

浅析清水混凝土在地铁高架桥梁施工建设中的具体应用

Analysis of Specific Application of Clear Concrete in Construction of Metro Viaduct Bridge

张可

Ke Zhang

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司 中国·四川 成都 611130

Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd. Sinohydro 7th Engineering Bureau, Chengdu, Sichuan, 611130, China

摘要: 随着国家经济的繁荣发展,我们对建筑领域的艺术感要求愈发严格,一系列新技术、新工艺的出现,必然会对建筑行业的发展带来积极影响。清水混凝土属于未来混凝土技术的一个重要应用,现阶段已经在地铁高架桥梁施工建设中得到广泛应用,这必然会对中国地铁建筑行业的可持续发展带来积极影响,接下来我们从技术层面对其具体应用展开探讨与思考。

Abstract: With the prosperity and development of the national economy, we have more and more strict requirements on the artistic sense in the construction field. The emergence of a series of new technologies and new processes will inevitably bring a positive impact on the development of the construction industry. Clear-faced concrete is an important application of concrete technology in the future, which has been widely used in the construction of subway elevated bridge, which will inevitably bring a positive impact on the sustainable development of China's subway construction industry. Next, we will discuss and think about its specific application from the technical level.

关键词: 清水混凝土; 地铁高架桥梁; 施工建设; 具体应用

Keywords: clear concrete; subway elevated bridge; construction; specific application

DOI: 10.12346/etr.v4i10.7208

1 引言

清水混凝土属于建筑领域的一类特殊表现形式,它能够完整、有效地彰显出混凝土建筑自身所具备的颜色与肌理,其具备的典型特征是混凝土一次成型,能够直接浇筑,所以其饰面属于自然色。在武汉地铁21号线的建设过程中,关于高架桥梁工程施工来说,则采用了清水混凝土技术,它在原材料、配合比、模板、浇筑、养护等过程实施科学性的模拟,然后把最后最理想的实验结果应用到正式施工环节,最大化地提高了清水混凝土的施工质量,并且也获得了比较理想的建筑外观。在接下来的研究中,我们通过五个方面对其具体应用展开探讨。

2 质量标准要求

目前中国建筑行业的相关政策及文件等并未对“清水混凝土”有具体的概念界定,而且其质量标准也不同意,按照西方

国家的施工标准或者实践经验等设置了“清水混凝土”的质量验收要求。那么关于地铁高架桥梁项目而言,历经一些权威专家的研究与反复论证,最后编制出一套与高架桥梁工程混凝土特殊技术的施工标准,明确了具体需要满足的验收要求。

2.1 表面观感

①颜色:呈青灰色,且保障色泽均匀,没有色差等异常问题。②表面:光滑密实、平整完整,周围棱角平直,节点或夹角清晰且面平顺;没有油污、锈斑、粉化物、流淌或冲刷等;没有裂缝、泄露、跑模、胀模、烂根、错台、冷缝、杂物等;没有蜂窝面、裂纹、露筋、气泡、黑斑等。

③结构:维持拆除模板后的固有原貌或状态,没有磨损、涂刷等痕迹。

④埋管:穿墙预埋管孔径规格统一,且孔眼整齐、光滑;孔洞密封严实、平整;梁体外观、色泽等相对一致。

⑤混凝土保护层:没有露筋;预留孔洞、施工间隙、变

【作者简介】张可(1983-),男,中国黑龙江伊春人,本科,工程师,从事水利工程施工研究。

形间隙等,却平整光滑。

2.2 外型尺寸

①结构轴线:线条笔直、几何尺寸标准,阴阳角整齐光滑、角度规正;结构线条规则、通直,没有凹凸或错位。

②模板拼接:缝隙严密平整;没有错位痕迹等。

③垂直度与平整度:其允许偏差 \leq 混凝土结构施工质量验收标准^[1]。

3 模拟实验要求

3.1 室内实验

若要符合清水混凝土的质量要求,混凝土搅拌站的施工技术人员需要对混凝土的色泽、含水量、含气量、外观、质量等进行室内实验对比,具体的操作及结论包括:

①为了满足色泽要求的“青灰色”标准,一方面需要对不同型号水泥开展实验分析,对比混凝土试块,由此确定颜色最标准的水泥品牌,确保其供货稳定且充足,并保障其施工质量,另外为了预防意外事故发生,则需要筛选出两种备选品牌。

②若要确保混凝土的和易性符合要求,则需要筛选出不同品牌的水泥、外加剂、粉煤灰等,然后展开室内对比实验。针对减水剂而言,需要对各类品牌的不同掺量展开对比实验,最后发现,利用调整减水剂的掺量,则能够灵活性地调整混凝土的保水性能;并且,通过混合不同等级、掺量的粉煤灰等,由此能够发现其会对混凝土和易性等造成一定的影响。随后发现:1级粉煤灰的效果最佳,其掺量若 $\leq 40 \text{ kg/m}^3$ 的话,则会对混凝土的外观造成不良影响。

③若要整理出影响混凝土外观的相关因子,则需要室内对不同品牌的减水剂、脱模剂等进行分析,而且还需要对不同砂率、细度模数、拆模时间、养护要求等展开对比实验,最后发现:减水剂对混凝土的含气量带来的影响是最直接的,对此需要筛选出缓凝效果强、减水率偏高、坍落度损失最少的减水剂;在选择各类脱模剂的过程中,其会对混凝土表面的气泡含量带来不一样的影响;从某种角度来看,脱模剂愈后,那么混凝土表层愈光滑,且气泡愈少;倘若选择的是细度模数是2.5~2.9的砂土的话,那么能够将混凝土的用水量、含气量等限定在最理想的范围内;不一样的拆模时间也会造成混凝土表层强度、脱模剂发挥功能等存在差异性,同时也会对混凝土的外观质量带来不一样的影响;如果养护要求不一样,那么也会对混凝土的外观质量造成不同程度的影响。

3.2 模拟实验

在施工前,需要对清水混凝土的原料、配合比、模板、浇筑、养护等过程展开全方位的模拟分析。武汉地铁21号线高架桥梁施工建设过程中,其相继开展了七次墩柱实验,主要选择的是大块定型钢模板、吊装浇筑、插入式振动器振捣、外包塑料薄膜补水养护等技术,然后将最后的实验结果进行参考,确定正式施工期间的相关数据与配合比,设置入模温度是 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 、坍落度是 80 mm ;水泥品种是P.1156.8;配

合比:水泥、砂、碎石、水、粉煤灰、外加剂各是 40 kg 、 650 kg 、 1140 kg 、 180 kg 、 25 kg 、 5.66 kg ;模板面选择的是PVC卷材,其中,其配合比的坍落度损伤需要控制在 30 mm/h 范围内,含气量是 2.8% 。历经反复的模拟实验分析,在正式施工之后,其墩柱的外观质量符合标准要求。

4 原材料选择与配合比设置

4.1 原材料选择

①在选择水泥的过程中需要关注两个关键要素:一是需要选择低水化热的水泥品种;二是确保混凝土的颜色满足标志规定。值得注意的是,在施工期间,务必要确保所用到的水泥是来自同一生产厂家、同一品牌等,方可保障最终的色泽相同。

②砂土的细度模数 > 2.4 ,属于中等砂,其含泥量 $\leq 1.0\%$;石子的粒径一般在 $5\sim 25 \text{ mm}$ 范围内,属于级配良好的碎石,其含泥量 $\leq 0.8\%$,其中,针片状石子含量一般小于等于 10.00% 。含泥量提升,则会对混凝土的颜色变化造成干扰,如果针片状石子含量增加,必然会对混凝土的强度、流动性等造成影响,所以,砂石原料产地一定要稳定。

③若要增强混凝土的和易性,则需要减少水化热,预防开裂,通过配合比实验需要增加粉煤灰的过程中,则需要选择相同品牌、级别的粉煤灰(一般是1级),烧失量 $< 5\%$,细度在 $8.00\%\sim 1.0$ 范围内。

④需要选择引起成分少、缓凝适中的高效减水剂,减水率是 20% 、含气量不超过 3% 。在配置前需要将其与水泥进行相容性实验研究。

⑤拌和用水需要选择饮用水,如果选择其他水源的话,确保其水质能够满足国家当前规定的JGJ67《混凝土拌合用水标准》的相关要求,禁止使用循环水。

4.2 配合比设置

①需要严格控制混凝土用水量,一般在 $160\sim 180 \text{ kg/m}^3$ 范围内;其中,水灰比通常 ≤ 0.55 。

②需要确保细粉料含量充足,进一步增强混凝土的和易性,方可大大提升其表面质量,胶凝材料总量一般根据混凝土强度的变化灵活调整,建议遵循C30~C50混凝土的胶凝材料总量的具体规定,将其限定在 $350\sim 500 \text{ kg/m}^3$ 范围内^[2]。

③混合优质粉煤灰能够逐步增强混凝土和易性,其根本目的是尽快浇筑成型,不过,如果掺量增加,则会引起混凝土表层缺乏光泽性,而且还会导致光泽不均匀。所以必须严格限定粉煤灰用量,一般将其限定在 10% 范围内是比较理想的。

④砂率一般与常规混凝土提升 $1\%\sim 2\%$ 不等。

⑤从理论层面来看,唯有满足施工的振捣标准要求,那么混凝土的坍落度愈小,混凝土的泌水也会愈少,随后也能够进一步缩减气泡数量,所以需要非泵送混凝土的坍落度限定在 $8\sim 10 \text{ cm}$ 范围内,而泵送混凝土,则需要限定在 $13\sim 15 \text{ cm}$ 范围内,确保坍落度的损失值 $\leq 30 \text{ mm/h}$ 。

5 施工技术介绍

5.1 模板工程

①务必要确保模板的刚度与稳定性符合要求。于混凝土侧压力等影响下避免变形；最先考虑选择定型钢模板，且对其实施抛光处理，最大化地增强混凝土表面的光洁性能。

②模板需要尽量减少缝隙，接缝位置必须要具备隐蔽性；制作模板期间，确保其几何尺寸符合要求，保障拼缝严实，模板面拼缝高度差、宽度差等不应该超过1 mm，模板之间的接缝高度差、宽度差等不应该超过2 mm。

③模板的拼缝需要在填实之后彻底打磨光滑，确保缝隙平顺；模板的支撑结构一定要稳定且结实，预防出现跑浆、漏浆等问题^[3]。

④模板不宜将对拉螺栓当作固定件，则应该选择钢构件组成的钢围檩固定模板。在组装期间应该尝试着拼接，待验收达标之后即可进行整体安装。

⑤模板通常在周转三次之后，需要进行全方位的筛查与维护。

⑥选择适宜的脱模剂，禁止使用废机油，在涂抹脱模剂的过程中务必要确保表面涂刷均匀。按照实验结果，钢模板的表层需要考虑配置内贴自粘PVC薄膜。

5.2 钢筋工程

①钢筋保护层的厚度一般是通过硬质塑料板进行灵活性调整。

②捆绑钢筋的扎丝多余的一部分需要朝着构件内侧进行打折，避免外露引起锈蚀等。

③钢筋端头需要通过不锈钢帽进行固定，垂直方向的钢筋端头一般需要缠绕塑料布，避免锈蚀。

④严格按照设计施工图增加配料、施工操作，确保所有的钢筋与箍筋等平顺、方正，且保障弯钩符合标准要求；确保钢筋方位精准，同时还需要增强预埋件的稳固性。

5.3 混凝土生产配运

①在生产伴制混凝土的过程中，一定要严格遵循相关审批要求进行配料，禁止随意调整；在供应混凝土之前，则需要对相关生产机组展开深入性排查，保障供料过程中所有机组都能够正常、顺利地运行。

②混凝土搅拌站的相关工作在开展期间需要结合气温环境、运输时间、运输距离、砂石含水量等变化进行灵活性调整，另外还必须要考虑混凝土坍落度的损失严重情况，必须的情况下，需要灵活性地调整其原配合比。

③搅拌站质检员一定要最大化地提高混凝土配比质量，严格控制其出场坍落度、温度等，而且还需要检验所有车辆中混凝土拌合物的性能，判断其是否符合施工要求，方可准许其出厂。

④混凝土的入模温度一般 $\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其中心温度和表面温度、表面温度和大气温度的差值通常均 $\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

⑤搅拌站和工地相关负责人需要积极沟通，确保各项工作能够协调开展下去，保障混凝土在运输到工地之后，能够及时入模浇筑等。

⑥严格落实混凝土入场交货等验收政策，测试员需要对所有车辆中的混凝土坍落度等进行取样评测，如果发现其数据超标，则禁止使用。

5.4 混凝土浇筑施工

①清水混凝土施工过程比较复杂，对整个环节的质量要求严格，则需要编制一套规范、完善的混凝土施工方案。一般是在夜间浇筑，其根本目的是尽可能地减少混凝土坍落度造成的损耗。

②在下料过程中，需要规避混凝土对钢筋、模板等造成的不良冲击，确保下料位置能够均匀分布，禁止一次性下料过多或者集中某一位置下料等。

③需要持续性地浇筑混凝土，同时需要严格限定其浇筑时间。一般来说需要选择坍落度比较小的混凝土，由于其流动性损失相对快速一些，若浇筑时间偏长，必然会导致混凝土的分散能力下滑，此时出现蜂窝等问题的概率会大大提升。

④振捣要求需要遵循快插慢拔等原则，在每棒插入的时候，确保其深入到下层混凝土5 cm不等，其中振捣时间控制在30 s不等，每棒的挪动距离最佳是40 cm。

5.5 养护

假若混凝土的养护策略不完善，或者存在养护滞后等问题，那么其表面可能会由于失水等发生裂缝等。此时最佳的做法是在拆模之前需要对混凝土进行充分喷洒水分，确保水分能够充分地渗透到混凝土中。在拆模滞后则需要于混凝土表层喷洒一遍水，确保塑料薄膜中有凝结水，接下来还需要将塑料薄膜包裹其中，然后给予严密压实，确保其能够得到全面养护，其养护时间一般 $\leq 14\text{ d}$ ^[4]。

5.6 表面缺陷修复

在施工期间，或许有气泡或者模板拼缝等问题出现，其解决方法是：首先选择和结构混凝土强度、品种相同的水泥，并掺和一定比例的白水泥，将其配合成专用腻子，然后将气泡完全堵塞，随后连通模板痕迹一起通过细砂纸进行认真打磨，确保其与结构物的表面一样光滑有色泽。不过在操作前需要对材料的配比进行严格调整，具体来说需要进行配合比实验，方可确定最佳配合比。

6 结语

综上所述，若要最大化地增强地铁高架桥梁项目的结构质量，则需要了解清水混凝土的质量标准与施工技术，方可在专业技术人员的指导下进行层层管理，方可获得最佳的施工效果。

参考文献

- [1] 孙海龙.清水混凝土施工技术在轨道交通建设中的应用[J].设备管理与维修,2022(6):1.
- [2] 赵鹏飞,任爽爽,张同杰.清水混凝土在地铁交通建筑空间设计中的应用研究[J].建筑技术,2020(1):3.
- [3] 杨万春,程剑平.浅析清水混凝土技术在建筑剪力墙施工中的应用[J].建材发展导向,2020,18(11):1.
- [4] 祝永芳.房建工程清水混凝土的施工技术探究[J].门窗,2020(3):2.