

浅析大体积混凝土施工中的裂缝控制

李中文

(北京城建道桥建设集团有限公司, 北京 100022)

摘要: 桥梁工程是我国一项大型基础性项目工程, 随着社会经济的发展, 人们对桥梁施工技术的要求越来越高, 大体积混凝土逐渐成为桥梁结构不可或缺的一部分, 当前我国的普通混凝土配合比设计规范中明确规定大体积混凝土的具体规格。当前, 我国对机械荷载导致的裂缝问题研究较为普遍, 对温度荷载引起的裂缝问题研究较少, 对此还需要桥梁工程建设单位加强重视, 综合考虑大体积混凝土内温度应力与裂缝控制之间的关系, 以此采取科学的手段加以控制, 最终降低裂缝的发生率, 确保大体积混凝土施工安全。本文主要从桥梁工程角度出发, 重点探讨大体积混凝土施工中的裂缝控制问题。

关键词: 桥梁; 大体积混凝土施工; 裂缝控制

中图分类号: TU755.7 **文献标志码:** A



在当前的桥梁工程施工中大体积混凝土施工较为普遍, 其主要建筑结构体的特点是体积大、表面系数小、水泥水化热释放集中、内部温度高、浇筑时温度上升快、表面散热快, 以上这些特点导致大体积混凝土存在一定内外温差, 促使混凝土表面产生拉应力, 直接导致各种裂缝的产生。对此, 需要相关单位在具体施工时综合考虑此问题, 以此采取针对性的手段进行控制, 确保建筑结构体安全。

1 大体积混凝土裂缝的类型和产生的原因

1.1 类型

第一, 深层裂缝。深层裂缝主要是表面裂缝继续深化引起的。其会直接切断结构断面, 危险性强。第二, 贯穿裂缝。在大体积混凝土内部温度下降时, 其会自动收缩, 这种降温收缩会在基底和自身约束力下产生拉应力。如果拉应力高于大体积混凝土本身的抗拉强度标准值, 则会出现收缩裂缝。一般情况下, 收缩裂缝也会演化成为全部断裂面, 最终变成结构裂缝。当基底自身约束力不断增加时, 大体积裂缝发生率越大, 温度下降也会越快, 降温收缩和大体积混凝土硬化收缩就会不断增加, 最终这种硬化收缩会导致深度裂缝的出现。第三, 表面裂缝。表面裂缝一般会在大体积混凝土温度增加或者下降过程中出现, 当大体积混凝土的热量透过表面向外部挥发时, 表面温度会降低, 内部温度增加, 因此形成内外温差, 这种温

差一般分散不均匀, 直接导致大体积混凝土出现不均匀的变形。当温差刚开始出现的, 混凝土会呈现出塑性状态, 在后期凝结硬化时, 其弹性模量也会持续增加, 最终当温度拉应力高于混凝土本身的抗压应力标准值时, 会导致表面裂缝的产生^[1]。

1.2 原因

第一, 水泥水化热产生的温度应力和温度变形。第二, 自身约束力的影响。第三, 外界温度的变化。第四, 自身收缩变形。大体积混凝土自身会出现塑性收缩变形, 在塑性收缩裂缝出现到硬化前, 混凝土一直会呈现出塑性状态, 其是因为混凝土基底和上部的均匀沉降被限制, 对钢筋或者粗骨料融合而成的混凝土, 水平方向的收缩相比于垂直方向的收缩更严重, 最终形成了形状不规则的裂缝。这种裂缝可以出现在大体积混凝土内, 一些尺寸大、厚度小的构件体也会出现深层裂缝, 对此需要施工人员在连续浇筑时及时抹平混凝土表面, 并对其进行养护处理, 避免其再次出现裂缝。同时混凝土在最终凝结前也会出现体积变化, 既会收缩也会碰撞, 其变化幅度有一定的范围, 一般温度越高、水泥用量越多, 其变形力度越大。另外, 混凝土也会出现干燥收缩和均匀性收缩。第五, 结构设计裂缝。桥梁工程大体积混凝土施工对结构设计要求高, 如果结构设计不符合要求会导致结构变形, 或者因为荷载出现裂缝, 对此在设计时需要考虑

结构荷载问题,避免结构物荷载超出设计标准。同时一些结构材料虽然本身强度等级不够高,但是因为设计合理,其承载力强,也不易出现结构变形情况,对此需要设计人员加强重视。第六,施工影响。在施工中大体积混凝土也会产生裂缝,其影响因素较为复杂,例如,施工没有根据规范要求操作设备,导致混凝土性能受到影响,加快混凝土的收缩,最终导致裂缝的出现,另外,振捣方式不合理也会导致裂缝出现。

2 大体积混凝土施工中的裂缝控制原则

第一,需要把握大体积混凝土的升温 and 降温规律以及各种施工材料在不同温度变化下的质量情况,定期对混凝土进行温度监测,以此将其变化数值控制在合理范围内,一般需要每2 h检测一次,后期持续增加时间,整个检测时间不得超过20 h,且测量后需要根据数值绘制温度变化曲线图。第二,在检测温度时也可以通过预埋钢管或者恒温装置进行操作,当检测后发现混凝土内部最大温度和外界温度的差值超过规定值时,需要及时降温处理,以此有效控制混凝土内部温度,避免各种裂缝的出现,一般可以通过导管灌注冷水来降温。第三,温度预测分析。在施工时,施工人员可以根据施工环境变化、养护方案等,利用计算机仿真技术对混凝土施工现场稳定性和进行动态模拟预测,根据结构厚度和温度分布范围检测混凝土的性能变化情况,以此不断调整温度控制指标和养护方案。第四,遵循浇筑方案,一般混凝土浇筑需要进行温度延缓梯度和降温梯度等进行,且对整个浇筑过程进行详细规划,重点从次数、流向、时间、厚度、宽度等方面进行^[2]。

3 大体积混凝土施工中的裂缝控制对策

3.1 科学控制原材料

第一,控制好水泥用量。研究发现,桥梁工程大体积混凝土出现裂缝的主要原因是水泥水化过程中释放了大量的热量,对此工程单位应尽量选择低热或者控热性强的水泥品种。一般情况下,水泥释放热量的大小速度和水泥内部矿物质成分有直接的关系。水泥矿物质中发热最快的主要是铝酸三钙、硅酸三钙、硅酸二钙、铁铝酸四钙等,水泥发热速度一般不会影响其发热量,对此,在桥梁工程施工中,人们可以选择矿渣硅酸盐水泥或者火山灰水泥。同时施工人员在具体应用该材料时也需要时刻关注混凝土的后期强度,以此控制水泥用量。大体积混凝土施工周期长,不能直接对其施加设计荷载。需要先对混凝土强度标准进行测试,适当延迟时间,在此基础上利用后期强度适

当控制水泥用量,以此有效降低混凝土内部温度^[3]。

第二,控制好掺和外加料和外加剂。当大体积混凝土中混入粉煤灰后,可以提高混凝土的密实度,提高其抗渗透能力,通过降低拉应力来减小收缩变化量,最终减少水泥用量,对此在大体积混凝土水泥水化热导致温度上升时,施工人员可以将粉煤灰作为混凝土的掺和料来预防温度裂缝的出现。外加剂的加入可以从以下几方面做起:使用UFA膨胀剂来替代水泥,对混凝土产生的膨胀,其既可以提高混凝土的密实度,也可以促使混凝土产生压力,以此提高混凝土的抗压力;使用缓凝剂,确保混凝土有足够的坍落度,可以有效延迟水泥水化热峰值,并且增强混凝土的和易性,通过降低水泥灰的配比来控制水化热现象。

第三,骨料控制。在大体积混凝土施工中选择骨料时,尽量选择粒径大、强度等级高、配比好的骨料,通过降低孔隙率和表面积数值以降低水泥用量,最终有效避免水化热出现,延缓混凝土裂缝的出现。

第四,优化混凝土配比。对施工现场混凝土坍落度而言,当泵送范围在75~145 mm之间,保持坍落度在15 mm左右,现场落度损失需要小于50 mm;施工人员需要控制混凝土的干缩性和温差收缩性,因为混凝土纯热值上升速度和混凝土内的水泥用量之间为正比关系,对此施工人员需要根据水泥测试指标对配比进行测试,以此确定最佳配比值。

3.2 优化结构设计

当前,大体积混凝土内部钢筋数量较少,对此施工人员可以在孔洞四周或者转角处放置一些斜筋,以此代替钢筋承担混凝土本身的拉应力,有效抑制裂缝的延伸,且施工人员在结构设计中也可以选择强度较低的水泥结合混凝土后期强度来防止裂缝的出现。另外,工程设计人员在设计时需要考虑低强度混凝土结构自身的约束力,尽量将混凝土中钢筋保护层厚度控制在最小范围内,以此控制裂缝出现。

3.3 科学控制施工

当前混凝土施工涉及混凝土生产、运输、浇筑、温度控制、外表养护等环节,以上环节也是大体积混凝土温度裂缝出现的主要原因。但是热应力控制的关键是混凝土的内外温差,根据计算发现,在室外温度较高时施工需要及时在混凝土浇筑时降低温度,一般可以在施工现场对砂石进行覆盖处理;在浇筑前对砂石进行冷水浇筑;在搅拌时及时加入冷水等。以上方法都可以有效控制大体积混凝土的入模温度。一般在混凝土搅拌时加入冷却循环水时,还需要采用循环法

进行养护处理,以此提高混凝土内部热量散发速度,且在混凝土浇筑结束后可以在其表面遮盖一些物件,以此保温保湿,在有效控制混凝土内外温差的同时,也可以有效避免其出现贯穿式裂缝,并确保水泥在水化热的过程中不易产生湿度裂缝。总之,在夏季施工时,施工人员需要时刻关注混凝土内外温度变化情况,一般施工人员可以在混凝土内部设置测温仪器,以此检测出混凝土的温度变化标准值,以此及时进行有效的处理。

另外,在冬季施工时,施工单位需要注意混凝土早期防冻问题,这需要及时增加混凝土的浇筑温度。如果混凝土温度较低,则温差会不符合要求,最终无法有效控制裂缝,对此,在施工时,施工人员需要将浇筑温度控制在合理范围内,并在浇筑混凝土基础层时可以对冷壁进行蒸汽预热处理,或者根据原材料的温度变化情况进行加热。在加热石料时,施工人员还需要控制好温度和湿度,并在浇筑结束后运输时也需要控制好温度和湿度^[4]。

3.4 定期检查和处理裂缝

想要有效控制大体积混凝土裂缝就需要统筹规划、综合设计,坚持预防为主、防治结合的方法,考虑到当前大体积混凝土施工中安全系数低、施工环境复杂、裂缝问题较多的问题,需要施工单位精心设计,在混凝土浇筑完成后做好养护工作,定期检查和处理裂缝隐患。当前,大体积混凝土裂缝主要分为表层和深层、贯穿裂缝。对表层裂缝,因为其对结构应力、性能、安全性和实用性没有较大影响,因此不需要处理;对深层裂缝和贯穿裂缝一般需要进行凿除、风镐消除、风钻消除、人工处理,以此及时消除裂缝。对凿槽断面需要在处理后重新浇筑混凝土,对断裂的钢筋,在处理裂缝时,需要待混凝土完全冷却后,在裂缝上敷设新钢筋,继续浇筑混凝土。裂缝较深时可以进行水泥或者化学灌浆处理,一般水泥灌浆适用于较大宽度的裂缝,化学灌浆适用于小宽度的裂缝,且化学灌浆的材料可以使用环氧-糠醛丙酮系列的材料。

3.5 在拌制、浇筑、拆模时进行控制

第一,在大体积混凝土拌制时,施工人员需要严格控制原材料数量和混凝土出机坍落度,以此降低混凝土拌和物的出机口温度,一般可以通过冷风机对拌和物进行降温处理或者进行加冰拌和,最终将拌和后的混凝土温度控制在5℃左右即可。第二,在混凝土浇筑时需要充分振捣,对振捣的时间需要和表面的泥浆均匀度保持一致,距离适中,振捣力波尽量控制在振

捣范围内,完成浇筑后及时对混凝土表面进行压实、抹平处理,以此有效避免表面裂缝的出现。一般在浇筑时可以选择分层浇筑,通过分层流水进行振捣,并且不同层次的混凝土在凝结时紧密结合,以此有效避免纵向和横向裂缝的出现,提高混凝土结构的抗剪能力。另外,在浇筑时,需要避开夏季高温时间段,尽量选择温度较低的时间段施工,且在拆模时需要控制好混凝土实际温度,确保养护措施可行。一般当强度达到设计要求的70%时,需要及时将混凝土中心和表层温度控制在20℃以下,最终在拆模时需要保证混凝土表面的温度在9℃以下^[5]。

3.6 做好表面隔热处理和养护处理

大体积混凝土温差裂缝主要是内外温差造成的,一般在混凝土浇筑时如果受到冷空气的影响,或者人们进行通风散热时会导致表面温度下降过大,直接导致温差裂缝的出现,对此在混凝土拆模后需要及时进行处理,尤其是低温天气更需要对表面进行保护,避免温差导致温差裂缝的出现。另外,在混凝土浇筑后还需要及时在表面洒水,保证表面湿度,以此避免外界温度影响,有效预防收缩裂缝的出现,从而提升大体积混凝土的稳定性,一般在浇筑完成后0.5 d内就需要及时进行养护处理,开始养护的时间不能超过28 h。

4 结束语

综上所述,对桥梁工程大体积混凝土施工而言,需要重视裂缝问题,在具体的施工过程或者结构设计过程中需要根据具体情况科学分析裂缝类型、原因等,从多个方面采取针对性、系统性、科学性的方法进行控制,以此有效预防各种裂缝的出现,确保混凝土结构的稳定性。另外,施工单位还需要加强研究和分析,明确施工要点,并做好后期养护工作,综合考虑各方面影响因素,以此确保工程结构安全。

参考文献

- [1] 张磊.浅析建筑工程大体积混凝土施工中裂缝控制措施[J].建筑工程技术与设计,2020(31):1363.
- [2] 丁燕燕.浅析大体积混凝土裂缝[J].建材发展导向(下),2020,18(9):264.
- [3] 王亮.隧道大体积混凝土施工中混凝土裂缝和温度的控制要点分析[J].工程技术与设计,2021(5):28-32.
- [4] 万学兵.浅谈大体积混凝土施工裂缝原因及控制[J].幸福生活指南,2020(49):72.
- [5] 黄金星.浅析码头水工工程大体积混凝土施工裂缝控制[J].珠江水运,2020(19):49-50.