

北盘江大桥钢管拱混凝土泵送顶升法施工技术

林文华¹, 童智洋²

(1. 中铁大桥局 第三工程公司, 广州 510800; 2. 中铁大桥局桥科院, 武汉 430034)

摘要: 文章详细介绍北盘江大桥钢管拱内混凝土泵送填充的施工方法, 对施工中出现的主要问题和处理方法亦作了简要阐述。

关键词: 钢管拱 混凝土 泵送顶升

中图分类号: U445.47⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-1995(2004)08-0006-03

1 工程概况

贵州水柏铁路北盘江大桥位于云贵高原中部乌蒙山区的北盘江大峡谷上, 是目前世界上最大跨度的单线铁路拱桥, 也是钢管混凝土首次在国内铁路桥梁上应用。北盘江大桥的桥跨布置为: 3 × 24 m(预应力混凝土梁) + 236 m(上承式钢管混凝土拱) + 5 × 24 m(预应力混凝土梁), 全长 468.2 m。北盘江大桥总体布置见图 1。

北盘江大桥大桥主跨的主拱拱轴线为悬链线, 矢高 59 m, 拱轴系数 3.2, 矢跨比 1/4。钢管拱平面呈 X

形, 拱截面由 2 组 4 φ 1 000 mm × 16 mm(厚度) 钢管拱组成。上、下游拱肋之间以 φ 800 mm × 14 mm(厚度) 及 φ 600 mm × 14 mm(厚度) 钢管组成平联并与主拱管相贯焊接。按泵送要求在钢管拱拱肋的上下弦单条钢管、单条盖板、实腹段单条腹板分别对称设置 3 个、11 个、2 个隔舱, 而且距离不等。

北盘江大桥钢管拱拱肋的上下弦管、盖板、实腹板内均灌注 C48 微膨胀混凝土, 总计 2 940.4 m³。其中, 上弦管: 818.4 m³ (0.734 m³/m), 下弦管: 783.2 m³ (0.734 m³/m), 上弦盖板: 399.2 m³ (0.718 m³/m), 下弦盖板: 382 m³ (0.718 m³/m), 实腹板: 557.6 m³ (1.637 m³/m)。

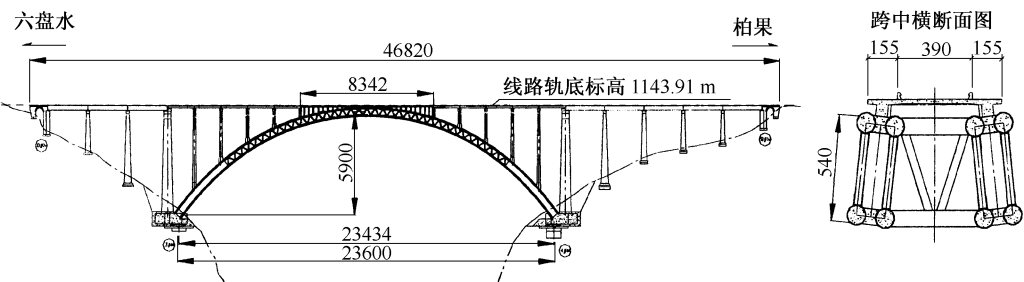


图 1 北盘江大桥总体布置图(单位: cm)

2 混凝土配合比设计

本桥钢管拱混凝土的灌注采用泵送顶升灌注法施工。混凝土配合比的选择除要考虑它的高强、早强和良好的可泵性外, 还需特别考虑其自密实性, 并结合本桥砂石均为机制的实际情况。施工理论最佳配合见表 1。

表 1 混凝土最佳水胶比与材料用量 kg/m³

$\frac{W}{C+F+E}$	525 [#] 水泥 C	粉煤灰 F	复合剂 E	机制砂	碎石	水 W
0.35	464	60	43	757	926	190

3 混凝土泵送设计

根据其它钢管拱桥泵送混凝土的施工经验, 混凝土在钢管内的顶升距离宜在 30 m 左右。本桥弦管内混凝土泵送将采用顶升接力法进行施工, 即增加进浆口的数量, 以保证两相邻进浆口之间的距离在 30 m 左右; 上、下弦盖板, 由于其混凝土顶升空间较小而且有众多的 φ 22 mm 对拉螺栓和 φ 16 mm 剪力钉, 混凝土在其内顶升距离宜在 20 ~ 25 m; 实腹段腹板, 其混凝土顶升断面不仅狭窄而且高, 并有众多的 φ 22 mm

对拉螺栓和 $\phi 16$ mm 剪力钉,混凝土在其内顶升距离宜在 10~12 m。

另外在混凝土进浆口设置回流栅,即在钢管的上半圆周上开设 3 个相平行的 $\phi 25$ mm 孔,并在孔上焊联 M27 螺帽,在泵送混凝土时先用 M27 螺栓封闭,待泵送混凝土完毕后在拆、接泵送管之前,将 M27 螺栓拆除并插打 $\phi 22$ mm 钢筋(或在进浆管开槽插钢板)即可防止混凝土的回流。

4 混凝土泵送工艺及质量控制

4.1 混凝土原材料的准备

(1) 粗骨料采用工地机制 5~20 mm 连续级配碎石,级配满足 TB1012—97 要求。

(2) 细骨料采用工地机制砂,细度模数 2.90~3.20,级配满足 TB10210—97 要求。

(3) 膨胀剂及减水剂掺量 8%。

(4) 粉煤灰掺量 8.5%。

4.2 混凝土泵送顺序

如图 2 所示。主弦管分四批,每批的顺序为:上弦管(1)(2);上弦管(3)(4);下弦管(5)(6);下弦管(7)(8)。后一批混凝土的泵送需待前一批混凝土的强度达到设计强度 80% 以上后方可进行。对盖板和实腹板内的泵送混凝土则不必等混凝土强度而可连续灌注,但要按顺序南北对称地进行。

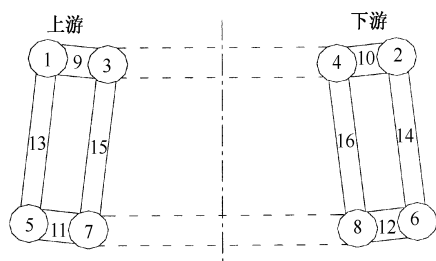


图 2 钢管拱内混凝土泵送顶升顺序图

4.3 钢管拱拱肋微膨胀混凝土泵送施工方法

本桥弦管及实腹板内混凝土泵送将采用顶升加接力的方法进行施工,上下盖板采用顶升法进行施工,即混凝土从拱脚处向拱顶方向顶升压注。顶升过程中,由于混凝土自重不断增加,混凝土内部压力也不断增大,使得混凝土密实饱满。

混凝土灌注工序:两岸混凝土厂同时生产混凝土滑道传送 二次搅拌 进混凝土泵并将混凝土泵送进第一个进浆口 第二个进浆口冒混凝土浆时将第一个进浆口封闭、泵管插回流栅、在第二个进浆口处接管

继续上述程序泵送顶升混凝土直至拱顶的排气孔冒出混凝土浆为止 封闭排气孔,一次混凝土灌注完毕。

4.4 混凝土泵送顶升施工技术要点

(1) 考虑到温度对钢管拱线形的影响及混凝土在高温条件下坍落度损失较大,不利于混凝土的顶升施工,故施工时间宜安排在晚上 7:00 以后进行。

(2) 每个顶升单位的混凝土宜在 8~12 h 内连续、同步对称顶升完毕,相邻两压注孔间的混凝土必须在 2 h 内顶升完毕。

(3) 泵送混凝土时,料斗内混凝土不得少于其容量的 $2/3$,以免在泵送过程中吸入空气。

(4) 两岸顶升长度相差不宜大于 5 m。

(5) 当一段顶升完毕后,需在进浆口设置回流栅,拆除 M27 螺栓后插打 $\phi 22$ mm 钢筋,泵机反泵减压后方可拆除泵管并在进浆口处安装封口钢板。

(6) 当排气管排出的混凝土与进浆口的混凝土量一样时,方可停止顶升,封好排气口。

(7) 在拱顶范围每隔 2 m 左右钻 $\phi 20$ mm 孔,便于排气。

4.5 施工中几个问题处理措施

(1) 回流栅失灵

回流栅失灵主要是由于混凝土的坍落度太大,骨料太细,回流栅钢筋没有交叉布置等引起的。由于回流栅是在泵送完毕后才起作用,这很容易被忽视。处理方法: 泵机加压使钢筋松动; 拔掉出浆口的钢筋,继续泵送直至出浆口冒出新鲜的混凝土为止; 反泵时注意观察,如钢筋周边有进空气的声音,说明混凝土已被堵住,可放心拆管。

(2) 拱顶混凝土不密实

跨中节段混凝土泵送时,由于泵送距离远,钢管拱顶的坡度比较平缓,混凝土容易形成空洞。可在拱顶每 2 m 设置一个 $\phi 20$ mm 的排气孔,顶升时用铁丝或小钢管帮助排气。

(3) 实腹板、盖板鼓包

针对实腹板、盖板因对拉杆及剪力钉的影响而使顶升阻力加大的特点,采取了相应的措施: 增加进浆口数量,减少顶升距离; 加大出浆口的直径,由原来的 $\phi 100$ mm 改为 $\phi 120$ mm,这有利于最后顶升时排气及减少顶升压力; 与主弦管顶升相比混凝土坍落度提高 2~3 cm; 密切注意仔细观察,当压力过大时,立即采用接力泵送,防止混凝土鼓包。

4.6 混凝土质量检查及压浆处理

混凝土泵送完成后采用以下三种方法对钢管混凝土的密实情况进行检查: 锤击敲打探明缺陷部位; 钻小孔取样,确定缺陷程度; 超声波无损检查。如发

青藏铁路混凝土梁体构造问题和耐久性损伤

王春芬¹, 裴宏波²

(1. 西安建筑科技大学, 西安 710055; 2. 兰州铁路局, 兰州 730000)

摘要: 青藏铁路西—格段混凝土桥梁的病害,除受高原恶劣的环境条件影响外,梁体自身保护层混凝土密实度较低以及防、排水措施不当也是材料劣化的内在因素。通过病害调查,指出在混凝土梁体的构造设计、施工、养护维修中存在的问题以及造成耐久性损伤的原因,并提出改进建议。

关键词: 混凝土桥梁 混凝土保护层 防排水 耐久性

中图分类号: U445.57 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-1995(2004)08-0008-03

青藏铁路是我国第一条高原铁路,也是世界上迄今为止海拔最高的铁路。一期工程(西宁至格尔木段)始建于1960年,前后分五次建成,部分区段已运营40余年。西—格段全长845.772 km,桥梁416座/735孔/11 044 m。由于青藏高原恶劣的气候条件,在用的钢筋混凝土桥梁逐渐出现了材料性能退化的现象。本文结合现场桥梁状况调查,对混凝土桥梁构造上存在的问题和病害特点及耐久性损伤成因进行了分析,并提出了相应的改进意见。

1 高原气候和梁体状况简介

青藏铁路西—格段途径高原牧区、盐渍土地区、盐湖区段、沙漠和戈壁地段,环境差异很大。大气环境干旱少雨,风力强劲,太阳辐射强,日气温变化剧烈,风蚀、风化现象非常严重。在干燥的自然气候条件下,材料劣化影响受大气环境湿度等控制。

青藏线钢筋混凝土中、小跨度梁体多为现场浇筑或附近桥梁厂预制,强度较低,水灰比较大。在混凝土施工工艺方面,同时存在人工捣固与机器振捣的情况。为了保证冬季施工时混凝土强度,重力式桥梁墩、台及部分梁体掺入1%~2%的 CaCl_2 作为早强剂,个别采用蒸汽养护。为降低水灰比,少数梁体施工中加入了

2%的塑化剂。在严酷的环境作用下,当梁体构造措施存在漏洞时,梁体材料的劣化逐渐暴露出来。

2 混凝土梁存在的构造问题

在以往混凝土梁体的设计、施工和维护中,多偏重于强度、刚度等力学指标,而对环境作用引起的混凝土耐久性降低考虑得相对较少。环境因素的长期作用,导致梁体构造上存在的“小毛病”,逐渐酿成“大问题”,并使得结构养护维修费用加大,某些梁体不得不提前大修甚至报废。

2.1 混凝土保护层的质量问题

普通混凝土并非想象的可以免维修,混凝土保护层性能对梁体的长期安全使用起着重要作用。钢筋混凝土梁的保护层有保护钢筋免遭环境腐蚀、保证钢筋与混凝土之间共同工作的双重作用,混凝土护筋性比强度更为重要。受模板浇筑以及高原高蒸发环境的影响,混凝土水灰比较大、配比不合理或梁底钢筋布置较密时,保护层混凝土受浇筑后泌水、水分蒸发等影响,混凝土表面(尤其是梁底混凝土保护层)出现以砂浆层为主,粗骨料较少的现象,这就使得保护层与结构内部混凝土或试块的构造有所不同。国外有研究表明,表层混凝土约20~30mm,事实上可分为3层:外

现混凝土未完全压满压实,可采取钻孔压浆修补。

本桥钢管混凝土超声波探伤选取有代表性的0、 $L/4$ 、 $L/2$ 左、 $L/2$ 右、 $3L/4$ 、 L (L 为桥跨长)等6个断面,共48个测区。后又根据检测结果,增加了进浆口、排气孔、隔舱板及拱顶等21个测区。

5 结语

(1) 大部分测点反映钢管混凝土密贴性及内部混

凝土质量较好,部分测点位置有局部脱离现象的特征,占总检测点的9.7%。压浆处理后,复测结果良好。

(2) 钢管混凝土拱的线形观测表明,钢管拱线形满足设计要求。

(3) 成桥后大桥的动、静载试验结果显示,大桥各项指标均符合设计要求。这也表明钢管混凝土的顶升施工是成功的。

修回日期:2004-05-16

(责任编辑 白敏华)