

采用锚喷混凝土技术加固洛河大桥

王道颖, 郝亚平, 王龙水, 王景强, 王恩全

(河南省岩土工程公司, 河南 洛阳 471023)

摘 要 结合洛河大桥旧桥加固工程实例, 详细介绍了锚喷混凝土技术加固旧桥的工作原理、施工工艺和经验教训。

关键词 锚喷混凝土 大桥 加固 施工技术

中图分类号 U445.7⁺2

文献标识码 B

文章编号 1672-7428(2004)12-0019-02

1 工程基本情况

洛河大桥位于河南省洛宁县 S249 三邓线上, 跨越洛河, 是联系洛河南北两岸大原至吴村的交通要道。该桥始建于 1971 年, 大桥设计荷载为 15 t, 桥面净宽为 $7+0.50 \times 2$ m, 全长 440 m。上部构造为 18 孔 20 m 的双曲拱, 矢跨比 1/6, 横向 6 肋 5 波, 拱波为素混凝土结构, 厚度 6~8 cm, 拱肋为 $20\text{ cm} \times 18\text{ cm}$ 的钢筋混凝土结构, 下部构造为重力式实体桥墩和加后座的 U 型桥台。

随着改革开放后经济的迅速发展, 越来越多的超荷载运输车辆穿越于该大桥, 甚至有超过大桥设计荷载 300% 的矿石及砂石料运输车辆, 不仅桥面变得凹凸不平, 而且自 2003 年下半年开始, 许多拱波开始出现裂缝, 拱波连接处的勾缝砂浆也发生脱落, 该桥已开始向危桥方向发展, 急需加固。

2 锚喷混凝土技术加固原理

锚喷混凝土加固大桥的方法是“新奥法”隧道施工技术在桥梁加固中的应用。其原理是: 通过新增加混凝土及受力钢筋与原结构的紧密粘结, 形成喷射混凝土(内含补强钢筋网)-锚杆-原混凝土的整体组合结构, 一方面能根治局部应力集中病害, 阻止原结构继续变形位移和开裂, 充分发挥原结构的作用而共同承受上部荷载的作用; 另一方面, 大桥加固后增加了原结构的外形尺寸, 增强了其变形的协调性, 使其承载能力有所提高。

3 设计要点

为保证春运前大桥加固完工, 2003 年 12 月初我单位与洛阳市公路规划勘察设计院联合提出了采

用锚喷混凝土技术加固的方案: 对受喷面清理、凿毛以后, 先在拱波上钻设 $\varnothing 12\text{ mm}$ 、深 6 cm 的钻孔并安装 $\varnothing 10\text{ mm}$ 膨胀螺栓, 然后在拱波底部挂设 $\varnothing 8$ 、10 及 16 mm 的组合钢筋网, 最后在拱波及拱肋内表面喷射 10 cm 厚的 C25 补强混凝土。

4 锚喷混凝土施工

锚喷混凝土的施工程序可分为: 搭设作业脚手架→受喷面清理凿毛→钻孔和安装膨胀螺栓→挂设钢筋网→喷射混凝土→混凝土养生。

4.1 受喷面清理与凿毛

为了使喷射混凝土与原结构之间有足够的粘结力, 保证两种混凝土达到整体受力的设计要求, 需对拱波进行清理和凿毛。清理时主要使用钢刷子、铁锤、小铲子等工具清除拱波上的油毡、泥土及其它表面杂物, 对拱波联结处已松散的勾缝砂浆也要清理; 凿毛时使用电锤在拱波及拱肋内表面钻凿深度约 5 mm 的小坑, 密度视原混凝土表面粗糙程度而定。

4.2 钻孔和安装膨胀螺栓

钻孔前技术人员先测定孔位并用粉笔标出十字记号。膨胀螺栓平面呈梅花形布置 5 排, 排距 0.4 m, 纵向间距靠拱肋处 2 排为 0.6 m, 靠中间 3 排为 0.8 m, 每个小拱波下共布孔 120 个, 钻孔采用出力大、钻孔速度快的 ZIC-22 型电锤及 $\varnothing 12\text{ mm}$ 的钻头钻凿深度 6 cm 的锚栓孔, 膨胀螺栓起挂设钢筋网, 加强新旧混凝土结合和增大结合面抗剪能力, 以达到新旧结构共同变形的重要作用。设计采用 $\varnothing 10\text{ mm}$ 带弯钩的厚壁高强度膨胀栓, 锚入长度 6 cm, 外露长度 4 cm, 安装时用开口扳手将螺帽拧紧直至膨胀栓丝毫不动。

收稿日期 2004-03-19

作者简介: 王道颖(1969-), 男(汉族), 河南巩义人, 河南省岩土工程公司分公司副经理、工程师, 采矿工程专业, 从事岩土工程与地质灾害防治的施工和研究工作, 河南省洛阳市洛龙区关林南路 74 号, (0379)5952701、13838869098, lydaoying@sina.com。

4.3 挂设钢筋网

钢筋网设计为满布于拱波腹面,网格尺寸在拱顶处(10 m 长)为 15 cm × 15 cm,在两端拱脚处(各 6.5 m 长)为 20 cm × 20 cm。纵筋为 3 根 Ø16 mm 螺纹钢(10 cm 搭接双面焊)和 6 根 Ø8 mm 圆筋,横筋在拱顶处为 Ø10 mm,在两端拱脚处为 Ø8 mm。单根钢筋在仓库加工好后运送到施工现场,先将 3 根主纵筋及 6 根普通纵筋挂在膨胀螺栓的弯钩上并点焊,然后逐根挂设横向筋,先绑扎后与主纵筋点焊连接。

另外在桥台上钻凿 Ø20 mm、深 10 cm 的钻孔,先填入纯水泥浆,再插入主纵筋。

4.4 喷射混凝土

为了不影响大桥正常通行,喷射混凝土作业分 3 处进行。桥北端为材料堆放及混凝土搅拌场。桥面上占用半幅车道(3 m 宽)放置 3 台空压机和 3 台喷射机,用料由三轮车随用随运,桥上设备随施工进度向南推进。桥下由 3 支喷枪施喷,其中 2 支分别从两端拱脚处向拱顶进行,另外一支在混凝土初凝后、终凝前进行第二次扫平喷射。

喷射前先用高压水冲洗、湿润受喷面,目的是保证新混凝土与原结构的粘结。

为减少混凝土拌制、运输中产生粉尘,上料前应对粗骨料淋水使其达到 5% 的含水率。按照配合比(水泥:砂:碎石:速凝剂:早强防冻剂 = 1:1.53:2.11:0.05:0.04)上料,上料顺序为:碎石 1 车→水泥 2 袋→速凝剂和早强防冻剂→砂 1 车→碎石 1 车。

干式喷射拱顶混凝土时喷头出水量至关重要,需靠喷射手的经验通过调节喷头出水闸阀来调节,水量过小时会发生喷雾现象,料束分散,回弹量大;水量过大时会出现滑落流淌、自动脱落现象(设计水灰比为 0.45)。喷射时应尽可能使喷嘴与受喷面垂直,因横梁影响而无法垂直时,倾角应小于 30°;喷嘴与受喷面应保持 0.6 ~ 1.2 m 的距离,每次喷层厚度以 3 ~ 4 cm 为宜,两次施喷间隔 20 ~ 30 min。

拱部喷射混凝土不可避免地要发生回弹现象,回弹量的大小与原材料、配合比及水灰比、风压、喷射方向及距离、受喷部位、喷射设备、喷射手的技术熟练程度等众多因素有关,回弹料的成分主要为粗骨料,水泥仅占 10% 左右。洛河大桥喷射混凝土的

回弹率经检测达 55% 左右,因桥下为砂土地,加上气温过低,回弹料不能回收利用。

4.5 养生

冬季混凝土养生的关键是防冻,为此施工时采取了一系列的增温保暖措施。喷射前将拱桥西侧用彩条布封堵好(因为冬季主要以西北风为主),喷射作业完成后立即将东侧也用彩条布封堵起来,并在密闭的桥拱下面燃烧木头以增加温度,养生 7 天后可拆除彩条布。

经检测,当室外气温在 -8 ~ -3 °C 时,桥拱下面的温度始终在 2 ~ 5 °C,混凝土的 7 天强度及 28 天强度均符合设计要求。

洛河大桥加固工程合同工期只有 1 个月,为确保工程进度,我单位投入 3 台套设备,76 名作业人员,仅用了 20 天时间就完成了任务。

5 结语

洛河大桥是河南省首次采用锚喷混凝土技术进行加固补强的双曲拱桥,该项工程于 2003 年 12 月 10 日开工,至 12 月 30 日完工,取得了质量和工期的双丰收。

通过实践,取得了如下一些经验和体会:

(1) 锚喷混凝土具有高速、高压的作用,可将混凝土射入宽度 2 mm 以上的裂缝,加上钢筋网的共同作用,可以使新旧混凝土紧密结合,形成一个整体。具有质量好、施工快、投资小、不影响交通的优点,是加固旧桥较好的方案。

(2) 向顶面喷射混凝土时,下垂脱落和回弹性过大是两大问题。下垂是喷层过厚或过湿造成的,当喷射混凝土的自重大于粘结强度时,就容易出现下垂或脱落,所以混凝土应分层喷射,厚度以不脱落、回弹量小为准。

(3) 喷射混凝土时,速凝剂是必不可少的外加剂,但掺入速凝剂的混凝土其后期强度与不掺者相比会降低,实验表明,当掺量为 2% ~ 5% 时,混凝土强度会降低 15% ~ 30%,因此选用外加剂时应谨慎并需经试验确定用量,同时当速凝剂掺量为水泥用量的 3% ~ 4% 时,混凝土设计标号应比实际需要提高一级,如洛河大桥加固需要的混凝土强度等级为 C20,考虑速凝剂的影响,设计混凝土标号为 C25。