

通信教育講座

材料強化学

町田 輝史 著

JTEX

CONTENTS

1 か月目学習(T-1)

1 章 力の作用	1
1.1 力とは	2
1.1.1 物体を動かす存在	2
1.1.2 力の大きさ	3
○力の単位	3
1.1.3 荷重と反力	4
○物体の運動に関する3法則	4
1.1.4 力の表示法	5
1.1.5 力のモーメント	5
○体重の表記	5
1.2 力の合成と移動	7
1.2.1 多数の力の合成	7
1.2.2 力の移動	9
1.2.3 剛体に働く力の合成と分解	10
1.3 変位と仕事	12
1.3.1 変位と束縛	12
1.3.2 仕事と位置エネルギー	13
○エネルギーの単位	14
1.3.3 エネルギー保存則	15
○エネルギー	15
1.3.4 仮想仕事とは	16
○物体の潜在エネルギー	16
1.3.5 位置エネルギー極小の原理	17
○アインシュタインの生涯	18
2 章 応力とひずみ	21
2.1 応力とは	22
2.1.1 荷重の種類	22
2.1.2 外力と内力	23
2.1.3 部材直径と部材強度	24

2.1.4	応力による比較	24
	○ギリシャ文字	25
	○SI単位と工学単位	26
2.1.5	内力の伝達と応力分布	26
2.2	ひずみとは	29
2.2.1	変位と変形	29
2.2.2	長さとの関係	29
2.2.3	ひずみ	30
2.3	応力の種類	32
2.3.1	応力の図示表現	32
2.3.2	3種の単純応力	34
2.3.3	斜断面の応力	37
	○切る道具のいろいろ	39
	○三角法	40
	○加法定理とラジアン	41
2.4	部材の安全な設計	43
2.4.1	材料の機械的性質	43
2.4.2	安全率と許容応力	45
2.4.3	安全率のとり方	46
3章	応力-ひずみ関係	49
3.1	フックの法則	50
3.1.1	外力により生じる変形	50
3.1.2	フックの法則の表現	50
	○フックの法則の確認実験	51
	○フックの法則の前夜	52
3.1.3	弾性係数の働き	53
3.2	応力-ひずみ線図	54
3.2.1	引張試験	54
3.2.2	弾性と塑性	55
3.2.3	応力-ひずみ曲線の典型的形状	55
3.2.4	延性材料と脆性材料	57
3.2.5	ポアソン比	58

4章 環境による応力発生	61
4.1 自重による応力	62
○明石海峡大橋	63
4.2 内圧による応力発生	64
4.2.1 薄肉円筒の強さ	64
4.2.2 球殻の強さ	66
○貯蔵タンクの形状	67
4.3 内部孔や外部疵に生じる応力	68
4.3.1 応力集中	68
4.3.2 応力集中源	69
4.3.3 応力集中係数	69
4.4 繰返し応力効果	72
4.4.1 疲労現象	72
4.4.2 疲労限度	73
4.4.3 S-N線図	74
○疲労と航空機事故	75
4.5 負荷の速度による応力	76
4.5.1 弾性エネルギー	76
4.5.2 静荷重と衝撃荷重	77
4.5.3 衝撃応力	78
○衝撃力の利用	79
4.6 時間による効果	81
4.6.1 クリープ	81
4.6.2 クリープ曲線	82
4.6.3 ひずみ回復	82
4.7 温度変化によって生じる応力	84
4.7.1 熱膨張	84
4.7.2 熱応力	84
○熱応力の効果	86
5章 材料の機械的性質	87
5.1 材料試験とは	88
○非破壊試験(検査)のおもな方法	89
5.2 物理的性質	90
5.3 機械的性質	92
5.3.1 引張試験(tension test)	92

5.3.2	圧縮試験 (compression test)	96
5.3.3	せん断試験 (shear test)	96
5.3.4	曲げ試験 (bending test)	96
5.3.5	ねじり試験 (torsion test)	96
5.3.6	衝撃試験 (impact test)	96
5.3.7	硬さ試験 (hardness test)	97
5.4	破壊現象	99
5.4.1	破損と破壊	99
5.4.2	破壊の様式	99
5.4.3	破壊に及ぼす要因	99
5.4.4	脆性破壊と延性破壊	100
5.4.5	初期の破壊理論	101
5.4.6	破壊強度と破壊力学	102
5.5	低温脆性	104
	○低温脆性の発見	105
5.6	性質の表現	106
5.6.1	性質を表す技術用語	106
5.6.2	機械・構造用材料の選定	107
6章	材料強度と組織構造	109
6.1	弾性破損, 降伏	110
6.1.1	弾性と塑性の境界	110
6.1.2	単結晶のすべり	110
	○フォークダンス	113
6.1.3	完全結晶の降伏強さ	114
6.2	実在結晶の降伏応力	116
6.2.1	転位	116
6.2.2	完全結晶	117
	○ホイスカ	118
	○高張力	119
6.3	多結晶体の組織と強さ	120
6.3.1	金属と合金	120
6.3.2	金属の組織	121
6.3.3	ペッチの関係	122
6.3.4	結晶粒界の作用	124
6.4	複合材料	126
6.4.1	材料特性の補完	126

- 6.4.2 鉄筋コンクリート 126
- 6.4.3 繊維強化プラスチック 127
 - 日干し煉瓦と土塀 127
- 6.4.4 複合則 128

3 か月目学習(T-3)

7章 はりに働くせん断力と曲げモーメント	131
7.1 はり	132
7.1.1 はりの種類	132
7.1.2 はりの反力	133
7.2 反力の計算	133
7.2.1 はりのつり合い	133
7.2.2 荷重, 反力の模式表現	134
7.2.3 鉛直方向の力のつり合い	135
7.2.4 回転力のつり合い	135
7.3 はりのせん断力	136
7.3.1 せん断力の計算	136
7.3.2 せん断力線図	137
7.3.3 せん断力で破壊しない条件	139
○せん断力で切る	140
○はりのせん断応力の分布	141
7.4 はりの曲げモーメント	142
7.4.1 はりのたわみと曲げモーメント	142
7.4.2 曲げモーメントの計算法	143
7.4.3 曲げモーメントの分布	144
7.4.4 曲げモーメント線図 (BMD)	147
7.4.5 曲げモーメントとせん断力の関係	148
8章 曲げ応力と曲げ強度	151
8.1 曲げ現象	152
8.1.1 曲げられた棒の伸縮	152
8.1.2 曲げ変形の特徴	153
8.2 曲げ応力	154
8.2.1 曲げで生じるひずみと応力	154
8.2.2 曲げ応力とは	155
○曲げの科学史	156
8.3 曲げ応力と曲げモーメント	157
8.3.1 抵抗モーメント	157

8.3.2	曲げモーメントと曲げ応力の関係	157
8.3.3	曲げ応力の基本公式	158
8.4	断面係数	160
8.4.1	断面係数の働き	160
8.4.2	断面係数の求め方	161
8.5	断面形状と強さ	164
8.5.1	軽量断面の選択	164
8.5.2	材料特性と断面形状	164
8.6	たわみ	166
8.6.1	たわみによって生じる問題	166
8.6.2	弾性曲線	166
	○はりのたわみの計算	169
8.7	断面の設計方法	170
8.7.1	強度設計	170
8.7.2	平等強さのはり	171
9章	柱の座屈強さと軸のねじり強さ	175
9.1	柱の強度	176
9.1.1	座屈と端末条件	176
9.1.2	座屈と曲げ剛性	177
	○曲げ剛性と断面形状	177
9.1.3	柱の強度(座屈強さ)	178
9.2	軸に働く力とねじり応力	181
9.2.1	ねじり力とねじり変形	181
9.2.2	軸の強さ(ねじり応力)	182
9.2.3	伝動軸の設計	184
10章	組合せ応力	185
10.1	垂直応力と曲げ応力の組合せ	186
10.1.1	応力の重ね合せ	186
10.1.2	部材形状によって生じる複数の応力	186
	○しゃこ万力	188
10.2	互いに直交する2方向の引張力によって生じる応力	189
10.2.1	多軸引張力の作用状況	189
10.2.2	主応力と主平面	191
10.2.3	モールの応力円	192
10.2.4	主応力と主せん断応力の計算	193

10.3	曲げ応力とねじり応力の組合せ	196
10.3.1	相当モーメント	196
10.3.2	曲げ応力が作用する軸の径の計算	197
11章	降伏と塑性	199
11.1	真応力-真ひずみ関係	200
11.1.1	真応力と真ひずみ	200
11.1.2	真応力-真ひずみ曲線	201
	○対数の性質	201
11.1.3	応力-ひずみ曲線の実験式	203
11.1.4	加工硬化係数	204
11.1.5	塑性異方性係数	205
11.2	弾性破損条件または降伏条件	208
11.2.1	降伏条件	208
11.2.2	主応力説 (maximum principal stress theory)	208
11.2.3	最大主ひずみ説 (maximum strain theory)	208
11.2.4	最大せん断応力説 (maximum shear stress theory)	209
11.2.5	弾性ひずみエネルギー説 (total strain energy theory)	209
11.2.6	せん断弾性ひずみエネルギー説 (distortion energy theory)	210
11.2.7	相当応力・相当ひずみ	211
12章	建築構造と部材強度	213
12.1	アーチ構造	214
12.1.1	石造りのアーチ	214
12.1.2	アーチ形屋根	215
12.1.3	構造部材の形態	216
12.2	骨組構造	216
12.2.1	アーチ構造部材	216
12.2.2	骨組構造の種類	218
12.2.3	部材に働く力	219
12.2.4	トラスのたわみ	223
	○東京タワーとスカイツリー	225
12.3	軽量部材	226
12.3.1	高層建築	226
12.3.2	比強度	228
	○生きものの骨格	228
	○トラスとモノコック	229