

Modélisation multi-échelles de solides à matrice polymère obtenus par deux procédés de fabrication

I. Doghri^a, M. Haddad^a, D.A. Hun^b, C. Naili^a

a. Université catholique de Louvain, issam.doghri@uclouvain.be,
mohamed.haddad@uclouvain.be, chiheb.naili@uclouvain.be

b. Université de Liège, dhun@uliege.be

Mots clés : homogénéisation; multi-échelles ; moulage par injection; fabrication additive.

Résumé

On présente des approches multi-échelles récentes faisant le lien entre la performance thermo-mécanique finale de produits à matrice polymère et deux procédés de fabrication qui permettent de les élaborer.

Le premier procédé concerne le moulage par injection de pièces en polymère thermoplastique renforcé par des fibres de verre courtes. Comme dans tout petit élément de volume les fibres ne sont pas alignées, on évalue d'une manière objective plusieurs méthodes d'homogénéisation par champs moyens en élasticité linéaire [1]. Ensuite, on développe et on évalue deux modèles d'homogénéisation dans le cadre non-linéaire, en supposant un comportement couplé viscoélastique-viscoplastique de la matrice [2].

Le second procédé concerne la fabrication additive de polymères thermoplastiques par SLS (Selective Laser Sintering). On développe d'abord un modèle d'évolution de la cristallinité basé sur une formulation de champ de phase [3]. Ensuite, un modèle d'évolution de la porosité est proposé [4]. L'homogénéisation permet de prédire la réponse macroscopique [5].

Une thématique importante concerne la prédiction de la durée de vie de produits sous fatigue à grand nombre de cycles. Comme le comportement reste dissipatif, une approche à plusieurs piliers est développée. D'abord, une méthode de calcul en viscoélasticité linéaire basée sur la transformée de Laplace-Carson et son inversion numérique est validée [6]. Ensuite, les histoires de déformations totales obtenues servent de données à une approche d'homogénéisation dans le temps en viscoélasticité-viscoplasticité [7]. Finalement, un modèle d'endommagement [8] est appliqué, identifié sur des résultats expérimentaux de fatigue et validé sur d'autres résultats.

Remerciements

Le travail de M.Haddad et D.A. Hun est financé par un projet Horizon 2020 de l'UE sous le numéro N° 62015 et intitulé « Multi-scale Optimisation for Additive Manufacturing of fatigue resistant shock-absorbing Meta-Materials » (MOAMMM).

Références

[1] Naili, C., I. Doghri, T. Kanit, M.S. Sukiman, A. Aissa-Berraies, A. Imad. « Short fiber reinforced composites : unbiased full-field evaluation of various homogenization methods in elasticity », *Composites Science and Technology*, **187**, 107942, 1-12, 2020 (<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.107942>)

- [2] Haddad, M., I. Doghri, O. Pierard. "Viscoelastic-viscoplastic polymer composites: development and evaluation of two very dissimilar mean-field homogenization models", *International Journal of Solids and Structures*, 236, 111354, 2022 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2021.111354>).
- [3] Bahloul, A., I. Doghri, L. Adam. « An enhanced phase field model for the numerical simulation of polymer crystallization », *Polymer Crystallization*, 3(4), e10144, 1-18, 2020 (<https://doi.org/10.1002/pcr2.10144>)
- [4] Bahloul, A., I. Doghri, L. Adam. Mesoscale modelling of polymer powder densification due to thermal Sintering, *Applied Mathematical Modeling*, 2023, 114, 408-422 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2022.09.022>)
- [5] Bahloul, A., I. Doghri, L. Adam. « Linking a phase field model for polymer crystallization to full-field micromechanical simulations of semi-crystalline polymers », *Computational Materials Science*, 199, 110685, 2021. (<https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2021.110685>)
- [6] Hun, D.A., Haddad, M., Doghri, I. Modeling and simulation of viscoelastic solids under large numbers of loading cycles, *Mech. Advanced Mater. Structures*, 2022, 1-17 (DOI: <https://doi.org/10.1080/15376494.2022.2037170>).
- [7] Haoula, S., I. Doghri. « Modeling and algorithms for two-scale time homogenization of viscoelastic-viscoplastic solids under large numbers of cycles », *Int. J. Plasticity*, **70**, 98-125, 2015.
- [8] Krairi, A., I. Doghri. « A thermodynamically-based constitutive model for thermoplastic polymers coupling viscoelasticity, viscoplasticity and ductile damage », *Int. J. Plasticity*, **60**, 163-181, 2014.