

# 库区高填方桥梁墩台位移病害及处治研究

张涛<sup>1</sup>, 甘军<sup>1,2</sup>

(1. 杭州市交通工程质量安全监督局, 杭州 310014; 2. 同济大学, 上海 200092)

**摘要:**库区某梁桥高填方桥台在施工过程中及通车后,个别墩台发生纵桥向位移病害,进行数值模拟计算,分析了病害成因,并对该桥梁病害处治进行了实践研究。最后总结提出库区高填方桥台的设计和施工中应注意的事项,应采取的措施及对策。

**关键词:**高填方;墩台;位移病害;处治措施

**中图分类号:**TB115

**文献标志码:**A

桥台是连接桥梁与路基的重要部位,也是桥梁的重要受力构件,桥台失稳破坏将对整个结构造成极大影响。苏谦等<sup>[1]</sup>研究了地震作用下桥台破坏特点,考虑土体强度衰减效应对桥台稳定性的影响,将桥台—土地震动响应分析与 Newmark 有限滑移计算方法相耦合,提出桥台滑移计算公式。林德明<sup>[2]</sup>分析了软土地基桥台位移及稳定性的影响因素,从改善地基、减轻荷载和平衡荷载三方面介绍了预防桥台位移的措施。陈睿等<sup>[3]</sup>分析了软土地基桩基桥台由于软土地基塑性流动出现位移的原因,并介绍了几种防治方法,提出了施工中应注意的事项。杨玲燕等<sup>[4]</sup>分析桩柱式桥台桩基与软土地基的相互作用,以及软土地基桥台后填土对桩基产生的桩侧土抗力,分析由此导致的桥台位移以及防治措施。

但是对于库区高填方地基桥台位移及其病害处治尚缺乏针对性研究。本文结合某工程实际,通过数值计算及理论分析,研究库区高填方地基桥台—土体的破坏机制,及其病害处治方法。

## 1 工程概况

某库区公路简支桥梁,5跨20m空心板梁桥,桥面连续,桥宽12m,桥梁纵坡1%。桥墩采用桩柱接盖梁

形式,墩身直径1.3m,桩基直径1.5m,桩基均嵌入弱风化钙质泥岩不小于5m。常水位98.0m,最高通航水位108.0m(图1)。

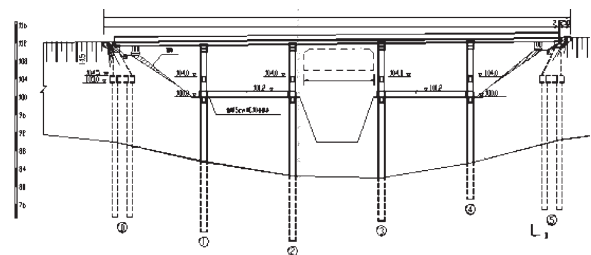


图1 工程概况

原始地面高程为87m,桥台高填土分层碾压密实至设计回填高程103m,待土体稳定密实后进行墩台桩基施工。施工期间,1号、4号桥墩立柱在未架梁前发生向河侧倾斜现象,且桩柱结合处均出现了环向裂缝,于是进行了加固措施:

(1)对1号、4号桥墩的盖梁、立柱进行凿除,重新浇筑。

(2)在1号和2号、3号和4号桥墩下系梁处分别设置米字型框架进行连接。

该桥通车一年后,出现了如下病害:

(1)5号桥台两侧挡块位置出现了一道45°的贯穿

斜裂缝,一直通至背墙,裂缝宽度约 4 mm。

(2) 桥台盖梁北侧在距肋身内侧约 1 m 的位置出现了一道细裂缝。

(3) 伸缩缝型钢间隙变小。

## 2 病害原因分析

### 2.1 数值计算

采用 MIDAS 空间有限元单元计算软件,将盖梁、肋身、承台及桩基离散为四部分的有限单元模型,地基桩侧土符合温克尔离散线性弹簧模型,利用“m”法将地基桩侧反力模拟具有一定刚度的弹性支撑,建立侧向支撑弹簧,计算模型如图 2 所示。分别按照两种计算假定情况进行计算:(1)桥台后填土为稳定土体(填土的沉降及水平位移已经稳定);(2)桥台后填土未稳定(填土处于持续发生沉降及水平位移的状态)。

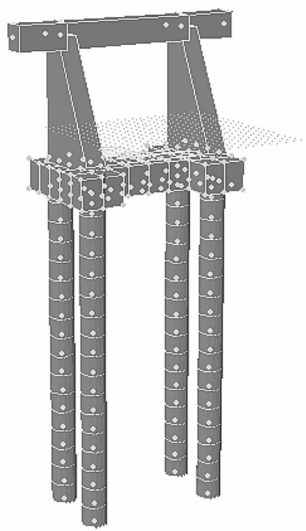


图 2 桥台计算模型

#### 2.1.1 桥台填土为稳定土体

假设桥台后填土的沉降和水平位移已经稳定,填土作为外力加载于模型上,采用库仑土压力理论进行计算。填土重度  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ,内摩擦角  $\varphi = 30^\circ$ ,粘聚力  $c = 0$ ,台背肋身竖直,填土与台背肋身的摩擦角  $\delta$  取为  $\varphi/2 = 15^\circ$ 。

桥台后填土施工要求第一次回填到达 103 m 高程,在填土密实、稳定后施工桥台桩基,桥台施工完毕后进行二次回填至 112 m 高程。土体单侧土压力从 103 m 起算。

(1) 计算结果

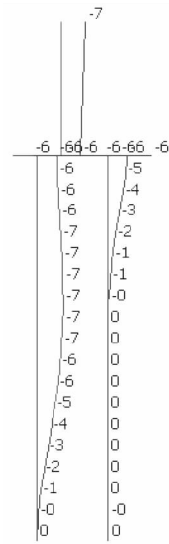


图 3 桥台顺桥向位移

顺桥向位移在盖梁顶达到最大水平位移(图 3)0.7 cm。现《公路圪工桥涵设计规范》(JTG D61 - 2005)对水平位移量无要求,根据原《公路砖石及混凝土桥涵设计规范》(JTJ022 - 85)<sup>[5]</sup>要求,墩台顶面水平位移量  $\Delta \leq 0.5L^{1/2} = 2.5 \text{ cm}$ ,因此对新老规范来说位移量均满足要求。

(2) 结构受力情况

耳背墙及抗块:台顶位移量仅 7 mm,桥台背墙不承受梁板反力,桥台背墙在台后土压力作用下承载能力满足要求。

盖梁:盖梁在肋身顶面位置抵抗负弯矩的钢筋抗弯承载能力满足要求,竖向抗剪亦满足承载能力要求。

桩基:桩身土中最大弯矩值  $M$  为 1300 kN·m,而桩基的抗弯承载能力  $R(M) = 1800 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,满足承载能力要求。

#### 2.1.2 桥台填土为非稳定土体

假设桥台后回填土体为非稳定土体,采用朗金主动土压力进行模拟计算。计算从原始地面线约 87 m 高程开始计算单侧主动土压力。台背肋身竖直光滑,填土重度  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ,内摩擦角  $\varphi = 30^\circ$ ,粘聚力  $c = 0$ 。

计算结果:

(1) 顺桥向位移如图 4 所示,在盖梁顶达到最大水平位移,台顶位移达 192 mm。

(2) 结构受力情况:

根据背墙和梁板发生顶触的实际情况,在背墙位置处设置水平约束,分析结构受力,计算结果如下:

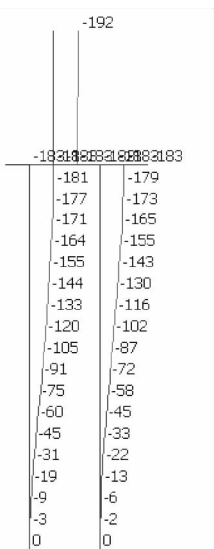


图4 桥台顺桥向位移

桥台顶部背墙处水平推力  $F = 3300 \text{ kN}$ 。

桥台顶部背墙处弯矩值约  $M = 1980 \text{ kN} \cdot \text{m}$

桥台盖梁水平剪力  $Q = 1320 \text{ kN}$

桥台盖梁水平弯矩  $M1 = 1190 \text{ kN} \cdot \text{m}$

桥台顶部背墙处抗剪刀承载能力  $R(F) = 4300 \text{ kN}$

桥台顶部背墙处抗弯承载能力  $R(M) = 620 \text{ kN} \cdot \text{m}$

盖梁抗剪承载能力  $R(Q) = 2030 \text{ kN}$

盖梁抗弯承载能力  $R(M1) = 520 \text{ kN} \cdot \text{m}$

### 2.1.3 桥台位移病害原因分析

(1)桥台位移计算结果表明,若台后土体处于非稳定状态,会导致桥台承受台后土压力而发生明显的水平位移。如果无外力约束条件,水平位移将达到 192 mm,该位移已经超过伸缩缝型钢宽度。

现场桥台背墙已与梁板顶触,反映桥台背墙发生了明显的水平位移,只是在梁板的约束下其水平位移才未继续发展,实际情况与数值计算结果相吻合,证明桩基及桥台施工时高填方地基尚未达到稳定状态。

(2)结构受力分析计算结果表明, $R(M) < M$ ,背墙弯矩值已经超过其抗弯承载能力,在背墙与盖梁交界处即 L 型的凹角位置已开裂; $R(Q) > Q$ ,盖梁抗剪承载能力仍能满足,盖梁在肋身附近, $R(M1) < M1$  水平弯矩过大,超过了其抗弯承载能力,出现竖向裂缝。计算结果与现场桥台结构开裂情况相吻合。

(3)综合模拟计算与现场病害情况,桥台位移病害的主要原因如下:

①设计单位未考虑到库区高填方施工难度大,尤其

在工程工期紧张的情况下难以保证土体达到理想的稳定状态,也未考虑水位变化对土体稳定性的不利影响,没有提高桥台和桩基的安全系数。

②设计单位未对高填方施工,提出针对性的沉降和位移观测方案和技术要求。

③施工单位在高填方施工中,未针对现场邻水高填方制定有效的质量控制措施,路基填筑施工中填料选配、填筑层厚等控制不严格;同时未对填方地基进行沉降和位移观测,在尚未确定高填方地基是否已经达到设计要求的稳定状态的情况下,就进行了后续的桩基和桥台施工。

## 3 病害处治方案及实践结果

### 3.1 病害处治方案及工艺

处治方案:在桥台后路基上交错布置 11 根直径 1.2 m 的桩基,形成一道挡土结构。

施工工艺:在 5 号桥台后路基侧,采用旋挖钻机,先进行半幅的桩基施工,另半幅进行通车。待完成半幅施工及路面层的施工后,封闭另侧半幅路基施工桩基,利用施工完成的半幅进行通车。采用 1.2 m 的基桩交错布置,两侧分别各布置 5 根和 6 根,合计 11 根。

其它病害处理:针对砼裂缝开裂的情况,采用裂缝灌浆工艺对其进行封闭,然后在裂缝表面采用钢板进行粘贴加固(图 5)。

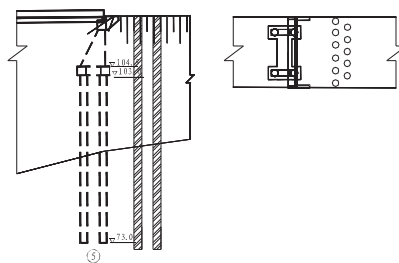


图5 病害处治方案示意图

### 3.2 病害处治结果

经建设单位委托第三方检测单位对该桥为期半年的监测,监测结果表明,台后路基沉降已趋于稳定,桥台裂缝基本没有发展,伸缩缝型钢无明显继续挤压趋势,纵桥向位移趋于稳定。

## 4 结论及建议

从该桥的质量事故分析,建议今后对桥墩台桩基有

高填土的工程,应注意以下问题:

(1)库区公路桥梁设计中,尤其是对于水深比较大、水位变化比较大的路段,应优化桥跨布置,降低桥台处填方地基高度,避免高填地基土体稳定性不足引起的水平推力对桥台的影响。如果受条件制约,桥台位置无法调整且填方地基较高的情况,设计需明确具体的位移和沉降观测要求,给出明确的土体稳定指标,并应考虑水位变化等引起土体稳定性的不利影响,提高桥台和桩基的安全系数。

(2)库区道路桥梁桥台高填方地基施工时,应加强施工组织设计,首先选择合理的施工时间,安排在枯水位时施工,避免高水位时填筑;其次要严格控制填料的粒径和级配,填层厚度和压实工艺;最后,施工中必须进行地基沉降和位移观测,待确认地基土体稳定性满足设

计要求后,方可进行后续桩基等施工。

#### 参 考 文 献:

- [1] 苏谦,钟彪,白皓,等.基于滑坡破坏模式的桥台位移耦合计算[J].土木工程学报,2010,43:567-572.
- [2] 林德明.软基桥台位移病害分析及预防措施[J].山西建筑,2004,30(10):122-123.
- [3] 陈睿,何少锋,吴杰.软土地基下桩基桥台位移病害及防治[J].山西建筑,2008(11):122-123.
- [4] 杨玲燕,殷培南,杨仲元.软土地基桩柱式桥台位移影响及防治措施[J].浙江交通职业技术学院学报,2006(3):21-24.
- [5] JTJ022-85,公路砖石及混凝土桥涵设计规范[S].

## Research on High Fill Bridge Pier Displacement Disease and Treatment in Reservoir Area

ZHANG Tao<sup>1</sup>, GAN Jun<sup>1,2</sup>

- (1. Hangzhou Bureau of Communication Engineering Quality and Safety, Hangzhou 310014, China;  
2. Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** According to a bridge built on high fill foundation in reservoir area, a longitudinal displacement of some piers occurs during construction and after the opening. The causes of disease are analyzed based on the numerical simulation and the treatment is carried on. Finally, some attentions are put forward in the design and construction of bridge built on the high fill foundation and measures and countermeasures are taken.

**Key words:** high fill foundation; pier; displacement disease; treatment