

電機設計概論

目次

第1章 総説

1.1 設計技術の使命	1
1.2 設計者として大成するための指針	1
基礎理論——経験——独創力——勇氣——常識，熱心，忍耐力，積極的な ど——自己の工場の工作機械，型類，工具，工作技術などの認識——資材 関係の認識——特許関係の認識——仕様書，規格——製品の人格化	
1.3 摘要	4
1.4 問題	5

第2章 規格，仕様書

2.1 規格	6
2.1.1 格規の目的	6
2.1.2 設計と規格	6
2.1.3 規格の種類	7
2.1.4 電気規格調査会標準規格 (JEC)	8
2.1.5 日本工業規格 (JIC)	8
2.1.6 各官庁，会社などの規格	10
2.1.7 日本電機工業会標準規格 (JEM) および (JEMR)	10
2.1.8 電気機器関係の規格	10
2.2 仕様書	13
2.3 摘要	14
2.4 問題	14

第3章 温度上昇

3.1 概説	15
--------------	----

3.2 熱の発散	15
3.2.1 放射	15
3.2.2 伝導および対流	16
物体と冷却媒体との間に相対速度のない場合——強制通風の場合	
3.3 機器内部の温度分布	18
3.3.1 機器内部の温度分布を表わす式	18
3.3.2 界磁コイルの温度分布	19
3.3.3 電機子コイルの温度分布	20
3.4 温度上昇	22
3.4.1 一定の連続負荷の場合	22
3.4.2 負荷の変化する場合	23
3.4.3 反覆負荷の場合	24
3.4.4 温度上昇の計算法	25
直流機電機子の温度上昇——整流子の温度上昇——直流機界磁コイル の温度上昇——同期機電機子コイルおよび誘導電動機固定子コイルの 温度上昇——同期機の界磁コイルの温度上昇——変圧器コイルの温度 上昇	
3.5 摘要	27
3.6 問題	27

第4章 冷却方式

4.1 回転機の冷却方式	29
4.1.1 冷媒の種類による形式	29
直流機——回転界磁形同期機——タービン発電機——誘導機——大形 水車発電機	
4.1.2 冷媒の通路および熱放散形態による形式	29
単式放射通風式——軸方向通風式——円周方向区画式	
4.1.3 冷媒の送り方	30
4.1.4 機種別の通風方式	30
4.1.5 機械内部の通風方式	32
4.2 冷却方式	33

4.3 許容温度上昇	36
4.4 摘要	36
4.5 問題	36

第5章 保護方式

5.1 人体及び固形異物に対する外被の形	37
5.2 水の侵入に対する保護方式	38
5.3 有害なる外気に対する保護方式	39
5.4 保護方式の選定	42
5.4 摘要	43
5.5 問題	43

第6章 磁気回路と励磁電流

6.1 電機子鉄心	45
6.2 ギャップ	46
6.2.1 スロットのない平滑電機子	46
6.2.2 開放スロットの電機子	46
6.2.3 半閉スロットの電機子	48
6.2.4 固定子回転子の両方にスロットのある場合	48
6.2.5 電機子および極片の縁の影響	49
6.2.6 通風ダクトの影響	49
6.3 歯	50
6.3.1 皮相磁束密度	50
6.3.2 皮相磁束密度から実磁束密度を求める方法	51
6.3.3 歯に要するアンペア回数 AT_i の求め方	52
6.4 界磁鉄心	53
6.4.1 漏れ磁束	53
6.4.2 磁気漏れ係数	55
6.4.3 磁極鉄心に要するアンペア回数 AT_f の計算方法	55
6.5 継鉄	56
6.6 機種別の磁束密度	56

6.7	励磁電流の決定法	56
	突極機の場合——円筒形磁極の場合——円筒形磁極で分布して巻かれた励磁巻線に単相交流励磁電流の流れる場合——円筒形磁極で分布して巻かれた励磁巻線に三相励磁電流の流れる場合	
6.8	摘 要	59
6.9	問 題	60

第7章 巻線および絶縁

7.1	電機子巻線	61
7.1.1	巻線と絶縁	61
7.1.2	直流機電機子巻線	62
	概説——コイル絶縁——導体の絶縁被覆——ターン間の絶縁——コイルの主絶縁——スロット絶縁	
7.1.3	同期機固定子巻線	64
	概説——コイルの絶縁——導体の絶縁被覆——真空圧入法——加熱圧縮——合成樹脂を使用する方法	
7.1.4	誘導電動機の巻線	67
	固定子巻線——回転子巻線	
7.2	励磁巻線	68
7.2.1	直流機分巻界磁巻線	69
7.2.2	直流機直巻界磁巻線	70
7.2.3	補極界磁巻線	70
7.2.4	補償界磁巻線	70
7.2.5	同期機励磁巻線	70
7.3	変圧器巻線	71
7.4	絶縁耐力および絶縁抵抗	73
7.4.1	絶縁耐力	73
7.4.2	絶縁抵抗	77
7.5	摘 要	77
7.6	問 題	78

第8章 損失および効率

8.1 損失の種類	79
8.2 鉄損	79
8.2.1 電機子鉄心における鉄損	79
ヒステリシス損——うず電流損	
8.2.2 歯における鉄損	81
8.2.3 全鉄損	82
8.2.4 変圧器の鉄損	82
8.2.5 極片表面損	82
8.2.6 歯脈動損	83
8.3 抵抗損	83
8.3.1 概説	83
8.3.2 直流電機子巻線の抵抗損	84
8.3.3 電機子スロット内に収めた導体中の正弦波交流に対する抵抗比	84
単相巻線の場合——二層巻線の場合	
8.3.4 直流電機子導体の抵抗比	86
8.3.5 変圧器コイルにおける抵抗比	86
円板状コイルの場合——円筒コイルの場合	
8.3.6 スロット主磁束によるうず電流損	87
8.3.7 ブラシ接触面における電気損	87
8.4 摩擦損	87
8.4.1 軸受摩擦損	87
円筒軸受——玉軸受	
8.4.2 ブラシ摩擦損	88
8.5 風損	88
8.6 漂遊負荷損	89
直流機——同期機——誘導電動機——変圧器	
8.7 効率	89
効率の定義——総合効率——実測効率と規約効率	
8.8 損率	91

8.9 効率の概数	92
8.10 摘要	92
8.11 問題	93

第9章 容量の決定

9.1 使用	94
連続使用—短時間使用—反復使用—始動の影響ある反復作用— 電気制動を含む反復使用—反覆負荷連続使用—電気制動を含む反 復負荷連続使用—変速度反復負荷連続使用—負荷時間率	
9.2 定格	98
連続定格—短時間定格—反覆定格—等価定格—使用と定格との関係	
9.3 容量の決定	99
9.4 単位機器の容量の制限	101
直流機—同期発電機—誘導電動機—変圧器	
9.5 摘要	104
9.6 問題	105
9.7 補遺	105

第10章 寸法の決定

10.1 トルク	106
10.2 平均回転推力	107
10.3 出力係数	108
10.4 電機子直径の決定	108
直流機—同期発電機—同期発電機タービン直結形—誘導電動機	
10.5 整流子直径の決定	110
10.6 比電気装荷と磁気装荷	110
直流機—同期機—誘導電動機—変圧器	
10.7 変圧器の寸法の決定	112
10.8 摘要	113
10.9 問題	114

第11章 機械的 設計

11.1 軸	115
11.1.1 軸の直径の決定	116
ねじりモーメント—曲げモーメント—ねじりモーメントと曲げモーメント—動力の伝達—軸のたわみ	
11.1.2 軸荷重と軸受圧力	116
11.1.3 臨界速度	117
11.2 軸 受	118
11.2.1 円筒軸受	118
11.2.2 玉軸受ところ軸受	120
11.2.3 輪形スラスト軸受	121
11.3 整流子	122
11.4 固定子わくおよび磁気わく	124
11.5 その他機械的強度計算	125
11.6 摘 要	128
11.7 問 題	129

第12章 つりあい, 振動および騒音

12.1 つりあい	130
静止のつりあい—運動のつりあい—高速度機のつりあい—振動の測定	
12.2 振 動	132
12.3 騒 音	133
回転機の騒音—変圧器の騒音	
12.4 摘 要	134
12.5 問 題	135

第13章 設 計 例

13.1 直流発電機	136
13.1.1 電機子の設計	137

	<i>D</i> ² の決定——極数の決定——直径の決定—— <i>l</i> の決定——巻線の設計——ギャップの決定——整流子の設計	
13.1.2	界磁部分の設計	142
13.1.3	磁気回路の計算	143
	每極の磁束——磁気回路の断面積——每極アンペア回数の計算	
13.1.4	無負荷飽和曲線	146
13.1.5	界磁巻線の設計	148
	分巻コイルの設計——直巻コイルの設計	
13.1.6	補極の設計	149
	補極鉄心——補極に要する <i>AT</i> の計算——補極コイル	
13.1.7	整流作用の検討	151
13.1.8	効 率	151
	鉄損——機械損——回路抵抗——効率	
13.1.9	温度上昇	153
	電機子の温度上昇——整流子の温度上昇——界磁コイルの温度上昇	
13.2	水車発電機	154
13.2.1	電機子の設計	154
	寸法の決定——巻線の設計——ギャップの決定——電機子鉄心外径の決定	
13.2.2	磁気回路のアンペア回数の計算	160
	每極の磁束——磁気回路の断面積	
13.2.3	電機子反作用	162
13.2.4	漏れリアクタンス	162
13.2.5	定格電流に等しい三相短絡電流を流すに要する界磁アンペア回数	163
13.2.6	短絡比	163
13.2.7	同期インピーダンス係数	163
13.2.8	全負荷の場合の所要界磁アンペア回数の計算	163
13.2.9	界磁コイルの計算	164
13.2.10	特性曲線	164
13.2.11	損失および効率	165
13.3	三相誘導電動機（巻線形）	166

13.3.1	固定子の設計	167
	寸法の決定——ギャップの長さ——スロットおよび巻線の決定	
13.3.2	回転子の設計	169
	巻線の決定——スロットの決定	
13.3.3	漏れリアクタンスの計算	170
13.3.4	抵抗の計算	172
	固定子巻線の抵抗——回転子巻線の抵抗	
13.3.5	磁気回路および磁化電流の計算	173
13.3.6	無負荷損失	174
	鉄心の損失——歯の損失	
13.3.7	抵抗損	175
	一次抵抗——二次抵抗——全抵抗損	
13.3.8	効率	175
13.3.9	かご形回転子の設計	176
	スロット数の選定——回転子バーの電流——回転子端絡環の電流—— 導体の寸法の決定——スロットの寸法の決定——回転子巻線の抵抗の 計算	
13.4	単相変圧器	177
13.4.1	予備計算	177
13.4.2	鉄心の設計	178
13.4.3	コイルの設計	179
13.4.4	損失および効率	181
	抵抗損——鉄損——効率	
13.4.5	漏れインピーダンスおよび電圧変動率	182
13.4.6	磁化電流	183
13.5	摘要	183
13.6	問題	186

附 録 電 気 材 料

1.	導電材料	187
	概説——銅線——整流子片——アルミニウム線——鑄込回転子用アル	

ミニウム——その他	
2. 磁性材料	189
けい素鋼板——その他の回転機の磁気回路用材料——磁化特性曲線	
3. 絶縁材料	192
絶縁紙類——ファイバ——布類——マイカ——石棉——ガラス繊維—— ワニス——絶縁コンパウンド——注型用コンパウンド——樹脂系絶縁 材料——天然ゴム絶縁材料——合成ゴム——絶縁油	
索引	208