

高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的应用分析

续 波

新疆北新路桥集团股份有限公司西安分公司, 陕西 延安 716000

[摘要]在道路桥梁工程中采用高性能混凝土有利于提高道路桥梁结构的强度和稳定性。实际施工中, 施工单位及人员需要充分明确高性能混凝土的特点和应用要点, 科学选择混凝土材料, 严格进行混凝土配置, 保证高性能混凝土浇筑质量和后期养护, 从而最大程度发挥高性能混凝土的应用优势, 切实提升道路桥梁工程质量和价值。

[关键词]高性能混凝土; 道路桥梁; 施工

DOI: 10.33142/ec.v6i2.7787

中图分类号: U445.57

文献标识码: A

Application and Analysis of High Performance Concrete in Road and Bridge Construction

XU Bo

Xi'an Branch of Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Yanan, Shaanxi, 716000, China

Abstract: The use of high-performance concrete in road and bridge engineering is conducive to improving the strength and stability of road and bridge structures. In actual construction, the construction unit and personnel need to fully understand the characteristics and application points of high-performance concrete, scientifically select concrete materials, strictly configure concrete, ensure the quality of high-performance concrete pouring and post-curing, so as to maximize the application advantages of high-performance concrete, and effectively improve the quality and value of road and bridge engineering.

Keywords: high performance concrete; road and bridge; construction

1 现阶段道路桥梁混凝土施工中存在的问题

1.1 弹性不足

混凝土材料复杂, 再加上其成本较低, 所选择的骨料成本多。大多数骨料通过凝结能够增强道路桥梁结构的硬度, 使道路桥梁工程的寿命延长, 但是, 个别骨料质量不达标, 会在凝结后导致路面弹性不足, 在受力不均匀的影响下会发生道路开裂的问题。

1.2 抗拉性较差

不同工况下, 混凝土的配置比例不同, 相应的设计工作较为复杂, 其中重要的是水泥、骨料和水的配置方面, 这些原材料充分结合后构成混凝土。混凝土的骨架为砂石, 这一材料的成本不但低廉, 而且采用后能够大大提高混凝土强度, 增强混凝土结构的承载性能。并且, 添加砂石后水泥收缩效果会削弱很多, 混凝土的抗拉强度在一定程度上会存在误差, 这就需要加入水泥、其他骨料, 将水泥和其他骨料结合, 能够作为路面的润滑剂进行运用, 实现砂石缝隙之间的填充。如此这样, 混凝土路面的坚硬度得到了提升, 质量也更加有保障。从性能方面来看, 这些材料混合而成的混凝土在硬度标准方面已满足了道路桥梁的需求, 然而, 从混凝土的抗压性能、抗拉能力方面来看, 材料混合后不能实现压力均匀分摊, 从而会引发路面缝隙问题。

1.3 收缩性

混凝土受到外界因素影响其性能较不稳定, 例如, 温

度变化会影响混凝土内部结构性质, 出现热胀冷缩的现象。我国地域辽阔, 气候复杂, 自然环境多变, 为了避免混凝土路面在温差较大的情况下发生内部收缩或膨胀现象, 需要做好混凝土中的水泥和水的用量控制, 减少混凝土水化热现象, 规避路面裂缝问题^[1]。

2 高性能混凝土的性能分析

2.1 高性能混凝土的强度

水泥用量关系到高性能混凝土的强弱, 随着水泥量增多, 高性能混凝土的强度也会增强, 然而不能过多添加水泥材料, 否则会增加发生水化热反应的几率, 混凝土内部温度提高后, 表面与内部产生较大温差, 从而导致出现裂纹。所以, 实际施工中应当不仅要保证高性能混凝土结构的完整性及结构的强度, 还要严格控制水泥使用量, 平衡好各项参数, 使高性能混凝土保持最佳状态^[2]。

对于道路桥梁施工来说, 施工工艺和施工质量控制的重点之一就是混凝土强度。针对高性能混凝土强度控制工作, 应当结合实际混凝土结构的龄期开展, 任何工况下, 采用天然砂制备的高性能混凝土的强度都不足以机制砂混凝土的强度, 经过为期 28d 的抗压测试, 机制砂混凝土的强度可以达到天然砂强度的 1.03 倍, 究其原因主要是机制砂表面及其混凝土结构的表面较为粗糙, 这样在一定程度上增加了表面摩擦力, 促使机制砂与水泥石的黏结更加密实, 大大减少了结构表面的孔隙, 从而混凝土强度得到了有效提升^[3]。

2.2 高性能混凝土的抗渗性

高性能混凝土的抗渗性能优越,能够很大程度上降低外界因素给混凝土结构带来的影响,确保道路桥梁混凝土结构的安全性和耐久性。反之,抗渗性能达不到标准的情况下,外界环境会严重侵蚀高性能混凝土结构,其结构强度和稳定性会严重受损,在道路桥梁混凝土结构使用期间出现质量安全问题。水胶比是决定高性能混凝土结构抗渗能力的关键性因素,当在高性能混凝土中添加了矿渣、粉煤灰等掺合料后,会进一步优化结构内部孔径、几何形状分布状态,从而实现整体性能提升。对于混凝土结构抗压能力、抗水能力、耐久性的衡量,其抗渗指标是一项重要考察依据。

2.3 高性能混凝土的含气量

高性能混凝土中会存在一些微小紧闭的气泡,在低温环境下,这些气泡能够将水容纳,避免杂物或有害物质侵入,对外界因素的干扰形成抵御;并且,适量微小紧闭的气泡还能够对应力进行缓解,保证混合料的耐久性更强。

2.4 高性能混凝土的收缩变形

即使不受荷载作用,机制砂制备而成的高性能混凝土结构内部会出现收缩,具体有温度变化收缩、干燥收缩等形式,从而诱发裂缝出现。经过试验发现,高性能混凝土收缩变形规律如下:试验前期,机制砂混凝土收缩比较高,试验中后期,天然砂混凝土与机制砂混凝土的收缩比相差不多。分析其原因,主要是由于机制砂中含有的石粉成分对水泥水化热现象起到了促进作用,且水化热时出现碳铝酸盐物质,其在前期过程中进一步加速了机制砂收缩。并且,机制砂混凝土早期产生收缩变形现象还和加入的减水剂有密切联系。砂石粉在机制砂高性能混凝土中的含量只有 3.6%,添加这样比例的砂石粉不会影响高性能混凝土出现收缩现象。

2.5 高性能混凝土的抗碳化性

水化热发生过程中,水泥会呈现碱性,所以混凝土的孔隙液体表现为明显的碱性,对钢筋表面可以形成一定的保护,然而这样的碱性物质也是有着一定的缺陷的,当碱性物质与空气中的 CO_2 结合并发生反应后,其碱性会被削弱,从而造成混凝土结构产生收缩现象,甚至出现开裂问题,混凝土中的钢筋材料也会由于失去保护机制而逐渐被腐蚀,最终产生碳化反应。机制砂制备而成的高性能混凝土具有良好的密实度和抗渗能力,可以有效抵御与外界空气中的 CO_2 接触,从而增强高性能混凝土的抗碳化性能。

3 高性能混凝土在道路桥梁工程施工中的具体应用

3.1 选用原材料

结合道路桥梁工程施工的要求,依据高性能混凝土配置标准,需要合理选择水泥、矿粉、粉煤灰等掺合料进行混凝土调配,同时严格控制胶凝材料的用量。具体选择如下:

①水泥:选择强度等于或高于 42.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,其中 C3A 含量小于 8%,碱含量超过 0.60%,水泥比表面积高于 $350\text{m}^2/\text{kg}$ 。

②混凝土掺合料:矿粉超过 S95 级,粉煤灰超过 II 级,且将矿粉、粉煤灰等矿物掺合量控制在 20%。

③机制砂:细度模数 2.3~3.2, II 区颗粒级配,粒径 0.6mm 累计筛余量 41%~70%,粒径 0.15mm 累计筛余量不小于 90%。

④粗骨料:氯离子含量 $\leq 0.02\%$ 、含泥量 $\leq 0.5\%$,泥块含量 $\leq 0.25\%$ 、吸水率 $\leq 1\%$ 、针片状含量 $\leq 8\%$ 。

⑤混凝土拌合物用水:氯离子含量 $< 500\text{mg/L}$ 的饮用水^[4]。

3.2 高性能混凝土搅拌与运输

经过高性能混凝土配比设计与试验后,结合配比方案对各种材料进行配置,然后实施充分搅拌。高性能混凝土搅拌中保证充分、均匀是十分关键的,这将直接影响最终的高性能混凝土强度和稳定性。搅拌环节中,要严格控制搅拌温度和搅拌频率。想要避免高性能混凝土搅拌中发生凝结问题,需要在搅拌前了解当地气候环境,结合实际情况对配比方案进行优化。高性能混凝土搅拌时需依据相应的顺序开展,这也是决定高性能混凝土搅拌质量的关键一环。针对搅拌温度控制,结合外界环境的温度及变化趋势对配比方案进行调整,同时合理掌控水的添加量。搅拌过程中结合高性能混凝土状态科学计算并准确添加粉煤灰,以有效延缓放热峰值,降低温度裂缝发生的可能性。经过有效拌合后的高性能混凝土要及时输送到施工现场中,相应的运输路线要提前规划好,要选择最短最平稳的运输路线,从而使混凝土初凝现象得到有效控制。

3.3 高性能混凝土浇筑

依据道路桥梁施工方案,并结合浇筑流程、浇筑高度选择适宜型号的混凝土泵送设备,合理设计泵送数量、压力等参数。正式泵送前,需要提前检查混凝土材料的黏合度,对泵送压力进行测试,并且合理布设混凝土输送管道等设施。通常需要根据高性能混凝土材料的特点、泵送压力来选择合适的泵送管道,要求泵送管道的壁厚、耐磨损能力要满足施工要求^[5]。

实际开展高性能混凝土浇筑时,施工人员先组织浇筑试验,以此为基础对实际浇筑施工中混凝土和易性情况进行了解,以后续施工保证高性能混凝土浇筑质量。技术人员应当组织多次试验,经过对比分析后进一步优化优化浇筑方案,保证最终高性能混凝土浇筑质量满足实际道路桥梁工程的标准。另外,施工人员在高性能混凝土浇筑前有效安装模板,严格依照图纸设计和相应的尺寸固定模板,模板安装稳固后方可开展高性能混凝土浇筑作业。

高性能混凝土泵送过程中要保持连续、快速,施工单位要指派专业人员对施工现场进行监督,一方面协调好高

性能混凝土的搅拌、运输、泵送作业环节,另一方面对具体浇筑过程进行监管把控,保证布料均匀,连续浇筑。高性能混凝土正式泵送前,先泵送 1m^3 的水,接着泵送 2m^3 的润滑砂浆,泵送管道湿润后,再正式实施混凝土泵送作业。泵水过程中,施工人员需要用水对混凝土泵料斗、活塞、输送管内壁进行湿润,以避免润滑砂浆掺入其中。刚实施泵送时要轻缓、匀速,遵循“先慢后快”的原则组织混凝土浇筑施工,施工人员密切观测混凝土泵的压力情况及变化,同时对其他辅助设备也要注意,只有整个泵送系统都处于良好运行状态,才能促进高性能混凝土浇筑施工顺利开展。

高性能混凝土振捣环节,需要实时监测钢筋周围预留孔洞的状态,特别是针对其密实度要加强检查,振捣结束后要即刻开展下一层混凝土浇筑作业,这样有利于保证高性能混凝土浇筑作业的均匀性和成效,避免混凝土材料出现砂浆分离现象,由此达到预防孔洞现象的目的。

3.4 高性能混凝土养护

高性能混凝土养护也是关键一环,其养护的有效性直接关系到道路桥梁工程混凝土结构的强度和稳定性。高性能混凝土养护工作贯穿在整个施工过程中,尤其在浇筑振捣完成后,更是进入到了关键期。高性能混凝土材料具有特殊性,对于外界温度的变化具有较强的敏感性,特别是结构内部散热不充分而外部散热较快的情况下,产生明显的内外温差,这样内部拉应力会显著增加,乃至超出了混凝土抗拉强度的极限范围,进而引发混凝土裂纹问题。如果道路桥梁施工过程中遇到气候特殊、气温骤降等情况会加剧高性能混凝土产生质量缺陷。基于此,高性能混凝土养护工作需要高度重视。

在高性能混凝土养护期间,温度保持是首要任务,尤其是道路桥梁工程冬季或者施工,混凝土结构保温工作十分重要。高性能混凝土施工结束后,应当采用棉麻将混凝土结构表面覆盖,或覆盖塑料薄膜,注意要定期洒水,还可结合暖棚法或蒸汽加热法实现混凝土结构保温;还可以通过埋设冷水管实现混凝土内部降温,有效解决高性能混凝土温差裂缝问题。

4 高性能混凝土施工控制措施

4.1 重视施工过程质量监管

在道路桥梁工程高性能混凝土施工过程中实施规范严格的质量监管可以更有效地确保高性能混凝土材料充分发挥其优势和价值,提高道路桥梁工程建设的整体质量。结合高性能混凝土施工技术应用可知,其施工过程复杂,施工要点多,施工标准严格,因此,需要针对实际施工现

场制定完善的监管制度,且对监管人员的任务和职责合理规划与明确,为高性能混凝土施工质量监管工作提供依据。其次,针对高性能混凝土施工整个流程加大监管力度,全面检查材料配置、搅拌运输、浇筑振捣、养护管理等环节的标准和质量效果,务必保证施工技术的达到规范要求。

4.2 重视施工问题处理

细节决定成败。道路桥梁高性能混凝土施工技术应用期间,一些细节问题的处理十分重要且必要。其一,混凝土浇筑顶板收面作业中,需要在梁体根部支模的部位采用 4m 的刮杠进行刮平操作;其二,梁体两侧的标高差也需要采用有效手段得到控制,利用铁抹子抹平表面,将标高差控制在不超过 2mm ;其三,支模过程中需要将海绵条填充在模板与混凝土间,以防产生烂根现象;其四,针对高性能混凝土最为普遍存在也是难以根治的混凝土裂缝问题,需要在加强道路桥梁工程地基稳定性的基础上,规范组织高性能混凝土施工活动,重视混凝土温差变化和养护效果,从而最大程度减少道路桥梁混凝土结构发生沉降裂缝、温差裂缝,最大限度保障道路桥梁建设质量和效益。

5 结语

综上所述,路桥施工中高性能混凝土施工技术是重要组成,高性能混凝土具有很强的应用优势,可以有效增强路桥质量。施工单位及人员要加大对高性能混凝土在路桥施工中应用的研究力度,规范开展高性能混凝土施工作业,充分发挥出高性能混凝土的应用价值,从而为路桥工程整体质量奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]杨卫军,李锡松,杨成军,等.机制砂高性能混凝土在南宁轨道交通工程中的应用[J].广东建材,2022,38(9):39-41.
 - [2]王剑勇.高性能混凝土配合比及无损检测技术的试验研究[J].砖瓦,2022,3(9):25-31.
 - [3]覃萧,池汇海,向上,等.高层建筑全机制砂高性能混凝土研制及泵送技术的应用探析[J].工程建设与设计,2022,6(16):164-166.
 - [4]钱芳芳.土木建筑材料中的高性能混凝土材料和绿色材料[J].合成材料老化与应用,2022,51(4):157-159.
 - [5]邹护国.高速公路工程中机制砂高性能混凝土的应用[J].企业科技与发展,2022,11(8):103-105.
- 作者简介:续波(1983-),男,汉族,陕西延安人,本科学历,现供职于新疆北新路桥集团股份有限公司西安分公司,工程师,研究方向为公路与桥梁。