

Inhalt

1	Einleitung	1	3.5.3	Festlegen der Speichereinstellungen...	36
1.1	Arbeitsumgebungen.....	1	3.6	Der CATIA ELFINI Solver	37
1.2	Aufbau des Buches.....	2	3.7	Möglichkeiten der Vernetzung	38
1.3	Internet-Link	3	3.7.1	Beam-Elemente (1D-Elemente).....	38
2	Theoretische Grundlagen	5	3.7.2	Schalenelemente (2D-Elemente).....	38
2.1	Finite Elemente des elastischen Kontinuums – Verschiebungsansatz	5	3.7.3	Tetraederelemente (3D-Elemente)	39
2.2	Beispiel einer FEM-Berechnung	8	3.8	Der Abaqus Solver	39
3	Arbeitsumgebung GPS	11	4	Definition der Randbedingungen	41
3.1	Vorbereitung einer GPS-Analyse.....	13	4.1	Bedingungen direkt auf Bauteilgeometrie.....	42
3.2	Die Materialbibliothek	14	4.1.1	Feste Einspannung	43
3.2.1	Anlegen einer neuen Materialfamilie .	15	4.1.2	Flächenloslager.....	44
3.2.2	Anlegen eines neuen Materials	15	4.1.3	Erweiterte Bedingung (Allgemeine Definition)	46
3.2.3	Sonstige Icons in der Material Library	15	4.1.4	Isostatische Randbedingung	49
3.2.4	Übungsbeispiel Material Library	15	4.2	Virtuelle Elemente	49
3.2.5	Pfadeingabe für den neuen Materialkatalog.....	18	4.2.1	Starres virtuelles Teil	50
3.2.6	Materialzuordnung.....	20	4.2.2	Bewegliches virtuelles Teil	51
3.3	Vorgangsweise bei der Berechnung....	21	4.2.3	Virtuelles Kontaktteil	52
3.3.1	Definition der gewünschten FEM-Analyse.....	22	4.2.4	Beispiel zur Anwendung virtueller Teile	53
3.4	Einstiegsbeispiel für GPS.....	23	4.2.5	Virtuelles Teil mit starrer Feder.....	62
3.4.1	Aufgabenbeschreibung	23	4.2.6	Virtuelles Teil mit beweglicher Feder.	63
3.4.2	Öffnen des Startmodells	24	4.3	Randbedingungen über virtuelle Teile	64
3.4.3	Auswahl des Analyseprozesses.....	24	4.3.1	Loslager.....	65
3.4.4	Randbedingungen zur Bauteillagerung.....	24	4.3.2	Gleitdrehpunkt	65
3.5	Standardeinstellungen für GPS	32	4.3.3	Kugelgelenkverbindung.....	66
3.5.1	Spannungen in der Einheit MPa	32	4.3.4	Drehpunkt	67
3.5.2	Generelle Standardeinstellungen von GPS.....	33	4.4	Zusammenfassende Übersicht.....	67
			4.5	Berücksichtigung von Bauteilsymmetrien	68

Inhalt

4.5.1	Symmetrierandbedingung	68	6.6.1	Statischer Prozess.....	111
4.5.2	Periodizitätsbedingung	69	6.6.2	Durch die Statik erzwungene Frequenzen	112
5	Definition der Lasteinleitung	73	6.6.3	Frequenzprozess	113
5.1	Druck.....	74	6.6.4	Beulprozess.....	123
5.2	Verteilte Last	75	6.6.5	Kombinierter Prozess	128
5.3	Moment.....	78	6.6.6	Dynamische Schwingungsprozesse...	130
5.4	Lagerlast	81	7	Auswertung der Ergebnisse.....	135
5.5	Importierte Kraft.....	82	7.1	Darstellung des Netzes.....	135
5.6	Importiertes Moment	84	7.2	Von-Mises-Vergleichsspannungen ...	136
5.7	Streckenlast.....	84	7.3	Darstellung der Verformungen.....	140
5.8	Flächenlast	85	7.4	Darstellung der Hauptspannungen ...	142
5.9	Körperkraft	87	7.4.1	Die Normalspannungshypothese.....	144
5.10	Dichte der Kraft	88	7.4.2	Die Schubspannungshypothese	144
5.11	Beschleunigung	89	7.4.3	Die Gestaltänderungsenergie- hypothese	144
5.12	Rotation	90	7.5	Darstellung der Genauigkeit	150
5.13	Erzwungene Verschiebung.....	92	7.6	Analysetools.....	151
5.14	Temperaturfeld.....	94	7.6.1	Animieren.....	151
5.15	Zusammenfassende Übersicht.....	99	7.6.2	Schnittebenenanalyse	152
6	Durchführung der Berechnungen	101	7.6.3	Maßstabsfaktor der Verformung.....	152
6.1	Erster Rechenschritt	101	7.6.4	Extremwert bei Bild	153
6.2	Netzverfeinerung und weitere Berechnung	103	7.6.5	Informationen	153
6.3	Überprüfung der Genauigkeit.....	105	7.6.6	Bildlayout	154
6.4	Strategien bei der FEM-Analyse.....	108	7.7	Symbolleiste Analyseergebnisse.....	155
6.4.1	Qualitative Prüfung der Ergebnisse ..	109	7.7.1	Bericht der Basisanalyse	156
6.4.2	Variantenvergleich bei verfeinertem Netz	109	7.7.2	Verbesserter Bericht	156
6.4.3	Lokale Spannungsuntersuchungen ...	109	7.7.3	Protokoll der Berechnungen	158
6.5	Berechnungsmethoden im ELFINI-Solver.....	109	7.7.4	Listenbericht.....	158
6.5.1	Der Gauß-Algorithmus	110	7.8	Sensoren	159
6.5.2	Das Gradientenverfahren.....	110	7.8.1	Reaktionssensor	159
6.6	Verfügbare FEM-Analysen.....	111	7.8.2	Globaler Sensor	160
			7.8.3	Lokaler Sensor	161
			7.8.4	Werte für Sensoren anzeigen.....	163

8	Verfügbare Finite Elemente.....	165
8.1	1D-Elemente (Balkenelemente).....	165
8.1.1	Vorgangsweise bei der Vernetzung ..	165
8.1.2	Zuordnung von Eigenschaften	166
8.1.3	Berechnung mit Balkenelementen	170
8.2	2D-Elemente (Schalenelemente).....	171
8.2.1	Vorgangsweise bei der Vernetzung ..	172
8.2.2	Zuordnung der Eigenschaften	174
8.2.3	Berechnung mit Schalenelementen...	174
8.2.4	Definition veränderlicher Wandstärken	175
8.3	Viereckige Schalenelemente (2D-Elemente)	176
8.3.1	Vernetzung mit viereckigen Schalenelementen.....	177
8.3.2	Qualität des Netzes überprüfen	182
8.3.3	Netz editieren.....	184
8.3.4	Berechnung mit Schalenelementen...	186
8.4	3D-Elemente (Tetraederelemente)	188
8.4.1	Lineare Tetraederelemente (TE4)	188
8.4.2	Das parabolische Tetraederelement (TE10)	189
8.4.3	Unterschiede von TE4- und TE10- Elementen.....	189
8.5	Hexaederelemente (3D-Elemente)	190
8.6	Neuerungen in CATIA V5R14.....	193
8.6.1	Tetraeder Filler.....	193
8.6.2	Erweiterte Möglichkeiten bei der Hexaedervernetzung	199
9	Übungsbeispiele GPS.....	211
9.1	Stahlplatte mit Bolzenverbindung ...	211
9.2	Kipphebel.....	217
9.3	Sicherungsring.....	222
9.4	Optimierung eines Zylindergehäuses.	228
9.4.1	Konstruktionsvariante 1	228
9.4.2	Konstruktionsvariante 2	234
9.4.3	Konstruktionsvariante 3	236
9.4.4	Konstruktionsvariante 4	238
9.5	Vernetzung eines Zylinderkopfs mit dem Tetraeder-Filler.....	240
9.6	Zahnradberechnung mit Hexaederelementen.....	249
10	Baugruppenberechnung (GAS)	255
10.1	Bedingungen in der Baugruppe.....	255
10.1.1	Bedingungen im Assembly Design ...	255
10.1.2	Analysis-Connection-Bedingung (Analyse allgemeiner Verbindung) ...	256
10.2	Verbindungen zwischen zwei Teilen	261
10.2.1	Eigenschaft der fixierten Verbindung	261
10.2.2	Eigenschaft der Gleitverbindung.....	263
10.2.3	Eigenschaft der Kontaktverbindung .	264
10.2.4	Eigenschaft der fixierten Federverbindung.....	265
10.2.5	Eigenschaft der Presspassverbindung	265
10.2.6	Eigenschaft der Schrauben- verbindung	266
10.3	Ferne Verbindungen	267
10.3.1	Starre Verbindung.....	267
10.3.2	Bewegliche Verbindung.....	268
10.3.3	Verbindung mit virtuellem Festdrehen von Bolzen	270
10.3.4	Verbindung mit virtuellem Festdrehen von Federbolzen	271
10.3.5	Benutzerdefinierte Verbindung	273
10.4	Schweißverbindungen	275
10.4.1	Definition eines benutzerdefinierten Materials	276
10.4.2	Die Punktschweißverbindung	277
10.4.3	Nahtschweißverbindung	280

Inhalt

10.5	Übersicht der Baugruppenverbindungen	282
11	Übungsbeispiele zu Baugruppen	285
11.1	Abtriebswelle mit Riemenscheibe	285
11.2	Punktschweißverbindung.....	298
11.3	Schweißnahtverbindung.....	306
11.4	Kurbeltrieb eines Verbrennungsmotors	312
11.5	Baugruppe mit unterschiedlichen finiten Elementen	327
12	FEM-Berechnungen mit SIMULIA.....	333
12.1	Fluent for CATIA	333
12.1.1	Startbeispiel Rohrleitung mit Durchmessersprung.....	334
12.1.2	Strömungssimulation eines Sportflugzeugs	341
12.2	ANL Abaqus nichtlineare Simulationen.....	343
12.2.1	Nichtlineare Simulation von hyperelastischen Materialien	346
12.2.2	Reibungsbehaftete Vorgänge	355
12.3	ATH Abaqus Thermische Analysen ..	359
12.3.1	Berechnung der Wärmebelastung einer Bremsscheibe.....	360
12.3.2	Koppelung ANL und ATH	365
13	Hinweise für die Anwender.....	369
13.1	Modellprüfprogramm.....	369
13.2	Elemente gruppieren	370
13.3	Speichern und Versenden von Ergebnisdaten	372
13.4	Optimierung von Bauteilen (Knowledgeware)	374
13.5	Schnittstellen zu anderen Produkten	379
13.6	Allgemeine Hinweise	379
14	Literaturverzeichnis.....	381
15	Index.....	383