

软土地基上的拱桥桥台及其地基处理

周耀文

(江阴市水利农机局 江苏江阴 214431)

U448.22

摘要 在软土地基上建造拱桥时,桥台、桥身部分应采取各种措施,使其重量尽可能减轻。本文探讨了在江阴璜塘中心大桥设计中为减轻桥台和桥身重量而采取的技术措施,并用砂垫层的方法进行地基处理,使该桥各项设计技术指标均满足桥涵设计规范要求。

关键词 拱桥 桥台 地基处理 软土地基 砂垫层

拱桥建设要求地基承载力好,但在建桥实践中,经常遇到土质较差的软土地基。在软土地基上如何进行拱桥设计和桥台地基处理,这是工程设计人员普遍关心的问题。

璜塘镇中心大桥是治太工程在江阴市白屈港河二期工程中的一座刚架拱桥。其跨径为50m,宽为15m,载重标准为汽—20、挂—100。两侧桥台设置人行过道立交孔。该桥所处的地形条件为:路桥中心线与河道中心线斜交角度为 10° ,地面高程为+6m(吴淞零点,下同),河底标高为±0,河底宽25m,河岸边坡为1:2.5,南北桥台两侧为街道楼房,通航拱顶底标高为+8.5m。

据江阴市水利工程公司地质勘察队提供的工程地质资料,该桥南北桥台的地质条件(按土层剖析)为:① I层土高程+3.5m以上,为杂填土;② II层土高程+3.5~+2.3m,为粘土,灰褐色,可塑状,承载力为120kPa,属中压缩性,在此层下面有一层厚30~40cm的黑色泥炭;③ III层土高程+2.3~-1.6m,为淤泥粉质粘土,淡灰色、饱和流塑状,含腐植物及有机质、间夹泥炭团块,其承载力为70kPa,属中、高缩性;④ IV层土高程-1.6~-3.5m,为粉质粘土,饱和软塑状、含腐植物及有机质、承载力为100kPa,属中

压缩状;⑤ V层土高程-3.5~-5.0m,为粉质粘土,可塑状,承载力为180kPa,属中压缩性;⑥ VI层土在高程-5.0m以下,为淤泥质粘土,饱和流塑状,承载力为100kPa,属中压缩性。

该桥桥身部分采用交通部规划设计院设计定型的50m刚架拱桥(矢跨比为1/10)的有关资料进行设计计算,结构形式作了部分修改。综合各种因素,桥台底板底高程为+2.32m,持力层为III层土。II层土无法利用,只能作引道墙底板的持力层,过道孔底高程为+5m,净空高4.19m以上。III层土作持力层,从地质条件讲是比较差的软土层。在这样的土质条件下建拱桥,其设计、施工均有一定的难度。根据有关的建桥资料和经验,必须对该桥的地基进行处理;设计桥台、桥身时必须采取一定的技术措施,减轻其重量,同时采取一定的防滑技术措施;在施工过程中,更应该把好各工序的工程技术质量关,尤其是地基处理的施工质量。

1 减轻桥身重量的技术措施

该桥桥面较宽(见图1),采用五片拱片,拱片形式、厚度、重量都是一定的,减轻桥身部分的重量主要在减轻桥面结构部分的重

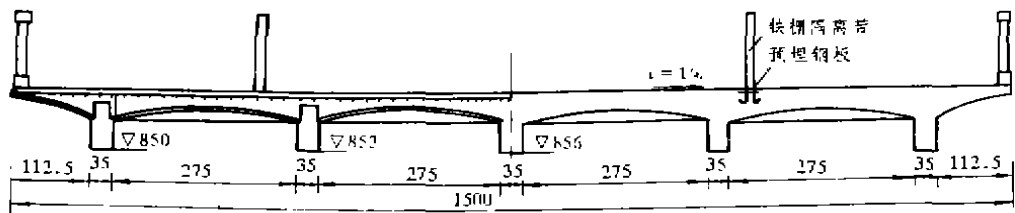


图1 桥面横剖面示意图

量,包括桥面、微弯板、悬臂板、横系梁、人行道、栏杆等。在设计中,我们采取了以下几项措施:

a. 各片拱脚起拱点不设置在同一高程上,而采用按桥面横向坡度1%,相邻拱片的间距为3.10 m,坡降为3.1 cm,取3 cm的高差设置起拱点高程,即边片起拱点高程为+3.5 m,其它高程分别为+3.53 m, +3.56 m, +3.53 m。采取这种方法后桥面为等厚度,可减少桥面混凝土量 59.6 m^3 。但在桥台台帽放样时要注意,起拱点设在同一垂直面上,台帽孔的倾斜度必须一致,否则跨径有误差。这样处理后拱脚伸入台帽孔的深度不一样,但对桥台受力没有影响。考虑到该桥是斜桥,拱片是按直交桥放样施工的,为弥补这个缺陷,在拱脚处紧贴台帽增设一道现浇横向联系梁。

b. 不设置高于主车道的人行道,而采用两条铁栅栏作隔离带,将人行道与主车道隔开,可减少人行道混凝土量 45.1 m^3 。

c. 采用小型预制微弯板、悬臂板。它与大型带肋微弯板、悬臂板、空心板相比重量要轻,施工预制、搬运、堆放方便。微弯板跨径一般采用3 m,该桥采用2.75 m。

2 桥台设计

在软土地基上建拱桥,其桥台设计一般采用扩大基础、空腹桥台,并要有一定的抗滑措施。在设计中我们采用了以下几项减轻桥台重量的措施:

a. 扩大基础,桥台与桥面同宽,桥台底板向两侧、向前各外伸1.5 m(一般只外伸0.6 m),即底板宽为18 m,长为10.62 m。

b. 采用空腹桥台,除在桥台需设置人行过道孔作空腹外,另外还在人行过道孔底高程+5.0 m以下至底板顶面高程+3.32 m以上再设置空腹。

c. 底板底面倾向河心方向,并设置后齿坎以增加抗滑稳定性。

d. 在底板后设置防滑底板(见图2)。

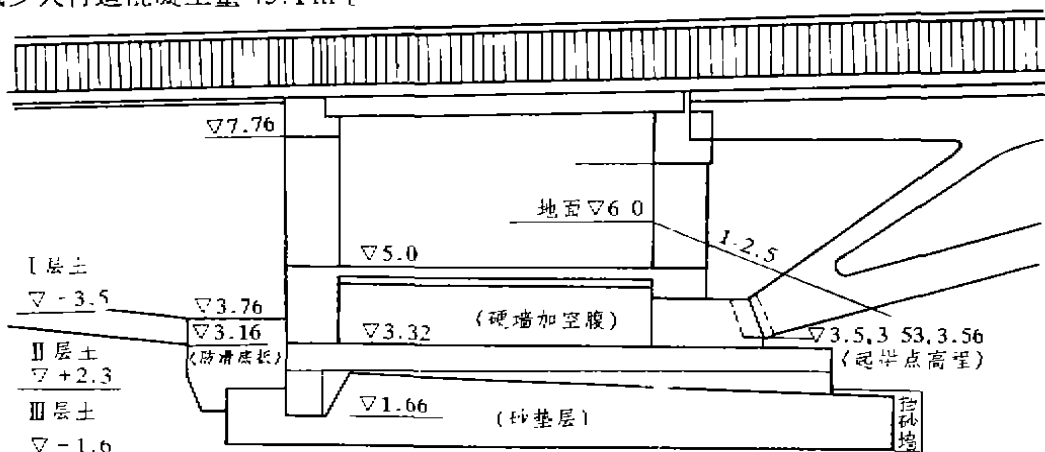


图2 桥台纵剖面示意图

3 地基处理

地基处理的方法多种多样,在设计选用时应因地制宜,尽可能采用既经济、安全可靠,又切实可行的方法。根据我市多年的建桥实践经验,对该桥采用砂垫层方法进行地基处理。采用该法造价低、施工简单、需要的设备少、施工质量容易控制,且不影响街道两旁楼房的安全。其缺点是土方开挖工程量比较大。地基处理中,砂垫层计算较为重要。砂垫层厚度一般选用1~1.2m为宜,该桥选用1.2m,宽度为20.4m,长度为13.02m。砂垫层计算包括:①砂垫层底面压力 σ_H 的计算,当 $\sigma_H > 70 \text{ kPa}$ 时(70 kPa为Ⅲ层土的承载力),还要对Ⅲ层土修正承载力进行计算;②砂垫层最终沉降量 δ_T 的计算,它由砂垫层本身的压缩量 δ_S 和下卧层Ⅲ层土的沉降量 δ 两部分组成。计算结果为: $\delta = 0.037 \text{ m}$, $\delta_S = 0.003 \text{ m}$, $\delta_T = 0.04 \text{ m}$;运行期 $\sigma_H = 79.1$

kPa,完建期 $\sigma_H = 73.4 \text{ kPa}$,均大于70 kPa,需要对Ⅲ层土修正承载力 $[\sigma]$ 进行计算。该桥基础短边宽度为10.6m,大于2m,埋置深度为4.88m,大于3m,且宽度与深度之比为0.488,小于4,所以,可以对Ⅲ层土地基承载力进行修正计算,计算结果 $[\sigma] = 85 \text{ kPa}$,大于 σ_H ,这样可以认为该桥的地基承载力能满足设计要求。

4 砂垫层施工

通过上述计算,各项技术指标均满足设计规范要求。在桥梁各部位施工中,砂垫层施工质量的好坏是建桥质量的关键,砂垫层的质量关键又在于做好每层的质量检查工作。在砂垫层施工中的具体做法为:①确定采用插振法进行施工;②采用中粗砂作为砂垫层材料,要求过筛,去掉泥块;③每层铺设厚度为25cm,在基坑四周做好每层厚度标志;④在基坑前缘外设置一个集水井,进行排水;⑤在饱和状态,用插入式振捣器,按次序进行振捣,并每次振好后在表面用平板振捣

器进行复振一遍;⑥采用钢筋插入法进行质量检测,每次插入深度不大于7cm,每层实测10~15个点,经测定均在5cm以下,此外还特地制作一台小型锤击贯入测定器进行检测,经检测换算,该砂垫层可达到中密实程度;⑦为观测桥台沉降情况,在桥台底板前沿的两个角上设置沉降观测点,因为该桥的最大应力在底板前沿,而且便于观测。1994年10月5日,该桥底板混凝土浇筑结束,随后经多次进行观测,均未发现沉降或变形。

5 结 语

综上所述,从瑛塘中心大桥建好运行一年多的实际观测来看,该桥的设计是正确、可靠的,其造价低于其它类型同条件的桥梁,外型美观大方。在对该桥验收时其设计、施工质量被评为优秀。一致认为该桥地基处理采用砂垫层的方法是成功的。

在软土地基上建造拱桥,从多年的实践经验来看:①桥身部分采用刚架拱桥为好,与其它形式的拱桥结构相比,具有形式简单、受力条件好、施工方便、造价适中等优点;②在桥台设计计算时,各项技术指标不仅要满足设计规范要求,而且要调整到受力最佳状态,使造价最经济;③对桥台、桥身的自重,尽可能采取技术措施,减轻其重量;④在地基处理时应优先考虑砂垫层方案;⑤在施工时一定要把砂垫层的施工质量关,质量检测工作要认真进行。

(收稿日期:1995-11-01)

~~~~~  
< Technical Dictionary on Dams >——Technical Dictionary on Dams=坝技术词典/Y. le May 编.——第四版.——法国;国际大坝委员会,1994

该词典为英、法、德、西、意、葡语对照词典。前三版时间分别为1950年,1958年,1978年,第四版较之前版:12个章节及其各自标题未变,就增一小节即尾矿坝;新增条目355个,使该版总条目达到3020个,新增断层类型(fault types)、尾矿坝及施工方法、溢洪道类型示意图。该版12章节分别为:①地貌学、测量、地质;②气象学、水文学、水力学;③水资源开发、水库;④坝;⑤材料;⑥设计研究;⑦地基处理;⑧辅助工程;⑨发电;⑩施工;⑪运行与维修;⑫环境。

(元国江 供稿)