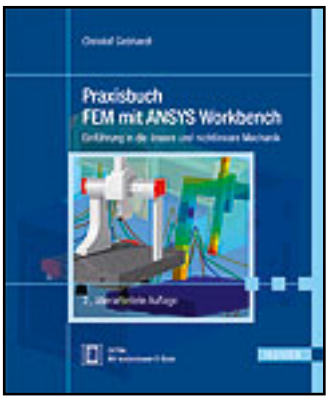
HANSER



Inhaltsverzeichnis

Christof Gebhardt

Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench

Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik

ISBN (Buch): 978-3-446-43919-1

ISBN (E-Book): 978-3-446-43956-6

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43919-1

sowie im Buchhandel.

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

Vorwort ... IX

1 Vorteile der simulationsgetriebenen Produktentwicklung 1

1.1 Zahl der Prototypen reduzieren ... 1
1.2 Kosten einsparen ... 3
1.3 Produktinnovationen fördern ... 4
1.4 Produktverständnis vertiefen ... 6

2 Voraussetzungen ... 7

2.1 Grundlagenkenntnisse ... 7
2.2 Organisatorische Unterstützung ... 8
2.3 Geeignete Soft- und Hardware-Umgebung ... 8

3 Grundlagen der FEM ... 11

3.1 Grundidee ... 11
3.2 Was heißt Konvergenz? ... 16
3.3 Was heißt Divergenz? ... 17
3.4 Genauigkeit ... 18

4 Anwendungsgebiete ... 21

4.1 Nichtlinearitäten ... 22
4.1.1 Kontakt ... 24
4.1.2 Nichtlineares Material ... 25
4.1.3 Geometrische Nichtlinearitäten ... 27
4.2 Statik ... 28
4.3 Beulen und Knicken ... 35
4.4 Dynamik ... 38
4.4.1 Modalanalyse ... 38
4.4.2 Angeregte Schwingungen ... 42
4.4.3 Fortgeschrittene modalbasierte Dynamik ... 44
4.4.4 Nichtlineare Dynamik ... 52

4.5 Topologie-Optimierung ... 65
4.6 Betriebsfestigkeit ... 66
4.7 Composites ... 73
4.8 Weitergehende Simulationen ... 77
4.8.1 Temperaturfelder ... 77
4.8.2 Strömung ... 78
4.8.3 Elektromagnetische Felder ... 79
4.8.4 Gekoppelte Analysen ... 80
4.8.5 Systemsimulation ... 82
4.9 Robust-Design-Optimierung ... 84

5 Standardisierung und Automatisierung ... 89

5.1 Generische Lastfälle ... 89
5.2 Skriptprogrammierung ... 91
5.3 Makrosprache Mechanical APDL ... 93
5.4 FEM-Simulation mit dem Web-Browser ... 94

6 Implementierung ... 97

6.1 Training ... 97
6.2 Anwenderunterstützung ... 99
6.3 Qualitätssicherung ... 100
6.4 Datenmanagement ... 101
6.5 Hardware und Organisation der Berechnung ... 101

7 Erster Start ... 107

7.1 Analyse definieren ... 107
7.2 Berechnungsmodell und Lastfall definieren ... 110
7.3 Ergebnisse erzeugen und prüfen ... 113

8 Der Simulationsprozess mit ANSYS Workbench ... 117

8.1 Projekte ... 118
8.1.1 Systeme und Abhängigkeiten ... 119
8.1.2 CAD-Anbindung und geometrische Varianten ... 122
8.1.3 Archivieren von Daten ... 127
8.2 Analysearten ... 129
8.3 Technische Daten für Material ... 130
8.4 Geometrie ... 132
8.4.1 Modellieren mit dem DesignModeler ... 132

8.4.2 Geometrie erstellen ... 133
8.4.3 Analysen in 2D ... 143
8.4.4 Balken ... 145
8.5 Modell ... 148
8.5.1 Die Mechanical-Applikation ... 148
8.5.2 Geometrie in der Mechanical-Applikation ... 152
8.5.3 Koordinatensysteme ... 153
8.5.4 Virtuelle Topologie ... 156
8.5.5 Kontakte ... 156
8.5.6 Netz ... 165
8.6 Setup ... 187
8.6.1 Analyseeinstellungen ... 187
8.6.2 Randbedingungen ... 189
8.6.3 Definitionen vervielfältigen ... 214
8.7 Lösung ... 216
8.7.1 Solver-Informationen ... 218
8.7.2 Konvergenz nichtlinearer Analysen ... 219
8.7.3 Wenn die Berechnung nicht durchgeführt wird ... 222
8.8 Ergebnisse ... 224
8.8.1 Spannungen, Dehnungen, Verformungen ... 224
8.8.2 Darstellung der Ergebnisse ... 228
8.8.3 Automatische Dokumentation – Web-Report ... 236
8.8.4 Schnitte ... 237
8.8.5 Reaktionskräfte und -momente ... 239
8.8.6 Ergebnisbewertung mit Sicherheiten ... 240
8.9 Lösungskombinationen ... 241

9 Übungen ... 243

9.1 Biegebalken ... 244
9.2 Scheibe mit Bohrung ... 246
9.3 Parameterstudie ... 248
9.4 Designstudien, Sensivitäten und Optimierung mit optiSLang ... 252
9.5 Temperatur und Thermospannungen ... 264
9.6 Festigkeit eines Pressenrahmens ... 266
9.7 FKM-Nachweis ... 270
9.8 Presspassung ... 276
9.9 Hertz'sche Pressung ... 280
9.10 Steifigkeit von Kaufteilen ... 284
9.11 Druckmembran mit geometrischer Nichtlinearität ... 290
9.12 Elastisch-plastische Belastung einer Siebtrommel ... 293
9.13 Bruchmechanik an einer Turbinenschaufel ... 302
9.14 Schraubverbindung ... 310

9.15 Elastomerdichtung ... 313
9.16 Aufbau und Berechnung eines Composite-Bootsrumpfs ... 322
9.17 Beulen einer Getränkedose ... 333
9.18 Schwingungen an einem Kompressorsystem ... 340
9.19 Mehrkörpersimulation ... 346
9.20 Containment-Test einer Turbine ... 352
9.21 Falltest für eine Hohlkugel ... 359
9.22 Lineare Dynamik einer nichtlinearen Elektronikbaugruppe ... 365
9.23 Kopplung von Strömung und Strukturmechanik ... 374
9.24 Akustiksimulation für einen Reflexionsschalldämpfer ... 376
9.25 Schallabstrahlung eines Eisenbahnrades ... 380
9.26 Elektrisch-thermisch-mechanischer Mikroantrieb ... 385
9.27 Verhaltensmodell für die Systemsimulation einer Messmaschine ... 389

10 Konfiguration von ANSYS Workbench ... 395

10.1 Maßeinheiten und Geometriearten festlegen ... 395
10.2 Simulationseinstellungen ... 396

11 Export von Daten ... 399

11.1 Einbindung von alternativen Solvern ... 399
11.2 Export zu Excel ... 400

Index ... 403