

## **Consideratii asupra modelarii prin metoda elementelor finite a unui material compozit.**

Savaniu Ioan Mihail - sef lucrari .dr.ing. Facultatea de Utilaj Tehnologic - Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti

Vlase Monica - sef lucrari .dr.ing. Facultatea de Utilaj Tehnologic - Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti

Abstract: The research presented in the article shows a comparison of results obtained in the dimensioning of the finite element method and results for a real composite. The aim of the research is to certify the results of modeling of composite using finite element method

### **1. Introducere**

Materialele compozite sunt amestecuri de două sau mai multe componente, ale căror proprietăți se completează reciproc, rezultând un material cu proprietăți superioare celor specifice fiecărui component în parte. Astfel, aceste componente vor coopera, deficiențele unora fiind suplinite de calitățile celorlalte, conferind ansamblului proprietăți pe care nici un component nu le poate avea. Din punct de vedere tehnic, noțiunea de materiale compozite se referă la materialele care posedă următoarele proprietăți de bază:

- ❖ sunt create artificial, prin combinarea diferitelor componente;
- ❖ reprezintă o combinație a cel puțin două materiale deosebite din punct de vedere chimic, între care există o suprafață de separație distinctă;
- ❖ prezintă proprietăți pe care nici un component luat separat nu le poate avea.

Compozitul cuprinde un material de bază, matricea, în care se află dispersat un material complementar sub formă de particule sau fibre, iar principalele proprietăți care se urmăresc să se obțină sub o formă îmbunătățită sunt: rezistența la rupere, rezistența la uzare, densitatea, rezistența la temperaturi înalte, rezistența la diverși compusi chimici, duritatea superficială, stabilitatea dimensională, capacitatea de amortizare a vibrațiilor.

În cazul dimensionării unei structuri realizate dintr-un material compozit putem apela la metoda clasică a determinării eforturilor în secțiunile critice sau la metode moderne ce presupun folosind metoda elementelor finite.

În cazul modelării folosind metoda elementelor finite putem apela la mai multe softuri specializate, cel utilizat în cele prezentate este modulul "SIMULATION" din cadrul SOLIDWORKS 2013. Etapele parcurse în modelarea cu ajutorul unui astfel de soft pot fi:

- realizarea modelului virtual;
- discretizarea modelului virtual;
- stabilirea modului de rezemare;
- stabilirea încărcărilor care acționează asupra modelului virtual;
- interpretarea rezultatelor;

Rezultatele obținute în cazul simulării sunt influențate major de modul în care este simulată schema de rezemare și de modul în care aplicăm încărcările asupra modelului virtual analizat. Softul în

raportul final de prezentare a rezultatelor ne semnaleză aspectul legat de corectitudinea acestora ceea ce creează o incertitudine asupra modelării. Raportul sugerează ca rezultatele sunt orientative și depind de experiența celui care realizează simularea și de compararea rezultatelor cu cele obținute în urma analizei comportării unei structuri reale similare, a unui model redus la scară sau a unui prototip. În cele mai multe cazuri nu este posibil, din punct de vedere financiar, să facem aceste comparații și din acest motiv am dorit să comparăm rezultatele obținute în cazul modelării cu element finit a unui material compozit cu cea a unui model real.

În cele ce urmează voi prezenta pe scurt o comparație între rezultatele obținute în cazul unui experiment real și rezultatele obținute în cazul simulării cu ajutorul SOLIDWORKS 2013.

## 2. Rezultate experimentale.

Am realizat un material compozit din categoria materialelor compozite solid-solid (rasini armate cu fibra de sticla). Astfel materialul compozit este confectionat din:

- materialul de baza o rasina ortoftalica, tixotropizata, preaccelerata pentru aplicatie manuala sau proiectie simultana, cu emisie redusa de stiren, tip POLYLITE 440 M 888, de la Reichhold, avand urmatoarele specificatii tehnice:

Properties	Unit	Value	Test method
Tensile strength	MPa	50	ISO 527-1993
Tensile modulus	MPa	4600	ISO 527-1993
Tensile elongation	%	1.6	ISO 527-1993
Flexural strength	MPa	90	ISO 178-2001
Flexural modulus	MPa	4000	ISO 178-2001
Impact strength P4J	mJ/mm <sup>2</sup>	5.0-6.0	ISO 179-2001
Volume shrinkage	%	5.5-6.5	ISO 3521-1976
Heat distortion temp.	°C	62	ISO 75-1993
Specific gravity / Density	g/cm <sup>3</sup>	1,10	ISO 2811-2001

- tesatura din fibra de sticla biaxiale tip BAT 300 – 1250 avand densitatea de 300 gr/m<sup>2</sup> cu fibra tip E- glass avand rezistenta la rupere de 3445 MPa.

Matricea are rolul de a uni fibrele tesaturii din fibra de sticla în modul cel mai favorabil pentru a rezista la solicitările mecanice pe care fiecare tip trebuie să le suporte. Se poate deduce că avem de-a face cu niște materiale cu rezistență anizotropă și care deschid mari posibilități pentru a concepe un material specific pentru fiecare aplicație concretă.

Reperul confectionat din material compozit care a fost supusa la tractiune în vederea determinării comportamentului și caracteristicilor de material a fost de secțiune dreptunghiulară cu secțiunea 4 mm x 30 mm și lungime 250 mm. Materialul compozit a avut 6 straturi de tesatura din fibra de sticla. Aria secțiunii transversale a barei este de 120 mm<sup>2</sup>.



Fig.1 Reperul confectionat din material compozit

Reperul analizat a fost asezat in bacurile masinii de tractiune asa cum este prezentat in fig.2 iar rezultatele furnizate de traductorii masinii de tractiune inregistrate pe o hartie etalonata sunt prezentate in fig.3. Rezultatele obtinute ne indica forta in N cu care s-a tras de bacurile masinii si deplasararea axiala a bacurilor masinii.



Fig.2 Mod de asezare a structurii metalice in masina de tractiune

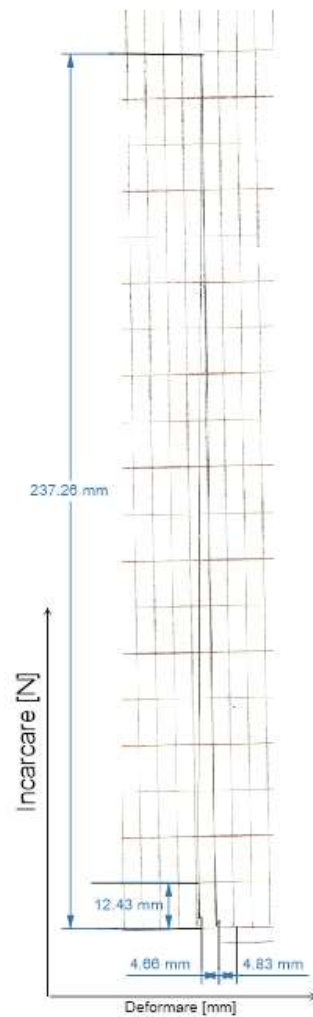


Fig.3 Rezultate furnizate de masina de tractiune

Scara fortelor utilizata in determinarea fortei maxime la care a cedat reperul este:

$$\frac{1000}{12.43} = 80.45$$

Forta maxima la care reperul a cedat, inregistrata de masina de tractiune, a fost de:

$$.237.26 * 80.45 = 19087.56 \text{ N}$$

Scara deplasarilor utilizata in vederea determinarii deformatiei este:

$$\frac{5}{4.83} = 1.035$$

Deformatia reperului pana la momentul ruperii acestuia este:

$$4.66 * 1.035 = 4.82 \text{ mm}$$

Astfel conform diagramei fig.3 caracteristicile de material sunt urmatoarele:

$$\sigma = 19087.56 / 120 = 159.063 \text{ [N / mm}^2\text{]};$$



Fig.4 Aparitia si extinderea zonei de rupere a reperului

### 3 Rezultatele obtinute in una simularii cu SOLIDWORKS 2013

In vederea simularii cu ajutorul metodei elementelor finite am modelat, in spatiul virtual reperul din material compozit cu caracteristicile de material furnizate de biblioteca de materiale a SOLIDWORKS 2013. Intrucat in calculele de element finit caracteristica de material cea mai importanta este modulul de elasticitate al materialului si in cazul nostru a fost acelasi cu a materialului ales. In cazul studiului trebuie sa stabilim deformatia reperului si punctul in carea aceasta este maxima si starea de tensiuni care se dezvolta in materialul compozit si care este zona in care tensiunea este maxima.

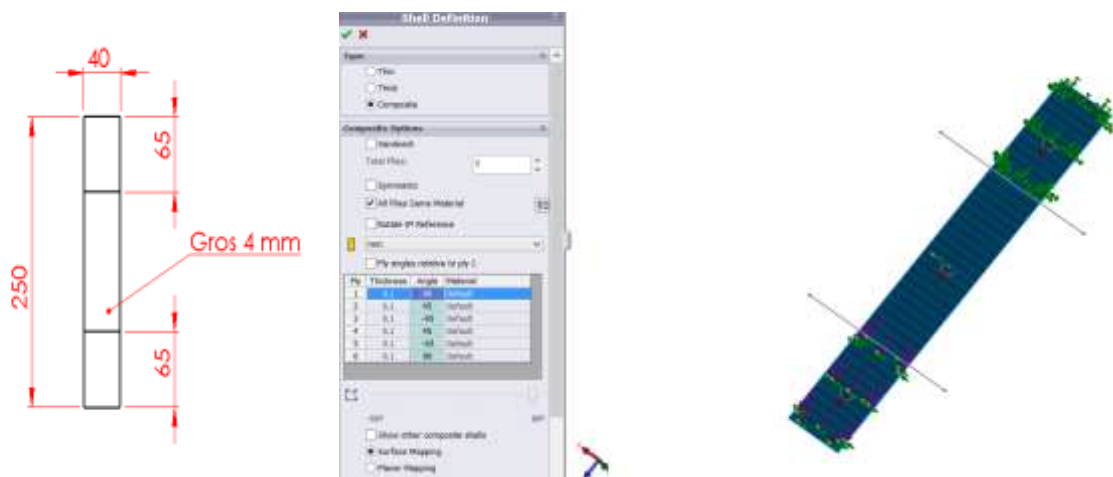


Fig. 5 Model virtual 3D si 2D

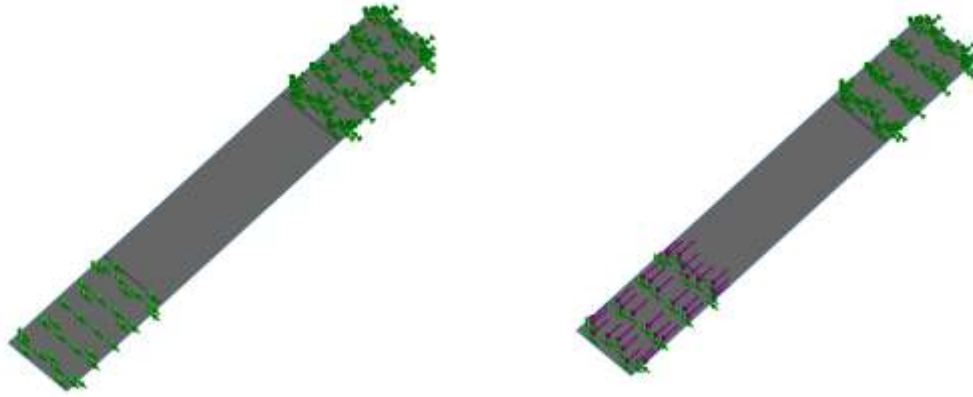


Fig.6 Schema de rezemare si de aplicare a incarcarii

Studiul prin metoda elementelor finite efectuat a fost un studiu static. Schema de rezemare a avut in vedere modul de asezare in bacurile masinii de tractiune si modul de aplicare a incarcarii. Au fost neglijate deformatiile care apar in bacuri masinii de tractiune. Ipoteza de calcul corespunzatoare dezvoltarii in reperul din material compozit a unei tensiuni echivalente, in baza teoriei V de rezistenta a energiei potentiale de deformatie - Von Mises, egale cu tensiunea de rupere

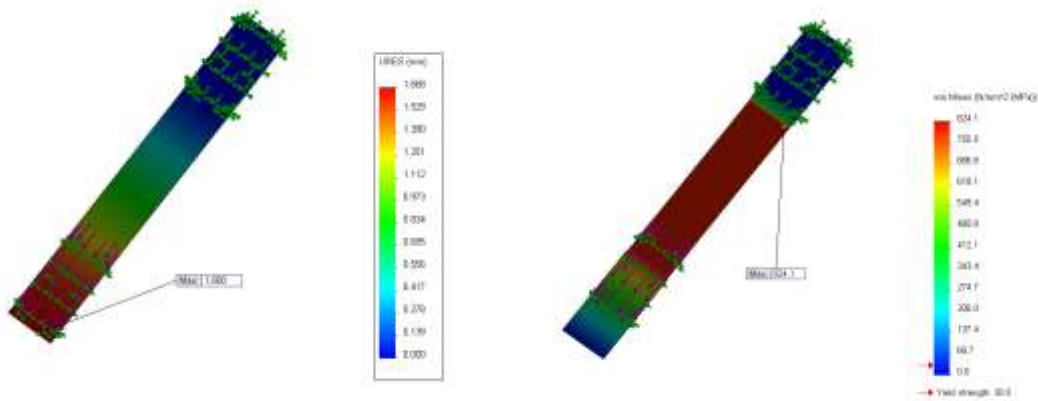


Fig.7 Deformatii si tensiuni echivalente

In urma simularii sub actiunea incarcarii in elementele structurii virtuale se dezvolta o tensiune echivalenta in valoare de  $824.1 \text{ N/mm}^2$  si o deformatie de  $1.668 \text{ mm}$ .

#### 4. Concluzii

Concluziile experimentului sunt:

- in cazul modelarii folosind metoda elementului finit trebuie sa caracterizam foarte bine materialul compozit, atat in ceea ce priveste fibra de stical cat si matricea din rasina;
- constatam ca exista diferente intre modelul real si modelul virtual, care in aceasta etapa a experimentarilor presupunem ca se datoreaza asezarii tesaturii din fibra de sticla si datorita faptului ca in calculul cu element finit nu putem caracteriza caracteristicile de material ale rasinei.

Bibliografie:

- [1] Buzdugan Gh – Rezistenta Materialelor , Editura Academiei , 1986;
- [2] Zlateanu Tudor – Tehnologia Materialelor, U.T.C.B.,1982;
- [3] Mutiu Tudor – Studiul Metalelor, ICPAIUC, 1985;
- [4] www.polydis.ro;