

浅谈土木工程施工中的材料选择及质量控制措施

田小龙 陈龙 (通讯作者)

山东交通学院 250357

DOI: 10.32629/ems.v8i2.18438

[摘要] 在土木工程施工过程中,材料的选择和质量的控制直接关系到工程的安全、耐久、费用。本文通过对材料选择机制不够健全、管理制度不够完善的分析,从建设科学的管理制度、规范的采购体系、合理的材料选配、人员素质的提高、管理模式的创新等方面提出优化的策略,希望能够对促进土木工程施工质量的提高有所帮助。

[关键词] 土木工程施工; 材料选择; 质量控制

引言

土木工程施工材料质量和选用,是确保工程安全和耐久性的根本。目前,在材料选择和管理方面还存在着机制不够健全、体系不够完善的现象,这直接影响了项目的整体质量。本文研究目的在于探索选材关键问题及质量控制措施,并通过系统优化策略为促进施工材料管理科学有效提供理论依据和实践指导。

1 施工材料选择与质量控制的重要性

土木工程领域中,施工材料选择和质量控制绝不是一个单纯的购买和检验环节,它是贯穿整个工程生命周期的一项核心管理活动,它的重要性表现在工程实体物理化学性能、经济成本控制、长期安全运行、环境社会效益几个维度上。第一,从工程实体质量与安全性的本质要求来看,材料是工程结构的物质载体,其强度、刚度、耐久性、变形特性等直接决定结构抵抗荷载(例如,重力、风荷载、地震作用等)的能力以及在使用环境(例如冻融、化学腐蚀、干湿循环等)下的退化速率。如混凝土结构用水泥标号、骨料级配和含水量、外加剂品种和掺量、钢结构用钢屈服强度、冲击韧性、焊接性能等,任何材料参数出现偏差均会在结构上形成薄弱部位、诱发开裂、产生过大变形乃至灾难性的损伤。材料质量不可控通常意味着工程结构中固有的缺陷难以预测和修补,它可能给公共安全带来无法估量的威胁^[1]。第二,材料选择和管理是否科学是控制工程成本,最大限度地提高经济效益的关键。在工程总造价中,材料成本通常占据50%至70%的比例,因此,选择合适的材料不仅可以直接减少材料的采购成本,还可以通过结构设计的优化来实现、降低维修频率、延长使用寿命,以明显降低全寿命周期的费用。相反,一味地追求低价材料则会使其性能不过关,诱发返工、加固乃至

重建等问题,从而造成重大经济损失和资源浪费^[2]。

2 土木工程施工材料选择中存在的主要问题

2.1 材料选择机制不健全

目前,很多工程在选材环节上缺乏科学、系统、透明化的决策机制,使选材过程具有很大的主观性、随意性、盲目性。第一,选材决策常常过于注重经济成本而走入“低价中标”的歧途,没有对其性能、长期效益、技术适宜性进行全面综合评价。采购部门与技术、设计、施工部门的沟通脱节,使得材料的选择未能充分考虑具体工程的结构特点、受力状态、服役环境(例如滨海地区氯盐腐蚀、严寒地区冻融作用、化工区酸性介质等)等关键因素,致使所选材料出现“性能过剩”或“性能不足”。前一种情况造成了不必要的费用浪费,后一种情况埋下了质量安全隐患。第二,缺少系统性材料评估和比选流程。面对市场上种类繁多、性能各异的材料(如同一种建材不同牌号、不同技术路线产品),项目团队往往缺乏基于实验数据、工程案例、全生命周期成本分析量化、标准化比选。决策依据更多地取决于供应商广告宣传、过去经验、人际关系等因素,而不是客观技术经济论证^[3]。

2.2 材料管理制度不完善

将选择机制视为“前端决策”,那么管理制度无疑是“购买—运输—储存—利用”这一完整流程中的“过程保障”。目前材料管理制度不健全表现为几个层次。第一,质量责任体系不够明确。在项目组织架构中,材料质量管理的责任主体模糊,设计、采购、施工、监理各方权责划分不清,容易出现“多头管理却无人负责”的局面。发生质量问题后,相互推诿、追根溯源、责任落实难。第二,整个过程的质量控制流程出现破裂^[4]。材料在工程实体中出厂至运用需要经过许多环节,然而质量控制活动通常仅限于进场后抽样复检和生

产过程中的控制、运输过程中的防护(例如,精密仪器仪表或者易损材料等的输送)、施工现场的存储条件(例如,水泥防潮、钢筋防锈、外加剂防冻等)等环节,缺乏有效的监督与管理。如钢筋露天堆存锈蚀、不同批号、规格物料混合放置,过期水泥或者失效外加剂错误使用等现象屡见不鲜,而这些管理漏洞都足以让早期严格进场检验结果化为乌有^[5]。第三,检验检测手段和标准的落实不够。部分工程的现场试验室设备比较陈旧,检测人员专业技能不到位,造成检测数据的失真。

3 土木工程施工中材料选择及质量控制优化策略

3.1 构建科学的材料质量管理体系

建设科学的材料质量管理体系必须建立明确而严格的质量责任体系。第一,工程之初须以合同文件和管理规划的方式明确建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、材料供应商对材料质量管理的具体责任和权限。尤其加强施工单位质量主体责任与监理单位独立监督责任相结合,构建由项目经理至材料员、质检员纵向责任链,做到责任在岗位、落实在人员。第二,要建立并严格执行覆盖材料“选、采、运、储、用、检”全过程的质量管理程序文件。这包括编制详细的《项目材料管理计划》,规定各类关键材料的技术标准、质量控制点(例如生产厂家的调查、出厂检验、进场复验、见证取样、过程巡检等)、验收标准、不合格品处理流程以及相应的记录表格。要着重强化物资运输和现场存储环节管理,并制订专项方案保证物资在交给施工班组之前,性能不会因为管理不善而损坏。第三,引入材料质量追溯和档案管理制度。为重要结构材料(例如,结构钢筋、预应力钢绞线、水泥、防水卷材在主体结构中的应用)建立唯一性标识和可追溯档案,记录其生产批次、出厂信息、进场时间、检验报告、用的地方等等,发现问题后,能很快锁定范围,分析原因,采取补救办法。第四,把材料质量管理融入整个工程的绩效考核体系中,同时兼顾安全、进度、成本等方面的考核,并借助经济杠杆及信用评价手段,来激发参与各方有意识地提高材料质量管理水平。

3.2 建立规范的材料采购体系

标准的采购体系,是保证优质材料来源和控制采购成本最核心的环节。第一,要建立合格的供应商库、实行动态管理。建立严格供应商准入标准对企业资质、生产能力、质量

保证体系、过去业绩、社会信誉进行全面考核,并择优进入合格库。建立供应商履约评价机制并定期评价所提供产品质量的稳定性、交货及时性和售后服务情况,以优胜劣汰形成良性竞争。第二,实施集中采购和战略采购模式。对于大宗通用材料(例如钢材、水泥、商品混凝土等),可由集团或项目公司层面实施集中招标采购,利用规模优势获取更优的价格与服务,同时便于统一质量标准。对重点或者特殊材料可以和少数几家核心优质供应商达成长期战略合作,联合开展技术研发和质量改进以保证供应渠道稳定可靠。第三,对采购招标和合同管理进行优化。招标文件技术条款一定要清晰、具体、可操作性强,综合体现设计要求及工程特点,消除模糊表述。评标办法要转变“唯价格论”的观念,运用综合评估法在评分体系中包括供应商技术方案、质量保证措施、供货业绩、售后服务承诺,以指导投标方开展质量竞争。采购合同应当对物资的技术标准、验收办法、质量争议的处理办法、违约责任等作详细规定,并对质量控制提供法律依据。

3.3 合理选择与配置施工材料

选材要回归到它的工程本源,即为具体项目提供功能和性能需求服务。为此,需要建立以工程分析为基础、以技术经济论证为手段的合理选材过程。第一步,对设计文件和工程环境进行深度解读。设计人员要在图纸及说明上明确指出的材料主要性能指标的要求,施工技术人员需要对结构关键部位、受力特点等做进一步的分析、施工工艺(例如,大体积混凝土水化热控制、泵送混凝土工作性需求等)以及项目所在地的气候、地质、水文等环境条件,明确材料需要抵抗的主要劣化因子。第二步,开展大量市场调研和技术资料收集。了解目前市场上可供选用的材料种类、牌号、性能参数、技术特点、应用案例、价格水平等。第三步,进行系统技术经济比选。对关键材料要组织设计、施工、费用等多个部门参加比选论证。比选不应仅比较单价,而应建立包括材料性能(强度、耐久性、施工适应性强)、直接成本、间接成本(例如,对施工效率造成影响等)、维护成本、预期使用寿命,甚至包括环境效益等综合评价模型。如有需要应抽样送检关键候选材料或者安排工艺试验以取得第一手的性能数据。第四步,注重物料优化配置和搭配。现代工程通常不采用单一材料,而采用各种材料有机结合。要综合考虑各种材料的相容性,协同工作性能和界面处理等因素。以混凝土结构为例,

必须考虑到水泥、掺合料、骨料、外加剂、纤维之间的合理比例, 并通过对其进行科学地配合比设计, 综合考虑工作性与经济性, 同时满足强度、耐久性要求。对新型材料要本着“主动、谨慎”原则, 以具有充分实验依据、试点成功为前提, 以设计变更或者技术核定单的方式进行确认运用。

3.4 提升材料管理人员的专业素质

无论多么健全的体系都需要人来实施, 而管理人员专业素质的高低则是体系是否落地的一个关键。提高人员素质, 需多管齐下。第一, 要严格人员入口关。对材料管理的关键岗位(例如, 材料主管、质检员、试验员等), 设定明确的任职资格要求, 包括专业背景、工作经验、持证(如试验员上岗证)情况等, 确保其具备基本的专业知识与技能。第二, 建立常态化培训考核机制。培训内容应全面, 不仅包括材料基本知识(例如, 各种建材国家标准、技术性能、鉴别方法等)、检验检测技能、管理流程与制度, 内容涉及职业道德教育、廉洁风险防控、新材料、新技术等专题。培训形式可多样化, 包括内部讲座、外部专家讲课、现场实操观摩和案例分析。定期举办技能比武或者知识考核等活动, 考核结果要与岗位晋升和薪酬待遇相挂钩, 以激发学生的学习动力。第三, 要强化技术交底和过程指导。对于特定项目中所使用的特殊材料或者新工艺, 项目技术负责人须向材料管理人员及一线施工班组做详细技术交底, 明确材料特点、施工要点、质量控制标准、注意事项。在施工期间, 技术和质量等部门要加强检查指导, 对不恰当的作业要及时整改。最终形成学习型组织气氛。鼓励材料管理人员认真总结工作经验、交流成功事例、研讨疑难问题, 并支持他们参与本行业的学术交流与技术培训, 更新知识结构, 从而造就既有技术又善于经营的专业材料经营团队。

3.5 创新材料管理模式与方法

在工程需求越来越复杂、信息技术不断发展的大潮面前, 创新管理模式和手段已成为提高管理效能的必由之路。第一, 积极推动材料管理的信息化和数字化进程。建立项目级的材料管理信息系统(MIS)或依托企业资源计划(ERP)系统, 实现从采购计划、订单、入库、出库、库存到结算的全流程线上操作与动态监控。利用条形码、二维码或RFID(射频识别)技术, 对关键材料进行独特的标记和实时跟踪, 从而实现材料的精确定位和迅速地盘点。通过大数据分析技术的

应用, 实现历史采购数据、库存数据、消耗数据的解析, 实现采购策略与安全库存的优化设置, 降低资金的占用与浪费。第二, 积极运用先进检测和监控技术。推广使用便携式、数字化的无损检测设备(例如, 钢筋扫描仪、混凝土回弹仪、超声波检测仪), 提高现场检测的效率和准确性。对大体积混凝土这类重要构造, 可通过预埋传感器对其温度场、应变场发展过程进行实时监测, 从而为养护及质量评估提供支撑数据。第三, 探索基于BIM(建筑信息模型)技术的材料精细化管理。BIM模型下, 可将物料规格、型号、数量、供应商信息进行整合, 对物料进行可视化管理, 并对施工前进行碰撞检查以准确计算物料需求并降低损耗。在施工时, 可以把物料的实际入场情况、安装信息、模型联系起来, 对施工进度和物料消耗进行联动管理。此外, 还可借鉴制造业的先进管理理念, 如精益建造思想, 通过价值流分析, 识别并消除材料管理过程中的非增值活动(如等待、二次搬运、库存过多), 追求零浪费、高效率的管理目标。这些创新模式和方法将促进材料管理由静态、被动和经验型走向动态、主动和数据驱动型。

结语

在土木工程施工过程中, 材料选择和质量控制处于核心地位。从健全管理制度、规范采购流程、科学选配物资、强化人员培养等方面入手, 可以切实提高物资质量和项目的整体水平。今后, 需要不断创新管理模式, 促进土木工程材料管理朝着标准化、精细化发展, 确保工程建设长期安全高效进行。

[参考文献]

- [1] 黄洁. 土木工程施工中的材料选择及质量控制策略[J]. 居舍, 2025(20): 18-72.
 - [2] 冯海霞. 土木工程施工中的材料选择及质量控制策略[J]. 风采童装, 2024(2): 0177-0179.
 - [3] 王磊. 土木工程施工中的材料选择及质量控制措施[J]. 华东科技(综合), 2020(5): 91-91.
 - [4] 钱栋. 土木工程施工中的材料选择及质量控制策略研究[J]. 居舍, 2024(7): 39-41.
 - [5] 王佳. 土木工程施工中的材料选择及质量控制策略[J]. 居舍, 2024(16): 95-97.
- 基金: 甘肃省交通运输厅科技项目(2024-19)、兰州市科技计划项目(2022-5-49)。