

基于不同脱模剂和细集料对高速公路墩柱外观提升影响的研究

文 / 赵永成 中交三航局第九工程有限公司

摘要: 为提升安鹤高速大桥立柱施工中混凝土外观质量, 本文采用试验室大桶模拟试验, 比较C40标号混凝土使用机制砂和河砂时, 采用不同脱模剂的外观表现, 分析其对混凝土色泽均匀性和表面光洁度的影响。随后, 结合实际施工工艺和环境条件, 进行墩柱实际浇筑验证优化方案的现场适用性。研究表明, 配合比中机制砂与天然砂在水性脱模剂的加持下可显著改善混凝土外观, 尤其在颜色均匀性和表面光滑度方面, 相当于“清水混凝土”。通过室内与室外试验相结合, 为后续施工提供了理论依据和技术指导, 推动混凝土施工的精细化管理和质量控制。

关键词: 混凝土; 脱模剂; 机制砂; 河砂; 外观质量

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.065

引言

在公路项目建设检测工作, 通过检查发现, 公路混凝土结构物存在外观质量不高, 为深入贯彻河南省交通建设技术中心“关于开展河南省在建高速公路13445工程混凝土外观质量提升专项行动的通知要求”规范混凝土施工, 使用不同脱模剂和细集料通过试拌C40混凝土, 观察混凝土外观, 确定选择方案, 机制砂混凝土和河砂混凝土均表现出颜色均匀一致。

一、绪论

(一) 试验背景

在高速公路建设项目中, 发现混凝土构件的表面质量与期望有较大差距。为了解决此问题, 启动了一项专门针对水泥混凝土构件表面质量的改进计划。该计划贯穿于建筑过程的整个生命周期, 并强化了对诸如水泥、砂石及外加剂等原材料的入仓检验, 不同脱模剂以及机制砂和河砂配合比的变换。此举旨在增强混凝土的工作性能确保混凝土等级配比合理搅拌均匀密实从而保证混凝土构件内部充盈外观美观避免出现明显的缺陷或颜色不一致的情况。

(二) 试验目的

1. 保证混凝土施工的标准化, 对混凝土的外观质量实施严格管理, 确保振捣密实, 从而使成品颜色均匀一致, 增强混凝土结构物的美观性, 避免出现明显的瑕疵。

2. 通过试验室模拟大桶试验及现场实际墩柱浇筑比对外观结论分析, 确定出C40标号混凝土细集料与脱模剂的最佳搭配, 给后续现场实际施工提供借鉴和指导。

二、试验部分

(一) 试验原材料

1. 水泥选用河南省同力水泥有限公司普通硅酸盐水泥P·042.5, 碱含量为0.56%, 其各项技术指标符合GB175-2023《通用硅酸盐水泥》规定。

2. 细骨料使用经试验验证的优质邢台市内丘县西庞砂厂洁净天然河砂和林州市万方矿业有限公司专用设备生产的机制砂作为细骨料, 天然河砂细度模数为2.7, 含泥量为1.8%, 泥块量为0.3%、机制砂细度模数2.8, MB值为0.7, 石粉含泥量为6%, 满足JTG/T 3650-2020

《公路桥涵施工技术规范》中的各项技术要求。

3. 粗骨料选择恒源矿业有限公司二道庄厂区优质碎石作为粗骨料, 采用(5~10)mm、(10~20)mm碎石, 按3:7掺配为连续级配, 其孔隙率44%, 表观密度2744Kg/m³, 含泥量为0.7%, 泥块含量为0.1%, 针片颗粒比例为4%, 母岩的岩石单轴抗压强度在112MPa, 为非活性骨料, 符合JTG/T 3650-2020《公路桥涵施工技术规范》中的各项技术要求。

4. 混凝土拌和与养护用水符合JGJ63-2006《混凝土用水标准》。

5. 粉煤灰选用鹤壁同力建材有限公司的F类I级粉煤灰, 其细度为8.8%、需水量比为92%、28d活性指数为75%、氯离子含量检测为0.02%, 符合GB/T 1596-2017《用于水泥及混凝土用粉煤灰》规定的粉煤灰。

6. 减水剂选用山西黄河新型化工有限公司的缓凝高效减水剂HJSX-A, 减水率16%、固含量21.14%, 碱含量0.9%, 符合GB8076-2008《混凝土外加剂》标准规定的聚羧酸高效减水剂, 并通过试验确定其掺量及其适用性的、质量稳定且与胶凝材料兼容性较好。

(二) 脱模剂

脱模剂1: 水溶性脱模剂

脱模剂2: 油性脱模剂

脱模剂3: 液压油脱模剂

(三) 配合比设计

1. 根据前期配合比设计, 确认具体材料用量, 天然河砂混凝土配合比如下:

每方混凝土各材料用量(kg) 水泥:粉煤灰:天然河砂:碎石:水:减水剂=344:86:758:1047:165:4.30, 理论配合比1:0.25:2.20:3.04:0.48:0.012

2. 根据前期配合比设计, 确认具体材料用量, 机制砂混凝土配合比如下:

每方混凝土各材料用量(kg) 水泥:粉煤灰:机制砂:碎石:水:减水剂=344:86:776:1029:165:4.30, 理论配合比1:0.25:2.26:2.99:0.48:0.012

(四) 室内试验方案

根据机制砂和天然河砂混凝土配合比组合不同脱模剂, 如表1所示:

表 1 材料组合

组合 编号	材料名称						拌和水
	水泥	细集料	脱模剂	粗集料	粉煤灰	外加剂	
1	同力	机制砂	水溶性	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水
2	同力	机制砂	油性	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水
3	同力	机制砂	液压油	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水
4	同力	天然河砂	水溶性	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水
5	同力	天然河砂	油性	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水
6	同力	天然河砂	液压油	恒源矿业	同力	山西黄河	地下水

控制各试验组合混凝土出机坍落度均处于(180~200)mm之间,使用容量为80升的筒状塑料桶作

为试模,采用单卧轴强制式搅拌机,分两次搅拌混凝土,确保混合均匀,分二次浇筑入模,模拟现场分层浇筑。采用插入式振捣棒进行振捣,并确保室内试验的振捣方式与现场施工操作一致,按照试验方案分别成型了六块试件。

(五)室内模拟试验结果分析

经过对六种不同类型的组合进行试验,在同一环境下对试件外观进行对比。总体来看,使用水溶性脱模剂的大桶试件,机制砂混凝土与河砂混凝土(对比图1-1和图1-4)均具有更佳的外观质量,表面色泽更为均匀,气泡较少,光洁度较好。使用油性脱模剂时,机制砂混凝土与河砂混凝土(对比图1-2和图1-5)外观质量上有显著的差异,表现为气泡较多、成不均匀分布,混凝土表面光泽度较差。使用液压油做脱模剂时,机制砂混凝土与河砂混凝土(对比图1-3和图1-6)外观质量上有显著的差异,表现为气泡较多,成不均匀分布,混凝土表面光泽度较差,混凝土表面沾有油渍。试件成型脱模后如图1所示:

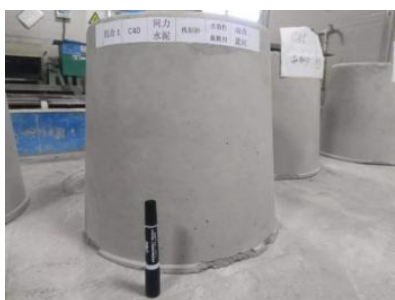


图 1-1 (机制砂+水溶性脱模剂)



图 1-2 (机制砂+油性脱模剂)



图 1-3 (机制砂+液压油)



图 1-4 (河砂+水溶性脱模剂)



图 1-5 (河砂+油性脱模剂)

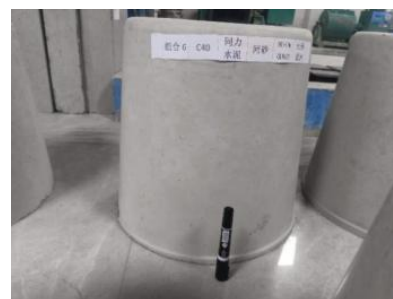


图 1-6 (河砂+液压油)

图 1 试件外观

根据上述室内模拟情况，确定采用图1-1和图1-4所使用的天然河砂与机制砂配合比结合水溶性脱模剂进行现场墩柱试验。

三、现场墩柱试验

试验墩采用现场施工用刚模板直径为1.8米，钢筋绑扎及保护层厚度，采用工程实体立柱设计要求，本次浇筑试验墩高度为2.6米。选用两个相邻的墩柱，分别采用机制砂和河砂与水溶性脱模剂组合同一时间段浇筑。

浇筑前的清理工作，混凝土的运输、混凝土浇筑及浇筑方式、浇筑时混凝土坍落度控制、浇筑过程中控制

及后期养护等均模拟实际施工技术要求。

根据模拟施工工艺的严格把关试验柱（见图2）和模拟试验室内的试验效果对比混凝土构件的外观基本一致，通过河砂试验柱（图2左柱）观察气泡最大直径3mm，深度2mm，面积均不大于5cm²/m；机制砂试验柱（图2右柱）观察气泡最大直径4mm，深度2mm，面积均不大于5cm²/m。可以确定在使用相同较好的水溶性脱模剂，机制砂混凝土外观和天然河砂混凝土外观基本做到一致，2个试验柱颜色均一致，无色差、无水纹、无漏浆，光洁有亮度；混凝土表面均未出现麻面、砂带、冷接缝等。



图2 现场试验墩柱

通过试验证明机制砂混凝土与天然河砂混凝土在不同脱模剂条件下的外观质量进行分析，使用水溶性脱模剂时，机制砂混凝土和河砂混凝土均表现出颜色均匀一致、无色差、无水纹、无漏浆、表面光洁度基本一致。

结束语

本文通过对机制砂混凝土与天然河砂混凝土在不同脱模剂条件下的外观质量进行分析，研究了原材料、脱模剂控制对混凝土外观的影响。得出以下结论：

(1) 针对混凝土外观质量，水溶性脱模剂优于油性脱模剂及液压油。

(2) 使用水溶性脱模剂时，机制砂混凝土和河砂混凝土均表现出颜色均匀一致、无色差、无水纹、无漏浆或流淌现象，表面光洁且具有一定亮度。

机制砂与河砂混凝土在优化钢模板工艺下均能满足“清水混凝土”的质量要求，为后续实际施工提供了科学依据和技术指导，具有重要的工程应用价值。

参考文献

[1] 陈灿，刘虎军. 机制砂粒型对砂浆工作性及力学性能的影响研究[J]. 建筑结构，2021（S2）.

[2] 张翼飞. 洞渣机制砂混凝土配合比设计及性能研究[J]. 工程机械与维修，2021（06）.

[3] 傅蕾，张学民. 基于机制砂混凝土收缩试验的隧道衬砌环向开裂原因探讨[J]. 铁道科学与工程学报，2021（10）.

作者简介：赵永成，男，1989年03月，汉族，湖北襄阳谷城县，本科，工程师，试验与检测。