

## Plenáris előadás

### ***Digitális anyagtervezés és integrált szerkezetmodellezés alkalmazása műanyag kompozitokhoz***

*Prof. Dr. Major Zoltán*

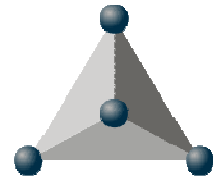
*Institute of Polymer Product Engineering, Linz, Austria*

Különböző töltő- és erősítőanyagokat gyakran használunk műanyagok merevségi és szilárdsági tulajdonságainak javítására. Különösen különböző hosszúságú szálak kedvező orientációjával előállított anizotróp kompozitok mutatnak előnyös tulajdonságokat és használhatók hatékonyan komplex terhelésnek kitett szerkezetekben. Míg jelenleg ezen anyagok fejlesztése többnyire empirikus módszereken alapul, a mikromechanikai modellekre épülő számítógépes anyagtervezés számos új lehetőséget kínál mind az anyagfejlesztéshez, mind pedig ezen anyagokat tartalmazó szerkezetek tervezéséhez és méretezéséhez.

A mikroszerkezeti modellek alapvetően három csoportba sorolhatók; (1) analitikus módszerek, (2) homogenizációs módszerek és (3) végelelemes módszerek. Minden esetben megkísérlünk egy olyan reprezentatív térfogati elemet definiálni, ami legjobban megközelíti az adott heterogén anyag átlagos mikroszerkezetét és ezáltal az adott térfogatban átlagolt mechanikai vagy vezetési tulajdonságokat. Mivel a fenti modellek különféle feltételekből indulnak ki, lényegesen különböző matematikai apparátust használnak és a numerikus alkalmazás is lényegesen eltérő, minden gyakorlati esetben célszerű megvizsgálni, hogy melyik modelles család milyen pontossággal és milyen ráfordítással szolgáltat eredményeket.

Az előadás első részében a homogenizációs (Mean Field Homogenization) módszer előnyeit és alkalmazásának korlátait mutatjuk be különböző erősített műanyagokon és kompozit alkatrészeken keresztül. Míg a homogenizáció természetéből következően a rugalmas alakváltozási tartományban a merevségi tulajdonságok (rugalmassági modulusz, Poisson szám) nagyon különböző anyagok és terhelési esetek esetén is igen jó pontossággal meghatározhatók a szimulációkból, a szilárdsági anyagjellemzők meghatározása lényegesen nehezebb és további megfontolásokat igényel.

Alapvetően két különböző eljárást választhatunk. Az egyik esetben az adott reális anyagszerkezet minél pontosabb ismeretét kívánjuk meg. Az így meghatározott anyagszerkezetet építjük be a modellbe és végezzük el a szimulációt (direkt engineering). A másik esetben a lehetséges anyagszerkezeti konfigurációk sokaságából készítjük el a modellt, végezzük el a szimulációt és egy érzékenységi modellel próbáljuk meg körülhatárolni, hogy egy valóságos feldolgozási folyamat során milyen mikroszerkezet alakulhat ki (reverse engineering). Mindkét esetben fontos a mikroszerkezet topológiája mellett, hogy milyen anyagmodellt választunk egy adott anyaghoz adott terhelésnél, és milyen megbízhatósággal tudunk ezekhez a modellekhez modellparamétereket meghatározni. A mátrix reális, a modellben releváns anyagjellemzői többnyire nem határozhatók



meg közvetlenül anyagvizsgálati módszerekkel. Ebben az esetben a kompozit mért tulajdonságaiból számoljuk vissza a modell feltételeit kielégítő anyagjellemzőket (reverse engineering).

Az anyagmodellezés mellett a homogenizációs modell közvetlenül beépíthető számítógéppel segített tervezési módszerekbe is (CAE). Egy olyan integrált szimuláció építhető fel, ami tartalmazza az adott feldolgozási folyamat modelljét (pl. rövid szálak fröccsöntésénél létrejövő irányultságokat és a szálak hosszának változását, vagy folyamatos szálerősített kompozitok drapírozásánál a szálak eloszlását), valamint az ebből származtatott anizotróp mikroszerkezetet és valóságos anyagtulajdonságokat. Mindezek beépülnek a virtuális mikrocella modellbe és a továbbiakban ezt használjuk a végeleemes modellben mint reprezentatív anyagmodellt. Ezáltal egy heterogén es anizotróp alkatrész minden pontjában ismerjük a rugalmassági jellemzőket és így már pontosan tudjuk számítani a feszültségeket. A lokális károsodás meghatározásához még szükséges a szálak orientáció eloszlásának a virtuális felosztása és valamelyik kompozit károsodási modell alkalmazása. Az előadás másik felében ennek a módszernek az alkalmazására mutatunk be példákat. Az előadás végén a gyakorlati példákon túlmenően alapvető mechanikai és anyagszerkezeti megfontolások alapján elemezzük a módszerek elméleti korlátait és lehetséges továbbfejlesztésük irányait.