

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

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 (Knowledgeware).....	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