

文章编号:0451-0712(2006)08-0239-04

中图分类号:TU471.8

文献标识码:B

# 在深厚软土地基上现浇连续箱梁的处理措施

覃辉韵

(广东西部沿海高速公路珠海段有限公司 中山市 528467)

**摘要:**介绍了斗门互通立交在深厚软土地基上现浇连续箱梁施工的成功经验,并结合其他两座高架桥在施工中出现的问题,说明深厚软土地基上现浇箱梁施工中,地基处理和支架预压的重要性。

**关键词:**软土地基; 现浇箱梁; 处理措施

现浇连续箱梁施工已发展多年,在理论上已相当成熟,实践中也积累了丰富的经验,但在软弱地基上进行现浇箱梁施工,仍然有一些值得探讨的问题。笔者结合广东省西部沿海高速公路珠海段几个标段在施工中采取的处理措施及发现的问题,总结经验教训,以谋求现浇箱梁施工技术和施工管理的持续改进。

## 1 项目概况

广东省西部沿海高速公路珠海段全长55.065 km,双向四车道。路线地处珠江三角洲平原前缘,软土沿线广泛分布且巨厚,厚度为16~43.1 m。由于项目互通立交多,跨线桥多,全线共有31座匝道桥或跨线桥采用现浇箱梁结构。

其中斗门互通立交工程匝道共有28联现浇箱梁,单幅总长共2700 m。

## 2 地质条件

斗门互通立交匝道地处珠江三角洲西江河口冲积平原地貌区,匝道现浇箱梁全部位于软基鱼塘路段。地质资料显示,鱼塘里以淤泥为主,夹有淤泥质土,淤泥及淤泥质土呈层状分布,层厚一般为10.60~15.40 m,主要由粘粒和粉细砂组成,整层土质较均匀,呈流塑~软塑状,饱和。

该软土作为现浇箱梁满堂支架的地基基础,存在如下几个问题:

(1)软土承载力低,不能直接作为现浇箱梁支架的基础;

(2)软土压缩性高,加载后沉降过大且可能出现不均匀沉降,由于浇注混凝土时间有先后,在箱梁现浇施工时,同一跨支架基础可能出现不均匀沉降;

(3)软土渗透性低,作为支架基础,在箱梁浇注完成而混凝土未达到足够强度前,会出现持续沉降现象,可能导致混凝土出现裂缝;

(4)软土呈流塑状,在承受荷载后可能会发生侧向滑移现象,导致支架基础失稳。

## 3 现浇箱梁地基的加固处理

### 3.1 处理思路

处理后的软基应保证地基有足够的承载力,避免因沉降过大或沉降不均引起连续箱梁产生裂缝,保证软基稳定不发生侧向滑移。

### 3.2 处理方法

#### (1)回填挤淤。

在鱼塘里采用夹有块石的砂性土进行回填挤淤,回填厚度以超出水面刚好能够行车为宜。若鱼塘水深超过2 m,最好抽水降低水面标高,否则影响回填效果,甚至存在稳定问题。填筑宽度控制在连续箱梁投影线以外2 m左右。最好在填筑桩基施工平台时,一并填筑现浇箱梁地基基础,并在进行下部结构施工时有意识地安排车辆在基础上行走,促进基础下软土的早期固结。回填过程中,要分层碾压密实,确保回填质量。

#### (2)基础预压。

经过回填碾压处理后,地基还没有完全稳定,为避免后期施工中支架基础出现较大的沉降或不均匀

沉降,在回填挤淤并分层碾压压实后,在箱梁投影线范围内进行堆土预压,堆土荷载为箱梁混凝土荷载的 1.3~1.5 倍,经过计算确定堆土高度。

但在堆土过程中,要做到对称均匀堆土,防止不均匀荷载对桩基、立柱推挤造成偏位。

地基堆土施工完成后,马上进行地基的沉降和侧向位移观测,每天定时观测并记录。根据沉降观测

来判断地基是否稳定,而侧向位移的观测可为判断基础是否出现侧向滑移现象提供依据。箱梁每孔范围内于箱梁  $L/2$ 、 $L/4$  及墩柱位置,布置沉降观测断面,每个断面在底板中心、箱梁投影线边缘布置 3 个沉降观测点;侧向位移杆布置于支架基础坡脚线外侧 2 m 处。表 1 为 H 匝道第 4 联 14~15 号墩地基堆土预压沉降观测记录。

表 1 斗门互通立交 H 匝道第 4 联 14~15 号墩地基堆土预压沉降观测记录

观测点	观测标高/m							累计沉降 mm
	11月29日	11月30日	12月1日	12月2日	12月3日	12月4日	12月5日	
14号墩左	3.200	3.170	3.153	3.146	3.138	3.134	3.132	68
14号墩中	3.136	3.106	3.061	3.051	3.047	3.044	3.043	93
14号墩右	3.141	3.103	3.069	3.058	3.051	3.047	3.047	94
L/4左	3.239	3.193	3.161	3.153	3.142	3.140	3.139	100
L/4中	3.143	3.073	3.044	3.029	3.021	3.018	3.015	128
L/4右	3.215	3.172	3.134	3.122	3.116	3.112	3.111	104
L/2左	3.309	3.257	3.221	3.209	3.202	3.197	3.195	114
L/2中	2.896	2.832	2.791	2.777	2.768	2.766	2.765	131
L/2右	3.170	3.122	3.101	3.087	3.077	3.074	3.071	99

从观测数据可以看出,地基堆土预压初期日沉降量较大,最大日沉降量达到 70 mm/d,最小为 30 mm/d,但之后地基迅速趋于稳定,基本在第 7 d 后都能达到 2~3 mm/d 的卸载标准。其他联的观测数据也大致如此,地质情况最差的路段最大日沉降量达到 123 mm/d,累计沉降达到 184 mm,预压第 10 d 才卸载。

堆土预压时间一般不少于 7 d。当沉降量达到 2~3 mm/d 时,可以考虑卸载,否则根据实际沉降数据适当延长堆土时间。

连续多联的现浇箱梁地基预压土方,可以反复利用,且只需推土机便可进行土方转运,成本较小。

(3) 填筑反压护道。

斗门互通立交部分匝道箱梁位于鱼塘塘埂上,一侧地基条件稍好,另一侧投影线在鱼塘内。在填筑桩基础及下部结构施工平台时,淤泥已大量挤出,鱼塘部分位置明显隆起。如果在此基础上直接搭设满堂支架,在箱梁混凝土浇注过程中,随着荷载的不断增加,基础下的淤泥可能会继续挤出产生滑移,造成严重的质量、安全事故。

在这种情况下,填筑反压护道是一个不错的办法。在支架基础靠鱼塘的一侧、箱梁投影线外填筑 4~6 m 宽的土方对支架基础下的软基进行反压,使

基础下的软土向鱼塘侧隆起的趋势得到平衡,从而保证支架基础的稳定性。

反压护道填筑完毕后,要埋设沉降观测杆及位移杆,以掌握地基的沉降及侧向滑移数据,分析其稳定性及发展趋势。

(4) 处理支架基础。

堆土预压符合卸载要求卸载后,要重新观测沉降板的数值,当卸载后地基基础基本无反弹时,才能实施下一步的处理措施。为确保支架地基完全可靠,卸载完成后重新用压路机对地基进行碾压压实,然后在原地面铺 10 cm 石屑,浇筑 15 cm 厚 C20 素混凝土作为现浇支架基础。在基础处理过程中,要设置相应的排水系统,避免地基长期受积水浸泡。

(5) 防止鱼塘抽水。

若箱梁整体或部分位于鱼塘内、鱼塘边,在箱梁地基处理、支架搭设、钢筋及混凝土施工过程中,要与当地村民协调沟通,防止鱼塘抽水。若鱼塘内水被抽干,可能造成箱梁地基滑移甚至垮塌,造成严重的质量、安全事故。

4 支架预压

底模安装后,必须对现浇箱梁按箱梁荷载的 100% 进行支架逐孔预压,底板和翼板都必须预压。

可采用砂袋预压,具备条件的也可以在模板箱体内用水荷载预压。多联箱梁连续作业时,用钢筋做荷载也是不错的办法。预压过程中要进行沉降观测,以此确定卸载时间。预压时间一般不得少于7 d。

斗门互通立交沉降观测资料反映,累计最大沉降量为45 mm,大部分观测点累计沉降量在30 mm以内,且大部分沉降在加载过程中完成,卸载后基本无反弹。加载结束一天内,12 m高的支架最大沉降速率为18 mm/d,之后收敛明显,一般在第3天收敛到1~3 mm/d,到第5天沉降速率均小于2 mm/d。可以肯定,之前对地基进行堆土预压已经对地基处理起到了明显的效果,支架预压主要是消除支架的非弹性变形,因而沉降收敛很快。

## 5 箱梁施工标高控制

在软基上进行施工,为了保证箱梁在现浇混凝土后标高的准确,支架搭设预留预拱度。通过在典型施工段支架底模板上堆载观测,根据观测记录进行分析,确定模板安装的预拱值。

如表2,为斗门互通立交H匝道第5联19~20号墩的典型段,在支架模板上堆载时,沉降的观测结果。

表2 第5联19~20号墩堆载预压观测结果

项目	总沉降变形值	可恢复变形值	不可恢复变形值	备注
	mm	mm	mm	
支架	19	8	11	该孔支架高度8 m
地基	8	2	6	
合计	27	10	17	

不同的支架高度,变形也不相同。典型段8 m高支架在箱梁荷载下产生19 mm的沉降值,按各孔支架高度与典型段支架高度的比例取支架变形数值,然后加上地基变形值,设置拟施工段的模板预拱值。

## 6 软弱地基上箱梁施工出现的几个事故实例

(1)未施工反压护道造成地基侧向滑移。

某互通立交匝道现浇箱梁一侧0.5~1.2 m投影线在鱼塘内,由于鱼塘主拒绝施工单位租用部分鱼塘,因此未施工反压护道,其他处理措施都严格执行。在支架搭设过程中,鱼塘角箱梁地基突然发生侧向滑移,如图1所示。

滑移发生时,该部分支架还未搭设,因此未造成事故。后来施工单位做通鱼塘主的工作,重新施工反

压护道,顺利完成了该段箱梁的施工。实践证明:反压护道在该软土地基侧向滑移段现浇箱梁施工中的应用是成功的,它以较低的成本保证了鱼塘斜坡上地基的稳定,使得满堂支架法施工可行,避免了采用成本昂贵、时间消耗长的施打钢管桩及贝雷架架空的施工方法。

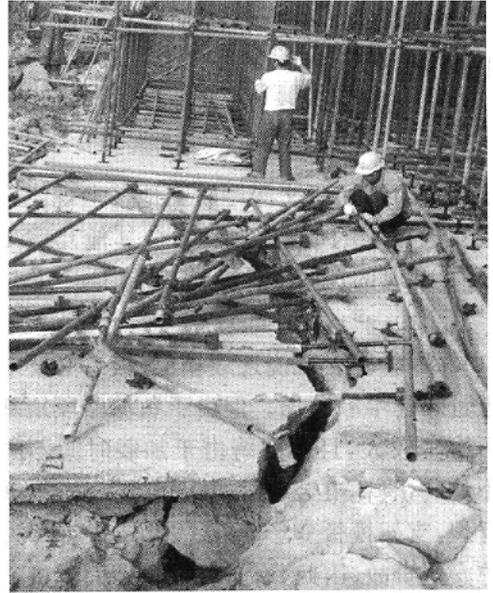


图1

(2)成型路基上现浇箱梁未预压造成箱梁下挠。

某互通上跨地方主干道,该干道路基采用袋装砂井+土工格栅处理,填土高度为3.1 m,路基填筑到标高已有5个月,月沉降为18 mm,未超载。施工单位在此路基上未进行支架预压,结果混凝土浇筑后,发现该孔现浇箱梁下挠。墩顶位置箱梁底标高与设计标高一致, $L/4$ 处下挠9~13 mm, $L/2$ 处下挠15~20 mm, $3L/4$ 处下挠5~9 mm。检查箱梁底板未发现裂缝,箱内注水7 d,每天观察3次,未发现有水渗出。

该孔箱梁跨径为30 m,下挠未超出规范要求。

(3)在未稳定路基上现浇箱梁,造成箱梁开裂。

某高架桥主线上跨匝道路基,现浇连续箱梁全长75 m,跨径为22.5 m+30 m+22.5 m,分3个施工段施工,第一施工段为中跨30 m及两边跨对称的4.5 m,共39 m。匝道路基软基采用排水板+超载预压方式处理,排水板间距为1.0 m×1.0 m,打入深度平均22.0 m。路基填至离超载顶标高1.3 m处(设计超载2 m),尚未稳定。此时开始现浇箱梁施工。支架采用门式支架,基础为15 cm水泥稳定石粉。

现浇箱梁施工完成,拆除模板和部分支架后,发现箱梁底下挠明显。测量发现:跨中高程比设计值低 77 mm;箱体内注水后,多处渗水;仔细观察发现,箱梁底出现多处横向裂缝。软基观测情况为:支架搭设过程中路基沉降 1~9 mm/d,浇注混凝土前沉降 1~3 mm/d。

由此可见,路基没有稳定,还处于沉降阶段,箱梁施工增加荷载后,软基沉降加速是造成箱梁开裂的主要原因。

## 7 施工体会

总结斗门互通立交深厚软土地基上现浇连续箱梁满堂支架施工的成功经验,结合其他几座高架桥在施工中出现的问题,笔者认为有下面几点值得重视。

(1)深厚软基上现浇连续箱梁,极有必要对满堂支架进行逐孔堆载预压。但由于鱼塘路段地基堆载预压后沉降较大,且不同跨由于加载时间不同可能存在不均匀沉降,在支架上预压可能会导致基础混凝土开裂,支架模板变形,甚至发生支架变形过大而垮塌的安全事故。因此,有必要在原地面就进行堆载预压,但应注意不能以此代替在支架上的预压。用土堆载成本低、速度快、效果好,是一个不错的选择。

(2)鱼塘塘埂或鱼塘边的现浇箱梁在施工中地

基可能发生侧向滑移,有必要填筑反压护道。但反压处理存在一定风险,方案实施前要高度重视几个问题。首先,原地面堆载重量要足够,预压时间适当延长,沉降及侧向滑移观测点布置齐全且每天观测,取得足够的观测资料,通过对资料的分析,对支架基础的稳定性作出可靠评价;其次,在箱梁浇注混凝土过程中,全程布置观测点,进行安全性监控,一旦出现异常即应暂停浇注混凝土;最后,混凝土浇注完成后的一周内,仍持续每天对地基沉降进行监测,掌握工后沉降数据。

(3)在新修路基上进行现浇箱梁施工要引起格外重视。若路基下软基处理为排水固结方式,在路基未稳定前,现浇箱梁施工产生的荷载将加速路基沉降,容易酿成质量事故。若工期允许,最好先对路基按箱梁荷载的 1.2~1.5 倍进行超载预压处理,待路基沉降稳定后再进行现浇箱梁施工。

在深厚软土地基上现浇连续箱梁满堂支架法的施工工艺及施工方法,值得作进一步的总结,以便在类似工程的施工中加以应用并做出改进。

## 参考文献:

- [1] JTJ 041—2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 交通部第一公路工程总公司. 桥涵(下册)[M]. 北京:人民交通出版社,2000.

# Treatment Measures of Cast-in-Situ Continuous Box Girder on Deep and Thick Soft Foundation

*QIN Hui-juan*

(Zhuhai Section of Guangdong Western Coastal Expressway Co., Ltd, Zhongshan 528467, China)

**Abstract:** The successful experiences about construction of cast-in-situ continuous box girder on the deep and thick soft foundation in Doumen Interchange are introduced. Compared with the problems which occurred in the construction of other two viaducts, it is to indicated that the foundation treatments and preload for supports are important in construction of continuous box girder on deep and thick soft foundation.

**Key words:** soft foundation; cast-in-situ box girder; treatment measure