

文章编号: 0451-0712(2006)06-0214-02

中图分类号: U445.551

文献标识码: B

超长大直径钻孔灌注桩桩底压浆施工

罗超云, 彭修权

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 511431)

摘 要: 桩底压浆可固化桩底沉渣和桩侧泥皮, 以加固桩侧土体提高桩基承载力, 介绍了杭州湾跨海大桥北航道桥的超长大直径钻孔灌注桩的桩底压浆施工工艺。

关键词: 杭州湾跨海大桥; 北航道桥; 桩底压浆

1 工程概况

杭州湾跨海大桥 II 合同包括北航道桥和北侧高墩区的引桥下部结构。全桥基础均采用钻孔灌注桩群桩基础, 按摩擦桩设计, 共计 152 根桩。其中主墩基础每墩为 26 根桩, 桩径为 2.8 m, 桩长为 125 m; 边墩、辅助墩及高墩区引桥桩基础桩径均为 2.5 m, 桩长 85~96 m。所有桩基均不同程度地进入粉细砂层或中细砂层。

II 合同段钻孔揭露为第四系松散沉积物, 桥位区表层为亚砂土(厚 1.3~6.6 m), 其下主要由粘土、亚粘土、淤泥质亚粘土、粘性土、亚砂土、中细砂、粉砂、粉细砂层组成, 厚约 130 m。

2 桩底压浆施工

2.1 桩底压浆机理

钻孔灌注桩桩底压浆技术是在成桩过程中, 在钢筋笼内预置压浆管路, 待桩身混凝土达到一定强度后, 通过压浆管路采用高压注浆泵注入特制水泥浆, 使一部分水泥浆进入桩底土层, 另一部分水泥浆沿桩壁四周向上达到一定高度, 以固化桩底沉渣和桩侧泥皮, 并加固桩底和桩侧一定范围的土体, 从而大幅提高桩基承载力。

2.2 桩底压浆管的设置

根据设计要求, 本工程每桩等间距布置 4 根 $\phi 33.5 \times 3.25$ 压浆管和 4 根 $\phi 60 \times 3.5$ 检测管, 相邻管道底部分别形成回路。回路末端伸至距桩底 5 cm 处, 各回路管底开 4 个 $\phi 6$ mm 小孔, 用图钉堵住, 并缠防水胶带封严。桩基混凝土浇注完成后 24~48 h

内, 由压浆泵用清水将管底防水胶带压裂、图钉弹出, 保证管路畅通。为避免压浆管在孔底被压弯, 压浆管上下用焊接在钢筋上的 $L75 \times 75 \times 6$ 角钢支撑, 见图 1 所示。

2.3 桩底压浆参数的确定

桩底压浆用水泥浆的性能、压浆压力、压浆量等参数对压浆质量有着非常重要的影响。

杭州湾专用施工技术规范对水泥浆的要求是: 水泥浆初凝时间 2~3 h; 7 d 最小抗压强度 > 5 MPa; 钻孔桩浇注混凝土完成至少 10 d 后, 进行桩底压浆。各循环每回路一次压浆量一般为 200~300 L, 压浆速度一般为 10 L/min, 桩身上抬量不大于 3 mm。其他参数由实验确定。

实际上, 经过大量实验及试桩压浆发现, 压浆过程中桩身根本没有上抬, 同时水泥浆初凝时间达不到规范要求。最后根据实际情况报监理及业主批准, 确定了如下参数。

水泥浆性能: 实际配合比的初凝时间为 4 h 12 min, 7 d 最小抗压强度 > 5 MPa。

压浆控制压力: 第一循环 0.5~1.2 MPa, 第二循环 1.5~2.5 MPa, 第三循环 ≥ 3.8 MPa。

压浆时间: 桩身混凝土浇注 14 d, 经超声波无损检测合格后, 进行桩底压浆。

压浆量及控制标准: 第一、二循环以压浆量控制, 第三循环以压浆量和压浆压力两项指标双控, 以压浆量为主, 直径为 250 cm 的桩总压浆量达到 5 200~5 600 L、直径为 280 cm 的桩压浆量达到 6 250~6 500 L, 压力至少达到 3.8 MPa。持荷时间达到

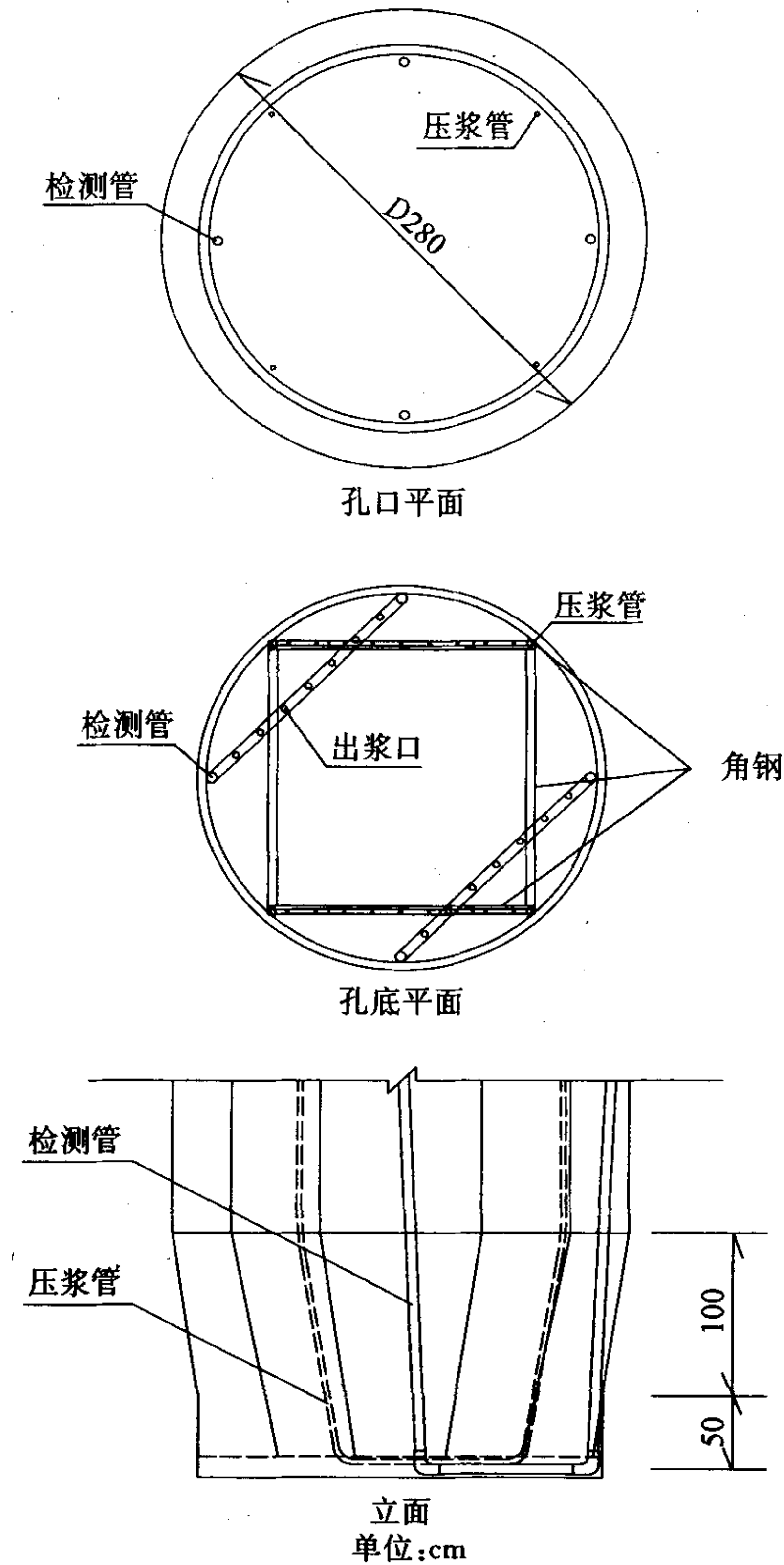


图 1 桩底压浆管道设置示意

3 min时,可终止压浆。

2.4 桩底压浆施工工艺

首先进行注浆口初裂。压浆管路的畅通、注浆口的初裂是压浆的前提条件。注浆口初裂是桩底压浆成败的关键。

当混凝土浇注 14 d 后,强度基本达到设计强度,并进行超声波无损检测之后,依次进行三个循环的压浆。第一、二循环每个回路压浆完成后,应及时利用另外一台压浆泵压注清水冲洗管路,防止浆液堵塞管路。第一、二循环压浆的目的是封堵土层中的空隙。

第三循环压浆的目的是向外围空隙已经封闭的土层中继续压浆,同时使浆液沿桩周向上渗透,并达到一定高度,使桩底、桩侧混凝土与土层的结合更加紧密,以提高桩基承载能力。

当第三次循环压浆指标达到设计要求,并经监理工程师确认后,对压浆管进行压浆封孔。

2.5 桩底压浆施工需注意的问题

(1)压浆时注意防止压浆管爆裂造成高压水泥浆伤人,同时注意及时对压浆管初裂,及时清洗压浆回路,避免管道堵塞,造成压浆失败。

(2)若 4 个回路中有 1~2 根管路无法初裂,或者压浆过程中有 1~2 根管路堵塞,可将全部的水泥浆通过其余畅通的管路进行压注。

(3)对于无法进行压浆,并且最终的压浆量及压力与设计要求的相差较多的情况,应视为注浆不合格。应该在桩身混凝土上钻孔,下带注浆器的注浆导管,用水泥浆将注浆器上部封实,待封孔水泥浆液达到一定强度后,进行补注浆。

3 桩底压浆效果验证

为了检验杭州湾Ⅱ合同桩基质量及压浆效果,对 B10 主墩 9 号桩在压浆前后分别进行了自锚桩法荷载试验,试验结果见表 1、表 2、表 3。

表 1 试桩测试成果分析汇总编号

项目	下荷载箱		上荷载箱
	压浆前	压浆后	
预定加载值/kN	2×9 000	2×13 000	2×29 000
最终加载值/kN	2×9 000	2×13 000	2×29 000
荷载箱处上位移/mm	0.14	3.85	8.70
荷载箱处下位移/mm	-47.27	-10.70	-9.81
折合单桩总位移/mm	-47.41	-14.55	-18.51
上桩段极限承载力/kN	9 000	13 000	29 000
下桩段极限承载力/kN	8 716	13 000	29 000
上桩段自重/kN	20 228	20 228	14 150

表 2 试桩部分土层极限摩阻力测试成果分析

层底标高/m	岩土名称	极限摩阻力/kPa	
		压浆前	压浆后
-115.47	细砂	100.70	129.80
-122.07	粘土	154.00	164.19
-124.31	粘土	160.56	198.46
-125.80	细砂	126.77	139.45

表 3 试桩桩尖反力测试成果分析

持力层	桩尖反力值/kN	桩尖土处承载力 σ_R kPa
细砂	-3 041.83(压浆前)	-494.25(压浆前)
	-6 235.96(压浆后)	-1 013.98(压浆后)

根据以上数据可推算,通过桩底压浆,桩尖实际承载力提高 3 194.13 kN,桩侧摩阻力提高 1 590.81 kN。压浆后桩尖土承载力提高 105%,单桩容许承载力比

文章编号: 0451-0712(2006)06-0216-02

中图分类号: U443.17

文献标识码: B

桩基施工中塌孔与串孔漏浆的处理

彭修权, 罗超云

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 511431)

摘 要: 杭州湾跨海大桥北航道桥主墩桩基础施工过程中, 由于钢护筒底口软弱土体的扰动、微承压水以及潮涨潮落的反复作用, 引起桩基塌孔和串孔漏浆, 在事故处理中采用单管高压旋喷施工对周围软弱土体进行加固, 主要介绍加固施工工艺。

关键词: 杭州湾跨海大桥; 桩基施工; 塌孔; 串孔漏浆; 单管高压旋喷

1 北航道桥主墩桩基施工概况

杭州湾跨海大桥北航道桥为空间钻石形双塔双索面 5 跨连续钢箱梁斜拉桥, 跨径组合为 70 m + 160 m + 448 m + 160 m + 70 m, 全长 908 m。

1.1 水文地质

杭州湾属强潮河口湾, 潮汐类型为不规则半日浅海潮, 并有明显的日、夜潮不等现象, 桥位处实测最高潮位 +5.54 m, 最大潮差 7.57 m, 最大流速 2.81 m/s。

北航道桥主墩处海床面高程约为 -10.0 m, 表层为亚砂土, 其下至桩基钢护筒底口 (-40 m 标高) 范围主要由淤泥质亚粘土、淤泥质粘土、亚粘土、粘性土、亚砂土、粉砂层组成, 其中淤泥质土层呈饱和流塑状, 其余土层为饱和软塑状, 钢护筒底口上下的土层含贝壳类物质, 具有强透水性。

海底表层亚砂土分布有潜水, 标高在 -40 m 左右的亚砂土、粉砂土层分布有微承压水。

1.2 主墩桩基施工概况

杭州湾跨海大桥北航道桥主墩为 26 根钻孔灌

注桩群桩基础, 桩径为 280 cm, 桩长 125 m, 设计桩底标高 -125.8 m; 桩基钢护筒壁厚为 18 mm, 直径为 310 cm, 长 48.5 m, 钢护筒底口要求振至标高 -40 m, 入土约 30 m。

B11 号主墩在桩基施工过程中累计发现有 11 根桩基钢护筒底部约 3~5 m 范围内发生不同程度的变形, 导致直径为 2.8 m 的钻头无法穿过钢护筒底口继续钻进。对变形的钢护筒采用潜水员水下切割的方法将底部变形部分予以割除。经实践证明水下切割解决钢护筒变形卡钻是可行的, 但同时却带来了钻孔漏浆、串孔以及塌孔等一系列的问题。B11 号主墩桩基施工平面见图 1 所示, 图中有斜线阴影的桩位表示该桩钢护筒底口有变形。

2 单管高压旋喷施工方案

发生变形的桩基钢护筒, 经水下切割处理后在钻进过程中又出现漏浆现象, 甚至造成串孔、塌孔等灾难性后果, 严重影响了钻孔施工。主要原因是由于钢护筒底口上下土层岩性介于湿陷性和膨胀性土之间,

收稿日期: 2006-03-10

压浆前提高 14.5%。

4 结语

钻孔灌注桩桩底压浆是近几年才发展起来的一门技术。该技术具有压浆装置构造简单、成本较低、适用性强、可靠性高的优点, 并且不与成桩作业交叉, 不破坏混凝土保护层。压浆管道可利用进行桩身

完整性超声检测的检测管, 压浆后可取代等强度截面钢筋。通过试桩证明, 桩底压浆提高了土层与桩基混凝土的结合效果, 提高了桩底土层的承载力以及桩与桩壁土层的极限摩阻力, 最终提高钻孔灌注桩的承载力, 减小桩的沉降量。通过对杭州湾跨海大桥这种特殊环境下钻孔灌注桩桩底压浆工艺的研究和实施, 可为同类型桥梁的施工提供参考。