

A
Schwarz 2

FORTRAN-Programme zur Methode der finiten Elemente

Von Dr. sc. math. Hans Rudolf Schwarz
a. o. Professor an der Universität Zürich

Mit 15 Figuren

Bibliothek Mechanik TUD



58021563

A

~~Technische Hochschule Darmstadt~~

Fachbereich Mechanik

Bibliothek

Inv.-Nr. BM 55/86



B. G. Teubner Stuttgart 1981

Inhalt

1	Allgemeine Bemerkungen zu den Programmen	9
1.1	Zielsetzung	9
1.2	Zur Auswahl der Programme	9
1.3	Organisation der Rechenprogramme	12
1.4	Spezielle programntechnische Hinweise	14
2	Elementmatrizen	15
2.1	Stab in allgemeiner Lage	15
2.2	Balken in spezieller räumlicher Lage	16
2.3	Dirichletprobleme	21
2.3.1	Quadratischer Ansatz im Dreieck	21
2.3.2	Quadratischer Ansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm	22
2.3.3	Reduzierter kubischer Ansatz im Dreieck	23
2.3.4	Kubischer Ansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm . .	25
2.3.5	Randintegrale für quadratischen und kubischen Ansatz	27
2.3.6	Isoparametrisches quadratisches Dreieckelement	28
2.3.7	Isoparametrisches quadratisches Viereckelement der Serendipity-Klasse	30
2.3.8	Krummliniges Randintegral, quadratischer Ansatz	32
2.4	Scheibenprobleme	33
2.4.1	Quadratischer Verschiebungsansatz im Dreieck	34
2.4.2	Quadratischer Verschiebungsansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm	35
2.4.3	Vollständiger kubischer Verschiebungsansatz im Dreieck mit Kondensation der Schwerpunktvariablen	36
2.4.4	Kubischer Verschiebungsansatz der Serendipity-Klasse im Parallelogramm	39
2.4.5	Spannungsberechnung in Elementen	41
2.5	Plattenprobleme	43
2.5.1	Konformes bikubisches Rechteckelement	43
2.5.2	Nichtkonformes kubisches Dreieckelement	46
2.5.3	Nichtkonformes kubisches Parallelogrammelement	48

3	Der Kompilationsprozess	50
3.1	Statisches Fachwerkproblem, Hüllenstruktur	51
3.2	Rahmenkonstruktion unter statischer Belastung, Bandstruktur	55
3.3	Elliptische Randwertprobleme	58
3.3.1	Quadratische geradlinige und isoparametrische Elemente, Bandstruktur	58
3.3.2	Kubische Elemente, Hüllenstruktur	62
3.3.3	Quadratische Elemente, kompakte Speicherung	66
3.4	Elliptische Eigenwertprobleme	72
3.4.1	Quadratische Elemente, Hüllenstruktur	72
3.4.2	Kubische Elemente, kompakte Speicherung	76
3.5	Scheibenprobleme	81
3.5.1	Belastete Scheibe, quadratische Ansätze, Hüllenstruktur	81
3.5.2	Schwingende Scheibe, kubische Ansätze, kompakte Speicherung	85
3.6	Plattenprobleme	89
3.6.1	Belastete Platte, konforme Elemente, Bandstruktur	89
3.6.2	Belastete Platte, nichtkonforme Elemente, kompakte Speicherung	92
3.7	Berücksichtigung der Randbedingungen	97
3.7.1	Statische Probleme	97
3.7.2	Schwingungsprobleme	99
3.7.3	Eigenvektoren der ursprünglichen Aufgabe	102
4	Lösung der linearen Gleichungssysteme	103
4.1	Skalierung der Gleichungssysteme	104
4.2	Cholesky-Verfahren für Bandmatrix	106
4.3	Cholesky-Verfahren für hüllenorientierte Speicherung	108
4.4	Vorkonditionierte Methoden der konjugierten Gradienten	111
4.4.1	Die vorkonditionierte SSOR-CG-Methode	111
4.4.2	Vorkonditionierung mit partieller Cholesky-Zerlegung	114
5	Behandlung der Eigenwertaufgaben	119
5.1	Reduktion auf ein spezielles symmetrisches Eigenwertproblem	119
5.2	Zyklisches Jacobi-Verfahren mit Eigenvektorberechnung	120

5.3 Skalierung der Matrizen, Rückskalierung der Eigenvektoren	123
5.4 Simultane Vektoriteration	125
5.5 Bisektionsmethode	131
5.6 Simultane Koordinatenüberrelaxation	143
6. Hauptprogramme mit Testbeispielen	149
6.1 Optimale Numerierung, Algorithmus von Cuthill-McKee	149
6.2 Statische Probleme	156
6.2.1 Belastetes Fachwerk, Hüllenstruktur	156
6.2.2 Belastete Rahmenkonstruktion, Bandstruktur	161
6.2.3 Elliptische Randwertaufgaben	164
6.2.3.1 Quadratische Ansätze, geradlinige und krummlinige Elemente, Bandstruktur	164
6.2.3.2 Kubische Ansätze, Hüllenstruktur	168
6.2.3.3 Quadratische Ansätze, vorkonditionierte SSOR-CG- Methode	172
6.2.4 Scheibenprobleme mit Spannungsberechnung, Hüllenstruktur . .	176
6.2.5 Plattenprobleme	182
6.2.5.1 Konforme Elemente, Bandstruktur	182
6.2.5.2 Nichtkonforme Elemente, vorkonditionierte CG-Methode	185
6.3 Schwingungsprobleme	189
6.3.1 Simultane Vektoriteration, elliptische Eigenwertaufgabe, quadratische Ansätze, Hüllenstruktur	189
6.3.2 Bisektionsmethode, Scheibeneigenwertproblem, kubische Verschiebungsansätze, kompakte Speicherung	196
6.3.3 Simultane Koordinatenüberrelaxation, elliptische Eigenwert- aufgabe, kubische Ansätze, kompakte Speicherung	201
Literatur	207
Sachverzeichnis	208