

基于环境校准的钢筋混凝土保护层厚度检测

洪华^{1,2}, 徐建红¹, 曹素功^{1,2}, 傅俊磊^{1,2}

(1.浙江省交通运输科学研究院,浙江 杭州 311305;2.浙江省道桥检测与养护技术研究重点实验室,浙江 杭州 311305)

摘要:为了解决工程中结构钢筋混凝土保护层厚度检测不准确的问题,该文从实际工程应用出发,利用影响因素分析法,研究形成一套合理、完善且适用于公路水运工程钢筋混凝土保护层厚度检测的方法和校准规程。结果显示:利用该文研究成果,可以有效地提高实际工程钢筋混凝土保护层厚度检测的准确率,节省仪器校准标准试件的制作,规范行业检测流程。

关键词:钢筋混凝土;保护层厚度;环境校准;影响因素分析;检测技术

中图分类号:U444

文献标志码:A

0 引言

近年来,随着中国经济的快速发展,城乡建设步伐大大加快,各种基础设施建设日益增多,建设中的质量问题也逐渐突显。为了改善和确保基础设施的质量,及时发现结构中的缺陷,主管部门须做出全面而准确的安全评估,避免重大事故的发生。依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2015)^[1]第10.1.3、10.1.5条,在工程安全评估检测项目中,混凝土中钢筋保护层厚度的无损检测被列为强制性验收内容。

国内外学者对钢筋混凝土保护层厚度的检测进行了一定的研究,刘雨等^[2]对高配筋率混凝土钢筋保护层厚度进行了试验研究,建立了不同厚度范围的电磁感应法钢筋探测仪保护层厚度检测分段修正函数;钱树波等^[3]对钢筋混凝土保护层厚度检测的若干问题进行了探讨,指出现有保护层厚度检测技术存在定义有异议、检测设备良莠不齐,缺乏校准、判定依据不统一、简单构件的校准与工程复杂配筋的检测混为一谈等问题;朱木青等^[4]对钢筋混凝土保护层厚度的结果评价进行了相关论述。

目前,中国尚没有能保证较高的检测准确率的系统检测方法和校准规程,对钢筋保护层厚度的检

测还流于形式。本文通过对保护层厚度检测过程中影响因素分析、规范检测流程,形成基于环境校准的钢筋保护层厚度检测方法,以便有效解决钢筋保护层厚度检测准确率低和行业检测不规范的问题。

1 影响因素分析

以现行工程建设中普遍使用的电磁感应法检测钢筋保护层厚度为研究对象^[5-10]。通过对电磁感应法检测钢筋保护层厚度的工作原理分析^[11-16],可知该方法是通过测量钢筋被激发产生出的交变电磁场强度来判定钢筋位置,计算混凝土保护层厚度。因而影响该交变电磁场强度的因素也能影响检测准确度,依据影响因素分析法,对各影响因素进行详细分析。

1.1 测试仪器对检测结果影响分析

选取5家不同厂商生产的5台保护层厚度检测设备进行试验研究,分析测试仪器设备对保护层厚度测试结果的影响。为便于区分,将5台设备分别命名为设备1、设备2、设备3、设备4、设备5,试验结果如图1所示。

由图1可知:当保护层厚度 ≤ 60 mm时,多数检测设备(除设备1)的测试误差小于1.5 mm;当保护层厚度 > 60 mm时,各测试仪器的测试误差较大,且误差的离散性也较大。所以在利用检测设备进行检测

收稿日期:2021-05-06(修改稿)

基金项目:浙江省交通运输厅科技项目(编号:2019048,2019050,2020048);浙江省重点研发计划项目(编号:2021C01106)

作者简介:洪华,男,硕士,工程师.E-mail:1069754277@qq.com

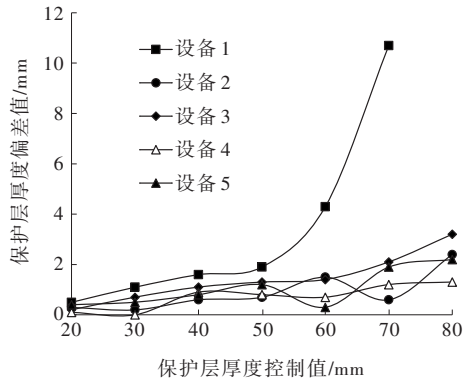


图1 不同测试仪器的保护层厚度测试结果

测试前,设备的校准是必要的,对保护层厚度较大的构件尤为重要。

1.2 钢筋种类对检测结果影响分析

针对钢筋种类对检测结果的影响,本文探讨光圆和螺纹两种钢筋对保护层厚度测试结果的影响。试验选取直径12 mm的光圆和螺纹钢筋,利用校准装置,控制保护层厚度分别为25 mm、33 mm、44 mm以及56 mm,分别测试光圆和螺纹钢筋的保护层厚度,每组数据测试5次。试验结果如图2所示。

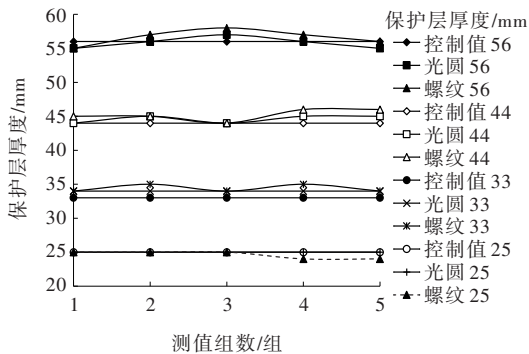


图2 光圆钢筋和螺纹钢筋保护层厚度测试结果

由图2可知:螺纹钢筋测试结果偏差大于光圆钢筋测试结果偏差,但两者之间的偏差平均值 <1 mm。说明钢筋种类对检测结果有影响,但影响很小。

1.3 钢筋间距对检测结果影响分析

为分析不同钢筋间距对保护层厚度测试结果的影响趋势和程度,试验控制钢筋间距分别为50 mm、60 mm、100 mm、120 mm进行研究分析。利用校准装置,控制保护层厚度为30 mm,分别测试不同钢筋间距的保护层厚度值,每组数据测试10次。试验结果如图3所示。

由图3可知:测试偏差值随钢筋间距的减小而增大,钢筋间距越小,测试偏差值越大,所以实际工程

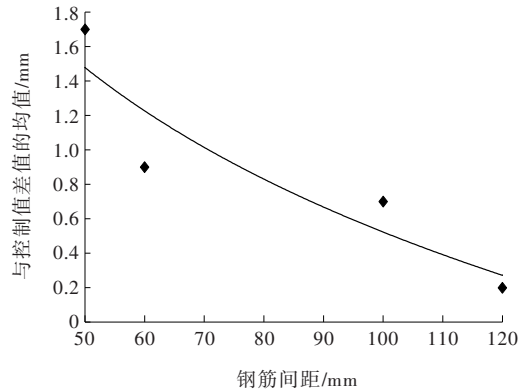


图3 不同钢筋间距测试结果数据分析

中保护层厚度的检测应尽量避免钢筋间距过于密集的区域。如无法避开,应对保护层厚度测值进行间距修正。

1.4 钢筋层数对检测结果影响分析

为分析不同钢筋网层数对检测结果的影响和影响程度,本文分别选取单层钢筋网和双层钢筋网进行试验研究。利用校准装置,控制试验保护层厚度分别为30 mm、40 mm以及50 mm,测试不同钢筋网层数的试验结果,每组数据测试10次。试验结果如图4所示。

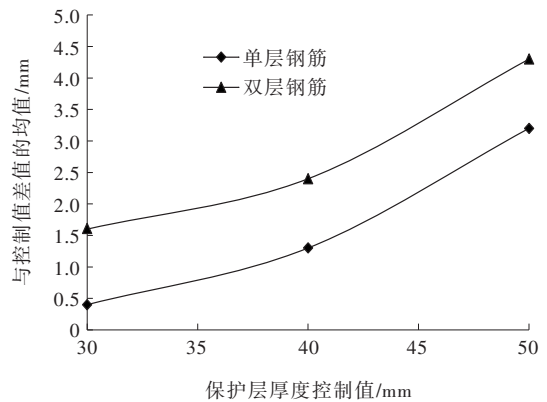


图4 不同钢筋网层数测试结果数据分析

由图4可知:控制保护层厚度为30 mm时,单层钢筋网测试偏差均值为0.4 mm,双层钢筋网测试偏差均值为1.6 mm;保护层厚度为40 mm时,单层钢筋网测试偏差均值为1.3 mm,双层钢筋网测试偏差均值为2.4 mm;保护层厚度为50 mm时,单层钢筋网测试偏差均值为3.2 mm,双层钢筋网测试偏差均值为4.3 mm。说明双层钢筋网层数的测试偏差值大于单层钢筋网层数的测试偏差值,所以实际工程中应尽量避免多层钢筋网的区域进行保护层厚度测试。如

无法避开,应对保护层厚度测值进行层数修正。

1.5 测试速度对检测结果影响分析

针对测试速度对保护层厚度检测结果的影响,利用校准装置,控制保护层厚度分别为 30 mm、40 mm 以及 50 mm,以 5 cm/s(平缓扫测)和 20 cm/s(快速扫测)不同移动速度进行厚度测试,每组数据测量 10 次。试验结果如图 5 所示。

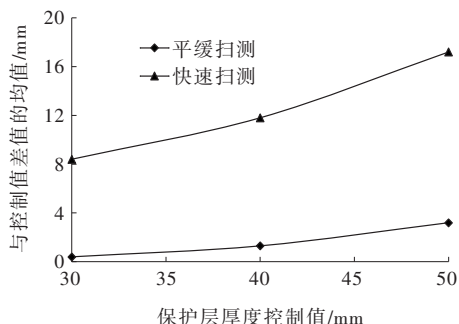


图 5 不同扫测速度测试结果数据分析

由图 5 可知:快速扫测保护层厚度的测试结果偏差值远大于平缓扫测结果,说明快速扫测构件的保护层厚度,将给测试结果带来极大误差,实际构件保护层测试过程中测试速度的控制极为重要。

2 基于环境校准的钢筋保护层厚度检测

工程中的结构形式种类极多(公路工程:板、壳、梁、柱等;水运工程:板、梁、桩、沉箱、扶壁、圆筒等),每种结构形式的布筋方式亦多种多样,怎样在复杂的环境条件下,利用电磁感应法准确测试出待测构件的保护层厚度是一个值得讨论的问题。

在全面分析影响电磁感应法检测钢筋保护层厚度因素的基础上,为消除各因素对检测结果的影响,使检测结果更加真实、可靠,本文提出基于环境校准的钢筋保护层厚度检测技术。

2.1 检测仪器设备的校准

为解决测试仪器对检测结果的影响,检测前需进行检测仪器设备校准。分别选取不同直径和种类的单根钢筋,放置于组装好的校准装置活动树脂条上,通过底座调节该装置,使单根钢筋的保护层厚度分别控制为 25 mm、40 mm、60 mm、80 mm,进行检测仪器校准。

2.2 检测环境校准

为解决测试环境(如:钢筋种类、钢筋间距、钢筋

层数等)对检测结果的影响,本文提出对检测环境进行校准。检测前根据实际结构钢筋布置形式选取相同直径和种类的钢筋,布置于组装好的校准装置活动树脂条上,通过底座调节该装置,控制钢筋保护层厚度等于设计值,进行检测环境校准,如图 6 所示。

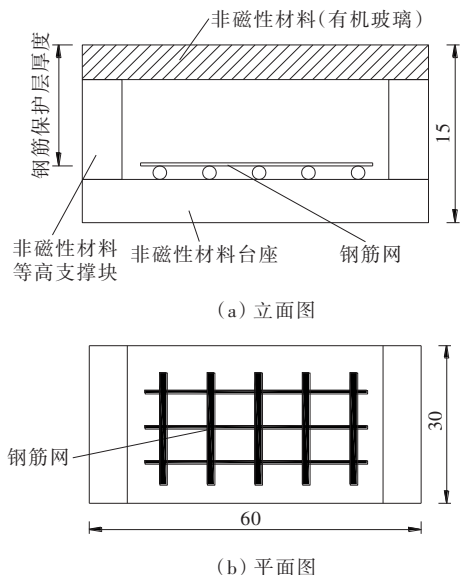


图 6 检测环境校准(单位:cm)

将仪器检测值和万能校准装置控制值进行对比,确定其偏差量(含正负),该偏差值即为构件在该测试环境下的保护层厚度修正值。

2.3 检测流程

本文所述检测技术流程如图 7 所示。

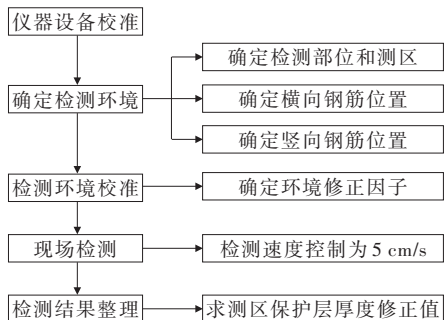


图 7 检测流程图

3 现场破损试验验证

为验证检测技术的可靠性,在工程现场分别对 1 片梁、2 个桥墩和 2 个桥台进行了破损试验,验证结果如图 8 所示。

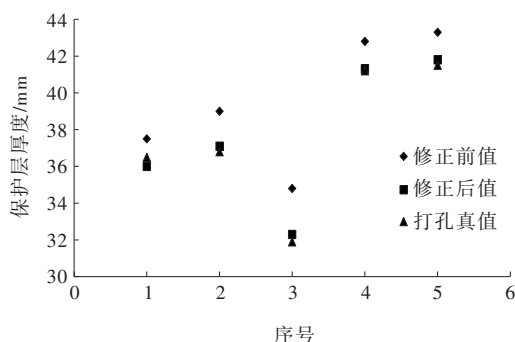


图8 破损验证试验数据分析

由图8可知:修正后的钢筋保护层厚度检测值更接近真值,环境校准能起到修正测试结果的重要作用,使检测值更接近真值。

4 结论

基于因素分析法的基本理论,探讨了钢筋混凝土保护层厚度检测各影响因素的影响规律和程度,提出了基于环境校准的钢筋保护层厚度检测技术,得到主要结论如下:

(1) 利用环境校准修正后的保护层厚度测试值更接近真值(修正后值更接近打孔测值),环境校准能起到修正测试结果的重要作用,有效地提高实际工程钢筋保护层厚度检测准确率。

(2) 利用本文所述校准装置,能够节省仪器校准标准试件的制作,有效降低试验检测成本。

(3) 本文所述检测技术能够规范行业检测流程。

参考文献:

[1] 中国建筑科学研究院.混凝土结构工程施工质量验收规

范:GB 50204—2015[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.

- [2] 刘雨,汪华文,李承谕.电磁法检测高配筋率混凝土钢筋保护层厚度[J].中国港湾建设,2015,35(11):52-55.
- [3] 钱树波,江根明.电磁法测钢筋保护层厚度的若干问题探讨[J].浙江交通职业技术学院学报,2014,15(4):24-26.
- [4] 朱木青,谢锡康.电磁法混凝土钢筋保护层厚度检测及评价的探讨[J].公路工程,2016,41(4):207-211.
- [5] 王春燕,吴超仲,蔡凤田,等.智能公路磁道钉诱导磁场特性电磁感应法研究[J].中国公路学报,2003,16(3):88-90.
- [6] 刘波,李求源,李祥.浅谈电磁感应法在混凝土桥梁检测中的应用[J].建材与装饰,2015(49):266-267.
- [7] 姚银章.电磁感应法检测钢筋保护层厚度相关问题探讨[J].四川建材,2021,47(1):23-24.
- [8] 洪嘉伟.关于电磁感应法检测钢筋保护层厚度影响因素的探讨与分析[J].绿色环保建材,2017(4):186-187.
- [9] 钟贤雄.电磁感应法测钢筋混凝土保护层厚度的主要影响因素分析[J].福建建材,2012(6):25-26.
- [10] 贾鑫,谢仁明.电磁感应法检测混凝土中钢筋直径的应用[J].住宅科技,2010,30(8):22-25.
- [11] 冯新军,赵弘正,杨强.一种采用沥青瓦及电磁感应加热快速修补路面坑槽的方法[J].中外公路,2018,38(1):56-62.
- [12] 徐真真.数字化电磁感应测量系统设计[D].天津:天津大学,2007.
- [13] 田碧鹏,彭松.《公路桥梁技术状况评定标准》中几个问题的探讨[J].中外公路,2018,38(2):166-168.
- [14] 傅良魁.金属矿电磁感应法理论和模型实验结果[J].地球物理学报,1966,15(1):53-65.
- [15] 朱鲁,程久龙,李笃远.电磁感应法探测地下金属管线的研究[J].山东矿业学院学报(自然科学版),1999,18(1):31-34.
- [16] 田春艳,葛惠娟,郭晗,等.混凝土旧桥检测评估[J].中外公路,2019,39(6):126-129.