

CALCULUL ELEMENTULUI SENSIBIL ELASTIC PENTRU UN SENZOR DE FORȚĂ

11.1. Scopul lucrării

Lucrarea are drept scop instruirea în domeniul metodei elementului finit cu aplicație concretă în calculul elementelor elastice din construcția senzorilor de forță / moment.

11.2. Considerații teoretice

O modalitate de realizare a senzorilor de forță este cea tensometrică. În acest caz senzorul se bazează pe un element sensibil elastic de o structură mai mult sau mai puțin complexă. Metoda elementului finit constituie una dintre posibilitățile de calcul ale elementului elastic.

Metoda elementului finit se bazează pe înlocuirea structurii reale, cu o schemă care reprezintă modelul de calcul. Aceasta schemă este discretizată printr-o serie de elemente finite. Complexitatea elementului finit (bară, plan, spațial) depinde de problema de rezolvat. În calculul structurilor de bare se utilizează elementul finit, de tip bară. În calculul plăcilor se utilizează elementul finit plan, s.a.m.d. Modul de discretizare depinde de variația secțiunii elementelor, de tipul și poziția forțelor.

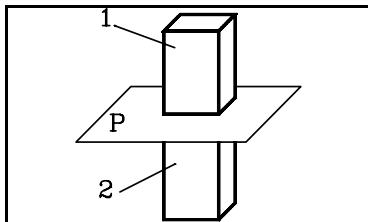


Fig.11.1. Separarea unei bare în element finit

Elementului finit îi este atașat un sistem de coordonate (local) iar structurii de calculat sistemul de coordonate global. În secțiunea dreaptă (P) ce separă două elemente finite (1 și 2) (fig.10.1) forțele elastice se reduc la torsiul $\tau(F,M)$. Caracteristicile secțiunii drepte sunt: aria, momentele de inerție, centrul de greutate, axele principale de inerție.

Reperul local Oxyz este definit astfel:

- O și E sunt centrele de greutate ale secțiunilor drepte situate la extremitățile elementului finit;
- axa Ox coincide cu linia mediană a elementului finit și este dirijată de la O spre E. Punctul O este originea elementului finit iar punctul E extremitatea sa;
- axele Oy și Oz sunt axele principale de inerție ale secțiunii drepte ce conține originea;
- reperul Oxyz formează un triedru drept.

Un element finit de tip bară în sistemul de coordonate local Oxy (atașat elementului) și în sistemul de coordonate global OXY este prezentat în figura 11.2 (modelul plan).

În sistemul de coordonate global sunt definite nodurile, prin coordonatele sale. Un nod poate fi:

- punctul de întâlnire a două sau mai multe elemente finite
- extremitatea unui element finit

- un punct corespunzând modificării secțiunii elementului finit
- punctul de aplicație al sarcinii concentrate
- originea sau extremitatea unei sarcini repartizate

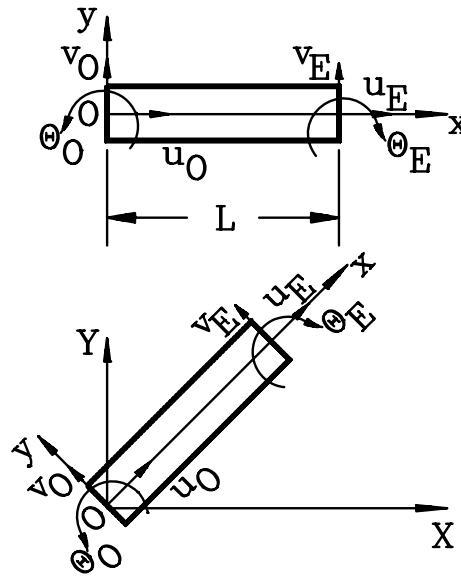


Fig.11.2. Element finit în sistemul de coordonate local și global

Deplasările nodale $\{\delta\}$ și forțele nodale $\{F\}$ sunt legate prin relația:

$$\{F\} = [K] \cdot \{\delta\} \quad (1)$$

unde $[K]$ este matricea de rigiditate totală.

Relația dintre deplasările nodale din sistemul local și cel global este:

$$[\delta] = [R] \cdot [\bar{\delta}] \quad (2)$$

unde $[R]$ este matricea de rotație.

Deplasările nodale pot fi exprimate în funcție de deplasările nodale ale structurii discretizate, prin relația:

$$[\bar{\delta}] = [\beta] \cdot [q] \quad (3)$$

unde $[\beta]$ este matricea de expansiune.

Matricea de rigiditate a structurii, se obține prin asamblarea matricilor de rigiditate ale elementelor finite și este dată de relația:

$$[K] = \Sigma [\beta]^T [R]^T [k] [R] [\beta] \quad (4)$$

unde $[k]$ este matricea de rigiditate a unui element finit.

Cu matricea de rigiditate a structurii se formează sisteme de ecuații (1), din care se determină deplasările nodale și forțele nodale.

Metoda este aplicabilă prin utilizarea calculului automatizat.

11.3. Instalația experimentală

În vederea calculului unui element sensibil elastic se va utiliza programul "RDM"

instalat pe un calculator compatibil IBM-PC cu coprocesor matematic, minim 640 kB memorie RAM, cu digitizor de tip "Mouse".

Programul este structurat pe secțiuni distincte și permite calculul la încovoiere al barelor plane, calculul static și dinamic al structurilor plane și spațiale alcătuite din bare, calculul plăcilor, calculul elasto-termic.



Fig.11.3. Configurație ecran

Lansarea programului este posibilă prin tastarea comenzii RDM.exe. Configurația ecranului este prezentată în figura 11.3.

Se va selecta cu digitizorul "Mouse", submeniul dorit: "FLEXION" pentru calculul unei bare drepte la încovoiere, "OSSATURES" pentru calculul unei structuri. Noua configurație a ecranului este ilustrată în figura 11.4.

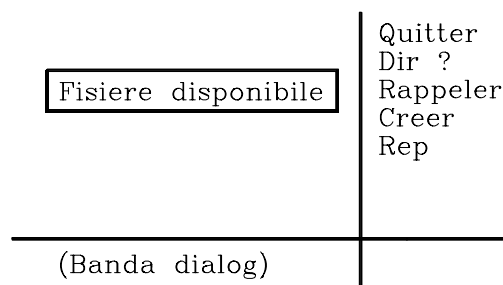


Fig.11.4. Configurație ecran

Prin tastarea (tot cu digitizorul "Mouse") a submeniului "RAPPELER" se poate apela un fișier existent iar prin selectarea submeniului "CREER" se poate trece la crearea unui fișier nou. Prin apelarea în ordine a submeniurilor (fig.11.4), se pot crea noduri suplimentare, se poate alege materialul barelor (dintr-o bibliotecă existentă), se poate alege secțiunea barei (dintr-o bibliotecă existentă), se pot alege reazemele, se pot defini de asemenea incarcările exterioare.

ATENȚIE LA UNITĂȚILE DE MASURĂ CERUTE !!!

Prin apelarea submeniului "CALCUL" se trece la rezolvarea problemei expuse, determinându-se deformațiile barei, reacțiunile, eforturile.

11.4. Mersul lucrării

11.4.1. Se lansează în lucru programul RDM;

11.4.2. Se trece la familiarizarea cu configurația ecranului;

11.4.3. Se definește elementul sensibil elastic de tip bară dreaptă. Se efectuează calculul și optimizarea barei pentru două categorii de materiale : oțel și aliaj de aluminiu;

	Quitter Noeud Materiau Sections Liaisons Articula Charges Calcul Optimise Editions Sauver
(Banda dialog)	

Fig.11.5. Configurație ecran

11.4.4. Se definește o structură de bare și se efectuează calculul pentru două categorii de materiale.

11.5.Prelucrarea datelor experimentale

11.5.1. Se prezintă schița problemei de rezolvat și datele inițiale;

11.5.2. Se prezintă deformațiile și eforturile în bare pentru materialele alese;

11.5.3. Se prezintă concluzii privind influența

materialului și a parametrilor geometrici, asupra frecvenței proprii a elementului;

11.5.4. Se definitivează desenul de execuție al elementului sensibil elastic.

11.6. Intrebari recapitulative

11.6.1. Ce înseamnă discretizarea în elemente finite ?

11.6.2. De cine depinde tipul de element finit ales ?

11.6.3. Care sunt sistemele de coordonate care intervin în calculul cu elemente finite ?

11.6.4. Care sunt noțiunile care intervin în definirea sistemului de coordonate local ?

11.6.5. Ce semnificație poate avea un nod ?