

预制梁板外观质量缺陷成因分析与综合防治措施

林瑞樟 高世镇

浙江瓯越交建科技股份有限公司 浙江 温州 325035

摘要: 预制梁板在生产阶段易出现多种外观质量缺陷,影响构件观感、安装精度、结构受力及耐久性等。本文详细分析了原材料、配合比、模板、施工工艺、人员与设备、环境等因素对预制梁板外观质量缺陷的影响,并针对性地提出了原材料管控、配合比优化、模板施工管控、施工工艺优化、人员与设备管控、环境适配与防控等综合防治措施,以减少外观质量缺陷,提高预制梁板生产质量。

关键词: 预制梁板;外观质量缺陷;成因分析;综合防治措施

引言:在桥梁等工程建设中,预制梁板作为重要的结构构件,其质量直接关系到工程整体的安全性与耐久性。外观质量作为预制梁板质量的重要组成部分,不仅影响构件的美观度,还与后续施工衔接、安装精度以及结构受力合理性等密切相关。然而,在实际生产过程中,预制梁板常出现表面平整度、轮廓尺寸与线型、裂缝、色泽与质感、拼接与预埋件等多方面的外观质量缺陷。深入分析这些缺陷的成因并采取有效的防治措施,具有重要的现实意义。

1 预制梁板常见外观质量缺陷类型

1.1 表面平整度缺陷

表面平整度缺陷是预制梁板生产阶段高发外观问题,直接影响构件观感与后续施工衔接。表面凹凸不平表现为梁板表面不规则起伏,不符合施工规范对表面平整度的控制标准,由模板安装精度不足、混凝土浇筑布料不均或振捣不规范引发^[1]。表面起砂、起粉体现为梁板表层水泥砂浆强度偏低,受轻微外力即砂粒脱落、表面发粉,源于水泥用量不足、水胶比管控不当,或浇筑后表面未及时覆盖养护导致水分过快蒸发。表面气泡、麻面表现为表面分布大小不等的气泡孔洞及密集麻点,气泡因混凝土拌合混入过多空气、振捣不充分导致空气无法排出,麻面与模板表面清理不彻底、脱模剂涂刷不均或浇筑时混凝土与模板贴合不紧密相关。

1.2 轮廓尺寸与线型缺陷

轮廓尺寸与线型缺陷影响预制梁板安装精度及结构受力合理性。梁板厚度不均指同一梁板不同截面厚度偏差超出规范允许范围,由模板支撑体系变形、模板安装标高控制不准或浇筑时混凝土布料不均衡导致。边线不顺直、翘曲表现为梁板边缘线条弯曲不规整,或构件整体翘曲变形,与模板加工精度不足、拼接缝隙过大、支撑加固不到位及养护受力不均密切相关。端部缺角、掉

边指梁板端部棱角缺失、边缘混凝土脱落,多发生在模板拆除阶段,因拆除时机过早、方法不当,或端部混凝土养护不充分、强度未达设计要求,受外力碰撞产生。

1.3 裂缝类缺陷

裂缝类缺陷属于影响预制梁板耐久性与承载能力的危险性外观问题。表面细微裂缝主要分布在梁板表面,宽度较窄、深度较浅,多因混凝土收缩变形产生,浇筑后表面未及时覆盖养护,环境温度变化过大导致表面收缩速度快于内部,进而形成细微裂缝。边棱裂缝集中在梁板边棱部位,多为纵向或横向裂缝,成因包括边棱部位混凝土振捣不密实、养护时水分流失过快,或拆除模板后边棱未采取防护措施,受温度应力及外力作用引发开裂。贯穿性表面裂缝贯穿梁板表面,深度较深,严重时影响结构整体性,由混凝土配合比不合理、水化热释放过快、养护措施不到位,或施工过度振捣、模板约束过强导致。

1.4 色泽与质感缺陷

色泽与质感缺陷主要影响预制梁板外观观感,同时可反映内部施工质量。表面色泽不均表现为梁板表面颜色深浅不一、分布不均,无统一均匀色泽,主要因原材料质量波动、配合比计量偏差、混凝土拌合不均匀,或浇筑时布料顺序不当、振捣力度不一致导致。表面蜂窝、孔洞表现为梁板表面出现较大尺寸空隙,内部骨料外露,成因包括混凝土振捣不密实、骨料级配不合理、浇筑存在离析现象,或模板有缝隙导致水泥浆流失。表面露筋、露石表现为钢筋或骨料外露于梁板表面,露筋多因钢筋保护层厚度控制不足、浇筑时钢筋移位,或混凝土振捣过度导致;露石与混凝土配合比中骨料用量过多、水泥浆不足,无法充分包裹骨料有关。

1.5 拼接与预埋件相关缺陷

拼接与预埋件相关缺陷影响预制梁板拼接质量及后

续使用功能^[2]。预埋件位置偏差指安装位置与设计位置不符,超出规范允许偏差范围,由预埋件安装固定不牢固、浇筑时受混凝土冲击力移位,或模板安装时未精准定位导致。预埋件表面锈蚀指表面出现锈迹、锈斑,甚至锈蚀脱落,成因包括预埋件进场未按规范做防腐处理、存储时受潮淋雨,或浇筑时表面未采取防护措施,与混凝土中有害物质发生反应引发。拼接面不平整、缝隙过大指拼接部位表面凹凸不平,拼接后有明显缝隙,由拼接面施工平整度控制不足、模板拼接精度不够,或浇筑时拼接面混凝土振捣不密实、养护不到位导致。

2 预制梁板外观质量缺陷成因分析

2.1 原材料因素

水泥质量与强度等级直接关联混凝土强度及外观成型效果,质量不达标或强度等级与设计要求不符,会导致混凝土表面出现起砂、开裂等缺陷。骨料级配、洁净度与粒径影响混凝土和易性及密实度,级配不合理、洁净度不足含杂质,或粒径超出设计范围,易造成表面蜂窝、麻面等问题。外加剂性能与掺量需与水泥及骨料适配,性能不符或掺量不当,会破坏混凝土凝结硬化过程,引发表面色泽不均、裂缝等缺陷。拌和用水质量需符合工程用水标准,含杂质、有害物质超标会影响混凝土强度形成,间接导致外观缺陷。原材料存储与保管不到位,会造成水泥受潮结块、骨料混杂,破坏原材料原有性能,为外观缺陷产生埋下隐患。

2.2 配合比因素

水泥浆用量与水胶比是混凝土配合比核心控制指标,水泥浆用量不足无法充分包裹骨料,水胶比过大则会导致混凝土离析、泌水,均会引发外观缺陷。骨料与水泥比例需严格遵循设计要求,比例失衡会影响混凝土匀质性,导致表面质感不均、强度不足引发起砂。外加剂掺量控制需精准,过量或不足都会改变混凝土工作性能,过量可能导致表面气泡增多,不足则无法发挥其改性作用。配合比现场调整需结合原材料实际性能及施工环境,调整不及时或不合理,会造成混凝土和易性下降,进而产生各类外观质量问题。

2.3 模板相关因素

模板材质与平整度决定梁板表面成型精度,材质强度不足易变形,平整度不达标会直接导致梁板表面凹凸不平。模板拼装精度不足会产生拼接缝隙,引发水泥浆流失,形成蜂窝、露筋等缺陷。模板加固稳定性不足,施工过程中易发生移位、变形,导致梁板轮廓尺寸偏差。模板脱模剂选用与涂刷需规范,选用不当或涂刷不均、漏涂,会造成脱模困难,破坏梁板表面,涂刷过多则会影响表面色

泽。模板清理与维护不到位,表面残留杂物、水泥浆,会导致梁板表面附着杂质,影响外观平整度与观感。

2.4 施工工艺因素

混凝土拌和均匀性不足会导致骨料与水泥浆分离,浇筑后表面出现色泽不均、蜂窝等缺陷。混凝土运输与卸料过程中若出现离析、漏浆,会破坏混凝土原有性能,影响外观成型效果^[3]。混凝土浇筑顺序与速度控制不当,会导致局部混凝土堆积、振捣不充分,形成气泡、孔洞。混凝土振捣方式与力度不合理,振捣不足无法排出空气,振捣过度则会造成骨料下沉、水泥浆上浮,均会引发外观缺陷。脱模时机与方法需结合混凝土强度,时机过早强度不足易导致缺棱掉角,方法不当会损伤表面。混凝土养护工艺不规范,温湿度控制不佳、养护不及时,会导致表面收缩开裂、起砂。

2.5 人员与设备因素

施工人员操作熟练度不足,会导致各工序操作不到位,影响施工质量进而引发外观缺陷。施工人员操作规范性欠缺,未严格遵循施工规程,易造成振捣、脱模、养护等环节出现失误。振捣设备性能与选型需适配施工需求,性能不佳、选型不当会导致振捣效果不佳,无法保证混凝土密实度。计量设备精度与校准不到位,会造成配合比计量偏差,破坏混凝土匀质性。模板加工与安装设备状态不良,会影响模板加工精度与安装质量,间接导致梁板外观缺陷。

2.6 环境因素

施工环境温度与湿度超出规范允许范围,会影响混凝土凝结硬化速度,温度过高易导致表面失水过快产生裂缝,湿度过低则会延缓硬化过程。雨雪、大风天气会直接影响混凝土浇筑与表面成型,雨雪会稀释混凝土,大风会导致表面水分快速蒸发、出现塑性裂缝。施工现场洁净度不足,杂物混入混凝土或附着于模板表面,会影响梁板外观质量。养护环境温湿度控制不当,无法满足混凝土强度增长需求,易导致表面起砂、开裂,破坏外观完整性。

3 预制梁板外观质量缺陷综合防治措施

3.1 原材料管控措施

原材料采购需严格遵循设计及规范要求,选择资质齐全、质量稳定的供应商,进场检验需按照混凝土结构工程施工质量验收规范开展,逐批次检测水泥、骨料、外加剂等性能指标,不合格材料严禁进场使用。原材料分类存储与防护需划分专属区域,做好防潮、防尘、防混杂措施,水泥存放于干燥通风库房并做好防潮垫层,骨料按粒径分级堆放并设置隔离设施。原材料使用前复核需

核对性能指标与设计要求,检查存储状态是否完好,避免受潮、结块或混杂原材料投入使用,从源头管控外观缺陷隐患。

3.2 配合比优化与管控措施

配合比设计与试验需结合原材料实际性能,通过试验室试配确定最优参数,兼顾混凝土和易性、强度与外观成型效果,满足预制梁板施工管控要求。配合比计量精准控制需采用经校准合格的计量设备,严格控制各组分用量偏差,确保水泥、骨料、外加剂等计量精度符合规范标准^[4]。配合比现场动态调整需根据施工环境温度湿度变化、原材料性能波动,及时微调相关参数,避免因环境或原材料变化导致混凝土工作性能下降,减少外观缺陷产生。

3.3 模板施工管控措施

模板选型与加工精度控制需选用强度、刚度符合要求的材质,加工过程严格控制平整度、尺寸偏差,确保模板表面光滑、轮廓规整,偏差控制在规范允许范围内。模板拼装与加固工艺需按施工方案执行,拼装时严控拼缝精度,缝隙采用专用密封材料封堵,加固体系需设置足够支撑点,防止施工过程中移位、变形。脱模剂选用与规范涂刷需选择与模板、混凝土适配的产品,涂刷均匀、薄厚一致,避免漏涂、多涂现象,减少脱模时表面损伤。模板清理与重复使用管控需在每次使用后彻底清除表面残留水泥浆、杂物,检查平整度与完整性,修复损坏部位后再投入使用。

3.4 施工工艺优化措施

混凝土拌和工艺规范需严格遵循拌和流程,控制拌和时间与速度,确保各组分混合均匀,避免骨料与水泥浆分离。混凝土运输与卸料防护需选用密闭式运输设备,运输过程中减少颠簸,卸料时控制速度与高度,防止混凝土离析、漏浆。混凝土浇筑与振捣管控需确定合理浇筑顺序,控制浇筑速度,采用适配振捣设备,规范振捣方式与力度,确保振捣密实且不出现过度振捣,有效排出混凝土内部空气。脱模时机把控与规范操作需根据混凝土强度检测结果确定脱模时间,采用科学脱模方法,避免硬撬、硬砸损坏梁板表面与棱角。混凝土养护工艺落实需在浇筑完成后及时覆盖养护,严格控制养护温湿度,保障养护周期,避免表面水分过快蒸发或养护不足引发缺陷。

3.5 人员与设备管控措施

施工人员技术培训需针对预制梁板施工各工序开展,提

升操作熟练度与质量意识,掌握规范操作要点。施工操作规范管控需建立完善的岗位责任制,明确各工序操作标准,加强现场巡查,及时纠正不规范操作行为。施工设备选型与调试需选用性能稳定、适配施工需求的振捣、拌和等设备,使用前全面调试,确保设备运行正常。设备定期检修与维护需制定检修计划,定期检查设备运行状态,及时维修损坏部件,保障设备性能稳定。计量与检测设备校准需定期开展,确保计量精度与检测准确性,为配合比控制、强度检测提供可靠支撑。

3.6 环境适配与防控措施

施工环境温度湿度调控需根据季节变化采取针对性措施,高温天气采取遮阳、降温措施,低温天气做好保温、防冻处理,将温湿度控制在规范适宜范围。恶劣天气施工防控需提前关注天气预报,雨雪、大风天气暂停浇筑作业,已浇筑部位做好防护措施,避免雨水冲刷、大风影响表面成型^[5]。施工现场环境整治需定期清理施工区域,保持场地整洁,防止杂物混入混凝土或附着于模板表面。养护环境优化与管控需搭建专用养护设施,采用洒水、覆盖等养护方式,精准控制养护温湿度,确保养护效果,保障混凝土强度增长与表面质量。

结束语

预制梁板外观质量缺陷成因复杂,涉及原材料、配合比、模板、施工工艺、人员与设备以及环境等多个方面。通过实施全面的综合防治措施,从原材料采购到施工环境控制,每个环节严格把关,能够有效减少外观质量缺陷的发生。这不仅有助于提高预制梁板的生产质量,满足工程设计要求,还能降低工程成本,保障桥梁等工程建设的顺利进行,为工程结构的长期稳定运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1]谭世贤.市政U形梁预制施工外观质量问题与控制措施[J].建筑工程技术与设计,2024,12(21):128-130.
- [2]韩跃.论桥梁结构混凝土外观质量缺陷修复技术[J].电脑采购,2021(38):118-120.
- [3]闫振华.桥梁施工中的预制T梁施工技术分析[J].商品与质量,2021(43):183-184.
- [4]孟宪达.高海拔高寒地区公路桥梁预制梁施工工艺[J].设备管理与维修,2023(14):156-157.
- [5]毕进安.高速公路桥涵混凝土预制梁外观质量控制研究[J].运输经理世界,2024(7):92-94.