

文章编号:1004—5716(2002)增刊(001)—387—02

中图分类号:U445.7+1 文献标识码:B

铁河特大桥大体积混凝土的温度裂缝控制

苏红岭, 陈向军

(中铁第二十局三处, 陕西 咸阳 712000)

摘要:介绍了大体积混凝土产生裂缝的原因, 结合寺底铺铁河特大桥9#墩混凝土产生的裂缝及所采取的主要措施, 总结了大体积混凝土的裂缝控制综合措施。

关键词:大体积混凝土; 温度; 裂缝; 控制

寺底铺铁河特大桥是西南铁路重点桥梁之一, 全长673.56m, 共21跨。9#墩为圆端形实体墩, 高度30m, 其底部切线方向尺寸3.48m, 法线方向尺寸为5.58m, 具有大体积混凝土特性。

对于大体积混凝土, 分析其温度应力、控制温度, 是防止其温度变形裂缝, 从而提高混凝土结构的整体性和耐久性。因此, 采取各种措施控制大体积混凝土水化热升温 and 混凝土结构内外温差成了大体积混凝土温度裂缝控制的关键。

1 大体积混凝土的裂缝及起因

裂缝是混凝土本身所具有的一种材料特性。混凝土内部的

微观裂缝是无害的, 也是无法避免的。微观裂缝在结构温差、湿差或外荷载的作用下, 会扩展并逐渐相互串通形成可见的微观裂缝。因此, 裂缝按照产生的原因可分为两种形式, 一种是外部因素作用引发的, 如外荷载、基础不均匀沉降等, 属于结构性裂缝; 另一种是由结构内部因素引起的, 如内外温差、混凝土收缩、徐变等, 属于变形裂缝。大体积混凝土产生裂缝的关键是后者。

1.1 水泥水化热的影响

水泥在水化过程中要释放大量的水化热, 而大体积混凝土结构断面较厚, 热量聚集在结构内部不易散发, 由于混凝土的导热性能较差, 浇注初期混凝土强度和弹性模量都很低, 对水化热

面温度 $T_{\text{表}}$ 、拆模时室外最低温度 $T_{\text{气}}$ 、砼中心温度 T_{max} 和砼降温的稳定温度, 以及收缩当量温差 $T_{\text{收}}$ 三者总和要 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ 。

即: $\Delta T_{\text{C}} = (T_{\text{表}} - T_{\text{气}}) + 2/3(T_{\text{max}} - T_{\text{气}}) + T_{\text{收}} \leq 20^{\circ}\text{C}$

(4) 为了保证新浇筑的混凝土有适宜的硬化条件, 防止在早期由于干缩而产生裂缝, 混凝土要在浇筑完毕后12h洒水和表面围盖养护, 以保持混凝土表面湿润为原则, 养护时间根据水泥品种(矿渣水泥)要保证21d。

根据混凝土梁产生的温度计算结果, 温差值也超过混凝土温度控制原则中的规定。混凝土梁施工必须采取温度控制措施。

3.2 温度控制的内容

温度控制的内容包括材料的选择、混凝土的配合比成分(特别是水泥)、原材料的预冷却、浇筑层的厚度与方法、混凝土内部散热措施以及采取的养护和后期保持, 尤其是养护阶段的温度控制更为重要。

3.3 温度控制措施

(1) 原材料要求: 水泥采用42.5矿渣水泥, 掺15%粉煤灰, 骨料要求清洁而不含杂质, 砂子为天然中砂, 石子采用20~40mm碎石, 用饮用水拌和。

(2) 配合比满足设计要求, 并保证混凝土具有良好的和易性和塌落度。

(3) 预冷原材料, 降低混凝土浇筑使温度。骨料在使用前2d用高压冷水喷淋使之降温, 砂子存放阴凉处, 防止日晒升温, 水泥防热, 水泥罐要四周通风, 保持阴凉, 用出厂10d后的水泥, 用低温凉水拌和混凝土; 混凝土运输车使用前用冷水冲洗降温; 浇筑

前用冷水冲洗灌注面、模板、钢筋, 使其降温, 综合保证入模温度 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 散发混凝土内部热量。为了考虑不可估量的外界气温变化引起混凝土内部升温, 除采取外部降温措施外, 还采取梁体混凝土结构内埋5根 $\phi 50$ 钢管散热的措施。用冷水循环散发混凝土内的水泥水化热, 灌完混凝土后24h通水, 测试混凝土温度和水温, 调节控制好混凝土和水温温差 $\leq 15^{\circ}\text{C}$ 。混凝土养护到期后用膨胀水泥浆将钢管压住满, 保证梁体密实。

(5) 混凝土的浇筑和养护。一是浇筑混凝土, 层厚 $\leq 30\text{cm}$, 浇筑速度不能过快, 以利其热量的散发, 保证温度均匀。二是要埋设测温孔加强混凝土浇筑后的测温工作。三是要覆盖浇水, 要用纤维使吸水保湿材料, 混凝土成型后3h开始覆盖浇水养护, 每日浇水5~6次。在梁顶面采用蓄水法进行温度控制养护。四是注意调整白天和晚上温差。

(6) 拆模保护。混凝土达到时间拆模后要用塑料膜周围覆盖, 防止风干散失温度和日光照射, 影响养护。

4 结论

在施工中只要严格按照实施方案实施, 加强温度检测, 包括对原材料、混凝土拌和、入模和浇筑温度进行系统测试监控, 有针对性地进行调整养护温度, 达到梁体无温差裂缝是一定能实现的, 并能保证梁体质量的预期效果。该桥采用这一方法技术措施进行施工控制, 建成后受到业主的好评, 并于2001年11月通过竣工验收, 质量被评为优良。

引起的急剧升温约束不大,相应的温度应力也较小。随着混凝土的龄期增长,对混凝土的内部约束也越来越大,以致产生很大的拉应力,当混凝土的极限抗拉强度不足以抵抗这种拉应力时,便开始出现温度裂缝。

1.2 外界气温变化的影响

大体积混凝土在施工阶段,外界气温升高,混凝土的浇筑温度也升高。浇筑成型后,外界气温降低,会增加表层混凝土与内部混凝土的温差,在混凝土表面引起很大的拉应力。气温的变化引起温差,而温度应力则是由温差引起的温度变形造成的,因此温差越大,温度应力也越大,就越容易出现裂缝。

1.3 外部约束条件的影响

大体积混凝土由于温度变化会产生变形,而这种变形受到外部的约束(如地基、老混凝土对其的约束)而产生了拉应力,当拉应力超过某一数值时,便引起裂缝。

1.4 混凝土收缩变形的影响

影响混凝土收缩的因素很多,主要与混凝土原材料、配合比及养护条件有关,当大体积混凝土水平表面水分蒸发速度快于泌水到表面的速度时,产生塑性收缩裂缝。

2 桥墩混凝土裂缝情况及原因分析

2.1 裂缝基本情况

2000年9月底,浇筑9#墩底节混凝土,24h后拆模,洒水养护,间隔一夜后,发现距基础顶3.2m即底节桥墩顶面下1m处墩身出现裂缝,裂缝大致呈水平环向分布,最大缝宽0.26mm,贯穿整个桥墩截面约2/3。经过随后一个月对裂缝的观测和记录,未发现有继续扩展、变宽的迹象,同时部分裂缝有逐渐减小的趋势(自愈现象)。

2.2 裂缝原因分析

经过对施工过程的分析,认为温差应力是造成桥墩开裂的主要原因。桥墩混凝土设计强度为 C_{40} ,为了得到较高的表面质量,施工强度为 C_{50} ,混凝土水泥用量达 $348\text{kg}/\text{m}^3$,浇筑后产生较大的水化热。而当时气温骤降,没有采取保温措施,只是在墩顶部洒水养护及拆模后墩身洒水养护。由于较大的水化热使得墩身内部温度升高,而墩身表面温度随环境温度又变得较低,由此形成较大的内外温差而导致桥墩裂缝的产生。

3 桥墩裂缝控制措施

9#墩底节混凝土裂缝是由于混凝土内外温差过大引起的,以后施工时采取了如下措施:

①混凝土中掺加片石,其体积不超过混凝土体积的25%,且质量符合要求;

②晴天时夜间浇筑;

③水泥提前进场降温,对粗、细骨料搭棚遮阳;

④混凝土表面保温,混凝土顶面覆盖草袋及彩条布保湿保温养生。侧面钢模用彩条布包围,拆模后先包裹一层塑料薄膜再用彩条布包围,以保温保湿。

经过实践,9#墩上部墩身及其它墩身大体积混凝土表面并未出现裂缝。上述措施在技术上是可行的,经济上是合理的。

4 大体积混凝土裂缝控制综合措施

大体积混凝土开裂主要是水化热使混凝土温度升高引起的,所以采取适当措施控制温度升高和温度变化在一定范围内

就可避免出现裂缝。这些措施包含于混凝土施工的全过程,包括选择混凝土成份、施工安排、温度控制—浇筑前后降低混凝土温度的措施和养护保温等。

4.1 降低混凝土发热量

大体积混凝土内部最高温度夏季可达 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$,且混凝土硬化初期升温阶段,表面散热快,以致形成较大的内外温差,很容易使结构产生温度裂缝。所以,降低混凝土发热量是防裂最有效的技术措施,这些措施如下:

①选用低水化热水泥,如矿渣硅酸盐水泥与低热微膨胀水泥;

②掺粉煤灰等外掺料,减少绝对水泥用量;

③应用减水剂及缓凝剂,减少水泥用量及削减水化热产生的高温峰值;

④利用混凝土后期强度,降低水泥用量;

⑤尽可能应用最大粒径较大的粗集料及掺加片石,以减少水泥用量及吸热。

4.2 降低混凝土浇筑温度

降低混凝土浇筑温度可减缓水泥的水化反应,延长散热时间,降低混凝土的最高温度,主要措施如下:

①避免气温高时浇筑混凝土;

②冷却骨料及水泥;

③加冰拌料;

④避免吸收外热,泵送管道、拌合车等运输工具及模板和混凝土外表面要避免阳光直射而吸热。

4.3 分块分层浇筑混凝土

分块分层浇筑有利于削减混凝土最高温度和内外温差,也可以减少约束。

4.4 通过测温进行温控,以防止混凝土内外温差过大

规范要求,大体积混凝土的内外温差 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 。可在混凝土内埋设冷却管通水冷却及表面保温的措施,控制内外温差。

4.5 加强施工管理

在混凝土浇筑中,强度是不均匀的,裂缝总是从强度最低的薄弱处开始。裂缝的出现与混凝土的不均匀性有直接关系。当混凝土的质量控制不严,强度离散系数大时,裂缝就更多;反之,则少。

另外,大体积结构混凝土浇筑面积过大,热天或刮风天气由于气温高,水分蒸发快,混凝土干燥与凝结均加快,容易产生冷缝;按缝处混凝土强度低于混凝土本体强度,裂缝在此也容易产生。可采用台阶浇筑方法及加快浇筑速度以缩短两层混凝土浇筑时间的间隔,避免冷缝的出现。

5 结束语

(1)大体积混凝土的裂缝起因是综合性的,裂缝控制要采取综合措施,且也要有针对性。

(2)采取经济合理的措施,保证了寺底铺铁河特大桥墩身大体积混凝土的质量,减少了埋设冷却水管等措施及费用,为今后大体积混凝土施工提供参考。

(3)大体积混凝土出现裂缝情况较多,要在实践中不断总结,参阅相关资料进行裂缝控制计算,采取有理有据的防裂措施。