

[补充信息]

加筋木-混凝土组合梁承载力计算及尺寸设计方法

袁 帅[†], 易 锦[†], 贺国京[✉]

中南林业科技大学土木工程学院, 长沙 410004

[Supplementary Information]

The Calculation of Ultimate Flexural Capacity and Design Method of Reinforced Timber-concrete Composite Beams

YUAN Shuai[†], YI Jin[†], HE Guojing[✉]

College of Civil Engineering, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004

组合梁加工制作

在制作出设计尺寸的木梁之后, 需对木梁进一步加工。包括, 木梁刨平、木梁开槽、木梁打孔、嵌入螺栓、钢筋打磨贴片、槽内灌胶、固定钢筋、木槽胶实、支模板、绑扎构造筋、浇筑混凝土、混凝土抹平成型。最后进行养护, 在一周后拆模, 28 天后便可进行试验。木-混凝土组合梁制作部分过程如图 S1。



(a) 木梁刨平

(b) 木梁开槽

(c) 槽内灌胶

(d) 拌和、浇筑混凝土

图 S1 木-混凝土组合梁制作

Fig.S1 Making of TCC beams

材性试验

通过木梁顺纹抗拉、抗压试验、混凝土抗压试验, 得到了木梁的顺纹抗拉强度、抗压强度、弹性模量及混凝土抗压强度, 图 S2 为材性试验现场图示。



(a) 顺纹抗拉试验



(b) 顺纹抗压强度试验



(c) 混凝土试样抗压强度试验

图 S2 材性试验

Fig.S2 Materials properties test

本试验中螺栓采用直径为 12 mm，长度为 120 mm 的 4.8 级常规螺栓。螺栓的屈服强度与极限抗拉强度等相关参数均由厂家提供，如表 S1 所示。

表 1 螺栓性能参数

Table S1 Bolt performance parameters

Material	Dimensio/mm	Yield strength/MPa	Ultimate tensile strength/MPa
Outer hexagon bolt	φ12×120	320	400

表 S2 为由试验得出的各材料特性值，木材与混凝土的栓钉连接件抗剪承载力按照 Ceccoti 公式计算，具体公式为：

$$F_u = \min \begin{cases} 0.4 f_h \cdot l_E \cdot d \\ 1.5 \sqrt{2 M_y \cdot f_h \cdot d} \end{cases} \quad (1)$$

式中： F_u 为单个栓钉抗剪承载力； d 为栓钉的直径； l_E 为栓钉嵌入木材的实际长度； f_h 为木材顺纹抗压强度； M_y 为栓钉产生塑性铰时所对应的弯矩值，可用(2)式表示：

$$M_y = 0.8 \cdot f_u \cdot \frac{d^3}{6} \quad (2)$$

式中：式中 f_u 为栓钉极限抗拉强度， d 为栓钉的直径。

表 S2 各材料特性值

Table.S2 Characteristic values of each material

Beam	Tensile rebar	Concrete		Stud	Timber beam		
		Compressive strength f_c / Mpa	Elasticity modulus E_c / Mpa	Shear strength F_u / kN	Elasticity modulus E_w / Mpa	Tensile strength f_{wt} / Mpa	Compressive strength f_{wc} / Mpa
TB-1	no						
TB-2	HRB400φ14	45.60	3.25×10^4	18	11.58×10^3	83.22	46.54
TB-3	HRB400φ16						
TB-4	HRB400φ18						

传感器布置及加载控制

在梁支座、三分点处、跨中处布置好百分表，用于测量组合梁的变形。在梁跨中和三分点侧面等间距布置电阻应变片（其中木梁 5 片、混凝土 3 片），在木梁跨中底部和顶部，混凝土板跨中顶部分别布置电阻应变片，用于测量组合梁的应变。在增强筋中间位置布置电阻应变片，用于测量增强筋的应变。

准备工作完毕，进行分级加载试验，加载前期每级荷载 5kN。临近极限荷载时，每级荷载 2.5 kN，直至梁因破坏而失去承载力。每级加载，持续 2 min，让组合梁变形充分发展，随即利用 DH3818 静态应变采集系统同步采集应变并观察其变形情况。