

预制装配式综合管廊混凝土结构及连接受力性能研究

肖永刚¹, 张举兵¹, 苏越¹, 焦利欣¹
1. 土木与资源工程学院, 北京科技大学, 北京, 北京市

简介: 本文基于前人研究, 借助有限元分析软件COMSOL, 使用软件内置的螺栓组件模拟预制管廊纵向连接, 对预制管廊在三种工况下的混凝土结构和螺栓力学行为进行数值模拟, 分析其结构变形特点和应力分布规律。

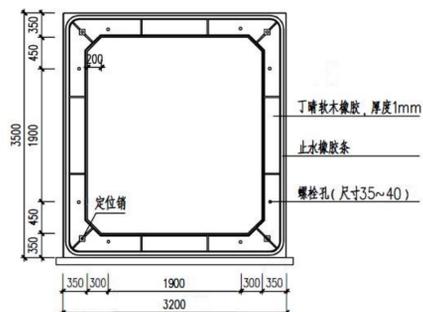


图 1. 预制管廊标准断面

计算方法: 考虑到管廊几何结构和所受荷载沿中轴线对称, 模型仅选取管廊的一半进行建模。使用结构力学接口, 求解方程如下。

$$\nabla \cdot (\mathbf{FS})^T + \mathbf{Fv} = 0, \quad \mathbf{F} = \mathbf{1} + \nabla \mathbf{u}$$

不考虑土与结构共同作用, 将不同埋深下的土压力直接施加到模型上面; 除了土压力和结构自重无其他荷载。

顶板荷载: $P_{\text{顶}} = h \cdot \gamma$

侧壁荷载: $P_{\text{上端}} = \gamma h K$

$$P_{\text{下端}} = \gamma (h + H) K$$

底板设置固定约束, 管廊纵向设置活动铰支座。管廊横向对称面、相邻管廊接触面位置的螺栓杆横截面处设置对称边界。

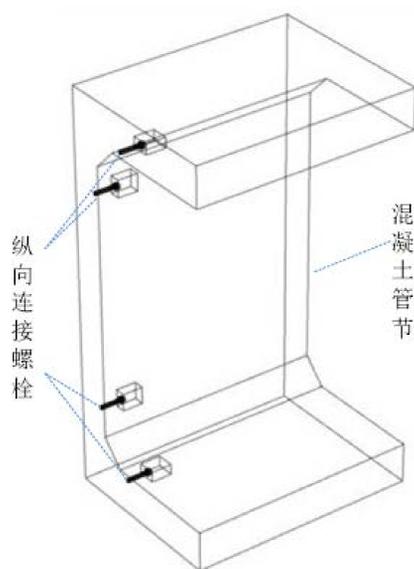


图 2. 预制管廊三维模型

结果: 展示仿真研究的结果。可以用图片或表格的形式对结果进行呈现。

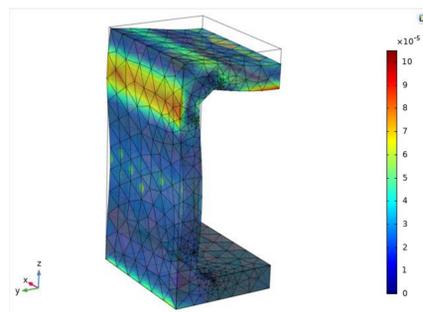


图 3. 模型最大主应变

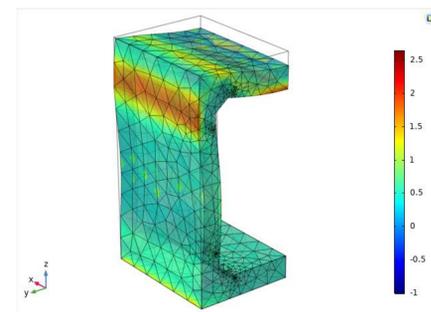


图 4. 模型第一主应力

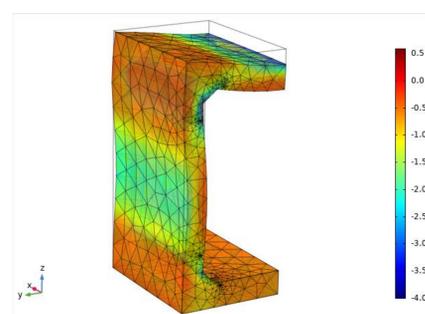


图 5. 模型最小主应力

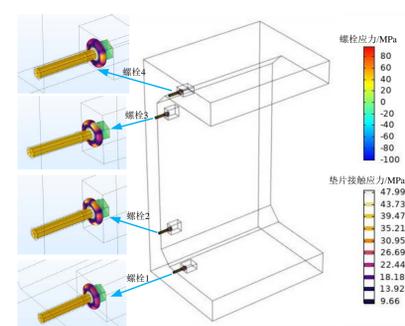


图 6. 回填后螺栓及垫片应力

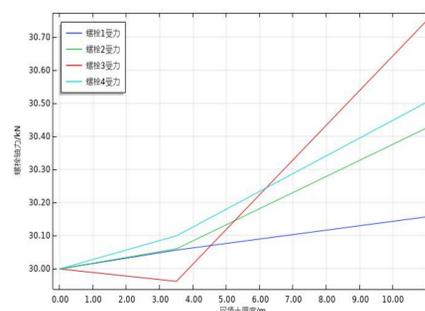


图 7. 螺栓轴力的变化曲线

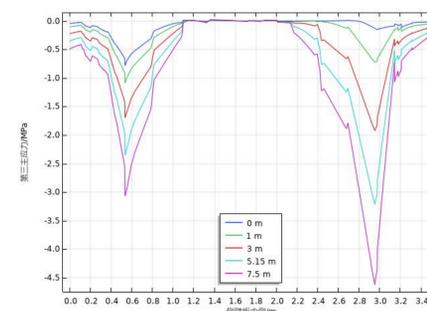


图 8. 侧壁板外侧混凝土最小主应力

结论: 预制综合管廊在自重和回填土荷载作用下发生结构应力重分布, 顶板下侧中间区域与上侧两端以受拉为主, 侧壁板外侧上端出现拉应力区域; 混凝土部分区域的应力随着埋深的增加而出现应力剧增的趋势, 但小于混凝土的极限抗拉、抗压强度; 随着管廊回填土厚度的增加, 4个螺栓轴向拉力均不断增加, 螺栓3的拉力增加速度最快, 总体上螺栓轴力增加不大, 最大主应力远小于其屈服强度。

参考文献:

1. 王述红, 阿力普江·杰如拉, 王鹏宇, 等. 预制矩形箱涵受力性能模拟及其潜在的破坏模式[J]. 东北大学学报(自然科学版), 39(02), 260-265. (2018)
2. 胡翔, 薛伟辰. 预制预应力综合管廊受力性能试验研究[J]. 土木工程学报, 43(5), 29-37. (2010)