

目 次

序 論	井町 勇	1
振動に関する問題		1
自由振動		1
強制振動		2
自励振動		2
波動と衝撃		3
1. 振動の数学的準備	市川 邦彦	4
1.1 振動問題の微分方程式		4
1.2 定数係数線形微分方程式の解法		5
1.3 微分方程式解法例		7
1.4 ウェイティング関数		10
1.5 ラプラス変換法		11
1.6 ラプラス変換による微分方程式の解法		12
1.7 ラプラス逆変換		14
1.8 伝達関数		16
1.9 周波数応答		16
2. 一自由度の振動系	井町 勇	20
2.1 運動の方程式		20
2.2 保存場における自由振動		21
2.2.1 振動の問題とならない振動		21
2.2.2 保存場の意味		21
2.2.3 線形復元力のある場合の解の形と振動特性		22
2.2.4 例		23
2.2.5 非線形復元力のある場合の自由振動		27
2.2.6 運動のエネルギーも u の関数となる一般的な力学系		30
2.3 減衰および減衰自由振動		31

2	目 次	
2.3.1	減衰抵抗の種類	31
2.3.2	粘性型減衰振動	32
2.3.3	粘性型減衰振動	33
2.3.4	定対数減衰率型減衰振動	33
2.3.5	固体摩擦型減衰振動	34
2.3.6	速度の2乗に比例する抵抗—近似解法	35
2.3.7	斜交座標による減衰振動の図示	37
2.4	強制振動	38
2.4.1	序	38
2.4.2	粘性減衰型振動系の強制振動	39
2.4.3	定対数減衰率型振動系の場合	43
2.4.4	固体摩擦型の場合	44
2.4.5	等価粘性抵抗を考える近似法	48
2.4.6	過渡応答問題と共振の発達	49
2.4.7	非線型弾性系の強制振動	50
2.5	自励振動	53
2.5.1	復元力の作用のおくれ	53
2.5.2	復元力とは別に変位に比例する外力があり, それが 90° 進んだ成分をもつ 場合	54
2.5.3	弛緩振動	55
2.5.4	現実の固体摩擦	55
3.	多自由度系の振動	池谷 和夫 57
3.1	振動の自由度	57
3.2	自由振動	57
3.3	規準振動様式と一般座標	59
3.4	強制振動	60
3.5	Lagrange の方程式	63
3.6	電気回路との対応	65
3.7	機械回路とその素子	66
3.8	回転振動系	70

	目 次	3
3.9	音響回路とその素子	70
4.	弾性体の振動	76
4.1	絃, 索の振動	西村 融 76
4.1.1	多自由度系から連続体へ	76
4.1.2	絃あるいは索の運動方程式	81
4.1.3	近似計算	84
4.2	直線棒の振動	87
4.2.1	直線棒の縦振動	87
4.2.2	直線棒の振り振動	89
4.3	直線棒の横振動	91
4.3.1	直線棒の横振動	91
4.3.2	直線棒の過度横振動	94
4.4	固有振動数の近似計算法	96
4.4.1	Ritzの方法	96
4.4.2	断面形が変化する棒の横振動	98
4.5	棒における連成振動	99
4.6	膜および平板の振動	102
4.6.1	膜の振動	102
4.6.2	平板の曲げ振動	103
4.7	強制振動	108
4.8	剪断力および回転慣性の影響	110
5.	振動の一般論	滝沢 英一 112
5.1	振動と波動	112
5.2	Lagrange の運動方程式と Hamilton の正準方程式	114
5.3	平衡点付近の振動	129
5.4	振動方程式の一般型とグリーン関数	138
5.5	伝達関数による方法	143
5.6	弾性線型鎖の振動	149
5.7	パラメータ共鳴	156
5.8	Random な外力を受ける振動系	161

4	目次	
6.	往復機械の振動	杉山 善幸 168
6.1	ピストン・クランク機構の力学	169
6.2	直列型発動機のつり合せ	175
6.3	クランク軸の振り振動	180
6.4	振り振動減衰器	189
7.	回転機械の振動	山本 敏男 194
7.1	回転軸の危険速度	194
7.2	回転体の不釣合い, 回転機械の釣合せ	196
7.3	回転運動と並進運動との対比	201
7.4	回転体の力学	201
7.5	軸受台の剛性による振動	209
7.6	玉軸受に原因する各種の振動	210
7.7	偏平軸の振動, 運動の安定性	212
7.8	回転速度の周期的変動による振動	216
7.9	軸剛性の非線形性に基因する振動	218
7.10	自励振動的な原因による回転軸の振動	219
7.10.1	軸材料のヒステリシスによる旋回運動	221
7.10.2	オイルフィップ	222
7.10.3	軸案内面と軸との間の乾性摩擦による振動	223
8.	非線型振動	滝沢 英一 224
8.1	非線型振動と線型振動	224
8.2	非線型振動系の近似解について	225
8.3	摂動法	227
8.4	W K B 法	232
7.5	P L K 法	235
8.6	Krylov-Bogoliubov-Mitropolyskii の方法	243
8.7	振動の安定と不安定	249
8.8	Pontryagin の最大原理	258
9.	自励振動	井町 勇 265
9.1	序	265
9.2	一自由度の振動系の自励振動	266
9.2.1	負の減衰項	266
9.2.2	復元力の作用の時間的おくれ	267
9.2.3	位相ずれのある復元力	267
9.2.4	現実の固体摩擦による自励振動	267
9.2.5	流れの中の物体のフラッタの例	267
9.2.6	長さの変わる単振り子	268
9.2.7	二階線型微分方程式であらわされる運動の安定性について	270
9.3	多自由度の自励振動	271
9.3.1	二自由度の場合の基礎理論	271
9.3.2	走行車輛の方向安定の問題	274
9.3.3	板のフラッタの初歩的問題	276
9.3.4	板のフラッタの更に進んだ取扱い	278
9.3.5	ヘリコプターロータの地上共振	279
10.	運動の安定問題	山本 敏男 283
10.1	運動の安定, 不安定	283
10.2	運動の安定, 不安定の判別	288
10.3	不安定振動の例	290
10.3.1	送風機のサージング	290
10.3.2	調速機のハンティング	292
11.	振動の統計的処理	市川 邦彦 294
11.1	緒言	294
11.2	全線試験	295
11.3	統計理論	298
11.3.1	不規則過程	298
11.3.2	自己相関関数	300
11.3.3	パワー密度スペクトル	303
11.4	統計理論の応用	307
11.4.1	振動数解析	307
11.4.2	道路のよさの量的表現	310

12. 衝撃および緩衝	井町 勇	312
12.1 序		312
12.2 一自由振動系に対する衝撃		313
12.2.1 一自由度振動系に対する外力衝撃		314
12.2.2 支持点の強制変位, ばねを介しての衝突		315
12.2.3 質量 衝撃		316
12.3 一様な棒に対する縦衝撃		317
12.4 棒の縦衝撃と挫屈		320
12.5 一様な棒の横質量衝撃		321
12.6 緩 衝		323
12.6.1 緩衝と防振		323
12.6.2 減衰器のない系の緩衝		324
12.6.3 減衰の効果		325
12.6.4 形状および塑性変形の影響		327
12.6.5 重量の落下に対する緩衝と緩衝効率		327
13. 振動測定法および試験法	池谷 和夫	329
13.1 振動の測定		329
13.2 振動変換器		331
13.2.1 可変リアクタンス, 可変抵抗変換器		331
13.2.2 能動形変換器		334
13.3 振動測定装置の特性		336
13.3.1 感 度		336
13.3.2 最小感動値		336
13.3.3 直線性の範囲		336
13.3.4 使用周波数範囲		336
13.3.5 移 相 特 性		337
13.3.6 周 囲 条 件		337
13.3.7 物理的性質		337
13.4 自蔵形振動計		338
13.4.1 バイプログラフ		338

13.4.2 バイプロメータ	339
13.4.3 振動片形周波数計	339
13.4.4 そ の 他	341
13.5 可変容量変換器	342
13.5.1 変換器素子	342
13.5.2 電 気 回 路	344
13.6 誘導形変換器	347
13.6.1 動電形変換器	348
13.6.2 電磁形変換器	349
13.6.3 うず電流形変換器	350
13.6.4 磁気歪形変換器	350
13.6.5 相互インダクタンス形変換器	351
13.6.6 差動変成器形変換器	352
13.6.7 可変レラクタンス変換器	352
13.7 圧電形変換器	353
13.7.1 圧電形加速度計	354
13.7.2 ピエゾ抵抗形加速度計	356
13.8 ストレンゲージ変換器	357
13.8.1 ストレンゲージ	357
13.8.2 ストレンゲージのとりつけ	359
13.8.3 電 気 回 路	359
13.9 その他の変換器および振動測定法	361
13.9.1 可変ポテンショメータ変換器	361
13.9.2 電気化学的変換器	362
13.9.3 電子管式変換器	364
13.9.4 オプトロン	364
13.9.5 光干渉計による方法	365
13.9.6 マイクロ波, 超音波による方法	365
13.10 振動の周波数分析と記録	367
13.10.1 周波数分析器	367

13.10.2 磁気録音機	367
13.10.3 高速度レベルコーダ	368
索 引	369