

Résistance à la fatigue des assemblages par brides circulaires réalisés avec boulons précontraints dans les constructions cylindriques élancées soumises au vent.

Projet de recherche DIBt-Gesch.Z. IV 12-5-16.104-912/99

Résumé

Dans les assemblages par brides circulaires, réalisés avec boulons précontraints, soumis aux charges répétitives le dimensionnement est conditionné par les boulons. Leurs contraintes, déterminant la fatigue, dépendent d'une façon non linéaire du moment fléchissant dans le tube, transmis par l'assemblage, même lorsque le joint est exécuté parfaitement. Cependant des déviations de la géométrie nominale, causant de petites fentes entre les brides avant le serrage des boulons (bâillement ou imperfection des brides), sont inévitables. La répartition des forces internes dans l'assemblage par brides réagit à ces imperfections d'une façon plutôt sensible par des contraintes fortement plus élevées dans les boulons. Afin de pouvoir proposer une méthode pratique pour tenir compte des imperfections des brides des recherches expérimentales et numériques ont été faites.

Les recherches expérimentales consistaient en quatre essais à grande échelle en flexion avec un assemblage par brides, situées extérieurement, de 1m de diamètre avec 32 boulons M20-10.9. Des quatre essais, un essai avait un joint par brides parfait tandis que les trois autres essais avaient un joint délibérément imparfait, avec respectivement un bâillement angulaire côté bride, un bâillement angulaire côté paroi et un bâillement parallèle sur une longueur d'un quart de la circonférence. Certains boulons étaient munis de jauges de contrainte. Chaque essai comprenait une série de charges répétitives où les cycles de charge et de décharge avec une valeur maximale de la charge grandissante étaient appliqués avec une séquence de pulsations intermédiaires comprenant 100 cycles pour chaque valeur maximale de la charge, et finalement un essai allant jusqu'à la rupture. Comme premiers résultats les allongements des boulons et les déformations des bâillements ont été présentés en fonction du moment fléchissant dans le tube et les pertes de précontrainte causées par la microplastification des filets de vis après une très grande charge ont été évaluées.

Pour les investigations numériques les tubes assemblés des essais ont été simulés au moyen de modèles aux éléments finis. Les boulons et les phénomènes de contact entre les faces intérieures des brides et entre la tête du boulon ou l'écrou et les faces extérieures des brides ont été soigneusement modélisés par des réseaux à mailles fines. Les imperfections mesurées des brides ont été reproduites approximativement. Le modèle entier aux éléments finis a été validé par les résultats expérimentaux pour la mise en précontrainte et pour le cours de chargement. Ensuite, dans une étude numérique à paramètres variables, pour deux assemblages à brides sélectionnés, qui sont typiques pour les moulins à vent avec turbine, les contraintes dans les boulons et la propagation des fissures due à la répétition des charges ont été calculées pour différents paramètres d'imperfection. En se basant sur une analyse comparative des résultats numériques des recommandations ont été proposées pour les tolérances d'exécution et des méthodes approchées de calcul à la fatigue des boulons en tenant compte des bâillements des brides correspondant aux imperfections tolérées.