

Inhaltsverzeichnis

Synthetische Kontinuumsmechanik

1	Grundlagen der Kontinuumsmechanik	3
2	Tensorrechnung	9
2.1	Vektoren	10
2.2	Koordinatensysteme	15
2.3	Tensoren	20
2.4	Tensoralgebra	25
2.5	Tensoranalysis	36
2.6	Doppeltensoren	43
3	Kinematische Größen	55
3.1	Konfiguration und Deformation	55
3.2	Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung	58
3.3	Deformation und Deformationsgradient	60
3.4	Verschiebung und Verschiebungsgradient	63
3.5	Verzerrung und Verzerrungsmaße	64
3.6	Kompatibilitätsbedingungen	70
3.7	Geschwindigkeitsgradient und Verzerrungsgeschwindigkeit	72
3.8	Starrkörperkinematik	76
3.9	Geometrische Linearisierung	77
3.10	Allgemeine Darstellung von Verzerrungstensoren	80
4	Kinetische Größen	83
4.1	Äußere Lasten	83
4.2	Cauchy-Spannungen	84
4.3	Piola-Kirchhoff-Spannungen	86
5	Bilanzgleichungen	89
5.1	Zustandsgrößen	89
5.2	Transporttheoreme	92
5.3	Allgemeine Bilanzgleichung	95
5.4	Massenbilanz	96
5.5	Impulsbilanz	97

5.6	Drehimpulsbilanz	100
5.7	Energiebilanz	106
5.8	Entropiebilanz	109
5.9	Bilanzen des thermomechanischen Problems	111
5.10	Konjugierte und duale Variable	113
6	Materialgleichungen	121
6.1	Allgemeine Form	122
6.2	Objektive Tensoren	124
6.3	Isotrope Funktionen	133
6.4	Materialklassen	134
6.5	Hyperelastisches Material	136
6.6	Lineare Elastizität	142
6.7	Finite Elastizität	145
6.8	Wärmeleitung	150
6.9	Thermoelastisches Material	155
6.10	Lineare Thermoelastizität	158
6.11	Finite Thermoelastizität	159
7	Grundgleichungen der linearen Thermoelastizität	163
<hr/>		
Analytische Kontinuumsmechanik		
<hr/>		
8	Analytische und synthetische Kontinuumsmechanik	171
9	Grundlagen der Variationsrechnung	177
9.1	Funktionalanalysis	178
9.2	Notwendige Bedingungen für ein relatives Minimum	183
9.3	Euler-Lagrangesche Gleichung	188
9.4	Natürliche Randbedingungen	193
9.5	Der Lagrangesche δ -Prozeß	195
9.6	Aufgaben mit mehreren unbekannten Funktionen	199
9.7	Aufgaben mit mehreren unabhängigen Variablen	201
9.8	Aufgaben mit höheren Ableitungen	204
9.9	Aufgaben mit Nebenbedingungen	207
10	Das inverse Problem der Variationsrechnung	215
10.1	Potential eines Vektorfeldes	215
10.2	Funktional einer Differentialgleichung	216
10.3	Lineare Differentialgleichungen	220

11 Näherungslösungen auf der Basis von Prinzipen	223
11.1 Das Ritzsche Verfahren	223
11.2 Das Galerkinsche Verfahren	225
11.3 Die Methode der gewichteten Residuen	226
12 Die Prinzipie der Punktmechanik	231
12.1 Das Prinzip von d'Alembert in der Lagrangeschen Fassung	231
12.2 Das Prinzip von Hamilton	233
12.3 Probleme bei der Lagrangeschen Variation	235
12.4 Probleme mit nichtholonomen Nebenbedingungen	237
13 Variationelle Prinzipie der Kontinuumsmechanik	243
13.1 Das Prinzip der virtuellen Arbeit	245
13.2 Das Prinzip der virtuellen Temperatur	248
13.3 Ein thermomechanisches Prinzip	250
14 Variationsprinzipie der linearen Elastostatik	253
14.1 Formänderungsenergie und die Sätze von Clapeyron, Betti und Maxwell	255
14.2 Prinzip der virtuellen Verschiebungen	258
14.3 Prinzip vom Minimum der potentiellen Energie	259
14.4 Erweitertes Prinzip vom Stationärwert der potentiellen Energie	262
14.5 Prinzip von Hu-Washizu	264
14.6 Prinzipie von de Veubeke und Hellinger-Reissner	266
14.7 Prinzip vom Minimum der komplementären Energie	270
14.8 Prinzip der virtuellen Kräfte	273
14.9 Ein Prinzip mit unabhängigen Randfeldern	273
14.10 Die Sätze von Castigliano und Menabrea	275
15 Variationsprinzipie der finiten Elastostatik	279
15.1 Prinzip vom Stationärwert der potentiellen Energie	279
15.2 Stabilität der Gleichgewichtslage	281
15.3 Abgeleitete Variationsprinzipie	282
16 Variationsprinzipie der Dynamik	285
16.1 Verallgemeinertes Prinzip von Kirchhoff-Hamilton	285
16.2 Prinzip von Kirchhoff-Hamilton für konservative Systeme	287
16.3 Ein Variationsprinzip für die Wärmeleitung	289
16.4 Ein Prinzip für den thermoelastischen Körper	291

Kontaktmechanik

17 Einführung in die Kontaktmechanik	295
---	-----

18	Singuläre Flächen	301
18.1	Kinematik	301
18.2	Allgemeine Bilanzgleichung	303
18.3	Bilanzgleichungen für das Volumen	307
18.4	Bilanzgleichungen für die singuläre Fläche	309
19	Synthetische Kontaktmechanik	313
19.1	Kontaktkinematik	313
19.2	Kontaktkinetik	318
19.3	Formulierung der Kontaktbedingungen	319
19.4	Kontaktbilanzen	321
20	Konstitutive Kontaktgesetze	325
20.1	Formulierung des Tangentialkontakts	325
20.2	Allgemeine Form	330
20.3	Objektivität der Kontaktgrößen	331
20.4	Reibungsfreier Kontakt	332
20.5	Reibungsbehafteter Kontakt	336
20.6	Wärmeleitung	339
20.7	Thermomechanischer Kontakt	343
21	Analytische Kontaktmechanik	347
21.1	Variation der kinematischen Größen	347
21.2	Variationsungleichungen	350
21.3	Active-Set-Strategie	356
21.4	Lagrangesche Multiplikatoren	360
21.5	Penalty-Methode	364
21.6	Perturbed-Lagrange-Methode	367
21.7	Augmented-Lagrange-Verfahren	369
21.8	Formulierung für das thermomechanische Kontaktproblem	372

Diskretisierungsverfahren und numerische Beispiele

22	Diskretisierungsverfahren	377
23	Die Methode der finiten Elemente	383
23.1	Diskretisierung des mechanischen Problems	385
23.2	Diskretisierung des thermischen Problems	390
23.3	Diskretisierung des thermomechanischen Problems	393
23.4	Behandlung nichtlinearer Probleme	398
23.5	Behandlung zeitabhängiger Probleme	403
23.6	Lösung des linearen Gleichungssystems	411
23.7	Fehleranalyse und adaptive Verfahren	413

24	Inkrementierung des thermomechanischen Problems	417
24.1	Inkrementierung des dynamischen Problems	417
24.2	Inkrementierung des instationären Problems	421
24.3	Inkrementierung des stationären Problems	423
25	Linearisierung des thermomechanischen Problems	425
25.1	Linearisierung des mechanischen Problems	426
25.2	Linearisierung des thermischen Problems	428
25.3	Linearisierung des gekoppelten Problems	429
25.4	Linearisierung der Spannungen	433
25.5	Linearisierung konfigurationsabhängiger Lasten	439
26	Behandlung des Kontaktproblems	441
26.1	Linearisierung des mechanischen Kontakts	442
26.2	Linearisierung des Normalkontaktgesetzes	446
26.3	Linearisierung des Tangentialkontaktgesetzes	446
26.4	Linearisierung des thermischen Kontakts	450
26.5	Numerische Aspekte	452
27	Numerische Beispiele	455
27.1	Gough-Joule-Effekt	456
27.2	Thermoelastische Dämpfung	462
27.3	Große Deformationen infolge Wärmedehnung	467
27.4	Wärmefluß bei großen Verzerrungen	470
27.5	Hyperelastisches Materialverhalten	473
27.6	Statischer Kontakt bei kleinen Deformationen	476
27.7	Statischer Kontakt bei großen Deformationen	483
27.8	Dynamischer Kontakt bei großen Deformationen	488
27.9	Thermische Kontaktinstabilität	490
27.10	Wärmeentwicklung durch Reibung	497

Anhang

A	Grundideen der konvexen Analysis	507
A.1	Mengen	507
A.2	Funktionen	509
A.3	Generalisierte Ableitung	510
A.4	Indikatorfunktion	511
B	Ein axialsymmetrisches Membranelement	515
B.1	Kinematik	515
B.2	Materialgesetz	519
B.3	Schwache Form	521
B.4	Linearisierung	522

XIV Inhaltsverzeichnis

B.5	Algebraisierung	523
Literaturverzeichnis	527
Sachverzeichnis	553

Kontinuums- und Kontaktmechanik
Synthetische und analytische Darstellung
Willner, K.
2003, XIV, 560 S. 6 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-540-43529-7