.6.2 歯面強さの計算式	113
6.2.2 固定支持わくの増速減速装置	102	6.7 かさ歯車	114
6.2.3 歯車変速装置	103	6.7.1 取付方法	114
6.2.4 遊星および差動歯車装置	104	6.7.2 歯形, 歯すじ	115
6.3 平歯車	106	6.7.3 強 さ	115
6.3.1 歯形の性質	106	6.7.4 精度・バックラッシ	116
6.3.2 インボリュート標準歯車	106	6.8 ウォームギヤ	117
6.3.3 転位平歯車	107	6.8.1 動力伝達用ウォームギヤ	117
6.4 はすば歯車	109	6.8.2 ウォームギヤの工作法	117
6.5 平歯車とはすば歯車の仕上寸法, 精度, バックラッシ	110	6.8.3 ウォームギヤの標準寸法と転位	118
6.5.1 平歯車とはすば歯車の仕上寸法	110	6.8.4 鼓形ウォームギヤ	119
6.5.2 平歯車とはすば歯車の精度	111	6.8.5 ウォームギヤの許容荷重	119
6.5.3 平歯車およびはすば歯車のバック クラッシ	111	6.9 その他の歯車	120
6.6 平歯車とはすば歯車の強度設計	112	6.9.1 ねじ歯車	120
6.6.1 曲げ強さの設計式	112	6.9.2 ハイポイドギヤ	120
		6.9.3 フェースギヤ	120
		6.9.4 不等速比歯車	121
		6.10 歯車の潤滑	121

第7章 ベルト・チェーンおよび無段変速装置

7.1 平ベルト伝動	122	7.3 チェーン伝動	130
7.1.1 ベルト	122	7.3.1 チェーンによる伝動	130
7.1.2 ベルト車	124	7.3.2 ローラチェーンとスプロケット	130
7.1.3 ベルトの長さ	124	7.3.3 サイレントチェーンとスプロケ ット	131
7.1.4 速度比(回転比)	125	7.3.4 チェーン伝動の速度比, チェー ン速度, 張力, 伝達馬力	131
7.1.5 ベルト張力, 摩擦係数, 伝達馬力	125	7.4 無段変速装置	132
7.1.6 最初張力	125	7.4.1 摩擦車式無段変速機	132
7.1.7 ベルト伝動の効率	126	7.4.2 Vベルト式無段変速機	134
7.1.8 変速装置	126	7.4.3 チェーン式無段変速機	134
7.1.9 ベルト伝動における特殊現象	127	7.4.4 一方クラッチ式無段変速機	134
7.2 Vベルト伝動	127	7.4.5 油圧式無段変速装置	134
7.2.1 Vベルトによる伝動	127	7.4.6 流体継手およびトルクコンバー タによる無段変速	135
7.2.2 Vベルト	127	7.4.7 電気式無段変速装置	135
7.2.3 Vベルト車	128		
7.2.4 Vベルト伝動の速度比, 張力, 伝達馬力	129		
7.2.5 Vベルト伝動における注意事項	129		

第8章 リンクおよびカム

8.1 リンク装置	136	8.1.7 機構総合	138
8.1.1 リンク機構の構成	136	8.1.8 ビストンクラック機構	139
8.1.2 平面運動の基礎方程式	136	8.1.9 直線運動機構	139
8.1.3 速度解法	136	8.1.10 間欠運動機構	139
8.1.4 加速度解法	137	8.1.11 球面連鎖	140
8.1.5 リンクの慣性作用	137	8.2 カム装置	141
8.1.6 運動軌跡の曲率	138	8.2.1 カム概説	141

8・2・2	カム装置設計の手順	141	8・2・12	ポリダイナカムおよび多正弦カム	146
8・2・3	変位線図	141	8・3	間欠伝動および特殊機構	146
8・2・4	基礎運動曲線とその特性	142	8・3・1	間欠伝動装置	146
8・2・5	接線カム(円弧カム)	143	8・3・2	ゼネバ歯車	146
8・2・6	押進め角と従節の側圧	143	8・3・3	カムによる割出し機構	147
8・2・7	輪郭の曲率	144	8・3・4	特に長い静止期間のカム装置	147
8・2・8	板カム用ばね	145	8・3・5	間欠歯車	147
8・2・9	接触子およびカム本体の設計	145	8・3・6	つめ車	147
8・2・10	カム輪郭の加工と図示	145	8・3・7	一方クラッチ	148
8・2・11	カム装置の実例	145	8・3・8	不等速運動機構	148

第9章 管, 管フランジ, 管継手, 弁, 配管の方法,

配管用ガスケットおよび付属品

9・1	管	148	9・2・6	JIS に規定されているおもな管フランジ	163
9・1・1	鋳鉄管	148	9・3	管継手	163
9・1・2	鋼管	150	9・3・1	ねじ込み形管継手	163
9・1・3	銅管および銅合金管	153	9・3・2	特殊形管継手	169
9・1・4	鉛管	154	9・3・3	伸縮形管継手	170
9・1・5	アルミニウム管	155	9・4	弁およびコック	171
9・1・6	たわみ管(メタルホース)	155	9・4・1	弁の形式	171
9・1・7	合成樹脂管	156	9・4・2	弁の材料	171
9・1・8	ゴム管	156	9・4・3	弁の呼び圧力および最高使用圧力	171
9・1・9	特殊管	156	9・4・4	各種の弁の形状構造および特性	172
9・1・10	管の許容圧力および水圧試験	156	9・4・5	トラップ	173
9・2	管フランジ	156	9・4・6	コック	174
9・2・1	管フランジの呼び圧力および最高使用圧力	156	9・4・7	弁の選択	174
9・2・2	管フランジの基本寸法(鋳鉄・鋼製の管フランジの場合)	157	9・5	配管の方法	174
9・2・3	管フランジの連結面の形状とガスケット座の寸法およびこれに用いられるガスケットの寸法	158	9・5・1	管の太さおよび強さ	174
9・2・4	管フランジ用ガスケット	160	9・5・2	管の支持方法と各種管ささえ	174
9・2・5	取付け形管フランジ	163	9・5・3	管の色分けその他	175
			9・6	配管用ガスケット	176
			9・7	配管用付属品	176

第10章 ブレーキ, 緩衝器およびばね

10・1	ブレーキ	176	10・2・1	緩衝器	180
10・1・1	摩擦係数	176	10・2・2	ダンパ	181
10・1・2	摩擦ブレーキ	176	10・3	ばね	182
10・1・3	電気ブレーキ	180	10・3・1	重ね板ばね	182
10・1・4	ブレーキ操作部	180	10・3・2	コイルばね	183
10・2	緩衝器とダンパ	180	10・3・3	トーションパー	183

第 8 編 水力学および流体力学

執筆者 伊藤 四郎 伊藤 英覚 池 森 亀 鶴 石 原 智 男
 板 谷 樹 岩 浪 繁 藏 植 松 時 雄 笠 原 英 司
 川 口 毅 鬼 頭 史 城 草 間 秀 俊 近 藤 次 郎
 佐 貫 亦 男 白 倉 昌 明 中 野 稔 森 康 夫

目 次

第 1 章 水力学基礎

1.1 二、三の流体の物理的性質……………	1	1.2.9 深さによる全圧力および圧力の 中心 (曲面)……………	6
1.1.1 単位体積の重さ γ および密度 $\rho = \gamma/g$ ……………	1	1.2.10 深さによる全圧力および圧力の 中心 (図式解法) ……………	7
1.1.2 圧縮率 β および比容積 v ……………	2	1.2.11 均一強さによる全圧力……………	7
1.1.3 流体中の圧力波の速さ (音速) a ……	2	1.2.12 浮 力……………	7
1.1.4 粘性係数 μ および運動粘性 係数 ν ……………	2	1.2.13 浮揚体……………	7
1.1.5 表面張力 H ……………	3	1.2.14 浮揚体の安定度……………	8
1.1.6 水の飽和蒸気圧 ……………	4	1.2.15 流体静力学の基礎式……………	8
1.1.7 気体の水に対する溶解度 ……………	4	1.2.16 等圧面……………	8
1.2 静水力学……………	4	1.2.17 力 線……………	8
1.2.1 圧力度または圧力の強さ ……………	4	1.2.18 相対的静止 (相対的つりあい) ……	8
1.2.2 圧力の単位 ……………	4	1.3 動水力学一般……………	9
1.2.3 深さと圧力の大きさおよび方向	4	1.3.1 層状運動と乱れ運動 ……………	9
1.2.4 水 頭 ……………	4	1.3.2 流線, 変わらぬ流れ ……………	10
1.2.5 各種液柱計 ……………	5	1.3.3 流量, 連続の理 ……………	10
1.2.6 毛管作用によるヘッド差 ……………	5	1.3.4 ベルヌーイの定理 ……………	11
1.2.7 圧力の伝達 ……………	5	1.3.5 動圧と総圧 ……………	11
1.2.8 深さによる全圧力および圧力の 中心 (平面)……………	6	1.3.6 2 流線間の総水頭差 ……………	11

第 2 章 流路および流体抵抗

2.1 流体摩擦……………	12	2.2.8 ベンド ……………	19
2.1.1 流体摩擦一般 ……………	12	2.2.9 エルボ ……………	20
2.1.2 管摩擦 ……………	12	2.2.10 分岐管……………	20
2.2 管 路……………	16	2.2.11 合流管……………	21
2.2.1 管路における損失水頭 ……………	16	2.2.12 管路の出口……………	21
2.2.2 管路の入口 ……………	16	2.2.13 管路の総損失と流量……………	21
2.2.3 断面積が急激に変化する場 ……	16	2.2.14 管路で送られる流体の動力…………	21
2.2.4 断面積がゆるやかに変化する場 合 ……………	17	2.2.15 管路の流速……………	21
2.2.5 重ね継手の管 ……………	17	2.3 開きよ……………	21
2.2.6 弁およびコック ……………	17	2.3.1 開きよの断面および流速が一定 な場合の流れ ……………	21
2.2.7 組合せ管 ……………	18	2.3.2 流体平均深さ ……………	22

2・3・3	開きよの断面の形状	22	2・5・2	固気二相流の圧力損失	28
2・3・4	開きよ中の適当な流速	22	2・5・3	固液二相流の圧力損失	29
2・3・5	速度分布	23	2・5・4	気液二相流の圧力損失	29
2・3・6	速度が変わる場合の流れ	23	2・5・5	ビンガム体	30
2・3・7	開きよ中にある格子の抵抗	23	2・6 運動量の法則		31
2・4 流体中を進行する物体の抵抗		24	2・6・1	運動量の法則	31
2・4・1	抵抗係数 c_D	24	2・6・2	角運動量の法則	32
2・4・2	球の抵抗	24	2・7 管内非定常流れ, 水撃		32
2・4・3	円柱の抵抗	24	2・7・1	開放 U 字管内の液の振動	32
2・4・4	種々の物体の抵抗係数	25	2・7・2	連通管内の流れ	32
2・4・5	円管群の抵抗	27	2・7・3	管内圧力波, 水撃作用	32
2・4・6	流線形支柱	27	2・7・4	管内定常波	33
2・4・7	カルマンのうず列	27	2・7・5	弁の閉鎖による水撃	33
2・5 混相流		27	2・7・6	弁の開放によって生ずる圧力降下	35
2・5・1	管内を流体輸送される固体粒子の運動	27			

第 3 章 流速および流量測定

3・1 流速測定		36	3・2・11	電磁式	41
3・1・1	流速計	36	3・2・12	超音波流量計	41
3・1・2	ピトー管	36	3・2・13	油の流量測定	41
3・1・3	熱線による風速変動の測定	36	3・3 気体の流量測定		42
3・2 液体の流量測定		37	3・3・1	ガスだめ	42
3・2・1	容器による流量測定	37	3・3・2	定積そう	42
3・2・2	量水器	37	3・3・3	ガスメータ	42
3・2・3	速度分布による法	37	3・3・4	ルーツメータ	42
3・2・4	圧力差による法	37	3・3・5	フロートメータ	42
3・2・5	オリフィス	37	3・3・6	速度分布による法	42
3・2・6	せき	39	3・3・7	ヤコブ管	43
3・2・7	塩水速度法	41	3・3・8	管オリフィス, ノズル	43
3・2・8	塩水濃度法	41	3・3・9	ベンチュリ計	43
3・2・9	ギブソン法	41	3・3・10	トーマス計	43
3・2・10	指数法	41	3・3・11	蒸気の流量測定	43

第 4 章 流体力学

4・1 流体力学の基礎		43	4・1・6	連続の方程式 (円筒座標)	44
4・1・1	記号	43	4・1・7	連続の方程式 (球面極座標)	44
4・1・2	運動の方程式 (直角座標)	43	4・1・8	うずの強さ, 循環	44
4・1・3	運動の方程式 (円筒座標, 粘性流体)	43	4・1・9	ストークスの法則	44
4・1・4	運動の方程式 (球面極座標, 粘性流体)	44	4・1・10	うず無し運動, 速度ポテンシャル	44
4・1・5	連続の方程式 (直角座標)	44	4・1・11	うずの性質	45
			4・1・12	うずによって誘導される速度	45

4.1.13	流れ関数	45	する見掛けの質量	48	
4.1.14	複素関数の応用, 複素ポテンシャル, 複素速度	45	4.3 境界層	49	
4.1.15	簡単なポテンシャル流れの例	45	4.3.1	境界層	49
4.1.16	等角写像	45	4.3.2	境界層の方程式	49
4.1.17	等角写像の例	46	4.3.3	境界層の運動量法則 (カルマン)	49
4.1.18	直線翼列	46	4.3.4	平板	49
4.1.19	不連続流れ, レーレーの公式	46	4.3.5	回転円板	50
4.1.20	噴流	46	4.3.6	境界層のはがれること	50
4.1.21	円柱状のうず	47	4.3.7	境界層の制御	50
4.1.22	うずの動き	47	4.4 油膜潤滑	50	
4.1.23	軸対称的三次元ポテンシャル流れ	47	4.5 相似則	51	
4.1.24	飛行船体のまわりの流れ	47	4.5.1	相似の条件	51
4.1.25	見掛けの質量	48	4.5.2	フルード数	51
4.2 流体の振動, 波動		48	4.5.3	マッハ数	51
4.2.1	長い波, 重力波	48	4.5.4	レイノルズ数	51
4.2.2	タンクに満たされた水の固有振動数	48	4.5.5	水そう実験	51
4.2.3	水滴の振動	48	4.5.6	風洞実験	52
4.2.4	流体中における物体の振動に対する見掛けの質量	48	4.5.7	レイノルズ数の影響	52
			4.5.8	表面あらさの影響	52
			4.5.9	じょう乱の影響	53
			4.5.10	マッハ数の影響	53

第 5 章 翼およびプロペラ

5.1 翼		54	5.1.13	縦横比の違う場合の換算	57
5.1.1	翼形の諸係数	54	5.1.14	キャビテーション性能	57
5.1.2	翼形のとなえ方	54	5.1.15	翼の非定常運動	58
5.1.3	性能曲線	55	5.1.16	すきま翼, フラップ付きの翼	58
5.1.4	クッタ・ジュコブスキーの定理	55	5.2 プロペラ		58
5.1.5	ジュコブスキー翼形の系列	55	5.2.1	プロペラの諸係数	58
5.1.6	薄翼	55	5.2.2	運動量理論	59
5.1.7	代表的翼形	55	5.2.3	単純翼素理論	59
5.1.8	任意翼形の性能	56	5.2.4	うず理論	59
5.1.9	三次元翼 (プラントルの翼理論)	56	5.2.5	静止スラストと飛行中のスラスト	59
5.1.10	誘導抵抗	56	5.2.6	最大効率プロペラ	59
5.1.11	形状抵抗	56	5.2.7	プロペラの設計法	60
5.1.12	だ円形および長方形翼における循環の分布	56			

第 6 章 圧縮性流体の運動

6.1 圧縮性流体の流れ		60	6.2 一次元の流れ		61
6.1.1	圧縮性の影響	60	6.2.1	摩擦のない管内の流れ	61
6.1.2	音速とマッハ数	60	6.2.2	細まりノズル	61
6.1.3	ペルヌーイの式	60	6.2.3	ラパール管	61
6.1.4	ピトー管の補正	61	6.2.4	摩擦のある管内の流れ	62

6.3 衝撃波.....	62	6.4.3 遷音速の流れ.....	63
6.3.1 衝撃波の発生.....	62	6.4.4 超音速の流れ.....	64
6.3.2 垂直衝撃波.....	63	6.4.5 角をまわる超音速の流れ.....	64
6.3.3 斜め衝撃波.....	63	6.4.6 特性曲線法.....	64
6.3.4 衝撃極線図.....	63	6.5 三次元の流れ.....	65
6.4 二次元の流れ.....	63	6.5.1 ゲーテルトの法則.....	65
6.4.1 翼のまわりの高速流れ.....	63	6.5.2 細長い物体の理論.....	65
6.4.2 亜音速の流れ.....	63	6.6 空力加熱.....	65

第 7 章 電 磁 流 体

7.1 電磁流体の基礎関係式.....	66	7.2.1 ハートマン数.....	66
7.1.1 記号.....	66	7.2.2 磁気レイノルズ数.....	66
7.1.2 電磁流体の基礎関係式.....	66	7.2.3 アルフベン数.....	66
7.2 相似則.....	66	7.3 電磁流体の流れ.....	66

第 9 編 水 力 機 械

執筆者 浅野友一 石井安男 石原智男 今井直次郎
加藤孝 梶原滋美 川瀬健一郎 草間秀俊
黒川恒勝 佐藤喜一 下坂実 田伏敬三
出崎悟 富永守之 肥後本男 深栖俊一
宮津純 山崎卓爾

目 次

第 1 章 水力発電設備

1.1 河川流量	1	1.9 導水設備	3
1.2 発電所使用水量	1	1.9.1 ダム	3
1.3 有効落差, 総揚程	1	1.9.2 ゲート	4
1.4 入力, 出力, 効率	2	1.9.3 ダムの付属設備	4
1.4.1 発電	2	1.9.4 取入れ口	4
1.4.2 揚水	2	1.9.5 導水路	4
1.4.3 揚水発電所の総合効率	2	1.9.6 沈砂池	5
1.5 負荷	2	1.9.7 上水そう	5
1.6 貯水池, 調整池, 逆調整池	2	1.9.8 サージタンク	5
1.6.1 貯水池	2	1.9.9 水圧管路	5
1.6.2 調整池	3	1.9.10 放水路	5
1.6.3 逆調整池	3	1.9.11 放水路サージタンク	5
1.7 発電方式	3	1.10 主要機械の配置	5
1.7.1 水路設備による分類	3	1.10.1 立て軸形と横軸形	5
1.7.2 運用方法による分類	3	1.10.2 建屋と機器の関係	6
1.8 揚水発電	3	1.10.3 すえ付方式	6
1.8.1 目的	3	1.10.4 地下発電所	6
1.8.2 水の利用方法による分類	3	1.10.5 水中発電所	6

第 2 章 水車およびポンプ水車

2.1 水車およびポンプ水車一般	6	2.3.1 構造	10
2.1.1 出力, 入力と効率	6	2.3.2 水の作用	11
2.1.2 回転速度と比速度	6	2.3.3 特性	11
2.1.3 形式と選定	8	2.3.4 要項の決定	11
2.2 ペルトン水車	8	2.4 斜流水車	12
2.2.1 構造	8	2.4.1 構造	12
2.2.2 水の作用	9	2.4.2 特性	13
2.2.3 特性	9	2.5 プロペラ水車	13
2.2.4 要項の決定	9	2.5.1 構造	13
2.3 フランシス水車	10	2.5.2 水の作用	14

2.5.3 特性	15	2.10 キャビテーション	21
2.5.4 要項の決定	15	2.10.1 キャビテーション	21
2.6 フランス形ポンプ水車	15	2.10.2 吸出し高さ	22
2.6.1 構造	15	2.10.3 キャビテーションの発生と防止	22
2.6.2 特性	16	2.11 振動	23
2.7 斜流形ポンプ水車	16	2.12 使用材料	23
2.7.1 構造	16	2.13 模型水車の試験	23
2.7.2 特性	17	2.13.1 相似則	23
2.8 プロペラ形ポンプ水車	17	2.13.2 効率換算式	24
2.9 水車の特性	17	2.14 実物水車の試験	25
2.9.1 一般特性	17	2.14.1 水車の場合	25
2.9.2 無拘束速度	20	2.14.2 ポンプ水車の場合	26
2.9.3 スラスト	21	2.14.3 効率試験	26
2.9.4 水口開閉力	21		

第 3 章 制 御 装 置

3.1 入口弁	27	3.2.7 容量	33
3.2 调速機	29	3.3 圧力調整装置	33
3.2.1 概要	29	3.3.1 制圧機	33
3.2.2 機械式调速機	29	3.3.2 デフレクタ	33
3.2.3 電気式调速機	30	3.4 圧油装置	33
3.2.4 速度調定率と垂下率	31	3.5 潤滑油装置	34
3.2.5 速度変動率と水圧変動率	31	3.6 自動運転方式	35
3.2.6 不調現象	32		

第 4 章 うず巻ポンプおよび軸流ポンプ

4.1 うず巻ポンプ	35	4.1.11 ポンプの比速度	39
4.1.1 うず巻ポンプの構成	35	4.1.12 うず巻ポンプの効率	39
4.1.2 うず巻ポンプの分類, 形式および大きさ	35	4.1.13 ポンプの特性の表示とその無次元表示	40
4.1.3 うず巻ポンプの揚程, 実揚程および吐出し量	36	4.1.14 うず巻ポンプの羽根車の設計定数	41
4.1.4 うず巻ポンプの動力および効率	37	4.1.15 羽根車の構造および形状	41
4.1.5 羽根車通路における流れと平均の速度線図	37	4.1.16 うず室および案内羽根	41
4.1.6 理論揚程と揚程	37	4.1.17 うず形室	42
4.1.7 対数らせん形の羽根をもった二次元羽根車の理論揚程	38	4.1.18 すきま流れ	43
4.1.8 フランス形および斜流形の理論揚程近似値	38	4.1.19 羽根車の円板摩擦	43
4.1.9 理論揚程および揚程の近似推定法	38	4.1.20 うず巻ポンプの軸向きスラストとそのつりあわせ法	44
4.1.10 うず巻ポンプの比較法則	38	4.1.21 ポンプ製作の材料	45
		4.1.22 うず巻ポンプのキャビテーション	46
		4.1.23 うず巻ポンプの不安定特性および	

びサージング……………	47	4・2・4 性能……………	54
4・1・24 揚液の粘さと固形物濃度の影響	48	4・2・5 用途……………	54
4・1・25 うず巻ポンプの急停止と水撃作用……………	49	4・3 軸流ポンプ ……………	54
4・1・26 シール……………	50	4・3・1 特徴……………	54
4・1・27 うず巻ポンプの構造例……………	51	4・3・2 構造……………	54
4・2 斜流ポンプ ……………	53	4・3・3 軸流ポンプの羽根の作用……………	55
4・2・1 特徴……………	53	4・3・4 軸流ポンプ大きさの決定……………	56
4・2・2 構造例……………	53	4・3・5 軸流ポンプの性能……………	56
4・2・3 羽根車の設計……………	53	4・3・6 軸流ポンプの用途……………	57
		4・3・7 軸流ポンプの取扱い……………	57

第 5 章 ポンプ設備

5・1 揚水装置の抵抗曲線とポンプ運転 ……………	57	5・2・2 ポンプ形式の選定……………	59
5・1・1 揚水装置の抵抗曲線とポンプの運転効率……………	57	5・2・3 ポンプ選定の際に考慮すべき諸点……………	59
5・1・2 ポンプ並列および直列ならびに変速運転……………	58	5・3 ポンプのすえ付、配管および付属設備	60
5・2 ポンプの選定 ……………	58	5・3・1 ポンプの基礎とすえ付……………	60
5・2・1 ポンプ仕様……………	58	5・3・2 配管および付属設備……………	60
		5・3・3 ポンプの自動運転……………	62

第 6 章 往復ポンプおよび特殊ポンプ

6・1 往復ポンプ ……………	63	6・2・1 原理……………	69
6・1・1 往復ポンプの諸形式……………	63	6・2・2 形式……………	69
6・1・2 往復ポンプの駆動方法……………	63	6・2・3 性能……………	69
6・1・3 往復ポンプの揚水量と排水曲線……………	64	6・2・4 用途……………	69
6・1・4 シリンダ内の圧力……………	64	6・3 再生ポンプ、粘性ポンプ ……………	69
6・1・5 往復ポンプにおける液柱分離と最大すえ付高さ……………	64	6・3・1 再生ポンプ……………	69
6・1・6 空気室……………	65	6・3・2 粘性ポンプ……………	72
6・1・7 はずみ車の大きさ……………	65	6・4 噴流ポンプ ……………	72
6・1・8 ポンプ弁……………	65	6・4・1 一般……………	72
6・1・9 往復ポンプの往復数……………	66	6・4・2 噴射水ポンプ……………	72
6・1・10 往復ポンプ各部の材料……………	66	6・4・3 噴気ポンプ……………	73
6・1・11 往復ポンプの効率と性能……………	66	6・4・4 インセクタ……………	74
6・1・12 往復ポンプの揚水量の調節法……………	67	6・5 特殊揚水機 ……………	74
6・1・13 各種往復ポンプの実施例……………	67	6・5・1 空気揚水ポンプ……………	74
6・2 水用回転ポンプ ……………	69	6・5・2 水撃ポンプ……………	75
		6・5・3 ビストン無し押しつけポンプ……………	75

第 7 章 油圧機器

7・1 油圧ポンプ ……………	75	7・1・2 油圧ポンプの性能……………	75
7・1・1 油圧ポンプの種類……………	75	7・1・3 歯車ポンプ……………	76

7.1.4	ベーンポンプ	78	7.3.3	ピストンロッドおよびロッド軸受	84
7.1.5	プランジャポンプ	78	7.3.4	パッキングの形状と材質	85
7.2	油圧モータ	82	7.3.5	クッション機構と空気抜き	85
7.2.1	種類	82	7.4	油圧弁	85
7.2.2	性能	82	7.4.1	圧力制御弁	85
7.2.3	歯車モータ	82	7.4.2	流量調整弁	87
7.2.4	ベーンモータ	83	7.4.3	切換弁	87
7.2.5	アキシアルプランジャモータ	83	7.5	その他の油圧部品	89
7.2.6	ラジアルプランジャモータ	83	7.5.1	フィルタ	89
7.2.7	往復動モータ	83	7.5.2	アキュムレータ	89
7.3	油圧シリンダ	83	7.6	油圧伝導装置	89
7.3.1	形式	83	7.6.1	構成と性能計算式	89
7.3.2	シリンダチューブの材質, 基準 内径およびロッド径	84	7.6.2	差動形油圧伝導装置	90

第 8 章 流体継手およびトルクコンバータ

8.1	流体継手	91		作用	93
8.1.1	流体継手の構造および作用	91	8.2.2	トルクコンバータの性能解析法	95
8.1.2	流体継手の特性	91	8.2.3	トルクコンバータの設計要領	97
8.1.3	流体継手の付属装置とその作用	92	8.2.4	トルクコンバータの補助機構	97
8.2	トルクコンバータ	93	8.2.5	逆転用トルクコンバータ	99
8.2.1	トルクコンバータの構造および		8.3	自動変速機	99

第10編 空 気 機 械

執 筆 者 井 口 泉 板 谷 樹 稻 葉 興 作 緒 方 剛
押 田 良 輝 木 村 泰 之 伍 賀 篤 高 田 浩 之
辻 高 弘 友 沢 芳 郎 鳥 崎 忠 雄 野 村 逸 郎
野 村 義 夫 松 木 正 勝 宮 野 正 四 勇 川 吉 雄

目 次

第 1 章 一 般

1.1 空気およびガス	1	1.3.3 比較選定	3
1.1.1 空気およびガスの物理的性質	1	1.3.4 比速度	4
1.1.2 空気の比重量	1	1.4 すえ付, 運転, 保守および試験	5
1.1.3 空気の粘性	1	1.4.1 ターボ形(軸流および遠心式)の すえ付, 運転, 保守	5
1.1.4 標準大気	1	1.4.2 往復圧縮機のすえ付, 運転, 保守	6
1.1.5 標準空気	1	1.4.3 自動運転	6
1.2 理論圧縮動力および効率	1	1.4.4 試験	7
1.2.1 理論断熱圧縮動力	1	1.4.5 関係法規	7
1.2.2 理論等温圧縮動力	1	1.5 騒音	7
1.2.3 効率	2	1.5.1 音響パワーレベルとその測定	7
1.3 各形式の分類, 比較選定および適用	2	1.5.2 騒音の評価	8
1.3.1 分類	2	1.5.3 空気機械の騒音特性	9
1.3.2 適用範囲	3		

第 2 章 容積形送風機および圧縮機

2.1 回転送風機および圧縮機	10	2.2.3 風量, 体積効率, 回転速度	14
2.1.1 種類および使用範囲	10	2.2.4 吸込, 吐出し弁, 吸込, 吐出 し管, グランド	14
2.1.2 風量の計算	11	2.2.5 冷却方法	15
2.1.3 一般性能	11	2.2.6 吐出し量の調節法	15
2.1.4 風量調整法	12	2.2.7 潤滑法	16
2.1.5 ねじ圧縮機	12	2.2.8 圧縮機の例	16
2.2 往復圧縮機	13	2.2.9 脈動と空気だめの大きさ	16
2.2.1 構造と形式	13	2.2.10 特殊ガス圧縮機	18
2.2.2 段数	13		

第 3 章 遠心送風機および圧縮機

3.1 遠心送風機の理論	20	3.2.1 多翼送風機	22
3.1.1 インペラのする仕事量	20	3.2.2 ラジアル送風機	22
3.1.2 インペラ流路内の圧力上昇と 温度上昇	21	3.2.3 リミットロード送風機	22
3.1.3 インペラのすべり係数と羽根 数の関係	21	3.2.4 エヤーホイール送風機	22
3.1.4 ディフューザ	21	3.2.5 ターボ送風機および圧縮機	22
3.1.5 次元関係	21	3.2.6 ラジアル圧縮機	24
3.2 遠心送風機および圧縮機各論	22	3.3 風量調節法	25
		3.4 連合運転	26
		3.5 サージングおよびその防止法	26

3・6 慣用される風圧相当値……………	26	3・7・2 羽根の強さ……………	27
3・7 インペラの強さ……………	26	3・8 漏れ止装置……………	27
3・7・1 主板・側板の強さ……………	26		

第4章 軸流送風機および圧縮機

4・1 軸流送風機および圧縮機の性能……………	28	4・2・2 構造……………	33
4・1・1 二次元翼列……………	28	4・2・3 運転上の注意……………	34
4・1・2 1段の性能……………	30	4・3 軸流圧縮機……………	35
4・1・3 軸流送風機および圧縮機内の 流動……………	31	4・3・1 用途……………	35
4・1・4 全体性能……………	31	4・3・2 全体構造……………	35
4・1・5 自励振動……………	32	4・3・3 動翼……………	35
4・2 軸流送風機……………	33	4・3・4 静翼……………	36
4・2・1 用途……………	33	4・3・5 ロータ……………	36
		4・3・6 ケーシング……………	36

第5章 真空ポンプ

5・1 真空ポンプ……………	36	5・3・3 液封真空ポンプ……………	38
5・1・1 真空ポンプの定義……………	36	5・3・4 可動翼真空ポンプ……………	38
5・1・2 圧力および風量の表示……………	36	5・4 遠心式真空ポンプ……………	38
5・1・3 真空ポンプの特徴……………	37	5・5 高真空ポンプ……………	38
5・1・4 真空ポンプの種類……………	37	5・5・1 種類……………	38
5・2 往復式真空ポンプ……………	37	5・5・2 油回転真空ポンプ……………	38
5・3 回転式真空ポンプ……………	37	5・5・3 メカニカルブースタ……………	39
5・3・1 種類……………	37	5・5・4 拡散ポンプ……………	40
5・3・2 ルーツ真空ポンプ……………	37		

第6章 圧縮空気機械

6・1 圧縮空気機械の特長および理論……………	40	6・6・1 機構……………	43
6・1・1 圧縮空気機械の特長……………	40	6・6・2 種類……………	43
6・1・2 理論……………	41	6・6・3 岩粉取出し法……………	43
6・2 圧縮空気機関……………	41	6・6・4 さく岩機と圧縮空気との関係……………	44
6・2・1 蒸気機関形……………	41	6・7 地中せん孔機……………	44
6・2・2 星形クランク回転形……………	41	6・8 圧縮空気ハンマ……………	44
6・2・3 歯車形……………	41	6・8・1 構造および作用……………	44
6・2・4 回転可動翼形……………	42	6・8・2 機能……………	45
6・2・5 空気タービン……………	42	6・8・3 打撃効果の試験法……………	45
6・3 圧縮空気ドリル……………	42	6・9 空気式圧入機……………	45
6・4 圧縮空気リベッタ……………	43	6・10 車両用空気機械……………	45
6・5 インパクトレンチ……………	43	6・10・1 空気ブレーキ……………	45
6・6 さく岩機……………	43	6・10・2 戸締め機械……………	46

第7章 空気タービンおよび風車

7・1 空気タービン……………	46	7・2 風車……………	51
7・1・1 軸流タービンの性能……………	46	7・2・1 風車の種類……………	51
7・1・2 軸流タービンの構造……………	48	7・2・2 風車の特性……………	52
7・1・3 ラジアルタービン……………	50	7・2・3 風車の計画……………	52

第11編 熱および熱力学

執筆者 栗野誠一 一色尙次 植田辰洋 内田秀雄
甲藤好郎 佐藤俊 橋藤雄 谷下市松
西川兼康 長谷川康 原朝茂 森康夫

目次

第1章 熱

1.1 温度	1	1.8.5 図式解法	20
1.1.1 温度目盛	1	1.8.6 アナログ法	21
1.1.2 温度定点	2	1.9 熱伝達	21
1.1.3 融点, 沸点	2	1.9.1 熱伝達	21
1.1.4 臨界状態	2	1.9.2 熱伝達の実験式	21
1.2 熱膨張係数	3	1.9.3 平板の強制対流熱伝達	22
1.3 熱量の単位	4	1.9.4 平板の自然対流熱伝達	23
1.4 比熱および潜熱	4	1.9.5 管内の熱伝達	23
1.4.1 比熱	4	1.9.6 管外面の熱伝達(強制対流)	26
1.4.2 融解熱および気化熱	5	1.9.7 管外面の熱伝達(自然対流)	27
1.5 熱に関する単位換算表	5	1.9.8 密閉された流体層を通過する 伝熱	28
1.6 各種材料の熱的性質	7	1.9.9 充てん管の熱伝達	28
1.7 熱放射(熱ふく射)	10	1.9.10 熱伝達に及ぼす表面のあらさの 影響	28
1.7.1 基礎的事項	10	1.9.11 熱伝達と流体摩擦の類似	28
1.7.2 黒体面間の放射熱交換と 形態係数	11	1.9.12 沸騰を伴う熱伝達	29
1.7.3 一般の2固体面間の放射熱交換	11	1.9.13 凝縮を伴う熱伝達	30
1.7.4 放射率の値	12	1.10 熱交換器	32
1.7.5 形態係数の値	14	1.10.1 熱通過率	32
1.7.6 ガス炎が存在するときの固体面 間放射熱交換	14	1.10.2 熱放射がある場合	33
1.8 熱伝導	15	1.10.3 熱交換器の大別	33
1.8.1 熱伝導の基本式	15	1.10.4 直接式熱交換器の特性	33
1.8.2 熱伝導の微分方程式	16	1.10.5 間接式熱交換器	34
1.8.3 定常熱伝導	16	1.10.6 蓄熱式熱交換器	35
1.8.4 非定常熱伝導	18		

第2章 熱力学

2.1 熱力学の基本法則および一般関係式	35	2.2 完全ガス(理想気体)	38
2.1.1 熱力学の第一法則	35	2.2.1 完全ガスの状態式	38
2.1.2 熱力学の第二法則	36	2.2.2 完全ガスの比熱, 内部エネルギー, エンタルピ, エントロピ	39
2.1.3 熱力学の第三法則	37	2.2.3 完全ガスの状態変化	40
2.1.4 熱力学の一般関係式	37		

2.2.4	半完全ガスの状態変化	41	2.5.5	内燃機関の実際のサイクル	55
2.2.5	完全ガスの混合ガスの性質	41	2.5.6	開放形ガスタービンのサイクル	55
2.3	空気および燃焼ガス	41	2.5.7	密閉サイクル等圧燃焼ガスタービン	56
2.3.1	空気の組成および物性値	41	2.5.8	ラムジェットの熱効率とスラスト	57
2.3.2	不完全ガスとしての空気の性質	41	2.5.9	ターボジェットのスラストと熱効率	57
2.3.3	空気のエン트로ピ線図	43	2.6	蒸気サイクル	58
2.3.4	半完全ガスとしての空気の性質と計算図表	44	2.6.1	ランキンサイクル	58
2.3.5	空気中に他の気体を含有する場合の修正	45	2.6.2	再生サイクル	59
2.3.6	燃焼ガス	46	2.6.3	再熱サイクル	60
2.3.7	燃焼ガスのエン트로ピ線図	46	2.6.4	再熱再生サイクル	60
2.4	蒸気および圧縮水	46	2.7	気体の流動	60
2.4.1	蒸気の一般的性質	46	2.7.1	流れの一般基礎式	60
2.4.2	飽和蒸気	47	2.7.2	外部仕事を含まぬ定常一次元流	62
2.4.3	過熱蒸気	52	2.7.3	等エン트로ピの流れ	62
2.4.4	圧縮水	52	2.7.4	先細ノズルよりの等エン트로ピ噴流, 臨界圧力	63
2.5	各種サイクルおよび完全ガスによるサイクル	52	2.7.5	末広ノズルよりの等エン트로ピ噴流	64
2.5.1	サイクル, 熱効率, 成績係数	52	2.7.6	摩擦損失を伴うノズルよりの噴流	65
2.5.2	カルノーサイクル	52	2.7.7	一様断面管路内の流れ	65
2.5.3	スターリングサイクル	53			
2.5.4	内燃機関の空気標準サイクルとその熱効率	53			

第 3 章 冷 凍

3.1	冷凍機の原理および冷凍サイクル	66	3.4.3	冷却装置	84
3.1.1	冷凍機の原理	66	3.4.4	業務用冷蔵庫	85
3.1.2	冷凍能力の単位と基準サイクル	66	3.5	製 氷	85
3.1.3	冷凍サイクルの種類	66	3.5.1	塊氷の製造装置	85
3.2	冷媒およびライン	69	3.5.2	碎片氷および小形氷の製造装置	85
3.2.1	主要冷媒の特性	69	3.6	凍結装置	86
3.2.2	ライン	69	3.6.1	凍結速度	86
3.3	冷凍装置	79	3.6.2	凍結所要時間	86
3.3.1	往復動圧縮機	79	3.6.3	凍結負荷	86
3.3.2	遠心圧縮機	79	3.6.4	凍結装置の種類および構造	86
3.3.3	吸収式冷凍装置	80	3.7	凍結乾燥	87
3.3.4	冷凍機用熱交換器	81	3.7.1	乾燥方法	87
3.3.5	膨張弁	81	3.7.2	乾燥時間および品質に影響する因子	87
3.3.6	受液器, 油分離器, 安全弁	83	3.8	固形二酸化炭素および寒剤	88
3.3.7	配管	83	3.8.1	ドライアイス	88
3.4	冷蔵庫	83	3.8.2	寒 剤	88
3.4.1	冷凍負荷	83			
3.4.2	防熱防湿装置	84			

第 4 章 空 気 調 和

4.1 湿り空気	88	4.3.4 温風暖房装置	93
4.1.1 湿り空気の特徴	88	4.3.5 ふく射暖房装置	93
4.1.2 飽和湿り空気表	88	4.3.6 熱ポンプ暖房装置	96
4.1.3 湿り空気線図	88	4.3.7 ユニット式空気調和装置	97
4.2 空気調和の計画	88	4.3.8 中央式空気調和方式	97
4.2.1 適当な室内外空気状態	88	4.3.9 ダクトおよび空気分布	99
4.2.2 換 気	91	4.3.10 空気浄化装置.....	100
4.2.3 空気調和に必要な熱量と調湿量	92	4.3.11 調温, 調湿装置.....	101
4.3 空気調和装置	93	4.4 冷却塔	101
4.3.1 直接蒸気暖房装置	93	4.5 工場排気	103
4.3.2 温水暖房装置	93	4.6 自動制御	107
4.3.3 放熱器	93		

第12編 燃料, 燃焼および炉

執筆者 雨宮 登三 飯沼 一男 市川 道雄 国井 大蔵
太刀川 正一郎 田中 楠弥太 辻 広 山崎 毅六

目次

第1章 燃料

1.1 固体燃料	1	1.2.3 圧縮点火機関燃料	8
1.1.1 石炭とその分類	1	1.2.4 ガスタービン燃料	11
1.1.2 石炭の物理的性質	2	1.2.5 重油	11
1.1.3 石炭の分析およびその他の性質	2	1.2.6 タール系重油	11
1.1.4 石炭の風化と貯炭	4	1.3 気体燃料	11
1.1.5 石炭分析ならびに試験試料の採取	4	1.3.1 各種の気体燃料	11
1.1.6 石炭の購入	4	1.3.2 ガス製造法	14
1.1.7 亜炭	4	1.4 ロケット推進剤	16
1.1.8 コークス	4	1.4.1 ロケット推進剤に要求される性質	16
1.1.9 練炭	5	1.4.2 液体推進剤	16
1.2 液体燃料	5	1.4.3 固体推進剤	17
1.2.1 石油系燃料の性質	5	1.4.4 固液混成系推進剤	19
1.2.2 火花点火機関燃料	6		

第2章 燃焼

2.1 燃焼の化学	19	2.2.5 気体の燃焼	28
2.1.1 燃焼計算	19	2.2.6 液体の燃焼	28
2.1.2 燃焼ガスの化学的性質	21	2.3 燃焼排ガス	30
2.2 燃焼の機構	21	2.3.1 集じん器	30
2.2.1 燃焼反応	21	2.3.2 すす	30
2.2.2 予混合火炎	23	2.3.3 いおう酸化物	30
2.2.3 爆ごう(轟)(デトネーション)	25	2.3.4 煙の拡散	31
2.2.4 着火	26		

第3章 燃焼装置および炉

3.1 燃焼装置	31	3.3.3 不定形耐火物による構築	38
3.1.1 ガスパーマ	31	3.4 熱勘定と熱効率	38
3.1.2 液体燃料パーマ	33	3.4.1 熱勘定	38
3.2 加熱炉の種類	34	3.4.2 熱効率	39
3.3 炉の構築	35	3.4.3 熱量回収の効果	40
3.3.1 れんが積	35	3.5 燃焼加熱炉の計算	41
3.3.2 つり構造	38		

第13編 蒸気動力

執筆者 赤羽政亮 猪飼茂 石川政吉 石谷清幹
 植田辰洋 浦田星 江草竜男 江間巖
 円城寺一 大野長太郎 太田定治 久貴安次
 斎藤武 柴山信三 菅原菅雄 田賀喜一
 谷下市松 寺田重三郎 寺野寿郎 野原石松
 堀越博 森恒忠 柳本正蔵 山縣清
 山田嘉久 吉水直一

目次

第1章 ボイラ

1.1 ボイラの種類と構造	1	1.6.4 節炭器の構造	39
1.1.1 ボイラの概要と分類	1	1.6.5 取扱いその他	40
1.1.2 丸ボイラ	1	1.7 空気予熱器	40
1.1.3 自然循環式水管ボイラ	4	1.7.1 空気予熱器の作用	40
1.1.4 強制循環式水管ボイラ	7	1.7.2 空気予熱器の種類	40
1.1.5 貫流ボイラ	9	1.7.3 空気予熱器の設計	41
1.1.6 特殊ボイラ	12	1.7.4 空気予熱器の構造	41
1.2 ボイラの火炉と伝熱面の計算	17	1.7.5 取扱いその他	41
1.3 ボイラの水循環	19	1.8 ボイラの強さ	42
1.3.1 蒸発管内の気液二相流	19	1.8.1 一般	42
1.3.2 自然循環ボイラの水循環	20	1.8.2 ボイラ構造の強さ	43
1.3.3 強制循環ボイラ	20	1.8.3 継手	43
1.3.4 貫流ボイラ	20	1.8.4 ボイラ胴	43
1.4 ボイラ燃焼装置および火炉	21	1.8.5 管寄せ	43
1.4.1 石炭の手だきおよびストーカ燃焼	21	1.8.6 穴の種類	44
1.4.2 微粉炭燃焼	23	1.8.7 穴の補強	45
1.4.3 油の燃焼	29	1.8.8 補強の有効範囲	45
1.4.4 火炉の構造および材料	33	1.8.9 強め材の厚さと強さ	46
1.4.5 灰処理装置	34	1.8.10 管穴列の強さ（リガメントの強さ）	46
1.5 過熱器、再熱器および過熱温度調節	35	1.8.11 管類	46
1.5.1 過熱器の性能	35	1.8.12 ボイラの溶接工作	47
1.5.2 過熱器の種類	36	1.8.13 水圧試験	47
1.5.3 過熱器の設計	37	1.9 ボイラの試験および性能	47
1.5.4 過熱器の材料と構造	37	1.9.1 ボイラの性能試験	47
1.5.5 過熱温度調節法	38	1.9.2 ボイラ炉の燃焼性能	48
1.5.6 再熱器	38	1.9.3 ボイラの蒸発性能	48
1.5.7 過熱低減法	38	1.9.4 ボイラ効率	48
1.6 節炭器	39	1.9.5 ボイラの熱損失	49
1.6.1 節炭器の作用	39	1.9.6 ボイラの熱勘定	50
1.6.2 節炭器の種類	39	1.10 ボイラの付属品	50
1.6.3 節炭器の設計	39	1.10.1 安全弁	50

1・10・2	水面計	51	1・13・4	給水, ボイラ水の制限値	63
1・10・3	すす吹き	51	1・14	ボイラの自動制御	63
1・10・4	蒸気清浄装置	51	1・14・1	ボイラ制御の原理	63
1・10・5	その他の付属品	52	1・14・2	蒸気圧力系の制御	64
1・11	通風, 煙道, 煙突および通風ファン	52	1・14・3	燃焼系の制御	65
1・11・1	通風	52	1・14・4	ドラム水位系の制御	66
1・11・2	通風力と通風抵抗	52	1・14・5	蒸気温度系の制御	67
1・11・3	煙道	53	1・14・6	その他の制御	67
1・11・4	煙突の容量	54	1・14・7	ボイラ制御の例	67
1・11・5	煙突の構造および強さ	54	1・15	ボイラの取扱いおよび障害	67
1・11・6	通風ファン	54	1・15・1	ボイラの取扱い	67
1・11・7	ばい煙防止	55	1・15・2	ボイラの障害	68
1・12	集じん装置	55	1・16	ボイラに関する法規および規格	68
1・12・1	集じん装置の概要	55	1・16・1	ボイラおよび圧力容器安全規則	68
1・12・2	遠心力集じん装置	56	1・16・2	火力発電設備に関する技術基準	68
1・12・3	電気集じん装置	57	1・16・3	船舶機関規則	68
1・12・4	集じん率の測定	58	1・16・4	鉱山保安規則	68
1・13	給水, 給水処理	58	1・16・5	その他の法令	69
1・13・1	給水中の不純物による障害	58	1・16・6	ボイラに関する日本工業規格	69
1・13・2	給水処理(ボイラ外処理)	59			
1・13・3	ボイラ水処理	63			

第2章 蒸気機関

2・1	蒸気機関の構造および形成	69	2・2・4	蒸気機関の性能例	70
2・1・1	構造	69	2・3	蒸気機関の設計	70
2・1・2	形式および用途	69	2・3・1	効率比 η_i を仮定する方法	70
2・1・3	作動	69	2・3・2	平均有効圧 p_i による方法	71
2・1・4	多段膨張機関	70	2・3・3	線図係数	71
2・1・5	単流機関	70	2・3・4	蒸気通路	72
2・2	蒸気機関の性能	70	2・4	弁および弁機構	72
2・2・1	サイクル効率	70	2・4・1	弁の種類	72
2・2・2	効率比	70	2・4・2	弁線図	72
2・2・3	機械効率	70	2・4・3	逆転装置	73

第3章 蒸気タービン

3・1	蒸気タービンの動作方式および分類	74	蒸気タービンの効率	76	
3・1・1	段	74	3・3・1	一般	76
3・1・2	分類	74	3・3・2	ノズル損失	77
3・2	ノズルおよび羽根における蒸気の流れおよびその作用	74	3・3・3	羽根損失	77
3・2・1	ノズルにおける蒸気の流れ	74	3・3・4	流出速度損失	77
3・2・2	回転羽根における蒸気の流れおよびその作用	75	3・3・5	周辺効率	77
3・3	蒸気タービンにおける諸損失および		3・3・6	湿り損失	78
			3・3・7	内部漏れ損失	78
			3・3・8	羽根車の回転損失	78

3.3.9	内部効率および再熱係数	78	3.7	蒸気タービンの構成部分	86
3.3.10	機械効率, 有効効率および実 際熱効率	78	3.7.1	タービン車室	86
3.3.11	パーソンズ数	78	3.7.2	ノズル	87
3.4	蒸気タービンの性能および試験	78	3.7.3	羽根	88
3.4.1	蒸気タービンの性能一般	78	3.7.4	仕切板	91
3.4.2	蒸気タービンの試験	80	3.7.5	タービン円板	91
3.5	蒸気タービンの主要大きさの計算	81	3.7.6	タービン円胴	92
3.5.1	多段単速衝動(ツエリ)タービ ン	81	3.7.7	水滴分離装置	93
3.5.2	カーチスタービン	82	3.7.8	タービンの軸	93
3.5.3	反動タービン	82	3.7.9	パッキン	93
3.6	各種蒸気タービン	83	3.7.10	軸受	94
3.6.1	復水タービン	83	3.7.11	軸継手	95
3.6.2	背圧タービン	84	3.8	調節および弁	95
3.6.3	抽気タービン	85	3.8.1	調速装置	95
3.6.4	アキュムレータタービン	85	3.8.2	特殊タービンの調節	98
3.6.5	排気タービン	86	3.8.3	非常装置および各種保安装置	99
3.6.6	その他のタービン	86	3.9	蒸気タービンの取扱いおよび故障	100
			3.9.1	取扱い	100
			3.9.2	故障	100

第4章 復水装置(船用を含む)

4.1	復水器の種類と構造	102		その対策	105
4.1.1	復水器の種類	102	4.4	空気ポンプ, 循環ポンプ, 復水ポン プ	106
4.1.2	復水器の構造と材質	102	4.4.1	空気ポンプ	106
4.2	復水器の設計	103	4.4.2	循環ポンプ	107
4.2.1	復水器の基本的計算	103	4.4.3	復水ポンプ	107
4.2.2	冷却水温度	103	4.5	給水系統	108
4.2.3	取り去るべき熱量	104	4.5.1	給水補給	108
4.2.4	真空度	104	4.5.2	給水装置	108
4.2.5	設計上予定あるいは仮定すべき 数値	104	4.5.3	給水加熱器	109
4.2.6	冷却水の器内水頭損失	104	4.5.4	脱気器	110
4.2.7	冷却管ささえ板の数	105	4.5.5	蒸化器	111
4.3	復水器の性能	105	4.6	復水器の取扱いおよび故障	112
4.3.1	復水器に要求される性能	105	4.6.1	復水器の取扱い	112
4.3.2	復水器の真空度低下の原因と		4.6.2	復水器の故障	112

第5章 蒸気原動所

5.1	蒸気原動所のサイクルおよび熱経済	113	5.1.6	抽気タービンの経済性	116
5.1.1	一般	113	5.2	蒸気原動所の計画	116
5.1.2	ランキンサイクル	113	5.2.1	計画の要点	116
5.1.3	再生サイクル	114	5.2.2	建設地点	116
5.1.4	再熱再生サイクル	114	5.2.3	動力使用の目的と負荷	116
5.1.5	背圧タービンの経済性	115	5.2.4	原動機	116

5・2・5 燃料設備	117	5・4・2 廃熱利用	124
5・2・6 原動機およびボイラの単位容 量	117	5・5 蒸気アキュムレータおよびその利用 ...	124
5・2・7 蒸気条件の向上と経済性	117	5・5・1 一般	124
5・2・8 内外の原動所	117	5・5・2 変圧形蒸気アキュムレータ	125
5・2・9 原動所熱効率	118	5・5・3 定圧形アキュムレータ	125
5・2・10 動力原価	120	5・5・4 変圧形ならびに定圧形アキュム レータの併用	126
5・3 配管	122	5・6 二流体原動所	126
5・3・1 配管方式	122	5・6・1 一般	126
5・3・2 管径および管内流体の速度	122	5・6・2 水銀-水蒸気併用原動所	126
5・3・3 圧力降下	122	5・7 地熱利用原動所	127
5・3・4 蒸気管	122	5・7・1 イタリアにおける地熱発電	127
5・3・5 水管	122	5・7・2 ニュージーランドにおける地熱 発電	128
5・3・6 その他の配管	122	5・7・3 その他の国における地熱発電	128
5・3・7 管の材料, 厚み	123	5・7・4 わが国における地熱発電	128
5・4 排気利用, 廃熱利用	123	5・7・5 地熱発電開発上の問題点	128
5・4・1 排気利用	123		

第 14 編 内 燃 機 関

執筆者	浅 沼 強 粟 野 誠 一 五十嵐 寿 一 石 田 一 男
	稲 葉 興 作 内 田 茂 男 大 塚 貞 吉 奥 田 克 己
	儀 満 八 郎 熊 谷 清 一 郎 小 泉 磐 夫 佐 次 国 三
	佐 藤 忠 雄 齊 藤 信 雄 曾 田 範 宗 田 上 幸 治
	高 橋 宏 武 田 勝 手 代 木 尚 久 手 島 正 博
	鳥 崎 忠 雄 八 田 桂 三 浜 島 操 原 三 郎
	平 尾 収 藤 平 右 近 古 浜 庄 一 増 田 哲 三
	松 木 正 勝 丸 尾 寿 彦 宮 川 行 雄 持 田 勇 吉
	山 本 盛 忠 吉 田 正 一 亘 理 厚

目 次

第 1 章 一 般

1.1 性能	1	1.3.1 燃料	18
1.1.1 性能関係の定義と主要計算式	1	1.3.2 火花点火機関の燃焼	18
1.1.2 基本サイクル	1	1.3.3 圧縮点火機関の燃焼	20
1.1.3 実際のサイクル	1	1.4 潤滑油および潤滑	21
1.1.4 熱勘定	4	1.4.1 潤滑油	21
1.1.5 インジケータ線図	5	1.4.2 潤滑法	21
1.1.6 火花点火機関の性能	6	1.5 冷却	23
1.1.7 圧縮点火機関の性能	7	1.5.1 シリンダ内の熱伝達	23
1.1.8 大気状態の影響 (出力修正)	8	1.5.2 シリンダの空気冷却	23
1.1.9 試験規格	9	1.5.3 シリンダの液体冷却	24
1.2 吸・排気および掃気	10	1.6 力学	25
1.2.1 四サイクル機関の吸・排気	10	1.6.1 単シリンダ機関の運動	25
1.2.2 四サイクル機関の吸気過程	10	1.6.2 直列形機関のつりあい	28
1.2.3 四サイクル機関の排気過程	12	1.6.3 多列形機関のつりあい	28
1.2.4 二サイクル機関の掃気過程	13	1.6.4 クランク配列と点火順序	28
1.2.5 掃気作用に及ぼす諸影響	13	1.6.5 クランク軸の振動	28
1.2.6 二サイクル機関の掃気方式の实例	17	1.6.6 クランク軸振動ダンパ	32
1.2.7 エアフィルタ (空気清浄器)	17	1.6.7 カムの形と弁のおどりおよび弁ばねのサージング	32
1.2.8 消音	17	1.6.8 支持法	34
1.3 燃料および燃焼	18		

第 2 章 主要部品の構造および設計

2.1 ピストンおよびピストンリング	36	2.2.1 ピストンピン, クロスヘッドの潤滑	45
2.1.1 大形機関用ピストン	36	2.2.2 大形機関用ピストンピン, クロスヘッド, 連接棒	45
2.1.2 小形機関用ピストン	39	2.2.3 小形機関用ピストンピン, 連接棒	47
2.1.3 ピストンリング	42		
2.2 ピストンピン, クロスヘッド, 連接棒	45		

2.3 クランク軸	48	クランク室, 主軸受およびスラスト軸受	52
2.3.1 クランク軸の潤滑	48	2.4.2 小形機関用シリンダブロック,	
2.3.2 大形機関用クランク軸	49	クランク室, 主軸受	54
2.3.3 小形機関用クランク軸	51	2.5 弁機構	56
2.4 シリンダブロック, クランク室, 主軸受	52	2.5.1 構造	56
2.4.1 大形機関用シリンダブロック,		2.5.2 自動車用機関の弁装置	57

第3章 圧縮点火機関

3.1 燃料噴射系統	58	3.4.2 船用中形ディーゼル機関	69
3.1.1 ノズルおよびノズルホルダ	58	3.4.3 軽量高出力ディーゼル機関	70
3.1.2 噴射ポンプ	60	3.5 発電用ディーゼル機関	70
3.2 燃焼室	64	3.6 車両用ディーゼル機関	71
3.2.1 直接噴射式	64	3.6.1 鉄道車両用ディーゼル機関	71
3.2.2 予燃焼室式	65	3.6.2 自動車用ディーゼル機関	72
3.2.3 か流燃焼室式	66	3.6.3 建設機械用ディーゼル機関	73
3.2.4 空気室式	66	3.7 小形はん用ディーゼル機関	73
3.3 掃気および過給装置	67	3.7.1 小形陸用ディーゼル機関	73
3.3.1 掃気装置	67	3.7.2 小形船用ディーゼル機関	73
3.3.2 過給装置	67	3.8 焼玉機関	73
3.4 船舶推進用ディーゼル機関	69	3.9 二元燃料機関	74
3.4.1 船用大形ディーゼル機関	69		

第4章 火花点火機関

4.1 燃料系統	74	4.4.2 構造および性能	86
4.1.1 気化器の理論	74	4.5 航空用ガソリン機関	86
4.1.2 気化器の構造	75	4.6 小形はん用機関	86
4.1.3 燃料供給装置	78	4.6.1 石油機関	86
4.2 電気点火装置	79	4.6.2 ガソリン機関	87
4.2.1 電気点火装置の概要	79	4.6.3 ハッセルマン機関	87
4.2.2 蓄電池式点火装置	79	4.7 ガス機関	87
4.2.3 マグネット発電機式点火装置	80	4.7.1 燃料ガスの種類	87
4.2.4 その他の点火装置	81	4.7.2 機関出力と燃料ガス組成および発熱量の関係	87
4.2.5 点火プラグ	81	4.7.3 性能に関する要素	88
4.3 燃焼室	82	4.7.4 性能	88
4.3.1 燃焼室形状と要求オクタン価	82	4.7.5 構造のおもな特徴	88
4.3.2 普通用いられる燃焼室形式	84	4.7.6 ガス機関圧縮機	88
4.4 自動車用ガソリン機関	85		
4.4.1 一般	85		

第5章 ガスタービン, ジェットエンジンおよびロケット

5.1 ガスタービン	89	5.3.1 種類と特徴	110
5.1.1 種類と特長	89	5.3.2 性能	112
5.1.2 性能	90	5.3.3 空気取入れ口	114
5.1.3 圧縮機	93	5.3.4 スラスト増強装置	115
5.1.4 タービン	94	5.3.5 推進ノズル	115
5.1.5 ガスタービンの潤滑法	95	5.3.6 消音装置	116
5.1.6 燃焼装置	96	5.3.7 構造	117
5.1.7 熱交換器	101	5.3.8 V/STOL 機用エンジン	118
5.1.8 ガスタービン用材料	102	5.4 ラムジェットおよびパルスジェット	119
5.1.9 構造	104	5.4.1 ラムジェット	119
5.2 ターボプロップおよびターボシャフト	107	5.4.2 パルスジェット(レゾジェット)	119
5.2.1 種類と特徴	107	5.5 ロケット	120
5.2.2 性能	108	5.5.1 性能一般	120
5.2.3 制御	109	5.5.2 固体ロケット	122
5.2.4 構造	109	5.5.3 液体ロケット	123
5.3 ターボジェット	110		

第 15 編 交 通

執筆 者	荒 木 浩 一 色 尚 次 井 上 滋 大 友 甚 蔵
	大 森 茂 狩 野 慎 一 景 山 克 三 上 山 忠 夫
	木 津 実 木 村 秀 政 北 野 多 喜 雄 近 藤 恭 三
	近 藤 次 郎 近 藤 政 市 沢 野 周 一 新 羅 一 郎
	鈴 木 重 徳 隅 田 豊 瀬 尾 正 雄 高 木 猛
	武 田 峻 土 田 陽 中 口 博 林 毅
	東 秀 彦 平 尾 収 平 本 文 男 星 晃
	松 浦 陽 恵 松 平 精 村 尾 麟 一 百 瀬 晋 六
	藪 健 一 山 名 正 夫 山 内 保 文 山 本 善 之
	米 原 令 敏 亘 理 厚

目 次

第 1 章 自 動 車

1.1 自動車一般	1	1.7.4 前輪駆動軸	28
1.2 自動車の性能	2	1.7.5 懸架方式およびシャシばね	28
1.2.1 所要トルク	2	1.7.6 独立懸架装置	29
1.2.2 走行抵抗	2	1.7.7 上下揺れ止および左右揺れ止	30
1.2.3 性能	3	1.7.8 タイヤおよび車輪	30
1.3 自動車の運動性能	4	1.8 ブレーキ	31
1.3.1 惰行性能	4	1.8.1 ブレーキの構造	31
1.3.2 制動性能	4	1.8.2 常用ブレーキ	32
1.3.3 タイヤのコーナーリング特性	5	1.8.3 常用ブレーキの作動形式	32
1.3.4 旋回性能	5	1.8.4 駐車ブレーキ	32
1.3.5 安定性	6	1.8.5 減速ブレーキ	32
1.3.6 操縦性	7	1.9 電気装置	33
1.4 振動・乗りごころ性能	7	1.9.1 電気装置の大要	33
1.4.1 振動の種類	7	1.9.2 点火装置	33
1.4.2 振動源	8	1.9.3 充電装置	33
1.4.3 固有振動数	8	1.9.4 始動装置	34
1.4.4 上下振動乗りごころ	9	1.9.5 照明装置その他	35
1.5 自動車用機関	10	1.9.6 計器類	36
1.6 動力伝達装置	10	1.10 フレームおよび車体	37
1.6.1 クラッチ	10	1.10.1 フレーム	37
1.6.2 手動変速機	13	1.10.2 乗用車車体	37
1.6.3 自動変速機	17	1.10.3 バス車体	39
1.6.4 推進軸	20	1.10.4 トラック車体	40
1.6.5 終駆動機	22	1.11 特装自動車および特殊自動車	41
1.7 車軸、かじ取装置、懸架装置	24	1.11.1 特装自動車	41
1.7.1 後車軸	24	1.11.2 特殊自動車	41
1.7.2 前車軸	25	1.11.3 電気自動車	43
1.7.3 かじ取装置	26	1.12 三輪自動車	43

1・12・1 小形三輪自動車……………	43	1・15・1 法規の体系……………	48
1・12・2 軽三輪自動車……………	44	1・15・2 自動車の構造, 装置および使用 法関係法規……………	48
1・13 二輪自動車 ……………	44	1・15・3 原動機付自転車の構造, 装置お よび使用法関係法規……………	49
1・14 自動車関係規格 ……………	47	1・15・4 道路の構造関係法規……………	49
1・14・1 わが国の規格……………	47		
1・14・2 国際規格および外国規格……………	47		
1・15 自動車関係法規 ……………	48		

第 2 章 鉄 道

2・1 一般 ……………	50	2・5・3 機械式動力伝達装置……………	64
2・1・1 鉄道線路……………	50	2・5・4 電気式動力伝達装置……………	66
2・1・2 軌間……………	50	2・5・5 ディーゼル機関車……………	67
2・1・3 レール……………	50	2・5・6 ディーゼル動車……………	68
2・1・4 曲線……………	50	2・6 客車 ……………	70
2・1・5 こう配……………	50	2・6・1 客車の概要……………	70
2・1・6 建築限界……………	51	2・6・2 旅客車の車体……………	70
2・1・7 軌道, 橋……………	52	2・6・3 旅客車の台車……………	71
2・1・8 架空電車線……………	52	2・6・4 旅客車の室内装置……………	72
2・2 車両 ……………	53	2・6・5 旅客車の冷暖房装置……………	73
2・2・1 車両限界……………	53	2・6・6 旅客車の接客用電気装置……………	73
2・2・2 車両の重量……………	53	2・7 貨車 ……………	74
2・2・3 輪軸……………	53	2・7・1 貨車の種類……………	74
2・2・4 連結器……………	55	2・7・2 貨車の大きさ, 荷重および自重……………	75
2・2・5 ブレーキ装置……………	55	2・7・3 貨車の構造……………	75
2・2・6 車両の装置……………	55	2・8 ブレーキ ……………	76
2・2・7 列車抵抗……………	56	2・8・1 一般……………	76
2・3 蒸気機関車 ……………	56	2・8・2 摩擦ブレーキ装置の種類……………	76
2・3・1 蒸気機関車……………	56	2・8・3 発電および電力回生ブレーキ……………	76
2・3・2 ボイラ蒸発量および出力……………	56	2・8・4 液体要素を用いる抑速ブレーキ……………	77
2・3・3 引張力……………	57	2・8・5 高速列車に採用されているブレ ーキ……………	77
2・3・4 引張力ならびに引張重量線図……………	57	2・8・6 ブレーキ距離……………	77
2・4 電気車 ……………	57	2・9 車両の振動 ……………	78
2・4・1 電気車の種類……………	57	2・9・1 車両振動の概説……………	78
2・4・2 電気車の特性……………	58	2・9・2 2軸車の振動……………	78
2・4・3 動力伝達装置……………	59	2・9・3 ボギー車の振動……………	78
2・4・4 制御方式……………	59	2・10 鉄道車両における自動制御 ……………	79
2・4・5 電気機関車……………	60	2・10・1 自動列車停止装置……………	79
2・4・6 電車……………	61	2・10・2 自動列車制御装置……………	79
2・5 ディーゼル車両 ……………	62	2・10・3 自動運転……………	79
2・5・1 ディーゼル車両の分類……………	62	2・10・4 列車群の制御……………	79
2・5・2 車両用機関, 制御および保安……………	62		

第 3 章 航 空 機

3.1 最近の航空機	79	3.4.5 縦のつりあいと安定	87
3.1.1 航空機の種類	79	3.4.6 横安定	88
3.1.2 航空用原動機の種類と特徴	80	3.4.7 方向安定	89
3.2 飛行機の空気力学的性質	81	3.4.8 きりもみ	89
3.2.1 全機の揚力および縦揺れモーメント	81	3.4.9 操縦および安定装置	89
3.2.2 プラントル・グラウエルト・アケレットの相似法則	81	3.5 航空機の強さ	89
3.2.3 全機の抗力	81	3.5.1 航空機耐空性基準	89
3.2.4 プラントルの翼理論	82	3.5.2 荷重と安全率	89
3.2.5 超音速における空力特性	82	3.5.3 強さの証明	90
3.2.6 遷音速における空力特性	83	3.5.4 疲れ強さ	90
3.2.7 超音速における胴体の抵抗	83	3.5.5 動的荷重	90
3.2.8 全機の揚抗比	83	3.5.6 空力弾性効果	91
3.3 飛行機の性能	83	3.5.7 空力加熱の影響	91
3.3.1 力のつりあい	84	3.6 機体構造	91
3.3.2 必要スラストまたはパワーと利用スラストまたはパワー	84	3.6.1 機体構造と使用材料	91
3.3.3 最高速度と最低速度	84	3.6.2 構造法と強度の考え方	93
3.3.4 上昇性能	84	3.6.3 工作に関連した構造	94
3.3.5 航続性能	85	3.6.4 降着装置, タイヤ, ブレーキ	95
3.3.6 離陸性能	85	3.7 ヘリコプタ	95
3.3.7 滑空性能	85	3.7.1 ヘリコプタロータの機能	95
3.3.8 降着性能	85	3.7.2 ヘリコプタの性能	96
3.4 飛行機のつりあい, 安定, 操縦	86	3.8 VTOL と STOL	96
3.4.1 軸のとり方	86	3.9 GEM	97
3.4.2 対称運動, 非対称運動	86	3.10 ロケット	97
3.4.3 空力平均翼弦	86	3.10.1 ロケットの性能	97
3.4.4 つりあい, 安定性, 操縦性の関係	86	3.10.2 多段ロケット	98
		3.10.3 弾道飛行	98
		3.10.4 円軌道人工衛星	98
		3.10.5 長円軌道人工衛星	99

第 4 章 船 舶

4.1 船舶一般	99	4.3.1 船体の形状	101
4.1.1 船舶の種類	99	4.3.2 船舶の抵抗	102
4.1.2 船舶の要目	99	4.3.3 船体の推進	103
4.1.3 船舶に関する法規など	99	4.3.4 プロペラ	103
4.2 船舶の構造	100	4.4 船舶の運動	105
4.2.1 材料	100	4.4.1 船舶の安全性	105
4.2.2 構造様式	100	4.4.2 船舶の動揺	106
4.2.3 船体の縦強度	100	4.4.3 船舶の操縦性	107
4.2.4 船体の横強度と局部強度	101	4.5 船用機械一般	107
4.2.5 船体の振動	101	4.5.1 船用機械の種類	107
4.3 船舶の推進性能	101	4.5.2 機関部計画	107

4・6 船用ボイラ	109	4・8・1 動力伝達装置一般	114
4・6・1 ボイラの種類	109	4・8・2 減速装置	114
4・6・2 丸ボイラ	110	4・8・3 スラスト軸およびスラスト軸受	115
4・6・3 水管ボイラ	110	4・8・4 プロペラおよびプロペラ軸	115
4・6・4 ボイラの付属装置	110	4・8・5 軸系の強度	115
4・7 船用主機関	110	4・9 船用補機	115
4・7・1 主機関の種類	110	4・9・1 補機一般	115
4・7・2 往復蒸気機関	111	4・9・2 機関室補機	115
4・7・3 蒸気タービン	111	4・9・3 甲板補機	116
4・7・4 内燃機関	112	4・10 航海計器	117
4・7・5 ガスタービン	114	4・11 水中翼船および地面効果機 (GEM)	117
4・7・6 原子力機関	114	4・11・1 水中翼船.....	117
4・8 動力伝達装置および軸系	114	4・11・2 GEM	118

1・12 スキップホイス ト	30	1・14・3 遷車台	32
1・12・1 高炉用スキップ式装入設備	30	1・14・4 キャプスタン	33
1・12・2 土砂ホッパ用スキップホイスト	31	1・14・5 貨車移動機	33
1・13 索道	31	1・14・6 エンドレス	33
1・13・1 貨物索道	31	1・15 産業車両	33
1・13・2 普通索道	31	1・15・1 フォークリフトトラック	33
1・13・3 特殊索道	31	1・15・2 構内運搬車	34
1・14 鉄道車両用荷役機械	32	1・15・3 スタッカ・その他	35
1・14・1 カーダンパ	32	1・15・4 パレット, スキッドおよびコン	
1・14・2 転車台	32	テナ	35

第 2 章 設 計

2・1 使用動力	35	2・3・5 ロープ車	43
2・1・1 手動	35	2・3・6 鎖	43
2・1・2 蒸気	35	2・3・7 鎖車	44
2・1・3 電気	35	2・3・8 歯車	44
2・1・4 内燃機関	36	2・3・9 軸受	44
2・1・5 油圧	36	2・3・10 軸	44
2・1・6 圧縮空気	36	2・3・11 軸継手	44
2・1・7 動力算定式	36	2・3・12 クラッチ	45
2・2 はがね構造部分	36	2・3・13 ブレーキ	45
2・2・1 材料	36	2・3・14 車輪	46
2・2・2 荷重	36	2・3・15 固定装置	47
2・2・3 荷重係数	37	2・3・16 グラブバケットつかみ機構	47
2・2・4 荷重の組合せ	37	2・3・17 フック	48
2・2・5 許容応力	40	2・4 荷物支持	49
2・2・6 繰返し荷重をうけ, 疲れを考		2・4・1 鎖	49
える必要のある場合の許容応力 ..	40	2・4・2 グラブバケット	49
2・2・7 引張材の計算	40	2・4・3 つり上げ磁石	49
2・2・8 圧縮材の計算	40	2・4・4 特殊支持	49
2・2・9 曲げを受けるけたの計算	41	2・5 電気部分	50
2・2・10 軸方向に曲げを伴う部材の計算	41	2・5・1 電動機	50
2・2・11 溶接継手の計算	41	2・5・2 電磁石, 電動油圧押上機	50
2・2・12 安定度	41	2・5・3 制御抵抗器	51
2・2・13 風による逸走対策	41	2・5・4 制御器	51
2・3 機械部分	41	2・5・5 リミットスイッチ	51
2・3・1 機械部分の強度計算	41	2・5・6 給電方式と集電装置	51
2・3・2 クレーン用材料	41	2・5・7 制御方式	51
2・3・3 ワイヤロープ	41	2・6 走行路および基礎部分	53
2・3・4 巻胴	42		

第 3 章 設備計画と実例

3・1 荷役機械設備計画	55	3・5 製鉄所荷役機械設備	61
3・1・1 機械荷役を有利とする限界	55	3・5・1 製鉄所の運搬荷役概要	61
3・1・2 手荷役の限界	55	3・5・2 原料の受入, 貯蔵および払出し	61
3・1・3 荷役作業機械化の基本観念	55	3・5・3 高炉原料装入	63
3・1・4 貨物と重量	55	3・5・4 製鋼工場における運搬	63
3・1・5 荷役機械設備計画の調査項目	55	3・5・5 圧延工場の運搬	63
3・1・6 荷役機械形式の選定	55	3・5・6 成品運搬および積出し	63
3・1・7 速度の選定と作業線図	55	3・6 造船所用荷役機械設備	64
3・1・8 作業能力の査定	56	3・6・1 鋼材処理用荷役設備	64
3・1・9 計画作業トン数	56	3・6・2 船台用クレーン	64
3・1・10 設備費.....	56	3・6・3 ぎ装用クレーン	64
3・1・11 経常費.....	57	3・7 木材用荷役機械設備	64
3・1・12 運搬管理.....	57	3・8 製作工場荷役機械設備	65
3・1・13 包装.....	57	3・8・1 荷受けおよび製品の搬出	65
3・1・14 荷物の貨車輸送の限界.....	57	3・8・2 生産工程における荷役機械設備	65
3・2 船積みおよび陸揚荷役設備	58	3・9 化学工場荷役機械設備	66
3・2・1 計画	58	3・9・1 原料の搬入	66
3・2・2 船積設備	58	3・9・2 製造工程中の運搬	66
3・2・3 陸揚設備	59	3・9・3 製品の搬出	66
3・2・4 貯蔵場設備	59	3・9・4 化学工場の荷役機械の特色	66
3・3 発電所荷役機械設備	59	3・10 鉄道工場荷役機械設備	66
3・3・1 水力発電所	59	3・10・1 リフティングジャッキ.....	66
3・3・2 火力発電所	60	3・10・2 ビームジャッキ.....	66
3・4 倉庫および上屋荷役機械設備	60	3・10・3 車両つりあげ用天井クレーン... ..	67
3・4・1 ふ頭および沿岸荷役機械設備	60	3・10・4 車体運搬特殊トラック.....	67
3・4・2 屋内荷役機械設備	61		

第 4 章 安全法規

4・1 法規の沿革	67	4・3・5 変更認可	68
4・2 法規の精神	67	4・3・6 構造規格	68
4・3 クレーン等安全規則の概要	68	4・3・7 建築限界	68
4・3・1 規則の適用範囲	68	4・3・8 使用についての管理	68
4・3・2 製造	68	4・3・9 点検および試験	69
4・3・3 設置	68	4・3・10 就業制限.....	69
4・3・4 性能検査	68	4・3・11 玉掛け.....	69

第 17 編 機 械 工 作

執筆者	青木保雄	浅枝敏夫	井海健吾	伊藤鎮
	石川二郎	稲垣道夫	遠藤大海	大谷碧
	大西巖	加山延太郎	工藤英明	小林卓郎
	佐伯邦男	新成夫	多羅尾光一郎	竹中規雄
	千々岩健児	土井康弘	朝永良夫	中根金作
	中村孝	中村寛	永瀬恒久	花岡浩博
	本田巨範	前田禎三	松浦佑次	三上博
	水野政夫	室田忠雄	矢沢重彦	山本晃
	山本健太郎	吉田清太	吉本勇	吉本源之助
	和栗明	渡辺正紀		

目 次

第 1 章 鑄 造

1.1 種々の鑄造法.....	1	1.2.4 後処理設備.....	12
1.1.1 砂型鑄造法.....	1	1.2.5 環境衛生設備.....	12
1.1.2 精密鑄造法.....	2	1.2.6 鑄造工場のレイアウト.....	14
1.1.3 遠心鑄造法.....	4	1.3 鑄造品の設計.....	14
1.1.4 ダイカスト.....	4	1.3.1 鑄造品の肉厚に対する考慮.....	15
1.1.5 低加圧鑄造法.....	4	1.3.2 鑄造品の肉の交差部の形状.....	16
1.1.6 真空鑄造法.....	5	1.3.3 鑄造品の構造上の問題.....	18
1.1.7 連続鑄造法.....	6	1.3.4 鑄造作業を考慮した形状.....	18
1.1.8 その他の鑄造法.....	6	1.3.5 鑄造品の寸法許容差.....	20
1.2 鑄造工場設備.....	7	1.4 鑄造品の材質.....	23
1.2.1 溶解設備.....	7	1.4.1 使用条件と適性材質.....	23
1.2.2 造型設備.....	9	1.4.2 鑄造品の特性.....	24
1.2.3 砂処理設備.....	10		

第 2 章 塑 性 加 工

2.1 鍛造加工.....	28	2.2.2 圧延作用.....	34
2.1.1 自由鍛造.....	28	2.2.3 圧下力, 圧延トルク.....	35
2.1.2 型鍛造.....	28	2.2.4 ロールの変形.....	35
2.1.3 すえ込鍛造.....	28	2.2.5 圧延作業工程.....	35
2.1.4 鍛錬効果.....	28	2.2.6 圧延機の形式.....	36
2.1.5 材料取り.....	28	2.2.7 圧延機付属測定器.....	36
2.1.6 鍛造温度.....	29	2.2.8 ロールおよび軸受の種類.....	36
2.1.7 鍛型.....	29	2.2.9 ロールの形状.....	36
2.1.8 鍛造機械.....	31	2.2.10 板厚の変動.....	37
2.1.9 加熱炉.....	33	2.2.11 板厚の自動制御.....	38
2.2 圧延加工.....	34	2.2.12 圧延板の形状.....	38
2.2.1 圧延の目的.....	34	2.2.13 圧延板の異方性.....	39

2.3 引抜加工	39	2.5.6 特殊押し出し法	47
2.3.1 加工法	39	2.6 冷間鍛造	47
2.3.2 ダイス	39	2.6.1 形式, 用途, 特徴	47
2.3.3 潤滑	40	2.6.2 材料の流れと加工圧力	47
2.3.4 引抜力	40	2.6.3 素材準備と潤滑	49
2.3.5 引抜材の性質	41	2.6.4 工具	50
2.3.6 製造工程	42	2.6.5 プレス	50
2.4 管材加工	43	2.6.6 製品の設計と性質	50
2.4.1 継目なし管	43	2.7 プレス加工	51
2.4.2 電気溶接管	44	2.7.1 せん断加工	51
2.4.3 鍛接管	44	2.7.2 曲げ加工	52
2.4.4 ガス溶接管	44	2.7.3 絞り加工	54
2.4.5 冷間仕上管	44	2.7.4 特殊加工	55
2.4.6 鋼管用材料	45	2.7.5 プレス機械と工具	57
2.4.7 鋼管の寸法	45	2.7.6 品質管理・安全と保守	59
2.5 押し出し加工	45	2.8 転造加工	60
2.5.1 目的, 形式および特徴	45	2.8.1 ねじの転造方式	60
2.5.2 材料の流れ	46	2.8.2 ねじ転造工具	60
2.5.3 押し出し圧力	46	2.8.3 ねじ転造素材	60
2.5.4 作業条件	47	2.8.4 転造ねじの特性	60
2.5.5 工具および設備	47	2.8.5 歯車の転造	61

第3章 溶接および切断

3.1 序論	61	3.4.4 溶射	73
3.2 ガス溶接	62	3.5 抵抗溶接	73
3.2.1 ガス溶接法	62	3.5.1 一般	73
3.2.2 ガス溶接装置ならびに器具類	63	3.5.2 点溶接	73
3.2.3 酸素, カーバイド	63	3.5.3 プロジェクション溶接	75
3.3 アーク溶接	64	3.5.4 シーム溶接	76
3.3.1 溶接アーク	64	3.5.5 バット溶接およびフラッシュ 溶接	77
3.3.2 溶接棒の溶融速度	64	3.5.6 バット・シーム溶接法	78
3.3.3 溶接棒端の溶滴の移行	64	3.5.7 電極材料	78
3.3.4 アーク溶接機	64	3.6 その他の圧接法	79
3.3.5 被覆アーク溶接棒	66	3.6.1 爆圧接	79
3.3.6 特殊なアーク溶接	68	3.6.2 超音波溶接	79
3.3.7 サブマージアーク溶接	68	3.6.3 摩擦圧接	79
3.3.8 原子水素溶接	69	3.6.4 高周波圧接	79
3.3.9 イナートガスアーク溶接	69	3.6.5 加工テルミット溶接	79
3.3.10 炭酸ガスアーク溶接	70	3.6.6 冷間圧接	79
3.3.11 スタッド溶接	70	3.6.7 ガス圧接	79
3.3.12 炭素アーク溶接法	71	3.6.8 炉中圧接	79
3.4 その他の融接法	71	3.7 ろう付	80
3.4.1 エレクトロスラグ溶接	71	3.7.1 はんだおよびはんだ付	80
3.4.2 電子ビーム溶接	71		
3.4.3 テルミット溶接	72		

3・7・2	硬ろうおよび硬ろう付	81	3・10・4	溶接継手の諸特性と設計上の実 際問題	95
3・7・3	溶剤およびふん囲気	82	3・10・5	溶接継手の許容応力, 安全率お よび継手効率	99
3・7・4	ろう付用設備	82	3・10・6	溶接構造物の特性と設計上の基 本的注意事項	100
3・7・5	ろう付部の強度	82	3・10・7	生産管理と設計	102
3・7・6	ブレード溶接	82	3・11 溶接施工		102
3・7・7	低温溶接	82	3・11・1	準備作業	102
3・8 切断およびガス加工		82	3・11・2	溶接作業	104
3・8・1	ガス(酸素)切断	82	3・11・3	溶接ひずみと残留応力	106
3・8・2	アーク切断	85	3・11・4	溶接部の熱的機械的処理	109
3・8・3	ガス加工	86	3・12 試験および検査法		110
3・9 各種材料の溶接		86	3・12・1	母材の溶接性試験	110
3・9・1	一般の事項	86	3・12・2	溶接棒の試験	110
3・9・2	鉄鋼材料	87	3・12・3	溶接工の技量検定	110
3・9・3	非鉄金属材料	91	3・12・4	溶接作業の検査	110
3・9・4	非金属材料	91	3・12・5	溶接欠陥	110
3・10 溶接設計		92	3・12・6	溶接部の検査法	111
3・10・1	溶接継手ならびに開先形状の種 類	92			
3・10・2	溶接記号	93			
3・10・3	溶接継手の強度計算法	95			

第4章 工 作 機 械

4・1 切削加工		111	4・3・2	軸受	142
4・1・1	切削理論	111	4・4 旋盤		143
4・1・2	バイトによる加工	115	4・4・1	普通旋盤	143
4・1・3	フライス削り	118	4・4・2	二番取旋盤	145
4・1・4	穴あけ	123	4・4・3	ならい旋盤	146
4・1・5	リーマ仕上	125	4・4・4	正面旋盤	146
4・1・6	タップおよびダイスによる加工	125	4・4・5	タレット旋盤	146
4・1・7	ブローチ削り	126	4・4・6	自動旋盤	147
4・1・8	研削	127	4・4・7	ロール旋盤	148
4・1・9	ホーニング仕上	129	4・4・8	立て旋盤	148
4・1・10	超仕上	130	4・5 ボール盤		148
4・1・11	ラップ仕上	131	4・5・1	直立ボール盤	148
4・1・12	超音波加工	132	4・5・2	ラジアルボール盤	149
4・1・13	放電加工および電解加工	132	4・5・3	多頭および多軸ボール盤	149
4・2 工作機械一般		132	4・5・4	タレットボール盤	149
4・2・1	工作機械の種類	133	4・6 中ぐり盤		150
4・2・2	速度列	133	4・6・1	横中ぐり盤	150
4・2・3	駆動機構	134	4・6・2	ジグ中ぐり盤	151
4・2・4	切削動力および効率	138	4・6・3	精密中ぐり盤	151
4・2・5	精度および剛性	138	4・7 平削り盤		151
4・2・6	潤滑法	139	4・8 形削り盤および立て削り盤		151
4・2・7	すえ付	139	4・8・1	形削り盤	151
4・3 案内面および軸受		140	4・8・2	立て削り盤	152
4・3・1	案内面	140	4・9 フライス盤		152

4・9・1	横および万能フライス盤	152	4・12・2	歯車形削り盤	158
4・9・2	立てフライス盤	153	4・12・3	かさ歯車歯切盤	159
4・9・3	生産フライス盤	153	4・12・4	まがりばかさ歯車歯切盤	159
4・9・4	ならいフライス盤	154	4・12・5	歯車シェービング盤	160
4・10	研削盤	154	4・12・6	歯車研削盤	160
4・10・1	円筒研削盤	154	4・13	金切のご盤	160
4・10・2	内面研削盤	156	4・14	木材加工機械	161
4・10・3	心なし研削盤	156	4・14・1	帯のご盤	161
4・10・4	平面研削盤	157	4・14・2	丸のご盤	161
4・11	ブローチ盤	157	4・14・3	かんな盤	161
4・12	歯切盤および歯車仕上盤	157	4・14・4	角のみ盤	162
4・12・1	ホブ盤	157	4・14・5	合板機械	162

第5章 工 作 測 定

5・1	長さ、角度および形状の工場用基準	163	5・5	形状精度の測定	176
5・1・1	標準尺	163	5・5・1	表面あらさおよびその測定器	176
5・1・2	ブロックゲージ	163	5・5・2	表面あらさ	176
5・1・3	目盛円板および多面鏡	164	5・5・3	真直度および平面度の測定	177
5・1・4	角度ゲージおよびサインバー	164	5・5・4	真円度および真球度の測定	178
5・1・5	直角定規および円筒スコヤ	165	5・5・5	円筒度および同心度の測定	178
5・1・6	直定規および定盤	165	5・5・6	平行度および直角度の測定	179
5・1・7	表面あらさ標準片	166	5・6	ねじの測定	179
5・2	長さの測定器	166	5・6・1	標準ねじゲージ	179
5・2・1	目盛尺	166	5・6・2	ねじ用限界ゲージ	179
5・2・2	ノギス	166	5・6・3	ピッチ誤差および半角誤差の有効径当量	179
5・2・3	マイクロメータ	167	5・6・4	おねじの各部要素の測定	181
5・2・4	限界ゲージ	168	5・6・5	めねじの測定	182
5・2・5	ダイヤルゲージ	168	5・7	歯車の測定	182
5・2・6	指針測微器	169	5・7・1	ピッチの測定	182
5・2・7	光学的測微器	170	5・7・2	歯形の測定	183
5・2・8	測長器	170	5・7・3	歯すじ方向の測定	183
5・2・9	電気マイクロメータ	171	5・7・4	歯みそのふれの測定	183
5・2・10	空気マイクロメータ	171	5・7・5	歯厚の測定	183
5・3	角度の測定器	171	5・7・6	一歯面かみあい試験	184
5・3・1	角度定規	171	5・7・7	二歯面かみあい試験	184
5・3・2	円周目盛検査器	172	5・8	自動定寸	184
5・3・3	光学的割出し台および円テーブル	172	5・8・1	円筒研削盤の自動定寸	184
5・3・4	トランシット	172	5・8・2	内面研削盤の自動定寸	185
5・3・5	水準器およびクリノメータ	173	5・8・3	心なし研削盤、両頭研削盤の自動定寸	185
5・3・6	オートコロメータ	173	5・8・4	自動定寸の使用上の注意	185
5・4	測定用顕微鏡および投影器	174	5・9	自動選別	185
5・4・1	測微顕微鏡	174	5・9・1	自動選別の測定ユニット	185
5・4・2	工具顕微鏡	174	5・9・2	自動選別の用途別種類	186
5・4・3	万能測定顕微鏡	175			
5・4・4	投影器	175			

第 18 編 産 業 機 械

執筆者 青木隆一 池田憲治 江崎春雄 鏑木豪夫
 狩野秀男 金須正幸 久世栄一 黒沢張三
 白樫侃 杉浦幾蔵 鈴木光 砺波宏明
 東畑平一郎 仲田実 長尾満 西沢純三
 早川仁 藤代賢次 宝谷幸男 溝口憲吉
 山口芳男 山口正隆 渡辺鉄四郎

目 次

第 1 章 織 維 機 械

1.1 総説	1	1.6.1 繊維長測定機	27
1.2 紡績機械	4	1.6.2 繊度, 成熟度測定機	27
1.2.1 紡績法の分類	4	1.6.3 水分率測定機	28
1.2.2 綿紡式機械	7	1.6.4 引張試験機	28
1.2.3 毛紡式機械	10	1.6.5 番手計	28
1.2.4 絹紡式機械	11	1.6.6 粘弾性測定機	29
1.2.5 麻紡式機械	12	1.6.7 糸むら試験機	29
1.2.6 トウ紡績機械	12	1.6.8 タイヤコード疲れ試験機	30
1.3 製布および縫製	13	1.6.9 摩耗試験機	30
1.3.1 準備工程と準備機械	13	1.6.10 ピリングテスタ	30
1.3.2 製織と力織機	13	1.6.11 布耐しわ性試験機	30
1.3.3 力織機ならびに準備機の生産能力	16	1.6.12 布の剛軟度試験機	31
1.3.4 編組	16	1.6.13 布の通気性試験機	31
1.3.5 縫製工程と縫製機械	17	1.6.14 布の防水度試験機	31
1.4 染色および整理	19	1.6.15 色沢試験機	32
1.4.1 毛焼機	19	1.6.16 染色堅ろう度試験機	32
1.4.2 精練漂白機	19	1.7 パルプおよび紙	32
1.4.3 染色機	21	1.7.1 調木機械	32
1.4.4 特殊仕上機	23	1.7.2 碎木パルプ機械	32
1.5 化織機械	24	1.7.3 パルプ蒸解装置	32
1.5.1 ビスコースレーヨン製造機械	25	1.7.4 化学パルプ洗浄機械	34
1.5.2 アセテート繊維製造機械	26	1.7.5 パルプ選別機械	34
1.5.3 ナイロン繊維製造機械	26	1.7.6 漂白機械	34
1.5.4 ポリエステル繊維の製造	26	1.7.7 パルプすき取機械	34
1.5.5 ビニロンの製造	27	1.7.8 調成機械	35
1.5.6 アクリル繊維の製造	27	1.7.9 故紙回収装置	35
1.5.7 ポリオレフィン繊維およびその他の合成繊維の製造	27	1.7.10 抄紙機の構成部分	36
1.6 試験機	27	1.7.11 抄紙機の種類	36
		1.7.12 塗工機	37
		1.7.13 塗工材料	38

第 2 章 化 学 機 械

2.1 総論	38	2.8.2 乾燥機の選定	47
2.1.1 定義	38	2.9 機械的分離機器	47
2.1.2 特色	38	2.9.1 ふるい分け	47
2.1.3 分類	38	2.9.2 旋回流による分離	48
2.2 反応装置	39	2.9.3 沈降	48
2.2.1 反応装置の分類	39	2.9.4 ろ過	48
2.2.2 操作方式	39	2.9.5 遠心分離	49
2.2.3 反応における相	39	2.9.6 圧搾	49
2.2.4 反応装置の構造形式	39	2.9.7 浮遊選別	50
2.3 気液接触装置	40	2.10 混合機械	50
2.3.1 蒸留装置	40	2.10.1 概説.....	50
2.3.2 吸収装置	40	2.10.2 流体混合装置.....	50
2.3.3 調湿装置	40	2.10.3 固体混合装置.....	50
2.4 抽出装置	41	2.10.4 高粘性物質混合機.....	51
2.4.1 そう形抽出装置	41	2.11 造粒機械	51
2.4.2 塔形抽出装置	42	2.11.1 造粒法.....	51
2.4.3 遠心形抽出装置	42	2.11.2 転動形造粒機.....	51
2.5 吸着およびイオン交換装置	42	2.11.3 押し成形形造粒機.....	52
2.5.1 接触ろ過装置	42	2.11.4 圧縮成形形造粒機.....	52
2.5.2 固定層吸着装置	42	2.11.5 噴射形造粒機.....	52
2.5.3 移動層吸着装置	43	2.11.6 その他の造粒機.....	52
2.5.4 流動層吸着装置	43	2.12 粉碎機械	53
2.5.5 連続イオン交換装置	43	2.12.1 概説.....	53
2.6 熱交換器	43	2.12.2 粗碎機.....	53
2.6.1 熱交換器の形式	43	2.12.3 ロールクラッシャ.....	53
2.6.2 熱交換器の概要	44	2.12.4 ロッドミル.....	53
2.7 蒸発および晶析装置	45	2.12.5 ボールミル・チューブミル.....	53
2.7.1 蒸発装置の形式	45	2.12.6 振動ボールミル.....	53
2.7.2 多重効用かん	45	2.12.7 ハンマミル.....	53
2.7.3 蒸発装置の選定	45	2.12.8 回転圧縮式粉碎機.....	53
2.7.4 晶析装置の形式	46	2.12.9 円板摩擦式粉碎機.....	54
2.8 乾燥装置	46	2.12.10 流体エネルギーミル	54
2.8.1 乾燥機の形式	46		

第 3 章 建 設 機 械

3.1 掘削積込機械	54	3.2 掘削運搬機械	55
3.1.1 ショベル系掘削機	54	3.2.1 ブルドーザ	55
3.1.2 トレンチャ	54	3.2.2 スクレーパ	56
3.1.3 油圧リッパ	54	3.2.3 その他の運搬機械	56
3.1.4 積込機械	55	3.3 基礎工専用機械	56
3.1.5 ずり積込機	55	3.3.1 くい打ち機	56

3.3.2 場所打ちぐい用機械	56	3.7 舗装機械	58
3.4 路盤改良機械	57	3.7.1 アスファルト舗装機械	58
3.4.1 骨材散布機	57	3.7.2 コンクリート舗装機械	58
3.4.2 モータグレーダ	57	3.8 道路維持および除雪機械	58
3.4.3 スタビライザ	57	3.8.1 ロードスイーパー	58
3.5 締固め機械	57	3.8.2 ヒータプレーナ	58
3.5.1 静的圧力による機械	57	3.8.3 舗装版破碎機	59
3.5.2 振動による機械	57	3.8.4 ポータブルアスファルトプラン ト	59
3.5.3 衝撃による機械	58	3.8.5 除雪機械	59
3.6 コンクリート機械	58	3.9 作業船	59
3.6.1 セメント輸送装置	58	3.9.1 しゅんせつ(浚渫)・埋立工事用 作業船	59
3.6.2 バッチャプラント	58	3.9.2 構造物工事用作業船	59
3.6.3 コンクリートミキサ	58		
3.6.4 コンクリート運搬機	58		
3.6.5 コンクリート振動機	58		

第4章 鉱山機械

4.1 ボーリング機械	60	4.3.3 立て坑掘下げ用積込機	64
4.1.1 金剛石試すい機	60	4.4 運搬機	64
4.1.2 ロータリさく井機	60	4.4.1 ダブルチェーンコンベヤ	64
4.1.3 大口径さく孔機	60	4.4.2 シヤトルカー	64
4.2 掘削機	60	4.4.3 鉱車(炭車)	64
4.2.1 さく岩機	60	4.4.4 圧気機関車	64
4.2.2 オーガドリル	61	4.4.5 バンカトレーン	64
4.2.3 コールピック	62	4.4.6 巻上機	65
4.2.4 コールカッタ	62	4.5 鉱山用支保	65
4.2.5 ドラムカッタローダ	62	4.5.1 坑わく鋼	65
4.2.6 トレパナ	62	4.5.2 摩擦鉄柱とカッヘ	65
4.2.7 ホーベル	62	4.5.3 水圧鉄柱	65
4.2.8 水力採炭モニタ	63	4.5.4 自走支保	65
4.2.9 坑道掘進機	63	4.6 選鉱機械	65
4.3 積込機械(ローダ)	63	4.6.1 比重選鉱機	65
4.3.1 ショベルローダ	63	4.6.2 磁力選鉱機	66
4.3.2 ギャザリングローダ	63	4.6.3 浮遊選鉱機	66

第5章 農業機械

5.1 トラクタ	66	5.3 育成機	67
5.1.1 乗用トラクタ	66	5.3.1 施肥播種機	67
5.1.2 歩行用トラクタ	67	5.3.2 中耕除草機	68
5.2 耕うん整地機	67	5.3.3 噴霧機	68
5.2.1 土の諸性質	67	5.3.4 散粉機	68
5.2.2 すきおよびプラウ	67	5.4 穀物収穫調製加工機	68
5.2.3 碎土機	67	5.4.1 植物体および穀粒の諸性質	68

5・4・2 穀物収穫機	68	5・4・8 わら加工機	69
5・4・3 脱穀機	69	5・5 飼料作物収穫機その他	69
5・4・4 穀物乾燥機	69	5・5・1 飼料作物収穫機	69
5・4・5 もみすり機	69	5・5・2 牧草乾燥機	69
5・4・6 精米麦機	69	5・5・3 飼料さい断機	70
5・4・7 製粉機	69	5・5・4 搾油機	70

第6章 水産機械

6・1 漁業機械	70	6・2・3 乾燥機	72
6・1・1 漁ろう機械	70	6・2・4 ねり製品製造機械	73
6・1・2 漁業計器	71	6・2・5 かん詰製造機械	73
6・1・3 漁獲物処理機械	72	6・2・6 殺菌加熱および冷却装置	74
6・2 水産加工機械	72	6・2・7 くん製装置	74
6・2・1 種類および特徴	72	6・2・8 魚粉製造装置, 魚油および鯨油 製造装置	74
6・2・2 処理機械装置	72		

第7章 事務機械

7・1 概説	74	7・3・5 システムマシン	77
7・2 印書・複写機械	75	7・4 連絡機械	77
7・2・1 タイプライタ	75	7・4・1 印刷電信機	77
7・2・2 複写機	75	7・4・2 郵便用機械	77
7・2・3 印刷機	76	7・5 データ処理機械	77
7・3 計算機械	76	7・5・1 PCS 機械	77
7・3・1 計算機械の概説	76	7・5・2 計数形電子計算機入出力装置	77
7・3・2 計算機	77	7・6 特殊機械	80
7・3・3 会計機	77	7・6・1 整理機器	80
7・3・4 金銭登録機	77	7・6・2 その他	80

第19編 工場管理

執筆者 遠藤健児 笠原英司 熊谷智徳 慶谷淑夫
小林靖雄 木暮正夫 古谷野英一 高橋輝男
中井重行 服部敏夫 真壁肇 横山勝義
渡辺了策

目次

第1章 工場組織

1.1 工場組織	1	1.1.3 組織の形	1
1.1.1 組織	1	1.1.4 組織の構成	2
1.1.2 組織に関する原則	1	1.1.5 管理分析	4

第2章 工場計画

2.1 工場敷地の選定	4	2.2 全般計画と詳細計画	7
2.1.1 工場敷地選定の因子	4	2.2.1 計画の基本的考え方	7
2.1.2 因子のウェイトづけによる選定法	6	2.2.2 計画に影響をおよぼす要因	7
		2.2.3 計画の手順	11

第3章 生産の計画

3.1 製品計画	15	3.4.2 生産計画を担当する組織上の部位	18
3.1.1 製品のライフサイクル	15	3.4.3 計画内容の概要	18
3.1.2 製品品種の決定	15	3.4.4 製品の生産数量の決定	18
3.1.3 製品価格の決定	15	3.4.5 生産期日の決定	19
3.2 研究、開発 (R&D)	15	3.5 生産計画立案上の注意	19
3.2.1 研究、開発の内容	15	3.5.1 生産計画に影響をおよぼす諸要因	19
3.2.2 研究管理	15	3.5.2 需要予測	19
3.2.3 新製品開発の手順	16	3.5.3 生産計画立案の手順および一般的注意	19
3.3 製品設計	16		
3.3.1 機能設計と生産設計	16		
3.4 生産計画	18		
3.4.1 生産計画の意義	18		

第4章 工程管理

4.1 工程管理の順序	20	4.2.4 作業命令	21
4.2 工程管理	20	4.2.5 管理の諸方式	22
4.2.1 資材計画	20	4.2.6 実施後の検討	22
4.2.2 工程計画	21	4.2.7 検査組織および計画	22
4.2.3 日程計画の細部	21	4.3 工程管理の準備	22

4.3.1	工程研究	22	4.4.2	流れ作業方式	23
4.3.2	か(稼)働分析	22	4.5	工程管理の問題点	24
4.3.3	作業余力	22	4.5.1	欲目の問題	24
4.4	管理の諸方式	23	4.5.2	仕掛りの問題	24
4.4.1	ロット方式	23	4.5.3	特急工事の問題	24

第5章 資材・運搬・設備管理

5.1	資材管理	24	5.2.1	運搬の問題点	26
5.1.1	資材管理組織	24	5.2.2	運搬の方式	26
5.1.2	資材の区分	24	5.2.3	運搬改善の原則	26
5.1.3	材料計画	25	5.2.4	運搬設備	28
5.1.4	たな卸統制	25	5.3	設備管理	28
5.1.5	出庫管理	25	5.3.1	設備更新	28
5.1.6	資材の標準化と単純化	25	5.3.2	予防保全と生産保全	29
5.1.7	購買管理	26	5.3.3	建物の保守	29
5.1.8	外注管理	26	5.3.4	機械の保守	29
5.2	運搬管理	26	5.3.5	工具管理	30

第6章 作業研究

6.1	作業研究とその領域	30	6.3	作業測定	33
6.2	方法研究	30	6.3.1	各種作業測定手法	33
6.2.1	方法研究に用いられる各種チャート	30	6.4	レイティング	35
6.2.2	方法改善	30	6.5	か働分析と余裕率	36

第7章 品質管理

7.1	品質管理の意義	36	7.5	検査	43
7.1.1	はじめに	36	7.5.1	検査の意義	43
7.1.2	品質の種類	36	7.5.2	全数検査と抜取検査	43
7.1.3	管理の意義	36	7.5.3	抜取検査	43
7.2	解析の手がかり	37	7.5.4	検査の計画と実施	45
7.2.1	特性要因図	37	7.6	実験計画法	45
7.2.2	パレート図	37	7.6.1	実験計画	45
7.3	統計的方法	38	7.6.2	構造模型	45
7.3.1	度数分布法	38	7.6.3	一元配置	45
7.3.2	検定	38	7.6.4	二元配置	46
7.3.3	推定	39	7.6.5	分割実験	47
7.3.4	相関と回帰	39	7.6.6	直交配列表	47
7.3.5	2項確率紙	40	7.7	サンプリング	47
7.4	管理図	41	7.8	品質設計	48
7.4.1	管理図の実施	41	7.8.1	品質設計の意義	48
7.4.2	\bar{x} -R, p , c , u および x 管理図	41	7.8.2	設計品質の設定	48

7・8・3 設計品質のための現状品質調査	48	7・9・3 品質保証	49
7・9 品質管理の実施	48	7・10 QC の進展	49
7・9・1 品質管理実施上の問題点	48	7・10・1 信頼性	49
7・9・2 品質管理の組織と運営	48	7・10・2 QC の進展	50

第 8 章 原価・財務管理

8・1 原価計算	50	8・3・2 部門別予算編成と総合予算	53
8・1・1 個別受注生産工場の原価計算	50	8・3・3 予算統制	53
8・1・2 量産工場の原価計算	50	8・4 資金管理	53
8・2 原価管理	51	8・4・1 資金調達の実則	53
8・2・1 原価計画	51	8・4・2 資金繰管理	54
8・2・2 原価統制	52	8・5 経営分析	54
8・3 予算統制	52	8・5・1 財務諸表分析	54
8・3・1 利益計画	52	8・5・2 生産性分析	55

第 9 章 人事・労務管理

9・1 労務管理の目的	56	9・9 福利厚生	58
9・2 現代の労務管理の特徴	56	9・10 教育訓練	59
9・3 労働者の採用	56	9・11 労使関係	59
9・4 労働者の配置・異動	56	9・11・1 労使間の意思疎通方式	59
9・4・1 配置	56	9・11・2 争議	59
9・4・2 異動	56	9・12 労働者の解雇	59
9・5 職務分析	56	9・12・1 解雇の手続	59
9・6 人事考課	56	9・12・2 法令による制限	59
9・7 賃金制度	58	9・12・3 労働協約等による制限	59
9・8 就業規則と労働協約	58	9・13 現場の管理	59
9・8・1 意義	58	9・13・1 職場管理の職能	59
9・8・2 就業規則の機能	58	9・13・2 職場管理者の職務内容	59
9・8・3 労働協約の機能	58	9・13・3 職場管理者の資格要件	59

第 10 章 事務管理

10・1 事務管理の概念	59	10・4 事務改善の進め方と順序	60
10・2 事務管理の分野	60	10・5 事務改善の技法	61
10・3 事務改善の目的と究極の目標	60	10・6 事務の機械化	61

第 11 章 新しい管理技術

11・1 電子計算機システム	62	11・1・4 アプリケーション	63
11・1・1 電子計算機	62	11・2 オペレーションズ・リサーチ	63
11・1・2 ハードウェア	62	11・2・1 オペレーションズ・リサーチが	
11・1・3 ソフトウェア	62	扱う経営管理の問題の性格	63

11・2・2	考え方とアプローチの方法……	64	11・4・2	ワーク・デザインの適用手順…	70
11・2・3	オペレーションズ・リサーチの 手法……	64	11・5	行動科学に関連した新技法 ……	71
11・3	PERT, CPM ……	65	11・5・1	目標による管理……	71
11・3・1	PERT……	65	11・5・2	ZD ……	71
11・3・2	CPM ……	68	11・5・3	ハルサー方式とローワン方式…	72
11・4	ワーク・デザイン ……	68	11・5・4	ラッカー・プランとスキャンロ ン・プラン……	72
11・4・1	ワーク・デザインの基本概念…	69			
〔付記〕	工場管理法規一覧 ……				72

第 20 編 電 気

執 筆 者 川 村 光 男 下 垣 内 繁 美 田 川 博 高 橋 樟 彦
坪 島 茂 彦 富 沢 一 行 西 野 治

目 次

第 1 章 電気, 磁気一般

1.1 電気および磁気現象	1	1.2 計器および測定	3
1.1.1 静電気	1	1.2.1 指示電気計器	3
1.1.2 磁気	1	1.2.2 記録電気計器	5
1.1.3 電気回路	1	1.2.3 積算電気計器	5
1.1.4 電流の磁気作用	2	1.2.4 変流器および計器用変圧器	6
1.1.5 電磁誘導作用	2	1.2.5 検流計	6
1.1.6 交流	2	1.2.6 オシログラフ	6
1.1.7 三相交流	3	1.2.7 電位差計	7
1.1.8 熱起電力	3	1.2.8 力率計, 位相計	7
1.1.9 圧電気	3	1.2.9 周波計	7
1.1.10 磁気ひずみ	3	1.2.10 抵抗の測定	7
1.1.11 放電	3		

第 2 章 電 磁 機 器

2.1 電磁機器一般	7	2.4.3 同期電動機の特 性	13
2.1.1 電磁機器の種類	7	2.4.4 同期電動機の始 動	13
2.1.2 電磁機器の原理	7	2.4.5 同期電動機の用 途	13
2.1.3 温度上昇	8	2.5 交流整流子機と その応用	14
2.1.4 応用一般	8	2.5.1 単相直巻電動機	14
2.2 直流機とその応 用	9	2.5.2 反巻電動機	14
2.2.1 直流機の原理と 種類	9	2.5.3 三相分巻電動機	14
2.2.2 直流機の特 性	9	2.5.4 三相直巻電動機	14
2.2.3 直流電動機の 始動と制動	10	2.6 磁気機械	14
2.2.4 直流電動機の 速度制御と用途	10	2.6.1 電磁石	14
2.2.5 直流電動機の 用途	10	2.6.2 電磁クラッチお よびブレーキ	14
2.3 誘導機とその 応用	10	2.6.3 つり上げ電磁石	14
2.3.1 誘導電動機の 原理と種類	10	2.6.4 磁気チャック	14
2.3.2 三相誘導電動 機の特 性	11	2.6.5 磁気分離機	14
2.3.3 三相誘導電動 機の始動と制動	11	2.6.6 磁気ローラ	14
2.3.4 三相誘導電動 機の前度制御	12	2.7 変圧器	14
2.3.5 単相誘導電動 機	12	2.7.1 変圧器の原理	14
2.3.6 誘導電動機の 用途	12	2.7.2 変圧器の特 性	14
2.4 同期機とその 応用	12	2.7.3 三相変圧器の 結線	15
2.4.1 同期機の 原理と種類	12	2.7.4 特殊変圧器	15
2.4.2 同期発電機 の特 性	12		

第 3 章 電 子 装 置

3.1 電子管	15	3.3.4 発振回路	23
3.1.1 空間電荷制御管	15	3.3.5 変調および復調回路	24
3.1.2 特殊電子管	16	3.4 変換装置	24
3.2 半導体部品	17	3.4.1 機械電気変換器	24
3.2.1 半導体とその性質	17	3.4.2 熱電気変換器	25
3.2.2 半導体ダイオード	19	3.4.3 光電気変換器	27
3.2.3 トランジスタ	20	3.5 電子応用装置	28
3.3 電子回路	21	3.5.1 工業用テレビジョン	28
3.3.1 整流回路	21	3.5.2 磁気記録	28
3.3.2 インバータ回路	21	3.5.3 電子写真	30
3.3.3 増幅回路	22		

第 4 章 工 場 配 電

4.1 電力供給	30	4.4.4 モータスタータ	35
4.1.1 発電	30	4.4.5 電線・ケーブル	36
4.1.2 送電	30	4.4.6 工場に特有な機器と材料	36
4.1.3 配電	31	4.5 設計	37
4.1.4 料金	31	4.5.1 負荷調査	37
4.2 工場の電力	31	4.5.2 系統設計	38
4.2.1 工場生産と電力需用	31	4.5.3 設計の手順	38
4.2.2 受電・自家用施設	32	4.5.4 図面・記号	38
4.2.3 自家発電	32	4.5.5 動力負荷の設計	38
4.3 工場配電系統	33	4.5.6 照明設計	39
4.3.1 回路方式	33	4.5.7 設計の取合	39
4.3.2 電圧	33	4.5.8 制御盤設計	39
4.3.3 配線	34	4.5.9 配線設計	41
4.3.4 避雷, 接地	34	4.5.10 工期・積算	43
4.3.5 保護継電器, シャ断器	35	4.5.11 その他の付属設備	43
4.3.6 特殊な配電方式	35	4.6 その他	43
4.4 工場配電用機器および材料	35	4.6.1 保全	43
4.4.1 配電盤	35	4.6.2 避雷針	44
4.4.2 変圧器	35	4.6.3 静電気	44
4.4.3 ロードセンタサブステーショ ン	35	4.6.4 防爆	44
		4.6.5 消防用設備	44

第 5 章 電 池

5.1 概説	44	5.4 二次電池	48
5.2 一次電池	45	5.4.1 鉛蓄電池	49
5.3 乾電池の試験法	47	5.4.2 アルカリ蓄電池	49

第 6 章 法規および規格

6.1 法規	50	6.1.5 電気測定法	50
6.1.1 電気事業法	50	6.1.6 日本電気計器検定所法	50
6.1.2 電気工事士法	50	6.1.7 工業標準化法	50
6.1.3 電気用品取締法	50	6.2 規格	50
6.1.4 計量法	50	6.3 電気用図記号	51

第 21 編 自動制御

執筆者 安藤 錠 治 井 口 雅 一 池 辺 洋 市 川 邦 彦
加藤 一 郎 金 子 敏 夫 樫 木 義 一 竹 内 元
土屋 喜 一 寺 野 寿 郎 研 野 和 人 富 成 襄
西 卷 浩 久 田 孝 一 藤 井 澄 二 増 淵 正 美
森 政 弘 森 龍 太 郎 森 永 智 昭 山 下 直
依 田 昇

目 次

第 1 章 自動制御一般

1.1 制御の概念	1	1.3 制御の良さの評価	2
1.2 フィードバック制御系	2		

第 2 章 自動制御の基礎理論

2.1 線形制御理論	3	2.2 非線形制御理論	14
2.1.1 制御系の要素	3	2.2.1 非線形制御系	14
2.1.2 伝達関数	4	2.2.2 非線形特性	15
2.1.3 ブロック線図	5	2.2.3 非線形制御系の特質	15
2.1.4 動特性, I	6	2.2.4 非線形制御系の理論的取扱い	15
2.1.5 動特性, II	7	2.3 サンプル値制御理論	18
2.1.6 基本要素の動特性	7	2.3.1 サンプル値制御系	18
2.1.7 安定判別	8	2.3.2 z -変換, 拡張 z -変換	18
2.1.8 自動制御系の安定度	8	2.3.3 サンプル値系の理論的取扱い	20
2.1.9 定常偏差	10	2.3.4 サンプリング周期とサンプリング定理	21
2.1.10 根軌跡	10	2.4 その他の制御理論	21
2.1.11 統計学的計算法	11		
2.1.12 フィードバック制御系のシンセシス	12		

第 3 章 自動制御系の要素

3.1 制御系の構成要素	22	3.2.4 操作要素	26
3.1.1 検出および変換部	22	3.3 機械式自力制御要素	28
3.1.2 調節部	23	3.3.1 圧力制御機器	28
3.1.3 操作部	24	3.3.2 流量制御機器	28
3.2 電気式制御要素	25	3.3.3 液位制御機器	28
3.2.1 検出要素	25	3.3.4 温度制御機器	28
3.2.2 調節器	26	3.3.5 その他の制御機器	29
3.2.3 増幅要素	26	3.4 油圧式制御要素	29

3・4・1	油圧式制御系の基本方式	29	3・4・7	作動油	31
3・4・2	案内弁	29	3・4・8	その他	31
3・4・3	噴射管	30	3・5	空気式制御要素	31
3・4・4	ノズルフラップ	30	3・5・1	空気式制御機器	31
3・4・5	サーボ弁	30	3・5・2	空気圧伝送管路	33
3・4・6	油圧シリンダ	31	3・5・3	空気源装置	33

第 4 章 各種の自動制御

4・1	サーボ機構	34	4・2・5	プロセス制御の例	45
4・1・1	サーボ機構の種類と特徴	34	4・3	シーケンス制御	48
4・1・2	原動機の回転速度制御	34	4・3・1	シーケンス制御の定義	48
4・1・3	工作機械の制御	37	4・3・2	シーケンス制御の目的	48
4・1・4	レーダ用アンテナの追従制御	39	4・3・3	実例	49
4・2	プロセス制御	41	4・4	計装	50
4・2・1	プロセス制御の特徴と種類	41	4・4・1	計装計画の順序	50
4・2・2	プロセスの特性	42	4・4・2	計装方式の検討	50
4・2・3	制御方式の選定	43	4・4・3	計装方式の決定	50
4・2・4	操作部の種類と特性	44	4・4・4	計装計画の図示法	51

第 22 編 原子動力 および その他のエネルギー変換

執筆者 青木 成文 青木 昌治 一色 尙次 市野 市郎
清瀬 量平 国分 英徳 木場 規矩雄 武田 栄一
寺野 寿郎 三木 良平 向坊 隆 望月 四郎
百田 恒夫 山西 哲夫

目 次

第 1 章 原子炉物理

1.1 原子核	1	1.2.2 中性子による核反応	3
1.1.1 原子核	1	1.2.3 原子核分裂	4
1.1.2 同位体	1	1.2.4 原子核融合	5
1.1.3 結合エネルギー	1	1.3 炉理論	6
1.1.4 放射性原子核	2	1.3.1 連鎖反応	6
1.1.5 中性子	3	1.3.2 原子炉の概念	6
1.2 原子核反応	3	1.3.3 原子炉の熱出力	7
1.2.1 原子核反応	3		

第 2 章 原 子 炉

2.1 概論	7	2.4.1 蒸気発生器	18
2.1.1 原子炉の構成	7	2.4.2 冷却材循環装置	19
2.1.2 原子炉の種類と実例	8	2.4.3 おもな付属設備	19
2.2 熱設計	13	2.5 制御および計装	21
2.2.1 熱の発生	13	2.5.1 原子炉の動特性	21
2.2.2 原子炉の冷却	13	2.5.2 原子炉の自動制御	21
2.2.3 燃料要素の温度分布	13	2.5.3 原子炉の計装	22
2.2.4 熱設計上の制限因子	13	2.6 しゃへい	22
2.2.5 燃料要素の形状	14	2.6.1 放射線の許容量	22
2.2.6 冷却材の種類と特性	14	2.6.2 放射線源	22
2.2.7 熱設計の要領	14	2.6.3 中性子の減衰	23
2.2.8 熱設計上の安全係数(修正係数)	15	2.6.4 ガンマ線の減衰	23
2.2.9 流動燃料形原子炉の冷却	15	2.7 原動所	24
2.3 構造設計	15	2.7.1 熱サイクル	24
2.3.1 適用基準および設計条件	15	2.7.2 機器の配置	24
2.3.2 構造材料	15	2.7.3 燃料サイクル	25
2.3.3 設計	15	2.7.4 経済性	25
2.3.4 放射線	17	2.7.5 立地条件	25
2.4 主要機器および付属設備	18		

第 3 章 原子炉燃料および材料

3.1 原子炉燃料	26	3.3 反射材	28
3.1.1 動力炉用燃料	26	3.4 冷却材	28
3.1.2 研究炉用燃料	27	3.5 制御材	28
3.1.3 被覆材	28	3.6 しゃへい材	29
3.2 減速材	28	3.7 構造材	29

第 4 章 核燃料の化学処理

4.1 化学処理と燃料サイクル	29	4.2.4 抽出分離工程	31
4.2 照射済み燃料の再処理	30	4.2.5 化学的変換工程および廃気、廃液処理工程	31
4.2.1 再処理の意義とその概要	30	4.2.6 その他の再処理法	32
4.2.2 照射済み燃料の組成と放射能冷却	30	4.3 ウラン、トリウムの原鉱処理	32
4.2.3 前処理工程 (head-end processes)	30	4.4 ウランの同位体分離 (ウラン濃縮)	32

第 5 章 その他のエネルギー変換

5.1 概論	33	5.4.5 熱サイクル	35
5.2 熱電子発電	33	5.5 太陽電池	35
5.3 熱電発電	34	5.5.1 原理と構造	35
5.4 電磁流体発電	34	5.5.2 特性	35
5.4.1 記号	34	5.5.3 用途	36
5.4.2 原理	34	5.6 燃料電池	36
5.4.3 オームの法則と作動流体の導電度	35	5.6.1 燃料電池の原理	36
5.4.4 電磁流体発電機理論	35	5.6.2 燃料電池の特徴と問題点	36

