

Etude expérimentale et numérique du chargement hydrodynamique des corps portants en régime transitoire avec prise en compte du couplage fluide structure

Type de contenu : Texte

Type de médiation : sans médiation

Type de support : Volume

Titre(s) : Etude expérimentale et numérique du chargement hydrodynamique des corps portants en régime transitoire avec prise en compte du couplage fluide structure / Antoine Ducoin ; sous la direction de Jacques André Astolfi, François Deniset.

Est reproduit comme : Etude expérimentale et numérique du chargement hydrodynamique des corps portants en régime transitoire avec prise en compte du couplage fluide structure Antoine Ducoin
Microfiches Lille-Thèses

Auteur(s) : Ducoin, Antoine (1979-....) chercheur en hydrodynamique

Autre(s) auteur(s) : Astolfi, Jacques-André
Deniset, François
Université de Nantes 1962-....
École doctorale Sciences pour l'ingénieur, Géosciences, Architecture Nantes
École centrale de Nantes
Institut de recherche de l'Ecole navale Brest

Production : 2008

Description matérielle : 1 vol. (165 f.) : ill. ; 30 cm

Titre traduit ajouté par le catalogueur : An experimental and numerical study of a flow over an hydrofoil in transient regime including fluid structure coupling eng

Autres classifications : 530

Note sur disponibilité : Publication autorisée par le jury

Note sur les bibliographies et les index : Bibliogr. f. 159-165.

Note de thèses et écrits académiques : Thèse de doctorat Dynamique des fluides et des transferts Nantes 2008

Résumé ou extrait : L'étude se place dans le contexte industriel de dimensionnement des structures navales telles que les safrans stabilisateurs et les hélices marines en collaboration avec un industriel du

secteur naval. La thèse porte sur l'étude expérimentale et numérique du chargement hydrodynamique d'un hydrofoil en régime transitoire incluant la prise en compte du couplage fluide structure. Les nombres de Reynolds étudiés sont compris entre 750 000 et 1 500 000. Le régime transitoire est caractérisé ici par une montée-descente en incidence à vitesse de rotation variable (lente, moyenne et rapide). La double approche, expérimentale et numérique, permet une analyse fine des phénomènes rencontrés, et permet de donner des éléments de réponse sur la fiabilité des calculs pour la prédiction des chargements hydrodynamiques. Les essais en tunnel hydrodynamique portent sur la mesure de pression pariétale, de déplacements et de cavitation. Les calculs sont effectués d'une part avec le code volumes finis CFX pour résoudre l'écoulement, en utilisant des modèles hydrodynamiques adaptés à l'étude (Euler, visqueux, modèle de turbulence, modèle de transition). D'autre part, le code éléments finis ANSYS permet de calculer la réponse structurelle de l'hydrofoil soumis au chargement hydrodynamique. Le couplage est pris en compte par échange de données physiques à l'interface fluide structure. L'étude de l'évolution spatio-temporelle du champ de pression pariétale autour de l'hydrofoil rigide en mouvement de rotation transitoire a tout d'abord été menée. La transition laminaire turbulent a été identifiée, résultant de la formation d'un bulbe de décollement laminaire. Pour les faibles vitesses de rotation, le passage de la transition au bord d'attaque a un impact important sur le chargement qui se traduit par une évolution en plateau autour de 5° . Pour les fortes vitesses de rotation, l'effet de la transition sur le chargement est réduit. On observe la disparition de l'évolution en plateau qui conduit à une valeur plus importante du chargement hydrodynamique au décrochage. Un fort phénomène d'hystérésis est constaté lors du retour à 0° . L'analyse expérimentale de la distribution spatio-temporelle des fluctuations de pression a permis d'associer des fluctuations de pression périodique à des lâchers tourbillonnaires derrière le bulbe de décollement laminaire. Pour les fortes vitesses de rotation, un retard de la transition est constaté tandis que les fréquences de lâchers tourbillonnaires et les grandeurs du bulbe sont constantes. Le couplage fluide structure est ensuite étudié sur des hydrofoils dits « déformables ». Une étude stationnaire a permis de relier le chargement hydrodynamique aux déformations de la structure qui, lorsqu'elle se vrille, induit une modification locale de l'incidence suivant l'envergure. Une étude en régime transitoire a montré que l'impact des régimes d'écoulement est clairement visible sur les déplacements. De plus, le comportement structurel de l'hydrofoil a aussi été étudié en régime cavitant et montre un fort impact de la cavitation, que ce soit à incidence fixe ou en régime transitoire. D'importantes fluctuations structurelles et variations d'incidence ont été relevées qui peuvent induire un fort couplage entre l'hydrofoil et l'écoulement cavitant.

The study is in the context of marine structure design such as rudder or marine propeller and is in collaboration with a naval industrial. The thesis deal with the experimental and numerical study of the hydrodynamic loading of an hydrofoil in transient regime including fluid structure interaction problems. The transient motion is defined as a pitching motion from 0 to 15° with a return to 0° for which various velocities are defined (slow, medium, fast). Reynolds numbers studied are between 750 000 and 1 500 000. Experimental and numerical approaches are carried out together, leading to an accurate study of phenomenon observed and giving response on prediction accuracy into industrial codes. Experiments deal with wall pressure, displacements and cavitation measurements in hydrodynamic tunnel. On one hand, the flow computations are done with the finite volume CFX code for which hydrodynamic models are selected in accordance to the flow case observed (Euler, viscous, turbulence model, transition model). On an other hand, the finite element code ANSYS is used for structure displacement resolution. The coupling is take into account by ensures the exchange of the physical information at the fluid structure interface. The study of the spatio temporal evolution of wall pressure around a rigid hydrofoil in transient pitching motion has been carried out. The laminar to turbulent transition is identified resulting from laminar separation bubble. For a slow pitching velocities, the transition have a strong impact on hydrodynamic

loading and a plateau is observed at 5° . For high pitching velocities, the transition effects are reduced which induced a higher value before stall. A strong hysteresis is observed when the angle of incidence return to 0° . Periodic pressure fluctuations are identified as vortex shedding of laminar separation bubble. For high pitching velocities, the transition is delayed whereas LSB vortex shedding frequencies and LSB size are constant. The fluid structure coupling was investigated on deformable hydrofoils. A stationary study has linked hydrodynamic loading to structural twist deformations which induced local incidence variations along the span. Then displacements of a deformable hydrofoil in transient pitching motion has shown that boundary layer events like transition and stall are clearly visible on measured hydrofoil displacements. This is confirmed by non coupled computations. Moreover, investigations of cavitating flows show that there is a strong impact of cavitation on structural behaviour, by both static and transient measurements. Significant local incidence fluctuations have been highlighted which can then creates a strong coupling between hydrofoil and cavitating flow.

Sujet(s) : Corps portants

Transition laminaire turbulent

Sujet - Nom commun : Hydrodynamique

Interaction fluide-structure

Forme, genre ou caractéristiques physiques : Thèses et écrits académiques