

# 浅谈桥梁钻孔灌注桩桩基混凝土超方原因分析及处理措施

严丽娟

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北武汉 430050

**摘要:** 钻孔灌注桩作为桥梁地下隐蔽工程,是桥梁结构的主要承重体系,其施工质量至关重要,而桥梁桩基施工中影响其桩基成本的因素较多,在地层较为复杂、地质情况不确定的地质区域,施工常因充盈系数过大,造成混凝土超方,从而影响钻孔灌注桩的成本。本文通过分析逐步摸索梁桩基在施工中对超方的影响因素,为今后同类型钻孔桩施工控制超方提供了较为可靠的参考依据,对指导桩基施工具有重要指导意义。

**关键词:** 桩基;超方;分析

## Analysis on the cause and treatment of supersquare concrete of bridge bored pile foundation

Lijuan Yan

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co.Ltd., Wuhan 430050, Hubei, China

**Abstract:** As an underground concealed engineering technique for bridges, drilled shaft piles are the main load-bearing system of bridge structures, and their construction quality is crucial. However, there are many factors that affect the cost of pile foundations in bridge construction. In geological areas with complex formations and uncertain geological conditions, construction often leads to excessive filling, resulting in concrete overruns and affecting the cost of drilled shaft piles. This paper analyzes and explores the factors influencing the overruns in the construction of beam-pile foundations, providing a reliable reference for controlling overruns in future construction of similar drilled piles and playing an important guiding role in guiding pile foundation construction.

**Keywords:** Pile foundation; excessive concrete filling coefficient; Analysis

### 引言

在高速公路建设过程中,桥梁钻孔灌注桩桩基施工在水下进行,成桩后,桩基不能挖开。通常桩基施工受多因素制约,如何保障桩基混凝土在设计范围内不超方,是每个施工企业追求的目标。

### 一、项目概述

#### 1.1 项目介绍

项目起于孝南区肖港以西的幸王湾附近,接福银高速公路,止于汉川市麻河镇东北的肖杨角附近,接武荆高速公路,路线途径孝感市孝南区、云梦县、汉川市三个县市区,路线总体呈北南走向。路线全长约34.161公里。按双向六车道高速公路标准建设,设计速度120公里/小时<sup>[1]</sup>。其中,桥梁26281米/7座(其中蔡家河特大桥全长1046m、环西特大桥16611m、魏蔡李特大桥2183m、老府河特大桥2041m),枢纽互通2处,双喇叭互通1处,单喇叭互通2处,服务区1处,养护工区1处,监控管理分中心1处。其

中我部标段为ZK9+947(澧水特大桥桥台)-ZK18+155(左幅)YK9+965.5(澧水特大桥桥台)-YK18+175(右幅),另有陡岗收费站互通、孝感西服务区。本工程桩基共计1266根,桩径为1.2m有38根、1.5m有110根、1.8m有1007根、2m有111根<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 地质分析

根据勘察资料,桥址区地层主要由第四系全新统冲积(Q<sup>a1</sup>)黏性土、砂砾石以及第四系更新统冲积(Q<sup>a3</sup>)黏性土、砂砾石层。其野外地质特征自地表往按路线统一分层,由新到老分述如下:

①<sub>1</sub>杂填土(Q<sup>m1</sup>):杂色,松散,稍湿,主要成分为黏性土和混凝土砖块,硬质物含量约10-20%,该层桥址区仅QK80钻孔揭露,厚度为3.0m,顶层标高26.20m。

①<sub>2</sub>耕植土(Q<sup>m1</sup>):黄褐色,松散,稍湿,主要成分为黏性土,表层含少量植物根系。该层桥址区局部分布,厚度为0.50-1.1m,层顶标高为21.26-27.12m。

②淤泥质粉质黏土(Q<sup>1</sup><sub>4</sub>):灰褐色,软塑,含少量铁锰

氧化物, 略有腥臭味, 干强度高, 该层桥址区仅QK103钻孔揭露, 厚度为1.7m, 层顶标高为21.39m。

③<sub>1</sub>粉质黏土(Q<sup>al</sup><sub>4</sub>): 黄褐色-灰褐色, 可塑, 含少量铁锰氧化物, 切面光滑, 干强度高, 韧性强。该层在桥址区广泛分布, 厚度为2.00-14.00m, 层顶标高为19.69-26.12m。

③<sub>2</sub>粉质黏土(Q<sup>al</sup><sub>4</sub>): 黄褐色, 软塑, 含少量铁锰氧化物, 干强度高, 韧性强。该层在桥址区局部分布, 厚度为1.20-12.40m, 层顶标高为10.31-23.60m。

③<sub>3</sub>粉质黏土(Q<sup>al</sup><sub>4</sub>): 黄褐色, 硬塑状态, 含少量铁锰氧化物及灰绿色高岭土, 干强度高, 韧性强。该层在桥址区局部分布, 厚度为 7.70-14.80m, 层顶标高为 15.79-22.17m。

④粉细砂(Q<sup>al</sup><sub>4</sub>): 黄褐色-灰褐色, 稍密状态, 饱和, 主要矿物成分为石英、长石、云母等。该层在桥址区局部分布, 厚度为2.00-10.80m, 层顶标高为7.75-22.15m。

根据地质情况分析: 项目所在地为富含砂层地质, 砂层厚度达 12-26 米深, 砂层对桩基施工影响较大, 深厚砂土层易引起桥梁桩孔塌孔, 施工期间应做好护壁措施。由于存在大量的圆砾、细砂层, 会导致桩基在成孔施工中出现流砂现象, 而依靠混凝土填充流砂所扩孔, 将会给施工成本造成很大的压力<sup>[3]</sup>。

## 二、桩基混凝土超方原因分析

### 2.1 桩基施工实际灌注混凝土方量

从上述地质资料得知, 本工程地质发育砂层分布较广, 且厚度较大, 而反循环汽车钻一般适用于黏性土、砂类土、含少量砾石、卵石的土(含量少于 20%, 粒径小于钻杆内径 2/3), 反循环汽车钻成孔对周边场地要求不高, 且机动性强, 适应不同的地址情况, 反循环汽车钻功效高, 能够大大提高成孔速度, 确保工程的工期, 因此本项目目前采用反循环汽车钻。通过对目前 K17+092.5 环西特大桥(袁湖村段) 桩基施工 50 根桩基资料统计发现: 实际上灌注的混凝土方量基本上均超过设计方量, 扩孔系数较为离散, 局部桩基超方较为严重, 桩基混凝土控制较为困难<sup>[4]</sup>。

### 2.2 桩基超方原因分析

#### 2.2.1 超钻

由于反循环汽车钻钻头为三角锥钻头, 三角锥钻头长度约 1.2 米长, 在钻进过程中, 作业班组通过测绳来确定孔深, 当快接近设计桩底高程时, 为保证有效桩长, 此时通常会超钻, 超钻深度约为 1 米, 因此对于 1.8m 直径桩, 这部分的混凝土方量为: 三角锥体积

$V=S*h/3=1/3*2.54=0.85m^3$ 。

#### 2.2.2 超灌

为保证桩头混凝土质量, 通常会进行超灌, 根据《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T3650-2020), 灌注桩桩顶高程应比设计高程高出不小于 0.5m, 在灌注中, 作业人员通过用测绳来控制混凝土顶面高度, 一般在浇筑过程中保证超灌 0.5m, 但是在目前开挖的桩头来看, 最终超灌基本在 0.7-1 米左右, 这样也导致超方。

#### 2.2.3 钻机原因

反循环汽车钻, 在钻进的过程中, 设备容易经常坏, 钻进过程中遇到特殊地层时, 容易卡钻, 这样会耽误成孔质量; 长时间使用, 钻头容易磨损变形, 桩基成孔孔径大小不容易保证, 此外通过发现, 在钻进过程中, 由于是超厚的细砂层, 容易扩孔, 导致孔径超径, 造成混凝土超方。

#### 2.2.4 钻进速度

通过查看钻机成孔记录和砼灌注记录, 钻机钻进速度较快, 部分桩基 4-6 小时完成成孔, 钻进速度过快, 会导致钻机对桩周土体的扰动加大, 由于基本为细粉砂, 会导致扩孔加大。因此必须严格控制反循环汽车钻在黏土层钻进速度在 0.15m/min 左右, 在细粉砂层钻进控制在 0.3m/min 左右, 同时加强对现场的管理, 查看现场管理人员钻孔过程施工日志, 在钻孔过程中现场管理人员每隔 1 小时记录一次, 包括钻机状况、钻出土样情况、钻进尺寸等项目。

### 2.3 处理措施

#### 2.3.1 钻头直径稍微减小

反循环汽车钻头直径大小直接影响桩基孔径, 钻头直径控制的是否合理直接影响混凝土是否超方。钻头直径大小的主要取决于地层条件, 钻头直径应结合地质条件和施工队伍经验合理选择, 一般地层中钻头直径宜比设计桩孔直径小 10-20mm; 流砂层或卵砾石层, 钻头直径可比设计桩孔直径小 50mm, 对于软土地层钻头直径的选取应根据现场试验确定<sup>[5]</sup>。由于该处地质情况基本为砂层、钻进过程中, 1.8 米钻头成孔后, 会扩孔, 为此通过逐步减少钻头直径, 在保证钢筋笼顺利下放前提下, 将钻头直径根据试验逐步从 1.8 米改成 1.78 米、1.76 米, 最后改为 1.74 米。按照 31 米桩长计算, 可以减少混凝土为:  $V=(3.14*1.8*1.8-3.14*1.74*1.74)/4*31=5.17m^3$ 。

#### 2.3.2 泥浆指标

泥浆制备原料选用膨润土, 并符合以下要求: 泥浆胶体率不小于 90%泥浆、含砂率小于 4%, 粘度 10~25s。同

时根据不同要求掺入适量的外加剂,提高泥浆胶体和稳定性,增加护壁作用,在穿过流沙层及容易塌孔的土层中时,泥浆比重调高控制在1.3-1.5。

### 2.3.3 成果检验

从目前新堤村段31根桩混凝土灌注情况看,钻头直径改为1.74米的情况下,31根桩(用量合计-下游结算方量)合计为-2.54方,桩基混凝土方量严格控制在合理区间内<sup>[6]</sup>。

表 3.3.3.1 混凝土节超分析表

| 混凝土节超分析 |           |         |       |      |                 |      |       |           |                           |
|---------|-----------|---------|-------|------|-----------------|------|-------|-----------|---------------------------|
| 序号      | 日期        | 第一车出料时间 | 桩号    | 料单数量 | 用途              | 用量合计 | 设计方量  | 用量合计-设计方量 | 节超率<br>= (用量合计-设计方量)/设计方量 |
| 1       | 2021.9.10 | 1:24    | C30水下 | 91   | 环西特大桥墩位段右幅10+桥基 | 91   | 74    | 7         | 9.5                       |
| 2       | 2021.9.10 | 4:08    | C30水下 | 74   | 环西特大桥墩位段右幅11+桥基 | 74   | 74    | 0         | 0                         |
| 3       | 2021.9.10 | 11:08   | C30水下 | 75.5 | 环西特大桥墩位段右幅12+桥基 | 75.5 | 74    | 2         | 2.7                       |
| 4       | 2021.9.10 | 22:13   | C30水下 | 75.5 | 环西特大桥墩位段右幅13+桥基 | 75.5 | 74    | 2         | 2.7                       |
| 5       | 2021.9.11 | 3:00    | C30水下 | 76   | 环西特大桥墩位段右幅14+桥基 | 76   | 76    | 0         | 0                         |
| 6       | 2021.9.11 | 6:03    | C30水下 | 76.5 | 环西特大桥墩位段右幅15+桥基 | 76.5 | 74    | 2         | 2.7                       |
| 7       | 2021.9.11 | 12:33   | C30水下 | 77   | 环西特大桥墩位段右幅16+桥基 | 77   | 74    | 3         | 4.1                       |
| 8       | 2021.9.12 | 9:34    | C30水下 | 81   | 环西特大桥墩位段右幅17+桥基 | 81   | 76    | 5         | 6.6                       |
| 9       | 2021.9.12 | 10:02   | C30水下 | 76.5 | 环西特大桥墩位段右幅18+桥基 | 76.5 | 76    | 0         | 0                         |
| 10      | 2021.9.12 | 12:35   | C30水下 | 74   | 环西特大桥墩位段右幅19+桥基 | 74   | 74    | 0         | 0                         |
| 11      | 2021.9.12 | 18:29   | C30水下 | 80.5 | 环西特大桥墩位段右幅20+桥基 | 80.5 | 74    | 10        | 13.5                      |
| 12      | 2021.9.12 | 23:31   | C30水下 | 80.5 | 环西特大桥墩位段右幅21+桥基 | 80.5 | 76    | 4         | 5.3                       |
| 13      | 2021.9.13 | 3:38    | C30水下 | 79   | 环西特大桥墩位段右幅22+桥基 | 79   | 74    | 5         | 6.8                       |
| 14      | 2021.9.13 | 14:08   | C30水下 | 79   | 环西特大桥墩位段右幅23+桥基 | 79   | 76    | 0         | 0                         |
| 15      | 2021.9.13 | 22:27   | C30水下 | 79   | 环西特大桥墩位段右幅24+桥基 | 79   | 74    | 5         | 6.8                       |
| 16      | 2021.9.14 | 3:22    | C30水下 | 76.5 | 环西特大桥墩位段右幅25+桥基 | 76.5 | 76    | 0         | 0                         |
| 17      | 2021.9.14 | 8:35    | C30水下 | 79.5 | 环西特大桥墩位段右幅26+桥基 | 79.5 | 74    | 5         | 6.8                       |
| 18      | 2021.9.14 | 15:04   | C30水下 | 80   | 环西特大桥墩位段右幅27+桥基 | 80   | 81.28 | -1        | -1.28                     |
| 19      | 2021.9.14 | 18:35   | C30水下 | 78.5 | 环西特大桥墩位段右幅28+桥基 | 78.5 | 76    | 2         | 2.7                       |
| 20      | 2021.9.14 | 21:39   | C30水下 | 75.5 | 环西特大桥墩位段右幅29+桥基 | 75.5 | 76    | 0         | 0                         |
| 21      | 2021.9.15 | 7:55    | C30水下 | 75   | 环西特大桥墩位段右幅30+桥基 | 75   | 76    | -1        | -1.3                      |
| 22      | 2021.9.15 | 10:53   | C30水下 | 77   | 环西特大桥墩位段右幅31+桥基 | 77   | 74    | 3         | 4.1                       |
| 23      | 2021.9.15 | 11:06   | C30水下 | 81.5 | 环西特大桥墩位段右幅32+桥基 | 81.5 | 81.28 | 0         | 0                         |
| 24      | 2021.9.15 | 14:23   | C30水下 | 76.5 | 环西特大桥墩位段右幅33+桥基 | 76.5 | 76    | 0         | 0                         |
| 25      | 2021.9.15 | 20:25   | C30水下 | 77.5 | 环西特大桥墩位段右幅34+桥基 | 77.5 | 74    | 3         | 4.1                       |
| 26      | 2021.9.16 | 1:27    | C30水下 | 74.5 | 环西特大桥墩位段右幅35+桥基 | 74.5 | 74    | 0         | 0                         |
| 27      | 2021.9.17 | 8:38    | C30水下 | 79.5 | 环西特大桥墩位段右幅36+桥基 | 79.5 | 74    | 5         | 6.8                       |
| 28      | 2021.9.17 | 2:02    | C30水下 | 76.5 | 环西特大桥墩位段右幅37+桥基 | 76.5 | 76    | 0         | 0                         |
| 29      | 2021.9.17 | 12:25   | C30水下 | 78   | 环西特大桥墩位段右幅38+桥基 | 78   | 76    | 2         | 2.7                       |
| 30      | 2021.9.17 | 14:13   | C30水下 | 85   | 环西特大桥墩位段右幅39+桥基 | 85   | 81.28 | 3         | 3.7                       |
| 31      | 2021.9.17 | 15:02   | C30水下 | 78   | 环西特大桥墩位段右幅40+桥基 | 78   | 76    | 2         | 2.7                       |
|         |           |         |       |      |                 |      |       |           | -2.54                     |

## 三、结束语

反循环汽车钻机施工工艺在高速公路桥梁桩基应用,能够有效解决钻孔灌注桩施工工艺中工期长、钻孔成本高、噪音大、沉渣多等难题,本文从多方面分析了影响桩基混凝土超方的主要因素,并通过现场实践及试验,给出了降低桩基混凝土超方的具体措施及方法,为今后同类型项目提供一定参考。

## 参考文献:

- [1]李洪亮.旋挖钻机在施工中的应用[J].工程与建设,2008(4):536-537.
- [2]潘剑峰.冲击反循环钻机在大直径钻孔桩施工中的应用分析[J].工程技术研究,2020,v.5;No.57(01):107-108.
- [3]俞亚南,冯世挺,宋连峰.软土地区超长钻孔灌注桩承载性状试验研究[J].工业建筑,2002(11):33-35.
- [4]张晖,张旭.浅析钻孔灌注桩施工质量通病与防治[J].中国科技信息,2010(02):71-72.
- [5]王伟,丁伟,聂庆科.钻孔灌注桩混凝土充盈系数控制的分析研究[J].勘察科学技术,2017(S1):6.
- [6]陈智斌.冲孔灌注桩施工中混凝土充盈系数过大的原因分析和控制方法分析[J].建筑与装饰,2020(22):1.