

预制T型梁混凝土表面气泡成因及处理

王海

中国建筑第八工程局有限公司

摘要：随着社会经济发展速度不断加快，公路桥梁工程建设规模进一步扩大，预制T型梁结构数量增多。在预制T型梁结构浇筑期间，梁体混凝土表面经常会出现起泡等缺陷问题，对混凝土结构的实际承载力与稳定性造成一定不利影响。因此在工程施工期间，相关施工单位需要注重分析存在与解决预制T形梁混凝土表面气泡问题，对施工技术进行不断优化。本文就针对此，以预制T形梁混凝土结构表面气泡特征与成因为切入点，分析影响预制T型梁混凝土表面气泡排出的各类因素，提出处理预制T形梁混凝土表面气泡问题的具体措施，以供参考。

关键词：预制T型梁；混凝土表面气泡；成因；处理对策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.075

一、引言

在公路桥梁工程施工与后期运营过程中，混凝土结构表面气泡问题一直以来都是影响工程总体建设效果的重要因素。如混凝土表面气泡数量超过安全规范要求，会极大程度降低预制T形梁混凝土结构整体承载力及强度，导致其内部密实度被削弱。因此为切实提高公路桥梁工程预制T型梁施工水平，需要分析梁体结构混凝土表面气泡成因，判断能够影响混凝土表面气泡排出的各类因素，结合此些原因制定出专项可行的解决对策。

二、预制T型梁混凝土表面气泡的特点及成因

（一）预制T型梁混凝土表面气泡特点

在公路桥梁工程中，预制T型梁具有下翼缘宽、中间腹板窄等特征。在下翼缘与中间腹板之间存在一斜面过渡，上翼缘比下翼缘更为宽大。混凝土表面气泡多位于梁体结构下翼缘与中间腹板的变截面及腹板上部。在预制T形梁施工过程中，主要采用附着式振动器侧振成型。

预制T形梁混凝土施工期间，内部骨料发生运动，具备骨架作用的粗骨料会决定气泡排出效果^[1]。如果粗骨料之间存在一定的弹性空间，受侧面振动器作用的影响，粗骨料在实际运动时会留下空间，气泡在此空间内依靠自身压力上浮排出。骨料在发生运动后，腹板内部分布的钢筋也会随之出现振动，由于腹板钢筋由下而上贯穿整个腹板结构，也会对气泡产生吸附与引导作用。因此在预制T形梁混凝土施工时，气泡会在混凝土密实与钢筋的导向作用中共同排出。

（二）预制T型梁混凝土表面气泡成因

1. 材料原因

导致预制T形梁混凝土表面起泡问题的原因较多，本文仅针对材料、施工工艺、施工环境管理三方面进行阐述。

在预制T型梁混凝土浇筑过程中，由于模板施工质量管控不到位，表面光滑度不足、脱模剂的粘结度较大，会使气泡被粘住而不易排出。如使用钢模板结构，则需在上部涂抹油性脱模剂，使混凝土振捣过程中的自由水与气泡向两侧或上部排出。

在施工期间骨料级配不合理的情况下，如粗骨料用量较大、粒径不均匀、针片状颗粒实际含量与设计不符等，均会造成骨料密实度下降，导致内部形成大量的自由空隙，在预制T形梁混凝土表面产生气泡。

预制T型梁混凝土水泥含量也会直接影响到混凝土结构的实际强度。在水泥用量不断减少的情况下，水蒸气蒸发时产生的气泡量也会随之减少，实际耗水量下降，混凝土表面气泡生成的概率将进一步降低。

混凝土外加剂也是导致混凝土表面气泡产生的重要因素之一。为切实保障预制T型梁施工期间的混凝土泵送效果，需要在混凝土实际搅拌过程中加入适当剂量的引气剂。不同引气剂物质性质及功能存在一定差异。部分引气剂会在混凝土内部形成较大气泡，在混凝土结构振捣不充分的情况下，内部气泡会上浮到表面。同时，混凝土材料内部也会加入木质素磺酸盐或腐质酸盐等碱水剂，具备一定的引气作用，可以吸附在液气界面，形成大量的微小气泡，气泡在运动期间不会出现沁水、离析等情况，外排难度较大，导致表面气泡产生。

2. 施工工艺原因

预制T型梁混凝土施工中的搅拌环节也可直接影响到施工表面气泡的产生。具体来说，在混凝土搅拌时间较短的情况下，内部材料搅拌不均匀，气泡在密集度等方面存在一定差异，不利于实际排出；在混凝土搅拌时间较长的情况下，气泡问题发生概率将会进一步加大，对后期处理工作提出了更高要求。因此为从根本上提升混凝土表面气泡处理效果，还应当在实际施工期间严格控制混凝土搅拌时间，对混凝土施工方案进行不断优化。

3. 施工环境原因

在混凝土施工环境温度控制不到位的情况下，混凝土硬化以及内部水泥水化热反应也会引发混凝土表面气泡问题^[2]。混凝土施工会直接受到施工环境温度及湿度系数的影响，如果周边气温变化幅度较大，混凝土结构也会经常出现收缩及膨胀情况，导致表面气泡产出。

同时，混凝土内部气泡还会在温度的变化下不断进

行扩张与合拢运动,如温度较低,气泡体积将会变小,混凝土承载力变大,切实提升了联通气泡破裂难度;如果混凝土面层水泥浆的强度小于气泡强度,则气泡体积会随周围环境温度的变化而发生改变。在气泡体积达到最大状态时,混凝土表面会出现大量的气泡,导致混凝土结构密度下降。

三、影响预制T型梁混凝土表面气泡排出的因素

(一) 外加剂

影响预制T形梁混凝土表面气泡排出的外加剂主要为减水剂。T形梁需要使用高标号混凝土,并在混凝土内部添加适当剂量的高效减水剂。在减水剂气体与混凝土均匀混合后,气泡排出难度将会大幅度增大。碱水剂的含气量决定了混凝土最终外观气泡度。因此在混凝土配置过程中,需要严格管控减水剂质量,对减水剂内部含气量进行细致检测、适配,从根本上降低混凝土表面起泡问题发生概率。

(二) 粗骨料

在预制T型梁实际施工过程中,受到梁体钢筋间距的制约,混凝土粗骨料粒径、含量等因素也会直接影响到气泡排出水平。从空间角度分析,T形梁钢筋间距可直接决定粗骨料最大粒径,如粒径大于钢筋间距,则粗骨料会在纵向钢筋处停留,阻止气体通畅排出,形成阻塞性气泡,使气泡分布呈现出十分有规律的线性状态^[3]。在T形梁结构腹板断面狭窄的情况下,混凝土下落期间,大直径粗骨料更易发生阻塞情况,导致混凝土内部出现空洞问题,对混凝土结构的整体承载力及稳定性造成严重不利影响。

(三) 混凝土

预制T型梁施工期间,混凝土的流动性与粘聚性也是影响到混凝土气泡能否良好排出的重要因素。由于T形梁下翼缘箍筋较为紧密,且预留孔道占据一定位置,钢筋与钢模板、预留孔道与钢筋之间的空隙减小,气泡排出难度增大。因此为切实保障混凝土结构的密实度,需要不断优化现有施工方案,有效改良混凝土结构的流动性与凝聚性,确保混凝土能够达到良好振捣密实状态。

(四) 钢模板

在使用钢模板过程中,应当保障钢模板强度满足实际施工要求,具有一定的弹性量。钢模板的振动器应当布置合理,避免出现共振情况,确保震动效果符合实际施工要求。由于部分钢模板长期处于振动荷载下,内部结构发生疲劳反应,出现有刚度但没有明显的震动力的情况。由于制定出的设计方案与工程实际施工要求不符,钢模板在整个面板中的高度较大,振动器的振动方式难以带动模板震动,导致混凝土施工工作无法达到良好效果,出现密集气泡情况。

(五) 布料方式

在预制T形梁施工过程中,混凝土的布料方式主要

分为斜向分层、水平分成两种。不同布料方式实际应用期间的优缺点不同。其中,斜向分层布料方式主要就是依靠混凝土自重与外加振动力的作用形成斜向面层,此种施工方式的施工时间短、进程快,但不利于气泡的消除与排出。水平分层布料方式第1层布料长度可达15米,每层厚度控制在150毫米以下,能从根本上提升混凝土材料的流动性,充分利用各类空隙。但由于实际施工周期较长,容易出现施工缝。

四、处理办法

(一) 优化C₅₀混凝土配合比

注重对预制T型梁混凝土材料的配比进行优化,在保障混凝土强度的情况下,对C50预制T型梁混凝土级配方案进行不断优化。减少外加剂掺入量,可将掺量从原有的1.1%降低到1%。在混凝土中掺入适量的粉煤灰,用于调节混凝土和易性,减少混凝土的实际用量。

(二) 优化钢模板

对钢模板施工环节进行优化。分析钢模板刚度,选择6毫米厚的钢板作为面板。将面板的竖向支撑间距控制在80厘米。采用竖向支架等方式,加强支架连接点的焊接强度以及支架本身的整体高度。针对马蹄倒角部位气泡较多问题,还需要将附着式振动器分三层布置,单排钢板的间距为1.5米。

(三) 优化施工工艺

结合预制T形梁结构实际施工要求,对现有施工工艺进行进一步优化及完善,以便从根本上提高混凝土内部气泡消除效果,降低混凝土表面起泡问题发生概率。在实际施工期间,要求技术人员对混凝土施工全过程进行试验研究,设置更加合理的混凝土振捣时间与振捣力度。选择纵向分段、竖向斜分层的浇筑方式,在最大限度保障混凝土结构强度的基础上,控制气泡产出量。

在混凝土布料过程中,可以由一端两肋马蹄开始,向另一端推进浇筑。完成梁肋浇筑后,还应当分次进行顶板、翼缘板的布料与浇筑工作。

五、结论

总而言之,预制T形梁混凝土表面气泡的处理工作较为复杂,对施工技术与机械设备专业性的要求更高。为从根本上保障混凝土表面气泡处理水平,避免气泡问题对混凝土结构强度及稳定性造成的不利影响,还需要结合工程具体施工要求,制定出专项可行的预制T型梁混凝土施工方案,切实降低混凝土表面气泡问题发生率。

参考文献

- [1]李强,刘德波.现浇混凝土表面气泡成因以及控制措施[J].门窗,2015(02):137.
- [2]殷钰,徐花珍,伦世友.浅谈消除清水混凝土桥梁柱子表面气泡的措施[J].水泥,2019(S1):35-38.
- [3]雷鸣.混凝土表面气泡多的形成原因及预防措施[J].山西建筑,2017,43(22):139-140+197.