

Analysis of Concrete Design and Construction Technology in Road Engineering

Guoliang Zhang

Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute, Tianjin, 300457, China

Abstract

The continuous acceleration of modernization has promoted the rapid development of Chinese construction engineering. As a common construction project, road engineering is of great significance to improve the mobility of people. In the road construction, concrete design and construction technology and road construction quality is closely related. Based on this, the paper takes a rural road project as an example, from the aspects of raw material selection, concrete mix design, mixing design, concrete transportation, unloading, on-site spreading, tamping and forming technology, artificial finishing, maintenance, cutting joint and filling joint, concrete temperature control in the construction stage, the concrete design and construction technology of road engineering is deeply analyzed, to ensure the concrete construction quality of the road engineering at each construction stage, and to improve the quality of the road engineering construction, it is hoped to provide reference for the concrete design and construction of the same type of road engineering.

Keywords

road engineering; concrete; mixture ratio; maintenance; temperature control

道路工程的混凝土设计施工技术分析

张国梁

天津市政工程设计研究总院有限公司, 中国 · 天津 300457

摘 要

现代化进程不断加快, 促使中国建筑工程快速发展。道路工程作为常见的建筑工程, 对改善民众出行便捷性具有重要意义。在道路工程建设中, 混凝土设计施工技术与道路施工质量息息相关。基于此, 论文以某一乡道工程为例, 从原材料选取、混凝土配合比设计、拌和设计、混凝土运输、卸料、现场摊铺、捣固与成型技术、人工精修、养护、切缝与填缝、施工阶段混凝土温度控制等方面对道路工程的混凝土设计施工技术展开深入分析, 确保道路工程各施工阶段混凝土施工质量, 大幅提升道路工程建设质量, 希望为同类型道路工程混凝土设计施工提供借鉴。

关键词

道路工程; 混凝土; 配合比; 养护; 温度控制

1 引言

混凝土施工技术凭借施工工艺简单、施工效率高、成本低廉、耐久性良好等优点被广泛应用在道路工程建设中^[1]。不同于普通建设项目, 道路工程建设项目具有施工环境复杂、影响因素多、施工质量要求高等特点, 要求道路工程建设人员在应用混凝土施工技术时, 需不断强化对混凝土设计施工技术的优化, 同时需对混凝土施工各环节加以把握^[2]。换言之, 只有合理应用混凝土设计施工技术, 才能确保道路工程混凝土施工质量, 提升道路工程整体建设质量。为此, 现从多方面深入分析道路工程混凝土设计施工技术。

2 工程概况

某乡道公路道路工程为混凝土路面, 路面三部分组成, 即砂砾垫层、水稳碎石基层、混凝土面板, 依据三级公路标准展开混凝土设计与施工, 道路设计车辆行驶速度为 30km/h, 道路宽度为 3.5m。

3 道路工程混凝土设计施工技术

受篇幅限制, 论文主要针对案例中混凝土面板混凝土设计施工技术展开分析, 具体如下。

3.1 模板安装

道路工程混凝土面板应用过程中会受到车辆荷载、环境因素等影响, 其质量好坏会直接影响道路工程能否正常运作。模板安装在一定程度上决定了乡道道路路面平整度、拱度、面板厚度等, 施工过程中需要保证模板稳固性与准确性。某工程模板采用标准钢槽制成, 高度同混凝土面板厚度

【作者简介】张国梁(1979-), 男, 俄罗斯族, 中国山东潍坊人, 硕士, 高级工程师, 从事道路设计与研究。

相一致，在接头部位应用专业配件加以固定，确保接头紧密、牢固。模板就位后用 T 道钉加固。为了保证模板稳定，不因混凝土浇筑而产生位移，在模板固定位置需要用砂浆填充。模板就位后，其顶面高程要准确无误，通常利用水平仪进行检验，误差要控制在容许值范围内^[3]。检查合格后，在模板内侧面上均匀涂上一层润滑油。模板安装允许偏差详见表 1。

表 1 模板安装允许偏差

指标	平面位置	沉降量	直线性
允许偏差(mm)	±3	±3	3
检查方法	3m 直尺	3m 直尺	20m 拉线

3.2 原材料选取

混凝土原材料通常由水泥、骨料、减水剂等构成，在原材料选择时需选取质量达标的混凝土原材料。在该道路工程混凝土面板设计与施工中，骨料选用中等强度的中细砂，含泥量不得大于 2%，无对混凝土整体性质产生不利影响的杂质，细观模数为 2.3~3.0，泥块在粗骨料总数中的比例小于 1%，在混凝土设计与施工过程中，细骨料含泥量、泥块的含量比粗骨料降低 50% 以上。

3.3 混凝土配合比设计

结合该道路工程施工要求，针对水泥、粗细骨料等原材料配比进行调整，制备符合该道路工程施工要求的混凝土。在混凝土配合比的设计上，应注意水泥质量、砂石强度和用水量的控制。在此基础上，根据现场勘查结果，对所需原材料配合比进行优选，并按设计配合比试拌，在确定混凝土各项指标符合道路工程设计指标后方可开展混凝土施工。

在该道路工程中，充分考虑路面结构强度、施工便捷性、裂缝控制、现场环境等要求，选择应用混凝土原材料双掺技术，以此来提升该道路工程中混凝土性能。在常规 C35 混凝土基础上，加入大量粉煤灰、矿粉。从而改善道路工程混凝土构件强度与耐久性。在混凝土拌合阶段，粉煤灰、矿粉等原料后期活化作用较大，有利于提高混凝土综合性能。通过在减水剂中添加适量缓凝成分，可以减缓混凝土中的水泥水化作用并在一定程度上抑制混凝土放热，促使混凝土内外温度分布趋于平衡，避免因温度变化引起的混凝土开裂问题。该道路工程模板安装阶段混凝土配合比详见表 2。

3.4 混凝土拌和设计

采用强制混合机进行混凝土搅拌。在混凝土拌合前，必须在搅拌站内准备充足且品质符合规定的混凝土原材料。在第一层混凝土浇筑前，要先搅拌少量的混凝土或砂浆，浇筑完毕后将之弃掉然后按表 2 中的混凝土配合比拌制。混凝土拌和时，应按砂、水泥、碎石的顺序投放原料，也可以按

碎石、水泥和砂的顺序投放原料，边搅拌边添水。值得注意的是，混凝土拌和不应超过 3 倍的最小容许时间。

3.5 混凝土运输、卸料、现场摊铺

混凝土采用自卸车运输，运至现场后，尽快进行现场摊铺。在浇筑之前，认真检查模板间距、模板高度、表面润滑情况、基础稳定性、基础表面平整度和润滑度。同时，还必须明确加筋和压杆是否到位。卸车到达现场后，应以最快速度将水泥倒入铺道槽中，卸料应尽量保持匀速。在混凝土摊铺过程中，应按照工程设计要求，将卸入路面槽处混凝土进行摊铺，并将其均匀地填充到整块混凝土模板中。施工时应避免抛撒、搂耙以防离析。在浇筑至混凝土模板附近时，应采用手工振捣以保证砂浆密实性，防止产生窝料等问题。

3.6 混凝土捣固与成型

混凝土浇筑完毕后，采用嵌入式振捣器进行一次振捣。一次振捣动作间隔要控制在工作幅度 1.5 倍左右，振捣与模板之间间隔要按照工作幅度 0.5 倍来进行。振捣过程中要防止模板和钢筋碰撞以防止漏震。具体的振捣时间是在混凝土不再下沉、起泡和浮水初期，应重点将工作放在防止振捣过度上。嵌入式振捣完毕后，需采用 2.2kW 平台式振动机对混凝土进行整体振捣，振捣过程中要保证 10~20cm 宽度重叠，同一部位振捣持续时间不小于 15s，以无气泡、无泛浆视为合格。

在振捣结束后，需借助振动梁对混凝土表面进行初整。具体操作步骤为：反复拖拉 2~3 次直至其表层出现浮浆并排除气泡，在此过程中振动梁实际运行速率应保持均匀平缓，实际推进的速率以 1.5m/min 为准。

3.7 人工精修

人工精修是保证乡道道路工程路面平整的关键。为满足道路工程建设路面平整度要求，人工精修工作应注重几项内容：其一，应利用基准线、不易产生变形的尺子紧贴模板顶端进行摩擦，检查出混凝土表面是否平整。搓刮前应清除模板杂物，确保模板表面整洁度。搓刮完毕后，用尺子在两边边沿及与上浆表面接触紧密的地方轻压一次，注意不能在低凹处留下凹痕，以达到良好的精修补平效果。其二，需要人工借助镬刀平整混凝土表面。通常分两步进行：一是找平整平，二是在混凝土表面收浆完毕且泌水消失后进行二次精抹。

3.8 混凝土养护技术

混凝土养护需要营造良好的温度与湿度环境，该道路工程混凝土浇筑、振捣、成型完毕后，应采用科学的养护技术保证混凝土设计施工质量。为此，在该道路工程混凝土养护中应做好如下工作。

表 2 混凝土配比

水泥含量 (kg)	中砂含量 (kg)	碎石含量 (kg)	I 级粉煤灰含量 (kg)	水含量 (kg)	减水剂含量(kg)	坍塌度 (mm)	强度级别
271	796	1055	107	155	3.79	180~200	C35

①对混凝土进行定时浇水，适量提高湿度，保持混凝土表面处于潮湿状况，防止混凝土因失水引起收缩开裂，或在混凝土表面喷洒养护剂。

②采用被子、草垫等材质，将混凝土表面与外界隔离开来，预防高温、降雨、日晒等因素对混凝土结构产生的负面影响。混凝土养护结束后应及时撤去混凝土表面覆盖物，避免混凝土表面覆盖物留下痕迹，影响道路工程整体美观性。

③合理把控混凝土养护时机，通常情况下每隔 7~14d 开展一次混凝土养护，具体时间需要根据道路工程混凝土成型状态而定。

④合理把控混凝土养护温度。第一，该道路工程项目混凝土养护期间的环境温度高于 5℃，浇筑结束后 4~6h 等待混凝土终凝，混凝土终凝后可升温。第二，恒温过程中混凝土内部温度应低于 60℃，最高温度应低于 65℃，恒温养护期间需要依据道路工程施工混凝土构件脱模强度而定。第三，混凝土降温速度应低于 10℃/h。

3.9 切缝与填缝

合理的切缝时间是避免混凝土面板早期开裂的有效方法，根据已有的工程经验，切缝时间应控制在实际混凝土强度 6.0~12.0MPa 之间，若气温突然变化，应适当提早切缝，避免混凝土面板表面产生不规则裂纹。切缝需要应用专用切缝机，切割深度应遵循相应规范，具体为：横向缩缝和纵向缩缝深度分别按照模板厚度的 1/5~1/4 来控制，胀缝深度按 3~4cm 进行。在进行切缝前，要合理调节进刀深度，同时对刀具切削方向做出调节，如有需要可以采用喷水方式冷却刀片。切割结束后，先关掉按钮随后将叶片抬起至面板上方。填缝材料以沥青为主，在进行填缝前，必须清除接缝杂物，保证接缝处清洁、干燥。冬季开展切缝时，混凝土面板要低于地面 1~2mm。填缝完毕后，要仔细检查缝壁黏合状况，以保证接缝严密性。

4 施工阶段混凝土温度控制

水泥的水化热伴随着热量释放会引起混凝土内部温度上升，而混凝土温度变化又会受周围环境温度影响，如果不加以控制很容易引起混凝土开裂等问题，不仅会对道路工程外观质量产生影响，甚至会危及混凝土结构稳定与安全。鉴于温度的重要作用，本文对采用该道路工程中混凝土设计施工技术应用过程中的温度加以控制。经计算明确混凝土出机和浇筑阶段的合适温度，以保证在道路工程施工过程中混凝土温度处于合理范围内。

4.1 混凝土出机温度计算

依据能量守恒定量，根据下列公式计算混凝土出机温度：

$$T_0 \sum WC = \sum T_1 WC \quad (1)$$

式中， T_0 指代混凝土出机温度， W 指代混凝土半成品质量总和， C 指代混凝土半成品比热数值， T_1 指代混凝土半成品原材料的初始温度。

依据公式 (1)，根据该工程设计参数与混凝土原材料配比设计，将各参数代入公式中，得到如下计算结果：

$$T_0 \sum WC = \sum T_1 WC = 11.4$$

结合上述计算结果可知，该道路工程混凝土出机最佳温度为 11.4℃。

4.2 混凝土浇筑温度计算

浇筑温度会受到多种因素影响，为方便计算，主要采用下列公式计算混凝土浇筑温度：

$$T_j = T_0 + (T_q - T_0) \times (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n) + K_b \quad (2)$$

式中， T_j 指代混凝土浇筑温度， T_q 指代施工环境温度， $A_1 \sim A_n$ 为混凝土出机后不同施工阶段的温度损失系数， K_b 指代泵送设备加温系数。

结合该工程项目实际资料，工程作业发生在 11—12 月，确定公式 (2) 中相应计算数值后，将各参数代入公式，得到如下计算结果：

$$T_j = 11.4 + (3 - 19.8) \times (0.032 \times 3 + 0.0042 \times 50 + 0.003 \times 15) + 0.4 = 8.9$$

依据上述计算结果可知，该道路工程混凝土浇筑最佳温度应为 8.9℃。

结合上述计算指标，无论是混凝土出机温度还是混凝土浇筑温度，均是基于理论计算得出，在实际施工现场伴随相关参数的改变上述计算结果也会随之发生变化，为此混凝土出机与浇筑温度可以结合工程施工现场实际情况进行小幅度调整。在明确该道路工程不同施工阶段混凝土温度控制参数后，需持续强化对混凝土温度的监督与调节，确保混凝土温度的合理性。

5 结语

综上所述，道路工程混凝土设计施工技术的应用与道路工程质量息息相关。在实际道路工程混凝土设计施工技术应用过程中，需注重对原材料选取、混凝土配合比设计、拌和设计、混凝土运输、卸料、现场摊铺、捣固与成型技术、人工精修、养护、切缝与填缝、施工阶段混凝土温度控制等环节的把控，以此来提升道路工程混凝土设计施工技术应用规范性、科学性，大幅提升道路工程混凝土施工质量。

参考文献

- [1] 王俊达,鲁明星.混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用[J].中国储运,2023(6):168-169.
- [2] 郭宝瑞.混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用标准[J].大众标准化,2023(7):140-142.
- [3] 尚峰.混凝土施工技术在道路桥梁工程中的应用[J].城市建筑空间,2022,29(S2):589-590.