

文章编号:1006-7329(2001)05-0081-04

# 固结注浆法处理事故桩工程实录<sup>\*</sup>

许四发

(中港集团第二航务工程局、武汉 430014)

**摘要:**介绍了泉州刺桐大桥19号墩18号桩事故的处理,18号灌注桩由于灌注时导管断落使桩中出现一层约6.41米的事故层。采用固结注浆法进行处理,经检测效果良好。本文介绍了处理施工工艺与措施,可供类似工程参考。

**关键词:**固结注浆;灌注混凝土桩;事故处理;工程实录

**中图分类号:**TU712<sup>\*</sup>.4

**文献标识码:**B

泉州刺桐大桥位于福建省晋江河上,下距福厦(福州—厦门)高速公路桥500 m,上距泉州大桥1 500 m,是连接泉州市与晋江市的特大型城市公路桥梁,桥长1 535 m,其中北引桥长622.5 m,基础为钻孔灌注桩,桩径 $\varnothing$ 1 500 mm, $\varnothing$ 1 800 mm两种,上构为4 $\times$ 20 m现浇空心板及18 $\times$ 30 m预应力T梁;主桥长为310 m(90+130+90 m),基础为桩径 $\varnothing$ 1 500 mm的钻孔灌注桩及承台,下构为混凝土薄壁墩,上构为双排单箱单室混凝土连续刚构形式;南引桥长602.5 m,基础为桩径 $\varnothing$ 1 200 mm, $\varnothing$ 1 500 mm的钻孔灌注桩,上构为30 $\times$ 20 m现浇空心板,两岸接线总长2 148 m,共3 683 m(未包括南北两岸互通式立交),桥宽27 m。

本工程主桥两个主墩(编号为19<sup>#</sup>, 20<sup>#</sup>)基础各为24根钻孔灌注桩,两个副墩基础各为12根钻孔灌注桩,桩径均为 $\varnothing$ 1 500 mm。主墩24根钻孔桩沿桥轴线方向布设4排,每排6根,副墩12根钻孔桩沿桥轴线方向布设2排,每排6根,具体布设详见桩位平面布置图。根据各墩位所处的位置情况,采用了不同的施工方法,位于水中的两个主墩采用水上打钢管桩来支承施工平台,架设钻机钻孔,而位于江堤侧浅滩上的南副墩则采用回填土筑岛施工方法进行钻孔施工。本工程19<sup>#</sup>墩18<sup>#</sup>桩,由于浇注混凝土过程中导管断落,另下一套导管进行混凝土浇注,因此,桩中出现一层厚度约为

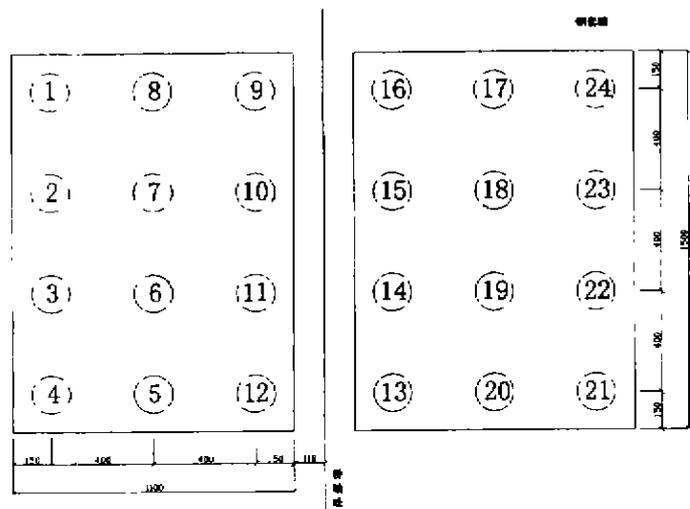


图1 19<sup>#</sup>墩桩位平面布置图

6.41 m(标高-29.06~-35.47 m—4<sup>#</sup>孔抽芯结果)的事故层,该层混凝土严重稀释,离析,并且混有泥浆,必须进行事故处理。

## 1 方案选定

19<sup>#</sup>墩18<sup>#</sup>桩事故发生后,项目部在征得业主、设计院和监理工程师同意的前提下,选择两种处

<sup>\*</sup> 收稿日期:2001-08-30

作者简介:许世发(1963—),男,安徽桐城人,高级工程师,主要从事桥梁、港口施工技术与管理。

理方案进行了比较:一种是在事故桩旁边补两根钻孔桩,另一种是对事故桩本身进行固结注浆处理,使其达到设计要求。在选择第一种方案时,考虑到本工程要求工期短(总工期18d),而且在进行水下钢套箱围堰施工时,要求摸清楚水下钻孔桩每根的具体位置,然后根据桩的准确位置,在陆上对已加工完毕的钢套箱定位开孔,用起重船就位,如果再增补两根钻孔桩,势必给钢套箱的准确就位带来诸多困难,万一就位时被某一处卡住,套箱就无法沉放到位,上提套箱则更为困难。由于现场备有的起重船基本上是满负荷工作,而且在套箱底板上有限的地方多处开孔,会直接影响到整个套箱的结构安全,单个套箱的尺寸为11m×15m×9m,最大要求承受8.5m的水头压力,施工时分两次吊装就位。考虑到以上这些因素,在对第二方案进行认真研究后,从技术和经济方面认真分析,初步认为该方案是可行的。

## 2 技术关键

19#墩18#桩注浆补强工程有如下五个技术关键:

1) 断桩段长度大,长度达6.41m,所以施工中考考虑分段下行法,加上多次复注,插入 $\varnothing 32$ 螺纹钢工艺。下行法施工,钻孔工程量增加,但其优点是施工过程中可以达到多次检查,多次复注的效果,以确保注浆质量。

2) 事故段冲洗难度大。断桩部位处在强风化地层,泥沙混杂,洗孔效果好是保证注浆质量的前提,因此,采取多孔并洗、钻杆竖向冲洗、高压水旋喷横向冲洗工艺,一直至返青水为止,历时五天。最后,注浆时进行有压水冲洗,使事故段泥质被冲到桩身范围以外。

3) 要求加固段浆液固结体抗压强度大于C20,为此我们采用如下措施:

①采用高浓度浆液,水灰比0.5:1~1:1。

②添加活性硅粉,混凝土标号可提高到C37以上,以确保加固段混凝土抗压强度大于C20。

③加三乙醇胺复合附加剂,混凝土后期强度可提高25%。

④添加U型膨胀剂,改善混凝土粘结性能。

4) 要求加固补强固结体均匀、密实,为此,采取如下几条措施:

①桩身布置5个注浆孔,使单孔注浆有效半径相互叠加,确保加固段横向密实度和均匀性。

②采用中压旋喷加上注浆综合工艺,旋喷保证单孔均匀性,注浆保证密实性。

③下行法,多次复注,以确保加固段轴向均匀性和密实度。

④前期低压浓浆封锁边界,后期高压中等浓浆液保证强度。

5) 为确保加固段注浆孔均布,5个钻孔平行钻至事故段底板,对钻探工艺技术要求很高。为此,我们采用低压慢转金刚石钻具回转钻进,同时,每钻进20m,采用G-2小口径测斜仪测斜,以控制钻孔方位角和顶角。

## 3 施工工艺与措施

### 3.1 施工时间

1995年10月20日至1995年12月30日。

### 3.2 施工主要设备

YL-6型钻机,长江ZBB-2型变量泵一台套,并配套YP-75单动双管金刚石钻具。ZY-150/20型高压注浆泵(150l/min,20MPa)一台。泥将搅拌机一台。

### 3.3 施工工艺与措施

1) 由于桩面低于平台9.12m,为确保反复钻进定位方便和注浆需要,各孔钻进前埋 $\varnothing 108$ 套管并用水泥固结定位。

2) 为确切探明事故段顶底板层厚与标高,4#孔于事故段钻进时采用全套管护壁钻进,特殊取芯钻具取芯,事故段采取率98%,取芯表明:顶板夹浮浆10 cm,底板浮浆6 cm,取芯达到判断事故预期效果。

3) 洗孔。钻孔完毕,于12月7日至12月12日进行多种工艺,多次反复洗孔,洗孔质量达到要求。随后,回填粗骨料 $0.8\text{ m}^3$ (砾径1~2 cm)。

4) 分段注浆,于12月14日至12月27日完成周边4个孔注浆工作,每孔均分三段下行注浆,因注浆后浆液固结体的强度高(20 h后估计已达C15~C20),给扫孔工作造成很大的难度,具体分段注浆情况详见注浆原始记录汇总表(见表1)。

表1 19#墩18#桩注浆原始记录汇总表

孔号	注浆日期 (月,日)	注浆段深度 (m)	注浆压力 (MPa)	注浆水灰比	注浆水泥 (t)	旋喷压力 (MPa)	旋喷 水灰比	旋喷水泥 (t)	备注
5	12,14	36.3~37.5	1.0~2.0	0.5:1	1.0	5.0	1:1	0.6	
5	12,15	37.5~40.0	2.0~8.0	0.5:1	3.0	5.0	1:1	0.9	
5	12,18	40.0~43.5	3.0~9.0	1:1	2.85	4.0	1:1	1.2	
				0.6:1					
				0.5:1					
4	12,14	36.3~37.5	1.0~2.0	0.5:1	1.0	5.0	1:1	0.6	
4	12,16	37.5~40.0	3.0~7.0	0.5:1	1.4	4.0	1:1	0.9	
4	12,19	40.0~43.5	3.5~11.0	0.8:1	1.65	5.0	1:1	0.75	
				0.7:1					
3	12,14	36.3~37.5	1.0~2.0	0.5:1	1.0	5.0	1:1	0.6	
3	12,24	37.5~40.0	5.0~6.0	1:1	1.95	6.0~7.0	1:1	1.05	
3	12,27	40.0~43.0	4.5~7.0	1.2:1	1.55				
				1:1					
2	12,14	36.3~37.5	1.0~2.0	0.5:1	1.0	5.0	1:1	0.9	
2	12,21	37.5~43.0	4.0	0.8:1	1.2	8.0	1:1	0.75	
2	12,26	37.5~43.0	2.5~8.0	1:1	3.15	6.0~7.0	1:1	1.5	
					20.75			9.75	

5) 中心孔抽芯取样,以验证注浆效果。

6) 加固段下 $\varnothing 32$ 螺纹钢注浆锚固。

#### 4 注浆效果分析

1) 洗孔是成功的,初洗时,36.3~37.5 m段,5#、4#孔相通,3#、2#、1#孔相通。洗至第二、三段(37.5~40.0 m,40.0~43.0 m)时,5个孔都相通。横向,竖向孔间基本洗净,含泥量低于1%,中心孔取样未发现浮浆夹层。

2) 注浆后,10多个小时以后扫孔取芯,芯样强度达到C15~C20,而浆液28 d强度一定会超过C30,从而确保加固段混凝土强度大于C20。

3) 同一加固段后续孔注浆,尽管增大水灰比,但注浆压力均有提高。

4) 旋喷形成小桩,通过注浆使小桩联接在一起,形成整体,通过中心孔取芯,得到了证实。

5) 中心孔抽芯情况:周边四个孔注浆完成后,即对未进行注浆的中心孔抽芯取样,以检查注浆效果,从取芯特征可以看出,加固段注浆体与事故段顶底板混凝土胶结较好,固结体胶结良好,芯样采取率93.8%,并未发现加固段浮浆夹层。

6) 为提高桩的整体性,最后,每孔均透孔至底板以下1.5 m,插入 $\varnothing 32$ 螺纹钢10 m,并注浆锚固。

7) 注浆水泥累计20.75 t(不包括旋喷用水泥,1 t 400目活性硅粉,2 t U型膨胀剂),水泥固结率以 $0.6\text{ m}^3/\text{t}$ 计算,固结后达 $12.5\text{ m}^3$ ,考虑加固孔隙率为35%,需固结水泥 $3.96\text{ m}^3$ ,如按强风化

层孔隙率 25% 计算, 加固段周围可固结  $34 \text{ m}^3$ , 可以判断加固段有显著扩径效果。

## 5 结束语

通过两个月的认真组织, 精心施工, 通过中心孔抽芯取样检测, 我们认为, 19#墩 18#事故桩的处理, 达到了预期目的, 满足了设计和使用要求。可为类似工程参考。

## 参考文献:

- [1] 程晓, 张凤祥. 土建注浆施工与效果检测[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998.
- [2] 地基处理手册编委会. 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.

# A Construction Example of Pile Amending by Consolidation Grouting

XU Si-fa

(The Second Bureau of Harbor and Channel Engineering, Wuhan 430014, China)

**Abstract:** In this paper the amendment of No. 18 pile in 19th pier of Citong Bridge in Quanzhou city is presented. There is a soft layer 6.41m thick in No. 18 pile, a site cast concrete pile, due to breakdown of guide tube during casting. Amended by consolidation grouting, the pile stood up to tests. The construction technology, adopted steps and test method were introduced. It can serve as reference to similar engineering.

**Keywords:** consolidation grouting; site cast concrete pile; amendment; construction example