

Chapitre III :

ELASTICITÉ ET VISCOÉLASTICITÉ

Hooke (1676), Young (1807), Cauchy (1822) et Timoshenko (1934) ont presque tout dit sur le comportement linéaire-élastique des matériaux. Dans ce domaine, nous nous limiterons donc à donner un résumé sous forme de formules. Cependant, nous traiterons de l'élasticité anisotrope, si importante pour les matériaux composites, et de l'identification des coefficients. On entend ici par élasticité les déformations réversibles évoquées au chapitre 2. Ni la dissipation thermique (thermoélasticité) ni la dissipation mécanique (viscoélasticité) ne sont exclues.

La thermoélasticité introduit plusieurs coefficients supplémentaires dans la loi de comportement dont le coefficient de dilatation, et permet de traiter des problèmes impliquant des variations de température, tels que des problèmes d'analyse des contraintes thermiques.

La théorie de la viscoélasticité s'est considérablement développée avec la rhéologie au cours des années 60 du siècle précédent. Nous nous limiterons dans ce chapitre à la viscoélasticité linéaire qui est suffisante pour traiter le comportement mécanique de certains polymères.

Ces théories sont des théories du continuum ; les inhomogénéités sont supposées suffisamment faibles par rapport à la taille de l'élément de volume pour que les résultats des expériences menées sur ce dernier soient réellement les caractéristiques du comportement macroscopique moyen. Ceci est également vrai pour les matériaux composites et le béton dont le comportement peut être décrit plus précisément par des techniques d'homogénéisation.

1. Élasticité :

1.1. Domaine de validité et d'utilisation :

1.2. Formulation :

1.3. Identification :

1.4. Tableau des propriétés élastiques des matériaux courants :

1.5. Concepts de la méthode des éléments finis :

2. Thermoélasticité :

2.1. Formulation :

2.2. Identification :

2.3. Propriétés thermoélastiques des matériaux courants :

3. Viscoélasticité :

3.1. Domaine de validité et d'utilisation :

3.2. Formulation thermodynamique :

3.3. Formulation fonctionnelle :

3.4. Propriétés viscoélastiques des matériaux courants :

3.5. Éléments d'analyse viscoélastique des structures :

1. Élasticité :

1.1. Domaine de validité et d'utilisation :

Tous les matériaux solides possèdent un domaine dans l'espace de contraintes à l'intérieur duquel une variation de charge n'entraîne qu'une variation des déformations élastiques. Ces déformations élastiques consistent en des mouvements réversibles d'atomes, de molécules ou de cellules, correspondant à des déformations n'excédant pas $(0,2-0,5) \times 10^{-2}$ pour les métaux, les composites, le béton et le bois.

La limite du domaine élastique dépend de la température et des chargements antérieurs, subis lors du processus de production ou en service comme pièce mécanique. La température diminue en même temps le domaine élastique jusqu'à ce qu'il devienne nul au point de fusion. En revanche, les sollicitations mécaniques peuvent augmenter considérablement ce domaine du fait du phénomène de durcissement.

L'hypothèse de l'isotropie élastique a été amplement vérifiée pour les matériaux métalliques et un peu moins pour le béton. Pour les composites et le bois, cependant, il est nécessaire d'utiliser des théories anisotropes spéciales de l'élasticité.