

装配整体式双层衬砌接头荷载试验与结构计算理论

——南水北调中线穿黄隧洞结构计算模型研究

张厚美

(广州市盾建地下工程有限公司 广州 510030)

博士学位论文摘要 穿黄隧洞是南水北调中线总干渠上穿越黄河的水工输水隧洞, 隧洞使用双层衬砌结构, 如何评价双层衬砌相互作用是设计的关键问题。为了解决这个问题, 从衬砌接头荷载试验入手, 通过对大量试验数据的整理、分析, 抽象出接头的力学模型, 对接头的荷载试验进行数值模拟, 建立了接头抗弯刚度的理论评价方法和双层衬砌接头的相互作用模型, 并用试验数据对模型的正确性和准确度进行对比验证; 将管片接头试验和双层衬砌接头试验中建立的接头力学模型推广应用到整环衬砌受力计算中, 从而得到了圆形装配式一次衬砌的计算模型和装配整体式双层衬砌的受力计算模型。研究工作取得了如下的成果:

(1) 对大量试验数据进行分析处理, 总结了管片接头荷载试验的各种实测数据的变化规律, 提出了接头抗弯刚度的经验计算公式。

(2) 根据预制式管片接头的构造特点, 抽象出接头的力学模型, 建立了接头抗弯刚度的数值模拟模式和装配式一次衬砌整环受力计算的梁-非线性弹簧模型。

(3) 推导了根据实测钢筋应力计算双层衬砌截面内力分配的公式。根据双层衬砌接合面结构处理方式的不同, 提出了3种双层衬砌相互作用模型, 并用试验结果对模型的准确性进行了验证。

(4) 对于装配整体式双层衬砌, 根据外管片施工后外部水土压力达到稳定时间长短的不同, 提出了2种荷载叠加模型; 研究了双层衬砌顶拱具有初始缝隙的内力计算方法。

(5) 根据 Saenz 公式推导了混凝土弹塑性参数的计算公式。应用 Algor99 结构分析通用有限元软件对外管片接头进行了线弹性和弹塑性三维有限元分析。

(6) 编制了各种计算模型的有限元分析程序, 对穿黄隧洞一次衬砌结构和装配整体式双层衬砌结构的受力进行了计算, 给出了穿黄隧洞典型计算剖面各种工况组合的衬砌内力计算结果。

关键词 接头试验, 盾构隧道, 一次衬砌, 二次衬砌, 力学模型, 有限元分析, 穿黄隧洞

RESEARCH ON THE LOADING TEST AND STRUCTURAL MODELS OF PREFABRICATED SEGMENT REINFORCED BY SECONDARY LINING

Zhang Houmei

(Guangzhou Municipal Dunjian Underground Construction Eng. CO., Ltd., Guangzhou 510030 China)

2001年5月23日收到来稿。

作者 张厚美 简介: 男, 1966年生, 2000年6月于上海同济大学获博士学位, 导师是夏明耀教授、过 迟教授级高工; 现就职于广州市盾建地下工程有限公司, 主要从事岩土工程和隧道结构计算方面的研究工作。