

西长线永定河大桥墩身裂缝的调查分析

房 大 成

===== (北京铁路局建设项目管理处) =====

【摘要】介绍西长线永定河大桥施工过程中产生的墩身混凝土裂缝情况,指出水泥水化热是裂缝形成的主要原因,对防止产生此类裂缝提出了技术措施。

【关键词】桥梁施工 桥墩 混凝土裂缝 水泥水化热 温度应力

1 工程概况

永定河特大桥全长 830 m,为西(客站)长(阳)线跨越永定河的三线桥,位于直线及 $R = 500$ m 的曲线上。上部结构是 25 孔 32 m 预应力混凝土简支梁,基础大部分为钻孔桩,桥墩为三线整体设置板式墩,T 形桥台。1994 年 6 月下部结构全部完成。

桥墩墩身宽 12.70 ~ 15.26 m,垂直线路方向与永定河流向平行,为南北方向,墩厚 1.6 m,墩身宽厚比平均为 8.3:1,墩身高 5 ~ 10 m 不等。墩身灌注时间大部分在北京夏季(5 月 ~ 8 月)。灌注混凝土所用水泥有二种:邯郸太行山 525 R 普通硅酸盐水泥和邯郸 425 R 复合型矿渣水泥,均为早强型水泥。设计混凝土等级为 C18。板式墩内设有伸入承台的主筋,主筋、箍筋的间距均为 20 cm,保护层厚度为 5 cm。墩身整体一次灌注,混凝土工程量为 115 ~ 200 m^3 ,灌注速度因各种施工条件的制约,每小时 4 ~ 9 m^3 不等,每个墩灌注所用时间也不相同,约 15 ~ 40 h,混凝土检查试件强度均比设计等级高 10% 左右。拆模时间一般在灌注完成后 48 h 开始,拆模后即涂二度混凝土养护剂进行养护。

2 裂缝状态

拆模后该桥墩身混凝土大部分出现裂缝,数量 1 ~ 3 条不等。绝大多数出现在墩身下部,

距墩身短边 4 ~ 6 m 处,朝东侧裂缝多于朝西侧裂缝。裂缝长度为 3 ~ 6 m,裂缝宽度 0.10 ~ 0.85 mm,深度为 7 cm 左右。东西两侧裂缝位置大部分相互对应,但均未形成通缝。

3 产生裂缝的原因

混凝土裂缝产生的原因很多,也很复杂,但根本上还是内部矛盾发展的结果。矛盾一方面是各种作用力引起的应力和变形,另一方面是混凝土本身强度和抵抗变形的能力。在混凝土中除了外力引起的变形外,还有温度、基础沉降、环境干湿引起的变形,以下就墩身混凝土开裂的原因试加分析。

3.1 水泥水化热的作用

该桥施工期虽值夏季,但所使用的水泥为 525 R 普通硅酸盐水泥和复合型火山灰 425 R 矿渣水泥,这两种水泥的特点是早期强度高,水化热高而集中,耐热差,一般三天强度即可达到设计强度的 60% 以上。在混凝土硬化初期产生水化热速度快,散热少(24 h 后可达到 70 $^{\circ}C$ ~ 80 $^{\circ}C$),而那时昼夜平均气温都在 25 $^{\circ}C$ ~ 28 $^{\circ}C$,最高气温 39 $^{\circ}C$ 左右(百叶箱内测得)。由于混凝土表面温度低,内部温度高,再加上昼夜温差、墩身两侧环境差的影响,在混凝土结构表面便出现拉应力。

水泥水化热引起的温度应力对混凝土表面裂缝的产生和开展影响很大:一是早期浇注的混凝土尚处于凝固硬化阶段,强度低,抵抗变形的能力小,如遇到温度变化就容易产生表面裂

缝;二是早期拆模,使混凝土表面温度降低,在结构断面形成很陡的温度梯度,从而引起很大的拉应力。

对板式桥墩来说,水泥水化热引起的混凝土表面温度应力可按下式近似计算:

$$\sigma_T = 0.75 E \alpha (T_1 - T_2) \frac{k}{(1 - \mu)}$$

式中 E ——拆模时混凝土的弹性模量, $E =$

$$1.55 \times 10^4 \text{ MPa}$$

α ——混凝土的线胀系数, $\alpha = 10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

T_1 ——水化热温度峰值,取 70°C ;

T_2 ——环境温度,取 34°C ;

μ ——泊松比, $\mu = 1/6$;

k ——松弛系数, $k = 1$ 。

将各项取值代入计算公式,得 $\sigma_T = 5.02 \text{ MPa}$ 。

计算结果表明,早期混凝土因水泥水化热产生 5 MPa 的拉应力,而此时混凝土的抗拉强度最多也只有 1.55 MPa 左右。如此大的拉应力,混凝土是承受不了的,其结果必然产生裂缝。桥墩所布主筋、箍筋间距为 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 似觉偏大(没有专门布设必要的温度应力筋),另外由于施工原因,钢筋位置变动较多,钢筋保护层过厚——经凿验表明,有的保护层达 7 cm 左右,这是造成裂缝的又一重要原因。

3.2 混凝土收缩的影响

混凝土体积的变化是产生裂缝的原因之一,因为混凝土的拉伸应变能力仅为 $(1 \sim 2) \times 10^{-4}$,而湿润的混凝土在完全干燥时的收缩应变变为 5×10^{-4} 以上。当收缩受到阻碍时混凝土就要产生裂缝。

混凝土的收缩量和单位水泥用量、单位用水量、水泥品种等有关系。值得注意的是,混凝土的收缩始终是与外荷载、温度等共同作用的。

3.3 混凝土的不均匀性

混凝土的不均匀性对裂缝的形成有着密切关系。温度影响与混凝土质量的不均匀性之间的关系更是错综复杂,而不均匀性又与混凝土的搅拌、浇注质量有关。混凝土的搅拌质量受

骨料级配、水灰比和水泥标号的影响较大。如果说本桥有的墩身没有出现较大裂缝,应当归功于水灰比适度,骨料(特别是砂)符合配比要求。对于出现裂缝较大的墩身,很可能是施工时使用的砂偏细而达不到级配要求所致。

4 对裂缝的处理

混凝土产生裂缝,在一定范围内并不影响结构使用功能。本桥墩身裂缝宽均在 $0.10 \sim 0.85 \text{ mm}$ 内,裂缝最深也仅 $7 \sim 8 \text{ cm}$,对整体结构不致于造成太大影响,为此提出如下处理意见:

(1)对于宽度小于 0.2 mm 的裂缝可不处理。

(2)对于宽度大于 0.2 mm 的裂缝采用压注环氧树脂砂浆将裂缝填充。实践证明,该处理方法简单、实用。

5 防止裂缝产生的措施

可以认为,桥墩产生裂缝的原因是综合性的,如果针对上述各种原因,采取相应对策,逐一加以解决,就可能少出或不出现裂缝。

(1)使用水泥

在夏季施工大体积混凝土应优先选用 $425^\#$ 及以下矿渣水泥,如果使用普通水泥,标号不应过高(不应大于 $425^\#$)。应当不用、慎用高标号普通硅酸盐水泥和早强型水泥,如果要早强型水泥则必须事先严格制定灌注及养护条件。

(2)水灰比及骨料

严格限制用水量、优选水灰比,不得过大。细骨料要选中砂、中粗砂,不得使用细砂。

(3)提高混凝土灌注密实度

灌注准备工作要充分,灌注速度要均匀,灌注、振捣要分层,特别是要加强下部振捣。

(4)控制温度

①加强早期养护,使混凝土在硬化过程中免受温度差等影响,进行必要的遮阳、覆盖和洒水;

用水泥粉喷桩加固软土路基的质量控制

吕旭民

===== (上铁第四工程公司) =====

【摘要】介绍在萧甬铁路复线工程施工中,采用水泥粉喷桩加固软土路基的施工质量控制及其检测效果。

【关键词】粉喷桩 软土路基 加固 质量控制

水泥粉喷桩加固软土路基,是用压缩空气向软弱土层内干喷水泥,使其与原位软弱土混合压密,组成复合地基,通过加固料与软弱土之间的凝聚、化学结合作用,使软弱土固结成具有整体性、水稳性和一定强度的柱状加固土,从而达到加固地基的目的。萧甬铁路复线由于采用了水泥粉喷桩加固软土路基,取得了明显的经济效益和社会效益。

1 工程概况

萧甬铁路位于滨海海积平原,地势平坦开阔,河网发达,地层主要为第四系全新统淤泥质土及含水量偏高、孔隙比偏大的粘性土,具有含水量高、压缩性大、强度低、透水性差等特点,厚度为1~52 m。

上海铁路第四工程公司承担萧甬铁路庄桥—宁波段增建二线Ⅱ标段工程施工。该段线路均以填方通过软土地区,根据萧甬线试验路堤成果,设计采用短密水泥粉喷桩加固地基。水泥粉喷桩直径0.5 m,桩间距0.5~1.1 m,桩长6~14.2 m,按正方形布置。水泥采用425[#],每

米水泥用量不小于50 kg,在停灰面以下不小于6.0 m(部分为5.0 m)范围内进行复喷,复喷按10 kg/m计。粉喷桩施工必须从新建Ⅱ线外侧向内(既有线)施打,并保证喷灰量。粉喷桩成桩28 d后,必须按规范和设计要求经静载、动测检验合格后方可填筑路堤。

2 施工质量控制

2.1 施工工艺(如图1)

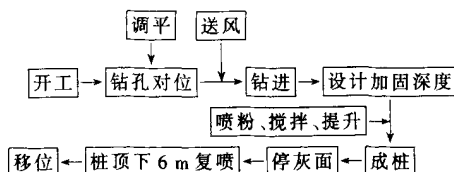


图1 水泥粉喷桩施工流程

2.2 施工质量控制

粉喷桩属地下隐蔽工程,其质量控制应贯穿于施工全过程,并应坚持全方位施工监理,以确保成桩质量,达到加固软土地基的目的。

2.2.1 原材料及机具的质量控制

②适时拆模、养护,使其放热均匀;

③合理使用养生剂。不具备使用养生剂条件时应坚决不用;

(5)设计分布筋及控制保护层厚度

①对板式混凝土结构,应当在适当位置设置温度应力筋,钢筋间距以10 cm×10 cm为宜;

②施工时严格保证钢筋位置,采取固定钢筋骨架的措施,防止保护层过厚,使钢筋充分发挥其抗裂作用,在混凝土灌注、振捣时应给予足够重视。

改回日期:2002-01-14

(责任审编 孟庆伶)