

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2014.S1.016

连续刚构梁梁体施工裂缝预防与防治方法

王 栋

(中铁十八局集团有限公司, 贵阳 550000)

摘 要:大体积混凝土结构由于内外因素的作用不可避免地存在裂缝,而裂缝是混凝土结构物承载能力、耐久性及防水性降低的主要原因。按照产生原因,混凝土裂缝主要分为塑性收缩裂缝、沉降收缩裂缝和温度裂缝。三种裂缝产生原因各不相同。小跨度连续刚构桥梁体采用非预应力现浇梁,没有了预应力,构件抗裂性大大降低,裂缝在施工过程中的控制与预防也更为重要。本文针对这三种裂缝产生的原因,采用梁体支架预压变形观测、设置降温管、梁体表面蓄水等措施有效对裂缝进行了预防与控制,在工程实际应用中效果显著。

关键词:大体积混凝土结构;连续刚构梁;温度裂缝;降温管;测温监控

中图分类号:TU37 文献标志码:A 文章编号:1674-4764(2014)S1-0060-03

Continuous Rigid Frame Beam Construction Crack Prevention and Control Methods

Wang Dong

(China Railway 18 Bureau Group Co., Ltd., Guiyang 550000, P. R. China)

Abstract: Mass concrete structures exist inevitable cracks because of the effect of internal and external factors, and cracks in concrete structures is the main reason that bearing ability, durability and waterproof reduce. Concrete crack is mainly divided into plastic shrinkage cracks, settlement shrinkage crack and temperature crack by the reason. The formation reasons of these cracks are different. Small span continuous rigid frame bridge use non prestressed cast-in-place girder, without prestressed, component crack resistance is greatly reduced, control and prevention in the construction process of the crack is more important. Directed against the reason for this three kinds of cracks, the bracket beam preloading deformation observation, setting the cooling tube, beam surface water and other measures have been effectively used to prevent and control of the cracks, practical engineering application has been proved to be effective.

Key words: mass concrete structures; continuous rigid frame beam; temperature crack; cooling tube; temperature monitoring

随着近几十年交通运输事业的飞速发展,预应力混凝土连续刚构桥凭借其经济实用、行车平顺舒适及不需要转换体系等一系列优点,成为大跨径桥梁选型里极具竞争力的桥型之一。但与此同时,随着大跨径连续刚构桥的大量修建,箱梁梁体混凝土出现各种不同性质的裂缝问题,不仅破坏了桥梁的美观,更重要的是影响了桥梁结构安全和正常使用,因此必须从根本上对大体积混凝土结构的裂缝进行分析,确保工程质量与安全。我国规定最小部位尺寸大于1m的混凝土即为大体积混凝土。近十年来,针对桥梁大体积混凝土裂缝的研究取得了丰硕的成果,李海涛^[1]对铁路桥梁的裂缝成因及防治作了系统性的概述;王有刚等^[2]结合济南黄河三桥对大体积混凝土的温控措施进行了探究;陈猛^[3]对大跨度连续刚构桥腹板的裂缝进行了研究;许超英^[4]基于泸州长江大桥提出了一系列大体积混凝土的裂缝控制技术措施;刘琳莉^[5]对桥梁大体积混凝土水化热的控制进行了详细深入的

研究;苏红岭等^[6]探讨了施工中大体积混凝土桥梁体温度裂缝的控制方法等。坝塘双线中桥作为典型的大体积混凝土结构,必然会遇到裂缝问题,因此本文以坝塘双线中桥为研究背景,从混凝土拌制材料和温度两方面入手对预应力混凝土连续刚构桥在施工中混凝土裂缝的控制措施进行了探究。

1 工程概况

坝塘双线中桥是一座铁路桥,连通贵广铁路,位于贵州省凯里市从江县洛香镇境内,跨坝塘,中心里程DK277+113,梁体为(16+2×24+16)m连续刚构梁,混凝土浇筑总量为1212方。梁高1.35m,梁宽12m,其中刚臂墩处混凝土厚2.05m,属于典型的大体积混凝土结构。

2 裂缝预防与控制的基本原理

混凝土的内外温差和降温时形成的温度应力和失水速率是大体积混凝土裂缝产生的主要原因。因此为了确保梁

收稿日期:2014-05-20

作者简介:王 栋(1981-)男,助理工程师,主要从事铁路工程施工技术方面的研究,(E-mail)wwwlngdzp@126.com。

体质量,避免梁体产生过多裂缝,影响梁体的正常使用,可以通过合理控制混凝土结构内外温差,降低降温速率及失水速率的措施来控制裂缝的产生。

控制混凝土裂缝的基本原理是:将混凝土结构的内外温差控制在适当的范围内,使由温差引起的外部约束与非线性降温 and 收缩所产生的拉应力小于混凝土骨料间的粘结力,使其满足抗裂安全度要求。施工中需对温差与温度应力同步控制并合理控制混凝土表面湿度(以防止表面出现干缩裂缝),以避免温度裂缝的产生。另外,降温也是混凝土结构产生裂缝的一个主要原因:混凝土的抗拉能力远小于其抗压能力,降温时产生的拉应力大于升温时产生的压应力,两者差值过大时将在混凝土内部产生裂缝,最后有可能形成贯穿性裂缝。具体而言,降温时的温度差分为均匀降温差和非均匀降温差,前者引起外约束力,可导致贯穿性裂缝的形成;后者引起自约束力,在混凝土的表面形成裂缝。因此,只有同时控制好这两类降温差,合理制定控制混凝土结构的降温措施才能减少甚至避免裂缝的产生。

3 大体积混凝土结构施工中裂缝的控制措施

坝塘双线中桥梁体属于大体积混凝土结构,浇筑过程中必须严格控制温度及温度变化,做好施工准备工作,避免梁体裂缝的产生。具体采取以下措施。

3.1 设置降温管

梁体混凝土施工中泵送入模时温度可达 60°C ,夏季施工室外温度在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间,温差较大。为将混凝土内外温差控制在 20°C 内,采取在梁体内埋设垂直于梁面的钢管并循环注水的措施,降低梁体内的水化热。降温管采用直径为 100 mm 的薄壁钢管,长度为 1 m ,下端封闭,顶端高出梁面 $3\sim 5\text{ cm}$,按间距 $1.5\text{ m}\times 1.5\text{ m}$ 梅花形布置,并和梁体钢筋电焊固定。为了达到降低混凝土内部温度的目的,减小注入水与混凝土的温度差,必须在浇筑混凝土前提前向钢管内注水,使混凝土未达到最高温度前,将水化热传递给钢管中的水,避免钢管内水温与混凝土温度差过大,在钢管壁周围产生微小温度裂缝。混凝土灌注完毕表面初凝后即开始温度监测,当混凝土内部温度即将与混凝土表面温度差达到 20°C 时,再次向钢管中持续注自来水(常温水),钢管中的热水经与常温水中和,达到持续降低混凝土内部温度的目的。在钢管中溢出的水布满整个桥面,降低了桥面混凝土与空气的温差,也有效的降低了桥面失水率。养护结束后,钢管中灌注C50混凝土,回填密实,混凝土标号高于梁体设计标号,不会对梁体整体强度产生消极作用。

3.2 严格控制材料的选用

由于大体积混凝土对各类材料的用量都很大,使得拌制所需材料的质量在很大程度上影响裂缝的形成^[7],因此必须严格控制施工材料的选择与使用才能混凝土结构的质量。在施工中可通过优化骨料的选用^[8],准确控制水灰比,尽量减少水泥用量,采用双掺技术时应科学选择掺合料和外加剂的种类、用量,适当添加抗裂剂等来确保混凝土的质量。

3.2.1 骨料的选用 首先,结合工程需要,按照骨料规范要求选择用粗砂、中砂还是细砂,必须保证沙粒干净。其次,混凝土的干燥收缩与砂率的大小成正比,故选择合理的砂率对降低混凝土裂缝的产生至关重要。砂率减小使粗骨料的含量增大,在相同条件下混凝土的弹性模量 E 得到提高,抗裂性能提升,从而减小了混凝土的收缩量,而且由于粗骨料可起到约束裂缝产生的作用,从而可保证混凝土结构体积的稳定。另外,混凝土的密实性也与裂缝的产生有着密切的关系,即良好的骨料级配可以起到抑制裂缝产生的作用。例如拌制混凝土时添加定量的石粉或细粉可有利于提高混凝土的和抗裂性。在施工中禁止使用含泥量高的集料,这会大大降低混凝土的粘结性和强度,利于裂缝的产生。

3.2.2 水泥的选择与用量 水泥水化时会释放大量热量,使混凝土内外产生过大的温差,从而导致裂缝的出现,因此大体积混凝土结构施工中应选用低水化热水泥,例如粉煤灰、矿渣硅酸盐水泥等。减少每立方米混凝土中水泥用量充分利用混凝土后期强度的方法也可以达到减少水化热释放降低温差的目的。现在施工普遍采用的混凝土双掺技术,就是通过向混凝土中掺入外加剂和掺合料来代替水泥以达到减少水泥用量降低水化热的目的。

3.2.3 掺合料的种类、用量和比表面积大小 掺合料的种类、用量和比表面积大小同样影响着混凝土裂缝的形成。例如粉煤灰对混凝土的早期表面收缩有一定的影响,但其收缩具有随着粉煤灰掺量的增加呈减小的趋势。外加剂则主要指减水剂、缓凝剂和膨胀剂等,适当掺加这些外加剂对裂缝的控制有一定的积极影响。例如,减水剂可以明显地改善混凝土的工作性能,但又减少了混凝土用水量或者是减少了水泥用量,从而降低了水化热,实际检测发现混凝土掺减水剂后收缩接近或小于不掺的收缩值。因此,现场施工时应根据施工需要并结合现场试验确定掺合料和外加剂的种类及用量,保证其对工程质量发挥积极作用。

3.2.4 合理选用抗裂剂 针对大体积混凝土的裂缝问题,合理选用抗裂剂也是控制混凝土结构裂缝的有效措施,如(WT)SY-G高性能膨胀抗裂剂、(WT)SY-K膨胀纤维抗裂防水剂对裂缝的治理效果都很好。(WT)SY-K膨胀纤维抗裂防水剂借助其膨胀性能和阻裂纤维的连接作用可有效控制裂缝的产生,在有效地改善混凝土的抗裂缝产生能力的同时还提高了混凝土的抗冻融,抗冲击,抗震等各种力学性能和耐久性能。

3.3 测温监控措施

混凝土的裂缝控制计算及施工方法的选择,温度变化均参考经验公式和数据,理论计算与实际数据必然会存在一定的误差,因此,必须对混凝土的温度变化进行实时监控。混凝土的测温监控工作在其浇筑成型后立即展开,直到混凝土的降温曲线坡度变得平缓后方可停止监控工作。测温方法、测温点数、测温频率等根据实际需要,由专人负责记录。需要注意的是,混凝土上下表面温度应取距离表面位置 $5\sim 10\text{ mm}$ 处的温度为准,测温孔平时应封闭,以减少测温孔内热

量散失,避免检测到的温度数据产生大幅度波动。

4 混凝土的浇筑与养护

4.1 混凝土的浇筑

坝塘双线中桥采取全面水平分层、纵向分段、分层振捣的施工方案。坝塘双线中桥浇筑时纵向分段为20 m,按4 m一个循环向前推进,由梁体两端向中间同时泵送混凝土。混凝土浇筑时采用横向由中间向两侧进行对称浇注,水平分层,纵向分段自然流淌形成45°斜坡混凝土的浇筑方法,能较好地适应泵送工艺。从斜坡底端至顶端设三组人负责振捣,从下至上分别为2、3、4人。模板底面与混凝土接触处在振捣过程中可能产生离析现象,在混凝土初凝后表面会出现裂缝,在浇筑过程中应采取“截流堵坝”的方式,以保证混凝土骨料与浆液混合均匀,保证混凝土表面强度。“截流堵坝”即为在斜坡前50 cm处,泵送一堆高约50 cm的混凝土以阻挡斜坡脚处浆液的自由流动,保证混凝土粗骨料浆液混合均匀。混凝土浇筑方法如图1所示。

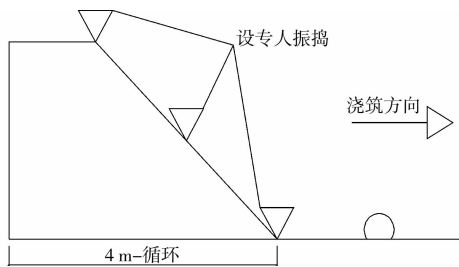


图1 混凝土浇筑方法

根据坝塘中桥刚构连续梁图纸计算得到,坝塘中桥连续梁每米需 21 m^3 混凝土。我项目部采用两个拌和站供应混凝土,每小时浇筑 60 m^3 ,则浇筑20 m需要 $20 \times 21/60 = 7 \text{ h}$,为满足混凝土凝固部位与灌注部位间距大于20 m的要求,则混凝土初凝时间需要7 h以上。拟控制混凝土初凝时间为8~10 h,由试验室进行配合比试验,重新采购梁体专用外加剂,确定梁体浇筑混凝土配合比,控制混凝土初凝时间在8~10 h。

4.2 混凝土的养护

浇筑完混凝土后,立即遵照前期制定的温控技术措施进行控温养护,避免出现过大温差的出现。大体积混凝土散热量大且不均匀使控温养护成为其施工过程中极重要的一个

环节,其目的是一方面降低混凝土浇筑块体的内外温差(保持在 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 以内)以降低混凝土梁体的自约束应力;另一方面约束混凝土梁体的降温速率,充分利用其抗拉强度来提高其抗裂能力。同时考虑到在野外施工,为使混凝土能够在良好的环境下进行养护必须保持合适的湿度和良好的抗风条件。施工中我们采用向钢管中持续注水的方式进行养护,以降低梁体混凝土内外温差并保证差值稳定,确保梁体混凝土实体质量满足要求。

5 结论

1)由于连续刚构梁兼具T型梁和连续梁的优点,受力状态良好,具有良好的行车性能,是大跨度混凝土桥梁优先选择的形式,也因此铁路中、小桥结构中得到普遍应用。

2)梁体属于大体积混凝土结构,容易出现裂缝,施工中可以通过合理的措施来控制裂缝的产生。施工中采用梁体竖向降温管,并注重梁体混凝土材料的级配与选料和浇注后混凝土的养护,有效预防和控制了梁体裂缝。

3)在不影响混凝土强度及其他特殊要求时,采用低水化热水泥并结合减少水泥用量的施工方法可以有效的抑制裂缝的生成。经过工程运用,表明文中方法工艺简单、经济实用、效果显著,不仅有效保证了工程质量,也使工程经济效益得到明显提高。

参考文献:

- [1] 李海涛. 铁路桥梁工程大体积混凝土裂缝的原因分析与控制措施[J]. 铁道勘测与设计, 2006(5): 23-26.
- [2] 王业刚, 王有志, 鲁娜. 济南黄河三桥大体积混凝土温度裂缝控制技术[J]. 山西建筑, 2010, 36(17): 289-291.
- [3] 陈猛. 大跨径连续刚构桥腹板斜裂缝病害研究[J]. 交通标准化, 2006(8): 131-134.
- [4] 许超英. 泸州长江大桥大体积混凝土裂缝控制技术[J]. 桥梁建设, 2002(4): 53-58.
- [5] 刘琳莉. 桥梁大体积混凝土水化热施工控制研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [6] 苏红岭, 陈向军. 铁河特大桥大体积混凝土的温度裂缝控制[J]. 西部探矿工程, 2002(增001): 387-388.
- [7] 杨和礼. 原材料对基础大体积混凝土裂缝的影响与控制[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.
- [8] 翁璇. 桥梁工程中大体积混凝土裂缝的原因与控制[J]. 桥梁工程, 2012(增1): 47-49.

(编辑 郑洁)