

1 Abstract

An experimental investigation of the impact of char fall off on the in-depth heat transfer in medium-scale cross-laminated timber (CLT) members under radiant heating was undertaken. The response of bare CLT columns, which showed debonding of char without exception under both heating conditions (20 and 50 kW/m²), was compared to CLT columns with a glass fibre reinforced polymer (GFRP) layer that effectively prevented all char fall off. Loss of uncharred cross-section, mass loss, thermal penetration depths, in-depth temperatures and the rate of heating were shown to increase in samples that experienced char fall off. This implies a strong effect of char fall off regarding residual structural capacity of engineered timber members in fire conditions that is not accounted for in any numerical analysis or design tools.

A heat transfer model was developed to analyse the influence of different properties of the GFRP composite and the char layer on the evolution of the in-depth temperature profile in the CLT. The numerical results indicated high importance of the surface absorptivity and the formation of an air gap between the glass fibre layer and the charred timber surface. However, none of the investigated properties alone showed the same effect on the heated depth as that observed in the experimental study. This highlights the need for further research to understand the mechanisms causing char fall off and its consequences for the in-depth heat transfer in engineered timber.

2 Abstract (Kurzfassung)

Die Auswirkungen der Ablösung verkohlter Holzschichten auf die Wärmeübertragung in Brettsperrholz (Cross-laminated timber, CLT) im Brandfall wurden in einer experimentellen Studie untersucht. Alle Brettsperrholz-Bauteile zeigten Kohleablösungen sowohl unter 20 als auch unter 50 kW/m² Bestrahlung. Der Effekt wurde mit einer Kontrollgruppe verglichen, in der ein glasfaserverstärkter Kunststoff (GFRP) auf der beheizten Oberfläche Kohleablösungen aus der Matrix des Verbundwerkstoffs effektiv verhinderte. Holzkohleablösungen verstärkten den Verlust tragfähigen Querschnitts, Massenverlust, hitzebeeinflusste Tiefe, Temperaturen im Querschnitt und die Aufheizgeschwindigkeit. Dies deutet auf einen starken Einfluss von Holzkohleablösungen auf die verbleibende Tragfähigkeit von Holzbauteilen im Brandfall hin, der allerdings in Design und Dimensionierung von Holztragwerken bisher nicht beachtet wird.

Der theoretische Einfluss verschiedener GFRP- und Holzeigenschaften auf den Wärmetransport in CLT wurde mit einem numerischen Verfahren untersucht. Die Ergebnisse deuten auf einen starken Einfluss des Oberflächenabsorptionsvermögens sowie der entstehenden Luftschicht zwischen GFRP und Holzoberfläche hin. Keiner der untersuchten Parameter erwirkt jedoch denselben Effekt, der in den Experimenten gemessen wurde. Dies deutet darauf hin, dass dringender Forschungsbedarf bezüglich der Mechanismen hinter der Ablösung der Kohleschicht und ihrer Auswirkungen auf das Brandverhalten von Holzwerkstoffen besteht.