

负压法在地下结构混凝土防水检测中的应用

尹文广¹ 史立群² 张旭³ 胡军勇³ 张跃³

1.深圳地铁建设集团有限公司 广东深圳 510000; 2.广州城市理工学院 广东广州 510800;

3.中国建筑第二工程局有限公司 北京 101100;

摘要:防水工程是地下建筑的关键工程。当地下的建筑项目投入正式运营阶段以后,随着城市地下建筑水位高低的逐渐变化,不断出现了渗漏堵水问题,对正常运营管理和建设功能均产生起了一些不良方面的影响。传统的防水检测方法效率低,寻找一种新方法能够提高效率,更安全、快速、精准的对地下建筑物进行防水检测成为了建筑行业待解决的重大问题。负压法技术的出现使防水检测问题的解决成为了可能,它有其独特的优势。本文力图在研究已有系统的检测缺陷的基本理论体系的框架基础上,通过系统理论方法研究,实际应用检测理论与大数据分析,总结一套完整的负压法技术检测的方案。

关键词:地下工程;防水检测;负压法

Application of Negative Pressure Method in Waterproof Testing of Underground Structure Concrete

Wenguang Yin¹; Lìqún Shì²; Xǔ Zhāng³; Jūnyōng Hú³; Yuē Zhāng³

1.Shenzhen Metro Construction Group Co., Ltd, Shenzhen, Guangdong, 510000

2.Guangzhou City Institute of Technology, Guangzhou, Guangdong, 510800

3.China State Construction Second Engineering Bureau Co., Ltd., Beijing, 101100

Abstract: Waterproof project is the key project of underground construction. After the underground building is put into operation, with the change of underground water level, the problem of seepage water occurs constantly, which has a bad influence on the operation and function. The traditional waterproof detection method has low efficiency. Looking for a new method can improve the efficiency, safer, faster and more accurate waterproof detection of underground buildings has become a major problem to be solved in the construction industry. The emergence of negative pressure technology makes it possible to solve the problem of waterproof testing, it has its own unique advantages. Based on the existing theory of defect detection, through theoretical research, practical detection and data analysis, and summarize a complete set of negative pressure technology detection scheme.

Key words: underground engineering; waterproof detection; negative pressure method

1 绪论

1.1 研究目的和意义

直到今天,我国地下工程以及地面建筑的渗漏水问题十分严重,特别出现在沿海、平原地区,经常下雨和潮湿。经调查还发现,中国地区目前居住房屋的年平均总渗漏率竟然达到了65%,地下建筑屋面的总渗漏率则更惊人,是已超过了80%。渗漏等问题也不仅仅是会直接对整个建筑产品的产品寿命周期造成的影响,也会影响到地铁的正常运行,更严重的是会危及到人们的居住以及出行安全。

防水工程是实体工程的关键工序,现有国家验收标准缺乏实体工程防水质量现场检验要求。实践证明,验收前通过现场检测,提前发现渗漏问题并及时处理维修不但可以大幅度减少运营后损失的成本,而且也能减少了材料资源的损耗,拥有可观的经济效益和社会效益。本项任务的目的及意义如下:

(1)完善质量检验和判定标准,使设计时所需的标准和施工后完成的质量前呼后应,解决检验标准偏低、因果关系不明晰、量化不够的问题,完成闭合。

(2)通过改良检测设备使其能提高效率、安全、快速、准确,提高检测能力和改变检测方法。

(3)严格验收标准,提高验收水平。

(4)通过对实体工程进行防水性能的检测,可以在尽早地发现存在渗漏风险的位置和危险部位,并采取及时的措施对可能渗漏的部位及时进行紧急处理维修,具有非常良好的社会效益。

1.2 防水质量检测标准的缺陷

现行规范^{[1][2][3][4]}偏重材料、观感和结构偏差,轻功能、实效。从技术层面看,有以下弊端^{[5][6]}:

(1)没有在满足设计条件下验收,验收规范并不对应设计抗渗要求;如地下结构应要求回填土后水位上升至设计高程,否则验收时检测条件不满足设计要求;也没有考虑周边是否有其他深基坑

降水施工;或没有雨季从而达到高水位验收的条件。

(2)主体混凝土结构作为最重要的防水措施,工程质量跟“人、机、料、法、环”紧密相关。国家相关验收标准的主控项目重点在材料的合格方面,对工艺结果是否符合要求,对满足防水功能与否并没有相应的把关措施。

总之,目前经过验收的地下工程主体结构混凝土实体工程多数没有经历过设计水压荷载下防水检测。

1.3 负压法的特点

革新实体工程防水检测的方法、技术、检测手段、设备;实现城市地铁实体工程的防水及质量控制检测,并将建立城市实体工程的防水技术检验制度和综合质量验收评定标准。

检测方法和评定标准应对应设计标准,在自然条件下未能出现设计标准时,应模拟自然状况设置检验条件。负压法就是通过模拟地下水位的压力对检测部位的背水面提供负压,使其成为一个密闭的空间,然后在其迎水面保持高水位的压力,从而来达到防水检测的目的。在此基础上还需要对其设备进行稍微的改良以及完善负压法的检测流程和合格的评定标准。

2 负压法检测技术简介

2.1 负压法检测技术概述

负压法技术是属于高新技术的一种,它主要是通过设备模拟自然环境给不到的条件来完成检测。就是在结构内部,通过真空泵和吸盘给地下建筑主体混凝土背水面结构表面提供负压,负压荷载等于结构迎水面承受设计水压,从而来检测结构承受是否具有能抵御设计高水位压力下的抗渗漏能力。

2.2 负压法检测的原理

在整个自然界现象中,负压是指的一般是在仪器范围内的压力大大小于了外界压力时(一般指大气压)的,一定的温度压力下产生的所谓大气压实际上是直接由大气颗粒本身产生的气体重量差引起形成的,故在仪器一样大小的温度情况下的负压现象只须需要

对在仪器范围内的抽出真空就已经可以完全达到产生负压效应的效果。因此负压法检测就是通过此原理来对地下结构表面施加设计时最高水位的压力,并把其内部的空气抽空,以此来检测迎水面抵御此压力下的抗渗漏能力,如果在这负压的条件下抵御不了,地下水会被吸到背水面上,从而达到检测防水的效果。

对已经施工完成的,但没有经历地下水水位高、暴风雨检测的不可以确定工程质量的实体工程,在工程验收前,要对实体工程进行负压法检测,检验各部位抵御设计高水位压力下的抗渗漏能力。该技术是通过负压的原理以及设备,模拟设计最高地下水水位压力,对结构进行实测负压,从而检验渗漏问题。这样就能发现渗漏部位并及时维修处理,在验收使用前检测完成。



图 2-1 负压法检测现场

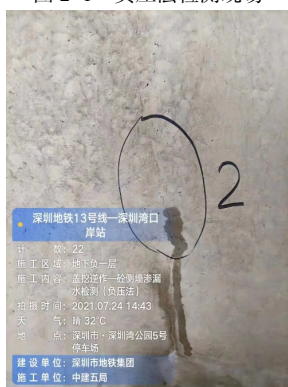


图 2-2 负压法检测漏水的部位

2.3 负压法检测的特点

2.3.1 无损检测的概述

负压法检测技术是无损检测的其中一种,有着自己独特的优势,它可以精准地检测地下工程的各个结构及部位。那无损检测究竟是什么呢?无损工程安全检测评价方法也是国外在国外近年来也已开始引入的在建筑工程结构安全检测质量控制评估系统应用中普遍采用到的另外一种安全重要工程检测工程手段。

2.3.2 负压法检测的优缺点

(1) 检测精准:负压法不同与其它检测方法,负压法检测都是先分析好各个结构部位,再来用仪器对其进行精准的检测,从而可以快速的发现渗漏情况。它的检测结果准确性使这项技术得到了其他行业的认可,并利用此技术攻克了很多困难。

(2) 安全性好:负压法检测的过程中不会有什么危险的行为,它能保证检测人员的绝对安全,所以不会有高危作业下事故的发生。

(3) 同时检测:在结构空间大的情况下,它可以对各个结构的部位同时开展检测,且不会有任何影响,这样可以大大的提高检测的效率。

(4) 操作便捷:负压法检测的设备一般体积较小,重量轻,检测时方便携带,操作起来也很简单,且检测速度特别快,通常几分钟就可以完成检测,对被检测的物体也不会产生任何影响。

(5) 价格便宜:负压法仪器在土木工程的防水检测中应用越

来越广泛,但在价格上,比常规的检测仪器要便宜很多。

负压法检测技术存在的主要问题包括:

(1) 首先负压法检测更适用于地下工程,如地面太过复杂就不适合用负压法来检测,如地下建筑如车站、区间、公共管囊、停车场等主体结构墙板。

(2) 负压法检测也不能运用于大面积的检测,设备不能使其有一个大面积的真空环境,从而会影响检测的结果。

(3) 长时间使用会大大的占据人工和资源,从而使其成本费用变多。

2.3.3 负压法检测的方式

负压法检测一般是通过仪器来对板、和墙的中部,变形比较大和施工缝等部位来提供表面的最高设计水压力,并用真空泵将其内部空气抽掉,使其内外产生压力差。从而来检测迎水面抵御最高设计水压力情况下的抗渗漏能力,假如该部位有渗漏,结构外侧的水会被吸到背水面。然后通过负压法检测的结果,可以快速的判断渗漏的位置。

2.4 负压法防水检测的流程

首先应先进行建设现场情况的检查和实地环境勘察,再仔细收集关于该建筑设计的一些相关文字资料信息以及相关图纸,然后编写出一套完整的检测方案。以上步骤完成后,就可以开始准备好检测的仪器,然后再来选择检测部位,一般检测点选择结构承受水压力和结构受力变形最大部位即弯矩最大处,比如板、和墙的中部,变形比较大。接着对检测部位用真空泵及吸盘(真空室)让它的真空压力保持在 0.5mPa,负压的压力按照水位达到设计最高水位的水压力确定,最大设置为 0.5mPa,十分钟后观察并记录背水面的渗漏水情况。对于隧道类的长纵结构的抽样批次和频度应该每 100m 检测 1 组 3 处;或地下建筑迎水面 1 组 3 处/1000m²。然后在参考地铁规范和记录下来的数据进行分析,以此来判定检测部位合不合格,最后得出检测报告。

2.5 负压法的设备

本次检测用的是负压法仪器,它是由真空泵、手动阀、真空压力表、真空室(500mmX400mm 吸盘)等组成的。它是一种接触,高灵敏的仪器,通常比常用的检测仪器设计的更轻巧而且更容易携带。图 3-1 是负压法检测的仪器。



图 2-3 负压法仪器

2.5.1 设备的特性

(1) 结构紧凑:真空泵、手动阀、真空压力表、真空室等装置一体化,在现场就可以快速进行防水检测。

(2) 功能自动:持续提供压力并在最高压力保持十分钟就能检测其防水问题。

(3) 具有强大的检测功能,可以精准发现渗漏部位。

(4) 仪器操作简单,容易上手。

综上所述,本章通过对负压法这种防水检测的原理、检测方式、特点、检测流程、设备进行全面的介绍,让我们能迅速了解并知道负压法在防水检测中的重要性,以便我们推广使用,为下一章节介绍其他检测方法来做对比,来凸显此方法的优势。

2.6 检测合格的评定标准

经过大量阅读文献以及现场实践,然后防水验收标准需要进一步的改进,这样可以提高验收时的准确性,不会给后续建筑使用或

运营带来不必要的麻烦。实体工程防水质量检测合格评定标准有以下几点^[7]:

(1) 门窗合格判定标准:不能有渗漏水的出现,明水;一个窗不能有湿迹大于 2cm^2 且不多于2个湿迹。

(2) 幕墙合格评定标准:不能有渗漏水的出现,每 100m^2 不能有大于 5cm^2 湿迹且不多于2个湿迹。

(3) 外墙合格评定标准:不能有渗漏水的出现,每 100m^2 不能有大于 2cm^2 湿迹且不多于2个湿迹。

(4) 穿墙管合格评定标准:不能有渗漏水的出现,明水;不能有湿迹。

(5) 地下车站合格标准:不能有渗漏水的出现,明水;不能有湿迹;

(6) 区间及风道合格标准:不能有渗漏水的出现,明水;总湿迹面积不应大于总防水面积的 $2/1000$;任意 100m^2 防水面积上的湿迹不超过3处,单个湿迹的最大面积不大于 0.2m^2 ;其中,隧道工程平均渗水量不大于 $0.05\text{L}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$,任意 100m^2 防水面积上的渗水量不大于 $0.15\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

(7) 出入口雨棚合格标准:不能有渗漏水的出现;

(8) 变形缝合格标准:不能有渗漏水的出现;

(9) 卫生间合格判定标准:不能有渗漏水或明水的出现;不能有湿渍。

综上所述,本章节主要通过对红外热像法、蓄水法、喷淋法、观察法等防水检测方法的介绍,并列举了这些检测方法的工程案例,以此来与负压法进行对比并衬托出它的优势以及可行性。

3 负压法与其他检测方法的对比

3.1 红外热像法

3.1.1 红外热像检测技术概述

红外热像法也是材料无损检测方法的其中一种^[8],通常用上的红外无损检测用仪器一般说是包括红外测温仪的和红外热像仪的这两种,其中的红外热像仪的是一种通过一个红外探测器来收集探测到结构样品内部存在的红外热辐射的能量,以此来让它得到的表面能量的分布的图形能被直接反映在到该红外探测器表面上相应的红外接收处理元件表面上,从而以此得到一种与该物体表面红外热场分布的相应图形的红外热像图,然后在显示屏上用不同的颜色表示,一般暖色就代表着高温,冷色就代表着低温。最终再来根据红外热像图就可以来精准判断渗漏的部位。这种无损检测方法不但不会对建筑造成损害,而且还能有效的找到渗漏的源头,所以红外热像检测在渗漏检测和质量检测中得到了人们的广泛应用。

3.1.2 负压法与红外热像法的对比

了解红外热像法的原理和特点后,对比红外检测与负压法,负压法有一些优势:

(1) 红外热像法在检测中会因为大风大雨而检测不了,而负压法在此情况下也能精准的检测,不受影响。

(2) 红外热像法会因为表面有污渍或者覆盖物而影响了检测结果的判断,而负压法在表面再这种情况下不会影响到检测结果。

(3) 红外热像法会因为物体的热辐射干扰检测从而使检测的结果有偏差,而负压法在环境恶劣和外界因素干扰的情况下也能精准的检测出渗漏的部位。

3.2 蓄水法

3.2.1 蓄水法的技术概述

蓄水法是地下工程防水检测中常见的一种检测方法之一,蓄水法检测实施起来比较简单,能够及时发现渗漏点,所以在地下工程的防水检测中被人们广泛使用。

蓄水法是通过模拟雨季雨量充沛的情况下,对地下主体结构进行渗漏检测。首先需要等主体结构完成并回填土后才能进行蓄水法的检测,然后在地下结构上方(变形缝、顶板、平台等)搭建好蓄

水池,水池的墙体应该选用砌体,水池的大小根据检测内容来确定。

3.2.2 负压法与蓄水法的对比

负压法和蓄水法一般都是应用于地下工程的防水检测方法,我们对蓄水法的原理和特点进行了解后,对比蓄水法与负压法,负压法有一些优势:

(1) 蓄水法在渗漏检测中非常耗费时间,通常要7天以上,人工成本太大,检测结果也要等很久,效率非常慢。相比之下,负压法检测精准并且通常仅需要几秒钟或者几分钟就能检测出渗漏情况,人工成本低,效率高。

(2) 蓄水法在检测时需要模拟暴风雨天气,在检测点的上方修建蓄水池。负压法设备就能模拟地下水位的最高压力从而来检测,省时又省力。

3.3 观察法

观察法检测是通过在高水位观察检测部位,再结合施工资料、设计图纸然后对检测进行渗漏情况的判断。观察的时机尽可能选择在雨季或连续降雨,在此期间观察的次数要大于三次,其中每次的观察间隔时间不能低于半个月,这样能更真实观察到渗漏情况并做好记录。一般只有检测埋深比较大的车站和区间才会应用到观察法。

这种防水检测方法的主观性强,仅仅依靠个人经验的观察和资料来判断渗漏情况,对渗漏点的确定具有一定的误差,并且检测时间太久。

4 结论与展望

4.1 结论

本文先对负压法进行一系列的了解和研究,重点介绍了负压法在实体工程中的检测原理、检测流程和检测的特点,以及负压法技术在地下结构防水检测的应用。通过与其他防水检测的对比,总结负压法的优缺点,对负压法设备与检测上的一些问题进行了完善和补充。负压法还需要在以后的检测中进一步提高和完善,使负压法技术在防水检测中推广应用。

4.2 展望

对负压法检测技术的展望如下几点:

(1) 希望通过对技术的改进,不止能让负压法更适合地下建筑的防水检测,也能对地面复杂的路面和建筑物进行全面的防水检测与分析。

(2) 通过对负压法设备进行改良,从而能使其检测面积增大,更能提高防水检测的效率以及精准性。

(3) 通过大量实际的检测与探索,能完善和建立起一套实体工程防水检测办法和以实体工程防水质量为主要依据的判定标准,能让我们在工程验收中起到精确把关的效果。

参考文献:

- [1]JGJ/T 299—2013 建筑防水工程现场检测技术规范[S].北京:中国建设工业出版社.
- [2]GB 50208—2011, 地下防水工程质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 50208—2011 地下防水工程质量验收规范[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [4]GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].2015.
- [5]杨骏,曾国贞.改进建筑外墙防水质量检验及评定标准的思路[J].中国建筑防水, 2019(11): 48-52.
- [6]杨骏. 完善地铁实体工程防水质量评定及验收标准研究 [J].现代城市轨道交通, 2020(4): 85-88.
- [7]QJACT 1—2019, 建筑外立面防水质量检验和评定标准(试行). 深圳市居安建筑科技有限公司. 2019.
- [8]杨晓虹, 许国东, 李天艳, 等.红外热像技术在建筑渗漏检测中的应用[J].质量检测, 2010, 28(5): 24-26.