

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
3	Arbeitsumgebung GPS.....	11	4	Definition der Randbedingungen
3.1	Vorbereitung einer GPS-Analyse	13	4.1	Bedingungen direkt auf Bauteilgeometrie.....
3.2	Die Materialbibliothek	14	4.1.1	Feste Einspannung
3.2.1	Anlegen einer neuen Materialfamilie .	15	4.1.2	Flächenloslager
3.2.2	Anlegen eines neuen Materials	15	4.1.3	Erweiterte Bedingung (Allgemeine Definition)
3.2.3	Sonstige Icons in der Material Library	15	4.1.4	Isostatische Randbedingung
3.2.4	Übungsbeispiel Material Library	15	4.2	Virtuelle Elemente
3.2.5	Pfadeingabe für den neuen Materialkatalog.....	18	4.2.1	Starres virtuelles Teil
3.2.6	Materialzuordnung.....	20	4.2.2	Bewegliches virtuelles Teil
3.3	Vorgangsweise bei der Berechnung....	21	4.2.3	Virtuelles Kontaktteil
3.3.1	Definition der gewünschten FEM-Analyse.....	22	4.2.4	Beispiel zur Anwendung virtueller Teile.....
3.4	Einstiegsbeispiel für GPS.....	23	4.2.5	Virtuelles Teil mit starrer Feder.....
3.4.1	Aufgabenbeschreibung.....	23	4.2.6	Virtuelles Teil mit beweglicher Feder .
3.4.2	Öffnen des Startmodells	24	4.3	Randbedingungen über virtuelle Teile.....
3.4.3	Auswahl des Analyseprozesses.....	24	4.3.1	Loslager.....
3.4.4	Randbedingungen zur Bauteillagerung.....	24	4.3.2	Gleitdrehpunkt.....
3.5	Standardeinstellungen für GPS	32	4.3.3	Kugelgelenkverbindung.....
3.5.1	Spannungen in der Einheit MPa	32	4.3.4	Drehpunkt.....
3.5.2	Generelle Standardeinstellungen von GPS.....	33	4.4	Zusammenfassende Übersicht.....
			4.5	Berücksichtigung von Bauteilsymmetrien

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

Inhalt

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