

中山大学 2019 深圳论坛 土木工程学院 珠海分论坛

报告人： 邱成宇

来自学校： 澳大利亚 莫纳什大学 (Monash
University)

研究方向： 纤维塑料复合材料 (fibre
reinforced polymer) 的结构应用

报告日期： 2019. 12. 29



自我介绍 Short Bio

姓名： 邱成宇

本科院校： 中南大学 澳大利亚 莫纳什大学 (Monash University) 2+2 联合培养，土木工程，2011 – 2015

博士院校： 澳大利亚 莫纳什大学，结构工程，2016.3 – 2020.3

博士论文： 纤维塑料复合材料 (fibre reinforced polymer, FRP) 管状结构构件的对接节点研究

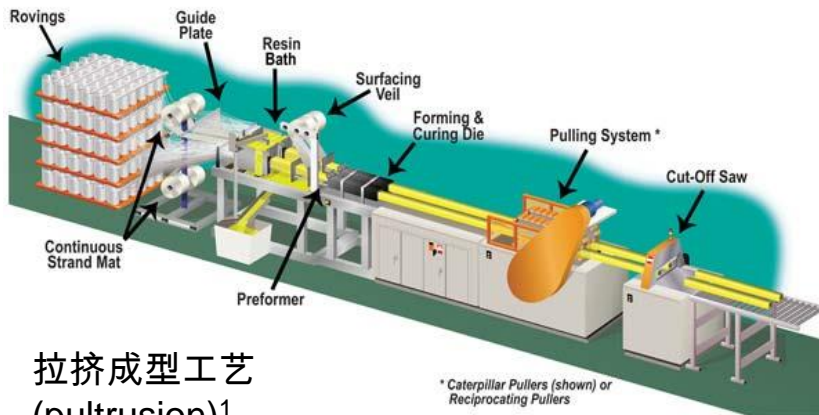
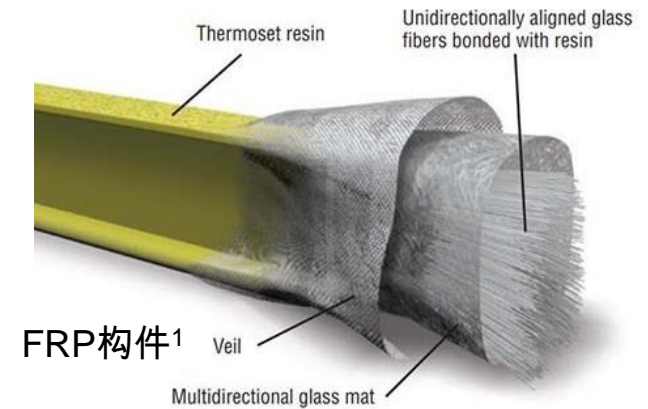
涉及领域： 纤维塑料复合材料 (FRP) 结构、FRP结构节点、粘接结构、钢结构、结构延性、复合梁结构

其他经历： 国内期间 钢筋混凝土结构建设现场实习监理

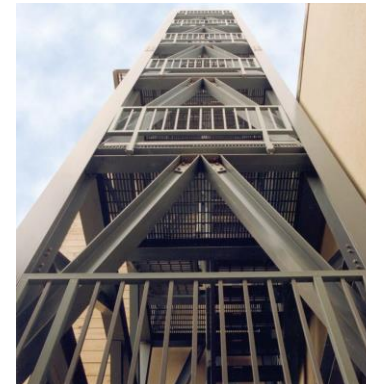
在澳期间 本科课程助教 (teaching assistant)、参与组织国际会议

研究背景 Background of research

- 纤维增强塑料 Fibre reinforced polymer (FRP)
 - 高强度（纤维方向）、轻质、耐腐蚀
 - 构件可产自拉挤 (pultrusion)、缠绕 (filament winding) 等自动化生产工艺
 - 建筑结构中运用有限
 - 节点设计需考虑材料各向异性及材料脆性



拉挤成型工艺 (pultrusion)¹



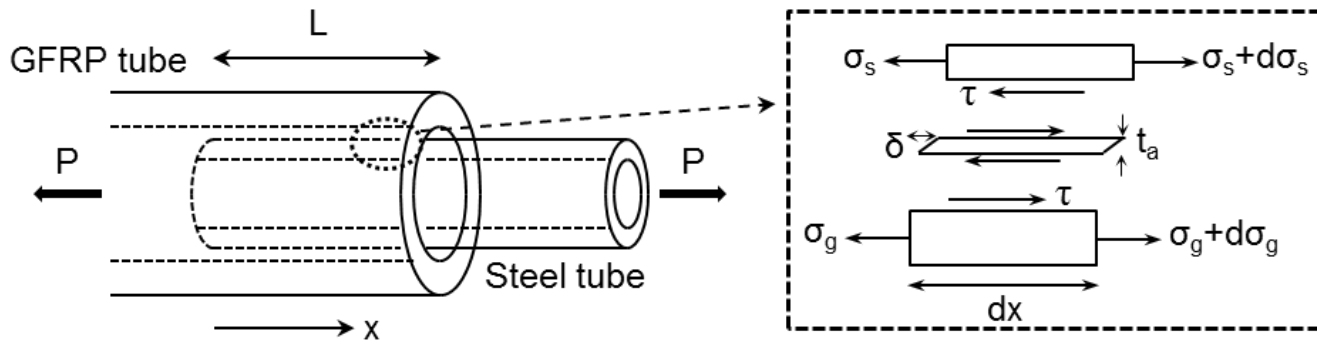
Strongwell stair-tower¹



Eyecatcher building²

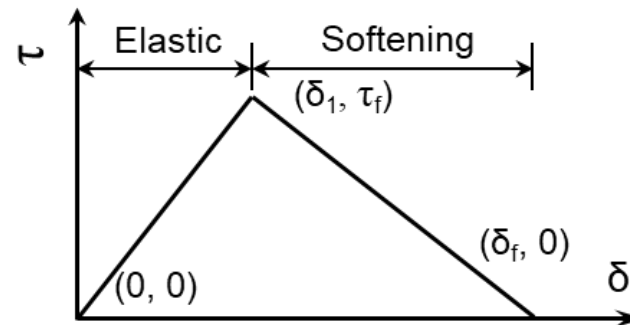
研究成果 Research works

- FRP构件套筒粘接节 (bonded sleeve joint) 点轴向荷载下的理论分析
 - 基于粘接处 ‘弹性 – 软化 (elastic-softening)’ 的双线性 ‘剪力 – 滑移 (shear-slip)’ 模型



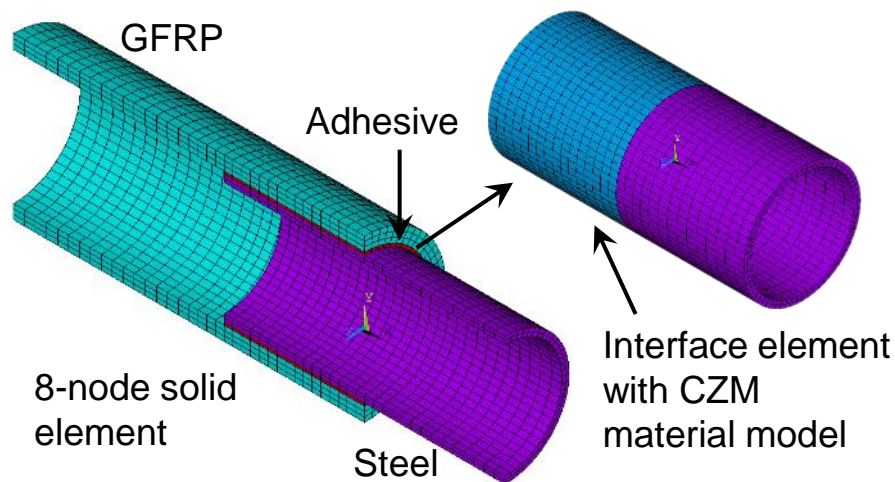
$$\frac{d^2 \delta}{dx^2} - \left(\frac{b_s}{E_s A_s} + \frac{b_g}{E_g A_g} \right) \tau = 0$$

τ = shear stress, δ = shear slip
 b = circumference of adhesive layer
 s = steel tube, g = GFRP tube



研究成果 Research works

- FRP构件套筒粘接节 (bonded sleeve joint) 点轴向荷载下的理论分析
 - 极限状态下粘接长度处的多种剪应力分布 (shear stress distribution) 及节点的极限承载力 (joint capacity)
 - 实验及有限元模拟 (FE modelling) 验证



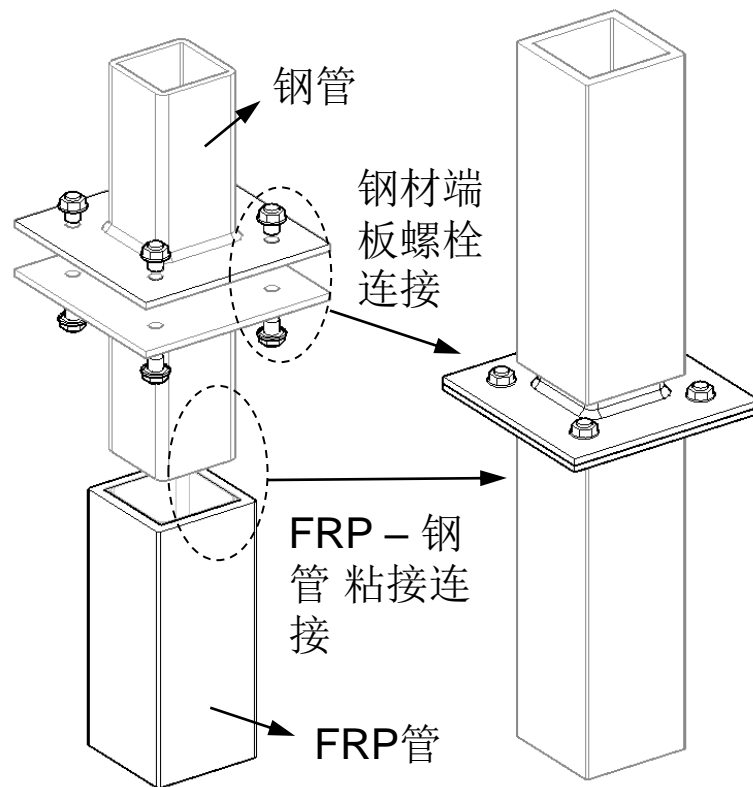
- 内容发表于

Qiu, C., Feng, P., Yang, Y., Zhu, L., & Bai, Y. (2017). “Joint capacity of bonded sleeve connections for tubular fibre reinforced polymer members”. *Composite Structures*, 163, 267-279.

研究成果 Research works

FRP管状截面构件的对接节点 (splice connection)

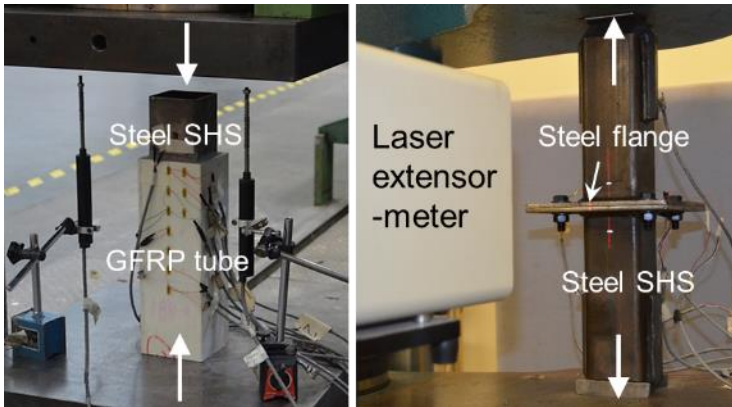
- FRP管 – 钢管 套筒粘接连接 (bonded sleeve joint): 减少FRP材料上的应力集中、保持FRP构件的纤维完整性、提高节点强度刚度
- 钢管 – 钢管 螺栓端板连接 (bolted flange joint): 易组装及拆卸、延性变形
- 轴向、弯曲、往复荷载下的节点性能
- 粘接长度及螺栓布置对节点性能的影响



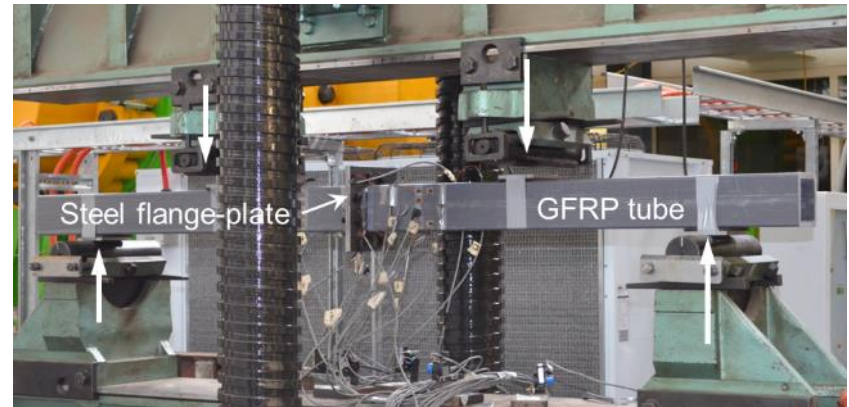
研究成果 Research works

- FRP管状截面构件的对接节点 (splice connection)

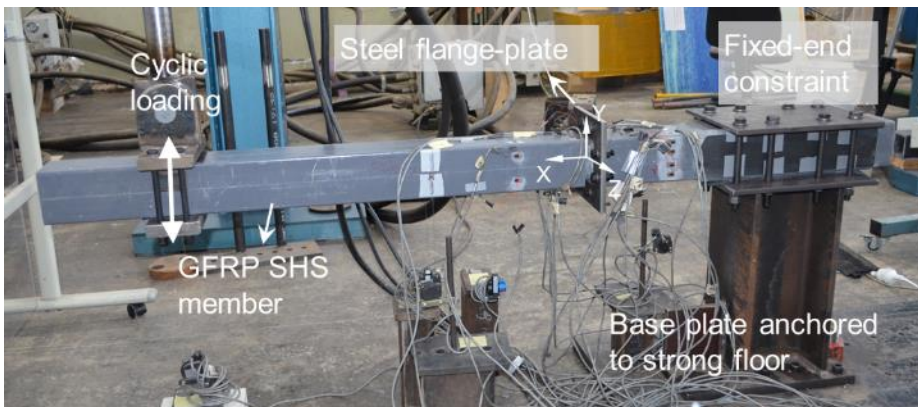
- 轴向 (axial loading) 测试



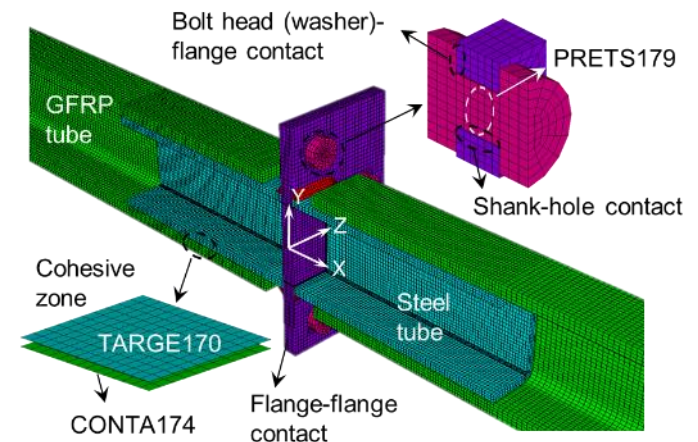
- 受弯 (flexural loading) 测试



- 往复荷载 (cyclic loading) 测试



- 有限元模拟 (FE modelling)



研究成果 Research works

- FRP管状截面构件的对接节点 (splice connection)
 - 在相似类型 FRP 构件节点中具有 易组装拆卸、高强度、高刚度、延性破坏的优点
 - 套筒粘接长度和螺栓布置对节点性能的影响
 - 非线性有限元模型能模拟 整体 荷载 – 位移 及 粘接节点处的应变表现
 - 内容发表于

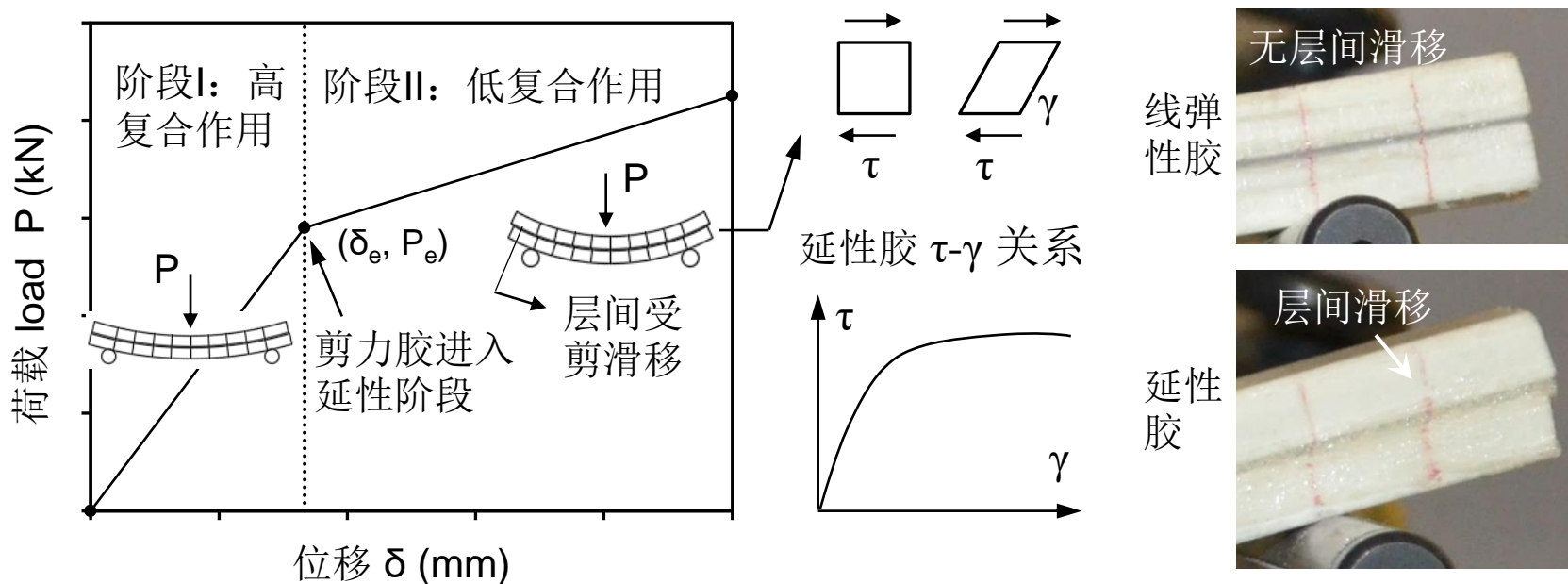
Qiu, C., Ding, C., He, X., Zhang, L. and Bai, Y., 2018. “Axial performance of steel splice connection for tubular FRP column members”. *Composite Structures*, 189, pp.498-509.

Qiu, C., Bai, Y., Zhang, L. and Jin, L., 2019. “Bending performance of splice connections for assembly of tubular section FRP members: experimental and numerical study”. *Journal of Composites for Construction*, 23(5), p.04019040.

Qiu, C., Bai, Y. and Cai, Z., 2020. “Cyclic performance of splice connections for hollow section FRP members”. *Under-review*

研究成果 Research works

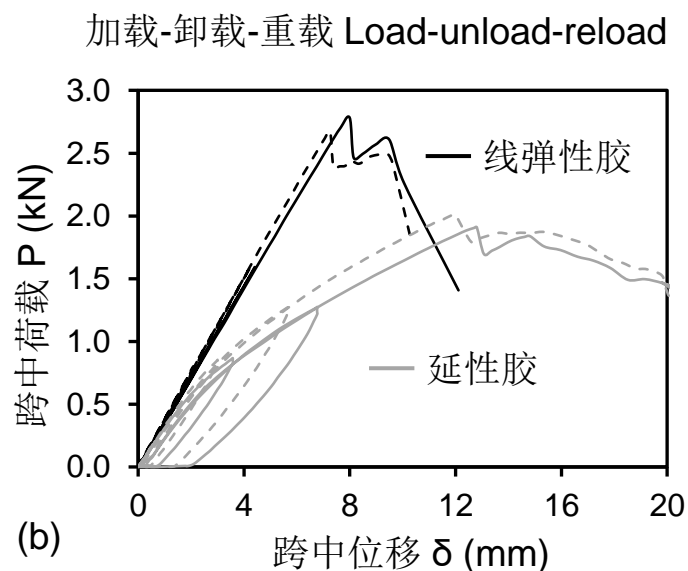
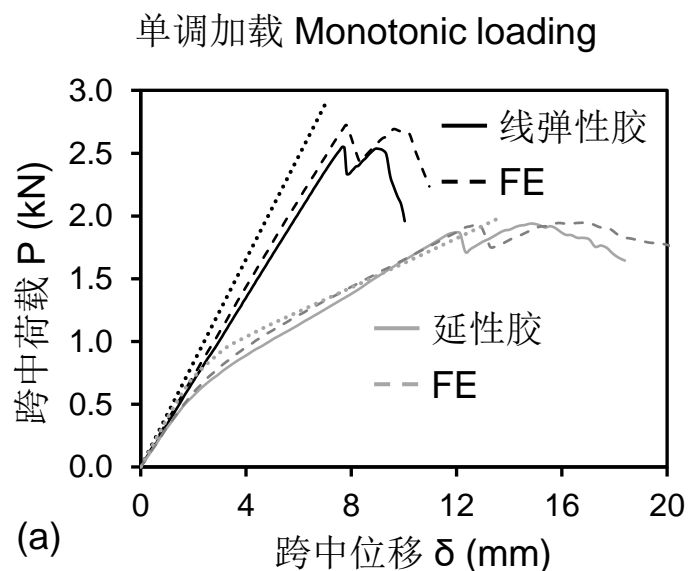
- 在多层梁结构 (layered beam) 中，通过改变变复合作用 (composite action) 实现结构延性 (ductility)
 - 概念：以延性胶 (ductile adhesive) 作为多层梁层间剪力连接 (shear connection)，进入延性阶段后使层间复合作用降低
 - 验证：脆性FRP材料二层梁，剪力连接线弹性胶 vs. 延性胶



研究成果 Research works

- 在多层梁结构 (layered beam) 中, 通过改变变复合作用 (composite action) 实现结构延性 (ductility)

— 荷载—位移 表现



— 内容发表于

Bai, Y. and **Qiu, C.**, 2019. “Load-dependent composite action for beam nonlinear and ductile behavior”. *Journal of Structural Engineering*, in-press

预期来校工作 Prospective works at SYSU

- 拟加入“海洋土木工程”，从事结构工程方向研究
 - 纤维塑料 (FRP) 复合材料具有轻质、抗腐蚀及疲劳的特点，可在海洋及近海结构中发挥优势
 - 结合海洋环境以及未来智能建造（遥控、自动化）的趋势，开展FRP结构的“构件连接方法及整体组装模式”方面的研究
- 承担本科及研究生的课程教学
 - 可胜任混凝土结构、钢结构、复合结构等结构设计的课程教学
 - 可胜任材料力学、结构力学、有限元模拟等固体力学分析的课程教学
 - 可胜任中英双语教学

感谢中山大学及土木工程学院组织此次论坛

欢迎提问及指正