

# 单舱矩形断面拼装式综合管廊受力性能试验研究

孙利民

通号建设集团公司

**摘要:** 为了统筹城市地上地下空间的规划应用, 预制综合管廊项目应势而生, 但是预制拼装式综合管廊受力性能满足工程要求是管廊工程的先决条件。本文以吉首市综合管廊项目为依托, 通过现场试验和数值模拟方法分析拼装式综合管廊结构力学性能和变形性能, 以供同类工程参考和借鉴。

**关键词:** 综合管廊; 数值模拟; 受力性能; 试验

## 一、引言

综合管廊是指在城市地下建造的市政公用隧道空间, 是可将电力、通信、供水等市政公用事业集中在一个结构中的现代化、集约化的城市公共基础设施<sup>[1]</sup>。综合管廊的实施, 便于对城市地下隧道进行综合的统一管理, 便于各种管线的检修、扩容与接入接出, 避免了道路的二次开挖以及对于城市交通的影响。因此, 推进综合管廊建设, 不仅可以有效解决城市道路反复挖掘, 地下空间浪费, 市政管线事故频发等问题, 还具有一定经济效益。本文以吉首市综合管廊项目为背景, 对原尺寸综合管廊的受力性能进行试验研究。

## 二、试验方案

### (一) 试验目的

(1) 通过现场静试验, 确定管廊顶板能承受的开裂荷载, 为管廊上部覆土层施工工艺及施工机械参数选择提供依据;

(2) 检测管廊结构在设计荷载作用下的位移、应力特性, 与理论计算值相比较, 从而对管廊的受力性能和工作状态进行科学评价;

(3) 检验管廊设计、施工质量, 为管廊的交(竣)工验收、使用及日后的养护维修提供技术依据。

### (二) 试验管廊尺寸

本试验参照《预制混凝土方涵》Q/DMD 002-2013, 单节预制管廊质量检测原则上选择施工质量较差、缺陷较多、混凝土强度试验达不到设计要求或施工记录不完备的单节预制管廊进行荷载试验。试验预制管廊标准段在管廊存放区随机抽取。本试验预制管廊标准段截面形式: 矩形截面, 高3.2m, 宽3.6m, 壁厚0.3m, 四角加腋0.2m。材料: 混凝土C40。

### (三) 测试内容及测点布置

(1) 应力应变测试。用振弦式应变计和配套的读数仪进行应力测试, 在试验预制管廊标准段项板外侧沿环向布置3个应变测点, 项板内侧布置1个应变测点, 腹板外侧沿高度方向布置3个应变测点, 腹板内侧沿高度方向布置1个应变测点, 总共8个测点。

(2) 挠度测试。用百分表进行挠度测试, 项板外侧跨中及两端加腋处各布置1个挠度测点, 共布置3个挠度测点。

(3) 外观检查。外观检测以目测观察结合仪器观测进行, 近距离检查管廊结构在各级荷载加载条件下的裂缝出现和发展规律。

(4) 根据试验数据和数值模拟结果综合管廊结构的力学性能进行评估。

## (四) 试验过程

本试验外压荷载考虑荷载损失, 裂缝荷载不应低于81 kN/m, 破坏荷载不应低于121 kN/m, 按跨中弯矩等效原则, 使荷载效率达到0.95~1.05的要求, 各控制截面内力的加载分级进行, 防止结构意外损坏同时用以获得结构试验荷载与变位关系曲线。采用液压千斤顶施加外力, 荷载分5级(83kN, 163kN, 242kN, 302kN, 364kN)施加, 最终累计加载至破坏荷载121 kN/m, 一次卸载。加载和卸载的持续时间以结构的变形达到稳定为原则, 同时考虑温度变化对试验造成的影响。本次试验在正式加载前、各量测仪表调零或初读数; 然后分级加载, 每一级荷载加载完毕, 等待结构变形稳定后, 进行各量测仪表读数; 读完数后, 再加下一级荷载, 当全部荷载加载完成并读数后, 按一次全部卸载, 等待15min, 各量测仪表测读结构的残余变形。

## 三、试验结果与分析

根据现场测试结果, 可得到不同荷载等级下管廊的应变和挠度变化曲线。如图1和图2。

从图1可以看出, 各个测点的应变值在不同的荷载等级下, 与荷载大小基本呈线性关系, 在最大荷载364kN作用下, 管廊外侧2号测点的应变值为 $-91 \mu \epsilon$ , 管廊内侧7号测点应变值为 $99 \mu \epsilon$ 。其他测点应变绝对值均小于 $50 \mu \epsilon$ 。

从图2可以看出, 各个测点的挠度值在不同的荷载等级下, 与荷载大小基本呈线性关系, 在最大荷载364kN作用下, 管廊跨中位置的2号测点的挠度值为 $-0.487\text{mm}$ 。1号和3号测点挠度值较小, 最大不超过 $-0.2\text{mm}$ 。

通过结果分析, 在每一级荷载作用下, 实测应变值和挠度值均具有较好的线弹性关系, 混凝土处于弹性工作状态, 管廊结构非线性变形不明显, 结构具有一定安全冗余度。

## 四、数值模型分析

为准确分析结构的质量状态, 结构计算模型、几何特性、边界条件等必须与实际结构相一致, 正确反映各重要工况下的结构特性。在设计极限荷载作用下, 预制管廊顶板跨中的最大应力为4.5MPa, 最大挠度值为0.598mm。对比分析管廊顶板跨中挠度的试验值和数值分析值, 挠度试验值和数值理论值基本成比例变化, 表明本试验加载方案和实际受力情况吻合较好。

## 五、结语

由预制管廊现场试验和数值模拟可以看出, 在各级荷载作用下, 管廊的力学性能和变形性能表现良好。荷载与挠度呈线性关系且残余变形较小, 满足规范要求, 说明试验管廊在试验荷载作用下处于弹性工作状态, 结构整体性能较好。在试验荷载作用下管廊最大弹性应变实测值均小于最大理论值, 且应变校验系数和相对残余应变均满足规范要求, 结构整体处于较好的工作状态。

## 参考文献

[1] 龚现太. 城市综合管廊在市政工程中的设计应用分析[J]. 居舍, 2018(22): 135.

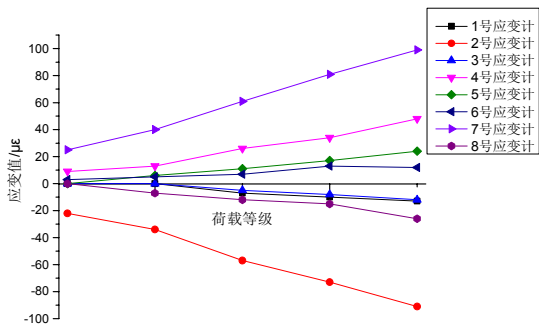


图1 不同荷载等级下各测点应变值图

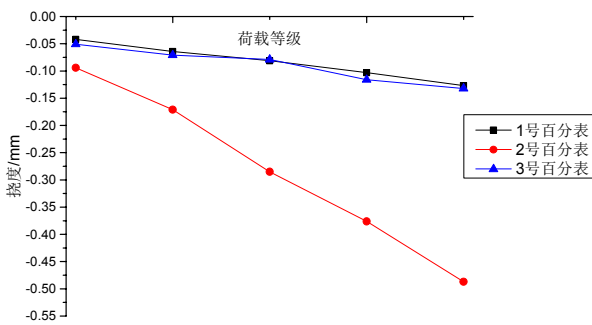


图2 不同荷载等级下各测点挠度值