

地铁高架墩柱镜面混凝土施工技术研究

吴晓斌*

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810000

摘要:深圳地铁4号线清湖站——清湖北站、清湖北站、清湖北站~竹村站一站两区间为高架段,存在各种型式多样的墩柱,由于地处深圳龙华区和平路的繁华地段,对混凝土外观质量要求较高。项目部以打造墩柱镜面混凝土为目标进行混凝土外观质量控制,从施工工艺、施工技术方面寻求突破,通过不断的总结和应用,取得了一套成熟的高架段墩柱镜面混凝土施工技术。

关键词:地铁;高架;墩柱;镜面混凝土

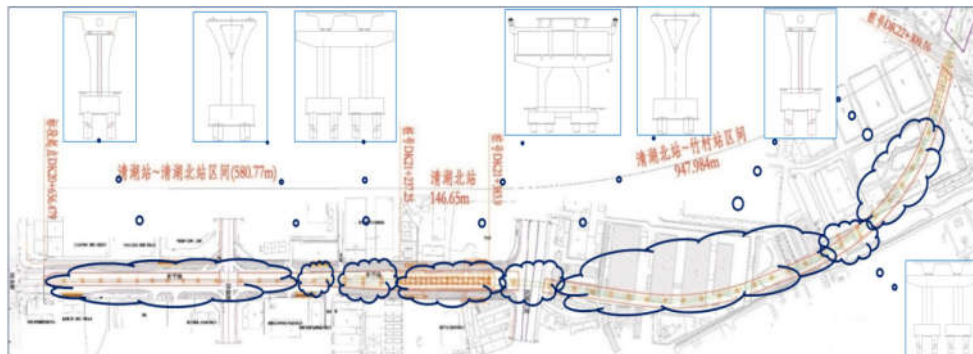
DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0403-31>

引言

在地铁施工中,车站主体结构混凝土施工常见质量通病有:烂根、漏浆起砂、露筋、气泡、蜂窝、麻面、疏松、缺棱、掉角、掉皮、污染等,导致混凝土的颜色不一、光洁度不强。为解决上述问题,在普通混凝土施工工艺基础上进行探索、创新,大幅度提升混凝土质量,尤其是外观质量提升方面,消除了蜂窝、麻面、露筋等常见通病,并且表面观感质量柱棱顺直、表面平整,色泽一致如镜面泛光、纹理细腻、精致,其表面具有大理石、花岗岩等块材的镜面装饰效果,形成了其独特的镜面装饰美感,我们称之为——镜面混凝土。镜面混凝土的表现特性基本可以代替室内简易装修,直接采用镜面混凝土的自然色作为饰面。因其观感质量高、生态环保、后期维护简单等方面的优点,完全可以解决上述问题,因此在类似工程中进行更大范围的推广应用。

1 工程概况

深圳地铁4号线4301-1a工区项目部承担清湖站~清湖北站区间、清湖北站、清湖北站~竹村站区间一站两区间的高架段,全长1.585km。清湖站~清湖北站区间采用高架桥梁形式,全长580.771m,包含花瓶墩14座、心形墩2座、方形墩6座,高度7.5m~9m不等;清湖北站采用三层高架矩形框架结构形式,全长146.6m,包含方柱门墩墩柱19座、车站结构方型立柱76座;清湖北站~竹村站区间高架段全长856.75m,包含花瓶墩22座、心形墩2座、方形墩4座,高度2.5m~12m不等。根据4301-1a工区主体结构设计类型(高架区间、高架车站)和所处地理环境,混凝土外观质量控制显得尤为重要。



2 镜面混凝土工艺参数的选定

在墩柱正式施工前,我们先后浇筑了试验墩3个、试验块5个,针对立柱混凝土蜂窝、麻面、砂线、气泡、烂根等

*通讯作者:吴晓斌,男,汉,1978年5月,陕西大荔,本科,高级工程师,研究方向:城市轨道交通施工技术管理。

质量通病,通过外观质量分析对比,查找问题根源、总结经验。并通过优化混凝土配比,改进钢模板脱模剂,提高混凝土下料、振捣工艺,掌握了混凝土浇筑分层厚度、振捣点位、振捣时间等最佳参数。浇筑完成后采取有效的砼养护和保护手段,最终混凝土外观达到了平整、光滑的镜面效果。具体施工参数如下:

结构尺寸	实际墩柱尺寸
模板	采用自稳式定型钢模板,不设置对拉拉杆
脱模剂	YS-1型清水脱模剂及改良版
混凝土配合比	最佳配合比(塌落度 180 ± 20)
入仓手段	泵送入仓,制作专门的钢管作为甬管的延长手段,钢管每40cm做标记;泵管端头距混凝土面 $\leq 10\text{cm}$
坍落度	160~200mm
分层厚度	40cm;质检员全程盯控,采用测距仪严格控制
振捣参数	8根 $\Phi 50$ 振捣棒,振捣间距30cm,采用没入混凝土方式连续振捣,短间歇下料;6个附着式平板振捣器,振捣间距1m,振捣时间25s,集成控制,专人负责
拆模时间	100h
其他措施	1、分层连续下料,提高浇筑速度;2、泵管端头包裹编织袋,振捣棒棒身包裹编织袋;3、墩柱内增加通水加冷却降温系统;4、采用覆膜滴灌养护方式。

3 镜面混凝土施工控制要点

项目部经过实践,总结了墩柱镜面混凝土施工技术的八字方针,即“择原材,优配比,镜钢模,固工艺,细浇筑,精养护”。

3.1 优化混凝土配比设计

目前地铁施工基本采用商砼站通用配合比,镜面混凝土对混凝土拌合物的和易性、流动性要求比较高。施工前选择最佳配合比,是保证混凝土强度、减少泌水、混凝土外观色泽均匀的重要途径。项目部通过11次试验,采取增加水泥用量,减小粉煤灰掺量,不掺加矿粉等活性材料、降低砂石骨料含泥量,控制含水率等方式进行不同配合比设计,邀请相关专家对配合比进行审核,选定5种配合比进行现场试验柱试验,最终确定了镜面混凝土的最佳配比。

材料	水泥	粉煤灰	砂子	石子	减水剂	水	该配比水灰比较低,采用含气量较低的聚羧酸减水剂,砼保坍较好。
厂家及型号	英德海螺P.O42.5	东莞沙角电厂F类Ⅱ级	东莞	惠州宝山	深圳五山	自来水	
比例	1.000	0.160	1.767	2.995	0.023	0.374	
每方材料用量(kg)	374	60	661	1120	8.68	140	

3.2 作业人员专业化培训

混凝土施工采用“扁平化劳务分包管理”模式,选择长期合作班组进行系统培训,培训考核合格后择优选择突出者、业务技能水平高的人员组成镜面混凝土施工班组,该班组人员经培训考核后基本固定,对镜面混凝土施工工艺流程较熟悉、质量意识高、责任心强^[1]。施工过程近似产业工人工厂化作业,确保了镜面混凝土施工质量。

3.3 模板由专业厂家加工制作

本次墩柱模板由专业加工厂进行设计及加工,严格控制加工精度,强度、刚度满足要求,表面平整光滑,接缝平顺不渗不漏^[2]。工厂化加工的模板解决了传统木模板易变形,周转利用率低的问题,同时缩短了模板加固周期、减少了模板加固材料消耗、降低了模板安装人工及后期处理人工,提高了混凝土外观质量。模板加工完成后在模板厂先进行预拼装,出厂前进行严格验收。

3.4 模板表面严格处理

钢模板进场后,对模板进行仔细检查,对局部板面缺陷进行处理和消除。模板进场验收合格后首次使用前,首先对模板表面涂刷一层水泥浆,然后进行打磨清除锈抛光处理,保证板面无污染。然后均匀涂刷清水型脱模剂,确保涂刷层均匀无隆起、挂帘^[3]。涂刷完成之后立即进行封闭保护,防止污染破坏。在每次拆模后检查脱模剂涂层,凡是发现有破损起皮的,必须对整块模板脱模剂进行打磨清理,重新涂刷脱模剂。

3.5 模板安装精细化

钢模板拼装之前,首先对模板安装基面进行找平,确保墩柱钢模板整体垂直度。模板根部喷涂聚乙烯泡沫剂进行

密封，防止浇筑过程中漏浆，钢模板其他部位拼缝处必须粘贴双面胶条作为止浆条，要求双面胶条通长顺直，距离板面边缘2mm，确保拼缝的密封性。拼装过程严格监控，防止面板涂刷层被人为破坏。模板拼装加固完成，进行检查验收后混凝土浇筑。浇筑过程专人进行各个参数的量测及记录，以便及时对出现的问题进行记录分析，为后续更好的确保墩柱施工质量提供依据。

3.6 混凝土施工全过程控制

对进场的砂石骨料及时检测，合格后方可进场；对每车骨料都要进行冲洗，减少含泥量；料仓进行全封闭，防止外界环境影响原材质量。考虑夏季高温混凝土运输过程中混凝土坍损情况，确保泵送之前混凝土坍落度控制在 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ；为保证混凝土和易性，拌合时间由90s提高到120s；拌合时加适量冰块，确保出机温度不大于 20°C ；混凝土运输罐车每次运料前进行彻底清理，并采取遮阳措施。混凝土供应专线生产、专车专用、专人管理，并与现场人员配合到位，环环相扣。

3.7 混凝土浇筑程序化控制

由于墩柱较高，且钢筋布置非常密集，为了确保下料，采用混凝土泵送管端头加钢导管的方式入仓，并在钢导管表面进行刻度标识，随时掌握导管端头与混凝土液面位置关系，同时始终保持导管埋入混凝土 $100\sim 200\text{mm}$ 。浇筑过程中利用手持式激光测距仪控制分层下料厚度不超过40cm，连续下料，浇筑速度控制在 2m/h 以内。采用插入式振捣棒与附着式平板振捣器相结合的方式进行振捣^[4]。具体配置为：每个墩柱8~12台 $\Phi 50$ 插入式振捣棒，6台1.5KW高频快装附着式振捣器；振捣棒振捣配6个振捣工，平板振捣器配4个振捣工；插入式振捣棒每40cm做好标记，振捣时间为 $30\sim 40\text{s}$ ，振捣棒不得露出混凝土面，振捣棒提升必须同步进行；平板振捣器沿墩柱高度方向每米布置一层，每层6台，每次振捣2遍，振捣时间每次25s，间隔 $1\sim 2$ 分钟；当混凝土液面高出平板振捣器上口 $30\sim 40\text{cm}$ 时，待插入式振捣棒振捣完毕后，进行附着式平板振捣器振捣。混凝土浇筑完成后采用通水降温与覆膜滴灌养护相结合方式，防止内外温差超标；拆模时间不少于4天；模板拆除后再次进行14d覆膜滴灌养护。

3.8 混凝土成品保护

立柱混凝土成品保护责任到人，每次脱模后由责任人采用柱顶滴水侧面包裹塑料薄膜进行保湿养护，根部设踢脚板防护，四角采用定制的塑胶板进行棱角防护。过程中，每天巡查并及时修复。



墩柱镜面混凝土施工效果

4 总结和进步

(1) 模板设计很关键。本次墩柱模板设计采用了无内支撑型式，全部采用外部拉杆方式，力求减少施工措施引起的质量缺陷，应用效果明显。尤其是11.5m高的独柱花瓶墩，采用外置拉杆一次浇筑成型，验证了该方案的可行性。

(2) 墩柱双曲线部位体型控制影响整体观感。双曲线圆弧段模板加工时，传统工艺为瓦片拼节，虽经打磨处理，但浇筑后的混凝土仍存在骨节现象，后续加工时采取了整板人工热加工再进行打磨的方式进行处理，基本解决该问题。建议有条件的可以采用定制模具一次冲压成型方式加工，效果更好，但模具投入成本较大。(3) 工艺还需进一步改进。综合所有浇筑完成的墩柱，基本上每个墩柱的上口均存在 $10\sim 20\text{cm}$ 的发白层，镜面效果不明显，在混凝土外加剂

参加和振捣控制方面还需要继续优化。镜面混凝土施工质控要求较高,且质控环节涉及整个墩柱施工过程,对于取得的较好的控制措施和成功经验,项目部进一步强化和固化。(4)节约后期费用投入。混凝土镜面效果长时间以后有减退现象,但整体观感效果较好,可以免装修节约装修费用。即使后期涂刷装修,也可大大减少表面基底处理工程量和费用。

5 结语

经过镜面混凝土施工,项目部总结了大量的地铁高架区间墩柱混凝土施工质量控制经验,墩柱混凝土外观达到了镜面混凝土施工的基本要求,但同时镜面混凝土施工依然存在需要探讨和持续改进的方面。在越来越重视环境的今天,建筑行业正在推行免装修混凝土,镜面混凝土的应用某种程度上减少了建筑垃圾的产生,适应时代发展,具有良好的环保和社会效益,值得推广应用。

参考文献:

- [1]周海珊.谈地铁土建施工混凝土裂缝控制方法[J].建材与装饰.2019(35).
- [2]何春生.土建施工中混凝土裂缝成因及控制措施[J].绿色环保建材.2020(10).
- [3]周海珊.谈地铁土建施工混凝土裂缝控制方法[J].建材与装饰.2019(35).
- [4]李荣国.地铁土建施工中的混凝土裂缝控制[J].建筑技术开发.2019(04).