

Sommaire Recherche et développement



Valeur
au
bois

RDS 08-02-F
avril 2008

Technique d'essai et d'évaluation non destructifs pour le contrôle et l'évaluation de la qualité des joints par entures multiples

La procédure actuelle de contrôle de la qualité dans les usines d'aboutage repose sur la charge d'épreuve et sur des essais destructifs effectués sur des échantillons hors de la chaîne de production. On connaît bien, et on a étudié jusqu'à une certaine mesure dans des travaux antérieurs, les inconvénients de telles techniques, notamment leur fiabilité, leur nature destructive, les dommages potentiels qu'elles peuvent infliger aux joints, etc. Les fabricants, quant à eux, aimeraient trouver d'autres façons rentables et fiables d'assurer un contrôle de la qualité.

Cette étude visait à aborder les préoccupations de l'industrie du bois par rapport à la mise au point d'une technique de balayage par rayons X en vue de vérifier et d'évaluer de façon non destructive la résistance à la traction des joints par entures multiples et par conséquent, de contrôler et de garantir la qualité de ces mêmes joints.

On a conclu que la technique de balayage par rayons X pour déterminer de façon non destructive la résistance à la traction des joints par entures multiples offrait de bonnes possibilités pour le contrôle et pour l'assurance de la qualité des joints.

Forintek recommande que la prochaine étape consiste en la mise en place d'un dispositif à rayons X en vue de détecter les nœuds intérieurs et de mesurer la teneur en humidité du bois avant de fabriquer des joints comme certaines usines le font actuellement. Un tel dispositif à rayons X est offert sur le marché. On est en train d'ajouter un procédé de balayage par rayons X pour



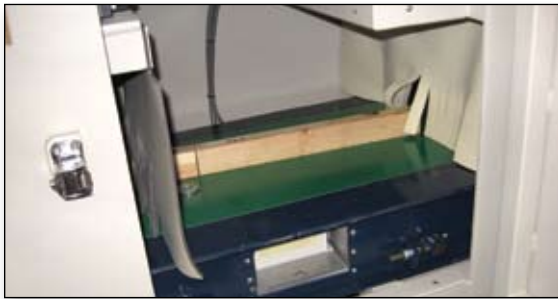
Scanner industrie à rayon x.

déterminer de façon non destructive la force des joints par entures multiples aux machines à rayons X industrielles qui sont actuellement utilisées pour la classification du bois d'œuvre.

Ce procédé est beaucoup plus simple, plus fiable et plus efficace que les techniques actuelles de contrôle de la qualité employées dans les usines. Il n'endommagera d'aucune façon les joints par entures multiples en raison de son caractère non destructif. La mise au point d'un système en ligne visant à vérifier et à évaluer de façon non destructive l'évaluation et le contrôle de la qualité des joints par entures multiples permettra d'améliorer grandement la qualité des joints, de bonifier et d'accélérer les procédures de contrôle de la qualité pour les fabricants de bois abouté tout en maximisant le rendement de ces derniers et en réduisant leur taux de rejet de même que leurs coûts d'exploitation.

Introduction

Afin d'être en mesure de relever les défis du XXIe, l'innovation s'avère essentielle à la conception et à la transformation des produits forestiers. À partir d'une ressource différente, les produits de bois d'ingénierie offrent de nouvelles possibilités dans le but de répondre aux besoins des consommateurs. Le bois abouté prouve qu'il est possible de prendre du bois de petite dimension et de qualité inférieure et d'en faire un produit de grande qualité et à haut rendement grâce à l'innovation.



FJ scanned by industry X-ray scanner.

En matière de produits de bois d'ingénierie, l'un des aspects qui favorise le succès de l'exploitation d'une usine de conversion du bois repose sur la qualité des joints par entures multiples. Les techniques actuelles de contrôle de la qualité se servent d'épreuves de charge sur le bois abouté, et ce, en un temps de réaction relativement court entre l'application de l'adhésif et l'épreuve de charge. En un délai si court, l'adhésif n'est pas entièrement durci et sa résistance n'est pas à son maximum. Malgré le fait qu'ils n'aient jamais été étudiés, les dommages éventuels causés aux joints par entures multiples ainsi que la réduction de leur résistance à la suite des épreuves de charge constituent une source importante de préoccupations. On s'interroge également sur la fiabilité des épreuves de charge. À la suite de ces épreuves, certains joints par entures multiples ne sont pas nécessairement rejetés en raison de leur faible résistance, mais plutôt à cause d'un durcissement inadéquat de l'adhésif. Comme l'ont fait remarquer quelques ingénieurs sur place, le bois abouté qui avait été fabriqué tard le vendredi et qui subissait l'épreuve de charge le lundi suivant enregistrait un taux de rejet beaucoup plus faible que s'il avait été contrôlé après une courte période de durcissement. Ce qui laisse entendre que les épreuves de charge peuvent affaiblir de bons joints et provoquer inutilement des rejets. Ainsi, les fabricants aimeraient trouver d'autres façons rentables et fiables d'assurer un contrôle de la qualité.

Afin d'aborder les besoins de cette industrie en matière de méthodes, FPInnovations – Division Forintek a entrepris cette recherche en vue d'étudier et de mettre au point une technique d'essai non destructif qui servirait au contrôle et à l'évaluation de la qualité des joints par entures multiples.

Résultats

Forintek a conçu une technique de balayage par rayons X en vue de vérifier et d'évaluer de façon non destructive la résistance à la traction des joints par entures multiples. En connaissant la résistance de chacun, la qualité des joints par entures multiples peut être assurée et contrôlée.

Pour ce faire, on se sert d'un tomodynamomètre, un appareil à rayons X utilisé dans les hôpitaux, pour obtenir de façon non destructive des images du bois abouté et d'une équation de prévision afin d'évaluer la résistance des joints par entures multiples grâce à l'information obtenue à partir des radiographies.

La technique de balayage par rayons X ainsi mise au point a fait l'objet d'une vérification à l'aide de spécimens de joints par entures multiples fabriqués en laboratoire. Ces derniers étaient dépourvus de nœuds et leur teneur en humidité avait été contrôlée. Pour les spécimens de joints étudiés, on a constaté que la résistance à la traction établie par cette technique corrélait bien avec la traction mesurée. Ainsi, on a obtenu des coefficients de corrélation de 0,89 pour les joints par entures multiples sur lesquels on avait appliqué de l'isocyanate comme adhésif et de 0,81 pour les joints fabriqués avec du phénol-résorcinol comme adhésif. On peut voir la comparaison à la *figure 1*.

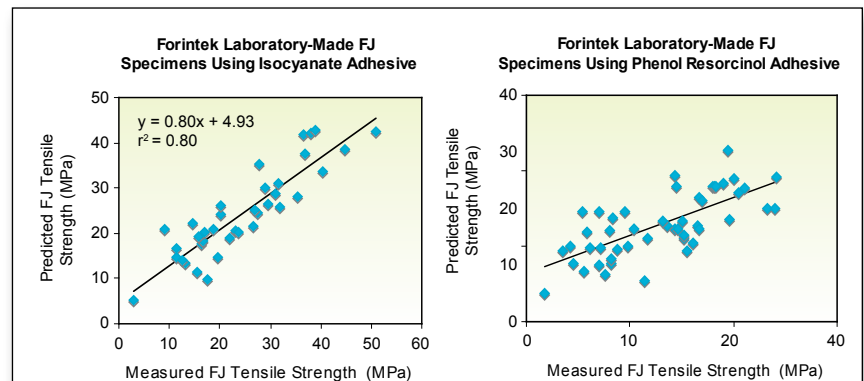


Figure 1: Comparaison des prédictions de la résistance à la traction (RT) des spécimens de joints par entures multiples exempts de nœuds dont la teneur en humidité a été contrôlée avec les valeurs mesurées.

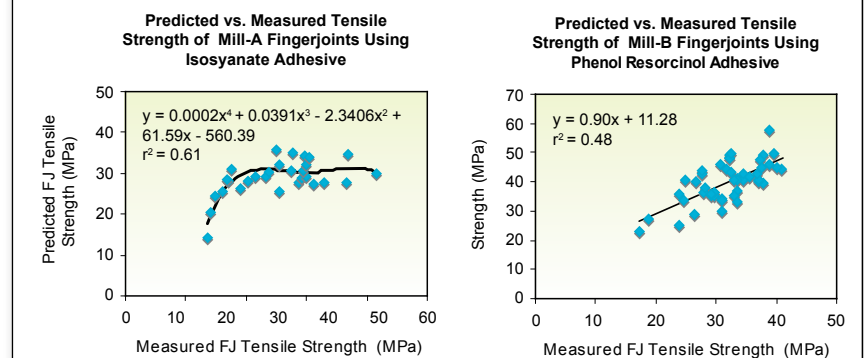


Figure 2: Vérification de la technique de balayage par rayons X mise au point pour le contrôle de la qualité des joints par entures multiples et évaluation à l'aide de spécimens de joints fabriqués en industrie.

À l'aide de spécimens de bois abouté assemblés en industrie et provenant de deux usines, on a poussé davantage les vérifications pour cette technique. Les résultats tirés de l'étude des joints par entures multiples fabriqués en industrie sont décrits ci-dessous.

Pour les spécimens manufacturés par l'usine A avec de l'isocyanate (ISO) comme adhésif :

- les radiographies ont révélé la présence de nœuds dans environ 12 % des cas, laquelle dépassait le seuil de déplacement de 10 %, soit le nombre maximal de nœuds permis par les exigences en contrôle de la qualité du bois. Il n'y avait qu'un joint sur 58 qui était exempt de nœuds;
- la technique actuelle d'essai non destructif à partir d'un balayage par rayons X a bien prédit la résistance de tous les joints. La résistance prédite des spécimens corrélait assez bien avec la valeur mesurée ($R=0,78$; *figure 2*). Le coefficient de corrélation était légèrement inférieur à celui ($R=0,89$; *figure 1*) qu'ont obtenu les joints fabriqués en laboratoire. Ces derniers étaient exempts de nœuds et leur teneur en humidité était contrôlée, ce qui montre l'effet des nœuds sur cette technique;
- la technique actuelle d'essai et d'évaluation non destructifs a très bien prédit la conformité aux normes des spécimens de joints par entures multiples fabriqués en industrie et sur lesquels on avait appliqué de l'ISO comme adhésif. Un seul spécimen n'a pas été bien classé en raison d'une résistance à la traction plus faible que celle enregistrée à l'épreuve de charge. Pourtant ce spécimen avait réussi l'épreuve, ce qui fait qu'aucune explication n'a pu être apportée à cette résistance anormalement faible.

Pour les spécimens fabriqués par l'usine B avec du phénol-résorcinol (PR) comme adhésif :

- les radiographies ont révélé la présence de nœuds dans environ 20 % des spécimens, laquelle dépassait le seuil de déclassement de 10 %. De plus, on a dénombré au moins trois joints dont la teneur en humidité était élevée;
- la technique actuelle d'essai et d'évaluation non destructifs à partir d'un balayage par rayons X n'a pas réussi à bien prédire la résistance des joints dont le nombre de nœuds dépassait le seuil de déclassement de 10 %.
- la résistance prédite des spécimens qui comportaient des nœuds de taille raisonnable corrélait bien avec la valeur mesurée ($R=0,69$; *figure 2*). Le coefficient de corrélation était semblable à celui ($R=0,71$; *figure 1*) tiré de la base de données des joints fabriqués en laboratoire. Ces joints étaient exempts de nœuds et leur teneur en humidité était contrôlée;
- la technique d'essai et d'évaluation non destructifs a très bien prédit la conformité aux normes des spécimens de joints par entures multiples fabriqués en industrie. Seuls deux cas de mauvaise classification ont été relevés, y compris le spécimen qui comportait des nœuds dans les joints dont le nombre dépassait le seuil de déclassement de 10 %. On en conclut qu'avec la technique d'essai et de vérification non destructifs, davantage de nœuds sont tolérés à l'étape de prédiction pour la conformité des joints aux normes qu'à l'étape de prédiction de la résistance des joints.

Avantages éventuels

La technique de balayage par rayons X offre toutes sortes de possibilités pour ce qui est de vérifier et d'évaluer de façon non destructive la résistance en ligne de chaque joint par entures multiples. Grâce à leur connaissance de la résistance de chaque joint, les opérateurs seront plus en mesure de trier les joints rejetés et d'obtenir une rétroaction du processus d'aboutage. Par conséquent, la qualité des joints par entures multiples sera contrôlée et assurée. Ce procédé est beaucoup plus simple, plus fiable et plus efficace que les techniques actuelles de contrôle de la qualité. Il n'endommagera d'aucune façon les joints par entures multiples en raison de son caractère non destructif.

La mise au point d'un système en ligne visant à vérifier et à évaluer de façon non destructive l'évaluation et le contrôle de la qualité des joints par entures multiples permettra d'améliorer grandement la qualité des joints, de bonifier et d'accélérer les procédures de contrôle de la qualité pour les fabricants de bois abouté tout en maximisant le rendement de ces derniers et en réduisant leur taux de rejet de même que leurs coûts d'exploitation.

Conclusion

Cette étude démontre que :

- dans les usines d'aboutage, pour les joints par entures multiples dont la qualité du bois répond aux exigences de contrôle de la qualité voulant que le nombre de nœuds dans les joints ne dépasse pas le seuil de déclassement de 10 %, la technique d'essai et d'évaluation non destructifs par balayage aux rayons X mise au point peut prédire assez bien la résistance à la traction des joints;
- l'utilisation de la technique d'essai non destructif pour évaluer la conformité aux normes du bois abouté selon les catégories de bois d'après la résistance à la traction déterminée par la technique d'essai et d'évaluation non destructifs semble plus prometteuse, parce qu'avec elle, les joints qui comportent un nombre de nœuds supérieur au seuil de déclassement de 10 % sont mieux tolérés;
- l'appareil à balayage par rayons X est également un outil utile qui apporte un complément à l'inspection visuelle en vue de contrôler la qualité du bois avant de fabriquer les joints de sorte que les nœuds et la teneur en humidité dans le bois répondent aux exigences en matière de qualité du bois.



Mise en œuvre

- La première étape de mise en œuvre consiste à recommander l'installation d'un système à rayons X industriel actuellement offert sur le marché en vue d'examiner par balayage le bois avant la fabrication des joints de façon à en assurer la qualité.
- Un nouveau projet a été mis sur pied afin d'ajouter ce procédé de balayage par rayons X pour le contrôle de la qualité des joints par entures multiples au système industriel à rayons X, actuellement utilisé pour la classification du bois d'œuvre.

Remerciements

FPIinnovations – Division Forintek désire exprimer ses remerciements au Service canadien des forêts des Ressources naturelles Canada pour son appui financier à ce projet de recherche.

L'auteur tient à remercier les agents de liaison du projet pour les conseils, les directives et le soutien qu'ils ont offerts tout au long de la recherche décrite dans cette synthèse. L'auteur remercie particulièrement les agents de liaison pour la générosité qu'ils ont démontrée en lui fournissant des spécimens de joints par entures multiples.

Pour plus d'information sur ce sujet, veuillez communiquer avec :

Lin J. Hu, Ph. D., chercheur
Systèmes de construction - Région de l'Est
Tél. : 418 659-2647, poste 3103
Télec. : 418 659-2922
Courriel : lin.hu@fpinnovations.ca

This R&D Summary is also available in English.

Partenaires du programme de recherche *Valeur au bois*



**Valeur
au
bois**

Dans le cadre du programme *Valeur au bois*, financé par Ressources naturelles Canada, les conseillers industriels de Forintek offrent des services techniques aux entreprises de valeur ajoutée partout au Canada. Informez-vous des ateliers prévus dans votre région en consultant www.valeuraubois.ca, ou passez par le site (Support technique) pour toute demande de renseignement technique en rapport avec la transformation du bois.

Pour commander le rapport complet, adressez-vous à :

Marielle Martel
FPIinnovations – Division Forintek
Région de l'Est
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tel. : (418) 659-2647
Télec. : (418) 659-2922

Bibliothèque
FPIinnovations – Division Forintek
Région de l'Ouest
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tel. : (604) 224-3221
Télec. : (604) 222-5690